برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

ابر رسانایی

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۵۰۹)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

مقدمه

فیزیک حالت جامد به زمینه گسترده‌ای از ویژگیهای مختلف مواد می‌پردازد. مواد، بنابر خاصیت الکتریکی یا مغناطیسی که خود بروز می‌دهند در یکی از گروههای سرامیکها، نارساناها، نیمرساناها، رساناها، ابر رساناها، و یا مواد مغناطیسی قرار می‌گیرند. با وجودی که کتابهای نوشته شده با عنوان عام فیزیک حالت جامد و یا با عنوانهای اختصاصی مثل فیزیک نیمرساناها، فیزیک ابر رساناها، فیزیک مواد مغناطیسی، و غیره بسیار زیادند ولی متاسفانه کتابهایی که در زمینه فیزیک حالت جامد یا هر یک از زیر شاخه های آن به فارسی برگردانده شده‌اند بسیار کم و حتی به تعداد انگشتان دست هم نمی رسد.۷۰ سال از کشف ابر رسانایی می‌گذرد ولی تنها در خلال دو دهه گذشته بوده است که ابررساناها از اجسام مرموز مورد استفاده فیزیکدانها دز آزمایشهایشان به موادی با اهمیت کاربردی تغییر ماهیت داده اند. فن آوریهای تازه ای ظهور کردند که در آنها از مواد ابر رساناها برای توسعه قطعات الکترونیک با حساسیت و دقت بالا از قبیل تابش سنج ها، تشدید کننده های بسامد بالا، مخلوط برخوردار می‌شوند. اکنون برنامه های پژوهشی با هدف توسعه قطعات منطقی و حافظه برای رایانه ها بر پایه ابر رساناها در حال اجراست.

به خاطر این توسعه ها، تعداد قابل توجهی از متخصصین به طور روزمره با پدیده ابر رسانای سرو کار دارند. اکنون دوره های آموزشی مناسب در برخی از دانشگاهها و کالجهای فنی ارائه می‌شود.

در حال حاضر، چند کتاب کاملا عمومی در زمینه ابر رسانایی در دسترس اند. این کتابها عبارتند از: کتابهای نوشته شده توسط آ. سی. رز- اینز و ای. اچ [۱]، ای. آ. لینتون [۲]، ام. تینخام [۳]، پی. جی. دجنز [٤]، و دی. آر. تیلی و جر . تیلی [۵] هر یک از این کتابها در نوع خود عالی است. ولی برخی از آنها، مثل [۳و٤] نیاز به زمینه خوبی در فیزیک نظری دارند در حالی که کتابهای دیگر تصویری کاملا به روز از فیزیک ابر رساناها به دست نمی دهند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخش اول

معرفی ابر رسانا

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول

ابر رسانایی چیست؟

۱-۱ .واقعیات تجربی بنیادی

۱-۱-۱ کشف ابر رسانایی

ابر رسانایی در سال ۱۹۱۱ در آزمایشگاه لیدن کشف شد. اچ. کامرلینگ اونس به هنگام مطالعه وابستگی دمایی مقاومت ویژه الکتریک نمونه ای از جیوه، مشاهده کرد که در دمای T^* نزدیک به ٤k، مقاومت نمونه ناگهان به صفر سقوط می‌کند و در همه دماهای د سترس پذیر زیر T^* مقاومت دیگر قابل اندازه گیری نیست [٦]. نکته مهم این که با کاهش دما مقاومت ناگهان به صفر می‌رسید نه به تدریج، آشکار بود که نمونه باید دستخوش گذاری به حالت جدیدی با مقاومت الکتریکی صفر شده باشد که در آن زمان ناشناخته بوده است. این پدیده را ابررسانایی نامیدند.

هر گونه تلاش برای یافتن کوچکترین اثری از مقاومت در ابررساناهای کپه ای، راه به جایی نبرد. با توجه به حساسیت وسایل اندازه گیری جدید، می‌توان گفت که مقاومت ویژه ابر رساناها، حداقل تا دقت 10^{-10} cm، صفر است. در مقایسه، می‌دانیم که مرتبه بزرگی مقاومت ویژه مس با خلوص بالا در ٤/٢k برابر است با 10^{-9} cm

مدت کوتاهی پس از کشف ابر رسانایی در جیوه، این خاصیت در سایر فلزات، مانند: قلع، سرب، ایندیم، آلومینیوم، نیوبیم و غیره یافت شد. همچنین معلوم شد که تعداد زیادی آلیاژ و ترکیبات بین فلزی نیز ابر رسانا هستند.

دمای گذار از حالت عادی به ابر رسـانایی را دمای بحرانی T_c می نامند. زمان کوتاهی پس از این کشف معلوم شد که نه تنها با گرم کردن نمونه، بلکه با قرار دادن آن در میدان مغناطیسی نسبتا ضعیف می‌توان ابر رسانای از بین برد. این میدان، H_{cm}، را میدان بحرانی ماده کپه ای می‌خوانند.

جدول ۱-۱ دماهای بحرانی میدانهای مغناطیسی بحرانی عناصر ابر رسانا [v].

عنصر	T_c/K	$H_{cm}(0)$/Oe	عنصر	T_c/K	$H_{cm}(0)$/ Oe
Al	۱/۱۷۵ ۰/۰۰۲	۱۰٤/۹ ۰/۰۳	Pa	۱/٤	۸۰۳ ۱
Be	۱/۰۲٦		Pb	۷/۱۹٦ ۰/۰۰٦	۲۰۰ ۵
Cd	۰/۵۱۷ ۰/۰۰۲	۲۸ ۱	Re	۱/٦۹۷ ۰/۰۰٦	٦۹ ۲
Ga	۱/۰۸۳ ۰/۰۰۱	۵۹/۲ ۰/۳	Ru	۰/٤۹ ۰/۰۱۵	۳۰۵ ۲
Hf	۰/۱۲۸		Sn	۳/۷۲۲ ۰/۰۰۱	۸۲۹ ٦
Hg( )	٤/۱۵٤ ۰/۰۰۱	٤۱۱ ۲	Ta	٤/٤۷ ۰/۰٤	۱٤۱۰
Hg( )	۳/۹٤۹	۳۳۹	Tc	۷/۸ ۰/۰۱	۱٦۰ ۳
In	۳/٤۰۸ ۰/۰۰۱	۲۸۱/۵ ۲	Th	۱/۳۸ ۰/۰۲	۵٦
Ir	۰/۱۱۲۵ ۰/۰۰۱	۱٦ ۰/۰۵	Ti	۰/٤۰ ۰/۰٤	۱۷۸ ۵
La( )	٤/۸۸ ۰/۰۲	۸۰۰ ۱۰	Tl	۲/۳۸ ۰/۰٤	۱٤۰۸
La( )	٦/۰ ۰/۱	۱٦۰۰،۱۰۹٦	V	۵/٤۰ ۰/۰۵	۰/۳ ۱/۱۵
Lu	۰/۱	<٤۰۰	W	۰/۰۱۵٤ ۵/۰۰۰	۵٤ ۰/۳
Mo	۰/۹۱۵ ۰/۰۰۵	۹٦ ۳	Zn	۰/۸۵۰ ۰/۰۱	٤۷
Nb	۹/۲۵ ۰/۰۲	۲۰٦۰ ۵۰	Zr	۰/٦۱ ۱/۱۵	
Os	۰/٦٦ ۰/۰۳	۷۰			

در اکثر نوشتارهای انگلیسی زبان، H_{cm} را میدان بحرانی ترمودینامیکی، H_{cth}، می‌نامند.

جدول (۱-۱) مقادیر T_c،H_{cm} را برای تعدادی از عنا صر ابر ر سانا ن شان می‌دهد. در این جا $H_{cm}(0)$ میدان بحرانی برون یابی شده تا صفر مطلق است. وابستگی دمایی H_{cm} با رابطه تجربی

$$H_{cm}(T)=h_{cm}(0)[1-(T/T_c)^2] \qquad (۱-۱)$$

سازگاری خوبی دارد. این وابستگی در شکل ۱-۱ نشان داده است که اصولا نمودار فاز H-T حالت ابر رسانش را نشان می‌دهد. در ناحیه سایه خورده، هر نقطه در صفحه H-T با حالت ابررسانشی همخوان است.

در سالهای اخیر، واژه ابر رسانایی به صورت کلمه ای جادویی در آمده است. تصور نمی شود که در حال حا ضر فناوری جدید دیگری تا این اندازه توجه عموم را به خود جلب کرده با شد. پس از سالهای ابهام در مورد این پدیده، اکنون ابر ر سانایی در زمینه های پز شکی، علوم نظری و تجربی، نظامی، ترابری، برق، الکترونیک و موارد زیاد دیگری کاربرد پیدا کرده است.

تقریبا همه روزه ر ساناهای عمومی در سرتا سر دنیا مطالب جالب و متنوعی را درباره این پدیده، که شدیدا مورد علاقه خوانندگان و شنوندگان بسیاری است، درج و پخش می‌کنند. اگر چه غالبا تحلیهای و پیش گوییهای دانشمندان بعد از یک دوران شکوفایی سریعا رو به افول می‌گذارد، با این همه تب ابر رسانایی همچنان سازمانهای مختلف تجاری و دولتی را فرا گرفته است.

در ایالات متحده، عقیده بر این ا ست که ابر ر سانایی نقش کلیدی در آینده فناوری این ک شور بازی خواهد کرد و نیز می‌تواند به عنوان وسیله ای کار ساز در میدان رقابت فنی با ژاپن مورد استفاده قرار گیرد. دیدگاههای نظامی در مورد ابر رسانایی با کمی تفاوت، بیشتر بر ساخت سلاحهای سریع و دقیق تر و نیز ابزار دیده بانی متمرکز می‌شود. صرف نظر از موارد کاربردی آن، بسیاری از شرکتها در زمینه تجاری ابر رسانای با هم رقابت می‌کنند.

اغلب سازمانهایی که با مسائل فنی سرو کار دارند، از قبیل بل، جنرال الکتریک و آی. بی. ام با این مساله ارتباط تنگاتنگ دارند و نیز فعالیت اصلی بسیاری از شرکتهای جدیدتر بر روی این پدیده متمرکز است.حتی گفته می‌شود که از نظر فناوری، صنعت ابر رسانایی مترادف با صنعت نیمرسانایی است.

به هر حال، ابر رسانای موضوعی بسیار گسترده است. کوشش برای شناخت و یادگیری این پدیده پژوهشگران را با مطالعه و بررسی زمینه های بالقوه دیگر آن از قبیل پز شکی، فیزیک ریز اتمی، شیمی سرامیک، زیر دریاییهایی که عمدتا در امور جنگی از آنها استفاده می شود و حتی مسائل سیاسی وامی دارد.

اگر چه ابر رسانایی از سال ۱۹۱۱ برای دانشمندان پدیده ای شناخته شده بوده است، اما اهمیت آن به عنوان یک عامل بالقوه در سالهای اخیر مشخص و مورد توجه قرار گرفته است. حتی می‌توان نقش این پدیده را در پیشبرد صنعت و فناوری با نقش ترانزیستور و لیزر در این زمینه مقایسه کرد.

ابر رسانایی پدیده ای چند چهره است که مزیتهای بسیاری را در ارتباط با فناوری روز ارائه می‌دهد.

ابر رسانایی دارای جنبه های بسیاری است که دانشمندان مختلف به منظور توسعه و پیشرفت این جنبه ها، فعالیت می‌کنند. هدف اصلی این تلاشها به کار گیری عملی ابر رساناها در صنعت و فناوری است. همان گونه که با قرار گرفتن تعدادی ترانزیستور در کنار قطعات دیگر وسیله ای الکترونیکی (مثلا رادیو) ساخته می‌شود، اثر کامل ابر رسانا ها نیز زمانی ظاهر می‌شود که به شکلی عملی مورد استفاده قرار گیرند. برای رسیدن به چنین هدفی تلاش گسترده، به شکل رقابت جهانی، آغاز شده است.

ابر رسانایی چیست؟

ابر رسانایی برای نخستین بار در سال ۱۹۱۱ توسط یک فیزیکدان هلندی به نام هیک کامرلینگ انس[۱] کشف گردید. انس روی اثر دماهای خیلی پایین بر خواص فلزات مطالعه می‌کرد. او در حین آزمایشهایش

[۱] Heike kamerlingh Onnes

متوجه شد که اگر جیوه تا دمای 4k سر شود، مقاومتش را در مقابل عبور الکتریسیته از دست می‌دهد (k معرف درجه کلوین است، که در آن صفر کلوین تقریبا برابر ۴۶۰- درجه فارنهایت و یا ۲۷۳- درجه سانتی گراد است.)

به منظور فهم کامل این کشف و پی بردن به اهمیت آن نیاز به این است که در مورد الکتریسیته و جریان الکتریکی اطلاعاتی از قبل داشته باشیم. به شکل خیلی ساده، الکتریسیته حرکت الکترونهاست که جریان الکتریکی نامیده می‌شود.دلیل ایجاد چنین جریانی را در فصل بعد مطالعه خواهیم کرد، اما در حال حاضر فرض می‌کنیم که جریانی از الکترونها وجود داشته باشد. معمولا ماده ای را که در آن الکترونها می‌توانند جریان پیدا کنند رسانا می‌نامند. برای مثال اغلب وسایل الکتریکی دارای سیمی متصل به یک دو شاخه هستند. معمولا این سیم که رساناست از ماده ای فلزی مانند مس ساخته شده است. زمانی که دو شاخه داخل پریز قرار می‌گیرد جریان الکتریکی در داخل سیم برقرار می شود. پریزها تو سط سیمهای دیگر به جعبه فیوز متصلند و جعبه فیوز نیز توسط سیمهای رسانا به خطوط قدرت که برق ساختمان را تامین می‌کنند وصل می‌شود.

بنابراین یک رسانا ماده است که می‌تواند جریان الکتریکی را به خوبی از خود عبور دهد. مس رسانای بسیار خوبی است که معمولا سیمها و کابلهای انتقال را از آن می‌سازند. آلومینیوم، نقره و طلا هم ر ساناهای خوبی ه ستند. موادی از قبیل شی شه، جیر و چوب که جریان الکتریکی را هدایت نمی کنند، نارسانا یا عایق نامیده می‌شوند. مواد دیگری که جریان الکتریکی را تا اندازه ای هدایت می‌کنند (نه به خوبی رساناهایی مثل مس) نیمرسانا نام دارند. به هر حال، باید توجه داشت که حتی بهترین رساناها (مانند مس) رساناهای کاملی نیستند زیرا، به علت داشتن مقاومت الکتریکی، درصدی از انرژی الکتریکی عبوری از خود را هدر می‌دهند. مقاومت مانعی در سر راه جریان الکتریسیته است و عایقها به علت داشتن مقاومت بالا جریان الکتریکی را به خوبی از خود عبور نمی دهند. اگر چه مقاومت الکتریکی

نیمرسانا ها تا حدی زیاد است اما آن قدر زیاد نیست که مانع عبور جریان الکتریسیته شود. مقاومت رساناها در مقابل عبور جریان کم است. علت وجود مقاومت در مواد مربوط به خواص اتمی آنها می‌شود که در فصل بعد مورد بحث قرار می‌گیرد و این اساس ظاهر شدن پدیده ابر رسانایی است.

قبل از سال ۱۹۱۱، حذف مقاومت الکتریکی حتی در بهترین رساناها امکان پذیر نبود. در این سال با کشف پدیده ابررسانایی گونه ای جدید از رسانا که (ابر رسانا) نامیده می شوند تولد یافتند. به طور ساده ابر رساناها، موادی هستند که عملا الکتریسیته را بدون هیچ مقاومتی از خود عبور می‌دهند و در نتیجه انرژی الکتریکی به هیچ وجه تلف نمی شود . جدول ۱-۱ مشخصات ٤ دسته از مواد را از نظر رسانایی نشان می‌دهد.

WikiPower.ir

جدول ۱-۱ دسته بندی مواد از نظر رسانایی الکتریکی

نام	مثال	مقاومت
عایق	شیشه	خیلی بالا
نیمرساتا	سیلیکون	متوسط
رسانا	مس	خیلی پایین
ابررسانا	بعضی از مواد مشخص	صفر

آونگی (مثلا یک تاب) را در نظر بگیرید. چنانچه به این آونگ نیرو وارد شود و آن را از حالت تعادل خارج کند، آونگ شروع به نوسان خواهد کرد و پس از مدتی از حرکت می‌ایستد. دلیل توقف آونگ آن

است که به علت وجود مقاومت هوا و نیز اصطکاک، انرژی منتقل شده به تاب از بین می‌رود. حال آونگ یا تابی را در نظر بگیرید که هیچ گاه متوقف نمی شود و زمانی که به نوسان در آید برای همیشه با همان دامنه اولیه به نو سان ادامه دهد. این مثال را می‌تواند برای حالت ابرر سانایی نیز به کار برد. همان طور که قبلا گفته شد، در یک ر سانا به سبب وجود مقاومت، انرژی الکتریکی سریعا کاهش پیدا می‌کند، در حال که در یک ابر ر سانا جریان الکتریکی بدون هیچ گونه تغییراتی برای همیشه پایدار باقی می‌ماند، زیرا هیچ عاملی که بخواهد آن را متوقف سازد وجود ندارد.

انس آزمایشهایش را برای کشف احتمالی ابررسانایی در فلزات دیگر هم ادامه داد. مجبور بود که ماده را در هلیوم مایع نگه دارد. هلیم که غالبا آن را به عنوان یک گاز می شنا سیم در حدود ٤k مایع می شود. انس جریان الکتریکی را به حلقه ابر ر سانا (جیوه در هلیم مایع) القا کرد و یک سال بعد مشاهده کرد که این جریان در حلقه، بدون هیچ کاهشی، هنوز در حال شارش است.

پس از کشف ابر رسانایی و علی رغم شناخت اهمیت آن برای چندین دهه هیچ گونه تلاشی در جهت استفاه عملی از آن انجام نشد. مانع بزرگی که در به کار گیری ابر رساناها وجود داشت، عدم امکان د ست یابی به سرمای فوق العاده مورد نیاز بود. و سایل و تجهیزاتی که برای تهیه هلیم مایع و سرد کردن ماده ابرر سانا لازم ا ست پیچیده و پر هزینه می‌با شند که حتی امروزه هم به عنوان یک مشکل خود نمایی می‌کند. مشکل دوم عدم توانایی ابر ر ساناها در تحمل میدانهای مغناطیسی بزرگ ا ست. مدتها ست که از آهن رباهای الکتریکی برای تولید میدان مغناطیسی القا می شود. با جایگزینی ابر ر سانا به جای ر ساناهای معمولی و سرد کردن حلقه به میزان لازم، به نظر می‌رسد که بتوان میدانهای مغناطیسی بسیار قوی تر ایجاد کرد. به علاوه در این حالت به علت عدم مقاومت الکتریکی حلقه گرم نمی شود. با وجود این زمانی که میدان مغناطیسی تا حد معینی افزایش یابد پدیده ابر ر سانایی از بین می‌رود و ابر ر سانا به یک

رسانای معمولی تبدیل می شود. در حدود سال ۱۹۴۰ مشکلات مربوط به محدودیت میدان مغناطیسی تا اندازه ای حل شد و در سالهای اخیر با ساخت وسایل پیشرفته و کشف ابر رسانای با دمای بحرانی بالا، مساله رسیدن به دمای پایین مورد نیاز برای ظاهر شدن پدیده ابر رسانایی، تا حدی بر طرف گردیده است.

افزایش دمای بحرانی ابر رسانایی

همان طورکه قبلا ا شاره شد، سرد کردن مواد ابر ر سانا تا نزدیک صفر مطلق همواره به عنوان یک مشکل مطرح بوده ا ست. برای ر سیدن به دمای ٤ k از هلیم مایع ا ستفاده می شود. هلیم مایع بسیار گران است و تجهیزات و وسایل مورد نیاز در رابطه با آن نیز فضای نسبتا وسیعی را اشغال می‌کند. با توجه به هزینه زیاد رسیدن به دمای پایین، جایگزین کردن مواد ابر رسانا به جای رساناهای معمولی، عملی مقرون به صرفه نبوده ا ست. به همین سبب از ابر ر ساناها بیشتر در موارد خاص از قبیل ساخت آهن رباهای الکتریکی بسیار قوی، که رساناهای معمولی برای چنین کاری مناسب نیستند، استفاده شده است. بنابراین اگر ابر رسانایی بخواهد به بیرون از آزمایشگاهها پای بگذارد و وارد صنعت و فناوری شود، در وهله اول لازم است که مشکل سرد کردن حل گردد.

برای غلبه بر این مشکل، دو راه بدیهی وجود دارد. اول پیدا کردن روشی مناسب تر برای سرد کردن ابر رساناها که هزینه خیلی کمی را در بر داشته باشد و دوم بالا بردن دمای بحرانی ابر رسانا، یعنی دمایی که در آن ماده معمولی به ابر رسانایی تغییر حالت می‌دهد. به نظر می‌رسد راه دوم یعنی پیدا کردن مواد ابر رسانایی که دارای دمای بحرانی بالاتری هستند. روشی مناسب تر و اقتصادی تر است، زیرا گذشته از آن که هزینه های مربوط به سرد کردن کاهش می‌یابد. و و سایل خنک کننده ساده تری نیز نیاز خواهیم داشت.

از آن جا که هلیم مایع بهترین وسیله شناخته شده برای سرد کردن مواد تا نزدیک صفر مطلق به حساب می‌آید، لذا موضوع ابر رسانایی می‌بایست تا زمان کشف مواد جدید با دمای بحرانی خیلی بالاتر از صفر مطلق در همان داخل آزمایشگاهها بررسی می‌شد و راه یافتن آن به محیط بیرون هیچ گونه صرفه اقتصادی به دنبال نداشت. دانشمندانی که با مواد مشابه آنچه که انس استفاده می‌کرد. کار می‌کردند تنها توانستند به مقدار کمی دمای بحرانی ابر رسانایی را با ترکیب برخی مواد باهم بالا ببرند، به طوری که در سال ۱۹۳۳ این دما در حدود ۱۰k بود. در سال ۱۹٦۹ این دما به دو برابر یعنی ۲۰k رسید که خود قدم بزرگی بود، زیرا هیدروژن در دمای ۲۰k به مایع تبدیل می‌شود و بنابراین برای اولین بار دانشمندان می‌توانستند از عامل دیگری به غیر از هلیم به عنوان سرد کننده استفاده کنند. چهار سال بعد یعنی در سال ۱۹۷۳، دمای بحرانی به ۲۳ k افزایش یافت. پس از آن برای حدود یک دهه پژوهشگران با ساخت مواد و آلیاژهای مختلف سعی در افزایش بیشتر دمای بحرانی کردند که این تلاشها موفقیت چندانی را در بر نداشت.

در سال ۱۹۸٦ دو پژوهشگر به نامهای آلکس مولر [۱] وجورج بدنورز [۲] در موسسه آی. بی. ام زوریخ ماده سرامیکی جدید ابر رسانای با دمای بحرانی ۳۰k را کشف کردند. این کشف مهم باعث شد که پژوهشگران زیادی مجددا در این زمینه شروع به فعالیت کنند و روی مواد سرامیکی مشابه با آنچه که در موسسه آی. بی. ام کشف شد کار نمایند.

[۱] Alex Miiller
[۲] Georg Bednorz

در اواخر سال ۱۹۸۶ دمای بحرانی تا ۳۹k افزایش یافت. در فوریه سال ۱۹۸۷ دکتر چینگ و وچو[۱] و همکارانش در دانشگاه هوستون[۲] کشف ابر رسانای جدیدی با دماهای بحرانی ۹۸k را گزارش نمودند.

این کشف کل جامعه فیزیک را به هیجان آورد به لحاظ آن که مانعی بزرگ، یعنی مشکل سرد کنندگی، تا حدی از سر راه برداشته شده بود. دمای ازت مایع ۷۷k است که بسیار پایین تر از دمای بحرانی، ابر رسانایی است که چو گزارش کرده بود. قیمت هر لیتر ازت مایع بسیار ارزان تر از هلیم و در امریکا حدود ۵۰ سنت است. در صورتی که هر لیتر هلیم مایع چندین دلار می‌ارزد. مزیت دیگر ازت مایع نسبت به هلیم آن است که به راحتی و با استفاده از ظروف عایق قابل حمل است. با این کشف امکان تهیه قطعات و وسایل صنعتی توسط چنین ابر رساناهایی عملی تر به نظر می‌رسد. با وجود این، تلاش برای افزایش دمای بحرانی در ابر رساناها خاتمه نیافته است. دانشمندان در نظر دارند. این دما را به حدود دمای اتاق(۲۹۳ k) برسانند که در این صورت مشکل سرد کنندگی خودبه خود حل خواهد شد. اخیرا برخی آزمایشگاهها ادعا کرده‌اند که دانسته‌اند ابر رساناهایی با دمای بحرانی بالای ۲۳۰k تهیه نمایند که این ادعا هنوز تایید نشده است. (شکل زیر افزایش دمای بحرانی را در طی سالیان متمادی نشان می‌دهد.

البته مسائل زیادی بر سر راه ابر رساناهای جدید قرار دارد که باید حل شود. مثلا اگر چه دمای بحرانی این مواد نسبت به ابر رساناهای سنتی بسیار بالاتر است، اما مواد جدید نمی توانند جریانهای الکتریکی با چگالی خیلی زیاد را از خود عبور دهند. دیگر آن که شکل دهی این مواد به صورت سیم و حلقه به مراتب مشکل تر است. با وجود این اغلب پژوهشگران معتقدند که این مشکلات به مرور بر

[۱] Ching-Wu(Paul)Chu
[۲] Houston

طرف خواهد شد. فصل بعد جزئیات بیشتری را در مورد ابر رساناهای جدید، و این که این پدیده چرا و چگونه رخ می‌دهد ارائه خواهد کرد و در پایان موضوعاتی مطرح می‌شوند که به نحوی با ابر رسانایی در ارتباطند.

در فصل قبل خلاصه ای در مورد پدیده ابر رسانایی و نیز نکاتی در ارتباط با پیشرفتهای اخیر در دست یابی به دماهای بحرانی بالا که در آن ابر رسانایی رخ می‌دهد، بیان گردید. در این فصل ابر رسانایی را بیشتر از دیدگاه جنبه های فنی آن و نیز خواص اتمی مواد ابر رسانا مورد بررسی قرار می‌دهیم. اما قبل از ادامه بحث لازم است اطلاعاتی کلی در مورد مبحث الکتریسیته و رسانایی ارائه شود.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل دوم

(فناوری ابررساناها)

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اصول الکتریسیته

همان طور که در فصل گذشته اشاره شد، مواد رسانا محیطی مناسب برای جاری شدن الکترونها را فراهم می‌کنند. مواد عایق هادی الکتریسیته نیستند. و نیمرسانا ها الکتریسیته را هدایت می‌کنند اما نه به خوبی رساناها. چه عاملی سبب می شود که دسته ای از مواد رسانا، بعضی دیگر نیمرسانا و برخی عایق باشند؟ پاسخ این سوال به خواص اتمی مواد مربوط می‌شود.

ممکن است پرسیده شود که عامل به حرکت در آوردن الکترونها در داخل یک رسانا چیست؟ الکترون ذره بنیادی موجود در تمام مواد است که دارای بار منفی است و جفت آن یعنی پروتون دارای بار مثبت است که ذره بنیادی دیگر است. نیروی بین این دو ذره از نوع جاذبه ای است. بعضی مواد دارای الکترونهای مازاد بوده و در برخی دیگر تعداد الکترونها کمتر از آنی است که می‌بایست در آن ماده وجود داشته باشد. اگر تعداد الکترونها و پروتونها در ماده ای برابر باشند آن ماده از نظر الکتریکی خنثی بوده و چنانچه تعداد الکترونها بیشتر از پروتونها باشد، آن ماده از نظر الکتریکی منفی و در صورتی که تعداد الکترونها کمتر از پروتونها باشد ماده مثبت خواهد بود. در شکل ۲-۱ دسته بندی مواد از نظر الکتریکی به صورت ساده نشان داده شده است.

شکل ۲-۱ دسته بندی مواد از نظر الکتریکی

الکترونهای اضـــافی موجود در ماده با بار منفی، جذب پروتنهای اضـــافی در ماده دارای بار مثبت می‌شوند. با وجود این، الکترونها به خوبی خود توانایی حرکت از ماده منفی به سوی ماده مثبت را ندارند. در این جاست که نقش یک رسانا مشخص می شود.می توان گفت رسانا ماده است که می‌تواند شارش الکترونها را تضمین نماید.

اختلاف بار الکتریکی دو ماده دارای بار منفی و مثبت، مشـــخص کننده نیروی وارد بر الکترونها برای بررسی حرکت از ماده منفی و رسیدن به ماده مثبت می‌باشد. این نیرو، اختلاف پتانسیل یا نیروی محرکه الکتریکی (emf) [۱] یا به صورت خیلی ساده ولتاژ نامیده می شود. هر قدر نیروی وارد بر الکترونها (برای رسیدن به ماده مثبت) بیشتر باشد، ولتاژ بالاتر است.

یک باطری معمولی چراغ قوه را در نظر بگیرید. یک انتهای آن به عنوان طرف مثبت (+) و انتهای دیگر با علامت منفی (–) مشخص شده است. بیشتر باتریهای خانگی دارای ولتاژ ۱/۵ ولت می‌باشند. اگر قطبهای مثبت و منفی باطری توسط یک سیم مسی به هم وصل شوند، الکترونها در داخل سیم از انتهای طرف منفی به مثبت جریان پیدا می‌کنند.

ماده ای رسانا، مانند مس، دارای تعداد زیادی الکترون است که می‌توانند آزادانه به هر طرف حرکت کنند. وقتی سیم مسی به دو سر یک باتری وصل می شود، الکترونهای آزاد در سیم به طرف قطب مثبت باتری حرکت می‌کنند. همزمان با آن الکترونهای موجود در قطب منفی باتری در داخل رســانا جریان پیدا کرده و جای الکترونهایی را که قبلا حرکت کرده‌اند می‌گیرند. بنابراین جریانی از الکترونها را از قطب منفی به طرف قطب مثبت در داخل رسانا خواهیم داشت

(شکل ۲-۲).

[۱] Electromotive force

انرژی ناشی از جریان الکترونهای می‌تواند در وسایل الکتریکی مانند لامپهای روشنایی، موتورها و قطعات موجود در مدار الکتریکی استفاده شود. مقدار کاری که الکترونها می‌توانند انجام دهند تابع دو عامل اصلی یعنی ولتاژ و جریان الکتریکی است. .ولتاژ نیروی محرکه الکتریکی است که جریان الکترونها را در سیم تامین می‌کند. جریان تعداد الکترونهایی ا ست که شارش پیدا می‌کنند. هر چه تعداد الکترونها بیشتر باشد کار انجام شده توسط آنها بزرگتر است. یکای ولتاژ ولت و یکای جریان آمپر نام دارد.

شکل ۲-۲

روشهای گوناگونی به منظور تولید الکتریسیته وجود دارد، باتری تنها یک مثال است. الکتریسیته می‌تواند توسط مولدها، سلولهای نوری یا سلولهای خورشیدی نیز تولید شود. همچنین دو نوع مختلف از الکتریسیته وجود دارد: جریان متناوب (AC)[۱]

و جریان مستقیم (DC)[۲]. جریان الکتریکی متناوب معمولا توسط مولد و جریان مستقیم به وسیله باتری یا سلول خورشیدی تولید می‌شود. اغلب وسایل الکتریکی با جریان مستقیم کار می‌کنند و در برخی از آنها از وسیله ای (مبدل) برای تبدیل جریان متناوب به مستقیم استفاده می‌شود.

البته موضوع این کتاب ابر رسانایی است نه الکتریسیته، بحث قبلی به این منظور آورده شد که خوانندگان اطلاعاتی در مورد جریان الکترونها و این که چگونه این عمل رخ می‌دهد، داشته باشند.

ساختار اتمی

[۱] Alternative current

[۲] Direct current

قبلا با الکترون .و پروتون، دو ذره بنیادی که ماده را می سازند، آ شنا شدیم. ذره بنیادی سوم نوترون است، این ذره از آن رو نوترون نامیده می شود که هیچ بار الکتریکی به آن وابسته نیست، به عبارت دیگر از نظر الکتریکی خنثی ا ست. الکترونها، پروتونها و نوترونها کوچکترین واحد ماده یعنی اتم را می سازند. اتم را می‌توان به شکل کره ای که در آن پروتونها و نوترونها در بخش کوچک و متراکمی در مرکز آن به نام هسته قرار گرفته‌اند تصور نمود. پروتونها درمحدوده هسته بوده و حرکت نمی کنند، اما الکترونها روی مدارهای م شخص به دور ه سته بوده و حرکت نمی کنند، اما الکترونها روی مدارهای م شخص به دور هسته می‌چرخند. اغلب تعداد زیادی از الکترونها می‌توانند آزادانه حرکت کنند. در شکل ۲-۳ یک اتم به صورت ساده در دو بعد نشان داده شده است. پروتونها در داخل هسته نوع ماده (عنصر) را مشخص می‌کنند.

تمام اتمهای شناخته شده (یا عناصر) به صورتی معین دسته بندی شده و در جدولی معروف به جدول تناوبی آورده شده اند. در جدول تناوبی انواع م شابه اتمها مانند فلزات و گازها رده بندی شده و هر عنص یک نماد در جدول مشخص شده است. به عنوان مثال، عنصر سرب با pb نشان داده می‌شود.

الکترونها روی مدارهایی م شخص به دور ه سته می‌چرخند و این مدارها، لایه های اتم را می سازند. نزدیکترین لا یه به هسته می‌تواند تنها دو الکترون، لا یه دوم ۸ الکترون و بعدی ۱۸ الکترون را در بر می‌گیرد. الکترونهای موجود در خارجی ترین لایه مشخص می‌کنند که چگونه یک اتم منفرد می‌تواند به اتمهای دیگر پیوند خورده و انواع مختلف مواد به وجود آیند. اگر اتمی در خارجی ترین لا یه اش فقط یک الکترون داشته باشد و اتم دیگر به منظور این که خارجی ترین لایه را تکمیل کند تنها نیاز به یک الکترون دا شته با شد، در این صورت این دو اتم ممکن ا ست به هم متصل شده و الکترونهای خود را به

اشتراک بگذارند. این فرآیند(پیوند) یا (اتصال) نامیده می شود و انواع مختلفی از پیوند برای اتصال اتمها به یکدیگر وجود دارد.

شکل ۲-۳

ساده ترین راه برای فهم این که چگونه اتمها به هم می‌پیوندند تا در نهایت مایعات، گازها و ترکیبات دیگر شکل گیرد آن است که این موضوع را به بازی لگو[۱] مربوط کنیم.

اگر قطعات مختلف را از نظر شکل و اندازه دسته بندی کنیم دو قطعه هم شکل به سادگی می‌توانند به یکدیگر متصل شوند و قطعات هم شکل با آنها، به شرط این که برای این کار مناسب باشند، نیز می‌توانند به آنها اضافه شوند. به هر حال یک قطعه بزرگ می‌تواند به تعداد بسیاری از قطعات کوچکتر متصل شود.

یک جسم جامد از به هم پیوستن اتمها در یک شبکه سه بعدی و تکرار آن ایجاد می‌شود. چنین طرحی (ساختار شبکه[۲] نام دارد. شکل ۲-٤ دو مدل از ساختار شبکه ابر رساناهای با دمای بحرانی بالا را نشان می‌دهد. ساختار شبکه چارچوبی است که جایگاه هر اتم را در شبکه مشخص می‌کند. وقتی جریان الکتریکی از یک رسانا می‌گذرد، الکترونهای در حال حرکت مجبورند که راهشان را در داخل شبکه پیدا کنند. گاهی اوقات یک الکترون به علت نزدیک شدن زیاد به یک اتم از مسیرش منحرف می شود و در این فرآیند مقداری از انرژی اش را به شبکه منتقل می‌کند، این چیزی است که سبب ایجاد مقاومت

[۱] lego set
[۲] lattice structure

الکتریکی در رسانا می‌گردد. شکل ۲-۵ ساختار شبکه یک ابر رسانای با دمای بحرانی بالا را نشان می‌دهد.

اطلاعات ارائه شده در این بخش در فهم مطالب مربوط به ترکیبات ابر رسانایی و این که چگونه این مواد قادرند رسانش را بدون مقاومت انجام دهند، سودمند است. توانایی ابر رساناها در هدایت الکتریسیته بدون مقاومت تنها خاصیت منحصر به فرد آنها نیست. در بخشهای بعد برخی از ویژگیهای دیگر ابر رساناها مورد بحث قرار می‌گیرند.

جریان الکتریکی در یک حلقه ابر رسانا می‌تواند تا زمان نامحدودی باقی بماند. طبیعتا، این ماندگاری جریان به چشمه انرژی نیاز ندارد، زیرا مقاومت حلقه صفر است. چنین جریان ماندگاری را می‌توان به شرح زیر تولید کرد: نخست حلقه را در $T>T_c$ در میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌دهیم به طوری که خطوط میدان مغناطیسی از درون حلقه بگذرند. سپس حلقه را تا دمای زیر T_c، تا جایی که ماده ابر رسانا می‌شود، سرد کرده و میدان مغناطیسی درون حلقه کاهش می‌یابد و بنابر قانون القای الکترومغناطیس فاراده، در حلقه جریانی القا می‌شود که از این لحظه به بعد دوام خواهد داشت. این جریان از کاهش بیشتر شار مغناطیسی حلقه جوگیری می‌کند، یعنی اکنون که میدان خارجی صفر است، جریان القایی خود باعث تامین شار به مقدار اولیه آن از حلقه می‌شود. در واقع، اگر حلقه دارای مقاومت محدود R باشد، شار از حلقه با ثبات زمانی L/R کاهش خواهد یافت. L خود القای حلقه است. در یک حلقه ابررسانا، چون $R=0$ است آهنگ کاهش شار مغناطیسی نامحدود است. یعنی تا وقتی در حلقه جریان ماندگاری

شـارش می‌یابد شـار مغناطیسـی در آن (به انجماد) در می‌آید، معمولا چنین جریانی را جریان ابر رسـانا رسانش یا ابر جریان می‌خوانند.

در نخ ستین نگاه ممکن ا ست چنین به نظر آید که شار مغناطی سی (منجمد) شده می‌تواند هر مقدار دلخواهی دا شته با شد. ولی، آزمایشهای بسیاری [۸و۹] که برای رو شن کردن این رفتار ابداع شد واقعیت تجربی ب سیار مهمی را ثابت کرده ا ست و آن این که مقادیر شار مغناطی سی یک پو سته ا ستوانه ای ابر ر سانشی فقط م ضرب در ستی از $2/70 * 10^{-7}\ Gcm^2 = {}_{o}$ ه ستند. این مقدار ار کوانتوم شار مغناطی سی می‌نامند. و می‌توان آن را به صورت ترکیبی از ثابتهای ا سا سی، یعنی hc/e ${}_{o}$ نو شت که در آن h ثابت پلانک، c سرعت نور و e بار الکترون است. در سیستم یکاهای MKSA، داریم $h/2e$ ${}_{o}$

از آن جا که از اواسط دهه ۱۹۳۰ با ابر رسانایی به عنوان یک پدیده کوانتومی بر خورد می‌شد، تعجب آور است که چرا این مطالعات تا پیش از (۱۹۶۱) انجام نشده بود.

آثار جوزفسن

جلوه دیگر ماهیت کوانتومی ابر رسانایی، ابر رسانندگی ضعیف است که آثار جوزفسین نیز خوانده می‌شود [۱۰]. این آثار در سال ۱۹۶۲ پیش گویی شده بود که خیلی زود به صورت تجربی به اثبات رسید. جمله (ابر رسانندگی ضعیف) به رفتاری اشاره دارد که در آن دو ابر رسانا با یک اتصال ضعیف به یکدیگر وصل شده اند. این اتصال را می‌توان با پیوند تونلی یا یک گلوگاه کوتاه در مقطع فیلمی نازک ایجاد کرد. به طور کلی، اتصال ضعیف می‌تواند تنها تماس ضعیفی بین دو ابر رسانا در ناحیه بسیار کوچک یا به صورتهای دیگری باشد که در آنها تماس ابر رسانش بین ابر رساناها به گونه ای (ضعیف) تشکیل شود.

آثار جوزفسین به صورت ایستا (اثر جوزفسن dc) و ناایستا (اثر جوزفسن ac) دیده شده اند. در اثر dc اگر از اتصال ضعیف یا به عبارت دیگر از پیوندگاه جوزفسین، جریان گذر دهیم و ضعیف می‌گذرد، حتی اگر ماده اتصال ضعیف خود ابر ر سانا نبا شد. (مثلا می‌تواند یک عایق در پیوندگاه تونلی با شد). در این جا م ستقیما به مهمترین ویژگی ابر ر سانا می‌ر سیم: یعنی رفتار همدوس الکترونهای ابر ر سانشی. به

واسطه اتصال ضعیف، الکترونهای دو ناحیه ابر رسانا به یک پیکره کوانتومی واحد تبدیل می‌شوند. همین مطلب را می توان به گونه دیگری بیان کرد. با نفوذ از اتصال ضعیف به ابر رسانای دوم، تابع موج الکترونها از ابر ر سانای اول به تابع موج الکترونهای (محلی) تداخل می شوند. در نتیجه همه الکترونهای ابر رسانشی در دو سوی اتصال ضغیف با تابع موج یکسانی توصیف می شوند. حضور اتصال ضعیف نباید توابع موج دو طرف را، در مقایسه با آنچه پیش از ایجاد اتصال بودند، به طور چشمگیری تغییر دهد.

اثر جوزفسین ac حتی از این هم جالبتر است. اگر جریان dc را در اتصال ضعیف افزایش دهیم تا ولتاژ محدودی در دو سر پیوندگاه ظاهر شود علاوه بر مولفه dc ولتاژ v، مولفه دیگر ac این ولتاژ با بسامد زاویه ای نیز پدیدار می‌شود، به طور که

$$h \quad 2eV$$

برای ثبت این اثر جوزفسین خوانده می‌شود (یعنی، تابش الکترومغناطیس گسیل شده از پیوندگاه جوزفسن) آی. کا. یانسون. دی. ام. سوستونف. و آی. ام. دمیترنکو[۱] [۱۱] آزمایش بنیادی موفقیت آمیزی انجام داده اند.

اثر مایسنر- اوکسنفلد

بیست و دو سال پس از کشف ابر رسانایی، دانشمندان هنوز بر این باور بودند که ابر رسانا تنها یک رسانای ایده آل است، یعنی قطعه ای فلز با مقاومت صفر.

اکنون به این نکته می‌پردازیم که چنین رسانای ایده آلی در یک میدان مغناطیسی خارجی که به قدر کافی ضعیف است و نمی تواند رسانش ایده آل نمونه را تخریب کند، باید چگونه رفتاری داشته باشد.

[۱] I.K. V.M.Svistunov, and I.M.Dmitrinko

نخ ست فرض کنید ر سانای ایده آل در ح ضور میدان مغناطی سی خارجی صفر تا زیر دمای بحرانی سرد شده ا ست و سپس یک میدان مغناطیس خارجی برقرار می شود. از برر سیهای عمومی به آ سانی می‌توان نشـان داد که میدتان به درون نمونه نفوذ نمی کند. (شـکل ۲-٦) در واقع، بلافاصـله پس از نفوذ میدان به لایه سـطحی رسـانای ایده آل، یک جریان القایی برقرار می‌شـود که بنابر قانون لنز، در راسـتای مقابل میدان خارجی، میدان مغناطیسی تولید می‌کند. بنابراین، میدان کل در درون نمونه صفر است.

اکنون این رفتار را به یاری معادلات ماکسول اثبات می‌کنیم. با تغییر القای B، بنابر رابطه

$$curl \quad \frac{1}{c}\frac{B}{t}$$

باید در نمونه میدان الکتریکی E القا شود، در این رابطه c سرعت نور در خلا ا ست. در سانای ایده آل E=0، زیرا E=j ، که در آن مقاومت ویژه (که در این مورد صفر است) و j چگالی جریان القایی است. نتیجه می‌شود که B باید ثابت باشد و با توجه به این که پیش از اعمال میدان (شکل ۱-۲) برای یک ر سانای ایده آل، حالت مغناطیسی آن در T<Tc،H>0 به گذ شته آن بستگی دارد: (الف) میدان مغناطی سی به یک ابر ر سانای ایده آل در T<Tc اعمال شده ا ست، میدان در T<Tc برقرار شده است. (ص ۵)

خارجی B=0 بوده ا ست، بنابراین پس از برقراری میدان نیز باید B=0 با شد. این پدیده را می‌توان از راه دیگری هم تفسـیر کرد: چون 0 ، زمان برای نفوذ میدان مغناطیسـی به درون رسـانای ایده آل به طور نامحدودی طولانی است.

به این ترتیب، ثابت شـد که در هر نقطه از رسـانای ایده آل واقع در میدان مغناطیسـی خارجی B=0 اسـت. ولی، می‌توان با انتخاب گامهای متفاوتی به این وضـعیت (رسـانای ایده آل در $T<T_c$ در میدان مغناطیسـی خارجی) رسـید، به این ترتیب که نخسـت نمونه (گرم) را در میدان مغناطیسـی خارجی قرار دهیم و سپس آن را تا $T<T_c$ سرد کنیم.

در آن صورت، برای رسانای ایده آل، الکترودینامیک نتیجه کاملا متفاوتی پیش بینی می‌کند. در $T>T_c$، مقاومت ویژه نمونه متناهی اسـت و از این رو، میدان مغناطیسـی به درون آن نفوذ می‌کند. پس از سـرد کردن نمونه و گذار به حالت ابر رسانشی، آن چنان که در شکل ۱-۲ (ب) نشان داده شده است، میدان درون آن ماندگار می‌شود.

توجه داشته باشید که در استدلال بالا نمونه با ویژگی 0 را همواره به صورت رسانای ایده آل نام می‌بریم نه ابر رسانا.

پیش از سـال ۱۹۳۳ همه بر این باور بودند که یک ابر رسـانا به راسـتی چیزی بیش از یک رسـانای کامل نیست. ولی آزمایشهای انجام شده توسط مایسنرواوکسنفلد[1] نشان داد [۱۲] که این باور درستی نبود! آنها پی بردند که در $T<T_c$ میدان درون نمونه ابر رسانا در حضور، میدان مغناطیسی خارجی، مستقل از روش انتخابی برای سرد کردن ابر رسانا به زیر T_c، همواره صفر است. (B=0).

این دستاورد بسیار با اهمیتی بود. در واقع، اگر بی توجه به گذشته نمونه B=0 باشد، القای صفر را می‌توان به صورت خاصیت ذاتی حالت ابر رسانشی در $H<H_{cm}$ در نظر گرفت. افزون بر آن می‌توان گذار به حالت ابر رسانشی را به صورت گذار فاز بررسی کرد و در نتیجه همه توانایی رهیافت ترمودینامیکی را برای آزمون فاز ابر رسانش به کار بست.

[1] 1.W.Meissner and R.Ochsenfeld

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بدین ترتیب، حالت ابر رسانشی از معادلات زیر پیروی می‌کند.

مبانی نظری ابر رسانایی

از زمان کشف ابر رسانایی در سال ۱۹۱۱، سعی دانشمندان بر این بوده است که این پدیده را به طور منطقی توجیه کنند. ارائه نظریه ای جامع که خواص مختلف ابر رسانایی را توضیح دهد به دانشمندان این امکان را خواهد داد که بتوانند ابرر ساناهای جدید و بهتری را ساخته و همچنین به اطلاعات بیشتری در مورد این مواد د ست یابند. در سال ۱۹۵۷، سه پژوهشگر به نامهای جان باردین[۱] لئون کوپر[۲] و جی. آر شریفر[۳]، نظریه ای در مورد پدید ابر رسانایی ارائه و منتشر نمودند. ارائه این نظریه که به نظریه BCS مشهور است سبب اعطای جایزه نوبل به این سه پژوهشگر شد.

با توجه به این که در سال ۱۹۵۷، هنوز ابر ر ساناهای با دمای بحرانی بالا کشف نشده بودند. نظریه BCS تنها رفتار ابر ر سانایی را برای مواد با دمای بحرانی نزدیک به صفر مطلق توجیه می‌کند. باید توجه داشت زمانی که ماده ای تا دمای نزدیک به صفر مطلق سرد شود، حرکت اتمها در آن میزان چشمگیری کاهش پیدا می‌کند.

نظریه BCS، به طور خیلی ساده، بیان می‌کند که شارش الکترونها در یک ماده ابر ر سانا به صورت جفت الکترون انجام می‌پذیرد. جفت الکترونها را زوجهای کوپر[۴] می‌نامند. عامل جفت شدگی الکترونها فونون[۵] است. هنگامی که یک زوج الکترون در داخل ساختار شبکه ابر رسانا شارش می‌کند، پشت سرش

[۱] John Bardeen
[۲] Leon Cooper
[۳] J.R. Schrieffer
[۴] Coopr Pairs
[۵] Phonon

رد پایی بر جای می گذارد که این رد پا مسیری خواهد بود برای الکترونهای دیگری که آن را دنبال می‌کنند. بدین ترتیب از برخورد الکترونها با سایر ذراتی که ممکن است سبب مزاحمت در شارش آنها و ایجاد مقاومت (چیزی که در رساناهای معمولی رخ می‌دهد) در داخل شبکه شوند، جلوگیری خواهد شد.

نظریه BCS کاهش فعالیت مولکولی اتمها را در ساختار شبکه ابر رسانا مورد توجه قرار داده و با استفاده از آن در مورد این که الکترونها چگونه می‌توانند بدون تداخل با سایر ذرات شارش داشته باشند. توضیحاتی را ارائه می‌کند. همچنین این نظریه بیان می‌کند که چرا یک ابر رسانا هنگامی که دمای آن بیشتر از دمای بحرانی باشد، توانایی رسانش الکتریکی بدون مقاومت را از دست می‌دهد. بر طبق این نظریه، وقتی دمای یک ماده ابر رسانا به بالاتر از دمای بحرانی اش می‌رسد، ارتعاشهای اتمی در داخل آن ماده تا آن جا افزایش می‌یابد که کل ساختار شبکه به مقدار قابل ملاحظه ای شروع به ارتعاش می‌کند. چنین ارتعاشی، سبب جدایش زوجهای کوپر می شود که نتیجه آن به هم خوردن مسیر فونونی و از بین رفتن حالت ابر رسانایی خوهد بود.

بزرگی ارتعاشات شبکه مستقیما به دما بستگی دارد. در دمای صفر مطلق (ok) هیچ گونه ارتعاش اتمی در ماده وجود ندارد و بنابراین کاهش بیشتر دما امکان پذیر نیست. زمانی که دما بالا رود، بزرگی ارتعاشات شبکه به طور پیوسته افزایش پیدا می‌کند. ارتعاشات دمایی یک ماده مبنایی برای جلوگیری حرکت اتمی آن است.

نقطه ذوب یک ماده (مانند یخ) به طور ساده همان دمای گذاری است که در آن ارتعاشات اتمی به اندازه ای زیاد شده‌اند که نیروهای شبکه ای دیگر توانایی نگهداری اتمها را در وضعیتهای مشخص در شبکه ندارند و بنابراین اتمها آزادانه توانایی حرکت می‌یابند. نتیجه این خواهد شد که جسم جامد سختی

مثل یخ به مایع یعنی آب تبدیل شـــود. چنانچه دما باز هم به طور پیوســـته افزایش یابد، به دمای گذار دیگری می‌رسـیم که در آن حرکت اتمی به اندازه ای زیاد اسـت که نیروهای جاذبه ای بین اتمی موجود در مایع قادر به نگهداری اتمها در کنار یکدیگر نبوده و در این حالت مایع تبدیل به گاز می‌شود.

چون دمای بحرانی ابر ر ساناهای جدید بـ سیار بالاتر از صفر مطلق ا ست، چنین به نظر می‌ر سد که نظریه BCS نمی تواند به توضیح پدیده ابر رسانایی در این نوع مواد بپردازد.

دمای بحرانی چنین ابر رساناهایی به اندازه ای بالاست که انتظار کاهش ارتعاشات اتمی، که در موارد ابر رساناهای سنتی اتفاق می‌افتد، وجود ندارد. با وجود این، اغلب نظریه پردازان هنوز معتقدند که جفت شدگی الکترونها در این مواد به نحوی می‌بایست وجود داشته باشد.

اما یافتن دلیلی برای وجود جفت شـدگی الکترونها در ابر رسـاناهای با دمای بحرانی بالا با مشـکل مواجه اسـت. فیزیکدانان تجربی به مواد جدیدی با دماهای بحرانی بالاتر دسـت یافته اند، به طوری که پیشـرفت در این زمینه سـریعتر از کاری اسـت که نظریه پردازان برای تشـریح پدیده های مربوط به آنها انجام داده اند. نظریه های موجود، جفت شدگی الکترونها را به مکانیـسمی اتمی که بـسیار قویتر از نقش فونونها در نظریه BCS اسـت، نسـبت می‌دهد. چنین نقشـی از (اکسـاتیون)[1] می‌تواند بر عهده گیرد، اکساتیون که نامی برای انگیختگی الکترونی ا ست، مکانیسمی قویتر نسبت به مکانیسم فونونی ا ست که در دماهای بالا نیز کار ساز ا ست. وقتی ابر ر ساناهای جدید تا دمای بحرانی سرد می شوند، ارتعا شات مربوط به شاختار شکبه به گونه ای همزمان می شوند که الکترونها خواهند توانـست به راحتی در داخل شـبکه حرکت کنند. نظریه های دیگر هم وجود دارد که مکانیسـمهای متفاوتی را برای جفت شـدگی

[1] exciton

الکترونها در دماهای بالا پیشنهاد می‌کنند. یکی از این نظریه ها (حرکت دسته جمعی الکترونها) پلاسمون[۱] را عامل جفت شدگی الکترونها می‌داند. در نظریه ای دیگر، مگنونها[۲] را که افت و خیزهای اسپین در حال حرکت در داخل شبکه هستند، سبب پدیده جفت شدگی به حساب می‌آورند. نظریه RVB[۳] (پیوند ظرفیت در حال تشدید) بر اساس دافعه الکترون- الکترون پایه گذاری شده است. در این نظریه با توجه به نیروی دافعه بین الکترونها، هر الکترون می‌تواند در داخل شبکه به راحتی حرکت کند.

تهیه ابر رسانا

اکنون که ابر رسانا ها از جنبه نظری بررسی شدند، لازم است راجع به این موضوع که مواد ابر رسانایی باید چگونه تهیه شوند تا بتوانند نیازهای مختلف آزمایشگاهی و صنعت را در ارتباط با کاربردهای تجاری آنها بر طرف نمایند، بحث شود. مجددا باید به این نکته توجه داشت که چون ابررساناهای با دمای بحرانی بالا کاملا تکامل نیافته اند، بنابراین در مورد استفاده صنعتی و تجاری آنها بحث زیادی وجود دارد. در حال حاضر عمده کاربردهای تجاری ابر رساناها بر پایه استفاده از ابررساناهای سنتی با دمای بحرانی پایین است.

ابر رساناها تجاری

برای این که یک ابر ر سانا عملا کاربردهای تجاری دا شته با شد. باید محکم، قابل اطمینان و تهیه آن به شکلهای مختلف نسبتا آ سان با شد. دو نوع ا صلی از ابر ر ساناهای قابل د سترس تجاری عبارتند از: آلیاژهای شکل پذیر و ترکیبات مربوط به فلزات واسطه ای.

آلیاژهای شکل پذیر به فلزات معمولی شباهت بسیار دارند به طوری که می‌توان آنها را به شکل سیم و کابل در آورده و در ضمن چکش خوار نیز هستند. ترکیبهای بین فلزی شکننده تر بوده و می‌توانند در طول فرآیند ساخت به شکلهای مختلف در آیند، اما انعطاف پذیر نیستند. ابر رساناهای آلیاژی شکل پذیر از ترکیب عناصر نیوبیوم و تیتانیوم تشکیل شده اند. ترکیبهای بین فلزی که شکنندگی بیشتری دارند غالبا ترکیب از عناصر وانادیم وگالیم هستند.

بیشتر ابر رساناها را می‌توان به شکل سیم پیچ به منظور ساخت مولد، موتور و آهن رباهای الکتریکی به کار برد. ابر ر ساناهای تجاری دارای دمای بحرانی در گ سترده ۱۰k ه ستند. چگالی جریان در آنها در حدود ۲۰۰۰ آمپر بر میل متر مربع است و می‌تواند میدانهای مغناطیسی بسیار قوی ایجاد کنند. در کاربرد

[۱] plasmon
[۲] magnon
[۳] Resonating Valence Bond

ابر رســـانایی به عنوان حمل جریان از ابررســـاناهای تیتانیم- نیوبیوم تجاری یا گالیم- وانادیم اســـتفاده می‌شود.

ابر رساناهای آزمایشگاهی

از مدتها قبل چندین پژوهشـــگر ارو پایی تحقیقاتی را در مورد نوع خاصـــی از یک بلوار که پروو سکایت[1] نامیده می شود، شروع کرده اند. در سال ۱۹۸٦، پژوهشگر به نامهای آلکس مولر و جورج بدنورز آزمایشـــهایی را در آزمایشـــگاه تحقیقاتی آی. بی. ام در زوریخ با یک نوع پرووســـکایت به انجام ر ساندند و با کمال تعجب تواز ستند ک شف ترکیب تازه ای از ابرر سانا با دمای بحرانی بالاتر را گزارش نمایند. این کار در آزمایشـــگاههای دیگر هم انجام شـــد و در زمانی کوتاه مورد تایید قرار گرفت. در اکتبر سال ۱۹۸۷، جایزه نوبل فیزیک به مولر و بدنورز به سبب این کشف اهدا شد.

از آن زمان بسیاری از دانشگاهها و مراکز پژوهشی فعالیتهای خود را در را ستای برر سی و کار روی ترکیبات ســـرامیکی از نوع پرووســـکایت به کار گرفتند. دانشـــمندان با عوض کردن بعضـــی عناصـــر و جایگزین کردن آنها با عناصر دیگر و تغییر فرآیند ساخت، توانستند دمای بحرانی را باز هم افزایش دهند. در فوریه سال ۱۹۸۷، گروهی از پژوهشگران دانشگاه هوستون، به سرپرستی دکتر پل چو ماده سرامیکی ابر ر سانایی را با دمای بحرانی ۹٤k، که بسیار بالاتر از دمای جوش ازت مایع ۷۷k ا ست، تهیه نمودند و برای اولین بار از ازت مایع که ن سبتا ارزان ا ست به عنوان عامل سرد کننده ا ستفاده کردند. ساخت ابر ر سانای پروو سکایت سرامیکی جدید نسبتا آ سان ا ست. چنین ابر ر سانایی در هر آزمایشگاه معمولی که دارای تجهیزات نسبتا خوبی با شد قابل تهیه ا ست. گام اول در ساخت این مواد مخلوط کردن و حرارت داده اجزای سازنده آن ا ست. اکسیدهای فلزات ایتریوم (Y) باریم (Ba) و مس (Cu) با ا سید سیتریک و

[1] Perovskite.پروسکایت معنی علمی ندارد، بلکه نام دهکده ای در روسیه است که ترکیبات اکسیدی با همین ساختار در آن جا پیدا شده است(م)

الکل اتیلیک ترکیب می شوند. مخلوط تا دمای حدود ۱۰۰ درجه فارنهایت حرارت داده می شود. سپس مخلوط حرارت داده شده در یک کوره قرار می‌گیرد که دمای آن بالاتر از ۱۵۰۰ درجه فارنهایت است. در نتیجه ترکیب خشک شده و به صورت پودر سیاه بلوری در می‌آید. در مرحله بعد پودر به دست آمده تحت فشار ۲۰۰۰ پوند بر اینچ مربع قرار می‌گیرد. قطعات فشرده حاصل (که معمولا به شکل قرص است) به تدریج در طی چندین ساعت سرد می‌شوند. شکل ۲-۹ یک ساختار شبکه ابر رسانای با دمای بحرانی بالا را نشان می‌دهد و تصویر بسیار بزرگ شده ای از ساختار اتمی یک ابر رسانای با دمای بحرانی بالا در شکل ۲-۱۰ آوره شده است و شکل ۲-۱۱ تعدادی از بلورکهای منفرد در چنین ساختاری را نشان می‌دهد.

پس از ساخت قطعه ابر رسانا آن را در داخل ظرف محتوی ازت مایع قرار داده و مقاومت الکتریکی آن را اندازه می‌گیرند اگر مقاومت الکتریکی صفر باشد.، این نشانه آن است که ماده تهیه شده احتمالا ابر رساناست (شکل ۲-۱۲و ۲-۱۳). و چنانچه اثر مایسنر هم دیده شود می‌توان مطمئن بود که ماده حقیقتا ابر رساناست.

اکنون که تهیه مواد ابر رسانا با دمای بحرانی بالا امکان پذیر گردیده، سعی می شود که این مواد را به شکلهای قابل استفاده در کاربردهای عملی در آورند. به عبارت دیگر لازم است که این مواد به صورت سیم، نوار و یا اشکال دیگر ساخته شود.

برای ساخت ابر رساناهای لایه نازک از روشی به نام (پلاسما افشانی) استفاده می‌شود. در این روش ابتدا ماده ابر رسانا حرارت داده می‌شود تا در دماهای بسیار بالا تبخیر شده، سپس این بخار بر روی بستری مناسب می‌نشیند و لایه جامد نازک را شکل می‌دهد و پس از آن عملیات بازپخت انجام می‌گیرد.

برای تهیه ابر رساناهای لایه نازک از روشهای فیزیکی و شیمیایی دیگری نیز می‌توان استفاده کرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سرمایه گذاری شرکتها در امر پژوهش روی مواد ابر رسانای با دمای بحرانی بالا کاری درست است. اما به هر حال هنوز مسائل و مشکلات زیادی در ارتباط با جایگزینی ابر رساناهای جدید به جای ابر رساناهای سنتی وجود دارد که باید برطرف شوند. به عنوان مثال و در مقایسه با ابر رساناهای سنتی، مواد جدید از انعطاف پذیری کمتری برخوردارند، توانایی تولید میدانهای مغناطیسی بسیار قوی را ندارند و نیز چگالی جریان در آنها کمتر است. با وجود این، اغلب پژوهشگران بر این باورند که در مدت زمانی نه چندان دور، ابر رساناهای جدید جای ابر رساناهای قدیمی را خواهند گرفت.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخش دوم

کاربردهای ابر رسانایی

فصل سوم

نقش ابر رسانایی در نیروگاهها

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یکی از ابتدایی ترین کاربردهای ابر رسانایی در ارتباط با نیروگها برق بوده است. دانشمندان و مهندسان مدتها منتظر روزی بوده‌اند که بتوانند ابر رساناها را، با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی، در سیستمهای مولد برق مورد استفاده قرار داده و بدین وسیله سبب افزایش بازده و بهبود توزیع و مصرف برق شوند. این وضعیت کنونی کاربردهای ابر رسانایی در ارتباط با تولدی، ذخیره سازی و مصرف برق را مورد بررسی قرار می‌دهد.

سیستمهای قدرت در برگیرنده کلیه تجهیزات و روشهای تولید الکتریسیته، ذخیره سازی آن برای استفاده های بعدی، توزیع برای مصرف کنندگان و بالاخره وسایل و قطعات الکتریکی مربوط به آنهاست. به کارگیری مواد ابر رسانا در ساخت مولدهای، برق و شبکه توزیع سبب جلوگیری از اتلاف انرژی و کاهش هزینه های مربوطه، در مقایسه با سیستمهای سنتی امروزی، می‌شود. قبل از پرداختن به سیستمهای قدرت ابر رسانا به نکاتی در مورد تولید و توزیع الکتریسیته اشاره می‌شود.

الکتریسیته مصرفی جهانی

به استثنای روشهای آزمایشگاهی از قبیل استفاده از سلول فتوولتایی، توسط مولدهای الکتریکی تولید می‌گردد. مولدهای الکتریکی (یا دینامها) وسایل مکانیکی هستند که انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. انرژی مکانیکی لازم برای راه اندازی مولدها به روشـهای مختلف تامین می‌گردد که از آن جمله می توان از موتورهای بنزینی، توربین بخار و انرژی آبشـــار نام برد. غالبا از عبارت (محرک اولیه[۱] برای توصیف عامل مکانیکی که مولد را به کار می‌اندازد استفاده می‌شود.

تمام مولدها بر طبق القای الکترومغناطیسی کار می‌کنند، که اولین بار در سال ۱۸۳۱ توسط دانشمندان انگلیسی مایکل فارادی کشف شد. او پی برد که با حرکت یک رسانا در مجاورت آهن ربا (یا حرکت آهن ربا در نزدیکی یک رسانا) می‌توان در رسانا ولتاژی الکتریکی القا کرد. اگر رسانا بخشی از یک مولد الکتریکی باشد، ولتاژ القایی سبب ایجاد جریانی الکتریکی در مدار می‌شود.

مولدهای دارای دو قسمت اصلی هستند که عبارتند از سیم پیچ و وسیله ای دیگر که میدان مغناطیسی لازم را ایجاد می‌کند. سیم پیچ بخش رسانایی است که در آن الکتریسیته القا می‌شود. میدان مغناطیسی به صـــورتی اســـت که در بر گیرنده ســـیم پیچ در حال حرکت می‌باشـــد. در اغلب مولدهای بزرگ به جای استفاده از آهن رباهای دائمی از آهن رباهای الکتریکی استفاده می شود. آهن رباهای الکتریکی می‌توانند میدانهای مغناطیسی بسیار قویتری نسبت به آهن رباهای دائمی و در فضایی کوچکتر ایجاد نمایند.

شکل

[۱] Prime mover

الکتریسیته در اثر حرکت سیم پیچ در میدان مغناطیسی یا حرکت میدان آهن ربایی در نزدیکی سیم پیچ تولید می شود. اغلب مولد ها به شکل استوانه طراحی می شوند، به طوری که میدان مغناطیسی سیم پیچ را در بر می‌گیرد. سیم پیچ یا آهن ربا (یکی از آنها) توسط نیروی مکانیکی می‌چرخد. بخش در حال چرخش، چرخنده [۱] نامیده می‌شود و بخش ساکن را استاتور[۲] می‌نامند. در اغلب مولدها، آهن ربا الکتریکی، چرخنده و سیم پیچ، استاتور می‌باشد. یک مولد کمکی کوچکتر که محرک (اکسایتر)[۳] نامیده می‌شود. الکتریسیته مورد نیاز برای حرکت آهن ربای الکتریکی را تامین می‌کند.

شکل ایجاد میدانهای مغناطیسی بسیار قوی توسط آهن رباهای ابر رسانایی.

مولدهای الکتریکی بر دو نوعند: $DC,^{2}AC$ [3] غالبا مولد AC برای تولید الکتریسیته جهت مصارف عمومی به کار می‌رود. هنگامی که سیم پیچ در میدان مغناطیسی می‌چرخد، خطوط نیروی میدان را قطع می‌کند. به ازای ۱۸۰ درجه چرخش، جریان القایی در سیم پیچ در یک جهت جاری می‌شود. در خلال ۱۸۰ درجه دیگر چرخش، جریان در جهت دیگر جاری می‌گردد. این عمل سبب ایجاد ولتاژ و جریان متناوب می‌شود. یک چرخش کامل سیم پیچ یک دور یا سیکل[۴] نامیده می‌شود. تعداد چرخشها (یا دورها) را در هر ثانیه بسامد یا فرکانس[۵] می‌نامند که بر حسب هرتز انداه گیری می‌شود. برق مصرفی

[۱] rotor
[۲] stator
[۳] exciter
[۴] Altenative Current
[۵] cycle

خانه ای و تجاری در غالب نقاط جهان از نوع AC ا ست. در ایالات متحده امریکا معمولا ولتاژ م صرفی ۱۲۰ ولت و بسامد آن ٦۰ هرتز است.

در مولدهای نوع DC (جریان مستقیم)، ولتاژ و جریان متناوب نیستند. در این مولدها با ا ضافه کردن یک قطعه مکانیکی به سیم پیچ که عمل قطع و و صل را انجام می‌دهد، جریان متناوب به م ستقیم تبدیل می‌شود.

انرژی مکانیکی مورد نیاز برای به حرکت در آوردن چرخنده توسط توربین تامین می‌گردد. اصولا توربینها بر دو نوع نوعند: توربین بخار و توربین آب. معمولا توربینهای آبی را به عنوان سیستمهای هیدروالکتریکی می شنا سند. انرژی حا صل از جریان آب از قبیل آبشار، سبب چرخش توربین می شود. توربینها به مولد متصل شده و سبب حرکت چرخنده می‌گردند.

در یک توربین بخار، ابتدا آب به بخار تبدیل می شود. بخار تحت فشار م ستقیما به توربین ر سیده و سبب چرخش آن می‌گردد. برای بخار کردن آب چندین روش وجود دارد.معمول ترین روش حرارت دادن، استفاده از مواد سوختی نظیر گاز طبیعی و زغال است. در نیروگاههای هسته ای، از یک راکتور هسته ای برای گرم کردن آب استفاده می‌شود. صرف نظر از نوع روش به کار گرفته شده در تامین انرژی مکانیکی برای به حرکت در آوردن مولد، نتیجه نهایی تولید الکتریسیته ا ست. الکتریسیته AC تولید شده در نیروگاهها توسط کابلهای رسانا به یک مبدل افزاینده[۱] منتقل می‌شود. مبدل افزاینده وسیله ای الکتریکی است که می‌تواند ولتاژ الکتریکی را همراه با کاهش جریان، افزایش دهد. این عمل به منظور کاهش افت انرژی در انتقال به فواصل درو، توسط خطوط انتقال، انجام می‌گیرد. هر قدر شدت جریان عبوری از یک ر سانا بیشتر با شد، افت انرژی، که مربوط به مقاومت الکتریکی ر سانا ست، بیشتر خواهد بود. با افزایش

[۱] Step- up transformer

ولتاژ الکتریکی در مبدلهای افزاینده، جریان الکتریکی کاهش می‌یابد و این امر سبب کاهش افت انرژی در خطوط انتقال می‌گردد.

افت توان الکتریکی تابعی خطی نیست، بلکه متناسب با مجذور شدت جریان است و سریعا با اضافه شده جریان افزایش می‌یابد.شکل طرح واره ای از این مفهوم را نمایش می‌دهد. با افزایش ولتاژ، جریان کم شده که در نتیجه کاهش افت توان را در پی دارد. خطوط انتقال برق که از نیروگاههای مختلف خارج می‌شوند، در یک ناحیه به صورت شبکه مشخص و واحدی در می‌آیند.

با انجام این کار، اتلاف توان مربوط به یک نیروگاه را می‌توان با افزایش توان خروجی سایر نیروگاهها جبران نمود. هنگامی که خطوط به نیروگاههای کوچک محلی که در آن جا انرژی الکتریکی برای مصرف کنندگان تولید می شود، می‌ر سند، ولتاژ تو سط مبدلهای کاهنده کاهش داده می شود. سپس این ولتاژ از طریق کابلهای هوایی و زمینی به مصرف کنندگان می‌رسد. به هر حال این ولتاژ در محل مصرف و با ا ستفاده از مبدل، در صورت نیاز، باید به مقدار ا ستاندارد ۱۲۰ تا ۲۴۰ ولت تبدیل شود. تا این جا نکاتی در ارتباط و توزیع الکتریسیته بیان شد که فرآیندهایی نسبتا پیچیده هستند. ابتدا صورتی از انرژی مکانیکی یک مولد الکتریکی را به حرکت در می‌آورد.سپس الکتریسیته حاصل باید از طریق خطوط انتقال رسانا و تا حد ممکن با بازده بالا، به مصرف کننده برسد. ابر رسانایی می‌تواند به شکلهای مختلف در کار نیروگاههای برق تاثیر گذار با شد. در قسمتهای بعدی این فصل رو شهای گوناگونی را که در آنها از پدیده ابر رسانایی و ابر رساناها در سیستمها و نیروگاههای برق استفاده شده است (یا امکان استفاده از آنها وجود دارد)، بررسی خواهیم کرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تولید برق

چشم انداز کاربرد ابر رسانای در تولید الکتریسیته نوید بخش است. در حال حاضر چندین نوع مولد الکتریکی ابر رسانایی مشغول به کارند. علاوه بر این مولدها، سیستمی که به عنوان مگنتوهیدرودینامیک[۱] شناخته شده است، ممکن است روزی الکتریسیته را از پس مانده حاصل از سوخت زغال سنگ تولید نماید. نخستین مولد الکتریکی که سیم پیچ چرخنده آن از مواد رسانایی تهیه شده، برای اولین بار در موسسه فناوری ماساچوست (MIT)[۲] طراحی و آزمایش شد. به دنبال این موفقیت، پژوهشگران MIT یک مولد الکتریکی ابر رسانایی با توان بالاتری را ساختند.

در سال ۱۹۸۳، دانشمندان و مهندسان شرکت جنرال الکتریک اولین آزمایش کامل را در مورد یک مولد الکتریکی ابر رسانا انجام دادند. این مولد در شرایط مختلف تحت بررسی قرار گرفت و نتایج حاصله از نظر صرفه اقتصادی با مولدهای قدیمی مقایسه گردید. چنین مولدی توانست الکتریسیته لازم را برای جمعیتی در حدود ۲۰۰۰ نفر تامین کند، که تقریبا دو برابر توان حاصل از یک مولد سنتی هم اندازه با آن است. چرخنده این مولد که در ازای آن ۱۳ فوت است تا نزدیکی دمای صفر مطلق سرد می‌شود. با استفاده از ابر رساناها در چنین مولدهایی، می‌توان میدانی بسیار قویتر، نسبت به مولدهای سنتی ایجاد کرد. در نتیجه اندازه مولد ابر رسانایی برای ایجاد توان خروجی مشخص می‌تواند کوچکتر از اندازه مولد سنتی برای تولید همان توان خروجی باشد. مزیت دیگر ابر رساناها این است که مقاومت الکتریکی مربوط به شارش جریان الکتریسیته که در چرخنده مولدهای سنتی وجود دارد، در این جا دیده

[۱] magnetohydrodydynamics
[۲] Massachusette Institute of Technology

نمی شـود. این مسـاله بازده کار را افزایش می‌دهد که نهایتا سـبب کاهش هزینه های عملیاتی مولدهای بزرگتر می‌شود.

سیم پیچ مولدهای سنتی معمولا از نوعی آلیاژ نقره و مس تهیه می شود. سیم پیچ مولد ابر ر سانایی شرکت جنرال الکتریک از صدها دور سیم مسی که به آن آلیاژی از نایوبیوم- تیتانیوم اضافه شده، ساخته شده است. نکته اساسی و مهم در ساخت مولدهای ابر رسانی جلوگیری از حرکت سیم پیچهای چرخنده در اثر نیروهای مکانیکی و مغناطیسی جلوگیری از حرکت سیم پیچهای چرخنده در اثر نیروهای مکانیکی و مغناطیسـی وارد بر آنهاسـت. چرخنده با تندی ۳۶۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد و هر حرکت کوچک قطعات آن سبب ایجاد گرما می‌شود (در اثر اصطکاک) که این ممکن است عمل سیم پیچهای ابر رسانای را مختل نماید (شکل E).برای غلبه بر این مانع، در مولد ابر ر سانای شرکت جنرال الکتریک یک فرآیند اشـباع- اپوکسـی در خلا طراحی شـده اسـت، به طوری که ابر رسـاناهای نایوبیوم- تیتانیوم به صـورتی محکم در جای خود نگه داشـته می‌شـوند. یک نگهدارنده آلومینیومی برای حفاظت سـیم پیچ اسـتفاده می شود و سیستمی ویژه برای شارش هلیم مایع در اطراف چرخنده در نظر گرفته شده که سیم پیچها را در دمای بسیار پایین نگه می‌دارد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در خلال آزمایشها بر روی مولد ابر رسانایی، از انرژی الکتریکی تولید شده توسط خود مولد برای تغذیه موتور الکتریکی که به صورت مکانیکی با آن جفت شده بود استفاده می شد. این موتور الکتریکی بخش عمده ای از انرژی مکانیکی مورد نیاز برای چرخانیدن مولد ابر رسانایی را تامین می‌کند. در طول آزمایشها، داده ها از حدود ۷۰۰ حساسگر توسط چندین رایانه دریافت و ثبت می‌گردید (شکل ۱) آزمایشهای انجام شده بر روی مولد ابر رسانای شرکت جنرال الکتریک این مطلب را تایید کرد که فناوری لازم برای ساخت چنین مولدی، که بهتر از مولدهای سنتی کار می‌کند، وجود دارد. البته این مولد قبل از کشف ابر رساناهای گرم و با استفاده از ابر رساناهای با دمای بحرانی پایین (قدیمی) ساخته شده است و در حال حاضر هم طرحی فوری برای ساخت چنین مولدهایی یا به کارگیری ابررساناهای جدید با دمای بحرانی بالا وجود ندارد، زیرا قبل از آن باید آزمایشهای لازم روی آنها انجام شود تا نسبت به کارایی این مودا در عبور جریان الکتریکی مورد نیاز و تولید میدانهای مغناطیسی قوی مطمئن شد.

شکل ۱

WikiPower.ir

روش دیگر تولید انرژی الکتریکی، با به کارگیری ابر رسـاناها، مگنتوهیدرودینامیک (MHD) اسـت. در این روش از ویژگیهای الکتریکی و مغناطیسی گازهای یونیزه شده استفاده می شود و مطابق این اصل فیزیکی که اگر ماده ای رسـانا در یک میدان مغناطیسـی حرکت کند ولتاژی در دو انتهای آن به وجود می‌آید، کار می‌کند. مولد MHD به صورت ترکیبی با سوخت سنتی زغالی در ایالات متحده مورد توجه قرار گرفته اسـت، زیرا در این کشـور ذخایر غنی زغال سـنگ وجود دارد و از طرفی بازده این روش بالاست. در این روش ، گاز یونیده داغ حاصل از سوخت زغال از یک میدان مغناطیسی قوی عبور می‌کند که در نتیجه ولتاژی در دو انتهای آن ایجاد می‌شود. این ولتاژ می‌تواند برای راه اندازی تجهیزات الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد. ضمنا گازی که از مولد MHD خارج می شود به اندازه کافی داغ است به طوری که می‌تواند یک توربین بخار سنتی را به حرکت در می‌آورد.

استفاده از رساناهای سنتی در سیستمهای MHD در عمل مقرون به صرفه نیست، زیرا به همان میزانی که انرژی الکتریکی تولید می‌کنند، مصرف خواهند کرد. با وجود آن که کمکهای مالی دولت برای توسعه روش MHD در سال ۱۹۸۱ در ایالات متحده امریکا متوقف شد، اما هنوز آزمایشهایی، در قالب پروژه، در برخی از مراکز پژوهشی در حال اجراست.

چنین به نظر می‌رسد که بیشترین کاربرد ابر رساناها در ساخت مولدهای الکتریکی به منظور تولید انرژی الکتریکی است. اما استفاده عملی ابر رساناهای جدید برای این کار و ساخت مولدهای الکتریکی از آنها در مقیاس بزرگ ممکن اسـت چند سـال طول بکشـد. در همین زمینه می‌توان گفت که پدیده ابر رسانایی قادر است روشهایی را برای ذخیره انرژی الکتریکی ارائه دهد که به اشکال دیگر ناممکن به نظر می‌رسد.

کاربرد ابر رساناها در سیستم های ذخیره انرژی

معمولا انرژی الکتریک همزمان با تولید مصرف می شود. در حال حاضر روشهای با صرفه ای برای ذخیره سازی مقادیر زیاد الکتریسیته وجود ندارد. بنابراین شرکتهای تولید برق باید پیش بینی درستی از مقدار مصرفی داشته باشند، تا به همان مقدار برق تولید کنند. گاهی اوقات تقاضا برای انرژی بسیار بالاست. به عنوان مثال زمانی که موج هوای گرم وجود دارد و لازم است که دستگاههای تهویه و خنک کننده با تمام توان کار کنند. در زمانهای دیگر تقاضا برای انرژی در حد اعتدال است. به هر حال به منظور مواجهه با چنین مواردی و پاسخ مناسب به انرژی مورد نیاز لازم است بیش از مقدار مصرف برق تولید کنند، که غالبا مازاد انرژی تولید شده باید به روشی مناسب ذخیره گردد.

البته از نظر عملی و هزینه، بسیار مناسب تر است که انرژی در حد ثابت بین مقدار بیشینه و کمینه ای که مورد نیاز است تولید شود، به طوری که وقتی مصرف کنندگان متقاضی انرژی کمتری از این مقدار هستند، مازاد آن به روشی مناسب ذخیره شود و هنگامی که تقاضا برای مصرف بیشتر از این حد باشد انرژی ذخیره شده را بتوان مورد استفاده قرار داد.

در حال حاضر روشهایی برای ذخیره سازی مقادیر زیاد الکتریسیته وجود دارد. باتریها به دلایل مختلف برای ذخیره بالای انرژی مناسب نیستند که هزینه، اندازه، نشت انرژی و نیاز به تجهیزات نگهدارنده از آن جمله اند. روش دیگر برای ذخیره سازی مقادیر زیاد الکتریسیته، استفاده از برق مازاد برای پمپ کردن آب به مخازنی که در ارتفاع بالا قرار دارند می‌باشد. هنگامی که نیاز به انرژی اضافی باشد، آب در مخزن به سمت پایین جاری شده و با چرخاندن توربین، برق تولید می‌شود.

دستگاهی که به نام SMES[1] ذخیره کننده انرژی مغناطیسی ابر رسانایی) شناخته می‌شود ممکن است روزی بتواند برای ذخیره سازی مقادیر زیاد انرژی الکتریکی به کار رود. همان طور که در فصل اول بیان

[1] Supercinducting Magnetic Energy Storage

شد فیزیکدانی به نام انس برای نخستین بار پدیده ابر رسانایی را کشف کرد. انس جریان الکتریکی را در ابر رسانایی به شکل حلقه، که در داخل هلیم مایع سرد شده بود، القا کرد. یک سال پس از حذف منبع تغذیه از مدار، او مشاهده کرد جریان الکتریکی بدون هیچ کاهشی در حلقه برقرار بود. چنین ایده ای در مقیاس خیلی بزرگتر و پیچیده تر، اساس SMES را تشکیل می‌دهد. یک سیم پیچ حلقوی ابر رسانای بزرگ، که احتمالا می شود آن را در زیر زمینی جای داد، قادر به ذخیره سازی مقادیر زیادی از الکتریسیته برای مدت زمان بسیار طولانی خواهد بود. سیستم SMES می‌تواند به شبکه برق متصل شود. زمانی که تقاضا برای انرژی الکتریکی کم است، الکتریسیته اضافی در SMES ذخیره شده و هنگامی که تقاضا بالا رود الکتریسیته ذخیره شده در SMES در شبکه جاری می‌شود.

در مقیاس کوچکتر و مشابه با باتری، SMES، می‌تواند با ذخیره الکتریسیته برای مقاصد مختلف ساخته شود، که بسیار شبیه باتری عمل می‌کند. به هر حال طرحهای بسیاری در این زمینه توسط مهندسان در دست اجراست که هنوز کامل نشده و برای دست یابی به اهداف نهایی راه دشواری در پیش است.

نقش ابر رساناها در توزیع انرژی

الکتریسیته تولید شده باید به صورتی مطلوب به مصرف کنندگان برسد. این عمل به کمک یک رشته خطوط انتقال انجام می شود که الکتریسیته را از نیروگاه به محل هر متقاضی می‌رساند در سیستمهای امروزی توزیع قدرت، ۱۰ تا ۲۰ درصد انرژی الکتریکی در خلال انتقال هدر می‌رود که این به سبب وجود مقاومت الکتریکی در کابلهای رسانای انتقال است.

با جایگزینی کابلهای ابر رسانا به جای کابلهای رسانای سنتی در شبکه توزیع، اتلاف انرژی به میزان بسیار زیادی کاهش خواهد یافت طرحهای پژوهشی بسیاری در سرتاسر دنیا برای امکان دست یابی به استفاده از خطوط توزیع ابر رسانایی در حال اجراست. جایگزینی کامل ابر رسانایی به جای ابر رسانای

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سنتی، از نظر اقت صادی، زمانی امکان پذیر و مقرون به صرفه ا ست که بتوان کل انرژی را تنها از طریق یک خط انتقال به منطقه مورد نظر ار سال کرد باید به این نکته توجه دا شت که عملا هزینه های مربوط به سرد کردن خطوط انتقال ابر رساناهای دمای بحرانی پایین به این علت که باید از هلیم مایع در فواصل طولانی استفاده شود، زیاد است و مقرون به صرفه نخواهد بود. به هر حال قبل از هرگونه جایگزینی بهتر ا ست با توجه به کل اتلاف انرژی در کابلهای سنتی، این مو ضوع از نظر اقتصادی دقیقا برر سی شود. از طرفی انتقال برق به یک ناحیه تنها توسط یک خط نیز عملی با ضریب اطمینان پایین است که باید در نظر گرفته شود. اگر چه هزینه های مربوط به کاربرد ابر رساناهای جدید در دمای بحرانی بالا ظاهرا بسیار کمتر از ابر رساناهای سنتی ا ست، اما هنوز مشکلاتی بر سر راه وجود دارد که مهمترین آنها یکی شکنندگی و انعطاف ناپذیری این مواد و دیگر محدودیت چگالی شارش جریان الکتریکی در آنهاست. به هر صورت این مطلب که در آینده نزدیک عمده جریان توسط خطوط توزیع تهیه شده از مواد ابر رسانای انجام خواهد گرفت، محل تردید است.

برخی ملاحظات اقتصادی وجود دارد که جایگزینی خطوط جریان با استفاده از مواد ابر رسانایی را با مشکل مواجه می سازد. تجهیزات سرد کننده به منظور پایین آوردن دمای خطوط انتقال به میزان لازم نیاز به انرژی دارد. علاوه بر این، انجام چنین کاری به زمان نسبتا طولانی، کار وهزینه کردن منابع مالی زیادی نیاز دارد. البته دست یابی به یک ابر رسانای با دمای بحرانی به حد کافی بالا می‌تواند جنبه اقتصادی مساله را تغییر دهد.

با اطمینان میتوان گفت که در نهایت سودهی و مزیت به کار گیری مواد ابر رسانا، در سیستمهای توزیع قدرت مشخص خواهد شد. یک کابل زمینی ابر ر سانا می‌تواند جریان بیشماری را با هزینه کمتر، نسبت به کابلهای هوایی معمول انتقال دهد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مصرف انرژی

مزیتهای استفاده از ابر رساناها تنها در تولید، ذخیره و توزیع انرژی خلاصه نمی شود. نهایتا ابر رسانایی در ساخت وسایل و قطعات خانگی و الکتریکی و ... به کار گرفته خواهد شد. وسایلی از قبیل ماشینهای لباس شویی، ماشینهای ظرف شویی و دمنده ها روزی نه چندان دور توسط موتورهای الکتریکی ابر رسانا که انرژی کمتری مصرف کرده و نیز اندازه آنها کوچکتر است کار خواهند کرد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم

ابر رسانایی و صنعت الکترونیک

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امروزه نقش و اهمیت صنعت الکترونیک و تحولی که در زندگی انسانها به وجود آورده بر کسی پوشیده نیست. به عنوان مثال رایانه وسیله ای الکترونیکی است که در همه جا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این وسیله در اندازه و شکلهای مختلف در اداره های دولتی، سازمانها و شرکتهای خصوصی، دانشگاهها و مدارس، مراکز تحقیقاتی و حتی در داخل اتومبیل و ساعت مچی به کار گرفته می‌شود. در ساخت رایانه و دیگر وسایل الکترونیکی نظیر تلویزیون و دستگاههای صوتی از دو فناوری مهم استفاده شده است: یکی ترانزیستور و دیگر مدارهای مجتمع (ICS). با بهره گیری از این فناوریها، مهندسان توانسته‌اند وسایل الکترونیکی بسیار پیچیده در اندازه های کوچک را با هزینه های نسبتا پایین طراحی و تولید نمایند.

این مطلب مورد تایید قرار گرفته است که ابر رسانایی به عنوان یک فناوری جددی می‌تواند در توسعه هر چه بیشتر صنعت الکترونیک نقش مهمی داشته باشد. ابر رسانایی همراه با ترانزیستور و مدارهای مجتمع خواهد توانست تحولی شگرف در این زمینه پدید آورد. این فصل کاربردهای ابر رسانایی را در الکترونیک، در زمان حال و آینده، بررسی می‌کند. اما قبل از آن شرح مختصری در مورد تاریخچه ترانزیستور و مدارهای مجتمع آورده می‌شود که در فهم مطالب بعدی کمک خواهد کرد.

ترانزیستور

ساخت ترانزیستور، در دسامبر سال ۱۹۴۳ میلادی، توسط گروهی از دانشمندان آزمایشگاه تلفن بل کامل شد. ترانزیستور برای کنترل شارش جریان الکتریکی استفاده می شود. قبل از اختراع آن، لامپهای خلا برای تقویت جریان، آشکار سازی امواج رادیویی و عمل کلید زنی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. ترانزیستور می‌تواند همین اعمال می‌کند، هزینه ساخت آن پایین است و اندازه آن نیز بسیار کوچک است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

لامپهای خلا که در اوایل دهه ۱۹۰۰ ساخته شدند متشکل از چندین سیم در داخل یک حباب شیشه ای خلا هستند. در یک انتهای لامپ رشته سیمی که کاتد نام دارد توسط رشته داغ دیگری که در مجاورت آن است گرم می‌شود و این سبب گسیل الکترونها از کاتد می‌گردد. این الکترونها به سمت سیمی فلزی که در انتهای دیگر لامپ قرار دارد واند نامیده می شود حرکت می‌کنند. اکثر لامپها دارای جز دیگری به نام شبکه هستند. شبکه یک تور سیمی نازک است که بین کاتد واند واقع شده و با تغییر ولتاژ آن حرکت الکترونها از داخل شبکه به سمت‌اند کنترل می‌گردد.

چنین لامپی می‌تواند به عنوان یک کلید الکترونیکی عمل کند. با تغییر ولتاژ شبکه، جریان از کاتد به آاند را می‌توان قطع کرد. همچنین ممکن است از لامپ به عنوان یک تقویت کننده استفاده شود و چنانچه شبکه توسط جریان ضعیفی تغذیه شود، افت و خیزهای جریان شبکه می‌تواند شارش بیشتر الکترونها را از کاتد به‌اند سبب شود. جریان قویتری که از آن گرفته می شود دارای همان مشخصات جریان ضعیفی است که شبکه را تغذیه می‌کند.

ترانزیستور از مواد نیمرسانا ساخته می‌شود. همان طور که می‌دانیم، نیمرسانا ها دسته ای از موادند که جریان الکتریکی را بهتر از عایقها، ولی نه به خوبی رساناها، هدایت می‌کنند. سیلیکون و ژرمانیم دو نیمر سانای ساده هستند که در ساخت اغلب ترانزیستورها به کار می‌روند. ناخالصیهایی به بخشهایی از نیمرساناها اضافه می شود تا وضعیت شارش جریان الکتریکی ماده را تغییر دهد. در نوعی از ترانزیستور، این ناخالصیها ماده را به سه ناحیه که به عنوان گسیلنده، پایه و جمع کننده شناخته می‌شوند، تقسیم می‌کند. این نواحی دارای همان ویژگیهای کاتد، شبکه واند در لامپ خلا ه ستند. اتصالات فلزی به هر کدام از این ناحیه ها متصل می شود و کل آن را داخل قالب محافظ قرار می‌گیرد و به این ترتیب ساخت ترانزیستور کامل می‌گردد.

چند سال طول کشید تا ترانزیستور توانست جایگاه مهمی در صنعت الکترونیک به دست آورد، اما در نیمه دوم دهه ۱۹۵۰، شرکتهای الکترونیکی قطعاتی را ساختند که بدون ترانزیستور قادر به کار نبودند. به زودی، قطعات الکترونیکی که دارای صدها و حتی هزاران ترانزیستور بود، تولید شدند و مهندسان طرحهایی برای ساخت قطعات پیچیده تر ارائه نمودند، که به هر حال برای انجام این طرحها مشکلاتی جدی نیز در سر راه وجود داشت.

هر ترانزیستور، می‌بایست در مدار الکترونیک مربوط به وسیله مورد نظر جای می‌گرفت. رسم نموداری از یک مدار با تعداد زیادی ترانزیستور و قطعات دیگر الکترونیکی، ساده تر از ساخت آن است. هر اتصال امکان قطع مدار را افزایش می‌دهد. یک اشتباه در سمی کشی ممکن است سبب خرابی مدار شود و برای تعمیر مجدد آن و رفع نقص در سیم کشی زمان زیادی صرف می‌شود. چنانچه از بین هزاران ترانزیستور که در یک مدار الکترونیکی وجود دارند یک یدارای نقص باشد، کل مدار دچار اشکال می‌شود. این موارد محدویت و پیچیدگی مربوط به قطعات الکترونیکی را نشان می‌دهد.

WikiPower.ir

مدار مجتمع

بسیاری از مهندسان الکترونیک و پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که باید روش مناسبی برای کاهش تعداد اجزا و قطعات در مدارهای الکترونیکی پیدا کنند زیرا، بالا بودن تعداد اتصالات نه تنها احتمال بروز خرابی و قطع در مدار را افزایش می‌دهد بلکه هزینه های مالی زیادی را نیز در بر دارد. به هر حال چنین به نظر رسید. که بهترین روش ترکیب تعداد زیادی از قطعات جدای از هم و تبدیل آنها به شکل قطعه ای واحد است، که در این صورت به اتصالات کمتری نیاز است. به این ترتیب شاخه جدیدی از علم الکترونیک به نام میکروالکترونیک، که در آن مدارهای الکترونیکی به صورت مینیاتوری تهیه می‌شوند، پا به عرصه ظهور گذاشت که در نهایت به ساخت مدارهای مجتمع انجامید.

در سال ۱۹۸۵ پژوهشگری به نام جک کربی[۱] در آزمایشگاه تگزاس اینسترومنت[۲] موفق به ساخت اولین مدار مجتمع (IC) گردید. کربی قطعات نیمرسانا را، قبل از این که در قالب محافظ قرار گیرند، بر روی پایه ای مومی به صورت مجموعه ای یکپارچه در آورد، سپس قطعه های مختلف را با سیمهای بسیار ظریف (مینیاتوری) به یکدیگر متصل نمود که در نتیجه مدار کاملی با شکلی ساده تهیه شد. اگر چه اقدام کربی در ساخت مدارهای تجمعی (IC) گامی بزرگ در راه توسعه و پیشرفت صنعت الکترونیک بود، اما هنوز مشکلات زیادی در سر راه وجود داشت که باید بر طرف می شد، مثلا سیم کشی در هر مدار توسط دست انجام می‌شد، که روشی قابل اعتماد نبود. در همان زمان مهندسی به نام روبرت نویس[۳] در موسسه نیمرسانا بسازد. یعنی به جای ساخت قطعات به شکل جدا از هم و سپس اتصال آنها با یکدیگر، تنها یک قطعه منفرد که می‌توانست عمل چندین قطعه را انجام دهد، تهیه کرد.

در طول چندین سال، تا اواسط سالهای دهه ۱۹۶۰، استفاده از مدارهای مجتمع در صنعت الکترونیک به صورت روشی معمول در آمد. IC های بسیار زیادی طراحی و ساخته شدند که هر کدام برای عملی خاصی در مدار به کار گرفته می شد. با اتصال انواع مختلف IC به یکدیگر، وسایل الکترونیکی بسیار پیچیده ای ساخته شدند. امروزه ساخت مدارهای مجتمع که حدود ۱۵۰۰۰۰ ترانزیستور را شامل می‌شود کاری متداول است.

نقش ابر رسانایی

ابر رسانایی از توانایی بسیار بالایی در توسعه صنعت الکترونیک برخوردار است و امروزه به کارگیری ابر ساناها در این زمینه به میزان چشمگیری موفقیت آمیز بوده است. برخی از این کاربردها در فصل بعد

[۱] Jack Kirby
[۲] Tezas Instruments Laboratories
[۳] Robert Noyce

که عنوان آن (کاربرد ابر رسانایی در علوم پزشکی) است آورده شده است. با وجود این هنوز مشکلات زیادی در ارتباط با کاربرد ابر رساناها در صنعت الکترونیک وجود دارد که باید بر طرف شود، به ویژه اگر قرار باشد از ابر رساناهای جدید با دمای بحرانی بالا استفاده شود. در بخشهای بعدی این فصل چند مورد از کاربرد ابر رسانایی در الکترونیک بررسی می‌شود.

استفاده از مواد ابر رسانایی در ساخت اتصالات داخلی

هر چه قطعات موجود در یک مدار مجتمع به یکدیگر نزدیکتر باشند، زمان لازم برای انتقال علامتهای الکتریکی از یک قطعه به قطعه ای دیگر کمتر می‌شود که این سبب عمل سریعتر اجزای مدار می‌گردد. به هر حال اگر چه مدارهای مجتمع کنونی دارای زمان عمل بسیار کوتاهی هستند اما این خود مشکل دیگری را پیش می‌آورد. در حال زمان عمل بسیاری کوتاهی هستند اما این خود مشکل دیگری را پیش می‌آورد. در حال حاضر اجزای مدارهای مجتمع توانایی عملکرد سریعتری، نسبت به اتصالاتی که عبور علامتهای الکترونیکی را در مدار امکان پذیر می‌سازند، دارند.

ابر رسانا ممکن است به صورت ماده ای ایده آل در ساخت اتصالات داخلی به کار روند. از آن جا که ابر رساناها می‌توانند الکتریسیته را بدون هیچ مقاومتی عبور دهند، به میزان قابل ملاحظه ای سبب کاهش اتلاف انرژی به صورت حرارت در مدارهای مجتمع و ترانزیستورها می‌شوند. مواد ابر رسانا ممکن است مزیتهای دیگری هم داشته باشند. به عنوان مثال حذف مشکلات مربوط به تداخل میدان مغناطیسی در مدارهای مجتمع از آن جمله است، زیرا این مواد میدانهای مغناطیسی خارجی را طرد می‌کنند با استفاده از اتصالات داخلی ابر رسانایی اجزای یک مدار می‌توانند نزدکتر به یکدیگر بسته شوند و در نتیجه می‌توان قطعات الکترونیکی بیشتری را در یک مدار مجتمع منفرد گنجاند.شکل ٤-١ یک مدار

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ابر رسانایی و شکل ٤-٢ یک تراشه رایانه ای را که با لایه نازک از ماده ابر رسانا پوشیده شده است نشان می دهد .

شکل ٤-١ و ٤-٢

پیشرفتهای اخیر در ساخت ابر رساناهای با دمای گذار بالا، سبب شده است که مدارهای مجتمع ابررسانایی مورد توجه قرار گیرند. با کاهش میزان سرمای لازم، ساخت چنین مدارهایی عملی آسانتر خواهد بود. سرد کردن ابر رسانایی سنتی مورد استفاده در مدارهای مجتمع تا دماهای نزدیک صفر مطلق غالبا اثر نامطلوبی بر عملکرد این مواد دارد.

مشکل عمده ای که بر سر راه استفاده از ابر رساناهای جدید با دمای گذار بالا، وجود دارد. پایین بودن چگالی جریان الکتریکی در آنهاست. در مدارهای مجتمع، نیاز به جریانهایی با چگالی ۱۰۰۰۰۰ آمپر بر سانتی متر مربع تا ۱۰۰۰۰۰۰ آمپر بر سانتی متر مربع داریم. در حال حاضر، مواد ابر رسانایی با دمای گذار بالایی که بتوانند چنین گسترده ای از چگالی را دارا باشند، در اختیار نداریم.

استفاده از ابر رسانا در مدارهای IC مزیتهای بسیاری دارد. با توجه به عدم اتلاف انرژی الکتریکی به شکل گرما و طرد میدانهای مغناطیسی خارجی و جلوگیری از تداخل چنین میدانهایی، می‌توان مدارهایی به صورت تنگ پکیده ساخت، که عملکرد سریعتر قطعات را در پی دارد. مزیت دیگر به کارگیری این مواد آن است که می‌توان وسایل الکترونیکی با اندازه های به مراتب کوچکتر را تولید کرد.

چگالی جریان الکتریکی

پژوهشـــگران در مرکز تحقیقات IBM به موفقیتهای قابل توجهی در ارتباط با افزایش چگالی جریان در مواد ابر رسانا با دمای گذار بالا دست یافته اند. برای دست یابی به چنین چگالی بالایی پژوهشـــگران اولین بلورهای لایه نازک [۱] از این مواد را تهیه کرده اند. شـــکل (٤-۳). قطعات لایه نازک همان طور که از اســمشــان پیداســت لایه های بســیار نازکی از موادند که به روشــهای مختلف بر روی پایه ای مناســب که معمولا بســتر نامیده می‌شــود، نشــانده می‌شــوند. چنین ســاختارهای لایه نازک غالبا به صــورت قطعات الکترونیکی تهیه و مورد اســتفاده قرار می‌گیرند. بر روی بسترهای مناسبی که برای تهیه چنین لایه هایی انتخاب می شوند، یک فرآیند عملیات حرارتی مناسب به منظور ایجاد فاز ابر رســـانایی انجام می‌گیرد. بلورهای لایه نازک مرکز تحقیقات IBM تنها یک میکرون ضخامت دارند (در حدود $\frac{1}{100}$ ضخامت تار موی انسان). چگالی جریانی که در دمای ۷۷k اندازه گیری شده متجاوز از ۱۰۰۰۰۰ آمپر بر سانتی متر مربع بود. نظر به این که در چنین مواد جدیدی امکان شارش جریان بالاتر وجود دارد، می‌توان گفت که پژوهشگران مرکز IBM گام مهمی در ارتباط با کاربردهای این مواد جدید در ساخت قطعات الکترونیک ، مدارها و اتصالات مربوط به مدارهای مجتمع برداشته اند.

[۱] thin film crystals

پیوندهای جوزفسون

پیوندهای جوزفسون در سال ۱۹۶۲ توسط یک پژوهشگر انگلیسی به نام برایان جوزفسون [۱] تهیه شد یک پیوند جوزفسون از دو لایه ابر رسانا که توسط یک لایه نازک عایق از هم جدا شده اند، تشکیل شده ا ست. الکترونها توانایی عبور از سد عایق را دا شته و در نتیجه یک ابر جریان ایجاد می شود. پیوندهای جوزفسون می‌توانند به عنوان کلیدهای قطع و و صل الکترونیکی که بر ا ساس تغییر در مقدار جریان کار می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اگر جریان به مقداری بیش را یک مقدار آستانه افزایش پیدا کند، ولتاژ دو سر پیوند سریعا از صفر به مقداری معین تغییر پیدا می‌کند. اتلاف انرژی در یک پیوند جوزفسون در حدود ۱/۱۰۰۰ اندازه مربوط به ترانزیستور های معمولی است. علاوه بر این، سرعت

عمل کلید زنی در آنها بسیار بیشتر از ترانزیستورها ست که این مقدار کمتر از ۲ پیکو ثانیه می‌با شد (یک پیکو ثانیه یک بیلونییم ثانیه اســـت). با توجه به قابلیتهای بالای چنین قطعاتی از آنها می‌توان در ساخت وسایل الکترونیکی با سرعتهای بالا نظیر رایانه و سیستمهای مخابراتی استفاده کرد.

شرکتها و موسسات پژوهشی متعددی در ارتباط با ساخت و فناوری پیوند جوزفسون سرمایه گذاری کرده اند. به عنوان مثال مرکز تحقیقات آی. بی. ام بیش از ۳۰۰ میلیون دلار برای کاربرد چنین قطعه ای

[۱] Brian Josephson

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در رایانه های سریع هزینه نموده است اگر چه، این مرکز در سال ۱۹۸۳ به علت کندی کار پروژه متوقف نمود ولی به هر حال چندین شرکت ژاپنی در ارتباط با پیوند جوزفسون مشغول پژوهش هستند.

WikiPower.ir

شرکت هایپرز

هایپرز نام شـــرکتی اســـت که مدت کوتاه پس از آن شـــرکت آی. بی. ام، کار بر روی پروژه پیوند جوزف سون را متوقف کرد، تو سط دکتر صادق فریس[۱] که پژوهشگر سابق ابر ر سانایی این مرکز بود، تا سیس شد. او عقیده دا شت ه چون هدف مرکز تحقیقات IBM بر این بوده ا ست که یک سیستم رایانه ای ابر رسانای کامل شده را در زمانی کوتاه بسازد، در این امر موفق نبوده است.

اولین تولید تجاری شرکت هایپرز، قطعه PSP-۱۰۰۰ بود ه موفقیتی بزرگ به حساب می‌آید ۱۰۰۰-PSP نوعی پردازشـگر علامتهای الکترونیکی اسـت، به عبارت دیگر یک نوسـان نمای[۲] بسـیار پیشـرفته (وسیله ای برای نمایش تغییرات بسیار سریع لحظه ای مربوط به کمیتهای الکتریکی) می‌باشد. این وسیله توانایی عمل در گســتره پیکو ثانیه را دارد و می‌تواند علامتهای الکتریکی را در حد پنج برابر بیشـــتر از قطعات مشابه دیگر دریافت کند. PSP حروف اول کلمات (Picosecond Signal Processor) ا ست. به سبب استفاده از ابر رساناهای الکترونیک در این پردازشگر تواناییهای آن

می تواند در حد بسیار بالایی با شد. برای ساخت چنین و سیله ای شرکت هایپرز مجبور شد چندین قطعه ابر رسـانای جدید را تولید کند. به عنوان مثال یک مدار IC ویژه سـاخته شـد که بخشـی از آن در دمای ٤/٢ k (برای دســت یابی به حالت ابررســانایی) و بقیه قســمتهای مدار در دمای اتاق نگهداری می‌شوند. سیستمی سرد کننده، هلیم مایع را به بخشی از مدار، که لازم بود تا دمای بسیار پایین سرد شود،

[۱] sadeg Faris
[۲] Osilloscope

می‌پاشید. با این کار بسیاری از مشکلات مربوط به فرآیند سرد کردن، که با روشهای دیگری (از قبیل قرار دادن مدار در داخل ظرف هلیم مایع) انجام می شود، حذف می‌گردد. از ویژگیهای این روش آن ا ست که تنها سطح مورد نظر سرد می‌شود و بقیه قسمتهای در دمای عادی باقی می‌مانند. مخزن هلیم مایعی که در این وسیله مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌تواند ۱۲ ساعت پیاپی عمل سرد کردن را انجام دهد.

پیوند جوزفسون این و سیله از آلیاژ نیوبیوم که بر روی بستری از سیلیکون قرار دارد، تهیه شده و به گونه ای طراحی شده است که مانع تغییرات دما می شود. پردازشگر PSP-۱۰۰۰ یک و سیله رقمی حمل و نقل است و در آن از صفحه نمایش رنگی ۱۳ اینچی استفاده شده است.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل پنجم

کاربردهای ابر رسانایی در علوم و پزشکی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در حال حاضر کاربردهای ابر رسانایی عمدتا در زمینه های علوم و پزشکی است از نظر تاریخی، علوم پایه اولین ا ستفاده کننده فناوری ابر ر سانایی بوده ا ست. قطعاتی که تاکنون ساخته شده‌اند به طور چشمگیری در ارتقای سطح دانش و مفاهیم علمی موثر بوده‌اند و چنین به نظر می‌رسد که با تهیه قطعات جدید و پیشرفته تر این افق علمی بازتر و روش تر خواهد شد.

همین اواخر، ابر رسانایی پدیده ای فراموش شده بوده است که تنها در برخی آزمایشگاهها و تاحدی در برنامه های پژوهشی روی آن کار می‌شد. با وجود این، در دو دهه گذشته این پدیده تا حدودی در ارتباط با صنعت و تجارت مورد توجه قرار گرفت و به ویژه توانسته است کارایی خود را در زمینه پز شکی و بهدا شت نشان دهد. در این فصل بسیاری از کاربردهای ابرر سانایی در علوم و پز شکی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در حوزه علوم، ابر ر سانایی در زمینه های پژوهشهای نظری و کاربردی و نیز در تهیه و سایل و ابزار آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربردهای ابرر سانایی تنها به یک زمینه محدود نمی شود، بلکه وسایلی که بر اساس فناوری ابر رسانایی کار می‌کنند، در شاخه های مختلف علمی و صنعتی به کار گرفته می‌شوند. این پدیده به جهان پزشکی هم راه یافته است، به طوری که با استفاده از فناوری ابر رسانایی دانشمندان به روشهای تازه تر و مطمئن تری در ارتباط با تشخیص و معالجه بیماران دست یافته اند.

علوم

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در بخشهای بعدی خواهیم دید که زمینه کاربردهای ابرر سانایی در علوم بسیار و سیع ا ست. گستره این کاربردها از دستگاههایی که توانایی کاوش در مورد چگونگی آغاز جهان دراند تا قطعاتی که منشا انرژیشان خورشید است را در بر می‌گیرد.

WikiPower.ir

فیزیک انرژیهای بالا

فیزیک انرژیهای بالا که فیزیک ذرات نیز نامیده می شود یکی از بنیادی ترین شاخه های علوم ا ست. علم فیزیکی ذرات مربوط به فهم طبیعت ذرات بنیادی اســت. ذرات بنیادی از قبیل الکترونها، پروتونها و نوترونها، اصــلی ترین اجزای هر ماده هســتند. دانشــمندان علاقه مندند تا به دانشــی دســت یابند که با شــناخت نیروهای کنترل کننده این ذرات بتوانند برهم کنش بین ماده و انرژی و تبدیل این دو به یکدیگر را باز شناسند.

اطلاعات به دست آمده، توسط فیزیک با انرژیهای بالا، در فهم چگونگی آغاز جهان بسیار مفید است. نظریه پردازان معتقدند که در لحظات اولیه انفجار بزرگ[1] تنها ذرات بنیادی وجود دا شته اند. نظریه علمی انفجار بزرگ به این صورت بیان می شود که در ابتدا جهان از یک نقطه سه بعدی آغاز شده و با انفجار آن ســریعا شــروع به انبســاط نمود و جهانی که ما از آن شــناخت داریم. و هنوز در حال انبســاط اســت، پدیدار شد. در آن لحظات آغازین هیچ اتم، هسته یا پروتونی موجود نبود، زیرا هنوز شکل نگرفته بودند و تنها ذرات بنیادی وجود داشتند که توسط نیروهای بنیادین با یکدیگر بر هم کنش می‌کردند. دانشمندان امیدوارند آگاهی بیشتری از این ذرات و نیروهای بنیادینی که آنها را کنترل می‌کنند، به دست آورند.

فیزیکدانان از وسایل پیچیده و حجیمی برای بررسی این ذرات استفاده می‌کنند که در آنها، به منظور کنترل و محدود کردن حرکت ذرات، آهن رباهایی با قدرت بالا به کار گرفته شده ا ست. و سیله اولیه ای

[1] Big Bang

که برای مطالعه رفتار ذرات بنیادی مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد، شـــتاب دهنده ذرات[۱] نام دارد. از این دســتگاه برای شــتاب دادن ذرات باردار (الکترونها و پروتونها) به منظور رســیدن به ســرعتهای بالا، با به کارگیری میدانهای مغناطیسی، استفاده می شود. اغلب شتاب دهنده ها دایره ای شکلند و از تعداد زیادی حلقه های الکترومغناطیســی چنبره ای تشــکیل شــده اند. نیروی حاصــل از میدان که به طور همزمان بر ذرات اثر می‌کند آنها را شــتاب دار می‌نماید، به طوری که در زمان بســیار کوتاهی ســرعتهای نزدیک به سرعت نور را کسب می‌کنند. اغلب شتاب دهنده ها به گونه ای طراحی شده‌اند که ذرات شتاب دار در برخورد با ذرات یا مواد دیگری خرد می‌شــوند. برهم کنش حاصــل از این فرآیند دقیقا بررســی و مطالعه می شود تا مشخص گردد چرا و چگونه ذرات با سرعتهای بسیار بالا ممکن است به ذرات دیگر تبدیل شوند. شتاب دهنده هایی که برای این منظور طراحی می شوند تصادم کننده نام دارند.[۲] در حال حاضر فیزیکدانان بر این عقیده‌اند که ماده، متشکل از دو ذره اساسی به نامهای کوارک و لپتون[۳] است.

آهن رباهای ابر رسانایی در شتاب دهنده های بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیرا بهترین، روش برای تولید میدانهای مغناطیسی قوی مورد نیاز است. در حال حاضر، یک شتاب دهنده بزرگ در ایالات متحده ساخته شده است. و یکی دیگر در کشور آلمان در دست احداث است. شتاب دهنده اول که تواترن[۴] نام دارد، در آزمایشگاه ملی فرمی در ایالت ایلینویز[۵] واقع است. تواترن که در سال ۱۹۸۳ کامل شد، دارای حلقه ای با محیط ٤ مایل است که ۱۰۰۰ آهن ربای ابر رسانایی را شامل می‌شود (شکل ۵-۱) .

[۱] Particle accelerator
[۲] Collider
[۳] Quarks and Leptons
[۴] Tevatron
[۵] Illionios

سیمهای ابر رسانایی که در ساخت آهن رباهای مغناطیسی به کار رفته‌اند از آلیاژ ویژه ای از عناصر نیوبیوم و تیتانیوم تهیه شده‌اند که نیازمند به سیستم سرد کننده هلیم مایع است (شکل ۵-۲). ابتدا سیمها به شکل سیم لوله های با قطر ۱/٤ اینچ پیچیده شده و سپس به شکل حلقه در آمده اند. اگر چه ساخت تواترن خود یک موفقیت بزرگ به حساب می‌آید، اما با وجود این دانشمندان علاقه مند به ساخت شتاب دهنده ای با قدرت بالاتر هستند.

ساخت چنین ابر شتاب دهنده ای که (ابر تصادم کننده ابر رسانایی)[۱] (SSC) نامیده می شود، مورد تایید دولت امریکا قرار گرفته است. علی رغم مخالفتهایی که از طرف برخی از پژوهشگران در ارتباط با هزینه بالای ٤/٤ میلیارد دلاری پروژه SSC وجود داشت، دولت وقت در ژانویه ۱۹۸۷ مجوز احداث آن را صادر کرد.

قدرت شتاب دهنده ۲۰SSC برابر بیشتر از تواترن است. محیط دایره ای حلقه آن ۵۳ مایل خواهد بود. بسیاری از پژوهشگران تمایل دارند که طرح نهایی برای ساخت SSC را به تاخیر اندازند، زیرا امیدوارند که آهن ربای مغناطیسی جدید که از ابر رساناهای با دمای گذار بالا تهیه می‌شود، بتواند جایگزین آهن ربای مغناطیسی ساخته شده از ابر رساناهای سنتی با دمای پایین، شبیه آنهایی که در تواترن موردا ستفاده قرار گرفته اند شود. در ۵-۳ نخستین نمونه ها از آهن ربا مغناطیسی طراحی شده برای SSC نشان داده شده‌اند. در صورت استفاده از ابررساناهای با دمای گذار بالا، می‌توان دهها میلیون دلار در سال در ارتباط با هزینه سیستم سرد کننده صرفه جویی کرد.

[۱] Superconducting Super Collider

چنانچه فناوری جاری مورد استفاده قرار گیرد، انتظار می‌رود که ساخت این شتاب دهنده تا اواخر دهه ۱۹۹۰ تکمیل شود و اگر قرار باشد از ابررساناهای جدید با دمای گذار بالا استفاده شود، احتمال دارد که تاریخ تکمیل این پروژه تا قرن بیست و یکم به تاخیر بیفتد.

شتاب دهنده هایی که در حال مورد استفاده قرار می‌گیرند، اطلاعات زیادی در مورد فیزیک ذرات به ما داده‌اند و ابر رسانایی امکان ساخت شتاب دهنده های بزرگ قدرتمندی چون تواترن را فراهم کرده است. بدیهی است با کامل شدن ساخت SSC دست یابی به اطلاعات بسیار بیشتری ممکن خواهد شد.

WikiPower.ir

پرتاب کننده های ابر رسانایی

کاربرد علمی بالقوه دیگری از ابررسانای ساخت وسیله ای برای پرتاب مواد به فواصل دور است که تا اندازه ای شبیه به شتاب دهنده های ذره ای عمل می‌کنند. این پرتاب کننده ها برای ایجاد شتاب و افزایش سرعت اجسام مورد استفاده قرار می‌گیرند. این وسایل می‌تواند اشیا را به فاصله های خیلی دور، مثلا از سطح زمین به فضا، پرتاب کنند.

محموله در داخل یک ظرف مغناطیسی که انتهای آن باز و بسیار شبیه یک سطل است، قرار می‌گیرد. ظرف به سرعت در یک جهت خاص با استفاده از حلقه های الکترومغناطیسی ابر رسانایی شتاب

می‌گیرد. برای پرتاب محموله، ظرف به طور ناگهانی متوقف می‌شـــود، اما محموله داخل آن با ســـرعت خیلی بالا از انتها باز ظرف به طرف مقصد به حرکتش ادامه می‌دهد.

نمونه های اولیه ای از این وسـیله سـاخته شـده‌اند و اجسـام کوچکی توسـط آن شـتاب گرفته و توانسته‌اند با به دست آوردن سرعتهای به قدر کافی بزرگ از میدان گرانشی زمین فرار کنند. همچنین این پرتاب کننده ها می‌توانند به صورت یک سلاح جنگی که قادر به پرتاب پرتابهایی با سرعتهای بالا هستند، به کار گرفته شـــوند. پیش بینی می‌شـــود که در آینده امکان پرتاب محموله ها از داخل یک ماهواره به ایستگاه فضایی که در مدار زمین قرار دارد، فراهم شود.

همجوشی هسته ای (فوزیون)[۱]

چون ذخایر سوخت فسیلی در آینده ای قابل پیش بینی تمام می شوند، مجبوریم که شکلهای دیگری از انرژی را جایگزین آن کنیم. دانشمندان و پژوهشگران همجوشی هسته ای را به عنوان یک منبع انرژی جایگزین مورد توجه قرار می‌دهند و ابر ر سانایی نقش مهمی در فراهم کردن زمینه ا ستفاده از این انرژی را به عهده خواهد داشت.

همجوشـی هسـته ای هنگامی رخ می‌دهد که اتمهای سـبک به یکدیگر جوش خورده و یا به عبارت دیگر به هم پیوند می‌خورند که در نتیجه اتم ســـنگین تری شـــکل می‌گیرد. در این فرآیند انرژی آزاد می‌شود. واکنشهای همجوشی غالبا واکنشهای گرما- هسته ای[۲] نامیده می‌شوند، زیرا فقط در دمای حدود

[۱] fusion

[۲] Thermonuclear reactions

صد میلیون درجه سلسیوس می‌توانند رخ دهند. انرژی فقط در دمای حدود صد میلیون درجه سلسیوس می‌توانند رخ دهند. انرژی حاصل از خورشید نتیجه ای از یک همجوشی هسته ای است. اتمهای هیدروژن سبک به یکدیگر جوش می‌خورند و اتم هلیم را تشکیل می‌دهند که همراه با این فرآیند انرژی زیادی آزاد می شود. علت آزاد شدن انرژی در چنین واکنشی آن است که، جرم اتمهای حاصل از واکنش (اتمهای سنگین تر) کمتر از مجموع جرم اتمهای اولیه (اتمهای سبکتر) ا ست. همین میزان کاهش جرم است که به انرژی تبدیل می‌شود. (شکل ٥-٤) فرآیندهای مربوط به یک واکنش همجوشی را نشان می دهد. واکنش همجو شی فقط در محیط پلا سمایی، که شکلی از ماده ا ست، اتفاق می‌افتد. پلا سما در یک گاز، از الکترونهای آزاد و ه سته های آزاد ت شکیل شده ا ست. معمولا ه سته ها به علت دا شتن بار الکتریکی همنام یکدیگر را دفع می‌کنند، اما چنانچه پلاسما تا دماهای حدود صد میلیون درجه سلسیوس گرم شود، هسته ها سریعا حرکت کرده و سد الکتریکی موجود بین خود را می شکنند و در نتیجه به هم جوش می‌خورند.

غالبا در آزمایشهای مربوط به همجوشی، دانشمندان از پلاسماهایی که از یک یا دو ایزوتوپ (اتمهای مربوط به یک عنصر که دارای جرمهای متفاوتی هستند) هیدروژن تشکیل شده‌اند استفاده می‌کنند. یکی از این ایزوتوپها تریتیوم[1] رادیو اکتیو و ساخته دست بشر و دیگری دتریوم[2] یا همان اتم هیدروژن سنگین است. دتریوم به عنوان یک سوخت همجوشی ایده آل مورد توجه می‌باشد زیرا می‌تواند از آب معمولی به دست آید.

[1] tritium
[2] deterium

دان شمندان تا کنون موفق به مهار یک واکنش همجو شی برای تولید انرژی ن شده‌اند بمب هیدروژنی که دارای قدرت خارق العاده ای ا ست، انرژی مربوط به انفجار خود را از یک واکنش همجو شی ه سته ای دیگر کسب می‌کند. یک بمب هیدروژنی در حال انفجار خیلی شبیه به قطعه ای کوچک از خور شید عمل می‌کند.

شکل

WikiPower.ir

کنترل و مهار یک واکنش همجو شی بسیار م شکل ا ست، زیرا پلا سمای داغ شده تمایل به انبساط دارد. بنابراین باید به شکل ویژه ای نگهداری شود، چون به قدری داغ است که می‌تواند اغلب مواد اطراف خود را ذوب کند. و لذا لازم است دیواره ای ظرفی که در آن واکنش همجوشی رخ می‌دهد به رو شی منا سب خنک شود. به علاوه برای نگهداری پلا سمهای داغ داخل دیواره ا صطلاحا از یک بطری مغناطیس استفاده می‌شود میدان مغناطیسی به گونه ای طراحی می‌شود که پلاسما را به سمت مرکز می‌راند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در حال حاضر دو نوع سیستم مربوط به همجوشی مغناطیسی وجود دارد: یکی از سیستم آیینه ای و دیگری چنبره ای. در بهترین طراحیهای نوع آیینه ای، افت پلاسما دیده می‌شود. موفق ترین نوع چنبره ای تاکامک [۱] نام دارد. در شکل ۵-۵ و شکل ۵-۶ به ترتیب طرح واره ای از سیستمهای آیینه ای و چنبره ای نشان داده شده است. سیستم توکامک اولین بار توسط دانشمندان روسی ساخته شد.

روسیه اولین کشوری بود که یک وسیله همجوشی هسته ای را با استفاده از سیم پیچهای مغناطیسی ابر رسانایی به کار گرفت. این ماشین در موسسه کورجاتف [۲] طراحی و ساخته شده و دارای ۴۸ سیم پیچ ابر رسانایی تهیه شده از آلیاژ نیوبیوم- تیتانیم می‌باشد. فرانسویها هم روی ساخت چنین ماشینهایی با سیم پیچهای ابر رسانایی کار می‌کنند .

شکل ۵-۵

شکل ۵-۶

WikiPower.ir

[۱] Tokamak

[۲] Kurchatof

نوعی از این دستگاه که تورسوپرا[۱]نامیده شده، دارای ۱۸ سیم پیچ ابررسانایی است.

سیم پیچهای مورد استفاده در ماشینهای توکامک در آزمایشگاه ملی اکریج[۲] در ایالات متحده تهیه می‌شود. همچنین امکانات و وسایل لازم برای بررسی سیم پیچهای خیلی بزرگ در این آزمایشگاه ساخته می شوند. چنین دستگاههایی دارای شش سیم پیچ ابر رسانایی‌اند که سه تای آن در ایالات متحده و سه تای دیگر در دیگر کشورها ساخته شده اند. شکل ۵-۷ تجهیزات و وسایل به کار گرفته شده برای ساخت و بررسی چنین سیستمهایی را نشان می‌دهد. چنین امکاناتی در آزمایشگاه ملی لوزنس لیورمر[۳] نیز موجود است.

وسایل و تجهیزات دیگری نیز به منظور آزمایش واکنش همجوشی در سایل آزمایشگاهها وجود دارند ولی در این وسایل از آهن رباهای ابر رسانایی استفاده نشده است. استفاده از آهن رباهای مغناطیسی ابررسانایی در ساخت سیستمهای انرژی همجوشی تجاری بسیار محتمل به نظر می‌رسد، زیرا چنانچه از آهن رباهای الکتریکی سنتی استفاده شود بخش عمده ای از انرژی تولید شده می‌بایست صرف راه اندازی خود آنها گردد.

شکل ۵-۷

[۱] Tore Supra
[۲] Oak Ridge
[۳] Lawrence Livermore

جدا کننده های مغناطیسی[۱]

کاربردهای ابر رسانایی در زمینه های علمی، که قبلا به آنها اشاره شد، طبیعتا از نوع آزمایشگاهی هستند. در این بخش به معرفی یک وسیله آزمایشگاهی که مدتهاست عملا مورد استفاده قرار می‌گیرد، و جدا کننده مغناطیسی نام دارد، می‌پردازیم. این دستگاه برای جداسازی مواد معدنی یا سایر موادی که بر اساس تفاوت در چگالی و خاصیتهای مغناطیسی از هم متمایز هستند، به کار می‌رود. موادی که قرار است از هم جدا شوند استوانه ای شکل که در حال چرخش است می‌ریزد. این استوانه توسط یک سیم پیچ الکترومغناطیسی ابر رسانایی قوی احاطه شده است. میدان مغناطیسی، ماده مغناطیسی را به سمت بیرون می‌کشد و این سبب حرکت ذرات با چگالی بیشتر به سمت لبه های استوانه می شود و در نتیجه ذرات با چگالی کمتر در قسمت مرکزی باقی می‌مانند. در انتهای ظرف وسیله ای کار گذاشته شده که ذرات نزدیک به لبه استوانه ای را به داخل ظرفی دیگر هدایت می‌کند. ذرات موجود در مرکز استوانه نیز به داخل ظرف دیگری می‌ریزند. شکل ۵-۸ طرحی از یک جدا کننده مغناطیسی را نشان می‌دهد.

این فرآیند می‌تواند تکرار شود تا جداسازی مواد به طور کامل انجام گیرد.

[۱] magnetic separators

اسکوئید[۱]

اسکوئید حروف اول کلمات (Superconducting Quantum Interference Device) به معنی وسیله تداخل کوانتومی ابر رسانایی است. اسکوئید از دو پیوند جوزفسون که در حلقه ای ابر رسانا، به یکدیگر متصل شده اند. تشکیل شده است. همان طور که می‌دانیم، پیوند جوزفسون از یک لایه نازک عایق که بین دو لایه ابر رسانا قرار گرفته، تشکیل شده ست، الکترونها طی یک فرآیند تونل زنی کوانتومی از سد مربوط به لایه عایق عبور می‌کنند. هنگامی که این وسیله در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، ولتاژ مربوط به جریان الکتریکی جاری در آن متناسب با شدت میدان مغناطیسی تغییر می‌کند، به عبارت دیگر همانند یک مبدل تغییرات شار مغناطیسی را به تغییرات ولتاژی الکتریکی تبدیل می‌کند. اسکوئید حساس ترین وسیله برای اندازه گیری میدانهای مغناطیسی است و به این سبب اغلب آن را مغناطیس سنج[۲] می‌نامند.

اسکوئید در زمینه های مختلف علمی و صنعتی کاربردی گسترده دارد. یک کاربرد آن در ارتباط با کشف معادن و مواد معدنی است که با اندازه گیری ویژگیهای مربوط به بازتاب امواج الکترومغناطیسی که پس از برخورد به ناحیه مورد نظر بر می‌گردند، انجام می‌شود. کره زمین به طور مداوم توسط امواج الکترومغناطیسی که منشا آنها واکنشها موجود در خورشید است، بمباران می شود. با بررسی ویژگیهای امواج بازتابشی، تحقیقاتی در مورد خواص مواد واقع در زیر سطح زمین صورت گرفته است. اندازه گیریهای انجام شده توسط اسکوئیدها می‌توانند اطلاعاتی را در موادی که تا عمق ٦ مایل زیر زمین قرار

[۱] SQUID
[۲] magnetometer

دارند، مانند ذخایر نفت، به ما بدهند. علامتهای بازتابش شده بسیار ضعیف هستند و تنها اسکوئید توانایی آشکار ساز آنها را دارد.

چون اسکوئیدها قادرند میدانهای مغناطیسی بسیار ضعیف را آشکار کنند، لذا غالبا از آنها برای آشکار سازی علامتهای الکترومغناطیسی موجود در مغز انسان استفاده می‌کنند. اسکوئیدها را می‌توان برای ثبت کاردیوگرافی مغناطیسی که بر اساس میدان مغناطیسی تولید شده توسط جریان الکتریکی در قلب کار می‌کند، به کار گرفت. به علت حساسیت زیاد اسکوئیدها برای کار با آنها باید از اتاقهای ویژه ای که از تداخل امواج الکترومغناطیسی محیط بیرون محافظ شده باشند استفاده نمود.

اخیرا مرکز تحقیقات آی. بی . ام، اسکوئید جدیدی از ماده ابررسانای با دمای گذار بالا ساخته است در اسکوئید هایی که در آنها از ابر رساناهای سنتی استفاده شده، به وسایل و تجهیزات خنک کننده نسبتا پیچیده ای برای رسیدن به دمای نزدیک صفر مطلق نیاز است. اسکوئید ساخته شده توسط مرکز تحقیقات آی. بی. ام .از دو پیوند جوزفسون لایه نازک تشکیل شده که ضخامت هر کدام تنها $\frac{1}{100}$ ضخامت موی انسان می‌باشد. در چنین اسکوئیدهایی عمل سرد کنندگی و رسیدن به دمای کافی پایین توسط ازت مایع انجام می‌شود.

کاربردهای دیگر ابر رسانایی در پزشکی

قبلا گفته شد که یکی از کاربردهای علمی ابر رسانایی استفاده از اسکوئید است که کاربرد پزشکی نیز دارد. در این بخش کاربردهای دیگر ابر رسانایی را در پزشکی مرور می‌کنیم.

MRI

MRI حروف اول کلمات Magnetic Resonance Imaging به معنی تصویر برداری به کمک تشدید مغناطیسی است. MRI اصطلاحاتی برای یک سیستم علمی است که به عنوان طیف سنجی توسط تشدید مغناطیسی هسته ای[۱] شناخته می‌شود. به طور ساده می‌توان گفت که MRI روشی برای مشاهده بخشهای داخل بدن انسان از طریق روشهای غیر تهاجمی است.

MRI از خیلی جهات شبیه روش عکس برداری CAT است. CAT حروف اول کلمات Computerized Axial Tomography به معنی توموگرافی محور رایانه ای است. در این روش ابتدا داده های مربوط به تابش پرتوهای ایکس در جهتهای مختلف ثبت می‌شود. سپس این داده ها به شکل ریاضی بازسازی شده و نهایتا مقاطع عرضی تشریحی از بدن را به دست می‌دهد. اشکالی که به این روش گرفته می شود آن است که بدن حساس نیست. اما حساسیت MRI به بافت نرم بدن بسیار بیشتر است. و نیز بیمار در معرض تابش پرتو ایکس قرار نمی گیرد. شکل ۵-۹ تصویر MRI

شکل ۵-۹

در عکس برداری به روش MRI بدن انسان را در معرض یک میدان مغناطیسی قوی که توسط یک سیم پیچ الکترومغناطیسی ابر رسانایی تولید می‌شود قرار می‌دهند. در چنین وضعیتی پرتوهای موجود در آب و سایر ملکولهای بدن خود را با میدان مغناطیسی هم جهت می‌سازند. در این حالت یک علامت

[۱] Nuclear Magnetic Resonance (NIMR) Spectroscopy

رادیویی (موج الکترومغناطیس) با بسامدی برابر با بسامد تشدید ذرات به بدن تابانده می شود که این کار سبب برانگیختگی پروتوها می‌گردد. پس از واپاشی این موج پروتونها به وضعیت اولیه خود برگشته و در این فرآیند مقداری انرژی آزاد می‌شود. این انرژی ثبت و برای ایجاد تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با تغییر میدان مغناطیسی می‌توان تصاویر مختلفی از مقاطع آناتومی بدن تهیه نمود. استفاده از این روش سریعا گسترش یافته و امروزه صدها دستگاه MRI در سرتاسر جهان مشغول به کارند.

پژوهشگران موسسه جنرال الکتریک نشان داده‌اند که از MRI می‌توان برای اندازه گیری شارش خون در شبکه شریانی و وریدی سرو گردن ا ستفاده کرد. امروزه این روش منح صر به فرد در درمانگاههای پز شکی کاربرد دارد و از مرحله آزمای شگاهی فراتر رفته ا ست، به طوری که ت شخیص و درمان سکته و سایر بیماریهای عروقی مغزی را امکان پذیر ساخته ا ست. این روش ت شخیص که به عنوان آنژیوگرافی ت صویری شناخته شده ا ست از این خا صیت بهره می‌گیرد که هر اندازه خون سریعتر در داخل عروق جریان دا شته با شد ت صویر رگها در د ستگاه MRI رو شنتر ظاهر می‌گردد این اولین روش غیر تهاجمی برای آنژیوگرافی مستقیم جریان خون در طول ورید و شریان است.

در صورتی که تصویر یک رگ به اندازه ای که باید روش نیفتد، نشانه آن خواهد بود که جریان خون کندتر از حد معمول ا ست. این مو ضوع می‌تواند ن شانه ت صلب شرایین بوده که در آن م سیر عبور خون تنگ می‌شود. با تشخیص سریع و درمان چنین وضعیتی می‌توان از فوت مریض جلوگیری و زیانهای وارده بر بافتهای شخص آ سیب دیده را محدود کرد. این روش به پز شکان این اجازه را می‌دهد که محل انسداد یا خون ریزی

شریان را در قربانیان سکته مشخص نمایند و بخشهایی از عروق را که دارای جریان گردابی است شناسایی کنند. مزیت دیگر این روش آن است که بدون نیاز به حرکت کردن بیمار می‌توان سیستم جریان خون او را از زوایای مختلف بررسی نمود.

این روش تصویر نگاری جدید برای اولین بار توسط دکتر چارلز. ال. دوملین[۱] و دکتر هوارد. آر. هانت[۲] که اولی شمیدان و دومی فیزیکدان و در موسسه پژوهشی جنرال الکتریک کار می‌کنند، ارائه شده و هنوز جنبه تجاری پیدا نکرده است.

روشی که در حال حاضر بیشتر برای بررسی اختلالات سیستم گردش خون مورد استفاده قرار می‌گیرد آنژیو گرافی تفریقی [۳] نام دارد که در آن پرتو ایکس به کار گرفته می‌شود. در این روش ماده حاجب به داخل خون بیمار تزریق می‌شود تا پرتو ایکس بتواند عروق خونی را پرتو نگاری کرده و مجراهای تنگ شده به صورت نقاطی مشخص می‌گردد. علاوه بر آن که آنژیوگرافی تفریقی برای بیمار روش ناراحت کننده است، می‌توان مشکلات جنبی دیگری را نیز برای او در پی داشته باشد. در روش MRI طراحی شده توسط شرکت جنرال الکتریک بیمار در داخل محفظه ای مربوط به یک آهن ربای مغناطیسی ابر رسانا قرار می‌گیرد. آهن ربای ابر رسانای مورد استفاده در این دستگاه ۵۰ تن وزن دارد و می‌تواند میدانی به قدرت ۳۰۰۰۰ برابر میدان مغناطیسی زمین را تولید کند.

نوع دیگر MRI شرکت جنرال الکتریک که (طیف سنجی به کمک تشدید مغناطیسی تحلیل عمقی)[۴] نامیده می شود به دکتر پائول. آ. باتوملی[۵] فیزیکدان مرکز تحقیقات و توسعه جنرال الکتریک این اجازه را

---

[۱] Charles L.Dumoulin
[۲] Howard. R. Hunt
[۳] Subtraction angiograpy
[۴] Depth- Resolved Magnetic Resonance Spectroscopy
[۵] Dr Paul A. Bottomely

داد که برای اولین بار قلب انسان زنده را به طریق غیر تهاجمی مورد بررسی شیمیایی قرار دهد. در این روش مقادیر نسبی عناصر شیمیایی کلیدی و مهم در بافتهای بدن مورد مطالعه قرار می‌گیرند و نمودار مربوط به کمک یک رایانه، پردازش می‌شود.

MRI به عنوان یک روش تشخیص قوی برای بررسی بیماران قلبی به کار می‌رود. کسانی که دچار حمله قلبی شده‌اند می‌توانند با استفاده از این روش مورد معاینه قرار گیرند و میزان صدمه وارده بر قبل آنان اندازه گیری شود. باید توجه داشت که این روش با روش MRI که در آن به جای تصویر نگاری از تحلیل شیمیایی مواد استفاده می شود، تفاوت دارد. ضمنا جهت جلوگیری از تداخل علامتهای تشدیدی مربوط به قلب با بقیه بافتها، از یک آنتن ویژه که مستقیما بر روی قلب نصب می شود، استفاده می‌کنند. این روش در مورد سایر اندامها نیز به خوبی عمل می‌نماید. اطلاعات به دست آمده را می‌توان به صورتی طراحی کرد که میزان مواد مختلف شیمیایی موجود در اندامهای مختلف بدن را مشخص کند.

انسان تنها موجود زنده ای نیست که می‌تواند از مزایای MRI استفاده نماید. دانشمندان شرکت جنرال الکتریکی و وزارت کشاورزی در ایالات متحده از این روش برای بررسی و شناخت اسرار مربوط به رشد گیاهان استفاده می‌کنند. با به کارگیری یک دستگاه MRI گروهی از دانشمندان ساختار و کار ریشه را در گیاهان زنده به منظور بهینه سازی شرایط رشد آنان مورد مطالعه قرار می‌دهند.(شکل ۵-۱۰)

برای این منظور گونه های مختلفی از خاک از جمله خاک گلدانی تجاری با شن، پرلیت و خاک رس خرد شده و نیز انواع کودهای گیاهی مورد استفاده قرار گرفتند. اگر چه تصویرهای مطلوبی از این خاکها به د ست آمده ا ست اما به هر حال کیفیت عکس به ویژگیهای مغناطیسی خاک بستگی دارد. از آن جایی که MRI هیچ تاثیر منفی شناخته شده خاصی بر روی گیاهان ندارد، بنابراین می‌توان این عمل را بارها تکرار کرد تا نتیجه دلخواه به دست آید. این مطالب بیشتر به منظور بررسی ریشه گیاهان ادامه دارد تا بتوان آسیبهای احتمالی را که توسط ترکیبات شیمیایی و پاسخ به دی اکسید کربن در آنها به وجود می‌آید، بررسی و مشخص کرد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل ششم

ابر رسانایی و ترابری

به نظر می‌رسد که در آینده ای نه چندان دور، ابر رساناها تحولی بزرگ در زمینه ترابری (حمل و نقل) به وجود آورند. در این فصل کاربردهای حال و آینده ابر رساناها را در این زمینه بررسی خواهیم کرد. استفاده از ابررسانا در ساخت ترنهای سریع از مدتها قبل شروع شده و موتورهای الکتریکی ابررسانایی نیز ممکن است در آینده به عنوان نیروی محرکه اصلی در خودروها و کشتیها مورد استفاده قرار گیرند.

ترنهای شناور مغناطیسی(Maglev Trains)

از سال ۱۸۰۰ میلادی تا کنون ترین به عنوان وسیله ترابری بسیار مهم به کار گرفته می شود. نیروی محرکه ترنهای اولیه از سوختن چوب بعدا زغال سنگ تامین می‌شد. ترنهای امروزی عموما با موتورهای دیزلی کار می‌کنند و در عین حال تلاشهای بسیاری برای استفاده از روشهای پیشرفته تر برای به حرکت در آوردن آنها در حال انجام است. یک از روشها استفاده از میدانهای مغناطیسی قوی در ساخت ترنهای بسیار سریع است که Mahlev (ترنهای شناور مغناطیسی) نامیده می شود. از چنین ترنهایی می‌توان در زمینه ترابری با سرعتهای خیلی بالا استفاده کرد. ترنهای سنتی توسط چرخهایی که بر روی دو ریل موازی قرار دارند حرکت می‌کنند. اصطکاک موجود بین چرخها و ریل سبب کندی حرکت می‌شود و بنابراین سرعت حرکت این ترنها نسبتا کم است. البته با طراحی دقیق ریلها و به حداقل رساندن اصطکاک توانسته‌اند به سرعتهای تا ۲۰۰ مایل بر ساعت دست پیدا کنند. به عنوان مثال یک ترن ساخت فرانسه به نام TGV[1] می‌تواند با سرعتی معادل با ۲۳۰ مایل بر ساعت حرکت کند که سریعترین ترن سنتی در جهان

[1] Tres Grande Vitesse

است. ترن معروف شین کان سن[1] که به معنی گلوله است، مثال دیگری از ترنهای سریع است. سرعت این ترن در حدود ۱۵۰ مایل بر ساعت می‌باشد.

ترنهای Maglev، که بر روی بالشتکی مغناطیسی، در حدود ٤ اینچ بالاتر از ریل، حرکت می‌کنند سرعتی به مراتب بیشتر از ترنهای معمولی دارند. شناور بودن چنین ترنهایی در خلال حرکت و عدم تماس چرخها با ریل سبب می شود که مشکل اصطکاک وجود نداشته باشد. اساس کار ترنهای Maglev بر یک قانون مغناطیسی ساده استوار است: قطبهای همنام آهن ربا یکدیگر را دفع و قطبهای غیر همنام یکدیگر را جذب می‌کنند. سیستمی از آهن رباهای الکتریکی، که وضعیت آنها به نوع طراحی انجام شده بستگی دارد، در زیر واگنها و نیز روی ریل جا سازی شده اند. بعضی از این آهن رباها برای شناور و نگهداشتن ترن و برخی دیگر برای به حرکت در آوردن آن روی ریل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چنین ترنهایی در ژاپن و آلمان ساخته و آزمایش شده اند. در نوع ژاپنی آن آهن رباهای الکتریکی ابر رسانایی به کار گرفته شده اند. در سال ۱۹۷۹ استفاده از آهن رباهای الکتریکی ابر رسانایی در آلمان، به منظور رونق دادن بازار آهن رباهای الکتریکی سنتی، ممنوع شد. آهن رباهای الکتریکی ابر رسانایی ساخت ژاپن، در عین حال که مصرف انرژی الکتریکی در آنها بسیار پایین است، قادرند میدانهای مغناطیسی قوی تولید کنند. به هر حال اگر ژاپنیها در مصرف انرژی الکتریکی صرفه جویی می‌کنند، آلمانیها همین صرفه جویی را در حذف هزینه های مربوط به تجهیزات سرد کننده انجام می‌دهند.

در ترنهای Maglev ساخت ژاپن در کناره های هر واگن هشت آهن ربای الکتریکی ابررسانا کار گذاشته شده است.(شکل ٦-١) وهزاران سیم پیچ فلزی در فضای بین دو ریل به شکل u جاسازی شده اند. در آغاز حرکت و هنگام توقف چرخها بر روی ریل قرار دارند. زمانی که ترن سرعت می‌گیرد، آهن

[1] Shin Kan Sen

رباهای الکتریکی در واگن جریان الکتریکی به داخل سمی پیچهای فلزی بین دو ریل القا می‌کنند که این سبب آهن ربا شدن آنها می شود. نیروی دافعه مغناطیسی بین این سیم پیچها و آهن رباهای الکتریکی در واگنها، ترن را بر روی ریلها شناور می‌سازد.

درو ردیف از آهن رباهای الکتریکی (هر ردیف در یک طرف از ترن) درســـت در مقابل دیواره قسمت u شکل ریلهای تهیه شده اند، به طوری که قطبیت آنها به طور مداوم عوض می شود و این عمل سبب جذب و دفع آهن رباهای الکتریکی در ترن می‌گردد. این کشش و رانش مداوم باعث حرکت رو به جلو ترن می‌شود.

در ترنهای آلمانی کلا از آهن رباهای الکتریکی سنتی (بدون استفاده از مواد ابر رسانایی) استفاده شده اســـت و طراحی آن نیز به جنبه های زیادی با نوع ژاپنی تفاوت دارد. واگنهای چنین ترنی همانند طرح ژاپنی به طرف بالا رانده نمی شوند. بلکه توسط نیروی جاذبه مغناطیسی از روی ریلها بلند می‌شوند. آهن رباهای الکتریکی به ته واگنها متصـــلند، به طوری که به کار می‌افتند، نیروی جاذبه آهن ربایی بین آنها و سیم پیچها جاسازی شده در قسمت T شکل ریلها ترن را از روی زمین بلند می‌کند. نیروی محرکه رانشی لازم برای به حرکت در آوردن ترن توســـط آهن رباهای الکتریکی دیگر موجود در روی ریلها و نیز کف واگنها تامین می‌شود. شکل ٦-٢ طرحی از ترن شناور ساخت آلمان را نشان می‌دهد.

ترنهای شـــناور مغناطیســـی می‌توانند جایگزینی برای ترابری هوایی بین مکانهای با فاصـــله چند صـــد مایل از هم با شند. سرعت ترنهای Maglev ساخت ژاپن متجاوز از ۳۰۰ مایل در ساعت ا ست. ظاهرا ایالات متحده امریکا علاقه زیادی به ساخت چنین ترنهایی نشان نمی دهد، اما آلمان، کانادا و ژاپن برای تولید آنها سخت تلاش می‌کنند راه آهن ملی ژاپن در حال آزمایش تعدادی از این ترنهاست.

شکل ٦-١

شکل ٦-٢

در حالیکه برای توسعه و بهینه سازی سیستمهای ترنهای شناور عوامل زیادی مورد بررسی و آزمایش قرار می‌گیرند، اخیرا با توجه به پیشـــرفت پدیده ای ابر رســـانایی به ویژه در ارتباط با کشـــف مواد ابر رســانایی جدید، آینده فناوری ســاخت چنین ترنهایی روشــنتر به نظر می‌رســد. هزینه های مربوط به ابر ر ساناهای با دمای گذار پایین، برای تهیه آهن رباهای الکتریکی به منظور ا ستفاده آنها در ترنهای شناور ژاپنی، در ارتباط با تجهیزات سرد کننده مورد نیاز نسبتا بالاست. مسلما نیاز به چنین وسایلی مشکلات و پیچیدگیها موجود در به کارگیری عملی ســیســـتمهای Maglev ابر رســـانایی کنونی را افزایش می‌دهد. بنابراین ا ستفاده از ابر ر ساناهای جدید با دمای گذار بالا عملا سبب کاهش این مشکلات می‌گردد، زیرا تجهیزات و سیستمهای مربوطه با ازت مایع (به جای هلیم مایع) سرد خواهند شد.

کاربرد ابررسانایی در خودروها و کشتیهای الکتریکی

به کارگیری ابر ر ساناها در ساخت خودروهای الکتریکی نیز اخیرا مورد توجه قرار گرفته ا ست. در طول دهه ۱۹۷۰ میلادی با کاهش عرضـــه بنزین پژوهشـــگران تلاش زیادی را برای تولید خودروهای الکتریکی آغاز کردند و نمونه هایی از این گونه خودروها ساخته شد که در آنها از باتریهای بزرگی برای ذخیره انرژی الکتریکی ا ستفاده می شد. به هر حال نه تنها برد مسافت برای چنین خودروهایی کم ا ست بلکه ســرعت حرکت آنها نیز پایین می‌باشــد. اگر امکان ســاخت خودروهای الکتریکی با به کارگیری ابر

رساناهای جدید فراهم شود (به شرطی که نیاز به سیستمهای خنک کننده حجیم و پرهزینه نباشد) می‌توان انتظار داشت که مجددا شاهد حرکت این چنین خودروهایی در سطح خیابانها و جاده ها باشیم. مزیت خودروهای الکتریکی ابر رسانایی در این است که اتلاف انرژی الکتریکی در آنها خیلی کم بوده و در نتیجه باتری ذخیره انرژی در آنها خیلی زود خالی نمی شود. بنابراین می‌توانند مسافتهای بیشتری را، بدون نیاز به پر کردن مجدد باتری، طی کنند و علاوه بر آن سرعت حرکت نیز بسیار بالاتر خواهد بود. حتی می‌توان با به کار گیری ابر رساناها، به جای باتریهای حجیم از باتریهای بسیار کوچکتری که در واقع ذخیره کننده انژی مغناطیسی ابرر سانایی هستند استفاده کرد. چنین باتریهایی که SMES نام دارند قبلا در فصل سوم بررسی شد. در چنین سیستمی انرژی الکتریکی در یک حلقه ابر رسانایی ذخیره می شود. اخیرا شرکت خودروسازی فورد در ارتباط با ساخت خودروهایی که از چنین سیستمی استفاده می‌کنند تلاش وسیعی را آغاز کرده است. موتورهای الکتریکی ابررسانایی در شاخه های دیگر ترابری و حمل و نقل هم می‌توانند کاربرد داشته باشند. به عنوان مثال موتوری با نصف یا ثلث اندازه موتورهای معمولی ممکن است به زودی برای به حرکت در آوردن کشتیها در اقیانوسها به کار گرفته شود استفاده از چنین موتورهایی در زیر دریاییها نیز دور از انتظار نخواهد بود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل هفتم

کاربرد ابر رسانایی در صنایع نظامی

در حالیکه بیشترین توجه به پدیده ابر رسانایی بر جنبه های فناوری و تجاری آن متمرکز است، تلاشهای بسیار چشمگیری در ارتباط با امکان به کارگیری ابررساناهای با دمای گذار بالا در ساخت وسایل نظامی نیز شروع شده است. بودجه های بالایی صرف سرمایه گذاری در کاربردهای نظامی این مواد شده است. به عنوان مثال در سال ۱۹۹۰ وزارت دفاع امریکا متجاوز از ۱۵۰ میلیون دلار در این راه هزینه کرده است.

عمده این بودجه در ارتباط با کاربردهای عملی ابر رساناهای با دمای گذار بالا مصرف شده است. در حال حاضر جنبه های مختلفی از کاربرد نظامی مواد ابر رسانایی درست مطالعه است که در این فصل به بررسی برخی از آنها می‌پردازیم. اغلب کاربردهای نظامی مفاهیم و اصول بیان شده در فصلهای قبلی را شامل می‌شود.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موتورهای ابر رسانایی

موتورهایی الکتریکی ابر رسانایی دارای توانایی بالقوه ای از دیدگاه کاربردهای نظامی هستند. آنها برای استفاده در کشتیها و زیر دریاییهای جنگلی ایده آل خواهند بود. طراحی نسبتا ساده آنها سبب حذف تعداد زیادی از قطعاتی که در موتورهای معمولی به کار گرفته شده است. می‌گردد. موتورهای ابر رسانایی که با استفاده از مواد با دمای گذار پایین (ابر رساناهای سنتی) ساخته شده اند، در کشتیهای کوچک مورد آزمایش قرار گرفته اند. امکان ساخت موتورهای بسیار قویتر با استفاده از ابررساناهای جدید به منظور استفاده در کشتیهای بزرگتر وجود دارد.

نیروهای دریایی به ویژه علاقه مند به استفاده از موتورهای ابر رسانایی در زیر دریاییها هستند. این زیر دریاییها می‌توانند با سرعت بیشتری حرکت کنند و علاوه بر این چنین موتورهایی در مقایسه با موتورهای معمولی فضای کمتری اشغال می‌کنند. در نتیجه امکان حمل و تجهیزات و سلاحهای بیشتری توسط آنها میسر می‌گردد. با توجه به این که موتورهای ابر رسانایی نسبت به موتورهای معمولی بسیار کم صدا هستند، بنابراین ردیابی و تعیین محل زیر دریایی به مراتب مشکل تر خواهد بود.

تفنگهای ریلی ابر رسانایی[۱]

[۱] Rael Guns

تفنگهای ریلی بسیار شبیه پرتاب کننده های جرم هستند که در فصل پنجم به آن اشاره شد. این تفنگها همانند توپ برای شتاب دادن به پرتابه ها و رساندن آنها به سرعتهای خیلی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. با استفاده از این وسیله و انتخاب زاویه مناسب پرتاب می‌توان جسم را به سمت هدف پرتاب کرد.

طرز کار تفنگهای ریلی نسبتا ساده است. با استفاده از حلقه آهن ربای مغناطیسی ابررسانایی به جسم شتاب زیادی داده می شود. اگر پرتابه فلزی نبا شد، آن را در یک محفظه مغناطیسی ته باز قرار می‌دهند. محفظه در امتداد مسیر با شتاب زیادی به حرکت در می‌آید و سپس ناگهان متوقف می‌شود. این کار سبب پرتاب جسم می‌گردد.

اخیرا برای استفاه از تفنگهای ریلی در تانک، به جای توپ، تلاشهایی به عمل آمده است. این وسیله می‌تواند در کشتیهای جنگی به منظور انهدام گلوله های ضد کشتی به کار گرفته شود.

WikiPower.ir

تفنگهای لیزری

در ارتباط با ساخت سلاحهای جنگی، تفنگها و توپهای لیزری از اهمیت زیادی برخوردارند. استفاده از مواد ابررسانایی در تهیه چنین وسایلی کاربرد عملی آنها را به میزان زیادی افزایش داده است. لیزرهای قوی نیاز به انرژیهای بالا، در زمانی بسیار کوتاه، دارند. مولدهای ابر رسانایی امکان به کارگیری روش علمی برای تولید برق و ذخیره سازی آن در سیستم SMES (ذخیره کننده انرژی مغناطیسی ابررسانایی) را دارند. در چنین سیستمهایی، سیم پیچهای ابر رسانایی بزرگ که در زیر زمین جای داده می‌شوند، می توانند مقادیر زیادی از انرژی الکتریکی را ذخیره کنند. این انرژی ذخیره شده در هر زمان که لازم باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. چنانچه مولدهای ابر رسانایی و سیستمهای SMES، تا حد مورد قبولی

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بهینه سازی شوند، امکان ا ستفاده از سی ستمهای لیزری قابل حمل در ک شتیها و هواپیما وجود خواهد داشت.

حساسگرهای ابررسانایی[۱]

نقش حساسگرها در سیستمهای دفاعی امروزی بسیار چشمگیر است و چنین به نظر می‌رسد که حتی در آینده موثر تر پیدا خواهد کرد. حساسگرهایی که در روی زمین، کشتیها، هواپیما و ماهواره ها جاسازی می‌شوند قادرند که رخدادهای جهانی را دیده بانی کنند. با به کارگیری فناوری الکترونیکی ابر رسانایی انتظار می رود که حساسگرهایی با حساسیت خیلی بالا ساخته شوند. چنین حساسگرهایی قادر به دیده بانی مناطق بسیار وسیع تری خواهند بود.

WikiPower.ir

[۱] sensors