

کتابخانه
تبریز
ت

کتابخانه
تبریز
ت

۳۱۹۹۹



مرکز اطلاع رسانی وزارت معارف و اوقاف و صنایع مستظرفه
تهران

دانشگاه تربیت معلم

دانشکده علوم

گروه آموزشی فیزیک

۶۹۳۳

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

فیزیک حالت جامد

موضوع :

اثرهای ناخالصی بر روی پهنای گاف انرژی ، آشکار سازهای

نوری ، (سولفید کادمیم)

استاد راهنما : آقای دکتر رضا ثابت داریانی

نگارش : علی نعمتی

شهریور : ۷۹

۳۱۹۹۹

با سپاس از تمامی اساتید محترمی که در این پایان نامه
مرا یاری داده اند ، بویژه استاد محترم آقای دکتر رضا ثابت
داریانی که هرچه دارم از زحمات ایشان است .
آقای دکتر مهدیان ، که همواره راه درست را آشکار
و نهایت همکاری را داشته اند . آقای دکتر نامور که همواره
مشوق اینجانب بوده اند از جناب آقای دکتر نعمت ...
گلستانیان بخاطر همکاری صمیمانه در نگارش این پایان نامه
نهایت سپاس و تشکر را دارم
از آقای رحیم پور که در تهیه لوازم کار عملی پایان
نامه ، دلسوزانه زحمات زیادی را که متحمل شده اند بسیار
سپاسگزارم .

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	چکیده
۳.....	مقدمه
	فصل اول
۱۱.....	برانگیختگی نیمرساناها
۱۲.....	۱-۱- فرایندهای اساسی الکتریکی در یک نوررسانا
۱۴.....	۱-۲- فرایندهای اساسی مابین فوتون و الکترون
۱۸.....	۱-۳- جذب نوری
	فصل دوم
۲۴.....	خواص فیزیکی سولفید کادمیم
۲۵.....	۲-۱- موارد استفاده سولفید کادمیم و روشهای لایه نشانی
۲۵.....	۲-۲- جایگذاری فاز بخار
۳۰.....	۲-۳- روشهای دیگر لایه نشانی
۳۱.....	۲-۴- خواص فیزیکی سولفید کادمیم و شکلهای بلوری آن
۳۴.....	۲-۵- خواص الکتریکی
۳۶.....	۲-۶- عوامل مؤثر در ساختمان لایه سولفید کادمیم
۳۸.....	۲-۷- جهت گیری لایه ها
۳۹.....	۲-۸- اندازه دانه
۴۱.....	۲-۹- تأثیر دما بر جهت گیری
	فصل سوم
۴۴.....	مشخصات دستگاه لایه نازک جهت ساخت لایه سولفید کادمیم

- ۳-۱- دستگاه ساخت لایه های نازک ۴۵
- ۳-۲- ابزار اندازه گیری جریان ۴۷
- ۳-۳- خلوص مواد خام و شرکت سازنده آن ۴۹
- ۳-۴- فیلترهای نوری ۵۰
- ۳-۵- بوته برای تبخیر مواد جهت لایه نشانی ۵۲
- ۳-۶- طریقه استفاده از بوته ۵۵
- ۳-۷- شستشوی زیر لایه ۵۹
- ۳-۸- روش ساخت نمونه های سولفید کادمیم با روش تبخیر درخلاء ۶۰

فصل چهارم

اثر دمای زیر لایه در هنگام لایه گذاری ، بر تغییرات پهنای گاف انرژی

- سولفید کادمیم ۶۵
- ۴-۱- اثر دمای زیر لایه در هنگام لایه گذاری ۶۶
- ۴-۲- مشکلات ساخت دردمای اتاق و دمای بالای 150°C ۶۶

فصل پنجم

- ناخالص سازی سولفید کادمیم ۷۰
- ۵-۱- ناخالص سازی وهم تبخیری ۷۱
- ۵-۲- هم تبخیری ۷۳
- ۵-۳- روشهای ناخالص سازی سولفید کادمیم در آزمایشگاه دانشگاه تربیت معلم تهران ۷۴
- ۵-۴- تزریق ناخالصی مس به سولفید کادمیم خالص ۷۸
- ۵-۵- تزریق ناخالصی نقره به سولفید کادمیم خالص ۷۸
- ۵-۶- تزریق ناخالصی طلا به سولفید کادمیم خالص ۷۸

۷-۵- تزریق ناخالصی آلومینیم به سولفید کادمیم خالص.....	۷۹
فصل ششم	
نتیجه گیری و کارهای بعدی.....	۹۸
۱-۶- خواص لایه نازک	۹۹
منابع	۱۰۵
چکیده پایان نامه به زبان انگلیسی.....	۱۰۹

چکیده :

سولفید کادمیم یکی از مهمترین نیمرساناهاست ، که دردمای اتاق ، گاف انرژی آن ۲/۴۲ الکترون ولت می باشد . لایه های پربلورین سولفید کادمیم ، برای سلولهای خورشیدی ، لیزرها ، ابزار نوری ، مدارهای مجتمع غیر خطی کاربرد فراوانی دارد .
با روشهای تبخیر حرارتی ، تبخیر لحظه ای ، رسوبگذاری فاز بخار ، کندوپاشی فرکانس رادیویی و تبخیر بوسیله پالس لیزر قابل ساخت می باشد .
هدف اصلی ، ساخت لایه های سولفید کادمیم با شفافیت زیاد ، مقاومت ویژه کم ، سمت گیری بلوری مناسب ، برای لایه های رسوبگذاری شده دردمای اتاق می باشد .
سولفید کادمیم به دوشکل بلوری ، شش گوشه ای پایدار و مکعبی فر و پایدار تولید می شود .

اولین قسمت پایان نامه ، تهیه سولفید کادمیم خالص ، برروی زیر لایه شیشه درگستره دمایی اتاق تا ۲۰۰ درجه سلسیوس بود .

دستگاه مورد استفاده برای ساخت نمونه ها ، به روش تبخیر حرارتی دارای یک پمپ دیفیوژن که با آب خنک می شود و یک پمپ مکانیکی است ، پائین ترین فشار قابل دسترسی ، حدود 10^{-6} توراست . جریانی که از بوته عبور می کند ، توسط اتو ترانسفورمر ، حرارت زیر لایه را کنترل می کند . زمان لایه گذاری بوسیله صفحه ای که جلوی زیر لایه را می بندد ، کنترل می شود . پودر سولفید کادمیم ۹۹/۹۹٪ خالص بوده و دربوته از جنس مولیبدن قرار داده می شود . زیر لایه بوسیله المنت از جنس کنستانتان که روی آن قرار دارد گرم می شود . دمای زیر لایه بوسیله ترموکوپل مس - کنستانتان اندازه گیری می شود . برای دمای ۳۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد ، از گرمکن زیر لایه جریان عبور داده می شود . دقت اندازه گیری بین $2 \pm$ درجه سانتی گراد می باشد .

آهنگ رسوبگذاری بوسیله ضخامت لایه و زمان لایه گذاری تعیین می شود . درآزمایشهای ما از دمای اتاق تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد ، تغییر در پهنای گاف انرژی سولفید کادمیم دیده نشد .

دومین قسمت پایان نامه مربوط به ناخالص سازی لایه سولفید کادمیم با فلزات مس ، نقره ، طلا و آلومینیم بود .

ما لایه های نازک ناخالص شده با مس ، طلا ، نقره و آلومینیم را توسط روش تبخیر حرارتی ، با رسانندگی ویژه زیاد تهیه نمودیم .

ما برای تهیه نمونه های سولفید کادمیم ناخالص از دوروش استفاده نمودیم .

۱- مخلوطی از سولفید کادمیم خالص و ناخالصی در بوته

۲- هم تبخیری سولفید کادمیم و ناخالصی

در نمونه های ناخالص شده با مس ، نقره ، و طلا، ما موفق به ایجاد مراکز قله در سولفید

کادمیم خالص شده و قله منحنی جریان بر حسب انرژی فوتون را به سوی انرژی های کم تغییر

دادیم .

مقدمه

مواد حالت جامد را به سه گروه رسانا، عایق و نیمرسانا می توان تقسیم کرد. شکل ۱ گستره تغییرات رسانندگی الکتریکی ویژه، σ ، یا کمیت عکس آن، مقاومت ویژه $\rho = \frac{1}{\sigma}$ را برای بعضی از مواد مهم را نشان می دهد. عایقها، از قبیل کوارتز مذاب و شیشه، رسانندگی ویژه بسیار کمی، از 10^{-18} الی 10^{-8} زیمنس بر سانتی متر (S/cm) دارند. [۱] رساناها از قبیل آلومینیم و نقره رسانندگی ویژه زیادی از 10^2 تا 10^6 زیمنس بر سانتی متر (S/cm) دارند. رسانندگی ویژه نیمرساناها بین رسانندگی ویژه عایقها و رساناهاست.

رسانندگی ویژه نیمه رساناها به دما، روشنایی، میدان الکتریکی و مغناطیسی و مقدار ناخالصی آنها در آن بستگی دارد. این حساسیت ویژه در رسانایی، نیمرساناها را به صورت یکی از مهمترین مواد برای کاربردهای الکترونیکی در آورده است. مطالعه مواد نیمرسانا در اوایل قرن نوزدهم شروع شد. [۲] در جدول ۱ یعنی جدول تناوبی عناصر مندلیف، نیمرساناها رامی توان در گروه II، III، IV، V، VI مشاهده کرد. عنصرهای نیمرسانایی که فقط از یک اتم تشکیل شده اند، از قبیل سیلیسیوم (Si) و ژرمانیوم (Ge) در ستون IV جدول قرار دارند. نیمرسانا های ترکیبی از دو عنصر یا بیشتر تشکیل شده اند، برای مثال ارسنیدگالیوم (GaAs) ترکیبی از دو عنصر گروه های III و V، یعنی ترکیبی از گالیوم (Ga) از گروه III و آرسنیک (As) از گروه V است.

در جدول ۲ بعضی از عناصر نیمرسانای ترکیبی قید شده است. [۱]. سابقه پژوهش در زمینه موادی که به عنوان نیمرساناها شناخته شده اند، اندکی بیشتر از یک قرن است. بیشتر کارهای اولیه انجام شده بر روی این مواد بسیار مشکل بود. به دلیل درجه خلوص بسیار پایین، زیرا استاندارد بودن مواد قابل دسترس، کارهای اولیه، نتایج مبهمی به دست می دادند. تعدادی از مواد که رفتار فلزی در آنها دیده می شد، وقتی که خالص می شدند، به نیمرسانا تبدیل می شدند.

مهمترین وجه تمایز این دسته از مواد نسبت به فلزات، رسانایی الکتریکی با ضریب دمایی مقاومت منفی آنها بود. به این معنا که، مقاومت آنها با افزایش دما کاهش می یافت. در حالی که در فلزات، با افزایش دما مقاومت نیز افزایش می یافت. امروزه این معیارها برای

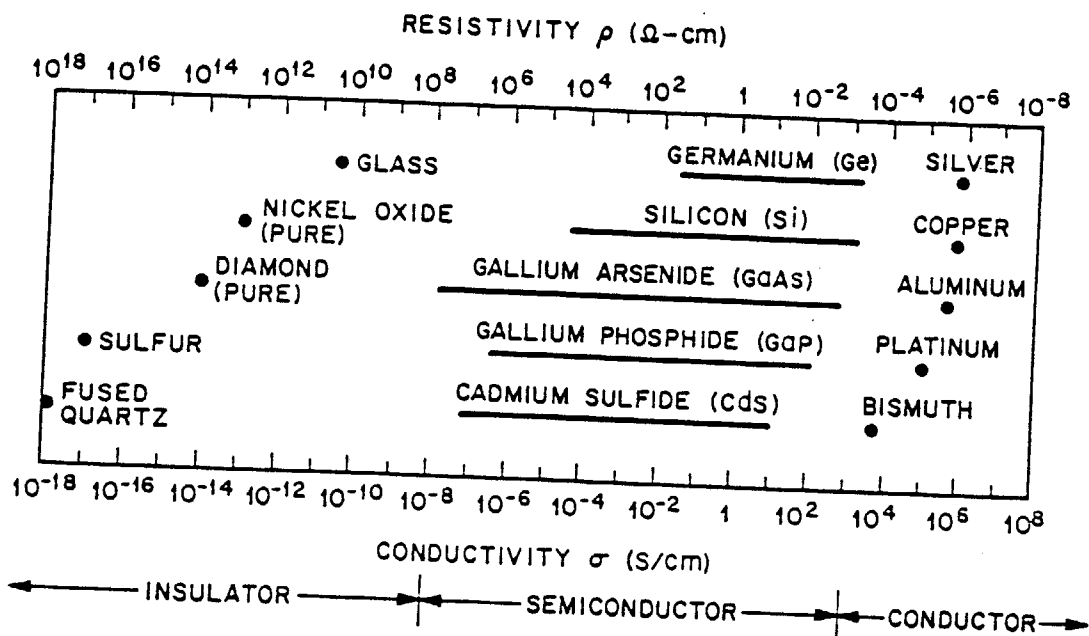


Fig. 1 Typical range of conductivities for insulators, semiconductors, and conductors.

(شکل - 1): بازه رسانایی ویژه برای عایقها، نیمه رساناها و رساناها (م - 1)

Table 2 Element and Compound Semiconductors

Element	IV-IV Compounds	III-V Compounds	II-VI Compounds	IV-VI Compounds
Si	SiC	AlAs	CdS	PbS
Ge		AlSb	CdSe	PbTe
		BN	CdTe	
		GaAs	ZnS	
		GaP	ZnSe	
		GaSb	ZnTe	
		InAs		
		InP		
		InSb		

(جدول - ۲): عناصر نیمه رساناهای ترکیبی (م - ۱)

شناخت کافی نیستند و در گستره دمایی بالا، مقاومت نیمرساناها ممکن است با افزایش دما بیشتر شود، بویژه، اگر شامل مقداری ناخالصی باشد.

برخی لایه های نازک فلزی ضریب دمایی مقاومت منفی از خود نشان می دهند که شمش های بس بلوری^۱ بعضی از فلزات آن جمله اند. که این اثرها اکنون در نتیجه اکسید لایه ها یا شکاف های نهایی جدایی بلوره های منفرد که به فلزات تیتانیوم و زیرکونیوم منتهی می-شود، مانند نیمه رساناها لیست شده و شناخته شده می باشند. باین استثناء به طور کلی می-توان گفت: نیمه رساناهای خالص ضریب دمایی مقاومت منفی دارند.

دو پیشرفت مهم در سال ۱۸۷۳ و ۱۸۷۴ میلادی، کشف پدیده یکسوسازی^۲ [۱] که توسط براون^۳ با استفاده از موادی مانند سولفید سرب^۴ و پیریت آهن^۵ مشاهده شد و پدیده رسانندگی نوری در سلنیوم توسط^۶ آسمیت^۷ [۴] مشاهده گردید. مواد دیگری که عمدتاً سولفیدها و اکسیدهای فلزی و عنصر سیلیکون بودند، بزودی شناخته شدند.

یک تحقیق بسیار عالی توسط آیوف^۸ در روسیه انجام شده بود که خواص عمده مواد نیمه رسانا بدین صورت ذکر کرده است:

۱- ضریب دمایی مقاومت منفی

۲- مقاومت ویژه^۳ ۱۰ تا ۱۰^۶ اهم سانتی متر

۳- توان ترمو الکتریکی بالا، نسبت به فلزات داده شده چه مثبت چه منفی

-
- | | | | |
|--------------------|----------------------|-----------|-----------------|
| 1. polycrystalin | 2. rectification | 3. F.Bran | 4. Leadsulphide |
| 5. iron prites | 6. photoconductivity | 7. Smith | 8. A.F.Loffe |
| 9. photo - voltaie | | | |

۴- اثرات یکسو سازی یا حداقل رفتار اهمی

۵- حساسیت ویژه به نور ، یا از ایجاد فتوولتائیک (نور -ولتاژ) یا تغییر در مقاومت [۵]

همان طور که قبلاً ذکر شد. سلینیوم ماده ای بود که اسمیت با تابانیدن نور بر آن کاهش مقاومت در رسانندگی آن را مشاهده کرد. در اواسط سال ۱۹۳۰ اساس تمام اثرات نور کشف شده بود و به سرعت به تعداد مواد مختلف مطالعه شده اضافه می شد. هنوز جنگ جهانی دوم شروع نشده بود که پیشرفت سریعی در ساخت ، فهم پدیده و تهیه مواد حساس به نور آغاز شد. سلولهای مفیدی که تا آن زمان مورد استفاده واقع می شدند ، عبارت از سلینیوم ، اکسید مس و سولفید تالوس^۱ بود.

توسعه سریع تحقیق حالت جامد در این سالها برای فهم رسانندگی نوری و هم توسعه مواد با حساسیت زیاد فواید بسیاری داشت . رساننده های نوری به طور گسترده ای در آشکارسازهای تابشی ، عناصر کنترل ، کاربردهای کامپیوتر ، دوربین تلویزیونی ، الکتروفتو گرافی ، تقویت پرتو X و دوباره تولید تصویر استفاده می شود. [۶] . یک رساننده نوری ماده ای است که رسانندگی الکتریکی آن می تواند به وسیله جذب نور یا تابش مناسب دیگر افزایش یابد. البته تحت این تعریف هر عایق و نیمه رسانا نیز نور رسانا هستند.

بنابراین نور رسانایی نورمی تواند به عنوان یکی از ابزار اساسی تحقیق حالت جامد استفاده شود، که برای تعیین طول عمر حامل ، تحرک پذیری حامل ، پدیده تله ، موقعیت تراز ناخالصی و سطح مقطع گیراندازی ، مراکز ناخالصی برای حاملهای آزاد مفید می باشند. اگر چه هر عایق و نیمه رسانا ، رسانندگی نوری از خود نشان میدهند. فقط در تعداد بسیار کمی از این مواد با نواقص خاص ، بطور مفیدی ، تغییر بزرگی در رسانایی ، در اثر درخشاندن نور می توان بدست آورد.

امروزه اساس سلولهای تجارتي را بطور گسترده ای ، ژرمانیوم ، سیلیکون ، سولفید کادمیم ، سلینیوم کادمیم ، سولفید سرب ، سلینیوم سرب و تلورید سرب تشکیل می دهند . تحقیق در رسانندگی نوری ، ناحیه وسیعی از شیمی ، فیزیک ،

1-thallos sulfide

بلور نگاری^۱ و فن ذوب فلزات را دربردارد. نور رساناممکن است از مواد آلی یا غیرآلی بلوری یا بی شکل^۲ باشند. آنها ممکن است به فرم تک بلور و یا پودر خرد بلوری^۳ یا لایه های کندوپاشی^۴ شده، لایه سیتر شده، تبخیر، رسوب شیمیایی یا از گلوله (ساچمه های)^۵ ضخیم سیتر شده باشند. خواص آنها به مواد استفاده شده، نقص ایجاد شده در طی رشد، طبیعت اتصال الکتریکی و ساخت رساننده نور (فتو کاندکتیو) و مقدار دمای محیط و فشار اتمسفر بستگی دارد.

رسانایی توسط نور با اهمیت تر از رسانایی الکتریکی ماده است. چرا که توسط حرکت حاملهای ایجاد شده با جذب نور می باشد. در تاریکی، تحت شرایط تعادل حرارتی، حاملهای حرارتی ایجاد شده، حالتی انرژی قابل دسترس آنها به آمار فرمی توزیع شده اند. این الکترون ها و حفره ها حالت های رسانایی را اشغال کرده و رسانایی الکتریکی تاریک مواد را تعیین می کنند [۷].

تحت تابانیدن یکنواخت یک جریان نوری ایستا^۶ ایجاد می شود که با آهنگ تولید نور، با انواع فرآیندهای ترکیب مجدد به تعادل می رسد.

این حاملها تمایل به واهلش^۷ توزیع تعادلی نرمال را دارند، بنابراین پدیده های شامل جذب، ایجاد نور، ترکیب مجدد و فرایند انتقال باهم ارتباط تنگاتنگ دارند.

این دلیلی برای نقش بحرانی رسانایی توسط نور است که در توسعه و فهم فیزیک حالت جامد ایفاء می نماید. مصادف با مطالعات اساسی نور رساناها ظهور و بهره برداری موفق درباره گسترده تکنولوژی و ابزار مورد مصرف این پدیده ایجاد شد. در واقع در اغلب موارد اصل و اساس و علوم کاربردی با تشریح

1- crystallography 2- amorphous 3- microcrystalline 4- sputtered
5- pleete 6- steady state 7- relaxation