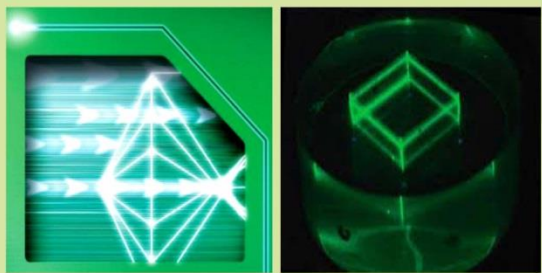
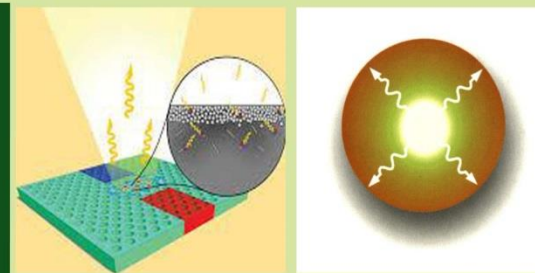


آشنایی با مواد لیانی و کاربردهای آن

Luminescent Materials



جی. بلسی، بی. سی. گرابمایر



G. Blasse, B.C. Grabmaier

آشنایی با مواد لیانی و کاربردهای آن

Luminescent Materials

جی. بلسی و بی. سی. گرابمایر

سیستم اپتیکی از یک شبکه‌ی میزبان و مرکز لیانی به نام «فعال‌ساز» تشکیل می‌شود. مشخصات ویژه‌ای که با این سیستم اپتیکی اندازه‌گیری می‌شود شامل: توزیع انرژی بیناب گسیلی، بیناب برانگیزی (که در حالت ساده اغلب با بیناب جذب یکسان است) و نیز نسبت آهنگ فروافت تابشی بر نوع غیرتابشی در برگشت به تراز پایه است که بهره‌ی تبدیل ماده‌ی لیانی را تعیین می‌کند.

رونتگن در کاوش مواد لیانی پیش‌قدم شد. موادی که در آن با جذب مؤثر پرتو-X و با تبدیل انرژی به بیناب تابشی می‌تواند بر فیلم عکاسی تأثیر بگذارد. پیشرفت‌های اخیر در این زمینه با ظهور فسفرهای ذخیره‌ساز انرژی همراه بوده است. این مواد حافظه‌ای برای ثبت مقدار پرتوهای-X جذب‌شده در نقطه‌ای معین از صفحه‌ی تصویر دارند. روبش صفحه بر اثر تابش لیزر مادون قرمز موجب القای گسیل مرئی می‌شود و شدت گسیل متناسب با مقدار پرتوهای-X جذب شده است.

واژه‌های فسفر و سوسوزن پرتو-X متناظر یک‌دیگر هستند. برخی مؤلفین در کاربرد صفحه‌ی پودر از عبارت فسفرهای پرتو-X استفاده می‌کنند و نیز اصطلاح سوسوزن را به هنگام نیاز به تک‌بلور به کار می‌برند. اما در اصل فرایندهای فیزیکی پدیده‌ی لیانی در این دو نوع یکسان و با فسفرهای پرتو - کاتدی برابری می‌کند (فصل ۷).

بنابراین، زیرمجموعه‌ی دیگری از گستره‌ی تحت پوشش فسفرهای پرتو-X و سوسوزن‌ها که در روش‌های انتگرالی و شمارشی کاربرد دارند، به ترتیب در فصل‌های ۸ و ۹ تشریح می‌شوند. روش انتگرالی شدت نور را در برانگیزش پیوسته اندازه‌گیری می‌کند، به طوری که به مکان ظهور بیناب حساس است و در نهایت یک تصویر در اختیار می‌گذارد. برای مثال تصویرنگاری پرتو-X در تشخیص پزشکی را می‌توان نام برد. حال آن‌که روش شمارشی، تابش برانگیزی از هر تپ را تشخیص می‌دهد و تعداد مراحل برانگیزش را در اختیار می‌گذارد. مثال مشهور کاربرد سوسوزن‌ها در گرماسنج‌های الکترومغناطیس به منظور شمارش فوتون‌ها، الکترون‌ها و سایر ذرات است. در فصل ۸ نحوه‌ی تولید این نوع مواد و نیز فیزیک این پدیده بررسی می‌شود. توموگرافی محاسبه‌ای پرتو-X، مثال ویژه‌ای از این پدیده است. این روش نوعی رادیولوژی پزشکی است که در آن تصاویری از مقاطع داخلی بدن انسان تهیه می‌شود. علاوه بر منبع تابشی پرتو-X نکته‌ی اساسی در آشکارسازی است که در آن حدود ۱۰۰۰ بلور یا سرامیک به منزله‌ی ماده‌ی لیانی قرار دارد و به فوتودیودها یا تقویت‌کننده متصل است. شرط لازم برای عملکرد سیستم رعایت خواص معین و دقیق برای ماده‌ی لیانی است.

با در نظر داشتن مثال‌هایی از رادیوگرافی پرتو X -تبعی ندارد که تابش α و γ را بتوان از طریق مواد لیانی آشکارسازی کرد. معمولاً، این مواد را سوسوزن می‌گویند و به صورت تک‌بلورهای بزرگ به کار می‌روند. کاربرد سوسوزن‌ها، در تشخیص پزشکی مانند توموگرافی گسیل پوزیترون (PET) تا فیزیک هسته‌ای و نیز فیزیک انرژی بالا گسترش یافته است. در کاربرد ویژه‌ی (PET) از تعداد 12000 بلور ($3 \times 3 \times 24 \text{ cm}^3$) برای آشکارسازی الکترون‌ها و فوتون‌ها استفاده می‌شود که در ماشین LEP در موسسه‌ی سرن در ژنو واقع است. مواد سوسوزنی شامل رشد از مذاب با دو روش متعارف بریجمن - استوک و چکرالسکی و همچنین آشکارسازی تابش‌های یون‌ساز، در فصل ۹ بررسی می‌شوند. برای مثال، در رشد بلورهای هالید قلیایی NaI(Tl) ، CsI(Tl) ، BaF_2 و بلورهای اکسیدی شامل $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO) با نقص شبکه‌ای کم، استفاده از تمهیداتی در فرایند رشد، خلوص و استوکیومتری مناسب مواد اولیه، اتمسفر حاکم در فضای رشد، سرعت چرخش بوتله و ... به طور مفصل تشریح می‌شوند. قبل از این که کاربرد فرایند لیانی را به مواد جامد محدود بدانیم، بهتر است از نوعی ایمنی‌سنجی مثال زد که براساس مولکول‌های لیانی تعریف شده است. این روش به منظور آشکارسازی مولکول‌های زیستی در زمینه‌ی ایمنی بدن به کار می‌رود و از سایر روش‌ها که از مولکول‌های رادیواکتیو استفاده می‌شود، به لحاظ حساسیت و ویژگی‌اش برتری دارد. این روش به خصوص در تحقیق بالینی عناصر با غلظت کم به کار می‌رود. برای مثال، می‌توان نمونه‌ها را براساس مشخصه‌ی لیانی و اندازه‌گیری خاصیت لیانی نام‌گذاری کرد.

از سوی دیگر، خاصیت لیانی و بیناب‌نمایی در سنگ قیمتی یاقوت $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}^{3+}$ بررسی شده است و در سال ۱۹۶۰ میلادی، با تأیید میمن در جایگاه اولین لیزر حالت جامد و یکی از با اهمیت‌ترین مباحث براساس پدیده‌ی فیزیک حالت جامد مدنظر قرار گرفته است. این نکته ارتباط بین مواد لیانی و لیزرها را توصیف می‌کند. در سال‌های گذشته نیز مفهوم فرایند لیانی فقط با به‌کارگیری بیناب‌نمایی لیزری امکان‌پذیر بوده است.

در واقع، کاربردهای بی‌شماری مطرح است که بخشی از آن‌ها در فصل ۱۰ بررسی می‌شود. در این فصل به اختصار برخی از کاربردهای یون‌های لیانی در بلور نظیر وارونی تجمع بار، نقش کاوشگری مرکز لیانی، ایمنی‌سنجی با ویژگی لیانی، الکترولیانی، دیودهای گسیل نوری (LED) و لیزرهای نیمه‌رسانا، تقویت‌کننده‌ها و نخستین لیزر مجهز به فیبر نوری و همچنین اثر لیانی در ذرات کوچک مطالعه می‌شود.

سرانجام امید است این کتاب در جلب رضایت علاقمندان به این رشته از فیزیک و در راستای استفاده از مواد لیانی نوین به منظور کاربرد در فضاها، آشکارسازهای سوسوزنی و دوزیمتری و همچنین لیزرها رهگشا باشد. این کتاب را انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای در سال ۱۳۹۳ در ۲۹۵ صفحه به چاپ رسانده است.

این کتاب شامل ۱۰ فصل به شرح زیر است:

- فصل ۱ : معرفی کلی مواد لیانی
- فصل ۲ : چگونگی جذب انرژی برانگیزی در ماده‌ی لیانی
- فصل ۳ : فروافت تابشی به تراز الکترونی پایه : گسیل تابشی
- فصل ۴ : گذارهای غیرتابشی
- فصل ۵ : انتقال انرژی
- فصل ۶ : فسفر لامپ
- فصل ۷ : فسفرها در لامپ پرتو - کاتدی
- فصل ۸ : فسفرها و سوسوزن‌های پرتو - X (روش‌های انتگرالی)
- فصل ۹ : فسفرها و سوسوزن‌های پرتو - X (روش‌های شمارشی)
- فصل ۱۰ : کاربردهای دیگر