

کاربرد اسپکتروسکوپی رامان در بررسی نانوساختارهای نیمه هادی [۱]

اهمیت خاصی برخوردار است زیرا روشی سریع، حساس و غیر تخریبی با صحت بالا است که اطلاعاتی در مورد ویژگی های کریستالی، یکنواختی و ویژگی های الکترونی آن ها در اختیار می گذارد. از جمله اطلاعاتی که اسپکتروسکوپی رامان در مورد ساختارهای نیمه هادی در ابعاد نانو در اختیار می گذارد می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اطلاعات ساختاری مانند تشخیص مواد و ترکیب ساختارها
- مشخصه یابی نیمه هادی ها با تعیین غلظت دوپنت (dopant)
- کیفیت کریستالی، نظم کریستال ها، بررسی نقص های شبکه کریستالی (بی نظمی ها و ناخالصی ها)
- نظم لایه ها
- فشارهای (stress) وارده بر ساختارها و لایه های در ابعاد نانو (وابستگی ویژگی های phonon به فشار)

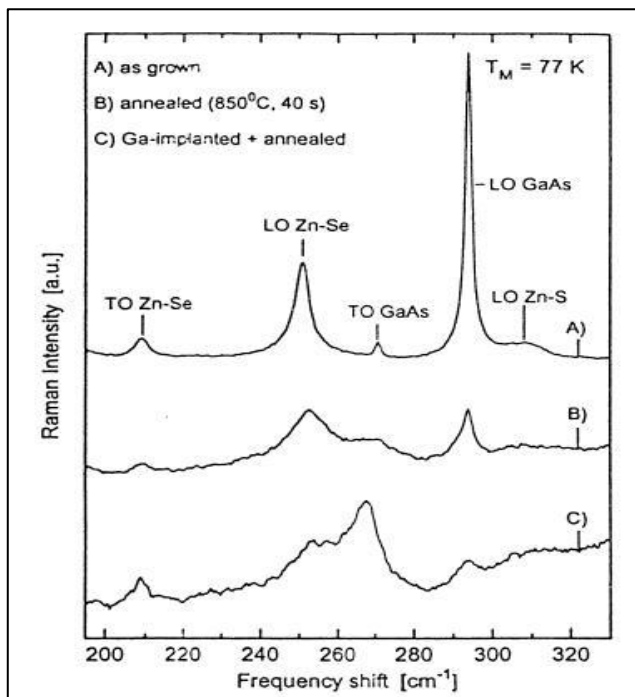
در دهه های گذشته ابزارهای اپتوالکترونیک و الکترونیک کاربردهای بسیار زیادی پیدا کرده اند. از این رو مواد جدیدی در توسعه این ابزارها (سل های خورشیدی، دیودهای لیزری و ابزارهای ناشر نور و ...) بکار برده می شوند که از جمله مهم ترین و پرکاربردترین آن ها نانوساختارهای نیمه هادی مانند:

- quantum wells (two dimensional)
- quantum wires (one dimensional)
- quantum dots (zero dimensional)

این ساختارهای با ابعاد کم ویژگی های نوری و الکترونی جالبی از خود نشان می دهند که به اندازه آن ها وابسته است.

بدلیل ویژگی های متفاوتی که این ساختارها در ابعاد نانو با تغییر سایز و ... از خود نشان می دهند مشخصه یابی آن ها بسیار مهم و مورد توجه است. در بین تمام روش های مشخصه یابی این ساختارها، اسپکتروسکوپی رامان از

بطور واضح قابل مشاهده است. پهن شدگی در پیک های مربوط به ترکیبات پخته شده مربوط به نقص القایی در اثر این پدیده است.



شکل ۱: طیف رامان مربوط به ZnSSe

در شکل زیر نیز بررسی خاصیت نانوکریستالی کوانتوم دات های CdSe توسط اسپکتروسکوپی رامان مشاهده می شود.

- بدست آوردن اطلاعات از سطح و عمق مواد با اعمال طول موج های متفاوت از چند ده نانومتر تا چند میکرومتر.

- بررسی تاثیر دما بر روی ویژگی های متفاوت ترکیبات مورد بررسی

از روی میزان شیف رامان می توان اطلاعاتی در مورد ساختار مواد و نیروهای مکانیکی که بر این ساختارها اثر می گذارند بدست آورد. از روی شدت پیک رامان می توان اطلاعاتی در مورد رفتار رزونانسی و حجم پراکندگی بدست آورد. همچنین از روی پهنای باند در نیمه ارتفاع پیک های رامان می توان اطلاعاتی در مورد طول عمر فونون ها (phonon) و نهایتاً ویژگی های ساختاری نمونه بدست آورد. علاوه بر این ها نظم کریستالی لایه ها توسط قوانین ذاتی در پراکندگی رامان قابل بررسی است.

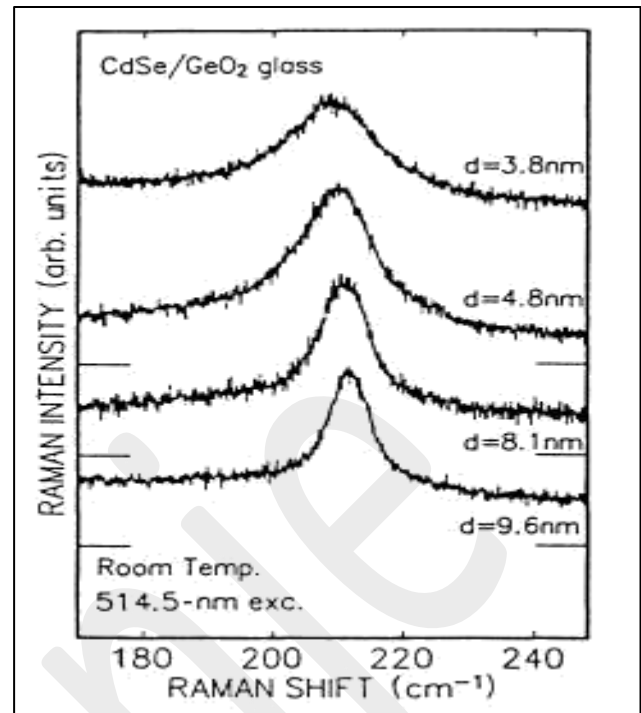
همانطور که از مطالب ذکر شده در بالا می توان فهمید، اسپکتروسکوپی رامان یک ابزار بسیار ایده آل برای بررسی و مشخصه یابی ویژگی های شبکه های نیمه هادی های با ابعاد کم است. در ادامه به چند مورد از موارد کاربردی ذکر شده در بالا اشاره می شود.

شکل زیر پیک مربوط به ZnSSe زمانی که در حال رشد است را نشان می دهد. همچنین در این شکل طیف مربوط به ساختار پخته شده و Ga-implanted بعد از پخته شدن این ترکیب را نشان می دهد که تفاوت ها

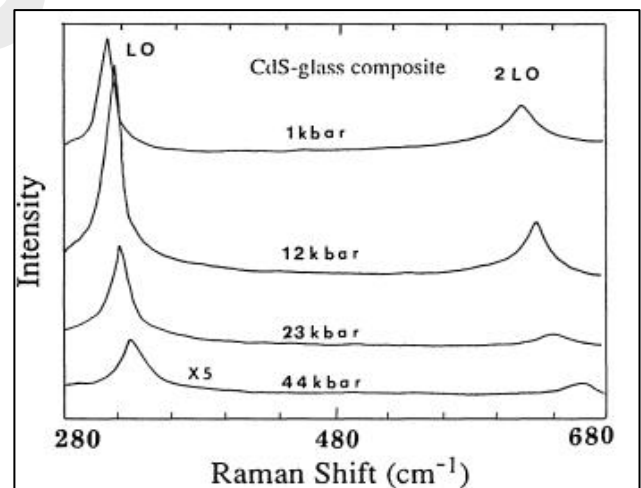
ضمن اینکه شدت پیک ها نیز با افزایش فشار کاهش یافته است.

منابع

1. Long, D.A., *Handbook of Raman spectroscopy. From the research laboratory to the process line.* Edited by Ian R. Lewis and Howell G. M. Edwards. Marcel Dekker, New York and Basel, 2001. Price \$225. Journal of Raman Spectroscopy, 2004. **35**(1): p. 91-91.



شکل ۲: طیف رامان کوانتوم دات های CdSe در دمای اتاق و برای اندازه های متفاوت این ترکیب در ماتریکس شیشه ی GeO₂ همچنین در شکل زیر می توان تاثیر فشارهای مختلف بر روی طیف رامان کامپوزیت CdS-glass را مشاهده کرد.



شکل ۳: طیف رامان کامپوزیت CdS-glass بدست آمده در فشارهای مختلف طیف رامان نشان دهنده افزایش شیفت آبی پیک LO و 2LO کامپوزیت مربوطه را با افزایش فشار نشان می دهد