پنجمین کنفرانس ملی خلأ ایران
پژوهشکده علوم و صنایع غذایی
مشهد مقدس ۱۰ و ۱۱ اسفند ۹۰
Archive of SID

بررسی خواص الکتریکی قطعات ساندویچی لایه نازک پیوند ناهمگن بروموآلومینیوم فتالوسیانین وسرب فتالوسیانین(Al/BrAlPc/PbPc/Al)

عظیم عراقی ، محمداسماعیل؛ مظاهری ،ریحانه

گروه فیزیک دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده

فیلم های لایه نازک با ساختار نانو از بروموآلومینیوم فتالوسیانین و سرب فتالوسیانین که به روش تفنگ پرتوی الکترونی به ترتیب روی زیرلایه شیشه ای نشانده شدند، تهیه گردید. قطعه ساندویچی تشکیل یافته از پیوند ناهمگن بروموآلومینیوم فتالوسیانین و سرب فتالوسیانین Al/BrAlPc/PbPc/Al درآزمایشگاه ما تهیه شد. رفتار الکتریکی AC قطعات باپیوند ناهمگن در بازه ی فرکانسی 10^{2} - 10^{5}Hz ودر بازه ی دمایی ۳۰۳ - ۴۰۳ K مورد بررسی قرار گرفت. در تحقیق حاضر مشاهده شده است که ظرفیت و ضریب پراکندگی با افزایش فرکانس، کاهش و با افزایش دما، افزایش می یابد و نتایج حاصل از اندازه گیری ها با تئوری سایمون مطابقت دارد.

AC electrical behavior of heterojunction Boromoaluminium Phthalocyanine and PbPhthalocyanine thin film sandwich devices

Azimaraghi , Mohammad Smaeil ؛ Mazaheri , Reihaneh

Physics Department,Tarbiat moallem Universitu,Tehran

.

Abstract

Nanostructure thin films of Boromoaluminium-Phthalocyanine (BrAlPc) and PbPhthalocyanine (PbPc) were in order deposed on a glass substrate by electeron beam gun (EBG) technique. Sandwich device composed of heterojunction of BrAlPc and PbPc (Al/BrAlPc/PbPc/Al) were prepared in our laboratory. The AC electrical behavior of heterojunction devices observed over the frequency range 10^{2}-10^{5}Hz and temperature range 303 to 403 K. Capacitance and dissipation factors (tanδ) decrease with increasing frequency and increase with increasing tempeture. The obtaine results from measurements described by the theory of Simmons et al.

PACS NO

.

مقدمه

امروزه با افزایش سطح آلودگی اتمسفر، فتالوسیانین های گوناگونی تحت بررسی قرار گرفته اند.[۱] فتالوسیانین ها (Pcs) دسته نیرومندی از مولکول های کوچک نیمه هادی هستند که در طراحی نانوساختارها استفاده می شوند و کاربردهای وسیعی دارند از قبیل : فوتوولتانیک [۲]، اپتیک غیرخطی [۳] و سنسورهای شیمیایی [٤]. خواص الکتریکی DC قطعات لایه نازک فتالوسیانین های گوناگون بطور گسترده در سال های اخیر مطالعه شده است [۵] ولی به نسبت کار کمتری روی رفتار الکتریکی AC انجام شده است.[٦]

از امتیازات اصلی اندازه گیری های AC این است که اجازه می دهد درون نیمه رسانا بررسی شود که ناحیه ای با رسانش نسبتاً کم

www.SID.ir

Archive of SID

بین سدهای شاتکی است.نوع مکانیسم رسانندگی الکتریکی که در نیمه رساناهای لایه نازک رخ می دهد به عوامل زیادی از جمله نوع اتصال فلز به نیمه رسانای آلی (اهمیک یا شاتکی)، مقدار ولتاژ اعمال شده به لایه و درجه حرارتش بستگی دارد [۷]. مشاهده شده که آلومینیوم، مس، نقره و سرب، اتصال های غیراهمیک با فتالوسیانین ها برقرار می کنند که این از غیرخطی بودن مشخصه جریان – ولتاژ آنها معلوم می شود. [۹و۸] در کار حاضر ما ظرفیت و ضریب پراکندگی (tanδ) لایه نازک پیوند ناهمگن بروموآلومینیوم فتالوسیانین و سرب فتالوسیانین ساندویچ شده با الکترود های آلومینیوم را بررسی کرده ایم.

روش آزمایش

قطعات ساندویچی لایه نازک پیوند ناهمگن Al/BrAlPc/PbPc/Al به روش تفنگ پرتوالکترونی در خلأ 10^{-5} Torr روی زیر لایه ی شیشه ای نشانده می شوند. از آنجا که جنس بستر و تمیزی آن به میزان زیادی در خواص لایه های نشانده شده بر روی آنها تأثیر می گذارد، ما از اسلایدهای شیشه ای پلی بروسیلیکات – که از نظر الکتریکی عایق است و رسانش گرمایی خوبی از خود نشان می دهد – استفاده کرده ایم.

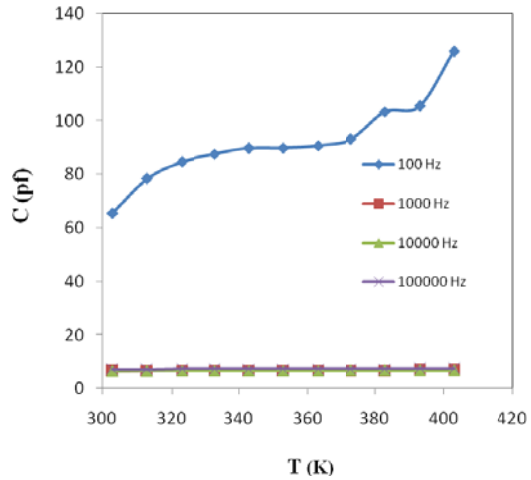
برای ساخت قطعه در خلأ ذکر شده ابتدا اسلاید را با دقت با استون تمیز کرده و سپس لایه ها بر روی آن به روش تفنگ پرتوالکترونی بوسیله بوت مولیبدن نشانده می شوند. تبخیر به وسیله تابش الکترون، یکی از روش های تبخیر می باشد که در آن از الکترون های شتابدار برای تبخیر ماده استفاده می شود. در این روش، می توان تابش الکترون را روی محل خاصی از ماده متمرکز نمود و بنابراین از واکنش بین ماده و بوت جلوگیری کرد. تقریباً تمامی مواد را می توان با این روش، لایه نشانی نمود ولی لزوماً کیفیت لایه حاصل برای تمامی مواد مناسب نخواهد بود. از مزایای این روش تمیز بودن عملیات تبخیر است و مهم ترین عیب این روش ایجاد تبخیرهایی در ساختمان بلوری ماده تحت لایه نشانی است که به دلیل برخورد الکترون های پرانرژی با بلور پایه به دست می آید. برای رفع این خرابی ها باید یک سری عملیات حرارتی بعد از لایه نشانی انجام داد.

تبخیر آلومینیوم با آهنگ $0.7\ nm.s^{-1}$ صورت گرفت و ضخامت در حین لایه نشانی با استفاده از مانیتورکریستالی کوارتز نمایش داده میشد که مشاهده گردید الکترود آلومینیوم با ضخامت 100 ± 5 nm نشانده شد. سپس به ترتیب لایه ی نازک بروموآلومینیوم فتالوسیانین با ضخامت 50 ± 5 nm و سرب فتالوسیانین با ضخامت 100 ± 5 nm روی الکترود آلومینیوم نشانده شد و سیم مسی دیگری جهت برقراری اتصال الکتریکی با چسب نقره به این الکترود متصل گردید. وابستگی ظرفیت و ضریب پراکندگی (tanδ) قطعات ساندویچی آماده شده با ضخامت 350 ± 5nm به دما در بازه ی دمایی K ۴۰۳– ۳۰۳ و در فرکانس های 10^2 Hz، 10^3 Hz، 10^4 Hz، 10^5 Hz با استفاده از دستگاه LCR متر مدل MT080A در غیاب نور جریان تاریک) اندازه گیری شد و مشاهده گردید که با افزایش دما، ظرفیت افزایش می یابد و این بخاطر افزایش تعداد حامل های بار آزاد می باشد. این مسأله در شکل های ۱و۲ نشان داده شده است.

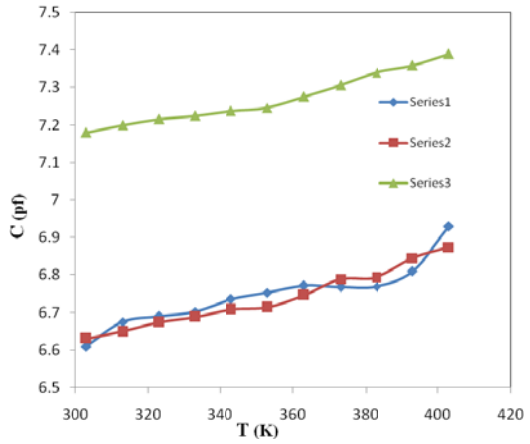
شکل ۳ وابستگی ظرفیت به فرکانس را نشان می دهد که دیده می شود ظرفیت با افزایش فرکانس، کاهش می یابد و این کاهش در دماهای بالا و فرکانس های پایین بسیارشدید می باشد و با کاهش دما و افزایش فرکانس کمتر می شود.

www.SID.ir

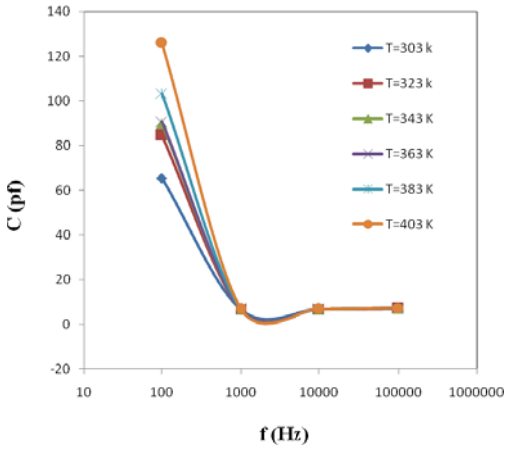
Archive of SID



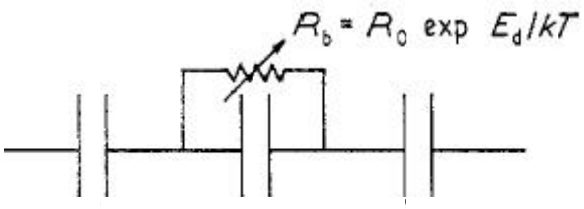
شکل ۱ :تغییرات ظرفیت به دما در فرکانس های ثابت



شکل ۲ : تغییرات ظرفیت به دما در فرکانس های ثابت Hz $۱۰^{۵}$ -$۱۰^{۳}$



شکل۳ :وابستگی ظرفیت به فرکانس در دماهای ثابت متفاوت



شکل٤ :مدار معادل سایمون برای اتصال شاتکی فلز- نیم رسانا

وجود سدهای شاتکی بین الکترود آلومینیوم با فتالوسیانین ها، تأثیر قابل توجهی روی رسانشAC داشته و به علت افزایش ظرفیت با افزایش دما، کاهش ظرفیت با افزایش فرکانس با تغییرات بیشینه در دماهای بالا و همچنین وجود اکسترمم در منحنی ضریب پراکندگی (tanδ) برحسب فرکانس که با افزایش دما به سمت فرکانس های بالاتر انتقال می یابد، مدار معادل سایمون پیشنهاد می شود که طبق مدل سایمون می توان این ساختار را با سه ظرفیت که دوتای آنها ناشی از سد شاتکی در سطح جدایی الکترود AL وفتالوسیانین و دیگری ناشی از توده Pc ویک مقاومت موازی با آنها معادل بگیریم.[۱۰]

در این شکل C_sظرفیت سدهای شاتکی و C_bظرفیت داخلی خازن و R_b مقاومت داخلی خازن می باشد که از رابطه زیر بدست می آید :

$$R_b = R_0 \exp(E_d/KT) \qquad (۱)$$

در این معادله E_dنرژی فعالسازی می باشد و ظرفیت نهایی سیستم با معادله (۲) داده می شود:[۱۱]

$$C = \frac{C_s}{2}\left[\frac{1+\omega^2 R_b^2 C_b\left(\frac{C_s}{2}+C_b\right)}{1+\omega^2 R_b^2\left(\frac{C_s}{2}+C_b\right)^2}\right] \qquad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین در دماهای پایین و فرکانس های بالا معادله ۲ به این شکل می شود :

$$C=\frac{C_s C_b}{2} \qquad (۳)$$

به طور مشابه در دماهای بالا و فرکانس های پایین ، ظرفیت مستقل از ضخامت فیلم و وابسته به ظرفیت سدشاتکی موجود در محل اتصال فلز – نیمه هادی است [۱۲] ومعادله بالا به اینصورت می شود :

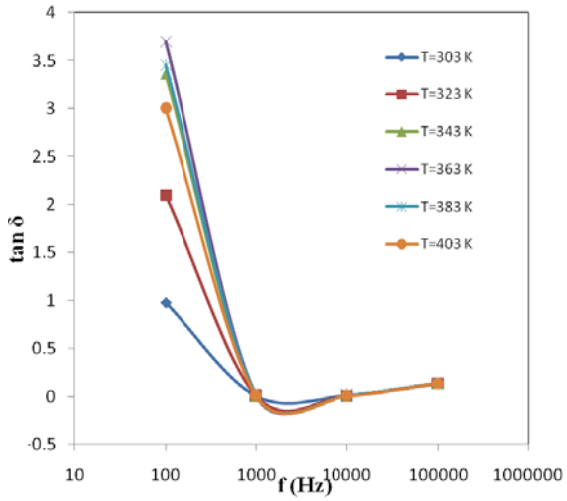
$$C=\frac{1}{2}C_s \qquad (۴)$$

که این مقدار ثابت می باشد. بعلت وجود مقاومت داخلی خازن، اتلاف انرژی داریم و عامل اتلاف از رابطه (۵) بدست می آید :

$$\tan\delta=\frac{1}{\omega R_b C_s} \qquad (۵)$$

تغییرات tanδ بر حسب فرکانس در دماهای مختلف، در شکل ۵ نشان داده شده است که با افزایش فرکانس، ضریب پراکندگی کاهش می یابد و یک اکسترممی با افزایش دما در یک فرکانس ثابت دارد. بطور مشابه در معادله ۳ با در نظر گرفتن مقدار مشابه C_s همراه با ظرفیت اندازه گیری شده C= ۷.۱۷۹ pFدر دمای پایین و فرکانس بالا (۳۰۳ K و 10^5 Hz)

ظرفیت توده C_b به دست می آید :C_b= ۰.۰۵۶ pF



شکل ۵ :وابستگی ضریب پراکندگی (tanδ) به فرکانس در دماهای ثابت

نتیجه گیری

قطعات لایه نازک پیوند ناهمگن بروموآلومینیوم فتالوسیانین و سرب فتالوسیانین با الکترودهای یکسان آلومینیومی با استفاده از روش تفنگ پرتوالکترونی در خلاء بصورت ساندویچی ساخته شد. در محدوده فرکانس های ۱۰۰Hz تا ۱۰۰ kHz در دماهای مختلف در محدوده ۴۰۳ K– ۳۰۳ مشاهده شد که ظرفیت این قطعات نسبت به افزایش فرکانس، کاهش و با افزایش دما، افزایش می یابد. همچنین ضریب پراکندگی با افزایش فرکانس، کاهش یافته و در دماهای مختلف، ضریب پراکندگی اکسترممی مشاهده گردید که با افزایش دما به سمت فرکانس های بالاتر جابجایی پیدا کرده و مقدار آن با افزایش دما، افزایش یافت. این نتایج بدست آمده در توافق خوبی با مدل سایمون می باشد که به علت وجود دو سد شاتکی در محل اتصال فلز با نیمه رسانا، مدار معادل سایمون بررسی گردید.

مرجع ها

[۱] M.E.Azimaraghi. *indian journal of pure&Applied physics*.Vo.**45** (2007) 40-43.
[۲] H.Ding, X.Zhang, M.K.Ram, C.Nicolini, *J.Colloid Interface Sci*.**290** (2005) 166
[۳] J.W, W.J.Blau, *Appl.Phys.B*, **91**,521(2008)
[۴] F.I.Bohrer, C.N.Colesniuc, J.Park, M.E.Ruidiaz, I.K.Schuller, A.C.Kummel, W.C.Trogler, *J.Am.Chem.Soc*.**131**, (2009) 478.
[۵] M.E.Azimaraghi,D.Campbell.*Eur.Phys.J.Appl.Phys*.**43**, (2008) 37-41
[۶] M.E.Azimaraghi, S.Abbasi, *Journal of optoelectronics and advanced naterials* ,**12** (2010)
[۷]R.D.Gould and A.K.Hassan,*Thin Solied Films*, (1990) 193-194
[۸] A.Wilson and R.A.Collins, *Sensors and Actuators*,**12**, 389. 895,(1987)
[۹] A.Tripathi, A.K.Tripathi and A.P.Srivastava, *J.Electrostat*. **16** ,99, (1984).
[۱۰] J.G.Simmons, G.S.Nadkarni, M.C.Lancaster , *Journal of Applied Physics* ***41***, (1970) 545
[۱۱] T.S.Shafai, *Thin Solid Films* **517**, (2008) 1200.
[۱۲] J.G.Simmons, *J.Phys. D: Appl. Phys*. **4**, (1971) 1589

www.SID.ir