SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

No.A483

光吸収分析
Spectrophotometric Analysis

多結晶シリコンウェハのバンドギャップ測定
Band Gap Measurement of Polycrystal Silicon Wafer

半導体の研究・開発では，基本的な物性量であるバンドギャップ（禁制帯幅）の測定が行われます。シリコンウェハのバンドギャップは，波長でおよそ 1000 ～ 1200 nm の波長域にあります。紫外可視近赤外分光光度計で測定する場合，この領域は検出器の感度が低下してノイズが発生し易いため，より感度の高い測定が望まれていました。今回，三検出器搭載型の積分球を内蔵した大形試料室 MPC-603 を開発し，紫外から近赤外までの全ての領域で高感度測定を実現しました。太陽電池等でよく用いられる多結晶シリコンウェハを測定し，オプションソフトウェアであるバンドギャップ計算エクセルマクロを使用して，そのバンドギャップを求めましたのでご紹介します。

M. Sugioka

■測定方法と結果
Measurement and Result

大形試料室 MPC-603 は，光電子増倍管，InGaAs 検出器，PbS 検出器の三検出器を備えた積分球を搭載しています。従来装置では，紫外・可視域に感度がある光電子増倍管と近赤外域に感度がある PbS 検出器の二検出器で全領域を測定していましたが，両検出器の切り替え波長域で感度が低下するという課題がありました。今回，その波長域に感度がある InGaAs 検出器を新たに加え，全測定領域で高感度化を実現しました。

紫外可視近赤外分光光度計 UV-3600 Plus に MPC-603 を装着し，多結晶シリコンウェハの全光線透過率測定を行いました。MPC-603 を装着した UV-3600 Plus の写真を Fig. 1 に示します。比較を行うため，二検出器搭載の従来装置でも同様の測定を行いました。Fig. 2 は両装置で測定したスペクトルの重ね書きで，Fig. 3 はその拡大図です。また，Table 1 に測定条件を示します。800 nm ～ 1000 nm の波長域で，MPC-603 は従来装置に比べてノイズが非常に小さくなっていることがわかります。

Fig. 1　MPC-603 を装着した UV-3600 Plus
UV-3600 Plus Integrated with MPC-603

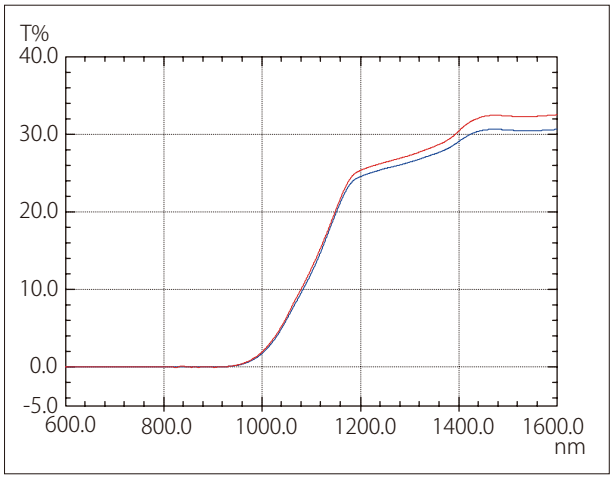

Fig. 2　MPC-603 と二検出器搭載の従来装置で測定した試料の透過スペクトル
（青：MPC-603，赤：従来装置）
Spectra of Sample Measured with MPC-603 and Conventional Model
(Blue: MPC-603, Red: Conventional Model)

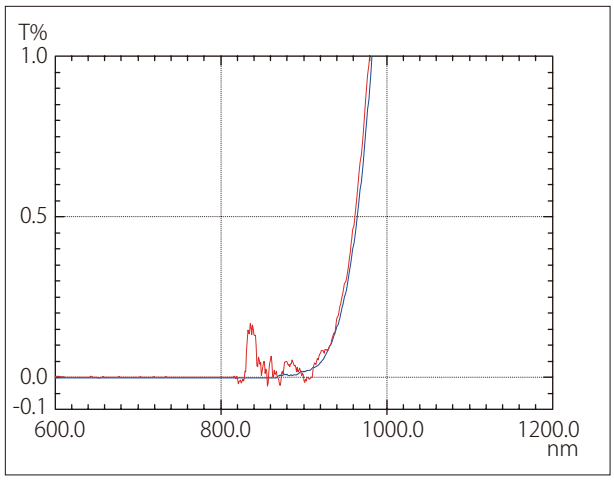

Fig. 3　Fig. 2 の拡大図（青：MPC-603，赤：従来装置）
Expanded Spectra of Fig. 1
(Blue: MPC-603, Red: Conventional Model)

Table 1　測定条件
Analytical Conditions

使用装置	：島津紫外可視近赤外分光光度UV-3600 Plus 大形試料室MPC-603
測定波長範囲	：600 nm ～ 1600 nm
スキャンスピード	：中速
サンプリングピッチ	：1.0 nm
測光値	：透過率
スリット幅	：(20) nm
検出器切替波長	：870 nm，1650 nm

■バンドギャップ計算
Calculation of Bandgap

バンドギャップ計算エクセルマクロを用いて，Tauc プロット法でバンドギャップを計算しました。

測定したスペクトルを Tauc プロット曲線に変換し，その変曲点で接線を引きます。接線が横軸と交わる点（eV 値）が試料のバンドギャップ値となります。Fig. 4 は従来装置で，Fig. 5 は MPC-603 で測定した時に作成した接線を示しています。従来装置ではノイズが大きいため接線が引きにくく，一方で三検出器を搭載した MPC-603 ではノイズが小さくスムーズに接線を引くことができます。MPC-603 で測定したスペクトルを使って，バンドギャップ計算エクセルマクロから求めたシリコンウェハのバンドギャップ値は 1.15 eV でした。

なお，Tauc プロット法の詳細に関してはアプリケーションニュース A428「化合物半導体のバンドギャップ測定」を，バンドギャップ計算エクセルマクロの詳細に関してはアプリケーションニュース A460「二酸化チタンのバンドギャップ測定」をご参照ください。

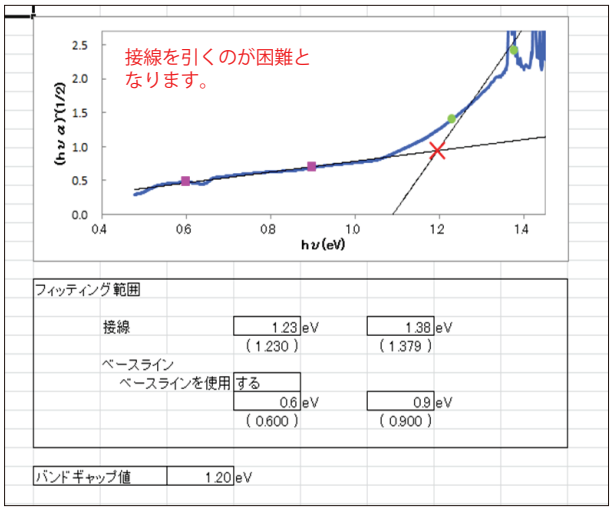

Fig. 4　従来装置で測定したスペクトルを使った接線作成
Tangent Line Obtained by Using a Spectrum Measured with a Conventional Model

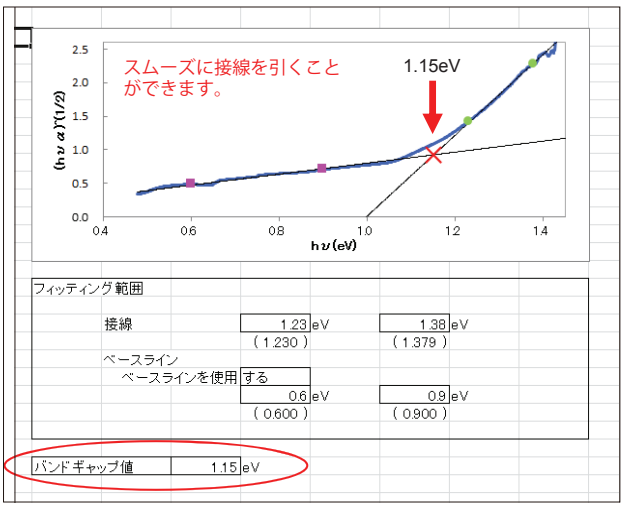

Fig. 5　MPC-603 で測定したスペクトルを使った接線作成
Tangent Line Obtained by Using a Spectrum Measured with MPC-603

■まとめ
Conclusion

三検出器搭載型積分球を内蔵した MPC-603 で多結晶シリコンウェハのバンドギャップを求めました。MPC-603 を使用すると，二検出器型の従来装置より簡便にバンドギャップを求めることができました。近赤外域の高感度測定に MPC-603 は有用であることがわかります。

株式会社 島津製作所　分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2014年8月

島津コールセンター　0120-131691
(075)813-1691

3100-08403-490-IK
2014.8