テラヘルツ時間領域分光法による太陽電池 Si ウェーハーの電気特性評価

Electrical characterization of Si wafers using terahertz time domain spectroscopy

大日本スクリーン製造¹, 京都大エネルギー科学研究科²

⁰溝端一国雄¹, 中西英俊¹, 伊藤明¹, 中嶋一雄², 森下浩平², 村井良多²

Dainippon Screen Mfg.¹, Kyoto Univ.²

^oI. Mizobata¹, H.Nakanishi¹, A.Ito¹, K.Nakajima², K.Morishita², R.Murai²

E-mail: mizobata@prp.screen.co.jp

【はじめに】テラヘルツ(THz)波は 0.1~30THz 領域を指し、光の直進性と電波の透過性を兼ね備えるためその有効性が注目されている[1]。半導体のプラズマ周波数が THz 帯にあるため、半導体デバイスの 重要な物性値であるキャリア濃度、移動度などを非接触・非破壊で測定可能な技術の提案がある[2]。 本報告では京都大学が作製した太陽電池用 Si ウェーハー[3]の電気特性をテラヘルツ時間領域分光法

(THz-TDS) と従来計測法であるホール効果測定による比較を行ったので報告する。

【実験】本評価では上記の抵抗率の違う Si ウェーハーに THz 波を照射し、Si ウェーハーの THz 透過 波計を得た。THz-TDS 装置は大塚電子製 TR-1000 を使用した。得られた THz 透過波形と参照波形から 複素誘電率を導出した。ホール効果測定には東洋テクニカ製 ResiTest8400 を使用した。Si ウェーハー の電気特性値を求めるため、複素誘電率にフィッティングする関数として Drude の理論式[4]を用いた。 フィッティングにより求めた理論式中の各パラメーター(プラズマ周波数、衝突時間、高周波誘電率) からキャリア密度、移動度、伝導度、抵抗率の導出を試みた。

【結論】図 1(a)に THz 分析結果、図 1(b)にホール効果測定結果を示す。N型 Si サンプルは P型より約 3 倍の移動度を有し、抵抗率の大きなサンプルはキャリア密度が小さくなる傾向は概ね一致した。Si ウェーハーの電気特性の非接触、非破壊計測が特徴である THz 分析の有効性を確認した。ただし同一 Lot 内の比較においてキャリア密度と移動度の関係が一致しないサンプルが THz 分析 (Lot.E, ピンク印)、 ホール効果測定(Lot.D,緑印)に見られた。これら両測定の実験精度の精査が必要である。

謝辞:本研究を進めるにあたり多大な協力をいただきました大阪大学レーザー研 斗内研究室関係各位、特に高山和久技術補佐員、金城隆平技術補佐員には THz-TDS 計測、Drude フィッティングに関してご支援を頂いた。感謝申し上げます。

[1] M.Tonouchi, Nature Photonics, 1(2007)97.

[2] D.M.Mittleman, J.cunningham, M.C.Nuss, M.Geva, Appl. Phys. Lett. 71(1997)16.

[3] K.Nakajima, R.Murai, K.Morishita, K.Kutsutake ,Journal of Crystal Growth. 372(2013)121.

[4] P.Drude, Ann. Phys. 1(1900) 566, P.Drude, Ann. Phys. 3(1900) 360.



Fig.1 Relation between carrier density and mobility for the Si wafers . (a)THz-TDS. (b)Hall effect measurements