

THz-PMT を用いた時間分解干渉計による半導体評価の検討

Study on Semiconductor Evaluation Using Time-Resolved Interferometer with THz-PMT

浜松ホトニクス株式会社

○高橋 永斉, 河合 直弥, 杉浦 銀治, 勝山 広太, 大村 孝幸, 里園 浩, 川嶋 利幸

Hamamatsu Photonics K.K.

○Hisanari Takahashi, Naoya Kawai, Ginji Sugiura, Kota Katsuyama, Takayuki Omura, Hiroshi

Satozono, Toshiyuki Kawashima

E-mail: hisanari.takahashi@crl.hpk.co.jp

テラヘルツ(THz)波分光は非破壊かつ非接触な分光ツールとして注目されている。特に THz 波はマイクロ波や可視光と異なり、半導体のキャリア密度などに応じて敏感に応答するため、プロセスモニタリングへの応用が期待されている。既に光励起を含む THz 時間領域分光法(THz-TDS)を半導体評価に適用した報告は多く [1-2]、THz 電界波形の変化とドルーデモデルの比較など詳細に議論されているが、複雑な実験系が必要であり、産業においてはより簡便な計測手法が求められている。近年、我々は THz 光電子増倍管(THz-PMT)と簡便なマイケルソン干渉計を組み合わせた THz 干渉計測を進めてきた [3]。今回、上記手法に対して光励起を組み合わせ、半導体の時間分解干渉計測を試みたので報告する。fs レーザ、THz 発生のための ZnTe 結晶、THz-PMT を用いたマイケルソン干渉計において、光励起パルスの一部を取り出し、遅延ステージを介してサンプルに照射した (Fig. 1)。サンプルは Si ウェハであり、4 端子法からキャリア密度は $10^{17}/\text{cm}^3$ と見積もった。Fig. 2 に典型的な光励起による THz 電界干渉波形の変化を示す。光励起後に THz 波が入射したとき、THz 電界干渉波形の振幅が優位に増大することを確認した。次に、光励起パルスに対して時間遅延を与え、THz 電界干渉波形のピーク変化を評価した。金属ミラーの反射 THz 波形をリファレンスとして比較したとき、光励起なしにおける Si ウェハからの THz 電界干渉波形ピークの振幅反射率は 76 % 程度であり、キャリア密度から予想される振幅反射とリーズナブルな一致を示した。光励起パルスの時間遅延を変化させると、THz 振幅反射率は 84 % に達し、光励起によってキャリア密度が増加したと考えられる。当日はフーリエスペクトルや光励起強度とキャリア密度の関係など議論する予定である。

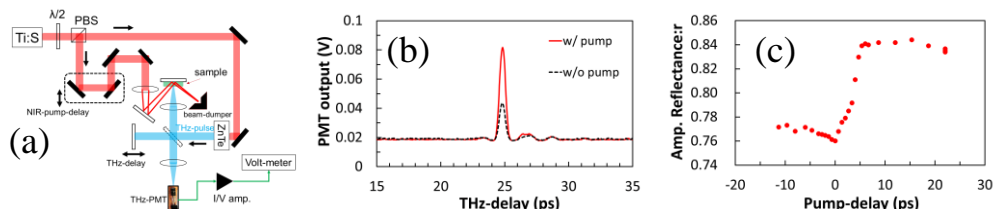


Fig. 1 (a): Experimental setup. (b): THz interferogram reflected from the Si-wafer with or without optical pump. (c): A relationship between amplitude reflectance and temporal delay of optical pump. [1] Appl. Phys. Lett. **107**, 171104 (2015) [2] Opt. Express **32**(12), 21028 (2024) [3] Opt. Express **32**(7), 12774 (2024)