コロナ放電とレーザーテラヘルツエミッション顕微鏡を併用した SiN_x/Si 界面のポテンシャル評価

Evaluation of surface potential of Si with SiN_x layer Using Combination of

a Laser Terahertz Emission Microscope (LTEM) and a Corona Discharge SCREEN¹、阪大レーザー研²、産総研 FREA³

^O伊藤 明¹、望月 敏光³、中西 英俊¹、川山 巌²、斗内 政吉²、白澤 勝彦³、高遠 秀尚³ SCREEN Holdings Co., Ltd.¹, ILE Osaka Univ.², FREA, AIST³,

[°]A. Ito¹, T. Mochizuki³, H. Nakanishi¹, I. Kawayama², M. Tonouchi², K. Shirasawa³, H. Takato³ E-mail: a.ito@screen.co.jp

レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡(LTEM)技術はフェ ムト秒レーザーパルスを半導体等に照射し、放射されるテラヘ ルツ(THz)波を検出、イメージ化する技術である[1]。太陽電池の 変換効率向上には表面再結合速度を低減するための高いパッシ ベーション性能が必須である。我々はLTEM がパッシベーショ ンで重要となる表面電位の観察手法と成り得ることを示してき た[2]。またLTEM とコロナ放電を併用することで SiO₂膜(界面 含む)の電荷量を簡便に求められることを示した[3]。今回、結晶 Si 太陽電池に広く利用されている SiN_x 膜に対して、コロナ放電 と LTEM を用いて評価を行ったので報告する。

図1にLTEM の実験装置構成を示す。Ti:サファイヤレーザー (波長: 800 nm、繰り返し周波数: 80 MHz、パルス幅:約100 fs、 パルス光強度: 100 mW、ビーム径:10 mmφ)を45 度で入射し、 Si ウエハ表面から放射された THz 波を放物面鏡により集光し、 スパイラル型 LT-GaAs 光伝導素子で検出した。図2 に評価サン プルと測定手順について示す。評価試料はn型単結晶 Si(n_d=3.7 ×10¹⁴ cm⁻³、725 µm 厚)ウエハ上に SiN_x 膜(試料 1(屈折率:2.0、膜 厚:94 nm)、試料2(屈折率:2.1、膜厚:82 nm))をプラズマ CVD 法 で成膜した後、焼成を860 ℃で行った。照射径12 mmφのコロ ナ放電により負の電荷を付与した後、LTEM 測定を行った。

コロナ放電によって付与した電荷量とTHz波ピーク振幅強度、 PL強度、ライフタイム(QSS-µPCD)の関係を図3に示す。PL強度、ライフタイムでは、ほぼ同様の結果になった。一方、LTEM 計測の屈折率2.0では電荷量が負に増加するとTHz波ピーク振幅強度が正から負(表面ポテンシャル:蓄積層から反転層)にな る様子が見られたが、屈折率2.1ではTHz波振幅強度が負にな らず変化量が少なかった。屈折率2.1は2.0に比べ導電率が高い ため、付与した電荷が帯電せずに逃げてしまった可能性が考え られる。以上のことから、LTEM はイオンに対する絶縁膜の導 電性の影響を加味したパッシベーション技術評価に利用できる と考えている。

References

[1] 斗内, 応用物理 第84巻 第12号(2015)1101.

[2] T. Mochizuki et al., Applied Physics Letters, 110, 163502 (2017).

[3] 伊藤, 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会(2017) 17p-211-9.



Fig.1 Schematic of the experimental set-up



Fig.2 Schematic of the sample and measurement.



Fig.3 The peak amplitude of THz emission, lifetime and PL intensity as a function of deposited corona charge density with the sample of (a)n=2.0 and (b)n=2.1.