レーザーテラヘルツエミッション顕微鏡を用いた SiN_x-Si 界面の評価

 $Evaluation \ of \ SiN_x\mbox{-}Si \ Interface \ using \ a \ Laser \ Terahertz \ Emission \ Microscope \ (LTEM)$

SCREEN¹, 阪大レーザー研², 産総研³

 O 伊藤 明¹、望月 敏光³、高瀬 恵宏¹、中西 英俊¹、棚橋 克人³、Mitchell Jonathon³、

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, Y. Takase¹, H. Nakanishi¹, K. Tanahashi³, J. Mitchell³,

I. Kawayama², M. Tonouchi², K. Shirasawa³, H. Takato³

E-mail: a.ito@screen.co.jp

半導体へのフェムト秒レーザーパルス励起による光励起キャ リアが電場によって加速され、過渡電流が生じることでテラへ ルツ(THz)波が発生する。レーザーテラヘルツエミッション顕微 鏡(LTEM)技術は、試料の局所電流・電界および誘電分極構造な どをイメージング・検査できる特長を持っており、その産業応 用が期待されている[1,2]。我々は太陽電池セル、モジュールに 対して LTEM 技術の有効性を検証してきた[3-5]。太陽電池の変 換効率の維持、向上のために表面での再結合速度を低減するた めのパッシベーション技術が洗練されてきた。LTEM は原理的 に電界効果パッシベーションで重要となる表面電位を評価して いると考えられ、我々は SiO₂ 膜における LTEM 測定と電気容量 -電圧(C-V)測定の比較を行い相関があることを示した [6]。今回、 結晶 Si 太陽電池で用いられている SiN_x 膜評価のために LTEM 測定を行い、C-V 測定との比較を行ったので報告する。

図 1 に実験装置構成を示す。Ti:サファイヤレーザー(波長: 800nm、繰り返し周波数: 80MHz、パルス幅:約100fs、パルス光 強度:100mW、ビーム径:10mmφ)を45度で入射し、Siウェハ 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。測定に用いたサンプルの 構造を図 2 に示す。n型単結晶 Si(nd=3.7×10¹⁴ cm⁻³、725µm)ウェ ハ上に SiN_x 膜(屈折率:2.0、膜厚:84nm)をプラズマ CVD 法で成 膜した。さらにバイアス電圧下での LTEM および C-V 測定を可 能にするため、ITO 透明導電膜(16mm φ)を用い MIS 構造とした。 バイアス電圧を印加し、THz 波波形を計測した結果を図 3 に 示す。各電圧の THz ピーク振幅(10.5ps)をプロットした結果と

バイアス電圧を印加し、THz 波波形を計測した結果を図3に 示す。各電圧のTHz ピーク振幅(10.5ps)をプロットした結果と C-V 測定結果(周波数:1kHz)を比較したものが図4になる。0V な いし-20 V の電圧掃引に対し試料が安定となるまであらかじめ 掃引を繰り返してある。LTEM 測定、C-V 測定共にヒステリシ スが観測でき、電圧のシフトはあるが2つのカーブの形状は良 く相関していることが分かる。LTEM 測定と C-V 測定のヒステ リシス電圧はそれぞれ 0.9V、0.4V であり、また LTEM 計測の結 果は C-V カーブに比べ約-2.8V(電圧掃引方向:0V→-20V)シフト している。これは LTEM 測定中のレーザー照射により、SiN_x膜 が正電荷を帯びたことによるものと考えられる。LTEM は太陽 電池のパッシベーション膜を含む半導体界面の内部電界を非侵 入的に可視化する検査手法となる可能性がある。

References

- [1] M. Tonouchi, Nature Photonics, **1** (2007) 97.
- [2] M.Tonouchi, 応用物理 第84卷 第12号(2015)1101.
- [3] H. Nakanishi, et al., Applied Physics Express, 5 (2012) 112301.
- [4] H. Nakanishi, et al., AIP Advances, 5 117129 (2015).
- [5] 北村,他,第63回応用物理学会春季学術講演会(2016) 19a-W321-1.
- [6] 伊藤, 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会(2016) 20p-S611-17.



Fig.1 Schematic of the experimental set-up



Fig.2 Schematic of sample structure



Fig.3 Time-domain waveforms of the THz emission from sample under applying voltage

