

光学干渉非接触温度測定法 (OICT) を用いた SiC-Schottky Barrier Diode 内部の過渡的温度測定 Transient internal temperature measurement of SiC-Schottky Barrier Diode using Optical-Interference Contactless Thermometry (OICT)

¹ 広大院先進理工

○藤本 溪也¹, 花房 宏明¹, 佐藤 拓磨¹, 東 清一郎¹

Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

K. Fujimoto¹, H. Hanafusa¹, T. Sato¹, and S. Higashi¹

E-mail: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序>デバイスの小型化・高性能化に伴い、自己発熱による温度上昇がより深刻となり、性能・寿命に影響を及ぼす要因となっている。しかし、従来の測定方法ではデバイス内部の過渡的な温度変化を測定することはできていない。我々はこれまでにウェハ内部を透過する光の干渉を利用した光学干渉非接触温度測定技術 (Optical-Interference Contactless Thermometry : OICT) [1, 2] の開発を行ってきた。OICT を用いることにより、これまでは測定できていなかったウェハ内部の熱拡散過程を直接的にとらえることができる。本研究では、OICT を応用して SiC-Schottky Barrier Diode (SBD) 動作時の内部の熱拡散過程の可視化を試みた。

実験> n 型 4H-SiC ウェハ上に作製した SBD を用いて測定を行った。ウェハ裏面電極はレーザー光を透過させるため部分的に除去した。150 μm 角の Al 電極に順方向パルス電圧 V_F 、パルス時間 $t = 1 \text{ ms}$ を印加してジュール熱を発生させ、同時に反射光測定を行った。測定は、波長 632.8 nm、出力 5 mW の He-Ne レーザーをビームエキスパンダーにより拡大し、ビームスプリッターを介してウェハ裏面より垂直入射させ、10 倍対物レンズを用いたハイスピードカメラ (HSC) により反射光の観察を行った。

結果及び考察> $V_F = 35 \text{ V}$ を印加し、1 ms 経過した際の測定結果を Fig. 1 に示す。電圧印加と同時に、電極を中心とした同心円状の干渉縞が発生し、時間経過とともに周辺部へ向かって広がる様子が観察された。これは、電極部で発生したジュール熱がウェハ内部に拡散し、屈折率が変化する様子を干渉縞の動きとして観察している。次に、熱伝導解析及び光学干渉解析を行い、実測した干渉縞の動きにフィッティングを行ったシミュレーション波形のスナップショットを Fig. 2 に示す。実測波形がよく再現されており、このシミュレーションから得たウェハ内部の 3 次元温度分布を示す (Fig. 3)。電極を中心に急激に温度が上昇しており、パルス電圧印加後 1 ms 経過したときに、ウェハ表面の最高到達温度 342 K を観測した。

結論> ウェハ内部を透過する光を HSC を用いて観察することで、SiC-SBD 動作時のウェハ内部の熱拡散過程を観測し、 μm オーダーでの高い空間分解能でデバイス動作時のウェハ内部の温度を測定することに成功した。

謝辞> 本研究成果の一部は、JST 研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム A-STEP 産学共同 JPMJTR20RS の支援を受けたものです。

文献> [1] H. Furukawa, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 47 (2008) 2460.

[2] A. Kameda, *et al.*, J. Appl. Phys., 127 (2020) 203302.

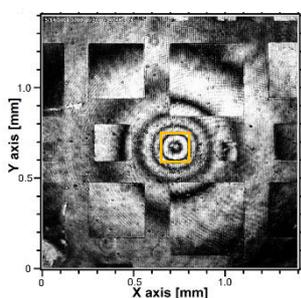


Fig. 1 Interference fringes observed during pulse application at $t = 1 \text{ ms}$ under $V_F = 35 \text{ V}$. A box indicates 150 μm \square Al electrode.

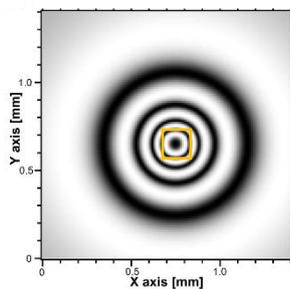


Fig. 2 Simulated interference fringes at $t = 1 \text{ ms}$ under $V_F = 35 \text{ V}$. A box indicates 150 μm \square Al electrode.

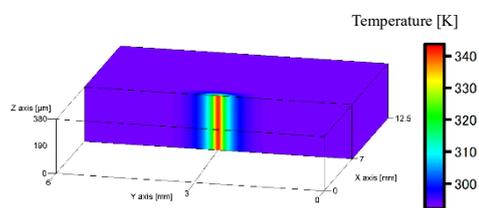


Fig. 3 Measured device temperature at $t = 1 \text{ ms}$ under $V_F = 35 \text{ V}$.