

パルス光伝導法を用いた非接触マルチ測定手法の開発

Development of noncontact multi-measurement using Pulse Photoconductive Method

熊大院自¹, 熊大工² ○(M2)葛川 翔太郎¹, (M2)松山 浩輝¹, (M1)阿部 成海¹,
(M1)熊谷 祐希¹, (M1)島津 裕一郎¹, (B)永友 航太郎², (B)中村 駿佑², (B)中山 雄介²,
小林 一博¹, 久保田 弘¹, 橋新 剛¹, 吉岡 昌雄²

GSST Kumamoto Univ.¹, Faculty of Technology Kumamoto Univ.², °Shotaro Kuzukawa¹,
Hiroki Matsuyama¹, Narumi Abe¹, Yuki Kumagai¹, Yuichiro Shimazu¹, Kotaro Nagatomo²,
Shunsuke Nakamura², Yusuke Nakayama², Kazuhiro Kobayashi¹, Hiroshi Kubota¹,
Takeshi Hashishin¹, Masao Yoshioka²

E-mail: s_kuzukawa@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

1. はじめに

先端デバイスにおいて、ゲート絶縁膜の薄膜化はリーク電流増大等の物理的・技術的課題を招く結果となっている。微細化は今後もなお継続予想となっており、信頼性的な観点も含めた評価技術が重要となる。我々は、絶縁膜の評価法としてパルス光伝導法 (PPCM) を提案している。PPCM は、絶縁膜の誘電分極特性を計測し、電気伝導率を算出する手法である。本稿では、パルス光伝導法を応用した非接触によるマルチ測定手法を提案する。

2. 測定原理・実験

PPCM は分極効果と光電効果を利用し、半導体基板上的絶縁膜の電気伝導率を算出する手法である[1]。絶縁膜にプローブを近づけ、電圧印加とパルス光照射を行う。パルス光により励起されたキャリアは外部電界により絶縁膜中に導入される。この時の過渡的な電圧応答より絶縁膜内電界を計測し、その減衰から電気伝導率を算出する。分極による絶縁膜内電界の減衰は、絶縁膜誘電率 ϵ_{insul} と電気伝導率 σ_{insul} より時定数 $\tau = \epsilon_{\text{insul}}/\sigma_{\text{insul}}$ で表される。この時定数より、電圧印可後パルス光照射までの時間を Δt 、応答電圧信号を $\Delta V(t)$ とすると、電気伝導率 σ_{insul} は次式で表される。

$$\sigma_{\text{insul}} = -\epsilon_{\text{insul}} \frac{\log_{10} \Delta V(t_d)}{\Delta t} \cdot \log_e 10 \quad (1)$$

光電導測定を行うためには、試料には定常的に電流が流れない状態とする必要があり、通常は試料表面にマイラー膜等を使用してブロッキング電極を作製する[2]。PPCM において、絶縁膜試料はシリコン/絶縁膜界面の強反転化した空乏層とプローブ/絶縁膜のエアギャップによってブロッキングされ、各々が回路上で

の容量成分として実際に絶縁膜にかかる電圧を決定する。複数箇所での PPCM 測定を行う場合、容量成分を統一することが理想的であるが、ギャップ容量はギャップ幅により変化するため、その統一は容易ではない。そこで、Fig.1 に示すように、複数のプローブに対して管状 PTFE 材を各々の先端部にはかせるように組込んだ。PTFE 管先端とプローブ先端のギャップをあらかじめ調整しておき、PTFE 管先端が絶縁膜表面に接触することで、調整したギャップの状態で非接触測定を行う。

実際に Fig.1 の構造を用いて、複数のプローブによる PPCM 測定が可能か検証を行った。

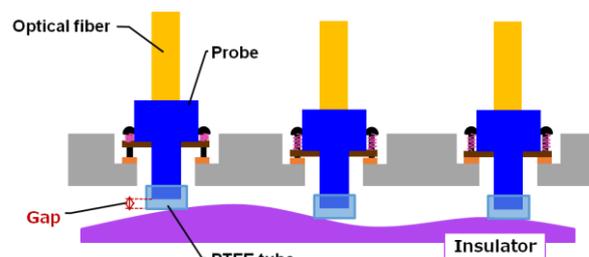


Fig.1: PPCM multi-probe measurement system

3. 結果・考察

P 型シリコン基板に形成した厚さ 14 nm の SiO₂ 膜を試料として、10 本のプローブを用いて応答電圧信号 ΔV を確認することが可能であった。よって、上記構造を用いた非接触によるマルチ測定は可能であると考えられる。

参考文献

- [1] H. Kubota, et al., J. Appl. Phys. **50** [11], 116602 (2011).
- [2] 日本化学会: “新実験化学講座 5 基礎技術 4 電気”, 丸善, (1976) 181-189.