

パルス光伝導測定における誘電分極特性を用いた信頼性評価

Evaluation of reliability using the dielectric polarization characteristic in Pulse

Photoconductive Measurement

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 Kumagae¹, 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

先端の半導体デバイスにおいて、微細化により要求されるゲート絶縁膜の膜厚は更に薄くなっている。薄膜化はリーク電流の増大を招くため、信頼性低下が問題となる。そのため、絶縁膜の信頼性確保のための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。よって本手法では、測定結果が絶縁膜の分極特性により得られたものかを検証する必要がある。本稿では、分極特性を解析することによって、PPCM 測定における信頼性の検証を行う方法について報告する。

2. 測定原理・実験

PPCM は分極効果と光電効果を利用し、半導体基板上の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 Xe 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。

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

式(1)において、 σ_{insul} は絶縁膜の静電容量により算出される。これは、プローブ-絶縁膜間

のエアギャップにおける容量が絶縁膜の容量より十分小さく、無視できるためである。ギャップが非常に小さい場合、その容量を無視できなくなり、 σ_{insul} を正確に算出することは不可能となる。そこで測定時に、 σ_{insul} を正確に算出可能な条件であるか検証が必要となる。

絶縁膜内電界は、電圧印加条件とギャップによって決定する。絶縁膜の容量がギャップの容量より十分大きい場合、それらの条件の違いによって計測される分極の特性は変化しないと考えられる。そこで、印加電圧条件を変化させ PPCM 測定を行うことで検証を行った。

3. 結果・考察

印加電圧条件 10V、6V で計測した分極特性を Fig.1 に示す。10V 印加時の分極特性を左に平行移動させると 6V 印加時の特性が重なることを確認した。よって、分極の特性は印加電圧によって変化しておらず、 σ_{insul} を正確に算出可能な測定条件であることを確認できた。

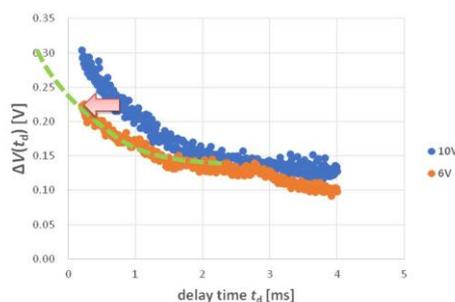


Fig.1: Polarization characteristics when applying 10V and 6V

参考文献

[1] Y. Nishi, et al., J. Appl. Phys. **50** [11], 116602 (2011).