

低温堆積 $\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$ 二層膜による 結晶シリコン表面パッシベーション Surface Passivation of Crystalline Silicon

Using Low-Temperature-Deposited $\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$ Double-Layer

広大院先端研 °小柳 俊貴, 林 将平, 水野 翼, 池田 弥央, 花房 宏明, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

°S. Koyanagi, S. Hayashi, T. Mizuno, M. Ikeda, H. Hanafusa, and S. Higashi

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

序> 結晶シリコンの表面パッシベーション膜として熱酸化法により SiO_2 膜を形成した上に SiN_x 膜を堆積した二層構造の膜を用いることにより、高いパッシベーション効果が報告されている[1]。しかし、熱酸化法は 1000°C 程度の高温を要するため低温で高品質 SiO_2 膜を形成する技術が求められる。これまでにプラズマ化学気相堆積(CVD)法により低温堆積した Si 基板上の SiO_2 膜へ高圧水蒸気熱処理(HWA)を施すことによって、 SiO_2/Si 界面欠陥が低減され、少数キャリアライフタイム(τ_{eff})が向上することが報告されている[2]。本研究では、リモート誘導結合型プラズマ CVD 法で低温堆積した $\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$ 二層膜及び HWA により、高品質パッシベーション膜の形成を試みた。

実験> 厚さ $525\ \mu\text{m}$ n 型 CZ Si(100) ウェハ(比抵抗 $1\text{--}50\ \Omega\text{cm}$)の両面に 1000°C でドライ熱酸化膜を $50\ \text{nm}$ 形成後、表面のドライ熱酸化膜を緩衝フッ酸により除去した。基板表面にリモート誘導結合型プラズマ CVD 法により基板温度 200°C において $t = 10\sim 100\ \text{nm}$ の SiO_2 膜を堆積後、 SiN_x 膜を 250°C で $70\ \text{nm}$ 堆積した。この時、 SiN_x 膜堆積前または後に 260°C 、 $1\ \text{MPa}$ の条件下で HWA を $6\ \text{h}$ 施した。形成した膜における τ_{eff} は、擬定常状態光電導法(QSSPC)により測定した。

結果および考察> 両面熱酸化後 τ_{eff} は $900\ \mu\text{s}$ であったが、基板表面のみ除去した後に異なる膜厚の SiO_2 膜を堆積した試料における τ_{eff} は Fig.1 に示すように $< 25\ \mu\text{s}$ と低い値を示した。この SiO_2 膜上に SiN_x 膜を堆積することで $\tau_{\text{eff}} = 467\sim 1188\ \mu\text{s}$ と大幅な向上が認められた。更に二層膜堆積後 HWA を行ったところ、それぞれの試料における τ_{eff} の顕著な向上は見られなかった。 $\text{SiO}_2(50\ \text{nm})$ 及び SiN_x の単膜ではそれぞれ $\tau_{\text{eff}} = 25, 463\ \mu\text{s}$ であり、これらに HWA を行っても $\tau_{\text{eff}} = 619, 606\ \mu\text{s}$ (Fig. 2) 程度であったことから、 $\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$ の積層構造が表面パッシベーションに有効であることが明らかになった。 SiN_x 膜下層に SiO_2 膜を導入することでウェハ表面の界面準位密度が低減し τ_{eff} が向上したと考えられる。そこで、HWA をより効果的に行うため、 SiO_2 膜堆積後先に HWA を施し、その後 SiN_x 膜の堆積を行った。その結果、 $\tau_{\text{eff}} = 1497\ \mu\text{s}$ の最高値が得られ、 $\text{SiN}_x/\text{SiO}_2$ 積層構造形成後に HWA を行うよりも効果的であることが分かった。

結論> リモート誘導結合型プラズマ CVD 法で低温堆積した $50\ \text{nm}$ の SiO_2 膜に HWA を施し、同様に SiN_x 膜を低温堆積した二層パッシベーション膜において $\tau_{\text{eff}} = 1497\ \mu\text{s}$ の高いパッシベーション効果が得られた。

謝辞> 本研究の一部は、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の施設を用い、最先端・次世代研究開発支援プログラム(NEXT プログラム)の支援の下に行われた。

[1] H. Nagayoshi, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 36 (1997)

[2] T. Sameshima, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 37 (1998)

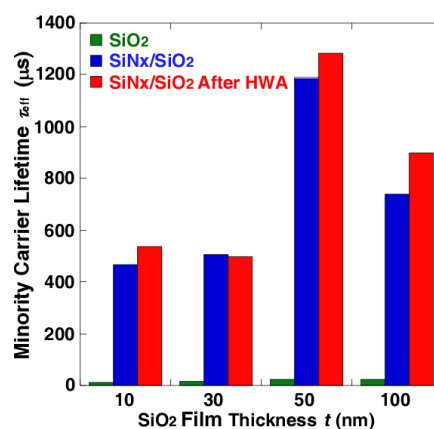


Fig.1. τ_{eff} of passivation films with different SiO_2 thickness.

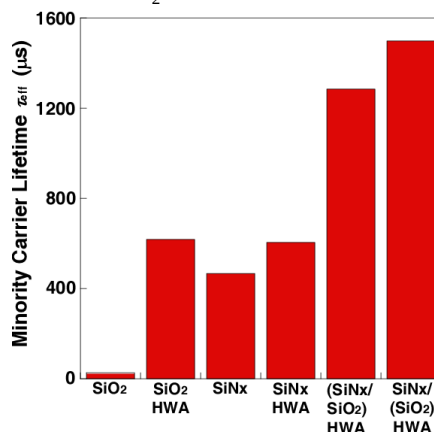


Fig. 2. τ_{eff} of each passivation films.