水素イオン注入援用によるシリコンにイオン注入したボロン原子の低温活性化

H+ ion implantation used to reduce temperature for activating B atoms implanted in silicon

日新イオン機器株式会社¹,東京農工大学², ⁰永尾友一¹,井内 裕¹,立道 潤一¹

安田 圭佑²,上原 拓磨²,蓮見 真彦²,鮫島 俊之²

NISSIN ION EQUIPMENT CO. LTD.¹, TUAT² ^OT. Nagao¹, Y. Inouchi¹, J.Tatemichi¹

K. Yasuta², T. Uehara², M. Hasumi² and T. Sameshima²

E-mail: nagao_tomokazu@nissin.co.jp

Introduction

イオン注入したドーパントの低温活性化は、ガラス 基板上に作製する薄膜トランジスタ(TFT)等半導体 素子の低温作製技術開発にとって必須の課題である。 [1] 我々は、ドーパントである B イオンを注入する前 に、予め H イオンを注入して結晶欠陥を形成しておく

ことにより、Bの低温活性化を試みた。

Experimental procedure

基板厚 500 μm、抵抗率 1500 Ωcm 以上の高抵抗 n型 シリコン基板を用意した。Fig.1 のように H イオンを Si 基板の両面にそれぞれ加速エネルギー8 keV、ドー ズ量 1x10¹⁵ から 2x10¹⁶ cm⁻² で常温注入した。その後 B イオンを Si 基板の両面に加速エネルギー40 keV、ドー ズ量 1x10¹⁵ cm⁻² で常温注入した。そして試料を 200、 250、300°C と段階的に 30 分ずつ加熱した。9.35 GHz マイクロ波を試料に照射して透過率を測定し、フリー キャリヤがマイクロ波を吸収して透過率が低下する 作用から、シート抵抗を非破壊的に求めた [2]。さら に、波長 635nm、強度 0.74mW/cm2 の光を試料に定常照 射し、誘起されたキャリヤによるマイクロ波透過率の低 下を測定し、少数キャリヤライフタイムを見積もった。

Result and discussion

Fig.2 (a)に as implanted と 300°C 加熱後におけるシー ト抵抗の H イオンドーズ量 (片面) による変化を示す。 B イオン注入後のシート抵抗は4.1x10³ から 5.8x10⁴ Ω /sq に分布した。300°C 加熱後、H イオンドーズ量が 0 から 1.5x10¹⁶ cm⁻² に増えるにつれ、シート抵抗は 6.0x10⁴ から 5.2x10² Ω /sq に単調に低下した。H イオン 注入により誘発された Si 結晶欠陥が、B イオンが格子 間から結晶格子位置へ遷移するための活性化エネル ギーを低下させたと考えられる。Fig.2 (b)に少数キャ リヤライフタイムの H イオンドーズ量による変化を 示す。B イオン注入後の少数キャリヤライフタイムは 1.8x10⁻⁶ から 2.9x10⁻⁶ s と低い値で分布した。300°C 加 熱により少数キャリヤライフタイムは増加し、特に H イオンドーズ量を 0 から 1.5x10¹⁶ cm⁻²に増やすにつれ て 5.6 x10⁻⁵ から 1.7x10⁻⁴ s とより大きく増加した。H イオン注入によって、より多くの B が活性化して PN 接合が形成され、電界効果パッシベーションの効果を 得られたためと考えられる。

Conclusion

Hイオン注入援用によるシリコンにイオン注入した B原子の低温活性化を検討した。ドーズ量 $1.5x10^{16}$ cm⁻² のHイオンを注入して、 300° Cポスト加熱したとき、 シート抵抗は最も低く $5.2x10^{2}$ Ω/sq となり、少数キャ リヤライフタイムは最も高く $1.7x10^{-4}$ sとなった。



Fig. 1. Schematic processing steps of H^+ followed by 1×10^{15} cm⁻² B⁺ ion implantation and post heating for each surface



Fig. 2. Sheet resistivity (a) and minority carrier lifetime (b) as a function of dose of H^+ ions for as-implanted samples and samples heated at 300°C. The arrow①is no implanted or heated sample, arrow② is no implanted and 300°C heated sample.

References

 K. Yasuta, M. Hasumi, T. Nagao, Y. Inouchi, and T. Sameshima, The 77th JSAP Autumn Meeting, (Niigata, Japan 2016), 14a-B7-2.
T. Sameshima, T. Motoki, K. Yasuta, T. Nakamura, M. Hasumi, and T. Mizuno, Jpn. J. Appl. Phys. 54. 081302-1-6 (2015).