

大気圧マイクロ熱プラズマジェットを用いた 高移動度 n 型 Ge 膜の作製

Fabrication of high mobility n-type Ge film by Atmospheric Pressure Micro-Thermal-Plasma-Jet

広大院先端研 ° 原田 大夢, 花房 宏明, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

° H. Harada, H. Hanafusa and S. Higashi

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

序我々は、非晶質基板上アモルファスゲルマニウム(a-Ge)膜への大気圧マイクロ熱プラズマジェット(μ -TPJ)照射により高速横方向結晶化(HSLC)を誘起し、チャンネル領域に応用した p 型 Ge-薄膜トランジスタ(TFT)の作製、および n 型不純物の活性化を報告した[1, 2]。本研究では n 型 Ge-TFT の作製に向け、a-Ge 膜にソース・ドレイン部を模擬したコンタクト部分を高濃度に、チャンネルを模擬した細線部分を低濃度にリンイオン(P⁺)をドーブし、 μ -TPJ を照射することで高移動度 n 型 Ge 膜の作製を試みた。

実験石英基板上にプラズマ化学気相堆積法(PECVD)法により a-Ge 膜を 130 nm 堆積後、SiO₂ キャップ層を 50 nm 堆積し、フォトリソグラフィー及び過酸化水素により a-Ge 膜を幅 2 μ m、間隔 2 μ m の格子状にエッチングし、パターンを形成した。その後、P⁺をコンタクト領域にドーズ量 $1.25 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2} \sim 5.00 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、加速電圧 100 keV にてイオン注入した。LPECVD 法により SiO₂ キャップ層を 550 nm 堆積後、大気圧下において Ar ガス流量 1.0 L/min、投入電力 0.9~1.1 kW、噴出孔径 600 μ m より発生した μ -TPJ 前面 2.0 mm において基板を速度 1200 ~ 2000 mm/s で掃引することで結晶化および活性化を同時に行い、HSLC-Ge 膜を形成した。ウェットエッチングによりコンタクトホールを形成後、電極として Al を蒸着法により堆積し、配線を行った。その後、ホール効果測定を行った。

結果及び考察今回作製した HSLC-Ge 膜の電子密度のチャンネル長依存性を調査したところ、予想よりはるかに長距離の不純物拡散が生じている可能性が示唆された(Fig.1)。そこで、 μ -TPJ 照射による熔融 Ge 中での P の拡散係数の見積もり、その結果から不純物濃度の制御を行い、新たに HSLC-Ge 膜の作製した。これらのホール効果測定を行ったところ、電子密度 $3.65 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のときに $\mu_n = 2720 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$ を観測した(Fig.2)。このときの抵抗率は $\sim 10^{-3} \Omega\text{-cm}$ と低い値を示した。このことから、今回の試料では、測定領域において高結晶性 Ge 薄膜が形成されていると考えられる。さらに、 μ -TPJ 照射後の EBSD 図を観察すると、測定領域内に 20 μ m 以上の長距離結晶が形成されていることを観察した。以上の結果より、 μ -TPJ により形成された HSLC-Ge 膜は高移動度 n 型 Ge 薄膜の作製に有効であるものと考えられる。

結論P⁺イオンをドーブした a-Ge 膜への μ -TPJ 照射を行い、結晶化 Ge 膜の評価を行った。 μ -TPJ を用いて結晶化と活性化を同時に行うことにより、高電子密度かつ高移動度の Ge 薄膜の作製をすることができた。

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て行われた。

[1] T. Nakatani *et al.*, Proc. 36th Int. Symp. Dry Process (2015) 41.

[2] 原田他, 第 64 回春期応用物理学会関係連合講演会 (2016), 20p-S423-2.

[3] K. Usuda, *et al.*, IEDM Tech. Dig., (2014) 16.6.1.

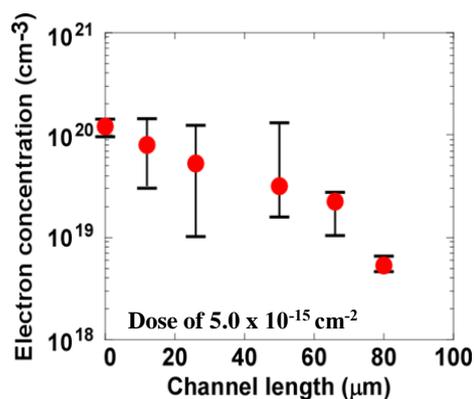


Fig. 1 Channel length and Electron concentration of HSLC-Ge.

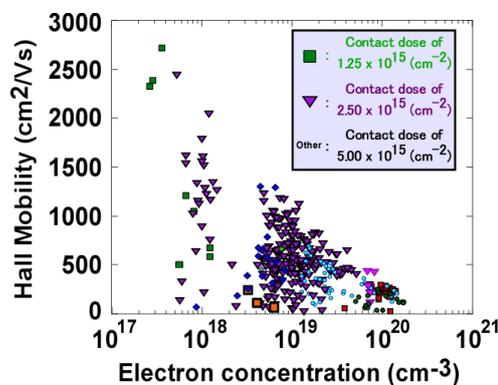


Fig. 2 Electron concentration and Hall mobility of HSLC-Ge.