

リン酸溶液塗布法による低温ポリシリコン膜中への KrF エキシマレーザードーピング

Doping of Phosphorus to Poly-Si Thin Films Coated with Phosphoric Acid Solution by KrF Excimer Laser Irradiation

九州大学¹, 九州大学ギガフォトン共同研究部門², ○妹川 要^{1,2}, 田中 希¹, 諏訪 輝^{1,2},
中村 大輔¹, 佐道 泰造¹, 池上 浩^{1,2}

Kyushu Univ.¹, Department of Gigaphoton Next GLP, Kyushu Univ.²,

Kaname Imokawa^{1,2}, Nozomu Tanaka¹, Akira Suwa^{1,2}, Daisuke Nakamura¹, Taizoh Sadoh¹,
Hiroshi Ikenoue^{1,2}

E-mail: h.ikenoue.834@m.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

フラットパネルディスプレイのスイッチングデバイスである薄膜トランジスタ (TFT) のチャネル材料として、低温ポリシリコン (LTPS) が用いられている。LTPS は a-Si をエキシマレーザーアニーリング (ELA) することにより形成され、基板温度を低温に保つことができることから、プラスチック基板を用いるフレキシブルディスプレイへの適用が可能である。一方で、トランジスタのソースドレインコンタクト形成にはコンタクト抵抗低減のためイオン注入や CVD 等の真空プロセスや高温処理が必要とされ、プラスチック基板や Roll to Roll プロセスとの整合性が低いことが問題となっている。我々はこれまで真空を用いない低温プロセスとしてリン酸溶液中のエキシマレーザードーピングについて報告してきた [1]。しかし、高繰り返し周波数にてレーザー照射する時にリン酸溶液中で発生するバブルによりレーザー光が散乱し、LTPS 表面に損傷を与えることが問題となっていた。本稿では、LTPS 表面にリン酸溶液を塗布する新たなドーピング方法を提案する。

2. 実験

レーザーにはギガフォトン製 KrF エキシマレーザーを使用した。基板は SiO₂(100 nm)/SiN(50 nm)/Glass sub. であり、この基板の上に低圧化学気相成長法 (LPCVD) により a-Si 膜を 50 nm 成膜した。成膜した a-Si 膜に対してフルエンス 400 mJ/cm², 照射回数 20 shots で KrF レーザーを照射して LTPS 膜を形成した。次に作製した LTPS/SiO₂/SiN/Glass sub. をフッ化水素酸で洗浄した後にリン酸コーティング処理を施した。その際、基板表面の親水性を高める UV 処理として基板表面に KrF レーザーを照射した。次に基板をリン酸溶液に浸し、リン酸溶液のコーティングを行った。コーティングした基板に対しフルエンス 300~450 mJ/cm², 照射回数 20 shots で KrF レーザーを照射した。照射後、4 探針抵抗測定, SIMS 分析及びホール効果測定を行った。

3. 結果

図 1 にレーザーのフルエンスに対する LTPS の抵抗率変化を示す。レーザー照射することで抵抗率が急激に小さくなることを確認し、フルエンス 350 mJ/cm² で最小値 0.15 Ω・cm となった。

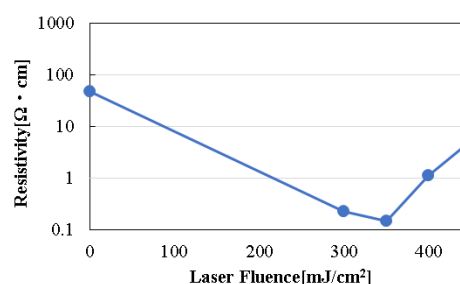


図 1 リン酸溶液塗布した LTPS に KrF エキシマレーザーを 20 パルス、フルエンス 300 mJ/cm²~450 mJ/cm²で照射したときの抵抗率変化

また、図 2 にフルエンス 420 mJ/cm²で照射した膜表面から深さ方向に沿ったリン濃度を示す。

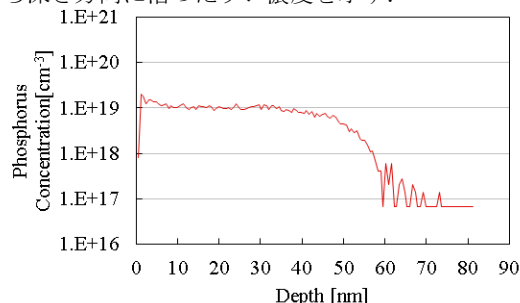


図 2 フルエンス 420mJ/cm²における LTPS のリン濃度の深さ方向プロファイル

リンは膜表面から 50 nm 程度まではほぼ均一に拡散しており、深さ 50 nm までの平均リン濃度は $9.9 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であった。また同じ場所でホール効果測定を行った結果、キャリア濃度は $1.4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, 移動度は $47 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。キャリア濃度がリン濃度に比べて 2 桁程度小さくなっているが、これはレーザー照射により LTPS 中に発生した結晶欠陥がキャリアをトラップしているためと思われる。以上より、リン酸塗布を施した LTPS へのエキシマレーザー照射によりリンのドーピングが達成されると結論づける。

参考文献

[1] A. Suwa et al.: Journal of the SID. Volume 48, Issue 1, May 2017, Pages 430-432