

課題番号 : F-16-RO-0028  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : PH<sub>3</sub> プラズマ処理および大気圧熱プラズマジェット熱処理によるシリコン薄膜の不純物ドーピング  
 Program Title (English) : Impurity doping for Silicon thin films with PH<sub>3</sub> plasma treatment and atmospheric pressure thermal plasma jet annealing.  
 利用者名(日本語) : 新 良太<sup>1)</sup>、東 清一郎<sup>1)</sup>  
 Username (English) : R.Shin<sup>1)</sup>, S. Higashi  
 所属名(日本語) : 1) 広島大学大学院先端物質科学研究科  
 Affiliation (English) : 1) Graduate school of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

### 1. 概要(Summary)

高スループットで大面積に不純物導入が可能であることから、フラットパネルディスプレイなどの大面積エレクトロニクスへの応用も期待されるプラズマドーピング法は、ドーピングガスを含むプラズマに半導体表面を接触させ、基板全体に不純物を導入する技術である[1]。これまでの調査により基板非加熱、バイアス印加無しで PH<sub>3</sub> プラズマ処理を行うことでアモルファス Si (a-Si) 表面にリン(P)層が堆積され、大気圧マイクロ熱プラズマジェット( $\mu$ -TPJ)を照射することで Si 膜の熔融再結晶化過程において高濃度の P が Si 層中に導入されることが明らかとなっている。薄膜トランジスタのチャンネル領域形成などに応用する場合、低不純物濃度層が要求される。そこで、本研究では極薄の SiO<sub>2</sub> 層を拡散制御層として用いた不純物濃度制御法の開発とその不純物拡散モデルの確立を試みた。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

イオン注入装置、2次イオン質量分析装置(SIMS)

#### 【実験方法】

石英基板上に誘導結合型プラズマ支援化学気層堆積法を用いて 100 nm の a-Si 膜を成膜した後、脱水素処理を行ったサンプルに対し、不純物拡散バリア膜として SiO<sub>2</sub> 膜をリモートプラズマ支援化学気層堆積法により 10 nm 成膜した。続いて、0.1%HF により SiO<sub>2</sub> 膜を 0~8nm までエッチングし膜厚を制御した。その後、容量結合型プラズマ装置と PH<sub>3</sub> ガスを用いて生成したプラズマにそれぞれのサンプルを 2 分間さらした。その際、基板非加熱及び電圧印加無しで処理を行った。その後、 $\mu$ -TPJ 照射により a-Si 層の熔融結晶化と P 不純物ドーピングを行った。その後、P 不純物の分布に関して SIMS により評価した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

SiO<sub>2</sub> 膜厚 4 nm においてキャリア濃度は  $6.48 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  となり、SiO<sub>2</sub> 層をバリア層として用いることで低濃度層を形成できることが分かった。また、Fig.1 に SiO<sub>2</sub> 膜中の P 濃度に関して、SIMS による実測値と、P の蒸発及び過渡増速拡散現象[2]を考慮した理論値の比較を示す。SIMS による実測値と理論値を一致させた場合、過渡的な拡散係数は  $D_t = 4.15 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$ 、定常状態の拡散係数は  $D_s = 2.28 \times 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{s}$  となり、いずれも従来報告されている SiO<sub>2</sub> 中の P の拡散係数[3]の値 ( $6 \times 10^{-13} \text{ cm}^2/\text{s}$ ) と比べ大きな値となり、これは急速な昇降温を可能とする TPJ の非平衡加熱によるものと考えられる。

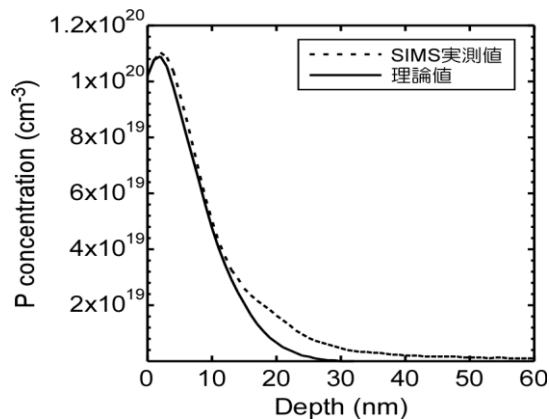


Fig.1. Phosphorus concentrations in the SiO<sub>2</sub> layer with respected to SIMS results and theoretical value.

### 4. その他・特記事項(Others)

- [1] B. Mizuno, et al. Appl. Phys. Lett. **53** (1988) 2059.
- [2] 谷口研二. "シリコン中の不純物原子拡散." 応用物理 **69.4** (2000): 427-434.
- [3] Ghoshtagore R. N., *Solid-State Electronics* **18.5** (1975): 399-406.

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

### 6. 関連特許(Patent)

なし