

課題番号 : F-15-RO-0003
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 一方向成長を促進した非晶質シリコンのレーザーアニール結晶化
Program Title (English) : Crystallization of amorphous silicon with enhanced one directional growth
利用者名(日本語) : 仁枝嘉昭, 浦岡行治
Username (English) : Y. Nieda, Y. Uraoka
所属名(日本語) : 奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科
Affiliation (English) : Nara Institute of Science and Technology(NAIST)

1. 概要(Summary)

近年、非晶質基板上に高移動度を有する材料を低温で形成する技術が求められている。特に、大面積基板上に高移動度半導体材料を形成することにより太陽電池や光デバイスへの応用が期待される。半導体材料として広く利用されているシリコン(Si)では非晶質基板上に結晶化する手法としてエキシマレーザー結晶化法(ELC)が用いられる。ELCでは結晶サイズが小さく粒状結晶となるため移動度は $\sim 200\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度である。さらに移動度を向上させる手法として、連続発振レーザー結晶化法(CLC)が知られており、移動度 $\sim 600\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度の多結晶 Si が報告されている。より高移動度の結晶を得るためには単一の面方位に配向し、結晶粒界のない Si 結晶を作製することが重要である。しかし、CLCにおいて単一の面方位を安定に形成する方法や条件、そのメカニズムについては明らかになっていない。そこで、本研究では、グリーンレーザーを用いた CLCによる単一面方位 Si 結晶化の可能性について検討し、低温結晶化プロセスを確立した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

プラズマ CVD(PECVD)装置

【実験方法】

Fig. 1 に本研究で用いた試料構造を示す。結晶化用試料は、石英基板上に、膜厚 60 nm の非晶質 Si を PECVD により形成し、さらに Cap 層として SiO₂ を PECVD により膜厚 75~180 nm で変化させ堆積した。レーザーアニールには Nd:YVO₄ CW レーザー(波長 532 nm, 最大パワー 18 W)を用いた。回折格子を用いて長軸方向に対して Top-flat 形状を有する、サイズ 280 μm x 40 μm のビームに成形し、スキャン速度 15 mm/s, パワーを 1.2~2.8 W で変化させ試料に照射した。照射した Si の結晶状態は、電子線後方散乱回折法(EBSD)お

よびラマン分光法により評価した。



Fig.1 Cross sectional view of Sample.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 に SiO₂ Cap 層膜厚に対する結晶化プロセスウィンドウの変化、各領域での EBSD 測定から得られた逆極点図を示す。図 2(a)に示すようにレーザーパワー増加に対して結晶化し始めるエネルギー(●プロット領域)で (100)面配向に集中して分布している。さらにパワーを増加させる(▲プロット領域)と(211)面や(111)面に渡って分布することが観察された。

また、Fig. 3 にスキャン回数を変化させたときのラマンスペクトル半値幅の変化および EBSD 測定による Image quality 像(IQ 像)および逆極点図を示す。スキャン回数 10 回以上の試料について、逆極点図で (100)面配向が支配的になる様子が観測された。

一方で、IQ 像では粒状の結晶になる様子が見られ、また、ラマンスペクトルの半値幅が大きくなる傾向が観測された。以上の結果から、SiO₂ Cap 層の膜厚によらず(100)面配向を得ることができ、少ないスキャン回数で結晶性の良い Si 薄膜を形成可能であることが明らかとなった。(100)面配向が支配的になる要因としてはレーザーパワー減少による固液界面の傾斜で説明されると考えている。低パワー領域では固液界面がスキャン方向に対して下側が先行するように傾斜し、Si と石英基板の界面の影響を受けやすくなるためであると考えられる。

6. 関連特許 (Patent)

なし。

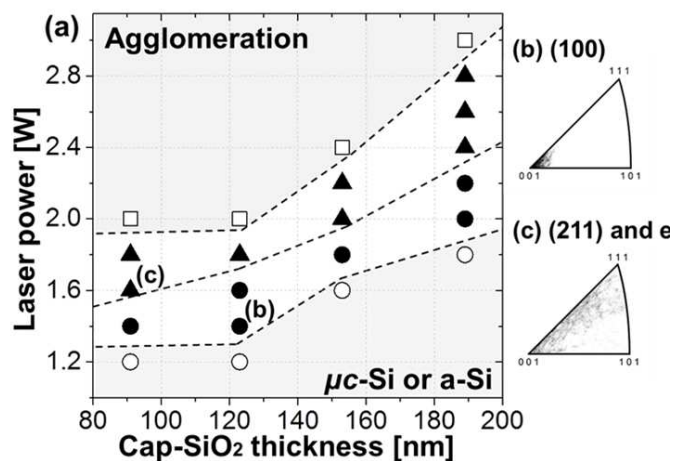


Fig.2 Thickness dependence of SiO₂ cap layer on process window

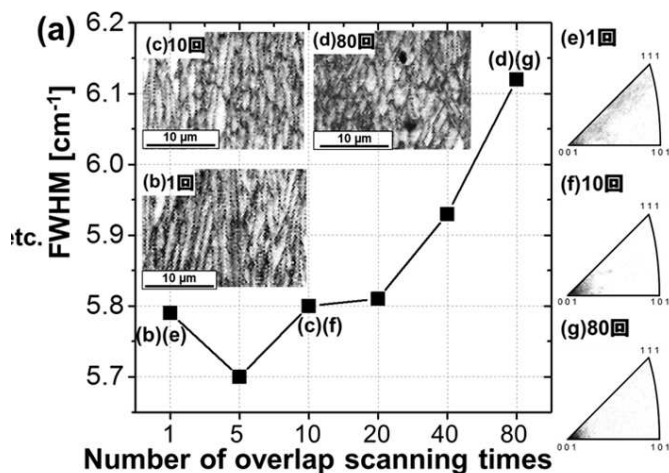


Fig.3 FWHM of Raman Spector depending on scanning number

4. その他・特記事項 (Others)

謝辞

本研究を実施するにあたり、広島大学ナノテクプラットフォーム 横山新先生、田部井哲夫先生、東清一郎先生、村上秀樹先生、花房宏明先生に多大なご協力をいただいた。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) Nobuo Sasaki, Yoshiaki Nieda, Daisuke Hishitani, Yukiharu Uraoka, "LTPS Film Growth of Almost 100% (100) Texture by a Single Scanning