

狭ギャップ高密度水素プラズマによる オンサイト SiH_4 生成装置を用いたシリコンエピ成長

Si epitaxial growth using on-site SiH_4 generator

by narrow gap high density hydrogen plasma

阪大院工, °武居 則久, 篠田 史也, 垣内 弘章, 安武 潔, 大参 宏昌

Osaka Univ., °N. Takei, F. Shinoda, H. Kakiuchi, K. Yasutake, and H. Ohmi

E-mail: takei@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 緒言

我々は、金属級 Si (Metallurgical grade Si: MG-Si) から高純度 Si を作製する一つの手法として、リモート型大気圧プラズマ化学輸送法 (APECT 法) を提案している[1]。本手法では、高密度の水素プラズマによって MG-Si を高速エッチングすることで、 SiH_4 ガスを生成するとともに、化学反応の選択性を利用して金属不純物との分離が可能となる[2]。これまでに SiH_4 の生成量の増大を目指してスリット型プラズマ源を開発し、実験室レベルで使用するのに十分な SiH_4 生成レートが得られることが分かった[3]。そこで、今回は、オンサイト生成した SiH_4 を利用してエピタキシャル Si 膜の形成を狙った。また、固体原料として MG-Si を使い、 SiH_4 の輸送経路に開発した PH_3 除去フィルターを設置することで、P 除去された精製 Si 膜の形成を行った。

2. 実験方法

実験では、開発したスリット型プラズマ源に Si 原料を設置し 2.45 GHz のマイクロ波により水素プラズマを発生し、 SiH_4 の生成を行った[3]。このようにして種々の固体 Si 原料からオンサイト生成された SiH_4 を輸送し、基板温度 950°C にて熱 CVD により Si 基板上への成膜を行った。得られた Si 膜の結晶性について透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて評価した。また、固体原料に MG-Si を用いた場合については、開発した PH_3 除去フィルターの有無による膜中 P 濃度の変化を、二次イオン質量分析法 (SIMS) により評価した。

3. 結果及び考察

MG-Si を原料として Si 基板上に形成した Si 膜の断面 TEM 像と透過電子線回折 (TED) パターンを図 1 に示す。図より、界面近傍に成膜基板の表面汚染が原因とみられる黒点が見られるものの、成長した Si 膜の TED パターンは、スポットが確認されており、このスポットパターンが基板と同一であったことから、Si 膜のエピ成長が示唆される。また、フィルターの有無により得られた膜中 P 濃度を図 2 に示す。フィルターなしの場合では平均 3×10^{17} atoms/cc 程度の濃度で P が含まれているのに対し、 PH_3 除去フィルターを利用することで平均 2×10^{15} atoms/cc 程度まで低減できていることが分かる。フィルターにより P 濃度を、初期の 100 分の 1 以下に低減できることが明らかになった。

4. 結言

水素プラズマにより種々の固体 Si 原料からオンサイト生成した SiH_4 を原料として Si 膜の形成を行った。MG-Si を原料とした Si エピ成長、ならびに PH_3 フィルターによる P の除去を実証した。今後は、形成 Si 膜のさらなる結晶性の改善と物性評価を行う。

[1] H. Ohmi et al., Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 08JD01-1-6

[2] H. Ohmi et al., Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 181506

[3] 篠田他、2015 年度応用物理学会秋季学術講演会講演論文集 (15a-2Q-3)

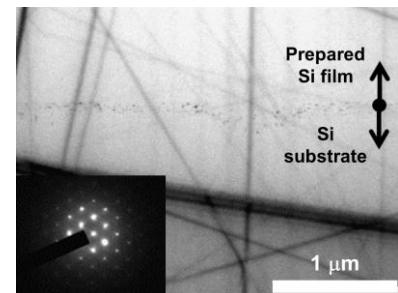


Fig.1 TEM image and TED pattern of the prepared Si film from MG-Si.

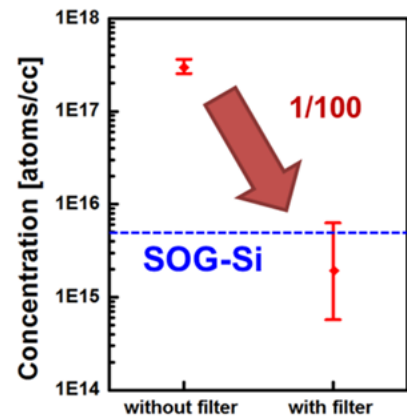


Fig.2 P concentration in the prepared Si film with/without PH_3 filter.