マイクロ波水素プラズマを用いた オンサイトシラン生成器の開発とその応用

Development of on-site silane generator using a microwave hydrogen plasma and its application

阪大院工，°武居 則久，垣内 弘章，安武 潔，大参 宏昌
Osaka Univ. , °N. Takei, 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，マイクロ波により生成される高密度水素プラズマを用い，固体シリコンと原子状水素のダイレクト反応によりモノシラン（SiH_4）を生成し，シリコン膜を形成する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，安定・無毒性の原料を用いて危険･毒性のある SiH_4 ガスをオンサイト生成することで，高圧 SiH_4 ガスを保持する事無く Si の CVD が可能となる．これまで，SiH_4 の生成反応の効率化を目指してスリット型プラズマ源を開発し[2]，オンサイト生成した SiH_4 を利用してエピタキシャル Si 膜の形成に成功してきた[3]．また，B や P などの不純物が規定量ドープされた固体 Si を用いた場合には，PH_3 や B_2H_6 など，SiH_4 以上に危険なドーパントガスを用いること無く，伝導型と抵抗率が制御された Si 膜の形成が可能となる．そこで種々の Si 膜形成への応用を目指し，本生成器における SiH_4 生成特性やドーパントの膜中への輸送特性を詳細に調査した．

2. 実 験 方 法

図 1 に，実験装置系の概略図を示す．スリット型プラズマ源に Si 原料を設置し，マイクロ波（2.45 GHz）により水素プラズマを発生させ，SiH_4 の生成を行った．オンサイト生成された SiH_4 を用いて熱 CVD により Si 基板上へ Si 膜を形成した．ここで，種々のドーピングタイプ・濃度の Si 原料を用い，それらのエッチング特性およびドーパントの輸送特性を調査した．エッチング量の評価には電子天秤を，膜中の不純物濃度の評価には二次イオン質量分析法 (SIMS) を用いた．

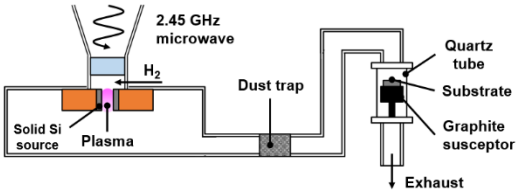

Fig.1　Schematic illustration of the remote-type APECT method.

3. 結果及び考察

図 2 に，本手法の B，ならびに P 不純物の輸送特性を示す．図より B は原料中の 1/100 程度が輸送され，P はほぼ 100%が輸送されることが分かった．一方，各種原料のエッチング速度を比較したところ，不純物元素による差異はみられなかったが，抵抗率については，p 型，n 型ともに 10 Ω·cm から 10^{-3} Ω·cm への低下により，25%程度のエッチング速度の減少がみられた．

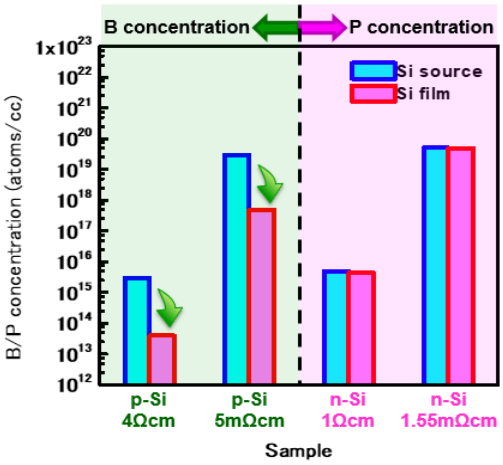

Fig.2　B/P concentrations in Si sources and Si films.

4. 結　　言

水素プラズマにより，予め不純物がドープされた Si 原料からオンサイト生成した SiH_4 を用いて Si 膜の形成を行うことで，危険・毒性のあるドーピングガスを用いること無く伝導型・抵抗率が制御された Si 膜の形成が可能であることが分かった．当日は，本手法の他の応用例についても紹介する．

[1]　H. Ohmi et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **49**, 035202 (2016).
[2]　N. Takei et al., J. Phys. D: Appl. Phys. (*submitted*)
[3]　武居他，2016 年度応用物理学会秋季学術講演会講演論文集 (16p-B7-7).

© 2018年 応用物理学会