

課題番号 : F-21-IT-014
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ダイヤモンド量子センサの研究
Program Title (English) : Study on diamond quantum sensors
利用者名(日本語) : 波多野睦子
Username (English) : Mutsuko Hatano
所属名(日本語) : 東京工業大学電気電子系
Affiliation (English) : Tokyo Institute of Technology, Department of Electrical and Electronic Engineering
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、合成、ダイヤモンド、量子センサ

1. 概要(Summary)

ダイヤモンド中の NV センタを用いた量子磁気センサの高感度化には、CVD 法によるダイヤモンド膜の合成速度の向上が必要である。今回、東京工業大学のマイクロ波プラズマ CVD 装置を用いて、NV センタを含むダイヤモンド膜の高速成長を実施した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

マイクロ波プラズマ CVD 装置

【実験方法】

本研究では、高いプラズマパワー密度(103 W/cm^3)を用いることで合成速度の向上を試みた。NV センタを含むダイヤモンド膜を堆積するために、水素ガス(500 sccm)、メタンガス(下記に記載)、窒素ガス(0.002 sccm)を用いた。合成温度は 800°C で一定にした。合成条件は以下の通りである。

- (a) パワー密度 32 W/cm^3 , $\text{CH}_4=0.16 \text{ sccm}$
- (b) パワー密度 66 W/cm^3 , $\text{CH}_4=0.16 \text{ sccm}$
- (c) パワー密度 103 W/cm^3 , $\text{CH}_4=0.16 \text{ sccm}$
- (d) パワー密度 32 W/cm^3 , $\text{CH}_4=0.08 \text{ sccm}$
- (e) パワー密度 66 W/cm^3 , $\text{CH}_4=0.08 \text{ sccm}$
- (f) パワー密度 103 W/cm^3 , $\text{CH}_4=0.08 \text{ sccm}$

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に合成速度のパワー密度依存性を示す。パワー密度が増加するほど、合成速度が増加していることが確認できる。また、 CH_4 流量が 0.16 sccm のときは、島状の成長(Island growth)が確認できた。一方でメタン流量が 0.08 sccm のときのみ、NV センタの高感度化に有効なス

テップフロー成長(Step flow growth)が確認できた。これらの結果より、高いパワー密度(103 W/cm^3)により、ステップフロー成長を保ちながら高速な成長($6.6 \mu\text{m/h}$)を実現できた。この値は、先行研究($0.5 \mu\text{m/h}$)の値に比べ 10 倍以上高い値である。

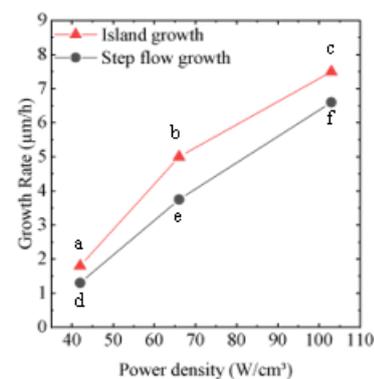


Fig. 1 Dependence of diamond growth rate on plasma power density.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Tsuji et al, 4th International Forum on Quantum Metrology & Science, Dec. 2021, online.

6. 関連特許(Patent)

なし