

課題番号 : F-21-NM-0063  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 熱拡散法による Nb<sub>3</sub>Sn 成膜における核生成時の表面観察  
 Program Title (English) : Observation of the nucleation surface in Nb<sub>3</sub>Sn coating by vapor diffusion  
 利用者名(日本語) : 高橋光太郎  
 Username (English) : K. Takahashi  
 所属名(日本語) : 総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究所  
 Affiliation (English) : Department of Accelerator Science, SOKENDAI  
 キーワード/Keyword : エネルギー関連技術、形状・形態観察、超伝導加速空洞

### 1. 概要(Summary)

現在、医療用 RI 生成の効率化や、大量の水の浄化・滅菌などの医療・産業分野に向けた高効率超伝導加速器に向けて Nb<sub>3</sub>Sn 加速空洞が注目されている。

空洞への Nb<sub>3</sub>Sn 成膜手法として Sn および SnCl<sub>2</sub> を拡散および蒸発させ Nb 基板に Nb<sub>3</sub>Sn 膜を成膜する熱拡散法という手法が用いられている。SnCl<sub>2</sub> を蒸発させ Nb 基板上に Nb<sub>3</sub>Sn の核となる小さな Nb-Sn 化合物を生成する工程を核生成工程と呼び、基板上に高い密度で核を生成することで高効率な Nb<sub>3</sub>Sn 空洞を実現できる。本研究では、申請者のグループが保有する成膜装置で条件の異なる核生成工程を行った複数のサンプルの表面を観察した。観察後に、画像解析を行うことで核生成工程における最適な温度および時間を調査した。

### 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 走査電子顕微鏡 (FE-SEM)

【実験方法】

装置利用前に KEK に設置してある空洞用 Nb<sub>3</sub>Sn 成膜装置を利用し、Nb 基板上に核を生成した。本実験では成膜時の SnCl<sub>2</sub> 蒸気圧を高めるためにサンプルホルダーにニオブ蓋を設置し、異なる成膜条件での成膜を行った。Table 1 に成膜した核生成条件を示す。なお、サンプル番号 1 は従来の成膜条件で利用しているパラメータである。

**Table 1 Nucleation conditions for the observed samples**

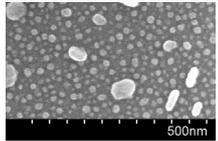
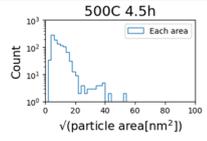
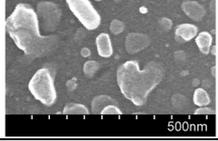
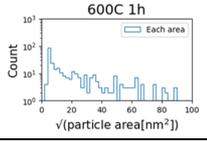
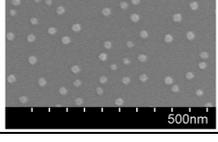
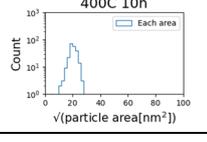
番号	成膜装置温度 [°C]	成膜時間 [h]	ニオブ蓋
1	500	4.5	なし
2	500	4.5	あり
3	500	1	あり
4	500	10	あり
5	600	1	あり
6	400	10	あり

成膜後、サンプル表面を NIMS 微細加工プラットフォーム内にある走査電子顕微鏡を用いて観察し複数箇所 SEM 図を撮影した。観察した SEM 図に対して ImageJ による画像解析を行い、Nb 基板上の核の面積と面積密度を評価した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Table 2 にサンプル番号 1、5、6 の SEM 図および核の面積の分布、基板に対する面積比を示す。

**Table 2 SEM image and nucleus areas for each sample**

番号	SEM 図	核の面積 ヒストグラム	面積比[%]
1			18.6
5			35.4
6			6.2

画像解析の結果、従来の成膜条件であるサンプル 1 に比べて成膜温度が低温かつ成膜時間が長いサンプル 6 では、核の面積のばらつきがない核生成が行われていた。またサンプル 5 ではサンプル 1 に比べて核の面積のばらつきが大きい Nb 基板上での核の面積密度が高かった。

今後、サンプル 5 およびサンプル 6 の条件を用いて Nb<sub>3</sub>Sn 成膜・評価を行い空洞への成膜条件を決定する。

4. その他・特記事項(Others) なし

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

6. 関連特許(Patent) なし