

課題番号 : F-17-AT-0049  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 超伝導薄膜の性能向上に関する研究  
Program Title(English) : Study for the enhancement of the transition property of superconducting films  
利用者名(日本語) : 冨塚裕真<sup>1)</sup>, 全伸幸<sup>2)</sup>  
Username(English) : Y. Tomitsuka<sup>1)</sup>, N. Zen<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 横浜国立大学工学研究院, 2) 産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門  
Affiliation(English) : 1) Graduate school of Engineering, Yokohama National University, 2) Nanoelectronics Research Institute, AIST  
キーワード/Keyword : 超伝導薄膜、リソグラフィ・露光・描画装置、形状・形態観察、分析

## 1. 概要(Summary)

ニオブ超伝導薄膜の性能向上を目指し、ニオブ自立膜を作製する。ニオブ自立膜に周期的な貫通穴が有るものと無いもので超伝導転移特性を比較する。ここで、周期的貫通穴の間隔は  $1\ \mu\text{m}$  以下と微細であるため、加工の際には電子ビーム描画装置が必要である。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

電子ビーム描画装置

### 【実験方法】

ニオブの自立膜を形成させるため、ニオブの下地に犠牲層となる  $\text{SiO}_2$  を成膜する必要がある。 $\text{SiO}_2$  と Nb の成膜は産総研の超伝導アナログ-デジタル専用クリーンルーム(CRAVITY)において実施した。電子ビームによるパターンニングおよび反応性イオンエッチング(RIE)による Nb のエッチングを実施した後、犠牲層エッチングはマイクロナノオープンイノベーションセンター(MNOIC)において実施する。本支援における電子ビーム描画および Nb エッチングのプロセス条件は次のとおり:

電子ビーム描画: 電圧 50 kV、電流 0.1 nA

RIE: 反応ガス  $\text{SF}_6$ 、圧力 5.0 Pa、RF 電力 80 W

また、設計した貫通穴寸法等は次のとおり:

- (i) 貫通穴直径  $1.5\ \mu\text{m}$ 、貫通穴の間隔  $300\ \text{nm}$
- (ii) 貫通穴直径  $2.9\ \mu\text{m}$ 、貫通穴の間隔  $300\ \text{nm}$
- (iii) 貫通穴直径  $14.7\ \mu\text{m}$ 、貫通穴の間隔  $300\ \text{nm}$

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

電子ビームパターンニングおよび Nb エッチングを実施した後の SEM 像を Fig. 1 に示す。

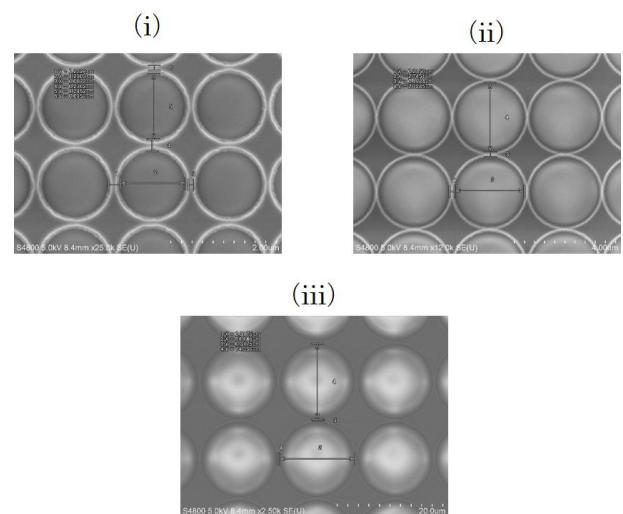


Fig. 1 SEM images of perforated Nb of different designs (i), (ii), and (iii).

加工後の貫通穴寸法等は次のとおり:

- (i) 貫通穴直径  $1.2\ \mu\text{m}$ 、貫通穴の間隔  $220\ \text{nm}$
  - (ii) 貫通穴直径  $2.7\ \mu\text{m}$ 、貫通穴の間隔  $210\ \text{nm}$
  - (iii) 貫通穴直径  $14.5\ \mu\text{m}$ 、貫通穴の間隔  $317\ \text{nm}$
- いずれのパターンも直径は設計値より小さくなる傾向にあるが、間隔は直径との関係で決まるものと思われる。今後は犠牲層エッチングを実施する予定である。

## 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。