

課題番号 : F-21-AT-0057
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 超電導量子回路に向けた高 Q 超電導共振器の開発
 Program Title (English) : Development of high-Q superconducting resonator for superconducting quantum circuit
 利用者名(日本語) : 大内崇
 Username (English) : Shu.Ouchi
 所属名(日本語) : 東京理科大学 理学研究科 物理学専攻、産総研
 Affiliation (English) : Tokyo University of Science, Graduate School of Science, Department of Physics, AIST
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、超電導、スパッタ、表面解析、結晶性

1. 概要(Summary)

超電導量子回路に使用される超電導材料である、Nb、TiN、Ta をスパッタで成膜を行い、XPS、XRD を用いて膜表面の物性、および超電導体膜の結晶構造について解析する。超電導共振器の Q 値が超電導体の表面、結晶性にどのような影響を与えるのか解析する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

X 線回折装置(XRD)、エックス線光電子分光分析(XPS)装置

【実験方法】

XPS と XRD による超電導薄膜の表面、結晶性解析
 「Si 基板の洗浄前後」

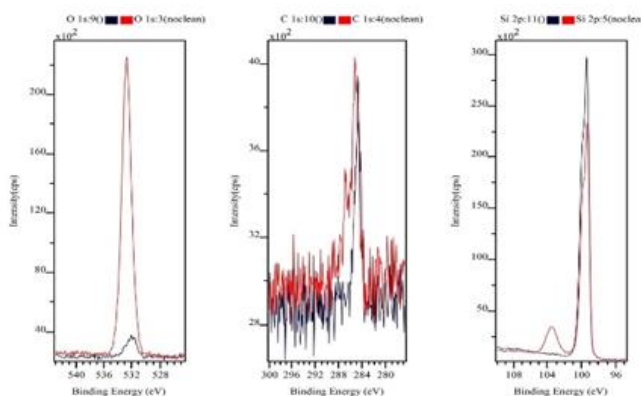


Fig. 1 XPS measurements of Si substrate surface.

DHF とオゾン水による洗浄前後での基板表面の SiO₂ と炭素、酸素の増減を XPS で測定した結果、Fig.1 のように洗浄後に酸素 SiO₂ は大きく減少した。しかし、炭素の減少はなかった。

「Nb」

Table. 1 のスパッタ条件に対して Nb 薄膜の結晶性と

表面について調べた。RF スパッタでは酸素が DC スパッタより多く、また結晶性は RF+magnet のピーク強度が強いことが判明した。

Table. 1 Sputtering conditions for Nb deposition.

| | RF | RF+magnet | DC |
|--------------|---------|-----------|----------|
| Power [kw] | 0.4 | 0.6 | 1.0 |
| Pressure[pa] | 0.5 | 0.25 | 0.1 |
| Vacuum[pa] | 9.4*E-6 | 8.3*E-5 | 2.31*E-6 |

「TiN」

TiN はスパッタ時の窒素割合を変化させ、TiN の表面状態を観察した。また XRD で窒素 10%TiN の結晶性も測定した。表面では窒素よりも酸素の割合が多くなり TiN が酸化されている。また、結晶構造がほとんどなく、アモルファスになっている。

「Ta」

Ta では Nb をバッファ層にした Ta 膜が α Ta に成長するかどうか確かめ、500℃基板加熱 α Ta との表面と結晶性の違いを調べた。Nb バッファ-Ta は加熱 Ta より強いピークになり、酸素の割合も僅かに少ない。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

スパッタの条件や下地の状態によって表面や結晶性が大きく変化した。また、この中では RF+magnet による Nb 膜の超電導共振器の Q 値が最も大きく、表面酸化膜や結晶性が Q 値に寄与する大きな示唆となった。

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。