

直接接合に向けたスパッタ Nb 薄膜の表面分析に関する研究

Study on surface analysis of sputtered Nb thin film for Direct Bonding

埼玉大院¹, 産総研² ○高橋 悠太¹, 藤野 真久², 仲川 博², 青柳 昌宏², 菊地 克弥²,
成瀬 雅人¹, 明連 広昭¹, 田井野 徹¹

Saitama Univ.¹, AIST², ○Y. Takahashi¹, M. Masahisa², H. Nakagawa², M. Aoyagi², K. Kikuchi²,
M. Naruse¹, H. Myoren¹, and T. Taino¹

E-mail: y.takahashi.164@ms.saitama-u.ac.jp

背景 : X線検出器の更なる性能向上として超伝導トンネル接合(STJ)を利用した検出器があげられる。[1]しかし、1素子の検出面積が小さいという欠点があり、アレイ化による改善を図っても、配線やそのためのスペースも増加してしまう。解決策として、超伝導体材料(Pb/In)バンプを用いた熱圧着法によるフリップチップ接続(FCB)がある[2]。しかし、接続時に加熱が必要でありデバイス自体にダメージが加わる可能性が懸念される。そこで、超伝導バンプによる FCB とは異なる新たな接続法として室温下で直接接続可能な表面活性化接合(SAB)に着目した。Nb の SAB では、表面粗さの閾値が表面粗さ $Ra=0.2$ nm 以下と高い平坦性が求められる。そのため本研究では、スパッタ Nb 薄膜表面状態について平坦性および表面分析について報告する。

実験 : Nb のスパッタレートを上昇させることで粒界成長による表面粗さを制御できると予想し、スパッタ装置の圧力を変更して成膜を行った。また、その表面粗さ(Ra : 平均面粗さ)を原子間力顕微鏡(AFM : Atomic Force Microscope)で測定した。その結果、0.5 Pa の時 Ra の値は 0.72 nm となり表面粗さの向上には成功したが閾値である 0.2 nm には及ばなかった。続いて Nb 表面に形成される不純物の影響により接続に不具合が生じる事が懸念されるため、X線光電子分光法(XPS: X-ray Photoelectron Spectroscopy)を用いた組成分析によって表面分析を行った。薄膜表面には酸素原子が最も多く存在し、最表面では Nb_2O_5 が形成されていたのに対し約 0.7 nm のエッチング後の表面では NbO が多く観察された。酸化膜は約 1.7 nm の厚さであることが確認でき、SAB で行う高速原子線(FAB: Fast Atom Beam)によるエッチング時間の指標を得ることができた。

参考文献 : [1] M. Kurakado, X-Ray Spectrometry, vol.29, pp.137-146, 2000.

[2] 畠山他, 第 77 回応用物理学会学術講演会, 14p-D61-20, 2016.

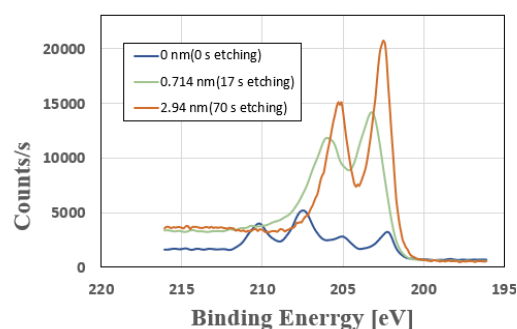


Fig.1 Nb spectrum in XPS measurement

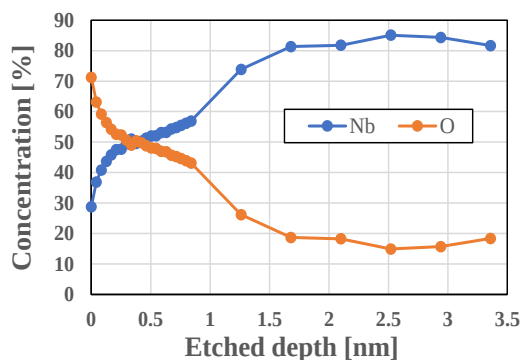


Fig.2 Depth profile in XPS measurement