

# プロシーディングス取り下げ理由

○取り下げの理由となった論文中の具体的な箇所及びその文言または図表  
 下図の赤枠で囲まれた、ALD に関する記述の部分

## 2. 超伝導薄膜

グレビッチにより、適切な膜厚の超伝導薄膜・インシュレータ層をバルクの超伝導体に成膜することで、全体としての見かけの RF 臨界磁場 **super heating** 磁場を上げることができるという理論が示された (図 3 参照)。薄膜の利点は、空洞に応用することで空洞内部の見かけ上の臨界磁場を上げることができる点である。それにより入力パワーが増え、結果高加速勾配が達成できると考えられる。

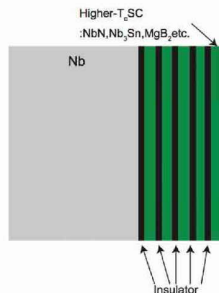


Figure 3: Concept of multi-layer thin-film superconductor.

成膜する材質は Nb に比べ転移温度が高く、**super heating magnetic field Hsh** が大きい素材を選ぶ必要がある。現時点での候補の材料は Nb<sub>3</sub>Sn、NbN、MgB<sub>2</sub> であり、ニオブより転移温度が高く、上部臨界場が高い。厳密には上部臨界磁場が **Field limit** を与えるわけではなく、あくまで **super heating field** が臨界磁場、つまり加速勾配限界を与える、と考えられている。また、成膜する膜厚にも最適な膜厚があることを高エネ研の久保らが示した[3]。それによれば Nb<sub>3</sub>Sn を薄膜材料とした場合、超伝導薄膜を 100nm、絶縁膜を 10~100nm が最適と計算している。

超伝導薄膜の製造方法として ALD (Atomic Layer Deposition 原子層堆積法) を用いる事を計画している。CVD (Chemical Vapor Deposition 化学気相法) の一種である。プロセスを活性ガス、無活性ガスを交互に秒単位レベルでフロー制御することで基盤上への成膜を均一かつサブ nm の制御された成膜を行う方法である。図 4 にその概念図を示す。

超伝導加速空洞への薄膜の応用研究は 2014 年に進展し、Cornell 大学が熱拡散法を用いてニオブの空洞内表面にスズを高温で蒸着することで Nb<sub>3</sub>Sn を空洞内表面に成膜した。これにより 4K において従来 2K において得られていた 10<sup>10</sup> 台の高い Q 値が得られたが、期待された高い臨界磁場は得られていない。

本研究では原子層堆積法を用いてニオブ単板サンプル上にインシュレータ層 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、Nb<sub>3</sub>Sn 層を成膜する。その間、本研究の RF 臨界磁場測定空洞の設計・製作を進める。空洞の製作、超伝導薄膜サンプルが完成したら、多層薄膜超伝導サンプルを本研究の空洞で測定する。並行して多種の超伝導体を用い

た薄膜サンプルも成膜し、試験を行っていく計画である。

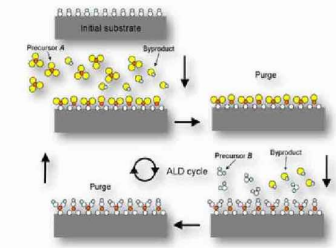


Figure 4: Concept of atomic layer deposition (ALD).

## 3. 超伝導薄膜の生成と性能測定計画

### 3.1 生成方法の計画

成膜方法としては前述の ALD を用いる。薄膜は絶縁部を Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> または MgO、薄膜超伝導部を Nb<sub>3</sub>Sn、NbN、MgB<sub>2</sub> とする。膜厚は絶縁体が 10~100nm、薄膜超伝導部が 100nm を計画している。図 5 に計画している ALD 成膜装置を示す。多数のガスとそのフロー制御を行うプリカーサボックスから、単セル空洞もしくはサンプル成膜チャンバーにガスを通すようにドライポンプで導入し、最後にガスの除外装置を通過させて、無害化する。これら全体をドラフターで囲んで危険のないようにすることを考えている。

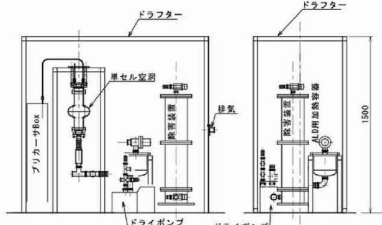


Figure 5: Concept of ALD setup.

### 3.2 RRR の測定

超伝導体材料の純度を測定することは、超伝導体を扱うにあたり、非常に重要である。材料の純度は熱伝導率で置き換えることができる。不純物が少なければ熱伝導率は物質固有の熱伝導率に近づくから

○上記について、取り下げの具体的な理由

赤枠で囲まれた部分の記述は高エネルギー加速器研究機構 加藤茂樹氏の研究によるもので本著者の寄与がない部分でありました。本論文著者が参照なしに記述した事とその記述の仕方が問題となりました。本著者は加藤茂樹氏へ謝罪し、協議の結果、論文を取り下げにする事で解決することとなりました。ここに本論文 WEP052 の取り下げを申請いたします。