

## 2세대 초전도체 버퍼층 증착 연구

최만호, 고성용, 강민경, 반선규, 김동진  
(주)마루엘앤씨  
e-mail:cjw0322@marulnc.com

### Research on second-generation superconductor(HTS) buffer layer deposition

M.H.Choi, S.Y.Ko, M.K.Kang, S.G.Ban, D.J.Kim  
MARU L&C Co., Ltd.

#### 요약

2세대 초전도체는 금속테이프 선재 형태로 제작이 되며, 그 구조는 산화물 다층박막 형태의 버퍼층, 초전도막과 보호층으로 구성된다. 이 가운데 버퍼층을 구성하는 산화물 다층박막은 진공상태에서 연속공정을 통해 형성되어야 한다. 이에 본 논문에서는 2세대 초전도체의 버퍼층 증착실험과 그 결과에 대하여 논의한다.

The second-generation superconductor(HTS) is manufactured in the form of a metal tape wire, and its structure consists of a buffer layer in the form of an oxide multilayer thin film, a superconducting film, and a protective layer. Among these, the oxide multilayer thin film that constitutes the buffer layer must be formed through a continuous process in a vacuum. In this paper, we discuss the buffer layer deposition experiments and results of second-generation superconductors.

#### 1. 서론

초전도체는 일정 온도(임계온도,  $T_c$ ) 이하에서 전기저항이 '0'이 되어 전류 손실 없이 계속 흐르는 초전도 현상을 보이는 물질 및 제품을 지칭한다. 초전도체는 임계온도에 따라 저온 초전도체와 고온(2세대) 초전도체로 구분할 수 있는데, 일반적으로 저온 초전도체는 금속 화합물로 구성되고, 고온 초전도체는 세라믹 화합물로 구성된다.

2세대 초전도체는 임계온도가 높아 액체질소를 이용한 냉각이 가능하므로 냉각비용을 낮출 수 있는 반면에 세라믹이기 때문에 제조공정이 어렵고 가격이 높은 단점이 있다.

2세대 초전도 선재의 제조에는 금속기판 표면에 산화물 박막을 증착하는 도중에 이온빔을 주사하여 버퍼층 박막이 기판과 관계없이 독립적으로 2축 배향성을 갖게 하는 IBAD(Ion Beam Assisted Deposition)방법이 주로 적용된다.

초전도 선재는 Fig. 1과 같이 기판, 버퍼층, 초전도층 및 보호층으로 구성된다. 기판의 재질은 주로 하스텔로이나 스텐인리스강이고 그 두께는 약  $50\mu\text{m}$  이다. 버퍼층은 확산방지층, 씨드층, IBAD층, 호모에피층, 스트레인정합층 구성되며 총 두께는 약  $1.0\mu\text{m}$  내외이다.

본 논문에서는 금속 테이프 선재 형태의 2세대 초전도체의

제조를 위하여 인라인 시스템에서 버퍼층 증착연구를 실시한다.

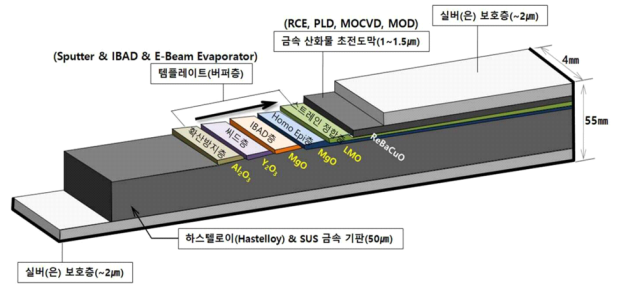


Fig. 1 Structure of HTS<sup>[1]</sup>

#### 2. 실험

2세대 초전도선재를 증착하기 위한 Fig. 2와 같이 연속적으로 구성된 인라인 시스템을 사용하였으며 증착물질은 4종류 ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-MgO-LaMnO}_3$ )이고, 증착방법으로는 스퍼터링 및 이빔증착(E-beam deposition)으로 하였다.

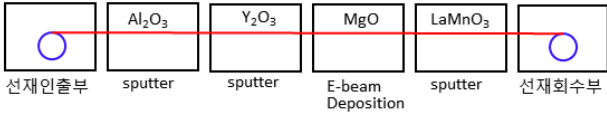


Fig. 2 In-line evaporation system for buffer layer

실험용 기판(substrate)은 전해연마 된 Hastelloy(40 $\mu$ m) 사 용하여 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막은 스퍼터링을 하였으며, 또한, MgO, LaMnO<sub>3</sub> 박막은 이빔증착(E-beam evaporation)과 스퍼터링 을 하였으며, 증착 후 박막두께를 FIB-SEM로 측정하였다.

Table 1은 각각의 공정 조건을 나타내었다.

Table. 1 Buffer layer process deposition conditions

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	LaMnO <sub>3</sub>
Temp. [°C]	-	-	830	860
Ar [sccm]	90	100	-	170
O <sub>2</sub> [sccm]	15	50	1	20
RF power[W]	2800	-	-	-
DC power[W]	-	750	-	1100

### 3. 결과

스퍼터링에 의한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 단층막 증착 후 증착두께는 Fig. 3 과 같이 85nm로 나타났으며, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2층막은 스퍼터링 후 막두께는 Fig. 4와 같이 89nm, 14nm로 나타났다. 또한, MgO 층은 이빔증착, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 스퍼터링에 의해서 3층 막 증착 후 막두께는 Fig. 5와 같이 21nm, 18nm, 75nm 각각 나 타났다. 최종층인 LaMnO<sub>3</sub>층은 스퍼터링후 막두께는 68nm, MgO와 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 32nm, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 76nm 각각 나타났다(Fig. 5).

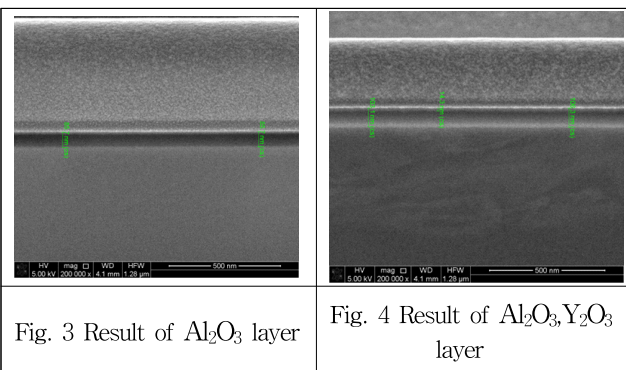


Fig. 3 Result of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> layer

Fig. 4 Result of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> layer

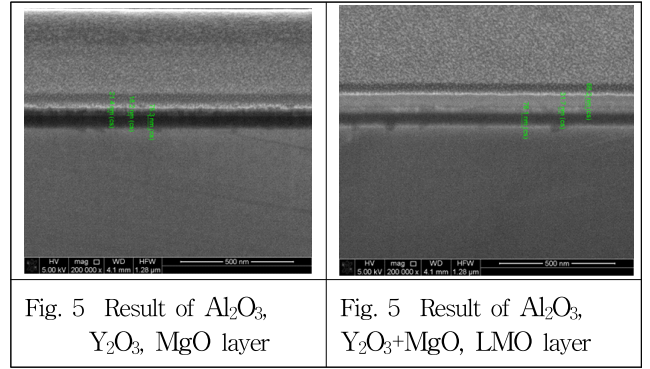


Fig. 5 Result of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO layer

Fig. 5 Result of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MgO, LMO layer

### 4. 결론

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MgO, LaMnO<sub>3</sub> 스퍼터링 및 이빔 증착 후 박막두께는 85nm, 14nm, 21nm, 68nm로 나타났다.

### 참고문헌

- [1]특허(10-2312749), 초전도 선재 제조를 위한 플라즈마 보조 인라인 시스템
- [2]최만호 외 4, 고온 초전도체의 버퍼층 형성을 위한 인라인 증착 시스템설계 및 제작에 관한 연구, 한국산업융합학회, 2023 춘계학술대회,