低酸素分圧下での MOD 法による $YBa_2Cu_3O_y$ 薄膜の作製

Preparation of $YBa_2Cu_3O_y$ films by MOD method in low oxygen partial pressure

九工大工, °(M2)濱田 諒, ジャー・アロク・クマール, 堀出 朋哉, 松本 要
Kyushu Institute of Technology, °Ryo Hamada, Alok K. Jah, Tomoya Horide, Kaname Matsumoto
E-mail: q347821r@mail.kyutech.jp

I. Introduction

現在、超伝導薄膜の作製方法は PLD 法、MOCVD 法や MOD 法など様々なものがある。その中で MOD 法は簡便であり、コストも低くコーテッドコンダクターの大量生産に適している。一般に $YBa_2Cu_3O_y$ は $pO_2 - 1/T$ 相図において $YBa_2Cu_3O_y$ の分解曲線近傍で作製される。MOD においても同様であり、0.1 Torr 近傍の圧力条件化で $YBa_2Cu_3O_7$ が形成される。本研究では $YBa_2Cu_3O_y$ コーテッドコンダクターへの展開を見据えて、この相図に立ち戻り、123 相の高速結晶化のための最適条件を探ることを目的としている。

II. Experimental

本研究では MOD 法を用いて $YBa_2Cu_3O_y$ エピタキシャル薄膜の作製を行った。組成比の違いによる特性の変化を調べるために、従来の組成比である Y:Ba:Cu = 1:2:3 (Y123)のものと、液相を出すことを意図して Y:Ba:Cu = 1:1:5 (Y115)の組成比の溶液を作製した。焼結方法は、仮焼結を行った後、アルゴンガスを封入しながら加熱することで低酸素分圧条件をつくり、所定の温度に達した後、$YBa_2Cu_3O_y$ の分解曲線付近の酸素分圧で 2 回に分けて酸素を封入し製膜した。[3]$YBa_2Cu_3O_y$ の分解曲線と実験での酸素分圧の推移を Fig. 1 に示す。製膜温度は 800 ~ 880 °C、基板には IBAD 基板と $SrTiO_3$ 基板を使用した。得られた試料には X 線回折による結晶配向性の評価と走査電子顕微鏡(SEM)による表面観察、物理特性測定装置(PPMS)を用いて超伝導特性の評価を行った。

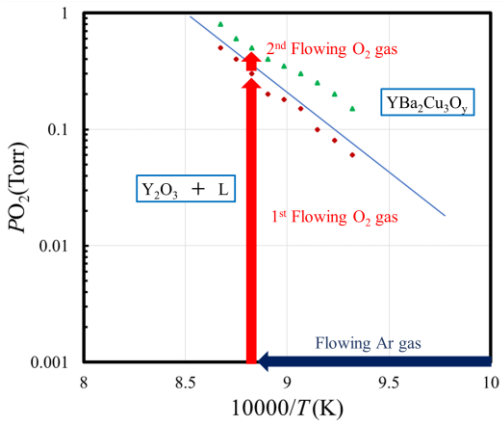


Fig. 1 Decomposition line of $YBa_2Cu_3O_y$ [1], [2]

III. Results and Discussions

XRD の θ-2θ スキャンでは、STO 基板を用いた。Y123 の 880 °C、Y115 の 870 °C の試料では(001)、(002)、(004)、(005)、(007)面のピークが確認でき、また φ スキャンでは 4 回対称を示した。Δφ も 0.5 °未満と低く、良い c 軸配向性を示した。これらの試料に関しては、PPMS により臨界温度 T_c、臨界電流密度 J_c を測定することが出来た。T_c は、Y123、Y115 の試料はどちらも 87.4 K となり、自己磁場での J_c は、それぞれ 0.29 MA/cm^2、0.005 MA/cm^2 を示した。Fig. 4 に J_c の磁場依存性を示した図を記す。

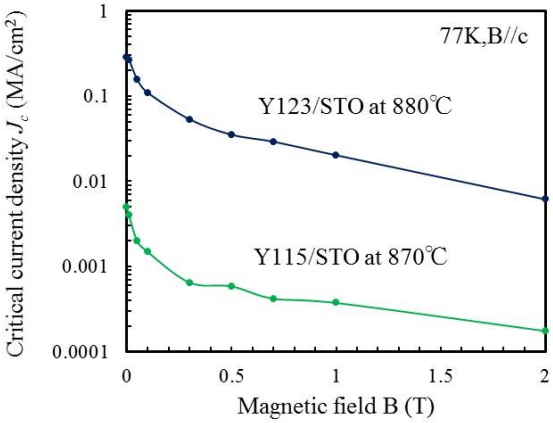


Fig. 2 The magnetic field dependences of J_c

すべての磁場において、Y123 の試料が Y115 の試料よりも J_c が高かった。これは SEM の結果から、結晶粒のつながりが関係していると考えた。Y115 は Y123 試料よりも多くの異物が表面で観測されたため、その異物が抵抗となり、J_c が低くなったと考えられる。また、Y123 の試料も PLD 法などに比べるとまだ表面が粗いので、改善していく必要がある。

References

[1] R. Feenstra, T. B. Lindermer, J. D. Budai, and M. D. Galloway, J. Appl. Phys. 69 (9) (1991).
[2] J.L. MacManus-Driscoll et al., Physica C 241, 401-413 (1995).
[3] K. Yamagiwa, PhD Thesis University of Nagoya (2004).

© 2017年 応用物理学会