

(NdSm)-123 単結晶ウィスカーの成長方位制御

Growth Direction Control of (NdSm)-123 Single-Crystal Whiskers

山梨大院クリスタル研 ○長尾 雅則, 綿打 敏司, 田中 功

Univ. Yamanashi ○Masanori Nagao, Satoshi Watauchi, Isao Tanaka

E-mail: mnagao@yamanashi.ac.jp

[はじめに] Sb_2O_3 を添加した前駆体を Ar 気流中において熱処理することで, Nd, Pr について $\text{RBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (R-123 R:希土類元素) ウィスカーを育成し, その成長方位(長手方向)が c 軸であることを見出した[1,2]. 一方, R サイトに Nd とイオン半径が近い Sm を入れた場合(Sm-123), ウィスカーは a 軸方向に成長することが明らかとなっている[3]. そこで, 本研究では, R サイトに Nd と Sm を固溶させた(NdSm)-123 ウィスカーの育成を行い, Nd/Sm 組成比と成長方位の関係について調べた.

[実験] Sb を添加した前駆体は, $\text{Nd}_a\text{Sm}_b\text{Ba}_{2.75}\text{Cu}_3\text{Sb}_{0.5}\text{O}_y$ ($a+b=1.50$) の仕込み組成で炭酸塩および酸化物を用いて固相反応法で作製し, 圧粉ペレットに成形した. 作製した前駆体ペレットを Ar 気流中で部分熔融温度 990-1010°C において 10-30h 保持後, 冷却速度 0.5-1.0°C/h で 900°C まで徐冷することで(NdSm)-123 ウィスカーを育成した. 得られたウィスカーの成長方位は X 線回折, 組成は EPMA を用いて評価した.

[結果] Table I には, Nd および Sm の仕込み組成を変化させた前駆体を用いて育成した(NdSm)-123 ウィスカーの組成および成長方位を示す. 育成ウィスカーの成長方位は, Nd の仕込み組成が 0.50 以上では c 軸, 0.25 以下では a 軸となることがわかった. Fig.1 に育成ウィスカー中の R サイトにおける Nd の含有量と成長方位の関係を示す. Nd 含有量が 27at% 程度までは c 軸方向に成長するのに対して, 9at% 以下になると a 軸に成長する結果となった. これより, 成長方位が入れ替わる境界は, Nd 含有量 20at% 付近であることが予想される. 以前の研究から, R^{3+} イオン半径が Nd より大きい Pr では c 軸方向に成長するのに対し[2], Sm よりイオン半径の小さい R では a 軸方向に成長することがわかっている[3]. これらの知見から, R-123 ウィスカーの成長方位は, 含有する R^{3+} のイオン半径に依存することが明らかとなった. これは R サイトのイオン半径を調整することで R-123 ウィスカーの成長方位が制御できることを示唆している.

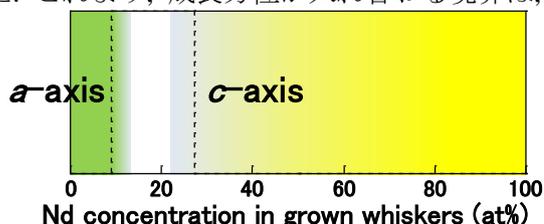


Fig. 1. Relationship between Nd concentration and growth direction of whiskers.

Table I. Growth direction and compositions of NdSm-123 whiskers grown using various precursors.

| Composition of precursors | | Grown whiskers | | | |
|--|------|--|------|------|------------------|
| $\text{Nd}_a\text{Sm}_b\text{Ba}_{2.75}\text{Cu}_3\text{Sb}_{0.5}\text{O}_y$ | | Composition $\text{Nd}_A\text{Sm}_B\text{Ba}_C\text{Cu}_3\text{O}_z$ | | | Growth direction |
| Nd:a | Sm:b | Nd:A | Sm:B | Ba:C | |
| 1.50 | 0.00 | 1.01 | 0.00 | 1.99 | c -axis |
| 0.75 | 0.75 | 0.52 | 0.51 | 1.97 | c -axis |
| 0.50 | 1.00 | 0.29 | 0.77 | 1.94 | c -axis |
| 0.25 | 1.25 | 0.10 | 1.01 | 1.89 | a -axis |
| 0.00 | 1.50 | 0.00 | 1.10 | 1.90 | a -axis |

[1] 長尾雅則 他, 第 57 回応用物理学関係連合講演会 17a-ZM -6 (2010).

[2] 長尾雅則 他, 第 72 回応用物理学会学術講演会 1p-ZS -3 (2011).

[3] M. Nagao *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., vol.49 (2010) 033101.