# マイクロ引き下げ法で作製した Ce:$Y_3Al_5O_{12}$ 単結晶における面内 Ce 偏析の改善

## Improvement of Ce Distribution on Ce:$Y_3Al_5O_{12}$ Single Crystals Grown By Micro-Pulling-deown Method

○横田 有為[1]、Zhong Zeng[2]、大橋 雄二[3]、黒澤 俊介[1]、鎌田 圭[1,4]、川添 良幸[1]、吉川 彰[1,3,4]
(1. 東北大 NICHe、2. 重慶大、3. 東北大金研、4. C&A)
°Yuui Yokota[1], Zhong Zeng[2], Yuji Ohashi[3], Shunsuke Kurosawa[1], Kei Kamada[1,4], Yoshiyuki Kawazoe[1], Akira Yoshikawa[1,3,4]
(1. NICHe, Tohoku Univ. , 2. Chongqing Univ., 3. IMR, Tohoku Univ. 4. C&A)
E-mail: yokota@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】マイクロ引き下げ(μ-PD)法は、引き上げ法やブリッジマン法に比べて数倍から数十倍もの高速の結晶育成が可能であることから、これまで様々な機能性単結晶材料の材料探索に用いられてきた。一般的なμ-PD 法では、下部にダイを有する坩堝を結晶育成で用いる。坩堝内で溶融した原料がダイの中央に空いた穴(キャピラリー)を通ってダイ底部に濡れ広がり、その濡れ広がった融液(メニスカス)を種結晶により下方向に引き下げることで単結晶が育成される。しかし、Ce:$Y_3Al_5O_{12}$[Ce:YAG]のような添加元素を有する材料の結晶育成の際には、その添加元素の偏析係数が 1 から大きく外れていた場合、育成方向だけではなく面内方向にも添加元素の大きな偏析が現れることが報告されている。μ-PD 法を用いた材料探索の際には、この面内方向の添加元素の偏析は、正確な物性測定の妨げになることが多い。そこで、本研究では、μ-PD 法で用いる坩堝の穴(キャピラリー)の数に着目して面内方向の添加元素の偏析改善を試みた。

【実験方法】ダイにおける穴の数が異なる 2 種類の Ir 坩堝を用いて Ce2%および 5%:YAG 単結晶の結晶育成を行った。用いた Ir 坩堝を図 1 に示した。坩堝の加熱は高周波によって行い、種結晶には無添加の YAG 単結晶(*c* 軸)を用いた。結晶育成は、$N_2$ の雰囲気下で 0.05~0.1 mm/min の育成速度で行った。育成した結晶は、育成開始部から 2 および 20 mm の部分で育成方向に垂直に切断して、厚さ 1 mm の測定用試料を作製した。試料面内の組成分析には EPMA を用いた。

【結果】図 2 に育成した Ce:YAG 単結晶を示した。どちらの Ir 坩堝を用いて結晶育成した場合でも、ダイ底部の形状である 3×3 mm の断面を有する角柱状の単結晶が得られた。1 つ穴の坩堝で作製した結晶は、育成方向に垂直に切断した研磨試料の外周部のみ Ce の偏析に起因する不透明領域が見られたのに対し、5 つ穴の坩堝で作製した結晶は、穴の位置に相当する結晶部分に色の濃淡の変化が見られた。図 3 は、1 つ穴と 5 つ穴の坩堝を用いて作製した Ce5%:YAG 単結晶の 20 mm 部分の面内 Ce 濃度分布であるが、1 つ穴の坩堝で作製した結晶は中心部分のみ低い Ce 濃度であるのに対して、5 つ穴の坩堝で作製した結晶は、中心部分の濃度が高くなり、面内の Ce 濃度偏析が改善する傾向が見られた。

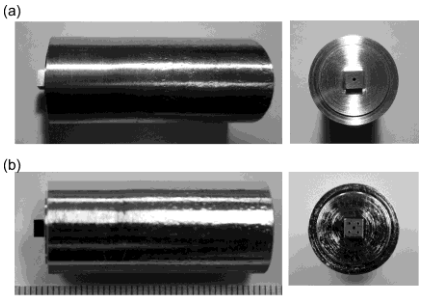


図 1. 結晶育成に用いた(a)1 つ穴および(b)5 つ穴の Ir 坩堝。

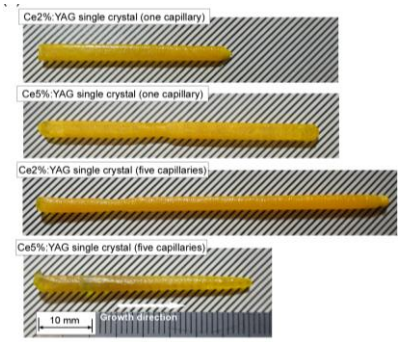


図 2. μ-PD 法で作製した Ce:YAG 単結晶。

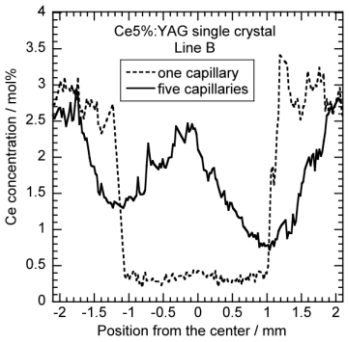


図 3. Ce5%:YAG 単結晶の 20 mm 部分の面内 Ce 濃度分布。

© 2016年 応用物理学会