

MBE 法による NdFeAs (O, F) 超伝導薄膜の直接成長

Direct growth of superconducting NdFeAs(O,F) thin film by MBE

名大工, °千原 真志, 角谷 直紀, 荒井 健太, 畑野 敬史, 生田 博志

Dept. Crystalline Materials Science, Nagoya Univ.

°Masashi Chihara, Naoki Sumiya, Kenta Arai, Takafumi Hatano, Hiroshi Ikuta

E-mail: chihara@iku.xtal.nagoya-u.ac.jp

研究背景>近年発見された鉄系超伝導体は高い超伝導転移温度 T_c を有し、超伝導接合など様々な応用が期待されている。我々は分子線エピタキシー(MBE)法により、鉄系超伝導体の中でも最も T_c の高い NdFeAs(O,F) の薄膜作製を世界に先駆けて成功させた^[1]。ただし、本来は NdFeAs(O,F) を直接成長させることが望ましいが、F ドープが困難であったため、今までは母相である NdFeAsO 薄膜成長後、NdOF を積層させて、この NdOF から F を拡散させることで F ドープを行ってきた。しかし、この手法では最上層が超伝導層でないことから、例えば積層型超伝導接合が作製できないなど応用への制限がある。したがって、広い応用の実現には最上層にフッ化物を積層させずに超伝導薄膜を得ることが要求される。そこで、直接成長が困難であった原因を追求し、フッ化物層を用いない方法での超伝導薄膜の作製に取り組んだ。

実験方法>薄膜は、原料にNdF₃, Fe, As, Ga, O₂ gasを用いて、MBE法により作製した。NdF₃はNdとFの供給源であるが、フッ素過剰であるため、フッ素ゲッターとして働くGaでフッ素量を調整した^[2]。得られた薄膜はX線回折、電子線プローブマイクロアナライザー(EPMA)、抵抗率測定などにより評価した。

特色と独創的な点>以前、as-grown で F ドープされた超伝導薄膜が直接得られなかった原因として、基板上での原料のマイグレーションが不十分であった可能性があると考えた。特に、チャンバー内の N₂ 分圧が非常に高いことが質量分析計の測定により判明した。Fe のるつぼとして用いている pBN (pyrolytic Boron Nitride) が反応し、N₂ が発生していたと考えられるが、これがマイグレーションを阻害する要因であることが考えられる。そこで、これらの要因を取り除くことで、フッ化物層を用いない NdFeAs(O,F) 薄膜の作製に取り組んだ。

研究成果>Fe のるつぼを pBN からアルミナに変更することで N₂ の発生を大幅に抑制することができた。加えて、成長温度を高温化しさらにマイグレーションを上げることで、Fig. 1 に示すような NdFeAs(O,F) 単相薄膜が得られた。Fig. 2 に、Fig. 1 の薄膜の抵抗率温度依存性を示すが、鋭い超伝導転移を示し、 $T_c = 50$ K という高い転移温度を持っていることがわかる。

参考文献>[1] T. Kawaguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, 042509 (2010)

[2] T. Kawaguchi *et al.*, Appl. Phys. Express **4**, 083102 (2011)

キーワード>分子線エピタキシー法、鉄系超伝導体、NdFeAs(O,F)、エピタキシャル薄膜

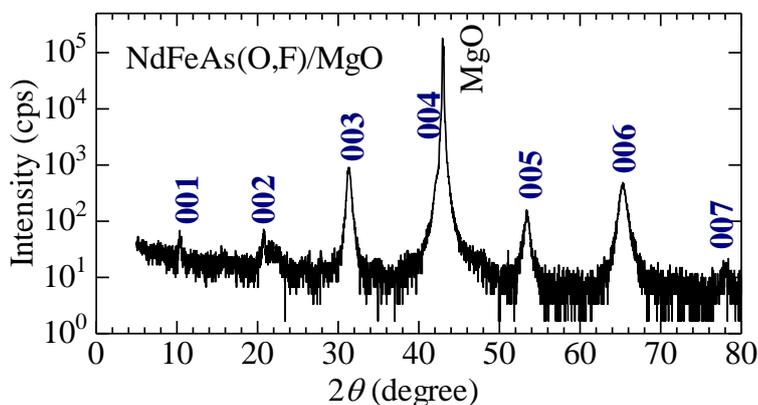


Fig. 1. XRD pattern of an as-grown NdFeAs(O,F) thin film.

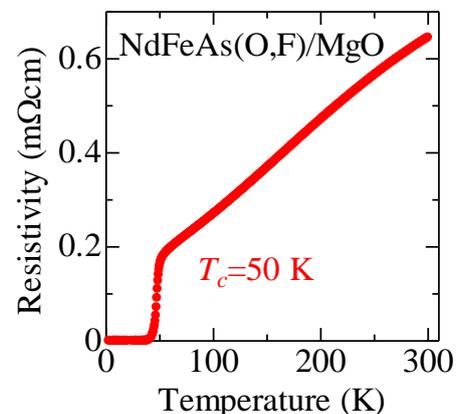


Fig. 2. Resistivity curve of the thin film of Fig. 1.