改良型 TFA-MOD 法による YBCO 線材の臨界電流値向上に関する検討

青木 裕治[†] 寺西 亮, 鬼頭 豊、富士 広、中岡 晃一、松田 潤子、
和泉 輝郎、塩原 融、山田 穰^{*1}、後藤 智誉^{*2}、矢島 明政^{*2}

Improvements in the Critical Current of YBCO-coated Conductors using an Advanced TFA-MOD Method

Yuji AOKI, Ryo TERANISHI, Yutaka KITO, Hiroshi FUJI, Kouichi NAKAOKA, Junko MATSUDA, Teruo IZUMI,
Yuh SHIOHARA, Yutaka YAMADA^{*1}, Tomotaka GOTO^{*2} and Akimasa YAJIMA^{*2}

Synopsis: The metal organic deposition (MOD) method which uses solution materials including trifluoroacetates (TFA) as a solute, is one of the most promising methods to fabricate high-quality superconducting wires at low cost. In this study, a new combination of starting materials was developed using F-free salt of Cu and TFA salts of Y and Ba in order to shorten annealing time. Moreover, a new process temperature profile for this solution was developed as an advanced TFA-MOD process, in which a high heating rate was achieved. As a result, an overall transport I_c value of 210 A and a J_c value of 1.5 MA/cm² at 77 K in a self-field similar to I_c and J_c values using TFA for all salts were obtained. In order to obtain higher J_c performance, the effect parameters such as partial pressure of the water vapor in the annealing process were investigated. Consequently, a YBCO film of 1.3 μ m in thickness was fabricated on a CeO₂/IBAD-Gd₂Zr₂O₇ layer buffered Hastelloy substrate with $\Delta\phi=4^\circ$. Consequently, the I_c values increased as the water vapor pressure increased during the crystallization, and the overall transport I_c value of 340 A at 77 K in a self-field was obtained by annealing under a partial water vapor pressure of 6.3 vol%.

Keywords: MOD process, tri-fluoroacetate, fluorine-free salt, critical current, metallic substrate

1. はじめに

Y 系超電導 (YBa₂Cu₃O_{7-x}) 線材は高い臨界電流特性を比較的容易に達成でき、液体ヘリウムより高温の液体窒素温度以上において超電導状態に転移する。同じ温度領域で超電導状態を示す Bi 系超電導線材と比較しても、高磁界中における臨界電流値の低下率が小さく、Y 系線材は高い臨界電流特性が期待できる。種々のプロセスが検討されている中、トリフルオロ酢酸 (TFA) 塩を用いた Metal Organic Deposition (MOD: 有機酸塩塗布熱分解) 法は非

真空中で成膜することを特徴とし、Pulsed Laser Deposition (PLD) 法に代表される気相プロセスに対して低コスト化の観点で大きく期待されている。米国では AMSC 社において同法を用いた実用線材の研究が精力的に進められている。

MIT の研究グループの報告¹⁾によれば、本プロセスは Y、Ba、Cu 各金属元素の TFA 塩をメタノール溶媒に溶かした原料溶液 (全 TFA 溶液) を配向基板上に塗布し、擬アモルファスの前駆体膜を形成する為に水蒸気を含む酸素雰囲気の下で 400℃まで昇温する仮焼を行い、その後 YBCO を結晶化させる為に水蒸気を含む低酸素分圧雰囲気下で 750~800℃の本焼を行うというものである。仮焼プロセスでは最高温度である 400℃まで昇温する過程において、200~250℃の区間を 0.05℃/min という極めて低い昇温速度を用いる為、仮焼プロセス 1 回あたりの所要時間は約 21 時間という長大なものになり、実用化にあたり製造速度の面で大きな問題となることが予想される。この問題点を克服する為に仮焼の所要時間短縮に向けた研究を種々実施した結果、高速昇温を抑制する要因としてプロセス中に発生する HF ガスの突沸に起因する膜の飛散現象にあることが判った。TFA-MOD 法における YBCO の生成反応は、

Received September 13, 2004

(財)国際超電導産業技術研究センター 超電導工学研究所
〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13

Superconductivity Research Lab., ISTE, 1-10-13, Shinonome,
Koto-ku, Tokyo 135-006 Japan

^{*1} (財)国際超電導産業技術研究センター 超電導工学研究所
名古屋高温超電導線材開発センター
〒456-8587 愛知県名古屋市中区六野 2-4-1

Nagoya Coated Conductor Center, Superconductivity Research
Lab., 2-4-1, Mutsumi, Atsuta-ku, Nagoya, Aichi 456-8587, Japan

^{*2} 旭電化工業 (株)

〒116-8533 東京都荒川区東尾久 7-2-35

Asahi Denka Co., Ltd., 7-2-35, Higashi-Ogu, Arakawa-ku, Tokyo
116-8533, Japan

[†] E-mail: y-aoki@istec.or.jp

H₂O が BaF₂ と反応することにより HF と YBCO が生成するという式(1)で示される反応式^{2,3)}が報告されている。

ここで本焼の反応系で重要な BaF₂ と H₂O の反応を維持しながら発生する HF の量を抑制する為に、原料中の F カチオン比が最も高い Cu 塩を TFA 塩から F を含まないナフテン酸塩に変更し、Y と Ba は TFA 塩を使用した新原料溶液を開発した⁴⁾。新原料溶液を使用した改良型 TFA-MOD 法において熱処理条件の検討をした結果、高速昇温で仮焼しても高い膜質を維持できる様になった。5°C/min で仮焼した場合、MIT の研究グループによる温度プロファイルと比較して、仮焼の所要時間は約 17% まで大きく短縮されている。

YBCO 線材の実用化に当っては、YBCO 膜の臨界電流値 (I_c) の向上が不可欠であり、膜自体の臨界電流密度 (J_c) を向上させると共に J_c 値を維持しながら厚膜化を達成することが重要となる。現在、厚膜の作製は塗布-仮焼のプロセスを繰り返した後に本焼を行うマルチコーティング法⁵⁾を採用しており、新原料溶液の使用による仮焼時間の短縮化は長尺線材の作製において生産性を大きく向上させた。本稿では改良型 TFA-MOD 法により実施した高 I_c 化検討結果について報告する。

2. 実験方法

基板は、ハステロイテープ上に Ion Beam Assisted Deposition (IBAD) 法で Gd₂Zr₂O₇ (GZO) 中間層を形成した IBAD 基板を使用し、同基板上に PLD 法で 0.5 μm 厚の CeO₂ 中間層を更に形成した。この金属基板上に塗布した新原料溶液は、Y と Ba については TFA 塩を使用し、Cu は F-free の有機酸塩としてナフテン酸を使用した。各金属元素のモル比は 1:2:3 とし、全金属イオン濃度は 1.2 mol/L となるように調整したものを使用した。

ディップコーティング法により金属基板上へ原料溶液の塗布を行い、500°C まで 2°C/min の昇温速度で塗布-仮焼の工程を繰り返すマルチコーティング法によって厚膜を形成した。P_{H2O} は 0.2~25 vol% の間で設定し、酸素分圧 (P_{O2}) を 0.1 vol% に調整したガスを 1 l/min の流量で導入した雰囲気中で上記仮焼膜を 760°C で 180 分間保持して本焼を行い、約 1.2 μm の膜厚を有する YBCO 膜を作製した。熱処理は全て小型のチューブ炉で行った。YBCO 膜の表面にスパッタリング法により銀の保護層を形成した後、1~2 l/min の流量で純酸素を導入し、500°C の温度で 3 時間保持する酸素アニール処理を行った。作製した膜の I_c 値の評価は、77 K の温度で直流 4 端子法により測定を行い、電圧基準は 1 μV/cm を用いて定義した。

Fig.1 J_c values dependence of $\Delta\phi$ values of the CeO₂ buffer layer.

3. 実験結果及び考察

3.1 中間層 CeO₂ 膜の面内配向性の影響

中間層 CeO₂ 膜の面内配向度 $\Delta\phi$ に対する J_c の変化を PLD 法で成膜した膜と All-TFA-MOD 法で作製した薄い膜の 2 種類についてプロットした結果を Fig.1 に示す。MOD 法で作製した試料は、P_{H2O}=6.3 vol% で本焼したものである。YBCO 膜と直接界面を形成する CeO₂ 中間層膜に関する $\Delta\phi$ の減少、即ち面内配向性の向上と共に J_c 値が増加する傾向は、PLD 法あるいは MOD 法という製法による違いは無く、共通の傾向を示している。PLD 法で作製した膜と同程度の 0.3 μm という薄い領域において、 $\Delta\phi$ が ~4° の CeO₂ 中間層を用いることにより MOD 法によって $J_c > 3.0$ MA/cm² (77 K, self-field) の値を持つ YBCO 膜が作製できる。特に $\Delta\phi = 3^\circ$ の CeO₂ 中間層膜上に作製した場合、 $J_c = 3.6$ MA/cm² という最高値が得られており、これらの結果は PLD 法で作製した膜の J_c 値と比較しても遜色無いものである。以上の事から薄い膜厚 (~0.3 μm) の領域では、製法の違いによる J_c 値の差異は無いと考える。しかし PLD 法では、YBCO 膜の膜厚を増加するに従って膜表面の結晶性が乱れることが知られている。この為、 J_c 値が臨界膜厚を超えると頭打ちになる膜厚依存の傾向を示す。それに対して、TFA-MOD 法の膜厚依存性は現在のところ十分に判っておらず、PLD 法よりも厚膜化が出来る可能性がある。また TFA-MOD 法で高い J_c 値を持つ YBCO 膜を作製する為には、気相法によるエピタキシャル成長と同様に下地中間層の面内配向度が重要な要因となる。最近、超電導工学研究所の室賀らによって CeO₂ 膜の自己配向化現象が発見され⁶⁾、高速で高配向の中間層を形成する技術が確立された。ここでは膜厚を制御する事により、3~4° 程度の高配向中間層が作製できる。高 I_c 化の観点からも、この高配向 CeO₂ 膜の利用が有効である。

3.2 水蒸気分圧 (P_{H2O}) の影響

種々の水蒸気分圧で本焼した試料を用いて I_c 値を測定し、膜厚から換算した J_c 値の水蒸気分圧に関する変化を

Fig.2 J_c values dependence of the P_{H_2O} values during annealing.

Fig.2 に示す。各試料の仮焼・本焼条件は実験方法に記載したものを基本的に踏襲しており、本焼時の P_{H_2O} のみを変えて焼成したものである。

これらの試料作製に使用した CeO_2 中間層膜は $\Delta\phi \approx 7^\circ$ のものを使用した。YBCO 膜の J_c 値は、本焼時の P_{H_2O} の増加に伴って増加する傾向を示した。本焼時の P_{H_2O} が 13.5 vol% の時に最大値 ($I_c=251$ A, $J_c=2.1$ MA/cm²) を示し、13.5 vol% 以上の領域では J_c 値が減少する傾向を示した。

各試料について X 線回折 (XRD) による評価を行った結果、20.0 vol% 以上の P_{H_2O} の領域では **Fig.3** に示すように YBCO 膜の表面に多数の亀裂が観察された。この高 P_{H_2O} 領域における J_c 値の低下は、観察された亀裂の発生によって生じているものと考えられる。

また、13.5 vol% 以下の低 P_{H_2O} 領域では亀裂の発生は認められなかった。XRD の結果を比較すると、YBCO 膜の c 軸配向量を示す YBCO (005) に関する $\int\omega$ と c 軸配向性を示す $\Delta\omega$ 、そして面内配向性を示す $\Delta\phi$ の値は、 P_{H_2O} の変化に対して無関係に一定の数値 ($\int\omega=11,000$ 、 $\Delta\omega \approx 1.8^\circ$ 、 $\Delta\phi \approx 8.0^\circ$) を示し、大きな差はなかった。従って、生成した YBCO 結晶粒の配向性に関して P_{H_2O} による影響は無く、 J_c 値を増減させる別の要因が存在することが考えられた。この原因を調べる為、膜断面の TEM 観察を 2.1、6.3 vol% の P_{H_2O} で作製した YBCO 膜について行った。結果を **Fig.4** に示す。TEM 観察に使用した各試料の I_c 値は 70 A、228 A である。其々の膜中にはコントラストで白く見える部分が存在する。これらの白い領域は、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDS) による組成分析で気孔である事を確認している。この気孔は、 P_{H_2O} が 2.1 vol% 以下及び 13.5 vol% より高い領域において大きな気孔の存在が観察され、 I_c 値も低くなっている事が判った。この気孔を含めた組織形成メカニズムに関する研究が、超電導工学研究所の松田らによって詳細な検討⁷⁾が行われている。それによれば、本焼の過程において前駆体膜中の CuO 、

Fig.3 Surface morphology of the YBCO film on CeO_2 /IBADGZO/Hastelloy annealed under a 20 vol% P_{H_2O} atmosphere.

Fig.4 TEM image of the YBCO films on a CeO_2 /IBAD-GZO/Hastelloy substrate under several P_{H_2O} atmospheres, (a) 2.1 vol%, (b) 6.3 vol%.

$Y_2Cu_2O_5$ 、 BaF_2 といった未反応成分が反応して YBCO 超電導体を形成する。この YBCO に変化する時に 30 %程度の体積収縮が生じ、気孔が形成されると考えられている。

また前駆体内のガス拡散係数を十分に大きく、前駆体内のモル体積値はガス領域と同一であるという仮定を一次元のモデルに適用し、式の簡略化を行うと YBCO の成長速度 R は次式⁸⁾で表され、YBCO の成長速度は $X_{H_2O,0}$ の 1/2 乗、即ち P_{H_2O} の 1/2 乗に比例することが知られている。

$$R = \frac{M_s}{4M_{123}} \frac{D_g}{\delta_g} \sqrt{KX_{H_2O,0}} \quad (1)$$

M_g と M_{123} はガス領域と YBCO のモル濃度(mol/m³)、 D_g はガス領域の拡散係数、 δ_g は拡散距離、 $X_{H_2O,0}$ は供給ガスの H_2O 分圧を示す。

P_{H_2O} が低い領域、即ち YBCO の生成反応速度が遅い場合、未反応物が互い反応して YBCO の結晶化の前に粗大化し、YBCO の膜中に大きな形状で取り込まれ、その後で未反応物が反応して体積収縮生じる為、結果として気孔の粗

大化が生じて大きくなる。それに対して、2.1~13.5 vol%の領域では未反応物の粗大化が生じる前に YBCO の結晶化が進む為に膜中に取り込まれる未反応物質は小さく、その結果として気孔が小さく分散すると考えられる。YBCO 膜中に存在するこれらの気孔は、YBCO 膜の I_c 特性に大きく影響を与える。即ち、膜中の気孔の大きさや量が電流パスの減少や電界集中を招き、その結果 J_c 値の低下を誘発させていると考えられる。以上のことから、高い J_c を持つ YBCO 膜の作製には気孔の発生を抑制することが重要であり、気孔の発生は成長速度に強く依存する為、 P_{H_2O} の制御が重要となる。

3.3 厚膜化の検討

これまでの議論により、中間層として CeO_2 の面内配向度が高いものを使用し、 P_{H_2O} の適正化を行う事により、高い J_c を持つ YBCO 超電導膜を作製できる事が判った。これにマルチコーティング法⁹⁾を組み合わせる事によって、膜厚の増大による線材の高 I_c 化を目的とした検討を行った。

本研究の目的の一つとして、本実験の結果を Reel-to-reel 方式による長尺用の連続焼成炉に適用するという命題があり、この連続焼成炉の機構的上限となる 6.3 vol% の P_{H_2O} で本焼を行った。その他の条件は、実験方法記載の条件で行った。

Fig.5 に配向度 $\Delta\phi$ が 4° と 7° の CeO_2 中間層を使用した厚膜化試料の I_c 値のグラフを示す。

マルチコーティングの回数を変える事で膜厚を制御でき、本焼時の焼成条件を最適化する事によって I_c 値が膜厚に比例して増加している事が、 $\Delta\phi=7^\circ$ の基板で行った一連の実験結果より明らかである。これらの実験結果から得られた直線は、原点を通らずに $0.2\mu m$ の点を起点としている事を特徴としている。 $\Delta\phi=7^\circ$ の試料について YBCO 膜の断面を TEM で観察した所、YBCO 膜と CeO_2 中間層の界面において、 $BaCeO_3$ 層が YBCO 膜の膜厚に無関係にほぼ同じ膜厚 ($0.2\mu m$) を形成している事が観察された事から、全膜厚から $BaCeO_3$ 層の膜厚 $0.2\mu m$ を差し引いたものが YBCO 膜の有効膜厚となる為と考えられる⁹⁾。この $BaCeO_3$ 層は CeO_2 中間層と YBCO 或いは前駆体膜との反応によって形成されるものと考えられるが、異なる膜厚の試料において同様の膜厚を持つ層が観察される事から、この反応は一定の厚さ以上に進展しない事を示唆している。 CeO_2 の $\Delta\phi$ が 4° の場合においても $0.2\mu m$ を起点とする事が可能である事を示唆している。 $BaCeO_3$ を形成してもなお、 I_c 値が増加する傾向は CeO_2 の面内配向度が良くなった $\Delta\phi=4^\circ$ でも確認でき、 CeO_2 の高配向化による J_c 値向上により I_c 値は更に向上している。 $\Delta\phi=4^\circ$ の膜厚 $1.6\mu m$ の条件では焼成条件の適正化が十分では無いものの、これまでの最高値である $I_c=340 A$ という値が得られた。 $\Delta\phi=3^\circ$ の中間層 CeO_2 を使用し、 P_{H_2O} や焼成時間等のパラメータを最適化する事で、更なる向上が見込まれる。

Fig.5 I_c value dependence on YBCO film thickness.

4. まとめ

本稿では改良型 TFA-MOD 法を用いた高 I_c 化を目的とし、中間層 CeO_2 の配向性の影響、水蒸気分圧の影響、膜厚の影響に関して検討を行った。

PLD- CeO_2 を中間層とする IBAD- $Gd_2Zr_2O_7$ /Hastelloy 金属基板を使用し、 CeO_2 膜に関する $\Delta\phi$ の効果を検討した結果、TFA-MOD 法で作製した YBCO 膜も CeO_2 膜の $\Delta\phi$ に強く依存しており、高 I_c (J_c) 化には $\Delta\phi < 4^\circ$ が必要不可欠と考えられる。また、 P_{H_2O} の I_c に対する影響を調査した。その結果、2.1 vol% と 6.3 vol% と P_{H_2O} を変えた試料で、気孔の大きさに違いが認められた。YBCO 膜中の気孔によって、電流パスの減少や電界集中が生じる為、結果として I_c 値の減少を誘発している事が示唆された。気孔の微細化と発生抑制には YBCO 膜の成長速度を制御することが重要であり、 P_{H_2O} を制御する事により気孔の形状と量を制御する事は出来ると考えられる。

上記の知見を基に厚膜化による高 I_c 化の検討を行った。中間層 CeO_2 膜の $\Delta\phi=4^\circ$ の基板を使用し、膜厚を $1.6\mu m$ とした場合、焼成条件が十分に最適化されていないにもかかわらず、 $I_c=340 A$ という高い値を示し、膜厚と I_c はまだ比例関係にあり、更なる厚膜化により YBCO 膜の高 I_c 化が期待できる。

本研究は、超電導応用基盤技術研究開発業務の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託により実施したものである。

参考文献

- 1) P.C. McIntyre, M.J. Cima, J.A. Smith Jr., R.B. Hallock, M.P. Siegal and J.M. Phillips: "Effect of growth condition on the properties and morphology of chemically derived epitaxial thin films of $Ba_2YCu_3O_{7-x}$ on (001) $LaLaO_3$ ", J. Appl. Phys. **71** (1992) 1868-1877

- 2) J.A. Smith, M.J. Cima and N. Sommenberg: "High critical current density thick MOD-derived YBCO films", IEEE Trans. Appl. Supercond. **9** (1999) 1531-1534
- 3) T. Honjo, H. Fuji, Y. Nakamura, T. Izumi, Y. Shiohara, J. Shibata, T. Yamamoto, Y. Ikuhara, R. Teranishi and M. Yoshimura: "Growth mechanism of Y123 film by MOD-TFA method", J. Japan Inst. Metals **66** (2002) 151-154 (in Japanese)
本庄哲吏, 富士 広, 中村雄一, 和泉輝郎, 塩原 融, 柴田潤子, 山本剛久, 幾原雄一, 寺西 亮, 吉村昌弘: 「MOD-TFA 法による Y123 超電導膜の成長機構」, 日本金属学会論文誌 **66** (2002) 151-154
- 4) Y. Tokunaga, T. Honjo, T. Izumi, Y. Shiohara, Y. Iijima, T. Saitoh, T. Goto, A. Yoshinaka and A. Yajima: "Advanced TFA -MOD process of high critical current YBCO films for coated conductors", Cryogenics **44** (2004) 817-822.
- 5) Y. Tokunaga, R. Teranishi, H. Fuji, J. Matsuda, T. Honjo, T. Izumi, Y. Shiohara, Y. Yamada, T. Goto, A. Yoshinaka and A. Yajima: "High performance of YBCO coated conductors by advanced TFA-MOD method", Abstracts of CSJ Conference **69** (2003) 13
徳永義孝, 寺西 亮, 富士 広, 松田潤子, 本庄哲吏, 和泉輝郎, 塩原 融, 山田 穰, 後藤智誉, 芳仲篤也, 矢島明政: 「改良型 TFA-MOD 法による YBCO 線材の高特性化」, 第 69 回 2003 年度秋季低温工学・超電導学会講演概要集 (2003) 13
- 6) T. Muroga, T. Watanabe, S. Miyata, H. Iwai, Y. Yamada, Y. Shiohara, T. Kato, Y. Sugawara and T. Hirayama: "Rapid fabrication of highly textured CeO₂ cap layer on IBAD tape for YBCO coated conductor", Physica C, to be published.
- 7) S. Matsuda, Y. Tokunaga, R. Teranishi, H. Fuji, A. Kaneko, S. Asasda, T. Honjo, A. Yajima, Y. Iijima, T. Saitoh, T. Izumi and Y. Shiohara: "Effect of heat-treatment conditions on microstructure of multi-Coating Y123 films deposited by advanced TFA-MOD method", Physica C, to be published.
- 8) R. Teranishi, S. Nomoto, T. Honjo, A. Sato, J. Matsuda, H. Fuji, K. Nakaoka, Y. Aoki, Y. Kito, T. Izumi, Y. Yamada and Y. Shiohara: "Growth model of YBCO film using the TFA-MOD process", J. Cryo. Soc. Jpn. **39** (2004) 585-592 (in Japanese).
寺西 亮, 野本祐春, 本庄哲吏, 佐藤暁拓, 松田潤子, 富士 広, 中岡晃一, 青木裕治, 鬼頭 豊, 和泉輝郎, 山田 穰, 塩原 融: 「TFA-MOD による YBCO 膜の結晶成長モデル」, 低温工学 **39** (2004) 585-592
- 9) H. Fuji, T. Honjo, Y. Nakamura, T. Izumi, Y. Shiohara, R. Teranishi, M. Yoshimura, Y. Iijima and T. Saitoh: "Fabrication processing of Y123 coated conductors by MOD-TFA method", Physica C **378-381** (2002) 1013-1016

青木 裕治 1988 年 3 月東海大学理部物理学科卒。同年 4 月昭和電線電纜(株)に入社。1989 年 4 月～1992 年 9 月まで超電導工学研究所に出向し、主に超電導薄膜の開発に従事。昭和電線(株)超電導プロジェクトに復帰後、Bi 系線材の開発に従事。2004 年 4 月より超電導工学研究所に再度出向し、Y 系次世代線材の開発を担当。低温工学協会会員。

寺西 亮 1973 年 12 月生。2002 年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了。同年日本学術振興会特別研究員として(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所にて、次世代高温超電導線材の作製プロセスの研究開発に従事。工学博士。金属学会、応用物理学会会員。

鬼頭 豊 1973 年 10 月生。1998 年横浜国立大学大学院工学研究科修士課程修了。同年 4 月東京電力(株)入社、2004 年 7 月から超電導工学研究所に出向し、現在、次世代超電導薄膜の開発に従事。

富士 広 1969 年 12 月生。1992 年 3 月秋田大学鉱山学部金属材料科学科卒。同年 4 月、藤倉電線(株)(現:(株)フジクラ)入社。主に金属系超電導交流線材の開発に従事。2000 年 4 月(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所派遣。主に超電導薄膜線材作製プロセス開発研究に従事。低温工学協会、金属学会会員。

中岡 晃一 1975 年 3 月 16 日生。2003 年 3 月山口大学大学院理工学研究科博士後期課程修了、物質工学専攻。同年(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所勤務。主として Y 系酸化物超電導線材プロセス開発に従事。博士(工学)。本化学会、電気化学会、応用物理学会会員

松田 潤子 1993 年 3 月京都大学大学院理学研究科修士課程化学専攻修了。同年 4 月日本ガイシ(株)入社、電力用セラミックスの開発に従事。1997 年 5 月(財)ファインセラミックスセンター出向。2000 年 10 月東京大学工学部マテリアル工学科勤務。主に超電導を含む酸化物セラミックス薄膜の微構造解析を行う。2002 年 6 月より(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所勤務。工学博士。日本金属学会、日本顕微鏡学会会員。

和泉 輝郎 1963 年 9 月生、1987 年東北大学工学部応用物理学科卒業、1993 年東京大学にて博士号取得。1987 年住友金属工業(株)入社、1989 年(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所出向。Y 系酸化物超電導材料の熔融凝固プロセス研究に従事。1993 年住友金属工業(株)未来技術研究所にて単結晶シリコン引き上げプロセス開発に従事。1998 年超電導工学研究所第 4 研究部(現線材研究開発部)勤務。主に、Y 系酸化物超電導線材プロセス開発に従事。低温工学協会、日本金属学会、応用物理学会会員。米国材料学会(MRS)Principal Editor。工学博士。

塩原 融 1949 年 4 月生。1979 年 2 月早稲田大学大学院理工学研究科博士課程修了(工学博士取得)、早稲田大学鋳物研究所特別研究員として研究を継続、1980 年 9 月マサチューセッツ工科大学 Materials Processing Center 客員研究員、1983 年 9 月より同大学研究助教授を務め、1988 年 9 月国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所第 4 研究部長、2002 年 7 月同研究所線材研究部門統括、第 4・第 5 研究部長、2003 年 4 月線材研究部長就任。主として超電導線材作製プロセスの研究に従事。その間、東京大学、大阪大学、名古屋大学、東京工業大学、早稲田大学にて非常勤講師、米国材料学会 MRS の Principal Editor, Advisory Review Board Member 歴任。現在 ASC (Applied Superconductivity Conference) Board Member, 日本金属学会編集委員、日本学術振興会第 19 委員会及び第 161 委員会委員として活動。

山田 穰 1956 年 1 月生。1981 年 3 月東京大学大学院金属工学科修士課程修了。同年 4 月(株)東芝入社、研究開発センターにて超電導材料、線材開発に従事。1989 年 10 月ドイツカールスルーヘ国研にて客員研究員。2000 年 4 月(財)国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所名古屋研。2003 年 4 月名古屋研から、名古屋高温超電導線材開発センターに改称。一貫して、超電導材料、線材開発研究に従事。低温工学協会、応用物理学会、米国材料学会など会員。工学博士。

後藤 智誉 1976 年 8 月生。2001 年 3 月近畿大学大学院総合理工学研究科博士前期課程物質系工学専攻修了。同年 4 月旭電化工業(株)入社。主に MOD 材料の研究開発に従事。

矢島 明政 1953 年 1 月生。1980 年 3 月東京工業大学総合理工学研究科化学環境工学専攻修了。同年 4 月から東京工業大学資源科学研究助手、1987 年 4 月旭電化工業(株)入社。主に MOD 及び MOCVD 成膜用材料の研究開発に従事。応用物理学会会員、工学博士。