

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題	高温超伝導厚膜の作製
著者	吉本 護
掲載誌/書名	武井セミナーテキスト, , , pp. 17-24
発行日	1989,

# 第9回 武井セミナー

期日 平成元年7月14日(金)～15日(土)

場所 (財)加藤科学振興会軽井沢研修所

主催 武井セミナー運営委員会

TIT Yoshimoto

# 高温超伝導厚膜の作製

東京工業大学工業材料研究所

鯉沼 秀臣・吉本 護

## 1. はじめに

1986年にBednorzとMullerによって可能性が示唆され、田中らにより確認された酸化物高温超伝導体に関する研究は、Chuらによって液体窒素温度(77K)以上で超伝導を示す物質が発見されるに至り、その後、驚異的なスピードで展開してきた。世界中で臨界温度( $T_c$ )、臨界電流( $J_c$ )の向上を目指し、基礎から応用に至る広範な研究が進められている。その中でも高温超伝導体の膜化は、新しい高速、高感度、高集積電子デバイス用材料の基礎技術として、真空装置を用いる1 $\mu$ m以下の薄膜作製を中心に活発な研究が行われている。10~100 $\mu$ m程度の膜厚を有する厚膜についても、次のような観点から研究開発への関心が高まっている。1) プリント配線や磁気シールド材など、ある程度の厚みと面積を必要とすると考えられる材料への応用、2) 粒界を積極的に利用するセンサーなどの多結晶デバイス基材、3) 高 $J_c$ 薄膜技術のバルク材料や線材への展開の中間過程、4) 真空装置を要しない低コストプロセス。

本稿では、まず高温超伝導体を概観した後、厚膜の代表的作製法について、技術の状況と今後の課題について述べる。

## 2. 高温超伝導体とその応用

図1に、現在までに見出された主要な高温超伝導体の結晶構造を示す。1) いずれもペロブスカイト型の構造を、3単位以上重ねた超構造を有する。超伝導特性の発現にとって重要な構造要素と考えられているのが層状のCuO<sub>2</sub>。準正方格子であり、1つの構造単位に含まれる層数が多いほど高い $T_c$ になる傾向がある。

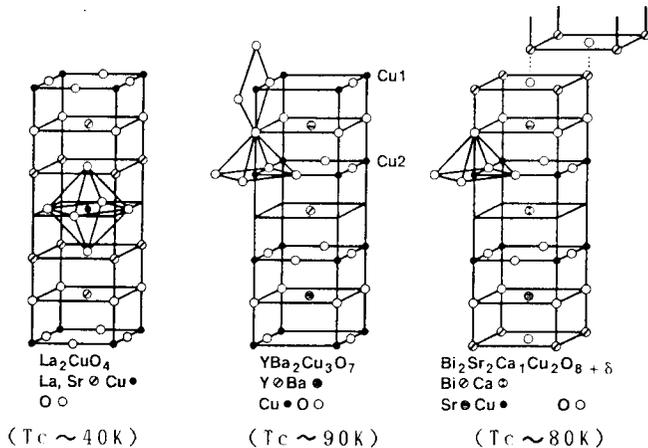


図1. 代表的な高温超伝導体の構造

表1に超伝導に特有の現象とそれを利用した各種用途の可能性を示す。応用には大きく分けて、エネルギー分野とエレクトロニクス分野とがある。エネルギー用

途の場合には線材化技術が必須である。エレクトロニクス分野への応用では、膜形成技術が重要な鍵を握る。

表 1. 超伝導現象と主要な応用の可能性

エネルギー分野		エレクトロニクス分野	
利用する現象、効果	主な用途	利用する現象、効果	主な用途
電気抵抗零	直流送電	電気抵抗零	IC用配線
大電流	超伝導磁石	完全反磁性	磁気シールド
強磁界	核融合炉	磁束量子化	高感度センサ
完全反磁性	MHD発電	ジョセフソン効果	磁気(SQUID)
永久電流	加速器	直流	光
	発電機	交流	電圧標準
	磁気共鳴	非線形抵抗	スイッチ素子
	輸送機関	(準粒子トンネル効果)	トランジスタ
	磁気浮上列車		} → 超高速電算機
	電磁推進船		
	磁気軸受		
	電力貯蔵		

### 3. 高温超伝導厚膜の作製

高温超伝導厚膜の代表的作製法とその概要を膜厚に関連づけて表2に示す。このうちスクリーン印刷法を中心に、有機酸塩熱分解法、ドクターブレード法およびプラズマ溶射法について述べる。

表 2. 高温超伝導厚膜の作製方法

膜厚	方法	作製法の概要	文献
薄 ( $\lesssim 1 \mu\text{m}$ )	スプレッド・コート リソ法	金属塩溶液スプレッド + 熱分解 + アニール	2, 3, 4
	有機酸塩 熱分解法	有機酸塩溶液塗布 + 熱分解 + アニール	5, 6
	ゾル・ゲル 法	金属アルコキシドの加水分解(ゲル化) + 熱分解 + アニール	7, 8
	スクリーン 印刷法	超伝導体または原料酸化物ペースト の印刷 + 焼結	9, 10
	ドクター ブレード法	超伝導体(または原料)を有機粘体 に分散 + シート化 + アニール	11, 12
	プラズマ 溶射法	高温プラズマ(アーク)による超伝導 体(または原料)の融解酸化 + アニール	13
	急冷合金 リソンの酸化	ロール法による急冷合金リソンの作製 + 熱処理(表面酸化)	14
	泳動電着法	超伝導粉末の帯電化 + 陰極基板への 電着 + 熱処理	15
厚 ( $\lesssim 100 \mu\text{m}$ )	溶融急冷法	双ロール急冷等による超伝導原料の 非晶質膜の作製 + 熱処理(結晶化)	16, 17

### 3-1. スクリーン印刷法

酸化物高温超伝導体の厚膜はまず最初にスクリーン印刷法で作られた。La-Sr-Cu-O高温超伝導体が出現した直後に、われわれは図2に示すプロセスで膜化を試みた。(La<sub>0.9</sub>Sr<sub>0.1</sub>)<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>超伝導体の粉末、あるいはその原料混合物の粉末を、適当な粘性と分解・揮発性を有する有機媒体に混合、分散させてペースト(印刷インキ)を作り、基板上にメッシュスクリーンを通して印刷、乾燥の後、焼結させるものである。1回のプロセスで約10μmの膜となる。印刷から乾燥・焼結プロセスを繰り返して、さらに厚い膜を作るのも容易である。

図3にスクリーン印刷法で種々の基板上に作製したLa-Sr-Cu-O系超伝導厚膜の抵抗-温度曲線を示す。La<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>基板( #11)上の厚膜が最も良い超伝導性を有し、T<sub>c</sub><sup>0.95</sup> = 4.2 K, T<sub>c</sub><sup>2.0</sup> = 2.5 Kであった。

その後に見出されたより高いT<sub>c</sub>を有するBa<sub>2</sub>LnCu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>(Lnは希土類元素)<sup>19)</sup>やBi-Sr-Ca-Cu-O(BSCCO)系<sup>9)</sup>の膜も同様に作製できる。図4にYSZ基板上に作製したBSCCO系超伝導厚膜の抵抗-温度曲線を示す。焼結条件が超伝導特性に大きな影響を及ぼすことがわかる。

スクリーン印刷法は電子回路用の金属ペーストを用いるプリント配線の技術と類似する。化学的には、酸化状態を制御して焼結する必要がある点に特徴がある。焼結段階でのカーボン成分の残留を避けるため、有機媒体としてわれわれは低分子量のヘブチルアルコールやプロピレングリコールを用いた。

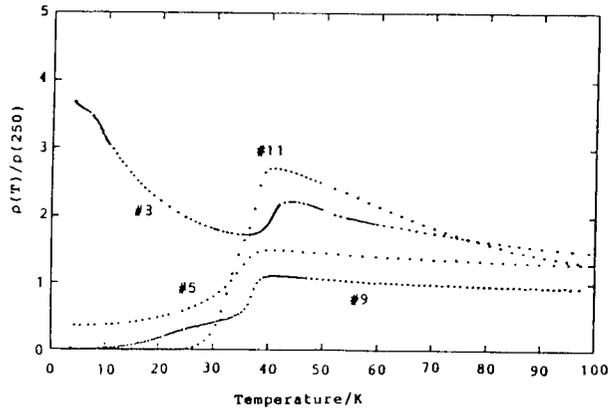
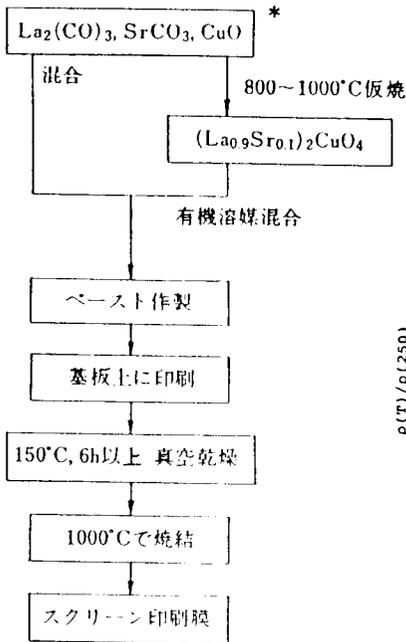


図2. スクリーン印刷法の作製フローチャート

\* Ba<sub>2</sub>YCu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>ではBaCO<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuOを使用(900°Cで焼結)。Bi-Sr-Ca-Cu-O系ではBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SrCO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, CuOを使用(830-850°Cで焼結)。

図3. La-Sr-Cu-O系超伝導厚膜の抵抗-温度曲線

基板: #3, 5 (アルミナ)  
#9 (YSZ)  
#11 (La<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>)

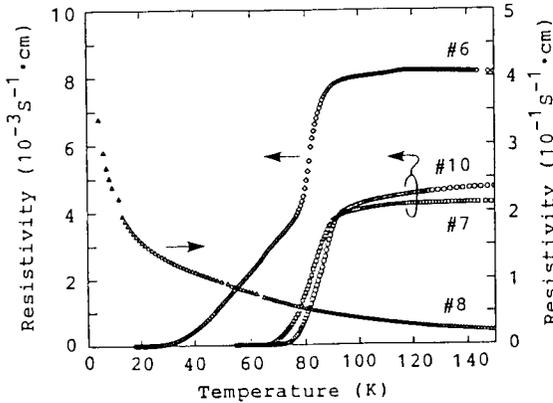


図4. YSZ基板上にスクリーン印刷法により作製したBi-Sr-Ca-Cu-O系超伝導膜の抵抗-温度曲線; 焼結条件及び組成  
 #6 (840°C, 1h, Bi/Sr/Ca/Cu=1/1/1/2)  
 #7 (850°C, 1h, Bi/Sr/Ca/Cu=1/1/1/2)  
 #8 (900°C, 1h, Bi/Sr/Ca/Cu=1/1/1/2)  
 #10 (850°C, 1h, Bi/Sr/Ca/Cu=2/2/1/3)

表3. 超伝導体と基板材料の熱膨張率

材料	平均熱膨張率 [°C]		
	30~500°C	30~900°C	
超伝導体	(La <sub>0.9</sub> Sr <sub>0.1</sub> ) <sub>2</sub> CuO <sub>4-x</sub>	1.44 × 10 <sup>-5</sup>	1.38 × 10 <sup>-5</sup>
	Ba <sub>2</sub> YCu <sub>3</sub> O <sub>7-x</sub>	1.44 × 10 <sup>-5</sup>	1.69 × 10 <sup>-5</sup>
	Ba <sub>2</sub> YbCu <sub>3</sub> O <sub>7-x</sub>	1.27 × 10 <sup>-5</sup>	1.50 × 10 <sup>-5</sup>
基板	SrTiO <sub>3</sub>	1.02 × 10 <sup>-5</sup>	1.11 × 10 <sup>-5</sup>
	YSZ	1.00 × 10 <sup>-5</sup>	1.03 × 10 <sup>-5</sup>
	MgO	1.24 × 10 <sup>-5</sup>	1.30 × 10 <sup>-5</sup>
	sapphire	0.68 × 10 <sup>-5</sup>	0.75 × 10 <sup>-5</sup>
	alumina	0.62 × 10 <sup>-5</sup>	0.70 × 10 <sup>-5</sup>
	#7059 glass	0.50 × 10 <sup>-5</sup>	—
quartz	<10 <sup>-6</sup>	<10 <sup>-6</sup>	

一見簡単なプロセスであるが、超伝導特性をもつ膜を得るには、基板物質と超伝導体との相互作用に注意しなくてはならない。例えば、(La<sub>0.9</sub>Sr<sub>0.1</sub>)<sub>2</sub>CuO<sub>4-x</sub>を石英上に印刷、1000°Cで1時間焼成した場合、固相反応によって膜が絶縁体化した。<sup>20)</sup> 固相反応による劣化はBSCCO系の膜を石英上に印刷・焼成した場合にもおこった。<sup>9)</sup> 基板と超伝導体の熱膨張率の違いによるクラックの発生も問題である。(La<sub>0.9</sub>Sr<sub>0.1</sub>)<sub>2</sub>CuO<sub>4-x</sub>をアルミナ上に印刷・焼成した膜のX線回折図は超伝導相を示すが、電気抵抗はゼロとならずクラックが発見された。<sup>18)</sup> 表3に超伝導体と基板材料の熱膨張率をまとめておく。

スクリーン印刷法における焼結温度は、一般にスパッタリングなどの気相合成法による膜のアニール温度よりも高く、バルク試料と同等である。このため基板の選択は重要である。基板選択の基準となる熱膨張率と固相反応については、最近のわれわれの報告を参照されたい。<sup>21)</sup> 熱膨張率が酸化物超伝導体のそれに近く、化学的にも安定性の高いMgO、SrTiO<sub>3</sub>、YSZなどが通常よく用いられる。

La-Sr-Cu-O系で25K、<sup>18)</sup> Ba-Y-Cu-O系で87K、<sup>22)</sup> Bi-Sr-Ca-Cu-O系で107K<sup>23)</sup>で電気抵抗ゼロとなる膜が得られている。Ba<sub>2</sub>YCu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>を用いるプリント配線膜の作製は富士通から発表されている。<sup>24)</sup>

次にスクリーン印刷法の一つで、基板と超伝導原料酸化物との拡散反応を利用した厚膜形成プロセスについて述べる。膜化プロセスでは基板として、先に述べたように超伝導体との相互作用が比較的少ない酸化物基板が広く用いられているが、金属を基板として用いることができれば、大面積でかつ自由な形状の基板上に成膜できる上、銅などを使った場合には、超伝導状態を保つ安定化材の役割も

果してくれるという利点がある。最近、われわれは銅板上にBi-Sr-Ca-Cu-O系超伝導厚膜を形成した。<sup>25)</sup>銅成分を除いたBi-Sr-Ca-O焼成粉体を銅板上にスクリーン印刷し、870℃、0.5h焼成後、金属CuとBi-Sr-Ca-O粉体との拡散反応を利用して、約50μmの銅基板超伝導厚膜を形成した。得られたBi系超伝導厚膜の抵抗-温度曲線を図5に示す。超伝導特性は $T_c^{onset} = 87\text{K}$ 、 $T_c^{zero} = 73\text{K}$ であった。図6に銅基板BSCCO超伝導厚膜の断面SEM像とEPMA強度の深さ方向プロファイルを示す。超伝導厚膜と銅基板の間には酸化銅(CuO, Cu<sub>2</sub>O)が存在していることがわかった。

この方法においては、Bi-Sr-Ca-O粉体の組成としてBi/Sr/Ca = 1/1/1(モル比)では超伝導体は得られず、Bi/Sr/Ca = 2/1/1の場合に超伝導膜が得られ、Bi/Sr/Caのモル比が重要な作製パラメーターとなっていることがわかった。

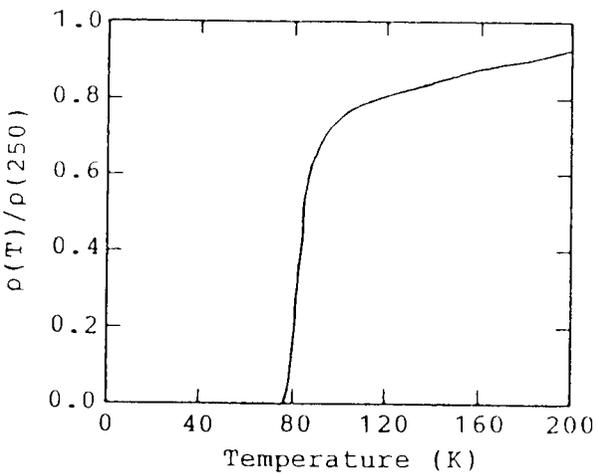


図5. 銅基板BSCCO系超伝導厚膜の抵抗-温度曲線

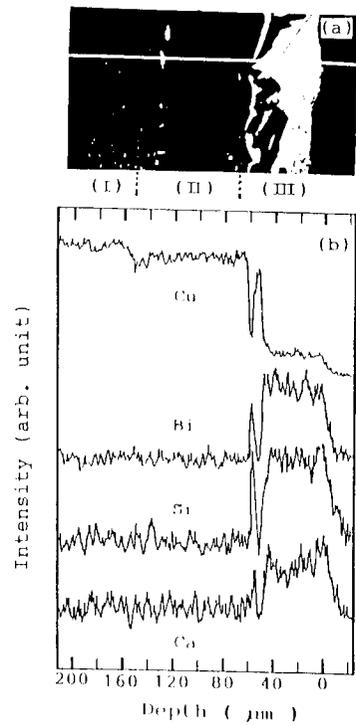


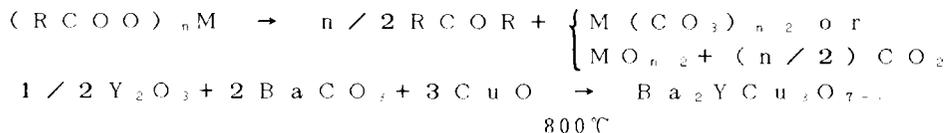
図6. (a) 銅基板BSCCO系超伝導厚膜の断面SEM(反射電子)像  
(b) EPMA強度の深さ方向プロファイル  
(I) ; Cu  
(II) ; CuO<sub>x</sub>  
(III) ; Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8</sub>

3-2. 有機酸塩熱分解法

有機酸塩熱分解法、スプレーパイロリシス法、ソル・ゲル法はいずれも均一な液相状態から熱分解反応を経て超伝導膜を作製する点で共通している。超伝導体構成金属の塩(硝酸塩、ハライド、有機酸塩またはアルコキシド)を水またはア

アルコール溶液にして、スプレー、ディップコート、スピコート、基板への滴下などの方法により基板上につけ、加熱分解する。場合によってはこのプロセスを繰り返し、最終的に800℃程度で加熱して超伝導特性を得るものである。

有機酸塩熱分解法によるBa<sub>2</sub>YCu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>膜形成の主反応は以下のように考えられている。



この方法の特徴として、1) 溶液からの合成なので各金属成分が原子レベル、分子レベルで混合し膜の均質性の向上が期待できる。2) 条件を選べば、固相法より低温での焼結が可能である。3) 微粒で単分散性の粒子が作れるので、ち密な配向膜作製も期待できる。4) 基板の形状に自由度が大きい。5) 基板上に塗布、熱分解の繰り返しにより膜厚の制御が可能であり、サブマイクロオーダーから20μm程度の膜厚が得られるなどがある。

Ba<sub>2</sub>YCu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>膜の場合、最終的に必要な温度は800℃であり、バルク焼結体やスクリーン印刷法による膜作製の際に要求される温度より100℃近く低温である。中間酸化物が微粒で均一に混合していること、またはCVDと同様有機成分の脱離が反応の活性化エネルギーを供給するためかもしれない。基板としては、YSZ、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrTiO<sub>3</sub>が化学的な安定性に優れており、石英ガラスはBaとの反応性が問題となる。

現在までにBa-Y-Cu-O系膜で90K<sup>5)</sup>、Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O系膜で102K<sup>6)</sup>で抵抗ゼロとなる膜が報告されている。

### 3-3. ドクターブレード法

ドクターブレード法は別名テープキャスト法と呼ばれ、原料粉末を有機バインダー(4-ヒドロキシベンゾ酸など)、可塑剤(ジブチルフタレートなど)、分散剤(セリウム酸化物など)、溶剤(アセトン/メタノールなど)と混合して作成したスラリーを、ポリエステルフィルム上にドクターブレード(鋭利な刃)を通して一定の厚みに塗布し、その後乾燥によって溶媒を揮発させ、グリーンシートを作製する。Ba-Y-Cu-O系においては、グリーンシートを400℃で脱脂後、900℃前後で焼成し、さらにアニール処理をすることにより、高温超伝導厚膜が得られる。<sup>12)</sup> 図7に装置の概略図を示す。

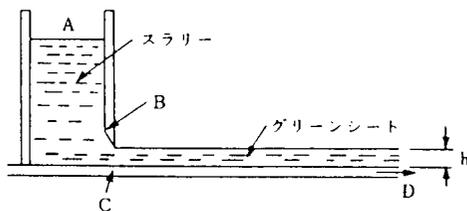


図7. ドクターブレード装置の概略図

A: スラリー容器、 B: ブレード  
C: キャリアフィルム

Ba-Y-Cu-O系超伝導厚膜（膜厚：50～100 $\mu$ m）において、 $T_c^{2\epsilon r^0} = 91$  K、 $^{12)} J_c$ （77 K、ゼロ磁場）= 1850 A/cm<sup>2</sup> が得られている。 $^{26)}$  Bi-Sr-Ca-Cu-O系厚膜では  $T_c^{2\epsilon r^0} = 106$  K、 $J_c$ （77 K、ゼロ磁場）= 1900 A/cm<sup>2</sup>  $^{27)}$  が得られている。

### 3-4. プラズマ溶射法

厚さ100 $\mu$ m以上の厚膜を高速で作製する方法にはプラズマ溶射法がある。本方法は高温プラズマを使用するため、融点の高い金属の皮膜形成に向く。また複雑な基板形状であっても膜が作製できる。装置図の一例を図8に示す。 $^{13)}$

超伝導体の原料（Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、CuO）、Arガス、O<sub>2</sub>ガスを高周波誘導加熱した高温プラズマ中に供給する。反応圧は1気圧である。分解、気化した活性種が基板上につき、原料組成をほぼ保った超伝導膜が形成される。

堆積速度は～10 $\mu$ m/minと高速で短時間に圧膜作製ができる。ゼロ抵抗温度はBa-Y-Cu-O系で84 K、 $^{13)}$  Bi-Sr-Ca-Cu-O系で96 K、 $^{28)}$  Bi、Pb-Sr-Ca-Cu-O系で107 K  $^{29)}$  が得られている。磁気シールド材への応用がIBMから報告されている。

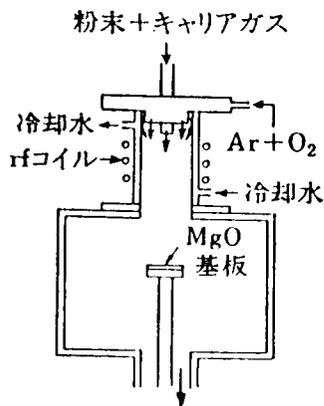


図8. プラズマ溶射装置図

### 4. 今後の課題

酸化物高温超伝導体の厚膜は多くの研究がなされているが、今後実用化に向けて、高 $J_c$ 化や表面の平滑性の向上、微細パターニングなどが開発課題となろう。

超伝導膜を配線に使用するとき、ゼロ磁場、77 Kで少なくとも10<sup>4</sup>～10<sup>5</sup> A/cm<sup>2</sup>の電流密度がとれることが要求されよう。しかし現在のところ、超伝導厚膜の $J_c$ は10<sup>3</sup> A/cm<sup>2</sup>程度である。この原因として、(1)膜がち密でない、(2)粒界中の不純物の影響、(3)導電面のランダムな配向、などが考えられる。解決策としては微粒子や液相からの合成でち密性を向上させる事や配向膜の作製が考えられる。また一般に厚膜は高温を要するためか、膜表面はラフなものが多い。低温成膜化に対する工夫も要求されよう。さらに応用分野にもよるが、臨界磁場、超伝導の局部破壊に対する安定化、低交流損失、高強度、高均一性、耐放射線性等も問題になる。特に磁場印加時での $J_c$ の向上は重要課題で、現在、磁束のピン止め中心の析出といった微細構造組織の制御の観点から研究が進められている。 $^{30)}$

参考文献

- 1) 笛木和雄、北澤宏一編、「酸化物超伝導体の化学」、講談社(1988)。
- 2) M. Kawai, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 26 (1987) L1746.
- 3) A. Gupta et al., Appl. Phys. Lett., 52 (1988) 163.
- 4) H. Nobumasa et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L1669.
- 5) S. Shibata et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L646.
- 6) H. Nasu et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L2317.
- 7) S. Kramer et al., MRS Proc., 99 (1988) p323.
- 8) T. Kobayashi et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L1880.
- 9) T. Hashimoto et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L384.
- 10) D.S. Ginley et al., J. Mater. Res., 4 (1989) 501.
- 11) D.W. Jonson, Jr. et al., Adv. Ceram. Mat., 2 (1987) 364.
- 12) M. Ishii et al., Jpn. J. Appl. Phys., 26 (1987) L1959.
- 13) K. Terashima et al., Appl. Phys. Lett., 52 (1988) 1274.
- 14) K. Matsuzaki et al., Jpn. J. Appl. Phys., 26 (1987) L334.
- 15) 小浦延幸、電気化学、56 (1988) 208.
- 16) T. Minami et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L777.
- 17) M. Yoshimura et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L1877.
- 18) H. Koinuma et al., Jpn. J. Appl. Phys., 26 (1987) L399.
- 19) H. Koinuma et al., Jpn. J. Appl. Phys., 26 (1987) L761.
- 20) H. Koinuma et al., Jpn. J. Appl. Phys., 26 (1987) L763.
- 21) H. Koinuma et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988) L1216.
- 22) J. Tabuchi et al., J. Ceram. Soc. Jpn., 96 (1988) 450.
- 23) 星野和友他、第49回応用物理学会学術講演会予稿集(1988)6P-B-5.
- 24) 丹波紘一、新超伝導体(日経マクロービ社)(1987) 158.
- 25) M. Yoshimoto et al., Jpn. J. Appl. Phys., 28 (1989) L984.
- 26) 日経超伝導、1988.12.26.
- 27) K. Togano et al., Jpn. J. Appl. Phys., 28 (1989) L95.
- 28) A. Asthana et al., Appl. Phys. Lett., 53 (1988) 799.
- 29) Y. Yoshida et al., Jpn. J. Appl. Phys., 28 (1989) L639.
- 30) 北澤宏一、応用物理、58 No.3 (1989) 690.

# プログラム

7 月 14 日 (金)	13:25~13:30	開会のあいさつ  【新装置とフェライト材料】 座長 落合達四郎	帝京技科大 杉本 光男
	13:30~14:20	酸素雰囲気HIP装置	神戸製鋼 藤川 隆男
	14:20~15:10	抗応力フェライト  休 憩 【超伝導と光通信用小型フィルタ】 座長 飯田 修一	T D K 熊谷 基
	15:30~16:20	高温超伝導体厚膜の作製	東工大 鯉沼 秀臣・吉本 護
	16:20~17:10	YIG単結晶の光通信デバイス  【特別講演】 座長 柄沢 忠義	日立金属 武田 茂
	17:10~18:00	18:20~19:40	17:10~18:00 極限への挑戦 18:20~19:40 懇 親 会
7 月 15 日 (土)	9:00~9:50	座長 太田 恵造 お 話  【磁 気 記 録】 座長 並河 守	武井 先生
	10:00~10:50	各種磁気記録方式の展望	日本ビクター 横山 克哉
	10:50~11:40	磁気記録密度の推移と将来展望  昼 食 【新材料と加工】 座長 飯村 勉	九州芸工大 菅谷 汎
	12:40~13:30	有機強磁性体	群馬大 大谷 杉郎
	13:30~14:20	磁気ヘッドの研磨法(磁気研磨を含む)	埼玉大 河西 敏雄
	14:20~14:25	閉会のあいさつ	埼玉大 平塚 信之

運営委員 武井 武, 山崎 貞一, 柄沢 忠義, 飯田 修一, 岡本 祥一, 太田 恵造  
 山口 喬, 並河 守, 戸板 公志, 飯村 勉, 落合達四郎, 佐々木 勇  
 山崎陽太郎, 杉本 光男, 平塚 信之

(財)加藤科学振興会 (案内図)



- バス→中軽井沢駅前より小諸行に<sup>カリヤド</sup>乗車、借宿停留所下車 (約15分、料金200円)、そのあと徒歩約25分
- タクシー→中軽井沢駅前より乗車 (約10分、料金約1,500円)
- 信濃追分駅より徒歩約35分

[住所] 長野県 軽井沢町 大字 長倉字 大日向 5607-4

「第9回武井セミナー」参加申込書

(送付先: 〒290-01 市原市潤井戸 帝京技術科学大学 情報工学科 杉本光男)

氏名	(同伴者)	
勤務先		
連絡先	(〒)	TEL
入会金	(すでに会員になられた方、同伴者は除きます)	円
参加費		3,000 円
懇親会	出席 欠席	円
宿泊費	大学・官公立研究所 (3,300円) (どちらかに○) 会社 (4,000円)	円
	合計	円

参加者は各自1枚ずつお書き下さい。コピー用紙でも結構です。

## 第9回 武井セミナー

武井セミナーは毎年大変好評なうちに開催され、本年はその第9回を迎えることになりました。そして今回は、会期中の7月15日に武井先生が満90才の誕生日を迎えられますので、参加者の皆様とご一緒にお祝い申し上げたいと思います。どうか今年も美しく涼しい軽井沢に多くの方々が参集され、お元気な武井先生ご夫妻を開んで最近の話題について活発な討論を展開下さいますようお願い致します。

運営委員一同

期 日：平成元年7月14日（金）～15日（土）

会 場：|（財）加藤科学振興会軽井沢研修所 |長野県軽井沢町大字長倉字大日向 5607-4  
TEL 0267-45-5315

信越線中軽井沢駅前より小諸行バスに乗車、借宿停留所下車（約15分、200円）のち徒歩約25分。信濃追分駅からは徒歩約35分。タクシーを利用される場合は中軽井沢駅前から（約10分、約1,500円）、信濃追分駅前から（約5分、約1,000円）。7月14日と15日に次の列車に連絡するマイクロバス（無料）を研修所と中軽井沢駅の間  
に用意致します。なお広い駐車場がありますので、マイカーも歓迎致します。また7月14日の昼に研修所で昼食をとることはできませんのでご注意願います。

### 中軽井沢駅列車時刻

往 7月14日（金） 特急：あさま9号 11：57 研修所ゆき

復 7月15日（土） 特急：あさま22号 15：10 中軽井沢駅ゆき

定 員：約120名

入 会 金：500円（今回初めて参加される方は、武井セミナー会入会金をお支払い下さい。）

参 加 費：3,000円（概要集代を含む）。ただし7月10日までに送金された方に限ります。それ以外の方は4,000円になります。ただし同伴者は無料（概要集なし）です。

懇 親 会：会費3,000円。同伴者は1,000円。（7月14日18時40分から研修所にて）

宿 泊：申込順に約80名の方が研修所に宿泊できます。

1泊朝食付、会社関係 — 4,000円、大学・官公立研究所 — 3,300円

申込方法：申込書に（コピー可）に必要な事項を明記のうえ参加費、懇親会費、宿泊費（初めての方は入会金も）を添えて（現金書留便）下記あてにお申し込み下さい。

申 込 先：〒290-01 千葉県市原市潤井戸 帝京技術科学大学 情報工学科  
杉 本 光 男（TEL 0436-74-5511 内線2616）

お尋ねは：〒338 埼玉県浦和市下大久保255 埼玉大学工学部 電子工学科  
平 塚 信 之（TEL 0488-52-2111 内線2263）