

Ba—Ca—Cu—O銅酸化物の 薄膜製造法

国立高等専門学校機構 八代工業高等専門学校
情報電子工学科

教授 木場 信一郎

研究背景

110Kを超える超伝導臨界温度(T_c)を有する応用可能な超伝導薄膜又はそのシステムの作製研究。

- ・120～130K級の薄膜としては、Hg-1223(Hg系)やTl-1223(Tl系)がある。
 - いずれも有毒元素を含む系。
- ・有毒元素を含まない薄膜では、Bi-2223(Bi系)が110K。
 - これを超える可能性？
 - 超伝導電流の方向に異方性が小さく臨界電流特性の向上が期待できる？

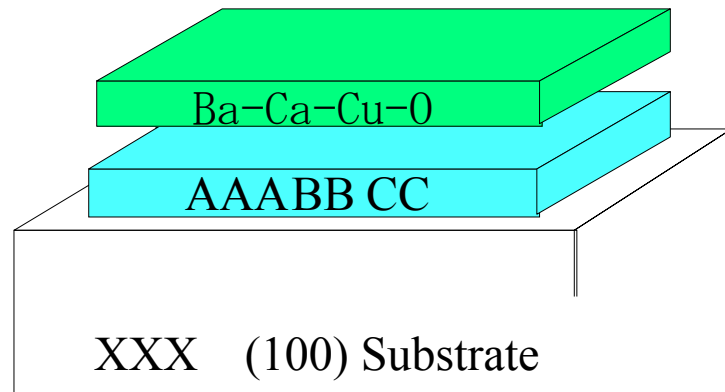
・Ba-Ca-Cu-O系は、117Kを超えるような高い超伝導臨界温度(T_c)を持った高温超伝導体、或いはその他電気伝導性などの特徴を有する銅酸化物。

・しかし、この物質の薄膜化は、物質が持つ不安定性のため、進展していない。

→結晶性の良いBa-Ca-Cu-O薄膜或いは薄膜システムにより、応用可能な程度の薄膜作製の可能性

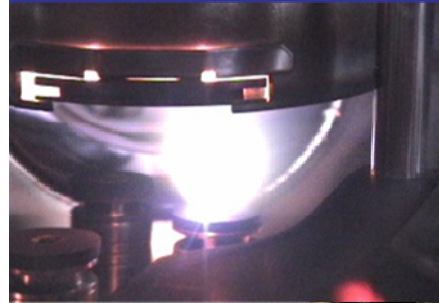
技術内容の紹介

構造とPLD作製装置

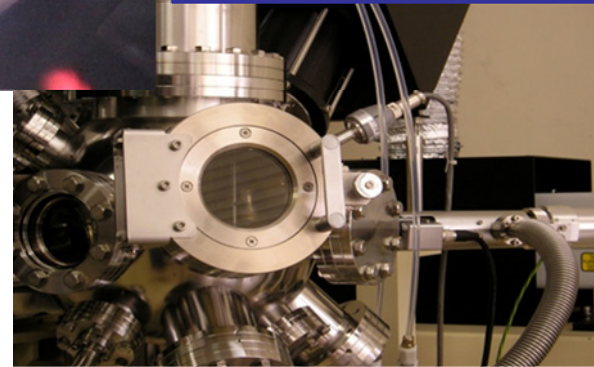


Structure of sample

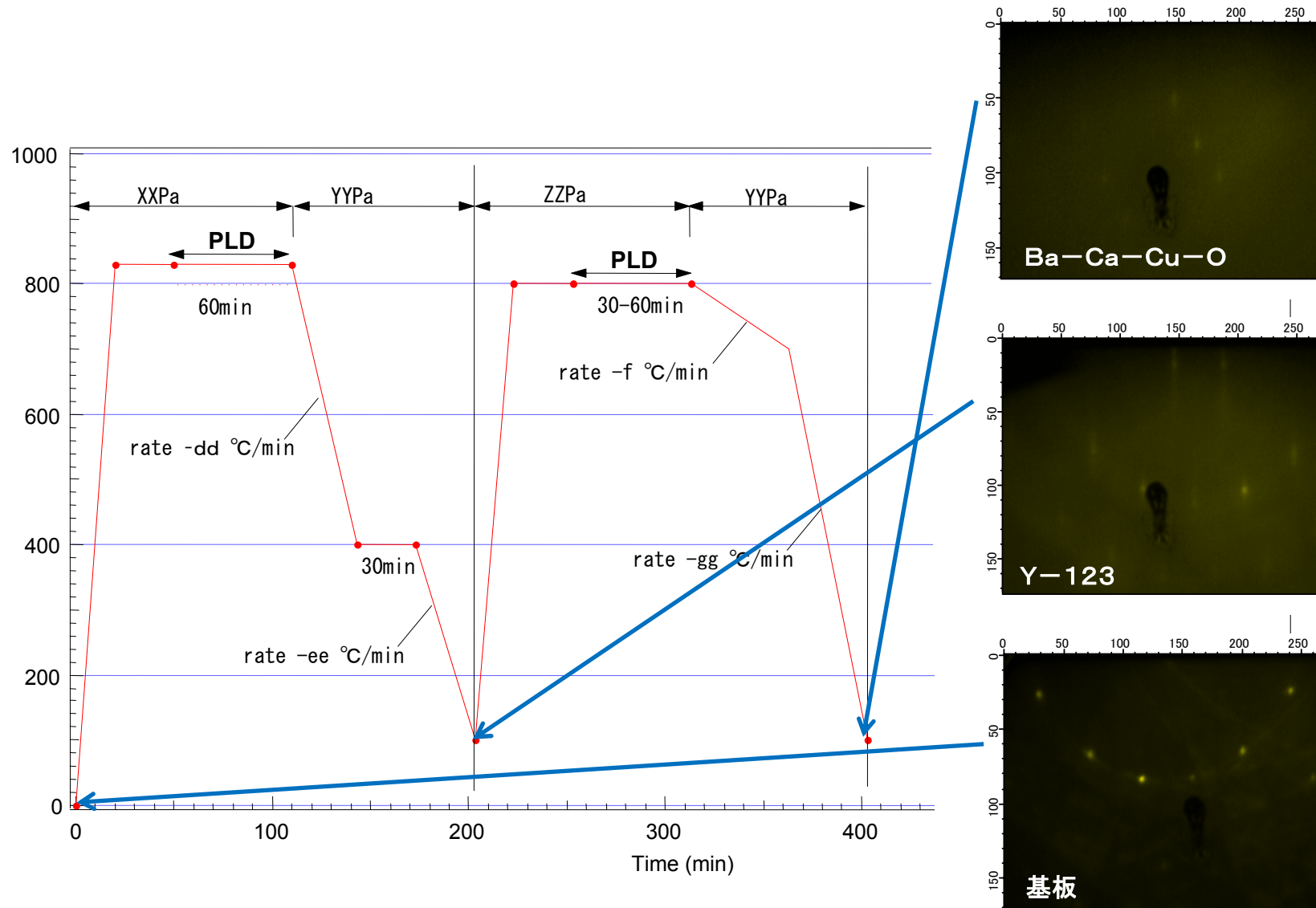
Plume of Y-123



PLD chamber

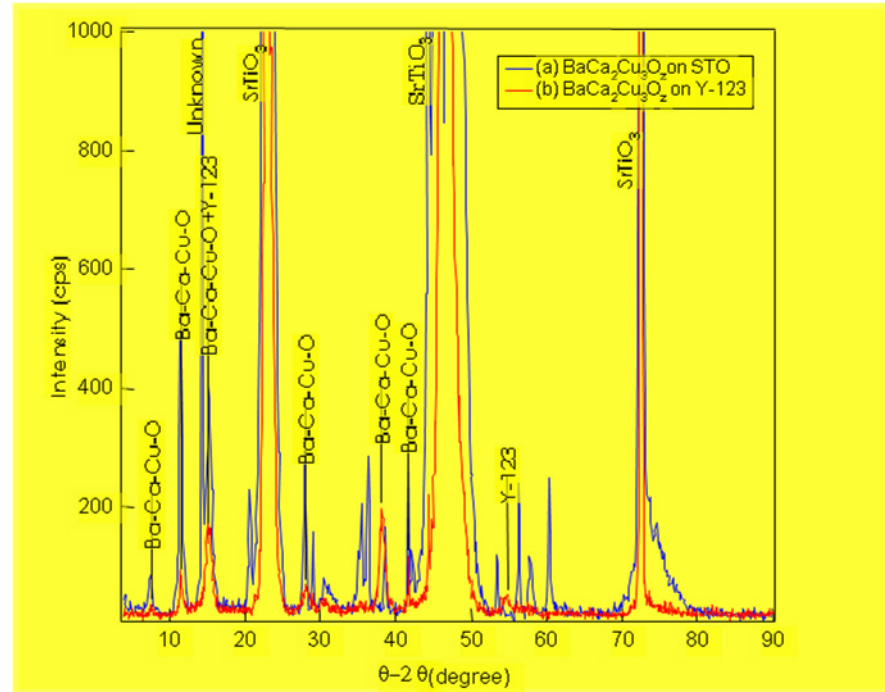
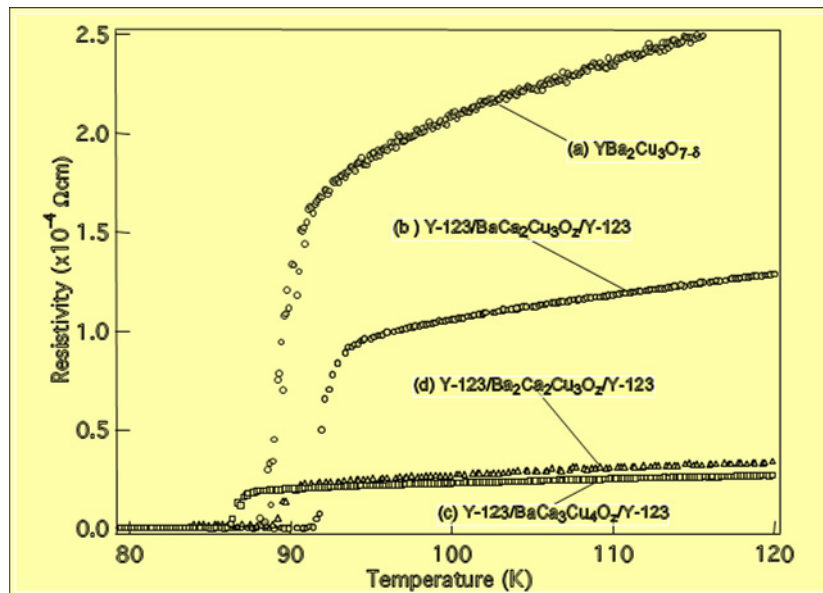


表面の結晶性と作製プロセスの1例



結晶の配向優位性と超伝導特性の1例

- 結晶配向性のXRDによる
基板上とY-123上の比較



- 超伝導特性の例

比較的安定な特性で
現状 $T_{c0} = 93.8\text{K}$, $T_{ce} = 91.2\text{K}$

従来技術とその問題点

既に以下の物質系が、実用化或いは周知されている。

①線材化されて実用段階にある $T_c = 110\text{K}$ のBi系超伝導体

→ 110K を超えない範囲

②Hg系(135K)、Tl系(125K)の薄膜

→有毒元素を薄膜中に含む

→蒸気圧等の要因で、高品質の薄膜が得にくい

Ba-Ca-Cu-O系について

① $T_c = 117\text{K}$ 以上を有する合成は超高压法によるバルク形状

→ 薄膜として合成する方法

② MBE法による超薄膜

→ $T_c = 65\text{K}$ 程度で、本来の $T_c (> 110\text{K})$ まで到達していない

③ Cu系 ($> 120\text{K}$) 高温超伝導薄膜及びその製造法 (スパッタリング法による)

→ 高 T_c のものは、有毒元素を薄膜中または製造過程に含む

新技術の特徴・従来技術との比較

1. 超伝導薄膜としてのBa-Ca-Cu-O系薄膜製造法

- 薄膜中及びプロセスに有毒元素を含まずに合成可能となる。
- 良好な軸配向性を持つBa-Ca-Cu-O薄膜合成が可能となる。
- Ba-Ca-Cu-O薄膜の超伝導特性などの性能劣化を、防止することが期待される。

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、物質系が有する T_c の高さから、超伝導薄膜材料として、線材や電子素子への利用が考えられる。
- 上記以外に、電気伝導性酸化物としてトンネル素子の障壁としての効果が得られることも期待される。
- また、多層構造を持つ結晶の配向制御性に着目すると、半導体や光学応用といった分野や用途に展開することも可能と思われる。

想定される業界

- 想定されるユーザー
超伝導線材製造メーカー,
半導体メーカー,センサー材料メーカー等
以上の開発部門・研究所
- ・ 想定される市場規模
超伝導開発関連・医療用センサー等の市場が有望
と考えられるが市場規模までは、現状推測できない。

実用化に向けた課題

- 現在、PLD法を用いて薄膜化と結晶性制御が可能なところまで開発済み。
- しかし、その他の最適なプロセス条件とBa組成を変化させた場合の結晶構造の決定等未解決な部分がある。
- 今後、Ba組成の変化と結晶構造, Ca組成とCuO面数及びキャリア分布状態の関係について実験データを取得し、 T_c を117Kに近づけていく為の条件設定を行っていく。

企業への期待

- 低温計測関連・超伝導薄膜の素子応用関連の技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、SQUIDを開発中の企業、センサ計測分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

お問い合わせ先

八代工業高等専門学校

地域連携センター長 教授 開 豊

TEL 09-6553-1279

FAX 09-6553-1289

e-mail hiraki@yatsushiro-nct.ac.jp