

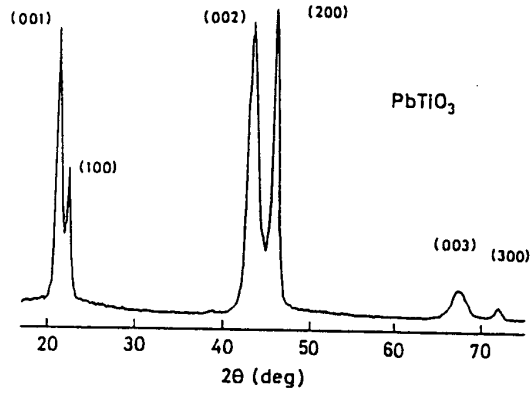
研究概要報告書

資料 - 6

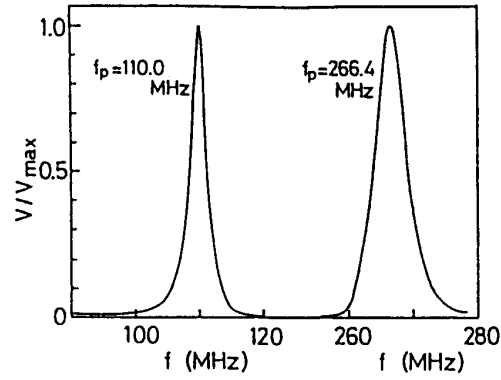
※別添で詳細な報告書が有る。 ( / )

研究題名	PbTiO <sub>3</sub> 薄膜による高周波表面弾性波発生と薄膜音波物性の応用	報告書作成者	深見 武
研究従事者	深見 武, 秋永正広(福岡教育大学), 大久保 博(久留米大学), 坂下寛文, 青峰隆文		
研究目的	<p>次世代の画期的な超伝導体材料として注目を集めている高温酸化物超伝導体の基礎物性を解明するため、これら超伝導体薄膜中のキャリア及び格子振動と表面弾性波との相互作用を研究し、またこれら超伝導体の線材化への材料学的基礎データの蓄積をはかり、かつPbTiO<sub>3</sub> 薄膜表面波素子そのものを表面波遅延素子として電子回路への応用の道をひらく、ことを目的として、次の研究課題を遂行する。(i)高周波表面弾性波を発生させるために、正方晶ペロブスカイト構造の圧電体PbTiO<sub>3</sub>の薄膜を単結晶MgO(100)基板上に再現性よく成長させる方法を確立する。(ii) PbTiO<sub>3</sub> 薄膜に、外部から高周波電界を加えるための楕形電極をリソグラフィ法を用いて微細加工する技術を確認する。(iii) MgO(100)基板上にPbTiO<sub>3</sub> 膜と境を接して、高温酸化物超伝導体膜を成長させる。これらの膜について表面弾性波による音速変化および減衰係数の温度変化を測定して、高温酸化物超伝導体の諸物性を明らかにする。</p>		
研究内容	<p>(1) PbTiO<sub>3</sub> 圧電体膜 の作製 我々が超伝導体薄膜の表面弾性波測定に最も適したのものとして選んだ圧電体膜素子は、MgO基板に c-軸配向をもって成長するPbTiO<sub>3</sub> 圧電体膜である。その理由は多くの酸化物超伝導体薄膜がMgO基板上に c 軸配向して成長するので、これらの膜と同じMgO基板上のPbTiO<sub>3</sub> 中で発生した表面波を伝播させるためには大変好都合であるからである。この圧電体膜は 0.8PbTiO<sub>3</sub>+0.2PbOの割合で混合された粉末ターゲットを用いてRFスパッター法でMgO単結晶基板上に作製された。説明書の第1図に粉末X-線回折パターンを示す。完全なc軸配向ではないがこの膜を使用して表面弾性波発生を試みた。表面波発生に用いる楕形電極の形状を第2図に示す。この電極は銀を材料としてリソグラフィの方法を用いてPbTiO<sub>3</sub> 膜上に作製された。この電極がPbTiO<sub>3</sub> 上に作製された状態は顕微鏡写真を用いて確認した。</p> <p>(2) 表面弾性波伝搬 表面弾性波発生の確認は次の方法で行った。楕形電極に外部から周波数 f を持つ高周波電気信号を入力し f を変化させて受信側の楕形電極に誘起される電圧を測定した。その結果のうち2例を説明書の第3図に示す。特定の周波数で強い共鳴型の信号が観測されることが分かる。よく知られているように楕形電極間の間隔 2d (我々の電極では 40 μ) と伝播する表面弾性波の f の間には <math>f = (2n+1) v_s / 2d</math> の関係がある。説明書の第4図に実験から得られた f 対整数 2n+1 の関係を示す。線形関係がよく成り立つことが分かる。この傾きから音速を求めると <math>v_s = 1.56 \times 10^5</math> m/s の値を得る。この値はこれまで他の圧電体素子から得られた音速と比較して合理的な値である。これらの結果からこれまで報告の乏しいPbTiO<sub>3</sub> 薄膜内での表面弾性波伝播が確認されたことが分かる。以上の結果を踏まえて、現在 レーザー蒸着法により作製された超伝導体膜にPbTiO<sub>3</sub> 圧電体膜で発生した表面波を入射させる実験を始めた。今後この実験により、バルク波音波では得られない高周波超音波を使用して、低周波音波とは定性的に異なる条件を作り出し、超伝導を担う電子系との相互作用の研究を進めたい。近い内に目的の研究に着手し所定の成果を得ることが出来ると確信している。</p>		

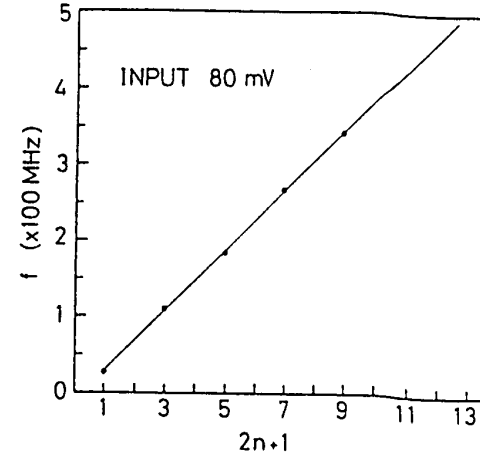
様式 - 9



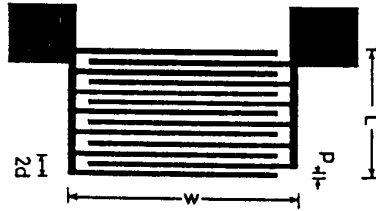
第1図 PbTiO<sub>3</sub>粉末X-線回折パターン



第3図 送信信号周波数対受信信号強度



第4図 送信信号周波数対  $2n+1$



第2図 楕形電極の概略図

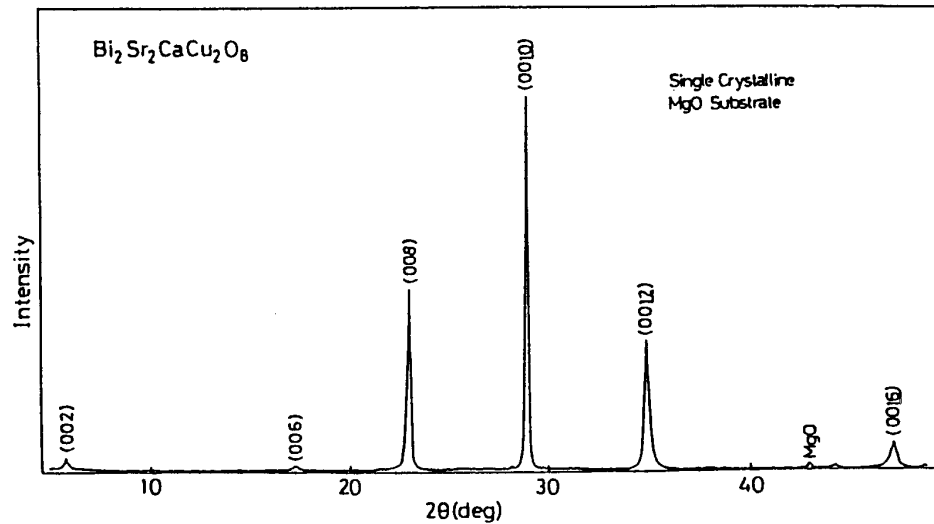
(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

(1) レーザー蒸着法による $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_{6+2n}$  ( $n=2,3$ ) (BSCC)膜の合成

高周波超音波を使用した電子フォノン相互作用の実験を遂行するため、その第一歩としてc-軸配向性をもったBSCC薄膜の合成を目指した。薄膜作製法として伝統的なスパッター法や電子ビーム蒸着法があるが、いずれも多元元素膜の合成には多大の試行錯誤が必要である。我々はこれらの伝統的な方法は避けて、Ar-Fエキシマパルスレーザーを用いたレーザー蒸着法により薄膜の合成を試みた。

この方法によるBSCC膜合成の概要を述べる。酸化原料粉末 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Cu}$ を化学量論比に秤量混合し、840℃で10時間仮焼する。仮焼粉末を再度粉砕した後、この粉末を加圧成形して直径30mm、厚さ2-3mmの円盤状ターゲットを作製する。

Ar-Fエキシマレーザー(波長192nm)は石英レンズを用いて集束し、ターゲット表面上に照射する。レーザーのエネルギーは約60mJ/パルス、反復周波数は10-20Hzであった。室温に保たれたMgO単結晶基板上に蒸着されたままの膜は、X線粉末回折ピークを示さず、膜がアモルファス状か100Å以下の微粒子から成ることを示す。この膜を空気流のなかで最適の条件下(855℃, 10時間)で熱処理したのち超伝導膜を得た。第5図に典型的なX線粉末回折データを示す。ミラー指数(001)を持つピークのみが観測されることから、この膜はc-軸方向に強く配向していることが分かる。これまでにほぼ同質の膜が再現性よく合成できる条件が確立した。

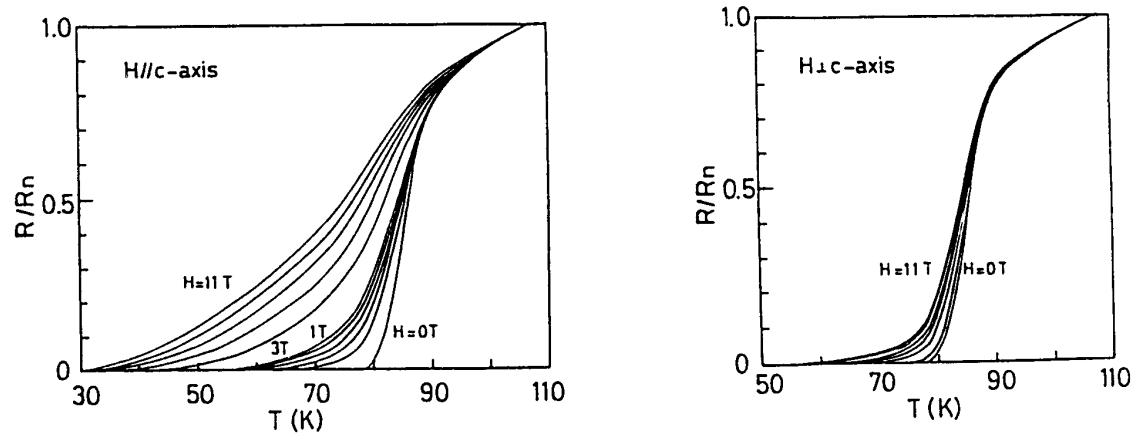


第5図  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ 超伝導体薄膜の粉末X線回折パターン

(注: フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

(2) 磁場中の電気的性質

上記(1)で述べたc-軸配向性を持つBSCC膜について、12 Tまでの磁場を用いて、臨界温度近傍での電気抵抗の温度依存性を、磁場の強度をパラメータとして測定した。電流は正方晶構造のa-b面内に流した。第6図にH//c-軸とH⊥c-軸の条件下での実験結果を示す。これらのデータから、結晶の強い配向性を反映して電気抵抗の温度依存性が強い異方性を示すこと、及び磁場中では電気抵抗転移幅に異常な広がりがあることが明らかになった。この広がりについては現在のところ明確な解釈が得られていない。



第6図  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  超伝導体薄膜の  
電気抵抗の磁場中での温度依存性  
(a) H//c-軸、(b) H⊥c-軸

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10