

4-3-3 誘電特性

誘電特性を測定するため、白金基板上に基板温度 600°C で PbTiO_3 スパッタ膜を形成した。

図4-9に誘電率および誘電損を示す。誘電率は膜に直径 1mm の円形 Al 電極を真空蒸着法により形成し、静電容量をブリッジにより測定し求めた。 PbTiO_3 は $T_c = 490^{\circ}\text{C}$ 前後で一次の相転移を示す⁽²²⁾といわれているが、スパッタ膜も、 480°C で相転移を示す。キュリー一点以上であまり誘電率が下がらないのは、格子欠陥による導伝電流によるものと考えられる。また、常温における比誘電率は 75 とかなり小さい。

図4-10(a)に D-E ヒステリシスループを示す。

PbTiO_3 は、抗電界が高く通常の磁器では、D-E ヒステリシスループは観察できないと⁽²²⁾ いわれているが、スパッタ膜においては、観察できる^{(6), (19)} という報告もある。しかし、この試料ではこれまで報告された、正常なヒステリシスループではなく、非対称ループが観察された。このことは、図4-10(b)に示すような、内部バイアスの存在が原因であると考えられる。その成因としては、表面準位や、膜中の格子欠陥の分布の偏りと考えられ

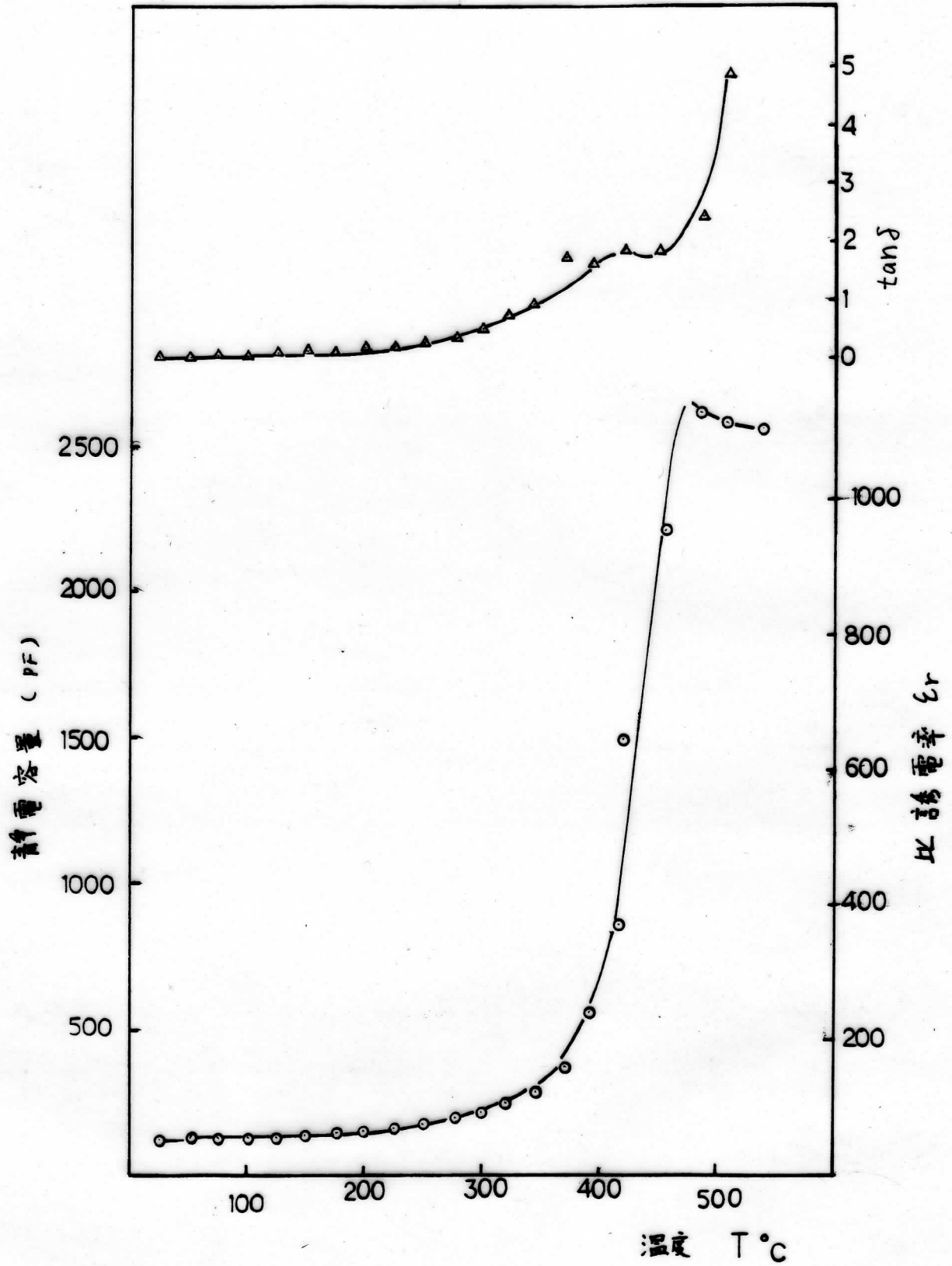
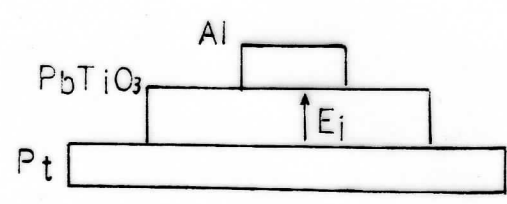


圖4-9 誘電特性

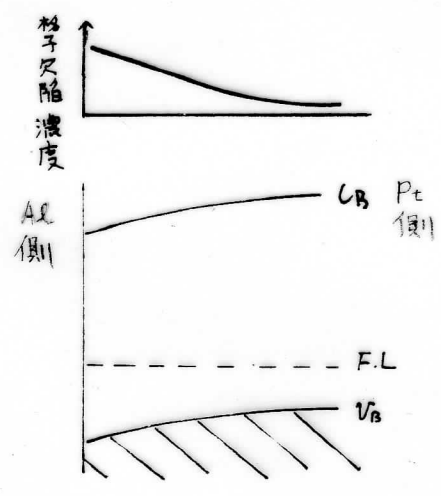


b) 内部電界 E_i

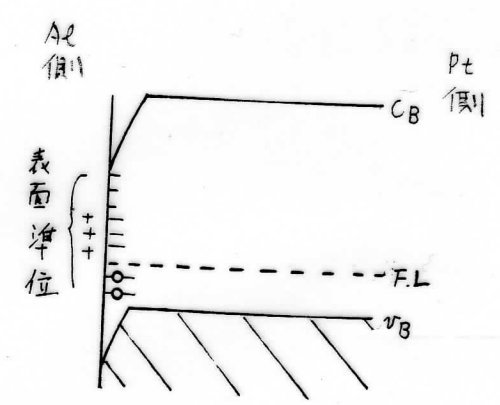
横軸 22.6 kV/mm/div
 縦軸 1.27 $\mu\text{C}/\text{cm}^2/\text{div}$

a) D-Eヒステリシスループ

図 3-10 非対称 D-Eヒステリシスループと内部電界 E_i



a) 格子欠陥 (酸素空位) の分布によるバンドの偏り



b) 表面準位によるバンドの偏り

図 3-11 内部バイアスの原因

る。 $PbTiO_3$ は、ペロブスカイト構造の A イオン (Pb) の格子空位のため超酸化物となり P 型伝導をするが、スパッタ膜中には、ドナーとして働く酸素空位が、多数存在すると考えられる。この酸素空位が、膜表面に多く、基板側に少なり分布をするならば、図 3-11 のに示すバンドの曲りが生じ、内部バイアスの原因となる。また、膜表面にはガングリニグボンドが存在し、ガス吸着により、図 3-11 のに示すバンドの曲りが生じ、これも、内部バイアスの原因と考えられる。

一方、Pt 基板から膜への電子の注入を考えると、図 3-10 とは逆方向のバイアスが形成される。また、基板と膜の熱膨張率の差から生じる応力は、一方方向へのバイアスではなく、正負両方向へのバイアスとなることから、これらが内部バイアスの原因とは考えられない。

Al と Pt の仕事関数に差があることから、接触電位により内部バイアスが生じるという考えは否定できないものの、誘電特性から格子欠陥の存在が予想され、また、この試料は誘電特性測定のため空気中で、 $550^\circ C$ まで加熱したものであるから、格子欠陥分布の偏りは十分予想できるため、格子欠陥の偏りと、表面準位の相互作用で、内部バイア

スが形成されて考えられる。

この内部バイアスに関しては、基板、電極の材質、あるいは、電極を真空蒸着する時の温度等を検討し、追跡していく必要がある。

4-4 まとめ

本章では放射状にTiとPbを配置した複合ターゲットを直流反応性スパッタを行うことでPbTiO₃スパッタ膜が形成できることを述べた。また、スパッタを行う時の基板温度が200℃では、アモルファス膜が堆積し、600℃ではペロブスカイト構造の膜が堆積することを示した。低温でスパッタ形成したアモルファス膜も、Pb雰囲気中600℃3時間の熱処理によってペロブスカイト構造となることも示した。

平滑で付着強度の強い膜形成には、数100Åのペロブスカイト構造の膜を鏡面研磨した基板上に形成し、それを基板として600℃の高温でスパッタするとよりことを示した。

また、比誘電率は常温で75と比較的小さいが、D-Eヒステリシスループの観察から、自発分極の存在が確認できた。このD-Eヒステリシスループには、内部バイアスの存在が示されており、その原因としては、欠陥分布の偏りや、表面準位の存在が考えられることを述べた。