

404 マイクロアクチュエータの圧電セラミックス (PZT) と電極金属 (Pt/Ti) の接合部の微細組織

東北大学大学院工学研究科
産業総合研究所
東北大学大学院工学研究科

○ 王 占杰
前田 龍太郎
粉川 博之

Microstructure of Interface Area between Piezo-ceramic (PZT) and Electrode Metal (Pt/Ti) in Micro-actuators

Zhan-Jie WANG, Ryutaro MAEDA and Hiroyuki KOKAWA

キーワード : PZT, 界面, 微細組織 Keywords: PZT, interface, microstructure

1. 緒言

ジルコン酸チタン酸鉛 ($\text{Pb}(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3$, PZT と略記) 薄膜は、高い圧電特性を示し、マイクロアクチュエータ材料として注目され、薄膜の作製・評価から微細加工法まで盛んに研究されている。PZT 薄膜のマイクロアクチュエータへの応用としては、まずゾルーゲル法やレーザーアブレーション法等の成膜方法を用いて、Pt/Ti/SiO₂/Si 基板の上に PZT 薄膜を作製する必要がある。一般に、ゾルーゲル法や MOCVD 等の化学的な方法で Pt/Ti/SiO₂/Si の基板上に作製した PZT 薄膜は(111)あるいは(100)面の優先配向を示す。PZT 薄膜の優先配向の形成メカニズムについては、(100)優先配向は PZT/Pt 界面での PbO 結晶の生成に起因し、(111)優先配向は PZT/Pt 界面での Pt₃₋₇Pb という金属間化合物の生成に起因すると提案されたが、このような中間化合物が実際に存在するかどうか透過電子顕微鏡観察で確認する必要がある。以上の理由から、本研究では透過電子顕微鏡を用いて、PZT 薄膜と電極金属 Pt の界面の微細組織を観察した。

2. 実験方法

(100)方位の n 型のシリコン基板に熱酸化法で 1.8 μm の厚さの SiO₂ を作製した後、その上に、スパッタリング法で 50nm 厚さの Ti と 150nm の厚さの Pt を蒸着し Pt/Ti/SiO₂/Si 基板を作製した。ゾルーゲル法により Pt/Ti/SiO₂/Si の基板の上に 3 μm 厚さの PZT 薄膜を作製した。

作製した試料の成膜部を接着剤で張り合わせ、そこから長さ 3mm、厚さ 1mm のサンプルを切り出して、0.1mm 以下まで機械研磨した後に、張り合わせの中央部をディンプルグラインダーにより凹みを付けた。さらに、イオンミリング法で最終研磨を行って、電子顕微鏡観察用のサンプルとした。透過電子顕微鏡観察は日立透過電子顕微鏡装置 HF-2000 と H-9000UHR を用いて行った。

3. 実験結果と考察

Fig. 1 は PZT/Pt/Ti/SiO₂/Si 試料の破断面形態を示し、薄膜は均一の厚さがあり、表面が平らで、柱状の組織を持つ。PZT 薄膜の断面の微細組織は Fig. 2 に示され、Pt/Ti 基板から薄膜の表面に成長するペロブスカイト相の結晶粒となる。これは、塗膜後のアニール中に、PZT 薄膜のペロブスカイト相の核生成が PZT 薄膜と Pt との界面から始まり、薄膜の法線方向にそって成長することを示唆する。Fig. 3 は PZT/Pt の接合部の組織の一例を示し、界面に第二相は観察されない。図中の d の領域の格子像を Fig. 4 に示す。PZT/Pt 界面では変質相や第二相は存在しなく、両側の格子が繋がっている。PZT 薄膜の優先方位の形成メカニズムについては、(100)の配向は PZT/Pt での PbO 結

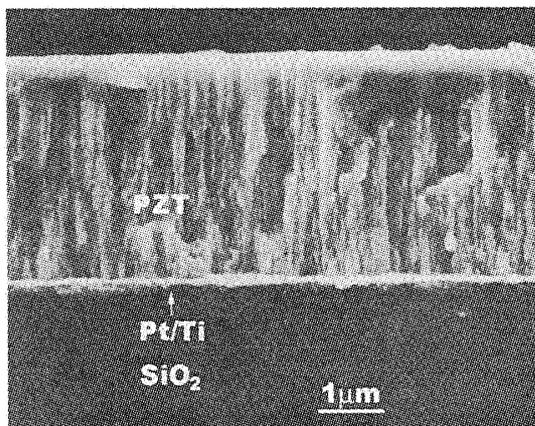


Fig. 1 SEM image showing a cross section through the PZT/Pt/Ti/SiO₂.

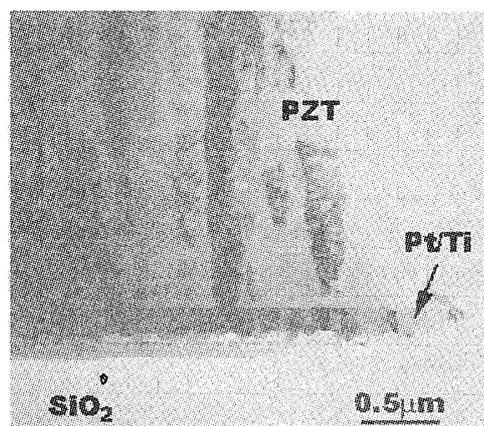


Fig. 2 TEM image showing a cross section through the PZT/Pt/Ti/SiO₂.

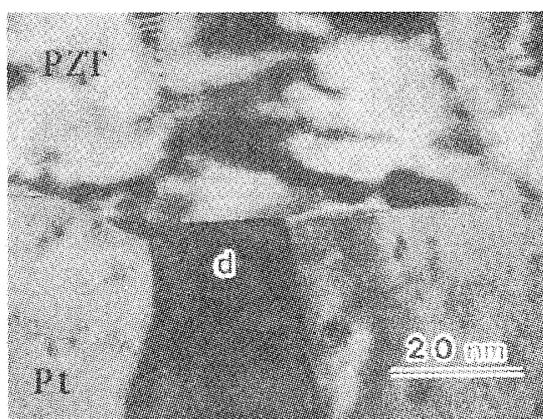


Fig. 3 TEM image showing the interface between the PZT/Pt.

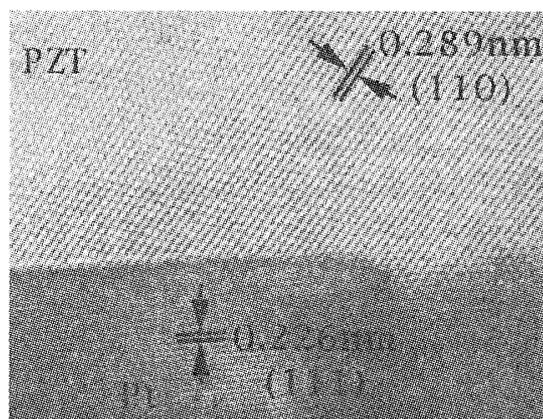


Fig. 4 HRTEM image showing the interface between the PZT/Pt.

晶の生成に起因し、(111)の配向は PZT/Pt での $Pt_{5,7}Pb$ という不安定化合物の生成に起因すると提案されたが、今回の観察で、PZT/Pt 界面では PbO や Pt_xPb 相が観察されないことから、ペロブスカイト相の特定の方位の結晶粒の生成は PbO や Pt_xPb 等の第二相に関係がないと考えられる。

4. むすび

透過電子顕微鏡を用い、ゾルゲル法により作製した圧電セラミックス PZT 薄膜と基板の界面の微細組織を観察した。PZT/Pt 界面では PbO や Pt_xPb 等の第二相が観察されなく、ペロブスカイト相の(111)と(100)面の配向性の形成は PbO や Pt_xPb 等の第二相に関係ないものと考えられる。

参考文献：

1. 王 占杰, 前田龍太郎, 粉川博之, 日本金属学会秋季講演概要集, **127** (2000), 458.
2. 王 占杰, 前田龍太郎, 粉川博之, 溶接学会全国大会講演概要集, **68** (2001), 226.
3. 王 占杰, 前田龍太郎, 粉川博之, 強誘電体応用会議講演概要集, **18** (2001), 83.
4. Z. J. Wang, R. Maeda and H. Kokawa, Proceedings of SPIE, **4408** (2001), 494.
5. Z. J. Wang, R. Maeda and H. Kokawa, Jpn. J. Appl. Phys. **40** (2001), in press.