

課題番号：2006B0173

課題名：LSI パッケージ封入後の強誘電体メモリの非破壊評価

実験責任者：富士通研究所 野村健二

使用ビームライン：BL46XU

実験結果：

1. 目的

PZT (PbZrTiO_3) をはじめとする強誘電体材料は、圧電体であるため、応力の影響で強誘電体の結晶格子が変形し、分極特性が変化するとされている。また、強誘電体メモリに使われる強誘電体材料は酸化物であるため、水素や水分の影響で強誘電体が還元され、分極特性が変化することが報告されている。

LSI パッケージ(図 1)封入後の強誘電体素子には、パッケージの硬化時に発生する応力の影響や、パッケージ樹脂中に含まれる水分の影響で、分極特性が変化する可能性が考えられる。しかし、現状では、LSI パッケージ封入後の強誘電体素子部の応力や水素の影響について、実素子のままで評価することができなかった。

今回、BL46XU において、透過力の強い高エネルギー X 線を用いた回折法により、LSI パッケージ中の強誘電体素子部の応力と水素の影響を非破壊で評価することを試みた。



図 1. LSI パッケージ

2. 結果

高エネルギー X 線 (22 keV) を使用することで、モールド樹脂を透過させ、封入された強誘電体素子部の回折測定を行った。

強誘電体素子部の応力測定に関しては、強誘電体 PZT 膜に隣接し、高精度に応力評価が可能な強誘電体キャパシタ電極 Pt 膜を使用した。Pt 膜は (1 1 1) 配向しているため、面直の (2 2 2) とあおり角 χ が約 70° の (-2 2 2) 回折ピークを測定し、 2θ と $\sin^2 \chi$ の関係を求め、その直線の傾きを式(1)に代入することで、応力を決定した。

$$\sigma = -\frac{E}{2(1+\nu)} \cdot \frac{1}{\tan \theta_0} \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{\Delta(2\theta)}{\Delta(\sin^2 \chi)} \quad (1)$$

Pt のヤング率 E=168000(MPa)

Pt のポアソン比 $\nu=0.377$

22(keV)における Pt(2 2 2)の標準ブラッグ角 $\theta_0=14.4073^\circ$

2種類の異なる LSI パッケージ中の強誘電体素子部の応力を比較した結果を図 2 に示す。パッケージ A では、118(MPa)の面内圧縮応力、パッケージ B では、265(MPa)の面内引っ張り応力であった。2つの LSI パッケージで応力差が観測されており、Pt 膜を用いることで、強誘電体素子部の応力評価が可能であることが分かった。

一方、水素の影響に関しては、面直の PZT(2 2 2)回折ピークを用いて評価を行った。試料として、水素還元度の異なる 3つの LSI パッケージに封入された強誘電体素子を使用した。3試料の PZT(2 2 2)回折ピークを比較した結果を図 3 に示す。水素還元した試料では、PZT(2 2 2)回折ピークの強度の減少が観測された。水素の影響で PZT 膜が還元され、結晶性が低下したと思われる。PZT(2 2 2)回折強度を調べる事で、水素の影響を評価することが可能であることが分かった。

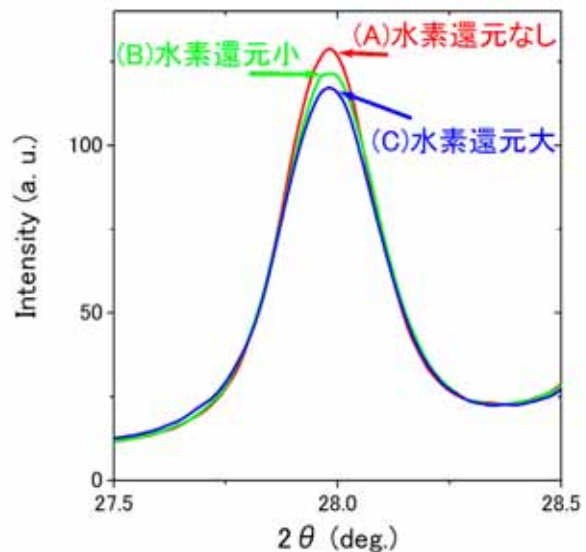
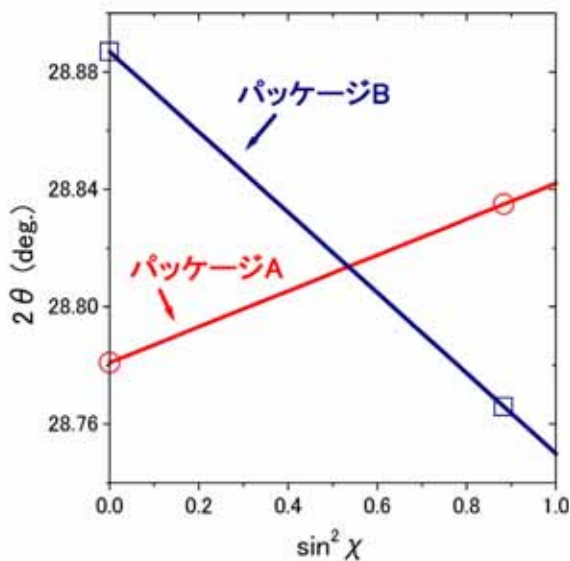


図 2. 強誘電体素子部(Pt 膜)の応力測定結果 図 3. 水素還元試料の PZT(222)回折ピーク

3. 謝辞

BL46XU における応力実験に関して、ご協力いただきました産業利用推進室の佐藤真直様、並びに実験に関係された方々に深く感謝いたします。