

課題番号： 2006A0172

実課題名： 先端 LSI パッケージ封止後のシリコンチップ非破壊応力評価

実験責任者： 富士通研究所 野村健二

使用ビームライン： BL19B2

実験結果：

### 1. 目的

先端半導体デバイスの製造工程において、LSI パッケージの封止後に素子不良が発生する場合があります。開発の遅れの一因となっている。最近の先端デバイスに使用される電子材料は、応力の影響を受けやすい材料が増えており、LSI の封止工程後の素子不良の原因として応力の影響が考えられている。

従来、応力を測定する方法として、光弾性法・歪ゲージ法・ラマン分光法などが知られているが、いずれも破壊分析であり、封止後の LSI チップなど、実形状のままの応力を測定することは出来ない。

今回、BL19B2 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 パッケージに封止された Si チップの局所的な応力を非破壊で評価する技術を開発した。

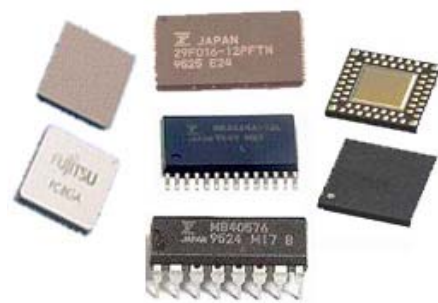


図 1. LSI パッケージ

### 2. 実験

高エネルギーX 線(25keV)を使用することで、モールド樹脂を透過して、Si チップの回折測定を行った。局所応力評価のために、スリットを用いて、X 線のビームサイズを  $100 \times 100 \mu m^2$  に絞った。測定値  $2\theta$  の原点誤差の影響を低減し、応力の評価精度を上げるために、同じ面間隔  $d=0.26125(\text{\AA})$  を持つ Si(4 4 20)と Si(12 12 12)を測定した。

Si[110]と Si[-110]の 2 方向(図 2)で、 $2\theta$  と

$\sin^2 \chi$  の関係を求め、その直線の傾きを式(1)および(2)に代入し、チップ面内の応力  $\sigma_{11}$  と  $\sigma_{22}$  を求めることに成功した。

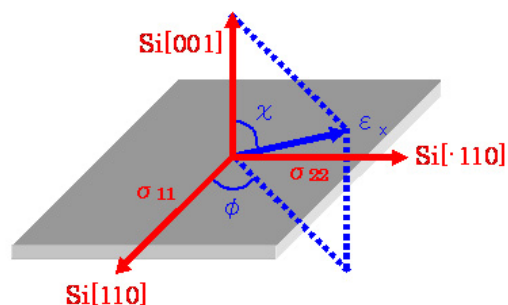


図 2. Si チップの結晶軸と応力方位の関係

$$[\phi=0^\circ] \quad \frac{\partial 2\theta}{\partial \sin^2 \chi} = -\frac{\tan \theta_0}{2} [(2s_{11}-2s_{12}+s_{44})\sigma_{11} + (2s_{11}-2s_{12}-s_{44})\sigma_{22}] \quad (1)$$

$$[\phi=90^\circ] \quad \frac{\partial 2\theta}{\partial \sin^2 \chi} = -\frac{\tan \theta_0}{2} [(2s_{11}-2s_{12}-s_{44})\sigma_{11} + (2s_{11}-2s_{12}+s_{44})\sigma_{22}] \quad (2)$$

弾性コンプライアンス  $s_{11}=7.681$  (MPa)、 $s_{12}=-2.137$  (MPa)、 $s_{44}=12.559$  (MPa)

本技術を用いて、LSI パッケージに封止された Si チップの中央と端で応力評価を行った(図 3)。結果を図 4 に示す。チップの中央では  $\sigma_{11}=-65.8$ (MPa)、 $\sigma_{22}=-64.3$ (MPa)、端では  $\sigma_{11}=-53.7$ (MPa)、 $\sigma_{22}=-52.1$ (MPa)であり、方位によらず、中央の方が 20%程度大きな面内圧縮応力を受けていることが明らかになった。

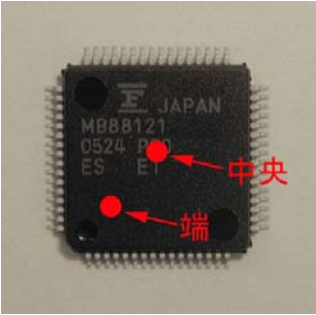


図 3. 応力の測定位置

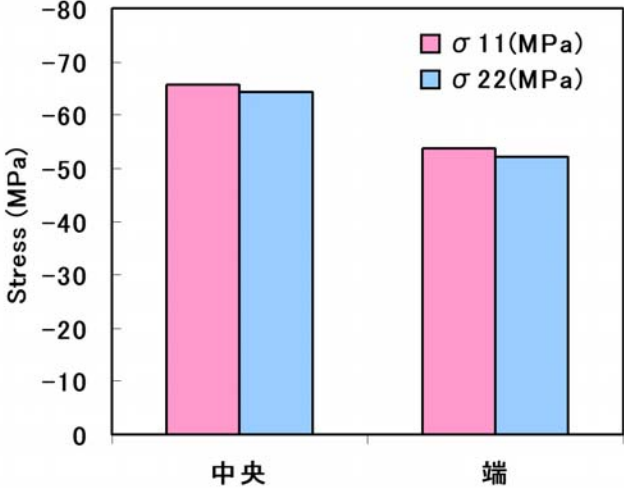


図 4. 応力の測定結果

3. まとめ

BL19B2 の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 パッケージに封止された Si チップの局所的な応力を非破壊で測定することに成功した。LSI チップの中央と端で応力評価を行った結果、中央の方が 20%程度大きな面内圧縮応力を受けていることが明らかになった。

4. 謝辞

BL19B2 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、広沢一郎様、コーディネーターの古宮聰様、並びに実験に関係された方々に深く感謝いたします。