

課題番号 2006B0183  
課題名 ひずみスキヤニング法による S45C 拡散接合体の残留応力の評価  
実験責任者 (株)WELCON 鈴木裕  
ビームライン BL02B1

## 1. はじめに

マイクロ加工技術で高精度に加工した薄板を拡散接合することで、従来では不可能であった 3 次元的に自由度の高いチャンネル構造を製作することが可能となる。本技術はマイクロ熱交換器、マイクロリアクター、燃料電池のセパレータ、マニフォールド等多岐にわたるデバイスへの応用が期待できる。これらデバイスは試作段階においてはエッチング加工により成形することが多いが、量産へ移行する際にはプレス加工へ変更することが考えられる。プレス加工は成形によりバリ、残留応力が発生し、周辺の精度に与える影響が懸念される。本研究では精密なマイクロデバイスを製作するにあたり、加工により発生する残留応力と接合性能の関係を明らかにすることを目的としている。

前回はオーステナイト系ステンレス材の接合体を使用し残留応力を測定した。このときは結晶粒の粗大化やゲージ体積の複雑さにより十分な測定を行うことができなかった。この問題を回避するため、材料を S45C に変更し、加工する穴径を  $\phi 5$  から  $\phi 10$  へ大きくし、ゲージ体積を簡易化し測定する計画を立てた。しかし薄板の加工の問題から SK5 に材料を変更して測定を試みた。

## 2. 実験手法

### (1) 実験の概要

局所的に残留応力が発生するプレス、残留応力が発生しないエッチングにより、同形状の穴加工を施す。各々の板を 2 枚、その上下には穴加工を施さない板を 1 枚ずつ挟み拡散接合を行う。拡散接合を行った各々の板の残留応力をひずみスキヤニングにより測定する。

### (2) テストピース

テストピース形状を Fig.1 に示す。テストピースは SK5 とし、 $\phi 10$  穴はプレス、エッチング両加工方法で製作する。穴周辺の残留応力に差を与えた。

### (3) 拡散接合

拡散接合の接合条件は温度、保持時間、加圧力全てを一定とした。

### (4) ひずみスキヤニング法

結晶材料は材料固有の結晶構造を有しており、原子が周期的に規則正しく並んでいる。特定の格子面に注目すると、ひずみが無い場合の格子面の面間隔は格子定数によって定まる。ここで材料に応力が作用すると結晶格子がひずむため、格子面間隔が変化する。そのひずみ量を知ることができれば応力を算出することができる。本測定では BL02B1 ラインを使用した。ゲージ体積は入射、受光側ともダブルスリットにより領域を制限しこの寸法を幅 5[mm]高さ 0.2[mm]とした。ゲージ体積の中心は 2 つの穴の中心を結ぶ線上、深さは表面から 0.075,0.150,0.225[mm]の位置においた。

$\alpha$ -Fe211 面の回折角(2 $\theta$ )を測定し、ガウス近似によって回折角度を決定して格子面間距離の算定を行った。

### 3. 結果

Fig.2に測定結果を示す。X軸は測定穴中心からの距離、Y軸は回折角  $2\theta$  若しくは格子面間距離  $d$  とした。最も残留応力が発生しているプレス加工の円周付近に際立った特徴は見られない。測定位置の両端の変化はテストピースの変形が原因となっている可能性がある。上から1枚目の板は穴の上で変形していた。この変形とゲージ体積重心との関係を考慮する必要がある。さらに1枚目と界面、2枚目との比較も、内部空間が存在するためにゲージ体積の重心が移動する。この誤差を考慮して検討する必要がある。

### 4. まとめ

材料を SK5 に変更して、結晶粒の粗大化を抑制することで十分な測定量を得ることができた。しかし接合条件と残留応力の開放との関係が明確でなかったために、十分な比較を行うことができなかった。また残留応力の与え方をプレス加工と、エッチングとしたために、残留応力が局所的なものとなり測定が困難であった。形状の複雑さによるゲージ体積重心の移動の影響を考慮した解析とともに、明確に切り分けられる測定手法を検討する必要がある。

### 5. 文献

- (1) 残留応力の X 線評価-基礎と応用- 田中啓介・鈴木賢治・秋庭義明

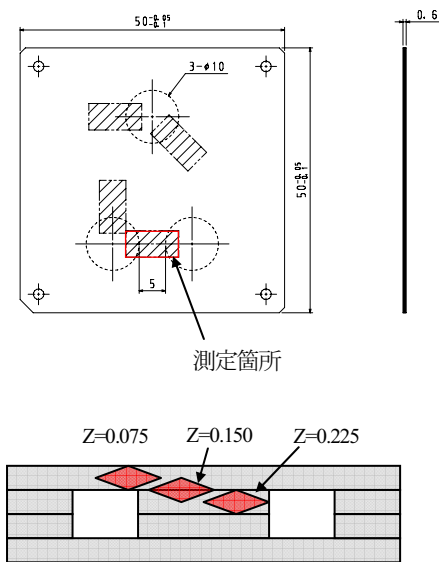


Fig.1 テストピース形状

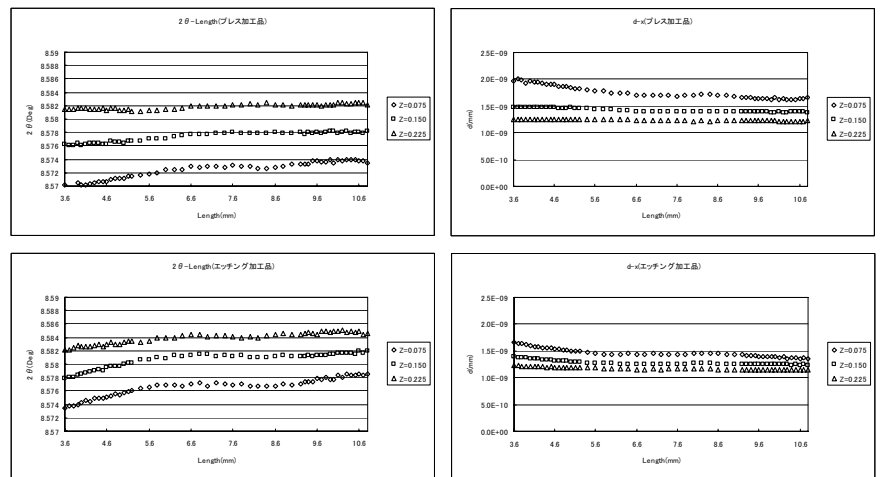


Fig.2 回折角  $2\theta$  測定結果と  $\alpha$ -Fe211 面格子面間距離