

課題番号 2006A0107
課題名 拡散接合による高機能・高性能デバイスのためのマイクロ技術の開発
実験責任者 (株)ヤチダ 鈴木 裕 (001703)
ビームライン BL02B1

1. 目的

加工された薄板を積層させて拡散接合することによって、従来の手法では得られなかった高機能・高性能マイクロデバイスを製造することができる。経験的に薄板部品のひずみが接合性能に影響を与えることがわかっている。部品の残留応力と接合性能の関係を評価し基礎的な知見を得ることを目的とする。

2. 拡散接合とは

拡散接合とは、材料を加圧・加熱し、原子の拡散を利用して接合する手法である。接合力が強く、母材並の接合強度が得られる。

3. 実験手法

3.1 実験概要

局所的に残留応力が発生するプレス加工と、残留応力が発生しないエッチング加工で同形状の薄板 ($t=0.1\text{mm}$) に穴加工を行う。各々の薄板を 2 枚と、その上下に穴加工を施さない板 1 枚ずつで挟み、拡散接合を行う。拡散接合後の残留応力をひずみスキャンニングにより測定する。

3.2 テストピース

テストピース形状を Fig.1 に示す。テストピースの材質は SUS304H とした。φ5 の穴をエッチングと一般的なプレスによって加工し、穴加工部周辺の残留応力に違いを持たせた。四角で囲まれた部分を測定範囲とした。

3.3 拡散接合

拡散接合条件は接合温度、保持時間は一定とし、加圧力を 5[MPa]、10[MPa]の 2 条件で行った。

3.4 ひずみスキャンニング法

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、ひずみがない場合の格子面の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た。スリットは幅 5[mm]高さ 0.2[mm]、放射光の波長は 17.8[μm] (69.6[KeV]) である。 γ -311 回折の回折角(2θ)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と残留応力の算定を行った。

4. 結果

残留応力の影響を接合時加圧条件、薄板の加工履歴に絞り特定を試みた。Fig.2 に加工履歴、接合条件の異なる 3 種類の測定結果を示す。X 軸に測定穴中心からの距離 (原点を穴の縁 Length2.5 mmとしている)、Y 軸に残留応力とした。残留応力は加工した穴よりも十分離れた位置 ($L=5$ 以上) の結晶面間距離を規準とした。

5. まとめ

プレス加工品は、エッチング品に比べ穴の縁から離れた部分まで残留応力の影響が現れる。また加圧力が小さい場合に残留応力の影響は大きく現れる。

問題点として、穴の縁から 5[mm]以上はなれた位置における残留応力の基準値が安定していない。これ

はオーステナイト系のステンレスを使用したために、結晶粒が粗大化し十分な量の γ -311 面の測定を行えなかったことが原因と考えられる。測定対象を金属顕微鏡で観察したところ、結晶粒の大きさは約 20[μm]であった。これは接合後（加熱処理後）もゲージ体積に対して十分小さい結晶粒を持つ材料で測定する必要がある。

また穴の縁付近の測定においても測定データが不安定である。加工による残留応力の影響を明確にすることは困難であった。これは加工した穴とゲージ体積の形状がほぼ同じであったため、わずかな位置ズレが測定結果に大きな影響を与えることが原因と考えられる。この影響を小さくするためには、穴形状をゲージ体積に対して十分大きくすることが有効である。

6. 参考文献

- (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

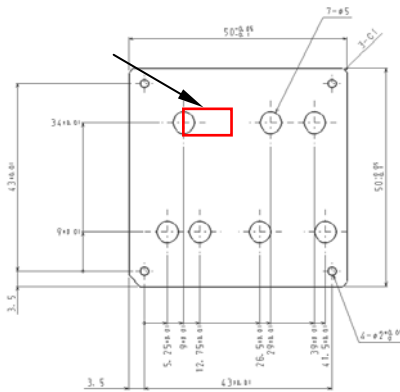


Fig.1 ワーク形状および測定位置

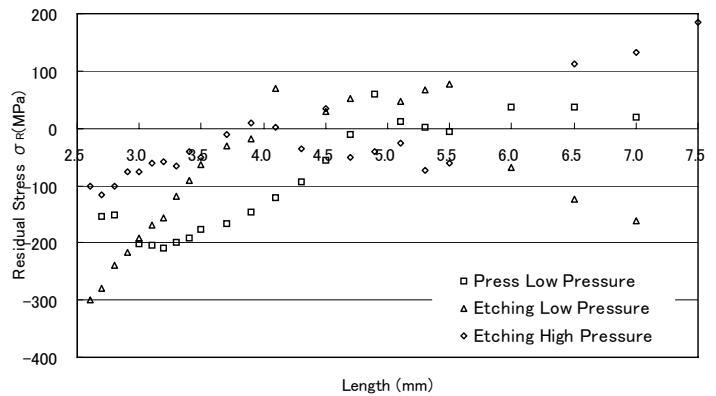


Fig.2 応力測定グラフ