

技術紹介



東北特殊鋼(株) 拡散接合

1. 拡散接合とは

拡散接合は「母材を密着させ、母材の融点以下の温度条件で、塑性変形をできるだけ生じないように加圧して、接合界面に生じる原子の拡散を利用して接合する方法」と定義（JIS Z 3001-2）されており、さまざまな材料的接合の中でも固相接合に分類される接合法である（図1）。「常温圧接」や「摩擦圧接」では接合面へ大きな塑性変形や摩擦力を付与することで母材表面の被膜を破壊するのに対し、拡散接合は小さな圧力を加えながら高温で加熱することで被膜の消失・一体化を達成するため、被接合体の形状変化が少ないのが特徴である。図2は各種固相接合法で接合するために必要な温度と加圧力の関係を示している¹⁾。

【拡散接合の特徴】

- ①接合過程での形状変化が少なく、被接合材の寸法／形状を保ったまま接合が可能
- ②面接合が可能であり、高強度・気密性が確保できる
- ③ろう材や接着剤が不要であり清浄な接合面が得られる

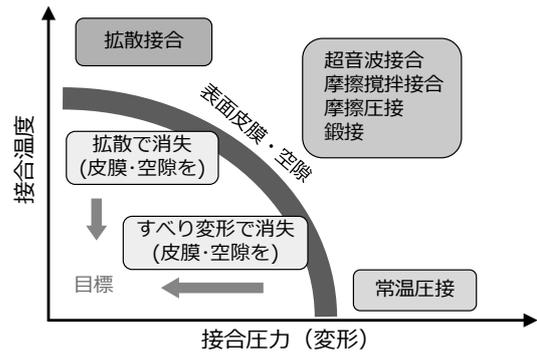


図2. 各種固相接合法での加圧力と接合温度の関係¹⁾。

2. 当社技術の特徴

東北特殊鋼(株)（以下、当社という）ではエッチングやレーザにて精密加工された薄板部材を積層・接合することで電子部品の製造用精密治具を始めとする精密な3D構造物を製造している（図3）。エッチングやレーザ加工においては、板厚が厚くなると加工精度や加工限界は悪化する傾向にあり、厚板品の高精度化のためには、高精度に加工された薄板部材を積層・接合することが有効な手段となる。また、中空構造や流路構造といった機械加工では加工困難な複雑形状も成形可能であり、各種精密部品の製造法として適用される事例が増えている。

前述したとおり、拡散接合は被接合体の形状変化が少ない接合法であるが、プロセス中に生じるμmオーダーの変形は精密な積層体製造においては品質上重要な要素となる。当社は精密加工された部材の寸法精度や形状を保ったまま接合する“精密接合”に特化している。また、材料面においてもSUS材をはじめCu, Ti, Alなどの非鉄材料など、さまざまな材料の複合化を含めた精密接合を実現している。

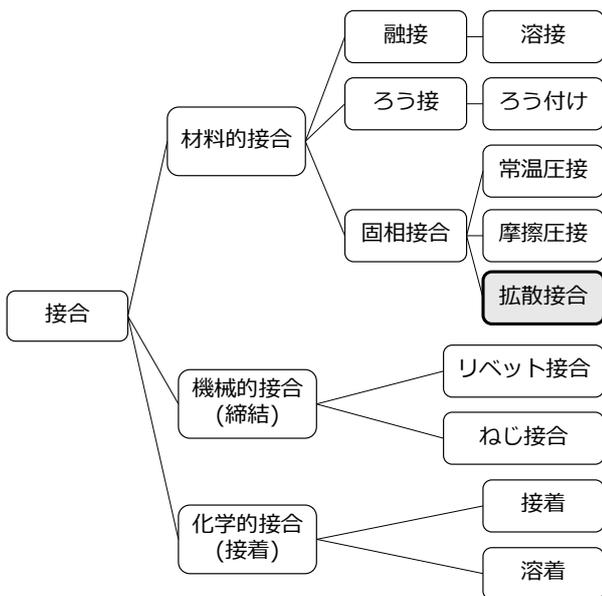


図1. 接合法の分類。



図3. 拡散接合プロセス模式図.

3. 適用事例

当社では薄板部材の精密接合により、高精度電子部品（半導体素子、積層セラミックコンデンサなど）の製造用精密治具、精密フィルタ（半導体装置／空圧機器の流量制御用、飲料／化粧品に分粒用）、電子電機部品（精密吐出部品、音響機器用部品）、熱マネジメント関連部品などを製造しており、ここではその製品事例を紹介したい。

・高アスペクト比ラティスフレーム(図4)

開口部：15 mm × 10 mm、格子線幅0.25 mmの薄板部材を積層・接合し製造した、高開口率、かつアスペクト比（線幅に対する加工深さ）の高い格子部品である（板厚5 mm、開口率94%、アスペクト比1：80）。

変形抵抗の低い純銅においても、交点間距離15 mmにて格子間の平行度0.1 mmを保ったまま、形状が崩れることなく接合することが可能である。

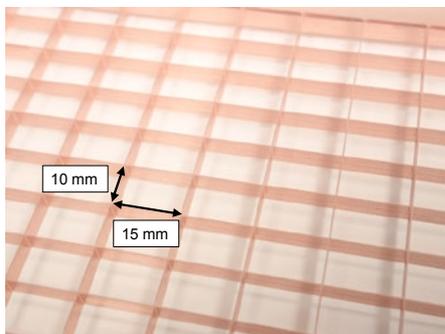


図4. 高アスペクト比ラティスフレーム (C1020).

・微小積層部品(図5)

外形寸法が5 mm × 5 mmの微小形状においても、板厚方向への潰れがなく、平坦度を保ったまま接合することが可能である（平坦度< 0.02 mm）。当社の荷重制御工法は従来工法と比較し、より高精度な荷重管理が可能かつ、荷重バラツキが極めて小さい。そのため、材質／形状／積層構成に合わせた、きめ細やかな荷重設定が可能であり、このような微小部品の製造を可能としている。

・中空構造部品(図6)

溝加工された部材や枠形状部材と平板材を接合することで中空構造や流路構造を成形できる。製品構造や材質に応じて適切な接合温度、接合荷重を設定することで中空部の変形抑制（変形量0.1 mm以下）と接合強度（耐圧強度30 MPa以上）を両立することが可能である。

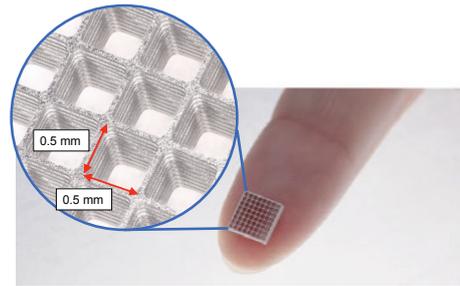
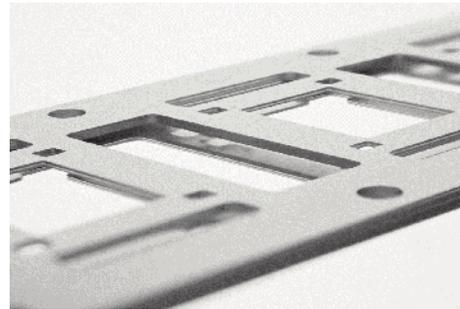


図5. 微小積層部品 (SUS304).

図6. 中空構造部品 (TP270)²⁾.

4. おわりに

拡散接合は古くは紀元前から用いられてきた歴史ある技術であるが、精密部品製造へ用いられ始めたのはここ最近のことである。拡散接合を活用することで今まで実現困難だった構造を形にすることが可能であり、今後も拡散接合の適用範囲は広がっていくと期待される。我々もお客様の製品に最適な積層設計による新たな付加価値創造を提案し、半導体／精密電子機器の高性能化とともにますます加速する微細化／高集積化ニーズに応えていきたい。

（文献、引用）

- 1) 大橋修：工業加熱，58(2021)，6，8.
- 2) 千葉大喜，佐々達郎：工業加熱，58(2021)，6，42.

（問合せ先）

東北特殊鋼(株)
戦略製品事業化 Pro.
千葉大喜
TEL：0224-88-3509
FAX：0224-82-1020
e-mail：d-chiba@tohokusteel.com



東北特殊鋼(株)
戦略製品事業化 Pro.
佐々達郎
TEL：0224-82-1659
FAX：0224-82-1020
e-mail：sasa@tohokusteel.com

