低歪み常温接合クラッド材とその実装用材料への応用

大澤 真司*, 吉田 一雄*, 西條 謹二*

Low Distortion Cold Rolled Clad Sheets and Its Application to Mounting Material

Shinji OZAWA*, Kazuo YOSHIDA* and Kinji SAIJO*

*東洋鋼板株式会社技術研究所 (〒744-8611 山口県下松市東豊井1296)

*Technical Research Laboratory, Toyo Kohan Co., Ltd. (1296 Higashitoyoi, Kudamatsu-shi, Yamaguchi 744-8611)

1. はじめに

近年の電子機器の発展は著しく、とりわけ情報用携帯機器の軽薄短小化、高機能化は目覚ましい。これに伴い、半導体パッケージやプリント配線板等の実装部品も小型軽量、高密度化の要求が強まり、新たな形態、それを実現するプロセスの開発が進んでおり、使用する素材に対しても新規材料が要求されている。一方で、実装分野においても環境問題が重要な課題であり、素材製造から最終製品に至るまで環境に調和することが時代に要求されている。

今回、表面活性化接合法を異種金属の接合法に適用した、完全なドライプロセスによるクリーンで新しいクラッド材製造プロセスを開発した。表面活性化接合法とは、材料表面を真空中でドライエッチング等の手法により清浄化、活性化し、活性化した面同士を合わせて加圧することにより接合を行う方法である^{1)~3)}。本方法によるクラッド材は従来材にない特徴を有しており、その特徴を活かして、新しい形態を実現できる実装部品用材料の開発を行っている。

本報では、表面活性化接合法による低歪み常温接合クラッド材の製造プロセス、特長と応用例としていくつかの実装材料用クラッド材について報告する。

2. クラッド材製造プロセス

クラッド材の製造装置概略をFig.1に示す。装置は、コ

Fig.1 The outline of clad manufacturing machine

イル巻き戻し室、ドライエッチング室（活性化処理室）、圧接室およびコイル巻き取り室から構成されている。これらのチャンバーは、すべて独立した真空ポンプにより排気され、到達真空度は 1×10^{-4} Pa程度である。

コイル巻き戻し室から送り出された材料は、エッチング室において表面の吸着物・酸化物が除去され、表面活性化処理される。処理方法として、高周波プラズマイオンエッチング法を採用した。表面活性化処理された材料は、再び汚染されることなく圧接部に送られ、低圧下率（1%程度）で圧接圧延され、コイル状のクラッド材として巻き取られる。完全なドライプロセスなので、廃棄物の排出がない。

3. クラッド材の特徴

3.1 クラッド材界面

Fig.2に従来の冷間圧延法により製造されたAlクラッド鋼板と、本プロセスにより得られたAlクラッド鋼板の断面写真を示す。1パス高圧下で製造された冷間圧延Alク

Fig.2 Cross section of Al/Steel clad

ラッド鋼板は、圧延工程で複雑な変形を生じる結果、接合界面は波状となり、Al層の厚みも不均一である。一方、本プロセスで得られるAlクラッド鋼板は、接合界面は平坦であり、Al層の厚みも均一である。本クラッド材は、素材の厚みが一定で、界面が平坦であることを大きな特徴としており、選択的化学エッチングが容易に行える材料である。

3.2 材料組み合わせ

Table 1 に本方法を用いて種々の材料組み合わせについて現在までに行った接合試験結果を示す。Steel, Ti, SUS, Mo等の、比較の変形抵抗の大きな材料同士の組み合わせでは十分な接合強度は得られなかったが、Al, Cu等の比較的軟質な金属はほとんどの金属に接合可能であった。特に、Pb/SUSやAl/SUSのように、従来困難とされてきた融点および変形抵抗の大きく異なる組み合わせ⁴⁾も可能であった。本方法は、幅広い材料組み合わせが可能である。

3.3 機械的特性

本プロセスによるAl/SUS304クラッド材の接合前後の機械的特性および、従来法によるAl/SUS304クラッド材の機械的特性をTable 2 に示す。本プロセスによるクラッド材は、Al, SUS304とも接合前後で各素材の硬度や厚みにはほとんど変化が認められなかった。従来法によるクラッド材は、クラッドプロセスの前後で、素材の機械的特性を維持することは困難である。一方、本プロセスは、接合に必要な圧下率は1%程度であり、接合前後で素材の機械的特性はほとんど変化しない。

Table 1. Combination of clad metals

	Al	Cu	Ni	Ag	Au	Pd	Pb	Sn	Steel
Al	○	○	○	—	—	—	○	○	○
Cu	○	○	○	○	○	—	—	○	○
Ni	○	○	○	—	—	—	—	○	○
Ag	—	○	—	—	—	○	—	—	○
Au	—	○	—	—	—	—	—	—	—
Pd	—	—	—	○	—	—	—	—	○
Pb	○	—	—	—	—	—	—	—	○
Sn	○	○	○	—	—	—	—	—	○
Steel	○	○	○	○	—	○	○	○	×
Ti	○	○	—	○	○	—	○	—	×
Mo	○	○	—	—	—	—	—	—	×

○ : good bonding × : poor bonding

Table 2. Mechanical properties of Al/SUS304 clad

Materials	Thickness (mm)	Hardness (Hv)	Tensile strength (N/mm ²)
Before SUS304	0.201	170	703
Cladding Al	0.056	24	59
After SUS304	0.200	173	572*
Cladding Al	0.055	25	
Conventional SUS304	0.243	287	744*
Cold rolled clad Al	0.051	24	

* : strength of clad material

Fig.3 Various parts for secondary battery

3.4 実用途

本クラッド材はコイン型電池ケース、Liイオン電池用リード線、安全弁⁵⁾等の電池部品として実用に供されている。本クラッド材を使用した電池部品の写真をFig. 3 に示す。

4. 実装材料用クラッド材

実装部品を構成する新しい部材として、本クラッド材は検討されている。ここでは、実装材料用クラッド材のいくつかを紹介する。

4.1 ろう材接合クラッド材

実装部品を組み立てるには、はんだ等のろう材が不可欠である。SAWフィルタ部品や光通信中継器等の部品では、Fe-Ni-Co合金（通称コパール）を基本部材として、部品同士の接合に銀ろう材を用いている。従来は、部材・ろう材を別々に成形加工し、それらを重ねて接合していた。成形工程の簡略化のために、ろう材と接合部材（コパール）をあらかじめ積層したクラッド材を開発した。

4.2 エッチング用途

本クラッド材は、微細な選択エッチング加工に適した材料であり、新たな実装基板製造プロセスを実現できる素材として検討されている。材料組み合わせ、厚み比を変化させ、適切なエッチング技術を用いることで、さまざまな立体形状の形成が可能となる。

4.2.1 配線板回路形成材料

実装基板への高密度化の要求から、多層化の傾向が強い。現在、絶縁樹脂への穴あけ+めっきの工程により各層間の接続が多く行われている。しかし、工程が複雑でスタックビア等が困難であるという問題を抱えている。それに対し、クラッド材をエッチング加工してビアバンプ、回路を形成する、つまりエッチング工程のみで立体回路を形成することを提案し、それを実現するためのクラッド材の開発を行

ってきた。

クラッド材として、Cu/Ni/Cuを基本構成とした。Cu/Ni/Cu 3層クラッド材の断面をFig. 4に示す。銅はバンプと回路の形成のため、Niは銅選択エッチング時のエッチングストップ層の役目を果たす。Ni層はめっきで積層し、Niめっきした銅箔と銅板をクラッドすることでCu/Ni/Cu 3層材を製造することができる。Niに対する銅の選択エッチングは、従来から工業的に使用されているアルカリエッチング液を用いることで可能で、この液は銅の回収システムが確立されている。銅の選択エッチングを行い形成した銅バンプの外観をFig. 5に示す。銅の選択エッチングはNi層で完全に停止するため、均一高さ微細バンプの一括形成が可能である。絶縁樹脂にポリイミドを用いて、Cu/Ni/Cu/Ni/Cuクラッド材をエッチングして試作したパッケージ基板をFig. 6に示す。

この技術は多層板にも応用できる。クラッド材を用いた多層板の形成プロセスの例をFig. 7に示す。銅選択エッチングによるバンプ形成後、Ni層を選択的に除去し、絶縁樹脂をプレス積層する。この際バンプは樹脂を貫通する。樹脂を積層した銅材をプリント配線板コア材にプレス積層することで、バンプを介して層間接続を行い多層化し、最

Fig. 7 Example of manufacturing process of multi layer PWB using clad metal

後にエッチングにより表層の回路形成が行われる。エッチングのみでバンプ・回路を形成するので、現在主流のアドイティブ方式ビルドアップ配線板製造プロセスと比較して環境負荷が小さく、また、高密度化・工程の簡略化が図れる新しいプロセスである。

4. 2. 2 回路・ワイヤボンダッド形成材料

Siチップとプリント配線板の銅配線との接続にはワイヤボンディングが行われるケースがある。従来、ワイヤを銅配線に接続するために、銅配線のパッド部分に貴金属等の金属をめっきする必要があった。銅材とパッド材の積層されたクラッド材を用いれば、エッチングのみでワイヤパッド付き銅回路を形成することができる。そのような例としてCu/Alクラッド材を開発しており、Alパッド付き配線の形成が可能である。また同時に、銅部を部品実装のはんだエリアとして使用することもできる。

4. 2. 3 QFN端子形成用材料

小型の小ピンパッケージとしてQFN(Quad Flat Non Lead package)が用いられている。QFNのあるタイプでは、金属部材をハーフエッチングした窪みに樹脂モールドすることで形成した樹脂バンプを端子として使用している。QFNの実装の形態をFig. 8に示す。この端子の形状は金属部材のエッチング形状で決定され、通常なだらかな曲面形状となるが、実装板に対する接続信頼性の向上のために、

Fig. 4 Cross section of Cu/Ni/Cu clad

Fig. 5 Etched copper bump

Fig. 6 Sample of interposer using clad metal

Fig. 8 Construction of mounting of QFN

Fig.9 Cross section of etched shape of clad metal

逆きのこ状の形状を有することへの要求がある。

逆きのこ状のエッチング形状を得るための部材として、エッチング特性の異なる2つの銅合金から構成されるクラッド材の開発を行っている。適切なエッチング技術を用いることで、一方の金属のエッチングを大きく進ませることができ、逆きのこ状のエッチング形状を形成することが可能である。実際にクラッド材をエッチングして形成したエッチング断面の形状をFig.9に示す。この形状がアンカー効果を発揮するため、接続信頼性を向上することができる。

5. まとめ

今後もさまざまな分野で技術革新が進み、素材に対しても新たな機能性が求められてくると考えられる。さらに今後は、素材メーカーとしても素材製造プロセスからその加工、最終製品に至るまでの環境負荷を考慮した材料設計が重要になるであろう。

今回、低歪み常温接合による新しいクラッド材と、その実装材料への応用例を紹介した。本クラッド材の製造プロセスはクリーンで、エネルギー消費も比較的小さく、これまでにない高機能材を市場に供給できる可能性がある。実装材料分野では、本クラッド材を用いた新しい製造プロセスが提案されつつあり、さらに他の分野でも適用の検討が行われている。

今後も、本クラッド材の特徴を活かし、素材に対するさまざまな要求に対応できる材料を供給していきたい。

(2002.2.13-受理)

文 献

- 1) 須賀唯知：“表面活性化による低エネルギー接合”，日本金属学会会報，Vol.35，No.5，p.496，1996
- 2) 西條謹二，他：“真空中における異種材料の常温圧接（第一報）金属／金属の接合”，金属学会春期大会講演概要，p.852，1990
- 3) 西條謹二，他：“表面活性化接合法によるクラッド材の製造”，溶接学会誌，Vol.66，No.8，p.571，1997
- 4) 土居太治，他：“ステンレス・アルミニウムクラッドコイルの製造技術とその特性”，塑性加工シンポジウム概要，p.55，1998
- 5) 吉永 弘：“金属箔粉技術の進展と電池高性能化”，日本金属学会会報，Vol.38，No.6，p.475，1999

大澤 真司（おおざわ しんじ）

昭和47年生まれ。平成9年，広島大学大学院工学研究科材料工学専攻修了。現在，東洋鋼鈑株式会社技術研究所において，クラッド材の開発に従事。

吉田 一雄（よしだ かずお）

昭和25年生まれ。昭和43年，徳山高校卒業。現在，東洋鋼鈑株式会社技術研究所にて，クラッド材の開発に従事。

西條 謹二（さいじょう きんじ）

昭和20年生まれ。昭和43年，東北大学工学部金属工学科卒業。現在，東洋鋼鈑株式会社技術研究所にて，クラッド材の開発に従事。