

接触電子部品の性能評価と高度化技術(第4報)

斎藤 和哉* 斎藤 均*

1. はじめに

近年、民政・産業用機器は、製造機器へのコンピュータ導入を始めとして電子化の傾向にあり、より一層の信頼性の向上が求められている。これらの機器の電子回路および装置間の接続、データ、信号の入出力は、接触電子部品(コネクタ、スイッチ等)を通して行われている。しかし、これらの部品ではコスト上の問題のため、接触部の貴金属部のめっき厚が薄くなってきている。今まで十分な信頼性を得るには $3\mu\text{m}$ 以上の厚さが必要と言われてきたが、現在は金めっき: $0.5\sim0.05\mu\text{m}$ 、銀めっき: $1.0\sim0.5\mu\text{m}$ が主流であり、さらに薄くなる傾向にある。

そこで接触電子部品の低コスト化と低故障率、耐環境性の強化を目的として、前年度は、市販コネクタとの比較、耐腐食性銅合金の腐食状態、劣化防止剤、腐食の内部構造について検討した。

今年度は、スズめっきによる腐食抑制効果、スズめっきの浴種の差異について検討した結果を報告する。

2. 実験報告

実験に用いた試料は縦 20mm ×横 10mm で、接触電子部品に用いられる材料を考慮して、厚さ 0.5mm の薄板を用いた。素材とめっきの厚さの組合わせを表1、表2に示す。素材は真鍮(Bs)とリン青銅(PB)の2種類を用い、表1のスズめっきの浴種はアルカノールスルホン酸浴、表2のそれはアルカリ浴である。

この試料を混合ガス環境下[$\text{SO}_2(1\text{ppm})+\text{H}_2\text{S}(0.5\text{ppm})+\text{NO}_2(1\text{ppm})$ 、 $35\sim75\%\text{RH}$]に放置し、200または500時間のガス腐食試験を行った。途中経過は、50、または100、200時間経過後に抜き取り測定をした。測定は必要に応じて光学像観察、表面抵抗値測定、EPVA(電子線マイクロアナライザ)による断面像観察を行った。

表1 試料の種類

(Suめっき:アルカノールスルホン酸浴)

試料番号	素 材	中間めっき 1	中間めっき 2	中間めっき 3	最終めっき
①	Bs	—	—	—	Sn($2.5\mu\text{m}$)
②	PB				
③	Bs	Sn($2.5\mu\text{m}$)	—	—	Ag($1\mu\text{m}$)
④	PB	Sn($5.5\mu\text{m}$)			
⑤	Bs	Ni($1\mu\text{m}$)	—	—	Ag($2\mu\text{m}$)
⑥	PB	Ni($1\mu\text{m}$)*			
⑦	Bs	Sn($2.5\mu\text{m}$)	—	—	Au($0.5\mu\text{m}$)
⑧	PB	Sn($2.5\mu\text{m}$)			
⑨	Bs	Ni($4.5\mu\text{m}$)	—	—	Au($0.5\mu\text{m}$)
⑩	PB	Ni($4\mu\text{m}$)			
⑪	Bs	Sn($2\mu\text{m}$)*	Ni($2\mu\text{m}$)*	—	Au($0.2\mu\text{m}$)*
⑫	PB	Sn($2\mu\text{m}$)*	Ni($2\mu\text{m}$)*		
⑬	Bs	Ni($2.4\mu\text{m}$)	Sn-Ni合金($2.2\mu\text{m}$)	Ni($2.4\mu\text{m}$)	Au($0.5\mu\text{m}$)
⑭	PB				

*: 概略値

*機械金属部

光学像の観察は、(株)ウィルソン製マイクロコープシステム CVM7000VX を使用した。

表面抵抗値の測定は、東伸工業(株)製メカトロバーツテスト金属表面摺動電気抵抗測定装置 MET-IR を用い荷重 100 g を加え、先端の半径が 1mm のプロープを使用して行った。電気抵抗の測定器は、東伸工業(株)製接触抵抗測定器 DCT-IRS を用い、測定電流 1mA、開放電圧 20mV 以下で行った。

EPMA には、日本電子製 SUPERPROBE733 を、ガス腐食試験装置は、(株)山崎精機研究所製の GLP91 型を使用した。

表 2 試料の種類(Su めつき:アルカリ)

試料番号	素 材	中間めっき 1	中間めっき 2	中間めっき 3	最終めっき
⑮	Bs	Sn(2μm)	—	—	Au(0.2μm)
⑯	PB				
⑰	Bs	Ni(2μm)	Sn(2μm)	—	Au(0.2μm)
⑱	PB				
⑲	Bs	Ni(2μm)*	Sn(2μm)*	Ni(2μm)*	Au(0.2μm)*
⑳	PB				

*: 概略値

3. 結果および考察

3.1 腐食状態の観察

試料表面の腐食状態を評価した結果を表3に示す。評価は4段階で行い、腐食無、腐食小、腐食中、腐食大をそれぞれ、○、△、×で表す。この試料が表面的には耐腐食性が高いことが伺える。

表3 腐食の度合い

試料番号	50h	100h	200h	500h
①	○	○	○	○
②	○	○	○	○
③	△	△	△	×
④	△	△	×	×
⑤	△	△	×	×
⑥	△	△	×	×
⑦	○	○	○	△
⑧	○	○	○	△
⑨	○	○	○	△
⑩	○	○	○	○

試料番号	50h	100h	200h	500h
⑪	○	△	△	△
⑫	○	○	△	×
⑬	○	△	△	×
⑭	○	△	△	△
⑮	○	○	○	
⑯	○	○	○	
⑰	○	○	△	
⑱	○	○	△	
⑲	○	○	○	
⑳	○	○	○	

次に、試料表面の腐食状態の観察をマイクロスコープシステムを用いて行った。最終めつきにAgを施した試料は、下地のめつきの種類を問わず、腐食の度合いが大きかった。50時間で試料が灰色になり、時間が経過するにつれて黒色へと変色していった。(図1) また、最終めつきにAuを施した試料においても、(11)(12)(17)(18)の試料は腐食が激しかった。(図2) これらは、めつきの状態が悪く、後述のEPVAによる観察においても下地めつきの密着性に問題があることが判明した。

図1 試料 500時間経過

Ag/Sn/Bs(500h)

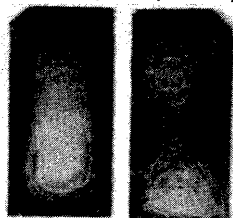
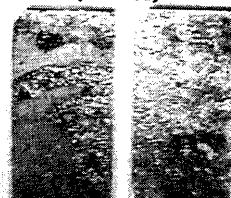


図2 試料 500時間経過

Au/Ni/Sn/Bs
(500h)

3.2 接触抵抗の評価

接触抵抗の測定結果を表4に示す。腐食の程度に差がある場合は、それぞれのポイントで測定を行い、表中に測定値の範囲で表示した。測定の結果、腐食の程度の大きい部分ほど、抵抗値が大きくなることが確認された。

混合ガス中のセット時間の経過とともに腐食が進み接触抵抗値も大きくなるが、それに当てはまらない試料()がある。これらはいずれも腐食の程度が大きい試料であり、測定時にプローブと試料表面が接触する際、表面の腐食生成物を破壊し、その下の腐食の少ない部分の抵抗を測定するためであろう。この傾向は、めつきの状態が悪い もある。

の試料は、抵抗値は低く安定している。

表 4 接触抵抗値 (単位: mΩ)

3.3 断面像の観察

表4 接触抵抗値(単位:mΩ)

試料番号	0h	50h	100h	200h	500h
①	7~14	3.30	1~140	2~4	3.26
②	20~34	3.41	3.26	1.82	3.71
③	7~19	3~12	5~	1~142	12~48
④	10.42	17~36	23~101	1.5~2	5~99
⑤	1.64	6~	369~633	88~	948~
⑥	1.74	9~83	4~	10~220	200~
⑦	1.53	3.94	3.10	2.85	4.86
⑧	1.84	2.63	6.08	2.85	6.54
⑨	2.73	4.41	4~8	4.53	11.81
⑩	3.37	5.68	4.88	4.54	23.59

試料番号	0h	50h	100h	200h	500h
⑪	2.76	4.10	8~	7~108	78~791
⑫	2.35	3~10	8.91	9~21	31~365
⑬	2.16	3.33	7~13	5~	7~21
⑭	2.49	3.73	4.18	3.81	6~12
⑮	2.21	2.05	2.17	2.80	
⑯	2.15	2.56	2.79	2.73	
⑰	3.54	5.45	3~15	4~47	
⑱	8.53	5.84	8~19	43~95	
⑲	2.38	3.12	2.53	2~7	
⑳	2.54	2.96	2.64	2.64	

抵抗値にばらつきのある試料はその最小値と最大値を示す

図3は500時間経過した の断面像である。図からスズに穴ができていることが観察される。この穴は よりも大きかった。

図4,図5はそれぞれ , の500時間の断面像である。両図ともめつきの密着性が悪い。これは、腐食によるものだけではなく、試験前の状態においても同様の隙間が観察された箇所があったことから、めつきの密着性に原因があり、腐食試験を行う過程でさらに悪化したと考えられる。

図6は の200時間の断面像である。めつきの状態がよく保たれている。 も同様の結果であった。

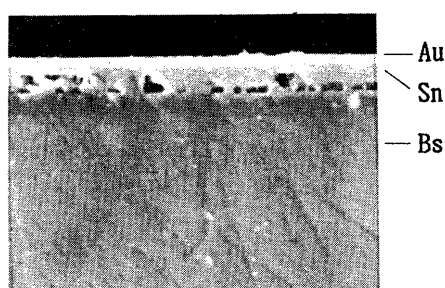


図3 試料 500時間経過

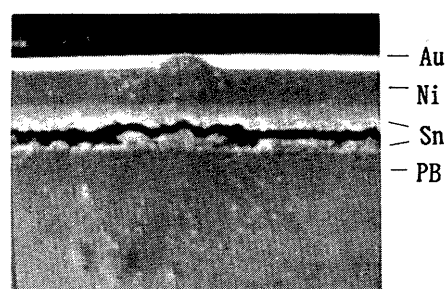


図4 試料 500時間経過

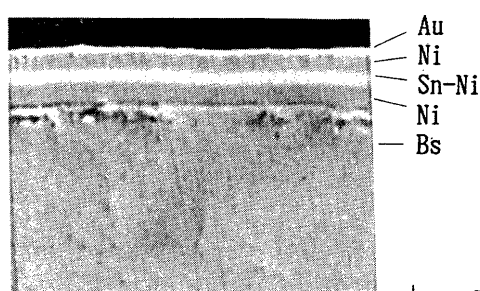


図5 試料 500時間経過

10 μm

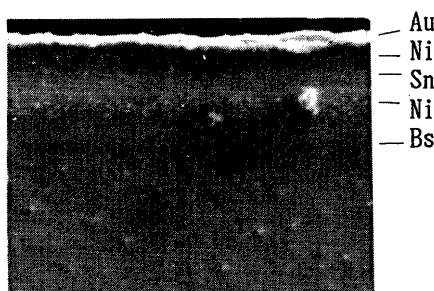


図6 試料 500時間経過

4. まとめ

最終めつきに Ag を施した試料は、下地めつきが同じ条件で最終めつきに Au を施した試料よりも耐腐食性の面で性能が劣る。また、最終めつきが同じでも、下地めつきに Ni をつけた試料より、Sn をつけた時の方が接触抵抗値が低かった。

と(は同じめつき組み合わせであるが、アルカリ浴の ,特に に関しては大変良好な結果を示した。

アルカノールスルホン酸浴を使用した3層めつきの , 4層めつきの はめつきの密着性に問題があったようで、ガス腐食試験前の断面像においてめつき間の隙間が観察された。それに対しアルカリ浴の4層めつき は、めつきの密着性も良く、また腐食試験後の各評価においても良好であった。

総合的に判断すると の試料は抵抗値も低く保たれ、断面の写真よりめつきの密着性に関しても良好である。しかし、4層めつきのためコスト的に問題がある。