接触電子部品の性能評価と高度化技術

機械金属部　高萩　　泰　　鴨志田敏行

1.　緒　言

近年，民生・産業用機器は処理能力の多機能化と操作の簡略化を満たすため，電子化の傾向にある。これらの機器の電子回路，装置間の接続，及びデ一夕，信号の入出力は，接触電子部分（コネクタ，スイッチ等）を通して行われている。しかし，　これらの部品に対し製品の価格競争力維持による単価引き下げの要求が強く，　このため接触部の貴金属めっき厚が薄くなってきている。従来は十分な信頼性を得るには，3μm以上の厚さが必要といわれてきたが，現在は，金めっき：0．5～0．05μm，銀めっき：1．0～0．5μmが主流であり，さらに薄くなる傾向にある。

そこで当センターでは，接触電子部分の低コスト化と低故障率，耐環境性の強化を目的として，研究を実施している。

2.　研究内容

実状を把握するため市販品のコネクタを用い，電気的特性（抵抗値）と劣化特性について実験を行った。実験は，市販されている内でもっとも極間の狭い品を用い，小型部品の性能を評価した。

2．1　実験方法

実験に用いた試料は，　フレキシブル基板用コネクタ(FPC)の極間1．0mm，　または1．27mmの金及びハイダめっき製品である。めっき厚さは，　いずれも金めっき約0．3μm，ハンダめっきで3μm程度である。種類と型式を表1に示す。試験は，　コネクタとフレキシブル基板を接続した状態で行った。

表1　試料の種類

試料番号	会社	めっき種類	極間(mm)	極数	形式	
1	A	金	1.0	10		ライトアングル
2	B	金	1.27	8	ZIF(無挿入力型)	ストレート
3	A	ハンダ	1.0	10	ZIF(無挿入力型)	ライトアングル
4	B	ハンダ	1.0	10		ストレート

抵抗値の測定は，　8極を直列に接続し，一定電流（1mA）を流し，　ログインアンプで電圧値を測定し，抵抗値に換算した。

実験は，　ガス衝撃試験装置と混合ガス腐食試験装置を用いた。

2．2　ガス衝撃試験装置の実験方法

この装置は，工業技術院電子技術総合研究所が開発したものである。通常劣化試験を行う装置は．恒温槽(温度）1因子，恒温恒湿槽(温度･湿度）2因子，ガス腐食試験装置(温度･湿度･ガス）3因子のように1～3因子であるが，ガス衝撃試験装置は(温度・湿度・ガス・衝撃）4因子で劣化を促進させる装置である。これは，実際の使用時におけるコネクタの性能劣化は，接触面への腐食と機械的要

因の複合条件によって促進されるとの考えに立ったものである。

一定の温度・湿度・ガス環境下（腐食要因）で図１に示すように架台に一定時間毎にハンマーでたたいて加速度を与え，次式で示されるコネクタの抜去力と同等の衝撃（機械的要因）を試料に加え，劣化を促進させる。

衝撃力（抜去力）＝オモリ×加速度

ｺﾈｸﾀの抜去力は引張試験機により測定した。

○試料に与える衝撃方向は図２に示すように，（イ）タテ方向に加える試料，（ロ）ヨコ方向に加え試料とそれぞれ一方向のみ加えた。

○ライトアングルとストレートでは，図３に示すように，同じヨコ方向でもライトアングルは基板に平行なのに対し，ストレートでは垂直に加わる。

○環境条件

〔温湿度条件〕　40° C，85%RH

〔ガス条件〕　H_2S　3PPm

2．3　混合ガス試験装置の実験方法

従来ガス腐食試験は，単一ガスで比較的濃度の高い環境（SO_2：25ppm，10PPm），（H_2S：10PPm，3PPm）で行われてきた。しかし，実際の環境は，複合ガス環境であり，濃度もずっと低い状態である。より実際の環境に近い状態で試験すべきであるという見地から，2～3種類の混合ガスを低濃度で維持するガス腐食試験装置を使用した。今回用いた装置は，山崎精機研究所製のGLP－91型である。

○環境条件

〔温湿度条件〕　40° C，80%RH

〔ガス条件〕　SO_2：1PPm，H_2S：0．5PPm

NO_2：1PPm（混合ガス環境）

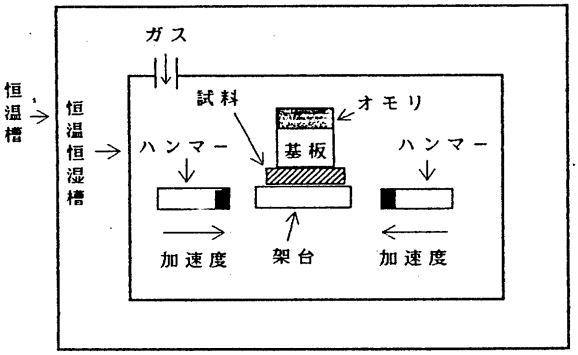


図１　ガス衝撃試験装

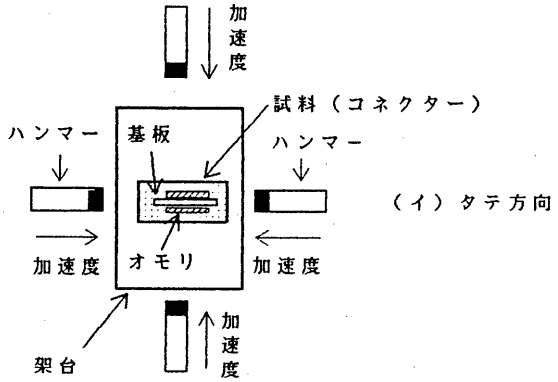


図２　衝撃力方向図

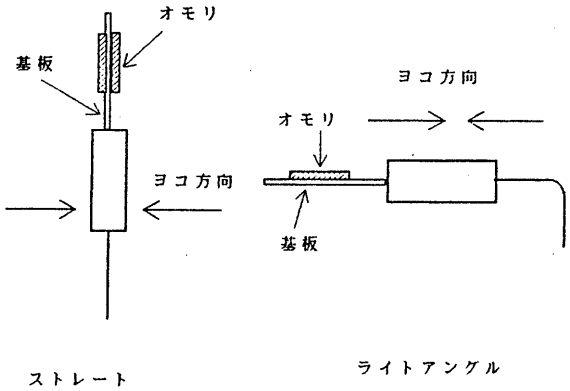


図３　試料衝撃力方向

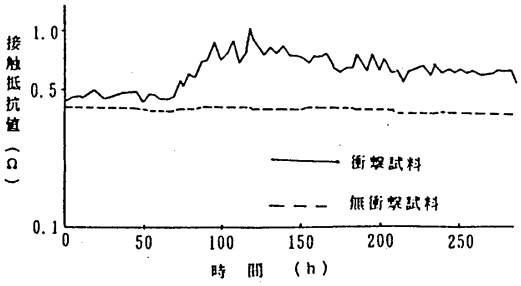
3.　結果及び考察

衝撃を加える方向をタテとヨコ2方向それぞれ行ったが，　ストレート型の場合，　ヨコ方向の衝撃を加えた試料は，24h（6回衝撃印加）の段階で，　フレキシブル基板が断線し，実験不能となった。

衝撃試料と衝撃を加えない無衝撃試料の比較では，図4に示すように，同じ金めっきでも衝撃試料の変化が大きいのに対し，無衝撃試料は変化しなかった。このことにより，短期間での評価に対するガス衝撃試験装置の有効性が確認できた。

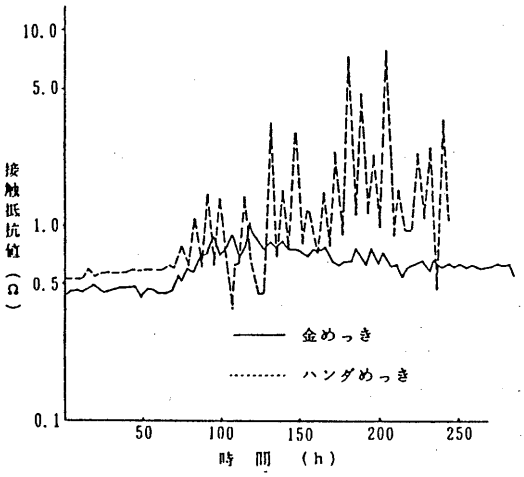
金めっきコネクタの場合，基板の挿抜を10回行ってから実験に入った。

図5は，ライトングル，普通挿入型で金めっきとハンダめっきの比較を行ったものである。この結果，ハンダめっきの抵抗値の増加に対し，金めっきは，それ程でもない。これは，写真1のハンダめっきの摩耗状況をみると，ハンダが摩耗し，下地の銅が一部出てきているためと思われっる。金めっきの場合，写真2に示すように，金めっきの摩耗はハンダめっきよりも著しい。



ライトアングル，挿入型式：普通　金めっき
40℃，85％RH，H_2S 3ppm 衝撃試験

図4　衝撃印加と無衝撃の場合の抵抗値の変化



ライトアングル，挿入型式：普通
40℃，85％RH，H_2S 3ppm 衝撃試験

図5　めっきの種類の違いによる抵抗値の変化

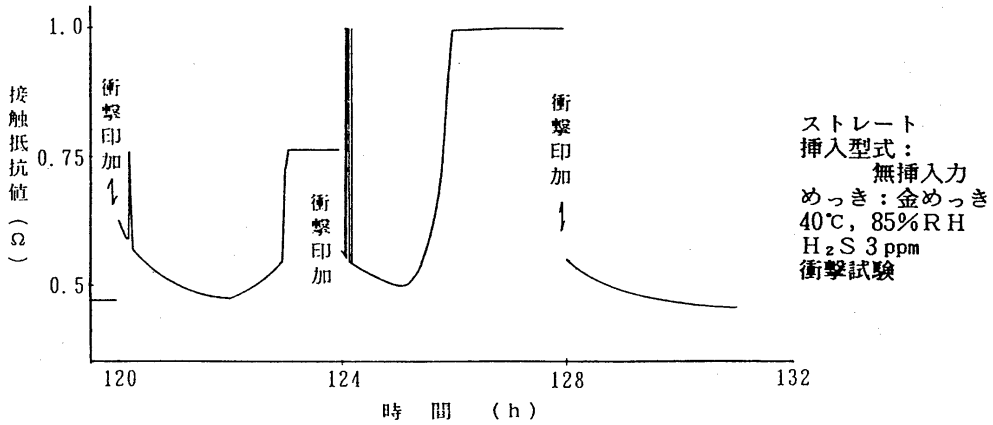


図6　金めっきの抵抗値変化

これはめっき厚さカくハンダ：3μm に対し，金めっき厚さは 0.3μm のためと思われる。しかし，抵抗値の変化はハンダ程ではない。これは写真 2 の組成像とX線像（Au）に見られるように一部でも金が残っていれば，それで導通性を保つためと思われる。これに対し，ハンダの場合めっきが摩耗するに従って抵抗値の増大に結びつく状況を示しでいる。

図 6 は，金めっきの抵抗値変化（短時間）を示している。このように，衝撃印加後，接触抵抗値が下がっているが，逆に抵抗値の増大がみられる試料もある。また，衝撃印 加後，短時間に抵抗値が増大しているが，　これは接触点に銅または銅の腐食物が接触して増大するものと考えられる。図 7 に混合ガス試験の結果を示す。このように，400h 前後までは各試料とも一定の抵抗値を示すが，　その後，金めっき製品の急激な抵抗値の増加がみられる。これは，端子部分で腐食が発生したためである。これに対し，ハンダめっきは 3μm の厚さのため，それ程進んでいない。しかし，これに摩耗が加わると金めっきよりも悪くなることを先のガス衝撃試験は示している。このため，ハンダの場合は検討が必要である。

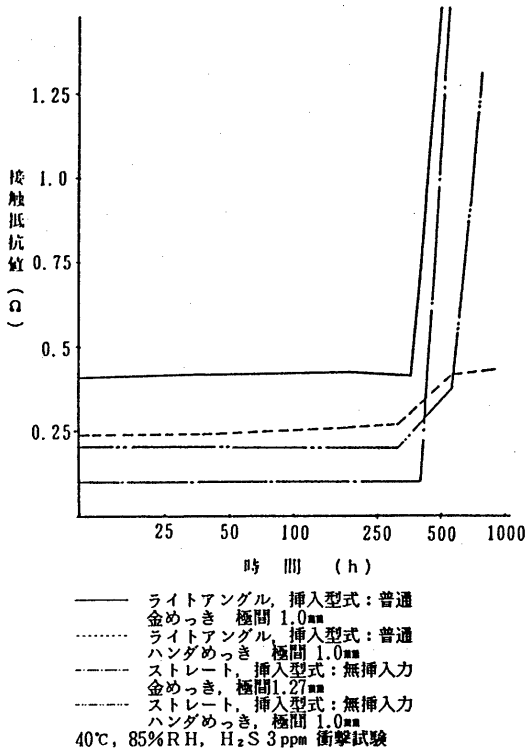
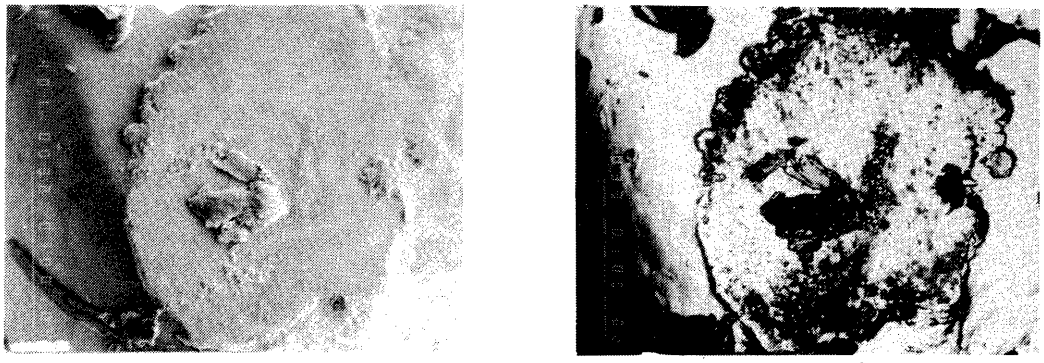


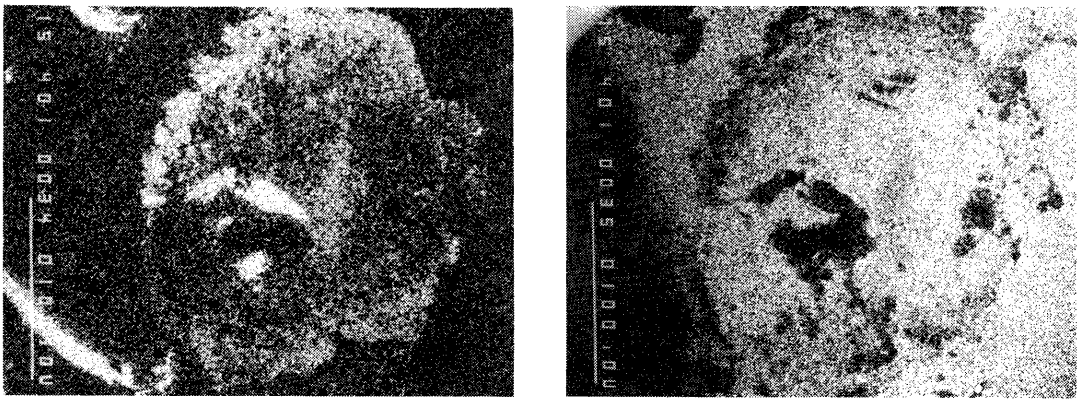
図 7　混合ガス試験（SO_2:1ppm, H_2S:0.5ppm, NO_2:1ppm）

終りに，　この研究のご指導を頂きました電子技術総合研究所，デバイス機能研究室の中村国臣氏に謝意を表します。



2 次電子像　　組　成　像

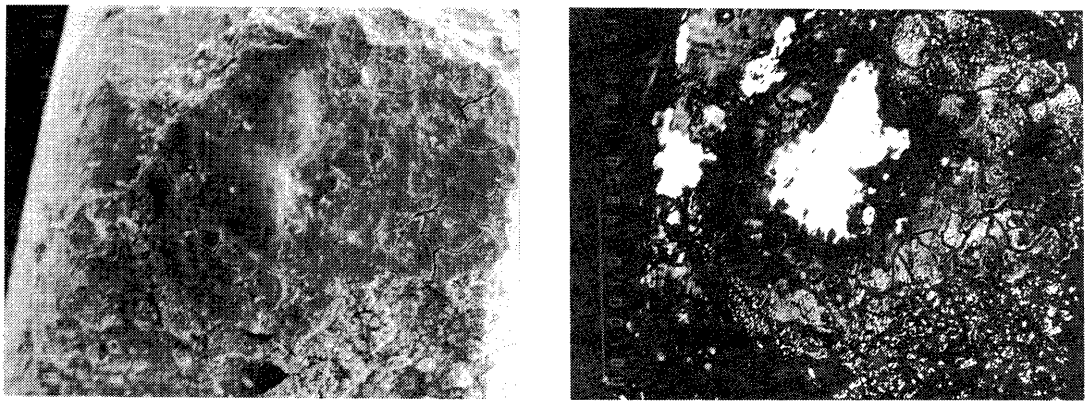
写真 1　ハンダめっきコネクタの端子部分のＦＰＭＡ写真



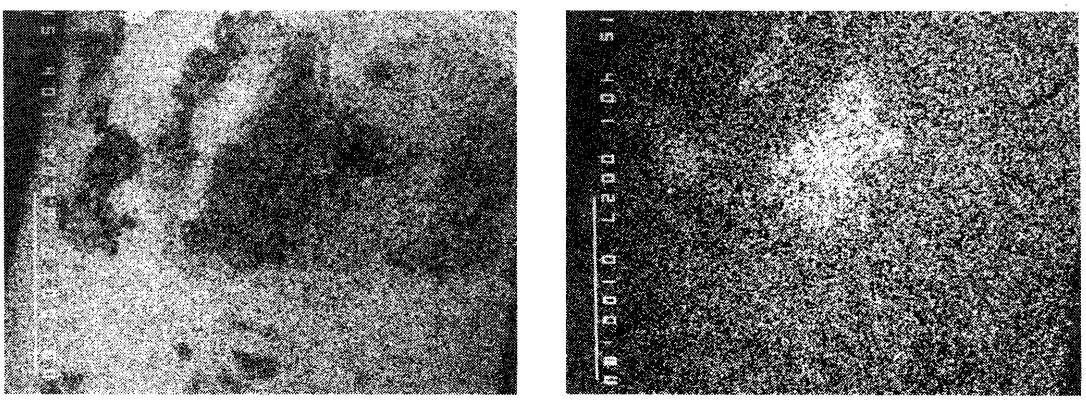
挿入型式：普通　0　50 μm

X線像（Ｃｕ）　　X線像（Ｓｎ）

写真１　ハンダめっきコネクタの端子部分のＥＰＭＡ写真



２次電子像　　組　成　像



X線像（Ｃｕ）　　X線像（Ａｕ）

写真２　金めっきコネクタの端子部分のＥＰＭＡ写真