

電気回路基板上の 金属移行について

1. 緒言

電子回路基板などの機構部品は高度の信頼性と低電流・低電圧の低出力での仕様が多くなり、ますます特性に要求される条件がきびしくなって来た。特にその中で最も重要なものに境界面における湿度と電解質の存在で、異種金属の電気化学反応が進み、金属腐食が発生するガルバニー腐食が考えられる。即ちこれらの現象が、接着剤やコーティング剤の皮膜の破壊と剥離をもたらす初期現象の兆候でもある。ただし電子部品関連の場合には、物理的劣化が発生する前にイオンなどの拡散が、直接特性に影響をおよぼす現象が見られ、論理的観測が可能である。

最近、コストダウンの関係上、金などの高価な金属からスズなどの安い金属を使用する傾向が多くなって来た。また金でも厚くメッキしないでフラッシュ程度に薄くなりつつあり、むしろ金属材料の構成からすると、複合性の金属と考えた方がよいと思われる。特に金属と接触する接着剤やコーティング剤は、高温高湿下では擬電解質的性質を示し、むしろ多重イオン電極といっても過言ではない。したがって、使用用途や条件を誤れば絶縁障害などの問題が生ずることになる。

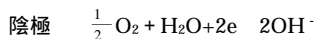
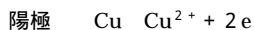
本報告は、実装回路部品に使用されている金属材料およびその周辺に接触する接着剤やコーティング剤の電気化学的ポテンシャルから沿面現象を加速的にとらえ、信頼性を明らかにすることを目的とする。

目次

1. 緒言	1
2. 測定システムの構成	2
2-1 構成ブロック図	2
2-2 計測処理フローチャート	2
3. 実験内容	3
4. 測定条件と結果	3
5. 考察	9
6. 結論	9
* 瞬間強力接着剤・パワーSとパワーWの紹介 *	10

2 . 測定システムの構成

接着剤やコーティング剤は不純物や低分子化合物を含み、高温高湿下では擬電解質的性質を示し、電圧が印加されると電解質を通して電流が流れ、腐食を促進させている。例えば、銅電極の場合には次のような反応を示し、腐食を発生させている。



したがってこのような腐食作用を示す接着剤やコーティング剤は、電気回路基板には適用することはできない。

特に塩素イオンやナトリウムイオンは電気・電子デバイスなどには危険性があり注意すべきである。

この問題に対する金属・接着剤・コーティング剤の評価装置は、A - D・D - A変換器・インターフェース・アンテロログアンプ・セル・電解槽などから構成され、全体のブロック図およびフローチャートを次に示す。

2 - 1 構成ブロック図

加速的評価に利用した装置は下記のようなブロック系統図になる。

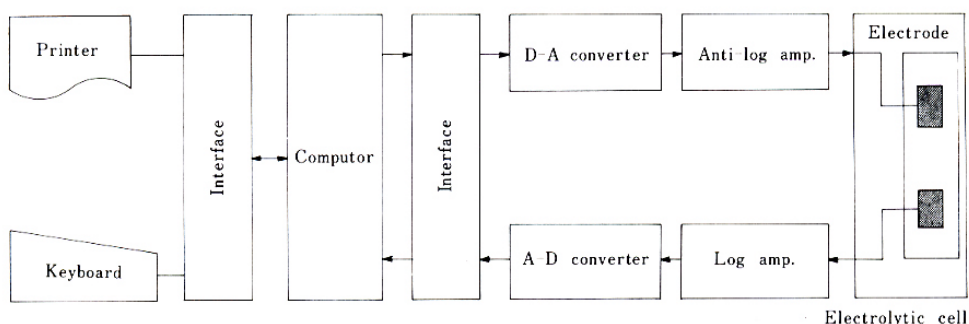


図1 Block Diagram of Constitution

2 - 2 計測処理フローチャート

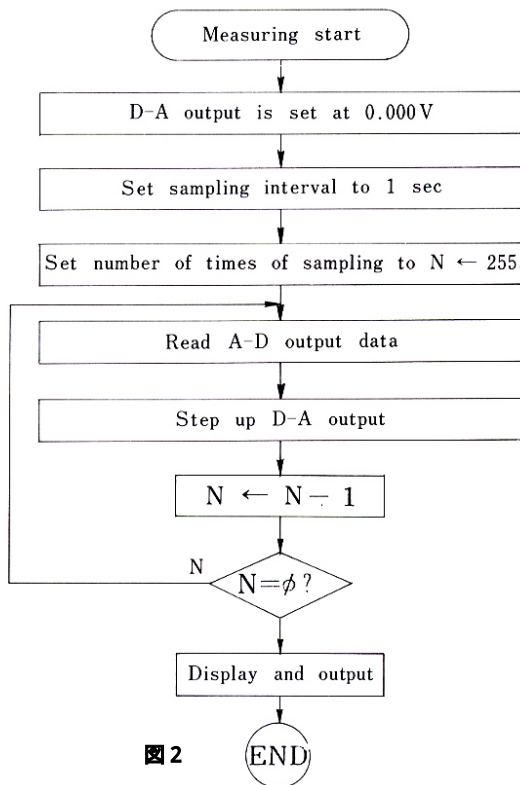


図2

計測の手順に関する処理は、上記のようなフローチャートに準じ演算出力を行った。

3. 実験内容

一般に接着剤メーカーは、使用される用途の構成金属に関しては全く知識がなく、単純な金属として判断しているのが現状である。したがって、接触界面のポテンシャルが如何に特性に影響するのか勉強する必要があるので、代表的金属を例にとって高温高湿下の金属移行現象を調べることにした。

主な実験項目の内容は、同種または異種対向金属電極の漏洩電流特性の有意差とそれに影響するコーティング剤の効果について記載する考えである。なお、主な金属はAg, Cu, Sn, Au, Znなどを例にとって特性を比較検討した。

4. 測定条件と結果

実験用テストピースは、セラミックまたはガラスエポキシの絶縁基板の沿面間隔1mmの対向電極を作り、70

98%RHの高温高湿下でポテンシャルあるいは漏洩電流を観測した。

一般にAgは、イオンマイグレーション現象が生じやすい金属として考えられており、重要な回路には使用されないか、または表面処理や合金化するなどの工夫がされている。即ち、危険な金属で注意が必要であるが金などと比較して漏洩電流がどの程度であるかを対比した結果、Agは非常に移行しやすい傾向の金属で沿面間隔の狭いところでは注意しなければならない。Agは特に水と反応して電気分解し、Agのイオンになり、さらにAgイオンは酸素と反応してAg₂Oを生ずる。Ag₂Oは不安定でAgに還元されやすく、それが木葉状に拡散して沿面短絡が生ずるのである。したがって、吸湿して金属イオンが生じないことが重要である。このような現象をAgのマイグレーションと一般に言っている。ただし沿面漏洩は対向する金属の種類、組合せる方法によってはその度合が図4・図5のデータのように異なってくるので、適切なる応用が必要である。特にAu/Agは表面の接触抵抗も小さく、腐食

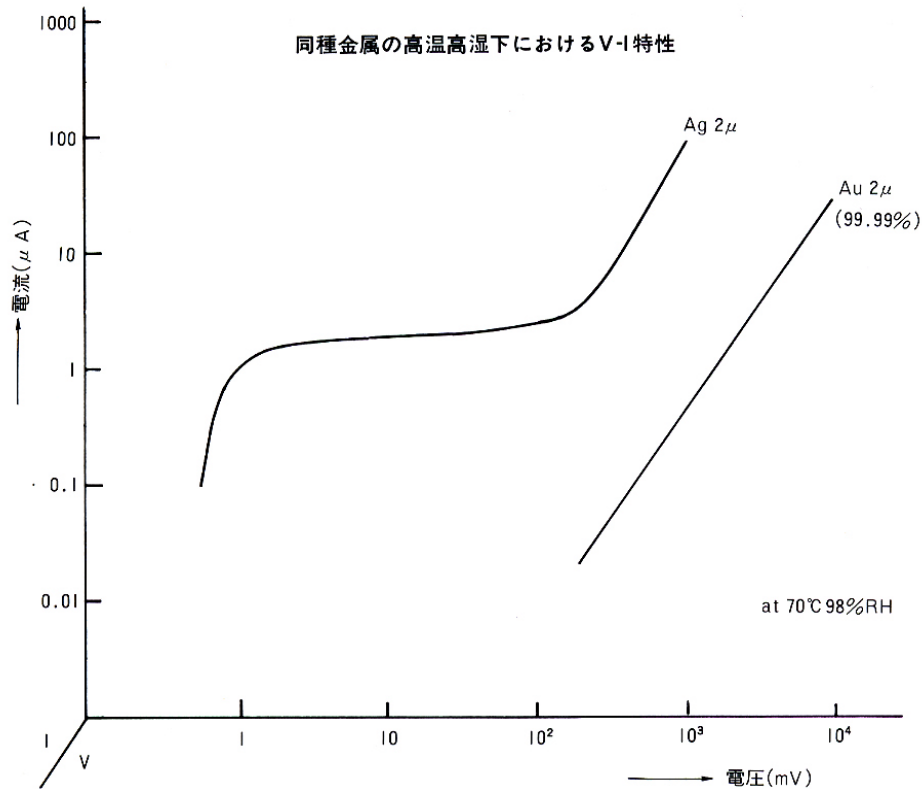


図3

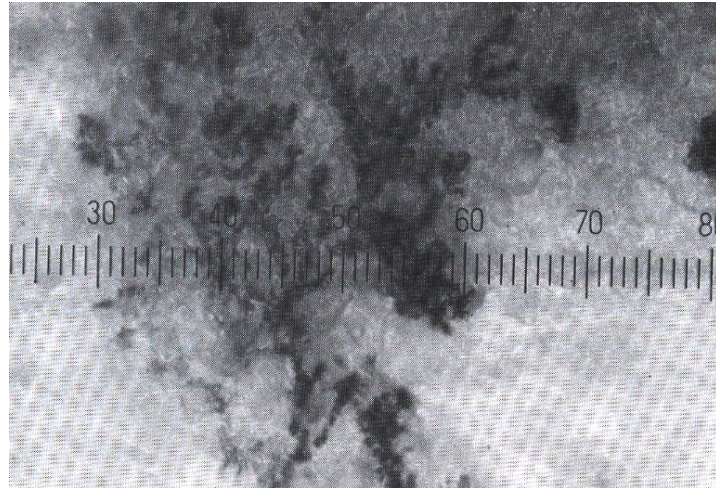


写真1 木葉状に拡散したAg

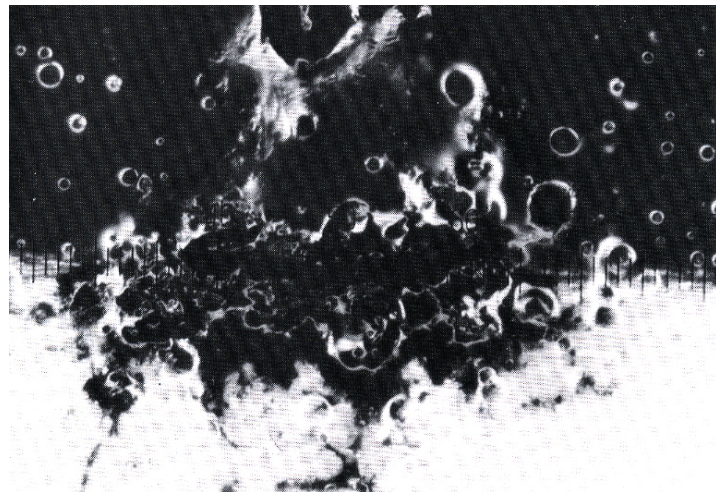


写真2 Agのマイグレーション

ガス寿命は別として安定した特性を示すようである。

一方、イオン化傾向が大きい亜鉛や錫は、吸湿によって簡単に移行し、例えば金の表面に電解メッキを生じ沿面短絡や高抵抗金属膜を形成する。したがって、電極電位差が大きい金 / 錫は電気化学反応の進行を劣化の方向に促進させるので危険性が大きい。

以上のように、電子回路基板周辺に使用されている金属は、単に温度や湿度の変化だけでポテンシャルを生じ

沿面の短絡現象を引き起こすことが多いようである。特に軍用・宇宙用の電子回路基板に防湿用の塗料を施すことは重要なことであり、きびしい環境条件下での絶縁低下による短絡と腐食は、機構部品の小型化にはますます必要になって来らるだろうと思われる。プリント回路の信頼性はM I L - E 5272、M I L - E 16400 E およびM I L - S T D - 202 の仕様によるきびしい環境試験を検討する必要がある。

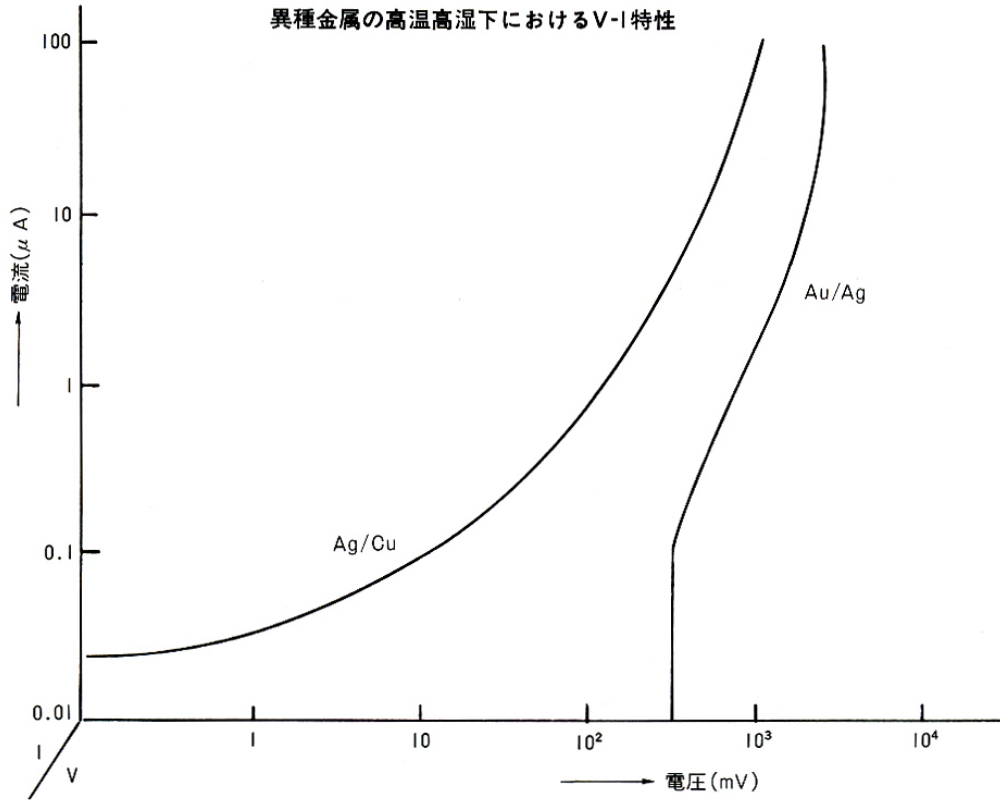


図 4

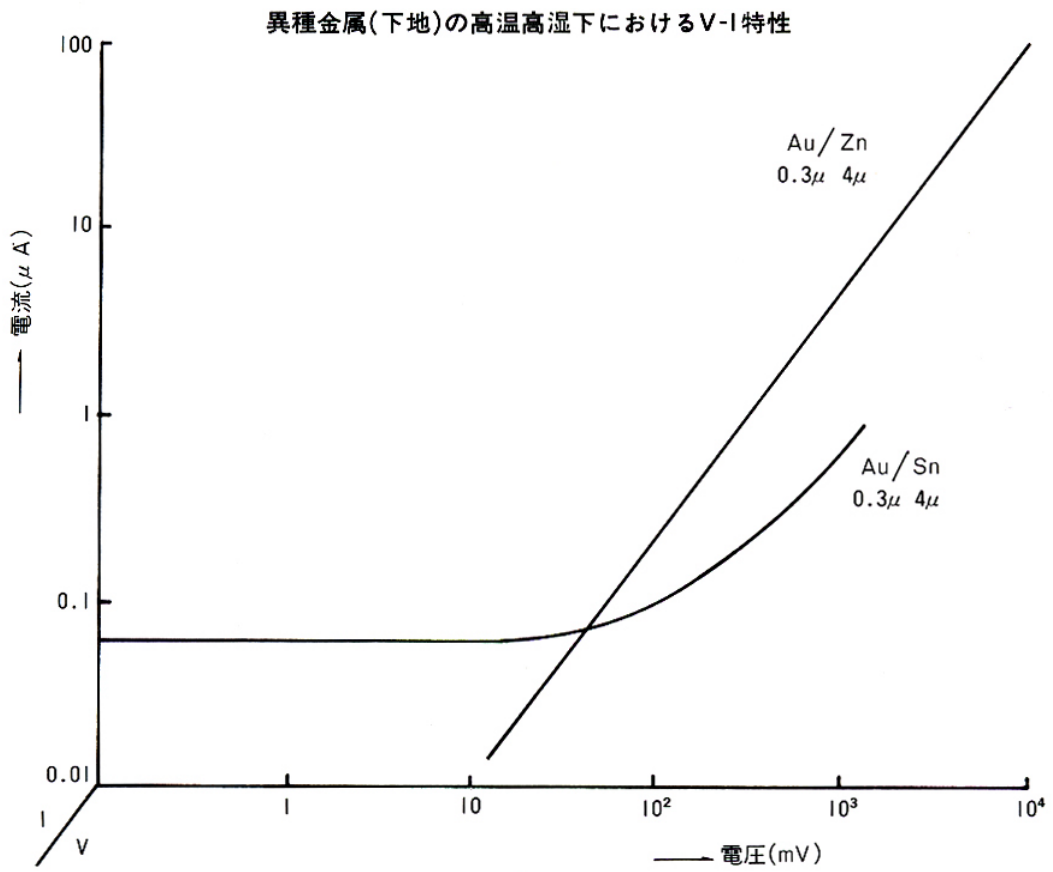


図 5

最近は、これらの仕様の中に温度・湿度試験に加えて、細菌試験、衝撃試験、磨耗試験なども追加されている。また防湿用の塗料は MIL-I- 46058 で、次の 4 つの型に分類している。

- 1) ER タイプ - エポキシ
- 2) PUR タイプ - ポリウレタン
- 3) SR タイプ - シリコーン
- 4) PO タイプ - ポリスチレン

いままでの試料は金属の移行現象に関する基礎につ

いて述べて来たものだが、今後は金属の移行を押える塗料の効果について報告する。

- 1) エポキシ樹脂 / メルカプタン
- 2) エポキシ樹脂 / 変性ポリアミン
- 3) アルキッド塗料
- 4) 脱アルコール型シリコーン RTV

実施例 1

MW390 のエピコート 828 とメルカプタン系硬化剤の組合せによって、メルカプタン基の耐湿効果を検討する。

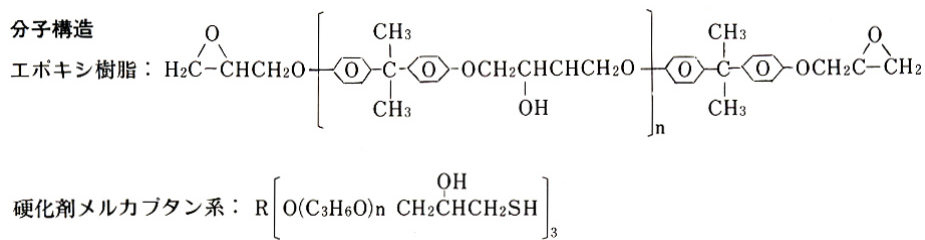


図 6

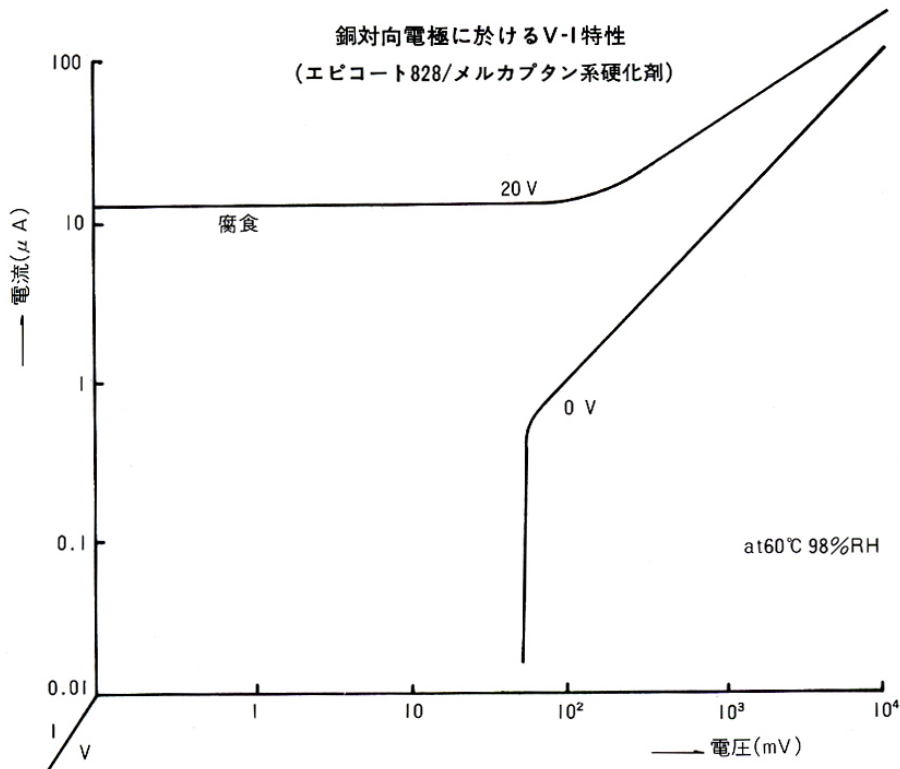


図 7

図7のV-I特性を判断すると、SH基は非常に吸湿しやすい耐熱性のない硬化剤で、特に低い電圧でも短絡するぐらいの耐湿性のない硬化剤で、用途によっては十分注意が必要である。

分子構造

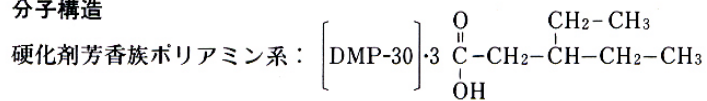


図8

実施例2

MW390のエピコート828と変性ポリアミン系硬化剤の組合せによって芳香族構造の耐湿効果を検討する。

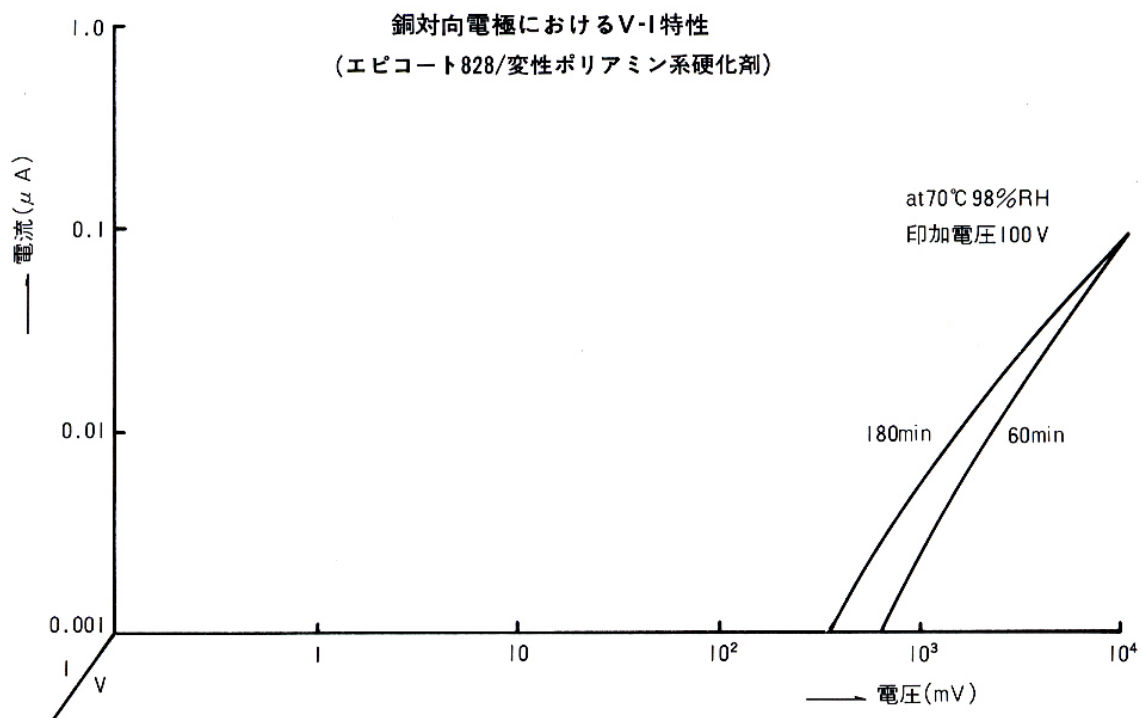


図9

図9のV-I特性から見ると、100Vの印加電圧でも低い漏洩電流を示し、さらに腐食もなく耐湿性の良い硬化剤と判断される。特に銅に対する腐食は全く認められていない。

実施例3

ラッカー型のアルキッド塗料に関する耐湿効果の評価。

アルキッド塗料は、銅などの金属に対してすぐれた密着効果を一般に示すが、データより判断すると耐熱性が不足しているために、印加電圧によって電気分解が生じやすくなっている。即ち、高温での密着力が非常に弱い塗料と判断される。

実施例4

脱アルコール型のシリコーン(RTV)に関する耐湿

性評価。

シリコーンRTVはオルガノポリシロキサンを主成分としているため、炭素-炭素結合を主成分とする有機ゴムに比較してすぐれた耐熱性、耐湿性、電気特性を有している。

ただしアセトン型と比較して活性水素を有している脱アルコール型は加水分解を生じやすい。特に金属腐食のないと言われる脱アルコール型シリコーンは、初期から漏洩電流が非常に小さい特性を示しているが、高温で高い印加電圧をかけた場合には沿面漏洩の立上りが早いように見受けられる。即ち、加水分解が徐々に発生し銅のイオン化が生じてきていると判断される。

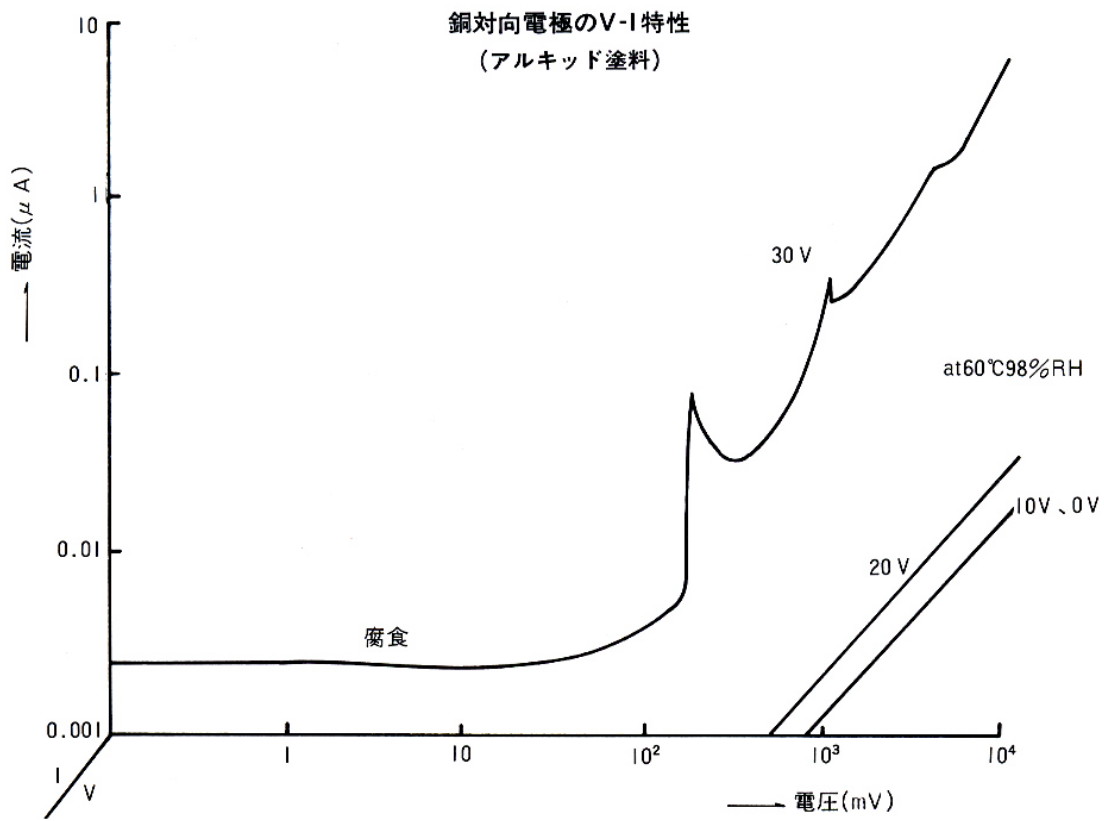


図 10

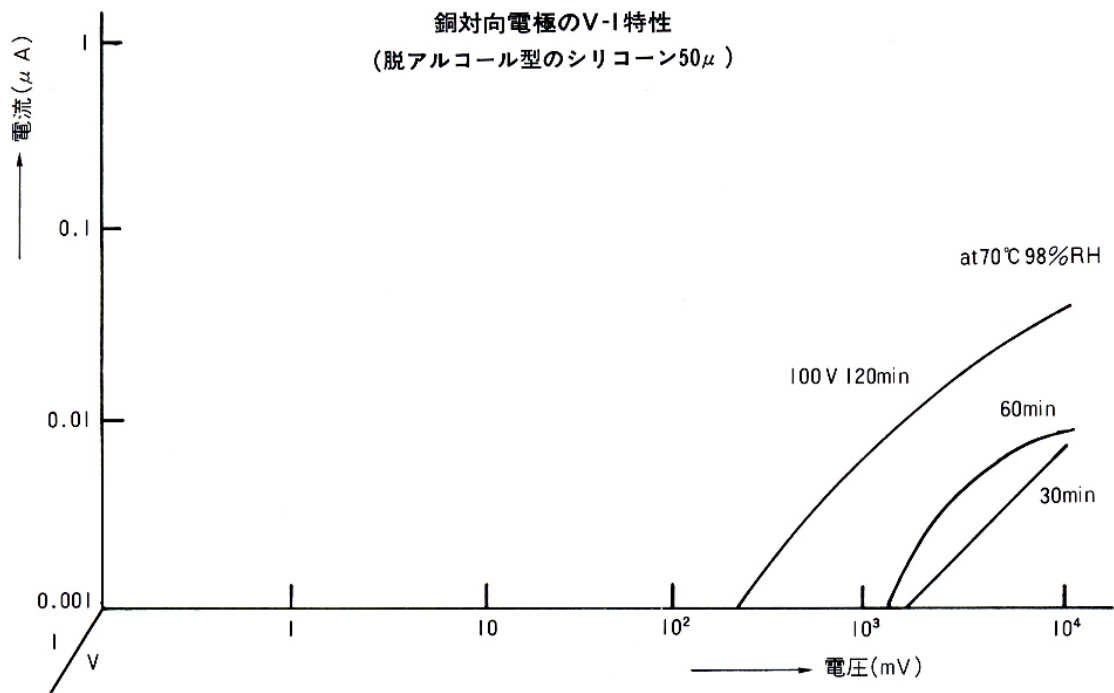
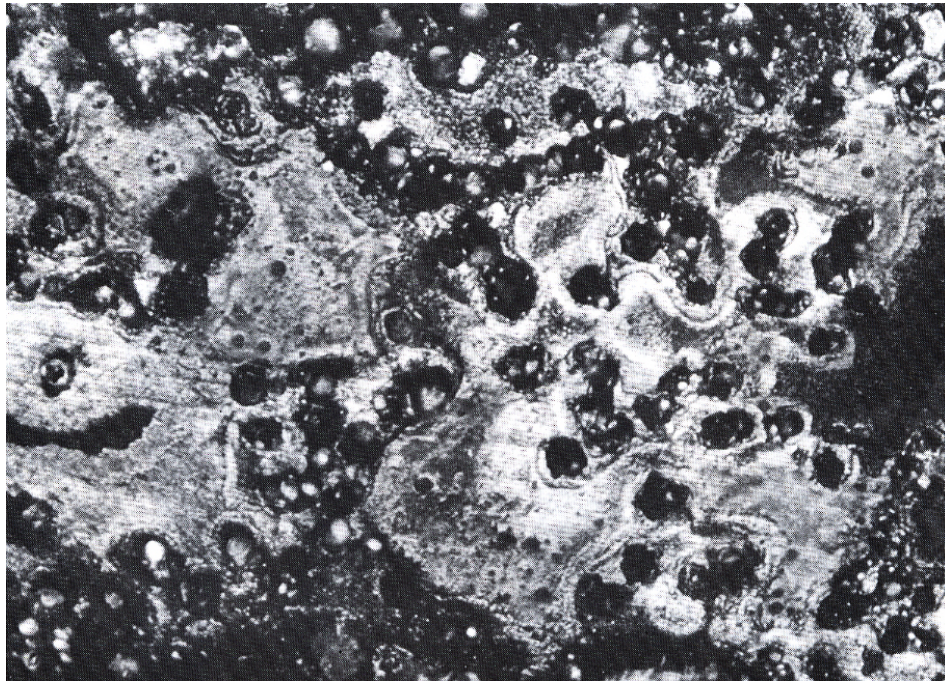


図 11



腐食された金の顕微鏡写真

5. 考察

異種金属の対向は高い電極電位差によって腐食現象を促進させる。また、その周囲に使用されている接着剤・コーティング剤は、準電解質として劣化を促進させる要素を持っている。

逆に促進させる傾向がある。

3. 電極は、有機物を含めて多重電極と判断して取扱いに注意する必要がある。

6. 結論

1. 異種金属対向のSnは劣化が特に著しい。
2. 接着剤・コーティング剤の不純物は、電極の劣化を

《引用文献》

- 1) 合金状態図の解説：清水要蔵著
- 2) 金属表面加工概論：呂戊辰著
- 3) 腐食科学と防食技術：伊藤伍郎著
- 4) 基礎電気化学：A.R,Denaro 著
- 5) 電気化学システム：高橋正雄著

スリーボンド技術サービス(株)

本田 勉

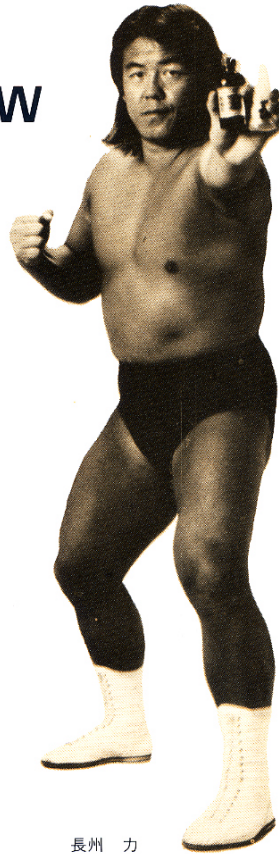
パワーアップして新登場。

瞬間強力接着剤 パワーSとパワーW



パワーS(一般用)

パワーW(木工用)



長州 力

瞬間の固め技。

スリーボンドの技術とノウハウが生んだ瞬間強力接着剤「パワー」

スリーボンドが接着剤研究 30 余年の実績をもとに新たに開発した瞬間強力接着剤「パワー」。接着する材質にあわせて一般用のSと木工用のWを使い分けて頂ければ、素早く、強力に、しかも美しく接着いたします。どうぞご利用ください。

瞬間強力接着剤・パワーS(一般用)

金属、ゴム、プラスチック等の接着に適しています。低粘度で接着速度が速く、5～30秒で強力に接着します。また、無色透明のため、仕上がりも非常にきれいです。

瞬間強力接着剤・パワーW(木工用)

木材、パルサ、ベニヤ等のしみ込みの大きい材質に適しています。高粘度で10～30秒で強力に接着します。また無色透明のため、仕上がりも非常にきれいです。なお、木材、パルサ以外の紙、陶器、金属、ゴム、プラスチックにも使用できます。

使用方法

キャップをはずし、付属の針をノズルの先端に差し込んで、小さい孔をあけてください。なお、接着剤がとび出さないように注意してください。

接着面についている水分、油分、さび、その他の汚れをよく拭き取ってください。

接着面にごく少量塗布してください。薄く塗布すればするほど、強い接着力が得られます。なお、しみ込みの大きい材質には少し多目に塗布してください。

接着面をすりあわせ液が薄くかつ均一にゆきわたるようにして所定の位置に固定してください。所定の位置に固定するまでの時間が短ければ短いほど、強い接着力が得られます。

接着時間は被着剤の種類や表面の状況によって多少違ってきますが、だいたい5秒～1分以内に固着し、30分～2時間で実用強度になります。

ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアセタール、EPTゴムなど、難接着材料に使用する場合は、瞬間接着剤専用プライマー「スリーボンド 1797」を使用してください。



技術力で躍動する

株式会社スリーボンド

本社 〒193 東京都八王子市狭間町 1456 電話 0426(61)1333 代

●スリーボンド・テクニカルニュース編集委員会