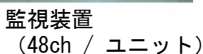


注) エレクトロケミカルマイグレーションはイオンマイグレーションのことを指すもので、
国際的な呼称と整合させるためエレクトロケミカルマイグレーションに統一されています。

ハイブリッドカーをはじめとする高出力・高効率かつコンパクトなパワー制御システム実現のため、高電圧におけるプリント基板の放電・エレクトロケミカルマイグレーション（以下 ECM と表示）の評価が増加している。また 実装部が高温になることで、はんだ付け電極間の ECM 発生が報告されるようになってきた。

高電圧におけるプリント基板の耐放電・ECMの評価が増加している。また多チャンネルでの測定を希望されることも多いが、適当な装置が市場に見当たらなかった。そこで1000V印加可能な多チャンネルの試験装置を開発しECM試験を行った。特徴と外観を図1に示す。また、これと合わせ絶縁抵抗の変化をモニターしながら、同時に光学顕微鏡下でECM観察が可能な小型恒温恒湿ボックスを開発し、1000V印加時のデンドライト（樹脂状ECM）の発生・成長について連続観察を実施した。（図2）



最大電圧:1000V, 絶縁抵抗 $1 \times 10^6 \Omega$ 以下で電源回路から切り離し

図 1. 高電圧放電・マイグレーション監視装置

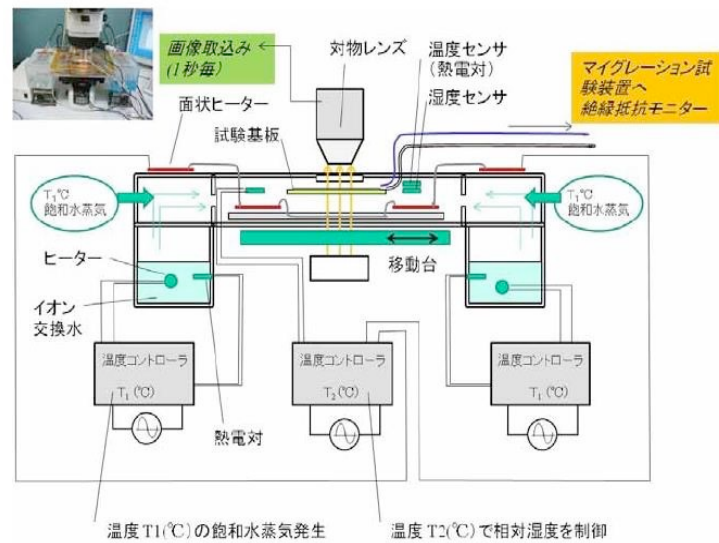


図 2. ECM 観察システム

試験に使用した基板を図3に、1000V 印加時の観察結果を図4にまとめた。電圧 1000V 印加後、短時間で絶縁低下が観察された領域を赤線で囲んでいる。その大半は動画観察により放電が観察された。これに対し、左上の囲みなしエリアは、ただちに放電を生じない ECM 発生可能領域となる。

基材：FR-4
 基板サイズ：120×20mm
 銅箔厚：35 μ m
 電極間距離：0.1, 0.15, 0.2, 0.25mm
 電極重なり：0.15mm

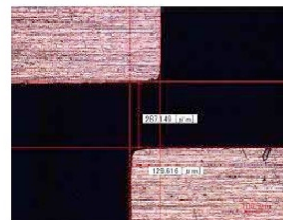


図 3. 試験基板

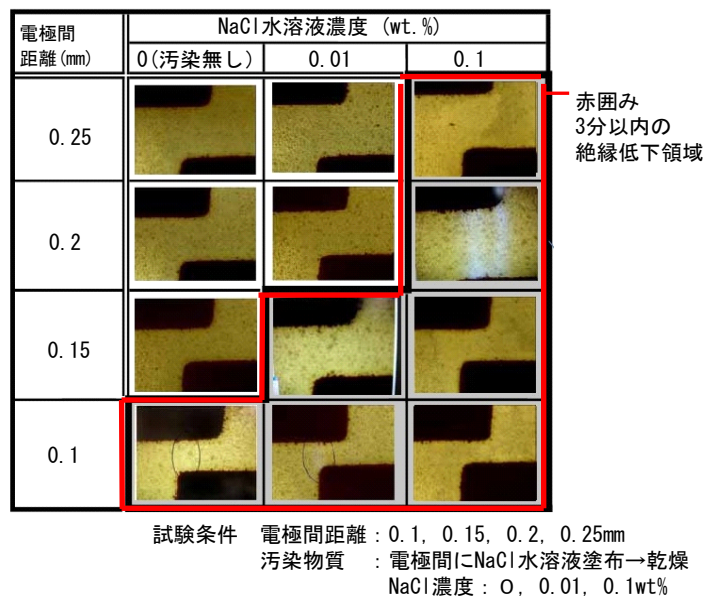


図 4. 1000V 印可時の放電範囲

ECM の成長を図 5, 6 に示す。ECM は正極下部のアンカー先端で発生し 試験開始 30 時間あたりで成長は止まっていることがわかる。伸長の停止は汚染物質として滴下した NaCl が消費されたためと考えた。試験片の光学顕微鏡, SEM 像および元素マッピングを図 7 に示す。EDS 分析より Cu ならびに Cl、O ピークを検出していることから、その成分は Cu 単体、銅塩化物、銅酸化物または、それらの混合物と考えられた。また、SEM 像から 基材クレータ一部の淵に沿ってデンドライトは成長していることがわかる。その後、基板表面の凹凸を研磨で取り除き同様の試験を行ったところ、ECM 抑制効果を確認しており基材の表面状態も ECM に関与していることが示唆された。当社では高電圧下で発生する ECM の対策についても検討を続けており、次の機会に紹介させて頂く

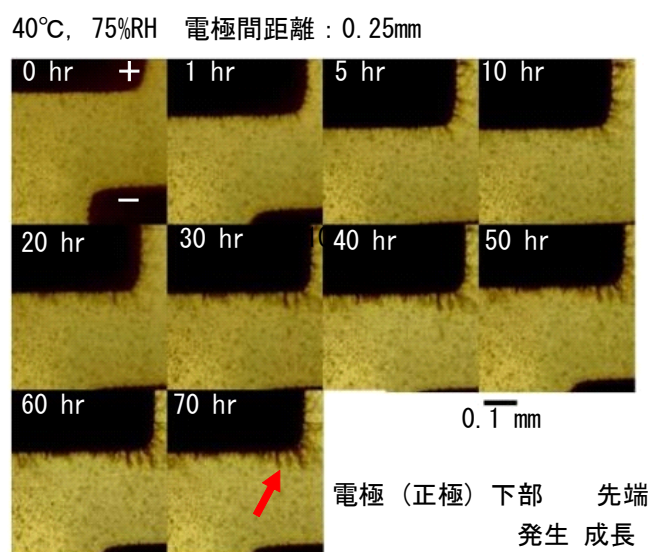
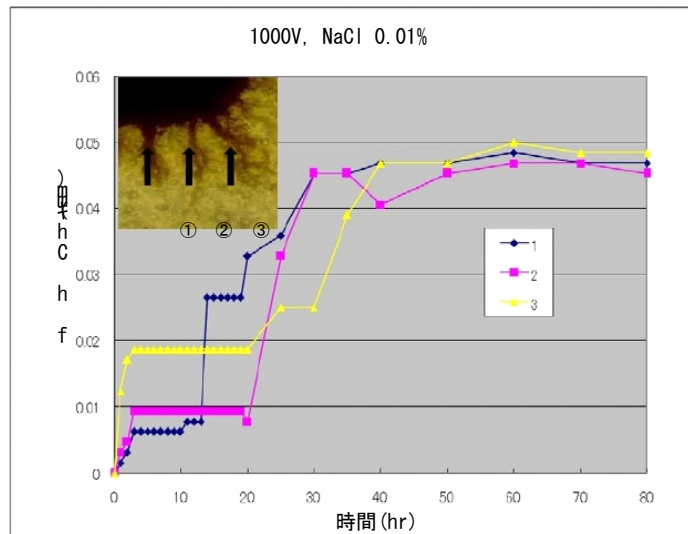
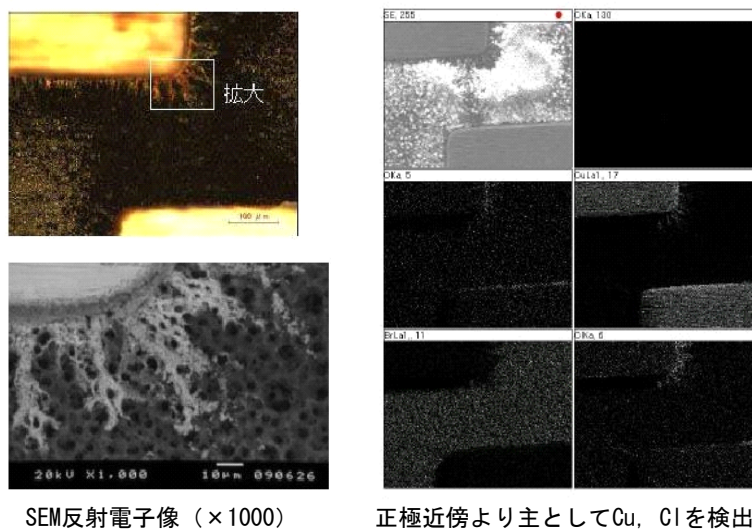


図 5. 1000V 印可時の ECM



汚染物質の消耗により成長速度は飽和

図 6. 正極側のデンドライト伸長



SEM反射電子像 (×1000)

正極近傍より主としてCu, Clを検出

図 7. デンドライトの分析

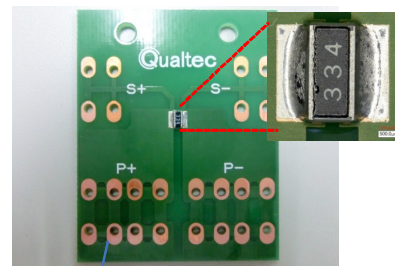
■高温で発生する ECM

パワーデバイスの利用が進み実装部が高温になることで、高温放置の ECM 評価を実施する機会が増えてきた。通常 40℃/90%RH や 85℃/85%RH で評価される ECM 観察や絶縁抵抗の測定を、100℃以上の温度で試験すると ECM の発生する場合がある。当社でも現象確認、原因追究を始めておりその一部を紹介する。

チップ抵抗をリフローで実装し、85℃と 105℃で印加放置した場合の試験方法と電圧変化を図 8，9 に記す。105℃では ECM による短絡のため、およそ 40 時間で電圧変化していることがわかる。その時に生じた ECM の X 線透視図を図 10 に示す。部品下のデンドライトは Sn であることを EDS より確認した。

試験基板にチップ抵抗を実装したサンプルを、周囲温度105℃と85℃で試験する。

試験サンプル



条件

チップ抵抗 (330K Ω) を実装

電極間距離 : 700 μ m

印刷厚 : 150 μ m

はんだペースト : Sn3.0Ag0.5Cu

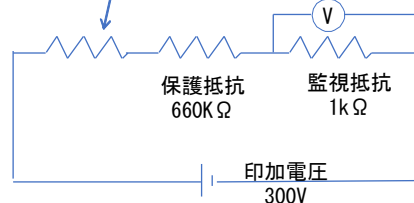
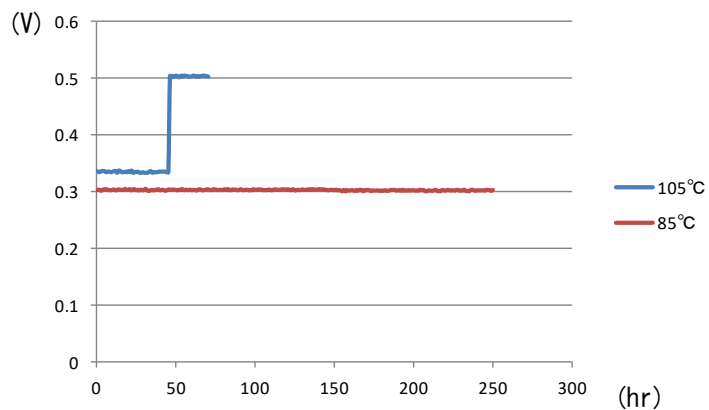


図 8. 温度によるマイグレーション発生比較 試験条件



105℃においては46時間後に電圧変化【抵抗値:試験前329K Ω →試験後21 Ω 】
 85℃では250時間後まで変化なし【抵抗値:試験前329K Ω →試験後329K Ω 】

図 9. 抵抗変化

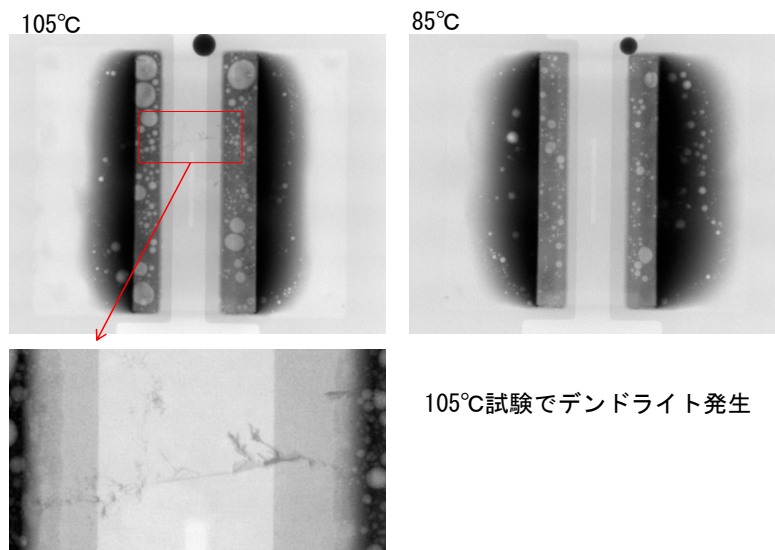


図 10. X線観察

85°Cでは認められず 105°Cで ECM が発生する原因推定として、フラックス樹脂の軟化温度，フラックス活性剤の影響，水分の影響，部品汚れ等が影響すると考え発生メカニズムの研究を進めている。また 最近では、より高温で上記現象とも異なる金属デンドライト発生のご相談が増加しており当社ではそのメカニズムについても研究を開始した。

クオルテック
「受託研究」ページ

クオルテック
「お問い合わせ」