

電子部品における環境試験の加速性評価

Evaluation of Acceleration on Environmental Test for Electronic Components

情報システム室 足達幹雄

Mikio ADACHI

くし形電極基板を試料として結露試験を行い、電極間における絶縁抵抗変化の連続測定によりマイグレーション発生とその加速性について調べた。その結果、結露ストレスによりマイグレーション発生までの時間は大幅に短縮され、結露量との相関が確認できた。また、各ストレスでの加速性を比べると特に電圧ストレスの影響が大きいことがわかった。

1. はじめに

近年、電子機器の高密度実装による微細化などの影響で、導体間のマイグレーションやショートに関する故障が増加している。通常、マイグレーションの評価では高温高湿試験が行われるが、最近の電子機器は小型化や用途拡大によりさまざまな環境下で使用されるようになり結露発生の影響が大きいことから、結露試験での評価が必要となってきた。しかし、結露試験に関する規定は特になく、方法や条件などが明確化されていない。

そこで、結露試験におけるマイグレーション発生とその加速性について検討した。結露と乾燥の繰り返しにおける試料の絶縁抵抗の変化によりマイグレーションが発生するまでの時間を測定し、高温高湿試験の場合との比較やストレスファクタと加速性の相関などについて調べた。

2. マイグレーションと絶縁信頼性

イオンマイグレーションは、プリント基板などの電極から溶出・拡散した金属イオンが対向電極において還元・析出することにより生じる。電極間における水分の付着がマイグレーション発生の主要因となっている。

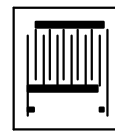
マイグレーションは電極間において短絡した瞬間に生じる電流により溶断されてしまうため、絶縁信頼性を表す絶縁劣化特性を適確に評価するには試験槽内での連続測定が不可欠となる。

3. 実験方法

試料として、図1に示すようなくし形電極基板を用いた。

結露サイクル試験装置に試料を入れ、試験槽の温湿度を低温→高温高湿のように繰り返し、イオンマイグレーション評価システム（AMI）により電極間における絶縁抵抗の変化を連続的に測定した。

抵抗値の急激な減少（ $10^6 \Omega$ 以下）をマイグレーションの発生ととらえて、サイクル数（時間）との関係を表示させるようにした。



電極材質：Cu
電極間隔：0.318mm

図1 くし形電極基板

4. 実験結果

4.1 環境条件の違いによる加速性

温湿度条件の違いによる加速性を調べるため、ガラスエポキシ基板の試料について結露試験を行い、マイグレーション発生までの時間を測定した。高温さらし条件を40°C80%、40°C90%、50°C80%と変化させ、低温さらし条件（20°C60%）とさらし時間（各30分）は一定とした。比較のため、高温高湿試験（85°C85%：一定）におけるマイグレーション発生までの時間についても測定した。結果を図2に示す。

結露試験においては、高温高湿試験の場合に比べてマイグレーション発生までの時間が大幅に短縮されるという結果が得られた。試料表面に直接水分が付着する結露試験と、水蒸気の吸湿による高温高湿試験との格差が把握できた。

また、結露センサを用いて各温湿度条件における試料表面の結露時間を測定し、結露ストレスについての加速性を調べた。結果を図3に示す。

結露量が多いほどマイグレーション発生は加速されるということが確認できた。結露時間が長ければ試料表面における水分供給が続き、金属イオンの溶出が加速されるためであると考えられる。

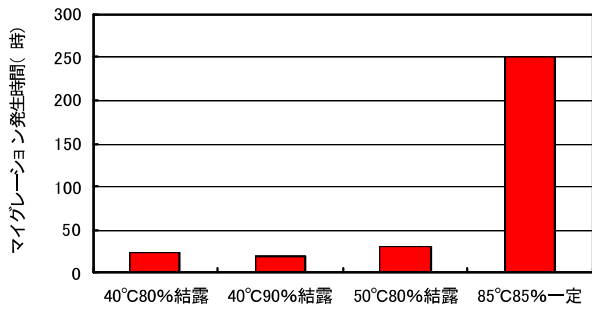


図2 温湿度条件の違いによる加速性

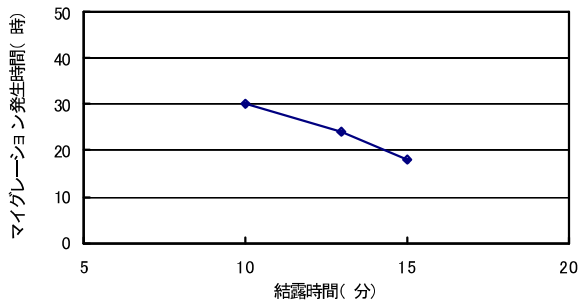


図3 結露ストレスによる加速性

4. 2 試料条件の違いによる加速性

試料材質の違いによる加速性を調べるため、ガラスエポキシ基板、紙フェノール基板、CEM基板の試料について結露試験を行い、マイグレーション発生までの時間を測定した。温湿度条件とさらに時間は一定とした。

また、材質の吸水性との関連を調べるため、各試料を高温高湿環境（85°C85%）の試験槽内に入れ、20時間後の重量変化により吸水率を算出した。結果を図4に示す。

吸水率が大きい紙フェノール基板におけるマイグレーション発生までの時間が最も短くなった。吸水性のある材質の場合は、試験サイクル数が多くなるにつれ、表面のぬれ性変化により結露領域が拡大するためであると思われる。

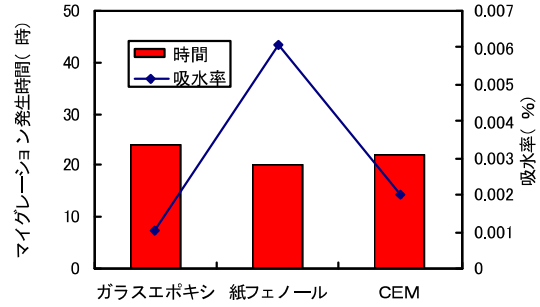


図4 試料材質の違いによる加速性

4. 3 電圧ストレスによる加速性

電圧ストレスによる加速性を調べるため、ガラスエポキシ基板の試料について印加電圧を変化させて結露試験を行い、マイグレーション発生までの時間を測定した。温湿度条件とさらに時間は一定とした。結果を図5に示す。

また、基準電圧を5Vとした場合の電圧差と加速比の関係を図6に示す。

印加電圧が高いほどマイグレーション発生までの時間が短くなり、加速比も増大することがわかった。印加電圧が高くなると電極とのクーロン力が増大し、金属イオンの拡散が加速されるためであると考えられる。

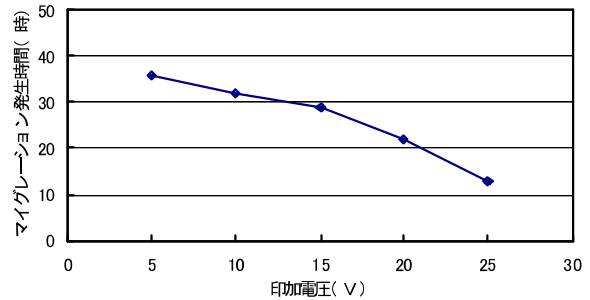


図5 電圧ストレスによる加速性

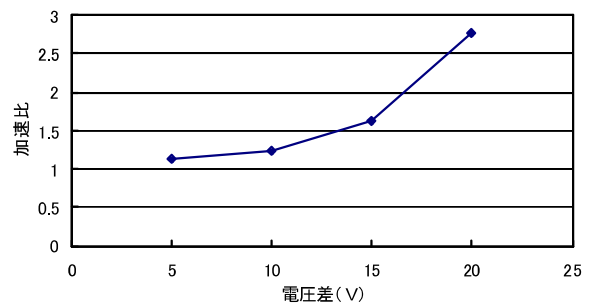


図6 電圧差と加速比の関係

5. まとめ

くし形電極基板を試料として結露試験を行い、電極間における抵抗変化の連続測定によりマイグレーション発生とその加速性などについて調べた。

結露試験の場合、高温高湿試験に比べて試験時間が大幅に短縮されるため、絶縁信頼性評価における加速試験として有用であるということがわかった。

また、マイグレーション発生と結露量には相関があることが確認できたので、さらに結露量の制御が可能となれば加速係数なども明確化するものと思われる。

各ストレスファクタでの加速性を比較すると特に電圧ストレスの影響が大きいため、印加電圧のディレーティングがマイグレーション対策においては有用であると考えられる。