

HAST装置を用いた環境試験における加速性の比較検討

プロジェクト推進室 足達 幹雄
生産技術室 名和 礼成

Evaluation of Acceleration on Environmental Test Using HAST Chamber

Mikio ADACHI and Yukinari NAWA

本研究では、製品・部品等の信頼性評価における当所特有のニーズ多様化へ対応すべく技術支援拡充のため、HAST (Highly Accelerated Temperature and Humidity Stress Test) 装置を用いて環境試験時間の短縮に係る有効性や実用性について検証した。

HAST装置を用いて蒸気加圧試験を繰り返し、一般的な恒温恒湿槽による高温高湿試験との加速性の比較を行い、各種材料におけるHAST適応性や環境試験の加速性に影響を与える条件等を把握できた。

1. はじめに

製品・部品の信頼性評価手法である環境試験においては、評価試験が長期となるケースが多いため、時間短縮に係る要望が高まっている。高度加速寿命試験装置 (HAST 装置) は、蒸気加圧ストレスにより環境試験時間の短縮に有効であり、主に封止半導体部品の耐湿性評価を対象としているが、当所保有装置においては、金属、樹脂、塗料など様々な部材の評価試験に利用されている。そこで、当所特有の多様なニーズへ対応すべく、各種材料における HAST 装置の適応性・有用性について検証するための研究テーマを立ち上げた。

本研究では、一般的な恒温恒湿槽を用いた高温高湿試験 (85°C, 85%) との加速性の比較により、従来手法との代替可能性及び機器開放業務における実用性等を検討した。

2. 実験方法

2.1 HASTの優位性調査

HASTのストレスファクタにおける湿度と圧力が環境試験の加速性へ及ぼす影響について調査するため、プリント基板 (紙基材フェノール樹脂) を試料に用いて蒸気加圧試験を繰り返し、試験後の吸水量により評価を行い、高温高湿試験の場合と比較した。

2.2 ニーズ対応試験

当所ニーズにて上位を占めている樹脂及び金属素材を試料に用いて蒸気加圧試験 (飽和モード) を繰り返し、HAST適応性や環境試験の加速性に影響

を与える要因・条件等を検証した。また、当所では腐食促進評価等に際して塩水噴霧試験と併用するニーズが多いことから、金属材サンプルについては塩水 (5%) 浸漬後にHASTを実施した。

2.3 マイグレーション試験

マイグレーションは、高湿度環境における電界により電極材料 (金属) がイオン化・析出し、対極とのショートを引き起こす電子機器のトラブル要因であり、はんだ用フラックス残さ等が促進要因となっている。

実験では、くし型電極基板を試料に用いてHAST環境下でのバイアス試験を行い、電極間の絶縁抵抗の変化をイオンマイグレーション評価システム (AMI) により連続計測した。抵抗値の急激な低下をマイグレーション発生と捉えて、マイグレーション検出までの時間について、基材の種類やフラックスの有無及び高温高湿試験の場合と比較した。

HAST装置及びAMIを図1に示す。



図1 HAST装置及びAMI

3. 結果及び考察

3.1 HASTストレスファクタの優位性

試料（プリント基板：紙フェノール）をHAST槽内へ入れ、湿度と圧力パラメータの組み合わせを変化させた蒸気加圧試験を行い、48時間後の吸水量を計測した。圧力一定、湿度一定とした際の吸水量変化をそれぞれ図2及び図3に示す。想定通りの特性が得られたが、図2と図3の比較から、湿度より圧力の方が吸水加速性において優位であることが確認できた。

続いて、HASTと従来手法（高温高湿試験：85℃ 85%）との加速性について比較した。HASTに関しては、制御モード（飽和・不飽和）の影響についても調べた。図4に示すように、高温高湿試験に比べてHAST（特に飽和モード）の方が紙フェノール基板の吸水量は増大するという結果が得られた。また、飽和モード試験の試料は図5に示すように基板表面（銅パターン部）が変色・劣化しており、HASTの威力及び金属材料への適応性を把握できた。

飽和モード（湿度100%）における結露状態がHAST優位性の要因となっていると考えられる。

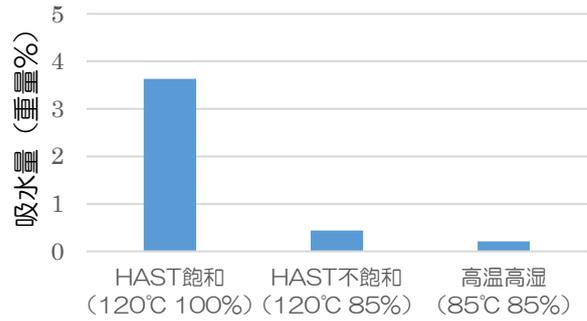


図4 制御モードによる吸水量比較



図5 HAST飽和モード試験後サンプル

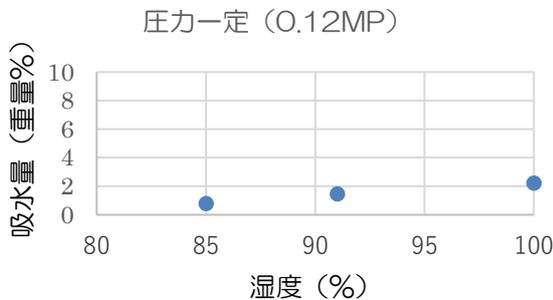


図2 湿度ストレスと吸水量変化

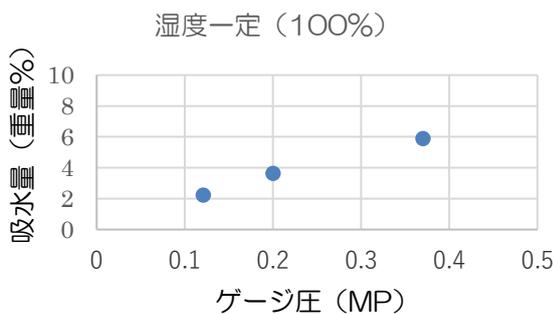


図3 圧カストレスと吸水量変化

3.2 素材ベース試験

3.2.1 樹脂の吸湿劣化促進評価

過去ニーズの中から樹脂素材（フェノール、ポリカーボネート、ABS、PTFE）を試料に用いてHAST飽和モード試験を行い、吸水量を計測・比較した。図6にサンプルプレートを示す。

HAST飽和モード（120℃、100%、0.2MP）にて試験48時間後の吸水量を調べた結果、フェノールとABSは吸水性を示したが、ポリカーボネートやPTFEはほぼ変化がなかった。また、ABS及びPTFEについては、耐熱温度以下の試験条件にもかかわらず図7に示すように変形が生じた。

さらに、パラメータを変化させて蒸気加圧試験を繰り返した結果、樹脂の吸湿劣化促進に際しては、温度ストレスによる加速性は小さく、重要ファクタは圧カストレスであることを確認した。素材によっては熱変形に留意した条件設定が必要であることも把握できた。

3.2.2 金属の表面劣化促進評価

ニーズの多い主要な金属素材（銅、アルミ、ステンレス、真ちゅう）を試料に用いてHAST飽和モード試験を行い、表面変化を観察・比較した。図8にサンプルプレートを示す。

HAST 飽和モード (120°C, 100%, 0.2MP) にて試験 48 時間後の試料表面を調べた結果, 図 9 に示すようにステンレスはほぼ変化がなかったが, 他のサンプル (特に真ちゅう) には変色が生じた。

さらに, パラメータを変化させて蒸気加圧試験を繰り返した結果, 金属の表面劣化促進に際しては, 圧カストレスの影響は小さく, 温度ストレスとの相関が確認できた。

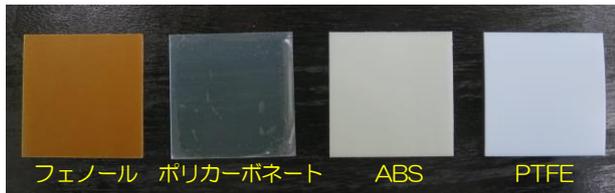


図 6 素材ベースサンプル (樹脂)

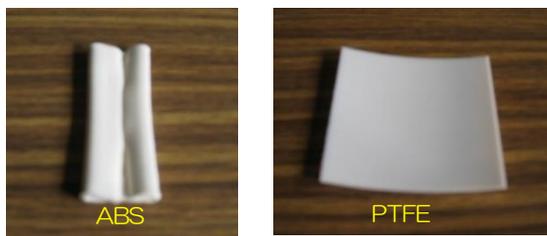


図 7 試験後サンプル (樹脂)

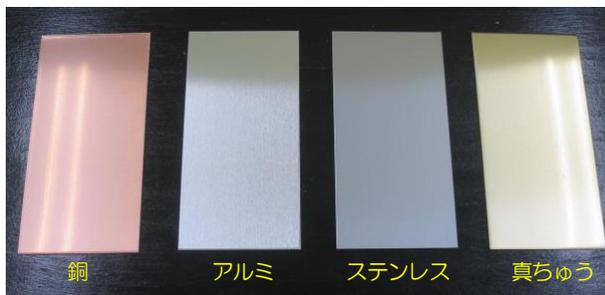


図 8 素材ベースサンプル (金属)



図 9 試験後サンプル (金属)

3. 3 バイアス試験

基材の種類 (紙フェノール, ガラスエポキシ) 及びフラックスの有無を組み合わせたくし型電極基板を試料に用いて電圧印加試験を行い, 電極間の絶縁抵抗を連続モニタリングした。リード線付の試料を図 10 に示す。

バイアス試験における印加電圧を 50V, マイグレーション判定条件 (絶縁抵抗値) を 1 MΩ以下と設定した。高温高湿試験環境下での電極間抵抗変化を図 11 に, HAST の場合を図 12 に示す。高温高湿試験では 1000 時間内でのマイグレーション検出が発生しなかったが, 一方, HAST の場合は全ての試料で同時間内に検出され, 評価時間の短縮を検証できた。

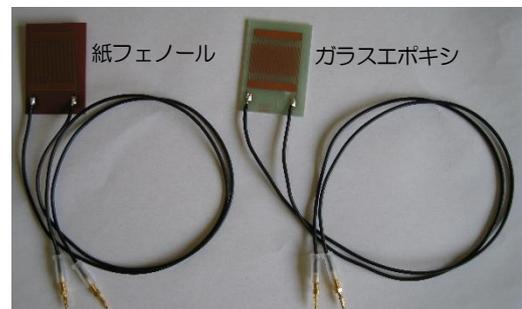


図 10 くし型電極基板試料

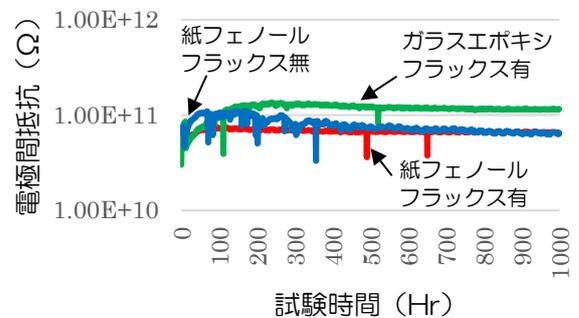


図 11 バイアス試験 (高温高湿)

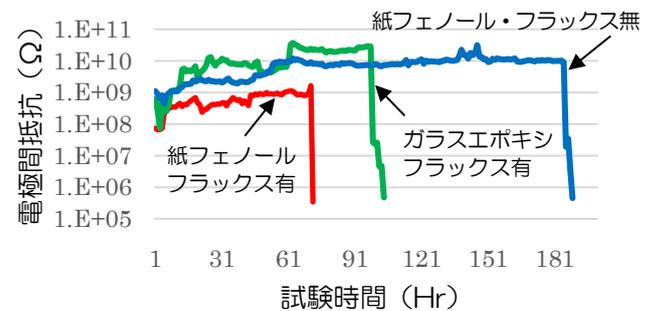


図 12 バイアス試験 (HAST)

4. まとめ

本研究の実践により、当所の環境試験ニーズにおける HAST 装置の適用範囲が把握できた。

研究成果により、利用者ニーズ・部材に応じて加速性の有無や適切な環境（試験）条件の提示が可能となり、従来の高温高湿試験の代替として HAST 装置を活用することで試験時間の短縮及びコスト削減等へ繋がり、利用企業の負担低減に貢献できる。また、従来手法である恒温恒湿槽の占有時間が減

少するため、当該装置の長期稼働中につき断念せざるを得なかった設備利用希望者ニーズ（温湿度サイクル試験等）の受入れも拡充でき、機器開放業務における利便性の向上が可能となる。

さらに、HAST 装置は近隣での保有機関が少ないため、広域連携に係る利用開放促進への波及効果も想定され、様々な分野の信頼性評価（環境試験）におけるスピーディーな品質管理・製品開発支援への寄与が期待できる。