

環境試験

機器や部品に対する高信頼性は、時代と共に増えています。ここでは、代表的な信頼性試験である環境試験の分類や試験のポイントについて紹介します。

環境試験とは？

環境試験とは、機器や部品の実際の使用時を想定して行われるシミュレーションのことです。周囲の条件によって影響を受けることを考慮し、これを未然に解明するために行われます。高品位の製品に対しては、仕様を満たしているかの確認をするために、必ず各種の環境試験が行われています。一口に環境試験といっても、温度・湿度・振動・加速度・気圧・じんあいなど、様々な試験があります。

表1にエレクトロニクスグループで行なわれている主な温度・湿度などに対する環境試験を示します。

表1 主な環境試験

1	低温(耐寒性)試験	C 60068-2-1
2	高温(耐熱性)試験	C 60068-2-2
3	高温高湿(定常)試験	C 60068-2-3
4	温湿度組合せ(サイクル)試験	C 60068-2-38
5	温度変化試験	C 0025
6	正弦波振動試験	C 60068-2-6

JIS規格における電気・電子の環境試験方法

環境条件の選定

環境試験を行うために試験条件を決定します。一般に、実際の使用環境を出来るだけ忠実にシミュレートできる環境パラメータ(温度、湿度、加速度など)を決め、使用環境に応じてきびしさを決めます。下にJIS C 60721-1:1995の単一耐候性環境パラメータと主なきびしさの例を示します。

(1) 温度(℃)

- 80、-65、-55、-40、-25、-15、-5、+5、+10、+15、+20、+25、+30、+40、+45、+50、+55、+60、+70、+85、+100、+125、+155、+200

(2) 温度変化(温度変化の速度、K/min)

- 0.1、0.5、1、3、5、10

(3) 湿度(相対湿度、%RH)

- 4、5、10、15、20、50、75、85、95、100

環境試験の実施順序

環境試験には、単独で行う場合、複合または組み合わせて行う場合、および一連の順序で行う場合があります。環境試験を別々のサンプルに対して実施し、故障が現れなくても、それらの環境条件を同一のサンプルに複合して加えたり、組み合わせて加えたり、またはある順序で加えると故障が起こりやすくなる場合があります。この場合、組合せの種類や試験の順序が重要になります。

複合試験とは、温度と振動など異種の環境条件を同時に加え、故障の発生を促進する試験です。

組合せ試験とは、温度急変試験や温湿度サイクル試験のように試験条件を変化させる試験です。

表2に電子機器に対して最も重要な影響を与える試験順序の例を示します。これらの試験条件は、輸送条件、季節変化、海岸地域、熱帯地域、移動装置などの条件を想定したものです。

表2 電子機器の環境試験の順序例

A	低温試験
B	高温試験
N	温度急変試験
E	衝撃またはバンプ試験
F	振動試験
M	気圧試験
Db	湿度(12+12h サイクル)試験
C	湿度(定常状態)試験
K	腐食試験
L	砂じん試験
	固形物の浸入、水の浸入(例えば雨)

JIS C 60068-1 付属書 B6.4.2 における例。試験C及びKは、できるだけ他の試験とは別の供試品で行う

2つの温度変化試験

環境試験の中でも良く行われる温度急変（熱衝撃）試験と定速温度変化（温度サイクル）試験は、どちらの試験も、温度変化で製品寸法などの物理的性質が変化し、動作の特性に影響を及ぼすかどうか、また損傷などの恒久的変化を起こすかどうかの耐久性を確認することを目的としています。以下に両者の試験の違いと特徴を説明します。

(1) 定速温度変化試験の特徴

定速温度変化試験は高温と低温の雰囲気部品や製品を短時間のうちに交互にさらす試験です。温度変化をかけることで膨張と収縮のストレスを繰り返し与え、はがれ、亀裂、充填剤の漏れなどの疲労的破壊が現れるかを調べることが出来ます。

温度の変化は毎分1～5℃と緩やかで、放置時間は10分～3時間程度です。製品規格に規定がない場合は連続2サイクル行います。

(2) 温度急変試験の特徴

温度急変試験は定速温度変化試験と同様に高温と低温を交互にさらしますが、その温度変化は数秒～数十秒以内と急激です。この急激な温度変化により、定速温度変化試験と同様のストレスに加え、構成要素ごとの熱容量や熱時定数の違いによるストレスも加わります。また、同一材料でもガラスなどの場合は急激な熱衝撃により割れることもあります。熱衝撃の影響は、プラスチックなどの樹脂部材の熱変形や、基板やウェハーのひび割れ、さらにそこに湿気が進入することで絶縁劣化などの電気特性の変化を引き起こします。

温度変化は長くても3分以内で、放置時間は10分～3時間程度ですが、熱時定数を考慮することが望ましいです。製品規格に規定がない場合は5サイクル行います。

温湿度組合せ試験中の結露条件

水蒸気の過飽和状態が発生すると結露が起きます。過飽和状態は図1に示す温度と相対湿度の関係から求めることが出来ます。たとえば、温度が40℃の場合、飽和水蒸気圧は7381Paです。この時、相対湿度は100%RHとなります。

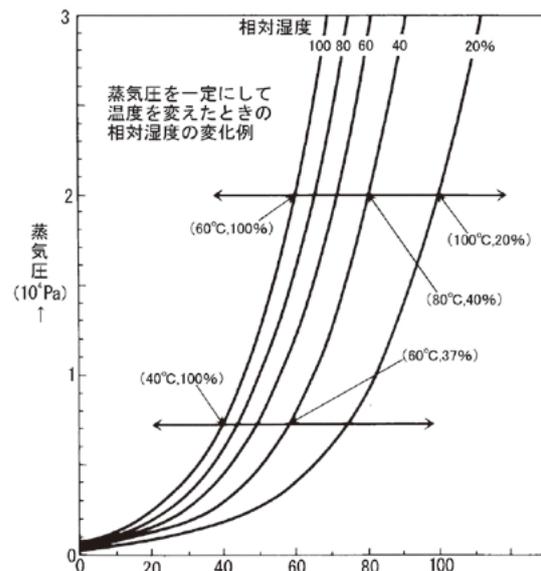


図1 温度と湿度の関係

相対湿度が90%RHならば、水蒸気圧は $7381 \times 0.9 = 6650\text{Pa}$ です。一方、38℃の飽和水蒸気圧は6630Paですから、40℃、90%RHの中に、38℃以下の製品を入れると、製品表面の周辺が過飽和状態となり製品の表面に結露します。通電試験中に結露するとリーク電流の増加や電気化学的な劣化故障を生じることがあるため、試験実施前に結露の可能性を検討しておくことが重要です。

相対湿度が高い雰囲気では製品が周囲より冷たいときに、製品の表面に結露が発生しやすくなります。

参考文献

- 1) 市田 嵩、信頼性試験—環境・装置、日科技連出版社 (1985)
- 2) 高久 清、デバイス・部品の信頼性試験、日科技連出版社 (1992)
- 3) 日本規格協会、JISハンドブック21 電子 I、日本規格協会 (2007)

開発本部開発第一部 エレクトロニクスグループ <西が丘本部>

西澤裕輔 TEL 03-3909-2151 内線476

E-mail : nishizawa.yusuke@iri-tokyo.jp