

85°C/85% RH 加速寿命試験の湿度 センサへの影響



William M. Cooper

Marketing and Applications Director, Temperature and Humidity Sensors
Texas Instruments



このホワイト・ペーパーでは、85°C/85% RH 加速寿命試験、それが RH センサに及ぼす影響、最終的には 85°C/85% 試験と RH センサの両方を同じ設計が必要とする場合の競合に対処する方法を詳しく検討します。

所有する電子システムが特定の期間にわたって使えることをこれまで期待してきたという理由で、またはメーカーが特定の寿命の保証書を発行したという理由で、所有する電子システムが特定の期間にわたって使えることを消費者は期待しています。これらの期待値を超えてシステムが動作できれば、製品とそのメーカーに対する信頼感を消費者に与え、ブランド・ロイヤリティを生み出すことができます。暖房、換気、空調システムなどの製品または自動車では、製品寿命が 10 年を超えて続くことを消費者は期待しており、このことは最終的には、(通常は広範囲にわたるテストによって) 信頼性の高い設計を確保するようにシステム開発者に圧力をかけています。

システムの信頼性向上に対する要求は、空気中の水分含量に関する情報を提供する相対湿度 (RH) センサの採用も推進しました。環境中の水分は電子部品間の短絡、CO₂ または圧力センサなどの他の部品への影響を引き起こし、または空気品質と温度を制御するためのシステムの効率を単純に変化させる場合があります。最も一般的なタイプの湿度センサは、ポリマーを利用して空気中の水分と化学的に相互作用することで、抵抗値または容量値に基づいて吸湿性を定量化します。このようなタイプの RH センサは、システム内の水分含量を評価する目的において最終的には有効であるものの、この環境との化学的相互作用は、その他の部品と比較して、特に加速寿命試験に関して、独自の課題をもたらします。

85°C/85% 相対湿度試験の概要

加速寿命試験、つまりデバイスにストレスを加えて故障メカニズムを加速させる試験は、電子システムの開発プロセス中に設計の挙動を評価するのに役立ちます (図 1 を参照)。ライフサイクルが長い製品またはシステムの耐用期間中の挙動を観察することは通常実用的ではなく実現可能でもないため、これらの製品またはシステムでは加速寿命試験は重要です。

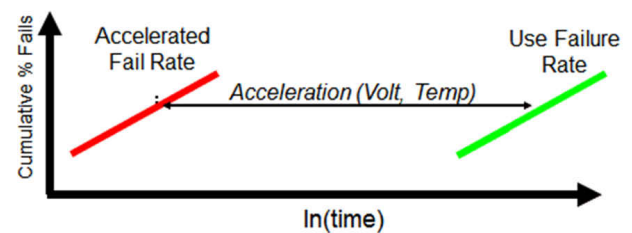


図 1. 電圧または温度などの要因の加速による累積故障率の推移

このような 2 つの試験 (JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) JESD22-A110 および JESD22-A101 規格によってそれぞれ定義されています) は、バイアス印加高加速温度および湿度ストレス試験 (BHAST) と定常状態温度および湿度バイアス (THB) 寿命試験です。これらのテストは、85°C/85% RH 試験 (85/85 試験) と呼ばれ、この試験が 85°C と 85% RH を同時に超えることを意味します。

BHAST では、デバイス内の腐食を加速するため、33.5 PSIA の蒸気圧に加え 130°C の温度と 85% の相対湿度を維持しながら 96 時間の電氣的バイアスを印加する必要があります。半導体において BHAST 試験は、パッケージとダイ表面への水分の侵入を加速することで、湿気が多い環境にさらされた場合でもデバイスが長期間の製品ライフ・サイクルにわたって電氣的に動作し続けることを確認するのに役立ちます。

THB 寿命試験は、圧力を除いて BHASt 試験と非常に似ています。このストレスは通常 BHASt と同じ障害メカニズムを活性化しますが、より小さい加速係数を持っています。そのため、85°C/85% RH で 1,000 時間という長いストレス時間に装置はさらされます。

BHASt 試験と THB 試験は、システムをテストする上で同じように有効です。チップにおいて、これらの加速寿命試験はプラスチック・パッケージへの水分の侵入をシミュレートできます。全体システムにおいて、プリント基板、接続部、その他の材料も時間の経過と共に空気中の水分の影響を受ける可能性があります。[KA1]

ストレス・テストとオーバーストレス・テストの違い

ストレス試験は、RH センサの信頼性を確保する上で不可欠です。ストレス試験の結果は、過酷な環境条件下での RH センサの耐用期間を予測できるためです。しかし、アプリケーション開発で湿度センサを使用する場合、**保存と取り扱いに関する特有のガイドライン**を考慮する必要があります。

図 2 に示すように、ポリマーを空気に触れさせるオープン・キャビティを RH センサは備えており、特定の化学反応を可能にしています。その化学反応によって環境の相対湿度 (RH) を計算できます。空気にさらされたポリマーは、85°C/85% を含む極端な条件 (データシートの仕様を超える条件) の影響を受け、RH 測定でのシフトを引き起こす可能性があります。

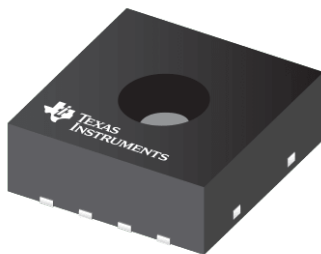


図 2. HDC3020 統合型湿度 / 温度センサ

システムが依然として機能的に動作することを確認することが目的である場合、この試験で問題ないでしょう。実際に、チップレベルで BHASt を実行した場合、予想される結果はこれと同じです。しかし、データシートの条件を超えたストレス・テストの後も、精度パラメータがデータシートの仕様内にとどまる必要がある場合、システム開発者は問題に直面します。RH センサのストレス試験では、当然のこととして、過酷ではあっても現実的な環境条件のフィールドで、期待するセンサ性能が得られる相対湿度と温度を選択する必要があります。データシートの仕様の範囲を超える相対湿度と温度を選択すると、フィールドでのセンサ性能を高精度では予測できません。

図 3 に、湿度センサにストレスを与える有効な方法を示します。このグラフは、**露点温度の世界記録** (35°C/95°F) を示します。これは、地球の大気中に保持されている (42.0711mmHg の) 既知の最大水分量 (100% RH) を表しています。85°C/85% RH は 81°C の露点に換算されます。これは、地球の大気中で実現可能な値をはるかに超えています。空気中の水分が一定であると仮定すると、温度を上げることで RH の理論値を計算できます。たとえば、図 3 で、85°C では RH はわずか 9.7% です。図 3 のこれらを超える温度と RH の試験点は、センサに過大なストレスを加え、想定されるフィールド・ストレス・シナリオでのセンサ性能の期待値を表しません。これらの試験点は、センサの品質と性能に関して誤った情報をもたらします。

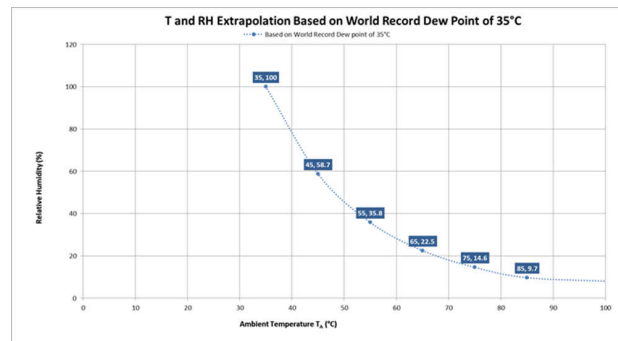


図 3. 温度と RH の外挿値 (世界記録の露点に基づく)

表面温度が上がるに従って、大気湿度も上がります。今後の地球温暖化を考慮する場合、**図 4** に示すようにガードバンドを使用できます。温暖化が 1°C 進むと飽和蒸気圧は約 7% 上昇します。

図 4 に、35°C の露点の測定記録に加えて、40°C と 50°C の仮想的な露点の外挿値を示します。85°C とその他の高温でも、RH は依然として非常に低いことに注意します。

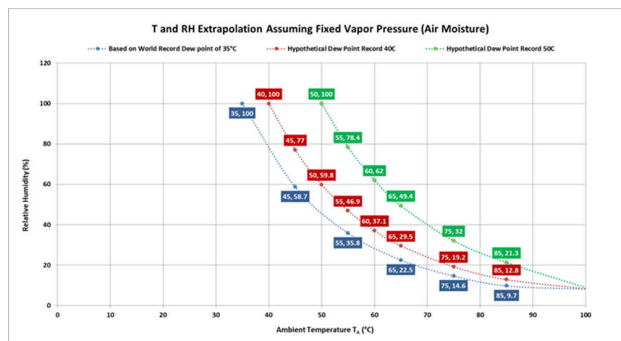


図 4. 温度と RH の外挿値 (地球温暖化を考慮してガードバンドを追加)

相対湿度センサを内蔵するシステムの加速寿命試験を可能にする

ポリマーを利用した湿度センサにとって 85°C/85% はオーバーストレス条件であるにもかかわらず、一部のシステムでは依然として 85°C/85% が必要とされる場合があります。ポリマーベースの RH センサを内蔵するシステムに 85°C/85% 試験を適用しようとする場合、以下の 4 つの方法が使用できます。

- システム・テストを実行する。しかし湿度センサの結果を除外する。– これらのデバイスは機能的にはシリコン認定に合格しているためです (これらの認定試験の一例は、テキサス・インスツルメンツの品質と信頼性のページを参照してください)。湿度センサの結果は後から追加できます。または評価から除外することもできます。

- 85°C/85% 試験がセンサ精度のシフトにつながることを理解して受け入れる。– 試験によってこの精度のシフトを評価することは可能です。しかし、精度に関するそれらの結果を試験の合格 / 不合格の基準と見なすことはできません。データシートの推奨動作条件での寿命動作はそのような結果をもたらさないためです。
- ストレス条件後のシフトを最小化するように特に設計された湿度センサを選択する。– これには、HDC3020 統合型湿度および温度センサ・ファミリが含まれます。
- 85°C/85% 試験の後、オーバーストレス条件に起因する誤差を修正するためにデバイス内のヒーターを利用してセンサ性能を回復させることを試すことができます。

まとめ

車載および産業用システムのシステム信頼性要件は、潜在的なフィールド故障の早期分析を可能にするための加速寿命試験の開発を促しました。85°C/85% の加速寿命試験は、湿度の高い条件にさらされた結果生じる可能性がある腐食によって引き起こされる機械的故障を特定するのに役立ちます。85°C/85% 試験の条件は、RH センサの推奨動作条件の範囲を超えており、センサの精度のシフトにつながる可能性があるオーバーストレス試験であることを示しています。仕様からのシフトは、システム開発では考慮に入れてください。現在の世界記録の露点および大気条件を前提とすると 85°C/85% 試験の条件は起こり得ないためです。

RH センサを内蔵する特定のアプリケーションに対して 85°C/85% 試験を実施する必要がある場合、以下のいずれかを行う必要があります。それは、センサへのストレスを回避するための方法を検討する、予想される性能変化を受け入れる、ストレスによる精度変動を最小限に抑えるように最適化された**特殊なデバイスを選択する**、『**HDC3 Silicon**』**ユーザーガイド**またはソフトウェアを使って予想されるシフトを調整できるようにする、の 4 つです。

重要なお知らせ:ここに記載されているテキサス・インスツルメンツ社および子会社の製品およびサービスの購入には、TI の販売に関する標準の使用許諾契約への同意が必要です。お客様には、ご注文の前に、TI 製品とサービスに関する完全な最新情報のご入手をお勧め致します。TI は、アプリケーションに対する援助、お客様のアプリケーションまたは製品の設計、ソフトウェアのパフォーマンス、または特許の侵害に対して一切責任を負いません。ここに記載されている他の会社の製品またはサービスに関する情報は、TI による同意、保証、または承認を意図するものではありません。

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022, Texas Instruments Incorporated