

Application Note

化学物質による汚染が湿度センサに与える影響



Alex Thompson, Rujuta Munje

概要

相対湿度 (RH) センサは、化学物質による汚染により、性能低下や恒久的な精度のずれが生じることがあります。これらのセンサは、水分を透過させるためにオープン キャビティ構造のパッケージを採用しているため、検出用ポリマーの誘電特性を変化させる可能性のある、望ましくない固体・液体・気体に本質的に曝露されます。このドキュメントでは、「バルク」(気体) または「表面」(固体 / 液体) に分類されるさまざまな汚染物質が、極性、誘電率、イオン伝導率の変化によってセンサの精度に影響を与えるメカニズムを考察します。さらに、このアプリケーション ノートでは、材料安全データシート (SDS/ MSDS) による製造化学物質の分析、透湿メンブレン フィルタや取り外し可能なポリイミド テープの使用、汚染物質の拡散を加速する統合ヒーターの使用など、これらのリスクを軽減するための実用的な戦略を提供しています。

目次

1 はじめに.....	2
1.1 化学物質による汚染が発生する理由.....	2
1.2 化学汚染物質の種類と発生源.....	2
2 詳細説明.....	5
2.1 汚染物質がセンサに及ぼす影響のメカニズム.....	5
2.2 非極性化学物質による汚染.....	7
2.3 極性化学物質による汚染.....	8
2.4 イオン性化学物質による汚染.....	8
2.5 表面化学汚染.....	9
2.6 講じることができる予防措置.....	9
3 まとめ.....	12
4 参考資料.....	13
5 改訂履歴.....	13

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

1.1 化学物質による汚染が発生する理由

静電容量ベースの相対湿度 (RH) センサ IC は、環境中の水分をパッケージ内部に透過させるため、オープンキャビティ構造のパッケージを採用しています。空気中の水蒸気を取り込むため、キャビティ内の検出電極上にポリマー層を配置し、静電容量式センサの誘電体として機能させています。水蒸気はポリマーと相互作用し、誘電率を変化させます。この誘電率の変化により、ポリマー下の検出電極の容量が変化し、その変化がセンサ内部で相対湿度の出力値に変換されます。

このキャビティが存在するため、RH センサは湿気にさらされるだけでなく、他の複数の望ましくない化学物質にもさらされます。検出ポリマーに追加の化学物質が入り込むと、化学物質によってポリマーの誘電特性が変化し、RH センサの RH 性能が変化する可能性があります。これらの不要な化学物質は汚染物質と呼ばれます。センサの精度への影響は一定ではなく、汚染物質の種類、濃度、および曝露期間によって異なります。

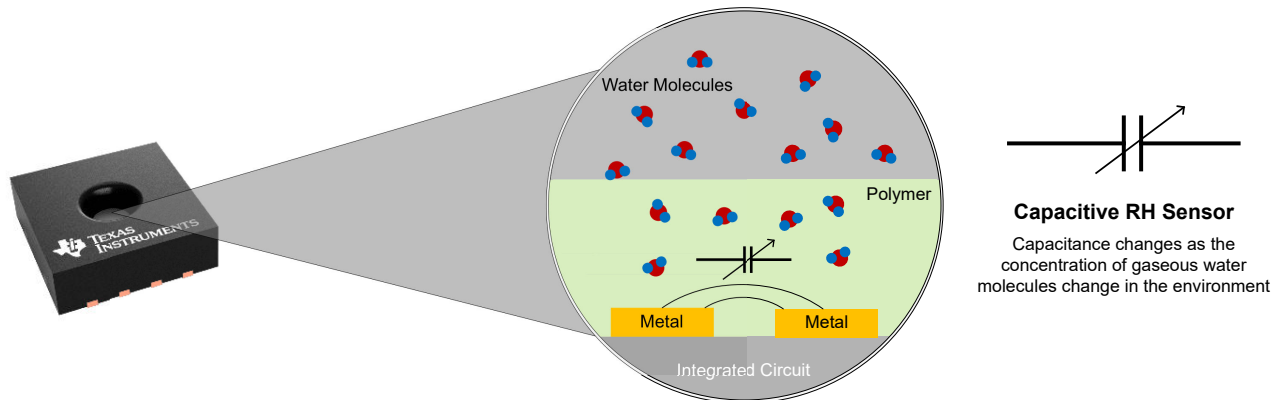


図 1-1. 静電容量式湿度センサの構造

1.2 化学汚染物質の種類と発生源

図 1-2 に、固体または液体、気体などの汚染物質が目視で確認できる状態にあるセンサ領域の画像を示します。ほこりの粒子や煙などの固体汚染物質は、時間の経過とともにセンサに蓄積する可能性があります。イオン含有水、唾液、汗、洗浄フラックスなどの液体汚染物質や、揮発性有機化合物などの気体汚染物質は、センサのポリマーに影響を及ぼし、その結果、RH の出力にも影響を与える可能性があります。揮発性有機化合物 (以下「VOC」) とは、しばしば人工的に生成される有機化学物質であり、空気中に揮発しやすい性質を持っています。これは一般に「オフガス」と呼ばれます。このような相互作用によって RH の精度にずれが生じ、さらに曝露の程度によっては、RH の精度に恒久的な誤差が生じる可能性もあります。

化学物質による汚染は、あらゆる物質の状態で起こり得ます。液体、ガス、固体は、RH の精度の誤差を引き起こす可能性があります。表 1-1 に、さまざまな物質の状態が存在し得る化学汚染の原因として考えられるものを、すべてを網羅するものではありませんが、一覧として示します。

表 1-1. 汚染物質の種類と影響

汚染物質の状態	汚染物質の種類	発生源 / 原因	症状	センサへの影響
固体	タバコの灰	人体との接触	負の RH 誤差オフセット、負の RH ゲイン	センサ表面を覆うと、水蒸気の透過に支障が生じます
	煙・灰	換気の悪い屋内 / 屋外の環境		
	ほこりの粒子	エアフローなし		
	塩	人体との接触	高 RH レベルでの負の RH 誤差	イオンは導電経路を形成し、センサの静電容量を低下させます
液体	イオン含有水	腐食した水道管、水中の塩分		
	汗	人体との接触		
	唾液	人体との接触		

表 1-1. 汚染物質の種類と影響 (続き)

汚染物質の状態	汚染物質の種類	発生源 / 原因	症状	センサへの影響
気体	半田フラックス	PCB 洗浄	負ゲイン、正または負の RH 差オフセット	極性、ポリマーとの化学的相互作用、および汚染物質の量に応じて、潜在的に水蒸気分子を保持できるポリマー内部の空隙を占有することにより、ポリマーの誘電率を変化させる可能性があります
	揮発性有機化合物 (VOC)	コンフォーマル コーティングからのアウトガス		
		洗浄フラックスからのアウトガス		
		帯電防止ポリエチレン / LDPE 梱包材からのアウトガス (「ピンクフォーム」とも呼ばれる)		

物質の状態を把握することは、化学物質による汚染がさまざまな発生源から生じ得ることを理解するうえで役立ちます。RH センサの性能への潜在的な影響を理解するためには、化学物質による汚染を「バルク」汚染と「表面」汚染の 2 つのカテゴリに分類します。表面汚染とは、検出ポリマーの表面に目に見える物質が付着している状態の、固体および液体による汚染を指します。バルク汚染とは、気体状の汚染物質による汚染で、汚染分子がポリマー内部に入り込み、センサ キャビティの表面を顕微鏡で観察しても確認できないものと定義できます。RH 性能への影響の多くは汚染物質の化学的性質によって決まりますが、その汚染が表面汚染なのかバルク汚染なのかという点も重要です。表面汚染は、多くの場合、蒸留水で洗浄したり、拭き取ったりすることで除去できます (詳細については「[RH センサでの RH 精度の問題をデバッグする方法](#)」のセクション 4.6.4 を参照) が、バルク汚染は外部から洗浄して除去することができません。バルク汚染を解消するには、加熱して汚染物質がポリマー構造の内部から外へ拡散する速度を速める必要があります。

[図 1-2](#) に、表面汚染がどのように見えるかのさまざまな例を示します。画像 **A** および **B** では、表面汚染として、異なる量の固体物質がポリマー上に付着しています。図 **C** は液体汚染による乾燥リングを示しており、液体が蒸発した後に固体汚染が残る可能性があります。

[図 1-2](#) では、大きな緑色の円は、中央のキャビティ全体を拡大してポリマーを表示しています。小さい黄色の円は、静電容量式センシング電極が配置されている内側のセンサ領域です。静電容量を検出する電極は、センサ ダイ全体やポリマー表面全体を覆っているわけではありません。内部センサの円は、外側の円領域よりも化学物質による汚染の影響をはるかに受けやすくなっています。[図 2-1](#)、[図 2-2](#)、[図 2-3](#)、[図 2-4](#) および [図 2-5](#) は、この内側の円形センサ領域を、外側のポリマー領域を省略した簡略的な断面図として示しています。

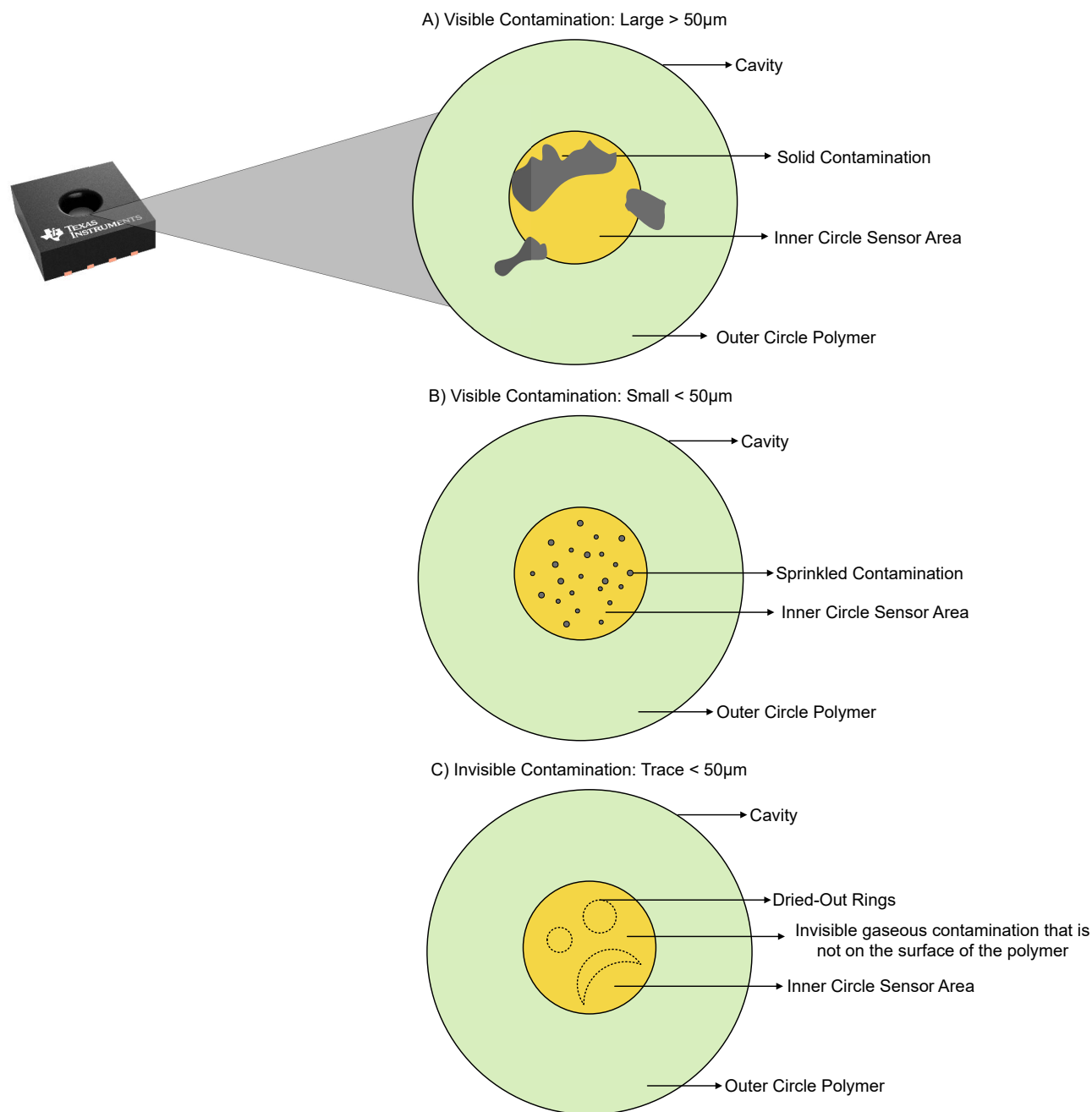


図 1-2. さまざまな表面汚染の例

2 詳細説明

2.1 汚染物質がセンサに及ぼす影響のメカニズム

分子の誘電率 (ϵ) とその極性は互いに正比例します。誘電率は、物質が真空と比較して電気エネルギーを蓄える能力を表します。極性は分子内の電荷分離の尺度です。極性が高いほど、電界の存在下で分子が整列するため、電荷の蓄積が大きくなります。したがって、一般的に極性の高い分子ほど誘電率も高くなります。静電容量式湿度センサに使用されるポリマーは、静電容量式電極の誘電体として機能します。通常、センシング ポリマーの誘電率は **2 ~ 3** の範囲です。水蒸気は主に、その極性、または室温で約 **80** (温度によって変化する) の誘電率に基づいてポリマーと相互作用します。水分子の双極子がポリマー表面に接すると、水分子の高い極性によって、ポリマー自体の誘電率が変化します。水蒸気量が増加すると、ポリマー全体の誘電率の変化も大きくなり、その変化が IC のアナログ信号チェーンによって静電容量の変化として検出されます。表 2-1 に、いくつかの一般的な溶媒の誘電率を示します。

表 2-1. 溶媒とその誘電率の例

溶媒	誘電率 (ϵ)
酢酸	6.15
アセトン	20.7
アセトニトリル	37.5
アニソール	4.33
ベンゼン	2.27
ブロモベンゼン	5.17
二硫化炭素	2.6
四塩化炭素	2.24
クロロベンゼン	5.62
クロロホルム	4.81
シクロヘキサン	2.02
ジブチルエーテル	3.1
o - ジクロロベンゼン	9.93
1, 2 - ジクロロエタン	10.36
ジクロロメタン	8.93
ジエチルアミン	3.6
ジエチルエーテル	4.33
1, 2 - ジメキシエタン	7.2
N, N - ジメチルアセトアミド	37.8
N, N - ジメチルホルムアミド	36.7
ジメチルスルホキシド	46.7
1, 4 - ジオキサン	2.25
エタノール	24.5
酢酸エチル	6.02
安息香酸エチル	6.02
ホルムアミド	111
ヘキサメチルホスホルアミド	30
イソプロピルアルコール	17.9
メタノール	32.7
2 - メチル - 2 - プロパノール	10.9
ニトロベンゼン	34.82
ニトロメタン	35.87
ピリジン	12.4
テトラヒドロフラン	7.58
トルエン	2.38

表 2-1. 溶媒とその誘電率の例 (続き)

溶媒	誘電率 (ε)
トリクロロエチレン	3.4
トリエチルアミン	2.42
トリフルオロ酢酸	8.55
2、2、2 - トリフルオロエタノール	8.55
水	80.1
o - キシレン	2.57

表 2-1 は、https://depts.washington.edu/eoopic/linkfiles/dielectric_chart%5B1%5D.pdf から引用したものです

ガスによるバルク汚染 (たとえば、接着剤や塗料などの PCB アセンブリ用化学物質から放出される VOC) や、表面汚染 (たとえば、液体溶剤によるもの) を考慮してください。汚染物質の極性または誘電率が高く、ポリマーの表面に存在するヒドロキシル基と相互作用すると、ポリマーの誘電率や全体の静電容量出力が変化する可能性があります。これは、実際の湿度レベルに変化はないにもかかわらず、デバイスの %RH 出力から変化として読み取られます。この汚染物質との相互作用は、以下のパラメータが複合的に作用した結果です。

• 汚染物質の極性

一般的に、イソプロピルアルコール、アセトン、エタノールのような炭素鎖が短い VOC は、ブタンなどの炭素鎖が長い VOC よりも極性が高くなります。炭素鎖を持つ分子は、一般的に炭素鎖が長くなるほど極性が高くなり、さらに官能基 (アルコールやケトンなど) が結合している分子は、より高い極性を示します。一方、シクロペンタン、ベンゼン、トルエンなどの環状有機化合物は、非極性です。極性の低い化学物質、または非極性の化学物質を選択することで、センサ全体の精度の変動を抑えることができます。非極性溶剤は、一般的にポリマーよりも誘電率が低いいため、RH 精度の変動への影響は比較的小さいものとなります。

潜在的な化学汚染物質が非極性であっても、センサの精度に影響を及ぼす可能性があります。曝露濃度が非常に高く、かつ長時間にわたって曝露されると、その化学物質がポリマー内部に大量に拡散することで、ポリマーが膨潤する可能性があります。多くの場合、汚染物質分子はその大きさだけで、ポリマーの空隙にある自由空間のかかなりの部分を占めることになります。これによってポリマーの膨潤がさらに進み、そこに汚染物質分子が大量に存在するというだけで、誘電率も変化するようになります。したがって、化学汚染物質が非極性であり、RH 精度に影響を及ぼすリスクが低くなっている場合であっても、RH センサの精度を保護するために、曝露を可能な限り制限する必要があります。

• RH レベルに対する汚染物質の濃度と拡散速度。

フィック拡散とは、気体の粒子が高濃度の場所から低濃度の場所へ移動するプロセスのことです。汚染物質 (液体または VOC) の拡散速度は、その濃度、温度、およびポリマーの官能基に対する親和性の関数です。ポリマーが湿気や汚染物質と相互作用する場合、ポリマー内部の水分 / 汚染物質の濃度と、空気とポリマーの界面の周囲の水分 / 汚染物質の濃度との間で線形の関係を示します。この拡散の後期段階では、材料が飽和状態に近づくにつれて吸収速度が大幅に低下し、その結果、ポリマーが膨潤します。

非極性分子は通常、極性を持たないため、密に詰まったポリマー鎖のマトリクスに侵入することができません。極性分子は、その初期濃度と、ポリマー中の極性分子に対する強い引力に応じて、マトリクス内部へ拡散します。

 **2-1** にフィック拡散を示します。より極性の高い分子は、拡散速度が増すため、ポリマー マトリクスの奥深くに浸透します。つまり、センサの精度に対する影響が増大し、ポリマーからの拡散がさらに困難になることを意味します。

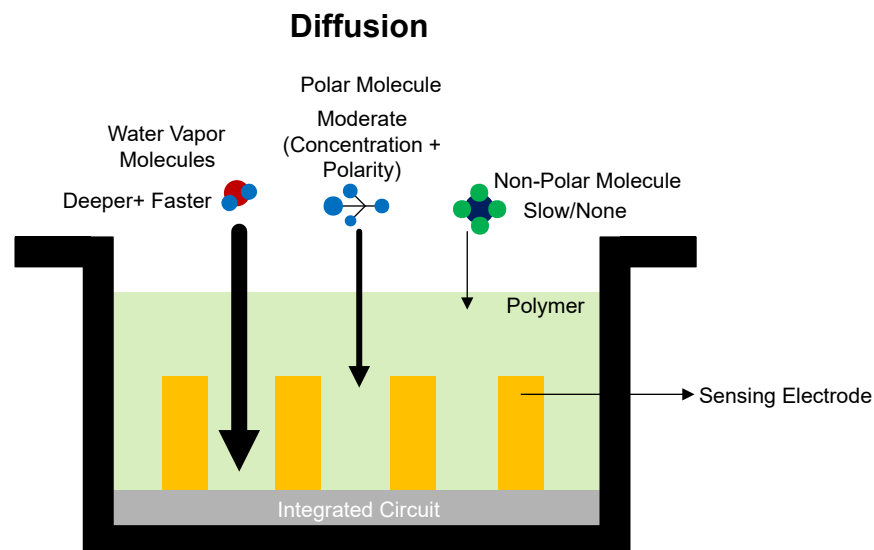


図 2-1. さまざまなレベルの極性分子の拡散特性

- 検出ポリマーの官能基に対する汚染物質の親和性。

極性プロトン性溶媒は、水素結合を介してポリマーの官能基と相互作用し、ポリマー全体の誘電率を上昇させることがよくあります。極性プロトン性溶媒にはヒドロキシル基が含まれており、水蒸気と同じように結合するため、ポリマー内部の占有をめぐって水蒸気と直接競合します。これが、水分とポリマーが相互作用する主なメカニズムです。したがって、エタノールやイソプロピル アルコール (IPA) などのアルコールは、常に RH の精度に大きな影響を及ぼします。アセトンなどの一部の極性非プロトン性溶媒は、水蒸気分子と直接競合するのではなく、ポリマー全体の極性に影響を与えることで検出ポリマーと相互作用します。このような場合も、結果としてポリマーの誘電率が上昇します。

2.2 非極性化学物質による汚染

低濃度の非極性溶媒は、限られた量で曝露した場合、ポリマーの官能基との相互作用がほとんど、あるいはまったくありません。そのため、シクロペンタンやトルエンなどの化学物質は、センサの精度にほとんど影響を与えません。これは、[図 2-2](#) に示すとおりです。非極性分子はポリマー マトリックスの内部深くまで浸透せず、RH の出力値への影響も比較的小さいものとなります。非極性分子は依然としてポリマー内部の空隙中に水蒸気分子の代わりに存在しているため、RH の出力値をわずかに低下させます。

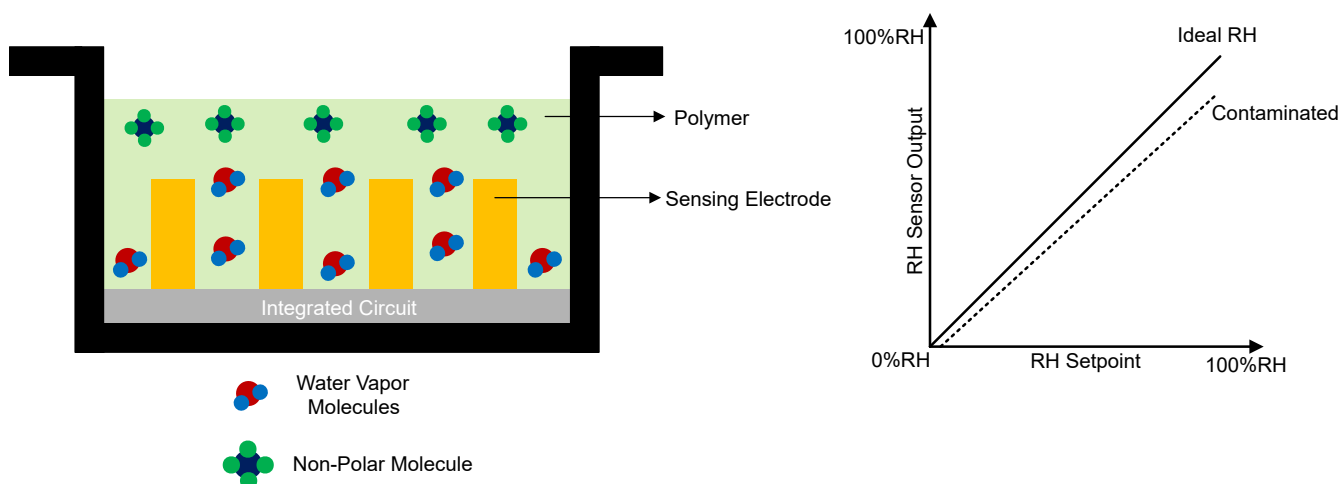


図 2-2. 非極性物質による汚染が RH 精度に与えるわずかな変化

2.3 極性化学物質による汚染

図 2-3 では、より極性のある分子が検出ポリマーを汚染しています。全体の誘電率が、水蒸気だけの場合とは異なるように変化するため、RH 出力も変化します。この場合、RH ゲインが負で、RH 誤差が正のシフトとなることが期待できます。水蒸気は、図 2-3 に示すように、他の化学汚染物質に比べて非常に高い誘電率を持っています。つまり、周囲の RH が高い場合、汚染物質の存在によって、極性の高い水蒸気分子がポリマー内部に入り込みにくくなるため、RH センサの出力は低い方向にずれます。逆に、周囲 RH が低い場合は、極性分子によってポリマー全体の誘電率が上昇するため、RH の出力値は高くなります。

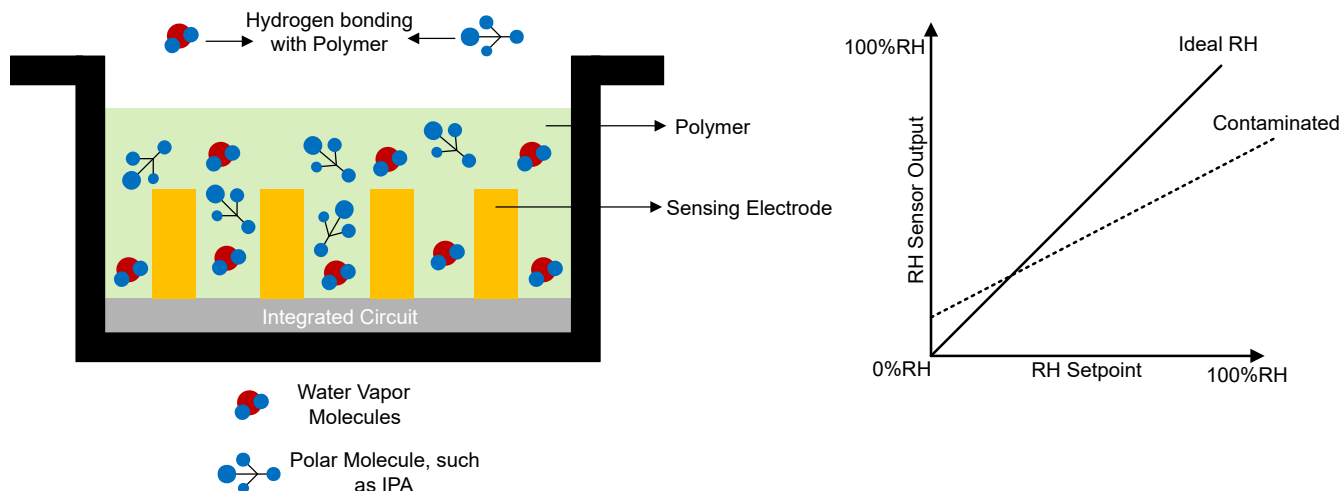


図 2-3. 極性汚染による RH 精度の大幅な変化

2.4 イオン性化学物質による汚染

もう一つの化学汚染の種類として、イオン汚染があります。イオン汚染は、特徴的な RH 誤差プロファイルによって特定することができます。室温では、周囲の RH が低いときはセンサの RH 値は正常に見えますが、周囲の RH が上昇すると、センサの RH 誤差が急激に低下し始め、高 RH 領域 (RH が 80% 超) では、RH が -10% を超えることもある非常に大きな誤差が生じます。ナトリウムのような小さな高電荷密度のイオンは、水分子の局所的な極性に影響を与え、センサポリマーの誘電率の損失または変化が小さくなる可能性があります。RH が高い場合、吸収される水分と対になる導電性イオンがずっと多くなり、リーケージが大きくなります。この影響により、高湿度領域では RH の出力値が大幅に低下し、精度に負のゲインが生じます。

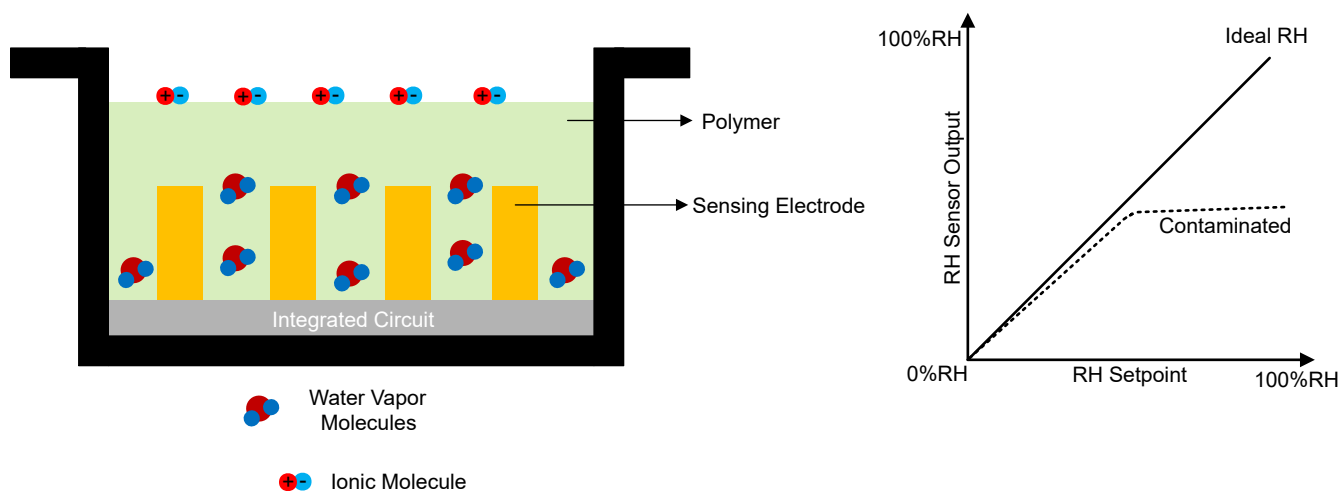


図 2-4. イオン汚染による高周囲 RH 環境での RH 精度の大幅な変動

イオン汚染は、水道水を使って清掃した場合や、塩分を含む水分子が凝縮することによって発生することがあります。唾液や汗によるキャビティへの汚染は、イオン汚染と同様の特徴的な変化が現れます。これは、これらの体液にも塩分由来

の導電性イオンが含まれているためです。場合によっては、高 RH 条件下で、蓄積したほこりが水分と相互作用することにより、絶縁性のほこりが導電性を示すようになることもあります。図 2-4 に、表面層上のイオン汚染を示します。ポリマーには浸透していません。これは、ほとんどの場合、イオン汚染が液体または固体の状態が存在し、ポリマーの表面に付着するためです。

2.5 表面化学汚染

ほこり、煙の残留物、塗料、コンフォーマル コーティングの厚い層が蓄積し、ポリマーへの水分の拡散を物理的に妨げる可能性があります。このような場合、周囲 RH が変化しているにもかかわらず、センサの RH 出力値に変化が見られなかったり、RH ゲインが負になるとともに、RH オフセットも負になることが一般的です。固形の異物によってセンサ表面がどの程度覆われているかによって、この負のゲインが著しく大きくなる場合があります。図 2-5 はポリマー表面全体に固形汚染物質が分布している状態を示していますが、RH 精度に影響を与えるためには、固形汚染物質がセンシング領域の内側の円（電極センサの機構が存在する部分）に付着する必要があります。汚染物質（物質のどの状態でも）がポリマーに取り込まれると、汚染物質はポリマーに拡散します。その拡散性の汚染物質が内部センサ領域を覆っていなければ、電界と相互作用することがないため、センサの静電容量には影響しません。気体の場合、これらはキャビティ空間上に均等に分布するため、これは無関係です。しかし、固体汚染は局在化することがあります。固体汚染が観測されていても、内部センサ領域上またはその近傍になければ、RH 精度に影響を与える可能性は低いと考えられます。

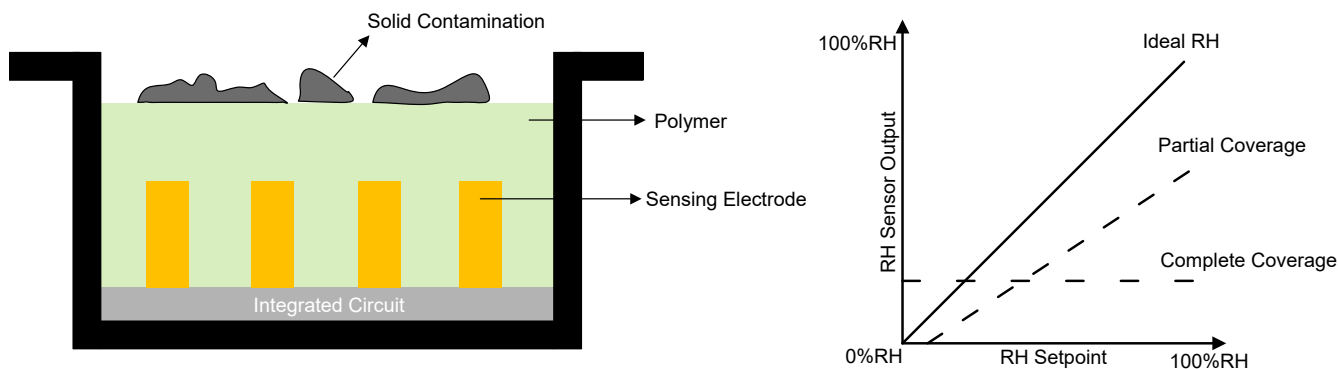


図 2-5. 表面汚染が RH 精度に及ぼす影響

2.6 講じることができる予防措置

注意を払い、事前に汚染のリスクを把握することで、製造フロー中の汚染を低減することができます。

1. 製造プロセスで使用される化学物質の分析方法:

- 基板製造プロセスで使用される可能性のあるすべての化学物質を列挙します
- これらの化学物質について、MSDS (材料安全データシート) を確認します。すべての MSDS には、成分セクションが掲載されています。MSDS ドキュメントのこのセクションを見つけます。

以下に、Humiseal エポキシ MSDS を使用した例を示します。

SECTION 3: Composition/information on ingredients

Mixture

General information

Chemical name	%	CAS-No. / EC No.	REACH Registration No.	Index No.	Notes
n-Butyl acetate	80 - < 90	123-86-4 204-658-1	-	607-025-00-1	#
Classification: Flam. Liq. 3;H226, STOT SE 3;H336					
Butanone	10 - < 20	78-93-3 201-159-0	-	606-002-00-3	#
Classification: Flam. Liq. 2;H225, Eye Irrit. 2;H319, STOT SE 3;H336					

図 2-6.

- 表中の溶剤を特定します。

SECTION 3: Composition/information on ingredients

Mixture

General information

Chemical name	%	CAS-No. / EC No.	REACH Registration No.	Index No.	Notes
n-Butyl acetate	80 - < 90	123-86-4 204-658-1	-	607-025-00-1	#
Classification: Flam. Liq. 3;H226, STOT SE 3;H336					
Butanone	10 - < 20	78-93-3 201-159-0	-	606-002-00-3	#
Classification: Flam. Liq. 2;H225, Eye Irrit. 2;H319, STOT SE 3;H336					

図 2-7.

c. 溶媒が高極性か、ほぼ非極性かを確認します

- これは、誘電率または極性指数の値を比較することで確認できます。
- 次のリンクを参照するか、オンラインで情報を検索するか、化学物質のメーカーに問い合わせます。
 - https://www.chem.rochester.edu/notvoodoo/pages/reagents.php?page=solvent_polarity
 - <https://macro.lsu.edu/howto/solvents/polarity%20index.htm>
 - https://depts.washington.edu/eo optic/linkfiles/dielectric_chart%5B1%5D.pdf
 - <https://macro.lsu.edu/howto/solvents/Dielectric%20Constant%20.htm>

- 溶剤の極性または誘電率が高い場合は、メーカーに対して、非極性または低極性の溶媒を使用した代替製品がないか問い合わせてください。
- この場合、酢酸 n - ブチル の誘電率は 5.01、ブタノンの誘電率は 18.5 です。酢酸 n - ブチルは極性がそれほど高くないため、RH センサを汚染するリスクは低いと考えられます。しかし、ブタノンは誘電率が高く、極性を持つ非プロトン性分子であると考えられます。つまり、エポキシは化学物質汚染のリスクが高いため、使用すべきではありません。ブタノンのような極性分子を持たない新しいエポキシを選択する必要があります。
- 上記に加えて、ほこりや異物の侵入を防ぐため、筐体の基板の回路図も確認します。
- 基板の洗浄に使用する水の水质を頻繁に確認します。蒸留水でない水を使用すると、イオン、鉱物、またはその他の分子が含まれている可能性があり、湿度センサが誤って汚染される可能性があります。
- 可能であれば、目視検査を行ってキャビティを確認します。
 - 以下に、目視で確認できる表面汚染の例を示します。表面汚染のすべてが、内部のセンサ領域の暗い範囲内（またはごく近い範囲）にあるわけではないことに注意してください。内部センサ領域の外側にある表面汚染は、RH の精度に影響を与えません。
 - PTFE フィルタ カバーを持つ湿度センサを選択すると、表面汚染がセンサ キャビティに達するのを防止できます。

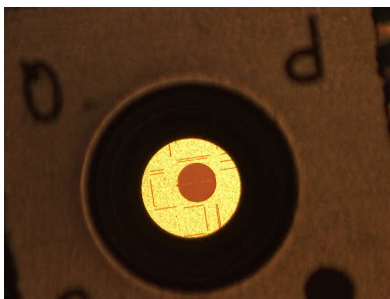


図 2-8. 表面汚染なしの HDC3020 の例

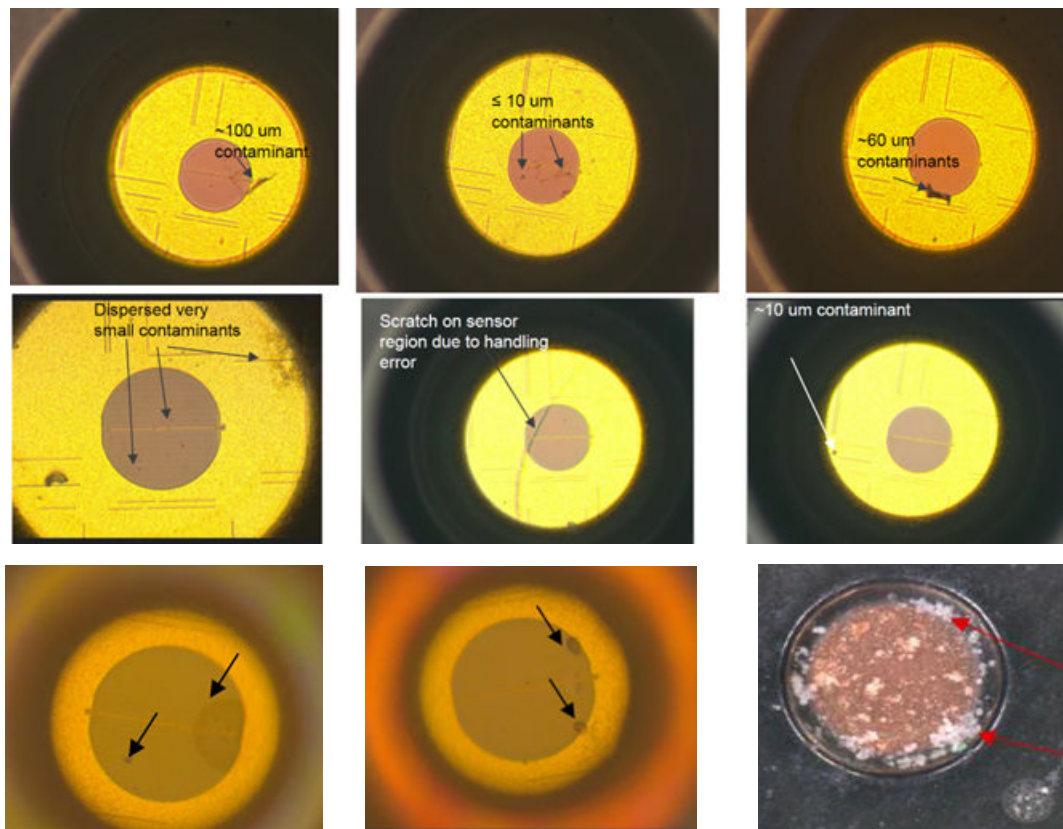


図 2-9. 顕微鏡で見える実際の表面汚染の例

目視検査が可能な場合でも、光学検査によって汚染を必ず検出できるとは限りません。特定のケースでは、揮発性有機化合物との相互作用など、目に見える汚染の兆候はありません。ユーザーは、湿度センサに付属している特別な取り扱い手順をよく確認する必要があります。製造フローに含まれる化学物質の存在を事前分析し、湿度センサへの影響を事前分析することは、PCB 製造時のセンサ性能の変化を避けるための最善の方法です。

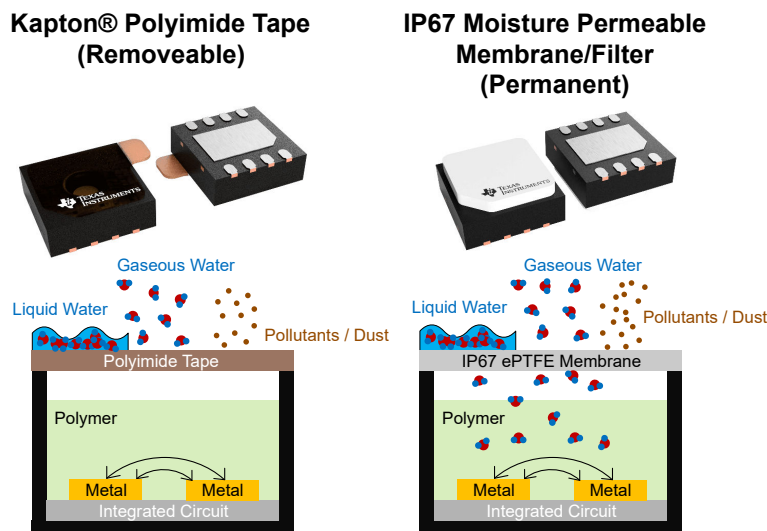
3 まとめ

化学物質による汚染を軽減する方法と予想される影響

相対湿度センサの寿命全体にわたって精度を維持するために、保護カバーを使用して、ほこり、水、化学物質から保護できます。保護カバーは **PCB** の外部に配置することもできます。これにより、センサや他の **PCB** 部品を、ほこり、ごみ、液体、損傷から保護できます。ただし、**TI** では、汚染の一部を低減するのに役立つオンチップの保護テープおよびフィルタカバーを備えた **RH** センサも提供しています。

パッケージ上の取り外し可能なテープは、非常に一般的な汚染源である **PCB** アセンブリ中の化学物質による汚染を防止するための適切な選択肢です。このテープは、センサをコーティング / 洗浄 / ポッティング材料で覆うことを可能にすることで機能し、すべてのアセンブリと硬化が完了すると、テープはサイドタブから剥がされます。これにより、アセンブリプロセスで想定される汚染物質に一切曝露されていない、露出した **RH** センサ キャビティを実現できます。

IP67 パーマネント フィルタは、液体または固体の化学物質による汚染がリスクと見なされる場合に最適です。フィルタは取り外してはならず、異物、煙、ほこり、結露、および水没から保護します。**IP67** は、**RH** を検出するために水蒸気を通過させる必要があるため、**VOC** などの気体状の化学物質を遮断することはできません。



湿度センサを長時間高温にする (焼くために加熱する) と、汚染物質や極端な条件によるドリフトを除去することができます。組み立て後の内部テスト中に化学物質による汚染が特定された場合、外部ベーキングによって作業できます。ただし、センサの使用開始後に外部ベーキングを行うことは、通常、現実的ではありません。**TI** の湿度センサにはヒーターが内蔵されており、**RH** センサの加熱を行い、ポリマー内部に入り込んだ化学汚染物質の外部への放散を促進できます。汚染を効果的に放散するための正確な熱の持続時間とパワーレベルは、化学物質、その濃度、汚染量によって異なります。内部ヒーターを介して行うか外部オープンを経由して行うかにかかわらず、**RH** センサをベーキングすることは、バルク汚染物質を除去するのに効果的です。しかし、ベーキングは通常、液体蒸発以外の方法で表面汚染物質を除去することはできません。固体表面の汚染物質は通常、(オープンまたは内蔵ヒーターから) 焼くことで除去することはできないため、蒸留水で洗い流す必要があります。内蔵ヒーターの使用の詳細については、アプリケーション ノート『[高湿度の影響から RH 精度を回復するための統合ヒーターの使用](#)』を参照してください。

化学物質による汚染が湿度センサに及ぼす影響を低減する最善の方法は、防止することです。**PCB** アセンブリを行う際には、ユーザーが直接行う場合でも、サードパーティー ベンダが行う場合でも、アセンブリプロセスで使用する化学物質を把握し、**MSDS** の資料を確認して **RH** 精度への影響を評価してください。リスクが高いと特定された化学物質の場合は、**MSDS** に基づいて、よりリスクの低い化学物質に置き換えてください。たとえば、化学物質による **PCB** 洗浄を行う代わりに、洗浄が不要な無洗浄フラックスを使用するか、**VOC** や表面汚染の追加リスクがないように蒸留水で洗浄してください。**RH** センサは **PCB** に最後に実装する部品とし、センサが曝露される化学物質やアセンブリ工程をできるだけ少なくしてください。

4 参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、『[HDC1080 低消費電力、高精度、温度センサ内蔵デジタル湿度センサ](#)』、データシート。
2. テキサス インスツルメンツ、『[HDC2080 低消費電力の湿度および温度デジタル センサ](#)』、データシート。
3. テキサス インスツルメンツ、『[HDC2010 低消費電力の湿度および温度デジタル センサ](#)』、データシート。
4. テキサス インスツルメンツ、『[HDC302 x 0.5%RH デジタル相対湿度センサ](#)、長期ドリフト **0.19%RH / 年**、応答時間 **4 秒**、低消費電力、オフセット誤差補正、**0.1°C** 温度センサ』、データシート。
5. テキサス インスツルメンツ、『[HDC302x-Q1 車載用 0.5%RH デジタル相対湿度センサ](#)、長期ドリフト **0.19%RH / 年**、応答時間 **4 秒**、オフセット誤差補正、**0.1°C** 温度センサ』、データシート。
6. テキサス インスツルメンツ、『[HDC3120 高精度 \(1%RH、0.2°C\)](#)、長期ドリフトが低く (**0.19%RH / 年**)、RH% 応答時間 **4 秒**を実現するアナログ湿度 / 温度センサ』、データシート。
7. テキサス インスツルメンツ、『[HDC3120-Q1 高精度 \(1%RH、0.2°C\)](#)、長期ドリフトが低く (**0.19%RH / 年**)、RH% 応答時間 **4 秒**を実現するアナログ湿度 / 温度センサ』、データシート。
8. テキサス インスツルメンツ、『[HDC2x シリコン](#)』、ユーザー ガイド。
9. テキサス インスツルメンツ、『[HDC3x シリコン](#)』、ユーザー ガイド。
10. テキサス インスツルメンツ、『[RH センサにおける RH 精度の問題のデバッグ方法](#)』、アプリケーション ノート。
11. テキサス インスツルメンツ、『[高湿度の影響から RH 精度を回復するための統合ヒーターの使用](#)』、アプリケーション ノート。
12. テキサス インスツルメンツ、『[TI 湿度センサ:プログラミングおよび統合ガイド](#)』、アプリケーション ノート。
13. テキサス インスツルメンツ、『[湿度センサ比較ガイド](#)』、製品概要。
14. Not Voodoo XX、https://www.chem.rochester.edu/notvoodoo/pages/reagents.php?page=solvent_polarity、Web ページ。
15. ルイジアナ州立大学、『[Polarity Index](#)』、Web ページ。
16. ワシントン大学、『[Dielectric Constant of Common Solvents](#)』、Web ページ。
17. ルイジアナ州立大学、『[Dielectric Constant](#)』、Web ページ。

5 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision * (August 2026) to Revision A (August 2026)	Page
・「化学物質汚染物質の種類と発生源」セクションの破損したハイパーリンクを修正.....	2
・「汚染物質がセンサに及ぼす影響のメカニズム」のセクションを「詳細説明」から移動.....	5
・「極性化学物質による汚染」セクションの破損したハイパーリンクを修正.....	8

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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

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

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月