

HDC2010 低消費電力湿度および温度デジタル・センサ

1 特長

- 相対湿度範囲: 0%~100%
- 湿度精度: $\pm 2\%$
- スリープ電流: 50nA
- 平均消費電流 (毎秒 1 回の測定)
 - RH (相対湿度) のみ (11 ビット): 300nA
 - RH (相対湿度) (11 ビット) + 温度 (11 ビット): 550nA
- 温度範囲:
 - 動作: $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
 - 機能: $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$
- 温度精度: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (標準値)
- 電源電圧: 1.62V~3.6V
- プログラマブル・サンプリング・レート (5Hz、2Hz、1Hz、0.2Hz、0.1Hz、1/60Hz、1/120Hz) またはトリガ・オン・デマンド
- I²C インターフェイス

2 アプリケーション

- スマート・サーモスタット
- スマート・ホーム・アシスタント
- 冷蔵庫
- 冷蔵 / 冷凍輸送
- 洗濯機 / 乾燥機
- HVAC システム
- ガス・センシング
- 通信機器
- 環境タグ
- 煙感知器と熱感知器
- インクジェット・プリンタ
- 監視カメラ
- CPAP 機器
- ウェアラブル

3 概要

HDC2010 は統合された湿度および温度センサで、超小型の WLCSP (Wafer Level Chip Scale Package) に搭載され、極めて低い消費電力で高精度の測定を行います。HDC2010 のセンシング素子はデバイス底面に配置されているため、泥やほこりなどの環境汚染物質に対する耐性が向上しています。静電容量式ベースのセンサには、新しいデジタル機能が内蔵され、加熱素子により結露や水分を放散します。HDC2010 のデジタル機能には、プログラム可能な割り込みスレッシュホールドが含まれており、マイクロコントローラが常時システムを監視しなくても、アラートやシステムのウェイクアップを行えます。この機能と、プログラム可能なサンプリング間隔、低い固有消費電力、1.8V 電源電圧のサポートとの組み合わせにより、HDC2010 はバッテリー動作のシステムに適しています。

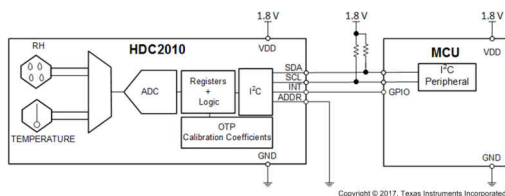
HDC2010 は、スマート・サーモスタット、スマート・ホーム・アシスタント、ウェアラブルなど、広範な環境監視アプリケーションやモノのインターネット (IoT) 向けに、高精度の測定を行えます。また、HDC2010 はコールド・チェーン輸送や、腐りやすい商品の保管などのため、重要な温度と湿度のデータを提供し、食品や医薬品などの商品が新鮮な状態で到着することを保証できます。

HDC2010 は、温度精度 0.2°C 、相対湿度精度 2% の状態に工場で校正され、結露や水分を蒸発させる加熱素子が含まれているため、高い信頼性が保証されます。HDC2010 は、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 0%~100% の動作に対応しています。

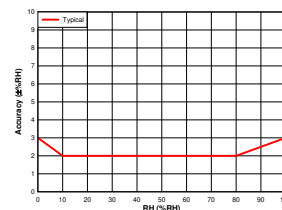
製品情報⁽¹⁾

部品番号	パッケージ	本体サイズ (公称)
HDC2010	DSBGA (6 パンプ)	1.5mm × 1.5mm × 0.675mm

- (1) 利用可能なパッケージについては、このデータシートの末尾にある注文情報を参照してください。



代表的なアプリケーション



相対湿度精度



目次

1 特長.....	1	7.4 デバイスの機能モード.....	15
2 アプリケーション.....	1	7.5 プログラミング.....	15
3 概要.....	1	7.6 レジスタ・マップ.....	17
4 改訂履歴.....	2	8 アプリケーションと実装.....	28
5 ピン構成と機能.....	3	8.1 アプリケーション情報.....	28
6 仕様.....	4	8.2 代表的なアプリケーション.....	28
6.1 絶対最大定格.....	4	9 電源に関する推奨事項.....	30
6.2 ESD 定格.....	4	10 レイアウト.....	30
6.3 推奨動作条件.....	4	10.1 レイアウトのガイドライン.....	30
6.4 熱に関する情報.....	4	10.2 レイアウト例.....	31
6.5 電気的特性.....	4	11 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	32
6.6 I ² C インターフェイス・タイミングの要件.....	6	11.1 ドキュメントのサポート.....	32
6.7 I ² C インターフェイスの電気的特性.....	6	11.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	32
6.8 代表的特性.....	7	11.3 サポート・リソース.....	32
7 詳細説明.....	8	11.4 商標.....	32
7.1 概要.....	8	11.5 静電気放電に関する注意事項.....	32
7.2 機能ブロック図.....	8	11.6 用語集.....	32
7.3 機能説明.....	8	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	33

4 改訂履歴

Changes from Revision C (May 2019) to Revision D (February 2021)	Page
• GND ピンの絶対最大定格を削除.....	4
• DRDY/INT ピンの絶対最大定格を追加.....	4
• 「推奨動作条件」の表に複数の表の脚注から情報を追加.....	4
• 5°C < T _A < 60°C の場合の温度精度の最大値を変更.....	4
• 温度精度の限界をさらに高めるため、より狭い温度範囲を追加.....	4
• TEMP _{PSRR} パラメータを追加.....	4
• 「ヒータ」セクションに内容を追加.....	9
• 「保管と取り扱い」セクションの参照資料を変更.....	30
• 「レイアウト例」セクションから DAP (ダイ接着パッド) の情報を削除.....	31

Changes from Revision B (August 2018) to Revision C (May 2019)	Page
• INT_MODE が 1 に設定されている場合の TH_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	11
• INT_MODE が 0 に設定されている場合の TH_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	11
• INT_MODE が 1 に設定されている場合の TL_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	12
• INT_MODE が 0 に設定されている場合の TL_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	12
• INT_MODE が 1 に設定されているときの HH_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	13
• INT_MODE が 0 に設定されているときの HH_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	13
• INT_MODE が 1 に設定されている場合の HL_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	14
• INT_MODE が 0 に設定されているときの HL_STATUS ビットの動作の説明を変更.....	14
• 湿度スレッショルド LOW の単位を以下のように変更。°C から %RH へ.....	24
• 温度分解能のデコーディングを次のように変更。8 ビットから 9 ビットへ.....	26
• 湿度分解能のデコーディングを次のように変更。8 ビットから 9 ビットへ.....	26
• 測定構成の「10」ビット・エンコーディングを次のように変更。「MEAS_CONFIG[1:0]」フィールドに関して、湿度のみから該当なしへ.....	26

Changes from Revision A (March 2018) to Revision B (August 2018) Page

- HDC2010 データ・シートへの整合性を図るため、HDC2010「**詳細説明**」セクション、「**アプリケーションと実装**」セクション、「**電源に関する推奨事項**」セクション、および「**レイアウト**」セクションを変更..... **8**

Changes from Revision * (July 2017) to Revision A (March 2018) Page

- 特長の項目を次のように変更自動サンプリング・レートからプログラム可能なサンプリング・レートへ..... **1**
- 特長の項目を次のように変更オン・デマンドからトリガ・オン・デマンドへ..... **1**
- 湿度 LOW 内の HL_MASK を HL_ENABLE に変更..... **14**

5 ピン構成と機能

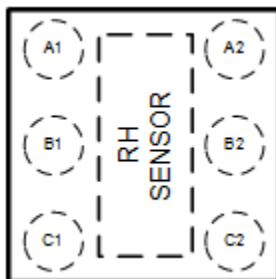


図 5-1. WLCSP (DSBGA) 6 ピン YPA 上面図

表 5-1. ピン機能

ピン		入出力タイプ ⁽¹⁾	説明
名称	番号		
VDD	A1	P	正電源電圧
ADDR	B1	I	アドレス選択ピン - VDD または GND へのハードワイヤ接続。 GND: スレープ・アドレス: 1000000 VDD: スレープ・アドレス: 1000001
GND	C1	G	グラウンド
SDA	A2	I/O	I ² C 用シリアル・データ・ライン、オープン・ドレイン。VDD へのプルアップ抵抗が必要
SCL	B2	I	I ² C 用シリアル・クロック・ライン、オープン・ドレイン。VDD へのプルアップ抵抗が必要
DRDY/INT	C2	O	データ準備完了 / 割り込み。プッシュプル出力

(1) P = 電源、G = グラウンド、I = 入力、O = 出力

6 仕様

6.1 絶対最大定格

		最小値	最大値	単位
V _{DD}	V _{DD} ピン上の印加電圧	-0.3	3.9	V
ADDR	ADDR ピン上の印加電圧	-0.3	3.9	V
SCL	SCL ピン上の印加電圧	-0.3	3.9	V
SDA	SDA ピン上の印加電圧	-0.3	3.9	V
DRDY/INT	DRDY/INT ピン上の印加電圧	-0.3	V _{DD} + 0.3	V
T _{stg}	保管温度	-65	150	°C

6.2 ESD 定格

		値	単位
V _(ESD)	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠、すべてのピン ⁽¹⁾	±2000	V
	荷電デバイス・モデル (CDM)、JEDEC 規格 JESD22-C101 準拠、すべてのピン ⁽²⁾	±250	

(1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 制御プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

(2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 制御プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

6.3 推奨動作条件

動作範囲外 (特に記述のない限り)

		最小値	公称値	最大値	単位
V _{DD}	電源電圧	1.62		3.6	V
T _{TEMP}	温度センサ - 動作 (自由通気) 温度	-40		125	°C
T _{RH}	相対湿度センサ - 動作 (自由通気) 温度	-20		70	°C
T _{HEATER}	内蔵ヒータ - 動作 (自由通気) 温度	-40		85	°C
RH _{OR}	相対湿度センサ (結露なし) ⁽¹⁾	20		80	%RH

(1) 推奨湿度動作範囲は、0°C～60°Cの範囲で 20%～80% RH (相対湿度) (結露なし) です。これらの範囲を超えて長時間の動作を続けると、結果として、センサの測定値が変化し、復帰時間が遅くなることがあります。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		HDC2010	単位
		DSBGA (YPA)	
		6 ピン	
R _{θJA}	ジャンクションから周囲までの熱抵抗	114.8	°C/W
R _{θJC(top)}	ジャンクションからケース (上部) までの熱抵抗	0.8	°C/W
R _{θJB}	ジャンクションから基板までの熱抵抗	35.2	°C/W
Ψ _{JT}	ジャンクションから上面への熱特性パラメータ	0.6	°C/W
Ψ _{JB}	ジャンクションから基板までの熱特性パラメータ	35.4	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『半導体および IC パッケージの熱評価基準』アプリケーション・レポートを参照してください。

6.5 電気的特性

T_A = 30°C時、V_{DD} = 1.8V、20% ≤ RH (相対湿度) ≤ 80% (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性					

$T_A = 30^\circ\text{C}$ 時、 $V_{DD} = 1.8\text{V}$ 、 $20\% \leq \text{RH}$ (相対湿度) $\leq 80\%$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{DD}	電源電圧	動作範囲	1.62		3.6	V
I_{DD}	電源電流	RH (相対湿度) 測定 ⁽¹⁾		650	890	μA
		温度測定 ⁽¹⁾		550	730	
		スリープ・モード		0.05	0.1	
		1 測定/秒における平均、RH (相対湿度) または温度のみ ^{(1) (2)}		0.3		
		1 測定/秒における平均、RH (相対湿度) (11 ビット) + 温度 (11 ビット) ^{(1) (2)}		0.55		
		1 測定/2 秒における平均、RH (相対湿度) (11 ビット) + 温度 (11 ビット) ^{(1) (2)}		0.3		
		1 測定/10 秒における平均、RH (相対湿度) (11 ビット) + 温度 (11 ビット) ^{(1) (2)}		0.105		
		起動 (起動時間の平均)		80		
I_{DDHEAT}	ヒータ ⁽³⁾	$V_{DD} = 3.3\text{V}$		90		mA
相対湿度センサ						
RH _{ACC}	精度 ^{(4) (5)}	$20\% \leq \text{RH}\% \leq 80\%$ (結露なし)、 $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 60^\circ\text{C}$		± 2	± 3	%RH
RH _{REP}	再現性 ⁽⁶⁾	分解能 14 ビット		± 0.1		%RH
RH _{HYS}	ヒステリシス ⁽⁷⁾			± 1		%RH
RH _{RT}	応答時間 ⁽⁸⁾	$t_{63\%}$ ステップ ⁽⁹⁾		8		s
RH _{CT}	変換時間 ⁽⁶⁾	精度 9 ビット		275		μs
		精度 11 ビット		400		
		精度 14 ビット		660		
RH _{LTD}	長期ドリフト ⁽¹⁰⁾			± 0.25		%RH/年
温度センサ						
TEMP _{ACC}	精度 ⁽⁶⁾	$5^\circ\text{C} < T_A < 60^\circ\text{C}$		± 0.2	± 0.7	$^\circ\text{C}$
		$15^\circ\text{C} < T_A < 45^\circ\text{C}$		± 0.2	± 0.4	$^\circ\text{C}$
TEMP _{REP}	再現性 ⁽⁶⁾	分解能 14 ビット		± 0.1		$^\circ\text{C}$
TEMP _{CT}	変換時間 ⁽⁶⁾	精度 9 ビット		225		μs
		精度 11 ビット		350		
		精度 14 ビット		610		
TEMP _{PSRR}	精度における電源電圧感度	$V_{DD} 1.8\text{V} \sim 3.3\text{V}$		0.05		$^\circ\text{C}/\text{V}$

HDC2010

JAJSD1D – JULY 2017 – REVISED FEBRUARY 2021

 $T_A = 30^\circ\text{C}$ 時、 $V_{DD} = 1.8\text{V}$ 、 $20\% \leq \text{RH}$ (相対湿度) $\leq 80\%$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
湿度と温度						
ODR	出力データ・レート	選択可能な出力データ・レート	オン・デマンド			Hz
			5			
			2			
			1			
			0.2			
			0.1			
			1/60			
			1/120			

- (1) SCL、SDA を流れる I2C 読み取り / 書き込み通信電流およびプルアップ抵抗電流は含みません。
- (2) 変換実行中の平均消費電流。
- (3) ヒータ動作範囲 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 。
- (4) ヒステリシスと長期ドリフトは含まれません。
- (5) 粉塵、気相溶剤、パッケージ材料、接着剤、またはテープなどからの気化物質など、その他の汚染物質の影響を除きます。
- (6) このパラメータは設計または特性で規定される値であり、実製品のテストは行っていません。
- (7) ヒステリシス値は、特定の RH (相対湿度) ポイントにおける立ち上がりおよび立ち下がり RH 環境における RH 測定値の差です。
- (8) 実際の応答時間は、システムの熱質量とエアフローに応じて異なります。
- (9) 環境湿度のステップ変化後に RH (相対湿度) 出力が変化して RH 変化全体の 63% に達するまでの時間。
- (10) 標準的な条件 (30°C 、 $20\% \sim 50\%\text{RH}$) における経年効果によるドリフト。この値は、粉塵、気化性溶剤、アウトガスのあるテープ、接着剤、パッケージ材料などにより影響を受けることがあります。

6.6 I²C インターフェイス・タイミングの要件

 $T_A = 30^\circ\text{C}$ 時、 $V_{DD} = 1.8\text{V}$ (特に記述のない限り)

		最小値	公称値	最大値	単位
f_{SCL}	クロック周波数	10		400	kHz
t_{LOW}	クロック LOW 時間	1.3			μs
t_{HIGH}	クロック HIGH 時間	0.6			μs
t_{SP}	入力フィルタにより抑制されるスパイクのパルス幅 ⁽¹⁾			50	ns
t_{START}	シャットダウン・エントリ遅延		10	15	ms

- (1) このパラメータは設計または特性で規定される値であり、実製品のテストは行っていません。

6.7 I2C インターフェイスの電気的特性

 $T_A = 30^\circ\text{C}$ 時、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{IH}	入力 HIGH 電圧		$0.7 \times V_{\text{DD}}$			V
V_{IL}	入力 LOW 電圧				$0.3 \times V_{\text{DD}}$	V
V_{OL}	出力 LOW 電圧	シンク電流 3mA			0.4	V
HYS	ヒステリシス		$0.1 \times V_{\text{DD}}$			V
CIN	すべてのデジタル・ピンの入力容量			0.5		pF

6.8 代表的特性

特に記述のない限り、TA = 30°C、VDD = 1.8V。

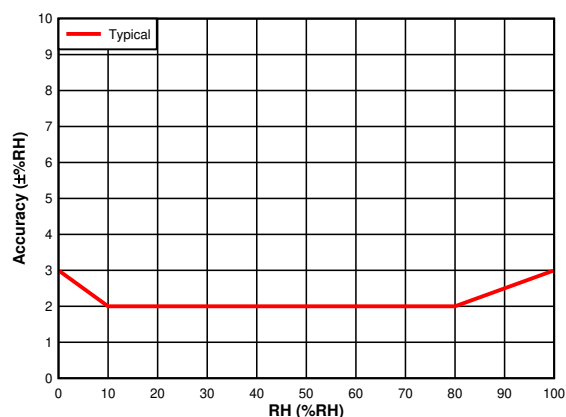


図 6-1. RH (相対湿度) 精度と RH との関係

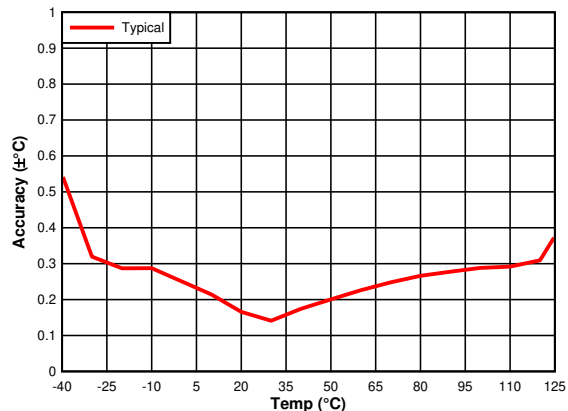


図 6-2. 温度精度と温度との関係

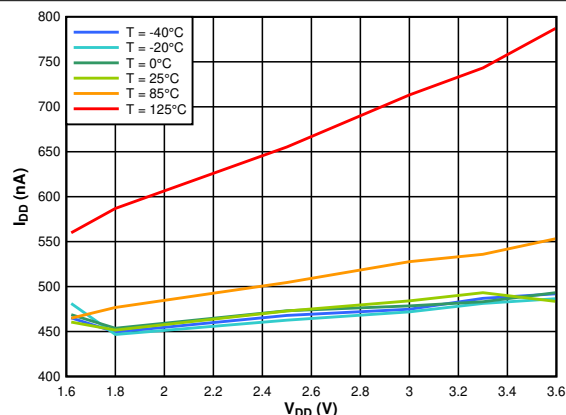


図 6-3. 電源電流と電源電圧との関係、1 回測定/秒での平均、RH (相対湿度) (11 ビット) + 温度 (11 ビット)

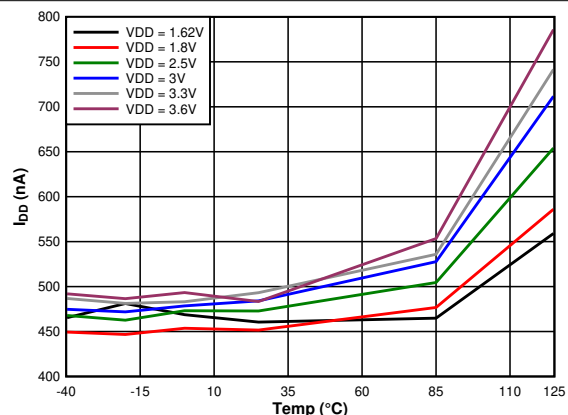


図 6-4. 電源電流と温度との関係、1 回測定/秒での平均、RH (相対湿度) (11 ビット) + 温度 (11 ビット)

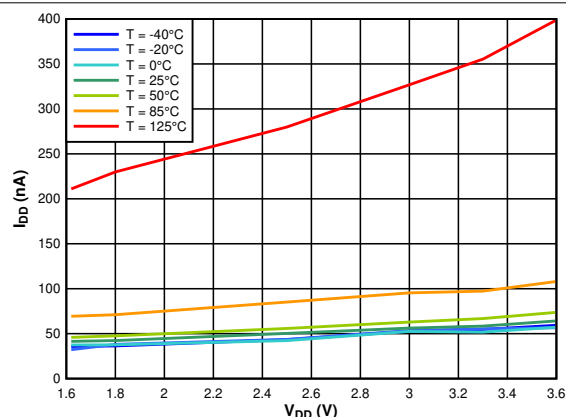


図 6-5. 電源電流と電源電圧との関係、スリープ・モード

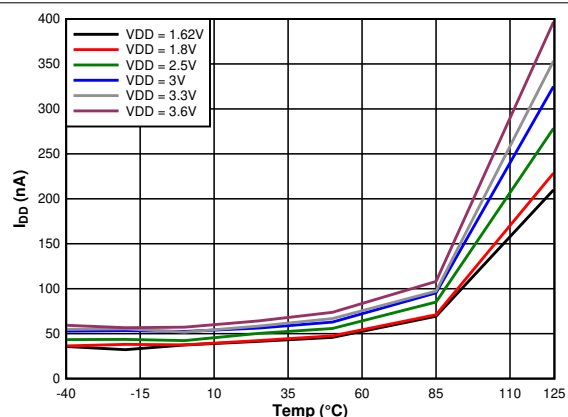


図 6-6. 電源電流と温度との関係、スリープ・モード

7 詳細説明

7.1 概要

HDC2010 は、湿度センシング素子および温度センシング素子、A/D コンバータ、校正メモリ、および I²C インターフェイスを 1.5mm x 1.5mm の DSBGA パッケージにすべて組み込んだ、高集積デジタル湿度 / 温度センサです。HDC2010 は、きわめて低い消費電力で優れた測定精度を実現し、湿度と温度の両方について分解能をプログラム可能です。

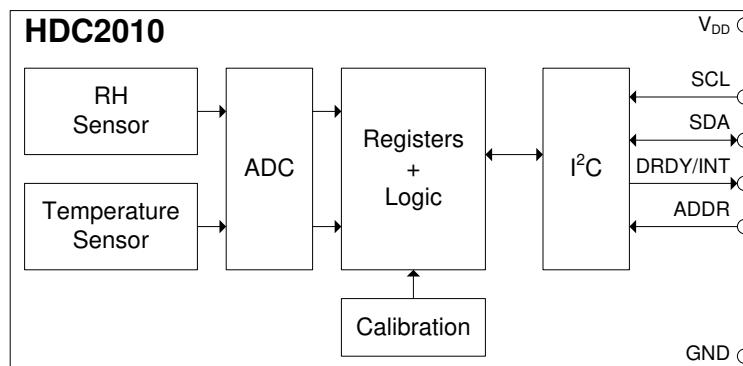
- 温度分解能 [9、11、14]
- 湿度分解能 [9、11、14]

測定中の変換時間は、湿度と温度に対して構成された分解能に依存し、最適な消費電力が得られるように構成できます。

HDC2010 デバイスには、最先端のポリマー誘電体が組み込まれており、静電容量式センシング測定を行うことができます。この種類の技術を採用する大半の相対湿度センサと同様、センサ素子で最適なデバイス性能を確実に実現するため、特定のアプリケーション要件を満たす必要があります。ユーザーは以下のことを行う必要があります。

- 基板組み立て中は、正しい保管手順と取り扱い手順に従ってください。これらのガイドラインについては、「[湿度センサ:保管と取り扱いのガイドライン](#)」(SNIA025)を参照してください。
- 基板の組み立てと動作中は、センサを汚染物質から保護します。
- センサの精度に影響を与える可能性がある高温および高湿度に長時間曝露されないようにしてください。
- 最高の性能を引き出すには、正しいレイアウト・ガイドラインに従ってください。これらのガイドラインについては、「[湿度センサの配置とルーティングの最適化](#)」(SNAA297)を参照してください。

7.2 機能ブロック図



7.3 機能説明

7.3.1 スリープ・モードの消費電力

HDC2010 の主要な特長の 1 つは、デバイスの低消費電力であり、バッテリー駆動またはエナジー・ハーベスティング・アプリケーションに適しています。このようなアプリケーションでは、HDC2010 は大半の時間でスリープ・モードとなり、その際の標準的な消費電流は 50nA です。これにより、平均消費電力と自己発熱が最小限に抑えられます。

7.3.2 測定モード：トリガ・オン・デマンドと自動測定の比較

HDC2010 では、次に示す 2 種類の測定モードを利用できます。トリガ・オン・デマンドと自動モード。

トリガ・オン・デマンドでは、必要な場合に、I²C コマンドにより、各測定値の読み取りが開始されます。測定値の変換後、別の I²C コマンドを受信するまで、デバイスはスリープ・モードのままです。

自動測定モードでは、HDC2010 が定期的に測定読み取りを実行するようプログラムされており、I²C コマンドにより、測定要求を開始する必要がなく、電力消費量が低減されます。ソフト・リセットと割り込み構成レジスタを調整して、7 つの異なるサンプリング・レートのうち、1 つをユーザーが選択できます (範囲は 1 サンプル/2 分から 5 サンプル/1 秒まで)。自動測定モードでは、HDC2010 は選択したサンプリング・レートに基づき、スリープから測定モードへウェイクアップします。

7.3.3 ヒータ

HDC2010 には、内蔵加熱素子が含まれており、短時間オンにすることで、高湿度環境で蓄積されることのある結露を防止または除去できます。また、ヒータを使用して、内蔵温度センサの機能を確認することもできます。

アプリケーションの露点温度が連続的に計算、追跡される場合、または、アプリケーション・ファームウェアが、結露の可能性のある状況（または結露している状況）を検知するように作成されている場合、オンボードヒータを作動させて結露水を除去するために、予防的な手段としてソフトウェア・サブルーチンを実行できます。デバイスが、ヒータ起動後も引き続き %RH (相対湿度) レベルを測定し、追跡するようにしてください。%RH (相対湿度) の測定値が 0% (またはその付近) になれば、次にヒータをオフにして、デバイスを冷却できます。デバイスの冷却には数分かかることがあるので、温度測定を継続して実行し、デバイスが通常動作状態に復帰するのを確認してから、通常動作を再開してください。

ヒータの作動後は、デバイスの動作温度を 100°C 未満に制限するよう注意してください。ヒータは、3.3V 動作時に 90mA、1.8V 動作時に 55mA (標準値) の電流消費となります。

内蔵ヒータは、湿度センサの上面に形成される結露を蒸発させますが、溶解した汚染物質の除去は行われないことを認識することが重要です。汚染物質が残留している場合は、湿度センサの精度に影響を及ぼす可能性があります。

7.3.4 割り込みの説明

注

複数ビットがイネーブルの場合、DRDY/INT ピンは、一度に 1 つの割り込みビットのステータスしか反映できません。DRDY/INT ピンは、イネーブルになっている割り込みビットの論理和としては機能しません。

優先順位が一番高いビットは TH_ENABLE ビットで、その後 TL_ENABLE、HH_ENABLE、HL_ENABLE の各ビットの順で続きます。したがって、以下のようなプログラミング推奨事項が規定されています。

- HL_ENABLE をイネーブルにし、他のすべての ENABLE ビットをディセーブルにすると、DRDY/INT は HL_ENABLE に追従する。
 - HH_ENABLE をイネーブルにし、TH_ENABLE と TL_ENABLE をディセーブルにすると、DRDY/INT は HH_ENABLE に追従する。
 - TL_ENABLE をイネーブルにし、TH_ENABLE をディセーブルにすると、DRDY/INT は TL_ENABLE に追従する。
 - TH_ENABLE をイネーブルにすると、他の ENABLE ビット設定とは関係なく、DRDY/INT は TH_ENABLE に追従する。
-

7.3.4.1 DRDY

DRDY_ENABLE がイネーブルになり、湿度または温度 (またはその両方) の変換の完了後、DRDY_STATUS ビットは 1 にアサートされます。HDC2010 の DRDY/INT ピンをイネーブルにするには、DRDY/INT_EN ビット (0x0E bit[2]) を 1 に設定し、INT_MOD ビットを 0 に設定する必要があります。これらのビットが構成されていないと、ピンはハイ・インピーダンスのままになります。このレジスタの INT_POL ビットは、DRDY/INT ピンの割り込み極性を定義します。図 7-1 と 図 7-2 は次の両方の割り込み極性に対する DRDY/INT ピンの出力動作を表示します。INT_POL = 0 および INT_POL = 1。

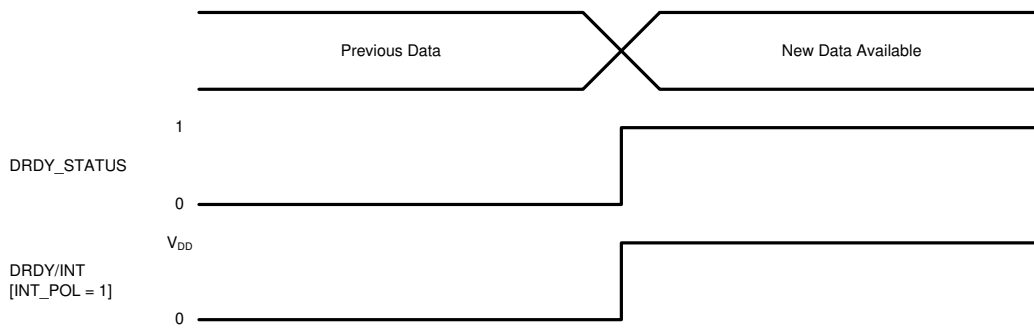


図 7-1. データ準備完了割り込み - アクティブ HIGH (INT_POL = 1)

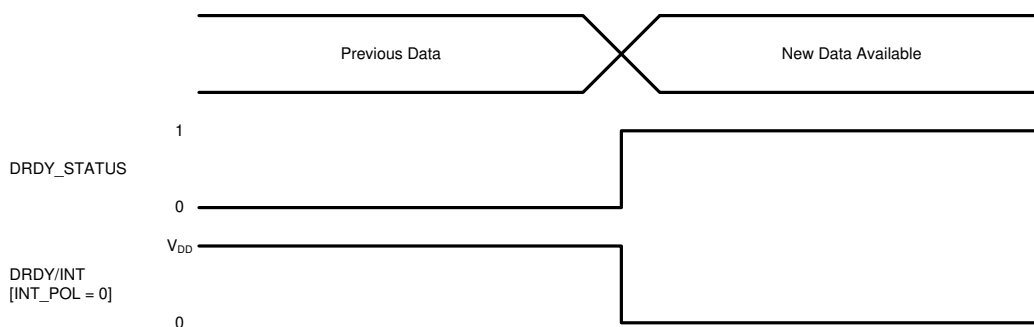


図 7-2. データ準備完了割り込み - アクティブ LOW (INT_POL = 0)

7.3.5 スレッシュホールド上の割り込み

7.3.5.1 温度 HIGH

TH_ENABLE がイネーブルにされ、温度が温度スレッシュホールド HIGH レジスタに保存されている設定されたスレッシュホールド・レベルを上回っていると、TH_STATUS ビットは 1 にアサートされます。TH_STATUS ビットと DRDY/INT ピンの極性と割り込みモードは、レジスタ 0x0E の INT_POL ビットと INT_MODE ビットにより構成できます。

INT_MODE ビットは、スレッシュホールドをコンパレータ・モードまたはレベル・センシティブ・アラームのいずれかに設定します。

INT_MODE が 1 に設定されている場合、TH_STATUS ビットは現在の温度変換に基づきます。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

INT_MODE が 0 に設定されている場合、それが読み取られるまで、TH_STATUS ビットは 1 に設定されたままです。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

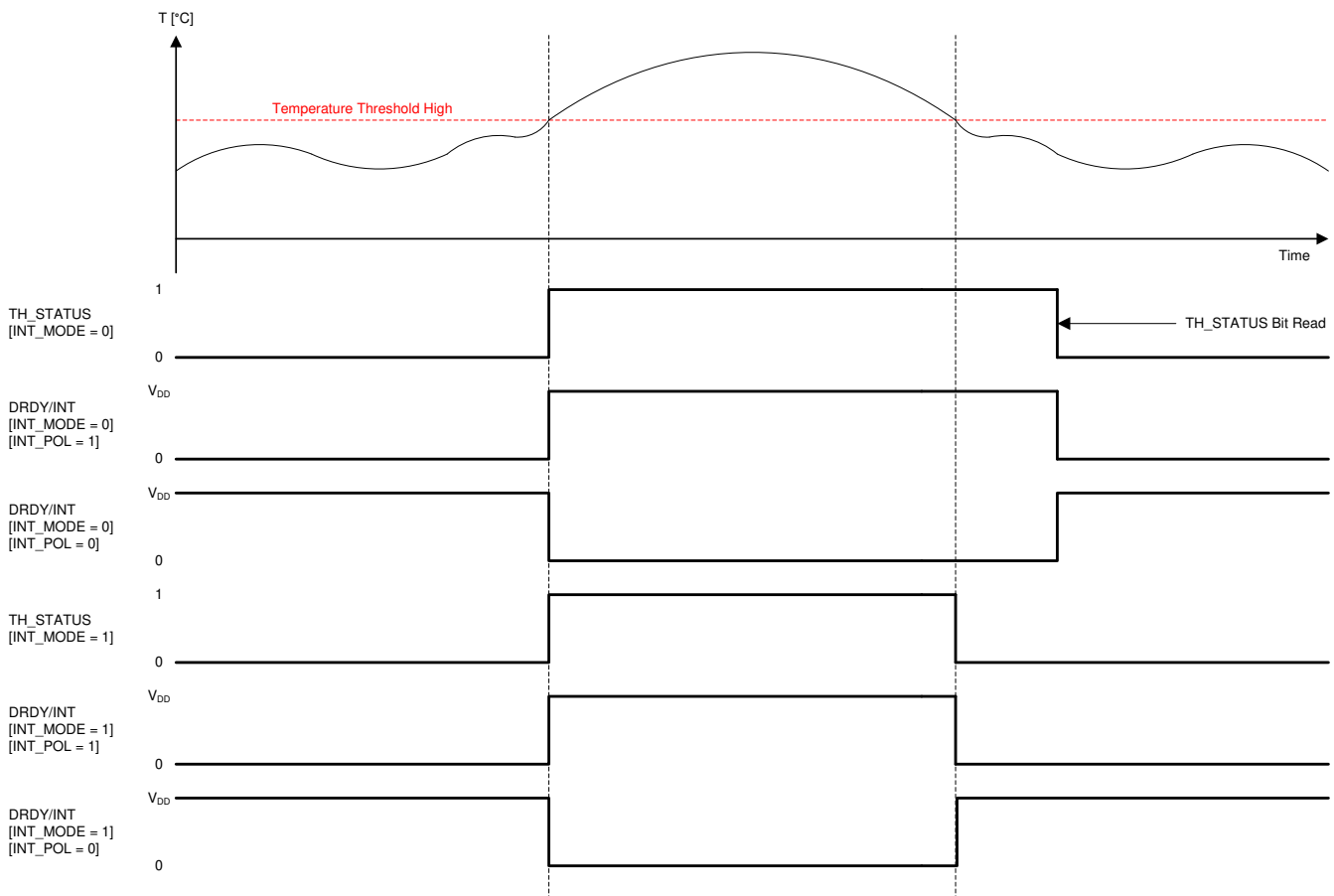


図 7-3. スレッシュホールド上の割り込み - 温度 HIGH

7.3.5.2 温度 LOW

TL_ENABLE が設定されており、温度が温度スレッシュホールド LOW レジスタ内のスレッシュホールド値プログラムを下回っている場合、TL_STATUS ビットは 1 に設定されます。TL_STATUS ビットと DRDY/INT ピンは、INT_POL ビットと INT_MODE ビットに基づき、動作します。

INT_MODE ビットは、スレッシュホールドをコンパレータ・モードまたはレベル・センシティブ・アラームのいずれかに設定します。

INT_MODE が 1 に設定されている場合、TL_STATUS ビットは現在の温度変換に基づきます。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

INT_MODE が 0 に設定されている場合、それが読み取られるまで、TL_STATUS ビットは 1 に設定されたままです。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

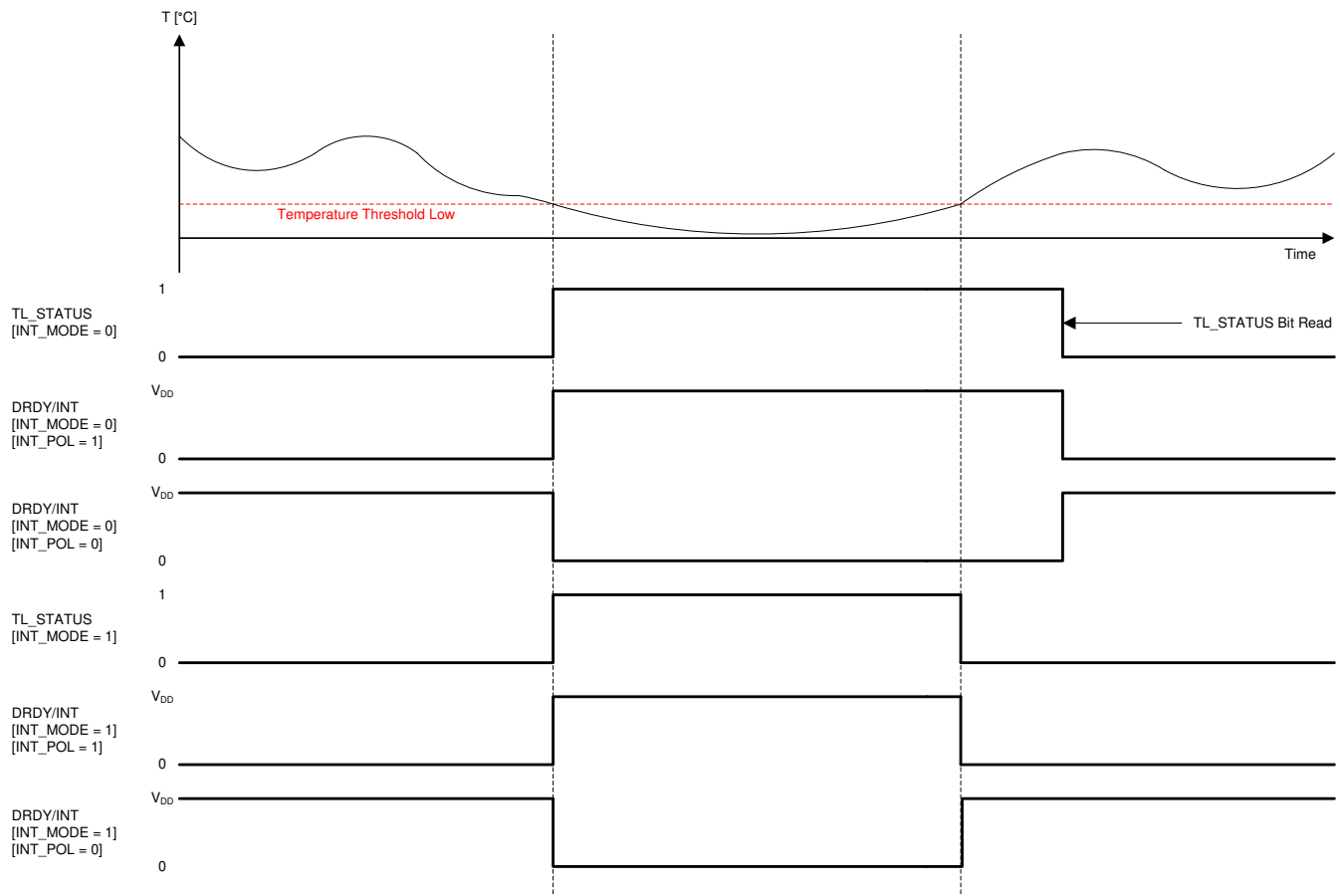


図 7-4. スレッシュホールド上の割り込み - 温度 LOW

7.3.5.3 湿度 HIGH

HH_ENABLE が設定されており、湿度が湿度スレッシュホールド HIGH レジスタ内のスレッシュホールド値プログラムを上回っている場合、HH_STATUS ビットは 1 に設定されます。HH_STATUS ビットと DRDY/INT ピンは、INT_POL ビットと INT_MODE ビットに基づき、動作します。

INT_MODE ビットは、スレッシュホールドをコンパレータ・モードまたはレベル・センシティブ・アラームのいずれかに設定します。

INT_MODE が 1 に設定されている場合、HH_STATUS ビットは現在の湿度変換に基づきます。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

INT_MODE が 0 に設定されている場合、それが読み取られるまで、HH_STATUS ビットは 1 に設定されたままです。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

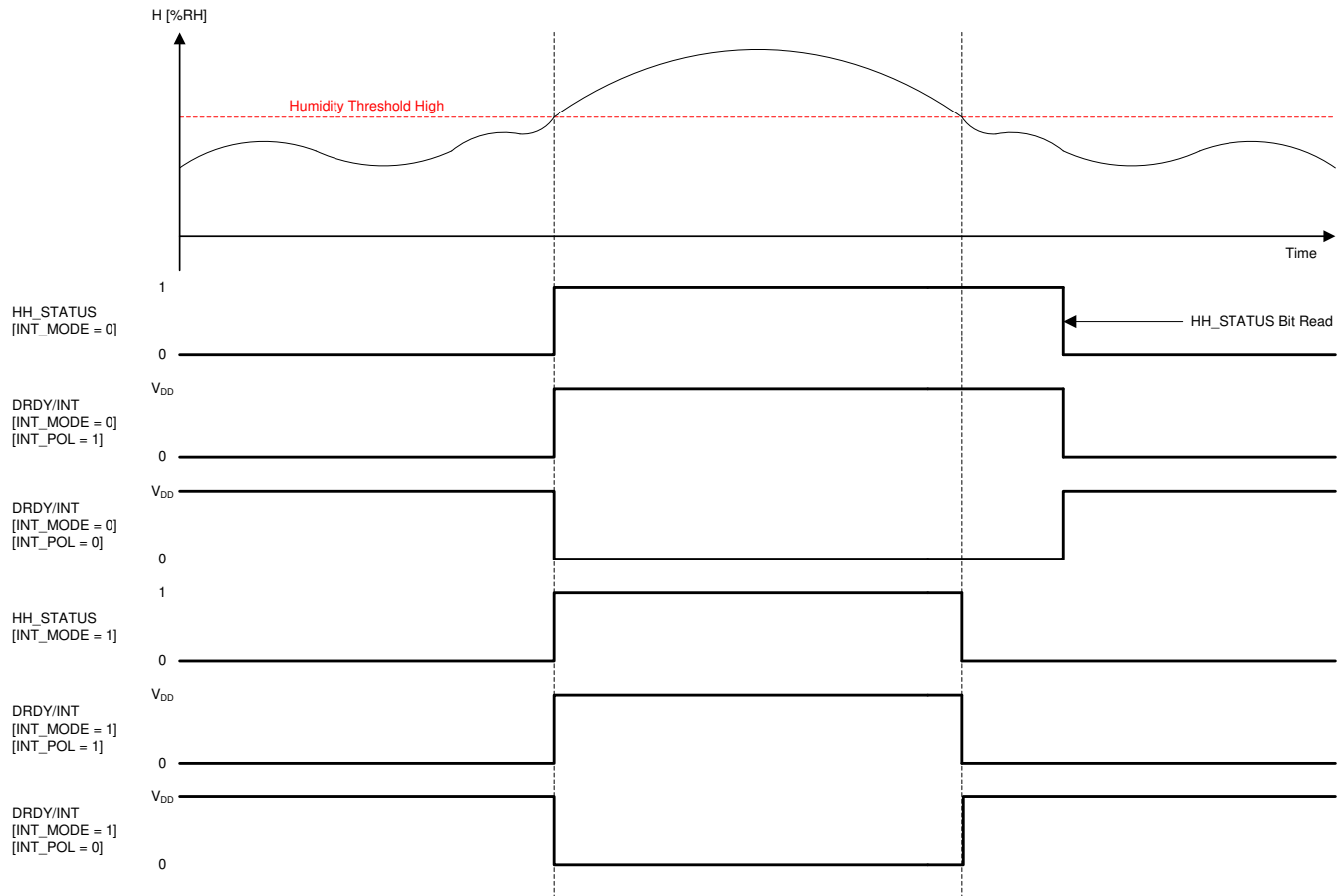


図 7-5. スレッシュホールド上の割り込み - 湿度 HIGH

7.3.5.4 湿度 LOW

HL_ENABLE が設定されており、湿度が湿度スレッシュホールド LOW レジスタ内のスレッシュホールド値プログラムを上回っている場合、HL_STATUS ビットは 1 に設定されます。HL_STATUS ビットと DRDY/INT ピンは、INT_POL ビットと INT_MODE ビットに基づき、動作します。

INT_MODE ビットは、スレッシュホールドをコンパレータ・モードまたはレベル・センシティブ・アラームのいずれかに設定します。

INT_MODE が 1 に設定されている場合、HL_STATUS ビットは現在の湿度変換に基づきます。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

INT_MODE が 0 に設定されている場合、それが読み取られるまで、HL_STATUS ビットは 1 に設定されたままです。DRDY/INT ピンの極性は、INT_POL により設定されます。

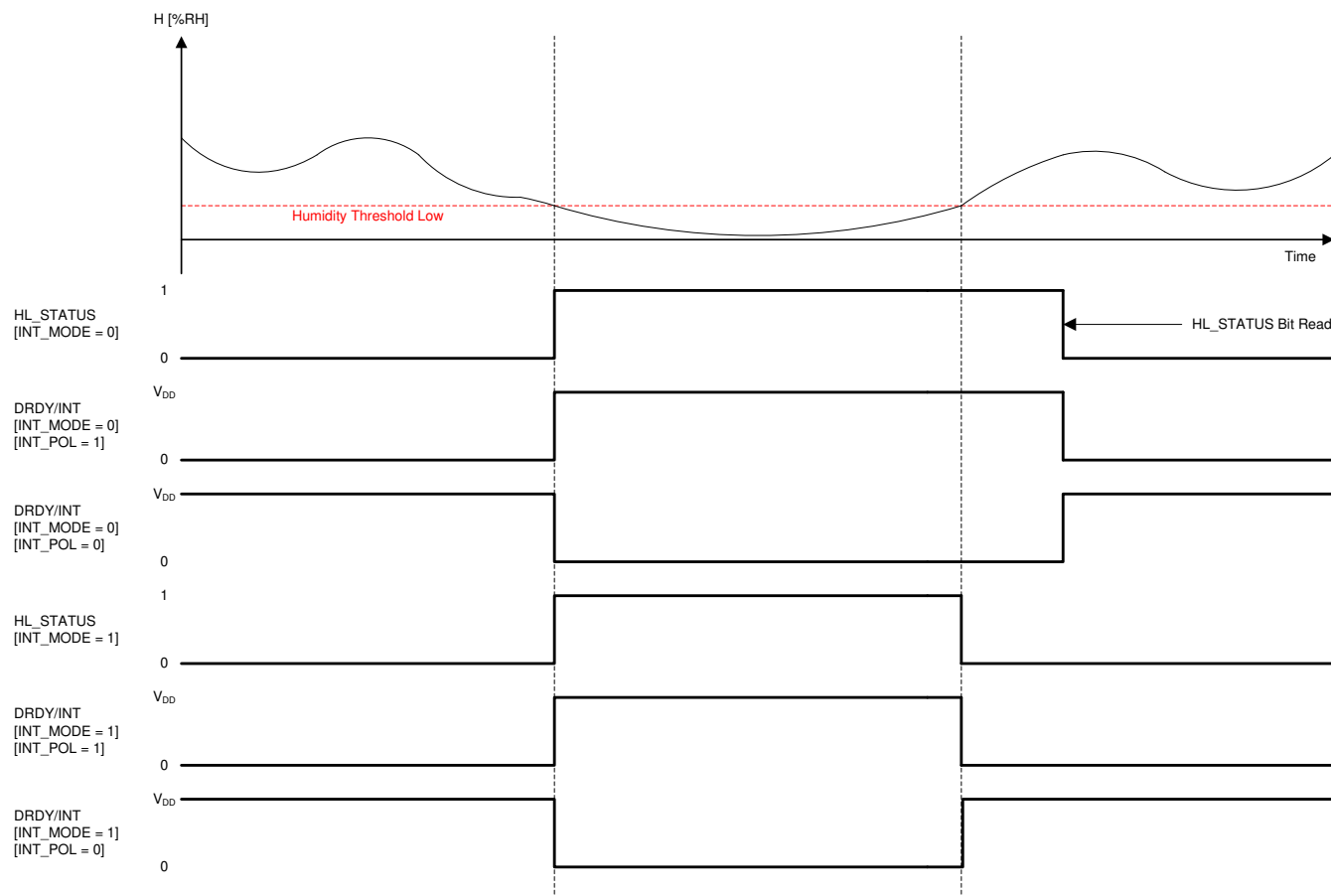


図 7-6. スレッシュホールド上の割り込み - 湿度 LOW

7.4 デバイスの機能モード

HDC2010 には、次の 2 つの動作モードがあります。スリープ・モードと測定モード。

7.4.1 スリープ・モードと測定モードとの比較

電源オン後、HDC2010 はデフォルトでスリープ・モードになり、I²C の指示を待ち、プログラム可能な変換時間を設定するか、測定または変換をトリガするか、または有効なデータの読み取り / 書き込みを行います。測定がトリガされると、HDC2010 は内部 ADC により内蔵センサからの温度値または湿度値を変換し、該当するデータ・レジスタに情報を保存する測定モードに切り替わります。DRDY/INT ピンを監視することにより、測定変換後にデータが準備完了しているかどうかを確認できます。DRDY/INT ピンの極性と割り込みモードは、割り込みイネーブルと DRDY/INT 構成レジスタの構成に応じて設定されます。変換完了後、HDC2010 はスリープ・モードに戻ります。

7.5 プログラミング

7.5.1 I²C シリアル・バス・アドレスの構成

HDC2010 との通信を行うには、最初に、マスタがスレーブ・アドレス・バイトにより、スレーブ・デバイスをアドレス指定する必要があります。スレーブ・アドレス・バイトは、7 ビットのアドレスと、読み取りまたは書き込みのどちらを実行するかを示す、1 ビットのデータ方向ビットで構成されています。HDC2010 はアドレス・ピンを搭載しており、1 つのバスで最大 2 つのデバイスをアドレス指定できます。表 7-1 に、最大 2 つのデバイスに接続するためのピン論理レベルを記載しています。ADDR は、インターフェイス上のアクティビティが発生する前に設定し、デバイスの電源投入中は一定になるようにしてください。

表 7-1. HDC2010 I²C スレーブ・アドレス

ADDR	アドレス (7 ビット・アドレス)
GND	1000000
VDD	1000001

7.5.2 I²C インターフェイス

HDC2010 は、I²C バス・インターフェイス上でスレーブ・デバイスとしてのみ動作します。同じ I²C バスに同じアドレスを持つ複数のデバイスを接続することは許可されていません。オープン・ドレイン I/O ラインの SDA と SCL を経由してバスに接続します。SDA ピンと SCL ピンは、内蔵のスパイク抑制フィルタとシュミット・トリガを採用し、入力スパイクとバス・ノイズの影響を最小限に抑えます。電源投入後、センサは RH (相対湿度) および温度測定を開始するまでに最大 3ms を必要とします。電源投入後、通信または測定が実行されるまで、センサはスリープ・モードになります。すべてのデータ・バイトは、MSB が最初に送信されます。

7.5.3 シリアル・バス・アドレス

HDC2010 との通信を行うには、最初に、マスタがスレーブ・アドレス・バイトにより、スレーブ・デバイスをアドレス指定する必要があります。スレーブ・アドレス・バイトは、7 ビットのアドレスと、読み取りまたは書き込みのどちらを実行するかを示す、1 ビットのデータ方向ビットで構成されています。

7.5.4 読み取り / 書き込み動作

デバイスのステータスに関連するデータを保持するアドレス・レジスタは、ポインタ・メカニズムによりアクセスし、以下の書き込み / 読み取り手順でアクセス、変更できます。レジスタ・アドレス値は、デバイス・スレーブ・アドレス・バイトの R/W ビットが LOW になった後、最初に送られるバイトです。HDC2010 への書き込み動作にはすべて、レジスタ・アドレスに対する値が必要です (表 7-2 を参照)。

HDC2010 から読み取ると、現在のポインタ位置を使用して、読み取り動作でどのレジスタを読み取るかが判定されます。このポインタ位置は、最後に書き込まれたレジスタ・アドレスを指しています。読み取り動作に対応するアドレスを変更するには、新しい値をポインタに書き込む必要があります。この処理を実行するには、R/W ビットを 0 に設定したスレーブ・アドレス・バイトを発行し、続いて、ポインタ・バイトを送信します。追加データは必要ありません (表 7-4 を参照)。

その後、マスタは START 条件を生成し、R/W ビットを 1 に設定したスレーブ・アドレス・バイトを送信して、読み取りコマンドを開始します。アドレス・レジスタは自動的にインクリメントされ、マルチ・バイトの読み取り / 書き込み動作をイネーブルに

します (表 7-3 と 表 7-5 を参照)。レジスタ・バイトは、MSB が最初に送信され、その後、LSB が送信されることに注意してください。デバイス ID、メーカー ID、シリアル ID などの読み取り専用レジスタへの書き込み動作は、データ・バイトごとに NACK を返します。未使用のアドレスに対する読み取りまたは書き込み動作は、ポインタの後に NACK を返し、誤った I²C アドレスによる読み取りまたは書き込み動作では、I²C アドレスの後に NACK を返します。

表 7-2. シングル・バイトの書き込み

マスタ	START	スレーブ・アドレス (W)		アドレス		DATA		STOP
スレーブ			ACK		ACK		ACK	

表 7-3. マルチ・バイトの書き込み

マスタ	START	スレーブ・アドレス (W)		アドレス		DATA		DATA		STOP
スレーブ			ACK		ACK		ACK		ACK	

表 7-4. シングル・バイトの読み取り

マスタ	START	スレーブ・アドレス (W)		アドレス		START	スレーブ・アドレス (R)			NACK	STOP
スレーブ			ACK		ACK			ACK	DATA		

表 7-5. マルチ・バイトの読み取り

マスタ	START	スレーブ・アドレス (W)		アドレス		START	スレーブ・アドレス (R)			ACK		ACK		NACK	STOP
スレーブ			ACK		ACK			ACK	DATA		DATA				

7.6 レジスタ・マップ

HDC2010 は、構成情報、温度と湿度の測定結果、ステータス情報を保持するデータ・レジスタを備えています。

表 7-6. レジスタ・マップ

アドレス (HEX)	名称	リセット値	説明
0x00	TEMPERATURE LOW	00000000	温度 [7:0]
0x01	TEMPERATURE HIGH	00000000	温度 [15:8]
0x02	HUMIDITY LOW	00000000	湿度 [7:0]
0x03	HUMIDITY HIGH	00000000	湿度 [15:8]
0x04	INTERRUPT/DRDY	00000000	データ準備完了および割り込みの構成
0x05	TEMPERATURE MAX	00000000	最大測定温度 (自動測定モードではサポートされていない)
0x06	HUMIDITY MAX	00000000	最大測定湿度 (自動測定モードではサポートされていない)
0x07	INTERRUPT ENABLE	00000000	割り込みイネーブル
0x08	TEMP_OFFSET_ADJUST	00000000	温度オフセットの調整
0x09	HUM_OFFSET_ADJUST	00000000	湿度オフセットの調整
0x0A	TEMP_THR_L	00000000	温度スレッシュホールド LOW
0x0B	TEMP_THR_H	11111111	温度スレッシュホールド HIGH
0x0C	RH_THR_L	00000000	湿度スレッシュホールド LOW
0x0D	RH_THR_H	11111111	湿度スレッシュホールド HIGH
0x0E	RESET&DRDY/INT CONF	00000000	ソフト・リセットおよび割り込みの構成
0x0F	MEASUREMENT CONFIGURATION	00000000	測定の構成
0xFC	MANUFACTURER ID LOW	01001001	メーカー ID LOW
0xFD	MANUFACTURER ID HIGH	01010100	メーカー ID HIGH
0xFE	DEVICE ID LOW	11010000	デバイス ID LOW
0xFF	DEVICE ID HIGH	00000111	デバイス ID HIGH

7.6.1 アドレス 0x00 温度 LSB

表 7-7. アドレス 0x00 温度 LSB レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP[7:0]							

表 7-8. アドレス 0x00 温度 LSB フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	TEMPERATURE [7:0]	R	00000000	温度 LSB

7.6.2 アドレス 0x01 温度 MSB

温度レジスタはバイナリ形式で 16 ビットのリザルト・レジスタです (LSB の 2 ビット D0 および D1 は常時 0)。アクイジションの結果は常時 14 ビット値であり、分解能は測定構成レジスタ内で選択された分解能に対応しています。温度は最初に LSB を読み取る必要があります。

表 7-9. アドレス 0x01 温度 MSB レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP[15:8]							

表 7-10. アドレス 0x01 温度 MSB フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[15:8]	TEMPERATURE [15:8]	R	00000000	温度 MSB

温度は出力データから 式 1 で計算できます。

$$\text{Temperature (}^{\circ}\text{C)} = \left(\frac{\text{TEMPERATURE [15:0]}}{2^{16}} \right) \times 165 - 40 \quad (1)$$

7.6.3 アドレス 0x02 湿度 LSB

表 7-11. アドレス 0x02 湿度 LSB レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMIDITY[7:0]							

表 7-12. アドレス 0x02 湿度 LSB フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	HUMIDITY [7:0]	R	00000000	湿度 LSB

7.6.4 アドレス 0x03 湿度 MSB

湿度レジスタはバイナリ形式で 16 ビットのリザルト・レジスタです (LSB の 2 ビット D0 および D1 は常時 0)。アクイジションの結果は常時 14 ビット値であり、分解能は測定構成レジスタ内で選択された分解能に対応しています。湿度測定は最初に LSB を読み取る必要があります。

表 7-13. アドレス 0x03 湿度 MSB レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMIDITY[15:8]							

表 7-14. アドレス 0x03 湿度 MSB フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[15:8]	HUMIDITY[15:8]	R	00000000	湿度 MSB

湿度は出力データから 式 2 で計算できます。

$$\text{Humidity (\%RH)} = \left(\frac{\text{HUMIDITY [15:0]}}{2^{16}} \right) \times 100 \quad (2)$$

7.6.5 アドレス 0x04 割り込み DRDY

表 7-15. アドレス 0x04 割り込み DRDY レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
DRDY_STATUS	TH_STATUS	TL_STATUS	HH_STATUS	HL_STATUS	RES	RES	RES

表 7-16. アドレス 0x04 割り込み DRDY フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
7	DRDY_STATUS	R/W	0	データ準備完了ビット・ステータス 0 = データ準備が完了していない 1 = データ準備完了 読み取り時、DRDY_STATUS は 0 にクリアされる
6	TH_STATUS	R/W	0	温度スレッシュホールド HIGH 割り込みステータス 0 = 割り込みなし 1 = 割り込み 読み取り時、TH_STATUS は 0 にクリアされる
5	TL_STATUS	R/W	0	温度スレッシュホールド LOW 割り込みステータス 0 = 割り込みなし 1 = 割り込み 読み取り時、TL_STATUS は 0 にクリアされる
4	HH_STATUS	R/W	0	湿度スレッシュホールド HIGH 割り込みステータス 0 = 割り込みなし 1 = 割り込み 読み取り時、HH_STATUS は 0 にクリアされる
3	HL_STATUS	R/W	0	湿度スレッシュホールド LOW 割り込みステータス 0 = 割り込みなし 1 = 割り込み 読み取り時、HL_STATUS は 0 にクリアされる
2	RES		0	予約済み
1	RES		0	予約済み
0	RES		0	予約済み

DRDY_STATUS は、温度と湿度のいずれかまたは両方の変換が終了したことを示します。このビットは、割り込み / DRDY レジスタが読み取られた場合、または出力レジスタ TEMPERATURE_HIGH (温度 HIGH)、TEMPERATURE_LOW (温度 LOW)、HUMIDITY_HIGH (湿度 HIGH)、および HUMIDITY_LOW (湿度 LOW) が読み取られた場合に、クリアされます。

TL_STATUS は、温度スレッシュホールド LOW 値を超えていることを示します。この動作は、0x0E 構成レジスタ値によって定義されます。レジスタ割り込み DRDY が読み取られると、このビットはクリアされます。

TH_STATUS は、温度スレッシュホールド HIGH 値を超えていることを示します。この動作は、0x0E 構成レジスタ値によって定義されます。レジスタ割り込み DRDY が読み取られると、このビットはクリアされます。

HH_STATUS は、湿度スレッシュホールド HIGH 値を超えていることを示します。この動作は、0x0E 構成レジスタ値によって定義されます。レジスタ割り込み DRDY が読み取られると、このビットはクリアされます。

HL_STATUS は、湿度スレッシュホールド LOW 値を超えていることを示します。この動作は、0x0E 構成レジスタ値によって定義されます。レジスタ割り込み DRDY が読み取られると、このビットはクリアされます。

DRDY/INT ピンは、0x0E 構成レジスタ値に基づき、STATUS ビットと同様に動作します。

7.6.6 アドレス 0x05 の温度 MAX (最大)

このレジスタは温度ピーク検出機能を実装しています。電源投入後に変換された最高温度値が格納されます。値は、電源投入時またはソフト・リセット手順でリセットされます。

表 7-17. アドレス 0x05 温度 MAX レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMPERATUREMAX[7:0]							

表 7-18. アドレス 0x05 温度 Max フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	TEMPERATUREMAX[7:0]	R/W	00000000	温度に対するすべての I ² C 読み取り要求のうちの最大温度測定値が格納される 自動測定モードではサポートされていない

温度は出力データから [式 3](#) で計算できます。

$$\text{Temperature (}^{\circ}\text{C)} = \left(\frac{\text{TEMPERATURE}[7:0]}{2^8} \right) \times 165 - 40 \quad (3)$$

7.6.7 アドレス 0x06 湿度 MAX

このレジスタは湿度ピーク検出機能を実装しています。電源投入後に変換された最高湿度値が格納されます。値は、電源投入時またはソフト・リセット手順でリセットされます。

表 7-19. アドレス 0x06 湿度 MAX レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMIDITYMAX[7:0]							

表 7-20. アドレス 0x06 湿度 MAX フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	HUMIDITYMAX[7:0]	R/W	00000000	湿度に対するすべての I ² C 読み取り要求のうちの最大湿度測定値が格納される 自動測定モードではサポートされていない

湿度は出力データから [式 4](#) で計算できます。

$$\text{Humidity (\%RH)} = \text{HUMIDITYMAX}[7:0] \times \left(\frac{100}{2^8} \right) \quad (4)$$

7.6.8 アドレス 0x07 割り込み構成

表 7-21. アドレス 0x07 割り込み構成レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
DRDY_ENABLE	TH_ENABLE	TL_ENABLE	HH_ENABLE	HL_ENABLE	RES	RES	RES

表 7-22. アドレス 0x07 割り込み構成フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
7	DRDY_ENABLE	R/W	0	データ準備完了割り込みイネーブル 0 = データ準備完了割り込みジェネレータ・ディセーブル 1 = データ準備完了割り込みジェネレータ・イネーブル
6	TH_ENABLE	R/W	0	温度スレッシュホールド HIGH 割り込みイネーブル 0 = 温度 HIGH 割り込みジェネレータ・ディセーブル 1 = 温度 HIGH 割り込みジェネレータ・イネーブル
5	TL_ENABLE	R/W	0	温度スレッシュホールド LOW 割り込みイネーブル 0 = 温度 LOW 割り込みジェネレータ・ディセーブル 1 = 温度 LOW 割り込みジェネレータ・イネーブル
4	HH_ENABLE	R/W	0	湿度スレッシュホールド HIGH 割り込みイネーブル 0 = 湿度 HIGH 割り込みジェネレータ・ディセーブル 1 = 湿度 HIGH 割り込みジェネレータ・イネーブル
3	HL_ENABLE	R/W	0	湿度スレッシュホールド LOW 割り込みイネーブル 0 = 湿度 LOW 割り込み・ジェネレータ・ディセーブル 1 = 湿度 LOW 割り込み・ジェネレータ・イネーブル
2	RES		0	予約済み
1	RES		0	予約済み
0	RES		0	予約済み

7.6.9 アドレス 0x08 温度オフセット調整

表 7-23. アドレス 0x08 温度オフセット調整レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_OFFSET_ADJUST[7:0]							

表 7-24. アドレス 0x08 温度オフセット調整フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	TEMP_OFFSET_ADJUST [7:0]	R/W	00000000	温度オフセット調整。変換された温度値に加算

対応するビットの設定をイネーブルにする以下の値を加算することで、温度を調整できます。

7	6	5	4	3	2	1	0
-20.62°C	+10.32°C	+5.16°C	+2.58°C	+1.28°C	+0.64°C	+0.32°C	+0.16°C

図 7-7 に示すように、変換された温度値にこの値を加算して、オフセットを調整します。

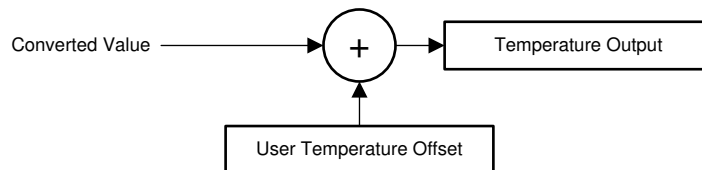


図 7-7. 温度出力の計算

7.6.10

結果として得られる温度オフセットは、イネーブルにされたレジスタ・ビット (すなわち 1 に設定されたもの) の合計です。
例:

- TEMP_OFFSET_ADJUST を 00000001 に設定すると、レポートされる温度が +0.16°C調整されます。
- TEMP_OFFSET_ADJUST を 00000111 に設定すると、レポートされる温度が +1.12°C調整されます。
- TEMP_OFFSET_ADJUST を 00001101 に設定すると、レポートされる温度が +2.08°C調整されます。
- TEMP_OFFSET_ADJUST を 11111111 に設定すると、レポートされる温度が -0.16°C調整されます。
- TEMP_OFFSET_ADJUST を 11111001 に設定すると、レポートされる温度が -1.12°C調整されます。
- TEMP_OFFSET_ADJUST を 11110011 に設定すると、レポートされる温度が -2.08°C調整されます。

7.6.11 アドレス 0x09 湿度オフセット調整

表 7-25. アドレス 0x09 湿度オフセット調整レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
HUM_OFFSET_ADJUST [7:0]							

表 7-26. アドレス 0x09 湿度オフセット調整フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	HUM_OFFSET_ADJUST [7:0]	R/W	00000000	湿度オフセット調整。変換された湿度値に加算

対応するビットの設定をイネーブルにする以下の値を加算することで、湿度を調整できます。

7	6	5	4	3	2	1	0
-25%RH	+12.5%RH	+6.3%RH	+3.1%RH	+1.6%RH	+0.8%RH	+0.4%RH	+0.2%RH

図 7-8 に示すように、変換された湿度値にこの値を加算して、オフセットを調整します。

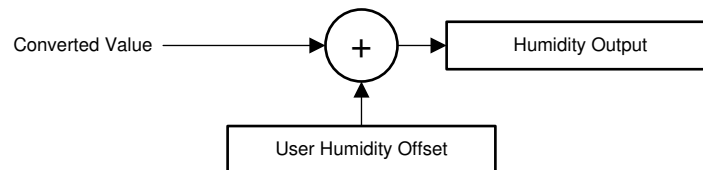


図 7-8. 湿度出力の計算

7.6.12

結果として得られる湿度オフセットは、イネーブルにされたレジスタ・ビット (すなわち 1 に設定されたもの) の合計です。
例:

1. HUM_OFFSET_ADJUST を 00000001 に設定すると、レポートされる湿度が +0.20%RH 調整されます。
2. HUM_OFFSET_ADJUST を 00000101 に設定すると、レポートされる湿度が +1.00%RH 調整されます。
3. HUM_OFFSET_ADJUST を 00001010 に設定すると、レポートされる湿度が +2.00%RH 調整されます。
4. HUM_OFFSET_ADJUST を 11111111 に設定すると、レポートされる湿度が -0.10%RH 調整されます。
5. HUM_OFFSET_ADJUST を 11111011 に設定すると、レポートされる湿度が -0.90%RH 調整されます。
6. HUM_OFFSET_ADJUST を 11110101 に設定すると、レポートされる湿度が -2.10%RH 調整されます。

7.6.13 アドレス 0x0A 温度スレッシュヨルド LOW

表 7-27. アドレス 0x0A 温度スレッシュヨルド LOW レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_THRES_LOW[7:0]							

表 7-28. アドレス 0x0A 温度スレッシュヨルド LOW フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	TEMP_THRES_LOW[7:0]	R/W	00000000	温度スレッシュヨルド LOW 値

温度スレッシュヨルド LOW は出力データから 式 5 で計算できます。

$$\text{Temperature threshold low (}^{\circ}\text{C)} = \left(\frac{\text{TEMP_THRES_LOW [7:0]}}{2^8} \right) \times 165 - 40 \quad (5)$$

7.6.14 アドレス 0x0B 温度スレッシュヨルド HIGH

表 7-29. アドレス 0x0B 温度スレッシュヨルド HIGH レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_THRES_HIGH[7:0]							

表 7-30. アドレス 0x0B 温度スレッシュヨルド HIGH フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	TEMP_THRES_HIGH[7:0]	R/W	11111111	温度スレッシュヨルド HIGH 値

温度スレッシュヨルド HIGH は出力データから 式 6 で計算できます。

$$\text{Temperature threshold high (}^{\circ}\text{C)} = \left(\frac{\text{TEMP_THRES_HIGH [7:0]}}{2^8} \right) \times 165 - 40 \quad (6)$$

7.6.15 アドレス 0x0C 湿度スレッシュヨルド LOW

表 7-31. アドレス 0x0C 湿度スレッシュヨルド LOW レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMI_THRES_LOW[7:0]							

表 7-32. アドレス 0x0C の湿度スレッシュヨルド LOW フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	HUMI_THRES_LOW[7:0]	R/W	00000000	湿度スレッシュヨルド LOW 値

湿度スレッシュヨルド LOW は出力データから 式 7 で計算できます。

$$\text{Humidity threshold low (\%RH)} = \left(\frac{\text{HUMI_THRES_LOW [7:0]}}{2^8} \right) \times 100 \quad (7)$$

7.6.16 アドレス 0x0D 湿度スレッシュヨルド HIGH

表 7-33. アドレス 0x0D 湿度スレッシュヨルド HIGH レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMI_THRES_HIGH[7:0]							

表 7-34. アドレス 0x0D 湿度スレッシュヨルド HIGH フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	HUMI_THRES_HIGH[7:0]	R/W	11111111	湿度スレッシュヨルド HIGH 値

湿度スレッシュヨルド HIGH は出力データから 式 8 で計算できます。

$$\text{Humidity threshold high (\%RH)} = \left(\frac{\text{HUMI_THRES_HIGH}[7:0]}{2^8} \right) \times 100 \quad (8)$$

7.6.17 アドレス 0x0E リセットおよび DRDY/INT 構成レジスタ

表 7-35. アドレス 0x0E 構成レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
SOFT_RES	AMM[2]	AMM[1]	AMM[0]	HEAT_EN	DRDY/INT_EN	INT_POL	INT_MODE

表 7-36. アドレス 0x0E 構成フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
7	SOFT_RES	R/W	0	0 = 通常動作モード、このビットはセルフクリアされる 1 = ソフト・リセット EEPROM の値がリロードされ、レジスタがリセットされる
[6:4]	AMM[2:0]	R/W	000	自動測定モード (AMM) 000 = 無効。I ² C により測定開始 001 = 1/120Hz (2 分毎に 1 サンプル) 010 = 1/60Hz (1 分毎に 1 サンプル) 011 = 0.1Hz (10 秒毎に 1 サンプル) 100 = 0.2Hz (5 秒毎に 1 サンプル) 101 = 1Hz (1 秒毎に 1 サンプル) 110 = 2Hz (1 秒毎に 2 サンプル) 111 = 5Hz (1 秒毎に 5 サンプル)
3	HEAT_EN	R/W	0	0 = ヒータ・オフ 1 = ヒータ・オン
2	DRDY/INT_EN	R/W	0	DRDY/INT_EN ピン構成 0 = High Z 1 = イネーブル
1	INT_POL	R/W	0	割り込み極性 0 = アクティブ LOW 1 = アクティブ HIGH
0	INT_MODE	R/W	0	割り込みモード 0 = レベル・センシティブ 1 = コンパレータ・モード

7.6.18 アドレス 0x0F 測定構成

表 7-37. アドレス 0x0F 測定構成レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TRES[1]	TRES[0]	HRES[1]	HRES[0]	RES	MEAS_CONF[1]	MEAS_CONF[0]	MEAS_TRIG

表 7-38. アドレス 0x0F 測定構成フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
7:6	TRES[1:0]	R/W	00	温度分解能 00: 14 ビット 01: 11 ビット 10: 9 ビット 11: 該当なし
5:4	HRES[1:0]	R/W	00	湿度分解能 00: 14 ビット 01: 11 ビット 10: 9 ビット 11: 該当なし
3	RES	R/W	0	予約済み
2:1	MEAS_CONF[1:0]	R/W	00	測定構成 00: 湿度 + 温度 01: 温度のみ 10: 該当なし 11: 該当なし
0	MEAS_TRIG	R/W	0	測定トリガ 0: 反応なし 1: 測定開始 測定完了時のセルフクリア・ビット

7.6.19 メーカー ID LOW

表 7-39. メーカー ID LOW レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
MANUFACTURER ID[7:0]							

表 7-40. アドレス 0xFC メーカー ID LOW フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	MANUFACTURER ID [7:0]	R	01001001	メーカー ID LOW 値

7.6.20 メーカー ID HIGH

これらのレジスタには、本デバイスをテキサス・インスツルメンツの製品として識別する、工場出荷時にプログラム可能な識別値が含まれています。これらのレジスタは、本デバイスを同じ I²C バスを使用する他のデバイスと区別します。メーカー ID は 0x4954 と表示されます。

表 7-41. メーカー ID HIGH レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
MANUFACTURER ID[15:8]							

表 7-42. アドレス 0xFD メーカー ID HIGH フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	MANUFACTURER ID [15:8]	R	01010100	メーカー ID HIGH 値

7.6.21 デバイス ID LOW

表 7-43. デバイス ID LOW レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
DEVICE ID[7:0]							

表 7-44. アドレス 0xFE デバイス ID LOW フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	DEVICE ID [7:0]	R	11010000	デバイス ID LOW 値

7.6.22 デバイス ID HIGH

これらのレジスタには、本デバイスを HDC2010 として識別する、工場出荷時にプログラム可能な識別値が含まれています。これらのレジスタは、本デバイスを同じ I²C バスを使用する他のデバイスと区別します。HDC2010 のデバイス ID は 0x07D0 です。

表 7-45. デバイス ID HIGH レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
DEVICE ID[15:8]							

表 7-46. アドレス 0xFF デバイス ID HIGH フィールドの説明

ビット	フィールド	種類	リセット	説明
[7:0]	DEVICE ID [15:8]	R	00000111	デバイス ID HIGH 値

8 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

8.1 アプリケーション情報

HVAC システムのサーモスタット制御は、環境センサとマイクロコントローラに基づいて行われます。マイクロコントローラは湿度 / 温度センサからデータを取得し、加熱 / 冷却システムを制御します。収集されたデータは次に、マイクロコントローラによる制御が容易に可能なディスプレイに表示されます。湿度 / 温度センサからのデータに基づき、その後、ユーザーが定義する好みの条件で加熱 / 冷却システムが環境を維持します。

8.2 代表的なアプリケーション

バッテリー駆動の HVAC システム・サーモスタットでは、部品選択時の重要なパラメータの 1 つが消費電力です。HDC2010 は、消費電流 550nA (RH (相対湿度) と温度測定時の 1 秒間の平均消費電力) であり、MSP430 と組み合わせれば、エンジニアが低消費電力を実現し、バッテリー寿命を延長できる方法の 1 つになります。バッテリー駆動サーモスタットのシステム・ブロック図を [図 8-1](#) に示します。

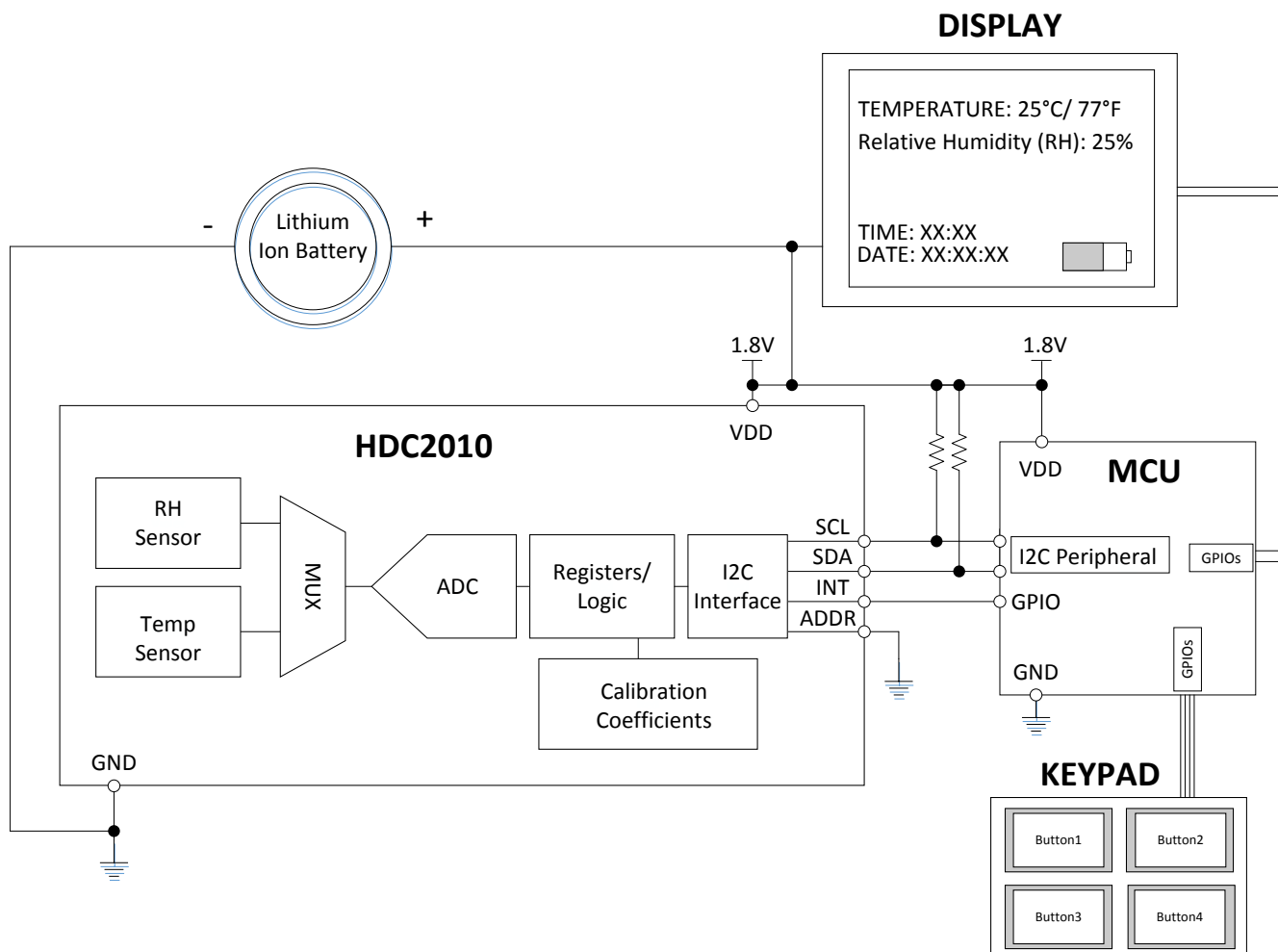


図 8-1. 代表的なアプリケーション回路図 HVAC

8.2.1 設計要件

測定精度向上のため、テキサス・インスツルメンツでは HDC2010 をアクティブな回路、バッテリー、ディスプレイ、抵抗素子の形を取るすべての熱源から分離することを推奨します。設計空間が制約条件となっている場合、デバイス周囲の切り取り、または小さい溝を設けることで、PCB の熱源から HDC2010 への熱転移を最小限に抑えることができます。HDC2010 の自己発熱を回避するため、テキサス・インスツルメンツでは、最大 1Hz (1sps) のサンプル・レートでデバイスを構成することを推奨します。

8.2.2 詳細な設計手順

図 8-1 に示す回路図から基板レイアウトを作成すると、基板を小さくすることができます。相対湿度と温度の測定精度は、センサの精度とセンシング・システムの設定によって異なります。HDC2010 は、その場の環境において相対湿度と温度をサンプリングするため、センサの配置箇所の条件が監視対象の環境と一致することが重要です。サーモスタットの物理カバーの 1 つまたは複数の開口部を使用して、静止した条件下であっても良好なエアフローを確保してください。測定応答時間と精度を改善する、HDC2010 の領域内で PCB の熱質量を最小限に抑える PCB レイアウトについては、レイアウト (図 10-1) を参照してください。

8.2.3 アプリケーション曲線

これらの結果は、相対湿度をスイープする湿度チャンバを使用して、 $T_A = 30^\circ\text{C}$ で取得されました。使用したスイープ・プロファイルは、20% > 30% > 40% > 50% > 60% > 70% > 60% > 50% > 40% > 30% > 20% でした。各相対湿度設定ポイントが 20 分間保持されました。

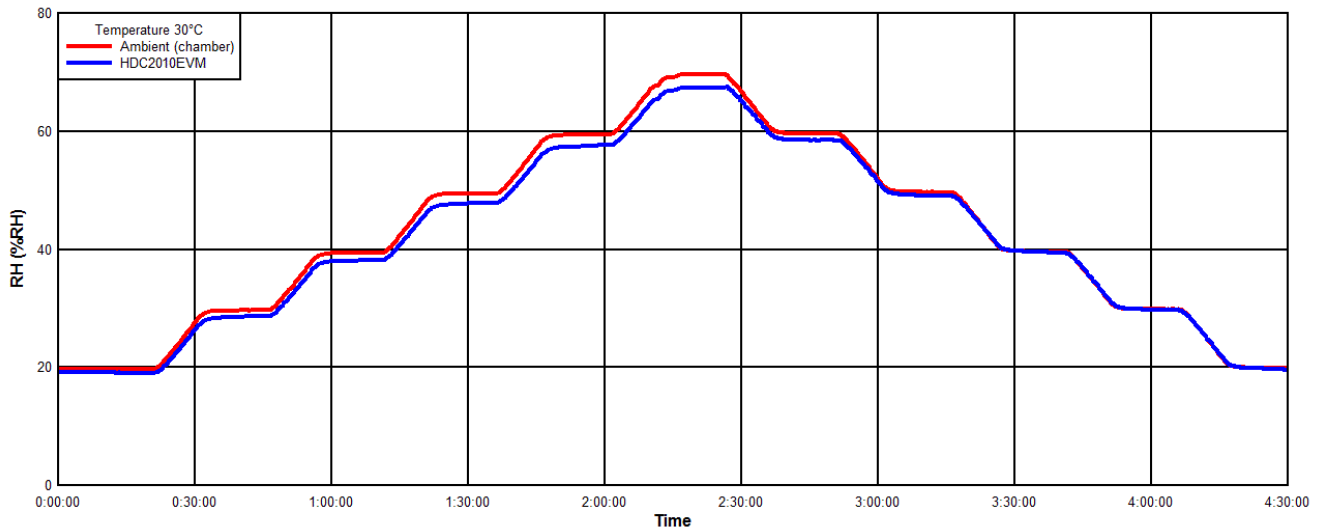


図 8-2. チャンバおよび HDC2010 の相対湿度測定値と時間との関係

9 電源に関する推奨事項

HDC2010 には、1.62V～3.60V 以内の電源電圧が必要です。テキサス・インスツルメンツでは、VDD ピンと GND ピンの間に 0.1μF の多層セラミック・バイパス X7R コンデンサを推奨します。

10 レイアウト

10.1 レイアウトのガイドライン

HDC2010 の相対湿度センシング素子は、パッケージの底面に配置されています。

HDC2010 の熱絶縁を向上するために、デバイスの下に銅層 (GND、V_{DD}) を設けないこと、また、デバイス周囲の PCB にスロットを設けることを推奨します。温度センサの性能確保のため、[図 10-1](#) に示すように、ランド・パターン、半田マスク、半田ペーストの例に従うことを強く推奨します。

10.1.1 HDC2010 ストレージと PCB アセンブリのガイドライン

10.1.1.1 保管と取り扱い

すべての湿度センサと同様に、HDC2010 の取り扱いと保管については、特別なガイドラインに従う必要があります。これは、通常の半導体デバイスでは一般的でない内容です。UV および可視光への長時間の曝露、または化学物質の蒸気への長時間の曝露は、RH% (相対湿度) の精度に影響を与えることがあるため、回避する必要があります。また、製造、輸送、動作、パッケージ材料 (粘着テープ、ステッカー、バブルフォイル) において発生する、アウトガス性気体物質から保護する必要があります。詳細については、『[HDC20xx シリコン・ユーザー・ガイド](#)』(SNAU250) を参照してください。

10.1.1.2 半田付けリフロー

PCB アセンブリには、標準的なリフロー半田付けオープンが使用できます。HDC2010 は、標準的な半田付けプロファイルである IPC/JEDEC J-STD-020 を 260°C のピーク温度で使用します。HDC2010 を半田付けする場合、無洗淨半田ペーストの使用は必須であり、また、汚染物質がセンサの精度に影響を及ぼす可能性があるため、組み立て中にペーストを水または溶剤の液に曝露しないようにする必要があります。リフロー後、通常、センサは、相対湿度からずれた値を出力しますが、標準的な屋内の周囲条件にセンサが曝露されると、時間の経過とともにそれが低減すると見込まれます。この条件は、室温で数日間、30～40% の RH (相対湿度) です。この再水和手順に従うと、リフロー後、ポリマーが正しく安定し、校正された RH (相対湿度) 精度に戻ることができます。

10.1.1.3 リワーク

テキサス・インスツルメンツでは、HDC2010 をリワークなしで単一の IR リフローに制限することを推奨していますが、以下のガイドラインを満たしている場合は、2 回目のリフローを行うことができます。

- 無洗淨半田ペーストを使用し、プロセスを水または溶剤などの液体に曝露しない。
- ピーク半田付け温度が 260°C を超えない。

10.1.1.4 高温と湿度への曝露

推奨動作条件範囲外の状態に長時間曝露すると、一時的に RH 出力がオフセットすることがあります。推奨湿度動作範囲は、0～60°C の範囲で 20～80% RH (相対湿度) (結露なし) です。これらの範囲を超えて長時間の動作を続けると、センサの測定値が変化し、復帰時間が遅くなることがあります。

10.1.1.5 ベーキング/再水和手順

極端な状況や、厳しい汚染物質に長期間曝露されると、センサ性能に影響を及ぼすことがあります。汚染物質により恒常的なオフセットが見られる場合、以下の手順の実施を推奨します。これにより、センサ性能に見られる誤差を回復または低減できることがあります。

1. ベーキング: 100°C、RH (相対湿度) 5% 未満で、5～10 時間
2. 再水和: 20°C～30°C、RH (相対湿度) 60%～75% で、6～12 時間

10.2 レイアウト例

デバイスの隣に実装する部品は、電源バイパス・コンデンサだけです。相対湿度は温度に依存するため、HDC2010 はバッテリー、ディスプレイ、マイクロコントローラなど、基板上にあるホット・スポットから遠ざけて配置してください。デバイスの周囲にスロットを使用すると、熱質量を低減して、環境変化への応答を迅速化できます。

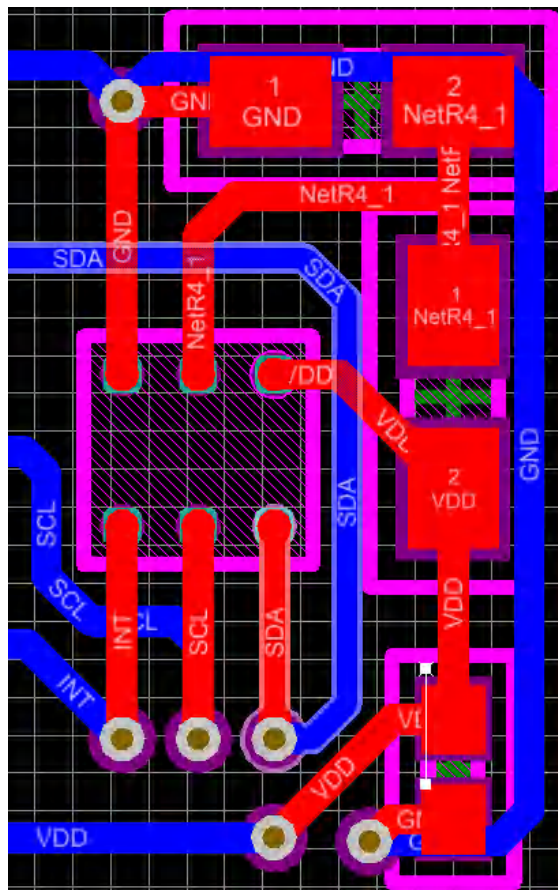


図 10-1. HDC2010 の PCB レイアウトの例

11 デバイスおよびドキュメントのサポート

11.1 ドキュメントのサポート

11.1.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス・インスツルメンツ、『[HDC2010EVM ユーザー・ガイド](#)』(SNAU214) (英語)
- テキサス・インスツルメンツ、『[HDC20xx シリコン・ユーザー・ガイド](#)』(SNAU250) (英語)
- テキサス・インスツルメンツ、『[湿度センサの配置とルーティングの最適化](#)』アプリケーション・レポート (SNAA297) (英語)

11.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[ti.com](#) のデバイス製品フォルダを開いてください。「更新の通知を受け取る」をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取れます。変更の詳細については、修正されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

11.3 サポート・リソース

[TI E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、該当する貢献者により、現状のまま提供されるものです。これらは TI の仕様を構成するものではなく、必ずしも TI の見解を反映したものではありません。TI の[使用条件](#)を参照してください。

11.4 商標

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

11.5 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい ESD 対策をとらないと、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

11.6 用語集

[TI 用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに対して提供されている最新のデータです。このデータは予告なく変更されることがあり、ドキュメントが改訂される場合もあります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead finish/ Ball material (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
HDC2010YPAR	ACTIVE	DSBGA	YPA	6	3000	RoHS & Green	SAC405 SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	L	Samples

(1) The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBsolete: TI has discontinued the production of the device.

(2) **RoHS:** TI defines "RoHS" to mean semiconductor products that are compliant with the current EU RoHS requirements for all 10 RoHS substances, including the requirement that RoHS substance do not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, "RoHS" products are suitable for use in specified lead-free processes. TI may reference these types of products as "Pb-Free".

RoHS Exempt: TI defines "RoHS Exempt" to mean products that contain lead but are compliant with EU RoHS pursuant to a specific EU RoHS exemption.

Green: TI defines "Green" to mean the content of Chlorine (Cl) and Bromine (Br) based flame retardants meet JS709B low halogen requirements of <=1000ppm threshold. Antimony trioxide based flame retardants must also meet the <=1000ppm threshold requirement.

(3) MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

(4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

(5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

(6) Lead finish/Ball material - Orderable Devices may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

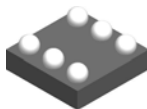
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
HDC2010YPAR	DSBGA	YPA	6	3000	178.0	8.4	1.57	1.57	0.76	4.0	8.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
HDC2010YPAR	DSBGA	YPA	6	3000	210.0	185.0	35.0

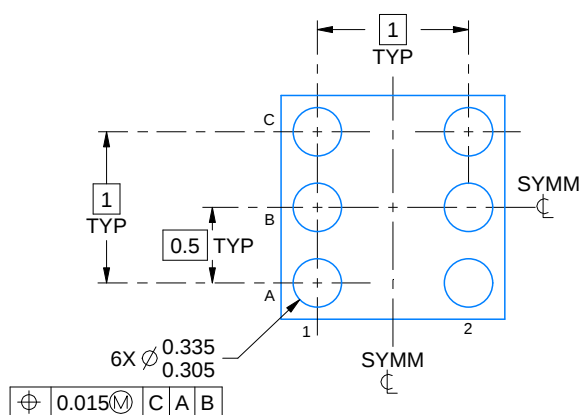
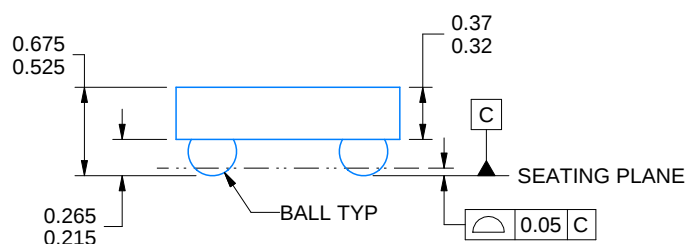
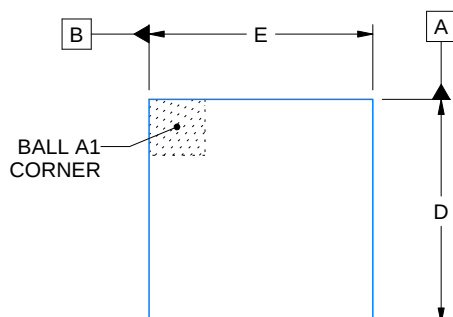


PACKAGE OUTLINE

YPA0006

DSBGA - 0.675 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



D: Max = 1.49 mm, Min = 1.43 mm

E: Max = 1.49 mm, Min = 1.43 mm

4223083/B 09/2020

NOTES:

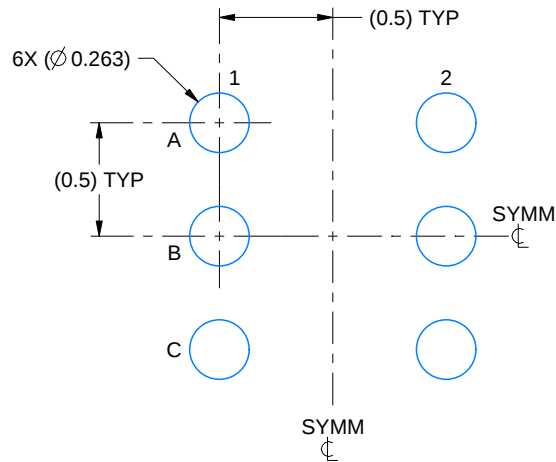
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

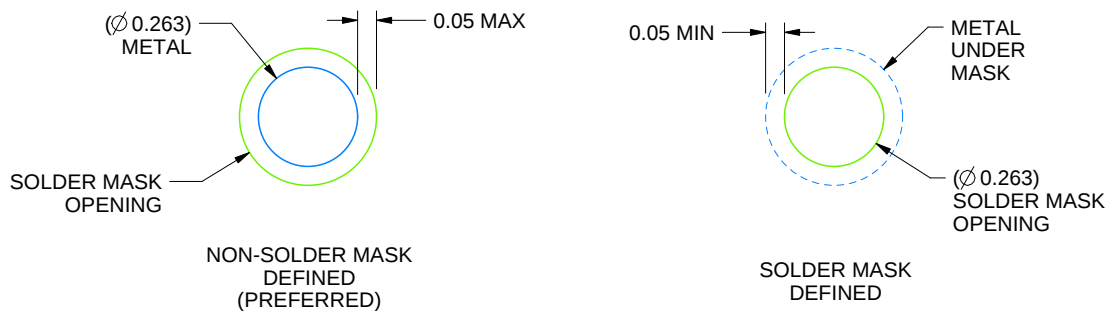
YPA0006

DSBGA - 0.675 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:30X



SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4223083/B 09/2020

NOTES: (continued)

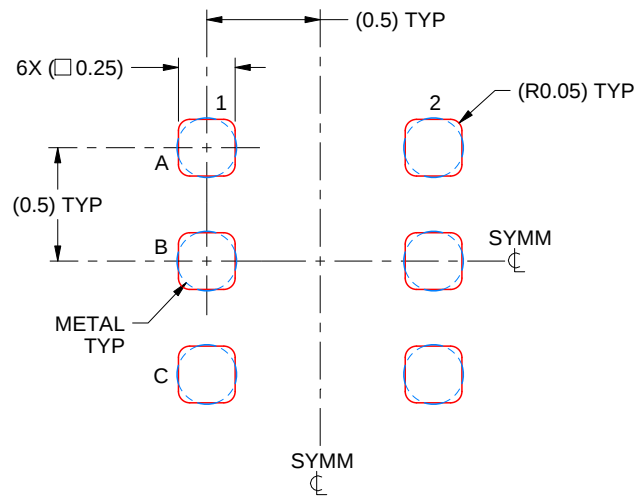
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints.
See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN

YPA0006

DSBGA - 0.675 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1mm THICK STENCIL
SCALE:30X

4223083/B 09/2020

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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、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](#)、または [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 © 2024, Texas Instruments Incorporated