

TMAG5253 EN ピン搭載、超小型パッケージ、低消費電力、リニア ホール効果センサ

1 特長

- 業界をリードする低消費電力
 - 電源電圧、 V_{CC} : 1.65V ~ 3.6V
 - シャットダウン電流: 20nA 未満 (25°C で 1.8V)
 - 動作電流: 2mA (25°C で 1.8V)
 - 平均電流: 100Hz のデューティ サイクルで 10 μ A 未満
- 個別のイネーブルピン
- 短いパワーオン時間
 - バイポーラ: 25 μ s 未満 (標準値)
 - ユニポーラ: 60 μ s 未満 (標準値)
- V_{CC} に比例するレシオメトリック アナログ出力
- シャットダウン モード時のハイ インピーダンス出力
- ± 1 mA 駆動の低ノイズ出力
- 2 つの感度極性オプション
 - TMAG5253Bx: バイポーラ デバイス オプション
 - TMAG5253Ux: ユニポーラ デバイス オプション
- バイポーラ磁気感度範囲オプション:
 - BA1: ± 20 mT 範囲
 - BA2: ± 40 mT 範囲
 - BA3: ± 80 mT 範囲
 - BA4: ± 160 mT 範囲
- ユニポーラ磁気感度範囲オプション:
 - UA2: 39mT の範囲
 - UA5: 52mT の範囲
- ネオジム磁石の温度ドリフトに対応する感度補償
- 超小型 X2SON 4 ピン パッケージ: 1.54mm²
- 広い動作温度範囲: -40°C ~ 125°C

2 アプリケーション

- ゲーム向けコントローラ / 周辺機器
- 磁気近接センサ
- 移動型ロボットのモーター制御
- コードレス電動工具
- ロボット掃除機
- ドローンのペイロード制御

3 説明

TMAG5253 は、低消費電力リニア ホール効果センサで、磁束密度に正比例して応答します。このデバイスにはイネーブルピンがあり、超低消費電力 (nA) シャットダウン モードに移行できます。TMAG5253 の特長は、低消費電力の位置センシング アプリケーション向けに設計された高速スタートアップ時間 (25 μ s および 60 μ s 未満) です。このデバイスは、スペースに制約のあるアプリケーション向けに、業界をリードする 1.54mm² の超小型フットプリントで供給されます。このデバイスは広い電源電圧範囲に対応しており、1.65V ~ 3.6V で動作できます。

パッケージの上面に垂直な磁束はデバイスによって検出され、TMAG5253 はバイポーラとユニポーラの 2 つの感度極性オプションで利用可能です。N 極と S 極はバイポーラ オプションで独自の電圧を生成し、ユニポーラ オプションは S 極または N 極のどちらかを感知できます。出力は印加される磁束密度に対して線形に変化し、バイポーラでは 4 種類、ユニポーラでは 1 種類の感度オプションにより、必要な検出レンジに応じて出力電圧の振れ幅を最大化できます。

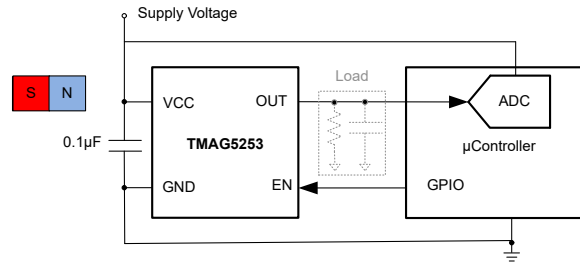
デバイスは、レシオメトリックアーキテクチャを使用し、外部の A/D コンバータ (ADC) が基準として同じ V_{CC} を使用しているとき、 V_{CC} の許容範囲から誤差を除去できます。さらに、このデバイスには磁石温度補償が搭載されており、-40°C ~ 125°C の広い温度範囲にわたって磁石感度のドリフトを補償します。また、シャットダウン モード時に出力を高インピーダンス状態にする機能も備えています。これにより、複数のデバイスを単一の ADC に接続できます。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ (2)
TMAG5253	DMR (X2SON, 4)	1.40mm × 1.10mm

- 利用可能なすべてのパッケージについては、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。
- パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。





代表的な回路図

目次

1 特長	1	7.5 パワーオン時間.....	17
2 アプリケーション	1	8 詳細説明	18
3 説明	1	8.1 概要.....	18
4 デバイスの比較	4	8.2 機能ブロック図.....	18
5 ピン構成および機能	4	8.3 機能説明.....	18
6 仕様	5	8.4 デバイスの機能モード.....	20
6.1 絶対最大定格.....	5	9 アプリケーションと実装	21
6.2 ESD 定格.....	5	9.1 使用上の注意.....	21
6.3 推奨動作条件.....	5	9.2 代表的なアプリケーション.....	24
6.4 熱に関する情報.....	5	9.3 設計のベストプラクティス.....	29
6.5 電気特性 (バイポーラ、TMAG5253BAx).....	6	9.4 電源に関する推奨事項.....	30
6.6 磁気特性 (バイポーラ、TMAG5253BAx).....	6	9.5 レイアウト.....	30
6.7 電気特性 (ユニポーラ、TMAG5253UAx).....	8	10 デバイスおよびドキュメントのサポート	31
6.8 磁気特性 (ユニポーラ、TMAG5253UAx).....	8	10.1 ドキュメントのサポート.....	31
6.9 代表的特性 (バイポーラ、TMAG5253BAx).....	10	10.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	31
6.10 代表的特性 (ユニポーラ、TMAG5253UAx).....	12	10.3 サポート・リソース.....	31
7 パラメータ測定情報	14	10.4 商標.....	31
7.1 感度の直線性.....	14	10.5 静電気放電に関する注意事項.....	31
7.2 レシオメトリックアーキテクチャ.....	15	10.6 用語集.....	31
7.3 感度温度補償.....	16	11 改訂履歴	31
7.4 静止電圧の温度ドリフト.....	17	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報	32

4 デバイスの比較

表 4-1. デバイスの比較

注文可能製品	磁気応答 タイプ	最小線形磁気検知範囲 (mT)	標準的な感度温度係数 (%/°C)
TMAG5253BA1	バイポーラ (TMAG5253BAx)	±20	0.12
TMAG5253BA2		±40	0.12
TMAG5253BA3		±80	0.12
TMAG5253BA4		±160	0.12
TMAG5253UA1	ユニポーラ (TMAG5253UAx)	+20	0.12
TMAG5253UA2		+39	0.12
TMAG5253UA3		+80	0.12
TMAG5253UA4		+160	0.12
TMAG5253UA5		+52	0.12

5 ピン構成および機能

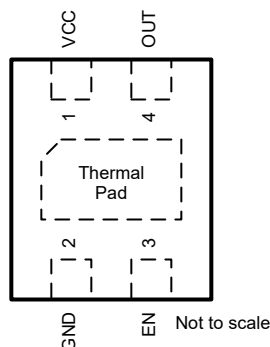


図 5-1. DMR パッケージ 4 ピン X2SON 上面図

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ ⁽¹⁾	説明
名称	X2SON		
V _{CC}	1	P	電源。このピンとグランドとの間に 0.1μF 以上の値のセラミック コンデンサを接続することを推奨します。
GND	2	G	グランド
EN	3	I	Enable ピン
OUT	4	O	アナログ出力
サーマルパッド	5	NC	接続なし。このピンはフローティングのままにするか、グランドに接続します。このピンは、機械的支持のために基板に半田付けする必要があります。

(1) I = 入力、O = 出力、I/O = 入力および出力、G = グランド、P = 電源、NC = 未接続

6 仕様

6.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
電源電圧	V _{CC}	-0.3	5.5	V
出力電圧	OUT	-0.3	V _{CC} + 0.3	V
磁束密度、B _{MAX}		制限なし		T
動作時の接合部温度、T _J		-40	125	°C
保管温度、T _{stg}		-65	150	°C

- (1) 「絶対最大定格」外での操作は、デバイスに恒久的な損傷を引き起こす可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを暗に示すものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。

6.2 ESD 定格

		値	単位
V _(ESD)	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 ⁽¹⁾	±2000
		デバイス帯電モデル (CDM)、JEDEC 仕様 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 準拠 ⁽²⁾	±750

- (1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理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 管理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

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	最大値	単位
V _{CC}	電源電圧	1.65	3.6	V
C _{Load}	OUT ピンの負荷容量		1	nF
I _O	出力連続電流	-1	1	mA
T _A	動作時周囲温度 ⁽¹⁾	-40	125	°C

- (1) 消費電力および温度の制限に従う必要があります。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TMAG5253	単位
		DMR(X2SON)	
		4ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	157.1	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	110.9	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	105	°C/W
Y _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	2.4	°C/W
Y _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	101.9	°C/W
R _{θJC(bot)}	接合部から基板 (底面) への熱抵抗	85.7	°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 ノートを参照してください。
[spra953](#)

6.5 電気特性 (バイポーラ、TMAG5253BAx)

 $V_{CC} = 1.65V \sim 3.6V$ 、自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件 ⁽¹⁾		最小値	標準値	最大値	単位
I_{CC_ACTIVE}	動作電源電流	$V_{CC} = 1.8V$	BAx、EN > V_{IH}		2	3.3	mA
		$V_{CC} = 3.3V$			2.6	5	
I_{CC_SHDN}	シャットダウン電流	$V_{CC} = 3.3V$	BAx、EN < V_{IL}		8		nA
t_{ON}	パワーオン時間 ⁽²⁾	$V_{CC} > V_{CC(min)}$ 、BAx			20	45	μs
V_{CCramp}	V_{CC} ランプレート	$T_A = 25^\circ C$		0.001		1	V/ μs
V_{IH}	EN ピンの入力 High 電圧			$0.65 \times V_{CC}$			V
V_{IL}	EN ピンの入力 Low 電圧			$0.35 \times V_{CC}$			V
V_{hys}	EN ピンの入力ヒステリシス電圧			$0.1 \times V_{CC}$			V
f_{BW}	センシング帯域幅 (-3dB)	$R_{Load} = 100K\Omega$ 、 $C_{Load} = 10pF$			15		kHz
R_{OUT}	DC 出力抵抗	EN > V_{IH}			1.27		Ω
		EN < V_{IL}			9		M Ω

(1) B は印加された磁束密度です。

(2) 詳細については、「[パワーオン時間](#)」セクションを参照してください

6.6 磁気特性 (バイポーラ、TMAG5253BAx)

 $V_{CC} = 1.65V \sim 3.6V$ 、自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件 ⁽¹⁾		最小値	標準値	最大値	単位
V_Q	静止電圧 (バイポーラ、BAx)	$V_{CC} = 3.3V$ 、 $B = 0mT$ 、 $T_A = 25^\circ C$	バイポーラ、BA1	1.585	1.65	1.715	V
			バイポーラ、BA2	1.61	1.65	1.69	
			バイポーラ、BA3	1.61	1.65	1.69	
			バイポーラ、BA4	1.61	1.65	1.69	
		$V_{CC} = 1.8V$ 、 $B = 0mT$ 、 $T_A = 25^\circ C$	バイポーラ、BA1	0.845	0.9	0.945	
			バイポーラ、BA2	0.850	0.9	0.940	
			バイポーラ、BA3	0.850	0.9	0.940	
			バイポーラ、BA4	0.870	0.9	0.930	
$V_{Q\Delta T}$	静止電圧の温度ドリフト	$V_{CC} = 3.3V$ 、 $B = 0mT$	$T_A = 0^\circ C \sim 85^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 バイポーラ、BAx	-30		30	mV
			$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 バイポーラ、BAx	-50		50	
		$V_{CC} = 1.8V$ 、 $B = 0mT$	$T_A = 0^\circ C \sim 85^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 バイポーラ、BAx	-25		25	
			$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 バイポーラ、BAx	-35		35	
V_{QRE}	静止電圧のレシオメトリック誤差 ⁽²⁾	バイポーラ、BAx			± 0.2		%
		$V_{Q\Delta L}$	静止電圧の寿命ドリフト	1000 時間の高温動作ストレス $V_{CC} = 3.3V$		10	

V_{CC} = 1.65V ~ 3.6V、自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件 ⁽¹⁾		最小値	標準値	最大値	単位
S	感度 (バイポーラ、BAx)	V _{CC} = 3.3V T _A = 25°C	バイポーラ、BA1	51	60	69	mV/mT
			バイポーラ、BA2	25.5	30	34.5	
			バイポーラ、BA3	12.75	15	17.25	
			バイポーラ、BA4	6.37	7.5	8.62	
		V _{CC} = 1.8V T _A = 25°C	バイポーラ、BA1	25.5	30	34.5	
			バイポーラ、BA2	13.6	16	18.4	
			バイポーラ、BA3	6.9	8.12	9.33	
			バイポーラ、BA4	3	3.5	4.0	
B _L	リニア磁気検出範囲 ^{(3) (4)}	V _{CC} = 3.3V	バイポーラ、BA1	±20		mT	
			バイポーラ、BA2	±40			
			バイポーラ、BA3	±80			
			バイポーラ、BA4	±160			
		V _{CC} = 1.8V	バイポーラ、BA1	±20			
			バイポーラ、BA2	±40			
			バイポーラ、BA3	±80			
			バイポーラ、BA4	±160			
V _L	出力電圧のリニア範囲 ⁽⁴⁾	バイポーラ、BAx		0.2	V _{CC} - 0.2	V	
S _{TC}	感度の温度係数 ⁽⁵⁾	バイポーラ、BAx	T _A = -40°C ~ 125°C 対 25°C	0.04	0.12	0.2	%/°C
S _{LE}	感度の直線性誤差 ⁽⁴⁾	V _{OUT} は V _L 以内		±0.1		±0.55	%
S _{SE}	感度の対称性誤差 ⁽⁴⁾	V _{OUT} は V _L 以内		±0.1			%
S _{RE}	感度のレシオメトリック誤差 ⁽²⁾	T _A = 25°C	V _{CC} = 3V ~ 3.6V、 V _{CC} = 3.3V を基準	-3		3	%
			V _{CC} = 1.65V ~ 1.9V、 V _{CC} = 1.8V を基準	-2		2	
S _{ΔL}	感度の寿命ドリフト	1000 時間の高温動作ストレス		0.5			%
B _{ND}	入力換算 RMS ノイズ密度	V _{CC} = 3.3V	C _{Load} = 100pF	220		nT/√Hz	
		V _{CC} = 1.8V		400			
B _N	入力換算ピークツーピークノイズ	V _{CC} = 3.3V	B _{ND} × 6.6 × √f _{BW} C _{Load} = 100pF	0.17		mT _{PP}	
		V _{CC} = 1.8V		0.35			
V _N	出力換算ピークツーピークノイズ	B _N × S V _{CC} = 3.3V BW = 15kHz	バイポーラ、BA1	9.2		mV _{PP}	
			バイポーラ、BA2	4.6			
			バイポーラ、BA3	2.3			
			バイポーラ、BA4	1.2			

- (1) B は印加された磁束密度です。
 (2) 「[レシオメトリックアーキテクチャ](#)」セクションを参照してください。
 (3) B_L は、最大 V_Q および感度許容誤差を考慮した、25°C での最小線形センシング範囲を表します。
 (4) 「[感度直線性](#)」セクションを参照してください。
 (5) S_{TC} は、デバイスが温度に応じて感度を向上させる速度を表します。詳細については、「[セクション 7.3](#)」セクションを参照してください。

6.7 電気特性 (ユニポーラ、TMAG5253UAX)

$V_{CC} = 1.65V \sim 3.6V$ 、自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。すべての仕様 (代表値) は、 $T_A = 25^\circ C$ および $V_{CC} = 3.3V$ です (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件 ⁽¹⁾		最小値	標準値	最大値	単位
I_{CC_ACTIVE}	動作電源電流	$V_{CC} = 1.8V$ $EN = V_{CC}$	ユニポーラ、UA2		2.1	3.3	mA
			ユニポーラ、UA5		1.9	3.3	
		$V_{CC} = 3.3V$ $EN = V_{CC}$	ユニポーラ、UA2		2.6	4	
			ユニポーラ、UA5		2.4	4	
I_{CC_SHDN}	シャットダウン電流	$EN = GND$	$V_{CC} = 1.8V$ および $3.3V$		8		nA
t_{ON}	パワーオン時間 ⁽²⁾	$V_{CC} > V_{CC(min)}$			55	130	μs
V_{CCramp}	V_{CC} ランプレート	$T_A = 25^\circ C$		0.001		1	V/ μs
V_{IH}	EN ピンの入力 High 電圧			$0.65 \times V_{CC}$			V
V_{IL}	EN ピンの入力 Low 電圧					$0.35 \times V_{CC}$	V
V_{hys}	EN ピンの入力ヒステリシス電圧			ユニポーラ、UA2	$0.09 \times V_{CC}$		V
				ユニポーラ、UA5	$0.1 \times V_{CC}$		
f_{BW}	センシング帯域幅 (-3dB)	$R_{Load} = 100K\Omega$, $C_{Load} = 10pF$			15		KHz
R_{OUT}	DC 出力抵抗	$EN > V_{IH}$			1.27		Ω
		$EN < V_{IL}$			9		M Ω

(1) B は印加された磁束密度です。

(2) 詳細については、「[パワーオン時間](#)」セクションを参照してください。

6.8 磁気特性 (ユニポーラ、TMAG5253UAX)

$V_{CC} = 1.65V \sim 3.6V$ 、自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。すべての仕様 (代表値) は、 $T_A = 25^\circ C$ および $V_{CC} = 3.3V$ です (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件 ⁽¹⁾		最小値	標準値	最大値	単位
V_Q	静止電圧	$V_{CC} = 3.3V$ 、 $B = 0mT$ 、 $T_A = 25^\circ C$	ユニポーラ、UA2	0.11	0.2	0.32	V
			ユニポーラ、UA5	0.11	0.2	0.32	
		$V_{CC} = 1.8V$ 、 $B = 0mT$ 、 $T_A = 25^\circ C$	ユニポーラ、UA2	0.12	0.2	0.29	
			ユニポーラ、UA5	0.14	0.2	0.29	
$V_{Q\Delta T}$	静止電圧の温度ドリフト	$V_{CC} = 3.3V$ 、 $B = 0mT$	$T_A = 0^\circ C \sim 85^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 ユニポーラ、UA2	-50		50	mV
			$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 ユニポーラ、UA2 および UA5	-78		78	
		$V_{CC} = 1.8V$ 、 $B = 0mT$	$T_A = 0^\circ C \sim 85^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 ユニポーラ、UA2	-30		30	
			$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$ 対 $25^\circ C$ 、 ユニポーラ、UA2 および UA5	-78		78	
$V_{Q\Delta L}$	静止電圧の寿命ドリフト	1000 時間の高温動作ストレス $V_{CC} = 3.3V$			10		mV
S	感度	$V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$	ユニポーラ、UA2	62	73	84	mV/mT
			ユニポーラ、UA5	40.8	48	55.2	
		$V_{CC} = 1.8V$ 、 $T_A = 25^\circ C$	ユニポーラ、UA2	29	35	41	
			ユニポーラ、UA5	21.0	24.7	28.4	

$V_{CC} = 1.65V \sim 3.6V$ 、自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。すべての仕様 (代表値) は、 $T_A = 25^\circ C$ および $V_{CC} = 3.3V$ です (特に記述のない限り)。

パラメータ		テスト条件 ⁽¹⁾		最小値	標準値	最大値	単位
B_L	リニア磁気検出範囲 ^{(2) (3)}	$V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$	ユニポーラ、UA2	39			mT
			ユニポーラ、UA5	52			
		$V_{CC} = 1.8V$ 、 $T_A = 25^\circ C$	ユニポーラ、UA2	39			
			ユニポーラ、UA5	52			
V_L	出力電圧のリニア範囲 ⁽³⁾	ユニポーラ、UAx		V_Q	$V_{CC} - 0.2$	V	
S_{TC}	感度の温度係数 ⁽⁴⁾	ユニポーラ、UAx	$T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$ 対 $25^\circ C$	0.04	0.12	0.2	%/ $^\circ C$
S_{LE}	感度の直線性誤差 ⁽³⁾	V_{OUT} は V_L 以内			± 0.1	± 0.55	%
S_{RE}	感度のレシオメトリック誤差 ⁽⁵⁾	$T_A = 25^\circ C$	$V_{CC} = 3V \sim 3.6V$ 、 $V_{CC} = 3.3V$ を基準	-3		3	%
			$V_{CC} = 1.65V \sim 1.9V$ 、 $V_{CC} = 1.8V$ を基準	-2		2	
$S_{\Delta L}$	感度の寿命ドリフト	1000 時間の高温動作ストレス			0.5		%
B_{ND}	入力換算 RMS ノイズ密度	$V_{CC} = 3.3V$ $C_{Load} = 100pF$	ユニポーラ、UA2		150		nT/ \sqrt{Hz}
			ユニポーラ、UA5		220		
		$V_{CC} = 1.8V$ $C_{Load} = 100pF$	ユニポーラ、UA2		320		
			ユニポーラ、UA5		400		
B_N	入力換算ピーク ツー ピーク ノイズ	$V_{CC} = 3.3V$ $C_{Load} = 100pF$ $BW = 15kHz$ $B_{ND} \times 6.6 \times \sqrt{f_{BW}}$	ユニポーラ、UA2		0.12		mT _{PP}
			ユニポーラ、UA5		0.17		
		$V_{CC} = 1.8V$ $C_{Load} = 100pF$ $BW = 15kHz$ $B_{ND} \times 6.6 \times \sqrt{f_{BW}}$	ユニポーラ、UA2		0.26		
			ユニポーラ、UA5		0.35		
V_N	出力換算ピーク ツー ピーク ノイズ	$V_{CC} = 3.3V$ $B_N \times S$	ユニポーラ、UA2		8.5		mV _{PP}
			ユニポーラ、UA5		9		
		$V_{CC} = 1.8V$ $B_N \times S$	ユニポーラ、UA2		9		

- (1) B は印加された磁束密度です。
- (2) B_L は、最大 V_Q および感度許容誤差を考慮した、 $25^\circ C$ での最小線形センシング範囲を表します。
- (3) 「感度直線性」セクションを参照してください。
- (4) S_{TC} は、デバイスが温度に応じて感度を向上させる速度を表します。詳細については、「セクション 7.3」セクションを参照してください。
- (5) 「レシオメトリック アーキテクチャ」セクションを参照してください。

6.9 代表的特性 (バイポーラ、TMAG5253BAx)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ (特に記述のない限り)

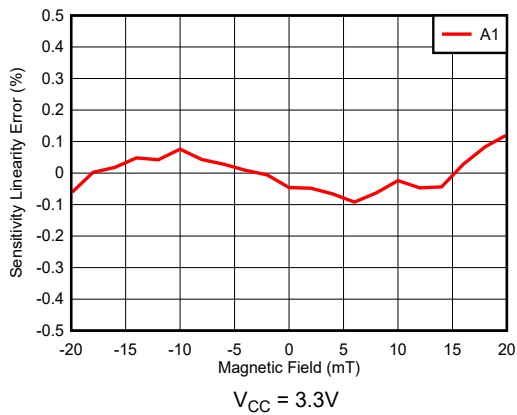


図 6-1. TMAG5253BA1 感度直線性誤差と磁界との関係

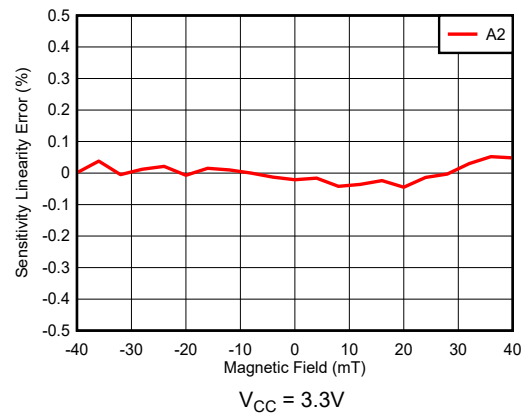


図 6-2. TMAG5253BA2 感度直線性誤差と磁界との関係

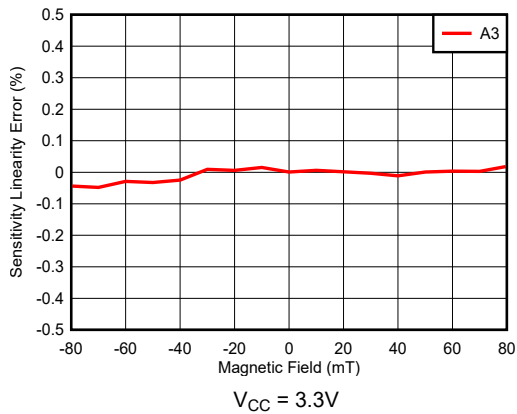


図 6-3. TMAG5253BA3 感度直線性誤差と磁界との関係

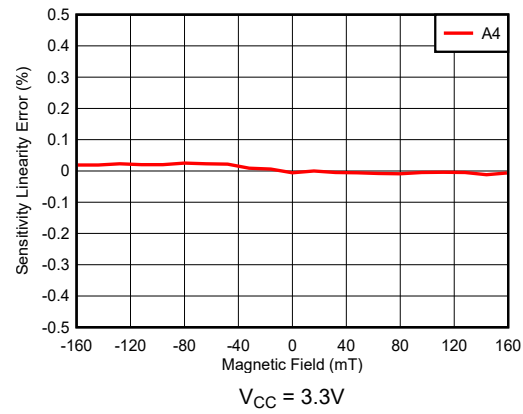


図 6-4. TMAG5253BA4 感度直線性誤差と磁界との関係

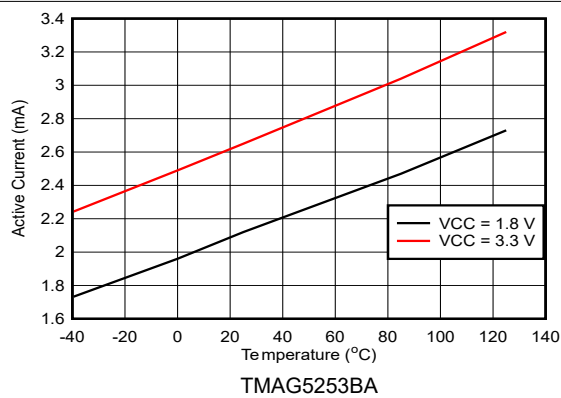


図 6-5. TMAG5253BA アクティブ電流と温度との関係

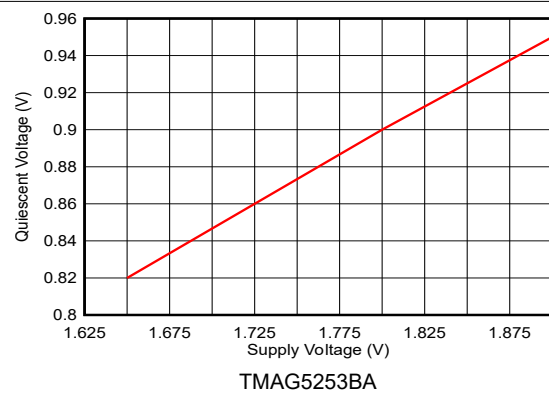


図 6-6. TMAG5253BA 静止電圧と電源電圧との関係

6.9 代表的特性 (バイポーラ、TMAG5253BAx) (続き)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ (特に記述のない限り)

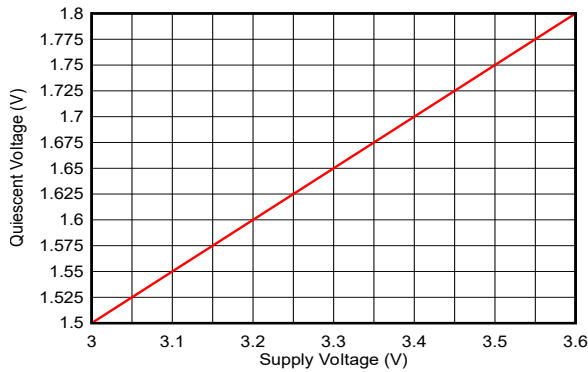


図 6-7. TMAG5253BA 静止電圧と電源電圧との関係

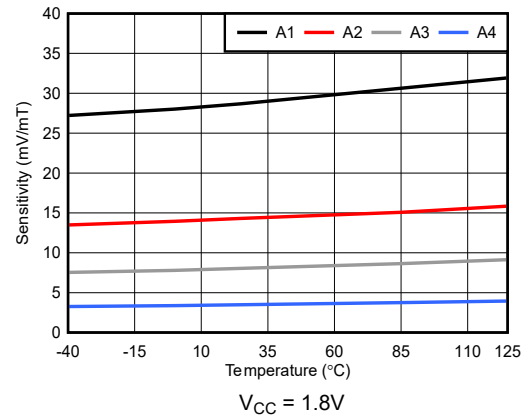


図 6-8. TMAG5253BA 感度と温度との関係
 $V_{CC} = 1.8\text{V}$

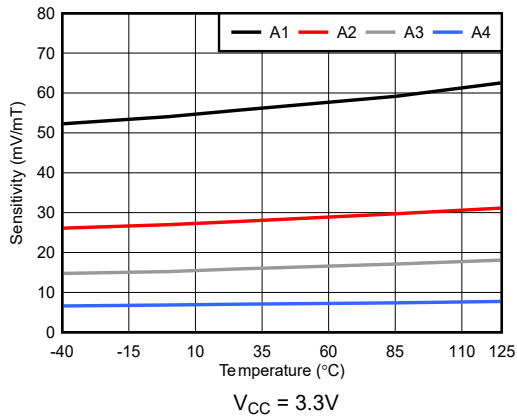


図 6-9. TMAG5253BA 感度と温度との関係
 $V_{CC} = 3.3\text{V}$

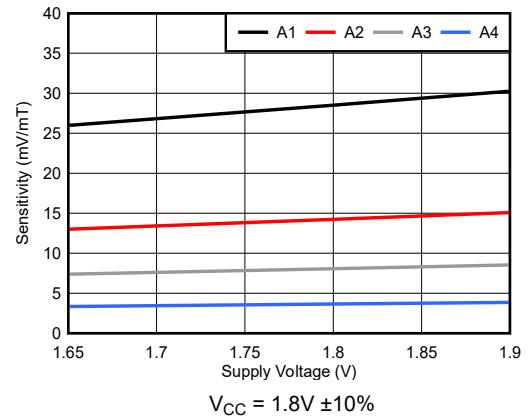


図 6-10. TMAG5253BA 感度と電源電圧との関係
 $V_{CC} = 1.8\text{V} \pm 10\%$

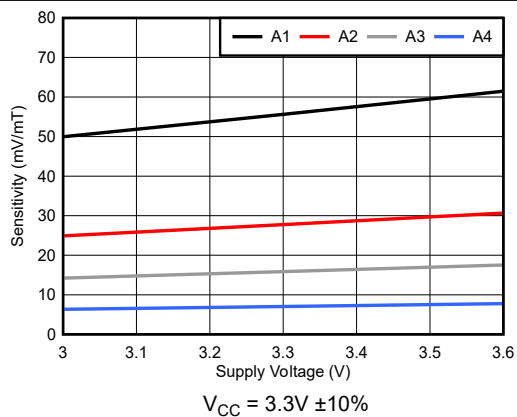


図 6-11. TMAG5253BA 感度と電源電圧との関係
 $V_{CC} = 3.3\text{V} \pm 10\%$

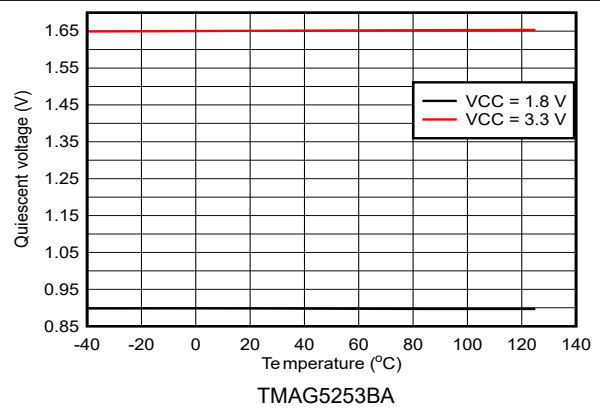


図 6-12. TMAG5253BA 静止電圧と温度との関係

6.10 代表的特性 (ユニポーラ、TMAG5253UAx)

特に記述のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$

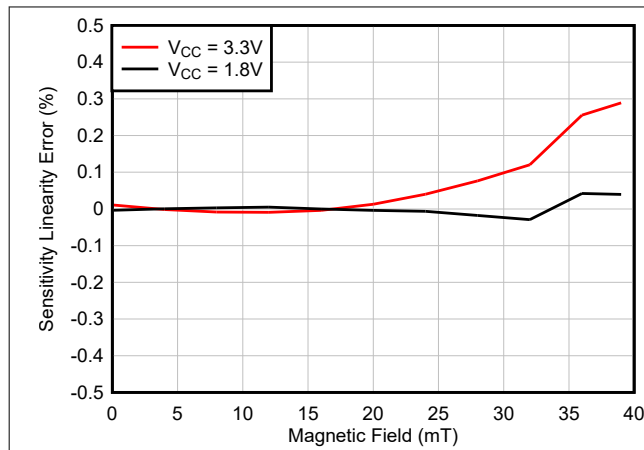


図 6-13. TMAG5253UA2 感度直線性誤差と磁界との関係

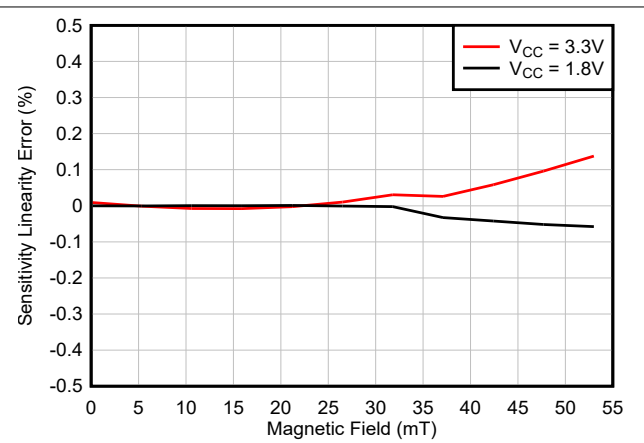


図 6-14. TMAG5253UA5 感度直線性誤差と磁界との関係

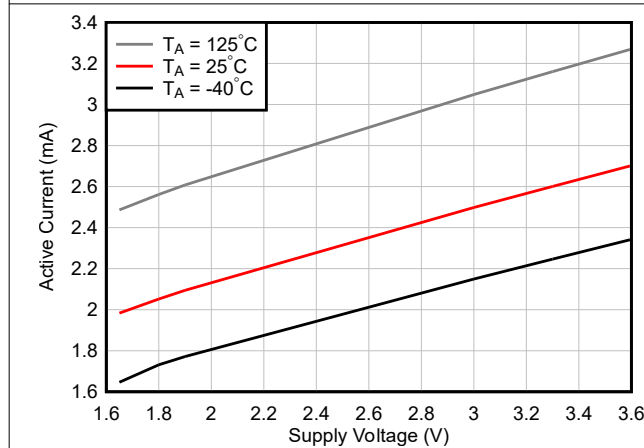


図 6-15. TMAG5253UA2 電源電流と電源電圧との関係

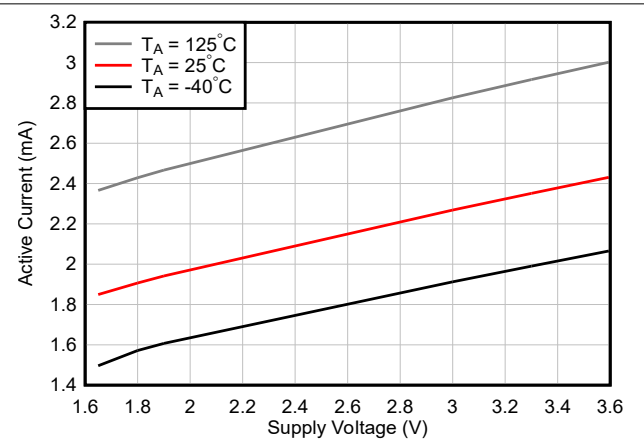


図 6-16. TMAG5253UA5 電源電流と電源電圧との関係

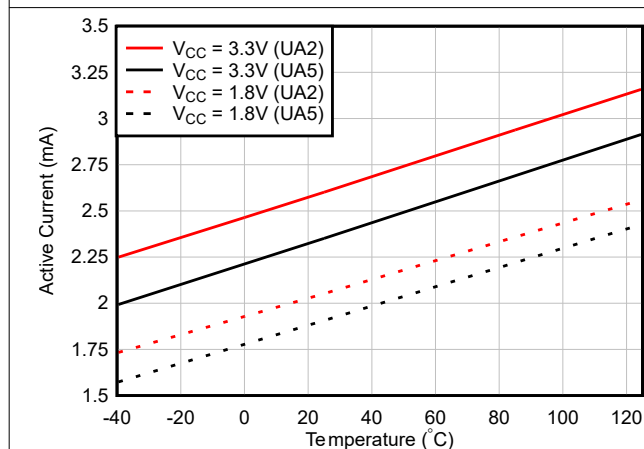


図 6-17. 電源電流と温度との関係

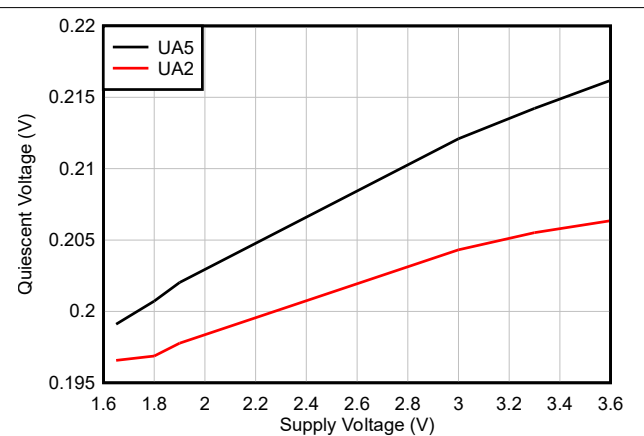


図 6-18. 静止電圧と電源電圧との関係

6.10 代表的特性 (ユニポーラ、TMAG5253UAx) (続き)

特に記述のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$

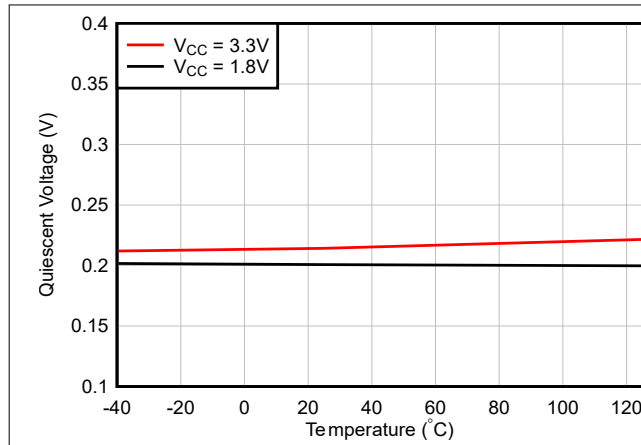


図 6-19. TMAG5253UA 静止電圧と温度との関係

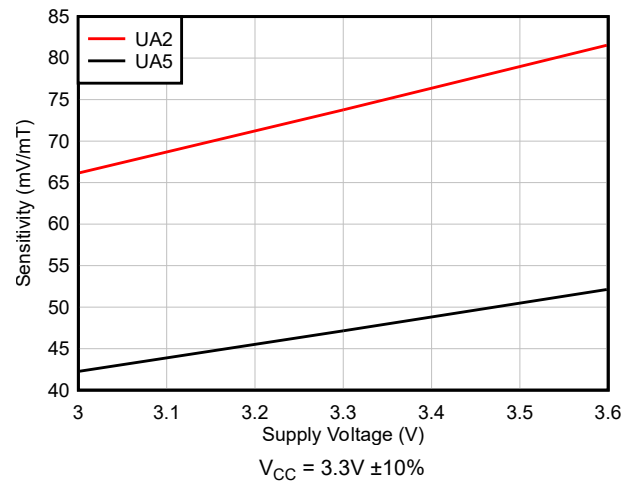


図 6-20. 感度と電源電圧との関係

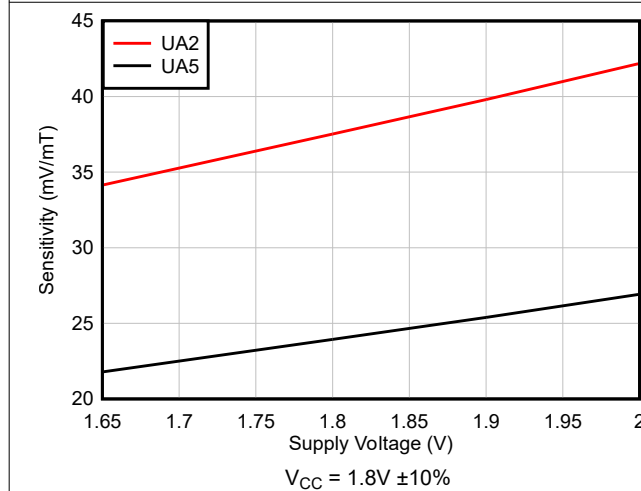


図 6-21. 感度と電源電圧との関係

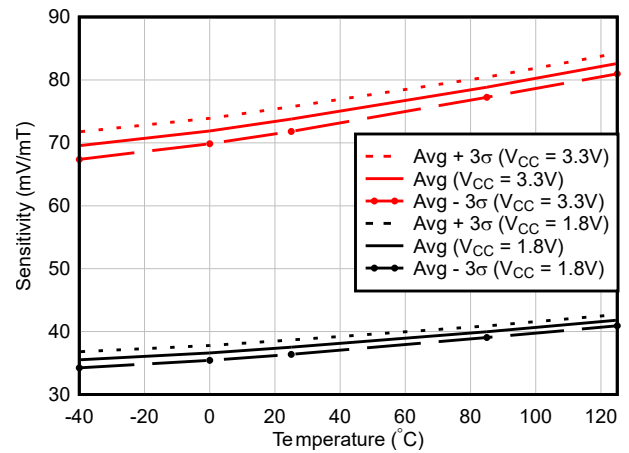


図 6-22. TMAG5253UA2 感度と温度との関係

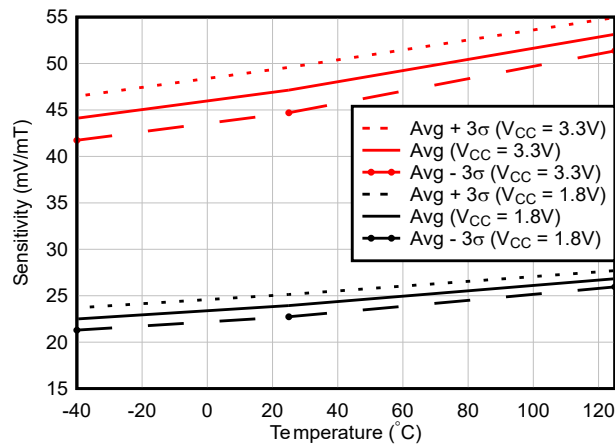


図 6-23. TMAG5253UA5 感度と温度との関係

7 パラメータ測定情報

7.1 感度の直線性

出力電圧が規定された V_L 範囲内にあるとき、このデバイスは線形応答を生成します。この範囲外では、感度は低下し、非線形になります。図 7-1 および図 7-2 は南極または北極のいずれか一方の磁極に感応するユニポーラ磁気応答バージョンも用意されています。

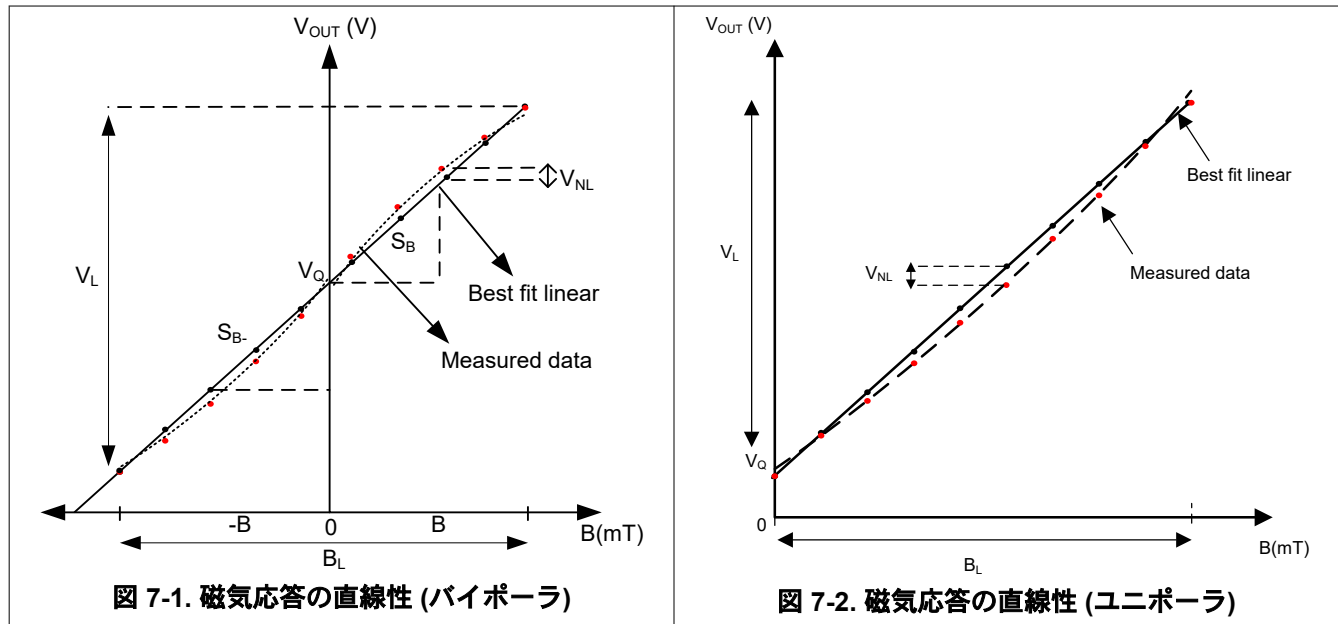


図 7-1. 磁気応答の直線性 (バイポーラ)

図 7-2. 磁気応答の直線性 (ユニポーラ)

式 1 は、パラメータ B_L を 25°C での最小線形検出範囲で計算します。この値は、最大静止電圧と感度公差を考慮しています。

$$B_{L(\text{MIN})} = \frac{V_{L(\text{MAX})} - V_{Q(\text{MAX})}}{S_{(\text{MAX})}} \quad (1)$$

非線形性は、出力電圧が入力電流と線形の関係からどれだけ離れているかを示します。非直線性電圧は、図 7-1 および図 7-2 に示すように、パラメータに基づいて、ベストフィットラインからの最大電圧偏差です (式 2 を参照)。

$$V_{NL} = V_{OUT} - (B_{IN} \times S_{FIT} + V_Q) \quad (2)$$

ここで、

- V_{OUT} は、ベストフィットからの偏差が最大になる出力電圧
- B_{IN} は、ベストフィットからの偏差が最大になる磁束密度
- S_{FIT} は、デバイスのベストフィットの感度
- V_Q はゼロ磁界での静止電圧 (バイポーラの場合は $V_{CC}/2$ 、ユニポーラの場合は $0.2V$)

パラメータ S_{LE} (感度の直線性誤差) は、式 3 に示すように、フルスケールの直線性出力範囲 (V_{FS}) に対するパーセンテージとして指定された非直線性電圧 V_{NL} です。

$$S_{LE} = \left(\frac{V_{NL}}{V_{FS}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

パラメータ S_{SE} は、出力電圧が V_L 範囲内にあるときの、任意の正の B 値 S_B と、同じ振幅の負の B 値 S_{-B} 間の感度の差として、対称性誤差を定義します。この誤差はバイポーラ デバイス オプションにのみ適用されます。対称誤差を計算するには、式 4 を使用します。

$$S_{SE} = \left(\frac{S_B - S_{-B}}{0.5 \times (S_B + S_{-B})} \right) \times 100\% \quad (4)$$

ここで、

- S_B は、正の磁界 B での感度を表します
- S_{-B} は、負の磁界 B での感度を表します

7.2 レシオメトリック アーキテクチャ

TMAG5253 は、電源電圧に応じて静止電圧と感度を直線的にスケールリングするレシオメトリック アナログ アーキテクチャを備えています。例えば、 $V_{CC} = 3.3V$ と比較すると、 $V_{CC} = 3.465V$ の場合、静止電圧および感度は 5% 高くなります。このレシオメトリック動作により、ADC が基準電圧として V_{CC} を使用している場合、電源電圧の許容誤差に関係なく、外部 ADC で一貫した値をデジタル化できます。

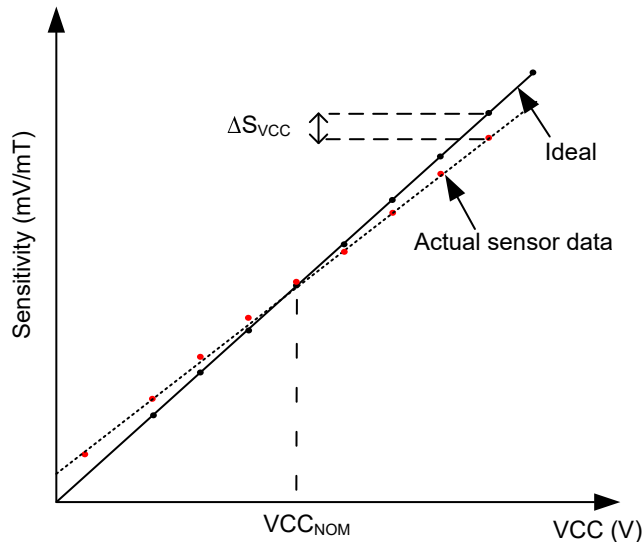


図 7-3. 感度のレシオメトリック誤差

式 5 を使用して、感度レシオメトリック誤差を計算します：

$$S_{RE} = \left(1 - \frac{S_{VCC}/S_{VCC,NOM}}{V_{VCC}/V_{VCC,NOM}} \right) \times 100\% \quad (5)$$

ここで、

- $S_{(VCC)}$ は、電圧 V_{CC} における感度です
- $S_{(NOM)}$ は、公称 V_{CC} 電圧における感度です
- V_{VCC} は、電圧 V_{CC} です
- $V_{VCC,NOM}$ は、1.8V または 3.3V の公称 V_{CC} 電圧です

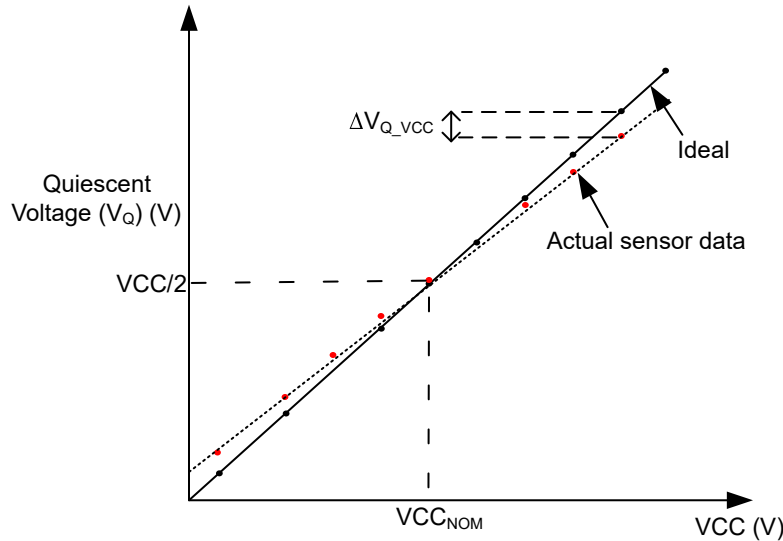


図 7-4. 静止のレシオメトリック誤差

TMAG5253 は、バイポーラ デバイス オプションの静止電圧用のレシオメトリック アーキテクチャを備えています。バイポーラ デバイス オプションの場合、0mT での静止電圧は通常、電源電圧 V_{CC} の半分です。式 6 を使用して、静止電圧のレシオメトリック誤差を計算します：

$$Q_{RE} = \left(1 - \frac{V_Q(V_{CC})/V_Q(NOM)}{V_{CC}/V_{CC,NOM}} \right) \times 100\% \quad (6)$$

ここで、

- $V_Q(V_{CC})$ は、電圧 V_{CC} における静止電圧です
- $V_Q(NOM)$ は、公称 V_{CC} 電圧における静止電圧です
- V_{CC} は、電圧 V_{CC} 電圧です
- $V_{CC,NOM}$ は、1.8V または 3.3V の公称 V_{CC} 電圧です

7.3 感度温度補償

一般的に、温度が上昇すると、磁石の磁場は弱くなります。種類の磁石によって、感度温度係数は異なります。TMAG5253 は、パラメータ S_{TC} で定義されているように、温度に対して感度を上げることで補償します。式 7 と式 8 を使用して、固定電源電圧での感度を計算します。

$$\text{Sensitivity} = \text{Sensitivity}_{25^\circ\text{C}} \times (1 + S_{TC} \times (T_A - 25^\circ\text{C})) \quad (7)$$

$$S_{TC} = \frac{100}{\text{Gain at } 25^\circ\text{C}} \times \frac{\text{Gain at Temp} - \text{Gain at } 25^\circ\text{C}}{\text{Temp} - 25} \quad (8)$$

ここで、

- 感度 (25°C) は、極性 (ユニポーラ/バイポーラ)、バイポーラの場合は 4 種類のデバイス オプション (1、2、3、4)、ユニポーラの場合は 1 つのデバイス オプション (5) によって異なります
- S_{TC} は感度の温度係数です
- T_A は周囲温度

7.4 静止電圧の温度ドリフト

静止電圧の温度ドリフトは、「磁気特性」セクションで定義されます。これは、次の式で計算できます。

$$V_{Q\Delta T} = V_{Q(V_{CC})} \text{ at } 25^{\circ}\text{C} - V_{Q(V_{CC})} \text{ at Temp} \quad (9)$$

ここで、

- $V_{Q(V_{CC})}$ は、電流 V_{CC} 電圧における静止電圧です

7.5 パワーオン時間

V_{CC} 電圧を印加した後、出力が最終値に落ち着くまで、TMAG5253 には短い初期化時間が必要です。パラメータ T_{ON} は、一定の磁界と、OUT からグランドまでの標準負荷 100pF において、 V_{CC} が $V_{CC(MIN)}$ と交差してから、OUT が最終値の 5% 以内になるまでの時間を表します。図 7-5 に、このタイミング図を示します。

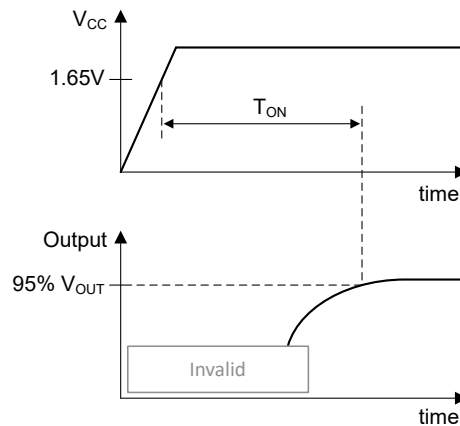


図 7-5. V_{CC} ランプの T_{ON}

また、 T_{ON} は、一定の磁界と、OUT からグランドまでの標準負荷 100pF において、EN ピンが V_{IH} を超えてから、OUT が最終値の 5% 以内になるまでの時間を表します。図 7-6 に、このタイミング図を示します。

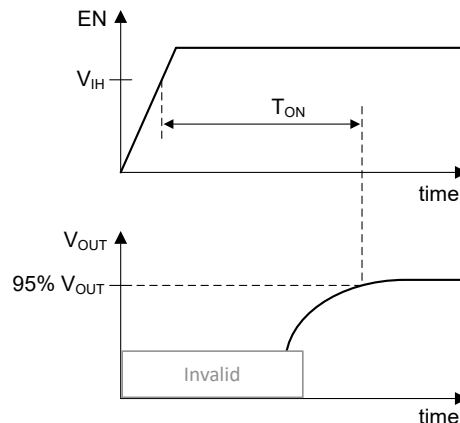


図 7-6. EN ピン使用時の T_{ON}

8 詳細説明

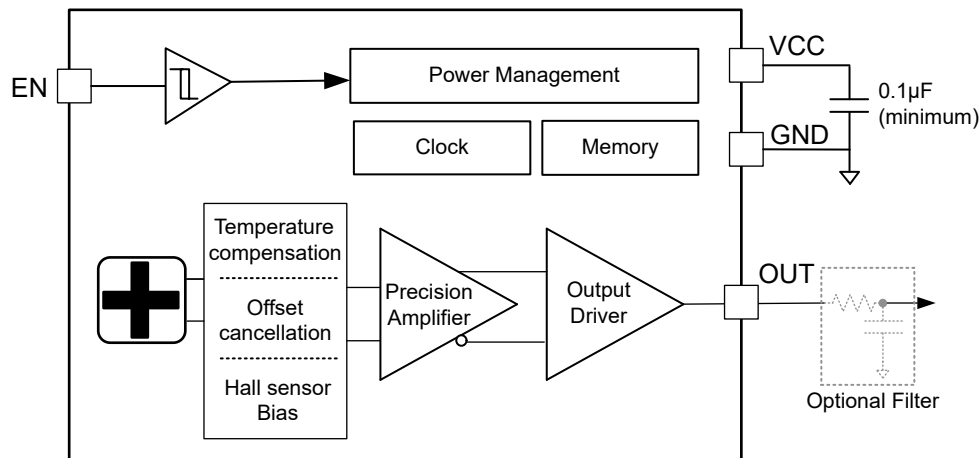
8.1 概要

TMAG5253 は、シグナル コンディショニング、温度補償回路、機械的ストレス キャンセレーション、出力ドライバを完全に統合した 4 ピン、低消費電力リニア ホール効果センサです。このデバイスは広い電源電圧範囲に対応しており、1.8V または 3.3V 電源で動作し、磁束密度を測定して、 V_{CC} を基準とする比例アナログ電圧を出力できます。このデバイスにはイネーブルピンもあり、必要なときにデバイスを超低消費電力 (nA) モードに移行させるために使用できます。

このデバイスは、N 極と S 極の両方に敏感なバイポーラ磁気応答バージョンで供給されます。さらに、このデバイスには、南極または北極のいずれか一方の磁極に感応するユニポーラ磁気応答バージョンも用意されています。TMAG5253 は、バイポーラバージョンで 4 種類の感度バージョン ($\pm 20\text{mT}$ 、 $\pm 40\text{mT}$ 、 $\pm 80\text{mT}$ 、 $\pm 160\text{mT}$)、ユニポーラバージョンで 2 つの異なる感度バージョン (39mT および 52mT) でも供給されます。これにより、ユーザーは感度範囲と分解能のトレードオフを調整することができ、必要なときに低コストの磁気素子を選択することや、より広い範囲に対応することができます。

このデバイスは、ネオジウム磁石タイプの磁気感度温度係数を補償するため、磁気温度係数 $0.12\%/^{\circ}\text{C}$ で供給されます。

8.2 機能ブロック図



8.3 機能説明

8.3.1 磁束の方向

図 8-1 に示すように、TMAG5253 は、パッケージの上面に対して垂直な磁界成分に反応します。

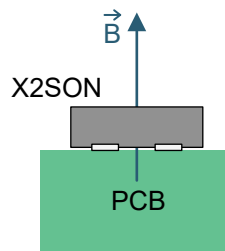


図 8-1. 感度の方向

このドキュメントでは、パッケージの底面から上面に向かう磁束を正としています。図 8-2 に示すように、この状態は、S 磁極がパッケージの上面 (マーキングされた側) に近付いた際に起こります。パッケージの上面から底面に向かう磁束からは、数ミリテスラの負の値が得られます。

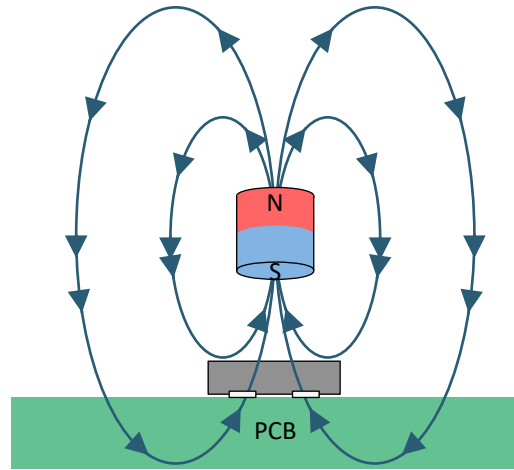


図 8-2. 正の B の磁束の方向

8.3.2 ホール素子の位置

図 8-3 に、各パッケージ オプション内のセンシング素子の位置と公差を示します。

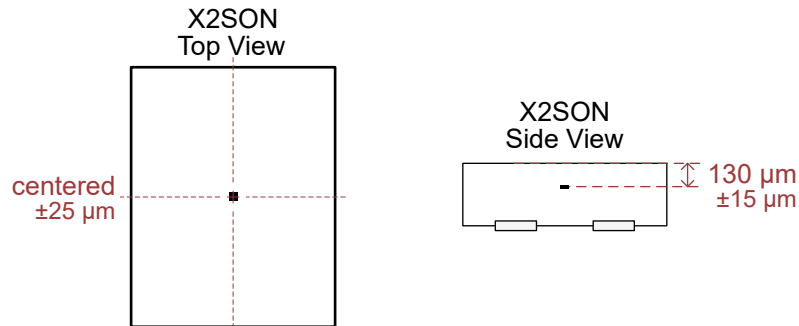
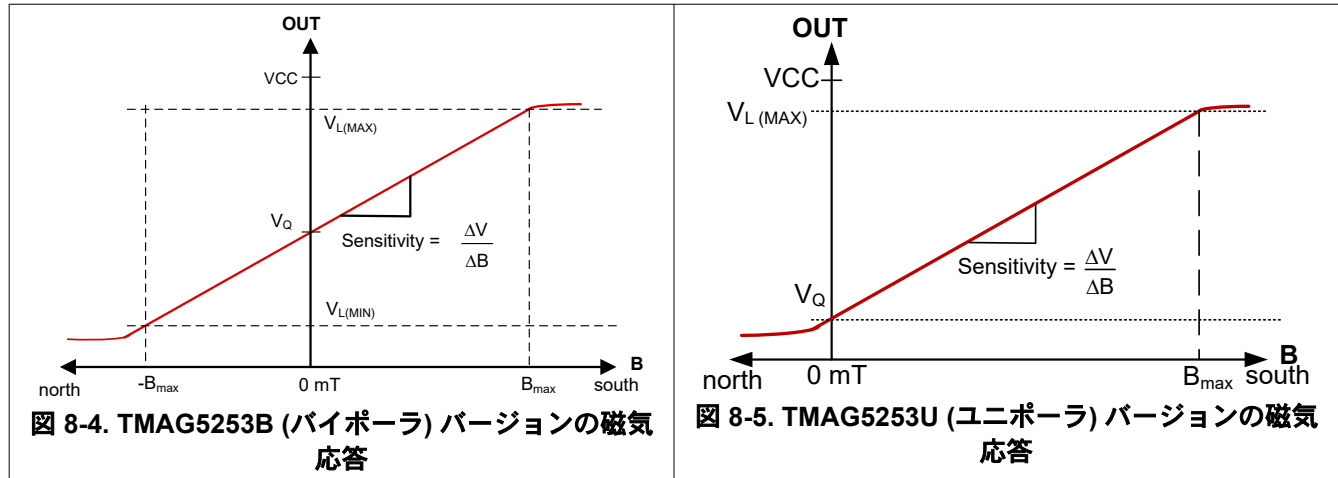


図 8-3. ホール素子の位置

8.3.3 磁気応答

図 8-4 はバイポーラ デバイス オプション (B) の応答を示しています。このオプションは、正と負の両方の磁界の影響を受けやすいものです。図 8-5 に、正の磁界のみの影響を受けやすいバイポーラ デバイス オプション (U) の応答を示します。



室温において、式 10 を使用して TMAG5253 の理想的な 1 次伝達関数を計算します。ここで、出力電圧は入力磁界と電源電圧の線形関数です。

$$V_{OUT} = V_Q + B \times \text{Sensitivity} \times \frac{V_{CC}}{V_{CC,NOM}} \quad (10)$$

ここで、

- V_Q は、0mT のフィールドに対する静止出力電圧です。
 - $V_Q = V_{CC}/2$ (バイポーラ デバイス オプション (B) 向け)
 - $V_Q = 0.2 \text{ V}$ (ユニポーラ デバイス オプション (U) 向け)
- B は印加された磁束密度です
- 感度とは、デバイスの磁気感度を表します
- V_{OUT} は、 V_L 範囲内のアナログ出力電圧です
- V_{CC} は、デバイスの電源電圧を表します
- $V_{CC,NOM}$ は、感度が定義される公称電源電圧 (1.8V や 3.3V など) です

たとえば、TMAG5253BA3 を考えてみましょう。これは、3.3V 電源電圧および室温で 15mV/mT の感度を持つ、バイポーラ磁気応答バージョンです。 $V_{CC} = 3.4\text{V}$ 、入力フィールドが 67mT の場合、この例では出力電圧 V_{OUT} を計算できます。

$$V_{OUT} = 1.7\text{V} + 67\text{mT} \times 0.015 \frac{\text{V}}{\text{mT}} \times \frac{3.4\text{V}}{3.3\text{V}} = 2.735\text{V} \quad (11)$$

8.4 デバイスの機能モード

TMAG5253 は、推奨動作条件を満たしているときに機能する 2 つの動作モードがあります。

EN ピンを V_{CC} に接続すると、デバイスはアクティブ モードに移行し、OUT ピンは磁気感度と電源電圧に対応するアナログ出力を供給します。

EN ピンを GND に接続すると、TMAG5253 は超低消費電力のシャットダウン モードに移行し、消費電流はわずか 20nA になります。シャットダウン モード中、OUT ピンは高インピーダンス状態に駆動されます。

9 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、テキサス・インスツルメンツの製品仕様に含まれるものではなく、テキサス・インスツルメンツはその正確性も完全性も保証いたしません。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。

9.1 使用上の注意

9.1.1 感度オプションの選択

出力電圧スイングが最大化されるように、必要な磁束密度の範囲を測定できる、最高の TMAG5253 感度オプションを選択します。

一般に、磁石のサイズが大きく、センシング距離が長いほど、磁石との近接距離にある非常に小さい磁石よりも、より高い位置精度が得られます。これは、磁石との近接によって磁束密度が指数関数的に増加するためです。TI は、磁界計算を支援できるようにオンライン ツールを開発しました。これは、最も一般的な使用事例に合わせた磁石の選択やセンサの機械的な配置に役立ちます。

9.1.2 磁石の温度補償

ネオジム磁石またはフェライト磁石に基づく磁石の磁界は、温度係数が高くなります。一般に磁石の残留インダクタンス (B_r) は、NdFeB では $0.12\%/^{\circ}\text{C}$ 、フェライト材質では $0.20\%/^{\circ}\text{C}$ 減少します。TMAG5253 は、磁石の平均ドリフトを直接補償するよう設計された感度温度補償機能を備えています。システムの動作温度範囲を下げると、温度ドリフト誤差も低減します。

デバイス オプション BA1 ~ BA4、UA2、UA5 では、 $T_A = 125^{\circ}\text{C}$ での感度は通常、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ での感度より 12% 高くなります。これらのデバイス オプションは通常、ネオジム磁石を TMAG5253 と一緒に使用する場合に使用されます。これらのオプションは通常、周囲電流の測定時または磁界が温度によって変化しない場合に使用されます。

9.1.3 ローパス フィルタの追加

[機能ブロック図](#) に示すように、15kHz の全帯域幅が必要ない場合は、電圧ノイズを最小限に抑えるため、RC ローパスフィルタをデバイスの出力に追加できます。この出力フィルタは信号対雑音比 (SNR) を向上できますが、その代償として、外付けフィルタの時定数に基づく追加のレイテンシが発生します。

9.1.4 複数のセンサを活用した設計

一部のアプリケーションでは、システムのさまざまな部品で位置を検出するために、複数のリニア ホール センサが必要です。このような場合、主な課題は、センサからの情報をデジタル化するために複数の ADC を利用する必要があることです。センサをマイコンから離れた場所に配置する場合、センサとマイコンとの間に複数の出力ラインが存在することにもなります。

シャットダウン モード時に出力を高インピーダンス状態にする機能により、複数の TMAG5253 がアナログ出力を共有できます。これにより、単一の ADC を使用してシステム コストを最小化できます。図 9-1 に、同じアナログ出力を共有する 2 つのデバイスを示し、それぞれの EN ピンがマイコンで制御されます。両方のデバイスをシャットダウン モードに配置するとき、プルダウン抵抗を使って出力をグラウンドにプルダウンできます。

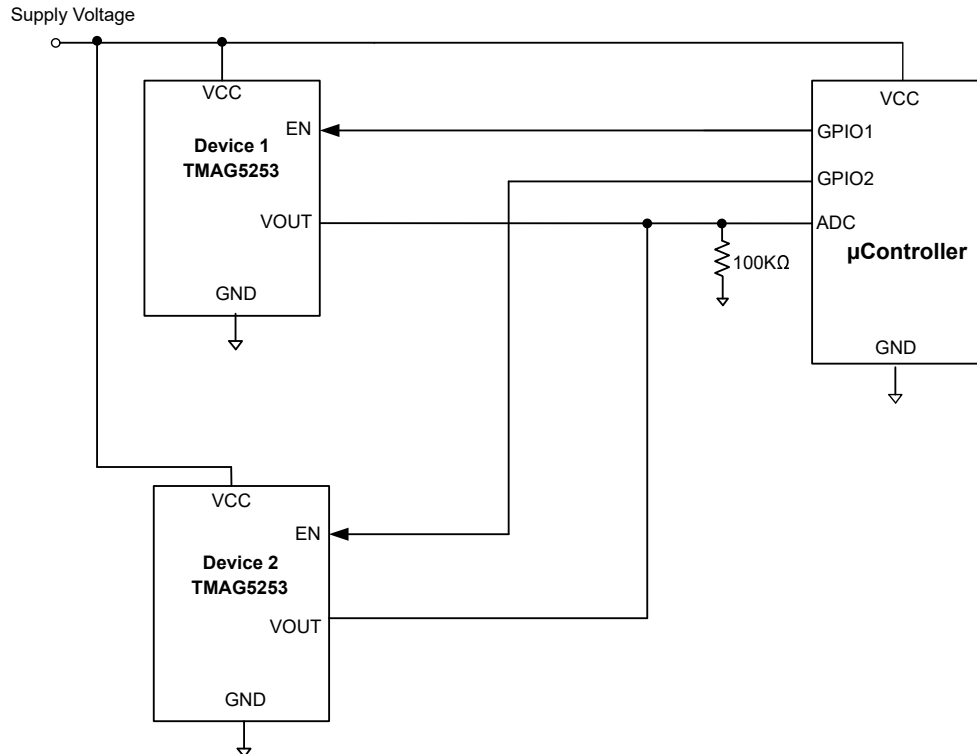


図 9-1. 共有出力を持つ複数のセンサ

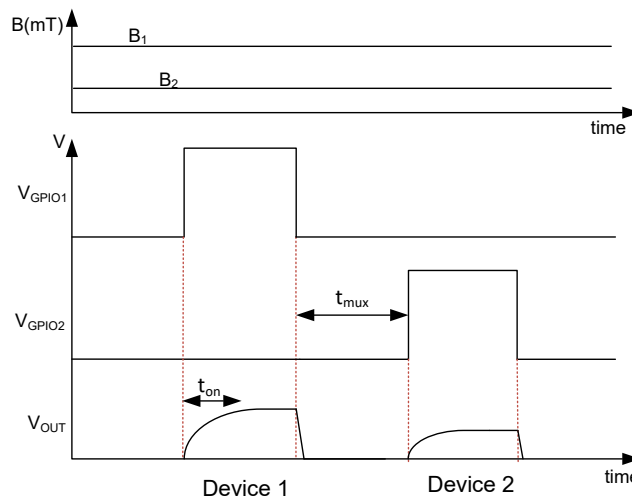


図 9-2. センサ出力のマルチプレクシングのタイミング図

図 9-2 に、マイコンの GPIO を使用して 2 つのセンサからの出力を多重化する方法を示します。GPIO1 が High になると、デバイス 1 はイネーブルになり、パワーオン時間の後に出力ラインを対応する出力に駆動します。この期間中、GPIO2 は Low に駆動され、デバイス 2 はシャットダウン モードになります。2 番目のデバイスからの出力を測定する必要がある場合、最初のデバイスをオフにしてから、2 番目のデバイスをイネーブルにする必要があります。これはタイミング図で t_{mux} と示されます。B₁ と B₂ は、それぞれデバイス 1 とデバイス 2 で観測される磁界に対応します。

TMAG5253 は、最大 1nF の容量性負荷に対応できるため、複数のセンサを同じ出力に接続できます。各センサの負荷容量が約 20pF の場合、50 個のセンサが同じ出力を共有する能力は最大になります。

9.1.5 デューティ サイクル、低消費電力の設計

電力が重要なバッテリー駆動アプリケーションでは、EN ピンを使用してセンサをデューティ サイクル設定できます。これにより、システム レベルの電力ターゲットを満たすために、平均消費電流を低く抑えられます。デューティ サイクル アプリケーションでは、外部 ADC が信号をより高速にサンプリングし、デバイスを迅速にシャットダウンして、平均消費電力を最小限に抑えるため、起動時間を非常に短くする必要があります。TMAG5253 は起動時間と電源オフ時間が非常に高速なため、システムの平均消費電力を低減できます。

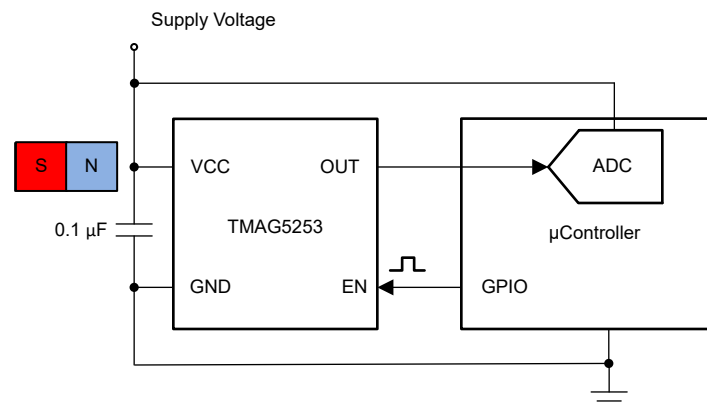


図 9-3. デューティ サイクル アプリケーションの代表的なアプリケーション図

図 9-3 に、EN ピンがマイコンによって制御される場合の代表的なアプリケーション図を示します。図 9-4 に、EN ピンがデューティ サイクルに設定されているこのアプリケーションの波形を示します。出力が必要な分解能まで安定した後、ADC のサンプリング時間をスケジュール設定する必要があります。EN が Low に駆動されているとき、出力ラインは外部抵抗によってプルダウンされることに注意してください。また、デバイスがシャットダウン中に入力磁界が変化した場合、デバイスはアクティブ状態に移行した後、そのフィールドに対応する新しい出力を供給します。

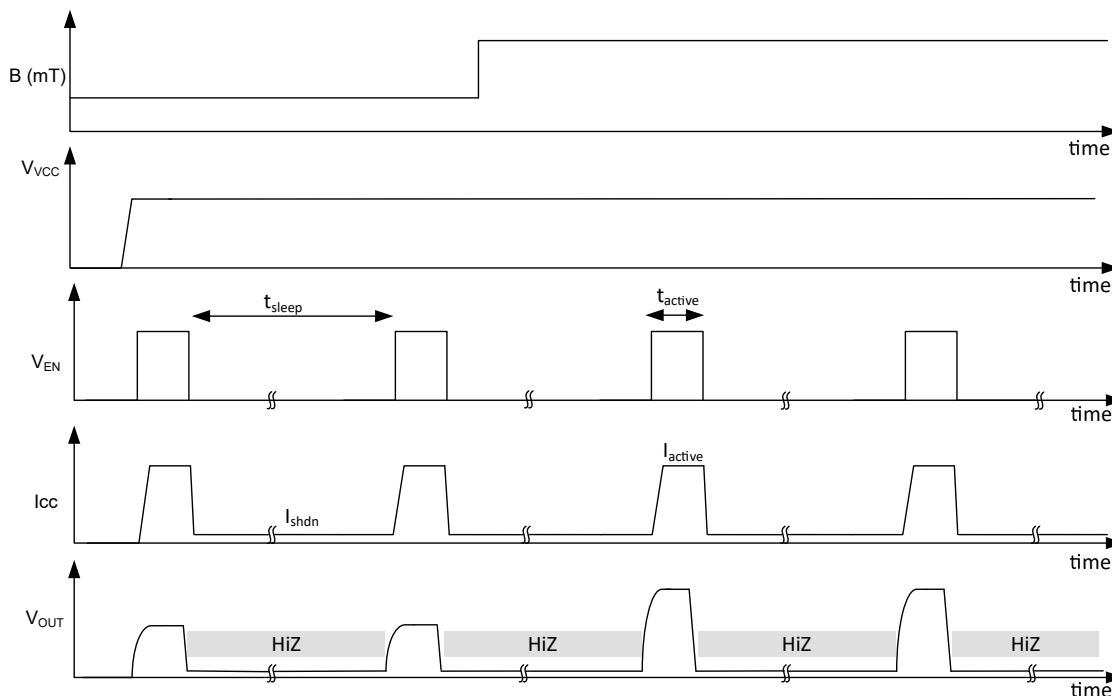


図 9-4. デューティ サイクル アプリケーションのタイミング図

表 9-1 に、TMAG5253 の推定平均消費電流とスリープ時間との関係を示します。この場合、 $V_{CC} = 1.8V$ 、EN ピンは $50\mu s$ 間で High に接続されます。

表 9-1. 平均消費電流

スリープ時間 (ms)	平均電流 (μA)
1	90.5
10	9.4
50	1.9
100	0.9
1000	0.1

9.2 代表的なアプリケーション

磁気 1D センサは、非接触式で信頼性の高い測定が可能なので、特に過酷な環境で長期的な測定を必要とするアプリケーションで、非常に広く使用されています。TMAG5253 は、さまざまな産業用およびパーソナル エレクトロニクスの各アプリケーションで設計の柔軟性をもたらします。磁石の向きと動きによって、センサから実用的な応答が得られるからです。このセクションでは、3 つの一般的なアプリケーション例について詳細に説明します。

9.2.1 スライド単位の変位センシング

図 9-5 は最も一般的な向きの 1 つを示しています。この向きは、センサの北から南の全範囲を使用し、磁石の移動に伴って磁束密度がほぼ線形的に変化します。

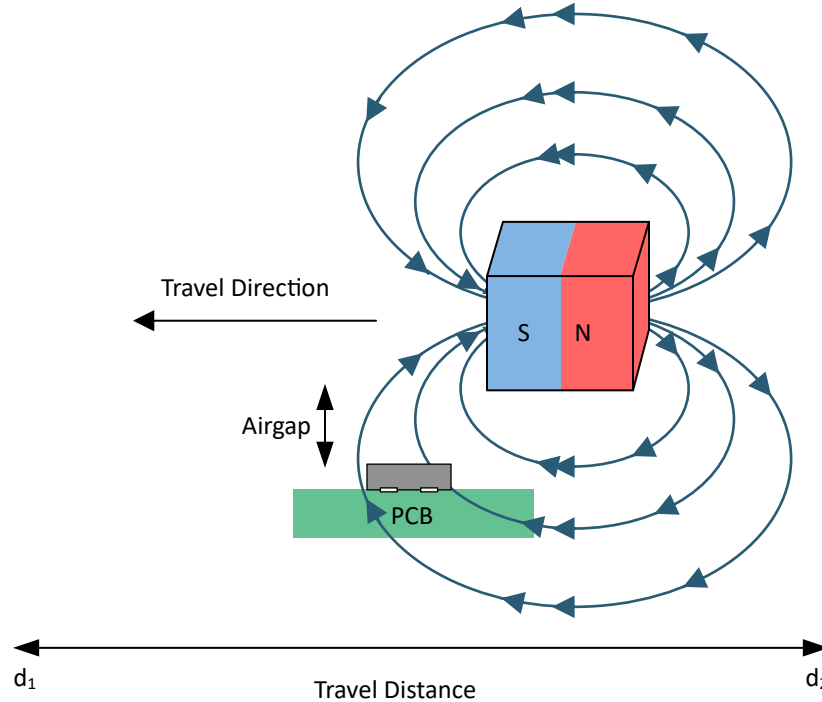


図 9-5. スライド バイ センシング磁石の向き

9.2.1.1 設計要件

この設計例では、表 9-2 の設計パラメータを使用します。

表 9-2. 設計パラメータ

設計パラメータ	数値の例
V_{CC}	3.3V
磁石	5 × 5 × 5mm NdFeB (グレード N52)
移動距離 ($d_2 - d_1$)	20mm
エアギャップ	3.0mm (パッケージの上面から磁石まで) + 0.13mm (パッケージの上面からセンサ位置までの距離)
25°C のセンサでの最大 B	±80mT
デバイスのオプション	TMAG5253BA3

9.2.1.2 詳細な設計手順

線形磁気センシングシステムを設計する場合は、常に、磁石、検出距離、センサの範囲という 3 つの変数を考慮します。図 9-5 から、磁石がセンサの上部にスライドするとき、磁束密度と距離との関係には正の値と負の値の両方が存在することに注意してください。磁界に線形的な変化が発生する、磁石とほぼ同じ長さの領域があります。範囲全体で磁束密度を測定するには、アプリケーションの最大磁束密度よりも大きい B_L (リニア磁気検出範囲) を持つ最高感度の TMAG5253B バージョンを選択します。この入力により、ユーザーはリニア入力領域で測定することで位置の変化を監視できます。図 9-6 に、センサ位置の 3 つの軸の磁束密度を示します。このセンサは Z 軸の磁界のみに敏感であり、図 9-7 に、磁石がセンサの上面にスライドするためのセンサからの出力電圧を示します。

検出の線形領域はわずか約 ±3.0mm であり、センサ出力は磁石の位置に応じて直線的に変化します。このリニアな動作範囲は、磁石のサイズに応じて直線的に増加します。出力電圧に基づいて、±80mT の磁気範囲を持つセンサバージョンが、センサによって認識される磁界範囲全体に対応できます。TI では、磁界シミュレーションソフトウェアを使用して、磁石仕様と機械的配置を参照して、適切な感度を持つセンサがあるかどうかを判定することを推奨します。

9.2.1.3 アプリケーション曲線

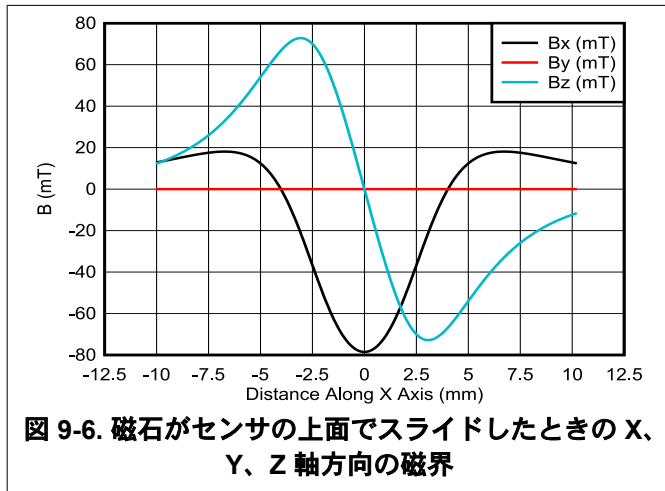


図 9-6. 磁石がセンサの上面でスライドしたときの X、Y、Z 軸方向の磁界

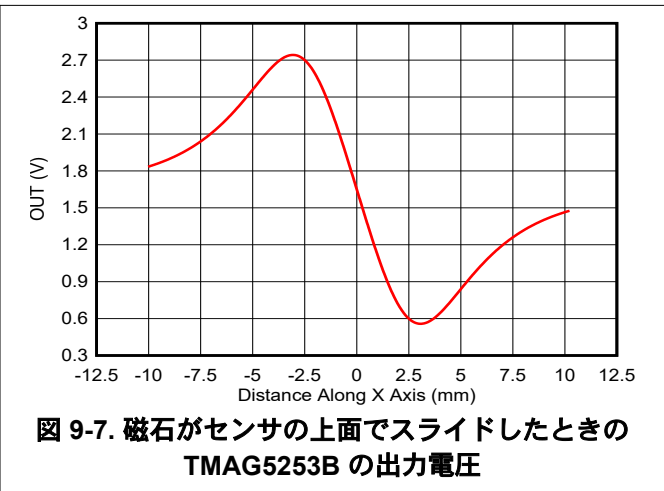


図 9-7. 磁石がセンサの上面でスライドしたときの TMAG5253B の出力電圧

9.2.2 ヘッドオン変位センシング

磁石と TMAG5253 をヘッドオン構成で使用してリニア位置を測定するもう 1 つの堅牢な方法を図 9-8 に示します。この構成では、ホール位置センサの測定の線形軸が移動経路上にあります。その結果、磁石がホール位置センサの検出軸とインラインになっている場合、磁束密度との距離の独自のマッピングが得られます。

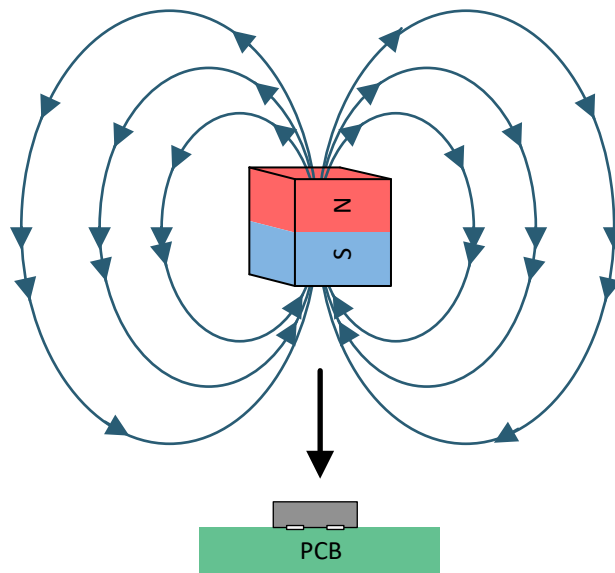


図 9-8. ヘッドオン変位センシング

9.2.2.1 設計要件

この設計例では、表 9-3 の設計パラメータを使用します。

表 9-3. 設計パラメータ

設計パラメータ	数値の例
V _{CC}	3.3V
磁石	5 × 5 × 5mm NdFeB N45
移動距離	5mm
磁石からセンサ表面までの移動距離範囲内	10mm ~ 5mm
25°C におけるセンサの磁界範囲	80mT ~ 13mT
デバイスのオプション	TMAG5253BA3

9.2.2.2 詳細な設計手順

スライド単位の変位センシング構成とは異なり、ヘッドオン変位構成では、磁石の S 極と N 極のどちらがセンサに最も近いかに応じて、完全に正または完全に負の磁束密度を有します。結果として、この機械的構成では S 磁界のみの影響を受けやすいセンサをユーザーは選択できます。磁石の極性を制御できない場合は、バイポーラバージョン (TMAG5253B) を選択します。磁束密度から距離へのマッピングは、磁石の材質や寸法など、さまざまな要因に依存します。図 9-9 は、磁石がセンサに向かって移動するとき、磁束密度は常に正であることを示しています。磁界範囲に基づいて、±80mT のフルスケールレンジにおける TMAG5253BA3 バージョンを選択します。図 9-9 は、磁石が 10mm からセンサに向かって 5mm の距離まで移動するときのこのセンサの出力電圧を示します。DRV5056 距離測定ツールは、さまざまな磁石仕様に対応するヘッドオン構成で、予測される磁束密度と距離のマッピングを計算します。

9.2.2.3 アプリケーション曲線

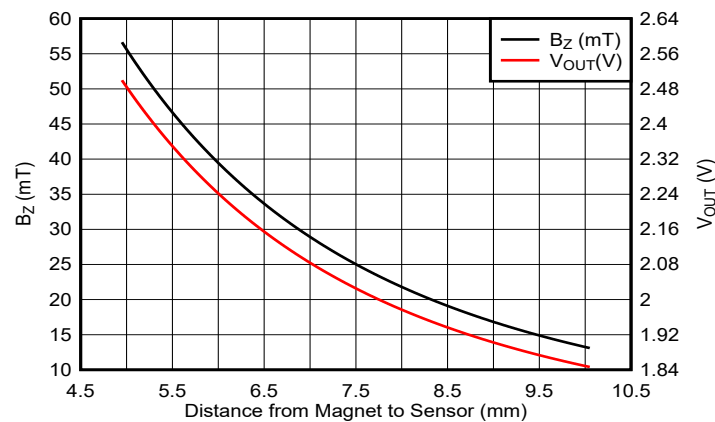


図 9-9. 磁界 (B_Z) およびセンサの出力電圧 (V_{OUT}) と磁石から TMAG5253B でのセンサまでの距離との関係

9.2.3 リモートセンシングアプリケーション

センサを ADC やマイコンと物理的に同じ基板上に配置していないリモートセンシングアプリケーションの場合、配線ハーネスから容量性負荷を駆動できる機能を備えていることが重要です。TMAG5253 は、OUT ピンで最大 1nF の容量性負荷をサポートできるリモートセンシングアプリケーションを実現します。標準的なケーブル容量が約 100pF/m の場合、TMAG5253 は最大 10m のケーブル長をサポートできます。

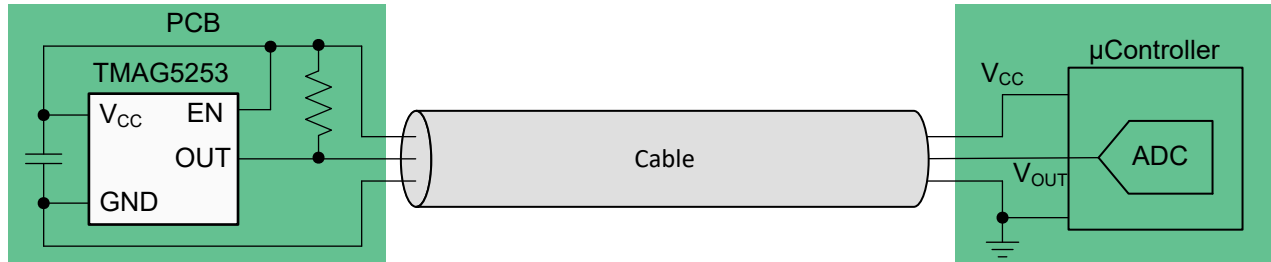


図 9-10. ワイヤ破損検出機能を備えたリモートセンシング アプリケーション

一部のリモートセンシング アプリケーションでは、相互接続配線の断線または短絡を検出するデバイスが必要になる場合があります。TMAG5253 は、出力で最大 $\pm 1\text{mA}$ の電流負荷を駆動でき、この機能をサポートできます。ワイヤ破損検出機能を設計するため、まず、通常動作時に出力電圧が V_L 範囲内に維持される感度オプションを選択します。次に、OUT と V_{CC} の間にプルアップ抵抗を追加します。TI では、 $20\text{k}\Omega \sim 100\text{k}\Omega$ の値を推奨します。OUT を流れる電流は、外部 ADC に流入する電流も含めて、IO の仕様を超えてはなりません。測定された出力電圧が V_{CC} または GND の 100mV 以内である場合、フォルト条件が発生します。図 9-10 に回路を示し、表 9-4 でフォルトシナリオを説明します。

表 9-4. 故障のシナリオとその結果生じる V_{OUT}

故障のシナリオ	V_{OUT}
V_{CC} 接続解除	GND に近い
GND 接続解除	V_{CC} に近い
V_{CC} が OUT に短絡	V_{CC} に近い
GND が OUT に短絡	GND に近い

9.3 設計のベスト プラクティス

ホール素子は、パッケージの上面に対して垂直な磁界に反応するため、センサが磁界を検出するように正しい方向から磁石を接近させる必要があります。図 9-11 に、適切な接近方法と不適切な接近方法を示します。

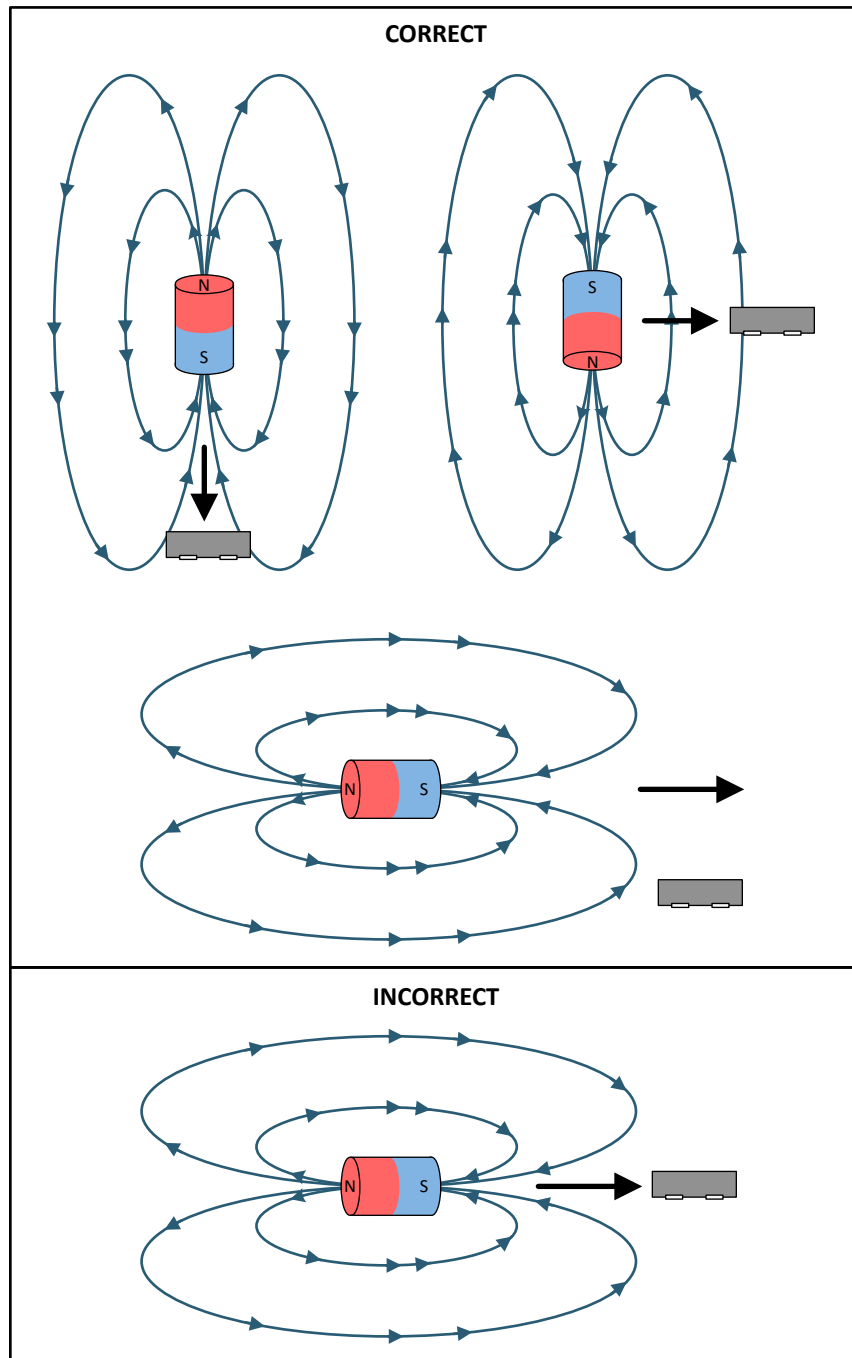


図 9-11. 磁石の適切な接近方法と不適切な接近方法

9.4 電源に関する推奨事項

局所的エネルギーを最小限のインダクタンスで供給するため、本デバイスの近くに配置したデカップリング コンデンサを使用する必要があります。TI では、 $0.1\mu\text{F}$ 以上のセラミックコンデンサを使うことを推奨します。

9.5 レイアウト

9.5.1 レイアウトのガイドライン

磁界は、大きく乱されることなくほとんどの非強磁性物質を透過します。プラスチックまたはアルミニウム製の筐体内にホール エフェクト センサを組込み、外側の磁石を検出することはよく行われています。磁界はほとんどのプリント基板も簡単に透過するため、磁石を反対側に配置することも可能です。

9.5.2 レイアウト例

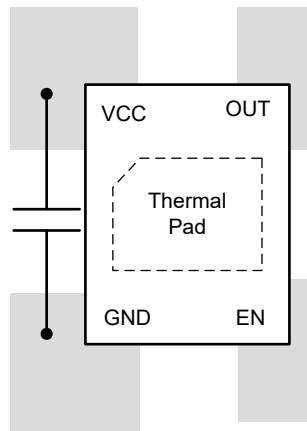


図 9-12. レイアウト例

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 ドキュメントのサポート

10.1.1 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、『ホール効果センサを使用する回転運動用の絶対角度測定』アプリケーション ブリーフ
- テキサス インスツルメンツ、『ホール効果センサによるスライドバイ変位のトラッキング』アプリケーション ブリーフ
- テキサス インスツルメンツ、『ホール効果センサを使用するヘッドオン リニア変位』アプリケーション ブリーフ
- テキサス インスツルメンツ、『TMAG5253EVM ユーザー ガイド』

10.2 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、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] 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ることができます。変更の詳細については、改訂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。

10.3 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ 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、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

10.4 商標

テキサス・インスツルメンツ 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。

10.5 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。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、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。

10.6 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) 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。

11 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 FEBRUARY 1, 2026 to APRIL 28, 2026 (from Revision D (February 2026) to Revision E (April 2026))

	Page
• 文書全体に TMAG5253UA2 のユニポーラ バージョン デバイスを追加.....	1

Changes from Revision C (August 2025) to Revision D (February 2026)

	Page
• 文書全体に TMAG5253UA5 のユニポーラ バージョン デバイスを追加.....	1

Changes from Revision B (November 2023) to Revision C (August 2025)	Page
• BA2, BA3, BA4 バリエントでの $V_{CC} = 3.3V$ における最小静止電圧を以下のように変更: 1.585V から: 1.61V.....	6
• BA2, BA3, BA4 バリエントでの $V_{CC} = 3.3V$ における最大静止電圧を以下のように変更: 1.715V から: 1.69V.....	6
• BA4 バリエントでの $V_{CC} = 1.8V$ における最大静止電圧を 0.945V から 0.93V に変更.....	6
• BA2, BA3 バリエントでの $V_{CC} = 1.8V$ における最小静止電圧を以下のように変更: 0.845V から: 0.85V.....	6
• BA2, BA3 バリエントでの $V_{CC} = 1.8V$ における最大静止電圧を以下のように変更: 0.945V から: 0.94V.....	6
• BA4 バリエントでの $V_{CC} = 1.8V$ における最小静止電圧を以下のように変更: 0.845V から: 0.87V.....	6
• $V_{CC} = 3.3V$, $T_A = 0^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ 対 $25^{\circ}C$, TMAG5253B における最大および最小静止電圧温度ドリフトを以下のように変更: それぞれ 60mV および -60mV \sim 30mV および -30mV に変更.....	6
• $V_{CC} = 3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ 対 $25^{\circ}C$, TMAG5253B における最大静止電圧温度ドリフトを以下のように変更: 「100mV および -100mV」から: それぞれ 50mV と -50mV に変更.....	6
• $V_{CC} = 1.8V$, $T_A = 0^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ 対 $25^{\circ}C$, TMAG5253B における最大および最小静止電圧温度ドリフトを以下のように変更: 「30mV および -30mV」から: それぞれ 25mV と -25mV に変更.....	6
• $V_{CC} = 1.8V$, $T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ 対 $25^{\circ}C$, TMAG5253B における最大および最小静止電圧温度ドリフトを以下のように変更: 「50mV および -50mV」から: それぞれ 35mV と -35mV に変更.....	6
• $T_A = 0^{\circ}C \sim 50^{\circ}C$ 範囲における静止電圧温度ドリフト パラメータを追加.....	6
• 全動作温度範囲を含めるように、リニア磁気検出範囲を変更.....	6

Changes from Revision A (September 2023) to Revision B (November 2023)	Page
• 「デバイスの比較」表の A1, A2, A4 の注文可能製品からプレビューの注を削除	4

Changes from Revision * (May 2023) to Revision A (September 2023)	Page
• データシートのステータスを次のように変更: 「事前情報」から「量産データ」.....	1

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、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。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 part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TMAG5253BA1IQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA1
TMAG5253BA1IQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA1
TMAG5253BA2IQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA2
TMAG5253BA2IQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA2
TMAG5253BA3IQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA3
TMAG5253BA3IQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA3
TMAG5253BA4IQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA4
TMAG5253BA4IQDMRR.A	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	BA4
TMAG5253UA2IQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	UA2
TMAG5253UA5IQDMRR	Active	Production	X2SON (DMR) 4	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	UA5

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts 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.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE


*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
TMAG5253BA1IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5253BA2IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5253BA3IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5253BA4IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	179.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5253UA2IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	180.0	8.4	1.27	1.57	0.5	4.0	8.0	Q1
TMAG5253UA5IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	180.0	8.4	1.27	1.57	0.5	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)
TMAG5253BA1IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5253BA2IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5253BA3IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5253BA4IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5253UA2IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0
TMAG5253UA5IQDMRR	X2SON	DMR	4	3000	200.0	183.0	25.0

GENERIC PACKAGE VIEW

DMR 4

X2SON - 0.4 mm max height

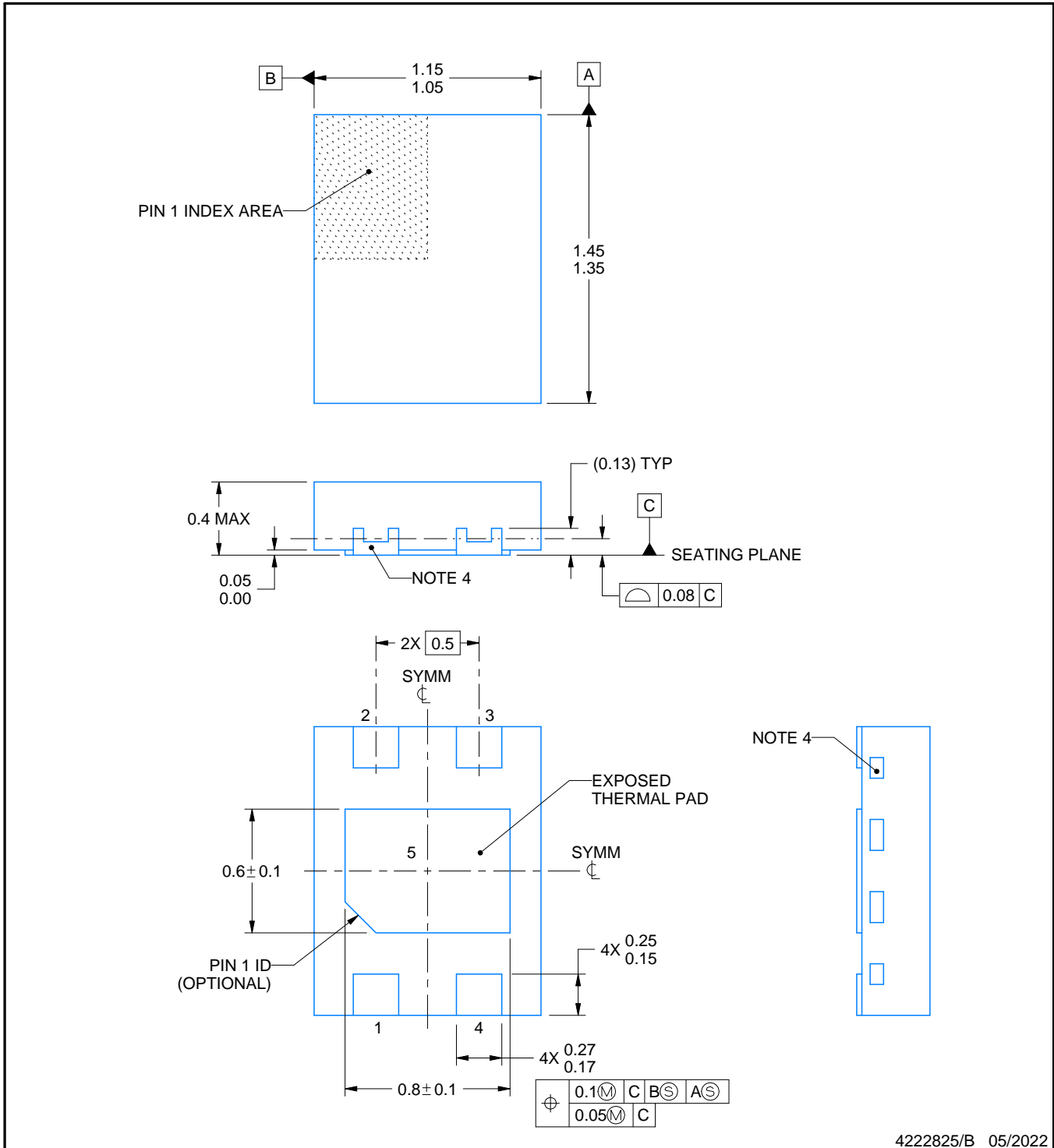
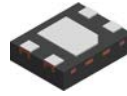
1.1 x 1.4, 0.5 mm pitch

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4229480/A



4222825/B 05/2022

NOTES:

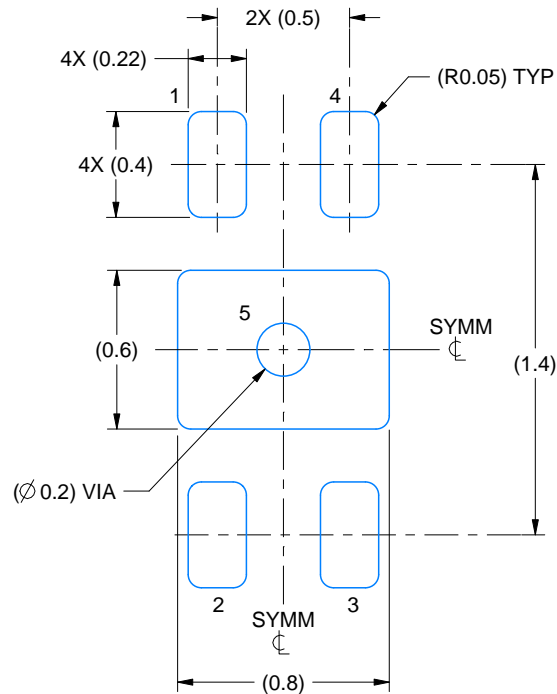
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.
4. Quantity and shape of side wall metal may vary.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

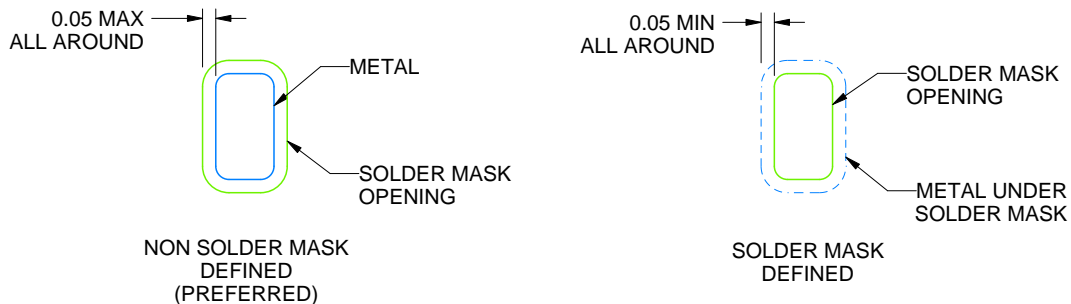
DMR0004A

X2SON - 0.4 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:35X



SOLDER MASK DETAILS

4222825/B 05/2022

NOTES: (continued)

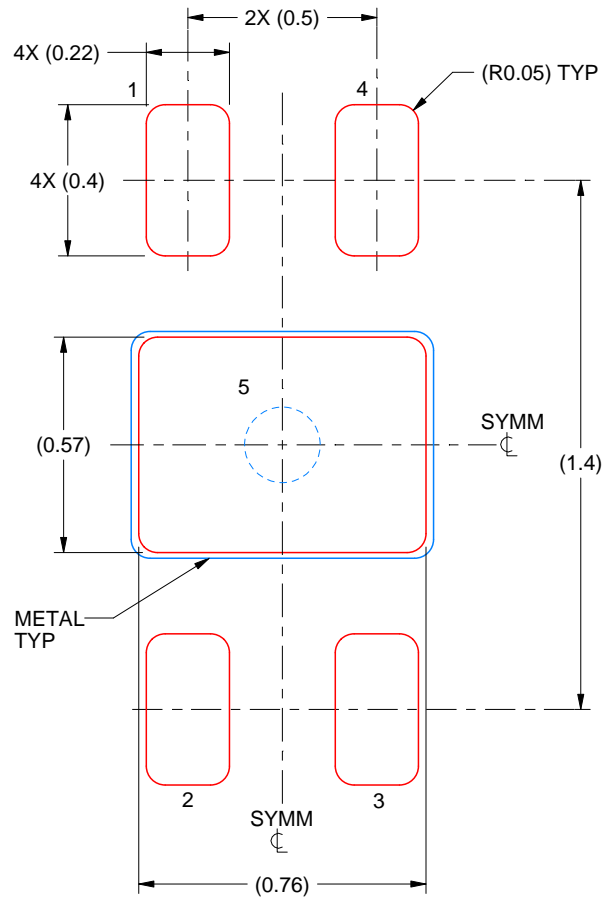
5. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
6. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If all or some are implemented, recommended via locations are shown. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DMR0004A

X2SON - 0.4 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 5:
90% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
SCALE:50X

4222825/B 05/2022

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

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](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[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