

## 特長

高精度 180° 角度センサー  
 最大角度誤差: 0.5°  
 アナログの正弦波出力と余弦波出力  
 レシオメトリック出力電圧  
 低温度ドリフトと低ライフタイム・ドリフト  
 SAR または  $\Sigma\Delta$  A/D コンバータ (ADC) を駆動可能  
 磁気抵抗 (MR) ブリッジ温度補償モード  
 温度範囲: -40°C ~ +150°C  
 EMI 耐性  
 故障診断  
 $V_{DD}$ : 2.7 V ~ 5.5 V  
 最小位相遅延  
 車載アプリケーション用に認定済み  
 8 ピン SOIC パッケージを採用

## アプリケーション

絶対位置測定 (リニアおよび角度)  
 ブラシレス DC モーター制御と位置決め  
 アクチュエータ制御と位置決め  
 角度の非接触測定と検出  
 磁気角度検出

## 概要

ADA4571 は、シグナル・コンディショニング・アンプと ADC ドライバを内蔵する磁気センサー (AMR) センサーです。ADA4571 は、周囲磁界の角度を示す 2 つのアナログ出力を発生します。

ADA4571 は、AMR センサーと固定ゲイン計装アンプ (公称  $G=40$ ) の 2 つのチップを 1 つのパッケージに実装したものです。ADA4571 は、回転磁界の角度に関する、クリーンな増幅済み余弦波信号と正弦波信号を出力します。出力電圧範囲は、電源電圧に比例します。

センサーは、角度が互いに 45°異なる 2 個のホイートストーン・ブリッジを内蔵しています。x-y センサー平面内の回転磁界により、センサーと磁界方向との間の角度 ( $\alpha$ ) の 2 倍の角周波数を持つ 2 つの正弦波出力信号が発生します。x-y 平面の均一磁界内では、出力信号は z 方向 (エア・ギャップ) の位置と無関係です。

ADA4571 は 8 ピン SOIC パッケージを採用しています。

## 機能ブロック図

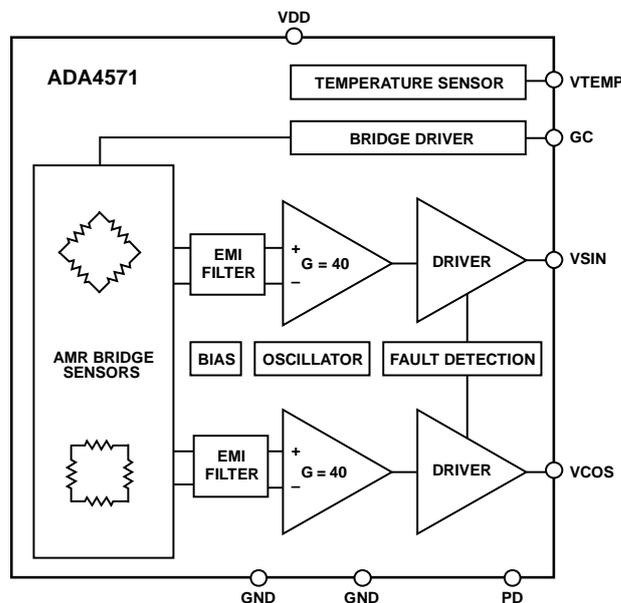


図 1.

## 関連製品

ADC: [AD7265](#)、[AD7266](#)、[AD7866](#)、[AD7902](#)

マイクロコンバータ: [ADuCM360](#)

電流検出アンプ: [AD8418A](#)

電圧レギュレータ・デザイン・ツール: [ADIsimPower](#)

その他の関連製品については [ADA4571 製品ページ](#) をご覧ください。

## 製品のハイライト

1. 角度の非接触測定。
2. 磁界強度ではなく磁界方向を測定。
3. エア・ギャップ変動に対する感度が最小。
4. 動作距離が大きい。
5. 低い飽和磁界でも高精度。
6. 低温度ドリフトと低ライフタイム・ドリフト
7. ヒステリシスが無視可能。
8. シングル・チップ・ソリューション。

## 目次

特長.....	1	ピン配置および機能説明.....	8
アプリケーション.....	1	代表的な性能特性.....	9
機能ブロック図.....	1	用語.....	13
概要.....	1	動作原理.....	14
関連製品.....	1	アプリケーション情報.....	16
製品のハイライト.....	1	角度計算.....	16
改訂履歴.....	2	ECUとの接続.....	16
仕様.....	3	メカニカル許容誤差図.....	18
磁気特性.....	3	診断機能.....	19
電気的特性.....	3	外形寸法.....	21
絶対最大定格.....	7	オーダー・ガイド.....	21
熱抵抗.....	7	車載製品.....	21
ESDの注意.....	7		

## 改訂履歴

9/14—Revision 0: Initial Version

## 仕様

## 磁気特性

表 1.

Parameter	Value	Unit	Test Conditions/Comments
Magnetic Field Strength, $H_{EXT}$	25	kA/m	The stimulating magnetic field in the x-y sensor plane necessary to ensure the minimum error as specified in Table 1 and Table 2
Maximum Magnetic Field Rotational Frequency	50,000	rpm	
Reference Position Error	$\pm 50$	$\mu\text{m}$	
Reference Angle Error	$\pm 2$	Degrees	

## 電気的特性

## ADA4571WH

特に指定がない限り、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $C_L = 10\text{ nF}$  (GNDへ接続)、 $R_L = 200\text{ k}\Omega$  (GNDへ接続); 均一磁界 25 kA/m に対する角度不精度; 出力信号とオフセット電圧は同相モード・レベル  $V_{DD}/2$  に対する値。

表 2.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
<b>ANGULAR PERFORMANCE</b>						
Angle Measurement Range			0		180	Degrees
Uncorrected Angular Error <sup>1</sup>	$\alpha_{UNCORR}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$			$\pm 5$	Degrees
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$			$\pm 5$	Degrees
		$T_A = 150^{\circ}\text{C}$			$\pm 5$	Degrees
Single Point Calibration Angular Error <sup>2,3</sup>	$\alpha_{CAL}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$ , GC = GND		$\pm 0.7$		Degrees
		$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$ , GC = $V_{DD}$		$\pm 0.7$		Degrees
Dynamic Angular Error <sup>4</sup>	$\alpha_{DYNAMIC}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$ , rotation frequency = 2000 rpm		$\pm 0.1$	$\pm 0.5$	Degrees
<b>OUTPUT PARAMETERS</b>						
Amplitude	$V_{AMP}$					
GC = GND		$T_A = -40^{\circ}\text{C}$	63		75	% $V_{DD}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	41		53	% $V_{DD}$
		$T_A = 125^{\circ}\text{C}$	21		33	% $V_{DD}$
		$T_A = 150^{\circ}\text{C}$	18		30	% $V_{DD}$
GC = $V_{DD}$		$T_A = -40^{\circ}\text{C}$	56		77	% $V_{DD}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	52		72	% $V_{DD}$
		$T_A = 125^{\circ}\text{C}$	38		57	% $V_{DD}$
		$T_A = 150^{\circ}\text{C}$	35		55	% $V_{DD}$
Output Voltage Range	$V_{O\_SWING}$	VSIN and VCOS, normal operation	7		93	% $V_{DD}$
Output Voltage Low	$V_{OL}$	VSIN or VCOS, broken bond wire detected			5	% $V_{DD}$
Output Referred Offset Voltage	$V_{OFFSET}$	GC = $V_{DD}$			3.75	% $V_{DD}$
		GC = GND			3.75	% $V_{DD}$
Amplitude Synchronism Error <sup>5</sup>	k		-1		+1	% peak
Delay Time	$t_{DEL}$	Rotation frequency = 30,000 rpm		2		$\mu\text{s}$
Phase Error <sup>6</sup>	$\Phi_{ERR}$	Rotation frequency = 30,000 rpm		0.8		Degrees
Orthogonality Error <sup>3</sup>	OE				0.05	Degrees
Output Noise	$V_{NOISE}$	Bandwidth (BW) = 80 kHz, referred to output (RTO)		500		$\mu\text{V rms}$
Output Series Resistance	$R_O$	Normal operation, PD = GND		60		$\Omega$
		PD = $V_{DD}$	63			k $\Omega$
Output -3 dB Cut off Frequency <sup>3</sup>	$f_{-3dB}$	Amplifier BW, $C_L = 10\text{ pF}$		100		kHz

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
Power Supply Rejection <sup>3</sup>	PSRR	Measured as output variation from $V_{DD}/2$ , $V_{DD} = 2.7\text{ V to }5.5\text{ V}$ , $R_L = 200\text{ k}\Omega$ to GND, $GC = \text{GND}$ or $V_{DD}$		80		dB
Output Short-Circuit Current	$I_{SC}$	Short to GND per pin (VSIN, VCOS) Short to VDD per pin (VSIN, VCOS)	15 -15	20 -18		mA mA
Sensitivity	SEN	$\alpha_1 = 0^\circ$ , $\alpha_2 = 135^\circ$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		52		mV/°
<b>POWER SUPPLY</b>						
Supply Voltage	$V_{DD}$		2.7		5.5	V
Quiescent Supply Current	$I_{SY}$	PD = GND, GC = GND, no load PD = GND, GC = $V_{DD}$ , no load PD = $V_{DD}$ , no load	3.5	4.5	6.5 7 15	mA mA $\mu\text{A}$
Power-Up Time	$t_{PWRUP}$	To 98% of desired output level after $V_{DD}$ was reached To 98% of desired output level after PD cycling			150 100	$\mu\text{s}$ $\mu\text{s}$
<b>DIGITAL INPUTS</b>						
Input Bias Current (GC)	$I_{B\_GC}$	For GC mode control pin, $GC = \text{GND}$ For GC mode control pin, $GC = V_{DD}$			30 3	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Input Bias Current (PD)	$I_{B\_PD}$	For PD pin, $PD = \text{GND}$ For PD pin, $PD = V_{DD}$		3	30	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Input Voltage (GC and PD)						
High	$V_{IH}$		1.4			V
Low	$V_{IL}$				0.35	V
<b>TEMPERATURE SENSOR</b>						
Error Over Temperature	$T_{ERR}$			5		°C
Temperature Voltage Range	$T_{RANGE}$	$T_A = -40^\circ\text{C to }+150^\circ\text{C}$	0		82	% $V_{DD}$
Temperature Coefficient	$T_{CO}$			3.173		mV/V/°C
VTEMP Output Voltage		$T_A = 25^\circ\text{C}$	18		40	% $V_{DD}$
VTEMP Output Impedance		Buffered output		50		$\Omega$
VTEMP Load Capacitance		Optional load capacitance	0		22	nF
VTEMP Short-Circuit Current	$I_{SC\_VTEMP}$	Short-circuit to VDD or GND	2			mA
<b>LOAD CAPACITOR</b>						
External Load Capacitance	$C_L$	Between VSIN to GND and VCOS to GND; solder close to package			10	nF

<sup>1</sup>  $\alpha_{UNCORR}$  は arctan 計算後の総合メカニカル角度誤差。このパラメータは、 $25^\circ\text{C}$  と  $150^\circ\text{C}$  で 100% 出荷テストされます。この誤差にはキャリブレーション前の全温度範囲の全誤差原因が含まれます。オフセット、振幅同期、振幅同期ドリフト、熱オフセット・ドリフト、位相誤差、ヒステリシス、直交誤差、ノイズなどの誤差成分が含まれます。

<sup>2</sup>  $\alpha_{CAL}$  は arctan 計算後の総合メカニカル角度誤差。この誤差には、 $T_A = 25^\circ\text{C}$  での初期オフセット(ヌル化)実行後の全温度範囲の全誤差原因が含まれます。振幅同期ドリフト、アンプ・ゲイン一致、熱オフセット・ドリフト、位相誤差、ヒステリシス、直交誤差、ノイズなどの誤差成分が含まれます。

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。

<sup>4</sup>  $\alpha_{DYNAMIC}$  は arctan 計算後の総合メカニカル角度誤差。このパラメータは 100% 出荷テストされます。この誤差には、連続バックグラウンド・キャリブレーション実行してオフセットと振幅の一致誤差を補正した後の全温度範囲の全誤差原因が含まれます。位相誤差、ヒステリシス、直交誤差、ノイズ、ライフタイム・ドリフトなどの誤差成分が含まれます。

<sup>5</sup> ピーク to ピーク 振幅ミスマッチ。  $k = 100 \times VSIN/VCOS$ 。

<sup>6</sup> オフセット補正、振幅補正、arctan 計算後の回転周波数依存の位相誤差。

## ADA4571B

特に指定がない限り、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 、 $C_L = 10\text{ nF}$  (GNDへ接続)、 $R_L = 200\text{ k}\Omega$  (GNDへ接続); 均一磁界 25 kA/m に対する角度不精度; 出力信号とオフセット電圧は同相モード・レベル  $V_{DD}/2$  に対する値。

表 3.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit				
<b>ANGULAR PERFORMANCE</b>										
Angle Measurement Range			0		180	Degrees				
Uncorrected Angular Error <sup>1</sup>	$\alpha_{\text{UNCORR}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$			$\pm 3$	Degrees				
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$			$\pm 3$	Degrees				
		$T_A = 125^{\circ}\text{C}$			$\pm 4$	Degrees				
Single Point Calibration Angular Error <sup>2,3</sup>	$\alpha_{\text{CAL}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ , GC = GND		$\pm 0.5$		Degrees				
		$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ , GC = $V_{DD}$		$\pm 0.5$		Degrees				
Dynamic Angular Error <sup>4</sup>	$\alpha_{\text{DYNAMIC}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ , rotation frequency = 2000 rpm		0.1	$\pm 0.4$	Degrees				
Angular Inaccuracy <sup>3,5</sup>	$\Delta\alpha$	After end of line (EOL) calibration for offset voltage error and amplitude synchronism at $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ (only 180° range)		0.05		Degrees				
<b>OUTPUT PARAMETERS</b>										
Amplitude	$V_{\text{AMP}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = 125^{\circ}\text{C}$	63		75	% $V_{DD}$				
GC = GND										
GC = $V_{DD}$										
							$T_A = -40^{\circ}\text{C}$	56	77	% $V_{DD}$
							$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	52	72	% $V_{DD}$
$T_A = 125^{\circ}\text{C}$							38	57	% $V_{DD}$	
Output Voltage Range	$V_{\text{O\_SWING}}$	VSIN and VCOS, normal operation	7		93	% $V_{DD}$				
Output Voltage Low	$V_{\text{OL}}$	VSIN or VCOS, broken bond wire detected			3.75	% $V_{DD}$				
Output Referred Offset Voltage	$V_{\text{OFFSET}}$	GC = $V_{DD}$			3.75	% $V_{DD}$				
		GC = GND			3.75	% $V_{DD}$				
Amplitude Synchronism Error <sup>6</sup>	k		-0.75		+0.75	% peak				
Delay Time	$t_{\text{DEL}}$	Rotation frequency = 30,000 rpm		2		$\mu\text{s}$				
Phase Error <sup>7</sup>	$\Phi_{\text{ERR}}$	Rotation frequency = 30,000 rpm		0.8		Degrees				
Orthogonality Error <sup>3</sup>	OE				0.05	Degrees				
Output Noise	$V_{\text{NOISE}}$	BW = 80 kHz, RTO		500		$\mu\text{V rms}$				
Output Series Resistance	$R_{\text{O}}$	Normal operation, PD = GND		50		$\Omega$				
		PD = $V_{DD}$	63			k $\Omega$				
Output -3 dB Cutoff Frequency <sup>3</sup>	$f_{-3\text{dB}}$	Amplifier BW, $C_L = 10\text{ pF}$		100		kHz				
Power Supply Rejection <sup>3</sup>	PSRR	Measured as output variation from $V_{DD}/2$ , $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ to $5.5\text{ V}$ , $R_L = 200\text{ k}\Omega$ to GND, GC = GND or $V_{DD}$		80		dB				
Output Short-Circuit Current	$I_{\text{SC}}$	Short to GND per pin (VSIN, VCOS)	15	20		mA				
		Short to VDD per pin (VSIN, VCOS)	-15	-18		mA				
Sensitivity	SEN	$\alpha = 0^{\circ}$ and $135^{\circ}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		52		mV/ $^{\circ}$				
<b>POWER SUPPLY</b>										
Supply Voltage	$V_{DD}$		2.7		5.5	V				
Quiescent Supply Current	$I_{\text{SY}}$	PD = GND, GC = GND, no load	3.5	4.5	6	mA				
		PD = GND, GC = $V_{DD}$			6.5	mA				
		PD = $V_{DD}$ , no load			12.5	$\mu\text{A}$				
Power-Up Time	$t_{\text{PWRUP}}$	To 98% of desired output level after $V_{DD}$ was reached			150	$\mu\text{s}$				
		To 98% of desired output level after PD cycling			100	$\mu\text{s}$				

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
<b>DIGITAL INPUTS</b>						
Input Bias Current (GC)	$I_{B\_GC}$	For GC mode control pin, GC = GND			30	$\mu\text{A}$
		For GC mode control pin, GC = $V_{DD}$		3		$\mu\text{A}$
Input Bias Current (PD)	$I_{B\_PD}$	For PD pin, PD = GND		3		$\mu\text{A}$
		For PD pin, PD = $V_{DD}$			30	$\mu\text{A}$
Input Voltage (GC and PD)						
High	$V_{IH}$		1.4			V
Low	$V_{IL}$				0.35	V
<b>TEMPERATURE SENSOR</b>						
Error Over Temperature	$T_{ERR}$			5		$^{\circ}\text{C}$
Temperature Voltage Range	$T_{RANGE}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$	0		69	$\% V_{DD}$
Temperature Coefficient	$T_{CO}$			3.173		$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
VTEMP Output Voltage		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	18		40	$\% V_{DD}$
VTEMP Output Impedance		Buffered output		50		$\Omega$
VTEMP Load Capacitance		Optional load capacitance	0		22	nF
VTEMP Short-Circuit Current	$I_{SC\_VTEMP}$	Short-circuit to $V_{DD}$ or GND	2			mA
<b>LOAD CAPACITOR</b>						
External Load Capacitance	$C_L$	Between $V_{SIN}$ to GND and $V_{COS}$ to GND; solder close to package			10	nF

<sup>1</sup>  $\alpha_{UNCORR}$  は  $\arctan$  計算後の総合メカニカル角度誤差。このパラメータは、 $25^{\circ}\text{C}$  と  $150^{\circ}\text{C}$  で 100% 出荷テストされます。この誤差にはキャリブレーション前の全温度範囲の全誤差原因が含まれます。オフセット、振幅同期、振幅同期ドリフト、熱オフセット・ドリフト、位相誤差、ヒステリシス、直交誤差、ノイズなどの誤差成分が含まれます。

<sup>2</sup>  $\alpha_{CAL}$  は  $\arctan$  計算後の総合メカニカル角度誤差。この誤差には、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  での初期オフセット(ヌル化)実行後の全温度範囲の全誤差原因が含まれます。振幅同期ドリフト、アンプ・ゲイン一致、熱オフセット・ドリフト、位相誤差、ヒステリシス、直交誤差、ノイズなどの誤差成分が含まれます。

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。

<sup>4</sup>  $\alpha_{DYNAMIC}$  は  $\arctan$  計算後の総合メカニカル角度誤差。このパラメータは 100% 出荷テストされます。この誤差には、連続バックグラウンド・キャリブレーション実行してオフセットと振幅の一致誤差を補正した後の全温度範囲の全誤差原因が含まれます。位相誤差、ヒステリシス、直交誤差、ノイズ、ライフタイム・ドリフトなどの誤差成分が含まれます。

<sup>5</sup> 角速度  $< 300 \text{ rpm}$ 、 $180^{\circ}$  回転に制限。この値は、理想均一磁界による出力信号振幅スペクトルの 3 次と 5 次の高調波のみを使用して計算。

<sup>6</sup> ピーク to ピーク振幅ミスマッチ。  $k = 100 \times V_{SIN}/V_{COS}$ 。

<sup>7</sup> オフセット補正、振幅補正、 $\arctan$  計算後の回転周波数依存の位相誤差。

## 絶対最大定格

表 4.

Parameter	Rating
Operating Temperature	-40°C to +150°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Supply Voltage (V <sub>DD</sub> ) <sup>1</sup>	-0.3 V to +6 V
Output Short-Circuit Duration to GND or VDD	Indefinite
VT EMP Short-Circuit to GND or VDD	Indefinite
ESD	
Human Body Model (HBM) <sup>2</sup>	4000 V
Machine Model (MM) <sup>3</sup>	300 V
Charge Device Model (CDM) <sup>4</sup>	1250 V

<sup>1</sup> V<sub>DD</sub> + 0.3 V での GC または PD。<sup>2</sup> 準拠標準: JESD22-C101。<sup>3</sup> 準拠標準: JESD22-A115。<sup>4</sup> 準拠標準: ESDA/JEDEC JS-001-2011。

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上での製品動作を定めたものではありません。製品を長時間絶対最大定格状態に置くと製品の信頼性に影響を与えます。

## 熱抵抗

$\theta_{JA}$  はワーストケース条件で規定。すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスを回路ボードにハンダ付けした状態で規定。

表 5.熱抵抗

Package Type	$\theta_{JA}$	Unit
8-Lead SOIC	120	°C/W

## ESD の注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵していますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## ピン配置および機能説明

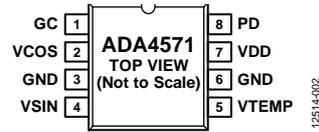


図 2. ピン配置

表 6. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	GC	ゲイン制御モード・イネーブル
2	VCOS	アナログ余弦出力
3	GND	グラウンド
4	VSIN	アナログ正弦出力
5	VTEMP	温度出力
6	GND	グラウンド
7	VDD	電源ピン
8	PD	パワーダウン・ピン、アクティブ・ハイ

代表的な性能特性

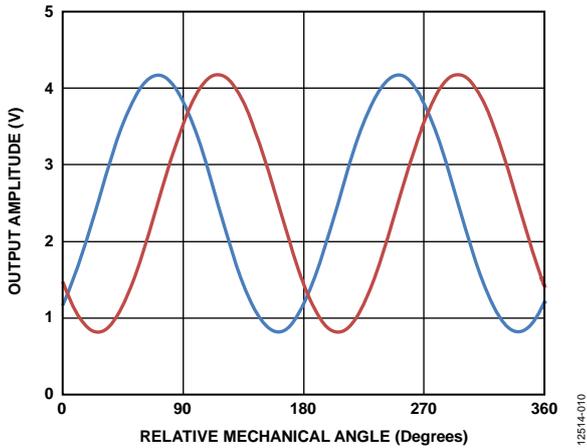


図 3. 出力波形(未処理)、 $V_{DD} = 5V$ 、GC = オン、 $T = 25^{\circ}C$

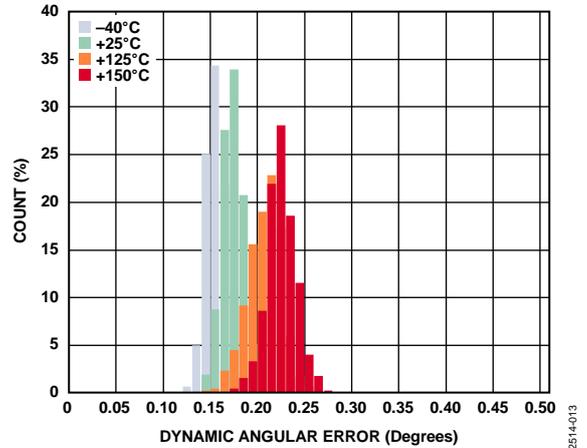


図 6. ダイナミック角度誤差、 $V_{DD} = 5.5V$ 、GC = オフ

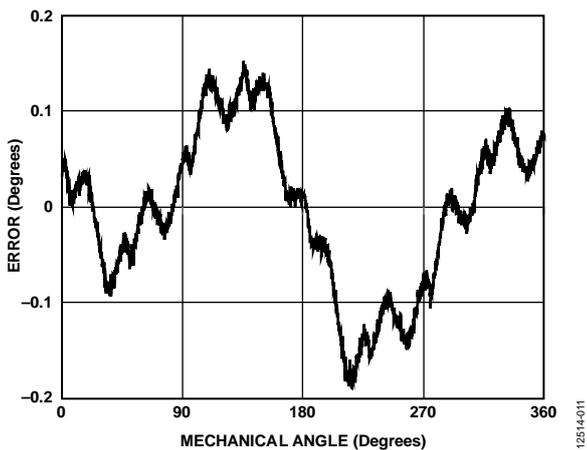


図 4. オフセット補正後の誤差波形、 $V_{DD} = 5V$ 、GC = オン

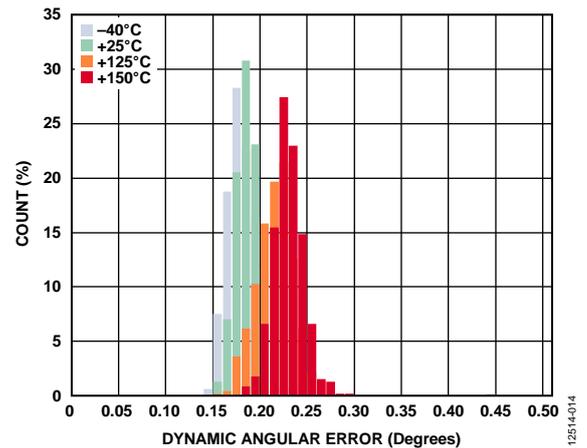


図 7. ダイナミック角度誤差、 $V_{DD} = 2.7V$ 、GC = オン

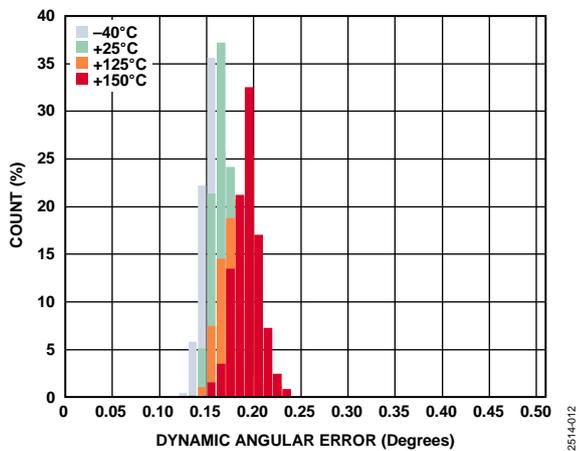


図 5. ダイナミック角度誤差、 $V_{DD} = 5.5V$ 、GC = オン

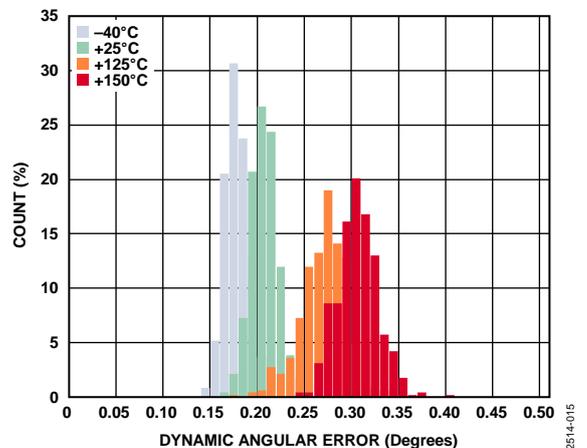


図 8. ダイナミック角度誤差、 $V_{DD} = 2.7V$ 、GC = オフ

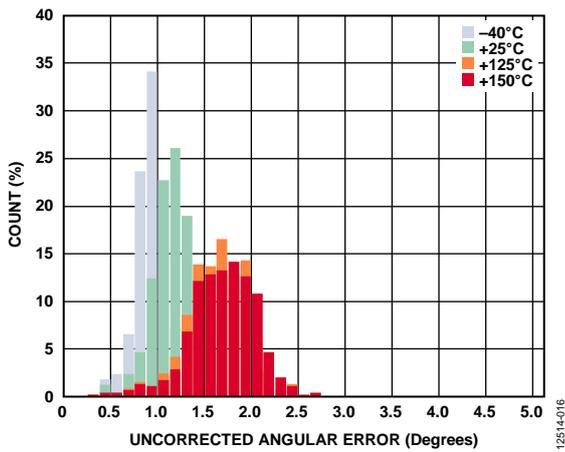


図 9.未補正角度誤差、 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、GC = オン

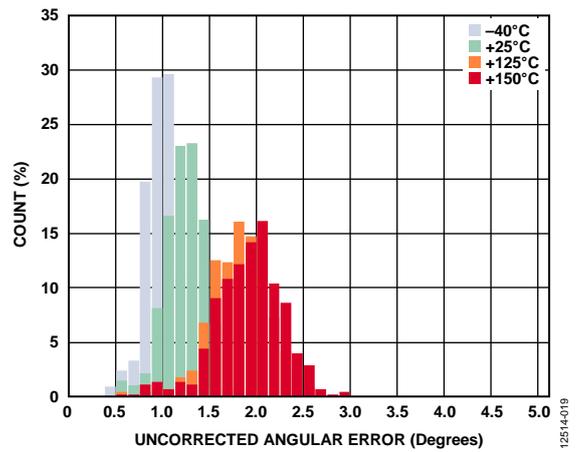


図 12.未補正角度誤差、 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ 、GC = オフ

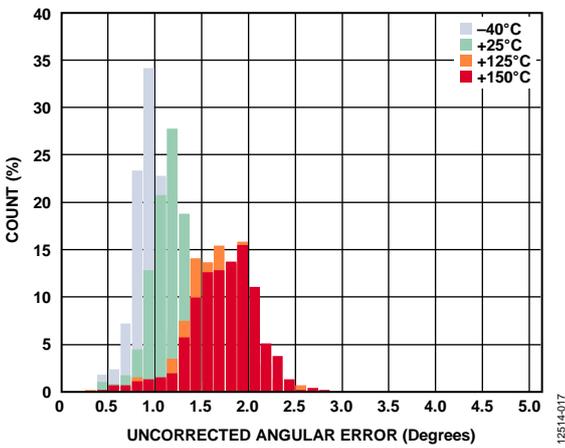


図 10.未補正角度誤差、 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、GC = オフ

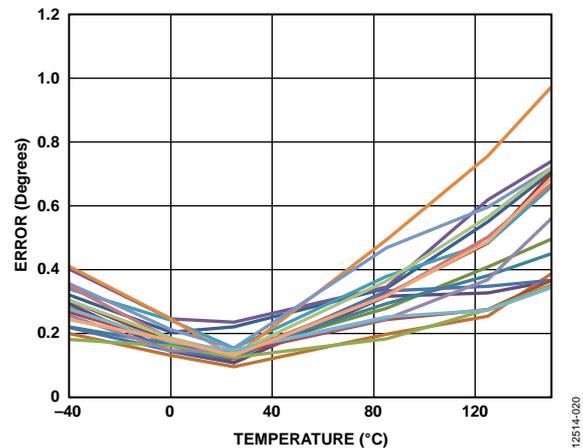


図 13.シングル・ポイント・キャリブレーション角度誤差  
 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、GC = オン

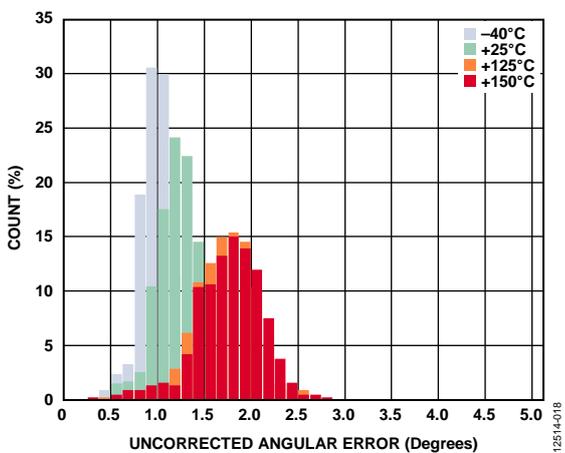


図 11.未補正角度誤差、 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ 、GC = オン

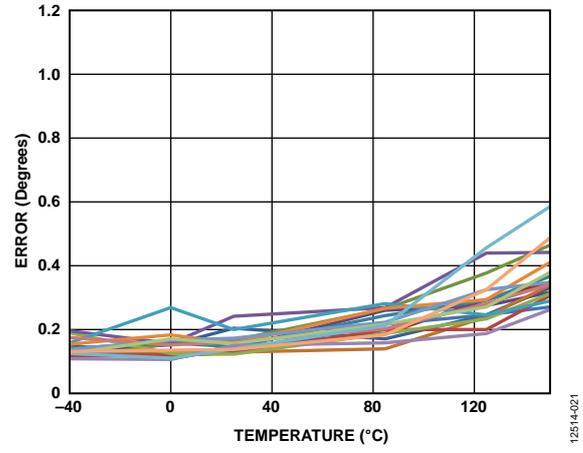


図 14.シングル・ポイント・キャリブレーション角度誤差  
 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、GC = オフ

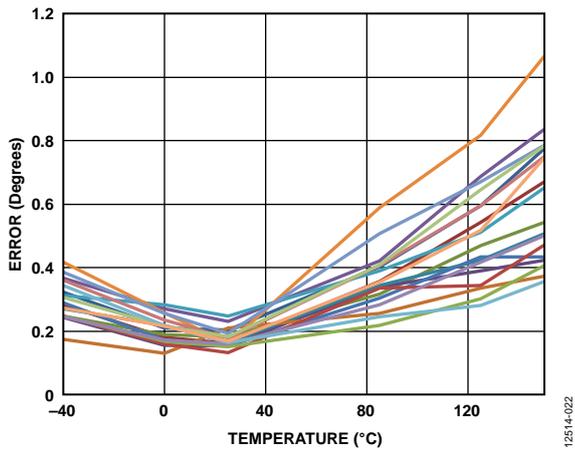


図 15. シングル・ポイント・キャリブレーション角度誤差  
 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ 、GC = オン

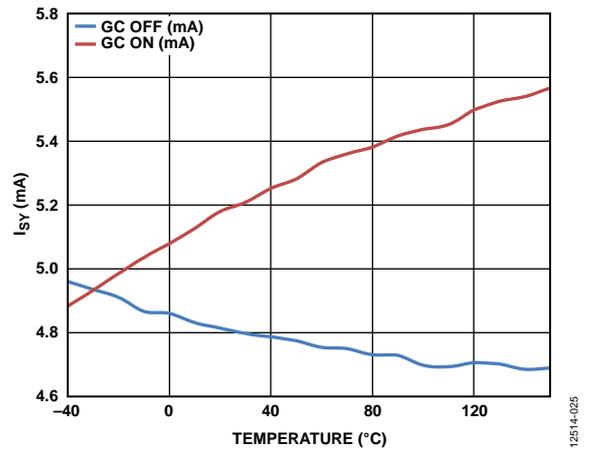


図 18. 電源電流 ( $I_{SY}$ )の温度特性、 $V_{DD} = 5\text{ V}$

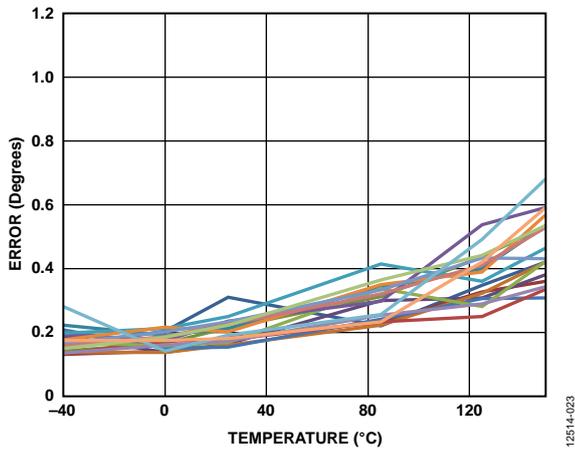


図 16. シングル・ポイント・キャリブレーション角度誤差  
 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ 、GC = オフ

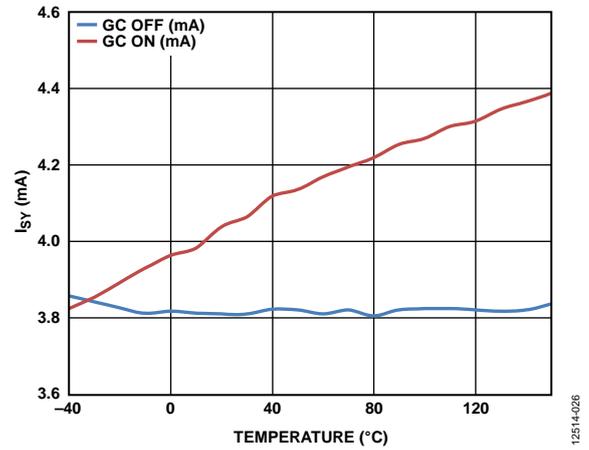


図 19. 電源電流 ( $I_{SY}$ )の温度特性、 $V_{DD} = 3\text{ V}$

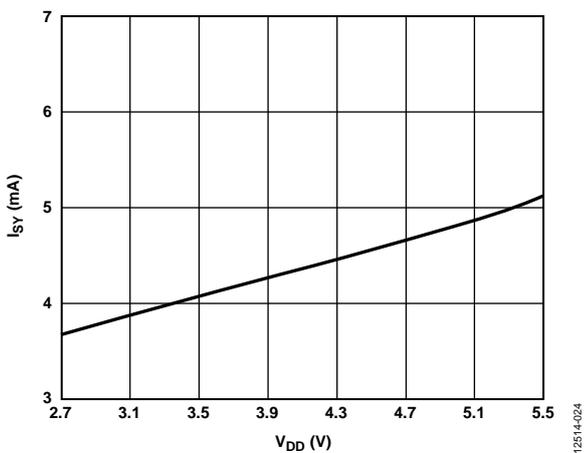


図 17. 電圧 ( $V_{DD}$ )対電源電流 ( $I_{SY}$ )、 $T = 25^\circ\text{C}$

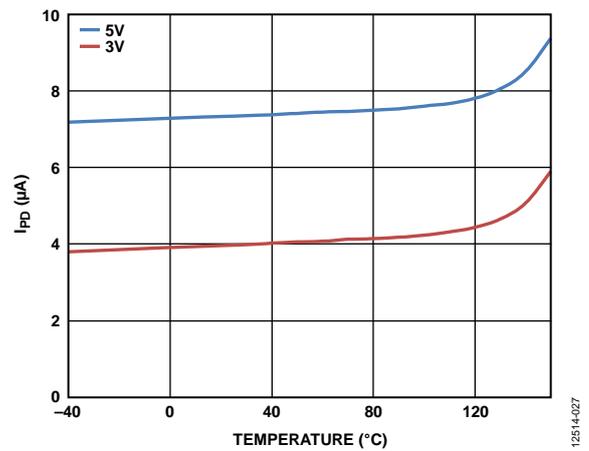


図 20. パワーダウン電流 ( $I_{PD}$ )の温度特性

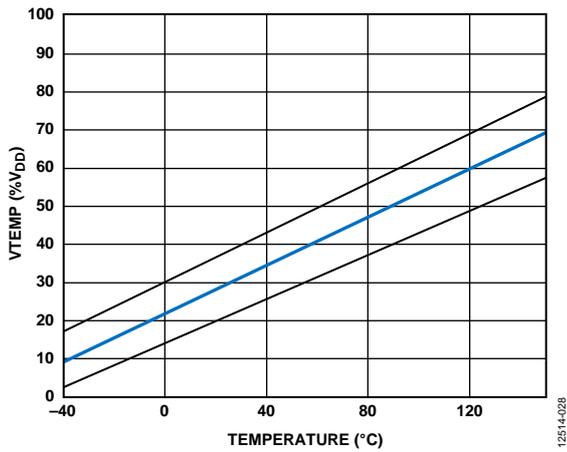


図 21.VTEMP 出力電圧の温度特性

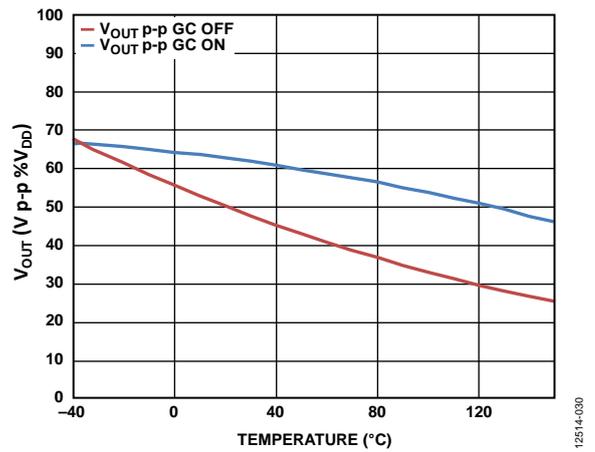


図 23.ピーク to ピーク出力電圧 ( $V_{SIN}$  と  $V_{COS}$ )の温度特性 (%  $V_{DD}$ )

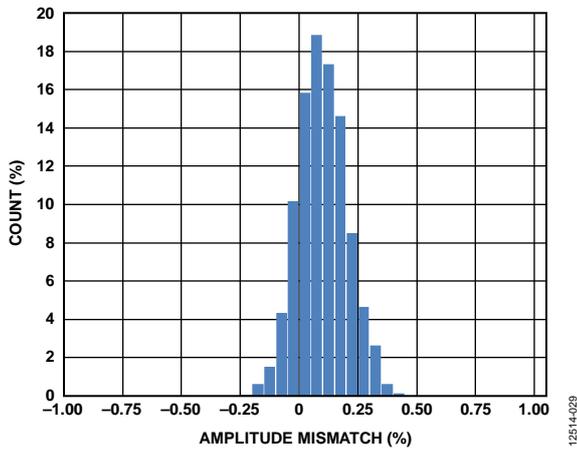


図 22.振幅同期 (% k)

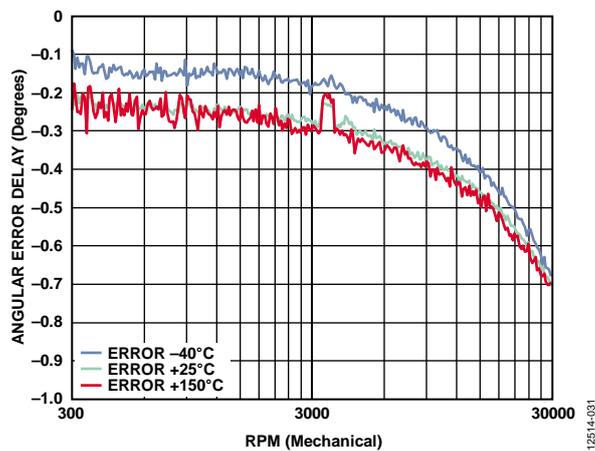


図 24.RPM (メカニカル)対角度誤差遅延

## 用語

### リファレンス位置誤差

リファレンス位置誤差は、センサーの公称位置からの絶対実装位置偏差を表します。Y=0 μm のリファレンス位置は、ピン2とピン7を結ぶ直線です。X=0 μm の位置は、パッケージ上面からの中点です。位置精度は、X方向およびY方向とも±0.05 mm (±50 μm)です。

### リファレンス角度誤差

リファレンス角度誤差は、センサーの公称角度からの絶対実装角度偏差を表します。角度Φ=0°の角度マーキングは、ピン2とピン7を結ぶ直線に平行です。

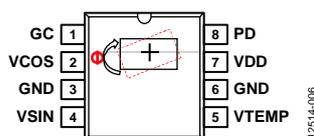


図 25. パッケージ内のボンディング配置とセンサー・アライメント

### 出力振幅同期誤差

出力振幅同期誤差 (k) は、次式で表される MR センサーの連続回転励磁での両出力チャンネル振幅間の関係として定義されます。

$$k = 100\% \times V_{SIN\_P-P} / V_{COS\_P-P}$$

### 未補正角度誤差

未補正角度誤差は、オフセット・キャリブレーションなしで  $V_{SIN}$  と  $V_{COS}$  から角度を計算する際の、理論角度値からの最大偏差として定義されます。

### シングル・ポイント・キャリブレーション角度誤差

シングル・ポイント・キャリブレーション角度誤差は、 $T_A = 25^\circ\text{C}$  でオフセット電圧を初期キャリブレーションした後に  $V_{SIN}$  と  $V_{COS}$  から角度を計算する際の、理論角度値からの最大偏差として定義されます。

### ダイナミック角度誤差

ダイナミック角度誤差は、連続オフセット・キャリブレーションを行いながら  $V_{SIN}$  と  $V_{COS}$  から角度を計算する際の、理論角度値からの最大偏差として定義されます。

### 位相誤差

位相誤差 ( $\Phi_{ERR}$ ) は、計装アンプの帯域幅制限から生ずる回転周波数依存誤差として定義されます。 $V_{SIN}$  と  $V_{COS}$  はアンプ伝搬遅延の影響を受け、回転磁界の実際の角度方向と呼ばれます。この代表的特性値を使って、非常に高い回転速度でこの誤差の1次補償を行うことができます。低速回転システムでは、この誤差成分は無視できるため、補償は不要です。

## 動作原理

ADA4571 は、シグナル・コンディショニング・アンプと ADC ドライバを内蔵する AMR センサーです。ADA4571 は、周囲磁界の角度を表示する正弦波と余弦波の 2 つのアナログ信号を出力します。

AMR 検出エレメントは、Sensitec 社によりデザイン/製造されています。

### SENSITEC KÖRBER SOLUTIONS

図 27 に、AMR センサー・エレメント、制御機能、フィルタ機能、バッファ機能、信号増幅機能から構成される正弦波チャンネルを示します。電源電圧に比例するリファレンス電圧が発生され、このリファレンス電圧によりセンサー・ブリッジの電源電圧が制御されます。ノイズおよび電磁適合性 (EMC) 除去のため、ブリッジ電源はローパス・フィルタ処理されています。ブリッジ出力電圧は、固定ゲイン ( $G = 40$ 、GC モードをディスエーブル) で増幅され、バッファされています。シングルエンド出力は同相モード電圧  $V_{DD}/2$  を中心とするため、電源電圧を基準とする外付け ADC リファレンスの入力を駆動することができます。

最適な ADC 入力範囲を実現するため、余弦波出力電圧と正弦波出力電圧は電源電圧に追従するレシオメトリック構成になっています。高い信号性能を実現するために、両出力信号の振幅と位相を一致させる必要があります。十分なアンプ帯域幅を確保して、最大規定回転速度で位相遅延を小さくする必要があります。

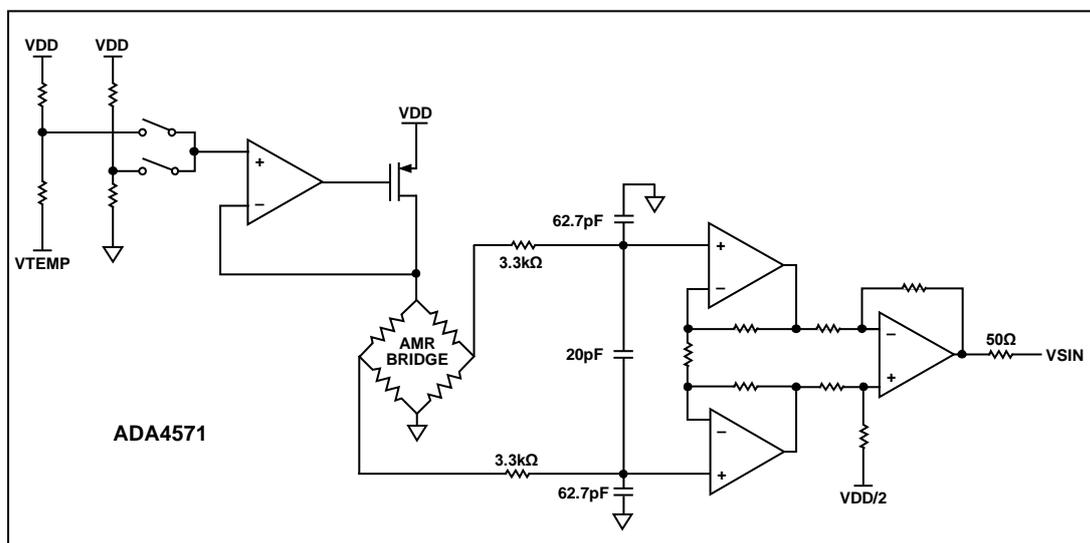
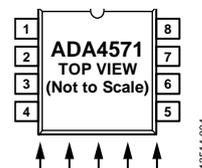
センサー出力および初段ステージと 2 段目ステージの間にある電磁干渉 (EMI) フィルタが、信号帯域内から不要なノイズと干

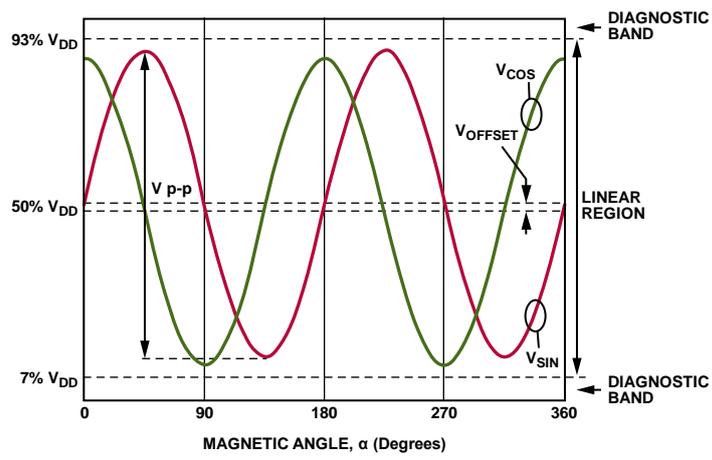
渉を除去します。

計装アンプ・アーキテクチャは、当社独自のチョッピング技術を採用した高精度、低ノイズ、ゼロ・ドリフトのアンプで構成されています。このチョッピング技術は、 $0.3 \mu\text{V}$  (typ) の低入力オフセット電圧と  $0.02 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  (typ) の入力オフセット電圧ドリフトを提供します。また、ゼロ・ドリフト・デザインではチョッピング・リップル抑圧回路を採用して、グリッチを除去し、チョッピングにより発生するその他のノイズを除去しています。

同相モード電圧変化と電源変動から発生するオフセット電圧誤差もチョッピング技術で補正されるため、 $150 \text{ dB}$  以上の同相モード除去比が得られます。アンプの広帯域ノイズは  $22 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  と小さく、かつ  $1/f$  ノイズ成分はありません。これらの機能は、高精度検出アプリケーションでの低レベル AMR ブリッジ信号の増幅に最適です。

さらに、センサーと IC の状態をセルフチェックする広範囲な診断機能が内蔵されています。





12514-003

図 28. 代表的な出力波形; 磁界角度対正弦波および余弦波

## アプリケーション情報

この AMR センサーは、リファレンスを電源電圧に接続した ADC を内蔵する別の処理 IC またはエレクトロニクス・コントロール・ユニット (ECU) と組み合わせて使用するアプリケーション向けにデザインされています。ADC 入力分解能と AMR センサー出力は同じ方法で  $V_{DD}$  に関係するので、システムは元々レシオメトリックであるため、信号の電源電圧変化に対する依存性は小さくなっています。

### 角度計算

AMR デバイス出力から角度を計算するため、三角関数  $\arctangent2$  を使います。 $\arctangent2$  関数は、 $-90^\circ \sim +90^\circ$  の磁気角度範囲から  $-180^\circ \sim +180^\circ$  の磁気角度範囲へ出力を拡張する追加象限情報を持つ標準逆正接関数です。AMR 技術の検出範囲が原因で、この計算される磁気角度は磁石の各極ごとに繰り返されます。シンプルな 2 極の磁石の場合、次式はメカニカルな  $180^\circ$  に対して絶対角度を与えます。

$$\alpha = \frac{\arctan\left(\frac{V_{SIN}}{V_{COS}}\right)}{2}$$

### ECU との接続

ADA4571 出力の駆動能力が限定されているため、ADA4571 と他の IC との間の基板 (PCB) のパターン長を短くしてください。信号ラインのシールドも推奨します。最適な角度精度を得るためには、負荷コンデンサと負荷抵抗を一致させてください。ADC 入力の前にシステムのサンプリング周波数に関係した帯域制限フィルタを接続して、ノイズ帯域幅を狭くしてください。

図 29 で、 $V_{COS}$  と  $V_{SIN}$  上の負荷抵抗は、フィルタと ADC の入力負荷を表しています。 $\arctan$  とオフセットの計算、オフセットの保存、その他のキャリブレーションのためにプロセッサを使うことができます。

### VTEMP 出力ピン

温度モニタ用または温度キャリブレーション用に、VTEMP ピンから絶対温度に比例する電圧が出力されます。この出力電圧は電源電圧に対してレシオメトリックであるため、電源電圧をリファレンス電圧として使用する ADC とのインターフェースが容易になります。このピンを使用しない場合は、オープンのままにすることができます。

VTEMP 出力電圧で最高精度を実現するためには、既知の制御された温度で初期キャリブレーションを行ってください。その後、次式を使って、温度情報を取得してください。

$$T_{VTEMP} = \frac{\left(\frac{V_{TEMP}}{V_{DD}}\right) - \left(\left(\frac{V_{CAL}}{V_{DD}}\right) - T_{CAL} \times T_{CO}\right)}{TC_{VTEMP}}$$

ここで、

$T_{VTEMP}$  は、VTEMP 出力電圧から計算した温度 ( $^\circ\text{C}$ )。

$V_{TEMP}$  は、動作時の VTEMP 出力電圧。

$V_{DD}$  は電源電圧。

$V_{CAL}$  は、制御された温度でキャリブレーション中の VTEMP 出力電圧。

$T_{CAL}$  は、キャリブレーション時の制御された温度。

$T_{CO}$  は内部回路の温度係数。値については仕様のセクションを参照してください。

### ゲイン制御モード

ゲイン制御 (GC) ピンを VDD ピンに接続すると、GC イネーブル・モードが開始されます。このモードでは、AMR ブリッジ・センサー振幅出力が、温度変動が小さくなるように補償されます。これにより制御された出力電圧レベルが高くなるため、システム・ダイナミックレンジが広がり、システム・デザイン作業が容易になります。GC ピンをフローティングのままにする場合、弱いプルアップ抵抗を使うと、GC モードがデフォルト状態としてイネーブルされるようになります。また、半径チェックのように、正弦振幅出力と余弦振幅出力をイネーブル/ディスエーブル時に比較することにより、GC モードをセンサー自己診断として使用することもできます。半径が変化しない場合は、IC に故障があることを示します。

### パワーダウン・モード

PD ピンを VDD ピンに接続すると、パワーダウン・モードを開始することができます。このモードでは、デバイスがシャットダウンし、出力ピンが高インピーダンスに設定されるため、負荷抵抗を流れる消費電流をなくすることができます。VTEMP 出力はプルダウン抵抗を介してグラウンドへ接続されます。GC =  $V_{DD}$  または GC = GND で、パワーダウン・モードを開始することができます。PD ピンがフローティングの場合、内蔵プルダウン抵抗によりデバイスのアクティブが維持されます。

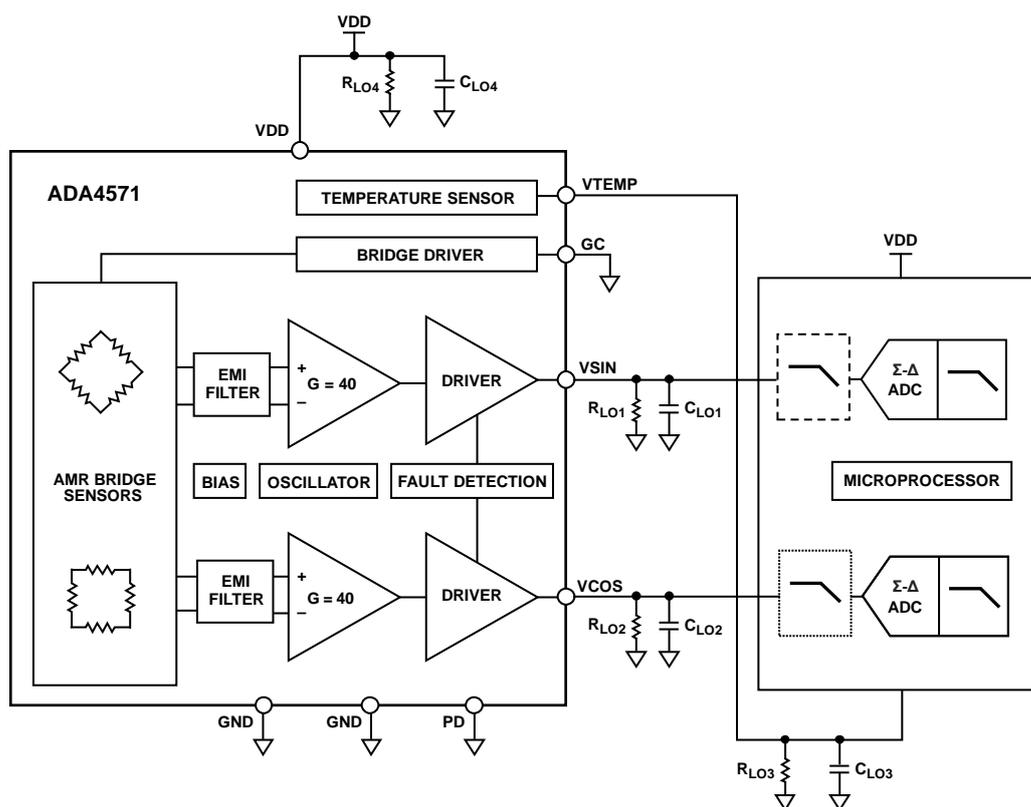


図 29. 個別のプロセッサとデータ変換を使用する代表的なアプリケーション図

### 消費電力

最大静止消費電力は、電源電流が規定の最大 7 mA で、かつ ADA4571 が 5.5 V の最大  $V_{DD}$  で動作するときが発生し、消費電力は 38.5 mW になります。

消費電力は、 $V_{DD}$ 、温度、負荷抵抗 ( $R_L$ )、負荷容量 ( $C_L$ )、回転磁界周波数に依存します。 $R_L$  と  $C_L$  はグラウンド基準にすることが推奨されます。 $V_{DD}$  ピンまたはグラウンドへの短絡では電流を所定の継続時間に制限して、出力電圧を保護しています。デバイスを 180°回転してソケットに挿入すると、電源電流が 100 mA に制限されていない場合故障が生じます。

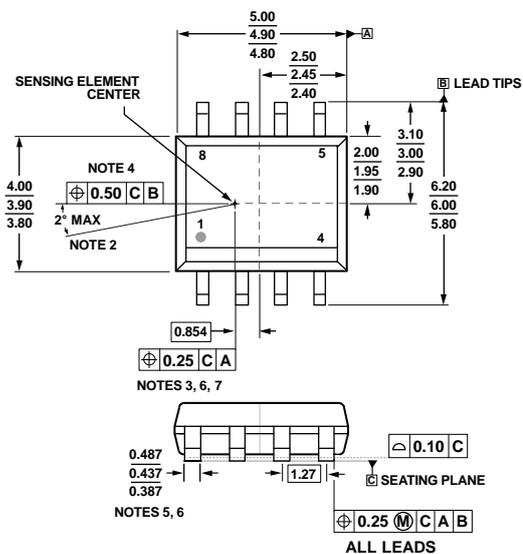
### 信号出力のオフセット

シングルエンド出力信号は、内部で発生する  $V_{DD}/2$  を基準としています。オフセットは、マッチングの不正確性や製造プロセス時のその他の欠陥から発生します。許容誤差を小さくするためには、 $VSIN$  と  $VCOS$  の外付け負荷を互いに一致させる必要があります。ESD 保護と EMC 保護のため、出力に 50  $\Omega$  の直列抵抗がありますので、出力負荷抵抗を大きくすることにより、この直列抵抗の影響を小さくすることができます。

### 信号のエア・ギャップ距離に対する依存性

この IC は、x-y 平面内で外部磁界の方向を測定します。磁界強度が 25 kA/m の最小規定値を上回るかぎり、測定結果は磁界強度の影響を受けません。x-y 方向の均一磁界では、測定結果は z 方向の変位 (エア・ギャップ) の影響を受けません。内部 x-y 平面からプラスチック・パッケージ上面までの公称 z 距離は 0.400 mm です。

メカニカル許容誤差図



- NOTES**
1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
  2. MAXIMUM SENSOR ROTATION.
  3. THIS DIMENSION AND TRUE POSITION SPECIFY THE LOCATION OF THE CENTER OF THE SENSING ELEMENT WITH RESPECT TO THE CENTER OF THE PACKAGE. THE CENTER OF THE SENSING ELEMENT IS ALIGNED WITH THE EDGES OF LEAD 2 AND LEAD 7.
  4. THE CENTER OF THE SENSING ELEMENT IS ALIGNED WITH THE CENTER LINE OF THE PACKAGE (DATUM B).
  5. THE LEAD WIDTH DIMENSION IS TOLERANCED MORE TIGHTLY THAN ON THE R8 PACKAGE OUTLINE DRAWING. THIS DIMENSION IS MEASURED AT THE FOOT OF THE LEAD (NO FLASH, BURRS).
  6. DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, DAMBAR PROTRUSIONS, OR BURRS.
  7. MOLD BODY WIDTH AND LENGTH DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH, OFFSETS, OR MOLD GATE PROTRUSIONS.
  8. REFER TO THE R8 PACKAGE OUTLINE DRAWING FOR DIMENSIONS NOT SHOWN HERE.

12514-034

図 30.ADA4571 のメカニカル図

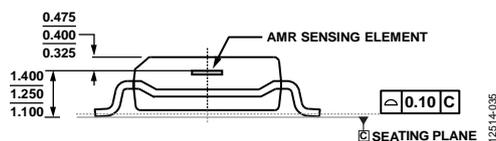


図 31.ADA4571 の断面図

診断機能

半径の計算

V<sub>SIN</sub> 出力と V<sub>COS</sub> 出力を使って、半径を計算することができます。これらの出力は 90° の固定位相関係をもつため、計算する半径は予測可能な既知範囲内にあり、この範囲は現在の磁界方向と無関係にデバイス温度により変化します。この半径 V<sub>RAD</sub> を使って、ECU で読み取る値の V<sub>SIN</sub> 値と V<sub>COS</sub> 値を確認することができます。計算した半径が許容範囲を超える場合、システム内に故障が発生している可能性があります。半径の計算には、次式を使います。

$$V_{RAD} = \sqrt{\left(V_{SIN} - \frac{V_{DD}}{2}\right)^2 + \left(V_{COS} - \frac{V_{DD}}{2}\right)^2}$$

半径計算の前にオフセット・キャリブレーションを行うことが重要です。

図 32 に、GC モードをイネーブ爾したときの許容半径を、図 33 に、GC モードをディスエーブ爾したときの許容半径を、それぞれ示します。仕様のセクションに規定するデバイスの全動作温度での V<sub>RAD</sub> の最大値と最小値は、V<sub>SIN</sub> と V<sub>COS</sub> の許容振幅範囲を使って計算されます。この範囲は、図 32 と図 33 の青い領域で表されます。

-40°C、+25°C、+125°C、+150°C での V<sub>RAD</sub> 値 (typ) も示してあります。

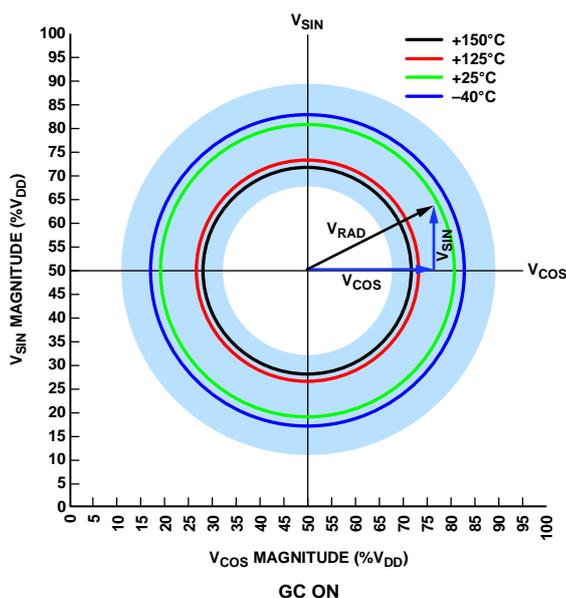


図 32.GC オン での半径

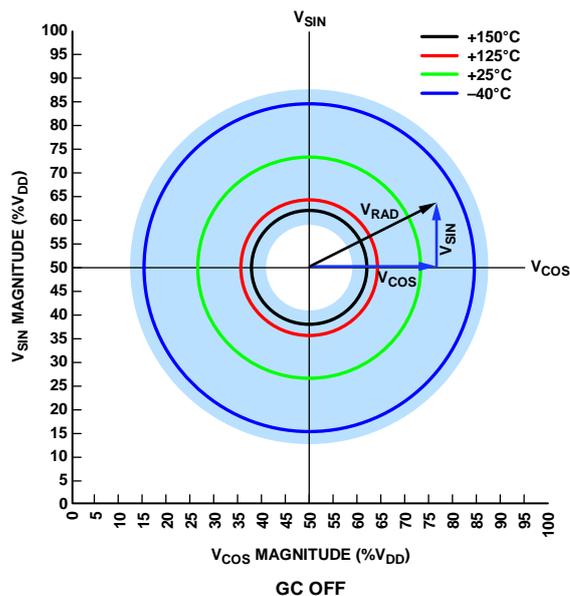


図 33.GC オフでの半径

VTEMP ピンをモニタすると、既知温度でさらに狭い範囲の半径長が確認可能になります。各温度での正確な値と出力振幅規定値については、仕様のセクションと代表的な性能特性のセクションを参照してください。

ボンディング・ワイヤー断線の検出

ADA4571 は、AMR センサーと計装アンプの間のボンディング・ワイヤー断線を検出する回路を内蔵しています。この検出回路は、AMR センサーと ASIC との間の信号接続に配置されたウインドウ・コンパレータと電流源から構成されています。AMR センサーと ASIC との間のボンディング・ワイヤーが断線したとき、この電流源を使って通常動作領域の外側に信号ノードを駆動します。ウインドウ・コンパレータは、AMR センサーからの信号が通常動作領域外になったことを検出するときに使用します。信号ノードが通常動作領域外になったことをコンパレータが検出すると、この回路は V<sub>SIN</sub> ノードおよび/または V<sub>COS</sub> ノードをグラウンド・レベルにしてホスト・コントローラへ故障を通知します。

アクティブ回路の他に、プルアップ抵抗やプルダウン抵抗の使用のようなアプリケーション推奨事項があります。この場合、既定動作領域の外側にノードを駆動することによりボンディング・ワイヤーの断線を検出します。VTEMP、V<sub>COS</sub>、V<sub>SIN</sub> でボンディング・ワイヤーが断線すると、対応する出力が途切れれます。これらのピンでボンディング・ワイヤーが断線した場合に、出力が確実に既知状態になるようにするため、これらのピンに 200 kΩ のプルダウン抵抗を接続してください。これらのノードを通常動作領域の外側に駆動して、故障をホスト・コントローラへ通知します。

**GND または VDD への短絡**

短絡が発生した場合、出力電圧は GND または VDD ピンに接続されます。

**正弦センサー出力と余弦センサー出力の間の短絡**

センサー出力間に短絡が発生すると、IC 出力電圧は出力同相モード電圧になります。マイクロコントローラで角度誤差が検出されます。

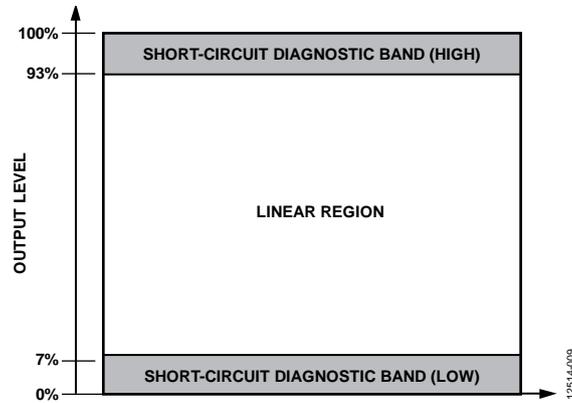
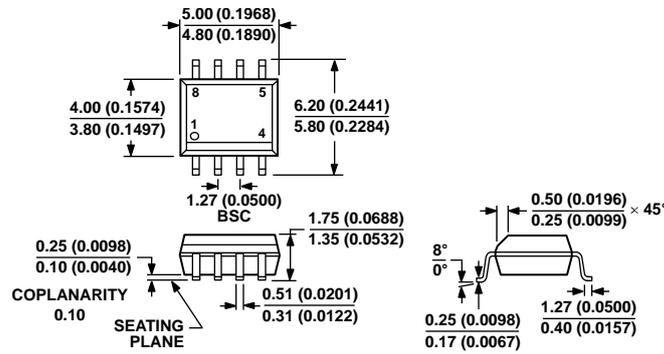


図 34.短絡状態診断時の出力範囲の分類

表 7.診断機能

Fault Description	Output Conditions	Alert
Broken Bond Wire Between the Internal MR Sensor and the ASIC	Broken bond wire detection is activated; the broken channel(s), VSIN or VCOS, are pulled to ground	Diagnostic region violation
Broken Bond Wire at the PD Pin	Device remains functional	No alert
Broken Bond Wire at the GC Pin	Gain control is activated	Possible change in output amplitude
Output Short-Circuit to GND	Shorted channel is pulled to ground	Diagnostic region violation
Output Short-Circuit to VDD	Shorted channel is pulled to VDD	Diagnostic region violation

外形寸法



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AA  
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS  
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR  
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

012407-A

図 35.8 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ [SOIC\_N]  
 ナロー・ボディ  
 (R-8)  
 寸法: mm (インチ)

オーダー・ガイド

Model <sup>1,2</sup>	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADA4571WHRZ-R7	-40°C to +150°C	8-Lead SOIC_N, 7" Tape and Reel	R-8
ADA4571BRZ	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8
ADA4571BRZ-RL	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N, 13" Tape and Reel	R-8
ADA4571BRZ-R7	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N, 7" Tape and Reel	R-8

<sup>1</sup>Z = RoHS 準拠製品。

<sup>2</sup>W = 車載アプリケーション用に認定済み。

車載製品

ADA4571WHRZ モデルは、車載アプリケーションの品質と信頼性の要求をサポートするため管理した製造により提供しています。これらの車載モデルの仕様は商用モデルと異なる場合があるため、設計者はこのデータシートの仕様のセクションを慎重にレビューしてください。表示した車載グレード製品のみを、車載アプリケーション用として提供しています。特定製品のオーダー情報とこれらのモデルの特定の車載信頼性レポートについては最寄りのアナログ・デバイセズ販売代理店へご連絡ください