

本ICはCMOSプロセス技術を用いて開発した高精度、低温度係数、低出力ノイズのシャント電圧リファレンスでSOT-23-3および小型のHSNT-8(1616)Bのパッケージを採用しています。適切な外付けシャント抵抗を選択することで高い入力電圧からも電源を供給でき、高精度のシステムリファレンス電圧を生成することができます。

出力電圧 (逆ブレイクダウン電圧) は内部で固定された2.048 V、2.5 V、3.0 V、3.3 V、4.096 V、5.0 Vの6種類から選ぶことができます。

本ICは3つの精度タイプを選択可能です。Aタイプの出力電圧精度は±0.1%、出力電圧温度係数は±20 ppm/°C max. ($T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$) です。また、幅広いシャント電流に対応しており最大シャント電流は30 mAです。

また弊社では、お客様の機能安全設計をサポートするため、ご使用条件に合わせて算出したFIT値を提供しております。FIT値算出の実施については販売窓口までお問い合わせください。

注意 本製品は、車両機器、車載機器へのご使用が可能です。これらの用途でご使用をお考えの際は、必ず販売窓口までご相談ください。

■ 特長

- ・ 出力電圧 (逆ブレイクダウン電圧) : 2.048 V, 2.5 V, 3.0 V, 3.3 V, 4.096 V, 5.0 Vが選択可能
- ・ 出力電圧精度 : S-19761A : ±0.1% ($T_a = +25^\circ\text{C}$)
S-19761B : ±0.2% ($T_a = +25^\circ\text{C}$)
S-19761C : ±0.2% ($T_a = +25^\circ\text{C}$)
- ・ 出力電圧温度係数 : S-19761A : ±10 ppm/°C max. ($T_a = 0^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$)
±20 ppm/°C max. ($T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)
S-19761B : ±30 ppm/°C max. ($T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)
S-19761C : ±80 ppm/°C max. ($T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)
- ・ シャント電流範囲 : 80 $\mu\text{A} \sim 30 \text{ mA}$
- ・ 出力ノイズ : 28 μV_{RMS} ($V_{\text{Z(S)}} = 2.048 \text{ V}$)
- ・ 出力コンデンサ : セラミックコンデンサが使用可能
0.68 μF 以上
- ・ 動作温度範囲 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$
- ・ 鉛フリー (Sn 100%)、ハロゲンフリー
- ・ AEC-Q100進行中*1

*1. 詳細は、販売窓口までお問い合わせください。

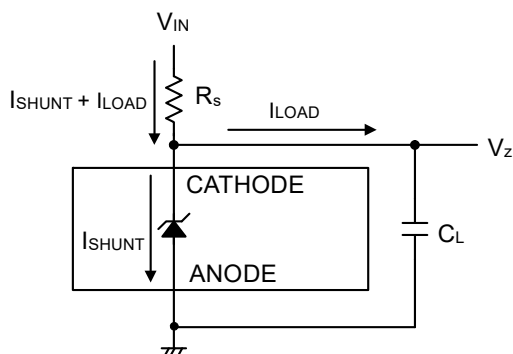
■ 用途

- ・ 車載用A/Dコンバータの基準電圧
- ・ 車載用コンパレータの基準電圧
- ・ インバータ、BMS、OBC、DC-DCコンバータ
- ・ 車載用 (エンジン、トランスミッション、サスペンション、ABS、EV / HEV / PHEV関連機器等)

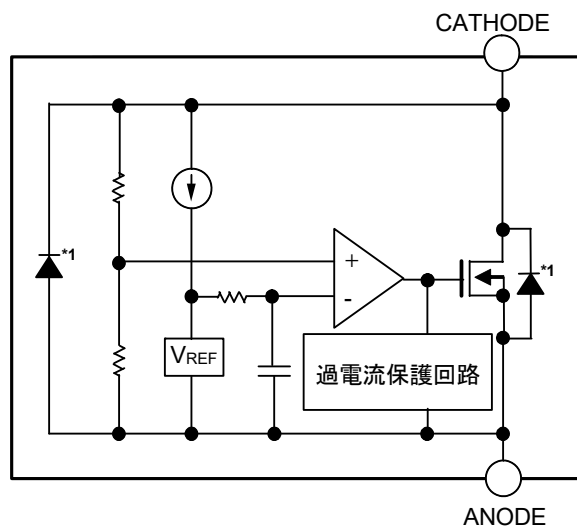
■ パッケージ

- ・ SOT-23-3
- ・ HSNT-8(1616)B

■ 基本アプリケーション回路



■ ブロック図



*1. 寄生ダイオード

図1

■ AEC-Q100進行中

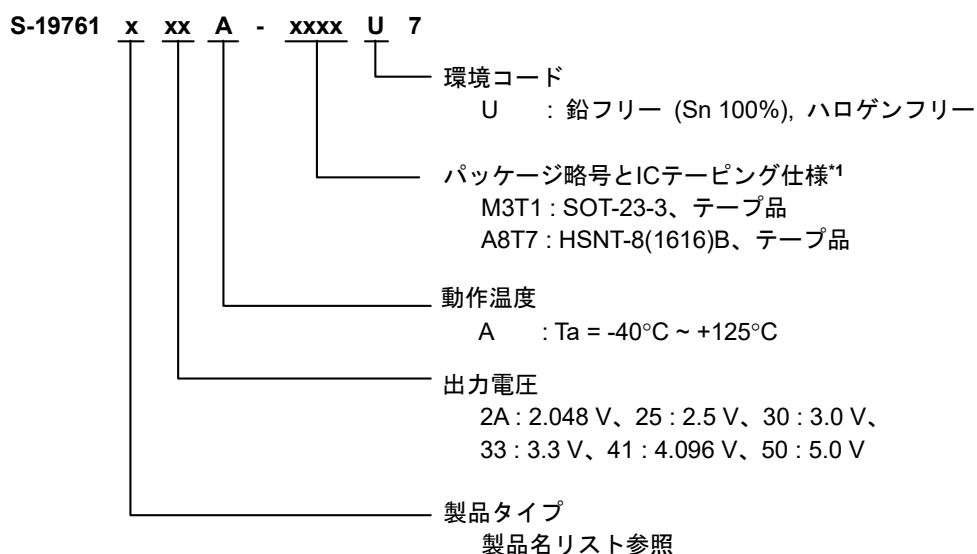
AEC-Q100の信頼性試験の詳細については、販売窓口までお問い合わせください。

■ 品目コードの構成

本ICは、出力電圧とパッケージ種類を用途により選択指定することができます。

製品名における文字列が示す内容は "1. 製品名" を、パッケージ図面は "2. パッケージ" を、製品名の詳細は"3. 製品名リスト" を参照してください。

1. 製品名



*1. テープ図面を参照してください。

2. パッケージ

表1 パッケージ図面コード

パッケージ名	外形寸法図面	テープ図面	リール図面	ランド図面
SOT-23-3	MP003-C-P-SD	MP003-C-C-SD	MP003-Z-R-SD	-
HSNT-8(1616)B	PY008-B-P-SD	PY008-B-C-SD	PY008-B-R-SD	PY008-B-L-SD

3. 製品名リスト

3.1 SOT-23-3

表2

出力電圧	最大シャント 電流	Aタイプ $\Delta V_Z = \pm 0.1\%^{*1}$ $T_C = \pm 20 \text{ ppm}/^\circ\text{C max.}^{*2}$	Bタイプ $\Delta V_Z = \pm 0.2\%^{*1}$ $T_C = \pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C max.}^{*2}$	Cタイプ $\Delta V_Z = \pm 0.2\%^{*1}$ $T_C = \pm 80 \text{ ppm}/^\circ\text{C max.}^{*2}$
2.048 V	25 mA	S-19761A2AA-M3T1U7	S-19761B2AA-M3T1U7	S-19761C2AA-M3T1U7
2.5 V	30 mA	S-19761A25A-M3T1U7	S-19761B25A-M3T1U7	S-19761C25A-M3T1U7
3.0 V	30 mA	S-19761A30A-M3T1U7	S-19761B30A-M3T1U7	S-19761C30A-M3T1U7
3.3 V	30 mA	S-19761A33A-M3T1U7	S-19761B33A-M3T1U7	S-19761C33A-M3T1U7
4.096 V	30 mA	S-19761A41A-M3T1U7	S-19761B41A-M3T1U7	S-19761C41A-M3T1U7
5.0 V	30 mA	S-19761A50A-M3T1U7	S-19761B50A-M3T1U7	S-19761C50A-M3T1U7

3.2 HSNT-8(1616)B

表3

出力電圧	最大シャント 電流	Aタイプ	Bタイプ $\Delta V_Z = \pm 0.2\%^{*1}$ $T_C = \pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C max.}^{*2}$	Cタイプ $\Delta V_Z = \pm 0.2\%^{*1}$ $T_C = \pm 80 \text{ ppm}/^\circ\text{C max.}^{*2}$
2.048 V	25 mA	-	S-19761B2AA-A8T7U7	S-19761C2AA-A8T7U7
2.5 V	30 mA	-	S-19761B25A-A8T7U7	S-19761C25A-A8T7U7
3.0 V	30 mA	-	S-19761B30A-A8T7U7	S-19761C30A-A8T7U7
3.3 V	30 mA	-	S-19761B33A-A8T7U7	S-19761C33A-A8T7U7
4.096 V	30 mA	-	S-19761B41A-A8T7U7	S-19761C41A-A8T7U7
5.0 V	30 mA	-	S-19761B50A-A8T7U7	S-19761C50A-A8T7U7

*1. $T_a = +25^\circ\text{C}$

*2. $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$

■ ピン配置図

1. SOT-23-3

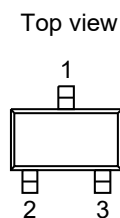


図2

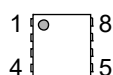
表4

端子番号	端子記号	端子内容
1	DNU ^{*1}	使用禁止
2	CATHODE	CATHODE端子
3	ANODE	ANODE端子

*1. DNUは未接続、またはANODE端子に接続してください。

2. HSNT-8(1616)B

Top view



Bottom view

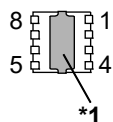


図3

表5

端子番号	端子記号	端子内容
1	CATHODE	CATHODE端子
2	CATHODE	CATHODE端子
3	NC ^{*2}	無接続
4	DNU ^{*3}	使用禁止
5	NC ^{*2}	無接続
6	NC ^{*2}	無接続
7	ANODE	ANODE端子
8	ANODE	ANODE端子

*1. 網掛け部分の裏面放熱板は、基板に接続し電位をGND (ANODE) としてください。

ただし、電極としての機能には使用しないでください。

*2. NCは電氣的にオープンを示します。

このため、CATHODE端子またはANODE端子に接続しても問題ありません。

*3. DNUは未接続、またはANODE端子に接続してください。

■ 絶対最大定格

表6

(特記なき場合 : $T_j = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$)

項目	記号	絶対最大定格	単位
カソード電圧	V_{CATHODE}	$V_{\text{ANODE}} - 0.3 \sim V_{\text{ANODE}} + 6.0$	V
シャント電流 ^{*1}	I_{SHUNT}	35	mA
ジャンクション温度	T_j	-40 ~ +150	°C
動作周囲温度	T_{opr}	-40 ~ +125	°C
保存温度	T_{stg}	-40 ~ +150	°C

*1. 本ICを通常動作させたときに流れるシャント電流は定格内に収まるように設計して使用してください。

注意 絶対最大定格とは、どのような条件下でも越えてはならない定格値です。万一この定格値を越えると、製品の劣化などの物理的な損傷を与える可能性があります。

■ 熱抵抗値

表7

項目	記号	条件		Min.	Typ.	Max.	単位
ジャンクション温度－周囲温度間 熱抵抗値*1	θ_{JA}	SOT-23-3	Board A	-	200	-	°C/W
			Board B	-	165	-	°C/W
			Board C	-	-	-	°C/W
			Board D	-	-	-	°C/W
			Board E	-	-	-	°C/W
		HSNT-8(1616)B	Board A	-	214	-	°C/W
			Board B	-	172	-	°C/W
			Board C	-	52	-	°C/W
			Board D	-	55	-	°C/W
			Board E	-	43	-	°C/W

*1. 測定環境 : JEDEC STANDARD JESD51-2A準拠

備考 詳細については、"■ Power Dissipation"、"Test Board" を参照してください。

■ 推奨動作条件

表8

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
カソード電圧 ^{*1}	V_{CATHODE}	-	2.0	V_z^{*2}	5.5	V
シャント電流	I_{SHUNT}	$V_{\text{CATHODE}} = 2.048 \text{ V}$	0.08	-	25	mA
		$V_{\text{CATHODE}} \geq 2.5 \text{ V}$			30	
シャント抵抗	R_s	-	0.1	-	100	kΩ
出力コンデンサ	C_L^{*3}	-	0.68	-	100	μF
動作温度	T_a	-	-40	-	+125	°C

*1. 通常動作においてCATHODE端子は本ICの出力として使用しますが、CATHODE端子に外部から電圧がかかる場合は以下の点に注意してください。

- $V_{\text{CATHODE}} < 2.0 \text{ V}$ において、低電圧状態の動作モードが存在します。起動時は、CATHODE端子電圧 $V_{\text{CATHODE}} \geq 2.5 \text{ V}$ となるように使用してください。
- $V_{\text{CATHODE}} > V_z$ では、大きなシャント電流が出力トランジスタに流れます。過電流保護が動作して150 mA typ. ($V_{\text{CATHODE}} = 5.5 \text{ V}$) に制限されますが、製品が劣化するおそれがありますので、この状態での連続使用を避けてください。

*2. V_{CATHODE} には出力電圧 (V_z) (2.048 V、2.5 V、3.0 V、3.3 V、4.096 V、5.0 Vのいずれか) が出力されます。

*3. C_L 推奨値は0.68 μF min.ですが、"■ 参考データ"では容量値の実効値を考慮して0.22 μFでデータを取得しています。

■ 電気的特性

1. $V_{Z(S)} = 2.048 \text{ V}$

表9

(特記なき場合 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)

項目	記号	条件		Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路	
出力電圧 (逆ブレークダウン 電圧)*1	V _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	2.046	2.048	2.050	V	1	
			S-19761B (0.2%)	2.044	2.048	2.052	V		
			S-19761C (0.2%)	2.044	2.048	2.052	V		
出力電圧公差*2	ΔV _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	-2.0*5	-	2.0*5	mV	1	
			S-19761B (0.2%)	-4.1*5	-	4.1*5	mV		
			S-19761C (0.2%)	-4.1*5	-	4.1*5	mV		
		I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = 0°C ~ +85°C	S-19761A	-3.3*6	-	3.3*6	mV	1	
			I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = -40°C ~ +125°C	S-19761A	-6.1*5	-	6.1*5	mV	1
				S-19761B	-10.2*5	-	10.2*5	mV	
S-19761C	-20.5*5	-		20.5*5	mV				
最小シャント電流	I _{SHUNT_MIN}	I _{SHUNT} (I _{LOAD} = 0 mA)		-	41	80	μA	2	
最大シャント電流	I _{SHUNT_MAX}	V _{CATHODE} ≥ 2.0 V		25	-	-	mA	2	
出力電圧温度係数*3	T _C	S-19761A	I _{SHUNT} = 100 μA (Ta = 0°C ~ +85°C)	-	-	±10*6	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±20*7	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±20*6			
		S-19761B	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±30*7	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±30*6			
		S-19761C	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±80*7	ppm /°C	1	
I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-		-	±80*6					
出力電圧負荷依存	ΔV _{Z (ΔISHUNT)}	I _{SHUNT_MIN} ≤ I _{SHUNT} ≤ 1 mA	Ta = +25°C	-	0.3	0.8	mV	1	
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	1.2*6	mV		
		1 mA ≤ I _{SHUNT} ≤ 25 mA	Ta = +25°C	-	2.3	8	mV	1	
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	12*6	mV		
出力インピーダンス	Z _Z	I _{SHUNT} = 1 mA, I _{AC} = 0.1 × I _{SHUNT} , f = 120 Hz, Ta = +25°C		-	0.3	1.2*6	Ω	3	
出力ノイズ	e _N	I _{SHUNT} = 100 μA, 10 Hz ≤ f ≤ 10 kHz, Ta = +25°C		-	28	-	μV _{RMS}	1	
長期安定性	$\frac{\Delta V_Z(\Delta t)}{V_Z}$	I _{SHUNT} = 100 μA, Δt = 1000 h, Ta = +50°C		-	70	-	ppm	1	
熱ヒステリシス*4	ΔV _{Z_HYS(ΔTa)}	Ta = 25°C, ΔTa = -40°C ~ +125°C		-	0.3	-	mV	1	

*1. 本ICの出力電圧は一般に「逆ブレークダウン電圧」とも呼ばれます。

*2. 出力電圧公差は次の式で定義されます。

$$\Delta V_Z = V_{Z(S)} \times (T_C \times 10^{-6}) \times \Delta T_a [\text{V}]$$

$V_{Z(S)}$: 設定出力電圧値

*3. 出力電圧温度係数 (T_C) はパタフライ法で測定しており、次の式で定義されます。

$$T_C = \frac{\Delta V_Z}{V_{Z(E)} \times \Delta T_a} \times 10^6 [\text{ppm}/^\circ\text{C}]$$

$V_{Z(E)}$: 出力電圧測定値

*4. 熱ヒステリシスは、初期値と低高温1サイクル後のそれぞれの25°Cにおける出力電圧の差分です。

*5. 出力電圧の温度依存、負荷依存、長期安定性、熱ヒステリシスを含めた公差に関しては販売窓口までお問い合わせください。

*6. 当該項目の規格値は設計保証です。

*7. 当該項目は上の表に記載された値をウエハ状態で満足することを保証しています。

パッケージ組み立てや基板実装の状態によってわずかに変動する可能性がありますので、詳細は "■ 参考データ" を参照の上、実際のアプリケーションでの十分な評価を推奨します。

2. $V_{Z(S)} = 2.500 \text{ V}$

表10

(特記なき場合 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路
出力電圧 (逆ブレークダウン 電圧)*1	V_Z	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	S-19761A (0.1%) 2.497	2.500	2.503	V	1
			S-19761B (0.2%) 2.495	2.500	2.505	V	
			S-19761C (0.2%) 2.495	2.500	2.505	V	
出力電圧公差*2	ΔV_Z	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	S-19761A (0.1%) -2.5*5	-	2.5*5	mV	1
			S-19761B (0.2%) -5.0*5	-	5.0*5	mV	
			S-19761C (0.2%) -5.0*5	-	5.0*5	mV	
		$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = 0^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	S-19761A -4.0*6	-	4.0*6	mV	1
			S-19761B -7.5*5	-	7.5*5	mV	
		$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$	S-19761B -12.5*5	-	12.5*5	mV	1
			S-19761C -25*5	-	25*5	mV	
最小シャント電流	I_{SHUNT_MIN}	$I_{SHUNT} (I_{LOAD} = 0 \text{ mA})$	-	41	80	μA	2
最大シャント電流	I_{SHUNT_MAX}	$V_{CATHODE} \geq 2.5 \text{ V}$	30	-	-	mA	2
出力電圧温度係数*3	T_C	S-19761A	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$ ($T_a = 0^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$)	-	-	$\pm 10^6$	ppm/ °C
			$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$	-	-	$\pm 20^7$	ppm/ °C
			$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, 10 \text{ mA}$	-	-	$\pm 20^6$	ppm/ °C
		S-19761B	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$	-	-	$\pm 30^7$	ppm/ °C
			$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, 10 \text{ mA}$	-	-	$\pm 30^6$	ppm/ °C
		S-19761C	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$	-	-	$\pm 80^7$	ppm/ °C
			$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, 10 \text{ mA}$	-	-	$\pm 80^6$	ppm/ °C
出力電圧負荷依存	$\Delta V_Z (I_{SHUNT})$	$I_{SHUNT_MIN} \leq I_{SHUNT} \leq 1 \text{ mA}$	$T_a = +25^\circ\text{C}$	-	0.3	0.8	mV
			$T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$	-	-	1.2*6	mV
		$1 \text{ mA} \leq I_{SHUNT} \leq 30 \text{ mA}$	$T_a = +25^\circ\text{C}$	-	2.3	8	mV
			$T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$	-	-	12*6	mV
出力インピーダンス	Z_Z	$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, I_{AC} = 0.1 \times I_{SHUNT}, f = 120 \text{ Hz}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	-	0.3	1.2*6	Ω	3
出力ノイズ	e_N	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}, 10 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ kHz}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	-	35	-	μV_{RMS}	1
長期安定性	$\frac{\Delta V_Z (\Delta t)}{V_Z}$	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}, \Delta t = 1000 \text{ h}, T_a = +50^\circ\text{C}$	-	70	-	ppm	1
熱ヒステリシス*4	$\Delta V_Z_{HYS}(\Delta T_a)$	$T_a = 25^\circ\text{C}, \Delta T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$	-	0.3	-	mV	1

*1. 本ICの出力電圧は一般に「逆ブレークダウン電圧」とも呼ばれます。

*2. 出力電圧公差は次の式で定義されます。

$$\Delta V_Z = V_{Z(S)} \times (T_C \times 10^{-6}) \times \Delta T_a [\text{V}]$$

$V_{Z(S)}$: 設定出力電圧値

*3. 出力電圧温度係数 (T_C) はバタフライ法で測定しており、次の式で定義されます。

$$T_C = \frac{\Delta V_Z}{V_{Z(E)} \times \Delta T_a} \times 10^6 [\text{ppm}/^\circ\text{C}]$$

$V_{Z(E)}$: 出力電圧測定値

*4. 熱ヒステリシスは、初期値と低高温1サイクル後のそれぞれの25°Cにおける出力電圧の差分です。

*5. 出力電圧の温度依存、負荷依存、長期安定性、熱ヒステリシスを含めた公差に関しては販売窓口までお問い合わせください。

*6. 当該項目の規格値は設計保証です。

*7. 当該項目は上の表に記載された値をウエハ状態で満足することを保証しています。

パッケージ組み立てや基板実装の状態によってわずかに変動する可能性がありますので、詳細は「■ 参考データ」を参照の上、実際のアプリケーションでの十分な評価を推奨します。

3. $V_{Z(S)} = 3.000\text{ V}$

表11

(特記なき場合 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)

項目	記号	条件		Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路	
出力電圧 (逆ブレークダウン 電圧)*1	V _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	2.997	3.000	3.003	V	1	
			S-19761B (0.2%)	2.994	3.000	3.006	V		
			S-19761C (0.2%)	2.994	3.000	3.006	V		
出力電圧公差*2	ΔV _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	-3.0* ⁵	-	3.0* ⁵	mV	1	
			S-19761B (0.2%)	-6.0* ⁵	-	6.0* ⁵	mV		
			S-19761C (0.2%)	-6.0* ⁵	-	6.0* ⁵	mV		
		I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = 0°C ~ +85°C	S-19761A	-4.8* ⁶	-	4.8* ⁶	mV	1	
			I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = -40°C ~ +125°C	S-19761A	-9.0* ⁵	-	9.0* ⁵	mV	1
				S-19761B	-15* ⁵	-	15* ⁵	mV	
				S-19761C	-30* ⁵	-	30* ⁵	mV	
最小シャント電流	I _{SHUNT_MIN}	I _{SHUNT} (I _{LOAD} = 0 mA)		-	41	80	μA	2	
最大シャント電流	I _{SHUNT_MAX}	V _{CATHODE} ≥ 2.5 V		30	-	-	mA	2	
出力電圧温度係数*3	T _C	S-19761A	I _{SHUNT} = 100 μA (Ta = 0°C ~ +85°C)	-	-	±10* ⁶	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±20* ⁷	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±20* ⁶	ppm /°C	1	
		S-19761B	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±30* ⁷	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±30* ⁶	ppm /°C		
		S-19761C	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±80* ⁷	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±80* ⁶	ppm /°C		
出力電圧負荷依存	ΔV _{Z (ΔI_{SHUNT})}	I _{SHUNT_MIN} ≤ I _{SHUNT} ≤ 1 mA	Ta = +25°C	-	0.3	0.8	mV	1	
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	1.2* ⁶	mV		
		1 mA ≤ I _{SHUNT} ≤ 30 mA	Ta = +25°C	-	2.3	8	mV	1	
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	12* ⁶	mV		
出力インピーダンス	Z _Z	I _{SHUNT} = 1 mA, I _{AC} = 0.1 × I _{SHUNT} , f = 120Hz, Ta = +25°C		-	0.3	1.2* ⁶	Ω	3	
出力ノイズ	e _N	I _{SHUNT} = 100 μA, 10Hz ≤ f ≤ 10 kHz, Ta = +25°C		-	45	-	μV _{RMS}	1	
長期安定性	$\frac{\Delta V_Z (\Delta t)}{V_Z}$	I _{SHUNT} = 100 μA, Δt = 1000 h, Ta = +50°C		-	70	-	ppm	1	
熱ヒステリシス*4	ΔV _{Z_HYS(ΔTa)}	Ta = 25°C, ΔTa = -40°C ~ +125°C		-	0.4	-	mV	1	

*1. 本ICの出力電圧は一般に「逆ブレークダウン電圧」とも呼ばれます。

*2. 出力電圧公差は次の式で定義されます。

$$\Delta V_Z = V_{Z(S)} \times (T_C \times 10^{-6}) \times \Delta T_a [\text{V}]$$

$V_{Z(S)}$: 設定出力電圧値

*3. 出力電圧温度係数 (T_C) はバタフライ法で測定しており、次の式で定義されます。

$$T_C = \frac{\Delta V_Z}{V_{Z(E)} \times \Delta T_a} \times 10^6 [\text{ppm}/^\circ\text{C}]$$

$V_{Z(E)}$: 出力電圧測定値

*4. 熱ヒステリシスは、初期値と低高温1サイクル後のそれぞれの25°Cにおける出力電圧の差分です。

*5. 出力電圧の温度依存、負荷依存、長期安定性、熱ヒステリシスを含めた公差に関しては販売窓口までお問い合わせください。

*6. 当該項目の規格値は設計保証です。

*7. 当該項目は上の表に記載された値をウエハ状態で満足することを保証しています。

パッケージ組み立てや基板実装の状態によってわずかに変動する可能性がありますので、詳細は「■ 参考データ」を参照の上、実際のアプリケーションでの十分な評価を推奨します。

4. $V_{Z(S)} = 3.300 \text{ V}$

表12

(特記なき場合 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)

項目	記号	条件		Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路
出力電圧 (逆 ブレークダウン 電圧)*1	V _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	3.297	3.300	3.303	V	1
			S-19761B (0.2%)	3.293	3.300	3.307	V	
			S-19761C (0.2%)	3.293	3.300	3.307	V	
出力電圧公差*2	ΔV _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	-3.3* ⁵	-	3.3* ⁵	mV	1
			S-19761B (0.2%)	-6.6* ⁵	-	6.6* ⁵	mV	
			S-19761C (0.2%)	-6.6* ⁵	-	6.6* ⁵	mV	
		I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = 0°C ~ +85°C	S-19761A	-5.3* ⁶	-	5.3* ⁶	mV	1
			I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = -40°C ~ +125°C	S-19761A	-9.9* ⁵	-	9.9* ⁵	mV
		S-19761B		-16.5* ⁵	-	16.5* ⁵	mV	
		S-19761C		-33* ⁵	-	33* ⁵	mV	
最小シャント電流	I _{SHUNT_MIN}	I _{SHUNT} (I _{LOAD} = 0 mA)		-	41	80	μA	2
最大シャント電流	I _{SHUN_MAX}	V _{CATHODE} ≥ 2.5 V		30	-	-	mA	2
出力電圧温度係数*3	T _C	S-19761A	I _{SHUNT} = 100 μA (Ta = 0°C ~ +85°C)	-	-	±10* ⁶	ppm /°C	1
			I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±20* ⁷	ppm	1
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±20* ⁶	/°C	
		S-19761B	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±30* ⁷	ppm	1
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±30* ⁶	/°C	
		S-19761C	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±80* ⁷	ppm	1
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±80* ⁶	/°C	
出力電圧負荷依存	ΔV _Z (ΔI _{SHUNT})	I _{SHUNT_MIN} ≤ I _{SHUNT} ≤ 1 mA	Ta = +25°C	-	0.3	0.8	mV	1
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	1.2* ⁶	mV	
		1 mA ≤ I _{SHUNT} ≤ 30 mA	Ta = +25°C	-	2.3	8	mV	1
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	12* ⁶	mV	
出力インピーダンス	Z _Z	I _{SHUNT} = 1 mA, I _{AC} = 0.1 × I _{SHUNT} , f = 120 Hz, Ta = +25°C		-	0.3	1.2* ⁶	Ω	3
出力ノイズ	e _N	I _{SHUNT} = 100 μA, 10 Hz ≤ f ≤ 10 kHz, Ta = +25°C		-	50	-	μV _{RMS}	1
長期安定性	$\frac{\Delta V_Z(\Delta t)}{V_Z}$	I _{SHUNT} = 100 μA, Δt = 1000 h, Ta = +50°C		-	70	-	ppm	1
熱ヒステリシス*4	ΔV _{Z_HYS} (ΔTa)	Ta = 25°C, ΔTa = -40°C ~ +125°C		-	0.4	-	mV	1

*1. 本ICの出力電圧は一般に「逆ブレークダウン電圧」とも呼ばれます。

*2. 出力電圧公差は次の式で定義されます。

$$\Delta V_Z = V_{Z(S)} \times (T_C \times 10^{-6}) \times \Delta T_a [\text{V}]$$

$V_{Z(S)}$: 設定出力電圧値

*3. 出力電圧温度係数 (T_C) はバタフライ法で測定しており、次の式で定義されます。

$$T_C = \frac{\Delta V_Z}{V_{Z(E)} \times \Delta T_a} \times 10^6 [\text{ppm}/^\circ\text{C}]$$

$V_{Z(E)}$: 出力電圧測定値

*4. 熱ヒステリシスは、初期値と低高温1サイクル後のそれぞれの25°Cにおける出力電圧の差分です。

*5. 出力電圧の温度依存、負荷依存、長期安定性、熱ヒステリシスを含めた公差に関しては販売窓口までお問い合わせください。

*6. 当該項目の規格値は設計保証です。

*7. 当該項目は上の表に記載された値をウエハ状態で満足することを保証しています。

パッケージ組み立てや基板実装の状態によってわずかに変動する可能性がありますので、詳細は "■ 参考データ" を参照の上、実際のアプリケーションでの十分な評価を推奨します。

5. $V_{Z(s)} = 4.096 \text{ V}$

表13

(特記なき場合 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)

項目	記号	条件		Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路	
出力電圧 (逆ブレークダウン 電圧)*1	V _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	4.092	4.096	4.100	V	1	
			S-19761B (0.2%)	4.088	4.096	4.104	V		
			S-19761C (0.2%)	4.088	4.096	4.104	V		
出力電圧公差*2	ΔV _Z	I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = +25°C	S-19761A (0.1%)	-4.1*5	-	4.1*5	mV	1	
			S-19761B (0.2%)	-8.2*5	-	8.2*5	mV		
			S-19761C (0.2%)	-8.2*5	-	8.2*5	mV		
		I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = 0°C ~ +85°C	S-19761A	-6.6*6	-	6.6*6	mV	1	
			I _{SHUNT} = 100 μA, Ta = -40°C ~ +125°C	S-19761A	-12.3*5	-	12.3*5	mV	1
				S-19761B	-20.5*5	-	20.5*5	mV	
		S-19761C		-41*5	-	41*5	mV		
最小シャント電流	I _{SHUNT_MIN}	I _{SHUNT} (I _{LOAD} = 0 mA)		-	41	80	μA	2	
最大シャント電流	I _{SHUNT_MAX}	V _{CATHODE} ≥ 2.5 V		30	-	-	mA	2	
出力電圧温度係数*3	T _C	S-19761A	I _{SHUNT} = 100 μA (Ta = 0°C ~ +85°C)	-	-	±10*6	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±20*7	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±20*6	ppm /°C	1	
		S-19761B	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±30*7	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±30*6	ppm /°C		
		S-19761C	I _{SHUNT} = 100 μA	-	-	±80*7	ppm /°C	1	
			I _{SHUNT} = 1 mA, 10 mA	-	-	±80*6	ppm /°C		
出力電圧負荷依存	ΔV _{Z (ΔI_{SHUNT})}	I _{SHUNT_MIN} ≤ I _{SHUNT} ≤ 1 mA	Ta = +25°C	-	0.3	0.8	mV	1	
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	1.2*6	mV		
		1 mA ≤ I _{SHUNT} ≤ 30 mA	Ta = +25°C	-	2.3	8	mV	1	
			Ta = -40°C ~ +125°C	-	-	12*6	mV		
出力インピーダンス	Z _Z	I _{SHUNT} = 1 mA, I _{AC} = 0.1 × I _{SHUNT} , f = 120Hz, Ta = +25°C		-	0.3	1.2*6	Ω	3	
出力ノイズ	e _N	I _{SHUNT} = 100 μA, 10 Hz ≤ f ≤ 10 kHz, Ta = +25°C		-	64	-	μV _{RMS}	1	
長期安定性	$\frac{\Delta V_Z (\Delta t)}{V_Z}$	I _{SHUNT} = 100 μA, Δt = 1000 h, Ta = +50°C		-	70	-	ppm	1	
熱ヒステリシス*4	ΔV _{Z_HYS(ΔTa)}	Ta = 25°C, ΔTa = -40°C ~ +125°C		-	0.5	-	mV	1	

*1. 本ICの出力電圧は一般に「逆ブレークダウン電圧」とも呼ばれます。

*2. 出力電圧公差は次の式で定義されます。

$$\Delta V_Z = V_{Z(s)} \times (T_C \times 10^{-6}) \times \Delta T_a [\text{V}]$$

$V_{Z(s)}$: 設定出力電圧値

*3. 出力電圧温度係数 (T_C) はバタフライ法で測定しており、次の式で定義されます。

$$T_C = \frac{\Delta V_Z}{V_{Z(E)} \times \Delta T_a} \times 10^6 [\text{ppm}/^\circ\text{C}]$$

$V_{Z(E)}$: 出力電圧測定値

*4. 熱ヒステリシスは、初期値と低高温1サイクル後のそれぞれの25°Cにおける出力電圧の差分です。

*5. 出力電圧の温度依存、負荷依存、長期安定性、熱ヒステリシスを含めた公差に関しては販売窓口までお問い合わせください。

*6. 当該項目の規格値は設計保証です。

*7. 当該項目は上の表に記載された値をウエハ状態で満足することを保証しています。

パッケージ組み立てや基板実装の状態によってわずかに変動する可能性がありますので、詳細は「■ 参考データ」を参照の上、実際のアプリケーションでの十分な評価を推奨します。

6. $V_{Z(S)} = 5.000 \text{ V}$

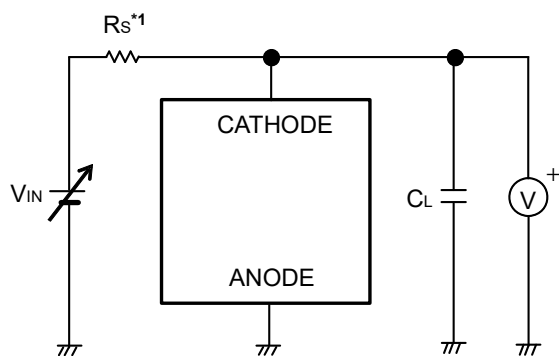
表14

(特記なき場合 : $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$)

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	測定回路
出力電圧 (逆ブレークダウン 電圧)*1	V_Z	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	S-19761A (0.1%) 4.995	5.000	5.005	V	1
			S-19761B (0.2%) 4.990	5.000	5.010	V	
			S-19761C (0.2%) 4.990	5.000	5.010	V	
出力電圧公差*2	ΔV_Z	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	S-19761A (0.1%) -5.0*5	-	5.0*5	mV	1
			S-19761B (0.2%) -10*5	-	10*5	mV	
			S-19761C (0.2%) -10*5	-	10*5	mV	
		$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = 0^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	S-19761A -8.0*6	-	8.0*6	mV	1
			S-19761A -15*5	-	15*5	mV	1
		$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$, $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$	S-19761B -25*5	-	25*5	mV	
			S-19761C -50*5	-	50*5	mV	
最小シャント電流	I_{SHUNT_MIN}	$I_{SHUNT} (I_{LOAD} = 0 \text{ mA})$	-	41	80	μA	2
最大シャント電流	I_{SHUNT_MAX}	$V_{CATHODE} \geq 2.5 \text{ V}$	30	-	-	mA	2
出力電圧温度係数*3	T_C	S-19761A $I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$ ($T_a = 0^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$)	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$ -	-	$\pm 10^6$	ppm/ °C	1
			$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$ -	-	$\pm 20^7$	ppm/ °C	1
			$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, 10 \text{ mA}$ -	-	$\pm 20^6$	ppm/ °C	1
		S-19761B	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$ -	-	$\pm 30^7$	ppm/ °C	1
			$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, 10 \text{ mA}$ -	-	$\pm 30^6$	ppm/ °C	1
		S-19761C	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}$ -	-	$\pm 80^7$	ppm/ °C	1
			$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, 10 \text{ mA}$ -	-	$\pm 80^6$	ppm/ °C	1
出力電圧負荷依存	$\Delta V_Z (I_{SHUNT})$	$I_{SHUNT_MIN} \leq I_{SHUNT} \leq 1 \text{ mA}$	$T_a = +25^\circ\text{C}$ -	0.3	0.8	mV	1
			$T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ -	-	1.2*6	mV	
		$1 \text{ mA} \leq I_{SHUNT} \leq 30 \text{ mA}$	$T_a = +25^\circ\text{C}$ -	2.3	8	mV	1
			$T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ -	-	12*6	mV	
出力インピーダンス	Z_Z	$I_{SHUNT} = 1 \text{ mA}, I_{AC} = 0.1 \times I_{SHUNT}, f = 120 \text{ Hz}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	-	0.3	1.2*6	Ω	3
出力ノイズ	e_N	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}, 10 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ kHz}$, $T_a = +25^\circ\text{C}$	-	80	-	μV_{RMS}	1
長期安定性	$\frac{\Delta V_Z (\Delta t)}{V_Z}$	$I_{SHUNT} = 100 \mu\text{A}, \Delta t = 1000 \text{ h}, T_a = +50^\circ\text{C}$	-	70	-	ppm	1
熱ヒステリシス*4	$\Delta V_Z_{HYS}(\Delta T_a)$	$T_a = 25^\circ\text{C}, \Delta T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$	-	0.6	-	mV	1

- *1. 本ICの出力電圧は一般に「逆ブレークダウン電圧」とも呼ばれます。
- *2. 出力電圧公差は次の式で定義されます。
 $\Delta V_Z = V_{Z(S)} \times (T_C \times 10^{-6}) \times \Delta T_a [\text{V}]$
 $V_{Z(S)}$: 設定出力電圧値
- *3. 出力電圧温度係数 (T_C) はバタフライ法で測定しており、次の式で定義されます。
 $T_C = \frac{\Delta V_Z}{V_{Z(E)} \times \Delta T_a} \times 10^6 [\text{ppm}/^\circ\text{C}]$
 $V_{Z(E)}$: 出力電圧測定値
- *4. 熱ヒステリシスは、初期値と低高温1サイクル後のそれぞれの25°Cにおける出力電圧の差分です。
- *5. 出力電圧の温度依存、負荷依存、長期安定性、熱ヒステリシスを含めた公差に関しては販売窓口までお問い合わせください。
- *6. 当該項目の規格値は設計保証です。
- *7. 当該項目は上の表に記載された値をウエハ状態で満足することを保証しています。
 パッケージ組み立てや基板実装の状態によってわずかに変動する可能性がありますので、詳細は「■ 参考データ」を参照の上、実際のアプリケーションでの十分な評価を推奨します。

■ 測定回路



*1. $R_S = 2 \text{ k}\Omega$

図4 測定回路1

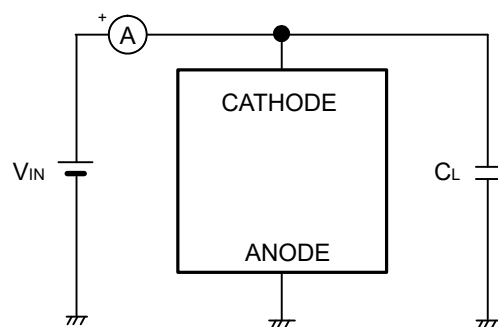
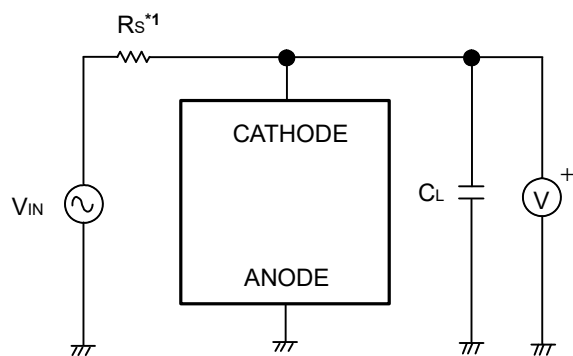


図5 測定回路2



*1. $R_S = 2 \text{ k}\Omega$

図6 測定回路3

■ 標準回路

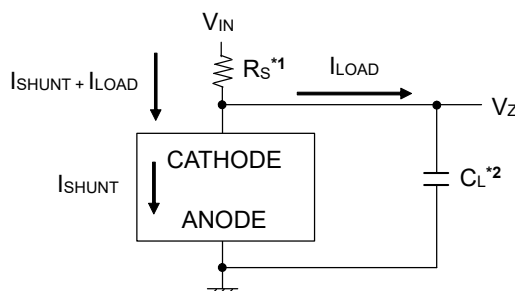


図7

- *1. R_S はシャント抵抗です。
*2. C_L は出力安定用コンデンサです。

注意 上記接続図および定数は、動作を保証するものではありません。実際のアプリケーションで温度特性を含めた十分な評価を行い、定数を設定してください。

■ 外付け部品の選定

1. シャント抵抗 (R_S)

本ICでは、外部電源とCATHODE端子の間にシャント抵抗 (R_S) が必要です。 $R_S = 100 \Omega \sim 100 \text{ k}\Omega$ の抵抗値で安定動作します。外部電源電圧を V_{IN} 、CATHODE端子電圧を V_Z 、シャント電流を I_{SHUNT} 、負荷電流を I_{LOAD} とすると、 R_S は次の式を用いて計算できます。

$$\frac{V_{IN_MAX}^{*1} - V_Z}{I_{SHUNT_MAX}^{*3}} \leq R_S \leq \frac{V_{IN_MIN}^{*2} - V_Z^{*5}}{I_{SHUNT_MIN}^{*4} + I_{LOAD_MAX}}$$

例えば、 $V_{IN} = 12 \text{ V} \sim 16 \text{ V}$ 、 $V_Z = 4.096 \text{ V}$ 、 $I_{LOAD} = 0 \mu\text{A} \sim 6.0 \text{ mA}$ ($I_{SHUNT_MAX} = 15 \text{ mA}$ 、 $I_{SHUNT_MIN} = 80 \mu\text{A}$) の場合は $R_S = \text{約}800 \Omega \sim 1300 \Omega$ となります。

- *1. 動作条件における V_{IN} の最大値。
*2. 動作条件における V_{IN} の最小値。
*3. 推奨動作条件における I_{SHUNT} の最大値。
*4. 推奨動作条件における I_{SHUNT} の最小値。
*5. "■ 動作説明"、"1. 基本動作"に記載されているとおり、起動時には $V_{CATHODE} \geq 2.5 \text{ V}$ の条件を満たす必要があります。 $V_{Z(S)} = 2.048 \text{ V}$ 品では、左側の下限値は $V_Z = 2.048 \text{ V}$ で問題ありませんが、右側の上限値は $V_Z = 2.5 \text{ V}$ を代入して計算することを推奨します。この場合、起動後の最小シャント電流 (I_{SHUNT_MIN}) については、 R_S に算出値、 $V_Z = 2.048 \text{ V}$ として計算し直せば求めることができますが、ただし、その値は"■ 電気的特性"に記載されている仕様の $80 \mu\text{A}$ よりは大きくなることに注意してください。

2. 出力コンデンサ (C_L)

本ICでは、位相補償のため V_{OUT} 端子 - V_{SS} 端子間に出力コンデンサ (C_L) が必要です。"■ 推奨動作条件"に記載された容量値 (推奨容量値) のセラミックコンデンサで安定動作します。
OSコンデンサ、タンタルコンデンサ、アルミ電解コンデンサを使用する場合も同様に推奨容量値であることが必要です。ただし、等価直列抵抗 (ESR) によっては、発振が起こる可能性があります。なお、 C_L の容量値およびESRの値によって出力電圧 (V_Z) の過渡特性が異なりますので注意してください。

注意 実際のアプリケーションで温度特性を含めた十分な評価を行い、 R_S 、 C_L を選定してください。

■ 動作説明

1. 基本動作

図8に本ICの基本動作説明のための等価回路を示します。

本ICは、逆バイアスダイオードとして機能します。CATHODE端子はシャント抵抗 (R_S) を介して電源電圧 (V_{IN}) に接続されます。 R_S は、 V_{IN} とシャント電流 (I_{SHUNT}) および負荷電流 (I_{LOAD}) に応じて適切に設定する必要があります。本ICには、 $V_{CATHODE}$ が低電圧状態のときにスタートアップ電圧 (V_{Z_STUP}) に制御する動作モードがあります。図9に示すように、起動時に $V_{CATHODE} \geq 2.5$ Vになると、この動作モードが解除され、出力電圧 (V_Z) に対して定電圧制御することができるようになります。また $V_{CATHODE} < 2.0$ Vとなった場合、低電圧状態が検出されるため、再びこの過程を経てから出力電圧 (V_Z) に対して定電圧制御になります。

図9に示す t_{VREFOK} は1 ms typ.です。 t_{STUP} は内部整定にかかる10 ms typ.または外部整定にかかる時間 (時定数 $R_S \times C_L$ の5倍) のうち長い方になります。

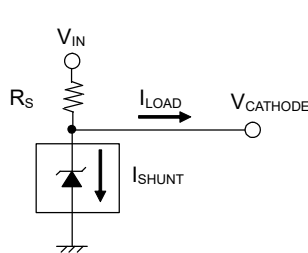


図8 等価回路

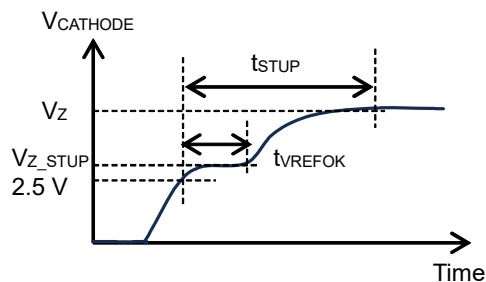
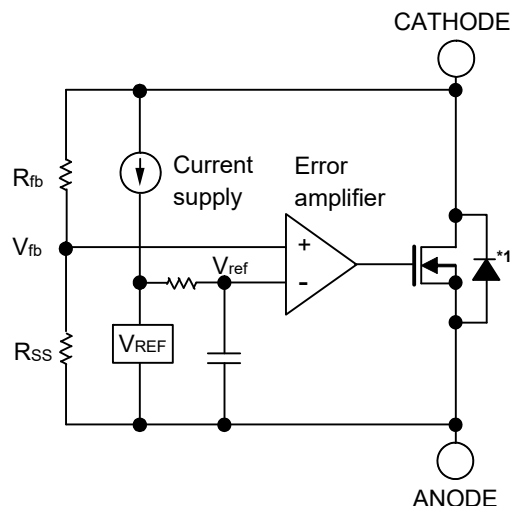


図9 起動波形と動作モード

図10に本ICの基本動作説明のためのブロック図を示します。

誤差増幅器 (エラーアンプ) は、CATHODE端子電圧である V_Z を帰還抵抗 (R_{fb} と R_{SS}) によって分圧した帰還電圧 (V_{fb}) と基準電圧 (V_{ref}) を比較します。誤差増幅器が出力トランジスタを制御することにより、図8に示した V_{IN} の影響を受けることなく、 V_Z を一定に保つように定電圧動作をします。

この定電圧化された出力電圧は精度が高いことからアプリケーション回路のリファレンス電圧として用いることに最適なものとなっています。



*1. 寄生ダイオード

図10 ブロック図

2. 出力トランジスタ

本ICには、CATHODE端子 - ANODE端子間に出力トランジスタとして、低オン抵抗のNch MOS FETトランジスタを用いています。CATHODE端子電圧である V_Z を一定に保つためにシャント電流 (I_{SHUNT}) と負荷電流 (I_{LOAD}) の差に応じて出力トランジスタのオン抵抗が適切に変化します。

注意 トランジスタの構造上、CATHODE端子 - ANODE端子間には寄生ダイオードが存在するため、 $V_{CATHODE}$ が V_{ANODE} より低くなると逆流電流によりICが破壊される可能性があります。このため $V_{CATHODE}$ は $V_{ANODE} - 0.3$ V未満にならないように注意してください。

3. 過電流保護回路

本ICは、出力トランジスタの過電流を制限するための過電流保護を内蔵しています。
何らかの外的要因によって、CATHODE端子電圧が V_Z の設定値を越えて上昇した場合には、過電流保護回路が動作することにより I_{SHUNT} は150 mA typ. ($V_{CATHODE} = 5.5$ V) に制限されます。出力トランジスタが過電流状態から解放されると定電圧動作が再開されます。

注意 本ICの過電流保護回路がシャント電流を制限してもなおその電流が比較的大きいことには注意が必要であり、動作周囲温度が高くて出力トランジスタの過電流状態が長時間続くような場合には、許容損失を越えないように電源電圧、負荷電流の条件にも注意してください。

■ 用語の説明

1. シャント電圧リファレンス

シャント電圧リファレンスは、シャント抵抗 (R_s) を介して電流が流れることで電圧を降下させ、電圧を一定に制御します。測定回路において高精度な基準電圧を出力します。

2. シャント電流 (I_{SHUNT})、シャント抵抗 (R_s)

シャント電流は、本ICの出力トランジスタのCATHODE端子とANODE端子間に流れる電流のことを言います。シャント抵抗は、本ICと電源との間に接続する抵抗です。シャント抵抗に流れる電流 ($I_{SHUNT} + I_{LOAD}$) はシャント電流 (I_{SHUNT}) と負荷電流 (I_{LOAD}) の合計であり、シャント電圧リファレンスの定電圧動作により一定になるように制御されます。

3. 出力電圧 (V_z)

出力電圧 (V_z) は、電源電圧、負荷電流、温度がある一定の条件において "■ 電気的特性" に記載された公差内で出力される電圧です。CATHODE端子電圧が内部の設定値まで上昇すると定電圧動作をすることから、逆バイアスのダイオードに見立てて、一般に「逆ブレークダウン電圧」とも呼ばれる電圧のことを出力電圧 (V_z) と定義しています。

4. 出力電圧温度係数 (T_c)

出力電圧温度係数 (T_c) は、設定温度変化における、設定出力電圧の変化量です。本ICの出力電圧温度係数 (T_c) はバタフライ法で計算され次の式にて算出されます。

$$T_c = \frac{\Delta V_z}{V_{Z(E)} \times \Delta T_a} \times 10^6 \text{ [ppm/°C]}$$

出力電圧温度係数 (T_c) が $\pm 20 \text{ ppm/°C}$ ($T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$) の場合、その特性は動作温度範囲内において図11に示す斜線部の範囲をとることを意味します。また、出力電圧の温度変化 [mV/°C] は次の式にて算出されます。

$$\frac{\Delta V_z}{\Delta T_a} \text{ [mV/°C]}^2 = V_{Z(S)} \text{ [V]}^3 \times T_c \text{ [ppm/°C]}^4 \div 1000$$

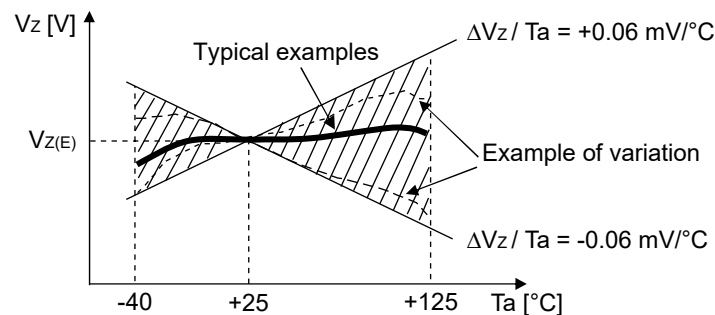


図11 $V_{Z(S)} = 3.0 \text{ V}$ 品でのバタフライ法の例

- *1. $T_a = +25^\circ\text{C}$ での出力電圧測定値
- *2. 出力電圧の温度変化
- *3. 設定出力電圧値
- *4. 上記の出力電圧温度係数

5. 出力電圧負荷依存 (負荷安定度) ($\Delta V_{Z(\Delta I_{SHUNT})}$)

電源電圧が一定であるとき、 I_{LOAD} が変化すると合計値が同じになるように I_{SHUNT} も変化します。

I_{LOAD} が一定であるとき、電源電圧が変化すると R_S に流れる電流が変化しただけ同じように I_{SHUNT} も変化します。このようにして I_{SHUNT} が変化したときに、 V_Z がどれだけ変化するかを表したものです。

6. 長期安定性 ($\Delta V_{Z(\Delta t)} / V_Z$)

通常の動作条件で1000時間連続使用した際の V_Z の変化量です。

長期信頼性試験のように高温、高湿度、高電界といった条件下での加速試験ではありません。長期信頼性試験や長期安定性測定の結果は、出力電圧公差 (ΔV_Z) の規格範囲には含まれませんので注意してください。

"■ 参考データ"、"4. 長期安定性" に掲載された図は、基板実装後に24時間125°Cでベークしたサンプルの特性です。長期に渡ってとても安定した出力電圧を必要とするシステムの場合、出力電圧が時間の経過とともにドリフトする量を最小限に抑えるために、使用前にベークかバーンインすることも検討してください。

7. 熱ヒステリシス ($\Delta V_{Z_HYS(\Delta T_a)}$)

初期値と低高温1サイクル後のそれぞれの25°Cにおける V_Z の差分です。

"■ 電気的特性" の値は出荷時の本IC単体の特性であり、はんだ熱ドリフトの影響を含みません。

熱ヒステリシスは、 ΔV_Z の規格範囲には含まれませんので注意してください。

熱ヒステリシスの計算式を以下に示し、下式の各項の電圧を測定する際の温度プロファイルを図12に示します。

$$\Delta V_{Z_HYS(\Delta T_a)} = V_{Z(25^\circ\text{C_post}(\Delta T_a))} - V_{Z(25^\circ\text{C_init})}, \Delta T_a = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$$

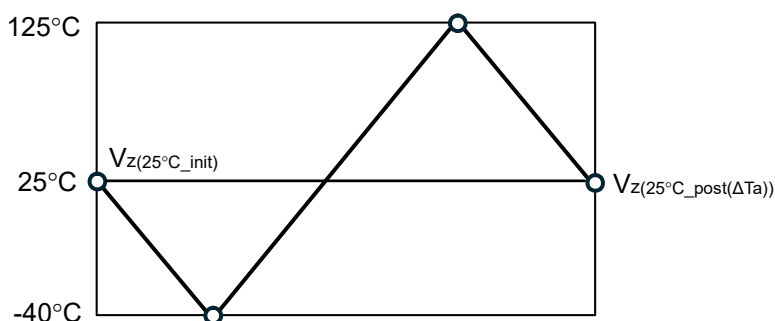


図12 熱ヒステリシスの温度プロファイル

■ 使用上の注意

1. 使用条件、外付け部品

- ・ 一般に、シャント電圧リファレンスは、その動作のための消費電流をシャント電流の最小限として流す必要があります。**表8**に示すように、最小シャント電流以上を流すようにシャント抵抗 (R_S) を設定してください。
- ・ 一般に、シャント電圧リファレンスがシンクするシャント電流 (I_{SHUNT}) は出力トランジスタの駆動能力によって限度があります。**表8**に示すように、最大シャント電流以下となるように R_S を設定してください。
- ・ 一般に、シャント電圧リファレンスは負荷電流 (I_{LOAD}) が増えると I_{SHUNT} を減少させ、 I_{LOAD} が減ると I_{SHUNT} を増大させて出力電圧 (V_Z) を一定に保ちます。 R_S の設定の際には以下の点に注意してください。

負荷が最大になるとき：最小シャント電流を下回らないようにする。

負荷が最小になるとき：最大シャント電流を上回らないようにする。

- ・ 本ICは、外付け部品の選択によっては発振が起こる可能性があります。実際のアプリケーションで温度特性を含めて十分な評価を行い R_S 、 C_L を選定してください。
- ・ 一般に、シャント電圧リファレンスは、電源電圧起動、電源電圧変動、負荷変動などの変動要因により安定動作に支障をきたす可能性があります。また本ICは C_L の容量値および等価直列抵抗 (ESR) の値により出力電圧のオーバーシュート、アンダーシュートの程度が異なり不安定な動作となる場合があります。実際のアプリケーションで温度特性を含めて十分な評価を行い、 R_S 、 C_L を選定してください。
特に R_S 、 C_L が小さすぎるときは、電源電圧起動時に V_Z の設定値を越えて電源電圧まで上昇することがないか、負荷変動によってCATHODE電圧が一瞬低下して本ICがリセットする2.0 Vを下回らないかを確認してください。
また、 R_S が大きすぎると出力ノイズが増加する恐れがありますので注意してください。

2. 電気的特性について

- ・ 一般に、シャント電圧リファレンスは、初期精度やドリフト性能の他にも、長期安定性や熱ヒステリシスなどの仕様が特にアプリケーションの寿命にわたって電圧の精度に影響を与えることがあります。
- ・ 本ICの出力電圧公差 (ΔV_Z) や出力電圧温度係数 (T_C) の特性項目は、出荷時のパッケージの単体状態での仕様規格です。
"■ 電気的特性" にある "長期安定性"、"熱ヒステリシス"、"■ 参考データ" にある "8. 出力電圧 (V_Z) 基板実装シフト"、"9. $V_Z - T_a$ 特性の基板実装シフト" によって特性の変化が仕様規格外として発生しますので、特性の変化を小さく抑えるよう注意して実装し、使用してください。
実際のアプリケーションでの十分な評価を推奨します。

3. 基板実装シフトについて

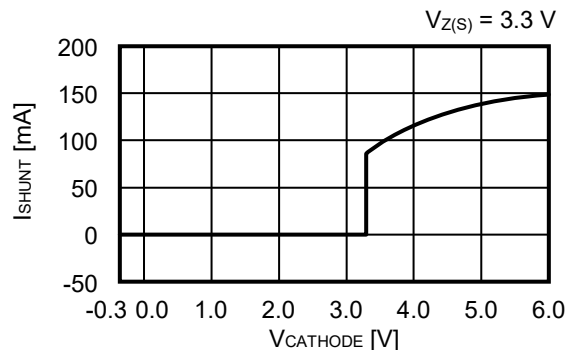
- ・ ICを基板へ実装する際に発生する熱膨張収縮によってひずみが生じICに応力がかかります。この応力のかかり具合は温度によってひずみとともに変化します。本ICにかかる応力が変化すると、 ΔV_Z の仕様規格を満たせなくなる可能性があります。
- ・ 本ICを実装する基板の種類や形状サイズ、実装状態によっては、出力電圧 (V_Z)、出力電圧温度係数 (T_C)、熱ヒステリシスが、"■ 電気的特性" に記載された値から外れる可能性があることに注意してください。

■ 注意事項

- ・ 内部の損失が許容損失を越えないように、電源電圧、入出力電圧、負荷電流の条件を確認してください。
- ・ 本ICは静電気に対する保護回路が内蔵されていますが、保護回路の性能を越える過大静電気がICに印加されないようにしてください。
- ・ 裏面放熱板を備えたパッケージでは、裏面放熱板をしっかりと実装してください。放熱性はアプリケーションの条件によって異なるため、実際のアプリケーションで十分な評価を行い、問題のないことを確認してください。
- ・ 弊社ICを使用して製品を作る場合には、その製品での当ICの使い方や製品の仕様、出荷先の国などによって当ICを含めた製品が特許に抵触した場合、その責任は負いかねます。

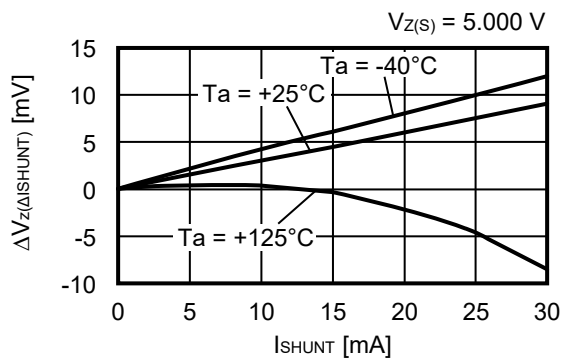
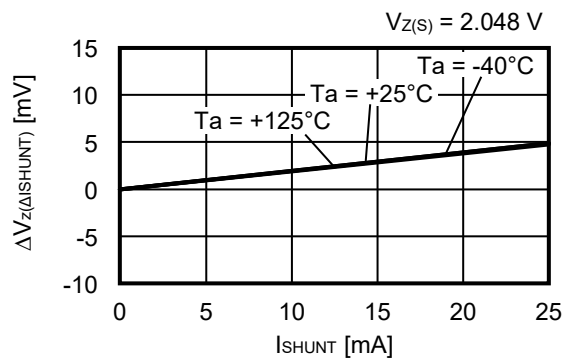
■ 諸特性データ (Typicalデータ)

1. 入力電圧 (逆電圧) - シャント電流

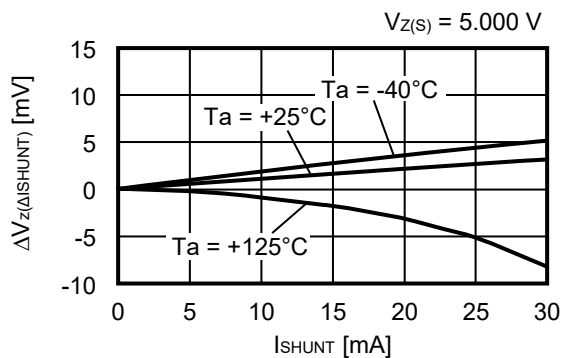
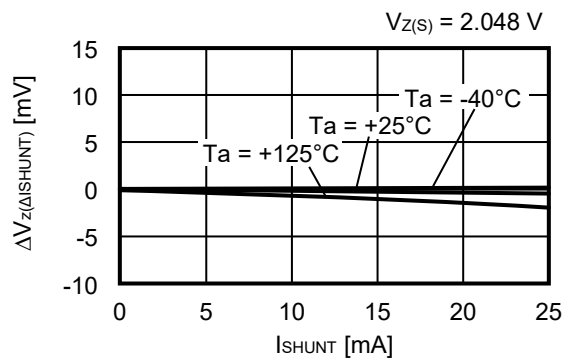


2. 出力電圧 - シャント電流

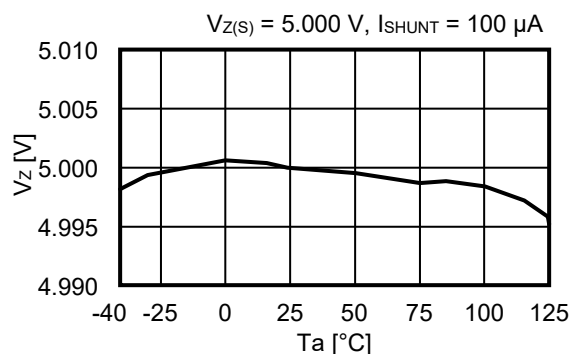
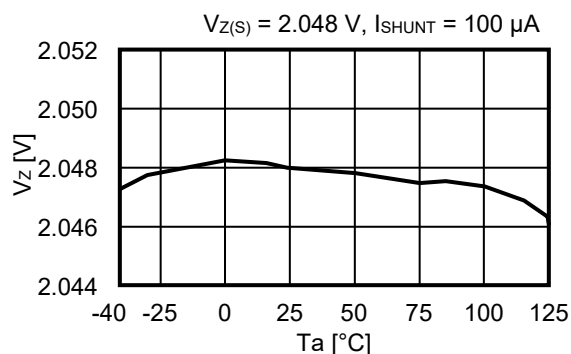
2.1 SOT-23-3



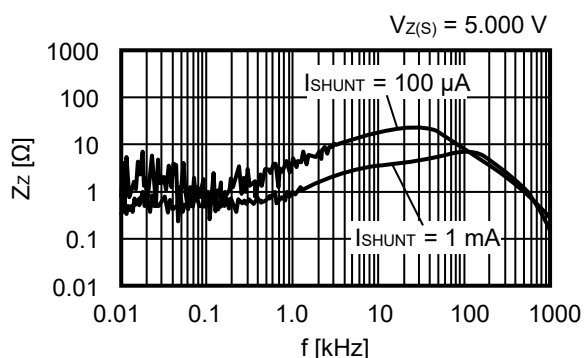
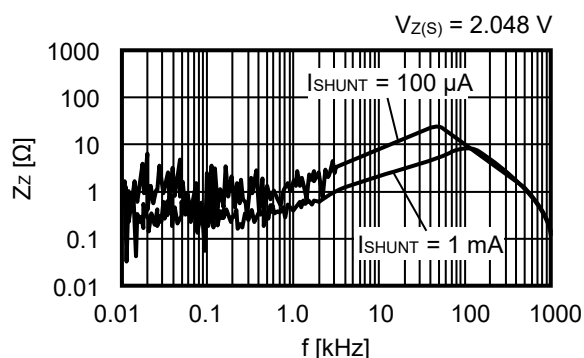
2.2 HSNT-8(1616)B



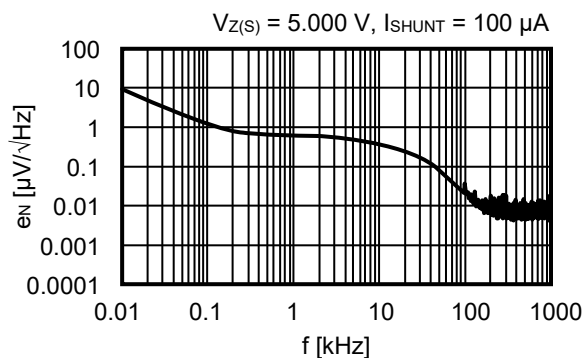
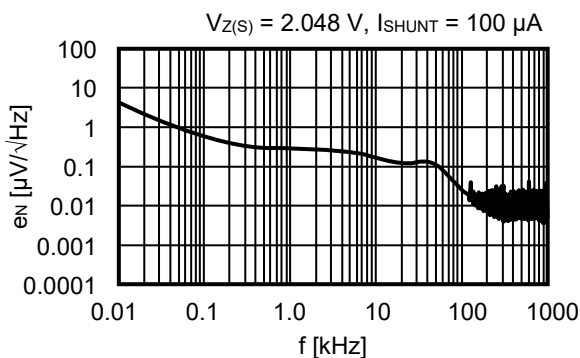
3. 出力電圧 - 周囲温度



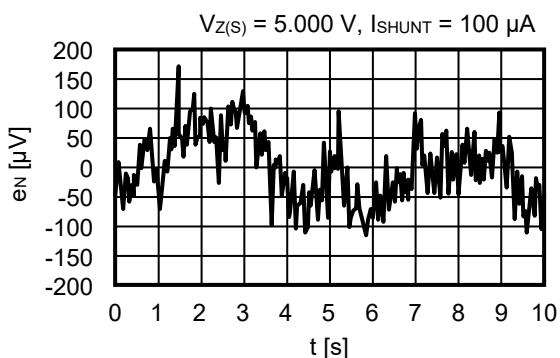
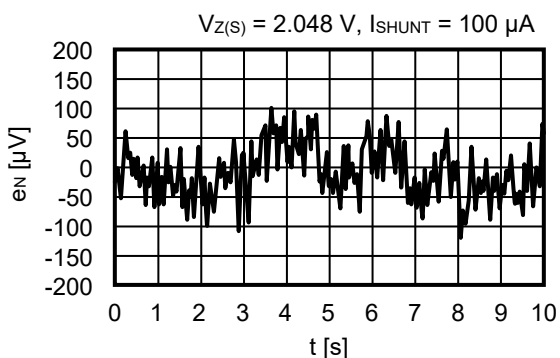
4. 出力インピーダンス - 周波数特性



5. 出力ノイズ - 周波数特性 (ノイズスペクトラム)



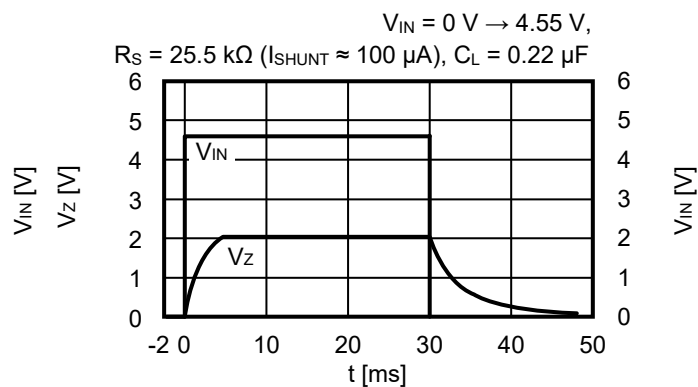
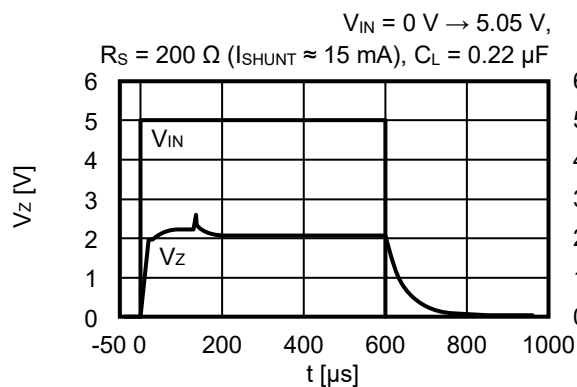
6. 0.1 Hz ~ 10 Hzでの出力ノイズ



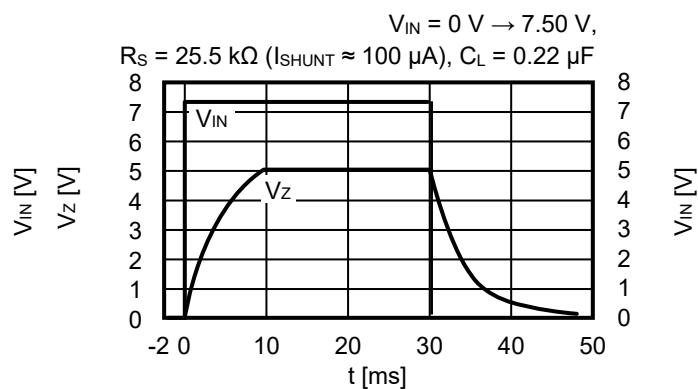
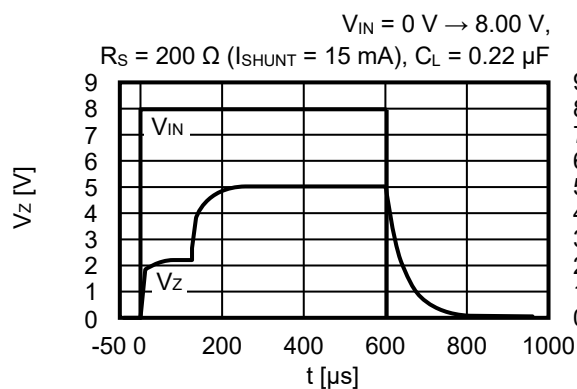
■ 参考データ

1. 入力過渡応答

1.1 $V_{Z(S)} = 2.048 \text{ V}$



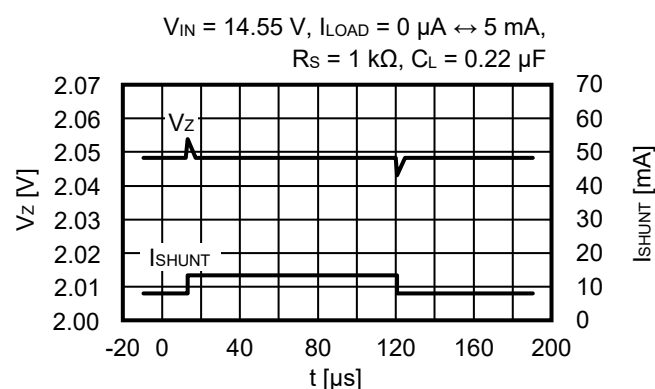
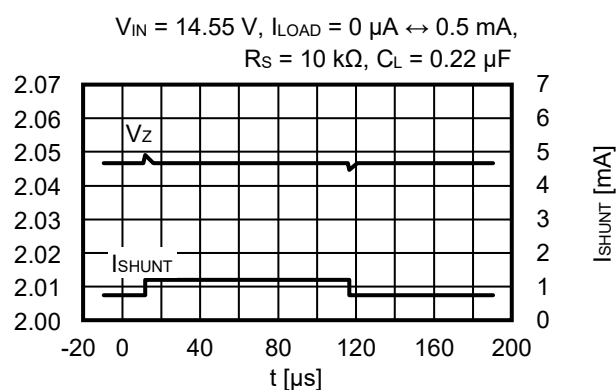
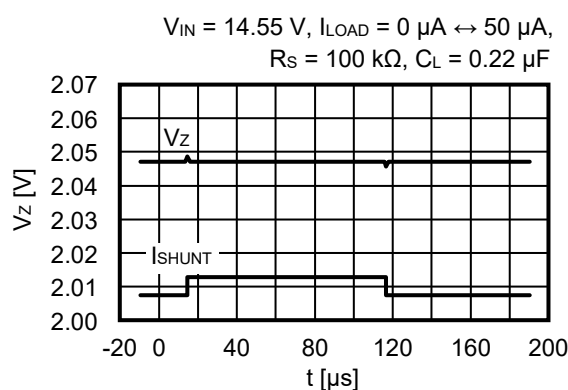
1.2 $V_{Z(S)} = 5.000 \text{ V}$



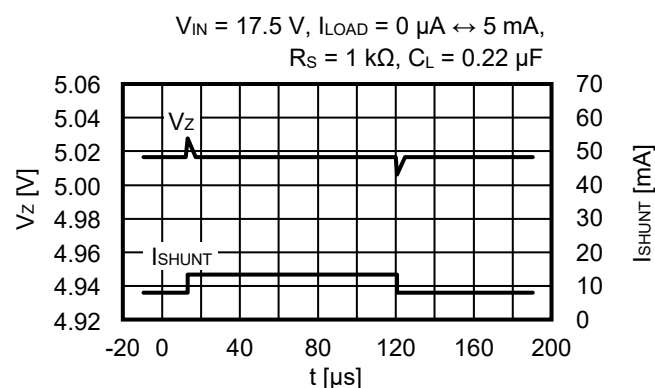
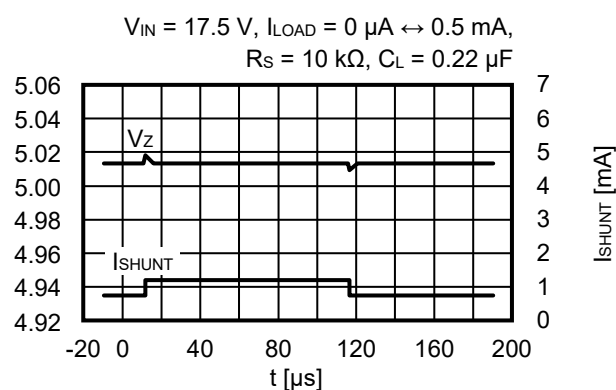
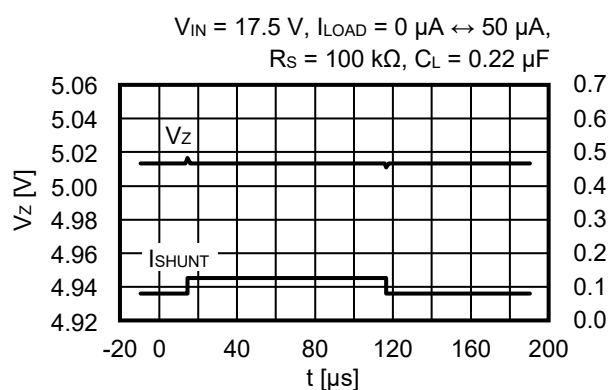
注意 C_L 推奨容量値は、“■ 推奨動作条件”に記載されている $0.68 \mu\text{F min.}$ ですが、ここでは容量値の実効値を考慮して $0.22 \mu\text{F}$ でデータを取得しています。

2. 負荷過渡応答

2.1 $V_{Z(S)} = 2.048 \text{ V}$

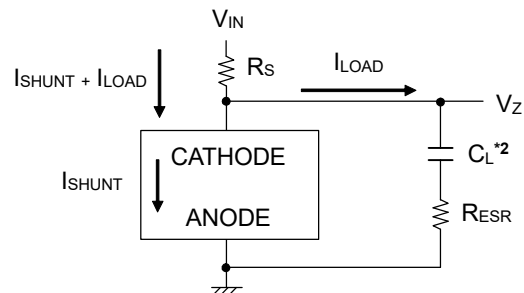
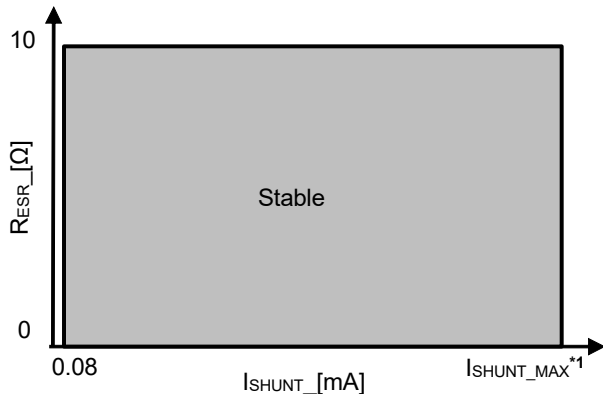


2.2 $V_{Z(S)} = 5.000 \text{ V}$



注意 C_L 推奨容量値は、「■ 推奨動作条件」に記載されている0.68 μF min.ですが、ここでは容量値の実効値を考慮して0.22 μF でデータを取得しています。

3. 等価直列抵抗 - シャント電流特性例 (Ta = -40°C ~ +125°C)

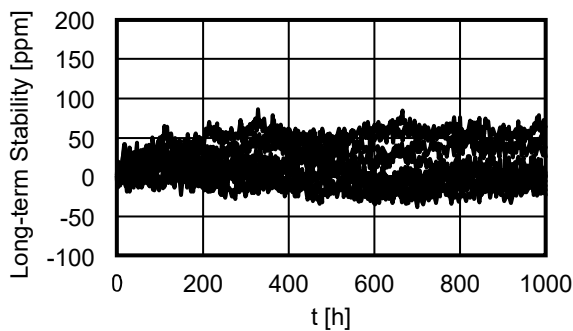


*1 I_{SHUNT_MAX} : "■ 電気的特性" を参照してください。

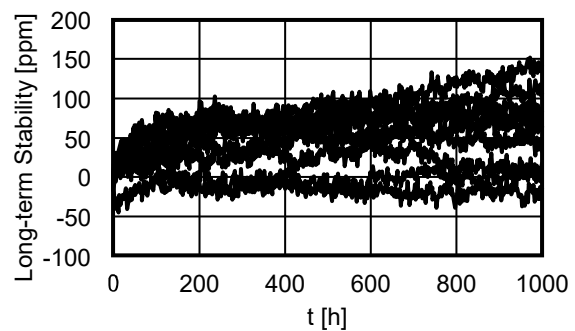
*2 $C_L = 0.22 \mu F$, TDK株式会社 : C3216X8R1H224K
 $C_L = 0.68 \mu F$, TDK株式会社 : C3216X8R1E684K

4. 長期安定性

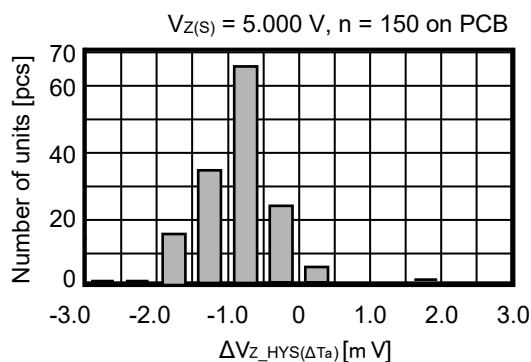
4.1 SOT-23-3



4.2 HSNT-8(1616)B

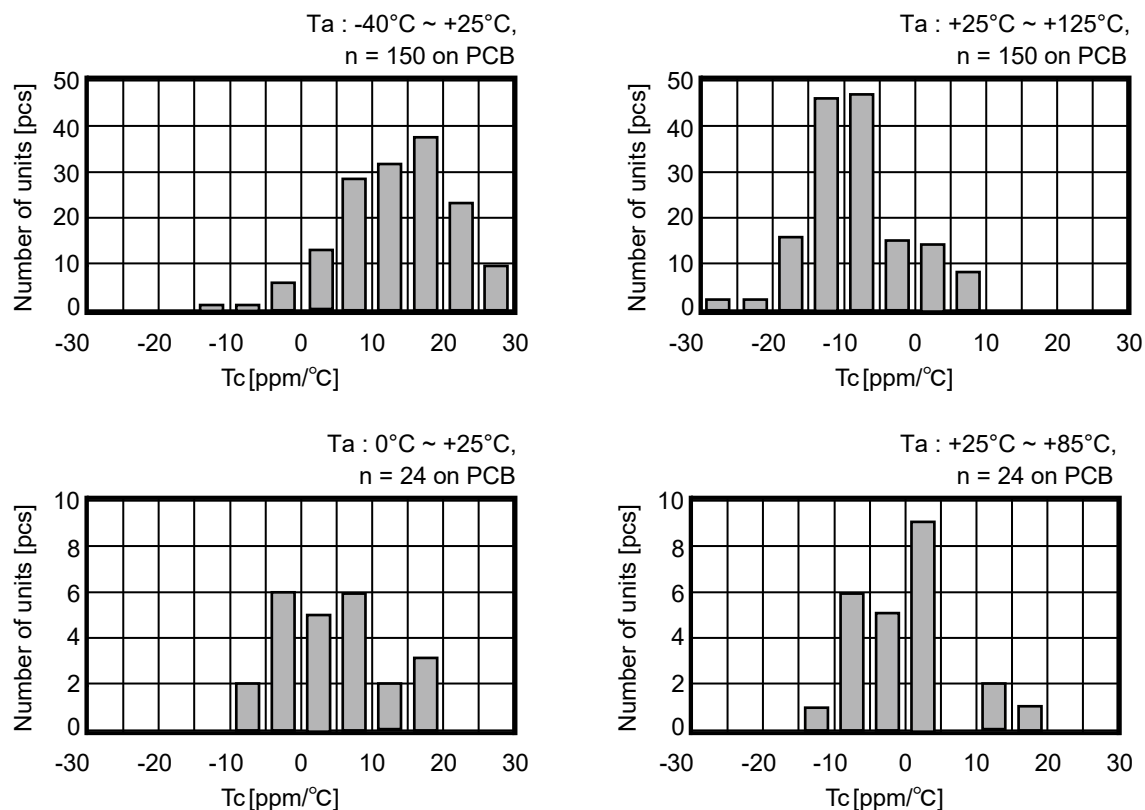


5. 熱ヒステリシスの分布ヒストグラム



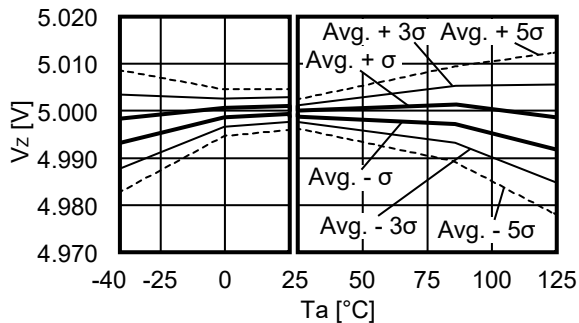
- 備考**
1. 本ICの組み立て後基板に実装して初めての1温度サイクル (25°C → -40°C → 125°C → 25°C) における熱ヒステリシスを示しています。以後の1温度サイクルにおける熱ヒステリシスは小さくなり、本IC本来の熱ヒステリシス ("■ 電気的特性" の仕様) に近づきます。
 2. 上記は基板実装状態 (on PCB) の熱ヒステリシスです。本ICの熱ヒステリシスばらつきとはんだ熱ドリフトを含みます。

6. 出力電圧温度係数 (Tc) 分布ヒストグラム



- 備考**
1. 本ICの出力電圧温度係数ばらつきは"■ 電気的特性"に記載された仕様になります。ただし実使用において一部のものは、基板実装時のはんだ熱ドリフトなどにより温度係数が変化してICの仕様から外れる場合があることに注意してください。
 2. 本ICの出力電圧温度係数ばらつきを含み、基板実装状態 (on PCB) の出力電圧温度係数ばらつきを表したものです。また、熱ヒステリシスは含みません。

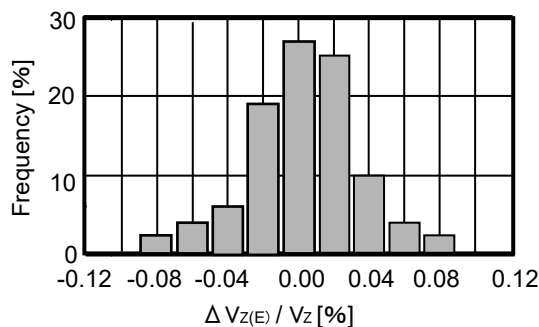
7. 出力電圧温度特性ばらつき



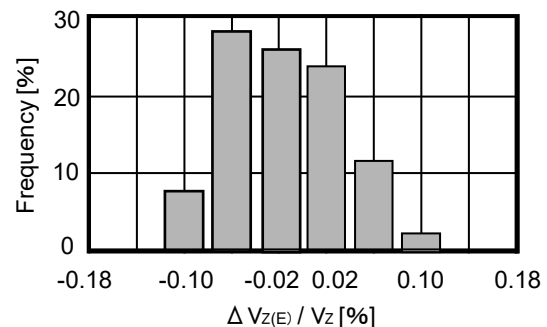
- 備考** 1. 基板実装状態 (on PCB) の出力電圧温度特性ばらつきを表したものです。
2. 本ICの出力電圧ばらつき、出力電圧温度係数ばらつき、熱ヒステリシスばらつきを含んでおり、また、これらの特性項目ばらつきに関して、それぞれのはんだ熱ドリフトも含まれます。

8. 出力電圧 (V_Z) 基板実装シフト

8.1 SOT-23-3



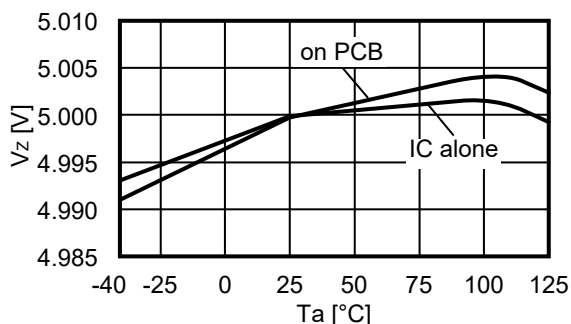
8.2 HSNT-8(1616)B



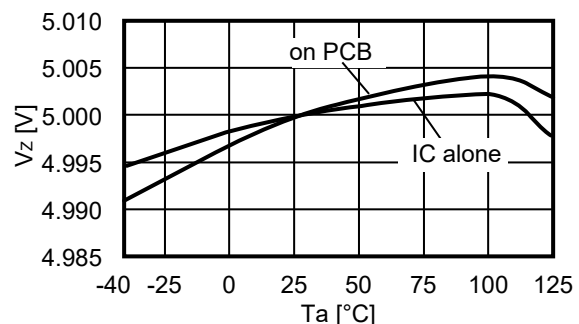
- 備考** 本ICの出力電圧ばらつきを含み、基板実装状態 (on PCB) の出力電圧ばらつき ($T_a = +25^\circ\text{C}$) を表したものです。また、熱ヒステリシスは含みません。

9. V_Z - T_a 特性の基板実装シフト

9.1 SOT-23-3



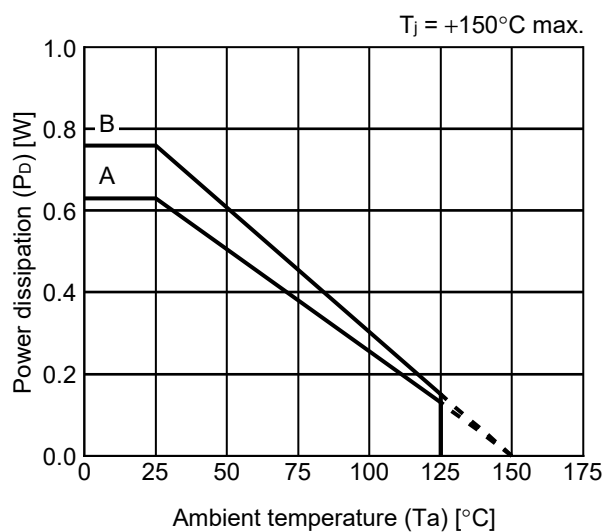
9.2 HSNT-8(1616)B



- 備考** 代表的なサンプルの温度特性の基板実装シフトによる変化を表したものです。また熱ヒステリシスは含みません。

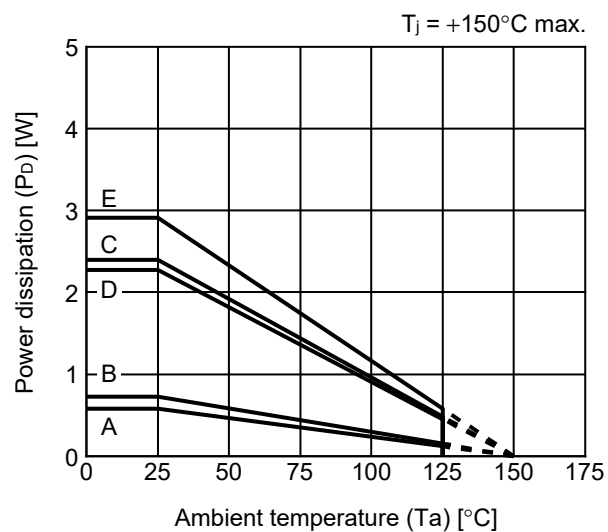
■ Power Dissipation

SOT-23-3



Board	Power Dissipation (P_D)
A	0.63 W
B	0.76 W
C	-
D	-
E	-

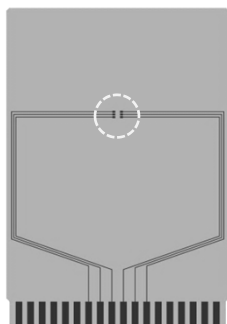
HSNT-8(1616)B



Board	Power Dissipation (P_D)
A	0.58 W
B	0.73 W
C	2.40 W
D	2.27 W
E	2.91 W

SOT-23-3/3S/5/6 Test Board

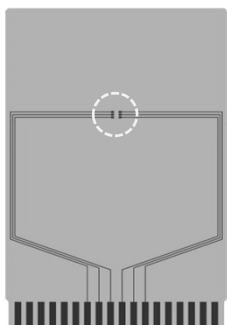
(1) Board A



 IC Mount Area

Item		Specification
Size [mm]		114.3 x 76.2 x t1.6
Material		FR-4
Number of copper foil layer		2
Copper foil layer [mm]	1	Land pattern and wiring for testing: t0.070
	2	-
	3	-
	4	74.2 x 74.2 x t0.070
Thermal via		-

(2) Board B



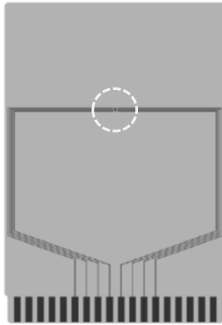
Item		Specification
Size [mm]		114.3 x 76.2 x t1.6
Material		FR-4
Number of copper foil layer		4
Copper foil layer [mm]	1	Land pattern and wiring for testing: t0.070
	2	74.2 x 74.2 x t0.035
	3	74.2 x 74.2 x t0.035
	4	74.2 x 74.2 x t0.070
Thermal via		-

No. SOT23x-A-Board-SD-2.0

HSNT-8(1616)B Test Board

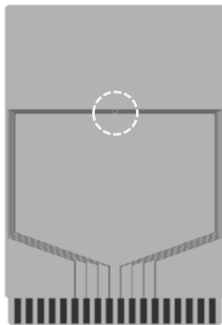
 IC Mount Are

(1) Board A



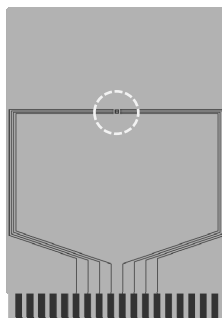
Item		Specification
Size [mm]		114.3 x 76.2 x t1.6
Material		FR-4
Number of copper foil layer		2
Copper foil layer [mm]	1	Land pattern and wiring for testing: t0.070
	2	-
	3	-
	4	74.2 x 74.2 x t0.070
Thermal via		-

(2) Board B



Item		Specification
Size [mm]		114.3 x 76.2 x t1.6
Material		FR-4
Number of copper foil layer		4
Copper foil layer [mm]	1	Land pattern and wiring for testing: t0.070
	2	74.2 x 74.2 x t0.035
	3	74.2 x 74.2 x t0.035
	4	74.2 x 74.2 x t0.070
Thermal via		-

(3) Board C




Item		Specification
Size [mm]		114.3 x 76.2 x t1.6
Material		FR-4
Number of copper foil layer		4
Copper foil layer [mm]	1	Land pattern and wiring for testing: t0.070
	2	74.2 x 74.2 x t0.035
	3	74.2 x 74.2 x t0.035
	4	74.2 x 74.2 x t0.070
Thermal via		Number: 4 Diameter: 0.3 mm



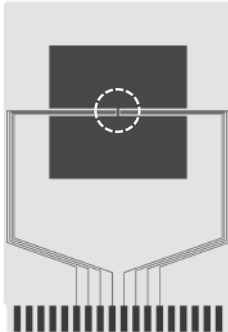
enlarged view

No. HSNT8-C-Board-SD-1.0

HSNT-8(1616)B Test Board

 IC Mount Area

(4) Board D

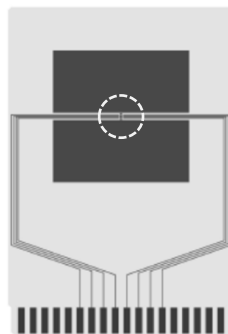


Item		Specification
Size [mm]		114.3 x 76.2 x t1.6
Material		FR-4
Number of copper foil layer		4
Copper foil layer [mm]	1	Pattern for heat radiation: 2000mm ² t0.070
	2	74.2 x 74.2 x t0.035
	3	74.2 x 74.2 x t0.035
	4	74.2 x 74.2 x t0.070
Thermal via		-



enlarged view

(5) Board E

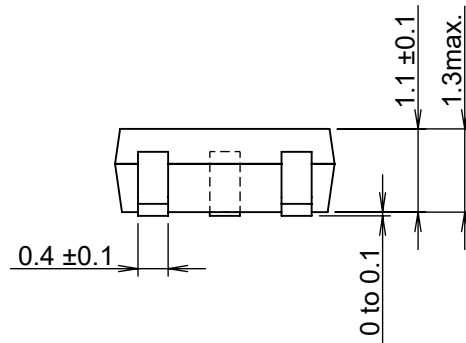
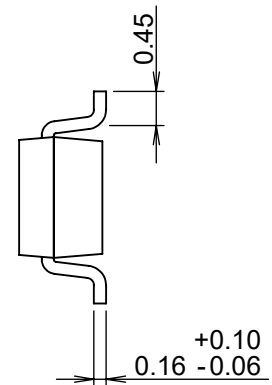
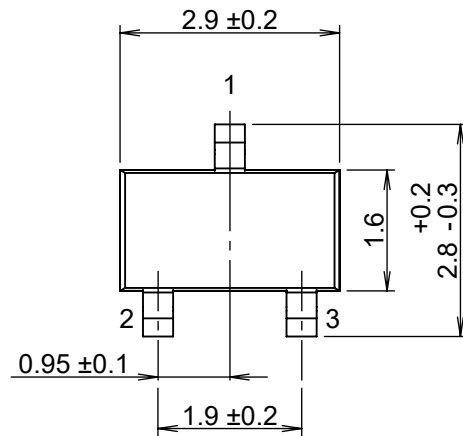


Item		Specification
Size [mm]		114.3 x 76.2 x t1.6
Material		FR-4
Number of copper foil layer		4
Copper foil layer [mm]	1	Pattern for heat radiation: 2000mm ² t0.070
	2	74.2 x 74.2 x t0.035
	3	74.2 x 74.2 x t0.035
	4	74.2 x 74.2 x t0.070
Thermal via		Number: 4 Diameter: 0.3 mm



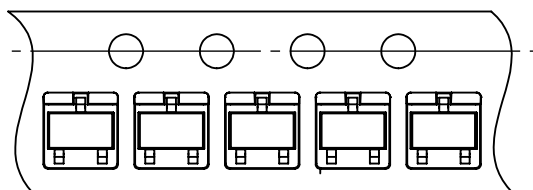
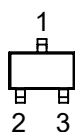
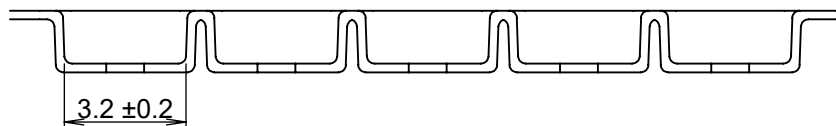
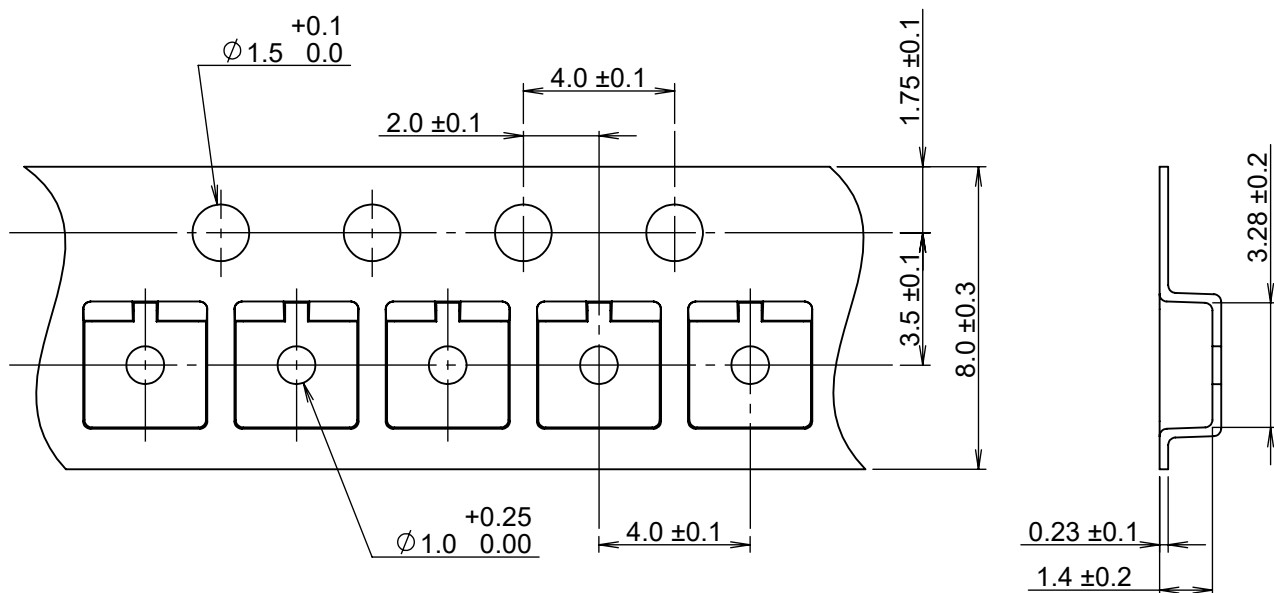
enlarged view

No. HSNT8-C-Board-SD-1.0



No. MP003-C-P-SD-1.1

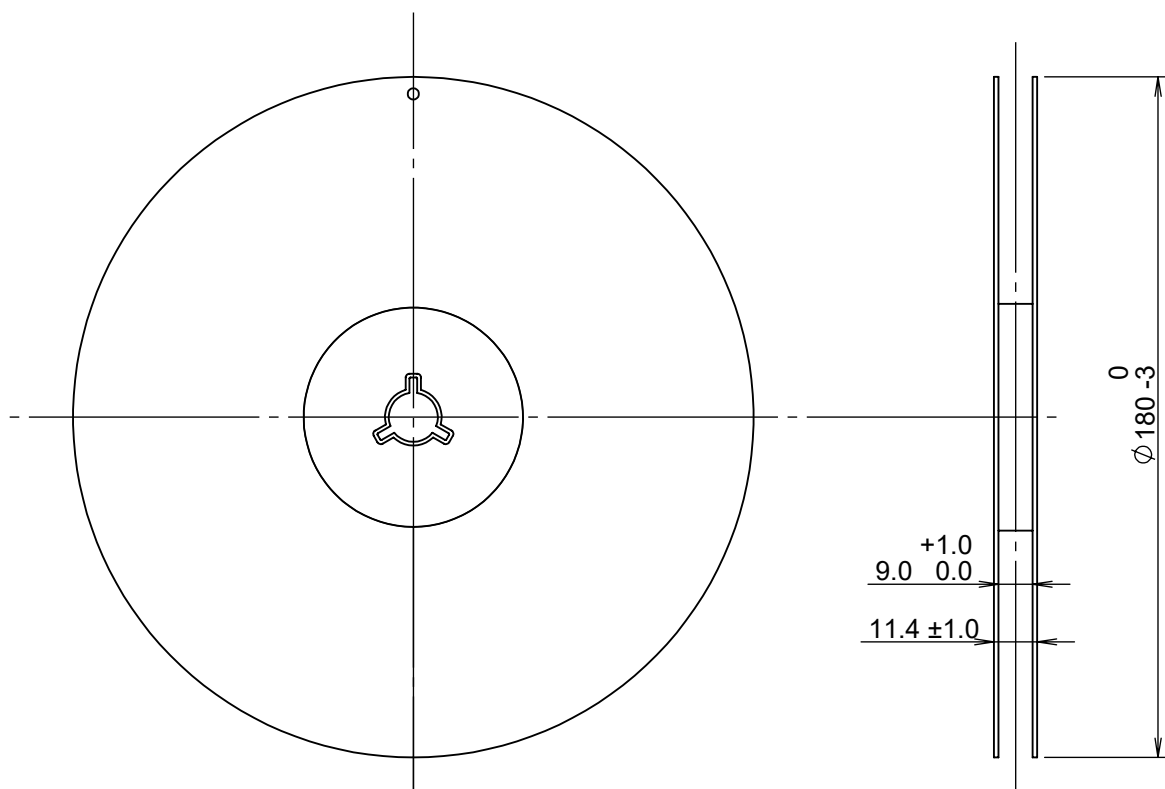
TITLE	SOT233-C-PKG Dimensions
No.	MP003-C-P-SD-1.1
ANGLE	
UNIT	mm
ABLIC Inc.	



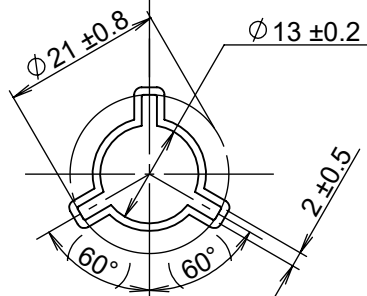
Feed direction

No. MP003-C-C-SD-2.0

TITLE	SOT233-C-Carrier Tape
No.	MP003-C-C-SD-2.0
ANGLE	
UNIT	mm
ABLIC Inc.	

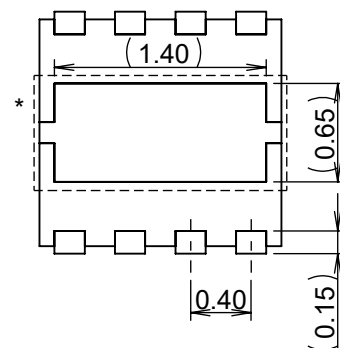
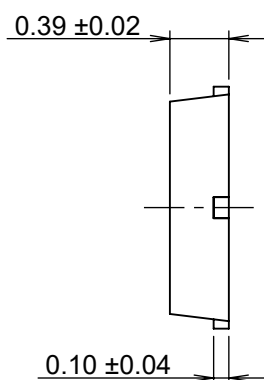
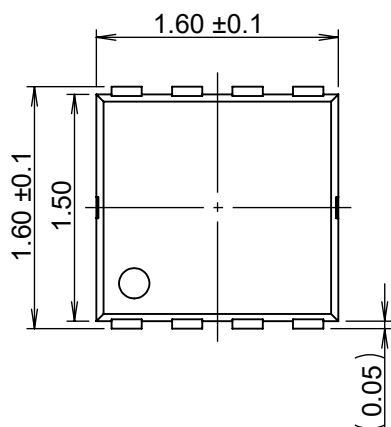


Enlarged drawing in the central part

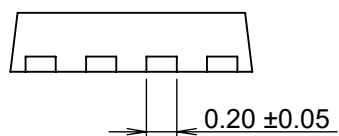


No. MP003-Z-R-SD-2.0

TITLE	SOT233-C-Reel		
No.	MP003-Z-R-SD-2.0		
ANGLE		QTY.	3,000
UNIT	mm		
ABLIC Inc.			

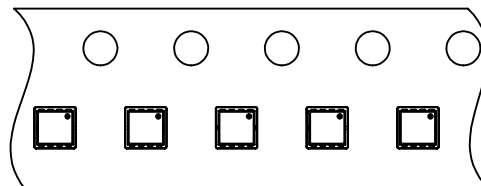
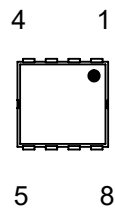
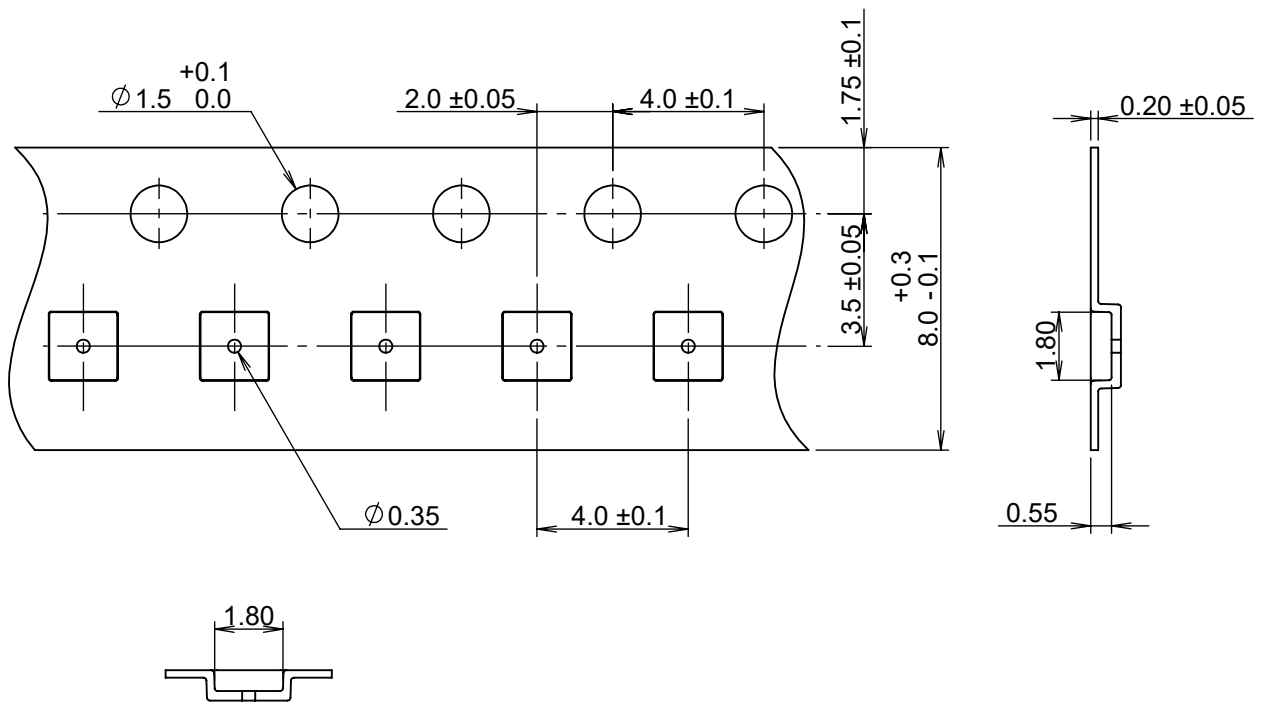


* The heat sink of back side has different electric potential depending on the product.
Confirm specifications of each product.
Do not use it as the function of electrode.



No. PY008-B-P-SD-1.0

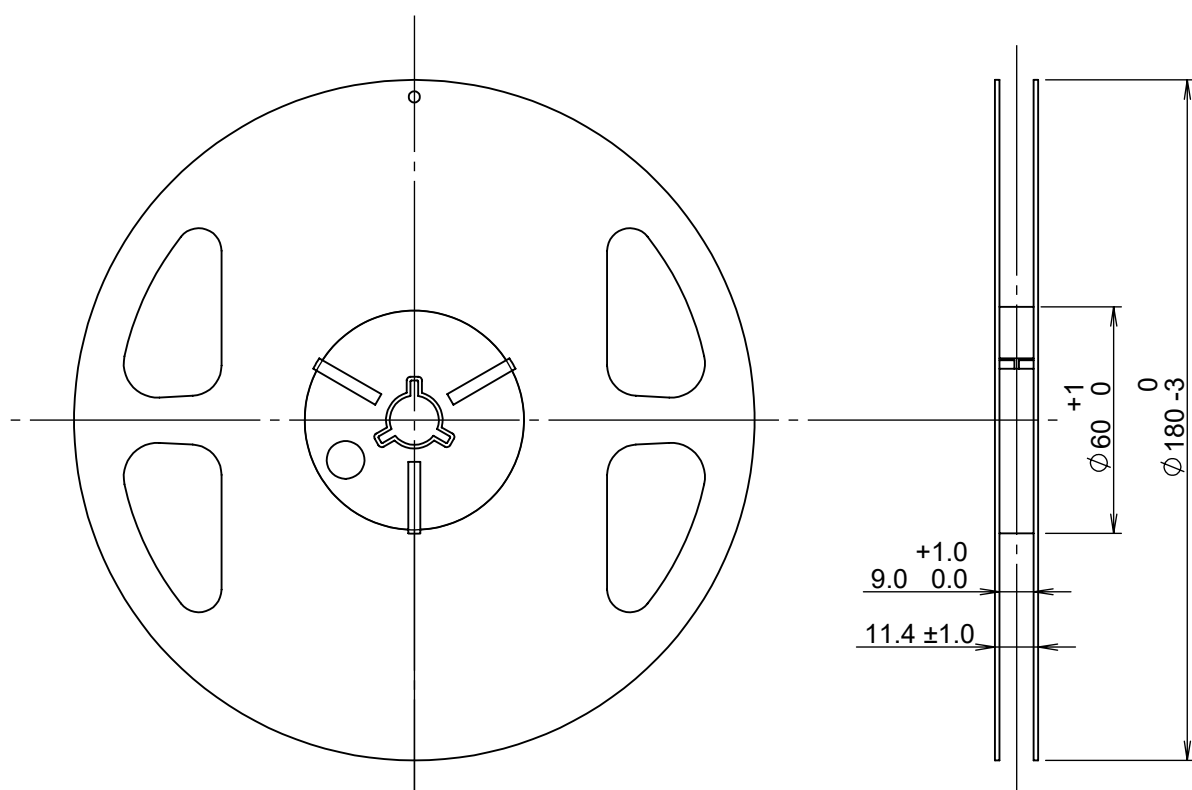
TITLE	HSNT-8-C-PKG Dimensions
No.	PY008-B-P-SD-1.0
ANGLE	
UNIT	mm
ABLIC Inc.	



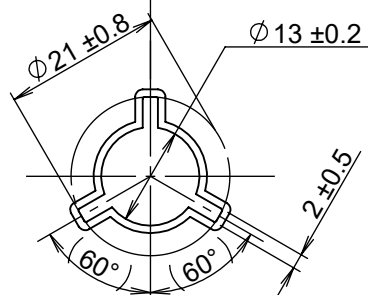
→
Feed direction

No. PY008-B-C-SD-1.0

TITLE	HSNT-8-C-Carrier Tape
No.	PY008-B-C-SD-1.0
ANGLE	
UNIT	mm
ABLIC Inc.	



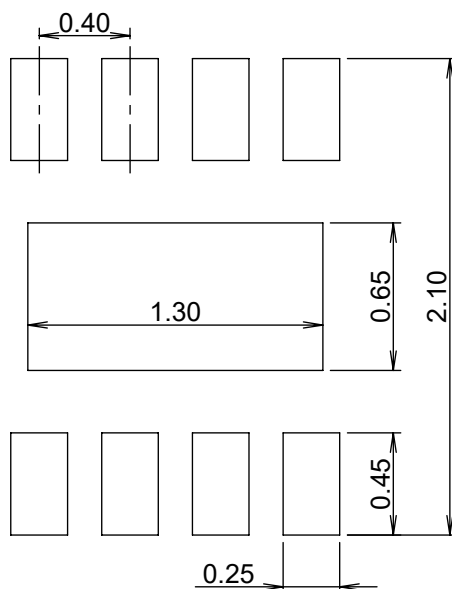
Enlarged drawing in the central part



No. PY008-B-R-SD-1.0

TITLE	HSNT-8-C-Reel		
No.	PY008-B-R-SD-1.0		
ANGLE		QTY.	5,000
UNIT	mm		
ABLIC Inc.			

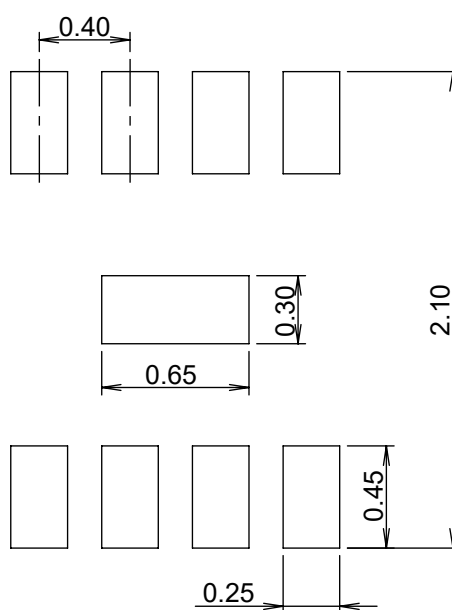
Land Pattern



Caution It is recommended to solder the heat sink to a board in order to ensure the heat radiation.

注意 放熱性を確保する為に、PKGの裏面放熱板（ヒートシンク）を基板に半田付けすることを推奨いたします。

Metal Mask Pattern



Caution ① Mask aperture ratio of the lead mounting part is 100%.
② Mask aperture ratio of the heat sink mounting part is 20%.
③ Mask thickness: t0.10mm

注意 ① リード実装部のマスク開口率は100%です。
② 放熱板実装のマスク開口率は20%です。
③ マスク厚み: t0.10mm

No. PY008-B-L-SD-1.0

TITLE	HSNT-8-C -Land Recommendation
No.	PY008-B-L-SD-1.0
ANGLE	
UNIT	mm
ABLIC Inc.	

免責事項 (取り扱い上の注意)

1. 本資料に記載のすべての情報 (製品データ、仕様、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等) は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。
2. 本資料に記載の回路例および使用方法是参考情報であり、量産設計を保証するものではありません。本資料に記載の情報を使用したことによる、本資料に記載の製品 (以下、本製品といいます) に起因しない損害や第三者の知的財産権等の権利に対する侵害に関し、弊社はその責任を負いません。
3. 本資料の記載に誤りがあり、それに起因する損害が生じた場合において、弊社はその責任を負いません。
4. 本資料に記載の範囲内の条件、特に絶対最大定格、動作電圧範囲、電気的特性等に注意して製品を使用してください。本資料に記載の範囲外の条件での使用による故障や事故等に関する損害等について、弊社はその責任を負いません。
5. 本製品の使用にあたっては、用途および使用する地域、国に対応する法規制、および用途への適合性、安全性等を確認、試験してください。
6. 本製品を輸出する場合は、外国為替および外国貿易法、その他輸出関連法令を遵守し、関連する必要な手続きを行ってください。
7. 本製品を大量破壊兵器の開発や軍事利用の目的で使用および、提供 (輸出) することは固くお断りします。核兵器、生物兵器、化学兵器およびミサイルの開発、製造、使用もしくは貯蔵、またはその他の軍事用途を目的とする者へ提供 (輸出) した場合、弊社はその責任を負いません。
8. 本製品は、生命・身体に影響を与えるおそれのある機器または装置の部品および財産に損害を及ぼすおそれのある機器または装置の部品 (医療機器、防災機器、防犯機器、燃焼制御機器、インフラ制御機器、車両機器、交通機器、車載機器、航空機器、宇宙機器、および原子力機器等) として設計されたものではありません。上記の機器および装置には使用しないでください。ただし、弊社が車載用等の用途を事前に明示している場合を除きます。上記機器または装置の部品として本製品を使用された場合または弊社が事前明示した用途以外に本製品を使用された場合、これらにより発生した損害等について、弊社はその責任を負いません。
9. 半導体製品はある確率で故障、誤動作する場合があります。本製品の故障や誤動作が生じた場合でも人身事故、火災、社会的損害等発生しないように、お客様の責任において冗長設計、延焼対策、誤動作防止等の安全設計をしてください。また、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
10. 本製品は、耐放射線設計しておりません。お客様の用途に応じて、お客様の製品設計において放射線対策を行ってください。
11. 本製品は、通常使用における健康への影響はありませんが、化学物質、重金属を含有しているため、口中には入れないようにしてください。また、ウエハ、チップの破断面は鋭利な場合がありますので、素手で接触の際は怪我等に注意してください。
12. 本製品を廃棄する場合には、使用する地域、国に対応する法令を遵守し、適切に処理してください。
13. 本資料は、弊社の著作権、ノウハウに係わる内容も含まれております。本資料中の記載内容について、弊社または第三者の知的財産権、その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。本資料の一部または全部を弊社の許可なく転載、複製し、第三者に開示することは固くお断りします。
14. 本資料の内容の詳細その他ご不明な点については、販売窓口までお問い合わせください。
15. この免責事項は、日本語を正本として示します。英語や中国語で翻訳したものがあった場合、日本語の正本が優越します。

2.4-2019.07



ABLIC

エイブリック株式会社
www.ablic.com