

データ収集とA/D変換の原理

データ収集・変換システムの目的は、1つ以上のソースから取得したアナログ信号をデジタル形式に変換して、デジタル・コンピュータ、レコーダ、通信ネットワーク等のエンド・デバイスでの解析や伝送に使用できるようにすることです。データ収集システムへのアナログ信号入力、圧力、温度、張力、歪、流量等の実世界のパラメータを等価の電気信号に変換するセンサとトランスデューサから最も多く生成されます。電気的に等価な信号はデータ収集システムによって変換され、デジタル信号としてエンド・デバイスで利用されます。信号の精度と品質を保つための電子システムの能力は、システム品質の主要評価基準となります。

アナログ信号を収集して等価のデジタル形式に変換するのに必要となる基本的な構成要素は次の通りです。

1. アナログ・マルチプレクサと信号処理回路

2. サンプル/ホールド・アンプ

3. アナログ - デジタル・コンバータ

4. タイミング・ロジックまたはシーケンス・ロジック

一般的に、おそらくアナログ信号多重化の前段の入力フィルタリング機能と信号処理機能をのぞいて、現在のデータ収集システムにはデータ収集・変換に必要なすべての要素が含まれています。アナログ信号にはアナログ・マルチプレクサによって時分割されます。その後、マルチプレクサから出力された信号は通常、非常にリニアな高速セトリング差動アンプおよび/または高速セトリング低アパーチャ・サンプル/ホールド回路に加えられます。サンプル/ホールド回路は、時分割された各データ・サンプルを取得し、保持するようにプログラミングされています。各データ・サンプルはA/Dコンバータによってデジタル形式に変換されます。変換されたサンプルはパラレル(並列)またはシリアル(直列)のデジタル形式でA/Dコンバータの出力に現れ、エンド・デバイスによってさらに処理されることとなります。

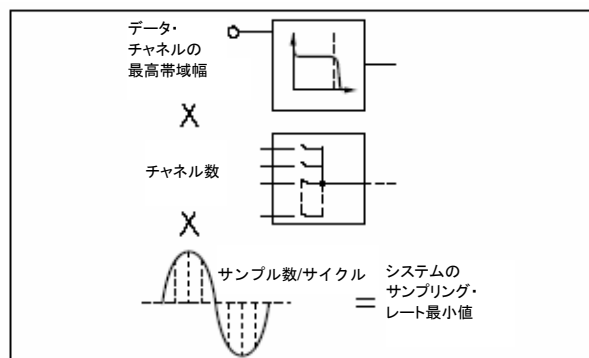


図1. システムのサンプリング・レートの最大値の決定

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本 TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本 TI による和文資料は、あくまでも TI 正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討及びご採用にあたりましては、必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TI 及び日本 TI は、正規英語版にて更新の情報を提供しているにも関わらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

システムのサンプリング・レート

誤差についての考慮事項

データ収集・変換システムに必要なとされるサンプリングと変換のレートは、変換されたデータのアプリケーションと最終的な使用目的によって決まります。システムのサンプリング・レートは、図1に示すように、データ・チャンネルの最高帯域幅、データ・チャンネル数、1サイクルあたりのサンプル数によって決まります。

エイリアシング誤差

ナイキストのサンプリング定理によれば、理想的にサンプリングされたデータ・システムにおいて、サンプリングされたデータを情報の損失なしに再生するには、データ帯域幅のサンプルを1サイクルにつき最低2つ取得する必要があります。したがって、システムのサンプリング・レートを定めるために第一に考慮すべきことはエイリアシング誤差、つまり信号周波数1サイクルあたりのサンプル数を十分に取らなかったために失われる情報に起因する誤差です。図2は、データ帯域幅1サイクルあたりのサンプル数が不十分なために発生したエイリアシング誤差です。

1 サイクルあたりのサンプル数を決定するには

この問いに対する答えは、許容可能な平均誤差の許容度、再生の手法(存在する場合)、データの末端用途によって変わってきます。末端用途に関係なく、離散データ・サンプルの実際の誤差は、データ収集・変換システムのスループット誤差、さらにデジタル・コンピュータ等のデジタル・エンド・デバイスに起因するあらゆるデジタル誤差に等しくなります。

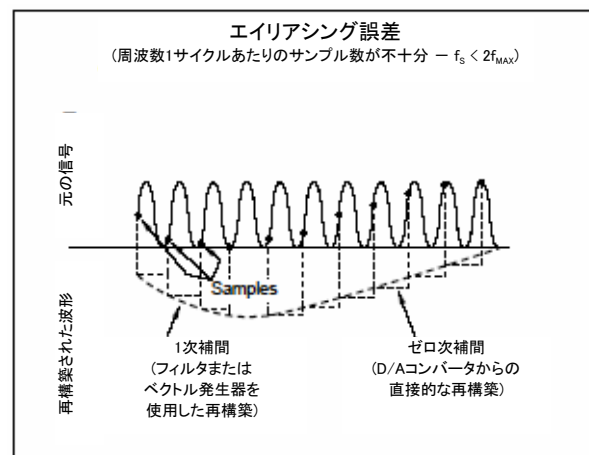


図2. エイリアシング誤差 vs サンプリング・レート

ステッピング・モーターやスイッチ等のインクリメンタル型デバイスの場合、サンプリングされたデジタル・データの平均的な誤差は、継続的な制御信号を必要とするエンド・デバイスの場合ほど大きな問題とはなりません。サンプリングされたデータ・システムの平均サンプリング誤差について分かりやすく説明するために、正弦波データが1サイクルあたり最低2サンプルの割合で変換され、なおかつデータがフィルタリング機能のないD/Aコンバータから直接再生される(0次の再生)場合について考えてみましょう。再生されたデータと元の信号間の平均的な誤差は、 π によって分割された1/2サイクル領域内では差分の1/2、0次データでは32%、1次の再生では14%になります。ただし、各サンプル・ポイントでの瞬間的な精度はアキュジションと変換システムの精度と等しく、また多くのアプリケーションでは、帯域幅に制限のあるエンド・デバイスの駆動にはこれで十分である場合もあります。サンプリングされたデータの平均的な精度は、次の方法で向上させることが可能です。(1) 1サイクルあたりのサンプル数を増やす (2) 多重化の前に「プレサンプル・フィルタリング」を行う (3) D/Aコンバータの出力のフィルタリングを行う

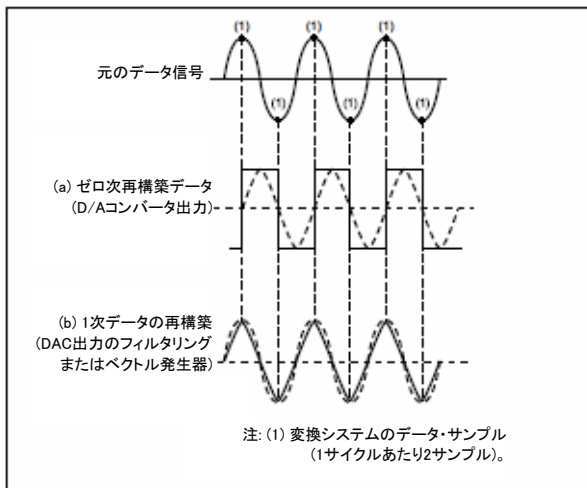


図3. サンプリングされたデータの再生($f_s = 2f_{MAX}$ の場合)

図4に示すように、1サイクルごとのサンプル数がわずかに増えただけで、サンプリングされたデータの平均精度は劇的に向上します。理論的な限界値は、継続的にサンプリングを行った場合の、取得・変換システムのスループット精度になります。

図4から分かるように、データのゼロ次再生を行う場合は、サンプリングされたデータを90%以上の平均精度で再生するために、データ帯域幅のサンプル数を1サイクルあたり10より多くする必要があります。一般的に使用される範囲は、1サイクルあたり7~10サンプルです。

アパーチャ誤差

アパーチャ誤差は、「サンプリング中の動的なデータ変化の不確定性が原因で発生する、サンプリングされたデータ・ポイントの振幅誤差と時間誤差」と定義されます。データ収集・変換システムでは、サンプル/ホールド回路を利用するか、非常に高速なA/Dコンバータを使用することで、アパーチャ誤差を低減したり、無視できる程度にすることができます。

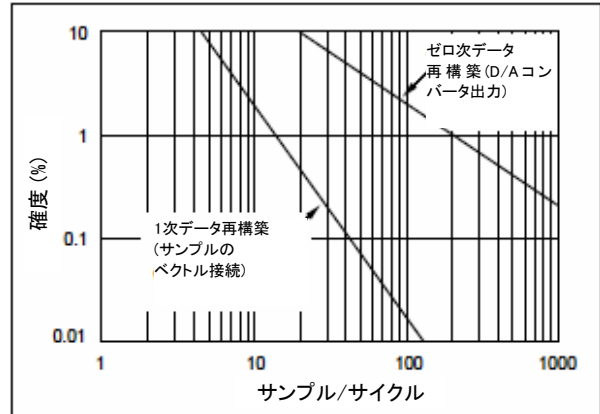


図4. 再生の精度 vs 1サイクルごとのサンプル数

正弦波データの場合は、アパーチャ誤差の最大値は、 dv/dt が最大になるゼロ交差点で発生します。数学的な表現では次のようになります。

$$d \frac{(A \sin 2\pi ft) \times t_A \times 100\%}{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{アパーチャ誤差} &= \frac{d}{dt} \\ &= 2\pi f t_A \times 100\% \text{ (最大値)} \\ (f &= \text{最大データ周波数}) \end{aligned}$$

t_A = システムのアパーチャ時間

(これは、サンプル/ホールド回路のないA/Dコンバータの変換時間といえます。前段にサンプル/ホールド回路があるA/Dコンバータの場合は、そのサンプル/ホールド回路のアパーチャ時間ということもできます)

図5は、分解能8ビット、10ビット、12ビットのA/Dコンバータで、誤差 $\pm 1/2$ LSBの周波数1Hz~10kHzを使用した場合について、上記の式をグラフィカルに示したものです。10kHz以上のデータ周波数のサンプリングにはサンプル/ホールド回路が必要になることが容易に分かります。なぜなら、分解能12ビットでアパーチャ誤差を $\pm 1/2$ LSBより低くするには、A/Dコンバータの変換速度が $2 \mu s$ 以上である必要があります、そして低アパーチャのサンプル/ホールド回路を持つ低速A/Dコンバータと比べると、高速A/Dコンバータは複雑で高価であるためです。

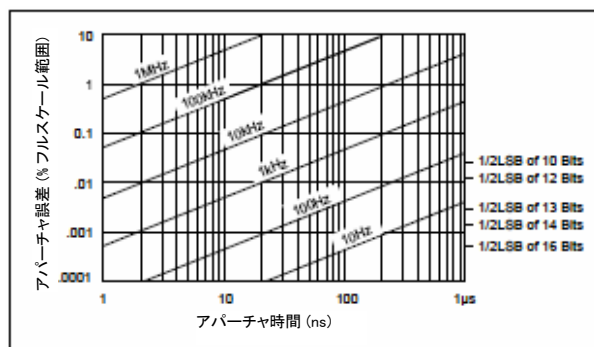


図5. データ周波数が10Hz～1MHzの場合のアパーチャ誤差 vs アパーチャ時間

分解能が10ビットおよび12ビットのA/Dコンバータを使用し、データ周波数が最大100Hzである場合は、アパーチャ時間が50ns～60nsのサンプル/ホールド回路で発生するアパーチャ誤差は無視できるほどにしかありません。分解能が8ビット、データ周波数が5kHz近くの場合でも、 $\pm 1/2\text{LSB}$ より低くなります。図5を利用して、お使いのシステムでの「各データ・チャンネル対所要の分解能」についてのアパーチャ誤差を判断してください。

A/D コンバータの用語

システムの分解能と精度についての読者の理解の一助とするため、A/Dコンバータの用語についての短い説明を次に記載します。

精度

全てのアナログ値は、A/Dコンバータへの入力に存在することが前提となっています。A/Dコンバータではアナログ入力の個々の値を量子化、つまりコーディングして、等価のデジタル・コード出力に変換します。これらのデジタル・コードは本質的な不確定性、すなわち $\pm 1/2\text{LSB}$ の量子化誤差を持っています。これは、量子化されたデジタル・コードが表すアナログ電圧は、互いに隣接したデジタル・コード間の中間点から $\pm 1/2\text{LSB}$ 以内のどの場所にも存在する可能性があるということです。A/Dコンバータの精度を、本質的な量子化誤差 $\pm 1/2\text{LSB}$ を超えて向上させることはできません。ゲイン誤差、オフセット誤差、直線性誤差等のアナログ誤差もA/Dコンバータの精度に影響します。通常、ゲイン誤差とオフセット誤差はトリミングでゼロにできますが、直線性誤差の調整はできません。直線性誤差は、固定値のラダー抵抗ネットワークとネットワーク・スイッチのマッチングによって生じるためです。高品質A/Dコンバータの多くでは、直線性誤差が $\pm 1/2\text{LSB}$ よりも低くなっています。

誤差に関するもうひとつの大きな考慮事項は、微分直線性誤差(differential linearity error)です。理想的なA/Dコンバータでは、隣接した遷移点間のステップ・サイズが

1LSBになります。微分直線性誤差は、実際のA/Dコンバータでの隣接した遷移点間の幅と、理想的な1LSBステップの間のずれです。ミッシング・コードが発生しないことを保証するためには、この誤差が1LSBよりも小さくしなければなりません。あるA/Dコンバータの直線性誤差が $\pm 1/2\text{LSB}$ である場合は、ミッシング・コードがまったく発生しないわけではないことになります。

分解能の選定

システムの分解能は、A/Dコンバータのビット数によって決定されます。システム分解能を決めるのは、最も広いダイナミック・レンジを持つチャンネルおよび/または、最小のデータ増分の測定値を必要とするチャンネルによって決定されます。例えば、圧力を測定するチャンネルがひとつあったとして、そのチャンネルが、1ポンドの分解能で4000psiというダイナミック・レンジを持つと仮定してみます。この仮定が成り立つには、デジタル・コード4000個分の最小分解能を持つA/Dコンバータが必要です。12ビットのA/Dコンバータでは、コード 2^{12} 個分、つまり4096個分の分解能を提供します—これは、上記の要件を満たしています。このチャンネルの実際の分解能は、4000/4096、つまり0.976 psiになります。

A/Dコンバータではこの測定値を分解して、 ± 0.488 psi($\pm 1/2\text{LSB}$)の範囲内におさめることが可能です。

分解能

A/Dコンバータのビット数により、データ収集システムの分解能が決まります。A/Dコンバータの分解能は次のように定義されます。

$$\begin{aligned} \text{分解能} = 1\text{LSB} &= \frac{V_{\text{FSR}}}{2^n} \quad (2\text{進A/Dコンバータの場合}) \\ &= \frac{V_{\text{FSR}}}{10^D} \quad (10\text{進A/Dコンバータの場合}) \end{aligned}$$

LSB = 最下位ビット(Least Significant Bit)

V_{FSR} = フルスケール入力電圧範囲

ここで n = ビット数

D = 10進数字の桁数

デジタル・コードの数を定義するビット数は、A/Dコンバータの 2^n の離散デジタル・コードです。

本論では、2進逐次比較型A/Dコンバータを使用します。表Iは標準的なA/Dコンバータの分解能とLSB値です。

A/Dコンバータの分解能 (2進コード)		1LSBの値		1/2LSBの値	
ビット数 (n)	増分 数 (2n)	0~+10V 範囲(mV)	+10V 範囲(mV)	0~+10V 範囲(mV)	+10V 範囲(mV)
16	65536	0.152	0.305	0.076	0.152
12	4096	2.44	4.88	1.22	2.44
11	2048	4.88	9.77	2.44	4.88
10	1024	9.77	19.5	4.88	9.77
9	512	19.5	39.1	9.77	19.5
8	256	39.1	78.2	19.5	39.1

表I. A/DコンバータのLSB値と、2進コードの分解能の関係

システムのスループット率の増加

システムのスループット率は、アナログ・マルチプレクサと入力アンプに要求されるセトリング時間、サンプル/ホールド回路の取得時間、A/Dコンバータのセトリング時間と変換時間によって決まります。

データ収集システムで一般的に使用される2つのプログラミングモードが「ノーマル・シリアル・プログラミング」(図6a)と「オーバーラップ・モード・プログラミング」(図6b)です。表IIに、Burr-Brownのモジュラー・データ収集システム「SDM857KG」における、上記モード・タイプの標準的なシステム・スループット率の範囲を示します。

A/Dコンバータをより低い分解能に”ショート・サイクリング”し、データ収集システムを”オーバーラップ・プログラミング”することにより、広範囲のスループット速度を実現できます。

マルチプレクサとアンプのセトリング時間は、保持されたサンプル(チャンネルn)が変換されている間に次のサンプル(チャンネルn + 1)を選択することで解消されます。このためには、フィードスルー誤差が非常に低いサンプル/ホールド回路が必要になります。

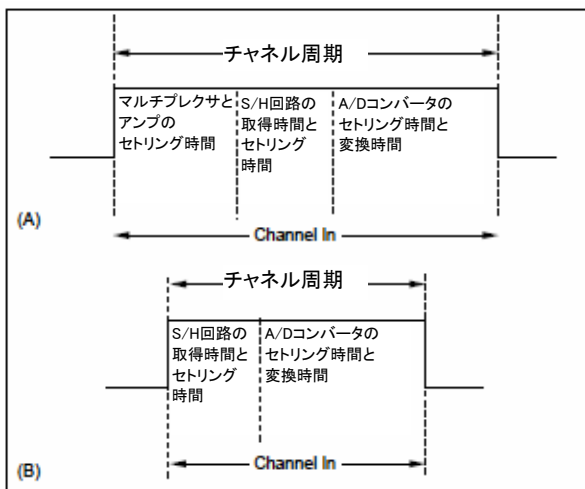


図6a. システムのスループット率(信号プログラミング)と、
図6b. システムのスループット率(オーバーラップ・モード)

分解能	ノーマル・プログラミング		オーバーラップ・モード	
	システムのスループット率(最大)	RSS精度	システムのスループット率(最大)	RSS精度
12ビット	18kHz	0.025%	27kHz	0.025%
10ビット	19.5kHz	0.08%	30kHz	0.08%
8ビット	21.1kHz	0.30%	34.1kHz	0.30%

表II. システムのスループット率とRSS精度(ノーマル/オーバーラップ・モード・プログラミング(Burr-Brownモデルのモジュラー・データ収集システム「SDM857KG」)

システムのスループット精度

データ収集・変換システムの精度を記述するために使用される最も一般的な方法が、システム構成要素のRSS誤差(二乗和平方された誤差)を計算することです。RSS誤差は、標準偏差(1σ)と等価の標準的な統計値であり、ADCの量子化誤差等の各システム構成要素のピーク誤差を二乗したものの和を平方根化して表しています。

$$\epsilon_{RSS} = \sqrt{\epsilon_{MUX}^2 + \epsilon_{AMP}^2 + \epsilon_{SH}^2 + \epsilon_{ADC}^2}$$

ここで ϵ_{MUX} = アナログ・マルチプレクサの誤差

ϵ_{AMP} = 入力アンプの誤差

ϵ_{SH} = サンプル/ホールド回路の誤差

ϵ_{ADC} = A/Dコンバータの誤差

上記の誤差の計算には、ソース・インピーダンス、データの帯域幅、A/Dコンバータの分解能、およびシステムのスループット率が影響します。簡素化のため、誤差は次のことを前提として計算できます。

1. アパーチャ誤差は無視できるものとします - つまり、1/10LSBより低い値とします。
2. ソース・インピーダンスは、1000Ωより低いものとします。
3. 信号電圧範囲は±10ボルトとします。
4. スループット率は、表IIIに示されている最大値と等価か、それ以下とします。

誤差源	分解能		
	8ビット	10ビット	12ビット
MUX誤差	0.0025%	0.0025%	0.0025%
AMP誤差	0.01%	0.01%	0.01%
S/H誤差	0.01%	0.01%	0.01%
ADC誤差			
アナログ量子化	0.2%	0.05%	0.012%
RSS 誤差	0.283%	0.072%	0.022%

表III. Burr-Brownモデル857KGモジュラー・データ収集システムでのシステム誤差寄与とRSS誤差 vs 分解能

デジタル・コード

データ収集・変換システムについての最後の考慮事項は、A/Dコンバータの出力で行われる、データのデジタル・コーディングです。データは通常、2進形式または2進化10進(BCD)形式のどちらかでコーディングされます。

2進化データ形式は、デジタル・コンピュータ志向のアプリケーションで最もよく採用されます。この場合、処理は通常、2進法で行われます。BCDデータのコーディングは通常、デジタル情報読み出し機器(digital readouts)やプリンタ等の10進エンド・デバイスにデータが供給されるアプリケーションで必要とされます。大多数のアプリケーションでは2進形式のコーディングが必要とされます。

A/Dコンバータで最もよく使用される2進コードは次の通りです。

1. ユニポーラ・コード(自然2進)(USB: Unipolar Straight Binary) – 単極性のアナログ信号電圧範囲、つまり0～±5V、0～±10V等に使用されます。
2. バイポーラ・コード(オフセット・バイナリ)(BOB: Bipolar Offset Binary) – 両極性のアナログ信号電圧範囲、つまり±5V、±10V等に使用されます。
3. バイポーラ形式の2の補数コード(BTC: Bipolar Two's Complement) --多くのデジタル・コンピュータ・アプリケーションで、両極性のアナログ信号電圧範囲に使用されます。

A/Dコンバータでは、ユニポーラBCDと符号追加BCD(SMD: sign-magnitude BCD)の2つのBCDコードが使用されます。これらのコードの定義は、表IVとVに記載されています。

定義	出力される デジタル・コード	USB コード	BOB ⁽²⁾ コード
+フルスケール	MSB LSB 111...11 ϕ ⁽¹⁾	$+V_{FSR} - 1/2LSB$	$\frac{+V_{FSR} - 1/2LSB}{2}$
ミッドスケール	100...00 ϕ	$+V_{FSR}/2$	ゼロ
-フルスケール	000...00 ϕ	$+1/2LSB$	$\frac{-V_{FSR} + 1/2LSB}{2}$
1 LSB (最下位ビット)		$\frac{V_{FSR}}{2^n}$	$\frac{\pm V_{FSR}}{2^n}$

注: (1) ϕ はLSBの遷移値。(2)BTCコード -- デジタル・コードのMSB(符号ビット)の反転 -- BOBコードと同じ範囲

表IV. 各バイナリ・コードの定義

定義	出力される デジタル・コード(3桁)	10進値	
		BCDコード	SMDコード
符号	MSD ⁽¹⁾ LSD		
+フルスケール	1 1001 1001 1001	999	+999
ゼロ	1 0000 0000 0000	000	+000
-フルスケール	0 1001 1001 1001	N/A	-999
1 LSB (最下位ビット)		$\frac{V_{FSR}}{10^n}$ ⁽²⁾	$\frac{\pm V_{FSR}}{10^n}$ ⁽²⁾

注: (1) MSD = 最上位桁(Most Significant Digit)。 (2) nは、桁数を表す -- 1桁は4ビット。

表V. デシマル・コードの定義

要約

データ収集・変換の主要パラメータとパフォーマンス要件を決定する基準は、次の通りです。

1. アナログ入力チャンネルの数
2. データ・ソース信号の振幅
3. データの帯域幅
4. データに必要なとされる分解能
5. 変換されたデータの末端用途

本論では、厳密な数学的視点からすべてのシステム基準を紹介しているわけではありませんが、実用的な点からみて最も重要な考慮事項を特定し、またそれらの特徴を考察しています。

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといひます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメータに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認をすることを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメータと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

温度: 0~40、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上