

## 2.7V SPI<sup>®</sup> シリアルインターフェース 4チャンネル/8チャンネル12ビットA/Dコンバータ

### 特徴

- 12ビットの分解能
- DNL 最大 ±1 LSB
- INL 最大 ±1 LSB (MCP3204/3208-B)
- INL 最大 ±2 LSB (MCP3204/3208-C)
- 4入力チャンネル (MCP3204) または 8入力チャンネル (MCP3208)
- アナログ入力はシングルエンドあるいは疑似差動入力ペアとしてプログラム可能
- オンチップのサンプル & ホールド
- SPI<sup>®</sup> シリアル・インターフェース (モード 0,0 および 1,1)
- 単一電源動作 : 2.7 ~ 5.5V
- 100ksps max サンプルング速度 ( $V_{DD} = 5V$  時)
- 50ksps max サンプルング速度 ( $V_{DD} = 2.7V$  時)
- 低電力 CMOS 技術
  - 待機電流 500 nA typ (最高 2 $\mu$ A)
  - 動作電流 400  $\mu$ A max (5V 時)
- 広い温度範囲 : -40 ~ +85
- PDIP、SOIC および TSSOP パッケージで利用可能

### 用途

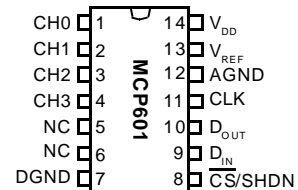
- センサー・インターフェース
- プロセス制御
- データ収集
- バッテリー駆動システム

### 概要

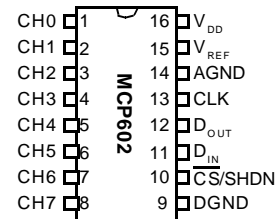
マイクロチップ・テクノロジーのMCP3204/3208デバイスは、オンボードのサンプル & ホールド回路を搭載した逐次比較型12ビット・アナログ・デジタル(A/D)コンバータです。MCP3204はプログラマブルで、2つの疑似差動入力ペアまたは4つのシングルエンド入力に構成できます。MCP3208もプログラマブルで、4つの疑似差動入力ペアまたは8つのシングルエンド入力に構成できます。DNL (微分非直線性) は ±1LSB で指定され、INL (積分非直線性) は ±1LSB (MCP3204/MCP3208-B) と ±2LSB (MCP3204/MCP3208-C) のバージョンがあります。デバイスとの通信は、SPI プロトコルとの互換性がある簡単なシリアル・インターフェースを使用して行います。デバイスは最高で100ksps の変換スピードで動作します。MCP3204/MCP3208 デバイスは広範囲の電圧(2.7V - 5.5V)で動作します。低電流設計により、わずか500nAの待機電流と320 $\mu$ Aの動作電流で動作します。MCP3204は14ピン PDIP、150mil SOIC および TSSOP パッケージで提供され、MCP3208は16ピン PDIP および SOIC パッケージで提供されます。

### パッケージのタイプ

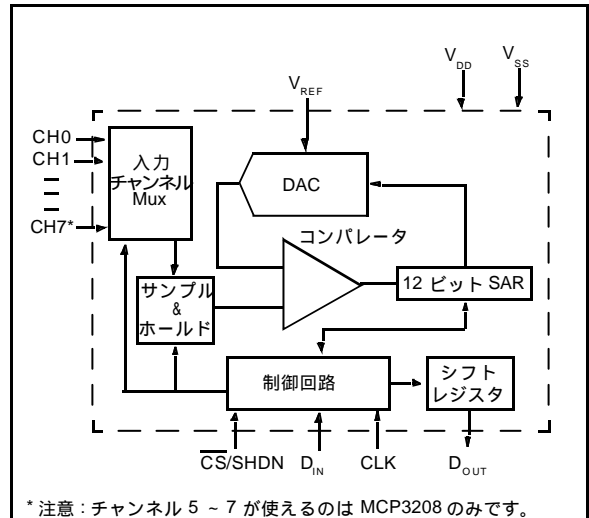
#### PDIP, SOIC, TSSOP



#### PDIP, SOIC



### 機能ブロック図



\* 注意 : チャンネル 5 ~ 7 が使えるのは MCP3208 のみです。

# MCP3204/3208

## 1.0 電気特性

### 1.1 最大定格値\*

V <sub>DD</sub> .....	7.0V
すべての入出力 w.r.t. V <sub>SS</sub> .....	-0.6V ~ V <sub>DD</sub> +0.6V
保存温度 .....	-65 ~ +150
動作温度 .....	-65 ~ +125
半田付けの鉛温度 (10 秒間) .....	+300
すべてのピンに対する ESD 保護 .....	> 4kV

\* 注意: 「最大定格値」以上の値になるとデバイスが破損するおそれがあります。これは定格を表わすだけであって、それらの条件あるいはこの仕様動作一覧表に記載されている以上の条件でのデバイスの機能動作には適用されません。最大定格値で長時間動作しますと、デバイスが不安定になる可能性があります。

## ピン機能表

名称	機能
V <sub>DD</sub>	+2.7V ~ 5.5V 電源
DGND	デジタルアース
AGND	アナログアース
CH0-CH7	アナログ入力
CLK	シリアルクロック
D <sub>IN</sub>	シリアルデータ IN
D <sub>OUT</sub>	シリアルデータ OUT
CS/SHDN	チップ・セレクト/シャットダウン入力
V <sub>REF</sub>	基準電圧入力

## 電気特性

別途、記載されていない限りパラメータはすべて V<sub>DD</sub> = 5V, V<sub>SS</sub> = 0V, V<sub>REF</sub> = 5V, T<sub>AMB</sub> = -40°C ~ +85°C, f<sub>SAMPLE</sub> = 100kpsps および f<sub>CLK</sub> = 20\*f<sub>SAMPLE</sub> で適用します。

パラメータ	記号	MIN.	TYP.	MAX.	単位	条件
<b>変換速度</b>						
変換時間	t <sub>CONV</sub>			12	clock cycles	
アナログ入力サンプル時間	t <sub>SAMPLE</sub>	1.5			clock cycles	
スループット速度	f <sub>SAMPLE</sub>			100 50	kpsps kpsps	V <sub>DD</sub> = V <sub>REF</sub> = 5V V <sub>DD</sub> = V <sub>REF</sub> = 2.7V
<b>DC 精度</b>						
分解能		12			bits	
積分非直線性	INL		±0.75 ±1	±1 ±2	LSB	MCP60X-B MCP60X-C
微分非直線性	DNL		±0.5	±1	LSB	全温度にわたりコードの欠落なし
オフセット誤差			±1.25	±3	LSB	
利得誤差			±1.25	±5	LSB	
<b>動的性能</b>						
高調波ひずみ合計			-82		dB	V <sub>IN</sub> = 0.1V ~ 4.9V@1kHz
ノイズとひずみ信号 (SINAD)			72		dB	V <sub>IN</sub> = 0.1V ~ 4.9V@1kHz
スプリアス・フリー・ダイナミック・レンジ			86		dB	V <sub>IN</sub> = 0.1V ~ 4.9V@1kHz
<b>基準入力</b>						
電圧範囲		0.25		V <sub>DD</sub>	V	注意 2
消費電流			100 0.001	150 3	μA μA	— CS = V <sub>DD</sub> = 5V
<b>アナログ入力</b>						
シングルエンドモードでの CH0-CH7 に対する入力電圧範囲		V <sub>SS</sub>		V <sub>REF</sub>	V	
疑似差動モードでの IN+ に対する入力電圧範囲		IN-		V <sub>REF</sub> +IN-		
疑似差動モードでの IN- に対する入力電圧範囲		V <sub>SS</sub> -100		V <sub>SS</sub> +100	mV	
リーク電流			0.001	±1	μA	

## 電気特性 (CONTINUED)

別途、記載されていない限りパラメータはすべて $V_{DD}=5V$ , $V_{SS}=0V$ , $V_{REF}=5V$ , $T_{AMB}=-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$ , $f_{SAMPLE}=100ksps$ および $f_{CLK}=20*f_{SAMPLE}$ で適用します。						
パラメータ	記号	MIN.	TYP.	MAX.	単位	条件
<b>アナログ入力 (続き)</b>						
スイッチオン抵抗			1K		$\Omega$	図 4-1 を参照
サンプル・コンデンサ			20		pF	図 4-1 を参照
<b>デジタル入出力</b>						
データコーディング形式		直線バイナリ				
High レベル入力電圧	$V_{IH}$	$0.7 V_{DD}$			V	
Low レベル入力電圧	$V_{IL}$			$0.3 V_{DD}$	V	
High レベル出力電圧	$V_{OH}$	4.1			V	$I_{OH} = -1mA$ , $V_{DD} = 4.5V$
Low レベル出力電圧	$V_{OL}$			0.4	V	$I_{OL} = 1mA$ , $V_{DD} = 4.5V$
入力リーク電流	$I_{LI}$	-10		10	$\mu A$	$V_{IN} = V_{SS}$ or $V_{DD}$
出力リーク電流	$I_{LO}$	-10		10	$\mu A$	$V_{OUT} = V_{SS}$ or $V_{DD}$
ピン静電容量 (すべての入出力)	$C_{IN}$ , $C_{OUT}$			10	pF	$V_{DD} = 5.0V$ (注意 1) $T_{AMB} = 25^{\circ}C$ , $f = 1 MHz$
<b>タイミング・パラメータ</b>						
クロック周波数	$f_{CLK}$			2.0 1.0	MHz MHz	$V_{DD} = 5V$ (注意 3) $V_{DD} = 2.7V$ (注意 3)
クロック High 時間	$t_{HI}$	250			ns	
クロック Low 時間	$t_{LO}$	250			ns	
最初の CLK 上昇部への CS の下降	$t_{SUCS}$	100			ns	
データ入力設定時間	$t_{SU}$			50	ns	
データ入力ホールド時間	$t_{HD}$			50	ns	
有効な出力データへの CLK の下降	$t_{DO}$			200	ns	テスト回路を参照、図 1-2
可能な出力への CLK の下降	$t_{EN}$			200	ns	テスト回路を参照、図 1-2
無効な出力への CS の上昇	$t_{DIS}$			100	ns	テスト回路を参照、図 1-2
CS の無効時間	$t_{CSH}$	500			ns	
$D_{OUT}$ の上昇時間	$t_R$			100	ns	テスト回路を参照、図 1-2 (注意 1)
$D_{OUT}$ の下降時間	$t_F$			100	ns	テスト回路を参照、図 1-2 (注意 1)
<b>電源条件</b>						
動作電圧	$V_{DD}$	2.7		5.5	V	
消費電流	$I_{DD}$		320 225	400	$\mu A$	$V_{DD} = V_{REF} = 5V$ , $D_{OUT}$ 負荷なし $V_{DD} = V_{REF} = 2.7V$ , $D_{OUT}$ 負荷なし
待機電流	$I_{DDs}$		0.5	2	$\mu A$	$CS = V_{DD} = 5.0V$

**注意 1:** このパラメータは特性により保証されており、完全にはテストされていません。

**注意 2:** 直線性の性能と  $V_{REF}$  レベルの関係を示すグラフを参照してください。

**注意 3:** サンプル静電容量の電荷はやがてなくなりますので、10kHz 以下の有効クロック速度は直線性性能に影響します。とりわけ、温度が上昇したところで影響があります。詳しくは 6.2 項をご覧ください。

# MCP3204/3208

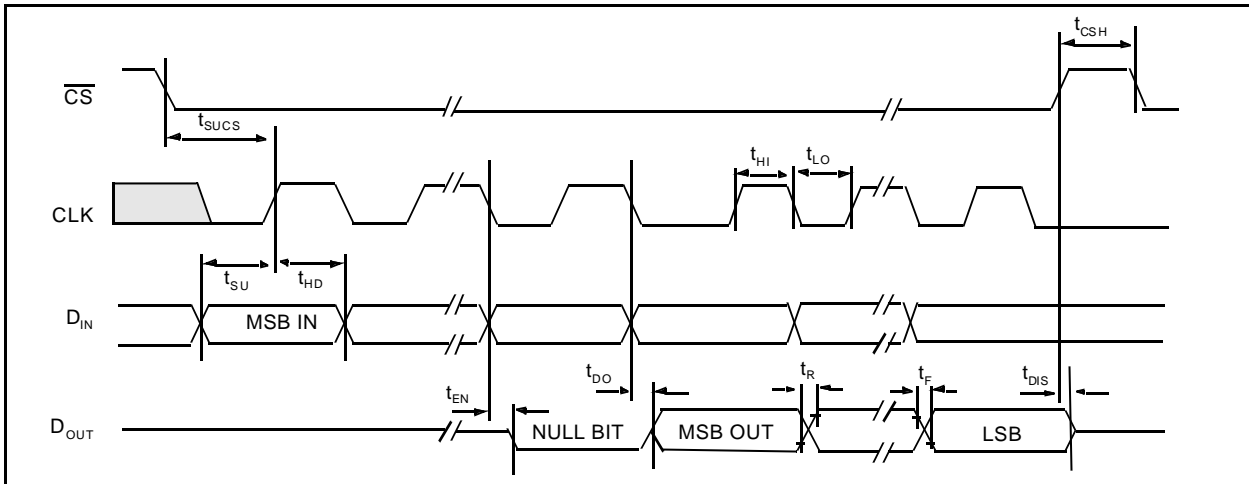


図 1-1: シリアル・インターフェースのタイミング

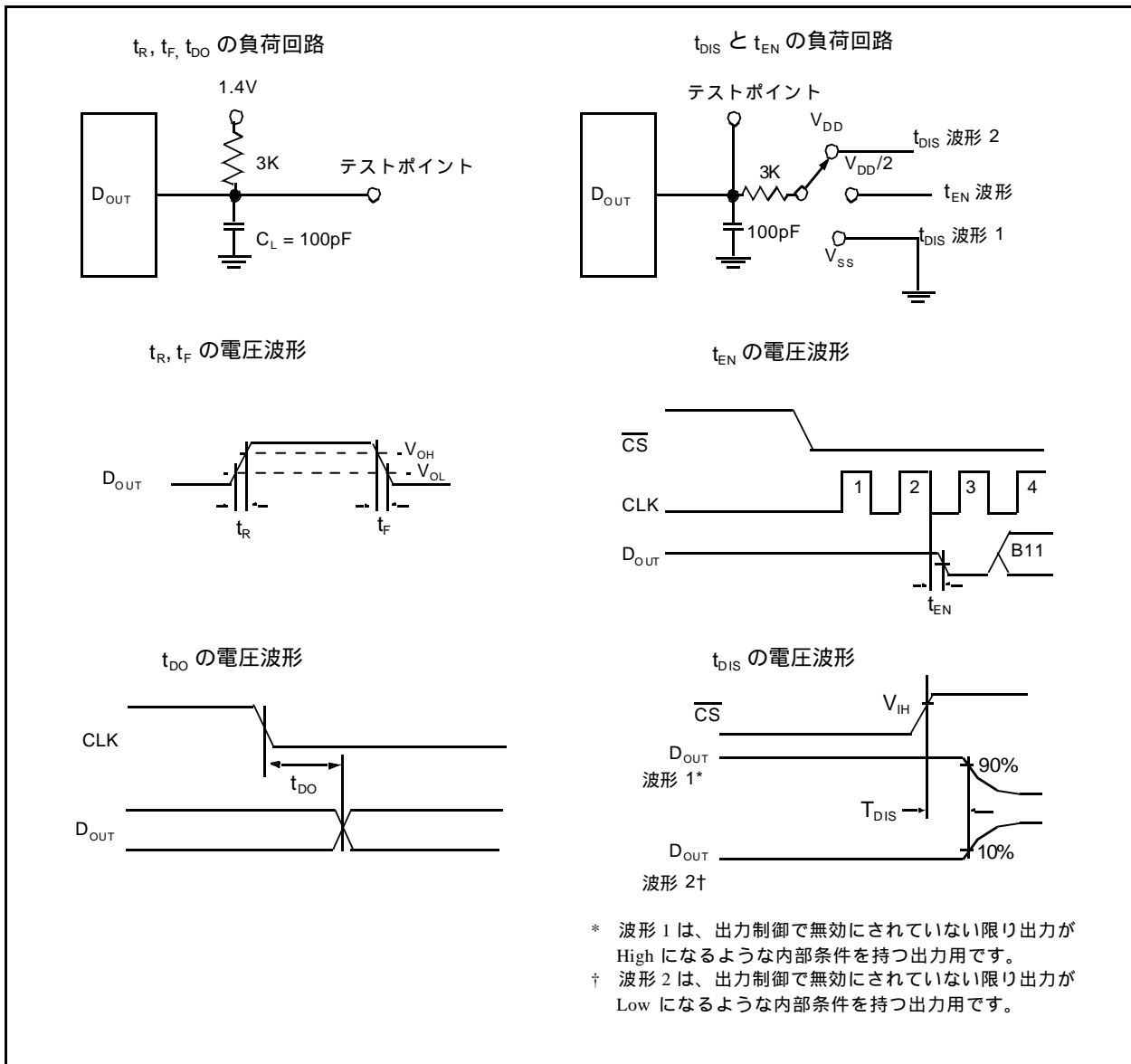


図 1-2: テスト回路

## 2.0 代表的な性能特性

注意: 別途、記載されていない限り  $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $f_{SAMPLE} = 100\text{kpsps}$ ,  $f_{CLK} = 20 * f_{SAMPLE}$ ,  $T_A = 25$  です。

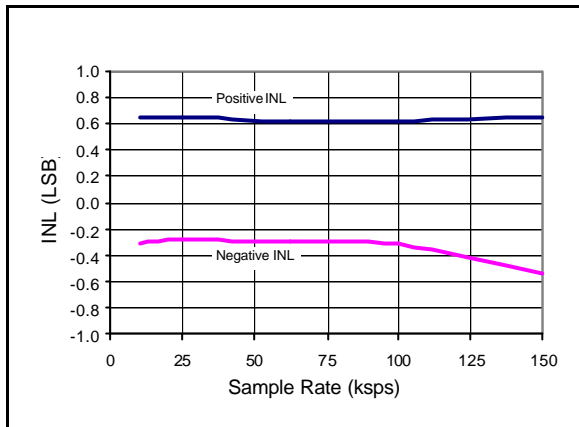


図 2-1: 積分非直線性 (INL) vs. サンプル速度

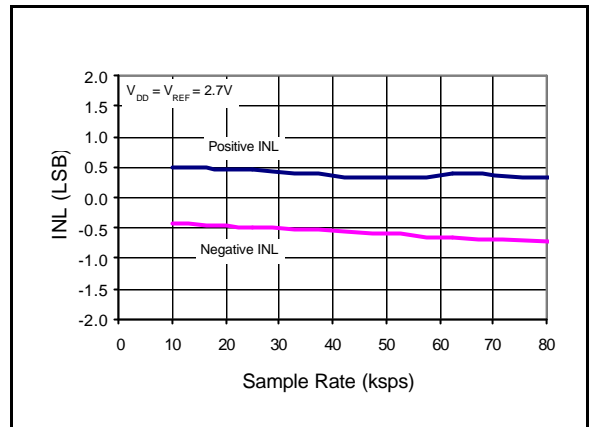


図 2-4: 積分非直線性 (INL) vs. サンプル速度 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

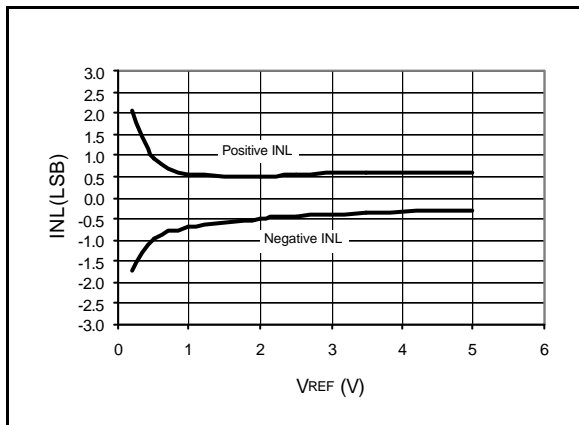


図 2-2: 積分非直線性 (INL) vs.  $V_{REF}$

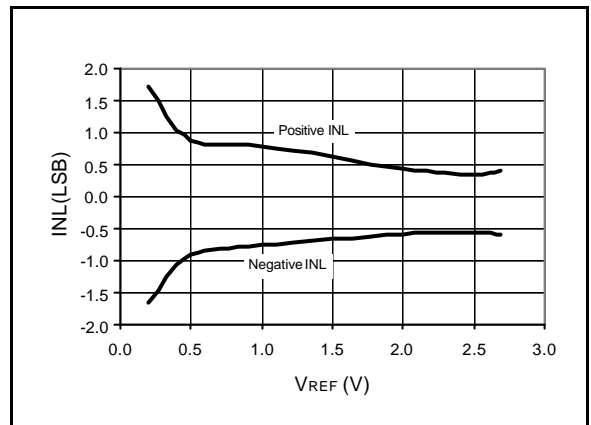


図 2-5: 積分非直線性 (INL) vs.  $V_{REF}$  ( $V_{DD} = 2.7V$ )

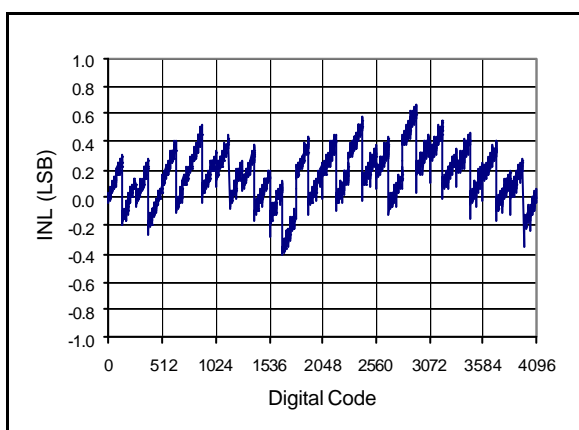


図 2-3: 積分非直線性 (INL) vs. コード (典型的な部分)

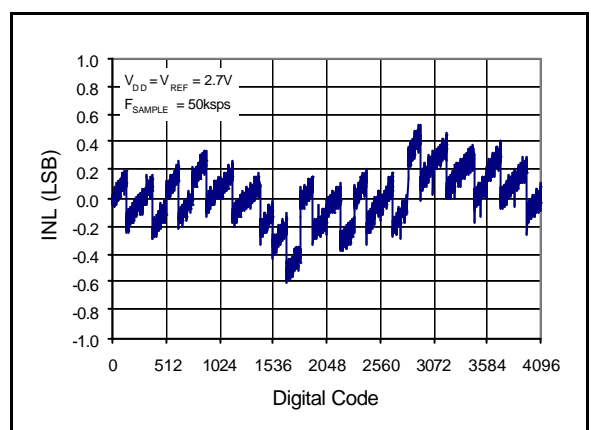


図 2-6: 積分非直線性 (INL) vs. コード (典型的な部分、 $V_{DD} = 2.7V$ )

# MCP3204/3208

注意：別途、記載されていない限り  $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $f_{SAMPLE} = 100\text{kpsps}$ ,  $f_{CLK} = 20 * f_{SAMPLE}$ ,  $T_A = 25$  です。

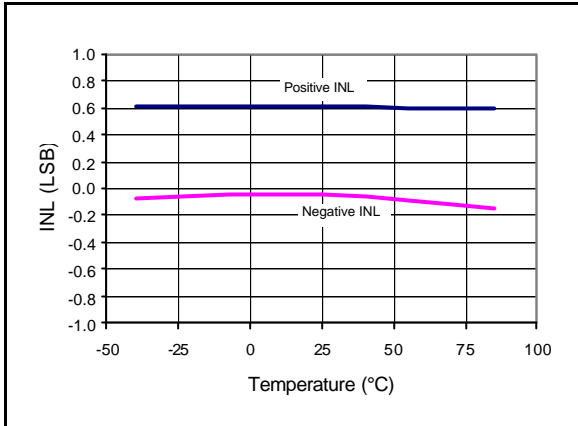


図 2-7: 積分非直線性 (INL) vs. 温度

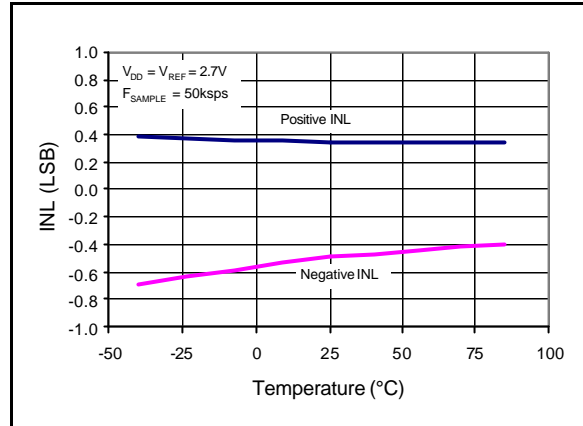


図 2-10: 積分非直線性 (INL) vs. 温度 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

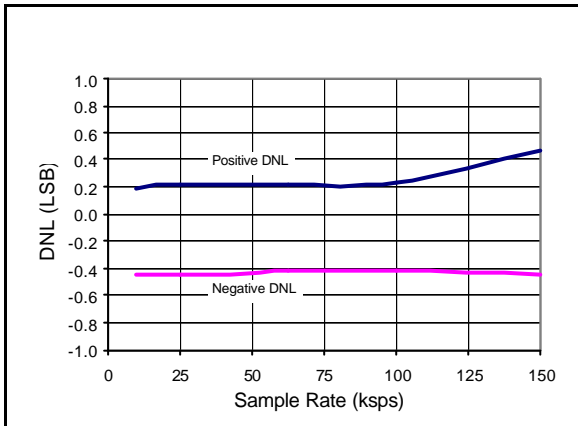


図 2-8: 微分非直線性 (DNL) vs. サンプル速度

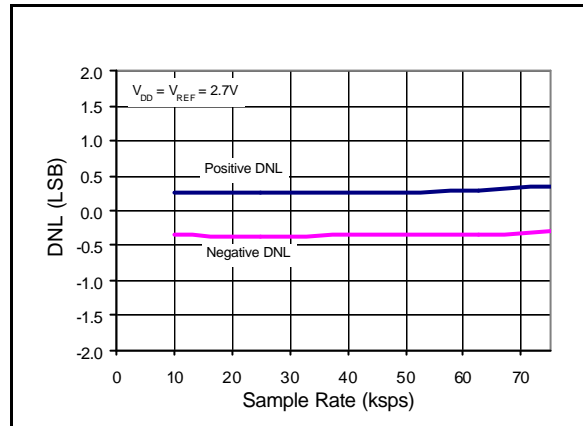


図 2-11: 微分非直線性 (DNL) vs. サンプル速度 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

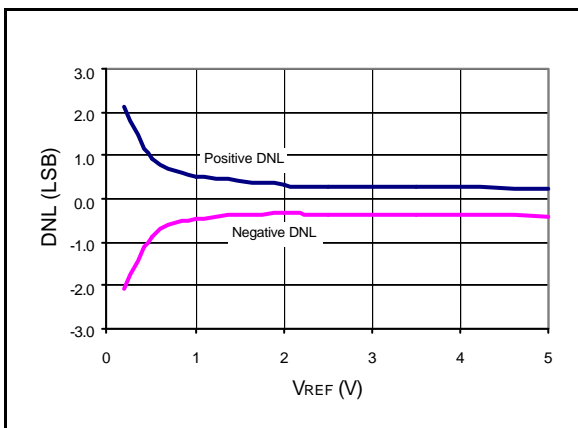


図 2-9: 微分非直線性 (DNL) vs.  $V_{REF}$

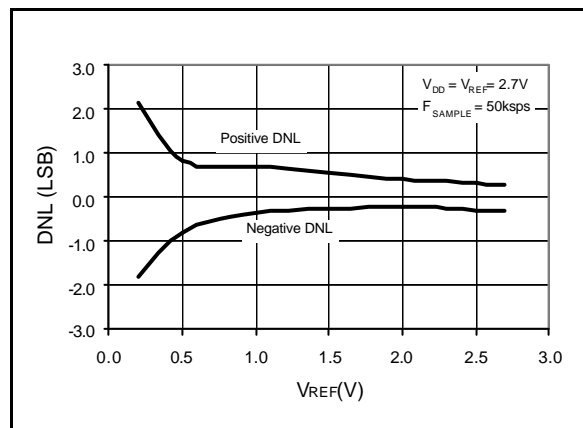


図 2-12: 微分非直線性 (DNL) vs.  $V_{REF}$  ( $V_{DD} = 2.7V$ )

注意：別途、記載されていない限り  $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $f_{SAMPLE} = 100\text{kps}$ ,  $f_{CLK} = 20 * f_{SAMPLE}$ ,  $T_A = 25$  です。

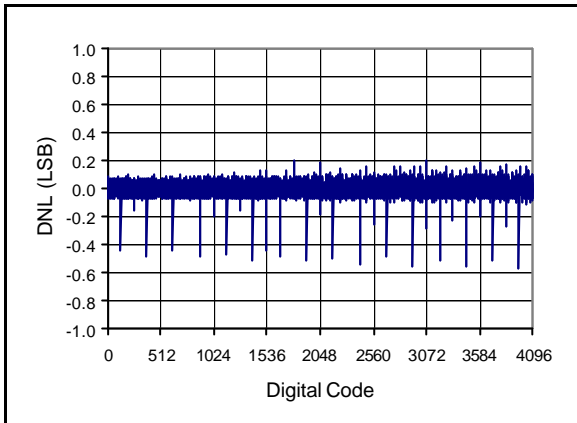


図 2-13: 微分非直線性 (DNL) vs. コード  
(代表的な部分)

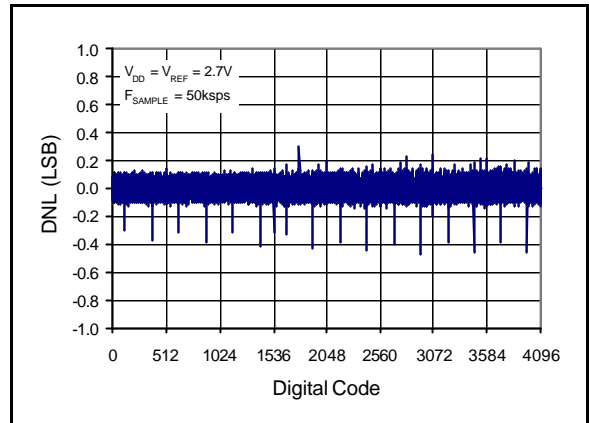


図 2-16: 微分非直線性 (DNL) vs. コード  
(代表的な部分、 $V_{DD} = 2.7V$ )

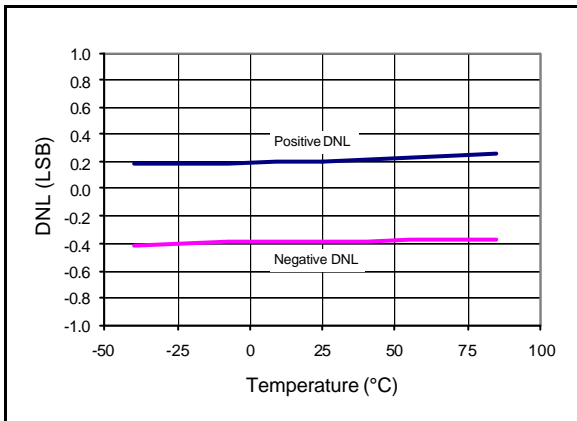


図 2-14: 微分非直線性 (DNL) vs. 温度

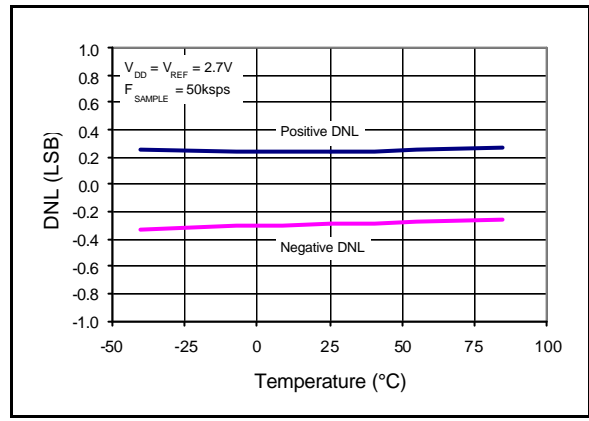


図 2-17: 微分非直線性 (DNL) vs. 温度 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

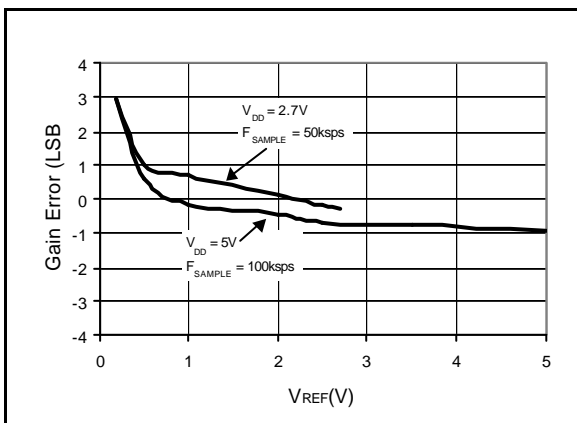


図 2-15: 利得誤差 vs.  $V_{REF}$

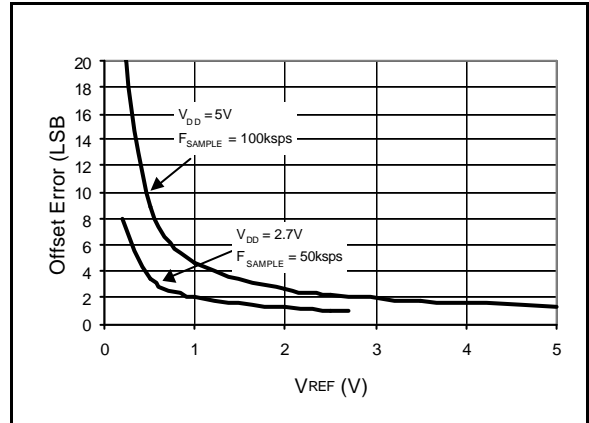


図 2-18: オフセット誤差 vs.  $V_{REF}$

# MCP3204/3208

注意：別途、記載されていない限り  $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $f_{SAMPLE} = 100\text{kpsps}$ ,  $f_{CLK} = 20 * f_{SAMPLE}$ ,  $T_A = 25$  です。

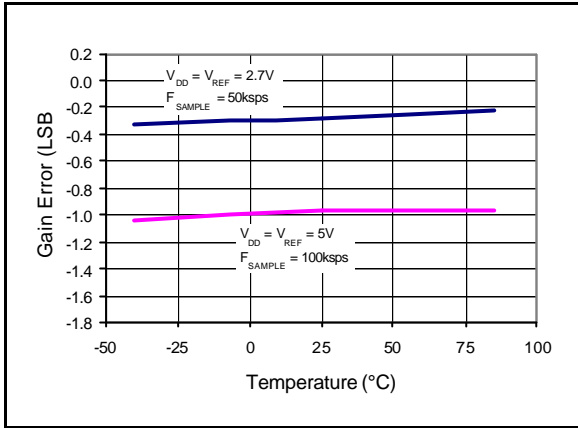


図 2-19: 利得誤差 vs. 温度

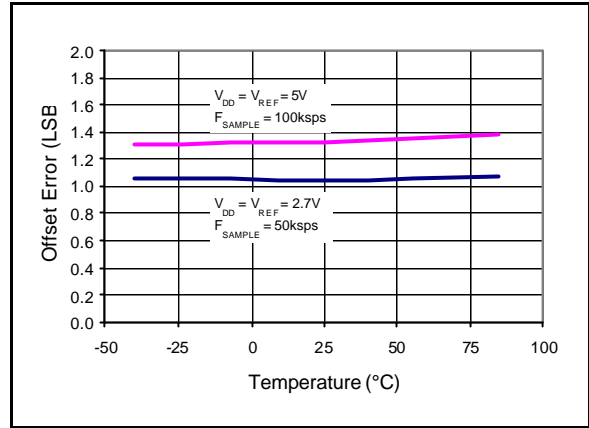


図 2-22: オフセット誤差 vs. 温度

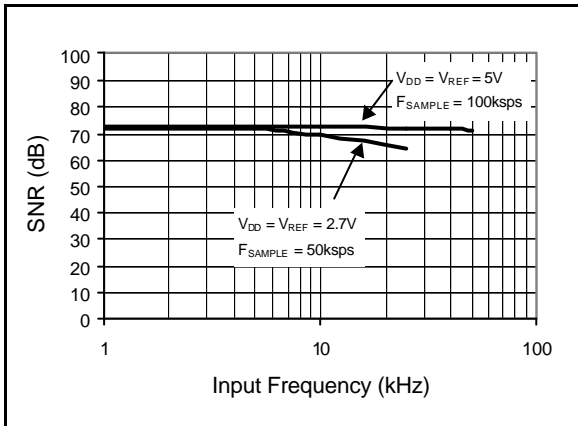


図 2-20: ノイズへの信号 (SNR) vs. 入力周波数

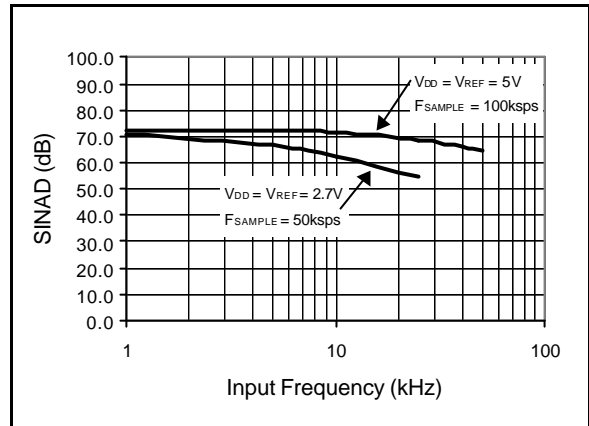


図 2-23: ノイズとひずみへの信号 (SINAD) vs. 入力周波数

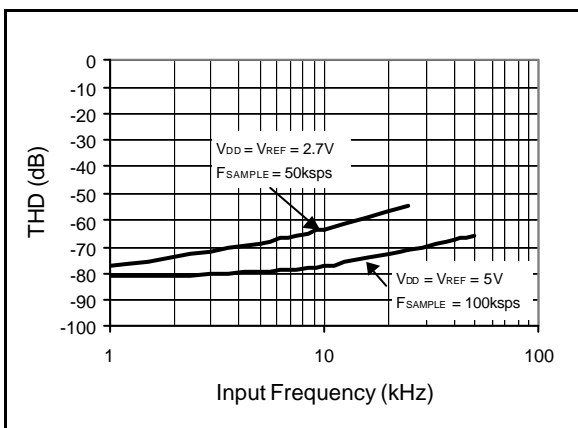


図 2-21: 合計高調波ひずみ (THD) vs. 入力周波数

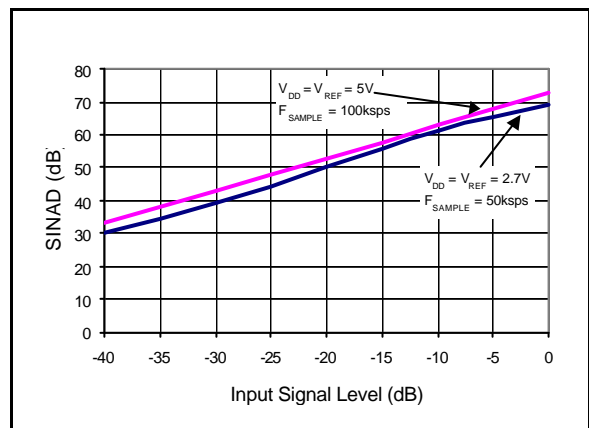


図 2-24: ノイズとひずみへの信号 (SINAD) vs. 入力信号レベル



注意：別途、記載されていない限り  $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $f_{SAMPLE} = 100\text{kps}$ ,  $f_{CLK} = 20 * f_{SAMPLE}$ ,  $T_A = 25$  です。

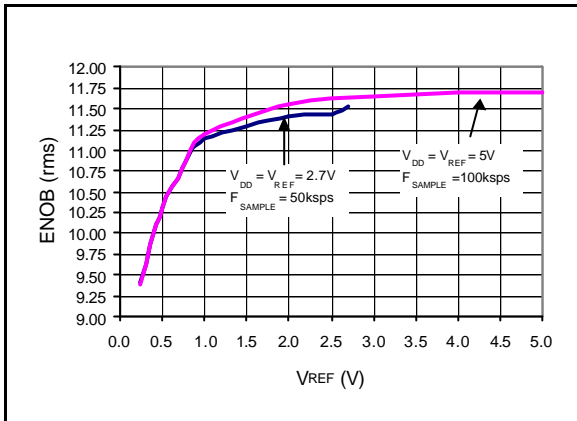


図 2-25: 有効ビット数 (ENOB) vs.  $V_{REF}$

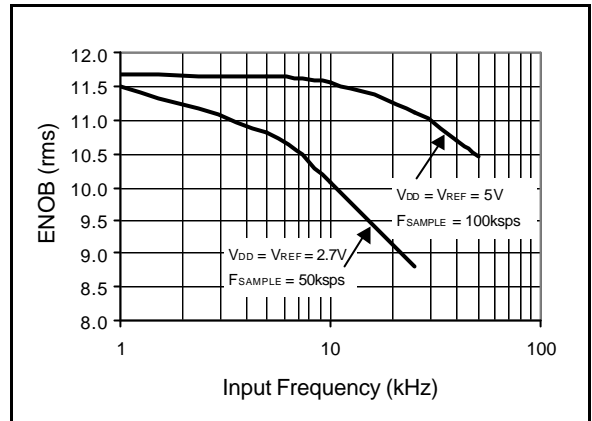


図 2-28: 有効ビット数 (ENOB) vs. 入力周波数

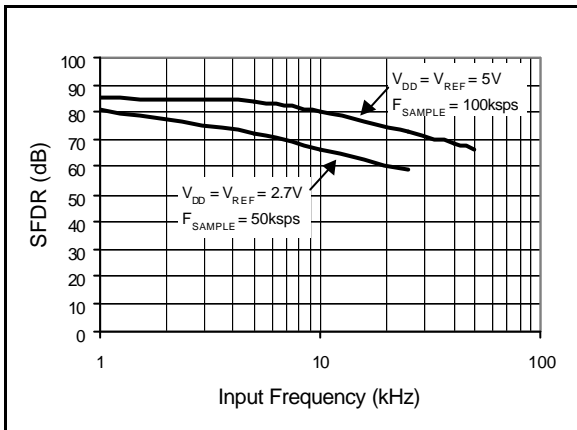


図 2-26: スプリアス・フリー・ダイナミック・レンジ (SFDR) vs. 入力周波数

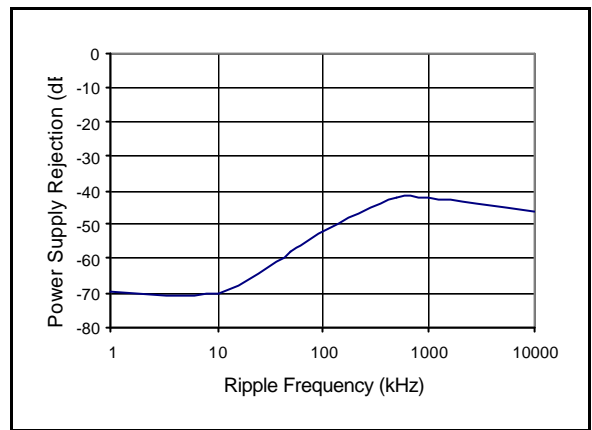


図 2-29: 電源変動除去比 vs. リップル周波数

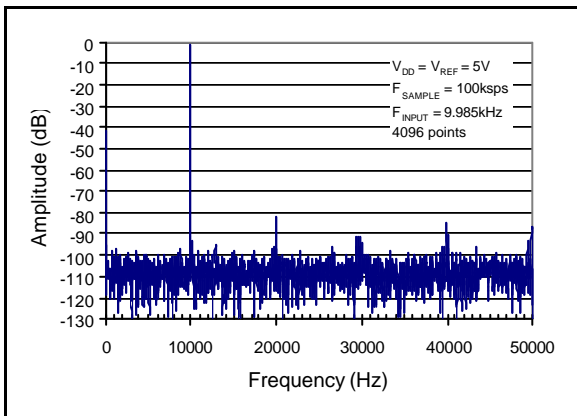


図 2-27: 10kHz 入力の周波数スペクトル (代表的な部分)

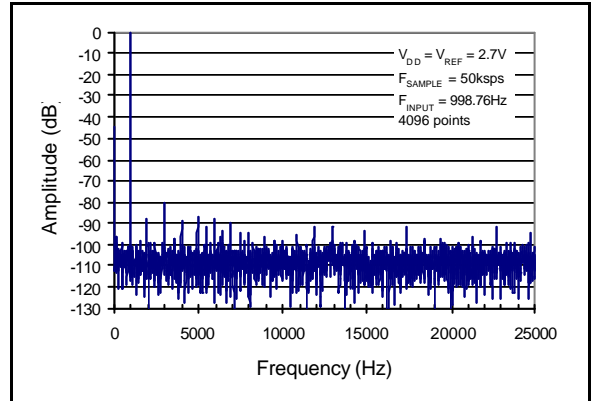


図 2-30: 1kHz 入力の周波数スペクトル (代表的な部分、 $V_{DD} = 2.7V$ )

# MCP3204/3208

注意：別途、記載されていない限り  $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $f_{SAMPLE} = 100ksps$ ,  $f_{CLK} = 20 * f_{SAMPLE}$ ,  $T_A = 25$  です。

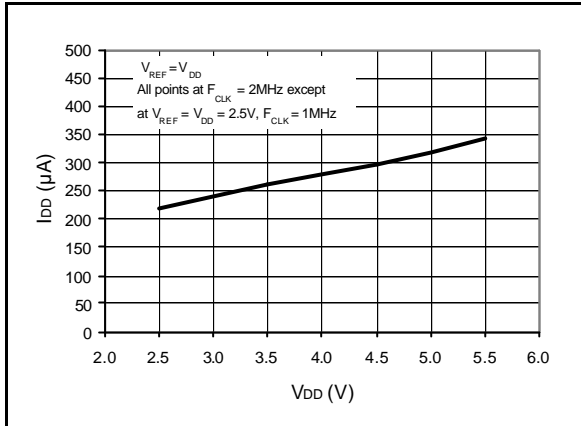


図 2-31:  $I_{DD}$  vs.  $V_{DD}$

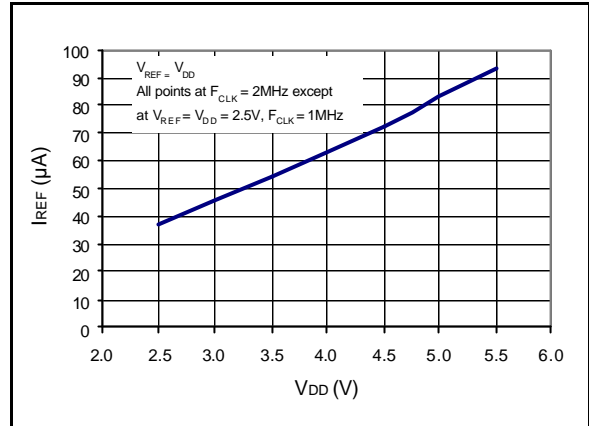


図 2-34:  $I_{REF}$  vs.  $V_{DD}$

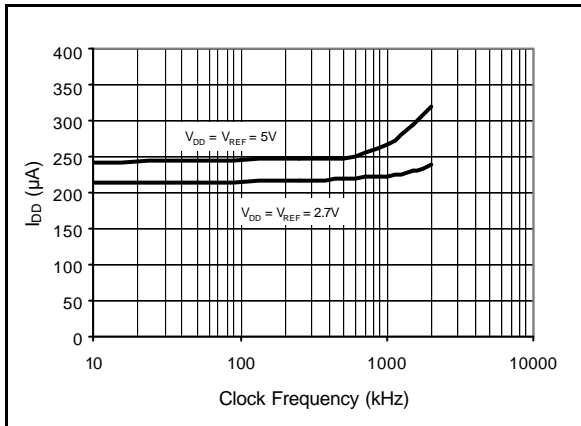


図 2-32:  $I_{DD}$  vs. クロック周波数

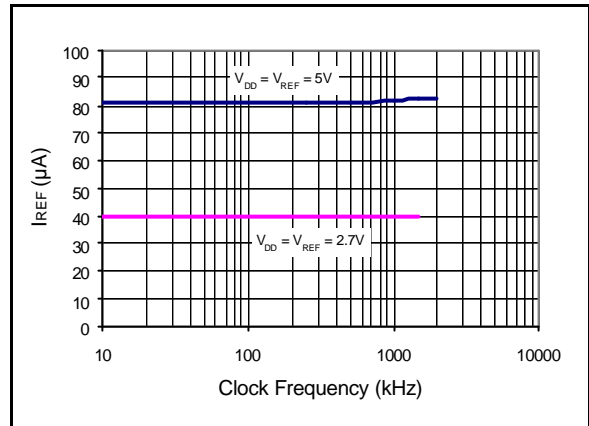


図 2-35:  $I_{REF}$  vs. クロック周波数

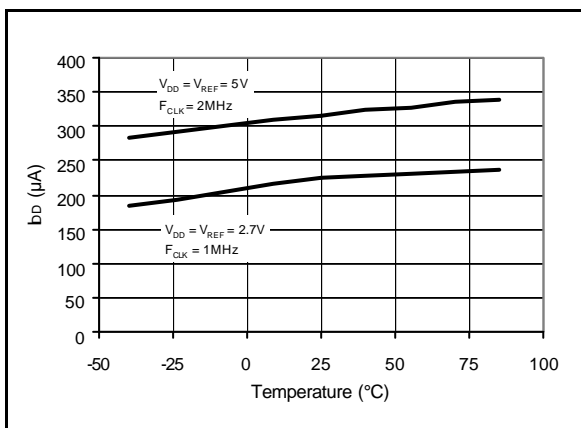


図 2-33:  $I_{DD}$  vs. 温度

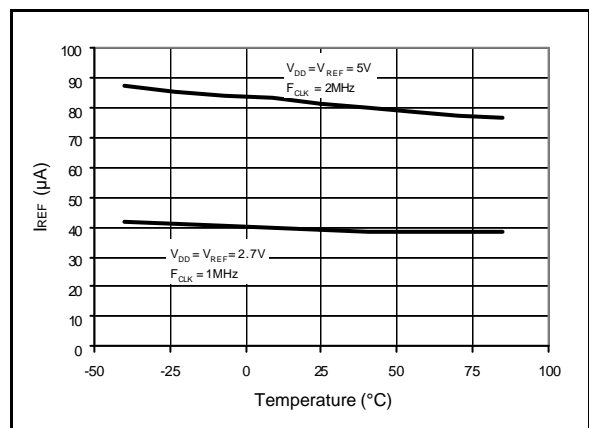


図 2-36:  $I_{REF}$  vs. 温度

注意：別途、記載されていない限り  $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $f_{SAMPLE} = 100ksps$ ,  $f_{CLK} = 20 * f_{SAMPLE}$ ,  $T_A = 25$  です。

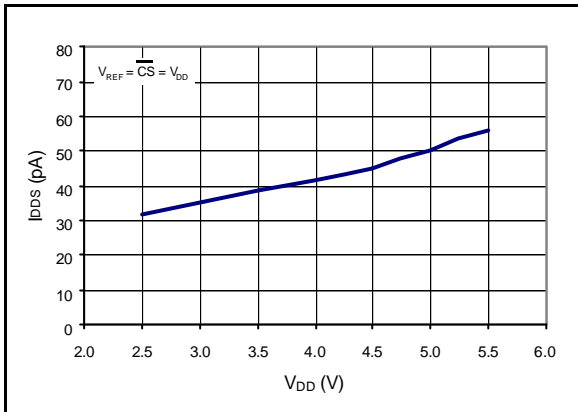


図 2-37:  $I_{DDs}$  vs.  $V_{DD}$

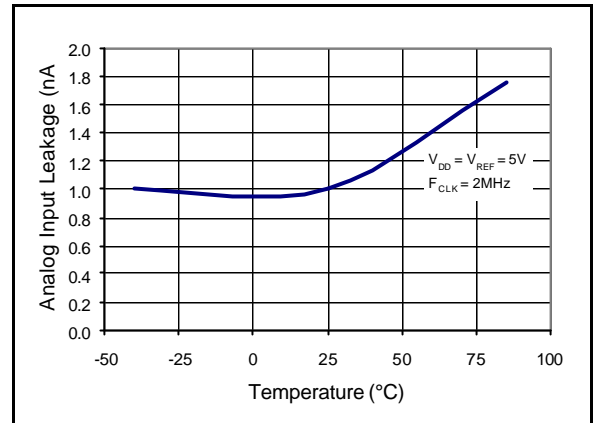


図 2-39: アナログ入力リーク電流 vs. 温度

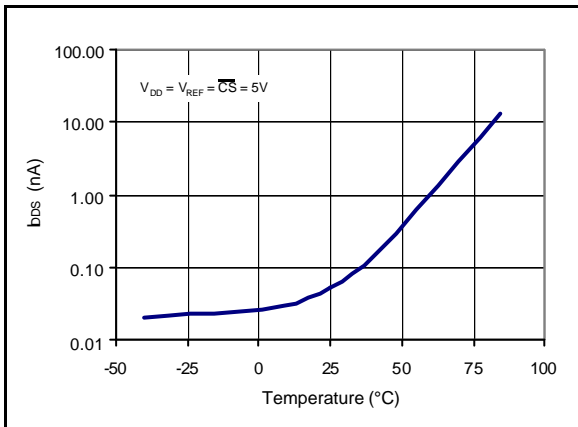


図 2-38:  $I_{DDs}$  vs. 温度

## 3.0 ピンについて

### 3.1 CH0 - CH7

多重入力用のチャンネル0から7までのアナログ入力です。チャンネルの各ペアは、シングルエンドモードの2つの独立したチャンネルあるいは1つのチャンネルがIN<sup>+</sup>でもう1つのチャンネルがIN<sup>-</sup>のシングル疑似差動入力として使えるようにプログラムできます。チャンネル構成のプログラミングの情報については4.1および5.0項をご覧ください。

### 3.2 CS/SHDN(チップ・セレクト/シャットダウン)

CS/SHDNピンは、Low時にデバイスとの通信を開始し、High時に変換を終了してデバイスを低電力の待機状態にするために使用されます。変換と変換の間はCS/SHDNピンをHighにしておく必要があります。

### 3.3 CLK(シリアル・クロック)

SPIクロックピンは、変換の開始および変換が行われるときそれぞれの変換ビットをクロックアウトするのに使用されます。クロック速度に関する制約条件については6.2項をご覧ください。

### 3.4 DIN(シリアルデータ入力)

SPIポートのシリアルデータ入力ピンは、チャンネル構成データをデバイスにロードするのに使用されます。

### 3.5 DOUT(シリアルデータ出力)

SPIシリアルデータ出力ピンは、A/D変換の結果を入れ替えるのに使用されます。データは、変換が行われるとき各クロックの下降部で常に変更されます。

### 3.6 AGND

内部のアナログ回路へのアナログアース接続です。

### 3.7 DGND

内部のデジタル回路へのデジタルアース接続です。

## 4.0 デバイスの操作

MCP3204/3208 A/Dコンバータには従来のSARアーキテクチャーが使われています。このアーキテクチャーでは、サンプルは開始ビットを受け取ってからシリアルクロックの4番目の上昇部で開始する1.5クロックサイクルの間に内部サンプル/ホールドコンデンサで得られます。このサンプル時間に続いてデバイスは、内部サンプルとホールドコンデンサに集められた電荷を使ってシリアルの12ビットデジタル出力コードを作成します。MCP3204/3208では100kspsの変換速度で変換できます。最低クロック速度の説明については6.2項をご覧ください。デバイスとの通信には、4芯のSPT互換インターフェースを使います。

## 4.1 アナログ入力

MCP3204/3208 デバイスでは、シングルエンド入力あるいは疑似差動ペアとして構成されたアナログ入力チャンネルを使用できます。MCP3204は、疑似差動入力ペアが2つあるいはシングルエンド入力が4つになるように構成できます。MCP3208は、疑似差動入力ペアが4つあるいはシングルエンド入力が8つになるように構成できます。構成は、それぞれの変換が始まる前にシリアル・コマンドの一部として行われます。疑似差動モードで使用されるとき、それぞれのチャンネルペア(すなわち、CH0、CH1、CH2、CH3など)は、デバイスに転送されるコマンド文字列の一部としてIN<sup>+</sup>およびIN<sup>-</sup>入力がプログラムされます。IN<sup>+</sup>入力はIN<sup>-</sup>から(V<sub>REF</sub> + IN<sup>-</sup>)まで変動できます。IN<sup>-</sup>入力はV<sub>SS</sub>レベル±100mVに限定されます。IN<sup>-</sup>入力を使って、IN<sup>+</sup>およびIN<sup>-</sup>入力の両方にある小信号同相モードのノイズを消去することができます。

疑似差動モードで動作しているときにIN<sup>+</sup>の電圧レベルがIN<sup>-</sup>以下であれば、作成されるコードは000hになります。IN<sup>+</sup>での電圧が{[V<sub>REF</sub> + (IN<sup>-</sup>)] - 1 LSB}に等しいかそれ以上であれば、出力コードはFFFhになります。IN<sup>-</sup>での電圧レベルがV<sub>SS</sub>より1 LSB以上下がると、IN<sup>+</sup>入力での電圧レベルはV<sub>SS</sub>以下になる必要があります。そうでないと000h出力コードは作成されません。逆にIN<sup>-</sup>がV<sub>SS</sub>より1 LSB以上大きくなると、IN<sup>+</sup>入力レベルがV<sub>REF</sub>レベルより大きくならない限りFFFhコードは作成されません。

A/Dコンバータが仕様を満たすには、1.5クロックサイクルのサンプリング期間中に12ビットの正確な電圧レベルを得るために、電荷ホールドコンデンサ(C<sub>SAMPLE</sub>)に十分な時間を与える必要があります。図4-1はアナログ入力モデルを示します。

この図では信号源インピーダンス(R<sub>S</sub>)が内部サンプリング・スイッチ(R<sub>SS</sub>)インピーダンスに追加されています。これはコンデンサC<sub>SAMPLE</sub>を充電するのに必要な時間に直接影響します。その結果、より大きな信号源インピーダンスは、オフセット、利得、および積分直線性の変換誤差を増大させます。図4-2をご覧ください。

## 4.2 基準入力

このファミリーのそれぞれのデバイスについて基準入力(V<sub>REF</sub>)はアナログ入力電圧の範囲を決定します。基準入力が小さくなると、それに応じてLSBサイズは小さくなります。A/Dコンバータによって作られる理論上のデジタル出力コードは、次に示すようにアナログ入力信号と基準入力の関数です。

$$\text{デジタル出力コード} = \frac{4096 * V_{IN}}{V_{REF}}$$

ここで、

V<sub>IN</sub> = アナログ入力電圧

V<sub>REF</sub> = 基準電圧

外部電圧基準デバイスを使用するときには、システム設計者はいつも回路レイアウトに関するメーカーの推奨内容を参照する必要があります。基準デバイスの不安定な動作はA/Dコンバータの動作に直接影響します。

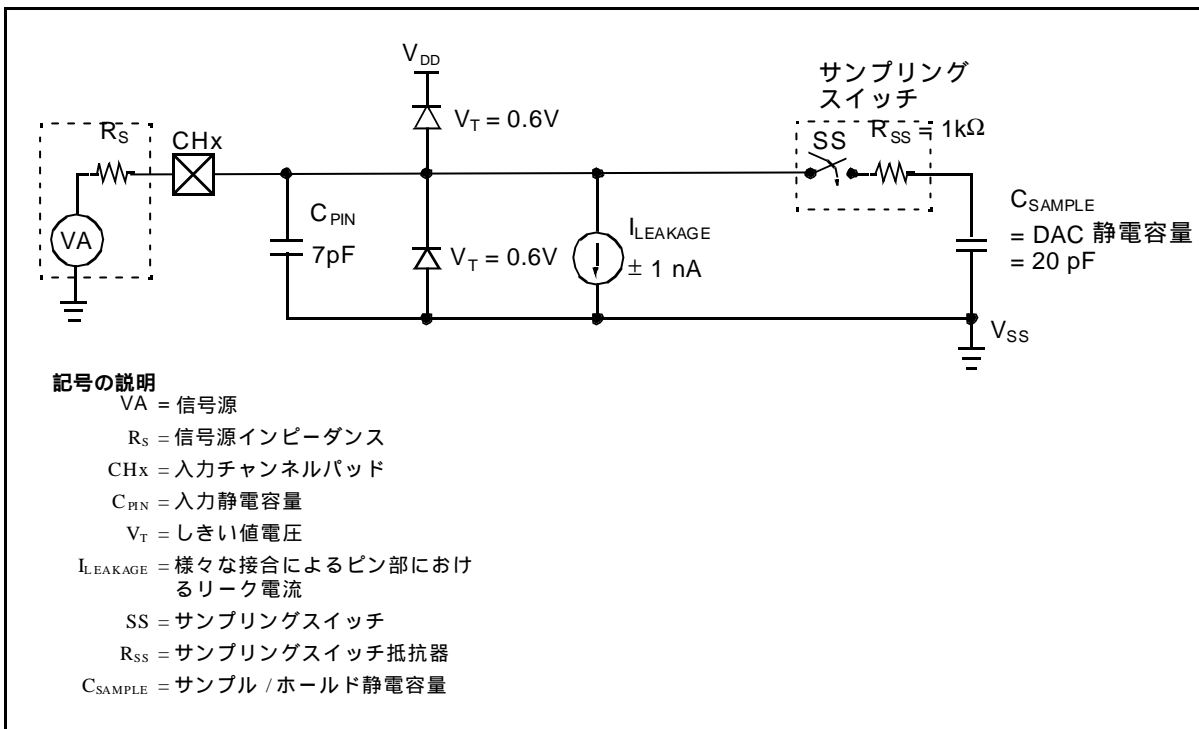


図 4-1: アナログ入力モデル

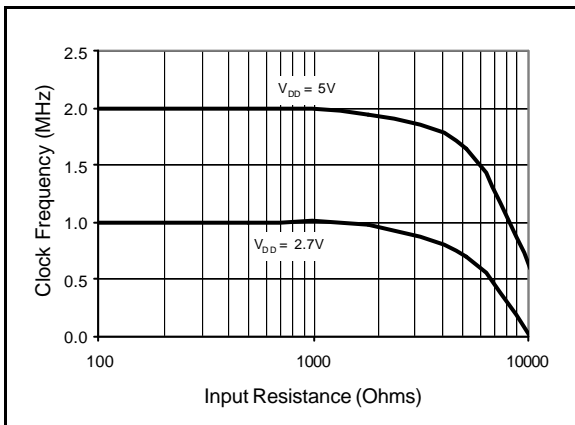


図 4-2: INL において公称値から偏差値 0.1LSB 以内に保持する入力抵抗 ( $R_S$ ) vs. 最大クロック周波数

# MCP3204/3208

## 5.0 シリアル通信

MCP3204/3208 デバイスとの通信には標準の SPI 互換シリアル・インターフェースを使用します。いずれかのデバイスとの通信を開始するには、CS ラインを Low にします。図 5-1 をご覧ください。CS ピンが Low の時にデバイスの電源が入れられた場合、通信を開始するには High にしてから Low に戻す必要があります。CS Low と D<sub>IN</sub> High で受け取る最初のクロックは開始ビットを形成します。SGL/DIFF ビットが開始ビットに続き、シングルエンドまたは差動入力モードを使って変換を行うかどうかを決めます。次の 3 つのビット (D0、D1、D2) は、入力チャンネル構成を選択するのに使われます。表 5-1 と表 5-2 はそれぞれ MCP3204 と MCP3208 の構成ビットを示します。デバイスは、開始ビットを受け取った後、クロックの 4 番目の上昇部でアナログ入力のサンプリングを開始します。サンプリング期間は開始ビットに続く 5 番目のクロックの下降部で終了します。

D0 ビットが入力されたら、サンプルとホールド期間を完了するのにクロックがもう一つ必要になります (D<sub>IN</sub> はこのクロックを無視します)。次のクロックの下降部でデバイスは Low のヌルビットを出力します。次の 12 のクロックは図 5-1 に示されるように最初に MSB の変換結果を出力します。データは常にクロックの下降部でデバイスから出力されます。12 データビットがすべて転送され、CS が Low にホールドされている間デバイスが引き続きクロックを受け取る場合は、デバイスは図 5-2 に示されるように変換結果の LSB を最初に出力します。CS がまだ Low の間にさらにクロックがデバイスに来到ると (LSB の最初のデータが転送された後)、デバイスは無限のゼロをクロックアウトします。

必要であれば、開始ビットの前に D<sub>IN</sub> ラインで CS を Low にしてクロックの先行部をゼロにすることができます。これは、一度に 8 ビットを送信する必要があります。これは、一度に 8 ビットを送信する必要があるマイクロコントローラーベースの SPI ポートがあるときによく行われます。SPI ポートを持つ MCP3204/3208 デバイスの使用方法に関する詳しい説明については 6.1 項をご覧ください。

制御ビット選択				入力構成	チャンネル選択
シングル/DIFF	D2*	D1	D0		
*D2 は MCP3204 では無視されます。					

表 5-1: MCP3204 の構成ビット

制御ビット選択				入力構成	チャンネル選択
SINGLE/DIFF	D2	D1	D0		
1	0	0	0	シングルエンド	CH0
1	0	0	1	シングルエンド	CH1
1	0	1	0	シングルエンド	CH2
1	0	1	1	シングルエンド	CH3
1	1	0	0	シングルエンド	CH4
1	1	0	1	シングルエンド	CH5
1	1	1	0	シングルエンド	CH6
1	1	1	1	シングルエンド	CH7
0	0	0	0	差動	CH0 = IN+ CH1 = IN-
0	0	0	1	差動	CH0 = IN- CH1 = IN+
0	0	1	0	差動	CH2 = IN+ CH3 = IN-
0	0	1	1	差動	CH2 = IN- CH3 = IN+
0	1	0	0	差動	CH4 = IN+ CH5 = IN-
0	1	0	1	差動	CH4 = IN- CH5 = IN+
0	1	1	0	差動	CH6 = IN+ CH7 = IN-
0	1	1	1	差動	CH6 = IN- CH7 = IN+

表 5-2: MCP3208 の構成ビット

制御ビット選択				入力構成	チャンネル選択
シングル/DIFF	D2*	D1	D0		
1	X	0	0	シングルエンド	CH0
1	X	0	1	シングルエンド	CH1
1	X	1	0	シングルエンド	CH2
1	X	1	1	シングルエンド	CH3
0	X	0	0	差動	CH0 = IN+ CH1 = IN-
0	X	0	1	差動	CH0 = IN- CH1 = IN+
0	X	1	0	差動	CH2 = IN+ CH3 = IN-
0	X	1	1	差動	CH2 = IN- CH3 = IN+

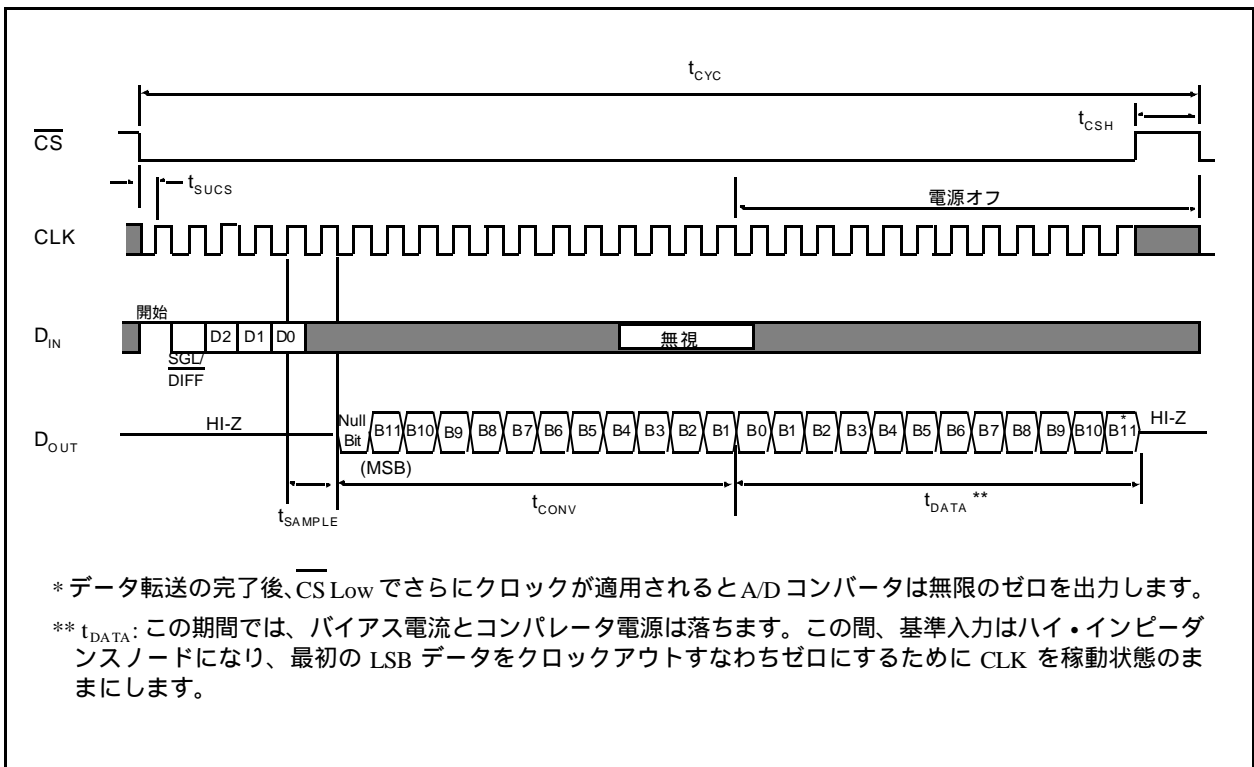
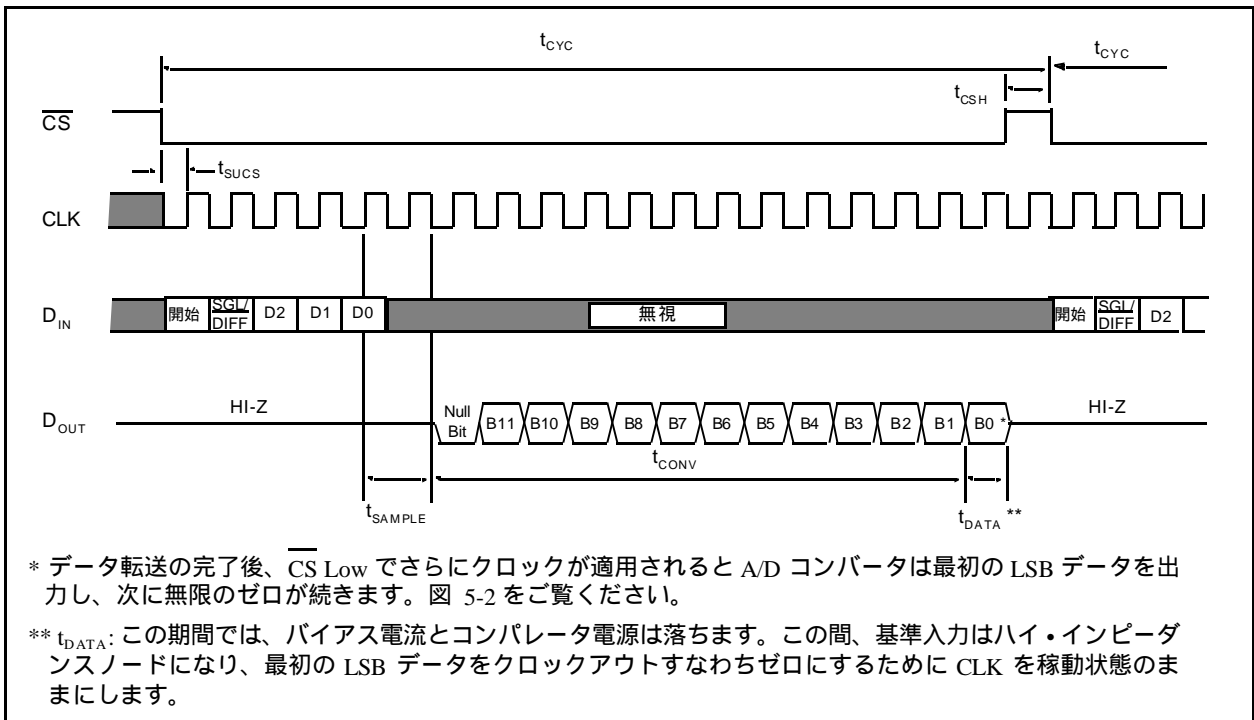


図 5-2: LSB の最初の形式での MCP3204 あるいは MCP3208 との通信

# MCP3204/3208

## 6.0 使用方法について

### 6.1 マイクロコントローラ (MCU) SPI ポート付 MCP60X の使用

ほとんどのマイクロコントローラの SPI ポートでは 8 ビットのグループを送信する必要があります。また、クロックの下降部でデータをクロックアウトし、上昇部でデータをラッチするようにマイクロコントローラの SPI ポートを構成することも必要です。MCP3204/3208 デバイスとの通信は 8 クロックの倍数を必要とし、開始ビットの前の 5 つの先行ゼロを送信する必要があります。これは通常、開始ビットの前に先行ゼロを送信することで行われます。例えば、図 6-1 と図 6-2 は、MCP3204/3208 が SPI ポート付の MCU とどのようにインターフェースできるかを示します。図 6-1 は SPI モード 0,0 での動作です。このモードでは、MCU からの SCLK が「Low」の状態で作待機することが必要です。一方、図 6-2 は、クロックが「High」の状態で作待機する SPI モード 1,1 と類似のケースを示します。

図 6-1 に示されるように、A/D コンバータに転送される最初のバイトには、開始ビットの前に 5 つの先行ゼロがあります。先行ゼロをこのように並べると、出力の 12 ビットは MCU で簡単に操作できる場所に来ます。MSB はクロック番号 12 の下降部で A/D コンバータからクロックアウトされます。2 番目のクロック 8 つがデバイスに送信されてから MCU の受信バッファには 3 つの不明ビット (最初の 2 つのクロックでは、出力はハイ・インピダンスです)、ヌルビットおよび最高次数の変換ビット 4 つが入ります。3 番目のバイトがデバイスに送信された後、受信レジスタには最低次数の変換結果ビット 8 つが入ります。この方法を使うと変換されたデータの操作が簡単になります。

図 6-2 は、クロックが High の状態で待機する必要がある SPI モード 1,1 について同じことを示しています。モード 0,0 と同様に、A/D コンバータはクロックの下降部でデータを出し、MCU はクロックの上昇部で A/D コンバータからのデータをラッチします。

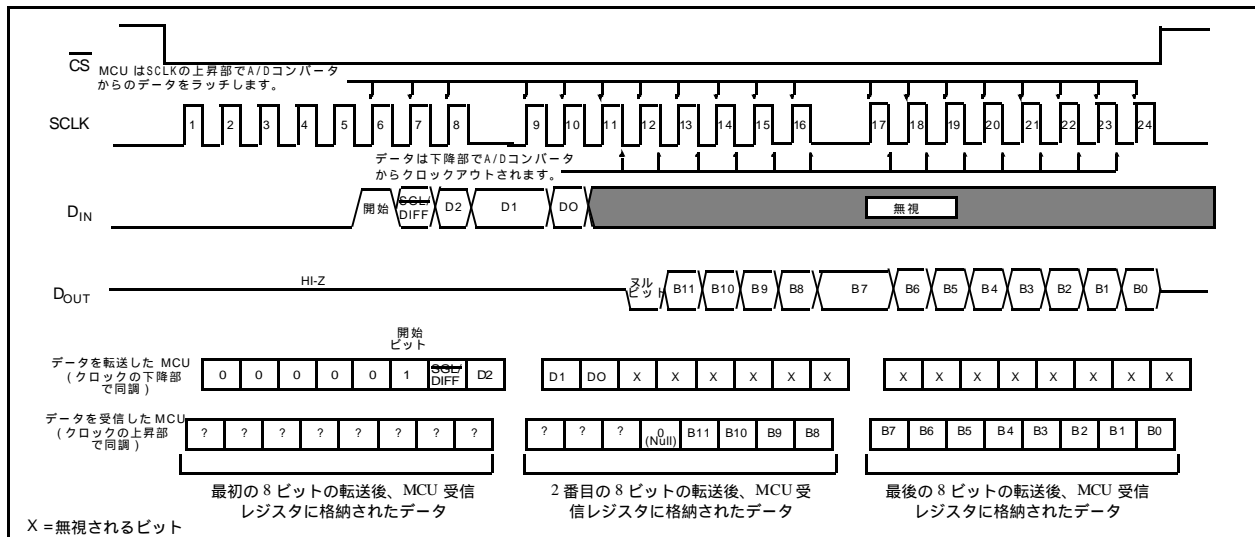


図 6-1: 8 ビットセグメントを使用した SPI の通信 (モード 0,0 : SCLK は Low で待機)

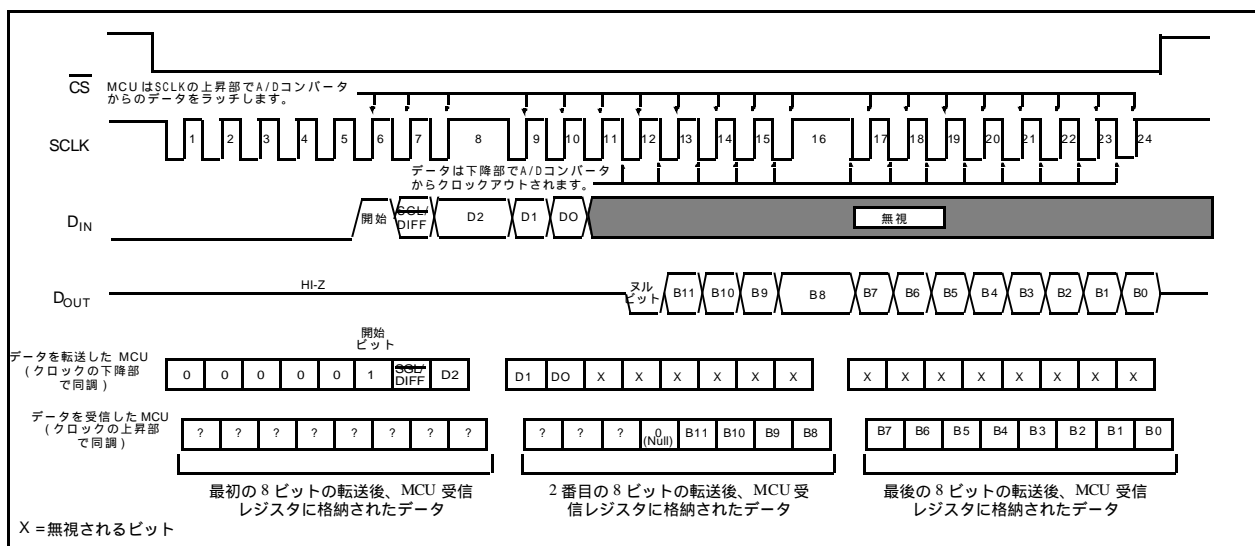


図 6-2: 8 ビットセグメントを使用した SPI の通信 (モード 1,1 : SCLK は High で待機)



## 6.2 最低クロック速度の維持

MCP3204/3208 がサンプリングを開始すると、電荷はサンプリング・コンデンサに格納されます。サンプリング期間が完了すると、デバイスは受信した各クロックにつき1ビットを変換します。クロック速度を遅くすると変換中に電荷をサンプル・コンデンサから抜き取れることを知っておくことは大切です。85（最悪の条件）では、サンプリング期間の終了後、適切な電荷が1.2ms以上サンプル・コンデンサに保持されます。つまり、サンプリング期間の終了から12データビットすべてがクロックアウトされるまでの時間は1.2ms (10kHzの有効クロック周波数)以下であることが必要です。この基準を満たせないと、定格仕様外の変換に直線性の誤差が含まれる可能性があります。全体の交換サイクル中は、全タイミング仕様が満たされている限り、A/Dコンバータには一定のクロック速度やデューティサイクルは必要ありませんので注意してください。

## 6.3 アナログ入力のバッファリング/フィルタリング

A/Dコンバータの信号源が低インピーダンスの信号源でない場合はバッファリングする必要があります。そうでないと不正確な変換結果になることがあります。図4-2をご覧ください。また、変換結果にエイリアシングを生じる可能性があるすべての信号を消去するためにフィルターを使用するようにしてください。これを示したのが図6-3です。図ではMCP3204/3208のアナログ入力を駆動するためにオペアンプを使っています。このアンプはコンバータ入力とローパスフィルターの低インピーダンスの信号源になっており、不要な高周波のノイズを消去します。

ローパス（アンチエイリアシング）フィルターを設計するのに、マイクロチップ製の対話型FilterLab™ソフトウェア（無料）を使うことができます。FilterLabは静電容量や抵抗値の計算はもちろん、アプリケーションで必要になる極数も決定します。信号のフィルタリングに関するさらに詳しい説明については、アプリケーションノートAN699「Anti-Aliasing Analog Filters for Data Acquisition Systems」をご覧ください。

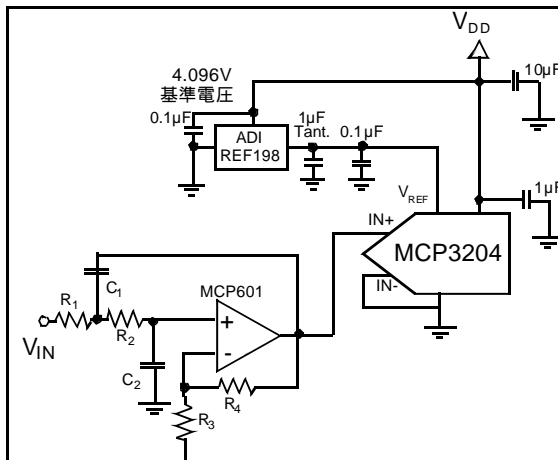


図6-3: MCP3204で変換されている信号に2次のアンチエイリアシング・フィルターを導入するためにMCP601オペアンプが使用されている。

## 6.4 レイアウトについて

PCBをアナログ・コンポーネントといっしょに使用するためにレイアウトするとき、できる限りノイズが少なくなるように注意を払う必要があります。このデバイスでは必ずバイパス・コンデンサを使用することとそのコンデンサをできるだけデバイスのピンに近いところに置くことが必要です。バイパス・コンデンサの推奨値は1µFです。

デジタルとアナログのパターンは、PCB上で可能な限り分離していることが必要で、デバイスやバイパス・コンデンサ内でパターンを走らせるべきではありません。特に注意が必要なのは、高周波信号（クロックラインなど）のパターンをアナログ・パターンから可能な限り離しておくことです。

PCB上のすべてのデバイスで同じ地電位になるように、アナログのアース面を使用するようにしてください。「スター」構成のデバイスでV<sub>DD</sub>を接続することも復帰電流パスとそれに関連したエラーをなくすことによりノイズを減らすことができます。図6-4をご覧ください。A/Dコンバータを使用するときのレイアウト方法のさらに詳しい説明についてはAN688「Layout Tips for 12-Bit A/D Converter Applications」をご覧ください。

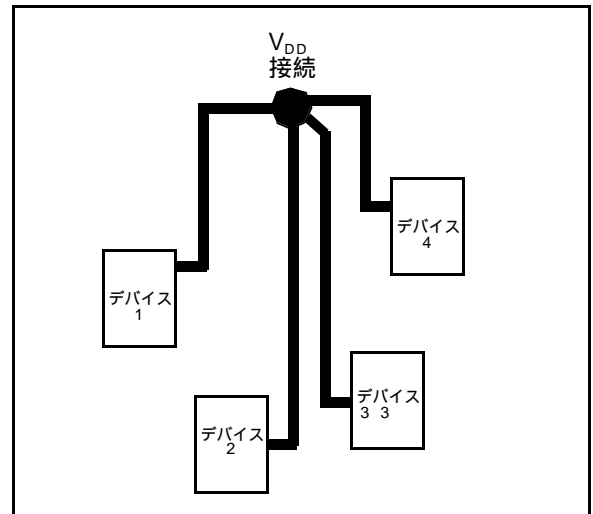


図6-4: 電流の復帰パスにより発生するエラーを減らすために「スター」構成で組まれたV<sub>DD</sub>パターン

FilterLabは米国および他の国でのMicrochip Technology Inc.の商標です。複製を禁じます。

# MCP3204/3208

## 6.5 デジタルおよびアナログアースピンの使用

MCP3204/3208 デバイスには、ノイズを減らす別の方法としてデジタルおよびアナログのアース接続があります。図 6-5 に示すように、アナログおよびデジタル回路はデバイス内部で分けられています。これにより、デバイスのアナログ部分につながっているデバイスのデジタル部分のノイズが少なくなります。2 つのアースは、抵抗が  $5 \sim 10 \Omega$  の基板により内部で接続されます。

アース面が使用されていない場合は、アースを両方ともボードの  $V_{SS}$  に接続する必要があります。アース面がある場合は、デジタルおよびアナログのアースピンを両方ともアナログアース面に接続する必要があります。アナログおよびデジタルのアース面が両方ともある場合は、デジタルおよびアナログのアースピンをアナログのアース面に接続する必要があります。これらの作業を行うと、A/D コンバータにつながっているボードの残りの部分から出るデジタルノイズが少なくなります。

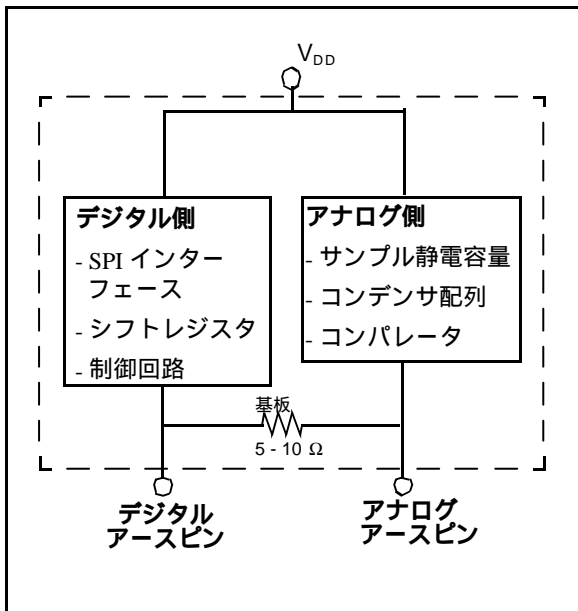


図 6-5: アナログとデジタルのアースピンの分離

## MCP3204 の製品表記法

価格や納期などの情報を入手するには最寄りの営業所までご連絡ください。

MCP3204 - G T /P	
パッケージ:	P = PDIP (14 リード) SL = SOIC (150 mil Body), 14 リード ST = TSSOP, 14 リード (C グレードのみ)
温度範囲:	I = -40°C ~ +85°C
性能上の グレード:	B = ±1 LSB INL (このグレードでは TSSOP は使えません) C = ±2 LSB INL
デバイス:	MCP3204 = 4-チャンネル 12-ビットシリアル A/D コンバータ MCP3204T = 4-チャンネル 12-ビットシリアル A/D コンバータ(テープ およびリール)(SOIC および TSSOP パッケージのみ)

## MCP3208 の製品表記法

価格や納期などの情報を入手するには最寄りの営業所までご連絡ください。

MCP3208 - G T /P	
パッケージ:	P = PDIP (16 リード) SL = SOIC (150 mil Body), 16 リード
温度範囲:	I = -40°C ~ +85°C
性能上の グレード:	B = ±1 LSB INL (このグレードでは TSSOP は使えません) C = ±2 LSB INL
デバイス:	MCP3208 = 8-チャンネル 12-ビットシリアル A/D コンバータ MCP3208T = 8-チャンネル 12-ビットシリアル A/D コンバータ (テープおよびリール)(SOIC パッケージのみ)

## 営業およびサポート

### データシート

データシート (非公式版) に掲載されている製品には、動作上の違いおよびトラブルを回避する推奨方法を記述したシートが含まれていることがあります。特定のデバイスにこのようなシートが含まれているかどうかを確認するには以下のいずれかに連絡してください。

1. マイクロチップの最寄りの営業所
2. マイクロチップの Corporate Literature Center U.S. FAX: (602) 786-7277 9月1日以降は (480) 786-7277
3. マイクロチップのウェブサイト ([www.microchip.com](http://www.microchip.com))

ご連絡をいただく際には、使用中のデバイス、シリコンの改訂数およびデータシート (文書番号も含む) を明記してください。

### 新規顧客の通知方法

弊社の製品についての最新情報を受取るには、弊社のウェブサイト ([www.microchip.com/cn](http://www.microchip.com/cn)) で登録してください。



**MICROCHIP**

## 全世界の営業所およびサービス一覧

### アメリカ

#### 本社

Microchip Technology Inc.  
2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 602-786-7200 Fax: 602-786-7277  
Technical Support: 602-786-7627  
Web Address: <http://www.microchip.com>

1999年9月1日以降:

Tel: 480-786-7200 Fax: 480-786-7277  
Technical Support: 480-786-7627

#### Atlanta (アトランタ)

Microchip Technology Inc.  
500 Sugar Mill Road, Suite 200B  
Atlanta, GA 30350  
Tel: 770-640-0034 Fax: 770-640-0307

#### Boston (ボストン)

Microchip Technology Inc.  
5 Mount Royal Avenue  
Marlborough, MA 01752  
Tel: 508-480-9990 Fax: 508-480-8575

#### Chicago (シカゴ)

Microchip Technology Inc.  
333 Pierce Road, Suite 180  
Itasca, IL 60143  
Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075

#### Dallas (ダラス)

Microchip Technology Inc.  
4570 Westgrove Drive, Suite 160  
Addison, TX 75248  
Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924

#### Dayton (デイトン)

Microchip Technology Inc.  
Two Prestige Place, Suite 150  
Miamisburg, OH 45342  
Tel: 937-291-1654 Fax: 937-291-9175

#### Detroit (デトロイト)

Microchip Technology Inc.  
Tri-Atria Office Building  
32255 Northwestern Highway, Suite 190  
Farmington Hills, MI 48334  
Tel: 248-538-2250 Fax: 248-538-2260

#### Los Angeles (ロサンゼルス)

Microchip Technology Inc.  
18201 Von Karman, Suite 1090  
Irvine, CA 92612  
Tel: 949-263-1888 Fax: 949-263-1338

#### New York (ニューヨーク)

Microchip Technology Inc.  
150 Motor Parkway, Suite 202  
Hauppauge, NY 11788  
Tel: 516-273-5305 Fax: 516-273-5335

#### San Jose (サンホセ)

Microchip Technology Inc.  
2107 North First Street, Suite 590  
San Jose, CA 95131  
Tel: 408-436-7950 Fax: 408-436-7955

### アメリカ (続き)

#### Toronto (トロント)

Microchip Technology Inc.  
5925 Airport Road, Suite 200  
Mississauga, Ontario L4V 1W1, Canada  
Tel: 905-405-6279 Fax: 905-405-6253

### アジア / 太平洋

#### Hong Kong (香港)

Microchip Asia Pacific  
Unit 2101, Tower 2  
Metroplaza  
223 Hing Fong Road  
Kwai Fong, N.T., Hong Kong  
Tel: 852-2-401-1200 Fax: 852-2-401-3431

#### Beijing (北京)

Microchip Technology, Beijing  
Unit 915, 6 Chaoyangmen Bei Dajie  
Dong Erhuan Road, Dongcheng District  
New China Hong Kong Manhattan Building  
Beijing 100027 PRC  
Tel: 86-10-85282100 Fax: 86-10-85282104

#### India (インド)

Microchip Technology Inc.  
India Liaison Office  
No. 6, Legacy, Convent Road  
Bangalore 560 025, India  
Tel: 91-80-229-0061 Fax: 91-80-229-0062

#### Japan (日本)

マイクロチップ・テクノロジー・インターナショナル(株)  
〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-20 ベネックス S-1 6F  
Tel: 045-471-6166 Fax: 045-471-6122

#### Korea (韓国)

Microchip Technology Korea  
168-1, Youngbo Bldg. 3 Floor  
Samsung-Dong, Kangnam-Ku  
Seoul, Korea  
Tel: 82-2-554-7200 Fax: 82-2-558-5934

#### Shanghai (上海)

Microchip Technology  
RM 406 Shanghai Golden Bridge Bldg.  
2077 Yan'an Road West, Hong Qiao District  
Shanghai, PRC 200335  
Tel: 86-21-6275-5700 Fax: 86 21-6275-5060

### アジア / 太平洋 (続き)

#### Singapore (シンガポール)

Microchip Technology Singapore Pte Ltd.  
200 Middle Road  
#07-02 Prime Centre  
Singapore 188980  
Tel: 65-334-8870 Fax: 65-334-8850

#### Taiwan, R.O.C (台湾)

Microchip Technology Taiwan  
10F-1C 207  
Tung Hua North Road  
Taipei, Taiwan, ROC  
Tel: 886-2-2717-7175 Fax: 886-2-2545-0139

### ヨーロッパ

#### United Kingdom (イギリス)

Arizona Microchip Technology Ltd.  
505 Eskdale Road  
Winnersh Triangle  
Wokingham  
Berkshire, England RG41 5TU  
Tel: 44 118 921 5858 Fax: 44-118 921-5835

#### Denmark (デンマーク)

Microchip Technology Denmark ApS  
Regus Business Centre  
Lautrup høj 1-3  
Ballerup DK-2750 Denmark  
Tel: 45 4420 9895 Fax: 45 4420 9910

#### France (フランス)

Arizona Microchip Technology SARL  
Parc d'Activite du Moulin de Massy  
43 Rue du Saule Trapu  
Batiment A - 1er Etage  
91300 Massy, France  
Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79

#### Germany (ドイツ)

Arizona Microchip Technology GmbH  
Gustav-Heinemann-Ring 125  
D-81739 München, Germany  
Tel: 49-89-627-144 0 Fax: 49-89-627-144-44

#### Italy (イタリア)

Arizona Microchip Technology SRL  
Centro Direzionale Colleoni  
Palazzo Taurus 1 V. Le Colleoni 1  
20041 Agrate Brianza  
Milan, Italy  
Tel: 39-39-65791-1 Fax: 39-39-6899883

08/11/99



マイクロチップは、世界本社、設計、およびウエーハ製造施設について1997年1月にISO 9001品質システムの認証を受けました。弊社のフィールドでのプログラミング可能なPICmicro® 8ビットMCU、KEELOQ® コードホッピング・デバイス、Serial EEPROM、関連の特殊メモリー製品および開発システムは、ISOの厳格な品質基準に適合しています。

All rights reserved. © 1999 Microchip Technology Incorporated. Printed in the USA. 12/99 Printed on recycled paper.

ここに記載しておりますデバイスなどの適用例の情報は単なる提案であり、変更される可能性があります。これらの情報の正確さあるいは使用もしくはこれらの使用などによる特許やその他の知的所有権の侵害に関しましては、Microchip Technology Incorporated は何ら表示もしくは保証しません。また、一切の責任も負いません。Microchip による書面での同意がない限り、Microchip の製品を生命維持装置に必要な不可欠な部品として使用することはできません。知的所有権で保護されているライセンスは暗示的なものであっても譲渡することはできません。Microchip ロゴは米国および他の国における Microchip Technology Inc. の登録商標です。無許可での複製を禁じます。ここに記載のその他すべての商標はそれぞれの会社の財産です。