

12ビット、シリアル入力 D/Aコンバータ

特長

- 低消費電力：2.5mW
- 高速セトリング：7 μ s (1LSBまで)
- LSB：1mV (フルスケール・レンジ4.095V)
- リファレンス内蔵
- 直線性および単調性：12ビット(工業用温度範囲)
- 0Vの非同期リセット
- 3線式インターフェース：20MHzクロック(最大)

アプリケーション

- プロセス制御
- データ・アキュイジション・システム
- 閉ループ・サーボ制御
- PC周辺装置
- ポータブル計測機器

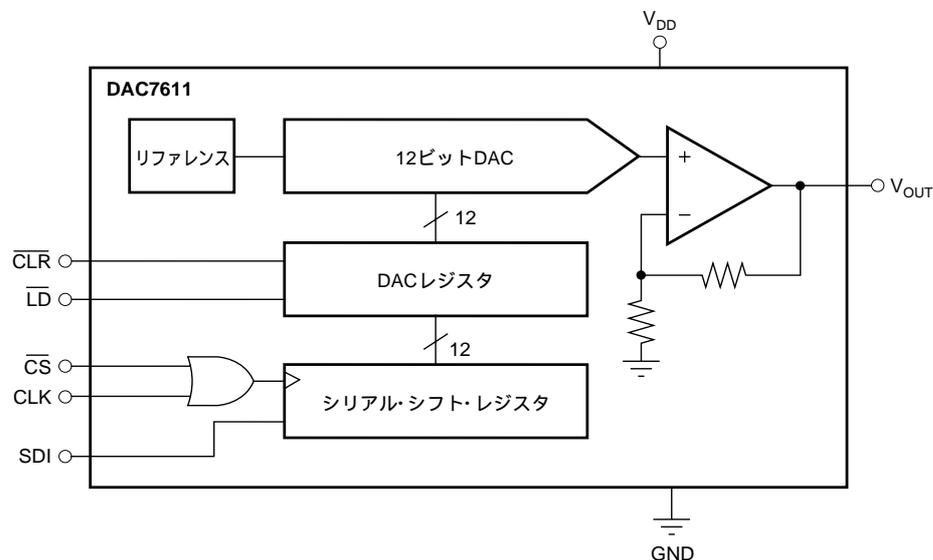
概要

DAC7611は、工業用温度範囲にわたり12ビットの単調性が保証された12ビットD/Aコンバータ(DAC)です。+5Vの単一電源で動作し、入力シフト・レジスタ、ラッチ、2.435Vのリファレンス、DAC、高速なレール・ツー・レールの出力アンプを内蔵しています。フルスケール・ステップの場合、出力の1LSBまでのセトリングタイムは7 μ s以下です。デバイスの消費電力は2.5mW(5Vで0.5mA)です。

同期シリアル・インターフェースは、広範なDSPおよびマイクロコントローラと互換性があります。シリアル・インターフェースは、クロック(CLK)、シリアル・データ入力(SDI)およびロード・ストロブ(LD)から構成されます。また、チップ・セレクト(\overline{CS})機能および非同期クリア(\overline{CLR})入力の2本の制御ピンも備えています。 \overline{CLR} 入力を使用すると、電源投入時やアプリケーションの要求時にDAC7611の出力を確実に0Vにすることができます。

パッケージは、8ピン・プラスチックDIPまたは8ピンSOPで供給され、-40 ~ +85 の工業用温度範囲で仕様が規定されています。

*レール・ツー・レールは日本モトローラ社の登録商標です。



仕様

特に記述のない限り、 $T_A = -40 \sim +85$ 、 $V_{DD} = +5V$ です。

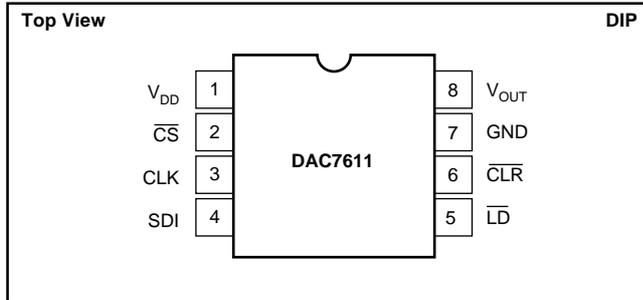
パラメータ	条件	DAC7611P,U			DAC7611PB,UB			単位
		最小	標準	最大	最小	標準	最大	
精度								
分解能		12			*			Bits
相対精度 ⁽¹⁾		-2	±1/2	+2	-1	±1/4	+1	LSB
微分非直線性	単調性保証	-1	±1/2	+1	-1	±1/4	+1	LSB
ゼロスケール誤差	コード000 _H	-1	+1	+3	*	*	*	LSB
フルスケール電圧	コードFFF _H	4.079	4.095	4.111	4.087	4.095	4.103	V
アナログ出力								
出力電流	コード800 _H	±5	±7		*	*		mA
ロードレギュレーション	$R_{LOAD} \geq 402\Omega$ 、コード800 _H		1	3		*	*	LSB
容量性負荷	発振なし		500			*		pF
短絡電流			±70			*		mA
短絡時間	GNDまたは V_{DD}		無制限			*		
デジタル入力								
データフォーマット			シリアル			*		
データコーディング			ストロート・バイナリ			*		
ロジックファミリ			TTL			*		
ロジックレベル								
V_{IH}		2.4			*			V
V_{IL}				0.8			*	V
I_{IH}				±10			*	μA
I_{IL}				±10			*	μA
ダイナミック性能								
セトリングタイム ⁽²⁾ (t_s)	最終値の±1LSBまで		7			*		μs
DACグリッチ			15			*		nV-s
デジタルフィードスルー			2			*		nV-s
電源								
V_{DD}		+4.75	+5.0	+5.25	*	*	*	V
I_{DD}	$V_{IH}=5V$ 、 $V_{IL}=0V$ 、無負荷、コード000 _H		0.5	1		*	*	mA
消費電力	$V_{IH}=5V$ 、 $V_{IL}=0V$ 、無負荷		2.5	5		*	*	mW
電源感度	$\Delta V_{DD} = \pm 5\%$		0.001	0.004		*	*	%/%
温度範囲								
仕様に規定された性能		-40		+85	*		*	°C

*印は、DAC7611P、Uのグレードと同じ値であることを示します。

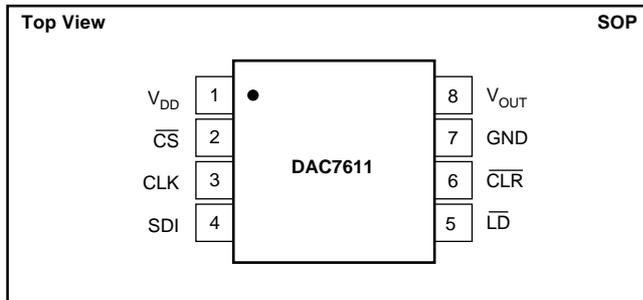
注：(1)この特性は、直線性誤差または積分非直線性(INL)とも呼ばれます。(2)最終的出力電圧がグラウンドの3LSB以内になる負の遷移については仕様が適用されません。この領域では、セトリングタイムが記載値の2倍になることがあります。

このデータシートに記載されている情報は、信頼し得るものと考えておりますが、不正確な情報や記載漏れ等に関して弊社は責任を負うものではありません。情報の使用について弊社は責任を負いませんので、各ユーザーの責任において御使用下さい。価格や仕様は予告なしに変更される場合がありますのでご了承下さい。ここに記載されているいかなる回路についても工業所有権その他の権利またはその実施権を付与したり承諾したりするものではありません。弊社は弊社製品を生命維持に関する機器またはシステムに使用することを承認しまたは保証するものではありません。

ピン配置



ピン配置



絶対最大定格⁽¹⁾

$V_{DD} \sim GND$	-0.3V ~ 6V
デジタル入力電圧(対GND)	-0.3V ~ $V_{DD}+0.3V$
$V_{OUT} \sim GND$	-0.3V ~ $V_{DD}+0.3V$
消費電力	325mW
熱抵抗、 θ_{JA}	150 /W
最大接合部温度	+150
動作温度範囲	-40 ~ +85
保存温度範囲	-65 ~ +150
リード温度(10秒間の半田付け)	+300

注：(1)定格を超えるオーバ・ストレスは、デバイスに永久的な損傷を与えます。絶対最大条件下に長時間置いた場合は、デバイスの信頼性が低下することがあります。

パッケージ情報/ご発注の手引き

モデル	最小相対精度(LSB)	微分非直線性(LSB)	仕様温度範囲	パッケージ	パッケージ図番号 ⁽¹⁾	発注番号 ⁽²⁾	供給時の状態
DAC7611P	±2	±1	-40 ~ +85	8ピンDIP	006	DAC7611P	マガジン
DAC7611U	±2	±1	-40 ~ +85	8ピンSOP	182	DAC7611U	マガジン
DAC7611U	±2	±1	-40 ~ +85	8ピンSOP	182	DAC7611U/2K5	テーブリール
DAC7611PB	±1	±1	-40 ~ +85	8ピンDIP	006	DAC7611PB	マガジン
DAC7611UB	±1	±1	-40 ~ +85	8ピンSOP	182	DAC7611UB	マガジン
DAC7611UB	±1	±1	-40 ~ +85	8ピンSOP	182	DAC7611UB/2K5	テーブリール

注：(1)詳細図および寸法表は、データシートの巻末を参照して下さい。(2)スラッシュ(/)が付記されたモデルは、表示数量のテーブリールでのみ供給されます(例えば、/2K5はリール1本あたり2,500個のデバイスが収容されていることを示します)。“DAC7611/2K5”を発注すると、2,500個入りテーブリール1本が納品されます。

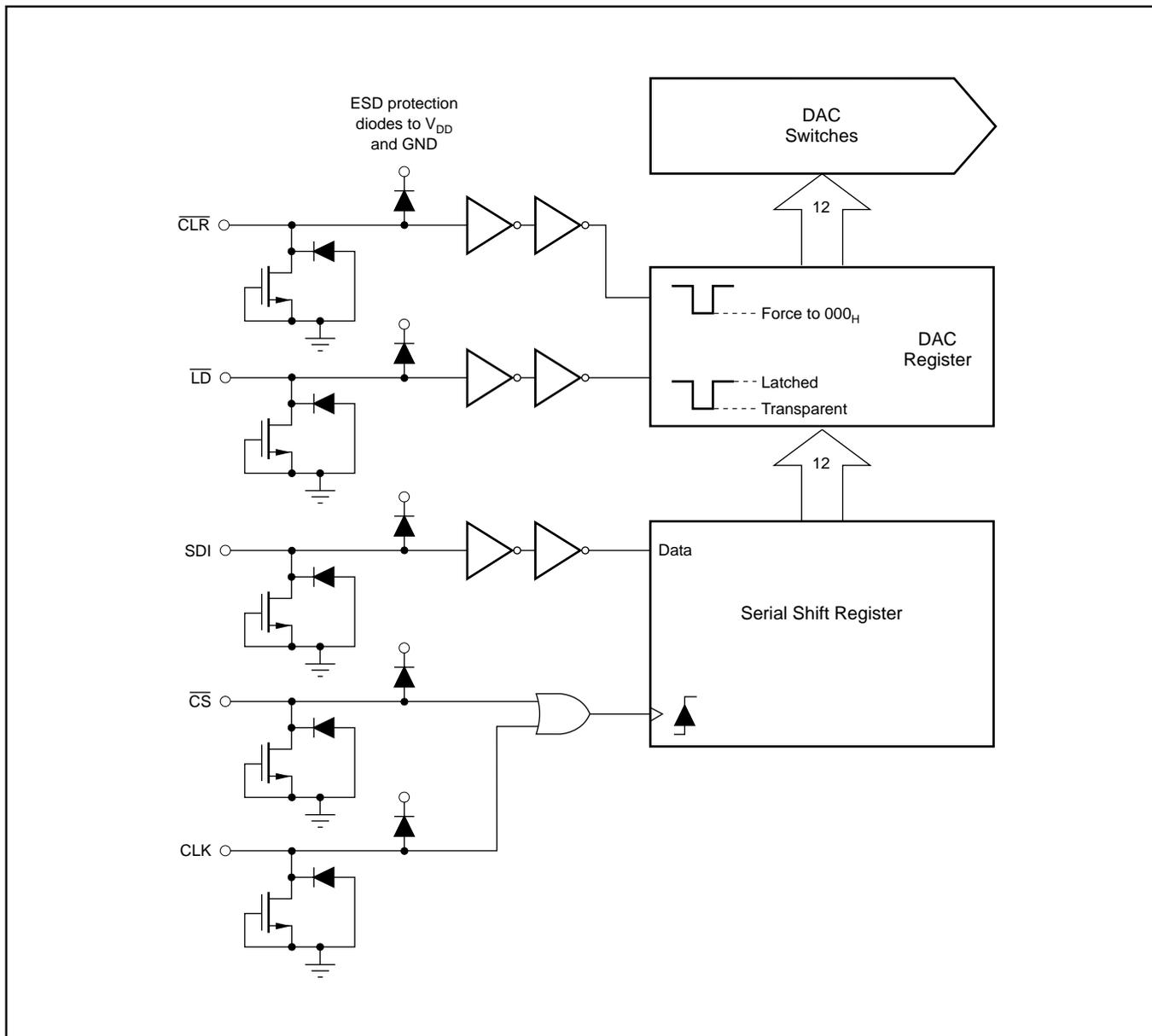
ピン構成

ピン番号	記号	説明
1	V_{DD}	電源
2	\overline{CS}	チップ・セレクト(アクティブ“ロー”)
3	CLK	シリアル・データ入力の同期クロック
4	SDI	シリアル・データ入力。データはCLKの立ち上がりエッジで内部シリアル・レジスタにクロック・インされる。
5	\overline{LD}	内部DACレジスタのロード 注：DACレジスタは、トランスペアレントラッチで、LDが“ロー”のとき(CSまたはCLKの状態にかかわらず)トランスペアレントになる。
6	\overline{CLR}	DACレジスタをクリアする非同期入力。 \overline{CLR} を“ロー”にストロープすると、DACレジスタが000 _H にリセットされ、出力電圧が0Vになる。
7	GND	グラウンド
8	V_{OUT}	電圧出力。約0Vから4.095V(1mV/LSB)の固定された出力電圧レンジ。時間、温度、電源が変動しても、内部リファレンスによってこの出力レンジが(仕様に定義された値の範囲内で)維持される。

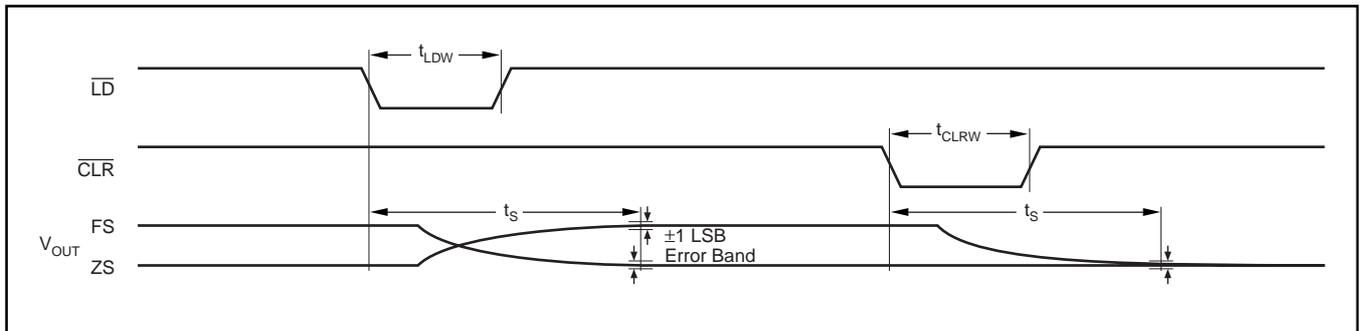
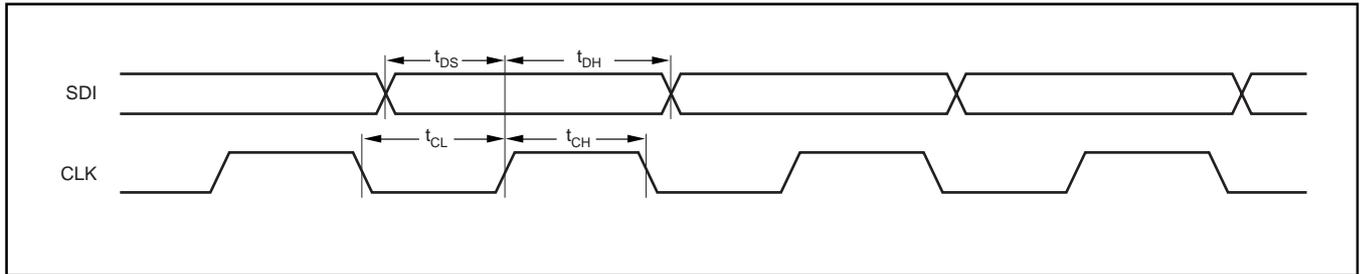
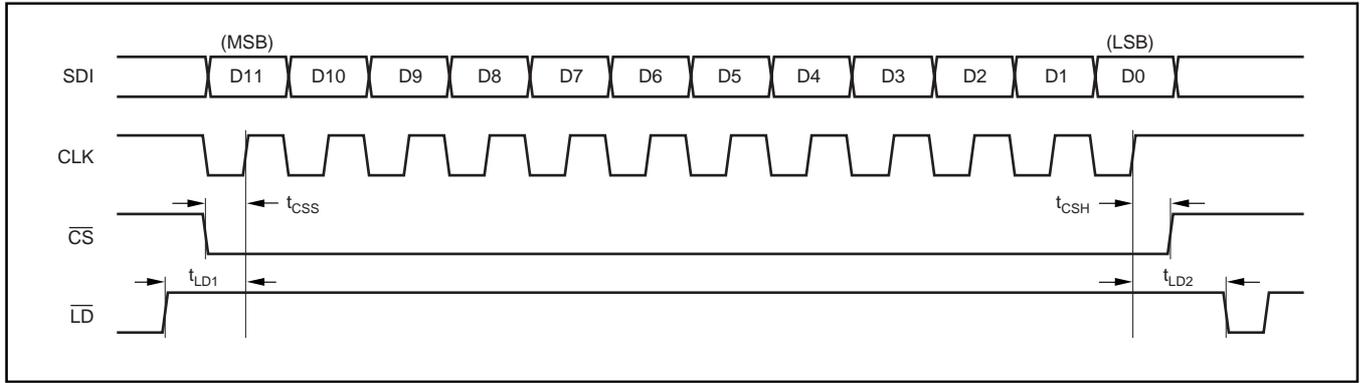
静電気放電対策

静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、様々な損傷を与えます。すべての集積回路は、適切なESD保護方法を用いて、取扱いと保存を行うようにして下さい。高精度の集積回路は、損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。

等価入力ロジック



タイミング図



ロジック真理値表

$\overline{CS}^{(1)}$	CLK ⁽¹⁾	\overline{CLR}	\overline{LD}	シリアル・シフト・レジスタ	DACレジスタ
H	X	H	H	変化しない	変化しない
L	L	H	H	変化しない	変化しない
L	H	H	H	変化しない	変化しない
L		H	H	1ビット進む	変化しない
L		L	H	1ビット進む	変化しない
H ⁽²⁾	X	H		変化しない	シリアル・シフト・レジスタの値に変化する
H ⁽²⁾	X	H	L ⁽³⁾	変化しない	トランスペアレント
H	X	L	X	変化しない	000 _H でロード
H	X	H	H	変化しない	000 _H でラッチ

正のロジックの遷移。 負のロジックの遷移。 X = 無視

注：(1) \overline{CS} およびCLKは、相互に交換が可能です。(2) 疑似クロックによるシフト・レジスタのシフトやDAC電圧の変化を防止するため、“ハイ”の値を推奨します。(3) \overline{LD} が“ロー”のときにシリアル・レジスタにデータがクロックインされた場合、DACの出力電圧はシリアル・シフト・レジスタの現在の値に対応するレベルに変化します。

タイミング仕様

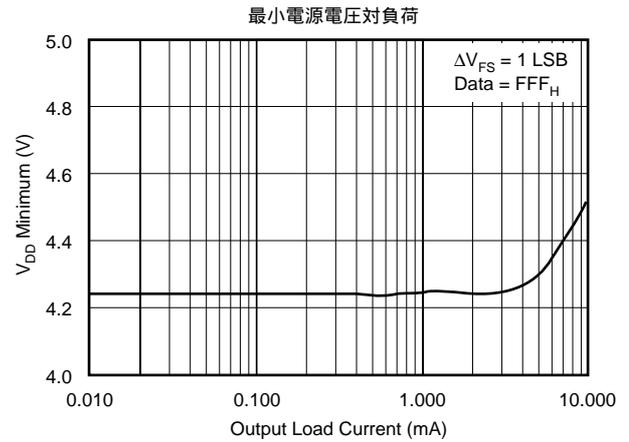
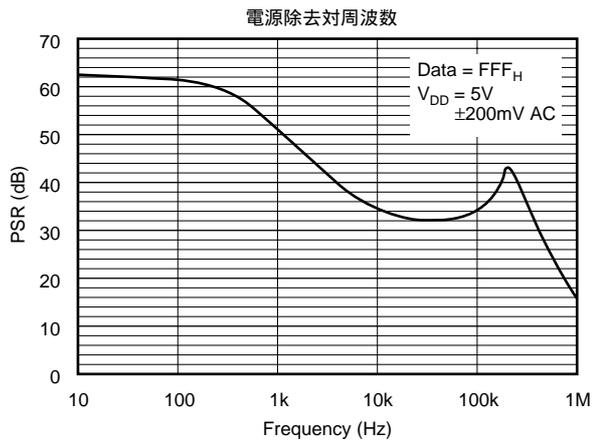
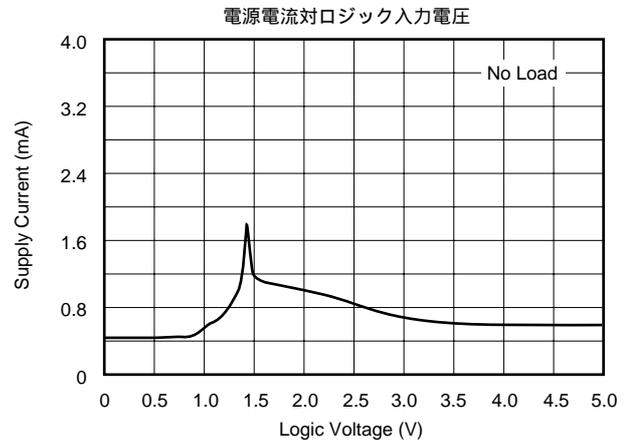
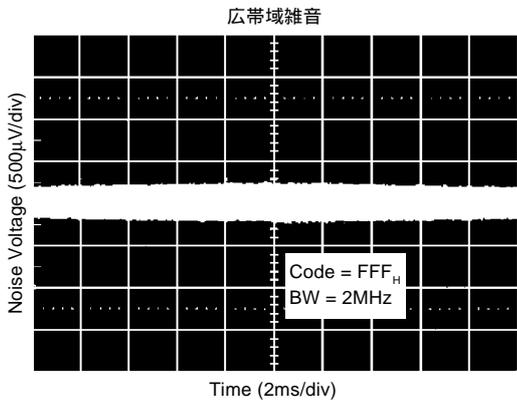
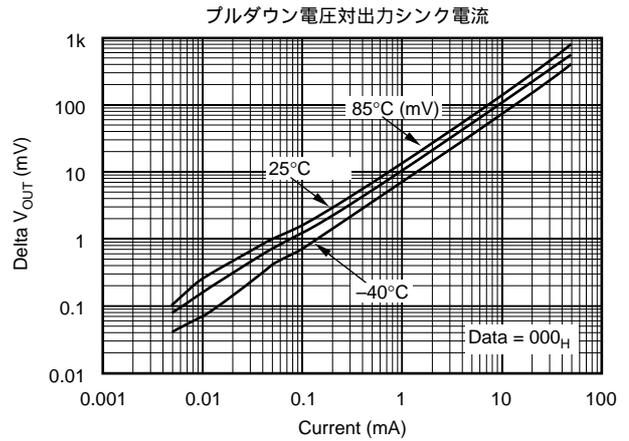
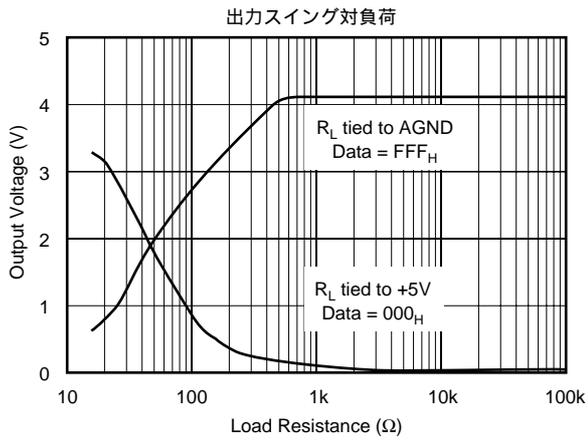
$T_A = -40 \sim +85$ 、 $V_{DD} = +5V$

記号	説明	最小	標準	最大	単位
t_{CH}	クロック幅“ハイ”	30			ns
t_{CL}	クロック幅“ロー”	30			ns
t_{LDW}	ロード・パルス幅	20			ns
t_{DS}	データ・セットアップ	15			ns
t_{DH}	データ・ホールド	15			ns
$t_{CLR W}$	クリア・パルス幅	30			ns
t_{LD1}	ロード・セットアップ	15			ns
t_{LD2}	ロード・ホールド	10			ns
t_{CSS}	セレクト	30			ns
t_{CSH}	セレクト解除	20			ns

注：入力制御信号の仕様はすべて $t_r = t_f = 5ns$ (+5Vの10%から90%)の条件で1.6Vの電圧レベルから測定します。これらのパラメータは、設計によって保証されており、製造試験は実施されません。

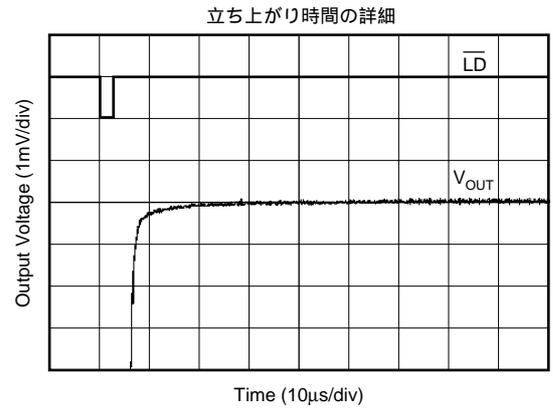
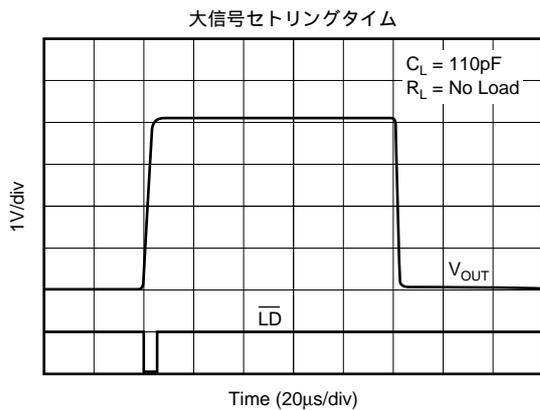
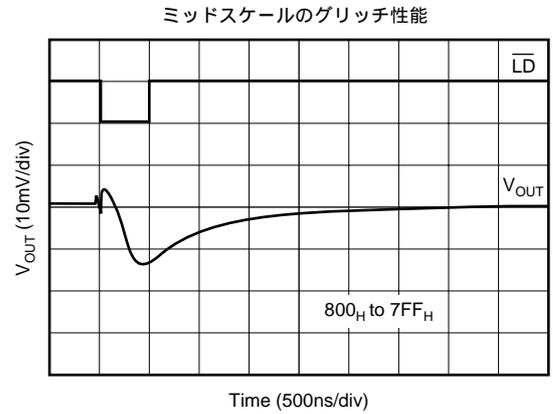
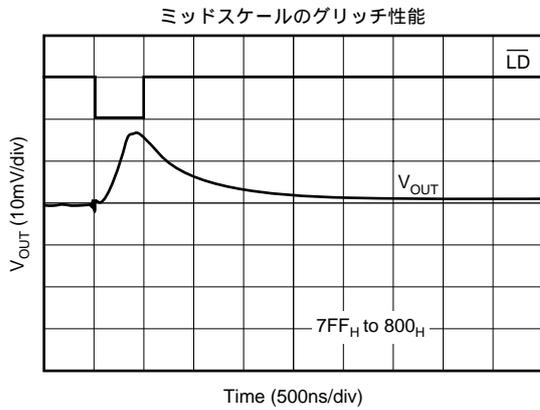
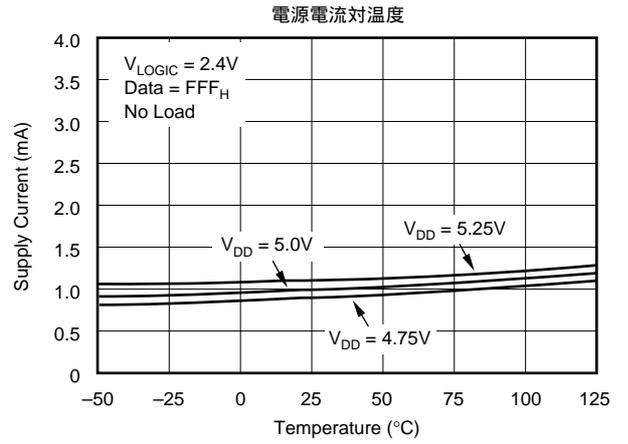
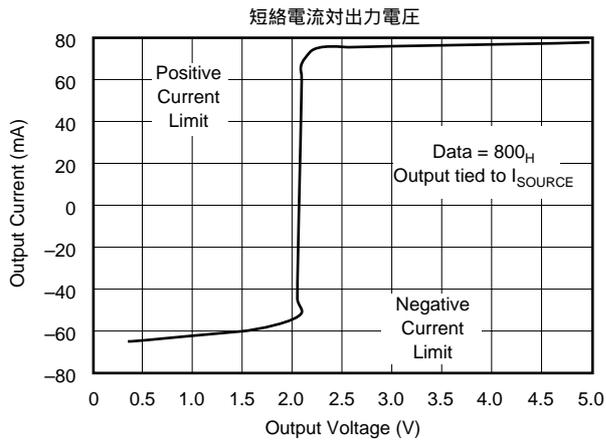
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $V_{DD} = 5V$ です。



代表的性能曲線

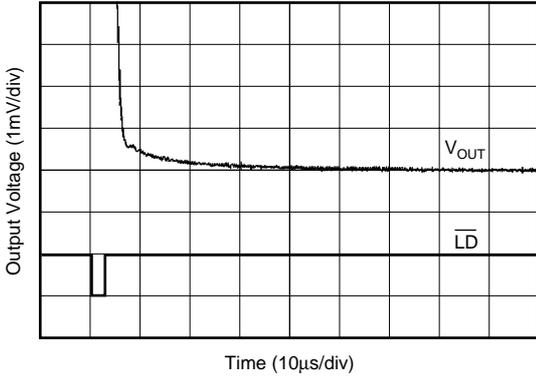
特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $V_{DD} = 5V$ です。



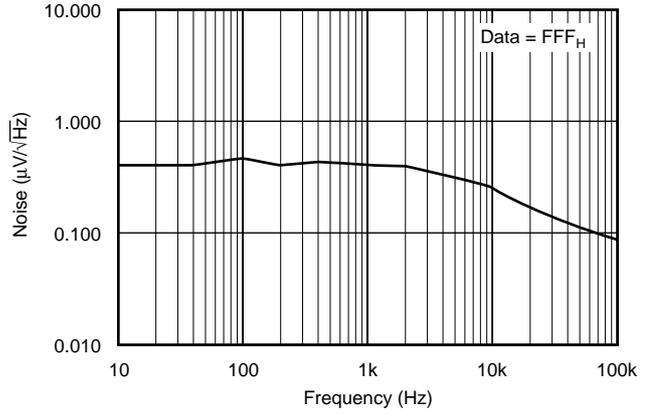
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $V_{DD} = 5V$ です。

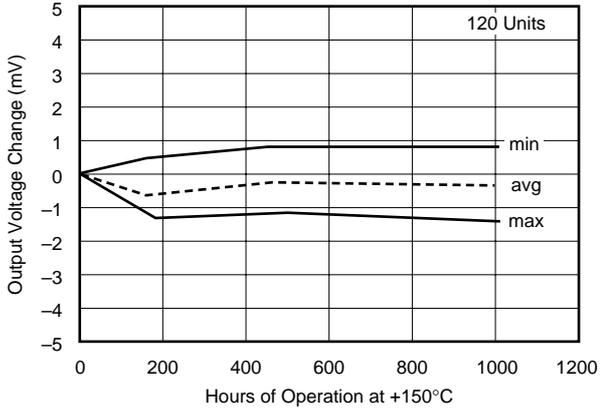
立ち下がり時間の詳細



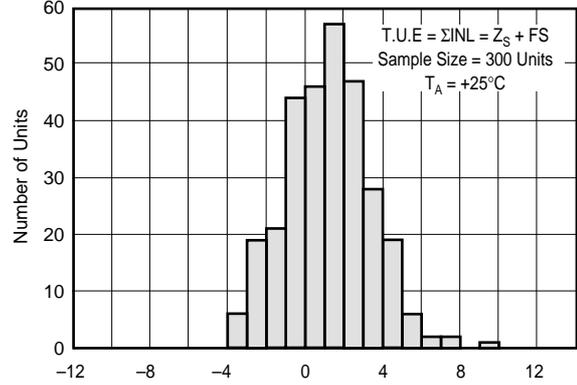
出力電圧雑音対周波数



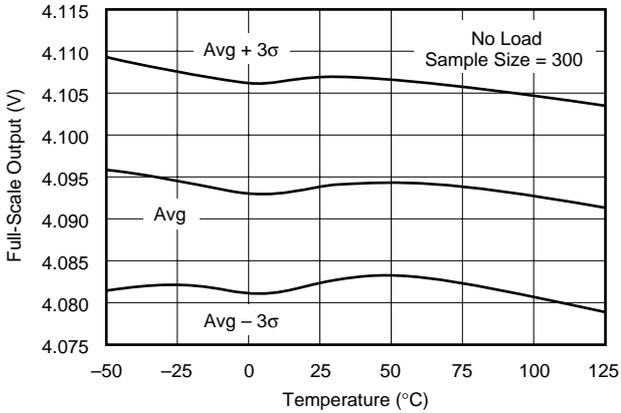
バーンインにより加速された長期ドリフト



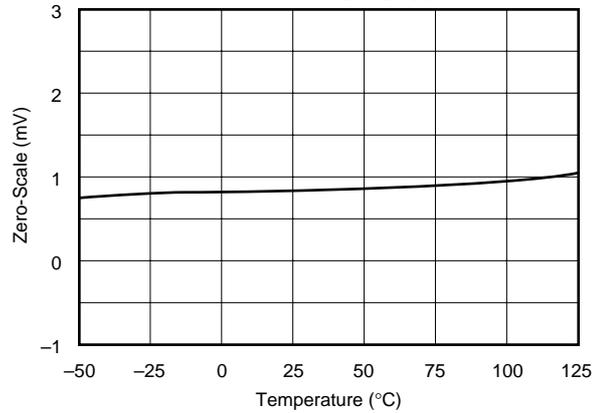
全未調整誤差のヒストグラム



フルスケール電圧対温度

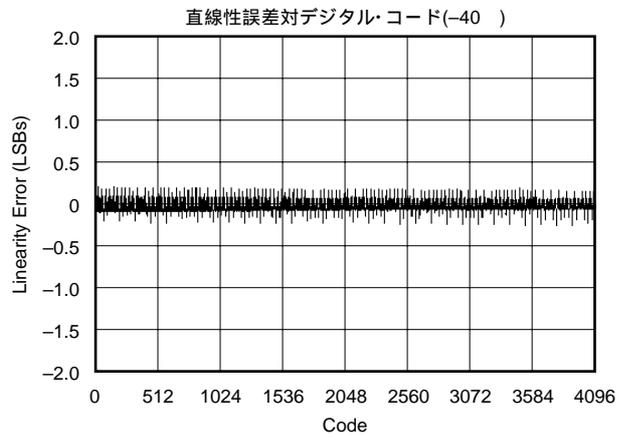
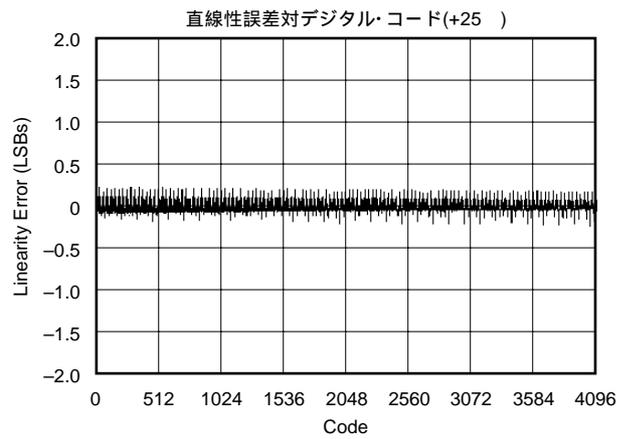
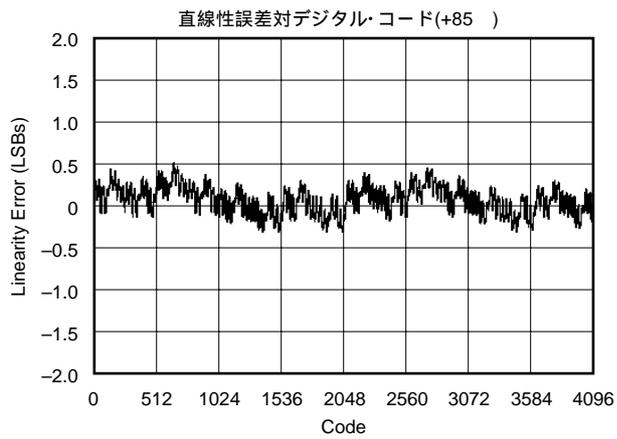


ゼロスケール電圧対温度



代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $V_{DD} = 5V$ です。



動作

DAC7611は、シリアル・ツーフラッシュ・レジスタ、DACレジスタ、レーザトリムされた12ビットDAC、オンボードリファレンス、レールツーフラッシュの出力アンプ等、必要な全機能を内蔵した12ビットD/Aコンバータ(DAC)です。図1に、DAC7611の基本動作を示します。

インターフェース

図1にマイクロコントローラとDAC7611の基本的な接続を示します。インターフェースは、シリアルクロック(CLK)、シリアルデータ(SDI)、およびロードストロブ信号(LD)から構成されます。また、複数のシリアルデバイスがあるときにシリアル通信を可能にするチップセレクト(CS)入力もあります。データフォーマットは、ストレートバイナリで、MSBファーストでシフトレジスタにロードされます。非同期クリア入力(CLR)

DAC7611のフルスケールレンジ = 4.095V 最下位ビット = 1mV		
デジタル入力コード ストレートバイナリ	アナログ出力 (V)	説明
FFF _H	+4.095	フルスケール
801 _H	+2.049	ミッドスケール +1LSB
800 _H	+2.048	ミッドスケール
7FF _H	+2.047	ミッドスケール -1LSB
000 _H	0	ゼロスケール

表1. デジタル入力コードおよび対応する理想的なアナログ出力

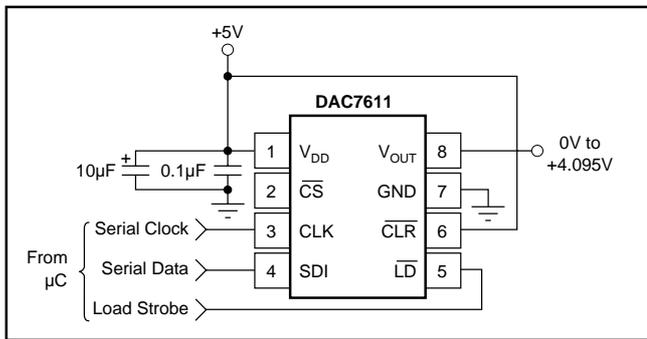


図1. DAC7611の基本動作

を使用すると、起動時のリセットまたは周期的なリセットを簡単に実行することができます。表1に、入力コードと出力電圧の関係を示します。

DAC7611に入力されたデジタルデータはダブルバッファリングされます。これにより、コンバータのアナログ出力や前のデータに影響を与えることなく、DACに新しいデータを入力することができます。データがシリアルシフトレジスタに入力された後、このデータをDACレジスタに転送することができます。この転送は、LDピンの“ハイ”から“ロー”への遷移によって行われます。ただし、LDピンの遷移でDACレジスタはトランスペアレントになります。LDが“ロー”のときに新しいデータがシフトレジスタにシフトインされた場合、新しいビットが入力されるたびにDACの出力電圧が変化します。これを防止するには、新しいシリアルデータをシフトインする前にLDを“ハイ”に戻す必要があります。

DACレジスタの内容は、CLR入力を“ロー”にすることにより、いつでも000_H(アナログ出力 = 0V)にリセットすることができます。CLRを“ハイ”に戻し、シフトレジスタの内容がDACレジスタに転送されるようにLDを“ロー”にするまで、DACレジスタはこの値に保持されます。LDが“ロー”のときにCLRを“ロー”にした場合、DACレジスタは000_Hにリセットされ、アナログ出力は0Vになります。CLRを“ハイ”に戻すと、DACレジスタはシリアルシフトレジスタの現在の値に設定され、アナログ出力はその値に対応する電圧になります。

D/Aコンバータ

内部DACは、グランドから内部リファレンス電圧までをスイッチする12ビットの電圧出力デバイスです。DACは、NチャンネルのMOSFETによってスイッチされるレーザトリムされたR-2Rラダーネットワークです。DACの出力は、内部でレールツーフラッシュの出力オペアンプに接続されています。

出力アンプ

高精度な低消費電力のアンプは、DAC部の出力をバッファリングし、0から4.095Vのレンジが得られるように追加の増幅を行います。アンプは、低オフセット電圧および低雑音で、ゲインが1.682V/V(4.095/2.435)に設定されています。DAC7611のアナログ部の等価回路図については、図2を参照して下さい。

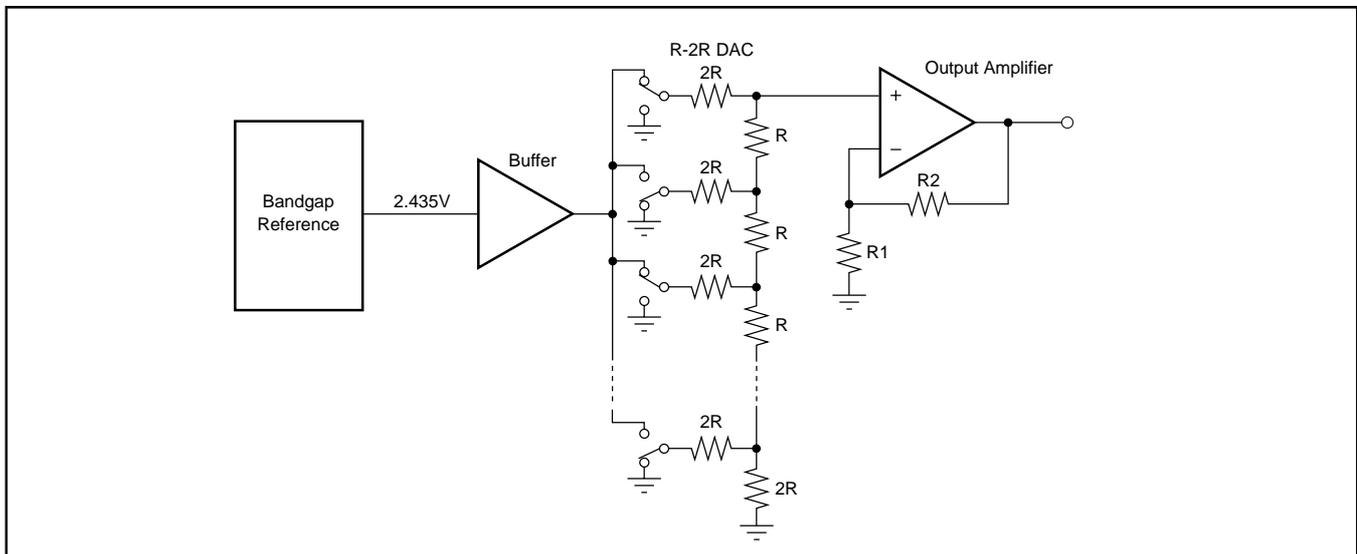


図2. 簡略化したアナログ部の回路図

出力アンプの標準的なセトリングタイムは $7\mu\text{s}$ (最終値の $\pm 1\text{LSB}$ まで)です。負になる信号と正になる信号のセトリングタイムに差があることに注意して下さい。

アンプのレール・ツー・レールの出力段では、 4.75V の低電源電圧での動作時にも 0V から 4.095V までのフルスケール・レンジが得られます。アンプは、抵抗性負荷をドライブできるだけでなく、 500pF までの容量性負荷をドライブするときも安定に動作します。アンプの出力ドライバの等価回路図については図3を参照して下さい。セトリングタイム、負荷ドライブ能力、出力雑音の詳細については、代表的性能曲線を参照して下さい。

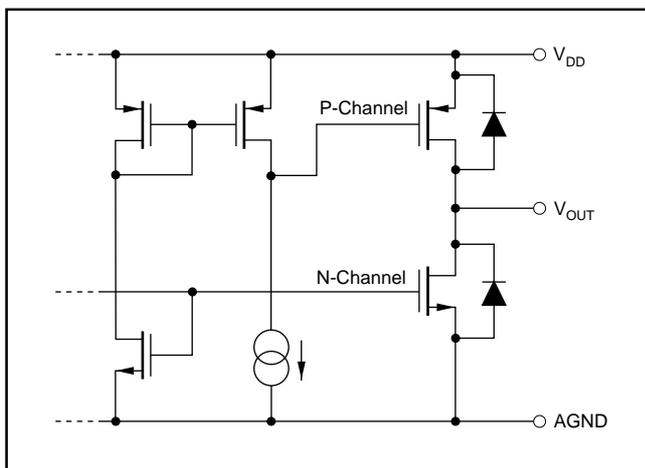


図3. 簡略化した出力アンプのドライバ部

電源

DAC7611は、BiCMOSプロセスおよび入念なバイポーラ部とCMOS部の設計により、きわめて低消費電力のデバイスになっています。バイポーラ・トランジスタはアナログ精度の達成のために厳しいマッチングと低雑音が要求される部分に、CMOSトランジスタはロジック、スイッチング機能およびその他の低消費電力段に使用されています。

消費電力が重要な場合は、デジタル入力(SDI、CLK、 $\overline{\text{CS}}$ 、 $\overline{\text{LD}}$ 、 $\overline{\text{CLR}}$)のロジック・レベルをできるだけ V_{DD} またはグランド近くに保つことが必要です。これにより、CMOS入力(代表的性能曲線“電源電流対ロジック入力電圧”を参照)の V_{DD} およびグランド間の電流のシャントが防止されます。このため、DAC7611のドライブには、TTLロジック・レベルではなくCMOSロジック・レベルを使用することを強く推奨します。

DAC7611の電源は、図1のようにバイパスすることが必要です。バイパス・コンデンサは、できるだけデバイスの近くに($0.1\mu\text{F}$ のコンデンサを優先して)配置します。代表的性能曲線“電源除去対周波数”に、DAC7611のPSRR特性を示します。スイッチング電源やDC/DCコンバータを使用するときは、この特性を考慮に入れることが必要です。

DAC7611は、 V_{DD} が 4.75V から 5.25V までのレンジで保証された性能を発揮しますが、 4.5V まではある程度の性能で動作します。 4.5V から 4.75V までの動作では、セトリングタイムが長くなり、性能および電流ソース能力が低下します。詳細については、代表的性能曲線“電源電圧対負荷”のグラフを参照して下さい。

使用上の注意

電源およびグラウンディング

DAC7611は、低消費電力のバッテリー動作システムから大規模な工業用プロセス制御システムまで、広範な用途に使用されます。また、高い性能が要求されるアプリケーションも、特定のパラメータに敏感なアプリケーションもあります。このような多様性のため、電源、バイパス、グラウンディングについて確定した規則を定義することは困難です。以下の説明は、個々のシステムに要求される性能と条件に関連して考慮することが必要です。

高精度なアナログ・コンポーネントには、慎重なレイアウト、十分なバイパス、およびクリーンで安定な電源が必要です。DAC7611は、単一電源の $+5\text{V}$ コンポーネントであるため、しばしばデジタル・ロジック、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサとともに使用されます。設計に使用されるデジタル・ロジックが多いほど、またスイッチング速度が高いほど、良好な性能を達成することが難しくなります。

DAC7611のグランド・ピンは1本で、デジタルおよびアナログのすべてのリターン電流がこのピンに流れます。GNDピンは、内部バンドギャップ・リファレンスのグランド基準点としても使用されます。理想的には、GNDを直接アナログ・グランド・プレーンに接続します。このプレーンは、システムの電源エントリー・ポイントで接続するまで、デジタル・コンポーネントのグランド接続から分離します(図4参照)。

V_{DD} に供給する電源は、十分に安定で低雑音であることが必要です。スイッチング電源およびDC/DCコンバータは、しばしば出力電圧に高周波グリッチやスパイクを発生させます。また、デジタル・コンポーネントも、内部ロジックの状態が変化するときと同様の高周波スパイクを発生させることがあります。このような雑音は、 V_{DD} と V_{OUT} 間の各種の経路から容易にDAC出力電圧とカップリングします。

GNDの接続と同様、 V_{DD} は、電源エントリ・ポイントで接続するまでデジタル・ロジックの接続部から分離された+5Vの電源ブレーンまたはパターンに接続する必要があります。また、図4に示す $10\mu\text{F}$ および $0.1\mu\text{F}$ のコンデンサの使用を強く推奨します。コンデンサは、 V_{DD} およびグランドのできるだけ近くに接続します。状況によっては、 $100\mu\text{F}$ の電解コンデンサまたはコイルとコンデンサの“Pi”フィルタによる追加のバイパスも必要になります。これらはいずれも本質的に+5V電源の高周波雑音を除去するローパスフィルタとして使用されます(図4参照)。

オフセット誤差の測定

ほとんどのDACと同様、DAC7611にも正または負のオフセット誤差(またはゼロ・スケール誤差)が発生することがあります。誤差が正の場合、入力コード 000_H の出力電圧は 0V より高くなります。誤差が負の場合、出力電圧は 0V より低くなります。ただし、DAC7611は、単一電源デバイスであるためにグランド以下にスイングできず、出力電圧が 0V になり、オフセット誤差がゼロであるような印象を与えます。

DACのオフセット誤差の測定はきわめて一般的な作業であるため、DAC7611のオフセット誤差を測定する信頼性の高い方法が必要です。この作業は、図5のようにして容易に行うことができます。 V_{OUT} と負の電圧間の抵抗により、出力アンプはある程度グランド以下までスイングできるようになります。

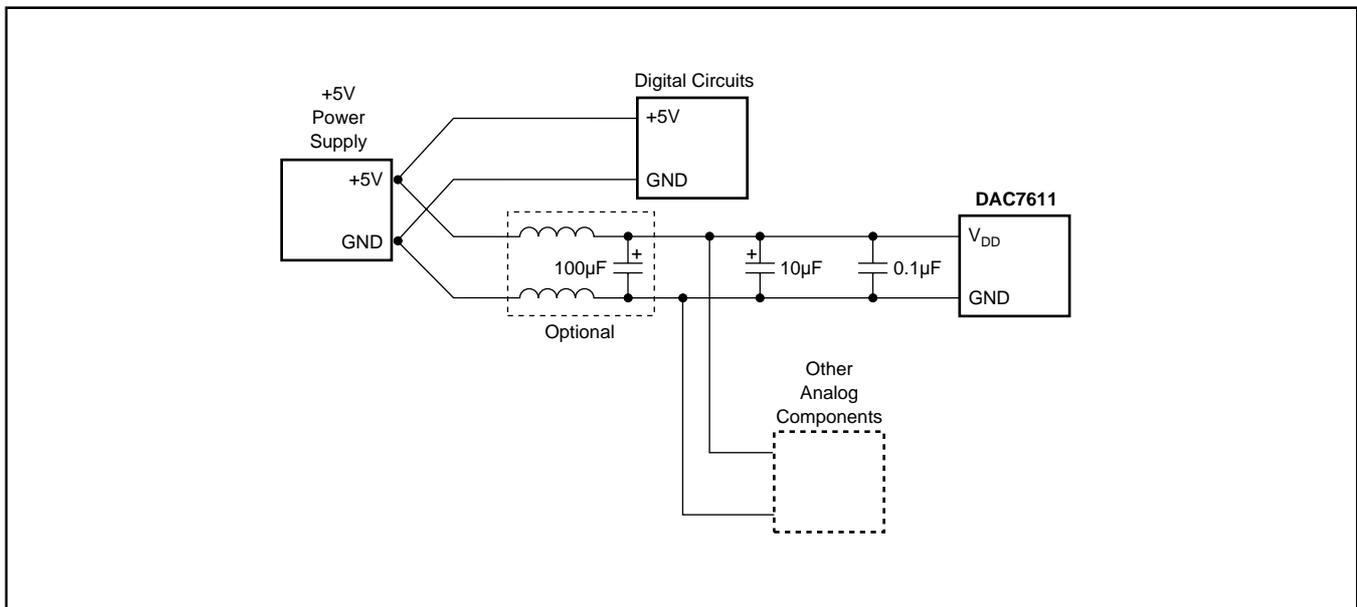


図4. デジタル・システムと+5V電源を共有するDAC7611で推奨される電源およびグランド接続

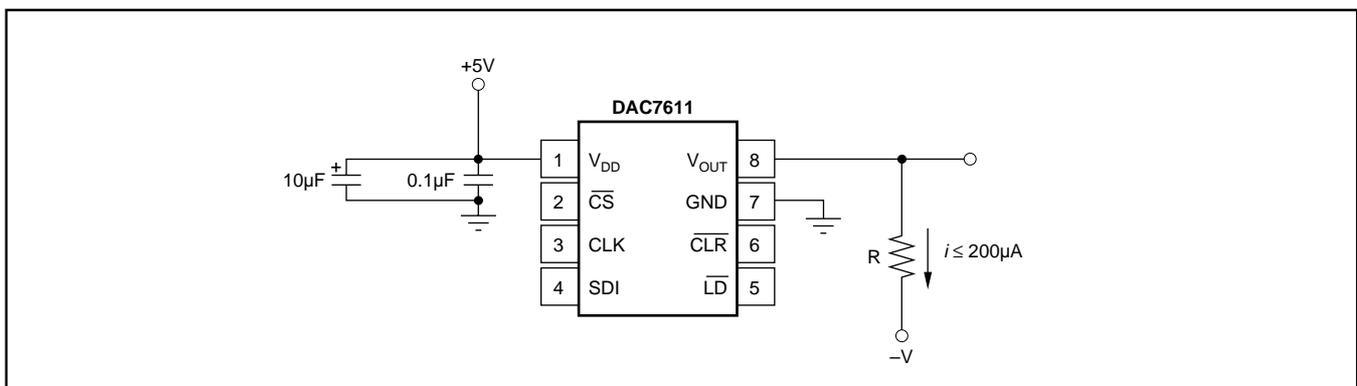
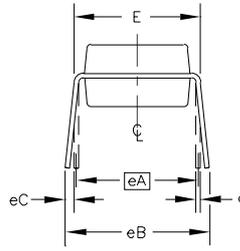
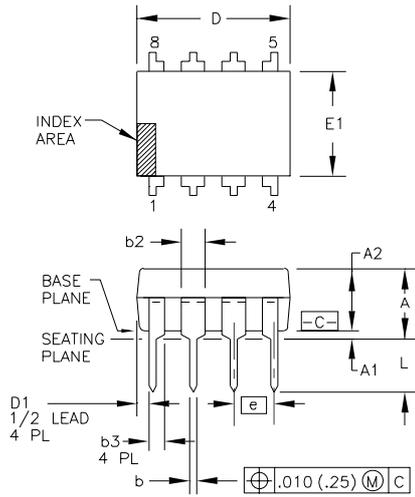


図5. オフセット誤差の測定回路

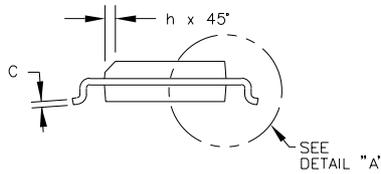
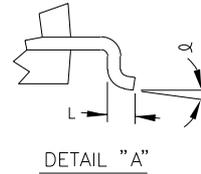
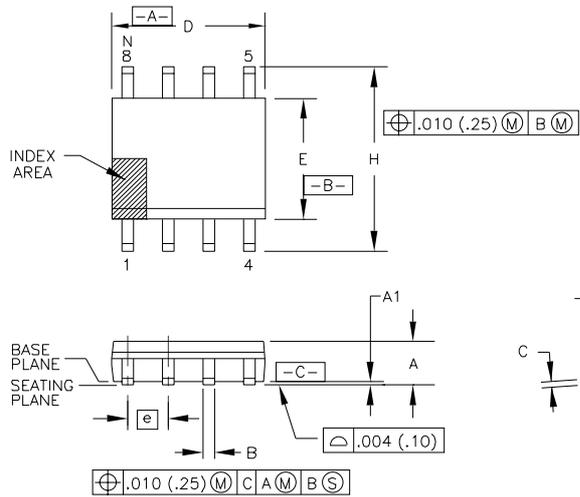
外観

パッケージ番号006 - 8ピン・プラスチック・シングル幅DIP



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	—	.210	—	5.33
A1	.015	—	0.38	—
A2	.115	.195	2.92	4.95
b	.014	.022	0.36	0.56
b2	.045	.070	1.14	1.78
b3	.030	.045	0.76	1.14
c	.008	.014	0.20	0.36
D	.355	.400	9.02	10.16
D1	.005	—	0.13	—
E	.300	.325	7.62	8.26
E1	.240	.280	6.10	7.11
e	.100 BASIC	—	2.54 BASIC	—
eA	.300 BASIC	—	7.63 BASIC	—
eB	—	.430	—	10.92
eC	.000	.060	0.00	1.52
L	.115	.150	2.92	3.81
N	8		8	

パッケージ番号182 - 8ピンSOP



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.0532	.0688	1.35	1.75
A1	.004	.0098	0.10	0.23
B	.013	.020	0.33	0.51
C	.0075	.0098	0.20	0.25
D	.189	.1968	4.80	4.98
E	.1497	.1574	3.80	4.00
e	.050 BASIC	—	1.27 BASIC	—
H	.2284	.244	5.80	6.20
h	.0099	.0196	0.25	0.50
L	.016	.050	0.41	1.27
N	8		8	
∞	0°	8°	0°	8°