

MAXIM

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

MAX5168

概要

MAX5168は、32個のサンプル/ホールドアンプ及び4個の1:8マルチプレクサで構成されています。マルチプレクサとサンプル/ホールドアンプを制御するロジックは、4個のマルチプレクサを組み合わせると各出力に1つのサンプル/ホールドを持つ統合された1つの1:32マルチプレクサを形成します。追加のロジックを使用すると、2つの装置を単一の64チャンネルデバイスとして機能させることができます。MAX5168は、50Ω、500Ω、又は1kΩの出力インピーダンスで使用できます。

MAX5168は+10Vと-5Vの電源、及び個別の+5Vのデジタルロジック電源で動作します。独自のBiCMOSプロセスを使用して製造されたMAX5168は、高精度、高速アキュイジション時間、低ドループレート、及び低ホールドステップを実現します。MAX5168の直線性誤差は0.01%未満(typ)で、+7V~-4Vの入力信号範囲内において0.01%の精度で2.5μsに8Vのステップ入力信号を正確に収集できます。サンプルモードからホールドモードへの遷移における誤差は僅か0.5mVです。ホールドモード中は、出力電圧が1mV/sの速度でゆっくりとドループします。

MAX5168は48ピンTQFPパッケージで提供され、民生用(0°C~+70°C)及び拡張工業用(-40°C~+85°C)の温度範囲のものが用意されています。

アプリケーション

- 自動試験システム(ATE)
- 工業プロセス制御
- 任意波形発生器
- アビオニクス機器

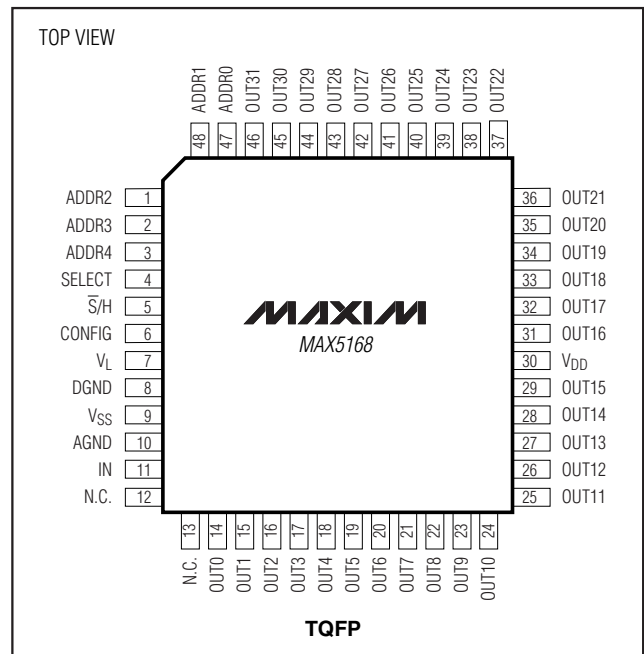
特長

- ◆ 32チャンネルサンプル/ホールド
- ◆ 収集信号精度: 0.01%
- ◆ 直線性誤差: 0.01%
- ◆ 高速アキュイジション時間: 2.5μs
- ◆ 低ドループレート: 1mV/s
- ◆ 低ホールドステップ: 0.25mV
- ◆ 広出力電圧範囲: +7V~-4V

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	R _{OUT} (Ω)
MAX5168LCCM	0°C to +70°C	48 TQFP	50
MAX5168MCCM	0°C to +70°C	48 TQFP	500
MAX5168NCCM	0°C to +70°C	48 TQFP	1k
MAX5168LECM	-40°C to +85°C	48 TQFP	50
MAX5168MECM	-40°C to +85°C	48 TQFP	500
MAX5168NECM	-40°C to +85°C	48 TQFP	1k

ピン配置



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。

無料サンプル及び最新版データシートの入手には、マキシムのホームページをご利用ください。http://japan.maxim-ic.com

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

MAX5168

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{DD} to AGND.....	-0.3V to +11.0V	Maximum Current into Logic Inputs	±20mA
V _{SS} to AGND	-6.0V to +0.3V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
V _{DD} to V _{SS}	+15.75V	48-Pin TQFP (derate 12.5mW/°C above +70°C).....	1000mW
V _L to DGND	-0.3V to +6.0V	Operating Temperature Ranges	
V _L to AGND	-0.3V to +6.0V	MAX5168_CCM	0°C to +70°C
DGND to AGND.....	-0.3V to +2.0V	MAX5168_ECM.....	-40°C to +85°C
IN, OUT_	V _{SS} to V _{DD}	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Logic Inputs to DGND	-0.3V to +6.0V	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Maximum Current into OUT_	±10mA		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{DD} = +10.0V, V_{SS} = -5.0V, V_L = +5.0V ±5%, AGND = DGND = 0, R_L = 5kΩ, C_L = 50pF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
ANALOG SECTION							
Linearity Error		-4.0V < V _{IN} < +7V, R _L = ∞		0.01	0.08	%	
Hold Step	V _{HS}	IN = AGND		0.25	1.00	mV	
Droop Rate		IN = AGND, T _A = +25°C		1	40	mV/s	
Offset Voltage	V _{OS}	IN = AGND, T _A = +25°C	-30	-5	+30	mV	
		+15°C ≤ T _A ≤ +65°C (Note 1)		20	40	μV/°C	
Output Voltage Range	V _{OUT_}	R _L = ∞	V _{SS} + 0.75		V _{DD} - 2.4	V	
Analog Crosstalk		8V step with 500ns rising edge (Note 1)	C _L = 250pF for MAX5168L	-72	-76	dB	
			C _L = 10nF for MAX5168M/N	-72	-76		
Input Capacitance	C _{IN}	(Note 1)		10	20	pF	
DC Output Impedance	R _{OUT_}	R _L = ∞, C _L = 250pF	MAX5168L	35	50	65	Ω
			MAX5168M	350	500	650	
			MAX5168N	700	1000	1300	
Output Source Current	I _{SOURCE}	V _{IN} = 0, sample mode	2			mA	
Output Sink Current	I _{SINK}	V _{IN} = 0, sample mode	2			mA	
Output Clamp High	V _{CH}		V _{SS}		V _{DD}	V	
TIMING PERFORMANCE							
Acquisition Time	t _{AQ}	T _A = +25°C, R _L = ∞, Figure 2	8V step to 0.08%	2.5	4	μs	
			100mV step to ±1mV	1			
Hold-Mode Settling Time	t _H	To ±1mV of final value, Figure 2 (Note 1)		1	2	μs	
Aperture Delay	t _{AP}	Figure 2 (Note 1)			200	ns	

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

MAX5168

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{DD} = +10.0V$, $V_{SS} = -5.0V$, $V_L = +5.0V \pm 5\%$, $AGND = DGND = 0$, $R_L = 5k\Omega$, $C_L = 50pF$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
\overline{S}/H Pulse Width	t_{PW}	Figure 2 (Note 1)	200			ns
Data Setup Time	t_{SET}	Figure 2 (Note 1)	50			ns
Data Hold Time	t_{DH}	Figure 2 (Note 1)	150			ns
DIGITAL INPUTS						
Input Voltage High	V_{IH}		2.0			V
Input Voltage Low	V_{IL}				0.8	V
Input Current	I_I	$I_N = DGND$ or V_{CC}	-1		+1	μA
POWER SUPPLIES						
Positive Analog Supply	V_{DD}	(Note 2)	9.5	10	10.5	V
Negative Analog Supply	V_{SS}	(Note 2)	-4.75	-5	-5.45	V
Digital Logic Supply	V_L		4.75	5	5.25	V
Positive Analog Supply Current	I_{DD}	$R_L = \infty$			36	mA
Negative Analog Supply Current	I_{SS}	$R_L = \infty$			36	mA
Digital Logic Supply Current	I_L	$ADDR_ = DGND$ or V_L , $\overline{S}/H = DGND$ or V_L			0.5	mA
		$ADDR_ = 0.8V$ or $2.0V$, $\overline{S}/H = 0.8V$ or $2.0V$			5	mA
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	For V_{DD} and V_{SS} , sample mode, $I_N = AGND$	-60	-75		dB

Note 1: Guaranteed by design.

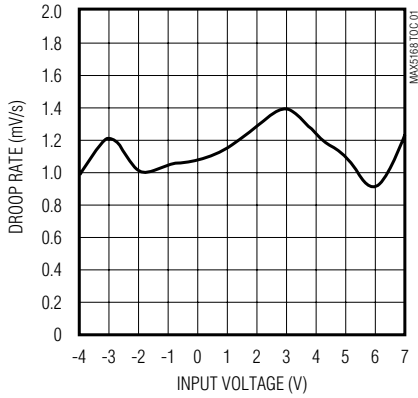
Note 2: Do not exceed the absolute maximum rating for V_{DD} to V_{SS} of +15.75V (see *Absolute Maximum Ratings*).

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

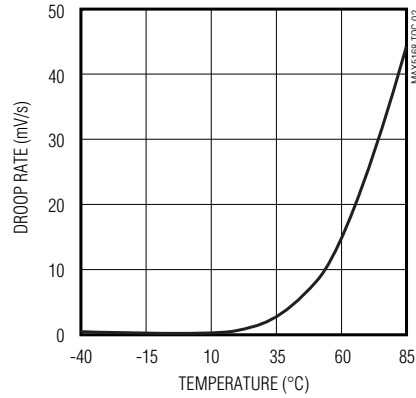
標準動作特性

($V_{DD} = +10V$, $V_{SS} = -5V$, $V_L = +5V$, $V_{IN} = +5V$, $R_L = \infty$, $C_L = 0$, $AGND = DGND = 0$, $V_{CH} = V_{DD}$, $V_{CL} = V_{SS}$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

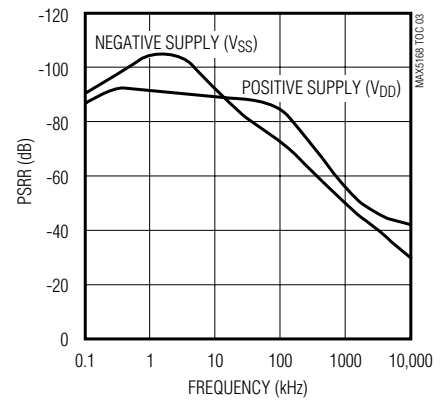
DROOP RATE vs. INPUT VOLTAGE



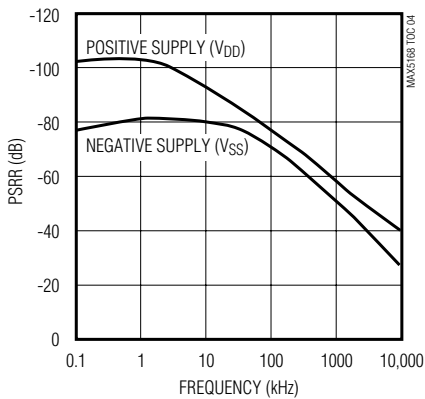
DROOP RATE vs. TEMPERATURE



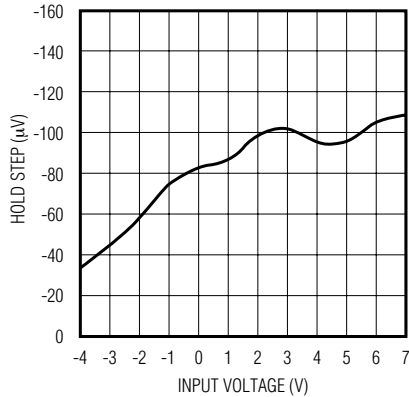
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO SAMPLE MODE



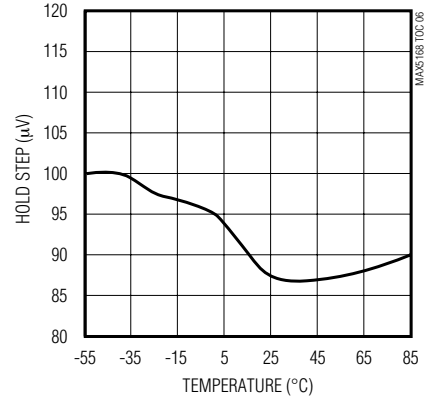
POWER-SUPPLY REJECTION RATIO HOLD MODE



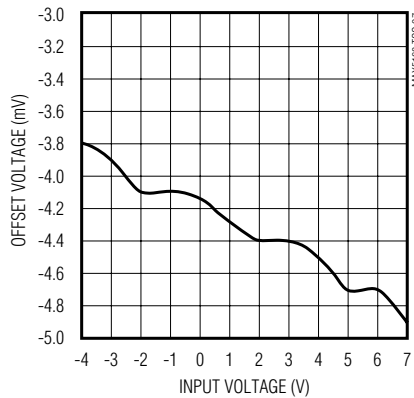
HOLD STEP vs. INPUT VOLTAGE



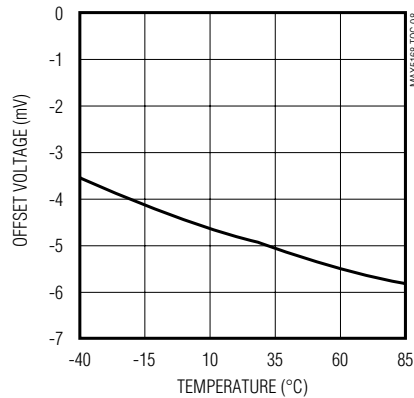
HOLD STEP vs. TEMPERATURE



OFFSET VOLTAGE vs. INPUT VOLTAGE



OFFSET VOLTAGE vs. TEMPERATURE



シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

MAX5168

端子説明

端子	名称	機能
1	ADDR2	アドレスデコーダのビット2
2	ADDR3	アドレスデコーダのビット3
3	ADDR4	アドレスデコーダのビット4
4	SELECT	\bar{S}/H ピンをイネーブルします。SELECTの極性はCONFIGピンの状態により決定されます。CONFIGがローの場合、SELECTはアクティブハイになります。CONFIGがハイの場合、SELECTはアクティブローになります。SELECTがアクティブな状態にない場合、32のチャンネルは全て \bar{S}/H ピンに関係なくホールドモードになります。
5	\bar{S}/H	ローの時、選択されたチャンネルをサンプルモードにします。ハイの時、チャンネルを全てホールドモードにします。
6	CONFIG	SELECTピンの極性を設定します。
7	V_L	+5Vロジック電源
8	DGND	デジタルGND
9	V_{SS}	-5Vアナログ電源
10	AGND	アナログGND
11	IN	入力ピン
12, 13	N.C.	接続無し。内部接続されていません。
14-29	OUT0-OUT15	出力0~15ピン
30	V_{DD}	+10Vアナログ電源
31-46	OUT16-OUT31	出力16~31ピン
47	ADDR0	アドレスデコーダのビット0
48	ADDR1	アドレスデコーダのビット1

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

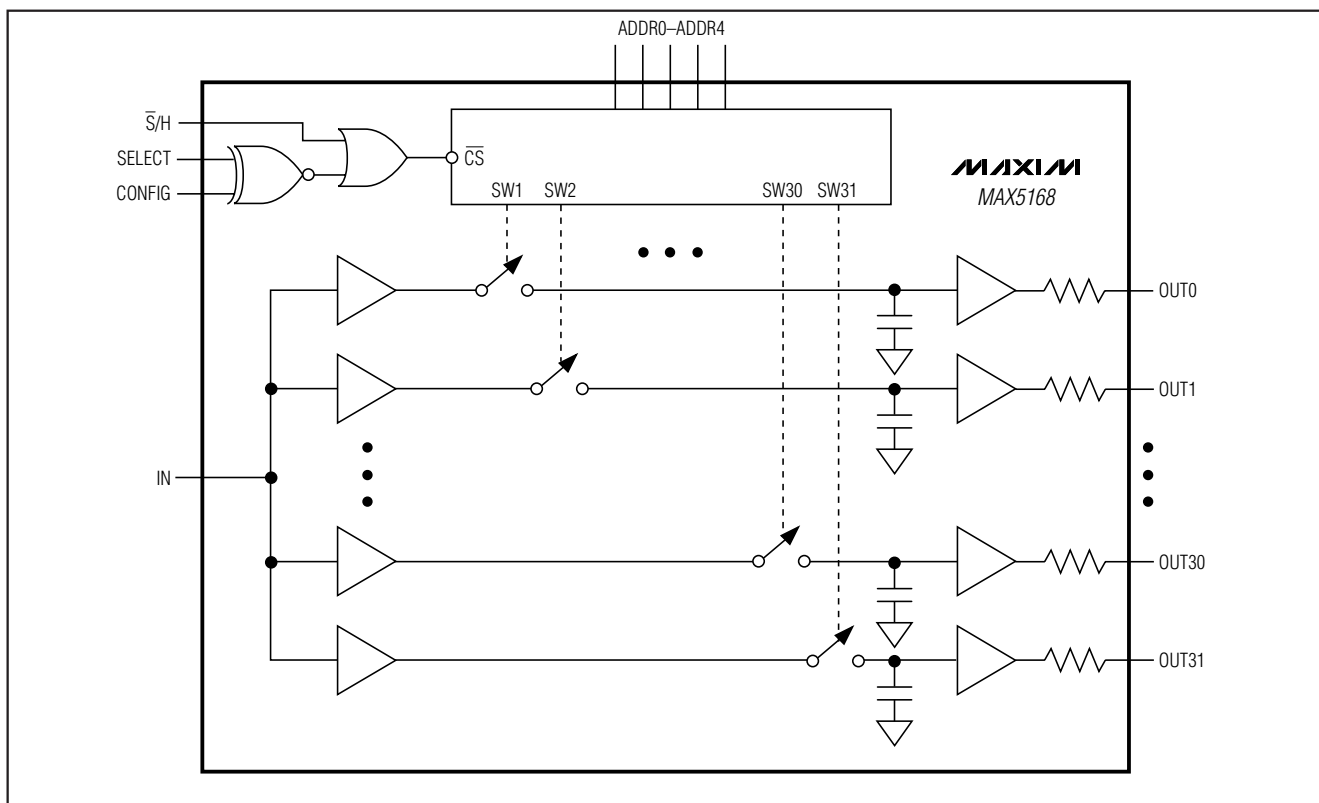


図1. ファンクションダイアグラム

詳細

デジタルインタフェース

MAX5168は、3個のロジック制御入力と5本のアドレスラインを備えています。アドレスラインは、標準のアドレス指定方式により32出力のうちの一つを選択する(表1)デマルチプレクサへの入力となります。アナログ入力は、制御ロジックにより、アドレス指定されたサンプル/ホールドに接続されます(表2)。

3本のロジック制御ラインは、アドレス指定されたサンプル/ホールドの状態を決定します。このデバイスの通常の回路接続においては、CONFIGとSELECTが相反するロジック電圧になるよう配線接続されます。SELECTとCONFIGが相反する状態にある時(一方がハイで他方がロー)、5本のアドレスラインはサンプル/ホールドの一つを選択します。選択されたチャンネルをサンプルモード又はホールドモードにするには、 \bar{S}/H ラインを使用します。残りの31のチャンネルはホールドモードのままになります。

アクティブハイのサンプリングモードが必要な場合は、 \bar{S}/H とCONFIGをローにします。この場合、SELECTはアドレス指定されたチャンネルをハイの状態で制御するため、そのチャンネルがサンプルモードになります。

SELECTピンとCONFIGピンは、2つのMAX5168を使用することにより、64チャンネルの仮想デバイスの設計を

実現できます。64出力のアドレス指定方式の詳細については、「アプリケーション情報」の項を参照して下さい。

サンプル/ホールド

MAX5168は、内部ホールドコンデンサを持つバッファ付サンプル/ホールド回路を32個備えています。内部ホールドコンデンサはリーク電流、誘電吸収、フィードスルー、及び必要なボード面積を最小化します。ホールドコンデンサの値はアキュイジション時間及びドループレートに影響を及ぼします。容量が小さいほどアキュイジション時間は高速になりますが、ドループレートも増加します。容量が大きくなると、ホールドアキュイジション時間が長くなります。MAX5168に使用されているホールドコンデンサは2.5 μ s(typ)の高速なアキュイジション時間を提供し、その一方で比較的低い1mV/s(typ)のドループレートを保持しているため、このサンプル/ホールドは高速のサンプリングに最適です。

サンプルモード

SELECTとCONFIGが相反するロジック状態にある時、 \bar{S}/H ラインは動作モードを制御します。サンプルモードは \bar{S}/H がローの時に有効になります。サンプルモード中は、選択されたマルチプレクサチャンネルがINに接続され、ホールドコンデンサが入力信号を収集するようになります。

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

MAX5168

表1. チャンネル/出力の選択

ADDR4	ADDR3	ADDR2	ADDR1	ADDR0	OUTPUT	
0	0	0	0	0	VOUT0	SELECTED
0	0	0	0	1	VOUT1	SELECTED
0	0	0	1	0	VOUT2	SELECTED
0	0	0	1	1	VOUT3	SELECTED
0	0	1	0	0	VOUT4	SELECTED
0	0	1	0	1	VOUT5	SELECTED
0	0	1	1	0	VOUT6	SELECTED
0	0	1	1	1	VOUT7	SELECTED
0	1	0	0	0	VOUT8	SELECTED
0	1	0	0	1	VOUT9	SELECTED
0	1	0	1	0	VOUT10	SELECTED
0	1	0	1	1	VOUT11	SELECTED
0	1	1	0	0	VOUT12	SELECTED
0	1	1	0	1	VOUT13	SELECTED
0	1	1	1	0	VOUT14	SELECTED
0	1	1	1	1	VOUT15	SELECTED
1	0	0	0	0	VOUT16	SELECTED
1	0	0	0	1	VOUT17	SELECTED
1	0	0	1	0	VOUT18	SELECTED
1	0	0	1	1	VOUT19	SELECTED
1	0	1	0	0	VOUT20	SELECTED
1	0	1	0	1	VOUT21	SELECTED
1	0	1	1	0	VOUT22	SELECTED
1	0	1	1	1	VOUT23	SELECTED
1	1	0	0	0	VOUT24	SELECTED
1	1	0	0	1	VOUT25	SELECTED
1	1	0	1	0	VOUT26	SELECTED
1	1	0	1	1	VOUT27	SELECTED
1	1	1	0	0	VOUT28	SELECTED
1	1	1	0	1	VOUT29	SELECTED
1	1	1	1	0	VOUT30	SELECTED
1	1	1	1	1	VOUT31	SELECTED

表2. CONFIG、SELECT、 \bar{S}/H のロジック表

\bar{S}/H (SAMPLE/HOLD)	CONFIG	SELECT	CHANNEL FUNCTION
0	0	0	Hold
0	0	1	Sampling
0	1	0	Sampling
0	1	1	Hold
1	X	X	Hold

X = Don't care.

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

正確なサンプリングを保証するには、サンプルモードを少なくとも4 μ s間保持します。サンプル/ホールドアンプの出力は、4 μ s経過後に入力を追跡します。入力をサンプリングするのは、選択されたマルチプレクサ上のアドレス指定されたチャンネルのみで、他のチャンネルは全てホールドモードのままになります。

ホールドモード

他の制御ラインの状態に関わりなく、 $\overline{S}/H = \text{ハイ}$ の時にMAX5168は全てのチャンネルがホールドモードになります。ホールドモードはマルチプレクサをディセーブルし、32のサンプル/ホールドを全て入力から切断します。チャンネルが切断されている時、ホールドコンデンサは出力におけるサンプリング電圧を1mV/s(typ)のドループレート(V_{DD} 方向)に保ちます。

ホールドステップ

サンプルモードとホールドモードを切り替える時、ホールドコンデンサの電圧は浮遊容量からのチャージインジェクションにより変動します。ホールドステップと呼ばれるこの電圧の変化は、ホールドコンデンサに見られる浮遊容量を制限することにより最小化できます。MAX5168は、ホールドステップを0.25mV(typ)に制限しています。この小さなホールドステップ誤差を除去するには、グラウンドへの出力コンデンサを使用して下さい。

出力

MAX5168は各マルチプレクサチャンネルに出力バッファ(合計32個)を備えているため、ホールドコンデンサにはドループレートを低下させるハイインピーダンス入力がかかります。コンデンサはホールドモード中1mV/s(typ)でドループします。バッファも低出力インピーダンスを提供しますが、MAX5168には出力を選択的にフィルタリングするためのバッファ出力(図1)と直列接続された出力抵抗が備わっています。さらに設計に柔軟性を持たせるため、MAX5168は50 Ω 、500 Ω 、又は1k Ω の出カインピーダンスで使用できるようになっています。

出力負荷はアナログ消費電流(I_{DD} 及び I_{SS})を増加させます。出力に過剰な負荷がかかると、消費電力が大きく増加します。「Absolute Maximum Ratings」に記載されている最大消費電力を超過しないようにして下さい。

出力抵抗(R_O)及び負荷インピーダンス(R_L)により形成される抵抗分圧器がサンプリングされた電圧(V_{SAMP})を計測します。出力電圧($V_{OUT_}$)は次の方法で判断して下さい。

$$\text{電圧利得} = A_V = R_L / (R_L + R_O)$$

$$V_{OUT_} = V_{SAMP} \times A_V$$

最大出力電圧範囲は、使用可能なアナログ電源電圧と、使用される倍率に依存します。

$$(V_{SS} + 0.75V) \times A_V \leq V_{OUT_} \leq (V_{DD} - 2.4V) \times A_V$$

$R_L = \infty$ の時、 $A_V = 1$ となり、この等式は次のようになります。

$$(V_{SS} + 0.75V) \leq V_{OUT} \leq (V_{DD} - 2.4V)$$

タイミングの定義

アキュジション時間(t_{AQ})は、ホールドコンデンサが正確なサンプルを収集するためにMAX5168がサンプルモードを保持しなければならない時間です。ホールドモードのセトリング時間(t_H)は、出力電圧が最終値に安定するまでに必要な時間です。アパーチャ遅延(t_{Ap})は、入力をホールドコンデンサから切断するのに必要な時間間隔です。ホールドパルス幅(t_{PW})は、アドレスが変更される間、MAX5168がホールドモードを保持しなければならない時間です。データセットアップ時間(t_{DS})は、アドレスが有効になる前にデジタル入力ピンにアドレスを保持しなければならない時間です。データホールド時間(t_{DH})は、装置がホールドモードになった後にアドレスを保持しなければならない時間です(図2)。

アプリケーション情報

DACの多重送信

図3に、標準的なデマルチプレクサアプリケーションを示します。各デジタルコードはデジタルアナログコンバータ(DAC)により変換され、MAX5168の32個の異なるチャンネルに保存されます。40mV/s(max)のドループレートでは、5Vのフルスケール電圧を持つ8ビットのDACに対して電圧が1/2LSBドループする前に、250ms毎にホールドコンデンサを更新する必要があります。

仮想64出力サンプル/ホールド

2つのMAX5168を、単一の64出力サンプル/ホールドとして動作するよう構成できます。上部と下部のアドレスが指定された各デバイスは、CONFIGのロジックレベルにより識別されます。上部のデバイスのCONFIGピンはローに接続し、SELECTピンをアクティブハイにします。下部のデバイスのCONFIGピンはハイに接続し、SELECTピンをアクティブローにします。図4に、これらの構成方法を示します。

このようにして、僅か6本のアドレスラインと単一の \overline{S}/H 制御を使用して64の出力を解読できるようになります。制御ロジックからのアドレスラインA0~A4は32チャンネルの両デバイスのADDR0~ADDR4に接続されます。A5ラインは両方のSELECTピンを切り替えてアクティブなピンを選択します。CONFIGがハイになっているデバイスは下部の32のアドレス(000000~011111)に応答し、CONFIGがグラウンド接続されているデバイスは上部の32のアドレス(100000~111111)に応答します。

シングル多重送入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

MAX5168

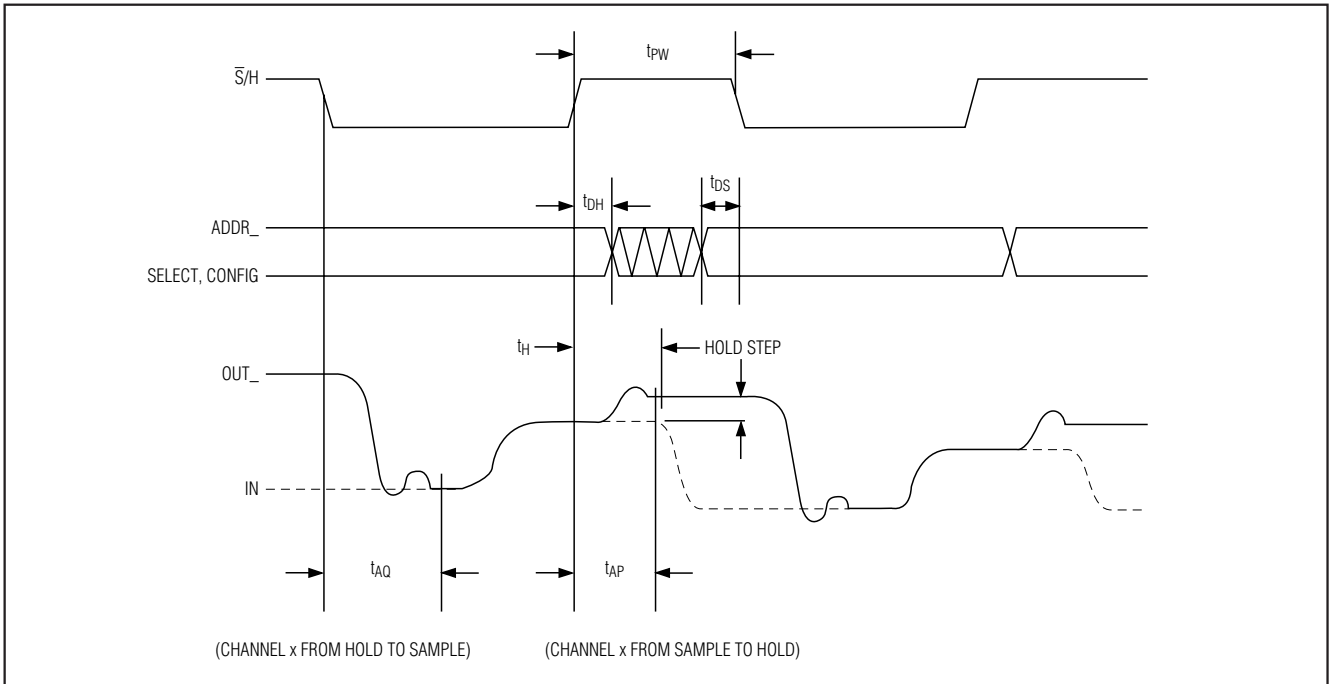


図2. タイミングダイアグラム

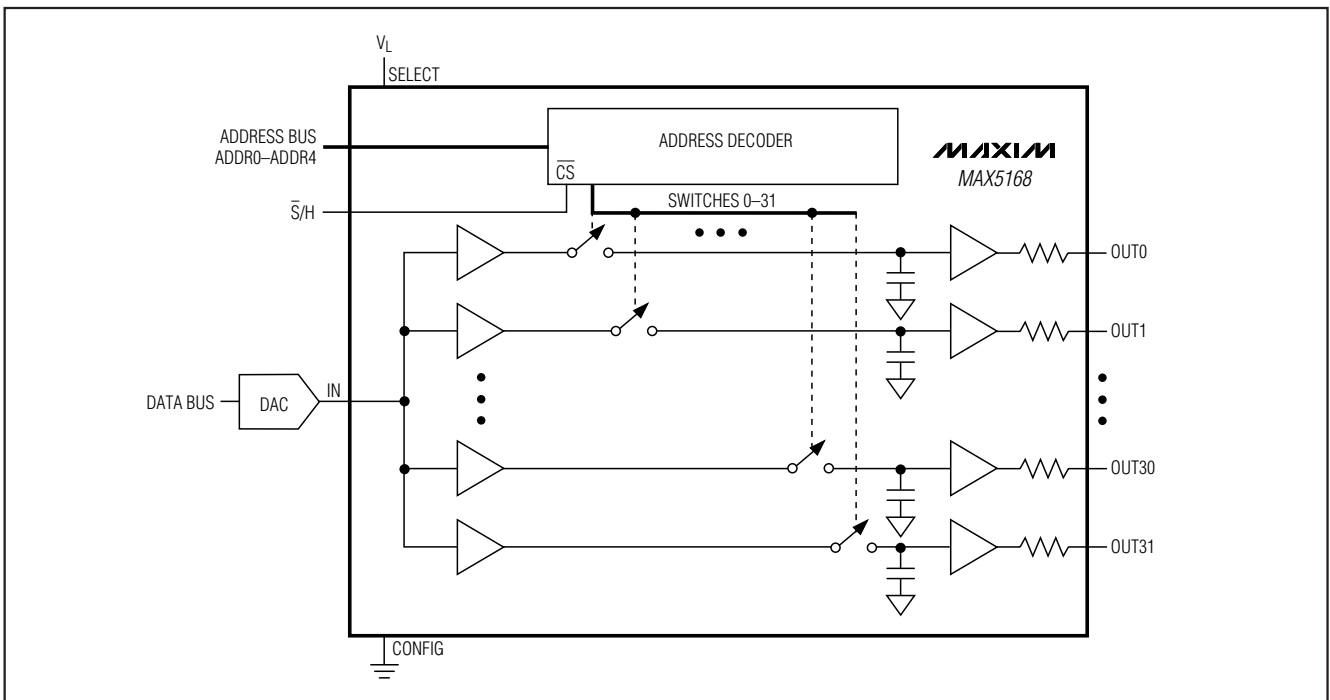


図3. DACの多重送信

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

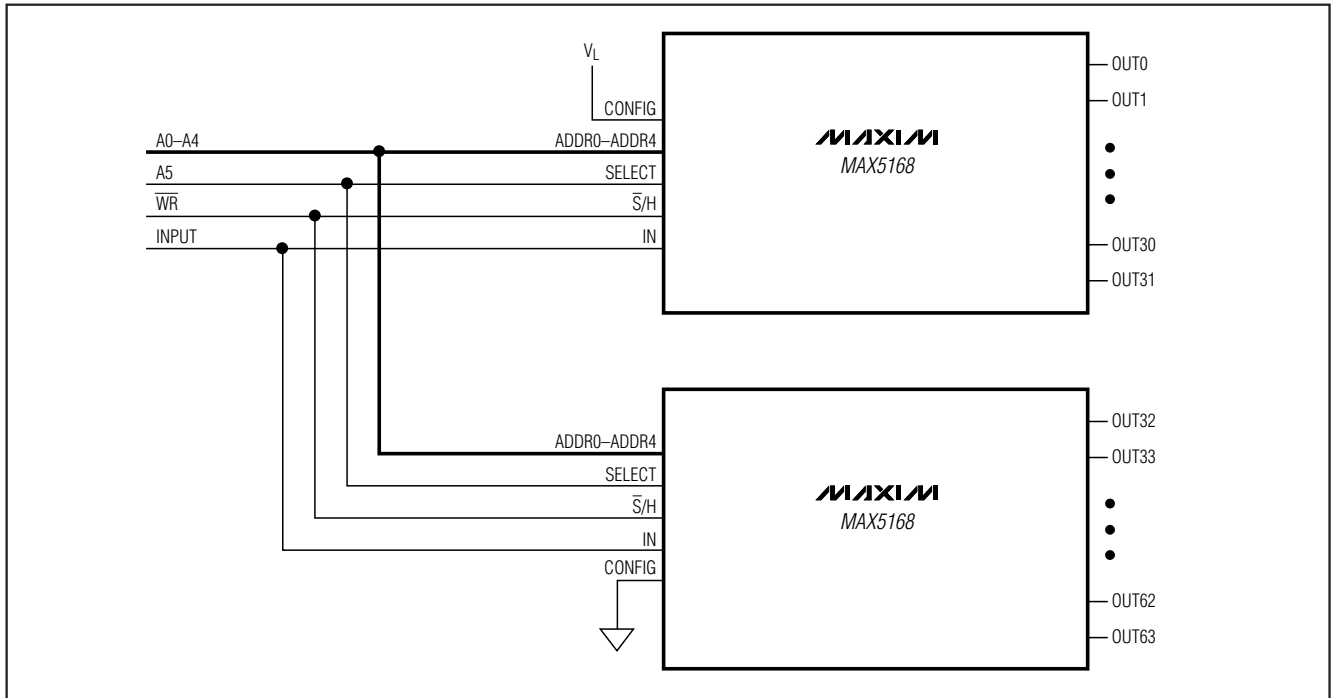


図4. 64出力サンプル/ホールド回路

入力ドライブの必要条件

MAX5168の入力は、32のハイインピーダンスバッファの入力になります。これらのバッファは、マルチプレクサスイッチ抵抗を通じてサンプル/ホールドコンデンサを充電するものです。選択されたバッファのバイアス電流は $10\mu\text{A}$ で、これは 10pF の入力コンデンサに送り込まれます。図5に、入力等価回路を示します。他の31のサンプル/ホールドのバイアス電流は、選択されているチャンネルのバイアス電流と比較すると非常に小さくなっています。

MAX5168のパワーアップ

MAX5168にはラッチアップを避けるための特別なパワーアップシーケンスは必要ありません。素子が動作するには、3個の個別の電源電圧が必要です。但し、1つ又は2つの電圧を利用できない場合は、DC-DCチャージポンプ(スイッチトキャパシタ)コンバータを使用することにより単純で効率的な解決法を提供できます。MAX860には電圧の倍加又は反転機能が備わっており、+5Vから+10V又は+5Vから-5Vへの変換に最適です。

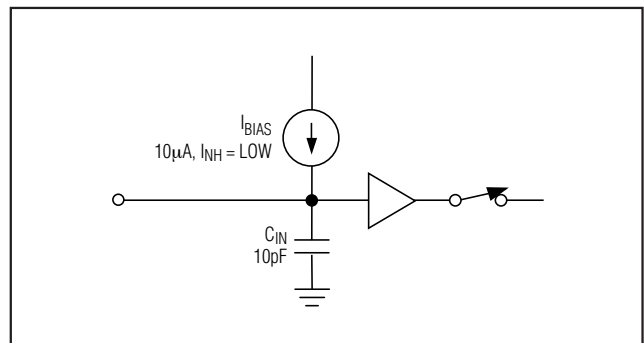


図5. 入力等価回路

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 6961

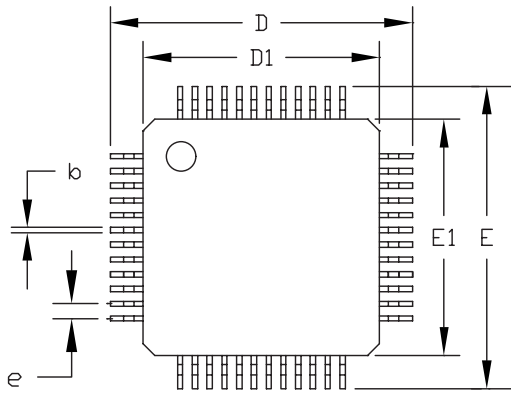
シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

パッケージ

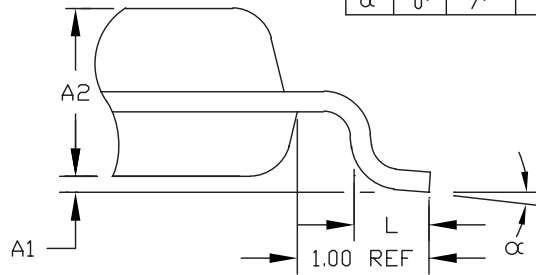
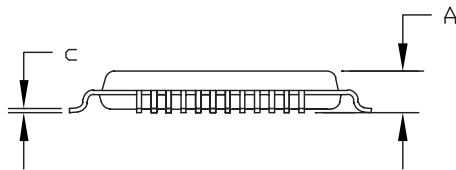
(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)

MAX5168

32L/48L_TQFP.EPS



	JEDEC VARIATION			
	BC		BE	
	32 LEAD		48 LEAD	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	---	1.60	---	1.60
A ₁	0.05	0.15	0.05	0.15
A ₂	1.35	1.45	1.35	1.45
D	8.90	9.10	8.90	9.10
D ₁	7.00	BSC.	7.00	BSC.
E	8.90	9.10	8.90	9.10
E ₁	7.00	BSC.	7.00	BSC.
e	0.8	BSC.	0.5	BSC.
L	0.45	0.75	0.45	0.75
b	0.30	0.45	0.17	0.27
c	0.09	0.20	0.09	0.20
α	0°	7°	0°	7°



NOTES:

1. ALL DIMENSIONING AND TOLERANCING CONFORM TO ANSI Y14.5-1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. THIS OUTLINE CONFORMS TO JEDEC PUBLICATION 95 REGISTRATION MO-136, VARIATIONS BC AND BE.
4. LEADS SHALL BE COPLANAR WITHIN .004 INCH.

MAXIM		
<small>PROPRIETARY INFORMATION</small>		
<small>TITLE: PACKAGE OUTLINE, 32/48L, 7x7x1.4 MM TQFP</small>		
<small>APPROVAL</small>	<small>DOCUMENT CONTROL NO.</small> 21-0054	<small>REV</small> D 1/1

シングル多重送信入力付 32チャンネルサンプル/ホールドアンプ

MAX5168

NOTES

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシムは完全にマキシム製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

12 _____ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2000 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. **MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.