

EVALUATION KIT  
AVAILABLE**MAXIM**

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

## 概要

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415は、+5V単一(MAX7408/MAX7411)又は+3V単一(MAX7412/MAX7415)電源で動作する5次のローパス、エリプティック、スイッチトキャパシタフィルタ(SCF)です。消費電流は僅か1.2mAで、コーナ周波数が1Hzから15kHzまでのため、低電力のDACポストフィルタリングやアンチエイリアシングアプリケーションに最適です。低消費電力モードで使用すれば、動作電流を0.2μAにまで抑えることができます。

クロックは2種類あります。セルフクロック(外付コンデンサ1個が必要)あるいは、カットオフ周波数のコーナを急峻にしたい場合は外部クロックを使用します。オフセット調整ピンにより、DC出力レベルを調整できます。

MAX7408/MAX7412は、遷移比1.6という急峻なロールオフ特性と、減衰量53dBのストップバンドを実現します。MAX7411/MAX7415は、遷移比1.25という急峻なロールオフ特性と、減衰量37dBのストップバンドを実現します。周波数特性が固定なので、設計者はクロック周波数を選ぶだけです。

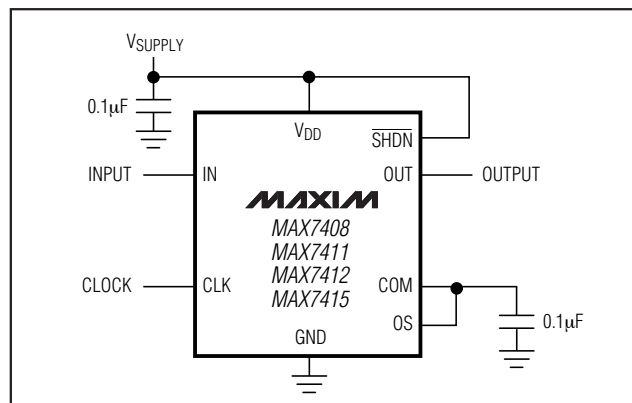
## アプリケーション

ADCアンチエイリアシング      CT2基地局  
DACポストフィルタリング      音声処理

## 選択ガイド

部品番号	遷移比	動作電圧(V)
MAX7408	r = 1.6	+5
MAX7411	r = 1.25	+5
MAX7412	r = 1.6	+3
MAX7415	r = 1.25	+3

## 標準動作回路



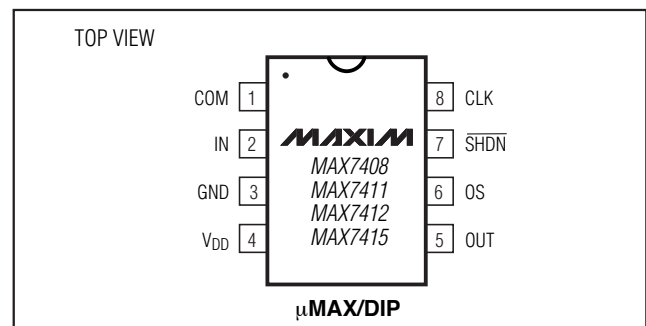
## 特長

- ◆ 5次エリプティックローパスフィルタ
- ◆ 低ノイズおよび低歪み：-80dB THD+ノイズ
- ◆ クロックによりコーナ周波数が調整可能 (1Hz ~ 15kHz)
- ◆ 単一電源動作：
  - +5V(MAX7408/MAX7411)
  - +3V(MAX7412/MAX7415)
- ◆ 低消費電力：
  - 1.2mA(動作モード)
  - 0.2μA(シャットダウンモード)
- ◆ パッケージ：8ピンμMAX/DIP
- ◆ 低出力オフセット：±4mV

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
<b>MAX7408</b> CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX7408CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX7408EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX7408EUA	-40°C to +85°C	8 μMAX
<b>MAX7411</b> CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX7411CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX7411EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX7411EUA	-40°C to +85°C	8 μMAX
<b>MAX7412</b> CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX7412CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX7412EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX7412EUA	-40°C to +85°C	8 μMAX
<b>MAX7415</b> CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX7415CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX7415EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX7415EUA	-40°C to +85°C	8 μMAX

## ピン配置

**MAXIM**

Maxim Integrated Products 1

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V <sub>DD</sub> to GND	-0.3V to +6V
IN, OUT, COM, OS, CLK, $\overline{\text{SHDN}}$	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)
OUT Short-Circuit Duration	1sec
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
8-Pin DIP (derate 6.90mW/°C above +70°C)	552mW
8-Pin $\mu$ MAX (derate 4.1mW/°C above +70°C)	330mW

## Operating Temperature Ranges

MAX74__C_A	0°C to +70°C
MAX74__E_A	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

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—MAX7408/MAX7411

(V<sub>DD</sub> = +5V; filter output measured at OUT, 10k $\Omega$  || 50pF load to GND at OUT,  $\overline{\text{SHDN}}$  = V<sub>DD</sub>, OS = COM, 0.1 $\mu$ F from COM to GND, f<sub>CLK</sub> = 100kHz, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>FILTER</b>						
Corner-Frequency Range	f <sub>C</sub>	(Note 1)	0.001 to 15			kHz
Clock-to-Corner Ratio	f <sub>CLK</sub> /f <sub>C</sub>		100:1			
Clock-to-Corner Tempco			10			ppm/°C
Output Voltage Range			0.25	V <sub>DD</sub> - 0.25		V
Output Offset Voltage	V <sub>OFFSET</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>COM</sub> = V <sub>DD</sub> / 2		±4	±25	mV
DC Insertion Gain with Output Offset Removed		V <sub>COM</sub> = V <sub>DD</sub> / 2 (Note 2)	0	0.2	0.4	dB
Total Harmonic Distortion plus Noise	THD+N	f <sub>IN</sub> = 200Hz, V <sub>IN</sub> = 4Vp-p, measurement bandwidth = 22kHz		-81		dB
Offset Voltage Gain	A <sub>OS</sub>	OS to OUT		1		V/V
COM Voltage Range	V <sub>COM</sub>	Input, COM externally driven	$\frac{V_{DD}}{2} - 0.5$	$\frac{V_{DD}}{2}$	$\frac{V_{DD}}{2} + 0.5$	V
		Output, COM internally driven	$\frac{V_{DD}}{2} - 0.2$	$\frac{V_{DD}}{2}$	$\frac{V_{DD}}{2} + 0.2$	
Input Voltage Range at OS	V <sub>OS</sub>	Measured with respect to COM	±0.1			V
Input Resistance at COM	R <sub>COM</sub>		110	180		k $\Omega$
Clock Feedthrough		T <sub>A</sub> = +25°C	5			mVp-p
Resistive Output Load Drive	R <sub>L</sub>		10	1		k $\Omega$
Maximum Capacitive Load at OUT	C <sub>L</sub>		50	500		pF
Input Leakage Current at COM		$\overline{\text{SHDN}}$ = GND, V <sub>COM</sub> = 0 to V <sub>DD</sub>		±0.2	±10	$\mu$ A
Input Leakage Current at OS		V <sub>OS</sub> = 0 to V <sub>DD</sub>		±0.2	±10	$\mu$ A
<b>CLOCK</b>						
Internal Oscillator Frequency	f <sub>OSC</sub>	C <sub>OSC</sub> = 1000pF (Note 3)	19	27	34	kHz
Clock Output Current (Internal Oscillator Mode)	I <sub>CLK</sub>			±12	±20	$\mu$ A
Clock Input High	V <sub>IH</sub>		4.5			V
Clock Input Low	V <sub>IL</sub>				0.5	V

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX7408/MAX7411 (continued)

( $V_{DD} = +5V$ ; filter output measured at OUT,  $10k\Omega \parallel 50pF$  load to GND at OUT,  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ , OS = COM,  $0.1\mu F$  from COM to GND,  $f_{CLK} = 100kHz$ ,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>POWER REQUIREMENTS</b>						
Supply Voltage	$V_{DD}$		4.5		5.5	V
Supply Current	$I_{DD}$	Operating mode, no load		1.16	1.5	mA
Shutdown Current	$I_{\overline{SHDN}}$	$\overline{SHDN} = GND$		0.2	1	$\mu A$
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	Measured at DC		70		dB
<b>SHUTDOWN</b>						
$\overline{SHDN}$ Input High	$V_{SDH}$		4.5			V
$\overline{SHDN}$ Input Low	$V_{SDL}$				0.5	V
$\overline{SHDN}$ Input Leakage Current		$V_{\overline{SHDN}} = 0$ to $V_{DD}$		$\pm 0.2$	$\pm 10$	$\mu A$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX7412/MAX7415

( $V_{DD} = +3V$ , filter output measured at OUT pin,  $10k\Omega \parallel 50pF$  load to GND at OUT,  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ , OS = COM,  $0.1\mu F$  from COM to GND,  $f_{CLK} = 100kHz$ ;  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>FILTER CHARACTERISTICS</b>						
Corner-Frequency Range	$f_C$	(Note 1)		0.001 to 15		kHz
Clock-to-Corner Ratio	$f_{CLK}/f_C$			100:1		
Clock-to-Corner Tempco				10		ppm/ $^\circ C$
Output Voltage Range			0.25	$V_{DD} - 0.25$		V
Output Offset Voltage	$V_{OFFSET}$	$V_{IN} = V_{COM} = V_{DD} / 2$		$\pm 4$	$\pm 25$	mV
DC Insertion Gain with Output Offset Removed		$V_{COM} = V_{DD} / 2$ (Note 2)	0	0.2	0.4	dB
Total Harmonic Distortion plus Noise	THD+N	$f_{IN} = 200Hz$ , $V_{IN} = 2.5V_{p-p}$ , measurement bandwidth = 22kHz		-79		dB
Offset Voltage Gain	$A_{OS}$	OS to OUT		1		V/V
COM Voltage Range	$V_{COM}$		$\frac{V_{DD}}{2} - 0.1$	$\frac{V_{DD}}{2}$	$\frac{V_{DD}}{2} + 0.1$	V
Input Voltage Range at OS	$V_{OS}$	Measured with respect to COM		$\pm 0.1$		V
Input Resistance at COM	$R_{COM}$		110	180		$k\Omega$
Clock Feedthrough		$T_A = +25^\circ C$		3		mVp-p
Resistance Output Load Drive	$R_L$		10	1		$k\Omega$
Maximum Capacitive Load at OUT	$C_L$		50	500		pF
Input Leakage Current at COM		$\overline{SHDN} = GND$ , $V_{COM} = 0$ to $V_{DD}$		$\pm 0.2$	$\pm 10$	$\mu A$
Input Leakage Current at OS		$V_{OS} = 0$ to $V_{DD}$		$\pm 0.2$	$\pm 10$	$\mu A$

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX7412/MAX7415 (continued)

( $V_{DD} = +3V$ , filter output measured at OUT pin,  $10k\Omega \parallel 50pF$  load to GND at OUT,  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ , OS = COM,  $0.1\mu F$  from COM to GND,  $f_{CLK} = 100kHz$ ;  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>CLOCK</b>						
Internal Oscillator Frequency	$f_{OSC}$	$C_{OSC} = 1000pF$ (Note 3)	19	27	34	kHz
Clock Output Current (Internal Oscillator Mode)	$I_{CLK}$	$V_{CLK} = 0$ or $3V$		$\pm 12$	$\pm 20$	$\mu A$
Clock Input High	$V_{IH}$		2.5			V
Clock Input Low	$V_{IL}$				0.5	V
<b>POWER REQUIREMENTS</b>						
Supply Voltage	$V_{DD}$		2.7		3.6	V
Supply Current	$I_{DD}$	Operating mode, no load		1.13	1.5	mA
Shutdown Current	$I_{\overline{SHDN}}$	$\overline{SHDN} = GND$		0.2	1	$\mu A$
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	Measured at DC		70		dB
<b>SHUTDOWN</b>						
$\overline{SHDN}$ Input High	$V_{SDH}$		2.5			V
$\overline{SHDN}$ Input Low	$V_{SDL}$				0.5	V
$\overline{SHDN}$ Input Leakage Current		$V_{\overline{SHDN}} = 0$ to $V_{DD}$		$\pm 0.2$	$\pm 10$	$\mu A$

## ELLIPTIC FILTER ( $r = 1.6$ ) CHARACTERISTICS—MAX7408/MAX7412

( $V_{DD} = +5V$  for MAX7408,  $V_{DD} = +3V$  for MAX7412; filter output measured at OUT;  $10k\Omega \parallel 50pF$  load to GND at OUT;  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ;  $V_{COM} = V_{OS} = V_{DD} / 2$ ;  $f_{CLK} = 100kHz$ ;  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ ; unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Insertion Gain with DC Gain Error Removed (Note 4)	$f_{IN} = 0.34f_C$	-0.4	-0.2	0.4	dB
	$f_{IN} = 0.63f_C$	-0.4	0.2	0.4	
	$f_{IN} = 0.84f_C$	-0.4	-0.2	0.4	
	$f_{IN} = 0.96f_C$	-0.4	0.2	0.4	
	$f_{IN} = f_C$	-0.7	-0.2	0.2	
	$f_{IN} = 1.60f_C$		-53.4	-50	
	$f_{IN} = 1.90f_C$		-53.4	-50	
	$f_{IN} = 4.62f_C$		-53.4	-50	

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

## ELLIPTIC FILTER ( $r = 1.25$ ) CHARACTERISTICS – MAX7411/MAX7415

( $V_{DD} = +5V$  for MAX7411,  $V_{DD} = +3V$  for MAX7415; filter output measured at OUT;  $10k\Omega \parallel 50pF$  load to GND at OUT;  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ,  $V_{COM} = V_{OS} = V_{DD} / 2$ ;  $f_{CLK} = 100kHz$ ;  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ ; unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Insertion Gain with DC Gain Error Removed (Note 4)	$f_{IN} = 0.38f_C$	-0.4	-0.2	0.4	dB
	$f_{IN} = 0.68f_C$	-0.4	0.2	0.4	
	$f_{IN} = 0.87f_C$	-0.4	-0.2	0.4	
	$f_{IN} = 0.97f_C$	-0.4	0.2	0.4	
	$f_{IN} = f_C$	-0.7	-0.2	0.2	
	$f_{IN} = 1.25f_C$		-38.5	-34	
	$f_{IN} = 1.43f_C$		-37.2	-35	
	$f_{IN} = 3.25f_C$		-37.2	-35	

**Note 1:** The maximum  $f_C$  is defined as the clock frequency  $f_{CLK} = 100 \cdot f_C$  at which the peak SINAD drops to 68dB with a sinusoidal input at  $0.2f_C$ .

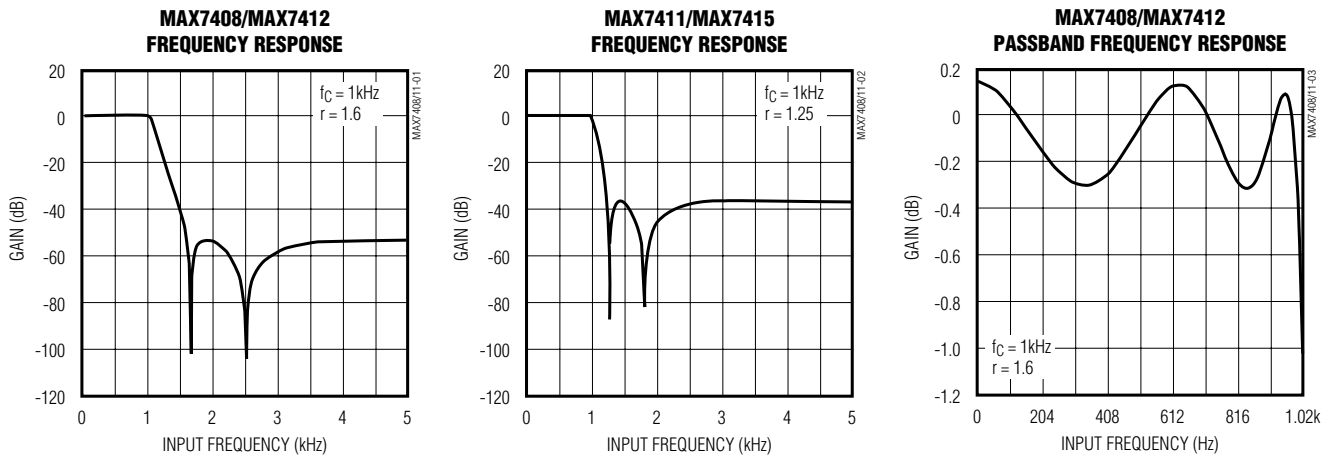
**Note 2:** DC insertion gain is defined as  $\Delta V_{OUT} / \Delta V_{IN}$ .

**Note 3:**  $f_{OSC} (kHz) \approx 27 \cdot 10^3 / C_{OSC}$  ( $C_{OSC}$  in pF).

**Note 4:** The input frequencies,  $f_{IN}$ , are selected at the peaks and troughs of the ideal elliptic frequency responses.

## 標準動作特性

( $V_{DD} = +5V$  for MAX7408/MAX7411,  $V_{DD} = +3V$  for MAX7412/MAX7415;  $f_{CLK} = 100kHz$ ;  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ;  $V_{COM} = V_{OS} = V_{DD} / 2$ ;  $T_A = +25^\circ C$ ; unless otherwise noted.)

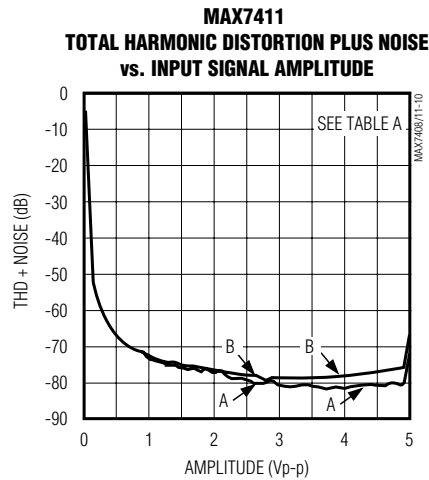
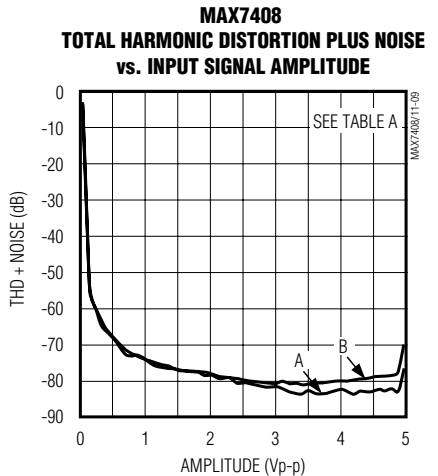
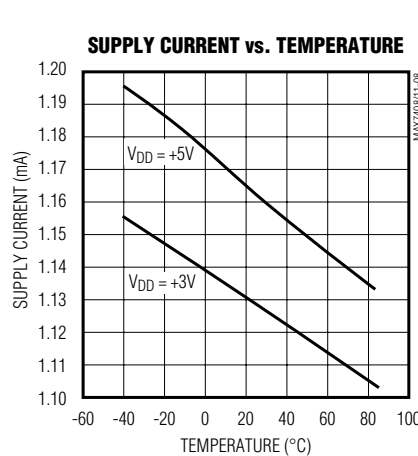
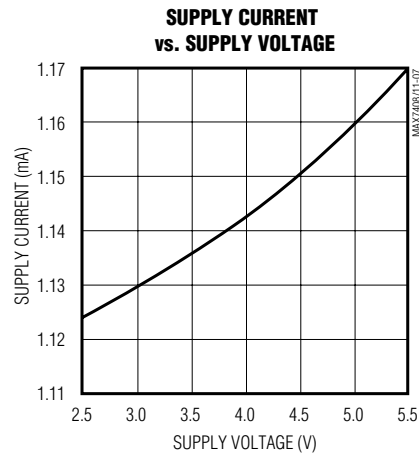
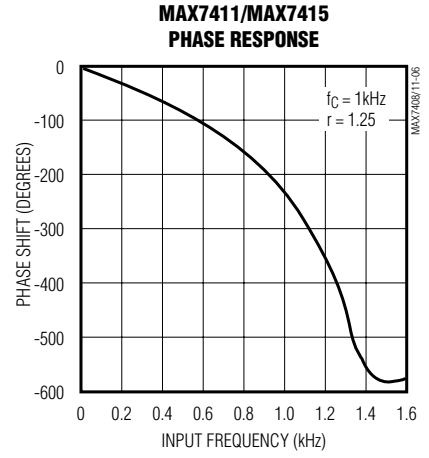
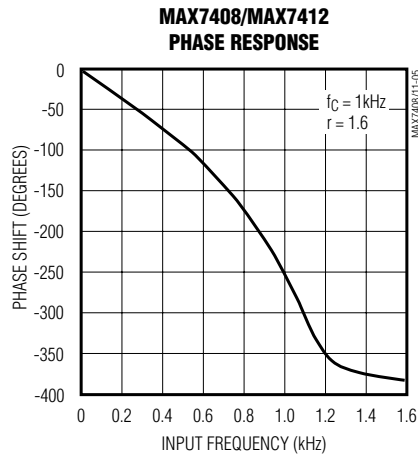
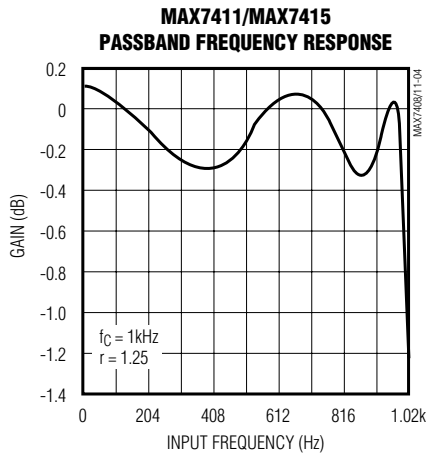


# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

## 標準動作特性(続き)

( $V_{DD} = +5V$  for MAX7408/MAX7411,  $V_{DD} = +3V$  for MAX7412/MAX7415;  $f_{CLK} = 100kHz$ ;  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ;  $V_{COM} = V_{OS} = V_{DD} / 2$ ;  $T_A = +25^\circ C$ ; unless otherwise noted.)



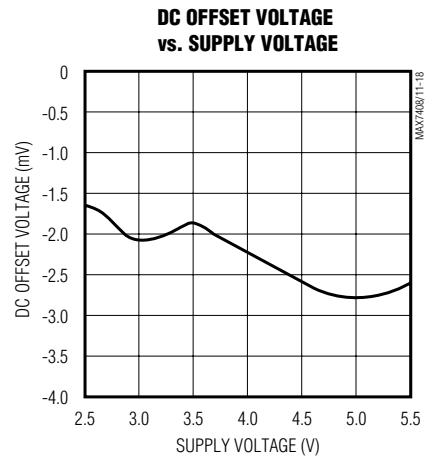
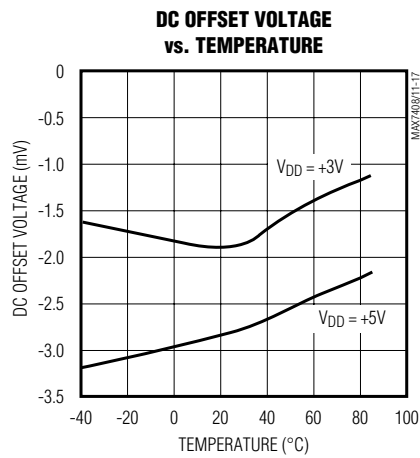
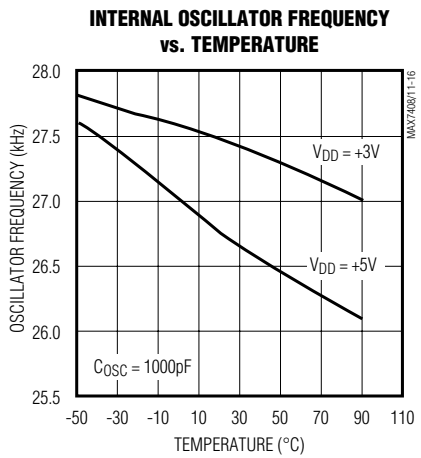
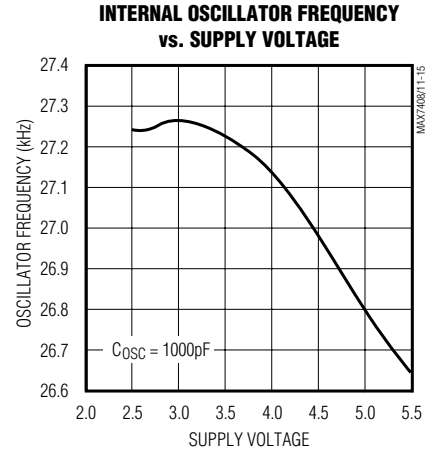
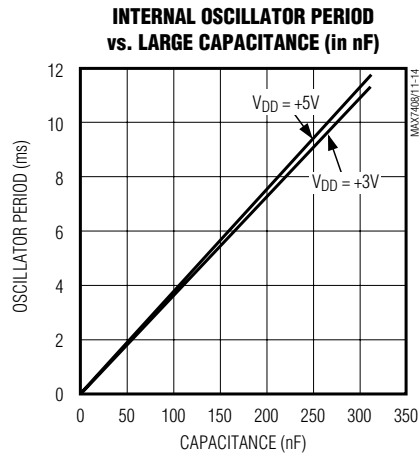
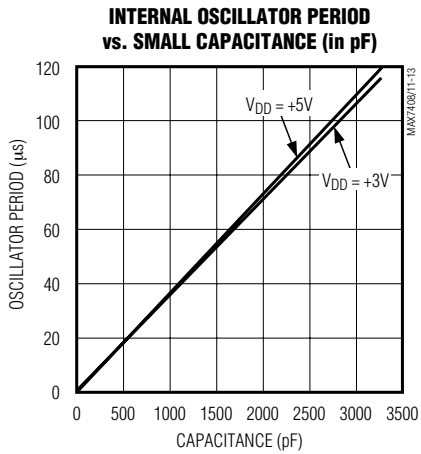
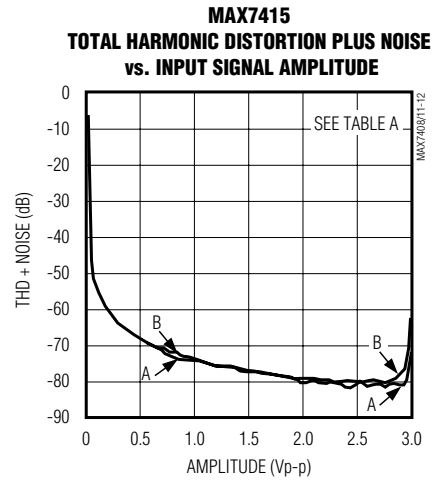
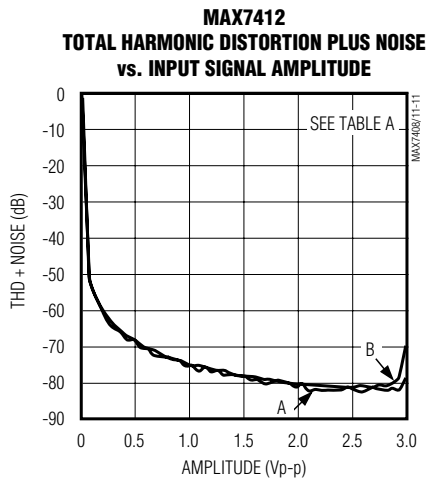
**Table A. THD + Noise Test Conditions**

LABEL	$f_{IN}$ (Hz)	$f_C$ (kHz)	$f_{CLK}$ (kHz)	MEASUREMENT BANDWIDTH (kHz)
A	200	1	100	22
B	1k	5	500	80

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

## 標準動作特性(続き)

( $V_{DD} = +5V$  for MAX7408/MAX7411,  $V_{DD} = +3V$  for MAX7412/MAX7415;  $f_{CLK} = 100kHz$ ;  $\overline{SHDN} = V_{DD}$ ;  $V_{COM} = V_{OS} = V_{DD} / 2$ ;  $T_A = +25^{\circ}C$ ; unless otherwise noted.)



MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

# 5次、ローパス、エリプティック、スイッチトキャパシタフィルタ

## 端子説明

端子	名称	機能
1	COM	コモン入力ピン。内部で中点の電源にバイアス。外部へは0.1μFのコンデンサを介してGNDへ接続。内部バイアスを無効にするには外部電圧で駆動。
2	IN	フィルタ入力
3	GND	グラウンド
4	V <sub>DD</sub>	正電圧入力。MAX7408/MAX7411は+5V ; MAX7412/MAX7415は+3V
5	OUT	フィルタ出力
6	OS	オフセット調整入力。出力オフセットの調整には、分圧抵抗付きのOSを外部電源とグラウンドの間にバイアス。オフセット調整が不要の場合、OSとCOMを接続。
7	$\overline{\text{SHDN}}$	シャットダウン入力。シャットダウンモードにする場合はロー ; 通常動作にはハイ又はV <sub>DD</sub> に接続。
8	CLK	クロック入力。CLKからの外付けコンデンサ(C <sub>OSC</sub> )をGNDに接続して、内部発振器の周波数を設定。内部発振器を無効とするには、外部クロックに接続。

## 詳細

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415ファミリは5次のエリプティックローパスフィルタで、急峻なロールオフ特性と良好な阻止特性が得られます。クロック/コーナ周波数比は100:1、最大コーナ周波数は15kHzです。

スイッチトキャパシタフィルタ(SCF)の多くは、バイクウッドで設計されています。各ステージは2ポール・ゼロペアとなっており、カスケード接続することによって高次のフィルタを構成できます。バイクウッド型の利点は設計が簡単なことです。しかし各ステージのQが高い場合、部品のばらつきによって特性が大きく変化しがちです。MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415では、バイクウッド型に代わってスイッチトキャパシタ積分器を用い、加算およびスケールリングを行って受動部品回路を実現しました。受動部品回路はCADを用いて設計することもできますが、多くのフィルタ関連書籍にも解説されています。図1に、基本的なラダータイプの5次エリプティックフィルタの構成を示します。

受動ラダーフィルタに沿ったスイッチトキャパシタフィルタは、ラダータイプの利点を多く受け継いでいます。理由は各受動部品が、シングル・ポールゼロ

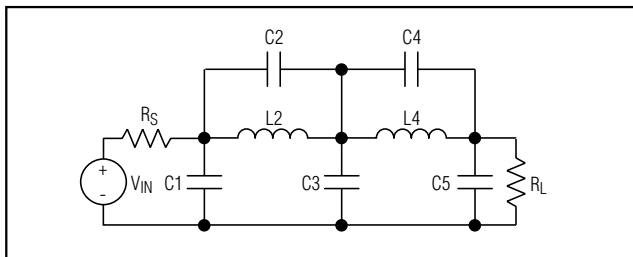


図1. ラダータイプの5次エリプティックフィルタ回路

ペアだけでなくフィルタ全体の特性に影響するため、受動ラダーフィルタでは特性への影響がカスケード接続のバイクウッド型に比べて少なくなります。すなわちバイクウッド構成では不整合部品の特性がそれぞれの極での総合エラーとなるのに対し、ラダー・タイプではエラーを全体の極に分散できます。

## エリプティック特性

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415のローパスエリプティックフィルタは、一般的な4つの形式のフィルタ(バターワース、ベッセル、チェビシェフ、エリプティック)が持つような、周波数に対して極めて急峻なロールオフ特性を示します。阻止帯域のゼロ点との組み合わせで通過帯域の端近くの極のQが高くなるため、エリプティックフィルタは急峻な減衰特性が得られます。それゆえ、これらのデバイスは単一電源動作の、アンチエリアシングやDACのポストフィルタリングに最適です(「アンチエリアシング及びDACポストフィルタリング」の項を参照)。

さらに周波数領域では、最初の伝達ゼロ時にフィルタ振幅が最低値に達します。このポイントを超えると、周波数の増加と共に次の伝達ゼロ値まで上昇します。阻止帯域は阻止周波数、 $f_s$ の点から始まります。 $f_s$ 以上の周波数では、フィルタ利得は $f_s$ での利得を上回ることはありません。コーナ周波数、 $f_c$ は、フィルタ出力の減衰量が通過帯域リップルを下まわった点と定義されます。遷移比( $r$ )は、阻止周波数とコーナ周波数との比で定義されます ;

$$r = f_s / f_c$$

MAX7408/MAX7412の遷移比は1.6、ストップバンド減衰量は53dB(typ)です。MAX7411/MAX7415の遷移比は1.25(より急峻なロールオフの場合)で、ストップバンド減衰量は37dB(typ)です。



# 5次、ローパス、エリプティック、スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

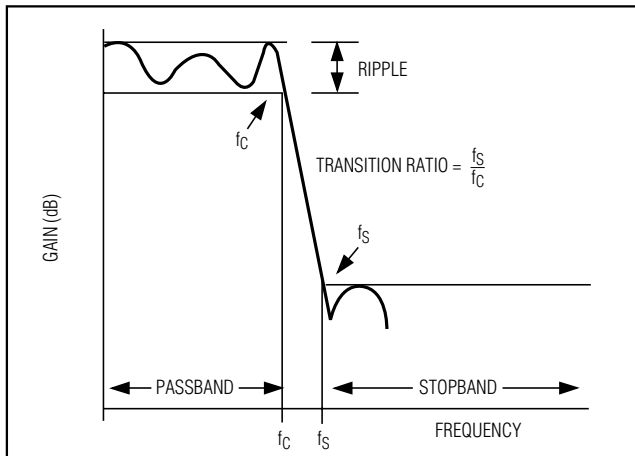


図2. エリプティックフィルタ特性

クロック信号

外部クロック

外部クロックによる動作では、これらのSCFは40%～60%のデューティサイクルで動作します。外部クロックを使用する際は、CLKピンを0～V<sub>DD</sub>で駆動するCMOSゲートとドライブさせてください。フィルタのコーナ周波数を変更するには、外部クロックの周波数を変化させてください。

$$f_c = \frac{f_{CLK}}{100}$$

内部クロック

内部発振器を用いた場合、発振器周波数はCLKの容量(C<sub>osc</sub>)で決定されます。

$$f_{osc}(kHz) = \frac{27 \cdot 10^3}{C_{osc}(pF)}$$

C<sub>osc</sub>は数pFと極めて小容量になっているため、内部発振器に影響を与えないよう、CLK端子での浮遊容量を最小限に抑える必要があります。クロック対コーナ周波数比は100:1なので、内部発振器の周波数を変化させることで、フィルタのコーナ周波数を変化できます。例えば内部発振器周波数を100kHzとすると、コーナ周波数は公称1kHzとなります。

内部インピーダンスとクロック周波数

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415の入力インピーダンスは、結果的にはスイッチトキャパシタの抵抗(後述の式参照)であり、周波数に反比例します。入力電流が連続して流れないため、この式で求められる入力インピーダンスの値は、入力インピーダンスの平均値です。一般的には、駆動源の電源抵抗をフィルタの入力インピーダンスの10%以下にします。

フィルタ入力インピーダンスは、次式で算出できます；

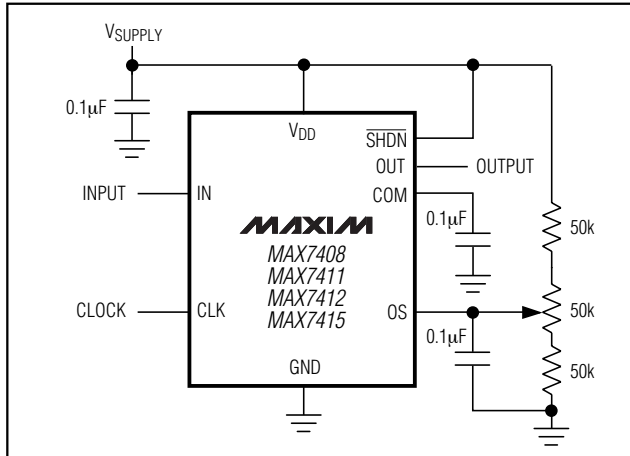


図3. オフセット調整回路

$$Z_{IN} = \frac{1}{(f_{CLK} \cdot C_{IN})}$$

ここで、f<sub>CLK</sub>はクロック周波数、C<sub>IN</sub>=1pFです。

低電力シャットダウンモード

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415はSHDNをローにすると動作するシャットダウンモードを備えています。シャットダウンモード時にはフィルタの消費電流を0.2µAに抑えることができ、フィルタ出力はハイインピーダンスとなります。通常動作には、SHDNをハイにするかV<sub>DD</sub>に接続してください。

アプリケーション情報

オフセット(OS)およびコモンコード(COM)入力調整

COMはコモンモードの入力電圧を設定し、ここには内部の抵抗分圧器を介し中点の電源からバイアスされます。オフセット調整が不要な場合、OSをCOMに接続してください。オフセット調整を行う場合は、図3のように抵抗によって分圧回路を構成し外部からOSにバイアス電圧を供給します。DCレベルのシフトが必要な場合は、OSをCOMに応じて調整します。(注：OS端子は、無接続にしないでください。)出力電圧は、以下の式で表されます。

$$V_{OUT} = (V_{IN} - V_{COM}) + V_{OS}$$

$$V_{COM} = \frac{V_{DD}}{2} \text{ (typical)}$$

ここで(V<sub>IN</sub>-V<sub>COM</sub>)はSCFによりローパスフィルタリングされた電圧、OSは出力段で加えられる電圧です。COMおよびOSの入力電圧範囲については、「Electrical Characteristics」の表を参照して下さい。中点の電源よりCOMやOSの電圧を大幅に変化させると、ダイナミックレンジが減少します。

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

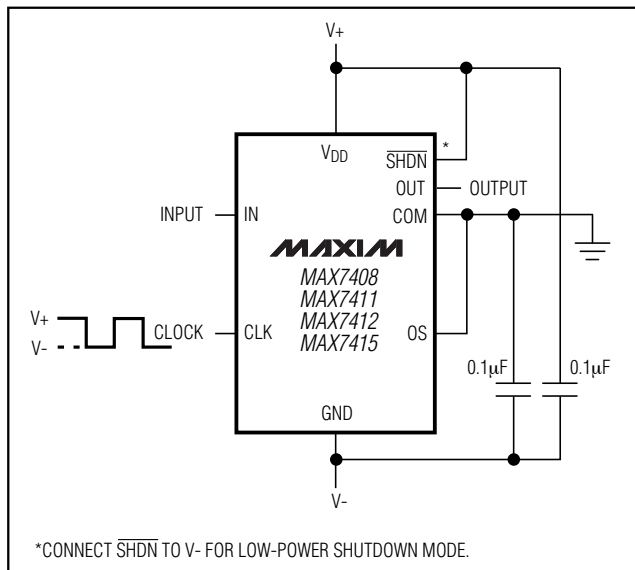


図4. デュアル電源動作

## 電源

MAX7408/MAX7411は+5V単一電源、またMAX7412/MAX7415は+3V単一電源で動作します。V<sub>DD</sub>は0.1µFのコンデンサを介してGNDにバイパスして下さい。デュアル電源動作の場合はCOMピンをシステムのグラウンドに、またGNDピンは負電源に接続します。図4にデュアル電源を使用した場合の回路例を示します。単一電源動作、またデュアル電源動作でも、デバイス性能は同じです。いずれの電源動作でも、CLKおよびSHDNは

GND(V-デュアル電源の場合)からV<sub>DD</sub>までドライブできます。MAX7408/MAX7411には±2.5V、MAX7412/MAX7415には±1.5Vを供給して下さい。±5Vのデュアル電源で動作させる場合は、MAX291/MAX292/MAX295/MAX296およびMAX293/MAX294/MAX297のデータシートを参照してください。

## 入力信号の振幅範囲

入力信号の最適範囲は、所要のコーナ周波数に対し信号対雑音プラス歪比(SINAD)が最大になる電圧値を求めることで決定されます。「標準動作特性」の項に、入力信号のピークトゥピーク値を変化させた時のTHD+ノイズ特性を示します。

## アンチエリアシング及びDACポストフィルタリング

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415をアンチエリアシングあるいはポストDACフィルタリングに使用する場合、DAC(あるいはADC)およびフィルタのクロックを同期させて下さい。クロック同士が同期しないと、ビート周波数が発生して所望通過帯域にエリアスが生じます。

## 高調波歪み

高調波歪みは、フィルタ内部の非直線性によって生じます。フィルタ入力に純粋な正弦波が入力された場合でも、フィルタの非直線性により高調波が発生します。表1にT<sub>A</sub>=+25 での、負荷を10k とした場合の高調波歪みの値を示します。

表1. 高調波歪み(typ)

FILTER	f <sub>CLK</sub> (kHz)	f <sub>IN</sub> (Hz)	V <sub>IN</sub> (V <sub>p-p</sub> )	TYPICAL HARMONIC DISTORTION (dB)			
				2nd	3rd	4th	5th
MAX7408	500	1k	4	-85.5	-78.4	-92.8	-86.9
	100	200		-88.2	-83.1	-93	-89.5
MAX7411	500	1k	4	-90	-80	-92	-88
	100	200		-88	-86	-92	-88
MAX7412	500	1k	2	-86.6	-93.1	-90	-85.6
	100	200		-88.2	-85.1	-88.9	-85.7
MAX7415	500	1k	2	-87	-86	-90	-90
	100	200		-90	-87	-90	-90

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

チップ情報 \_\_\_\_\_

TRANSISTOR COUNT: 1457

パッケージ \_\_\_\_\_

	INCHES		MILLIMETERS		JEDEC			
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.037	0.043	0.94	1.10	---	0.043	---	1.10
A1	0.002	0.006	0.05	0.15	0.002	0.006	0.05	0.15
B	0.010	0.014	0.25	0.36	0.010	0.016	0.25	0.40
C	0.005	0.007	0.13	0.18	0.005	0.009	0.13	0.23
D	0.116	0.120	2.95	3.05	0.114	0.122	2.9	3.1
e	0.0256	BSC	0.65	BSC	0.0256	BSC	0.64	BSC
E	0.116	0.120	2.95	3.05	0.114	0.122	2.9	3.1
H	0.188	0.198	4.78	5.03	0.193	BSC	4.9	BSC
L	0.016	0.026	0.41	0.66	0.016	0.027	0.40	0.70
$\alpha$	0°	6°	0°	6°	0°	6°	0°	6°

8LUMAXD.EPS

NOTES:  
 1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.  
 2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm(.006").  
 3. CONTROLLING DIMENSION: INCHES.  
 4. MEETS JEDEC MO-187.

100mm  
.004in

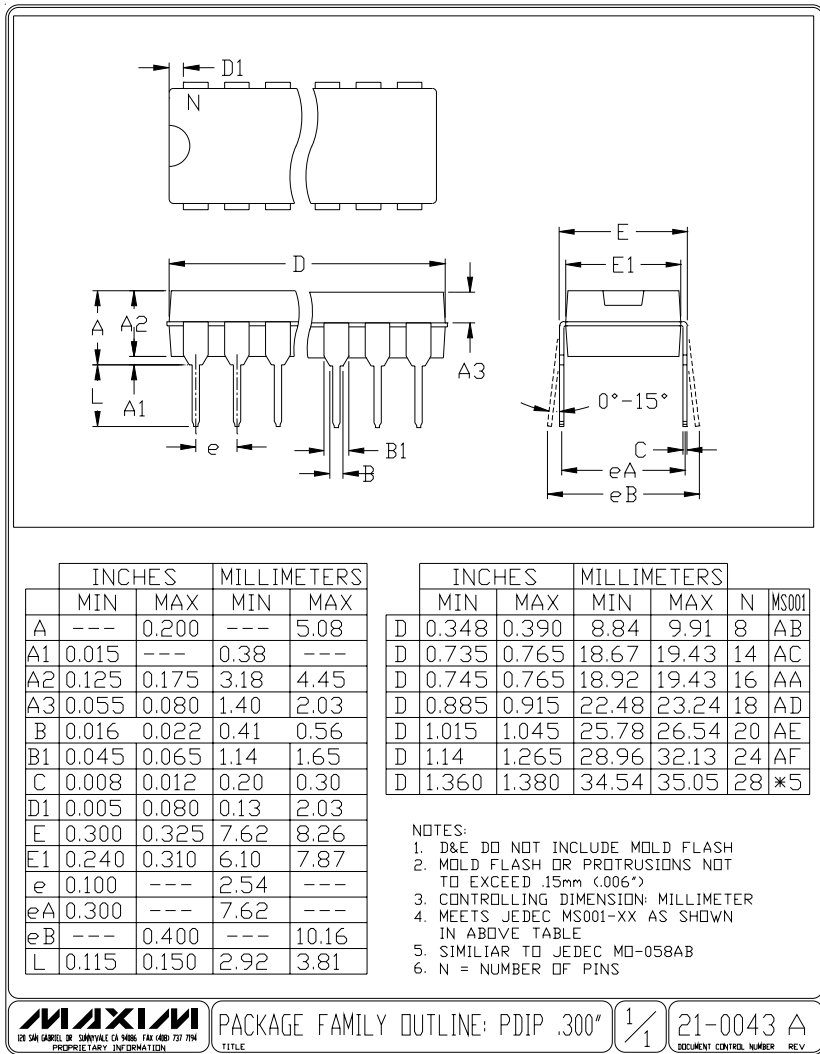
**MAXIM**  
 PROPRIETARY INFORMATION  
 TITLE: 8LD  $\mu$ MAX PACKAGE OUTLINE DWG.  
 APPROVAL: \_\_\_\_\_ DOCUMENT CONTROL NO. 21-0036 REV E 1/1

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

# 5次、ローパス、エリプティック、 スイッチトキャパシタフィルタ

MAX7408/MAX7411/MAX7412/MAX7415

パッケージ(続き)



販売代理店

## 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

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

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