

広帯域・高精度アナログ・マルチプライヤ

特長

- ±0.5%の最大4象限エラー
- 広帯域幅：10MHz(標準)
- 広帯域オペアンプ内蔵

アプリケーション

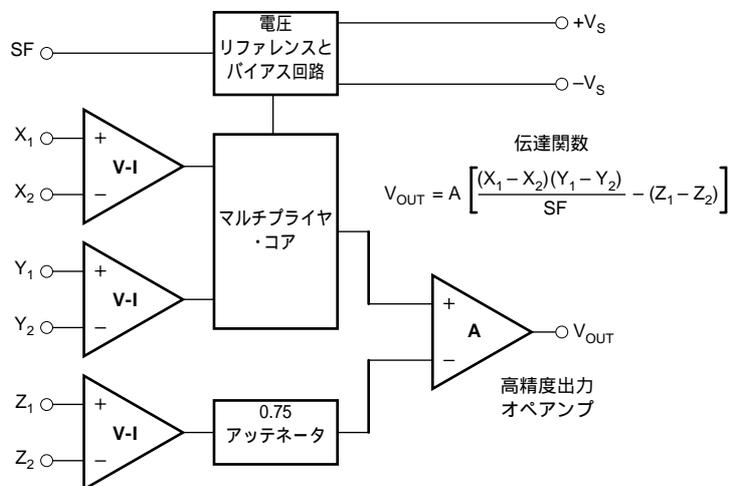
- 高精度アナログ信号処理
- ビデオ信号処理
- 電圧制御フィルタおよびオシレータ
- 変調と復調
- 電圧制御アンプ

概要

MPY634は、高精度の汎用4象限アナログ・マルチプライヤです。高精度にレーザ・トリミングした伝達特性を持ち、最小の外付け部品と調整回路で、広範囲のアプリケーションに容易に使用できます。差動X、Y、Z入力によって乗算、二乗、除算、平方根他の計算回路が構成でき、しかも高精度を維持しています。

新設計による広帯域特性は、IF、RFおよびビデオ周波数での高精度信号処理に最適です。MPY634の内蔵出力アンプにより、他の高周波マルチプライヤや変調回路に比べ設計が簡単に行えます。すぐれたキャリア・リジェクションを有しているため周波数混合、変調、復調を行うことができます。

高精度の内蔵基準電圧により、スケールファクタを正確に設定できます。差動Z入力によって、外付けフィードバック抵抗を使い、スケールファクタを0.1から10まで選択できます。



ブロック図

電氣的仕様

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $V_S = \pm 15VDC$ です。

パラメータ	MPY634KP/KU			MPY634AM			MPY634BM			単位
	最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	
乗算性能										
伝達関数		*						*		
総合誤差 ⁽¹⁾ ($-10V \leq X, Y \leq +10V$) $T_A = \text{最小から最大}$			± 2.0			± 1.0			± 0.5	%
総合誤差対温度		± 2.5			± 1.5			± 1.0		%
スケールファクタ誤差 (SF = 10.000V、標準) ⁽²⁾		± 0.03			± 0.022			± 0.015		%/
スケールリング電圧の 温度係数		± 0.25			± 0.1			*		%
電源電圧変動除去比($\pm 15V \pm 1V$)		± 0.02			± 0.01			± 0.01		%/
非直線性: X($X = 20Vp-p, Y = 10V$) Y($Y = 20Vp-p, X = 10V$)		*			± 0.4			0.2	± 0.3	%
フィールドスルー ⁽³⁾ X(Y調整後、 $X = 20Vp-p, 50Hz$) Y(X調整後、 $Y = 20Vp-p, 50Hz$)		*			± 0.01			*	± 0.1	%
両入力(500kHz、1Vrms)		*			± 0.3			± 0.15	± 0.3	%
無調整	40 ⁽⁴⁾	50		45	55		*	60		dB
外部調整	55 ⁽⁴⁾	60		55	65		60	70		dB
出力オフセット電圧		± 50	± 100		± 5	± 30		*	± 15	mV
出力オフセット電圧ドリフト		*			± 200			± 100		$\mu V/$
動特性										
小信号帯域幅、 ($V_{OUT} = 0.1Vrms$)	6 ⁽⁴⁾	*		8	10		*	*		MHz
1%振幅誤差 ($C_{LOAD} = 1000pF$)		*			100		*	*		kHz
スルーレート($V_{OUT} = 20Vp-p$) セトリングタイム (to 1%、 $\Delta V_{OUT} = 20V$)		*			20		*	*		V/ μs
		*			2		*	*		μs
雑音										
雑音スペクトル密度: SF = 10V		*			0.8		*	*		$\mu V/\sqrt{Hz}$
広帯域雑音: f = 10Hz ~ 5MHz		*			1		*	*		mVrms
f = 10Hz ~ 10kHz		*			90		*	*		$\mu Vrms$
出力										
出力電圧インギング	*			± 11			*			V
出力インピーダンス(f $\leq 1kHz$)		*			0.1		*	*		Ω
出力短絡電流 ($R_L = 0, T_A = \text{min} \sim \text{max}$)		*			30		*	*		mA
アンプ開ループ・ゲイン (f = 50Hz)		*			85		*	*		dB
入力アンプ(X、Y、Z)										
入力電圧範囲										
差動 $V_{IN}(V_{CM} = 0)$		*			± 12		*	*		V
同相モード $V_{IN}(V_{DIFF} = 0)$ (代表的性能曲線参照)		*			± 10		*	*		V
オフセット電圧X、Y		± 25	± 100		± 5	± 20		± 2	± 10	mV
オフセット電圧ドリフトX、Y		200			100			50		$\mu V/$
オフセット電圧Z		± 25	± 100		± 5	± 30		± 2	± 15	mV
オフセット電圧ドリフトZ		*			200			100		$\mu V/$
CMRR	*	*		60	80		70	90		dB
バイアス電流		*	*		0.8	2.0		*	*	μA
オフセット電流		*			0.1			*	*	μA
差動抵抗		*			10			*	*	M Ω
除算性能										
伝達関数($X_1 > X_2$)		*						*		
総合誤差 ⁽¹⁾ 、無調整 ($X = 10V, -10V \leq Z \leq +10V$) ($X = 1V, -1V \leq Z \leq +1V$) ($0.1V \leq X \leq 10V, -10V \leq Z \leq 10V$)		1.5			± 0.75			± 0.35		%
		4.0			± 2.0			± 1.0		%
		5.0			± 2.5			± 1.0		%

電氣的仕様(続き)

特に記述のない限り、 $T_A = +25$ 、 $V_S = \pm 15VDC$ です。

パラメータ	MPY634KP/KU			MPY634AM			MPY634BM			単位
	最小	標準	最大	最小	標準	最大	最小	標準	最大	
二乗性能 伝達関数		*						*		
総合誤差($-10V \leq X \leq +10V$)		± 1.2			$\frac{(X_1 - X_2)^2}{10V \pm 0.6} + Z_2$			± 0.3		%
平方根性能										
伝達関数($Z \leq Z_2$)		*			$\sqrt{10V(Z_2 - Z_1)} + X_2$			*		
総合誤差 ⁽¹⁾ ($1V \leq Z \leq 10V$)		± 2.0			± 1.0			± 0.5		%
電源 電源電圧: 定格性能 動作	*	*	*	± 8	± 15	± 18	*	*	*	VDC
無信号時電流		*	*		4	6		*	*	VDC mA
温度範囲 仕様 保存	*		*	-25 -65		+85 +150	*		*	

*印仕様はMPY634AMと同一。

注:(1)表示の値は $\pm 10V$ のフルスケールに対する割合です。(すなわち、 $0.01\% = 1mV$) (2)- V_S とSFの間の外付け抵抗によって3Vに減少します。(3)非直線性による減少不能成分、ただしオフセットの影響は除く。(4)KPグレードのみ。

絶対最大定格

パラメータ	MPY634AM/BM	MPY634KP/KU
電源電圧	$\pm 18V$	*
消費電力	500mW	*
出力グランド短絡	連続	*
入力電圧 (X、Y、Zに共通)	$\pm V_S$	*
温度範囲: 動作	$-25 \sim +85^\circ C$	*
保存	$-65 \sim +150^\circ C$	$-40 \sim +85^\circ C$
リード線温度 (10秒間の半田付け)	$+300^\circ C$	*
SOP ¹ KU ² パッケージ		$+260^\circ C$

*印仕様はMPY634AM/BMと同一。

御発注の手引き

基本モデル番号 MPY634 () ()

性能グレード⁽¹⁾

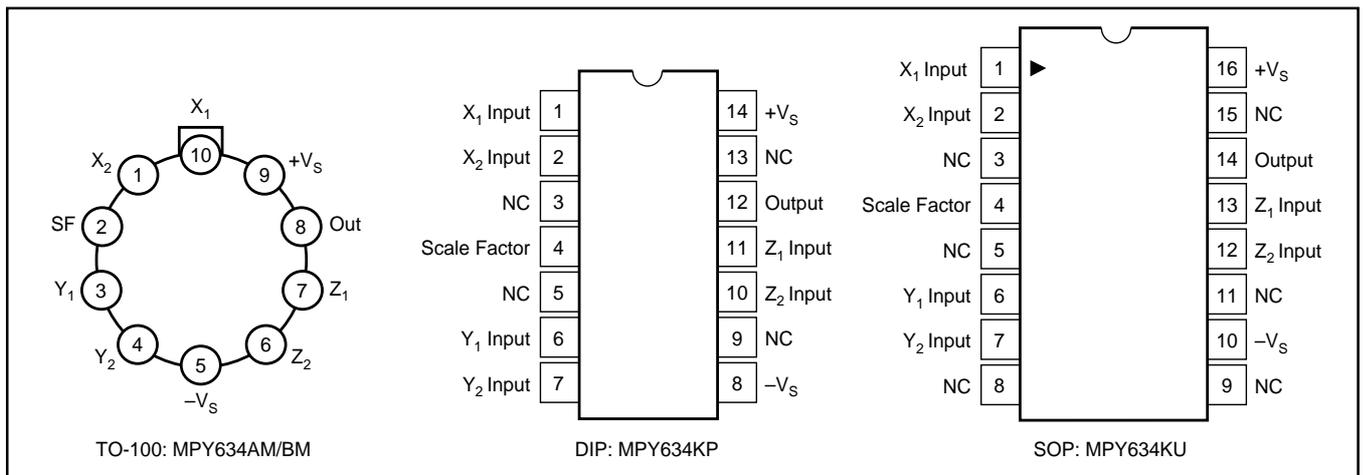
- K: $-25^\circ C \sim +85^\circ C$
- A: $-25^\circ C \sim +85^\circ C$
- B: $-25^\circ C \sim +85^\circ C$

パッケージ・コード

- M: TO-100メタル
- P: 14ピン・プラスチックDIP
- U: 16ピン・プラスチックSOP

注:(1)性能グレードはマーキングされない場合もあります。
無印字の場合は「Kグレード」を示します。

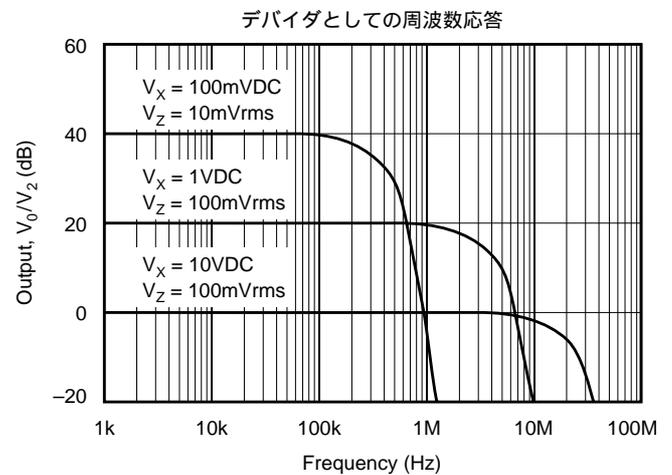
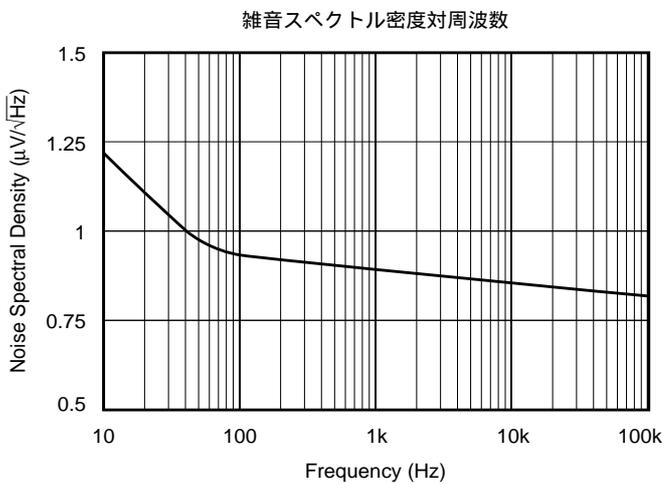
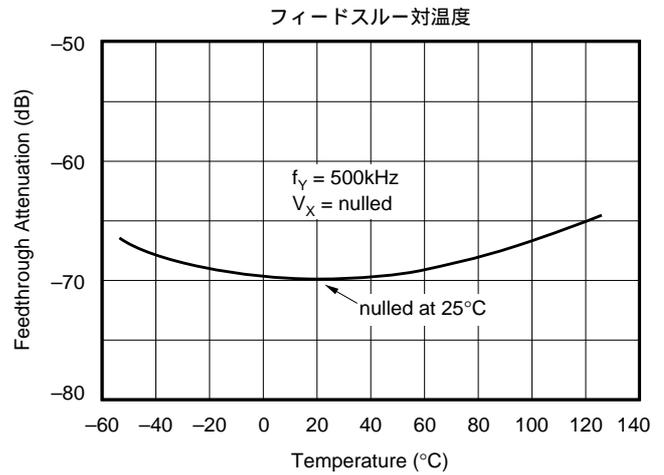
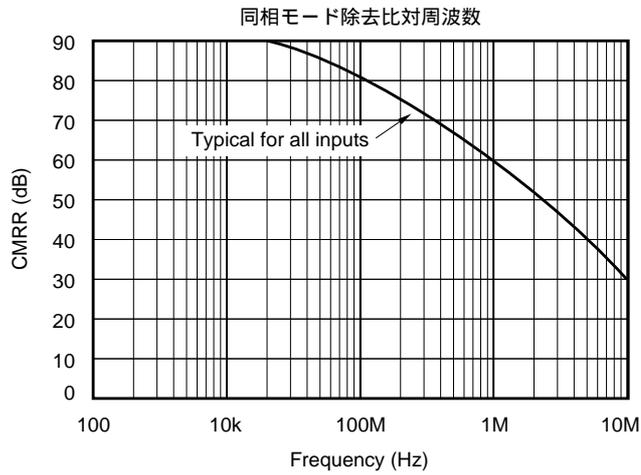
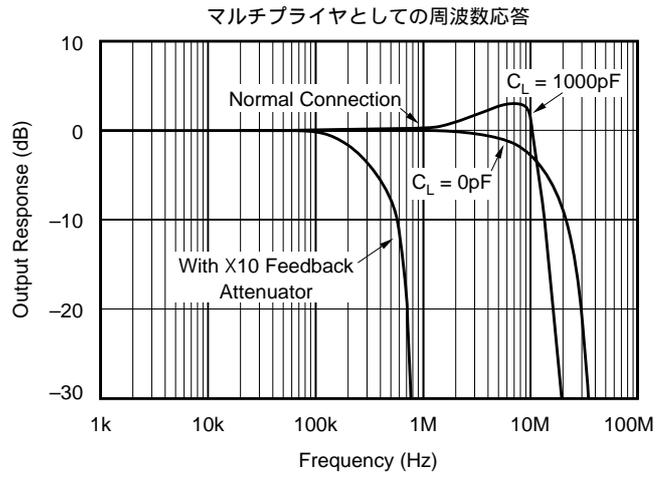
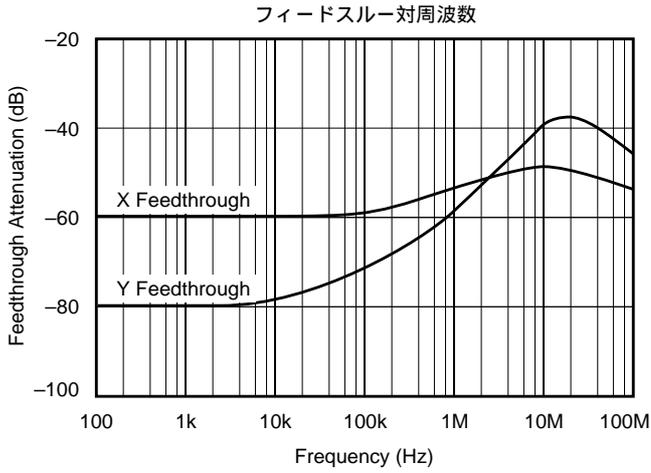
ピン配置



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。

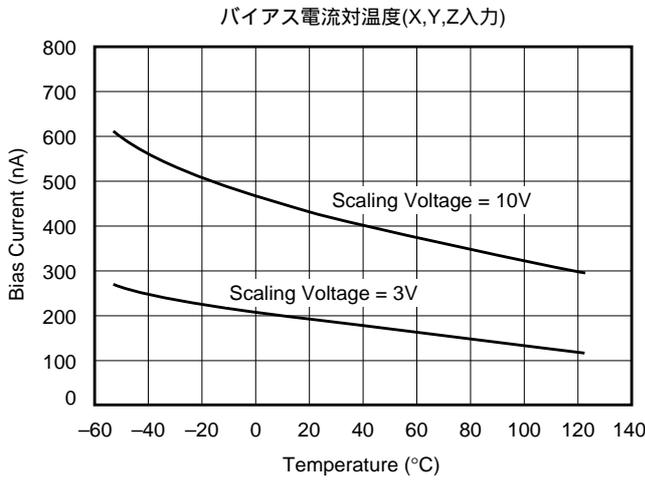
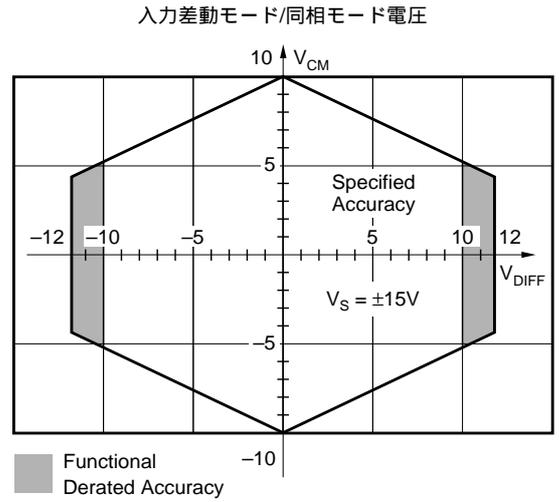
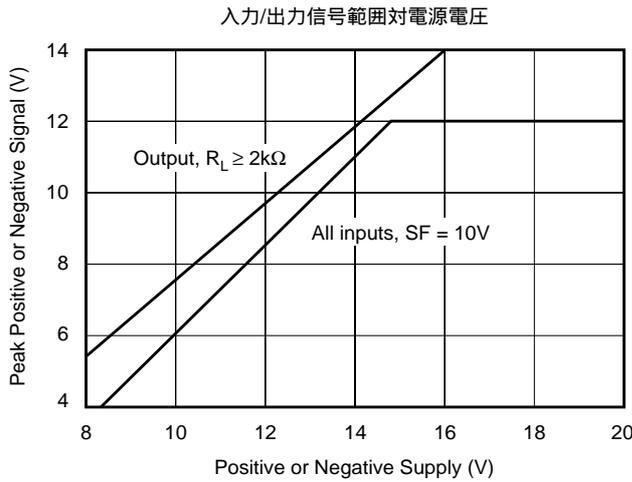
代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $\pm V_S = 15\text{VDC}$ です。



代表的性能曲線

特に記述のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $\pm V_S = 15\text{VDC}$ です。



動作原理

MPY634の伝達関数は、次のとおりです。

$$V_{OUT} = A \left[\frac{(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2)}{SF} - (Z_1 - Z_2) \right]$$

ここで、

A = 出力アンプの開ループ・ゲイン (DCで標準85dB)

SF = スケールファクタ。10Vに対してレーザ・トリミングしてありますが、外付け抵抗を使用して3Vから10Vの範囲で調整可能です。

X、Y、Zは入力電圧。フルスケール入力電圧は、選択したSFに等しくなります。(最大入力電圧 = $\pm 1.25 \cdot SF$)

伝達関数は、オペアンプに類似させて考えると理解できます。出力アンプの開ループ・ゲイン、Aが無限であると仮定すれば、伝達関数の V_{OUT} は大括弧内で無限に小さい量で作られることがわかります。したがって、X、Y、Z入力に回路入力電圧を代入し、大括弧内の値をゼロとしてアプリケーション回路を分析できます。たとえ

ば、図1の基本マルチプライヤ接続では、 $Z_1 = V_{OUT}$ 、 $Z_2 = 0$ ですから次式で示す様に大括弧内の値は0となります。

$$\frac{(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2)}{SF} - (V_{OUT} - 0) = 0$$

このアプローチによって、 V_{OUT} の解を与える簡単な関係式を導くことができます。

スケールファクタは製造工程で10Vに精密に調整されており、精度は0.1%未満です。スケールファクタはピンSFと $-V_S$ 電源間に抵抗やポテンショメータを接続して調整できます。外付け抵抗の値は、次式で近似されます。

$$R_{SF} = 5.4\text{k}\Omega \left[\frac{SF}{10 - SF} \right]$$

内部素子の許容範囲によって、この関係のほぼ25%以内の精度を有します。アプリケーションによっては、この関係を利用したSFの減少による効果を発揮できます。この手法により入力バイアス電流とドリフトは低減されるので高ゲインの入力回路動作に有効で、出

力への影響が少なくなります。スケールファクタの調整は、帯域には影響しません。

MPY634は $V_S = \pm 15V$ で性能を完全に規定しており、入出力範囲機能の低下を伴いますが $\pm 8V$ までの動作が可能です。 $\pm 15V$ 以上の電圧での動作では、出力フィードバック・アッテネータ(図1)を使用して、出力スイングを大きくすることができます。

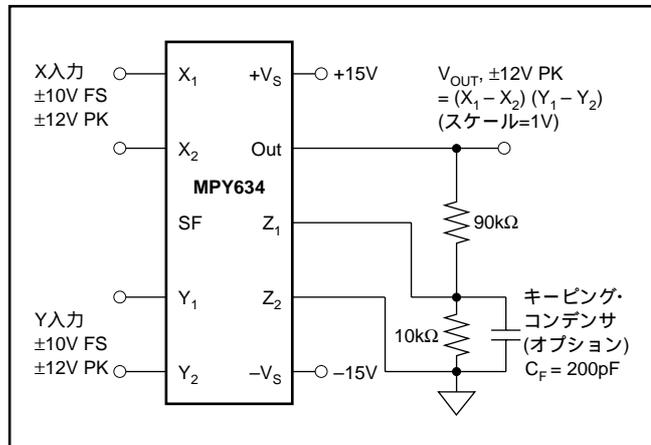


図1. ユニティ・スケールファクタの接続

どの広帯域回路においても同じですが、電源は高周波特性を持つセラミック・コンデンサで必ずバイパスして下さい。これらのコンデンサは、MPY634の電源端子に極力近接させて下さい。不完全なバイパスにより出力が不安定となり、オーバーシュートやリングングが発生するので注意して下さい。

基本マルチプライヤ接続

図2にマルチプライヤとしての基本接続を示します。ユーザ・トリム回路を追加せずに、仕様の精度が実現できます。アプリケーションによっては、入力をトリムして性能を向上できます。完全な差動入力ですので、入力電圧はソース電圧のコモン端子を基準に最大の精度で容易に比較できます。また、X入力に示すように簡単なオフセット電圧のトリミング回路が使用できます。

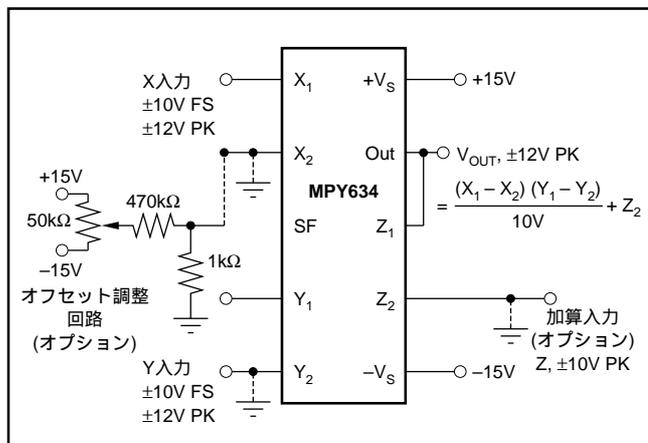


図2. 基本マルチプライヤ接続

差動Z入力によって V_{OUT} にオフセットを加えることができます。基本となるマルチプライヤ動作では、 Z_2 入力は出力電圧の基準となるので、最大の精度を得るためには、駆動するシステムのコモンに接

続する必要があります。

SFピンに接続してSFを変化させる(低下させる)方法は、前述の通りです。 Z_1 へのフィードバック接続にアッテネータを使用して回路全体の実効SFを変更する別の方法を図1に示します。この方法は出力アンプのゲインを高めるので、帯域幅の減少と出力オフセット電圧の増加をとまいません。大きな出力オフセットは、高インピーダンス入力 Z_2 に調整電圧を印加して減少できます。

差動Z入力にはフレキシビリティがあるので、出力量を電流に直接変換できます。図3に差動検出にて直列抵抗で電流を出力制御する方法を示します。コンデンサ負荷を追加すると、電力計算など多くのアプリケーションに便利な時間積分機能が行えます。

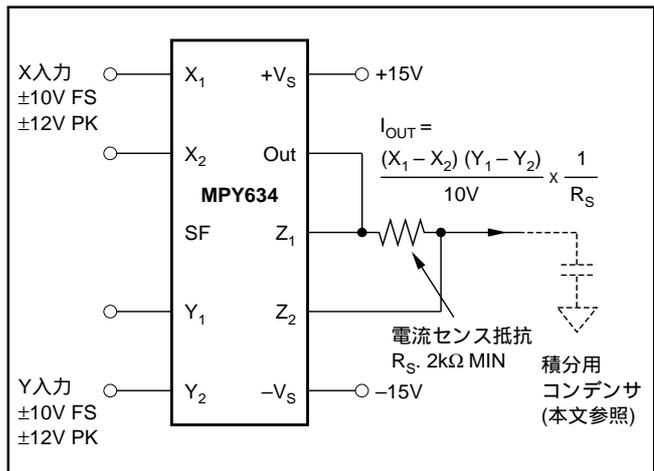


図3. 出力の電流変換

二乗回路

二乗演算は、標準マルチプライヤ回路のXおよびY入力を並列入力で行います。反転出力は、XまたはY入力のいずれかの差動入力端子を逆に入力すれば得られます。二乗モードの誤差は、マルチプライヤ・モードに比べて2倍となるのが普通で、最大誤差は小さい入力電圧(1V未満)で生じます。SF値を小さくすれば、小入力電圧レベルでも精度を高めることができます。

除算器動作

図4に示すように、MPY634は除算器として構成できます。高インピーダンス差動入力のZおよびX入力がそれぞれ分子と分母となり除算を行います。フィードバックは Z_2 入力に印加され、 Y_1 は通常コモンに接続されます。あるいは、伝達関数が示す通り、 Y_1 に印加される入力は直接 V_{OUT} に加えることができます。フィードバック接続は乗算入力が行われているので、出力オフセットの実効ゲインは分母入力電圧の関数として変化します。したがって、除算機能の帯域幅は、分母電圧(代表的性能曲線を参照)に比例しています。

除算器モードの精度はデバイスのグレードにより、10対1の分母範囲で1.0%から2.5%の範囲となります。精度は、主に入力オフセット電圧によって制限され、X入力のオフセットをトリミングすると大幅に改善できます。「低い側」のX入力(X_1 がプラス入力電圧ならば X_2)に加えらるる $\pm 3.5mV$ のトリム電圧によって、100対1の分母範囲において同様の精度が得られます。トリミングを行うには、両方の入力に100mVから10Vの低周波数(500Hz未満)信号を印加します。これには、正弦波が適しています。量の比率は一定でなければならないので、理想的な出力は10V一定となります。オシロスコープで交流カッ

ブリッジを使用し、出力電圧の変動が最少になるようにオフセット調整します。

平方根計算回路

図5に平方根計算回路の接続を示します。入力電圧は一つの極性(図示の接続ではプラス)に限られます。入力がマイナスとなると、ダイオードが回路のラッチアップを防ぎます。XおよびY入力の極性を反転すると、マイナス入力でプラス出力の回路が構成できます。出力極性は、ダイオードとX入力の極性を逆にすれば反転できます。約10kΩの負荷抵抗が必要です。精度改善のためのトリミングは、Z入力で行います。

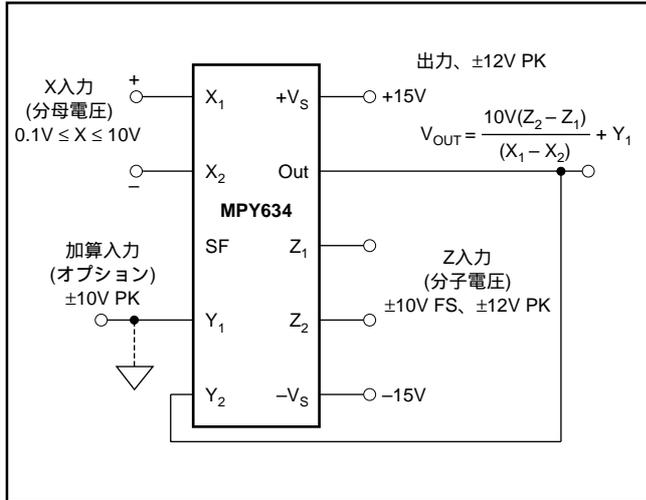


図4．基本除算器接続

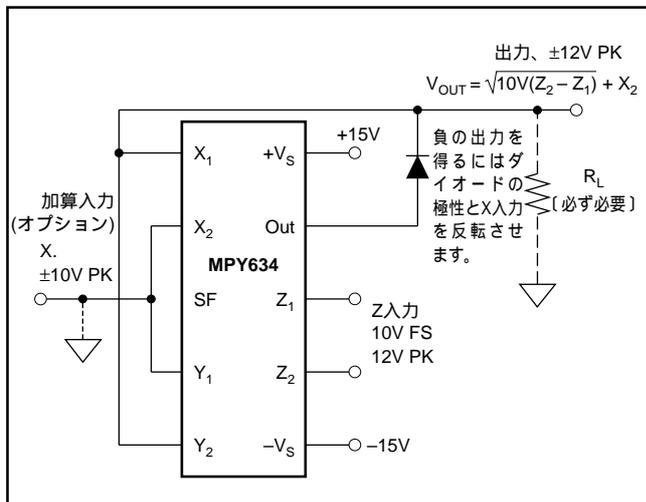


図5．平方根計算回路接続

アプリケーション

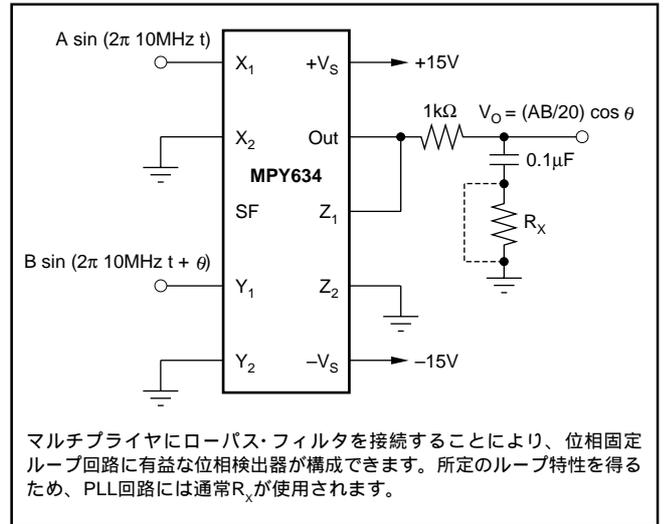


図6．位相検出器

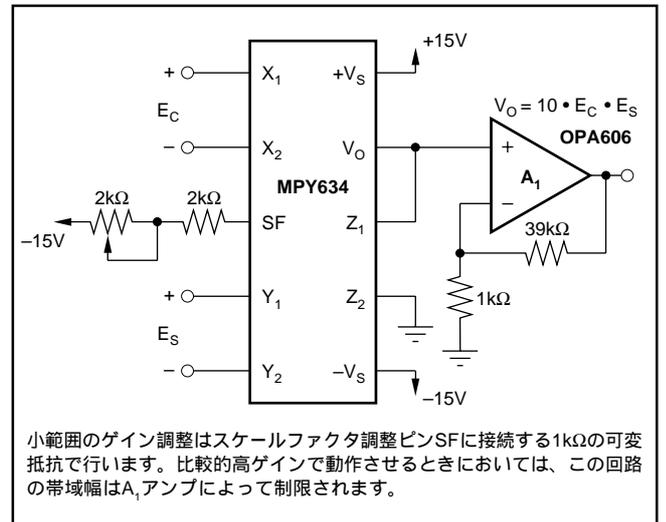


図7．電圧制御アンプ

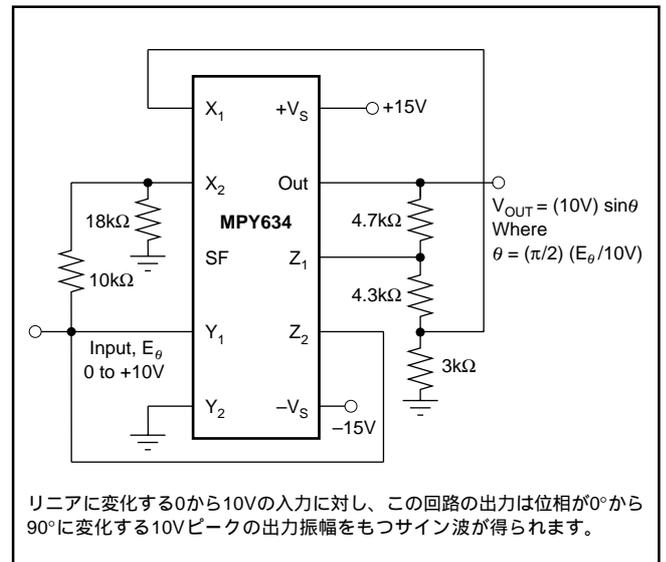


図8．サイン関数発生器

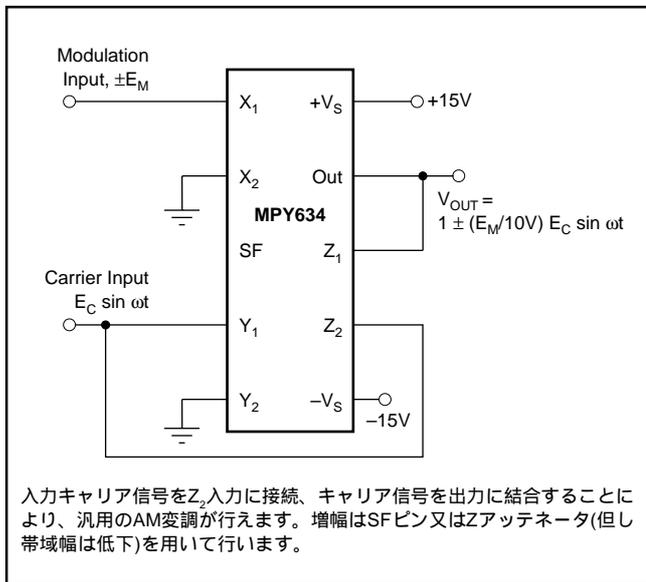
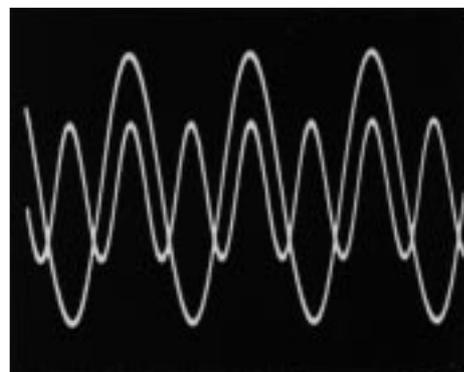
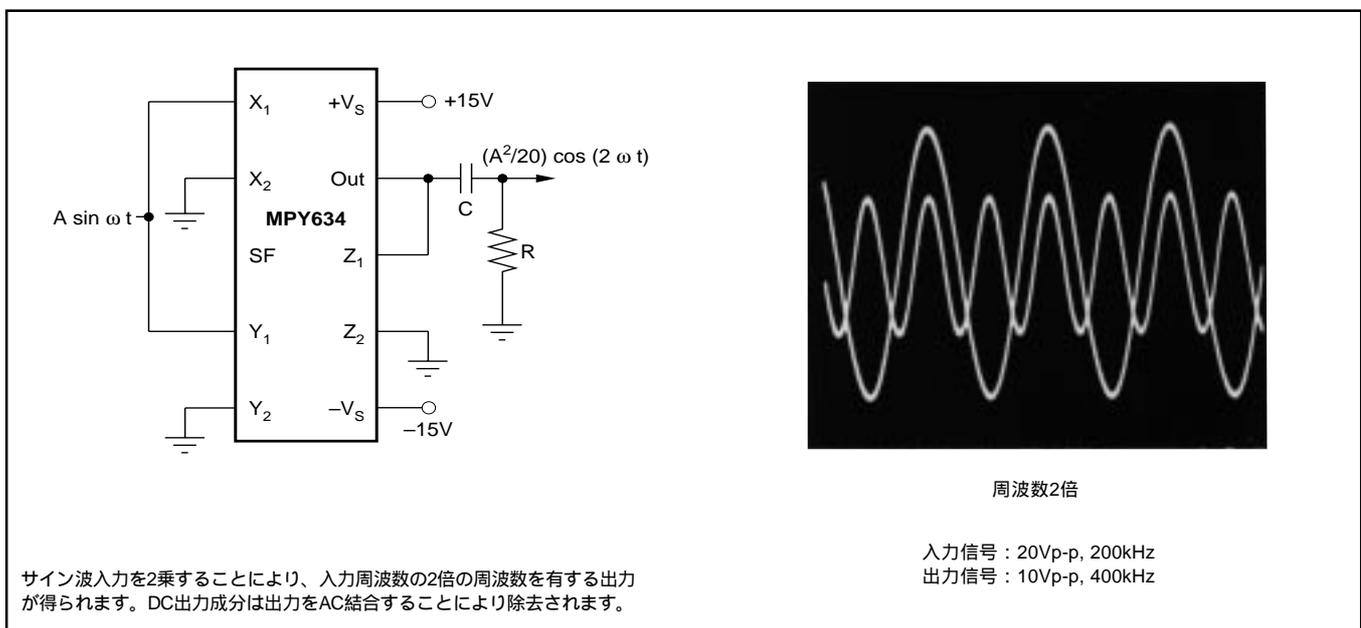


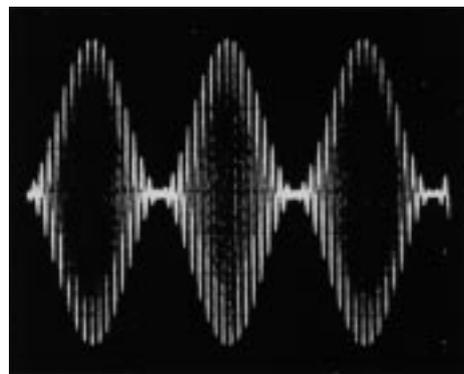
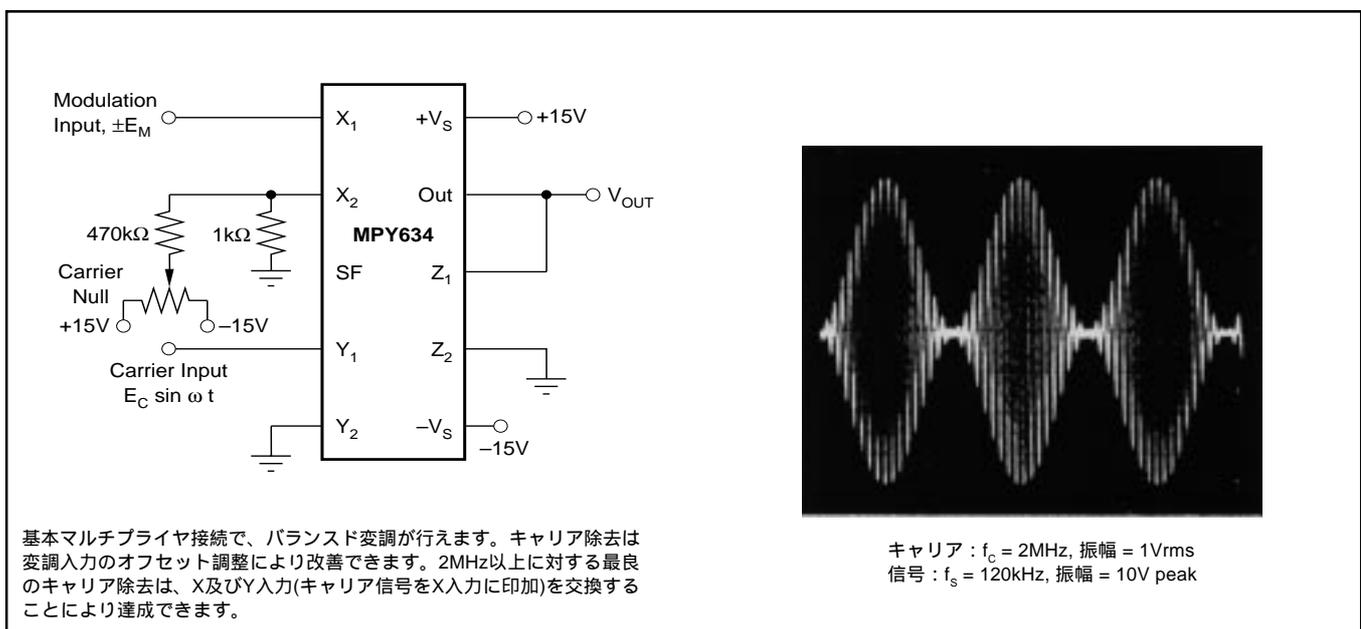
図9. リニアAM変調



周波数2倍

入力信号 : 20Vp-p, 200kHz
出力信号 : 10Vp-p, 400kHz

図10. 周波数2倍回路

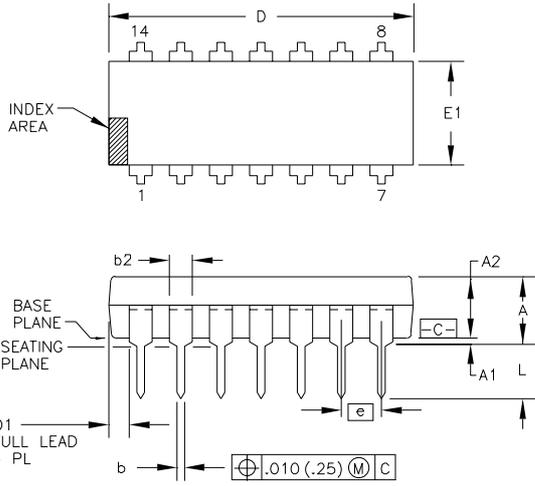


キャリア : $f_c = 2\text{MHz}$, 振幅 = 1Vrms
信号 : $f_s = 120\text{kHz}$, 振幅 = 10V peak

図11. バランスド変調

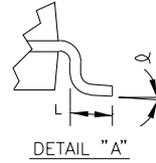
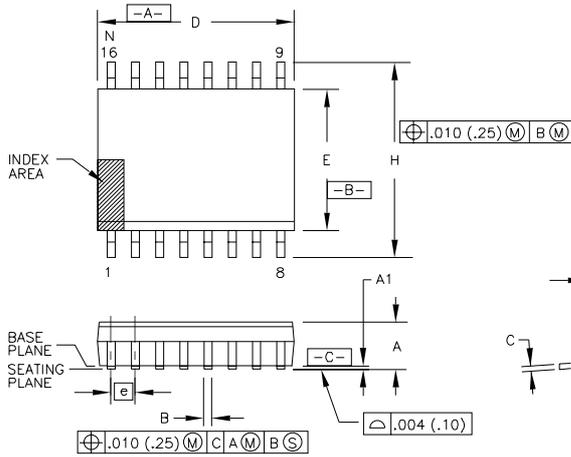
外観

パッケージ番号010 - 14ピン・プラスチック・シングル幅DIP



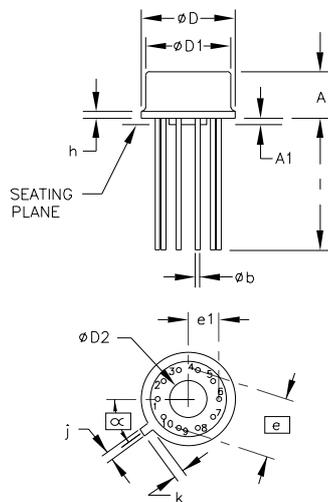
DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	—	.210	—	5.33
A1	.015	—	0.38	—
A2	.115	.195	2.92	4.95
b	.014	.022	0.36	0.56
b2	.045	.070	1.14	1.78
c	.008	.014	0.20	0.36
D	.735	.775	18.67	19.69
D1	.005	—	0.13	—
E	.300	.325	7.62	8.26
E1	.240	.280	6.10	7.11
e	.100 BASIC	—	2.54 BASIC	—
eA	.300 BASIC	—	7.63 BASIC	—
eB	—	.430	—	10.92
eC	.000	.060	0.00	1.52
L	.115	.150	2.92	3.81
N	14		14	

パッケージ番号211 - 16ピンSOP



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.0926	.1043	2.35	2.65
A1	.004	.0118	0.10	0.30
B	.013	.020	0.33	0.51
C	.0091	.0125	0.23	0.32
D	.3977	.4133	10.10	10.50
E	.2914	.2992	7.40	7.60
e	.050 BASIC	—	1.27 BASIC	—
H	.394	.419	10.00	10.65
h	.010	.029	0.25	0.75
L	.016	.050	0.40	1.27
N	16		16	
∞	0°	8°	0°	8°

パッケージ番号007 - メタルTO-100



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.165	.185	4.19	4.70
A1	.010	.040	0.25	1.02
b	.016	.021	0.41	0.53
D	.335	.370	8.51	9.40
D1	.305	.335	7.75	8.51
D2	.120	.160	3.05	4.06
e	.230 BASIC	—	5.84 BASIC	—
e1	.110	.120	2.79	3.05
h	.010	.040	0.25	1.02
j	.028	.034	0.71	0.86
k	.029	.045	0.74	1.14
l	.500	—	12.70	—
N	10		10	
∞	36° BASIC		36° BASIC	