

## 特長

- 低消費電力:  $I_S = 60\mu A$  (最大)
- 堅牢、ラッチアップ耐性を装備
- CMRRが120dBの計装アンプ・フロントエンド
- チャージバランス方式の高精度スイッチング
- 5V～18Vで動作
- 内部クロックまたは外部クロック
- 最大5MHzのクロック速度で動作
- 単一クロックで2個の独立セクションを駆動
- 小型SSOP-16パッケージ

## アプリケーション

- 超高精度の電圧インバータ、倍圧器および分圧器
- 電圧/周波数および周波数/電圧コンバータ
- サンプル・ホールド
- 電流源
- 高精度計装アンプ

LT、LTおよびLTCはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
 LTCMOSはリニアテクノロジー社の商標です。

## 概要

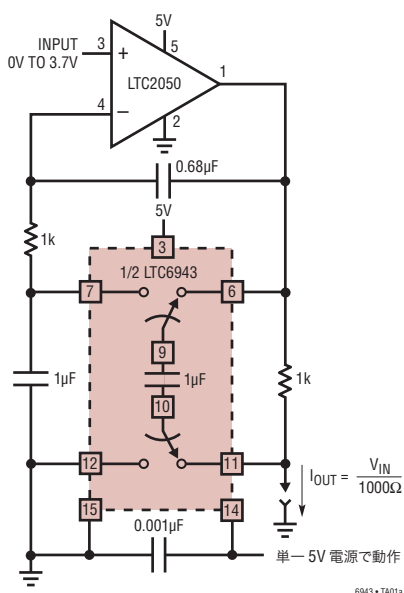
LTC®6943は、チャージバランス方式のモノリシック・デュアル計装スイッチトキャパシタのビルディング・ブロックです。1対のスイッチが、外付けコンデンサを入力電圧側に接続し、次いでこの充電されたコンデンサを出力ポート側に接続する動作を交互に繰り返します。内部スイッチはブレーク・ビフォア・メークになっています。さらに、内部クロックを備え、その周波数は外付けコンデンサで調整可能です。LTC6943は外部CMOSクロックで動作させることも可能です。

LTC6943は、低いクロック周波数で使用する場合、高精度の外付け部品を使用しなくても超高精度のDC機能を提供します。このDC機能とは、差動電圧からシングルエンド電圧への変換、電圧反転、2、3、4、5などでの電圧の倍圧あるいは分圧といったものです。

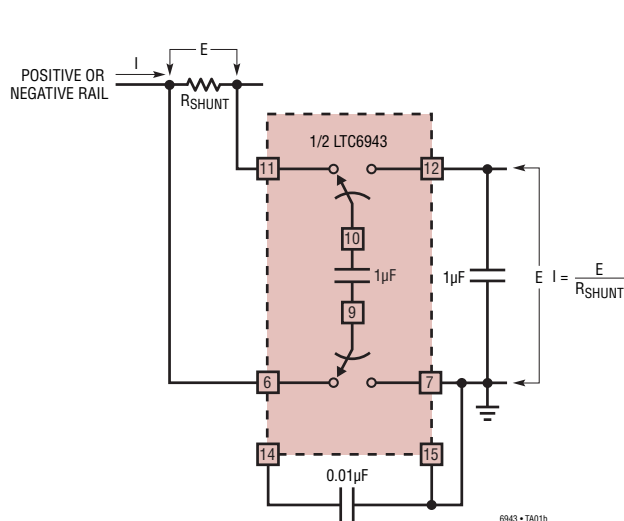
LTC6943は、リニアテクノロジー社の最新のLTCMOS™ シリコン・ゲート・プロセスで製造されており、LTC1043と機能的に互換です。

## 標準的応用例

グランド基準の入力/出力を備えた高精度な電圧制御電流源



電源レールでの高精度電流検出



# LTC6943

## 絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧	18V
すべてのピンの入力電圧	$-0.3V \leq V_{IN} \leq V^+ + 0.3V$
動作温度範囲	
(Note 2)	$-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$
規定温度範囲	
(Note 2)	$-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$
保存温度範囲	$-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$
リード温度 (半田付け, 10 秒)	300°C

## パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p>GN PACKAGE 16-LEAD NARROW PLASTIC SSOP <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 110^{\circ}\text{C/W}</math></p>	ORDER PART NUMBER
	LTC6943CGN LTC6943IGN LTC6943HGN
	GN PART MARKING
	6943C 6943I 6943H

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

## 電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  での値。  $V^+ = 10V$ ,  $V^- = 0V$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC6943C LTC6943I			LTC6943H			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$I_S$	Power Supply Current	Pin 14 Connected High or Low	●	40	60 90		40	60 90	$\mu\text{A}$
		$C_{OSC}$ (Pin 14 to $V^-$ ) = 100pF	●	80	150 170		80	150 170	$\mu\text{A}$
$I_I$	OFF Leakage Current	Any Switch, Test Circuit 1 (Note 3)	●	6	100 40		6	100 200	pA nA
$R_{ON}$	ON Resistance	Test Circuit 2, $V_{IN} = 7V$ , $I = \pm 0.5\text{mA}$ $V^+ = 10V$ , $V^- = 0V$	●	240	400 700		240	400 700	$\Omega$
$R_{ON}$	ON Resistance	Test Circuit 2, $V_{IN} = 3.1V$ , $I = \pm 0.5\text{mA}$ $V^+ = 5V$ , $V^- = 0V$	●	400	700 1		400	700 1	$\Omega$ k $\Omega$
$f_{OSC}$	Internal Oscillator Frequency	$C_{OSC}$ (Pin 14 to $V^-$ ) = 0pF $C_{OSC}$ (Pin 14 to $V^-$ ) = 100pF Test Circuit 3	●	20 12	185 30 50 75		20 10	185 30 50 75	kHz kHz kHz
$I_{OSC}$	Pin Source or Sink Current	Pin 14 at $V^+$ or $V^-$	●	40	70 100		40	70 100	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Break-Before-Make Time			25			25		ns
	Clock to Switching Delay	$C_{OSC}$ Pin Externally Driven		75			75		ns
$f_M$	Maximum External CLK Frequency	$C_{OSC}$ Pin Externally Driven with CMOS Levels		5			5		MHz
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V^+ = 5V$ , $V^- = -5V$ , $-5V < V_{CM} < 5V$ DC to 400Hz		120			120		dB

Note 1: 絶対最大定格は、それを超えるとデバイスの寿命に悪影響を与える恐れがある値。

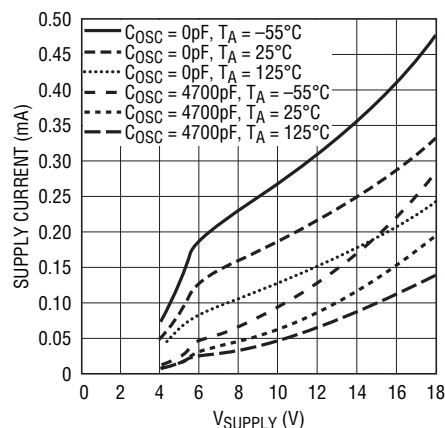
Note 2: LTC6943 のすべてのバージョンは、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$  の動作温度範囲で動作することが保証されている。LTC6943CGN は  $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$  で仕様適合することが保証されており、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$  で性能仕様に適合するように設計され、特性が評価されており、性能仕様に適合すると予想されるが、これらの温度ではテストされないし、QA サンプルングも行われない。

LTC6943IGN は  $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$  で性能仕様に適合することが保証されている。LTC6943HGN は  $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$  で性能仕様に適合することが保証されている。

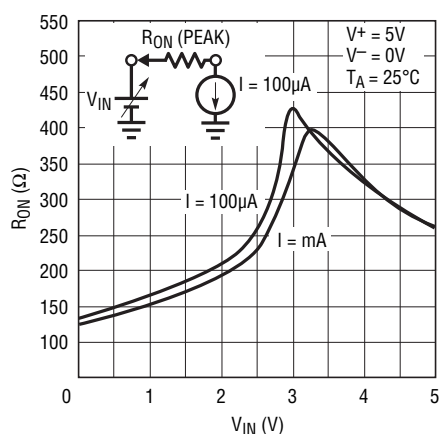
Note 3:  $25^{\circ}\text{C}$  でのオフリーク電流は設計により保証されており、製造時に全数テストは行われない。

## 標準的性能特性 (テスト回路2~4)

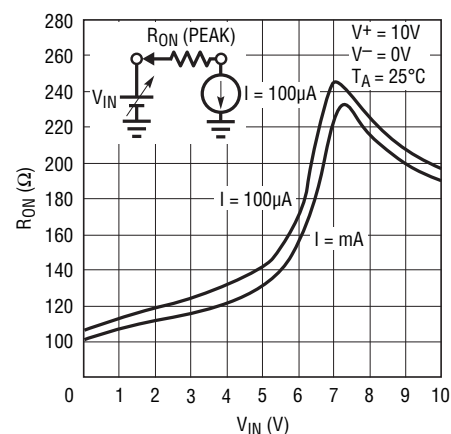
電源電流と電源電圧



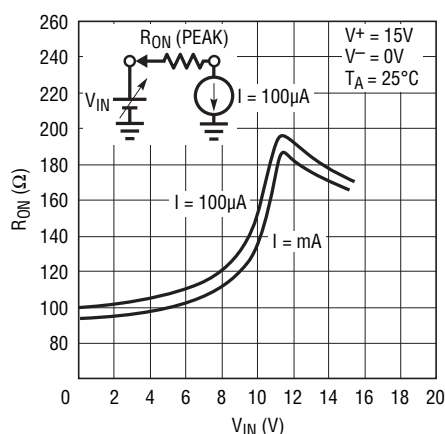
6943 TPC01

 $R_{ON}$ と $V_{IN}$ 

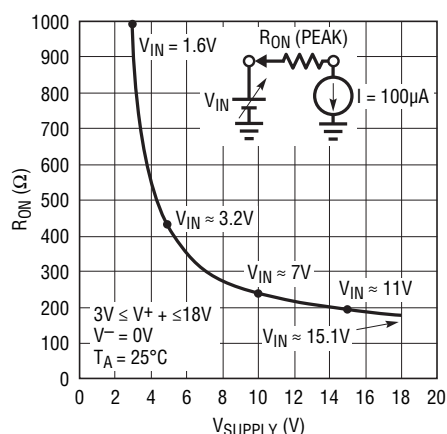
LTC1043 • TPC02

 $R_{ON}$ と $V_{IN}$ 

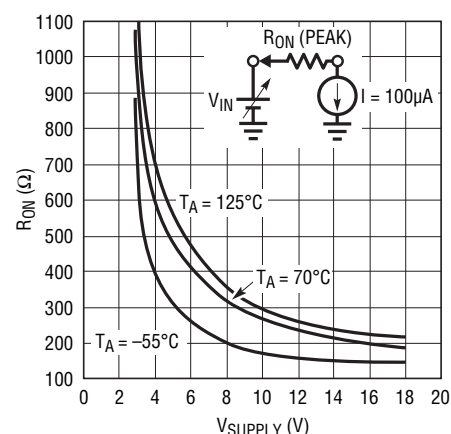
LTC1043 • TPC03

 $R_{ON}$ と $V_{IN}$ 

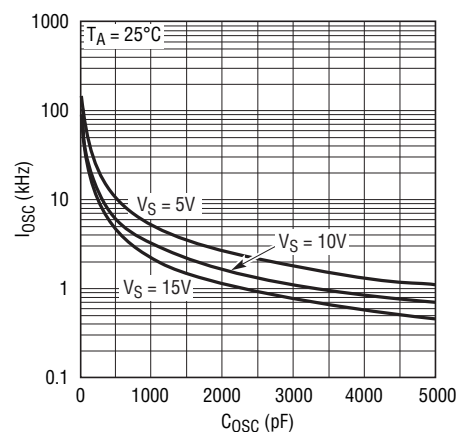
LTC1043 • TPC04

 $R_{ON}$ (ピーク)と電源電圧

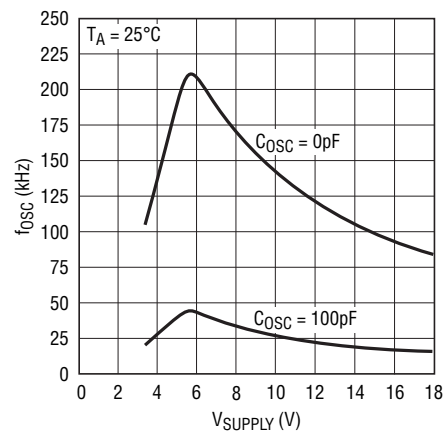
LTC1043 • TPC05

 $R_{ON}$ (ピーク)と電源電圧  
および温度

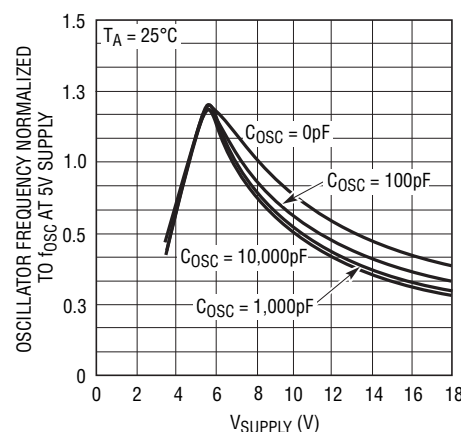
LTC1043 • TPC06

発振器周波数( $f_{OSC}$ )と $C_{OSC}$ 

6943 TPC07

発振器周波数( $f_{OSC}$ )と電源電圧

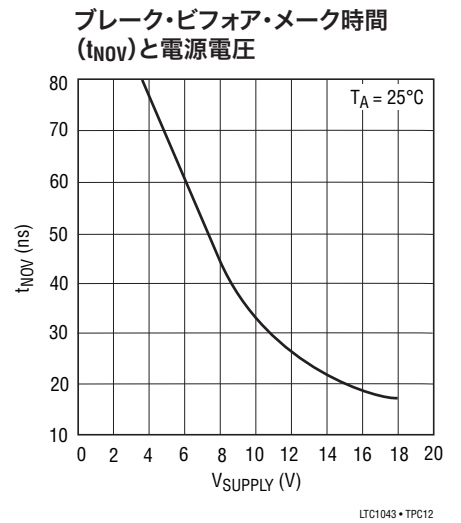
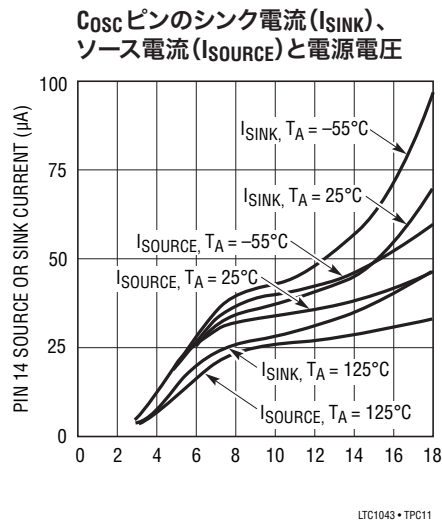
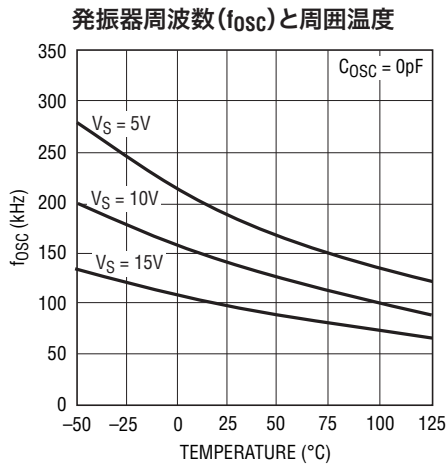
6943 TPC08

正規化発振器周波数( $f_{OSC}$ )と  
電源電圧

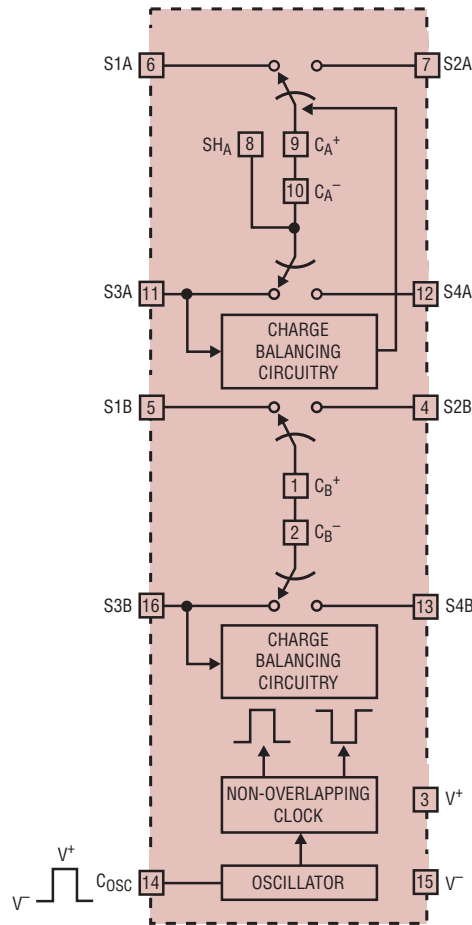
6943 TPC09

# LTC6943

## 標準的性能特性 (テスト回路2~4)



## ブロック図



チャージバランス回路は、S4 を基準にして S3 の電圧をサンプリングし (ピン 14 が "H")、 $C^+$  ピンに少量の電荷を注入する (ピン 14 が "L")。LTC6943 を計装アンプのフロントエンドとして使用すると、この電荷注入により CMRR は上昇する。他の種類のアプリケーションで最小限の電荷注入を行うときは、S3A と S3B を接地する

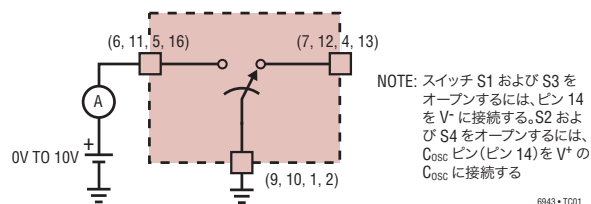
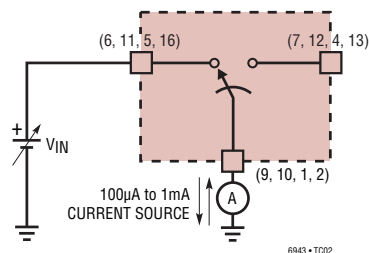
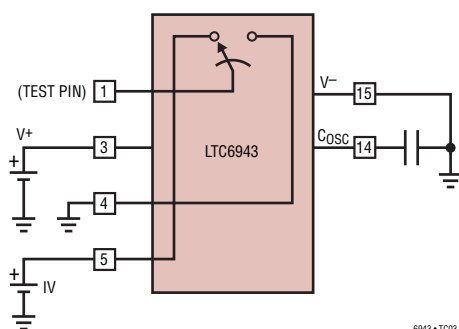
ピン 14 が "H" のとき、スイッチのタイミングは図示のとおり

6943 • B001

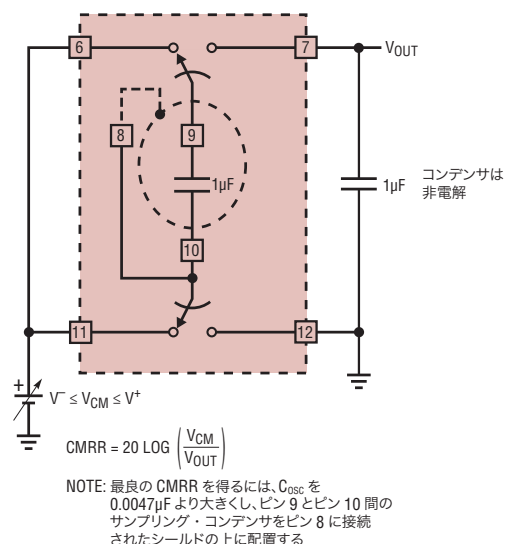
6943f

## テスト回路

テスト回路1. リーク電流テスト

テスト回路2.  $R_{ON}$  テストテスト回路3. 発振器周波数  $f_{osc}$ 

テスト回路4. CMRR テスト



## アプリケーション情報

## 同相除去比 (CMRR)

LTC6943 は、差動・シングルエンド・コンバータとして使用すると、同相信号を除去し差動電圧を保持します (図 1)。他の手法と異なり、同相電圧の周波数を上げても LTC6943 の CMRR は低下しません。サンプリグ・モード時、ピン 1 とピン 2 (およびピン 9 とピン 10) のインピーダンスを平衡させます。平衡していないと、同相信号が差動で現れます。CMRR の値は、サンプリグ・コンデンサとホールド・コンデンサ ( $C_S$ ,  $C_H$ ) の値とサンプリグ周波数に依存します。同相電圧はサンプリグされないで、同相信号の周波数は、エイリアシングを生じることなく、サンプリグ周波数を大きく上回ることができます。図 1 の CMRR は、ピン 6 とピン 11 を短絡させ、入力同相電圧の変化に対する  $C_H$  両端の電圧の変化を高精度 DVM で監視することにより、測定します。サンプル・ホールド・モードでは、電荷が転送され、ホールド・コンデンサの両端にごく小さな

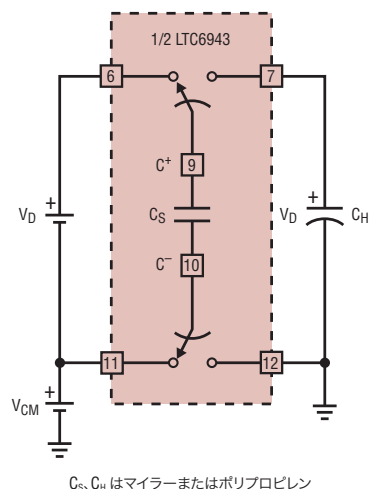


図 1. 差動・シングルエンド・コンバータ

## アプリケーション情報

過渡電圧が生じます。スイッチの $R_{ON}$ は十分小さいので高速セトリングが可能です。サンプル周波数が上昇するにつれ、電荷の転送速度が増し、それに比例してDVMで測定される $C_H$ 両端の平均電圧が上昇します。このため、“連続的な”計器(DVM)の使用で明らかのように、サンプリングされるデータ・システムのCMRRは低下します(図2)。

### スイッチの電荷注入

LTC6943の8個のスイッチのうち、基本的なサンプル・ホールド回路として構成された1つのスイッチを図3に示します。スイッチがオープンすると「ホールド・ステップ」が観察され、その大きさは入力電圧の値に依存します。ホールド・コンデンサに注入される電荷を図4に示します。たとえば、 $0.01\mu F$ のコンデンサに $2pC_b$ の電荷が注入されると、 $200\mu V$ のホールド・ステップが発生します。図4に示されるように、入力電圧がLTC6943の電源電圧の半分の電圧に近づくと、予測可能で繰り返し可能な電荷注入のキャンセルが生じます。これは、この製品独自の機能で、製品には自己整合ゲートCMOSプロセスで製造されたチャージバランス方式のスイッチが内蔵されています。対称デュアル電源で給電されているときは、LTC6943のどのスイッチも、グランド付近の小信号を大きな誤差なくサンプルし、ホールドします。

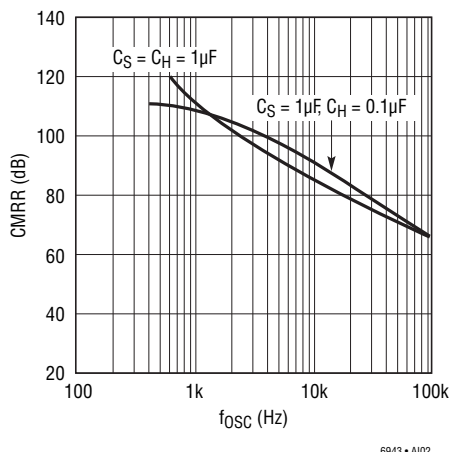


図2. CMRRとサンプリング周波数

### サンプリング・コンデンサの遮断により非常に高いCMRRを実現

$C^+$ ピンとグランド間の内部または外部の寄生容量は、LTC6943のCMRRに影響を与えます(図1)。 $C^+$ ピンのピン1とピン9内部の接合部容量による同相誤差は、内部回路によってキャンセルされます。したがって、 $C^+$ ピンはサンプリング・コンデンサのトップ・プレートとして使用します。シールドをサンプリング・コンデンサの下に配置し、 $C^-$ に接続すると、CMRRを120dBに高める効果があります(図5)。

$C^-$ ピンとグランド間の外部寄生容量が大きすぎると、CMRRが間接的に低下します。これは、特に2kHzを超えるクロック周波数でLTC6943を使用すると明らかになります。このため、シールドを使用する場合は、シールドと回路のグランド間の寄生容量を最小限に抑える必要があります。

サンプリング・コンデンサの外側のプレートは、 $C^-$ ピンに接続することを推奨します。

### Coscピン(14)

$C_{osc}$ ピンは、ピン14からピン15に接続された外部コンデンサ $C_{osc}$ と共に使用して、内部発振器周波数を変更することができます。ピン16がフロート状態のとき、 $24pF$ の内部コンデンサに外部のピン間容量を加えると、 $\pm 5V$ 電源では発振器周波数が約190kHzに設定されます。「標準的性能特性」のグラフから、様々な電源範囲に応じた発振器周波数を設定するための情報が得られます。ピン14は、CMOSレベルの外部クロックでドライブして、内部発振器をオーバーライドすることもできます。

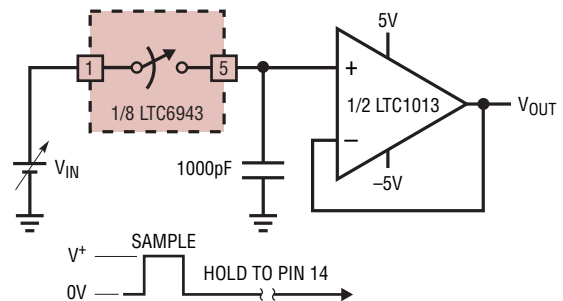


図3

## アプリケーション情報

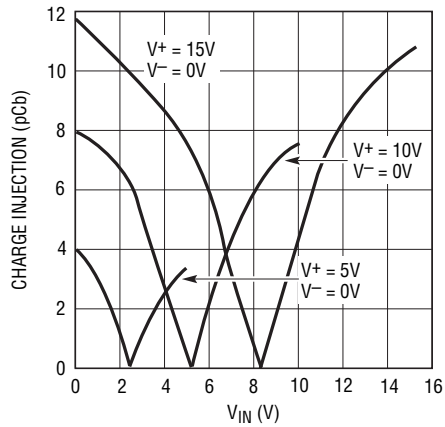


図4. 各スイッチの電荷注入と入力電圧

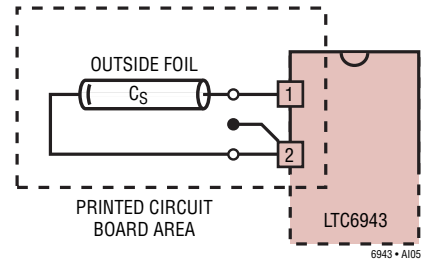
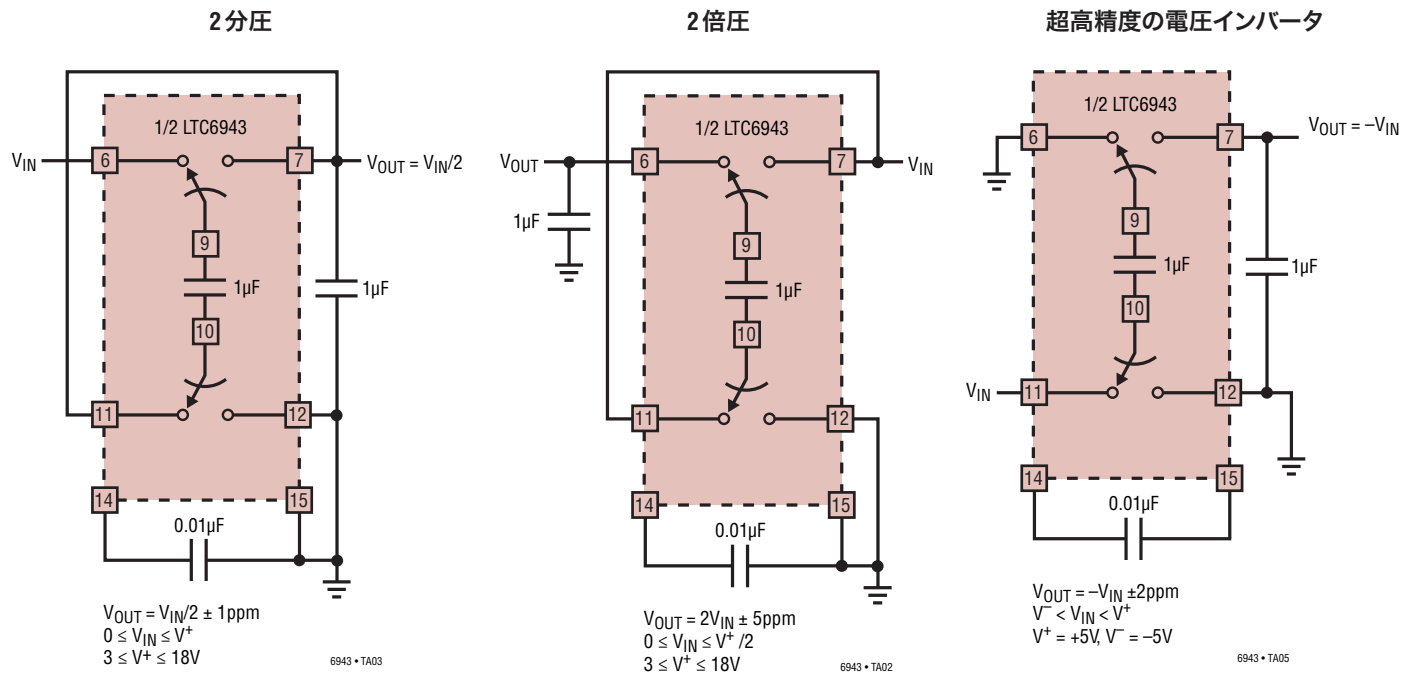


図5. サンプリング・コンデンサのシールドを示すPC基板レイアウト

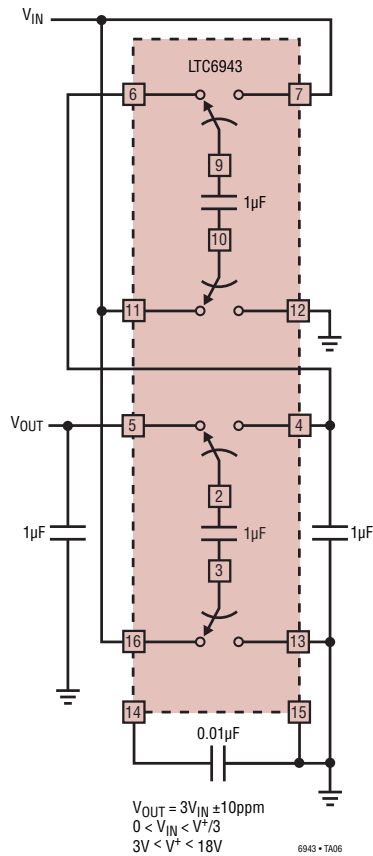
## 標準的応用例



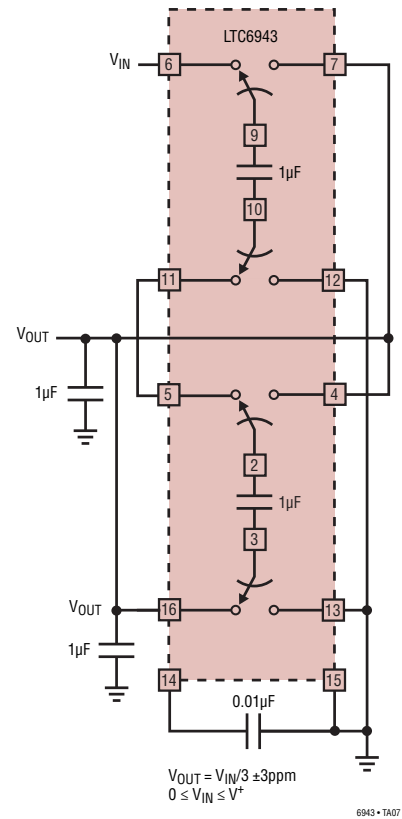
# LTC6943

## 標準的応用例

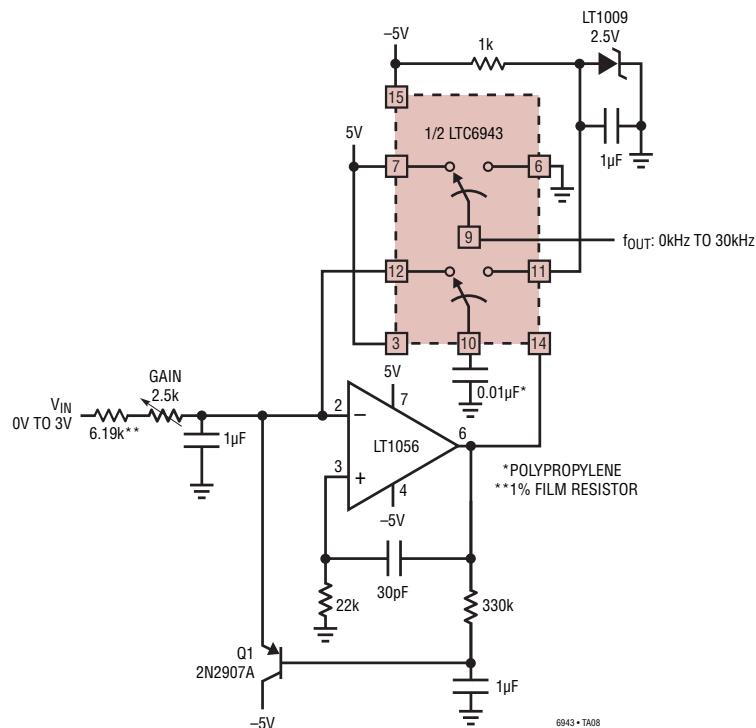
高精度の3倍圧



3分圧



0.01%のV/Fコンバータ

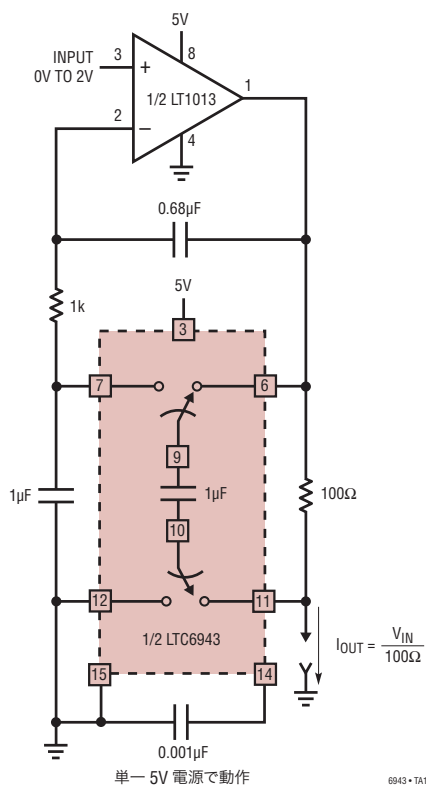




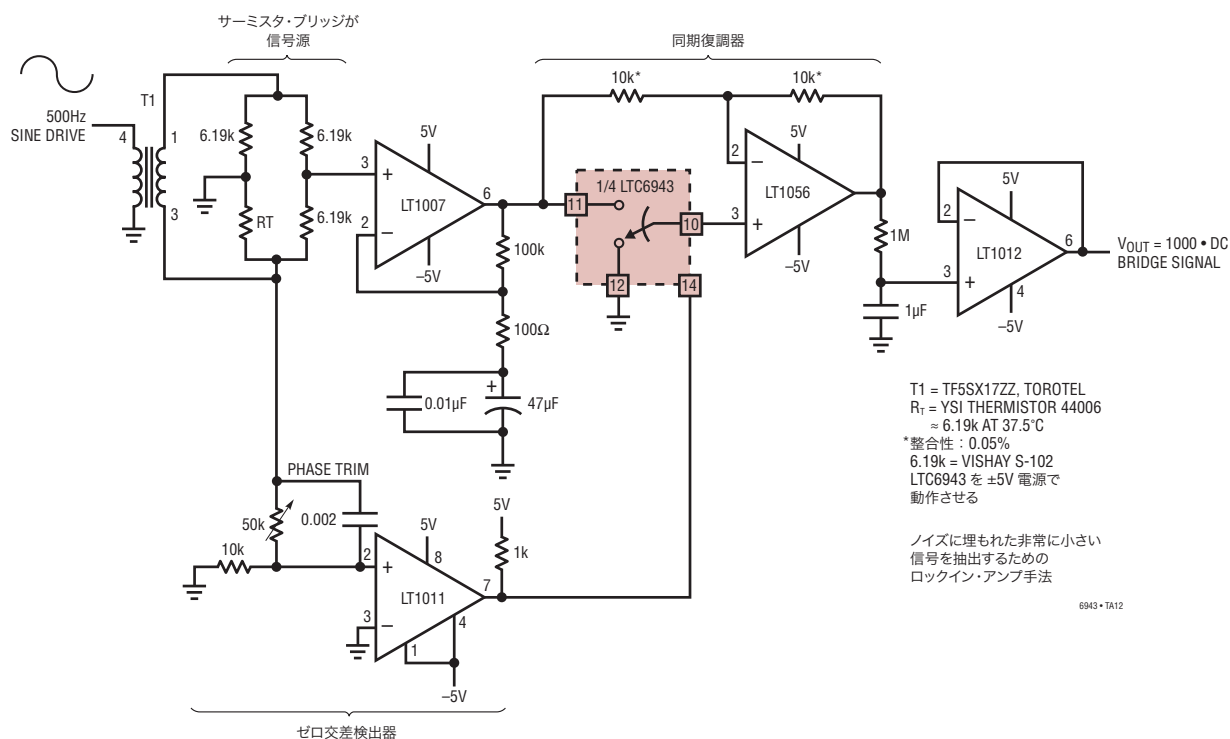


## 標準的応用例

グラウンド基準の入力/出力を備えた電圧制御電流源

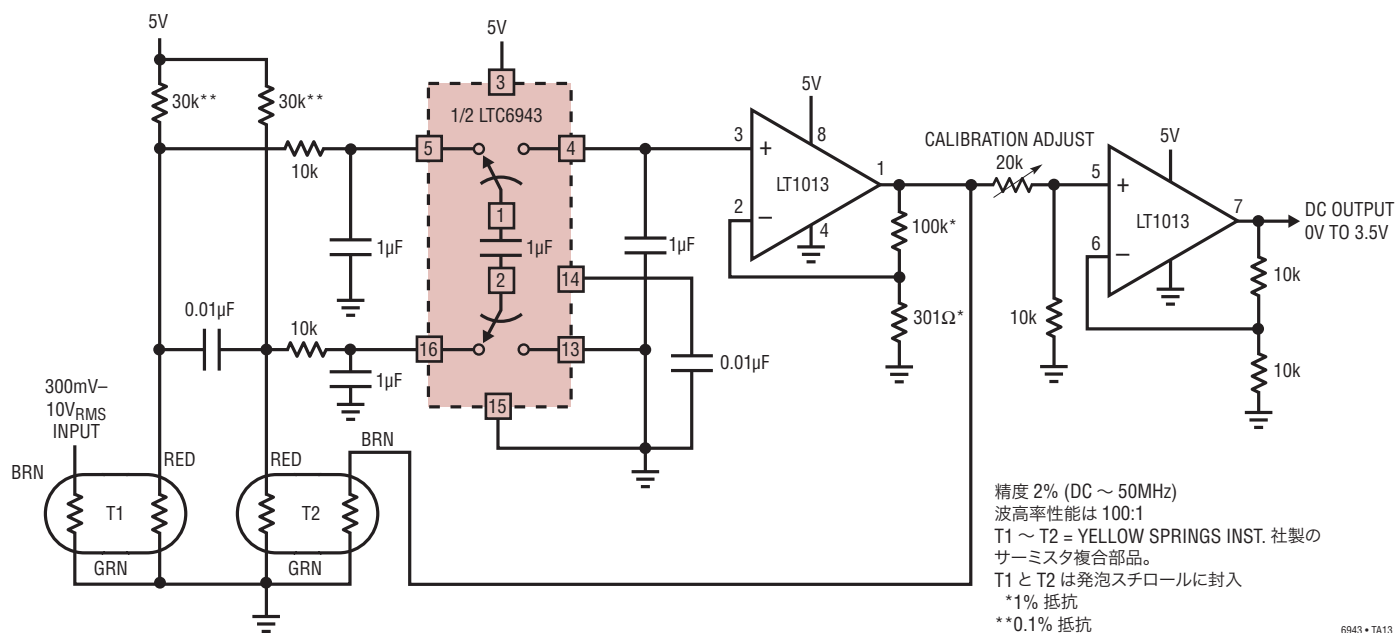


ロックイン・アンプ(極めて狭帯域のアンプ)



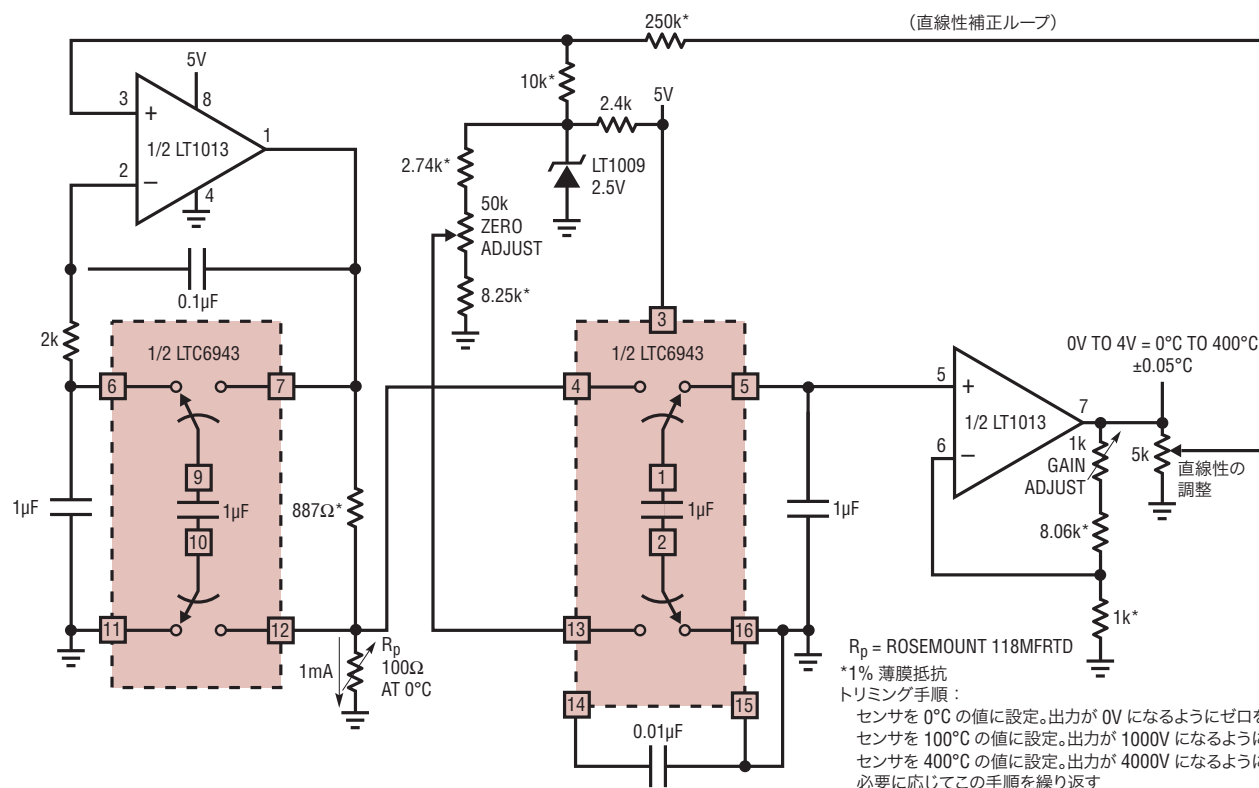
## 標準的応用例

## 50MHzのRMS/DC サーマル・コンバータ



6943 • TA13

## 単一電源動作の高精度直線化プラチナ RTD 信号調整器

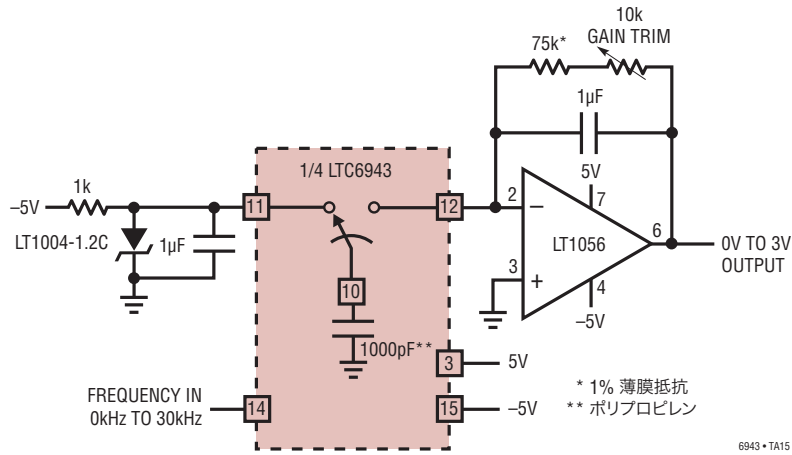


6943 • TA14

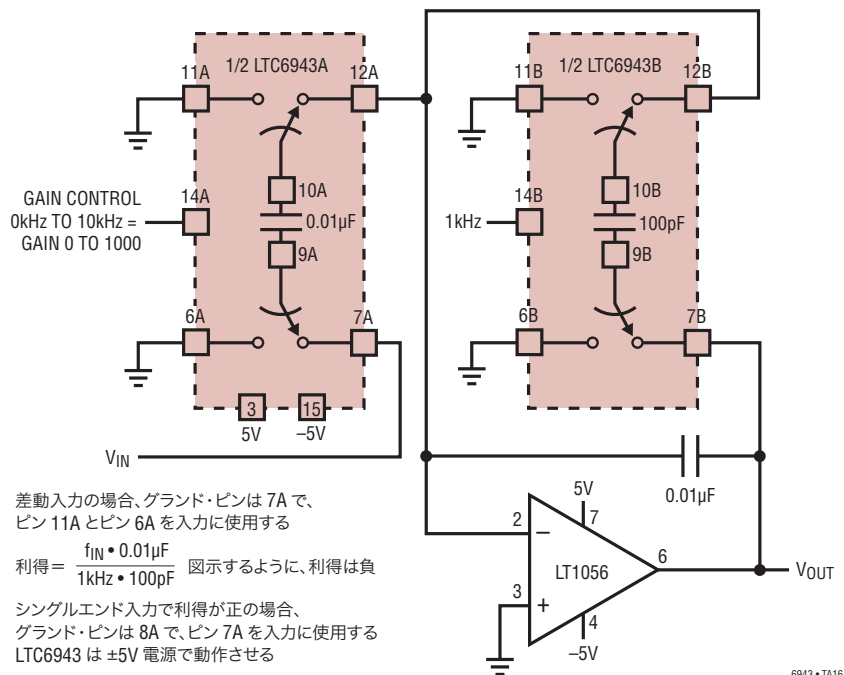
6943f

## 標準的応用例

### 0.01%のF/Vコンバータ



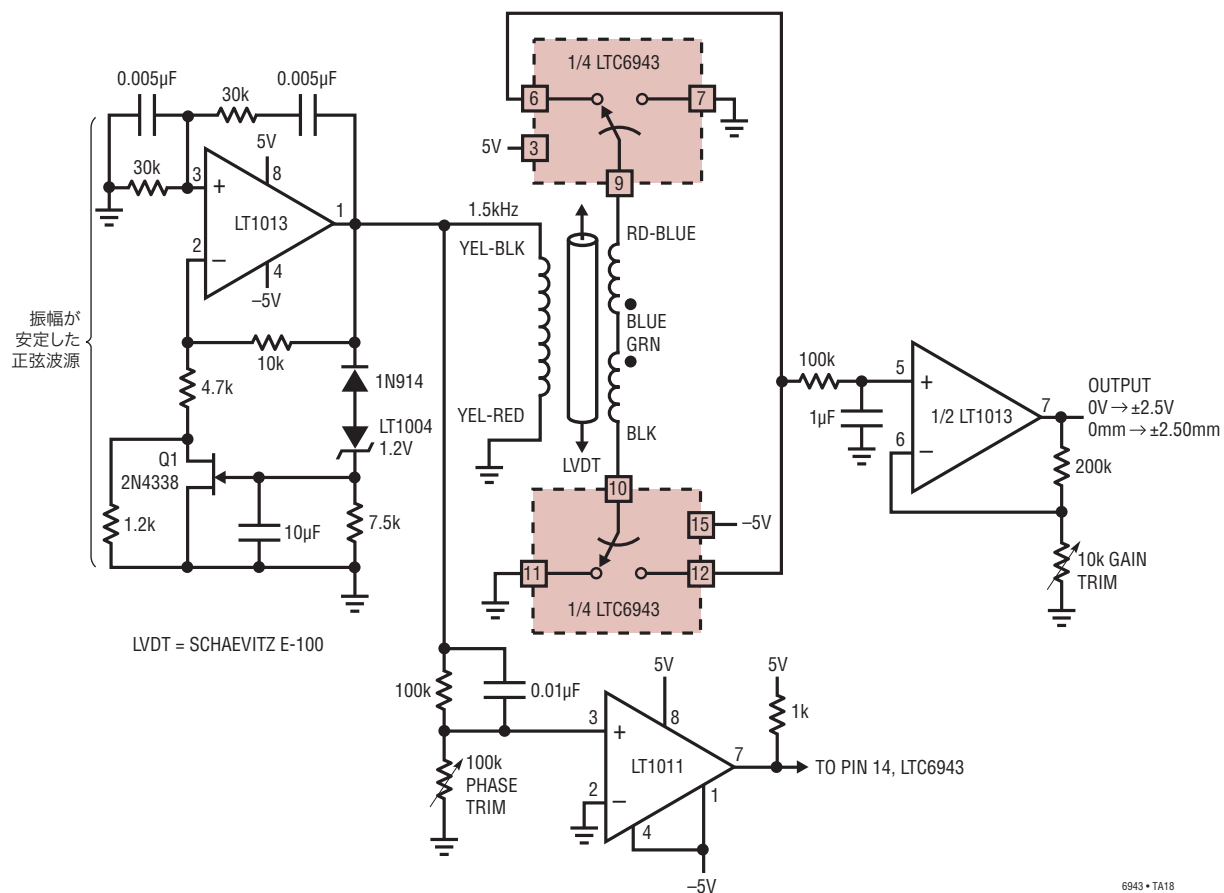
### 周波数制御ゲイン・アンプ



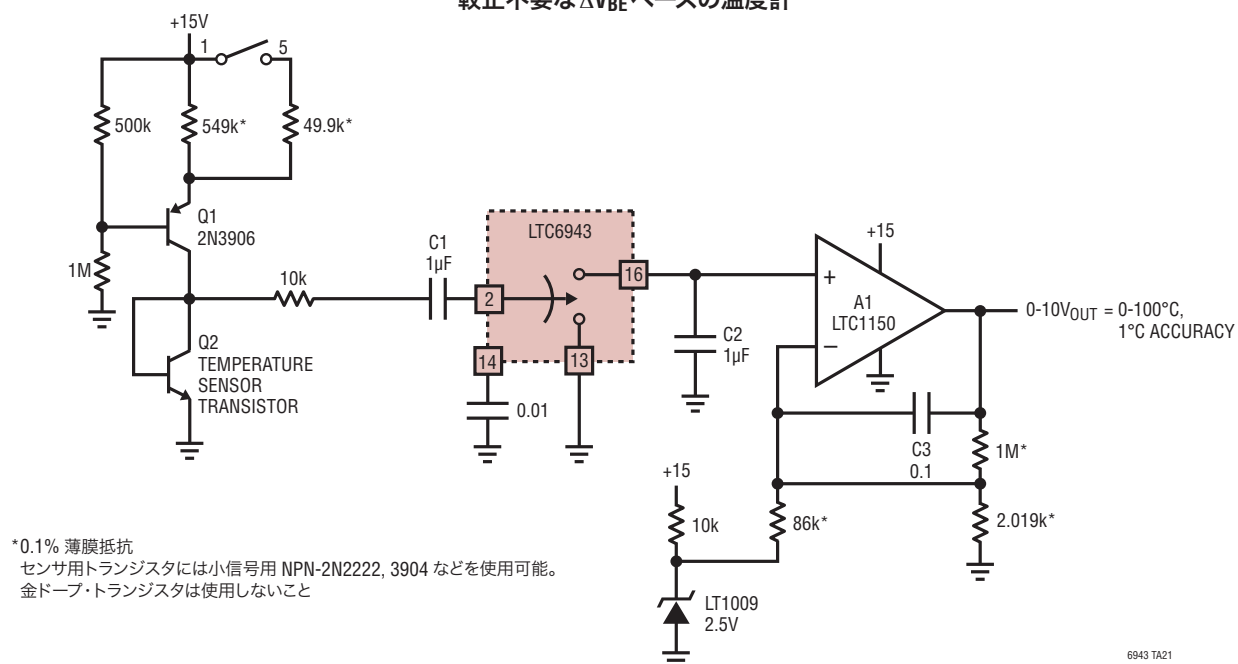


## 標準的応用例

### リニア可変差動トランス (LVDT)、信号調整器

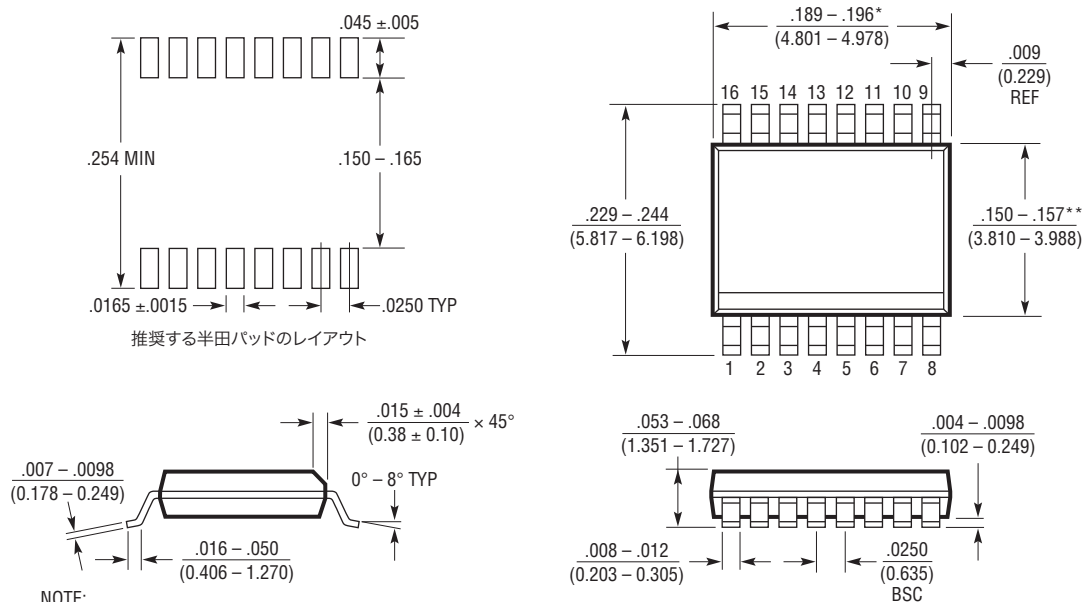


### 較正不要な $\Delta V_{BE}$ ベースの温度計



## パッケージ

GN パッケージ  
16ピン・プラスチック SSOP(細型 0.150 インチ)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1641)



## NOTE:

1. 標準寸法: インチ

2. 寸法は  $\frac{\text{インチ}}{(\text{ミリメートル})}$ 

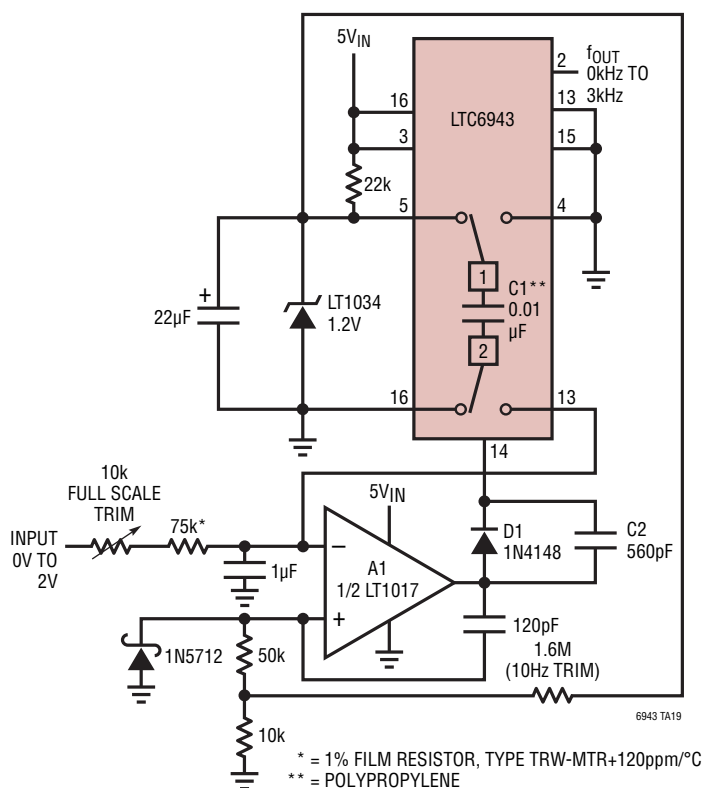
3. 図は実寸とは異なる

\* 寸法にはモールドのバリを含まない  
モールドのバリは各サイドで 0.006" (0.152mm) を超えないこと\*\* 寸法にはリード間のバリを含まない  
リード間のバリは各サイドで 0.010" (0.254mm) を超えないこと

GN16 (SSOP) 0502

## 標準的応用例

## 5V 駆動の電圧 / 周波数コンバータ



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1043	デュアル高精度計装スイッチ・キャパシタ・ビルディング・ブロック	CMRR:120dB、動作範囲:3V ~ 18V
LTC1152	レール・トゥ・レール入出力、ゼロドリフト・オペアンプ	最大 14V の電源電圧で動作
LTC2050	ゼロドリフト・オペアンプ	2.7V ~ 6V の単一電源動作、SOT-23 パッケージ
LTC2051	デュアル・ゼロドリフト・オペアンプ	LTC2050 のデュアル・バージョン、8 ピン DFN および MS8 パッケージ
LTC2052	クワッド・ゼロドリフト・オペアンプ	LTC2050 のクワッド・バージョン、GN16 パッケージ
LTC2053	高精度レール・トゥ・レール・ゼロドリフト計装アンプ	低利得での CMRR:120dB
LTC2054	低消費電力、ゼロドリフト・オペアンプ	消費電流:150μA、SOT-23 パッケージ
LTC6800	低コストのレール・トゥ・レール計装アンプ	V <sub>OS(MAX)</sub> = 100μV、DFN8 パッケージ
LTC6915	利得をデジタルでプログラム可能な高精度計装アンプ	14 のレベルでプログラム可能な利得、CMRR:125dB