

## ADR420/ADR421/ADR423/ADR425

### 特長

- 低ノイズ(0.1 Hz~10 Hz)
  - ADR420: 1.75  $\mu$ V p-p
  - ADR421: 1.75  $\mu$ V p-p
  - ADR423: 2.0  $\mu$ V p-p
  - ADR425: 3.4  $\mu$ V p-p
- 小さい温度係数: 3 ppm/ $^{\circ}$ C
- 長時間安定性: 50 ppm/1000 時間
- 負荷レギュレーション: 70 ppm/mA
- ライン・レギュレーション: 35 ppm/V
- 低ヒステリシス: 40 ppm (typ)
- 広い動作範囲
  - ADR420: 4 V~18 V
  - ADR421: 4.5 V~18 V
  - ADR423: 5 V~18 V
  - ADR425: 7 V~18 V
- 静止電流:最大 0.5 mA
- 高出力電流: 10 mA
- 広い温度範囲: -40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C

### アプリケーション

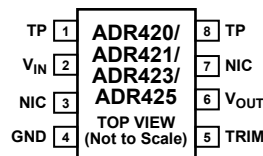
- 高精度データ・アクイジション・システム
- 高分解能コンバータ
- バッテリー駆動の計装機器
- ポータブル医用計測器
- 工業用プロセス制御システム
- 高精度計測機器
- 光ネットワーク制御回路

### ADR42X 製品

表 1.

Model	Output Voltage, $V_{OUT}$ (V)	Initial Accuracy		Temperature Coefficient (ppm/ $^{\circ}$ C)
		mV	%	
ADR420	2.048	1, 3	0.05, 0.15	3, 10
ADR421	2.50	1, 3	0.04, 0.12	3, 10
ADR423	3.00	1.5, 4	0.04, 0.13	3, 10
ADR425	5.00	2, 6	0.04, 0.12	3, 10

### ピン配置



NIC = NO INTERNAL CONNECTION  
TP = TEST PIN (DO NOT CONNECT)

図 1.8 ピン SOIC、8 ピン MSOP

### 概要

ADR42x は、第 2 世代の超高精度 XFET (eXtra implanted junction FET) リファレンス電圧のシリーズであり、低ノイズ、高精度、優れた長時間安定性を持ち、SOIC または MSOP パッケージを採用しています。

特許取得済みの温度ドリフト曲率補正技術と XFET 技術により、温度による電圧変化の非直線性を小さくしています。XFET アーキテクチャの採用により、バンド・ギャップ・リファレンス電圧の優れた精度と熱ヒステリシスが実現されています。また、埋め込みツェナー・リファレンスより少ない消費電力と小さい電源ヘッドルームで動作します。

ADR42x は優れたノイズ性能と安定で正確な特性を持つため、光ネットワークや医用機器のような高精度変換アプリケーションに最適です。ADR42x の TRIM ピンは、他の性能を犠牲にすることなく、 $\pm 0.5\%$  範囲で出力電圧を調整するときにも使うことができます。ADR42x シリーズのリファレンス電圧には 2 種類の電氣的グレードがあり、-40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C の拡張工業温度範囲で仕様が規定されています。デバイスは 8 ピンの SOIC パッケージまたは 30%小型の 8 ピン MSOP パッケージを採用しています。

## 目次

特長.....	1	デバイス消費電力についての注意.....	16
アプリケーション.....	1	リファレンス電圧の基本接続.....	16
ピン配置.....	1	ノイズ性能.....	16
概要.....	1	ターンオン時間.....	16
ADR42X 製品.....	1	アプリケーション.....	17
改訂履歴.....	2	出力の調整.....	17
仕様.....	3	光ネットワーク制御回路でのコンバータのリファレンス電圧.....	17
ADR420 の電氣的仕様.....	3	高精度抵抗が不要な負の高精度リファレンス電圧.....	17
ADR421 の電氣的仕様.....	4	高電圧フローティング電流源.....	18
ADR423 の電氣的仕様.....	5	ケルビン接続.....	18
ADR425 の電氣的仕様.....	6	両極性リファレンス電圧.....	18
絶対最大定格.....	7	プログラマブルな電流源.....	19
熱抵抗.....	7	プログラマブルな DAC リファレンス電圧.....	19
ESD の注意.....	7	データ・コンバータ用の高精度リファレンス電圧.....	20
ピン配置およびピン機能説明.....	8	出力レギュレータの高精度ブースト.....	20
代表的な性能特性.....	9	外形寸法.....	21
用語.....	15	オーダー・ガイド.....	22
動作原理.....	16		

## 改訂履歴

### 6/07—Rev. G to Rev. H

Changes to Table 2.....	3
Changes to Table 3.....	4
Changes to Table 4.....	5
Changes to Table 5.....	6
Updated Outline Dimensions.....	21
Changes to Ordering Guide.....	22

### 6/05—Rev. F to Rev. G

Changes to Table 1.....	1
Changes to Ordering Guide.....	22

### 2/05—Rev. E to Rev. F

Updated Format.....	Universal
Updated Outline Dimensions.....	21
Changes to Ordering Guide.....	22

### 7/04—Rev. D to Rev. E

Changes to Ordering Guide.....	5
--------------------------------	---

### 3/04—Rev. C to Rev. D

Changes to Table I.....	1
Changes to Ordering Guide.....	4
Updated Outline Dimensions.....	16

### 1/03—Rev. B to Rev. C

Changed Mini SOIC to MSOP.....	Universal
Changes to Ordering Guide.....	4
Corrections to Y-axis labels in TPCs 21 and 24.....	9
Enhancement to Figure 13.....	15
Updated Outline Dimensions.....	16

### 3/02—Rev. A to Rev. B

Edits to Ordering Guide.....	4
Deletion of Precision Voltage Regulator section.....	15
Addition of Precision Boosted Output Regulator section.....	15
Addition of Figure 13.....	15

### 10/01—Rev. 0 to Rev. A

Addition of ADR423 and ADR425 to ADR420/ADR421.....	Universal
---	-----------

### 5/01—Revision 0: Initial Version

## 仕様

## ADR420 の電氣的仕様

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 5.0\text{ V} \sim 15.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 2.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
OUTPUT VOLTAGE	$V_{OUT}$					
A Grade			2.045	2.048	2.051	V
B Grade			2.047	2.048	2.049	V
INITIAL ACCURACY	$V_{OUTERR}$					
A Grade			-3		+3	mV
			-0.15		+0.15	%
B Grade			-1		+1	mV
			-0.05		+0.05	%
TEMPERATURE COEFFICIENT	$TCV_{OUT}$	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$				
A Grade				2	10	ppm/°C
B Grade				1	3	ppm/°C
SUPPLY VOLTAGE HEADROOM	$V_{IN} - V_{OUT}$		2			V
LINE REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	$V_{IN} = 5\text{ V to }18\text{ V}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		10	35	ppm/V
LOAD REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_L$	$I_L = 0\text{ mA to }10\text{ mA}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			70	ppm/mA
QUIESCENT CURRENT	$I_{IN}$	No load $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		390	500 600	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
VOLTAGE NOISE	$e_N$ p-p	0.1 Hz to 10 Hz		1.75		$\mu\text{V p-p}$
VOLTAGE NOISE DENSITY	$e_N$	1 kHz		60		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
TURN-ON SETTLING TIME	$t_R$			10		$\mu\text{s}$
LONG-TERM STABILITY	$\Delta V_{OUT}$	1000 hours		50		ppm
OUTPUT VOLTAGE HYSTERESIS	$V_{OUT\_HYS}$			40		ppm
RIPPLE REJECTION RATIO	RRR	$f_{IN} = 1\text{ kHz}$		-75		dB
SHORT CIRCUIT TO GND	$I_{SC}$			27		mA

### ADR421 の電氣的仕様

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 5.0\text{ V} \sim 15.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 3.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
OUTPUT VOLTAGE	$V_{OUT}$					
A Grade			2.497	2.500	2.503	V
B Grade			2.499	2.500	2.501	V
INITIAL ACCURACY	$V_{OUTERR}$					
A Grade			-3		+3	mV
			-0.12		+0.12	%
B Grade			-1		+1	mV
			-0.04		+0.04	%
TEMPERATURE COEFFICIENT	$TCV_{OUT}$	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$				
A Grade				2	10	ppm/ $^\circ\text{C}$
B Grade			1	3	ppm/ $^\circ\text{C}$	
SUPPLY VOLTAGE HEADROOM	$V_{IN} - V_{OUT}$		2			V
LINE REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	$V_{IN} = 5\text{ V to }18\text{ V}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		10	35	ppm/V
LOAD REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_L$	$I_L = 0\text{ mA to }10\text{ mA}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			70	ppm/mA
QUIESCENT CURRENT	$I_{IN}$	No load $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		390	500	$\mu\text{A}$
						600
VOLTAGE NOISE	$e_N\text{ p-p}$	0.1 Hz to 10 Hz		1.75		$\mu\text{V p-p}$
VOLTAGE NOISE DENSITY	$e_N$	1 kHz		80		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
TURN-ON SETTLING TIME	$t_R$			10		$\mu\text{s}$
LONG-TERM STABILITY	$\Delta V_{OUT}$	1000 hours		50		ppm
OUTPUT VOLTAGE HYSTERESIS	$V_{OUT\_HYS}$			40		ppm
RIPPLE REJECTION RATIO	RRR	$f_{IN} = 1\text{ kHz}$		-75		dB
SHORT CIRCUIT TO GND	$I_{SC}$			27		mA

### ADR423 の電氣的仕様

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 5.0\text{ V} \sim 15.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 4.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
OUTPUT VOLTAGE	$V_{OUT}$					
A Grade			2.996	3.000	3.004	V
B Grade			2.9985	3.000	3.0015	V
INITIAL ACCURACY	$V_{OUTERR}$					
A Grade			-4		+4	mV
			-0.13		+0.13	%
B Grade			-1.5		+1.5	mV
			-0.04		+0.04	%
TEMPERATURE COEFFICIENT	$TCV_{OUT}$	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$				
A Grade				2	10	ppm/ $^\circ\text{C}$
B Grade			1	3	ppm/ $^\circ\text{C}$	
SUPPLY VOLTAGE HEADROOM	$V_{IN} - V_{OUT}$		2			V
LINE REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	$V_{IN} = 5\text{ V to }18\text{ V}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		10	35	ppm/V
LOAD REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_L$	$I_L = 0\text{ mA to }10\text{ mA}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			70	ppm/mA
QUIESCENT CURRENT	$I_{IN}$	No load $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		390	500	$\mu\text{A}$
						600
VOLTAGE NOISE	$e_N\text{ p-p}$	0.1 Hz to 10 Hz		2		$\mu\text{V p-p}$
VOLTAGE NOISE DENSITY	$e_N$	1 kHz		90		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
TURN-ON SETTLING TIME	$t_r$			10		$\mu\text{s}$
LONG-TERM STABILITY	$\Delta V_{OUT}$	1000 hours		50		ppm
OUTPUT VOLTAGE HYSTERESIS	$V_{OUT\_HYS}$			40		ppm
RIPPLE REJECTION RATIO	RRR	$f_{in} = 1\text{ kHz}$		-75		dB
SHORT CIRCUIT TO GND	$I_{SC}$			27		mA

**ADR425 の電氣的仕様**

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 7.0\text{ V} \sim 15.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 5.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
OUTPUT VOLTAGE	$V_{OUT}$					
A Grade			4.994	5.000	5.006	V
B Grade			4.998	5.000	5.002	V
INITIAL ACCURACY	$V_{OUTERR}$					
A Grade			-6		+6	mV
			-0.12		+0.12	%
B Grade			-2		+2	mV
			-0.04		+0.04	%
TEMPERATURE COEFFICIENT	$TCV_{OUT}$	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$				
A Grade				2	10	ppm/ $^\circ\text{C}$
B Grade			1	3	ppm/ $^\circ\text{C}$	
SUPPLY VOLTAGE HEADROOM	$V_{IN} - V_O$		2			V
LINE REGULATION	$\Delta V_O / \Delta V_{IN}$	$V_{IN} = 7\text{ V to } 18\text{ V}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		10	35	ppm/V
LOAD REGULATION	$\Delta V_O / \Delta I_L$	$I_L = 0\text{ mA to } 10\text{ mA}$ , $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			70	ppm/mA
QUIESCENT CURRENT	$I_{IN}$	No load $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		390	500	$\mu\text{A}$
						600
VOLTAGE NOISE	$e_N$ p-p	0.1 Hz to 10 Hz		3.4		$\mu\text{V p-p}$
VOLTAGE NOISE DENSITY	$e_N$	1 kHz		110		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
TURN-ON SETTLING TIME	$t_R$			10		$\mu\text{s}$
LONG-TERM STABILITY	$\Delta V_O$	1000 hours		50		ppm
OUTPUT VOLTAGE HYSTERESIS	$V_{O\_HYS}$			40		ppm
RIPPLE REJECTION RATIO	RRR	$f_{IN} = 1\text{ kHz}$		-75		dB
SHORT CIRCUIT TO GND	$I_{SC}$			27		mA

## 絶対最大定格

特に指定のない限り、25°Cでの絶対最大定格。

表 6.

Parameter	Rating
Supply Voltage	18 V
Output Short-Circuit Duration to GND	Indefinite
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
Junction Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 60 sec)	300°C

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## 熱抵抗

$\theta_{JA}$  はワーストケース条件で規定。すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスを回路ボードにハンダ付けした状態で  $\theta_{JA}$  を規定。

表 7.

Package Type	$\theta_{JA}$	Unit
8-Lead MSOP (RM)	190	°C/W
8-Lead SOIC (R)	130	°C/W

## ESD の注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## ピン配置およびピン機能説明

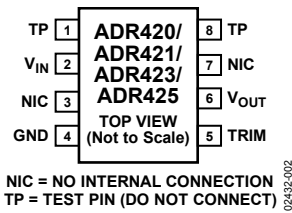


図 2.8 ピン SOIC、8 ピン MSOP のピン配置

表 8. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1、8	TP	テスト・ピン。TP ピンには実際に接続がありますが、出荷テスト用に予約されたものです。TP ピンには何も接続しないでください。接続するとデバイスは正しく動作しません。
2	V <sub>IN</sub>	入力電圧。
3、7	NIC	未使用ピン。NIC には内部接続がありません。
4	GND	グラウンド・ピン=0 V。
5	TRIM	調整ピン。温度係数に影響を与えることなく、出力電圧を±0.5%の範囲で調整する際に使うことができます。
6	V <sub>OUT</sub>	出力電圧。



代表的な性能特性

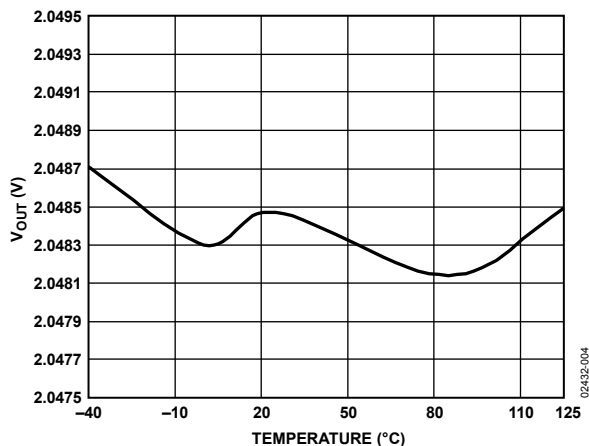


図 3.ADR420 出力電圧(typ)の温度特性

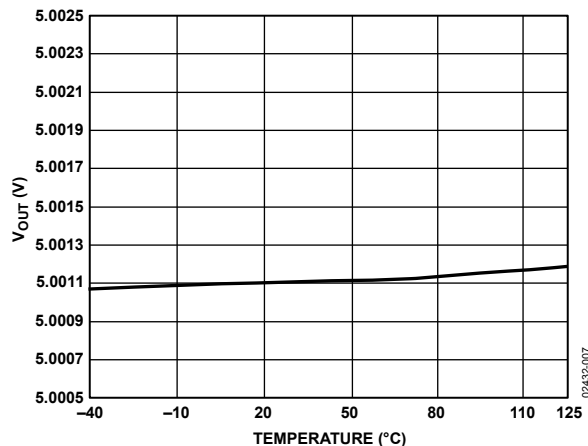


図 6.ADR425 出力電圧(typ)の温度特性

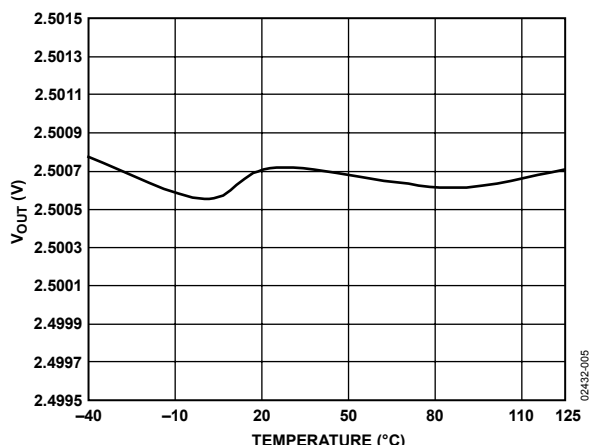


図 4.ADR421 出力電圧(typ)の温度特性

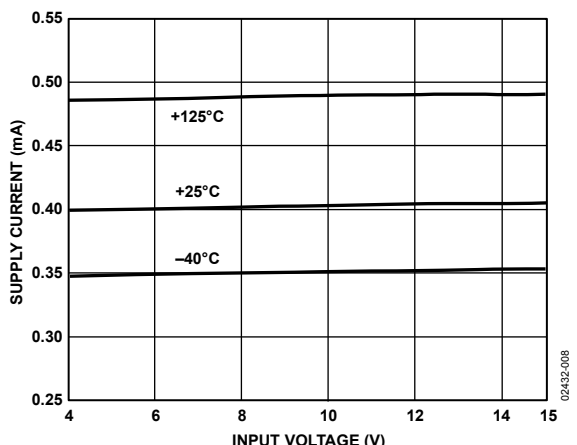


図 7.ADR420 電源電流対入力電圧

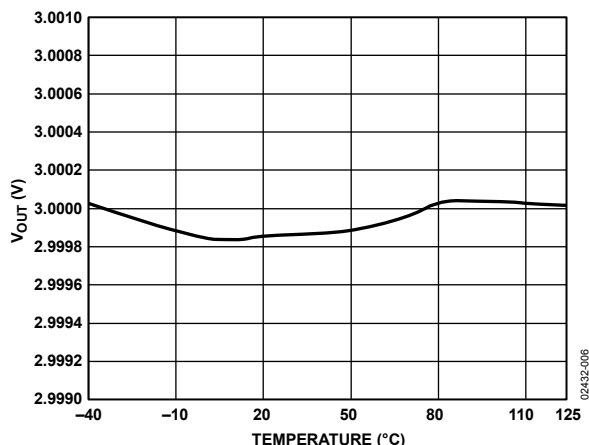


図 5.ADR423 出力電圧(typ)の温度特性

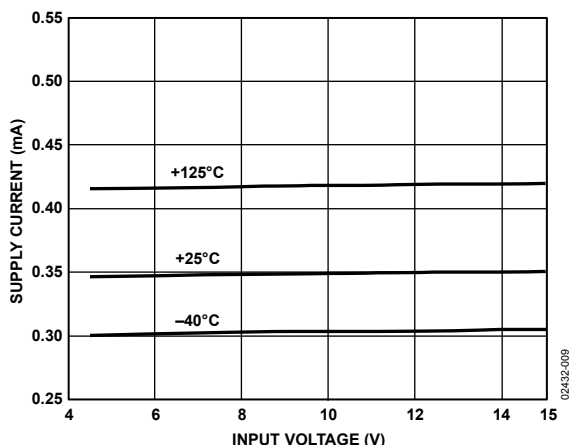


図 8.ADR421 電源電流対入力電圧

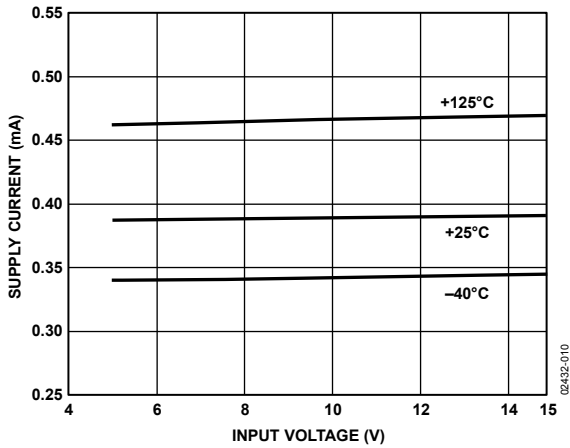


図 9.ADR423 電源電流対入力電圧

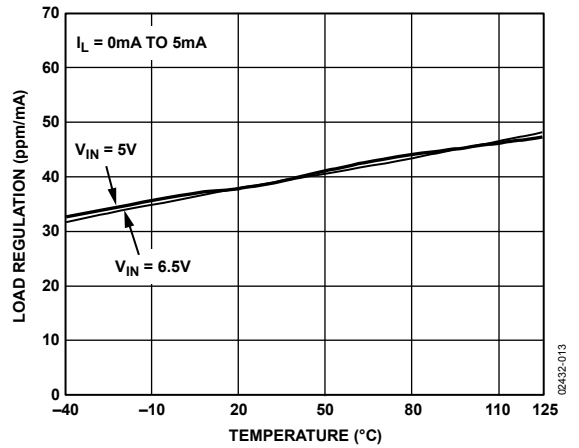


図 12.ADR421 負荷レギュレーションの温度特性

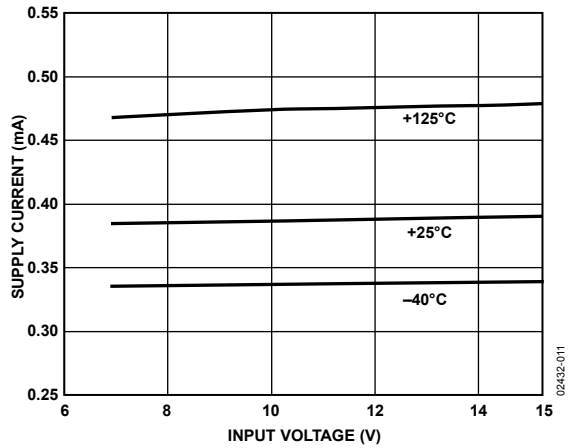


図 10.ADR425 電源電流対入力電圧

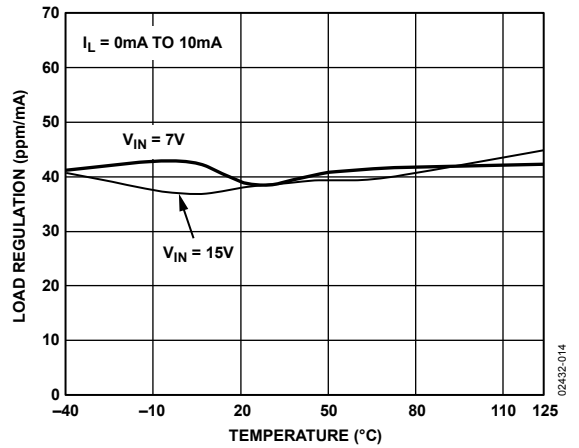


図 13.ADR423 負荷レギュレーションの温度特性

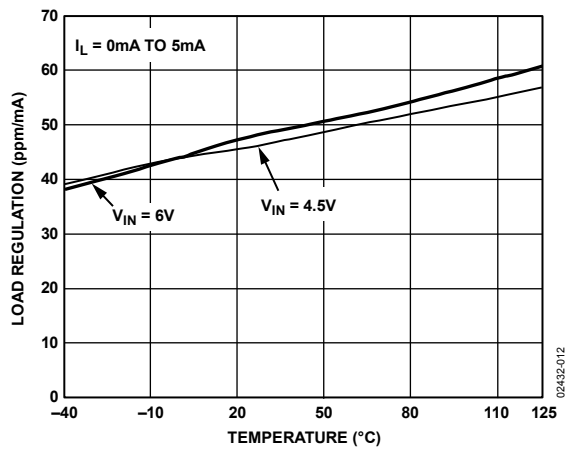


図 11.ADR420 負荷レギュレーションの温度特性

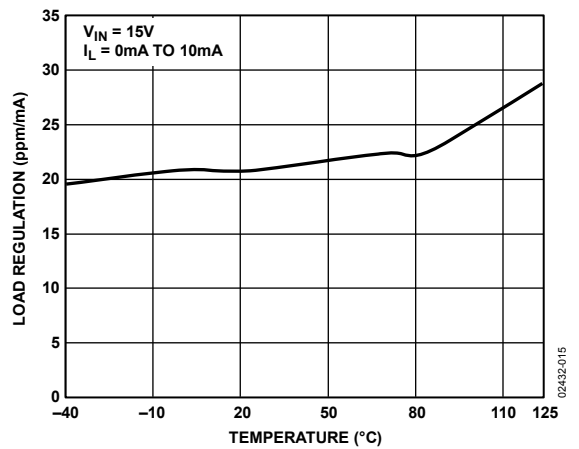


図 14.ADR425 負荷レギュレーションの温度特性

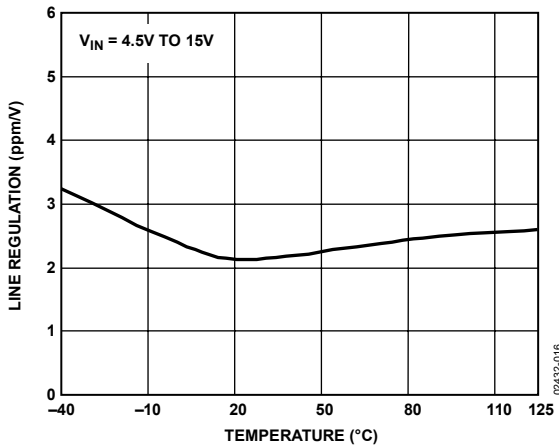


図 15.ADR420 ライン・レギュレーションの温度特性

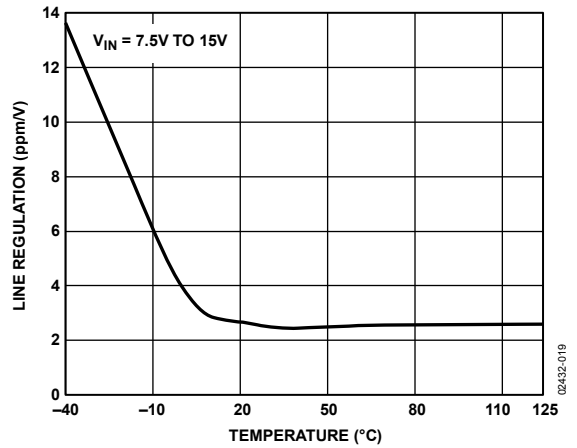


図 18.ADR425 ライン・レギュレーションの温度特性

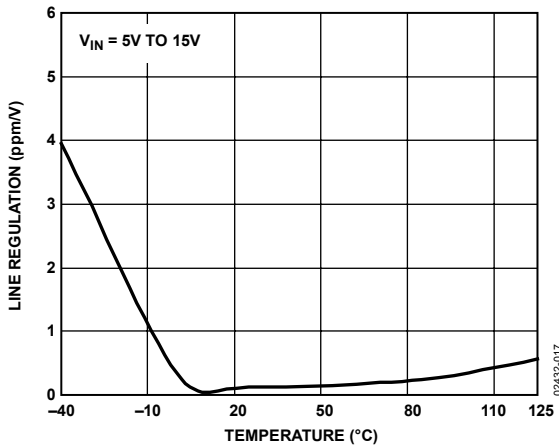


図 16.ADR421 ライン・レギュレーションの温度特性

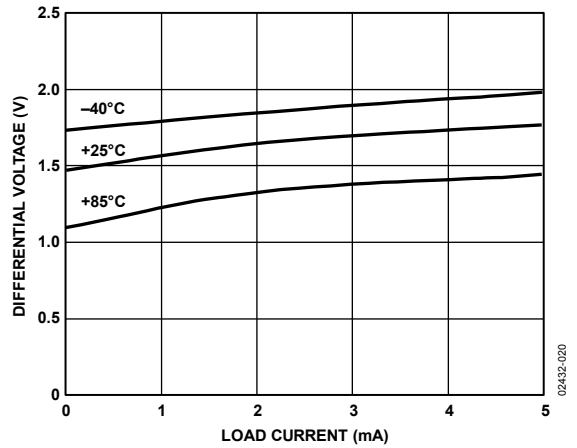


図 19.ADR420 最小入力/出力電圧差対負荷電流

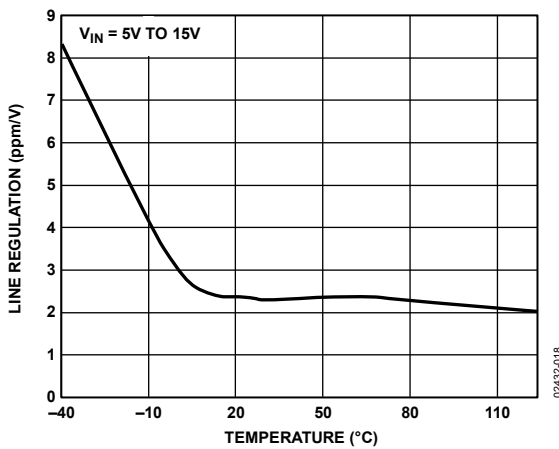


図 17.ADR423 ライン・レギュレーションの温度特性

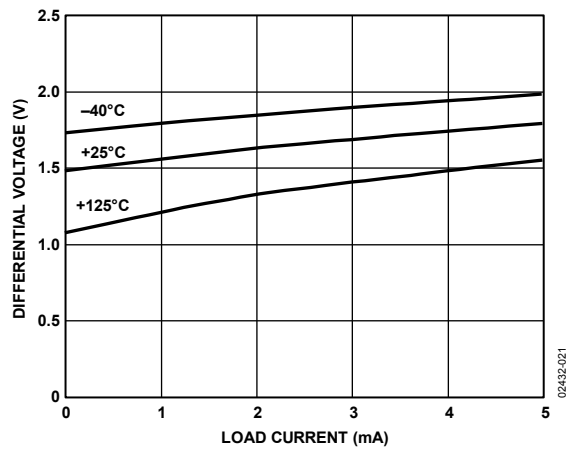


図 20.ADR421 最小入力/出力電圧差対負荷電流

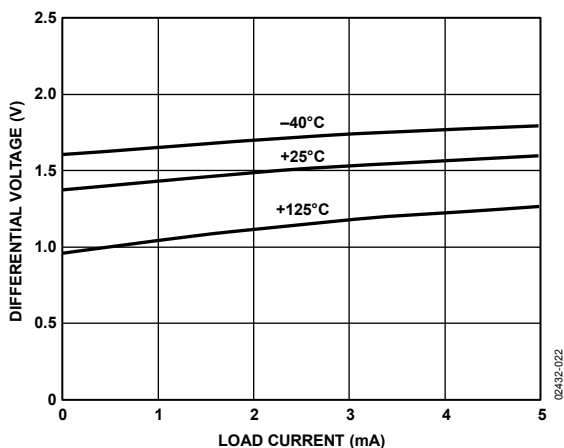


図 21.ADR423 最小入力/出力電圧差対負荷電流

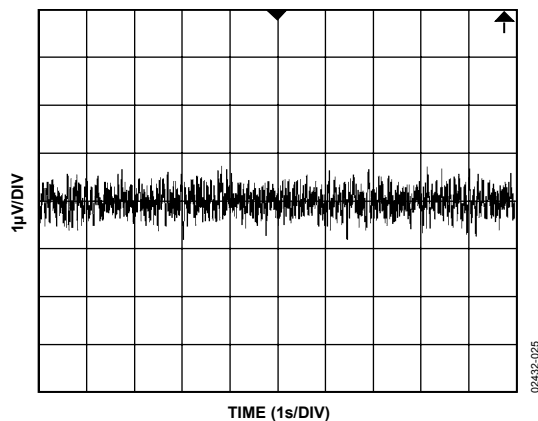


図 24.ADR421 のノイズ電圧(typ) 0.1 Hz~10 Hz

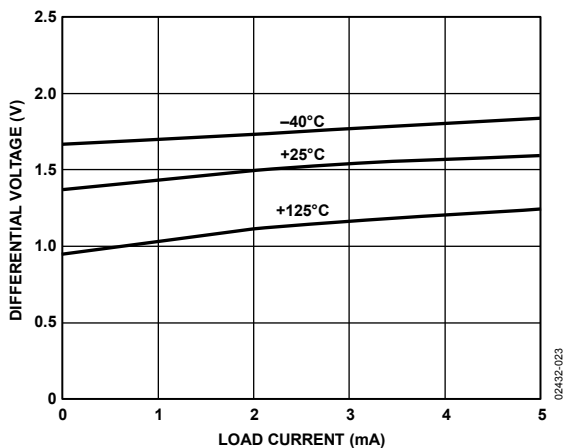


図 22.ADR425 最小入力/出力電圧差対負荷電流

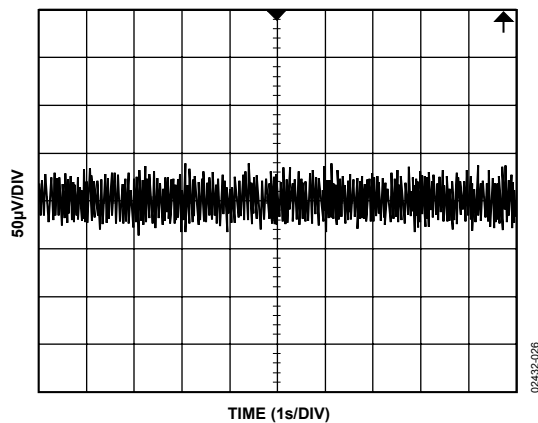


図 25.ノイズ電圧(typ) 10 Hz~10 kHz

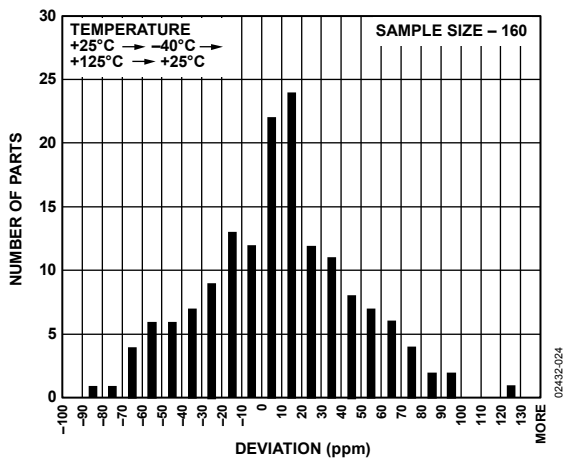


図 23.ADR421 のヒステリシス(typ)

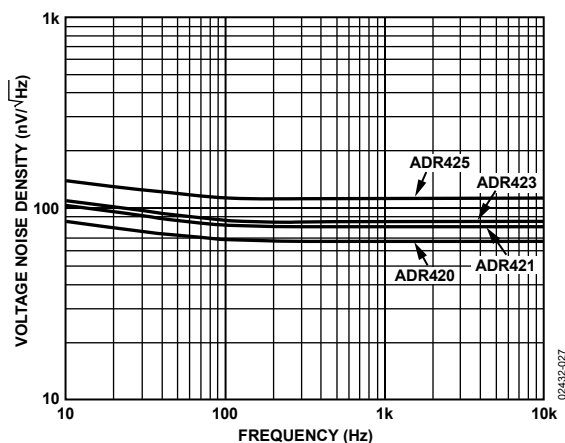


図 26.電圧ノイズ密度の周波数特性

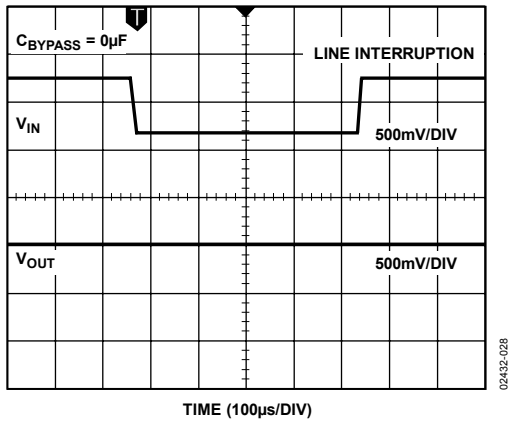


図 27.ADR421 ライン過渡応答、 $C_{BYPASS}$  なし

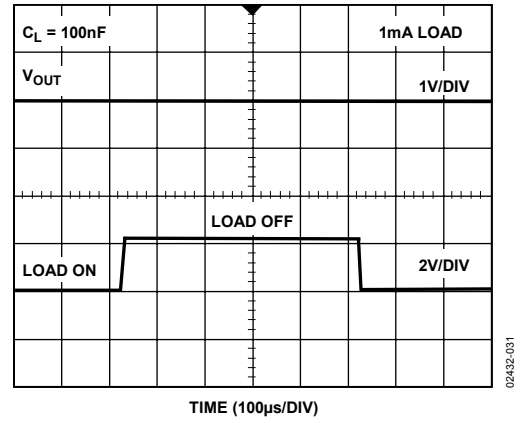


図 30.ADR421 負荷過渡応答、 $C_L = 100 \text{ nF}$

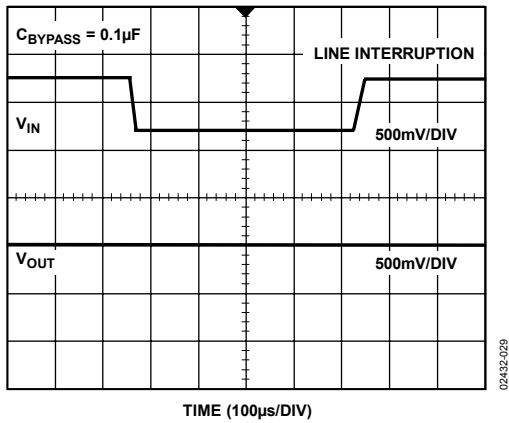


図 28.ADR421 ライン過渡応答、 $C_{BYPASS} = 0.1 \mu\text{F}$

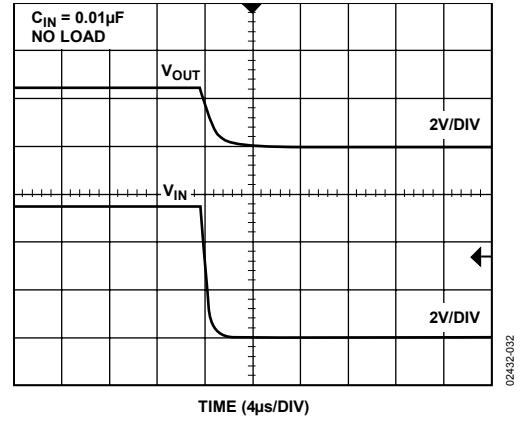


図 31.ADR421 ターンオフ応答

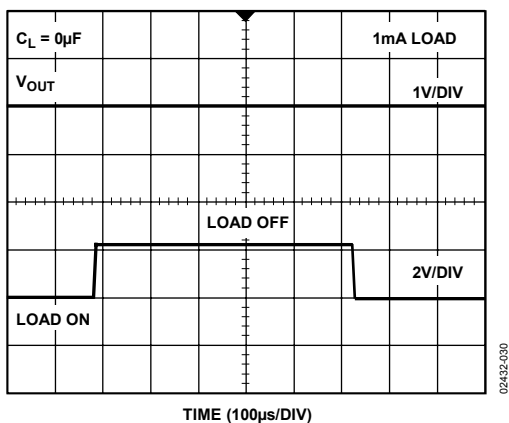


図 29.ADR421 負荷過渡応答、no  $C_L$

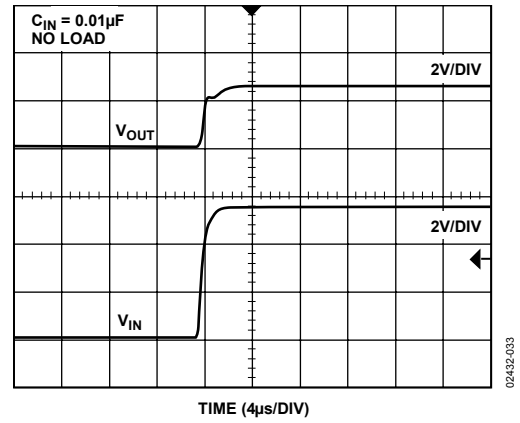


図 32.ADR421 ターンオン応答

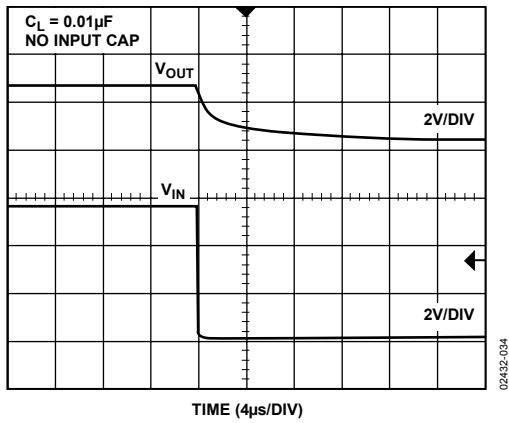


図 33.ADR421 ターンオフ応答

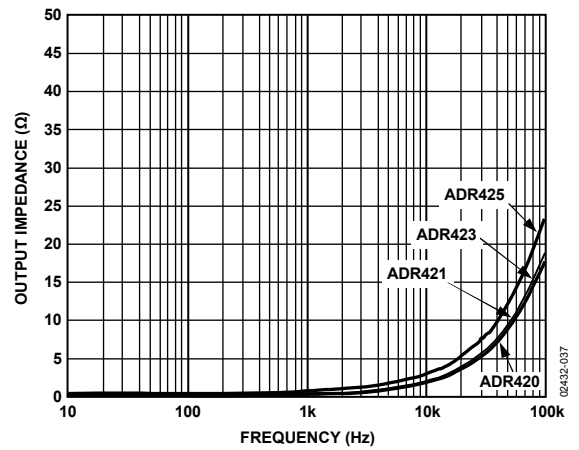


図 36.出力インピーダンスの周波数特性

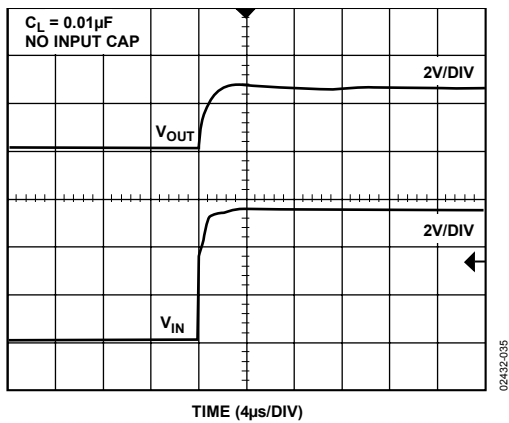


図 34.ADR421 ターンオン応答

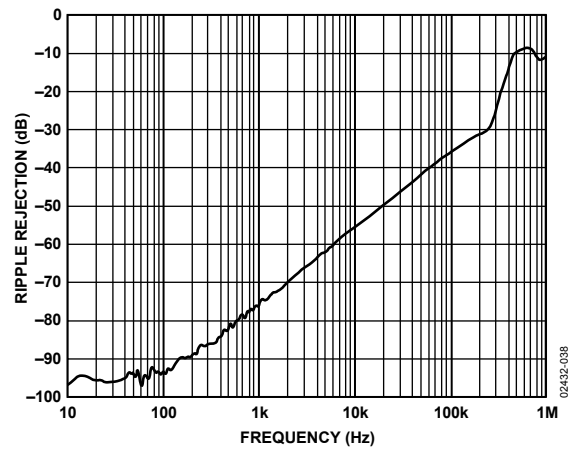


図 37.リップル除去比の周波数特性

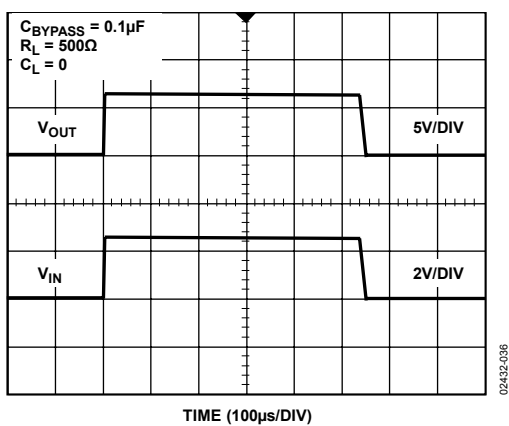


図 35.ADR421 ターンオン/ターンオフ応答

## 用語

### 温度係数

動作温度範囲での出力電圧変化を 25°C での出力電圧で正規化して、次のように ppm/°C で表します。

$$TCV_{OUT}(\text{ppm}/^{\circ}\text{C}) = \frac{V_{OUT}(T_2) - V_{OUT}(T_1)}{V_{OUT}(25^{\circ}\text{C}) \times (T_2 - T_1)} \times 10^6$$

ここで、

$V_{OUT}(25^{\circ}\text{C})$  は 25°C での  $V_{OUT}$ 。

$V_{OUT}(T_1)$  は温度  $T_1$  での  $V_{OUT}$ 。

$V_{OUT}(T_2)$  は温度  $T_2$  での  $V_{OUT}$ 。

### ライン・レギュレーション

規定された入力電圧の変化による出力電圧の変化。このパラメータは自己発熱の影響も含まれます。ライン・レギュレーションは、入力電圧変化のボルト当たりのパーセント値、ボルト当たりの ppm 値、またはボルト当たりのマイクロボルト値で表されます。

### 負荷レギュレーション

負荷電流の規定された変化による出力電圧の変化。このパラメータは自己発熱の影響も含まれます。負荷レギュレーションは、ミリアンペア当たりのマイクロボルト値、ミリアンペア当たりの ppm 値、または DC 出力抵抗のオーム値で表されます。

### 長時間安定性

125°C で 1000 時間の動作寿命テストを行ったデバイス・サンプルについての、25°C での出力電圧のシフト (typ)。

$$\Delta V_{OUT} = V_{OUT}(t_0) - V_{OUT}(t_1)$$

$$\Delta V_{OUT}(\text{ppm}) = \frac{V_{OUT}(t_0) - V_{OUT}(t_1)}{V_{OUT}(t_0)} \times 10^6$$

ここで、

$V_{OUT}(t_0)$  は時間 0 での 25°C での  $V_{OUT}$ 。

$V_{OUT}(t_1)$  は 125°C で 1000 時間動作後の 25°C での  $V_{OUT}$ 。

### 熱ヒステリシス

デバイスに +25°C → -40°C → +125°C → +25°C の温度サイクルを加えた後の出力電圧の変化。これは、このようなサイクルを加えた部品のサンプルから取得した typ 値です。

$$V_{OUT\_HYS} = V_{OUT}(25^{\circ}\text{C}) - V_{OUT\_TC}$$

$$V_{OUT\_HYS}(\text{ppm}) = \frac{V_{OUT}(25^{\circ}\text{C}) - V_{OUT\_TC}}{V_{OUT}(25^{\circ}\text{C})} \times 10^6$$

ここで、

$V_{OUT}(25^{\circ}\text{C})$  は 25°C での  $V_{OUT}$ 。

$V_{OUT\_TC}$  は +25°C → -40°C → +125°C → +25°C の温度サイクル後の 25°C での  $V_{OUT}$ 。

### 入力コンデンサ

ADR42x では入力コンデンサは不要です。入力で使用されるコンデンサ値の制約はありませんが、1 μF ~ 10 μF のコンデンサを入力に接続すると、電源が突然変化するアプリケーションで過渡応答を改善することができます。0.1 μF のコンデンサを並列に追加接続すると、電源ノイズの削減に役立ちます。

### 出力コンデンサ

ADR42x では、すべての負荷条件で安定性のための出力コンデンサは不要です。一般に 0.1 μF の出力コンデンサを使用すると、低レベル・ノイズ電圧が除去されるため、デバイス動作への影響がなくなります。一方、負荷過渡応答は 1 μF ~ 10 μF の出力コンデンサを並列に追加接続することにより改善することができます。これらのコンデンサは、突然の負荷電流増加に対して蓄積された電源として機能します。出力コンデンサの追加により低下するパラメータはターンオン時間のみであり、選択したコンデンサのサイズに依存します。

## 動作原理

ADR42xシリーズのリファレンス電圧は、XFET (eXtra implanted junction FET) と呼ばれるリファレンス電圧発生技術を採用しています。この技術は、低電源電流、優れた熱ヒステリシスと低ノイズ性能を持つリファレンス電圧を実現します。XFETリファレンス電圧のコアは2個の接合電界効果トランジスタ(JFET)から構成され、一方はピンチオフ電圧を上げるためにチャンネルに高濃度注入を行っています。2個のJFETを同じドレイン電流で動作させることにより、ピンチオフ電圧の差を増幅して使用して、非常に安定なリファレンス電圧を発生することができます。

固有リファレンス電圧は、約0.5 Vで約-120 ppm/°Cの負温度係数を持っています。このスロープはシリコンの誘電率として本来一定で、バンド・ギャップ・リファレンスの補償で使用される温度比例(PTAT)項と同じ方法で求めた補正項を加えることにより細かく補償することができます。バンド・ギャップ・リファレンスに比した主な利点は、固有温度係数が1/30倍と小さいことです(したがって補正が小さい)。バンド・ギャップ・リファレンス電圧の大部分のノイズは温度補償回路で発生するため、これによりノイズが小さくなります。

図38 に、ADR42xシリーズの基本回路を示します。温度補正項は、絶対温度に比例するようにデザインされた値を持つ電流源から提供されます。一般式は、

$$V_{OUT} = G \times (\Delta V_P - R1 \times I_{PTAT}) \quad (1)$$

ここで、

$G$  は分圧比の逆数であるゲイン。

$\Delta V_P$  は2個のJFETのピンチオフ電圧の差。 $I_{PTAT}$  は正温度係数補正電流。

各 ADR42x デバイスは、規定リファレンス出力を実現する、内蔵の調整  $R2$  と  $R3$  により構成されています。

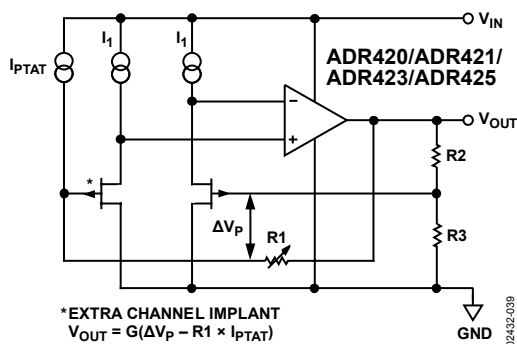


図 38.簡略化した回路図

## デバイス消費電力についての注意

ADR42xファミリのリファレンス電圧は、4.5V~18 Vの範囲の入力電圧で、10 mAの負荷電流を出力するように保証されています。これらのデバイスをこれより大きい電流のアプリケーションで使用する場合、次式を使って消費電力増加による温度効果を考慮する必要があります。

$$T_J = P_D \times \theta_{JA} + T_A \quad (2)$$

ここで、

$T_J$  と  $T_A$  はそれぞれ接合温度と周囲温度。

$P_D$  はデバイスの電力消費電力。

$\theta_{JA}$  はデバイス・パッケージの熱抵抗。

## リファレンス電圧の基本接続

一般に、リファレンス電圧では、 $V_{OUT}$  と GND との間にバイパス・コンデンサを接続することが必要です。図39の回路に、ADR42xファミリのリファレンス電圧の基本接続を示します。出力に0.1  $\mu$ F以外のコンデンサを接続すると、ノイズ除去に役立ちますが、回路安定性のために大きな出力コンデンサは不要です。

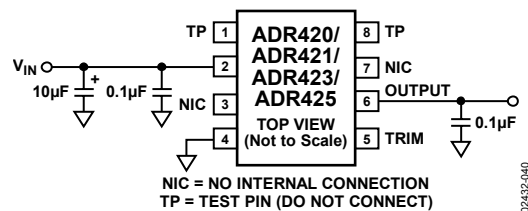


図 39.リファレンス電圧の基本接続

## ノイズ性能

ADR42xリファレンス電圧から発生するノイズは一般に、0.1 Hz~10 Hz帯域で2  $\mu$ V p-p以下です(ADR420、ADR421、ADR423の場合)。図24 に、ADR421の0.1 Hz~10 Hzでのノイズを示します。このノイズは1.75  $\mu$ V p-pと小さいものです。ノイズの計測は、コーナー周波数0.1 Hzの2極ハイパス・フィルタとコーナー周波数10 Hzの2極ローパス・フィルタから構成されるバンドパス・フィルタを使って行います。

## ターンオン時間

パワーアップ(コールド・スタート)時、出力電圧が規定の誤差範囲内で最終値に到達するために要する時間は、ターンオン・セトリング・タイムとして定義されます。一般に、これに完成する2つの要素は、アクティブ回路の整定時間とチップの熱勾配の安定時間です。図31 ~図35に、ADR421のターンオン・セトリング・タイムを示します。



## アプリケーション

### 出力の調整

ADR42xのTRIMピンを使うと、 $\pm 0.5\%$ の範囲で出力電圧を調節することができます。この機能を使うと、リファレンス電圧を公称値以外の電圧に設定してシステム誤差を調整することができます。この機能は、誤差を調整する温度にあるシステム内でデバイスを使う場合にも役立ちます。出力調整によるデバイスの温度性能への影響は無視できます。温度係数の性能低下を回避するためには、調整用ポテンショメータと2本の抵抗が温度係数の小さいタイプ(100 ppm/°C以下)である必要があります。

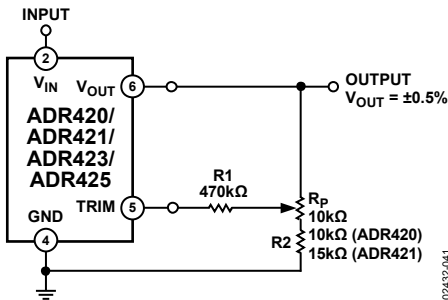


図 40. 出力の調整

### 光ネットワーク制御回路でのコンバータのリファレンス電圧

大容量では、図41のすべての光ルーター・ネットワーク(マイクロミラーのアレイ)が、通信速度を低下させる電気への変換なしで、光信号をファイバからファイバへ転送します。情報を伝送する1つの波長を受けて任意の入力ファイバと出力ファイバに渡せるように、マイクロ・マシンで製造した各小型ミラーが配置されています。システム内の高精度A/Dコンバータ(ADC)とD/Aコンバータ(DAC)から制御される2軸アクチュエータにより、ミラーが傾けられます。ミラーの動作は微細であるため、重要なのはコンバータ精度だけでなく、これらの制御コンバータのノイズも極めて重要です。これはシステム内の総合ノイズが使用するコンバータ数だけ倍増してしまうためです。このアプリケーションの制御ループの安定性を維持するためには、ADR42xの極めて低ノイズが必要とされます。

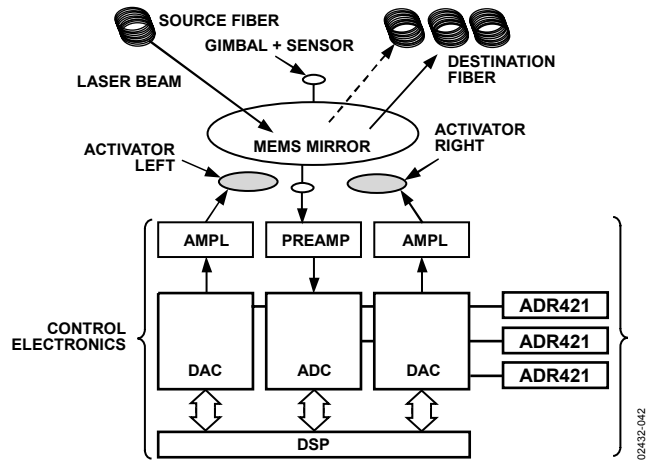


図 41. 光ルーター・ネットワーク

### 高精度抵抗が不要な負の高精度リファレンス電圧

出力信号電圧がリファレンス電圧と同じ極性である必要がある多くの電流出力 CMOS DAC アプリケーションでは、電流切り替え型 DAC が電圧切り替え型 DAC へ再構成されることがよくあります。この再構成では、1.25 V のリファレンス電圧、オペアンプ、一対の抵抗、出力で信号を再反転させるためのオペアンプが使われます。DAC 出力電圧の再反転(電流-スイッチング・モード)または増幅(電圧切り替え型モード)のためにオペアンプの追加が必要のため、負のリファレンス電圧を使う必要があります。一般に、すべての正のリファレンス電圧は、反転構成の中でオペアンプと一対の一致した抵抗を使って負のリファレンス電圧へ変換することができます。この方法の欠点は、回路内の最大の誤差要因が使用する抵抗の不一致であることです。

負のリファレンス電圧は、高精度オペアンプを追加して図 42 のように構成することにより、容易に発生することができます。V<sub>OUT</sub> は仮想グラウンドであるため、負のリファレンス電圧はオペアンプ出力から直接取り出すことができます。負電源電圧がリファレンス出力に近い場合は、オペアンプは両電源を使用し、低オフセットとレール to レール能力を持つ必要があります。

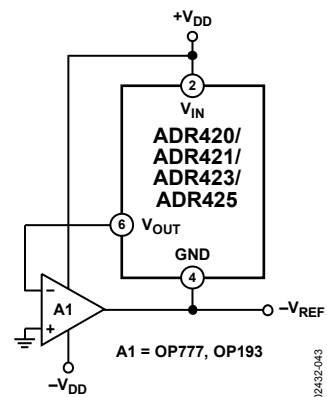


図 42. 負のリファレンス電圧

## 高電圧フローティング電流源

図43の回路は、自己発熱が小さいフローティング電流源を構成する際に使うことができます。この特別な構成は、NチャンネルJFETのブレークダウン電圧で決定される高電源電圧で動作することができます。

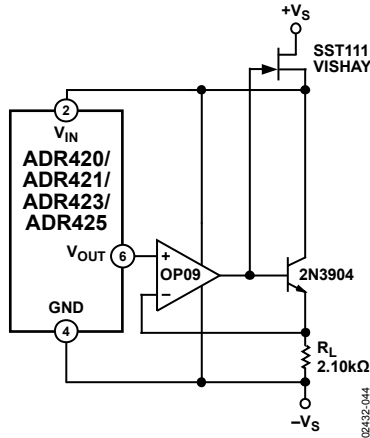


図 43.高電圧フローティング電流源

## ケルビン接続

PCボードのコストと面積が重要となる多くの携帯計装機器アプリケーションでは、回路接続が細くなります。リファレンス電圧から種々の機能に負荷電流を供給する必要がある場合、これらの細いラインにより大きな電圧降下が発生します。実際、回路間接続は $0.45 \text{ m}\Omega/\text{平方}$ (たとえば1オンスのCu)のライン抵抗比を持ちます。フォース接続とセンス接続(ケルビン接続と呼ばれます)は、回路配線の電圧降下の影響をなくする便利な方法を提供します。配線抵抗を流れる負荷電流は負荷で誤差を発生させます( $V_{\text{ERROR}} = R \times I_L$ )。ただし、図44に示すケルビン接続を使うと、配線抵抗をオペアンプのフォース・ループ内に取り込むことによりこの問題を解決することができます。オペアンプが負荷電圧を検出するため、オペアンプ・ループ制御により、出力での配線誤差を補償させて、負荷で正しい電圧を発生させます。

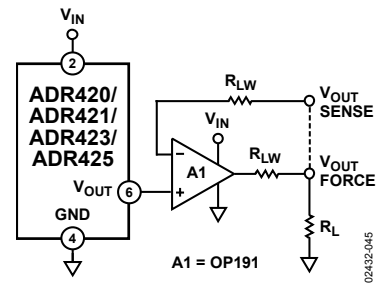


図 44.ケルビン接続の利点

## 両極性リファレンス電圧

両極性リファレンスは、オペアンプと一對の抵抗を使って容易に実現することができます。ADR42xによる高精度を無にしないために、抵抗偏差とすべての部品の温度係数を一致させることが不可欠です。

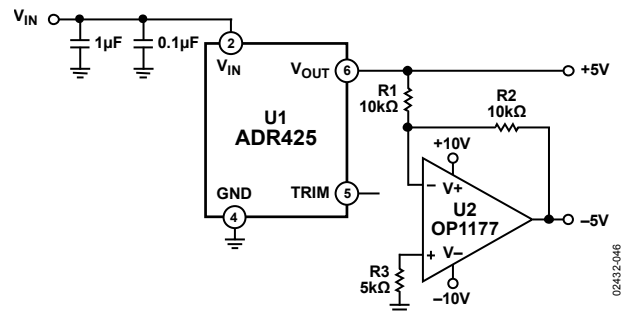


図 45.ADR425 を使用した+5 V と-5 V のリファレンス電圧

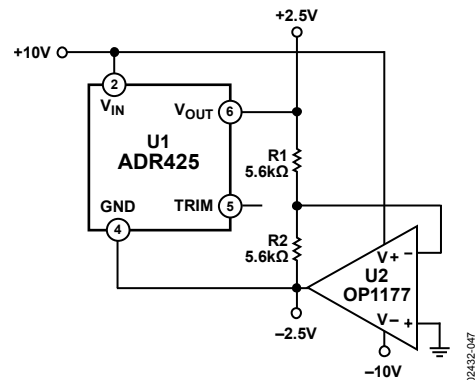


図 46.ADR425 を使用した+2.5 V と-2.5 V のリファレンス電圧

## プログラマブルな電流源

デジタル・ポテンショメータ、Howland電流ポンプ、ADR425を組み合わせると、次のようにプログラマブルな電流を持つリファレンス電源を構成することができます。

$$I_L = \frac{\left(\frac{R2_A + R2_B}{R1}\right)}{R2_B} \times V_W \quad (3)$$

かつ

$$V_W = \frac{D}{2^N} \times V_{REF} \quad (4)$$

ここで、  
Dは入力コードに等価な10進値を表します。  
Nはビット数です。

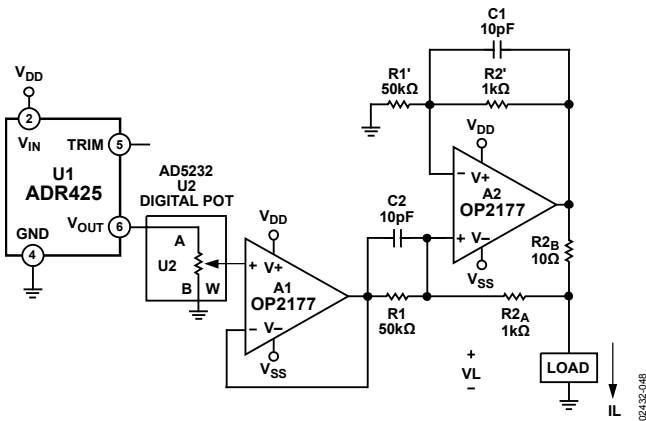


図 47.プログラマブルな電流源

R1'と R2'は、それぞれ R1 と R2<sub>A</sub> + R2<sub>B</sub>に一致する必要があります。理論的には R2<sub>B</sub>を必要なだけ小さくして、A2 出力電流駆動能力内で必要な電流を得ることができます。図 47 の例では、OP2177 が最大 10 mA を供給することができます。電流ポンプは正帰還と負帰還を使用するため、コンデンサ C1 と C2 は負帰還を防止して発振が起らないようにするために必要です。デジタル・ポテンショメータの入力 V<sub>A</sub> と V<sub>B</sub> が前述の両極性リファレンス電圧に接続される場合には、この回路は双方向電流も許容します。

## プログラマブルな DAC リファレンス電圧

クワッド12ビット電圧出力AD7398のようなマルチチャンネルDACでは、内蔵DACの1つとADR42xリファレンス電圧を残りのDACに対する共通のプログラマブルなV<sub>REFX</sub>として使うことができます。図48にこの回路構成を示します。V<sub>REFX</sub>とV<sub>REF</sub>の関係は、デジタル・コードと R1とRの比に依存し、次式で与えられます。

$$V_{REFX} = \frac{V_{REF} \times \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)}{\left(1 + \frac{D}{2^N} \times \frac{R2}{R1}\right)} \quad (5)$$

ここで、  
Dは入力コードに等価な10進値を表します。  
Nはビット数です。  
V<sub>REF</sub>は外付けリファレンス電圧。  
V<sub>REFX</sub>はDAC A～Dに対するリファレンス電圧。

表 9.V<sub>REFX</sub> 対 R1 および R2

R1, R2	Digital Code	V <sub>REF</sub>
R1 = R2	0000 0000 0000	2 V <sub>REF</sub>
R1 = R2	1000 0000 0000	1.3 V <sub>REF</sub>
R1 = R2	1111 1111 1111	V <sub>REF</sub>
R1 = 3R2	0000 0000 0000	4 V <sub>REF</sub>
R1 = 3R2	1000 0000 0000	1.6 V <sub>REF</sub>
R1 = 3R2	1111 1111 1111	V <sub>REF</sub>

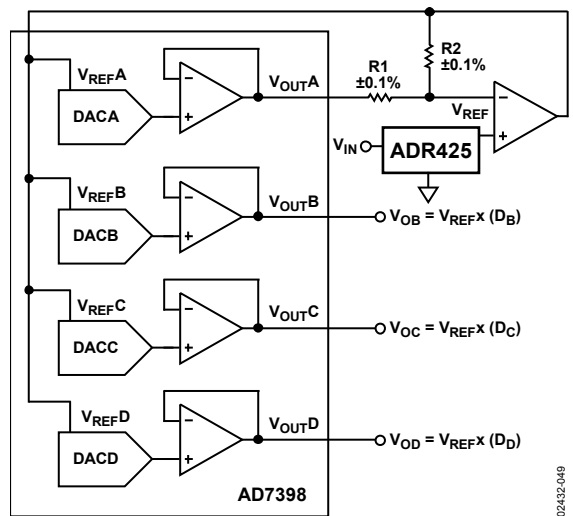


図 48.プログラマブルな DAC リファレンス電圧

## データ・コンバータ用の高精度リファレンス電圧

ADR42xファミリーは、ADCおよびDACと組み合わせて使用する最適な多くの機能を持っています。ADR42xは極めて小さいノイズ、厳しい温度係数、高精度特性を持つため、携帯電話基地局アプリケーションのような低ノイズ・アプリケーションに最適です。

AD7701は、ADR42xに適するADCの一例です。ADR421は、図49に示すコンバータの高精度リファレンスとして使用されています。AD7701は16ビットADCであり、化学、物理、または生物学プロセスを表す信号のような、広いダイナミック・レンジを持つ低周波信号測定用のデジタル・フィルタを内蔵しています。電荷平衡型(Σ-Δ)ADC、キャリブレーション・マイクロコントローラ、スタティックRAM、クロック発振器、シリアル通信ポートも内蔵しています。

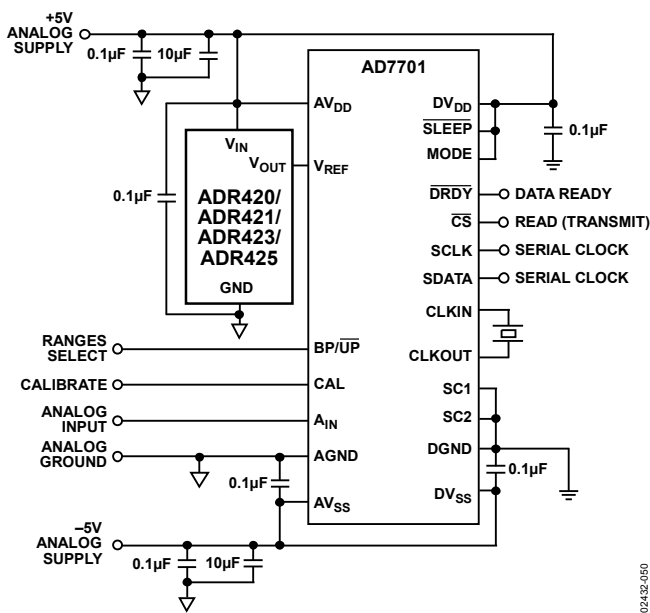


図 49.16 ビット ADC AD7701 用のリファレンス電圧

## 出力レギュレータの高精度ブースト

電流能力を強化した高精度電圧出力を、図50に示す回路を使って実現することができます。この回路では、U2がN1のターンオンを制御してV<sub>OUT</sub>とV<sub>REF</sub>を一致させるため、V<sub>IN</sub>から負荷電流が供給されるようになります。この構成では、V<sub>IN</sub> = 5 Vで50 mAの負荷を実現することができます。MOSFETには中程度の発熱があり、大型のデバイスで置き換えると電流を大きくすることができます。さらに、ステップ入力を持つ重い容量負荷の場合、バッファを出力に接続して過渡応答を強化する必要があります。

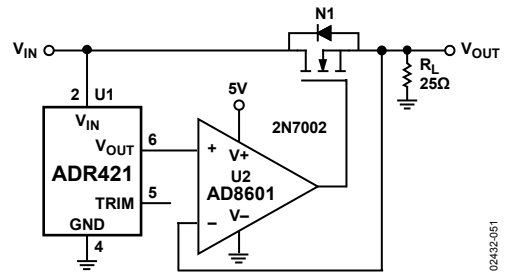
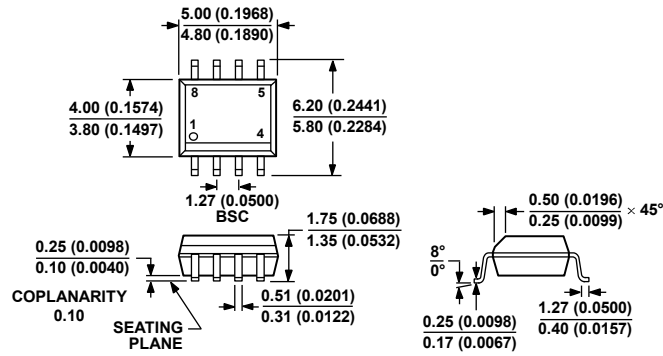


図 50.出力レギュレータの高精度ブースト

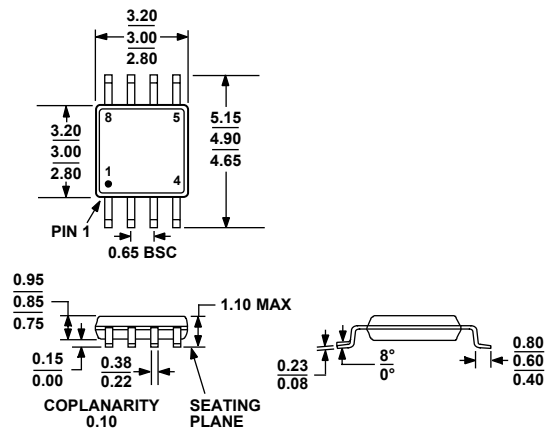
外形寸法



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AA  
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS  
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR  
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

012407-A

図 51.8 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC\_N]  
 ナロウ・ボディ(R-8)  
 寸法: mm (インチ)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

図 52.8 ピン・ミニ・スモール・アウトライン・パッケージ[MSOP]  
 (RM-8)  
 寸法: mm

# ADR420/ADR421/ADR423/ADR425

## オーダー・ガイド

Model	Output Voltage, V <sub>OUT</sub> (V)	Initial Accuracy		Temperature Coefficient (ppm/°C)	Temperature Range	Package Description	Package Option	Branding
		mV	%					
ADR420AR	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR420AR-REEL7	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR420ARZ <sup>1</sup>	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR420ARZ-REEL7 <sup>1</sup>	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR420ARM	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R4A
ADR420ARM-REEL7	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R4A
ADR420ARMZ <sup>1</sup>	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	L0C
ADR420ARMZ-REEL7 <sup>1</sup>	2.048	3	0.15	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	L0C
ADR420BR	2.048	1	0.05	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR420BR-REEL7	2.048	1	0.05	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR420BRZ <sup>1</sup>	2.048	1	0.05	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR420BRZ-REEL7 <sup>1</sup>	2.048	1	0.05	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421AR	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421AR-REEL7	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421ARZ <sup>1</sup>	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421ARZ-REEL7 <sup>1</sup>	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421ARM	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R5A
ADR421ARM-REEL7	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R5A
ADR421ARMZ <sup>1</sup>	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R06
ADR421ARMZ-REEL7 <sup>1</sup>	2.50	3	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R06
ADR421BR	2.50	1	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421BR-REEL7	2.50	1	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421BRZ <sup>1</sup>	2.50	1	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR421BRZ-REEL7 <sup>1</sup>	2.50	1	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423AR	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423AR-REEL7	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423ARZ <sup>1</sup>	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423ARZ-REEL7 <sup>1</sup>	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423ARM	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R6A
ADR423ARM-REEL7	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R6A
ADR423BR	3.00	1.5	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423BR-REEL7	3.00	1.5	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423ARMZ <sup>1</sup>	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R0U
ADR423ARMZ-REEL7 <sup>1</sup>	3.00	4	0.13	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R0U
ADR423BRZ <sup>1</sup>	3.00	1.5	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR423BRZ-REEL7 <sup>1</sup>	3.00	1.5	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425AR	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425AR-REEL7	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425ARZ <sup>1</sup>	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425ARZ-REEL7 <sup>1</sup>	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425ARM	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R7A
ADR425ARM-REEL7	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R7A
ADR425ARMZ <sup>1</sup>	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R7A#
ADR425ARMZ-REEL7 <sup>1</sup>	5.00	6	0.12	10	-40°C to +125°C	8-Lead MSOP	RM-8	R7A#
ADR425BR	5.00	2	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425BR-REEL7	5.00	2	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425BRZ <sup>1</sup>	5.00	2	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	
ADR425BRZ-REEL7 <sup>1</sup>	5.00	2	0.04	3	-40°C to +125°C	8-Lead SOIC_N	R-8	

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。#は RoHS 準拠製品を表し、上部または下部に表示。