

### ADG12XX シリーズ・デバイスの±5 V 電源での 動作と性能への影響

著者: Theresa Corrigan

#### はじめに

工業用デザインでは、高速なサンプリング、性能の向上、低消費電力、小型フットプリントをサポートするために、アナログ・スイッチとマルチプレクサが必要とされています。これらの要求を満たすため、広範囲な低容量、低リーク、低チャージ・インジェクションのアナログ・スイッチとマルチプレクサが必要とされています。

アナログ・デバイセズの *iCMOS*®製造プロセス技術は、高性能スイッチとマルチプレクサの広範囲なソリューションの導入を可能にしました。ADG12xx ファミリーのデバイスは、ハイエンド・データ・アキュイジション向けに非常に小型なパッケージで業界最小の容量、チャージ・インジェクション、リークを提供します。これらのデバイスは、±15 V の両電源と+12 V の単電源での動作仕様になっています。

表 1. ADG12xx シリーズの主要仕様

Part No.	Function	On Capacitance (pF)	$Q_{INJ}$ (pC)	$R_{ON}$ ( $\Omega$ )	On Leakage (pA)	Package
ADG1201	1 × SPST	2.6	-0.3	120	20	6-Lead SOT-23
ADG1202	1 × SPST	2.6	-0.3	120	20	6-Lead SOT-23
ADG1221	2 × SPST	2.6	-0.3	120	20	10-Lead MSOP
ADG1222	2 × SPST	2.6	-0.3	120	20	10-Lead MSOP
ADG1223	2 × SPST	2.6	-0.3	120	20	10-Lead MSOP
ADG1211	4 × SPST	2.6	-0.3	120	20	16-Lead TSSOP; 16-Lead, 3 mm × 3 mm LFCSP
ADG1212	4 × SPST	2.6	-0.3	120	20	16-Lead TSSOP; 16-Lead, 3 mm × 3 mm LFCSP
ADG1213	4 × SPST	2.6	-0.3	120	20	16-Lead TSSOP; 16-Lead, 3 mm × 3 mm LFCSP
ADG1219	1 × SPDT	3.5	-0.3	120	20	8-Lead SOT-23
ADG1236	2 × SPDT	3.5	-1	120	20	16-Lead TSSOP; 12-Lead, 3 mm × 3 mm LFCSP
ADG1233	3 × SPDT	3.5	+0.5	120	20	16-Lead TSSOP; 16-Lead, 4 mm × 4 mm LFCSP
ADG1234	4 × SPDT	3.5	+0.5	120	20	20-Lead TSSOP; 20-Lead, 4 mm × 4 mm LFCSP
ADG1204	4:1 mux	5.5	-0.7	120	20	14-Lead TSSOP; 12-Lead, 3 mm × 3 mm LFCSP
ADG1208	8:1 mux	6	+0.4	120	20	16-Lead TSSOP; 16-Lead, SOIC; and 16-Lead, 4 mm × 4 mm LFCSP
ADG1206	16:1 mux	11	+0.5	120	80	28-Lead TSSOP; 32-Lead, 5 mm × 5 mm LFCSP
ADG1209	Differential 4:1 mux	3.5	+0.4	120	20	16-Lead TSSOP; 16-Lead, SOIC; and 16-Lead, 4 mm × 4 mm LFCSP
ADG1207	Differential 8:1 mux	7	+0.5	120	80	28-Lead TSSOP; 32-Lead, 5 mm × 5 mm LFCSP

ADG12xx ファミリーのデバイスは、±5 V の電源で動作することもできます。このアプリケーション・ノートでは、ADG12xx の主要仕様を使って、これらのデバイスが低電源電圧で動作する方法を説明します。アプリケーションで使用可能な電源電圧は±5 V のみである場合でも、これらのデバイスが提供する高性能な容量とチャージ・インジェクションを利用できる利点も示します。

ADG12xx デバイスの全リストを表 1 に示します。±15 V/+12 V 電源での各デバイスの完全な仕様は、アナログ・デバイセズのデータシートに記載されているので、このアプリケーション・ノートと組み合わせてご覧ください。

## 目次

はじめに.....	1	トリガー・レベル.....	5
±5 V 性能.....	3	オン抵抗.....	5
容量.....	3	リーク電流.....	6
AC パラメータ.....	3	タイミング.....	6
チャージ・インジェクション.....	4	結論.....	6

## ±5 V性能

ADG12xx ファミリーのスイッチとマルチプレクサは、±16.5 V の最大動作電圧向けにアナログ・デバイゼズの 33 V の *i*CMOS 製造プロセス技術を採用してデザインされています。このため、性能パラメータはこれらの高電源電圧用に最適化されています。

低電源電圧から影響を受ける、スイッチとマルチプレクサの主要な性能パラメータは、オン抵抗とタイミングです。±5 V での低いオン抵抗が重要な性能条件である場合には、ADG6xx と ADG14xx のアナログ・デバイゼズ・ファミリーの使用をご検討ください。このアプリケーション・ノートの以下の部分では、ADG12xx シリーズの±5 V 動作で期待される性能レベルについて説明します。

## 容量

*i*CMOS 製造プロセス技術は、単位面積あたりの寄生容量を大幅に削減します。ADG12xx ファミリーのデザインは容量性能を最適化しているため、チップ面積が最小に維持されています。容量はスイッチ面積に大きく依存するため、寄生容量が非常に小さくなっています。デバイスのレイアウトでも寄生容量を小さくする努力が行われています。

容量は、すべてのデザインで考慮される重要なパラメータです。このため、次のパラメータがデータ・シートで規定されています。

### C<sub>s</sub> (Off)

ソースのオフ容量は、スイッチがオフすなわちディスエーブルされているときに、ソース入力と GND との間で測定されます。

### C<sub>d</sub> (Off)

ドレインのオフ容量は、スイッチがオフすなわちディスエーブルされているときに、ドレイン出力と GND との間で測定されます。

### C<sub>D</sub>、C<sub>S</sub> (On)

スイッチのオン容量は、入力または出力と GND との間で測定されます。オン容量は、オンしているスイッチのソース容量、ドレイン容量、スイッチ容量を表します。

### C<sub>IN</sub>

デジタル入力容量は、デジタル入力と GND との間で測定される容量です。

容量は主に製造プロセスとチップ面積に依存するため、動作電圧は性能レベルに大きな影響を与えません。デバイスを±5 V 電源で動作させた場合も、±15 V での非常に小さい容量が維持されます。図 1 に、±5 V 電源で動作させたときの 16:1 マルチプレクサ ADG1206 の容量性能を示します。

ドレイン・オン容量とドレイン・オフ容量は、それに接続されるスイッチ・チャンネル数の関数です。したがって、8:1 マルチプレクサのドレイン容量は、一般に 16:1 マルチプレクサの 1/2 です。

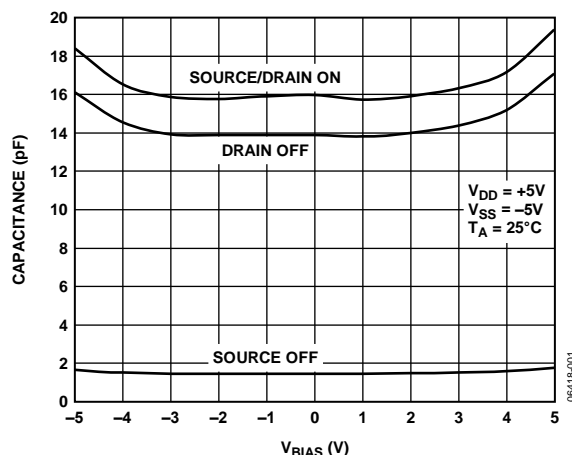


図 1. ±5 V 両電源での ADG1206 の容量

## AC パラメータ

これらのデバイスは、寄生容量が非常に小さいため、優れた帯域幅、オフ時アイソレーション、クロストーク性能を持っています。容量したがって全周波数での AC 性能は、低電源電圧の影響を受けません。図 2 ~ 図 4 に、±5 V 電源での ADG1204 デバイスの周波数性能を示します。すべての測定値は、50 Ω、5 pF の出力負荷で取得したものです。

### オフ時アイソレーション

オフ時アイソレーションは、オフ状態のスイッチを経由して混入する不要な信号を表します。図 2 に、±5 V 電源を使用したときの、1 MHz での ADG1204 のオフ時アイソレーションが-85 dB (typ)であることを示します。

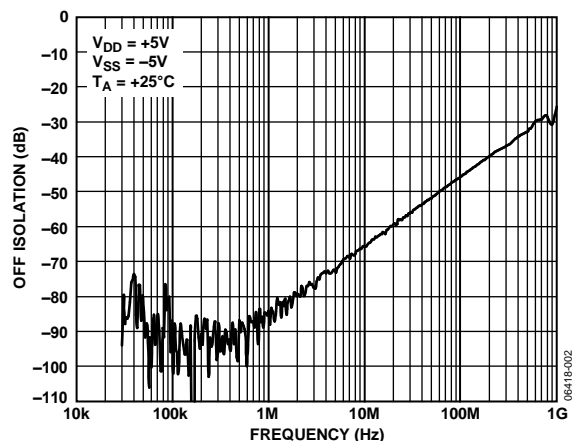


図 2. ADG1204 のオフ時アイソレーションの周波数特性

### クロストーク

クロストークは、寄生容量に起因してあるチャンネルから別のチャンネルへ混入する不要な信号を表します。図 3 に、±5 V 電源を使用したときの、ADG1204 の 1 MHz での隣接チャンネル・クロストークが-80 dB (typ)であることを示します。

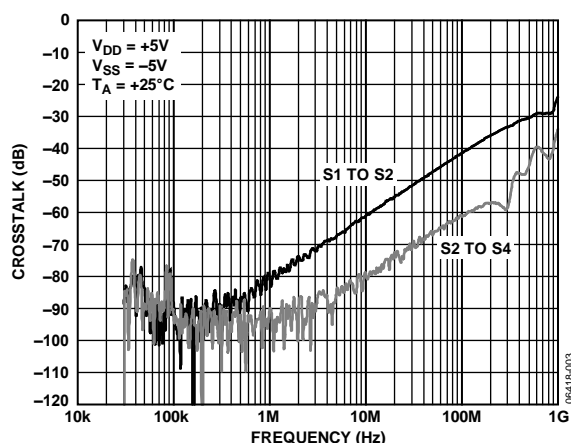


図 3.ADG1204 のクロストークの周波数特性

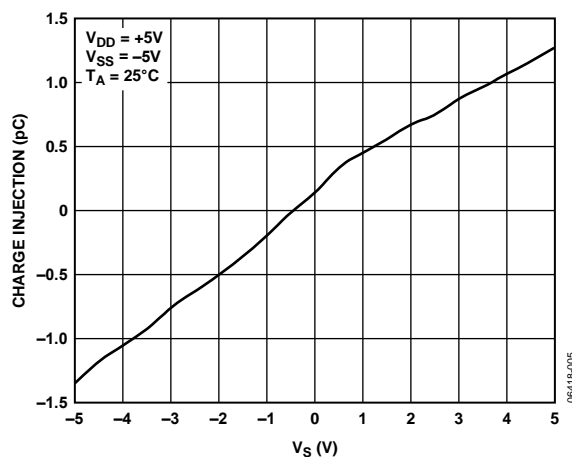


図 5.チャージ・インジェクション対ソース電圧

### 帯域幅

帯域幅は、出力が-3 dB 減衰する周波数です。±5 V 電源使用時の ADG1204 の-3 dB ポイントは 600 MHz です。挿入損失は、オン抵抗が大きくなるため低電源電圧では悪化します。図 4 に、ADG1204 のスイッチ・オン時の周波数応答を示します。

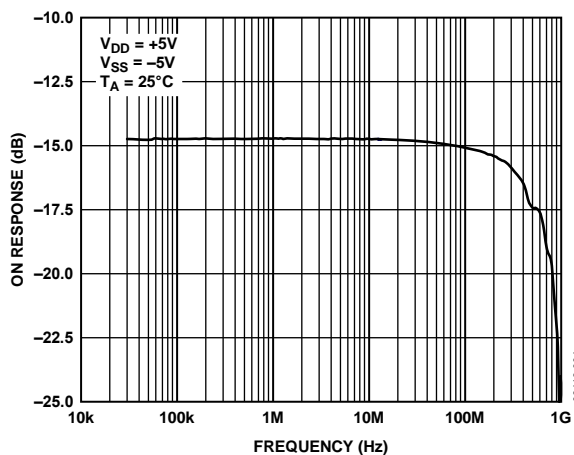


図 4.ADG1204 のオン応答の周波数特性

### チャージ・インジェクション

チャージ・インジェクションは、スイッチング時にデジタル入力からアナログ出力へ伝達されるグリッチ・インパルスの大きさを表します。これは、アナログ・スイッチを構成する NMOS と PMOS のトランジスタに付随する浮遊容量により発生します。スイッチ・アプリケーションでは、チャージ・インジェクションによりゲイン誤差と DC オフセット誤差が発生するため、全体のシステム精度に影響を与えます。

ADG12xx デバイスは、iCMOS 製造プロセスによる小さい寄生容量および NMOS トランジスタと PMOS トランジスタとの優れたマッチングにより、優れたチャージ・インジェクション性能を持っています。ADG1211、ADG1212、ADG1213、ADG1236、ADG1233、ADG1234、ADG1204 のチャージ・インジェクション性能は、±5 V 電源を使用したフル信号で±1 pC (typ)です。代表的な性能カーブについては、図 5 を参照してください。

マルチプレクサ ADG1208、ADG1209、ADG1206、ADG1207 で採用したデザイン技術は、全信号範囲でチャージ・インジェクション性能を実質的に平坦にすることができます。これは、マルチプレクサのドレインに補償スイッチを使用することにより実現されています。図 6 に、±5 V 電源でマルチプレクサ(ソース-ドレイン間)として使用したときの ADG1208、ADG1209、ADG1206、ADG1207 の性能を示します。チャージ・インジェクションは 0.15 pC (typ)であり、入力信号に対して少し変動します。ディマルチプレクサ(ドレイン-ソース間)のチャージ・インジェクション性能 (typ)を、図 5 に示します。このため、これらのマルチプレクサは、小さいチャージ・インジェクションを必要とするアプリケーション(たとえば、サンプル・アンド・ホールド・システム)向けに最適です。

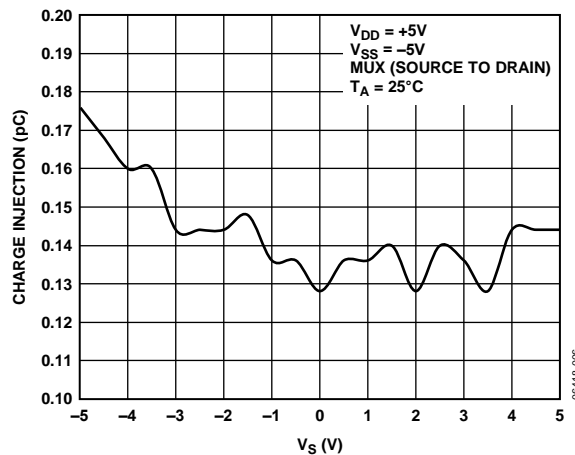


図 6.ソース-ドレイン間チャージ・インジェクション対ソース電圧

## トリガー・レベル

ADG12xx デバイス内蔵の入力バッファの電源は GND と  $V_{DD}$  から供給されます。ADG12xx デバイスは、 $V_{IH}$  = 最小 2 V で  $V_{IL}$  = 最大 0.8 V の 3 V ロジック互換入力を持っています。これらのレベルは、データ・シートで  $\pm 15$  V および  $+12$  V として保証されています。両電源動作(図 7 参照)と単電源動作(図 8 参照)で、電源変動によりトリガー・ポイントが少し変動します。

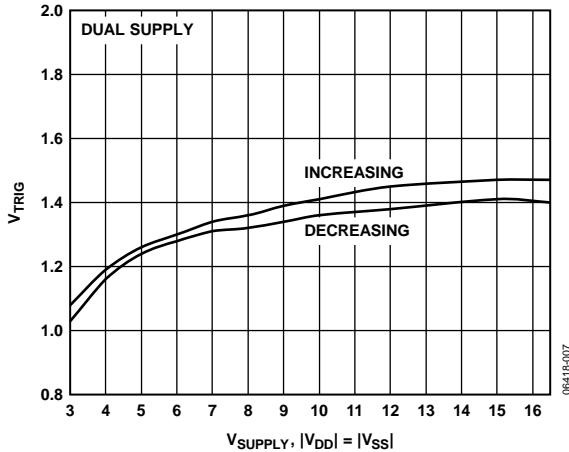


図 7. 両電源での電圧の関数としてのトリガー・レベル

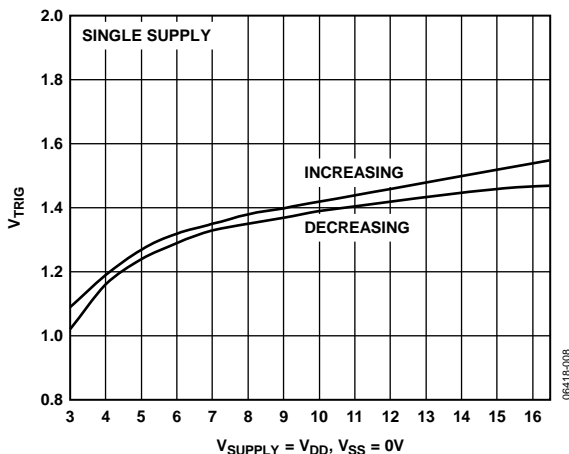


図 8. 単電源での電圧の関数としてのトリガー・レベル

## オン抵抗

スイッチのオン抵抗( $R_{ON}$ )は、入力と出力との間の抵抗を表します。スイッチを通過する信号は、電圧  $IR$  だけ減衰します。ここで、 $R$  は  $R_{ON}$  を、 $I$  は電流を、それぞれ表します。

ADG12xx デバイスは低容量性能を持つように最適化されているため、チップ面積は最小になっています。ただし、 $R_{ON}$  の小さいスイッチをデザインすることは、オン抵抗を小さくするためにチップ面積を大きくすることを意味します。このため、スイッチとマルチプレクサでは、容量性能とオン抵抗性能との間でトレードオフが必要になります。

電源電圧は、スイッチのオン抵抗性能に大きな影響を与えます。スイッチとマルチプレクサで最小のオン抵抗性能を得るためには、最大許容動作電圧で動作させる必要があります。ADG12xx デバイスでは、この値は  $\pm 16.5$  V になります。デバイスを高い電源電圧で動作させると、入力信号の変動に対する入力抵抗の変動も小さくなります。動作電圧のオン抵抗性能に対する依存性を、図 9 に示します。

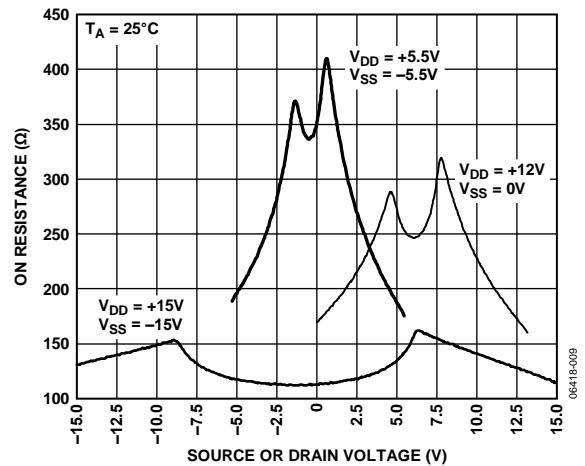


図 9. さまざまな電源電圧での、 $V_D$  ( $V_S$ )の関数としてのオン抵抗

$\pm 5$  V 電源使用時の ADG12xx のオン抵抗性能を図 10 に示します。このプロットは、5 V 電源でのオン抵抗性能とこれらの電源が 10% 変化したときの性能を示しています。すべての ADG12xx デバイスのデザインでは、同じ基本スイッチ・セルが使用されているため、これらのオン抵抗プロットはすべての構成に適用できます。

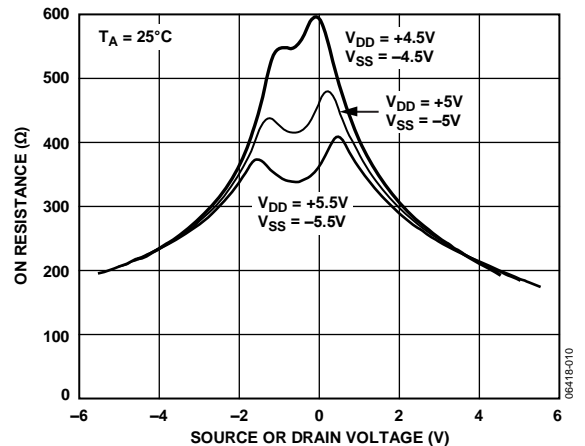


図 10.  $V_D$  ( $V_S$ )の関数としてのオン抵抗

図 9 と図 10 に示すように、スイッチとマルチプレクサのオン抵抗性能は電源と入力信号の関数です。オン抵抗性能は温度により変化します。 $\pm 5$  V 電源を使用したときの、温度に対するオン抵抗の変化を ADG1211、ADG1212、ADG1213 について図 11 に示します。温度が高くなると、オン抵抗が大きくなるが示されています。

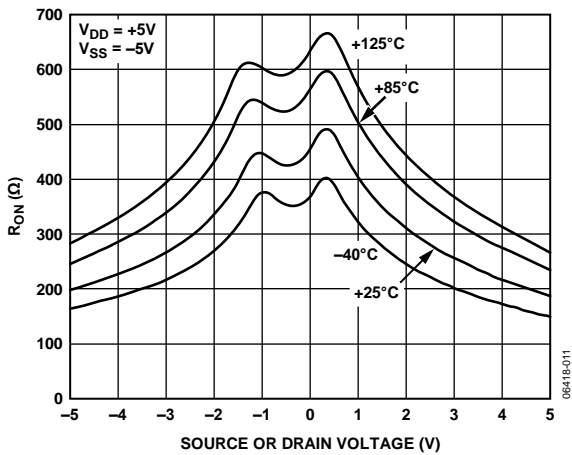


図 11.さまざまな温度での、 $V_D$  ( $V_S$ )の関数としてのオン抵抗

## リーク電流

iCMOS 製造プロセス技術および ADG12xx スイッチとマルチプレクサのデザインは、非常に小さいリーク性能を提供します。リークは約 20 pA です。

### $I_S$ (Off)

スイッチ・オフ時のソース・リーク電流。

### $I_D$ (Off)

スイッチ・オフ時のドレイン・リーク電流。

### $I_D$ , $I_S$ (On)

スイッチ・オン時のチャンネル・リーク電流。

図 12 に、 $\pm 5$  V 電源使用時の ADG1206 16:1 マルチプレクサのリーク性能を示します。オン時のリークとドレイン・オフ時のリークは、ドレインに接続されているチャンネル数の関数です。このため、この値はチャンネル数の倍数になります。

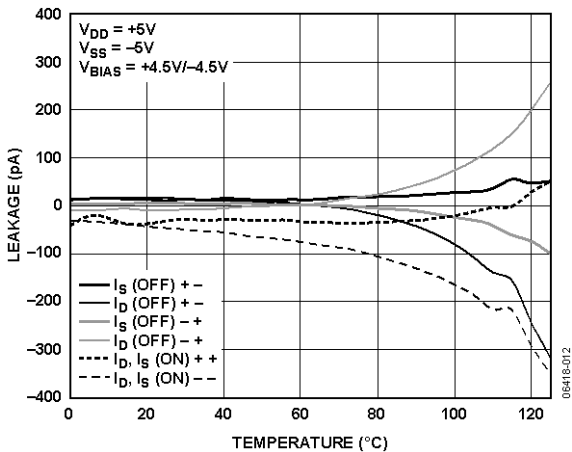


図 12.温度の関数としてのリーク電流、両電源

## タイミング

次のタイミング・パラメータは、最も一般的にスイッチとマルチプレクサのデバイス・データ・シートで規定されています。

### $t_{ON}$ ( $\overline{EN}$ )

デジタル入力の 50%/90% ポイントとスイッチ・オン状態との間の遅延時間。

### $t_{OFF}$ ( $\overline{EN}$ )

デジタル入力の 50%/90% ポイントとスイッチ・オフ状態との間の遅延時間。

### $t_{TRANSITION}$

あるアドレス状態から別のアドレス状態へ切り替わるときのデジタル入力の 50%/90% ポイントとスイッチ・オン状態との間の遅延時間。

### $T_{BMM}$

Break-Before-Make タイミング—あるアドレス状態から別のアドレス状態へ切り替わる時の両スイッチの 80% ポイント間で測定したオフ時間。

タイミング性能は温度と電源電圧の関数です。タイミングは、温度が高いほど低速になり、電源電圧が低いほど低速になります。図 13 に、温度と電源電圧に対するタイミング性能をクワッド SPST スイッチ ADG1211、ADG1212、ADG1213 について示します。 $\pm 5$  V と 25°C での  $t_{ON}$  時間は 225 ns (typ) で、 $t_{OFF}$  時間は 110 ns (typ) です。

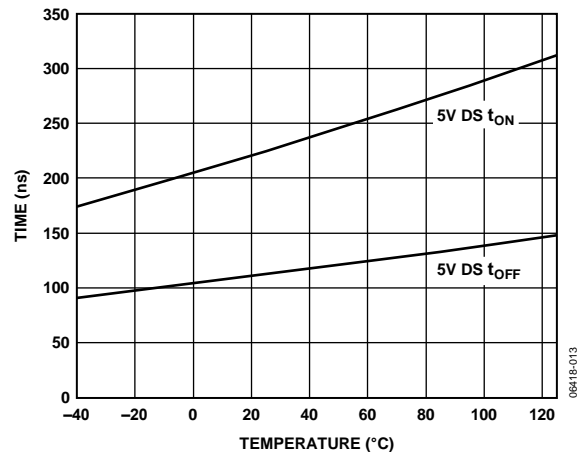


図 13.  $t_{ON}/t_{OFF}$  時間の温度特性、5 V 両電源

## 結論

ADG12xx ファミリーのデバイスは、ハイエンド・データ・アキュイジション向けに非常に小さなパッケージで業界最小の容量、チャージ・インジェクション、リークを提供します。低い電源電圧でも、優れた容量、チャージ・インジェクション、リーク性能が維持されています。 $\pm 5$  V 電源で ADG12xx デバイスを使用する際の欠点は、オン抵抗とタイミング性能が大幅に小さくなることです。