

Smart Analog IC 300/301

R02AN0018JJ0100

Rev.1.00

機能特長と使用例 (Smart Analog IC 500 シリーズとの比較)

2013.09.30

要旨

本アプリケーションノートでは Smart Analog IC 300 シリーズについて、Smart Analog IC 500 シリーズとの相違点を示し、特長を説明します。また、その使用方法の例を示します。

動作確認デバイス

Smart Analog IC 300 (RAA730300)、Smart Analog IC 301 (RAA730301)

目次

1. はじめに	2
2. Smart Analog IC 300 の機能相違点	4
3. Smart Analog IC 301 の機能相違点	17

1. はじめに

1.1 概要

Smart Analog とは、複数種類のセンサやドライバへの対応を想定し、回路構成および特性の変更を"ソフトウェア" で設定できる製品群です。

Smart Analog 製品群には、動作電圧範囲が 3.0V ~ 5.5V で動作する Smart Analog IC 500 シリーズと 2.2V ~ 3.6V で動作する Smart Analog IC 300 シリーズの 2 種類があり、それぞれに異なるアナログ回路構成のデバイスを用意しています。

本アプリケーションノートでは、アナログ回路構成が似ている Smart Analog IC 300 と Smart Analog IC 500、Smart Analog IC 301 と Smart Analog IC 501 の違いについて説明し、Smart Analog IC 300 と Smart Analog IC 301 の機能や使い方について説明します。

下記に、Smart Analog IC 300 の主な特長を示します。詳細は2.1節をご確認ください。

- コンフィギュラブル・アンプ 1ch に対して、D/A コンバータ 2ch を内蔵
- コンフィギュラブル・アンプを汎用オペアンプとして使用可能
- コンフィギュラブル・アンプ、汎用オペアンプ、ローパス・フィルタ、ハイパス・フィルタの入力モードを、レール to レール入力または P-ch シングル入力で切り替えることが可能
- コンフィギュラブル・アンプの動作モードをチャンネルごとに切り替えることが可能

下記に、Smart Analog IC 301 の主な特長を示します。詳細は3.1節をご確認ください。

- 計装アンプの入力モードを、レール to レール入力または P-ch シングル入力で切り替えることが可能
- オフセット測定用のスイッチを内蔵

1.2 動作確認条件

本アプリケーションノートでは、下記の条件で動作を確認しています。

表 1.1 動作確認条件

項目	内容
使用デバイス	Smart Analog IC 300 (品名 : RAA730300) Smart Analog IC 301 (品名 : RAA730301) RL78/G1A (品名 : R5F10ELE)
使用評価ボード	TSA-IC300、TSA-IC301
ソフトウェア	Smart Analog Easy Starter Ver 2.0

1.3 関連アプリケーションノート

関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せてご参照ください。

- Smart Analog Smart Analog Easy Starter (Ver. 2.0)を用いたセンサ評価 (R02AN0017J) アプリケーションノート
- Smart Analog IC 300 センサタイプ別によるアンプ構成選択方法 (R02AN0016J) アプリケーションノート

2. Smart Analog IC 300 の機能相違点

2.1 Smart Analog IC 500 との機能比較

Smart Analog IC 300 と Smart Analog IC 500 の相違点について表 2.1に示します。詳細は「RAA730300 モノリシック・プログラマブル・アナログ IC データシート」、「RAA730500 モノリシック・プログラマブル・アナログ IC データシート」をご参照ください。

表 2.1 Smart Analog IC 300 と Smart Analog IC 500 の相違点

機能	Smart Analog IC 300	Smart Analog IC 500	備考
コンフィギュラブル・アンプの構成	6 通り (汎用オペアンプ構成追加)	5 通り	詳細は2.2節に記載
汎用オペアンプ	2ch	1ch	詳細は2.3節に記載
同期検波対応アンプ	無し	1ch	
D/A コンバータ	7ch	4ch	詳細は2.4節に記載
入力モード設定	変更可能 ・ レール to レール入力 ・ P-ch シングル入力	入力モード固定 ・ P-ch シングル入力	詳細は2.5節に記載
動作モード設定	コンフィギュラブル・アンプごとに設定可能	全アンプ一括設定のみ	詳細は2.6節に記載
計装アンプ構成時のゲイン	15.5dB ~ 33.5dB(Typ.)	20dB ~ 54dB(Typ.)	
ローパス・フィルタカットオフ周波数	9Hz ~ 900Hz	9Hz ~ 4.5kHz	
出力電圧可変レギュレータ電圧範囲	1.8V ~ 3.1V(Typ.)	2.0V ~ 3.3V(Typ.)	
温度センサ出力電圧温度係数	-4mV/ (Typ.)	-5mV/ (Typ.)	
動作電圧範囲	2.2V V_{DD} 3.6V	3.0V V_{DD} 5.5V	

2.2 コンフィギュラブル・アンプの汎用オペアンプ構成

Smart Analog IC 300 のコンフィギュラブル・アンプは、関連する内蔵抵抗をすべて無効にすることで汎用オペアンプとして使用可能です。汎用オペアンプとして使用する場合、外付け部品を用いて様々な回路構成を実現することができます。一方 Smart Analog IC 500 では、SWx0(x=1-3)がないため汎用オペアンプとして使用することはできません。図 2-1 に、コンフィギュラブル・アンプ Ch1 のブロック図を示します。(b) 図の SW 方向は汎用オペアンプ構成時の設定となっています。

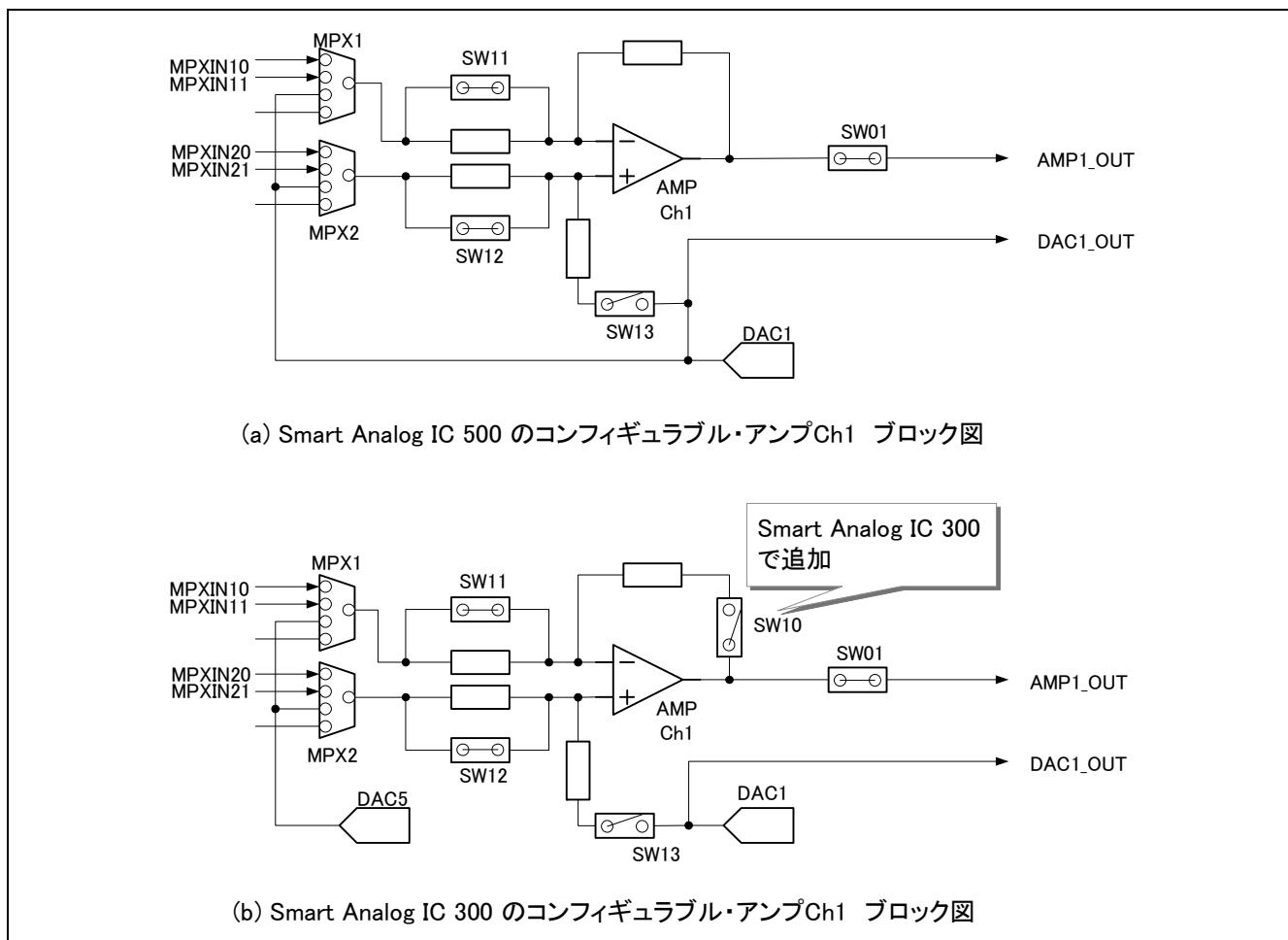


図 2-1 コンフィギュラブル・アンプ Ch1 のブロック図

図 2-2にコンフィギュラブル・アンプ Ch1 を汎用オペアンプ構成として使用した時に実現することができる回路構成の例を示します。

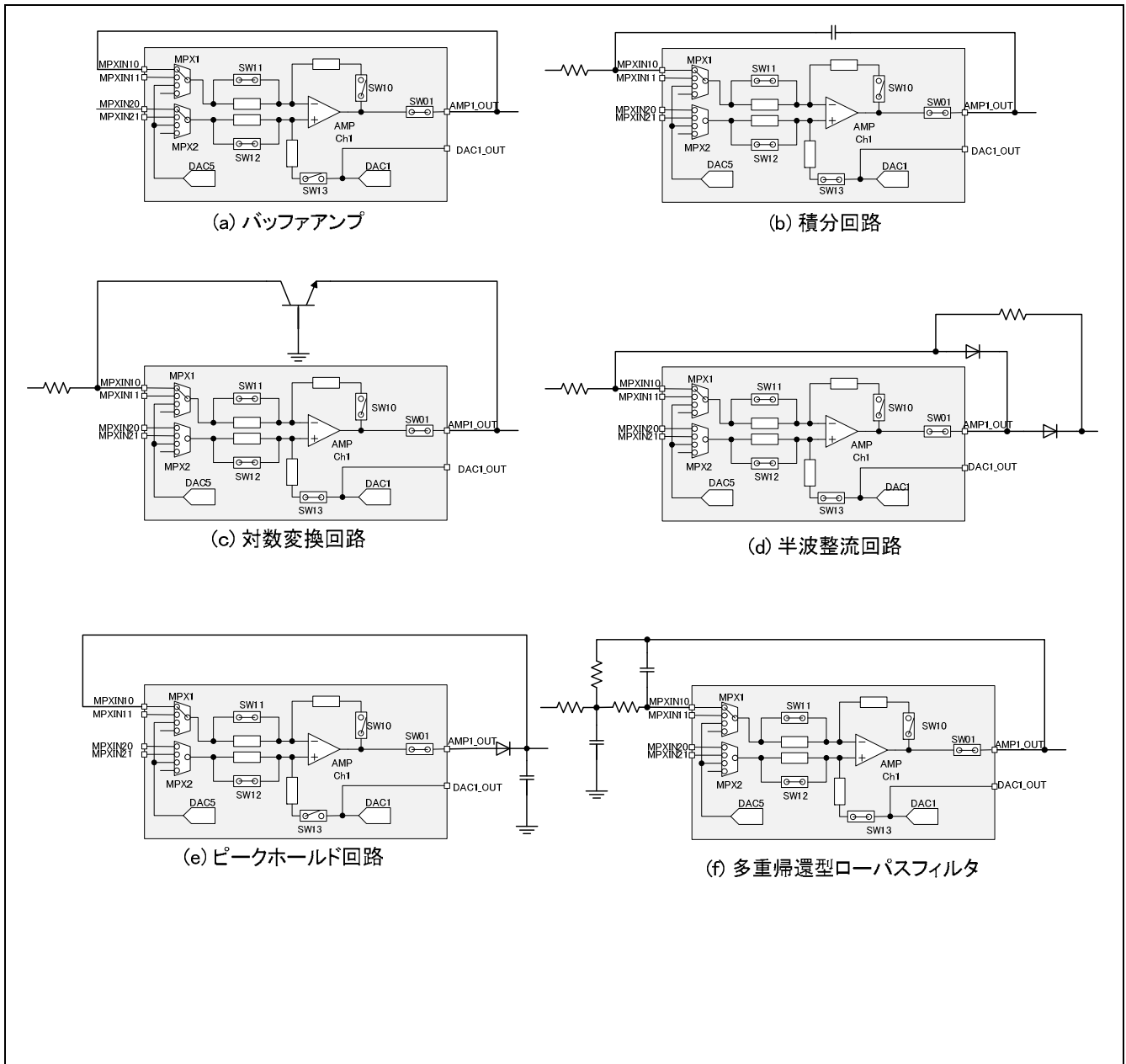


図 2-2 汎用オペアンプの使用例

2.3 汎用オペアンプ (2ch 内蔵)

Smart Analog IC 300 は、コンフィギュラブル・アンプとは別に汎用オペアンプを 2ch 内蔵しています。

汎用オペアンプ Ch1 は一般的な汎用オペアンプ構成です。一方、汎用オペアンプ Ch2 は D/A コンバータ Ch4 を非反転入力端子に接続できる構成となっています。SW53 をショートすることで、D/A コンバータ Ch4 を汎用オペアンプ Ch2 のバイアス電圧として使用できます。また、汎用オペアンプ Ch2 の出力信号 AMP5_OUT は MPX8 に接続されているため、ローパスフィルタ・ハイパスフィルタの入力信号として選択することが可能です。図 2-3 に、汎用オペアンプのブロック図を示します。

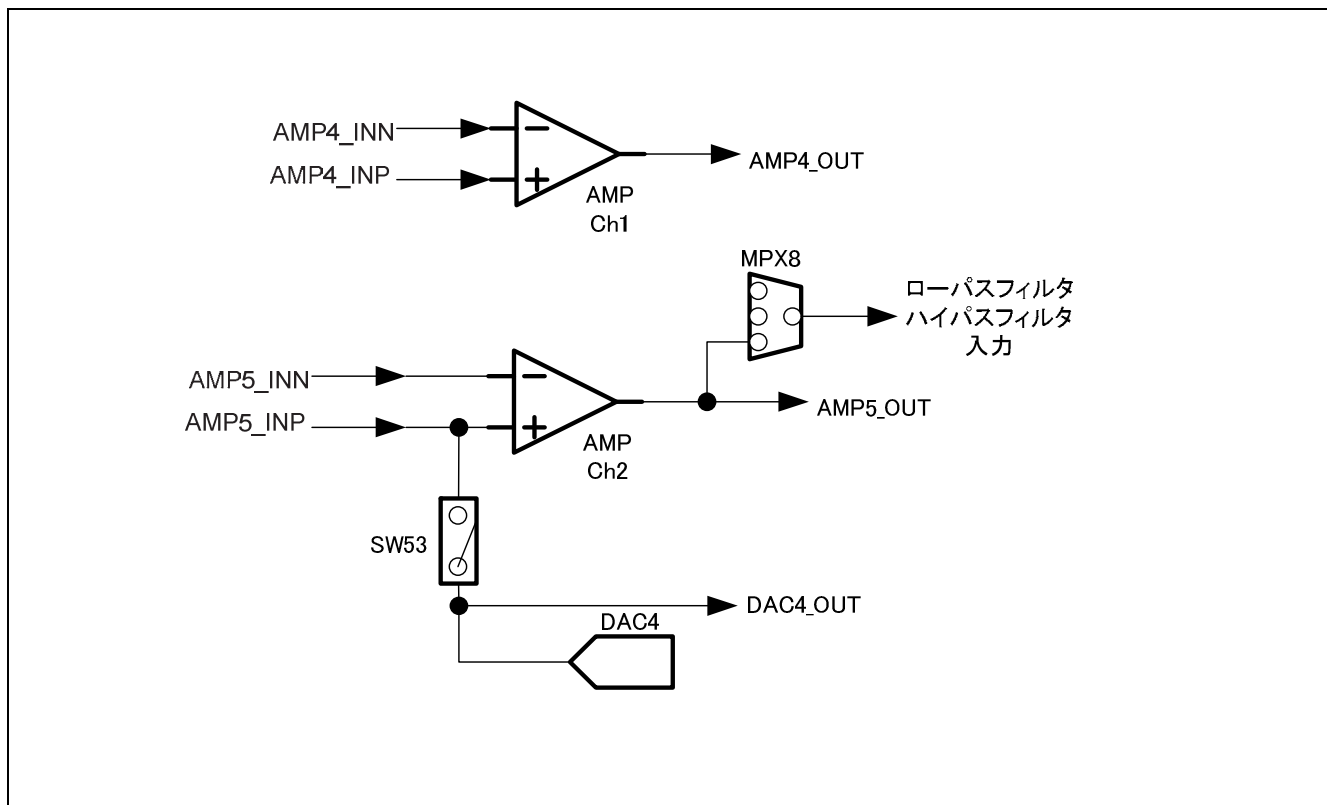


図 2-3 汎用オペアンプのブロック図

2.4 D/A コンバータ 2ch 使用例

Smart Analog IC 500 では、コンフィギュラブル・アンプ 1ch につき、D/A コンバータ 1ch を内蔵しています。一方、Smart Analog IC 300 では、コンフィギュラブル・アンプ 1ch につき、2ch の D/A コンバータを内蔵しています。そのため、出力電圧調整ステップを細かく設定することが可能となります。図 2-4 に、Smart Analog IC 300 のコンフィギュラブル・アンプ Ch1 のブロック図を示します。

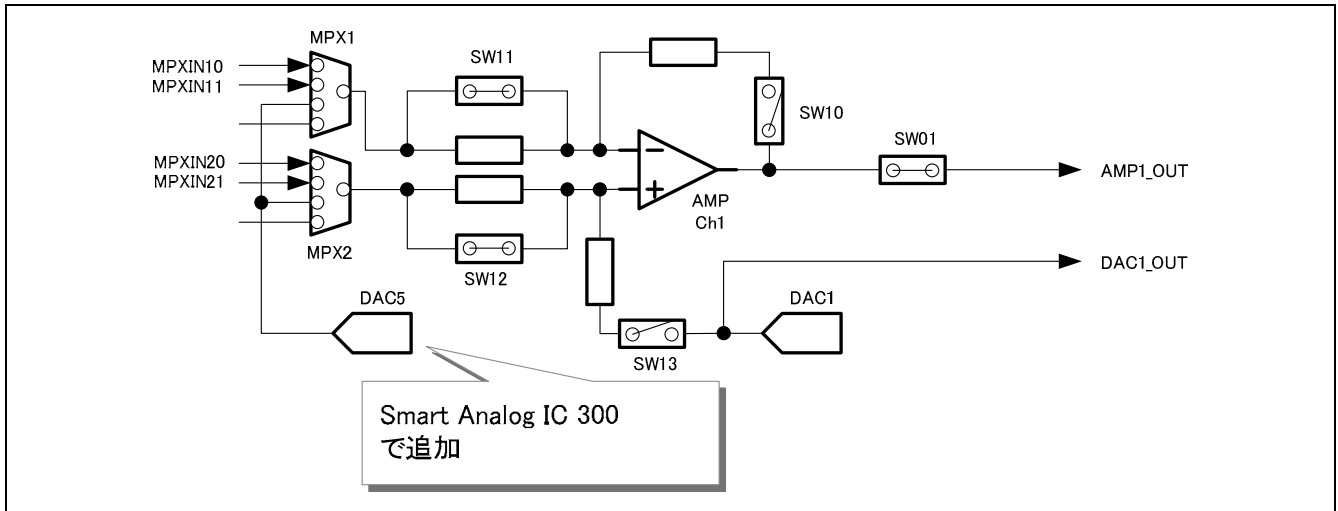


図 2-4 コンフィギュラブル・アンプ Ch1 のブロック図

D/A コンバータが 1ch の場合と 2ch の場合の出力電圧調整ステップは、シングルエンド入力信号を高ゲインで増幅する場合に顕著な差が生じます。以下に例を挙げてそれぞれの違いについて説明します。

アンプのバイアス電圧は通常 D/A コンバータの出力電圧を用います。D/A コンバータ出力電圧(V_{DAC})は、数式 2-1 で表すことができます。

$$V_{DAC} = \left\{ (\text{基準電圧上限値} - \text{基準電圧下限値}) \times 2 \times \frac{1}{256} \right\} + 2 \times \text{基準電圧下限値} \quad \text{数式 2-1}$$

ここで、D/A コンバータの基準電圧上限値および下限値を $VRB0=VRB1=VRT0=VRT1=0$ と設定した場合、基準電圧上限値= $AV_{DD1}/2$ 、基準電圧下限値= AV_{SS} となり、D/A コンバータの最小ステップ幅 V_{DAC} は、数式 2-2 となります。

$$\begin{aligned} \Delta V_{DAC} &= V_{DAC}(N+1) - V_{DAC}(N) && \text{数式 2-2} \\ &= AV_{DD1} \times \frac{1}{256} \end{aligned}$$

$AV_{DD1}=3.0V$ の場合、調整幅 ΔV_{DAC} は約 11.7mV となります。

続いて、非反転アンプ構成や反転アンプ構成を用いる場合の出力電圧調整ステップについて説明します。

非反転アンプ構成時のアンプ出力電圧 $V_{AMP_OUT\text{NonInvert}}$ は、センサの出力電圧を V_{Sensor} 、非反転アンプ構成時のゲインを $G_{NonInvert}$ とおくと、数式 2-3 で表すことができます。その際、D/A コンバータはオペアンプの反転入力端子に接続するものとします。

$$V_{AMP_OUT\text{NonInvert}} = G_{NonInvert} \cdot V_{Sensor} - (G_{NonInvert} - 1) \cdot V_{DAC} \quad \text{数式 2-3}$$

数式 2-3 より、非反転アンプ構成時の出力電圧調整ステップ $V_{AMP_OUT\text{NonInvert}}$ は数式 2-4 で表すことができます。

$$\Delta V_{AMP_OUT_{NonInvert}} = (G_{NonInvert} - 1) \cdot \Delta V_{DAC} \quad \text{数式 2-4}$$

同様に、反転アンプ構成時のアンプ出力電圧 $V_{AMP_OUT_{Invert}}$ は、センサの出力電圧を V_{Sensor} 、反転アンプ構成時のゲインを G_{Invert} とおくと、数式 2-5で表すことができます。その際、D/A コンバータはオペアンプの非反転入力端子に接続するものとします。

$$V_{AMP_OUT_{Invert}} = (1 + G_{Invert}) \cdot V_{DAC} - G_{Invert} \cdot V_{Sensor} \quad \text{数式 2-5}$$

数式 2-5より、反転アンプ構成時の出力電圧調整ステップ $V_{AMP_OUT_{Invert}}$ は数式 2-6となります。

$$\Delta V_{AMP_OUT_{Invert}} = (1 + G_{Invert}) \cdot \Delta V_{DAC} \quad \text{数式 2-6}$$

数式 2-4、数式 2-6には、それぞれ出力電圧調整ステップ V_{DAC} 項に、非反転アンプ時はゲイン-1 倍、反転アンプ時はゲイン+1 倍が掛算されます。したがってゲインを高くするほど、出力電圧調整ステップが大きくなることが判ります。

実際に数字を用いて計算すると、 $AV_{DD1}=3.0V$ 、 $G_{NonInvert}=40.1dB$ の非反転アンプ構成の出力電圧調整ステップは約 1.17V となり、 $AV_{DD1}=3.0$ 、 $G_{Invert}=40dB$ の反転アンプの出力電圧調整ステップは約 1.18V となります。

以上のことより、非反転アンプ構成や反転アンプ構成かつ高ゲインの場合には出力電圧調整ステップが 1V 以上となり、調整が困難と推定されます。

次に、D/A コンバータを 2ch 使用した場合のバイアス調整幅について説明します。例として、コンフィギュラブル・アンプ Ch1、D/A コンバータ Ch1 および Ch5 を使用したブロック図を図 2-5に示します。

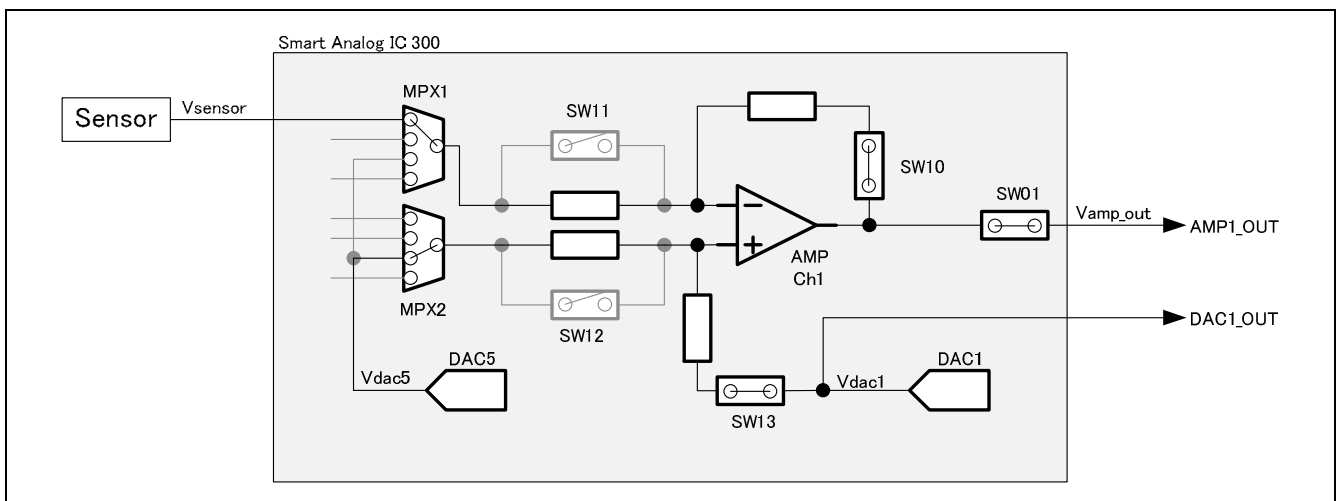


図 2-5 D/A コンバータ 2ch 使用

Smart Analog IC 300 を図 2-5 のように設定した場合、構成は差動アンプ構成と同等となります。ゲイン G_{Diff} 、D/A コンバータ Ch1 の出力電圧を V_{DAC1} 、D/A コンバータ Ch5 の出力電圧を V_{DAC5} とおくと、アンプ出力電圧 V_{AMP_OUT} の算出式は数式 2-7で表すことができます。

$$V_{AMP_OUT} = G_{Diff} \cdot (V_{Sensor} - V_{DAC5}) + V_{DAC1} \quad \text{数式 2-7}$$

数式 2-7から、D/A コンバータ Ch1 の出力電圧を 1LSB(V_{DAC1})分変更した場合の変化幅 $V_{AMP_OUT_DAC1}$ と、D/A コンバータ Ch5 の出力電圧を 1LSB(V_{DAC5})分変更した場合の変化幅 $V_{AMP_OUT_DAC5}$ はそれぞれ数式 2-8、数式 2-9となります。

$$\Delta V_{AMP_OUT_DAC1} = \Delta V_{DAC1} \quad \text{数式 2-8}$$

$$\Delta V_{AMP_OUT_DAC5} = G_{Diff} \cdot \Delta V_{DAC5} \quad \text{数式 2-9}$$

数式 2-8 $V_{AMP_OUT_DAC1}$ の V_{DAC1} 項にはゲイン G_{Diff} が掛算されないことにより、数式 2-4、数式 2-6と異なり、アンプゲインの影響を受けずにオフセット電圧の調整が可能となることが判ります。

図 2-6に D/A コンバータの設定値に応じた出力バイアス調整幅のイメージ図を示します。

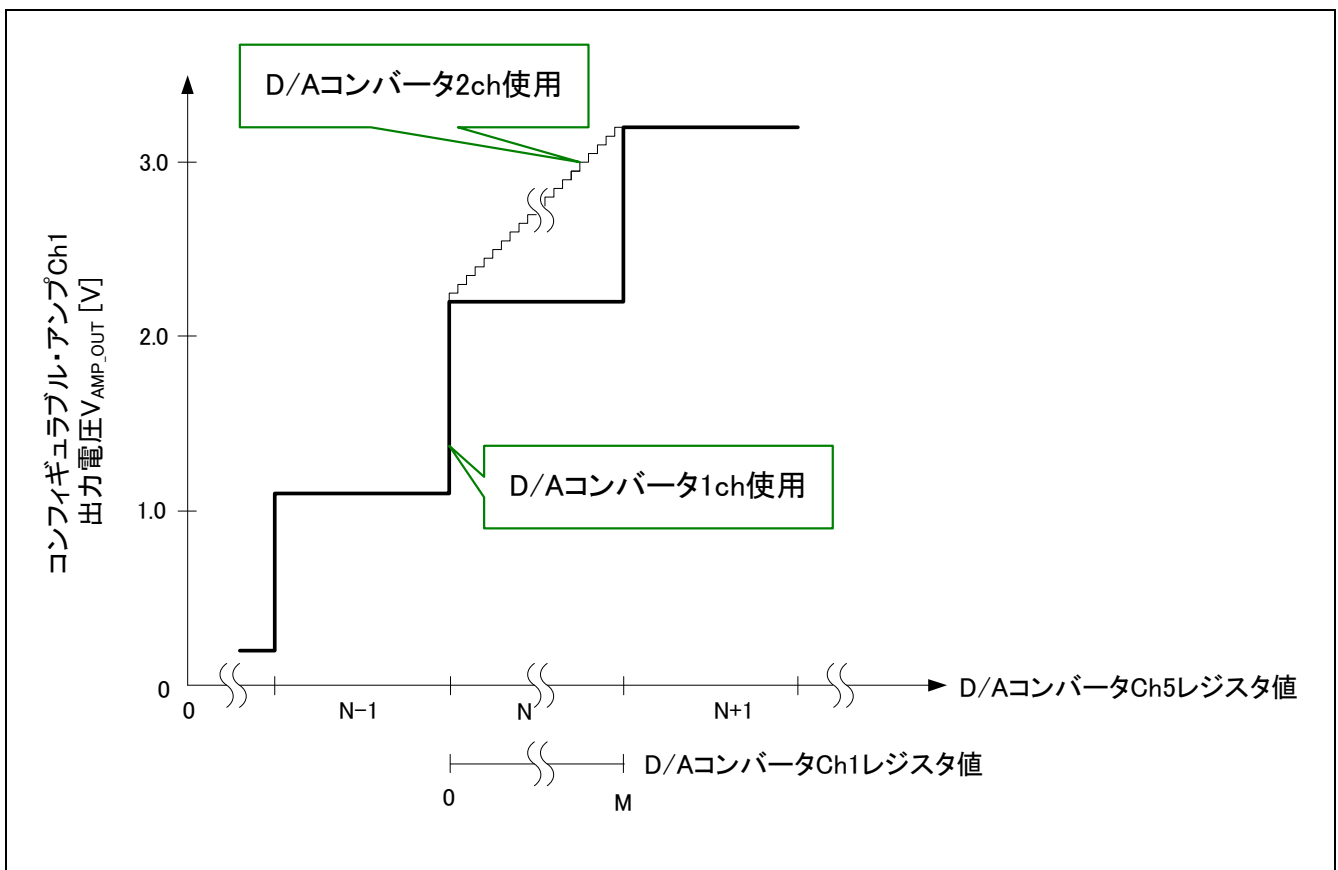


図 2-6 40dB 設定値の出力バイアス調整イメージ図

シングルエンド出力のセンサを、D/A コンバータ 2ch を使用したアンプ構成へ接続する場合、入力インピーダンスについて注意が必要となります。

D/A コンバータを 2ch 用いる構成は差動アンプ構成となるため、非反転アンプに比べるとコンフィギュラブル・アンプの入力インピーダンスが下がります。センサに出力インピーダンスを持つ場合は、差動アンプ構成の入力インピーダンスの影響を受ける場合があります。その場合、差動アンプ構成の前段に入力インピーダンスが高い非反転アンプ構成を設けてインピーダンスの影響を避けます。このアンプ構成例を図 2-7 に示します。図 2-7 では、コンフィギュラブル・アンプ Ch1 をバッファアンプとして使用し、コンフィギュラブル・アンプ Ch2 で増幅およびバイアス電圧の調整を行なっています。

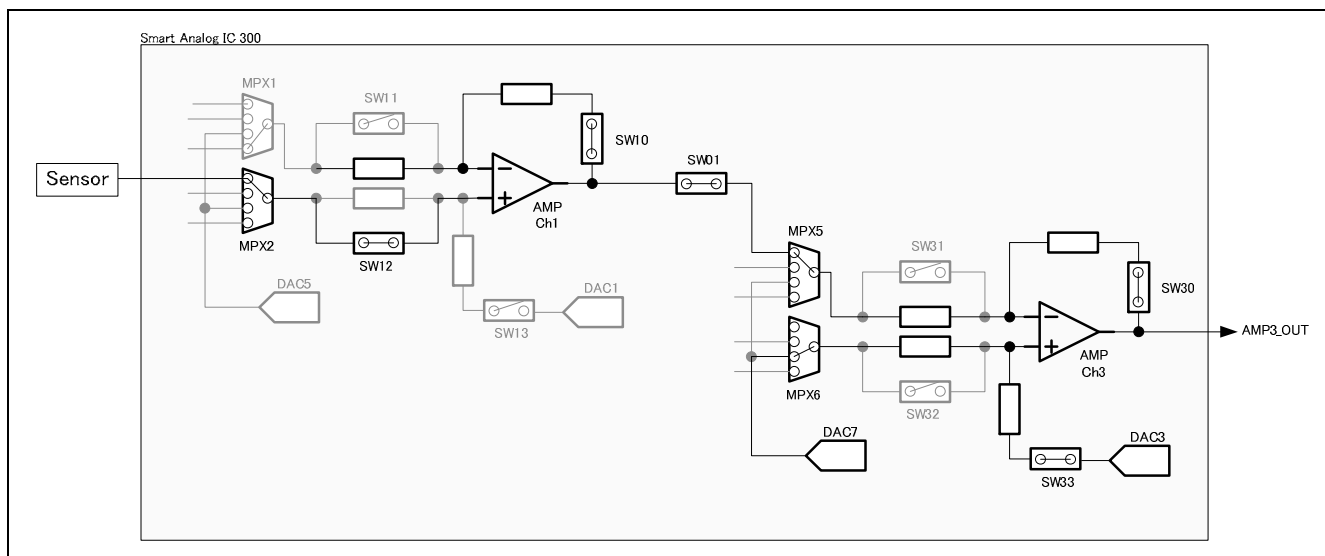


図 2-7 高入力インピーダンスのアンプ構成例

2.5 入力モード

Smart Analog IC 300 には、入力モード制御レジスタがあります。本レジスタを制御することで、コンフィギュラブル・アンプ、汎用オペアンプ、ローパス・フィルタ、ハイパス・フィルタの入力モードをレール to レール入力または Pch シングル入力の 2 通りから選択することが可能となります。表 2.2 に入力モードに対する入力電圧特性を示します。詳細は「RAA730300 モノリシック・プログラマブル・アナログ IC データシート」をご参照ください。

表 2.2 入力モード特性(データシート抜粋)

入力電圧	レール to レール入力		P-ch シングルエンド入力		単位
	MIN	MAX	MIN	MAX	
コンフィギュラブル・アンプ Ch1-Ch3 汎用オペアンプ	AGND1-0.05	AV _{DD1} +0.1	AGND1-0.05	AV _{DD1} -1.4	V
ローパス・フィルタ ハイパス・フィルタ	AGND3+0.2	AV _{DD3} -0.2	AGND3+0.2	AV _{DD3} -1.4	V

実際の測定波形を図 2-9 に示します。本波形測定では、パルスジェネレータから正弦波信号を印加して、Smart Analog Easy Starter を用いて、コンフィギュラブル・アンプ Ch1 の入力モードを変化させた時の波形の変化を示します。測定系は図 2-8 に、それぞれの設定は表 2.3 の通りです。

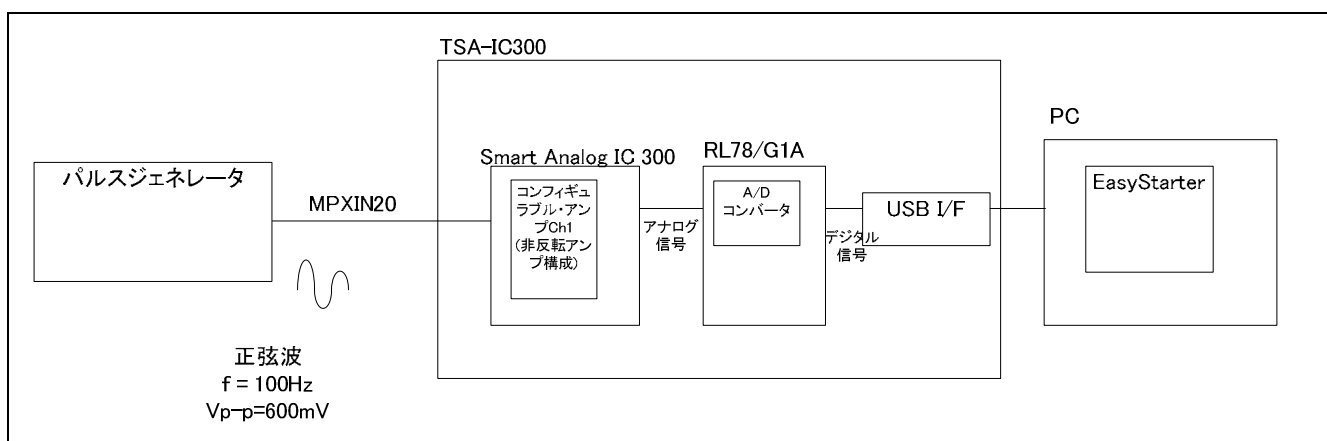


図 2-8 測定系統図

表 2.3 入力モード測定時の設定

構成	機能	設定値	
パルスジェネレータ 設定	正弦波信号の生成	信号	正弦波
		周期	100Hz
		DC オフセット	2.4V
		振幅	600mV _{p-p}
EasyStarter	Smart Analog IC 300 の 設定	使用アンプ	コンフィギュラブル・アンプ Ch1
		アンプ構成	非反転アンプ
		信号入力端子	MPXIN20
		ゲイン	9.5dB
		使用 DAC	D/A コンバータ Ch5
		D/A コンバータ出力電圧	193(2.50 V)
		A/D コンバータ変換周期	10ms

P-ch シングル入力モード設定時に入力電圧が上限値を超えると、コンフィギュラブル・アンプの出力電圧は AV_{DD} に張り付きます。

図 2-9は測定波形例で、レール to レール入力設定時には正弦波となっているアンプ出力波形が、P-ch シングル入力設定に変更した後は一定電圧を超えると AV_{DD} に張り付いた波形となり、入力範囲の上限が狭まった事がわかります。

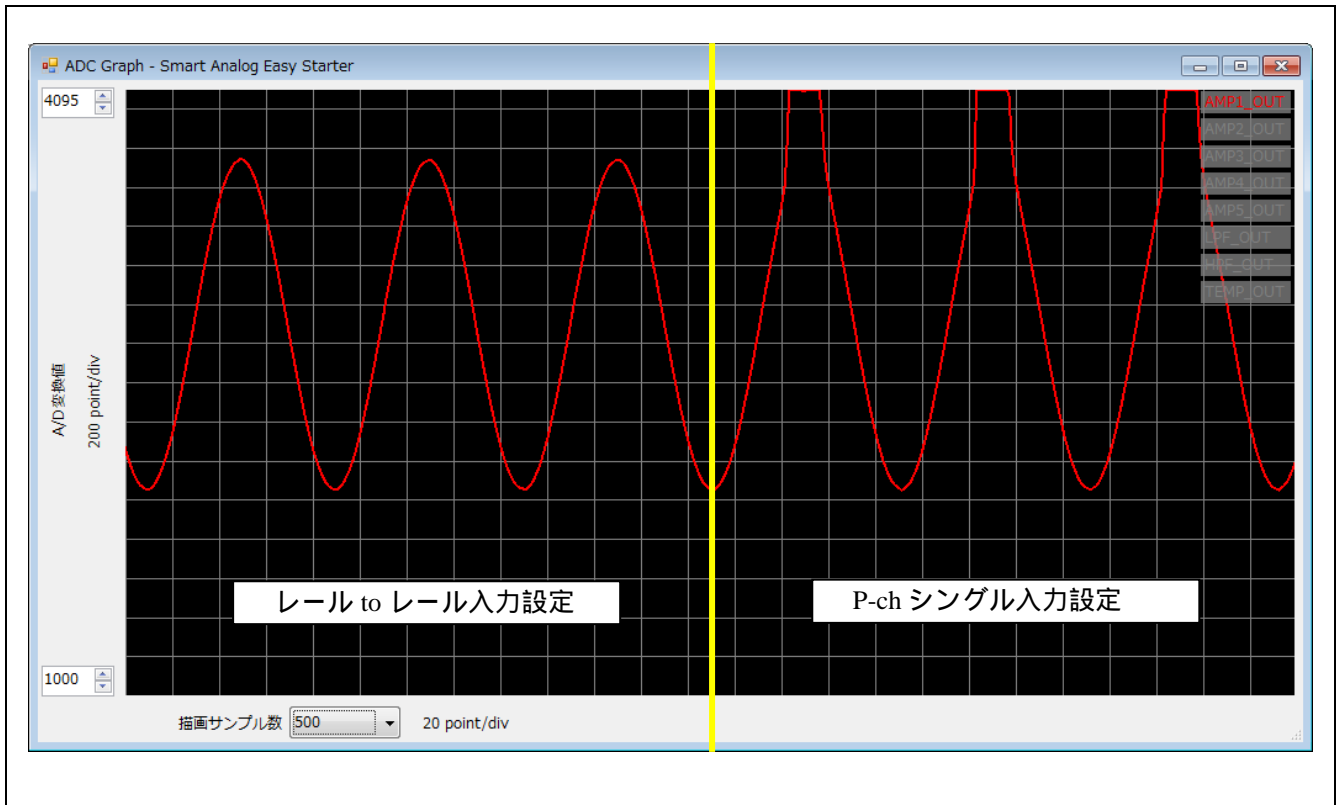


図 2-9 入力モード変更によるアンプ出力電圧波形

2.6 動作モード

コンフィギュラブル・アンプ Ch1-Ch3 は、消費電流を抑える動作モードの選択ができます。本設定は、アンプ動作モード制御レジスタを制御することで変更することができますが、応答速度とのトレードオフとなります。

Smart Analog IC 500 の動作モード設定は、コンフィギュラブル・アンプごとに設定することはできませんが、Smart Analog IC 300 では、コンフィギュラブル・アンプごとに設定することが可能です。動作モードを高速モード側から低速モード側へ変更することで消費電流を抑えることができますが、利得帯域幅の減少やスルーレート低下など電気特性が変わる項目があります。詳細は「RAA730300 モノリシック・プログラマブル・アナログ IC データシート」をご参照ください。

表 2.4に、コンフィギュラブル・アンプ Ch1-Ch3 を非反転アンプ構成で使用した時の各消費電流とスルーレートを示します。

表 2.4 動作モード特性(データシート抜粋)

条件	消費電流				スルーレート	
	MIN	TYP	MAX	単位	TYP	単位
高速モード	-	330	500	μA	1.1	V/μs
中速モード 2	-	250	380	μA	0.8	V/μs
中速モード 1	-	170	260	μA	0.5	V/μs
低速モード	-	90	150	μA	0.25	V/μs

実際の測定波形を図 2-11に示します。本波形では、TSA-IC300、パルスジェネレータ、オシロスコープを用いて、コンフィギュラブル・アンプ Ch1 の動作モードを変化させた時のスルーレートの違いを示します。測定系は図 2-10に、それぞれの設定は表 2.5の通りです。

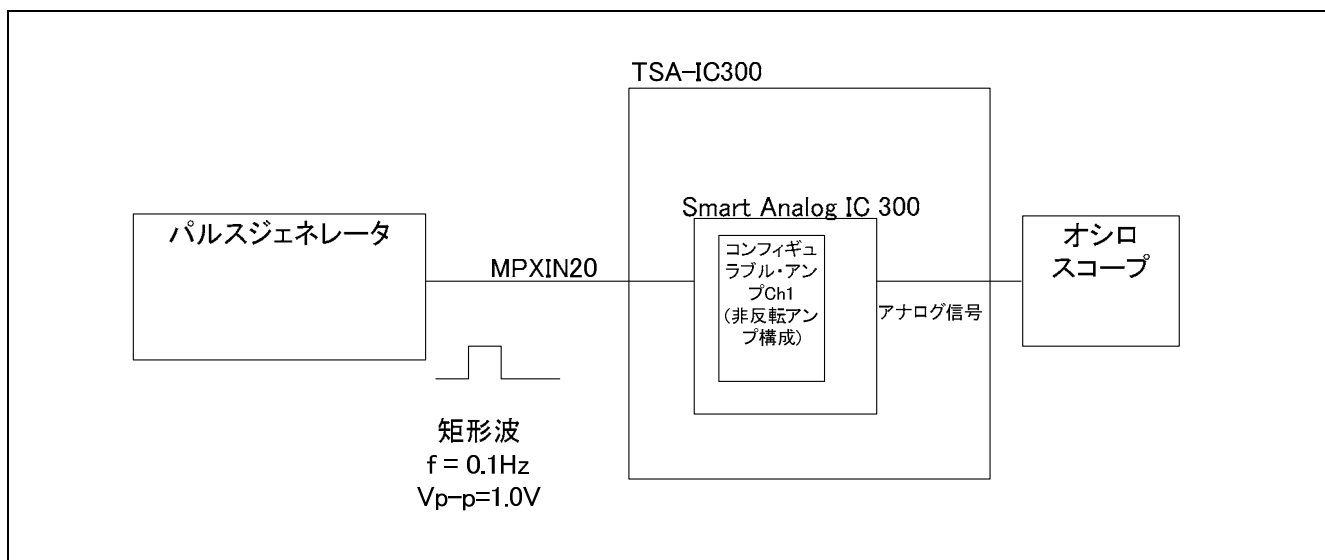


図 2-10 スルーレート測定系統図

表 2.5 動作モード測定時の設定

構成	機能	設定値	
パルスジェネレータ 設定	正弦波信号の生成	信号	矩形波
		周期	0.1Hz
		DC オフセット	1.0 V
		振幅	1.0Vp-p
EasyStarter	Smart Analog IC 300 の設定	使用アンプ	コンフィギュラブル・アンプ Ch1
		アンプ構成	非反転アンプ
		信号入力端子	MPXIN20
		ゲイン	9.5dB
		使用 DAC	D/A コンバータ Ch5
		D/A コンバータ出力電圧	116(1.50 V)

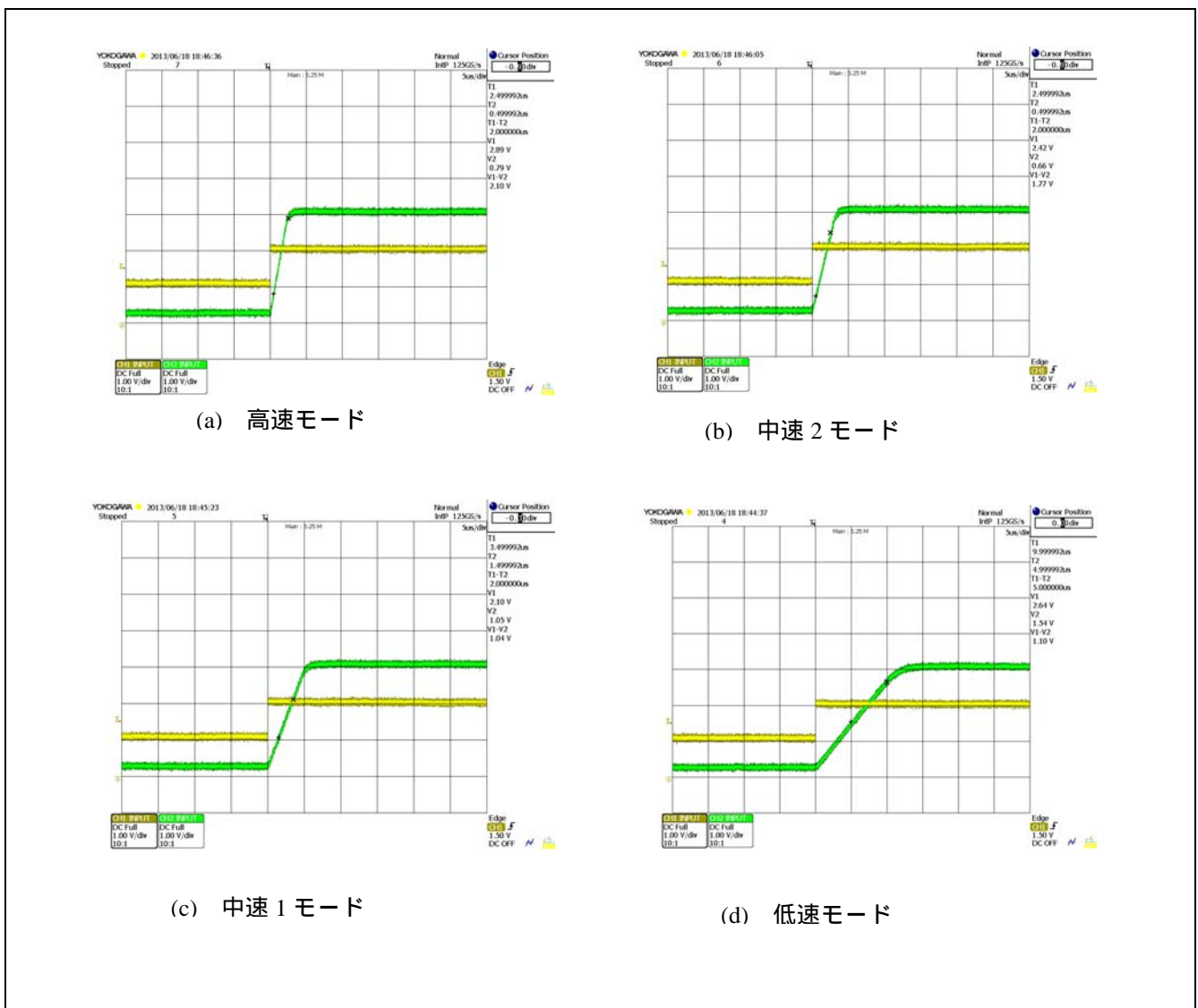


図 2-11 スルーレート測定結果

また、消費電流とスルーレートの測定値を表 2.6に示します。

表 2.6 動作モード測定結果

動作モード	消費電流		スルーレート	
	測定値	単位	測定値	単位
高速モード	260.0	μA	1.05	$\text{V}/\mu\text{s}$
中速 2 モード	209.9	μA	0.89	$\text{V}/\mu\text{s}$
中速 1 モード	134.8	μA	0.52	$\text{V}/\mu\text{s}$
低速モード	71.2	μA	0.22	$\text{V}/\mu\text{s}$

注 本測定値は限られたサンプルで測定した結果です。一例としてご参照ください。

表 2.6の通り、動作モードを下げるほど消費電流は小さくなりますが、スルーレートが低下します。実使用時はシステム仕様に応じて、十分にご検討の上、ご使用ください。

3. Smart Analog IC 301 の機能相違点

3.1 Smart Analog IC 301 との機能比較

Smart Analog IC 301 と Smart Analog IC 501 の相違点について表 3.1に示します。詳細は「RAA730301 モノリシック・プログラマブル・アナログ IC データシート」、「RAA730501 モノリシック・プログラマブル・アナログ IC データシート」をご参照ください。

表 3.1 Smart Analog IC 301 と Smart Analog IC 501 の相違点

機能	Smart Analog IC 301	Smart Analog IC 501	備考
計装アンプ 入力モード設定	変更可能 ・ レール to レール入力 ・ P-ch シングル入力	変更不可	詳細は3.2節に記載
計装アンプ ゲイン設定	6 ~ 34dB	20 ~ 60dB	
オフセット測定用 スイッチ	有り	無し	詳細は3.3節に記載
出力電圧可変レギュ レータ電圧範囲	1.8V ~ 3.1V(Typ.)	2.0V ~ 3.3V(Typ.)	
温度センサ 出力電圧温度係数	-4mV/ (Typ.)	-5mV/ (Typ.)	
動作電圧範囲	2.2V V_{DD} 3.6V	3.0V V_{DD} 5.5V	

3.2 入力モード

Smart Analog IC 301 では、計装アンプに入力モードビット(AIMS)があります。本ビットを制御することで入力モードをレール to レール入力または P-ch シングル入力の 2 通りから選択することが可能となります。表 3.2 に入力モードに対する電気特性を示します。詳細は「RAA730301 モノリシック・プログラマブル・アナログ IC データシート」をご参照ください。

表 3.2 入力モード特性(データシート抜粋)

入力電圧	レール to レール入力		P-ch シングルエンド入力		単位
	MIN	MAX	MIN	MAX	
計装アンプ	AGND1-0.05	AVDD1+0.1	AGND1-0.05	AVDD1-1.4	V

実際の測定波形を図 3-2 に示します。本波形測定では、パルスジェネレータから正弦波信号を印加して、Smart Analog Easy Starter を用いて計装アンプの入力モードを変化させた時の波形の変化を示します。測定系は図 3-1 に、それぞれの設定は表 3.3 の通りです。

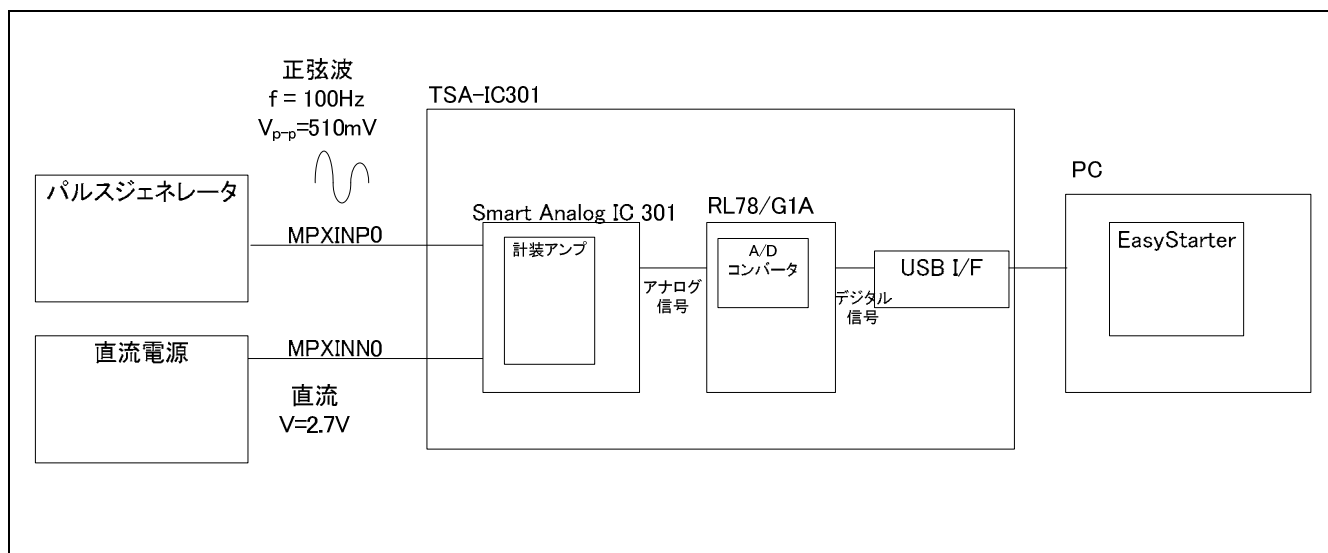


図 3-1 測定系統図

表 3.3 入力モード測定時の設定

構成	機能	設定値	
パルスジェネレータ設定	正弦波信号の生成	信号	正弦波
		周期	100Hz
		DC オフセット	2.65 V
		振幅	510mVp-p
	Smart Analog IC 301 の MPXINN0 端子から信号の入力	信号	直流
	電圧	2.7 V	
EasyStarter	Smart Analog IC 301 の設定	計装アンプゲイン	16dB
		D/A コンバータ出力電圧	162 (2.10 V)
		A/D コンバータ変換周期	10ms

P-ch シングル入力モード設定時に入力電圧が上限値を超えると、計装アンプ出力電圧にひずみができています。そのため、P-ch シングル入力モード設定時は、レール to レール入力設定との比較で、入力範囲の上限が狭まっていることがわかります。

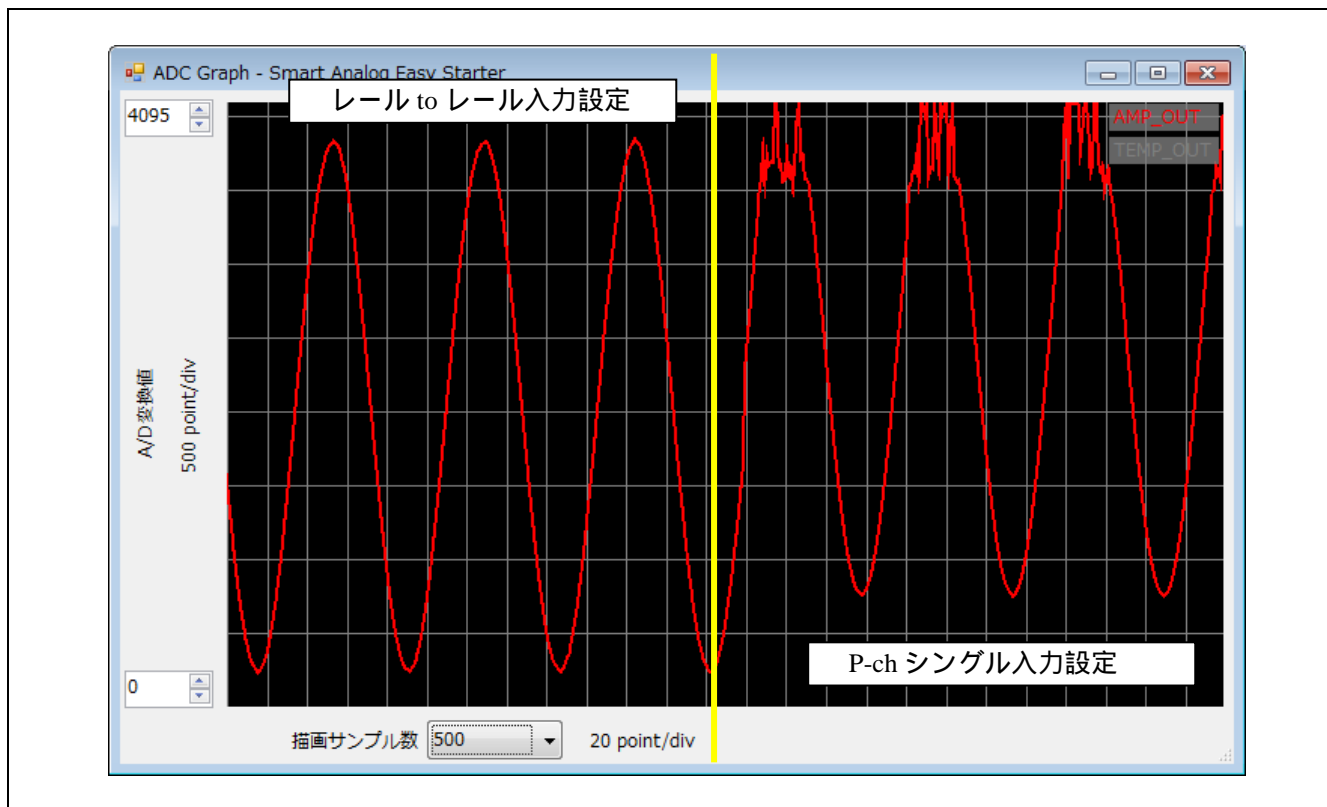


図 3-2 入力モード変更によるアンプ出力電圧波形

3.3 オフセット測定用スイッチ

Smart Analog IC 301 にはオフセット測定用のスイッチ SW0、SW1 があります。SW0 および SW1 を ON に設定した場合、非反転入力端子および反転入力端子は同電位となるため、アンプで発生するオフセット電圧を測定することができます。

以下に、オフセット電圧算出方法とオフセット電圧測定時の Smart Analog IC 301 の設定を示します。

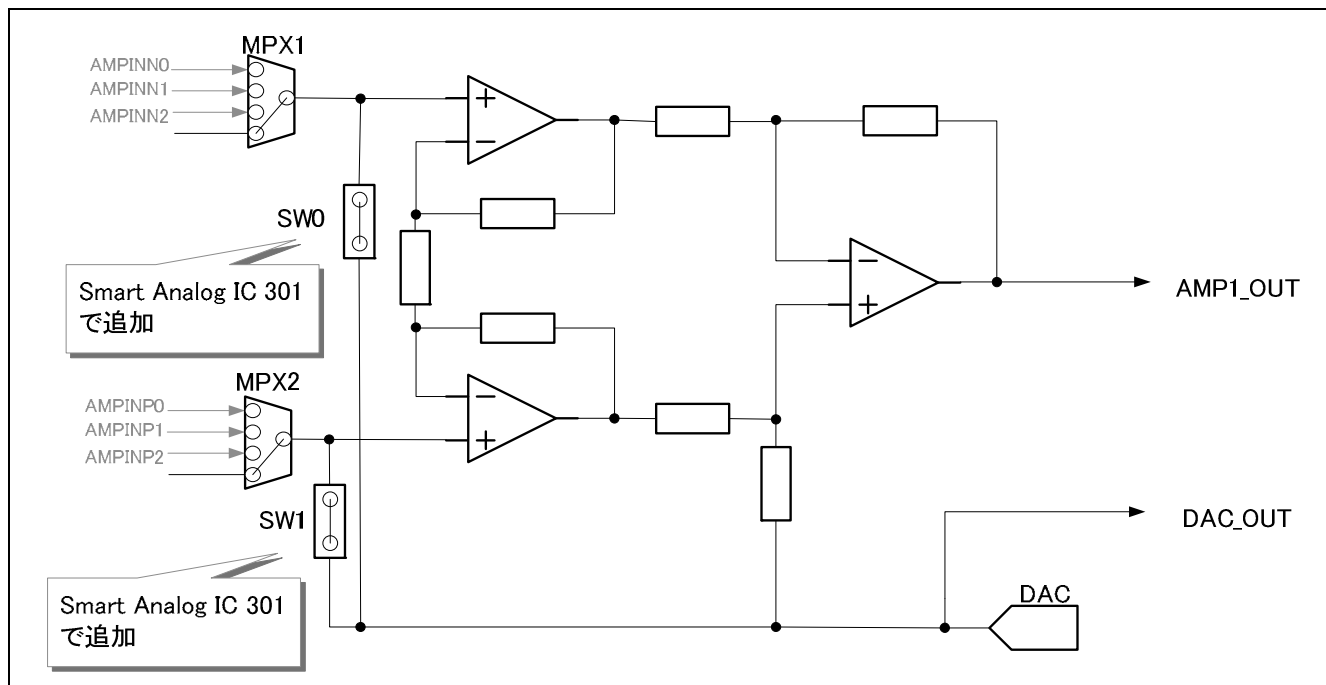


図 3-3 オフセット電圧測定

理想的な計装アンプの出力電圧 V_{AMP_OUT} は、非反転入力端子の電圧を V_{MPXINP} 、反転入力端子の電圧を V_{MPXINN} 、ゲインを G 、バイアス電圧を V_{DAC} とおくと、数式 3-1 で表すことができます。

$$V_{AMP_OUT} = (V_{MPXINP} - V_{MPXINN}) \cdot G + V_{DAC} \quad \text{数式 3-1}$$

この計装アンプにオフセット誤差が含まれる場合、入力換算オフセット電圧を V_{Offset} とすると、数式 3-1 は数式 3-2 となります。

$$V_{AMP_OUT} = (V_{MPXINP} - V_{MPXINN} + V_{Offset}) \cdot G + V_{DAC} \quad \text{数式 3-2}$$

ここで、SW0 および SW1 を ON に設定すると、非反転入力端子および反転入力端子には V_{DAC} が供給されます。そのため、数式 3-2 は数式 3-3 となります。

$$V_{AMP_OUT} = V_{Offset} \cdot G + V_{DAC} \quad \text{数式 3-3}$$

数式 3-3 より、非反転入力端子および反転入力端子に同電位の電圧を入力すると、アンプ出力におけるオフセット電圧は、 V_{AMP_OUT} と V_{DAC} の差より求めることが可能となります。入力換算オフセット電圧はさらにゲイン G で割ったものとなります。

仮に、 $V_{DAC}=1.50V$ 、 $G=34dB$ 、 $SW0=ON$ 、 $SW1=ON$ と設定した場合、オフセット電圧が無い場合($V_{Offset}=0$)の計装アンプ出力電圧 V_{AMP_OUT} は $1.50V$ となり、 V_{DAC} との電位差は $0V$ となります。

しかし、例えば前述の設定で V_{AMP_OUT} から $1.60V$ が測定された場合、アンプ出力におけるオフセット電圧は DAC 出力電圧 $V_{DAC}=1.50V$ との差である $0.1V$ とわかります。入力に換算するとオフセット電圧は約 $2.0mV$ となります。

出力オフセット電圧の影響を小さくするためには、バイアス電圧を調節する必要があります。数式 3-3で示されるように、D/A コンバータ出力電圧の項にゲインは掛算されていないため、ゲインの影響は受けません。実際の計装アンプ出力電圧が調整前の D/A コンバータ電圧 V_{DAC} となるように、D/A コンバータの出力電圧を調整 ($V_{DAC} - \Delta V_{DAC}$)すれば、アンプで発生するオフセット電圧をキャンセルすることが可能です(数式 3-4)。

$$V_{AMP_OUT} = (V_{MPXINP} - V_{MPXINN} + V_{Offset}) \cdot G + V_{DAC} - \Delta V_{DAC} \quad \text{数式 3-4}$$

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2013.09.30	－	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、
防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

- 注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。
- 注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

営業お問い合わせ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問い合わせ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町 2-6-2 (日本ビル)

技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問い合わせ窓口： <http://japan.renesas.com/contact/>