

RAA3064002GFP/RAA3064003GFP
ルネサス CMOS IC
レゾルバ信号変換 IC

ユーザズマニユアル ハードウェア編

本資料に記載の全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス エレクトロニクスは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。
ルネサス エレクトロニクスのホームページなどにより公開される最新情報をご確認ください。

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生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、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またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 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、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング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）、交通制御（信号）、大規模通信機器、

金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、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（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。

6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他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。かかる法令を遵守しないこと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。
9. 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。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものいたします。
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。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

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直接的、間接的に支配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。

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、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

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. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力ブルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力ブルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「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。

5. クロックについて

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。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）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。

8. 製品間の相違について

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。同じグループのマイコンでも型名が違くと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

目次

特長	1
1. 概要	2
1.1 特長	3
1.2 用途	3
1.3 型名	3
1.4 機能概要	4
1.5 端子配置	5
1.6 端子機能一覧	6
2. 回路構成	8
2.1 周辺回路構成例	8
2.2 内部ブロック図	10
2.3 内部回路説明	11
2.3.1 レゾルバ駆動部	11
2.3.2 レゾルバ信号検出部	12
2.3.3 シャント電流増幅回路部	13
2.3.4 制御部	14
2.3.5 内部状態検出機能	14
2.3.6 電源回路	16
3. 制御レジスタ	17
3.1 レジスタ一覧	17
3.2 レジスタ説明	18
3.2.1 パワーセーブ制御レジスタ 1 (PS1)	18
3.2.2 パワーセーブ制御レジスタ 2 (PS2)	19
3.2.3 パワーセーブ制御レジスタ 3 (PS3)	20
3.2.4 ソフトウェアリセットレジスタ (SWRST)	21
3.2.5 差動増幅回路入力範囲モニタレジスタ (DDMNT)	22
3.2.6 アラーム状態レジスタ (ALMST)	22
3.2.7 ALARM#出力設定レジスタ (ALMOUT)	23
3.2.8 モニタ出力選択レジスタ (MNTSL)	24
3.2.9 モニタ出力モード選択レジスタ (MDCACSEL)	25
3.2.10 差動増幅回路利得選択レジスタ (GCGSL)	26
3.2.11 位相調整回路利得調整値選択レジスタ (DLCGSL)	26
3.2.12 補正回路利得選択レジスタ (CCGSL)	27
3.2.13 シャント電流増幅回路制御レジスタ (CSACTL)	27
3.2.14 差動増幅回路入力信号レベル検知リセットレジスタ (INITERR)	28
3.3 レジスタアクセス	29
4. 動作	30
4.1 レゾルバ信号変換の基本動作	30
4.2 断線検出動作	33
4.3 電源シーケンスとリセット動作	33
4.4 キャリブレーション	35

5. 電気的特性	36
5.1 絶対最大定格	36
5.2 推奨動作条件	36
5.3 DC 特性	37
5.4 AC 特性	38
5.5 アナログ特性	42
6. 回路特性	44
6.1 位相ドリフト (vs 温度)	44
6.2 出力ジッタ幅 (ヒストグラム)	44
6.3 シャント電流増幅回路オペアンプオフセットドリフト (vs 温度)	45
付録 1. 分解能の考え方	47
付録 2. 外形寸法図	48
改版履歴	49
本版で改訂された主な箇所	49
前版までの改版履歴	50

RAA3064002GFP/RAA3064003GFP

ルネサス CMOS IC
レゾルバ信号変換 IC

R03UZ0002JJ0110

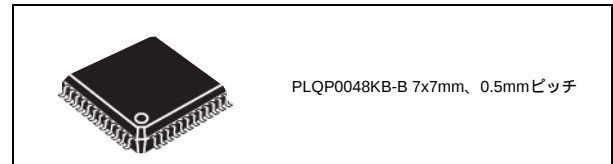
Rev.1.10

2020.07.15

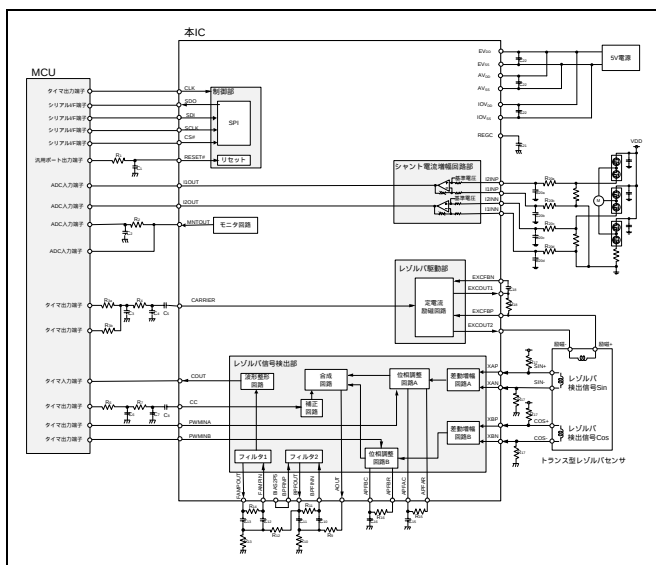
1 相励磁 2 相出力レゾルバセンサ対応、励磁信号周波数：5kHz，10kHz，20kHz 対応

特長

- ホストMCUと組み合わせレゾルバセンサ（角度センサ）のレゾルバ検出信号（電気角度情報）をデジタル信号に変換
 - 1相励磁2相出力タイプのトランス型レゾルバセンサ、電流検出型レゾルバセンサに対応
 - レゾルバ励磁信号生成回路内蔵（励磁信号周波数：5kHz，10kHz，20kHz）
 - 角度信号分解能（電気角）：16,000パルス/回転（励磁周波数：5kHz、ホストMCU タイマ動作周波数：80MHz の時）
- レゾルバ検出信号の誤差低減機能
 - レゾルバ検出信号に含まれる残留キャリアを補正
 - レゾルバセンサの磁気ノイズやモータ制御のPWMノイズを除去するアナログフィルタ
- 異常検出
 - レゾルバセンサとの結線状態（断線検知）
 - IC内部温度を検知



- 消費電力低減機能
 - 4.5V～5.5V動作の単一電源
 - パワーセーブ機能で不要な回路の電力を低減
- モータ制御機能
 - シャント電流増幅回路（2チャンネル）内蔵
ゲイン：x10、x25
- シリアルインターフェイス
 - ホストMCUと通信（クロック同期式、最大1MHzクロック）
- クロック、リセット
 - 外部クロック入力周波数：～4MHz
 - 3種類のリセット（端子リセット、電圧検知リセット、ソフトウェアリセット）に対応
- 動作周囲温度
 - -40 ～ +85 （RAA3064002GFP）
 - -40 ～ +105 （RAA3064003GFP）
- 用途
 - 高分解能角度情報を必要とするモータを使うアプリケーション全般（自動車用途は除く）



1. 概要

RAA3064002GFP/RAA3064003GFPは1相励磁2相出力タイプのレゾルバセンサ（角度センサ）からレゾルバの機械的回転角度に応じて出力されるアナログ信号であるレゾルバ検出信号(電気角度情報)を、デジタル信号に変換し出力するR/D（レゾルバ/デジタル）変換ICです。本ICは2種類のレゾルバセンサに対応します。図1.1に接続可能なレゾルバセンサの構成を示します。本ユーザーズマニュアルでは、図1.1(a)の構成をトランス型レゾルバ、図1.1(b)の構成を電流検出型レゾルバと定義しています。

本ICは、ホストMCUから励磁周期に相当するクロック信号（以下、励磁矩形波とする）を入力することでレゾルバセンサに対する1相の励磁信号を出力します。本ICは、レゾルバセンサから入力する2相のレゾルバ検出信号(電気角度情報)を元にして角度信号(矩形波)を生成し出力します。励磁矩形波と角度信号の位相差からホストMCUは角度情報を得ることができます^{※1}。レゾルバセンサへの励磁信号の周波数は5kHz、10kHz、20kHzから選択することができます。ご使用になるレゾルバの特性に応じて選択ください。

本ICは、レゾルバセンサから入力するレゾルバ検出信号に重畳されているノイズを除去する各種フィルタを構成するアンプ、及びレゾルバ検出信号の誤差補正回路を内蔵しています。また、レゾルバ検出信号の生成に加えて、内部温度検出機能、及び一般的なモータ制御回路に使用されるシャント電流増幅回路(差動)を2チャンネル搭載しています。

注 1. 「レゾルバ信号変換の基本動作」参照

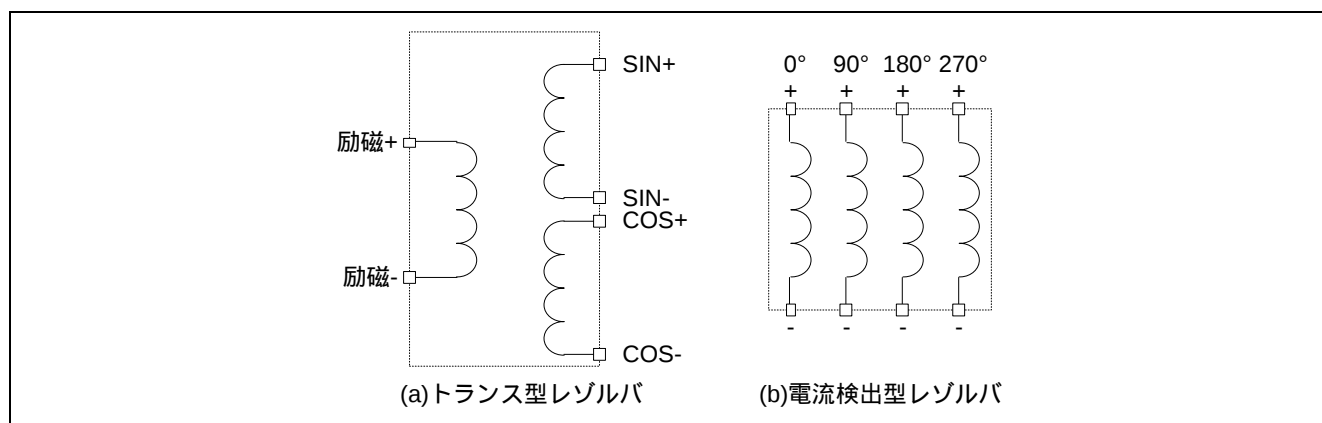


図 1.1 接続可能なレゾルバセンサの構成

1.1 特長

- レゾルバ励磁信号生成回路内蔵（励磁周波数：5kHz/10kHz/20kHz、ホストMCU：RX24T）
- 角度信号分解能（電気角）：16,000パルス/回転（励磁周波数：5kHz、ホストMCUタイマ動作周波数：80MHz）
- レゾルバ検出信号の誤差補正機能
- 内部温度検出機能
- 5V 単一電源

1.2 用途

高分解能角度情報を必要とするモータを使うアプリケーション全般（自動車用途は除く）

1.3 型名

表 1.1 に型名一覧を示します。

表 1.1 型名一覧

パッケージ	動作温度範囲	オーダ名称
48 ピン・プラスチック LQFP	-40 ~ +85	RAA3064002GFP#AA0 RAA3064002GFP#BA0 RAA3064002GFP#HA0
48 ピン・プラスチック LQFP	-40 ~ +105	RAA3064003GFP#AA0 RAA3064003GFP#BA0 RAA3064003GFP#HA0

1.4 機能概要

表 1.2 に機能概要を示します。

表 1.2 機能概要

項目		機能
レゾルバ駆動部	励磁入力	交流信号：5/10/20 kHz（ホスト MCU に RX24T を使用の場合）
	励磁出力	交流電流：+/- 35 mA (Max.)
レゾルバ信号 検出部	レゾルバ検出信号入力	ゲイン可変：2, 4, 8, 16.5 倍
	信号変換	レゾルバ検出信号誤差補正機能
	角度信号出力	励磁入力に対して角度に依存した位相差を持つ矩形波を出力
シャント電流 増幅回路部	差動増幅回路	2 チャンネル、ゲイン可変：10, 25 倍
制御部	動作周波数	最大 4 MHz
	シリアル通信回路	クロック同期式シリアル通信（Max. 1 MHz）
内部状態 検出機能	入力レベル検出	レゾルバ検出信号の入力レベルを検出
	温度モニタ	IC 内部温度をモニタ
	内部信号モニタ	温度モニタ出力、レゾルバ信号検出部の内部信号を観測可
電源電圧		$AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5\text{--}5.5\text{ V}$
電源電流		動作電流：20 mA (Typ.)（励磁出力電流は除く） リセット時：420 μ A (Typ.)
動作周囲温度		RAA3064002GFP：- 40 ~ + 85 RAA3064003GFP：- 40 ~ + 105
パッケージ		48 ピン・プラスチック LQFP（7 × 7 mm, 0.5 mm ピッチ）

1.5 端子配置

図 1.2 に端子配置を示します。

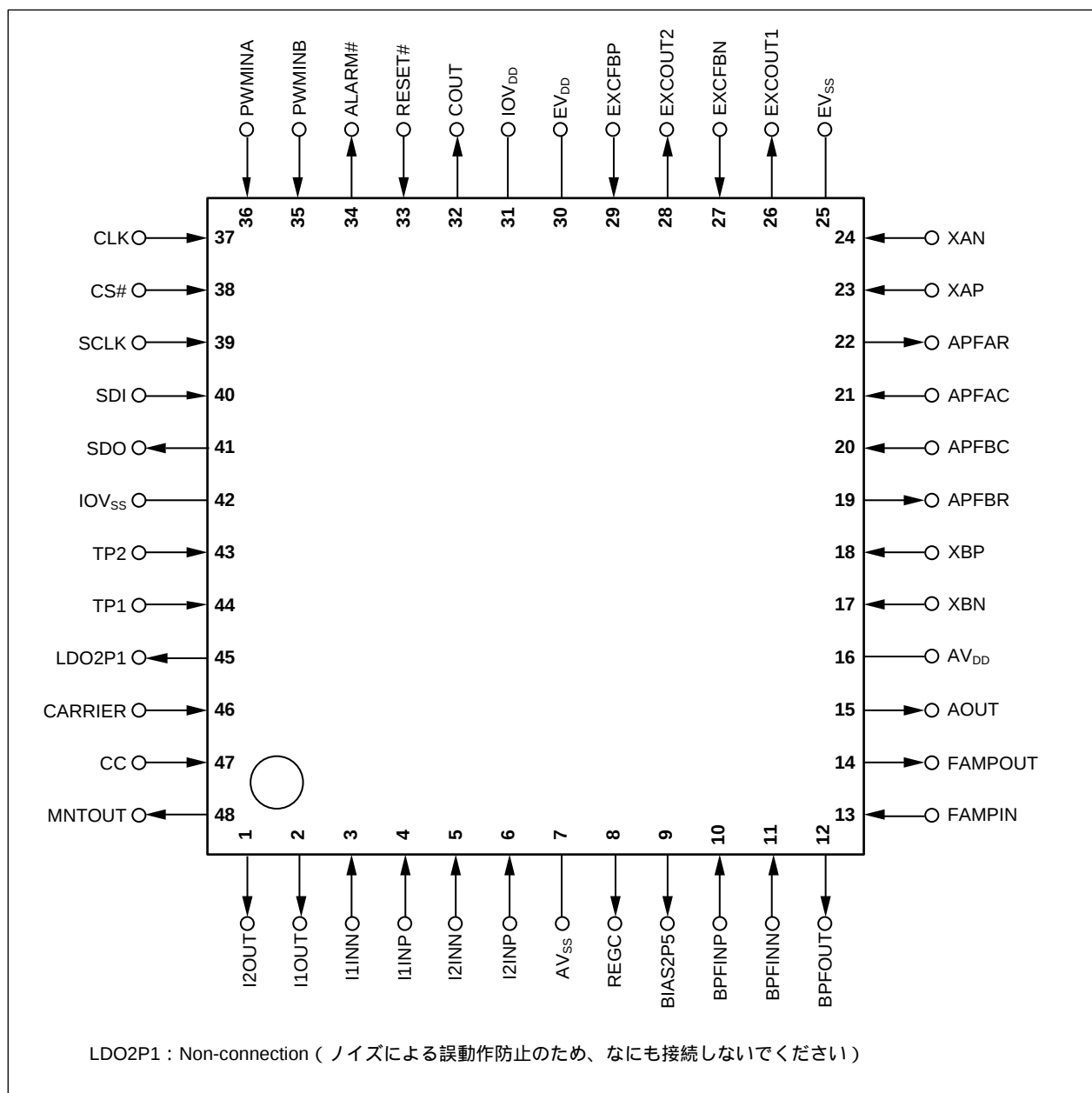


図 1.2 端子配置図(Top view)

1.6 端子機能一覧

表 1.3 に端子機能一覧を示します。

表 1.3 端子機能一覧 (1/2)

端子番号	端子名	入出力	機能	タイプ	電源	リセット時
1	I2OUT	出力	シャント電流増幅回路チャンネル 2 増幅信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
2	I1OUT	出力	シャント電流増幅回路チャンネル 1 増幅信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
3	I1INN	入力	シャント電流増幅回路チャンネル 1 負側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
4	I1INP	入力	シャント電流増幅回路チャンネル 1 正側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
5	I2INN	入力	シャント電流増幅回路チャンネル 2 負側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
6	I2INP	入力	シャント電流増幅回路チャンネル 2 正側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
7	AV _{SS}	-	アナロググランド	GND	-	-
8	REGC	出力	基準電圧用容量接続端子 (0.1 μ F で GND 接続推奨)	アナログ	AV _{DD}	Pull Down
9	BIAS2P5	出力	基準電圧 (2.5 V)	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
10	BPFINP	入力	フィルタ 2 アンプ正側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
11	BPFINN	入力	フィルタ 2 アンプ負側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
12	BPFOUT	出力	フィルタ 2 アンプ出力	アナログ	AV _{DD}	Pull Down
13	FAMPIN	入力	フィルタ 1 アンプ入力	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
14	FAMPOUT	出力	フィルタ 1 アンプ出力	アナログ	AV _{DD}	Pull Down
15	AOUT	出力	レゾルバ検出信号合成結果出力	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
16	AV _{DD}	-	アナログ電源	電源	-	-
17	XBN	入力	レゾルバ検出信号 Cos 負側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
18	XBP	入力	レゾルバ検出信号 Cos 正側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
19	APFBR	出力	レゾルバ検出信号 Cos 増幅信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
20	APFBC	入力	レゾルバ検出信号 Cos フィルタ後信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
21	APFAC	入力	レゾルバ検出信号 Sin フィルタ後信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
22	APFAR	出力	レゾルバ検出信号 Sin 増幅信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
23	XAP	入力	レゾルバ検出信号 Sin 正側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
24	XAN	入力	レゾルバ検出信号 Sin 負側	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
25	EV _{SS}	-	定電流励磁回路グランド	GND	-	-
26	EXCOUT1	出力	励磁電流正側	アナログ	EV _{DD}	Hi-Z
27	EXCFBN	入力	励磁電流フィルタ入力	アナログ	EV _{DD}	Hi-Z
28	EXCOUT2	出力	励磁電流負側	アナログ	EV _{DD}	Hi-Z
29	EXCFBP	入力	励磁基準電流	アナログ	EV _{DD}	Hi-Z
30	EV _{DD}	-	定電流励磁回路電源	電源	-	-
31	IOV _{DD}	-	デジタル電源	電源	-	-
32	COUT	出力	角度信号	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
33	RESET#	入力	リセット	デジタル	IOV _{DD}	L
34	ALARM#	出力	アラーム検知信号 異常検出がない場合、CLK 入力でハイレベル出力	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
35	PWMINB	入力	位相調整回路 B 調整信号	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z

表 1.3 端子機能一覧 (2/2)

端子番号.	端子名	入出力	機能	タイプ	電源	リセット時
36	PWMINA	入力	位相調整回路 A 調整信号	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
37	CLK	入力	基準クロック (4 MHz)	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
38	CS#	入力	シリアル通信イネーブル	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
39	SCLK	入力	シリアル通信クロック	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
40	SDI	入力	シリアル通信受信データ	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
41	SDO	出力	シリアル通信送信データ	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
42	IOV _{SS}	-	デジタルグランド	GND	-	-
43	TP2	入力	ロウレベル固定 (抵抗でプルダウン推奨)	デジタル	IOV _{DD}	Hi-Z
44	TP1	入力				
45	LDO2P1	出力	内部回路用電源確認端子 (Non-connection)	アナログ	AV _{DD}	Pull Down
46	CARRIER	入力	励磁矩形波信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
47	CC	入力	レゾルバ検出信号補正信号	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z
48	MNTOUT	出力	内部信号モニタ	アナログ	AV _{DD}	Hi-Z

2. 回路構成

2.1 周辺回路構成例

周辺回路構成例を図 2.1、図 2.2 に示します。推奨周辺部品仕様はアプリケーションノート「レゾルバ信号変換 IC の周辺部品選定ガイド」(R03AN0012JJ)を参照ください。

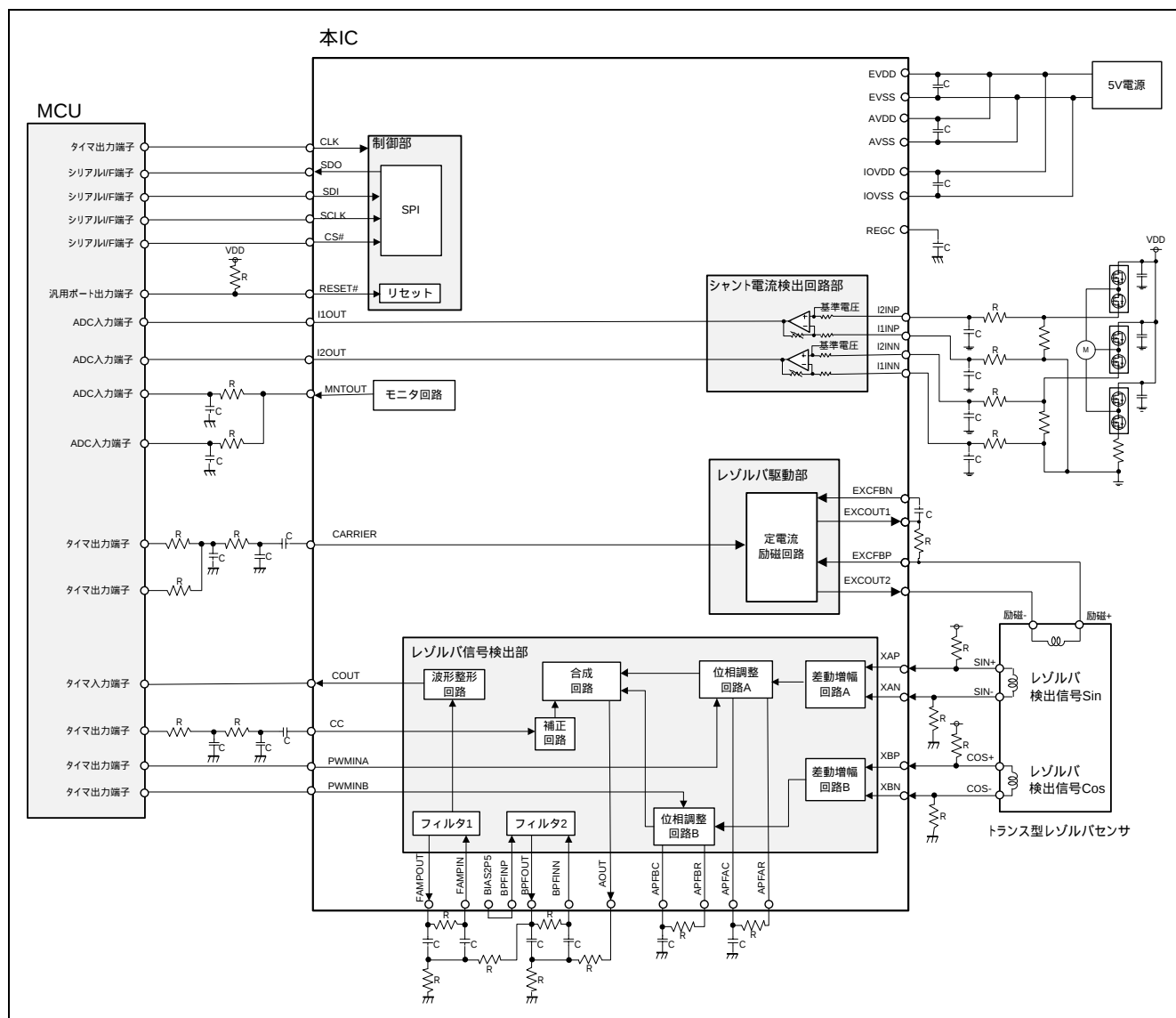


図 2.1 周辺回路構成例
(トランス型レゾルバセンサ、フィルタ 1、2：多重帰還型 1 次バンドパスフィルタを構成)

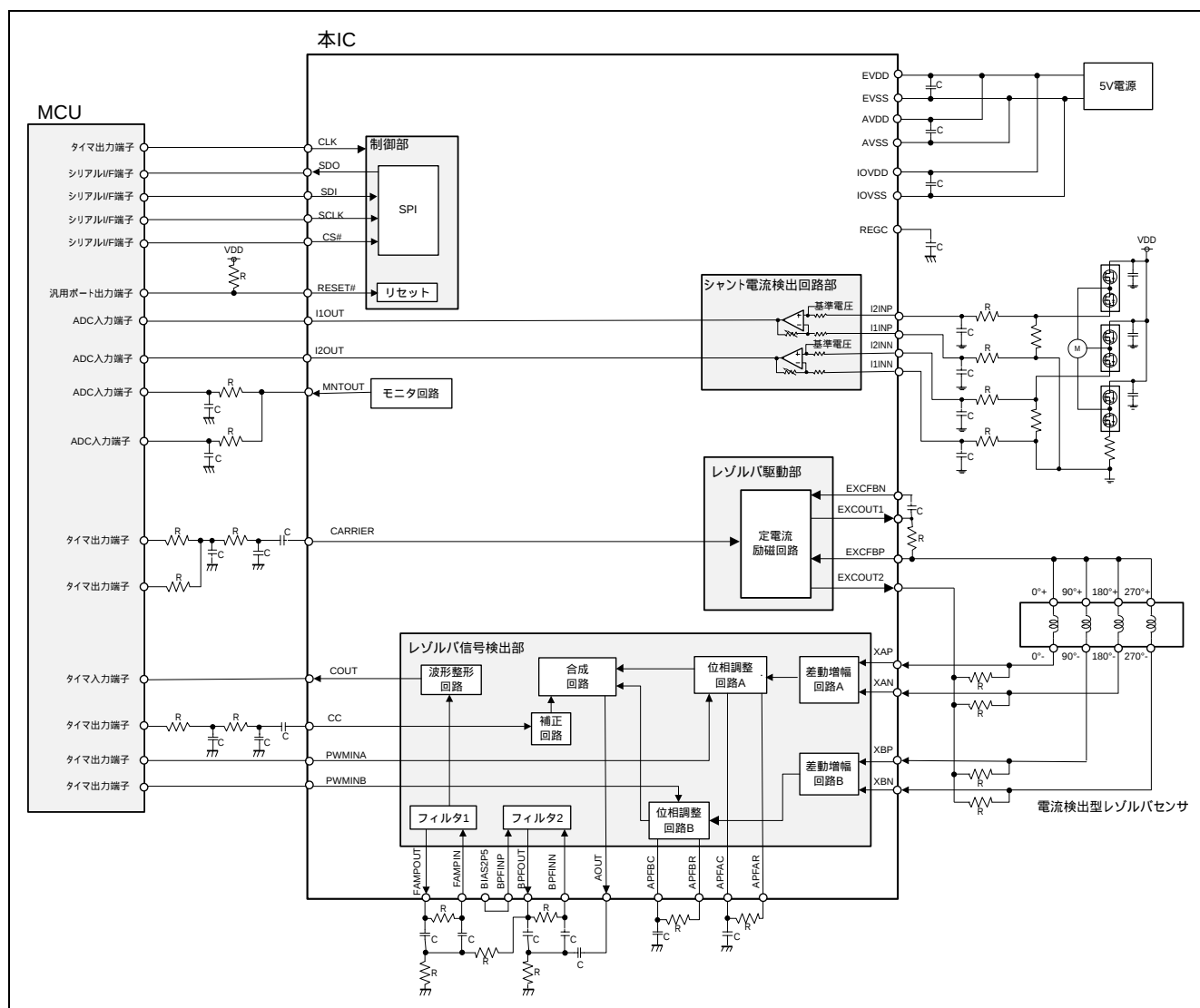


図 2.2 周辺回路構成例 (電流検出型レゾルバセンサ、フィルタ 1: 多重帰還型 2 次ハイパスフィルタ、フィルタ 2: 多重帰還型 1 次バンドパスフィルタを構成)

2.2 内部ブロック図

図 2.3 に内部ブロック図を示します。

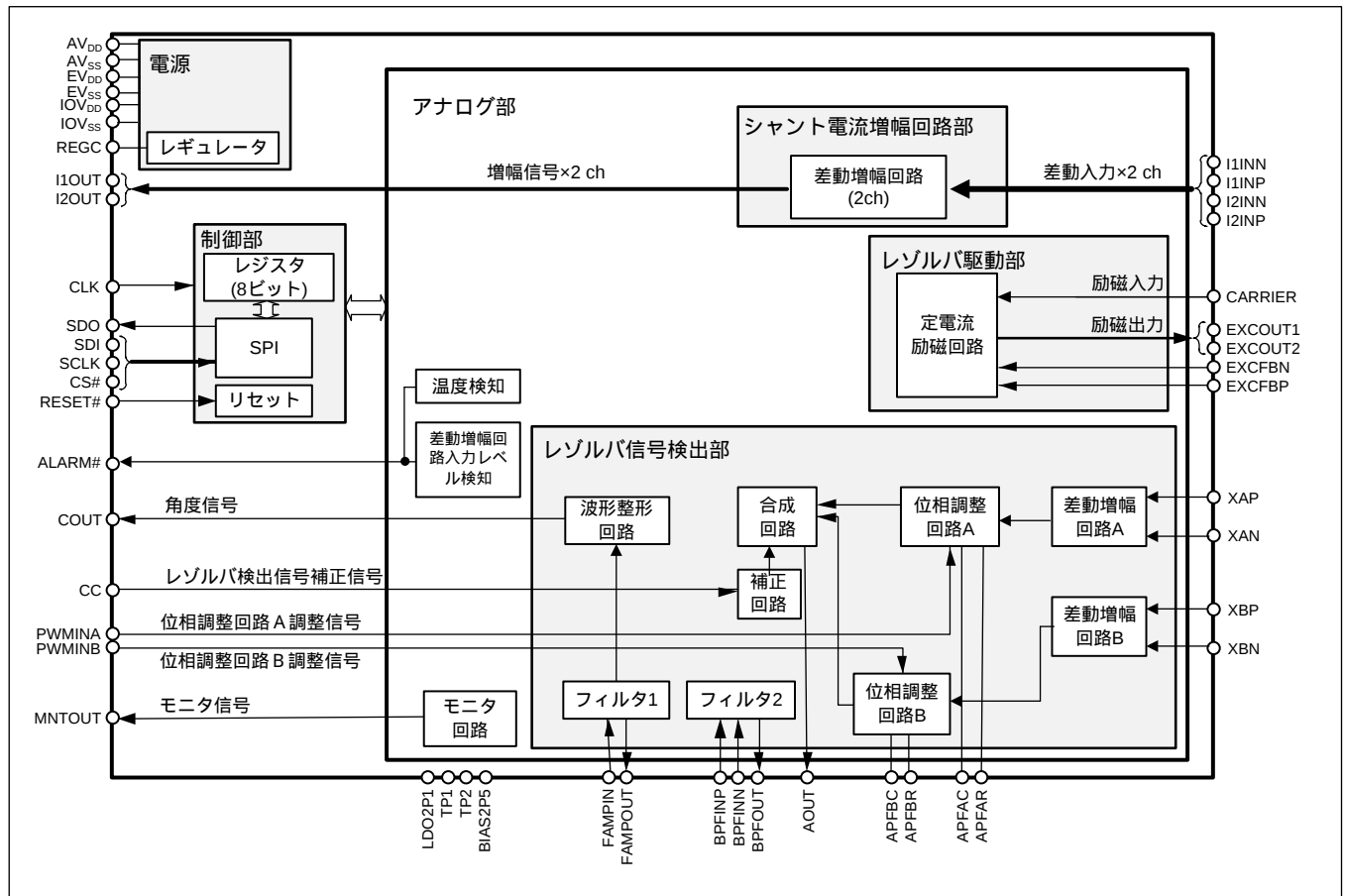


図 2.3 内部ブロック図

2.3 内部回路説明

2.3.1 レゾルバ駆動部

レゾルバ駆動部は、定電流励磁回路で構成されています。図 2.4 に駆動部と外部回路を示します。レゾルバ駆動電流は、CARRIER 端子に印加した励磁周期に相当するクロック信号の振幅と、EXCOUT1-EXCFBP 間に接続した電流制限抵抗 R で調整します。

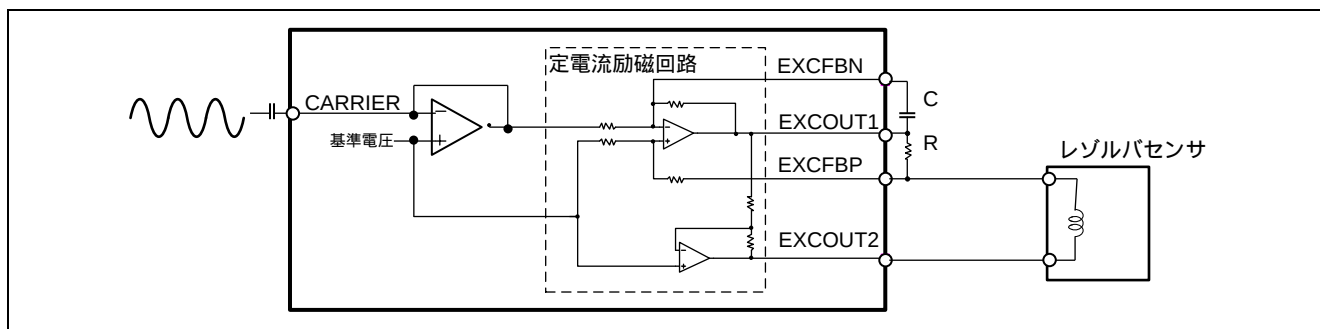


図 2.4 レゾルバ駆動部

2.3.2 レゾルバ信号検出部

レゾルバ信号検出部は、差動増幅回路 A、差動増幅回路 B、位相調整回路 A、位相調整回路 B、合成回路、フィルタ、波形整形回路で構成されています。図 2.5 にレゾルバ信号検出部と外部回路を示します。

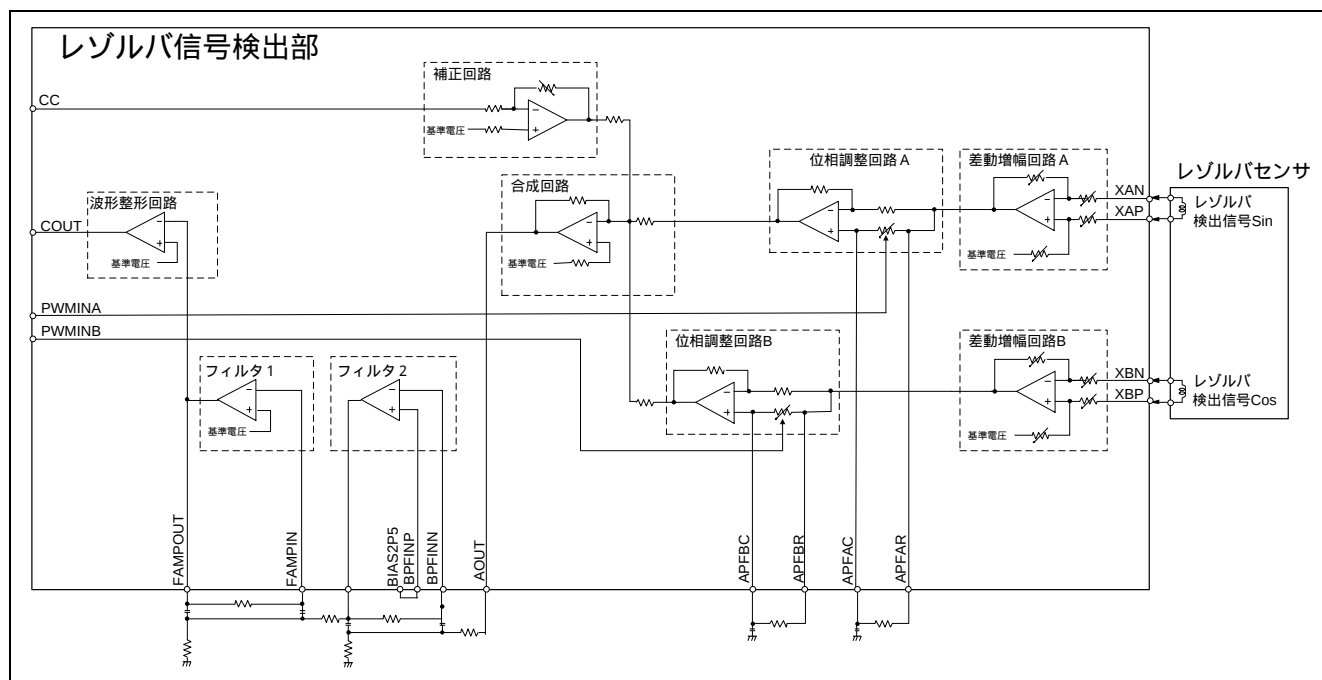


図 2.5 レゾルバ信号検出部

差動増幅回路 A、差動増幅回路 B は、XAP/XAN 端子、XBP/XBN 端子に接続したレゾルバの 2 相出力信号を増幅します。利得（ゲイン）は、レゾルバのタイプや変調率に合わせて設定します。

位相調整回路 A、位相調整回路 B は、差動増幅回路 A、差動増幅回路 B で増幅したレゾルバの 2 相出力信号の位相差が 90° になるように位相調整を行います。PWMINA 信号、PWMINB 信号で位相調整を行います。

位相調整回路 A、位相調整回路 B で位相差が 90° になるように調整したレゾルバの 2 相出力信号を合成回路で合成します。この時、CC 端子から入力した補正信号も合成することで、レゾルバセンサの巻線誤差で発生するキャリア誤差を補正します。

合成したレゾルバ信号に対して、レゾルバの磁気ノイズやモータ制御の PWM ノイズを除去するためフィルタを通します。フィルタは、2 段のフィルタ構成を取るようにフィルタ 1、フィルタ 2 を搭載しています。フィルタでノイズを除去した信号を、波形整形して角度信号を矩形波として COUT 端子から出力します。

図 2.5 は、フィルタとして、多重帰還型 1 次バンドパスフィルタを 2 段構成した例を載せています。

波形整形回路からは、励磁信号に対して位相がレゾルバ角度に比例して遅れた角度信号を出力します。

角度信号とホスト MCU から出力する励磁矩形波との位相差をホスト MCU で測定することにより MCU は電気角度情報を得ることができます。

2.3.3 シャント電流増幅回路部

シャント電流増幅回路部は、2チャンネルの差動増幅アンプで構成されています。差動増幅アンプは入力端子 InINP と InINN の電圧差を増幅し、出力端子 InOUT に出力します ($n = 1, 2$)。差動増幅アンプはバイアス電圧とゲインを設定できます。

使用例として、モータ駆動ドライバと電流検出用シャント抵抗を接続した構成を図 2.6 に示します。

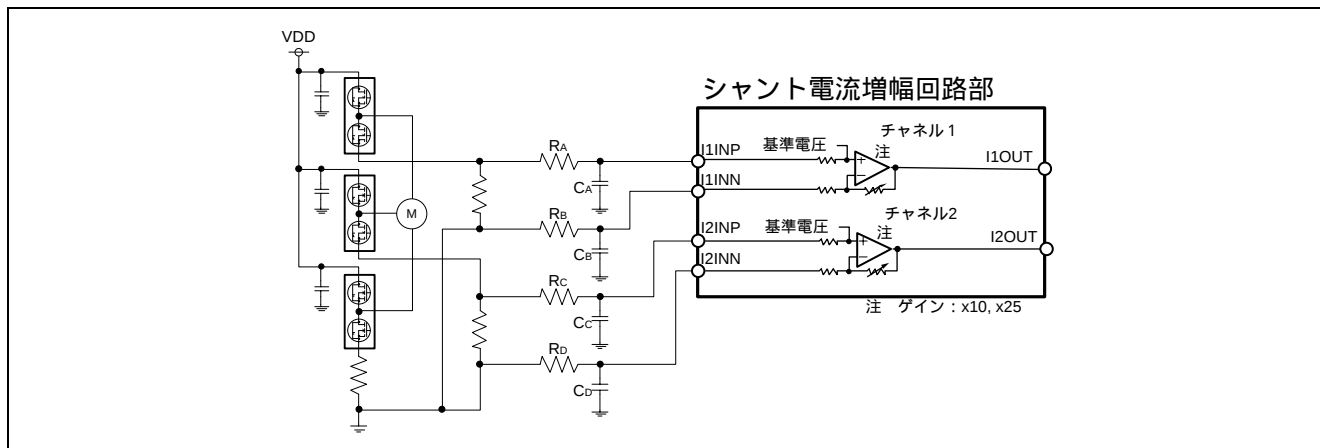


図 2.6 シャント電流増幅回路部

電流検出用シャント抵抗を接続する場合は、モータ駆動用 MOSFET のサージ電圧によりノイズが発生することがあります。それを除去する必要がある場合は、外付け素子でローパスフィルタを構成してください。なお、フィルタ回路で InINN 端子および InINP 端子 ($n=1, 2$) に直列抵抗 (R_A, R_B, R_C, R_D) を接続する場合は 100Ω 以下としてください。抵抗値が大きい場合は、入力インピーダンスが増え、増幅率が設定値とならない場合があります。

2.3.4 制御部

制御部はリセット生成回路、SPI インターフェイス、レジスタで構成され、CLK 端子から入力されるクロック信号で動作します。

リセットには、RESET# 端子リセット、電圧検知リセット、ソフトウェアリセットがあります。表 2.1 にリセットの名称と要因を示します。リセット生成回路は、各リセットで発生するリセット信号を IC 内部に配送します。

SPI インターフェイスは、シリアル通信クロック (SCLK) とシリアル通信受信データ・送信データ (SDI, SDO)、シリアル通信イネーブル (CS#) の 4 線で外部デバイスからレジスタへのデータ設定、レジスタ値の読み出しを行います。レジスタへのデータ設定、レジスタ値の読み出しのインターフェイス仕様は、「3.3 レジスタアクセス」を参照してください。

表 2.1 リセットの名称と要因

リセットの名称	要因
RESET# 端子リセット	RESET#端子の入力電圧が Low
電圧検知リセット	AVDD、IOVDD の下降
ソフトウェアリセット	SWRST レジスタ設定

2.3.5 内部状態検出機能

本 IC は、IC 内部状態を外部からモニタするため、モニタ機能、差動増幅回路入力レベル検知機能、温度検知機能を持っています。

モニタ機能は、内部 AC 信号をそのままの状態モニタ、及び半波整流した信号を外付けローパスフィルタで整形後に DC 信号として観測する 2 つの機能をサポートしています。モニタ信号は MNTOUT 端子に出力されます。出力する内部信号は、MNTSL レジスタ(モニタ出力選択レジスタ)で選択します。また出力モードは、MDCACSEL レジスタ(モニタ出力モード選択レジスタ)で選択します。モニタ回路、及び外付け回路構成例を図 2.7 に示します。

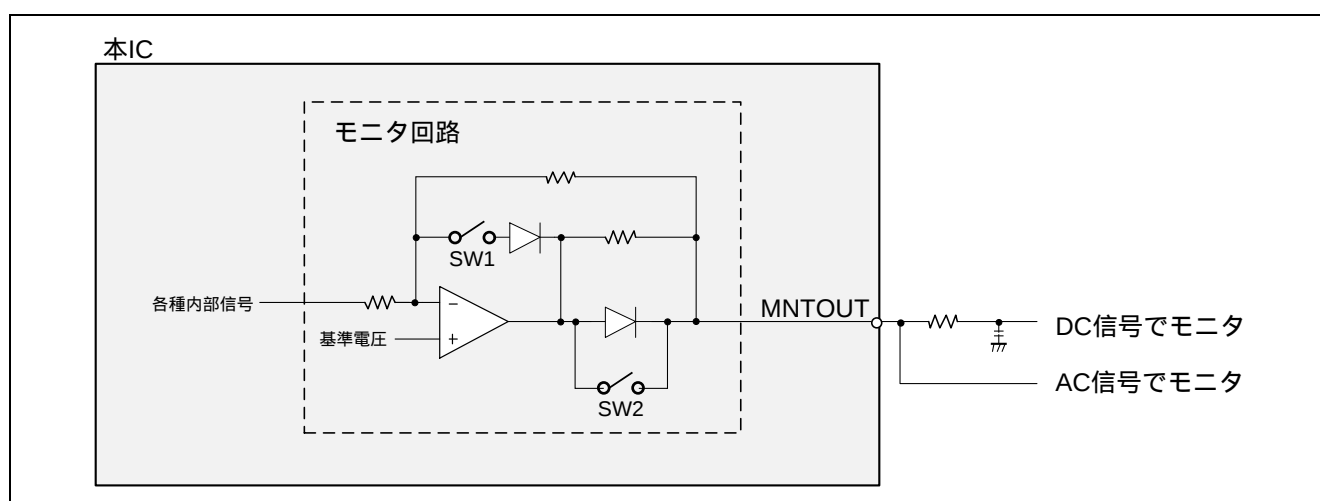


図 2.7 モニタ端子外付け回路構成例

差動増幅回路入力レベル検知機能は、XAP/XAN 端子、XBP/XBN 端子への入力信号が入力電圧範囲を超えていないか検出します。差動増幅回路入力レベル検知は、ALARM#端子出力で検出できます。入力電圧範囲を超えた場合、ALARM#端子が“L”出力します。I1INN/I1INP 端子、I2INN/I2INP 端子への入力に対しては、本機能は無効です。

温度検知機能は、IC 内部温度を検知します。所定の温度を超えたときに ALARM#端子が“L”出力します。

2.3.6 電源回路

本 IC は 3 組の電源端子があります。EVDD、EVSS は定電流励磁回路の専用電源です。AVDD、AVSS はその他アナログ回路の電源です。アナログ回路で使用する基準電圧、及び制御部の論理回路で使用する 2.1V 電源は AVDD 基準の内蔵レギュレータで生成しています。IOVDD、IOVSS はデジタル I/O、及び制御部の 5V 論理回路の電源です。

電源は単電源+5V ± 10%以内のものをご用意ください。ノイズ対策のため各々の電源端子間に最短で閉ループが形成できるように 0.1 μF の積層セラミックコンデンサを接続してください。内蔵レギュレータの安定化容量を付加する REGC 端子は、端子近傍で 0.1 μF の積層セラミックコンデンサを接続して AVSS に接地してください。

図 2.8 に電源端子処理例を示します。

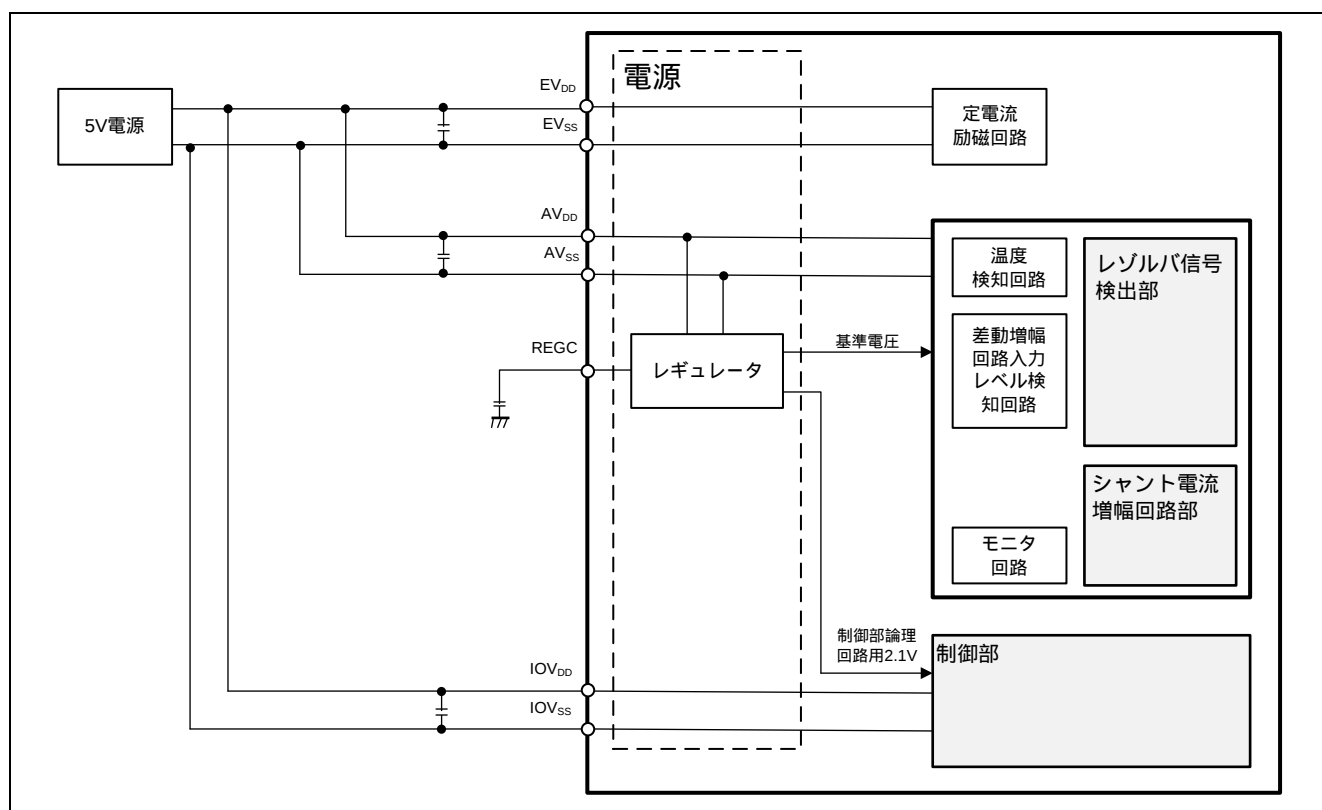


図 2.8 電源端子処理例

3. 制御レジスタ

3.1 レジスタ一覧

表 3.1 レジスタ一覧

レジスタ名	略号	ビット数	R/W	アドレス	リセット値
パワーセーブ制御レジスタ 1	PS1	8	R/W	02H	00H
パワーセーブ制御レジスタ 2	PS2	8	R/W	04H	00H
パワーセーブ制御レジスタ 3	PS3	8	R/W	0AH	00H
ソフトウェアリセットレジスタ	SWRST	8	R/W	06H	00H
差動増幅回路入力範囲モニタレジスタ	DDMNT	8	R	0EH	00H
アラーム状態レジスタ	ALMST	8	R/W	12H	FFH
ALARM#出力設定レジスタ	ALMOUT	8	R/W	16H	00H
モニタ出力選択レジスタ	MNTSL	8	R/W	20H	00H
モニタ出力モード選択レジスタ	MDCACSEL	8	R/W	28H	00H
差動増幅回路利得選択レジスタ	GCGSL	8	R/W	2EH	00H
位相調整回路利得調整値選択レジスタ	DLCGSL	8	R/W	30H	00H
補正回路利得選択レジスタ	CCGSL	8	R/W	36H	00H
シャント電流増幅回路制御レジスタ	CSACTL	8	R/W	42H	00H
差動増幅回路入力信号レベル検知リセットレジスタ	INITERR	8	R/W	54H	00H

3.2 レジスタ説明

3.2.1 パワーセーブ制御レジスタ 1 (PS1)

PS1 レジスタは、IC 全体のパワーセーブを制御します。

アドレス : 02H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	PSALL

ビット	ビット名	機能
7-1	-	予約ビット
0	PSALL	制御部、温度検知回路、以外のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除

備考 ビット 7-1 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.2 パワーセーブ制御レジスタ 2 (PS2)

PS2 レジスタは、回路ごとにパワーセーブ状態を制御します。

PS1 レジスタの PSALL ビットが 0 (全体パワーセーブ状態) のとき、このレジスタの設定は無効です。

アドレス : 04H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
PSCAR	PSDLC	PSDS	PSGC	PSBPF2	PSB2P5	0	PSREF

ビット	ビット名	機能
7	PSCAR	補正回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
6	PSDLC	位相調整回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
5	PSDS	差動増幅回路入力レベル検知回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
4	PSGC	差動増幅回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
3	PSBPF2	フィルタ2のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
2	PSB2P5	基準電圧回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
1	-	予約ビット
0	PSREF	基準電流回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除

備考 ビット 1 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.3 パワーセーブ制御レジスタ 3 (PS3)

PS3 レジスタは、回路ごとにパワーセーブ状態を制御します。

PS1 レジスタの PSALL ビットが 0 (全体パワーセーブ状態) のとき、このレジスタの設定は無効です。

アドレス : 0AH リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
PSEXC	PSCBUF	PSMON	PSCOMP	PSDITH	PSGA	PSBPF1	PSADD

ビット	ビット名	機能
7	PSEXC	励磁回路のパワーセーブ制御1 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
6	PSCBUF	励磁回路のパワーセーブ制御2 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
5	PSMON	モニタ回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
4	PSCOMP	波形整形回路のパワーセーブ制御1 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
3	PSDITH	予約ビット
2	PSGA	波形整形回路のパワーセーブ制御2 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
1	PSBPF1	フィルタ1のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除
0	PSADD	合成回路のパワーセーブ制御 0 : パワーセーブ状態へ遷移 1 : パワーセーブ状態を解除

備考 ビット 3 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.4 ソフトウェアリセットレジスタ (SWRST)

SWRST は動作開始後、任意のタイミングで IC をリセットするためのレジスタです。

アドレス : 06H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	SWRST

ビット	ビット名	機能
7-1	-	予約ビット
0	SWRST	ソフトウェアリセット 1 : リセット状態に遷移 0 : リセット状態を解除 1を書き込んだあと、0を書き込んでリセット状態を解除してください。

備考 ビット 7-1 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.5 差動増幅回路入力範囲モニタレジスタ (DDMNT)

DDMNT レジスタは、差動増幅回路への入力信号が入力範囲内かどうかを示します。

アドレス : 0EH リセット値 : FFH R/W : R

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	XB1	1	XA1	1

ビット	ビット名	機能
7-4	-	予約ビット
3	XB1	差動増幅回路B入力信号レベル検知フラグ 0 : XBP, XBN端子入力電圧が V_{INX} 範囲内 1 : XBP, XBN端子入力電圧が V_{INX} 範囲外
2	-	予約ビット
1	XA1	差動増幅回路A入力信号レベル検知フラグ 0 : XAP, XAN端子入力電圧が V_{INX} 範囲内 1 : XAP, XAN端子入力電圧が V_{INX} 範囲外
0	-	予約ビット

3.2.6 アラーム状態レジスタ (ALMST)

ALMST レジスタは、ALARM#出力の発生要因を示します。

発生要因に対応したビットが 0 になります。要因を確認したあと、1 を書き込んでビットをクリアしてください。
0 の書き込みは無効です。

アドレス : 12H リセット値 : FFH R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	BWCN	1	1	1	TSD

ビット	ビット名	機能
7-5	-	予約ビット
4	BWCN	差動増幅回路AまたはBの入力信号レベル検知フラグ 0 : 入力電圧が V_{INX} 範囲外 1 : 入力電圧が V_{INX} 範囲内
3-1	-	予約ビット
0	TSD	内部過温度 (125 以上) 検知フラグ 0 : 過温度検知 1 : 過温度未検知

備考 ビット 7-5, 3-1 の読み出し値は 1 です。書き込み値も 1 としてください。

3.2.7 ALARM#出力設定レジスタ (ALMOUT)

ALMOUT レジスタは、ALARM#信号を出力する要因を設定します。

アドレス : 16H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	DDAN	0	0	0	TSDAN

ビット	ビット名	機能
7-5	-	予約ビット
4	DDAN	0 : 差動増幅回路入力信号の振幅が V_{INX} 範囲外の時、ALARM#信号を出力しない 1 : 差動増幅回路入力信号の振幅が V_{INX} 範囲外の時、ALARM#信号を出力する
3-1	-	予約ビット
0	TSDAN	0 : 過温度 (125 以上) 検知でALARM#信号を出力しない 1 : 過温度 (125 以上) 検知でALARM#信号を出力する

備考 ビット 7-5, 3-1 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

DD_AN = TSD_AN = 1 としたとき、出力要因は ALMST レジスタで確認できます (「差動増幅回路入力範囲モニタレジスタ (DDMNT)」参照)。

3.2.8 モニタ出力選択レジスタ (MNTSL)

MNTSL レジスタは、MNTOUT 端子に出力する信号を選択します。

アドレス : 20H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	MNT[2:0]		

ビット	ビット名	機能
7-3	-	予約ビット
2-0	MNT[2:0]	MNTOUT出力の選択 000 : 温度センサ出力 001 : フィルタ回路1出力 010 : 位相調整回路A出力 011 : 位相調整回路B出力 100 : 差動入力回路A出力 101 : 差動入力回路B出力 110 : シャント電流増幅回路チャンネル1基準電圧 111 : シャント電流増幅回路チャンネル2基準電圧

備考 ビット 7-3 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.9 モニタ出力モード選択レジスタ (MDCACSEL)

MDCACSEL レジスタは、MNTOUT 端子に出力する信号の出力波形モードを選択します。

アドレス : 28H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	DCAC

ビット	ビット名	機能
7-1	-	予約ビット
0	DCAC	出力波形モード選択 0 : 半波整流モード 1 : AC出力モード

備考 ビット 7-1 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.10 差動増幅回路利得選択レジスタ (GCGSL)

GCGSL レジスタは、差動増幅回路 A, B の利得を選択します。

アドレス : 2EH リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	GCG[1:0]	

ビット	ビット名	機能
7-2	-	予約ビット
1, 0	GCG[1:0]	差動増幅回路の利得を選択 00 : 2倍 01 : 4倍 10 : 8倍 11 : 16.5倍

備考 ビット 7-2 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.11 位相調整回路利得調整値選択レジスタ (DLCGSL)

DLCGSL レジスタは、位相調整回路の利得調整値を選択します。

アドレス : 30H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	DLCG[4:0]				

ビット	ビット名	機能
7-5	-	予約ビット
4-0	DLCG[4:0]	位相調整回路の利得調整値を選択 00000 : 利得調整値0 00001 : 利得調整値1 00010 : 利得調整値2 ⋮ 11101 : 利得調整値29 11110 : 利得調整値30 11111 : 利得調整値31

備考 ビット 7-5 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.12 補正回路利得選択レジスタ (CCGSL)

CCGSL レジスタは、補正回路の利得を選択します。

アドレス : 36H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	CCG[2:0]		

ビット	ビット名	機能
7-3	-	予約ビット
2-0	CCG[2:0]	補正回路の利得を選択 000 : 2/25倍 001 : 4/25倍 010 : 8/25倍 011 : 1/100倍 100 : 2/100倍 101 : 4/100倍 上記以外 : 設定禁止

備考 ビット 7-3 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.13 シャント電流増幅回路制御レジスタ (CSACTL)

CSACTL レジスタは、シャント電流増幅回路を制御します。

アドレス : 42H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
MSLP	0	0	0	0	SW_CSREF	SHUTSL[1:0]	

ビット	ビット名	機能
7	MSLP	シャント電流増幅回路の制御 0 : 停止 1 : 動作
6-3	-	予約ビット
2	SW_CSREF	基準電圧切り替え 0 : 内部VREF 1 : IOVDD
1, 0	SHUTSL[1:0]	シャント電流増幅回路の利得の設定 00 : 10倍 01 : 25倍 上記以外は設定禁止です。

備考 ビット 6-3 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.2.14 差動増幅回路入力信号レベル検知リセットレジスタ (INITERR)

INITERR レジスタは、差動増幅回路入力信号レベル検知回路をリセットします。

アドレス : 54H リセット値 : 00H R/W : R/W

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	INITERR

ビット	ビット名	機能
7-1	-	予約ビット
0	INITERR	1 : リセット状態に遷移 0 : リセット状態を解除 1を書き込んだあと、0を書き込んでリセット状態を解除してください。

備考 ビット 7-1 の読み出し値は 0 です。書き込み値も 0 としてください。

3.3 レジスタアクセス

本 IC のレジスタのリード/ライトは、ホスト MCU がシリアル通信で行います (MCU がマスタ、本 IC はスレーブ)。シリアル通信クロック (SCLK) とシリアル通信受信データ・送信データ (SDI, SDO)、シリアル通信イネーブル (CS#) の 4 線で通信します。次にシリアル通信フォーマットを示します (このフォーマットから外れた通信は無効です)。

- 通信方向：全二重送受信
- データ長：16 ビット (R/W：1 ビット、アドレス：7 ビット、転送データ：8 ビット)
- ビット順：MSB ファースト

図 3.1 にレジスタライト (データ受信)、図 3.2 にレジスタリード (データ送信) のタイミングチャートを示します。

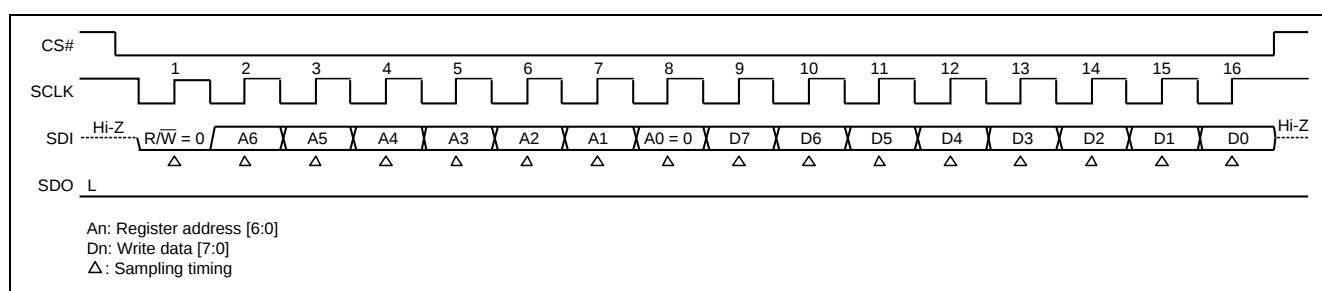


図 3.1 レジスタライトのタイミングチャート

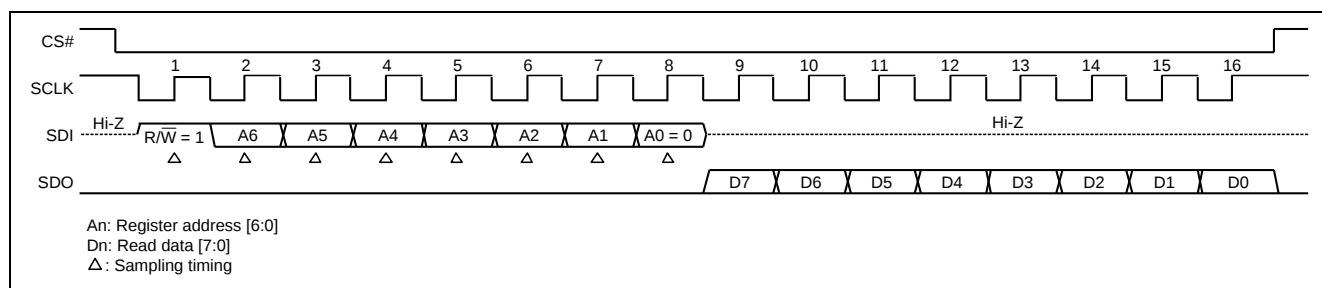


図 3.2 レジスタリードのタイミングチャート

4. 動作

4.1 レゾルバ信号変換の基本動作

本 IC は、1 相励磁 2 相出力のレゾルバセンサの駆動、及びレゾルバ検出信号の変換に対応しています。

本 IC はホスト MCU と組み合わせて使用することで、レゾルバ検出信号から角度情報を得ることができます。ホスト MCU から出力された励磁矩形波が外付けのローパスフィルタで正弦波に変換され、コンデンサを介して（容量結合）、本 IC に入力されます。本 IC 内の定電流励磁回路がその入力された信号周期に応じてレゾルバを定電流で駆動します。励磁信号で駆動されたレゾルバから 2 相のレゾルバ検出信号が出力され、本 IC に入力します。レゾルバセンサと本 IC との接続は、レゾルバセンサの種類で異なります。図 4.1、図 4.2 に接続例を示します。

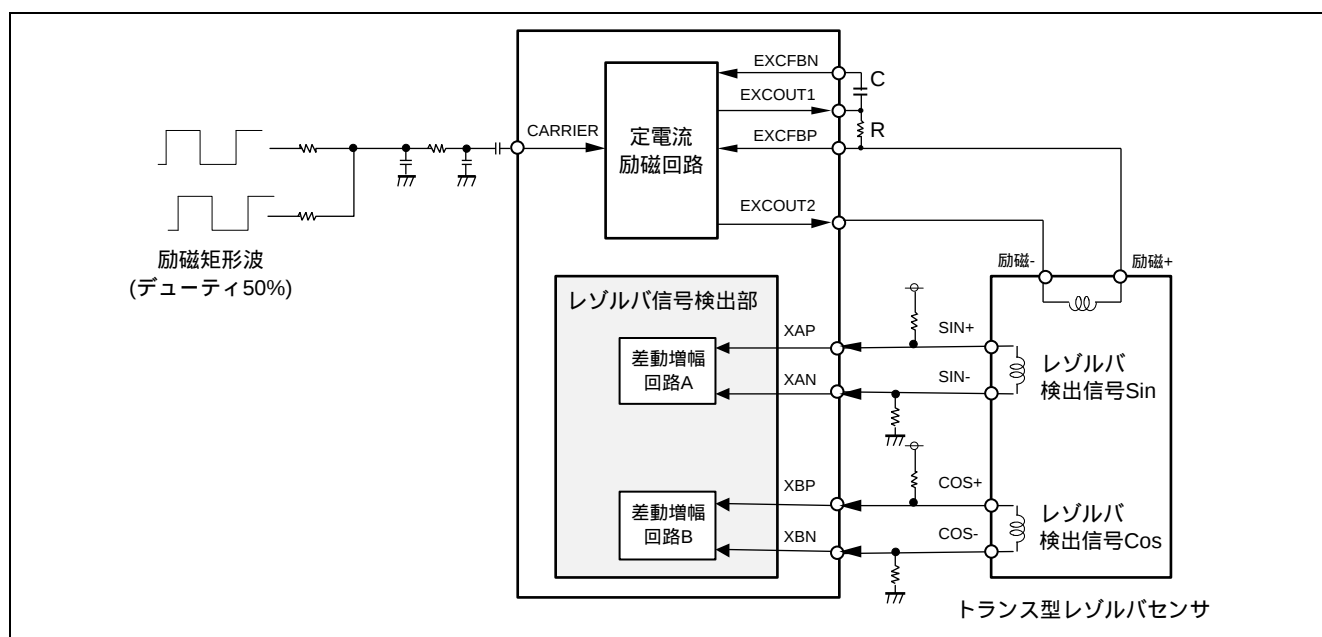


図 4.1 レゾルバセンサ接続例（トランス型）

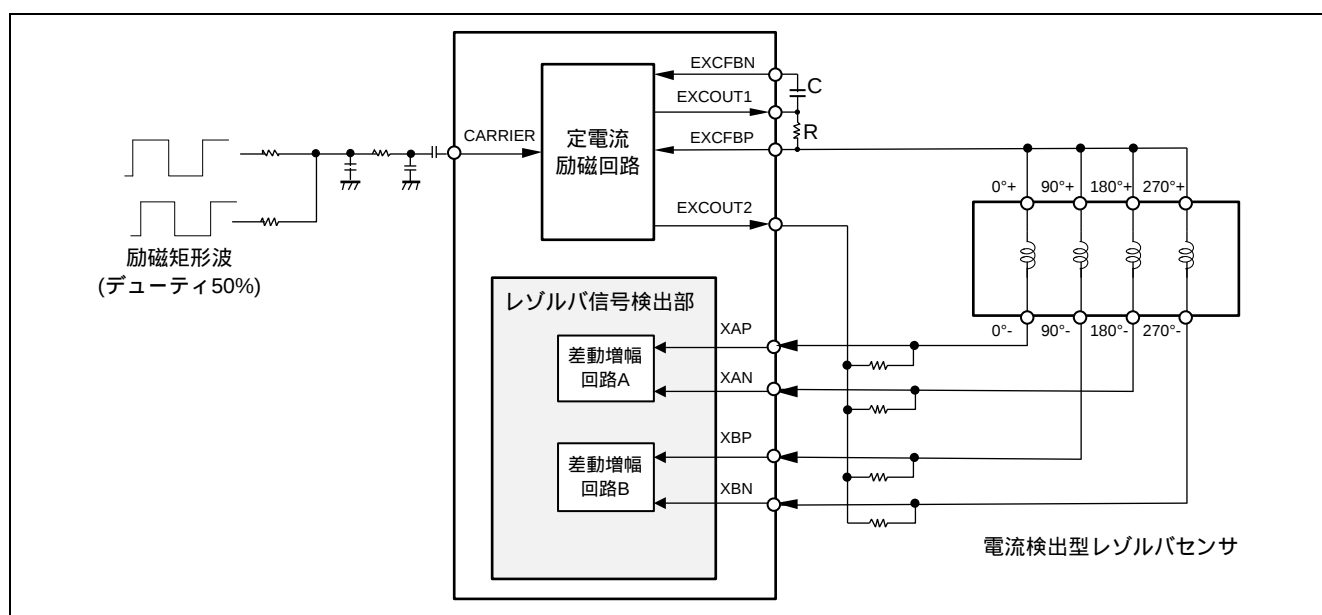


図 4.2 レゾルバセンサ接続例（電流検出型）

レゾルバ検出信号は、レゾルバ信号検出部にて角度信号に変換します。図 4.3 に信号波形を示します。

レゾルバセンサのレゾルバ検出信号を差動増幅回路で増幅します。利得（ゲイン）は、レゾルバの種類や変調率に合わせて設定します。差動増幅回路 A で増幅したレゾルバ検出信号と差動増幅回路 B で増幅したレゾルバ検出信号の位相差が 90° となるように位相調整回路 A/B で位相を調整します。

位相差が 90° となるように調整したレゾルバ検出信号とレゾルバ検出信号に含まれる残留キャリアを補正するためのキャリア補正信号を加算し、角度信号を生成します。

生成した角度信号に含まれるレゾルバの磁気ノイズやモータ制御の PWM ノイズを除去するためフィルタ 1 回路、フィルタ 2 回路で構成したバンドパスフィルタを通します。

フィルタ通過後の信号を波形整形して角度信号を矩形波として出力します。

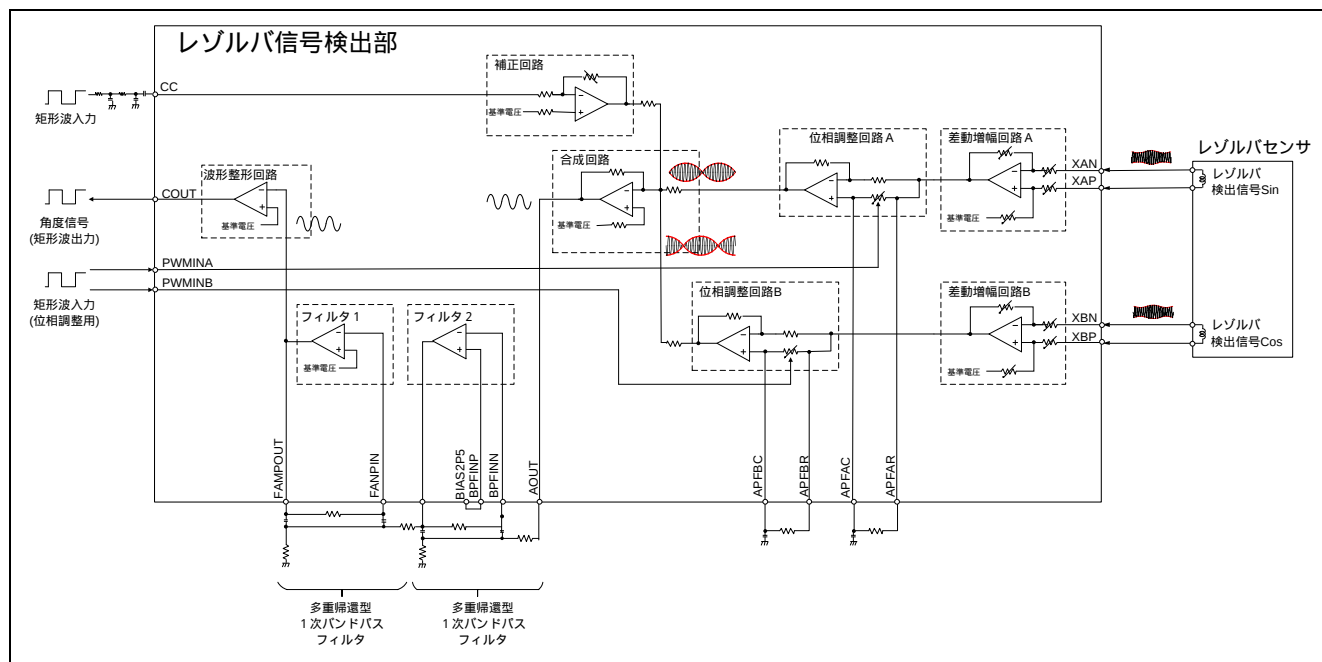


図 4.3 レゾルバ信号検出部信号波形

角度信号は励磁信号に対して、位相がレゾルバの角度に比例して遅れた矩形波です。励磁信号と角度信号の位相差を MCU で計測して、レゾルバの角度を算出します。励磁信号と角度信号の位相差とレゾルバ角度の関係を図 4.4 に示します。

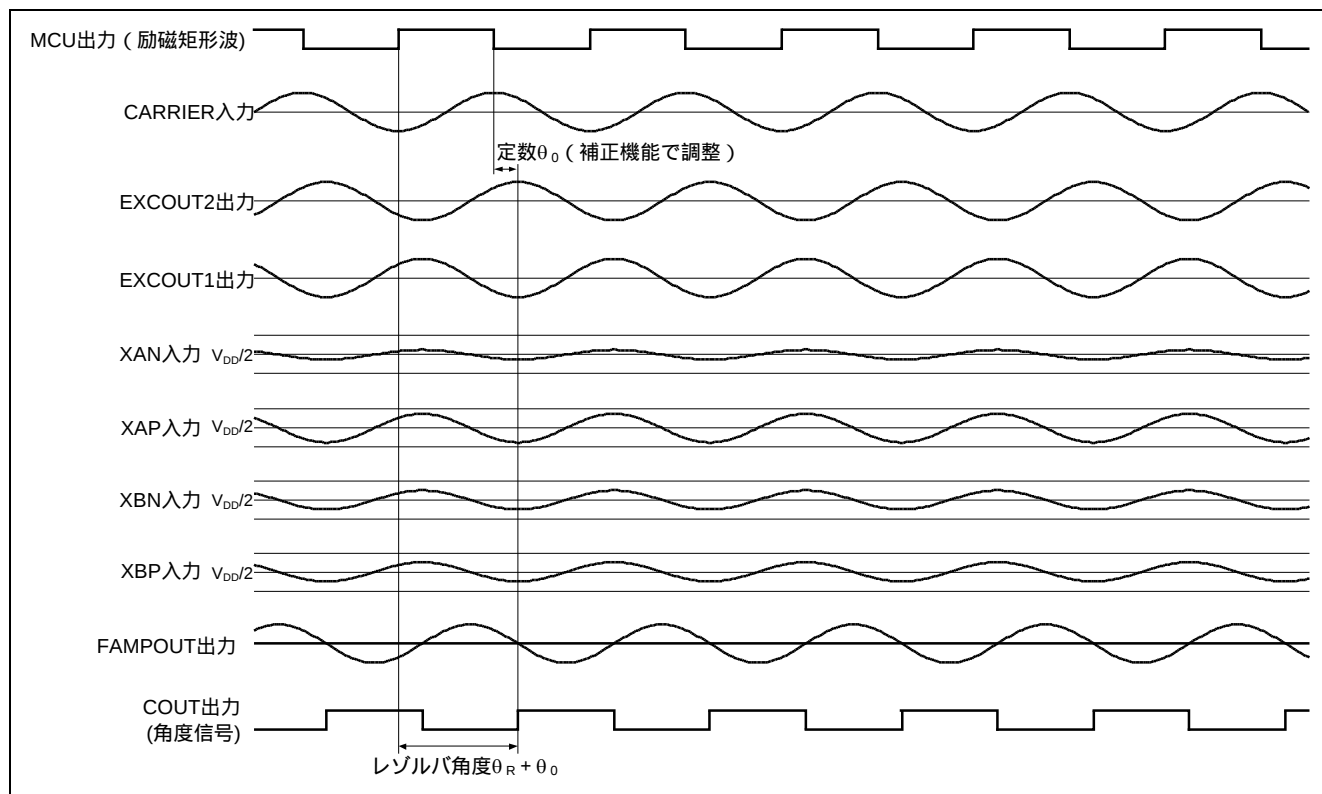


図 4.4 励磁信号と角度信号の関係

4.2 断線検出動作

本 IC は内部信号をモニタすることでレゾルバセンサとの結線状態を検出することができます。内部信号を MNTOUT 端子から出力し、出力信号レベルをホスト MCU の AD コンバータで判別することで結線状態を検出できます。断線検出動作の詳細についてはアプリケーションノート「レゾルバ信号変換 IC の周辺部品選定ガイド」(R03AN0012JJ)を参照ください。

4.3 電源シーケンスとリセット動作

本 IC は 3 種類の電源系統があります。アナログ電源(AVDD/AVSS)、定電流励磁回路電源(EVDD/EVSS)、デジタル電源(IOVDD/IOVSS)は同一の電源に接続してください。電源の投入、切断は同時に行ってください。

リセット名称でリセット解除後のシーケンスが異なります。リセット名称は「2.3.4 制御部」を参照してください。

図 4.5 に電源投入時のリセットシーケンス、図 4.6 に電源投入中のリセットシーケンスを示します。RESET#端子は電気的特性で定義しているリセット幅の規定を守ってリセット解除してください。リセット解除後の本 IC 内部回路はパワーセーブ状態です。リセット解除後の待ち時間後に、内部レジスタにアクセスしてパワーセーブ状態を解除して 30ms 待つてからご使用ください。

図 4.7 に電圧検知リセットシーケンスを示します。電源電圧の下降を検知するとリセットを発生します。リセット発生の電圧レベルは電気的特性章を参照ください。電源電圧上昇でリセット解除後の本 IC 内部回路はパワーセーブ状態です。リセット解除後の待ち時間後に、内部レジスタにアクセスしてパワーセーブ状態を解除して 30ms 待つてからご使用ください。

図 4.8 にソフトリセットシーケンスを示します。ソフトウェアリセットは、SWRST レジスタに"1"を書くと発生します。SWRST レジスタに"1"を書いたのちに SWRST レジスタに"0"を書いてリセット解除してください。リセット解除後にパワーセーブ状態を解除して 30ms 待つてからご使用ください。

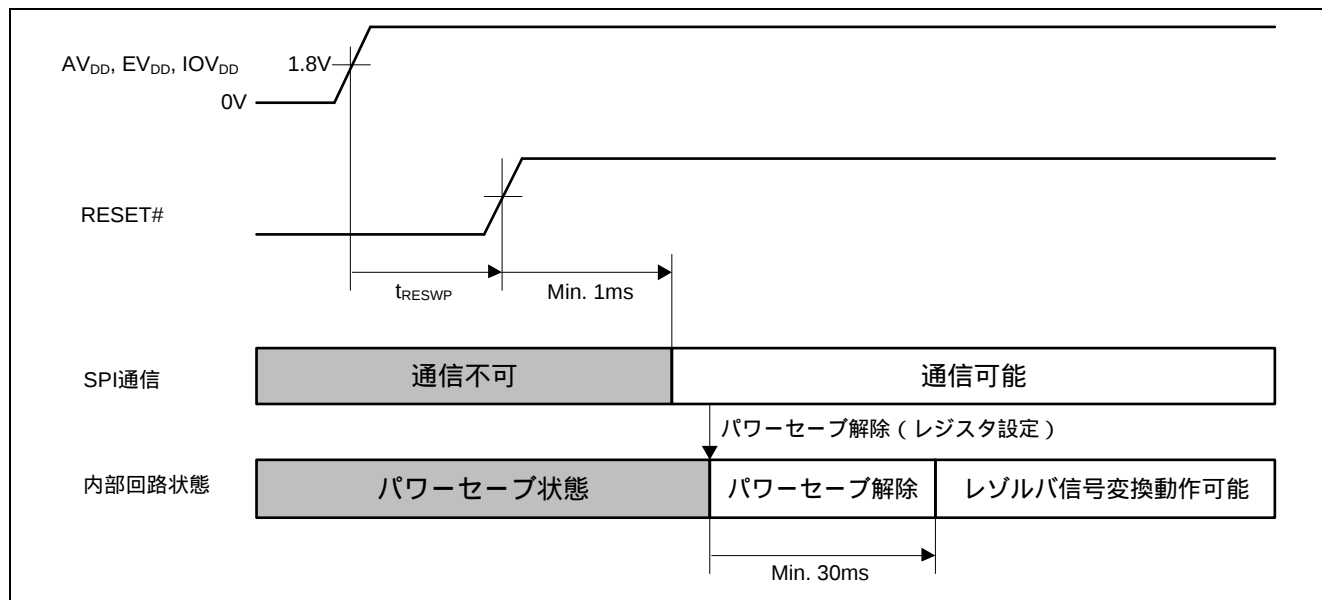


図 4.5 電源投入時のリセットシーケンス

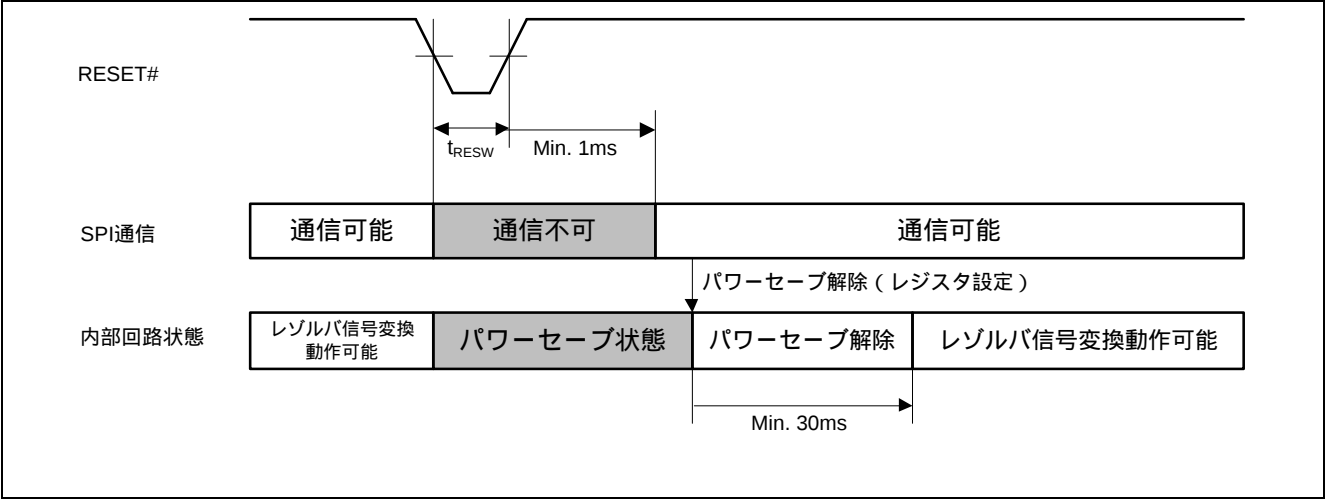


図 4.6 電源投入中のリセットシーケンス

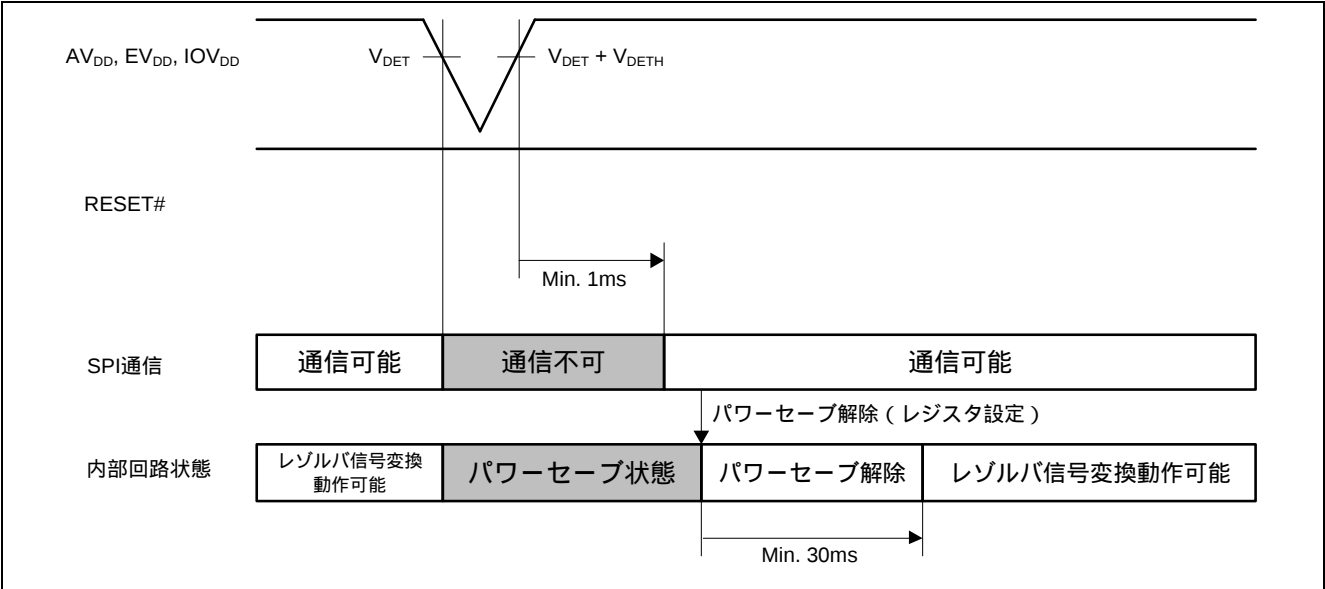


図 4.7 電圧検知リセットシーケンス

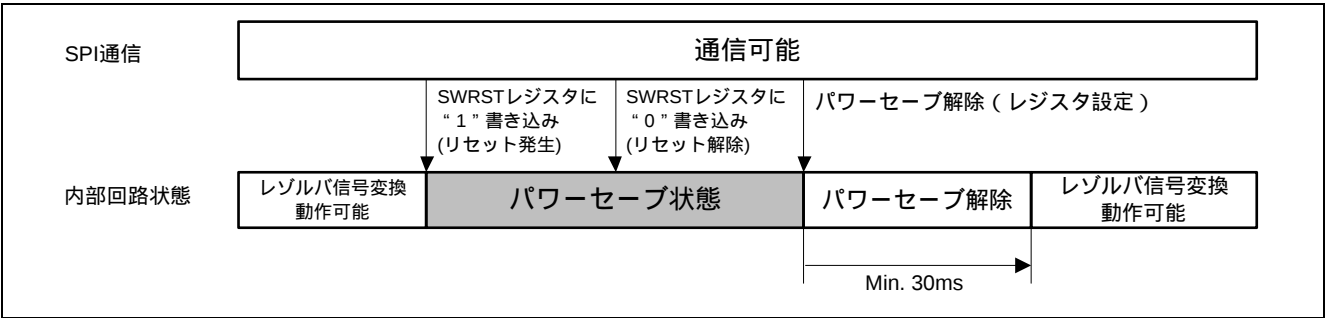


図 4.8 ソフトウェアリセットシーケンス

4.4 キャリブレーション

本 IC は、以下の 3 種類の誤差を補正するためのキャリブレーション機能を搭載しています。

1. ゲインキャリブレーション - 差動増幅回路 A - 位相調整回路 A と、差動増幅回路 B - 位相調整回路 B 間のゲインの相対誤差を補正
2. 位相キャリブレーション - 位相調整回路 A、位相調整回路 B の位相差が 90° となるよう補正
3. キャリア誤差キャリブレーション - レゾルバセンサの巻線誤差で発生する誤差を補正

キャリブレーション機能の使用方法は、アプリケーションノート「レゾルバ信号変換 IC 制御ドライバ向けアプリケーションノート」(R03AN0013JJ)、「レゾルバ信号変換 IC の角度誤差補正機能の留意点」(R03AN0015JJ)を参照ください。

5. 電気的特性

5.1 絶対最大定格

表 5.1 絶対最大定格

条件 : $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0V$

項目	略号	条件	定格	単位
電源電圧 ^注	AV_{DD} 、 EV_{DD} 、 IOV_{DD}		- 0.5 ~ + 6.5	V
アナログ端子入力電圧 ^注	V_I		- 0.3 ~ $AV_{DD} + 0.3$	V
デジタル端子入力電圧 ^注	IOV_I		- 0.3 ~ $IOV_{DD} + 0.3$	V
ジャンクション温度	T_J	RAA3064002GFP	- 40 ~ + 105	
	T_J	RAA3064003GFP	- 40 ~ + 125	
保存温度	T_{stg}		- 55 ~ + 125	

注 AV_{SS} , EV_{SS} , IOV_{SS} が基準です。

注意 絶対最大定格を超えて IC を使用すると、永久破壊となることがあります。

ノイズによる誤動作を防止するため、 AV_{DD} - AV_{SS} 端子間、 EV_{DD} - EV_{SS} 端子間、 IOV_{DD} - IOV_{SS} 端子間に、周波数特性の良いコンデンサを挿入してください。コンデンサは 0.1 μF 程度の容量のものをできるだけ電源端子の近くに配置し、最短距離で、できるだけ太い配線パターンで接続してください。

5.2 推奨動作条件

表 5.2 推奨動作条件

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
電源電圧	AV_{DD} 、 EV_{DD} 、 IOV_{DD}		4.5	5	5.5	V
	AV_{SS} 、 EV_{SS} 、 IOV_{SS}		-	0	-	V
動作周囲温度	T_{opr}	RAA3064002GFP	- 40	-	+85	
		RAA3064003GFP	- 40	-	+105	

5.3 DC 特性

表 5.3 DC 特性 (1)

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5-5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
ハイレベル入力電圧	RESET#, CLK, SDI, SCLK, CS#, PWMINA, PWMINB	V_{IH}	$0.8 \times IOV_{DD}$	-	$IOV_{DD} + 0.3$	V
ロウレベル入力電圧	RESET#, CLK, SDI, SCLK, CS#, PWMINA, PWMINB	V_{IL}	- 0.3	-	$0.2 \times IOV_{DD}$	V
入力リーク電流	RESET#, CLK, SDI, SCLK, CS#, PWMINA, PWMINB	I_{IL}	-	-	1.0	μA
ハイレベル出力電圧	ALARM#, SDO, COUT	V_{OH}	$I_{OH} = -2\text{ mA}$	$IOV_{DD} - 0.8$	-	V
ロウレベル出力電圧	ALARM#, SDO, COUT	V_{OL}	$I_{OL} = 2\text{ mA}$	-	0.8	V
ハイレベル出力電流	ALARM#, SDO, COUT	I_{OH}	-	-	- 2	mA
ロウレベル出力電流	ALARM#, SDO, COUT	I_{OL}	-	-	2	mA
入力容量	RESET#, CLK, SDI, SCLK, CS#, PWMINA, PWMINB	C_I	-	-	15	pF
バイアス端子出力電圧	BIAS2P5	V_{BIAS}		2.5		V
バイアス端子出力電流	BIAS2P5	I_{BIAS}	-	-	100	μA

注 端子出力電流 (負荷依存) は含みません。

表 5.4 DC 特性 (2)

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5-5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
パワーセーブ時	I_{PS}	リセット解除後 レジスタ初期値の状態 CLK 端子に 4MHz クロック入力 CLK 端子以外のデジタル入力端子は "L" レベル固定 アナログ入力端子はオープン 励磁電流は除く	-	420	650	μA
動作時	I_{CC}	CLK 端子に 4MHz クロック入力 CLK 端子以外のデジタル入力端子は "L" レベル固定 アナログ入力端子はオープン 励磁電流は除く	-	20	40	mA
シャント電流検出部動作電流	I_{CS}		-	2.0	2.8	mA

注 端子出力電流 (負荷依存) は含みません。

5.4 AC 特性



図 5.1 AC タイミング測定点

表 5.5 クロックタイミング

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5\text{--}5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
CLK 周波数	f_X			4	-	MHz
CLK サイクル	t_{XCY}		-	250		ns
CLK ハイレベル幅	t_{XH}		70	-	-	ns
CLK ロウレベル幅	t_{XL}		70	-	-	ns
CLK 立ち上がり時間	t_{XR}		-	-	5	ns
CLK 立ち下がり時間	t_{XF}		-	-	5	ns

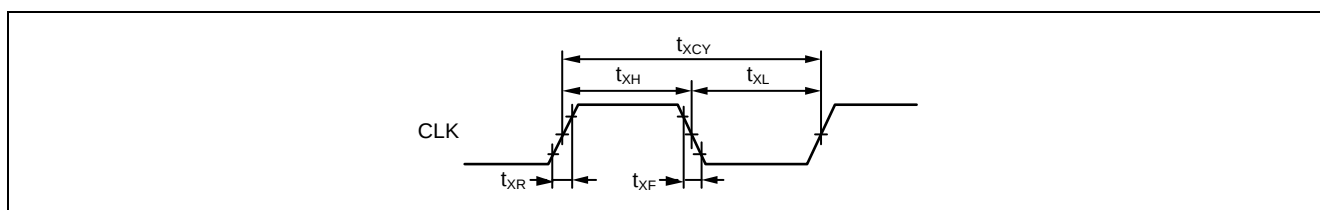


図 5.2 クロックタイミング

表 5.6 リセット入力タイミング

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5\text{--}5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
RESET#ロウレベル幅	t_{RESWP}	電源投入時	100	-	-	μs
	t_{RESW}	上記以外	350	-	-	ns
リセット解除後待ち時間	t_{RESWT}	リセット解除から SPI 通信可能まで	1	-	-	ms
パワーセーブ解除後待ち時間	t_{PSWT}	パワーセーブ解除から レゾルバ信号変換可能まで	30	-	-	ms

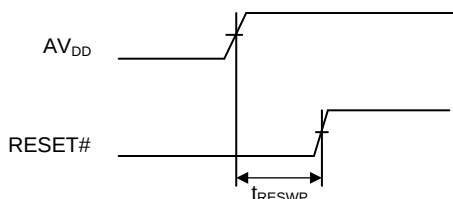


図 5.3 リセット入力タイミング (1)

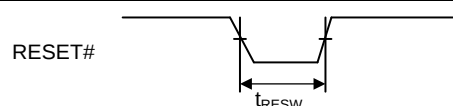


図 5.4 リセット入力タイミング (2)

表 5.7 電圧検知リセット

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
電圧検知レベル	V_{DET}		1.1	1.7	2.3	V
ヒステリシス幅	V_{DETH}		-	100	-	mV
リセット解除後待ち時間	t_{RESWT}	リセット解除から SPI 通信可能まで	1	-	-	ms
パワーセーブ解除後待ち時間	t_{PSWT}	パワーセーブ解除から レゾルバ信号変換可能まで	30	-	-	ms

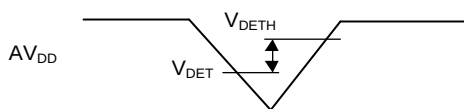


図 5.5 電圧検知リセットタイミング

表 5.8 SPI タイミング

条件 : $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5-5.5$ V, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0$ V

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
SCLK サイクル	t_{SKCY}		4	-	-	t_{XCY}
SCLK ハイレベル幅	t_{SKH}		375	-	-	ns
SCLK 立ち上がり / 立ち下がり時間	t_{SKR}, t_{SKF}		-	-	20	ns
SDI 入力セットアップ時間 (対 SCLK ↑)	t_{SDI}		60	-	-	ns
SDI 入力ホールド時間 (対 SCLK ↑)	t_{HDI}		20	-	-	ns
SCLK ↓ → SDO 出力遅延時間	t_{DDO}	SDO 端子負荷容量 : 20pF	-	-	40	ns

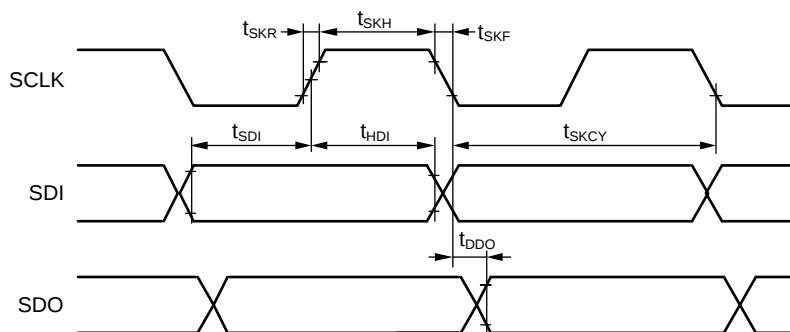


図 5.6 SPI タイミング

表 5.9 位相調整信号タイミング

条件：T_A = - 40 ~ +105 , AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5-5.5 V, AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0 V

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
PWMINA/PWMINB 周期	t _{PWMF}		2.5	-	-	μ s
PWMINA/PWMINB デューティ	t _{DDO}		10	-	90	%

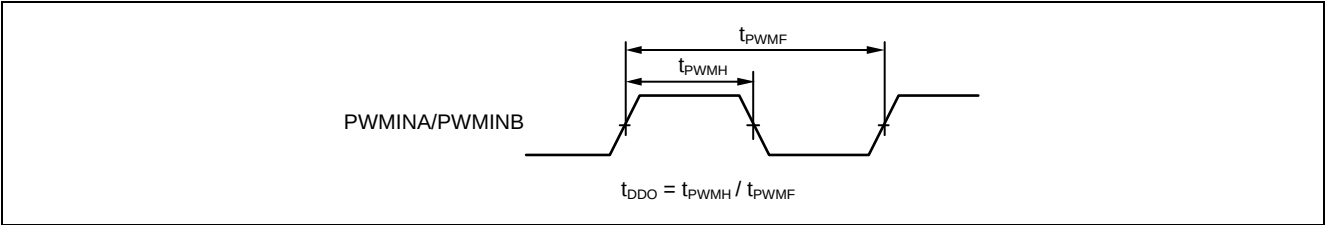


図 5.7 位相調整信号入力タイミング

5.5 アナログ特性

表 5.10 レゾルバ駆動部

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5\text{--}5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
CARRIER 端子入力電圧	V_{INCAR}		0.35	-	$AV_{DD} - 0.85$	V
CARRIER 端子入力信号周波数	f_{INCAR}		5	-	20	kHz
CARRIER 端子入力抵抗	Z_{INCAR}		130	190	-	k Ω
EXCOUT1, EXCOUT2 端子出力電流	I_{OUTEXC}	負荷インピーダンス 10 ~ 100 Ω	-	± 30	± 35	mA
EXCOUT1, EXCOUT2 端子出力電圧	V_{OUTEXC}	負荷インピーダンス 10 ~ 100 Ω	-	-	3.3	V _{p-p}

表 5.11 レゾルバ信号検出部

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5\text{--}5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
XAP, XAN, XBP, XBN 端子入力電圧	V_{INX}		1.0	-	$AV_{DD} - 1.5$	V
XAP, XAN, XBP, XBN 端子入力信号キャリア周波数	f_{INX}		5	-	20	kHz
XAP, XAN, XBP, XBN 端子入力抵抗	Z_{INX}	$G_X = 2$	60	90	-	k Ω
		$G_X = 4$	30	50	-	k Ω
		$G_X = 8$	20	30	-	k Ω
		$G_X = 16.5$	10	15	-	k Ω
差動入力回路ゲイン設定	G_X		-	2	-	倍
	G_X		-	4	-	倍
	G_X		-	8	-	倍
	G_X		-	16.5	-	倍
CC 端子入力電圧	V_{INCC}		0.2	-	$AV_{DD} - 0.2$	V
CC 端子入力信号周波数	f_{INCC}		5	-	20	kHz
CC 端子入力抵抗	Z_{INX}		140	200	-	k Ω
COUT 端子出力ジッタ幅 (RMS)	Jitter	FAMPOUT 端子出力が 3.1Vp-p の時	-	4.0	-	ns

表 5.12 内部状態検出機能

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5-5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
MNTOUT 端子出力電圧	V_{OUTM}	整流モード時	V_{BIAS}	-	3.5	V
	V_{OUTM}	反転出力モード時	0.2	-	4.3	V
MNTOUT 端子許容端子負荷容量	C_M		-	-	30	pF
出力電流	I_{OUTM}		-	-	100	uA

表 5.13 シャント電流増幅回路部

条件: $T_A = -40 \sim +105$, $AV_{DD} = EV_{DD} = IOV_{DD} = 4.5-5.5\text{ V}$, $AV_{SS} = EV_{SS} = IOV_{SS} = 0\text{ V}$

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
I1INN, I1INP, I2INN, I2INP 端子入力電圧	V_{INI}		-0.2		0.2	V
I1INN, I1INP, I2INN, I2INP 端子入力抵抗	Z_{INI}			5	-	k Ω
増幅回路ゲイン	G_I		-	10	-	倍
	G_I		-	25	-	倍
チャンネル1-チャンネル2間ゲイン相対誤差	G_{ERRI}			0.1		%
I1OUT, I2OUT 端子出力電圧	V_{OUTI}		0.2	-	$AV_{DD}-0.2$	V
I1OUT, I2OUT 端子許容端子負荷容量	C_I		-	-	20	pF
I1OUT, I2OUT 端子スルーレート	SR_I	$C_I = 20\text{ pF}$	1.6	-	-	V/us
I1OUT, I2OUT 端子出力電流	I_{OUTI}		-	-	100	uA

6. 回路特性

6.1 位相ドリフト (vs 温度)

条件 : AVDD = EVDD = IOVDD = 5.0 V, AVSS = EVSS = IOVSS = 0 V

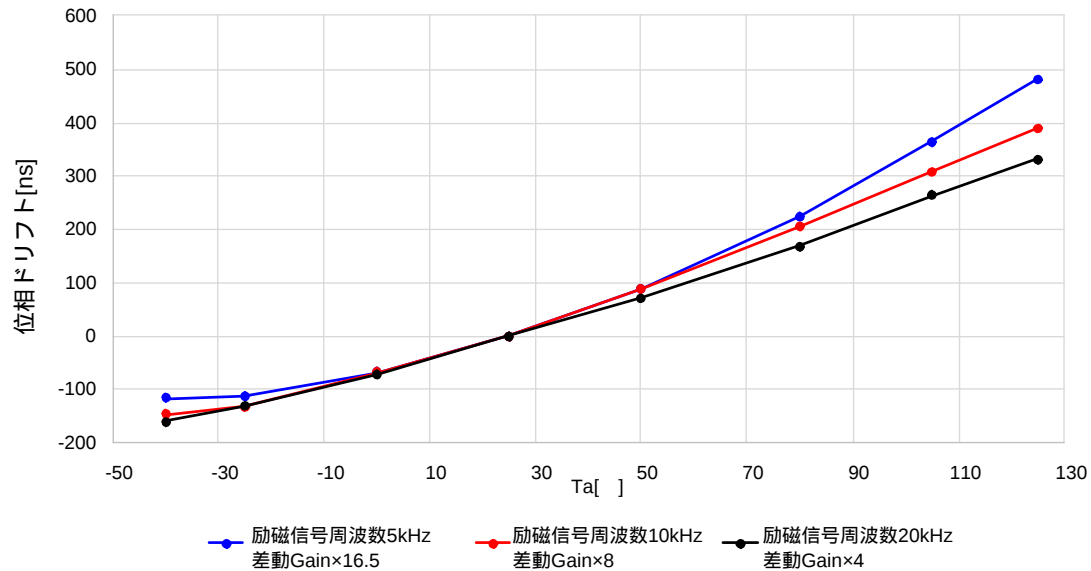


図 6.1 位相ドリフト (vs 温度)

6.2 出力ジッタ幅 (ヒストグラム)

条件 : AVDD = EVDD = IOVDD = 5.0V, AVSS = EVSS = IOVSS = 0 V, FAMPOUT=3.1Vpp

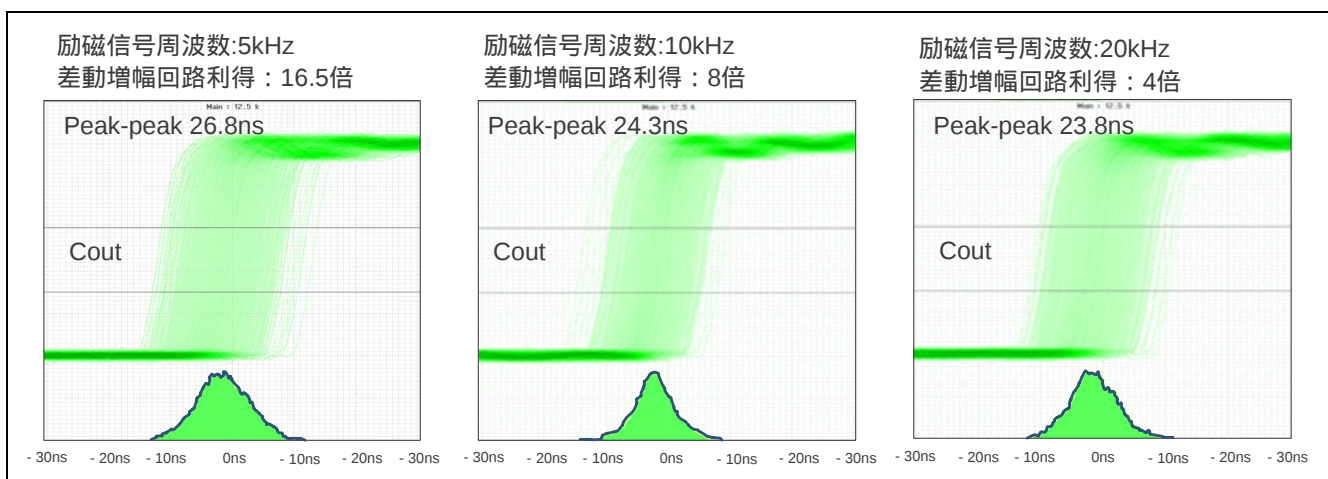


図 6.2 出力ジッタ幅 (ヒストグラム)

6.3 シャント電流増幅回路オペアンプオフセットドリフト (vs 温度)

条件 : AVDD = EVDD = IOVDD = 5.0V, AVSS = EVSS = IOVSS = 0 V

I1OUT

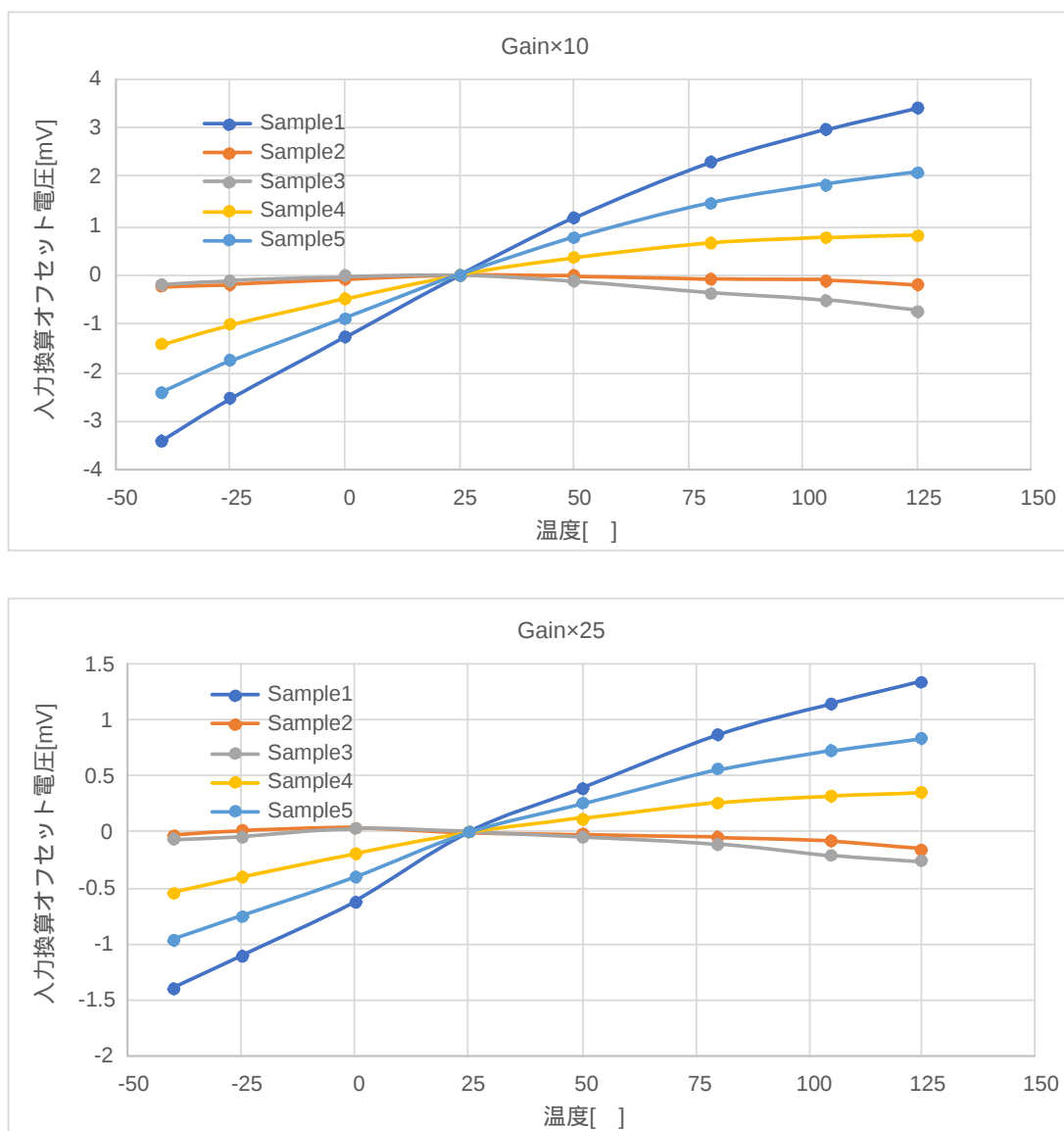


図 6.3 シャント電流増幅回路オペアンプオフセットドリフト (vs 温度) (1/2)

条件：AVDD = EVDD = IOVDD = 5.0V, AVSS = EVSS = IOVSS = 0 V

I2OUT

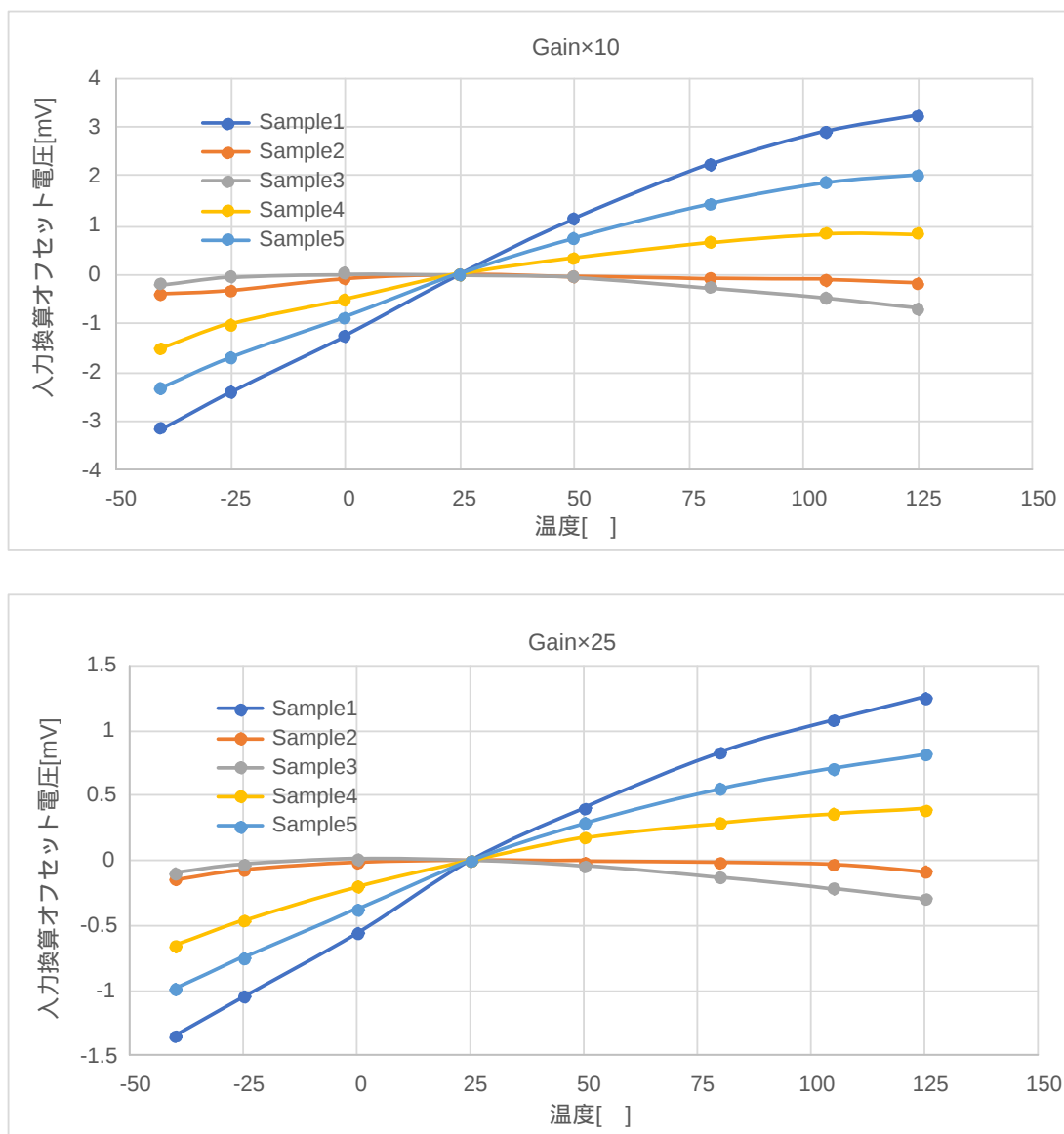


図 6.3 シャント電流増幅回路オペアンプオフセットドリフト (vs 温度) (2/2)

付録 1. 分解能の考え方

本ICは、ホストMCUから励磁周期に相当するクロック信号（以下、励磁矩形波とする）を入力することでレゾルバセンサに対する1相の励磁信号を出力し、レゾルバセンサから入力する2相のレゾルバ検出信号(電気角度情報)を元にして角度信号(矩形波)を生成し出力します。励磁矩形波と角度信号の位相差からホストMCUは角度情報を得ることができます。レゾルバセンサへの励磁信号の周波数は5kHz、10kHz、20kHzから選択することができます。

ホストMCUは、タイマー機能を使用して励磁矩形波の生成、及び角度信号のサンプリングを行います。この時、角度信号の分解能はタイマーの動作周波数、及び励磁信号の周波数で決まります。図.Aのタイマーの動作周波数と角度信号サンプリング周期の関係を参照してください。図Aからタイマー動作周波数が高くなると角度信号のサンプリング点の周期が短くなる（＝分解能が上がる）ことがわかります。また、励磁周期によっても1周期内の角度信号のサンプリング点が変わり分解能に影響を与えます。表.Aにタイマー動作周波数、励磁周波数毎の分解能を示します。

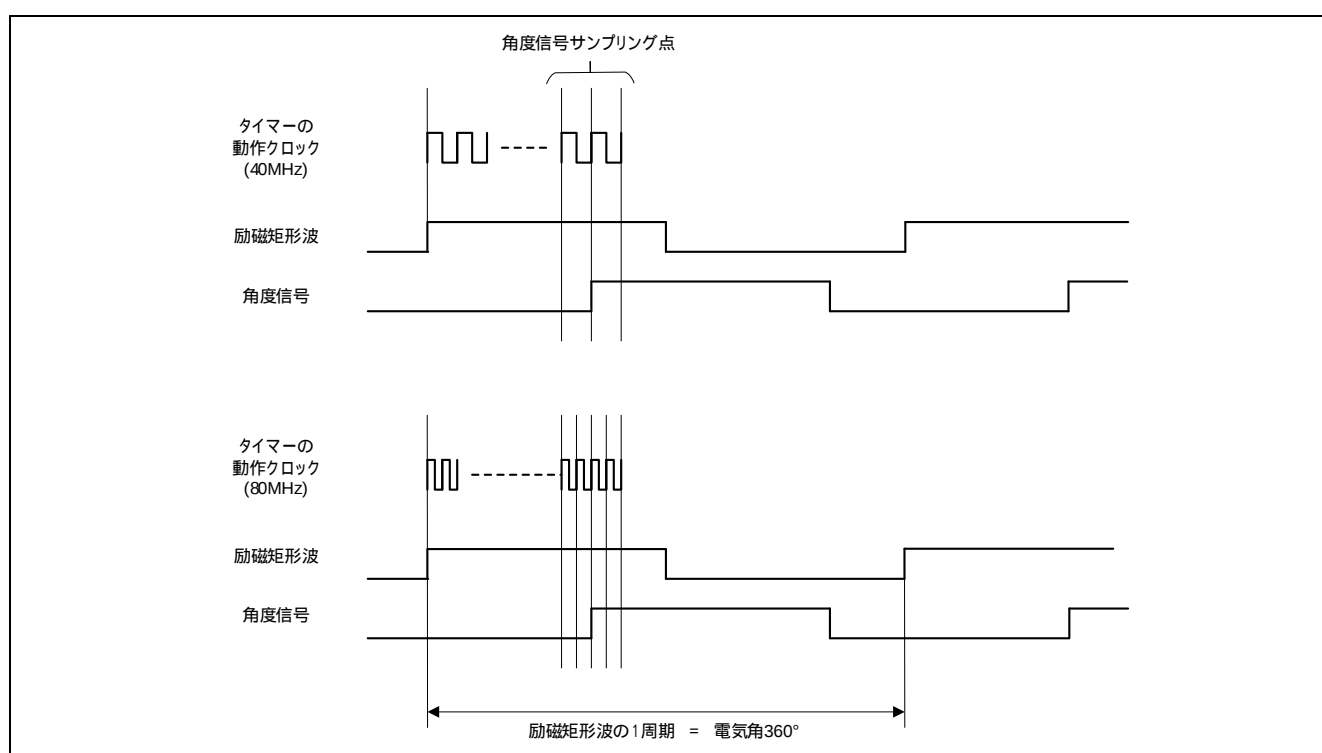


図.A タイマーの動作周波数と角度信号サンプリング周期の関係

表.A タイマー動作周波数、励磁周波数毎の分解能

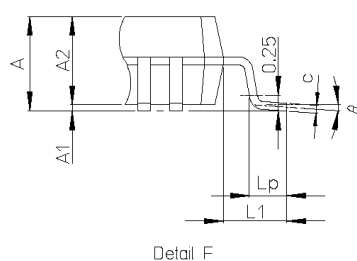
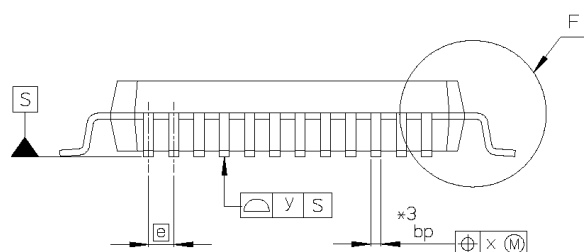
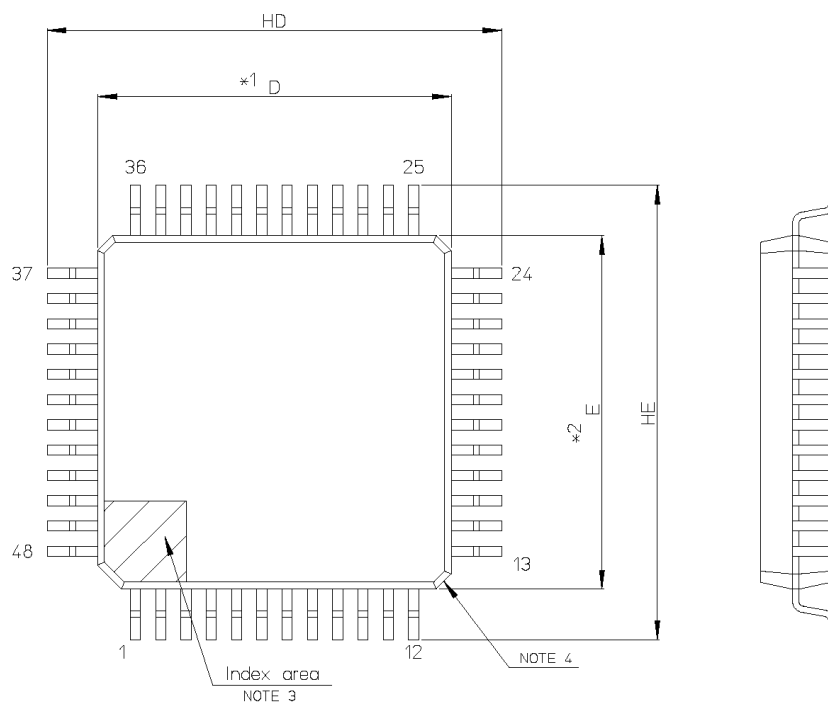
タイマー動作周波数	励磁周波数		
	5kHz	10kHz	20kHz
40MHz	8,000	4,000	2,000
80MHz	16,000	8,000	4,000

なお、実際のモータ角度情報(機械角)は、ご使用になるレゾルバの極対数によって変わりますのでご注意ください。

付録 2. 外形寸法図

外形寸法図の最新版や実装に関する情報は、ルネサス エレクトロニクスホームページの「パッケージ」に掲載されています。

JEITA Package Code	RENESAS Code	Previous Code	MASS[Typ.]
P-LFQFP48-7x7-0.50	PLQP0048KB-B	—	0.2g



NOTE)

1. DIMENSIONS *1* AND *2* DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. DIMENSION *3* DOES NOT INCLUDE TRIM OFFSET.
3. PIN 1 VISUAL INDEX FEATURE MAY VARY, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE HATCHED AREA.
4. CHAMFERS AT CORNERS ARE OPTIONAL. SIZE MAY VARY.

Reference Symbol	Dimension in Millimeters		
	Min	Nom	Max
D	6.9	7.0	7.1
E	6.9	7.0	7.1
A2	—	1.4	—
HD	8.8	9.0	9.2
HE	8.8	9.0	9.2
A	—	—	1.7
A1	0.05	—	0.15
bp	0.17	0.20	0.27
c	0.09	—	0.20
θ	0°	3.5°	8°
[e]	—	0.5	—
x	—	—	0.08
y	—	—	0.08
Lp	0.45	0.6	0.75
L1	—	1.0	—

改版履歴

本版で改訂された主な箇所

箇所	内 容	分類
1. 概要		
p.3	表 1.1 型名一覧 オーダー名称を追加	(d)
p.5	図 1.2 端子配置図(Top view) 45pinの名称および説明を変更	(b)
p.6	表 1.3 端子機能一覧 (1/2) 8pin、12pin、14pinのリセット時の端子状態を変更	(b)
p.7	表 1.3 端子機能一覧 (2/2) 45pinの端子名、入出力、機能、タイプ、電源、リセット時の端子状態を変更	(b)
2. 回路構成		
p.10	図 2.3 内部ブロック図 端子名をNC→LDO2P 1に変更	(b)
p.11	図 2.4 レゾルバ駆動部 励磁ドライバ容量の略号をCA→Cに変更	(a)
4. 動作		
p.30	4.1 レゾルバ信号変換の基本動作 説明を変更	(b)
p.30	図 4.1 レゾルバセンサ接続例 (トランス型) 容量結合の容量および励磁ドライバ容量の略号を追加	(b), (c)
p.30	図 4.2 レゾルバセンサ接続例 (電流検出型) 容量結合の容量および励磁ドライバ容量の略号を追加	(b), (c)

備考 表中の「分類」により、改訂内容を次のように区分しています。

- (a): 誤記訂正, (b): 仕様 (スペック含む) の追加 / 変更, (c): 説明, 注意事項の追加 / 変更,
(d): パッケージ, オーダ名称, 管理区分の追加 / 変更, (e): 関連資料の追加 / 変更

前版までの改版履歴

版 数	内 容	適用箇所
Rev.1.00	初版発行	全般

RAA3064002GFP/RAA3064003GFP
ルネサス CMOS IC レゾルバ信号変換 IC
ユーザーズマニュアル ハードウェア編

発行年月日 2019年11月20日 Rev.1.00
2020年7月15日 Rev.1.10

発行 ルネサス エレクトロニクス株式会社
〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合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 エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

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

RAA3064002GFP/RAA3064003GFP
ルネサス CMOS IC
レゾルバ信号変換 IC



ルネサス エレクトロニクス株式会社

R03UZ0002JJ0110