
R32C/100 シリーズ

A/D コンバータ 自己診断/断線検出機能の使い方

R01AN1383JJ0100

Rev.1.00

2013.01.18

要旨

本アプリケーションノートでは、R32C/100 シリーズの A/D コンバータの自己診断、断線検出機能の使い方について説明します。

対象デバイス

R32C/120 グループ
R32C/121 グループ
R32C/142 グループ
R32C/145 グループ
R32C/151 グループ
R32C/152 グループ
R32C/153 グループ
R32C/156 グループ
R32C/157 グループ
R32C/160 グループ
R32C/161 グループ

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

目次

1.	仕様	3
2.	動作確認条件	4
3.	関連アプリケーションノート	4
4.	ハードウェア説明	4
4.1	使用端子一覧	4
5.	ソフトウェア説明	5
5.1	動作概要	5
5.1.1	自己診断アシスト機能	6
5.1.2	断線検出アシスト機能	6
5.2	定数一覧	7
5.3	関数一覧	7
5.4	関数仕様	8
5.5	フローチャート	10
5.5.1	メイン処理	10
5.5.2	A/D コンバータ初期化	11
5.5.3	A/D 変換の実行	12
5.5.4	A/D コンバータの自己診断	13
5.5.5	アナログ入力端子の断線検出	14
6.	サンプルコード	15
7.	参考ドキュメント	15

1. 仕様

本アプリケーションノートはアナログ入力端子の自己診断と断線検出を行います。

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 にブロック図を示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
A/D0	AN_0 端子の入力電圧を A/D 変換

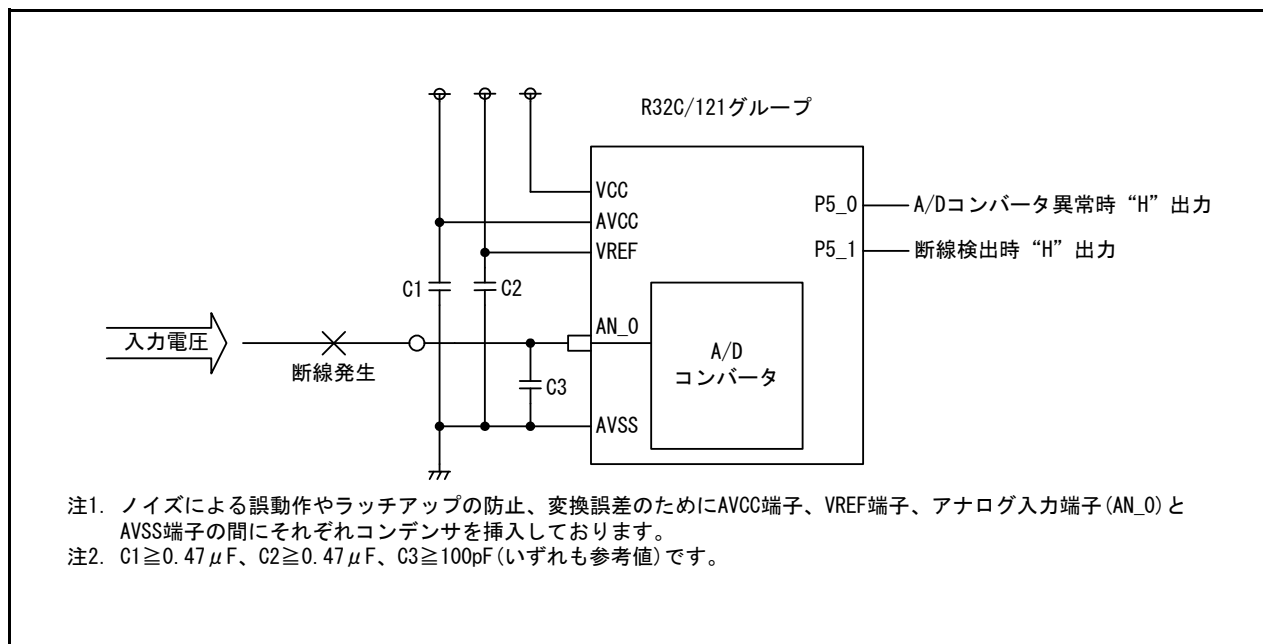


図 1.1 ブロック図

2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	R5F64219JFB(R32C/121グループ)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ PLLクロック : 128MHz ・ ベースクロック : 64MHz ・ CPUクロック : 64MHz ・ 周辺バスクロック : 32MHz ・ 周辺機能クロック : 32MHz
動作電圧	5V
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 High-performance Embedded Workshop Version 4.09
Cコンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 R32C/100 Series C Compiler V.1.02 Release 01 コンパイルオプション -D__STACKSIZE__=0X300 -D__ISTACKSIZE__=0X300 -DVECTOR_ADR=0x0FFFFFFBDC -c -finfo -dir "\$(CONFIGDIR)" (統合開発環境のデフォルト設定を使用しています。)
動作モード	シングルチップモード
サンプルコードのバージョン	1.00

3. 関連アプリケーションノート

本アプリケーションノートに関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せて参照してください。

- ・ R32C/100 シリーズ A/D コンバータの動作(単発モード)(RJJ05B1368)

4. ハードウェア説明

4.1 使用端子一覧

表 4.1に使用端子と機能を示します。

表 4.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P10_0/AN_0	入力	断線検出の判定を行うアナログ電圧入力
P5_0	出力	A/Dコンバータ異常時に“H”を出力
P5_1	出力	断線検出時に“H”を出力

5. ソフトウェア説明

5.1 動作概要

本アプリケーションノートのサンプルコードは、A/Dコンバータが正常に動作しているかを自己診断し、正常動作していればA/Dコンバータの断線検出アシスト機能を使用してアナログ入力端子が断線しているかを検出します。

表 5.1にA/Dコンバータの設定を示します。

表 5.1 A/Dコンバータの設定

項目	設定
fAD	32MHz (周辺機能クロック)
動作クロック (ϕ AD)	fADの2分周
分解能	10ビット
動作モード	単発モード
サンプル&ホールド機能	サンプル&ホールドあり
DMAC利用モード	DMAC利用モード無効

図 5.1に断線検出アシスト回路ブロック図を示します。

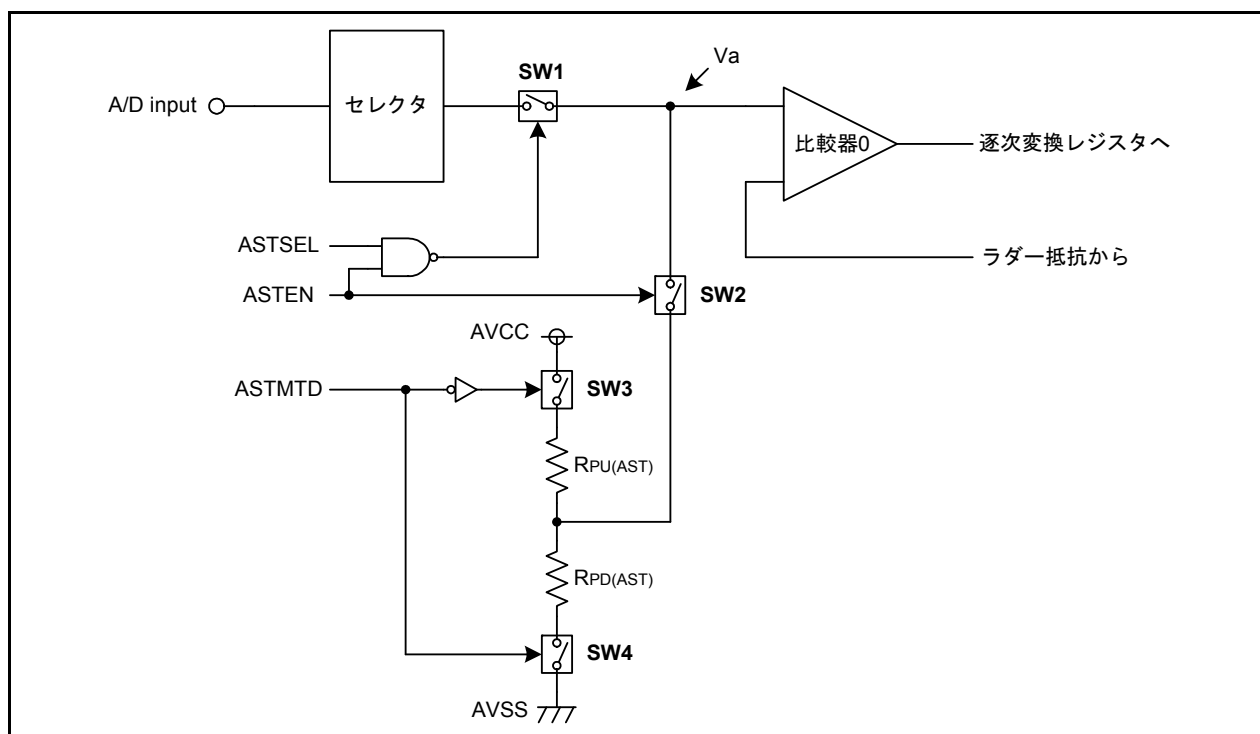


図 5.1 断線検出アシスト回路ブロック図

5.1.1 自己診断アシスト機能

自己診断アシスト機能を使用する場合、図 5.1 の SW1～SW4 を以下のように設定します。

- (1) プルアップ方式の自己診断アシスト機能
 - ・ SW1 OFF : ASTSEL ビット = “1”(自己診断アシスト)
 - ・ SW2 ON : ASTEN ビット = “1”(アシスト機能有効)
 - ・ SW3 ON : ASTMTD ビット = “0”(プルアップ方式)
 - ・ SW4 OFF : ASTMTD ビット = “0”(プルアップ方式)

プルアップ方式の自己診断アシスト機能では、断線検出アシスト回路がプルアップされるために、図 5.1 中の Va は AVCC 付近の電圧となります。

- (2) プルダウン方式の自己診断アシスト機能
 - ・ SW1 OFF : ASTSEL ビット = “1”(自己診断アシスト)
 - ・ SW2 ON : ASTEN ビット = “1”(アシスト機能有効)
 - ・ SW3 OFF : ASTMTD ビット = “1”(プルダウン方式)
 - ・ SW4 ON : ASTMTD ビット = “1”(プルダウン方式)

プルダウン方式の自己診断アシスト機能では、断線検出アシスト回路がプルダウンされるために、図 5.1 中の Va は AVSS 付近の電圧となります。

それぞれの状態で変換結果が最大値付近、最小値付近になるかどうかで、A/D コンバータが正常かどうか判断できます。

5.1.2 断線検出アシスト機能

断線検出アシスト機能を使用する場合、図 5.1 の SW1～SW4 を以下のように設定します。

- (1) プルアップ方式の断線検出アシスト機能
 - ・ SW1 OFF : ASTSEL ビット = “0”(断線検出アシスト)
 - ・ SW2 ON : ASTEN ビット = “1”(アシスト機能有効)
 - ・ SW3 ON : ASTMTD ビット = “0”(プルアップ方式)
 - ・ SW4 OFF : ASTMTD ビット = “0”(プルアップ方式)

プルアップ方式の断線検出アシスト機能では、断線検出アシスト回路がプルアップされるために、図 5.1 中の Va は入力電圧と AVCC の間の電圧となります。

- (2) プルダウン方式の断線検出アシスト機能
 - ・ SW1 OFF : ASTSEL ビット = “0”(断線検出アシスト)
 - ・ SW2 ON : ASTEN ビット = “1”(アシスト機能有効)
 - ・ SW3 OFF : ASTMTD ビット = “1”(プルダウン方式)
 - ・ SW4 ON : ASTMTD ビット = “1”(プルダウン方式)

プルダウン方式の断線検出アシスト機能では、断線検出アシスト回路がプルダウンされるために、図 5.1 中の Va は入力電圧と AVSS の間の電圧となります。

この機能により A/D 変換結果が常に最大値付近、最小値付近であれば、A/D 入力断線していると判断できます。

また、断線検出アシスト機能を使用する際は内部電圧が安定するまで数回 A/D 変換することにより検出精度を上げることができます。断線検出しきい値はシステムに応じて設定します。

5.2 定数一覧

表 5.2 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5.2 サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
AD_DETECTION_MAX	(0x398) (注1)	断線検出(プルアップ方式)しきい値 (4.5V)
AD_DETECTION_MIN	(0x06C) (注1)	断線検出(プルダウン方式)しきい値 (0.5V)
AD_SELFTEST_MAX	(0x333) (注1)	自己診断(プルアップ方式)しきい値 (4.0V)
AD_SELFTEST_MIN	(0x0D3) (注1)	自己診断(プルダウン方式)しきい値 (1.0V)
OK	(0)	自己診断: A/D コンバータは正常動作 断線検出: アナログ入力端子は断線していない
NG	(1)	自己診断: A/D コンバータは異常動作 断線検出: アナログ入力端子は断線している
CHECK_TIMES	(3)	断線検出の判定処理回数

注1. これらのしきい値は本アプリケーションノートのサンプルコードの動作確認時の値です。サンプルコードでは正常(アナログ入力端子は断線していない)時のA/D変換範囲を0.0~5.0Vとしております。本アプリケーションノートのサンプルコードを応用し断線検出あるいは自己診断を行う場合は、しきい値をシステムに応じて適切な値に設定してください。

5.3 関数一覧

表 5.3 に関数を示します。

表 5.3 関数

関数名	概要
main	メイン処理
AD_init	A/D コンバータ初期化
AD_conversion	A/D 変換の実行
AD_selftest	A/D コンバータの自己診断
AD_detection_assist	アナログ入力端子の断線検出

5.4 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

main

概要	メイン処理
ヘッダ	なし
宣言	void main(void)
説明	システムクロック及びA/Dコンバータの初期化、異常時に使用するポートの初期化を行い、自己診断を行います。 A/Dコンバータが正常ならば、断線検出を行います。 A/Dコンバータ異常時はP5_0を“H”にします。 断線検出時はP5_1を“H”にします。
引数	なし
リターン値	なし

AD_init

概要	A/Dコンバータ初期化
ヘッダ	なし
宣言	static void AD_init(void)
説明	A/D0割り込みを禁止し、A/D0を単発モードに設定します。
引数	なし
リターン値	なし

AD_conversion

概要	A/D変換の実行
ヘッダ	なし
宣言	static void AD_conversion(void)
説明	A/D変換を開始し、A/D変換が完了するまで待ちます。
引数	なし
リターン値	なし

AD_selftest

概要	A/D コンバータの自己診断
ヘッダ	なし
宣言	static uint8_t AD_selftest(void)
説明	<p>ASTSEL ビットを“1”(自己診断アシスト)、ASTEN ビットを“1”(アシスト機能有効)に設定し、自己診断を行います。</p> <p>自己診断は、以下の(1)、(2)の方法で行います。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) プルアップ方式の自己診断アシスト機能を設定し A/D 変換を実行します。 変換結果がしきい値以下の値であれば、「A/D コンバータは異常動作」と判定し、リターン値に“NG”を設定し終了します。 変換結果がしきい値より大きい値であれば(2)の処理を行います。 (2) プルダウン方式の自己診断アシスト機能を設定し A/D 変換を実行します。 変換結果がしきい値以上の値であれば、「A/D コンバータは異常動作」と判定し、リターン値に“NG”を設定し終了します。 変換結果がしきい値より小さい値であれば「A/D コンバータは正常動作」と判定し、リターン値に“OK”を設定し終了します。
引数	なし
リターン値	<p>自己診断結果</p> <p>OK : A/D コンバータは正常動作</p> <p>NG : A/D コンバータは異常動作</p>

AD_detection_assist

概要	アナログ入力端子の断線検出
ヘッダ	なし
宣言	static uint8_t AD_detection_assist(void)
説明	<p>ASTSEL ビットを“0”(断線検出アシスト)、ASTEN ビットを“1”(アシスト機能有効)に設定し、断線検出を行います。</p> <p>断線検出は、以下の(1)、(2)、(3)の方法で行います。(ここで、断線検出フラグ[自動変数]の初期値は“00h”です。)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) プルアップ方式の断線検出アシスト機能を設定し、A/D 変換を 3 回実行します。 1 回でも変換結果がしきい値より大きい値であれば、断線検出フラグのビット 0 に“1”を設定します。 3 度の判定処理後、断線検出フラグに“01h”が設定されている場合、(2)の処理を行います。“00h”が設定されている場合は(3)の処理を行います。 (2) プルダウン方式の断線検出アシスト機能を設定し、A/D 変換を 3 回実行します。 1 回でも変換結果がしきい値より小さい値であれば、断線検出フラグのビット 1 に“1”を設定します。 3 度の判定処理後、(3)の処理を行います。 (3) 断線検出アシスト機能を無効に設定します。 断線検出フラグが“03h”の場合は“NG(アナログ入力端子は断線している)”を、それ以外の場合は“OK(アナログ入力端子は断線していない)”をリターン値に設定します。
引数	なし
リターン値	<p>断線検出結果</p> <p>OK : アナログ入力端子は断線していない</p> <p>NG : アナログ入力端子は断線している</p>

5.5 フローチャート

5.5.1 メイン処理

図 5.2にメイン処理のフローチャートを示します。

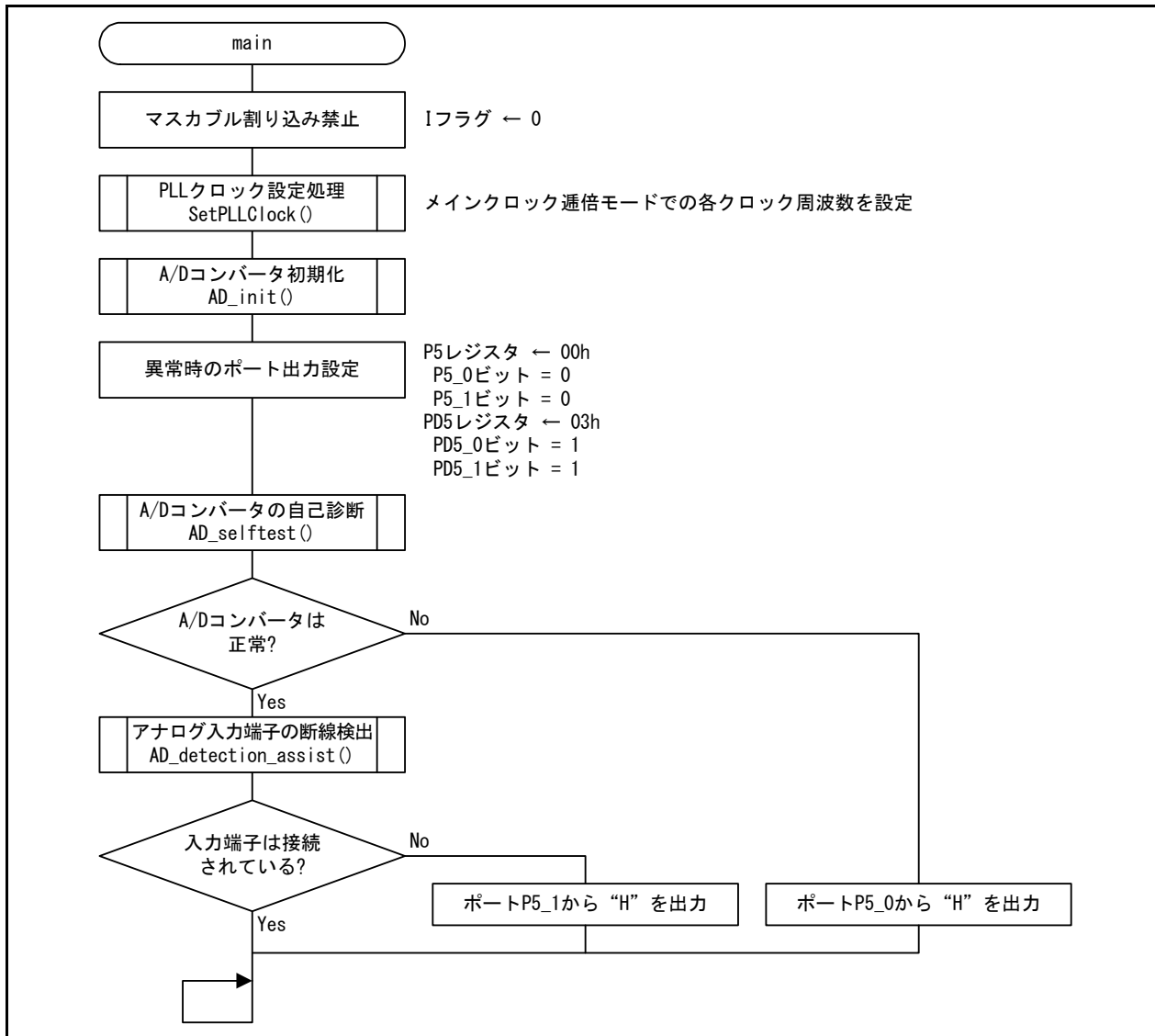


図 5.2 メイン処理

5.5.2 A/Dコンバータ初期化

図 5.3 に A/D コンバータ初期化のフローチャートを示します。

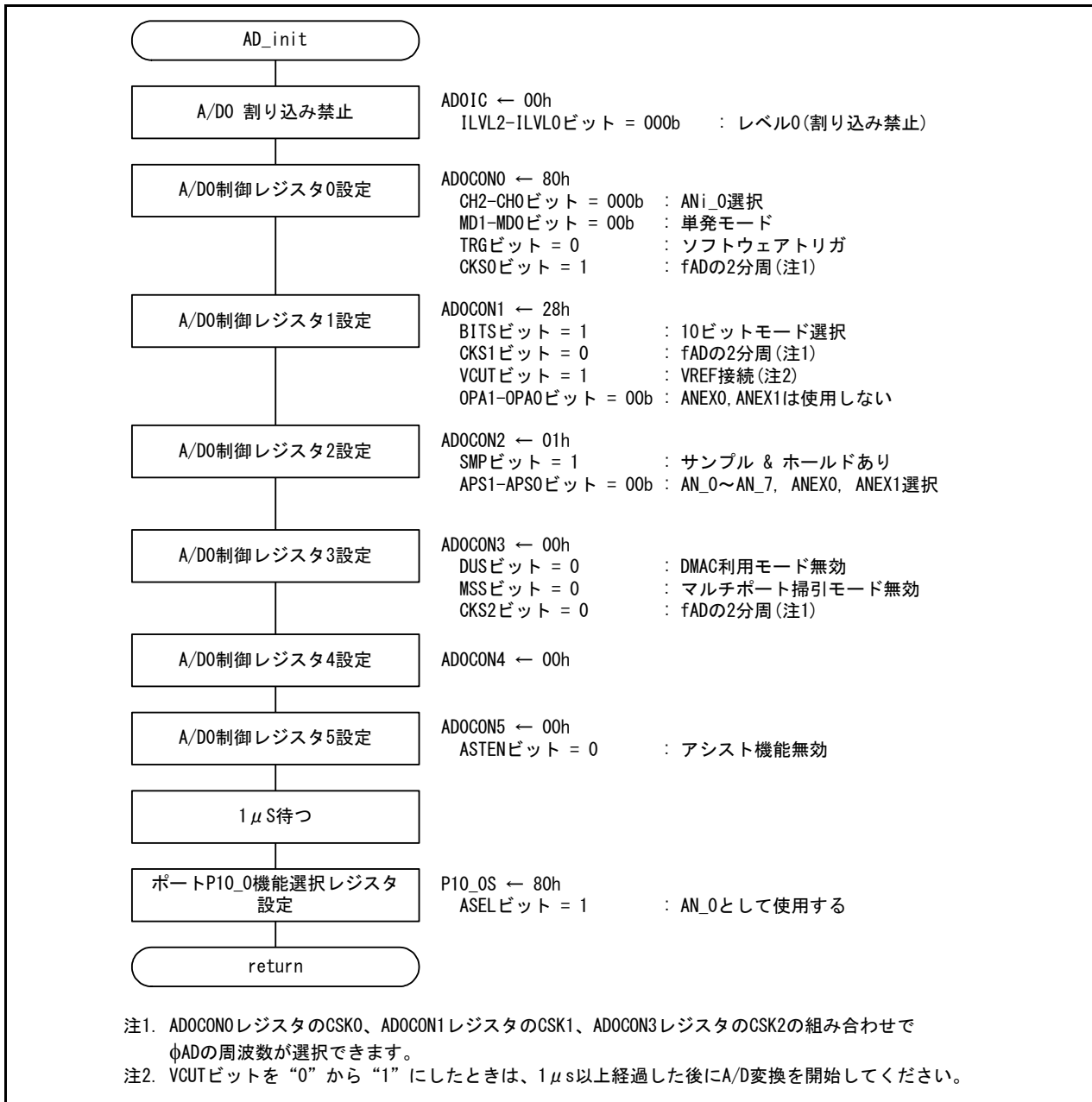


図 5.3 A/Dコンバータ初期化

5.5.3 A/D変換の実行

図 5.4にA/D変換の実行のフローチャートを示します。

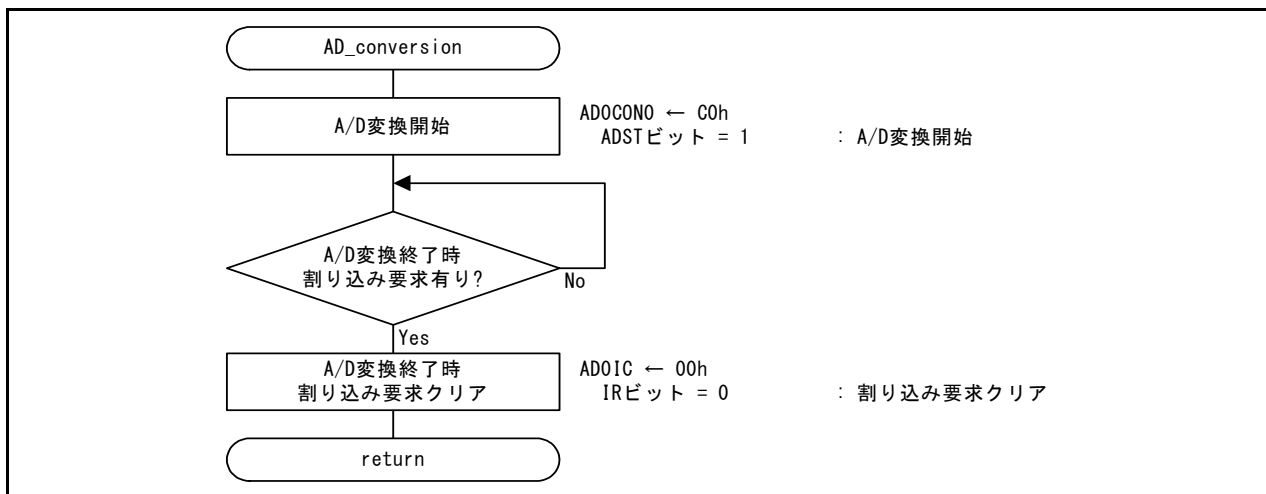


図 5.4 A/D変換の実行

5.5.4 A/Dコンバータの自己診断

図 5.5にA/Dコンバータの自己診断のフローチャートを示します。

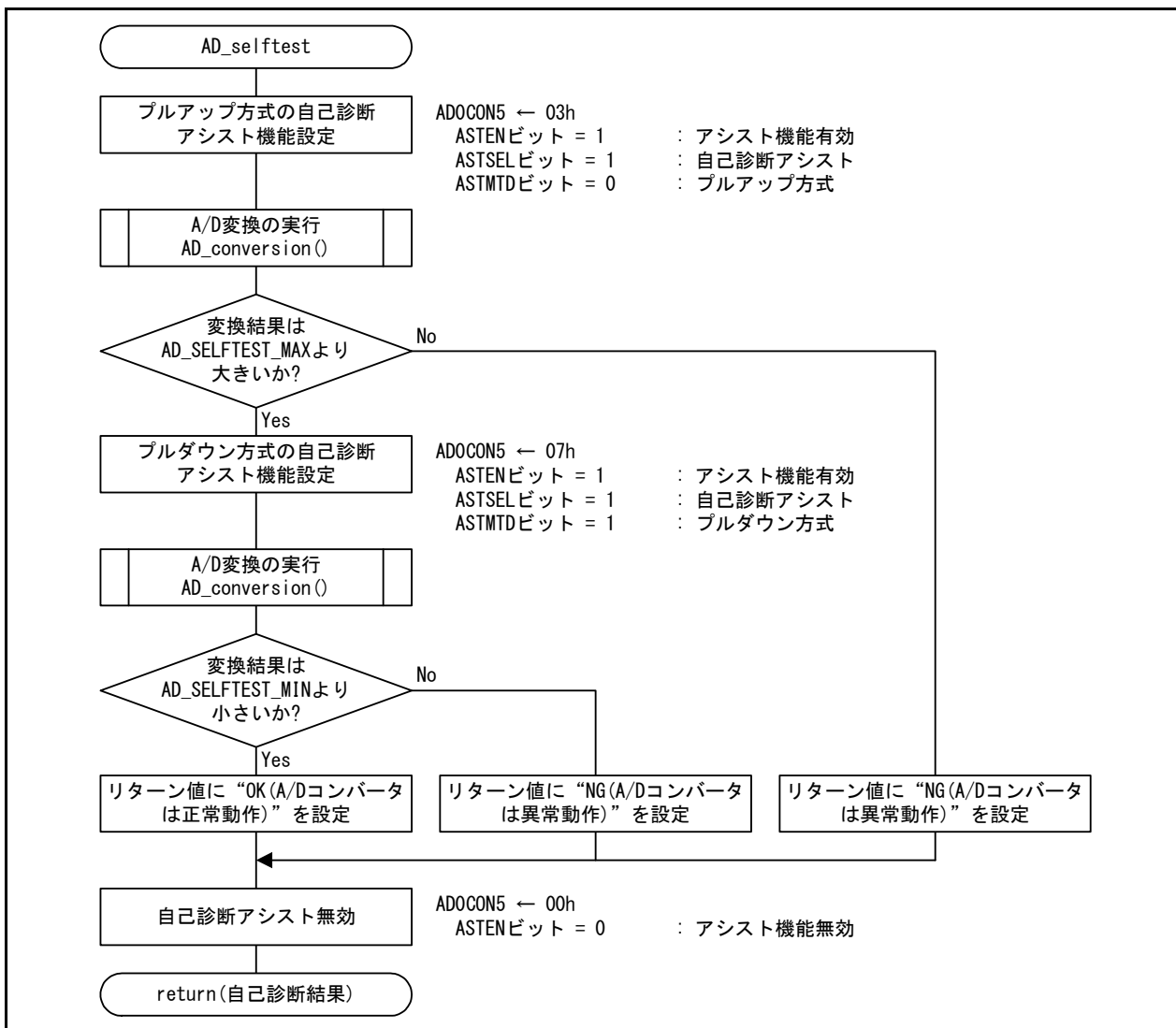


図 5.5 A/Dコンバータの自己診断

5.5.5 アナログ入力端子の断線検出

図 5.6 にアナログ入力端子の断線検出のフローチャートを示します。

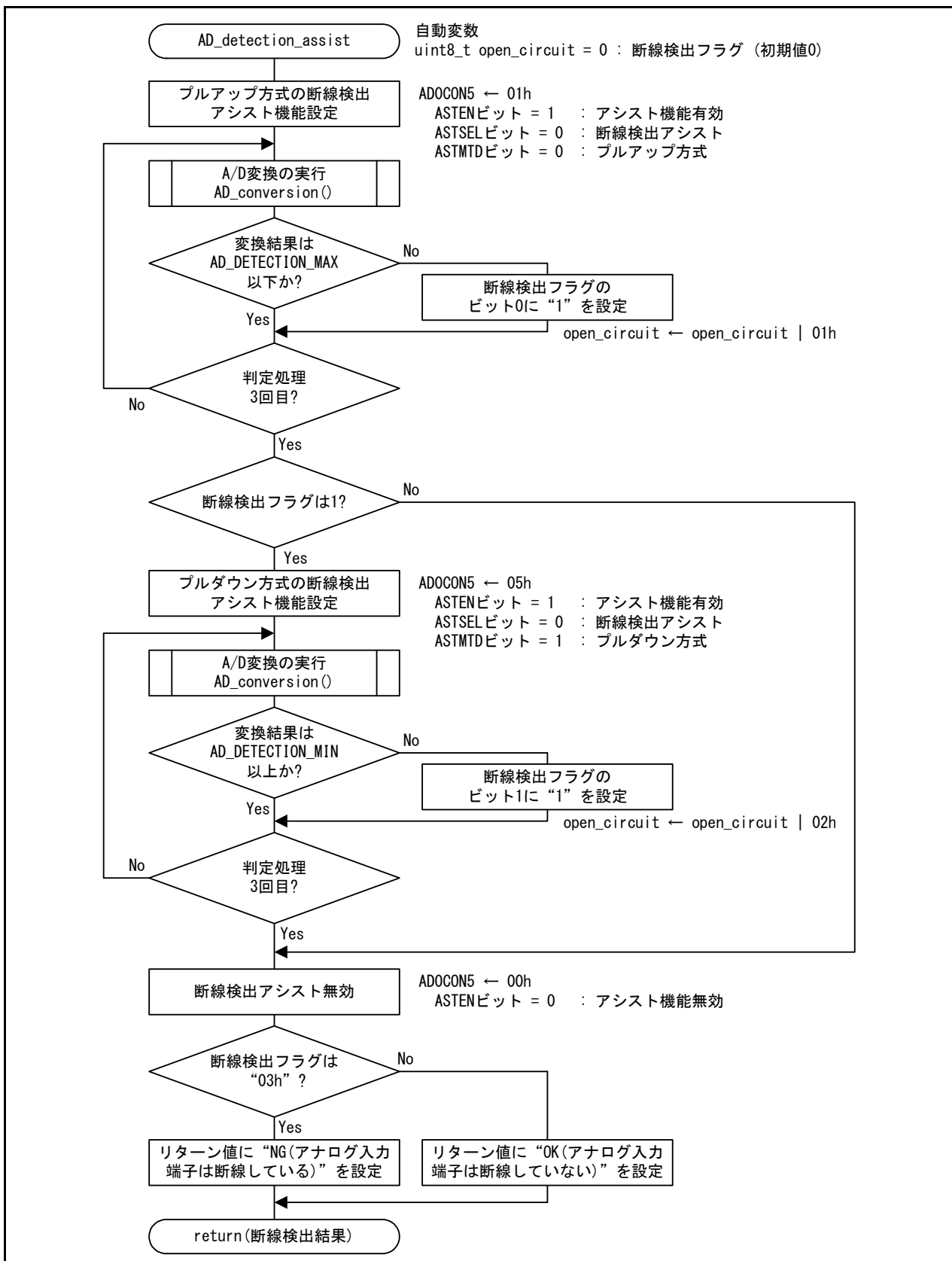


図 5.6 アナログ入力端子の断線検出

6. サンプルコード

サンプルコードは、ルネサスエレクトロニクスホームページから入手してください。

7. 参考ドキュメント

R32C/120 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20
R32C/121 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20
R32C/142 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
R32C/145 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
R32C/151 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
R32C/152 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
R32C/153 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
R32C/156 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
R32C/157 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10
R32C/160 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20
R32C/161 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

Cコンパイラマニュアル

R32C/100 シリーズ用 Cコンパイラパッケージ V.1.02

Cコンパイラユーザーズマニュアル Rev.2.00

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

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/>

お問合せ先

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

改訂記録	R32C/100シリーズ A/Dコンバータ 自己診断/断線検出機能の使い方
------	--

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2013.01.18	-	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（予約領域）のアクセス禁止

【注意】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、将来の機能拡張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。

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、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っていると、内部 ROM、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。型名が異なる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。

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も、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い合わせください。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、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、お客様にて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と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

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

*営業お問合せ窓口の住所・電話番号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）

(03)5201-5307

■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：<http://japan.renesas.com/contact/>