

32ビット RISC マイクロコントローラー

**TXZ+ファミリー**

リファレンスマニュアル

オペアンプ

**(OPAMP-B)**

Revision 1.0

---

2020-10

東芝デバイス&ストレージ株式会社

## 目次

序章 .....	4
関連するドキュメント .....	4
表記規約 .....	5
用語・略語 .....	7
1. 概要 .....	8
2. 構成 .....	9
3. 動作説明 .....	10
3.1. クロック供給 .....	10
3.2. 電圧入力 .....	10
3.3. アンプ機能制御 .....	10
3.4. ゲイン制御 .....	10
3.5. 電圧出力 .....	10
3.6. オペアンプ接続図 .....	11
4. レジスター説明 .....	12
4.1. レジスター一覧 .....	12
4.2. レジスター詳細 .....	12
4.2.1. [AMPCTLA] (オペアンプコントロールレジスターA) .....	12
5. 使用方法 .....	13
5.1. モーター制御時の使用例 (シャント抵抗電圧測定動作) .....	13
5.2. アンプ単体動作での使用例 .....	14
6. 改訂履歴 .....	15
製品取り扱い上のお願い .....	16

## 図目次

図 2.1	オペアンプモジュール構成図 .....	9
図 3.1	オペアンプ接続図 .....	11
図 5.1	モーター制御動作時の想定回路 .....	13
図 5.2	アンプ単体動作時のゲイン設定回路 .....	14

## 表目次

表 2.1	信号一覧 .....	9
表 5.1	モーター制御動作時のゲイン設定とアンプ出力の関係 .....	13
表 5.2	アンプ単体動作時のゲイン設定とアンプ出力の関係 .....	14
表 6.1	改訂履歴 .....	15

## 序章

### 関連するドキュメント

文書名
入出力ポート
12ビットアナログデジタルコンバーター
製品個別情報

## 表記規約

- 数値表記は以下の規則に従います。
  - 16 進数表記: 0xABC
  - 10 進数表記: 123 または 0d123 (10 進表記であることを示す必要のある場合だけ使用)
  - 2 進数表記: 0b111 (ビット数が本文中に明記されている場合は「0b」を省略可)
- ローアクティブの信号は信号名の末尾に「\_N」で表記します。
- 信号がアクティブレベルに移ることを「アサート (assert)」アクティブでないレベルに移ることを「デアサート (deassert)」と呼びます。
- 複数の信号名は [m:n]とまとめて表記する場合があります。  
例: S[3:0] は S3,S2,S1,S0 の 4 つの信号名をまとめて表記しています。
- 本文中 [ ] で囲まれたものはレジスターを定義しています。  
例: [ABCD]
- 同種で複数のレジスター、フィールド、ビット名は「n」で一括表記する場合があります。  
例: [XYZ1], [XYZ2], [XYZ3] → [XYZn]
- 「レジスター一覧」中のレジスター名でユニットまたはチャンネルは「x」で一括表記しています。  
ユニットの場合、「x」は A,B,C...を表します。  
例: [ADACR0], [ADBCR0], [ADCCR0]→[ADxCR0]  
チャンネルの場合、「x」は 0,1,2,...を表します。  
例: [T32A0RUNA], [T32A1RUNA], [T32A2RUNA]→[T32AxRUNA]
- レジスターのビット範囲は [m:n] と表記します。  
例: [3:0] はビット 3 から 0 の範囲を表します。
- レジスターの設定値は 16 進数または 2 進数のどちらかで表記されています。  
例: [ABCD]<EFG> = 0x01 (16 進数)、[XYZn]<VW> = 1 (2 進数)
- ワード、バイトは以下のビット長を表します。
  - バイト: 8 ビット
  - ハーフワード: 16 ビット
  - ワード: 32 ビット
  - ダブルワード: 64 ビット
- レジスター内の各ビットの属性は以下の表記を使用しています。
  - R: リードオンリー
  - W: ライトオンリー
  - R/W: リード / ライト
- 断りのない限り、レジスターアクセスはワードアクセスだけをサポートします。
- 本文中の予約領域「Reserved」として定義されたレジスターは書き換えを行わないでください。また、読み出した値を使用しないでください。
- Default 値が「—」となっているビットから読み出した値は不定です。
- 書き込み可能なビットフィールドと、リードオンリー「R」のビットフィールドが共存するレジスターに書き込みを行う場合、リードオンリー「R」のビットフィールドには Default 値を書き込んでください。  
Default 値が「—」となっている場合は、個々のレジスターの定義に従ってください。
- ライトオンリーのレジスターの Reserved ビットフィールドには Default 値を書き込んでください。  
Default 値が「—」となっている場合は、個々のレジスターの定義に従ってください。
- 書き込みと読み出しで異なる定義のレジスターへのリードモディファイライト処理は行わないでください

本資料に記載されている社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

## 用語・略語

この仕様書で使用されている略語の一部を記載します。

ADC	Analog to Digital Converter
AMP	Amplifier
OPAMP	Operational Amplifier

## 1. 概要

オペアンプは、アナログ入力電圧を増幅して12ビットアナログデジタルコンバーター(ADC)に対して出力します。モーター電流を検出するシャント抵抗の電圧を増幅するために使用します。

機能分類	機能	動作説明
入力	電圧入力(差動入力方式)	モーター電流を検出するシャント抵抗の両端電圧を差動入力します。
	アンプ機能制御	オペアンプを使用しない場合は、オペアンプをバイパスして入力信号を直接次段へ入力することも可能です。
増幅	入力電圧の増幅	差動入力された電圧を増幅します。ゲインは12段階から選択可能です。 倍率:2倍、2.5倍、3倍、3.5倍、4倍、4.5倍、6倍、7倍、8倍、10倍、12倍、15倍
出力	電圧出力	増幅された電圧をADCに出力します。

## 2. 構成

このオペアンプは、オペアンプ入力2本、オペアンプ出力1本を持ち、オペアンプ本体とバイパス回路および、オペアンプコントロールレジスターで構成されます。

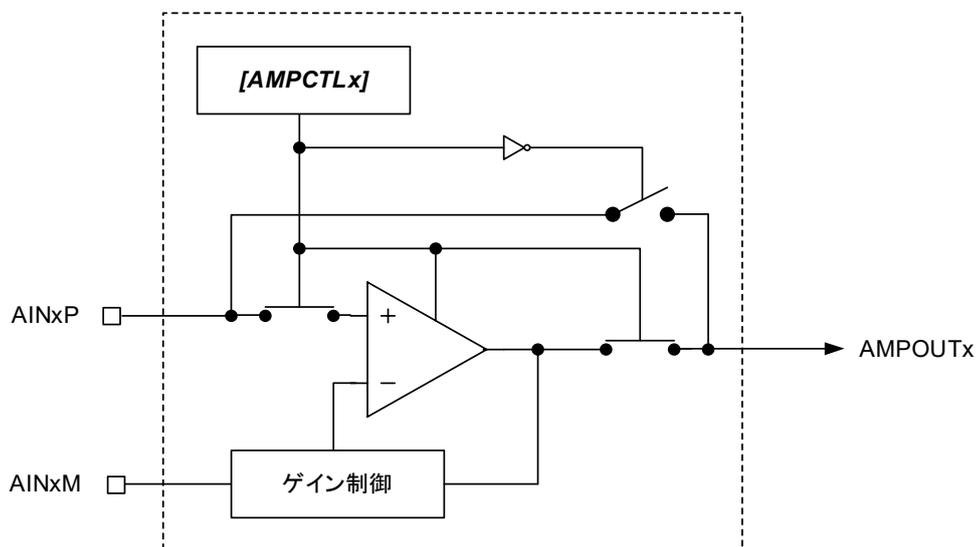


図 2.1 オペアンプモジュール構成図

表 2.1 信号一覧

No.	信号名	信号名称	I/O	参照リファレンスマニュアル
1	AINxP	アナログ入力 x 端子 (オペアンプ x 差動入力(+側))	入力	入出力ポート、 12ビットアナログデジタルコンバーター 製品個別情報
2	AINxM	アナログ入力 x 端子 (オペアンプ x 差動入力(-側))	入力	入出力ポート、 12ビットアナログデジタルコンバーター 製品個別情報
3	AMPOUTx	オペアンプ x 出力	出力	12ビットアナログデジタルコンバーター 製品個別情報

注) 製品毎の接続先はリファレンスマニュアル「製品個別情報」を参照してください。

### 3. 動作説明

#### 3.1. クロック供給

オペアンプを使用する場合は、fsys 供給停止レジスタA(*[JCGFSYSENA]*、*[JCGFSYSMENA]*)、fsys 供給停止レジスタB(*[JCGFSYSENB]*、*[JCGFSYSMENB]*)、fsys 供給停止レジスタC(*[JCGFSYSMENC]*)、fc 供給停止レジスタ(*[JCGFCEN]*)で該当するクロックイネーブルビットを"1"(クロック供給)に設定してください。

該当レジスタ、ビット位置は製品によって異なります。そのため、製品によってレジスタが存在しない場合があります。詳細はリファレンスマニュアル「クロック制御と動作モード」を参照してください。

#### 3.2. 電圧入力

オペアンプは差動入力方式となっており、配線ノイズなどの影響を受けにくくします。モーター電流を検出するシャント抵抗の両端の電圧を入力してください。

#### 3.3. アンプ機能制御

オペアンプコントロールレジスタ*[AMPCTLx]*<AMPEN>=1(有効)とすることでオペアンプ機能が有効となります。オペアンプコントロールレジスタ*[AMPCTLx]*<AMPEN>=0(無効)とすることで、アンプ+側(AINxP 端子)の入力がバイパスされ、AMPOUTx から出力されます。リセット後は*[AMPCTLx]*<AMPEN>=0(無効)となります。

外部接続アンプを使用するなど、オペアンプを使用しない場合、オペアンプをバイパスして入力信号を直接次段へ入力することも可能です。

#### 3.4. ゲイン制御

オペアンプは 12 段階のゲイン設定が可能です。オペアンプコントロールレジスタ*[AMPCTLx]*<AMPGAIN[3:0]>でゲインの設定を行います。

ゲイン設定できる倍率は 2 倍、2.5 倍、3 倍、3.5 倍、4 倍、4.5 倍、6 倍、7 倍、8 倍、10 倍、12 倍、15 倍です。

#### 3.5. 電圧出力

オペアンプを使用する場合、ゲイン設定した倍率で増幅された電圧が出力されます。オペアンプの出力は ADC に出力されます。

オペアンプをバイパスした場合、アナログ入力は直接 ADC に接続されます。

## 3.6. オペアンプ接続図

- TPM4M グループ(1)、TPM4K グループ(2)の例

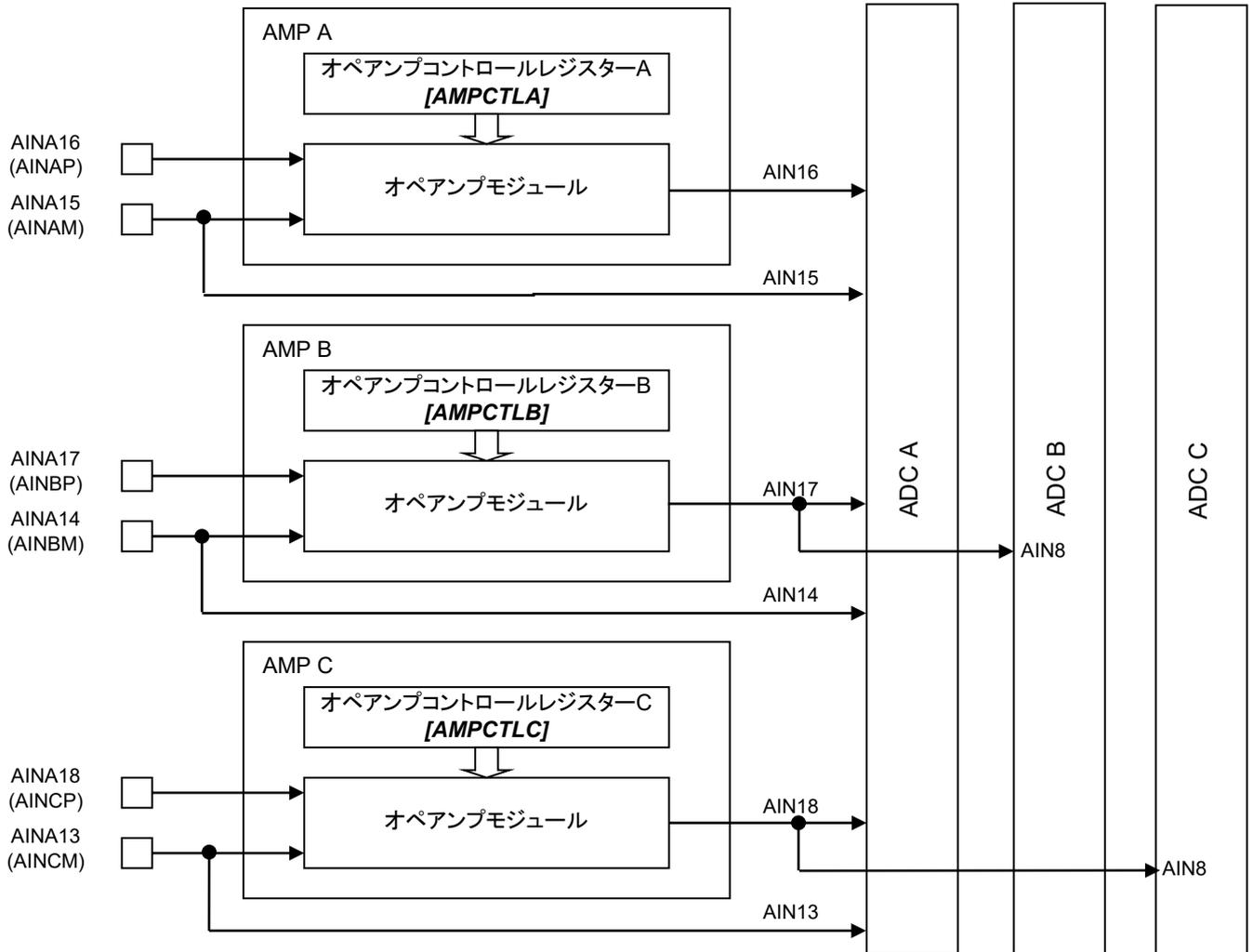


図 3.1 オペアンプ接続図

注) 各製品の接続についてはリファレンスマニュアル「製品個別情報」を参照してください。

## 4. レジスタ—説明

### 4.1. レジスタ—一覧

オペアンプ制御レジスタとアドレスは以下のとおりです。

周辺機能		チャンネル/ユニット	ベースアドレス		
			TYPE1	TYPE2	TYPE3
オペアンプ	OPAMP	-	0x400BC000	0x400BD000	0x4005D000

注) 製品によって搭載されるチャンネル/ユニットおよびベースアドレスタイプは異なります。詳細はリファレンスマニュアル「製品個別情報」を参照してください。

レジスタ名	アドレス(Base+)	
オペアンプコントロールレジスタA	[AMPCTLA]	0x0000
オペアンプコントロールレジスタB	[AMPCTLB]	0x0004
オペアンプコントロールレジスタC	[AMPCTLC]	0x0008

## 4.2. レジスタ—詳細

### 4.2.1. [AMPCTLA] (オペアンプコントロールレジスタA)

[AMPCTLA]の例です。[AMPCTLB], [AMPCTLC]も同じ構成です。

Bit	Bit Symbol	リセット後	Type	機能
31:5	-	0	R	リードすると"0"が読めます。
4:1	AMPGAIN[3:0]	0000	R/W	ゲイン設定(注 3) 0000:2.0 倍      0101:4.5 倍      1010:12.0 倍 0001:2.5 倍      0110:6.0 倍      1011:15.0 倍 0010:3.0 倍      0111:7.0 倍 0011:3.5 倍      1000:8.0 倍 0100:4.0 倍      1001:10.0 倍 上記以外の設定はしないでください。
0	AMPEN	0	R/W	アンプ機能制御 0:無効 1:有効 (注 1)(注)

注 1) ゲイン設定を変更する場合は、<AMPEN>=0 の状態で行ってください。

注 2) アンプを有効にした場合、回路が安定するまで約 10 $\mu$ s かかります。

注 3) モーター制御時の使用例は「5.1 モーター制御時の使用例(シャント抵抗電圧測定動作)」を参照してください。

## 5. 使用方法

### 5.1. モーター制御時の使用例(シャント抵抗電圧測定動作)

オペアンプをモーター制御用途で使用する場合、モーター電流を検出するシャント抵抗の両端の電圧を増幅するために使用します。この場合、下記想定回路となり、シャント電圧 V1 を基準とすると、オペアンプ出力 AMPOUT からは次の算出式により設定された倍率で増幅した電圧を出力します。

(算出式)

$$AMPOUT = R2/R1 \times (V1 - V0) + Vref$$

※条件①  $R2/R1 = R2'/R1'$

条件②  $Vref$ (基準電源電圧)=AVDD/2

条件③ AINxM 入力は 0V(アナログ GND と同等)

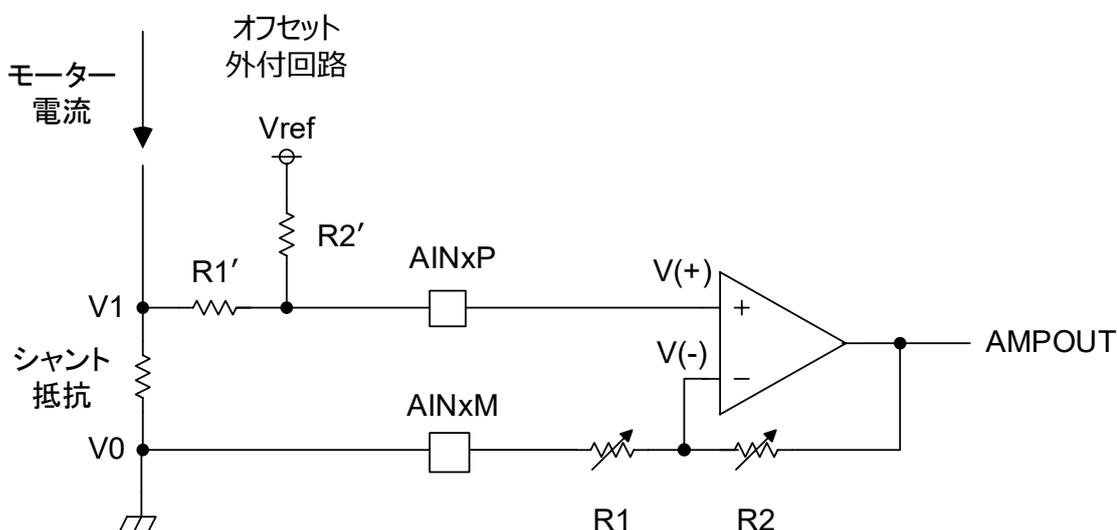


図 5.1 モーター制御動作時の想定回路

表 5.1 モーター制御動作時のゲイン設定とアンプ出力の関係

ゲイン設定	AMPOUT からのアンプ出力	R1(Ω)	R2(Ω)
2 倍	1 倍	7500	7500
2.5 倍	1.5 倍	6000	9000
3 倍	2 倍	5000	10000
3.5 倍	2.5 倍	4286	10714
4 倍	3 倍	3750	11250
4.5 倍	3.5 倍	3333	11667
6 倍	5 倍	2500	12500
7 倍	6 倍	2143	12857
8 倍	7 倍	1875	13125
10 倍	9 倍	1500	13500
12 倍	11 倍	1250	13750
15 倍	14 倍	1000	14000

注) 内部抵抗 R1、R2 は typ.値です。

## 5.2. アンプ単体動作での使用例

このオペアンプを単体で使用する場合、オペアンプ V(+)へ直接入力します。オペアンプの入力 V(+)を基準とすると、次の算出式により設定された倍率で増幅した電圧をオペアンプ出力 AMPOUT から出力します。

(算出式)

$$AMPOUT = (1 + R2/R1) \times AINxP$$

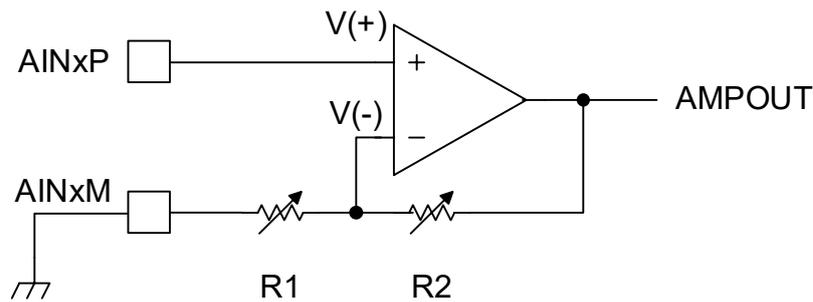


図 5.2 アンプ単体動作時のゲイン設定回路

表 5.2 アンプ単体動作時のゲイン設定とアンプ出力の関係

ゲイン設定	AMPOUT からのアンプ出力	R1(Ω)	R2(Ω)
2 倍	2 倍	7500	7500
2.5 倍	2.5 倍	6000	9000
3 倍	3 倍	5000	10000
3.5 倍	3.5 倍	4286	10714
4 倍	4 倍	3750	11250
4.5 倍	4.5 倍	3333	11667
6 倍	6 倍	2500	12500
7 倍	7 倍	2143	12857
8 倍	8 倍	1875	13125
10 倍	10 倍	1500	13500
12 倍	12 倍	1250	13750
15 倍	15 倍	1000	14000

## 6. 改訂履歴

表 6.1 改訂履歴

Revision	Date	Description
1.0	2020-10-16	新規

## 製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品のRoHS適合性など、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。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、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、当社は一切の責任を負いかねます。