

TURTLE

TURTLE INDUSTRY Co., Ltd.

TUSB-0416DAM

USBインタフェース高分解能高速
DAコンバータユニット

取扱説明書

本文中のマークについて(必ず始めにお読み下さい)

この取扱説明書には、あなたや他の人々への危害や財産への損害を未然に防ぎ、本製品を安全にお使いいただくために、守っていただきたい事項を示しています。

その表示と図記号の意味は次のようになっています。内容をよみ理解してから本文をお読み下さい。



警告

この表示を無視して誤った取扱をすると、人が死亡または重傷を負う可能性がある内容を示しています。



注意

この表示を無視して誤った取扱をすると、人が損害を負う可能性が想定される内容および物的損害のみの発生が想定される内容を示しています。

注意事項

1. 製品の仕様および取扱説明書の内容は予告なく変更することがあります。
2. 本製品および本取扱説明書の一部または全部を無断転載することは禁じられています。
3. 本取扱説明書の内容は万全を期して作成いたしました。万が一ご不審な事やお気づきの事がございましたら、(株)タートル工業サービス課までご連絡下さい。
4. 当社では、本製品の運用を理由とする損失、逸失利益等の請求につきましては、上記に関わらずいかなる責任も負いかねますので、予めご了承下さい。
5. 本製品は、人命に関わる設備や機器、高度な信頼性を必要とする設備や機器などへの組込や制御などへの使用は意図されておりません。これら設備や機器などに本装置を使用され人身事故、財産損害などが生じても、当社はいかなる責任も負いかねます。
6. 本製品およびソフトウェアが外国為替及び外国貿易管理法の規定により戦略物資(又は役務)に該当する場合には日本国外へ輸出する際に日本国政府の輸出許可が必要です。

©2024 Turtle Industry Co., Ltd. All rights reserved.
株式会社タートル工業の許可なく、本書の内容の複製、改変などを行うことはできません。

Microsoft, Windows, Windows NT, は、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。
その他、記載されている会社名、製品名は、各社の商標および登録商標です。

使用上の注意と警告

警告

接続機器の電源を全て切断してから端子台への接続および取り外しを行ってください。接続機器によっては感電の危険があります。

注意

端子に印加する電圧、電流は仕様に規定された値を守ってください。過熱による火災や漏電のおそれがあります。

水や薬品のかかる可能性のある場所でご使用ならささないでください。火災やその他の災害の原因となる可能性があります。

発火性ガスの存在するところでご使用なさらさないでください。引火により火災、爆発の可能性があります。

不安定な所には設置しないでください。落下によりけがをする恐れがあります。

煙や異臭の発生した時は直ちにご使用をおやめ下さい。USBケーブルを取り外し、当社サービス課までご相談下さい。

1. はじめに	6
1.1 製品概要	6
1.2 製品構成	6
1.3 ご使用の前に	6
2. 各部の名称	7
2.1 フロント(前面)	7
2.2 リア(後面)	7
3. 各部説明	8
3.1 Ch1～Ch4	8
3.2 DIGITAL I/O	8
3.3 USBコネクタ	9
4. サポートソフト	10
4.1 ドライバとサンプルプログラム	10
5. DAコンバータの機能	11
5.1 基本的なドライバの操作手順	11
5.2 シングル出力モードの操作	11
5.3 周期波形モードの操作	12
5.4 FIFO出力モードの操作	12
5.5 デジタルI/Oの操作	13
5.6 グループについて	13
5.7 同期機能	13
5.8 出力データと出力電圧の関係	14
5.9 周期波形出力でのトリガとゲートの違い	14
5.10 起動後の初期出力	14
5.11 同期信号の接続	15
5.12 音声出力として	15
6. プログラミング	17

6.1 Visual Basicでの使用	17
6.2 Visual C#での使用	17
6.3 関数説明	18
6.4 動作モード設定構造体	42
6.5 戻り値(エラーコード)	43
7. その他動作の補足	44
7.1 PCスリープについて	44
7.2 FIFOオーバーラン、アンダーランの時の動作	44
7.3 同期入力と出力タイミング	44
7.4 トリガ、ゲート信号と出力タイミング	44
7.5 同期出力のタイミング	45
8. 仕様	46
8.1 仕様概要	46
8.2 寸法	47
9. お問い合わせ	48

1. はじめに

この度は、(株)タートル工業製のUSBインタフェース付きD/AコンバータユニットTUSB-0416DAMをお買い求めいただき、誠にありがとうございます。

本書は、本製品の特徴、使用方法、取扱における注意事項、その他本製品に関する情報など、本製品をご使用される上で必要な事項について記述されております。

本製品の使用には製品の性質上、電子回路の知識を必要とします。誤った使用をすると本製品の破損だけでなく重大な事故が発生する事も考えられます。本書の内容をよくご理解の上、正しくご使用下さる様お願いします。

1.1 製品概要

本製品は、USB(Universal Serial Bus)を使用したコンピュータインターフェースユニットです。コンピュータを使用してアナログ電圧信号を出力する事ができます。ドライバソフトウェアおよびサンプルプログラムをご用意しております。

※初めて接続される時にはドライバのインストール作業が必用です。サポートソフト付属のインストールマニュアルを参照してください。

1.2 製品構成

本製品には以下の物が含まれます。

- ①TUSB-0416DAM本体
- ②USBケーブル(1m)

不足品などがあれば、当社サービス課までご連絡下さい。

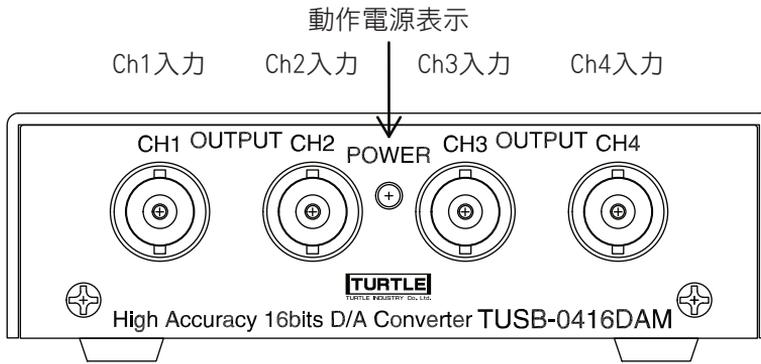
弊社Webサイト(<https://www.turtle-ind.co.jp/>)にドライバおよびサンプルプログラムの入っているサポートソフトがございますのでダウンロードの上ご使用ください。

1.3 ご使用の前に

本製品のご使用前にはデバイスドライバのインストールが必要です。ドライバインストールの手順に従って正しくドライバインストールを行って下さい。

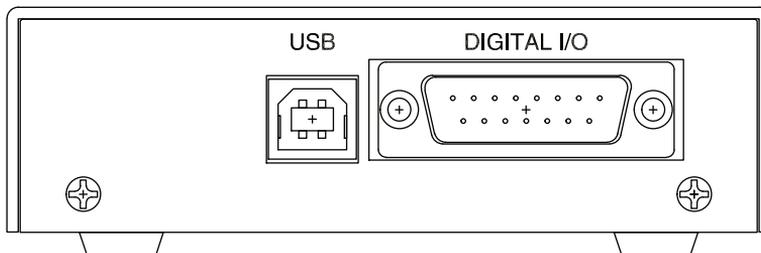
2. 各部の名称

2.1 フロント(前面)



Ch1～Ch4	アナログ電圧出力コネクタです。
動作電源表示	ユニットの電源が入っている時に点灯します。

2.2 リア(後面)



USB ※	USBケーブルを使用してPCと接続します。電源もここから供給されます。
DIGITAL I/O	入出力設定可能な8ビットの汎用デジタル入出力と、同期信号の入出力です。 << 入出力はTTLレベル互換です >>

※ 初めてPCに接続される時にはドライバのインストール作業が必要です。ドライバインストール説明書を参照の上ドライバをインストールしてください

3. 各部説明

3.1 Ch1～Ch4

D/Aコンバータの出力はBNCコネクタで4チャンネルあります。Ch1とCh2がグループA、Ch3とCh4がグループBに属します。グループ毎に出力クロックやトリガシステムを共有していますので連続出力動作時はグループ内のチャンネルは同期同時出力となります。

3.2 DIGITAL I/O

汎用のデジタル入出力8ビットと同期信号の入出力です。入出力論理レベルはTTLです。

ピン番号	名称	機能
1	DIO0	デジタル入出力 0
2	DIO2	デジタル入出力 2
3	GND	信号グラウンド
4	DIO5	デジタル入出力 5
5	DIO7	デジタル入出力 7
6	SNCI0	同期入力 0
7	SNCO0	同期出力 0
8	GND	信号グラウンド
9	DIO1	デジタル入出力 1
10	DIO3	デジタル入出力 3
11	DIO4	デジタル入出力 4
12	DIO6	デジタル入出力 6
13	GND	信号グラウンド
14	SYNCI1	同期入力 1
15	SYNCO1	同期出力 1

デジタル入出力

入力 0～0.81V : Low 1.8～5.5V : High

出力 Low : 0.7V以下(10mA) High : 2.5V以上(10mA)

同期入力

0～0.8V : Low 2.0～6.5V : High

同期出力

Low : 0.55V以下(24mA)

High : 2.3V以上(24mA)

ケーブル側コネクタ

Dサブ15ピンオスをご使用下さい。止めネジはインチ(#4-40UNC)です。

3.3 USBコネクタ

付属のUSBケーブルを使用して、ご利用のコンピュータまたはハブに接続してください。
初めて接続される時にはドライバのインストール作業が必要です。ドライバインストール説明書を参照してください。

4. サポートソフト

4.1 ドライバとサンプルプログラム

ドライバおよびサンプルプログラムは弊社Webサイトよりダウンロードしてください。

<https://www.turtle-ind.co.jp>

ダウンロードファイルを解凍すると下記構成のディレクトリにファイルが入っております。
このディレクトリ構成は予告なくソフトウェアのバージョンにより変わる事があります。

		ドライバ、アプリケーション解凍ディレクトリルート
 DRIVER		ドライバフォルダ
 DOC		ドキュメントフォルダ(取扱説明書等)
 DEV		開発フォルダ
 TOOLS		開発用API定義ファイル格納フォルダ
 SampleVB		Visual Basic用サンプルプログラムフォルダ
 SampleCS		Visual C#用サンプルプログラムフォルダ

ディレクトリ名	説明
DRIVER	ドライバファイルが入っています。ドライバのインストールはDOCフォルダ内のドライバのインストール説明書に従ってインストールしてください。
DOC	取扱説明書等が入っています
TOOLS	開発時に必要な各種ファイルの入っているフォルダが入っています
SampleVB	Visual Basicのサンプルプログラムコードが入っています。 サンプルプログラムはVisual Studio 2022で作成されましたので、開発ツールのバージョンによってはそのままコンパイル実行できないコードがあるかもしれません。
SampleCS	Visual C#のサンプルプログラムコード入っています。 サンプルプログラムはVisual Studio 2022で作成されましたので、開発ツールのバージョンによってはそのままコンパイル実行できないコードがあるかもしれません。

5. DAコンバータの機能

本DAコンバータは指定電圧を出力(主に直流電圧)するシングル出力モード、指定波形を繰り返し出力する周期波形モード(主に任意波形発振器)、Pcから受信したデータを一定間隔で出し続けるFIFO出力モード(音声や波形の記録データを再生)に対応しています。

シングル出力モード	周期波形モード	FIFO出力モード
<p>PCからのコマンドで指定電圧を出力します。次にコマンドを受け取るまで指定電圧を出力し続けます。主に直流電圧を出力します。</p>	<p>事前に波形イメージをメモリに書き込み、同一波形を繰り返し出し続けます。任意波形ファンクションジェネレータとなります。</p>	<p>PCから出力データ列を受信すると本体メモリに蓄積して指定周期で順次データを出し続けます。データを送信し続ける事で連続的に任意波形出力できます。</p>

5.1 基本的なドライバの操作手順

ドライバ関数を使用してDAコンバータの基本的な操作手順は以下の通りです。

1. TUSB0416DAM_Connectを実行してデバイスと接続する。
2. ドライバ関数を操作してDAコンバータを使用する。
3. TUSB0416DAM_DisConnectを実行してデバイスとの接続を解除する。

通常、TUSB0416DAM_ConnectとTUSB0416DAM_DisConnectはアプリケーションの開始時と終了時に実行してください。機能を実行する毎にConnectとDisConnectを繰り返す必要はありません。

5.2 シングル出力モードの操作

関連する操作関数

- TUSB0416DAM_DacGr_Set
- TUSB0416DAM_RangeSet
- TUSB0416DAM_RangeSet_R
- TUSB0416DAM_DcValSet
- TUSB0416DAM_DcValSet_R

TUSB0416DAM_DacGr_Setで指定グループをシングル出力モードに設定、TUSB0416DAM_RangeSetで指定チャンネルの出力レンジを設定してください。TUSB0416DAM_DcValSetで指定チャンネルの出力電圧を設定してください。TUSB0416DAM_RangeSet_Rで現在設定されている出力レンジ、TUSB0416DAM_DcValSet_Rを使用して現在出力設定されている値を確認する事が出来ます。シングル出力モードに設定されている間、TUSB0416DAM_RangeSetやTUSB0416DAM_DcValSet関数を使用して何度でも出力レンジや電圧を変更する事が出来ます。

5.3 周期波形モードの操作

関連する操作関数

- TUSB0416DAM_Exs_Sel(外部同期動作時のみ)
- TUSB0416DAM_Clock_Gen
- TUSB0416DAM_DacGr_Set
- TUSB0416DAM_WavImgSet
- TUSB0416DAM_RangeSet
- TUSB0416DAM_RangeSet_R
- TUSB0416DAM_Trigger
- TUSB0416DAM_GateSet
- TUSB0416DAM_GateSet_R

TUSB0416DAM_DacGr_Setで指定グループ(後述)を周期波形モード(トリガ動作またはゲート動作)に設定してください。TUSB0416DAM_Clock_Genで出力クロック周波数、TUSB0416DAM_RangeSetで出力電圧レンジ、TUSB0416DAM_WavImgSetで出力波形イメージを設定します。トリガ動作の場合はTUSB0416DAM_Triggerを使用して、ゲート動作の場合はTUSB0416DAM_GateSetを使用して波形の出力をコントロールします。

5.4 FIFO出力モードの操作

関連する操作関数

- TUSB0416DAM_Exs_Sel(外部同期動作時のみ)
- TUSB0416DAM_Clock_Gen
- TUSB0416DAM_DacGr_Set
- TUSB0416DAM_Fifo_ImgSet
- TUSB0416DAM_Fifo_Clr
- TUSB0416DAM_Fifo_Status
- TUSB0416DAM_RangeSet
- TUSB0416DAM_RangeSet_R
- TUSB0416DAM_Trigger

TUSB0416DAM_DacGr_Setで指定グループ(後述)をFIFO出力モードに設定してください。TUSB0416DAM_Clock_Genで出力クロック周波数、TUSB0416DAM_RangeSetで出力電圧レンジを設定します。TUSB0416DAM_Triggerで出力動作を開始しますが、出力動作中はTUSB0416DAM_Fifo_ImgSetによりFIFOメモリに書かれたデータを出力し続けます。TUSB0416DAM_Fifo_StatusでFIFOメモリに残っているデータ量を確認しながら出力データを書き込み続けて下さい。通常はTUSB0416DAM_Triggerで出力動作を開始する前に開始直後に出力すべきデータ列をFIFOメモリに適当な長さ書き込んでおきます。

FIFO出力はTUSB0416DAM_Triggerで停止できます。

[FIFOモードでの出力速度について]

FIFO出力モードの動作では常にデータを送信しつづける必要があります。データ送信出力が間に合わないとアンダーランが発生します。PCの状況等にもよりますが、2ch同時出力で

1MSPSで出力するとアンダーランが発生します。2ch 500kSPS程度ですと安定して出力しましたが、PC側の動作状態やアプリケーションの処理にもよりますので実機にて充分にご確認下さい。

5.5 デジタルIOの操作

関連する操作関数

- TUSB0416DAM_Dio_Dir
- TUSB0416DAM_Dio_Dir_R
- TUSB0416DAM_Dio_In
- TUSB0416DAM_Dio_Out
- TUSB0416DAM_Dio_Out_R

本装置は8ビットのデジタルIOを備えており、TUSB0416DAM_Dio_Dirによりビット毎に入出力方向を設定できます。TUSB0416DAM_Dio_Outにより出力ビットの状態High(1)、Low(0)を設定し、TUSB0416DAM_Dio_Inにより入力ビットの状態を確認します。電源投入後の入出力方向初期値は全て入力です。全ビット10kオームで3.3Vにプルアップされています。

5.6 グループについて

Ch1とCh2でAグループ、Ch3とCh4でBグループを構成しています。出力モードや出力クロック、トリガ、ゲート信号等は一つのグループ内で共通設定です。例えばCh1とCh2で別々の出力モード、クロックやタイミングで動作させる事は出来ません。

5.7 同期機能

複数のグループや外部機器と同期動作を行う事が出来ます

- グループAとグループBを同時に動作させる
- 本装置を複数台同時に動作させる
- 外部機器の信号に同期して動作させる

を行う事が出来ます。

グループの動作を外部同期するにはTUSB0416DAM_DacGr_Setにてクロックやゲート/トリガ信号を外部に設定します。デジタル入出力の同期入力1に外部からクロック信号を入力し、同期入力0にトリガまたはゲート信号を入力すると出力を開始します。クロックのみまたはゲート/トリガ信号のみを外部に設定する事も可能です。これらの同期動作時に使用するためグループA、グループBとは別にクロックとゲート/トリガ信号の生成回路があります。

TUSB0416DAM_Exs_Selを使用して同期出力0にゲート/トリガ信号、同期出力1にクロックを出力できます。

5.8 出力データと出力電圧の関係

本装置はチャンネル毎に設定可能な5種類の出力レンジを持っており、各レンジにより出力される電圧の範囲が異なります。各レンジにおいて出力0が最も低い電圧、65535が最も高い電圧になります。出力データと電圧の関係は以下の表の通りです。

レンジ	電圧範囲		出力データ(d)と出力電圧[V]		
	最小[V]	最大[V]	0(d)	32768(d)	65535(d)
±10V	-10	+10	-10.0000	0.0000	+9.9997
±5V	-5	+5	-5.0000	0.0000	+4.9998
±2.5V	-2.5	+2.5	-2.50000	0.00000	+2.49992
10V	0	10	0.0000	+5.0000	+9.9998
5V	0	5	0.00000	+2.50000	+4.99992

- 表中の出力電圧は設計上の理想値であり精度を表したものではありません
- 電圧範囲の最大値は出力されません この電圧より各レンジの1LSBだけ低い電圧が最大電圧とされます

5.9 周期波形出力でのトリガとゲートの違い

トリガ動作ではトリガ信号の立下り、信号レベルHigh(1)からLow(0)に下がったタイミングで波形出力を開始または停止(外部同期時には外部から停止は出来ません)します。ゲート動作ではゲート信号レベルがHighの時出力は停止でLowの時波形出力(逆論理にも設定できます)となります。外部同期を使用しない場合はいずれも任意のタイミングで開始および停止できる事には変わりありませんが、動作には以下の違いがあります。

- トリガ動作では1回のトリガで事前に指定した回数だけ波形を出力する事ができます。ゲート動作では出力回数の設定が無いのでゲートが停止状態になるまで波形を出力し続けます。
- ゲート動作では一時停止が可能です。ゲートが停止した時の波形の最終電圧を維持して再度ゲートが波形出力開始した時に一時停止した波形の続きを出す事ができます。トリガではトリガ信号検出で波形イメージメモリの先頭から出力されます。
- 外部トリガの時には外部同期信号で波形出力を停止する事は出来ません。指定回数の出力で自動的に停止するか、TUSB0416DAM_Triggerで停止を指令すれば波形出力が停止されます。

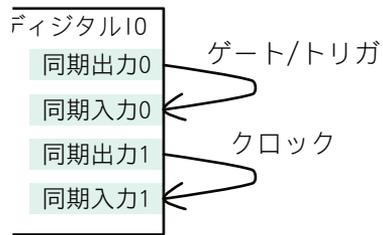
5.10 起動後の初期出力

電源投入後は5V(ユニポーラ)レンジで約0Vが出力されています。ソフトウェアでレンジ設定がされるまでは校正システムが動作せず0Vからは少しずれています。

5.11 同期信号の接続

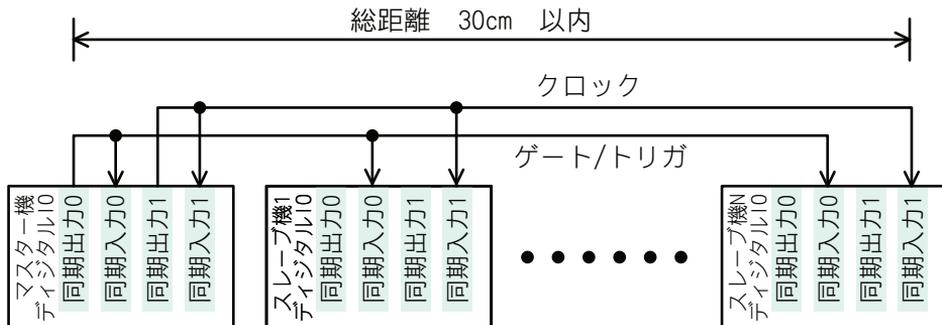
- 1台の中でグループAとグループBを同期使用する方法

デジタルIOの同期出力0と同期入力0、同期出力1と同期入力1を直近で接続してください。



- 複数台同期使用する方法

1台マスター機を決めてマスター機の同期出力からマスター機の同期入力およびスレーブ機の同期入力に信号を接続してください。スレーブ機の接続可能台数の規定はありませんが、接続総距離が30cm程度以内で繋いで下さい。それ以上の距離の場合は接続線や環境により同期信号が乱れて正常に動作しない可能性がありますので、信号波形をご確認の上ご使用下さい。



- 外部機器からの信号供給

同期信号入力はTTL論理レベルです。補足説明の同期信号のタイミングを参照の上接続してください。

5.12 音声出力として

本装置はPCのオーディオ出力用としては設計されておりませんのでコンピュータに接続しただけでは音声出力する事は出来ませんが、FIFO出力機能を利用して音声ファイル等をアナログ出力する事は可能です。

サンプリングレートの設定例(TUSB0416DAM_Clock_Genの設定)

レート[SPS]	DivideN	設定される レート[SPS]	設定誤差[%]
32 k	3124	32 k	0
44.1k	2267	44.092k	-0.019
48 k	2082	48.008k	+0.016
96 k	1041	95.969k	-0.032
192 k	520	191.94 k	-0.032

クロックはPCに対して非同期です。装置内のクロックまたは外部クロック入力からのタイミングのみで出力されます。データ転送が間に合っている限りはUSBの通信状態は出力に影響を与えません。

直流を遮断するフィルタがありませんので低周波側は直流までフラットです。使い方によって直流が出力される可能性があります。接続する機器により問題が無いかご確認下さい。

ノイズレベル(参考値) 0.01mV

±2.5Vレンジ 44.1kSPSで0Vを出力 聴感補正フィルタA

バイスを開放してください。デバイスを一つのアプリケーションで実行する場合にはアプリケーションの初めにConnectし、アプリケーションの終了時にDisconnectします。

- 一つのTUSB-0416DAMデバイスを2つのアプリケーションで同時にオープンする事は出来ません。一つのアプリケーションでのConnect～Disconnectの間は他のアプリケーションで同じデバイスを操作する事はできません。

6.3 関数説明

各関数(プロシージャ)のもつ機能の詳細を説明します。

- 関数の引数で指定するSerialNumber(シリアル番号)文字列
ADコンバータの4桁のシリアル番号を指定してください。先頭のゼロは省略せずに4桁全て指定してください。例えばシリアル番号 0123 の場合、“123”ではなく“0123”という文字列で指定してください。

TUSB0416DAM_Connect

C宣言

```
unsigned long TUSB0416DAM_Connect(const char*
SerialNumber)
```

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

指定シリアル番号のDAコンバータに接続して操作できるようにします。
DAコンバータのドライバ関数を使用する前に呼び出さなければなりません。アプリケーション開始時に実行してください。切断関数TUSB0224ADM_DisConnectが実行されるまで接続状態を維持します。

引数

SerialNumber

使用するDAコンバータのシリアル番号文字列

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_DisConnect

C宣言	<code>unsigned long TUSB0416DAM_DisConnect(const char* SerialNumber)</code>
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

指定シリアル番号のDAコンバータとの接続を解除します。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
---------------------	-----------------------

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Dio_Dir

C宣言	<code>unsigned long TUSB0416DAM_Dio_Dir(const char* SerialNumber, unsigned char DirData)</code>
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

デジタル入出力8ビットの入出力方向を設定します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
DirData	入出力方向設定値 この引数の8ビット値の各ビットが入出力の8ビットに対応します。 0のビットが入力、1のビットが出力になります。DirDataの最下位ビットがDIO0に対応し、順に並び最上位ビットがDIO7に対応しています。例えばDIO1だけ出力で他は入力とする場合にはこの引数に02(HEX)を設定します。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Dio_Dir_R

C宣言	<code>unsigned long TUSB0416DAM_Dio_Dir_R(const char* SerialNumber, unsigned char* DirData)</code>
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

デジタル入出力8ビットの入出力方向の設定値を読み出します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
DirData	設定値を格納する格納先変数への参照(アドレス、ポインタ) 格納されるデータ形式はTUSB0416DAM_Dir_DirのDirDataと同一です。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Dio_In

C宣言	<code>unsigned long TUSB0416DAM_Dio_In(const char* SerialNumber, unsigned char* InData)</code>
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

デジタル入出力8ビットのピンの状態を読み出します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
InData	入力ピン状態を表す値を格納する格納先変数への参照(アドレス、ポインタ) 各桁ビット0が入力Low、ビット1が入力Higを表します。InDataの最下位ビットがDIO0に対応し、順に並び最上位ビットがDIO7に対応しています。例えば02(HEX)が取得された場合は、DIO1のみがHighで他のビットはLowです。この値は入出力方向設定に関係なくICピンの状態を反映します。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Dio_Out

C宣言	<code>unsigned long TUSB0416DAM_Dio_Out(const char* SerialNumber, unsigned char OutData)</code>
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

デジタル入出力8ビットの出力ピンの状態を設定します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
OutData	出力設定値 この引数の8ビット値の各ビットが出力の8ビットに対応します。各桁ビット0が出力Low、ビット1が出力Higを表します。OutDataの最下位ビットがDIO0に対応し、順に並び最上位ビットがDIO7に対応しています。例えばDIO1だけHigh出力で他はLow出力とする場合にはこの引数に02(HEX)を設定します。入力に設定されているビットには本設定は効果がありませんが、入力ピンであっても設定値はレジスタに保持されますので出力ピンに設定すると即座に出力に反映します。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Dio_Out_R

C宣言	<code>unsigned long TUSB0416DAM_Dio_Out_R(const char* SerialNumber, unsigned char *OutData)</code>
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

デジタル入出力8ビットの出力設定レジスタの状態を設定します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
OutData	出力ピンの設定レジスタの状態を表す値を格納する格納先変数への参照(アドレス、ポインタ) 格納されるデータ形式はTUSB0416DAM_Dio_OutのOutDataと同一です。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Exs_Sel

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_Exs_Sel(const char* SerialNumber, unsigned char OutSel0, unsigned char OutSel1)
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

デジタル入出力の同期出力機能を設定します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
OutSel0	同期出力0選択 0 : Highレベル(起動後初期値) 1 : Lowレベル 2 : ゲート/トリガ信号 3 : グループA周期波形同期出力 4 : グループB周期波形同期出力
OutSel1	同期出力1選択 0 : Highレベル(起動後初期値) 1 : Lowレベル 2 : クロック信号 3 : グループA周期波形同期出力 4 : グループB周期波形同期出力

- 複数グループ、複数台同期動作時のゲート/トリガコントロールにはOutSel0は2を選択してください。
- 複数グループ、複数台同期動作時のクロック出力にはOutSel1は2を選択してください。
- 周期波形同期出力は周期波形モード(トリガ/ゲート)において波形メモリの先頭データを出力するタイミングでパルスを出力する機能です。他の機器で周期出力波形に同期したい場合等にご利用ください。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Clock_Gen

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_Clock_Gen(const char* SerialNumber, unsigned char Msel, unsigned int DivideN)
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

周期波形モード、FIFO出力モード時の出力更新用クロック生成器の設定をします

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	設定モジュールの指定 0 : グループA 1 : グループB 2 : 同期出力用
DivideN	分周器設定値 99~4294967295 (2の32乗マイナス1)

周波数は1MHz以下となる様に設定してください

$$\text{周波数} = \frac{1 \times 10^8}{\text{DivideN} + 1} \text{ [Hz]}$$

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_DacGrSet

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_DacGrSet(const char* SerialNumber, unsigned char Msel, stSettings *Damset)
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

指定グループの動作モードおよび関連設定をします

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	設定モジュールの指定 0 : グループA 1 : グループB
DamSet	DAコンバータ動作モード設定構造体への参照(アドレス、ポインタ) 動作モード設定構造体の説明を参照してください。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_DacGrSet_R

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_DacGrSet_R(const char* SerialNumber, unsigned char Msel, stSettings *Damset)
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

指定グループに設定されている動作モードおよび関連設定を読み出します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	設定モジュールの指定 0 : グループA 1 : グループB
DamSet	DAコンバータ動作モード設定構造体への参照(アドレス、ポインタ) 動作モード設定構造体の説明を参照してください。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_WavImgSet

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_WavImgSet(const char* SerialNumber, unsigned char Msel, unsigned short *WImage1, unsigned short *Wimage2, unsigned int Len)
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

周期波形モード(またはFIFO出力モード)時に波形イメージを書き込みます

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	設定モジュールの指定 0 : グループA 1 : グループB
WImage1	波形メモリへ書き込む波形データを格納した配列の先頭アドレス(ポインタ) グループAの時Ch1、グループBの時Ch3
WImage2	波形メモリへ書き込む波形データを格納した配列の先頭アドレス(ポインタ) グループAの時Ch2、グループBの時Ch4
Len	波形配列のデータ個数 1~262144 周期波形出力モードでは出力波形の1周期のデータ個数になります。FIFOモードではFIFO出力メモリへ追加するデータ数です。

周期波形出力モードとFIFO出力モードでは波形メモリを共用しています。周期波形出力モードへのモード切り替えを行った時はこのAPI関数でメモリのデータを書き換えてから波形出力を開始してください。FIFO出力モードへのモード切替を行った時にはFIFOメモリをクリアしてからこのAPI関数またはTUSB0416DAM_Fifo_ImgSetで波形を書き込んで下さい。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Fifo_ImgSet

C宣言	<pre>unsigned long TUSB0416DAM_Fifo_ImgSet(const char* SerialNumber, unsigned char Ch, unsigned short *WImage, unsigned int Len)</pre>
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

FIFO出力モード時に波形イメージを書き込みます。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Ch	イメージ書き込みチャンネルの指定 0 : Ch1 1 : Ch2 2 : Ch3 3 : Ch4
WImage	波形メモリへ書き込む波形データを格納した配列の先頭アドレス(ポインタ)
Len	波形配列のデータ個数 1~262144 周期波形出力モードでは出力波形の1周期のデータ個数になります。FIFOモードではFIFO出力メモリへ追加するデータ数です。

周期波形出力モードとFIFO出力モードでは波形メモリを共用しています。FIFO出力モードへのモード切替を行った時にはFIFOメモリをクリアしてからこのAPI関数またはTUSB0416DAM_Fifo_ImgSetで波形を書き込んで下さい。周期波形出力モードではこのAPI関数では正常にイメージメモリに書き込む事が出来ないので使用しないで下さい。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Fifo_Clr

C宣言

```
unsigned long TUSB0416DAM_Fifo_ImgSet(const char*
SerialNumber, unsigned char Ch )
```

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

FIFO出力モード時に波形イメージをクリアします。FIFO出力モードに切り替えた後や停止後に再度初めから新たな波形で開始する時に実行してください。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Ch	イメージをクリアするチャンネルの指定 0 : Ch1 1 : Ch2 2 : Ch3 3 : Ch4

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Fifo_Status

C宣言	<pre>unsigned long TUSB0416DAM_Fifo_ImgSet(const char* SerialNumber, unsigned char *Over, unsigned char *Under, unsigned int *DataLen)</pre>
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

FIFO出力モード時に波形イメージFIFOメモリの状態を確認します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Over	<p>バッファオーバーラン発生フラグを格納する配列の先頭アドレス (ポインタ)</p> <p>イメージメモリが埋まっている状態でさらにイメージデータを書き込もうとするとオーバーランが発生します。通常は0が格納され、オーバーランが発生すると1になります。このAPIにより読み込まれるとフラグはクリアされます。</p> <p>Over[0]: ch1フラグ Over[1]: ch2フラグ Over[2]: ch3フラグ Over[3]: ch4フラグ</p>
Under	<p>バッファアンダーラン発生フラグを格納する配列の先頭アドレス (ポインタ)</p> <p>FIFO出力中にイメージメモリにデータが無くなり出力が出来なくなるとアンダーランが発生します。通常は0が格納され、アンダーランが発生すると1になります。このAPIにより読み込まれるとフラグはクリアされます。</p> <p>Under[0]: ch1フラグ Under[1]: ch2フラグ Under[2]: ch3フラグ Under[3]: ch4フラグ</p>
DataLen	<p>イメージメモリ残データ個数を格納する配列の先頭アドレス (ポインタ)</p> <p>書き込まれたイメージメモリでまだ出力されずにメモリ内に存在するデータの個数です。FIFO出力モードで出力中はこの値が0にならない様に常にイメージデータを送信し続ける事が必要です。</p> <p>DataLen[0]: ch1データ個数 DataLen[1]: ch2データ個数 DataLen[2]: ch3データ個数 DataLen[3]: ch4データ個数</p>

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Trigger

C宣言	<pre>unsigned long TUSB0416DAM_Trigger(const char* SerialNumber, unsigned char Msel, unsigned char Ssel)</pre>
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

周期波形出力モード(トリガ)、FIFO出力モード時に波形出力の開始または停止を実行します。波形出力停止時にSSelに1を設定して実行すると波形出力が開始されます。波形の出力を停止したい時はSSelに0を設定してください。同期出力コントロールには停止パルスがありませんのでSSelの値は無効です。同期開始した場合でも停止する場合は停止するグループを指定して停止してください。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	設定モジュールの指定 0 : グループA 1 : グループB 2 : 同期出力用
Ssel	開始トリガまたは停止トリガの選択 0 : 停止トリガ 1 : 開始トリガ Msel = 2の時はこの値は無効、開始しか実行できません

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_Trigger_Stat

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_Trigger(const char* SerialNumber, unsigned char Msel, unsigned char *Stat)
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

周期波形出力モード(トリガ)、FIFO出力モード時に波形が出力中であるか確認します。開始トリガでステータスは出力中になり、指定回数の出力完了または停止トリガで出力停止中になります。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	設定モジュールの指定 0 : グループA 1 : グループB
Stat	ステータス格納先変数への参照(アドレス、ポインタ) 0 : 出力停止中 1 : 出力中

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_GateSet

C宣言	<code>unsigned long TUSB0416DAM_GateSet(const char* SerialNumber, unsigned char Msel, unsigned char GateEn)</code>
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

周期波形出力モード(ゲート)時に波形出力の開始または停止を指定します。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	設定モジュールの指定 0 : グループA 1 : グループB 2 : 同期出力用
GateEn	開始または停止の選択 0 : 出力停止 1 : 出力開始

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_GateSet_R

C宣言	<pre>unsigned long TUSB0416DAM_GateSet_R(const char *SerialNumber, unsigned char Msel, unsigned char *GateEn)</pre>
-----	--

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

ゲート信号の状態を表します。グループAおよびグループBの時はTUSB0416DAM_GateSetの設定ではなく実際に選択されているゲート信号の状態を表します。外部ゲートの時は外部ゲートがHigh(ゲート反転の時はLow)の時にGateEnが1となります。モードがゲート以外の時は無効です。

同期出力モジュールの場合はTUSB0416DAM_GateSetの設定値がそのまま返ります。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Msel	読み出すモジュールの指定 0: グループA 1: グループB 2: 同期出力用
GateEn	ゲートの状態を格納する変数への参照(アドレス、ポインタ) 格納される値はTUSB0416DAM_GateSetのGateEnと同一です。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_RangeSet

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_RangeSet(const char *SerialNumber, unsigned char Ch, unsigned char Range)
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

指定チャンネルの出力レンジを設定します。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Ch	レンジ設定チャンネルの指定 0 : Ch1 1 : Ch2 2 : Ch3 3 : Ch4
Range	レンジ指定値 0 : ±10Vレンジ 1 : ±5Vレンジ 2 : ±2.5Vレンジ 3 : 0~10Vレンジ 4 : 0~5Vレンジ

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_RangeSet_R

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_RangeSet_R(const char *SerialNumber, unsigned char Ch, unsigned char Range)
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

指定チャンネルの出力レンジ設定を読み出します

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Ch	読み出すチャンネルの指定 0 : Ch1 1 : Ch2 2 : Ch3 3 : Ch4
Range	レンジ設定値を格納する変数への参照(アドレス、ポインタ) 格納される値はTUSB0416DAM_RangeSetのRangeと同一です。

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_DacValSet

C宣言

```
unsigned long TUSB0416DAM_DacValSet(const char
*SerialNumber, unsigned char Ch, unsigned short NVal)
```

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

シングル出力モード時に指定チャンネルの出力レベル(電圧)を設定します。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Ch	出力値設定チャンネルの指定 0 : Ch1 1 : Ch2 2 : Ch3 3 : Ch4
NVal	出力する値

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

TUSB0416DAM_DacValSet_R

C宣言	unsigned long TUSB0416DAM_DacValSet(const char *SerialNumber, unsigned char Ch, unsigned short *NVal)
-----	---

各言語での呼び出し宣言については付属のライブラリファイルを参照してください

解説

シングル出力モード時に指定チャンネルに設定されている出力レベル(電圧)を読み出します。

引数

SerialNumber	使用するDAコンバータのシリアル番号文字列
Ch	読み出しチャンネルの指定 0 : Ch1 1 : Ch2 2 : Ch3 3 : Ch4
NVal	読み出した値を格納する変数への参照(アドレス、ポインタ)

戻り値

エラーコード(エラーコード表参照)

6.4 動作モード設定構造体

動作モード設定実行時に動作条件を設定する構造体です。構造体の宣言はヘッダやライブラリにあります。構造体メンバの説明をします。

Mode	Ch設定する動作モードの選択 0: シングル出力モード 1: 周期波形出力モード ゲート動作 2: 周期波形出力モード トリガ動作 3: FIFO出力モード
ClkSel	周期波形およびFIFO出力モードの時のクロックソース選択 0: 内部クロック 1: 外部(同期入力1) Low、High区間供100ns以上
GTSe1	周期波形およびFIFO出力モードの時のゲートまたはトリガクロックソース選択 0: 内部信号 1: 外部(同期入力0) Low、High区間供100ns以上
ExGtInv	周期波形ゲート動作時の外部ゲート信号論理反転 0: 反転しない(外部入力0がLowの時波形出力) 1: 反転する(外部入力0がHighの時波形出力)
Rstc	ゲート再開時波形位置リセット選択 0: リセットする 1: リセットしない ゲート信号が一度ディセーブル(波形停止)した後、再度イネーブル(波形出力)になった時に前の波形の停止した位置から出力をする(1を設定)か、波形メモリの先頭から出力(0を設定)するかの選択です。
Option	予約機能 0を設定してください。
Fstat(要素2個の配列)	波形停止時出力選択 0: 出力波形の停止時レベル 1: 指定停止出力レベル 周期波形およびFIFO出力モードで波形を停止(ゲートがディセーブルになった、停止トリガが発行された、トリガ出力で指定回数波形出力を完了した)時に波形メモリの最終値を出し続ける(0を選択)か、指定の出力値にする(1を選択)かを選びます。 Fstat[0]: ch1またはch3 Fstat[1]: ch2またはch4 (注) トリガ出力で指定回数の波形を出力している時、最後の波形データを出力した後1クロック後に指定停止出力レベルが出力されます。ゲート信号の停止または停止トリガにより停止した場合は停止信号を受け付けた後次のクロックタイミングで指定停止出力レベルが出力されます。波形出力中にモードが変更された場合(例えばゲート出力からトリガ出力に変更)波形は中断された時のレベルが維持され指定停止出力レベルは出力されません。

FVal (要素2個の配列)	波形停止時指定レベル 0~65535 Fstatの設定値が1の時の指定レベル FVal[0]: ch1またはch3 FVal[1]: ch2またはch4
RepCyc	周期波形出力でトリガ動作の時の1トリガで出力する波形の回数 0~65535 0を設定すると制限なく出し続けます。停止トリガで停止できます。

6.5 戻り値(エラーコード)

各機能関数(プロシージャ)から戻る処理結果コード値表です

戻り値	結果
0	正常終了
1	引数エラー
2	デバイスが接続されていない
3	予約
4	指定のデバイスが見つからない
5	USB通信エラー
6	デバイスは既に接続されている

7. その他動作の補足

7.1 PCスリープについて

PCをスリープ状態にするとDA変換コントロール回路への電源供給が止まります。スリープから回復した後は電源起動した後と同じ状態になります。

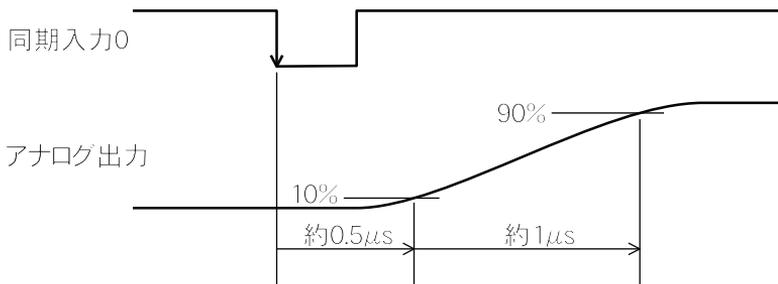
7.2 FIFOオーバーラン、アンダーランの時の動作

FIFOデータの空容量より多いデータを書き込むとFIFOバッファオーバーランが発生します。書き込めなかったデータは捨てられて書き込んだ分のデータだけが出力されます。オーバーランの発生はTUSB0416DAM_Fifo_Statusで確認できます。

FIFO出力中にFIFOメモリ内の残データが無くなりFIFO出力に失敗するとFIFOバッファアンダーランが発生します。データは更新されません。新たなデータが書き込まれるまで最後に出力されたレベルが出続けます。アンダーランの発生はTUSB0416DAM_Fifo_Statusで確認できます。

7.3 同期入力と出力タイミング

クロック選択を同期入力0(CLK)としている時、外部入力の立下りに同期してDAコンバータからデータが出力されます。外部入力の立下りから約500ns程度後から出力が変化し始め変化量の10%から90%までおおよそ1 μ 秒程度かかります。(セトリングタイム)

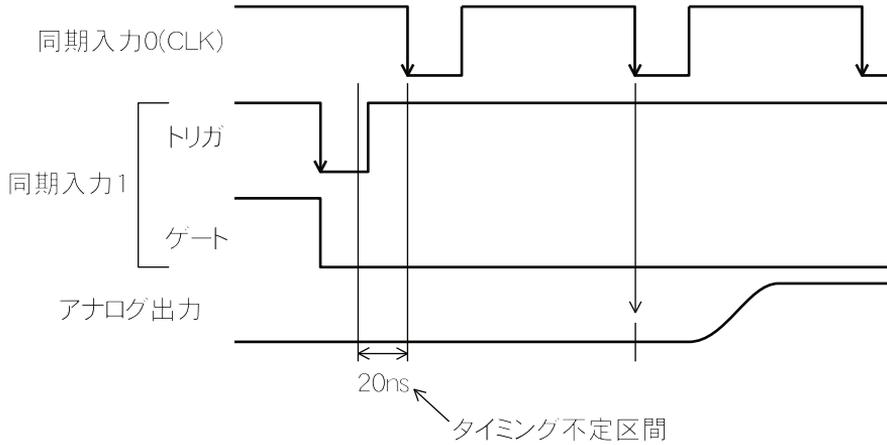


7.4 トリガ、ゲート信号と出力タイミング

○ 同期入力0と同期入力1併用で動作させている時

同期入力1のトリガおよびゲート信号の出力開始条件が発生してから同期入力0の2クロック後に出力が開始されます。ただし、同期入力0のクロックの立下り前20ns以内にトリガおよびゲート変化を発生させるとタイミング不定となり2クロックまたは3クロック後に出力開始されます。複数グループを同時に開始するためにはトリガおよびゲートの開始をこの20ns(タイミング不定区間)で発生させないようにしてください。

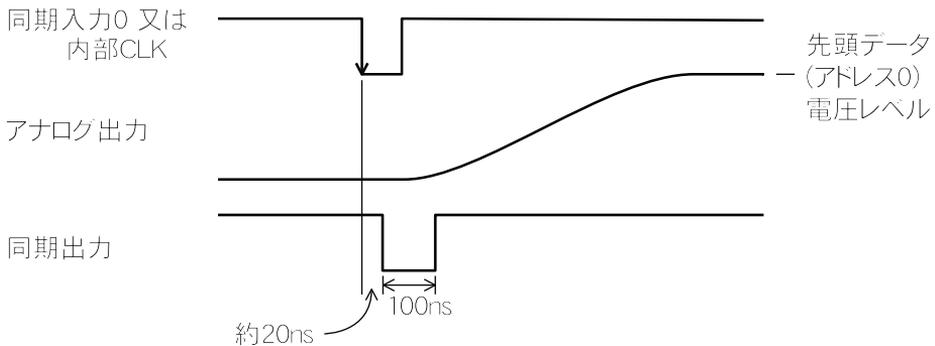
- 装置内蔵の外部同期タイマ、トリガ、ゲート信号発生器はタイミング不定区間に開始しない様に出力信号をコントロールしています。
- ゲート入力により停止タイミングも同様です。停止条件成立後1クロックは出力動作が継続され、2クロック後に停止です。



○ 内部クロックと同期入力1で動作させている時
 クロックと開始信号(同期入力1)は同期していないため開始タイミングは曖昧になります。トリガ、ゲート開始条件からおおよそ1クロック周期～2クロック周期で出力が開始されます。ゲート入力の停止時も同様に1クロックから2クロック周期後に停止されます。

7.5 同期出力のタイミング

グループAおよびグループB周期波形同期出力(周期波形の先頭データ出力時にパルスを出す機能)は周期波形メモリのアドレス0のデータをセットする時に100ns幅のパルスを出力します。



8. 仕様

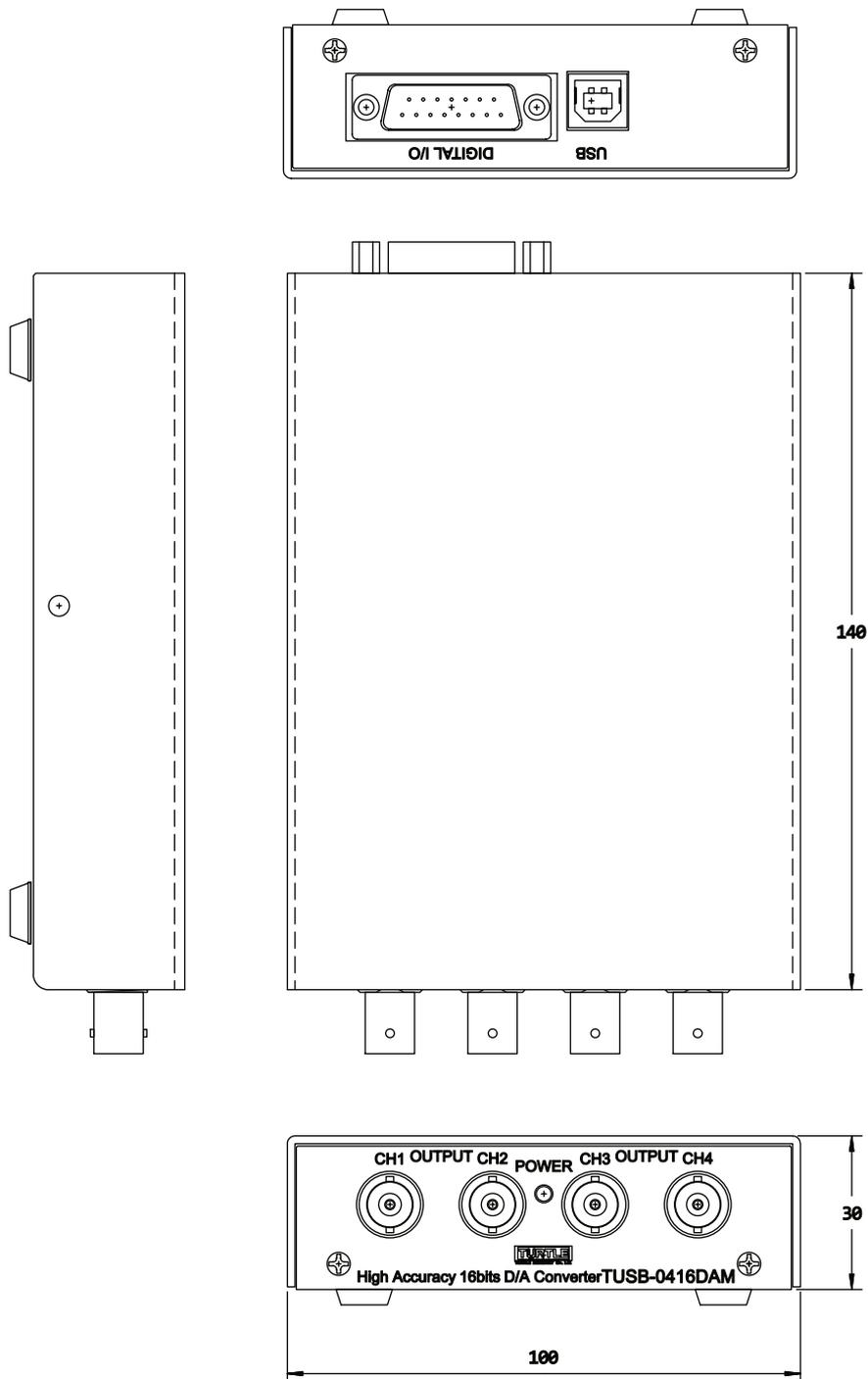
8.1 仕様概要

出力チャンネル数	4ch(2ch×2グループ)
量子化分解能	16ビット
非直線性	2LSB以内
雑音	約0.2mV(±10レンジ) 約0.15mV (±5V/10Vレンジ) 約0.1mV(その他レンジ)
オフセット温度ドリフト ※2	バイポーラレンジ(±10V/±5V/±2.5V) 2LSB/°C ユニポーラレンジ(+10V/+5V) 0.15LSB/°C
最大出力電圧	±10V
出力レンジ	±10V,±5V,±2.5V,0~10V,0~5V
出力抵抗	約50Ω
出力電流	各チャンネル最大±10mA
変換レート	最速1MSPS
クロックモジュール数	3個(2グループ+1外部同期補助用)
クロック設定周期	最速1μs (設定分解能10ns)
メモリ容量	256kワード×4ch
同期機能	複数台同期機能あり
デジタル入出力	8ビット(ビット毎入出力可変)
同期入出力	入力2ビット/出力2ビット
使用温度範囲	5°C~10°C
電源電圧	5V(USBから供給)
電源電流	最大500mA
コンピュータIF	USB-B
外形寸法	30H×100W×140D mm(突起部含まず)
質量	約370g(本体のみ)

“約”と書かれている数値は製造時検査対象外で試験試作器の実測値

※1 製造時検査対象外で部品の特性から想定される計算値

8.2 寸法



9. お問い合わせ

動作上の問題および不明な点などご使用中のお問い合わせは下記までお願いします。確認の上、ご連絡いたします。弊社Webサイトのお問い合わせフォームをご利用下さい。ご質問の際には動作環境や不具合状況などできるだけ詳細な情報をお送りください。

- ご使用のコンピュータの機種
- ご使用のOS(Pro/Home の違いやビット数なども)
- メモリの容量
- 本製品以外で使用されているUSB機器
- 回答ご連絡先

株式会社タートル工業 サービス係

〒300-0842 茨城県土浦市西根南1-12-4
FAX 029-843-2024

<https://www.turtle-ind.co.jp/>

support@turtle-ind.co.jp

TUSB-0416DAM 取扱説明書 v1a

2024年 8月 5日 発行

発行所 株式会社 タートル工業
〒300-0842 茨城県土浦市西根南1-12-4
<https://www.turtle-ind.co.jp>

本書を無断で複写・複製するを禁じます。

©2024 Turtle Industry Co.,Ltd.