本ドキュメントは Cypress (サイプレス) 製品に関する情報が記載されております。本ドキュメントには、「MB」から始まるシリーズ名，品名およびオーダ型格が記載されておりますが、これらはすべて「CY」から始まるシリーズ名，品名およびオーダ型格として、新規および既存のお客様に引き続き提供してまいります。

オーダ型格の調べ方について

1. www.cypress.com/pcnにアクセスしてください。
2. SEARCH PCNS フィールドに、オーダ型格などのキーワードを入力し、「Apply」をクリックしてください。
3. 該当するタイトル(Title)をクリックしてください。
4. 「Affected Parts List」ファイルを開いてください。
   当該ファイルに記載されている各種変更情報をご利用ください。

詳しいお問い合わせ先

Cypress 製品およびそのソリューションの詳細につきましては、お近くの営業所へお問い合わせください。

サイプレスについて

サイプレスは、世界で最も革新的な車載や産業機器、スマート家電、民生機器および医療機器製品向けに、最先端の組み込みシステム ソリューションを提供するリーディング カンパニーです。サイプレスのマイクロコントローラーや、アナログ IC、ワイヤレスおよび USB ベースのコネクティビティ ソリューション、高い信頼性と高性能を提供するメモリ製品は、各種機器メーカーの差異化製品の開発と早期市場参入を支援します。サイプレスは、ベストクラスのサポートと開発リソースをグローバルに提供することで、彼らが従来市場を破壊しまったく新しい製品カテゴリを歴史的なスピードで市場投入できるよう支援します。詳細はサイプレスのウェブサイト (japan.cypress.com) をご覧ください。

AN204383

FM3 Microcontroller PWM を使用した音声出力方法

関連製品ファミリ: セクション 2 を参照

このアプリケーションノートは、Cypress 製マイコン FM3 ファミリを対象とし、PWM による音声出力を検討されている方を対象としています。

Contents

1 はじめに 1
2 対象製品 1
3 PWM 音声出力の使用例 4
4 原理 4
5 動作確認条件 7
6 サンプルプログラム説明 7
7 参考ドキュメント 8
8 改訂履歴 9
セールス, ソリューションおよび法律情報 10

1 はじめに

このアプリケーションノートは、Cypress 製マイコン FM3 ファミリを対象とし、PWM による音声出力を検討されている方を対象としています。

2 対象製品

本アプリケーションノートに記載されている内容の対象製品は、下記の通りです。

(TYPE0)

シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9B500A	MB9BF504NA,MB9BF505NA,MB9BF506NA, MB9BF504RA,MB9BF505RA,MB9BF506RA
MB9B500B	MB9BF504NB,MB9BF505NB,MB9BF506NB, MB9BF504RB,MB9BF505RB,MB9BF506RB
MB9B400A	MB9BF404NA,MB9BF405NA,MB9BF406NA, MB9BF404RA,MB9BF405RA,MB9BF406RA
MB9B300A	MB9BF304NA,MB9BF305NA,MB9BF306NA, MB9BF304RA,MB9BF305RA,MB9BF306RA
MB9B300B	MB9BF304NB,MB9BF305NB,MB9BF306NB, MB9BF304RB,MB9BF305RB,MB9BF306RB
MB9B100A	MB9BF102NA,MB9BF104NA,MB9BF105NA,MB9BF106NA, MB9BF102RA,MB9BF104RA,MB9BF105RA,MB9BF106RA

(TYPE1)

シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9A310	MB9AF311L,MB9AF312L,MB9AF314L, MB9AF311M,MB9AF312M,MB9AF314M,MB9AF315M,MB9AF316M, MB9AF311N,MB9AF312N,MB9AF314N,MB9AF315N,MB9AF316N
MB9A310A	MB9AF311LA,MB9AF312LA,MB9AF314LA,MB9AF311MA, MB9AF312MA,MB9AF314MA,MB9AF315MA,MB9AF316MA, MB9AF311NA,MB9AF312NA,MB9AF314NA,MB9AF315NA,MB9AF316NA
MB9A110	MB9AF111L,MB9AF112L,MB9AF114L, MB9AF111M,MB9AF112M,MB9AF114M,MB9AF115M,MB9AF116M, MB9AF111N,MB9AF112N,MB9AF114N,MB9AF115N,MB9AF116N
MB9A110A	MB9AF111LA,MB9AF112LA,MB9AF114LA,MB9AF111MA,MB9AF112MA, MB9AF114MA,MB9AF115MA,MB9AF116MA,MB9AF111NA,MB9AF112NA, MB9AF114NA, MB9AF115NA, MB9AF116NA

(TYPE2)

シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9BD10T	MB9BFD16S,MB9BFD17S,MB9BFD18S, MB9BFD16T,MB9BFD17T,MB9BFD18T
MB9B610T	MB9BF616S,MB9BF617S,MB9BF618S, MB9BF616T,MB9BF617T,MB9BF618T
MB9B510T	MB9BF516S, MB9BF517S ,MB9BF518S, MB9BF516T,MB9BF517T,MB9BF518T
MB9B410T	MB9BF416S,MB9BF417S,MB9BF418S, MB9BF416T,MB9BF417T,MB9BF418T
MB9B310T	MB9BF316S,MB9BF317S,MB9BF318S, MB9BF316T,MB9BF317T,MB9BF318T
MB9B210T	MB9BF216S,MB9BF217S,MB9BF218S, MB9BF216T,MB9BF217T,MB9BF218T
MB9B110T	MB9BF116S,MB9BF117S,MB9BF118S, MB9BF116T,MB9BF117T,MB9BF118T

(TYPE3)

シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9A130L	MB9AF131K,MB9AF132K, MB9AF131L,MB9AF132L
MB9A130LA	MB9AF131KA,MB9AF132KA, MB9AF131LA,MB9AF132LA

(TYPE4)

シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9B510R	MB9BF512N,MB9BF514N,MB9BF515N,MB9BF516N, MB9BF512R,MB9BF514R,MB9BF515R,MB9BF516R
MB9B410R	MB9BF412N,MB9BF414N,MB9BF415N,MB9BF416N, MB9BF412R,MB9BF414R,MB9BF415R,MB9BF416R
MB9B310R	MB9BF312N,MB9BF314N,MB9BF315N,MB9BF316N, MB9BF312R,MB9BF314R,MB9BF315R,MB9BF316R
MB9B110R	MB9BF112N,MB9BF114N,MB9BF115N,MB9BF116N, MB9BF112R,MB9BF114R,MB9BF115R,MB9BF116R

(TYPE5)

シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9A310K	MB9AF311K,MB9AF312K
MB9A110K	MB9AF111K,MB9AF112K

(TYPE6)

シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9AB40N	MB9AFB41L,MB9AFB42L,MB9AFB44L,MB9AFB41M,MB9AFB42M, MB9AFB44M,MB9AFB41N,MB9AFB42N,MB9AFB44N
MB9AB40NA	MB9AFB41LA,MB9AFB42LA,MB9AFB44LA,MB9AFB41MA,MB9AFB42MA, MB9AFB44MA,MB9AFB41NA,MB9AFB42NA,MB9AFB44NA
MB9AA40N	MB9AFA41L,MB9AFA42L,MB9AFA44L,MB9AFA41M,MB9AFA42M, MB9AFA44M,MB9AFA41N,MB9AFA42N,MB9AFA44N
MB9AA40NA	MB9AFA41LA,MB9AFA42LA,MB9AFA44LA,MB9AFA41MA,MB9AFA42MA, MB9AFA44MA,MB9AFA41NA,MB9AFA42NA,MB9AFA44NA
MB9A340N	MB9AF341L,MB9AF342L,MB9AF344L,MB9AF341M,MB9AF342M, MB9AF344M,MB9AF341N,MB9AF342N,MB9AF344N
MB9A340NA	MB9AF341LA,MB9AF342LA,MB9AF344LA,MB9AF341MA,MB9AF342MA, MB9AF344MA,MB9AF341NA,MB9AF342NA,MB9AF344NA
MB9A140N	MB9AF141L,MB9AF142L,MB9AF144L,MB9AF141M,MB9AF142M, MB9AF144M,MB9AF141N,MB9AF142N,MB9AF144N
MB9A140NA	MB9AF141LA,MB9AF142LA,MB9AF144LA,MB9AF141MA,MB9AF142MA, MB9AF144MA,MB9AF141NA,MB9AF142NA,MB9AF144NA

(TYPE7)

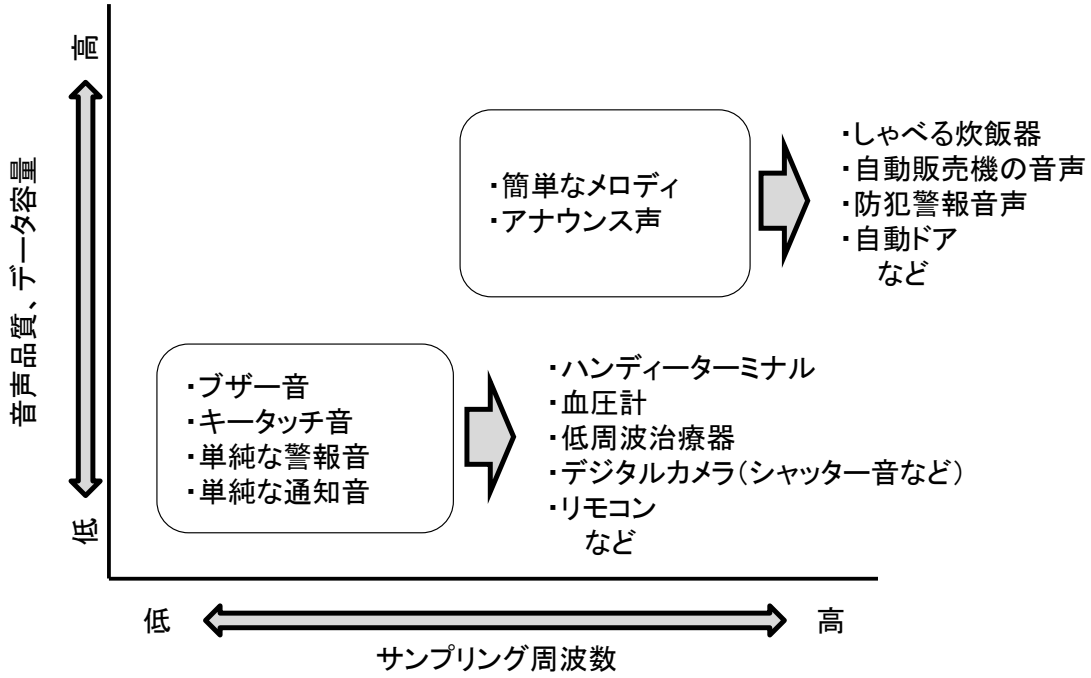
シリーズ名	品種型格 (パッケージサフィックスは除く)
MB9AA30N	MB9AFA31L,MB9AFA32L,MB9AFA31M,MB9AFA32M, MB9AFA31N,MB9AFA32N
MB9A130N	MB9AF131M,MB9AF132M,MB9AF131N,MB9AF132N

3 PWM 音声出力の使用例

PWM 音声出力は、PWM を制御するクロック周波数により、出力できる音声内容が異なります。

クロック周波数と音声品質および使用例の関係を図 1 に示します。

図 1. サンプリング周波数と音声品質、データ容量および使用例



4 原理

PCM データを PWM で出力し音声を出力する原理を説明します。

WAV ファイルなどに含まれる PCM データは、8bit や 16bit などの数値により表現されています。

また、これらの数値は音声データをサンプリングして生成されており、このサンプリングを行っている頻度はサンプリング周波数と呼ばれています。

例えば、アナログの音声データを 1 秒間に 8,000 回サンプリングしていれば、サンプリング周波数は 8kHz となります。

PCM データを PWM 出力するためには、PCM データの bit 数およびサンプリング周波数を基に PWM の設定を行います。

WAV ファイルなどの音声ファイルは、①データの情報が記載されている部分と、②実際のデータの部分で構成されていますので、bit 数やサンプリング周波数については①を、データ自体については②を参照します。

例えば、PCM データが、

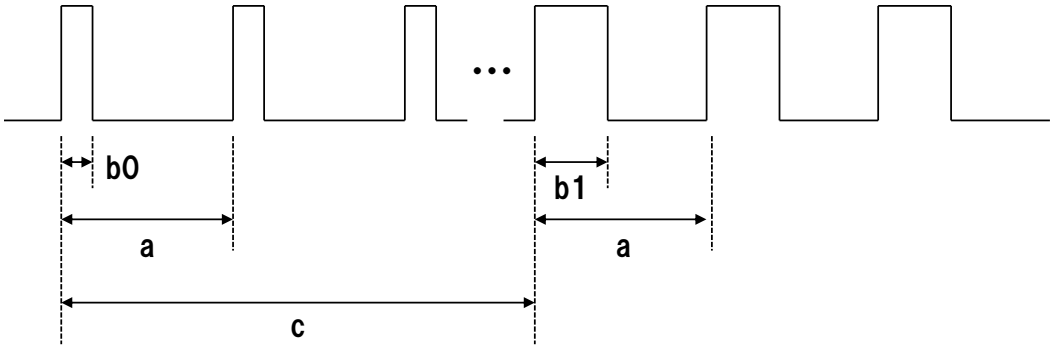
- サンプリング周波数　：8kHz
- データ bit 数　：8bit
- データ　：0x12，0x34，・・・・・

とすると、次のように PWM の設定値を求めます。

■ PWM 設定値の求め方

各設定値を図 2 のように a，b，c とします。

図 2. PWM の各設定値



a：PWM 周期

b：PWM デューティー

c：各データを出力する期間

a は PWM の周期で、小さくすればするほど音質が良化します。基準の一例として、後述する c の 1/16 以下に設定します。

サンプリング周波数が 8kHz の場合、

$a = (1/8k)/16 = 7.81 \times 10^{-6}$

となります。

また、FM3 の PWM 周期レジスタ (PCSR) に設定する値 m は、PWM の周期 a との関係が次の式 (詳細は FM3 ペリフェラルマニュアルをご参照ください)、

$a = T(m+1)ms$

T：カウントクロック周期

(= 周辺クロック APB1 の逆数．表 1 の周辺動作周波数の逆数)

m：PWM 周期レジスタ(PCSR)値

で与えられるため、

$m = (a / T) - 1$

となります。

b は PWM のデューティーです。次式で求めて設定します。

$b0 = (0x12 / 0xFF) \times a$

$b1 = (0x34 / 0xFF) \times a$

※0x12、0x34 は PCM データの一例

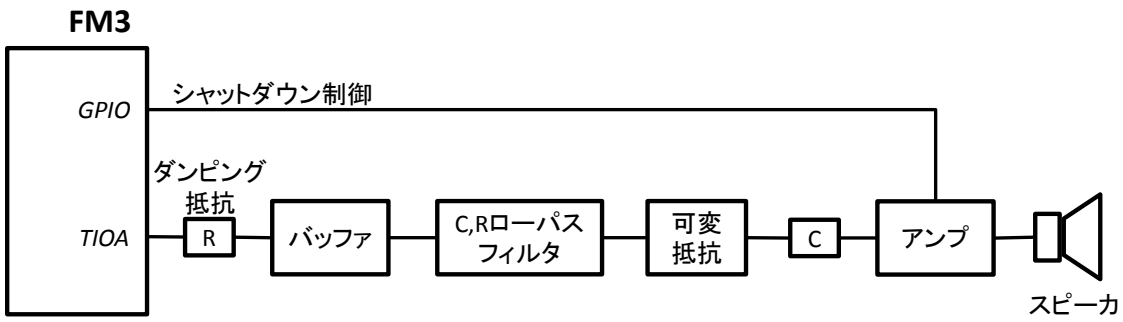
c は同じ PCM データを出力している期間です。

(例) サンプリング周波数が 8kHz の場合：1/8000sec に設定します。

上記の説明内容から PWM の設定値が決定され、図 2 に示す波形を FM3 から出力します。

FM3 からスピーカまでの回路概要を図 3 に示します。

図 3. 音声出力回路



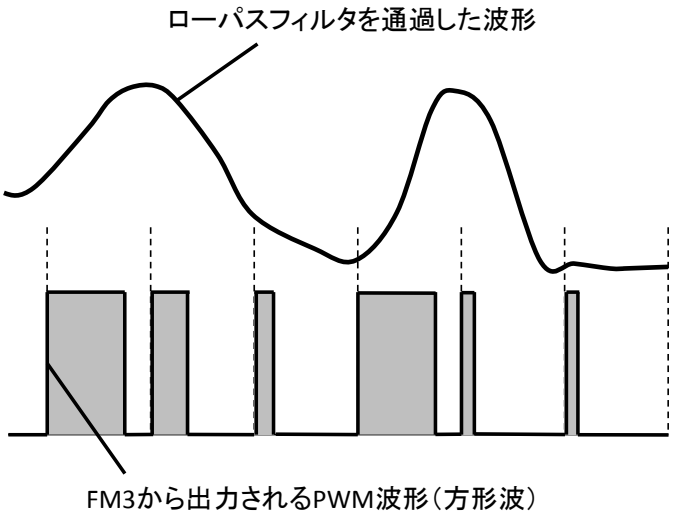
FM3 から出力される波形はデジタル信号の方形波です。しかし、スピーカから音声を出力するためには、この方形波をアナログ信号に変換する必要があります。

このアナログ信号に変換する回路がローパスフィルタです。

FM3 から出力される方形波とローパスフィルタ通過後の波形のイメージを図 4 に示します。

ローパスフィルタは、コンデンサと抵抗器により構成できますが、出力する音声により最適な定数をご検討の上、設定してください。

図 4. PWM 出力波形とローパスフィルタ通過後の波形イメージ



5 動作確認条件

本アプリケーションノートに記載した内容の動作確認環境を表 1 に示します。

表 1. 動作確認環境

No.	項目	内容	備考
1	使用マイコン	MB9AF132L	
2	動作周波数	コア：20MHz 周辺：10MHz	
3	動作電圧	+3.3V	
4	OS	使用しない	
5	統合開発環境	[IAR] IAR Embedded Workbench for ARM Ver.6.30.4	
		[KEIL] MDK-Lite Version 4.22a	
6	コンパイル最適化	なし	

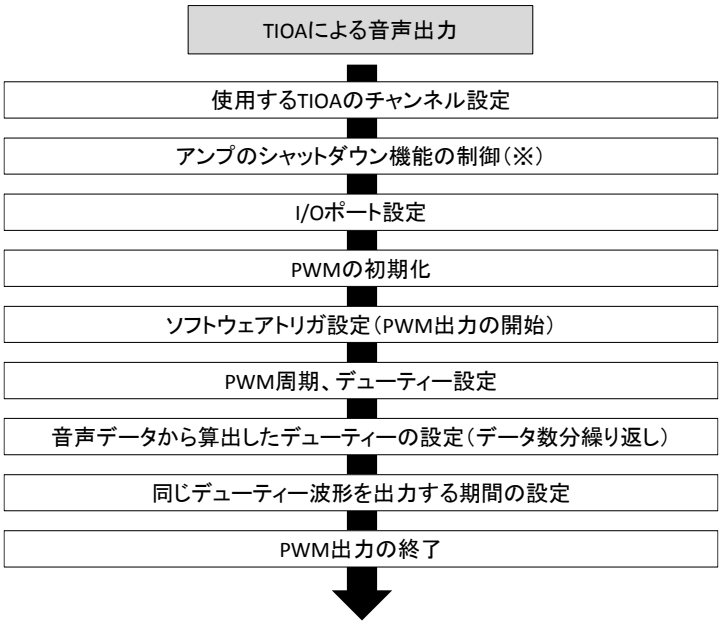
6 サンプルプログラム説明

FM3 の PWM 出力を使用して、音声を出力するサンプルプログラムについて説明します。

サンプルプログラムの PWM 出力による音声出力の制御フローを図 5 に示します。

制御フロー

図 5. PWM 出力による音声出力の制御フロー



（※印は必要に応じて実施してください）

サンプルプログラム

```
void sample_pwm(void)
{
   PwmDev_IOB *pwm;
   int32_t i;
   uint16_t j;
   pwm = &PwmDev[PWM_CH];
   /* Set AMP Enable Port4B Output_L */
   FM3_GPIO->PFR4 = FM3_GPIO->PFR4 | 0x0000;
   FM3_GPIO->PDOR4 = FM3_GPIO->PDOR4 | 0x0000;
   FM3_GPIO->DDR4 = FM3_GPIO->DDR4 | 0x0800;
   /* Set I/O port */
   FM3_GPIO->PFR3 = FM3_GPIO->PFR3 | 0x00001000;  /* Use P3C */
   FM3_GPIO->EPFR04 = FM3_GPIO->EPFR04 | 0x00080000;  /* Use TIOA2_1 */
      /* Initialized */
         pwm->Init();
      /* Start */
   pwm->SetSWTrigger();
   /* Set Period */
   pwm->SetPeriodAndDuty(PWM_PERIOD,PWM_DUTY);
      /* Set Duty */
      for(j=0;j<5724;j++)
      {
         pwm->SetDuty(data[j]);
         for(i=0;i<384;i++)
           {
              ;
           }
      }
   /* Uninitialized */
pwm->UnInit();
```

使用する PWM のチャネルを設定します。このサンプルプログラムでは、ヘッダファイルで設定しています。

音声出力回路のアンプにシャットダウン機能があり、GPIO で制御している例です。音声を出力しない期間の省電力化や意図しない音声（ノイズ）の発生の抑止に用います。

PWM で使用する I/O ポートの設定を行います。ここでは TIOA2_1 を使用する例を記載しています。

PWM 周期とデューティーを設定します。「PWM 設定値の求め方」で算出した値を入力します。デューティーについては、常に 1KHz など一定の音声を出す場合はここで設定します。一定の音声ではなく、アナウンス等を出力する場合は 0 に設定します。

音声データの数だけデューティーを変更するため、for 文で繰り返します。ここでは、5724 回繰り返しています

data[ ]は音声データの配列です。このサンプルプログラムでは 5724 個のデータが格納されています。

「PWM 設定値の求め方」で算出した c の値分だけ、設定したデューティーの PWM を出力します。

7 参考ドキュメント

[1].FM3 ファミリ　ペリフェラルマニュアル タイマ編 MN706-00022-1v0-J

(必ず最新版のドキュメントを参照してください)

8 改訂履歴

ドキュメント名: AN204383 - FM3 Microcontroller PWM を使用した音声出力方法

ドキュメント番号: 002-04409

Revision	ECN	変更者	発行日	変更内容
**	–	NNAK	07/02/2012	新規作成
			01/31/2013	社名変更および記述フォーマットの変換 サイプレスとしてスパンションアプリケーションノート AN706-00051-1v1-J をドキュメントコード 002-04409 に登録しました。 本版の内容およびフォーマットに変更はありません。
*A	5631948	NNAK	02/15/2017	Cypress テンプレート形式に更新されました。 これは英語版 002-04383Rev.*A を翻訳した日本語版です。
*B	5888520	NNAK	09/19/2017	Cypress の新ロゴを適用。

セールス, ソリューションおよび法律情報

ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、事業所、ソリューション センター、メーカー代理店、および販売代理店の世界的なネットワークを保持しています。お客様の最寄りのオフィスについては、サイプレスのロケーション ページをご覧ください。

製品

ARM® Cortex® Microcontrollers	cypress.com/arm
車載用	cypress.com/automotive
クロック&バッファ	cypress.com/clocks
インターフェース	cypress.com/interface
IoT (モノのインターネット)	cypress.com/iot
メモリ	cypress.com/memory
マイクロコントローラ	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
電源用 IC	cypress.com/pmic
タッチ センシング	cypress.com/touch
USB コントローラー	cypress.com/usb
ワイヤレス／RF	cypress.com/wireless

PSoC® ソリューション

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP | PSoC 6

サイプレス開発者コミュニティ

フォーラム | WICED IOT Forums | Projects | ビデオ | ブログ | トレーニング | Components

テクニカルサポート

cypress.com/support

All other trademarks or registered trademarks referenced herein are the property of their respective owners.

Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

© Cypress Semiconductor Corporation, 2013-2017. 本書面は、Cypress Semiconductor Corporation 及び Spansion LLC を含むその子会社（以下、「Cypress」という。）に帰属する財産である。本書面（本書面に含まれ又は言及されているあらゆるソフトウェア又はファームウェア（以下、「本ソフトウェア」という。）を含む）は、アメリカ合衆国及び世界のその他の国における知的財産法令及び条約に基づき、Cypress が所有する。Cypress はこれらの法令及び条約に基づく全ての権利を留保し、また、本段落で特に記載されているものを除き、Cypress の特許権、著作権、商標権又はその他の知的財産権のライセンスを一切許諾していない。本ソフトウェアにライセンス契約書が伴っておらず、かつ、あなたが Cypress との間で別途本ソフトウェアの使用方法を定める書面による合意をしていない場合、Cypress は、あなたに対して、（1）本ソフトウェアの著作権に基づき、（a）ソースコード形式で提供されている本ソフトウェアについて、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ、組織内部でのみ、本ソフトウェアの修正及び複製を行うこと、並びに（b）Cypress のハードウェア製品ユニットに用いるためにのみ、（直接又は再販売者及び販売代理店を介して間接のいずれかで）エンドユーザーに対して、バイナリーコード形式で本ソフトウェアを外部に配布すること、並びに（2）本ソフトウェア（Cypress により提供され、修正がなされていないもの）に抵触する Cypress の特許権のクレームに基づき、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ、本ソフトウェアの作成、利用、配布及び輸入を行うことについての非独占的で譲渡不能な一身専属的ライセンス（サブライセンスの権利を除く）を付与する。本ソフトウェアのその他の使用、複製、修正、変換又はコンパイルを禁止する。

適用される法律により許される範囲内で, Cypress は, 本書面又はいかなる本ソフトウェア若しくはこれに伴うハードウェアに関しても, 明示又は黙示をとわず, いかなる保証 (商品性及び特定の目的への適合性の黙示の保証を含むがこれらに限られない) も行わない。適用される法律により許される範囲内で, Cypress は, 別途通知することなく, 本書面を変更する権利を留保する。Cypress は, 本書面に記載のある, いかなる製品若しくは回路の適用又は使用から生じる一切の責任を負わない。本書面で提供されたあらゆる情報 (あらゆるサンプルデザイン情報又はプログラムコードを含む) は, 参照目的のためのみに提供されたものである。この情報で構成するあらゆるアプリケーション及びその結果としてのあらゆる製品の機能性及び安全性を適切に設計, プログラム, かつテストすることは, 本書面のユーザーの責任において行われるものとする。Cypress 製品は, 兵器, 兵器システム, 原子力施設, 生命維持装置若しくは生命維持システム, 蘇生用の設備及び外科的移植を含むその他の医療機器若しくは医療システム, 汚染管理若しくは有害物質管理の運用のために設計され若しくは意図されたシステムの重要な構成部分としての使用, 又は装置若しくはシステムの不具合が人身傷害, 死亡若しくは物的損害を生じさせるようなその他の使用 (以下「本目的外使用」という。) のためには設計, 意図又は承認されていない。重要な構成部分とは, それの不具合が装置若しくはシステムの不具合を生じさせるか又はその安全性若しくは実効性に影響すると合理的に予想できるような装置若しくはシステムのあらゆる構成部分をいう。Cypress 製品のあらゆる本目的外使用から生じ, 若しくは本目的外使用に関連するいかなる請求, 損害又はその他の責任についても, Cypress はその全部又は一部をとわず一切の責任を負わず, かつ Cypress はそれら一切から本書により免除される。Cypress は Cypress 製品の本目的外使用から生じ又は本目的外使用に関連するあらゆる請求, 費用, 損害及びその他の責任 (人身傷害又は死亡に基づく請求を含む) から免責補償される。

Cypress、Cypress のロゴ、Spansion、Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ、WICED、PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM、及び Traveo は、米国及びその他の国における Cypress の商標又は登録商標である。Cypress の商標のより完全なリストは、cypress.com を参照のこと。その他の名称及びブランドは、それぞれの権利者の財産として権利主張がなされている可能性がある。