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。

AN204344

FM3 MB9B100A/300A/400A/500A Microcontroller 力率補正

このアプリケーションノートでは、PFC (Power Factor Correction: 力率補正) の原理および使用法について説明します。

1 はじめに

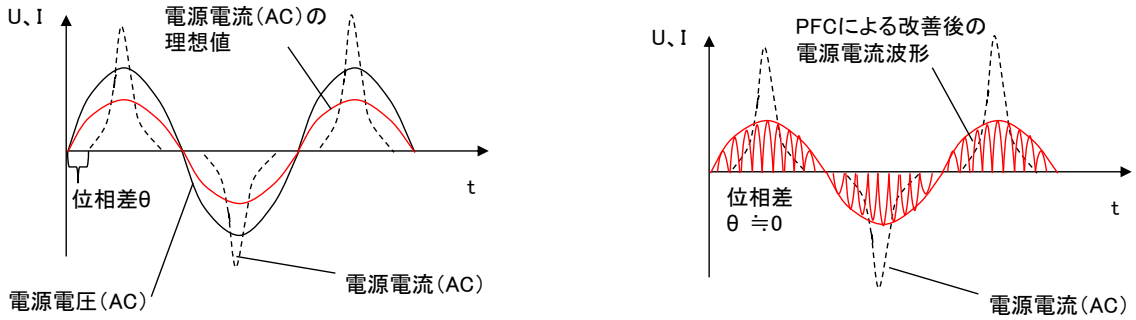
このアプリケーションノートでは、PFC (Power Factor Correction: 力率補正) の原理および使用法について説明します。

2 力率

力率は任意のシステムにより使用される電気量を全皮相電力の形で与えるパラメータです。力率はエネルギー変換効率を示すパラメータであるため、節電のために特に重要な値です。

PFC の有無による代表的な電流波形を図 1 に示します。

図 1. PFC あり/なしの場合の波形



主電源から取り入れる電流の改善と直流バス出力電圧のリップル低減が PFC 機能により可能となります。

PFC の目的は電源に対する負荷を単純な抵抗成分と見なせるようにすることです。これにより、給電システムがより効率よく動作し、エネルギー損失を低減することができます。

力率が低い場合、入力の位相変位, 高調波ひずみまたはその両方が劣化の原因であると推測されます。

次の理由により、残りの電力はシステム内で無効電力として失われます。

- 電圧に対する電流の位相シフトで, 結果として変位となる。
- 電流中に高調波成分が存在し, 結果として歪みとなる。

2.1 高調波の混入

電流高調波は基本波の整数倍である正弦波です。主な電流高調波の発生源は次のとおりです。

- パワーエレクトロニクス装置
- 補助装置
- 飽和誘電装置

電流高調波により引き起こされる問題は次のとおりです。

- 制御システムの誤動作
- 精密電子機器の損傷
- 回路遮断器および溶断ヒューズの厄介なトリッピング
- コンデンサ, 変圧器, モーター, 電球やその他の電気機器の過熱
- 付近の電子機器との相互干渉

これらの問題を低減するには、主電源から引かれる電流波形の形状を電圧波形の形状と同様のものにする必要があります。

電力変換器が、主電源電圧に対して線形抵抗として見なせると、入力電流波形の形状が入力電圧波形の形状に追従させる事が容易となります。

3 PFC の原理

インダクタ, コンデンサ等のリアクタンス受動素子および MOSFET や IGBT 等の能動スイッチング素子を備えている電力変換器を線形抵抗成分として扱えるようにする変換器は高周波リップルを除去可能なフィルタ機構を備えている必要があります。全周波数帯域において抵抗成分を考慮する必要はありません。

変換器中に存在する基本素子はインダクタとコンデンサになります。これは, その基本特性により、これらの素子が単一スイッチングサイクル内で電力を蓄えることは不可能であることを示しています。

アクティブ PFC は入力電流と出力電圧の双方を制御する必要があります。抵抗成分のみが見えるように、入力電流は整流されたライン電圧で整形されます。出力電圧は、スイッチングにより電流波形の平均振幅を変化させることにより制御されます。

3.1 PFC の回路構成例

3.1.1 昇圧型 PFC 回路

昇圧型変換器は入力整流電圧よりも高い電圧を発生するので, スイッチ (実際は MOSFET) に Vo の定格電圧を与えます。図 2 に昇圧型 PFC の回路を示します。

図 2. 昇圧型 PFC 回路

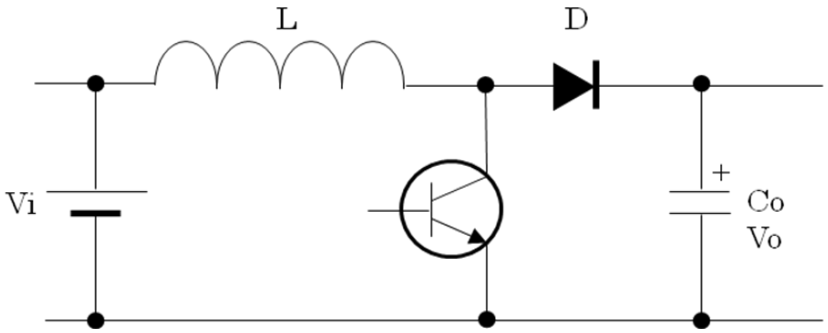
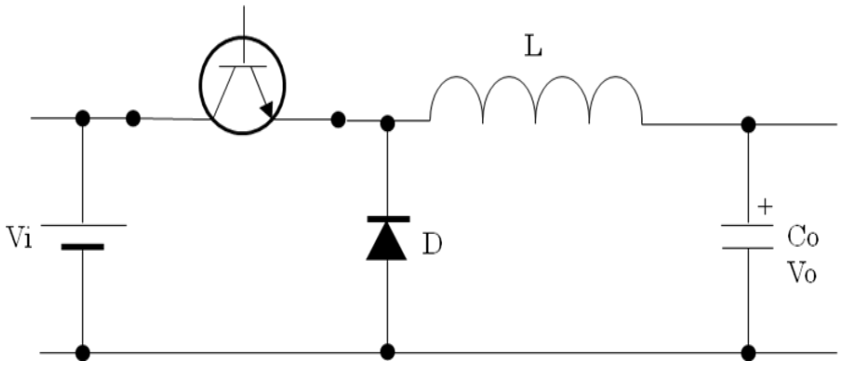


図 2 のスイッチは一定速度で開閉します。しかしそのデューティは入力電圧とコンデンサの電圧により決まります。入力電圧がコンデンサの電圧よりも高ければ, デューティは小さくなります。入力電圧がコンデンサの電圧よりも低ければ, デューティはインダクタが放電できる位充分大きくなります。

3.1.2 降圧型 PFC 回路

降圧型 PFC 回路では, 出力 DC 回路は入力整流電圧よりも小さくなります。スイッチングリップルを抑制するために大きなフィルタが必要であり, その回路により力率が大幅に改善されます。この場合, スイッチ (MOSFET) の定格は Vi となります。図 3 に降圧型 PFC の回路を示します。

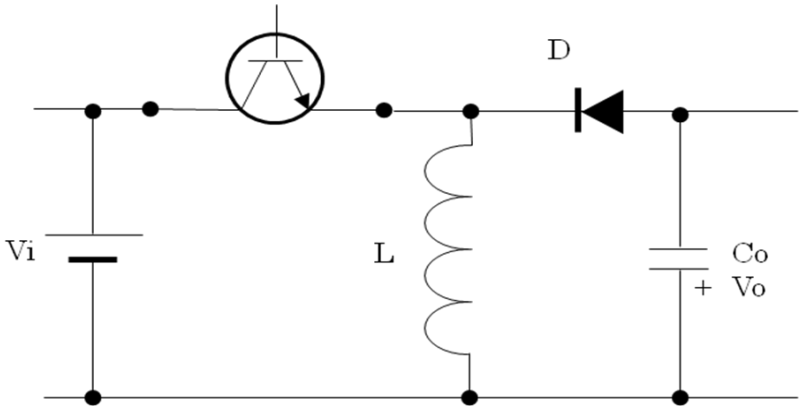
図 3. 降圧型 PFC 回路



3.2 降圧型/昇圧型 PFC 回路

降圧型/昇圧型 PFC 回路では, 出力の直流電圧は入力整流電圧よりも低いか、あるいは高いかのどちらかになります。この回路では高い力率を実現することが可能です。スイッチ (MOSFET) の定格は (Vi + Vo) となります。図 4 に降圧型/昇圧型 PFC の回路を示します。

図 4. 降圧型/昇圧型　PFC 回路



4 PFC の実装

4.1 PFC のスマート電力モジュール

FPAB30BH60 はフェアチャイルド社が主に中規模電力アプリケーション、特に空調機をターゲットに開発した PFC 用高性能スマート電力モジュールです。これは最適化された保護回路と高周波スイッチング IGBT に適合した駆動 IC を組み合わせたものです。システムの信頼性は電圧低下ロックアウトと過電流保護機能を統合化することによりさらに強化されています。

図 5. ピン配置

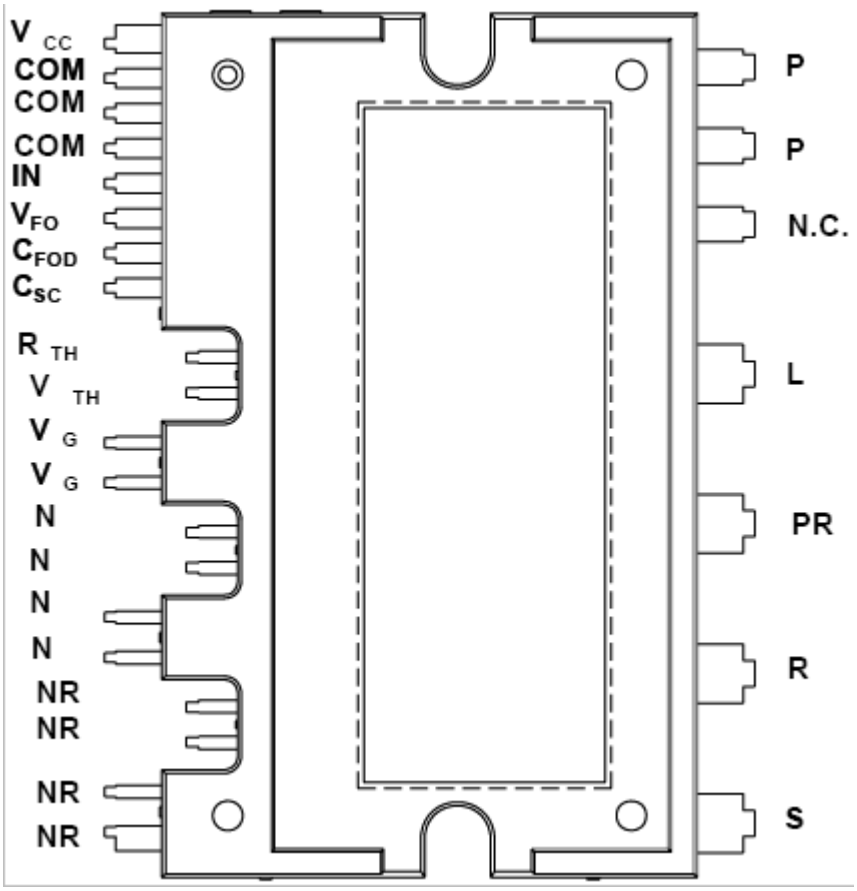
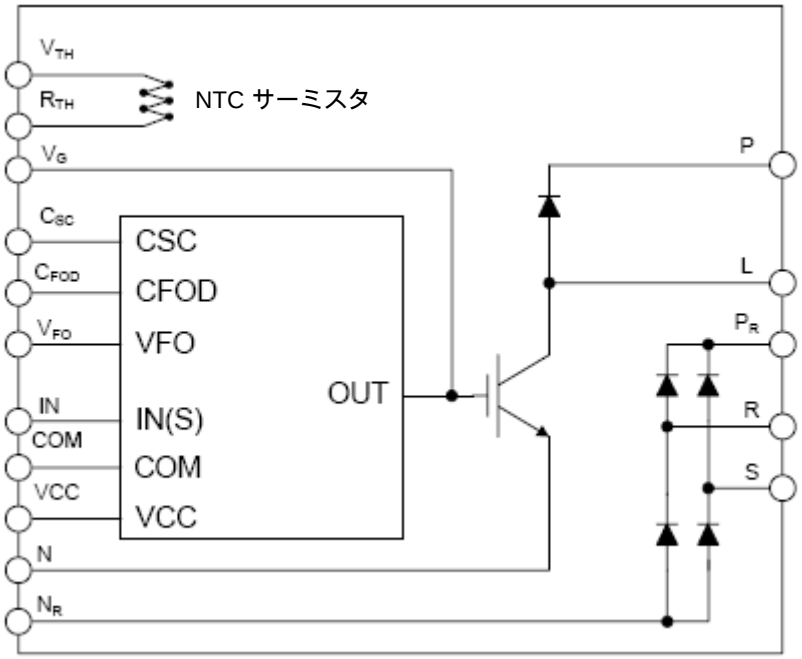


図 6. ピン機能

ピン番号	ピン名	ピンの説明
1	Vcc	ICとIGBT駆動のための共通バイアス電圧
2,3,4	COM	共通電源グランド
5	$IN_{(R)}$	下側R相IGBT用の信号入力
6	V_{FO}	故障出力
7	C_{FOD}	故障出力持続時間選択用のコンデンサ
8	C_{SC}	過電流検出用のコンデンサ（ローパスフィルタ）
9	$R_{(TH)}$	NTCサーミスタ端子
10	$V_{(TH)}$	NTCサーミスタ端子
11,12	Vg	IGBTゲートのダミー
13-16	N	IGBTエミッタ
17-20	NR	整流器の負側直流リンク
21,22	P	直流リンクの正側レール
23	N.C	接続せず
24	L	リアクタ接続ピン
25	P_R	整流器の正側直流リンク
26	R	R相用のAC入力
27	S	S相用のAC入力

図 7. 内部等価回路と入出力ピン



FPAB30BH60 データシート: http://www.fairchildsemi.com/pf/FP/FPAB30BH60.html

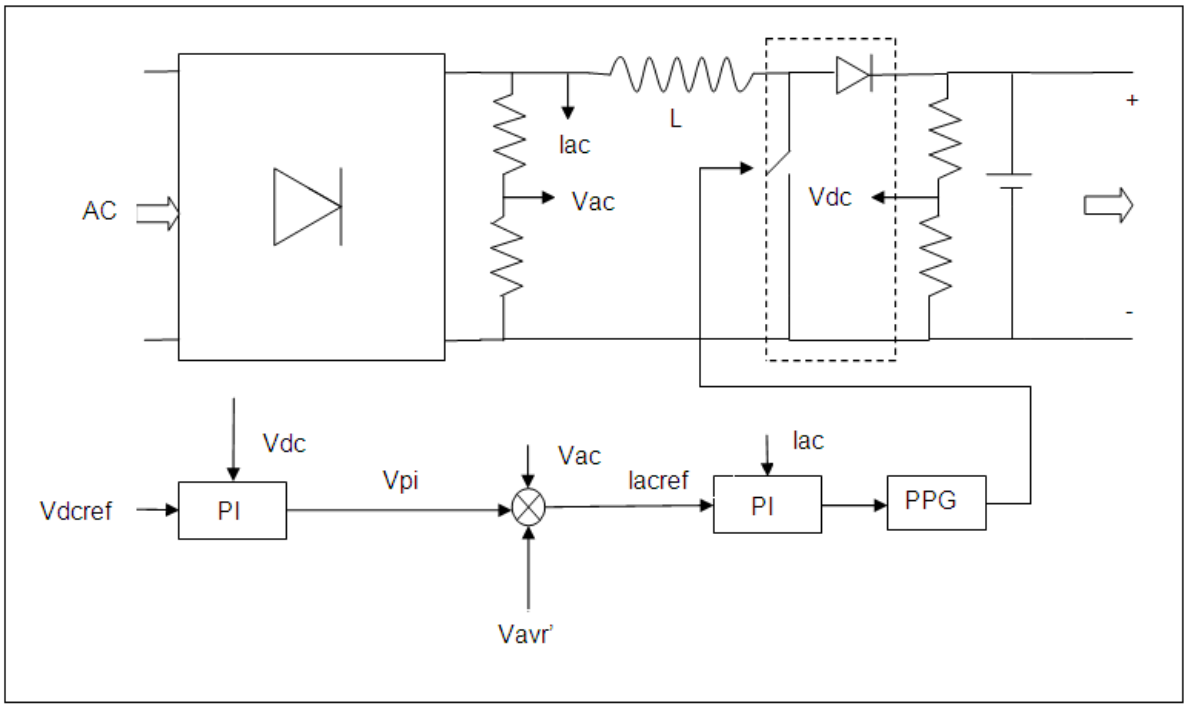
4.2 PFC の実装

この章では主にハードウェアとソフトウェアの実装について説明します。

4.2.1 PFC 実装例 (ブロック図)

図 8 に PFC ハードウェアインターフェースを示します。

図 8. PFC 実装例 (ブロック図)



4.2.2 PFC ハードウェアインターフェース

図 9 に PFC ハードウェアインターフェースを示します。

図 9. PFC ハードウェアインターフェース

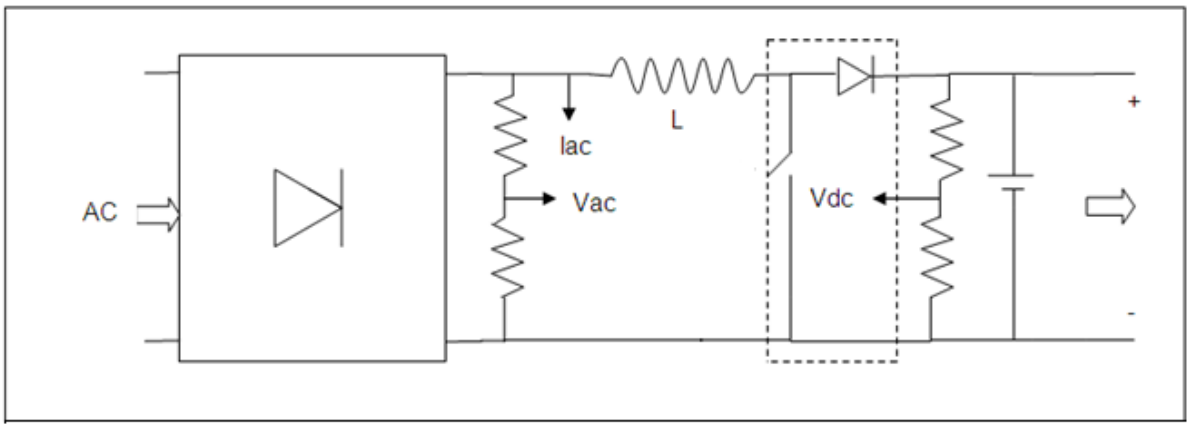
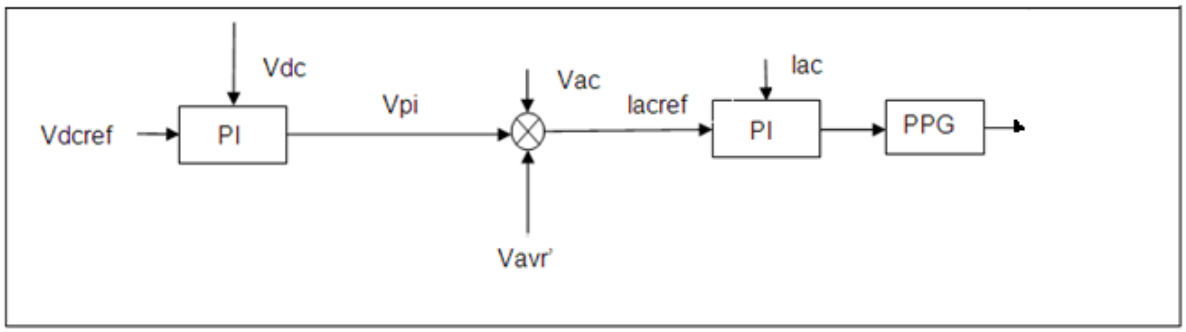


図 9 の破線部は FPAB30BH60 に集積化されています。

4.2.3 PFC ソフトウェア演算

ソフトウェアブロックが図 10 に示されています。

図 10. PFC ソフトウェアブロック



Vavr' : Vavr (Vac の平均値) × 1/(Vavr×Vavr)

PPG の出力は FPAB30BH60 に集積された IGBT のデューティを制御するためのものです。

4.2.4 PFC ソフトウェア演算の実装

このパートは主に関数について説明します。

関数名:	Init_PFC
説明:	PFC を初期化します。
入力:	なし
出力:	なし
関数名:	PFC_start
説明:	PFC 機能を有効にします。
入力:	なし
出力:	なし
関数名:	PFC_stop
説明:	PFC 機能を停止します。
入力:	なし
出力:	なし

5 改訂履歴

文書名: AN204344 - FM3 MB9B100A/300A/400A/500A Microcontroller 力率補正

文書番号: 002-05992

版	ECN 番号	変更者	発行日	変更内容
**	-	NNAK	12/15/2011	Spansion アプリケーションノート AN706-00003-1v0-J をサイプレスとして登録しました。
*A	5771703	NNAK	06/13/2017	これは英語版の 002-04344 Rev. *A を翻訳した日本語版です。

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, 2011-2017. 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又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し、プログラムし、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用いるため、又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ことになるその他の使用（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、装置又はシステムのその構成部分の不具合が、その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、機器又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、あなたは Cypress をそれら一切から免除するものとし、本書により免除する。あなたは、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 Cypress を免責補償する。

Cypress、Cypress のロゴ、Spansion、Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ、WICED、PSoC、CapsSense、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。