EZ-PD™ CCG2 による USB 3.1 Type-C ケーブルの設計

About this document

Scope and purpose

AN95615 では、EZ-PD™ CCG2 によるパッシブ [1] USB 3.1 Type-C ケーブルの設計について説明します。このアプリケーション ノートで、CCG2 を使ってパッシブ EMCA[1] (electronically marked cable assembly) を容易に設計し、製造する方法を示します。

関連プロジェクト

なし

関連製品ファミリ

CYPD2103-20FNXIT、CYPD2103-14LHXIT

ソフトウェア バージョン

該当なし

関連アプリケーション ノート

AN95599

本アプリケーション ノートの最新版または関連プロジェクト ファイルについては、
http://www.cypress.com/go/AN95615 へアクセスしてください。

Table of contents

About this document **1**
Table of contents **1**
1 はじめに **3**
2 USB Type-C ケーブルの概要 **4**
3 Type-C レセプタクル／プラグ インターフェース **5**
3.1 使用可能な Type-C ケーブル アセンブリ 8
4 USB 電源供給 **9**
4.1 USB PD の SOP*通信 9
5 CCG2 の概要 **11**
6 EMCA アプリケーション **12**
7 パッシブ EMCA アプリケーションと CCG2 ..... **13**
7.1 CCG2 電源サブシステム 13
7.2 ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるパッシブ EMCA 14

[1] パッシブ EMCA は、USB データ信号を調節するリドライバーや電子装置のない EMCA です。

Table of contents

7.3 ケーブル プラグに 1 個の CCG2 が搭載されるパッシブ EMCA (1 本のケーブル当たり 2 チップ搭載) - SOP'応答のみ 16
8 設計ガイドライン 18
8.1 ハードウェア ガイドライン 18
8.2 ファームウェア更新のガイドライン 18
8.2.1 MiniProg3 による SWD 経由での CCG2 アップグレード 19
8.2.2 CC を介した CCG2 ファームウェアのアップグレード 19
9 まとめ 21
10 付録 A: その他の CCG2 アプリケーション 22
10.1 ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるアクティブ EMCA ソリューション – SOP'応答のみ 22
10.2 ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるマネージド アクティブ EMCA ソリューション - SOP'と SOP"応答 23
10.3 アクセサリ ソリューション 24
11 付録 B: 参考回路図 26
11.1 CYPD2103-14LHXIT シングルチップ EMCA 回路図 26
11.2 CYPD2103-14LHXIT デュアル チップ EMCA 回路図 27
改訂履歴 28

1 はじめに

USB Type-C ケーブルとコネクタ仕様は、新しいサブ 3mm レセプタクル、2.4mm リバーシブルプラグ、双方向で逆転可能なケーブルを規定し、100W の **USB パワー デリバリーの仕様**を可能にします。USB Type-C 仕様では、ホストとデバイスの Type-C ポートにケーブルの機能を通知するためケーブルに電子的捺印を施します。電子的捺印はコントローラー チップをケーブルの端にあるプラグに組み込んで行います。このようなコントローラー チップに求められる性能は、低コスト、小フットプリント、低消費電力、ターンキー ソリューション、フレキシブルなファームウェア更新手段です。

EZ-PD™ CCG2 (CCG2) は、電子的捺印付ケーブル アセンブリ (「**EMCA アプリケーション**」に説明される EMCA) 向けに開発されたサイプレスの低コスト USB Type-C ケーブル コントローラー デバイスです。CCG2 は、1.63mm × 2.03mm の 20 ボール WLCSP と 2.5mm × 3.5mm × 0.6 mm の 14 ピンの DFN パッケージで出荷され、5 つの外付け受動素子を必要とします。CCG2 は、サイプレスの USB パワー デリバリーと ARM® Cortex®-M0 CPU を備えた Type-C コントローラー ファミリの第 2 世代の製品です。CCG2 は、USB Type-C トランシーバーのハードウェアによる実装と USB パワー デリバリーIP を統合しています。さらに 6 個のタイマー／カウンター／パルス幅変調器 (TCPWM) と 2 つのシリアル通信ブロック (SCB)、GPIO ピン、32KB フラッシュ、4KB SRAM を持っています。

このアプリケーション ノートでは、EZ-PD CCG2 を使った USB 3.1 EMCA Type-C ケーブルの設計に関する様々な事項ついて説明します。

2 USB Type-C ケーブルの概要

USB はデータ転送、PC とスマートフォンの充電コネクタの標準として利用されています。**Figure 1** に示す標準 Type-A、Type-B、Micro-AB コネクタは現時点の USB-IF 標準ですが以下の制限を持っています。

- 大型のコネクタを使用しているため小型製品のデザインに適さない (プラグの高さ: A=4.5mm、B=10.4mm)
- プラグとケーブルの向きが固定
- USB 信号と VBUS (= 5V) のみを転送
- 電源供給は複雑で費用が高く 7.5W 以下

新しい USB-IF 標準である USB Type-C 仕様はそれらの問題を解決し以下の利点をもたらします。

- プラグの高さが 2.4mm と小型
- プラグの上下とケーブルの向きはリバーシブル
- 同じコネクタで USB 信号と PCIe、DisplayPort 信号などの代替モードの信号の転送が可能
- 低コストに最大 100W の電源供給を容易に実装

USB Type-C のレセプタクル、プラグ、ケーブルは、既存の USB 3.1 インターコネクト (標準、マイクロ USB ケーブルとコネクタ) の小型、薄型かつ堅牢な代替物になります。対象アプリケーションは超薄型のノートブック PC からスマートフォンへと多岐にわたります。これらのアプリケーションに標準 A およびマイクロ AB レセプタクルを適用するにはあまりに大きく、非常に使いにくく、壊れやすい問題があります。

USB Type-C 相互接続 (両端に Type-C コネクタを搭載) は物理的にプラグの Type-A、B を区別しなくなる一方、USB インターフェースはホスト-デバイス間の論理関係を維持しています。このホストとデバイス間の関係の判定は、ケーブルに実装されるコンフィギュレーション チャネル (CC) を介して行われます。USB Type-C 相互接続は CC を使用して簡素化された 5V の VBUS ベースのパワー デリバリーと充電ソリューションを規定します。これにより USB 3.1 仕様に規定された内容を補完しています。詳細は「**Type-C 仕様**」を参照してください。

さらに CC は USB-PD (「**PD 入門**」セクションで説明する USB パワー デリバリー) 通信に使用して、高度なパワー デリバリー機能と代替／アクセサリ モードを設定、管理します。USB-PD メッセージは、Bi-Phase Marked Coding (BMC) メソッドを使って専用 Type-C CC を介して送信されます。詳細は「**USB PD 仕様**」を参照してください。

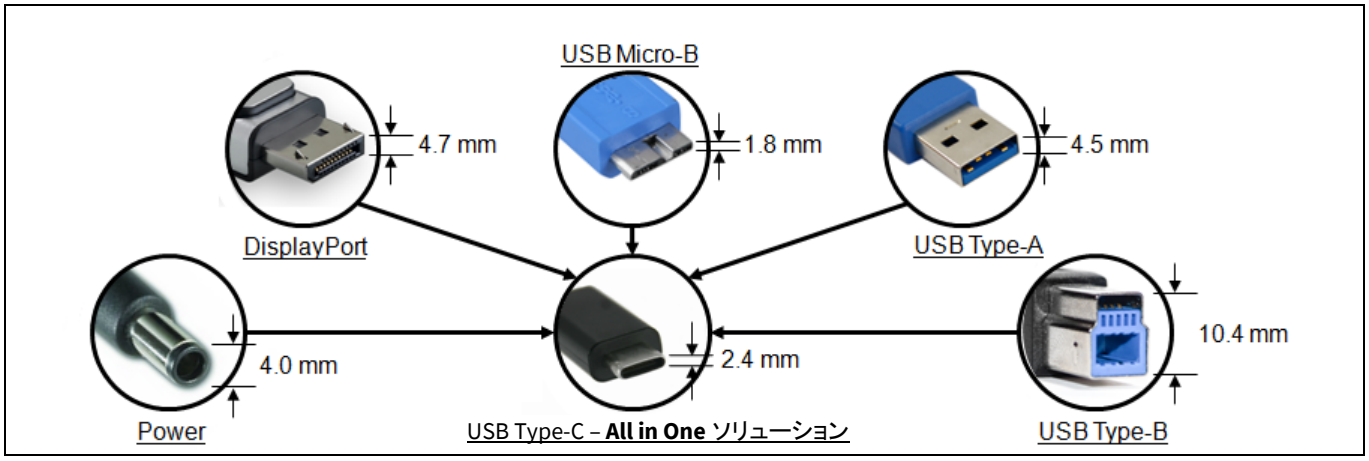


Figure 1 USB Type-C: 将来のコネクタ

3 Type-C レセプタクル／プラグ インターフェース

Figure 2 と Figure 3 に、USB Type-C レセプタクルとプラグの信号割当を示します。Table 1 と Table 2 は、USB Type-C レセプタクルとプラグに割り当てられる信号の一覧です。

Table 1 USB Type-C レセプタクル信号

信号グループ	信号	説明
USB 3.1	TX1p、TX1n RX1p、RX1n TX2p、TX2n RX2p、RX2n	スーパースピード USB シリアル データ インターフェースには差動送信ペアと差動受信ペアがある USB Type-C レセプタクルではプラグ フリッピング機能のために 2 組のスーパースピード USB 信号ピンがある
USB 2.0	Dp1、Dn1 Dp2、Dn2	USB 2.0 シリアル データ インターフェースでは 1 つの差動ペアがある。USB Type-C レセプタクルではプラグ フリッピング機能のために 2 組の USB2.0 信号ピンがある
コンフィギュレーション チャネル	CC1、CC2	レセプタクル内の CC チャネルは、信号方向とチャネル コンフィギュレーションを検出
補助信号	SBU1、SBU2	サイドバンドの使用
電源	VBUS	USB ケーブル バス電力
	GND	USB ケーブル電流の帰還経路

Table 2 USB Type-C プラグ信号

信号グループ	信号	説明
USB 3.1	TX1p、TX1n RX1p、RX1n TX2p、TX2n RX2p、RX2n	スーパースピード USB シリアル データ インターフェースには差動送信ペアと差動受信ペアがある USB Type-C レセプタクルではプラグ フリッピング機能のために 2 組のスーパースピード USB 信号ピンがある
USB 2.0	Dp、Dn	USB 2.0 シリアル データ インターフェースでは 1 つの差動ペアがある。USB Type-C レセプタクルではプラグ フリッピング機能のために 2 組の USB2.0 信号ピンがある
コンフィギュレーション チャネル	CC	接続検出とインターフェース コンフィギュレーションに使用されるプラグ内の CC
補助信号	SBU1、SBU2	サイドバンドの使用
電源	VBUS	USB ケーブル バス電力
	VCONN	Type-C ケーブル プラグ電力
	GND	USB ケーブル電流の帰還経路

Figure 2 に示すようにレセプタクル信号は機能的に USB 3.1 (TX と RX ペア) と USB 2.0 (D+、D–) の両方のデータ バス、USB 電源 (VBUS)、グランド (GND)、コンフィギュレーション チャネル信号 (CC1、CC2)、および 2 個のサイドバンド使用 (SBU) 信号ピンを提供します。USB データバス信号の位置が 2 組あることで、レセプタクル内のプラグの向きに関わらず、USB 信号機能のマッピングを容易にしています。

Type-C レセプタクル／プラグ インターフェース

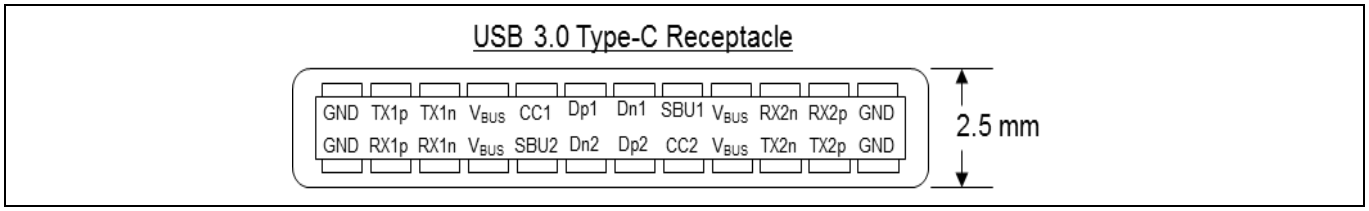


Figure 2　USB Type-C レセプタクル インターフェース (正面図)

Figure 3 に、USB Type-C プラグ信号を示します。CC ピンは 1 つが信号の方向を設定するためにケーブルを介して接続され、残りが USB Type-C プラグ内の電子装置に電源供給するために VCONN として使用されます。

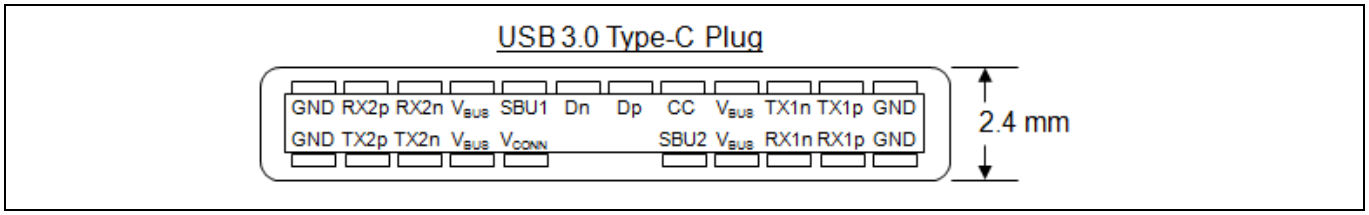


Figure 3　USB Type-C プラグ インターフェース (正面図)

Figure 4 に示すように、Type-C ダウンストリーム対向ポート (DFP) は終端抵抗 R_p をその CC ピン (CC1、CC2) に接続し、Type-C アップストリーム対向ポート (UFP) は終端抵抗 R_d をその CC ピンに接続します。特に USB 接続でのデータ フローと関連付けられた DFP は通常、PC やハブなどのホスト上のポートです。デバイスはこれらのポートに接続します。初期状態では DFP は VBUS と VCONN へ電源を供給します。一方 UFP はホストに接続するデバイスやハブ上のポートです。初期状態では UFP は VBUS から電源供給を受けます。

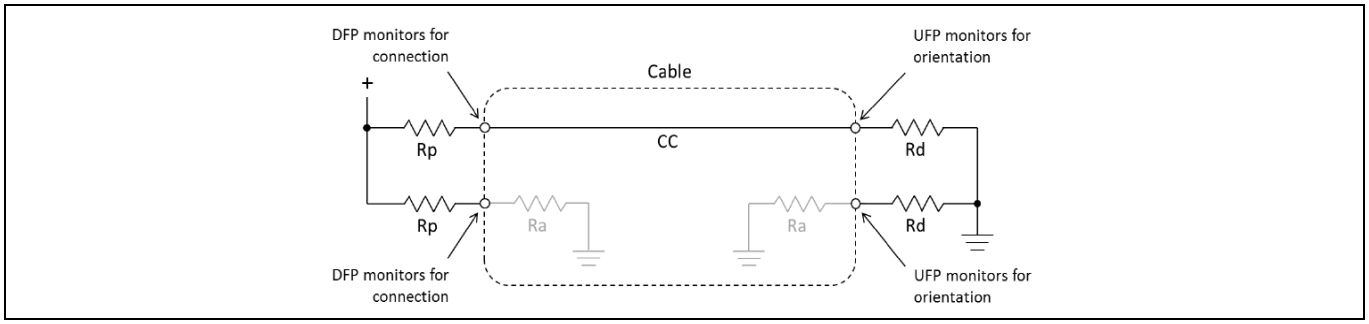


Figure 4　Type-C 接続方向の検出 1

これらのケーブルは **Figure 4** に示すように終端抵抗 R_a を VCONN ピンに接続します。CC ピン上の終端抵抗 R_p と R_d は接続イベントを検出しケーブルの方向を識別します。DFP は 2 つの CC ピンの電圧がその未終端電圧より小さいかを監視して接続イベントを検出します。

Type-C レセプタクルのどの CC ピン (CC1 か CC2) が UFP において R_d で終端処理されたか検出可能であるため、DFP は **Figure 5**、**Table 3** に示すようにケーブルの 4 つの可能な方向から 1 つの方向を判定するこ

1 出典: **USB Type-C 仕様**

とができます。DFP はこのケーブル方向を利用して機能スイッチ (MUX) を制御して、ケーブルの方向に関わらずスーパースピード USB 信号ペアを適切に割り当てます。

同様に **Figure 6** に示すように、UFP はそのスーパースピード USB 信号ペアを適切に割り当てるために機能スイッチを制御することができます。接続と方向が確立した後に、DFP はプラグの VCONN ピンからケーブルに電力供給するよう CC1 または CC2 の使用目的を変更します。Type-C の接続と方向の検出メカニズムの詳細は **Type-C 仕様**を参照してください。

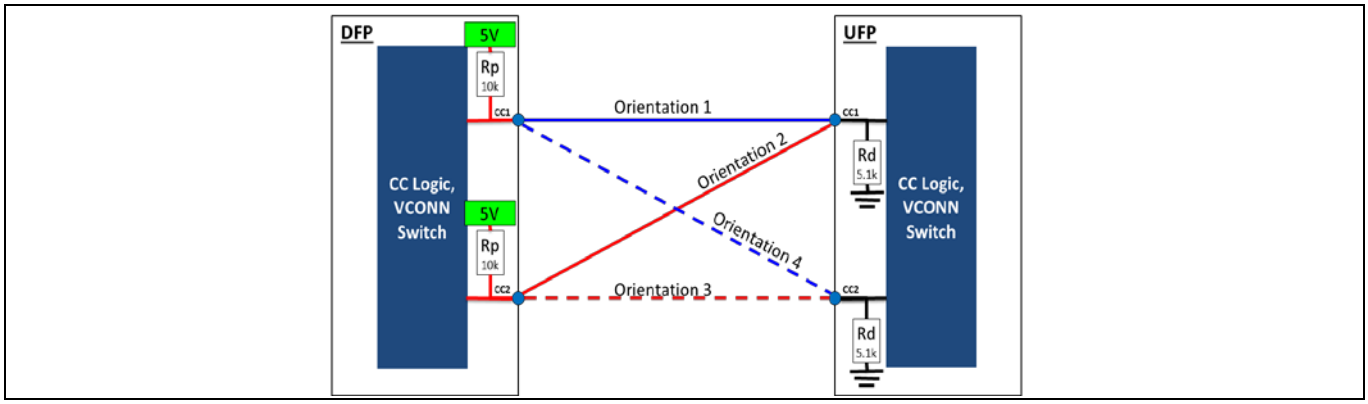


Figure 5　CC ピンがプラグの向きを決定

Table 3　ケーブルの向き

Wiring Map Orientation	Plug #1 Configuration	Plug #2 Configuration	Cable Configuration	Diagram Line Style
Orientation 1	Upside Up (1)*	Upside Up (1)	Un-flipped, Straight Through	Blue, Solid
Orientation 2	Upside Up (1)*	Upside Down (2)	Un-flipped, Twisted Through	Red, Solid
Orientation 3	Upside Down (2)*	Upside Down (2)	Flipped, Straight Through	Red, Dotted
Orientation 4	Upside Down (2)*	Upside Up (1)	Flipped, Twisted Through	Blue, Dotted

* (1) と (2) については **Figure 6** を参照してください。

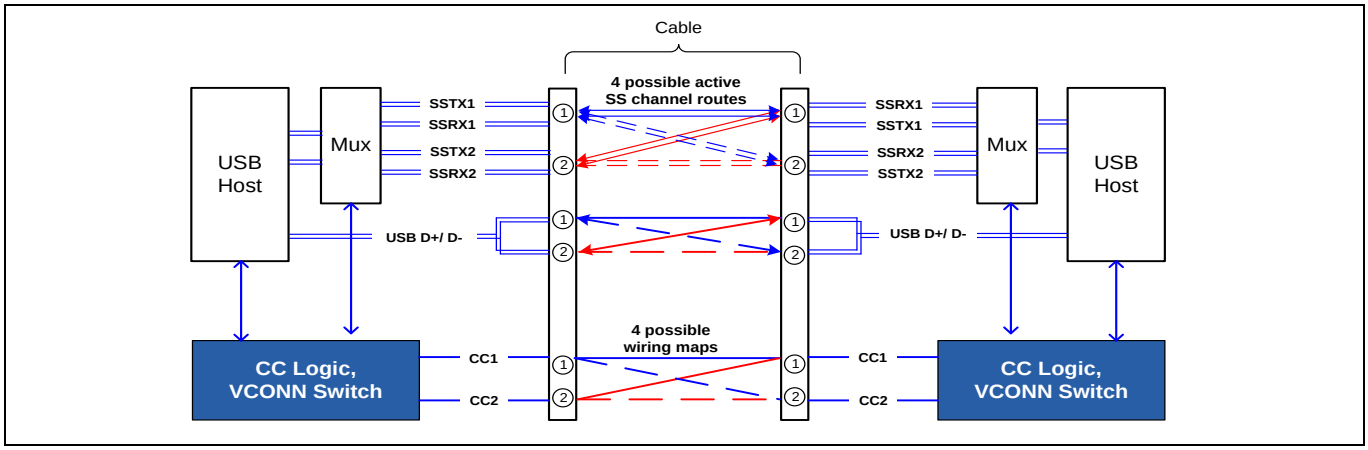


Figure 6　ケーブルがねじれる場合

USB 2.0 の場合、1 セットだけの USB 2.0 信号 (D+、D-) は USB Type-C ケーブルで実装されます。SBU 信号は Type-C 仕様がサポートする代替モードで使用されます。これにより Type-C 信号を他の目的 に(例えば

DisplayPort として) 使用することができます。例えば DisplayPort アプリケーションでは USB 3.0 回線を動画送信に使用し、SBU 回線を音声送信に使用します。アクセサリ ケーブルの代替モードで使用可能なアプリケーションについては「**付録 A**」を参照してください。代替モードの詳細は「**Type-C 仕様**」を参照してください。

3.1 使用可能な Type-C ケーブル アセンブリ

以下の USB Type-C ケーブルが「**Type-C 仕様**」に規定されています。

- USB 2.0 と USB 3.1 データ処理をサポートする USB フル機能の Type-C ケーブル、USB Type-C－Type-C ケーブル。このケーブルは SBU ワイヤーをも含む
- USB 2.0 Type-C プラグが両端に搭載される USB 2.0 アプリケーション用 USB 2.0 Type-C ケーブル
- USB フル機能の Type-C プラグまたは USB 2.0 Type-C プラグが片側に搭載される固定ケーブル

Table 4 に電子的捺印付 Type-C 標準ケーブル アセンブリの一覧を示します。

Table 4 USB Type-C 標準ケーブル アセンブリ

プラグ 1	プラグ 2	USB バージョン	定格電流	USB PD (BMC)	電子的捺印
Type-C	Type-C	USB 2.0	3A	対応	任意
			5A		必須
Type-C	Type-C	USB 3.1	3A	対応	必須
			5A		必須

Table 4 に示すように、フル機能のケーブルまたは定格電流が 3A を超えたすべてのケーブルは電子的捺印付きのケーブルでなければなりません。電子的捺印は定格電流が 3A の USB 2.0 ケーブルには任意ですが、同じ電流定格の USB 3.1 ケーブルには必須です。

USB Type-C-USB の従来のケーブルとアダプタ アセンブリも以下のように「**Type-C 仕様**」で規定されます。

- USB 3.1/USB 2.0 Type-C (Type-C プラグ) - レガシー ホスト ケーブル (Standard-A プラグ)
- USB 3.1/USB 2.0 Type-C (Type-C プラグ) - レガシー デバイス ケーブル (Standard-B プラグ)
- USB 3.1/USB 2.0 Type-C (Type-C プラグ) - レガシー マイクロ／ミニ デバイス ケーブル (Micro/Mini B プラグ)
- USB 3.1 Type-C (Type-C プラグ) - レガシー Standard-A アダプタ (Standard-A レセプタクル)
- USB 2.0 Type-C (Type-C プラグ) - レガシーMicro-B アダプタ (Micro-B レセプタクル)

詳細は「**Type-C 仕様**」を参照してください。

4 USB 電源供給

USB パワー デリバリー (PD) は、新しい USB 標準であり、この標準では VBUS の給電能力が 7.5W から 100W (電圧／電流が 20V/5A の時) に増加します。USB パワー デリバリー標準では、電源の方向は固定ではありません。ホストとデバイスの両方はプロバイダー (VBUS を介して電源を吐き出す Type-C ポート) あるいはコンシューマー (VBUS から電源を吸い込む Type-C ポート) として機能することができます。例えば **Figure 7** に示すようにモニターはウォール チャージャーから電源供給される一方ノート PC とハード ディスク ドライブに電源供給することができます。

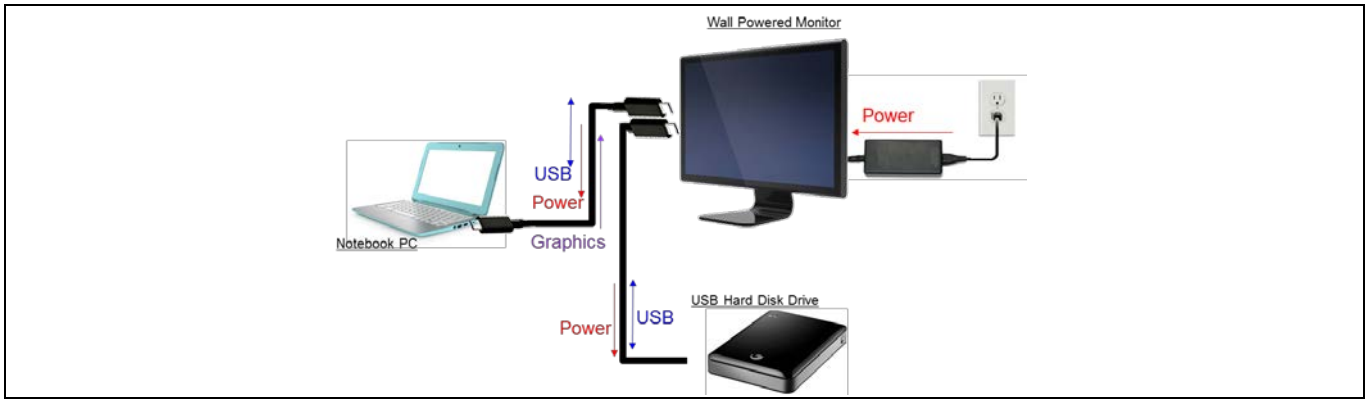


Figure 7 USB-PDーデスクトップ用電源アダプタ

USB PD の仕様は、デバイス ドライバーを必要とせず、単一のケーブルを介して柔軟なパワー デリバリーとデータ送信を可能にします。バッテリ充電仕様 (1.2 版) に準拠しない充電デバイスの標準となって、廃棄物を減らす可能性を持っています。この標準化は、充電器をできるだけ再利用するようにして電機廃棄物を削減するための手段として推進されました。

この仕様は、電源調整するメカニズムを提供する一方、カスタム ケーブル アプリケーションに必要な標準とベンダー定義の通信に使用可能です。これによりサポートされる速度と電流レベルなどのケーブルの能力の検出が可能になります。

USB PD 仕様 (1.0 版) は、USB バスの VBUS 回線を介した電源調整方法 (VBUS での BFSK 変調を適用) BFSK について説明しました。USB PD 仕様 (2.0 版) では、CC を介したパワー デリバリー プロトコール メッセージの使用が推奨されます。

USB パワー デリバリー仕様は、以下の原理で確立されます。

1. 従来の USB デバイスにシームレスに対応
2. 既存の USB ケーブルとの互換性がある
3. 不適合のケーブルによる破損可能性を最小化する
4. 低コストの実装のために最適化

詳細は「**USB PD 仕様**」を参照してください。

4.1 USB PD の SOP*通信

パワー デリバリー通信は、パケットの開始を示す特別のシンボル (K コード マーカーと呼ばれる) のシーケンスで開始します。K コードは、パケットの境界を示すために PD 通信に使用される 4b5b ライン符号化方式が提供する特別のシンボルです。

データの符号化に加えて、K コードは、ハード リセットとケーブル リセットなどの特別な制御機能のために使用されます。シーケンスの開始を指定する特別の K コード シーケンスは、「Start Of Packet」 (パ

USB 電源供給

ケットの開始) (SOP) と呼ばれます。規定されるシーケンスは 3 つあります: SOP、SOP'、SOP''。SOP*は 3 つの SOP シーケンスをまとめて示すために使用されます。**Figure 8** で SOP*パケットを定義と区別します。

- **SOP パケット:** SOP シーケンスで開始する任意のパワー デリバリー パケット。SOP パケットを使用するポート パートナー (DFP と UFP) 間の通信。これらのパケットはケーブル プラグで認識されません。
- **SOP'パケット:** ケーブル プラグで通信するために使用される SOP シーケンスで開始する任意のパワー デリバリー パケット。SOP'パケットは、DFP に接続されるケーブル プラグ (**Figure 8** のケーブル プラグ マーク SOP') 内の電子装置で認識され、UFP 内のほかのケーブル プラグやポート パートナーで認められません。
- **SOP''パケット:** SOP'パケットが他のケーブル プラグと通信するために使用される時に、ケーブル プラグとの通信に使用される SOP''シーケンスで開始する任意のパワー デリバリー パケット SOP'パケットは、UFP に接続されるケーブル プラグ (**Figure 8** のケーブル プラグ マーク SOP') 内の電子装置のみで認識され、DFP に接続されるケーブル プラグや UFP 内のポート パートナーで認められません。

Note: *SOP'/SOP''通信ケースの「Cable Plug」(ケーブル プラグ) は PD 通信可能なケーブル内の論理エンティティを示すために使用されます。これらのエンティティは、物理的にプラグに設置されることもあるし設置されないこともあります。*

UFP に接続されるケーブル プラグで SOP"パケットへ応答することは任意ですが、EMCA では、DFP に接続されるケーブル プラグによる SOP'パケットへの応答は必須です。

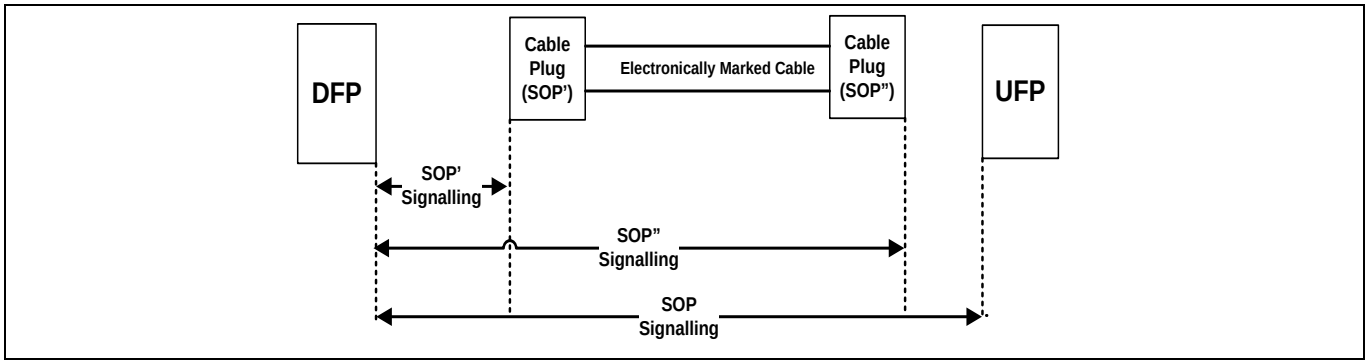


Figure 8 SOP*通信

SOP*通信は、1 本の回線 (CC) を介して行われます。これは重要な通信がブロックされないように SOP*通信周期を調整しなければならないことを意味します。ポート パートナー (SOP パケット) 間の通信は優先されます。これは、ケーブル プラグ (SOP'/ SOP"パケット) との通信を割り込むことができることを示します。詳細は「**USB PD 仕様**」を参照してください。

5 CCG2 の概要

EZ-PD CCG2 は最新の USB Type-C と PD 規格に準拠した USB Type-C ケーブル コントローラーです。CCG2 の特長は以下の通りです。

- 業界標準の 32 ビットの 48MHz ARM® Cortex®-M0 プロセッサと 32KB フラッシュを備えている
- Type-C トランシーバーを 1 つと終端抵抗 [1] (**Figure 4** に示す R_P、R_D、R_A) 、システム レベルの ESD 保護機能 (接触放電: 8kV、気中放電: 15kV) を内蔵
- 1.63mm×2.03mm の 20 ボール WLCSP と 2.5mm×3.5mm×0.6mm の 14 ピンの DFN パッケージで出荷
- USB Type-C EMCA 向けの完全なワンチップ ハードウェア／ファームウェア ソリューションを提供
- VCONN1、VCONN2、VDDD の 3 つの電源から動作可能
- 互いに分離された 2 本の独立した VCONN レール

CCG2 は、パッシブ ケーブル、アクティブ ケーブル、電源供給されたアクセサリに適用できる完全な USB Type-C と USB パワー デリバリー ソリューションを提供します。**Table 5** に、様々なアプリケーションに適用可能な CCG2 デバイスを示します。

Table 5 EZ-PD™ CCG2 製品

特長	CYPD2103	CYPD2104	CYPD2105
アプリケーション	パッシブ ケーブル	アクセサリ [2]	アクティブ ケーブル [3]
パッケージ	20 ボール WLCSP、14 ピン DFN	20 ボール WLCSP	20 ボール WLCSP

詳細は「**CCG2 データシート**」を参照してください。

[1] 終端抵抗の詳細は「**Type-C 仕様**」を参照してください。

[2] ケーブルまたはドングルの形態をしたアップストリーム対向ポート (UFP)

[3] USB データ信号を調整するリドライバーを含む EMCA

6 EMCA アプリケーション

フル機能の USB Type-C ケーブルには電子的捺印がなされます。このケーブルは VCONN を電源として利用する電子装置を内蔵しています。これにより電源供給能力、性能、ベンダーID (USB Type-C ケーブル ID 機能) などのケーブル特性を判定することができます。

ケーブルの特性は以下の通りです:

- 製品タイプ (パッシブ ケーブル、アクティブ ケーブル、代替モード アダプター)
- ベンダーが指定するケーブル ハードウェアとファームウェア バージョン
- Type-C ケーブルの反対側: ケーブルが Type-C-Type-C、Type-C-レガシー ケーブル、Type-C-レセプタクルなどであるかを示す
- ケーブル レイテンシ: ケーブルのレイテンシを示す
- 電源供給能力 (1.5A、3A、5A)
- SOP”コントローラーの有無: ケーブルは、ケーブルの UFP 側の電子装置による SOP”応答が可能であるか示す
- USB スーパー スピード信号方式サポート: ケーブルの USB データ ラインがサポートするスピードを示す (USB 2.0、USB 3.1、第 1 世代と第 2 世代)

「**USB PD 仕様**」を参照してください。

EMCA は以下の種類があります:

- パッシブ EMCA: USB データ信号を処理しない EMCA
- アクティブ EMCA: 伝送距離を長くするため USB データ信号を調整する電子装置 (ドライバーなど) を備えた EMCA
- アクセサリ: ケーブルまたはドングルの形態をした UFP

EMCA ケーブルは VCONN 配線をケーブルの端から端に渡さなくても実装可能です。VCONN 配線がケーブルの端から端に渡される EMCA ケーブル (詳細は「**ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるパッシブ EMCA**」を参照) は分離素子が必要です。この分離素子により VCONN 配線はケーブルの端から端まで貫通しません。VCONN 配線がケーブルの端から端に渡されない EMCA ケーブル (詳細は「**ケーブル プラグに 1 個の CCG2 が搭載されるパッシブ EMCA (1 本のケーブル当たり 2 チップ搭載) - SOP’応答のみ**」を参照) では、SOP’素子をケーブルの両端に搭載する必要があります。この場合分離素子は必要ありません。

EMCA アプリケーションの主なアプリケーションレベルの要件は以下のとおりです。

- PD 2.0 仕様に規定される USB-PD プロトコルをサポート
- PD 2.0 仕様に規定される SOP’と SOP”をサポート
- VCONN 上の内蔵 R_a 抵抗に対応
- VCONN からチップへの電源供給が可能
- 2 個の VCONN ピン (VCONN1 と VCONN2) 間が分離されている
- 電力を節約するために、R_a 抵抗の切断が可能
- CC と VCONN ピンにシステム レベル ESD 保護機能を装備
- CC を介してファームウェア更新をサポートする内蔵ブートローダー
- 保安用外部 EEPROM によるケーブルの認証

7 パッシブ EMCA アプリケーションと CCG2

EZ-PD CCG2 は EMCA 向けに開発されました。このセクションでは CCG2 をパッシブ EMCA に用いる 2 つの応用例について説明します。(その他のアプリケーションは、付録で説明します)。各アプリケーションでは、CCG2 と周辺回路をケーブル端の片側または両側にある「プラグ」 (Figure 9 を参照) に組み込みます。プラグ筐体や樹脂モールドの中で、チップが「パドル ボード」と呼ばれる基板に組み立てられています。各 EMCA は少なくとも 1 個の CCG2 付きプラグを持っており、CC を介して USB ホストから ID コマンドに応答します。

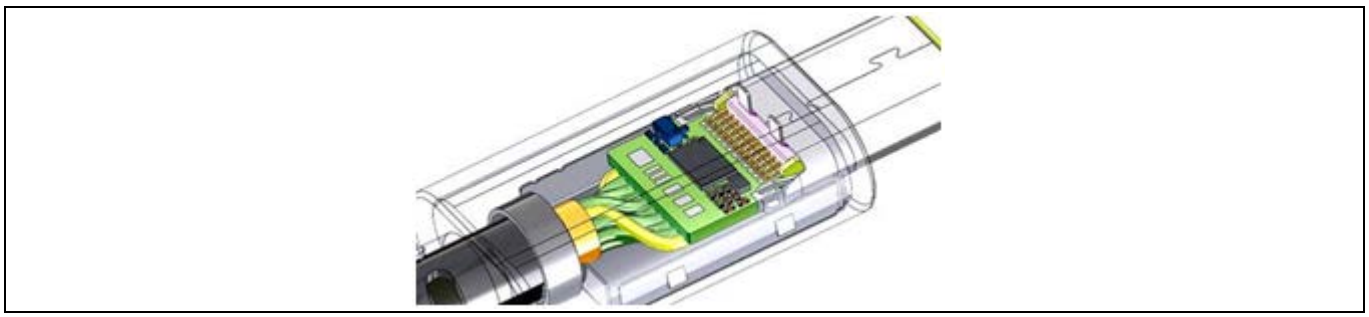


Figure 9 USB Type-C プラグ筐体

このセクションではパッシブ EMCA における CCG2 の応用例を 2 つ説明します。パッシブ EMCA アプリケーションでの CCG2 を説明する前に、VCONN 信号の扱いをよく理解するために CCG2 電源サブシステムを説明します。

7.1 CCG2 電源サブシステム

CCG2 は、VCONN1、VCONN2、VDDD の 3 つの電源の内の 1 つから動作させます。

VCONN1 と VCONN2 ピンは、USB Type-C ケーブル システムでは VCONN ピンに接続することがあります。これらの入力はそれぞれ、4.0V～5.5V の動作をサポートします。 Figure 10 に示すように、VCONN1 と VCONN2 ピンを内部で分離して、異なるレベルにすることが可能です。この内部ダイオードは、VCONN 配線がケーブルの端から端に渡される EMCA を実現するために必要な分離素子として機能しています。

CCG2 を VDDD 電源ピンにより動作させる時、2.7V～5.5V の電圧範囲で動作可能です。この動作モードでは VCONN1 と VCONN2 はともに接続禁止であり、開放とします。VCONN ピンが電源として使用されるアプリケーションでは、VDDD ピンは電圧出力として使用できます。

CCG2 内部の GPIO バッファは VDDIO から電力供給されます。通常この系統をケーブル アプリケーションの VDDD に接続します。

電源サブシステムの詳細は「CCG2 データシート」を参照してください。

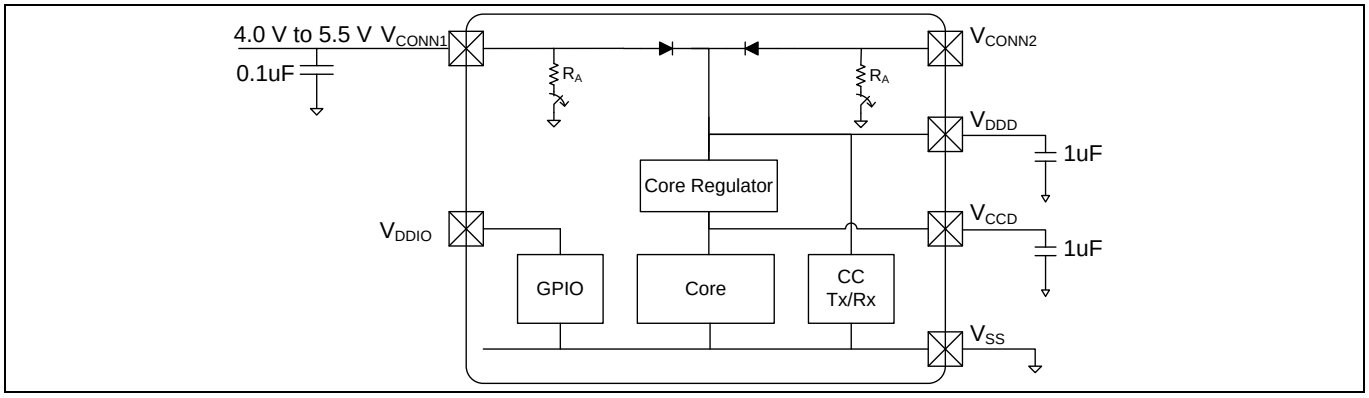


Figure 10　CCG2 の電源とコンデンサ配置

7.2　ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるパッシブ EMCA

この EMCA ソリューションは片方のプラグに 1 つの CCG2 チップを有します。このソリューションではどのプラグがホスト (DFP) に接続されてもチップに電源供給するために 1 本の VCONN 配線をケーブルの端から端に渡す必要があります。

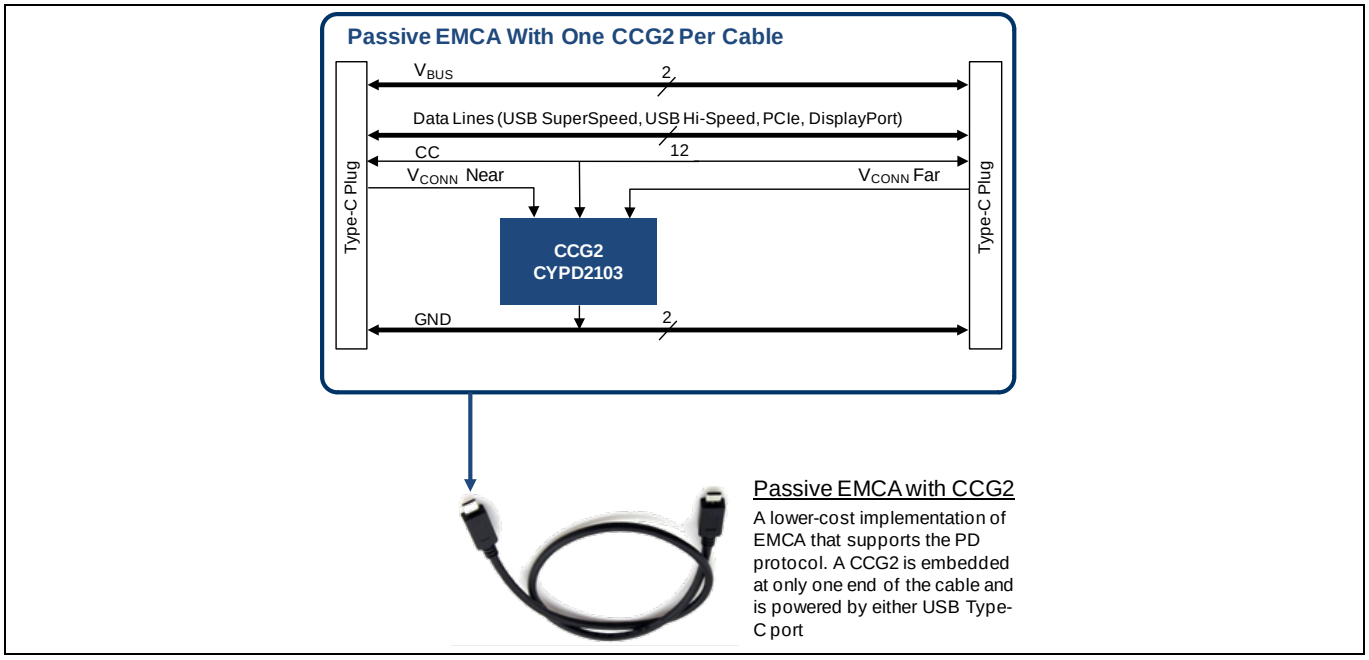


Figure 11　ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるパッシブ EMCA ソリューション

この場合 CCG2 は SOP'パケットにのみ応答します。ケーブルがエニュメレーションされた後に、ホストは VCONN 電源をオフにすることがあります。このアプリケーションの重要かつユニークな要件の一つは、2 つの別個の VCONN ピンからチップに電力供給することです。

利点

このソリューションではケーブルの片側に CCG2 チップが 1 つだけ必要です。

パッシブ EMCA アプリケーションと CCG2

欠点

このソリューションは VCONN 配線をケーブルの端から端に渡すため線材のコストがかかります。

Figure 11 に、1 本のケーブルに 1 個の CCG2 が搭載されるパッシブ EMCA ソリューションのブロック図を示し、**Figure 12** に回路図を示します。**Figure 12** に示すように、ケーブルの片側の VCONN を CCG2 の VCONN1 に接続し、反対側の VCONN を CCG2 の VCONN2 に接続します。

シングルチップ ソリューションでは、SOP”応答を無効にするために、GPIO ピン (WLCSP パッケージのボール D3／DFN パッケージのピン 13) を開放にする必要があります。この GPIO ピンを開放にすることで、CYPD2103 は常に SOP’バケットだけに応答するようコンフィギュレーションされます。SOP’／SOP”パケットへの応答は、接続相手が UFP か DFP かに応じて動的に判定されません。

これはワンチップ ソリューション (ケーブル 1 本に 1 個の CCG2 があるケーブル) に適用されます。 このソリューションでは、チップはケーブルの方向に応じて、VCONN1 または VCONN2 から電源供給されます。ケーブルの向きに関わらず、CCG2 はいつも、VCONN1 と VCONN2 のどちらから電源供給されるかに関係なく、SOP’パケットのみに応答します。

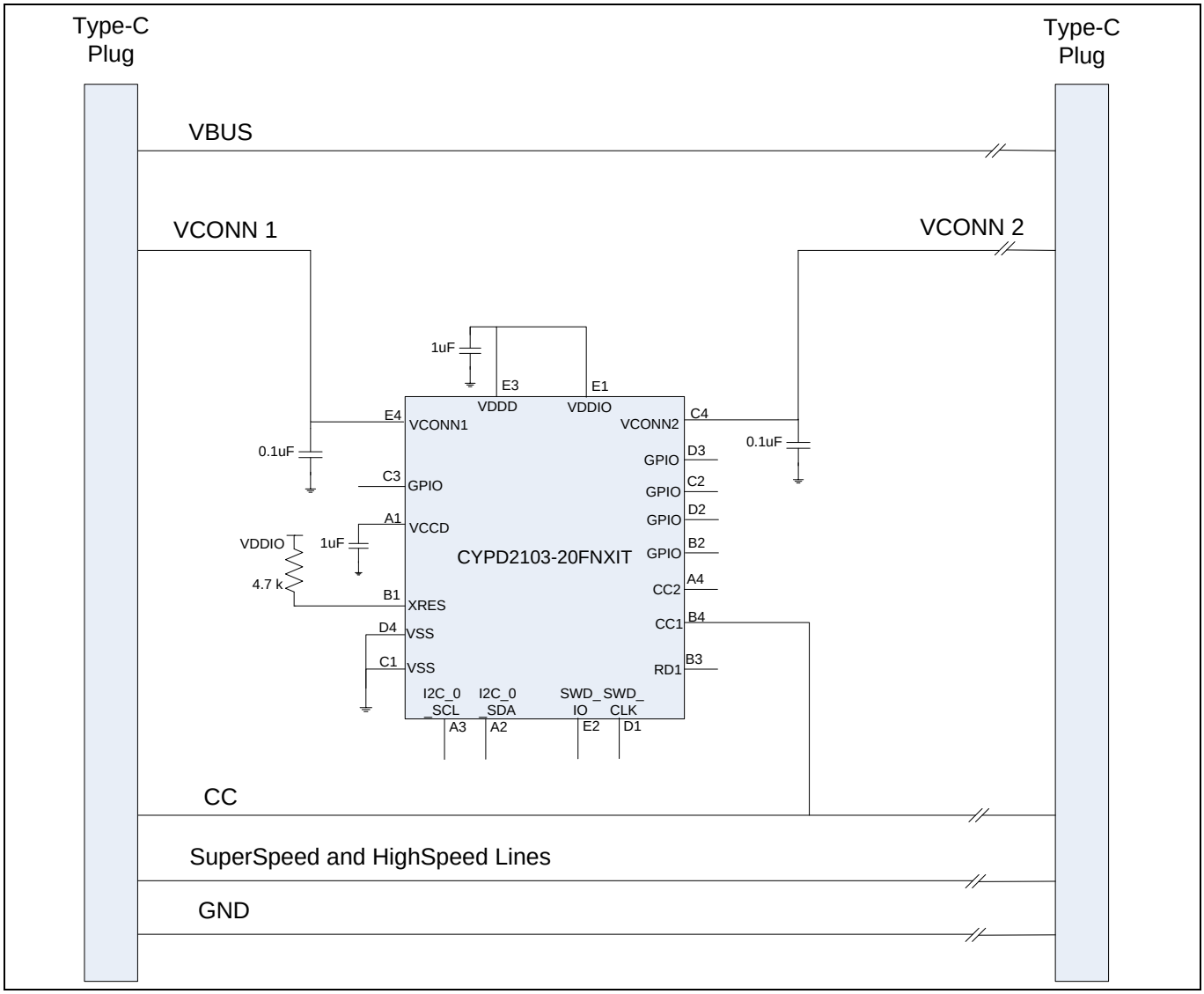


Figure 12　CCG2 シングルチップの EMCA 回路図

パッシブ EMCA アプリケーションと CCG2

Note: ***Figure 12*** *は参考例であり WLCSP パッケージに基づいています。DFN 参考回路の詳細は「****付録****」を参照してください。*

7.3 ケーブル プラグに 1 個の CCG2 が搭載されるパッシブ EMCA (1 本のケーブル当たり 2 チップ搭載) - SOP'応答のみ

この EMCA ソリューションは 2 個の CCG2 チップ (1 プラグ当たりに 1 個の CCG2 チップ) を持っています。このソリューションでは、VCONN 信号をケーブルに渡って配線せず、各プラグ内の CCG2 デバイスで終了します。この場合 VCONN を提供する DFP と近い方の CCG2 だけが電源供給されます。電源供給される CCG2 は、SOP'パケットのみに応答します。ケーブルがエニュメレーションされた後に、ホストは VCONN 電源をオフにすることがあります。

利点

このソリューションを適用すると線材 (デバイスに渡って配線する場合に VCONN 信号に必要なワイヤー) のコストが削減可能です。

欠点

このソリューションは 2 個の CCG2 チップ (ケーブルの各端当たりに 1 個のチップ搭載) が必要です。

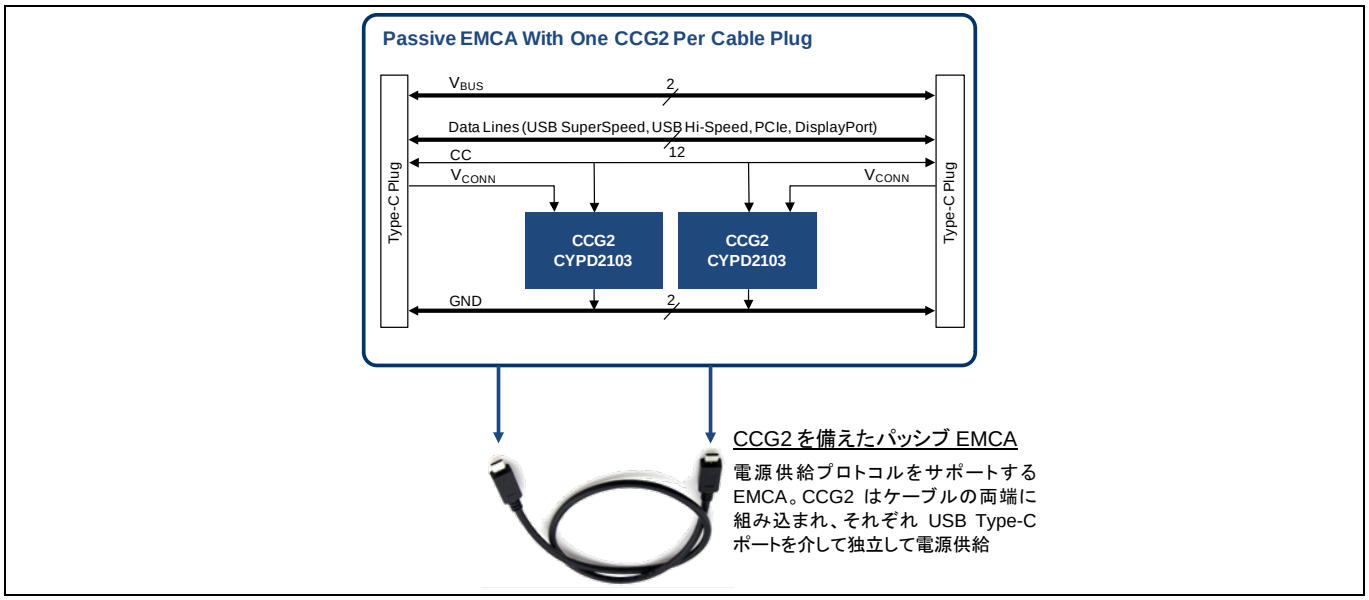


Figure 13 ケーブル プラグそれぞれに 1 つの CCG2 が搭載されるパッシブ EMCA ソリューション

Figure 13 にブロック図、**Figure 14** に 1 本のケーブル当たりに 2 個の CCG2 チップ (1 個だけが電源供給) が搭載されるパッシブ EMCA ソリューションの回路図を示します。**Figure 14** に示すように、ケーブル端の VCONN は、それぞれのプラグにある CCG2 の VCONN1 に接続されます。GPIO (WLCSP パッケージのボール D3／DFN パッケージのピン 13) を開放にするか、LOW レベルにすることができます。

ケーブルがどのように接続されても、CCG2 はいつも VCONN1 を介して電源供給され、SOP'パケットのみに応答します。

パッシブ EMCA アプリケーションと CCG2

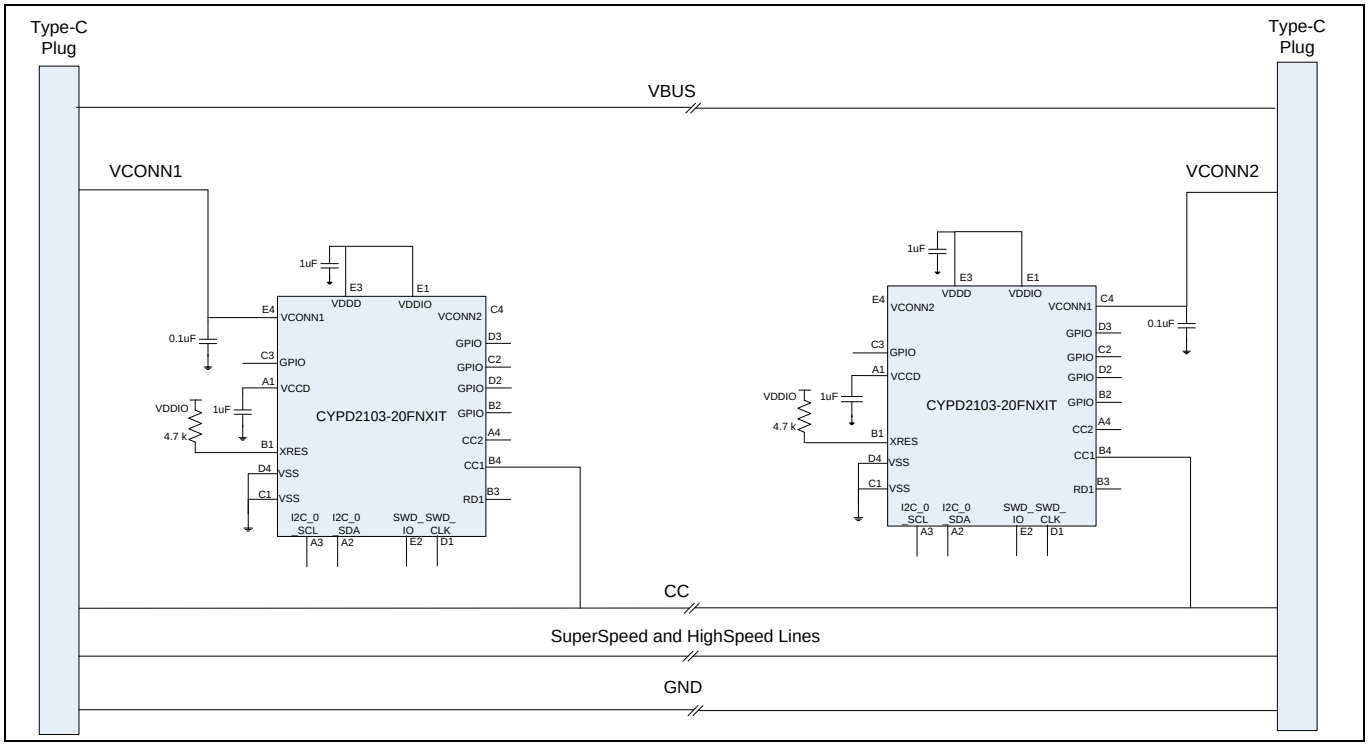


Figure 14　2 個の CCG2 チップ付き EMCA 回路図 (1 個のチップにのみ電源供給)

Note: ***Figure 14*** *は参考例であり WLCSP パッケージに基づいています。DFN 参考回路の詳細は「**付録**」を参照してください。*

8 設計ガイドライン

8.1 ハードウェア ガイドライン

Figure 12 と **Figure 14** に CCG2 付き EMCA のワンチップと 2 チップ ソリューションのハードウェア回路図を示します。**Figure 12** に示すように、CCG2 に Type-C トランシーバーと終端抵抗、システム レベルの ESD 保護回路を統合してそれをワンチップ ソリューションにすることが可能です。 このソリューションは 4 個の外部デカップリング コンデンサ*と 1 個の抵抗を必要とします。

パドル カード レベルでのデバッグとプログラムを簡易化するために、SWD ライン上に予備のプローブやジャンパーを搭載することをお勧めします。CCG2 により、内蔵ブートローダーを使って CC ラインを介して組み立てられたケーブルのファームウェアを更新することもできます。

ハードウェア デザインの詳細は「**AN95599 – Hardware Design Guidelines for EZ-PDTM CCG2**」を参照してください

Note: ** さらに Type-C 仕様に従って、4 個のコンデンサが Type-C コネクタの VBUS ピンに必要です(1 ピン当たり 1 個の 10nF バイパス コンデンサ)。詳細は「**Type-C 仕様**」を参照してください。*

8.2 ファームウェア更新のガイドライン

様々な設計要件を満たすために、EZ-PD CCG2 は **Table 5** に示す 3 バージョンで出荷されます。ベンダー固有のケーブル アプリケーションは、製品の能力と機能を決めるベンダー コマンドの実装が必要です。ファームウェアとカスタム アプリケーションについては**サイプレス**へお問い合わせください。

CCG2 ファームウェアは以下の基本機能を持っています。

1. ファームウェアはケーブル プラグがホスト ポート (ダウンストリーム ポート) に接続されたかデバイス ポート (アップストリーム ポート) に接続されたかその位置を検出します。
2. ファームウェアは、すべての構造化された VDM (ベンダー定義のメッセージ) に SOP’ (ケーブル プラグの終端がホストの終端と近い場合) または SOP’’ (プラグ終端がデバイスの終端と近い場合) で応答します。
3. ファームウェアは、すべてのサイプレス定義の非構造化 VDM に SOP’ (アクセサリ モードのアプリケーションの場合) または SOP’’ (プラグ終端がデバイスの終端と近い場合) で応答します。これらのメッセージはファームウェアの更新のために使用されます。
4. ファームウェアは非構造化 VDM に応答します。VDM ハンドラーは、GPIO の一式をトグルして機能を指定します。
5. ファームウェアには、デバイスでの PD ファームウェアのアップグレードが可能なブートローダーが含まれています。ブートローダーは、サイプレス定義の非構造化 VDM を介してファームウェアを受信します。
6. デバイスは、CC ラインがアイドル状態にある場合はディープスリープ モードに移行し、PD メッセージに応答する時にウェイクアップします。PD バスがアイドル状態に入るとデバイスはディープスリープ モードへ戻ります。
7. ブートローダーは CYPD2103 と CYPD2105 用ファームウェアの 2 種類に対応しています。ブートローダーはファームウェアを制御する前にチェックサムによりファームウェアの有効性を検証します。
8. **Table 6** に示すように、SOP／SOP”応答は、VCONN1／VCONN2 信号と同行した CCG2 デバイスへの入力として提供される GPIO (WLCSP パッケージのボール D3／DFN パッケージのピン 13) の状態によって判定されます。

Table 6 CCG2 コントローラーからの SOP 応答

VCONN_1	VCONN_2	GPIO***	SOP'	SOP''
x**	x	開放	✓	✗
4V – 5.5V	x	LOW レベル	✓	✗
< 4V	x	LOW レベル	✗	✓

** **Table 6** に示す「x」は「Don't care」(ドント ケア) を意味します。

*** GPIO は WLCSP パッケージではボール D3、DFN パッケージでは 13 ピンです。

CCG2 は USB-IF 仕様の変更に対応するためにアップグレードが可能ファームウェア アップグレードについてはサイプレスへお問い合わせください。SWD インターフェースを使用して、または Type-C コンフィギュレーション チャネル (CC 信号) を介して内蔵 32KB フラッシュをプログラムすることが可能です。

8.2.1 MiniProg3 による SWD 経由での CCG2 アップグレード

SWD インターフェースによるファームウェア アップグレードは、PSoC® Programmer™ ソフトウェアがインストールされた PC と MiniProg3 プログラマを併用して可能になります。このプログラム方法は、SWD ピンまたはヘッダーに伴うパドルカードに適用可能で、一般的に製品の開発中によく適用されます。

手順の詳細にてついては、「**PSoC® Programmer と MiniProg3 による EZ-PD™ CCG2 のプログラム**」知識ベース記事をご覧ください

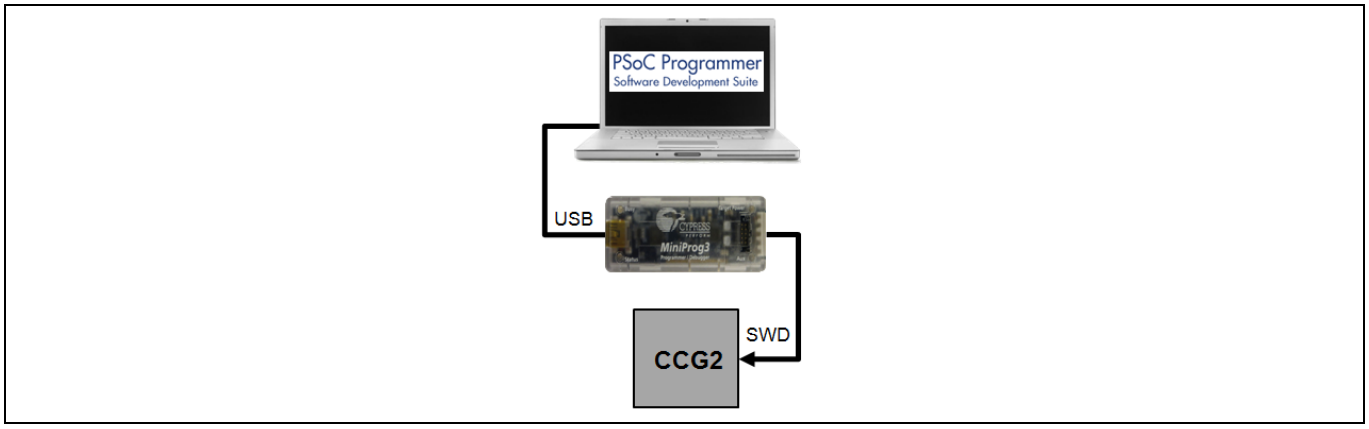


Figure 15 SWD 経由での CCG2 アップグレード (MiniProg3 使用)

8.2.2 CC を介した CCG2 ファームウェアのアップグレード

ファームウェア アップグレード アプリケーション *cc_flash.exe* (このウェブページからダウンロード可能) を実行している PC は、**CCG1 ホスト デモ ボード**を使って CC ラインを介して CCG2 を USB Type-C ケーブルに直接プログラムするために使用可能です。ケーブル メーカーはこの方法を使って、エンドユーザーにアップグレード版を提供する、またはケーブル アセンブリが製造された後にファームウェアをプログラムすることができます。CCG2 は工場でブートローダーと共にプログラムされ、出荷時点で Type-C インターフェースを介してプログラム可能になっています。

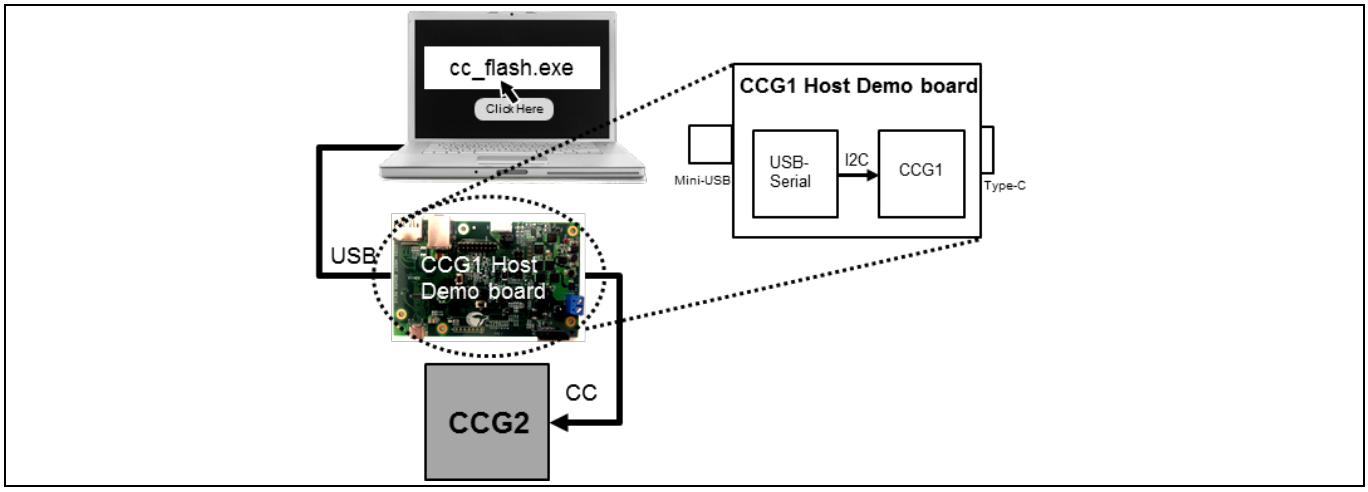


Figure 16　CC を介したアップグレード

CCG2 ホスト デモ ボード内の USB シリアルブリッジは、USB-I²C マスター ブリッジとして機能しています。USB シリアルブリッジは、CCG1 Type-C ホスト コントローラーの I²C スレーブ インターフェースと通信します。CCG1 は最新の USB Type-C と PD 仕様に準拠する PD 付き USB Type-C ポート コントローラーで、電力アダプタ、ノート PC、タブレット、モニターと最大 100W までのパワー デリバリーの EMCA に、USB Type-C と PD サポートを追加するソリューションを提供します。CCG1 の詳細は **CCG1 ウェブページ**を参照してください。

サイプレスが提供するコンフィギュレーション ユーティリティ *cc_flash.exe* は、USB シリアルブリッジを介して I²C コマンドを CCG1 Type-C ホスト コントローラーに送信します。

CCG1 Type-C ホスト コントローラーは、Type-C インターフェースを介して EMCA と通信するためにコンフィギュレーションされます。CCG1 ファームウェアは、EMCA の存在を検出して VCONN を適用します。ファームウェアは、USB シリアルブリッジを介して受信する I²C コマンドを構造化された状態と非構造化状態で EMCA に送信します。

送信手順については「**CC を介した EZ-PD™ CCG2 デバイスのファームウェアのアップグレード**」知識ベース記事を参照してください。

9 まとめ

このアプリケーション ノートでは CCG2 を使ったパッシブ USB 3.1 Type-C の設計に関する多くの事項について説明しました。CCG2 を使用すると最小限の外部受動素子やアナログ回路により、低コストの Type-C 準拠 EMCA の製品化までの時間は短縮されます。

10 付録 A: その他の CCG2 アプリケーション

このセクションでパッシブ EMCA ケーブル以外に使用可能な CCG2 アプリケーションについて説明します。主なアプリケーションの要件は「**EMCA アプリケーション**」セクションに示す項目と同じです。

10.1 ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるアクティブ EMCA ソリューション – SOP'応答のみ

アクティブ EMCA の重要な機能は、データパス上にリドライバを追加することにより信号調整機能を提供することです。コンフィギュレーション／信号調整が必要なアクティブ ケーブル (マネージド アクティブ ケーブルと呼ばれる) は、USB パワー デリバリーの構造化ベンダー定義メッセージ (VDM –SOP'パケット) を使用してケーブルを検出し、コンフィギュレーションします。マネージド アクティブ ケーブルの一部は、USB PD 構造化 VDM (SOP'パケットのみ) に応答するケーブル内の USB PD コントローラーを 1 個のみ持っています。

Type-C アクティブ EMCA ソリューションでは CCG2 を信号調整デバイス (**Figure 17** に示すリドライバー) としてだけでなく電子的捺印処理のためにも用います。このソリューションは VCONN 入力から電源供給を受けケーブルへ供給します。このようなケーブルは、R_a 抵抗を VCONN 配線上に、R_d 抵抗を CC ラインに搭載してアクティブ ケーブルとして機能することができます。パッシブ EMCA と違って VCONN へ電源を供給するホストは電源を切りません。

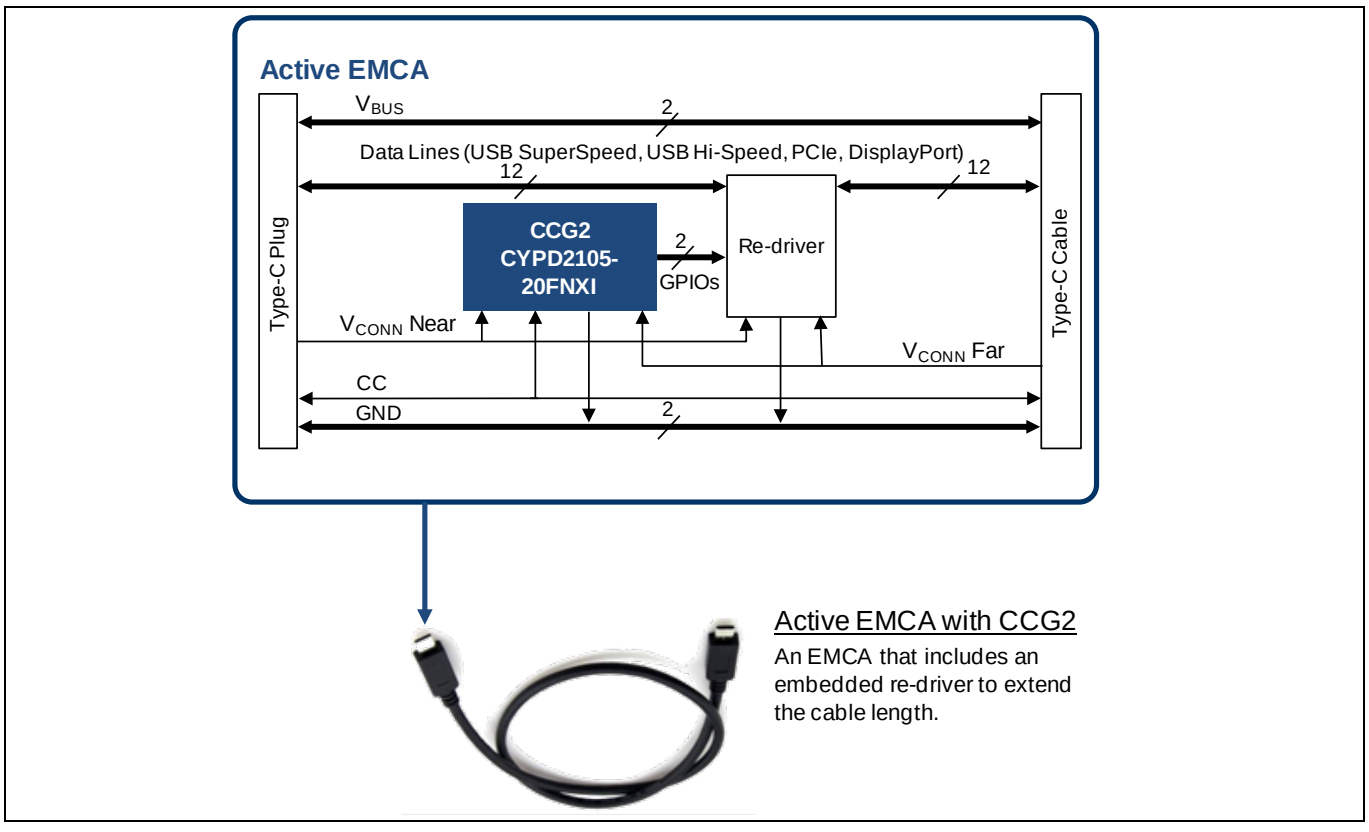


Figure 17 ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるアクティブ EMCA ソリューション

このアプリケーションのファームウェア ソリューションについては、サイプレスにお問い合わせください。

10.2 ケーブルに 1 個の CCG2 チップがあるマネージド アクティブ EMCA ソリューション - SOP'と SOP"応答

マネージド アクティブ ケーブルがケーブルのそれぞれの端に独立した管理または信号調整を要求する場合、USB PD の構造化ベンダー定義メッセージ (VDM) (SOP'と SOP"パケット) が各プラグ個別になければなりません。

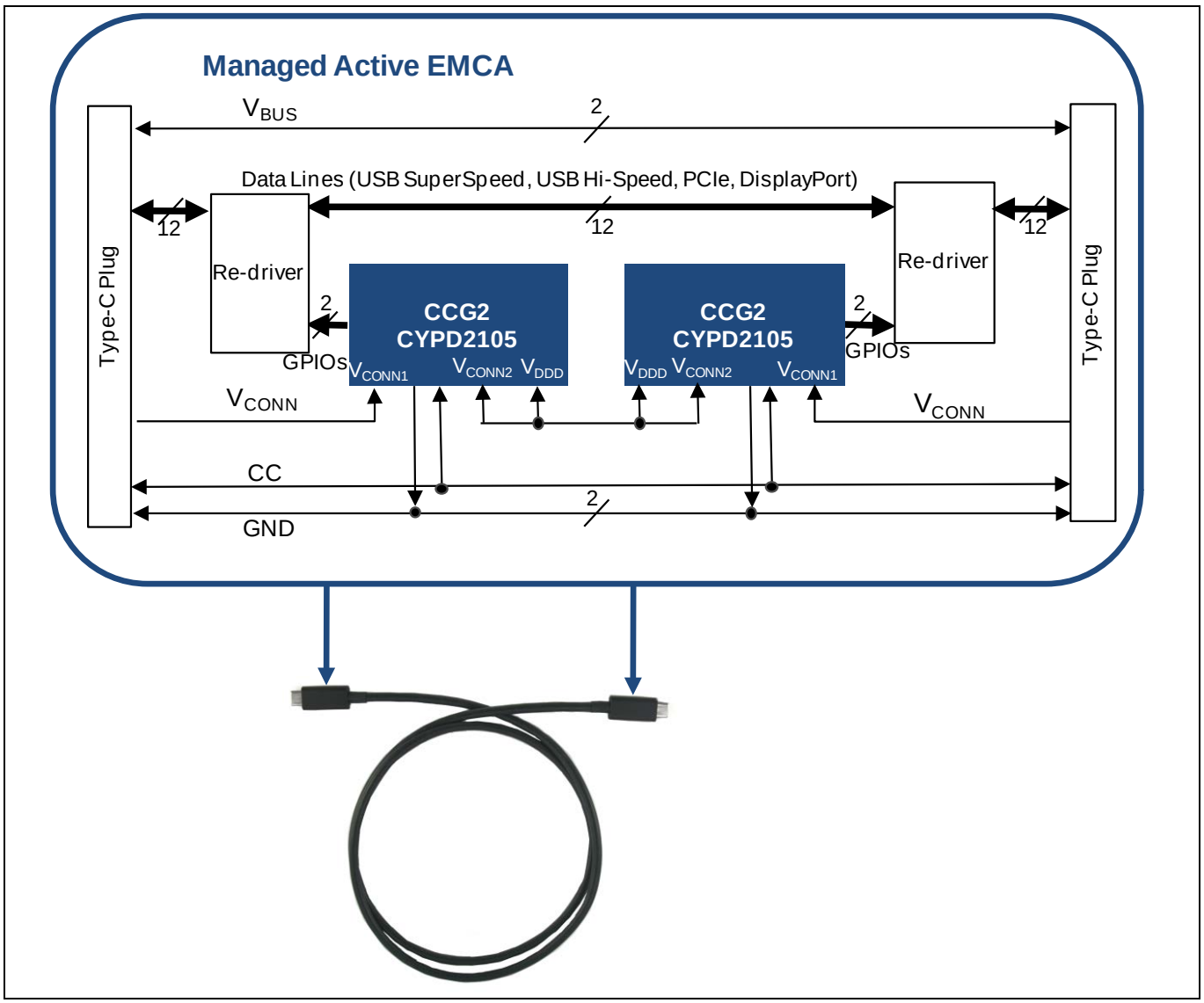


Figure 18 ケーブル プラグに 1 個の CCG2 チップがあるマネージド アクティブ ケーブル

このアクティブ ケーブル ソリューションは 2 個の CCG2 チップ (1 プラグ当たりに 1 個の CCG2 チップ) を持っています。VCONN はケーブルにわたってワイヤーで接続されます (プラグの残りの端に一直線で接続しない)。このソリューションでは、ケーブルがリバーシブルになるように配線されます (図 6)。VCONN へ電源を供給するホストは電源を切りません。

両端のケーブル プラグの VCONN 信号は対応する CCG2 の VCONN1 入力に接続します。ケーブルから来ているもう 1 つの配線は CCG2 の VCONN2 と VDDD ピンに接続します。CCG2 が VCONN ピンから電源を受ける場合、VDDD は出力として機能します。この場合 1 つの CCG2 チップが VCONN1、もう 1 つは VCONN2 を介して電源供給されます。内部ファームウェアは、GPIO (WLCSP パッケージのボール D3／

付録 A: その他の CCG2 アプリケーション

DFN パッケージのピン 13) をストラップ オプションとして使用し、SOP”へ応答するか判定します。SOP” 応答は、この GPIO をグランドに接続すると有効になります。

ケーブルのどちらに DFP が接続されても、両端の CCG2 チップは電源供給されます。CCG2 は VCONN1 と VCONN2 に検出器があり、電源を受けているのがどちらの端子かファームウェアに伝えます。VCONN1 から電源を受ける CCG2 は SOP’応答動作になります。CCG2 は、GPIO (WLCSP パッケージのボール D3／DFN パッケージのピン 13) を LOW レベルであり、VCONN2 から電源供給される場合は SOP”に応答します。

Figure 18 に、ケーブルに電源供給されるチップが 2 つあるマネージド アクティブ ケーブルのブロック図を示します。

10.3 アクセサリ ソリューション

アクセサリ ソリューションは、USB Type-C と USB-PD プロトコルを実装するために CCG2 を 1 つ使用します。アクセサリの共通フォームは、この例に示すコンバーター ドングルです。1 つの例は、USB Type-C Thunderbolt アダプタです。この種のアダプタは一端に USB Type-C プラグがあり、もう一方に PCIe と DisplayPort ポートのポートがあります。アクセサリは代替モードで実装するものでなければなりません。アクセサリは VBUS から動作したり自分の VCONN を生成したりすることが可能で、VCONN から電源供給されたアクセサリを実行することも可能な標準 UFP デバイスとして実装できます。**Figure 19** にアクセサリのアプリケーション例を示します。

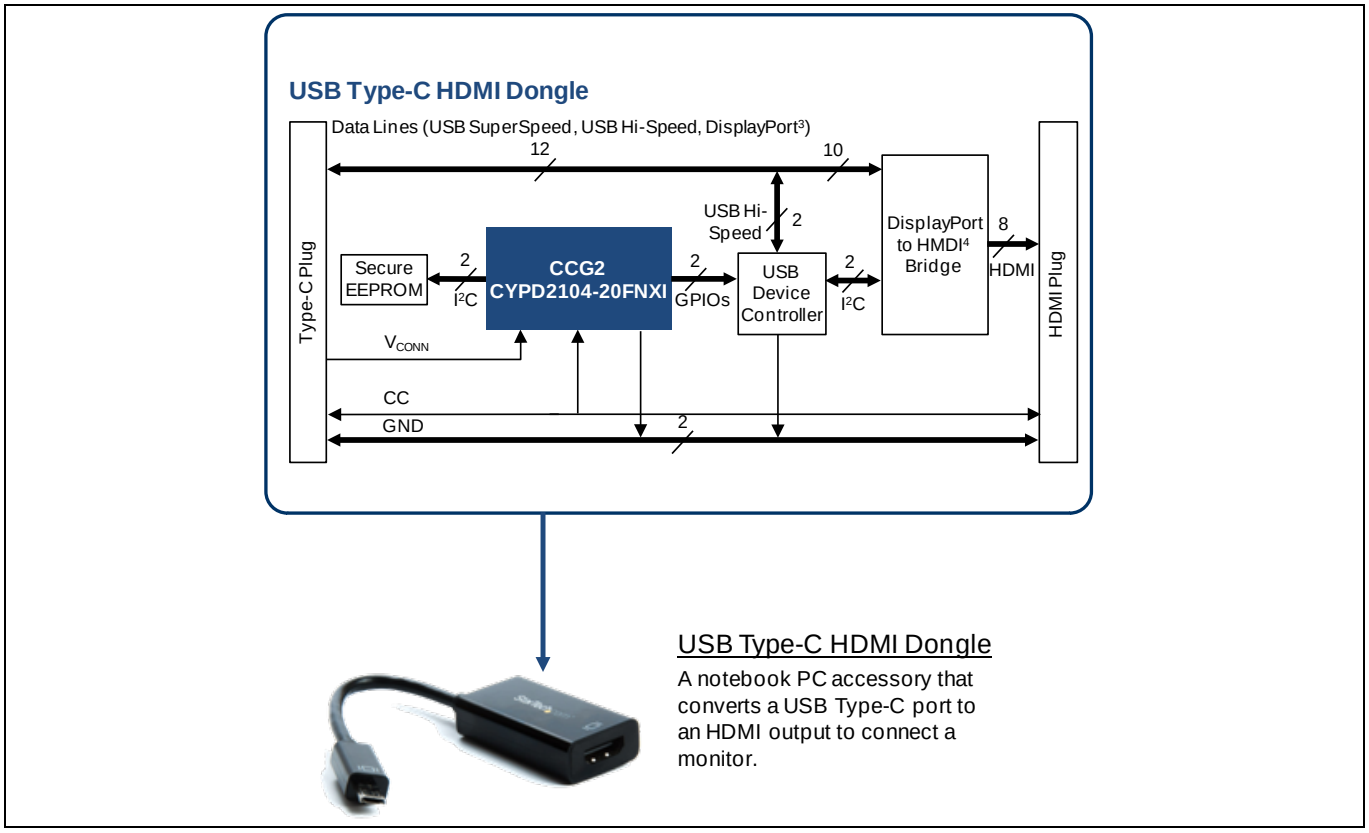


Figure 19 アクセサリ ソリューション

このアプリケーションに必要な主なアプリケーション レベルの要件は以下の通りです。

- Type-C 仕様に準拠し、CC ピンに R_d 抵抗を内蔵
- VBUS から電源供給可能

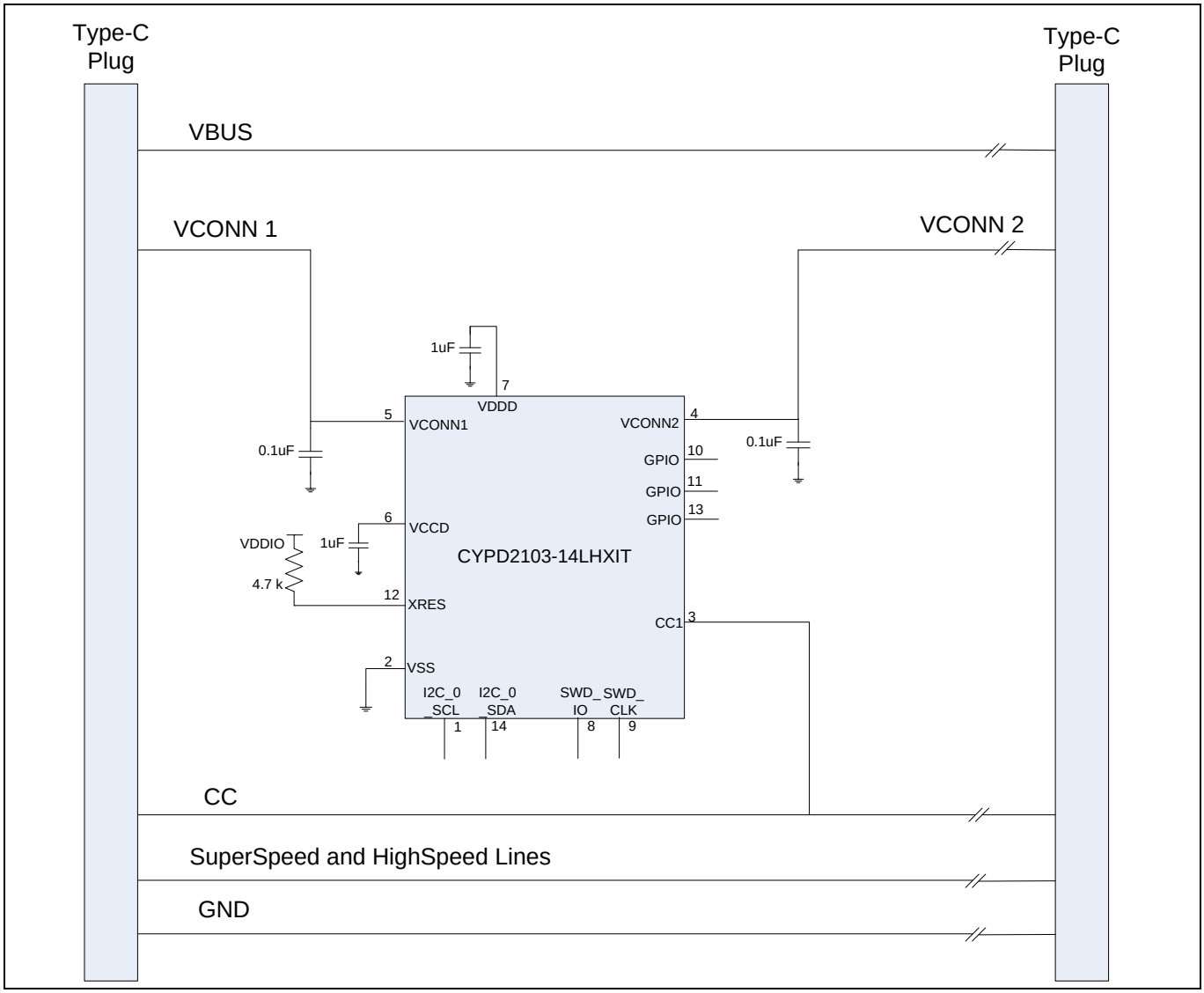
付録 A: その他の CCG2 アプリケーション

- 電流上限検出をサポート

このアプリケーションのファームウェア ソリューションについてはサイプレスにお問い合わせください。

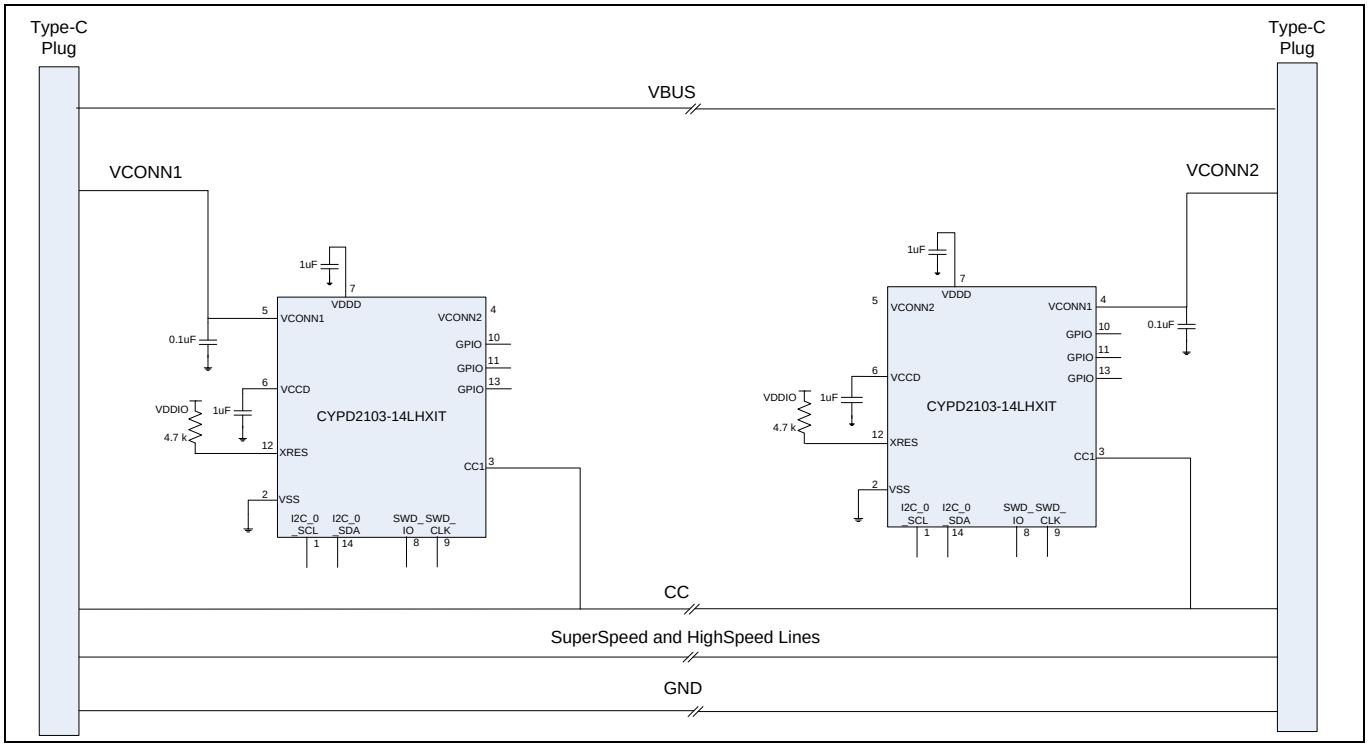
11 付録 B: 参考回路図

11.1 CYPD2103-14LHXIT シングルチップ EMCA 回路図



付録 B: 参考回路図

11.2 CYPD2103-14LHXIT デュアル チップ EMCA 回路図



改訂履歴

Document version	Date of release	Description of changes
**	2015-05-27	これは英語版 001-95615 Rev. *A を翻訳した日本語版 001-97557 Rev. ** です。
*A	2018-06-18	これは英語版 001-95615 Rev. *C を翻訳した日本語版 001-97557 Rev. *A です。
*B	2021-04-27	テンプレートの変更を実施。 これは英語版 001-95615 Rev. *E を翻訳した日本語版 Rev. *B です。

Trademarks
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2021-04-27
Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2021 Infineon Technologies AG. All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?
Go to www.cypress.com/support

Document reference
001-97557 Rev. *B

重要事項
本文書に記載された情報は、いかなる場合も、条件または特性の保証とみなされるものではありません（「品質の保証」）。本文に記された一切の事例、手引き、もしくは一般的価値、および／または本製品の用途に関する一切の情報に関し、インフィニオンテクノロジーズ（以下、「インフィニオン」）はここに、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

さらに、本文書に記載された一切の情報は、お客様の用途におけるお客様の製品およびインフィニオン製品の一切の使用に関し、本文書に記載された義務ならびに一切の関連する法的要件、規範、および基準をお客様が遵守することを条件としています。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

本製品、技術、納品条件、および価格についての詳しい情報は、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください（**www.infineon.com**）。

警告事項
技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。

インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。