

USB PD コントローラシリーズ

Sink 専用 Type-C デテクタ

BD91N01NUX EVK

BD91N01NUX-EVK-001 (Stand-Alone)

はじめに

本ユーザーズガイドは Sink 向け USB Type-C デテクタ BD91N01NUX の EVK を動作させ評価を行うために必要な手順を記載しております。資料には周辺部品と操作手順およびアプリケーションデータが記載されています。

概要

BD91N01NUX-EVK-001 は Sink 向け Type-C デテクタ IC BD91N01NUX を使用し、Source 機器との Type-C 接続を行います。本製品はバスパワーでの動作を前提としているため、外部電源を必要としません。本 EVK は Type-A レセプタクルを持ち、Source 機器と Type-C 接続検出を行った後は、Type-A レセプタクルの VBUS に Type-C 側に接続された Source 機器からの電源を出力します。本 EVK をマウスや USB メモリ等の USB Type-A Captive Cable または Type-A プラグ機器を接続し、Type-C 接続で評価を行う事が可能です。

EVK 動作条件

Parameter	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Type-C 側 VBUS 入力電圧	4.0	5.0	5.5	V	
VDDIO 入力電圧	1.7	-	5.5	V	
Type-A 側 VBUS 出力電圧	4.0	5.0	5.5	V	USB 規格と接続された Source により保証されます。

EVK 概観



Figure 1. BD91N01NUX-EVK-001 概観(Top View)

EVK 機能解説

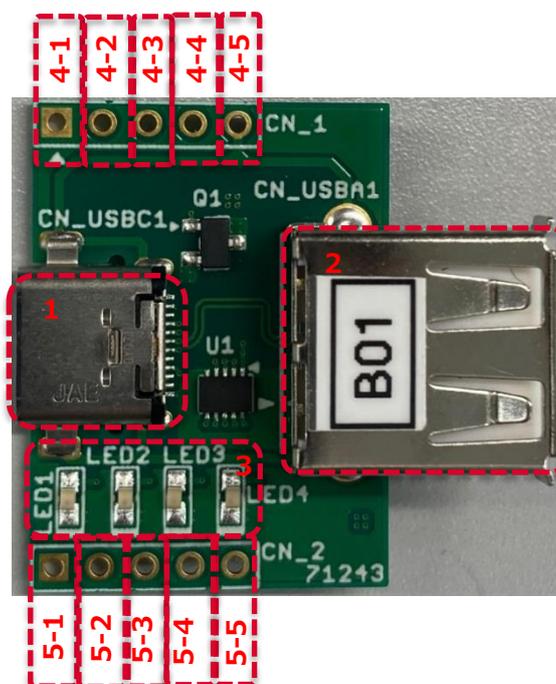


Figure 2. BD91N01NUX-EVK-001 各機能の説明

本 EVK の各機能は Table 1 の通りとなります。

Table 1. The descriptions of the available functions

No.	Function	Silk Indication	Description	Default Setting
1	Type-C レセプタクル	CN_USBC1	認証済 USB Type-C レセプタクル TID: 5,200,000,020 Dp1 と Dp2, Dn1 と Dn2 はボード上で短絡されているため フリップ時に D+/D-の極性を考慮する必要はありません。 短絡された Dp と Dn は CN_USBA1 の Dp と Dn にそれぞれ 接続されています。	-
2	Type-A レセプタクル	CN_USBA1	USB Type-A レセプタクル	-
3	デジタル出力の LED	LED1	TCC1 出力 ON : TCC1=H, OFF : TCC=L	-
		LED2	TCC0 出力 ON : TCC0=H, OFF : TCC=L	-
		LED3	ORIENT 出力 ON : CC2 側接続, OFF : CC1 側または 未接続	-
		LED4	SWMONI 出力 ON : CN_USBA1 の VBUS ON, OFF : CN_USBA1 の VBUS Open	-
4	USB 2.0 信号端子	CN_1	4-1 : GND 4-2 : D+ Signal for USB 2.0 / 1.x 4-3 : D- Signal for USB 2.0 / 1.x 4-4 : CN_USBA1 側 VBUS Power 4-5 : Type-C レセプタクルシェル*	-
5	デジタル出力 VDDIO 電源	CN_2	5-1 : TCC1 5-2 : TCC0 5-3 : ORIENT 5-4 : SWMONI 5-5 : 上記 4 つのデジタル出力のための VDDIO 電源。RIO で CN_USB1 側の VBUS と接続されているため、 Source 機器接続後自動的に VDDIO に電源が供 給されます。	-

*Type-C プラグの外周 GND はケーブルのシールド GND と短絡する仕様になっているため、接続時は Type-C レセプタクルシェルは GND になります。

EVK 回路図

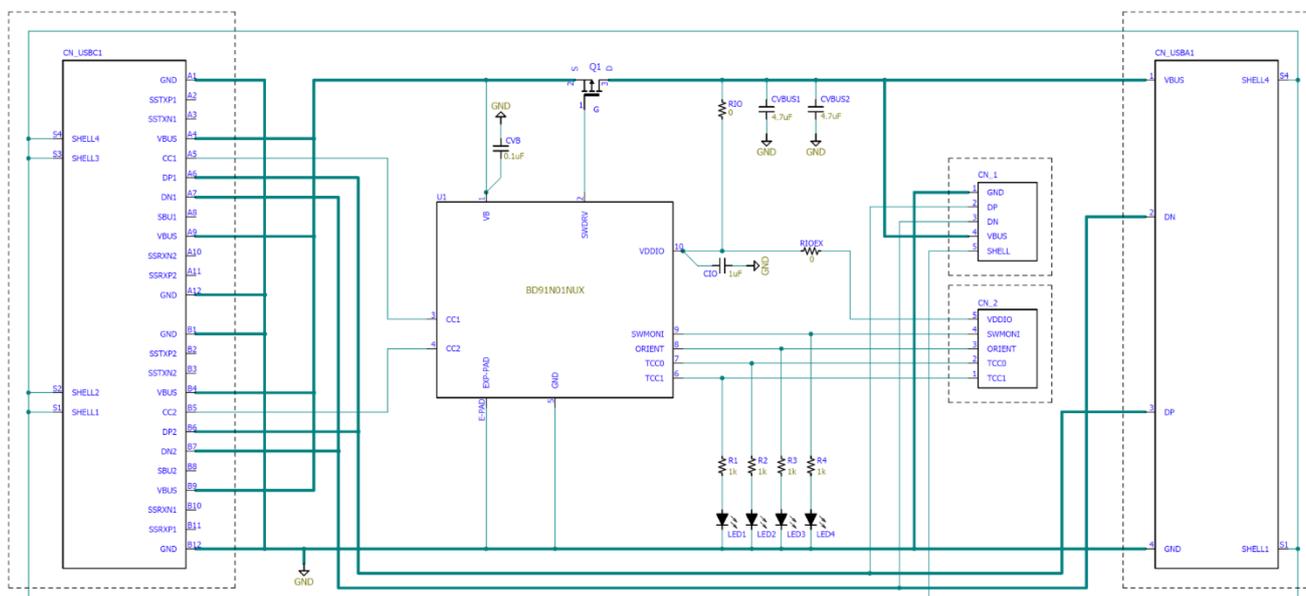


Figure 3. BD91N01NUX-EVK-001 回路図

動作手順

本 EVK は接続された Source 機器との Type-C 接続を判定し、判定後 Type-A レセプタクルに接続された Sink 機器の電源を供給します。ボード単品では Source 接続後、LED1～LED4 の状態を確認することで、Type-C の接続状態を確認することができます。

よりアプリケーションに近い評価が必要な場合、適宜 Type-C 側に市販の Type-C メータや Type-A 側に電子負荷やそれに類する USB Type-A Captive Cable 機器または Type-A プラグ機器をご用意ください。

(動作確認)

1. アダプタ等の Source 機器を準備し、ケーブルを介して EVK の Type-C レセプタクルに接続します。
2. LED1～LED4 が Type-C 接続に合わせて点灯します。

Table 2. TCC1 と TCC0 による Type-C 電流検出

TCC1 (CN_2: 5-1)	LED1	TCC0(CN_2: 5-2)	LED2	Description
0V	OFF	0V	OFF	Source 機器未接続 / 非標準ケーブルによる接続
0V	OFF	5V	ON	USB Type-C default 電流
5V	ON	0V	OFF	USB Type-C 1.5A 電流
5V	ON	5V	ON	USB Type-C 3.0A 電流

TCC1とTCC0は接続されたSource機器の電流能力を通知するだけであり、本ボード/BD91N01NUXは判定結果に応じた電流検出と制限機能を提供しません。

Table 3. ORIENT によるフリップ検出

ORIENT (CN_2: 5-3)	LED3	Description
0V	OFF	未接続か CC1 側
5V	ON	CC2 側

Table 4. SWMONI による電源供給状態

SWMONI (CN_2: 5-4)	LED4	Description
0V	OFF	SWDRV=5V, Q1=OFF, CN_USBA1 の VBUS へ電源供給遮断
5V	ON	SWDRV=0V, Q1=ON, CN_USBA1 の VBUS へ電源供給中

Table 5. 接続機器と各 LED の状態一覧

接続機器	Cable	LED1 (TCC1)	LED2 (TCC0)	LED3 (ORIENT)	LED4 (SWMONI)
Source Type-C default	Type-C	OFF	ON	プラグ方向に依存 CC2: ON CC1 または未接続: OFF	ON
Source Type-C 1.5A Capable		ON	OFF		
Source Type-C 3A Capable		ON	ON		
Source Type-C/PD Any		ON	ON*		
Legacy-A	Type-A to C	OFF	ON		
Legacy-A supporting BC1.2		OFF	ON		
Proprietary Standard-A		OFF	ON		
Any	Un-compliant Cable**	OFF	OFF		OFF
Any Sink Type-C	Type-C			OFF	
Legacy-B	Type-B to C			OFF	

*接続した Source 機器の給電能力に依存

**詳細は BD91N01NUX のデータシートをご覧ください

3. デジタルマルチメータを使い、CN1 4-4 のターミナルから Type-C レセプタクル側に供給されている USB Default 電圧である 5V が観測できます。CN1 4-4 から電圧が出力されていない場合は次の理由が考えられます。
- 検出された電流能力に対する電流制限機能を本ボードおよび BD91N01NUX は持たないため、Source 側で過電流を検出しラッチしている可能性があります。Sink 機器側の消費電力を確認し適切な Source 機器をご用意ください。
 - Type-C 機器はポート形状から Sink 機器か Source 機器か判別できません。接続された機器が Sink 機器の可能性があります。
 - 実装されている BD91N01NUX は規格外の特定の Type-C ケーブルとの接続を以上であるとして遮断します。ケーブルが正常であるかご確認ください。
 - 負荷を接続している場合インラッシュカレントにより、Source 側で過電流検出によるラッチ状態になっている可能性があります。インラッシュカレント対策は EVK では行っていないため、Type-A 基板側での対応をお願いします。
 - CN_USBC1 の VBUS に過電圧状態が検出されると、board 上の Pch-FET Q1 を閉じて給電側の CN_USBC1 側の VBUS と受電側の CN_USBA1 側の VBUS とを分離して保護動作を行います。この状態は VBUS の脱着 (VBUS が一定の電圧よりも下回る) することにより解消されます。詳細仕様は Datasheet および Application Note をご参照ください。

(接続例と補足)

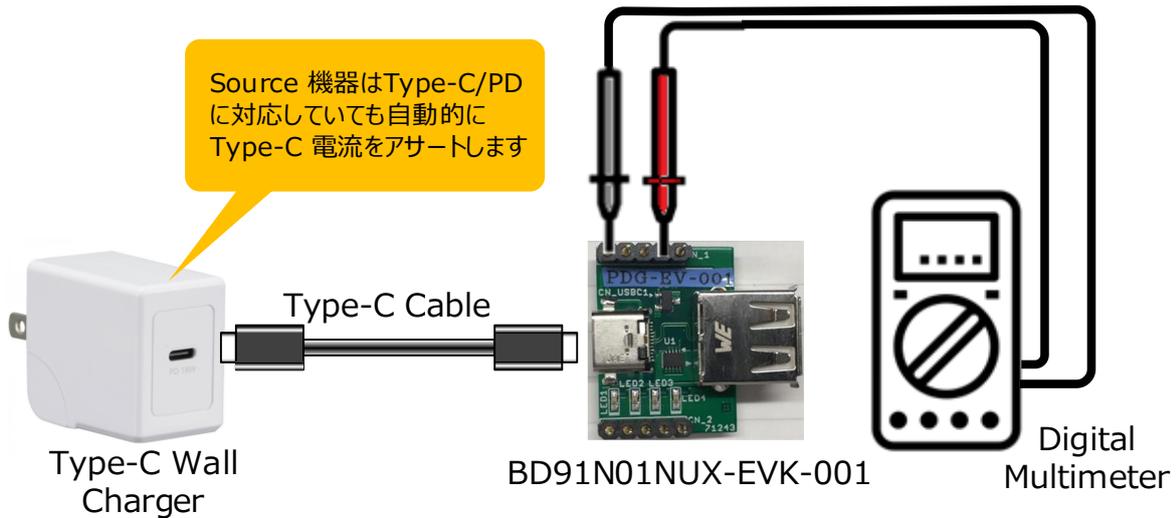


Figure 4. Type-Cケーブルでの EVK 単品評価の接続例

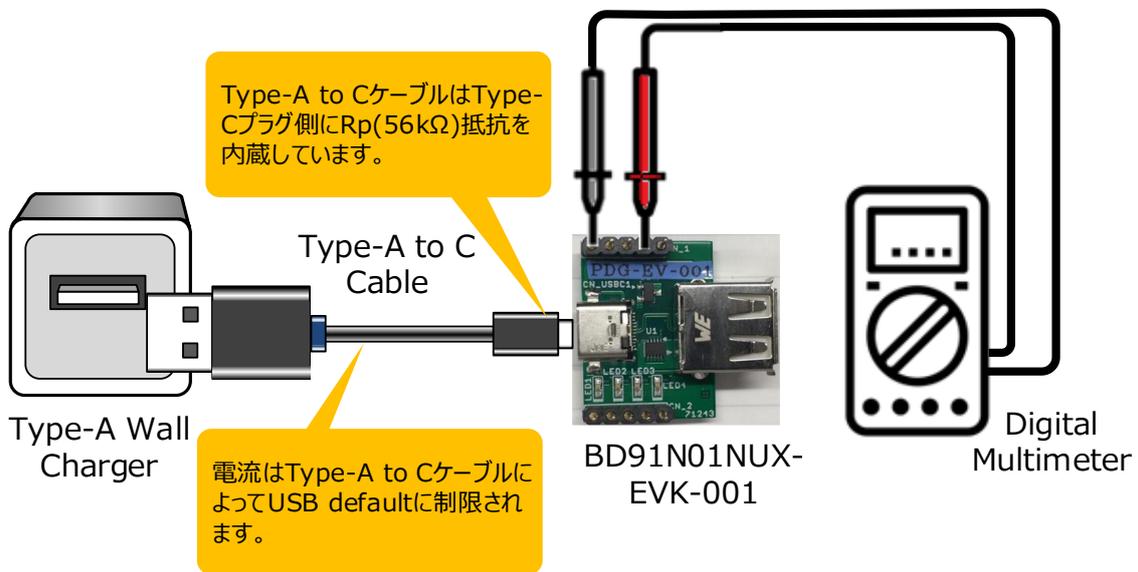


Figure 5. Type-A to Cケーブルでの EVK 単品評価の接続例

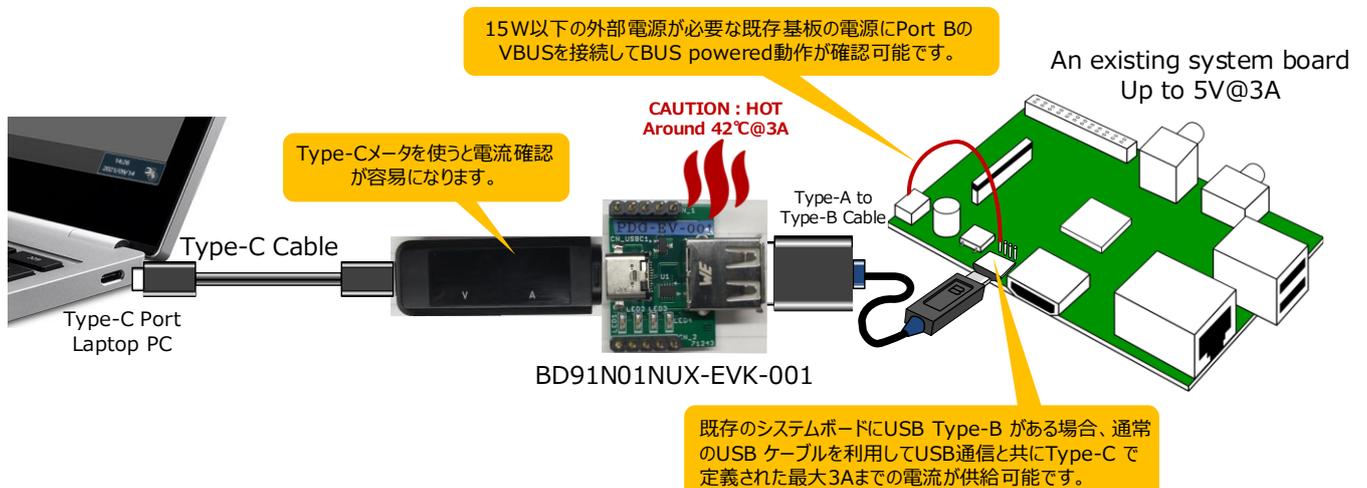


Figure 6. EVK を介して既存基板への電源供給の接続例

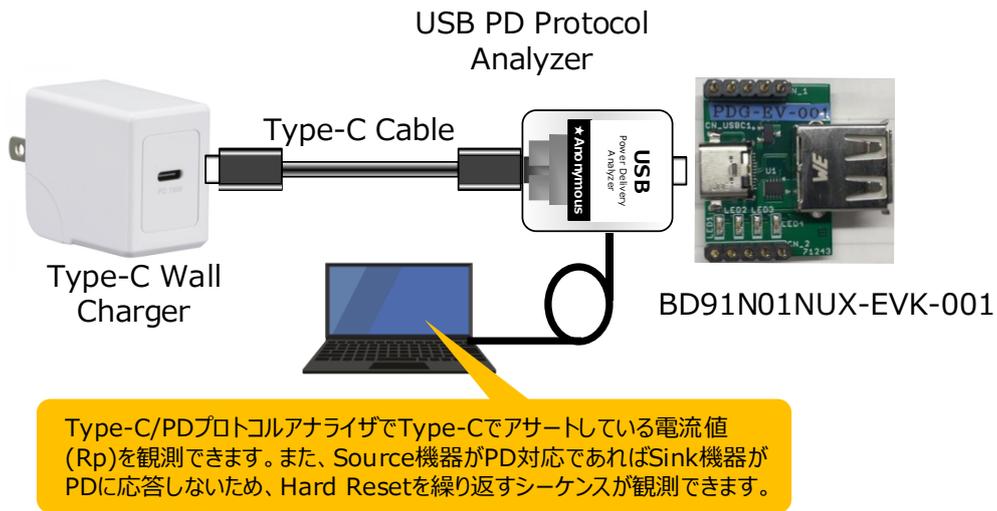


Figure 7. プロトコルアナライザによる解析系の接続例

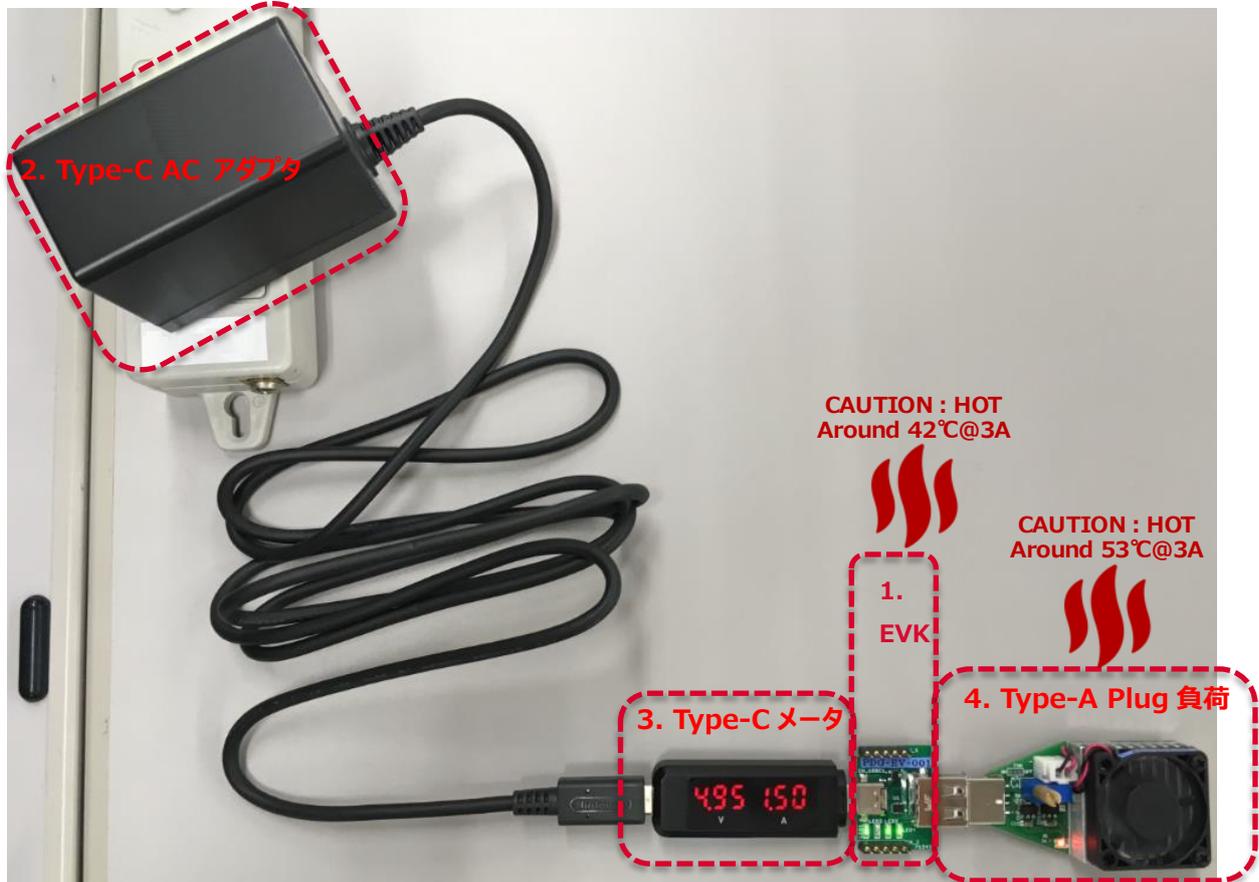


Figure 8. 実評価系の一例

Table 6. 使用評価機材

No.	Parts	Manufacturer	Model / Spec
1	Evaluation Board	ROHM	BD91N01NUX-EVK-001
2	Type-C AC Adapter	Nintendo	HAC-002(JPN) 5V@1.5A / 15V@2.6A
3	Type-C Meter	Miyoshi	USB Current Checker for Type-C STE-02
4	Electrical Load with Type-A terminal	Kaumo	USB Load Resistor (Electronic) Load Adjustable Volume URF1 5V@0.15A to 3.00A

部品表

Table 7. 部品表

Part	Value	Manufacturer	Model Number	Size [mm(inch)]
IC				
U1	BD91N01NUX	ROHM	BD91N01NUX	3.00 × 2.00
FET				
Q1	RQ5E035ATTCL	ROHM	RQ5E035ATTCL	TSMT3 (SOT-346T/SC-96)
Capacitor				
CVB	0.1μF	Not Mount	-	1608(0603)
CIO	1μF	Not Mount	-	1005(0402)
CVBUS1	4.7μF	Not Mount	-	1608(0603)
CVBUS2	4.7μF	Not Mount	-	1608(0603)
Resistor				
RIO	0Ω	ROHM	MCR03EZPJ000	1608(0603)
RIOEX	0Ω	Not Mount	-	1608(0603)
R1	1kΩ	ROHM	MCR03EZPJ102	1608(0603)
R2	1kΩ	ROHM	MCR03EZPJ102	1608(0603)
R3	1kΩ	ROHM	MCR03EZPJ102	1608(0603)
R4	1kΩ	ROHM	MCR03EZPJ102	1608(0603)
Connector				
CN_USBC1	DX07B024JJ1R1500	JAE	DX07B024JJ1R1500	USB TYPE-C レセ プタクル
CN_USBA1	TypeA	Würth Elektronik	614004190021	USB Type-A レセ プタクル
LED				
LED1	LED	ROHM	SML-D12M8W	LED
LED2	LED	ROHM	SML-D12M8W	LED
LED3	LED	ROHM	SML-D12M8W	LED
LED4	LED	ROHM	SML-D12M8W	LED
Contact Pin				
CN_1	HDR1X5	Not Mount	-	HDR1X5
CN_2	HDR1X5	Not Mount	-	HDR1X5

ボードレイアウト

EVK 基板情報

基板層数	基板材	基板寸法	銅箔厚
4	FR-4	20.3mm x 27.9mm x 1.6mmt	1oz (35 μ m)

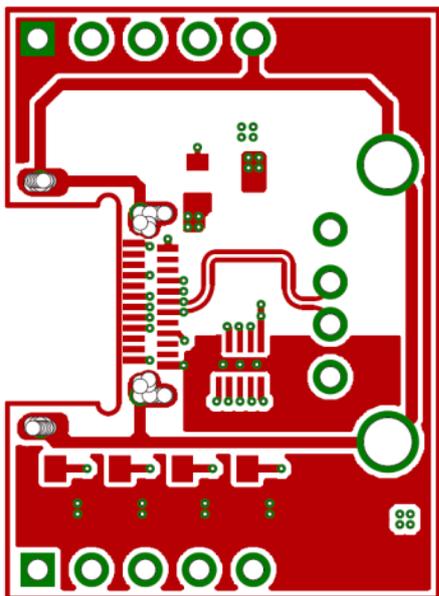


Figure 9. Top Layer レイアウト (Top View)

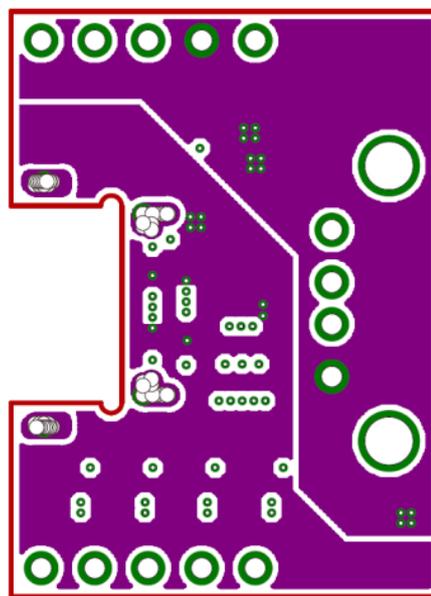


Figure 11. Middle Layer 2 レイアウト (Top View)

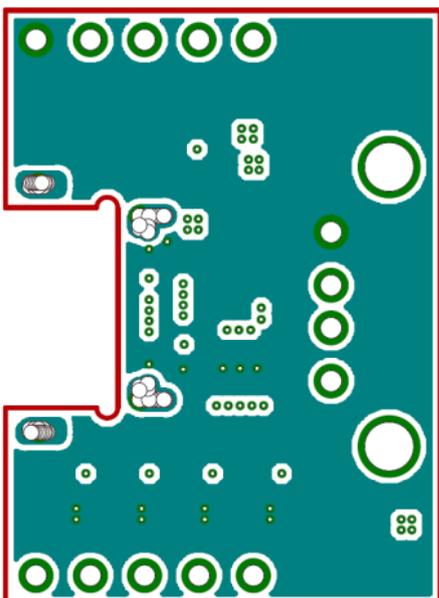


Figure 10. Middle Layer 1 レイアウト (Top View)

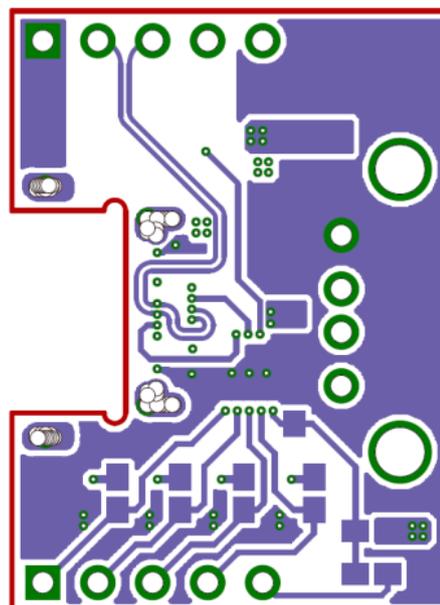


Figure 12. Bottom Layer レイアウト (Top View)

参考アプリケーションデータ

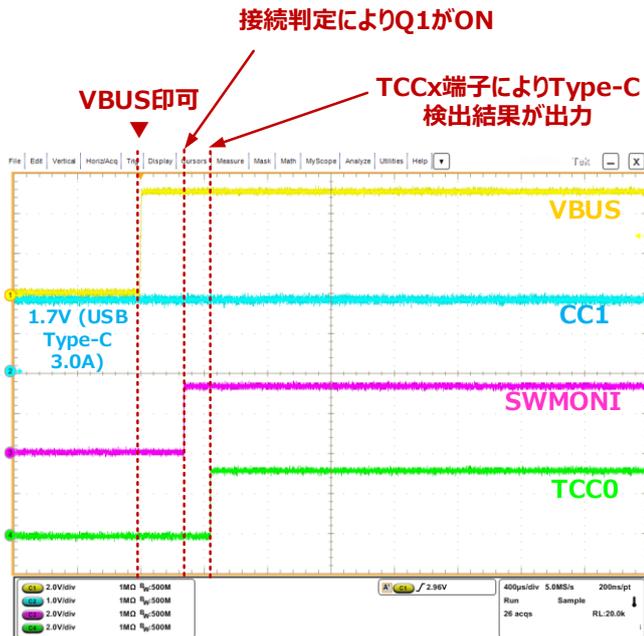


Figure 13. プラグ挿入時 Type-C 検出波形

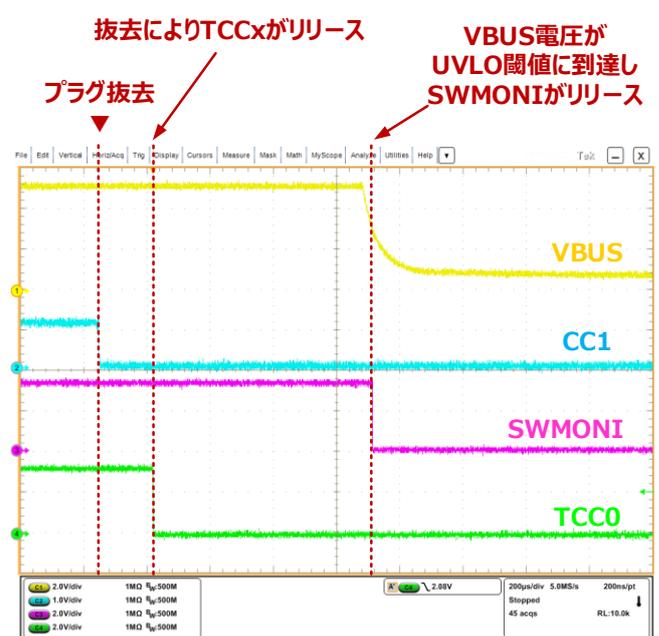


Figure 14. プラグ抜去時 Type-C 切断波形

8Vで10μsのパルス幅で印可した場合、仕様に準じてOVP状態から復帰します。これはSpec内の過電圧が発生しても必ずOVP状態から復帰することを示しています。

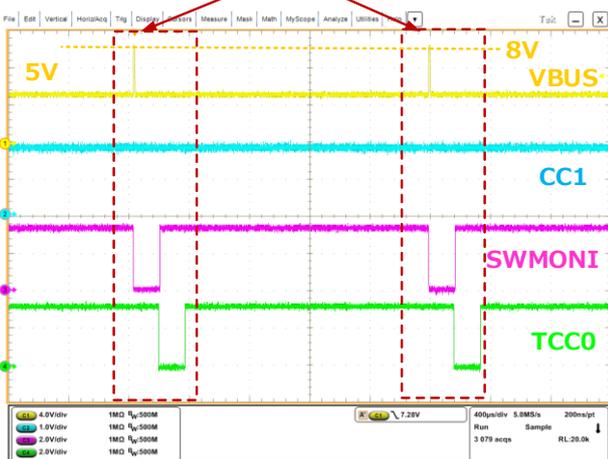


Figure 15. 自動復帰パルス幅最大値 10μs の過電圧パルス印可による OVP 状態からの復帰状態

パルス幅を伸ばしていった場合、およそ27μsのパルスが印可されるとOVP状態でラッチします。



Figure 16. 27μs の過電圧パルス印可による OVP 状態のラッチ

付録： USB Type-C 接続に関する概要

USB Type-C は従来の USB に定義されたポート形状やケーブルに紐づいた Host/Source、Peripheral/Sink の割り当てが存在しません。Type-C ケーブルに極性はなく、Data 通信の親子関係(Host/Peripheral)と電源供給の給電・受電(Source/Sink)は接続される Type-C 機器同士が CC(Configuration Channel)信号上にアサートする抵抗で一意に決定されます。

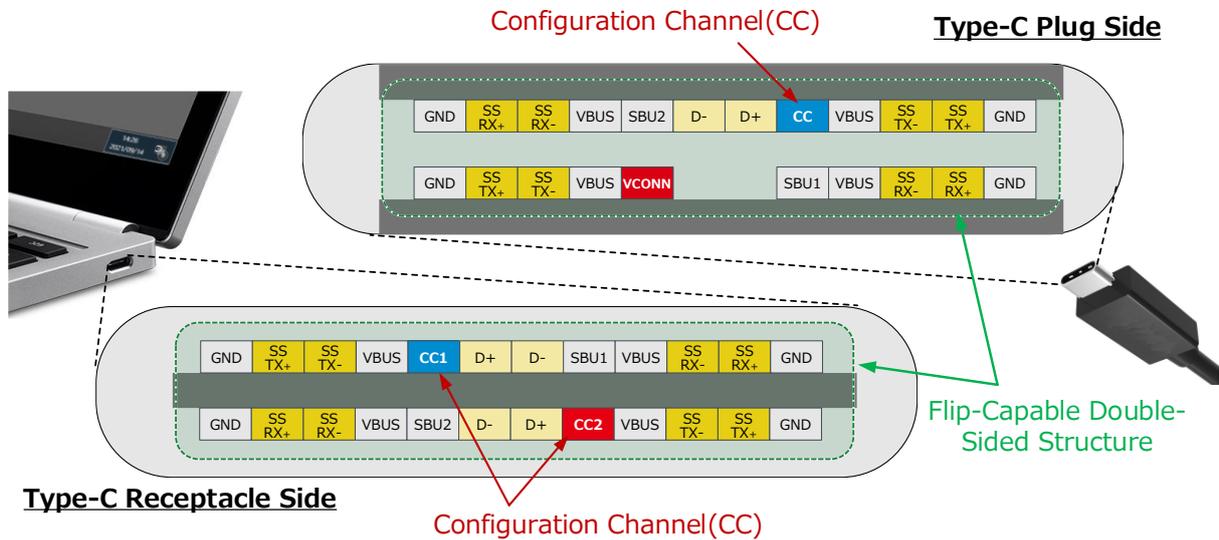


Figure 17. Type-C レセプタクルとプラグのピン配置 (Front View)

初期状態で Host/Source になりたい機器は CC にプルアップ抵抗 R_p をアサートします。この R_p 抵抗は 3 種類定義され、それぞれ、USB 規格に定義された Default 電流、Type-C 1.5A、Type-C 3.0A が割り当てられています。

Table 8. R_p 抵抗とその定義

Host/Source 側の R_p 抵抗 [Ω]*	USB Type-C 規格による定義	Note
56k	USB 規格に定義された Default 電流	Enumerate 前は一律 100mA USB1.x/2.0: 500mA USB3.0/3.1: 900mA
22k	Type-C 1.5A	
10k	Type-C 3.0A	

*Pull up 先が Typ 5V 時

初期状態で Peripheral/Sink になりたい機器は CC にプルダウン抵抗 R_d をアサートします。この抵抗は 1 種類定義されます。プルダウン抵抗は他に Powered Cable 向けに R_a が存在しますが、ここでは割愛します。

Table 9. R_d 抵抗とその定義

Peripheral/Sink 側の R_d 抵抗 [Ω]*
5.1k

接続された機器同士の CC 信号は、 R_p 抵抗と R_d 抵抗の分圧となり、この分圧値が特定の範囲に一定時間以上(max 200ms)入ると、Host/Source 側は接続を見つけ、VBUS の供給を開始します。従来の USB は常に Type-A 側の VBUS が ON 状態にあるのに比べ、Type-C は接続を見つけてから VBUS の供給を行う安全性の高い仕様になっています。

Peripheral/Sink 側は Type-C 規格に定義された 3 つの電圧範囲と CC 信号の分圧値に対して判定を行い、Source がアサートした Rp に準じて電流能力の判断を行います。

Table 10. Sink 機器の接続範囲電圧

対象	定義	CC 端子電圧
Peripheral/Sink 機器	Open 状態	< 0.15V
	接続範囲	0.25V~2.18V
	USB Default	0.25V~0.61V
	USB Type-C 1.5A	0.70V~1.16V
	USB Type-C 3.0A	1.31V~2.04V

本 EVK に実装されている BD91N01NUX は、プラグ挿入時の CC 信号のデバウンス除去を行った後、この 3 つの閾値に対して判定を行い、接続された Host/Source 機器がどのような電流能力を持つかが判定し、結果を TCC1 と TCC0 端子に出力しています。

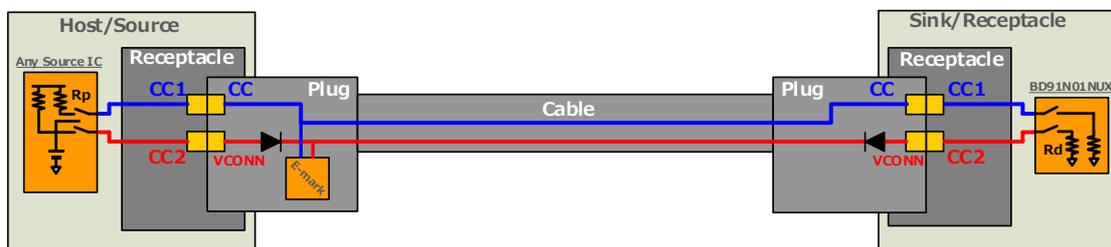


Figure 18. Type-C レセプタクルとプラグの接続概観(Sink は CC1 側で検出 / 正常接続)

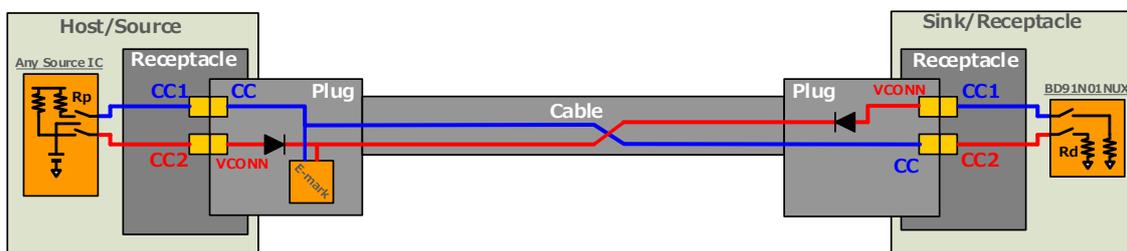


Figure 19. Type-C レセプタクルとプラグの接続概観(Sink は CC2 側で検出 / Flip 接続)

また、Type-C は従来の USB と違いフリップ挿入が可能になっています。これは機器側に実装されるレセプタクルには CC1 と CC2 の 2 種類のピンが実装されているのに対して、Type-C ケーブルの両端のプラグ部分では CC 端子が 1 つのみプラグ間で接続されていることを利用して実現しています。Host / Source 機器は自身のレセプタクルの CC1 と CC2 両方に Rp をアサートした状態で待機し、ケーブルを介して接続されると、Peripheral / Sink 側の Rd により CC1 または CC2 どちらかに分圧を検出し、挿入されたプラグの方向を検出します。また同様に Peripheral / Sink 側も自身のレセプタクルの CC1 か CC2 どちらかの端子に同じ分圧を検出し、挿入されたケーブルのプラグ方向を認識します。

改訂履歴

Date	Revision Number	Description
2021. 10. 20	001	新規作成

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>