

## USB PD コントローラシリーズ

## Sink 専用 Stand-Alone PD コントローラ

## BD93E11GWL EVK

## BD93E11GWL-EVK-001 (Stand-Alone)

## はじめに

本ユーザーズガイドは Sink 向け PD コントローラ BD93E11GWL 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

BD93E11GWL-EVK-001 は Sink 向け Stand-Alone PD コントローラ IC BD93E11GWL を使用し、ボード上の DIP スイッチで設定された電力・電圧に応じて、Source 機器との Type-C 接続と USB PD コントラクトを行います。本製品は Dead battery 状態での Stand-Alone 動作を前提としているため、外部電源不要のバスパワー動作を行います。コントラクトされた電力・電圧は VSNK 端子から出力されるため、80W/20V までの従来の AC アダプタで動作していた基板に電源として接続して、Type-C/USB PD を電源として動作することを確認可能です。

## EVK 動作条件

Parameter	Min	Typ	Max	Units	Conditions
VBUS 入力電圧	3.67	5.0	22	V	
VSRC5V 入力電圧	3.1	5.0	5.5	V	
VSNK 出力電圧	4.75	5.0	22	V	USB 規格と接続した Source よって保証されます。
VSNK 出力電流範囲			3.0/5.0	A	Type-Cケーブルに依存します。実際の負荷電流は VSNK 端子に接続された Sink 機器の動作に依存します。

EVK 概観

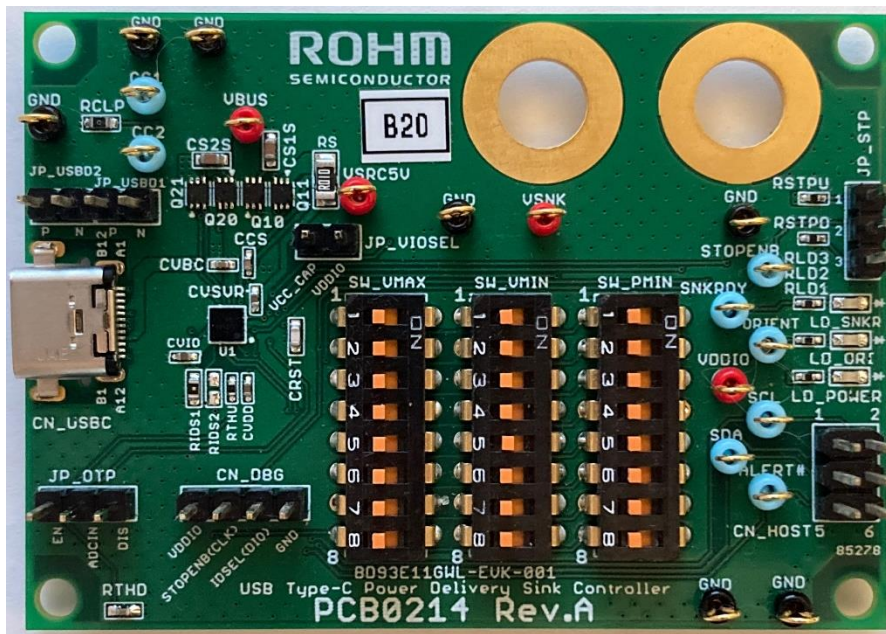


Figure 1. BD93E11GWL-EVK-001(Top View)

EVK 機能解説

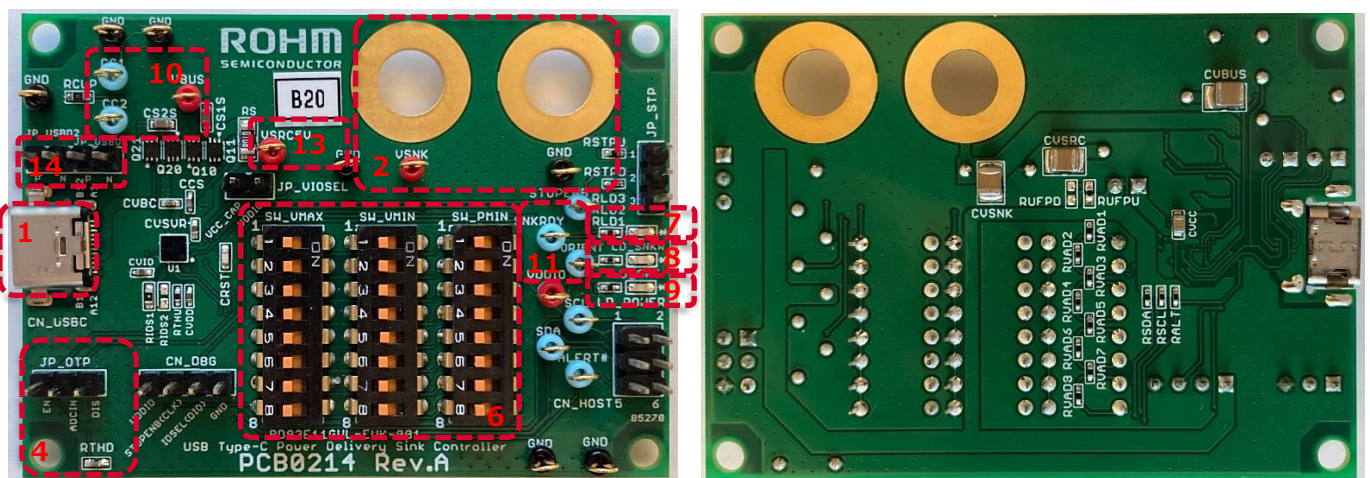


Figure 2. The descriptions of the part of BD93E11GWL-EVK-001

本 EVK の各機能は Table 1 の通り割り当てられています。記載されている機能以外本 EVK/ユーザガイドではサポートされません。

Table 1. The descriptions of the available functions

No.	Function	Silk Indication	Description	Default Setting
1	Type-C Receptacle	CN_USBC	認証済 USB Type-C レセプタクル TID: 5,200,000,020	-
2	Input System Power/Ground	VSNK, GND	System 電源への出力	-
4	Enable OTP	JP_OTP	サーミスタ RTHD による過熱保護(OTP)の有効/無効設定 EN short : 有効 / EN Open : 無効	有効
6	Select Auto Sink Request	SW_VMAX, SW_VMIN, SW_PMIN	USB PD で自動的にコントラクトする範囲の選択	VMAX=Set8, VMIN= Set1, PMIN= Set1, (5V to 20V, 0.5W)
7	LED of Sink Ready	LD_SNKR	Type-C と USBPD コントラクトを含む一連の接続処理が完了したことを示します。VSNK に給電が行われている事を意味しない事にご留意ください。給電側の機器の能力が足りずに 5V でコントラクトした際にもこの LED は点灯します。	-
8	LED of ORIENT	LD_ORI	接続された Type-C プラグのフリップ方向を示します。 ON: CC2 で接続 OFF: CC1 で接続 / 未接続	-
9	LED of POWER	LD_POWER	LSI の稼働状態を示します。 ON: LSI パワーオン OFF: LSI パワーオフ	-
10	Monitor USB PD Communication	CC1, CC2,	Type-C 電圧レベルと USBPD 通信のモニタ Pin	-
	Monitor VBUS condition	VBUS	VBUS 電圧モニタ pin	-
11	Monitor Functions	SNKRDY, ORIENT,	LSI の機能ピンモニタ	-
13	SRC Power of 5V	VSRC5V	外部からの 5V 供給電源。 製品筐体の内部電池からの電源供給を想定した入力となります。	-
14	USB 1.x / 2.0 communication	JP_USBD1, JP_USBD2	USB 1.x / 2.0 D+(P)/D-(N) 通信用端子 JP_USBD1: CC1 面側 JP_USBD2: CC2 面側	-

上記以外の機能に関するお問い合わせにはお答えいたしかねます。

EVK 回路図

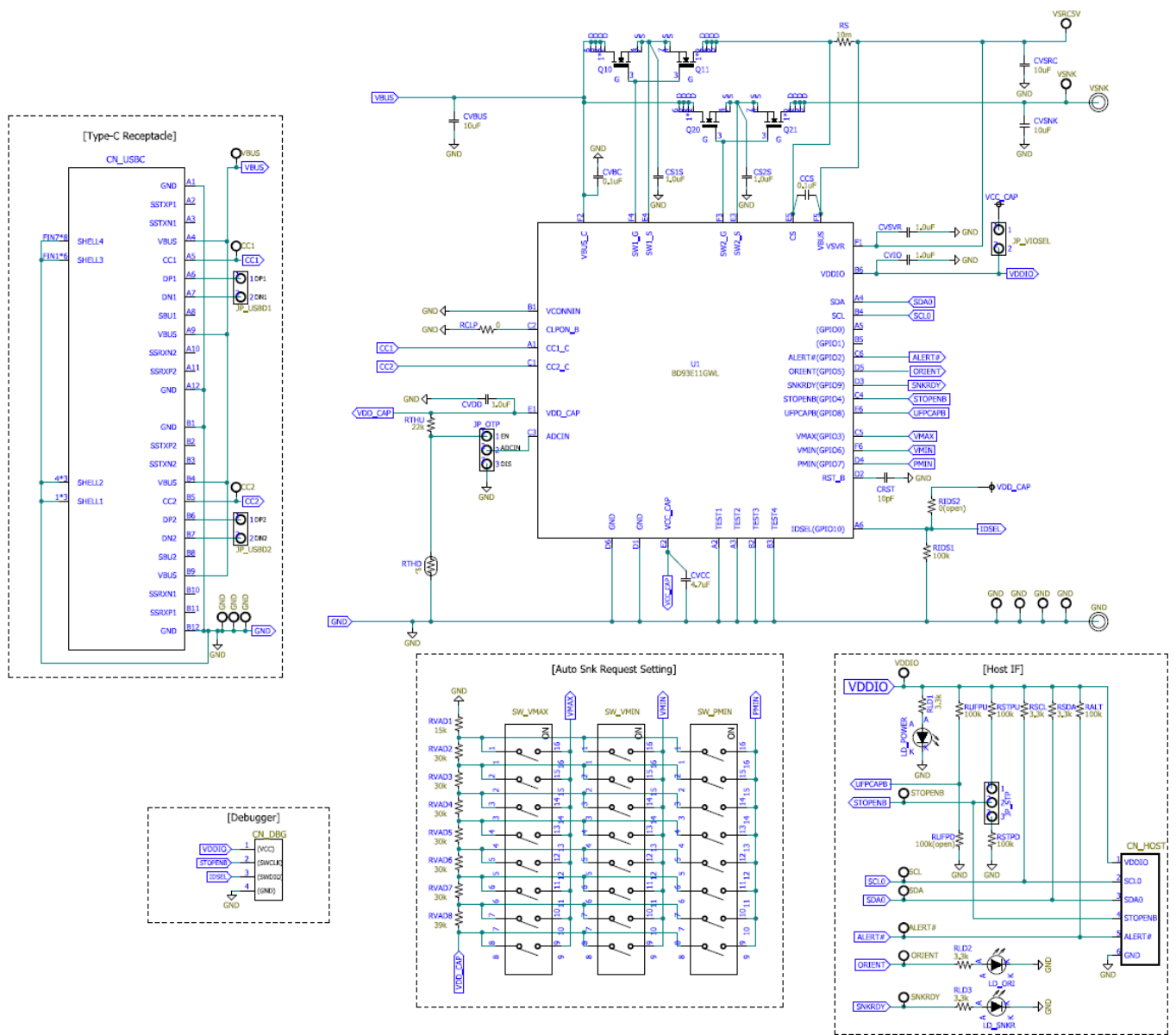


Figure 3. BD93E11GWL-EVK-001 Schematic



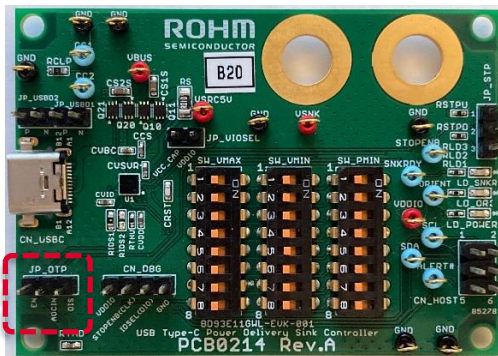
## 動作手順

### (起動準備)

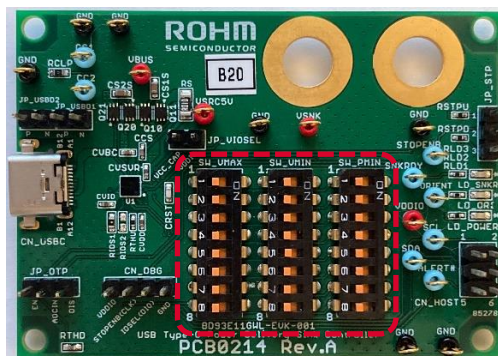
1. JP\_VIOSEL と JP\_STP にジャンピンが挿入されていることを確認します。JP\_STP は 1-2, 2-3 どちらでも構いません。これらのジャンピンが挿入されていない場合は正常に起動しないため、必ずご確認をお願いします。(出荷時はジャンパが実装されています。)



2. サーミスタによる過熱保護機能を使用する場合は、JP\_OTP の EN と ADCIN をジャンピンで接続します。使用しない場合は ADCIN と SGND をジャンピンで接続します。



3. SW\_VMAX, SW\_VMIN, SW\_PMIN をコントラクトしたい電圧・電力に設定します。コントラクトする範囲は Figure 9 を参照してください。



4. 既存基板を接続して評価を行う場合は Figure 6 の様に EVK と既存基板をあらかじめ接続してください。

## (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 Receptacle に接続します。CC 信号上で行われる詳細なトランザクションを確認したい場合は Figure 8 の様に USB Type-C/PD プロトコルアナライザを Source 機器と EVK の間に挿入します。
2. LD\_SNK 点灯し Source 機器との接続が完了します。またケーブルの Type-C プラグのフリップ状態を LD\_ORI の点灯状態で確認できます。
3. Figure 4 の様にデジタルマルチメータ等で VSNK からコントラクトした電圧を確認します。  
VSNK 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。
  - Type-C 機器はポート形状から Sink 機器か Source 機器が判別できません。接続された機器が Sink 機器の可能性もあります。
  - 接続された Source 機器が、設定された PMIN または VMIN よりも低い供給能力しかもたない可能性があります。
  - 負荷を接続している場合インラッシュカレントにより、EVK 側や 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、基板側での対応をお願いします。

動作波形に関しては Figure 16 と Figure 17 をご覧ください。

## (接続例と補足)

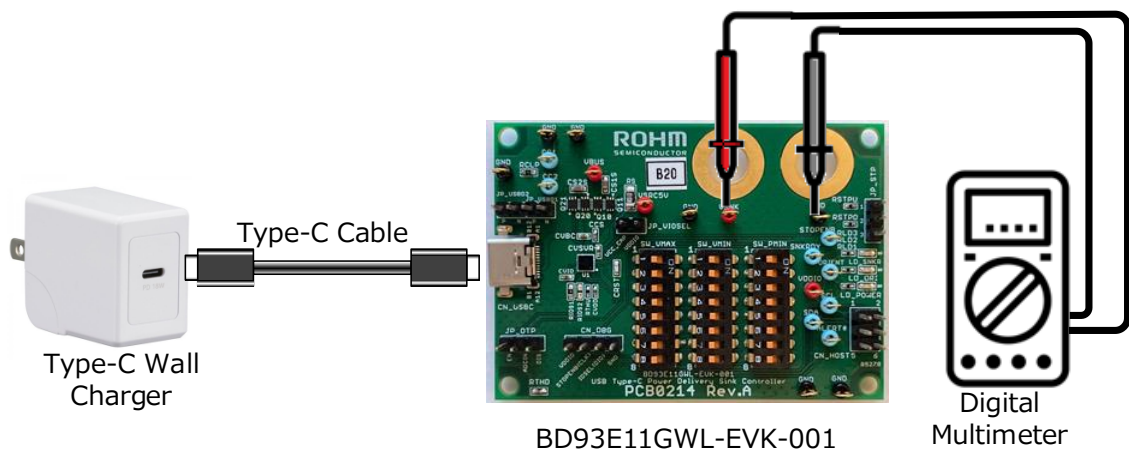


Figure 4. Type-C ケーブルでの EVK 単品評価の接続例

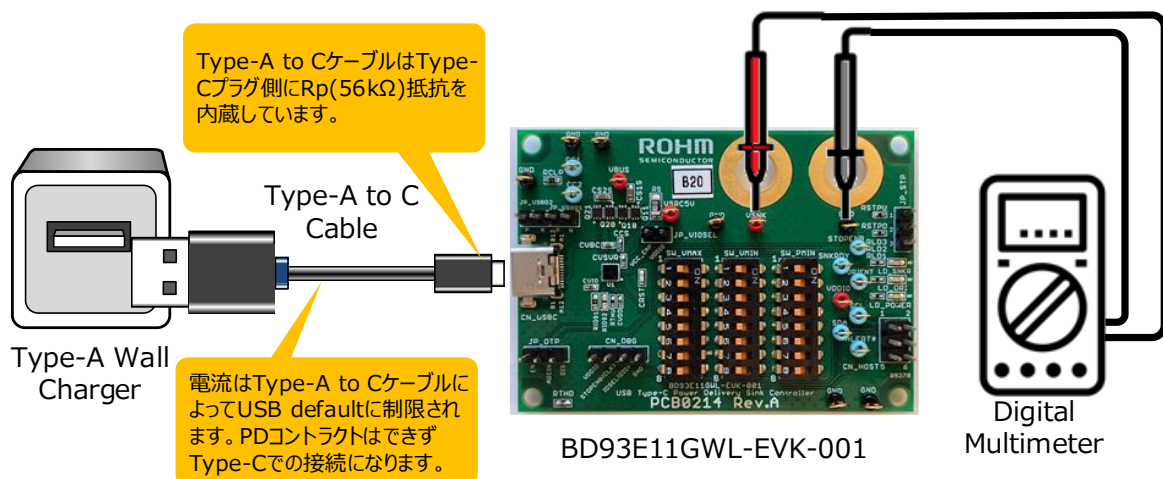


Figure 5. Type-A to C ケーブルでの EVK 単品評価の接続例

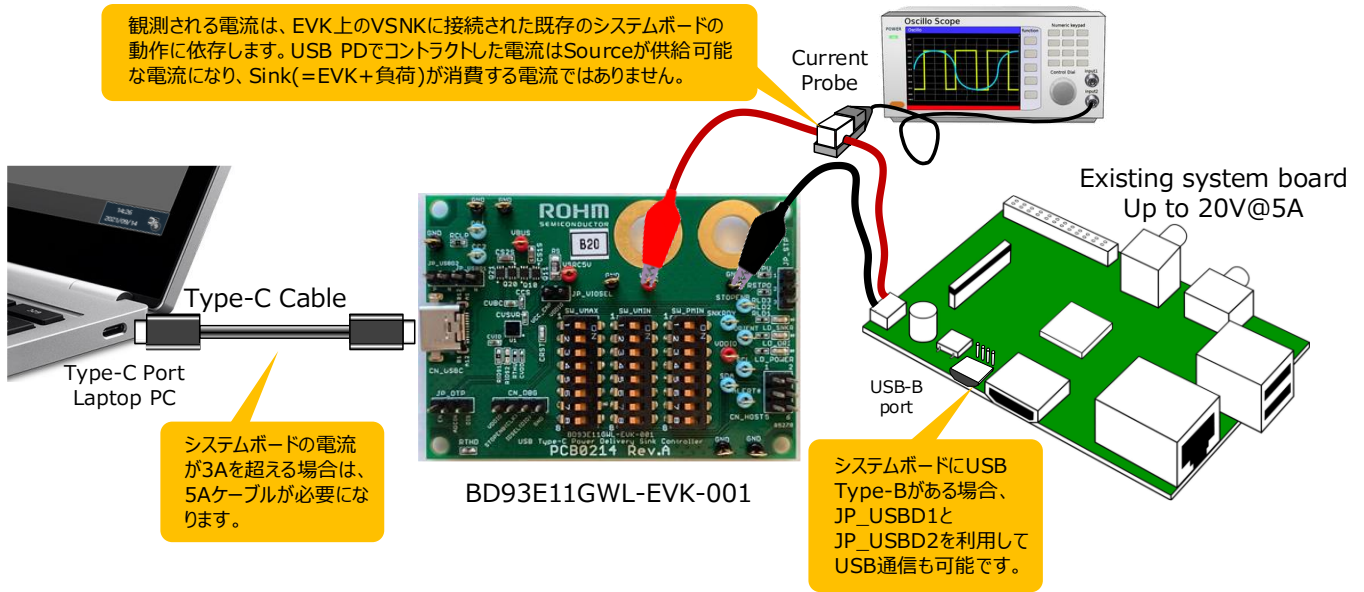


Figure 6. EVK を介して既存基板への電源供給の接続例

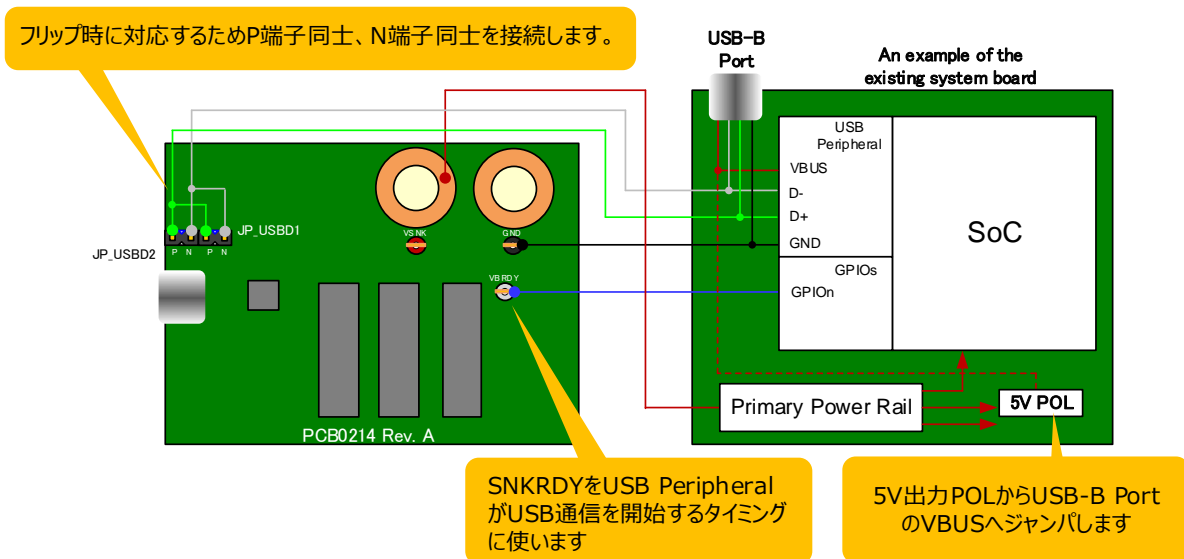


Figure 7. 既存基板上の Legacy USB との接続例

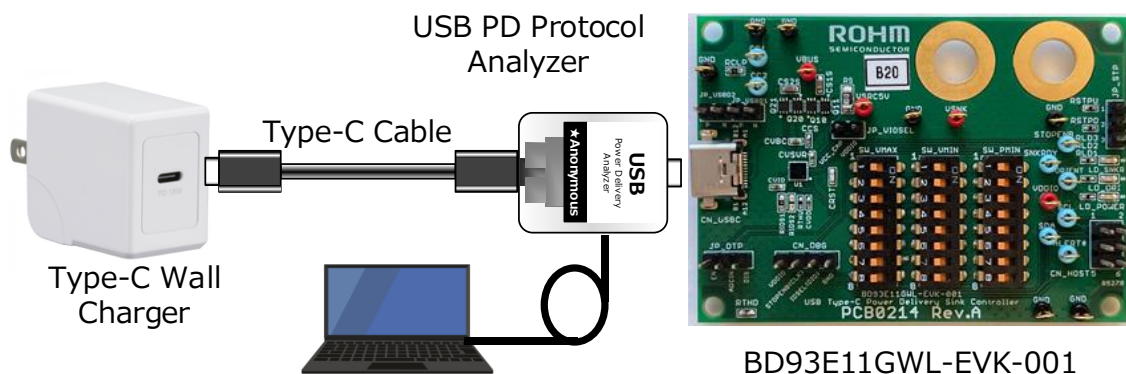


Figure 8. プロトコルアナライザによる解析系の接続例

(コントラクト設定変更)

注意：SW\_VMAX, SW\_VMIN, SW\_PMIN による設定は、電源投入時にのみ読み込まれます。ダイナミックに DIP スイッチを変化させても設定は反映されません。下記手順に従い、パワーサイクルにより EVK から電源を喪失させてから、設定を反映させてください。

1. VSRC5V に電源が供給されている場合は停止します。
2. Type-C Receptacle から Type-C ケーブルのプラグを取り外し Source 機器との接続を解除します。
3. SW\_VMAX, SW\_VMIN, SW\_PMIN の設定を変更します。
4. 必要な場合は VSRC5V に電源を供給します。
5. Source 機器を、ケーブルを介して EVK の Type-C Receptacle に再度接続します。



## USB PD コントラクト範囲の設定

本 EVK は Source 機器と行う自動 USB PD コントラクトの範囲を SW\_VMAX, SW\_VMIN, SW\_PMIN の DIP スイッチによって設定することが可能です。Figure 10 に示される"USB PD によるコントラクト"範囲内に重なる、または接する能力を持つ Source 機器との接続が可能です。この範囲の設定を変更する場合は、SW\_VMAX, SW\_VMIN, SW\_PMIN 設定後に必ずパワーサイクルを行ってください。VSRC5V が供給されている場合は、Source 機器を取り外して VSRC5V のパワーサイクルを、そうでない場合は接続されている Source 機器の取り外しのみでパワーサイクルの実行が可能です。

USB PD コントラクトは機器の接続後、CC1 または CC2 信号上で Source 機器と Sink 機器が USB PD コミュニケーションを行い決定されます。USB PD コミュニケーションの波形に関しては Figure 17 をご覧ください。

**注意：DIP スイッチはそれぞれ Set1～8 の 1 箇所のみ ON を選択してください。2 箇所以上選択された場合正常な指定ができず動作保証外となります。**

Table 2. SW\_VMAX / SW\_VMIN / SW\_PMIN によるのコントラクト範囲の設定テーブル

Set	SW_VMAX[V]	SW_VMIN[V]	SW_PMIN[W]
1	5*	5*	0.5
2	9*	9*	7.5
3	12	12	15
4	15*	15*	27
5	16	16	36
6	18	18	45
7	19	19	60
8	20*	20*	80

\*USB PD 規格で PDP Rating に規定されている Source 機器に指定される電力に依存した必須電圧。その他はオプション指定。

Table 3. 3つの DIP スイッチの機能説明解説

ターミナル	SW_VMAX	SW_VMIN	SW_PMIN
解説	<ul style="list-style-type: none"> <li>•USB PD コントラクトする上限の電圧になります。設定した値を超える電圧とのコントラクトは行いません。</li> <li>•SW_VMIN を下回る設定は許容されず、5V@0.1A として動作します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•USB PD コントラクトする下限の電圧になります。設定した値を下回る電圧とのコントラクトは行いません。</li> <li>•単一の電圧でのみコントラクトを行いたい場合は SW_VMAX と SW_VMIN を同一の Set に指定することで設定が可能です。</li> <li>•SW_VMAX を超える設定は許容されず、5V@0.1A として動作します。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•USB PD コントラクトする下限の電力で、<b>Sink の動作可能な最低電力を指定します。</b>設定された電力に満たない Source 機器とのコントラクトは行われません。</li> <li>•コントラクトした電力における上限電流は Source が許容する最大電流を指定します。</li> <li>•SW_PMIN / min (SW_VMAX or SW_VMIN) が 5A を超える設定は許容されず、5V@0.1A として動作します。</li> </ul>

Figure 9 は SW\_VMAX, SW\_VMIN, SW\_PMIN によって指定される USB PD コントラクト範囲を示しています。

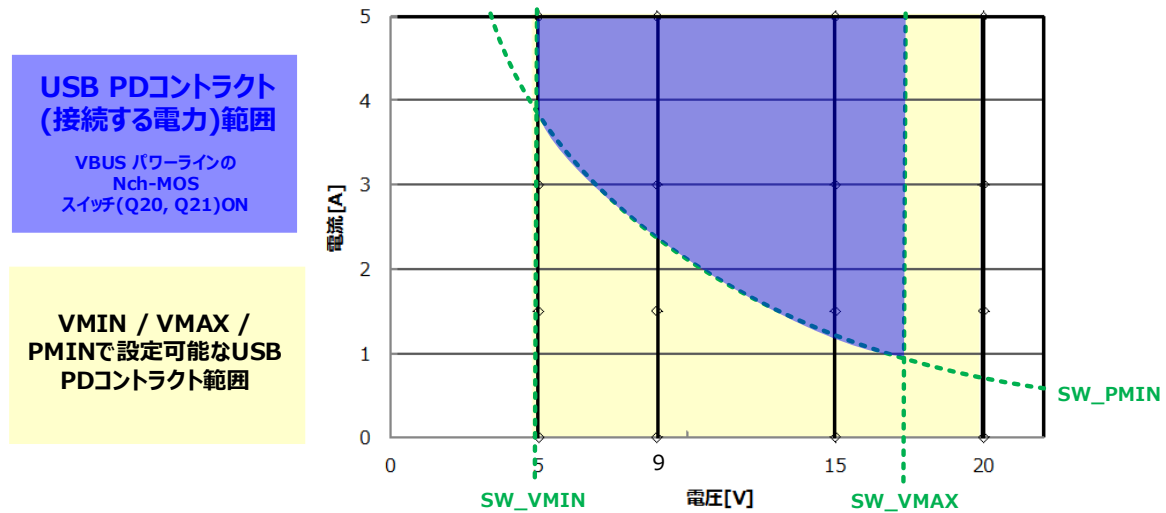


Figure 9. USB PD コントラクト範囲

Figure 10はDIPの設定および接続例として、Source機器 45Wで5V、9V、15Vをサポート、EVKはSW\_VMAX=4, SW\_VMIN=2, SW\_PMIN=3を設定した場合にコントラクトするPDO(電圧・電流値)を示した図になります。

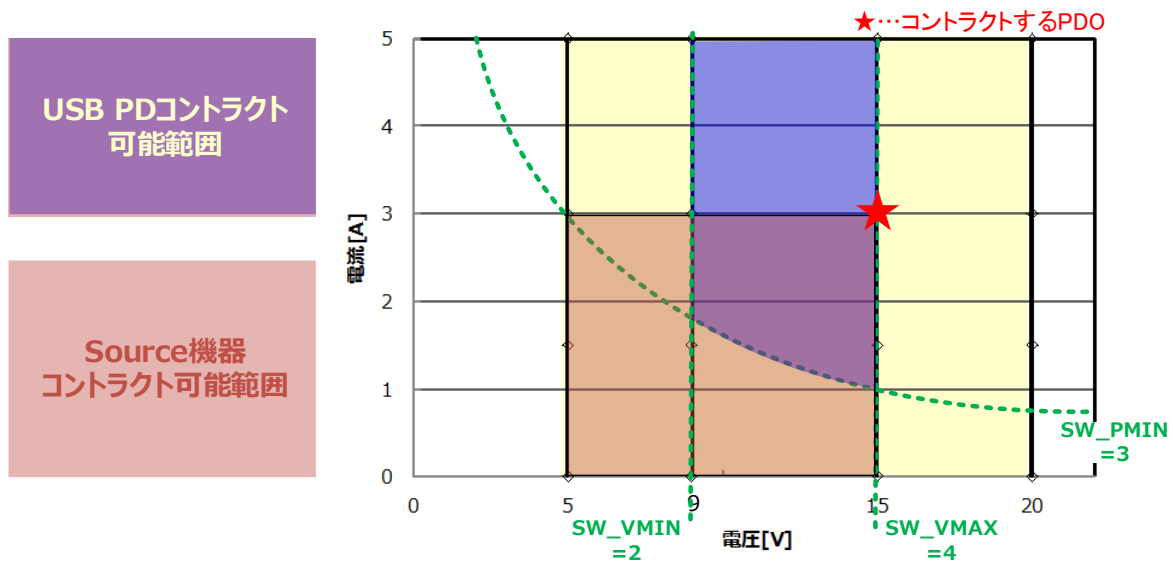


Figure 10. 設定例における Source 機器とのコントラクト可能範囲

コントラクトする PDO は図中の★印の通り USB PD コントラクト可能な範囲内の最大電力になります。USB PD 規格に準拠した Source 機器は電力によりサポートしなければならない電圧が PDP Rating として規定されています。5V、9V、15V、20V を必須として、そのほかの電圧は Option になります。

例えば EVK の SW\_VMAX を 12V に設定し、Figure 10 に指定されている Source 機器との接続を行った場合、Source 機器は Option として 12V を持たないため 9V@3A の PDO で本 EVK とコントラクトを行うことになります。

## 外付けサーミスタによる過熱保護機能の設定

本 EVK はボード上に実装されたサーミスタ RTHD を使った過熱保護機能を持ちます。この過熱保護の検出温度は 120°C に設定されており、RTHD が実装された周囲がこの温度に到達すると、VBUS パワーライン上の Nch MOS FET(Q20, Q21) を遮断してシステムを保護します。この保護機能を有効にする場合は、JP\_OTP の EN と ADCIN をジャンパピンで接続します。

過熱保護の動作は RTHD 周辺に温度を加える以外に、ADCIN に Table 4 の ON/OFF 検出電圧を直接印可しても確認が可能です。

Table 4. サーミスタ RTHD による過熱保護機能の諸元

項目	
検出温度 [°C]	120
実装サーミスタ RTHU	MURATA PRF15BD102QB6RC
ON 検出閾値 [V]	0.780
OFF 検出閾値 [V]	0.470
分圧抵抗 RTHU [Ω]	22k

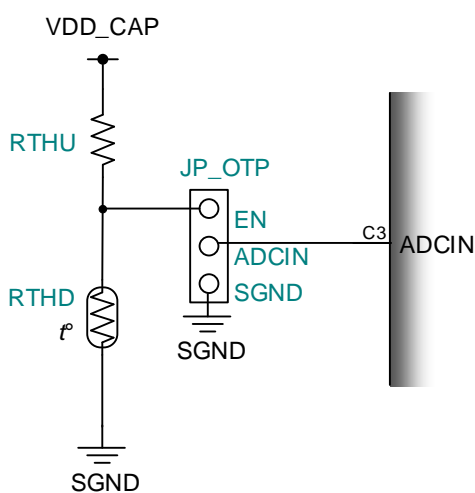


Figure 11. 過熱保護周辺回路

## 部品表

Table 5. 部品表

Part	Value	Manufacturer	Model Number	Size [mm(inch)]
IC				
U1	BD93E series	ROHM	BD93E11GWL	2.63×2.63
FET				
Q10, Q11, Q20, Q21	RW4E075AJ	ROHM	RW4E075AJ	HEML1616L7
Capacitor				
CCS	0.1μF	TDK	CGA2B3X7R1H104K050BB	1005(0402)
CRST	10pF	AVX	06035A100FAT2A	1608(0603)
CS1S, CS2S	1μF	TDK	CGA3E3X5R1H105K080AB	1608(0603)
CVDD	1μF	TDK	CGA2A1X5R1C105K033BC	1005(0402)
CVBC	0.1μF	TDK	CGA2B3X7R1H104K050BB	1005(0402)
CVBUS, CVSRC, CVSNC	10μF	MURATA	GCM32EC71H106KA03	3225(1210)
CVCC	4.7μF	MURATA	GRM188R61E475KE11	1608(0603)
CVIO, CVSVR	1μF	TDK	CGA2A1X5R1C105K033BC	1005(0402)
CVS	0.1μF	TDK	CGA2B3X7R1H104K050BB	1005(0402)
Resistor				
RS	10mΩ	STACKPOLE	CSRF1206FT10L0	3216(1206)
RIDS1	100KΩ	ROHM	ESR03EZPF1003	1608(0603)
RIDS2	0Ω	Not Mount	-	1608(0603)
RALT, RSTPU, RSTPD	100KΩ	ROHM	MCR01MZPF1003	1005(0402)
RUFPU	100KΩ	ROHM	MCR01MZPF1003	1005(0402)
RUFPD	100KΩ	Not Mount	-	1608(0603)
RLD1, RLD2, RLD3, RSCL, RSDA	3.3kΩ	ROHM	MCR01MZPF3301	1005(0402)
RTHU	22KΩ	ROHM	MCR01MZPF2202	1005(0402)
RVAD1	15KΩ	VISHAY DALE	CRCW040215K0FKED	1005(0402)
RVAD2, RVAD3, RVAD4, RVAD5, RVAD6, RVAD7	30KΩ	ROHM	MCR01MZPF3002	1005(0402)
RVAD8	39KΩ	ROHM	MCR01MZPF3902	1005(0402)
RCLP	0Ω	ROHM	MCR03EZPJ000	1608(0603)
RTHD	PRF15BD102QB6RC	MURATA	PRF15BD102QB6RC	1608(0603)
Connector				
CN_USBC	DX07B024JJ1R1500	JAE	DX07B024JJ1R1500	Type-C Receptacle
LED				
LD_POWER	LED	ROHM	SML-D12M8WT86	LED
LD_ORI	LED	ROHM	SML-D12M8WT86	LED
LD_SNKR	LED	ROHM	SML-D12M8WT86	LED
Switch				
SW_VMAX, SW_VMIN, SW_PMIN	DipSW 凸 8 poles	OMRON	形 A6T-8104	DIP8_SW
Contact Pin				
TP1, TP2	CC1	MAC 8	LC-2-G-White	TESTPIN
TP3, TP4, TP5, TP6	VBUS	MAC 8	LC-2-G-Red	TESTPIN
TP7, TP8, TP9, TP10, TP11, TP12	SCL	MAC 8	LC-2-G-White	TESTPIN



Part	Value	Manufacturer	Model Number	Size [mm(inch)]
TPGND1, TPGND2, TPGND3	SGND	MAC 8	LC-2-G-Black	TESTPIN
TPGND4 TPGND5 TPGND6 TPGND7	GND	MAC 8	LC-2-G-Black	TESTPIN
TERMINAL	VSNK	Not Mount	-	TESTPIN
TERMINAL	GND	Not Mount	-	TESTPIN
CN_HOST	HDR2X3	ADAM TECH	PH2-06-UA	HDR2X3
CN_DBG	HDR1X4	ADAM TECH	PH1-04-UA	HDR1X4
JP_STP, JP_OTP	HDR1X3	ADAM TECH	PH1-03-UA	HDR1X3
JP_VIOSEL JP_USBD1 JP_USBD2	HDR1X2	ADAM TECH	PH1-02-UA	HDR1X2

## 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	70mm x 50mm x 1.6mmt	1oz (35 $\mu$ m)

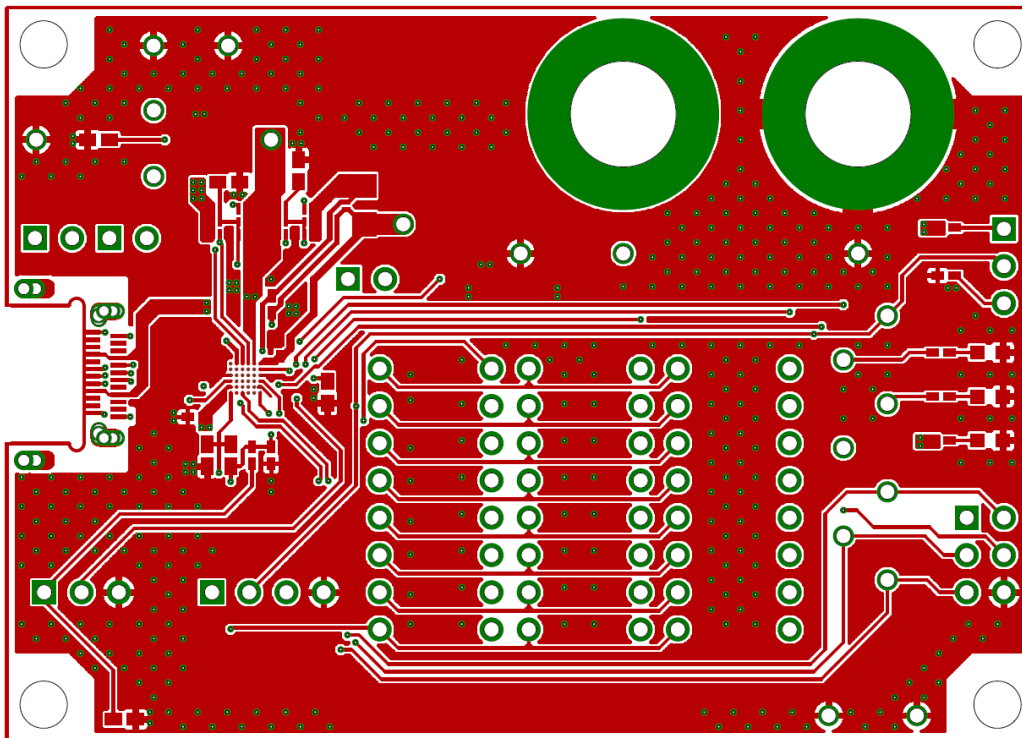


Figure 12. Top Layer レイアウト (Top View)

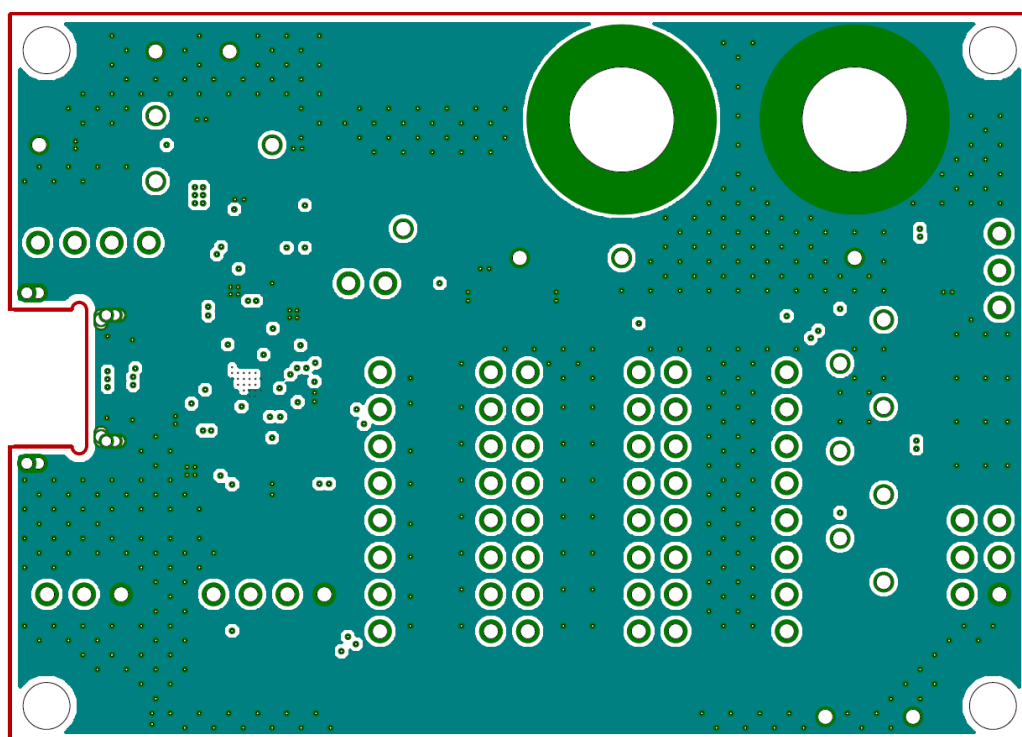


Figure 13. Middle Layer 1 レイアウト (Top View)

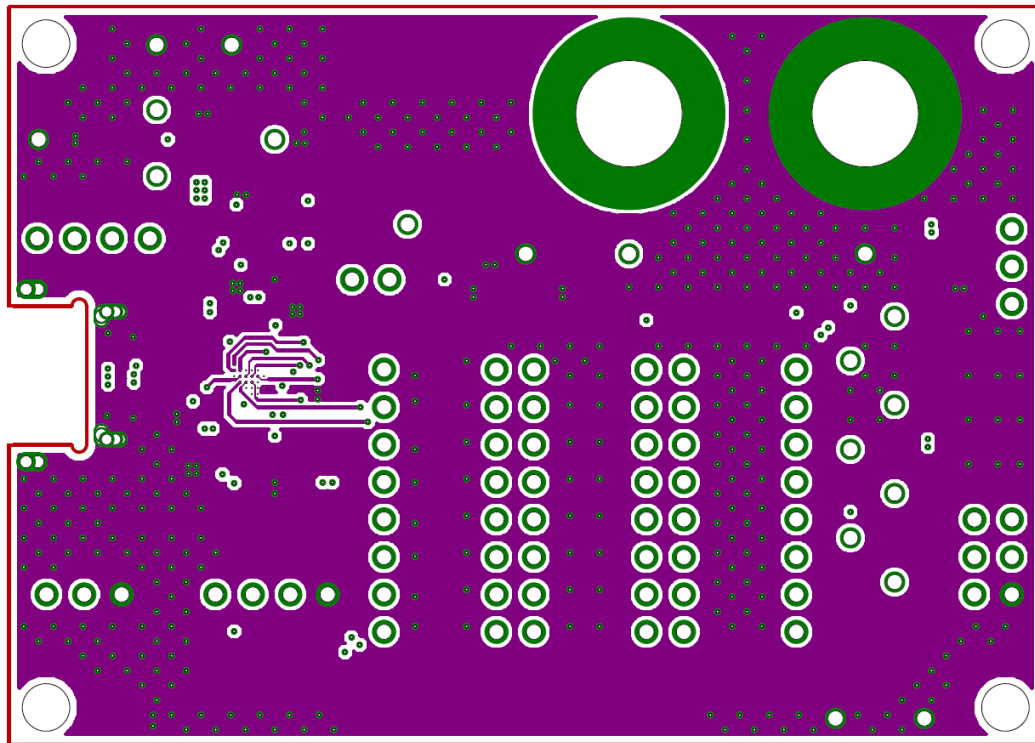


Figure 14. Middle Layer 2 レイアウト (Top View)

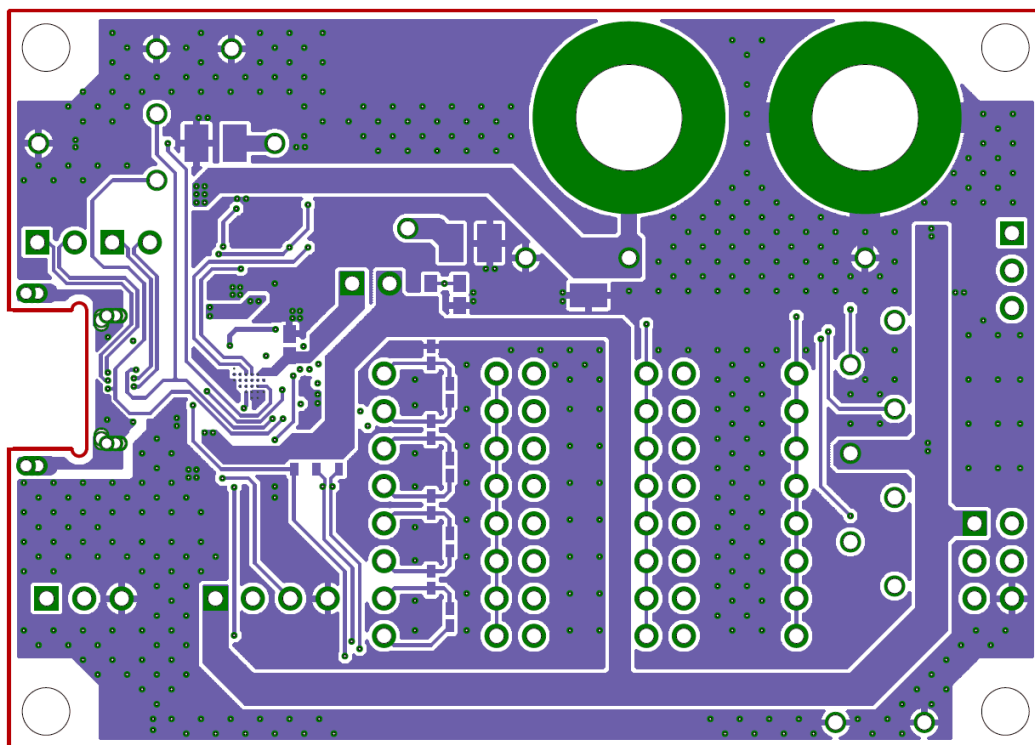


Figure 15. Bottom Layer レイアウト (Top View)

参考アプリケーションデータ

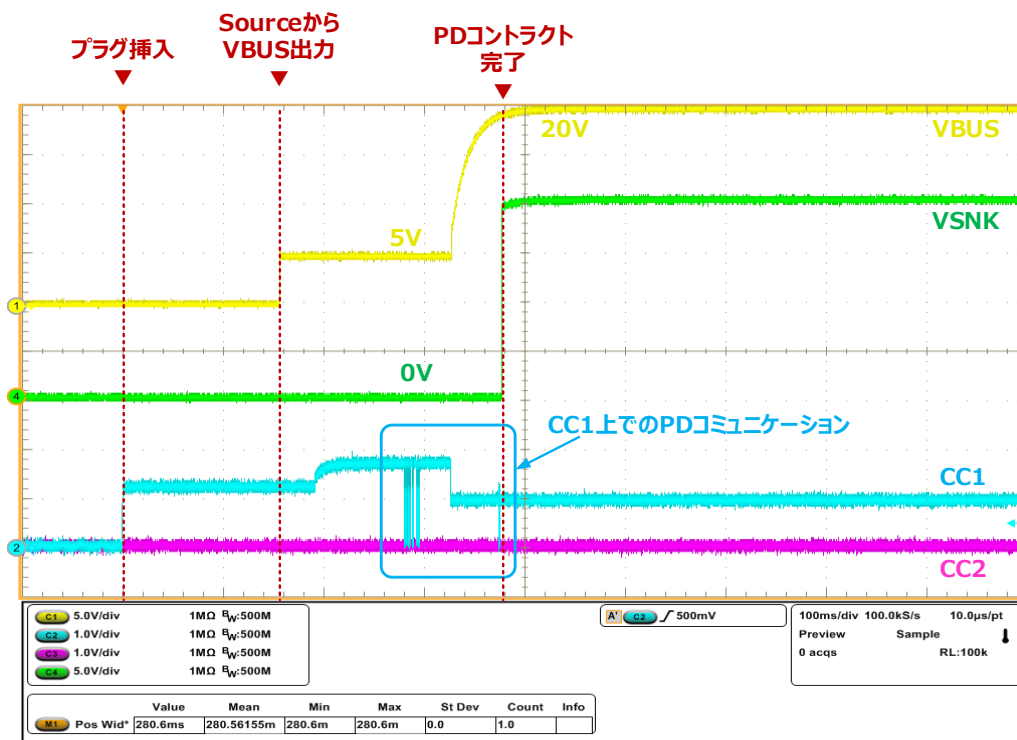


Figure 16. 20V USB PD ネゴシエーション波形

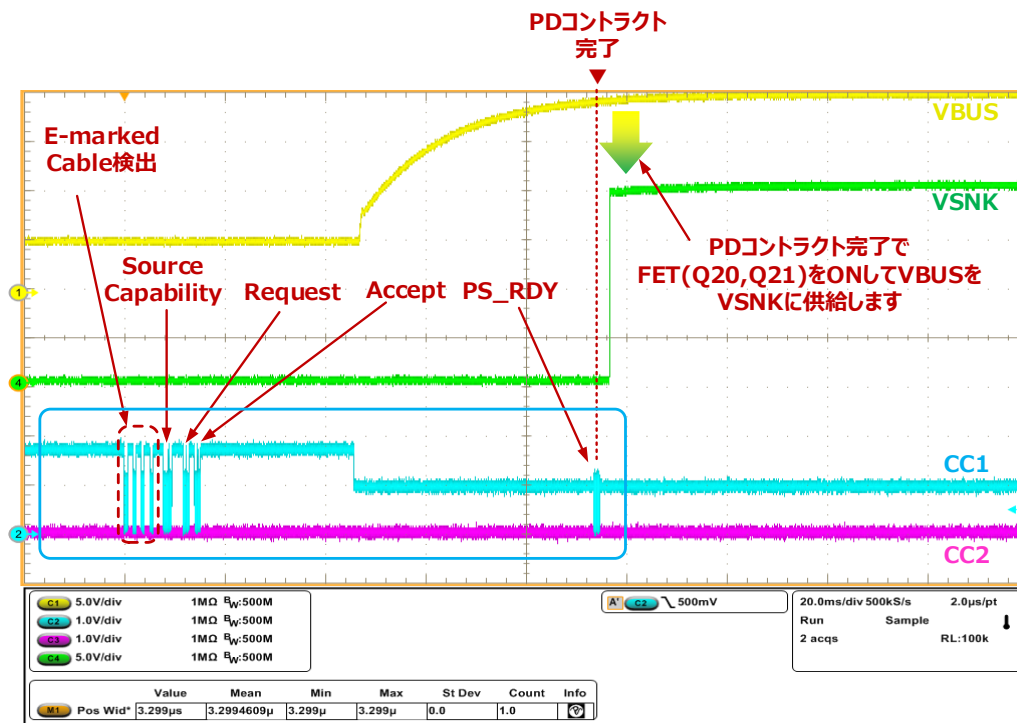


Figure 17. 20V USB PD ネゴシエーション波形内のPD コミュニケーション詳細



CC1 または CC2 信号上で行われる USB PD コミュニケーションは 1UI が 300KHz の BMC 変調されたデジタル通信になります。USB PD 機能の導入に際してスムーズなデバッグを行う際はこの通信の確認を行う必要があります。以下に USB IF Workshop にて IOP での実績がある比較的安価なプロトコルアナライザをご紹介します。

- Total Phase USB Power Delivery Analyzer TP350110
- TELEDYNE LECROY Mercury T2C プロトコルアナライザ USB-TMPD-M02-X

## 改訂履歴

Date	Revision Number	Description
2021. 10. 19	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/>