



Is Now Part of



ON Semiconductor®

To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at
www.onsemi.com

ON Semiconductor and the ON Semiconductor logo are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.



AN-6105

USB Type-C の設計における注意点

USB Type-C アダプター

概要

USB は広く普及している接続方式で、多くのユーザーによって様々な機器に使用されています。USB Type-C コネクタが正式にリリースされ、多くの企業が他社より先に、この新しいコネクタとこれをサポートするインフラを取り入れようと製品開発を行っています。ただし、多くのベンダーから規格に準拠していない製品や旧バージョンの仕様の製品がリリースされる中で、初期段階でこのコネクタを採用すると、予期しない課題に直面する場合があります。

そのような課題の具体例として、USB Type-C ケーブルとその実装に関する課題があります。USB Type-C ケーブルは、既存の USB インフラとの後方互換性を行うため、新しい設計では非常に重要となります。多くのベンダーから多様なケーブルが製造されているため、誤検出が発生する可能性があり、対策の検討が必要です。このアプリケーションノートではこの課題を考慮するべき対応策について説明がされています。

詳細

USB Type-C の仕様書において、USB Type-C to USB Standard-A ケーブルは、Type-C プラグの CC ピンは Rp 抵抗を介して VBUS に接続する必要があると定められています（59 ページ、セクション 3.5.1、表 3-12、注意 2）。さらに USB Type-C の仕様書において、Rp 値はデフォルト USB 電力値であると定められています（146 ページ、セクション 4.5.3.2.2、第 1 段落）。ケーブル内に VBUS への Rp プルアップ抵抗があることで、常に VBUS を給電し続ける従来の Standard-A SOURCE ポートに Type-C SINK ポートを正常に接続できます。ケーブルは、Standard-A 側に接続されている機器や、その電源能力を制御することは出来ません。そのため、ケーブルは Default USB Power を Type-C SINK ポートに通知し、Type-C SINK ポートは Default USB Power を超える電力を要求しないようにする必要があります。

Type-C to Standard-A ケーブルが、Type-C SOURCE ポートまたは SOURCE ポートとして機能する Type-C ポートに接続された状態で、従来の Standard-A ポートに接続されていない場合に、Type-C の検出に支障をきたす回路が構成されます（図 1 参照）。VBUS ラインに対して Rp プルアップ抵抗を実装している USB Type-C AC アダプターにおいても、同様の回路が構成される可能性があります。

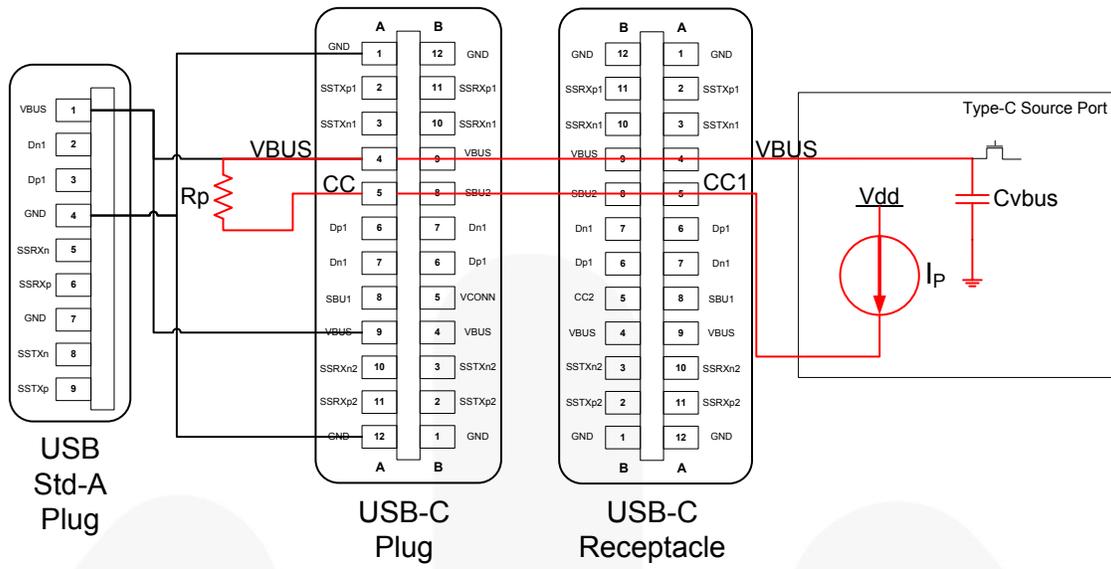


図 1. USB Std-A プラグ側が未接続時の接続例

FUSB301/A や FUSB302 など、Type-C ポートコントローラの SOURCE ポートは、CC 端子をプルアップし、CC 端子の電圧値をモニターします。そして、CC 端子をプルダウンする Type-C SINK ポートが差し込まれ、CC 端子電圧が引き下げられると、ケーブルの挿入を検出します。Type-C SOURCE ポート (SRC) はケーブルの接続を検出すると、VBUS からの電圧供給を許容

します。Type-C SOURCE ポートは、CC 端子のプルアップ抵抗、VBUS 端子が持つ静電容量を利用し、Type-C の接続を検出し、制御します。Type-C SOURCE ポートがフローティング状態で配線された Type-C to Standard-A ケーブルに接続されると、図 2 に示す回路が構成されます。

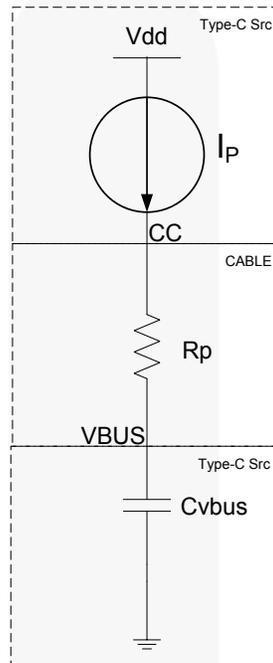


図 2. Type-C to Standard-A ケーブルがフローティングとなった場合の回路例

Type-C SRC ポートの状態図 (121 ページ、セクション 4.5.2.1、図 4-12) は、 R_d 終端抵抗が検出された際の Unattached.SRC から AttachWait.SRC への遷移を示しています。AttachWait.SRC 状態になると、SRC ポートは $t_{CCDebounce}$ に従って CC 端子をデバウンスした後、VBUS を有効とする Attached.SRC 状態になります。SNK ポートがアタッチされているかどうかを判断するために SRC が使用する閾値は、使用されるホスト電流によって異なりますが、本書ではデフォルト USB が使用されていると仮定します。Default USB に対し、CC 端子の接続を検出する閾値は 1.6 V です。フローティング状態の Type C to A ケーブルまたは特定型の Type-C AC アダプターが SRC ポートに接続され

た場合の CC ピン電圧の様子を図 3 に示します。 V_{CC_SOURCE} は、ケーブル内の抵抗と SRC ポートのプルアップ電流から求められます。 V_{CC_SOURCE} が 1.6 V を下回った場合、Type-C SRC ポートはこれによって、Unattached.SRC 状態から AttachWait.SRC 状態に遷移します。終止電圧は、Type-C SRC ポートが AttachWait.SRC 状態から Attached.SRC 状態に遷移する際に使用する VBUS 端子の静電容量とデバウンス時間に依存します。 V_{BC_LEVEL} が、 $t_{CCDebounce}$ タイマ終了時でもオープン検出電圧の閾値 (1.6 V) を下回っている場合、Type-C SRC ポートは正常に Attached.SRC 状態に遷移し、VBUS の供給を行います。

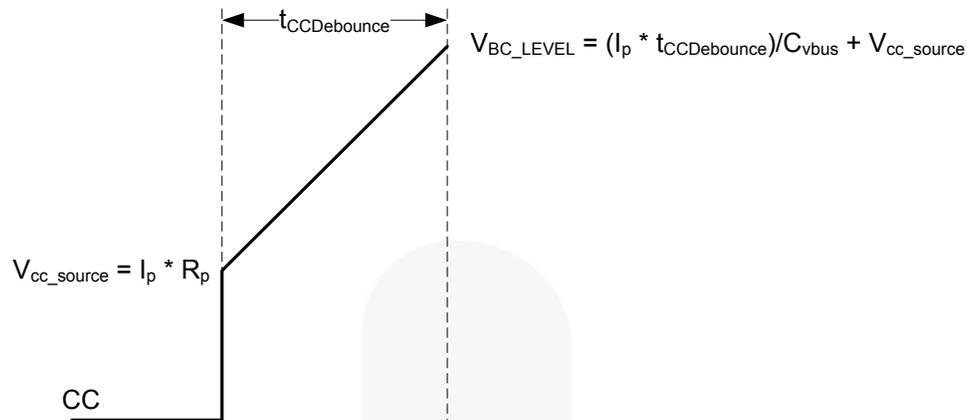


図 3. Type-C SOURCE の接続検出

ポートが Default USB プルアップ電流と最大 10 μ F の VBUS 容量を持っていると仮定した場合、 V_{CC_SOURCE} と V_{BC_LEVEL} の取り得る電圧値と、Type-C 抵抗値、 $t_{CCDebounce}$ の関係は表 1 に示されます。一部の R_p 値は、 R_p 終端抵抗ではなく R_d 終端抵抗を使用したり、Type-C 市場に存在する規格外の R_p 終端抵抗を使用したりして不正な設計されたケーブルを想定しています。表 1 は特定値の R_p と $t_{CCDebounce}$ に対し、Type-C

SRC ポートが SOURCE として不適切にアタッチされた場合を示しています。SRC ポートがアタッチされると VBUS が供給され、CC ピンが V_{BC_LEVEL} の検出電圧閾値を超えます。これにより、SRC ポートの接続が解除され VBUS が未接続となります。その後、再びプルアップが有効となり、このサイクルが繰り返されます（図 4 参照）。

表 1. Type-C SOURCE の接続検出

パラメーター					V_{CC_SOURCE}	V_{BC_LEVEL}		コメント
I_p	R_p	C_{vbus}	$t_{CCDebounce}$			最小	最小	
			最小	最大				
80 μ A	1 K	10 μ F	100 ms	200 ms	0.080	0.880	1.680	不適切な R_a を使用
	5.1 K				0.408	1.208	2.008	不適切な R_d を使用
	10 K				0.800	1.600	2.400	規格外な R_p を使用
	22 K				1.760	2.560	3.360	規格外な R_p を使用
	56 K				4.480	5.280	6.080	規格に準じた R_p を使用

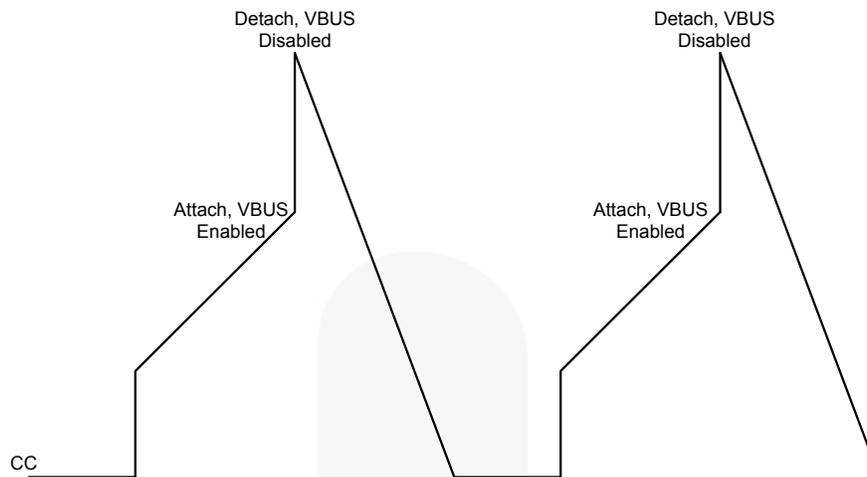


図 4. Type-C SOURCE の Attach/Dettach による CC 端子の挙動

解決策

Type-C SOURCE ポートは、 $t_{CCDebounce}$ タイマを持ち、これが Type-C 仕様で認められている最大時間になります。ほとんどの場合にこれが適用されますが、USB Type-C 仕様で定められている抵抗器やコンデンサの様々な値の許容差を考慮すると、このような問題が起こりうる場合があります。ケーブル付き Type-C AC アダプターの場合、静電容量ははるかに大きくなり、 V_{BC_LEVEL} が検出閾値電圧を上回るまでの時間が増加します。

また、Type-C SOURCE ポート向けの対策としては、接続を検出する際にはより大きい電流で接続の検出を行い、アタッチ時に本来のポートの電力容量に応じた電流値に切り替える方法があります。これにより、 V_{CC_SOURCE} 値が上昇するため、フローティング状態の Type-C to A ケーブルや Type-C AC アダプターが接続されても CC 端子の変動を抑えられるようになります。この概要は表 2 にまとめられています。接続検出電圧は、SOURCE ポートが供給する Type-C 電流値に依存します。デフォルトの場合と 1.5 A の場合は同じ閾値で、3 A の場合はこれより高い閾値となります。

推奨される設定値は 1.5 A です。この推奨に従うと、アダプターケーブルの R_p に起こり得るすべての状態でアタッチの発生が回避されます。デフォルト電流のみを要求する Type-C SOURCE ポートの場合、1.5 A の設定値で開始し、アタッチ状態になったら即座にデフォルト電流の設定値に切り替えることができます。

Fairchild 製品における具体的な対処方法

FUSB301/A の場合、ホスト検出電流は Control レジスタの HOST_CUR1 ビットと HOST_CUR0 ビットによって制御されます。この HOST_CUR1 ビットを 0b1 に、HOST_CUR0 ビットを 0b0 に設定すると、FUSB301/A が 1.5 A の電流を要求するようにプログラムされます。また、HOST_CUR1 ビットを 0b0 に、HOST_CUR0 ビットを 0b1 に設定すると、FUSB301/A がデフォルト電流に戻るようプログラムされます。

FUSB302 の場合、電流は Control 0 レジスタの HOST_CUR1 ビットと HOST_CUR0 ビットで制御されます。FUSB301/A と同じ設定を利用できます。

表 2. Type-C SOURCE の接続検出 (1.5 A 設定)

パラメーター					V_{CC_SOURCE}	V_{BC_LEVEL}		コメント
I_p	R_p	C_{vbus}	$t_{CCDebounce}$			最小	最小	
			最小	最大				
180 μ A	1 K	10 μ F	100 ms	200 ms	0.180	1.980	3.780	不適切な R_a を使用
	5.1 K				0.918	1.718	4.518	不適切な R_d を使用
	10 K				1.800	3.600	5.400	規格外な R_p を使用
	22 K				3.960	5.760	7.560	規格外な R_p を使用
	56 K				10.080	11.880	13.680	規格に準じた R_p を使用

参考文献

[1] *Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification Revision 1.1*

関連情報

[FUSB301-製品情報](#)

[FUSB301A-製品情報](#)

[FUSB302 - 製品情報](#)

免責事項

フェアチャイルドセミコンダクターは、信頼性、機能、設計を向上させるために、更なる通告なしに、ここに記載したあらゆる製品に変更を加える権利を留保します。フェアチャイルドは、ここに記載した製品または回路の適用や使用から生じるいかなる責任も負わず、特許権に基づくライセンスや他者の権利を譲渡することはありません。

生命維持の方針

フェアチャイルドセミコンダクターの社長が書面で明示的に承認しない限り、フェアチャイルド製品を生命維持装置または生命維持システムの重要部品として使用することは承認されていません。

本規約内の定義：

1. 生命維持装置または生命維持システムとは、システムや装置のうち、(a) 外科的手段で体内に移植することを目的とするもの、または (b) 生命維持を支援または直接担うもの、または (c) ラベルに記載された使用手順に従って適切に使用しても、故障時には使用者に重大な傷害を及ぼすことが十分に予想されるものです。
2. 重要部品とは、生命維持装置または生命維持システムのあらゆる部品のうち、故障が生命維持装置または生命維持システムの故障につながる部品か、安全性または有効性への影響が十分に予想される部品です。

ON Semiconductor and  are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of ON Semiconductor's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using ON Semiconductor products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by ON Semiconductor. "Typical" parameters which may be provided in ON Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. ON Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use ON Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold ON Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that ON Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part. ON Semiconductor is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com
Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>
For additional information, please contact your local
Sales Representative