

以 Type-C 實踐 USB 3.1 規格

作者：Anwar Sadat, PhD/ 德州儀器高速介面系統經理

通用序列匯流排(USB) Type-C 具備彈性高、方便終端用戶等多項特色，系統設計師必須謹慎挑選可用項目，以免整體系統成本超過合理上限。對系統成本及複雜度而言，影響最大的兩個選項，一是原生 Type-C 功率 15W，二是功率效能與影音支援的加強。本文介紹如何建置 USB Type-C 連接埠，才能降低對現有系統的衝擊。

概論

電子業每位系統設計師都很關心 USB Type-C，因為能在單一連接介面結合資料、電源與影音，未來新平台也可能不再需要電源轉接線。USB Type-C 支援 USB 2.0 與 USB 3.1，亦提供 DisplayPort 等替代模式，USB Type-C 採用 15W 原生功率，若加上 USB PD，最高可增至 100 W，並提供更小、更薄、功能更完整的連接器，資料傳輸速率最高達 20 Gbps。這項連接器可上下顛倒，可連接至多種客戶端裝置，系統設計人員也在思考，如何讓客戶享受到這些優點與彈性。

舉例而言，系統設計人員打算建置新的筆電平台，若採用 USB Type-C 連接埠，整體成本會提高多少？又需要多少個 Type-C 連接埠？所有連接埠都得具備完整功能嗎？USB Type-C 對終端用戶兼具彈性與簡易性，但對系統建置卻增加複雜度與

成本，雖然新生態系提供更多建置選項，系統設計人員必須謹慎以對，避免整體系統成本破表。

既然如此，新筆電平台該呈現什麼樣貌？有些系統設計人員可能會選擇單一功能完整的 Type-C 連接埠，提供先進充電與 USB-PD 功能，這項超級連接埠也具備影音替代功能。為降低成本與複雜度，設計人員可能想要選擇其他功能較少的連接埠，例如 Type-C 原生 15W 功率與 USB 資料傳輸支援。

以 Type-C 取代傳統 USB 連接埠時，一大考量在於降低對現有平台的干擾，本文將說明如何在最小變化的前提下，將 USB 3.0 傳統連接埠轉換為 USB 3.1 Type-C 連接埠。

建置 Type-C USB 3.1

USB Type-C 兩端連接頭相同，不論是主端或客端裝置，都使用相同的插頭與插座，圖一說明 USB Type-C 的插座針腳圖，24 針腳介面排列對稱，故可上下翻轉。

除了 USB 3.1 TX、RX，以及 USB 2.0 D+、D- 訊號外，兩項 CC 針腳用於通道配置及 USB-PD 通訊，一般系統建置使用兩項 D+ 及兩項 D- 訊號連接，在插頭翻轉時，就不需要 USB 2.0 多工器 (mux)，但因為在 USB 3.1 訊號中，基於訊號完整性

圖 1：USB Type-C 插座針腳正視圖

資料來源：Type-C 規格

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	VBUS	CC1	D+	D-	SBU1	VBUS	RX2-	RX2+	GND
GND	RX1+	RX1-	VBUS	SBU2	D-	D+	CC2	VBUS	TX2-	TX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1

表 1：USB Type-C 應用的裝置資料 / 電源分類

資料 / 電源分類	範例裝置	資料 / 電源模式 / 角色
永遠為源極	充電器	下行埠 / 源極
大多為源極	筆電、行動電源	下行埠 / 源極加上非必要的Try.SRC
雙向	平板電腦	下行埠 / 源極與汲極
大多為汲極	手機	上行埠 / 汲極加上非必要的Try.SNK
永遠為汲極	行動硬碟、配件	上行埠 / 汲極

考量，在 Type-C 介面兩端都需要 2:1 mux，故翻轉式連接並不可行。若使用替代模式，則需要 USB-PD 功能，mux 配置也會更加複雜。

典型 USB 3.1 建置包括兩項基本功能：CC 控制器可管理連結，RX 與 TX 訊號的 USB 3.1 mux 則依據 Type-C 插頭方向選擇連接側。CC 控制器需依據系統作為，判斷為下行埠(DFP)、上行埠(UFP)或雙重功能埠(DRP)，表 1 整理各種應用的資料 / 電源行為。

USB Type-C 的主客端建置

USB Type-C 在通道建置中，建立下行埠與上行埠之間的 USB 連結，在傳統 USB 連接埠定義中，下行埠為主機，上行埠為裝置，CC 功能則用於判斷以下項目：

下行埠至上行埠連接 / 分離偵測與插頭方向

下行埠至上行埠(主機至裝置)與電源關係(供應者 / 消費者)偵測 - 無 USB-PD 預設下，下行埠(源極)供應電源，上行埠(汲極)消費電源
供應者公告 USB Type-C VBUS 電流，供消費者偵測
連接時，只能透過 USB-PD 更換電源與資料傳輸角色

雖然插座有 CC1 與 CC2 兩項 CC 針腳，只有單一 CC 線路透過纜線連接，對於每一 CC 針腳，下行埠有上拉功能，而上行埠有下接功能，藉由監控 CC 針腳的額定電壓，即可偵測方向及連結。

下行埠運用各種上拉電阻(或電流源)數值公告電流供應能力，而上行埠藉由下拉電阻與執行電壓對比，判斷有多少電流可用，在無 USB-PD 的情況下，共有三種電力設定：傳統預設(USB 3.1 為 900 mA，USB 2.0 為 500 mA)、1.5A 以及 VBUS 的 3A 加 5V。

圖3說明USB Type-C典型主客(DFP/UFP)建置情況，USB 3.1 主機範例為桌上型電腦或筆電，桌上型電腦的 Type-C 連接埠可能是下行埠，並發揮 USB 主機功能，提供電源給客端裝置。USB SuperSpeed 客端裝置的典型案例為行動硬碟，硬

圖 2：通道配置上拉 / 下拉模型

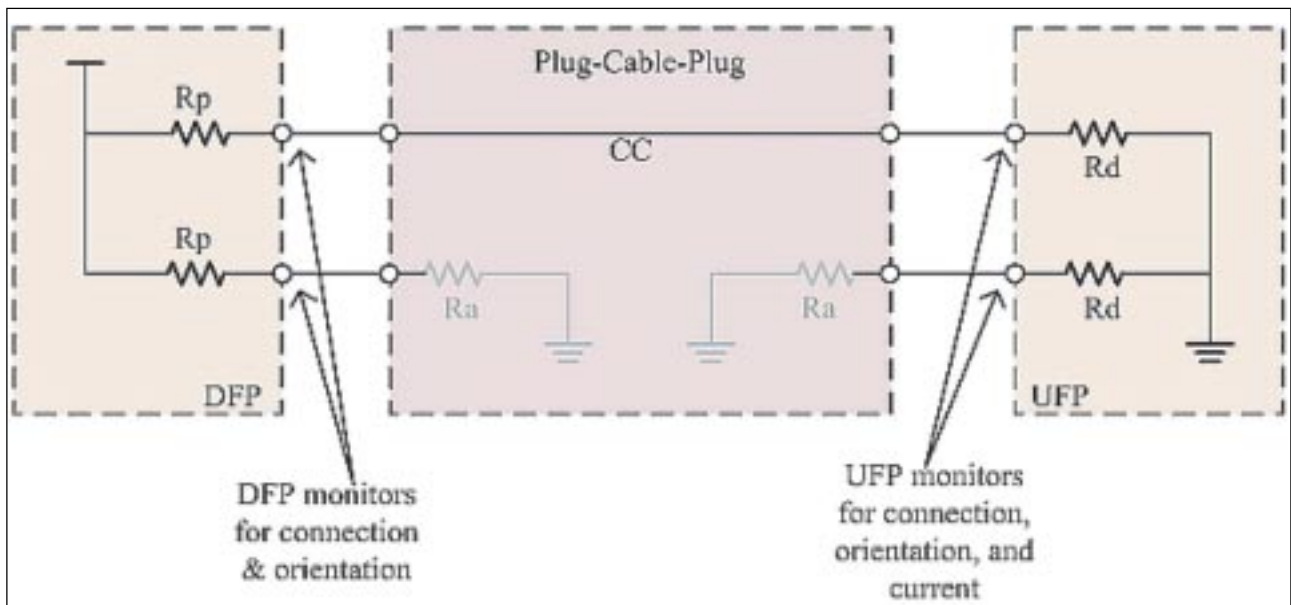
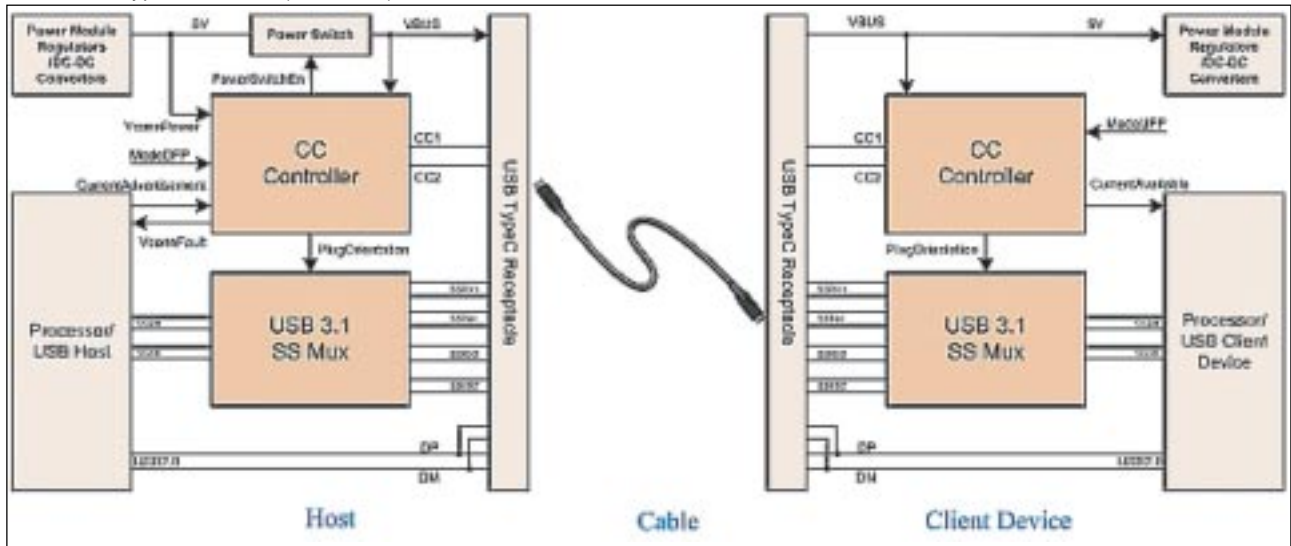


圖 3：USB Type-C 典型主客(DFP-UFP)建置



碟做為 USB 裝置，自VBUS取用電源。

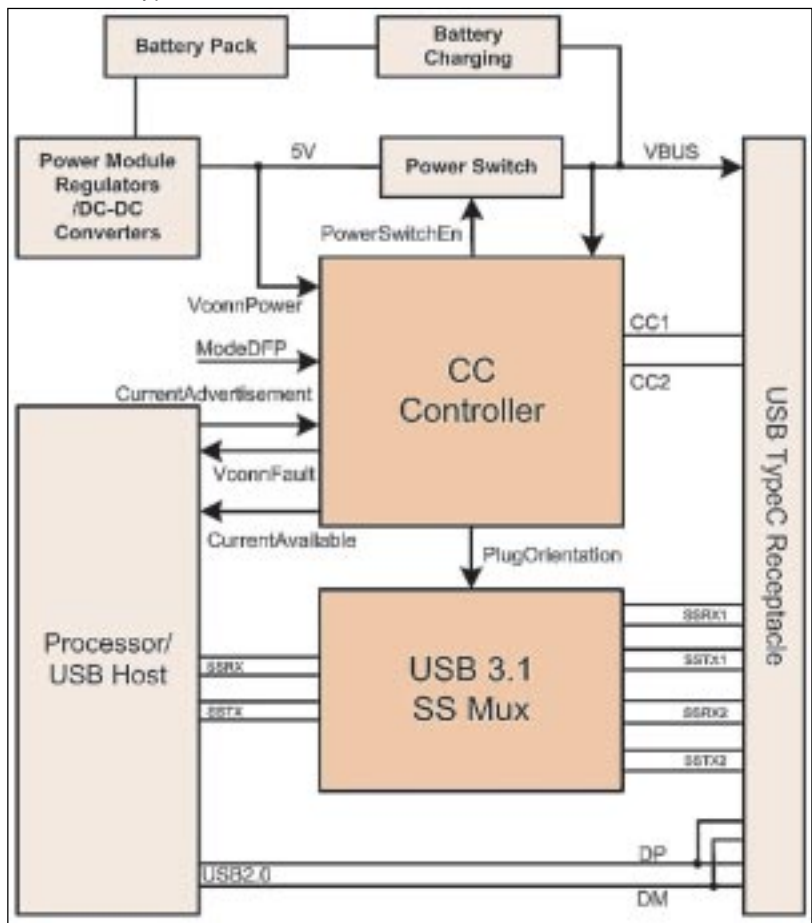
依據 Type-C 規格，客端 / 消費端負責管理電源使用情況，故客端裝置得根據主機公告的電流，動態管控電源用量；替代方式是在預設限制內使用電流，下行埠可能會設定電流限制以保護系統。

若下行埠支援 USB 3.1，必須在 USB Type-C 纜線內，使用 V_{CONN} 提供 5V 電源，建立主動電子零件， V_{CONN} 藉由插座內未連接的 CC 針腳(CC1或CC2)通過纜線，並在接近終端的插頭供電給線路。並非每條功能完整的 Type-C 纜線都需要具備電子標記，且較長纜線可能需要主動訊號調節器。

USB Type-C 的雙重功能埠建置

在建立穩定連接狀態之前，USB Type-C 也會協助定義雙重功能埠，若雙重功能埠與上行埠或下行埠配對，就會分別扮演下行埠或上行埠的功能；若兩項雙重功能埠配對，結果隨機出現，但可能受到 Try.SRC 或

圖 4：USB Type-C 典型雙重功能埠建置



Try.SNK 兩種功能影響，若另一方並無偏好，則雙重功能埠搭配 Try.SRC 成為下行埠(源極)，搭配

Try.SNK 成為上行埠(汲極)。這項功能相當重要，才能在生態系內保持電源供應者 / 消費者關係的秩序，例如筆電與手機即便都有雙重功能埠功能，還是應由筆電為手機充電。

Type-C USB 3.1 解決方案

若想將現有 USB 平台與傳統連接器轉換為 USB Type-C，卻不想大幅更動系統，就需要 CC 控制器裝置；若希望具備 USB SuperSpeed，則需要額外 USB SuperSpeed mux 裝置。

例如TUSB321為單晶片USB Type-C連接埠CC控制器，可配置為下行埠、上行埠或雙重功能埠，這項自動裝置不需任何設定即可發揮功能，有些預設配置也不受影響；軟體介入並非必要項目，但能提供系統設計人員可能覺得實用的額外功能。

HD3SS3212為USB SuperSpeed被動式多工器範例，使用CC控制器提供的SEL訊號，選擇主動USB 3.1訊號組，支援USB 3.1 Gen 1及Gen 2的Type-C上下翻轉插頭，資料傳輸速率最高10 Gbps。

有些系統可能需要USB SuperSpeed訊號加強，才能通過連接器的門檻，再驅動多工器可提供兩項功能，包括訊號調節與USB SuperSpeed切換，USB Type-C提供音訊配件功能，可透過Type-C連接器提供耳機與麥克風功能，讓部分系統免除3.5 mm音訊連接埠。音訊訊號使用D+、D-及USB訊號，且為提供音訊功能，需要額外的多工器，但

圖 5：一般通道配置裝置的功能方塊圖

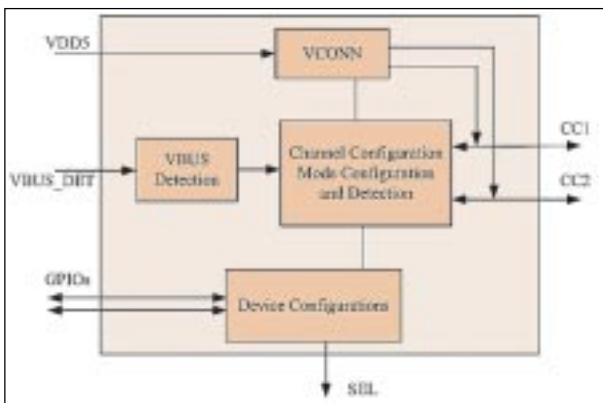
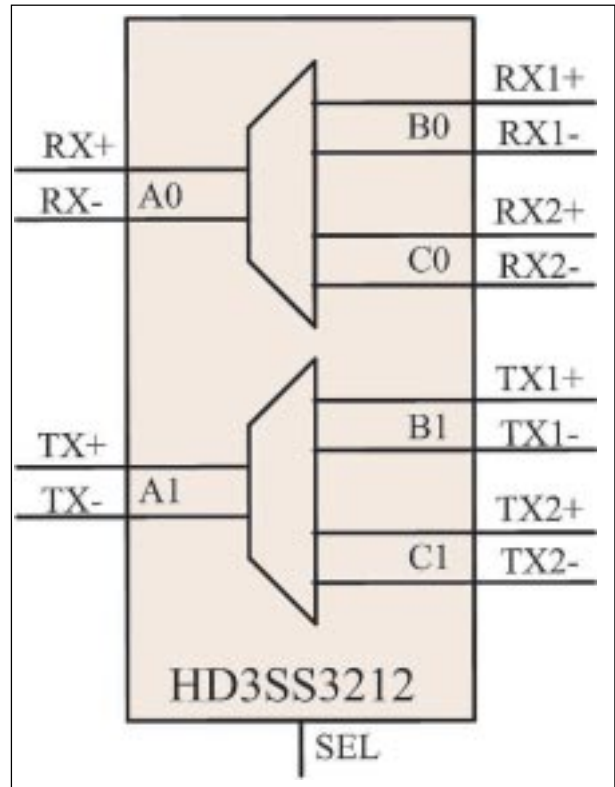


圖 6：多工器選擇 SS RX/TX 組運作範例



不在本文討論範圍內。

總結

USB Type-C 兼具效能與彈性，預估將大受電子產品愛好者歡迎，系統不需投入大筆開發或元件成本，即可提供各項優點，對於USB及15W電源等多數基本建置，轉換可能相當直接，只需升級連接器，再加上CC控制器及非必要的USB 3.1 SS mux即可

參考資源

1. 下載 USB Type-C 規格：<http://www.usb.org/developers/usbtpec/>
2. 下載產品說明書 TUSB321, HD3SS3212：<http://www.ti.com/product/hd3ss3212>
3. 下載只建置 USB2.0 的白皮書：<http://www.ti.com/lit/wp/slly016/slly016.pdf>