AN 26.2

Microchip USB 2.0和USB 3.1 Gen 1集线器实现指南

作者： *Carl Johnson和Mohammed Rahman*
Microchip Technology Inc.

1.0 简介

本应用笔记提供有关Microchip的USB57x4、USB553x、USB25xx和USB46xx系列集线器控制器的印刷电路板布局的一般注意事项。此信息广泛适用于实现Microchip的任何USB 2.0和USB 3.1 Gen 1设备。

1.1 目标人群

本应用笔记针对熟悉PCB设计（包括信号完整性、差分信号和温度管理实现概念）的读者编写。

1.2 目标

本文档的目标是提供专门用于使用Microchip的USB57x4、USB553x、USB25xx和USB46xx系列集线器控制器来设计PCB的实现信息。认真实施这些指南有助于确保设计成功。

1.3 概述

要使Microchip的USB集线器控制器成功运行，需要特别注意印刷电路板（Printed Circuit Board，PCB）的布局。Microchip的所有集线器控制器均包含敏感的模拟电路、数字内核逻辑和高速I/O电路。PCB的设计是所有这些子系统的系统电路的一部分，可增强或降低所需操作的性能。

本文档涵盖布局和层叠等一般问题，还讨论了USB 2.0/3.1 Gen 1信号/阻抗、晶振连接和其他关键电路等子系统问题。同时也会解决控制EMI、系统供电和信号返回路径管理等问题。

文档中提出的准则取代了相关器件先前的说明。下面的建议根据Microchip的经验和知识提出，可以接受或拒绝。Microchip不对任何设计做出保证。最终由各家公司负责确定是否适合自己的设计。

1.4 参考资料

- 数据手册：USB57x4、USB553x、USB25xx和USB46xx集线器控制器
- 应用笔记：*AN 26.21*
- 应用笔记：*AN 18.15*
- 本文档中引用的评估设计可以在Microchip网站上找到。

© 2016 Microchip Technology Inc.

2.0 原理图指南

本部分介绍Microchip USB集线器控制器的原理图实现的具体要求和建议。产品数据手册规定了基本电路需求。

2.1 机架和电缆接地

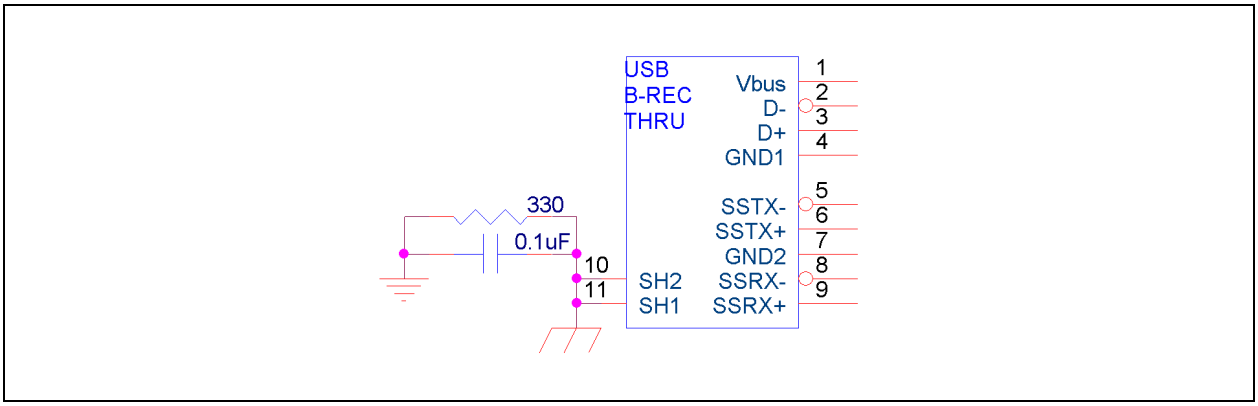
USB集线器可以通过以下方式实现：

- 与主机控制器一同嵌入
- 与带嵌入式设备的不可访问端口以及用户可访问端口一同嵌入
- 与主机、带嵌入式设备的不可访问端口以及用户可访问端口一同嵌入
- 独立集线器

每个实现细节都会影响用于将机架和USB电缆屏蔽连接到数字地的最佳方法。最佳连接方式取决于设计的系统细节。请参见互联网上有关此主题的众多参考文档和白皮书，尤其是由USB联盟成员和支持USB功能的主板和设备的提供商发布的文档。

Microchip发现，当通过USB连接器上的RC网络（330Ω电阻和0.1 µF电容并联）将USB电缆屏蔽连接到数字地时，独立设计上的EMI和ESD性能良好。

图1： 机架接地连接示例



2.2 VDD12和VDD33电源稳压器

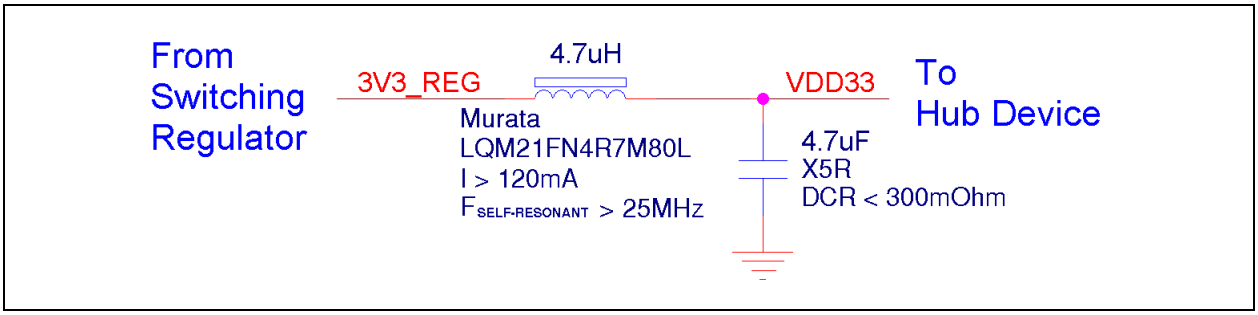
USB57x4和USB553x系列集线器使用两个外部电源电压：1.25V的VDD12和3.3V的VDD33。

VDD12电源轨用于内核数字功能和USB 3.1 Gen 1 PHY。集线器消耗的VDD12电流差别很大。当器件“暂停”时，它消耗的电流极小。当所有USB 3.1 Gen 1超高速接口激活时，它将消耗最大电流。所选稳压器必须在所有功耗范围内稳定和准确，并且拥有低噪声特性。

USB57x4和USB553x器件的VDD33电源轨供PLL和其他电路使用。此外，USB25xx器件的内核和其他电源轨通过VDD33供电。因此，VDD33电源必须非常干净。在被集线器接收前，必须先将VDD33上的噪声滤除。为通过USB 3.1 Gen 1测试套件的SSC认证，有些系统要求集线器引脚处VDD33上的纹波< 5 mV。开关稳压器是VDD33噪声的常见来源。图2中的示例显示了一个可有效阻止来自VDD33的开关稳压器噪声的滤波器。

© 2016 Microchip Technology Inc.

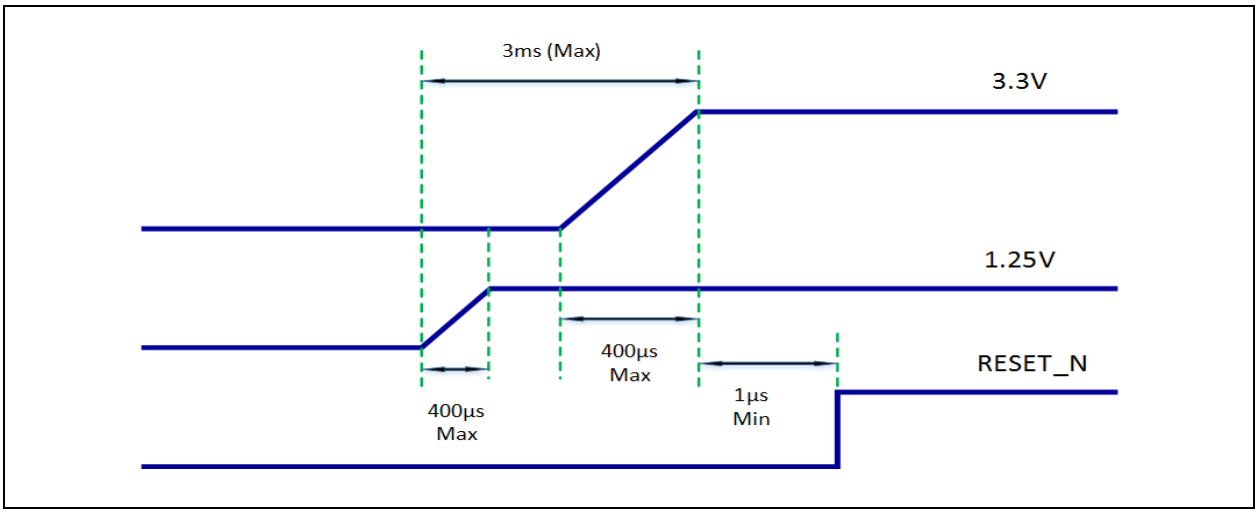
图2：　　开关稳压器噪声滤波器示例



2.3　上电序列和复位

控制上电和复位序列对于许多Microchip USB设备的运行至关重要。应当先施加VDD12电源轨，然后再施加VDD33电源轨。器件的复位条件必须保持到电源轨有效且稳定之后。有关USB 3.1 Gen 1集线器典型上电时序的信息，请参见图3。

图3：　　上电序列



2.4　RESETn

RESETn用于强制在集线器内重新配置周期和重新启动。只有当所有电源轨都稳定且符合工作条件时，才应将该信号驱动为高电平。

对于独立应用，**RESETn**应连接到监视VDD12和VDD33的监控电路。当任一电压低于其阈值时，**RESETn**应置为有效。**RESETn**也可在手动控制或主机控制下置为有效。独立应用可以使用一个简单的RC电路，但此电路前只有一个电压轨，系统快速断电并重新上电时可能无法正常工作，因此不推荐使用。

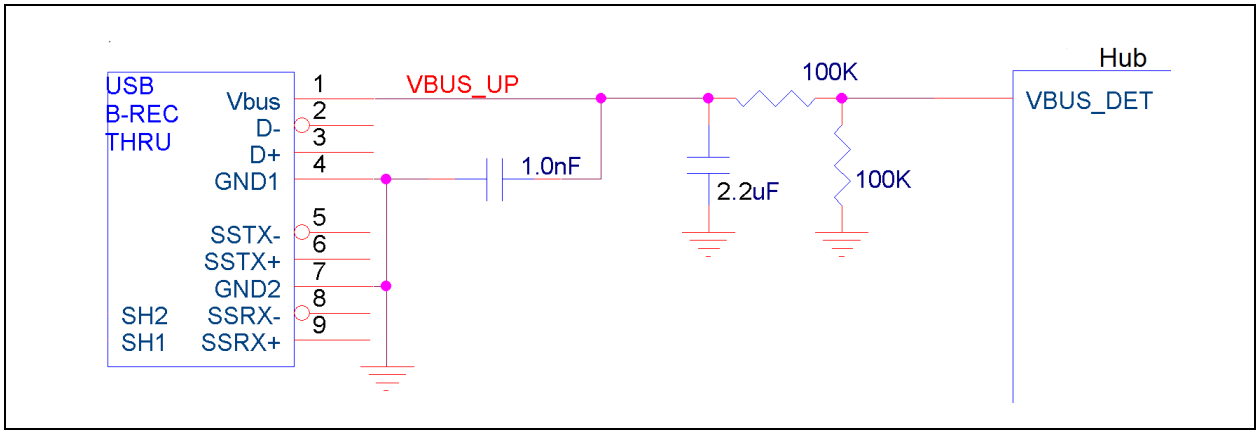
对于嵌入式应用，**RESETn**应当从属于监控电路和主机控制器。

2.5 VBUS_DET

VBUS_DET用于发起到集线器的连接事件。集线器接收到实现确定性行为的VBUS_DET信号前，必须先上电、完全配置并运行。

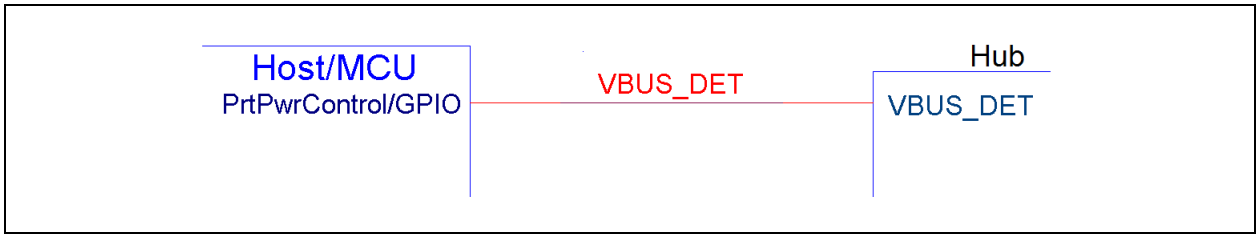
对于独立应用，该信号应通过一个电阻分压器连接到上行VBUS。该分压器可防止对集线器反向供电，并降低**VBUS_DET**引脚上的V_{IN}。USB规范要求上行VBUS信号上的电容介于1.0 µF和10 µF之间。为了满足这一要求，我们建议使用2.2 µF的电容，如图4所示。

图4： 独立VBUS_DET连接



嵌入式应用应通过3.3V信号主动控制该引脚。

图5： 嵌入式VBUS_DET连接



对于某些始终开启的应用，**VBUS_DET**也可直接连接到3.3V。但通常不推荐这样做。

© 2016 Microchip Technology Inc.

2.6 系统内OTP编程

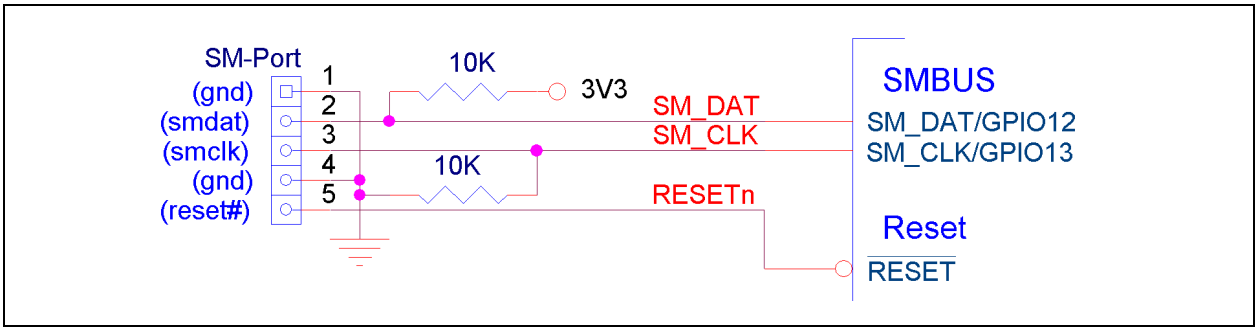
对于更现代化的集线器，主要并且最好通过USB链路使用ProTouch™或ProTouch2™工具来进行系统内编程。请参见相应的器件数据手册确认是否支持此功能。

另外，对于早期器件，可通过**SM_DAT**和**SM_CLK**引脚并通过操作**RESETn**引脚进行编程。确保可以使用系统板上的这些信号（加上地）来编程集线器。

要正常工作，需通过10 kΩ-20 kΩ的外部电阻上拉**SM_DAT**和下拉**SM_CLK**以禁止SMBus接口。要进行编程，通常需使用编程工具中的电阻将**SM_CLK**和**SM_DAT**上拉至1 kΩ-4.7 kΩ，接着将**RESET#**先置为有效再置为无效，随后运行包含所需代码的编程器程序。

要运行新代码，需将**SM_CLK**和**SM_DAT**恢复为正常运行状态，然后将**RESET#**先置为有效再置为无效。

图6： 系统内编程示例



3.0 PCB布局指南

本章将介绍USB57x4和USB553x系列的PCB系统实现的具体要求和建议。

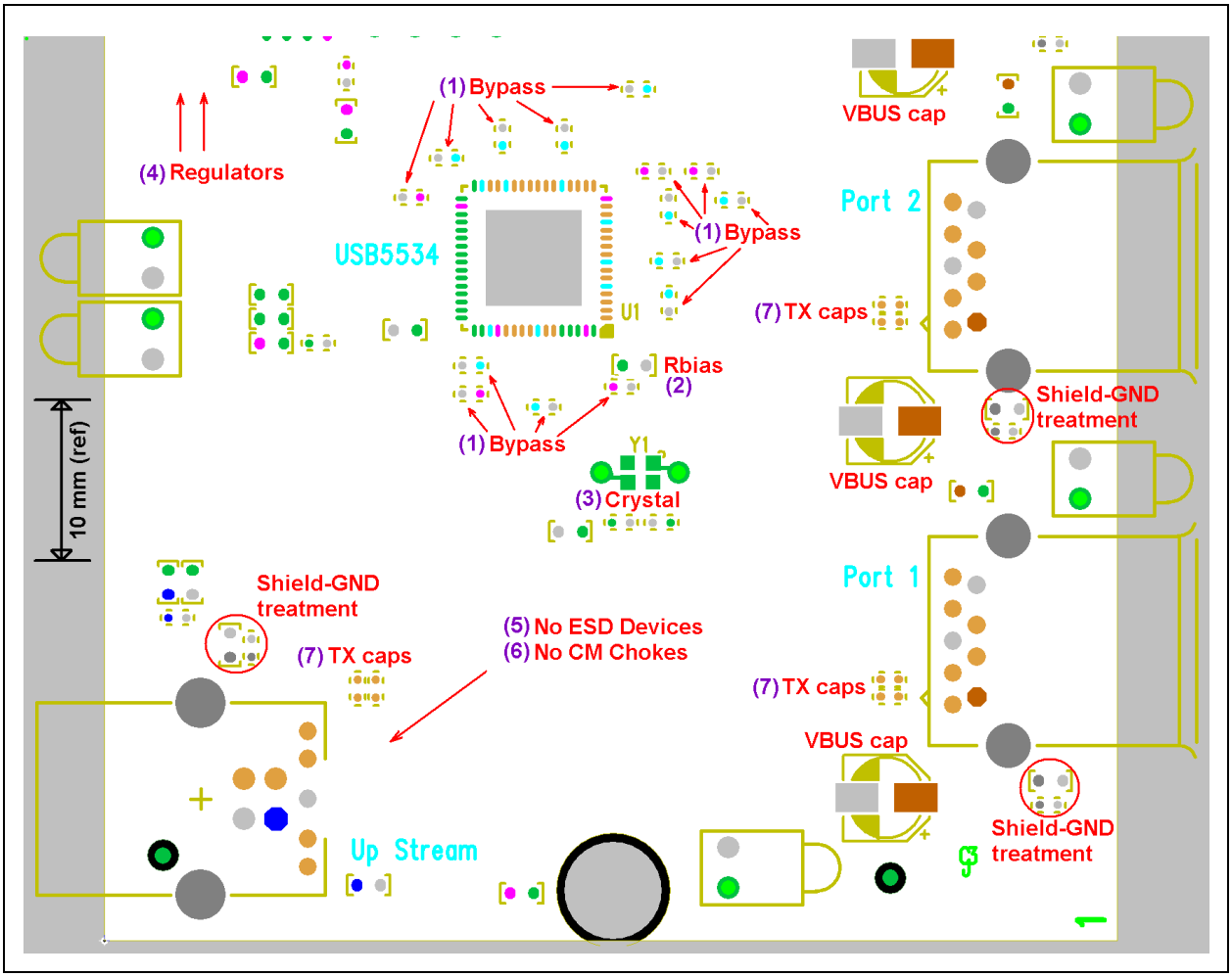
3.1 放置

Microchip USB集线器的设计允许将所有支持元件放置在PCB的顶层（集线器的同一侧）。务必注意放置细节，避免信号布线导致向敏感线路引入不想要的电流。

- 将旁路电容尽可能靠近集线器电源引脚放置。数据手册中给出的1.0 μF及以上的电容是内部稳压器电路的一部分，也应靠近给出的引脚放置。如果将这些电容放置在PCB的底层，由于电感干扰的影响，其效果通常不佳。
- 将**RBIAS**电阻靠近其引脚放置。
- 将晶振元件靠近相关的集线器晶振引脚放置。
- 将存在电气噪声的器件（包括开关稳压器）远离集线器和支持电路放置。避免靠近敏感的**RBIAS**电阻、其信号走线、其接地返回路径、晶振电路和USB差分对信号放置存在噪声的电路或对此类电路布线。
- USB超高速线路上的ESD保护器件会降低超高速信号的质量，因此只应在必要时使用。将USB线路的所有ESD器件靠近USB连接器放置。遵照制造商的建议放置和使用。
- 出于EMI或ESD目的而使用的共模扼流器将降低超高速（SS）信号的质量，只应在经验证有必要时使用。USB高速（HS）信号不太敏感。务必谨慎选择超高速（SS）（USB 3.1 Gen 1）和高速（HS）（USB 2.0和3.1 Gen 1）扼流器，它们必须与90Ω的USB差分阻抗相匹配。制造商通常仅指定共模阻抗。目前已为USB 2.0和USB 3.1 Gen 1应用通告了特殊器件，但必须在用于每个应用时加以确认。
- 为了更高效地抑制共模噪声，请将**SS_TX** AC耦合电容靠近USB连接器放置。USB规范要求将0.1 μF陶瓷电容用于此应用。

© 2016 Microchip Technology Inc.

图7：　　模拟信号的注意事项示例



3.2　PCB构造

制造PCB的各个元素会影响USB57x4和USB553x系列集线器的正确实现。

3.2.1　PCB材料

以USB 3.1 Gen 1超高速（SS）信号速率工作时，FR-4材料上铜走线的信号损耗非常明显。下面列出了减少这种损耗的几种方法：

- 使SS走线尽可能短，优先考虑上行端口。这是用于减少信号损耗的最实用且最经济高效的解决方案。
- 在外层（而不是内层）对SS走线进行布线。
- 考虑使用DF和DK额定值较低的层压板。这类低损耗材料包括FR408HR、FR408HRIS、N4000-13SI、Rogers和聚酰亚胺等。
- 尝试以与材料纹路方向呈45°角的方式对SS信号进行布线，这样走线便不会与高树脂、高损耗的路径偶然平行。

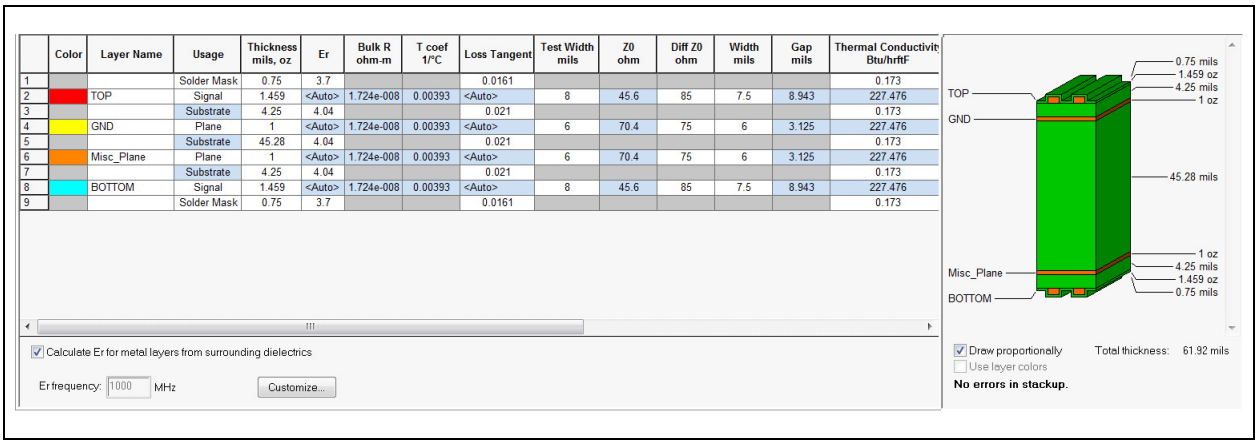
3.2.2 层叠

Microchip集线器的引脚布局允许其在两层结构上实现。不过，使用两层以上的结构将更好地控制阻抗、返回路径和温度管理。安装有Microchip集线器的一侧指定为用于参考的第一层。

- 当采用两层以上的设计时，将地分配给第二层并为带有地平面的底层灌铜。对于两层结构，为带有地平面的底层灌铜。（*注：两层结构将需要散热器、散热片或适合USB57x4和USB553x器件的其他特定温度管理方案）。
- 在第一层和地之间选择一种薄电介质，以便简化为关键线路（尤其是USB差分对）实现精确阻抗的过程。使电路板尽可能薄。
- 选择厚度至少为1盎司/英尺^{2}的铜来辅助供电和导热。
- 为SS信号使用7.5 mil或更宽的走线，同时保持目标Zdiff和Z0以改善损耗并控制制造差异。

图8提供了使用Isola 370HR层压板的4层PCB结构的层叠示例（Er和Dk为2 GHz时的值）：

图8： 4层PCB层叠示例



	Color	Layer Name	Usage	Thickness mils, oz	Er	Bulk R ohm-m	T coef 1/°C	Loss Tangent	Test Width mils	Z0 ohm	Diff Z0 ohm	Width mils	Gap mils	Thermal Conductivit Btu/hrftF
1			Solder Mask	0.75	3.7			0.0161						0.173
2		TOP	Signal	1.459	<Auto>	1.724e-008	0.00393	<Auto>	8	45.6	85	7.5	8.943	227.476
3			Substrate	4.25	4.04			0.021						0.173
4		GND	Plane	1	<Auto>	1.724e-008	0.00393	<Auto>	6	70.4	75	6	3.125	227.476
5			Substrate	45.28	4.04			0.021						0.173
6		Misc_Plane	Plane	1	<Auto>	1.724e-008	0.00393	<Auto>	6	70.4	75	6	3.125	227.476
7			Substrate	4.25	4.04			0.021						0.173
8		BOTTOM	Signal	1.459	<Auto>	1.724e-008	0.00393	<Auto>	8	45.6	85	7.5	8.943	227.476
9			Solder Mask	0.75	3.7			0.0161						0.173

3.2.3 阻抗控制

USB集线器设计中有多个信号需要进行阻抗控制，包括差分USB线路。控制走线宽度、间距、铜厚度以及电介质类型和厚度以满足以下要求：

- 将USB信号的单端特性阻抗（Z0）控制在40Ω和55Ω之间。
- 将DP/DM信号的差分阻抗（Zdiff）控制在90Ω，+5/-10Ω。
- 将SS_TX+/-和SS_RX+/-信号的差分阻抗（Zdiff）控制在85Ω，+/-5Ω。
- 旁路电容到其引脚、电源和地的连接必须采用低电感走线（短且很宽）。
- 由于工作负载电流相对较高（从900 mA到几A），每个下行USB连接器的VBUS路径都必须具有极低的阻抗。
- **RBIAS**连接和返回路径需要保持相对较低的电感（短）。
- 遵循第3.4节“供电”中的指南。

© 2016 Microchip Technology Inc.

3.3 接地分配

USB环境要求认真实现系统的接地返回路径，这需要大量连续的工作。将不同层上的接地灌铜区通过多个过孔相连，确保较窄的接地灌铜区通过过孔在所有灌铜拐角和端点处连接。

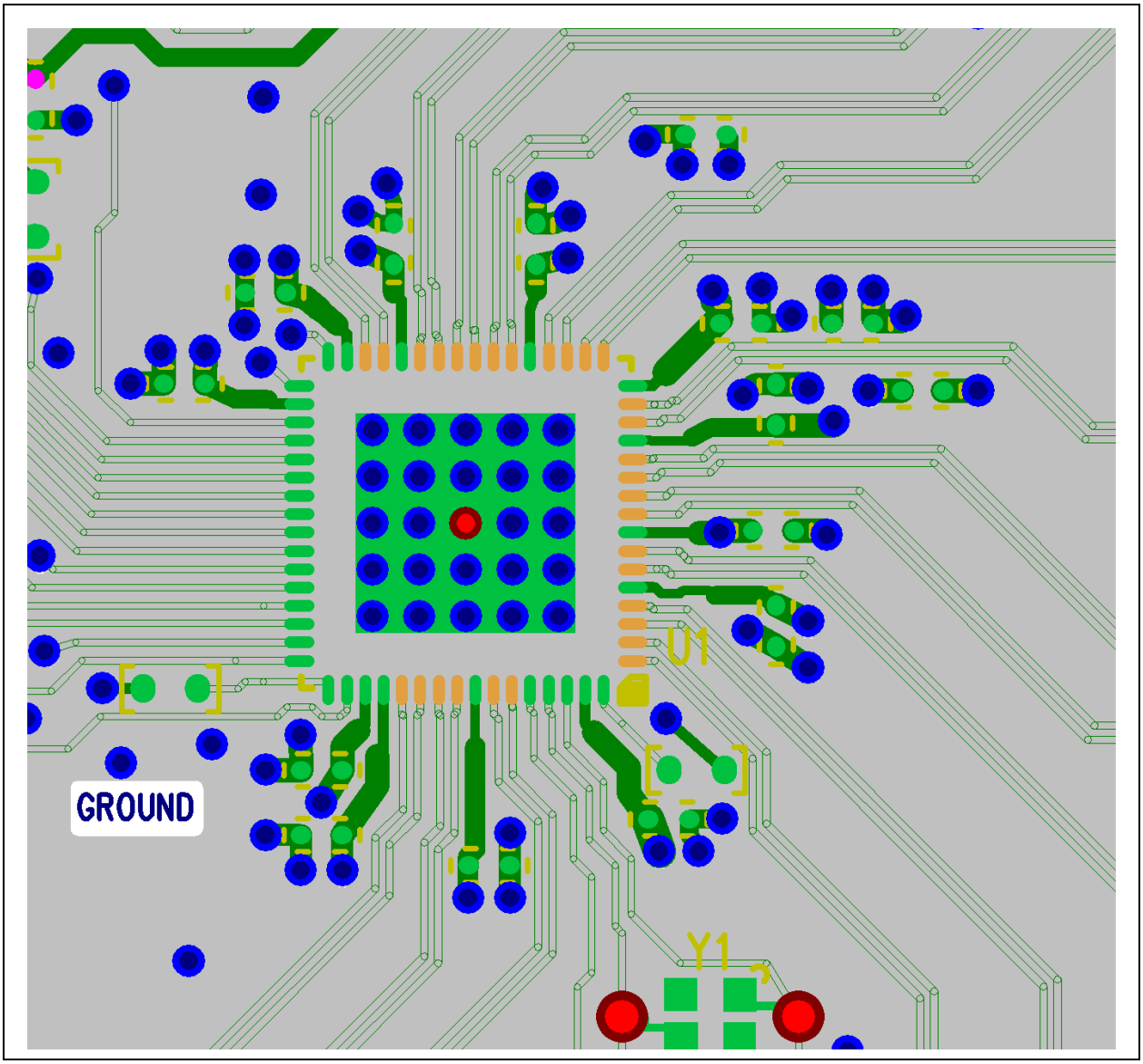
3.3.1 标志是惟一的接地和散热焊盘

在QFN封装的塑料体内，大型中心焊盘（*标志*或*裸露焊盘*）周围有一行周界焊盘（*焊盘*）。采用QFN封装的Microchip集线器控制器的所有接地连接均通过器件的*标志*完成。标志用于以下情况：

- 器件的**惟一**信号地（VSS）
- 用于去除封装热量的主要导热路径

为了解决这些问题，使用这些封装时存在一些限制，包括通过某种过孔填充GND标志（尤其是标志外围）时。Microchip强烈建议在内部平面层上使用1盎司或更重的铜，在外部平面层上使用1.5盎司或更重的铜，在底层使用大面积不间断接地灌铜区。

图9： 标志焊盘上带过孔区域的平面层3的接地示例



3.3.2 返回路径

电路节点之间的每个信号流都存在返回路径，而控制这些路径十分有利。要控制这些路径，首选方法是在器件下方的层上使用固定地平面。所有接地灌铜区都应连在一起，并且应当特别注意每个信号连接的返回路径的完整性。

3.3.3 旁路接地连接

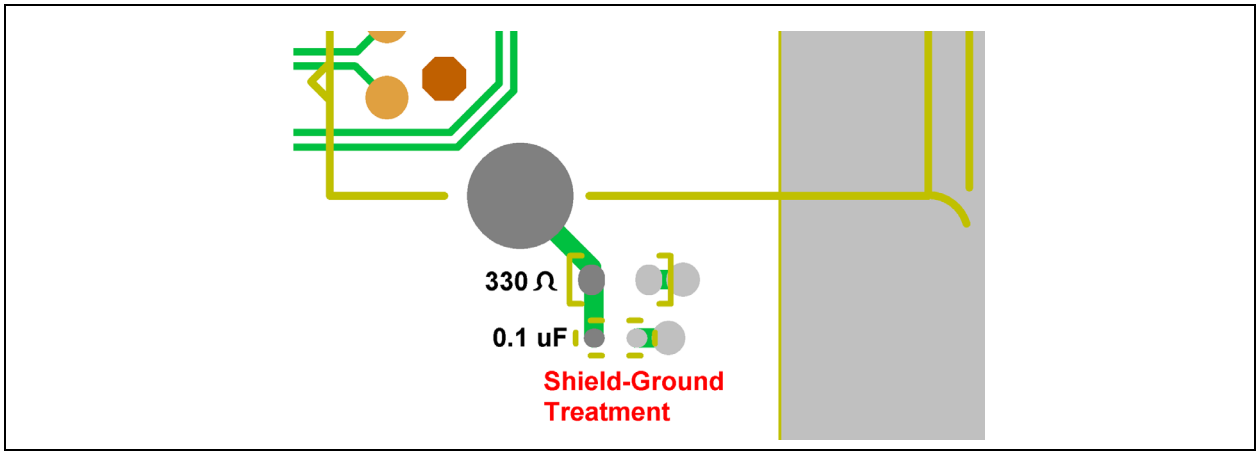
从旁路电容开始的所有接地连接都应保持低电感。为减少旁路GND电感，应当：

- 使对地扇出短而宽。
- 将旁路过孔放置在旁路电容焊盘内或尽可能靠近该焊盘放置。
- 如有可能，请使用封装电感较低的0402电容或更小的电容。
- 使用孔直径尽可能大的过孔，最大0.5 mm FHS。
- 为每个电容使用多个接地过孔来分配扇出走线和过孔的阻抗（见**图13：“旁路电容”**）。
- 对于系统大容量电容，需使用至少两个过孔连接到电源和地。

3.3.4 机架GND连接

必须认真考虑USB连接器的屏蔽（机架接地）。出于EMI或ESD原因，通常需要某种屏蔽-地隔离。嵌入式系统可能需要直接的接地连接。为此，Microchip的大多数集线器评估板上使用了由330Ω电阻和0.1 µF电容构成的RC网络。

图10： 机架-地连接示例



3.4 供电

3.4.1 集线器电源

USB57x4和USB553x系列器件由VDD33电源和VDD12电源供电（1.25V标称值）。Microchip强烈建议使用四个或更多PCB层。这极大地简化了正常的供电过程，并且有助于改善温度管理。其他Microchip集线器使用单个VDD33电源。

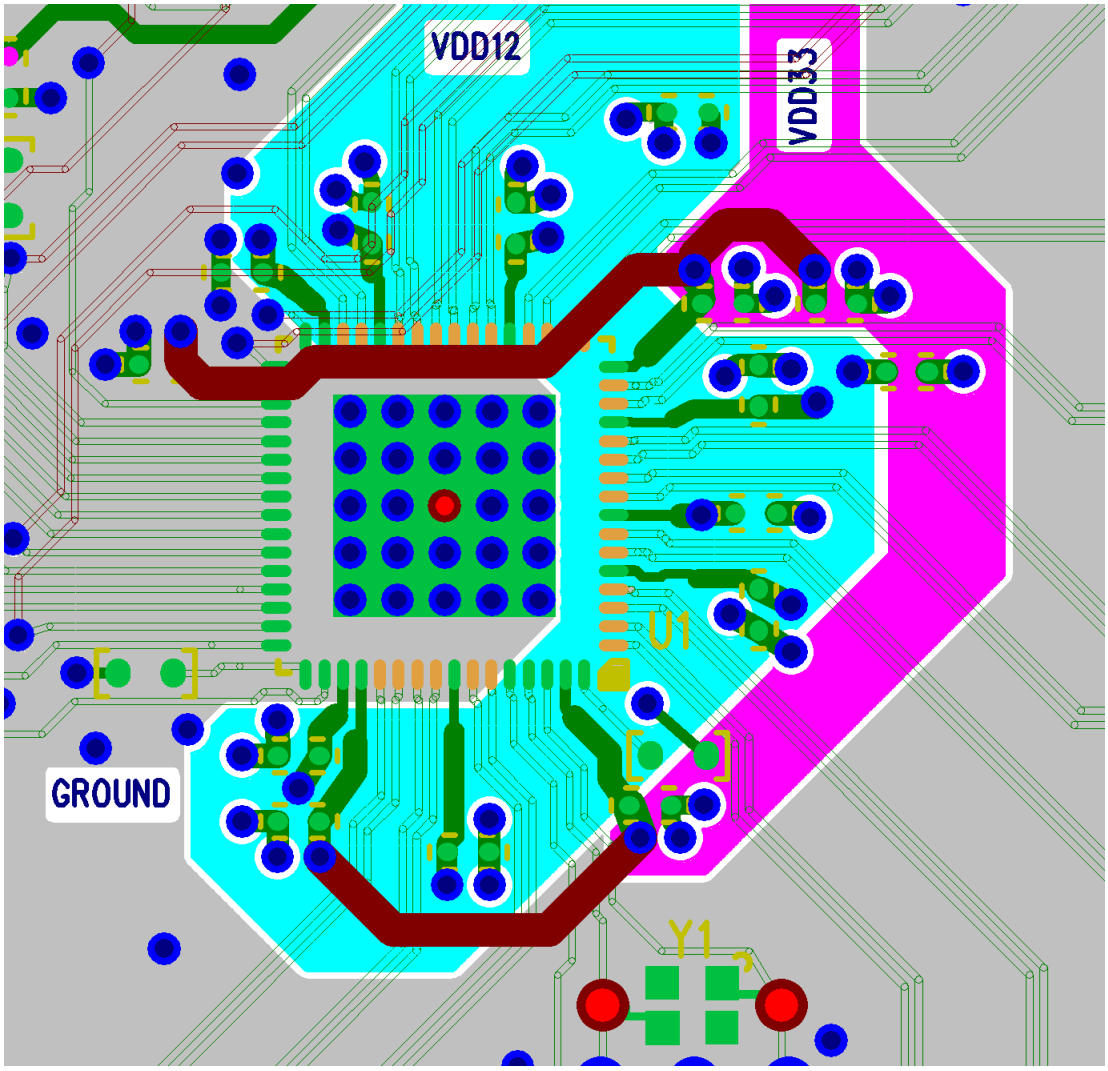
集线器内部的敏感模拟电路需要干净的电源和接地系统来实现最佳操作。小心控制电源纹波，确保所有电源引脚的电源电压在轻载和重载条件下都符合规范。集线器“暂停”时表示电源处于轻载条件下，集线器以最高速度运行所有下行端口时表示电源处于重载条件下。有关详细信息，请参见相应的数据手册。

- 应通过实现电源平面或灌铜结构为集线器的每个电源轨（尤其是USB57x4和USB553x集线器的VDD12电源，它可消耗900 mA电流）提供低阻抗路径。
- 通过多个过孔将集线器*标志*连接到地平面，尤其是*标志*外围。（接地*标志*是器件到信号地[VSS]的惟一连接。）

© 2016 Microchip Technology Inc.

图11给出了在平面（第3层）上使用灌铜结构时电源引脚供电良好的示例。请注意，第2层是一个完整的地平面层。第3层上显示的地用于改善电路板的散热和信号返回性能。

图11：　　平面层3上的电源灌铜区示例



3.4.2　　分布式USB电源

VBUS会分配给已连接设备使用的每个下行连接器。规范将USB 3.1 Gen 1端口的电流限制为+5V/900 mA，将USB 2.0端口的电流限制为+5V/500 mA。使能了电池充电或符合USB供电（PD）规范的系统甚至可提供更大的电流。

确保供电满足USB规范中的“下降”要求非常重要。为满足此要求，参考EVB上提供了短且极宽的路径以及大容量电容。

© 2016 Microchip Technology Inc.

3.5 温度管理

3.5.1 功耗

超高速信号促使USB 3.1 Gen 1设备的内部开关速率高于USB 2.0设备。而这反过来又增大了USB 3.1 Gen 1设备的功耗。系统必须防止这些设备过热。

例如，以最大容量工作时，USB5534的功耗约为1.45W。USB5537的功耗略高一些。

3.5.2 QFN封装的散热性能

为这些器件选择QFN封装的部分原因是其优异的散热性能和合理的封装尺寸。通过合适的过孔区向PCB传递热量时，标志焊盘十分有效。这部分热量随后可从系统中去除。

3.5.3 平面和灌铜区

通常情况下，应使用平面或灌铜区结构为集线器供电和接地，这不仅可帮助供电，还能改善导热性能。

平面和灌铜区的散热指南：

- 为外层和平面层指定至少1盎司/英尺的铜。
- 对于含固定接地的底层，灌铜面积至少为4平方英寸。
- 通过过孔区填充标志焊盘（见图9）。
- 对于内层，使用灌铜区（最好是接地灌铜区）对集线器下方和周围的区域进行填充。
- 对于含接地区的顶层，对集线器周围的区域进行灌铜。
- 通过过孔将所有接地灌铜区连在一起。

3.6 布线

3.6.1 一般布线规则

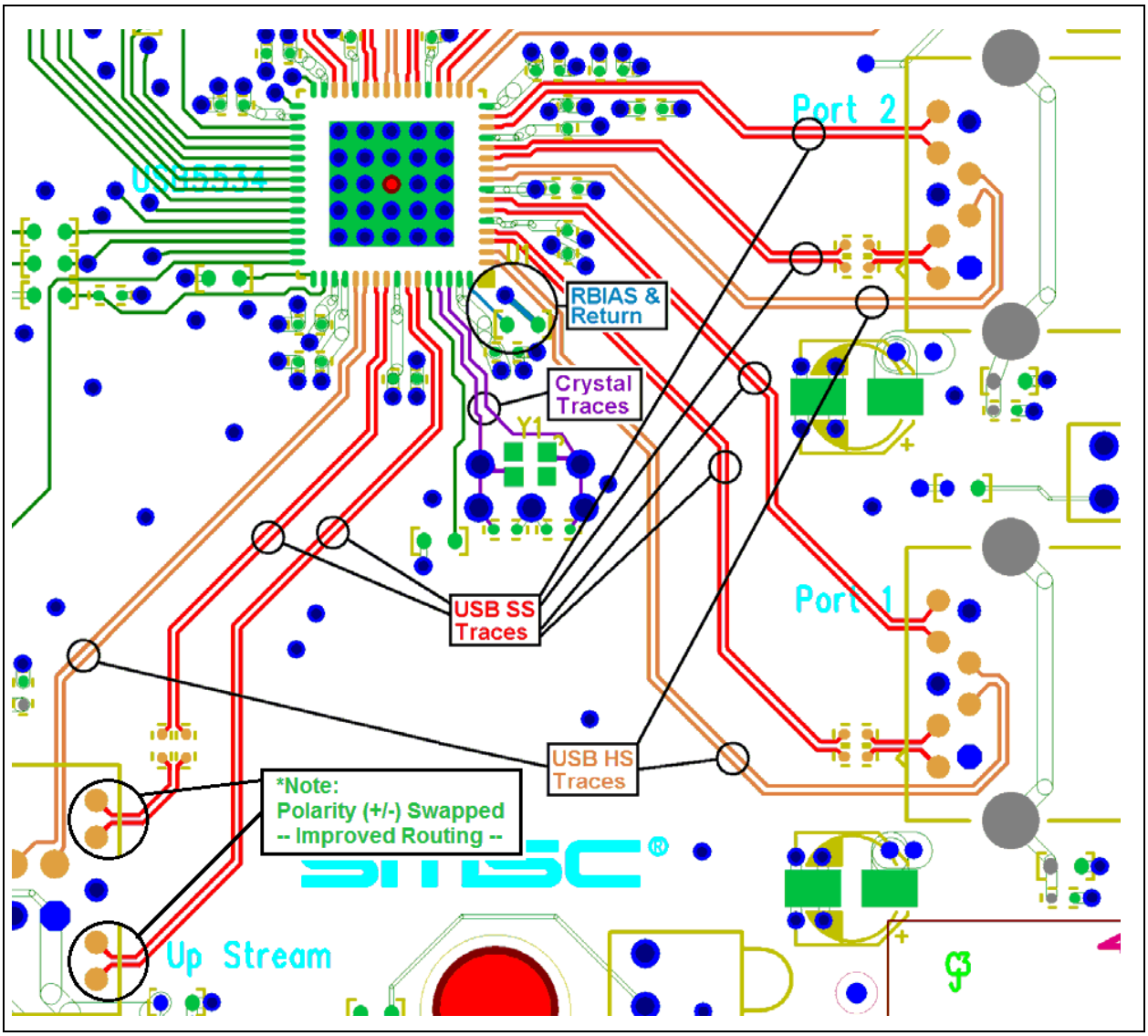
- 在完整的参考（电源或地）平面上方对关键信号进行布线。
- 避免90度的走线拐角，应使用有弧度的或45度斜角的布线。
- 始终考虑每个关键信号的接地返回路径。
- 超高速信号走线的宽度应当为参考平面边缘或地/电压平面内裂缝的走线宽度的5倍以上。
- 移除内层上不使用的元件引脚焊盘和过孔焊盘。

© 2016 Microchip Technology Inc.

3.6.2 模拟信号的注意事项

将每个模拟电路（USB信号对、晶振电路和**RBIAS**电路）的电流路径彼此隔离。还应确保流经数字VDD电路的电流不会同样流经模拟VDDA电路，包括返回电流。可根据需要通过布局和放置、电源/接地“壕沟”、电路与接地隔离或者其他技术来控制。请参见图12。

图12： 模拟信号的注意事项



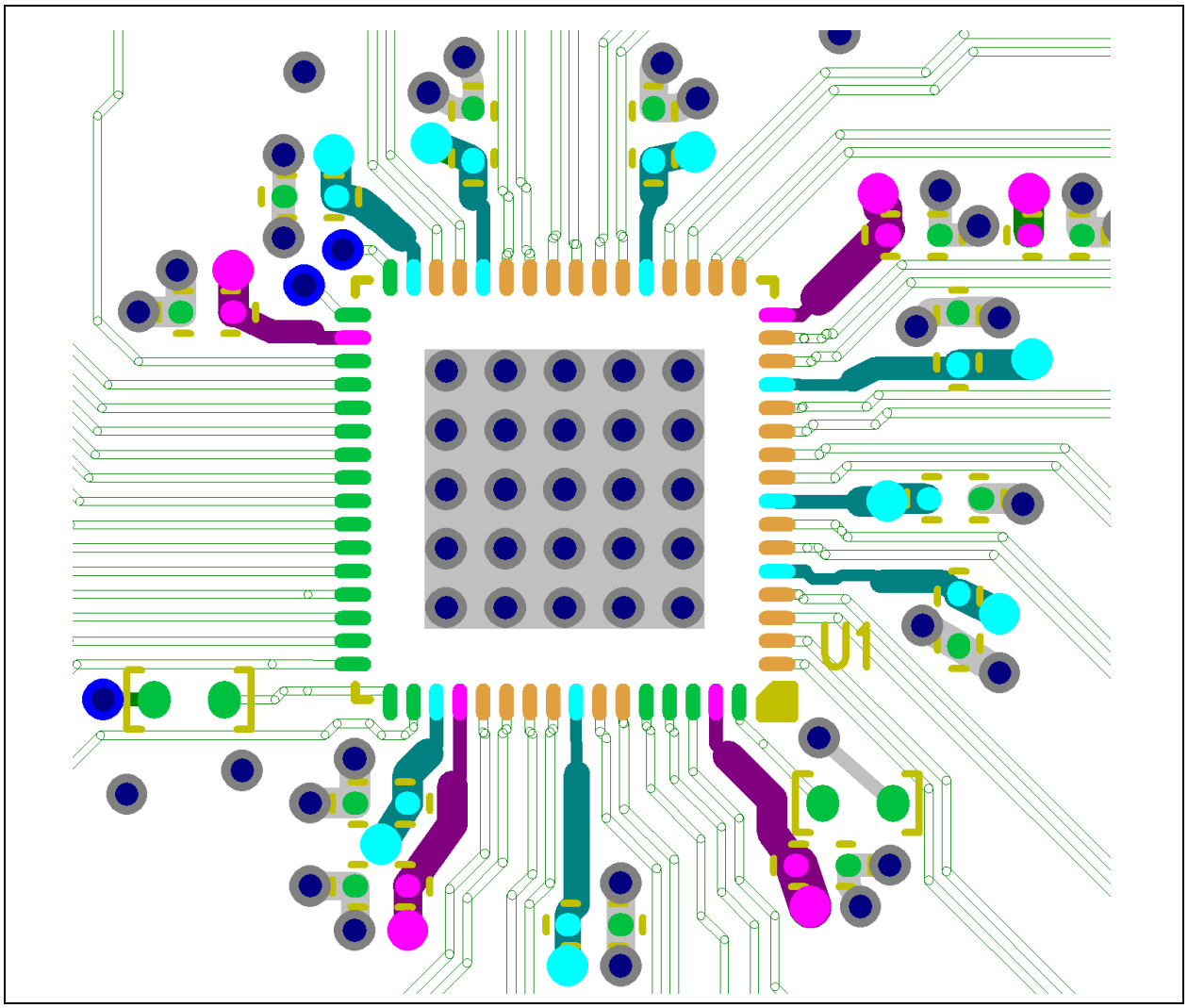
3.6.3 旁路电容

理想情况下，用于旁路的所有电容的连接都应使电源信号源自电压轨，随后送至电容，再送至集线器控制器引脚。考虑为每个旁路电容使用双重接地过孔以降低连接电感。旁路电容的电源走线和接地走线应短而宽（低电感）。

0402尺寸或更小的MLCC电容具有低寄生电感，适合靠近集线器引脚安装，从而轻松实现合理放置。使用具有适当温度系数的电容（例如，X7R——非Y5V）。

注：	旁路布线与此理想情况相差越大，效果就越差。

图13： 旁路电容



© 2016 Microchip Technology Inc.

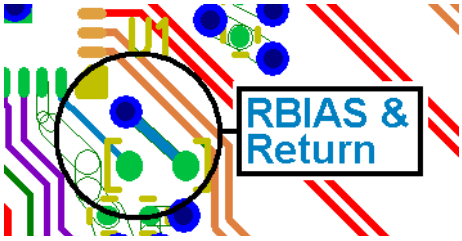
3.6.4 RBIAS 电阻

与许多其他Microchip器件相似，USB57x4和USB553x产品使用一个外部电阻来设置内部电路的偏置电流。这是一个非常敏感的模拟输入。

3.6.4.1 RBIAS 信号布线

电阻应通过一根短走线连接到器件的**RBIAS**引脚，以减少与其他电路的信号耦合。

图14： RBIAS返回布线

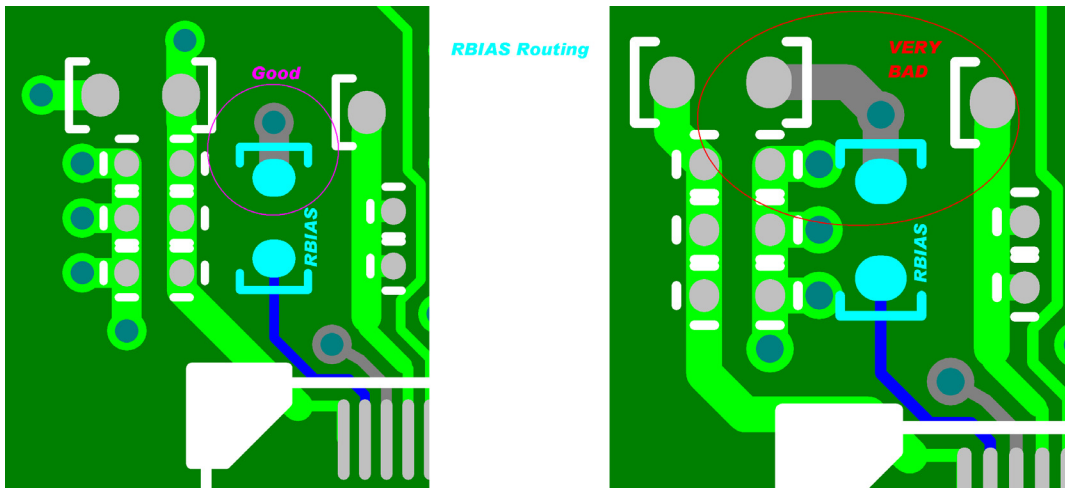


3.6.4.2 RBIAS 返回布线

RBIAS电阻的返回地应直接连接到最靠近集线器控制器上**RBIAS**引脚的接地标志。

注： **RBIAS**电阻的接地过孔（如果存在）不应与任何其他器件共用，尤其是旁路电容。

图15： RBIAS返回布线



3.6.5 USB信号布线

USB线路受USB 2.0和USB 3.1 Gen 1规范约束。本节将详细介绍线路的关键条件。

3.6.5.1 USB差分阻抗

USB差分对的差分阻抗需要控制在90Ω（标称值）。对于每个USB 2.0接口，这些成对信号分别为DP和DM；对于每个USB 3.1 Gen 1接口，这些成对信号分别为SS_TX+和SS_TX-以及SS_RX+和SS_RX-。有关更多详细信息，请参见相应的USB规范。

3.6.5.2 USB差分布线

这些差分布线指南对于保持良好的USB信号完整性十分关键。请参见图12。

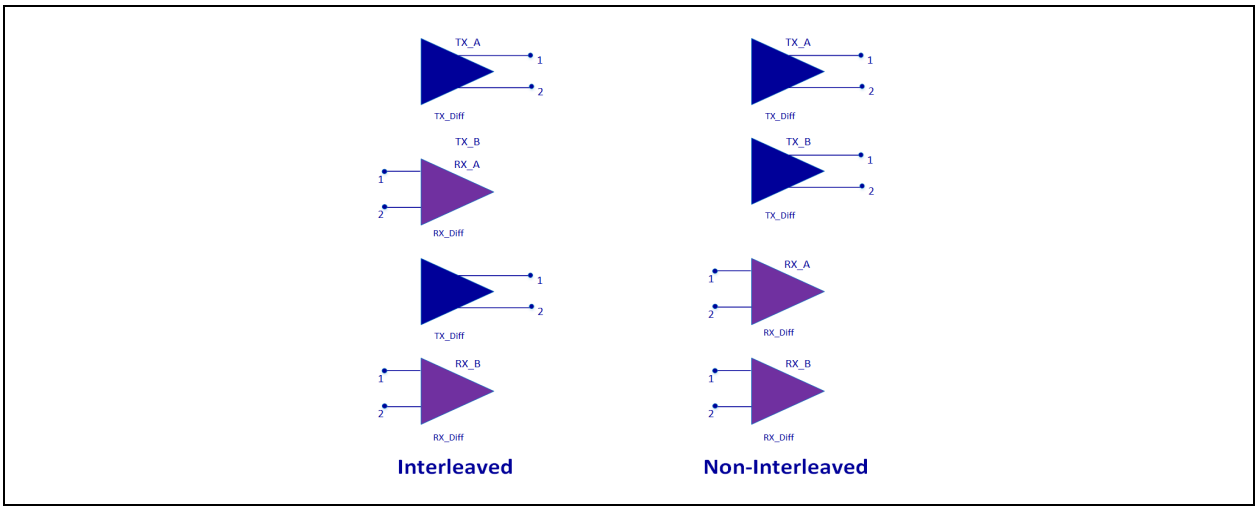
- 所有USB走线都必须作为差分对布线。避免在这些线路上使用任何短截线。
- 超高速（SS）USB信号可在布线时交换其极性，以简化布线。（例如，对于任何端口，RX-可与RX+交换和/或与TX+交换。）只有配置了PortSwap功能的端口上的DP和DM才能进行交换。
- USB走线不能暴露于相邻线路的串扰下。为此，我们将根据信号与其参考平面之间的USB走线宽度或电介质高度（二者中的较大值）定义此间隙。3X是宽度或高度的3倍。5X是宽度或高度的5倍。

  例如，如果USB走线宽度为8 mil且电介质高度为4.3 mil，则到USB对以外的信号的最小间隙为3 x 8 mil = 24 mil（3X）。5X则为40 mil。

  如果USB走线宽度为12 mil且电介质高度为22 mil，则到USB对以外的信号的最小间隙为3 x 22 mil = 66 mil（3X）。5X则为110 mil。
- 使高速USB信号（DP和DM）与USB对以外的信号的布线间距（间隙）至少为3X。

  使超高速USB信号（RX+/-和TX+/-）与每个USB对以外的信号的布线间距（间隙）尽可能宽，至少为5X。这意味着，RX信号和TX信号与DP/DM信号的间距必须至少为5X。例如，如果差分间距为0.178 mm（7 mil），则与USB对以外的所有信号的最小间距至少为0.89 mm（35 mil）。
- 通过扁平电缆、系统内连接和其他可能的方法为TX和RX使用非交错布线。

图16： 交错和非交错走线

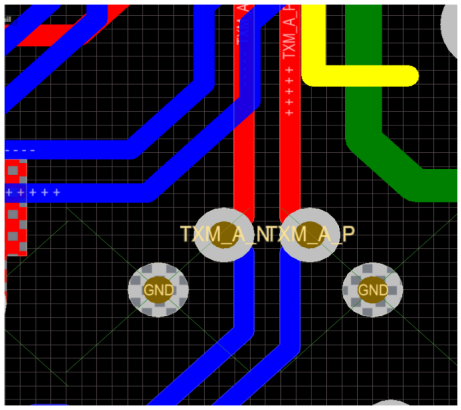


© 2016 Microchip Technology Inc.

- USB差分走线的长度必须谨慎匹配。添加所需的任何长度，以便在差分对成员间引入最小相位偏移。

  高速差分对中每个成员的长度不应比其他成员的长度多出1.25 mm（50 mil）以上。超高速差分对中每个成员的长度不应比其他成员的长度多出0.13 mm（5 mil）以上。发送差分对（TX+和TX-）的长度不必与接收差分对（RX+和RX-）相同。
- 避免USB信号使用90度的走线拐角，应使用有弧度的或45度斜角的布线。
- 在完整的参考（电源或地）平面上对USB差分信号进行布线。
- 使USB对尽可能短，以减少信号损耗。长度超过15 cm（6 in）左右的走线会显著降低信号质量。
- Microchip集线器的USB信号对的布线通常不需要过孔。最大程度减少使用的过孔数量并平衡信号对中各信号间的过孔数量和放置（如果使用）。
- 如果有必要对任何超高速信号使用过孔，请添加补充接地过孔：

图17： 补充接地过孔

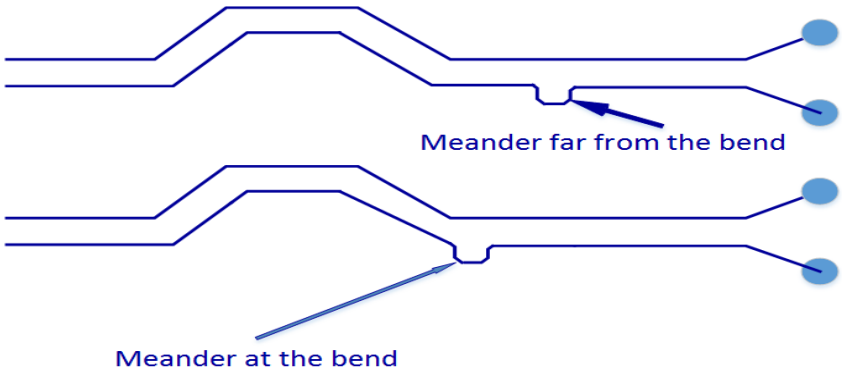


Complementary ground vias adjacent to SS Signals

3.6.5.3 USB蛇形走线

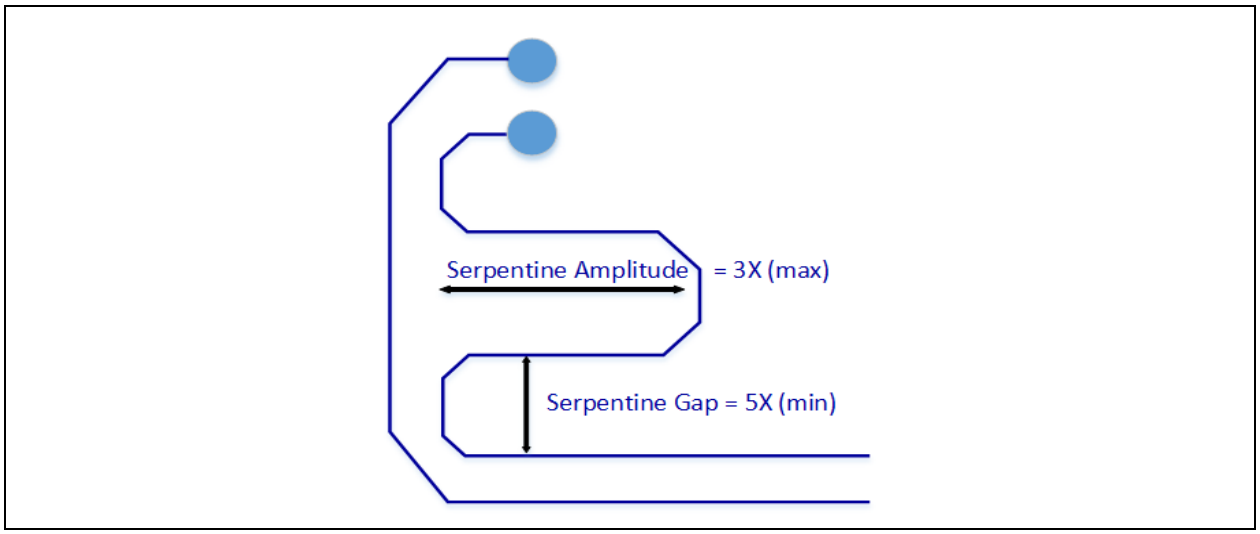
- 在现有弯曲走线上添加蛇形曲折以减小其负面影响。

图18： 弯曲走线上的曲折



- 将曲折限制为3X幅值（最大值）和5X间隙（最小值）。

图19： 蛇形走线

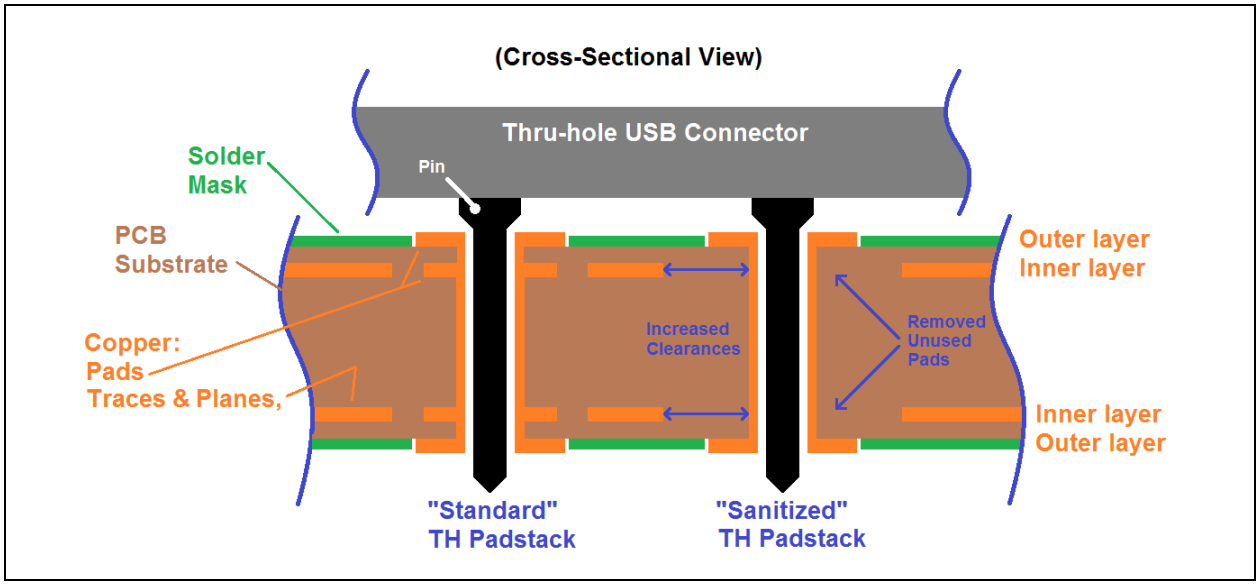


3.6.6 USB连接器

选择特定的USB连接器会显著影响USB SS和HS信号的传输线路特性。引脚焊盘的定义和布线方式也会极大影响USB传输线路的完整性。与USB 2.0高速信号相比，这些影响对USB 3.1 Gen 1超高速信号的作用更加明显。

- 如果必须使用通孔（TH）USB连接器，请编辑USB连接器引脚的通孔（TH）焊盘，以简化其对USB传输线路的影响。（“净化”焊盘。）
- 移除未使用层上的引脚焊盘，以简化控制由孔几何形状引起的阻抗间断和电容问题的任务。
- 如有可能，将所有层上的这些引脚周围的间隙增大到0.5 mm或更宽。

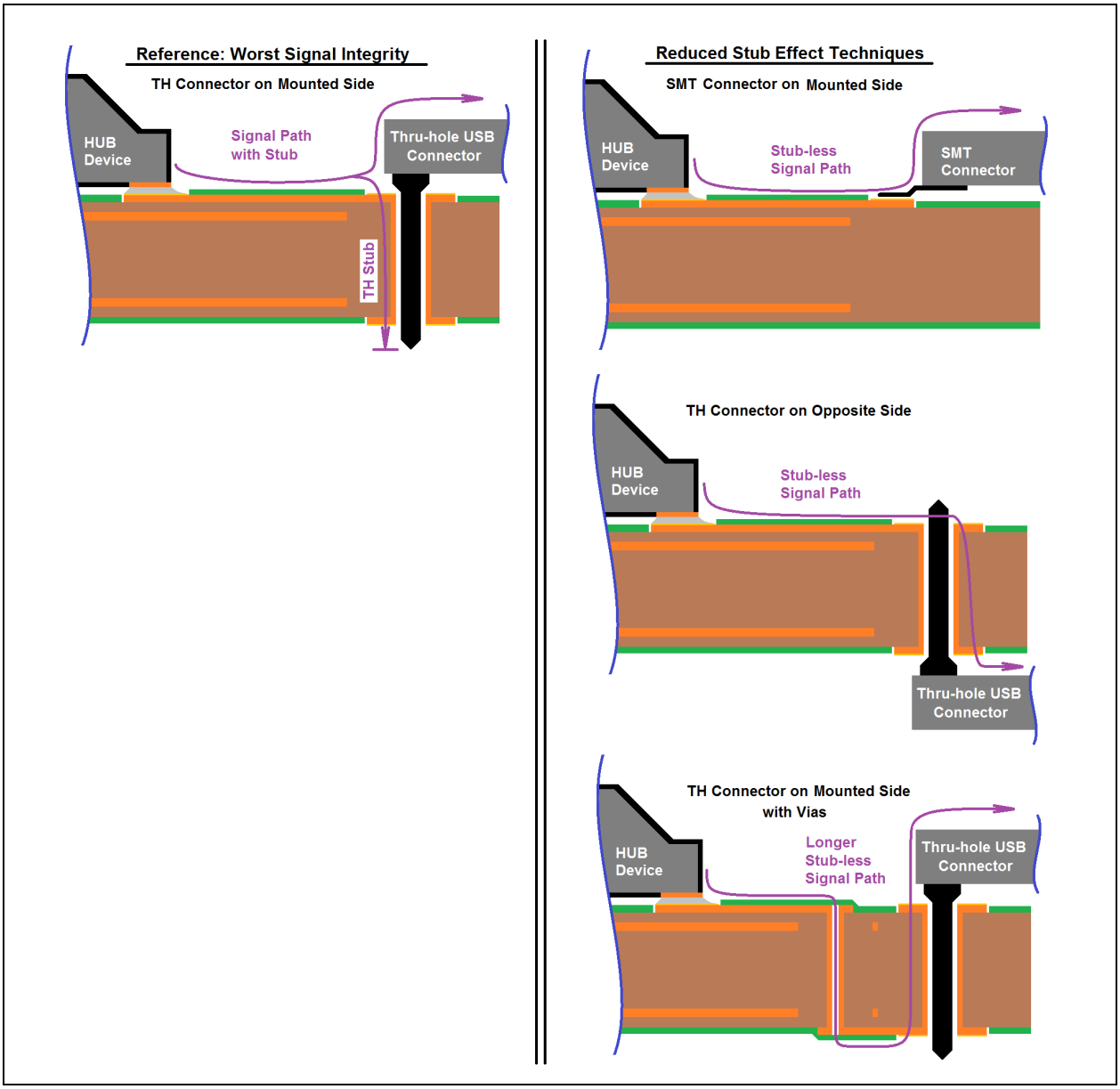
图20： “净化”USB引脚焊盘



© 2016 Microchip Technology Inc.

- 减小USB引脚的短截线影响。

图21： 减小通孔USB连接器引脚的短截线影响



- 表面贴装（SMT）USB连接器的传输线路特性最容易控制。使用表面贴装USB连接器来实现最佳的信号完整性。
- 如有可能，将所有通孔USB连接器放置到板上USB集线器的另一侧（尤其是较厚的PCB），以避免通孔引脚用作短截线，因为这会降低信号质量。
- 控制此短截线影响的另一种方法是，使用过孔对使信号走线进入连接器另一侧上的引脚焊盘。当USB连接器放置到集线器的同一侧时，可以采用这种方法。

3.6.7 晶振

XTAL1和**XTAL2**是晶振连接引脚。电路需要使用两个负载电容。有关值和详细信息，请参见相应的数据手册。

USB57x4和USB553x器件的晶振需要+/- 30 ppm的容差。有关更多详细信息，请参见相应的数据手册。

3.6.7.1 XTAL1和XTAL2布线

晶振引脚应直接连接到晶体引脚及其相关的负载电容（如果需要的话）。外走线与这些走线的距离至少应为最小走线间距的5倍（5X）。

可将时钟信号施加到**XTAL1**引脚上，而不是使用晶体。在这种情况下，**XTAL2**引脚应保持未连接状态（悬空）。有关此时钟信号的电压和其他详细信息，请参见相应的数据手册。

© 2016 Microchip Technology Inc.

附录A： 应用笔记版本历史

表A-1： 版本历史

版本与日期	节/图/条目	修正
DS00001876B（2015年8月5日）	全部	• 将“USB 3.0”参考资料通篇更新为“USB 3.1 Gen 1”
DS00001876A（2015年1月5日）	全部	• 取代了先前的SMSC版本2.0（2013年7月17日） • 更新了器件参考资料，包含其他Microchip系列USB集线器（USB57x4） • 修正了语法错误
	第2.3节“上电序列和复位”（第3页）	• 更新了整节，增加了VDD12和VDD33上电时序信息和图示
	第2.5节“VBUS_DET”（第4页）	• 在第一段中额外增加了一句话：“集线器接收到实现确定性行为的 VBUS_DET 信号前，必须先上电、完全配置并运行。”
	第3.2.1节“PCB材料”（第7页）	• 在第一个项目符号中增加了“...优先考虑上行端口”。
	第3.2.2节“层叠”（第8页）	• 增加了一句话：“为SS信号使用7.5 mil或更宽的走线，同时保持目标Zdiff和Z0以改善损耗并控制制造差异。”
	第3.2.3节“阻抗控制”（第8页）	• 为清晰起见，更新了多个项目符号
	第3.2.2节“层叠”（第8页）和图8	• 删除了EVB参考设计信息，增加了层叠示例（图8）和说明
	第3.3节“接地分配”（第9页）	• 为清晰起见，更新了第一段的第二句话
	第3.3.1节“标志是惟一的接地和散热焊盘”（第9页）	• 在图9之前的最后一句话的开头增加了“Microchip强烈建议”
	第3.3.3节“旁路接地连接”（第10页）	• 增加了对如下项目符号中的图13的交叉引用：“为每个电容使用多个接地过孔来分配扇出走线和过孔的阻抗（见**图13：“旁路电容”**）。” • 增加了项目符号：“对于系统大容量电容，需使用至少两个过孔连接到电源和地。”
	第3.4节“供电”（第10页）	• 移动了图11的位置
	第3.4.2节“分布式USB电源”（第11页）	• 从第二段中的电容说明中删除了“电介质”。
	第3.5.1节“功耗”（第12页）	• 为清晰起见，修改了多句话
	第3.6.1节“一般布线规则”（第12页）	• 更新了此部分
	第3.6.4.1节“RBIAS信号布线”（第15页）	• 更新了图14

表A-1： 版本历史（续）

版本与日期	节/图/条目	修正
	第3.6.5.2节“USB差分布线”（第16页）	• 用新信息更新了此部分
	第3.6.6节“USB连接器”（第18页）	• 更新了前三个项目符号
版本2.0（2013年7月17日）	第2.6节“系统内OTP编程”（第5页）	• 更新了第一句话并增加了有关ProTouch工具的信息 • 更新了此部分，以更明确地定义编程
	第3.6.6节“USB连接器”	• 在段末增加了一句话
	全部	• 更新了对器件的引用，包含其他SMSC系列USB集线器（USB25xx和USB46xx）
	图4：独立VBUS_DET连接（第4页）	• 更新了图和句子，给出了建议的2.2 µF电容
	图5：嵌入式VBUS_DET连接（第4页）	• 更新了适用于一般用例的图
	第2.6节“系统内OTP编程”（第5页）	• 更新了此部分的名称 • 更新了SM_DAT和SM_CLK下拉值 • 更新了图标题
	OCS电容部分	• 删除了OCS电容的信息
	第3.2.3节“阻抗控制”（第8页）	• 更新了第1项。
	第3.4.2节“分布式USB电源”（第11页）	• 在第一句话中增加了“.....USB 2.0端口的电流限制为500 mA”。
版本1.1（2013年2月1日）	全部	• 带Microchip徽标的联名文档，修改了法律免责声明 • 纠正了错别字
	图7：模拟信号的注意事项示例（第7页），图12：模拟信号的注意事项（第13页）	• 更新了图
	第3.6.6节“USB连接器”	• 创建了新的章节
版本1.0（2012年4月23日）	初始版本	

© 2016 Microchip Technology Inc.

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下， Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是 “牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。 Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了 《数字器件千年版权法案 （Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。 Microchip 的 PIC® MCU 与 dsPIC® DSC、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
═ ISO/TS 16949 ═

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 AnyRate、 AVR、 AVR 徽标、 AVR Freaks、 BeaconThings、 BitCloud、 CryptoMemory、 CryptoRF、 dsPIC、 FlashFlex、 flexPWR、 Heldo、 JukeBlox、 KEELOQ、 KEELOQ 徽标、 Kleer、 LANCheck、 LINK MD、 maXStylus、 maXTouch、 MediaLB、 megaAVR、 MOST、 MOST 徽标、 MPLAB、 OptoLyzer、 PIC、 picoPower、 PICSTART、 PIC32 徽标、 Prochip Designer、 QTouch、 RightTouch、 SAM-BA、 SpyNIC、 SST、 SST 徽标、 SuperFlash、 tinyAVR、 UNI/O 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、 The Embedded Control Solutions Company、 EtherSynch、 Hyper Speed Control、 HyperLight Load、 IntelliMOS、 mTouch、 Precision Edge 和 Quiet-Wire 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、 AKS、 Analog-for-the-Digital Age、 Any Capacitor、 AnyIn、 AnyOut、 BodyCom、 chipKIT、 chipKIT 徽标、 CodeGuard、 CryptoAuthentication、 CryptoCompanion、 CryptoController、 dsPICDEM、 dsPICDEM.net、 Dynamic Average Matching、 DAM、 ECAN、 EtherGREEN、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Inter-Chip Connectivity、 JitterBlocker、 KleerNet、 KleerNet 徽标、 Mindi、 MiWi、 motorBench、 MPASM、 MPF、 MPLAB Certified 徽标、 MPLIB、 MPLINK、 MultiTRAK、 NetDetach、 Omniscient Code Generation、 PICDEM、 PICDEM.net、 PICkit、 PICtail、 PureSilicon、 QMatrix、 RightTouch 徽标、 REAL ICE、 Ripple Blocker、 SAM-ICE、 Serial Quad I/O、 SMART-I.S.、 SQI、 SuperSwitcher、 SuperSwitcher II、 Total Endurance、 TSHARC、 USBCheck、 VariSense、 ViewSpan、 WiperLock、 Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2016, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-5224-1231-1

11/07/16

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000
Fax: 86-21-3326-8021

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

亚太地区

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

芬兰 Finland - Espoo
Tel: 358-9-4520-820

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

法国 France - Saint Cloud
Tel: 33-1-30-60-70-00

德国 Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700

德国 Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-67-3636

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Rosenheim
Tel: 49-8031-354-560

以色列 Israel - Ra'anana
Tel: 972-9-744-7705

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Padova
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

挪威 Norway - Trondheim
Tel: 47-7289-7561

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚 Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Gothenberg
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

© 2016 Microchip Technology Inc.