
SAMA5D2 布局注意事项

简介

SAMA5D2 系列基于 Arm® Cortex®-A5 处理器，它在一个芯片中集成了各种外设和通信接口，从而增加了印刷电路板（Printed Circuit Board, PCB）的复杂性。

如何放置元件和布置关键走线才能保持信号完整性给硬件设计人员带来了一项挑战。本文档提供了 SAMA5D2 平台的一些关键元件的基本布局建议，以及各种封装类型的 SAMA5D2 的布局示例。

参考文档

类型	文档标题	下载	文档编号
数据手册	SAMA5D2 系列数据手册	www.microchip.com	DS60001476
用户指南	SAMA5D2-XULT 用户指南		DS50002691
设计文件	SAMA5D2-XULT 设计和制造文件		-

目录

简介.....	1
参考文档.....	1
1. SAMA5D2 外设.....	3
2. 布局指南.....	4
2.1. 通用电路板放置策略.....	4
2.2. 时钟.....	4
2.3. DDR 存储器.....	5
2.4. USB 信号.....	7
2.5. 以太网器件.....	8
2.6. 电源管理 IC.....	9
3. 布局示例.....	11
3.1. 层数注意事项.....	11
3.2. BGA289 布局示例 (6 层板)	11
3.3. BGA256 布局示例 (8 层板)	12
3.4. BGA196 布局示例 (4 层板)	14
3.5. BGA196 布局示例 (6 层板)	17
4. 结论.....	20
5. 附录.....	21
5.1. 附录 A. PCB 堆叠设计常识.....	21
5.2. 附录 B. 推荐读物/指南.....	21
6. 版本历史.....	22
6.1. 版本 A - 10/2018.....	22
Microchip 网站.....	23
变更通知客户服务.....	23
客户支持.....	23
Microchip 器件代码保护功能.....	23
法律声明.....	24
商标.....	24
DNV 认证的质量管理体系.....	25
全球销售及服务网点.....	26

1. **SAMA5D2 外设**

SAMA5D2 是基于 Arm Cortex-A5 处理器的高性能、高效嵌入式 MPU。

SAMA5D2 具有与 32 个 DMA 通道相关的内部多层总线架构，可支持处理器和高速外设所需的高带宽。该器件支持 DDR2/DDR3（仅限 DLL 关闭）LPDDR/LPDDR2/LPDDR3/DDR3L（仅限 DLL 关闭）和 x8 SLC/MLC NAND 闪存（最高 32 位 ECC）。

全套外设包括一个带覆盖层的 LCD TFT 控制器，用于硬件加速图像合成（RGB），和一个图像传感器控制器（RGB）。连接外设包括 10/100 EMAC、USB、CAN-FD、UART、FLEXCOM、SPI 和两个 QSPI、DIO/SD/eMMC 以及 I²C。

2. 布局指南

2.1 通用电路板放置策略

下面列出了基于 SAMA5D2 的系统板的一些通用布局策略。

- 首先放置电路板的连接器和任何其他具有强制机械和位置限制的元件；将这些元件锁定在您的布局上，使它们无法进一步移动。
- 将 MPU、DDR 和闪存存储器以及振荡器器件作为第一优先级。走线应尽可能短且使用最少的过孔。
- 将 SD 卡、以太网 PHY 和 LCD/ISC 器件作为第二优先级。
- 将去耦电容（0.1 μ F 或更小）尽可能靠近每个 IC 电源引脚放置，并将大容量电容（1 μ F 或更大）正确放置在 PCB 上，为去耦电容充电。
- 尽可能避免分割地平面，并避免在地平面分割处上方布置快速开关⁽¹⁾信号，因为这是电磁干扰（Electro-Magnetic Interference, EMI）的主要来源。

注：

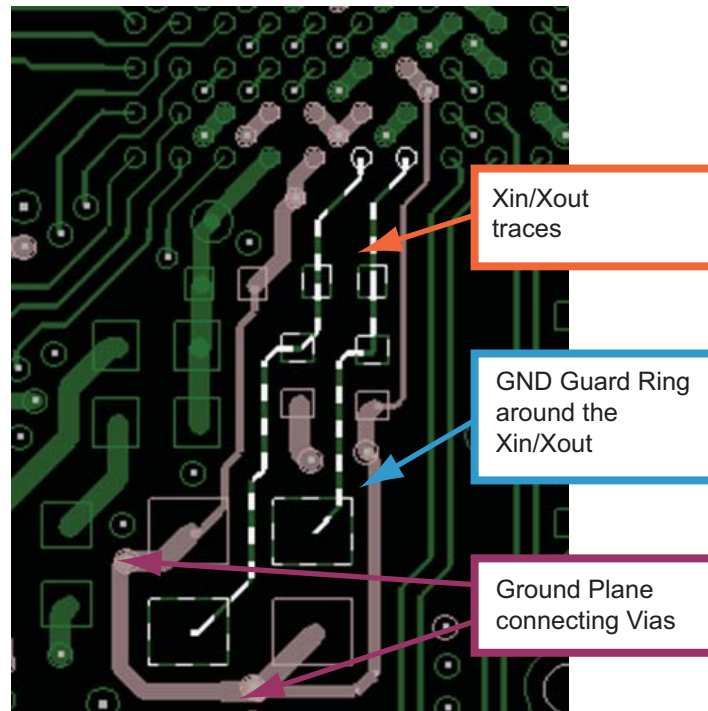
1. 出现陡峭边沿。

2.2 时钟

SAMA5D2 器件包括两个时钟输入：慢速时钟输入和主时钟输入。在大多数情况下，每个输入需要一个晶振和两个负载电容。地平面应位于晶振下方。建议使用通过多个过孔连接到电路板地平面的接地环来屏蔽振荡器网络和焊盘。

晶振 XIN/XOUT 是幅值极低且阻抗极高的信号；因此，必须对其施加特殊“保护”才能确保信号完整性。为此，请将晶振器件尽可能靠近 MPU XIN/XOUT 引脚放置，并将接地环放置在 XIN/XOUT 网络周围尽可能靠近 IC 引脚的位置。

图 2-1. 时钟布局示例



2.3 DDR 存储器

SAMA5D2 器件支持多种类型的 DDR 存储器，包括 DDR3、DDR3L、LPDDR3、DDR2、LPDDR2 和 LPDDR1。最常用的存储器类型是 DDR3L 和 LPDDR3。

DDR 存储器控制器接口包括：

- 四个数据通道：DQS[3:0]、DQSN[3:0]、DM[3:0]和 DQ[31:0]
- ADDR/CMD/CTL 信号：BA[2:0]、A[13:0]、RAS/CAS、CS、CKE 和 WE
- 时钟信号：CK/CKn

以下是数据通道信号布局的一些建议。

- 在每个数据通道（例如，通道 0 包括 DQ[7:0]/DM0/DQS0）中，每个信号与相应的 DQS/DQSn 信号之间的长度差不应超过 100 mil⁽¹⁾。
- 建议在同一层上对同一数据通道的所有信号进行布线。
- DQS/DQSN 信号对应作为差分走线布线。差分走线之间的长度差不应超过 20 mil，受控阻抗为 $100 \pm 10\% \Omega$ 。
- 任何单端信号走线的阻抗应为 $50 \pm 10\% \Omega$ 。

以下是 ADDR/CMD/CTL/CK 信号布局的一些建议。

- ADDR/CMD/CTL 信号和 CK 信号之间的长度差不应超过 200 mil。
- 建议在同一层上对上述所有信号进行布线。
- CK/CKn 信号应作为差分走线布线。差分走线之间的长度差不应超过 20 mil，受控阻抗为 $100 \pm 10\% \Omega$ 。
- 任何单端信号走线的阻抗应为 $50 \pm 10\% \Omega$ 。

为了最大限度地减少串扰，建议的走线间距如下：

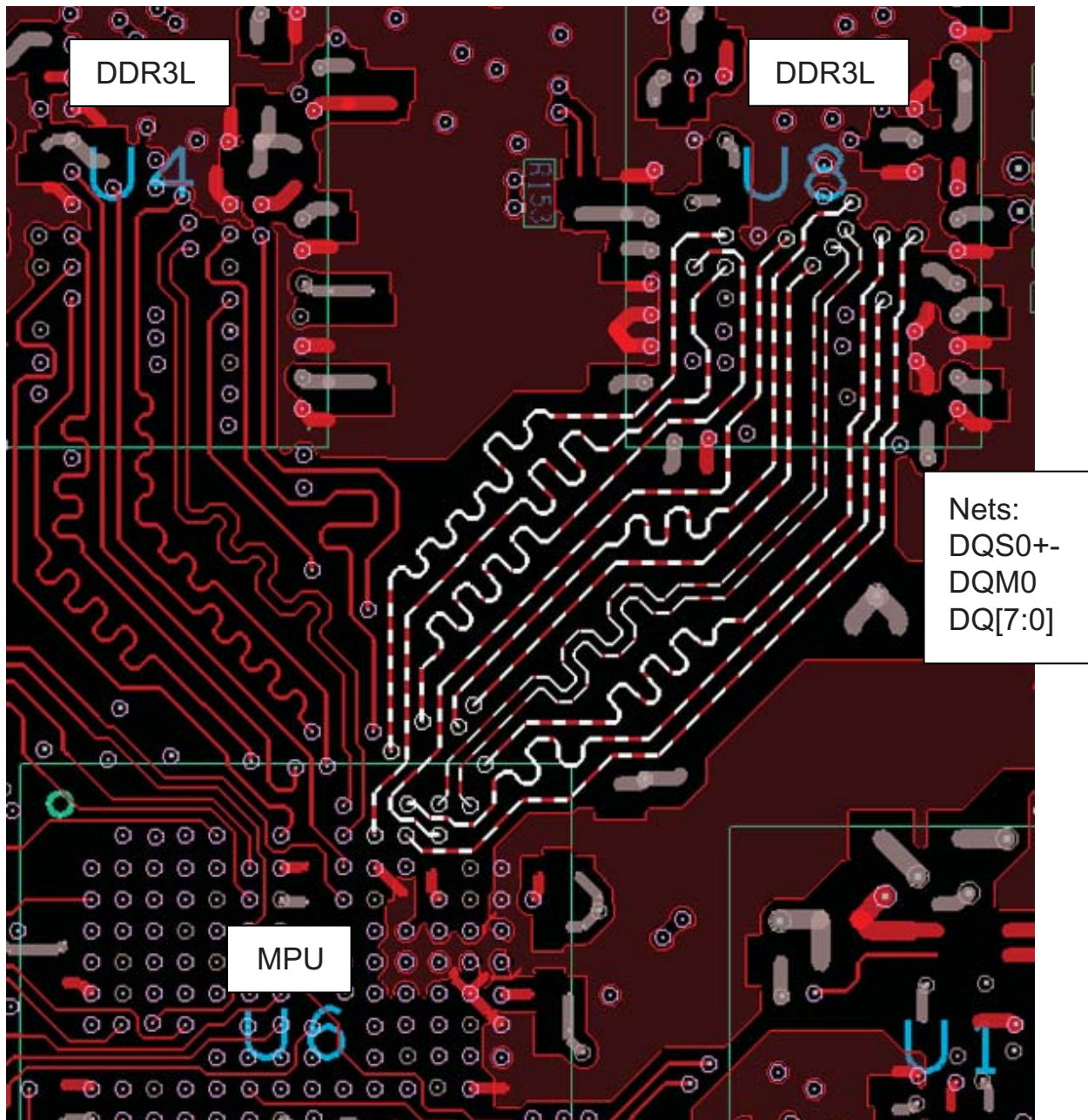
- 在同一数据通道中：8 mil 至 12 mil
- 数据通道信号与其他信号的间距：> 20 mil
- ADDR/CMD/CTL/CK 与其他信号的间距：> 20 mil

注：

1. 1 英寸 = 1000 mil = 25.4 mm

下图所示为 DDR3L 存储器的布局示例（仅显示一个数据组）。

图 2-2. DDR3L 布局示例



2.4 USB 信号

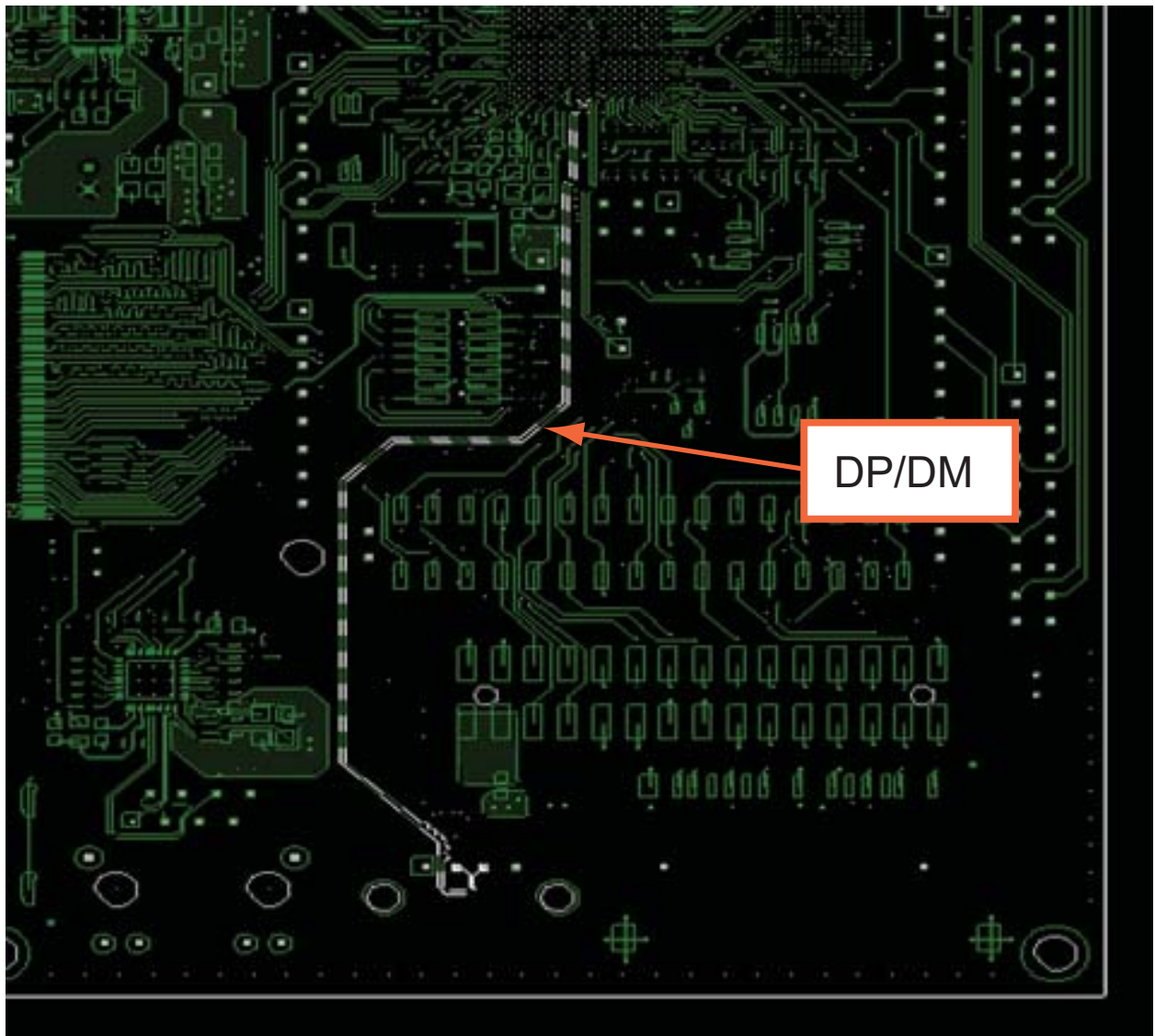
SAMA5D2 器件中的 USB 端口符合 USB v2.0 高速规范。

布局建议如下：

- USB DM 和 DP 信号应作为差分走线布线，并且彼此完全平行。
- 参考平面应是连续的。
- 如果必须更改布线层，则应将 DM 和 DP 信号一起转移到另一层。
- 差分走线的阻抗应为 $90\pm 10\% \Omega$ 。

下图所示为 USB 走线的布局示例，走线从顶部的 BGA 扇出，并与顶部的连接器完全平行。

图 2-3. USB 走线布局示例



2.5 以太网器件

SAMA5D2 器件具有片上以太网 MAC，支持与 IEEE 802.3 标准兼容的 10/100 Mbps 以太网；此外，它还支持 MII 和 RMII 与 PHY 的接口。

介质无关接口（Media Independent Interface, MII）信号包括发送数据信号、接收数据信号和控制信号。

以下是数据通道信号布局的一些建议。

- 建议在同一层上对同一数据通道（TX 或 RX）的所有信号进行布线。
- TX 数据和 TXCK 通道之间的长度差不应超过 300 mil。
- RX 数据和 RXCK 通道之间的长度差不应超过 300 mil。
- 任何单端信号走线的阻抗应为 $50 \pm 10\% \Omega$ 。

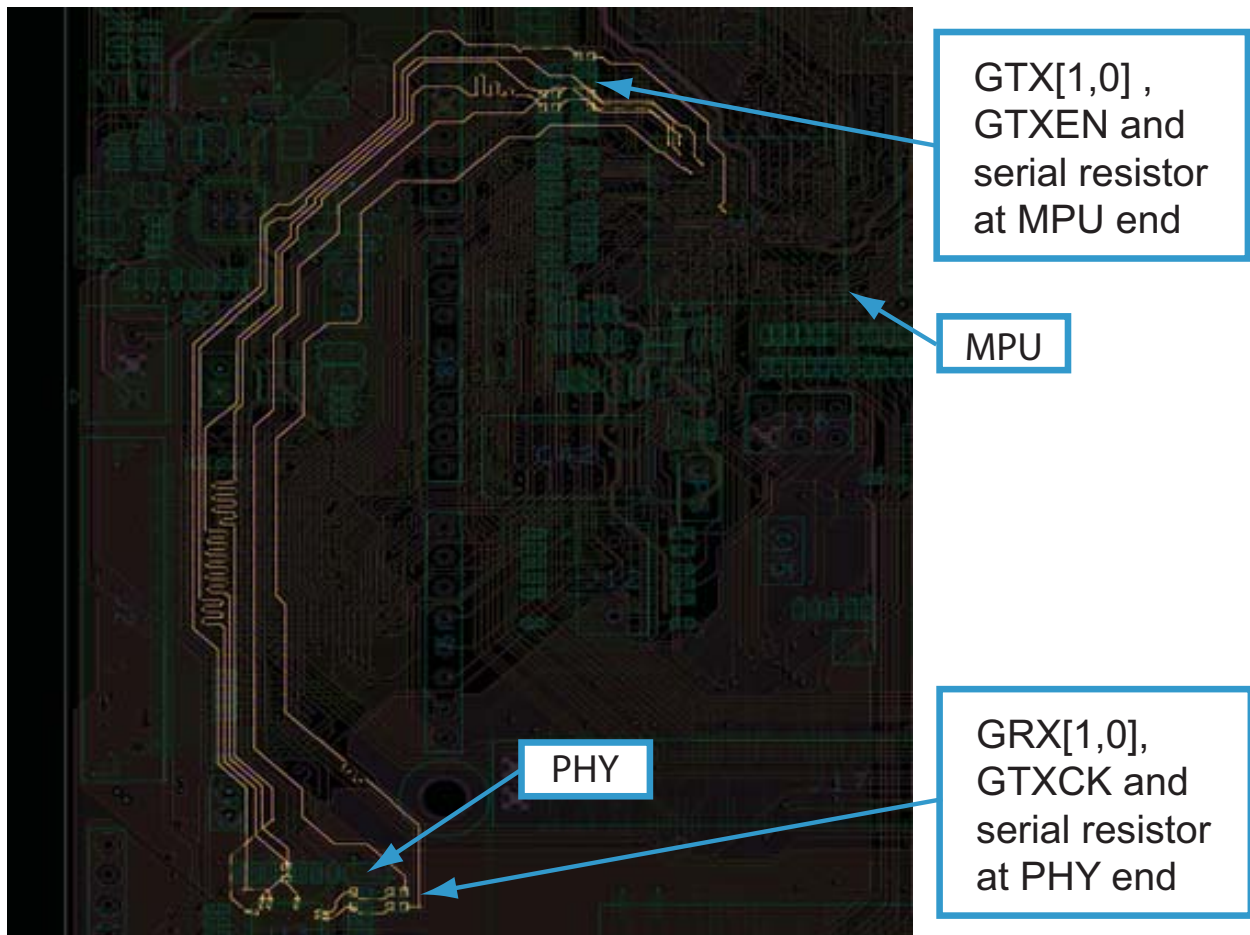
介质相关接口（Media Dependent Interface, MDI）（TX+/- 或 RX+/-）信号从 PHY 连接到以太网变压器/连接器，然后进一步连接到电缆。100M-Base 以太网电缆有两对。

以下布局规则适用：

- 差分对（TX+/- 或 RX+/-）应远离所有其他信号布线，间隙至少为走线宽度的三倍。
- MDI 差分对（TX+/- 或 RX+/- 线）之间的长度差不应超过 20 mil。
- 在固定地平面和/或机架地平面上方为差分对（TX+/- 或 RX+/-）布线，以实现 100Ω 差分（单端走线为 50Ω ）阻抗。

下图所示为 RMII 发送器数据走线布局的示例。

图 2-4. RMII 发送器数据走线布局示例



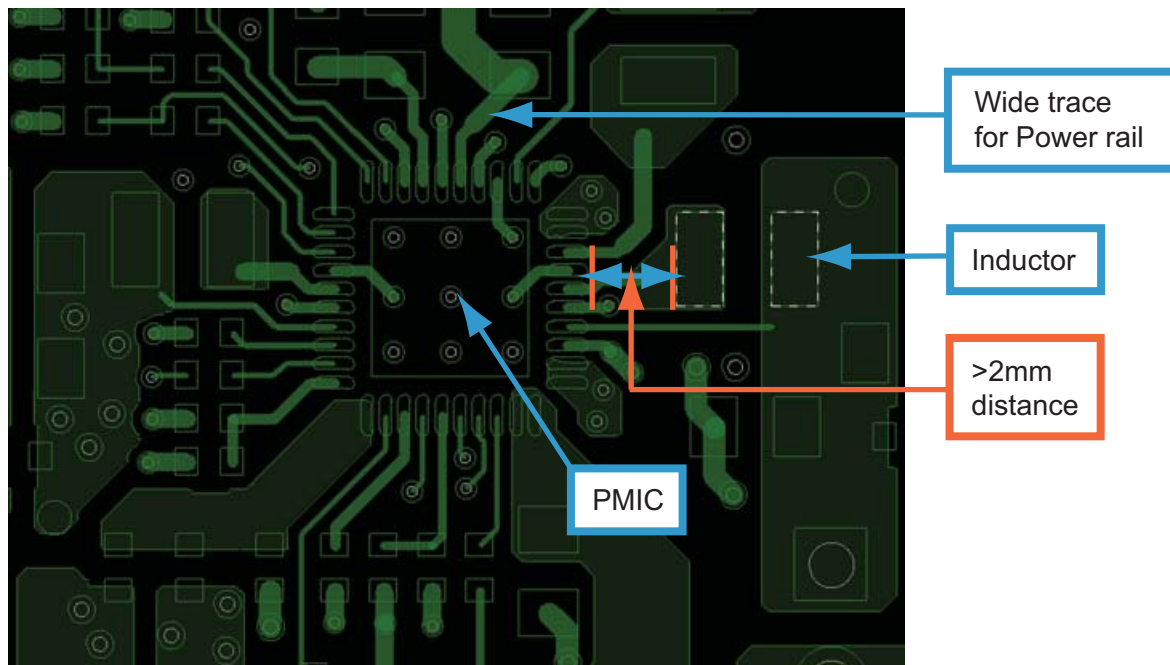
2.6 电源管理 IC

电源管理 IC (Power Management IC, PMIC) 将多个 DCDC 和 LDO 控制器集成在一个芯片中，并管理所有系统电源轨及其序列。PMIC 需要几个外部元件，如电感、电容和电阻。

DCDC 电感必须靠近 PMIC 输出引脚。当 DCDC 控制器工作时，电感会产生热量。PMIC 通常由三个电感包围；必须在每一个电感周围留出足够的气隙（至少 2 mm）以排出热量。

电源走线应足够宽，以适应电流负载。建议最小宽度为 20 mil（1A 电流至少需要 1 mm 宽度）。通常，这些走线应在从 PMIC 扇出后变宽。下图所示为 PMIC 电路布局的示例。

图 2-5. PMIC 电路布局示例



3. 布局示例

SAMA5D2 提供以下三种封装：

- BGA289：289 引脚，0.8 mm 间距
- BGA256：256 引脚，0.4 mm 间距
- BGA196：196 引脚，0.75 mm 间距

本章介绍不同封装的几个布局示例。可从 www.microchip.com 下载这些示例的设计文件（*SAMA5D2_BGA_reference-layouts.zip*，随本应用笔记一起提供）。

3.1 层数注意事项

层数多的 PCB 更易于布局和布线；但这同时会增加成本。SAMA5D2 板的一般层叠通常为 6 层或 8 层，具体取决于元件间距尺寸和电路复杂程度。以下给出常见的 6 层和 8 层堆叠布置以供参考。

6 层模型：

第 1 层——信号（微带线），元件侧

第 2 层——地平面

第 3 层——信号（带状线）

第 4 层——信号（带状线）

第 5 层——电源平面

第 6 层——信号（微带线）

8 层模型：

第 1 层——信号（微带线），元件侧

第 2 层——地平面

第 3 层——信号（带状线）

第 4 层——电源平面

第 5 层——地平面

第 6 层——信号（带状线）

第 7 层——地平面

第 8 层——信号（微带线）

3.2 BGA289 布局示例（6 层板）

SAMA5D2-XULT 板是 SAMA5D2-BGA289 封装布局的一个良好示例。使用 6 层模型。

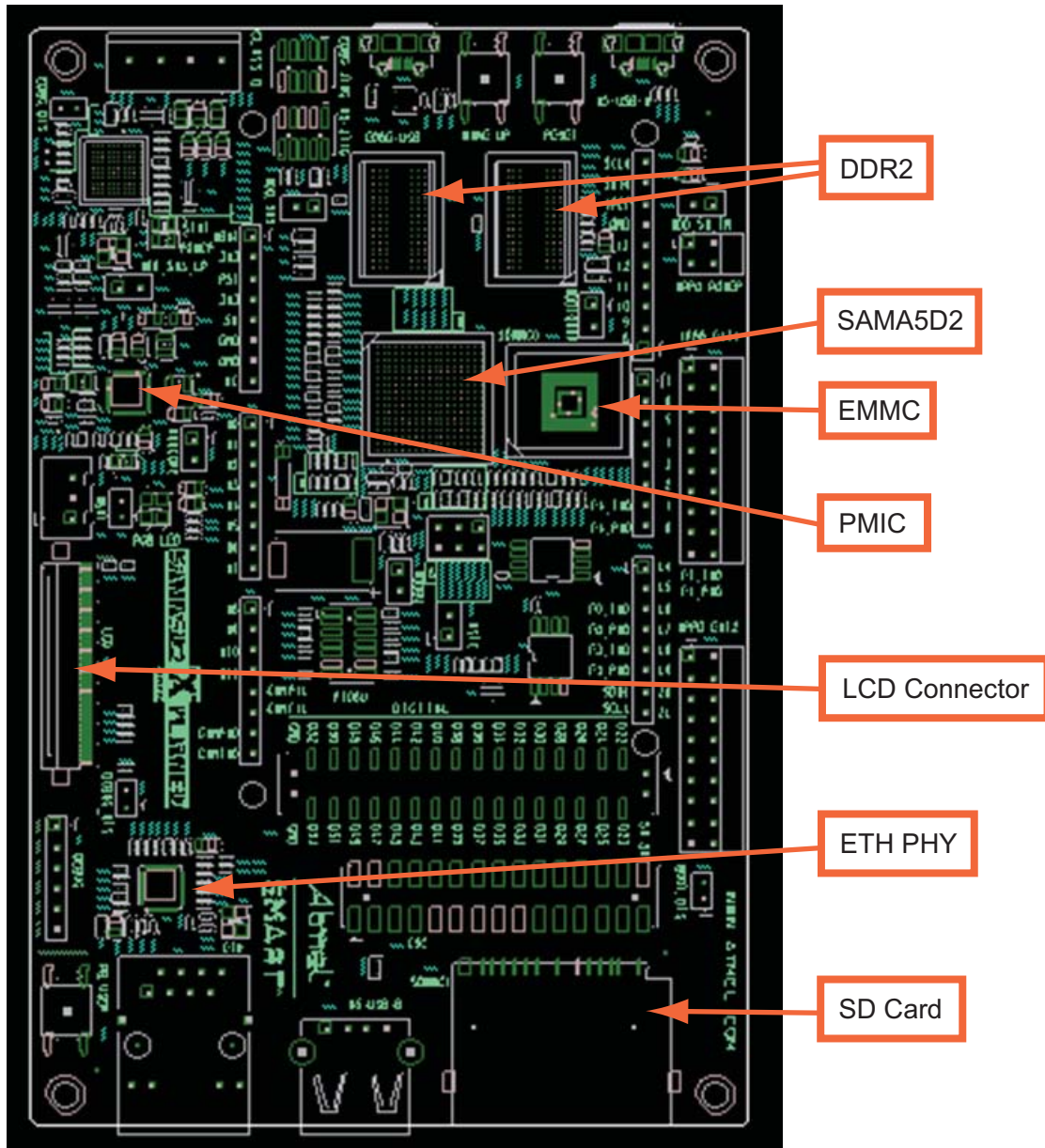
3.2.1 电路板放置

下图是基于 SAMA5D2 的系统的 PCB 放置示例。

- 电源管理 IC（Power Management IC, PMIC）器件位于 PCB 的左上角。

- 两个 16 位 DDR2 芯片位于 SAMA5D2 的上方。
- EMMC 位于 SAMA5D2 的右侧。
- 以太网 PHY 位于 PCB 的左下角。
- LCD 连接器位于 PCB 的左侧边缘。

图 3-1. 基于 SAMA5D2 的系统的 PCB 放置示例

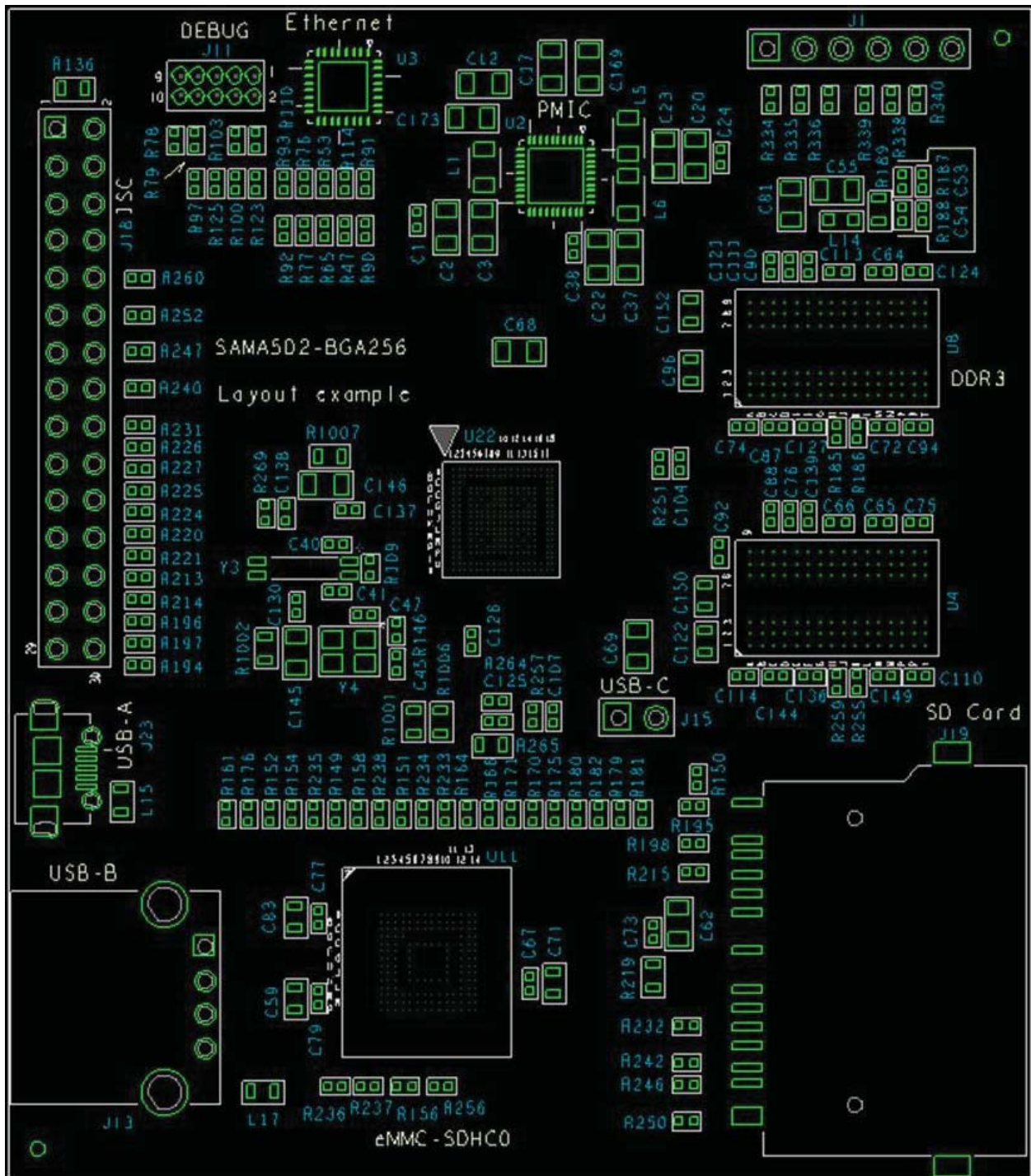


3.3 BGA256 布局示例（8 层板）

3.3.1 电路板放置

下图是 SAMA5D2-BGA256 8 层电路板的 PCB 放置示例。

图 3-2. SAMA5D2-BGA256 8 层电路板放置示例



3.3.2 0.4 mm 间距的特殊限制和注意事项

SAMA5D2-BGA256 采用非常小的 BGA 封装，间距为 0.4 mm。这种小间距需要三级激光钻孔工艺。大多数 BGA256 信号通过激光过孔从顶层扇出到第 4 层。需要 8 层来匹配电路板的复杂性。

由于大多数 BGA256 信号从第 1 层扇出到第 4 层，因此其堆叠布置（如下所示）与典型的 8 层板不同。

第 1 层——信号（微带线），元件侧

第 2 层——地平面

第 3 层——信号（带状线）

第 4 层——信号（带状线）

第 5 层——电源平面

第 6 层——信号（带状线）

第 7 层——地平面

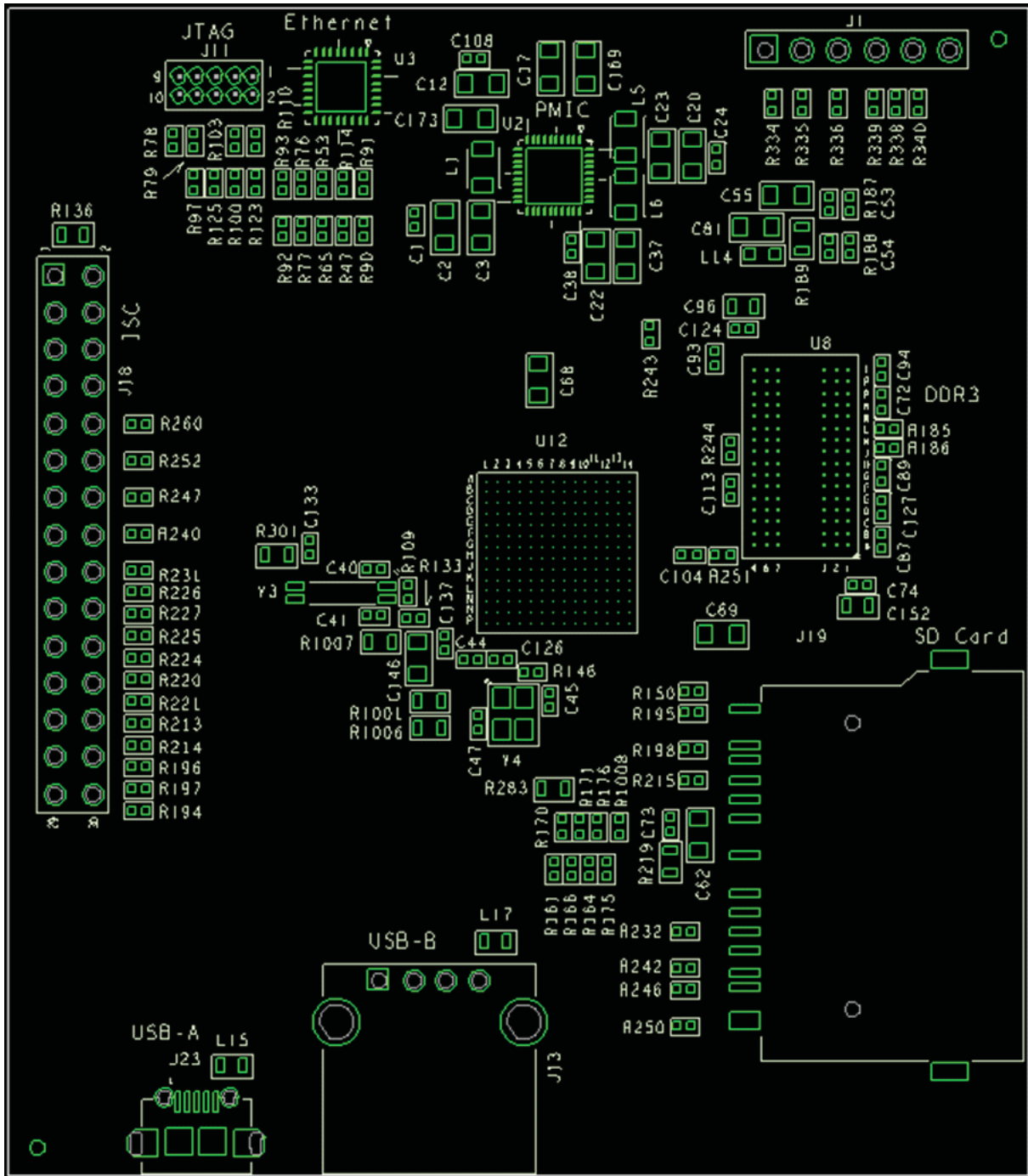
第 8 层——信号（微带线）

3.4 BGA196 布局示例（4 层板）

3.4.1 电路板放置

下图是 SAMA5D2-BGA196 4 层电路板的 PCB 放置示例。

图 3-3. SAMA5D2-BGA196 4 层电路板放置示例



3.4.2 4 层布线的特殊限制和注意事项

对于间距为 0.75 mm 的封装 BGA196，信号可以分为两层（顶层和底层）。以下是相应的堆叠布置：

第 1 层——信号（微带线），元件侧

第 2 层——地平面

第 3 层——电源平面

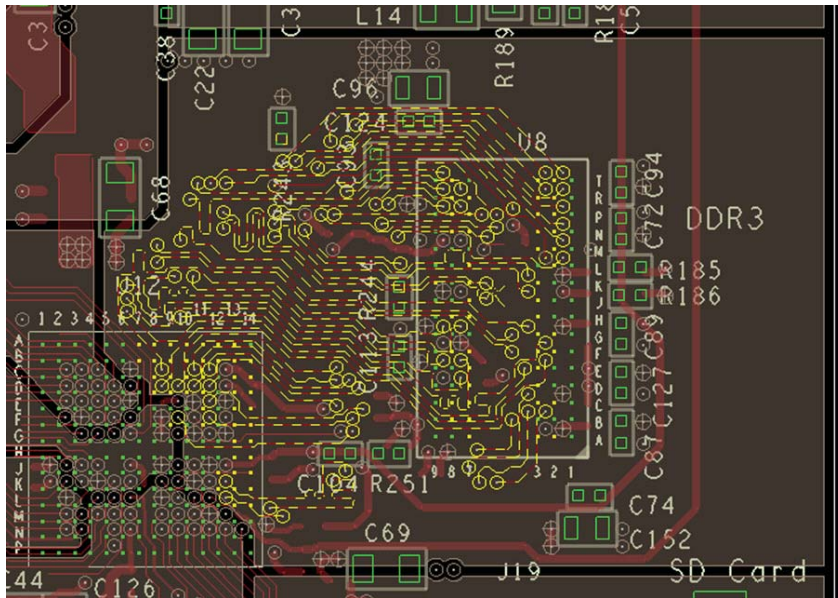
第 4 层——信号（微带线）

几个高速 DDR3 信号放在第 4 层（底层），相邻的参考平面是电源平面（第 3 层）。电源层分为多个电源域区域，因此第 4 层上对这些 DDR3 信号进行布线时必须小心，将它们保持在一致的电源域区域内⁽¹⁾并且始终不要使这些走线跨过电源区域分割处。

注：

1. 目的是沿整条走线实现一致的阻抗。

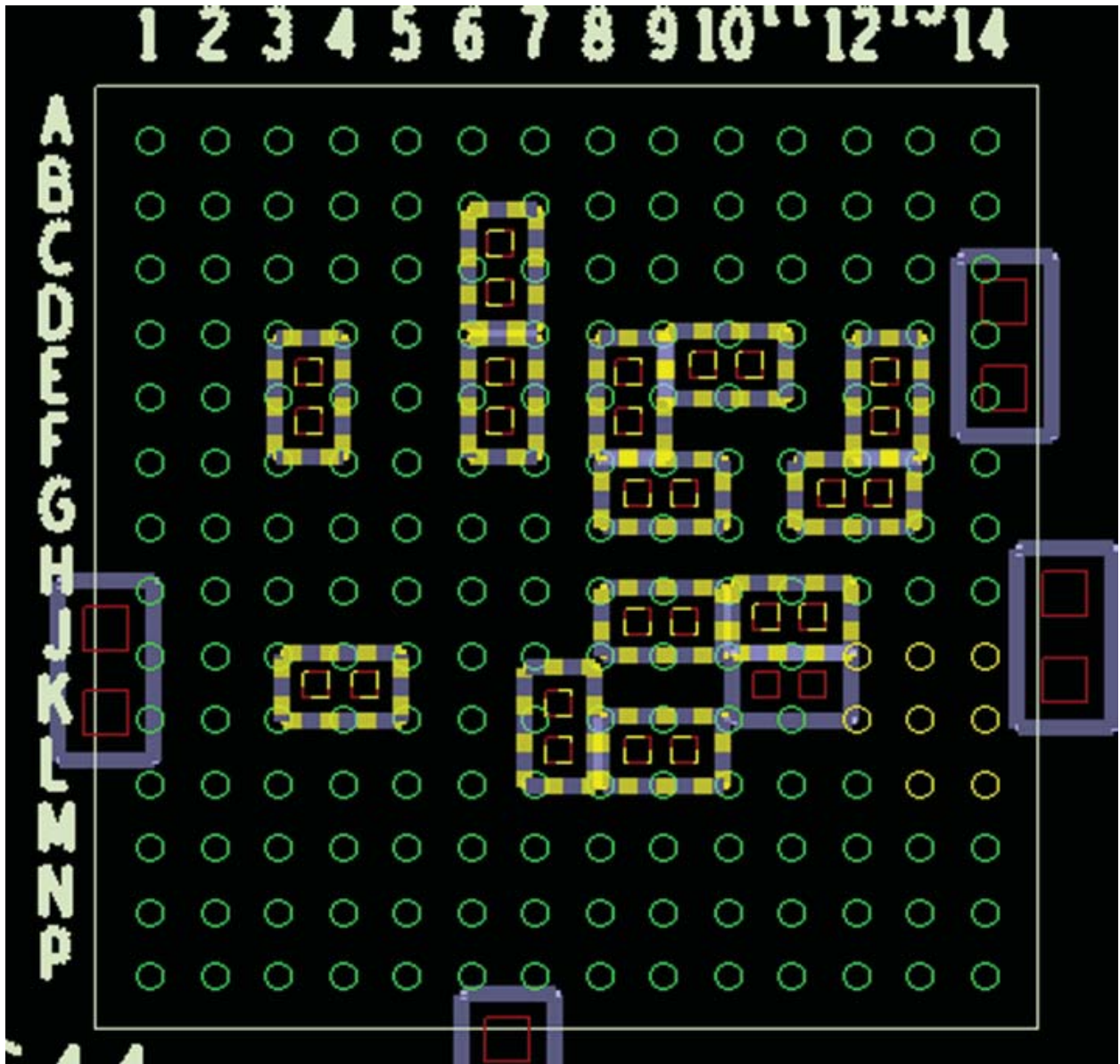
图 3-4. DDR3 信号参考平面



由于只有两层供 BGA 信号扇出，因此难以在 SAMA5D2 芯片正下方（底层）放置 0402 去耦电容。为了获得更好的电源完整性，本例中使用 0201 去耦电容。

下图是 0201 去耦电容的 PCB 放置示例。

图 3-5. 0201 去耦电容放置示例（底部）

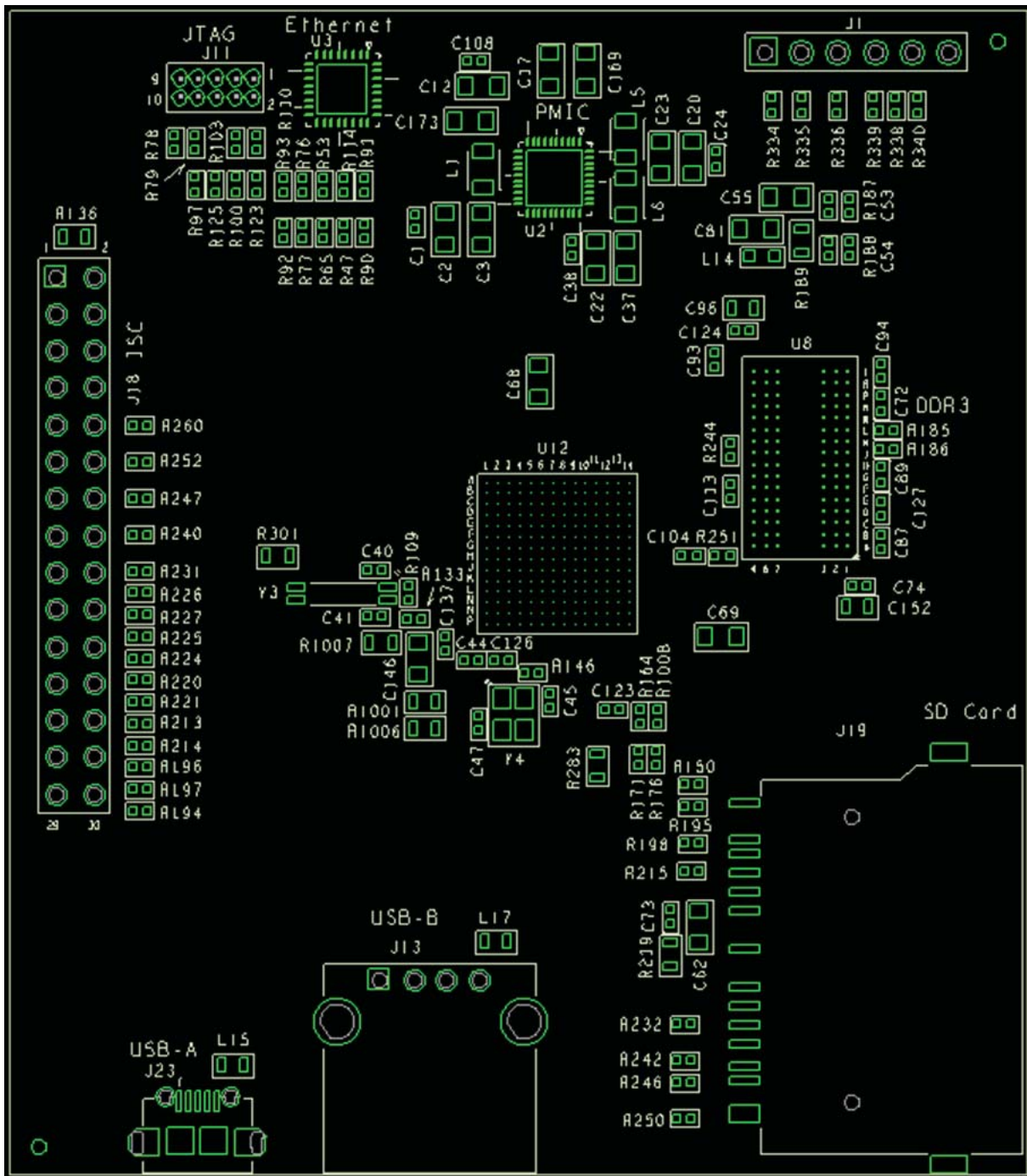


3.5 BGA196 布局示例（6 层板）

3.5.1 电路板放置

下图是 SAMA5D2 BGA196 6 层电路板的 PCB 放置示例。

图 3-6. SAMA5D2 BGA196 6L 放置示例



3.5.2 6层布线的特殊限制和注意事项

由于有四个信号层，因此很容易将信号扇出。

以下是相应的堆叠布置：

第 1 层——信号（微带线），元件侧

第 2 层——地平面

第 3 层——信号（带状线）

第 4 层——信号（带状线）

第 5 层——电源平面

第 6 层——信号（微带线）

尝试在第 1 层和第 3 层上对超高速 DDR3 数据信号进行布线，因为附近有一个很好的地平面。其他信号（如控制信号和地址信号）可以在以电源层为参考的第 4 层和第 6 层上进行布线。

4. 结论

本应用笔记简要介绍了设计基于 SAMA5D2 的系统时需要考虑的最关键问题。对于初学者，如果自身未掌握相关技能，我们建议使用这些指南的同时还需寻求专业 PCB 设计服务的支持。

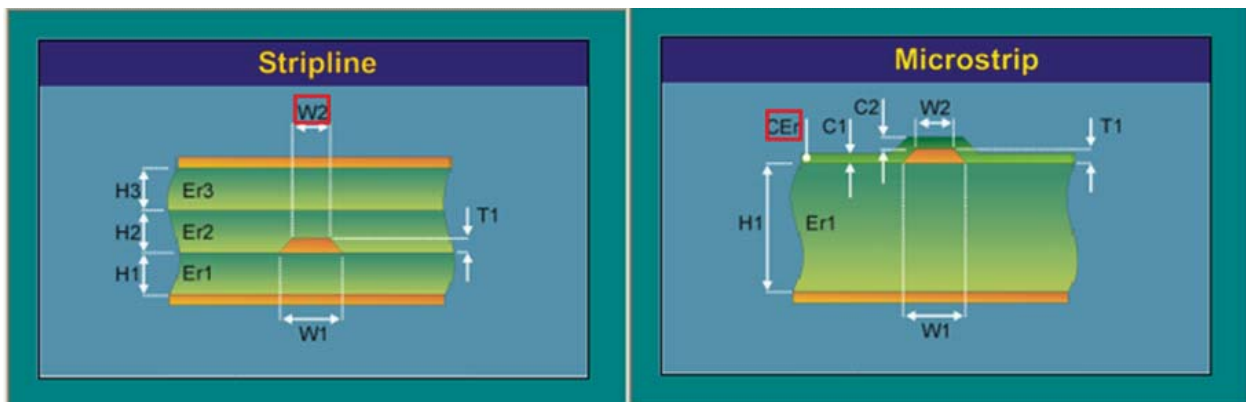
5. 附录

5.1 附录 A. PCB 堆叠设计常识

5.1.1 传输线

微带线和带状线均为“传输线”布线方法，这两种方法会考虑相邻的电源平面和 PCB 介电特性以实现阻抗可控的走线。阻抗由各层（铜和电介质）的参数决定，可通过包含参数输入的软件来计算。

图 5-1. 带状线和微带线实现



5.1.2 电路板阻抗控制

为了实现信号完整性，必须控制电路板阻抗，这意味着应将每条走线视为传输线，并将其阻抗控制在特殊值。在大多数情况下，单端信号的阻抗应为 50Ω ，差分信号的阻抗应为 90Ω 或 100Ω 。计算阻抗时，应考虑包括堆叠布置、层厚度和走线宽度在内的各项因素。通常，PCB 制造商负责确定覆铜层和电介质层的厚度，并且还调整走线宽度或差分信号之间的间隔以实现所需的阻抗。

5.2 附录 B. 推荐读物/指南

推荐阅读优秀书籍“High-Speed Digital Design: A Handbook of Black Magic”，本书由 H. W. Johnson 和 M. Graham 编著，Prentice Hall 出版。

6. 版本历史

6.1 版本 A - 10/2018

DDR 存储器：删除了对数据通道与 CK 信号之间长度差的限制。将每个信号与相应的 DQS/DQSn 信号之间的长度差限制值从“50 mil”修改为“100 mil”。

- 模板更新：从 Atmel 模板更改为 Microchip 模板。
- 为本应用笔记分配了一个新的文档编号（DS00002814），并将版本字母重置为 A。
- 文档编号 DS00002814 版本 A 对应于曾经的 44041 版本 B。
- 分配了 ISBN 编号。

2015 年 10 月 16 日的文档 44041A 已被 Microchip 文档 DS00002814 取代。

Microchip 网站

Microchip 网站 <http://www.microchip.com/> 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问，网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题（FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/>。在“支持”（Support）下，点击“变更通知客户”（Customer Change Notification）服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师（FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师（FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过以下网站获得技术支持：<http://www.microchip.com/support>

Microchip 器件代码保护功能

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 愿意与关心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。

法律声明

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，否则在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 和 XMEGA 是 Microchip Technology Incorporated 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 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKIT、PICKIT、PICKIT、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 为 Microchip Technology Incorporated 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 是 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。

© 2019, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-4207-3

AMBA、Arm、Arm7、Arm7TDMI、Arm9、Arm11、Artisan、big.LITTLE、Cordio、CoreLink、CoreSight、Cortex、DesignStart、DynamIQ、Jazelle、Keil、Mali、Mbed、Mbed Enabled、NEON、

POP、RealView、SecurCore、Socrates、Thumb、TrustZone、ULINK、ULINK2、ULINK-ME、ULINK-PLUS、ULINKpro、 μ Vision 和 Versatile 是 Arm Limited（或其子公司）在美国和/或其他国家/地区的商标或注册商标。

DNV 认证的质量管理体系

ISO/TS 16949

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 和 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®]跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及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。

全球销售及服务中心

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. 钱德勒, 亚利桑那州 85224-6199 电话: 480-792-7200 传真: 480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 电话: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 电话: 86-28-8665-5511 中国 - 重庆 电话: 86-23-8980-9588 中国 - 东莞 电话: 86-769-8702-9880 中国 - 广州 电话: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 电话: 86-571-8792-8115 中国 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 南京 电话: 86-25-8473-2460 中国 - 青岛 电话: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 电话: 86-21-3326-8000 中国 - 沈阳 电话: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 电话: 86-755-8864-2200 中国 - 苏州 电话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040	印度 - 班加罗尔 电话: 91-80-3090-4444 印度 - 新德里 电话: 91-11-4160-8631 印度 - 浦那 电话: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 电话: 81-6-6152-7160 日本 - 东京 电话: 81-3-6880-3770 韩国 - 大邱 电话: 82-53-744-4301 韩国 - 首尔 电话: 82-2-554-7200 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 60-3-7651-7906 马来西亚 - 檳榔嶼 电话: 60-4-227-8870 菲律宾 - 马尼拉 电话: 63-2-634-9065 新加坡 电话: 65-6334-8870 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 泰国 - 曼谷 电话: 66-2-694-1351 越南 - 胡志明市 电话: 84-28-5448-2100	奥地利 - 韦尔斯 电话: 43-7242-2244-39 传真: 43-7242-2244-393 丹麦 - 哥本哈根 电话: 45-4450-2828 传真: 45-4485-2829 芬兰 - 埃斯波 电话: 358-9-4520-820 法国 - 巴黎 电话: 33-1-69-53-63-20 传真: 33-1-69-30-90-79 德国 - 加兴 电话: 49-8931-9700 德国 - 哈恩 电话: 49-2129-3766400 德国 - 海尔布隆 电话: 49-7131-67-3636 德国 - 卡尔斯鲁厄 电话: 49-721-625370 德国 - 慕尼黑 电话: 49-89-627-144-0 传真: 49-89-627-144-44 德国 - 罗森海姆 电话: 49-8031-354-560 以色列 - 若那那市 电话: 972-9-744-7705 意大利 - 米兰 电话: 39-0331-742611 传真: 39-0331-466781 意大利 - 帕多瓦 电话: 39-049-7625286 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 传真: 31-416-690340 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-72884388 波兰 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 传真: 34-91-708-08-91 瑞典 - 哥德堡 电话: 46-31-704-60-40 瑞典 - 斯德哥尔摩 电话: 46-8-5090-4654 英国 - 沃金厄姆 电话: 44-118-921-5800 传真: 44-118-921-5820
亚特兰大 德卢斯, 佐治亚州 电话: 678-957-9614 传真: 678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 774-760-0087 传真: 774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 630-285-0071 传真: 630-285-0075 达拉斯 阿迪森, 德克萨斯州 电话: 972-818-7423 传真: 972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 248-848-4000 休斯顿, 德克萨斯州 电话: 281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 317-773-8323 传真: 317-773-5453 电话: 317-536-2380 洛杉矶 米慎维荷, 加利福尼亚州 电话: 949-462-9523 传真: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 408-735-9110 电话: 408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 905-695-1980 传真: 905-695-2078			