

GigaDevice Semiconductor Inc.

GD32L233xx 系列 EMC 防护设计参考

应用笔记

AN183

1.0 版本

(2024 年 1 月)

目录

目录.....	2
图索引.....	3
表索引.....	4
1. 前言.....	5
2. GPIO 端口防护设计.....	6
3. USB 端口防护设计.....	7
4. Display 端口防护设计.....	8
5. PCB Layout 设计.....	9
6. 版本历史.....	10

图索引

图 3-1. USB 端口防护设计电路图.....	7
图 4-1. LCD 接口 RC 组合电路图.....	8
图 4-2. LCD 防护电路图.....	8
图 5-1. USB 端口 PCB Layout 图.....	9

表索引

表 6-1. 版本历史.....	10
------------------	----

1. 前言

本文是针对 GD32L233xx 系列，介绍提高其系统级 EMC 的方案和措施。该应用笔记从 GPIO 端口防护设计、USB 端口防护设计、Display 端口防护设计以及 PCB Layout 设计四个部分来讲述。

2. GPIO 端口防护设计

GPIO 防护设计是 EMC 设计中的重要环节。良好的 GPIO 防护设计，可以很好的提高系统级 EMC 性能，降低产品开发的周期，提高方案开发的可行性及高效性。GD32L233xx 系列是 GD MCU 系列的低功耗产品，因此很多用户都是使用电池为 MCU 供电，由于电池正常是一个高阻抗的状态，ESD 泄放能力稍差，这就意味着在硬件设计时需要充分考虑 EMC 问题。为了更好的保证产品通过 EMC 相关认证，建议在设计中应注意相关 GPIO 的防护，具体可参考《[AN163 GD32 MCU 硬件防护设计参考](#)》。

很多用户在硬件设计中，由于不明确哪些 GPIO 端口需要做防护，哪些 GPIO 端口不需要做防护，在很多空置的 GPIO 都加了电容或者 TVS 加以防护，这无疑增加了方案开发的成本。为了达到更好的防护效果，建议在 GD32L233xx 系列的敏感引脚做好防护即可，即 PA8 和 PD2 引脚。具体原因是 PA8 和 PD2 比较敏感，易受到 ESD 辐射的影响，从而间接影响到芯片的内部电压，造成系统级 EMC 问题。

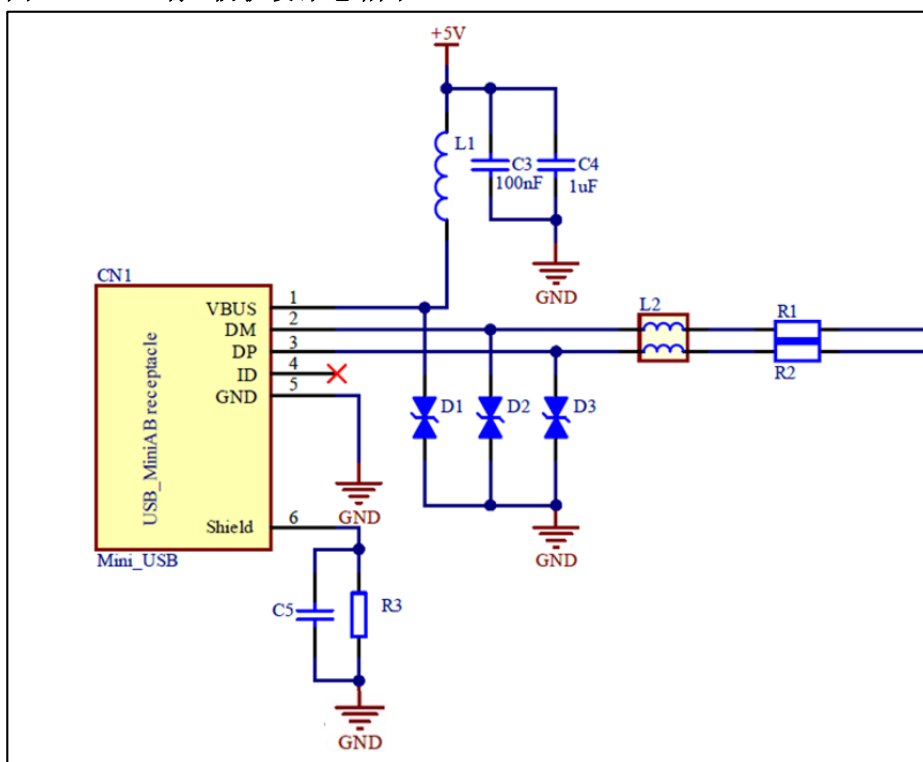
为了提高 GD32L233xx 系列的系统级别的 EMC 能力，可以根据 PA8 及 PD2 引脚的使用环境来做防护。具体方案如下：如果 PA8 和 PD2 引脚在硬件设计中，配置为 LCD 显示屏的 COM 引脚及 SEG 引脚，建议添加 pF 级的小电容来增加其抗 ESD 辐射的能力；如果 PA8 和 PD2 引脚在硬件设计中不作为信号的高速引脚使用，可以添加 nF 级电容加以防护；如果在 PA8 和 PD2 硬件设计中不使用，建议直接串联 nF 级电容做接地处理。对于其他的一些 GPIO 端口，可参照《[AN163 GD32 MCU 硬件防护设计参考](#)》防护设计即可。

3. USB 端口防护设计

USB 端口是常用外围端口，其位置往往位于 PCB 板的边缘，因其具有热插拔特性，所以遭受静电干扰的可能性较大。在很多 EMC 问题中，静电干扰是通过 USB 端口干扰到 PCB 内部造成产品出现复位、死机等现象。USB 端口往往也是 EMC 认证中经常测试的端口。因此，USB 端口防护设计是必不可少的环节。

USB 端口通常包括 VBUS、DM、DP、GND 四根线，常见的 USB 端口防护设计主要也在这四根线上。如果需要支持 OTG 协议，ID 信号线是需要连接的，这时候也需要做 ESD 防护设计的，不过正常 ID 线一般作悬空处理。对于 DP、DM 以及 VBUS 的防护设计，主要是增加合适的 TVS 器件，通过 TVS 器件的瞬态高压脉冲的抑制能力将 ESD 的干扰尽早的泄放至 GND 回路。具体防护设计可参考[图 3-1. USB 端口防护设计电路图](#)。

图 3-1. USB 端口防护设计电路图



在推荐电路中，除了 VBUS、DP、DM 线上需要加上 TVS 管，更重要的是 USB 端口外壳该如何处理，现在主要有三种方法：悬空、直接接地、阻容接地。这里我们推荐阻容接地的方式，GD32L233xx 系列很多都是低功耗电池供电产品，此类产品相较于使用外部电源供电的产品，其 ESD 的泄放能力更差。若使用直接接地方式，当 ESD 注入到产品时，由于电池的泄放能力差，静电的能量会在 PCB 上留存一段时间才会慢慢的耗散，这样电荷的长时间累积会带来电位偏移以及二次放电的问题，这往往是引起 MCU 复位及死机的重要原因，推荐这种阻容接地的方式，可以起到缓冲的作用。阻容接地的电阻可以选择 $100\text{ k}\Omega \sim 1\text{ M}\Omega$ ，电容可以选择 1 nF 、 100 nF 或者 1 uF 的高压电容。对于推荐电路的差模电感 L2 及限流电阻 R1、R2 可以根据实际应用环境添加。更具体的 USB 防护电路设计可参考《[AN163 GD32 MCU 硬件防护设计参考](#)》，更多功能模块也可以参考《[AN069 GDL233 硬件设计指南](#)》。

4. Display 端口防护设计

GD32L233xx 系列在 Display 模块设计时，需要注意 PA8 及 PD2 端口防护。一般在使用 LCD 时，用户会把 PA8 引脚配置成 COM 模式，PD2 引脚配置成 COM 模式或者 SEG 模式。之前在前面第一章也说了 PA8 和 PD2 比较敏感，易受到辐射的影响。因此，建议在设计时，在 PA8 和 PD2 端口并上 pF 级电容加以防护，从而提高 PCB 板级的 EMC 能力。对于含有导电胶条无排线的 LCD 显示屏，前期方案设计可以在每个 LCD 显示屏引脚，预留一个 RC 组合，如[图 4-1. LCD 接口 RC 组合电路图](#)所示，方便后面 EMC 测调试。对于要求更高 EMC 等级的方案，还需要在 LCD 屏引脚附近添加 TVS，选配 TVS 需要注意结电容等参数。[图 4-2. LCD 防护电路图](#)显示了推荐的防护设计电路，具体可以参考[《AN163 GD32 MCU 硬件防护设计参考》](#)。

图 4-1. LCD 接口 RC 组合电路图

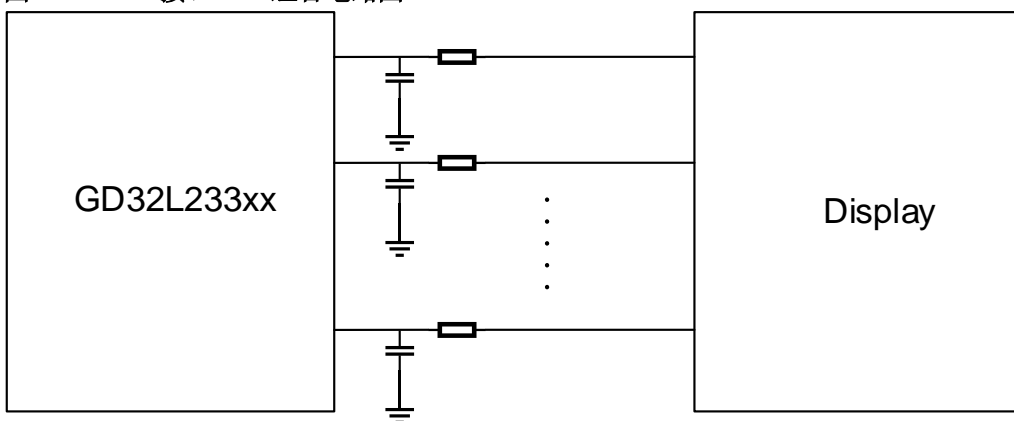
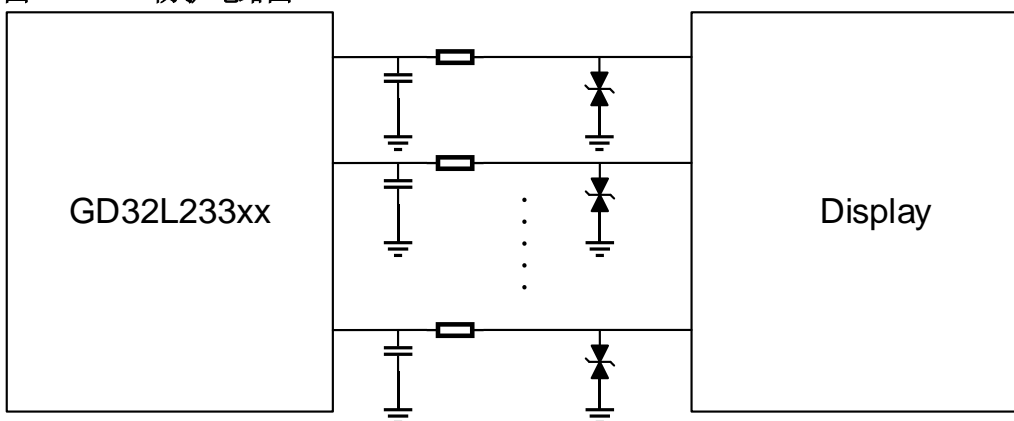


图 4-2. LCD 防护电路图



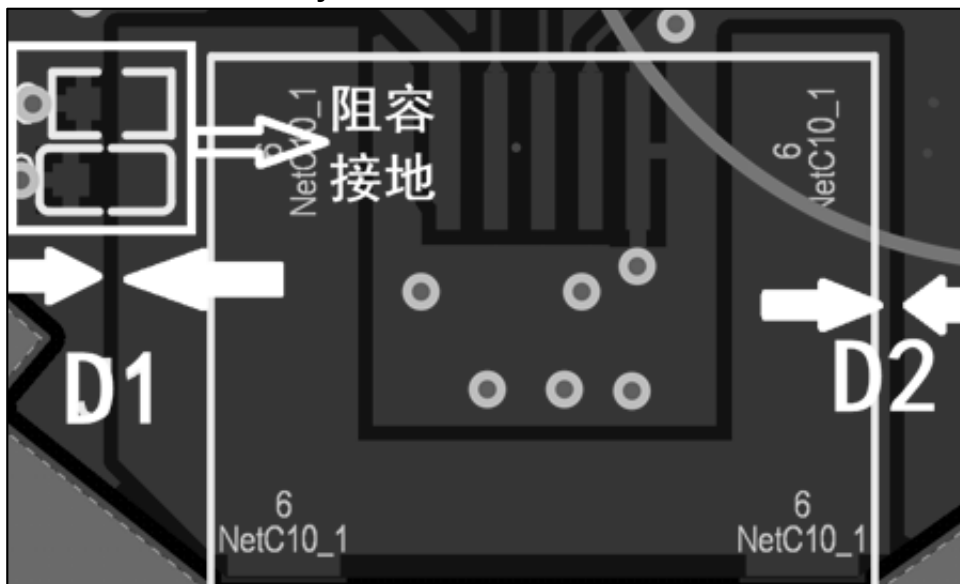
5. PCB Layout 设计

GD32L233xx 系列只有一组电源与地引脚，相较于多组电源与地引脚的芯片，GD32L233xx 系列 IO 更多，功能更加丰富，对于后期的产品升级更加具有兼容性，但是单电源地引脚的 ESD 泄放能力比较差，静电干扰更容易造成产品复位及死机。因此，可以在 PCB Layout 时注意到 EMC 相关问题。以下是针对 GD32L233xx 系列的 PCB Layout，可以从 USB 端口、地的完整性以及电源的完整性来设计。

USB 端口 PCB Layout 走线需要走差分线，差分线可以很好保证信号的时序以及质量，可以减小 EMI 辐射。在走差分线时，差分对之间尽量保持较小的间距，其他的信号尽量远离差分对之间走线，VBUS 走线也尽量远离差分对走线。在差分对走线时，建议进行 90Ω 的特性阻抗设计，从而保证信号的完整性，同时差分对走线尽量都在同一层，避免打孔换层，差分对走线尽量避免 90° 的直角走线，推荐走直线保证信号的质量，以及减小辐射量。

USB 端口除了需要注意差分对走线，还需要注意 USB 外壳的 GND 设计。USB 的金属外壳连接 GND 需要与 PCB 系统板 GND 分开，且两者之间的距离应该拉开，防止静电辐射到系统板 GND，干扰到 MCU 正常工作，如 [图 5-1. USB 端口 PCB Layout 图](#) 所示，增加 D1, D2 距离，从而拉开 USB 的金属外壳 GND 与 PCB 系统板 GND 四周的距离，减少从 USB 外壳飞弧到系统 GND 的静电干扰，再通过外壳阻容接地，增强其抗干扰能力。

图 5-1. USB 端口 PCB Layout 图



电源和 GND 应尽量保证其完整性，因为 GD32L233xx 系列只有一组电源和地，为了保证其最大的泄放能力，在 PCB 设计时，尽量保证其电源与地的完整性，包括后期添加 TVS、电容等防护器件，也是建立在 GND 的完整性才能更有效的发挥其泄放能力，具体电源以及地的完整性设计可参考《[AN062 基于 GD32MCU 的 EMC 应用指南](#)》，TVS 的选择可参考《[AN051 ESD 防护器件之 TVS 选型和使用](#)》。若 GND 不完整，后期的防护器件整改，效果也是非常差的。如果前期设计因方案的特殊原因，造成了很多碎小的 GND，建议使用 0Ω 电阻来衔接，特别对于两层板设计，尽量保证电源与地的完整性，是产品通过 EMC 认证的最好办法。

6. 版本历史

表 6-1. 版本历史

版本号.	说明	日期
1.0	首次发布	2024 年 01 月 23 日

Important Notice

This document is the property of GigaDevice Semiconductor Inc. and its subsidiaries (the "Company"). This document, including any product of the Company described in this document (the "Product"), is owned by the Company under the intellectual property laws and treaties of the People's Republic of China and other jurisdictions worldwide. The Company reserves all rights under such laws and treaties and does not grant any license under its patents, copyrights, trademarks, or other intellectual property rights. The names and brands of third party referred thereto (if any) are the property of their respective owner and referred to for identification purposes only.

The Company makes no warranty of any kind, express or implied, with regard to this document or any Product, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. The Company does not assume any liability arising out of the application or use of any Product described in this document. Any information provided in this document is provided only for reference purposes. It is the responsibility of the user of this document to properly design, program, and test the functionality and safety of any application made of this information and any resulting product. Except for customized products which has been expressly identified in the applicable agreement, the Products are designed, developed, and/or manufactured for ordinary business, industrial, personal, and/or household applications only. The Products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems designed or intended for the operation of weapons, weapons systems, nuclear installations, atomic energy control instruments, combustion control instruments, airplane or spaceship instruments, transportation instruments, traffic signal instruments, life-support devices or systems, other medical devices or systems (including resuscitation equipment and surgical implants), pollution control or hazardous substances management, or other uses where the failure of the device or Product could cause personal injury, death, property or environmental damage ("Unintended Uses"). Customers shall take any and all actions to ensure using and selling the Products in accordance with the applicable laws and regulations. The Company is not liable, in whole or in part, and customers shall and hereby do release the Company as well as its suppliers and/or distributors from any claim, damage, or other liability arising from or related to all Unintended Uses of the Products. Customers shall indemnify and hold the Company as well as its suppliers and/or distributors harmless from and against all claims, costs, damages, and other liabilities, including claims for personal injury or death, arising from or related to any Unintended Uses of the Products.

Information in this document is provided solely in connection with the Products. The Company reserves the right to make changes, corrections, modifications or improvements to this document and Products and services described herein at any time, without notice.