设计笔记: HFDN-26.2 Rev. 1; 04/08

MAX3735A 激光驱动器输出配置, 第3部分: 差分驱动



MAX3735A 输出配置, 第3部分: 差分驱动

1 简介

MAX3735A为直流耦合SFP激光驱动器,专为数据 速率达 2.7Gbps的应用设计(参考文献1)。 MAX3735A具有多速率、小封装、APC环路、监 视器输出等特性,符合SFP安全/定时规范,非常 适合工作在宽数据速率范围的各种光模块应用。 MAX3735A的输出用来驱动直流耦合、边缘发光、 共阳极激光器,也能用于驱动多种其他激光器配 置(参考文献2)。

本设计笔记(第三部分)将详细讨论差分驱动接口, 该系列设计笔记的目的在于讨论各种输出配置的 优缺点,所提供的原理图和范例有助于模块设计 人员在其应用中选择最佳的输出结构。

MAX3735A 只是作为讨论这些接口的一个范例, 相关技术同样适用于其它激光驱动器,如 MAX3737、MAX3735、MAX3850和 MAX3656, 它们具有相似的输出结构。

2 差分驱动

差分驱动激光器能够明显改善光学性能和 EMI 辐射指标。但应该看到差分驱动也有一些缺点, 有可能会影响系统的整体性能。

2.1 差分驱动的优点

提高边沿速度 - 差分驱动通过激光器提供电流接通与关闭的有源切换,标准的交流耦合接口和直流耦合接口只提供激光器的有源接通。激光器的性质和寄生电容限制了这些配置的关闭时间。因为差分驱动提供有源关闭激光器,它能改善下降沿,如图1和图2所示。





图 2. 差分输出的光信号上升和下降时间,采用与图 1 相同的激光器

 改善电流环路 - 差分驱动结构提供了一 个闭合的电流环,这能改善一些激光器的 整体性能并降低 EMI 幅射,参见图 3 和 图 4。



图 3. OC48 光眼图(直流耦合)



图 4. OC48 光眼图(差分驱动,激光器同图 3)

 增大了电感容限 – 调制信号通路上的交 流耦合电容将激光器的正向电压与驱动器 输出隔离。这提高了激光调制的裕量,使 得输出允许在信号通路上存在更大的电感 容限。

2.2 差分驱动的缺点

- 低频截止 差分驱动结构必须采用交流 耦合,而交流耦合引入了低频截止,这在 利用长模板时由于基线波动将影响低数据 率的性能(参考文献4)。详细内容请参考4.1 基线波动/元件选择。
- 激光器引脚输出 为达到最好的性能, 激光器的阳极和阴极应与监视器二极管和 外壳隔离,详细内容请参考 4.2.2 激光器引 脚输出。
- 元件 差分驱动配置比直流耦合配置需 要更多的外部元件,通常比直流耦合接口 多2到5个元件。
- 功耗 差分驱动的功耗比直流耦合输出 要大,因为交流耦合输出需要增大偏置电 流。直流耦合时,调制电流会增大平均光 功率。故交流耦合接口大约比直流耦合输 出需要多出(I_{MOD} / 2)的电流。

3 差分驱动配置

有多种方式配置差分驱动输出,这些配置方式中 的绝大多数可分成两种类型:电感上拉式和电阻 上拉式。

3.1 电感上拉方式

图 5 给出了一个电感上拉式差分驱动配置的基本 连接,图中指示了逻辑 1 和逻辑 0 的电流路径。 由于激光器的正向电压与 OUT+引脚隔离,用 MAX3735 时可得到高达 80mA 的调制电流。

上拉(电感连接到V_{cc})可由电感器或铁氧体磁珠或 二者的组合实现。直接连接到OUT引脚的元件应 具有小的直流阻抗和在MHz到GHz频率范围具有 高阻特性。铁氧体磁珠(如TDK MMZ1608A152ET 和Murata BLM18HG601SN)在此可很好地满足要 求,也可增加额外的串联电感和并联网络以提高 性能(详细情况请参考第4节)。



图5. 差分驱动(电感上拉)

3.2 电阻上拉方式

电阻上拉方式(图 6)与电感上拉方式非常相似,只是 OUT 引脚的上拉元件是电阻。这种方式提供了背向匹配,而且,只需少量电感,但传递给激光器的总调制电流减少了。假设采用 6Ω的激光器和 图 6 所示元件,可得到的调制电流大约为 70mA。

连接在激光器阳极与 VCC 之间的电感选择与上 拉电感的选择相同(铁氧体磁珠、电感或二者的组 合),与其他上拉方式一样,增加额外的串联电感 和并联网络也会改善性能(详细情况请参考第 4 节)。

这些方式中的每一种都有可能变动。例如电阻上 拉方式的串联电阻是可选的,并且附加的交流耦 合电容可加在电阻与 OUT-端的磁珠之间。精确的 元件和元件参数因线路板布局和所用激光器阻抗 的不同而改变,第 5 节给出了一个变更后的电阻 上拉电路。



图 6. 差分驱动(电阻上拉)

4 特殊考虑/布局技术

为在高数据速率或多数据速率时得到好的效果, 一些可变因素诸如基线波动、元件值/布局、激光 器封装、返回路径和滤波等都需要认真考察和评 估,可能还会需要匹配网络以减小过冲和振荡。

4.1 基线波动/元件选择

差分驱动配置的交流耦合输出需要特别注意数据 速率和可能的基线波动效应(参考文献<u>4</u>)。对于差 分驱动输出,当工作在多数据率时交流耦合电容 的尺寸和上拉电感都需要谨慎选择。



图 7. 附加电感

交流耦合和输出上拉电感引入了低频截止,当所 用模板或数据率包含低频成分时将影响正常工 作。铁氧体磁珠(如TDK MMZ1608A152ET或 Murata BLM18HG601SN)和一个合理的交流耦合 电容(0.047 到 0.1µF)能在高数据速率的应用中运 行良好。若数据速率低于 1Gbps (对于加扰数据) 或 100Mbps (对于 8b/10b或类似编码数据),应增 大电容值,并增加一个较大的电感串联在与Vcc连 接的磁珠上(见图 7)。附加的电感和电容降低了低频截止点,这将减少基线波动、提高低数据速率下的整体性能,关于工作在低数据速率时低频截止点的计算和所需电容/电感的详细信息请参考文献<u>5</u>和6。

由于交流耦合时的低频截止点,对于差分驱动输 出来说数据速率低于 155Mbps (加扰数据)或 10Mbps (8b/10b 数据)通常是不现实的;当低于这 些数据速率时,对于所要求的电容量和电感量来 说,电容、电感的物理尺寸将变得很大,无法接 受。

4.2 激光器的封装与连接

当以吉比特的数据传输率调制激光二极管时,应 尽量减小调制信号通路上的电感和电容。激光器 和外部元件的寄生电感和寄生电容将使边缘速度 降低,导致抖动增加。应注意尽可能降低输出信 号通路上所有元件的寄生电感和寄生电容,其中 包括激光器的封装和内部、外部连线。

激光驱动器与激光器之间采用短的连接线、短的 引脚(TO型封装)或改进激光器封装能够减小串联 电感;可能的话,TO型激光器应采用边缘安装, 以避免过孔式连接对寄生参数的影响。

4.2.1 激光器的边缘安装

在通常的电路板设计中,地线和电源层要从板的 物理边缘引出。但在将一个 TO 型的激光器连接 在板子的边缘时,地线层应当延伸到与激光器连 接的线路板的边缘处(图 8),延伸地层将减小引线 电感、改善高速性能。可能的话,应将高速连接 线(激光器的阳极和阴极)放置在电路板的顶层,有 效利用扩展接地层带来的低引线电感的优势。应 尽可能将激光器放置在接近电路板边沿的位置, 以便减小引线的电感。

应用笔记 HFDN-26.2 (Rev. 1; 04/08)



图8. 激光器的边缘安装

4.2.2 激光器引脚输出

当采用差分驱动输出时,激光器的引脚输出和构造对整体性能有较大的影响。理想情况下,如果 采用差分驱动结构(Configuration #1,图 9),激光 器的阳极和阴极应当与外壳和光敏二极管隔离。 其他配置当然也能够工作,但性能上依激光器构 造的不同而有所改变,应认真评估。当外壳或光 敏二极管连接在激光器阳极时,将会引入一些额 外的寄生因素,影响高速性能。



图9. 激光器的引脚输出

4.3 元器件布局、返回通路和旁路

构造与低阻抗差分负载相匹配的传输线是困难的。通过将激光器放置在驱动器附近,只要连线长度比线上传输波长小,传输线的几何尺寸可以不予考虑。对于 FR-4 材料和所采用的数据速率 (2.5Gbps),这个长度应当比 6mm 或 7mm 短,若距离比波长短,线宽还可减小,以减小输出端的寄生电容。

以图 12 作为一个设计参考,一种可行的元件布局 情况如图 10 所示。(注意:此配置只是建议性的, 对于每个具体应用均需认真考察并根据需要加以 修正)。



图 10. 一种可行的元器件布局

对返回通路、电流路径和滤波的考察评估是元器 件布局工作的一个重要部分,应该采用专用的地 线和电源层,专用的地线和电源层可减小连线电 感,为高速电流提供一个更好的返回通路。旁路 电容的返回通路若可能时也应该有一定的方向定 位,以使地线连接与传输线和设备地尽量靠近。

对于差分驱动输出,输出和接在激光器上的引线 都应放置在 PCB 的同一侧(参见图 10)。将这两种 连线放在 PCB 的顶层,缩短了返回通路,而且信 号通路取消了过孔。

当采用电阻上拉方式时,两个上拉电阻会流过少量的高速开关电流,故电阻应该用短线上拉到 V_{cc},且需很好地加以旁路。可能的话,两个电阻 应该上拉到PCB的同一物理位置。

4.4 匹配网络

当以吉比特的数据速率调制激光时,常常需要一 个匹配网络,以减小输出振荡和过冲。图 11 给出 了一些可用的布局和方式,其中元器件的确切数 值应由实验确定,通常情况下电容的范围在 0.5pF 到 10pF 之间,电阻在 30Ω 到 75Ω之间。



图 11. 匹配网络

匹配网络需在寻求过冲和上升/下降时间的平衡 中达到最优化,增加电容或减小电阻值会减小过 冲,使边缘速度下降。

5 范例

5.1 原理

为了说明差分驱动,我们构造了一个电阻分压网络,并与MAX3735和边缘发光激光器(NX7315,参考文献<u>7</u>)一起进行了测试。图 12 为原理图。增加电容C5 以匹配差分对的直流电平,但并非必须,作为优化过程的一部分,也可短路或用串联电阻取代。



图 12. 输出结构原理图

5.2 测试数据

遵循上述建议和图 12 所示的原理图,可以得到以 下眼图,由于基线波动的影响,数据速率不要在 622Mbps以下(运用长PRBS测试模板)。通过在L1 与V_{cc}间增加串联电感(>33μH),可降低基线波动。 如果工作在 622Mbps数据速率以上,可以减小C5 和C6。



图 13. OC48 (*己滤波*), E_R = 9.7dB, 2²³-1 PRBS, 相 对于标准模板留有大约 28%的裕量。



图 14. OC48 (已滤波), E_R = 8.4dB, 2⁷-1 PRBS, 相 对于标准模板留有 31%的裕量。



图 15. OC48 (已滤波),高偏置电流



图 16. 1.25Gbps (已滤波), E_R = 1 0.4dB, 2²³-1 PRBS, 相对于标准模板留有大约 39%的裕量。



图 17. OC12 (己滤波), E_R = 10.7dB, 2²³-1 PRBS



图 18. OC3 (己滤波), 2²³-1 PRBS

6 结论

MAX3735A 差分驱动光接口通过提供激光器的 通、断有源切换,可获得高速、高性能的眼图, 本文论证了各种不同的方式,并给出了一个示例。

参考资料:

- 数据资料: "MAX3735/MAX3735A: 2.7Gbps、低功耗、SFP激光驱动器"-<u>Maxim Integrated Products</u>, 2003 年 5 月。
- 设计笔记: <u>"MAX3735A输出配置,第1</u> 部分: 直流耦合优化技术" -<u>HFDN-26.0</u>, Maxim Integrated Products, 2003年6月。
- 应用笔记: <u>"Interfacing Maxim Laser</u> <u>Drivers with Laser Diodes." - HFAN-02.0</u>, Maxim Integrated Products, 2000年5月。
- 应用笔记: <u>"NRZ Bandwidth LF Cutoff</u> and Baseline Wander" – HFAN-09.0.4, Maxim Integrated Products, 2002 年 9 月。



图 19. OC3 (己滤波), 2⁷-1 PRBS

- 5. 应用笔记: <u>"Choosing AC-Coupling</u> <u>Capacitors." – HFAN-01.1</u>, Maxim Integrated Products, 2000年9月。
- b. 数据资料: "MAX3863 2.7Gbps Laser Driver with Modulation Compensation," Page 9, - <u>Maxim Integrated Products</u>, 2002 年10月。
- 7. 数据资料: "Laser Diode NX7315UA" NEC, 2002 年 8 月。