

设计笔记:

HFDN-26.0

Rev. 3; 02/10

MAX3735A 激光驱动器输出配置, **第 1 部分: 直流耦合优化技术**

MAX3735A 输出配置,

第 1 部分: 直流耦合优化技术

1 概述

MAX3735A 为直流耦合 SFP 激光驱动器, 专为数据速率达 2.7Gbps (参考文献1)的应用设计。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。

本设计笔记(第 1 部分)将详细讨论直流耦合接口(直流耦合接口的基本说明查阅参考文献2)。MAX3735A 的输出用来驱动直流耦合、边缘发光、共阳极激光器, 也可以驱动交流耦合或差分驱动的边缘发光激光器。MAX3735A 经过适当配置还可以用来驱动共阳极 VCSEL。

其它输出配置将在关于耦合接口设计笔记的后续资料中详细说明。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 只是讨论这些接口的范例, 相关技术同样适用于其它激光驱动器, 如 MAX3737、MAX3735 和 MAX3656, 它们具有相似的输出结构。

2 直流耦合接口

随着高速激光驱动器输出结构的改进, MAX3735A (及其它上述提及的驱动器)能够在 +3.3V 电源下将激光器直流耦合到驱动器。在此之前, 由于输出引脚(参考文献2)上需要兼容电压, 该性能一直难以实现。MAX3735A 能够在瞬态输出电压高于 0.7V 时, 保持合理的高速性能。由于裕量要求(0.7V)非常低, 在 +3.3V 电压下采用直流耦合接口可以获得大约 60mA 的调制电流(假设负载为 15Ω)。所能达到的最大调制电流由下式计算:

$$I_{MOD}(Max) = \frac{V_{CC}(Min) - V_{LF}(Max) - 0.7}{R_{LOAD}}$$

其中, $V_{LF}(Max)$ 为激光器的最大正向压降, $V_{CC}(Min)$ 为电源电压最小值, R_{LOAD} 为激光器的阻抗及所有串联阻抗。

2.1 直流耦合的优势

1. **多速率兼容**—直流耦合输出能够适应较宽的调制频率范围。交流耦合激光器具有很低的截止频率, 由于产生基线漂移而影响工作性能(参考文献3)。
2. **更少的元件数量**—直流耦合输出仅需要两到四个外部元件连接激光器, 而交流耦合接口则需要连接 6 至 12 个外部元件。
3. **易于匹配**—因为所需元件数量减少, 在匹配激光器与驱动器时需要考虑的变量和寄生参数较少。
4. **低功耗**—直流耦合接口允许更低的偏置电流, 因为调制电流可用作平均功率输出。
5. **通用性**—较低的兼容电压为设计提供了灵活性, 允许一个器件用于多个激光器或多个输出配置。(例如, MAX3735A 能够交流耦合也能够直流耦合, 而普通的交流耦合激光驱动器只能采用交流耦合。)

2.2 直流耦合的不足

1. **调制电流范围**—采用 MAX3735A 直流耦合时，调制电流可达 60mA。需要较高的调制电流时应采用交流耦合。(注：交流耦合时 MAX3735A 可提供 85mA 的调制电流。)
2. **低负载阻抗**—直流耦合时，MAX3735A 用于驱动 15Ω 负载。有些激光器具有内置电阻，使负载增加到 25Ω 。对于这类激光器，调制电流小于 40mA 或使用交流耦合接口。

3 特殊考虑/布局技术

为了利用直流耦合激光器在高数据速率下达到较好的效果，需要谨慎考虑激光器封装、元件放置、返回路径和滤波等因素。完整的SFP模块布局见参考文献5，该布局利用了下面提到的技术。

3.1 激光器封装和引线长度

在高数据速率下调制激光二极管时，应尽可能减小调制通道的电感和电容。激光器以及外部元件的寄生电感和电容会降低边沿速率，导致抖动增大。由于直流耦合接口比交流耦合激光器具有更少的外部元件，该过程相应得到了简化。但是，在输出信号通道中还需慎重考虑所有元件的寄生电感和寄生电容。

激光驱动器与激光器之间采用较短的连线、引线(用于 TO 型封装)或改进激光器封装可以减小串联感抗。另外，对一些类型的激光器进行简单的外部修正，可以提高封装的带宽，减小感抗。例如，当激光器阳极连接到外壳时，可以在光电二极管的阴极上放置一个焊球，使其也连接到外壳上。(如图 1 所示，注意：修正激光器时应注意不要超出制造商的焊接限制。)

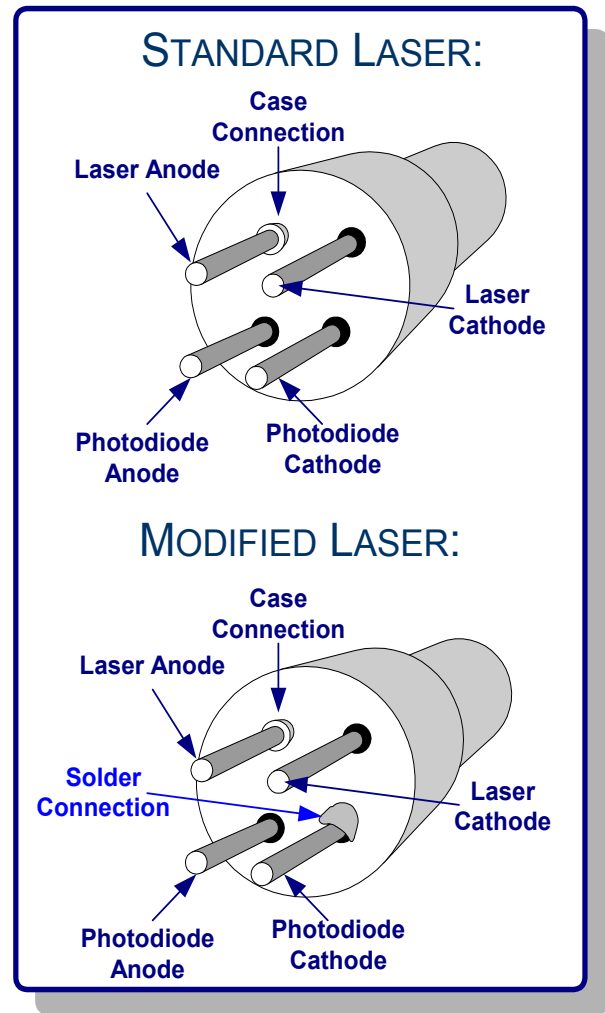


图 1. 激光器外壳修正

因为激光器阳极和光电二极管阴极需要在外部连接到相同电位，将两者连接到激光器外壳可以有效降低引线的电感效应。由图 2 和图 3 可见，修正后的外壳将滤波后的光信号的上升、下降沿分别改善了 14.9ps 和 17.2ps。(注意：直流耦合驱动器并不需要图 1 所示的激光器引脚输出，其它激光器引脚输出也能正常工作。)

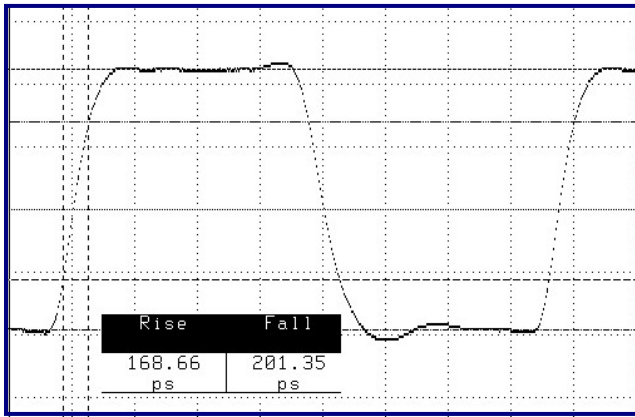


图2. 不带外壳修正的光信号上升、下降时间

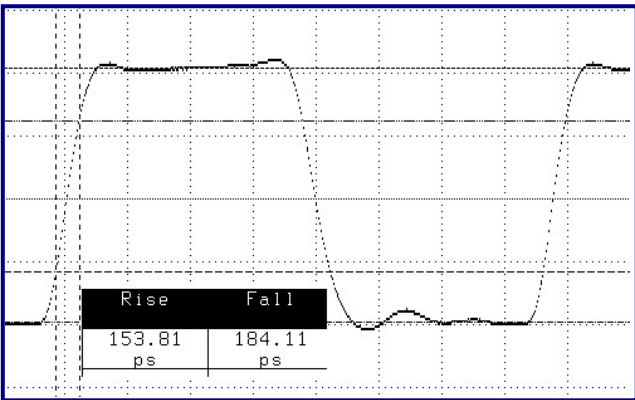


图3. 带外壳修正的光信号上升、下降时间

3.1.1 边沿安装激光器

在电路板设计中，通常是从板子的物理边沿引出地层和电源层。当把 TO 型激光器连接到板子边沿时，接地层应扩展到连接激光器(图 4)的电路板边沿。扩展接地层将减少引线的电感，改善高速性能。可能的话，高速接线(激光器阳极和阴极)应放置在电路板顶层，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。

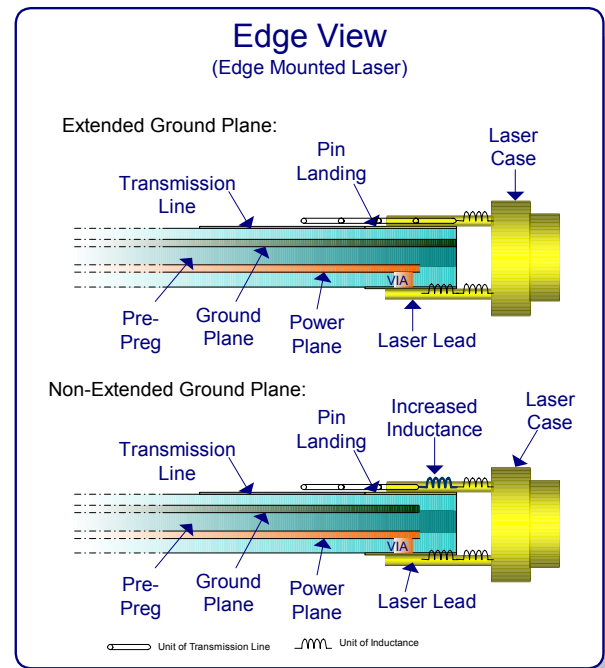


图4. 边沿安装激光器的边沿视图

3.2 原理图

输出网络的原理图如图 5 所示。图中突出了节点连接VLD (激光二极管的电压)。R1 和D1 端接到相同节点，以改善差分线对输出的匹配。有关这方面内容的详细说明，将在3.4部分论述。该原理图应根据激光器的属性做相应调整，可作为一个参考方案。

元件C4、R3、R2 和D1 构成OUT+端的交流负载。使用C4 和R3 的目的是通过降低激光器输出的峰值匹配输出，输出峰值是由激光器的引线电感产生的(参考文献2)。C4 和R3 应通过实验的方法确定，对于同轴TO型激光器，一般在 2pF至 8pF (C4)、50Ω至 75Ω (R3)范围。C1 由激光器的属性决定(参考文献4)。

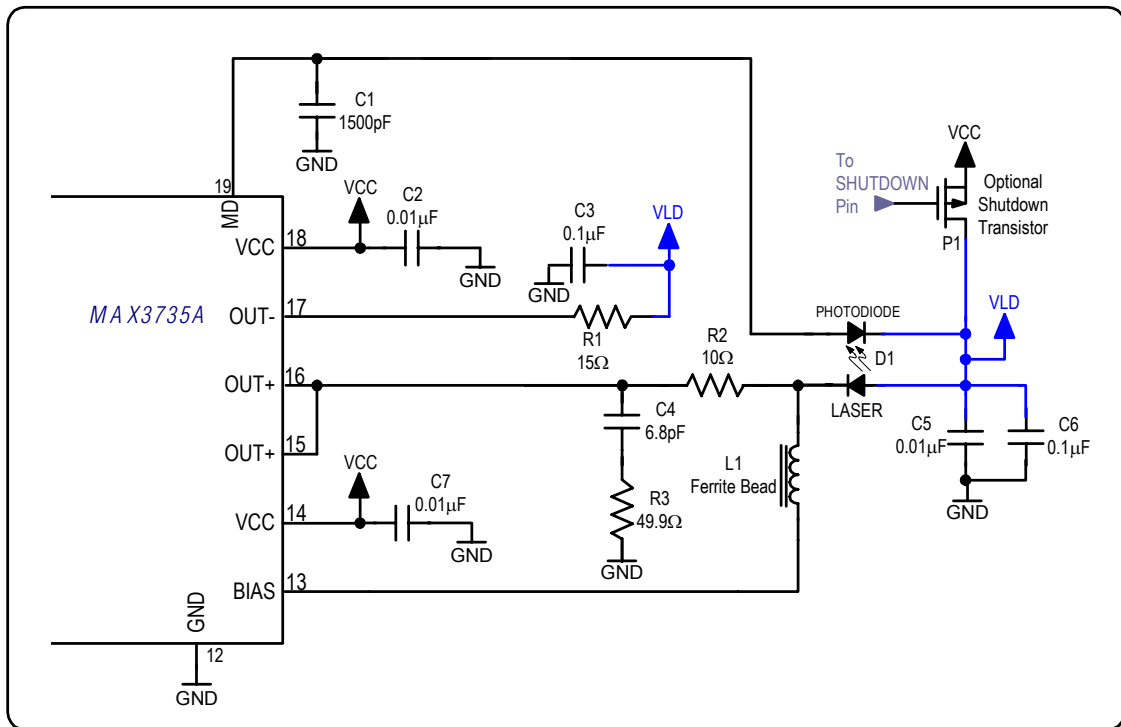


图 5. 输出结构原理图

3.3 元件布局

对于 MAX3735A，采用直流耦合输出结构时应把激光器放置在接近输出的位置上。设计匹配于 15Ω 负载的传输线非常困难。通过将激光器靠近驱动器安装，只要接线长度比预期的传输波长短，传输线的几何尺寸就可以不予考虑。采用 FR-4 材料，数据速率为 2.7Gbps 时，该长度应小于 6mm 或 7mm。若距离短于波长，可以减小引线宽度，从而降低输出端的寄生电容。

直流耦合接口所需的外部元件数量少，便于将激光器放置在靠近驱动器的位置。图 5 可作为参考设计，可行的元件布局方案如图 6 所示。（注意：该配置仅供参考，必要时应进行评估和修正。）

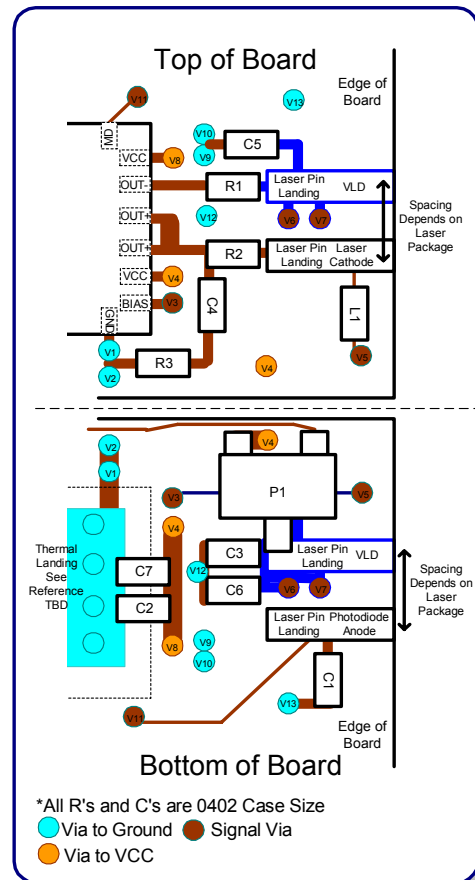


图 6. 可行的元件布局

3.4 返回路径和滤波

元件放置的关键在于正确评估返回路径、电流通路及滤波。需采用专用的接地和电源层。使用专用电路板层能够降低连接阻抗，为高速电流提供更好的返回路径。

为提高工作性能，高速通路的电流环路也应仔细考虑。如图 5 所示，R1 和 D1 端接到相同电位。使该两段连线的物理位置相互靠近有利于改善高速通路的电流路径。将 R1 和 D1 连接到同一点(图 6)，来自节点的电流将具有更多的直流成分，而只有少量的开关电流。这样，还有助于闭合电流路径回路并减少 EMI。

VCC 和高速端接点需经过良好的旁路处理。例如，VLD 节点应具有足够的旁路电容以降低由于高速电流切换而产生的电源纹波。旁路电容的返回路径应该是定向的(如果可能)，使地线连接靠近传输线和器件的接地点。

4 实例

根据上述建议，将MAX3735A与ExceLight制造的SLT2170-LN边缘发光激光器(参考文献6)进行直流耦合，可获得下述眼图。有关获得下述眼图所采用的线路布局和元件使用情况可参考文献5。

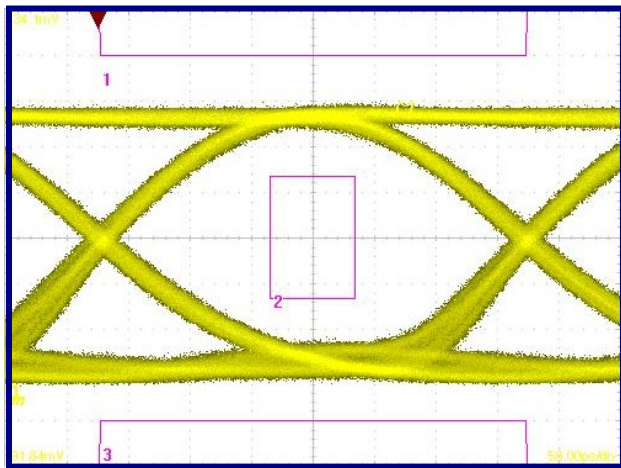


图 7. OC48 (已滤波), $E_R = 10\text{dB}$, $2^{23}\text{-}1\text{PRBS}$

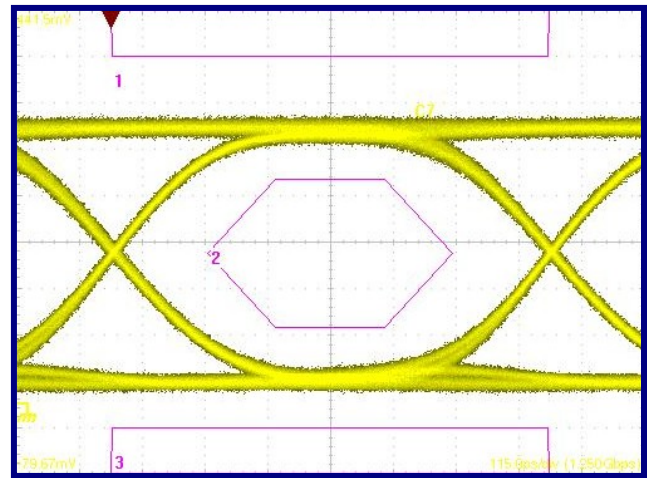


图 8. 1.25Gbps (已滤波), $E_R = 10.5\text{dB}$, $2^7\text{-}1\text{PRBS}$

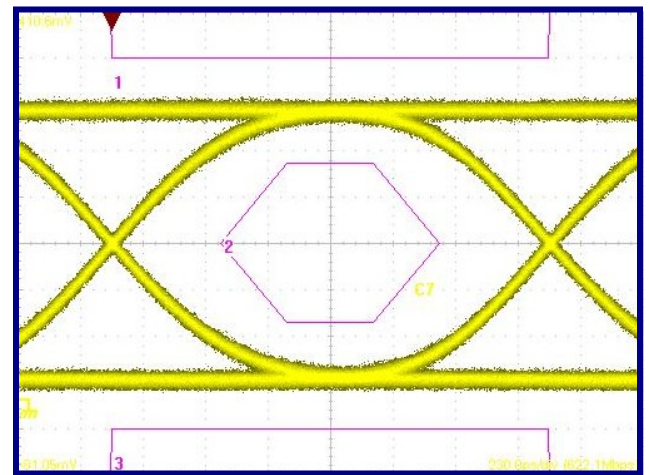


图 9. OC12 (已滤波), $E_R = 11.1\text{dB}$, $2^{23}\text{-}1\text{PRBS}$

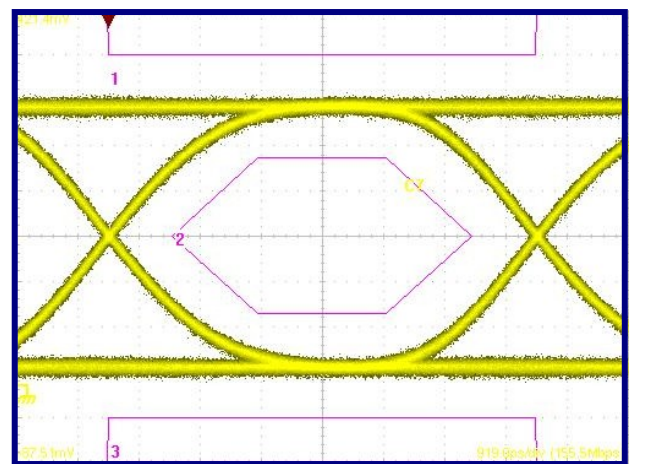


图 10. OC3 (已滤波), $E_R = 11.7\text{dB}$, $2^{23}\text{-}1\text{PRBS}$

5 结论

MAX3735A 直流耦合光纤接口所具备的优势使其成为包括多速率系统在内的大多数应用的理想选择。利用本文所讨论的方法，采用直流耦合接口可在多数据速率系统中获得很好的光特性。

6 参考资料:

1. 数据资料: “[MAX3735/MAX3735A: 2.7Gbps、低功耗、SFP激光驱动器](#)” – Maxim Integrated Products, 2003 年 5 月。
2. 应用笔记: “[Interfacing Maxim Laser Drivers with Laser Diodes](#)” – HFAN-02.0, Maxim Integrated Products, 2003 年 12 月。
3. 应用笔记: “[NRZ Bandwidth - LF Cutoff and Baseline Wander](#)” – HFAN-09.0.4, Maxim Integrated Products, 2002 年 9 月。
4. 设计笔记: “[Choosing the APC Loop Capacitors Used with MAX3735/MAX3735A SFP Module Designs](#)” – HFDN-23.0, Maxim Integrated Products, 2003 年 4 月。
5. 参考设计笔记: “[2.7Gbps, 1310nm Small Form Factor Pluggable \(SFP\) Transceiver](#)” – HFRD-04.0, Maxim Integrated Products, 2003 年夏季。
6. 数据资料: “1.3 μ m MQW-FP Laser Diode Module: SLT2170-xN Series” – ExceLight / Sumitomo Electric, 2001 年 2 月。