

NIR-MX800-LN 及 NIR-MXP800-LN 系列介绍

ixblue 公司的 NIR-MX800-LN 和 NIR-MXP800 是超宽带的振幅和相位电光调制器，能够传输波长从 780 到 960nm 的光学信号，带宽高达 40GHz。这系列调制器的芯片会被特别筛选，已保证 780,850 和 950nm 单模传输特性。这款调制器可以使用在许多应用中：

对于通讯和数据传输，短距离通讯(几百米，SR4)，它被集成到调制模块中，产生高达 56Gb/s 的数据；另外这系列调制器也常被用在科研，冷原子，原子钟等原子物理中，他们可提供高的载波抑制，产生高品质的 CS-DSB 信号(Carrier Suppression Dual Side band signal)。

ixblue 调制器是在近红外波段的最佳选择，波长覆盖可从 780-1080nm。我们这里将介绍制造 NIR-MX800-LN 和 NIR-MXP800-LN 调制器的加工工艺和各种性能指标

调制器外界因素的干扰

基于铌酸锂基底的调制器的性能取决于很多外部参数，例如光功率，温度和电加载过程。这些影响产生的结果分别称为光折变效应(Photo-refractive)，热释电效应(Pyroelectric)，热膨胀和应力效应等。那么我们该如何做，才能降低上述不希望出现的效应呢？

光波导结构的选择，铌酸锂调制器的基底切向：

对于铌酸锂调制器，通常可以采取两种切向的基底。**Z 切向**（电场施加方向），这种调制器通常表征为较低的插入损耗和半波电压 V_{π} ，它的电-光转化的有效性更高。然而，热释电效果很强，导致调制器漂移（调制器传输曲线不稳定），而且一些 Z 切向的调制器当测试环境变化时（例如温度）非常难以控制。**X 切向**（光波导相对电波导结构对称）提供略微低于 Z 切向的电光转换效率(稍高的 V_{π} 和插入损耗)。然而，X 切向的调制器稳定性更好，漂移被很大的限制，热释电效应非常弱。也就是说，X 切向允许得到比 Z 切向更稳定的性能。

绝大多数 ixblue 调制器是基于 X 切向，即使在产品参数手册上，我们的光学或电光参数看起来不如 Z 切向的好，但是可以保证调制器长时间的稳定工作，插入损耗稳定，减少传输曲线漂移。

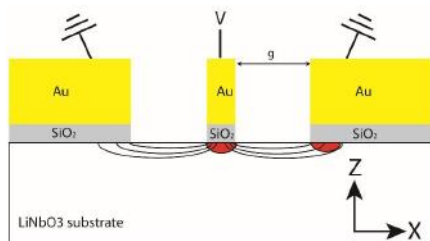


Figure 1a : Z 切向结构

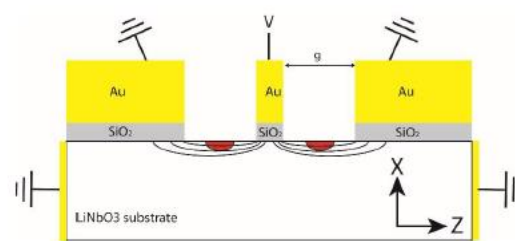


Figure 1b : X 切向结构

光波导加工工艺的选择，光折变效应：

很多的研究已经证明了光折变的影响，其中制造工艺是影响光折变效应的最大因素，两种技术目前被应用：钛扩散(Ti in-Diffusion)和退火质子交换(Annealed Proton Exchange)，这两种工艺是为了在铌酸锂基底上增加波导的折射率。

钛扩散技术最被广泛使用，主要是光通讯领域（O,C,L 波段）。事实上，这是一种比较容易实现的加工技术，它在加工过程中可以容易实现较低的光损耗。然而，这种工艺对于短波长（小于 1310nm）展现出更多光折变的影响。光波导的折射率随激光功率变化，表征为调制器传输曲线的漂移，消光比的变差和损耗的增加。同时，光折变效应随时间变化，这导致标称的参数不再稳定。

退火质子交换工艺相比钛扩散更难以实现。然后，这是为了实现调制器在近红外波段工作的最佳技术。如下图，退火质子交换工艺的激光阈值要远远高于钛扩散工艺制造出的调制器。当入射激光功率较高时，光折变效应出现时，波导的折射率随时间变化，这将导致调制器不稳定，消光比的变差和光学损耗的增加。



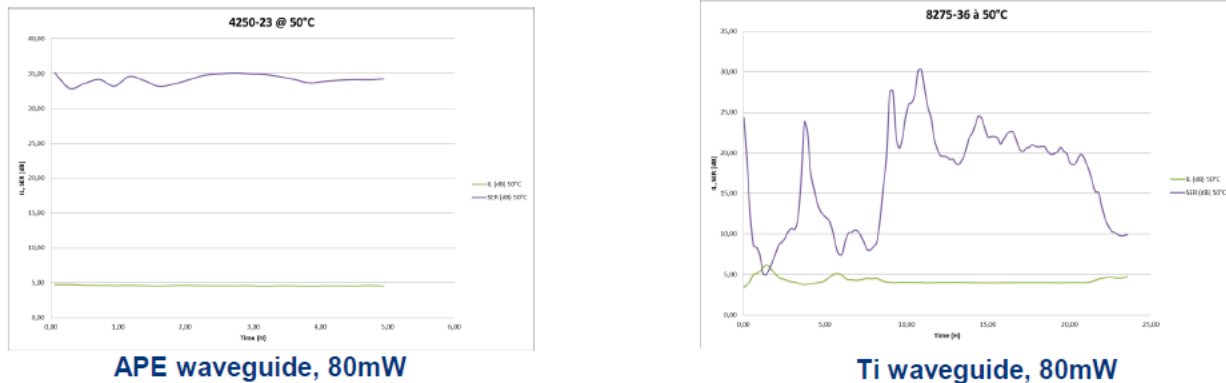


Figure 2 : 插入损耗和消光比的对比，使用两个结构相同的调制器，但是不同的制造工艺。钛扩散调制器参数随时间抖动。左：退火质子交换。右：钛扩散

再一次声明，即使在某些厂商的参数手册上，钛扩散工艺制造出的调制器在近红外波段优于退火质子交换工艺，但是钛扩散工艺的光折变效应会在低激光功率时更早的介入，器件的性能将不再受控。所有 ixblue 近红外波段的调制器使用退火质子交换工艺，减小光折变的影响，提供更稳定的性能。

参考：“Comparison of guided-wave modulators fabricated on LiNbO₃ via Ti and APE”, R. A. Becker, Applied Phys. Lett. Vol.43, N°2, 1983.”

所有 ixblue 近红外调制器都是基于退火质子交换工艺，可以保证调制器长时间的稳定工作。

铌酸锂基底的选择，光折变效应

通过掺杂不同材料的铌酸锂基底，光折变效应还可以进一步减小，例如掺杂氧化镁的铌酸锂基底(MgO-LiNbO₃)，掺杂的介质允许在自由载流子的复合过程中限制一些不利因素。退火质子交换工艺，加上 MgO-LiNbO₃ 能够提高调制器的激光阈值，降低光折变的影响，这对短波长和高入射功率时尤其重要。

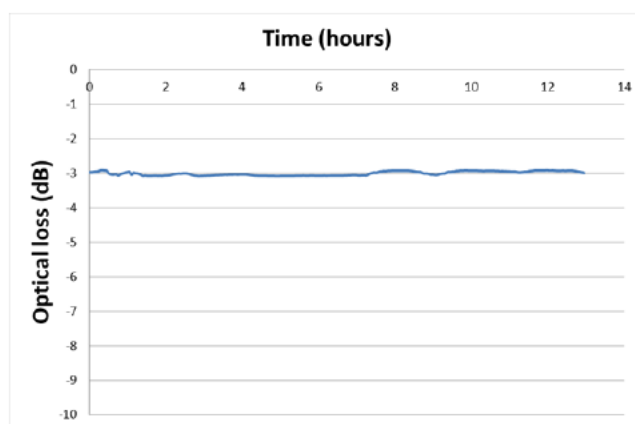


Figure 3 : 使用退火质子交换工艺的 NIR-MX800-LN 调制器插入损耗随时间的稳定性变化

电光效应，带宽：

ixblue 是光通讯行业超宽带调制器的主要供应商之一，波长通常在 O,C 和 L 波段。通过高频电极的特别设计，ixblue 开发了在近红外波段(780 nm, 850 nm, 930 nm)高达 40GHz 的超宽带调制器，这种调制器可用来产生上升沿为皮秒数量级的超短脉冲。另一方面，这种调制器的阻抗接近 50 欧姆，降低电子信号的回损，提高电光转换的有效性。



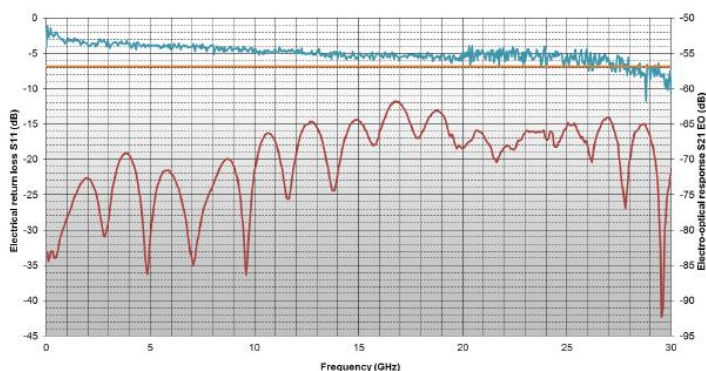


Figure 4a : NIR-MX800-LN-20 的 S 参数

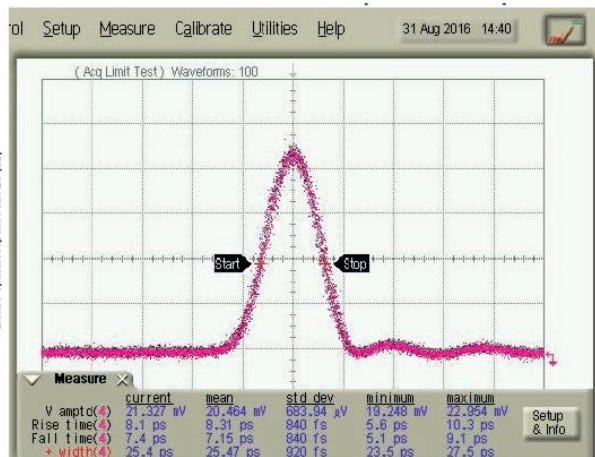


Figure 4b : NIR-MX800-LN-20 产生的光学脉冲

消光比:

使用退火质子交换技术制造的光波导在近红外波段还有其他的好处:

- 如前面所说, 降低光折变影响
- 能够实现偏振片功能, 滤掉杂散偏振态, 提高消光比

iXblue 生产最优的芯片, 提供消光比大于 30dB 的调制器

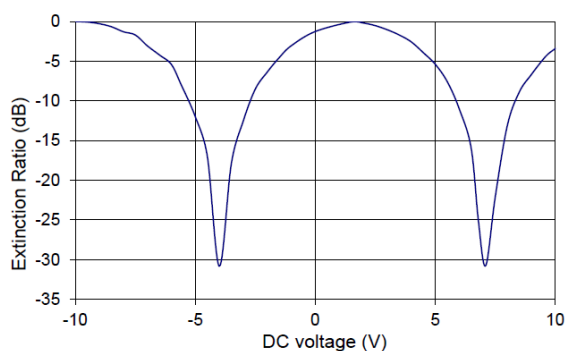


Figure 5a : 传输函数的实测结果, 消光比>30 dB

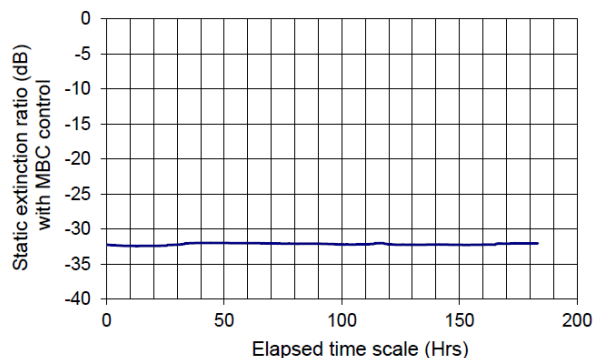


Figure 5b : NIR-MX800 和偏压控制一起使用, 消光比随时间的变化

相关产品: 调制器偏压控制和驱动

除了调制器, iXblue 还提供高频信号放大器 (调制器驱动) 和控制系统 (*Modulator Bias controller*, 调制器偏压控制-MBC). 这个产品对于客户的应用做最大的优化: 优化消光比的稳定性, 超短上升沿的脉冲



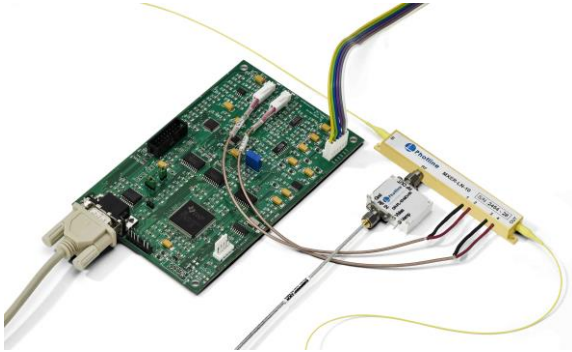


Figure 6a : 常规调制器-驱动-偏压控制的系统搭建,
MBC 工业级



Figure 6b : 常规调制器-驱动-偏压控制的系统搭建,
MBC 科研级

Dr Shuo ZHANG

Sales Manager China

ixBlue-Photonics

ixblue

3, rue Sophie Germain, TEMIS

F-25000 Besançon, France

<http://www.photonics.ixblue.com/>

M. +86 17702287025

shuo.zhang@ixblue.com

