

# 基于平面光波导的光子集成技术

作者: Matt Pearson, Enablence Technologies Inc.

为了降低光器件成本才发展起来的平面光波导回路 (PLC) 技术目前已经逐渐应用在其他领域, 其中包括先进的 40G/100G 应用。

平面光波导技术 (PLC) 最近几年内的发展, 主要着眼于追求小体积和低成本的光纤到户 (FTTH) 应用。PLC 将很多光学器件集成在同一个光学芯片中, 采用和电子集成回路兼容的生产流程, 非常适用于 FTTH 市场。

PLC 目前仍在 FTTH 市场上扮演重要角色, 它还在一些场合提供了微光学集成器件所无法实现的功能。例如, 先进的 40G/100G 网络受到越来越多的关注, 这给 PLC 的应用提供了新的机会。和 FTTH 应用完全不同, PLC 不再

的编码, 光学解调器在接收端对这些信号解码。

精准的相位延迟和其它敏感的光学效应被用在 40G/100G 链路的两端。有一些效应在光纤光学器件中非常难控制。甚至在一些简单的操作中, 例如熔接和连接器连接光纤, 这样的系统中都会比较复杂。

例如 PM-QPSK 接收机的 90 度光学混合解调器包括八组分立的光纤, 分别耦合到它们对应的探测器。为了在这种接收机中控制相位, 必须保证在熔接和机械连接后,

图1



PLC 基的器件能自动组装, 实现低成本、高成品率

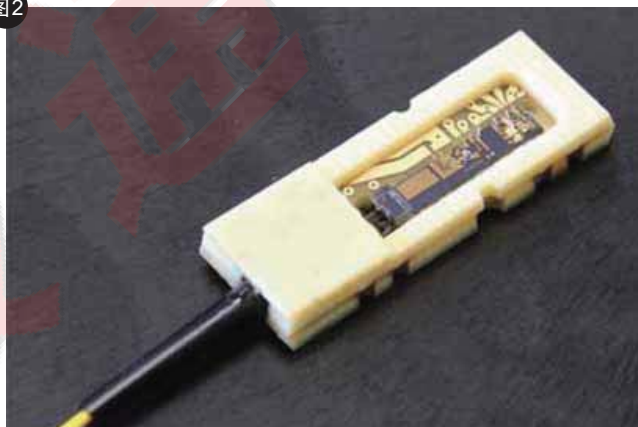
是单纯为了追求低成本和高生产可行性, 40G/100G 的新应用要求 PLC 提供传统光学所不能实现的功能。

## 实现目标的方法

有两种典型的支持 100G 链路的方法: DWDM, 或先进的调制格式, 如差分正交相移键控 (DQPSK) 和偏振复用正交相移键控 (PM-QPSK)。这些先进的调制格式拓宽了网络设计的思路, 也对系统设计和光学元器件生产提出了挑战。

DQPSK 及其类似技术提供了通过 10G 光纤传输系统传输 40G 甚至更高 100G 光信号的方案。为了实现该性能, DQPSK、QPSK 及类似格式应用相位调制来实现高比特率

图2



应用 PLC 推动了晶圆级集成和混合集成, 实现了小体积和高效封装。

合波器中每一组光纤的长度相同, 精度容差为毫米量级。这就意味着如果八组中的七组光纤都熔接正常, 只有一组损坏了, 都需要重新切割, 其它七组光纤也需要重新切割, 以匹配最短的那根长度。这导致在大批量生产过程中, 组装过程非常复杂, 对成品率甚至一致性也有重大负面影响。

由于芯片在光刻过程中, 平面光波导的长度受到精确控制, PLC 在这种应用中具有很大优势。在 PLC 中, 光学物理路径长度可以在纳米尺度内得到精确控制。

由于光刻技术控制了相位延迟, PLC 还提供了芯片内集成热光相位延迟的功能。可以根据需要主动进行相位控制, 而且能实时监控。这已经被证实为实现 40G/100G 器件的一种有效方案。

## PLC 和集成

PLC 上除了相移器件和其它光学功能模块之外，将有源器件集成在 PLC 上还有其它重要原因。这些有源器件包括激光器和探测器，还包括跨阻放大器和其它电子回路。大多数情况下，这些器件通过混合集成技术集成在 PLC 上，使得 PLC 设计者能应用最好的有源器件，而无需担心单芯片集成的性能折衷。这个策略同样简化了 PLC 处理过程，而且应用多个供应商的产品，在竞争中还能降低风险和成本。

在低成本、大容量的 FTTH 市场上，已有很多 PLC 技术平台被提出，而且目前还在不断发展。因为有源器件的准直更为复杂，而且组装过程中需要花费更多的时间和成本。目前最成功的 PLC 平台使用无源混合集成方法，在大容量集成时，无需给激光器和探测器供电和实施动态监控。

在 PLC 平台上无源集成子器件在过去的五到十年内取得了巨大的进步。曾经一度，人们认为不可能在 PLC 上实现可靠的、大批量的光探测器绑定工艺。然而最近 PLC 芯片工艺技术的发展，自动准直系统和元器件设计工艺的进步和发展，都使得光元器件生产技术发生革命性进步。除了探测器外，目前还有可能以每月万件的生产能力，实现准直和绑定高性能激光器，其工艺精度要求是探测器准直精度的 10 倍。

在 PLC 平台上无源集成半导体激光器的能力是芯片工艺和光学设计进步的结果。在过去，只有定制的激光器才可能和大多数 PLC 混合集成。有限的供应商数目影响了这种激光器的成本。最近的创新表明，任何标准的半导体激光器都可能通过无源准直完成在 PLC 平台上的集成。这种技术应用多芯波导平台，安装在 PLC 顶端的激光器发出的光被特殊的波导收集，耦合到埋在芯片表面下的典型波导结构中。

在 PLC 结构中减少背向反射光是发展过程中的主要关注点，目前基本上所有类型的激光器都可以集成到 PLC 中，包括那些对背向反射十分敏感的激光器。分布反馈激光器 (DFB) 甚至新型的外调制激光器 (EML) 都可以实现大批量的绑定。这个进步成为 40G/100G 网络中长距传输光学器件的一大优势。

大多数用在光通信中的半导体激光器依靠热调谐实现激光器控制在相应的 ITU 波长内。体光学方案中，这种调谐通过激光器单独封装的热电加热器、冷却器来保持合

适的温度。

在 PLC 中，我们常常希望在小的封装中实现更多的功能，单个 PLC 芯片包括 4、8、12 甚至更多的激光器很常见。每个激光器还需要通过热电效应进行单独波长调谐，在单个 PLC 基底上实现单个大加热器 / 冷却器很困难。生产热光相移器件的工艺可以被用来在 PLC 的表面实现小型化的加热器。

这些小型化、局域化的热器件可以在每一个激光器下应用，独立控制，实现每个激光器都能限制在 ITU 波长内。这也是 PLC 不仅仅是光学器件的应用，而且是热学、机械学和电子学等技术元素集合的实例。

在链路的另一侧，高速探测器也能直接被绑定在 PLC 表面上，实现对高带宽 40G/100G 信号的理想探测功能。也可以根据需要采用波导基光探测器，标准面接收探测器则是更简化、更低成本，甚至在一些情况下高性能的解决方案。为了将光从 PLC 波导耦合进面安装光接收探测器，需要将光从水平到垂直反射 90 度。这可以通过 PLC 芯片的镜面工艺，在芯片生产过程中实现。

和电子器件类似，PLC 可以被设计成阻抗匹配的电子回路，和 TIA 和馈线一起用在探测器接口。这种做法提供了最优高带宽电子性能，当然是高速运转的 40G/100G 器件的重要选择。

PLC 曾经一度被认为仅仅是一种降低光学器件成本的生产工艺。而事实上，PLC 目前能提供体光学器件所无法实现的性能，除了简单摆放光学器件外，还集合了热学、机械、电子等方面的创新。

随着 40G/100G 网络需求不断增长，对光学器件的功能需求也不断增长。PLC 开拓了将多种功能集成到单个 PLC 平台的高效集成之路。LWC

## 光信息与通信技术主题馆 将亮相 2011 年慕尼黑上海激光、光电展

2011 年 3 月 15 至 17 日，德国慕尼黑国际博览集团将携手亚洲规模最大、最具影响力的信息通信展“中国国际信息通信展览会”的主办单位中国邮电器材集团公司，于 2011 年慕尼黑上海激光、光电展览会期间联手打造光信息与通信技术主题馆，为全行业再次提供一个展示、交流与贸易的国际化平台。详情请查看：[www.oict.com.cn](http://www.oict.com.cn)