

第一章

绪论

1.1. 课题来源及意义

1.1.1. 课题来源

课题“阵列波导器件耦合封装机理及其关键技术研究”，来源于国家自然科学基金重点项目“阵列波导器件封装制造的基本原理与关键技术（50735007）”、国家高新技术研究发展计划（863 计划）项目“阵列波导器件封装技术与设备的研究开发（2007AA04Z344）”和国家自然科学基金项目“集成光子器件封装固结特性与调控机制（51075402）”。

课题以阵列波导器件封装制造为结合点，分析阵列波导芯片光通道和光纤间耦合误差成因和参数影响的数值映射关系与规律，研究提高耦合效率的技术途径，提出高效寻优对准耦合算法与高精度对准平台技术；提出胶液固化技术的微位移调控方法与技术；探索光波传输界面与制造界面的融合机制，获得阵列波导器件功能——机械强度——制造工艺——制造能量与运动状态的相关规律，形成阵列波导器件封装技术、工艺与装备的解

决方案。

1.1.2. 课题研究背景与意义

自 20 世纪 80 年代以来，光纤通信技术以其频带宽、信息容量大、传输损耗低、抗电磁干扰等显著优点给通信行业带来了革命性的大发展。随着全球经济一体化进程的加速，全社会对音频、视频、数据、多媒体及电子商务等业务的需求急剧膨胀，建设具有大容量、高柔性、高可靠性的全光通信网络（All Optical Network, AON）已成为顺应这一潮流的必然趋势。据分析，21 世纪光纤技术的发展将遵从新的“摩尔定律”，即光纤通信的传输带宽平均每 9 ~ 12 个月增加一倍，用户数每 3 ~ 6 个月翻一番[1]。要实现大容量数据的高速传输与交换，这对以密集型波分复用（Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM）为基础的 AON 所需的器件提出了很高的要求。光纤通信器件的发展也将发生很大的变化，将从原来的分立元器件向阵列器件发展，从体块型器件向波导型器件发展，从离散器件向集成化发展等[2,3]。

目前，阵列波导器件（Arrayed Waveguide Device, AWD）已初具规模，并在光纤通信、光信息处理及光纤传感等方面显示出电子无法比拟的优越性。基于阵列波导器件，光纤通信系统的单通道传输速率从最开始的 45Mbps 提升到目前的 40Gbps，而且还在继续提升，目前在实验室已取得单通道 10Tbps 超高速大容量传输的最高记录[4]。作为 AON 的重要组成部分，光纤入户（Fiber to the home, FTTH）的建设使得阵列波导器件的需求

急剧增加[5,6]。据 ElectroniCast 公司统计与分析, 2005 年全球阵列波导器件销售额仅为 0.476 亿美元, 而到 2009 年其全球销售额达到 3.12 亿美元, 平均年增长率超过 60%; 预计到 2014 年将达到 5.35 亿美元, 平均年增长率 11.4%, 市场前景巨大[7]。我国 FTTH 的发展较晚, 主要受限于产业链的不成熟, 随着国家信息产业相关政策的出台以及产业链的日趋完善, 我国将成为全球 FTTH 用户的主要增长点, 对阵列波导器件的需求也将逐年增加。中国电信明确指出 2011 年 FTTH 建设规模达到 3000 万线, 2012 年达到 5000 万线, 对阵列波导器件的需求呈爆炸式的发展态势。

阵列波导芯片制造与器件封装是阵列波导器件制造的两个关键技术。阵列波导芯片主要有二氧化硅、硅、磷化铟、聚合物等材料体系, 其制造主要采用波导集成回路 (Photonic Integrated Circuits, PIC) 制造工艺, 目前已日趋成熟, 国外有多家公司可提供商品化的阵列波导芯片, 如日本的 NEL、美国的 Neophotonics、韩国的 FI-RA 等。国内目前也有一些单位进行了相关的研究, 但多数还停留在实验室阶段, 如中科院半导体研究所、浙江大学等。阵列波导器件的封装就是把波导芯片与相关功能的组件和电路经过组装和电互联集成在一个特制的管壳内, 通过管壳内部的光学系统与外部的光纤实现互联。阵列波导器件的成本主要在于封装过程, 封装成本占其总成本的 70% ~ 90%, 封装时间占总生产时间的 50% 以上[8-10]。

目前阵列波导器件产业仍处于较落后的状态, 80% 以劳动密集型的手工组装方式进行生产。手工组装方式的基本过程是: 首先将输入阵列光纤 (单模光纤) (Fiber Array, FA) 与激光光源连接, 将输出阵列光纤的首末