

信息高速公路与光子技术

Information Superhighway and Photonics Technology

张光寅

(南开大学物理系 天津 300071)

王玉堂 付便翔 李 明

(国家自然科学基金委员会 北京 100083)

正在全球范围内兴起的“信息高速公路”建设是一划时代的重大事件。它是微电子技术以光通信为代表的光子技术相结合的产物。今后信息高速公路的建设与发展无疑仍要依赖于微电子技术以光子技术的协同与发展。本文将从光通信、光交换、光存储、光显示、光传感、光记录等方面阐述光子技术对建设信息高速公路的作用,并介绍其中有待解决的一些重大研究课题和工业化的前景。

一、光通信技术的发展与作用

自 1978 年光通信技术首次投入使用至 1992 年的 15 年中,由于低损耗单模石英光纤、高效半导体激光器、掺铒光纤放大器与光孤子传输等光子技术的突破性进展,很快地将光缆干线信息传输的能力(中继站间的距离 $\times$ 信息传输速率)提高了几十万倍,并以同样的倍数超过了微波干线的信息传输能力。这使高速率大容量双向信息传输成为现实。当前,人们正在加紧进行波分复用光通信技术和光孤子通信实用化的应用研究。预计在 2000 年前后均可投入正式使用。届时将使远距离光通信的信息传输能力又提高十几倍。除此以外,美国和日本等国又在抓紧进行光通信局域网络、高数据速率传输和光通信进入家庭的应用研究。为此,人们正在大力开发低价格的适合短距离信息传输的多模石英光纤和塑料光纤及光纤插头等技术产品,拓宽光通信的技术市场,以适应信息高速公路基本建成后将光通信的网点大规模地进入千家万户的需求。人们预计至 2010 年时,光通信技术将发展为高度智能化、光子化的全球性的通信网络。

二、光子交换技术的发展与作用

信息高速公路的终端需要有相适应的交换台。

在信息传输速率超过 1 吉比特/秒的情况下,已有的电子开关均不适宜作信息交换用。只有使用集成光波导光调制器作光开关才能满足这一发展的需要。目前利用 LiNbO_3 晶体的集成光波导的调制/开关研究已成熟,并开始了小批量商品的供应。它的实验室性能指标已达 75 吉比特/秒,完全适应信息高速公路高速运行的要求。其它的 GaAs 波导与高分子薄膜波导光调制/开关的研究也在加紧进行。它们的研制成功将使开关更易集成或更加廉价。

从较长远考虑,利用光孤子牵引效应的全光开关有可能达到更快的开关速率(fs 水平)。它的应用基础研究也受到了重视。

三、光存储技术的发展与作用

发展多媒体技术、信息数据库服务系统,以及超级计算机,都要求发展相适应的大规模数据存储器,其存储能力至少提高上千倍;存储器的传送速率至少提高 1~2 个量级。而目前基于一维、二维介质的磁带、磁盘与光盘等存储系统将不能满足发展的要求。当前,人们正从两个方面开展应用研究。一是从提高现有的磁盘与光盘技术的水平出发,提高单位面积上的存储密度。在这方面,光盘的存储密度的提高有更大的潜力。利用兰、绿激光代替近红外激光作读写光源,可使光盘的存储密度提高 4 倍。这就推动了高效紧凑兰绿固体激光器的应用研究。最近报导,美国的 IBM 公司采用多层(多至 6 层)叠合的光盘,已研究成功。这样又可使光盘的存储密度提高 6 倍。美国的 Bell 实验室的光子学开发研究公司则发展了一种多通道读出光头(利用垂直腔表面发射二极管激光器阵列),可使光盘的数据传送速率提高 1 个多量级,因而可使这种光盘技术更好地适合多媒体技术的要求。这种多通道读出光头国际市场已有商品出售。

从稍长远考虑,人们正抓紧三维全息光存储技术的应用基础研究。在三维介质内存储信息容易使存储量提高千倍。利用全息方法存取,符合信息快速并行存取的要求,原则上也可使数据传送速率提高千倍。当前,人们主要利用 $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ 光折变晶体作全息存储介质。运用角多功、波长多功、空间多功等方法,在1平方厘米的晶体内存入20万页的数据信息。利用光响应有机材料作全息存储介质也在探索研究中。这方面的基础研究已趋成熟,美国光电子工业协会在1993年制定的《光电子技术发展指要》中预测,至2003年这种三维全息光存储器的产品将进入市场。它将适应下世纪初对大型数据库与TV服务系统的建设需求。

四、光显示技术的发展与作用

通过信息高速公路将信息传送至终端用户,信息主要以图像或文字的形式(有时还要配以声音)显示出来。这种图文形式是以可见波段的光子来表现的。在电视机与计算机的屏幕上人们早已习惯了阴极射线管荧光屏的显示。荧光屏实际上是一类典型的光子器件,组成荧光屏的发光材料是典型的光子材料。只是人们已习惯于错误地将它归为电子器件与材料。随着信息高速公路与计算机的发展,已对光显示器提出更高的要求。除了要求进一步提高显示器的分辨率、亮度与色度丰满外,还要求体积小、重量轻和价格便宜,以使显示器能够更广泛地进入千家万户。人们已将今后发展的注意力集中于平板显示器(TFT液晶显示屏、场致发光屏等)。下一代个人计算机显然是手提式的可在膝上使用的小提箱形式,平板显示器是唯一的选择,并将有大量的需求。最近电注入有机发光二极管研究有了新的突破,进一步的研究可望增加一类新的平板显示器。

从稍长远考虑,人们已着手三维显示技术的研究,多种方案已在探索中。这方面的发展将会大大地扩大显示器的功能,并能更真实地表现核磁共振探测的人脑图、人工地震波探测的地质图等的三维实在。

五、光传感技术的发展与作用

传感器是获取信息的必要器件。光传感器与电磁传感器相比,具有抗电磁干扰和无损检测等优点,特别是它可用于温度、压力等信息的大范围分布检测,与物质结构和成分的二维检测和超显微层析等。随着信息高速公路的逐步建成,利用它可以进行长距离的现场(生产车间、实验室、试验场等)实况的即时双向传送与遥控。各种光传感技术是获

取现场实况信息的必要手段。届时,人们可以跨洋、跨国进行科学实验,使用超级计算机;可以连通家庭与世界各地的医疗诊所,实现疾病的及时诊断与疑难病症的会诊。

利用CCD阵列探测器的CCD摄像技术有着十分重要的作用。CCD摄像技术符合信息的快速并行存取的要求。各种信息处理机的信息输入与输出今后将逐步地更多地采用以二维图像直接送入与取出的方法来实现。目前,CCD摄像技术有了快速的发展,分辨率有了显著的提高,1000×1000的分辨率已为平常;系统的体积已大大地缩小;重量已大大地减轻;价格迅速地下降。CCD摄像机已成为西方发达国家家庭必备的消费用品,在科学与技术系统上的使用更为广泛。随着紫外与红外波段CCD摄像机的发展,它将在军事上与医学上大显身手。

发展与信息高速公路联网的家庭用光传感技术也是十分必要的。家庭用传感器包括安全警报器、环境监测器和人身健康情况监视器等,今后将有大的发展与市场。它们必须使用简易、价格低廉。

六、光记录技术的发展与作用

通过信息高速公路传送来的大量信息,相当一部分必须记录保存,利用照相、传真记录、打印与复印等手段制成各种文件资料。这些手段要向广大用户与家庭普及。现已证明,用光笔来记录与打印可以达到快速清晰和彩色逼真的效果。当前急需发展高效紧凑、价格低廉的红、绿、兰三色激光源(特别是兰色激光源目前仍是一个薄弱环节)、光敏介质(特种纸张与塑料薄膜)、彩色油墨及各种小型记录设备。

可以预期,不久的将来,通过信息高速公路按用户的要求传送新闻消息、资料、文件、商业信息等将成为现实,家庭办公将逐步推广,光记录设备与材料进入用户家庭将是大量的。这方面的需求将导致出现一个很大的光子产业领域。

七、贵在预见,加强预测,把握时机

总之,光子技术与微电子技术是信息高速公路建设的两大支柱技术。信息高速公路的建设对光子技术的发展提出了许多新要求,光子技术的发展也必将推动信息高速公路建设的发展,并提高它的服务功能。我们要敏感地认识这一新领域发展的趋势,加强预测,有计划地安排必要的光子技术的应用研究项目,在此基础上逐步发展必要的光子工业,促进我国信息高速公路建设计划的早日实现,培育潜在的巨大的光子技术市场。

(责任编辑 蔡德诚)