

重要的无源器件光纤光栅

岳丛建

光纤光栅在调Q、锁模、单频、多波长等各种光纤激光器中有重要的应用价值。光栅的物理原理是光纤的光敏性,即光致折变效应。利用光纤在紫外光照射下产生的光致折变效应,在纤芯上形成周期性的折射率调制分布,从而对入射光波中相位匹配的频率产生相干反射,可以在典型的0.1到几十纳米的带宽($\Delta\lambda$)内产生反射,反射率可以达到100%。光纤光栅的这一重要的波长选择特性使之成为光纤器件中一种最重要的无源器件,受到普遍关注。光纤光栅由最简单和最基本的均匀周期光纤布拉格光栅,发展到多种不同结构、不同特点的光纤光栅。

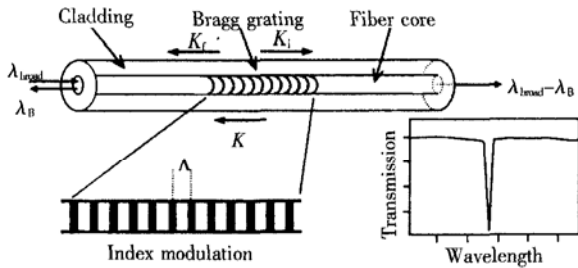


图1 均匀周期光纤布拉格光栅结构及光谱特性示意图

均匀周期光纤布拉格光栅

均匀周期光纤布拉格光栅一般简称为光纤布拉格光栅,是最早发展的光纤光栅,而且应用最广泛。其纤芯中折射率呈固定的周期性调制分布,当光经过时对满足布拉格相位匹配条件的光产生很强的反射,对不满足布拉格条件的光由于各个光栅面反射的光相位不匹配只有很微弱部分被反射回来,例如一个光栅长度为1mm、折射率调制深度达 10^{-3} 的中心波长在 $1.5\mu\text{m}$ 附近的光栅,对不满足布拉格条件的光的反射只有约0.05%。光纤布拉格光栅的结构与光

谱特性如图1所示。

啁啾光纤光栅

啁啾光纤光栅是光纤通信领域最感兴趣的有应用需要的光纤光栅类型之一,这种光栅的周期不是常数而是沿轴向呈线性变化的(如图2所示),因此能够产生宽带反射,带宽最大可超过100nm,远远大于均匀周期光栅的带宽。线性啁啾光纤光栅能产生大而稳定的色散,可用于光纤WDM通信系统的色散补偿,亦可用于宽带反射滤波器、温度不敏感光纤光栅传感及光学傅立叶变换等。

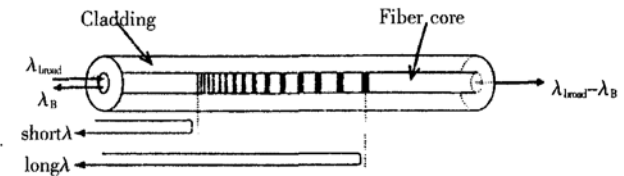


图2 啁啾光纤光栅结构及光谱特性示意图

闪耀光纤布拉格光栅

在光栅制作过程中,当紫外侧写光束与光纤轴不严格垂直、而有一个小角度时,形成所谓闪耀光栅。闪耀布拉格光栅的波矢方向不是与光纤轴线方向相一致的,而是与其成一固定的角度。它不但引起反向导波模耦合,而且还将基阶模耦合至包层模中损耗掉。利用闪耀光栅的包层模耦合形成的宽带损耗特性,可将其用于铒光纤放大器的增益平坦。当光栅法线与光纤轴向倾角较小时,还可以将闪耀光栅用作空间模式耦合器,它可以将一种导波模耦合至另一种导波模中。

相移光纤光栅

所谓相移光栅是在均匀周期光纤光栅的某些点

还能抵抗各种人为地蓄意攻击。但总的来说,信息隐藏技术尚未发展到完善得可实用的阶段,仍有不少技术性问题需要解决。同时,水印验证体系的建立、法律的保护等也是信息隐藏技术在迈向实用化过程中不可缺少的应用因素。另外,信息隐藏技术发展到现在,还没有找到自己的理论依据,没有形成理论体系。目前,随着技术的不断提高,对理论指导的期待已经越来越迫切,特别是在一些关键问题难以解决

的时候,这个矛盾更加突出。而目前使用密码加密仍是网络上主要的信息安全传输手段,信息隐藏技术在理论研究、技术成熟度和实用性方面都无法与之相比,但它潜在的价值是无法估量的,特别是在迫切需要解决的版权保护等方面,可以说是根本无法被代替的,相信其必将在未来的信息安全体系及相关领域中发挥重要作用。

(甘肃天水师范学院数理与信息科学学院 741000)

关于现代建筑中钢结构应用前景的分析报告

苗 鹏

当前,我国建筑业发展的总目标是,高建筑业的整体素质、生产工业与技术装备水平,达到在国际建筑市场中具有较强的竞争能力,并充分发挥建筑业在带动国民经济增长和结构调整中的先导产业作用,到2010年使建筑业成为名副其实的国民经济支柱产业。

建筑业要带动相关产业发展,加快发展钢结构工程是一个很重要的方面。钢结构体系具有自重轻、安装容易、施工周期短、抗震性能好、投资回收快、环境污染少等综合优势,与钢筋混凝土结构相比,更具有在“高、大、轻”三个方面发展的独特优势。最近在我国建筑工程领域中已经出现了产品结构调整,长期以来混凝土和砌体结构一统天下的局面正在发生变化,钢结构以其自身的优越性引起业内关注,已经在工程中得到合理的、迅速的



应用。

日益广泛的应用

高层建筑钢结构近年来雨后春笋般拔地而起,发展很迅速。我国80年代建成的11幢高层建筑钢结构最高为208米,而90年代以来正在建造或设计的高层建筑钢结构共约32幢,最高的达420米(已建)和460米(设计)。在大连兴建的高度200米的远洋大厦钢结构,设计、制造、安装

和材料全部是由国内承担和供应的,这说明完全由我国自己来建造超高层钢结构是可以做到的。

大跨度空间钢结构最先让人们了解的是网架工程,其发展的速度较快,计算也比较成熟,国内有许多专用网架计算和绘图程序,是其迅速发展的重要原因。网壳在我国已在应用,已建成的网壳工程以球面和柱面较多,还有双曲抛物面、双曲扁壳等形式。它比网架又有许多优点,特别是在超大跨度时。悬索

上,通过一些方法破坏其周期的连续性而得到的。我们可以把它看作是若干个周期性光栅的不连续连接,每个不连续连接都会产生一个相移。它的主要特点是在周期性光栅的光谱阻带中打开透射窗口,使得光栅对某一波长或多个波长有更高的选择度。此类光栅在波分复用通信系统中的波长解复用方面有着潜在的应用价值。

长周期光纤光栅

长周期光纤光栅的栅格周期远远大于一般的光纤光栅(可达到几百微米),是一种透射型光栅,其功能是将光纤中传播的特定波长的光波耦合到包层中损耗掉,从而在其透射谱中形成宽带损耗峰,因此可用做EDFA的增益平坦元件。另外,长周期光纤光栅的传输特性会因外界应力、温度等因素的影响而改变,与普通FBG相比,其对温度、应变等的变化反应更加灵敏,且具有低反射、测量方法简便等优点,是一种理想的传感元件。

超结构光纤光栅

超结构光栅亦称取样光栅(Sampled Grating),其折射率调制不是连续的,而是周期性间断的,相当于

在布拉格光栅的折射率正弦调制上加了一个方波型包络函数。这是一种特殊的光栅结构,它既有布拉格光栅的反射特性,亦有长周期光栅的包层模耦合特性。这种光栅的反射谱具有一组分立的反射峰,此特性可用做梳状滤波器,在多波长光纤激光器、可调谐分布布拉格反射光行激光器、以及多通道色散补充等方面有潜在的应用。另外,由于方波包络的周期通常为几百个微米,因此,超结构光纤光栅亦可看作是一个长周期光纤光栅,它将引起基阶导波模与包层模之间的耦合,在光栅透射谱中产生宽带损耗峰。由于包层模耦合引起的共振峰与布拉格反射峰对外界环境参量(如温度、应变、折射率等)具有不同的响应特性,超结构光栅是一种理想的多参量传感元件。

除以上提到的几种主要类型外,还有一些由它们衍生出来的交叉类型,如相移啁啾光纤光栅、相移长周期光纤光栅、啁啾长周期光纤光栅等。这些类型的光纤光栅各有不同的特点,有些已经在不同的领域获得应用。

(天津南开大学物理学院光电信息科学系 300071)