

的,例如氩离子激光器,相干长度仅约厘米量级。为提高氩离子激光器的相干性,我们进行了一些选模工作。

横模的选择(即选频)我们采用腔内斜插入标准具方法,此法较其它方法有较简单且稳定,输出较大,选频效果好的优点,是最常用的方案之一。

棱镜为谱线选择元件,小孔选横模,孔径约1.2毫米,固体标准具选频,厚12毫米,平面度 $\lambda/20$ ,平行度2秒,材料为石英,两面镀有25%反射的介质膜。激光器腔长约1.8米。由于标准具带宽很窄,当它造成的损耗仅使一个轴模的增益大于振荡损耗而其余轴模的增益均低于振荡损耗时,器件即输出单频。

调整标准具倾斜度,令它的透过峰与激光增益峰重合,可获得最大功率输出。为保持输出功率和频率稳定,标准具被恒温至 $0.01^{\circ}\text{C}$ ,用此器件,我们获得了单频输出(4880埃和5145埃),用球面—平面扫描干涉仪进行观察和检测,单频输出功率200毫瓦以上,选频效率50%,我们用此激光器拍摄了景深1米以上的全息图。

## 关于四频环形激光的研究

中国计量科学研究院长度室环形激光组

环形激光是激光的一个重要分支,它的主要应用方面是:激光陀螺、测角速度、测角度、测流量、测磁场等,以做陀螺应用为例,它具有起动快、惯性小、耐加速度、耐冲击、当量细、精度高、数字、连续、可动态输出等一系列优点,十余年来,国内外对它的理论、实验与应用的研究,均很重视,并获得了许多重要进展。近年来,四频环形激光器的出现与成功应用,就是突出的一例。与经典的二频环形激光器相比,它采用了更为先进的原理,使各种误差有可能减至较低。本文就我们对四频环形激光器的初步研究情况与结果作一简要报导。

文章分:前言、基本原理、实验装置、器件的设计与研制、电路部分、几项实验结果、实验结果分析及几点看法等八个部分。在前两部分中概述了一般环形激光的误差源,四频环形激光的基本原理及优越性,介绍了描述其拍频输出的理论公式。在实验装置部分里,着重指出了几项装置设计的原则和要点。电路部分包括拍频讯号处理、放电平衡控制、稳增益、稳频等四个部分,分别绘出了方框图与各部分电路的功能和指标。实验结果部分里分别报导了由两种结构的增益管构成的器件的零漂变化及频率、磁场、损耗、朗缪尔流等因素对零漂指标的影响。文章的最后两部分写入了我们对实验项目的理论分析、结果验算及几点初步认识。

## 在真空中电磁场的整体运动和内部运动

中国科学院上海光机所 邓锡铭 方洪烈

电磁场是物理实在,不是几率波。电磁场是物质存在的一种形式,它由一个连续场来表示,它的运动可由麦克斯韦(Maxwell)方程组完整地描述。光子概念的引入只表明电磁场的能量是量子的,并没有“光质点”的含义。

既然电磁场不是“点”,而是占有—定空间的物理体系,那么把它的运动区分为整体运动与内部运动两个部分是很自然的、合理的。整体运动指的是体系惯性中心<sup>[1]</sup>的运动,它等价于一个质点在外场中的运动。因此质点是体系整体运动的抽象。内部运动指的是构成此体系的子体系相对于惯性中心的运动以及内部相互作用。

令波方程的解取如下形式:

$$\phi = \phi_0 \exp(ik_0 L), \quad (1)$$

其中 $k_0 = 2\pi/\lambda_0$ ,  $\lambda_0$ ——真空中波长。 $\phi_0^2$ 代表稳态传输的场能量密度的时间平均。 $\phi_0$ 、 $L$ 均为坐标的实函数,

$L$  称为准程函。将(1)代入波方程可得准程函方程为

$$(\nabla L)^2 = n^2 + \frac{1}{k_0^2} \frac{\nabla^2 \phi_0}{\phi_0} \quad (2)$$

式中  $n$ ——折射率

由几何光学程函方程与经典力学的哈密顿-雅可俾(Hamilton-Jacobi)方程的对应关系可知几何光学所描写的仅仅是电磁场的整体运动。由于几何光学采用了“点模型”，因此它不能揭露电磁场运动的内部相互作用。

由几何光学程函方程与方程(2)的对比中可知， $\frac{1}{k_0^2} \frac{\nabla^2 \phi_0}{\phi_0}$  项反映了电磁场的内部相互作用。引入场惯性中心的速度  $\vec{V}_0$ ，可得真空中电磁场的整体动量  $p$  满足：

$$c^2 p^2 = \varepsilon^2 - \left[ \frac{\varepsilon}{k_0^2} \int (\nabla \phi_0)^2 d\tau + \frac{\varepsilon}{c^2} \int \phi_0^2 (c \nabla L - \vec{V}_0)^2 d\tau \right] \quad (3)$$

(3) 式表明电磁场可视为一个存在内部相互作用的物理体系。 $p^2$  是场的整体动量平方，它反映了体系的整体运动； $\varepsilon$  是体系的总能量； $c$  是光速；方括号内的第一项反映了体系的内部相互作用，我们称它为“内禀动量”平方项；第二项反映了内部运动。

对于理想平面波，(3) 式化为

$$\varepsilon^2 = c^2 p^2 \quad (4)$$

这正是张宗燧<sup>[2]</sup>指出的公式(4)“只适用于平面波”的结论的具体化，在一般情况下满足(3)式。

将场的整体运动(它等价于质点的运动)参量代入相对论力学的公式

$$c^2 p^2 = \varepsilon^2 - m_0^2 c^4, \quad m_0 \text{——静止质量} \quad (5)$$

发现：一般情况下场的整体速度  $\vec{V}$ 。小于光速  $c$ ，导致电磁场作为一个整体，应该具有静止质量  $m_0$ ，它满足

$$m_0^2 c^4 = \frac{\varepsilon}{k_0^2} \int (\nabla \phi_0)^2 d\tau + \frac{\varepsilon}{c^2} \int \phi_0^2 (c \nabla L - \vec{V}_0)^2 d\tau, \quad (6)$$

对所讨论的电磁场区域求积分。

可以证明，这个静止质量与惯性坐标系的选择无关。

### 参 考 资 料

- [1] Л. А. Ландау, Е. М. Лифшиц, «Теория поля», Москва, (1960), 55.  
 [2] 张宗燧, «电动力学及狭义相对论», 科学出版社 (1957), 19.