

鲁豫黑苏赣五省激光(光学)学会联合学术年会论文摘要

偏振光教学与实验

李国华

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

1. 现行大学光学教材存在的问题: 偏振光部分脱离现代科技发展的实际, 几十年一成不变。教师和学生都绕着“尼科耳”转。
2. 现代偏光技术对偏光器件的要求: (1) 适合激光技术发展的需要——高消光比; 高抗光损伤能力; (2) 适合专门偏光调制技术发展的需要——专门类型特殊指标的专用偏光器件; (3) 一般偏光技术要发展的需要——通用多类型、多规格、综合指标的普通偏光器件; (4) 特殊偏光器件——小型化, 集成化, 超大型, 光谱型。
3. 现代偏光技术常用偏光器件的认识: (1) 偏光器件类; (2) 延迟器件类; (3) 退偏器件类。
4. 偏振光教学要跟上时代的步伐, 承认尼科耳棱镜的历史学科意义, 用倍半·泰勒棱镜替换尼科耳棱镜讲授双折射晶体棱镜更具有时代性。
5. 偏振光教学重点在于强化偏振光实验。

激光散射微粒测试理论与技术发展

贺安之 卞保民

(南京理工大学, 南京, 210094)

微粒及超微粒的粒度及分布测试技术, 是现代高新技术研发中的关键技术之一。如超净环境检测与环境工程、气溶胶与工业粉尘检测、超微材料与两相流检测等。基于激光散射的测试技术与原方法相比具有设备简单、实时快速、非接触等突出优点。国内外已发展出多种测试理论与技术方法。Mie 散射理论被公认为微粒测试的基本理论。超净环境亚微米尘埃粒子计数方法就是建立在 Mie 理论基础上的。国外已有从 $0.5\mu\text{m}$ 到 $0.01\mu\text{m}$ 系列超净检测仪器。国内南京理工大学与苏净集团合作开发了 $0.3\mu\text{m}$ 和 $0.1\mu\text{m}$ 的 He-Ne 激光与半导体激光尘埃粒子计数器产品。建立相应的标定实验中心, 开展了系统的理论与测试技术研究。其产品已广泛用于微电子、光电子、航天和生物医药工程中。南理工还在测试理论研究中创新提出响应函数和响应概率矩阵的理论, 并研制了相应的检测仪器, 把尘埃粒子计数器分辨率从原有的 75% 提高到 95%。在从微米到毫米级密集颗粒检测研究中, 虽然 Mie 理论仍适用, 但难以计算和应用。而用其在大粒子下的近似理论——夫琅和费衍射理论则更方便。国外有以马尔文公司为代表的系列颗粒检测仪器, 国内天大、重大等也做了很好的工作。南理工为解决对 Mie 散射的衍射近似中造成的误差, 提出了 Shfrin 理论的修正公式, 保证其在近亚微米的接口处和 Mie 理论的符合, 并研制了用 CCD 探测的密集颗粒检测系统。在超微材料、纳米材料的检测, 可用 Mie 理论的瑞利散射近似描述, 而测试方法则利用超微粒子的集群运动规律来进行。这种动态散射主要研究某固定空间位置的强度随时间的涨落(如颗粒群是浊液的布朗运动引起的散射光随机涨落), 以此发展对纳米颗粒的粒径的光学相关光谱测量。国内在这一领域研究尚属起步, 而需求已迅速增大。

电子束泵浦氩等离子体中高能电子分布的理论计算

彭世东 刘金城 赵永蓬 王 骥

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

自 80 年代中期以来, 作者一直致力于离子准分子的理论实验研究, 尤其对电子束泵浦氩离子准分子激光。针对 VUV 激光电子束泵浦氩等离子体中电子碰撞的动力学过程进行了研究, 特别对这个过程中高能电子的分布进行了研究。该工作是计算氩等离子体中, 通过碰撞电离以及碰撞激发的能量沉积比, 从而为实验

的最佳条件选择提供理论依据的基础。Boltzman 方程是研究电子束泵浦氩等离子体中,高能电子分布的比较好的理论模型。但经过大量调研发现,在众多文献中,束电子与中性气体碰撞后产生的二次电子对等离子体系统中电子分布的影响在方程中没有考虑,而事实上二次电子对等离子体系统高能电子分布的贡献,比一次电子与中性气体直接碰撞要大。作者针对这一问题,建立了修正的 Boltzman 方程,并通过近似和复杂的离散化过程建立起离散的 Boltzman 方程组。还给出经过复杂的数学推导过程获得的高能电子分布的稳态解析解。通过大量查阅有关氩的电离与激发碰撞截面的文献和网络数据库,获得可靠的电离与激发截面公式和参数。之后,用 MathCAD 软件编程,对氩等离子体中高能电子分布进行了计算,给出了高能电子数在单位体积、单位能量区间随电子能量的稳态分布曲线。最后对分布曲线进行了分析,并从电离截面与激发截面的角度作了解释。

N₂ 分子二聚物发射谱研究

申作春 Hamdani A H 高惠德 董蕴华 马祖光
(哈尔滨工业大学光电子技术研究所,哈尔滨,150001)

采用 abinitio 方法对 N₂ 分子二聚物可能存在的各种群构形的势曲线进行了计算,共考虑了 D_{∞h}, C_{2vx}, C_{2vz}, C_{2h}, D_{2d}, D_{2h} 6 种群构形。计算结果表明: D_{∞h}, C_{2vx}, C_{2vz}, C_{2h} 4 种群构形的 N₂ 分子二聚物基态和激发态的势能曲线全部是排斥态,这说明不存在 D_{∞h}, C_{2vx}, C_{2vz}, C_{2h} 4 种群构形的 N₂ 分子二聚物。而对于 D_{2d}, D_{2h} 两种种群构形,它们的势能曲线既有排斥态又有束缚态,因此,有可能存在 D_{2d}, D_{2h} 两种种群构形的 N₂ 分子二聚物。但是进一步研究表明,只有 D_{2h} 种群构形的 N₂ 分子二聚物存在电耦极允许的类型分子跃迁 a¹B_{2g} → a¹B_{3u}。理论计算了类准分子跃迁 a¹B_{2g} → a¹B_{3u} 的发射谱。实验上利用微波(2.45GHz)激励高纯氮,观测了 N₂ 分子二聚物的系列荧光谱带,它们的峰值波长分别为 336.21nm(ΔV = 0), 352.34nm(ΔV = -1), 353.33nm(ΔV = -1), 369.73nm(ΔV = -2), 373.82nm(ΔV = -2) 和 378.28nm(ΔV = -2), 这些实验结果与理论计算相一致。

光电磁理论第二基本方程对晶体双折射现象的理论研究

张冬青 李国华
(曲阜师范大学激光研究所,曲阜,273165)

一束光射入晶体后,在晶体内折射成两束光的现象称为双折射现象。双折射效应的这种晶体物质的自然特性就构成了研制偏光棱镜、波片等光学器件的本征基础。多数晶体光学是利用一束光射入晶体后对应两个波法线方向来研究晶体的双折射,但在光学测量中,测得的是光线(光能传播)的方向而不是波法线方向。作者从光电磁理论的第二基本方程出发,得出光射入晶体后,晶体的光线折射率应满足的方程,从而验证了晶体的双折射现象,并针对各类晶体(高级晶族晶体、中级晶族晶体、低级晶族晶体),分别得到了晶体的 e 光光线折射率和 o 光光线折射率,为研究单轴晶体的光线追迹提供了理论依据。同时,对 e 光、o 光的偏振态作了系统分析。

单轴晶体几个特征光学面的定量推导新方法

范树海 李国华
(曲阜师范大学激光研究所,曲阜,273165)

折射率面、光率体、光波法线面是晶体光学中的几个重要的特征光学面,它们给出了晶体中折射率与传播速度随方向变化以及波法线方向、能流方向、E, H, D 等电磁矢量的方向之间的关系的直观的数学模型,由这些模型容易求得晶体中各方向的折射率、振动方向、传播速度等物理量。已有的资料上的这些模型或由实验测得,或由张量理论等数学方法求得,作者另辟蹊径,从晶体光学第一方程出发,连续推导了单轴晶体的折射率面、光率体、光波法线面、光波面在球坐标系中的表达形式,同时也给出了它们在直角坐标系中的表达形式,以便于与已有的文献资料普遍采用的形式相统一。文中所述各光学面的推导除光波面略显烦琐外,均简单明了,且物理意义清晰,有助于理解各光学面的联系。

单轴晶体上菲涅耳公式在一种特殊情况下的形式

张大伟 李国华

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

在现代光学技术中,各向异性晶体,尤其是单轴晶体的应用越来越广。在光学器件的设计和测量过程中,光强的透射比和反射比是两个重要的光学参数。精确计算器件的透射比和反射比,无论是在理论上,还是在应用上都是十分必要的。在实际的偏光棱镜设计中,其光轴多位于通光面内,一般与入射面垂直或平行;而在偏光棱镜使用时,入射光也多是垂直入射到棱镜晶体表面上,如格兰-泰勒棱镜、渥拉斯顿棱镜等。作者运用经典的电磁理论,对这种特殊情况进行了分析,得到了该情况下的菲涅耳公式以及光强的反射比、透射比表达式。最后,作为应用举例,对格兰-泰勒棱镜进行了计算,得到了与实验相符的结果和若干对偏光棱镜设计有意义的结论。

受激布里渊散射方法研究二元混合液体的声速、体压缩率与混合体积比的关系

杨爱玲 曹其东

(青岛海洋大学物理系, 青岛, 266003)

给出了理想二元混合液体受激布里渊散射的频移表达式,结合与之有关的几个参量,给出液体介质内的声速与体压缩率的计算表达式,由此讨论了利用受激布里渊散射方法测试混合溶液的声速特性与弹性力学特性的可行性。通过实验所得的SBS频移计算了混合液体中的声速与体压缩率随液体混合体积比变化的值,并与理论上的计算结果进行了比较。发现声速随混合体积比的变化曲线既有单调变化的,也有存在极大值和极小值的,液体体压缩系数也有随混合体积比出现不同变化的情况。作者对以上各种现象进行了定性解释,并描述了混合溶液分子间相互作用的有关图像,最后讨论了利用受激布里渊散射方法研究分子结构及分子间相互作用的意义。

多孔铝镶嵌 RhB 激光染料的荧光光谱研究

袁淑娟 赵莉丽 陈志锋 李清山

(曲阜师范大学物理系, 曲阜, 273165)

近几十年来,固体染料激光器研究发展迅速。因为相对于液体染料激光器而言,固体激光器具有体积小、无毒无污染,且易实现激光器小型化、使用方便等优点。多孔铝是一种优良的光学材料,孔排列均匀,规则有序,而且可通过改变电解液类型、所加电压而非常准确方便的控制孔径大小。作者将激光染料 RhB 镶嵌在多孔铝的孔中,得到了固体激光染料镶嵌膜。多孔铝样品由单晶铝阳极氧化制成,然后将多孔铝放入 RhB 激光染料的无水乙醇溶液中浸泡 1h,获得激光染料镶嵌膜。镶嵌膜的荧光光谱类似于低浓度液相染料的荧光光谱,但光谱线型更趋于对称,半高宽略有展宽,意味着镶嵌染料激光器调谐范围稍有展宽。通过改变多孔铝孔的直径和深度及染料溶液浓度,研究染料镶嵌膜荧光光谱的变化规律,进而探索染料分子在多孔铝中的存在状态。实验数据表明染料分子主要以单体形式吸附在多孔铝孔的周壁及底部,但仍有少量二聚体存在。

脉冲响应函数在 Monte Carlo 模拟中的应用研究

李振华 来建成 王振东 贺安之

(南京理工大学应用物理系, 南京, 210094)

针对利用 Monte Carlo 方法研究面光源在组织中的传输规律时遇到的计算效率低、收敛速度慢这一问题,根据生物组织的特殊光学性质,将在准直激光照射下的分层生物组织看成是一个线性空不变系统,引入信息光学中脉冲响应函数的概念与卷积理论来研究面光源照射下生物组织中不同层面上的光场分布规律。建立了相应的理论模型,并对光在组织中的传输规律进行了计算机模拟,证明基于脉冲响应函数的 Monte Carlo 模拟,既能极大的提高计算效率,又可得到理想的模拟结果;进而研究了脉冲响应函数的不同模拟量与光源的不同离散量对模拟结果收敛性的影响。在此基础上,提出了利用峰值相对误差与平均相对误差对模拟结果进行评价的方法,并利用此方法对不同脉冲响应函数模拟量及光源离散量等多种条件下得到的模拟结果进行了定量评估,获得了预期的结果。

复杂面光源照射条件下生物组织中光分布规律的理论与实验研究

李振华 来建成 王振东 贺安之
(南京理工大学应用物理系, 南京, 210094)

对复杂面光源照射条件下, 生物组织中光的分布规律进行了详细的实验研究与计算机模拟。在实验方面, 建立了以 CCD 图像采集与处理系统为核心单元的光强分布测试装置, 采用纯散射体、吸收体与稀释剂按不同的比例配制来获得不同散射与吸收系数的仿组织样品, 摄取了不同光强分布的面光源照射下仿组织样品透射面上的二维光场分布, 并利用所编制的程序进行了光场分布的三维重建。在理论方面, 采用基于脉冲响应函数的 Monte Carlo 方法, 对相应分布的面光源照射下, 生物组织中的光传输规律进行了计算机模拟, 得出了仿生物组织样品出射面上的光强分布三维重建图。计算机模拟结果与相应的实验结果较好吻合, 证明了理论方法及计算结果的正确性。

点源激光等离子体空气冲击波产生机制研究

章光建 卞保民 倪晓武
(南京理工大学应用物理系, 南京, 210094)

激光等离子体空气冲击波的产生、传播特性的研究及测定对于用声学诊断法研究激光与物质相互作用机理具有重要意义。它具有源点小、总能量比较小、能量密度高、强度衰减快、传播距离短、空间分布对称性好的特点。作者根据激光等离子体冲击波发展机理, 从激光等离子体点源爆炸特点出发, 结合点源激光等离子体衰减传播规律、点爆炸理论、等离子体物理学, 建立激光点源等离子体空气冲击波产生、演化发展的比较完整的数学模型。分析了冲击波膨胀速度达到最大值的条件和等离子体球与空气冲击波相脱离的物理条件。并使用冲击波传播过程中质量、动量和能量守恒定律, 从流体热力学角度进行分析讨论, 求出激光等离子体空气冲击波形成和传播过程中能量转化计算方法。其结论为: 对于 100mJ, 脉宽为 15ns, 光斑半径为 0.1mm 左右, 与一般爆炸过程的能量转换率相接近。再结合计算等离子体的能量分布, 得到激光作用到靶材上被靶材吸收并形成等离子体过程中的能量转移率为 80%。计算表明, 在其它条件相同时, 作用激光的能量越小吸收效率越大, 计算结论与实验测量结果一致性很好。与强爆炸模型的 Taylor 解相比, Taylor 解计算结果明显偏小。可见, 直接用强爆炸理论处理激光脉冲产生的等离子体空气冲击波不合适。

高斯光束的光学变换

高力军
(南昌大学数理学院, 南昌, 330047)

采用稳定腔结构的激光器发出的光束以高斯光束形式在空间传输。在激光技术应用中常常要对激光束进行光学变换。例如激光唱片, 高密度存储等需对激光聚焦, 而激光测距和通讯则需对光束进行准直。分析了圆形镜面共焦腔基模高斯光束的特征参数和发散角, 并与高阶横模的相应参数进行比较, 得出了抑制高阶横模在聚焦与准直中的意义, 并在分析薄透镜对高斯光束变换的基础上, 讨论了如何有效地将高斯光束聚焦: 选用短焦距透镜或者使物方高斯光束腰斑远离透镜焦点; 或将透镜放在物方高斯光束腰斑上, 并尽量使共焦参数 f 大于透镜焦距。另外, 还讨论了用短、长焦距透镜组合达到压缩发散角、准直的原理。

Kerr 介质和二能级原子对高 Q 腔内模场光谱结构的影响

高云峰 冯健* 宋同强*
(聊城师范学院教育工程系, * 通信工程系, 聊城, 252059)

研究了含 Kerr 介质 J-C 模型的腔场谱, 推导了初态原子处于激发态而光场处于任意态时腔场谱的计算公式, 对初始光场处于光子数态、相干态和压缩真空态 3 种情况下的腔场谱结构进行了解析分析, 并给出了数值计算结果。发现 Kerr 介质与腔场的耦合, 对数态光场的腔场谱结构产生两方面的影响: 一方面使原共振谱线分裂为频差为 $2x$ 的双线 (x 为 Kerr 介质第三级极化率), 另一方面使双线的“平均频率”偏离原共振频率 ω_0 , 在初始光场较强时, 频率的偏移与场强成正比, 而双线频差与场强无关。当初始光场为光子数态的叠加态时, 腔场谱在强耦合情况下, 一般为多峰结构, 峰的个数随着初始光强的增大而增加。即 Kerr 介质对腔场

谱的影响,将随着初始光场强度的增加变得愈加显著。二能级原子与模场的耦合,在弱场条件下将使经典共振谱对称地分裂为两条谱线,但随着初始场强的增加,裂距逐渐缩小,在强场情况下腔场谱回归为经典共振谱。含 Kerr 介质的 J-C 模型,其腔场谱结构在真空场条件下由原子与模场的耦合决定,在强场条件下由 Kerr 效应决定。

单模激光中的色噪声和注入信号

冷 锋 罗晓琴 方建兴 朱士群
(苏州大学理学院物理系,苏州,215006)

近年来,色噪声对非线性系统的作用一直是国际学术界十分感兴趣的课题。为了分析相关时间不为 0 而是有限值的色噪声,人们发展了几种理论方法来求解这类问题。作者利用两维的统一色噪声近似,讨论含有外加注入信号的单模激光的动力学性质。在统一色噪声近似下,可导出激光强度 I 的福克-普朗克方程,求出定态激光强度的相关函数 $\lambda_2(0)$ 随色噪声相关时间 τ 和注入信号 I_0 的变化。激光强度相关函数 $\lambda_2(0)$ 随 τ 的增加而减小, $\lambda_2(0)$ 中的峰随 τ 的增加从平坦变得相对锐利;而 $\lambda_2(0)$ 也随 I_0 的增加而减小。在统一色噪声近似下,可用等效薛定谔方程,求出激光强度的相关时间 T_c 和有效本征值 λ_{eff} 随色噪声相关时间 τ 和注入信号 I_0 的变化。强度相关时间 T_c 随 τ 和 I_0 的增加而减小; T_c 中的峰随 τ 的增加而变得锐利,但是随 I_0 的增加而变得平坦。有效本征值 λ_{eff} 随 τ 和 I_0 的增加而增加很快。这些现象表明,色噪声相关时间 τ 和外部注入信号 I_0 的增加使得 $\lambda_2(0)$ 、 T_c 变小,而使得 λ_{eff} 增大,这对激光场的涨落起到抑制作用。

两台耦合激光的混沌同步

朱士群 陈险峰 吕 翔 罗晓琴
(苏州大学理学院物理系,苏州,215006)

由于混沌控制和同步在保密通讯等领域中的巨大应用前景,近年来,有关混沌同步的研究成了非线性科学领域中极其活跃的课题之一。作者对两台空间上存在耦合的单模固体激光强度的混沌同步现象进行了理论分析。为了模拟实际情况,假定两台激光的损失之间相差 1.0%,存在一定的差异。两台激光之间的耦合随激光之间的距离以指数平方的形式衰减。当两台固体激光器的泵浦同时受到调制时,两台激光输出强度之间的关系呈现出非常丰富而有趣的现象。当激光之间的耦合较强时,两台激光的强度虽然同步,但是呈现周期性运动。当激光之间的耦合中等时,两台激光的强度呈现混沌状态,但是不同步。当激光之间的耦合减弱时,两台激光的强度呈现混沌同步现象,而且混沌同步现象出现在特定的参数范围内。当激光之间的耦合进一步减弱时,两台激光强度之间的同步现象消失,两台激光的振荡相对独立。进一步的研究发现,在单模固体激光中,能否出现混沌状态,取决于泵浦调制度的大小;而能否出现混沌同步现象,则同两台激光之间耦合的强弱有关。

电子束泵浦氩等离子体中高能电子分布的理论计算

彭世东 刘金城 赵永蓬 王 骥
(哈尔滨工业大学光电子技术研究所,哈尔滨,150001)

自 80 年代中期以来,作者一直致力于离子准分子的理论实验研究,尤其对电子束泵浦氩离子准分子激光。针对 VUV 激光电子束泵浦氩等离子体中电子碰撞的动力学过程进行了研究,特别对这个过程中高能电子的分布进行了研究。该工作是计算氩等离子体中,通过碰撞电离以及碰撞激发的能量沉积比,从而为实验的最佳条件选择提供理论依据的基础。Boltzman 方程是研究电子束泵浦氩等离子体中,高能电子分布的比较成熟的理论模型。但经过大量调研,发现众多文献中,束电子与中性气体碰撞后产生的二次电子对等离子体系统中,电子分布的影响在方程中没有考虑,而事实上二次电子对等离子体系统高能电子分布的贡献,比一次电子与中性气体直接碰撞要大。作者针对这一问题,建立了修正的 Boltzman 方程,并通过近似和复杂的离散化过程建立起离散的 Boltzman 方程组。还给出了经过复杂的数学推导过程获得的高能电子分布的稳态解析解。通过大量查阅有关氩的电离与激发碰撞截面的文献和网络数据库,获得可靠的电离与激发截面公式和参数。之后,用 MathCAD 软件编程,对氩等离子体中高能电子分布进行了计算,给出了高能电子数在单位体积、单位能量区间随电子能量的稳态分布曲线。最后,作者对分布曲线进行了分析,并从电离截面与激发截面

的角度作了解释。

二氧化铪单层膜紫外折射率推算

刘金城

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

进行膜系设计最主要是选择好合适波段的薄膜材料。对可见和近红外范围来说, 低吸收的高折射率材料比较容易得到, 因此, 在该波段范围可以镀制几乎没有损失的膜层。然而在低于 300nm 的紫外范围, 能够用得上的高折射率低吸收材料非常有限, 多数都有着明显的吸收, 而且波长愈短吸收愈严重。大多数低折射率材料在远紫外范围也有着足以影响膜层光学特性的吸收。此外, 由于材料的色散特性, 波长向紫外延伸时, 薄膜材料的折射率是逐渐上升的。这一变化直接关系到膜系设计时的计算结果。虽然, 人们研究报道的紫外范围高折射率薄膜材料有十余种之多, 但经过筛选只剩下 ZrO_2 和 HfO_2 两种(Al_2O_3 是中折射率材料)。因工作波段的关系, 作者选用了 HfO_2 这一材料作为高折射率材料涂层。测定 HfO_2 薄膜材料在紫外范围折射率的变化是薄膜设计的必备工作。为此, 作者仿照中科院电子所使用过的单层膜紫外折射率推算方法, 对 HfO_2 在紫外部分折射率变化进行了测定。

抑制散斑噪声的 Lee 算法和小波阈值算法讨论及其比较

蒋立辉 王 骐 尚铁梁

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

作者首先回顾了散斑的基本性质, 给出了散斑噪声的负指数规律及其非线性特点。然后讨论了两种算法: (1) Lee 算法, 即基于一个像素采样均值和变差等于其像素邻域的局部均值和变差的局部统计假定, 并且取对噪声模型的泰勒级数的一级近似, 使其线性化而得到的去噪算法; (2) 小波阈值算法, 近年来发展起来的一种新型的时频分析方法——小波分析, 因其具有良好的时频局部性, 且有快速算法 (Mallat 算法) 加以实现, 因而受到了越来越多的关注, 小波阈值算法就是把图像进行小波变换实现信噪分离, 然后对主要含有噪声项即高频进行阈值处理, 以期去除噪声。最后, 作者提出了一种比较其算法性能的规则——正则均方误差。计算机仿真表明, Lee 算法处理后的图像边缘被展宽, 几何结构被模糊, 而小波阈值算法却较好的保持了图像的几何结构, 又有效的抑制了散斑噪声, 但相比之下, 小波阈值算法抑制散斑噪声的能力稍有不足。

光致抗蚀剂衍射效率的研究

陈 骏 雷 磊 王维理 王金城

(青岛海洋大学物理系, 青岛, 266003)

光致抗蚀剂(光刻胶)作为拍摄模压全息图的母版, 其衍射效率的高低直接影响模压全息图的质量。作者在理论分析的基础上, 对光致抗剂感光版做了大量的实验研究。通过改变光照度、曝光时间、显影液浓度和显影时间, 得到了拍摄该光致抗剂浮雕全息干涉条纹所需的最佳组合条件。理论研究和结果表明, 光致抗蚀剂衍射效率受这些条件的影响, 其衍射效率存在极大值, 且衍射效率极大值所需条件与反射效率极大值所需条件有很大的不同。

利用 TOF 电子能谱仪进行强激光场中气相介质电子剩余能研究

姚 琴 吴小燕 夏元钦 陈德应 王 骐

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

对强激光场中原子和分子电离的研究, 不仅对检验和完善现有的强场电离理论具有着重要的科学意义, 而且有着十分广阔的应用前景。作者在强场基本理论的基础上, 运用由 ADK 模型上建立起来的简单模型, 计算了稀有气体 He, Ne, Ar, Kr, Xe 在圆偏振激光场中电离的电子能量分布, 运用 BSI 模型计算了它们的阈值激光强度, 并对计算结果进行了分析和比较。简单介绍了作者设计制造的 TOF 电子能谱仪结构、原理, 在实验方面, 利用线偏振激光场(能量 5mJ/脉冲, 脉宽 100fs), 以飞行管中的残余大气(4.3×10^{-4} Pa)作为介质进行了初步实验研究。实验结果表明, 整套装置运行是可靠的, 同时确定了部分实验条件的最佳参数, 为进一步

的研究奠定了基础。

LD泵浦的Nd:YVO₄/LBO腔内倍频红光激光器的研究

王莉 郑义 徐德刚 王衍勇
(曲阜师范大学物理系, 曲阜, 273165)

红光激光可广泛地用于彩显、激光医学等领域,并可作为可调谐Cr³⁺:LiSAF激光器的泵浦源。而Nd:YVO₄具有大的吸收系数、吸收带宽宽、发射截面大和输出线偏振等优点,利用它的1.34μm的红外输出进行腔内倍频得到671nm的红光是近年来的研究热点。

作者以Nd:YVO₄作为激光介质,③类NCPM的LBO晶体作为倍频晶体,采用三镜折迭腔双通倍频方式实现671nm红光激光输出。通过ABCD定律计算出了稳区实现像散补偿稳区图。由于热效应的存在,需要采用热不灵敏腔型,并确保对LBO温度的控制。目前已实现了LD泵浦3.22W的Nd:YVO₄基频激光输出及三镜折迭腔型的LD泵浦Nd:YVO₄/LBO腔内倍频红光激光器的运转。实验中发现:(1)LBO晶体的热效应等因素造成严重的激光器的饱和效应;(2)671nm/1342nm镀膜在国内是一个比较薄弱的环节,对实验的结果有很大影响。进一步的实验仍在进行之中。

高功率、高重复频率全固态激光器的理论研究与分析

徐德刚 郑义 王衍勇 王莉
(曲阜师范大学物理系, 曲阜, 273165)

近年来,高功率、高重复频率1.064μm的全固化激光器在激光测距、激光雷达、光电对抗、激光医学等诸多领域有着重要的应用。作者就目前大多数1.064μm全固化Nd:YAG调Q激光器只是针对高功率或高重复频率进行研究的现状,对能同时实现高功率、高重复频率的调Q Nd:YAG激光器做了理论分析和优化设计,并就脉冲的稳定性提出了改进方案。作者利用数值计算方法分析Nd:YAG调Q激光速率方程,推导出调Q激光器最佳输出反射率公式及最佳腔长公式,从而为实验提供了理论依据。由于Nd:YAG是均匀介质,没有线偏振特性,致使光场和声场之间不能形成稳定的衍射光栅,造成脉冲的不稳定,作者采用在谐振腔内加入恰当偏振器件的方法,可以达到稳定脉冲的目的。

LD抽运Nd:YVO₄/LBO红光激光抽运Cr:LiSAF可调谐激光器的研究

王衍勇 郑义 徐德刚 王莉
(曲阜师范大学物理系光电精密测量实验室, 曲阜, 273165)

LiSAF晶体是继钛宝石后一种新的、重要的可调谐固体激光材料。国内的相关研究并不成熟,晶体质量及镀膜水平与国外同类产品的较大差异是主要原因。该实验采用LD抽运的红光激光抽运LiSAF实现可调谐输出。红光激光激光器采用Nd:YVO₄/LBO三镜折迭腔双通倍频方案,泵浦LiSAF也采用三镜折迭腔。运用解析方法计算得到最佳的泵浦束腰,并通过最大输出效率的计算可以确定输出镜最佳通过率及最佳泵浦束腰位置。三镜折迭腔需要考虑其稳区以及子午面弧矢面的像散问题,对此,采用往返矩阵理论方法进行计算,根据稳区条件和像散补偿条件可以用计算机编程输出满足条件的所有腔长和折叠角的范围。由于LiSAF晶体两端已切成布氏角,通过往返矩阵理论可以计算出最佳折迭角以实现子午面和弧矢面像散的补偿,进而确定相应腔长完成优化设计。

光纤应变传感器在结构安全检测与诊断中的应用

王道睿 徐华 吴厚平 冯军勤 刘真梅
(山东省科学院激光研究所, 济宁, 272117)

介绍了一种EP光纤应变传感器的原理及信号处理方法,以及在工程中的掩埋、复用技术。并以大型钢机构为应用对象,对这种光纤传感器的稳定性、可靠性、线性及其它性能参数作了实验验证。静态实验数据表明这种光纤传感器具有较好的线性和灵敏度,55万次动态加载实验表明这种EP光纤应变传感器的稳定性、

可靠性、寿命、灵敏度、动态范围优于传统的电阻应变片。由于这种传感器可复用,其工程造价大大降低。

Fiber-optic Moire sensing technique

Yuan Libo

(Department of Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin, 150001)

A novel fiber-optic Moire sensor has been developed and demonstrated. Fiber-optic Moire sensor is consists of three HiBi fibers. A He-Ne laser and three HiBi fiber Moire sensors are demonstrated in our experiments.

Fiber-optic ultrasonic sensor for concrete nondestructive detecting

Yuan Libo

(Department of Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin, 150001)

A fiber-optic ultrasonic sensor based on Fizeau interferometer has been developed and demonstrated. A He-Ne laser light source with wavelength 0.6328 μ m is used in our experiment. The special feature is its Fizeau configuration, which enables one to eliminate much undesirable noise by combing both the reference arm and the sensing arm within the same length of fiber. The photoelastic effect of ultrasonic on optical fiber is analyzed. Experimental results compare with the convenience PZT transducer for the frequencies with range 0~400kHz are given.

共振激光消融在固体样品微量探测上的应用分析

郑荣儿 周秦岭

(青岛海洋大学物理系, 青岛, 266003)

共振激光消融(RLA)作为激光共振电离谱学的一个新的分支,以其高灵敏度、低能量阈值、简单仪器操作和对样品破坏少等优点,成为固体样品表面微区分析领域的研究热点。作者以在英国格拉斯哥大学激光共振电离研究室进行的锰元素微量探测实验数据为分析对象,对共振激光消融应用于固体样品微量探测的可行性、内在的问题和改进的方法进行了研究和讨论。共振激光消融的创新之处是用一束激光来实现激光汽化和激光共振电离两过程。实验中采用的激光束通过 Nd:YAG 的二次谐波泵浦若丹明 590 染料,再经倍频来实现。用~10 μ J 激光脉冲能量获得了 ppm 量级的探测灵敏度;同时,实验数据也显示了基体效应的影响。

电光调制器在电压测量上的应用

高力军

(南昌大学数理学院,南昌,330047)

两块正交的偏振片之间插入一块 KDP 晶体,就构成了电光强度调制器。设调制器的入射光强为 I_i , 出射光强为 I_0 , 从理论上可推得光强透过率为: $T = T(V) = I_0/I_i = \sin^2[\pi V/(2V_\pi)]$ 。式中, V 为被测电压, $V_\pi = \lambda/(2n_0^3 r_{63})$ 为半波电压,当 KDP 晶体对一定激光波长进行电光调制时, V_π 为一常数。显然, $T(V)$ 是一周期函数,周期为 $2V_\pi$ 。在电压测量中,被测电压的范围必须在 $0 \sim V_\pi$ 之间,因为在此区间, T 随 V 的增加而增加,可通过测 $T(V)$ 得到电压 V_0 进一步分析测量误差,求出 dT/dV , d^2T/dV^2 的值可知,在 $V = V_\pi/2$ 点, $d^2T/dV^2 = 0$, dT/dV 是常数。这就说明了在 $V = V_\pi/2$ 附近,函数 $T(V)$ 曲线接近直线,即透过率与被测电压呈线性关系,此时,误差最小。

DCG 窄带反射滤光片再现波长和带宽的控制方法研究

王金城 刘 鹏 郭欢庆

(青岛海洋大学物理系,青岛,266003)

全息记录材料中,重铬酸盐明胶(DCG)具有折射率调制能力大、衍射效率高、透明度好、信噪比高等优点,广泛应用于全息显示、存储和全息光学元件等领域。在对 DCG 的成像特性还没有完全搞清楚的情况下,主要是从实验和实验分析中探索各种条件对其性质的影响。作者讨论了在制备 DCG 干版时暗反应、曝光记录后的光化学反应以及后处理的影响,得出的结论是:为了提高 DCG 全息滤光片的衍射效率、获得合适的衍射波

长和带宽,应选择强度较大的明胶制作记录干版;干版干燥后要老化一段时间以形成一定的初始硬度;在曝光后放置一定时间,利用后光化反应和暗反应获得合适的折射率调制度并用小显影速率显影;再通过烘烤实现滤光片的衍射效率、衍射波长和带宽的控制和校正。

提高可调谐激光脉冲对重复频率的程序设计

曲彦臣 胡孝勇 杨 达 任德明 刘逢梅 赵景山

(哈尔滨工业大学可调谐激光技术国家重点实验室,哈尔滨,150001)

可调谐 TEA CO₂ 激光器是激光差分吸收雷达的理想光源。为了提高雷达系统的信噪比和在大气冻结时间内获得足够的待测物质光谱数据信息,需要 TEA CO₂ 激光器发出的两不同波长激光的脉冲对具有较短时间间隔和高重复频率。为满足差分吸收雷达的这种要求,针对单片机控制的激光器快速调谐系统,讨论了如何通过编程提高其调谐频率的技术。首先由实验得出步进电机最佳变频函数,然后依此编写控制年步电机正/反转的程序及速度衔接程序。充分利用高频步进电机的性能,使 TEA CO₂ 激光器实现快速调谐。软件系统的程序由 C 语言编制,其主要工能是利用人机交互控制操作设定激光波长,对数据进行处理,计算硬件精确的延迟时间,实现触发控制激光器放电。控制系统实现数据的存储、处理和显示。目前,已实现在 10ms 时间间隔内发射两不同波长激光,激光脉冲对的重复频率达到 10Hz。实验结果表明,单片机编程实现激光的快调谐,具有操作简单、成本低、控制精度高等特点,对其它类似可调谐激光器的小型化和自动化提供借鉴。

可调谐 TEA CO₂ 激光器光栅腔的调整

胡孝勇 曲彦臣 任德明 刘逢梅 赵景山

(哈尔滨工业大学可调谐激光技术国家重点实验室,哈尔滨,150001)

在测污方面,CO₂ 激光差分吸收雷达是监测大气中微量有害气体的一种有效工具。大气污染物种类繁多,在 9~11μm 光谱区内许多物质均有强烈的吸收峰,因此,波长可调谐的 TEA CO₂ 激光器成为差分吸收雷达的理想光源。为实现 CO₂ 分子振转能级间跃迁,得到较多的激光谱线,激光腔的调整非常重要。作者采用的波长选择器件为光栅,谐振腔为半外腔式结构。光栅腔的调整分为三步:首先,调整内调焦望远镜与激光谐振腔同轴,即内调焦望远镜发射的十字线严格平分谐振腔两端的圆孔;然后,在望远镜和激光头之间放置两个小孔光阑,以 He-Ne 激光调整光栅;最后,用内调焦望远镜调整光栅。第二步为粗调,第三步为细调。光栅的调整非常复杂、困难。光栅调整架必须采用三维结构,能够调节俯仰角、左右倾斜和光栅转动平台。在调谐过程中,采用了一些新方法,使光栅腔的调整快捷简便并相当精确。调控工作结束后,激光器放电得到激光一级谱线 50 余条。

TEA CO₂ 激光倍频产生 3~5μm 激光研究

黄金哲 潘向荣 胡孝勇 曲彦臣 任德明 刘逢梅

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所,哈尔滨,150001)

CO₂ 激光的光谱范围在 9~11μm 之间,且谱线十分丰富。利用非线性光学晶体对此激光倍频获得 3~5μm 激光是最为直接而有效的方法。实验中所采用的激光器是作者自己研制的小型 TEA CO₂ 激光器,其输出的脉冲能量在 30~20mJ 范围内,脉宽为 50ns。所用的非线性晶体为 7mm×8mm×12mm 的 AgGaSe₂ 晶体,与同类的红外倍频晶体相比较而言,AgGaSe₂ 晶体具有非线性系数大,可接受温度大,不易潮解等优点。实验中通过角度调谐,采用双片 LiF 滤光片滤掉基频光,用 2835-c 能量计探测倍频光能量。作者分别对 10P(30)到 9R(22)之间 13 条谱线进行了倍频实验,获得了较高的输出能量。其中,对 10P(20)的 10.6μm 谱线 100mJ 的注入能量得到倍频光的能量为 1.2mJ;10P(16)的 10.55μm 谱线 137mJ 的注入能量得到 1032mJ。并通过较弱的聚焦,在注入能量为 60mJ 的情况下,获得了 0.9mJ 的倍频光。可算出脉冲(不计拖尾能量)能量的转换效率达 4%,脉冲峰值处的转换效率可达 10%。