

鲁豫黑苏赣五省激光(光学)学会联合学术年会论文摘要

激光二极管端面泵浦的 3.22W Nd: YVO₄ 1342nm 激光器

郑 义 宋连科 徐德刚 王衍勇 王 莉 尚连聚 吴福全
(曲阜师范大学物理工程学院, 曲阜, 273165)

姚建铨

(天津大学精密仪器与光电子工程学院, 天津, 300072)

自 1993 年开始, 就有激光二极管(LD)泵浦 Nd: YVO₄ 的 1342nm 激光器的研究报告, 但是主要限于小功率泵浦的研究; 直到 1998 年后, LD 泵浦 Nd: YVO₄ 的 1342nm 激光器的研究才有了很大的进展, 其中, 国际上最高水平是在 13.5W 的泵浦功率下, 获得了 5.1W 的 1342nm 激光; 国内报道的最高水平为 3W。作者报道了用 SDL-3460-P6 高功率线列阵光纤耦合的 LD 泵浦 Nd: YVO₄ 1342nm 激光器, 实现了稳定的 TEM₀₀ 模输出, 最大连续输出功率达到 3.22W, 斜效率为 25.5%。激光谐振腔采用简单的平凹腔结构, 平面镜的一端面对 808nm 的透过率为 97.6%, 1064nm 的透过率为 88.8%, 对 1342nm 的反射率为 99.7%; 凹面镜的曲率半径为 100mm, 对 1342nm 的透过率为 5.3%, 对 808nm 的透过率为 80%。实验中平凹腔的长度约为 60mm。所用 LD 为美国 SDL 公司出口的 SDL-3460-P6 型, 最大输出功率为 16W, 光纤输出口径为 600 μ m, 数值孔径为 0.37。采用美国产的 EPM-2000 双通道激光能量/功率比率计测量, 当泵浦功率为 13.30W 时, 得到最大输出功率为 3.22W, 对应的光-光转换效率为 24.2%, 斜效率为 25.5%; 激光器的阈值为 0.690W。

用液晶改进的望远镜激光器性能分析

于全芝 李国华

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

借助于普通型望远镜激光器的结构及其性能, 利用液晶透镜的调焦、选模特性, 提出了构造液晶望远镜激光器的设想, 并从理论上验证了其存在的可能性。该类型激光器的显著优点为: (1) 基模选模能力加强。由于望远镜的扩束作用, 从而使基模增益增大; 谐振腔等效腔拉长, 致使衍射损耗增大, 内部损耗减小; 由于望远镜目镜对高斯光束的会聚(或发散)作用, 致使各阶横模的发散角扩大 M 倍, 而 TEM₀₀ 模的发散角却最小。(2) 激光输出能量增大。由于较小的腔内损耗和大模体积的基模输出, 使基模光束振荡加强, 从而提高激光的能量输出, 功率变大。(3) 选频输出。由于液晶透镜的可调焦性和目镜位置的可移动性, 可使频率不同的基模高斯光束发生不同程度的会聚, 使某一频率的光波振荡加强, 从而输出不同频率的激光。(4) 热透镜效应的补偿。由于液晶透镜的可调焦性和目镜位置的可移动性, 它可以更方便地调整其离焦量 Δd , 从而补偿器件所选重频时工作物质热透效应引起的波面畸变。

短焦距离轴全息透镜的研制

王金城 尚明举 李 超 胡旭东

(青岛海洋大学物理系, 青岛, 266003)

普通光学元件通常是用透明的光学玻璃、晶体或有机玻璃等制成的, 它的作用是基于光的直线传播、光的反射和折射等几何光学的定律。全息元件是在一种感光薄膜材料上制成的, 它的作用是基于光的干涉和衍射等物理光学原理, 它不但可以完成普通光学元件的功能, 而且可以适用于一些特殊的光学需要。作者介绍了

一种特殊的透镜——短焦距离轴全息透镜的成像机制、制作方法及成像特点,并介绍了它在某些光学系统中的应用。短焦距离轴全息透镜是由于干涉原理制成的薄膜光学元件,它比普通透镜有重量轻、造价低、制造快、易于复制、易于分割等优点,它的相差比普通透镜大一些。这种全息透镜与普通透镜相互补充应用能完成某些特殊功能。笔者所研制的离轴全息透镜能使正入射的平行光束经透镜后离轴会聚,从而解决了普通透镜难以解决的问题,适应了某些光学系统的特殊需用。

脉宽可调激光泵浦 KTP 光学参量振荡器运转特性研究

柳强 姚宝权 鞠有伦 于欣 王月珠 何伟明 王骥

(哈尔滨工业大学光子技术研究所可调谐激光技术国家级重点实验室,哈尔滨,150001)

磷酸钛氧化物光学参量振荡器最具代表性的当属 KTP 光学参量振荡器, KTP 晶体具有非线性系数较大、物化性能稳定、不易潮解、易抛光、生长技术较成熟、可匹配的泵浦波长较多,可获得可见-中红外波段等优点,开展的研究相对也很多,采用 KTP 晶体的光学参量振荡器几乎覆盖了从长脉冲、短脉冲以至超短脉冲不同脉宽段。单纵膜、连续、超短脉冲输出的 KTP 光学参量振荡器相继被实现,土耳其 Bilkent 大学首先演示了建立在周期性极化 KTP 基础上 Ti:sapphire 激光泵浦的飞秒 OPO,实现了较高的转换效率和泵浦亏损。对于纳秒量级光学参量振荡器,要获得相对短的光参量输出,目前主要有两种方案:(1)利用窄脉冲激光泵浦,获得窄脉冲参量输出,如利用 SBS 压缩泵浦激光脉宽。(2)在参量光输出能量较大的情况下,直接利用 SBS 压缩脉宽特性压窄参量光的脉冲宽度,获得高功率、脉宽可调参量激光。作者报道了带双池 SBS 的脉宽从小于 1ns 到 6ns 可调的 Nd:YAG 系统泵浦 KTP 光学参量振荡器,实现了单共振 KTP 光学参量振荡低阈值、高效率运转,在脉宽 2.2ns 的条件下,能量阈值约为 6mJ,泵浦能量 12mJ 时,输出能量为 1.8mJ,输出信号光波长为 1.57 μ m,相应的单频光转换效率为 15%,而此时的泵浦能量仅为阈值的 2 倍。文中结合实验结果,对参量光输出的能量特性、光脉冲特性和阈值特性进行了分析。

延长小型 TEA CO₂ 激光器寿命的实验研究

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)

作者描述了高重复率小型 TEA CO₂ 激光器的研究进展。应用于测距、差分吸收雷达、3~5 μ m 倍频等方面的 TEA CO₂ 激光器,由于激光器寿命问题而受到一定限制。在激光器放电结构和激光辅助气体两方面进行改进,有效延长了激光器的寿命。激光器预电离结构采用面-线电晕预电离,其具体电离均匀、无溅射、消耗能量低等特点,提高了激光器的效率。在激光混合气体中添加适量的 H₂ 和 CO 两种气体催化剂,在工作过程中加速激光介质 CO₂ 的还原,同时降低激光腔内负离子浓度,提高激光器工作稳定性。实验得到:在一次充气的 CO₂+N₂+He 激光混合气体中,无添加气体,激光器寿命大于 10⁵ 次脉冲;添加 1%~3% 的 H₂ 和 3%~6% 的 CO 气体,激光器工作寿命达到 3×10⁶ 次脉冲。在脉冲重复率 10Hz,得到激光输出能量 150mJ/pulse,脉冲宽度 60ns,输出模式为 TEM₀₀ 模。

Cr³⁺:BeAl₂O₄ 晶体的吸收与温度特性及测量

杨禹 王军 张中华

(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)

Cr³⁺:BeAl₂O₄ 晶体是基于电子-振动跃迁的“声子”激光器的增益介质,根据 McCumber 对声子激光器理论研究结果,在二能级近似条件下的增益系数表达式写作: $G_{\lambda} = g_2 \{ N_2 - N_1 \exp[h(\omega - \omega_0)/kT] \} \sigma_{\lambda} g_1$ 。从公式看出,随温度升高增益也随之增大,因此斜坡效率明显增大。可以推断晶体吸收的能量随温度的提高而增大,作者测量了在不同温度条件下 Cr³⁺:BeAl₂O₄ 晶体的吸收系数。测量中为稳定光源发光强度,采用双光束系统。从光源出射的光束分成两束,一束通过被测晶体试样,称为试样光束,其光强 I_1 ,振幅为 A_1 ; 另外

一束作为对比光束,称为参考光束,其光强 I_2 , 振幅为 A_2 。探测器接收到的光强是两束光强之和,即 $I = I_1 + I_2 + 2A_1A_2\cos\delta$ 。在未放样品时,调节两光束强度相等,即 $I_1 = I_2$, 调节位相使 $\cos\delta = -1$ 。结果,在分光系统的接收器上显示读数为 0。在试样光束的光路上放入被测样品,通过试样光束的强度减小,接收器上的读数发生变化。改变被测样品温度,被测样品吸收能量越多,接收器上显示出的信号越大。由光源本身原因产生的光强起伏在参考光束和试样光束分配的强度相等,同时两束光进入分光系统的相位相反,所以,光源产生的光强起伏在接收器中被消除。通过对 $\text{Cr}^{3+}:\text{BeAl}_2\text{O}_4$ 晶体吸收系数的测量表明,在 400nm 和 600nm 处有两个很强的吸收峰,并且吸收系数随温度升高而明显增大。

氦气中高次谐波辐射的研究

陈建新 吴小燕 姚琴 夏元钦 陈德应 王骥
(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

谐波辐射一直是光学界科研人员从事的主要研究内容之一。利用谐波辐射可以获得新的激光谱线,可把激光波长推向更短,因此,多少年来谐波辐射研究长盛不衰。所用实验仪器主要由由于美国光谱物理公司的激光脉冲宽度为飞秒量级(10~15fs)的掺钛蓝宝石(Titanium-Doped Sapphire)飞秒激光系统产生超短脉冲、超功率强激光场,美国 Acton 公司的 VSN-515 型 0.5m 真空紫外单色仪,日本滨松公司生产的型号为 R595,光电倍增管响应的中心波长为 70nm 的无窗光电倍增管和 Boxcar 门积分器组成。主要研究了不同气压(0.74 kPa, 1.62kPa, 2.97kPa),不同激光能量(8mJ 和 35mJ),不同偏振特性(线偏振和近圆偏振)对谐波辐射的影响。实验结果证明,谐波辐射强度随着气体气压的增大而增大,但是,当气压增大到一定程度时,谐波强度反而下降,说明对于谐波强度,气体的气压存在一个最佳值。随着激光功率密度的上升,同次谐波信号增强,而且功率密度越高,能测得的谐波次数也越高。激光场的不同偏振特性对谐波强度也有影响。

激光主动成像雷达扫描成像实验

成向阳 李宇 王海虹 尚铁梁 王骥
(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

主动成像已成为现在及今后一段时期激光雷达的主要研究方向。国外已经有了一些成型的产品投放市场,甚至装备部队,而国内还只做了一些概念性研究。笔者对激光主动成像雷达做了一些初步研究,建立了一个激光扫描成像演示系统,并在实验室做了成像实验。该演示系统采用收发分置、激光脉冲发射、二维扫描、能量接收、电脑实时显示的工作方式。光源是中心波长为 650nm 的可见光半导体激光器,扫描器是检流计式扫描振镜,采用光电倍增管接收,接收天线采用伽利略望远镜。笔者研制的半导体激光扫描成像雷达演示装置,结构紧凑,操作方便,耗资低廉,实现了 10 帧/s、每帧 32 行的快速扫描成像,并且成像质量较好,具有广泛的应用前景,例如,可用于低空飞行器下视地形匹配。

高射炮低空运动靶标光电模拟训练器的研制

褚贵福 周丽明 逢茜 于戈 任耀
(哈尔滨激光技术研究所, 哈尔滨, 150036)

介绍了高射炮低空运动靶标的光电模拟训练系统组成及原理,它包括半导体激光(LD)发射系统,激光准直系统,光电接收系统及相关评估电路。由于 LD 的光束发散角很大,垂直方向约 3° ,水平方向约 10° ,为了适应模拟训练(即高射炮距低空运动靶标 200m)的要求,必须对其准直,使其在 200m 处光斑直径在 200mm 左右,采用自聚焦透镜系统进行准直,这样,既充分利用了 LD 能量,又得到较小的光斑;LD 发射主要由 InGaAs 半导体激光器及带继电保护装置的脉冲驱动电源组成;光电接收主要由相应峰值响应波长的光电探测器按预定的图形进行排列接收;评估系统主要由形状量输入的单片机数据处理语音播报电路系统组成,整套系统可靠,动作灵活。

焊接温度场双波长光纤高温传感器抗干扰性能研究

刘南生

(南昌大学物理系, 南昌, 330047)

焊接过程中,当焊点偏离焊缝时,焊缝两边母材温度场分布有差异,双波长光纤温度传感器可以测出焊缝两边温度差异,给出信息使焊机电头左右移动,实现实时焊缝跟踪,提高焊接质量。单根光纤传输可以获得小面元的温度辐射,但辐射能较弱,影响测量。增加光纤根数后提高了光纤获得的辐射,但随之而来的是空间分辨能力减弱,弧光干扰增加。在光纤传感器感应头前加装空间滤波器,仅让平行于主光轴的光通过透镜、针孔后进入光纤束,这样,在提高了辐射能的基础上保证了空间分辨率。将针孔滤波器置于透镜后焦面进行空间滤波,平行主光轴的辐射才能经过透镜、针孔后进入光纤束,Y型光纤束分光后经双波长比色,可给出辐射场的温度。研究了不同数值孔径下不同直径的针孔的滤波情况,研究表明,实际使用中针孔不一定要开得太小,同时说明,安装了空间滤波器的感应头抗杂光弧光能力大大加强,具有较好的应用价值。

0.1 μm 半导体激光尘埃粒子计数器的研制

卞保民^a 吴俊民^b 金惠琴^b 贺安之^a

(^a南京理工大学应用物理系, 南京, 210094)

(^b江苏苏净集团有限公司, 常熟, 215008)

尘埃粒子计数器是微电子、生物医药、航空航天、精密制造等领域中洁净及超净环境检测的必备仪器。其灵敏度和分辨率是仪器最重要的技术参数。国内首台0.1 μm 尘埃粒子计数器于1996年研制成功。但由于用半内腔He-Ne激光作照明光源,仪器的稳定性和粒径分辨率不高,影响仪器的推广应用。作者介绍了用半导体808nm激光器作泵浦源,Nd:YVO₄晶体作激光晶体,产生1064nm的大功率红外激光,再由KTP晶体作腔内倍频,产生波长为532nm的绿激光,输出功率80mW;光学传感器用球面反射镜收集粒子散射光,用高灵敏度微型H5773光电倍增管作光电转换,滤波光阑尺寸为0.3mm \times 1.8mm;用清洁空气保护气套防止含空气流的扩散,实际采样流量为8L/min,最大计数值为999,999/min;用非线性放大电路对不同粒径粒子信号增益进行自动调节,以满足仪器量程范围的要求;用256通道快速脉冲幅度甄别电路,运用二次线性变换原理分析处理测量数据,使0.1 μm ,0.2 μm ,0.3 μm ,0.5 μm 档粒径分辨率达到90%以上。完成首台国产0.1 μm 半导体激光尘埃粒子计数器。主要技术指标达到90年代初的国际水平,而价格为进口仪器的20%左右。

机械零件表面形貌高差估测方法研究

陈智刚

刘南生

(江西省机械工业学校, 南昌, 330001)

(南昌大学物理系, 南昌, 330047)

照射型莫尔等高线受目视判读用户欢迎。作者介绍一种利用照射型莫尔等高线对机械零件表面形貌高差快速估测的方法,即用带高标的粗光栅置于被测零件表面产生照射型莫尔等高线,通过高标上的相邻等高线的高度值测算零件表面某点的高度值。机械零件表面高差测算非常重要,而对于某些凹面,测算起来非常繁杂,有研究者用一称为高标的参照物共同制成照射型莫尔等高线,先数出高标上的等高线,用高标的高除以高标上的等高线数,即得相邻等高线高度差,然后用这个差值去乘以零件某点的等高线数,即可求某点深度值。但这要求在工作台上搭光路,使用起来还不十分实时,作者将高标于粗光栅固定连为一体,这样可拿在手上直接置于被测零件表面在阳光下观察,使用比较方便。在同一材料上设计制作了底面半径为1mm,高分别为4mm,5mm,8mm,10mm的凹型高标4个,然后将其固定在节距为1mm的粗光栅上,分别用卤钨灯和室外自然光观察测算同一被测物,相差0.5mm。作者对估测原理、测算方法进行了较详细地讨论。

扫描脉冲激光微弱信号相干检测实验研究

田兆硕 李 宁 王春晖 陆 威 尚铁良 王 骥

(哈尔滨工业大学可调谐激光技术国家级实验室, 哈尔滨, 150001)

作为脉冲相干激光雷达的基础性研究,作者采用自行研制的双通道可调谐电光调 Q 射频激励共电极双通道波导 CO₂ 激光器,在实验室内模拟了激光雷达微弱光信号的相干检测扫描接收。其中激光器两通道输出激光方向相反,一个通道采用光栅选支连续输出激光,可用压电陶瓷改变腔长调谐激光频率,另一通道采用光栅选支电光调 Q 方式输出脉冲激光。在实验室内,脉冲激光打到漫反射目标后,回波信号经和束镜与连续本振激光和束,再由液氮冷却 HgCdTe 光伏探测器接收,在 TDS684A 数字存储示波器上显示激光回波信号与连续本振激光相干外差后的波形。其中探测器距漫反射目标 10m。根据激光雷达方程,如果探测器前加接收光学系统后,可接收到 3km 外的漫反射目标的脉冲激光回波信号。在微弱信号相干检测接收的基础上,用扫描振镜对主振调 Q 脉冲激光进行扫描,并对经过前置放大器后的脉冲外差信号进行检波。脉冲外差信号经过检波和滤波后,具有脉冲轮廓的高频外差信号转变成正(或负)电压的类三角波电压脉冲。脉冲重复频率 10kHz,即脉冲间隔 10 μ s。目前正加紧进一步实验,尽快在实验室内实现扫描成像,为最终实现远距离扫描成像积累经验。

计算机控制的红外光栅单色仪的标定

曲彦臣 任德明 周波 胡孝勇 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)

随着工业的发展和人类文明的进步,以及局部战争中化学战剂的频繁使用,大气污染变得日益严重,人类生存环境受到破坏。这就需要一种实时检测大气环境变化的工具。CO₂ 差分吸收雷达能够遥测大气污染物及化学战剂,是极具发展潜力的测污雷达。为精确测量 CO₂ 激光波长,红外光栅单色仪是必备的光谱分析仪器。由于单色仪在使用中更换不同的光栅需要重新进行标定,而在中红外谱区缺少标准光源,因此,红外光栅单色仪的标定相当困难。

利用衍射光栅方程,分析可见光谱区标准光源的特征谱线的多级衍射特征,对标准光源的多级衍射进行计算机模拟计算,确定其多级衍射光强分布。实验所用单色仪为 WDP-500D 型计算机控制的自动扫描单色仪,光栅刻线 50 条/mm,闪耀波长 12 μ m,一级光谱范围 8~12 μ m。测量汞灯特征谱线 435.38nm,546.07nm 和 He-Ne 激光谱线 732.8nm 的多级谱分布,确定多级衍射谱的各级级次。对所得数据处理,作出拟合曲线,以多项式拟合法求得拟合方程。根据测量结果对拟合方程进行修正和误差分析,提高标定准确度。以连续波 CO₂ 激光器输出激光进行检测,同时以谱线分析仪检测,通过测量其波长,验证单色仪标定准确。

红外线自动水位控制

付继武
(南昌大学物理系,南昌,330047)

介绍了一种利用红外线对贮水器的水位控制装置,该装置能自动控制贮水器的高低两个水位,电磁阀关闭,停止对贮水器供水。低水位使电磁阀开启,对贮水器供水,使水位保持在高低水位之间。

红外线自动水位控制装置由驱动源、红外发射、接收、前置放大、锁相、电平比较以及电磁阀驱动电路等部分组成。红外发射和接收采用双光路,分别控制高低水位。红外发射由 210Hz 的脉冲信号驱动,可使信号接收克服自然光干扰。两路驱动源和红外发射器只是交替工作。当供水时,高水位光路工作,水位超过高水位时高水位光路停止工作,此时低水位光路开始工作,当水位低于低水位时高水位光路又开始工作,对贮水器供水,此时低水位光路停止工作,这样可节省能源和延长电子器件寿命。高水位的控制光信号是由水对红外线的吸收,从而在光电二极管上获得一个衰减的光信号,转换成电位后,经前波、锁相、检波、再与一标准电位比较,得一低电平,使电磁阀停止工作。低水位控制与此相反,即由衰减信号变成非衰减信号,经电路处理后得一高电平,使电磁阀开启。该装置控制电路采用集成电路,结构简单、体积小、耗电省、性能稳定,抗干扰能力强,可调节高低水位,控制水位精度可达 0.5mm,与机械式水位控制装置相比有如下优点:采用非接触式,不受水的浸泡和侵蚀,性能更加稳定可靠;采用集成电路和电磁阀,体积小寿命长不出现跑漏水现象;采用水位管标定水位,不受贮水器体积大小限制。

智能光电采集系统在卡式电度表中的应用研究

孙复兴 褚贵福 任耀 周丽明

(哈尔滨激光技术研究所, 哈尔滨, 150038)

介绍了 IC 卡式电度表自动抄表系统中智能光电采集系统的结构原理及技术特点。该系统是在机械感应式电度表基础上加装光电信号采集和处理系统, 即把机械表所测电能的表盘转数利用红外光电发射和接收装置转化为脉冲信号进行放大整形和抗干扰电路处理后, 输入 87C51 单片机进行存储, 并做好与主控制器(主机)的数值运算通讯准备。为解决光电采集系统的暗电流和转盘抖动干扰等噪声系统的影响, 采用脉冲调制驱动电路发射及同步积分单稳触发接收的高速测量方法。

基于 CPLD 芯片的全数字鉴频器

高明 陆威 王海虹 王骥

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所可调谐激光技术国家级重点实验室, 哈尔滨, 150001)

作者首先概述了激光偏频锁定的用途及其在国内外的发展现状, 由于脉冲激光器所具有的特点, 使它在激光雷达中有广阔的应用前景, 因而脉冲激光外差的偏频锁定技术具有重要的地位。在介绍各种脉冲激光偏频锁定方法的同时, 指出当前脉冲激光偏频锁定的不足。介绍了 CPLD 芯片的原理及其发展情况, 提出采用 CPLD 芯片做成全数字鉴频器, 进行单脉冲激光频率差鉴频的想法, 并描述了这种全数字鉴频器的鉴频原理。最后完成了这种鉴频器的设计和制做, 实现了可在带宽 2~100MHz 范围内, 搜索并锁定任意指定的偏置频率, 单脉冲鉴频误差为 ± 0.5 MHz, 将它应用于电光外调制脉冲激光的偏频锁定实验中, 此脉冲激光的指标是光脉冲重复频率为 10kHz, 脉宽为 5 μ s, 取得了良好的实验结果, 两支激光频率差的稳定度达到 1.27×10^{-7} (阿仑方差)。

铯原子共振滤波器滤波特性研究

于俊华 常志文 赵晓彦

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

铯原子共振滤波器(S_F-ARF)是一种单噪声通道、带宽可调谐的被动式滤波器。其信号波长 460.734nm 不仅与强 Fraunhofer 暗线重叠, 而且恰好处于海水的最佳透射波段, 因而它可以做为水下通讯系统中的高信噪比接收滤波器。作者主要从实验上研究了蒸气温度 T 、氙气压力 P 和信号光能量 E 等工作参数对 S_F-ARF 内部光子转换效率 η_{ϕ} 、光学带宽 $\Delta\nu$ 及响应时间 τ 等滤波参数的影响。由于本实验中合理地利用了信号光的辐射自陷效应, 在 $T = 873$ K, $P = 93.1$ kPa 时, 获得了 $\eta_{\phi} \sim 90\%$, 相应的 $\tau \sim 50\mu$ s 的结果; 在测量 $\eta_{\phi} = f(T, P = \text{Const})$ 关系时, 发现存在一个使 η_{ϕ} 最大值的最佳温度; 通过测量 $\Delta\nu = f(T = \text{Const}, P)$ 关系, 表明了 $\Delta\nu$ 随 P 增加而线性增加, 这说明改变 P 可实现对 $\Delta\nu$ 的连续调节; 通过测量 $\tau = f(T = \text{Const}, P)$ 关系, 表明了增加 P 可以有效地缩短滤波器响应时间; 在测量 $\tau = f(T = \text{Const}, P = \text{Const}', E)$ 时, 发现 τ 与 E 无关, 表明了 τ 确属 S_F-ARF 的内部固有参量, 因而使它理想地适用于连续背景光条件下对微弱光信号的检测。研究表明, S_F-ARF 是一种具有高内部光子转换效率、光学带宽可调谐、较快响应、可用于微弱信号检测的高信噪比光学滤波器, 验证了作者最初的设想。

具有旋转对称性的输入光位相对 DOE 衍射效果的影响

李崎 王骥 尚铁梁

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所可调谐激光技术国家级重点实验室, 哈尔滨, 150001)

由于衍射光学元件(DOE)在光束整形等领域显示出的不可估量的作用, 因此, 对各种影响 DOE 衍射效果因素的研究非常重要。为此, 作者主要研究了输入光位相具有旋转对称性时对 DOE 衍射效果的影响。该任务可以看成一维问题, 假设输入光位相呈斜率为 k 的直线, 且过原点 o 。在模拟计算中, 计算了输入光位相直线斜率在 $0 \sim 40 \times 10^{-4}$ rad/ μ m 范围内的环上均匀性均方误差和衍射效率, 斜率采样间隔为 1×10^{-4} rad/ μ m。

计算结果表明:衍射效率随斜率增加而单调下降,环上均匀性均方误差随斜率增加呈上升趋势。当输入光位相直线斜率在 $0 \sim 1 \text{ rad}/\mu\text{m}$ 范围内的环上均匀性均方误差和衍射效率,斜率采样间隔为 $1 \times 10^{-2} \text{ rad}/\mu\text{m}$ 。环上均匀性均方误差和衍射效率随斜率 k 的变化周期近似(准周期)为 $0.5 \text{ rad}/\mu\text{m}$ 。

激光与 DNA 相互作用系统非线性研究

孙耀东 钟建生 邵耀椿 封国林
(扬州大学物理系,扬州,225002)

激光生物学是激光应用的一个重要方面,包含了激光与生物作用效应,激光生物工程以及激光医学等。而激光生物效应又包含了生理效应和遗传效应。激光育种机理研究主要是激光生物遗传效应研究,这本质上是激光与 DNA 相互作用的问题。这一问题的研究,不仅与激光遗传育种有关,还对激光医学、激光生物防护等有着重要意义。在激光遗传种中,有两个现象使人难以理解:(1)通常使用的激光光子能量比 DNA 分子磷酸二酯键,核苷键等键能小得多,如 He-Ne , CO_2 , 铍玻璃等,远小于 DNA 的键能。按照量子理论是无法使 DNA 变异的。(2)按照量子理论, DNA 有一个共振吸收峰,且只有一个频率的激光能被共振吸收,而其它频率的激光是不能被共振吸收而引起 DNA 变异的。但实践上,在激光育种中所使用的激光频率很广,从紫外、可见光到红外的一些激光,几乎都能引起 DNA 变异,这也是无法解释的现象。这是由于生物体的复杂性所引起的,应从非线性角度去考虑,再结合量子理论来研究。对激光与 DNA 相互作用的非线性方程,进行了非线性共振研究、混沌研究以及随机动力学演化行为的研究。研究表明,由于生物体的非线性,在激光作用时,除了存在主共振吸收外,还存在次谐波共振,超谐波共振和组合共振吸收。因此,多种频率的激光能被吸收。在激光强度超过一定阈值时,激光与 DNA 作用系统通过倍周期分岔进入混沌态,干扰遗传信息,从而使 DNA 可能发生突变;无激光作用时,不出现混沌,一般不可能发生突变。DNA 系统除了受激光作用外,还受随机力影响。在一定条件下,随机力起着重要作用,出现随机共振和随机混沌。通过势函数的分析,激光与 DNA 作用系统存在着双势阱和多势阱,因此, DNA 突变具有随机不确定性。

利用 1/4 波片调整左、右旋偏振光的理论研究

王宁 李国华
(曲阜师范大学激光研究所,曲阜,273165)

在偏光技术的应用和研究中,常遇到对左(右)旋偏振光的鉴别和调整,即需要把左(右)旋偏振光调为右(左)旋偏振光,对光的调制、偏振态的变换也常遇到这类技术问题。所以,从理论和实际上解决这一问题,有着十分重要的意义。常规的方法是通过添加某些器件来实现,作者则利用斯托克斯矢量法分析了在不添加任何器件的情况下,直接利用获得左、右旋偏振光的器件——1/4 波片来实现左(右)旋偏振光的调整。所阐述的方法与常规方法相比,更为简便易行。让一束自然光垂直依次通过线偏器和 1/4 波片可得右(左)旋偏振光。通过分析看出,出射光的偏振态变化是由 1/4 波片快轴相对起偏器出射的线偏振光振动矢量的转动所至,这就给光路调整带来很大的方便。在上述光学系统中,要实现右(左)旋偏振光的调整,只要将 1/4 波片绕系统的光轴转 $\pi/2$ 即可实现,且不改变椭圆偏光的几何形态。上述方法在光路调整和偏振态的变换上有一定的实用和参考价值。

三元复合式补偿器的设计与研制

云茂金 李国华
(曲阜师范大学激光研究所,曲阜,273165)

光学补偿器是偏光技术中一个重要的光学元件,是一种延迟量可以在一定范围内连续可调的延迟器件,多用于偏光分析、椭圆偏测量及光学调制中。常用的补偿器有巴俾涅补偿器和索累补偿器。这两种补偿器都是通过机械平移组合双折射晶体改变晶体相对厚度实现衍射量的连续调节。作者设计了一种三波片组合的三元复合式补偿器,当三波片的放置及位相延迟满足一定的条件时,旋转第二波片即可实现延迟量的连续调节。

并且由结论 $\delta = 4\pi - 4\theta_2$ 可知, 延迟量 δ 与第二波片的倾斜角 θ_2 成线性关系, 且 Γ 的调节改变量可以引起 4° 的位相变化。因而, 这种补偿器与巴俾涅补偿器和索累补偿器相比具有较大的调整限度、调节比较方便的优点, 根据我所偏光技术与器件设计加工的优势, 对用石英晶体研制的三元复合补偿器的测试, 其调整延迟偏差完全可以控制在 10% 以内, 达到了实用的要求。

Walk-off 型单级偏振无关光隔离器

吴福全 赵秋玲

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

光隔离器在光纤通信技术中是一种非常重要的无源器件, 它可以有效地防止返回光对光源和系统的不利影响, 保证光通信的质量。作者在多级 Walk-off 型偏振无关光隔离器的基础上重新设计, 研制成功了单级 Walk-off 型偏振无关光隔离器。所设计的 Walk-off 型单级偏振无关光隔离器由两只长度为 a , 一只长度为 $\sqrt{2}a$ 的冰洲石晶体的平行分束偏光镜和一只 45° 法拉第旋光器组成。由于两只长度为 a 的平行分束镜可以在可见光路中进行校正、胶合为一个整体, 所以, 整个光隔离器只有 3 个独立的部分组成, 不仅简化了结构, 而且给器件调整提供了极大的方便。对 Walk-off 型单级偏振无关光隔离器进行测试, 其结果为: 大于 35dB 隔离度的隔离器带宽已达到 38nm, 大于一般隔离器所要求的 20nm 的带宽, 其最大隔离度达到了 45.17dB, 插入损耗为 1.2dB, 这是自聚焦透镜耦合后光纤到光纤的结果, 实际上光隔离器非互易部分的损耗仅为 0.4dB 左右。

激光高效偏光镜出射光的合束光路分析

赵秋玲 吴福全

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

激光高效偏光镜是由平行分束偏光镜、半波片和格三型棱镜组合而成, 对入射的非偏振光有很高的透射比(可达 88%~90%)。这一特点是常规偏光镜无法达到的, 但是, 独特的起偏原理又决定了出射光是(靠得很近的)电矢量振动方向相同、传播方向一致的两束光。这一现象制约了其使用范围, 作者本着在保证棱镜有较高透射比的原则下, 探索了一种用直角棱镜组合的方法对其出射光束进行调制, 使出射光束的剪切差得以减小, 从而基本实现合束的目的。分析了光束比的大小与棱镜的折射率 n 及棱镜顶角 α 有关。棱镜的折射率越大, 光束比越小, 即选大折射率棱镜可提高合束的效果。取 $n = 1.5147$, 棱镜顶角 $\alpha = 38.06^\circ$ 时, 光束比小于 0.2, 同时透射比大于 0.80, 整个系统总的透射比约为 70%~72%, 保证了较高的透射比, 同时光束在分离方向上被缩合为原来的 1/5, 可见其合束效果是理想的。当光线在棱镜斜面上以布儒斯特角入射时, 透射比最大, 合束效果降低, 但可以通过增加棱镜个数对出射光的合束比进行进一步的修正, 当棱镜折射率一定时, 棱镜个数越多, 合束效果就越好。选取 4 个棱镜组成合束系统较为理想。此时, 光束比约为 0.18, 透射比为 0.844, 整个系统总的透射比可达 74%~76%。

光相位延迟量的新型偏振调制测量法

赵秋玲 吴福全

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

作者在偏光调制的基础上, 引入一个归一化参数, 分析了一种新的测量相位延迟量的方法, 保证了较高的测量精度, 并且, 可以很方便的用于消色差相位延迟器的定标和性能分析以及波片的分波长筛选等技术中。在一般的偏光测试技术中, 通常采用旋转偏振器分时探测两正交方向上的光的强度, 这要求光源具有较高的稳定性, 而由于系统的不稳定性会引入附加的误差。作者采用一分束器将通过待测元件的光在两正交方向上分离, 利用两个探测器同时探测两方向上的光强信号。定义一光强比值 I_N , 利用关系式便可得到待测延迟量 δ , 光强比值 I_N 的引入消除了两探测器增益不匹配带来的影响, 并且降低了对光源稳定性的要求, 依据本方法建立的测试系统的相对测量误差可小于 0.5%。分析了各元器件误差对系统最后误差的影响, 结果表明, 测量 1/2 波片时对偏振器的消光比要求较高, 而对于 1/4 波片, 偏振器的消光比达到 10^{-5} 即可获得很高的精

度,因此,该方法对 1/4 波片的测量精度较高。

氦氖激光鼻腔 Litte' s 区照射治疗带状疱疹后遗神经痛 36 例

臧少梅 姜晓越 邵怀龙 祖兴苗

(解放军第 456 医院, 济南, 250031)

带状疱疹后遗神经痛 69 例, 男 33 例, 女 36 例, 随机分为低能量氦氖激光鼻腔 Litte' s 区照射和药物治疗组。两组有效率、治愈率相比较, P 值均小于 0.01, 有非常显著性差异。低能量氦氖激光作为一种物理能, 刺激机体具有特殊功能的蛋白(有的学者称为“生物换能器”)进行换能, 将光能转化为生物能, 发生一系列生物学效应。这种特殊蛋白存在于循环血液中, 鼻腔粘膜薄, 血管网丰富, Litte' s 区血管网与鼻腔仅隔一层薄粘膜, 有利于吸收激光能, 并在循环血液中的传递和转换成生物能循环全身, 从而增强机体免疫; 消除中分子物质的毒害作用; 使激肽释放酶-激肽系统正常, 达到安神、镇痛之效果。氦氖激光 Litte' s 区照射, 操作简便, 无创伤, 无痛苦, 患者易接受。

氦氖激光照射膝眼穴治疗膝关节骨性关节炎的疗效观察

张悦

(山东省千佛山医院针灸科, 济南, 250014)

王

(山东省千佛山医院理疗科, 济南, 250014)

膝关节骨性关节炎 84 例, 男 40 例, 女 44 例; 年龄最小 37 岁, 最大 68 岁; 随机分为两组, 治疗组采用氦氖激光照射膝眼穴, 对照组采用红外线照射, 治疗 10 次后评定疗效。两组愈显率比较, ρ 值小于 0.005, 具有极显著性差异且治疗组有效率达到 100%。膝关节解剖结构特殊, 唯有膝眼穴处较为薄弱, 可避开韧带、骨骼直接通入关节腔内。膝眼穴位于髌韧带两侧, 内有膝关节动、静脉网; 布有隐神经分支、股外侧皮神经支, 深层有胫腓总神经分支。氦氖激光光束于膝眼穴处照射, 可有效改善关节腔内局部血液、淋巴循环, 影响细胞膜的通透性, 减少炎性渗出, 促使致痛物质排出, 并可直接降低神经兴奋性, 从而达到消炎镇痛的目的。外膝眼位于足阳明胃经的循行路线上, 阳明经多气多血。“不通则痛, 不荣则痛”, 激光照射还给穴位输入能量, 从而调整经络, 宣导气血, 很好地发挥镇痛作用。此方法无创伤、无痛苦, 患者易接受。

脉冲 CO₂ 激光辅助常规疗法防龋的疗效观察

杨桂茹

(黑龙江海员总医院口腔医疗保健中心, 哈尔滨, 150020)

梁彦波

(哈尔滨轴承集团医院, 哈尔滨, 150030)

近年来, 随着我国龋病发病率的迅猛增长, 研究人员在研究防龋材料方面的不断探讨和更新, 先是含氟窝沟封闭剂的大量应用, 继而氟保护漆的出现使常规防龋取得了进展, 作者应用 15W, 脉冲宽度为 0.1s, 0.2s, 0.4s, 重复频率为 1Hz, 5Hz, 10Hz 的脉冲式 CO₂ 激光治疗机辅助常规疗法, 使之进一步完善。将近年来 60 例不同年龄段的龋齿患者分成两组, 分别应用常规和激光辅助治疗对比观察, 临床效果表明, 应用激光辅助治疗的比常规的显著, 在激光辅助照射的不同年龄段, 刚萌出不久 的牙防龋效果最佳; 经 CO₂ 激光照射的离体牙齿其抗酸能力显著增强, 并且, 脉冲式 CO₂ 激光照射有增强牙齿吸收氟的能力, 二者并用对加强牙齿抗龋能力更为有效, 这为临床开辟了新的途径, 且值得推广。

激光二极管端泵浦 Nd³⁺: YAG 牙科治疗机及无痛疗法的应用研究

梁彦波

(哈尔滨轴承集团医院, 哈尔滨, 150030)

孟庆杰

(哈尔滨市道里区牙病防治院, 哈尔滨, 150010)

随着量子阱技术的成熟和中心波长为 808nm 的半导体激光器输出功率的提高, 大功率半导体激光器泵浦固体激光器(DPSSL)被认为是固体激光器的一次革命, 它综合了半导体激光器与固体激光器的优点: 即有半导体激光器体积小、重量轻、易调制、寿命长、直接电注入高的量子效率与常用的固体激光材料抽运带相匹

配的波长,又有固体激光器的输出较高的光束质量,有很好的时间与空间模式(TEM_{00})性,因此可说,医学上灯泵浦的固体激光器将由 DPSSL 所代替,DPSSL 是当今激光技术发展的主流,使固体激光器在光束质量和转换效率上有大幅度提高。作者应用 LD 端泵浦 Nd^{3+} :YAG 激光器牙科治疗机,能量 200mJ,宽度 60ns,重复频率 1kHz,合理选择激光参数对牙齿实行几乎无痛的消除龋齿、补牙、穿髓。用激光无痛开髓减压法治疗牙髓炎 90 例并与麻醉下开髓减压 50 例进行比较,发现激光法患者在几乎无痛下进行,配合好,易于接受,开髓到位,刺激性小,毒性低,疗效好,在临床上收到良好的效果,其可能机理是激光打孔避免了机械钻孔所带来的疼痛,牙齿的痛感神经(齿髓)对钻孔产生的低频振动敏感,同时,钻头与牙齿的磨擦使牙齿的温度升高并加剧痛感。牙齿从外到里水分和有机物不断增加,在超短激光脉冲的作用下,可使水强烈吸收汽化而致牙齿炸裂,或者超短脉冲激光产生等离子体所形成的冲击波对牙齿产生刻蚀,而达到治疗目的。

CO₂ 激光一期切除缝合单纯性肛瘻

张立德 常建华 张星芳

(山东兖矿集团公司总医院,兖州,272000)

近几年来,我科运用 CO₂ 激光治疗肛瘻 59 例,除 3 例复杂高位肛瘻行部分切开缝合,内侧部分行挂线疗法外,其余 56 例均用 CO₂ 激光汽化肛瘻内、外口及瘻道,一期缝合,痊愈出院,获得良好疗效,有以下几点体会:(1)本组单纯低位肛瘻占肛瘻中 93.8%。用 CO₂ 激光治疗一期缝合,感染率低,出血少,一期愈合率达 87%,效果显著。(2)感染病例均发生在手术后期阶段。主要由于肠道准备不充分,过早排便。因而注意肠道准备,控制术后 5~6 天排便,是防止感染的主要措施。(3)对于 1 个内口,多个外口的瘻管,仍可以用一期缝合。本组 3 例均获一期愈合。对多发瘻管(2 个内口,2 个外口)的病例,可一期分别切除或分期手术。(4)对高且深的瘻管,估计术后可能发生肛门失控的病例,应以部分切除缝合,内侧部分行挂线为妥,效果更好。

氩氦激光并紫外线治疗感染性皮肤缺损 454 例

姜晓越 臧少梅 祖兴苗 苏蓉

(解放军 456 医院,济南,250031)

1995 年 1 月至 1999 年 12 月,我院共收治皮肤感染性缺损患者 454 例,男 314 例,女 140 例,年龄 11 岁~88 岁,平均 37.4 岁。其中外伤性 225 例,均为外伤后皮肤缺损严重,无法对皮缝合者;糖尿病肢端坏疽或局部溃疡形成者 92 例,坏疽溃疡面积最大 8cm×6cm,最小 0.5cm×1cm;烫伤 51 例,均Ⅲ°以上;褥疮 86 例,均Ⅲ°以上。治疗前按外科常规清创面,采用江苏产 YS-4 型紫外线治疗机,波长 253.7nm,灯距 2cm,视皮肤感染程度照射剂量为 5~40MED,每日或隔日一次。同时采用陕西产 HND-5 型氩氦激光治疗机,波长 632.8nm,输出功率 30mW,光斑直径 5cm,照射距离 30~50cm,时间 20~30min,每日一次。454 例经氩氦激光并紫外线治疗后,治愈 347 例,占 76.3%;显效 55 例,占 12.1%;好转 52 例,占 11.6%;总有效率 100%。氩氦激光并紫外线综合治疗,取低能量氩氦激光的微弱温热效应对组织有刺激作用,能调制免疫能力,减少创面渗出,改善局部血液循环,加速成纤维细胞的增殖,促进上皮细胞和血管再生。用短波紫外线的杀菌、消炎、清创、分离坏死组织作用,从而利于缺损皮肤愈合,两种治疗作用重叠、互补,优于单一治疗。

半导体激光治疗软组织损伤疗效观察

庄桂英 张悦 王澎

(山东省千佛山医院理疗科,济南,250014)

将 60 例软组织损伤患者随机分为两组,治疗组 30 例,采用半导体激光照射;对照组 30 例,采用红外线治疗。观察 GaAlAs 半导体激光治疗软组织损伤的疗效和机制。两组治疗 5 次时有效率相比较, $u = 4.32$, $u > 2.58$, $u < 0.01$; 治疗 10 次时, $u = 4.36$, $u > 2.58$, $p < 0.01$, 两组差异非常显著。