

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910066978.7

[43] 公开日 2009 年 10 月 7 日

[51] Int. Cl.
H01S 3/098 (2006.01)
H01S 3/223 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101552426A

[22] 申请日 2009.5.20

[21] 申请号 200910066978.7

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 邵春雷 郭 劲 杨贵龙 初国强

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 王立伟

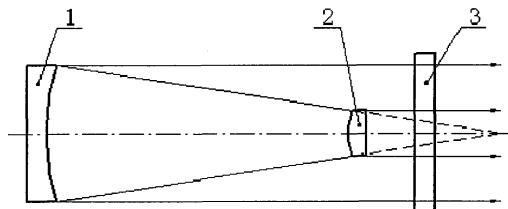
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种 CO₂ 激光器的非稳腔选支输出方法

[57] 摘要

本发明一种 CO₂ 激光器的非稳腔选支输出方法，属于高能 CO₂ 激光技术领域。该方法是利用镀膜技术对两个球面反射镜分别进行不同特性曲线的镀膜，激光在由这 2 个球面反射镜构成的虚焦正分支非稳腔中振荡放大竞争输出时，1 个球面反射镜抑制住了中心波长 9.6 μm 激光的振荡放大，另 1 个球面反射镜抑制住了中心波长 10.6 μm 激光的振荡放大，从而实现了只输出中心波长 9.3 μm 的激光；本发明的突出特点是：该方法切实可行，效果良好。能够获得接近衍射极限的高质量准基模输出光束，输出较大能量的激光束，提供能量分布更加均匀的光束。



1、一种 CO₂激光器的非稳腔选支输出方法，其特征在于该方法是利用镀膜技术对两个球面反射镜分别进行不同特性曲线的镀膜，激光在由这 2 个球面反射镜构成的虚焦正分支非稳腔中振荡放大竞争输出时，1 个球面反射镜抑制住了中心波长 9.6μm 激光的振荡放大，另 1 个球面反射镜抑制住了中心波长 10.6μm 激光的振荡放大，从而实现了只输出中心波长 9.3μm 的激光；

在保证对 9.3μm 波长都具有高反射率条件下，使一个球面反射镜对 9.6μm 波长的反射率比对 9.3μm 波长的反射率低 25 个百分点以上，不控制对 10.6μm 波长的反射率大小；

另一个球面反射镜对 10.6μm 波长的反射率比对 9.3μm 波长的反射率低 35 个百分点以上，不控制对 9.6μm 波长的反射率大小。

一种 CO₂ 激光器的非稳腔选支输出方法

技术领域

本发明涉及一种 CO₂ 激光器光学谐振腔选支输出技术方法，特别涉及采用非稳腔结构只输出中心波长 9.3μm 高能激光的反射镜镀膜方法。

背景技术

CO₂ 激光按能级跃迁辐射原理分为 4 支谱线：10P、10R、9P、9R，对应的中心波长分别为 10.6 μ m、10.3 μ m、9.6 μ m、9.3 μ m。每支谱线中包含有很多条谱线，所有谱线中最强的是两条：一条波长为 10.6μm，另一条波长为 9.6μm。对于没有采取任何波长选支技术的 CO₂ 激光器，光学谐振腔中的激光是处于一种“自由竞争”的振荡模式，由于 10.6μm 的增益最大，竞争的结果是激光振荡输出的中心波长为 10.6μm。这样，在激光器研究中追求输出最高功率指标时，其发射激光的中心波长就只能是 10.6μm，如果进行其它波段选支发射，其输出功率就会有不同程度的相对减小。

激光器光学谐振腔有稳定腔、非稳腔和临界腔三种结构型式。高功率 CO₂ 激光器通常采用“平一凹”稳定腔（凹面镜为铜质镀金膜全反射镜，平面镜为硒化锌镀介质膜部分反射镜即为激光输出窗口），这种腔型的好处是输出功率高，有一定的抗失谐能力，缺点是光束发散角大，光束质量较差。为同时获得高光束质量、小发散角和较大能

量的激光，需要采用非稳腔结构。其输出的突出特点是：能够获得接近衍射极限的高质量准基模输出光束，能够输出较大能量的激光束，能够提供能量分布更加均匀的光束。光学非稳腔有多种腔型，如共焦腔、平凸腔、对称腔等。在高能激光系统中，一般采用虚焦正分支非稳腔作为激光器的谐振腔，由一个大铜质凹球面反射镜和一个小铜质凸球面反射镜组成光学谐振腔，激光输出窗口采用 ZnSe 全透输出镜（见图 1），该窗口同时起到密封工作气体的作用。这是一种虚共焦望远镜型非稳腔，虚共焦点在谐振腔外。其传播原理是：由焦点发出的轴球面波行进到大凹面全反镜反射后成为平行于光轴的平面波，该平面波行进到小凸面全反镜反射后，又成为相当于由焦点发出的球面波，这是虚共焦腔的突出优点，可获得平面波输出。激光振荡只在凹、凸球面反射镜间进行，2 个球面反射镜的反射率越高，激光输出的能量越大，输出窗口为全透镜，不参与激光振荡。激光沿小凸面反射镜边缘输出，形成一个中空的环形光斑。

发明内容

本发明提供出一种采用虚焦正分支非稳腔结构实现只输出中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 激光的选支输出方法。

在试验研究中，非稳腔的两个铜质凹、凸球面反射镜表面镀的是对红外光谱具有高反射率的金膜，这样，激光以“自由竞争”的振荡模式输出的中心波长为 $10.6\mu\text{m}$ 。如果要想实现只输出中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 的高能激光，按照激光振荡放大竞争原理，需要对非稳腔两个球面反射镜中的 1 个或 2 个镀特种介质膜，使其对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率越高越

好，同时还要使其对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率甚高于对 $9.6\mu\text{m}$ 和 $10.6\mu\text{m}$ 的反射率，抑制后两支谱线在光学谐振腔中的振荡放大，使 $9.3\mu\text{m}$ 在振荡竞争中取得绝对优势。以往在 CO_2 激光器“平一凹”稳定腔采用输出窗口镀膜选支技术的研究表明，输出窗口镀膜对 CO_2 激光谱线的不同反射率获得输出不同中心波长激光的实验结果是：对 CO_2 激光全谱线反射率相近时（5 个百分点以内）只输出中心波长 $10.6\mu\text{m}$ 激光；对 $9.3\mu\text{m}$ 和 $9.6\mu\text{m}$ 反射率相近并高于对 $10.6\mu\text{m}$ 反射率 20 个百分点以上时只输出中心波长 $9.6\mu\text{m}$ 激光；对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率高于对 $9.6\mu\text{m}$ 反射率 25 个百分点以上、高于对 $10.6\mu\text{m}$ 反射率 35 个百分点以上时，才能实现只输出中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 的激光。实验结果说明，若要在非稳腔结构中达到只输出中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 的激光，其组成光学谐振腔的 2 个球面反射镜中任 1 个或 2 个的镀膜特性（2 个反射镜都镀膜后，激光谱线在 2 个反射镜间振荡往返一次的反射率累积值为 2 个反射率的乘积），必须满足激光谱线在 2 个反射镜间振荡往返一次时对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率高于对 $9.6\mu\text{m}$ 反射率 25 个百分点以上、高于对 $10.6\mu\text{m}$ 反射率 35 个百分点以上这个条件。然而在按上述思路进行研究中，现有的镀膜技术在铜质反射镜上镀介质膜时，在保证对 $9.3\mu\text{m}$ 具有高反射率（大于 97%）时只能做到图 2 所示的反射率曲线，其中，对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率约为 98%，对 $9.6\mu\text{m}$ 的反射率约为 96.5%，对 $10.6\mu\text{m}$ 的反射率约为 83.7%。将非稳腔两个球面反射镜中的任 1 个或 2 个都按图 2 的反射率曲线镀膜，并分别进行试验，得到的是可预想到的相同结果：只输出了中心波长 $9.6\mu\text{m}$ 的激光，抑制住了中心波长 $10.6\mu\text{m}$ 的

激光，没有获得中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 的激光。

本发明一种 CO_2 激光器的非稳腔选支输出方案是：结合现有镀膜技术对两个球面反射镜分别进行不同特性曲线的镀膜，在保证对 $9.3\mu\text{m}$ 波长都具有高反射率条件下，使一个球面反射镜对 $9.6\mu\text{m}$ 波长的反射率比对 $9.3\mu\text{m}$ 波长的反射率低 25 个百分点以上，不控制对 $10.6\mu\text{m}$ 波长的反射率大小；

另一个球面反射镜对 $10.6\mu\text{m}$ 波长的反射率比对 $9.3\mu\text{m}$ 波长的反射率低 35 个百分点以上，不控制对 $9.6\mu\text{m}$ 波长的反射率大小。

采用本发明镀膜方案对非稳腔 2 个球面反射镜进行镀膜，激光在 2 个球面反射镜间振荡放大竞争输出时，对 $9.6\mu\text{m}$ 波长反射率最低的球面反射镜能够抑制中心波长 $9.6\mu\text{m}$ 激光输出，对 $10.6\mu\text{m}$ 波长反射率最低的球面反射镜能够抑制中心波长 $10.6\mu\text{m}$ 激光输出，从而实现只输出中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 激光。

本发明的突出特点是：提供一种采用虚焦正分支非稳腔结构实现只输出中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 激光的选支输出方法。该方法切实可行，效果良好。能够获得接近衍射极限的高质量准基模输出光束，能够输出较大能量的激光束，提供能量分布更加均匀的光束。

附图说明

图 1 是背景技术中的虚焦正分支非稳腔结构示意图。图中大凹球面反射镜 1，小凸球面反射镜 2，全透输出镜即激光输出窗口 3。

图 2 是背景技术中按对 $9.3\mu\text{m}$ 、 $9.6\mu\text{m}$ 、 $10.6\mu\text{m}$ 波长反射率递减、且对 $9.3\mu\text{m}$ 波长反射率最高的一种非稳腔球面反射镜的镀膜反射率

曲线。

图 3 是本发明中抑制中心波长 $9.6\mu\text{m}$ 激光输出的非稳腔 2 个球面反射镜之一的镀膜反射率曲线。

图 4 是本发明中抑制中心波长 $10.6\mu\text{m}$ 激光输出的非稳腔 2 个球面反射镜之一的镀膜反射率曲线。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

图 3、图 4 是现有镀膜技术能够实现的在铜质反射镜上镀介质膜所形成的反射率曲线。在图 3 中，对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率约为 97%，对 $9.6\mu\text{m}$ 的反射率约为 20%，对 $10.6\mu\text{m}$ 的反射率约为 99%。在图 4 中，对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率约为 99%，对 $9.6\mu\text{m}$ 的反射率约为 99%，对 $10.6\mu\text{m}$ 的反射率约为 20%。非稳腔 2 个球面反射镜中的 1 个或 2 个如果按图 3 镀膜，激光输出的中心波长必然会是 $10.6\mu\text{m}$ ；如果按图 4 镀膜，激光输出的中心波长必然会是 $9.6\mu\text{m}$ 。在研究中，如按原有设计思路即对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率越高越好、且对 $9.3\mu\text{m}$ 的反射率甚高于对 $9.6\mu\text{m}$ 和 $10.6\mu\text{m}$ 的反射率，图 3 和图 4 的镀膜反射率曲线都是不可采用的。而本发明对非稳腔 2 个球面反射镜的镀膜采取了这样的方案：将 1 个球面反射镜按图 3 镀膜，另 1 个球面反射镜按图 4 镀膜，激光在由这 2 个球面反射镜构成的虚焦正分支非稳腔中振荡放大竞争输出时，1 个球面反射镜抑制住了中心波长 $9.6\mu\text{m}$ 激光的振荡放大，另 1 个球面反射镜抑制住了中心波长 $10.6\mu\text{m}$ 激光的振荡放大，从而实现了只输出中心波长 $9.3\mu\text{m}$ 的激光。

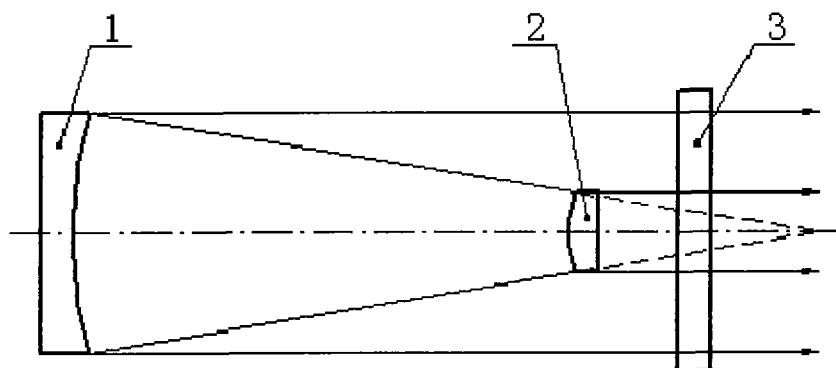


图 1

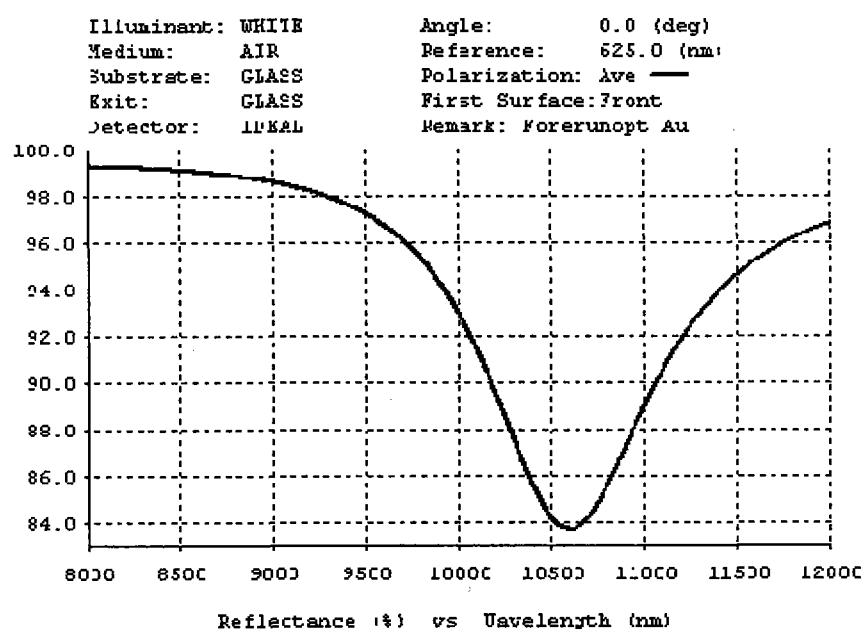


图 2

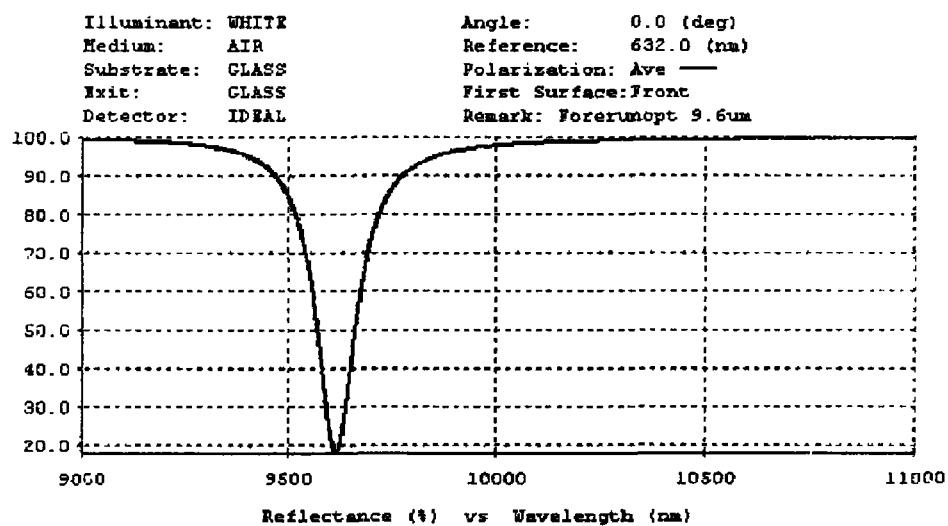


图 3

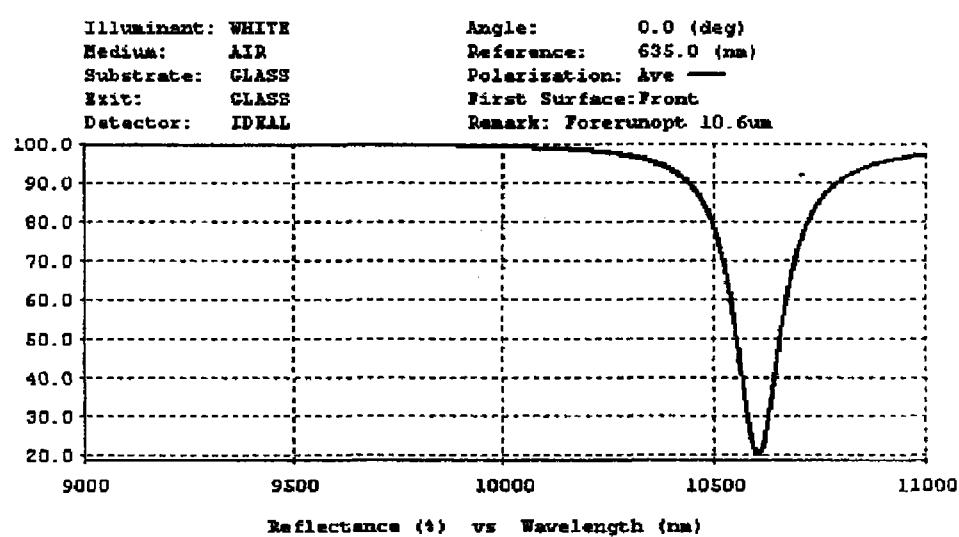


图 4