

直流电泳式紫外氦-镉激光器

复旦大学光学系激光组

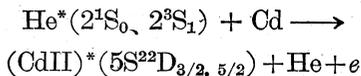
A DC electrophoresis ultraviolet He-Cd laser

Laser Group, Department of Optics, Fudan University

A design structure of DC electrophoresis ultraviolet He-Cd laser operating at 4416 Å and 3250 Å is described. The effects of helium gas pressure, temperature of cadmium vapor and discharging current on the laser output power are studied.

氦-镉激光器的主要输出波长是 4416 Å 和 3250 Å^[1~3]。4416 Å 激光处于蓝紫光区, 对于探测器和记录材料比较灵敏, 在全息、光电记录、医疗等较氦-氩 6328 Å 激光器有其独特用处。3250 Å 紫外激光比 4416 Å 激光的优点尤为突出, 对于光化学反应、生物、医疗以及其他激发荧光的科研中可望得到广泛的应用。我们在研制 4416 Å 激光的基础上, 根据实际应用的需要, 试制成功了 3250 Å 紫外激光器。

图 1 是镉离子的能级简图。4416 Å 和 3250 Å 的上能级和下能级都分别属于同一个电子组态的相邻能级, 决定了它们具有相同的激发方式和相近的放电条件。由于它们的上能级均处于氦亚稳态能级 (2^1S_0 、 2^3S_1) 下面, 其占优势的激励机理为“彭宁碰撞”, 可由下式表示



这一激励机理已为许多实验所证实^[4, 5]。4416 Å 和 3250 Å 的下能级经由强的辐射跃迁耦合到离子基态, 具有很快的衰减率, 有可能形成稳定的上、下能级粒子数反转, 从而获得连续激光输出。尽管 4416 Å 和 3250 Å 激

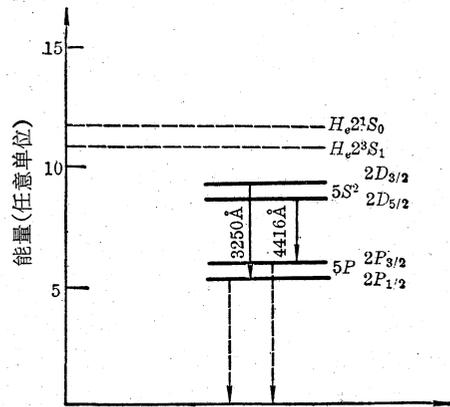


图 1 镉离子能级简图

光的激发条件相近, 但由于增益对波长的三次方关系, 一般说来 3250 Å 增益比 4416 Å 小 2.5 倍^[6], 为了保证放电介质有较大的增益, 我们在设计上选取较大的放电管长度和较小的毛细管内径, 希望在较差的工作条件下有可能实现激光。另外为了寻找 3250 Å 的工作条件, 包括氦的气压、镉金属的加热温度以及放电电流, 可以借鉴于 4416 Å 激光的最佳工作条件, 所以我们在设计上采用全外腔结构, 使得在调换反射镜的情况下, 既能产生 4416 Å 激光, 又能产生

收稿日期: 1978 年 8 月 25 日。

3250 Å 激光。

激光管结构简图见图 2。放电管总长度为 200 厘米,为了降低工作电压,采取两段对接,每一段分别使用一个激励电源。毛细管内径为 2.7 毫米,保证毛细管的直度是重要的。天然镉放置在靠近阳极一端,由外部加热办法产生镉金属蒸气,通过直流放电的电泳效应使镉蒸气沿整个放电通道分布,镉蒸气密度由外部加热器的温度控制,温度由接触于石英管壁的点温度计测量。布氏窗用平行平面石英,布氏角为 56° 。石英套管内抽真空为了维持放电管内的温度。反射镜使用过两种多层介质膜,一种是“硬膜”,一种是“软膜”。全反端均为玻璃球面镜,曲率半径为 5 米,硬膜为 23 层,软膜为 19 层。输出端均为石英平面镜,硬膜为 19 层,软膜为 13 层。

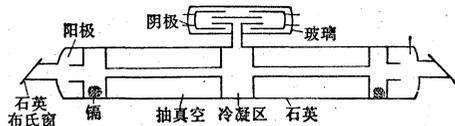


图 2 放电管结构简图

激光腔调节方法,先将 4416 Å 反射镜调整到激光最佳位置上,然后以 4416 Å 反射镜的方位为基准,换上相同曲率半径的 3250 Å 反射镜重复到 4416 Å 反射镜的方位上。4416 Å 反射镜方位的确定可以利用一个氦-氖 6328 Å 激光束以任一方向入射到反射镜上,其反射光束的光斑位置即表征了 4416 Å 反射镜的方位,反射镜在上下或左右方向的任何微小偏转都会造成反射光斑的相应移动,要求调节 3250 Å 反射镜的反射光斑与 4416 Å 反射镜的反射光斑重合。

激光输出可以通过激发荧光由眼睛方便地观察,相对输出功率通过硅光电池对荧光的响应来探测。图 3 给出 3250 Å 和 4416 Å 激光的相对输出功率与氦气压的关系。在加热温度和放电电流固定的情况下,输入功率随氦气压的变化存在一个极大值,这和氦-氖激

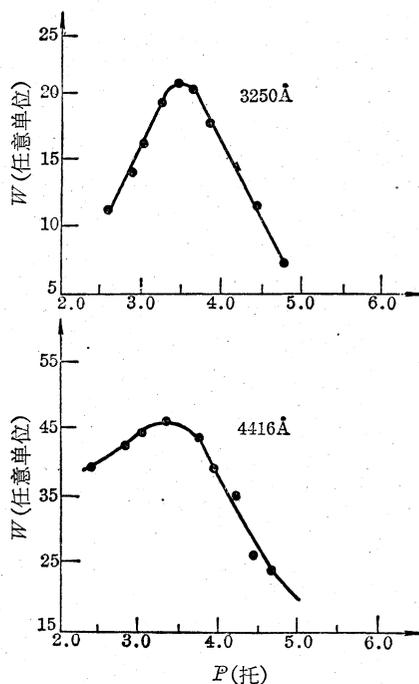


图 3 输出功率对氦气压的关系
(镉温度 255°C, 放电电流 90 毫安)

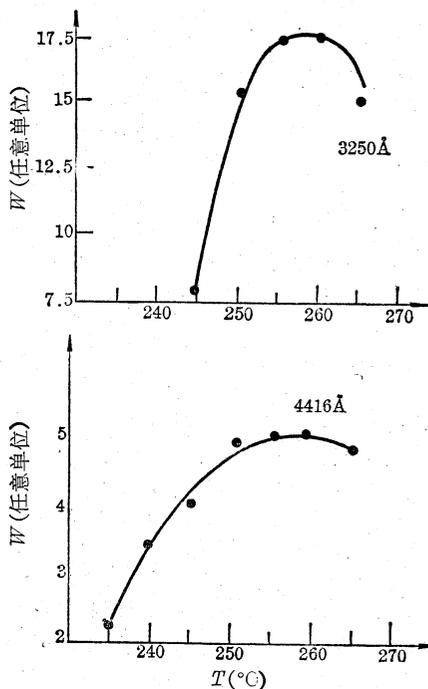


图 4 输出功率对镉温度的关系
(氦气压 3.3 托, 放电电流 90 毫安)

光器的情况是相似的,表明它们的激发过程都是由于氦的亚稳态原子起了主要的作用。从图3还可看出3250 Å激光和4416 Å激光输出功率同样在氦气压3.3托附近出现极大,这是由于它们的激发条件相近的缘故,

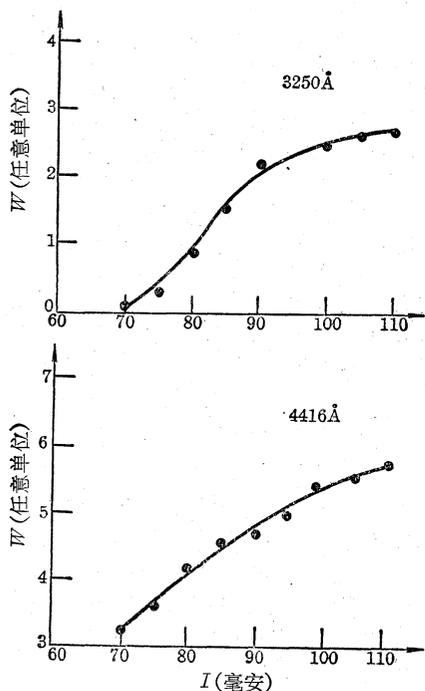


图5 输出功率对放电电流的关系
(氦气压3.3托, 镭温度255°C)

正好和预期的结果一致。图4给出3250 Å和4416 Å激光的相对输出功率与镭加热温度的关系,结果和图3相似。出现极大的原因主要是由于随着加热温度的升高,也即随着镭分压的增大,电子温度下降,氦的亚稳态密度也随着减少,使激光上能级的激发减弱,最后导致激光输出功率下降。图5给出3250 Å和4416 Å激光的相对输出功率与放电电流的关系,它们的变化趋势也是类似的,由于我们使用的电源功率的限制,在110毫安以上没有进行测量。

3250 Å激光输出功率在反射镜没有最佳耦合情况下,经初步测量不小于10毫瓦。

参 考 文 献

- [1] W. T. Silfvast; *Appl. Phys. Lett.*, 1968, **13**, No. 5, 169.
- [2] W. T. Silfvast; *Appl. Phys. Lett.*, 1969, **15**, No. 0, 23.
- [3] J. P. Goldsborough; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1969, **QE-5**, No. 2, 133.
- [4] T. G. Giallorenzi; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1971, **QE-7**, No. 1, 11.
- [5] *Japan. J. Appl. Phys.*, 1974, **13**, No. 11, 1866.
- [6] W. T. Silfvast; *Appl. Phys. Lett.*, 1971, **19**, No. 10, 445.

大功率激光体吸收能量计

一般的表面吸收卡计由于热容量小,而且温度随光功率密度的增加而在瞬间迅速升高,因此只适用于低功率密度的光能探测。

我们选用破坏阈值高、吸收深度大、热容量又尽可能小的CaF₂单晶片作为吸收体,研制成了大功率CO₂激光体吸收能量计。它的特点是:接收口径约9厘米,探测范围大(1~10⁸焦耳),承受的功率密度高。探测低功率激光时,破坏阈值>3000焦耳/厘米²。已实现10兆瓦/厘米²的光脉冲探测,潜力将大于千兆瓦/厘米²。光在5毫米厚的CaF₂中被吸

收二次,因此吸收体热容大。温升小,时间常数大。

所用的CaF₂单晶片直径为9厘米,厚0.5厘米,背面涂金以防止多余光能的透过,增加吸收厚度等。

由于卡计内使用了58对灵敏度高的镍铬-康铜热偶串接,灵敏度高达3600微伏/k,因此要求测量时环境温度稳定。

(中国科学院上海光机所 庄斗南
陆载通 李兰英 中国科技大学
高杰)