

## 光电子技术 (5)

工作物质: 氦气 (~1 托) + 氖气 (0.1 托) 混合气体

激活介质: 氖原子

能级结构: 四能级系统, 如图:

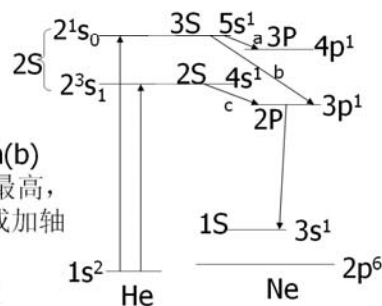
$E_1 = 2p^6, E_2 = 1s, E_3 = 2p, 3p$

$E_4 = 2s, 3s$ , 这些激发态能

级都有丰富的精细结构。

发射波长:  $3.39 \mu\text{m}$  (a),  $0.6328 \mu\text{m}$  (b),  $1.15 \mu\text{m}$  (c). 其中  $3.39 \mu\text{m}$  的增益最高, 通常用玻璃窗抑制  $3.39 \mu\text{m}$  发射或加轴向非均匀磁场。

**泵浦:** 气体辉光放电激励, 氦原子共振能量转移。



## 光电子技术 (5)

### 二、氦-氖激光器的稳频

氦-氖激光器的波长常用于长度计量标准, 所以要求氦-氖激光器的波长稳定, 即稳频。频率取决于谐振腔的光程长度, 而光程长度由几何长度和折射率乘积确定, 而折射率的稳定不容易控制。所以, 通常控制腔的几何长度。

如何设置标准频率?

一种是利用 **兰姆凹陷** (荧光发射谱上出现凹坑, 由非均匀展宽组成), 即功率-频率关系, 另外也可外设置参考频。

腔长的补偿: 利用压电陶瓷控制腔的全反射端镜微位移。位移量由频率漂移量确定。

## 光电子技术 (5)

### 三、He-Ne激光的谐振腔

谐振腔有三种结构：内腔式、外腔式和半内腔式。

**内腔式**：谐振腔的两端镜焊接在玻璃外壳上，主要用于小功率短腔结构。

特点：使用方便，输出激光为非偏振。

**外腔式**：玻璃管两端用布儒斯特窗玻璃封装，谐振腔的两端镜外加，可以独立调节。

特点：输出线偏振光，功率大，但需要经常维护。

**半内腔式**：谐振腔的一个端镜与玻璃壳焊接在一起，而另一个端镜可自由调节。

## 光电子技术 (5)

特点：输出线偏振较好，适合中等功率，维护较容易。

### § 2.5、二氧化碳激光器

CO<sub>2</sub>激光器是一种高效率中红外激光器

#### 一、工作原理

工作物质：CO<sub>2</sub>；N<sub>2</sub>；He=3:2:5的混合气体，总压强10托

激活物质：CO<sub>2</sub>

能级结构：四能级，如图。E<sub>1</sub>=00<sup>0</sup>0，E<sub>2</sub>=01<sup>1</sup>0，  
E<sub>3</sub>=10<sup>0</sup>0，02<sup>0</sup>0，E<sub>4</sub>=00<sup>0</sup>1。

辐射跃迁：P支27条线（00<sup>0</sup>1→10<sup>0</sup>0，ΔJ=+1），波长10.44-11.01μm，R支26条线（00<sup>0</sup>1→10<sup>0</sup>0，ΔJ=-1），波长10.05-10.36μm，Q支禁戒。→

## 光电子技术 (5)

辐射跃迁:  $00^01 \rightarrow 02^00$  跃迁, P支29条线, 波长9.42-9.94  $\mu\text{m}$ , R支28条线, 波长9.12-9.36  $\mu\text{m}$ 。

输出波长: 由于增益自然竞争, 只有 $00^01 \rightarrow 10^00$ 中P(22)最强谱线输出, 波长10.61  $\mu\text{m}$ 。

泵浦:  $\text{N}_2$ 辉光放电辅助泵浦

### 二、选频

由于 $\text{CO}_2$ 的跃迁可产生26+27+28+29条谱线, 自然竞争时只输出P(22), 然而, 通过选频可输出每条谱线。常用闪耀光栅实现精确选频。

### 三、泵浦

纵向激励: 电场方向平行于光束方向, 适用于中小功率

横向激励: 电场方向垂直于光束方向, 适用于高压(400托)大

## 光电子技术 (5)

功率 $\text{CO}_2$ 激光器

### 四、谐振腔结构及金膜

内腔式: 适用于小型或波导型。

半内腔式: 适用于中等功率。

外腔型: 适用于大功率。

无论哪种腔结构, 端镜均镀金反射膜。

### § 2.6、氙离子激光器

#### 一、工作原理

## 光电子技术 (5)

工作物质：惰性气体氩气

激活介质： $\text{Ar}^+$

能级结构：四能级，如图： $E_1=3p^5, E_2=4s, E_3=4p, E_4=5s, 4d, \dots$

激光发射： $4p \rightarrow 4s$ 发射10条谱线，其中5145和4889Å 两条谱线增益最大,优先起振。

泵浦:低压大电流弧光放电使氩原子电离，离子-离子,离子-电子碰撞,激发过程可能是一步,也可能是两步或多步过程。

### 二、等离子管结构

由放电管、磁场组成。其中放电管要求具有优良的传热性能，目前，中小功率激光器的放电管使用石墨，而大功率激光器的

## 光电子技术 (5)

放电管则使用氧化铍陶瓷，但这种材料粉末有毒，加工困难，所以价格贵。放电管的直径约2-6毫米。

轴向磁场的作用，磁约束 $\text{Ar}^+$ 在放电管轴心，不要碰放电管壁而去激发。

### 三、启动

高压内触发。

### § 2.7、准分子激光器

所谓准分子指处于激发态的复合分子，而在基态寿命很短。

#### 一、工作原理



## 光电子技术 (5)

工作物质：惰性气体或惰性气体、卤素元素混合物或金属、卤素元素混合物。

激活介质：准分子，如 $\text{Xe}_2$ ,  $\text{KrF}$ ,  $\text{HgBr}$

能级结构：等效为四能级结构，如图，上能级为激发态能级，下能级为弱结合的基态能级，由于基态寿命很短，在100飞秒量级，所以基态几乎空，粒子数反转容易，量子效率接近100%

泵浦：（1）高能电子束，（2）电子束控制放电，（3）快放电由于激光上能级寿命短，要求快速泵浦。

输出波长：带宽较宽，因下能级斜率大。

特点：高效率，大能量，已获得350J/脉冲输出。



## 光电子技术 (5)

### § 2.8、染料激光器

染料激光器是一种液体激光器，染料指具有共轭双键的有机分子

#### 一、工作原理

工作物质：有机染料溶液

激活介质：染料分子

能级结构：等效四能级结构，如图，染料为大分子结构，振、转动能级耦合使能级展宽为宽的能带。

泵浦：光激发，通常为激光激发，染料分子激发到 $S_1$ 能级

激励方式：横向和纵向两种。



## 光电子技术 (5)

### § 2. 8、染料激光器

染料激光器是一种液体激光器，染料指具有共轭双键的有机分子

#### 一、工作原理

工作物质：有机染料溶液

激活介质：染料分子

能级结构：等效四能级结构，[如图](#)，染料为大分子结构，振、转动能级耦合使能级展宽为宽的能带。

泵浦：光激发，通常为激光激发，染料分子激发到 $S_1$ 能级

激励方式：横向和纵向两种。



## 作业五

1、氦-氖激光器中如何实现 $0.6328\ \mu\text{m}$ 波长输出？激光输出频率为何漂移？如何稳定？

2、何谓准分子？准分子激光的能级结构？为何准分子激光的频谱较宽？如何泵浦？

3、从分子运动论，导出兰姆凹陷的解析表达式，并作 $50\text{-}200^\circ\text{C}$ 温度范围的每 $30^\circ$ 度增量的系列分布图。