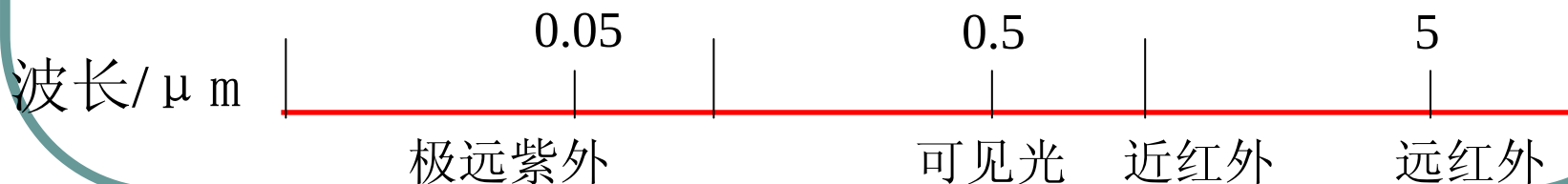


激光器概述

电磁波谱-光谱

- **光波：** 波长为 $10—10^6\text{nm}$ 的电磁波
- **可见光：** 波长 $380—780\text{nm}$
- **紫外线：** 波长 $10—380\text{nm}$ ，
 - 波长 $300—380\text{nm}$ 称为近紫外线
 - 波长 $200—300\text{nm}$ 称为远紫外线
 - 波长 $10—200\text{nm}$ 称为极远紫外线，
- **红外线：** 波长 $780—10^6\text{nm}$
 - 波长 $3\mu\text{m}$ （即 3000nm ）以下的称近红外线
 - 波长超过 $3\mu\text{m}$ 的红外线称为远红外线。

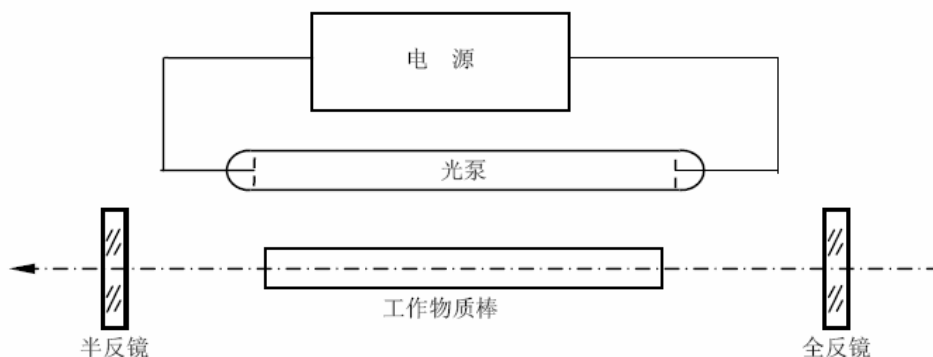


激光的特点及应用

- 单色性、相干性、方向性和高亮度
- 空间相干性对应方向性（横模）
- 时间相干性对应单色性（纵模）
- 应用领域：
 - * 半导体激光器和光纤器件为基础的信息光电子技术；
 - * 激光医疗和光子生物学，如激光手术、OCT成像；
 - * 激光光谱学，如光致发光、拉曼光谱等分析手段；
 - * 激光全息存储技术、激光检测与计量等。

激光器原理

- 组成要素：泵浦源、激光介质和谐振腔。
- 泵浦源 — 供应能量，如电流，氙灯，其他激光器等
- 激光介质 — 能级跃迁发光，如PN结，Nd:YAG等
- 谐振腔 — 光反复振荡，实现放大，通过腔镜镀膜形成
- 示意图



激光器的分类

- 按工作物质：半导体激光器LD、半导体泵浦全固态激光器DPSS、气体激光器GAS、染料激光器DYE等；
- 按工作方式：连续激光器CW，脉冲激光器QW，准连续激光器QCW（MHz）；
- 特殊用途：单频（单纵模）激光器、单横模激光器、稳频激光器、可调谐激光器等

评价激光器性能的一般参量

- 功率（CW，瓦特：W）&能量（QW，焦耳：J，重复频率、脉冲宽度、峰值功率）
- 中心波长和峰值波长、谱（线）宽
- 横模TEM、光斑直径、发散角、M²因子
- 功率稳定性、噪声（RMS）
- 光束指向稳定性
- 频率稳定性，单频线宽窄<百MHz，pm
- 偏振态（Polarized or Random）

半导体激光器

- 利用在半导体中形成PN结作为有源发射区域;
- 易于集成, 在波导光学、光通讯领域具有广泛的应用前景;
- 体积小, 重量轻, 使用寿命长, 一般 $>10^4\text{h}$;
- 波长范围宽, 覆盖可见到远红外;
- 可直接调制, 达GHz;
- 缺点: 温度性能差, 容易产生噪声, 输出光发散 (光纤耦合形式光斑模式好, 使用方便)

半导体激光器

● 封装形式

a. 单管封装(Single-Emitter Diode Laser Devices)

TO



C-mounts & HHL'S



DIL & Butterfly



b. 阵列封装(LDA, CS\VSA\HSA)

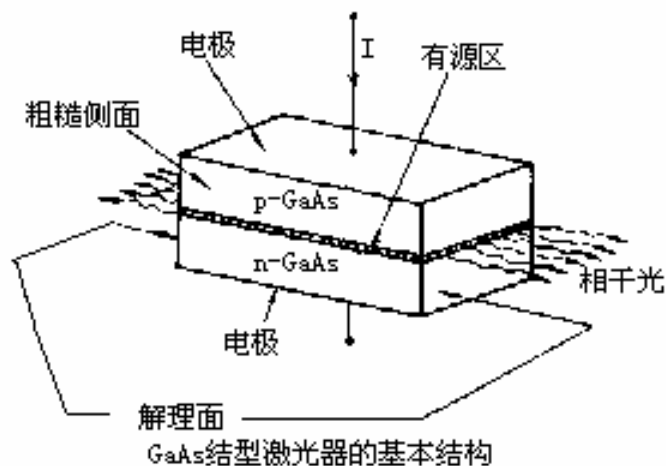


半导体激光器

● 种类及特点

◆ FP(Fabry Perot)半导体激光器

法布里-珀罗激光器(FP-LD)是最常见、最普通的半导体激光器，它最大的特点是激光器的谐振腔由半导体材料的两个解理面构成。激励方式有电注入、电子束激励和光泵浦三种形式，以电注入常见。

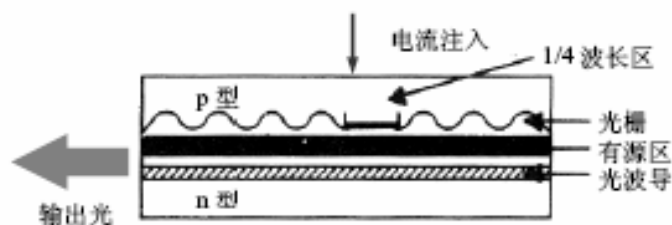


半导体激光器

● 种类及特点

◆ DFB&DBR半导体激光器

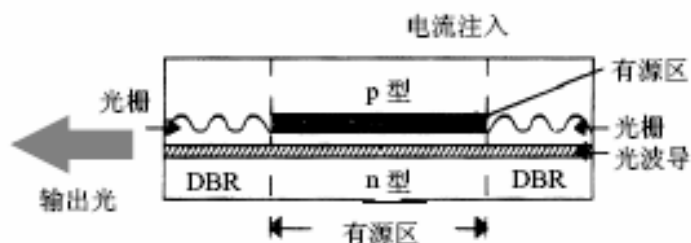
DFB: Distributed Feed Back-分布反馈



特点: 1)动态单纵模窄线宽振荡; 2)波长稳定性好,可做到 $0.08\text{nm}/^{\circ}\text{C}$; 3)频率和强度噪声低; 4)边模抑制比高

半导体激光器

DBR: Distributed Bragg Reflection-分布布喇格反射



特点: 1) 反射区和增益区分离, 分别控制输出功率 (改变激励区电流) 和发射波长 (改变光栅段电流); 2) DBR比DFR更易于控制和调整。

半导体激光器

● 种类和特点

◆ SQW\MQW量子阱半导体激光器

QW: Quantum Well-量子阱, 由极薄的层(精密晶体生长技术形成)组成的半导体结构中, 由于量子论的尺寸效应, 呈现出与体半导体或通常的双异质结(DH)物性不同的特征。

QW激光器的优点:

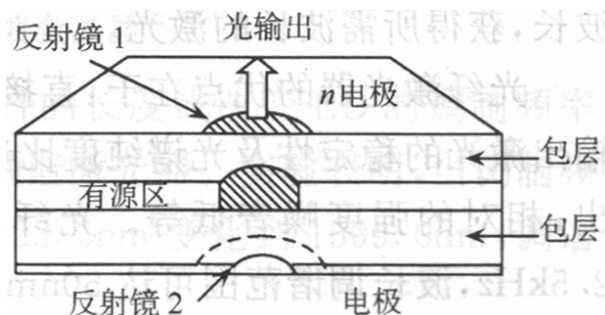
- 1) 阈值电流低。由于量子阱的作用, 有源区内粒子数反转浓度很高, 因而大大降低了阈值电流, 从而功耗低、温度特性好。
- 2) 与双异质结激光器相比, 谱线线宽可以缩小一半。
- 3) 动态单纵模特性好, 横模控制能力强。

半导体激光器

● 种类和特点

◆ VCSEL垂直腔面发射半导体激光器

VCSEL: Vertical Cavity Surface Emitting Laser



特点: 1) 芯片生长后无须解理, 封装即可在线实验, 且易于集成, 制作成本低; 2) 工作阈值低, 发光效率高; 3) 发射面与共振腔垂直, 横模为圆形, 易与光纤耦合; 4) 存在基横模输出功率不高、散热困难、极化难以控制等问题。

半导体激光器

● 种类和特点

◆ SLD超辐射发光二极管

通过抑制LD中的激光效应，有效地扩展其输出光谱：如在发射端降低发射率；建立反抽运区（吸收区）；或施加较大的驱动电流，产生强粒子数反转，提高自然光辐射单程增益。

特点：1）光谱稳定性差（温度漂移、随驱动电流漂移），谱宽一般为20~40nm；2）部分偏振光输出。

应用：光纤传感器、光纤陀螺、宽带光源、OCT（光学相干检测）等。

半导体激光器

● 参数

- a. 工作波长
- b. 阈值电流
- c. 工作电流
- d. 发散角 ($\theta_{\perp}$ & $\theta_{\parallel}$)
- e. 监控电流
- f. 温度特性 (波长漂移)
- g. 模式特性 (纵模、横模)

固态激光器

◆ 典型实例是**红宝石**激光器，是1960年人类发明的**第一台激光器**。它的工作物质是固体。波长：**694.3nm**。

种类：红宝石激光器、掺钕的钇铝榴石激光器（简称**YAG**激光器）和钕玻璃激光器等。

● Nd:YAG

灯泵浦：氙灯和氪灯，分连续和脉冲；一般脉冲运转的激光器通常采用脉冲氙灯，而连续输出的激光器则采用连续氪灯。

LD泵浦：LD寿命比氙灯或氪灯(2K Hrs)长；低功耗，转换效率高；体积小，易于小型化（如微片激光器）。

固体激光器

- Nd:YVO₄ / Nd:YLF / Yb:YAB（自倍频）

- 钛宝石激光器

- ◆ 波长可调，调谐范围：700nm-1030nm

- ◆ 超短脉冲领域

应用覆盖从需要宽波长调谐范围的拉曼光谱、生物医学成像、半导体材料研究，到需要稳定频率单频激光的高分辨率光谱研究、激光冷却及俘获等。目前，相干公司单纵模线宽可窄到**75kHz**。对于钛宝石超快激光器，可应用于超快化学、多光子成像、非线性光学等领域。

气体激光器

- 工作物质是气体,如各种原子、分子、离子、金属蒸汽等气体激光器。常用的有氦氖激光器、氩离子激光器、氮离子激光器,以及二氧化碳激光器、准分子激光器等,其形状像普通的放电管一样,能连续工作,单色性好。波长覆盖了从紫外到远红外的频谱区域。

- **He-Ne**

波长: 633nm, 612nm, 594nm, 543nm, 1.15um, 3.39um

- **He-Cd**

波长: 325nm, 441.6nm, 537.8nm

气体激光器

- **Ar离子激光器**

波长: 351nm, 363.8nm, 458nm, 514.5nm

- **准分子激光器**

准分子，即不稳定的分子，是在激光混合气体受到外来能量的激光所引起的一系列物理及化学反应中曾经形成但转瞬即逝的分子，其寿命仅为几十毫微秒，准分子激光是一种脉冲激光，因谐振腔内充入不同的惰性气体和卤素气体的混合物而有不同波长的激光产生，如：

ArF。波长范围为157—353nm。

染料激光器

- 染料激光器是一种优良的可调谐激光器，具有输出谱线范围宽、功率高、价格低等优点；
- 染料激光器是以某种有机染料溶解于一定溶剂(甲醇、乙醇、水等)中作为激活介质的激光器；
- 通过染料浓度，控制吸收与增益，可产生连续输出、Q开关和超短脉冲输出等；
- 染料主要是液体形式，循环、清理和存贮比较麻烦，且大多数有机染料有毒，逐步发展固体染料（染料盒）。

染料激光器

- 不同的染料作为增益介质，激光波长范围覆盖：198nm~860nm。

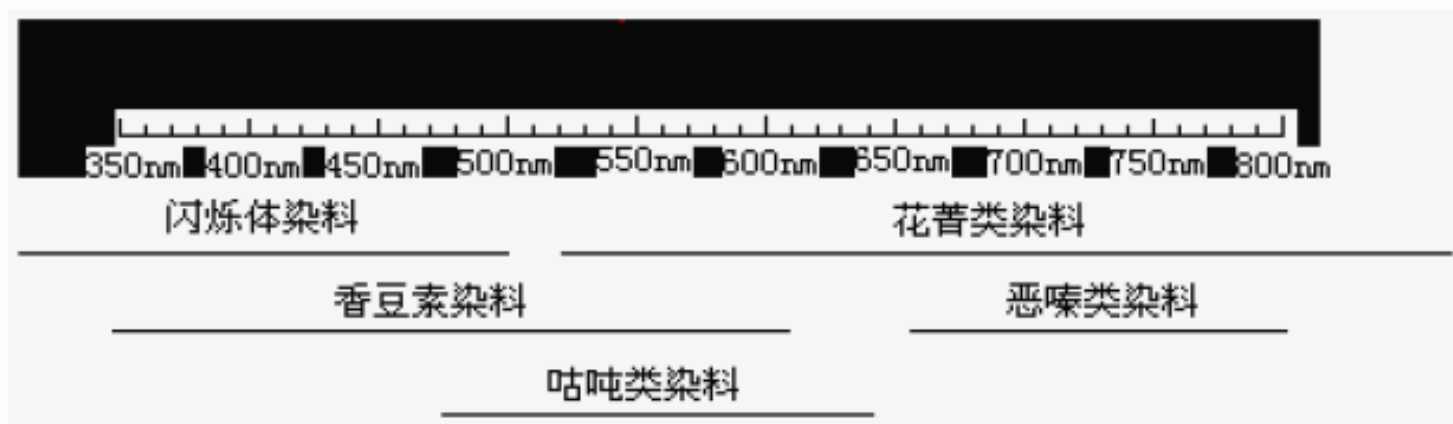
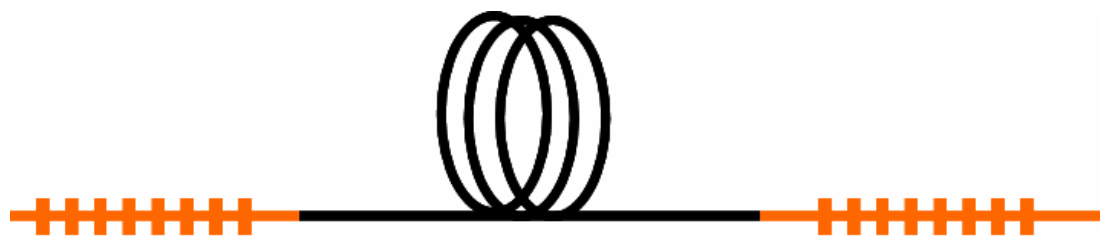


图 1 不同染料激光波长的覆盖范围

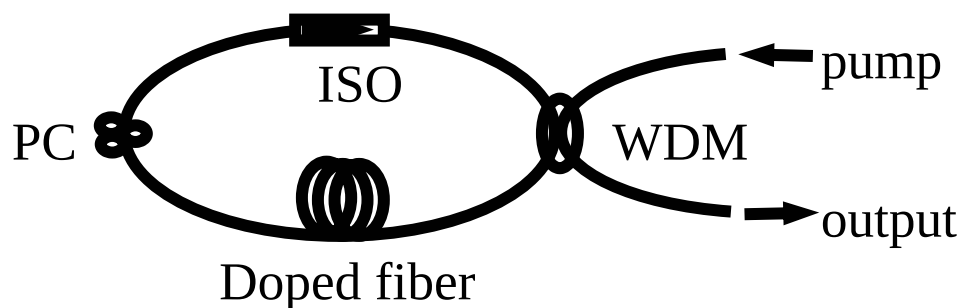
Fig1: Wavelength range of different laser dyes

光纤激光器

- 光纤激光器一般以掺稀土离子光纤为增益介质。



光纤光栅Fabry-Perot腔光纤激光器



环形腔光纤激光器

光纤激光器

● 种类

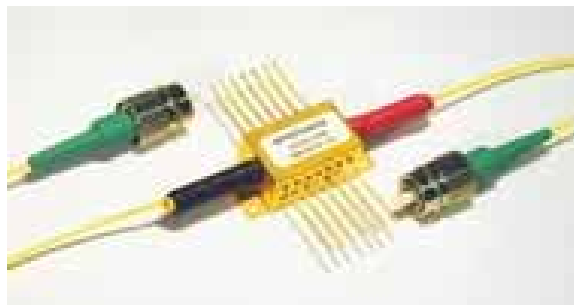
掺铒(Er,1550nm)光纤、掺镱(Yb,1064nm)光纤等

● 特点

- 1) 光纤激光器具有波导式结构，可以在光纤纤芯中产生较高的功率密度，使得激光效率大幅度提高；
- 2) 光纤激光器基质是 SiO_2 ，具有极好的温度稳定性；而光纤结构具有较高的面积/体积比，所以其散热效果很好；
- 3) 光纤激光器与常规光纤具有自然的通融性和兼容性，因此易于进行光纤集成，与通信线路耦合损耗低，使用方便可靠；

放大器

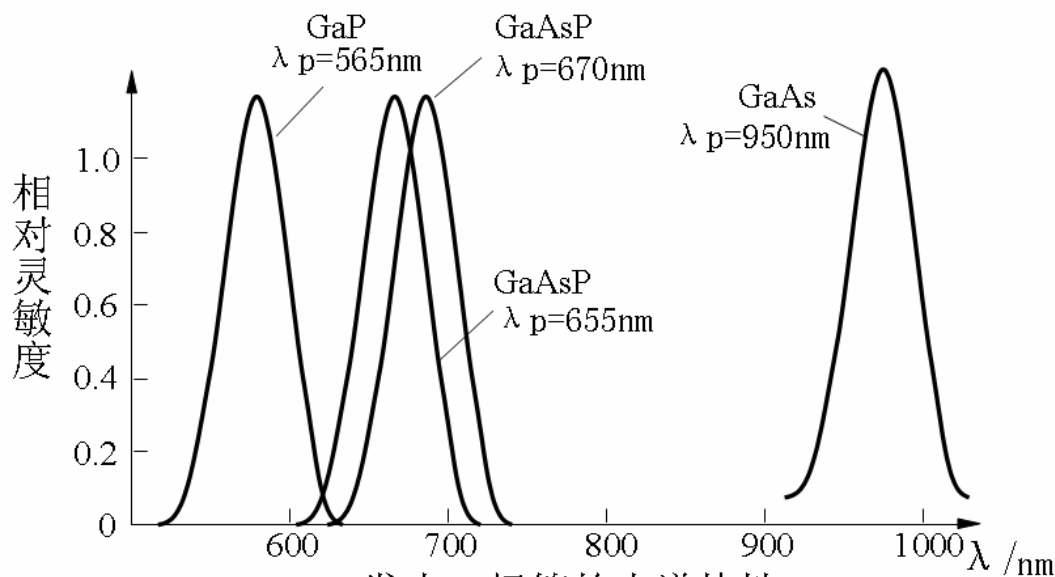
- SOA (Semiconductor Optical Amplifier)
- EDFA (Erbium-doped Optical Fiber Amplifier)
- 主要参数：增益 - Gain, 输出饱和功率 - Output Saturation Power



附: LED系列

● 发光二极管LED (Light Emitting Diode)

由半导体PN结构成，其工作电压低、响应速度快、寿命长、体积小、重量轻，成本低。因此，获得了广泛的应用。



发光二极管的光谱特性

附:光源系列

- ASE光源
- 惰性气体光源
- LED光源

That's all, thank you!

Email: sales@aoetech.com

Tel: 021-64306513