国内统编教材
NMY
中等专业学校教材

激光影碟机原理与维修

袁锡明 主编

家电专业教材



中国商业出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

国内贸易部部编中等专业学校教材

激光影碟机原理与维修

袁锡明　主编

中国商业出版社

编审说明

为适应建立社会主义市场经济新体制的要求，我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《激光影碟机原理与维修》一书是根据新编家用电器专业教学计划和教学大纲的要求，结合我国科技进步的情况重新编写的，经审定，现予出版。本书是国内贸易部系统中等专业学校必用教材，也可供职业中专、职工中专、电视中专等选用，还可以做为业务岗位培训和广大企业职工自学读物。

本书是为了紧跟家电市场和家电产品发展的潮流，在收集大量有关资料的基础上编著而成的。全书以数字技术、激光原理为基础，着重介绍了激光影碟机的信号拾取和处理、伺服和系统控制以及影碟机的操作使用和常见故障的基本维修方法等内容，分析了松下LX－K500EN和夏普MV－K8000X的工作原理及信号流程；同时，对目前流行的VCD小影碟机的视频压缩和解压缩技术也作了相应的介绍，有了这些知识，读者不难分析其他各种型号的激光影碟机。为了帮助读者进行系统的复习，在每章后均有复习和思考题，并附有实验指导，以适应职业技术教学的需要。

本书由江苏省无锡商业学校讲师袁锡明主编。全书除附录外共分8章，其中第1章的第4节和第7章由武汉一商校的高飞讲师编写，第3、4、6章由宁波商校韩包海讲师编写，其余各章节均由无锡商校袁锡明讲师编写并总纂全书，由上海日立培训中心沈兵主任主审。无锡商校胡有为高级讲师审阅了全部手稿，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者不吝赐教，以便于修订，使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1997年7月

目　录

绪论…… (1)
第一章　激光基础…… (2)
第一节　光学基础…… (2)
第二节　激光原理…… (4)
第三节　激光的特性…… (5)
第四节　产生激光的方法…… (7)
习题 …… (12)
第二章　激光影碟 …… (13)
第一节　激光影碟的概况 …… (13)
第二节　激光影碟的录放基本原理 …… (22)
第三节　激光影碟机的基本构成 …… (44)
习题 …… (45)
第三章　激光拾信和信号处理系统 …… (46)
第一节　激光拾信头 …… (46)
第二节　重放信号处理系统 …… (51)
第三节　松下 LX－K500EN 影碟机重放信号处理电路分析…… (67)
习题 …… (75)
第四章　激光影碟机伺服电路 …… (76)
第一节　概述 …… (76)
第二节　影碟机的机械结构 …… (79)
第三节　伺服系统 …… (87)
第四节　松下 LX－K500EN 影碟机伺服电路实例分析 …… (101)
实验一　影碟机机构认识实验…… (106)
习题…… (108)
第五章　激光影碟机系统控制电路…… (110)
第一节　系统控制概述…… (110)
第二节　系统控制电路…… (110)
第三节　松下 LX－K500EN 影碟机系统控制电路实例分析 …… (114)
习题…… (121)
第六章　激光影碟机电路分析实例…… (122)
第一节　概述…… (122)
第二节　激光器组件…… (125)
第三节　信号处理电路…… (128)
第四节　伺服电路…… (132)

第五节　系统控制电路……（138）
习题……（147）
第七章　激光影碟机的使用、选购和维护……（148）
第一节　影碟机的使用……（148）
第二节　影碟机的选购……（158）
第三节　影碟机的维护……（161）
实验二　影碟机的操作使用实验……（163）
习题……（165）
第八章　激光影碟机的检修……（166）
第一节　影碟机的一般检修方法……（166）
第二节　影碟机的调整……（169）
第三节　常见故障的检修……（175）
实验三　影碟机模拟故障实验……（194）
实验四　影碟机机械和电路调整实验……（195）
习题……（198）
主要参考资料……（199）
附图 1　夏普 MV－K8000X 伺服系统电原理图
附图 2　夏普 MV－K8000X 视频信号处理电原理图
附图 3　夏普 MV－K8000X 系统控制电原理图
附图 4　夏普 MV－K8000X 电源供电系统
附图 5　夏普 MV－K8000X 音频信号处理电原理图

需要全本请访问 www.ertongbook.com

绪 论

激光唱机和激光影碟机的诞生为音响和视频信号的数字化奠定了基础。随着人们生活水平的提高，对音乐、电视艺术的欣赏水准也有了新的追求，高性能的 AV 系统几乎无一例外地用 CD 唱片和 LD 碟片作为音源，把 CD 唱机和 LD 影碟机作为系统的组成部分。

激光技术和微电脑技术应用于家用电器源于 80 年代初，当时激光唱片和激光唱机相继问世。但是，由于开始时价格比较高，片源有限，所以当国外蓬勃发展激光技术应用的时候，在国内还被认为是一种超前消费的家用电器。近年来，CD 技术逐渐被人们认识，特别是大规模集成电路的广泛应用，使 CD 唱机、VCD(小影碟机)和 LD(影碟机)得到了迅猛的发展。激光影碟机以清晰逼真的画面，晶莹澄澈的数字音响，方便灵活的操作方法受到人们的喜爱。

随着激光影碟功能的不断开发，激光影碟已由当初仅仅简单记录音频和图像信息，发展成为具有记录图表信息、文字信息等各种信息的载体，其已成为多媒体电脑的主要信息载体之一。可以相信，随着可擦式光盘的开发、录入技术的突破，在数字和信息传播领域将越来越多的利用这种激光的录入技术。

本教材在介绍激光技术和激光原理的基础上，力求比较系统介绍激光影碟、激光影碟机的基本概念和基本原理，较详细分析了松下 LX－K500EN、夏普 MV—K500，MV—K8000X 影碟机的电路特点及工作原理，对激光影碟机的正确使用、日常维护和保养知识，作了适度介绍。同时，结合实际机型对影碟机出现的常见故障及其检修方法作了简要介绍。

为了帮助学生将理论知识与实际有机的结合起来，按照教学大纲的要求，在每章后面都附有习题和思考题，以供复习使用。在教学中各校可根据实际情况，尽可能增设一些实验课，增加学生实验的次数，以提高学生的实际操作和动手检修机器的能力。由于激光影碟机的品种多、发展快，所以在教学过程中还必须及时收集新的资料和信息，及时地将新内容、新知识和新技术充实到教学过程中，以适应社会发展的需要。

第一章　激光基础

激光(LASER)——Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation 意思是受激辐射光放大。它从诞生到今天，只有近 40 年的历史。1960 年，美国科学家 T.H.Maymon 第一次利用红宝石晶体产生的激光振荡制成了红宝石(固体)激光器，实现了激光技术零的突破。随后日本等国又成功地研制了气体激光器、半导体激光器等等。时至今日，激光器的种类已达数十种之多，其应用也已普及到各行各业，各个领域。

虽说激光技术是一门新兴的科学技术，然而它却在通信、军事、医学，甚至舞台灯光、艺术创作等各个方面都得到了极好的使用效果，并极大地推进了这些学科的发展，因而在世界科学技术的发展中，占有极其重要的地位，对人类社会的发展有着巨大的贡献。利用它研制成功的激光唱机与激光影碟机，仅仅是激光应用领域一个很小的分支而已。

第一节　光学基础

光，对于我们来说是非常熟悉的，因为我们周围就是充满光的世界，太阳、星星、电灯都能发光。正是有了光，我们才能够认识和改造周围的客观世界。那么光究竟是什么？光波究竟是怎样传播的呢？

自古以来，人类对光的现象，已积累了许多知识。但是，光到底是什么？却一直存在着不同的看法。在 17 世纪，以牛顿为代表的一部分科学家认为，光是从发光体发出来而且以一定速度向空间传播的微粒，即光的微粒说。而以惠更斯为代表的一部分科学家却认为，光是某种振动，通过媒质，以波动的形式向周围传播，即光的波动说。直至 19 世纪，著名科学家麦克斯韦创造了光的电磁波理论，认为光波是电磁波的一种，从而使光波的粒子性和波动性得到了统一的理解。研究表明：光和电子、原子等客观物质都具有下述共同性质，即在某些情况下表现为粒子性质；而在另外一些情况下表现为波动的性质，从而导致现代量子力学的理论。在麦克斯韦发表电磁场理论之后 20 余年，赫兹第一次用实验方法证实了光的电磁波性质，结果表明光波的性质与电磁波的性质完全相同。

一、光的电磁波谱

电磁辐射一般按其波长来规定。特定电磁波长的频率可由下式求出：

$f = C/\lambda$　　其中：f 为频率(Hz)

C 为光速($=3\times10^8$m/s)

λ 是波长(m)

在电磁波谱中，波长最长的是无线电波以至交流电波。交流电波指的是频率在数十赫兹到几万赫兹的电磁波；光的电磁波谱分布从 10nm 伸展到 10^6nm，分布为三个主要部分，即红外光、可见光和紫外光，这三部分合称热辐射，在光的电磁波谱中，可见光只占很小一部分，其波长在 370nm～750nm 之间，主要的颜色有紫(370nm～455nm)，蓝(456nm～492nm)，绿(493nm～577nm)，黄(578nm～597nm)，橙(598nm～622nm)，和红(623nm～750nm)，如图 1

-1 所示，除此之外的电磁波，人的眼睛都看不到，其中红外线的波长比可见光谱长，但比微波短，按照其波长又可分为近红外(750nm～1500nm)、中红外(1600nm～6000nm)和远红外线(6100nm～10μm)。

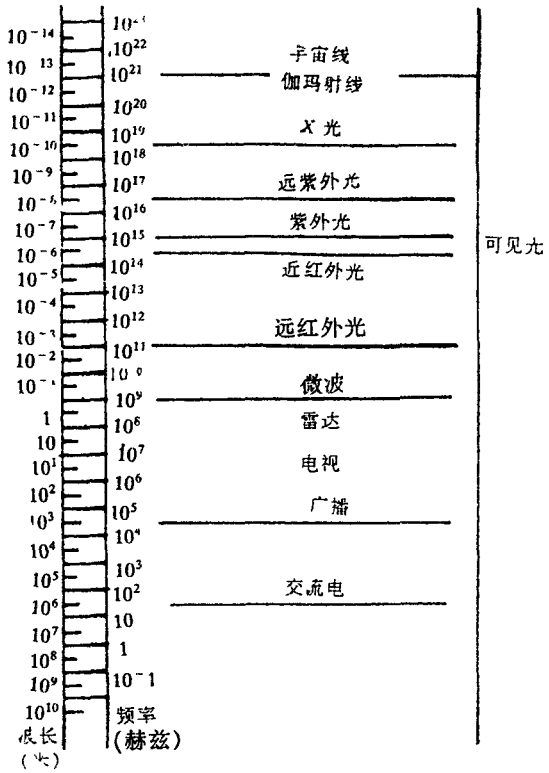


图 1-1 光的电磁波谱

二、光的相干性

光的波动性质可以从光的干涉现象获得证实。早在 17 世纪，已经发现光束重叠时出现明暗交替的条纹，说明重叠光束可以相互加强和相互减弱，这就是光的干涉现象的具体表现。然而在普通光源中，要使光波产生相互干涉是相当困难的，因为根据波动理论，只有频率相同，振动方向相同，相位相同或相位差恒定的波源所发射的波才能相互干涉，所以，人们通常将同一点光源发出来的光线分成两个细窄的光束，并使这两束光在空间经过不同的路径而汇聚于同一点。由于点光源的振动在任一时刻有确定的相位，所以在相交点上，两相交的光束将保持恒定的相位差，因此可以产生干涉现象，这种分开两个光束的办法，相当于获取两个相位相同，或相位差恒定的光源，这样的光源叫做相干光源。相干光源发出来的光线叫做相干光线。

三、光的偏振

激光不仅要利用光的相干性质，还要利用光的偏振特性；我们知道·光照射到物体的表面上时，部分光被反射，部分光被折射。实验指出，在天然光被某些物体反射和折射的过程中，某一方向的振动特别强，而其他方向的振动则比较弱。如果只在一个固定方向有光振动的光线称为线偏振光，偏振光的振动方向和传播方向所成的面称为振动面。和振动方向垂直的面称为偏振面。用以

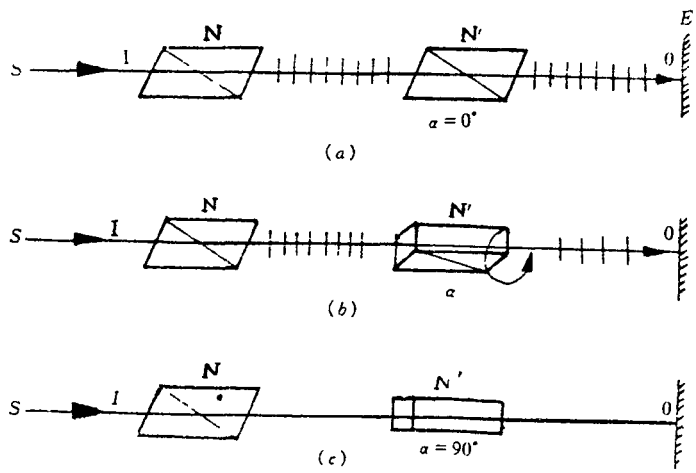


图 1-2 透过检偏振器光的强弱变化

改变天然光为偏振光的器件，称为起偏振器。

通常用棱镜既可作为起偏振器，也可作为检偏振器。例如，当棱镜在某一位置时，观察不到向你射来的光线，就表明它是偏振光。如图 1－2 所示。由棱镜 N 透出的偏振光，经过棱镜 N'，在屏幕上一般会形成一个亮点。如果两棱镜的主截面共面，即它的夹角 $\alpha=0°$，这点的亮度最亮（图 1－2 中 a）。若以偏振光的方向为轴，旋转 N'，使两棱镜主截面之间的夹角为 α（图 1－2 的 b），则屏幕上亮点的强度将逐渐削弱。当 $\alpha=90°$时（图 1－2 中的 c），即两棱镜正交时，屏幕上亮点将完全消失，显然，只有偏振光通过这种称之为尼科耳（Nicol）棱镜之后才具有上述性质。所以 N 也起到了检偏振光的作用。

偏振光的另一特点是：当偏振光通过某些透明物体时，偏振光的振动面将旋转一定的角度，这种现象称为振动面的旋转。能使振动面旋转的物质称为旋光性物质。如石英晶体，酒石酸溶液等都是旋光性比较强的物质。实验证明，振动面旋转的角度取决于旋光性物质的性质和厚度及光波的波长等。能使振动面旋转 90°的晶体片称为四分之一的波长片。

第二节　激光原理

一、激光的形成

激光的产生在于原子或分子里面不同能极的跃迁，在正常条件下，绝大多数原子所具有的能量是所有可能允许能量中的最小值，我们称之为基态。基态的原子，当受到外界的刺激，即用适当的方法传输给激光器一定的能量时，例如，受到其他原子或电子的撞击、或者吸收了光子，从而使之的能量增多了，并由基态变为激发态，原子由基态被激发到高能级的激发态，就意味着它的内能发生了变化，或者说它的运动状态发生了变化。反过来，处于激发态的原子由于某种原因跃迁到较低能极时，它将释放出一定能量的光，使它的能量减少，原子也就会变成基态或者其他较低的激发态。原子的这种能极变化称为跃迁过程。而由低能级向高能级跃迁过程又称之为受激辐射，受激辐射具有特殊的性质：即由受激辐射产生的光子与引起这种过程的原来光子的方向、频率、相位、偏振都是相同的。如果这种受激辐射产生的光子不断增多，致使受激辐射大大超过自发辐射，这个时候，原子集团中各发光中心相互关联的一面就取得了支配地位，所以说，受激辐射是激光形成的基础。不论原子从基态跃迁到激发态，还是从激发态跃迁到基态或者其他较低的激发态上，原子所得到的能量或者所失去的能量都必须等于有关的两个能极之间的能量差。

二、粒子数反转和激光器

在正常情况下，处在低能级上的原子数总是远大于处在高能级上的原子数，因而光吸收总是远大于受激辐射。但是，在外来能量的激发下，有可能使处在高能级上的原子数大于处在低能级上的原子数，这种状态就称为“粒子数反转”。在这种粒子数反转的状态下，如果有一束光子通过该介质，而光子的能量恰好等于这两个能级相对应的能量差，于是，受激辐射就可以占主导地位，使输出的光能量超过入射的光能量。

现以红宝石的粒子数反转为例，简要说明粒子数反转的过程，这里打一个比方。如图 1－3 中所示。水泵把水池 E_1 中的水提升到水箱 E_3 中，水箱 E_3 中的水通过管道 1 很快流入水箱 E_2 中，E_2 有两根管道通向水池 E_1，一根很细的管道 2，一根很粗的管道 3。由于管道 2 很细，流量很小，而管道 3 中间又被活塞 T 阻塞，这样一来，E_2 中可以积聚大量的水，以致超过 E_1 的

水量。这时当有外力 hγ 将活塞 T 打开，E_2 中的水就大量的流入 E_1。

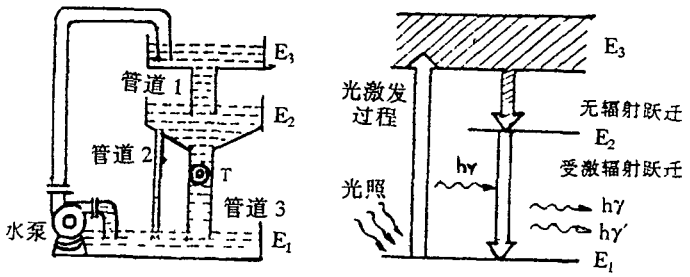


图 1－3　红宝石激光器能级间粒子数反转的建立

红宝石激光器的激发、跃迁以及粒子数反转的建立，与上述流水的例子是一样的。当脉冲氙灯照射红宝石时，使处于基态 E_1 的铬离子大量激发到吸收带 E_2 中，由于 E_3 的寿命很短，其自发跃迁几率很大，E_3 中的铬离子就很快地以无辐射跃迁方式落入能级 E_2 中，而 E_2 是亚稳态，寿命很长，即自发跃迁几率很小（相当于管道 2 很细），因此在 E_2 上就可以大量积聚铬离子。当照射光足够强时，就使 E_2 上的铬离子数 N_2 超过基态铬离子数 N_1，这种情况就是粒子数反转。当有

$h\gamma = E_2 - E_1$　　式中：h 为普郎克常数

γ 为光波频率

的光子激发时，就可能产生能级 E_2 对 E_1 的受激辐射跃迁。再通过共振腔的作用，使光子共振，受激辐射越来越强，于是就形成了激光。

从上述可知，处于粒子数反转状态的工作物质，可以产生雪崩式的光放大作用，即具备一定特征的光子入射后，可以得到大量特征相同的光子的受激辐射。如果采用适当的方法和装置，就能使受激辐射以一定方式持续下去，形成一种光的受激发射的振荡器。这种装置就称为激光器。

第三节　激光的特性

一、激光的单色性

太阳光经过一台分光镜，就变成了一条彩虹般的色带，其中包括逐渐变化着的红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各种颜色，反过来，多种颜色的光按照一定的强度比例混合起来，就成了白光。因此可以说，白色的光是各种颜色光的组合。

人们感觉到不同的颜色，正是不同波长的光作用在眼睛的视网膜上所引起的不同反映。各色光的波长范围如表1－1所示，波长长于0 76μm的光称作红外光或红外线，波长短于0 40μm 的光称作紫外光或紫外线。红外光和紫外光都是肉眼看不见的，但是，从红外光到紫外光又都具有光波的一些性质，所以常用可见光的名称。

单色光是指波长范围很小的一段电磁波，一般小于万分之几个微米。

凡是发射一种或可分立成几种单色光的光源，称之为单色光源。激光器就是一种单色光

源,因此,激光具有单一的颜色,激光器产生的单色光与其他单色光源产生的单色光的不同之处在于,它是依靠其内部运动的规律性,使光能在光谱上强烈的集中起来,其发射光波的频率和振幅是一定的。例如氦——氖激光,其波长为 0 63μm,呈现出红色。

表 1-1　　各色光的波长范围

光的颜色	大致的波长范围
红　色	0 76μm-0 63μm
橙　色	0 63μm-0 60μm
黄　色	0 60μm-0 57μm
绿　色	0 57μm-0 50μm
青　色	0 50μm-0 45μm
蓝　色	0 45μm-0 43μm
紫　色	0 43μm-0 40μm

二、激光的指向性

激光光束的指向性很高,即使经过相当长的距离之后,它仍然维持细小的光束而不散开,至于普通光束,即使使用聚光镜,如手电筒或探照灯那样,射出不远,就会散开。

激光的指向性很高,其原因是光在共振腔中共振的结果。共振腔有两面反射镜,光波在这两面反射镜之间来回反射。如果光的传播方向与反射镜镜面不垂直而稍有偏差,那么经过几次来回反射,此光束将离开共振腔。如前所述,受激幅射出的光子在频率、相位,甚至偏振方向上都是一致的。所以,由于激光是在空间相位上一致的光,从而具有相当敏锐的指向性。例如,在直径为 1mm 出口的氦-氖激光器中发射出的激光,在射出 100m 远的地方,光束散开的宽度还不到 6cm。

三、激光的聚焦特性

激光器的广泛应用,依赖于它良好的聚焦特性。目前在激光唱机和激光影碟机中,采用了近乎理想的光学系统,以激光器作为光源,把光束收敛部分聚焦到 1μm 左右。正是由于激光具有优良的聚焦特性,才开拓出其广阔的应用天地。

四、激光的相干性

前面讲过光的相干性,知道光有干涉现象,但由于普通光源中,各发光中心相互独立,相互之间基本上没有或很少有相互联系,因此,很难有恒定的相位差,也就不容易显示出相干现象,或者说相干性很差。相反地,对于激光器来说,各发光中心是互相关联的,可以在较长时间内存在恒定的相位差,而且频率相同(即单色性),所以激光的相干性很好。

光源的单色性越好,时间相干性也越好,因而相干长度也越长。例如氦氖气体激光器所产生的激光相干长度达数十公里,用这样的激光测量数十米的距离,其测量误差小于 1μm,由此可知,利用激光束的相干性,可实现高精度的测距。

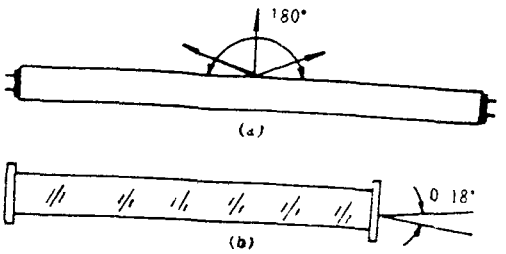
五、激光的亮度与功率

在日常生活中,当用眼睛对着白炽灯的灯丝时,人们常常会说"亮得好刺眼"!这就是说电灯泡点亮时的亮度很高,一只日光灯,光亮是从圆柱形灯管侧面四周发光的。如图 1-4(a)所示,而它的两端是不发光的,如果把它所发出的光能集中到灯管的一端发射出来,如图 1-4(b)所示,这时,单位面积上发出的光功率就增大数十倍,也就是说它的亮度增加数十倍。日光

需要全本请访问 www.ertongbook.com

灯发光不仅在很大面积，即光源是一个圆柱面，而且每个发光点都向灯管外半个平面，即 180° 内发射光线。如果把分散在 180°范围内发射的光集中到 0 18°范围内发射，则单位立体角内的光功率就会提高近百万倍，也就是说光源的亮度提高了一百万倍。

当然，普通日光灯是不可能实现上述的光能集中的，而激光器能完全做到这一点。因此，激光器比普通的光源在亮度上有成万成亿倍的提高。激光在亮度上的提高，主要是依靠光在发射方向上的集中，实现了定向发射，即激光具有方向性。



(a)日光灯管上的每一点在 180°内发光
(b)激光器能定向发光

图 1－4　激光器的定向发光示意图

激光输出的功率很大，但总的能量并不一定就很大，这是因为功率的定义是单位时间内发出(或消耗)的能量。同样的能量，而时间很短，则功率就可以变得很大很大。正是由于功率大，方向性又好，才能射得很远。例如用激光测距仪能测量地球和月球之间的距离(平均约 40Mkm，误差不超过 1 5m)。至于在激光唱机和激光影碟机上的激光器，功率就很小，制造也比较容易，因而得到普遍应用。

第四节　产生激光的方法

一、激光器的种类

自 1960 年第一台红宝石激光器问世以后，人们越来越重视激光器的开发与研究，并且不断地在各个领域中应用，这使得激光器得到了非常迅速的发展。至今，激光器已经有数百种之多。其主要分类如下：

1　按激光器工作物质分类．按激光工作物质分类有晶体激光器、固体激光器、气体激光器、液体激光器及自由电子激光器。

2．按激光器激励方式分类：有光激励激光器、放电激励激光器、电激励激光器、热激励激光器、化学激励激光器及核激励激光器。

3　按激光器振荡阈值分类：有长脉冲激光器、短脉冲激光器等。

4．按激光器振荡模式分类．有均匀加宽激光器和非均匀加宽激光器。

二、半导体激光器

1　半导体激光器的特点

半导体激光器在所有激光器中是效率最高体积最小的一种激光器，最适合小型电子、电器测量等设备上的运用，也是激光唱机、激光影碟机得以发展普及的一个极其重要的原因，随着半导体激光技术的日趋成熟，半导体激光器的应用也愈来愈广泛。现在，半导体激光器已普遍应用在激光通讯、光存储、激光测距、激光照排、激光打印以及激光影碟机等各个领域中。

半导体激光器的核心是一个 PN 结，这个 PN 结与二极管类似，故也常称为激光二极管。由激光二极管构成的半导体激光器具有以下特点

(1)体积小、重量轻。它与其他光学元器件一起组成激光头时，有利于减小激光头运动惯量，使得光粒子能沿径向快速运动。

(2)由于半导体激光器内有光电二极管,在应用时,它可直接写入信号调制(其调制频率高达 GHz),有利于缩短整个光路。

(3)由于工作电压、电流都很小,使得半导体激光器能与集成电路兼容,因而可组成单片集成式激光器。例如,通常情况下,半导体激光器的工作电压约 2～3V(氦——氖激光器需 1500V 工作电压)。

(4)电能转换效率高,约达 10%(而氦——氖激光器的电能转换效率约为 0 03%),且半导体激光器的工作寿命长(约为 10000 小时左右)。

(5)不用附加激光探测器可直接获得激光输出,因此,半导体激光器更有利于今后的发展。

2 半导体激光器的构成

半导体激光器可以做成脉冲式的,也可以做成连续式的。比较成熟而实用的一种半导体激光器是砷化镓激光器。图 1－5 是镓砷半导体激光器主要部分的构造示意图。它的主要部分为一个 P－N 结。P－N 结是由一块 P 型半导体与一块 N 型半导体相结合而成。其形状为长方形,长约为 250μm,宽约 100μm。整个体积就和针孔的大小差不多。它的两个端面磨得很光,并且互相平行,这就是构成谐振腔的两个反射镜,侧面则不用磨得很光,P 型半导体接上正电极,N 型半导体接上负电极。通常 N 型半导体与散热器连接在一起,这个散热器就作为负电极。散热器是必需的部分,它可以控制 P－N 结温度,从而使激光的强度与波长都可以保持稳定。

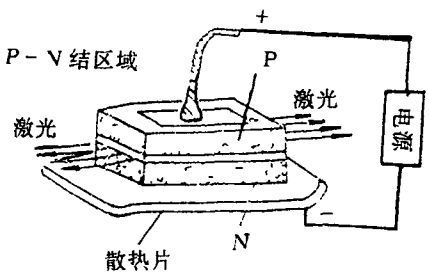


图 1－5 镓砷半导体激光器

当在 P－N 结中通上大电流时,从 P－N 结的结区域就会发射出激光来。

半导体激光器发射激光的原理,和前述的固体激光器有相似之处,但也有许多不同。在以前讨论的激光器中,发射激光的是作为杂质的少数原子,而不是基质本身。例如在红宝石激光器中,发射激光的是铬离子而不是三氧化二铝;但是,在半导体激光器中,发射激光的却是基质本身。半导体激光器的这一特性,就使它的工作原理与其他的固体激光器有所不同。所以,虽然半导体也是固体,但半导体激光器却不从属于固体激光器。

在 N 型半导体中,电子的数目是极多的,而在 P 型半导体中,空穴的数目是极多的。当这两种不同的半导体结合在一起而形成一个 P－N 结时,N 型半导体中的电子就要向 P 型半导体中移动,从而使 P 型半导体呈负极性。与此同时,P 型半导体中的空穴也向 N 型半导体中移动,从而使 N 型半导体带有了正电,这样就使 P－N 结区产生了一个电位差,这个电位差的方向恰好是阻止电子流向 P 型导体、空穴流向 N 型半导体的。当

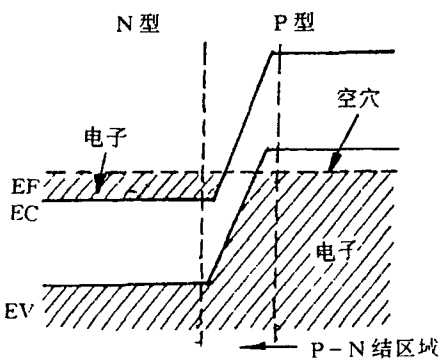


图 1－6(a) P－N 结平衡状态的能级图

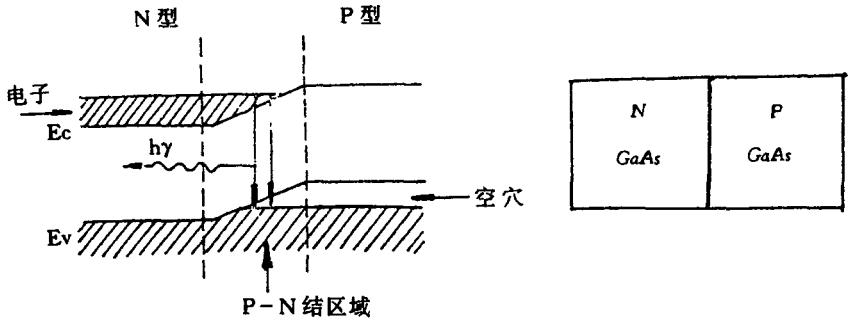


图 1－6(b)　势垒降低后，电子与空穴在能级上的分布

这个电位差一旦建立起来之后，电子和空穴就不能在 P－N 结区域大量流动了。P－N 结区域这样生成的电位差就称为势垒。电子和空穴要想能通过 P－N 结的区域流向对面去就必须克服这个势垒的阻力。这就是 P－N 结的平衡状态。这一状态由能级图 1－6(a)表示。图中，N 型半导体的能级低于 P 型半导体的能级。在 N 型半导体那边，Ec 的一部分能极为电子所占据，而在 P 型半导体那一边，Ev 的一部分能级为空穴所占据。它们占据的情况以虚线表示的能级 E_F 为准。在这种情况下，N 型半导体中的电子不会跑到 P 型半导体中去，而 P 型半导体的空穴也不会跑到 N 型半导体中去，所以平常它呈现一种平衡状态。倘若这时在 P－N 结区域加入一个与势垒相反的电压，这个外加电压会部分地抵消了势垒，从而使势垒有所降低。这一情况可由图 1－6(b)表示出来。由于势垒的降低，在 N 型半导体那一边的电子能态变高了。在加电压的同时，便有大电流通过，也就是说在 N 型半导体那一边注入大量的电子，这时在高能级上就有大量的电子存在。当电子从高能级跃迁到低能级上时，与空穴结合在一起，它们就把多余的能量放射出来，从而发光。这里所说的电子从高能级跃迁到低能级的过程，就是指电子从 N 型半导体流向 P 型半导体，在 P－N 结区域与空穴相结合的过程。通过受激发射作用，这个过程被大大地加速了，因而也就形成了激光。

当电子从高能级跃迁到低能级而发射光子时，另一相反过程同时也存在，那就是电子吸收了光子又回到高能级上去。要想抵消这个吸收作用，使受激发射占有优势，就必须保持高能级上的电子密度极大，也就是说在能级间形成电子的反分布。这就是为什么要通以大电流并使用散热片的原因。

为了提高发光效率，通

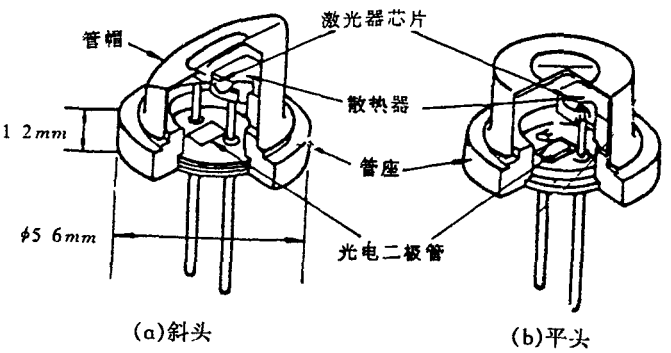


图 1－7　普通型激光二极管结构

常使用异质接合型的激光二极管。所谓异质接合，就是使用的 P 型及 N 型半导体是不同的材料。

图 1－7 是一种比较常见的普通型激光二极管结构。由图可见，激光二极管由半导体激光器、光电二极管、散热器、管帽、管座、透镜及引脚构成，分平面发射窗和斜面发射窗两种类型。

3．半导体激光器的工作原理及应用

半导体激光器的应用主要体现在所构成的光路系统中，使之组成激光头。图 1－8 中所示，为某一激光影碟机中的激光头。

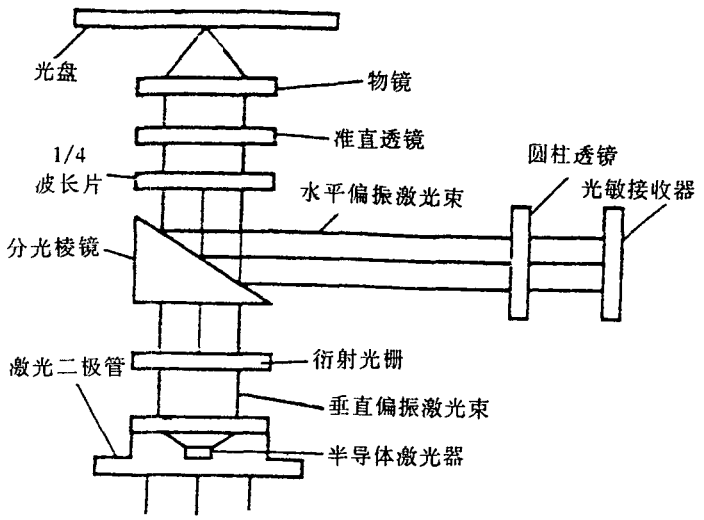


图 1－8　激光器的基本原理

在激光头中，半导体激光器能发出单一波长约为 0 78μm 左右、输出功率约为 5mw 的激光。然后经衍射光栅将单束光分裂成三束光。

在激光的传播路径中，由分光棱镜、1/4 波长片、准直透镜和物镜构成入射光传播路径（读光盘）。对光盘的读盘过程是，将半导体激光器发射的激光入射到光盘上，将光盘上产生的反射光经物镜、准直透镜、1/4 波长片、分光棱镜及圆柱透镜构成反射光路径，使光盘反射回来的激光引入到光敏接收器的光靶上，便于电路对这些光信息处理。

三、其他激光器

1　固体激光器

固体激光器通常指以绝缘晶体或玻璃作为工作物质的激光器。固体激光器有非相干激励激光器、红宝石激光器、钛宝石激光器等类型。图 1－9 所示为非相干激励的固体激光器。

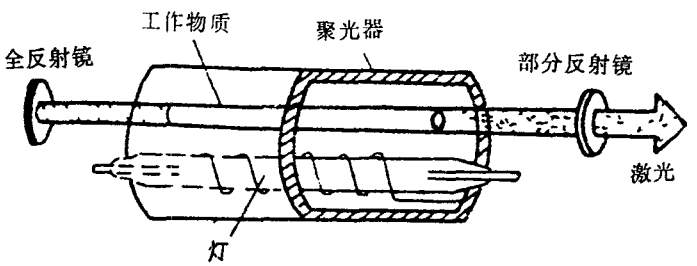


图 1－9　非相干激励的固体激光器

为了使气体放电灯发出的非相干光有效地射入激光工作物质，聚光器是必不可少的。在椭圆形的聚光腔内，灯与激光棒平行地放置且相隔较近。

近几年，掺钛宝石激光器迅速发展，它的最大特点是在很宽的波长范围内（680nm～

1100nm)连续可调。因此,它是一种可调谐的固体激光器,在许多场合应用将取代染料激光器。

2. 气体激光器

气体激光器是一种以气体或蒸气为工作物质的激光器。因气态工作物质的光学均匀性远远强于固体,且气体工作物质的谱线宽度远小于固体,因此,气体激光器的激光单色性好。气体激光器的缺点是体积较大。图 1-10 所示是一种比较常见的 He-Ne(氦—氖)激光器。

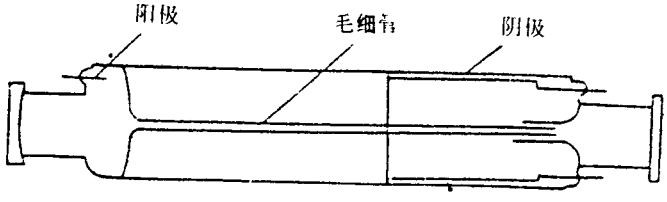


图 1-10 内腔式 He-Ne 激光器示意图

He-Ne 激光器能产生多条激光谱线,其中最强的谱线三条,分别是 632.8nm、1.15μm 和 3.39μm。其优点是结构简单、体积小、价格低,且持续稳定的工作时间长。通常在定位、测量、全息照相、精密计算、光盘录放等方面得到广泛应用。

3. 染料激光器

染料激光器是一种以溶于适当溶剂中的有机染料作为激光物质的激光器。图 1-11 所示为单纵模环行染料激光所构成的光路图。

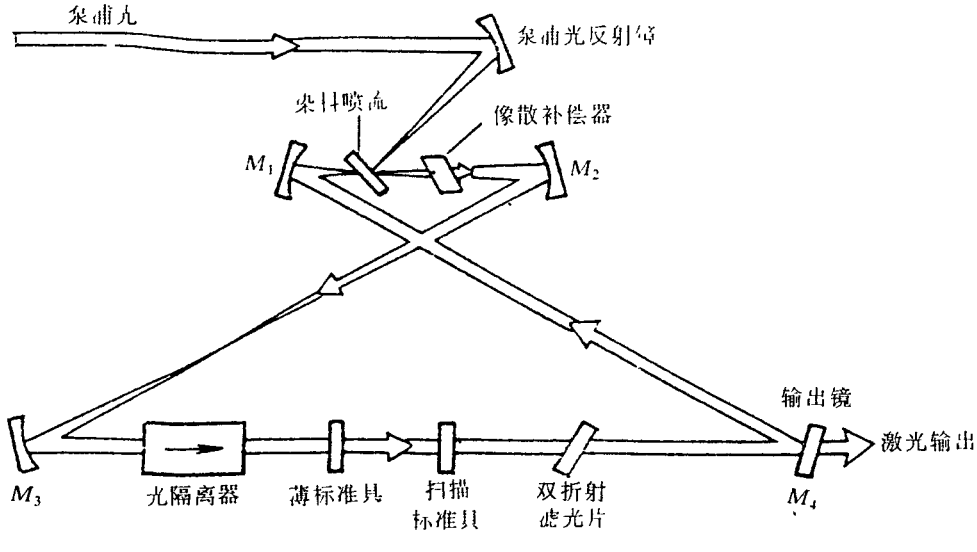


图 1-11 一种染料激光器的光路图

由于染料具有较宽的频带,当它构成激光器时,能得到很窄的超短光脉冲。

染料激光器是较理想的可调谐激光器,它可在 330nm(紫外)~1.85μm(近红外)相当宽范围内能连续可调输出,且可产生极窄的光脉冲,故常在激光光谱、同位素分离、医学及其他领域得到广泛应用。

习 题

1 什么是光的相干性，要得到相干光波需要哪些条件？
2 偏振光与普通光有何区别？
3 激光与普通光源有何区别？它是如何形成的？
4 激光具有哪些特性？这些特性具有哪些应用，试举例说明。
5 激光器有哪些种类？
6 试简述半导体激光器的构成和工作原理。
7 半导体激光器具有哪些特点？
8 半导体激光器与其他激光器有何不同？

需要全本请访问 www.ertongbook.com