

- [10] P. P. Sorokin, et al., *IBM J. Res. & Dev.*, 8, 182 (1963).
 P. Kafalas, et al., *J. Appl. Phys.* 83, 2349 (1963).
 B. H. Soffer: *J. Appl. Phys.*, 35, 2551 (1963).
- [11] G. Bret and F. Gires, *J. Appl. Phys. Lett.*, 4, 175 (1964).
- [12] W. Kaiser and H. Lessing, *Appl. Phys. Lett.*, 2, 206 (1963).
- [13] H. C. Nedderman, et al., *Proc. I. R. E.*, 50, 1637 (1962).
- [14] 虎田俊人他: *应用物理*, 32, 508 (1963).
- [15] W. G. Wagner and B. A. Lengyel, *J. Appl. Phys.*, 34, 2040 (1963).

譯自《电子科学》1965, 1, No. 1, 42—46. 滕永祿、郑秀云譯 沈 柯、孙占鳌校

光激励器的光明前景

T. H. 梅曼

还没有一种发明象光激励器这样迅速的激起人们的想象。科学幻想小说和漫画栏的作者已紧紧的抓住了这一题材，由于它可能成为死光和袖珍杀伤武器。然而，在实际生活中，大部分激光活动均局限在研究和发展的上，只有为数不多的几种实际应用，诸如测距、眼外科中修补脱落的视网膜、机械制造中的焊接等。但一旦当控制和效率问题得到解决，限制光激励器应用的就只是工程师的想象力和灵机了。

人们对光激励器一致是感兴趣，主要来自它具有产生和控制相干光以及造成巨大功率密度的能力。

虽然现有光激励器的总效率很低——由低于万分之一到最佳的百分之几，但它们仍能产生远远超过任何其它装置的能量密度。多数光激励器都发射平行度极高的光束，所产生的峰值功率密度大于每平方厘米 10^9 瓦。如果再用镜子聚焦，则功率密度会提高很多倍，可高达每平方厘米 10^{14} 瓦。

另外一些可能有用的性质是光束的低发散度(10^{-2} 到 10^{-4} 弧度)、光激励器的狭窄频谱(所谓时间相干性)以及放大影象的能力等。

由理论到实践

自1960年5月31日完成第一台光激励器之后，一门内容异常广阔而多样的技术便发展起来。原因之一在于光激励器这种装置是以科学家们一直在研究的理论物理学(量子力学、固态理论、电磁辐射的电子学调制)为基础的。

几乎每一位从事过一些激光实验的人都曾预言过光激励器的一些用途。一些提议使你不得不信，诸如清除颜料、清除杂草、雕刻墓碑、砍伐树木、击昏猪畜(屠宰之前)以及露天游艺场的光枪等等。

而你，尽可列出一串更长的较为现实的可能的应用，诸如通讯、测距、计算机、监视和

偵察、远距离照相、医疗、治牙、金属加工和化学等。

在所有这些应用实现之前，必须克服光激光器的某些限制——主要是总效率低、功率不易掌握以及必须在晴朗气候下工作的限制。价格是另一种障碍，目前通常的价格是，最廉价的低功率装置为 500 美元，而高功率装置则超过 50,000 美元。

光学泵浦的固体光激光器

在光激光器历史上，最先出现的是光学泵浦的固体装置，当我建造第一台光激光器时，是用充气闪光管的光来泵浦红宝石晶体的。以后，科学家们又发现了另外至少二十种具备激光能力的材料。最常用的是掺钕玻璃、掺钕钨酸钙、掺钕钇铝石榴石以及掺镨氟化钙。

大多数光学泵浦光激光器采用两类脉冲形式之一：普通的长脉冲或巨脉冲。采用长脉冲波型时，光激光器脉冲的持续时间约为 1 毫秒。当使用红宝石或掺钕玻璃晶体工作时，能产生 1 千焦耳以上的脉冲能量。

采用巨脉冲波型时，能量首先储于激光晶体中，然后再经快速开关迅速放出。当使用功率振荡器时，能产生 1 千兆瓦以上的峰值功率；而当使用振荡放大系统时，则在 5 千兆瓦之上。

光学泵浦的光激光器也产生了几瓦的连续输出。最近制成的钇铝石榴石，当在室温下用钨丝白炽灯泵浦便能取得连续输出。

典型的光学泵浦光激光器的总效率约为百分之一。它们这种低效率似乎是天生的。虽然在技术上采取一些强硬的措施能将脉冲能量少许提高，但这就要求有相当大的能量储存机构。因而势必导致利用化学或电化学电池的非电容能量储存技术的发展。

巨脉冲光激光器的峰值功率在未来将有所增加，但仅当能构成大面积材料时才有可能。每平方厘米一千瓦左右的功率水平的重复作用会损坏晶体，最后将它彻底毁掉。

将来，平均脉冲功率以及连续功率若不能攀至数千瓦的水平，至少也有数百瓦。我们也能预见，效率将增至 5% 或 10%，波长范围大约将从 0.6 扩展到 2.7 微米。令巨脉冲激光输出通过非线性晶体并获得二次或三次谐波输出的结果，还可能扩展到更高的频率区域。

进一步的研究将制出新的材料，它们会增添新的波长，且晶体的质量更为优良。采用优质晶体时，激光光的亮度会更高。

半导体光激光器

半导体光激光器有很多胜过光学泵浦光激光器的优点，其中最主要的一项是：电输入直接转换为激光光，而不经光学泵浦这一中间过程。这些装置能直接调制到微波频率。当用低温方法冷却时，它们有 20% 到 50% 的较高效率。它们不但紧凑，而且能在低电压下工作。半导体光激光器已产生了数瓦的连续功率以及数百瓦的脉冲功率。

到目前为止，用于产生激光光的半导体材料主要是砷化镓，其相干输出的波长为 0.84 微米。其他的化合物半导体以及这些化合物的各种合金的组合物所占有的波长范围大约是 0.6 到 8 微米。由于合金的成份可以改变，因此几乎能得到这整个区域中任何指定的波长。

其它类型的光激光器只能产生某些特殊波长。

半导体光激光器的前景是光明的：其紧密结实以及易于调制的特点使得它们能直接应用于短程通讯、光雷达、辐射互连和计算应用中。

气 体 光 激 射 器

气体光激光器产生的波长范围最宽由 0.3 一直到 100 微米到处都有。虽然几乎所有的气体(包括空气和水蒸汽)都能在某一波长上产生激射作用，但最普通的气体光激光器却使用了氦和氖的混合气体。

与上述两种固体光激光器不同，多数气体光激光器通常都是连续工作的。但在三类光激光器中，它的效率最低，不管在哪种频率下通常都不超过万分之几，当以一组频率同时振荡时，也不超过 0.1 %。但气体光激光器却表现出最高的相干性(光谱的纯度)，当以每秒周数来度量时，测得的中心频率约为 4×10^{14} 周/秒。

与上述两种光激光器不同，气体光激光器能产生丰富的可见谱线。使用电离氖的光激光器已在几个可见光频上产生了 5 瓦的连续输出。

气体光激光器的高度相干性和频率稳定性启示人们将其用于相干探测、超外差作用和多普勒雷达中。此外，它还能充当振荡器-放大器技术中的振荡器。

辅 助 设 备

激光技术将大大地刺激辅助光学设备的进展。有必要作成光波导，使它能避免气候的影响，并能满足高传送率与低成本的要求。调制器技术已经得到发展，以后一定还会继续发展。光束偏转方法可望取得进步，它使宽角和快速扫描成为可能。利用激光技术的能量储存和显示装置也会取得进展。

目前，光激光器的主要市场是在仪器和研究工具上，象古玩店一样，销售量不多。但当它的各种应用完成之后，情况将大为改观。已局部使用或即将使用的一些应用项目包括：小型金属部件的焊接、测距、短程通讯、指示云层高度和判断气候、等离子体诊断、喇曼光谱学、条纹法照象、化学发射光谱学、视网膜焊接、基本度量学(精密长度测量)和癌的研究等等。

未 来 的 应 用

展望未来，我敢断言光激光器能用于种类繁多的工作中，如宝石的切割甚至牲畜的烙印等。总有这么一天，光激光器终将进入医院的手术室，完成不流血的外科手术。

我能够想象出配有激光雷达速度抑制装置的汽车激光引火系统、清除丛林和替换强弧弧光灯的光激光器、使云层放电的光激光器以及用于高压传输线路的光激光器。

我相信，至少在最近五年内，光激光器工业大约将以每年 50% 的速度增长。在这段时间内，工业界将增进光激光器的可靠性、降低成本、并改进激光装置的重复性。