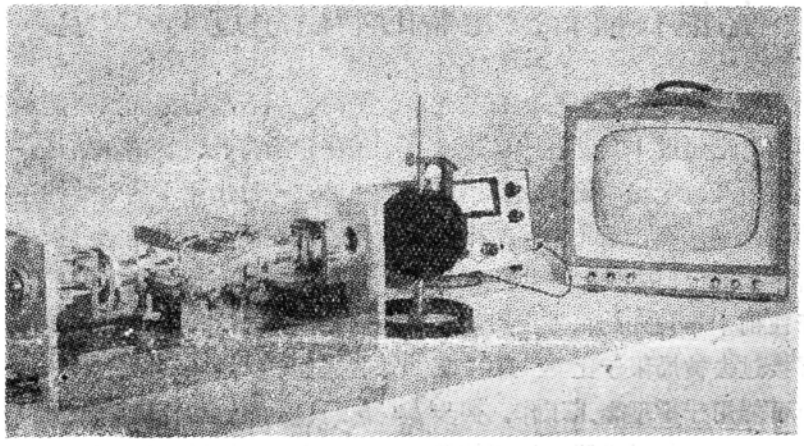
自聚焦激光器和以往的固体激光器一样，利用象氪弧灯那样的普通光源射出的光束激励激光元件，以进行激光振荡和放大。激光元件的心脏部分使用了折射率从中心部分向四周逐渐减小的玻璃。玻璃中均匀地掺杂了能产生激射作用的钕离子。

通常在进行连续振荡和放大时，从周围对激光元件施加强激励光，因温升而容易损坏，故要使元件尖细，其中心部分须充分冷却。但是，另一方面，直径变细后激光束就难于通过细长的激光元件。于是如果设法使折射率在激光元件的中心部分为最大，随着向四周伸展而变小，那么即使直径变细，激光束也能集焦成细束、和侧面并不相碰地穿过激光元件。



自聚焦激光振荡器内部结构及其振荡图样。

因而有可能使自聚焦激光器同时满足激光元件冷却效率的改善和激光元件中光的衍射损失的减低。由此可用它作为玻璃激光器，以实现稳定的连续振荡和放大。

自聚焦激光元件的尺寸是，直径低于1.5毫米、长低于40厘米，例如用直径1.5毫米、长10厘米的元件，得到了波长1.06微米、连续输出3.5瓦左右的振荡，也可试制成和该元件有相同波长的连续光放大器。

取自《科学新闻》，1970(9月)，№1357，1

加拿大研究大气压 CO_2 激光器

加拿大防御研究公司研制成一种在大气压下工作的二氧化碳激光器。据说他们在1968年就设计了这种装置。他们已建造了上百台实验装置，但认为都很“粗糙”，主要是因为气体封闭问题太不注意。

这种系统是为军方研制的，它采用一种特殊的激励方式，即沿共振腔的纵长方向均匀安置很多横向电极，使它们同时放电。

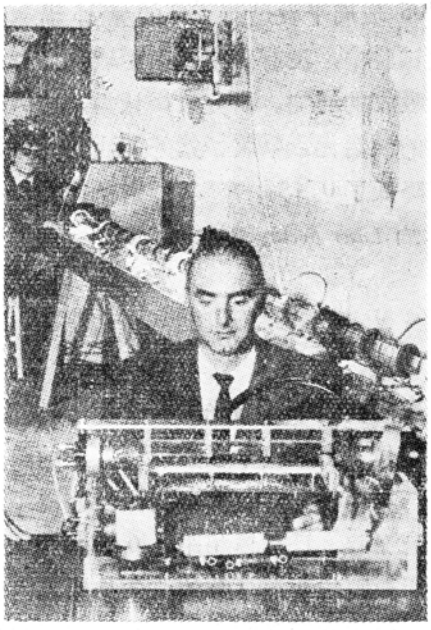
据说这种激励方式能迅速实现粒子数反转，增益开关能自动引起巨脉冲运转而不须用Q开关。更重要的是，采用电阻电极放电能提高工作压力，而在激光腔里仍能维持相当均匀的放电分布。

高能量和高重复率

一般的二氧化碳激光器大约在百分之一

个大气压下工作，需一个强大的真空泵，并要仔细密封，以防止气体损失。在大气压下，这些要求就不那么严格，这对于空中应用特别有价值。此外，他们指出，压力越高，每脉冲的能量就越大，重复频率也越高。能量较高是由于在一个激光脉冲中所能获得的能量和激活分子的数目成比例；重复频率较高在每单位体积工作气体中所能获得的平均功率——脉冲能量和重复频率的乘积——和压力的平方成正比。

单个电极的电阻负载采用 1 瓦的标准碳质电阻，或在电源和一排接线柱之间安置分布电阻材料。液体电介质证明适用于放电分布，它们对高平均功率系统很适宜，因为电介质能循环和冷却，以防止变质。



两台横向激励大气压 CO_2 激光器。前面一台最小，但仍能发射兆瓦脉冲。后面一台长 30 呎的螺旋状激光器的输出超过 5 兆瓦。

采用螺旋状的电极分布，就能控制激光腔截面上的增益分布，使其对激光器运转的基模最有利。一台 40 呎长的激光器以基模运转时，每脉冲的输出稍高于 1 焦耳，束散为 0.5 毫弧度，这是直径为 1 厘米的输出光束的衍射极限。

由于径向能量密度分布近于高斯型，简单的光束扩展器就能使束散降低几个数量级。

在 40 呎长的激光器中使用焦距为 16 吋的反射镜，空气就容易击穿，用 1 吋焦距的反射镜和抽空的容器，空气击穿在 40 乇的压力下获得，而氩则在 25 乇。

消除电阻负载

为了减少电的损失，加拿大人发展了一种多接线技术，以消除单个电极的电阻负载，一台三呎的装置已放出 2 焦耳的脉冲，效率达到 17%。最高功率估计为 20 兆瓦，但是精确的测定还不可能，因为精确测量脉冲长度有困难。

另一台系统正在发展中，用一种格子结构作为电极。这样的格子的放电性能比大量的点好。该公司的一台 10 呎长的实验样机产生了 9 焦耳的脉冲，其峰值功率约为 100 兆瓦。

当重复频率每秒超过 30 次时，所有这些激光器的效率都下降，可能是因为空气过度变热的缘故。采用横向激励方式，同时使气体通过一个外部交换器横向流动而获得冷却，他们获得的平均功率为 150 瓦，重复率为每秒 1,000 脉冲。这种横向流动方法与西耳伐尼亚电-光组织去年发展的相似。

需要更好的探测器和涂层

加拿大人正在设计一种测量高平均功率的探测装置。他们发现，市售的圆锥形能量计，甚至那些能对付高达 50 焦耳的可见的强脉冲辐射的器件，在 10.6 微米辐射的作

用下，当脉冲能量只有几分之一焦耳时即迅速变坏。

有一种探测装置使用了一种吸收性气体六氟化硫(在如象氩这类惰性气体中稀释)，这样，激光能量能被大量气体所吸收，这就避免了击穿或其他非线性现象，但却引起气体温度升高以及压力的增大。在另一种探测装置中，激光束扩散在很大的热电陶瓷表面上，在陶瓷表面引起与激光能量成比例的极化电压。

在高功率方面的另一个问题是光学系统的变坏，特别是反射镜与涂层。目前的容限大约是每平方厘米 1 焦耳，所给出的峰值功率为 20 兆瓦。

取自 *Laser Focus*, 1970(Feb.), **6**, №2, 14～18

元 件 与 技 术

紫外成份对钕玻璃效率的影响

苏修瓦维洛夫光学研究所的科学工作者认为，钕玻璃中的短寿命吸收中心仅与泵浦灯的紫外成份有关。他们比较了受泵浦和不受泵浦的不含钕的 KGSS 系列玻璃样品对于相干辐射的吸收。泵浦源为 IFP-5000 灯。在第二组试验中，置于灯和玻璃之间的 TF105 玻璃平板过滤了灯的紫外辐射。在这组试验中，没有观察到由于玻璃受照射而引起吸收的增加。研究人员认为，由于钕玻璃中的激活元素吸收了紫外光，使受激发射效率降低了 0.4%。

取自 *Laser Focus*, 1970, **6**, № 3, 6

不稳定共焦谐振腔 CO_2 激光系统的性能

在面泵浦掺钕钇铝石榴石和高流速二氧化碳这类激光器中，光增益并不与管子的横向尺寸成反比，所能得到的最大单波型功率只受谐振腔的波型大小的限制。

美帝休斯飞机公司研制的不稳定共焦谐振腔有一个很高的菲涅耳数，因而有很大的 TEM_{00} 波型体积和良好的波型选择性质。它对于长度变动和反射镜的对不准也不太敏感。由于输出耦合围绕着一块反射镜的边缘，因此这种类型的谐振腔很适合高功率应用，甚至当部分透过的反射镜中的轻微吸收发生严重障碍时也能使用。

这些实验中的激光器是直径 1 吋的普通 CO_2 装置，由一块半径为 30.25 米的凹反射镜和一块半径为 27.05 米的凸反射镜组成不稳定谐振腔。反射镜相距 1.6 米。

谐振腔的菲涅耳数的改变是通过内腔孔径的直径的改变来完成的。单横波型的运转是在菲涅耳数高到 7.1 的情况下获得的。最大的亮度为每平方厘米每球面度 1.5×10^6 瓦。最大的功率几乎与菲涅耳数无关。在普通 CO_2 激光器中，增益在墙壁附近锐减，但这在高流速 CO_2 激光器中是不成立的。

取自 *Laser Focus*, 1970, **6**, № 3, 8