

## 元 件 与 技 术

### 微微秒光脉冲的产生及应用

能够产生宽度小于1微微秒的光脉冲——人为产生的最短过程——的激光系统使电气和物理学的测量技术进入了一个新的阶段，会有几个数量级的改进。它为光雷达和光学测距提供了很高的分辨率；在几哩的距离上的分辨率达到0.03厘米，甚至有可能做成清除速率接近于每秒 $10^{12}$ 、二进位逻辑的时序为 $10^{-12}$ /秒量级的计算元件。

现在很多实验室都能产生这样短的脉冲，美帝联合飞机研究实验室的一个小组直接利用光学相关技术已测出4微微秒的光脉冲。已预言脉冲发生的下限是 $10^{-13}$ 秒，这在长度上等于30个光学周。美帝陆军研究局对这个问题非常感兴趣，他们计划就超短脉冲的理论和应用召开一次会议。

汤恩斯最近对这些新发明谈到：“最后，短光脉冲在光学储存器、编码和通讯方面会十分有用，然而为获得另外一些能适应于此短脉冲的光电器件，还需要一个相当长的工艺发展过程。如果检测和利用这些脉冲的器件很慢，我们就不能充分利用它们。然而，既然已有这些非常短的脉冲，或许其他器件就能做得较好和较快。”

该实验室的德玛丽亚(A. J. Demaria)已就光学和电学器件在速度上的矛盾作过说明：“我们输入1~10微微秒的光脉冲到特殊的光电二极管检测器上，从二极管出来的

电脉冲在半强度点为90微微秒数量级，具有60伏的幅度，每1~2毫微微秒出现一次。当把检测器的输出供给标准的1千兆赫行波示波器(Tektronix 519)时，显示出一系列波形。我们的脉冲甚至比特别修改过的519型还快。519型的上升时间为135微微秒，频率响应3千兆赫。”

因此，超短脉冲的产生推动了光电检测器和行波示波器技术的发展。

产生这种超短脉冲需要特殊装置，美帝贝耳电话实验室在实验中用二氧化碳激光器，而苏修目前则偏重于半导体激光器，已经发表的测量值低到 $10^{-11}$ 秒。

#### Q 开关的改进

直到现在，用标准Q开关技术可能得到的最狭的脉冲宽度一直被限制在10毫微秒左右，这是由于要一次或多次通过激活介质才能建立激光脉冲，德玛丽亚描述了联合飞机公司克服这些问题的技术。

他用掺 $Nd^{3+}$ 玻璃Q开关激光器作为光源，用16.5厘米长的振荡器和1米长的玻璃棒作光学放大器，获得的峰值功率为3.7和 $9.4 \times 10^{10}$ 瓦（脉冲宽度分别为20和8微微秒）。

一个装有可饱和有机染料溶液的池放在激光腔内(见图1)。克尔盒和偏振器(格兰棱

镜) 安放在腔内。克尔盒开始是未激发的, 而偏振器调至最大透明度。

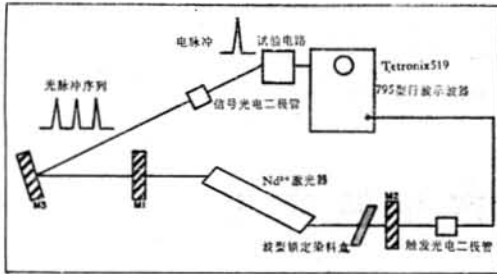


图 1 由激光振荡器所产生的亚毫微秒脉冲是由染料池衰减低振幅部分比高振幅部分多来实现的。可饱和有机染料兼有调制器和 Q 开关二者的作用。

克尔盒里充满在强电场下能引起双折射的透明介质, 作为快速光开关。染料池实际上起着 Q 开关和被动调幅器的作用。当光脉冲经过染料池时, 其前沿被强烈吸收, 原子从二能级量子系统的基态跃迁到激发态, 结果染料趋向于饱和, 这意味着脉冲高振幅部分的衰减远小于低能量部分, 这样被动调制器就打开。

光脉冲通过这个系统以后, 原子跳回到低能态, 同时调制器关闭。令脉冲在两面镜子  $M_1$  和  $M_2$  之间来回反射, 使脉冲不断变窄, 直到谐波含量等于系统的总带宽为止。此情况发生后, 脉冲就达到他所能变狭的极限。

吸收池, 那时位相锁定简谐地交替; 振荡在激光腔内的轴向波型, 产生一系列宽度仅为放大系统所限止的光学脉冲, 这种方法叫做波型锁定。腔内的染料溶液自动调节其调制频率, 使达到脉冲在激光腔的镜子之间往返一次所需的过渡时间  $\tau$ 。这种调制要求吸收体的弛豫时间比  $\tau$  短。此外, 它在激光波长上必须有一根吸收线, 其宽度须等于或大于激光线宽。

## 激光脉冲火花隙

从偏光器漏出的辐射被聚焦到 Marx-Bank 脉冲发生器的第一间隙上(见图 1)。当全部火花隙都击穿时, 一个快速上升的四分之一波电压脉冲就加到克尔盒上。由于克尔盒被激发, 故脉冲每通过一次, 偏振面就旋转  $45^\circ$ 。最后, 偏振器使脉冲从腔内放出来。

钽玻璃激光器非常适合于产生超短脉冲。它所具有的一条谱线是由三条均匀加宽(线宽近于 40 埃)的线组成的, 它们交错重迭, 产生宽约 100 埃的非均匀加宽线。

下述二个理由可说明波型锁定的钽玻璃激光器应该产生峰值功率最高、线宽最窄的脉冲:

- 当位相锁定波型的数目增加时, 峰值功率就增加, 脉冲宽度减小。
- 玻璃基质里的钽离子的线宽在已知的激光介质中最宽。

除利用被动式调制器外, 尚有二种其他激光振荡器波型锁定的方法。其一是利用主动调制器, 其二是利用集居数反转的非线性增益特性。第一种方式要求精确调整镜子间的距离和频率的调制, 后者要求精确调整干涉仪的 Q 值以及激光器位置和系统的增益。这二种方法都要求对激光器进行补偿, 原因是反馈干涉仪的光程受到微扰。对于大型固体激光器的波型锁定, 这是很困难的, 因为在光泵过程中, 棒的光程有变化。反之, 被动调制就不要求这些严格的调整。

德玛丽亚的两位同事海璠 (H. A. Hegnan)、小彭尼 (A. W. Penneq, Jr.) 指出, 波型锁定的钽玻璃激光器和快速光电检测器结合后, 能用来估价电网络。图 2 所示的实验装置已用来产生、检测和观察波型锁定的激光

脉冲。光脉冲被二个特别屏蔽的二极管(ITTF-4018, ITTF-4014)转换成电脉冲。这二个二极管的上升时间,从光脉冲的测量来计算,是256和90微微秒。实验所用的示波器是修改过的 Tektronix 519型。有必要使用行波示波器,因为波型锁定激光器的重复脉冲序列的脉冲持续期比较短,这就抹煞了取样示波器的灵敏和宽带宽这种特性。

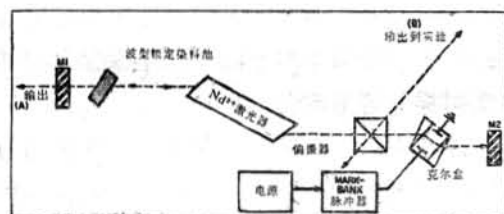


图2 用波型锁定 Q 开关激光器所产生的光脉冲超过光电二极管的响应时间,而光电二极管的响应时间又比最快的行波示波器的还快。在讯号的进展中,以一参考脉冲触发示波器。这一装置用来测试宽带器件。

从信号光电二极管输出的电脉冲通过装在管子旁边的连接器,直接加到共轴偏转板上,这样做是为了防止延迟线使电脉冲改变。示波器的触发是利用触发电光电二极管,动作在信号之前。触发电光电二极管须加以选择,使其光学延迟较信号光电二极管小。

### 电子网络的试验

他们已利用波型锁定脉冲方法评价了几种电网络,即同轴电缆和电阻阻抗转接器。

虽然对于电缆他们所得到的结果一般都和理论相符,但仍发现一些反常现象,须进一步研究。

对于电阻转接器,没有什么重大的偏离。他们还提出应用超短脉冲非常有利的其他方面:

- 评价探测器、转换器、宽带系统以及涉及快速脉冲的器件。

- 发展新的组件和系统,如探测器、探测器外壳、快速电脉冲终端电阻器和衰减器,以及直接时域显示的示波器。

- 符合和反符合网络校验。

- 超短高重复频率取样门脉冲序列。

还有更多更多事情都能用这种脉冲来进行。德玛丽亚认为,短光脉冲目前正处在第二次世界大战后微波所处的阶段。

设计者会设法利用这一成果的。用光速测量的光学计算机就是其中之一。

一个脉冲宽度为1毫微秒的光学脉冲,从物理上看,其通过的空间大约是1呎,这种脉冲却是0.03厘米长——比以前任何脉冲都短。光学储存器、光学逻辑元件,整个光学计算机的领域均与之有关。

努力的目的是达到每秒 $10^{12}$ 次的清除速率,或1微微秒时序的二进制逻辑。

如果1毫微秒的雷达脉冲可用于测距上,研制者就会很满意;因为在1毫微秒脉冲的10千兆周的微波其长度相当于10个微波周期。采用超短光学脉冲,在每哩的长度测量上应有可能测到0.03厘米,这样的精确度是难以想象的。

译自 *Electron. Design*, 1967(July 5), 15, №14, 17~20

## 以超短注入电流脉冲激励砷化镓 p-n 结

苏修用超短的注入电流脉冲激励了砷化镓 p-n 结。激励脉冲长2毫微秒,在铁氧体浪涌线中产生。接收器是电光转换器,其扫描时间为2毫微秒,分辨时间为0.2毫微秒。

输出含有四个脉冲,每个约为 $2 \times 10^{-10}$ 秒长。作者认为脉冲缩短是由于自调制。

译自 *Laser Focus*, 1967 (Aug.), 3, №15, 11