

# Nd : YAG 激光器电光 Q 开关 电路的实验研究

贝国华 邱文法 王秀萍

(浙江大学光科系, 杭州, 310027)

**摘要:** 本文报导用于重复频率为 40pps Nd : YAG 激光器电光 Q 开关的二种驱动电路的设计和实验研究, 并比较了这二种 Q 开关电路的实验结果。

**关键词:** Q 开关电路 Nd : YAG

## Experimental study of electron-optical Q-switch circuits used in Nd : YAG laser

*Bei Gouhua, Qiu Wenfa, Wang Xiuping*

(Dept. of Optical & Scientific Instrumentation Engineering, Zhejiang University)

**Abstract:** In this paper, the design and experimental study of two electron-optical Q-switch circuits for Nd : YAG laser at repetition rate 40 pps are presented. The comparison of the circuits is reported.

**Key words:** Q-switch circuits Nd : YAG

### 一、引言

在固体激光器中, Q 开关是非常重要的单元器件。激光 Q 开关的原理研究已形成专门的 Q 理论<sup>[1,2]</sup>。利用晶体的一次电光效应制作成的电光 Q 开关具有开关速度快、时间可控等优点而被广泛应用于激光 Q 器件中。电光 Q 开关驱动电路是一个高压快速放电装置, 过去人们常用真空管、闸流管、可控硅等作高压放电驱动元件。

本文研究了用冷阴极管和雪崩管作高压放电驱动元件的 Q 开关电路。在 40pps 重复频率的折叠式小型 Nd : YAG 激光器上进行了实验比较。

### 二、Nd : YAG 激光器结构

小型折叠式脉冲 Nd : YAG 激光器结构如图 1 所示。谐振腔由全反射镜  $M_1$ , 光学补偿镜

$P_1$ , 角隅棱镜  $P_2$  和输出镜  $M_2$  组成。 $M_1$  和  $M_2$  做在同一基板上, 通过光学补偿镜  $P_1$  来实现谐振腔的准直。图 1 中的电光 Q 开关是由偏振片和 KD\*P 晶体组成。取某一线偏振光方向与腔外倍频 KTP 实现角匹配。采用退压式电光 Q 开关, 用冷阴极管和雪崩二极管作高压放电驱动元件。

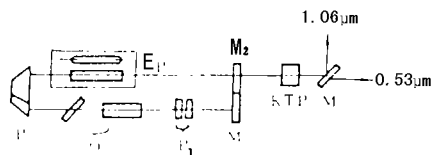


Fig. 1 A typical Nd : YAG laser configuration  
 $M_1$  — reflecting mirror  $M_2$  — output mirror  $P_1$  — coupling prism  $Q$  — electron-optical Q-switch  $P_2$  — angular coupling prism  $E_p$  — pumping cavity  $M_3$  — beam dividing prism KTP — SHG crystal

### 三、电光 Q 开关驱动电路

谐振腔从低 Q 状态骤然升到高 Q 状态是通过快速高压放电电路来完成的。

#### 1. 冷阴极管驱动电路

实验用的冷阴极管的型号为: CH-3500, 技术指标为: 耐压 3500~5000V, 触发导通电压  $\leq 10000V$ 。高压放电驱动电路如图 2 所示。激光器工作时所需的半波(开关)电压  $H_v = 3500 \sim 4500V$  可调。冷阴极管是一个高压高速开关元件, 能在几毫秒内进行高压快速放电。电路中的晶体在电学特性上可等效一个电容  $C$ , 其电容量  $C = 50 \sim 100pF$  (视晶体材料及几何尺寸而定)。高压电源  $P_0$  经  $R$  对晶体充电。由外界给出的序列触发脉冲讯号(根据激光器的重复频率而定, 本实验用的激光器重复频率为 40pps)。峰值电压约 200V 经变压器升压(原副边匝数比  $n_1 : n_2 = 1 : 40$ )后的高压脉冲加到冷阴极管的触发极, 使冷阴极管瞬时导通, 呈短路状态。晶体上的高压经冷阴极管快速放电, Q 开关瞬时打开。开关放电速度除取决于晶体上的分布电容  $C$ , 连线的分布电容及冷阴极管的内阻之外, 还与触发脉冲前沿有关。

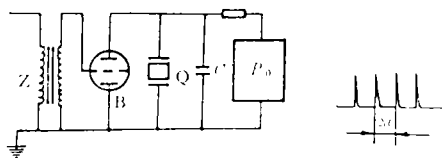


Fig. 2 Avalanche photodiode Q-switch circuit

#### 2. 雪崩三极管驱动电路

冷阴极管放电属气体放电, 电子渡越时间较长, 且放电脉冲有较大的抖动, 因而限制了在高速高稳定的 Q 开关系统中的应用, 用雪崩三极管串作为放电开关能获得较好的结果。

所谓雪崩是利用高反压晶体管的负阻特性, 当晶体管产生雪崩时, 大的雪崩电流使分布电容迅速放电。放电脉冲的下降沿可达几毫秒。为了获得高电压雪崩, 可将多只雪崩管串接在一起, 如图 3 所示, 实验用雪崩管型号为 2N5551。

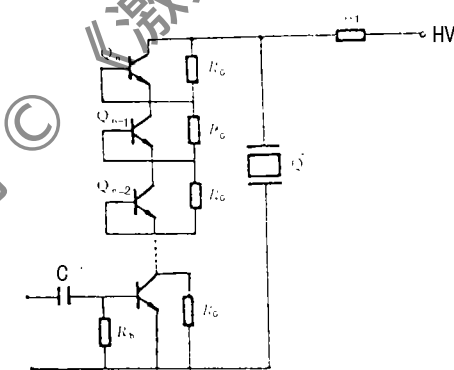


Fig. 3 Cold-cathode tube Q-switch circuit

为了使每个雪崩管电压均等, 可用并联电阻  $R_c$  ( $R_c = 1M\Omega$ ) 来均压,  $Q_1$  基极与发射极之间接一小电阻  $R_b$  ( $R_b = 51\Omega$ ), 其余 Q 的基极与发射极短路。

当触发脉冲加到 Q 基极时,  $Q_1$  发生雪崩,  $Q_1$  一经雪崩, 各管电压将超过  $V_{ces}$ , 亦发生雪崩。晶体上的高压通过雪崩管串迅速放电。

## 四、实验结果与比较

在完全相同的实验条件下,冷阴极管和雪崩管 Q 开关电路的实验结果如下:

雪崩管 Q 开关驱动电路具有快速、高稳定特点,适用于高精度调 Q 脉冲激光器。但电路易受外界干扰,要采取电隔离措施。

冷阴极管 Q 开关驱动电路适用于常规的对脉冲与脉冲之间稳定度要求不高的调 Q 激光器,且有不易受外界干扰,使用寿命长等特点。

Table Experimental results of Q-switch circuit

Q property	cold-cathode tube	avalanche photodiode
pulse duration	$\leq 10\text{ns}$	$< 8\text{ns}$
pulse time stability	$\leq \pm 200\text{ns}$	$< \pm 20\text{ns}$

## 五、结 论

本文报道的二种电光 Q 开关驱动电路适用于对 Q 激光脉冲之间时间稳定度不同要求的激光器,也可用于光隔离、光快门等。用雪崩管作 Q 开关驱动电路,可使激光脉冲之间的时间抖动小于纳秒量级。

### 参 考 文 献

- 1 Desilvestri S. Opt Lett, 1991,16(9):642~ 644
- 2 克希奈尔 W. 固体激光工程. 北京:科学出版社,1983:327~375

作者简介:贝国华,男,1941年7月出生。讲师。现从事光电子研究工作。

邱文法,男,1955年出生。工程师。现从事固体激光器及非线性光学的研究工作。

王秀萍,女,1959年出生。助工。现从事固体激光器及光电子研究工作。

收稿日期:1994-01-20 收到修改稿日期:1994-04-20

· 产品简讯 ·

### 激光二极管驱动器

由美国三菱电子仪器公司电子器件小组提供的激光二极管驱动器系列最新产品的特点是节省功率控制的费用。这种单片驱动器是为 N 型激光二极管设计的。M66515FP 有一用于激光功率控制内装的取样保持电路,节省了一个外部微控制器,并减少了总的零件数。三菱驱动器能激励 30mA 的偏置电流和 120mA 的开关电流,其开关速度高达 40Mbps。

译自 L & O, 1994;13(5):44 邹福清 译 刘建卿 校