

# 大电流窄脉冲激光器电源的设计

杨林森, 刘俊

(中北大学电子测试国家重点实验室, 山西太原 030051)

**摘要:** 本文主要介绍了一种为大电流窄脉冲激光器供电的激光电源的设计方法。文章中首先论述了激光电源的发展现状。然后根据工作项目的要求, 通过 CHLD 实现脉冲可调, 用 VMOS 管实现恒流控制, 详细的介绍了这种激光电源的工作原理, 设计方法, 电路调试的过程及结果。最终成功的设计出激光电源, 其工作频率可调, 脉宽: 80ns - 200ns 可调, 脉冲电流高达 6A。

**关键词:** 激光电源; VMOS 功率场效应管; 大电流; 窄脉冲

中图分类号: TN248.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2743(2006)06-0078-02

## The Design about the semiconductor laser driver for special request

YANG lin - sen, LIU jun

(National Key Laboratory for Electronic Measurement Technology, shanxi 030051, China)

**Abstract:** The paper mainly introduce a research about a semiconductor laser driver works in the special condition satisfying the strict requirement which are narrow pulse generator and strong current. The writer state the actuality about the development of the laser diode driver and design a kind of laser diode driver successfully which can generate 6A current and the pulse width is about 80ns.

**Key words:** laser diode driver; VMOS power magnifier; narrow pulse generator; strong current.

激光器的电源(也称激光器激励装置)是激光器装置的重要组成部分。它是激光器的能源,为激光器提供泵浦能量,控制激光器输出的强弱和重复频率。是研制激光制导武器的首要解决难题。它随着激光器的发展而不断完善,激光器的泵浦方式有多种:有光激励、放电激励、化学激励、核能激励等。采用光激励和放电激励时,激光器必须配有一台与之相适应的供电电源。最初出现的固体激光器电源采用直流电源经过限流电阻 R 给储能电容器 C 充电,即 RC 充电方式。这种电源只能满足低重复频率下的场合。为了满足新型激光器高效率、高重复频率、低成本和高可靠性等诸多要求,人们又把 LC 谐振充电式电源、开关电源等技术引入到激光器电源的制造中。80 年代初出现了用快速晶闸管作电子开关的逆变器充电电路,它的出现解决了电源存在的体积和重量问题。但频率只能在 10kHz 以下,而且控制电路复杂。90 年代初,出现了自行关断的功率场效应晶体管 VMOS,具有高速度、高可靠性、低功耗等特点,被逐步应用于大功率开关型激光器的电源之中。同时,计算机技术也进入激光器电源中,用微机控制的多功能电源也相继问世。国内在该方向的发展落后发达国家较多。目前国内还没有专门生产高性能的大电流窄脉冲激光器供电的脉冲电源。

### 1 窄脉冲大电流激光电源的技术指标及其设计原理

本文的激光电源是为了适应脉冲激光器(LDMP-0905-0030)的要求而设计的。其基本技术指标是:(1)输出电流脉宽为 80 - 200ns 可调;(2)输出驱动电流为 6A;(3)输出脉冲电流的占空为 0.05%。考虑到可控硅输出激励器虽然可以产生大电流,由于脉冲宽度是由可控硅的放电速度和储能电容决定,要满足脉冲宽度可调比较困难;雪崩管输出激励器需要很大的电压驱动;晶体管输出激励不能产生大电流。加上工程应用中的效益/成本最小化原则,系统规模最小化,系统合理化的原则。因此我们采用了一种新的驱动电路,其原理如图 1:

### 2 电路设计及调试

整个电路如上图由窄脉冲产生电路,窄脉冲放大电路,功率放大电路组成。下面对各模块进行分别阐述。

收稿日期:2006-04-05

基金项目:武器装备预研重点基金项目课题,编号:6140534

作者简介:杨林森,男,山西朔州,中北大学,硕士。

#### 2.1 窄脉冲产生电路

窄脉冲发生电路主要负责产生脉宽为 80 - 200ns,占空比 0.05% 的窄脉冲。由于要产生这样窄的脉冲,而且要实现脉宽的可调,占空比的稳定,决定使用 CHLD(可编程逻辑器件)通过编程实现窄脉冲的发生。使用 CHLD 后发出的脉冲形状好,可以减少脉冲整形电路,使电路结构简单,工作稳定。本设计使用了 EPM7032SLC44 - 10 型的 CHLD,其发出的脉冲信号如图 2。图中显示了从 CHLD 发出的脉宽为 200ns,占空比 0.05% 的脉冲信号。

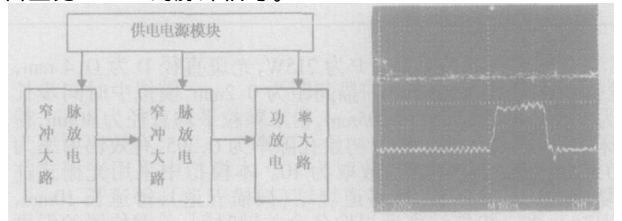


图 1 电路原理框图 图 2 CHLD 输出脉冲波形

#### 2.2 窄脉冲放大电路

由于窄脉冲信号是用来控制功率放大电路的 VMOS 管的,由 IRF840VMOS 管的器件特性(具体特性请查阅相关资料)可知要让此功率管产生 6A 的电流,其栅极驱动电压要在 7V 左右,因此要对 CHLD 产生的窄脉冲进行放大。通过信号频域分析的计算公式:  $\sin / = 0$ ,可知 80ns 的脉冲相当于 6.75M 的高频信号。所以要对这样的信号进行放大属于高频信号放大,一般的运发是很难实现放大的,通过查阅资料我们选择了 AD 公司的 AD811,它的带宽为 140M。具体放大电路如图 3a。放大输出结果为  $U_o = (1 + R_{16}/R_{15}) U_i$ 。

调试后放大电路输出图形如图 3b。可通过对电阻值的调整得出所需电压的输出信号。

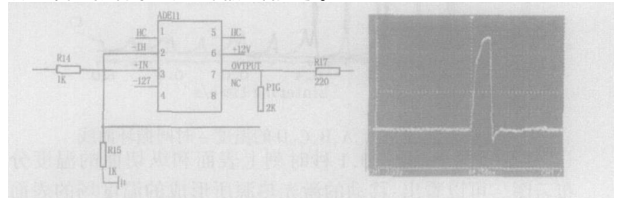


图 3a 窄脉冲放大电路 图 3b 放大电路输出波形

#### 2.3 功率放大电路

脉冲激光器(LDMP - 0905 - 0030)需要 6A 的脉冲驱动电流,而由放大电路产生的是小电流的脉冲信号,根本不能驱

动激光器。为了驱动激光器必须进行功率放大。所谓功率放大就是要求它的输出级能够给负载提供足够大的信号功率。考虑功率晶体管的等效电路,极限参数和非线性失真等问题。通过选择因为VMOS功率场效应晶体管具有输入阻抗高,驱动功率小,开关速度和频带宽度高,热稳定性好等特点,所以选用了ST公司的IRF840VMOS管。理论上说,VMOS管是电压控制器件,工作时必须在栅-源极之间加控制电压,由于栅-源极之间阻抗很大,因此所需电流极小。实际上,由于输入段存在电容,为了使它导通必须对栅极电容充电,为了断开它必须使该电容放电,这就要求驱动电路能在器件开通和关断的瞬间提供一定幅值的电流。MUR840是快速整流管用来使栅-源极寄生电容迅速放电。其电路设计如图4a所示。G3为我们所使用的激光器,R11为限流电阻,E7用来稳定输入电压,供电电源为45V,7A的开关电源。

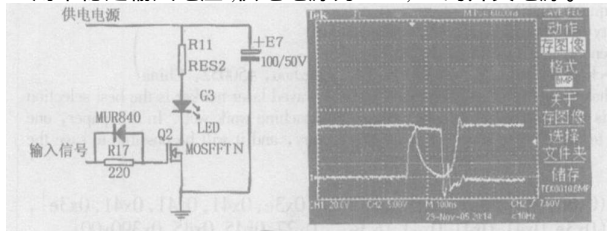


图4a 功率放大电路 图4b 激光器(G3)串联电阻R11两端的电压(上),VMOS管栅极的控制电压(下)

电路的工作过程为:当输入放大后的脉冲信号通过保护电阻R17流入VMOS管的栅极时,栅极高电平控制漏-源极导通,使得供电回路导通,激光器(G3)通过脉冲电流,由于控制电压稳定,产生的脉冲电流是恒流的。其调试的结果如图4b所示。从图4b电阻R11(6)上的电压情况可知激光器上流过的脉冲电流为6A,脉宽110ns,达到了我们预期的目标。

总之,此电源设计的方法、结构和原理都比较简单,由于合理的选择了器件,调试中的技巧应用得当成功的设计出80-200ns脉宽可调,脉冲电流高达6A的脉冲激光电源。完成了项目的要求。突破了国内同等电源设计中脉宽不能超过50ns的瓶颈问题。

#### 参考文献

- [1] 李中江. VMOS功率场效应晶体管及其应用[M]. 北京:人民邮电出版社,1999,6.
- [2] 林晓翰,苏国彬. 半导体激光器的大电流窄脉冲驱动电路的研究[J]. 压声与光电,2000,(6):12.
- [3] 奕程涛. 窄脉冲大电流激光激励器的研究[D]. 学位论文.
- [4] Laser Focus World,1991,June:75.
- [5] SPIE,1981,7384:195.
- [6] 曾忠,王慧贞. 谐振充电式脉冲激光电源的研制[J]. 电力电子技术,2001,(1):2.

(上接第77页)到熔点以下,未熔化的内部颗粒保持其固相骨架状态。这与文献[10]所开展的实验结果完全一致。B、C两点的温度变化趋势与A点大体相同。通过查看节点温度数值或从曲线上可以清晰地看出,A、B、C三点温度逐渐升高,这是因为激光束在扫描粉床前端时,由于热传导作用使粉床的温度升高,那么激光束在粉床后端扫描时,粉床的初始温度升高,所以同一烧结道粉床后面的温度要稍高。而从D点曲线可以看出随着烧结的进行D点的温度越来越高,在烧结过程中存在热积累效应。

3)图6为各烧结道结束时刻的温度时间曲线,可以看出随着烧结道的增加,激光熔池温度逐渐升高,并且粉床整体温度也逐渐升高。这是由于各烧结道的热积累效应造成的。模拟中还发现扫描间距对各烧结道温度的影响也非常大。因此通过模拟可以为实验提供一定的理论基础。

## 4 结束语

DMLS技术在实际生产中的运用,必将推动该技术研究的迅速发展,而DMLS温度场的理论研究将为后续的残余应力等研究和生产应用提供更为完善的理论基础。基于此文综合考虑了各相关因素的影响,运用大型有限元软件ABAQUS对直接金属选区激光多道烧结过程的瞬态温度场分布进行了数值模拟,并得到如下结论:

- 1) 变热物性参数对DMLS三维瞬态温度场影响较大,模拟时必须考虑热传导、比热容等变热物性参数的影响。
- 2) 金属粉末烧结时相变潜热的影响不可忽略,模拟时必须定义潜热及液相线和固相线处的温度来加以解决。
- 3) 模拟时发现在其它参数基本相同的情况下,使用较低的扫描速度会使烧结区温度大幅上升,烧结深度加大,可以获得更大的以光斑为中心的液相区域。
- 4) 模拟时,在第一道的起始处由于松散的粉末传输的热

量非常小因此热量集中在一个很小的区域内,容易产生较大的温度梯度从而形成“第一线扫描球化”,可以通过预热或优化工艺参数等措施来加以解决。

#### 参考文献

- [1] 张剑锋. Ni基金属粉末激光直接烧结成型及关键技术研究[D]. 南京:南京航空航天大学,2002.
- [2] Gusarov A V, laoui t, Froyen L et al. Contact Thermal Conductivity of a Powder Bed in Selective Laser Sintering [J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2003, 46: 1103 - 1109.
- [3] Vai N K, Balasubramanian B, Barlow J W, et al. A Thermal model of polymer degradation during selective laser sintering of polymer coated ceramic powder [J]. Rapid Prototyping Journal, 1996, 2(3): 14 - 40.
- [4] Greco A, Maffezzoli A. Polymer melting and polymer powder sintering by thermal analysis [J]. Journal of Thermal Analysis and calorimetry, 2003, 72: 1167 - 1174.
- [5] H. H, Zhu et al. Development and characterization of direct laser sintering Cu - based metal powder [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003, 140: 314 - 317.
- [6] H. H, Zhu et al. Influence of binder 's liquid volume fraction on direct laser sintering of metallic powder [J]. Materials Science and Engineering, 2004, A371: 170 - 177.
- [7] A. Simchi, H. Rohl. Effects of laser sintering processing parameters on the microstructure and densification of iron powder [J]. Materials and Engineering, 2003, A359: 119 - 128.
- [8] 李俊昌. 激光的衍射及热作用计算[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [9] 沈显锋等. 直接金属选区激光多道烧结温度场有限元模拟[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2005, 1(37): 48 - 51.
- [10] Simchi A, Rohl H. Sintering processing parameters on the microstructure and densification of iron powder [J]. Materials and Engineering, 2003, A359: 119 - 128.