



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102928989 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201210395966. 0

审查员 冯津京

(22) 申请日 2012. 10. 17

(73) 专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市嘉定区 800 - 211 邮政信箱

(72) 发明人 张鹏 李学春 姜有恩 黄阳 彭宇杰 徐鹏翔

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司 31213

代理人 张泽纯

(51) Int. Cl.

G02B 27/28 (2006. 01)

G02B 26/06 (2006. 01)

H01S 3/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101299101 A, 2008. 11. 05, 全文.

CN 101606097 A, 2009. 12. 16, 全文.

CN 1498342 A, 2004. 05. 19, 全文.

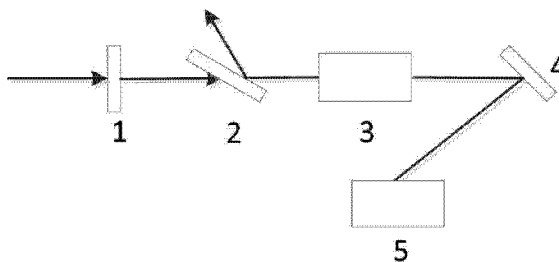
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

高功率激光系统的多程相位调制装置

(57) 摘要

一种高功率激光系统的多程相位调制装置, 其构成包括沿入射光束行进方向依次放置第一二分之一波片、第一薄膜偏振片、旋光单元、第一全反镜和多程相位调制单元, 本发明采用光学腔的结构使光脉冲多次通过相位调制器, 可以提高相位调制器对光脉冲的相位调制能力, 对于实现高功率激光系统靶面均匀辐照具有重要的意义。



1. 一种高功率激光系统的多程相位调制装置,特征在于其构成包括沿光束行进方向依次放置第一二分之一波片(1)、第一薄膜偏振片(2)、旋光单元(3)、第一全反镜(4)和多程相位调制单元(5):

所述的旋光单元(3)由沿入射光束行进方向依次放置的第二二分之一波片(3-1)和法拉第旋光器(3-2)或者由沿入射光束行进方向依次放置的法拉第旋光器(3-2)和第二二分之一波片(3-1)构成;

所述的多程相位调制单元(5)是一个包含有相位调制器(5-9)的光学腔,由与光束传输方向成布儒斯特角的第二薄膜偏振片(5-1)将光脉冲导入和导出所述的多程相位调制单元(5),在所述第二薄膜偏振片(5-1)两侧分别放置的第二全反镜(5-4)和第五全反镜(5-12)构成了多程相位调制单元(5)的两个腔镜,所述的多程相位调制单元(5)内,在所述的第二薄膜偏振片(5-1)和第二全反镜(5-4)之间,依次放置四分之一波片(5-2)和电光开关(5-3),在所述的第二薄膜偏振片(5-1)和第五全反镜(5-12)之间,依次放置第三全反镜(5-5)、第四全反镜(5-6)、第一透镜(5-7)、第三二分之一波片(5-8)、相位调制器(5-9)、第二透镜(5-10)和增益介质(5-11);

所述的第一全反镜(4)的法线与光束传输方向的夹角等于布儒斯特角的余角,所述的第一薄膜偏振片(2)的法线与光束传输方向的夹角等于布儒斯特角;

当入射光束经所述的第一二分之一波片(1),旋转所述的第一二分之一波片(1)的晶轴将入射的线偏光转变为第一类型偏振光,然后透过第一薄膜偏振片(2)和旋光单元(3),变成第二类型偏振光,再经第一全反镜(4)和多程相位调制单元(5),由多程相位调制单元(5)返回的光束经由所述的第一全反镜(4)、旋光单元(3)输出的第二类型偏振光,由所述的第一薄膜偏振片(2)反射输出。

2. 根据权利要求1所述的高功率激光系统的多程相位调制装置,其特征在于,所述的第一薄膜偏振片(2)的法线和第二薄膜偏振片(5-1)的法线与光束传输方向均成布儒斯特角,透射第一类型偏振光,反射第二类型偏振光,所述的第一类型偏振光和第二类型偏振光的偏振面相差 $90^{\circ}$ ,旋转第一二分之一波片(1)的晶轴将入射的线偏光转变为第一类型偏振光。

3. 根据权利要求1所述的高功率激光系统的多程相位调制装置,其特征在于所述的旋光单元(3)的作用是:当第一类型偏振的入射光正向通过所述的旋光单元(3)后转变为第二类型偏振光,当由多程相位调制单元(5)返回的、经第一全反镜(4)反射从所述的旋光单元(3)的右端进入该旋光单元(3)的光从该旋光单元(3)的另一端通过所述的旋光单元(3)时,输出光的偏振态不变,仍为第二类型偏振光。

4. 根据权利要求1所述的高功率激光系统的多程相位调制装置,其特征在于所述的第二全反镜(5-4)的法线和所述的第五全反镜(5-12)的法线与光束传输方向平行,并且所述的第二全反镜(5-4)和第五全反镜(5-12)分别固定在各自的一维平移台上,该平移台的平移方向与光束传输方向平行,通过调节平移台以对所述的第二全反镜(5-4)和第五全反镜(5-12)沿着光束传输方向进行平移调节。

5. 根据权利要求1所述的高功率激光系统的多程相位调制装置,其特征在于所述的多程相位调制单元(5)由第三全反镜(5-5)和第四全反镜(5-6)折叠,所述的第三全反镜的法线和第四全反镜的法线与光束传输方向的夹角为 $45^{\circ}$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的高功率激光系统的多程相位调制装置,其特征在于通过旋转所述的第三二分之一波片(5-8)的晶轴,将正向入射的第一类型偏振光转变为第二类型偏振光。

7. 根据权利要求 1 所述的高功率激光系统的多程相位调制装置,其特征在于所述的相位调制器(5-9)为体材料相位调制器,通过在晶体上加载微波电场来实现对第二类型偏振光脉冲的相位调制。

8. 根据权利要求 1 所述的高功率激光系统的多程相位调制装置,其特征在于所述的第一透镜(5-7)和第二透镜(5-10)焦距相同且共焦放置,所述的第一透镜(5-7)和第二透镜(5-10)与所述的第二全反镜(5-4)和所述的第五全反镜(5-12)构成 4F 系统,所述的相位调制器(5-9)放置在所述的第一透镜(5-7)和第二透镜(5-10)之间的共焦点,使光束尺寸足够小,能够顺利通过所述的相位调制器(5-9)。

## 高功率激光系统的多程相位调制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高功率激光系统,特别是一种用于高功率激光系统的多程相位调制装置,该装置对于实现靶面的均匀辐照有着重要的作用。

### 背景技术

[0002] 在高功率激光系统中,由于物理实验的需要,要求最终辐照在靶面上的光强分布是顶部平坦、边缘陡峭且无旁瓣的矩形分布。然而,光脉冲在高功率激光系统中经过多级放大器,最终输出时,会在空间上呈现一定的强度和相位畸变。另一方面,即使从高功率激光系统中输出的光脉冲是无强度和相位畸变的均匀平面波,当它通过聚焦透镜辐照到靶面上时,受衍射效应影响,远场焦斑近似为爱里斑,也与理想的矩形分布相差较大。为实现靶面的均匀辐照。目前已发展起来多种光束匀滑技术,光谱色散匀滑技术(SSD技术)是其中的重要手段之一(S. Skupsky, R. W. Short, et al., J. Appl. Phys. 66(8):3456(1989))。相位调制技术是 SSD 技术中的一个重要的单元环节,通过相位调制技术可以将光脉冲的光谱宽度展宽到  $\Delta\nu = 2\delta\nu_m$  (S. Skupsky, R. W. Short, et al., J. Appl. Phys. 66(8):3456(1989)), 其中,  $\nu_m$  是相位调制器的调制频率,  $\delta$  是相位调制器的调制深度,  $\delta$  与相位调制器中的电光晶体的长度  $L$  有关,在光脉冲满足光波和微波相位匹配的条件下,  $L$  越长,  $\delta$  越大,相位调制器对光脉冲的光谱展宽能力也就越强。有研究表明,较宽的光谱宽度有利于提高 SSD 技术的光束匀滑速率,使靶面得到更好的均匀辐照 (Two-dimensional SSD on Omega, LLE Rev. 69:1(1996))。

[0003] 然而,光脉冲单程通过相位调制器时,相位调制器对光脉冲的相位调制的调制深度是一定的,因此对光脉冲的光谱展宽能力是有限的。中科院上海光机所的张琥杰等人提出采用双程相位调制结构来提高相位调制器调制度,从而提高相位调制器对光脉冲的光谱展宽能力的方法(张琥杰等,光学学报,30(4):1071(2010))。该双程相位调制装置的结构如图 1 所示,偏振态为第二类型偏振光的入射光脉冲以布儒斯特角入射到薄膜偏振片 TFP 上,光脉冲被 TFP 反射,通过法拉第旋光器,光脉冲的偏振方向旋转  $45^\circ$ , 然后通过相位调制器,被  $0^\circ$  全反镜 M 反射后,再次通过经相位调制器,然后光脉冲通过法拉第旋光器,偏振方向沿第一次旋转方向继续旋转  $45^\circ$ , 此时光脉冲变为第一偏振光,经薄膜偏振片 TFP 透射输出。在该装置中,光脉冲通过相位调制器两次,经历了两次相位调制。通过沿光束传输方向仔细调节反射镜 M 的位置,使光波和微波满足相位匹配条件  $(nL+2d)/c = m/\nu_m$ , 那么光脉冲第二次通过相位调制器时得到的相位调制的调制深度  $\delta_2$  可以与前一次的调制深度  $\delta_1$  进行累加,从而增大相位调制器对光脉冲的调制深度,提高相位调制器对光脉冲的光谱展宽能力。上式中,  $n$  和  $L$  分别为相位调制器中电光晶体的折射率和长度,  $d$  是全反镜 M 与相位调制器之间的距离,  $c$  为真空中的光速,  $m$  为整数。

[0004] 为了进一步提高相位调制器光脉冲的光谱展宽能力,以满足物理实验的需求,需要采用多程相位调制的方式来使光脉冲多次通过相位调制器。张琥杰等人在文章中提出了对一种多程相位调制的设想方案,如图 2 所示。该装置的工作原理是,入射的第二类型偏振

光脉冲经薄膜偏振片 TFP1 反射进入光路系统,此时电光开关 1 未开启,光脉冲经薄膜偏振片 TFP2 反射入射到电光开关 2 上,电光开关 2 开启,光脉冲通过相位调制器,经  $0^\circ$  全反镜 M1 反射,再次通过相位调制器,待光脉冲再次通过电光开关 2 后,关闭电光开关 2,此时光脉冲的偏振方向较入射时的偏振方向旋转了  $90^\circ$ ,光脉冲变为第一类型偏振光,被第二薄膜偏振片 TFP2 透射,然后在以 M2 和 M4 为腔镜的谐振腔内往返多次通过相位调制器,这里,电光开关 2 开启时起到了四分之一波片的作用,当需要导出光脉冲时,同时开启电光开关 1、2,光脉冲两次通过电光开关 2 变为第二类型偏振光,经 TFP2 反射,通过电光开关 1,光脉冲偏振态旋转  $90^\circ$ ,变为第一类型偏振光,然后光脉冲从 TFP1 透射导出腔外,电光开关 1 开启时起二分之一波片的作用,可以使第一类型偏振光转变为第二类型偏振光。通过在光束传输方向上平移全反镜 M1 和 M2 可以使,光脉冲每次通过相位调制器时都满足相位匹配条件,使相位调制器对光脉冲的调制深度可以进行累加,从而提高了相位调制器对光脉冲的光谱展宽能力。

[0005] 然而,张琥杰等人提出的上述有关多程相位调制的设想存在以下的缺点和不足:(1),该装置需要两个电光开关,成本很高;(2),该装置中,光脉冲在以 M1 和 M2 为腔镜的谐振腔内多次往返传输,光束会随着传输距离的增加而发散,而相位调制器的通光口径较小,调制频率为 10GHz 的体材料相位调制器的通光口径约为  $3 \times 2\text{mm}$  (Jonathan D. Zuegel and Douglas W. Jacobs-Perkins, Applied Optics, 43(9):1946(2004)),光束发散最终导致的结果是,由于光束尺寸过大而使光脉冲不能完全通过相位调制器;(3),光脉冲在腔内传输会产生一定的损耗,在多程相位调制装置中,光脉冲在腔内多次往返传输,光脉冲损耗迅速增大,能量迅速下降,最终限制了光脉冲在腔内所走的程数,限制了该装置对光脉冲的光谱展宽能力。

## 发明内容

[0006] 本发明要解决的问题是提供一种高功率激光系统的多程相位调制装置,该装置可提高相位调制器对光脉冲的光谱展宽能力,从而提高光束匀滑的速率,提高了靶面的均匀辐照效果。

[0007] 本发明的技术解决方案如下:

[0008] 一种高功率激光系统的多程相位调制装置,特点在于其构成包括沿光束行进方向依次放置第一二分之一波片、第一薄膜偏振片、旋光单元、第一全反镜和多程相位调制单元:

[0009] 所述的旋光单元由沿入射光束行进方向依次放置的第二二分之一波片和法拉第旋光器或者由沿入射光束行进方向依次放置的法拉第旋光器和第二二分之一波片构成;

[0010] 所述的多程相位调制单元是一个包含有相位调制器的光学腔,由与光束传输方向成布儒斯特角的第二薄膜偏振片将光脉冲导入和导出所述的多程相位调制单元,在所述第二薄膜偏振片两侧分别放置的第二全反镜和第五全反镜构成了多程相位调制单元的两个腔镜,所述的多程相位调制单元内,在所述的第二薄膜偏振片和第二全反镜之间,依次放置四分之一波片和电光开关,在所述的第二薄膜偏振片和第五全反镜之间,依次放置第三全反镜、第四全反镜、第一透镜、第三二分之一波片、相位调制器、第二透镜和增益介质;

[0011] 所述的第一全反镜的法线与光束传输方向的夹角等于布儒斯特角的余角,所述的

第一薄膜偏振片的法线与光束传输方向的夹角等于布儒斯特角；

[0012] 当入射光束经所述的第一二分之一波片,旋转所述的第一二分之一波片的晶轴将入射的线偏光转变为第一类型偏振光,然后透过第一薄膜偏振片和旋光单元,变成第二类型偏振光,再经第一全反镜和多程相位调制单元,由多程相位调制单元返回的光束经由所述的第一全反镜、旋光单元输出的第二类型偏振光,由所述的第一薄膜偏振片反射输出。

[0013] 所述的第一薄膜偏振片的法线和第二薄膜偏振片的法线与光束传输方向均成布儒斯特角,透射第一类型偏振光,反射第二类型偏振光,所述的第一类型偏振光和第二类型偏振光的偏振面相差  $90^\circ$ ,旋转第一二分之一波片的晶轴将入射的线偏光转变为第一类型偏振光。

[0014] 所述的旋光单元的作用是:当第一类型偏振的入射光正向通过所述的旋光单元后转变为第二类型偏振光,当所述的光从该旋光单元的另一端反向通过所述的旋光单元时,输出光的偏振态不变,仍为第二类型偏振光。

[0015] 所述的第二全反镜的法线和所述的第五全反镜的法线与光束传输方向平行,并且所述的第二全反镜和第五全反镜分别固定在各自的一维平移台上,该平移台的平移方向与光束传输方向平行,通过调节平移台以对所述的第二全反镜和第五全反镜沿着光束传输方向进行平移调节。

[0016] 所述的多程相位调制单元由第三全反镜和第四全反镜折叠,所述的第三全反镜的法线和第四全反镜的法线与光束传输方向的夹角为  $45^\circ$ 。

[0017] 所述的第一透镜和第二透镜焦距相同且共焦放置,所述的第一透镜和第二透镜与所述的第二全反镜和所述的第五全反镜构成 4F 系统,所述的相位调制器放置在所述的第一透镜和第二透镜之间的共焦点,这样光脉冲通过相位调制器时,由于透镜的聚焦作用,光束尺寸足够小,入射光脉冲能够完全通过相位调制器。

[0018] 所述的增益介质用来补偿光脉冲在所述的多程相位调制单元中的传输损耗。

[0019] 所述的第三二分之一波片的作用是,通过旋转其晶轴,将正向入射的第一类型偏振光转变为第二类型偏振光。

[0020] 所述的相位调制器为体材料相位调制器(Jnoathan D.Zuegel and Douglas W. Jacobs-Perkins, Applied Optics, 43(9):1946(2004)),通过在晶体上加载微波电场来实现对第二类型偏振光脉冲的相位调制。

[0021] 所述四分之一波片和所述电光开关的作用是通过控制光脉冲偏振方向的变化,实现所述的多程相位调制装置的对光脉冲的导入与导出,所述四分之一波片的光轴与第二类型偏振光的偏振面成  $45^\circ$ ,所述电光开关开启后的作用与所述四分之一波片的作用相互抵消。

[0022] 通过控制所述电光开关的开启的时间宽度来控制激光脉冲在所述的多程相位调制单元中的往返的次数,以得到需要的激光光谱宽度。

[0023] 所述的第二全反镜的法线和所述的第五全反镜的法线与光束传输方向平行,通过沿光线传输方向调节所述的第二全反镜和第五全反镜与所述的相位调制器之间的距离可以使光波与微波满足相位匹配条件  $(nL+2d)/c = m/v_m$ ,使光脉冲每一次通过所述的相位调制器后,光脉冲相位调制的调制深度可以与之前得到的调制深度进行累加,光谱得到进一步展宽(张琥杰等,光学学报,30(4):1071(2010))。上式中,  $n$  和  $L$  分别为相位调制器中电

光晶体的折射率和长度,  $d$  是所述的第二全反镜或第五全反镜与相位调制器之间的距离,  $c$  为真空中的光速,  $m$  为整数。通过沿光束传输方向平移第五全反镜可以使光脉冲在被第五全反射镜反射后再次入射到相位调制器时, 满足微波与光波的相位匹配条件; 而通过沿光束传输方向平移第二全反镜可以使光脉冲在被第二全反镜反射后再次入射到相位调制器时, 满足微波与光波的相位匹配条件。所述的第二全反镜和第五全反镜分别固定在各自的一维平移台上, 平移台的平移方向与光束传播方向平行, 通过调节平移台可使所述的第二全反镜和第五全反镜沿着光束传输方向进行平移, 改变与相位调制器之间的距离。

[0024] 本发明的优点在于:

[0025] 1、本发明装置可以提高相位调制器对光脉冲的光谱展宽能力。采用谐振腔的结构使光脉冲在腔内多次往返通过相位调制器, 并且通过调节第二全反镜和第五全反镜与相位调制器之间的距离来使光脉冲每一次通过相位调制器时, 满足光波与微波的相位匹配条件, 这样相位调制器对光脉冲进行相位调制的调制深度会随着光脉冲通过相位调制器次数的增加而增大, 光脉冲的光谱宽度也会随着光脉冲通过相位调制器次数的增加进行增大。

[0026] 2、本发明装置通过在多程相位调制单元中放置增益介质来补偿光脉冲在传输过程中的损耗, 使光脉冲在多程相位调制单元中能够往返多程。光脉冲在多程相位调制单元中传输时, 每经过一个光学元件, 都会产生一定的损耗, 对于单程或双程相位调制而言, 传输损耗对光脉冲不会产生太大的影响, 然而对于更多程的相位调制, 传输损耗会引起光脉冲能量的急剧衰减, 如果装置输出光脉冲的能量过小, 就不能满足后续光学器件的要求, 因此传输损耗会使光脉冲通过相位调制器的程数受到限制。而通过在多程相位调制单元引入增益介质来补偿光脉冲的传输损耗, 可以使光脉冲在多程相位调制装置中的传输不再受传输损耗的限制。

[0027] 3、本发明装置通过在多程相位调制单元中引入 4F 系统, 使光脉冲在多程相位调制单元中多次往返传输时能够完全通过相位调制器。体材料相位调制器的通光口径较小, 而光束会随着传输距离的增加而发散, 为了保证光脉冲在多程相位调制单元中传输时, 光脉冲始终能够顺利通过相位调制器, 本发明装置在多程相位调制单元中引入了 4F 系统, 多程相位调制器的两个腔镜, 第二全反镜和第五全反镜, 分别位于 4F 系统的物面和像面, 相位调制器放置在共焦透镜组的共焦点附近, 光脉冲通过第一透镜或者第二透镜聚焦在共焦点, 这样可以保证光脉冲每次以相同的光束尺寸顺利通过相位调制器。

## 附图说明

[0028] 图 1 是张琥杰等人提出的双程相位调制结构图。

[0029] 图 2 是张琥杰等人提出的多程相位调节的设想。

[0030] 图 3 是本发明高功率激光系统的多程相位调制装置的结构示意图。

[0031] 图 4 是本发明旋光单元的结构示意图。

[0032] 图 5 是本发明多程相位调制单元的结构示意图。

## 具体实施方式

[0033] 下面结合实施例和附图对本发明作进一步说明, 但不应以此限制本发明的保护范围。

[0034] 先请参阅图 3、图 4 和图 5,图 3 是本发明高功率激光系统的多程相位调制装置的结构示意图,图 4 是本发明旋光单元的结构示意图,图 5 是本发明多程相位调制单元的结构示意图。由图可见,本发明高功率激光系统的多程相位调制装置由沿光束行进方向依次放置的第一二分之一波片 1、第一薄膜偏振片 2、旋光单元 3、第一全反镜 4 和多程相位调制单元 5 构成,所述的旋光单元 3 由沿入射光束行进方向依次放置的第二二分之一波片 3-1 和法拉第旋光器 3-2 或者由沿入射光束行进方向依次放置的法拉第旋光器 3-2 和第二二分之一波片 3-1 构成,所述的多程相位调制单元 5 是一个包含有相位调制器 5-8 的光学腔,由与光束传输方向成布儒斯特角的第二薄膜偏振片 5-1 将光脉冲导入和导出所述的多程相位调制单元 5,在所述第二薄膜偏振片 5-1 两侧放置的第二全反镜 5-4 和第五全反镜 5-12 构成了多程相位调制单元 5 的两个腔镜,所述的多程相位调制单元 5 内,沿入射光脉冲的传输方向,在所述的第二薄膜偏振片 5-1 和第二全反镜 5-4 之间,依次放置四分之一波片 5-2 和电光开关 5-3,在所述的第二薄膜偏振片 5-1 和第五全反镜 5-12 之间,依次放置第三全反镜 5-5、第四全反镜 5-6、第一透镜 5-7、第三二分之一波片 5-8、相位调制器 5-9、第二透镜 5-10 和增益介质 5-10。

[0035] 光脉冲在所述高功率激光系统的多程相位调制装置中的传输如下:入射的光脉冲为线偏光,经过所述的第一二分之一波片 1 调节后变为第一类型偏振光,入射到法线与光束传输方向成布儒斯特角的第一薄膜偏振片 2 上,透射进入旋光单元 3,变为第二类型偏振光。然后,所述的光脉冲再经第一全反镜 4 反射后,入射到法线与光线传输方向成布儒斯特角的第二薄膜偏振片 5-1 上,被所述的第二薄膜偏振片 5-1 反射,进入到多程相位调制单元 5 中。此时,所述的光脉冲经四分之一波片 5-2 变为圆偏振光,然后经过电光开关 5-3 后被第二全反镜 5-4 反射,此时电光开关 5-3 未开启,当被反射的光脉冲再次通过四分之一波片 5-2 后,光脉冲变为第一类型偏振光,然后被第二薄膜偏振片 5-1 透射。然后开启电光开关 5-3,电光开关 5-3 的作用与四分之一波片 5-2 的作用相互抵消。被透射的光脉冲经第三全反镜 5-5 和第四全反镜 5-6 反射后入射到第一透镜 5-7 上,通过第三二分之一波片 5-8 后,变为第二类型偏振光。然后,所述的光脉冲在第一透镜 5-7 和第二透镜 5-10 的共焦点附近通过体材料相位调制器 5-9,然后通过第二透镜 5-10 和增益介质 5-11 被第五反射镜 5-12 反射,沿原光路传输,再次通过第三二分之一波片,光脉冲转变为第一类型偏振光,透过第二薄膜偏振片 5-1 后,再次通过四分之一波片 5-2 和电光开关 5-3,由于二者作用相互抵消,光脉冲偏振态不发生变化,光脉冲仍是第一类型偏振光,经第二全反镜反射后再次传输至第二薄膜偏振片 5-1 时,仍被第二薄膜偏振片 5-1 透射。这样,所述的光脉冲就被限制在多程相位调制单元 5 中,多次通过相位调制器 5-9,光脉冲的相位得到多次相位调制。当光脉冲需要被导出腔外时,关闭电光开关 5-3,光脉冲两次通过四分之一波片 5-2 变为第二类型偏振光,再次入射到第二薄膜偏振片 5-1 上时,被第二薄膜偏振片 5-1 反射,导出多程相位调制单元 5。然后,光脉冲经第一全反镜 4 反射,入射到旋光单元 3,经过法拉第旋光器 3-2 和第二二分之一波片 3-1 后,光脉冲仍为第二类型偏振光,所述光脉冲被第一薄膜偏振片 2 反射,导出所述的用于高功率激光系统的多程相位调制装置。

[0036] 在对所述光脉冲进行多程相位调制之前,先沿光线传输方向平移第二全反镜 5-4 和第五全反镜 5-12,使光脉冲每一次通过相位调制器 5-9 时,光波和微波满足相位匹配条件。首先调节第五全反镜 5-12,先不开启电光开关 5-3,入射到多程相位调制单元 5 的光



脉冲两次通过四分之一波片 5-2, 变为第一类型偏振光, 透过第二薄膜偏振片 5-1, 然后两次通过相位调制器 5-9, 两次通过四分之一波片 5-2, 变回到第二偏振光, 被第二薄膜偏振片 5-1 反射, 导出多程相位调制装置, 观察所述的被导出装置的光脉冲的光谱, 沿光束传输方向平移第五全反镜 5-12, 直到观察到被导出的光脉冲的光谱宽度最大为止, 此时调节好了第五全反镜 5-12 的位置。然后调节第二全反镜 5-4, 在光脉冲导入多程相位调制单元 5 并两次通过四分之一波片 5-2 变为第一类型偏振光后, 开启电光开关 5-3, 电光开关开启的时间宽度为, 使光脉冲四次通过相位调制器 5-8, 然后关闭电光开关 5-3, 光脉冲两次经过四分之一波片 5-2 变为第二类型偏振光, 被第二薄膜偏振片 5-1 导出多程相位调制单元 5, 随后被第一薄膜偏振片 2 导出所述的高功率激光系统的多程相位调制装置, 观察导出的光脉冲的光谱, 同时沿光束传播方向平移第二全反镜, 直到导出的光脉冲的光谱宽度最大, 此时, 第二全反镜 5-4 已被调节好。至此, 第二全反镜 5-4 和第五全反镜 5-12 都已被调节好, 光脉冲在多程相位调制单元 5 中传输时, 每一次通过相位调制器 5-9, 都满足光波与微波的相位匹配条件, 随着光脉冲通过相位调制器 5-9 次数的增加, 相位调制器 5-9 对光脉冲的调制深度增大, 光脉冲的光谱宽度不断加宽。

[0037] 对光脉冲进行多程相位调制时, 偏振态为线偏光的入射光脉冲经过第一二分之一波片 1、第一薄膜偏振片 2 和旋光单元 3 后, 变为第二偏振光, 经第一全反镜 4 反射后, 通过第二薄膜偏振片 5-1 导入到多程相位调制单元 5 内, 所述的光脉冲两次经过四分之一波片 5-2 后, 变为第一类型偏振光, 然后开启电光开关 5-3, 四分之一波片 5-2 的作用与电光开关的作用 5-3 相互抵消, 所述的光脉冲在多程相位调制单元 5 中往返传输, 多次通过相位调制器 5-9, 通过程数由电光开关的开启的时间宽度决定, 当光脉冲的光谱被展宽到所需要的宽度时, 关闭电光开关 5-3, 所述的光脉冲两次经过四分之一波片 5-2, 变为第二类型偏振光, 入射到第二薄膜偏振片 5-1 上被反射, 依次通过第一全反镜 4 和旋光单元 3, 由第一薄膜偏振片 2 导出所述的高功率激光系统的多程相位调制装置。

[0038] 实验表明, 本发明装置提高了相位调制器对光脉冲的光谱展宽能力, 从而提高光束匀滑的速率, 提高了靶面的均匀辐照效果。

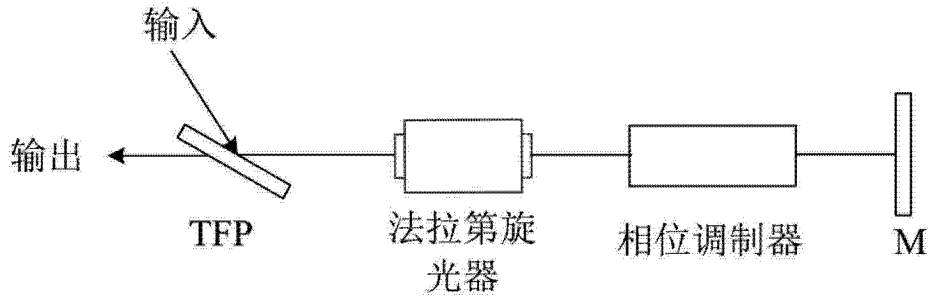


图 1

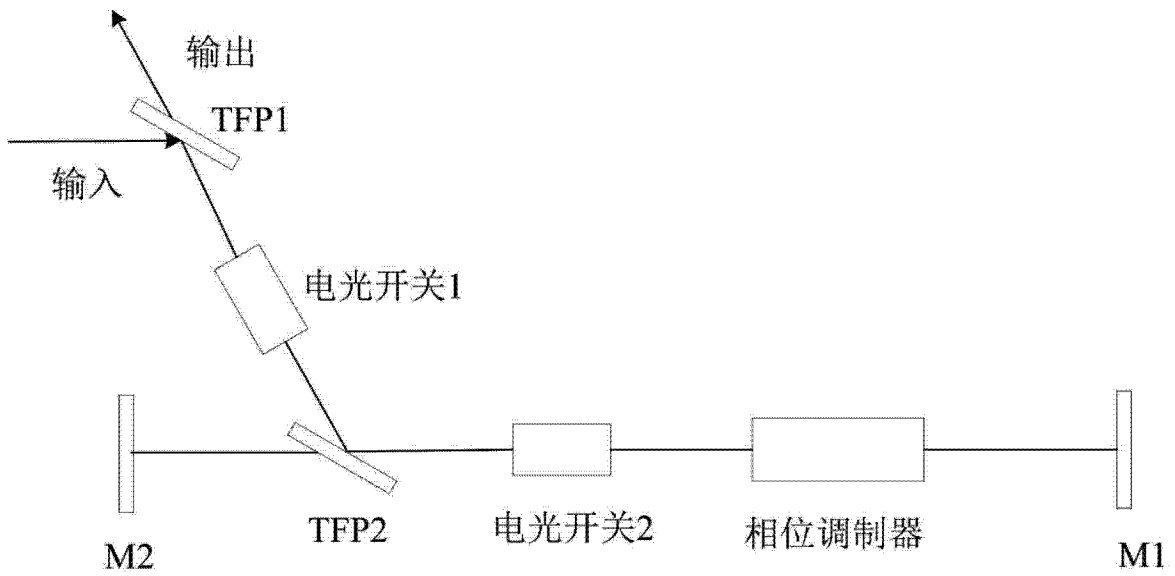


图 2

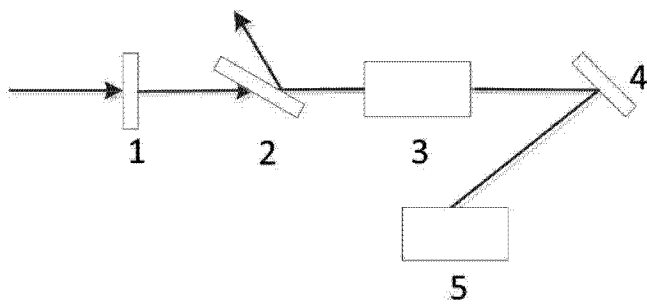


图 3

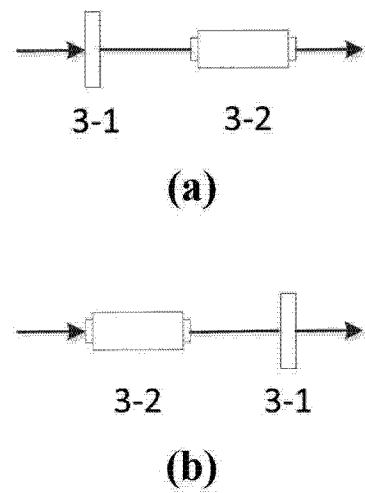


图 4

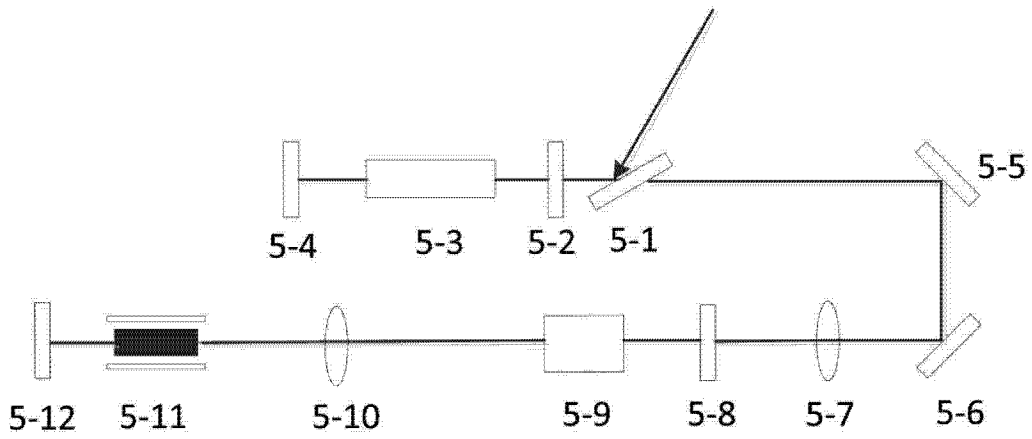


图 5