



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102891425 A

(43) 申请公布日 2013.01.23

(21) 申请号 201110306774.3

G02F 1/35(2006.01)

(22) 申请日 2011.10.11

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园北京
100084-82 信箱

(72) 发明人 张海涛 巩马理 黄志华 阎平
柳强 黄磊 程文雍 刘明 郑超

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限
公司 11002

代理人 王莹

(51) Int. Cl.

H01S 3/067(2006.01)

H01S 3/09(2006.01)

H01S 3/10(2006.01)

G02F 1/39(2006.01)

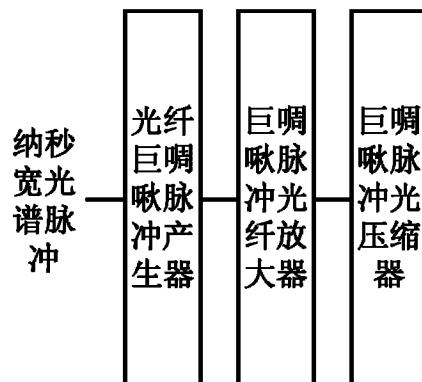
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系
统

(57) 摘要

本发明公开了一种宽光谱纳秒脉冲光超高峰
值功率光纤放大系统,涉及光纤激光放大技术领
域。该系统包括:光纤巨啁啾脉冲产生器,用于将
输入的纳秒脉冲分成若干束,分别进行光谱筛选
及延时处理后再合为一路展宽的巨啁啾脉冲并输
出;巨啁啾脉冲光纤放大器,与所述光纤巨啁啾
脉冲产生器相连,用于对所述巨啁啾脉冲进行光
纤放大及处理并输出;巨啁啾脉冲光压缩器,与
所述巨啁啾光纤放大器相连,用于对经过所述巨
啁啾脉冲光放大器放大的脉冲进行压缩处理并
输出获得的超高峰值纳秒脉冲。本发明的系统能
够实现光纤巨啁啾脉冲展宽、光纤放大、巨啁啾光
脉冲压缩以获得超高峰值功率纳秒脉冲输出。



1. 一种宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统,其特征在于,该系统包括:
光纤巨啁啾脉冲产生器,用于将输入的纳秒脉冲分成若干束,分别进行光谱筛选及延时处理后再合为一路展宽的巨啁啾脉冲并输出;
巨啁啾脉冲光纤放大器,与所述光纤巨啁啾脉冲产生器相连,用于对所述巨啁啾脉冲进行光纤放大及处理并输出;
巨啁啾脉冲光压缩器,与所述巨啁啾光纤放大器相连,用于对经过所述巨啁啾脉冲光放大器放大后的脉冲进行压缩处理并输出获得的超高峰值纳秒脉冲。
2. 如权利要求1所述的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统,其特征在于,所述光纤巨啁啾脉冲产生器进一步包括:
光纤分束器,用于将输入的宽光谱纳秒脉冲分成多路;
多路单模光纤,与所述光纤分束器相连,每路单模光纤均刻写有布拉格光栅结构,用于对多路纳秒脉冲进行光谱筛选处理,得到中心波长不同的窄带纳秒脉冲;
光纤延迟器,与所述多路单模光纤相连,用于按照波长顺序,对所述中心波长不同的窄带纳秒脉冲进行不同的延时;
光纤合束器,与所述光纤延迟器相连,用于将所述光纤延迟器延时处理后的各路脉冲合成,以获得脉宽展宽、光谱递增或递减排列的巨啁啾光脉冲。
3. 如权利要求2所述的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统,其特征在于,所述各个布拉格光栅结构为中心波长等差分布的窄带滤波器。
4. 如权利要求2所述的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统,其特征在于,所述光纤延迟器按照波长递增而递减设置时间延迟量,或按波长递增而递增设置时间延迟量。
5. 如权利要求1所述的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统,其特征在于,所述巨啁啾脉冲光纤放大器以掺稀土离子光纤作为增益介质。
6. 如权利要求1所述的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统,其特征在于,所述巨啁啾脉冲光压缩器为多通光栅脉冲压缩器。

宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤激光放大技术领域，尤其涉及一种宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统。

背景技术

[0002] 受光纤中的非线性效应和损伤限制，在光纤激光系统中实现纳秒级脉冲放大以得到超过 10MW 的超高峰值功率非常困难。超短脉冲（皮秒或飞秒级）的放大通常采用啁啾脉冲放大技术，其基本思想是将超短脉冲通过光栅先展宽至纳秒级，经激光放大器放大后，再利用光栅压缩回原脉宽，并得到高的单脉冲能量和极高的峰值功率。但是，对种子已经是纳秒脉冲的情况，由于单次通过光栅所能提供的色散量有限，难以将脉冲继续展宽。

发明内容

[0003] (一) 要解决的技术问题

[0004] 本发明要解决的技术问题是：提供一种能够实现光纤巨啁啾脉冲展宽、光纤放大、巨啁啾光脉冲压缩以获得超高峰值功率纳秒脉冲输出的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率放大系统。

[0005] (二) 技术方案

[0006] 为解决上述问题，本发明提供了宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率光纤放大系统，该系统包括：光纤巨啁啾脉冲产生器，用于将输入的纳秒脉冲分成若干束，分别进行光谱筛选及延时处理后再合为一路展宽的巨啁啾脉冲并输出；

[0007] 巨啁啾脉冲光纤放大器，与所述光纤巨啁啾脉冲产生器相连，用于对所述巨啁啾脉冲进行光纤放大及处理并输出；巨啁啾脉冲光压缩器，与所述巨啁啾光纤放大器相连，用于对经过所述巨啁啾脉冲光放大器放大后的脉冲进行压缩处理并输出获得的超高峰值纳秒脉冲。

[0008] 优选地，所述光纤巨啁啾脉冲产生器进一步包括：光纤分束器，用于将输入的宽光谱纳秒脉冲分成多路；多路单模光纤，与所述光纤分束器相连，每路单模光纤均刻写有布拉格光栅结构，用于对多路纳秒脉冲进行光谱筛选处理，得到中心波长不同的窄带纳秒脉冲；光纤延迟器，与所述多路单模光纤相连，用于按照波长顺序，对所述中心波长不同的窄带纳秒脉冲进行不同的延时；光纤合束器，与所述光纤延迟器相连，用于将所述光纤延迟器延时处理后的各路脉冲合成，以获得脉宽展宽、光谱递增或递减排列的巨啁啾光脉冲。

[0009] 优选地，所述各个布拉格光栅结构为中心波长等差分布的窄带滤波器。

[0010] 优选地，所述光纤延迟器按照波长递增而递减设置时间延迟量，或按波长递增而递增设置时间延迟量。

[0011] 优选地，所述巨啁啾脉冲光纤放大器以掺稀土离子光纤作为增益介质。

[0012] 优选地，所述巨啁啾脉冲光压缩器为多通光栅脉冲压缩器。

[0013] (三) 有益效果

[0014] 本发明的系统基于宽光谱纳秒脉冲种子光源注入、光纤巨啁啾脉冲光产生、光纤巨啁啾脉冲光放大和巨啁啾脉冲压缩过程，适用于将数纳秒相干或非相干激光脉冲进一步展宽，在现有单纤放大器峰值功率受限条件下，充分发挥其脉冲能量放大能量，通过脉冲压缩得到高单脉冲能量、超高峰值功率的数纳秒级脉冲。

附图说明

[0015] 图 1 为依照本发明一种实施方式的宽光谱纳秒脉冲种子光源注入、光纤巨啁啾脉冲光产生、光纤巨啁啾脉冲光放大和巨啁啾脉冲压缩过程结构框图；

[0016] 图 2 为实施例的宽光谱纳秒脉冲种子光源注入、光纤巨啁啾脉冲光产生、光纤巨啁啾脉冲光放大和巨啁啾脉冲压缩过程具体结构示意图。

具体实施方式

[0017] 本发明提出的宽光谱纳秒脉冲种子光源注入、光纤巨啁啾脉冲光产生、光纤巨啁啾脉冲光放大和巨啁啾脉冲压缩过程统，结合附图及实施例详细说明如下。

[0018] 光纤巨啁啾脉冲产生器是一种全光纤器件，利用多模光纤接入宽光谱纳秒脉冲，经分束后进入各路单模光纤，在单模光纤上刻写有光纤布拉格光栅滤波以筛选所需要的光谱段信号，最后将各路光纤再次合束进入多模光纤。多通光栅通过巧妙的光学设计，使得脉冲在光栅对之间多次往返，从而获得极大的色散量。本发明即利用光纤巨啁啾脉冲产生器的光纤分束、多通光栅、光纤延迟、光纤合束的结构特点，以及光纤放大器的宽光谱放大及光纤化特点，提出一种新的纳秒级脉冲的光纤巨啁啾放大方案，可以实现相干或非相干纳秒级脉冲的啁啾放大，从而从光纤放大器中更为充分地提取能量，最后通过巨啁啾脉冲压缩器获得超高峰值功率纳秒脉冲输出。

[0019] 如图 1 所示，依照本发明一种实施方式的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率放大系统包括：

[0020] 宽光谱纳秒脉冲光源输入部分，此部分可以采用固体激光器、半导体激光器或光纤激光器以获得宽光谱纳秒脉冲，且脉冲可以是相干脉冲，也可以是非相干脉冲，该宽光谱纳秒脉冲的光脉宽纳秒量级，光谱宽度在 1nm 以上。如锁模激光器，产生宽光谱相干脉冲；超辐射发光二极管，产生非相干宽光谱脉冲。脉冲可以是啁啾的也可以是非啁啾的。

[0021] 光纤巨啁啾脉冲产生器，通过传能光纤与宽光谱纳秒脉冲光源输入部分相连，此部分采用光纤分束与合束结构，用于将输入的纳秒脉冲分成若干束，分别进行光谱筛选及延时处理后再合为一路展宽的巨啁啾脉冲。首先，将输入脉冲分成若干束，进入各路刻写有光纤布拉格光栅结构的单模光纤，各个光纤布拉格光栅结构是中心波长等差分布的窄带滤波器，宽光谱纳秒脉冲通过后变成中心波长不同的窄带纳秒脉冲，紧接着在各单模光纤之后的是光纤延迟器，以使各波长获得不同的延时，这里，可按波长递增而递减时间延迟量，形成正啁啾脉冲，也可按波长递增而递增时间延迟量，形成负啁啾脉冲，最后各路脉冲经过光纤合束器再次合为一路，此时得到展宽的巨啁啾脉冲，成为总脉冲，各路的不同的延迟量此时体现为总脉冲的啁啾量。

[0022] 巨啁啾脉冲光纤放大器，光纤巨啁啾脉冲产生器中的光纤合束器相连，用于对所述巨啁啾脉冲进行光纤放大、处理并输出。此部分可采用掺稀土离子光纤作为增益介质，为

保证宽光谱脉冲均衡放大，需采用增益带宽较大的增益光纤，并采取合适的增益平坦措施。光纤激光放大器将总脉冲放大至单根光纤所能容许的最高峰值功率。

[0023] 巨啁啾脉冲光压缩器，通过传能光纤与光纤激光放大器相连，用于对经过巨啁啾脉冲光纤放大器放大后的脉冲进行压缩处理以获得超高峰值纳秒脉冲输出。由于总脉冲具有极大的色散量，因此，采用多通光栅提供足够的色散量以实现脉冲压缩。由于光栅是分立器件，可以通过扩束保证光强低于光栅的损伤阈值，从而在保证高脉冲能量的情况下将脉冲压缩会数纳秒甚至更短，以得到更高的峰值功率。该巨啁啾脉冲光压缩器优选为具有足够色散量的多通光栅脉冲压缩器。

[0024] 实施例

[0025] 如图 2 所示为本实施例的宽光谱纳秒脉冲光超高峰值功率放大系统的结构示意图，该系统包括：光纤分束器 2、带通光纤布拉格光栅滤波器 3、光纤延迟器 4 以及光纤合束器 6 构成的光纤巨啁啾脉冲产生器；通过输入光纤与光纤合束器 6 相连的巨啁啾脉冲光纤放大器 8；以及通过传输光纤与巨啁啾脉冲光纤放大器 8 相连的巨啁啾脉冲光压缩器 9。

[0026] 输入宽光谱纳秒脉冲光源 1，经光纤分束器 2 分成多路，每路采用不同中心波长的带通光纤布拉格光栅滤波器 3，并按波长大小顺序给光纤延迟器 4 设定合适的延迟量，经光纤合束器 6 得到数十纳秒的宽光谱巨啁啾脉冲（图中 5 表示经过滤波延迟的窄带脉冲，5-1 ~ 5-5 分别表示不同的波段），经巨啁啾脉冲光纤放大器 8 放大之后，进入巨啁啾脉冲光压缩器 9 进行压缩，最终输出所需的宽光谱大能量超高峰值功率脉冲 10。

[0027] 以上实施方式仅用于说明本发明，而并非对本发明的限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本发明的技术方案进行各种组合、修改或者等同替换，都不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

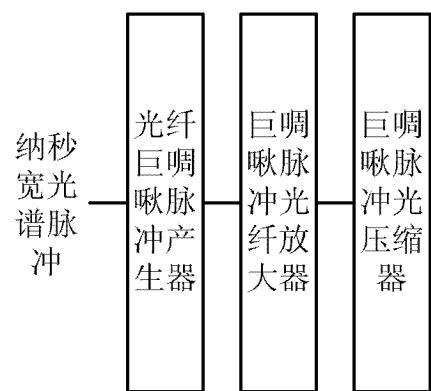


图 1

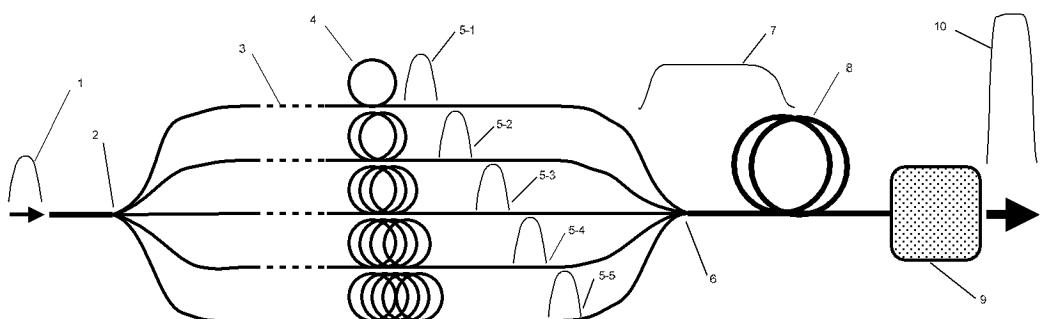


图 2