



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115685529 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 27

(21) 申请号 202211332813.1

G02B 17/08 (2006.01)

(22) 申请日 2022.10.28

G01J 3/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01J 3/42 (2006.01)

申请公布号 CN 115685529 A

G01N 21/01 (2006.01)

G01N 21/3586 (2014.01)

(43) 申请公布日 2023.02.03

(56) 对比文件

(73) 专利权人 华中科技大学

CN 111158139 A, 2020.05.15

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

US 6147799 A, 2000.11.14

审查员 邓雪彬

(72) 发明人 万助军 王烨

(74) 专利代理机构 武汉华之喻知识产权代理有
限公司 42267

专利代理师 刘娅婷 张彩锦

(51) Int. Cl.

G02B 26/00 (2006.01)

G02B 17/02 (2006.01)

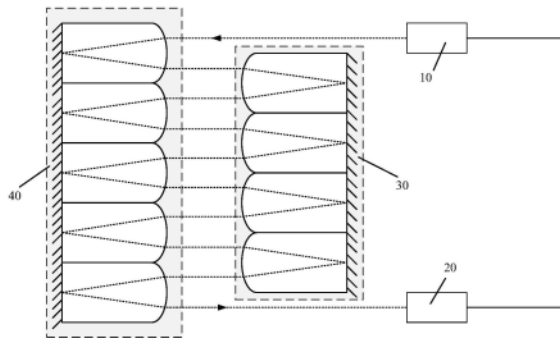
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于反射透镜的光学延迟线及其应用

(57) 摘要

本发明公开了一种基于反射透镜的光学延迟线及其应用,包括输入光纤准直器、输出光纤准直器、第一反射透镜组和第二反射透镜组,两反射透镜组平行设置,第一反射透镜组中的各反射透镜均对应垂直投影于第二反射透镜组中一相邻两反射透镜上,两反射透镜组中所有反射透镜的凸面相对设置,两反射透镜组中所有反射透镜的平面相背设置,且在两反射透镜组中,各反射透镜的凸面均焦面在其平面上;光束经过输入光纤准直器出射至第二反射透镜组一端部处的反射透镜的凸面上,经过N次在第二反射透镜组和第一反射透镜组中的一反射透镜内折射反射往返后,从第二反射透镜组另一端部处的反射透镜出射至输出光纤准直器。本发明提供的光学延迟线光路稳定性高。



1. 一种基于反射透镜的光学延迟线,其特征在于,包括输入光纤准直器、输出光纤准直器、第一反射透镜组和第二反射透镜组;

所述第一反射透镜组包括 $N-1$ 个排列设置的反射透镜,所述第二反射透镜组包括 N 个排列设置的反射透镜,两反射透镜组平行设置,第一反射透镜组中的各反射透镜均对应垂直投影于第二反射透镜组中一相邻两反射透镜上,两反射透镜组中所有反射透镜的凸面相对设置,两反射透镜组中所有反射透镜的平面相背设置,且在两反射透镜组中,各反射透镜的凸面均焦面在其平面上;其中,两反射透镜组之间的间隔距离及两反射透镜组中反射透镜的数量根据光学延迟装置所需光学延迟的距离进行相应调节;

工作时,光束经过所述输入光纤准直器出射至所述第二反射透镜组一端部处的反射透镜的凸面上,经过 N 次在第二反射透镜组和第一反射透镜组中的一反射透镜内折射反射往返后,从第二反射透镜组另一端部处的反射透镜出射至所述输出光纤准直器。

2. 根据权利要求1所述的基于反射透镜的光学延迟线,其特征在于,两反射透镜组中的各反射透镜的反射平面均镀所需反射光波长匹配的高反射率膜。

3. 根据权利要求1所述的基于反射透镜的光学延迟线,其特征在于,还包括驱动部件,所述驱动部件用于改变所述第一反射透镜组和第二反射透镜组之间的距离,从而改变所述光束的传播路程。

4. 根据权利要求3所述的基于反射透镜的光学延迟线,其特征在于,所述第二反射透镜固定在所述驱动部件上,所述第一反射透镜通过固定件固定不动。

5. 根据权利要求3或4所述的基于反射透镜的光学延迟线,其特征在于,所述驱动部件采用步进电机驱动器。

6. 根据权利要求1所述的基于反射透镜的光学延迟线,其特征在于,所述输入光纤准直器与第一反射透镜组一端部处的反射透镜的平面垂直,所述输出光纤准直器与第一反射透镜组另一端部处的反射透镜的平面垂直。

7. 权利要求1~6任一项所述的基于反射透镜的光学延迟线在太赫兹时域光谱系统、光学相干断层成像系统、超快时间分辨率光谱系统及光学泵浦—探测系统的应用。

一种基于反射透镜的光学延迟线及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于光学扫描技术领域,更具体地,涉及一种基于反射透镜的光学延迟线及其应用。

背景技术

[0002] 在光学和光电子学领域,人们一直致力于发展光学延迟线。光学延迟线一种能改变光程的装置,在太赫兹时域光谱技术 (THz-TDS)、光学相干断层成像技术 (OCT)、超快时间分辨率光谱技术以及光学泵浦-探测技术等领域有广泛的应用。

[0003] 现有光学延迟线一般是由步进电机驱动直角反射棱镜来实现,光束经过直角反射镜两次反射的同时直角反射镜往返移动,以改变光程实现光学延迟。为了增加延迟量,可以通过多个反射棱镜来增加光程。如果直角棱镜在移动过程中发生抖动,仍可以保证在水平面内反射光束与入射光束相互平行,但在竖直面内反射光束不再平行于入射光束,降低输出光束的耦合效率,因此影响光路稳定性。

[0004] 因此,如何解决现有光学延迟线光路稳定性差是亟需解决的问题。

发明内容

[0005] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种基于反射透镜的光学延迟装置及其应用,光路稳定性高。

[0006] 为实现上述目的,第一方面,本发明提供了一种基于反射透镜的光学延迟线,包括输入光纤准直器、输出光纤准直器、第一反射透镜组和第二反射透镜组;

[0007] 所述第一反射透镜组包括N-1个排列设置的反射透镜,所述第二反射透镜组包括N个排列设置的反射透镜,两反射透镜组平行设置,第一反射透镜组中的各反射透镜均对应垂直投影于第二反射透镜组中一相邻两反射透镜上,两反射透镜组中所有反射透镜的凸面相对设置,两反射透镜组中所有反射透镜的平面相背设置,且在两反射透镜组中,各反射透镜的凸面均焦面在其平面上;其中,两反射透镜组之间的间隔距离及两反射透镜组中反射透镜的数量根据光学延迟装置所需光学延迟的距离进行相应调节;

[0008] 工作时,光束经过所述输入光纤准直器出射至所述第二反射透镜组一端部处的反射透镜的凸面上,经过N次在第二反射透镜组和第一反射透镜组中的一反射透镜内折射反射往返后,从第二反射透镜组另一端部处的反射透镜出射至所述输出光纤准直器。

[0009] 本发明提供的基于反射透镜的光学延迟线,采用两反射透镜组,两反射透镜组中的各反射透镜的凸面均焦面在其平面上,当光束发生抖动时,可以保证在水平面和竖直面内,反射光束总是平行于入射光束,使得光束的抖动对耦合效率的影响较小,可有效提高输出光束的耦合效率,提高光路稳定性。

[0010] 在其中一个实施例中,两反射透镜组中的各反射透镜的反射平面均镀所需反射光波长匹配的高反射率膜。

[0011] 在其中一个实施例中,还包括驱动部件,所述驱动部件用于改变所述第一反射透

镜组和第二反射透镜组之间的距离,从而改变所述光束的传播路程。

[0012] 在其中一个实施例中,所述第二反射透镜固定在所述驱动部件上,所述第一反射透镜通过固定件固定不动。

[0013] 在其中一个实施例中,所述驱动部件采用步进电机驱动器。

[0014] 在其中一个实施例中,所述输入光纤准直器与第一反射透镜组一端部处的反射透镜的平面垂直,所述输出光纤准直器与第一反射透镜组另一端部处的反射透镜的平面垂直。

[0015] 第二方面,本发明提供了一种上述所述的基于反射透镜的光学延迟线在太赫兹时域光谱系统、光学相干断层成像系统、超快时间分辨率光谱系统及光学泵浦—探测系统的应用。

附图说明

[0016] 图1是本发明一实施例提供的基于反射透镜的光学延迟线的结构示意图;

[0017] 图2是本发明中的反射透镜的光路示意图;

[0018] 图3是本发明中的反射透镜通过改变反射面位置调节准直光束束腰位置的光学示意图;

[0019] 图4是本发明另一实施例提供的基于反射透镜的光学延迟线的结构示意图。

具体实施方式

[0020] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 为解决现有光学延迟线光路稳定性差、成本高、结构复杂的问题,本发明提供了一种基于反射透镜的光学延迟线,如图1所示,该光学延迟线包括输入光纤准直器10、输出光纤准直器20、第一反射透镜组30和第二反射透镜组40。

[0022] 其中,第一反射透镜组30包括N-1个排列设置的反射透镜,第二反射透镜组40包括N个排列设置的反射透镜。两反射透镜组平行设置,且第一反射透镜组30中的各反射透镜均对应垂直投影于第二反射透镜组40中一相邻两反射透镜上,两反射透镜组中所有反射透镜的凸面相对设置,两反射透镜组中所有反射透镜的平面相背设置,且在两反射透镜组中,各反射透镜的凸面均焦面在其平面上。

[0023] 在该光学延迟线中,光束(图1中虚线)经过输入光纤准直器10后入射到第二反射透镜组40一端部处的反射透镜的凸面上,通过该反射透镜内部先后经过折射和反射后,出射至第一反射透镜组30一端部处的反射透镜的凸面上,同样通过该反射透镜内部先后经过折射和反射后,出射至与第二反射透镜组40一端部处的反射透镜相邻的另一反射透镜的凸面上,经过N次在第二反射透镜组和第一反射透镜组中的一反射透镜内折射反射往返后,从第二反射透镜组40另一端部处的反射透镜出射至输出光纤准直器20,从而实现时间的延迟。因此,本实施例可通过调节两反射透镜组之间的距离及两反射透镜组的数量,进而改变光信号的传播路程,达到光信号时间延迟的目的。

[0024] 图2是本实施例提供的反射透镜的光路示意图,如图2所示,本实施例提供的反射

透镜的反射光始终与入射光相互平行。当入射光抖动时,入射角度发生微小变化,由于该反射透镜的反射平面为物方焦平面,故经过折射后反射光依然能平行于入射光出射。在这个过程中,反射透镜首先表现出对光束聚焦整形的效果,后面则对整形后的光束准直。

[0025] 本实施例提供的基于反射透镜的光学延迟线,采用两反射透镜组,两反射透镜组中的各反射透镜的凸面均焦面在其平面上,当光束发生抖动时,可以保证在水平面和竖直面内,反射光束总是平行于入射光束,使得光束的抖动对耦合效率的影响较小,可有效提高输出光束的耦合效率,提高光路稳定性。

[0026] 如图3所示,上述实施例提供的反射透镜焦距 f 变化会导致光束束腰位置 l' 变化,关系式为:

$$[0027] \quad l' = f + \frac{f^2(l-f)}{(f-l)^2 + F^2}$$

[0028] 式中, l 为起始光束束腰位置, $F = \pi\omega^2 / \lambda$ 为光束的准直距离, ω 为束腰半径, λ 为波长。因此改变反射透镜的焦距可以实现使光束束腰可调配,达到长距离的光学延迟效果,进而可有效减小光束抖动对延迟效果的影响。

[0029] 以下结合具体实施例,对本发明进行详细说明:

[0030] 如图4所示,本实施例提供的光学延迟线结构包括步进电机驱动器、移动式反射透镜组50、固定式反射透镜组60、输入光纤准直器10和输出光纤准直器20。

[0031] 其中,移动式反射透镜组50固定在驱动部件上,具体可以固定在步进电机驱动器上,固定式反射透镜组60可采用常用的固定件固定在安装位置不动。移动式反射透镜组50和固定式反射透镜组60中反射透镜的反射面为后反射平面,后端面所需反射光波长匹配的高反射率膜,凸面焦面在后反射平面上,且相互之间的几何参数保持一致,并按照图4所示的方式安装,安装时,移动式反射透镜组50与固定式反射透镜组40的反射平面需保证尽量平行,输入光纤准直器10和输出光纤准直器20需与反射透镜组的反射平面垂直。

[0032] 本实施例提供的光学延迟线,光束经过输入光纤准直器10后入射到移动式反射透镜组50中的一个反射透镜上,经过折射和后端面反射,出射至固定式反射透镜组60中的一个反射透镜中,在步进电机驱动器移动的同时,改变了光束在装置中 N 次的往返的光程,从而实现时间的延迟;此外,本实施例中输入光纤准直器和输出光纤准直器的耦合效率与高斯光束的束腰半径大小有关,基于反射透镜的有关性质,光束在移动式反射透镜组50和固定式反射透镜组60中 N 次往返的同时被整形,因此整个装置包容性更高。

[0033] 另外,本发明还提供了一种上述基于反射透镜的光学延迟线在太赫兹时域光谱系统、光学相干断层成像系统、超快时间分辨率光谱系统及光学泵浦—探测系统的应用,下面以光学延迟线应用于太赫兹时域光谱系统为例进行展开说明:

[0034] 除光学延迟线部分,其他原理与典型的太赫兹时域光谱系统相同。移动式反射透镜组60由 N 个反射透镜组合而成,固定式反射透镜组50由 $N-1$ 个反射透镜组合而成,步进电机驱动器在时间 t_0 内移动的距离为 L_0 ,忽略反射棱镜的尺寸,那么光学延迟线的扫描范围为

$$L_t = N \cdot L_0, \text{时间延迟为 } T_0 = \frac{2NL_0}{c}, \text{是现有光学延迟线的} N \text{倍,其中} c \text{为光速。通过改变反射}$$

透镜的数量,能进一步改变系统的延迟量。

[0035] 综上所述,本实施例提供的光学延时线对反射透镜的装配方式和具体结构进行设计,在步进电机驱动器移动速度不变的情况下,本实施例能够实现较快扫描时间和较大扫描范围;另外本实施例中光束的抖动对系统耦合效率影响较小,光束能在反射透镜中实现多次的整形,提高了器件的工作效率。

[0036] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

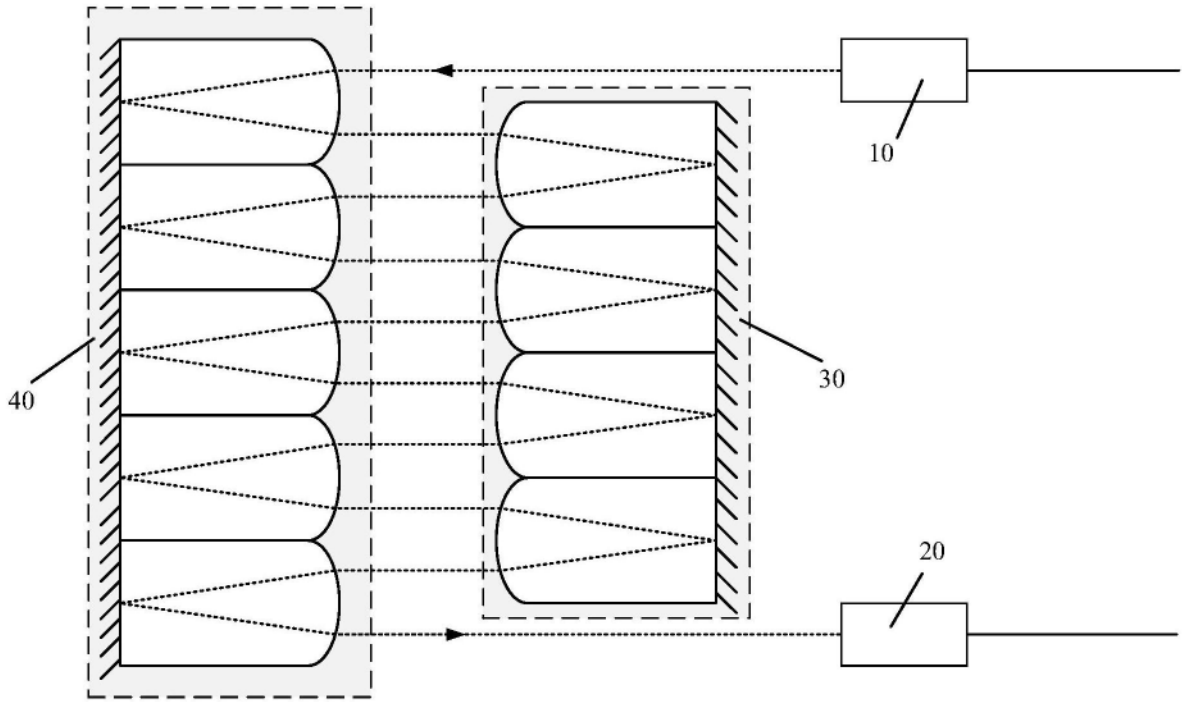


图1

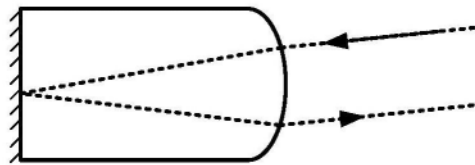


图2

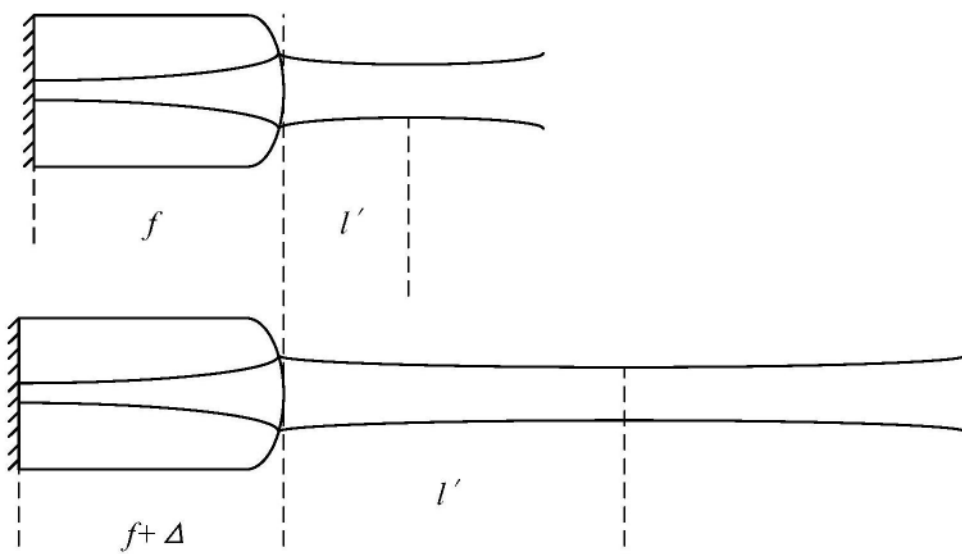


图3

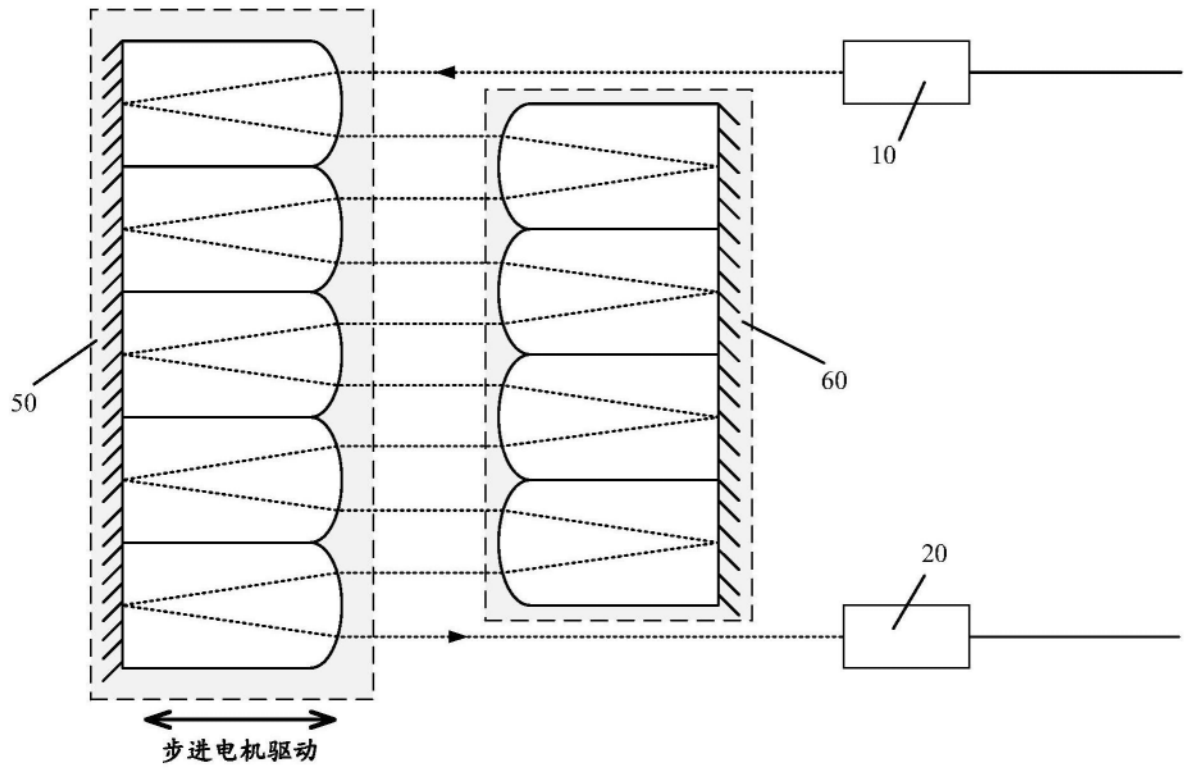


图4