

[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 00235019. X

[45] 授权公告日 2001 年 2 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 2420631Y

[22] 申请日 2000.5.11 [24] 颁证日 2001.2.10

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号

[72] 设计人 秦伟平 陈宝玖 黄世华
王海宇 吕少哲

[21] 申请号 00235019. X

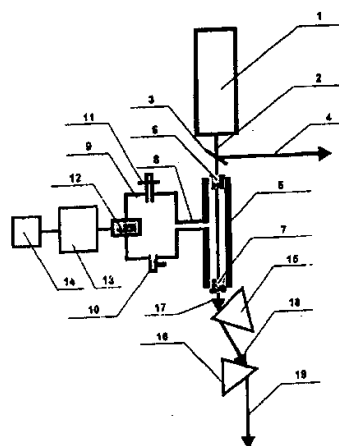
[74] 专利代理机构 中国科学院长春专利事务所
代理人 李恩庆

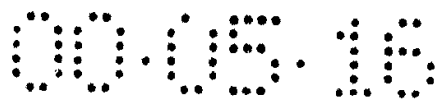
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 1 页

[54] 实用新型名称 具有消除群速度色散功能的气体延迟器

[57] 摘要

本实用新型属于一种用于光学技术中具有消除群速度色散功能的飞秒激光脉冲气体时间延迟器。主要包含有飞秒激光器,分束器,光学气体腔,联管,高压气室,气体压力传感器,气压信号放大与时间延迟量转换电路,读数显示器,色散棱镜等。由于它具有消除群速度色散功能,可以保证飞秒脉冲经过该延迟器后脉冲宽度不变。本实用新型的时间延迟精度可高达阿秒(10~18 秒),另外具有时间延迟调节范围大、稳定性高、无振动、无散射、结构简单、使用方便、造价低廉等特点。



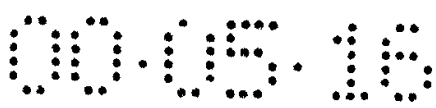


权 利 要 求 书

1、一种具有消除群速度色散功能的气体延迟器，主要由飞秒激光器（1），分束器（3），光学气体腔（5），联管（8），高压气室（9），气体压力传感器（12），气压信号放大与时间延迟量转换电路（13），读数显示器14，色散棱镜15、16等组成，其特征是在飞秒激光器（1）与光学气体腔（5）之间安装有分束器（3），光学气体腔（5）和高压气室（9）通过联管（8）联结，安在高压气室（9）上的气体压力传感器（12）同气压信号放大与时间延迟量转换电路（13）连接，气压信号放大与时间延迟量转换电路（13）的输出，同读数显示器（14）连接，在光学气体腔（5）的出射端放置有色散棱镜（15）和（16），色散棱镜（15）和（16）成对角设置；飞秒激光器（1）发出的脉冲激光光束（2），在分束器（3）处分光，透过的脉冲激光束进入光学气体腔（5），从光学气体腔（5）出射的脉冲激光束（17）先经过色散棱镜（15），然后经色散棱镜（16）输出。

2、根据权利要求1所述的具有消除群速度色散功能的气体延迟器，其特征是光学气体腔（5）的入射窗口（6）同分束器（3）相对应，出射窗口（7）同色散棱镜（15）相对应。

3、根据权利要求1所述的具有消除群速度色散功能的气体延迟器，其特征是高压气室（9）上安装有安全阀（10）和放气阀（11）。



说 明 书

具有消除群速度色散功能的气体延迟器

本实用新型属于光学技术领域，是一种用于飞秒激光脉冲（ 10^{-15} 秒）的时间延迟器。由于本实用新型具有消除群速度色散功能，可以保证飞秒脉冲经过延迟器后脉冲宽度不变。

为了使两束光脉冲在时间上延迟一定的间隔，以往人们采用的是机械延迟线和压电陶瓷延迟器等装置。由于机械加工的限制，前者有精度低、振动大、稳定性差、光路调节难度大等缺点；后者因为改变光程的尺寸微小，而在使用和调节时受到极大的限制。这两种光延迟器的价格都比较昂贵。普通的气体压力延迟线克服了上述的缺点，在用于宽脉冲激光、非相干激光、连续激光等的时间延迟上具有非常理想的特性。但在用于飞秒脉冲时却存在着群速度色散问题。气体延迟线的核心部件为高压气体腔，由于高压气体腔内往往要充 20 个大气压的高气体，因此它两端的光学窗口就必须具有足够的厚度。当飞秒超短脉冲经过这样的光学窗口时就会由于光的群速度色散造成飞秒超短脉冲的宽化，从而改变了光束的质量。

本发明的目的是提供一种精度高、稳定性强、完全无振动、调节范围大，用于飞秒（ 10^{-15} 秒）光脉冲、调节精度可达阿秒（ 10^{-18} 秒）尺度的并具有消除群速度色散功能的光学时间延迟器。

为了实现上述目的，本实用新型采用如下技术方案：

利用气体在不同的气压下对光的折射率不同的原理，通过改变气体压力的方法改变光程，达到光线时间延迟的目的。气体的压力通过压力传感器及其放大、显示和输出电路给出，将压力的改变量换算成气体的折射率的变化，折射率的变化量再乘上光线通过的光学气体腔的长度，即可得到光程的变化。对于不同的充入气体、不同的光波波长以及不同的温度，折射率的变化不同。

下面结合附图说明本实用新型的构成。

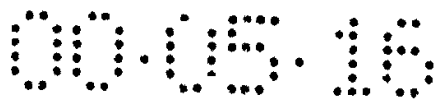


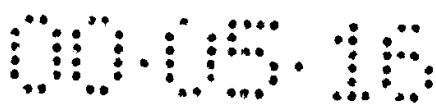
图 1 是本实用新型的结构图。

图中 1—飞秒激光器；2—飞秒激光束；3—分束器；4—分出的飞秒脉冲光束；5—气体压力延迟线的光学气体腔；6—光学气体腔的入射窗口；7—光学气体腔的出射窗口；8—光学气体腔与高压气室的联管；9—高压气室；10—安全阀；11—放气阀；12—气体压力传感器；13—气压信号放大与时间延迟量转换电路；14—时间延迟读数显示器；15—色散棱镜；16—色散棱镜；17—具有正的群速度色散的飞秒脉冲激光束；18—经过色散补偿的飞秒脉冲激光束；19—复原的飞秒脉冲激光束。

本实用新型包含有飞秒激光器 1，分束器 3，光学气体腔 5，联管 8，高压气室 9，气体压力传感器 12，气压信号放大与时间延迟量转换电路 13，读数显示器 14，色散棱镜 15、16 等。分束器 3 安装在飞秒激光器 1 与光学气体腔 5 之间，使被分束器 3 分束的透射激光进入光学气体腔 5 内。光学气体腔 5 和高压气室 9，通过联管 8 联结，高压气室 9 内的高压气体经联管 8 进入光学气体腔 5 中，两者的压力相同。在高压气室 9 安有气体压力传感器 12，气体压力传感器 12 同气压信号放大与时间延迟量转换电路 13 连接，经过气压信号放大与时间延迟量转换电路 13 的处理，把高压气室 9 的压力，也就是光学气体室 5 内的压力，转换成时间延迟量，由读数显示器 14 显示。在光学气体腔 5 的出射端放置有色散棱镜 15 和 16，色散棱镜 15 和 16 成对角设置，色散棱镜 15 使飞秒脉冲产生正的啾啾效应，色散棱镜 16 使飞秒脉冲产生负的啾啾效应。

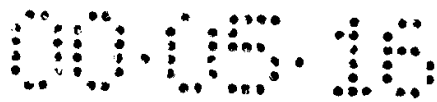
光学气体腔 5 的两端有入射窗口 6 和出射窗口 7，入射窗口 6 同分束器 3 相对应，从分束器 3 透过的飞秒激光，经入射窗口 6 进入光学气体腔 5 内，出射窗口 7 同色散棱镜 15 相对应，从出射窗口 7 出射的激光脉冲首先照射在色散棱镜 15 上。

本实用新型的高压气室 9 上有放气阀 11 和安全阀 10，放气阀 11 用来充入和放出高压气室 9 和光学气体腔 5 内的气体。



本实用新型的具体工作原理和过程如下：由飞秒激光器 1 发出的飞秒脉冲激光束 2 首先由分束器 3 进行分光，分束器 3 对激光束 2 的整个频谱具有相同的反射率，不会造成选频效应。分出的激光束 4 由于没有穿过光学元件而没有群速度色散的产生，飞秒脉冲的宽度没有发生改变。激光束 4 在实际应用中可作为另外一束激光，如在四波混频的实验中作为非延迟光束。透过分束器 3 的飞秒脉冲光束穿过气体 5 的入射窗口 6 和出射窗口 7，在本实施例中入射窗口 6 和出射窗口 7 采用 K9 玻璃材料或石英玻璃材料，折射率约为 1.5。由于入射窗口 6、出射窗口 7 以及分束器 3 的作用，会使飞秒脉冲产生正的啾啾效应，因此，从出射窗口 7 出射的飞秒脉冲宽度已经展开，并发生了频率分离。出射的激光束 1 7 经由色散棱镜 1 5 将光脉冲按频率进一步分离，使低频部分超前，高频部分滞后，脉冲宽度进一步展宽变为脉冲激光束 1 8；脉冲激光束 1 8 照射在另外一块色散棱镜 1 6 上，产生负的啾啾效应，从而使飞秒脉冲的时间宽度复原。将气体压力延迟线的光学气体腔 5 和高压气室 9 充入高压气体，本实施例采用氮气，光气体腔 5 的初始压力为 20 个大气压。打开放气阀 1 1，使光学气体腔 5 和高压气室 9 内的气压均匀缓慢地降低。光线经过光学入射窗口 6 和出射窗口 7 穿过气体压力延迟线的光学气体腔 5，由放气阀 1 1 排出的气体调整光学气体腔 5 内的压力，因此，改变了飞秒脉冲激光束的光程。通过气体压力传感器 1 2 测定光学气体腔 5 体内的气体压力，气压信号经过放大与时间延迟量的转换电路 1 3 变为可直接读出时间延迟量的数值和光程的变化，由读数显示器 1 4 显示。

以上所描述的装置，其光程延迟精度取决于所使用的压力传感器的精度。如压力传感器的测量精度为 1000Pa，时间延迟的精度约为 10^{-18} 秒。而机械延迟线的精度要达到 1 飞秒，就意味着超高精度的机械加工和昂贵的价格。本实用新型由于没有机械活动部分，因此气体延迟线完全无振动，不会造成光线抖动和偏折。相对于压电陶瓷的光程延迟方法来说，气体延迟线具有大的调节范围。该范围取决于延迟线光学气体腔的长度和可



充入气体的最大气压。在气体延迟线的高压光学气体腔的长度为 30 厘米，充入气体（氮气）的压力为 20 个大气压时，光程的最大变化为 0-6000 飞秒。充入气体的光学气体腔长度越长，充气压力越大，光程变化范围也就越大。为了消除飞秒脉冲通过气体延迟线前后窗口时产生的正的啾啾效应，消除群速度色散，用两块折射率为 1.5 的三角棱镜对角放置，做色散补偿，即产生负的啾啾效应，使飞秒脉冲复原。因此，本实用新型具有精度高、调节范围大、稳定性高、无振动、无散射、结构简单、使用方便、造价低廉等特点。

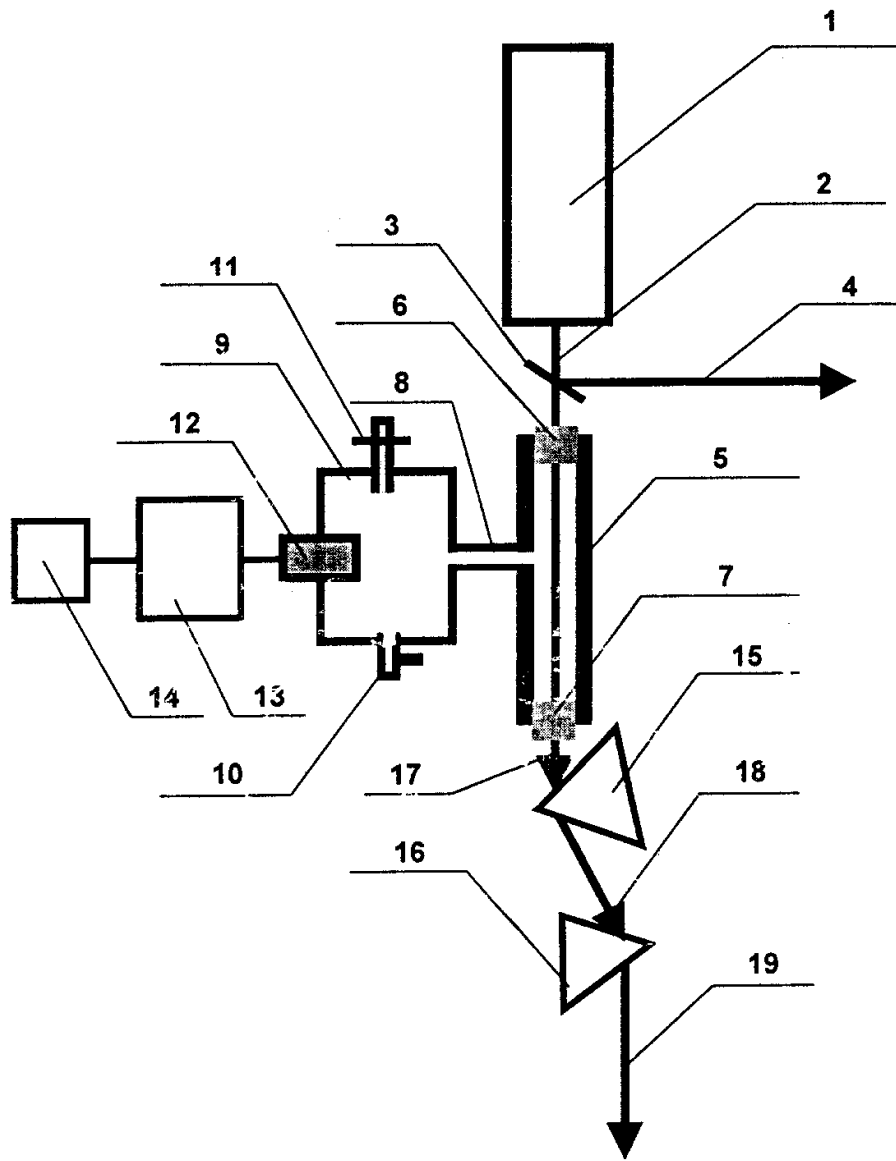


图1