

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 98124266.9

[43]公开日 2000年5月17日

[11]公开号 CN 1253306A

[22]申请日 1998.11.5 [21]申请号 98124266.9

[71]申请人 中国科学院长春物理研究所

地址 130021 吉林省长春市延安大路1号

[72]发明人 秦伟平 吕少哲 黄世华

张家骅 王淑梅

[74]专利代理机构 中国科学院长春专利事务所

代理人 宋天平

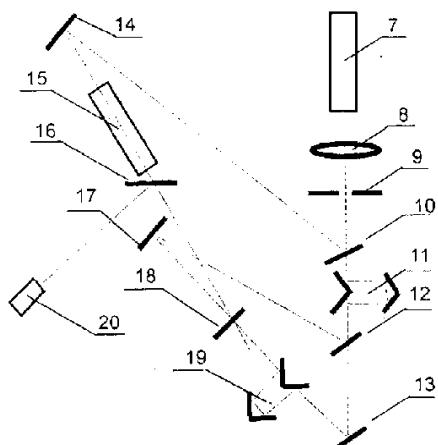
权利要求书1页 说明书3页 附图页数4页

[54]发明名称 配有气体延迟线的非相干光时间延迟四波混频系统

[57]摘要

本发明属于一种用非相干光延迟四波混频的方法测量超快速过程的光路配置，其特点在于使用了气体光程延迟线，使得超快速时间的测量精度可以达到 10^{-3} 飞秒。

本设计克服了机械延迟线精度小、稳定性差和压电陶瓷延迟线变化范围小、使用不便等缺点，在没有超短激光脉冲的情况下，利用本套设备可以测量非线性介质的失相时间等超快速过程的时间参数。



98·11·10

权 利 要 求 书

1. 一种非相干光延迟四波混频系统，其特征在于：
 - 1) 用全反镜代替分频器件，与输出镜一起形成染料激光器的谐振腔；
 - 2) 由宽谱带染料激光器(7)输出的光由准直透镜(8)和小孔光阑(9)准直后在分束器(10)上分束；
 - 3) 经过分束器(10)、(12)、(16)，全反镜(13)、(14)、(17)形成四波混频光路；其中在探测光路中设置气体延迟线(15)，在前向泵浦和后向泵浦光分光之前加入机械延迟线(11)，在后向泵浦光到达样品(18)之前加入另一个机械延迟线(19)，在探测光反射镜(14)和样品(18)之间，放入一取出相干轭信号的分束器(16)，和接收该信号的光电倍增管(20)，放大的信号由计算机(5)进行处理。
 - 4) 由气体延迟线组件支持工作的气体延迟线(15)的气压变化信号，经压力传感器(17)和压强信号的放大与显示电路(28)送入计算机(5)，处理后得到时间延迟光谱由打印机(6)给出。
2. 根据权利要求1的非相干光延迟四波混频系统，所述的气体延迟线组件包括高压气体腔(22)，气体延迟线(15)，压力传感器(17)，压强信号放大与显示器(18)，其特征在于固定在底座(21)上的圆筒形耐高压气体室(22)的上端密封连接一个六角形的耐压密封盖(23)，其上与气体室(22)连通，压力传感器(27)由电缆与压强显示器(28)相连，带阀门的高压气体管(29)与气体延迟线(15)软连接，圆筒形的气体延迟线(15)的上、下两端面由法兰盘(32)和(37)通过密封胶垫(35)固定有光学窗口(31)、(36)，圆筒内为光学气体腔(33)，(33)的中部开有充气阀(34)，并与带阀门的高压气管(29)相连。
3. 根据权利要求1的非相干光延迟四波混频系统，其特征在于分束器(10)的反射率为30%，(12)、(16)的反射率为50%。
4. 根据权利要求1或2的非相干光延迟四波混频系统，其特征是探测光和前后泵浦光的夹角在5—10度左右，调整机械延迟线(11)和(19)，使前后泵浦光和探测光得到样品(18)的光程大致相等，精确调节延迟线(15)，是前后向泵浦光和探测光的光程时间差为飞秒量级。

说 明 书

配有气体延迟线的非相干光时间延迟四波混频系统

本发明属于光学超快速过程时间参数测量技术领域。

超快速时间测量是光学非线性研究中的一种非常重要而又很常见的项目。在这方面使用最多的方法是用超短脉冲激光器对非线性介质材料进行的超快速测量。非相干光延迟四波混频的方法的建立摆脱了超快速测量对超短脉冲激光器的依赖，使得用连续激光器或宽时间脉冲激光器也能测量非线性材料的超快速时间特性。但由于该方法所使用的光路复杂，对时间延迟线的精度要求高，使得该方法的使用受到了限制。以往人们所使用的机械延迟线的精度受机械加工精度的限制，稳定性也比较差，光路调节困难，很难达到预期的目的。

本发明的目的是通过配置气体延迟线提供一种稳定性好、精度高、使用方便的非相干光时间延迟四波混频系统。这种光学系统可以高精度地测量超快速时间参数。

本发明的构思是这样的，在激光输出方面：用全反镜代替分频器件，使得染料激光器输出的激光具有非常宽的谱带，从而使激光的相干时间达到飞秒量级（可以达到几个飞秒）。经输出透镜准直后，再经过小孔光阑，造成一条准直性很好的激光束。经过数个分束器和反射镜，形成四波混频光路。其中，在探测光的光路中加入气体延迟线，在前向泵浦光和后向泵浦光分光之前的光路中加入机械延迟线，在后向泵浦光到达样品之前加入另外一个机械延迟线。在探测光反射镜与样品之间放入一分束器，以取出相干光信号。该信号由此分束器反射进入光电倍增管，经放大后送入计算机处理。同时，气体延迟线的气压变化信号，也经过压力传感器、信号放大电路送入计算机。经计算机处理后得到的时间延迟光谱由打印机绘出。

本发明的技术方案如下述：

1· 泵浦染料的激光器（1），采用YAG激光器的二倍频光作为泵浦源，泵浦用全反镜替代光栅与输出镜一起形成染料激光器（7）的谐振腔，使得输出的激光线宽可达近百个波数，激光的相干时间为飞秒量级。

2· 配置有气体延迟线的非相干光四波混频光路设计如图2所示，由激光器（1）输出的泵浦光经一柱面透镜泵浦染料激光器（7），由（7）输出的宽带激光经（8）准直和小孔光阑（9）后，形成一束准直的激光束。激光束在分束器（10）上反射30%的光强给全反镜（14），反射的光线经气体延迟线（15）和分束器（16）后照射在样品（18）上，形成探测光。另一束透过分束器（10）的光线经机械延迟线（11）到分束器（12），50%的光强被反射到全反镜（17）再由（17）反射到样品上，形成前向泵浦光；透过分束器（12）的50%光强由全反镜（13）反射到机械延迟线（19），经延迟后照在样品（18）上，形成后向泵浦光。设置全反镜（17）和（13）的角度，使前向泵浦光和后向泵浦光共线，并通过探测光照射在样品（18）的斑点区。设置全反镜（14）的角度，使得探测光和前后向泵浦光的夹角在5—10度左右。调节机械延迟线（11）和（19）使得前后向泵浦光及探测光达到样品（18）的光程大致相等。精确调节气体延迟线（15）使得前向泵浦光和探测光的光程时间差为飞秒量级。在样品（18）上产生的相干光由分束器（16）反射进入光电倍增管（20）。信号送入计算机处理。时间延迟谱由打印机（6）绘出。

3· 本设计采用配置气体延迟线的非相干光延迟四波混频系统用于测量非线性介质的失相时间等超快速过程的时间参数配置如图1所示出。泵浦染料的激光器（1）经非相干光延迟四波混频光路（2），在（2）中由全反镜（17）

反射的前向泵浦光和由分束器(16)分出的探测光之间的飞秒量级的时间延迟是由气体延迟线(15)来实现的，信号送入高压电源(4)供电的光电倍增管(3)，然后经计算机(5)处理，由打印机(6)输出时间延迟光谱。

本发明中用于时间延迟四波混频系统的气体延迟线(15)，是气体延迟线组件的核心部分。它利用气体在不同的气体压力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量，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。

本发明中实现上述气体延迟原理的气体延迟线组件包括高压气体室(22)，气体延迟线(15)，压力传感器(17)，压强显示器(18)，其特征在于固定在底座(21)上的圆筒形耐高压气体室(22)的上端密封连接一个六角形的耐压密封盖(23)，其上与气体室(22)连通，压力传感器(27)由电缆与压强显示器(28)相连，带阀门的高压气管(29)与气体延迟线(15)软连接，圆筒形的气体延迟线(15)的上、下两端面由法兰盘(32)和(37)通过密封胶垫(35)固定有光学窗口(31)、(36)，圆筒内为光学气体腔(33)，(33)的中部开有充气阀(34)，并与带阀门的高压气管(29)相连。在四波混频系统工作时，只有气体延迟线(15)布置在光路中。

本发明的附图的图面说明如下：

图1是采用本发明的四波混频系统处理超快速过程的配置框图。

图2是本发明四波混频系统光路配置图。

图3是本发明中气体延迟线组件的结构示意图。

图4是气体延迟线光学气体腔结构示意图。

图中

- | | |
|---------------|------------------|
| (1) 泵浦染料的激光器 | (2) 非相干光延迟四波混频光路 |
| (3) 光电倍增管 | (4) 高压电源 |
| (5) 计算机 | (6) 打印机 |
| (7) 宽谱带染料激光器 | (8) 输出光准直透镜 |
| (9) 小孔光阑 | (10) 分束器 |
| (11) 机械延迟线 | (12) 分束器 |
| (13) 全反镜 | (14) 全反镜 |
| (15) 气体延迟线 | (16) 分束器 |
| (17) 全反镜 | (18) 样品 |
| (19) 机械延迟线 | (20) 光电倍增管 |
| (21) 底座 | (22) 高压气体室 |
| (23) 耐压密封盖 | (24) 安全阀 |
| (25) 充气阀 | (26) 放气阀 |
| (27) 压力传感器 | (28) 压强显示器 |
| (29) 带阀门的高压气管 | (30) |
| (31) 光学窗口 | (32) 法兰盘 |
| (33) 光学气体腔 | (34) 充气嘴 |
| (35) 密封胶垫 | (36) 光学窗口 |
| (37) 法兰盘 | |

以上所描述的系统，其光程延迟精度取决于所使用的压力传感器

98·11·10

(27) 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^{-3} 飞秒。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。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。相对于压电晶体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气体光学腔的长度和可充入气体的最大气压。在气体光学腔的长度为 30 厘米，充入气体的压力为 20 个大气压时，光程的最大变化为 0—6000 飞秒。充入气体的光学腔越长，充入气体的压力越大，光程变化范围也就越大。因此可以说，本发明的装置比以往人们所使用的具有很多的优点。

本发明克服了机械延迟线精度小、稳定性差、造价昂贵和压电陶瓷延迟线变化范围小、使用不便等缺点，在没有超短激光脉冲的情况下，测量非线性介质的失相时间等超快速过程的时间参数。使得超快速时间的处理精度可以达到 10^{-3} 飞秒。

本发明的一个实施例如下：

宽谱带染料激光器 (7)；本实施例用全反镜替代光栅与输出镜一起形成染料激光器的谐振腔，使得输出的激光线宽可达近百个波数，激光的相干时间为飞秒量级；(8) — 输出光准直透镜；(9) — 小孔光阑；本实施例采用的光阑直径为 5 毫米；(10) — 反射率为 30% 的分束器；(11)、(19) — 机械延迟线；采用它们的目的是粗调前、后泵浦光及探测光之间的光程差使其基本达到等光程；(12)、(16) — 反射率为 50% 的分束器；(13)、(14)、(17) — 全反镜；(15) — 气体延迟线；它是本设计的核心，由于它的高稳定性、高精度及操作方便等特点，使得非相干光延迟四波混频的方法变得非常实用。本实施例采用的气体延迟线腔长为：30 厘米，充入 10 个大气压的氮气。在操作温度为 20°C，激光波长为 580nm 时，时间延迟的变化范围为：0—3000 飞秒；(18) — 具有非线性超快速光程的样品；(20) — 光电倍增管。

由激光器 (1) 输出的泵浦光经一柱面透镜泵浦染料激光器 (7)，由 (7) 输出的宽带激光经 (8) 准直和小孔光阑 (9) 后，形成一束准直的激光线束。激光线在分束器 (10) 上反射 30% 的光强给全反镜 (14)，反射的光线经气体延迟线 (15) 和分束器 (16) 后照射在样品 (18) 上，形成探测光。另一束透过分束器 (10) 的光线经机械延迟线 (11) 到分束器 (12)，50% 的光强被反射到全反镜 (17) 再由 (17) 反射到样品上，形成前向泵浦光；透过分束器 (12) 的 50% 光强由全反镜 (13) 反射到机械延迟线 (19)，经延迟后照在样品 (18) 上，形成后向泵浦光。设置全反镜 (17) 和 (13) 的角度，使前向泵浦光和后向泵浦光共线，并通过探测光照射在样品 (18) 的斑点区。设置全反镜 (14) 的角度，使得探测光和前后向泵浦光的夹角在 5—10 度左右。调节机械延迟线 (11) 和 (19) 使得前后向泵浦光及探测光达到样品 (18) 的光程大致相等。精确调节气体延迟线使得前向泵浦光和探测光的光程时间差为飞秒量级。在样品 (18) 上产生的相干轭光由分束器 (16) 反射进入光电倍增管 (20)。信号送入计算机处理。时间延迟谱由打印机 (6) 绘出。

说 明 书 附 图

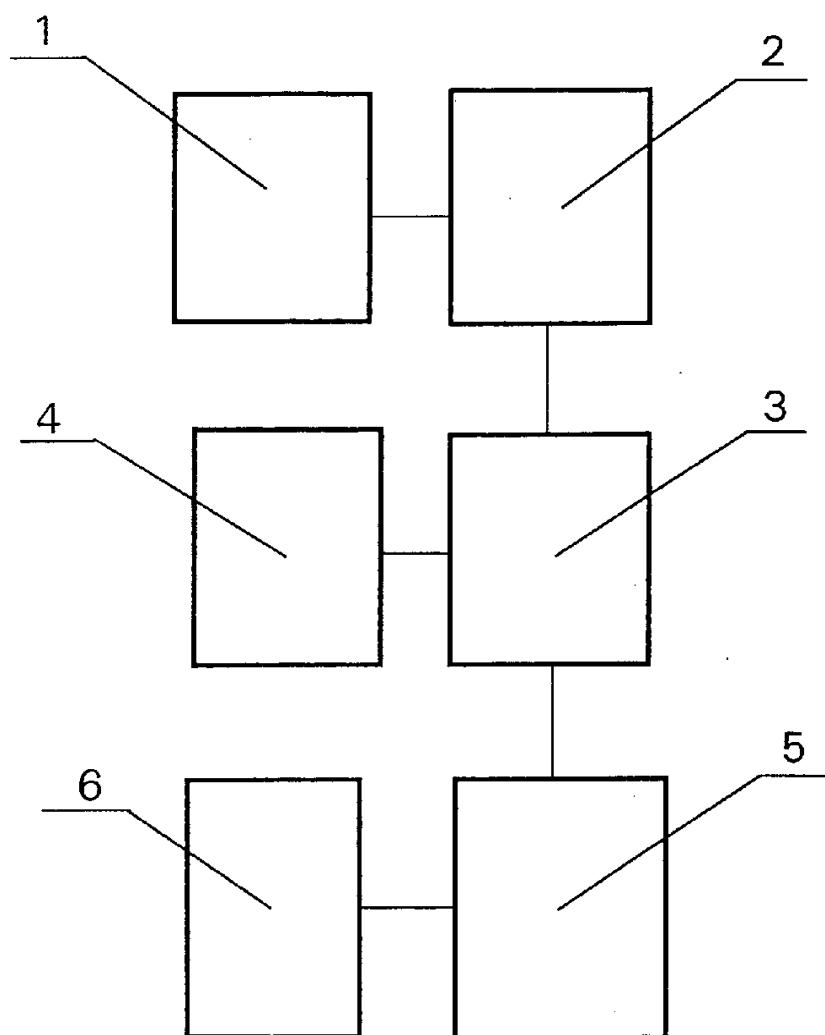


图 1

96·11·10

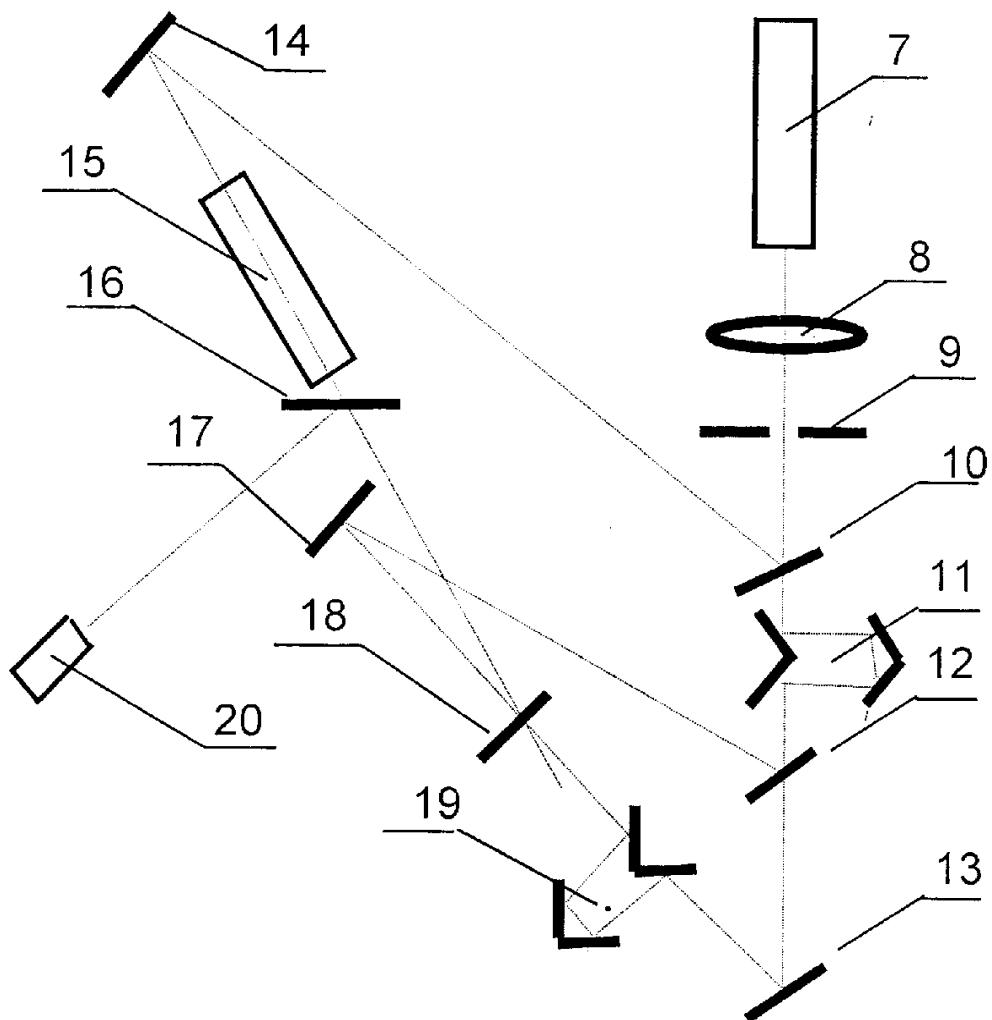


图 2

96·11·10

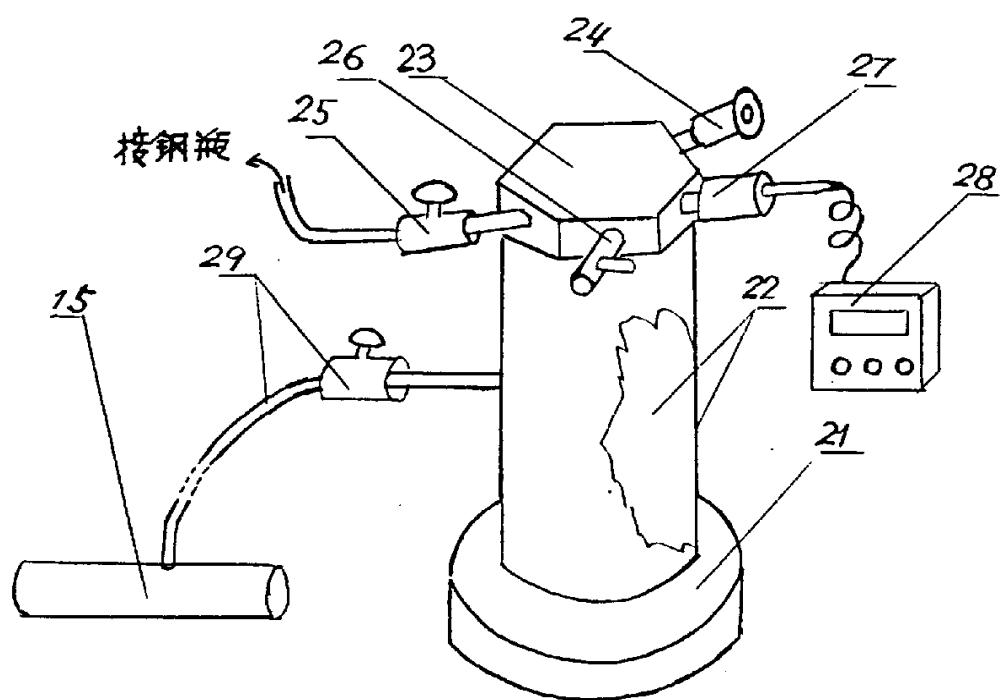


图 3