



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02127180.1

[43] 公开日 2003 年 1 月 15 日

[11] 公开号 CN 1391145A

[22] 申请日 2002.7.30 [21] 申请号 02127180.1
 [71] 申请人 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] 发明人 吕少哲 王海宇 秦伟平 张家骅 黄世华

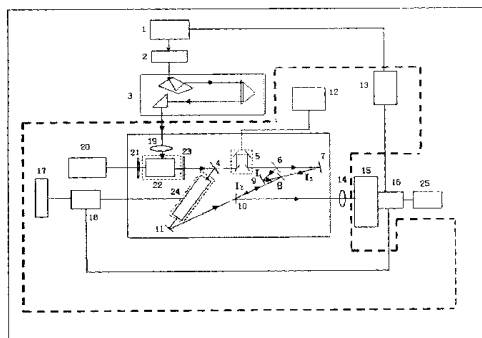
[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
 代理人 汪惠民

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种飞秒超快过程的测量方法及装置

[57] 摘要

本发明涉及发光动力学飞秒超快过程的测量方法及装置,包括光源、分束镜、机械延迟线、反射镜、气源、气室、柱面镜、染料泵、染料池、输出镜、气体延迟线、记录仪等,可以使纳秒(ns)激光脉冲激光器的输出提高到皮秒(ps)、飞秒(fs)激光脉冲,本发明测量精度由 ps 到 fs 提高了几个数量级如:纵向弛豫时间 T_1 、载流子扩散过程、三阶非线性系数、失相时间 T_2 等。测量装置具有动态范围大,稳定和灵敏度高优点。本发明对发光动力学的超快研究提供了简便适用的手段,可进行短至飞秒量级超快过程的测量。无需购买价格昂贵的飞秒激光器,即可完成对飞秒量级超快过程进行测量并可以推广使用。



1、一种飞秒超快过程的测量方法及装置，其特征在于：利用光源 1 泵浦染料形成染料激光，把染料激光进行频谱展宽后形成短的相干时间 $\tau_c=1/2\pi\Delta\nu$ ，再使染料激光分成两路，一路染料激光进入气体延迟线，利用气体折射率的变化改变光程形成具有时间延迟的探测光束 I_2 ，使探测光束 I_2 照射在样品上；另一路染料激光进入机械延迟线后又分成两路，其中一路作为前向泵浦光，另一路作为后向泵浦光；前向泵浦光 I_1 与探测光束 I_2 两者相干后在样品上形成瞬态光栅，瞬态光栅对后向泵浦光 I_3 进行衍射，使前向泵浦光 I_1 与探测光束 I_2 之间有时间延迟并形成相干光，利用相干光互相作用后产生调制相干光的强度去激发样品，并在样品中形成瞬态光栅，用瞬态光栅的特性反映样品中的原子分子的激发态性质，使探测光束 I_2 探测瞬态光栅将得到衍射波 I_s ，衍射波 I_s 记录了样品快过程的光谱信息，从而达到对样品的飞秒超快过程的测量。

2、根据权利要求 1 所述飞秒超快过程的测量装置，包括光源 1、倍频晶体 2、分束器 3、分束镜 4、机械延迟线 5、分束镜 6、反射镜 7、样品 8、反射镜 9、分束镜 10、反射镜 11、驱动电源 12、示波器 13、聚光镜 14、光谱仪 15、光电倍增管 16、记录仪 25，其特征在于：还包括气源 17、气室 18、柱面镜 19、染料泵 20、反射镜 21、染料池 22、输出镜 23、气体延迟线 24，在分束器 3 输出光束线中置有柱面镜 19，柱面镜 19 将分束器 3 的激光汇聚在染料池 22 上，染料泵 20 的输出端与染料池 22 的输入端连接使染料进入染料池 22，染料池 22 的两个侧面分别置有反射镜 21 和输出镜 23，使分束器 3 的泵浦光泵浦染料后形成激光腔；在输出镜 23 和机械延迟线 5 之间置有分束镜 4；分束镜 4 的反射光束与气体延迟线 24 的一个输入端连接使反射光束穿过气体延迟线 24；在气体延迟线 24 的输出端与分束镜 10 之间置有反射镜 11，气源 17 的输出端与气室 18 输入端连接使气体进入气室 18，气室 18 的输出端与气体延迟线 24 的另一输入端连接使气体进入气体延迟线 24，气室 18 的另一输出端和记录仪 25 连接，记录仪 25 记录气体压力的变化。

一种飞秒超快过程的测量方法及装置

技术领域：本发明属于超快光学非线性光谱技术领域，涉及有关发光动力学飞秒超快过程的测量方法及装置。

背景技术：近年来，超快光学越来越受到人们的重视，因为超快过程的研究对了解物理、化学和生物体系分子和原子激发态、动力学的过程也越来越深入了。如发展的光学相干控制实验方法，研究半导体表面，有机溶液中的量子动力学过程，时间尺度在几百个阿秒(as)。因此，超快速测量方法就显得越来越重要。超快速过程的测量通常用超快脉冲光进行。当用相干光脉冲测量动力学过程时，其时间分辨主要由脉冲宽度决定。即要测皮秒(ps)过程必须用短于 ps 的脉冲，要测飞秒(fs)过程必须用短于 fs 的脉冲。

近些年发展了一种非线性光谱技术，背景技术用双光源相位共轭型非相干光时间延迟四波混频测量超快速过程（张希清，黄世华，发光学报，1993 14 (3) 225），即非相干光时间延迟四波混频(TDFWM)方法，所用的非相干光源很容易从普通的激光器中得到。

本发明的目的是解决背景技术测量精度低，测量动态范围小，价格昂贵等问题，将提供一种用于超快光学非线性光谱技术领域的飞秒超快过程的测量方法及装置。

发明内容：如图 1 所示本发明是利用光源 1 泵浦染料形成染料激光，把染料激光进行频谱展宽后形成短的相干时间 $\tau_c = 1 / 2 \pi \Delta \nu$ ， $\Delta \nu$ 是频谱宽度，再使染料激光分成两路，一路染料激光进入气体延迟线，利用气体折射率的变化改变光程形成具有时间延迟的探测光束 I_2 ，使探测光束 I_2 照射在样品上；另一路染料激光进入机械延迟线后又分成两路，其中一路作为前向泵浦光，另一路作为后向泵浦光；前向泵浦光 I_1 与探测光束 I_2 两者相干后在样品上形成瞬态光栅，瞬态光栅对后向泵浦光 I_3 进行衍射，使前向泵浦光 I_1 与探测光束 I_2 之间有时间延迟并形成相干光，利用相干光互相作用后产生调制相干光的强度去激发样品，并在样品中形成瞬态光栅，用瞬态光栅的特性反映样品中的原子分子的激发态性质，使探测光束 I_2 探测瞬态光栅将得到衍射波 I_5 ，衍射波 I_5 记录了样品快过程的光谱信息，从而达到对样品的飞秒超快过程的测量。

本发明的测量装置，包括光源 1、倍频晶体 2、分束器 3、分束镜 4、机械延迟线 5、分束镜 6、反射镜 7、样品 8、反射镜 9、分束镜 10、反射镜 11、驱动电源 12、示波器 13、聚光镜 14、光谱仪 15、光电倍增管 16、气源 17、气室 18、柱面镜 19、染料泵 20、反射镜 21、染料池 22、输出镜 23、气体延迟线 24、记录仪 25，在分束器 3 输出光束线中置有柱面镜 19，柱面镜 19 将分束器 3 的激光汇聚在染料池 22 上，染料泵 20 的输出端与染料池 22 的输入端连接使染料进入染料池 22，染料池 22 的两个侧面分别置有反射镜 21 和输出镜 23，使分束器 3 的泵浦光泵浦染料后形成激光腔；在输出镜 23 和机械延迟线 5 之间置有分束镜 4；分束镜 4 的反射光束与气体延迟线 24 的一个输入端连接使反射光束穿过气体延迟线 24；在气体延迟线 24 的输出端与分束镜 10 之间置有反射镜 11，气源 17 的输出端与气室 18 输入端连接使气体进入气室 18，气室 18 的输出端与气体延迟线 24 的另一输入端连接使气体进入气体延迟线 24，气室 18 的另一输出端和记录仪 25 连接，记录仪 25 记录气体压力的变化，记录仪 25 和光谱仪 15 之间有光电倍增管 16 用于接收信号，光电倍增管 16 的另一端和光源 1 之间有示波器 13 用来监测激光脉冲和发光波形，驱动电源 12 与机械延迟线 5 连接使机械延迟线改变路程。

本发明工作时：用染料泵循环染料，打开气源 17，慢慢打开气室 18 的放气阀使气室 18 充满氮气，由光源 1 输出 $1.06\ \mu\text{m}$ 的激光由倍频晶体 2 和分束器 3 输出 532nm 激光作为泵浦光，用柱面镜 19 使泵浦光聚焦在装有罗丹明 6G 染料池 22 的中心，经调整反射镜 21 和输出镜 23 形成激光腔使激光输出，其中一路经机械延迟线 5 又分为两个光路 I_1 和 I_3 ，另一路是通过气体延迟线 24 (GDL)来延迟的光路其光束为 I_2 ， I_1 、 I_2 和 I_3 三束光作用在样品 8 上，此时通过机械延迟线 5 调整三束光光程相等由样品 8 返回的信号 I_5 在分束镜 10 和聚光镜 14 之间放一纸观察由样品 8 返回的信号达到最强，然后打开气室 18 的放气阀门使气体充满气体延迟线 24(GDL)后关闭气室 18 的进气阀门，打开气室 18 的放气阀门同时由记录仪 25 记录气压变化的曲线和同时记录由分束镜 10 取出的信号由聚光镜 14 收集进入光谱仪 15 分光后由光电倍增管 16 接收的信号。

本发明的优点是以研究发光动力学超快过程为目的，在普通的纳秒激光器的基础上进行改进，使它成为能测量飞秒过程的一种新技术，并为许多具有 ns 脉冲激光器，甚至连续激光器探测超快过程提供了简便有效的非线性光谱技

术。本发明与背景技术相比在非相干光源进行四波混频测试基础上测量精度提高了几个数量级(由 ps 到 fs)，如：纵向弛豫时间 T_1 、载流子扩散过程、三阶非线性系数、失相时间 T_2 等。测量装置具有动态范围大，稳定和灵敏度高等优点。既在系统中配置了的染料激光器和气体延迟线，可以使输出纳秒(ns)激光脉冲的激光器提高到输出皮秒(ps)、飞秒(fs)脉冲。本发明对发光动力学的超快研究提供了简便适用的手段，可进行短至飞秒量级超快过程的测量。无需购买价格昂贵的飞秒激光器，即可对飞秒量级超快过程进行测量并可以推广使用。

在使用中利用增加宽带染料激光器，使相干时间变短，利用气体延迟线进行精确的时间范围的测量。可用于测量样品的失相时间 T_2 ，对于其中的气体延迟线，气压改变 0.1mv 相当于延迟时间改变 1.047fs。如果我们用一个更高精度的气体压力传感器，它能够很容易的分辨到几十个阿秒(as)，甚至几个 as。

附图说明：

图 1 是本发明装置实施例的结构原理图

具体实施方式如图 1 所示：

本发明装置中的光源 1 采用纳秒 Q 开关 YAG: Nd 脉冲激光器基频光 1.06 μm 。倍频晶体 2 可选用二倍频的倍频晶体，倍频晶体输出 532nm 激光经分束器 3 作为泵浦光源。分束镜 4 是采用 60%的反射光。机械延迟线 5 的延迟路程为 20cm，延迟线精度为每步 0.1 毫米。分束镜 6 和分束镜 10 是采用半透半反镜，反射镜 7、9、11 是采用全反镜。样品 8 是被测量的透光性非线性材料。驱动电源 12 采用 12v 直流电源用于驱动机械延迟线 5。示波器 13 是采用 100MHZ-3243 型示波器。聚光镜 14 是采用石英透镜。光谱仪 15 是选用 1403 型双光栅单色仪。光电倍增管 16 是选用 R955 型。气源 17 是 120 大气压的氮气。气室 18 最大压力 10^6pa 并带有压力传感器以测量实验中的气压值，精度为 0.1mv,相当于 0.47Kpa，气室 18 还带有气体进气调节阀、放气阀以便调节所需气体的流量。柱面镜 19 和染料池 22 采用石英材料制成；染料泵 20 由 12v 直流电源驱动进行染料循环。反射镜 21 采用平面镀铝硬膜反射镜。输出镜 23 为光学波片。气体延迟线 24 是一直径 5cm 两侧带有石英窗口的密封性好的铜管并且在铜管上方有一进气口与气室 18 连接使气体充满气体延迟线 24。记录仪 25 是采用 X-T 记录仪。

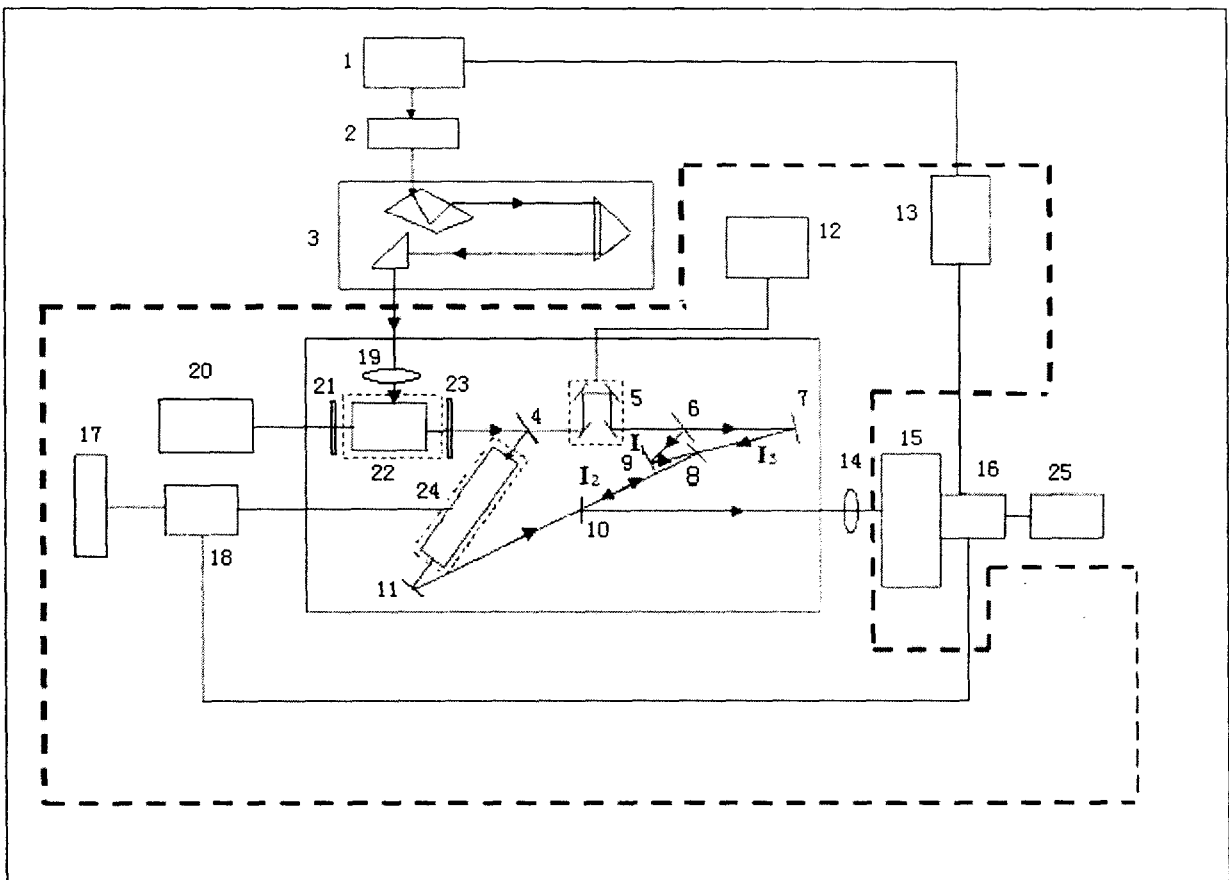


图 1