

一种光谱相位干涉装置及系统

技术领域

本发明属于超快光学技术领域，尤其涉及一种光谱相位干涉装置及系统。

背景技术

超短脉冲激光技术在强场物理、飞秒化学、精密加工、生物医学诊断等各个领域均已获得了广泛应用。在超短激光脉冲的各个领域应用技术，超短脉冲激光时间/光谱特性诊断都是至关重要的。

基于直接电场的光谱相位干涉 (SPIDER) 技术是目前常用的超短脉冲激光诊断技术之一。该技术能够测量光脉冲的宽度、形状和相位，它的优点是：测量在光谱域进行，不需快响应接收器；装置内不含任何移动元件，稳定可靠；递代算法简单，有利于高重复率实时检测。随后，二步相移的 SPIDER 装置的出现从原理上提高了 SPIDER 测量形状比较复杂的光谱，或者是超短脉冲较窄的光谱装置的能力和测量的精度。

目前，常规的 SPIDER 装置主要包括待测脉冲对产生器、脉冲色散器、光学脉冲和频器和光谱仪等四部分。SPIDER 装置中，脉冲对产生器和脉冲色散器的稳定性是至关重要的，然而，常规的 SPIDER 装置往往系统构造比较复杂，

且系统的稳定性和紧凑性较低。

发明内容

本发明提供了一种光谱相位干涉装置及系统，旨在解决现有的光谱相位干涉装置的稳定性和紧凑性低的问题。

为解决上述技术问题，本发明提供了一种光谱相位干涉装置，所述装置包括：

分束器，用于将待测脉冲分离成反射脉冲和透射脉冲，其中，所述反射脉冲入射至脉冲延时器，所述透射脉冲入射至脉冲色散器；

所述脉冲色散器，用于将所述透射脉冲展宽成啁啾脉冲，所述啁啾脉冲入射至半波片；

所述半波片，用于调整所述啁啾脉冲的偏振方向，透过所述半波片的啁啾脉冲入射至偏振分束器；

所述脉冲延时器，用于使所述反射脉冲产生延时，已延时的反射脉冲入射至双折射晶体；

所述双折射晶体，用于使所述已延时的反射脉冲产生具有相对时间延迟的待测脉冲对，所述待测脉冲对入射至宽带 $1/4$ 波片；

所述宽带 $1/4$ 波片，用于调整所述待测脉冲对，以使所述待测脉冲对中，两个子脉冲的相对相位之间产生 π 相位差，已产生 π 相位差的待测脉冲对入射至所述偏振分束器；

所述偏振分束器，用于将所述已产生 π 相位差的待测脉冲对以及透过所述半波片的啁啾脉冲同时入射至聚焦镜；

所述聚焦镜，用于将所述透过所述半波片的啁啾脉冲和所述已产生 π 相位差的待测脉冲对进行汇聚，汇聚后的脉冲入射至和频脉冲产生器；

所述和频脉冲产生器，用于对所述汇聚后的脉冲进行和频转换，以生成和频脉冲对，所述和频脉冲对入射至光谱仪；

所述光谱仪，用于记录入射的所述和频脉冲对产生的光谱干涉环数据。

进一步地，所述脉冲延迟器由两个 180° 折反镜组组成；每个所述 180° 折反镜组包含两个等腰直角棱镜，所述等腰直角棱镜的斜边表面均镀有 45° 高反膜；其中，每个所述 180° 折反镜组中，其中一个等腰直角棱镜的其中一个直角邻面，与另一个等腰直角棱镜的其中一个直角邻面贴至于同一基准面上，且两个等腰直角棱镜的斜边面相对。

进一步地，所述双折射晶体的光轴方向与入射的所述已延时的反射脉冲的传输方向在同一平面上，且所述双折射晶体的光轴方向与入射的所述已延时的反射脉冲的偏振方向成 45° 夹角，且所述双折射晶体的入射面与出射面均镀有增透膜。

进一步地，所述宽带 $1/4$ 波片为宽带零阶消色散波片，所述宽带 $1/4$ 波片的快慢轴方向与入射的所述待测脉冲对的传输方向成 45° 夹角。

进一步地，所述脉冲色散器由第一等腰直角棱镜与第二等腰直角棱镜组成，

且所述第一等腰直角棱镜与所述第二等腰直角棱镜的斜边面均镀有宽带增透膜。

进一步地，所述偏振分束器为薄膜分束片，所述偏振分束器的法线方向与入射的所述待测脉冲对的传输方向在同一平面上，且所述偏振分束器的法线方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向垂直。

进一步地，所述偏振分束器具体用于将所述待测脉冲对中的垂直偏振方向的子脉冲反射至所述聚焦镜，及同时将透过所述半波片的啁啾脉冲透射至所述聚焦镜。

进一步地，所述光谱仪，用于在所述宽带 $1/4$ 波片的快轴方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向成 45° 夹角时，记录第一光谱干涉环数据；所述光谱仪，用于在所述宽带 $1/4$ 波片的快轴方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向成负 45° 夹角时，记录第二光谱干涉环数据。

本发明还提供了一种包括上述光谱相位干涉装置的光谱相位干涉系统。

本发明与现有技术相比，有益效果在于：

本发明所提供的装置或系统，所产生待测脉冲对的光学元件仅由一双折射晶体组成，并且二步相移的调整也仅由一宽带 $1/4$ 波片完成，从而避免了现有的装置中对脉冲展宽器、延时器、光学分束器以及反射镜等光学元件的大量使用，因此大大简化了整个装置的结构，同时具有更高的稳定性和紧凑性。

附图说明

图 1 是本发明实施例提供的光谱相位干涉装置示意图；

图 2 是本发明实施例提供的脉冲延迟器示意图。

具体实施方式

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用以解释本发明，并不用于限定本发明。

本发明第一实施例提供了一种光谱相位干涉装置，该装置包括如图 1 所示的光学元件。其中，BS 表示分束器，DL 表示脉冲延时器，HW 表示半波片，BQW 表示宽带 1/4 波片，BC 表示双折射晶体，PL 表示偏振分束器，PD 表示脉冲色散器，P1 表示第一腰直角棱镜，P2 表示第二等腰直角棱镜，L 表示聚焦镜，SHG 表示和频脉冲产生器，SP 表示光谱仪，M1\M2\M3\M4\M5\M6 均表示反射镜。

分束器 BS，用于将待测脉冲分离成反射脉冲和透射脉冲，其中，所述反射脉冲入射至脉冲延时器 DL，所述透射脉冲入射至脉冲色散器 PD。

脉冲色散器 PD，用于将所述透射脉冲展宽成啁啾脉冲，所述啁啾脉冲入射至半波片 HW。脉冲色散器 PD 的工作原理是：对所述透射脉冲引入色散使得该透射脉冲变为啁啾脉冲；同时对该透射脉冲的时间宽度进行展宽。

半波片 HW，用于调整所述啁啾脉冲的偏振方向，透过所述半波片的啁啾脉冲入射至偏振分束器 PL。在本实施例中，半波片 HW 通过旋转入射的啁啾脉冲的偏振方向，使得该啁啾脉冲沿水平方向偏振。

脉冲延时器 DL ,用于使所述反射脉冲产生延时 ,已延时的反射脉冲入射至双折射晶体 BC。脉冲延时器 DL 的主要目的是为了调整分束器 BS 所出射的反射脉冲和透射脉冲分别到达和频脉冲产生器 SHG 之间的光程差。

双折射晶体 BC ,用于使所述已延时的反射脉冲产生具有相对时间延迟的待测脉冲对 ,所述待测脉冲对入射至宽带 1/4 波片 BQW。其中 ,双折射晶体 BC 主要是使其内部传输的平常光与非平常光之间产生时间延迟 ,从而产生具有相对时间延迟的待测脉冲对。

宽带 1/4 波片 BQW ,用于调整所述待测脉冲对 ,以使所述待测脉冲对中 ,两个子脉冲的相对相位之间产生 π 相位差 ,已产生 π 相位差的待测脉冲对入射至偏振分束器 PL。在本实施例中 ,宽带 1/4 波片 BQW 的快慢轴方向与双折射晶体 BC 的快慢轴方向一致 ,主要用于改变从双折射晶体 BC 出射的快光与慢光之间的 π 相移。

偏振分束器 PL ,用于将所述已产生 π 相位差的待测脉冲对以及透过所述半波片的啁啾脉冲同时入射至聚焦镜 L。

聚焦镜 L ,用于将透过所述半波片的啁啾脉冲和所述已产生 π 相位差的待测脉冲对进行汇聚 ,汇聚后的脉冲入射至和频脉冲产生器 SHG。

和频脉冲产生器 SHG ,用于对所述汇聚后的脉冲进行和频转换 ,以生成和频脉冲对 ,所述和频脉冲对入射至光谱仪 SP。即 :和频脉冲产生器 SHG ,用于对所述汇聚后的脉冲进行和频转换 ,以生成第一和频脉冲与第二和频脉冲 ,

并将第一和频脉冲与第二和频脉冲入射至光谱仪 SP。在本实施例中，该和频脉冲产生器 SHG 为非线性和频晶体。

光谱仪 SP，用于记录入射的所述和频脉冲对产生的光谱干涉环数据。即：光谱仪 SP 用于记录入射的第一和频脉冲与第二和频脉冲之间的光谱干涉数据。

如图 2 所示，脉冲延迟器 DL 由两个 180° 折反镜组组成；每个所述 180° 折反镜组包含两个等腰直角棱镜，所述等腰直角棱镜的斜边表面均镀有 45° 高反膜，且每个所述 180° 折反镜组中，其中一个等腰直角棱镜的其中一个直角邻面，与另一个等腰直角棱镜的其中一个直角邻面贴至于同一基准面上，且两个等腰直角棱镜的斜边面需相对。需要说明的是，本发明所提供的如图 2 所示的脉冲延迟器 DL，不但具有使脉冲延时的作用，还具有同时实现光路多次折返的作用。因此，通过调节两个 180° 折反镜组其中一个 180° 折反镜组，可在垂直于入射光方向平移量控制光折返次数，即该脉冲延迟器 DL 能够灵活控制光在其内部多次折返的次数，从而使得该脉冲延迟器 DL 的结构更加紧凑，同时具有调整灵活的优点。

其中，双折射晶体 BC 的光轴方向与入射的所述已延时的反射脉冲的传输方向在同一平面上，且该双折射晶体 BC 的光轴方向与入射的所述已延时的反射脉冲的偏振方向成 45° 夹角，且所述双折射晶体 BC 的入射面与出射面均镀有增透膜。

其中，宽带 $1/4$ 波片 BQW 为宽带零阶消色散波片，该宽带 $1/4$ 波片 BQW

的快慢轴方向与入射的所述待测脉冲对的传输方向成 45 度夹角。

其中，脉冲色散器 PD 由第一等腰直角棱镜 P1 与第二等腰直角棱镜 P2 组成，且第一等腰直角棱镜 P1 与第二等腰直角棱镜 P2 的斜边面均镀有宽带增透膜。

其中，偏振分束器 PL 为薄膜分束片，偏振分束器 PL 的法线方向与入射的所述待测脉冲对的传输方向在同一平面上，且偏振分束器 PL 的法线方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向垂直。

另外，偏振分束器 PL 具体用于将所述待测脉冲对中的垂直偏振方向的子脉冲反射至聚焦镜 L，及将所述待测脉冲对中的平行偏振方向的子脉冲透射至聚焦镜 L，及同时将透过所述半波片的啁啾脉冲透射至聚焦镜 L。

其中，光谱仪 SP，用于在调节所述宽带 1/4 波片 BQW，使所述宽带 1/4 波片 BQW 的快轴方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向成 45 度夹角时，记录第一光谱干涉环数据；光谱仪 SP，用于在调节宽带 1/4 波片 BQW，使宽带 1/4 波片 BQW 的快轴方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向成负 45 度夹角时，记录第二光谱干涉环数据。光谱仪 SP 还用于将第一光谱干涉环数据、及第二光谱干涉环数据分别传出到电脑终端进行处理。其中，光谱仪 SP 在记录第一光谱干涉环数据时，需要调节宽带 1/4 波片 BQW，使 BQW 的快轴方向与入射光的偏振方向成 45 度夹角；然后，光谱仪 SP 在记录第二光谱干涉环数据时，需要调节宽带 1/4 波片 BQW，使 BQW 的快轴方向再转动 90 度，即使 BQW

的快轴方向与入射光的偏振方向成负 45 度夹角。

另外，需要说明的是，本发明实施例中还应用到了几个如 M1 至 M6 所示的反射镜，用于在该装置中起到协作作用，从而使脉冲反射至相应位置，在这里不详加赘述。

本实施例所提供的装置在测量时，假设入射脉冲为 p 偏振，则半波片 HW 的快慢轴与其入射光的偏振方向水平或垂直即可。双折射晶体的快慢轴与其入射光的偏振方向成约 45° 夹角，进而产生等强度的快光和慢光。调节宽带 $1/4$ 波片 BQW，使它的快慢轴方向与从双折射晶体出射的快光、慢光处于平行角度或垂直状态时，光谱仪 SP 记录第一光谱干涉环数据；然后 90° 旋转宽带 $1/4$ 波片，光谱仪 SP 记录第二光谱干涉环数据。

光谱仪 SP 测到的第一光谱干涉环数据 D_1 的计算公式如下：

$$D_1 = |E_1(\omega)|^2 + |E_2(\omega - \Omega)|^2 + 2|E_1(\omega)E_2(\omega - \Omega)|\cos[\omega\tau + \psi(\omega) - \psi(\omega - \Omega)]$$

其中， E 表示电场， τ 表示第一和频脉冲与第二和频脉冲之间的时间延迟， Ω 表示第一和频脉冲与第二和频脉冲之间的中心频率差， ψ 表示相位。

相应的，光谱仪 SP 测到的第二光谱干涉环数据 D_2 的计算公式则如下：

$$D_2 = |E_1(\omega)|^2 + |E_2(\omega - \Omega)|^2 - 2|E_1(\omega)E_2(\omega - \Omega)|\cos[\omega\tau + \psi(\omega) - \psi(\omega - \Omega)]$$

则通过两次傅里叶变换可得到超短脉冲激光的时间（光谱）振幅和相位，计算公式如下：

$$D_1 - D_2 = 4|E_1(\omega)E_2(\omega - \Omega)|\cos[\omega\tau + \psi(\omega) - \psi(\omega - \Omega)]$$

在本实施例的仿真实验中，当待测脉冲在 10 飞秒左右时，分束器 BS 将该

待测脉冲分为两束，反射脉冲输出至脉冲延时器 DL，经由 DL 输出至双折射晶体 BC 和宽带 1/4 波片 BQW。然后经过一偏振分束片 PL 被聚焦镜 L 聚焦到和频脉冲产生器 SHG。而透射脉冲入射至脉冲色散器 PD，被该脉冲色散器展宽为时间宽度约 5 皮秒的啁啾脉冲。该啁啾脉冲经过一半波片 HW 后，被偏振分束片 PL 反射，然后被聚焦镜 L 聚焦到和频脉冲产生器 SHG。本实验中，该和频脉冲产生器 SHG 为非线性和频晶体，为一厚度约为几十微米的 β -BBO 晶体，可以采用第一类相位匹配，也可采用第二类相位匹配。第一和频脉冲和第二和频脉冲的光谱形状相似，但中心频率偏移约 2.5 纳米。最终，第一和频脉冲和第二和频脉冲被光谱仪 SP 接收。测量时，宽带 1/4 波片 BQW，使得其入射脉冲的偏振方向与 BQW 的快轴平行，光谱仪 SP 记录第一光谱干涉环数据；然后 90°转动宽带 1/4 波片 BQW，光谱仪 SP 再记录第二光谱干涉环数据。本实验中，光谱仪 SP 为光纤光谱仪，光谱分辨率约为 0.02 纳米。

综上所述，本发明第一实施例所提供的装置，所产生待测脉冲对的光学元件仅由一双折射晶体组成，并且二步相移的调整也仅由一宽带 1/4 波片完成。另外，产生啁啾脉冲的脉冲色散器也是由两等腰直角棱镜组成，结构非常紧凑。从而避免了现有的装置中对脉冲展宽器、延时器、光学分束器以及反射镜等光学元件的大量使用，因此大大简化了整个装置的结构，同时具有更高的稳定性和紧凑性。

本发明第二实施例提供了一种光谱干涉测量系统，所述系统包括上述光谱

相位干涉装置内所包含的所有元件，以及具有上述光谱相位干涉装置所具有的功能，在此处不详加赘述。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制发明，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。

权利要求书

1、一种光谱相位干涉装置，其特征在于，所述装置包括：

分束器，用于将待测脉冲分离成反射脉冲和透射脉冲，其中，所述反射脉冲入射至脉冲延时器，所述透射脉冲入射至脉冲色散器；

所述脉冲色散器，用于将所述透射脉冲展宽成啁啾脉冲，所述啁啾脉冲入射至半波片；

所述半波片，用于调整所述啁啾脉冲的偏振方向，透过所述半波片的啁啾脉冲入射至偏振分束器；

所述脉冲延时器，用于使所述反射脉冲产生延时，已延时的反射脉冲入射至双折射晶体；

所述双折射晶体，用于使所述已延时的反射脉冲产生具有相对时间延迟的待测脉冲对，所述待测脉冲对入射至宽带 $1/4$ 波片；

所述宽带 $1/4$ 波片，用于调整所述待测脉冲对，以使所述待测脉冲对中，两个子脉冲的相对相位之间产生 π 相位差，已产生 π 相位差的待测脉冲对入射至所述偏振分束器；

所述偏振分束器，用于将所述已产生 π 相位差的待测脉冲对以及透过所述半波片的啁啾脉冲同时入射至聚焦镜；

所述聚焦镜，用于将所述透过所述半波片和所述已产生 π 相位差的待测脉冲对进行汇聚，汇聚后的脉冲入射至和频脉冲产生器；

所述和频脉冲产生器，用于对所述汇聚后的脉冲进行和频转换，以生成和频脉冲对，所述和频脉冲对入射至光谱仪；

所述光谱仪，用于记录入射的所述和频脉冲对产生的光谱干涉环数据。

2、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：

所述脉冲延迟器由两个 180° 折反镜组组成；每个所述 180° 折反镜组包含两个等腰直角棱镜，所述等腰直角棱镜的斜边表面均镀有 45° 高反膜；

每个所述 180° 折反镜组中，其中一个等腰直角棱镜的其中一个直角邻面，与另一个等腰直角棱镜的其中一个直角邻面贴至于同一基准面上，且两个等腰直角棱镜的斜边面相对。

3、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：

所述双折射晶体的光轴方向与入射的所述已延时的反射脉冲的传输方向在同一平面上，且所述双折射晶体的光轴方向与入射的所述已延时的反射脉冲的偏振方向成 45° 夹角，且所述双折射晶体的入射面与出射面均镀有增透膜。

4、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：

所述宽带 $1/4$ 波片为宽带零阶消色散波片，所述宽带 $1/4$ 波片的快慢轴方向与入射的所述待测脉冲对的传输方向成 45° 夹角。

5、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：

所述脉冲色散器由第一等腰直角棱镜与第二等腰直角棱镜组成，且所述第一等腰直角棱镜与所述第二等腰直角棱镜的斜边面均镀有宽带增透膜。

6、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：

所述偏振分束器为薄膜分束片，所述偏振分束器的法线方向与入射的所述待测脉冲对的传输方向在同一平面上，且所述偏振分束器的法线方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向垂直。

7、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述偏振分束器具体用于：

将所述待测脉冲对中的垂直偏振方向的子脉冲反射至所述聚焦镜，及将所述待测脉冲对中的平行偏振方向的子脉冲透射至所述聚焦镜，及同时将透过所述半波片的啁啾脉冲透射至所述聚焦镜。

8、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：

所述光谱仪，用于在所述宽带 $1/4$ 波片的快轴方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向成 45 度夹角时，记录第一光谱干涉环数据；

所述光谱仪，用于在所述宽带 $1/4$ 波片的快轴方向与入射的所述待测脉冲对的偏振方向成负 45 度夹角时，记录第二光谱干涉环数据。

9、一种光谱相位干涉系统，其特征在于，所述系统包括如权利要求 1-9 中任一项所述的光谱相位干涉装置。

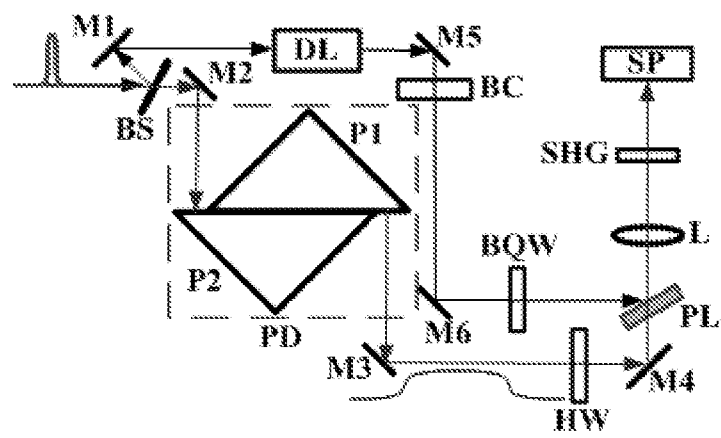


图 1

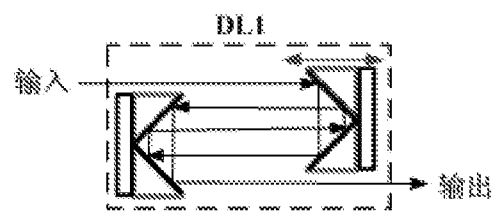


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/087290

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J 3/45 (2006.01) i; G01J 9/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01J 3/-; G01J 9/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 深圳大学, 徐世祥, 黄佳, 郑水钦, 李玲, 陈振宽, 蔡懿, 刘俊敏, 光谱, 相位干涉, SPIDER, 啁啾, 脉冲, 双折射晶体, 二步相移, 波片, spectr+, spectrum, phase, beam split+, bi-refrangent crystal, wave plate, chirp pulse, interfer+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106441583 A (SHENZHEN UNIVERSITY), 22 February 2017 (22.02.2017), description, paragraphs [0033]-[0078], and figures 1-2	1-9
A	CN 104236726 A (SHENZHEN UNIVERSITY), 24 December 2014 (24.12.2014), entire document	1-9
A	CN 102175333 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 07 September 2011 (07.09.2011), entire document	1-9
A	CN 101294850 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY), 29 October 2008 (29.10.2008), entire document	1-9
A	CN 1936523 A (EAST CHINA NORMAL UNIVERSITY), 28 March 2007 (28.03.2007), entire document	1-9
A	US 2006033923 A1 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY), 16 February 2006 (16.02.2006), entire document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 January 2018	Date of mailing of the international search report 29 January 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Jianliang Telephone No. (86-10) 53962399

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/087290

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106441583 A	22 February 2017	None	
CN 104236726 A	24 December 2014	CN 104236726 B	19 April 2017
CN 102175333 A	07 September 2011	CN 102175333 B	18 June 2014
CN 101294850 A	29 October 2008	None	
CN 1936523 A	28 March 2007	CN 100595536 C	24 March 2010
US 2006033923 A1	16 February 2006	JP 3834789 B2	18 October 2006
		US 7177027 B2	13 February 2007
		CA 2486246 C	02 December 2008
		WO 03098328 A1	27 November 2003
		CA 2486246 A1	27 November 2003
		JP 2003337309 A	28 November 2003

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/087290

A. 主题的分类 G01J 3/45(2006.01)i; G01J 9/02(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G01J3/-;G01J9/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 深圳大学, 徐世祥, 黄佳, 郑水钦, 李玲, 陈振宽, 蔡懿, 刘俊敏, 光谱, 相位干涉, SPIDER, 啁啾, 脉冲, 双折射晶体, 二步相移, 波片, spectr+, spectrum, phase, beam split+, bi-refrangent crystal, wave plate, chirp pulse, interfer+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 106441583 A (深圳大学) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 说明书第[0033]段至第[0078]段、附图1-2	1-9
A	CN 104236726 A (深圳大学) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文	1-9
A	CN 102175333 A (北京工业大学) 2011年 9月 7日 (2011 - 09 - 07) 全文	1-9
A	CN 101294850 A (中山大学) 2008年 10月 29日 (2008 - 10 - 29) 全文	1-9
A	CN 1936523 A (华东师范大学) 2007年 3月 28日 (2007 - 03 - 28) 全文	1-9
A	US 2006033923 A1 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) 2006年 2月 16日 (2006 - 02 - 16) 全文	1-9
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2018年 1月 10日		2018年 1月 29日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		王建良 电话号码 (86-10)53962399

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/087290

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	106441583	A	2017年 2月 22日	无	
CN	104236726	A	2014年 12月 24日	CN	104236726 B 2017年 4月 19日
CN	102175333	A	2011年 9月 7日	CN	102175333 B 2014年 6月 18日
CN	101294850	A	2008年 10月 29日	无	
CN	1936523	A	2007年 3月 28日	CN	100595536 C 2010年 3月 24日
US	2006033923	A1	2006年 2月 16日	JP	3834789 B2 2006年 10月 18日
				US	7177027 B2 2007年 2月 13日
				CA	2486246 C 2008年 12月 2日
				WO	03098328 A1 2003年 11月 27日
				CA	2486246 A1 2003年 11月 27日
				JP	2003337309 A 2003年 11月 28日