(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2015 年 5 月 14 日 (14.05.2015)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2015/066939 A1

(51) 国际专利分类号:
H01S 3/13 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/087012

(22) 国际申请日: 2013 年 11 月 13 日 (13.11.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201310542956.X 2013 年 11 月 5 日 (05.11.2013) CN

(71) 申请人: **深圳市华星光电技术有限公司 (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市光明新区塘明大道 9-2 号, Guangdong 518132 (CN)。

(72) 发明人: **张翔 (ZHANG, Xiang)**; 中国广东省深圳市光明新区塘明大道 9-2 号, Guangdong 518132 (CN)。

(74) 代理人: **深圳市德力知识产权代理事务所 (COMIPS INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE)**; 中国广东省深圳市深南中路新闻大厦 1 号楼 3 楼 307 室, Guangdong 518027 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) **Title**: LASER FREQUENCY REGULATION METHOD AND LASER FREQUENCY REGULATION SYSTEM

(54) **发明名称** : 调节激光频率的方法及激光频率调节系统

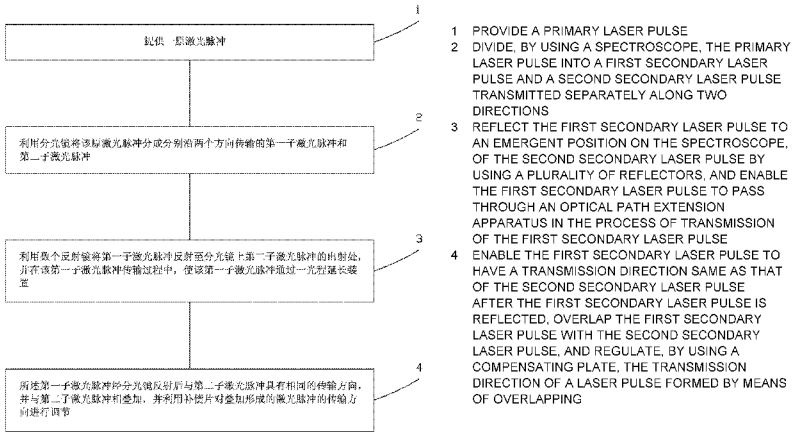


图2 / FIG. 2

(57) **Abstract**: A laser frequency regulation method and a laser frequency regulation system. The laser frequency regulation method comprises: step 1: providing a primary laser pulse (10); step 2: dividing the primary laser pulse (10) into a first secondary laser pulse (11) and a second secondary laser pulse (12) by using a spectroscope (20); step 3: reflecting the first secondary laser pulse (11) to an emergent position on the spectroscope (20), of the second secondary laser pulse (12) by using a plurality of reflectors (30),and enabling the first secondary laser pulse (11) to pass through an optical path extension apparatus (40) in the process of transmission of the first secondary laser pulse (11), and step 4: overlapping the first secondary laser pulse (11) with the second secondary laser pulse (12), and regulating, by using a compensating plate (50), the transmission direction of a laser pulse (13) formed by means of overlapping.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2015/066939 A1

一种调节激光频率的方法及激光频率调节系统，该调节激光频率的方法包括：步骤 1、提供一原激光脉冲（10）；步骤二、利用分光镜（20）将原激光脉冲（10）分成第一子激光脉冲（11）和第二子激光脉冲（12）；步骤 3、利用数个反射镜（30）将第一子激光脉冲（11）反射至分光镜（20）上第二子激光脉冲（12）的出射处，并在第一子激光脉冲（11）的传输过程中，使第一子激光脉冲（11）通过一光程延长装置（40）；步骤 4、第一子激光脉冲（11）与第二子激光脉冲（12）相叠加，并利用补偿片（50）调节叠加形成的激光脉冲（13）的传输方向。

调节激光频率的方法及激光频率调节系统

技术领域

本发明涉及平板显示技术，尤其涉及一种调节激光频率的方法及激光频率调节系统。

背景技术

近年来显示技术发展很快，平板显示器以其完全不同的显示和制造技术使之同传统的视频图像显示器有很大的差别。传统的视频图像显示器主要为阴极射线管 CRT(Cathode ray tubes)；而平板显示器与之的主要区别在于重量和体积(厚度) 方面的变化，通常平板显示器的厚度不超过 10cm，当然还有其他的不同，如显示原理、制造材料、工艺以及视频图像显示驱动方面的各项技术等。

平板显示器具有完全平面化、轻、薄、省电等特点，并朝着高分辨率、低功耗、高集成度的方向发展，但传统的非晶硅受限于自身的特性无法满足上述要求，作为非晶硅的最佳替代者——多晶硅能够满足平板显示器未来发展的需求，因此低温多晶硅（LTPS）显示技术成为显示领域的宠儿。

作为低温多晶硅显示技术的核心工艺环节，多晶硅的制作方式及材料特性决定着显示器的性能。目前已知的多晶硅制备方式包括：低压化学气相沉积（LPCVD）、固相结晶、金属诱导和激光退火等。目前业界应用最为广泛的制备方式是激光退火工艺，通过激光产生的高温将非晶硅熔融重结晶成多晶硅。虽然通过调节激光的参数可以使得结晶效果得到优化，但由于受机台规格限制，可以调制的参数及其范围有限，比如激光频率，使得我们无法对多晶硅的结晶过程及效果进行更深入的研究。

如图 1 所示，其为现有的激光退火工艺中激光脉冲光路示意图，图中的原激光脉冲 100 经过一分光镜 200 后将原激光脉冲 100 分裂成两个子激光脉冲 101、102，子激光脉冲 101、102 的能量均为原激光脉冲 100 的 50%，其中，子激光脉冲 101 经过四个反光镜 300 反射后传输回至分光镜 200 处，与子激光脉冲 102 相叠加，由于经过分光镜 200 后的子激光脉冲 101、102 在垂直方向上存在一段下移距离，因此，采用补偿片 400 将叠加后的激光脉冲 103 调节至原始的垂直位置。在该过程中，相较于子激光脉冲 102，子激光脉冲 101 传输的距离要长，所以会与子激光脉冲 102 存在

时间延迟，子激光脉冲 101 和子激光脉冲 102 最终叠加在一起形成上图所示的激光脉冲 104。由于受机台规格限制，如图 1 所示的四个反光镜 300 的位置全部固定，无法再进行调节，最终所形成的激光脉冲 104 为固定形式，无法对多晶硅的结晶过程及效果进行更进一步的改善。

发明内容

本发明的目的在于提供一种调节激光频率的方法，通过将原激光脉冲分成两子激光脉冲，并在其中一子激光脉冲的原本光路中增加光程延长装置来进一步增大两子激光脉冲的光程差，以成为两个明显分立的子激光脉冲，最后以两者的叠加来实现激光的频率调节。

本发明的另一目的在于提供一种激光频率调节系统，通过增加光程延长装置来增加子激光脉冲的光程，可以有效地拓宽激光脉冲的频率范围，并且在相同的时间内，基板可以接受更多的激光照射，可以进一步完善多晶硅的结晶效果。

为实现上述目的，本发明提供一种调节激光频率的方法，包括以下步骤：

步骤 1、提供一原激光脉冲；

步骤 2、利用分光镜将该原激光脉冲分成分别沿两个方向传输的第一子激光脉冲和第二子激光脉冲；

步骤 3、利用数个反射镜将第一子激光脉冲反射至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，并在该第一子激光脉冲传输过程中，使该第一子激光脉冲通过一光程延长装置；

步骤 4、所述第一子激光脉冲经分光镜反射后与第二子激光脉冲具有相同的传输方向，并与第二子激光脉冲相叠加，并利用补偿片对叠加形成的激光脉冲的传输方向进行调节。

所述第一子激光脉冲为原激光脉冲在分光镜上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲为原激光脉冲部分穿过该分光镜出射而形成，通过调节分光镜的反射系数来调节第一子激光脉冲和第二子激光脉冲占原激光脉冲的能量比。

所述第一子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%，所述第二子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%。

所述光程延长装置包括：光学晶体及设于所述光学晶体两端的高透光率防反射层，所述第一子激光脉冲从光学晶体一端的高透光率防反射层入射，并从光学晶体另一端的高透光率防反射层出射。

所述光学晶体为存在电光效应的光学晶体，所述光学晶体对应波长为308nm的激光时的折射率大于 3，所述高透光率防反射层由MgF_2或者Al_2O_3制成。

所述反射镜的数量为四个，分别为第一至第四反射镜，所述第一子激光脉冲从分光镜出射后经过第一反射镜反射后传输至第三反射镜，经过第三反射镜反射后传输至所述光程延长装置，并穿过该光程延长装置后传输至第二反射镜，经过第二反射镜反射后传输至第四反射镜，经过第四反射镜反射后以一定角度传输至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，以与第二子激光脉冲相叠加。

所述第一子激光脉冲与第二子激光脉冲叠加形成的激光脉冲经补偿片调节后，与原激光脉冲具有相同的传输方向，且处于同一水平高度上。

本发明还提供一种调节激光频率的方法，包括以下步骤：

步骤 1、提供一原激光脉冲；

步骤 2、利用分光镜将该原激光脉冲分成分别沿两个方向传输的第一子激光脉冲和第二子激光脉冲；

步骤 3、利用数个反射镜将第一子激光脉冲反射至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，并在该第一子激光脉冲传输过程中，使该第一子激光脉冲通过一光程延长装置；

步骤 4、所述第一子激光脉冲经分光镜反射后与第二子激光脉冲具有相同的传输方向，并与第二子激光脉冲相叠加，并利用补偿片对叠加形成的激光脉冲的传输方向进行调节；

其中，所述光程延长装置包括：光学晶体及设于所述光学晶体两端的高透光率防反射层，所述第一子激光脉冲从光学晶体一端的高透光率防反射层入射，并从光学晶体另一端的高透光率防反射层出射；

其中，所述光学晶体为存在电光效应的光学晶体，所述光学晶体对应波长为 308nm的激光时的折射率大于 3，所述高透光率防反射层由MgF_2或者Al_2O_3制成。

所述第一子激光脉冲为原激光脉冲在分光镜上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲为原激光脉冲部分穿过该分光镜出射而形成，通过调节分光镜的反射系数来调节第一子激光脉冲和第二子激光脉冲占原激光脉冲的能量比。

所述第一子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%，所述第二子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%。

所述反射镜的数量为四个，分别为第一至第四反射镜，所述第一子激

光脉冲从分光镜出射后经过第一反射镜反射后传输至第三反射镜，经过第三反射镜反射后传输至所述光程延长装置，并穿过该光程延长装置后传输至第二反射镜，经过第二反射镜反射后传输至第四反射镜，经过第四反射镜反射后以一定角度传输至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，以与第二子激光脉冲相叠加。

所述第一子激光脉冲与第二子激光脉冲叠加形成的激光脉冲经补偿片调节后，与原激光脉冲具有相同的传输方向，且处于同一水平高度上。

本发明还提供一种激光频率调节系统，包括：

一入射口、一分光镜、数个反射镜、一光程延长装置、一补偿片及一出射口；该分光镜相对该入射口设置，该补偿片相对该出射口设置；一原激光脉冲从该入射口入射至分光镜处，经分光镜分成沿两个方向传输的第一子激光脉冲和第二子激光脉冲，所述数个反射镜将该第一子激光脉冲以一定角度反射至该分光镜上第二子激光脉冲出射处，并与第二子激光脉冲叠加后经过补偿片调节传输方向后从该出射口射出，所述光程延长装置设于该第一子激光脉冲的传输光路中。

所述第一子激光脉冲为原激光脉冲在分光镜上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲为原激光脉冲部分穿过该分光镜出射而形成，通过调节分光镜的反射系数来调节第一子激光脉冲和第二子激光脉冲占原激光脉冲的能量比，所述第一子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%，所述第二子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%；

所述光程延长装置包括：光学晶体及设于所述光学晶体两端的高透光率防反射层，所述第一子激光脉冲从光学晶体一端的高透光率防反射层入射，并从光学晶体另一端的高透光率防反射层出射，所述光学晶体为存在电光效应的光学晶体，所述光学晶体对应波长为 308nm的激光时的折射率大于 3，所述高透光率防反射层由MgF_2或者Al_2O_3制成。

所述反射镜的数量为四个，分别为第一至第四反射镜，所述第一子激光脉冲从分光镜出射后经过第一反射镜反射后传输至第三反射镜，经过第三反射镜反射后传输至所述光程延长装置，并穿过该光程延长装置后传输至第二反射镜，经过第二反射镜反射后传输至第四反射镜，经过第四反射镜反射后以一定角度传输至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，以与第二子激光脉冲相叠加。

本发明的有益效果：本发明的调节激光频率的方法及激光频率调节系统，通过将原激光脉冲分成两子激光脉冲，并在其中一子激光脉冲的原本光路中增加光程延长装置来进一步增大两子激光脉冲的光程差，以成为两

个明显分立的子激光脉冲，最后以两者的叠加来实现激光的频率调节；同时，由于光程延长装置的电光效应是一种快速低功耗的光学效应，可以通过调制电压的波形实现对两子激光脉冲时间延迟的实时调节，进而实时动态的调节两子激光脉冲之间的时间延迟，因此，本发明可以有效的拓宽激光的频率范围，并且在相同的时间内，基板可以接受更多的激光照射，可以进一步完善多晶硅的结晶效果。

为了能更进一步了解本发明的特征以及技术内容，请参阅以下有关本发明的详细说明与附图，然而附图仅提供参考与说明用，并非用来对本发明加以限制。

附图说明

下面结合附图，通过对本发明的具体实施方式详细描述，将使本发明的技术方案及其它有益效果显而易见。

附图中，

图 1 为现有技术中激光退火工艺中激光脉冲光路示意图；

图 2 为本发明调节激光频率的方法的流程图；

图 3 为本发明激光调节频率系统的激光脉冲光路示意图；

图 4 为图 3 中光程延长装置的结构示意图。

具体实施方式

为更进一步阐述本发明所采取的技术手段及其效果，以下结合本发明的优选实施例及其附图进行详细描述。

本发明是针对激光退火工艺环节中激光脉冲的频率参数进行优化，使得频率可调的范围增大，进而进一步完善多晶硅的结晶效果。本发明的实现方式是在激光脉冲经过分光镜后分成两子激光脉冲，并在一子激光脉冲的原本光路中增加光程延长（OLEX，Optical Length Extension）装置，将两子激光脉冲的光程差进一步的增大，将经过分光镜后的两子激光脉冲明显的区分开来，从而利用两子激光脉冲的叠加来实现激光脉冲的频率调节，很好地解决了现有技术中由于受限于机台规格，无法进一步调节激光脉冲的参数，而无法对多晶硅的结晶过程和效果进行更深入的研究这一问题。

请参阅图 2 至图 4，本发明调节激光频率的方法，具体包括以下步骤：

步骤 1、提供一原激光脉冲 10。

该原激光脉冲 10 可用于制备多晶硅的激光退火工艺。优选的，该原激光脉冲 10 的波长为 308nm。

步骤 2、利用分光（beam splitter，BS）镜 20 将该原激光脉冲 10 分成分别沿两个方向传输的第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12。

所述第一子激光脉冲 11 为原激光脉冲 10 在分光镜 20 的一个面上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲 12 为原激光脉冲 10 部分穿过该分光镜 20 从另一面出射而形成。因此，可以通过调节分光镜 20 的反射系数来调节第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12 占原激光脉冲 10 的能量比。在本实施例中，所述第一子激光脉冲 11 的能量为原激光脉冲 10 的能量的 50%，所述第二子激光脉冲 12 的能量为原激光脉冲 10 的能量的 50%。

步骤 3、利用数个反射镜 30 将第一子激光脉冲 11 反射至分光镜 20 上第二子激光脉冲 12 的出射处，并在该第一子激光脉冲 11 传输过程中，使该第一子激光脉冲 11 通过一光程延长装置 40。

在本实施例中，所述光程延长装置 40 包括：光学晶体 42 及设于所述光学晶体 42 两端的高透光率防反射层 44，所述第一子激光脉冲 11 从光学晶体 42 一端的高透光率防反射层 44 入射，并从光学晶体 42 另一端的高透光率防反射层 44 出射。由于光学晶体 42 的折射率（N 值）大于空气的折射率，第一子激光脉冲 11 通过光程延长装置 40 后会使得第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12 相对时延进一步增长，由原本存在重合的形式变为明显分开的两个子激光脉冲，为实现激光脉冲的倍频提供了条件。

激光退火工艺的制程机理较为复杂，激光脉冲不同的时间间隔对最终的退火效果将产生不同的效果。为了增加制程调试的空间，进一步提高激光退火工艺的效果，本发明中光程延长装置 40 中的光学晶体 42 并非传统的固定折射率的光学晶体，而是选用存在电光效应的光学晶体 42（电光效应是指在电场的作用下，晶体的介电常数，即其折射率发生改变的效应），通过改变光学晶体 42 两端所加电压从而实现其折射率的调制。由于光学晶体 42 折射率可变，使得第一子激光脉冲 11 传输过程中经过的光程距离是可变的，从而可动态的调节第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12 两者之间的时间延迟。同时由于电光效应是一种快速低功耗的光学效应，可以通过调制电压的波形实现对第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12 时间延迟的实时调节。

进一步地，所述光学晶体 42 选择标准是对应波长为 308nm 的激光时的折射率优选大于 3，且吸光系数（K 值）越小越好。

另外，为了减少第一子激光脉冲 11 传输过程中的损耗，所述高透光率防反射层 44 优选由MgF_2或者Al_2O_3制成。

在本实施例中，所述反射镜 30 的数量为四个，分别为第一至第四反射镜 32、34、36、38，该四个反射镜 30 的设置位置能够保证第一子激光脉冲 11 以一定的角度射向分光镜 20 上第二子激光脉冲 12 的出射处即可，也可与现有技术中四个反射镜（如图 1 中的反射镜 300）设置的位置相同；所述光程延长装置 40 设于第二、第三反射镜 34、36 之间。该第一子激光脉冲 11 的传输光路为：所述第一子激光脉冲 11 从分光镜 20 出射后经过第一反射镜 32 反射后传输至第三反射镜 36，经过第三反射镜 36 反射后传输至所述光程延长装置 40，并穿过该光程延长装置 40 后传输至第二反射镜 34，经过第二反射镜 34 反射后传输至第四反射镜 38，经过第四反射镜 38 反射后以一定角度传输至分光镜 20 上第二子激光脉冲 12 的出射处，以便经过分光镜 20 反射后与穿过分光镜 20 的第二子激光脉冲 12 具有相同的传播方向，进而可与第二子激光脉冲 12 相叠加。

作为可供选择的，本发明还可以在第一子激光脉冲 11 的传输光路中设置多个光程延长装置 40，进而可以进一步加大第一子激光脉冲 11 与第二子激光脉冲 12 的光程差。该多个光程延长装置 40 的长度可以相等，也可以不等，具体根据两反射镜 30 之间的距离进行选择，且保证设置光程延长装置 40 处不会影响光路路径（即保证第一子激光脉冲 11 可以按照现有技术中的路径进行传输）。

步骤 4、所述第一子激光脉冲 11 经分光镜 20 反射后与第二子激光脉冲 12 具有相同的传输方向，并与第二子激光脉冲 12 相叠加，并利用补偿片（CP）50 对叠加形成的激光脉冲 13 的传输方向进行调节。

所述第一子激光脉冲 11 与第二子激光脉冲 12 通过上述方式进行叠加，不仅仅可以实现激光脉冲的倍频效果，并且还能够实时动态的调节子激光脉冲之间的时间延迟。为激光退火工艺研究多晶硅的结晶过程及效果优化提供了条件。

所述第一子激光脉冲 11 与第二子激光脉冲 12 叠加形成的激光脉冲经补偿片 50 调节后，与原激光脉冲 10 具有相同的传输方向，且处于同一水平高度上，如图 3 所示。

请参阅图 3 及图 4，本发明还提供一种激光频率调节系统，包括：一入射口 22、一出射口 24、一分光镜 20、一补偿片 50、数个反射镜 30 及一光程延长装置 40。所述分光镜 20 相对该入射口 22 设置，所述补偿片 50 相对该出射口 24 设置，一原激光脉冲 10 从该入射口 22 入射至分光镜

20 处，经分光镜 20 分成沿两个方向传输的第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12，所述数个反射镜 30 将该第一子激光脉冲 11 以一定角度反射至该分光镜 20 上第二子激光脉冲 12 出射处，并与第二子激光脉冲 12 叠加后经过补偿片 50 调节传输方向后从该出射口 24 射出，所述光程延长装置 40 设于该第一子激光脉冲 11 的传输光路中。

该原激光脉冲 10 可用于制备多晶硅的激光退火工艺。优选的，该原激光脉冲 10 的波长为 308nm。所述第一子激光脉冲 11 为原激光脉冲 10 在分光镜 20 的一个面上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲 12 为原激光脉冲 10 部分穿过该分光镜 20 从另一面出射而形成。因此，可以通过调节分光镜 20 的反射系数来调节第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12 占原激光脉冲 10 的能量比。在本实施例中，所述第一子激光脉冲 11 的能量为原激光脉冲 10 的能量的 50%，所述第二子激光脉冲 12 的能量为原激光脉冲 10 的能量的 50%。

在本实施例中，所述光程延长装置 40 包括：光学晶体 42 及设于所述光学晶体 42 两端的高透光率防反射层 44，所述第一子激光脉冲 11 从光学晶体 42 一端的高透光率防反射层 44 入射，并从光学晶体 42 另一端的高透光率防反射层 44 出射。所述光学晶体 42 选择标准是对应波长为 308nm 的激光时的折射率优选大于 3，且吸光系数（K 值）越小越好。由于光学晶体 42 的折射率（N 值）大于空气的折射率，第一子激光脉冲 11 通过光程延长装置 40 后会使得第一子激光脉冲 11 和第二子激光脉冲 12 相对时延进一步增长，由原本存在重合的形式变为明显分开的两个子激光脉冲，为实现激光脉冲的倍频提供了条件。

在本实施例中，所述反射镜 30 的数量为四个，分别为第一至第四反射镜 32、34、36、38，该四个反射镜 30 的设置位置能够保证第一子激光脉冲 11 以一定的角度射向分光镜 20 上第二子激光脉冲 12 的出射处即可，也可与现有技术中四个反射镜（如图 1 中的反射镜 300）设置的位置相同；所述光程延长装置 40 设于第二、第三反射镜 34、36 之间。该第一子激光脉冲 11 的传输光路为：所述第一子激光脉冲 11 从分光镜 20 出射后经过第一反射镜 32 反射后传输至第三反射镜 36，经过第三反射镜 36 反射后传输至所述光程延长装置 40，并穿过该光程延长装置 40 后传输至第二反射镜 34，经过第二反射镜 34 反射后传输至第四反射镜 38，经过第四反射镜 38 反射后以一定角度传输至分光镜 20 上第二子激光脉冲 12 的出射处，以便经过分光镜 20 反射后与穿过分光镜 20 的第二子激光脉冲 12 具有相同的传播方向，进而可与第二子激光脉冲 12 相叠加。

作为可供选择的，本发明还可以在第一子激光脉冲 11 的传输光路中设置多个光程延长装置 40，进而可以进一步加大第一子激光脉冲 11 与第二子激光脉冲 12 的光程差。该多个光程延长装置 40 的长度可以相等，也可以不等，具体根据两反射镜 30 之间的距离进行选择，且保证设置光程延长装置 40 处不会影响光路路径（即保证第一子激光脉冲 11 可以按照现有技术中的路径进行传输）。

综上所述，本发明的调节激光频率的方法及激光频率调节系统，通过将原激光脉冲分成两子激光脉冲，并在其中一子激光脉冲的原本光路中增加光程延长装置来进一步增大两子激光脉冲的光程差，以成为两个明显分立的子激光脉冲，最后以两者的叠加来实现激光的频率调节；同时，由于光程延长装置的电光效应是一种快速低功耗的光学效应，可以通过调制电压的波形实现对两子激光脉冲时间延迟的实时调节，进而实时动态的调节两子激光脉冲之间的时间延迟，因此，本发明可以有效的拓宽激光的频率范围，并且在相同的时间内，基板可以接受更多的激光照射，可以进一步完善多晶硅的结晶效果。

以上所述，对于本领域的普通技术人员来说，可以根据本发明的技术方案和技术构思作出其他各种相应的改变和变形，而所有这些改变和变形都应属于本发明权利要求的保护范围。

权 利 要 求

1、一种调节激光频率的方法，包括以下步骤：

步骤 1、提供一原激光脉冲；

步骤 2、利用分光镜将该原激光脉冲分成分别沿两个方向传输的第一子激光脉冲和第二子激光脉冲；

步骤 3、利用数个反射镜将第一子激光脉冲反射至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，并在该第一子激光脉冲传输过程中，使该第一子激光脉冲通过一光程延长装置；

步骤 4、所述第一子激光脉冲经分光镜反射后与第二子激光脉冲具有相同的传输方向，并与第二子激光脉冲相叠加，并利用补偿片对叠加形成的激光脉冲的传输方向进行调节。

2、如权利要求 1 所述的调节激光频率的方法，其中，所述第一子激光脉冲为原激光脉冲在分光镜上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲为原激光脉冲部分穿过该分光镜出射而形成，通过调节分光镜的反射系数来调节第一子激光脉冲和第二子激光脉冲占原激光脉冲的能量比。

3、如权利要求 2 所述的调节激光频率的方法，其中，所述第一子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%，所述第二子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%。

4、如权利要求 1 所述的调节激光频率的方法，其中，所述光程延长装置包括：光学晶体及设于所述光学晶体两端的高透光率防反射层，所述第一子激光脉冲从光学晶体一端的高透光率防反射层入射，并从光学晶体另一端的高透光率防反射层出射。

5、如权利要求 4 所述的调节激光频率的方法，其中，所述光学晶体为存在电光效应的光学晶体，所述光学晶体对应波长为 308nm的激光时的折射率大于 3，所述高透光率防反射层由MgF_2或者Al_2O_3制成。

6、如权利要求 1 所述的调节激光频率的方法，其中，所述反射镜的数量为四个，分别为第一至第四反射镜，所述第一子激光脉冲从分光镜出射后经过第一反射镜反射后传输至第三反射镜，经过第三反射镜反射后传输至所述光程延长装置，并穿过该光程延长装置后传输至第二反射镜，经过第二反射镜反射后传输至第四反射镜，经过第四反射镜反射后以一定角度传输至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，以与第二子激光脉冲相叠加。

7、如权利要求 1 所述的调节激光频率的方法，其中，所述第一子激光脉冲与第二子激光脉冲叠加形成的激光脉冲经补偿片调节后，与原激光脉冲具有相同的传输方向，且处于同一水平高度上。

8、一种调节激光频率的方法，包括以下步骤：

步骤 1、提供一原激光脉冲；

步骤 2、利用分光镜将该原激光脉冲分成分别沿两个方向传输的第一子激光脉冲和第二子激光脉冲；

步骤 3、利用数个反射镜将第一子激光脉冲反射至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，并在该第一子激光脉冲传输过程中，使该第一子激光脉冲通过一光程延长装置；

步骤 4、所述第一子激光脉冲经分光镜反射后与第二子激光脉冲具有相同的传输方向，并与第二子激光脉冲相叠加，并利用补偿片对叠加形成的激光脉冲的传输方向进行调节；

其中，所述光程延长装置包括：光学晶体及设于所述光学晶体两端的高透光率防反射层，所述第一子激光脉冲从光学晶体一端的高透光率防反射层入射，并从光学晶体另一端的高透光率防反射层出射；

其中，所述光学晶体为存在电光效应的光学晶体，所述光学晶体对应波长为 308nm的激光时的折射率大于 3，所述高透光率防反射层由MgF_2或者Al_2O_3制成。

9、如权利要求 8 所述的调节激光频率的方法，其中，所述第一子激光脉冲为原激光脉冲在分光镜上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲为原激光脉冲部分穿过该分光镜出射而形成，通过调节分光镜的反射系数来调节第一子激光脉冲和第二子激光脉冲占原激光脉冲的能量比。

10、如权利要求 9 所述的调节激光频率的方法，其中，所述第一子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%，所述第二子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%。

11、如权利要求 8 所述的调节激光频率的方法，其中，所述反射镜的数量为四个，分别为第一至第四反射镜，所述第一子激光脉冲从分光镜出射后经过第一反射镜反射后传输至第三反射镜，经过第三反射镜反射后传输至所述光程延长装置，并穿过该光程延长装置后传输至第二反射镜，经过第二反射镜反射后传输至第四反射镜，经过第四反射镜反射后以一定角度传输至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，以与第二子激光脉冲相叠加。

12、如权利要求 8 所述的调节激光频率的方法，其中，所述第一子激

光脉冲与第二子激光脉冲叠加形成的激光脉冲经补偿片调节后，与原激光脉冲具有相同的传输方向，且处于同一水平高度上。

13、一种激光频率调节系统，包括：一入射口、一分光镜、数个反射镜、一光程延长装置、一补偿片及一出射口；该分光镜相对该入射口设置，该补偿片相对该出射口设置；一原激光脉冲从该入射口入射至分光镜处，经分光镜分成沿两个方向传输的第一子激光脉冲和第二子激光脉冲，所述数个反射镜将该第一子激光脉冲以一定角度反射至该分光镜上第二子激光脉冲出射处，并与第二子激光脉冲叠加后经过补偿片调节传输方向后从该出射口射出，所述光程延长装置设于该第一子激光脉冲的传输光路中。

14、如权利要求 13 所述的激光频率调节系统，其中，所述第一子激光脉冲为原激光脉冲在分光镜上部分反射而形成，所述第二子激光脉冲为原激光脉冲部分穿过该分光镜出射而形成，通过调节分光镜的反射系数来调节第一子激光脉冲和第二子激光脉冲占原激光脉冲的能量比，所述第一子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%，所述第二子激光脉冲的能量为原激光脉冲的能量的 50%；

所述光程延长装置包括：光学晶体及设于所述光学晶体两端的高透光率防反射层，所述第一子激光脉冲从光学晶体一端的高透光率防反射层入射，并从光学晶体另一端的高透光率防反射层出射，所述光学晶体为存在电光效应的光学晶体，所述光学晶体对应波长为 308nm的激光时的折射率大于 3，所述高透光率防反射层由MgF_2或者Al_2O_3制成。

15、如权利要求 13 所述的激光频率调节系统，其中，所述反射镜的数量为四个，分别为第一至第四反射镜，所述第一子激光脉冲从分光镜出射后经过第一反射镜反射后传输至第三反射镜，经过第三反射镜反射后传输至所述光程延长装置，并穿过该光程延长装置后传输至第二反射镜，经过第二反射镜反射后传输至第四反射镜，经过第四反射镜反射后以一定角度传输至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，以与第二子激光脉冲相叠加。

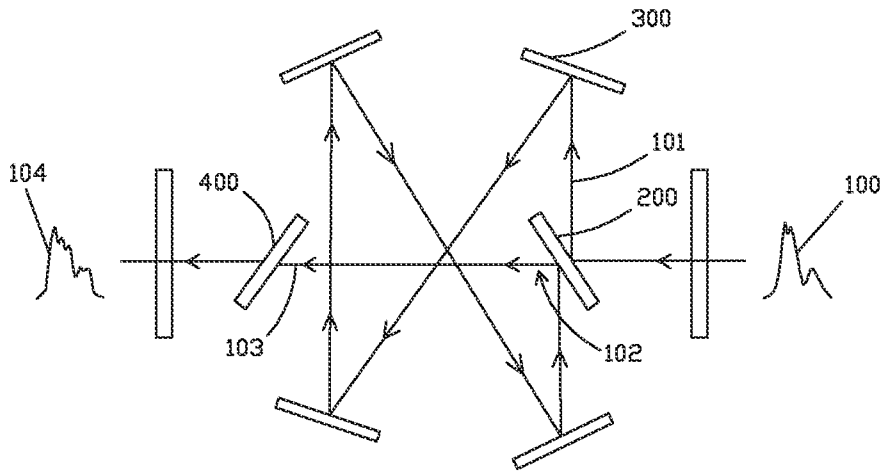


图1

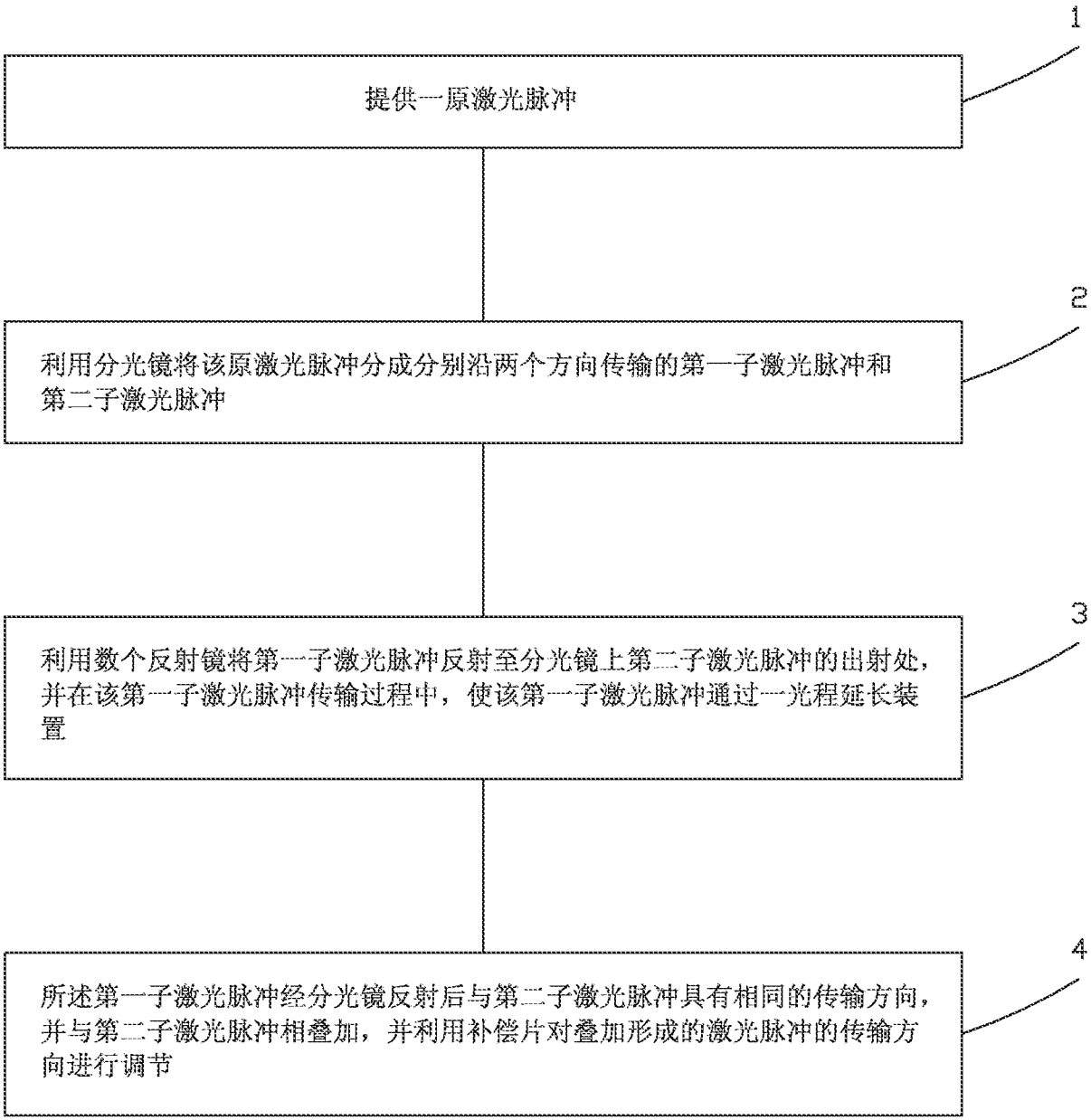

1
提供一原激光脉冲
2
利用分光镜将该原激光脉冲分成分别沿两个方向传输的第一子激光脉冲和第二子激光脉冲
3
利用数个反射镜将第一子激光脉冲反射至分光镜上第二子激光脉冲的出射处，并在该第一子激光脉冲传输过程中，使该第一子激光脉冲通过一光程延长装置
4
所述第一子激光脉冲经分光镜反射后与第二子激光脉冲具有相同的传输方向，并与第二子激光脉冲相叠加，并利用补偿片对叠加形成的激光脉冲的传输方向进行调节

图2

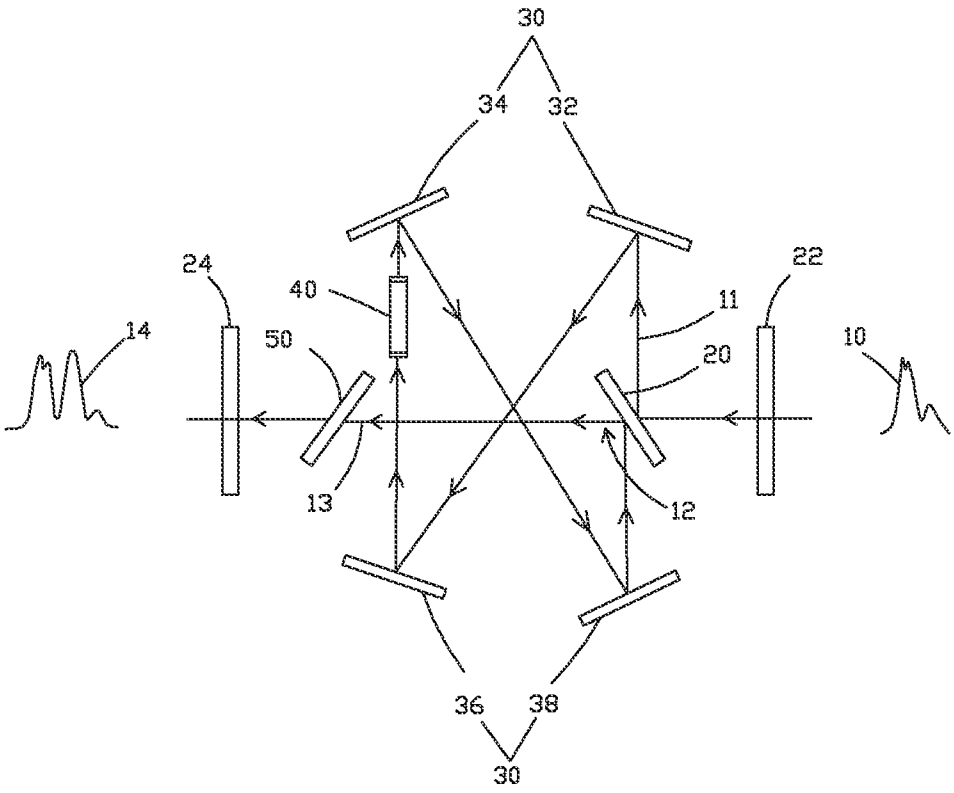


图3

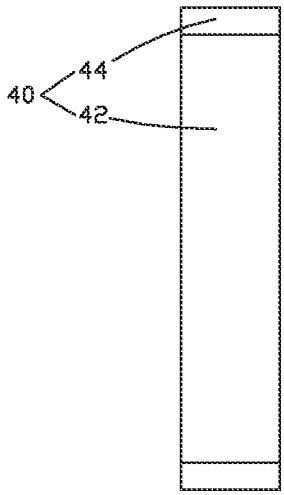


图4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/087012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 3/13 (2006. 01) 1; H01S 3/10 (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)

H01S 3/-

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)

CNKI, CNPAT, CNTXT, EPODOC, WPI: frequency modulation, frequency conversion, light split, plane mirror, optical path, phase position, compensation, crystal, media, laser?, frequenc?, wavelength, control+, adjust+, chang+, var+, divid+, pulse?, extend+, expams+, stretch+, beam w split+, BS?, mirror?, relay+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 7822092 B2 (CYMER INC.) 26 October 2010 (26.10.2010) description, column 37, lines 1-40, and figure 32	1-15
A	JP 2005148549 A (GIGAPHOTON INC. et al.) 09 June 2005 (09.06.2005) the whole document	1-15
A	FR 2580122 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 10 October 1986 (10.10.1986) the whole document	1-15
A	DE 202009001152 U1 (COHERENT GMBH) 14 May 2009 (14.05.2009) the whole document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 July 2014	05 August 2014
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 FANG, Yuanfeng Telephone No. (86-10) 82245142

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/087012

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 7822092 B2	26 October 2010	EP 1952493 A2	06 August 2008
		JP 2011176358 A	08 September 2011
		KR 20080066974 A	17 July 2008
		KR 20110091788 A	12 August 2011
		JP 2009514246 A	02 April 2009
		US 2008144671 A1	19 June 2008
		WO 2007053335 A2	10 May 2007
		KR 101194231 B1	29 October 2012
		US 2008165337 A1	10 July 2008
		US 7999915 B2	16 August 2011
		US 2008225904 A1	18 September 2008
		US 7643529 B2	05 January 2010
		US 2008225908 A1	18 September 2008
		US 7746913 B2	29 June 2010
		US 2008267241 A1	30 October 2008
		US 7715459 B2	11 May 2010
		US 2008267242 A1	30 October 2008
		US 7630424 B2	08 December 2009
		US 2009067468 A1	12 March 2009
		US 7920616 B2	05 April 2011
		US 2009122825 A1	14 May 2009
		US 7778302 B2	17 August 2010
		US 2009296758 A1	03 December 2009
		US 2009296755 A1	03 December 2009
		TWI 324423 B	01 May 2010
		US 2010108913 A1	06 May 2010
		US 7885309 B2	08 February 2011
		US 2011102759 A1	05 May 2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/087012

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
		US 8170078 B2	01 May 2012
		US 2012002687 A1	05 January 2012
		US 8144740 B1	27 March 2012
		US 2012087386 A1	12 April 2012
		SG 141800 A1	28 May 2008
		SG 141800 B	31 October 2011
		KR 101238739 B1	04 March 2013
		JP 5506194 B2	28 May 2014
JP 2005148549 A	09 June 2005	None	
FR 2580122 A1	10 October 1986 日	FR 2580122 B1	28 October 1988
		EP 0197848 B1	05 September 1990
		DE 3673849 D1	11 October 1990
		EP 0197848 A1	15 October1986
DE 202009001152 U1	14 May 2009	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2013/087012

A. 主题的分类

H01S 3/13(2006.01)i；H01S 3/10(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)

H01S3/-

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））

CNKI,CNPAT,CNTXT,EPODOC,WPI:激光,镭射,频率,波长,改变,调节,控制,调频,变频,脉冲,分光,分束,平面镜,反射镜,反光镜,光程,相位,位相,时延,延长,补偿,晶体,介质,laser?,frequenc?,wavelength,control+,adjust+,chang+,var+,divid+,pulse?,extend+,expams+,stretch+,beam w split+,BS?,mirror?,relay+

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
X	US 7822092B2 (CYMER INC.) 2010年 10月 26日 (2010-10-26) 说明书第37栏第1-40行、附图32	1-15
A	JP 2005148549A (GIGAPHOTON INC.等) 2005年 6月 09日 (2005-06-09) 全文	1-15
A	FR 2580122A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 1986年 10月 10日 (1986-10-10) 全文	1-15
A	DE 202009001152U1 (COHERENT GMBH) 2009年 5月 14日 (2009-05-14) 全文	1-15

☐ 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
2014年 7月 02日	2014年 8月 05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) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451	房元锋 电话号码 (86-10)82245142

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/087012

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）
US 7822092B2	2010年 10月 26日	EP	1952493A2	2008年 8月 06日
		JP	2011176358A	2011年 9月 08日
		KR	20080066974A	2008年 7月 17日
		KR	20110091788A	2011年 8月 12日
		JP	2009514246A	2009年 4月 02日
		US	2008144671A1	2008年 6月 19日
		WO	2007053335A2	2007年 5月 10日
		KR	101194231B1	2012年 10月 29日
		US	2008165337A1	2008年 7月 10日
		US	7999915B2	2011年 8月 16日
		US	2008225904A1	2008年 9月 18日
		US	7643529B2	2010年 1月 05日
		US	2008225908A1	2008年 9月 18日
		US	7746913B2	2010年 6月 29日
		US	2008267241A1	2008年 10月 30日
		US	7715459B2	2010年 5月 11日
		US	2008267242A1	2008年 10月 30日
		US	7630424B2	2009年 12月 08日
		US	2009067468A1	2009年 3月 12日
		US	7920616B2	2011年 4月 05日
		US	2009122825A1	2009年 5月 14日
		US	7778302B2	2010年 8月 17日
		US	2009296758A1	2009年 12月 03日
		US	2009296755A1	2009年 12月 03日
		TW	I324423B	2010年 5月 01日
		US	2010108913A1	2010年 5月 06日
		US	7885309B2	2011年 2月 08日
		US	2011102759A1	2011年 5月 05日
		US	8170078B2	2012年 5月 01日
		US	2012002687A1	2012年 1月 05日
		US	8144740B1	2012年 3月 27日
		US	2012087386A1	2012年 4月 12日
		SG	141800A1	2008年 5月 28日
		SG	141800B	2011年 10月 31日
		KR	101238739B1	2013年 3月 04日
		JP	5506194B2	2014年 5月 28日
JP 2005148549A	2005年 6月 09日		无	
FR 2580122A1	1986年 10月 10日	FR	2580122B1	1988年 10月 28日
		EP	0197848B1	1990年 9月 05日
		DE	3673849D1	1990年 10月 11日
		EP	0197848A1	1986年 10月 15日
DE 202009001152U1	2009年 5月 14日		无	