(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
2024 年 6 月 13 日 (13.06.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/119680 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 11/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/086034

(22) 国际申请日: 2023 年 4 月 3 日 (03.04.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202211545084.8 2022年12月5日 (05.12.2022) CN

(71) 申请人: 上海拜安传感技术有限公司 (**SHANGHAI BAIANTEK SENSING TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国上海市浦东新区卡园二路108号1幢, Shanghai 201201 (CN)。

(72) 发明人: 钟少龙 (**ZHONG, Shaolong**); 中国上海市浦东新区卡园二路108号1幢, Shanghai 201201 (CN)。 刘昌霞 (**LIU, Changxia**); 中国上海市浦东新区卡园二路108号1幢, Shanghai 201201 (CN)。 龙亮 (**LONG, Liang**); 中国上海市浦东新区卡园二路108号1幢, Shanghai 201201 (CN)。 凌晶芳 (**LING, Jingfang**); 中国上海市浦东新区卡园二路108号1幢, Shanghai 201201 (CN)。 郭智慧 (**GUO, Zhihui**); 中国上海市浦东新区卡园二路108号1幢, Shanghai 201201 (CN)。 周作兴 (**ZHOU, Zuoxing**); 中国上海市浦东新区卡园二路108号1幢, Shanghai 201201 (CN)。

(74) 代理人: 上海双诚知识产权代理事务所（普通合伙） (**SSC INTELLECTUAL PROPERTY FIRM**); 中国上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区台中南路138号东楼211室, Shanghai 200131 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) **Title:** DISPLACEMENT MEASUREMENT DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种位移测量装置及其制造方法

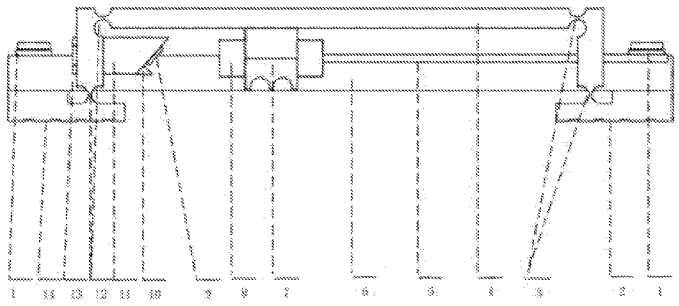


图 1

(57) **Abstract:** A displacement measurement device and a manufacturing method therefor. The displacement measurement device comprises: a left fixing support (14) and a right fixing support (2), wherein the left fixing support (14) and the right fixing support (2) are mounted on a surface of a target object to be subjected to measurement; and support beams provided between the left fixing support (14) and the right fixing support (2), wherein the support beams comprise a left support beam (12), a right support beam (3), and a top support beam (4) provided between the left support beam (12) and the right support beam (3); a cantilever beam (11) is provided on the left support beam (12); a blazed grating chip (9) is provided at the end of the cantilever beam (11) away from the left support beam (12); a collimating unit (8) is provided below the top support beam (4); a light incident side of the collimating unit (8) receives a light source signal; and a light emergent side of the collimating unit (8) is configured to output the collimated light source signal to the blazed grating chip (9). The displacement measurement device can capture small displacements of the target object to be subjected to measurement, can measure a displacement variation from the nanometer level to the millimeter level, has the characteristics of high sensitivity and high precision, and can be applied to extensive scenarios.

WO 2024/119680 A1

[见续页]

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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))。

(57) 摘要: 一种位移测量装置及其制造方法，包括：左侧固定支座（14）和右侧固定支座（2），左侧固定支座（14）和右侧固定支座（2）安装于待测目标物表面；以及设置在左侧固定支座（14）和右侧固定支座（2）之间的支撑梁；支撑梁包括左侧支撑梁（12）、右侧支撑梁（3）以及设置在左侧支撑梁（12）和右侧支撑梁（3）之间的顶部支撑梁（4）；左侧支撑梁（12）上设置有悬臂梁（11），悬臂梁（11）远离左侧支撑梁（12）的端部设置有闪耀光栅芯片（9）；顶部支撑梁（4）的下方设置有准直单元（8），准直单元（8）的入光侧接收光源信号，准直单元（8）的出光侧用于将准直后的光源信号输出至闪耀光栅芯片（9）。位移测量装置能够捕捉待测目标物的微小位移量，实现纳米级到毫米级的位移变化量的测量，具有高灵敏度和高精度特性，适用场景广泛。

一种位移测量装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及位移测量技术领域，具体涉及一种位移测量装置及其制造方法。

背景技术

[0002] 位移测量技术广泛应用于工业、军事、航空航海以及通讯等各种领域。现有技术中的光学检测装置（如激光干涉仪，光电自准直仪等）的系统结构复杂，体积大，难以测量微小位移，或对微小位移变化量不敏感，而且上述仪器对测量环境要求高而很难应用于工业高精度在线测量领域，尤其在风力发电机叶片载荷监测、风机叶片法兰松动的微小位移监测、螺栓松动监测等领域。为此，需要设计一种能够测量微小位移、灵敏度高、且能够适用于多种复杂环境的位移测量装置。

发明内容

[0003] 为了克服相关技术中诸多问题中的至少一者，本发明提供了一种位移测量装置及其制造方法。

[0004] 根据本公开实施例的第一方面，提供一种位移测量装置，包括：左侧固定支座和右侧固定支座，所述的左侧固定支座和右侧固定支座安装于待测目标物表面；以及设置在左侧固定支座与右侧固定支座之间的支撑梁；

所述的支撑梁包括左侧支撑梁、右侧支撑梁以及设置在左侧支撑梁和右侧支撑梁之间的顶部支撑梁；

所述的左侧支撑梁上设置有悬臂梁，悬臂梁远离左侧支撑梁的端部设置有闪耀光栅芯片；

顶部支撑梁的下方设置有准直单元，所述准直单元的入光侧接收光源信号，所述准直单元的出光侧用于将准直后的光源信号输出至所述闪耀光栅芯片。

[0005] 可选的一个实施例中，所述准直单元的入光侧连接有光纤，所述的光源信号通过所述光纤输入准直单元的入光侧。

[0006] 可选的一个实施例中，所述的光纤为镀金或聚酰亚胺涂覆的光纤，所述光纤远离准直单元的一端穿过右侧支撑梁，所述光纤与右侧支撑梁之间的间隙采用焊接密封。

[0007] 可选的一个实施例中，所述的左侧固定支座和右侧固定支座通过粘接或焊接方式安装于待测目标物表面。

[0008] 可选的一个实施例中，所述闪耀光栅芯片为 MEMS 工艺制造芯片，其上设置有若干微镜片，经过准直单元的光源信号照射至所述微镜片，并经过所述微镜片对入射光波长选择

性反射后进入准直单元且被信号接收模块采集。

[0009] 可选的一个实施例中，左侧支撑梁设置在所述左侧固定支座上，右侧支撑梁设置在所述右侧固定支座上，左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处设置有增敏结构，和/或，右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处设置有增敏结构。

[0010] 可选的一个实施例中，所述的顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处设置有增敏结构，和/或，所述的顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处设置有增敏结构。

[0011] 可选的一个实施例中，所述的左侧固定支座和右侧固定支座之间还设置有可拆卸的保护梁，所述的保护梁在装配状态下用于防止位移测量装置变形。

[0012] 可选的一个实施例中，所述的准直单元通过固定单元设置于顶部支撑梁上，所述的固定单元用于调整准直单元的姿态和/或位置。

[0013] 可选的一个实施例中，所述的准直单元和固定单元采用镀金处理，且准直单元和固定单元通过焊接连接。

[0014] 可选的一个实施例中，所述悬臂梁的端部一侧设置有限位部，所述限位部用于定位闪耀光栅芯片的安装位置。

[0015] 可选的一个实施例中，所述位移测量装置还包括密封单元，所述的密封单元一端连接所述的悬臂梁，另一端连接所述的准直元件，以在悬臂梁和准直元件之间形成密封通道。

[0016] 可选的一个实施例中，所述的位移测量装置的外部设置有壳体，所述壳体密封位移测量装置内部的元件。

[0017] 根据本公开实施例的第二方面，提供一种如第一方面所述的位移测量装置的制造方法，所述方法包括：

将支撑梁固定在左侧固定支座与右侧固定支座之间；

通过固定元件将保护梁的两端分别可拆卸的连接在左侧固定支座与右侧固定支座上。

[0018] 可选的一个实施例中，在左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处加工增敏结构，和/或，在右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处加工增敏结构，和/或，在顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处加工增敏结构，和/或，在顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处加工增敏结构。

[0019] 可选的一个实施例中，左侧支撑梁上安装悬臂梁，所述悬臂梁的端部一侧设置有限位部，根据所述限位部的位置安装闪耀光栅芯片。

[0020] 可选的一个实施例中，固定单元安装于顶部支撑梁上后，将准直单元安装于固定单元，并调节固定单元以获得设计所需的准直单元姿态和/或位置；

调节完成以后，将准直单元焊接到固定单元上，其中，准直单元和固定单元采用镀金处理。

[0021] 可选的一个实施例中，将密封单元一端连接所述的悬臂梁，另一端连接所述的准直元件，以在悬臂梁和准直元件之间形成密封通道；并在位移测量装置的外部罩设壳体以密封位移测量装置内部的元件。

[0022] 本发明的技术方案具有如下优点或有益效果：

（1）所述的位移测量装置设置有支撑梁，并在支撑梁上集成有悬臂梁、闪耀光栅芯片、准直单元等器件，并采用光学测量原理以捕捉被测物体的微小位移量，所述的测量装置能够对纳米级的位移变化量进行测量。并且悬臂梁的安装方式增大了位移传感器的测量标距，进而增加了位移测量装置的测量灵敏度。另外，采用无源的光纤位移测量单元，使得本发明的装置适用于各种强磁场环境，以及室外恶劣环境等特殊环境，而且适合长期工作。

[0023] （2）左侧固定支座和右侧固定支座通过粘接或焊接方式安装于待测目标物表面，提高了位移测量装置的安装稳定性。

[0024] （3）一个实施例中闪耀光栅芯片为 MEMS 工艺制造芯片，其上设置有若干微镜片，经过准直单元的光源信号照射至所述微镜片。由于采用 MEMS 微纳制造技术，将微小的反射镜面组成所述闪耀光栅芯片上，进一步使得本发明能够实现微小角度的测量，并通过角度量和位移量的标定实现对微小位移的测量。

[0025] （4）左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处设置有增敏结构，和/或，右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处设置有增敏结构；以及所述的顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处设置有增敏结构，和/或，所述的顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处设置有增敏结构；通过上述增敏结构的设置有效保证了本发明的位移测量装置的高灵敏度和高精度性能。

[0026] （5）通过设置可拆卸的保护梁，不仅提高了装置的结构强度，同时也确保拆除保护梁后的位移测量装置的测量精度和灵敏度。再者，保护梁设计有效地保证高灵敏支撑梁在加工过程中不会变形，使得本发明的装置易于生产制造。

[0027] （6）采用低温度膨胀系数的金属对多个器件进行镀金处理，降低了器件因温度变化而产生变形的情形，确保了器件的安装精度。再者，所述镀金处理也便于器件进行焊接固定等。

附图说明

[0028] 附图用于更好地理解本发明，不构成对本发明的不当限定。其中：

图 1 是根据本发明实施例的位移测量装置的核心部件装配示意图；

图 2 是根据本发明实施例的位移测量装置的核心部件轴测示意图；

图 3 是根据本发明实施例的位移测量装置的剖视示意图；

图 4 是根据本发明实施例的位移测量装置轴测示意图；

图 5 是根据本发明实施例的闪耀光栅芯片工作原理示意图。

具体实施方式

[0029] 以下结合附图对本发明的示范性实施例做出说明，其中包括本发明实施例的各种细节以助于理解，应当将它们认为仅仅是示范性的。因此，本领域普通技术人员应当认识到，可以对这里描述的实施例做出各种改变和修改，而不会背离本发明的范围和精神。同样，为了清楚和简明，以下的描述中省略了对公知功能和结构的描述。

[0030] 在本申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本申请。在本申请和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解，本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0031] 应当理解，尽管在本申请可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息，但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如，在不脱离本申请范围的情况下，第一信息也可以被称为第二信息，类似地，第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境，如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。

[0032] 为了解决背景技术中的至少一个问题，根据本公开实施例的第一方面，提供一种位移测量装置，其包括：左侧固定支座和右侧固定支座，所述的左侧固定支座和右侧固定支座安装于待测目标物表面；以及设置在左侧固定支座与右侧固定支座之间的支撑梁；所述的支撑梁包括左侧支撑梁、右侧支撑梁以及设置在左侧支撑梁和右侧支撑梁之间的顶部支撑梁；所述的左侧支撑梁上设置有悬臂梁，悬臂梁远离左侧支撑梁的端部设置有闪耀光栅芯片；顶部支撑梁的下方设置有准直单元，所述准直单元的入光侧接收光源信号，所述准直单元的出光侧用于将准直后的光源信号输出至所述闪耀光栅芯片。

[0033] 实践中，常规的位移测量手段难以测量微小的位移量，或者难以提供令人满意的测量精度，或者测量的灵敏度欠佳。为此，本公开提供了一种采用光学测量原理的位移测量装置。示例性的，如图 1 所示，所述的位移测量装置包括左侧固定支座 14 和右侧固定支座 2，所述的左侧固定支座和右侧固定支座安装于待测目标物表面。所述的两个固定支座不仅用于支撑所述的位移测量装置，同时也作为位移测量装置的固定机构，通过复用结构有效降低了测量装置的结构复杂度和制造成本。进一步的，还包括设置在左侧固定支座与右侧固定支座之间的支撑梁；所述的支撑梁包括左侧支撑梁 12、右侧支撑梁 3 以及设置在左侧支撑梁和

右侧支撑梁之间的顶部支撑梁 4。为了便于生产，一个实施例中，所述的支撑梁采用对称结构设计，左侧支撑梁和右侧支撑梁基本平行设置，且竖直安装在各自的对应的支座上。如图 1 所示，所述的左侧支撑梁上设置有悬臂梁 11。所述的悬臂梁可以为圆柱体或长方体，此处不对其形状做具体限定。为了便于安装和固定所述悬臂梁，一个实施例中采用十字形的悬臂梁固定卡扣 13 将悬臂梁固定于所述左侧支撑梁上，并通过焊接方式稳定锁住所述悬臂梁。所述悬臂梁远离左侧支撑梁的端部设置有斜面，所述斜面的一侧设置有限位机构 10。悬臂梁远离左侧支撑梁的端部的斜面上设置有闪耀光栅芯片 9。进一步的，顶部支撑梁的下方设置有准直单元。所述的准直单元包括至少一片光学透镜，射入所述准直单元的光线经过准直后，基本平行地射出准直单元。一个实施例中，所述准直单元的入光侧（如图 1 所示的准直单元的右侧）接收光源信号，所述准直单元的出光侧用于将准直后的光源信号输出至所述闪耀光栅芯片。当被测量目标物发生位移或折弯等时，其位移量将通过左侧固定支座和右侧固定支座中的至少一者传递至支撑梁上，进而引起闪耀光栅芯片反射的光源信号发生变化。通过收集和处理变化的光源信号即可获得被测量目标物的位移量。具体的测量过程将在下文展开。需要说明的是，由于采用了光学测量手段和闪耀光栅芯片，所述的位移测量装置能够敏锐的测量微小的位移量。再者，悬臂梁增大了位移传感器的测量标距，进而增加了位移测量装置的测量灵敏度。

[0034] 可选的一个实施例中，所述准直单元的入光侧连接有光纤 5，所述的光源信号通过所述光纤输入准直单元的入光侧。实践中，本公开的光源信号由扫描光源发出。为了能够使光源信号高效的传递至闪耀光栅芯片处，一个实施例中采用光线作为传输介质。

[0035] 可选的一个实施例中，所述的光纤为镀金或聚酰亚胺涂覆的光纤，所述光纤远离准直单元的一端穿过右侧支撑梁，所述光纤与右侧支撑梁之间的间隙采用焊接密封。如图 1 和 2 所示的示例中，所述的右侧支撑梁上设置有供光纤穿过的通孔。由于所述的通孔与光纤之间存在间隙，如果未对所述缝隙进行密封填充，将导致光纤触碰通孔而磨损或者环境污染物进入测量装置内部，进而影响位移测量装置的测量精度。为此，本公开的一个实施例中采用镀金光纤，进而可采用金锡焊料焊接等方式密封光纤和所述通孔之间的间隙。所述的镀金材料可以为金属或者合金，所述的合金可以为可伐合金等。此外，在光纤表面镀金或者涂覆聚酰亚胺能够提高光纤对高温的耐受性，使其在高温环境下正常工作，进而增大位移测量装置的适用范围。

[0036] 可选的一个实施例中，所述的左侧固定支座和右侧固定支座通过粘接或焊接方式安装于待测目标物表面。相较于采用平面固定支撑座的方式，本公开的一个实施例采用胶粘或

者焊接的方式将固定支座固定于被测量物体表面，此种连接方式有效增大粘贴或者焊接接触面，进而增强固定面的牢固性。

[0037] 可选的一个实施例中，所述闪耀光栅芯片为 MEMS 工艺制造芯片，其上设置有若干微镜片，经过准直单元的光源信号照射至所述微镜片，并经过所述微镜片对入射光波长选择性反射后进入准直单元且被信号接收模块采集。为了获得良好的测量精度以及能够准确的测量微小的位移量，本发明的一个实施例中采用 MEMS 闪耀光栅芯片。所述的 MEMS 闪耀光栅芯片（或称作 MEMS 工艺制造的闪耀光栅芯片）可通过对硅片的湿法腐蚀得到。光栅是最有效的色散分光器件，用于传感测量的闪耀光栅设计主要考虑光谱分辨率，输出线宽越窄越好，以便于后续信号解调获得更高的波长分辨率和波长精度。此外，为了在单个硅片一次批量制造出更多的 MEMS 敏感芯片从而降低单个芯片的成本，以及实现光纤 MEMS 位移传感器的微小型化封装，闪耀光栅需要具有毫米级的小尺寸。本公开一个实施例中采用的闪耀光栅可达到几百纳米的测量精度，且具有高响应速率，长距离传输以及易复用的特点，适用于强电磁干扰环境及腐蚀环境等。因此，本公开展示的位移测量装置可广泛应用在分布传感、实时信号长距离传输、环境恶劣、电源供应受限等场合。具体的，如图 1 和 5 所示，MEMS 闪耀光栅芯片上设置有若干微镜片，所述的微镜片与光栅平面 51 存在预设的夹角，即闪耀角度 β_0。光栅表面的法线 55 与光栅平面 51 垂直。被测物体弯折而发生位移时，光线从入射方向 54 照射至微镜片表面后在表面法线 53 的另一侧产生沿最大衍射方向 52 的反射光；其折弯角度与光源信号的光谱波长之间的关系如下所示：

$$2d\sin\beta_0\cos\theta = m\lambda$$

上式中 d 为光栅栅距； θ 为入射光与微镜片表面法线的夹角，即其由被测物体的弯折角度决定；m 为衍射级数； λ 为衍射波长。

[0038] 实际使用时，光源信号经过准直单元准直后照射至所述微镜片，并经过所述微镜片对入射光波长选择性反射后进入准直单元且被信号接收模块采集。通过分析微镜片选择性反射的波长即可计算出对应的角度 θ，进而获得被测物体的弯折角度。进一步的，通过标定位移测量装置的角度 θ 与位移量之间的映射关系，即可通过 MEMS 闪耀光栅芯片测量角度而获得被测物体的位移量。换言之，该实施例中公开了如何通过测量角度而获得被测物体微小的位移量。

[0039] 可选的一个实施例中，左侧支撑梁设置在所述左侧固定支座上，右侧支撑梁设置在所述右侧固定支座上，左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处设置有增敏结构，和/或，右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处设置有增敏结构。实践中，当位移测量装置的结构强度较大，

尤其是支撑梁的结构强度较大时，所述的位移测量装置对微小角度或位移变化量不敏感，难以捕捉到被测物体的细微变化。为此，本公开的一个实施例中，在支撑梁的至少一个位置上设置增敏结构以提高其为微小位移或角度的测量灵敏性。具体的，如图 1 所示，可在左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处设置有增敏结构，和/或，右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处设置有增敏结构。设置所述的增敏结构的目的是降低支撑梁的拉伸强度，进而在被测量物体的微小形变条件下，支撑梁就会发生较大的位移形变或角度形变。示例性的，所述的增敏结构可以是半圆形的凹陷结构，此处仅是一种举例，不对增敏结构的具体设计做限定。

[0040] 可选的一个实施例中，所述的顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处设置有增敏结构，和/或，所述的顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处设置有增敏结构。进一步的，当需要进一步提高位移测量装置的灵敏度时，可在支撑梁的其它位置设置增敏结构。如在顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处，和/或，所述的顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处。

[0041] 可选的一个实施例中，所述的左侧固定支座和右侧固定支座之间还设置有可拆卸的保护梁，所述的保护梁在装配状态下用于防止位移测量装置变形。如前文所述，当在支撑梁上设置增敏结构后，将显著降低位移测量装置的结构强度。当然，支撑梁自身的尺寸设计或材料选择等也会导致其结构强度较低。此时，位移测量装置在运输或使用等环节会造成支撑梁变形，甚至损坏等。为此，一个实施例中在左侧固定支座和右侧固定支座之间设置可拆卸的保护梁 6。所述的所述保护梁 6 能够为支撑梁提供支撑，从而防止其变形。当位移测量装置安装于被测量物体表面后，则可将所述保护梁拆除。具体使用时，所述的保护梁可通过固定螺丝 1 等便于拆装的元件固定在固定支座上。

[0042] 可选的一个实施例中，所述的准直单元通过固定单元设置于顶部支撑梁上，所述的固定单元用于调整准直单元的姿态和/或位置。一个实施例中，为了精确采集被测量物体引起的光源信号传输的变化，而将准直单元固定在顶部支撑梁上。一个实施例中，通过在顶部支撑梁上设置安装位，然后将固定准直单元的固定单元装配与所述安装位处。另外，所述的固定单元能够调整准直单元的姿态和/或位置，从而使准直单元的出射光基本平行。可以理解的是，固定单元极大的降低了准直单元的安装和调整难度，使得位移测量装置易于生产。

[0043] 可选的一个实施例中，所述的准直单元和固定单元采用镀金处理，且准直单元和固定单元通过焊接连接。在调节好准直单元的角度和位置后，需要对其进行固定。当采用诸如胶水等温度系数较大粘性物质粘接准直单元时，其会直接影响准直单元的固定角度和位置，进而无法获得预期的安装姿态和位置。为此，本公开的一个实施例中，先对固定单元 7 和准直单元 8 进行镀金处理，再对两者进行焊接固定。所述的镀金材料可以为金属或者合金，所

述的合金可以为可伐合金等。

[0044] 可选的一个实施例中，所述悬臂梁的端部一侧设置有限位部 10，所述限位部用于定位闪耀光栅芯片的安装位置。在闪耀光栅芯片安装时，需要所述闪耀光栅芯片 9 的边缘与所述限位部 10 边缘有一个距离范围，作为所述芯片安装位置的参考。

[0045] 可选的一个实施例中，所述位移测量装置还包括密封单元，所述的密封单元一端连接所述的悬臂梁，另一端连接所述的准直元件，以在悬臂梁和准直元件之间形成密封通道。一个实施例中，为了避免芯片表面和准直单元的表面被污染而影响测量精度，而在悬臂梁和准直单元之间设置密封单元。所述的密封单元可以为波纹管，所述的波纹管具有足够的挠性，其能够随被测量物体的位移或角度的变化而变化，降低对支撑梁形变的影响，确保位移测量装置的测量灵敏度和精度。

[0046] 可选的一个实施例中，所述的位移测量装置的外部设置有壳体，所述壳体密封位移测量装置内部的元件。如图 3 和 4 所示的实施例中，所述的位移测量装置通过外部壳体进行封装，以保护其内部的各个元器件。

[0047] 根据本公开实施例的第二方面，提供一种如第一方面所述的位移测量装置的制造方法，所述方法包括：将支撑梁固定在左侧固定支座与右侧固定支座之间；通过固定元件将保护梁的两端分别可拆卸的连接在左侧固定支座与右侧固定支座上。

[0048] 实际制造过程中，可根据图纸设计要求，先加工出支撑梁、悬臂梁、固定单元、左侧固定支座和右侧固定支座等零件，然后进行组装和调试。为了便于产线上批量生产和组装，可先生产和组装位移测量装置的框架结构，例如将支撑梁和保护梁分别固定在左侧固定支座与右侧固定支座之间。

[0049] 可选的一个实施例中，在左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处加工增敏结构，和/或，在右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处加工增敏结构，和/或，在顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处加工增敏结构，和/或，在顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处加工增敏结构。由于支撑梁较薄，直接在支撑梁上加工增敏结构会导致支撑梁变形，进而影响加工精度。因此，在加工增敏结构之前，需要先安装保护梁以提高支撑梁的强度，再进行增敏结构的加工。

[0050] 可选的一个实施例中，左侧支撑梁上安装悬臂梁，所述悬臂梁的端部一侧设置有限位部，根据所述限位部的位置安装闪耀光栅芯片。

[0051] 可选的一个实施例中，固定单元安装于顶部支撑梁上后，将准直单元安装于固定单元，并调节固定单元以获得设计所需的准直单元姿态和/或位置；

调节完成以后，将准直单元焊接到固定单元上，其中，准直单元和固定单元采用镀金处理。

[0052] 可选的一个实施例中，将密封单元一端连接所述的悬臂梁，另一端连接所述的准直元件，以在悬臂梁和准直元件之间形成密封通道；并在位移测量装置的外部罩设壳体以密封位移测量装置内部的元件。

[0053] 上述具体实施方式，并不构成对本发明保护范围的限制。本领域技术人员在考虑说明书及实践本申请公开的技术方案后，将容易想到本公开的其它实施方案。本申请旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本公开的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

[0054] 应当理解的是，本公开并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本公开的范围仅由所附的权利要求来限制。

权 利 要 求 书

1. 一种位移测量装置，包括：左侧固定支座和右侧固定支座，所述的左侧固定支座和右侧固定支座安装于待测目标物表面；以及设置在左侧固定支座与右侧固定支座之间的支撑梁；其特征在于：

所述的支撑梁包括左侧支撑梁、右侧支撑梁以及设置在左侧支撑梁和右侧支撑梁之间的顶部支撑梁；

所述的左侧支撑梁上设置有悬臂梁，悬臂梁远离左侧支撑梁的端部设置有闪耀光栅芯片；

顶部支撑梁的下方设置有准直单元，所述准直单元的入光侧接收光源信号，所述准直单元的出光侧用于将准直后的光源信号输出至所述闪耀光栅芯片。

2. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述准直单元的入光侧连接有光纤，所述的光源信号通过所述光纤输入准直单元的入光侧。

3. 根据权利要求 2 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述光纤为镀金或聚酰亚胺涂覆的光纤，所述光纤远离准直单元的一端穿过右侧支撑梁，所述光纤与右侧支撑梁之间的间隙采用焊接密封。

4. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述的左侧固定支座和右侧固定支座通过粘接或焊接方式安装于待测目标物表面。

5. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述闪耀光栅芯片为 MEMS 工艺制造芯片，其上设置有若干微镜片，经过准直单元的光源信号照射至所述微镜片，并经过所述微镜片对入射光波长选择性反射后进入准直单元且被信号接收模块采集。

6. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

左侧支撑梁设置在所述左侧固定支座上，右侧支撑梁设置在所述右侧固定支座上，左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处设置有增敏结构，和/或，右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处设置有增敏结构；和/或，所述的顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处设置有增敏结构，和/或，所述的顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处设置有增敏结构。

7. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述的左侧固定支座和右侧固定支座之间还设置有可拆卸的保护梁，所述的保护梁在装配状态下用于防止位移测量装置变形。

8. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述的准直单元通过固定单元设置于顶部支撑梁上，所述的固定单元用于调整准直单元的姿态和/或位置；和/或，所述的准直单元和固定单元采用镀金处理，且准直单元和固定单元通

过焊接连接。

9. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述悬臂梁的端部一侧设置有限位部，所述限位部用于定位闪耀光栅芯片的安装位置。

10. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述位移测量装置还包括密封单元，所述的密封单元一端连接所述的悬臂梁，另一端连接所述的准直元件，以在悬臂梁和准直元件之间形成密封通道。

11. 根据权利要求 1 所述的位移测量装置，其特征在于，

所述的位移测量装置的外部设置有壳体，所述壳体密封位移测量装置内部的元件。

12. 如权利要求 1-11 任一所述的位移测量装置的制造方法，其特征在于，

将支撑梁固定在左侧固定支座与右侧固定支座之间；

通过固定元件将保护梁的两端分别可拆卸的连接在左侧固定支座与右侧固定支座上。

13. 根据权利要求 12 所述的制造方法，其特征在于，

在左侧支撑梁与左侧固定支座的连接处加工增敏结构，和/或，在右侧支撑梁与右侧固定支座的连接处加工增敏结构，和/或，在顶部支撑梁与左侧支撑梁的连接处加工增敏结构，和/或，在顶部支撑梁与右侧支撑梁的连接处加工增敏结构。

14. 根据权利要求 13 所述的制造方法，其特征在于，

左侧支撑梁上安装悬臂梁，所述悬臂梁的端部一侧设置限位部，根据所述限位部的位置安装闪耀光栅芯片。

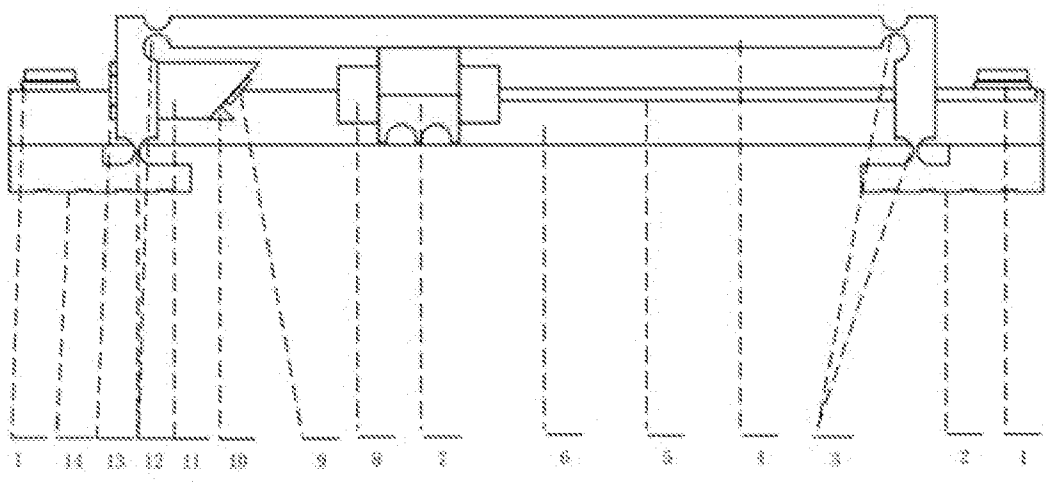
15. 根据权利要求 14 所述的制造方法，其特征在于，

固定单元安装于顶部支撑梁上后，将准直单元安装于固定单元，并调节固定单元以获得设计所需的准直单元姿态和/或位置；

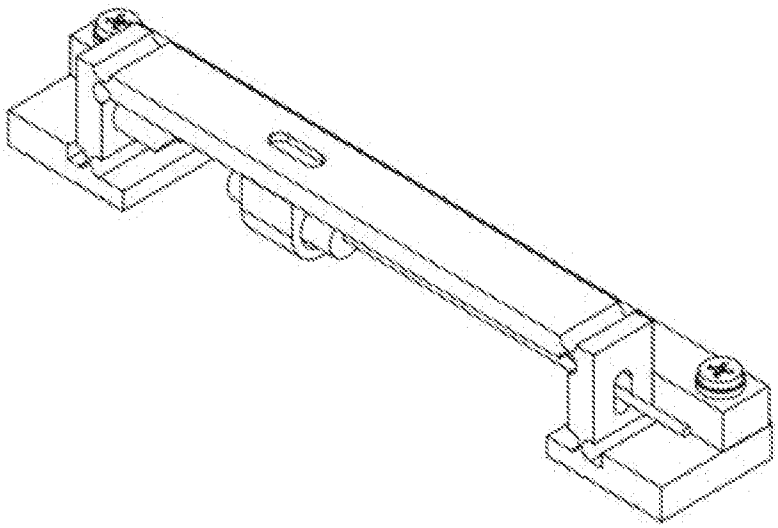
调节完成以后，将准直单元焊接到固定单元上，其中，准直单元和固定单元采用镀金处理。

16. 根据权利要求 15 所述的制造方法，其特征在于，

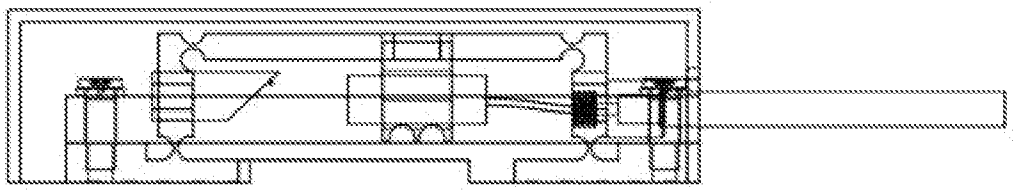
将密封单元一端连接所述的悬臂梁，另一端连接所述的准直元件，以在悬臂梁和准直元件之间形成密封通道；并在位移测量装置的外部罩设壳体以密封位移测量装置内部的元件。



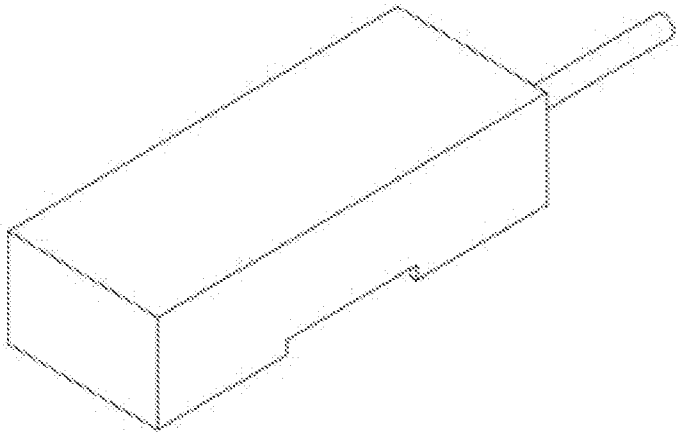
【图号】 图 1



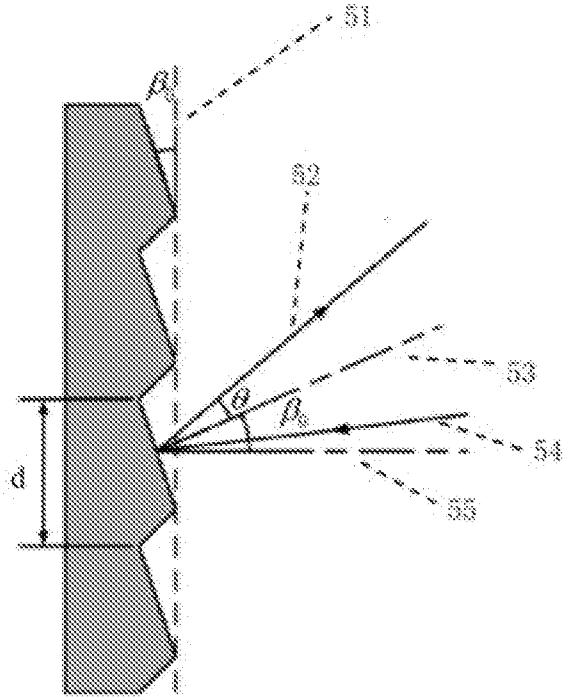
【图号】 图 2



【图号】 图 3



【图号】 图 4



【图号】 图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/086034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 11/02(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)

IPC: G01B+

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)

CNTXT, CJFD, VEN, WPABSC, ENTXTC: 上海拜安, 闪耀光栅, 衍射光栅, 光栅, 光纤, 准直, 悬臂梁, 增敏, 放大, 位移; blazed, diffract+, grating, fiber, fibre, arm, sensitivity, enhanc+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115560682 A (SHANGHAI B&A SENSOR CO., LTD.) 03 January 2023 (2023-01-03) claims 1-16	1-16
Y	JP 2009133693 A (ANRITSU CORP.) 18 June 2009 (2009-06-18) description, paragraphs [0023]-[0044], and figures 6-9	1-16
Y	CN 109506766 A (NINGBO CRRC TIMES TRANSDUCER TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 March 2019 (2019-03-22) description, paragraphs [0043]-[0093], and figures 1-9	1-16
A	CN 102901840 A (ZHEJIANG COLLEGE OF CONSTRUCTION) 30 January 2013 (2013-01-30) entire document	1-16
A	CN 107388982 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 24 November 2017 (2017-11-24) entire document	1-16
A	CN 107917680 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 17 April 2018 (2018-04-17) entire document	1-16

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
30 May 2023	**13 June 2023**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 215984960 U (YUNNAN CONSTRUCTION AND INVESTMENT HOLDING GROUP CO., LTD. et al.) 08 March 2022 (2022-03-08) entire document	1-16
A	EP 3173752 A1 (UNIVERSITY LIBRE DE BRUXELLES) 31 May 2017 (2017-05-31) entire document	1-16
A	JP H0973020 A (TOSHIBA CORP.) 18 March 1997 (1997-03-18) entire document	1-16
A	US 2002079432 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INC.) 27 June 2002 (2002-06-27) entire document	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/086034

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 115560682 A	03 January 2023	None	
JP 2009133693 A	18 June 2009	JP 5049108 B2	17 October 2012
CN 109506766 A	22 March 2019	None	
CN 102901840 A	30 January 2013	None	
CN 107388982 A	24 November 2017	None	
CN 107917680 A	17 April 2018	None	
CN 215984960 U	08 March 2022	None	
EP 3173752 A1	31 May 2017	None	
JP H0973020 A	18 March 1997	None	
US 2002079432 A1	27 June 2002	US 6943950 B2	13 September 2005
		US 2006007546 A1	12 January 2006
		US 7630135 B2	08 December 2009

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/086034

A. 主题的分类

G01B 11/02(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)

IPC：G01B+

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））

CNTXT，CJFD，VEN，WPABSC，ENTXTC：上海拜安，闪耀光栅，衍射光栅，光栅，光纤，准直，悬臂梁，增敏，放大，位移；blazed，diffract+，grating，fiber，fibre，arm，sensitivity，enhanc+

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
PX	CN 115560682 A (上海拜安传感技术有限公司) 2023年1月3日 (2023-01-03) 权利要求1-16	1-16
Y	JP 2009133693 A (ANRITSU CORP.) 2009年6月18日 (2009-06-18) 说明书第[0023]-[0044]段、附图6-9	1-16
Y	CN 109506766 A (宁波中车时代传感技术有限公司) 2019年3月22日 (2019-03-22) 说明书第[0043]-[0093]段、附图1-9	1-16
A	CN 102901840 A (浙江建设职业技术学院) 2013年1月30日 (2013-01-30) 全文	1-16
A	CN 107388982 A (西安交通大学) 2017年11月24日 (2017-11-24) 全文	1-16
A	CN 107917680 A (南京航空航天大学) 2018年4月17日 (2018-04-17) 全文	1-16
A	CN 215984960 U (云南省建设投资控股集团有限公司 等) 2022年3月8日 (2022-03-08) 全文	1-16

☑ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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
2023年5月30日	2023年6月13日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 杨敏 电话号码 (+86) 010-53962436

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	EP 3173752 A1 (UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES) 2017年5月31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-16
A	JP H0973020 A (TOSHIBA CORP.) 1997年3月18日 (1997 - 03 - 18) 全文	1-16
A	US 2002079432 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INC.) 2002年6月27日 (2002 - 06 - 27) 全文	1-16

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/086034

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	115560682	A	2023年1月3日	无			
JP	2009133693	A	2009年6月18日	JP	5049108	B2	2012年10月17日
CN	109506766	A	2019年3月22日	无			
CN	102901840	A	2013年1月30日	无			
CN	107388982	A	2017年11月24日	无			
CN	107917680	A	2018年4月17日	无			
CN	215984960	U	2022年3月8日	无			
EP	3173752	A1	2017年5月31日	无			
JP	H0973020	A	1997年3月18日	无			
US	2002079432	A1	2002年6月27日	US	6943950	B2	2005年9月13日
				US	2006007546	A1	2006年1月12日
				US	7630135	B2	2009年12月8日