

(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
2023 年 5 月 19 日 (19.05.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/083000 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 31/18 (2006.01) **H01L 31/0232** (2014.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/127693

(22) 国际申请日: 2022 年 10 月 26 日 (26.10.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111335830.6 2021 年 11 月 12 日 (12.11.2021) CN

(71) 申请人: 同方威视技术股份有限公司 (NUCTECH COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。北京神目科技有限公司 (BEIJING SHENMUTEK COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市顺义区临空经济核心区融慧园 6 号楼 4-170, Beijing 101399 (CN)。清华大学

(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园 1 号, Beijing 100084 (CN)。

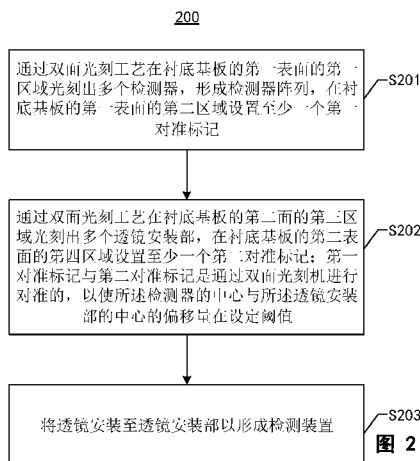
(72) 发明人: 赵自然 (ZHAO, Ziran); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。姜寿禄 (JIANG, Shoulu); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。马旭明 (MA, Xuming); 中国北京市海淀区双清路同方大厦 A 座 2 层, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 中科专利商标代理有限责任公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区西三环北路 87 号 4-312 室, Beijing 100089 (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,

(54) Title: MANUFACTURING METHOD FOR TERAHERTZ DETECTION APPARATUS, AND DETECTION DEVICE

(54) 发明名称: 太赫兹探测装置的制造方法及探测设备



S201 Perform photoetching in a first area of a first surface of a base substrate by means of a double-side photoetching process to obtain a plurality of detectors, so as to form a detector array, and set at least one first alignment mark in a second area of the first surface of the base substrate

S202 Perform photoetching in a third area of a second surface of the base substrate by means of the double-side photoetching process to obtain a plurality of lens mounting portions, and set at least one second alignment mark in a fourth area of the second surface of the base substrate, wherein the first alignment mark is aligned with the second alignment mark by means of a double-side photoetching machine, such that an offset between the center of the detector and the center of the lens mounting portion is a set threshold value

S203 Mount lenses to the lens mounting portions, so as to form a detection apparatus

(57) Abstract: Provided in the present disclosure are a manufacturing method for a terahertz detection apparatus, and a detection device, which can be applied to the technical field of terahertz detection. The terahertz detection apparatus in the embodiments of the present disclosure comprises detectors and lenses, which are arranged in an array. The manufacturing method comprises: performing photoetching in a first area of a first surface of a base substrate by means of a double-side photoetching process to obtain a plurality of detectors, so as to form a detector array, and setting at least one first alignment mark in a second area of the first surface of the base substrate; performing photoetching in a third area of a second surface of the base substrate by means of the double-side photoetching process to obtain a plurality of lens mounting portions, and setting at least one second alignment mark in a fourth area of the second surface of the base substrate; and mounting lenses to the lens mounting portions, so as to form a detection apparatus, wherein the first alignment mark is aligned with the second alignment mark by means of a double-side photoetching machine, such that an offset

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, 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, 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, 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))。

between the center of the detector and the center of the lens mounting portion is a set threshold value, thereby effectively improving the mounting precision of the lens and the detector.

(57) 摘要: 本公开提供了一种太赫兹探测装置的制造方法和探测设备, 可以应用于太赫兹检测技术领域。本公开实施例的太赫兹探测装置包括呈阵列排布的检测器和透镜, 该制造方法包括: 通过双面光刻工艺在衬底基板的第一表面的第一区域光刻出多个检测器, 形成检测器阵列, 在衬底基板的第一表面的第二区域设置至少一个第一对准标记; 通过双面光刻工艺在衬底基板的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部, 在衬底基板的第二表面的第四区域设置至少一个第二对准标记; 将透镜安装至透镜安装部以形成探测装置; 通过双面光刻机将第一对准标记与第二对准标记进行对准, 以使检测器的中心与透镜安装部的中心的偏移量在设定阈值, 有效提高透镜与检测器的安装精度。

太赫兹探测装置的制造方法及探测设备

技术领域

本公开涉及太赫兹检测技术领域，更具体地涉及一种太赫兹探测装置的制造方法及太赫兹探测设备。

背景技术

太赫兹波是指振荡频率在 0.1THz 至 10THz 之间的电磁波，该类电磁波具有穿透性好，单光子能量低、光谱信息丰富等特点，在安检成像、光谱探测、信息通讯等领域具有重要的应用价值。

相关技术中，探测装置的检测器需要安装透镜，从而对信号进行汇聚，一般通过机械件对检测器的衬底进行夹持，并通过机械件加工安装透镜的区域。由于机械加工的精度受到环境温度影响较大，机械夹持部件在进行安装透镜的区域加工时，机械件受热胀冷缩效应的影响，造成误差进一步加大，制造出的太赫兹探测设备的透镜的对准精度较差。

发明内容

鉴于上述问题，本公开提供了一种太赫兹探测装置的制造方法及探测设备，可以有效解决现有技术中存在的上述问题和缺陷。

根据本公开的第一个方面提供了一种太赫兹探测装置的制造方法，所述探测装置包括呈阵列排布的检测器和透镜，所述制造方法包括：通过双面光刻工艺在衬底基板的第一表面的第一区域光刻出多个所述检测器，形成检测器阵列，在所述衬底基板的第一表面的第二区域设置至少一个第一对准标记；通过双面光刻工艺在衬底基板的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部，在所述衬底基板的第二表面的第四区域设置至少一个第二对准标记；将所述透镜安装至所述透镜安装部以形成所述探测装置；其中，在所述第一对准标记设置后以及在所述第二对准标记设置前，通过双面光刻机确定所述第二对准标记的设置位置，完成所述第一对准标记和所述第二对准标记的对准，以使所述检测器的中心与所述透镜安装部的中心的偏移量在设定阈值。

在本公开的一些实施例中，所述检测器在所述衬底基板上的投影位于所述透镜安装部在所述衬底基板上的投影内。

在本公开的一些实施例中，所述检测器包括敏感单元和检测天线，所述检测器的中心与所述敏感单元的中心重合。

在本公开的一些实施例中，所述通过双面光刻工艺在衬底基板的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部包括：在所述衬底基板的第二表面涂覆光刻胶，所述光刻胶的涂覆厚度在 3 微米至 5 微米的范围；对所述光刻胶进行烘干、曝光和显影；对所述衬底基板进行刻蚀，以形成透镜安装部。

在本公开的一些实施例中，所述在所述衬底基板的第二表面涂覆光刻胶包括：在所述衬底基板预涂所述光刻胶，所述预涂的转速为 500 至 700 转/分钟，所述预涂的时间为 5 至 7 秒；在预涂完成后，进行二次涂覆，所述二次涂覆的转速为 5000 至 6000 转/分钟，所述二次涂覆的时间为 15 至 25 秒。

在本公开的一些实施例中，所述烘干包括第一次烘干和第二次烘干；所述第一次烘干的时间为 1.8 至 2.2 分钟，所述第一次烘干的温度为 95 至 105 摄氏度范围内；所述第二次烘干的时间为 0.8 至 1.2 分钟，所述第二次烘干的温度为 85 至 95 摄氏度范围内。

在本公开的一些实施例中，所述曝光时间为 6 至 8 秒，所述显影的时间为 30 至 40 秒。

在本公开的一些实施例中，所述透镜在所述衬底基板的投影为圆形，所述透镜安装部的内径大于所述透镜的外径；所述透镜安装部的内径与所述透镜的外径的差值小于或等于 5 微米。

在本公开的一些实施例中，所述透镜安装部的靠近所述衬底基板一侧的内径小于所述透镜安装部的远离所述衬底基板一侧的内径。

在本公开的一些实施例中，所述透镜安装部的刻蚀深度大于或等于 30 微米。

在本公开的一些实施例中，通过感应耦合等离子体刻蚀机对所述衬底基板进行刻蚀。

在本公开的一些实施例中，所述透镜的类型包括次半球透镜、半球透镜和超半球透镜中的至少一种。

在本公开的一些实施例中，在将所述透镜安装至所述透镜安装部以形成所述探测装置之后，还包括：在所述透镜与所述衬底基板的连接处涂覆粘合剂，以将所述透镜固定在所述衬底基板上；或者在所述衬底基板上安装固定件，以将所述透镜固定在所述衬底基板上。

在本公开的一些实施例中，所述设定阈值为 0 至 10 微米的范围。

本公开的第二方面提供了一种太赫兹探测设备，该太赫兹探测设备包括太赫兹探测装置，所述太赫兹探测装置是通过上文所述的制造方法制造的。

根据本公开上述各种实施例所述的太赫兹探测装置的制造方法，利用双面光刻工艺对透镜安装部进行加工，使透镜安装部的加工精度更高，同时利用双面光刻机将第一对准标记和第二对准标记进行对准，可以使位于衬底基板第二表面的透镜安装部与第一表面的检测器之间的对准精度更高，有效提高透镜与检测器的安装精度，有利于增强检测器的信号接收能力，提高检测器的响应率。

附图说明

通过以下参照附图对本公开实施例的描述，本公开的上述内容以及其他目的、特征和优点将更为清楚，在附图中：

图 1A 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的俯视图；

图 1B 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的仰视图；

图 1C 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的立体视图；

图 2 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法的流程图；

图 3A 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S201 的剖面结构示意图；

图 3B 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S202 的剖面结构示意图；

图 3C 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S203 的剖面结构示意图；

图 3D 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S203 之后的剖面结构示意图；

图 4 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法光刻出透镜安装部的流程图；

图 5 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法制造的透镜安装部的测试深度曲线。

具体实施方式

以下，将参照附图来描述本公开的实施例。但是应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本公开的范围。在下面的详细描述中，为便于解释，阐述了许多具体的细节以提供对本公开实施例的全面理解。然而，明显地，一个或多个实施例在没有这些具体细节的情况下也可以被实施。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本公开的概念。

在此使用的术语仅仅是为了描述具体实施例，而并非意在限制本公开。在此使用的术语“包括”、“包含”等表明了所述特征、步骤、操作和/或部件的存在，但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、步骤、操作或部件。

在此使用的所有术语（包括技术和科学术语）具有本领域技术人员通常所理解的含义，除非另外定义。应注意，这里使用的术语应解释为具有与本说明书的上下文相一致的含义，而不应以理想化或过于刻板的方式来解释。

本公开的实施例提供了一种太赫兹探测装置的制造方法，该太赫兹探测装置包括呈阵列排布的检测器和透镜，该制造方法包括：通过双面光刻工艺在衬底基板的第一表面的第一区域光刻出多个检测器，形成检测器阵列，在衬底基板的第一表面的第二区域设置至少一个第一对准标记；通过双面光刻工艺在衬底基板的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部，在衬底基板的第二表面的第四区域设置至少一个第二对准标记；将透镜安装至透镜安装部以形成探测装置；其中，通过双面光刻机将第一对准标记与第二对准标记进行对准，以使检测器的中心与透镜安装部的中心的偏移量在设定阈值，即在第一对准标记设置后以及在第二对准标记设置前，通过双面光刻机确定第二对准标记的设置位置，完成第一对准标记和第二对准标记的对准。

根据本公开的实施例，通过采用双面光刻工艺来加工检测器和透镜安装部，可以有效提高加工精度，降低加工误差。此外，通过采用双面光刻机将第一对准标记和第二对准标记进行对准，可以进一步减小检测器中心与透镜安装部中心的偏移量，提高

检测器和透镜安装部之间的对准精度，有效提高透镜与检测器的安装精度，有利于增强检测器的信号接收能力，提高检测器的响应率。

图 1A 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的俯视图。图 1B 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的仰视图。图 1C 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的立体视图。

图 1A 至图 1C 示意性示出了本公开实施例的太赫兹探测装置 100 的示意图。需要注意的是，图 1 所示仅为太赫兹探测装置 100 的结构示例，以帮助本领域技术人员理解本公开的技术内容，但并不意味着本公开实施例不可以具有其他的结构。需要说明的是，本公开实施例提供的太赫兹探测装置的制造方法可用于太赫兹检测技术领域，也可用于除太赫兹检测技术领域之外的任意领域，本公开实施例提供的太赫兹探测装置的制造方法对应用领域不做限定。

如图 1A 至图 1C 所示，太赫兹探测装置 100 可以包括衬底基板 110，衬底基板 110 具有相对设置的第一表面和第二表面。其中，在衬底基板 110 的第一表面设置有多检测器 120，多个检测器 120 构成检测器阵列。在衬底基板 110 的第二表面设置有多透镜 130。透镜 130 是通过在衬底基板 110 上的透镜安装部（见下文图 3B 中的 131）安装的。透镜安装部通过将透镜 130 固定安装在衬底基板 110 上，并且透镜 130 位于与检测器 120 相对的位置，从而使透镜 130 可以增强检测器 120 的信号接收能力，提高检测器 120 的响应率。

检测器 120 设置在第一表面的第一区域，多个检测器 120 形成检测器阵列。检测器 120 包括设置在中心位置的敏感单元 121 以及检测天线 122。敏感单元 121 用于对接收的信号进行转换，检测天线 122 用于接收信号，其中检测天线 122 的形状可以设置成螺旋天线、双缝天线等等，以满足不同信号接收的需求。

如图 1C 所示，在探测装置 100 制造过程中，在衬底基板 110 的第一表面的第二区域设置至少一个第一对准标记 140。第二区域是不同于第一区域的区域。同时在衬底基板 110 的第二表面的第四区域设置至少一个第二对准标记 150。第一对准标记 140 与第二对准标记 150 相对设置且位于两个表面上，根据第一对准标记 140 与检测器 120 之间的位置来定位第二对准标记 150 与位于第三区域的透镜安装部之间的位置。从而实现将第一表面的检测器 120 的中心与第二表面的透镜安装部的中心进行对准，以减

小透镜 130 安装时的与检测器 120 之间的偏移量, 有效提高透镜与检测器的安装精度, 增强检测器的信号接收能力, 提高检测器的响应率。

在本公开的实施例中, 第一对准标记和第二对准标记设置在同一个衬底基板的两个面上, 因此, 衬底基板的第一表面设置第一对准标记后, 需要确定在衬底基板的第二表面的第二对准标记的设置位置, 并记录衬底基板的第二表面的第二对准标记的设置位置, 然后在该位置设置第二对准标记, 以实现设置的第一对准标记和第二对准标记的对准。

图 2 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法的流程图。

如图 2 所示, 本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法的流程 200 包括操作 S201 至操作 S203。

在操作 S201 中, 通过双面光刻工艺在衬底基板的第一表面的第一区域光刻出多个检测器, 形成检测器阵列, 在衬底基板的第一表面的第二区域设置至少一个第一对准标记。

例如, 衬底基板可以是硅衬底, 在可选实施例中, 衬底材料可以是其他的半导体材料。

根据图 1A 至图 1C 所示, 首先, 通过双面光刻工艺在衬底基板 110 的第一表面的第一区域光刻出多个检测器 120, 多个检测器 120 形成检测器阵列, 用于接收多个信号。在衬底基板 110 的异于第一区域的第二区域设置至少一个第一对准标记 140, 第一对准标记 140 与检测器 120 之间具有距离坐标和对应关系。具体地, 每个检测器 120 的中心位置与第一对准标记 140 之间的距离坐标参数都被记录, 便于后续加工工艺中对透镜安装部的定位和加工。

在本实施例中, 第一对准标记 140 例如可以设置成一个。在可选的实施例中, 第一对准标记 140 例如可以设置两个或者两个以上, 以提高对准精度。

在操作 S202 中, 通过双面光刻工艺在衬底基板 110 的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部, 在衬底基板 110 的第二表面的第四区域设置至少一个第二对准标记 150。第一对准标记 140 与第二对准标记 150 是通过双面光刻机进行对准的, 以使检测器 120 的中心与透镜安装部的中心的偏移量在设定阈值。

在本公开的实施例中, 在使用双面光刻工艺光刻透镜安装部之前, 需要先在衬底基板 110 的第二表面设置第二对准标记 150, 通过双面光刻机来将第一对准标记 140

和第二对准标记 150 进行对准。例如，确定第一对准标记 140 在第一表面的位置，根据第一对准标记 140 在第一表面的位置确定第一对准标记 140 与每个检测器 120 之间具有的距离坐标参数。接下来，确定第二对准标记 150 在第二表面的位置，即通过双面光刻机确定所述第二对准标记的设置位置，完成所述第一对准标记和所述第二对准标记的对准，在确定了第二对准标记 150 在第二表面的位置后，在第二表面设置第二对准标记 150，接下来可以根据第一对准标记 140 与每个检测器 120 之间的距离坐标参数确定第二对准标记 150 与透镜安装部之间的距离坐标参数。例如，确定每个透镜安装部的中心和与之对应的检测器的中心的位置。然后，再通过双面光刻工艺对衬底基板 110 的第二表面进行光刻，光刻出透镜安装部。

在本公开的实施例中，将第一对准标记 140 与第二对准标记 150 进行对准，例如，可以是第二对准标记 150 确定为在第二表面上的与第一表面的第一对准标记 140 相对的位置，即第一对准标记 140 在第二表面的投影与第二对准标记 150 重叠。在可选的实施例中，第一对准标记在第二表面的投影与第二对准标记不重叠，可以获取第一对准标记和第二对准标记在不同表面的距离坐标关系，基于该距离坐标关系可以计算第二对准标记与每个透镜安装部之间的距离关系，以使透镜安装部的中心在衬底基板上的投影的中心与检测器的中心在衬底基板上的投影的中心的偏移量在设定阈值。

在本公开的实施例中，设定阈值例如在 0 至 10 微米的范围内。例如，2 微米、5 微米或者 10 微米。即只要透镜安装部的中心与检测器的中心的偏移量在该阈值范围内，则可以保证检测器的信号接收能力，提高检测器的响应率。

根据本公开的实施例，双面光刻机的对准精度可以达到微米量级，甚至纳米量级，可以有效提高检测器与透镜安装部之间的位置精度。从而使透镜在安装后，与检测器的更好的对准，增强检测器的信号接收能力，提高检测器的响应率。

在操作 S203 中，将透镜安装至透镜安装部以形成探测装置。

根据操作 S202 确定的透镜安装部在衬底基板的第二表面的位置，透镜安装部与检测器之间具有很好的对准精度。通过将透镜安装至透镜安装部形成的探测装置具有更好的信号接收能力。

在本公开的实施例中，将透镜安装至透镜安装部，可以采用人工安装的方法，例如，在体视显微镜下进行安装，将多个透镜分别安装至透镜安装部，用镊子左右轻微

触碰透镜，若透镜移动范围被限制，或者透镜不移动，则说明透镜已经成功安装在透镜安装部内。

在可选的实施例中，也可以选用高精度的安装设备将透镜安装至透镜安装部。

在本公开的实施例中，在将透镜安装至透镜安装部以形成探测装置之后，还包括：在透镜与衬底基板的连接处涂覆粘合剂，以将透镜固定在所述衬底基板上；或者在衬底基板上安装固定件，以将透镜固定在衬底基板上。

根据本公开的实施例，通过涂覆粘合剂，或者设置固定件，可以有效将透镜与衬底基板上的透镜安装部进行固定，防止透镜从透镜安装部掉落。

在本公开的实施例中，检测器在衬底基板 110 上的投影位于透镜安装部在衬底基板上的投影内。

如图 1A 和 1B 所示，检测器 120 在衬底基板 110 上的投影（包括敏感单元 121 以及检测天线 122）位于透镜安装部在衬底基板 110 上的投影内，由此，透镜 130 可以有效将信号聚集至检测器 120，提高检测器 120 信号收集的能力。

在本公开的实施例中，检测器 120 的中心与敏感单元 121 的中心重合。通过将检测器 120 的中心与敏感单元 121 的中心重合，使透镜 130 进行信号收集时，能够更好的被敏感单元 121 所接收。此外，在检测器 120 与透镜安装部进行定位时，通过将第一对准标记与第二对准标记进行对准，将检测器 120 的中心与透镜安装部的中心进行对准，能够更好的实现将偏移量控制在设定阈值内，提高对准精度。

图 3A 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S201 的剖面结构示意图。图 3B 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S202 的剖面结构示意图。图 3C 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S203 的剖面结构示意图。图 3D 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置在制造流程 S203 之后的剖面结构示意图。

如图 3A 所示，首先，在衬底基板 110 的第一表面的第一区域通过双面光刻工艺光刻出多个检测器 120，形成检测器阵列。接下来，在衬底基板 110 的第一表面的第二区域设置第一对准标记 140。第一对准标记 140 与每个检测器 120 之间具有距离坐标参数。接下来，根据第一对准标记 140 的位置，在衬底基板 110 的第二表面设置第二对准标记 150。其中，第一对准标记 140 和第二对准标记 150 是通过双面光刻机进行对准的。根据第二对准标记 150 在第二表面的位置以及每个检测器 120 与第一对准

标记 140 的距离坐标参数，确定透镜安装部与第二对准标记 150 的距离坐标参数，从而确定要进行光刻的透镜安装部的位置，以使检测器的中心与透镜安装部的中心的偏移量在设定阈值。即在与每一个检测器 120 相对的位置设置透镜安装部，通过采用双面光刻机将第一对准标记 140 与第二对准标记 150 进行对准，可以提高透镜安装的精确度，增强检测器的信号接收能力，提高检测器的响应率。

如图 3B 所示，在将第一对准标记 140 和第二对准标记 150 进行对准后，确定第二对准标记 150 与透镜安装部 131 的距离坐标参数以及透镜安装部 131 的光刻位置。接下来通过双面光刻工艺在衬底基板的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部 131。

如图 3C 所示，在光刻出多个透镜安装部 131 后，将透镜 130 安装至透镜安装部 131 内，例如，可以采用人工安装的方式，也可以是机器安装的方式。

如图 3D 所示，在将透镜 130 安装至透镜安装部 131 后，在衬底基板上安装固定件 160，以将透镜 130 固定在衬底基板 110 上，可有效防止透镜 130 从衬底基板 110 的透镜安装部 131 上脱落。在可选的实施例中，也可以是通过在衬底基板 110 和透镜 130 接触的边缘涂覆粘合剂，从而将透镜 130 固定在衬底基板 110 上。

图 4 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法光刻出透镜安装部的流程图。

如图 4 所示，本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法光刻出透镜安装部的流程 400 包括操作 S401 至操作 S403。

在操作 S401 中，在衬底基板的第二表面涂覆光刻胶，光刻胶的涂覆厚度在 3 微米至 5 微米的范围。在本公开的实施例中，光刻胶例如可以选择 AZ6130。该光刻胶抗蚀性能更好、厚度更高，在光刻完成后进行显影后便会裸露出衬底基板的硅衬底区域，以满足本公开实施例的深硅刻蚀工艺的需求。

在衬底基板 110 的第二表面预涂光刻胶，预涂的转速可以设置为 500 至 700 转每分钟，例如，500 转/分钟、600 转/分钟或者 700 转/分钟。预涂的时间可以设置为 5 至 7 秒，例如 5 秒、6 秒或 7 秒。

在预涂完成后，进行二次涂覆，二次涂覆的转速可以设置为 5000 转/分钟至 6000 转/分钟，例如，转速设定为 5000 转/分钟，或者 6000 转/分钟。二次涂覆时间为 15 秒至 25 秒，例如设置为 15 秒、20 秒，或者 25 秒。

在操作 S402 中，光刻胶涂覆完成后，对光刻胶进行烘干、曝光和显影。

在本公开的实施例中，烘干包括第一次烘干和第二次烘干。

其中，第一次烘干的时间可以设置为 1.8 至 2.2 分钟，例如 2 分钟。第一次烘干的温度为 95 至 105 摄氏度范围内，例如 100 摄氏度。

第二次烘干的时间可以设置为 0.8 至 1.2 分钟，例如 1 分钟。第二次烘干的温度为 85 至 95 摄氏度范围内，例如 90 摄氏度。

根据本公开的实施例，采用两次烘干的工艺，保证传热均匀性，同时保证光刻胶的溶剂挥发的效果。

在烘干完成后，进行曝光，例如曝光的时间可以设置为 6 至 8 秒，例如，设置为 7 秒。在曝光后，进行显影，显影的时间可以设置为 30 至 40 秒，例如设置为 35 秒。

在操作 S403 中，对衬底基板进行刻蚀，以形成透镜安装部。在刻蚀完成后，将衬底基板进行光刻胶的清理，以便于后续的操作。

在本公开的实施例中，通过感应耦合等离子体刻蚀机对衬底基板进行刻蚀，可以获得较大的刻蚀深度。

为了避免透镜在安装至透镜安装部后，由于透镜安装部的深度较小导致透镜偏移的情况，在进行刻蚀过程中，需要保证透镜安装部的刻蚀深度较深。例如，透镜安装部的刻蚀深度保持在 30 微米以上，以防止透镜在安装至透镜安装部出现偏移或者滑动的现象，影响检测器的检测精度。

当对衬底基板的刻蚀深度较深时，需要采用深硅刻蚀所需的感应耦合等离子体（ICP）刻蚀机进行刻蚀，从而可以实现较深的刻蚀深度。同时采用该刻蚀机可以实现透镜安装部的边缘呈现陡直，并且光刻区域表面光滑，便于透镜的安装。

在本公开的实施例中，透镜在衬底基板的投影为圆形，透镜安装部的内径大于透镜的外径。例如，透镜的外周呈现圆柱形。透镜安装部内部呈现与透镜的外形相配合的圆柱形，便于透镜的安装。透镜安装部的内径大于透镜的外径，可以实现对透镜的定位作用。例如，透镜安装部的内径与透镜的外径的差值小于等于 5 微米，在该尺寸下，可以更好实现透镜与透镜安装部的配合安装。

在本公开的实施例中，透镜安装部的靠近衬底基板一侧的内径小于透镜安装部的远离衬底基板一侧的内径。

图 5 示意性示出了根据本公开实施例的太赫兹探测装置的制造方法制造的透镜安装部的测试深度曲线。

如图 5 所示, 根据测试结果, 可以看出透镜安装部的边缘的深度变化曲线, 透镜安装部的靠近衬底基板一侧(底部)的内径小于透镜安装部的远离衬底基板一侧(顶部)的内径。即透镜安装部呈现的是上大下小的近似圆柱形。该形状可以在不影响透镜的效果的情况下更好的对透镜进行固定。

从图 5 中可以看出, 通过深硅刻蚀工艺刻蚀的透镜安装部, 其侧壁平滑, 并且透镜安装部的侧壁呈现近乎与底面垂直的形状, 深度大于 30 纳米以上, 便于透镜的安装。

在本公开的实施例中, 透镜的类型包括次半球透镜、半球透镜和超半球透镜中的至少一种, 其可以根据实际的需要进行选择。例如, 在检测器阵列中, 根据不同的需要, 将全部透镜设置为半球透镜, 或者将部分透镜设置为半球透镜, 部分设置为次半球透镜或者超半球透镜。其中, 透镜例如可以为硅透镜。

例如, 采用超半球透镜能有效的汇聚太赫兹信号和消除介质表面波。采用次半球透镜, 可以利用微加工工艺实现大规模检测器阵列, 通过利用次半球透镜的汇聚作用, 提高器件的信噪比。

在本公开的另一实施例中, 还提供了一种太赫兹探测设备, 其包括前文所述的太赫兹探测装置, 其中该太赫兹探测装置是通过上文所述的制造方法制造的。

本领域技术人员可以理解, 本公开的各个实施例和/或权利要求中记载的特征可以进行多种组合和/或结合, 即使这样的组合或结合没有明确记载于本公开中。特别地, 在不脱离本公开精神和教导的情况下, 本公开的各个实施例和/或权利要求中记载的特征可以进行多种组合和/或结合。所有这些组合和/或结合均落入本公开的范围。

以上对本公开的实施例进行了描述。但是, 这些实施例仅仅是为了说明的目的, 而并非为了限制本公开的范围。尽管在以上分别描述了各实施例, 但是这并不意味着各个实施例中的措施不能有利地结合使用。本公开的范围由所附权利要求及其等同物限定。不脱离本公开的范围, 本领域技术人员可以做出多种替代和修改, 这些替代和修改都应落在本公开的范围之内。

权 利 要 求

1. 一种太赫兹探测装置的制造方法，其特征在于，所述探测装置包括呈阵列排布的检测器和透镜，所述制造方法包括：

通过双面光刻工艺在衬底基板的第一表面的第一区域光刻出多个所述检测器，形成检测器阵列，在所述衬底基板的第一表面的第二区域设置至少一个第一对准标记；

通过双面光刻工艺在衬底基板的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部，在所述衬底基板的第二表面的第四区域设置至少一个第二对准标记；

将所述透镜安装至所述透镜安装部以形成所述探测装置；

其中，在所述第一对准标记设置后以及在所述第二对准标记设置前，通过双面光刻机确定所述第二对准标记的设置位置，完成所述第一对准标记和所述第二对准标记的对准，以使所述检测器的中心与所述透镜安装部的中心的偏移量在设定阈值。

2. 根据权利要求1所述的制造方法，其特征在于，所述检测器在所述衬底基板上的投影位于所述透镜安装部在所述衬底基板上的投影内。

3. 根据权利要求1所述的制造方法，其特征在于，所述检测器包括敏感单元和检测天线，所述检测器的中心与所述敏感单元的中心重合。

4. 根据权利要求1所述的制造方法，其特征在于，所述通过双面光刻工艺在衬底基板的第二表面的第三区域光刻出多个透镜安装部包括：

在所述衬底基板的第二表面涂覆光刻胶，所述光刻胶的涂覆厚度在3微米至5微米的范围；

对所述光刻胶进行烘干、曝光和显影；

对所述衬底基板进行刻蚀，以形成透镜安装部。

5. 根据权利要求4所述的制造方法，其特征在于，所述在所述衬底基板的第二表面涂覆光刻胶包括：

在所述衬底基板预涂所述光刻胶，所述预涂的转速为500至700转/分钟，所述预涂的时间为5至7秒；

在预涂完成后，进行二次涂覆，所述二次涂覆的转速为 5000 至 6000 转/分钟，所述二次涂覆的时间为 15 至 25 秒。

6. 根据权利要求 4 所述的制造方法，其特征在于，所述烘干包括第一次烘干和第二次烘干；

所述第一次烘干的时间为 1.8 至 2.2 分钟，所述第一次烘干的温度为 95 至 105 摄氏度范围内；

所述第二次烘干的时间为 0.8 至 1.2 分钟，所述第二次烘干的温度为 85 至 95 摄氏度范围内。

7. 根据权利要求 4 所述的制造方法，其特征在于，所述曝光的时间为 6 至 8 秒，所述显影的时间为 30 至 40 秒。

8. 根据权利要求 4 所述的制造方法，其特征在于，所述透镜在所述衬底基板的投影为圆形，

所述透镜安装部的内径大于所述透镜的外径；

所述透镜安装部的内径与所述透镜的外径的差值小于或等于 5 微米。

9. 根据权利要求 8 所述的制造方法，其特征在于，所述透镜安装部的靠近所述衬底基板一侧的内径小于所述透镜安装部的远离所述衬底基板一侧的内径。

10. 根据权利要求 4 所述的制造方法，其特征在于，所述透镜安装部的刻蚀深度大于或等于 30 微米。

11. 根据权利要求 4 所述的制造方法，其特征在于，通过感应耦合等离子体刻蚀机对所述衬底基板进行刻蚀。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的制造方法，其特征在于，所述透镜的类型包括次半球透镜、半球透镜和超半球透镜中的至少一种。

13. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的制造方法，其特征在于，在将所述透镜安装至所述透镜安装部以形成所述探测装置之后，还包括：

在所述透镜与所述衬底基板的连接处涂覆粘合剂，以将所述透镜固定在所述衬底基板上；或者

在所述衬底基板上安装固定件，以将所述透镜固定在所述衬底基板上。

14. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的制造方法，其特征在于，所述设定阈值为 0 至 10 微米的范围。

15. 一种太赫兹探测设备，其特征在于，包括太赫兹探测装置，所述太赫兹探测装置是通过权利要求 1 至 14 中任一项所述的制造方法制造的。

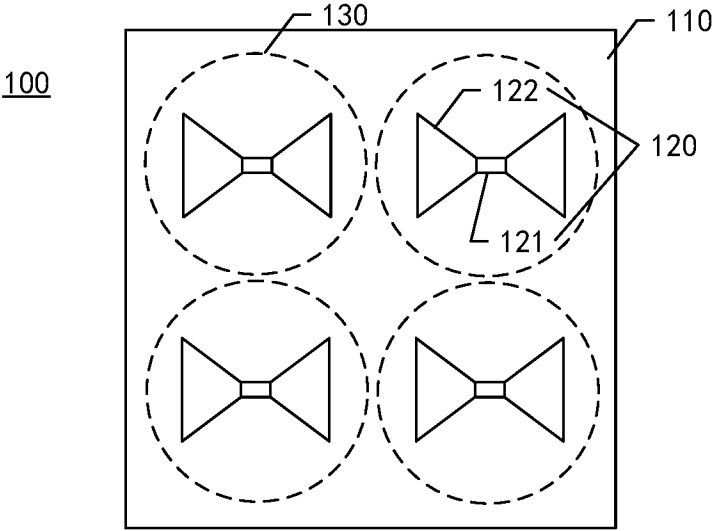


图 1A

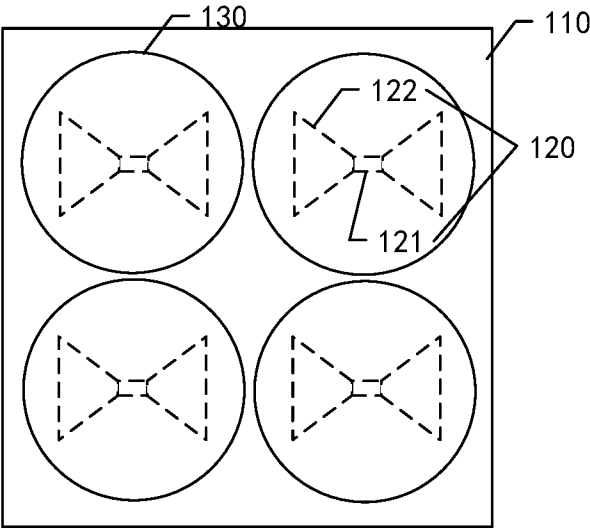


图 1B

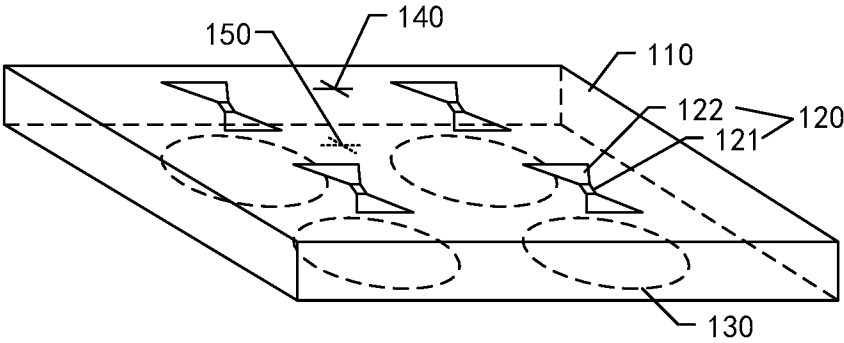


图 1C

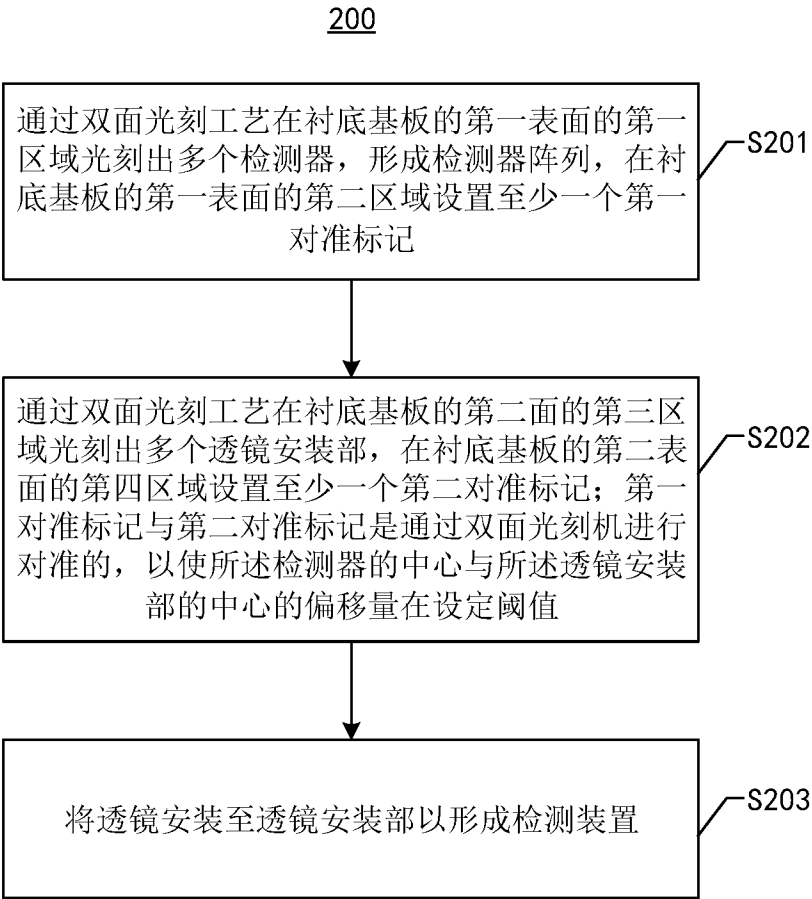


图 2

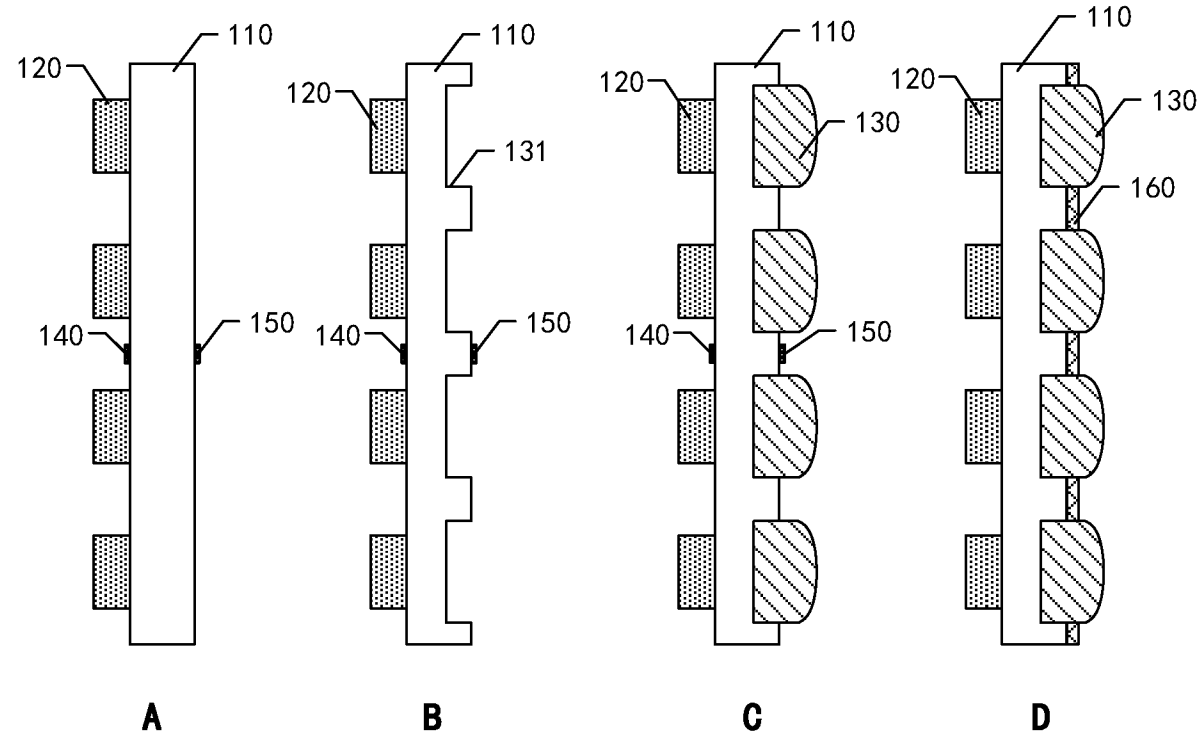
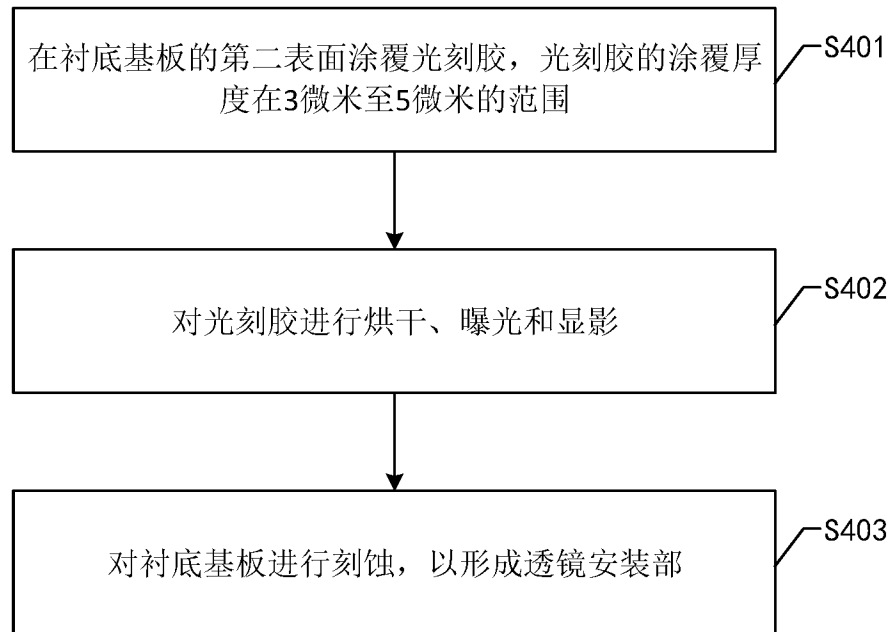


图 3

400**图 4**

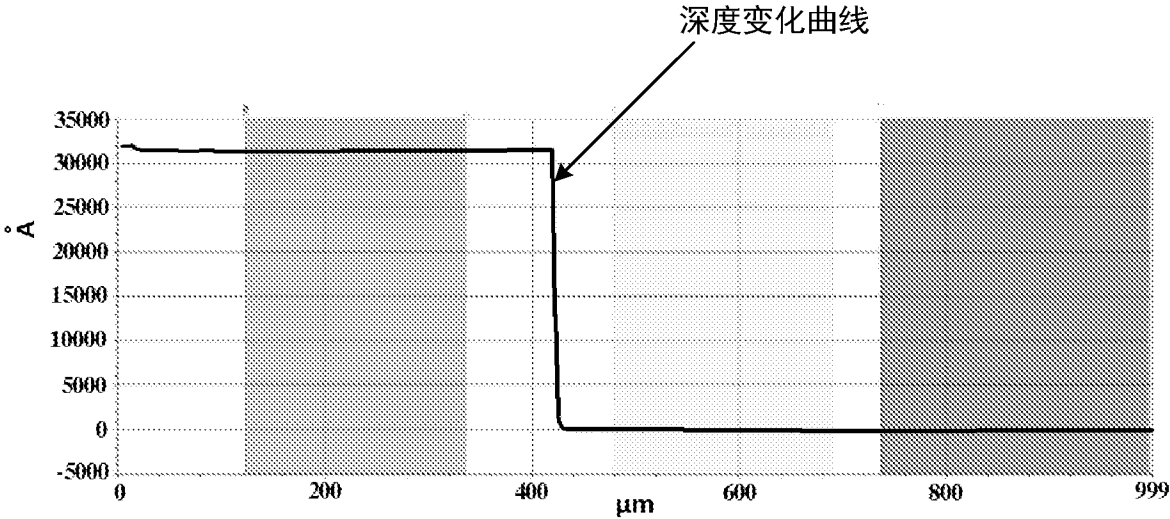


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/127693

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/18(2006.01)i; H01L 31/0232(2014.01)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)

H01L31/-

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, VCN, ENTXT, VEN, ENTXTC: 太赫兹, 探测, 透镜, 底板, 基板, 衬底, 凹, 槽, 定位, 对准, 记号, 标记, 光刻, Terahertz, detect+, probe, antenna, lens, photoetch+, alignment, substrate, groove?, locat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113782644 A (NUCTECH COMPANY LIMITED et al.) 10 December 2021 (2021-12-10) claims 1-15	1-15
PX	CN 113777072 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.) 10 December 2021 (2021-12-10) description, paragraphs 91-97, and figure 10	1-15
Y	CN 102201487 A (SHANGHAI INSTITUTE OF TECHNICAL PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 28 September 2011 (2011-09-28) description, paragraphs 26-29, and figure 1	1-15
Y	CN 104418295 A (WUXI CSMC TECHNOLOGIES SEMICONDUCTOR CO., LTD.) 18 March 2015 (2015-03-18) description, paragraphs 44-46	1-15
Y	CN 102027343 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 20 April 2011 (2011-04-20) description, paragraphs 56-61	1-15
Y	CN 210957258 U (NATIONAL CENTER FOR ADVANCED PACKAGING CO., LTD. (NCAP CHINA)) 07 July 2020 (2020-07-07) description, paragraphs 36-41, and figures 1-4	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

11 January 2023

Date of mailing of the international search report

18 January 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/127693

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113782644	A	10 December 2021	CN	113782644	B	25 January 2022
CN	113777072	A	10 December 2021	CN	113777072	B	25 February 2022
CN	102201487	A	28 September 2011	CN	102201487	B	09 January 2013
CN	104418295	A	18 March 2015	CN	104418295	B	28 December 2016
CN	102027343	A	20 April 2011	WO	2009139315	A1	19 November 2009
				EP	2287574	A1	23 February 2011
				KR	20160056945	A	20 May 2016
				KR	20110005771	A	19 January 2011
				JP	2009300419	A	24 December 2009
				US	2011164247	A1	07 July 2011
				CN	103383284	A	06 November 2013
				CN	102027343	B	19 March 2014
				CN	103383284	B	10 February 2016
				US	2013329225	A1	12 December 2013
				US	8742320	B2	03 June 2014
				US	8804118	B2	12 August 2014
				JP	2013033067	A	14 February 2013
				JP	5162049	B2	13 March 2013
				JP	2013092541	A	16 May 2013
				JP	5205241	B2	05 June 2013
				JP	5235250	B2	10 July 2013
				DE	102009021440	A1	17 December 2009
				DE	102009021441	A1	17 December 2009
				DE	102009021440	B4	16 April 2020
				KR	101774186	B1	01 September 2017
				EP	2287574	A4	08 January 2014
				EP	2287574	B1	17 June 2020
CN	210957258	U	07 July 2020	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/127693

A. 主题的分类 H01L 31/18(2006.01)i; H01L 31/0232(2014.01)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) H01L31/- 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,VCN,ENTXT,VEN,ENTXTC,太赫兹,探测,透镜,底板,基板,衬底,凹,槽,定位,对准,记号,标记,光刻,Terahertz,detect+,probe,antenna,lens,photoetch+,alignment,substrate,groove?,locat+				
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 113782644 A (同方威视技术股份有限公司等) 2021年12月10日 (2021 - 12 - 10) 权利要求1-15	1-15		
PX	CN 113777072 A (清华大学等) 2021年12月10日 (2021 - 12 - 10) 说明书第91-97段, 附图10	1-15		
Y	CN 102201487 A (中国科学院上海技术物理研究所) 2011年9月28日 (2011 - 09 - 28) 说明书第26-29段, 附图1	1-15		
Y	CN 104418295 A (无锡华润上华半导体有限公司) 2015年3月18日 (2015 - 03 - 18) 说明书第44-46段	1-15		
Y	CN 102027343 A (滨松光子学株式会社) 2011年4月20日 (2011 - 04 - 20) 说明书第56-61段	1-15		
Y	CN 210957258 U (华进半导体封装先导技术研发中心有限公司) 2020年7月7日 (2020 - 07 - 07) 说明书第36-41段, 附图1-4	15		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。				
<table><tr><td>* 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</td><td>“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</td></tr></table>			* 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
* 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 2023年1月11日		国际检索报告邮寄日期 2023年1月18日		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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		受权官员 唐婧婧 电话号码 (86-28)62967616		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/127693

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	113782644	A	2021年12月10日	CN	113782644	B	2022年1月25日
CN	113777072	A	2021年12月10日	CN	113777072	B	2022年2月25日
CN	102201487	A	2011年9月28日	CN	102201487	B	2013年1月9日
CN	104418295	A	2015年3月18日	CN	104418295	B	2016年12月28日
CN	102027343	A	2011年4月20日	WO	2009139315	A1	2009年11月19日
				EP	2287574	A1	2011年2月23日
				KR	20160056945	A	2016年5月20日
				KR	20110005771	A	2011年1月19日
				JP	2009300419	A	2009年12月24日
				US	2011164247	A1	2011年7月7日
				CN	103383284	A	2013年11月6日
				CN	102027343	B	2014年3月19日
				CN	103383284	B	2016年2月10日
				US	2013329225	A1	2013年12月12日
				US	8742320	B2	2014年6月3日
				US	8804118	B2	2014年8月12日
				JP	2013033067	A	2013年2月14日
				JP	5162049	B2	2013年3月13日
				JP	2013092541	A	2013年5月16日
				JP	5205241	B2	2013年6月5日
				JP	5235250	B2	2013年7月10日
				DE	102009021440	A1	2009年12月17日
				DE	102009021441	A1	2009年12月17日
				DE	102009021440	B4	2020年4月16日
				KR	101774186	B1	2017年9月1日
				EP	2287574	A4	2014年1月8日
				EP	2287574	B1	2020年6月17日
CN	210957258	U	2020年7月7日	无			