

(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 12 月 19 日 (19.12.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/255411 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01J 3/02 (2006.01) **G01J 3/28** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/087004
- (22) 国际申请日: 2024 年 4 月 10 日 (10.04.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310708474.0 2023年6月14日 (14.06.2023) CN
- (71) 申请人: 杭州海康威视数字技术股份有限公司 (HANGZHOU HIKVISION DIGITAL TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。
- (72) 发明人: 张佳豪 (ZHANG, Jiahao); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。胡传真 (HU, Chuanzhen); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。马强 (MA,

Qiang); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。朱永浩 (ZHU, Yonghao); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。魏东 (WEI, Dong); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。朱镇峰 (ZHU, Zhenfeng); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。蔡宏 (CAI, Hong); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。毛慧 (MAO, Hui); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。浦世亮 (PU, Shiliang); 中国浙江省杭州市滨江区阡陌路555号, Zhejiang 310051 (CN)。

(74) 代理人: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街9号嘉华大厦B座409, Beijing 100085 (CN)。

(54) **Title:** MODULATION STRUCTURE FOR INFRARED HYPERSPECTRAL IMAGING, DETECTOR, AND INFRARED SPECTROMETER

(54) 发明名称: 用于红外高光谱成像的调制结构、探测器及红外光谱仪

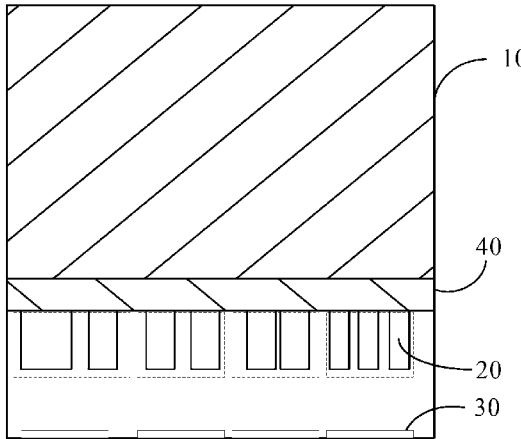


图 1

(57) **Abstract:** A modulation structure (20) for infrared hyperspectral imaging, a detector, and an infrared spectrometer. The modulation structure (20) comprises: a detector window packaging layer (10); an infrared antireflection film (40), wherein the infrared antireflection film (40) is arranged on the surface of the side of the detector window packaging layer (10) facing a pixel array (30), and the refractive index of the material of the infrared antireflection film (40) is smaller than that of the material of the detector window packaging layer (10); and a plurality of microstructure modulation units (21), wherein the plurality of microstructure modulation units (21) are arranged, according to a preset arrangement rule, on the surface of the side of the infrared antireflection film (40) facing away from the detector window packaging layer (10), so that a partial area on the surface of the side of the infrared antireflection film (40) facing away from the detector window packaging layer (10) is vacant to form at least one vacancy modulation unit (22). By means of the infrared antireflection film (40) and the vacancy design, the luminous fluxes of the microstructure modulation units (21) are increased, so that a high signal-to-noise ratio can be achieved.

(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, 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: 一种用于红外高光谱成像的调制结构(20)、探测器及红外光谱仪, 调制结构(20)包括: 探测器窗口封装层(10); 红外增透膜(40), 红外增透膜(40)设置于探测器窗口封装层(10)朝向像元阵列(30)的一侧表面, 且红外增透膜(40)的材料的折射率小于探测器窗口封装层(10)的材料的折射率; 以及多个微结构调制单元(21), 多个微结构调制单元(21)按照预设排布规则设置于红外增透膜(40)的背离探测器窗口封装层(10)的一侧表面, 以使红外增透膜(40)的背离探测器窗口封装层(10)的一侧表面部分区域空置形成至少一个留空调制单元(22), 通过红外增透膜(40)和留空设计, 提升微结构调制单元(21)光通量, 可以实现较高的信噪比。

用于红外高光谱成像的调制结构、探测器及红外光谱仪

技术领域

[01] 本申请涉及红外高光谱成像技术领域，特别涉及一种用于红外高光谱成像的调制结构、探测器及红外光谱仪。

背景技术

[02] 在高光谱成像相关技术中，可利用采用高折射率材料制成的微纳调制结构（如在硅平板刻蚀形成的微纳圆孔结构等）对入射光进行光谱维度调制，结合计算光学方法快照式获取光谱图像。

发明内容

[03] 本申请的主要目的是提供一种用于红外高光谱成像的调制结构、探测器及红外光谱仪，旨在解决光谱调制结构导致高光谱成像后信噪比较低的技术问题。

[04] 为实现上述目的，本申请提出一种用于红外高光谱成像的调制结构，包括：探测器窗口封装层；红外增透膜，红外增透膜设置于探测器窗口封装层朝向像元的一侧表面，且红外增透膜的材料的折射率小于探测器窗口封装层的材料的折射率；以及多个微结构调制单元，多个微结构调制单元按照预设排布规则设置于红外增透膜的背离探测器窗口封装层的一侧表面，以使红外增透膜的背离探测器窗口封装层的一侧表面部分区域空置形成至少一个留空调制单元。

[05] 在本申请可能的一种实施例中，预设排布规则包括以下至少一项：所述微结构调制单元与所述至少一个留空调制单元相邻；在所述像元阵列的第一方向或第二方向上，相邻两个所述微结构调制单元之间具有至多两个留空调制单元，所述第一方向垂直于所述第二方向；每个所述留空调制单元相邻的所有微结构调制单元中，任意两个微结构调制单元的结构彼此不同。

[06] 在本申请可能的一种实施例中，在第一方向上，微结构调制单元和留空调制单元彼此交替设置，且在第二方向上，微结构调制单元和留空调制单元彼此交替设置。

[07] 在本申请可能的一种实施例中，红外增透膜包括至少两层依次层叠设置的透明膜层，且沿远离探测器窗口封装层的方向，所述至少两层透明膜层的折射率逐渐减小。

[08] 在本申请可能的一种实施例中，透明膜层的材质包括 ZnS 硫化锌、ZnSe 硒化锌、BaF₂ 氟化钡、CaF₂ 氟化钙、YbF₃ 氟化镱、Ge 锗或者 Si 硅。

[09] 在本申请可能的一种实施例中，每个所述微结构调制单元包括多个呈矩形阵列排布的微纳结构子单元，且多个微纳结构子单元彼此间隔开。

[10] 在本申请可能的一种实施例中，所述多个微纳结构子单元构造为凸出设置于子区域的柱状结构，柱状结构的材质为红外高折射率材料；或红外增透膜的背离探测器窗口封装层的一侧表面设置有红外高折射率介质层，所述多个微纳结构子单元构造为沿探测器窗口封装层的厚度方向贯穿红外高折射率介质层的孔状结构。

[11] 在本申请可能的一种实施例中，微纳结构子单元的横截面形状构造为旋转角为 90° 的旋转对称图形。

[12] 在本申请可能的一种实施例中，像元阵列中像元的边长小于等于 17 μm，在矩形阵列的第三方向上，微纳结构子单元的数量小于等于 10 个，在矩形阵列的第四方向上微纳结构子单元的数量小于等于 10 个；其中，第三方向垂直于第四方向。

[13] 在本申请可能的一种实施例中，微纳结构子单元的高度大于 5 μm。

[14] 第二方面，本申请还提供了一种探测器，包括：图像传感器，图像传感器包括像元阵列；以及如第一方面的用于红外高光谱成像的调制结构，调制结构的微结构调制单元和像元阵列相对设置。

[15] 第三方面，本申请还提供了一种红外光谱仪，包括：如第二方面提供的探测器；以及图像信号处理器，图像信号处理器与探测器连接。

[16] 本申请技术方案通过在探测器窗口封装层上添加红外增透膜，并在红外增透膜上按照预设排布规则排布多个微结构调制单元，以使所述红外增透膜表面的部分区域空置形成至少一个留空调制单元。微结构调制单元和留空调制单元共同形成了探测器的光谱调制结构。如此，本申请实施例一方面通过红外增透膜提供的增透能力，另一方面通过无结构的留空调制单元减少探测器窗口内微纳结构的使用面积，改善了微结构反射带来的透过率下降现象，从而共同提高了高光谱成像后的信噪比。

附图说明

[17] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于

本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[18] 图 1 为本申请用于红外高光谱成像的调制结构一实施例的结构示意图；

[19] 图 2 为本申请用于红外高光谱成像的调制结构一实施例的光谱调制结构分布示意图；

[20] 图 3 为本申请用于红外高光谱成像的调制结构又一实施例的结构示意图，其中，红外增透膜为双层结构；

[21] 图 4 为本申请用于红外高光谱成像的调制结构再一实施例的结构示意图，其中，红外增透膜为三层结构；

[22] 图 5 为本申请用于红外高光谱成像的调制结构一实施例的结构示意图，其中，微纳结构子单元为孔状结构；

[23] 图 6 为示例 1 的增透效果示意图；

[24] 图 7 为示例 1 的 5 个微结构调制单元 21 和 4 个留空调制单元 22 的调制曲线对比图；

[25] 图 8 为示例 1 光谱调制单元的平均透光量和 Si 窗口上一般设置的微结构调制单元（如微纳孔）的平均透光量对比图；

[26] 图 9 为示例 1 的 9 个光谱调制单元产生的 9 条光谱调制曲线图；

[27] 图 10 为本申请示例 2 的微结构调制单元和留空调制单元排布示意图。

[28] 本申请目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[29] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[30] 需要说明，本申请实施例中所有方向性指示（诸如上、下、左、右、前、后……）仅用于解释在某一特定姿态（如附图所示）下各部件之间的相对位置关系、运动情况等，如果该特定姿态发生改变时，则该方向性指示也相应地随之改变。

[31] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“连接”、“固定”等应做广义理解，例如，“固定”可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[32] 另外，若本申请实施例中有涉及“第一”、“第二”等的描述，则该“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外，全文中出现的“和/或”的含义，包括三个并列的方案，以“A和/或B”为例，包括A方案、或B方案、或A和B同时满足的方案。另外，各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，也不在本申请要求的保护范围之内。

[33] 高光谱成像可同时获取物体空间分布和较高的光谱分辨率信息，在物质鉴别、环境监测、化工和食品安全等领域具有广泛应用。传统的高光谱成像方案多采用单点光谱仪外加机械装置进行空间扫描成像，但该类器件往往体积大，且获取光谱图像耗时较长。相关技术中，可利用采用高折射率材料制成的微纳调制结构（如在硅平板刻蚀形成的微纳圆孔结构等）对入射光进行光谱维度调制，结合计算光学方法快照式获取光谱图像。

[34] 在长波红外波段，由于红外探测器像元数量少，微纳调制结构所占面积有限，为了提升调制效果，可以加大微纳调制结构的面积占比。但是提高微纳调制结构的面积占比会导致微纳调制结构具有高反射率、低透光量的特性，进而导致成像后信噪比较低。

[35] 为获取高光谱分辨率图像，微纳调制结构的光谱调制需要满足整谱调制幅度大、调制峰数量多以及峰宽较窄等条件，为满足前述条件，需要微纳调制结构使用相应波段的高折射率材料。然而由于硅 Si 材料的可见光损耗和高反射特性，在硅平板刻蚀形成的微纳圆孔结构等微纳调制结构的调制通光量低（往往小于 50%），导致信噪比较低。

[36] 特别的，在波长 $8\mu\text{m}$ - $14\mu\text{m}$ 的长波红外波段，所用红外探测器通常为光热型，其噪声大，加之待测物体信号弱，信噪比相较于可见光波段技术更低。尽管锗 Ge、Si

等材料在长波红外波段几乎无光损耗，但由于红外探测器像元数量少，微纳调制结构所占面积有限，为了提升调制效果，不得不加大微纳调制结构的面积占比，导致了 Ge、Si 等材料微纳调制结构的高反射、低透光量，进而导致成像后信噪比较低。

[37] 为此，本申请实施例提供一种用于红外高光谱成像的调制结构，该调制结构在探测器窗口（window）的封装层上添加红外增透膜，并在红外增透膜上按照预设排布规则排布多个微结构调制单元，以使所述红外增透膜表面的部分区域空置形成至少一个留空调制单元。微结构调制单元和留空调制单元共同形成了探测器的光谱调制结构。如此，本申请实施例一方面通过红外增透膜提供的增透能力，另一方面通过无结构的留空调制单元减少探测器窗口内微纳结构的使用面积，改善了微结构反射带来的透过率下降现象，从而共同提高了高光谱成像后的信噪比。

[38] 下面结合一些具体实施例具体阐述本申请实施例的发明构思。

[39] 本申请实施例提出一种用于红外高光谱成像的调制结构。

[40] 如图 1 所示，该红外高光谱成像的光谱调制结构 20 和图像传感器上的像元阵列 30 相对设置，用于对入射光进行光谱调制，图像传感器上的像元阵列 30 接受调制后的光谱信号后，输出检测信号。

[41] 请参阅图 1 及图 2，本实施例中，用于红外高光谱成像的调制结构包括探测器窗口封装层 10、红外增透膜 40 以及多个微结构调制单元 21。

[42] 其中，红外增透膜 40 设置于探测器窗口封装层 10 朝向像元阵列 30 的一侧表面，且红外增透膜 40 的材料的折射率小于探测器窗口封装层 10 的材料的折射率；多个微结构调制单元 21 按照预设排布规则设置于红外增透膜 40 的背离探测器窗口封装层 10 的一侧表面，以使红外增透膜 40 的背离探测器窗口封装层 10 的一侧表面部分区域空置形成至少一个留空调制单元 22。

[43] 具体而言，探测器具有封装盖板，封装盖板的板体具有可容红外光透过的红外窗口区，即本实施例中的探测器窗口封装层 10。探测器窗口封装层 10 和像元阵列 30 相对设置，从而使得红外窗口区透过的红外光被像元阵列 30 接收。其中，探测器窗口封装层 10 的材料包括锗 Ge 或者硅 Si。

[44] 探测器窗口封装层 10 朝向像元阵列 30 的一侧表面设置有红外增透膜 40。红外增透膜 40 的背离探测器窗口封装层 10 的一侧表面分割成呈矩形阵列排布的至少 4 个子区域。当然，在成像领域中，矩形阵列一般构造为行数与列数相等的方阵，从而每个

子区域均为方形。如红外增透膜 40 的表面分割成呈 3×3 排布的 9 个子区域，或者，分割成 4×4 排布的 16 个子区域。

[45] 在本实施例中，在红外增透膜 40 的背离探测器窗口封装层 10 的一侧表面设置多个光谱调制结构 20，其中，光谱调制结构 20 的数量等于高光谱相机的成像像素个数，光谱调制结构 20 包括不同光谱调制单元。如红外增透膜 40 表面分割成呈 3×3 排布的 9 个光谱调制单元（包括微结构调制单元 21 和留空调制单元 22），其中每个光谱调制单元与像元一一对应，从而以使光谱调制结构 20 和像元一一对应，例如参考图 1，虚线框中为一个光谱调制结构 20，其与下方的一个像元 30 一一对应。特别注意的是，在本实施例中，光谱调制结构 20 包括微结构调制单元 21 以及空置而形成的留空调制单元 22。每个微结构调制单元 21 凸出设置于一子区域上，其内部支持用于光谱调制的波导模式。而其中对于部分子区域，其上和微结构调制单元 21 位于相同高度的空间内没有结构分布，从而形成其上无结构的留空调制单元 22。

[46] 可以理解的，由于探测器的像元 30 尺寸较小，例如 $17\mu\text{m}$ 的像元 30 尺寸仅对应 1-2 个红外波段波长，微结构调制单元 21 的数量有限，从而微结构调制单元 21 的边缘散射强度较大，使得在周围微结构调制单元 21 的散射作用下，留空调制单元 22 也具有光谱调制能力。

[47] 相较于密布排列的微纳结构调制单元，本实施例无结构存在的留空调制单元 22 减少了探测器窗口内微纳结构的使用面积，改善了微纳结构反射带来的透过率下降问题，也即提升了微纳结构的光谱调制单元光通量，进而提高高光谱成像后的信噪比。

[48] 此外，红外增透膜 40 的材料的折射率小于探测器窗口封装层 10 的材料的折射率，从而在探测器窗口封装层 10 至像元 30 的方向上，形成了高折射率材料-低折射率材料-空气的渐变分布。可以理解的，当光从一种介质进入另一种介质时，如果两种介质的折射率相差减小，反射光的能量减小，透射光的能量增加。如此，本实施例中，红外光在穿透该折射率渐变分布区域时，可提高透过率，进而本实施例通过结合留空调制单元减少探测器窗口内微纳结构的使用面积，和红外增透膜提供的增透能力，共同改善了微纳结构反射带来的透过率下降问题，共同提高了高光谱成像后的信噪比。

[49] 此外，本实施例中，通过红外增透膜 40 提高了红外波段的透过率，通过设置留空调制单元 22 提高了红外波段在红外增透膜 40 朝向像元 30 的一侧表面设置的光谱调制结构 20 的通过量，如此，光谱调制结构 20 的通光量更多，微结构调制单元 21 的散射作用更强，从而也提高了留空调制单元 22 的光谱调制能力，进而不仅提高高光谱成像

后的信噪比，还可提高光谱重建精度。

[50] 在本申请可能的实施例中，预设排布规则包括以下至少一项：

[51] (1) 微结构调制单元 21 与至少一个留空调制单元 22 相邻；

[52] (2) 在像元阵列 30 的第一方向或第二方向上，相邻两个微结构调制单元 21 之间具有至多两个留空调制单元 22，第一方向垂直于第二方向；

[53] (3) 与每个留空调制单元 22 相邻的所有微结构调制单元 21 中，任意两个微结构调制单元 21 的结构彼此不同。

[54] 其中，像元阵列 30 呈矩阵排布，此时第一方向可以是像元阵列 30 的行方向，第二方向可以是像元阵列 30 的列方向。或者，第一方向也可以是像元阵列 30 的列方向，第二方向可以是像元阵列 30 的行方向。本实施例中，微结构调制单元 21 按照上述预设排布规则排布，可使得微结构调制单元 21 和留空调制单元 22 形成光谱重建所需的马赛克排列。

[55] 在形成的马赛克排列中，每个微结构调制单元 21 周围具有至少一个留空调制单元 22。如在第一方向上，微结构调制单元 21 可能具有位于相异侧的两个留空调制单元 22，在第二方向，微结构调制单元 21 可能也具有位于相异侧的两个留空调制单元 22。

[56] 在第一方向上或者第二方向上，由于留空调制单元 22 的光谱调制能力由其周围的微结构调制单元 21 提供，因此连续的留空调制单元 22 最多具有 2 个，以避免连续过多的留空调制单元 22 由于没有微结构调制单元 21 的边缘散射影响留空调制单元 22 的光谱调制能力。

[57] 此外，无结构存在的留空调制单元 22 相邻的所有微结构调制单元 21 中，任意两个微结构调制单元 21 的结构彼此不同，从而使得多个光谱调制结构 20 彼此之间的调制曲线不同，具有较大的差异，从而可保证通过算法重建光谱后，具有较高的光谱重建精度。

[58] 在一些实施例中，微结构调制单元 21 按照以上预设排布规则进行排布。

[59] 在本申请可能的一些实施例中，在第一方向上，微结构调制单元 21 和留空调制单元 22 彼此交替设置，且在第二方向上，微结构调制单元 21 和留空调制单元 22 彼此交替设置。

[60] 具体而言，在至少 4 个子区域形成的矩形阵列的任一行上，微结构调制单元 21 和

留空调制单元 22 彼此交替设置,且在至少 4 个子区域形成的矩形阵列的任一列上,微结构调制单元 21 和留空调制单元 22 彼此交替设置。

[61] 请参阅图 2,对于一 3×3 排布的矩形阵列,其左上角子区域、右上角子区域、正中子区域、左下角子区域和右下角子区域上均设置有微结构调制单元 21,剩余的子区域则为留空调制单元 22。

[62] 本实施例中,采用该微结构调制单元 21 和留空调制单元 22 彼此交替布置的方式,可以确保留空调制单元 22 周围较为均匀地分布着具有边缘散射能力的微结构调制单元 21,从而使得留空调制单元 22 具有光谱调制能力。

[63] 在本申请一实施例中,红外增透膜 40 包括至少两层依次层叠设置的透明膜层,且沿远离探测器窗口封装层 10 的方向,多个透明膜层的折射率逐渐减小。

[64] 本实施例中,红外增透膜 40 包括至少两层依次层叠设置,且沿远离探测器窗口封装层 10 的方向折射率逐渐减小的透明膜层,从而进一步减小红外波段在从探测器窗口进入后的传播路径上,相邻两个透明膜层之间的折射率差值,提高相邻透明膜层之间的透过率,进而提高该折射率渐变分布区域整体的透过率。

[65] 可以理解的,每层透明膜层的具体厚度取决于红外波段的波长和红外波段在每层透明膜层中的折射率。在本实施例中,透明膜层的材质包括 ZnS 硫化锌、ZnSe 硒化锌、BaF₂ 氟化钡、CaF₂ 氟化钙、YbF₃ 氟化镱、Ge 锗或者 Si 硅。其中,ZnS 和 ZnSe 的折射率在 2-3 之间,而 BaF₂、CaF₂ 和 YbF₃ 的折射率在 1-2 之间,Si 的折射率大于 3,Ge 的折射率大于 4。

[66] 在一示例中,请参阅图 3,探测器窗口封装层 10 的材质为硅 Si,此时红外增透膜 40 采用双层透明膜层设计,包括设置于探测器窗口封装层 10 上的 ZnS 透明膜层 41,和设置于 ZnS 透明膜层 41 的背离探测器窗口封装层 10 一侧的 BaF₂ 透明膜层 42。因此,对于 ZnS 透明膜层 41,其厚度为 h_1 ,其中 $0.5 \mu\text{m} \leq h_1 \leq 1.5 \mu\text{m}$;对于 BaF₂ 透明膜层 42,其厚度为 h_2 ,其中 $1 \mu\text{m} \leq h_2 \leq 2 \mu\text{m}$ 。

[67] 如在另一示例中,请参阅图 4,探测器窗口封装层 10 的材质为锗 Ge,此时红外增透膜 40 采用三层增透膜设计,包括设置于探测器窗口封装层 10 上的 Si 硅透明膜层 43、设置于 Si 透明膜层 43 的背离探测器窗口封装层 10 一侧的 ZnS 透明膜层 41 以及设置于 ZnS 透明膜层 41 的背离 Si 透明膜层 43 一侧的 BaF₂ 透明膜层 42。对于 Si 透明膜层 43,其厚度为 h_3 ,其中 $0.1 \mu\text{m} \leq h_3 \leq 1 \mu\text{m}$;对于 ZnS 透明膜层 41,其厚度为 h_1 ,

其中 $0.5\ \mu\text{m} \leq h_1 \leq 1.5\ \mu\text{m}$; 对于 BaF_2 透明膜层 42, 其厚度为 h_2 , 其中 $0.8\ \mu\text{m} \leq h_2 \leq 2\ \mu\text{m}$ 。

[68] 在本申请可能的一实施例中, 请参阅图 2 和图 10, 微结构调制单元 21 包括多个呈矩形阵列排布的微纳结构子单元 211, 且多个微纳结构子单元 211 彼此间隔开。

[69] 此时, 与每个留空调制单元 22 相邻的所有微结构调制单元 21 中, 任意两个微结构调制单元 21 的结构彼此不同中, 微结构调制单元 21 的结构包括微纳结构子单元 211 的形状、微纳结构子单元 211 的排布周期或者微纳结构子单元 211 的数量中的至少一者。如果两个微结构调制单元 21 的结构不同, 则这两个微结构调制单元 21 的微纳结构子单元 211 的形状、微纳结构子单元 211 的排布周期或者微纳结构子单元 211 的数量中的至少一者不同。

[70] 具体而言, 对于任一微结构调制单元 21 而言, 微结构调制单元 21 以下参数至少之一发生变化时会对微结构调制单元 21 的光谱调制能力产生影响:

[71] 1) 微纳结构子单元 211 的形状。微纳结构子单元 211 的形状参数包括但不限于每个微纳结构子单元 211 的高度尺寸、横截面形状或者横截面尺寸。其中, 微纳结构子单元 211 的横截面为利用与探测器窗口封装层 10 所在平面相平行的平面对微纳结构子单元 211 进行剖切得到的区域。

[72] 2) 微纳结构子单元 211 的排布周期。可以理解的, 多个微纳结构子单元 211 可以呈矩形阵列排布, 此时, 微纳结构子单元 211 的排布周期为在该矩形阵列的行方向和列方向上, 相邻微纳结构子单元 211 的轴线之间的距离。

[73] 3) 微纳结构子单元 211 的数量。微纳结构子单元 211 的数量决定了微纳结构子单元 211 阵列的整体排布。如相同形状的微纳结构子单元 211, 其在一子区域中呈 2×2 排布, 但是在另一子区域中呈 3×3 排布。

[74] 当然, 为了使得每个留空调制单元 22 周围的微结构调制单元 21 的光谱调制能力差异较大以利于后续的光谱重建, 每个留空调制单元 22 周围的微结构调制单元 21 的微纳结构子单元 211 的形状、微纳结构子单元 211 的排布周期和微纳结构子单元 211 的数量均不同。

[75] 在本申请一实施例中, 微纳结构子单元 211 构造为凸出设置于红外增透膜 40 的柱状结构, 柱状结构的材质为红外高折射率材料。

[76] 在本申请一实施例中, 例如参见图 5, 红外增透膜 40 的背离探测器窗口封装层 10

的一侧表面设置有红外高折射率介质层 212，微纳结构子单元 211 构造为沿探测器窗口封装层 10 的厚度方向贯穿红外高折射率介质层 212 的孔状结构 213。

[77] 在本申请一实施例中，微纳结构子单元 211 可以构造为采用红外高折射率材料形成的微纳介质柱，微纳介质柱沿远离探测器窗口封装层 10 的方向上延伸以凸出于红外增透膜 40。每个微纳介质柱内支持用于光谱调制的波导模式。

[78] 在本申请一实施例中，请参阅图 5，采用红外高折射率材料形成的红外高折射率介质层 212 设置于微结构调制单元 21 对应的子区域的背离探测器窗口封装层 10 的一侧。此时，红外高折射率介质层 212 开设有沿探测器窗口封装层 10 的厚度方向贯穿红外高折射率介质层 212 的孔状结构 213。值得一提的是，红外高折射率材料为 Ge 或 Si。

[79] 微纳结构子单元 211 的高度为 H ， $H > 5 \mu\text{m}$ ，以使得每个微纳结构子单元 211 内部可支持多个用于光谱调制的波导模式。

[80] 在本申请可能的一实施例中，为了保证微纳结构子单元 211 的高透过率，微纳结构子单元 211 的光谱调制应具有偏振无关性，此时，微纳结构子单元 211 的横截面形状构造为旋转角为 90° 的旋转对称图形，如正方形、圆形等。

[81] 在本申请可能的一实施例中，像元的边长为 n ，在微结构调制单元 21 的矩形阵列的第三方向上，微纳结构子单元 211 的数量为 m_1 ，在微结构调制单元 21 的矩形阵列的第四方向上微纳结构子单元 211 的数量为 m_2 ， m_1 和 m_2 满足： $m_1 \leq 10$ 且 $m_2 \leq 10$ ；其中，第三方向垂直于第四方向。

[82] 其中，第三方向可以是矩形阵列的行延伸方向，而第四方向可以是矩形阵列的列延伸方向。或者，第三方向可以是矩形阵列的列延伸方向，而第四方向可以是矩形阵列的行延伸方向。此外，第三方向可以和第一方向平行，此时，第四方向可以和第二方向平行。

[83] 具体而言，由于像元的尺寸一般为 $17 \mu\text{m}$ 或以下，因此可以设置子区域的边长也为 $17 \mu\text{m}$ ， $17 \mu\text{m}$ 的像元尺寸较小，例如单个像元的边长对应仅 1-2 个红外波段波长，此时，子区域内可排布的微纳结构子单元 211 的数量有限，为了进一步提高微纳结构子单元 211 的边缘散射，从而确保留空调制单元 22 的光谱调制能力，子区域内微纳结构子单元 211 的数量小于 10×10 个。

[84] 本实施例中，当子区域内微纳结构子单元 211 的数量小于 10×10 个时，留空调制单元 22 的光谱调制能力可与微结构调制单元 21 的光谱调制能力相当。

[85] 可以理解的，像元阵列中 m 个像元组成一宏像素，每个宏像素对应于 m 个光谱调制结构 20。 m 个光谱调制结构 20 共包括 n 个光谱通道，且所处区域的入射光谱为 ϕ 。此时该宏像素接收到的能量值 $I_1, I_2, \dots, I_m$ 满足欠定方程。

[86] 欠定方程为：

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_1(\lambda_1) & M_1(\lambda_2) & \cdots & M_1(\lambda_n) \\ M_2(\lambda_1) & M_2(\lambda_2) & \cdots & M_2(\lambda_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ M_m(\lambda_1) & M_m(\lambda_2) & \cdots & M_m(\lambda_n) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi(\lambda_1) \\ \phi(\lambda_2) \\ \vdots \\ \phi(\lambda_n) \end{pmatrix}$$

[87] 其中， M_m 为第 m 个光谱调制结构 20 的高透过率调制曲线。当然，若所需光谱通道数较多，即 $n \geq m$ ，则可利用压缩感知算法，求解上述欠定方程得到该宏像素位置处的入射光谱 ϕ ，逐个宏像素求解即可获取整个红外光谱图像。

[88] 为使得本领域技术人员，更好地理解本申请权利要求的保护范围。以下通过具体的应用场景中的具体实施示例，对本申请权利要求记载的技术方案进行解释说明，可以理解的是，以下示例仅用于解释本申请，而不用限定本申请权利要求的保护范围。

[89] 示例 1：请参阅图 1 和图 3，探测器窗口封装层 10 为 Si 窗口，Si 窗口上采用双层增透膜设计，靠近 Si 窗口的第一层透明膜层为 ZnS 透明膜层 41，厚度为 $0.88 \mu\text{m}$ 。设置于 ZnS 透明膜层 41 的背离 Si 窗口的第二层透明膜层为 BaF_2 透明膜层 42，厚度为 $1.26 \mu\text{m}$ 。 BaF_2 透明膜层上含有 3×3 个光谱调制结构 20，各子区域的规格为 $17 \mu\text{m} \times 17 \mu\text{m}$ 。其左上角子区域、右上角子区域、正中子区域、左下角子区域和右下角子区域共 5 个子区域设置有微结构调制单元 21，剩余的 4 个子区域则为留空调制单元 22。

[90] 微纳结构子单元 211 为周期性排列的 Ge 圆柱。其中，5 个子区域内的 Ge 圆柱阵列的排布周期在 $2.5 \mu\text{m}$ - $8 \mu\text{m}$ 之间，圆柱占空比在 0.2-0.8 之间，高度在 $5 \mu\text{m}$ - $30 \mu\text{m}$ 之间。其中，左上角子区域内 Ge 圆柱的排布周期为 $3 \mu\text{m}$ ，圆柱占空比为 0.45，高度为 $20 \mu\text{m}$ ；右上角子区域内 Ge 圆柱的排布周期为 $4 \mu\text{m}$ ，圆柱占空比为 0.45，高度为 $20 \mu\text{m}$ ；正中子区域内 Ge 圆柱的排布周期为 $5.5 \mu\text{m}$ ，圆柱占空比为 0.5，高度为 $20 \mu\text{m}$ ；左下角子区域内 Ge 圆柱的排布周期为 $6.5 \mu\text{m}$ ，圆柱占空比为 0.55，高度为 $20 \mu\text{m}$ ；右下角子区域 Ge 圆柱的排布周期为 $7.5 \mu\text{m}$ ，圆柱占空比为 0.55，高度为 $20 \mu\text{m}$ 。

[91] 如图 6，以未添加增透膜时的 Si 窗口为对比为例，Si 窗口单面透过率约为 70%，双面透过率则降为小于 50%，透过率严重下降。在本示例中添加增透膜后，Si 窗口单面透过率波长平均值可达到 98% 以上，增透效果明显。

[92] 图 7 为 5 个微结构调制单元 21 和 4 个留空调制单元 22 的调制曲线对比图，由于微结构调制单元 21 的边缘散射，留空调制单元 22 的调制曲线同样具有较强的调制强度、较多的调制峰数量和较窄的峰宽，与微结构调制单元 21 的调制曲线特性相近。

[93] 图 8 是本示例光谱调制单元的平均透光量和 Si 窗口上一般设置的微结构调制单元（如微纳孔）的平均透光量对比图，本示例的透光量从平均 48% 提升至 82%，因此重建光谱信噪比预期可提升 71%。

[94] 图 9 是本示例的 9 个光谱调制单元产生的 9 条光谱调制曲线，对 $8\mu\text{m}$ - $14\mu\text{m}$ 范围内不同带宽的系列高斯光谱进行光谱重建结果。图中实线为真值光谱，虚线为重建光谱。从左至右图的系列高斯光谱带宽分别为 400nm、300nm 和 200nm，其中带宽窄至 300nm（约 $2.7\%\lambda$ ）的高斯光谱重建效果依然较好。可见，本示例的高光通量光谱调制曲线可以保持较高的重建光谱分辨率。

[95] 示例 2：请参阅图 4 和图 10，探测器窗口封装层 10 为 Ge 窗口，Ge 窗口上采用三层增透膜设计，靠近 Ge 窗口的第一层透明膜层为 Si 透明膜层 43，厚度在 $0.1\mu\text{m}$ - $1\mu\text{m}$ 之间。设置于 Si 透明膜层的背离 Ge 窗口的第二层透明膜层为 ZnS 透明膜层 41，厚度在 $0.5\mu\text{m}$ - $1.5\mu\text{m}$ 之间。设置于 ZnS 透明膜层 41 的背离 Si 透明膜层 43 的第三层透明膜层为 BaF_2 透明膜层 42，厚度在 $0.8\mu\text{m}$ - $2\mu\text{m}$ 之间。

[96] BaF_2 透明膜层 42 上含有 4×4 个光谱调制结构 30，各子区域的规格为 $12\mu\text{m}\times 12\mu\text{m}$ 。其中，从左至右，第一列和第四列中各个光谱调制单元均为微结构调制单元 21，而第二列和第三列中各个光谱调制单元均为留空调制单元 22。

[97] 8 个光谱调制微纳结构子单元 211 为周期性排列的 Si 方柱。其中，Si 方柱阵列的排布周期在 $3\mu\text{m}$ - $10\mu\text{m}$ 之间，方柱占空比在 0.2-0.8 之间，高度在 $5\mu\text{m}$ - $30\mu\text{m}$ 之间。

[98] 第二方面，本申请实施例还提供了一种探测器，包括：图像传感器和用于红外高光谱成像的调制结构。其中，图像传感器包括像元阵列，调制结构的微结构调制单元和像元阵列相对设置。

[99] 本实施例的用于红外高光谱成像的调制结构的具体结构参照上述实施例，由于本探测器采用了上述所有实施例的全部技术方案，因此至少具有上述实施例的技术方案所带来的所有有益效果，在此不再一一赘述。

[100] 第三方面，本申请实施例还提供了一种红外光谱仪，包括：探测器以及图像信号处理器，图像信号处理器与探测器连接。

[101] 其中，图像信号处理器用于接收探测器的光谱图像，以处理后输出图像。

[102] 本实施例的探测器的具体结构参照上述实施例，由于本红外光谱仪采用了上述所有实施例的全部技术方案，因此至少具有上述实施例的技术方案所带来的所有有益效果，在此不再一一赘述。

[103] 以上所述仅为本申请的一些实施例，并非因此限制本申请的保护范围，凡是在本申请的发明构思下，利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构变换，或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本申请的保护范围内。

权利要求书

1、一种用于红外高光谱成像的调制结构，包括：

探测器窗口封装层；

红外增透膜，所述红外增透膜设置于所述探测器窗口封装层朝向像元阵列的一侧表面，且所述红外增透膜的材料折射率小于所述探测器窗口封装层的材料的折射率；以及

多个微结构调制单元，多个所述微结构调制单元按照预设排布规则设置于所述红外增透膜的背离所述探测器窗口封装层的一侧表面，以使所述红外增透膜的背离所述探测器窗口封装层的一侧表面部分区域空置形成至少一个留空调制单元。

2、根据权利要求 1 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述预设排布规则包括以下至少一项：

所述微结构调制单元与所述至少一个所述留空调制单元相邻；

在所述像元阵列的第一方向或第二方向上，相邻两个所述微结构调制单元之间具有至多两个所述留空调制单元，所述第一方向垂直于所述第二方向；或

每个所述留空调制单元相邻的所有所述微结构调制单元中，任意两个微结构调制单元的结构彼此不同。

3、根据权利要求 2 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，在所述第一方向上，所述微结构调制单元和所述留空调制单元彼此交替设置，且在所述第二方向上，所述微结构调制单元和所述留空调制单元彼此交替设置。

4、根据权利要求 2 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述红外增透膜包括至少两层依次层叠设置的透明膜层，且沿远离所述探测器窗口封装层的方向，所述至少两层透明膜层的折射率逐渐减小。

5、根据权利要求 4 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述透明膜层的材质包括 ZnS 硫化锌、ZnSe 硒化锌、BaF₂ 氟化钡、CaF₂ 氟化钙、YbF₃ 氟化镱、Ge 锗或者 Si 硅。

6、根据权利要求 1 至 5 任一项所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，每个所述微结构调制单元包括多个呈矩形阵列排布的微纳结构子单元，且多个所述微纳结构子单元彼此间隔开。

7、根据权利要求 6 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述多个微纳结构子单元构造为凸出设置于所述红外增透膜的柱状结构，所述柱状结构的材质为红外高折射率材料。

8、根据权利要求 6 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述红外增透膜的背离所述探测器窗口封装层的一侧表面设置有红外高折射率介质层，所述多个微纳结构子单元构造为沿所述探测器窗口封装层的厚度方向贯穿所述红外高折射率介质层的孔状结构。

9、根据权利要求 7 或 8 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述微纳结构子单元的横截面形状构造为旋转角为 90° 的旋转对称图形。

10、根据权利要求 6 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述像元阵列中像元的边长小于或等于 $17\mu\text{m}$ ，在所述矩形阵列的第三方向上，所述微纳结构子单元的数量小于或等于 10 个，在所述矩形阵列的第四方向上所述微纳结构子单元的数量小于或等于 10 个；其中，所述第三方向垂直于所述第四方向。

11、根据权利要求 6 所述的用于红外高光谱成像的调制结构，其中，所述微纳结构子单元的高度大于 $5\mu\text{m}$ 。

12、一种探测器，包括：

图像传感器，所述图像传感器包括像元阵列；以及

如权利要求 1 至 11 任一项所述的用于红外高光谱成像的调制结构，所述调制结构的微结构调制单元和所述像元阵列相对设置。

13、一种红外光谱仪，包括：

如权利要求 12 所述的探测器；以及

图像信号处理器，所述图像信号处理器与所述探测器连接。

1 / 4

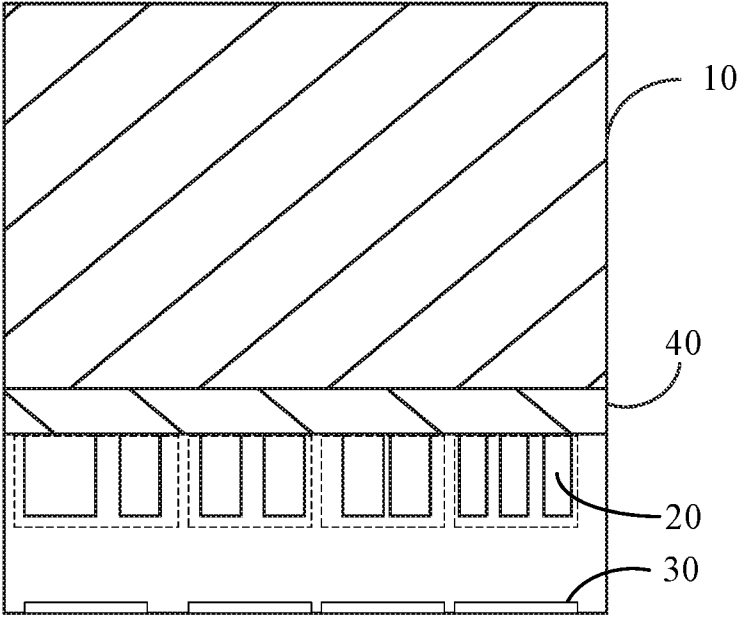


图 1

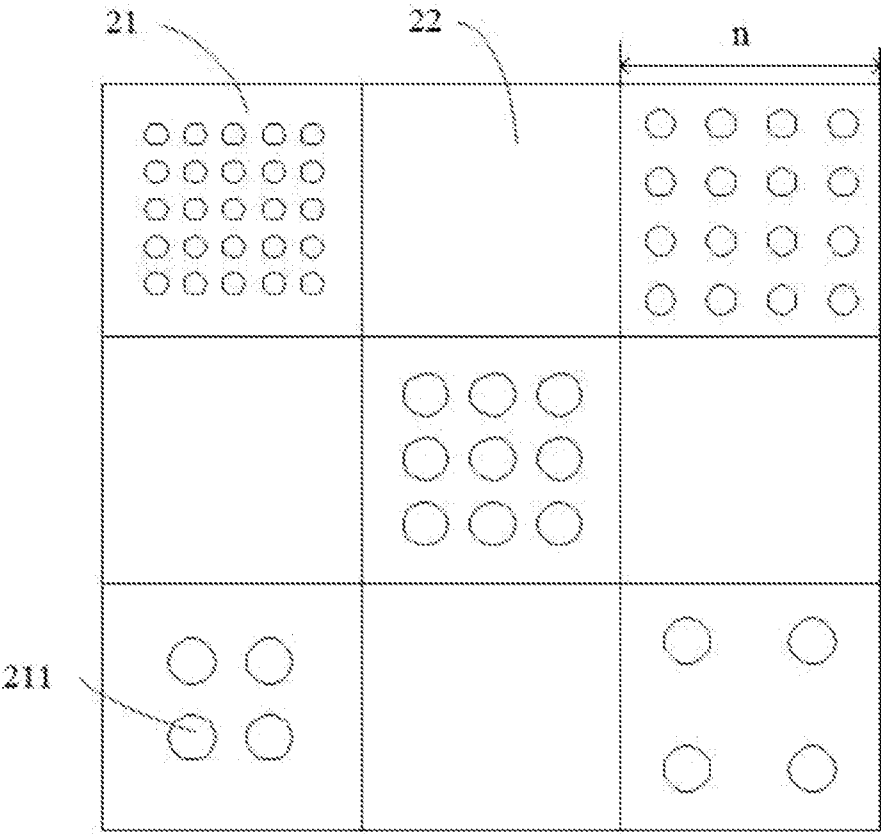


图 2

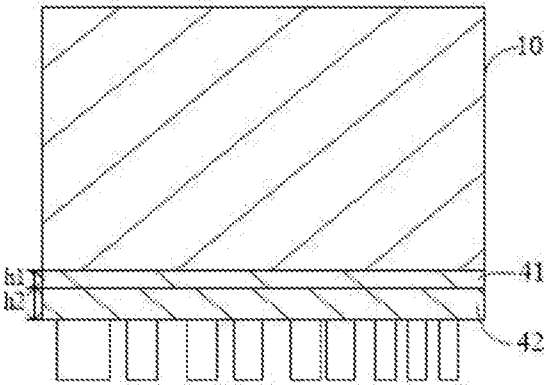


图 3

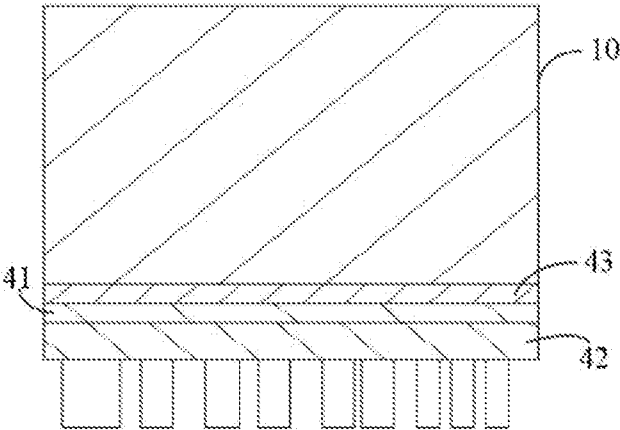


图 4

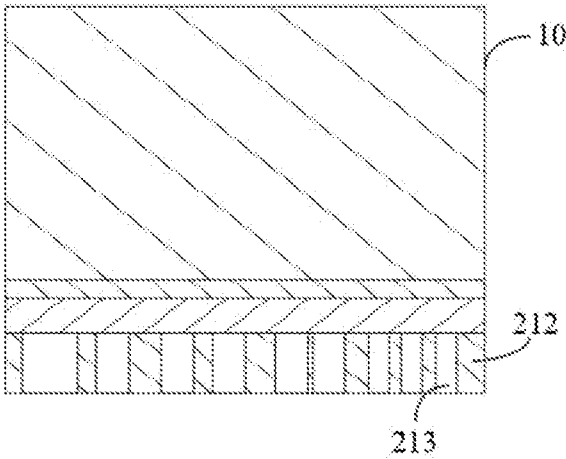


图 5

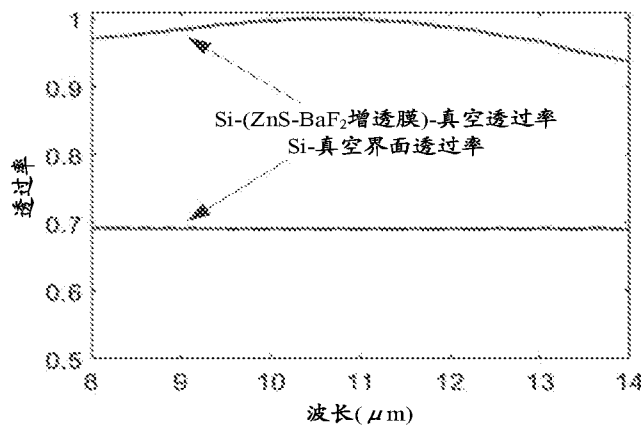


图 6

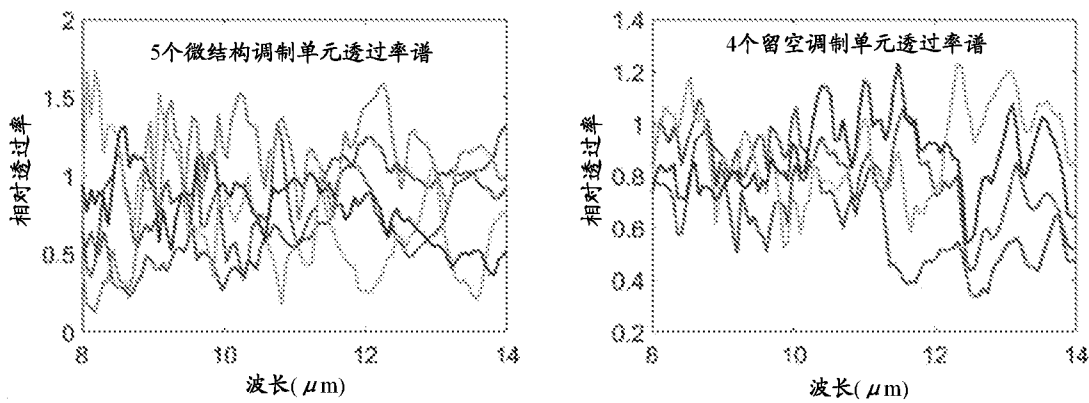


图 7

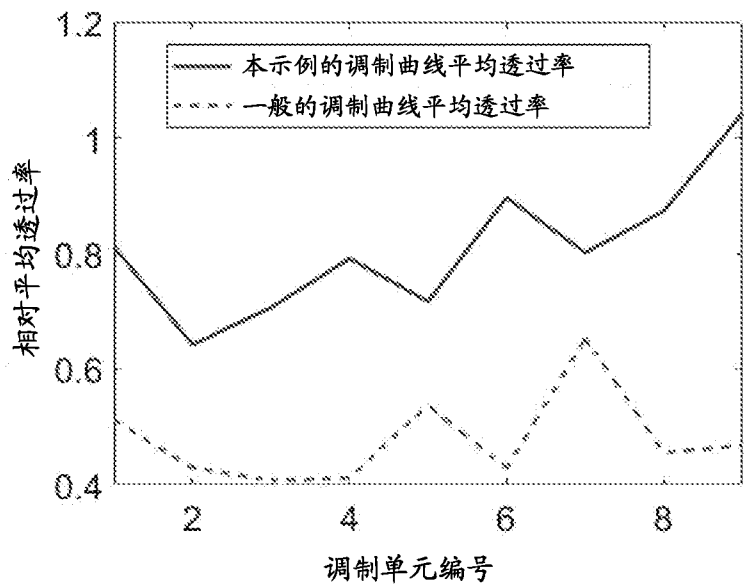


图 8

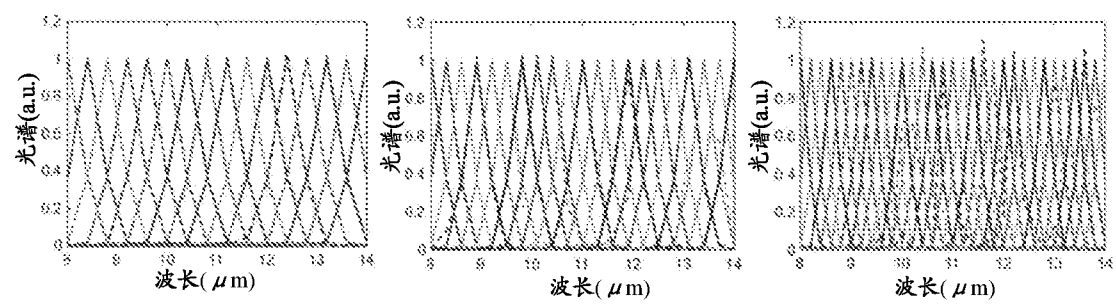


图 9

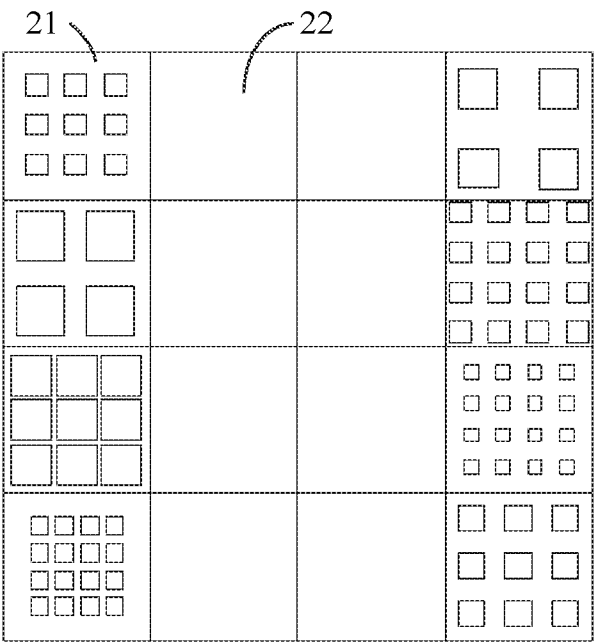


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/087004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01J3/02(2006.01)i; G01J3/28(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:G01J 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) CNTXT, ENTXTC, DWPI, VEN, WPABSC: 红外, 微纳结构, 微结构, 调制, 成像, 探测, 感测, 感应, 感光, 像元, 像素, 增透, 透明, 减反, 封装, 密封, infrared, IR, microstructure?, micro-nano structure?, modulat+, imag+, detect+, sens+, pixel?, antireflect +, transparent, hyaloid, hyaline, packag+, encapsulat+, seal+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 219996346 U (HANGZHOU HIKVISION DIGITAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 November 2023 (2023-11-10) claims 1-12	1-13
Y	CN 111490060 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 04 August 2020 (2020-08-04) description, paragraphs [0002]-[0112], and figures 1-20	1-13
Y	CN 111811652 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 23 October 2020 (2020-10-23) description, paragraphs [0002]-[0158], and figures 1-27	1-13
Y	CN 113948542 A (YANTAI RAYTRON TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 January 2022 (2022-01-18) description, paragraphs [0002]-[0115], and figures 1-16	1-13
A	CN 115201941 A (SHANGHAI INSTITUTE OF TECHNICAL PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 18 October 2022 (2022-10-18) entire document	1-13
☒ 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 05 August 2024		Date of mailing of the international search report 06 August 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/087004

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110146943 A (SHANGHAI OPTOFILM TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 August 2019 (2019-08-20) entire document	1-13
A	US 2023145952 A1 (TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY) 11 May 2023 (2023-05-11) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/087004

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	219996346	U	10 November 2023	None	
CN	111490060	A	04 August 2020	None	
CN	111811652	A	23 October 2020	None	
CN	113948542	A	18 January 2022	None	
CN	115201941	A	18 October 2022	None	
CN	110146943	A	20 August 2019	None	
US	2023145952	A1	11 May 2023	None	

A. 主题的分类

G01J3/02(2006.01)i; G01J3/28(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:G01J 3

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))

CNTEXT,ENTXTC,DWPI,VEN,WPABSC:红外, 微纳结构, 微结构, 调制, 成像, 探测, 感测, 感应, 感光, 像元, 像素, 增透, 透明, 减反, 封装, 密封, infared, IR, microstructure?, micro-nano structure?, modulat+, imag+, detect+, sens+, pixel?, antireflect+, transparent, hyaloid, hyaline, packag+, encapsulat+, seal+

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 219996346 U (杭州海康威视数字技术股份有限公司) 2023年11月10日 (2023 - 11 - 10) 权利要求1-12	1-13
Y	CN 111490060 A (清华大学) 2020年8月4日 (2020 - 08 - 04) 说明书第[0002]-[0112]段、图1-20	1-13
Y	CN 111811652 A (清华大学) 2020年10月23日 (2020 - 10 - 23) 说明书第[0002]-[0158]段、图1-27	1-13
Y	CN 113948542 A (烟台睿创微纳技术股份有限公司) 2022年1月18日 (2022 - 01 - 18) 说明书第[0002]-[0115]段、图1-16	1-13
A	CN 115201941 A (中国科学院上海技术物理研究所) 2022年10月18日 (2022 - 10 - 18) 全文	1-13
A	CN 110146943 A (上海欧菲尔光电技术有限公司) 2019年8月20日 (2019 - 08 - 20) 全文	1-13

☒ 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

2024年8月5日

国际检索报告邮寄日期

2024年8月6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

授权官员

朱雅琛

电话号码 (+86) 010-62089513

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

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	US 2023145952 A1 (TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY) 2023年5月11日 (2023 - 05 - 11) 全文	1-13

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/087004

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	219996346	U	2023年11月10日	无	
CN	111490060	A	2020年8月4日	无	
CN	111811652	A	2020年10月23日	无	
CN	113948542	A	2022年1月18日	无	
CN	115201941	A	2022年10月18日	无	
CN	110146943	A	2019年8月20日	无	
US	2023145952	A1	2023年5月11日	无	