

(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
2017年7月6日 (06.07.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/113465 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01S 13/89 (2006.01) *G01V 9/00* (2006.01)
G01V 3/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/072411
- (22) 国际申请日: 2016年1月27日 (27.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201511006075.1 2015年12月28日 (28.12.2015) CN
- (71) 申请人: 深圳市太赫兹科技创新研究院 (SHENZHEN INSTITUTE OF TERAHERTZ TECHNOLOGY AND INNOVATION) [—/CN]; 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。深圳市无牙太赫兹科技有限公司 (SHENZHEN VICTOOTH TERAHERTZ TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市宝安区西乡街道宝田一路臣田工业区 37 栋 2 楼东, Guangdong 518102 (CN)。

- (72) 发明人: 祁春超 (QI, Chunchao); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。赵术开 (ZHAO, Shukai); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。贾成艳 (JIA, Chengyan); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。吴光胜 (WU, Guangsheng); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。丁庆 (DING, Qing); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。刘俊成 (LIU, Juncheng); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。刘贝贝 (LIU, Beibei); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。张艳东 (ZHANG, Yandong); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。刘艳丽 (LIU, Yanli); 中国广东省深圳市宝安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧, Guangdong 518102 (CN)。

[见续页]

(54) Title: MILLIMETER WAVE HOLOGRAPHIC THREE-DIMENSIONAL IMAGING DETECTION SYSTEM AND METHOD

(54) 发明名称: 毫米波全息三维成像检测系统和方法

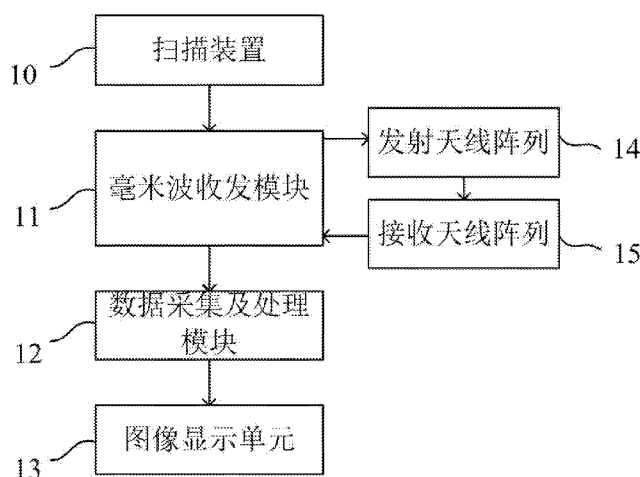


图 1

- 10 Scanning apparatus
11 Millimeter wave transceiving module
12 Data acquisition and processing module
13 Image displaying unit
14 Emission antenna array
15 Receiving antenna array

(57) Abstract: A millimeter wave holographic three-dimensional imaging detection system comprises: a emission antenna (14) configured to emit a millimeter wave emission signal to a detection target (24); a receiving antenna (15) configured to receive an echo signal returned from the detection target (24); a millimeter wave transceiving module (11) configured to generate the millimeter wave emission signal to be emitted to the detection target (24) and receive and process the echo signal from the receiving antenna (15); a scanning apparatus (10) configured to support the millimeter wave transceiving module (11), the emission antenna (14) and the receiving antenna (15), and move the millimeter wave transceiving module (11), the emission antenna (14) and the receiving antenna (15) according to a preset trajectory so as to scan the detection target (24) utilizing millimeter waves; a data acquisition and processing module (12) configured to acquire and process the echo signal output from the millimeter wave transceiving module to generate a three-dimensional image of the detection target (24); and an image displaying unit (13) configured to display the three-dimensional image generated by the data acquisition and processing module (12). The millimeter wave holographic three-dimensional imaging detection system has the advantages of simple structure, high resolution, quick imaging time, relatively large field of view, and the like. Also provided is a method for performing a millimeter wave three-dimensional holographic imaging detection of a detection target (24) with the millimeter wave holographic three-dimensional imaging detection system.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/113465 A1



安区西乡宝田一路臣田工业区 37 栋二楼东侧,
Guangdong 518102 (CN)。

(74) **代理人: 北京律和信知识产权代理事务所(普通合伙)** (BEIJING LAWSING IP FIRM); 中国北京市西城区白广路 4 号院一层 A 区 122、123, Beijing 100053 (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, 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, 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, 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))。

一种毫米波全息三维成像检测系统, 包括: 发射天线(14), 用于向被测对象(24)发送毫米波发射信号; 接收天线(15), 用于接收从被测对象(24)返回的回波信号; 毫米波收发模块(11), 用于生成发送给被测对象(24)的毫米波发射信号并接收和处理来自接收天线(15)的回波信号; 扫描装置(10), 用于支撑毫米波收发模块(11)、发射天线(14)和接收天线(15), 并按照预设轨迹移动毫米波收发模块(11)、发射天线(14)和接收天线(15), 以实现利用毫米波扫描被测对象(24); 数据采集和处理模块(12), 用于采集和处理从毫米波收发模块输出的回波信号以生成被测对象(24)的三维图像; 以及图像显示单元(13), 用于显示由数据采集和处理模块(12)生成的三维图像。该毫米波全息三维成像检测系统具有结构简单、分辨率高、成像时间短、视场较大等优势。还提供一种利用该毫米波全息三维成像检测系统进行被测对象(24)的毫米波三维全息成像检测方法。

毫米波全息三维成像检测系统和方法

技术领域

本发明涉及毫米波全息三维成像检测系统和方法，特别涉及基于线性调频技术、超外差探测原理和全息成像原理的毫米波三维成像系统和方法。

背景技术

毫米波的频率为 30GHz 到 300GHz（波长从 1mm 到 10mm），在实际工程应用中，常把毫米波的低端频率降到 26GHz。在电磁波谱中，毫米波频率的位置介于微波与红外之间。与微波相比，毫米波的典型特点是波长短、频带宽（具有很广阔的利用空间）以及在大气中的传播特性。与红外相比，毫米波具有全天候工作的能力并且可用于烟尘，云雾等恶劣环境下。在微波频段越来越拥挤的情况下，毫米波兼顾微波的优点，并且还具备低频段微波所不具备的一些优点。

具体来说，毫米波主要有以下几个特点：1、精度高，毫米波雷达更容易获得窄的波束和大的绝对带宽，使得毫米波雷达系统抗电子干扰能力更强；2、在多普勒雷达中，毫米波的多普勒频率分辨率高；3、在毫米波成像系统中，毫米波对目标的形状结构敏感，区别金属目标和背景环境的能力强，获得的图像分辨率高，因此可提高对目标识别与探测能力 4、毫米波能够穿透等离子体；5、与红外激光相比，毫米波受恶劣自然环境的影响小；6、毫米波系统体积小、重量轻，因此与微波电路相比，毫米波电路尺寸要小很多，从而毫米波系统更易集成。正是这些独特的性质赋予了毫米波技术的广泛应用前景，尤其是在无损检测和安检领域。

在毫米波成像发展初期，毫米波成像系统都使用单通道的机械扫描体制，这种成像体制结构简单但扫描时间比较长。为了缩短扫描时间，Millivision 公司研制了 Veta125 成像仪，该成像仪除发射扫描系统外，还具有 8×8 的阵列接收机制，但这种成像仪更适合于室外大范围的远程监测，而且视场不到 50 厘米。Trex 公司还研制了一套 PMC-2 成像系统，此成像系统中的天线单元采用了 3mm 相控阵天线的技术。PMC-2 成像系统采用了中心频率为 84GHz 的毫米波，这种成像系统的工作频率由于接近太赫兹频段，因而成本较高。Lockheed Martin 公司也研制了一套焦平面成像阵列成像系统，其采用的毫米波的中心频率为

94GHz。TRW 公司研制了一套被动的毫米波成像系统，此套系统采用的毫米波的中心频率为 89GHz。Lockheed Martin 和 TRW 这两家公司的成像系统的视场都较小，通常也不到 50 厘米。

现阶段在毫米波成像领域，毫米波成像研究成果主要集中在西北太平洋实验室（Pacific Northwest National Laboratory）。此实验室中的 McMakin 等人，开发了一套三维全息成像扫描系统，此套成像系统的扫描机制是基于圆柱扫描，并且这套系统已经实现了毫米波成像系统的商业化。该成像系统采用的是主动成像机制，通过全息算法反演得到目标的三维毫米波图像。此项技术已经授权 L-3 Communications 和 Save View 有限公司，他们生产出的产品分别用于车站码头等场所的安检系统中和试选服装之中。但是由于这种系统采用了 384 个收发单元，因而成本始终没法降下来。目前西北太平洋实验室正致力于更高频率的毫米波成像系统的开发研制。

除上面介绍的实验室和公司外，在英国、美国等国家，也有很多的科研院所和企业参与了毫米波成像技术的研究，如美国的陆军海军空军研究实验室和海军沿海基地等公司以及 Delaware, Arizona 等大学、英国的 Reading 大学、Durham 大学和 Farran 公司等。

除英美国之外，德国的微波与雷达研究所（Microwave and Radar Institute）和德国的航空中心（German Aerospace Center）也有参与毫米波成像技术的研究。澳大利亚的 ICT 中心，日本的 NEC 公司等都有相关毫米波成像研究成果的报道。但是，这些单位的毫米波研究要么处于实验室阶段，要么研制出的产品价格非常高昂，或者检测的视场较小。

因此，需要一种价格低、视场大的毫米波三维成像检测系统。

发明内容

本发明的目的在于提供一种结构简单、分辨率高、成像时间短的毫米波全息三维成像检测系统。

根据本发明的一个方面，提供了一种毫米波全息三维成像检测系统，包括：发射天线，用于向被测对象发送毫米波发射信号；接收天线，用于接收从被测对象返回的回波信号；毫米波收发模块，用于生成发送给被测对象的毫米波发射信号并接收和处理来自接收天线的回波信号；扫描装置，用于支撑所述毫米波收发模块、发射天线和接收天线，并按照预设轨迹移动毫米波收发模块、发

射天线和接收天线，以实现利用毫米波扫描被测对象；数据采集和处理模块，用于采集和处理从毫米波收发模块输出的回波信号以生成被测对象的三维图像；以及图像显示单元，用于显示由数据采集和处理模块生成的三维图像。

进一步的，上述毫米波全息三维成像检测系统中，一个所述毫米波收发模块、一个所述发射天线和一个所述接收天线组成一个毫米波收发单元；毫米波收发单元中的发射天线和接收天线的方向相同；N 个所述毫米波收发单元沿同一方向排列，组成一排毫米波收发系统，其中 N 是大于等于 2 的整数。

进一步地，扫描装置包括：每块平面检测面板用于支撑所述一排毫米波收发系统，且两块平面检测面板所容纳的一排毫米波收发系统的方向彼此相对，被测对象置于两块平面检测面板之间；两对导轨，分别设置在每块平面检测面板的两侧，每对导轨彼此配合，限制对应平面检测面板所支撑的一排毫米波收发系统沿预设轨迹移动；以及电机，用于驱动所述一排毫米波收发系统沿其所对应的导轨的轨迹移动。

进一步地，在每块平面检测面板上设置 N 个毫米波收发模块、N 个发射天线和 N 个接收天线，每一个毫米波收发模块对应一个发射天线和一个接收天线，N 个毫米波收发模块并排设置以形成一排毫米波收发系统，N 个发射天线并排设置以形成发射天线阵列，以及 N 个接收天线并排设置以形成接收天线阵列其中 N 是大于等于 2 的整数。

进一步地，所述一排毫米波收发系统根据时序控制，使得 N 个毫米波收发单元按照预设顺序逐个进行毫米波的发射和接收。

进一步地，毫米波收发模块包括：发射链路，用于根据第一信号源，生成向所述被测对象发射的毫米波发射信号；以及

接收链路，用于根据第二信号源，配合所述第一信号源，产生与接收到的回波信号相干的信号，在经过对所述回波信号进行处理后，发送给所述数据采集和处理模块；

其中，所述第一信号源是工作在第一频率范围内的调频信号源；所述第二信号源是工作在第一频率的点频信号源。

进一步地，发射链路包括：第一定向耦合器，第一定向耦合器的输入端连接至第一信号源，直通端连接至第一功率放大器；第一功率放大器，对第一定向耦合器的输出信号的功率进行放大以达到第一二倍频器的安全输入功率范围；以及第一二倍频器，将第一功率放大器输出的信号二倍频至第二频率范围，

并将二倍频后的信号输出至发射天线。

进一步地，接收链路包括：第二定向耦合器，第二定向耦合器的输入端连接至第二信号源；第一混频器，第一混频器的本振端连接至第二定向耦合器的直通端，射频端连接至第一定向耦合器的耦合端，以产生第一信号源和第二信号源的差频信号；第二功率放大器，第二功率放大器的输入端连接至第一混频器的中频端以接收差频信号，并对差频信号的功率进行放大以达到第二二倍频器的安全输入功率范围；第二二倍频器，第二二倍频器的输入端连接至第二功率放大器的输出，对第二功率放大器的输出信号进行二倍频至第二频率；第二混频器，第二混频器的本振端连接至第二二倍频器的输出端，射频端接收接收天线所接收的回波信号以生成首次下变频信号；第三功率放大器，第三功率放大器的输入端连接至第二定向耦合器的耦合端，对来自第二定向耦合器的信号进行功率放大；第三二倍频器，第三二倍频器的输入端连接至第三功率放大器的输出端，对来自第三功率放大器的信号进行二倍频操作至第二频率；第三混频器，第三混频器的本振端连接至第三二倍频器的输出端，射频端连接至第二混频器的中频端以生成二次下变频信号。

进一步的，所述接收链路还包括：低噪声放大器，低噪声放大器的输入端连接至第三混频器的中频端，对接收到的二次下变频信号进行放大并输出至数据采集和处理模块。

进一步地，第一频率范围为 13.5GHz-16.5GHz，第二频率范围为 27GHz-33GHz，第一频率为 35MHz，以及第二频率为 70MHz。

根据本发明的另一方面，提供了一种利用上述毫米波全息三维成像检测系统进行被测对象的毫米波全息三维成像检测方法，包括以下步骤：扫描装置移动毫米波收发模块、发射天线和接收天线来扫描被测对象；毫米波收发模块生成毫米波发射信号；发射天线将毫米波收发模块生成的毫米波发射信号发射给被测对象；接收天线接收被测对象返回的回波信号并将回波信号发送给毫米波收发模块；毫米波收发模块对回波信号进行处理并发送给数据采集和处理模块；数据采集和处理模块对来自毫米波收发模块的信号进行处理以生成被测对象的三维图像；以及图像显示单元显示由数据采集和处理模块生成的三维图像。

进一步地，在数据采集和处理模块中，采集来自毫米波收发模块的回波信号，将回波信号与空间位置信号联系到一起，然后进行傅里叶变换和傅里叶逆变换来得到三维图像。

通过本发明的技术方案，与现有的毫米波三维成像检测系统相比，简化了系统结构，提高了分辨率，缩短了成像时间，并具有较强的视场。

附图说明

图 1 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统的组成框图。

图 2 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统的结构性示意图。

图 3 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统中的毫米波收发模块与发射天线和接收天线的电路连接关系图。

图 4 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统的数据采集和处理模块中进行的全息三维成像算法的流程图。

图 5 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统的三维目标成像原理图。

图 6 是本发明的毫米波全息三维成像检测方法的流程图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

毫米波成像体制主要分为毫米波主动成像和毫米波被动成像。这种被动毫米波成像系统的优点为结构比较简单，实现成本也较低，缺点就是成像时间太长，较差的成像分辨率。随着毫米波器件水平的提高和毫米波器件技术的发展，毫米波主动成像开始受到越来越多的重视。在毫米波主动成像中，主动合成孔径成像和主动全息成像是主要的成像体制。毫米波全息成像的方法是源于光学全息的方法，毫米波全息成像利用电磁波的相干原理，首先发射机要将发射高稳定的毫米波信号，接收机接受目标上每个点的发射信号并将回波信号与高度相干的参考信号进行相干处理，提取出回波信号的幅度和相位信息，从而得到目标点上的发射特性，最后在通过数据和图像处理的方法就可以得到场景中的目标毫米波图像。毫米波主动全息成像得到的毫米波图像分辨率好，在与机械扫描相配合可大大缩短成像时间，可实现工程化，所以毫米波全息成像特别适合毫米波近程主动成像。

以下参照附图详细描述本发明的实施例。

图 1 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统的组成框图。图 2 是本发明

的毫米波全息三维成像检测系统的结构性示意图。

如图 1 所示，本发明的毫米波全息三维成像检测系统包括：发射天线 14，用于向被测对象发送毫米波发射信号；接收天线 15，用于接收从被测对象返回的回波信号；毫米波收发模块 11，用于生成发送给被测对象的毫米波发射信号并接收和处理来自接收天线 15 的回波信号；扫描装置 10，用于支撑毫米波收发模块 11、发射天线 14 和接收天线 15，并按照预设轨迹移动毫米波收发模块 11、发射天线 14 和接收天线 15，以实现利用毫米波扫描被测对象；数据采集和处理模块 12，用于采集和处理从毫米波收发模块 11 输出的回波信号以生成被测对象的三维图像；以及图像显示单元 13，用于显示由数据采集和处理模块 12 生成的三维图像。

如图 2 所示，扫描装置 10 由垂直方向导轨 21、电机（例如，步进电机）22 和平面检测面板 23 组成。具体来说，扫描装置 10 包括两块平面检测面板 23 来支撑毫米波收发模块 11、发射天线 14 和接收天线 15，被测对象 24 置于两块平面检测面板 23 之间。扫描装置 10 还包括两对导轨 21，分别设置在每块平面检测面板 23 的两侧，每对导轨彼此配合，限制对应平面检测面板所支撑的毫米波收发模块 11、发射天线 14 和接收天线 15 沿导轨 21 上下移动。扫描装置 10 还包括位于检测面板 23 旁的控制电机 22，其用于控制毫米波收发模块 11、发射天线 14 和接收天线 15 沿导轨 21 的上下移动，从而对被测对象 24 进行上下扫描。优选的，如图 2 所示，两块平面检测面板 23 为平行设置。

进一步如图 2 所示，在每块平面检测面板 23 上设置 N 个毫米波收发模块 11、 N 个发射天线 14 和 N 个接收天线 15，每一个毫米波收发模块 11 对应一个发射天线 14 和一个接收天线 15， N 个毫米波收发模块 11 并排设置以形成一排毫米波收发系统， N 个发射天线 14 并排设置以形成发射天线阵列，以及 N 个接收天线 15 并排设置以形成接收天线阵列，其中 N 是大于等于 2 的整数。换句话说，一个毫米波收发模块 11、一个所述发射天线 14 和一个所述接收天线 15 组成一个毫米波收发单元；如图 2 所示，毫米波收发单元中的发射天线和接收天线的方向相同且在阵列中位于相同列； N 个所述毫米波收发单元沿同一方向（例如，沿水平方向）排列，组成一排毫米波收发系统，其中 N 是大于等于 2 的整数。仍然参考图 2，两块平面检测面板 23 所支撑的一排毫米波收发系统的方向彼此相对，即两块平面检测面板 23 所支撑的一排毫米波收发系统的天线阵列的方向是彼此相对的，如此，通过上下移动两块平面检测面板 23 所对

应的两排毫米波收发系统，可分别扫描被测对象相背的两个表面的位置信息，从而为后续数据采集和处理模块 12 合成被测对象完整的三维图像提供数据基础。

此外，上述一排毫米波收发系统根据时序控制，使得 N 个毫米波收发单元按照预设顺序逐个进行毫米波的发射和接收。即按照时序控制 N 个毫米波收发模块 11 来逐个进行毫米波的发射和接收，从而完成对被测对象的水平扫描。例如，对 N 个毫米波收发模块 11 的控制可以通过单刀多掷开关来实现，当然也可以采用本领域已知的任何时序控制装置。

此外，被测对象也可以移动来提高成像速度。

还需要注意，一排毫米波收发系统所包括毫米波收发模块 11 以及对应的发射天线 14 和接收天线 15 的数量可以根据平面检测面板 23 的宽度以及所要实现的成像速度等参数来设置，而平面检测面板 23 的宽度又可以根据被测对象 24 的尺寸来确定。此外，平面检测面板 23 与被测对象 24 之间的距离可以根据天线参数等指标来确定。上面提及的尺寸的设置对于本领域技术人员来说是显而易见的，因此不再进行详细描述。

例如，1 排毫米波收发系统可以包括 64 个毫米波收发模块 11 以及 128 个天线，其中 1-64 个发射天线组成发射天线阵列 14，用于将 64 个毫米波收发模块 11 产生的线性调频连续波辐射到被测目标 24 上，而 65-128 个接收天线组成接收天线阵列 15，用于接收由被测对象反射回的信号并传输至 64 个毫米波收发模块 11。每个发射天线对应一个接收天线，发射天线 1、2、3、...、63 和 64 分别对应接收天线 65、66、67、...、127 和 128。如上所述，这 64 个毫米波收发模块 11 并非同时工作，而是例如通过两层单刀多掷开关来控制，使它们逐个地进行发射和接收，

图 3 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统中的毫米波收发模块 11 与发射天线 305 和接收天线 306 的电路连接关系图；其中，毫米波收发模块 11 包括：

发射链路，用于根据第一信号源 301，生成向所述被测对象发射的毫米波发射信号；以及

接收链路，用于根据第二信号源 307，配合所述第一信号源 301，产生与接收到的回波信号相干的信号，在经过对所述回波信号进行处理后，发送给所述数据采集和处理模块；

其中, 所述第一信号源 301 是工作在第一频率范围内的调频信号源; 所述第二信号源 307 是工作在第一频率的点频信号源。

如图 3 所示, 毫米波收发模块 11 包括:

发射链路包括: 信号源 301、定向耦合器 302、功率放大器 303、二倍频器 304, 用于生成发送给被测对象 24 的毫米波发射信号; 以及接收链路包括: 信号源 307、定向耦合器 309、混频器 310、312、313、功率放大器 311、314、二倍频器 312、315 以及低噪声放大器 317, 用于接收被测对象 24 返回的回波信号并对回波信号进行处理以发送给数据采集和处理模块 12。

具体来说, 信号源 301 是工作频率在一定频率范围 (例如, 13.5GHz-16.5GHz) 的调频信号源, 可以表示为:

$$S_1(t) = A_1 \cos[2\pi(f_1 t + \frac{B}{2T} t^2) + \phi_1] \quad (1)$$

其中, A_1 表示为初始幅值, f_1 为初始扫描频率 13.5GHz, t 为时间, ϕ_1 为信号源 301 的初始相位值, B 为调频信号带宽, T 为调频周期。

此外, 信号源 307 是工作频率在一固定频率 (例如, 35MHz) 的单频率连续波信号源, 可以表示为:

$$S_2 = A_2 \cos(2\pi f_2 + \phi_2) \quad (2)$$

其初始幅值和相位分别为 A_2 和 ϕ_2 , 频率为 f_2 。

注意, 上述信号源 301 的频率范围和信号源 307 的频率可以根据分辨率要求等来选择, 这对于本领域技术人员来说是共知的, 此处不再进行描述。

定向耦合器 302 是一个三端口器件, 其输入端接收信号源 301 的输出信号, 直通端连接至功率放大器 303, 从而使发射链路的功率达到二倍频器 304 安全输入功率范围。在经过二倍频器 304 后, 发射链路的频率倍频至第二频率范围 (在信号源 301 的频率范围为 13.5GHz-16.5GHz 的情况下, 此处的频率范围为 27GHz-33GHz), 最终由一个发射天线辐射到空间中到达被测对象。此处, 发射信号可以表示为:

$$S_1'(t) = A_1' \cos[2\pi(2f_1 t + \frac{B}{T} t^2) + 2\phi_1] \quad (3)$$

其中, A_1' 是发射信号的幅值。

第二信号源 307 的输出信号连接至定向耦合器 309 的输入端。混频器 310 是一个三端口器件, 其中本振 LO 端连接定向耦合器 309 的直通端以输入例如 35MHz 的中频信号, 射频 RF 端连接定向耦合器 302 的耦合端以输入例如 13.5GHz-16.5GHz 的调频信号, 中频 IF 端则输出 LO 和 RF 端输入的信号的差

频信号来提高给功率放大器 311。功率放大器 311 使该信号功率放大到二倍频器 312 的安全工作范围内。此时,二倍频器 312 的输出信号为两信号源混频、然后再二倍频后的信号,可以表示为:

$$S(t) = \frac{A_1' A_2'}{2} \cos\{2\pi[2(f_1 t - f_2 t) + \frac{B}{T} t^2] + 2(\varphi_1 - \varphi_2)\} \quad (4)$$

混频器 313 是一个三端口器件,其中本振 LO 端连接二倍频器 312 的输出信号 $S(t)$,射频 RF 端得到接收天线 15 所接收的从被测对象反射的回波信号。此时的回波信号可以表示为:

$$S_1''(t) = \alpha A_1' \cos\{2\pi[2f_1(t - \tau) + \frac{B}{T}(t - \tau)^2] + 2\varphi_1\} \quad (5)$$

其中, α 为回波信号衰减系数, $\tau = 2R/c$ 为被测物体产生的回波延时, c 为电磁波在空间的传播速度。

混频器 313 的中频 IF 端则输出本振 LO 与射频 RF 端接收的信号的超外差信号,其中该信号中带有一定的空间目标信息,可以表示为:

$$S_{IF}(t) = \alpha \frac{A_1' A_2'}{2} \cos\{2\pi[2f_1(t - \tau) - 2f_2 + \frac{B}{T}(t - \tau)^2] + 2\varphi_1 - 2\varphi_2\} \quad (6)$$

从(6)式中可以看出两个信号源的非相干性,为了得到相干信号,引入混频器 316。混频器 316 输出带有目标信息的相干的超外差信号,其射频端输入来自混频器 313 的首次下变频信号 $S_{IF}(t)$,本振端输入由信号源 307 经过定向耦合器 309 耦合端、功率放大器 314 以及二倍频器 315 输出的例如 70MHz 的连续波信号,即:

$$S_2' = A_2' \cos(4\pi f_2 + 2\varphi_2) \quad (7)$$

其中, A_2' 为信号幅值。

混频器 316 中频 IF 端则输出带有目标信息的第二次下变频信号 $S_{IF}(t)$,即:

$$S_{IF}'(t) = \alpha \frac{A_1' A_2'}{8} \cos[2\pi(2\frac{B}{T}\tau t - \frac{B}{T}\tau^2 + 2f_1\tau)] \quad (8)$$

从公式(8)可以看出,采用该方法消除了非相干双信号源引入的相位不同步。

进一步的,低噪声放大器 317 能够使经过两次下变频的微弱中频信号进行放大,提高输出信号的信噪比、探测灵敏度,其输出信号被送入数据采集和处理模块 12。

数据采集和处理模块 12 对来自所述毫米波收发模块 11 的信号进行处理以

生成所述被测对象的三维图像包括：

采集来自所述毫米波收发模块的回波信号，将回波信号与空间位置信号联系到一起，然后进行傅里叶变换和傅里叶逆变换来得到三维图像。

图 4 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统的数据采集和处理模块中进行的全息三维成像算法的流程图。

如图 4 所示，数据采集和处理模块 12 将采集得到的信号首先进行回波信息的采集（401），将其与空间位置信号联系在一起。然后利用傅里叶变换进行几何特性的傅里叶变换（402），化简变形后进行傅里叶逆变换（403），最终得到目标三维像（404），结合空间域位置信息进行最终数据的获取。

图 5 是本发明的毫米波全息三维成像检测系统的三维目标成像原理图。

如图 5 所示，毫米波经过目标 502 的位置点(x, y, z)处的散射后，位置为(X, Y, Z₀)的接收天线 501 开始接收散射后的宽带回波信号。天线将接收到的信号送入毫米波电路和高度相干的本振信号进行下变频，再通过低噪声放大器 317。设得到的信号为 E(X, Y, ω)，其中 ω 是发射源的瞬时角频率，E(X, Y, ω)是关于 ω 的函数，其表达式为：

$$E(X, Y, \omega) = \iiint \frac{1}{r} f(x, y, z) e^{(-j\vec{K} \cdot \vec{r})} dx dy dz \quad (9)$$

其中， $\vec{r}$ 是天线与目标点之间的距离， $\vec{K}$ 为电磁波波束，指数部分表示目标散射的球面波信号，对目标三维散射成像起重要作用。且：

$$\vec{K} \cdot \vec{r} = (x - X) \vec{K}_x + (y - Y) \vec{K}_y + (z - Z) \vec{K}_z \quad (10)$$

E(X, Y, ω)为时域信号，它是对时间维信号 E(X, Y, t)进行傅里叶变换后的表达式，即：

$$E(X, Y, \omega) = FT[E(X, Y, t)] \quad (11)$$

将式（10）带入式（9），将式（9）的矢量运算简化成标量运算，从物理意义上理解，可以看成把一个球面波展开，表示成平面波的叠加，得到：

$$E(X, Y, \omega) = \iint f^F(K_x, K_y, K_z) e^{(-jZ_0 K_z)} e^{[j(X K_x + Y K_y)]} dK_x dK_y \quad (12)$$

式（12）中使用了三维傅里叶变换，即：

$$f^F(K_x, K_y, K_z) = FT_3[f(x, y, z)] = \iiint f(x, y, z) e^{[-j(x K_x + y K_y + z K_z)]} dx dy dz \quad (13)$$

也是一个逆傅里叶变换，即：

$$E(X, Y, \omega) = IFT_2[f^F(K_x, K_y, K_z) e^{(-jZ_0 K_z)}] \quad (14)$$

式 (13) 中忽略了常数项, 把 (13) 式代入 (12) 式可以得到:

$$E(X, Y, \omega) = IFT_2\{FT_3[f(x, y, z)]e^{(-jZ_0 K_z)}\} \quad (15)$$

对式 (15) 进行逆变换, 可以得到最终的宽带毫米波全息成像公式为:

$$f(x, y, z) = IFT_3\{FT_2[E(X, Y, \omega)]e^{(jZ_0 K_z)}\} \quad (16)$$

从式 (16) 中可以看出, 只要得到各个频率点的回波信号的电磁信息, 就可以通过一系列反演得到 $f(x, y, z)$, 最后得到成像目标的三维毫米波全息图像。

图 6 是本发明的毫米波全息三维成像检测方法的流程图。

如图 6 所述, 利用上述毫米波全息三维成像检测系统进行被测对象的毫米波全息三维成像检测方法包括以下步骤: 扫描装置移动毫米波收发模块、发射天线和接收天线来扫描被测对象; 毫米波收发模块生成毫米波发射信号; 发射天线将毫米波收发模块生成的毫米波发射信号发射给被测对象; 接收天线接收被测对象返回的回波信号并将回波信号发送给毫米波收发模块; 毫米波收发模块对回波信号进行处理并发送给数据采集和处理模块; 数据采集和处理模块对来自毫米波收发模块的信号进行处理以生成被测对象的三维图像; 以及图像显示单元显示由数据采集和处理模块生成的三维图像。

本发明通过采用上述毫米波全息三维成像检测系统和方法, 与现有的毫米波成像仪器相比, 具有以下突出的优点:

(1) 价格低廉: 本发明利用驱动电机使一维阵列天线实现面阵列的扫描效果, 极大地降低了成本。

(2) 结构简单, 易集成: 本发明例如采用单刀多掷开关等控制毫米波收发模块通道的工作顺序, 并且采用调频信号源及毫米波器件进行系统的搭建, 大大降低了系统的复杂度, 同时也提高了系统的集成度。

(3) 分辨率高: 本发明采用调频连续波技术、超外差技术以及全息成像技术, 提高了三维图像平面和深度的分辨率。

(4) 成像时间快: 本发明采用电机带动收发天线上下移动的同时也可以让被测对象以一定的速度向前运动, 大大提高了成像速度。

(5) 视场增加: 与现有的 50 厘米以下的视场相比, 本发明的实施例可以达到几米, 甚至几十米的视场。

(6) 信噪比高: 系统采用主动式毫米波成像, 通过控制各个毫米波器件的输出功率范围来提高天线的发射功率, 当然, 发射功率在安全辐射范围之内, 使得回波信号信噪比远远高于被动式毫米波成像系统接收信号的信噪比, 进而

获得更高的成像质量。

(7) 用途广泛：利用毫米波成像技术高分辨率及结构简单等优点，可以进行各类大型仪器外层损伤的检测，也适用于违禁品的检测。

需要说明的是，以上参照附图所描述的各个实施例仅用以说明本发明而非限制本发明的范围，本领域的普通技术人员应当理解，在不脱离本发明的精神和范围的前提下对本发明进行的修改或者等同替换，均应涵盖在本发明的范围之内。此外，除上下文另有所指外，以单数形式出现的词包括复数形式，反之亦然。另外，除非特别说明，那么任何实施例的全部或一部分可结合任何其它实施例的全部或一部分来使用。

权 利 要 求 书

1、一种毫米波全息三维成像检测系统，其特征在于，所述毫米波全息三维成像检测系统包括：

发射天线，用于向被测对象发送毫米波发射信号；

接收天线，用于接收从所述被测对象返回的回波信号；

毫米波收发模块，用于生成发送给所述被测对象的毫米波发射信号并接收和处理来自所述接收天线的所述回波信号；

扫描装置，用于支撑所述毫米波收发模块、所述发射天线和所述接收天线，并按照预设轨迹移动所述毫米波收发模块、所述发射天线和所述接收天线，以实现利用毫米波扫描所述被测对象；

数据采集和处理模块，用于采集和处理从所述毫米波收发模块输出的回波信号以生成所述被测对象的三维图像；以及

图像显示单元，用于显示由所述数据采集和处理模块生成的所述三维图像。

2、根据权利要求 1 所述的毫米波全息三维成像检测系统，其特征在于，一个所述毫米波收发模块、一个所述发射天线和一个所述接收天线组成一个毫米波收发单元；毫米波收发单元中的发射天线和接收天线的方向相同；N 个所述毫米波收发单元沿同一方向排列，组成一排毫米波收发系统，其中 N 是大于等于 2 的整数。

3、根据权利要求 2 所述的毫米波全息三维成像检测系统，其特征在于，所述扫描装置包括：

两块平面检测面板，每块平面检测面板用于支撑所述一排毫米波收发系统，且两块平面检测面板所容纳的一排毫米波收发系统的方向彼此相对；

两对导轨，分别设置在每块平面检测面板的两侧，每对导轨彼此配合，限制对应平面检测面板所支撑的一排毫米波收发系统沿预设轨迹移动；以及

电机，用于驱动所述一排毫米波收发系统沿其所对应的导轨的轨迹移动。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的毫米波全息三维成像检测系统，其特征在于，所述一排毫米波收发系统根据时序控制，使得 N 个毫米波收发单元按照预设顺序逐个进行毫米波的发射和接收。

5、根据权利要求 1 所述的毫米波全息三维成像检测系统，其特征在于，所述毫米波收发模块包括：

发射链路，用于根据第一信号源，生成向所述被测对象发射的毫米波发射

信号；以及

接收链路，用于根据第二信号源，配合所述第一信号源，产生与接收到的回波信号相干的信号，在经过对所述回波信号进行处理后，发送给所述数据采集和处理模块；

其中，所述第一信号源是工作在第一频率范围内的调频信号源；所述第二信号源是工作在第一频率的点频信号源。

6、根据权利要求5所述的毫米波全息三维成像检测系统，其特征在于，所述发射链路包括：

第一定向耦合器，所述第一定向耦合器的输入端连接至所述第一信号源，直通端连接至所述第一功率放大器；

第一功率放大器，对所述第一定向耦合器的输出信号的功率进行放大以达到第一二倍频器的安全输入功率范围；以及

所述第一二倍频器，将所述第一功率放大器输出的信号二倍频至第二频率范围，并将二倍频后的信号输出至所述发射天线。

7、根据权利要求6所述的毫米波全息三维成像检测系统，其特征在于，所述接收链路包括：

第二定向耦合器，所述第二定向耦合器的输入端连接至所述第二信号源；

第一混频器，所述第一混频器的本振端连接至所述第二定向耦合器的直通端，射频端连接至所述第一定向耦合器的耦合端，以产生所述第一信号源和所述第二信号源的差频信号；

第二功率放大器，所述第二功率放大器的输入端连接至所述第一混频器的中频端以接收所述差频信号，并对所述差频信号的功率进行放大以达到第二二倍频器的安全输入功率范围；

第二二倍频器，所述第二二倍频器的输入端连接至所述第二功率放大器的输出，对所述第二功率放大器的输出信号进行二倍频至第二频率；

第二混频器，所述第二混频器的本振端连接至所述第二二倍频器的输出端，射频端接收所述接收天线所接收的回波信号以生成首次下变频信号；

第三功率放大器，所述第三功率放大器的输入端连接至所述第二定向耦合器的耦合端，对来自所述第二定向耦合器的信号进行功率放大；

第三二倍频器，所述第三二倍频器的输入端连接至所述第三功率放大器的输出端，对来自所述第三功率放大器的信号进行二倍频操作至所述第二频率；

第三混频器,所述第三混频器的本振端连接至所述第三二倍频器的输出端,射频端连接至所述第二混频器的中频端以生成二次下变频信号。

8、根据权利要求7所述的毫米波全息三维成像检测系统,其特征在于,所述接收链路还包括:

低噪声放大器,所述低噪声放大器的输入端连接至所述第三混频器的中频端,对接收到的所述二次下变频信号进行放大并输出至所述数据采集和处理模块。

9、根据权利要求7所述的毫米波全息三维成像检测系统,其特征在于,所述第一频率范围为13.5GHz-16.5GHz,所述第二频率范围为27GHz-33GHz,所述第一频率为35MHz,以及所述第二频率为70MHz。

10、一种使用权利要求1至9中任一项所述的毫米波全息三维成像检测系统进行被测对象的毫米波全息三维成像检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

所述扫描装置移动所述毫米波收发模块、所述发射天线和所述接收天线来扫描所述被测对象;

所述毫米波收发模块生成毫米波发射信号;

所述发射天线将所述毫米波收发模块生成的所述毫米波发射信号发射给所述被测对象;

所述接收天线接收所述被测对象返回的回波信号并将所述回波信号发送给所述毫米波收发模块;

所述毫米波收发模块对所述回波信号进行处理并发送给所述数据采集和处理模块;

所述数据采集和处理模块对来自所述毫米波收发模块的信号进行处理以生成所述被测对象的三维图像;以及

所述图像显示单元显示由所述数据采集和处理模块生成的所述三维图像。

11、根据权利要求10所述的毫米波全息三维成像检测方法,其特征在于,所述数据采集和处理模块对来自所述毫米波收发模块的信号进行处理以生成所述被测对象的三维图像包括:

采集来自所述毫米波收发模块的回波信号,将回波信号与空间位置信号联系到一起,然后进行傅里叶变换和傅里叶逆变换来得到三维图像。

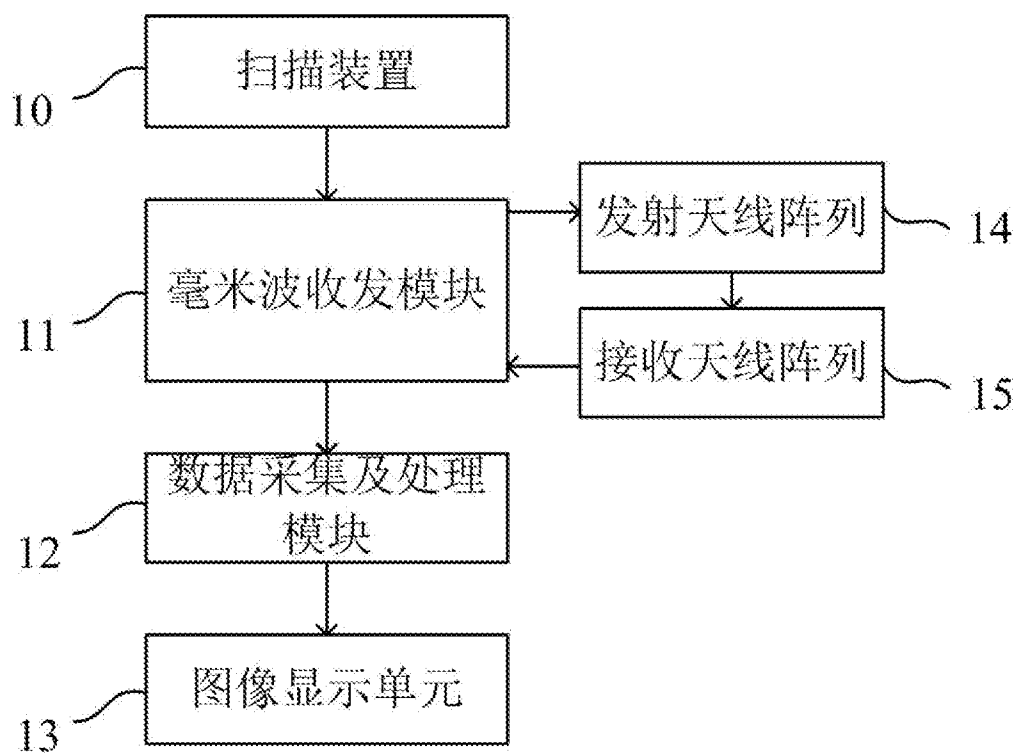


图 1

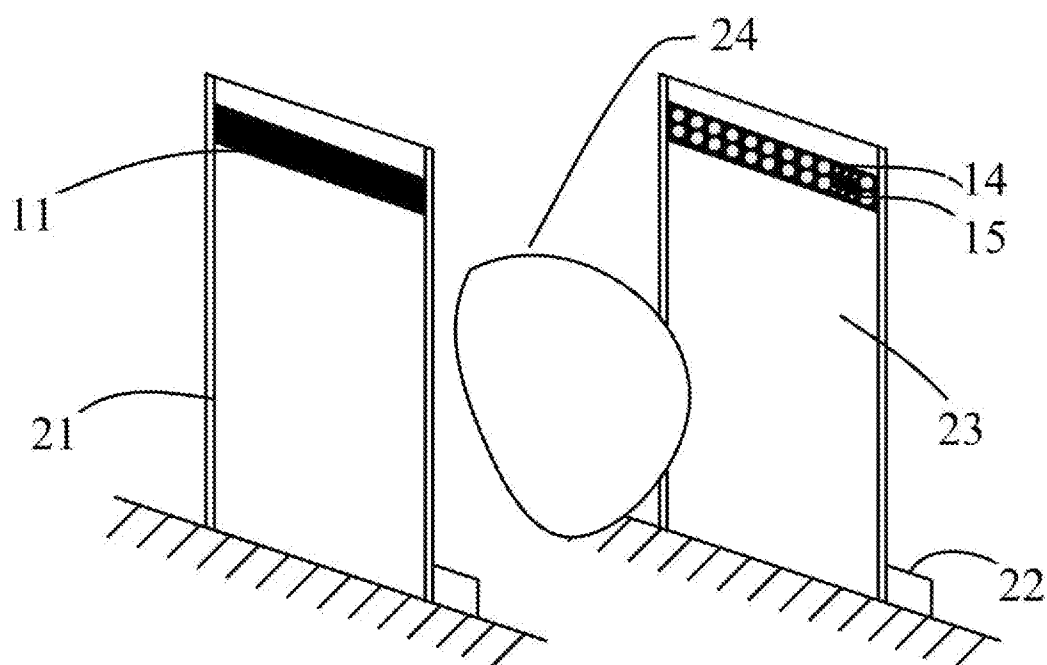


图 2

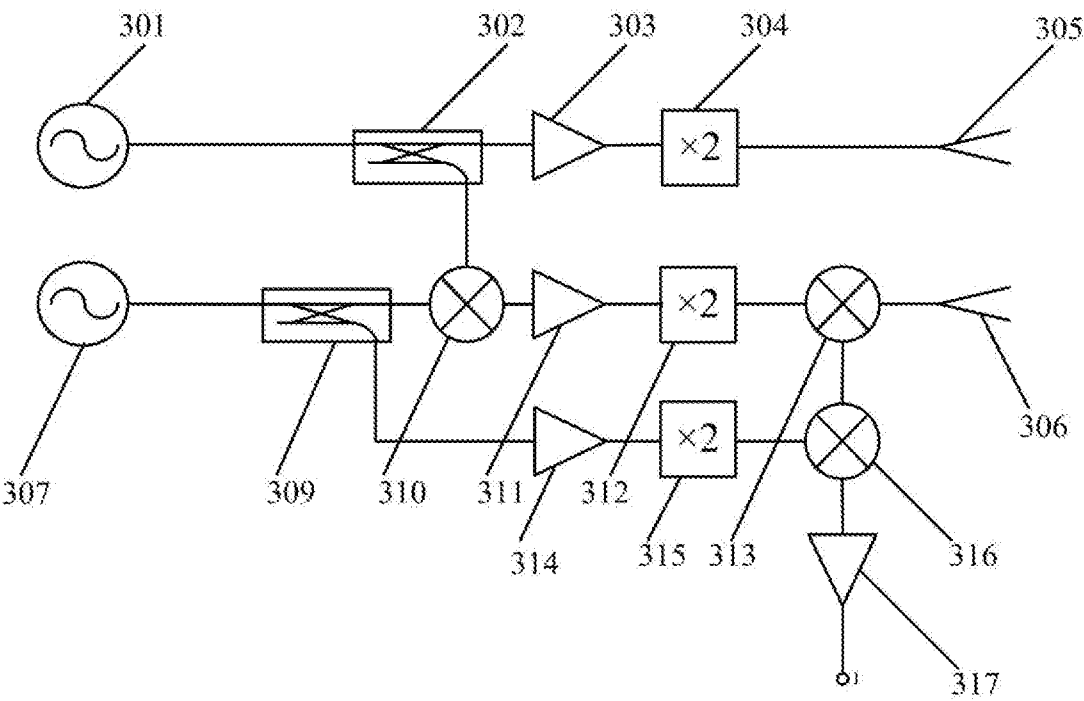


图 3

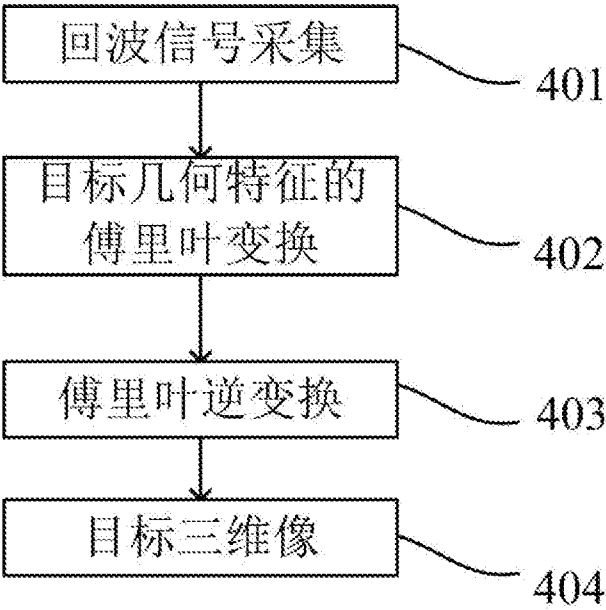


图 4

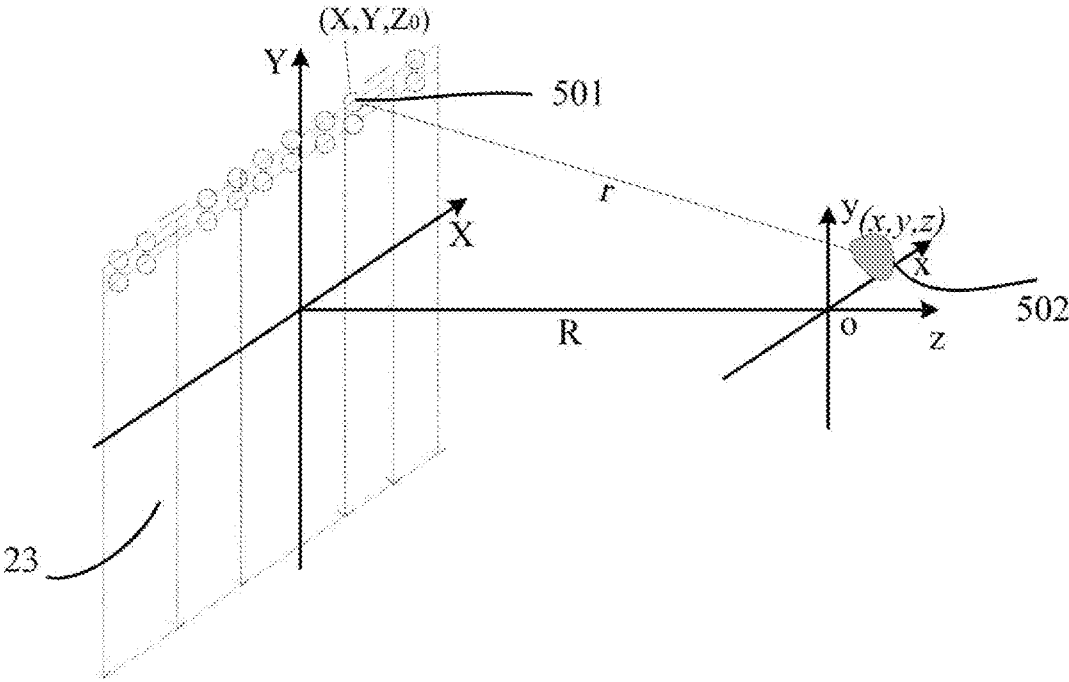


图 5



图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/072411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 13/89 (2006.01) i; G01V 3/12 (2006.01) i; G01V 9/00 (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)

G01S; G01V; G01N

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)

CNABS, CNTXT, VEN, CJFD: millimeter wave, hologram, three dimensional, imag+, send, emit+, receiv+, antenna, scan+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102508240 A (BEIJING INSTITUTE OF RADIO METROLOGY AND MEASUREMENT), 20 June 2012 (20.06.2012), description, paragraphs [0066]-[0090], and figures 1-8	1-11
X	CN 102426361 A (BEIJING INSTITUTE OF RADIO METROLOGY AND MEASUREMENT), 25 April 2012 (25.04.2012), description, paragraphs [0066]-[0090], and figures 1-8	1-11
X	CN 102508306 A (BEIJING INSTITUTE OF RADIO METROLOGY AND MEASUREMENT), 20 June 2012 (20.06.2012), description, paragraphs [0066]-[0090], and figures 1-8	1-11
X	CN 102393536 A (BEIJING INSTITUTE OF RADIO METROLOGY AND MEASUREMENT), 28 March 2012 (28.03.2012), description, paragraphs [0066]-[0090], and figures 1-8	1-11
X	CN 102393537 A (BEIJING INSTITUTE OF RADIO METROLOGY AND MEASUREMENT), 28 March 2012 (28.03.2012), description, paragraphs [0066]-[0090], and figures 1-8	1-11
E	CN 105699494 A (SHENZHEN INSTITUTE OF TERAHERTZ TECHNOLOGY AND INNOVATION et al.), 22 June 2016 (22.06.2016), description, paragraphs [0030]-[0093], and figures 1-6	1-11
A	WO 2011129342 A1 (TAKEDA, M. et al.), 20 October 2011 (20.10.2011), the whole document	1-11

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

☒ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search 09 September 2016 (09.09.2016)	Date of mailing of the international search report 09 October 2016 (09.10.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 HU, Yuelan Telephone No.: (86-10) 62089902

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/072411

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102508240 A	20 June 2012	CN 102508240 B	03 July 2013
CN 102426361 A	25 April 2012	None	
CN 102508306 A	20 June 2012	CN 102508306 B	09 October 2013
CN 102393536 A	28 March 2012	CN 102393536 B	22 October 2014
CN 102393537 A	28 March 2012	CN 102393537 B	23 April 2014
CN 105699494 A	22 June 2016	None	
WO 2011129342 A1	20 October 2011	CN 102918427 A	06 February 2013
		JP 2011237417 A	24 November 2011
		SG 184561 A1	29 November 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/072411

A. 主题的分类

G01S 13/89(2006.01)i; G01V 3/12(2006.01)i; G01V 9/00(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)

G01S; G01V; G01N

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))

CNABS, CNTXT, VEN, CJFD; 毫米波, 全息, 三维, 发射, 接收, 天线, 扫描, 成像, 图像; millimeter wave, hologram, three dimensional, imag+, send, emit+, receiv+, antenna, scan+

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	CN 102508240 A (北京无线电计量测试研究所) 2012年 6月 20日 (2012 - 06 - 20) 说明书第【0066】至【0090】段, 附图1-8	1-11
X	CN 102426361 A (北京无线电计量测试研究所) 2012年 4月 25日 (2012 - 04 - 25) 说明书第【0066】至【0090】段, 附图1-8	1-11
X	CN 102508306 A (北京无线电计量测试研究所) 2012年 6月 20日 (2012 - 06 - 20) 说明书第【0066】至【0090】段, 附图1-8	1-11
X	CN 102393536 A (北京无线电计量测试研究所) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 说明书第【0066】至【0090】段, 附图1-8	1-11
X	CN 102393537 A (北京无线电计量测试研究所) 2012年 3月 28日 (2012 - 03 - 28) 说明书第【0066】至【0090】段, 附图1-8	1-11
E	CN 105699494 A (深圳市太赫兹科技创新研究院等) 2016年 6月 22日 (2016 - 06 - 22) 说明书第【0030】至【0093】段, 附图1-6	1-11
A	WO 2011129342 A1 (TAKEDA MASAMUNE等) 2011年 10月 20日 (2011 - 10 - 20) 全文	1-11

☐ 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

2016年 9月 9日

国际检索报告邮寄日期

2016年 10月 9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

胡跃澜

电话号码 (86-10)62089902

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/072411

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	102508240	A	2012年 6月 20日	CN	102508240	B	2013年 7月 3日
CN	102426361	A	2012年 4月 25日	无			
CN	102508306	A	2012年 6月 20日	CN	102508306	B	2013年 10月 9日
CN	102393536	A	2012年 3月 28日	CN	102393536	B	2014年 10月 22日
CN	102393537	A	2012年 3月 28日	CN	102393537	B	2014年 4月 23日
CN	105699494	A	2016年 6月 22日	无			
WO	2011129342	A1	2011年 10月 20日	CN	102918427	A	2013年 2月 6日
				JP	2011237417	A	2011年 11月 24日
				SG	184561	A1	2012年 11月 29日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)