



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110109231 A

(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201910351216.5

(22)申请日 2019.04.28

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号

(72)发明人 杨州军 周静 谢先立 潘晓明

周豪 常风岐 任颀颀

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 曹葆青 李智

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 7/04(2006.01)

G05B 19/042(2006.01)

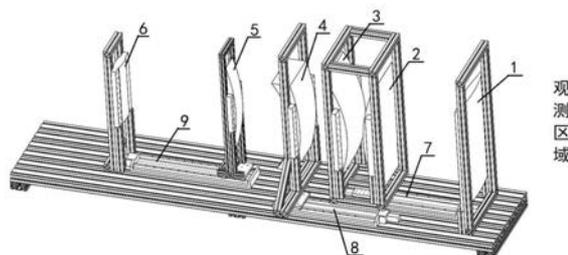
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种数控自动微波成像镜头

(57)摘要

本发明公开了一种数控自动微波成像镜头,包括:第一弧矢双凸面透镜、第一平凸透镜、第一凹凸透镜、第二凹凸透镜、第二平凸透镜、第二弧矢双凸面透镜及精密位移控制系统;所述第一弧矢双凸面透镜用于微波收束;所述第一平凸透镜、第一凹凸透镜与第二凹凸透镜三面透镜共同作用,用于调整场曲和实现变焦;所述第二平凸透镜用于实现所述成像镜头在观测位置的聚焦;所述第二弧矢双凸面透镜用于二次微波收束;所述精密位移控制系统用于控制所述成像镜头的观测范围和观测位置。本发明通过远程控制精密电移动平台对各透镜位置进行精准定位和控制,实现成像镜头的观测位置和观测范围可控,能够满足不同的测量需求,更加适用于复杂、难以靠近的测量环境。



1. 一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,包括:第一弧矢双凸面透镜(1)、第一平凸透镜(2)、第一凹凸透镜(3)、第二凹凸透镜(4)、第二平凸透镜(5)、第二弧矢双凸面透镜(6)及精密位移控制系统;

所述第一弧矢双凸面透镜(1)、第一平凸透镜(2)、第一凹凸透镜(3)、第二凹凸透镜(4)、第二平凸透镜(5)和第二弧矢双凸面透镜(6)依次分布在同一平面上;

所述第一弧矢双凸面透镜(1)用于对观测区域进行微波收束;

所述第一平凸透镜(2)、第一凹凸透镜(3)与第二凹凸透镜(4)三面透镜共同作用,用于调整场曲和实现变焦;

所述第二平凸透镜(5)用于实现所述成像镜头在观测位置的聚焦;所述第二弧矢双凸面透镜(6)用于二次微波收束;

所述精密位移控制系统用于控制所述第一弧矢双凸面透镜(1)与所述第一平凸透镜(2)之间距离,以及所述第一凹凸透镜(3)与所述第二凹凸透镜(4)之间距离,以控制所述成像镜头的观测范围;

所述精密位移控制系统还用于控制所述第二平凸透镜(5)与所述第二弧矢双凸面透镜(6)之间距离,以控制所述成像镜头的观测位置。

2. 根据权利要求1所述的一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,所述第一弧矢双凸面透镜(1)、第一平凸透镜(2)、第一凹凸透镜(3)、第二凹凸透镜(4)、第二平凸透镜(5)和第二弧矢双凸面透镜(6)为高密度聚乙烯材质的柱面镜。

3. 根据权利要求1或2所述的一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,所述第一弧矢双凸面透镜(1)半高为350mm,半宽为360mm,中心厚度为50mm,正面和背面曲率半径均为1100mm;

所述第一平凸透镜(2)半高为365mm,半宽为170mm,中心厚度为79.5mm,正面为平面,背面曲率半径为888.2mm;

所述第一凹凸透镜(3)半高为390mm,半宽为160mm,中心厚度为87mm,正面曲率半径为709.3mm,背面曲率半径为1598.7mm;

所述第二凹凸透镜(4)半高为286mm,半宽为140mm,中心厚度为60mm,正面曲率半径为1008.5mm,背面曲率半径为498.8mm;

所述第二平凸透镜(5)半高为305mm,半宽为60mm,中心厚度为48mm,正面曲率半径为1003.7mm,背面为平面;

所述第二弧矢双凸面透镜(6)半高为195mm,半宽为60mm,中心厚度为20mm,正面和背面曲率半径均为250mm;

其中,靠近观测区域为透镜正面,远离观测区域为透镜背面。

4. 根据权利要求1所述的一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,所述精密位移控制系统包括:精密电移动平台、远程交互上位机模块、微控制器、步进电机驱动器和光栅尺传感器;

所述光栅尺传感器安装在所述精密电移动平台一侧;所述远程交互上位机模块输入端与所述光栅尺传感器输出端连接,输出端与所述微控制器输入端连接;所述微控制器输出端与所述步进电机驱动器输入端连接;所述步进电机的输出端与所述精密电移动平台连接;

所述光栅尺传感器用于反馈所述精密电移动平台的实际位置；

所述远程交互上位机模块用于根据设定的测量范围和聚焦位置获取各透镜的期望位置,并根据所述期望位置与实际位置的差值,输出控制步进电机的模拟信号;所述微控制器用于将所述模拟信号转化为电脉冲;

所述步进电机驱动器用于细分输入的电脉冲,实现对所述精密电移动平台的精准闭环控制。

5. 根据权利要求4所述的一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,所述精密位移控制系统,所述精密电移动平台包括:第一精密电移动平台(7)、第二精密电移动平台(8)和第三精密电移动平台(9);

所述第一精密电移动平台(7)用于移动所述第一平凸透镜(2);

所述第二精密电移动平台(8)用于移动所述第二凹凸透镜(4);

所述第三精密电移动平台(9)用于移动所述第二平凸透镜(5)。

6. 根据权利要求5所述的一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,所述第一弧矢双凸面透镜(1)与所述第一平凸透镜(2)的距离在93.7~513.7mm范围内可调,与所述第二弧矢双凸面透镜(6)的距离为2133mm;

所述第一平凸透镜(2)与所述第一凹凸透镜(3)的距离为103.5mm;

所述第一凹凸透镜(3)与所述第二凹凸透镜(4)的距离在214.5~324.5mm范围内可调;

所述第二平凸透镜(5)与所述第二弧矢双凸面透镜(6)的距离在166~661范围内可调。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,所述成像镜头的观测范围为20cm至40cm。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的一种数控自动微波成像镜头,其特征在于,所述成像镜头适用的微波频率范围为75GHz至140GHz。

## 一种数控自动微波成像镜头

### 技术领域

[0001] 本发明属于微波测量技术领域,更具体地,涉及一种数控自动微波成像镜头。

### 背景技术

[0002] 微波是指波长在1mm到1m之间,频率在300MHz到300GHz范围内的电磁波。微波具有波粒二象性,满足光学原理,以直线方式传播,其基本性质主要呈现为穿透、反射和吸收。微波的似光性、穿透性、非电离性和信息性等特性,使得微波系统不仅应用于公共安全检测、雷达敌我识别等军用领域方面,也广泛应用于环境探测、智能驾驶、医疗仪器、科学研究等领域。

[0003] 被动式微波成像系统通过一个天线阵列接收物体辐射的微波,经放大、检波和信号处理等可得到目标的二维物理图像,在微波波段与可见光的原理相似,获得的图像与可见光图像很相近,有利于物体辨认。被动式微波成像作为一种新颖独特的空间探测方式,因为其被动的工作方式,不主动发射电磁波,不会影响到待测物体本身性质,不会引入电磁污染,具有极强的隐蔽性与安全性。

[0004] 被动式微波成像系统的成像效果取决于前端的微波成像镜头和后端的图像处理,但是,传统微波成像镜头的成像系统固定、分辨率低、成像位置不可调节、成像区域不可改变,且成像镜头对不同的频率有不同的成像效果,因此,传统微波成像镜头只能满足实验人员在特定环境下的特定观测需求,属于定制产品,无法满足复杂多变的现实环境需求,使得微波成像系统利用率大打折扣。如果成像信号通道多,成像区域频率范围较大,如何满足不同成像需求将会给相关设计人员和实验人员带来很大的困扰。

[0005] 因此,非常有必要研究一种在一定频率范围内可以变换焦距,得到不同宽窄视场角,以满足复杂的物理实验环境下不同的成像需求的微波成像镜头。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种数控自动微波成像镜头,旨在解决现有微波成像系统不能变换焦距,成像位置和范围不灵活,无法满足复杂环境下不同的成像需求的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种数控自动微波成像镜头,包括:第一弧矢双凸面透镜、第一平凸透镜、第一凹凸透镜、第二凹凸透镜、第二平凸透镜、第二弧矢双凸面透镜、精密位移控制系统;

[0008] 所述第一弧矢双凸面透镜、第一平凸透镜、第一凹凸透镜、第二凹凸透镜、第二平凸透镜和第二弧矢双凸面透镜依次分布在同一平面上;

[0009] 所述第一弧矢双凸面透镜用于对观测区域进行微波收束;

[0010] 所述第一平凸透镜、第一凹凸透镜与第二凹凸透镜三面透镜共同作用,用于调整场曲和实现变焦;

[0011] 所述第二平凸透镜用于实现所述成像镜头在观测位置的聚焦;所述第二弧矢双凸

面透镜用于二次微波收束；

[0012] 所述精密位移控制系统用于控制所述第一弧矢双凸面透镜与所述第一平凸透镜之间距离,以及所述第一凹凸透镜与所述第二凹凸透镜之间距离,以控制所述成像镜头的观测范围；

[0013] 所述精密位移控制系统还用于控制所述第二平凸透镜与所述第二弧矢双凸面透镜之间距离,以控制所述成像镜头的观测位置。

[0014] 优选地,所述第一弧矢双凸面透镜、第一平凸透镜、第一凹凸透镜、第二凹凸透镜、第二平凸透镜和第二弧矢双凸面透镜为高密度聚乙烯材质的柱面镜,以提高透镜在微波波段表面透光率。

[0015] 优选地,所述第一弧矢双凸面透镜半高为350mm,半宽为360mm,中心厚度为50mm,正面和背面曲率半径均为1100mm；

[0016] 所述第一平凸透镜半高为365mm,半宽为170mm,中心厚度为79.5mm,正面为平面,背面曲率半径为888.2mm；

[0017] 所述第一凹凸透镜半高为390mm,半宽为160mm,中心厚度为87mm,正面曲率半径为709.3mm,背面曲率半径为1598.7mm；

[0018] 所述第二凹凸透镜半高为286mm,半宽为140mm,中心厚度为60mm,正面曲率半径为1008.5mm,背面曲率半径为498.8mm；

[0019] 所述第二平凸透镜半高为305mm,半宽为60mm,中心厚度为48mm,正面曲率半径为1003.7mm,背面为平面；

[0020] 所述第二弧矢双凸面透镜半高为195mm,半宽为60mm,中心厚度为20mm,正面和背面曲率半径均为250mm；

[0021] 其中,靠近观测区域为透镜正面,远离观测区域为透镜背面。

[0022] 进一步地,所述精密位移控制系统包括:精密电移动平台、远程交互上位机模块、微控制器、步进电机驱动器和光栅尺传感器；

[0023] 所述光栅尺传感器安装在所述精密电移动平台一侧;所述远程交互上位机模块输入端与所述光栅尺传感器输出端连接,输出端与所述微控制器输入端连接;所述微控制器输出端与所述步进电机驱动器输入端连接;所述步进电机的输出端与所述精密电移动平台连接；

[0024] 所述光栅尺传感器用于反馈所述精密电移动平台的实际位置；

[0025] 所述远程交互上位机模块用于根据设定的测量范围和聚焦位置获取各透镜的期望位置,并根据所述期望位置与实际位置的差值,输出控制步进电机的模拟信号;所述微控制器用于将所述模拟信号转化为电脉冲；

[0026] 所述步进电机驱动器用于细分输入的电脉冲,实现对所述精密电移动平台的精准闭环控制。

[0027] 进一步地,所述精密电移动平台包括:第一精密电移动平台、第二精密电移动平台和第三精密电移动平台；

[0028] 所述第一精密电移动平台用于移动所述第一平凸透镜位置；

[0029] 所述第二精密电移动平台用于移动所述第二凹凸透镜位置；

[0030] 所述第三精密电移动平台用于移动所述第二平凸透镜位置。

[0031] 进一步地,所述第一弧矢双凸面透镜与所述第一平凸透镜的距离在93.7~513.7mm范围内可调,与所述第二弧矢双凸面透镜的距离为2133mm;

[0032] 所述第一平凸透镜与所述第一凹凸透镜的距离为103.5mm;

[0033] 所述第一凹凸透镜与所述第二凹凸透镜的距离在214.5~324.5mm范围内可调;

[0034] 所述第二平凸透镜与所述第二弧矢双凸面透镜的距离在166~661范围内可调。

[0035] 进一步地,所述成像镜头的观测范围为20cm至40cm。

[0036] 进一步地,所述成像镜头适用的微波频率范围为75GHz至140GHz。

[0037] 通过本发明所构思的以上技术方案,与现有技术相比,能够取得以下

[0038] 有益效果:

[0039] (1) 本发明提供的数控自动微波成像镜头通过远程控制精密电移动平台对各透镜位置进行精准定位和控制,实现成像镜头的观测位置和观测范围可控,能够满足不同的测量需求,更加适用于复杂、难以靠近的测量环境。

[0040] (2) 本发明提供的数控自动微波成像镜头通过第一平凸透镜、第一凹凸透镜和第二凹凸透镜共同作用,将场曲与聚焦位置的耦合关系分离开来,从而修正并锁定场曲,调节系统像差,减小成像误差。

## 附图说明

[0041] 图1为本发明提供的数控自动微波成像镜头结构示意图;

[0042] 图2为本发明提供的数控自动微波成像镜头的精密位移控制系统的结构框图;

[0043] 图3为本发明提供的数控自动微波成像镜头的光栅尺安装图;

[0044] 图4为本发明提供的数控自动微波成像镜头的LabVIEW上位机界面;

[0045] 其中:1为第一弧矢双凸面透镜,2为第一平凸透镜,3为第一凹凸透镜,4为第二凹凸透镜,5为第二平凸透镜,6为第二弧矢双凸面透镜,7为第一精密电移动平台,8为第二精密电移动平台,9为第三精密电移动平台。

## 具体实施方式

[0046] 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。

[0047] 参考图1,本发明实施例提供一种数控自动微波成像系统,包括:第一弧矢双凸面透镜1、第一平凸透镜2、第一凹凸透镜3、第二凹凸透镜4、第二平凸透镜5、第二弧矢双凸面透镜6及精密位移控制系统;

[0048] 所述第一弧矢双凸面透镜1、第一平凸透镜2、第一凹凸透镜3、第二凹凸透镜4、第二平凸透镜5和第二弧矢双凸面透镜6依次分布在同一平面上;

[0049] 所述第一弧矢双凸面透镜1用于对观测区域微波收束;所述第一平凸透镜2、第一凹凸透镜3与第二凹凸透镜4三面透镜共同作用,用于实现变焦并将场曲与聚焦位置的耦合关系分离开来,以减小场曲;所述第二平凸透镜5用于实现所述成像镜头在观测位置的聚焦;所述第二弧矢双凸面透镜6用于二次微波收束,将大区域微波信息收束至最小的成像单元中接收;

[0050] 所述精密位移控制系统用于控制所述第一弧矢双凸面透镜1与所述第一平凸透镜2之间距离,以及所述第一凹凸透镜3与所述第二凹凸透镜(4)之间距离,以控制所述成像镜头的观测范围;

[0051] 所述精密位移控制系统还用于控制所述第二平凸透镜5与所述第二弧矢双凸面透镜6之间距离,以控制所述成像镜头的观测位置。

[0052] 所述第一弧矢双凸面透镜1、第一平凸透镜2、第一凹凸透镜3、第二凹凸透镜4、第二平凸透镜5和第二弧矢双凸面透镜6为高密度聚乙烯材质的柱面镜,高密度聚乙烯材料不仅具有良好的耐热性和耐寒性,还具有较高的刚性和韧性,该材料做成的透镜在微波波段表面透光率高达95%。

[0053] 第一弧矢双凸面透镜1半高为350mm,半宽为360mm,中心厚度为50mm,正面和背面曲率半径均为1100mm;

[0054] 第一平凸透镜2半高为365mm,半宽为170mm,中心厚度为79.5mm,正面为平面,背面曲率半径为888.2mm;

[0055] 第一凹凸透镜3半高为390mm,半宽为160mm,中心厚度为87mm,正面曲率半径为709.3mm,背面曲率半径为1598.7mm;

[0056] 第二凹凸透镜4半高为286mm,半宽为140mm,中心厚度为60mm,正面曲率半径为1008.5mm,背面曲率半径为498.8mm;

[0057] 第二平凸透镜5半高为305mm,半宽为60mm,中心厚度为48mm,正面曲率半径为1003.7mm,背面为平面;

[0058] 第二弧矢双凸面透镜6半高为195mm,半宽为60mm,中心厚度为20mm,正面和背面曲率半径均为250mm;

[0059] 其中,靠近观测区域为透镜正面,远离观测区域为透镜背面。

[0060] 如图2所示,所述精密位移控制系统包括:精密电移动平台、远程交互上位机模块、微控制器、步进电机驱动器和光栅尺传感器;

[0061] 如图3所示,光栅尺传感器的安装位置既要尽可能靠近驱动轴线,又要尽量远离电机的发热源,因此光栅尺传感器安装在精密电移动平台的一侧,主尺与位移台一起固定于底座,读数头与机械平台刚性固联,用于反馈各电机实际位移,起到补偿电机的运动误差的作用;

[0062] 所述远程交互上位机模块输入端与所述光栅尺传感器输出端连接,输出端与所述微控制器输入端连接;所述微控制器输出端与所述步进电机驱动器输入端连接;所述步进电机的输出端与所述精密电移动平台连接;

[0063] 所述远程交互上位机模块用于根据设定的测量范围和聚焦位置获取各透镜的期望位置,并根据期望位置与实际位置的差值,输出控制步进电机的模拟信号;所述微控制器用于将模拟信号转化为电脉冲;

[0064] 所述步进电机驱动器用于细分输入的电脉冲信号,实现对所述精密电移动平台的精准闭环控制。

[0065] 本实施例中,远程交互上位机模块采用LabView上位机实现,如图4所示,用户可通过LabView上位机界面实现与精密电移动平台微控制器的人机交互,设定成像镜头期望的测量范围和聚焦位置。

[0066] 微控制器可以采用支持USB、串口、以太网通信的处理器。

[0067] 步进电机驱动器可采用两相混合式步进电机驱动器。

[0068] 本发明实施例中,所述精密电移动平台包括:第一精密电移动平台7、第二精密电移动平台8和第三精密电移动平台9;

[0069] 所述第一精密电移动平台7用于移动所述第一平凸透镜2的位置;所述第二精密电移动平台8用于移动所述第二凹凸透镜4的位置;所述第三精密电移动平台9用于移动所述第二平凸透镜5的位置。

[0070] 所述第一弧矢双凸面透镜1与所述第一平凸透镜2的距离在93.7~513.7mm范围内可调,与所述第二弧矢双凸面透镜6的距离为2133mm;所述第一平凸透镜2与所述第一凹凸透镜3的距离为103.5mm;所述第一凹凸透镜3与所述第二凹凸透镜4的距离在214.5~324.5mm范围内可调;所述第二平凸透镜5与所述第二弧矢双凸面透镜6的距离在166~661mm范围内可调;

[0071] 上成像镜头的观测范围为20cm至40cm,适用的微波频率范围为75GHz至140GHz。

[0072] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

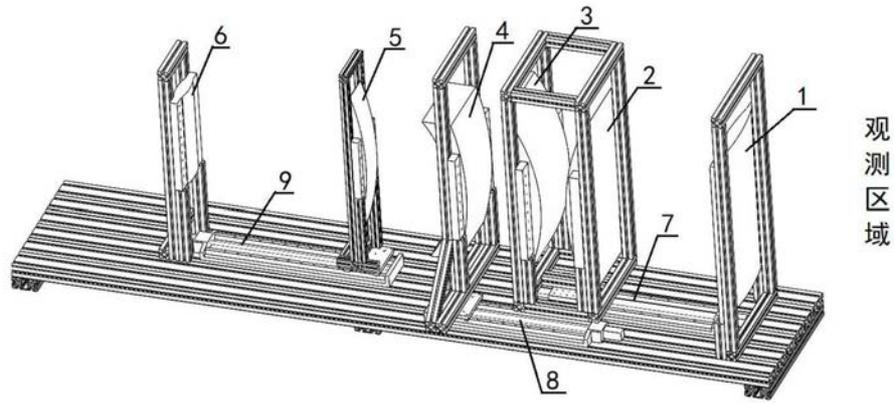


图1

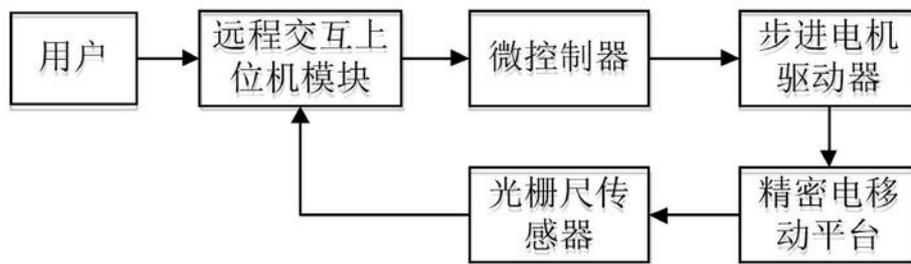


图2

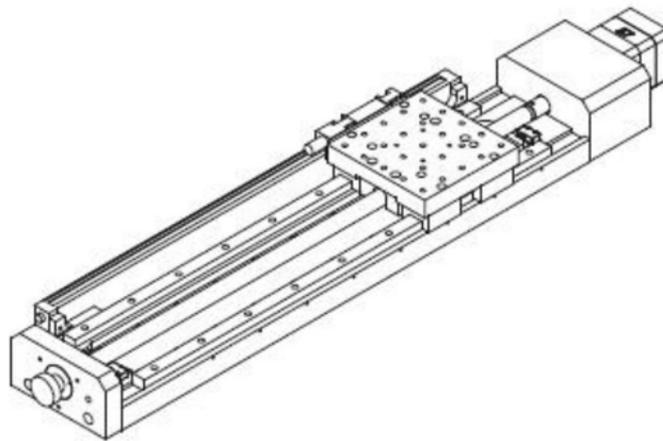


图3



图4