



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106532200 B

(45) 授权公告日 2021.11.23

(21) 申请号 201611164009.1

(56) 对比文件

(22) 申请日 2016.12.16

US 2016202505 A1, 2016.07.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 莫春红

申请公布号 CN 106532200 A

(43) 申请公布日 2017.03.22

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市屯溪路193号

(72) 发明人 邓光晟 蔡成刚 杨军 尹治平

陆红波 夏天雨 荆帅诚

(74) 专利代理机构 北京劲创知识产权代理事务

所(普通合伙) 11589

代理人 张铁兰

(51) Int. Cl.

H01P 1/18 (2006.01)

H01Q 3/36 (2006.01)

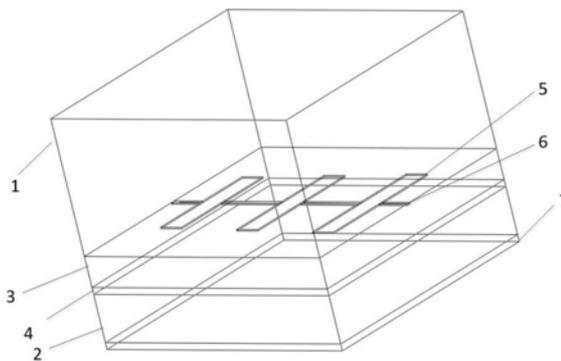
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元

(57) 摘要

本发明公开了一种基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,包括有上、下两层介质基板,上、下两层介质基板的间隙中注入有液晶层,上层介质基板下表面设有若干通过连接线依次串联的金属贴片,形成一层金属微带结构;所述下层介质基板上表面全覆盖一层石墨烯层,形成石墨烯电极,下层介质基板下表面全覆盖一层金属层,形成金属接地电极。本发明采用电控的方式在宽频带内取得连续的相移特性,其有小型化,易于加工等特点。



1. 一种基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,包括有上、下两层介质基板,上、下两层介质基板的间隙中注入有液晶层,其特征在于:所述上层介质基板下表面设有若干通过连接线依次串联的金属贴片,形成一层金属微带结构;所述下层介质基板上表面全覆盖一层石墨烯层,形成石墨烯电极,所述下层介质基板下表面全覆盖一层金属层,形成金属接地电极;

所述若干金属贴片为三个偶极子贴片;

所述上层介质基板下表面的所述三个偶极子贴片关于x轴对称排列,其长度分别为 $L_{y1}$ 、 $L_{y2}$ 、 $L_{y3}$ ,宽度分别为 $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$ 、 $L_{x3}$ ,其中 $L_{x1}=L_{x2}=L_{x3}$ ;所述三个偶极子贴片距离单元边缘的距离分别为 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ ,与所述的三个偶极子贴片呈“十”字交叉刻蚀一条宽度为w、长度为L的连接线。

2. 根据权利要求1所述的基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,其特征在于:所述液晶层采用向列型液晶材料。

3. 根据权利要求1所述的基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,其特征在于:通过连接线在金属贴片以及石墨烯电极上施加电压,在所述的液晶层中形成偏置电场。

## 一种基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元

### 技术领域

[0001] 本发明属于太赫兹雷达成像领域,特别涉及一种基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元。

### 背景技术

[0002] 与传统的微带阵列天线以及抛物面反射天线相比,平面反射天线具有很多优点。平面反射阵列天线构造简单,成本较低,具有较低的损耗和较高的辐射效率。反射阵列天线的原理是利用反射单元的移相功能来实现波束的聚焦。反射阵列天线研究的关键是通过设计反射单元的结构和尺寸,使之获得优异的移相性能。传统的微带反射单元可以通过改变单元贴片的尺寸或者加载相位延迟线来获得补偿相位。这样天线的结构确定后,反射单元的相位也就不可改变,无法实现相控阵天线的波束扫描。若要实现电控等方式控制单元的相移变化,则需要给每个单元添加一个移相器。目前的相控阵反射阵天线中最常用的有PIN二极管、变容二极管、MENS移相器等。但这些移相器受到高频段的寄生效应,加工难度大等因素的制约,只能工作在W波段以下,很难工作在更高的频段。

### 发明内容

[0003] 本发明提供了一种可以工作在太赫兹波段的基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,本发明具有小型化,低成本,结构简单的优点,可以采用电控的方式改变单元的移相特性,同时利用石墨烯层增加移相单元的工作带宽。

[0004] 本发明为解决技术问题采用如下技术方案:

[0005] 一种基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,包括有上、下两层介质基板,上、下两层介质基板的间隙中注入有液晶层,其特征在于:所述上层介质基板下表面设有若干通过连接线依次串联的金属贴片,形成一层金属微带结构;所述下层介质基板上表面全覆盖一层石墨烯层,形成石墨烯电极,下层介质基板下表面全覆盖一层金属层,形成金属接地电极。

[0006] 所述的基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,其特征在于:所述液晶层采用向列型液晶材料。

[0007] 所述的基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,其特征在于:所述若干金属贴片为三个偶极子贴片。

[0008] 所述的基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,其特征在于:通过连接线在金属贴片以及石墨烯电极上施加电压,在所述的液晶层中形成偏置电场,偏置电场使得液晶分子的排列方向产生偏转,从而改变液晶介电常数,使得反射波相位改变;同时,通过改变石墨烯电极的偏压,可以改变石墨烯的化学势能,从而改变移相单元的工作频率。

[0009] 本发明采用三个偶极子金属贴片结构,使得液晶移相单元可以获得所需的移相性能,同时偶极子贴片具有结构简单的特点,易于加工。在下层基板上表面覆盖一层石墨烯层作为电极,有效的拓展了单元的工作带宽。

[0010] 与已有技术相比,本发明具有以下优点:

[0011] 本发明的移相单元利用液晶材料介电常数可电调节的特性,实现电控的方法实现单元连续的移相特性;同时,通过改变石墨烯电极的偏压,可以改变石墨烯的化学势能从而大大增加了移相单元的工作带宽;本发明同时具有小型化,加工难度低,成本低等特点。

### 附图说明

[0012] 图1为本发明的结构示意图。

[0013] 图2为本发明中液晶移相单元的结构的主视图。

[0014] 图3为本发明中上介质基板下表面金属贴片结构示意图。

[0015] 图4是石墨烯化学势能为0.1eV时液晶移相单元的移相曲线。

[0016] 图5是石墨烯化学势能为0.5eV时的液晶移相单元移相曲线。

[0017] 图中标号:1上层介质基板,2下层介质基板,3液晶层,4石墨烯层,5金属贴片,6连接线,7金属层。

### 具体实施方式

[0018] 如图1-3中所示,一种基于石墨烯电极的反射式液晶移相单元,包括有上、下两层介质基板1、2,上、下两层介质基板1、2的间隙中注入有液晶层3,上层介质基板1下表面设有若干通过连接线6依次串联的金属贴片5,形成一层金属微带结构;下层介质基板2上表面全覆盖一层石墨烯层4,形成石墨烯电极,下层介质基板2下表面全覆盖一层金属层7,形成金属接地电极。

[0019] 液晶层3采用向列型液晶材料。若干金属贴片5为三个偶极子贴片。

[0020] 通过连接线6在金属贴片5以及石墨烯电极上施加电压,在所述的液晶层3中形成偏置电场,偏置电场使得液晶分子的排列方向产生偏转,从而改变液晶介电常数,使得反射波相位改变;同时,通过改变石墨烯电极的偏压,可以改变石墨烯的化学势能,从而改变移相单元的工作频率。

[0021] 具体实施过程中,相应的结构设置包括:

[0022] 上层介质基板1为边长为L、厚度为 $H_{q1}$ 的正方体结构,下层介质基板2为边长为L、厚度为 $H_{q2}$ 的正方体结构。

[0023] 上层介质基板1上的三个偶极子贴片关于x轴对称排列,其长度分别为 $L_{y1}$ 、 $L_{y2}$ 、 $L_{y3}$ ,宽度分别为 $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$ 、 $L_{x3}$ ,其中 $L_{x1}=L_{x2}=L_{x3}$ ;三个偶极子贴片距离单元边缘的距离分别为 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ ,并与所述的三个偶极子贴片呈“十”字交叉刻蚀一条宽度为w、长度为L的连接线。金属微带结构的厚度均为t。

[0024] 下层介质基板2上表面全覆盖一单层石墨烯层4作为石墨烯电极,在下层介质基板2下表面全覆盖一厚度为t的金属层7作为接地电极。

[0025] 通过连接线6在金属贴片5上以及石墨烯电极上施加电压,在所述的液晶层中形成偏置电场,偏置电场使得液晶分子的排列方向产生偏转,从而改变液晶介电常数,使得反射波的相位改变,达到移相的功能。通过改变石墨烯电极的偏压,可以改变石墨烯的化学势能,从而改变移相单元的工作频率。

[0026] 具体实施中液晶层的厚度为 $H_{1c}$ ,将液晶材料灌入介质基板之间的缝隙后,采用环

氧树脂进行密封,并在液晶层的上下表面用聚酰亚胺膜定向。

[0027] 在具体的应用中设置:

[0028] 单元的尺寸 $L=405\mu\text{m}$ ,贴片的尺寸: $L_{x1}=L_{x2}=L_{x3}=36\mu\text{m}$ , $L_{y1}=187\mu\text{m}$ , $L_{y2}=200\mu\text{m}$ , $L_{y3}=215\mu\text{m}$ , $D_1=49\mu\text{m}$ , $D_2=D_3=100\mu\text{m}$ 。液晶层的厚度为 $45\mu\text{m}$ ,上层介质基板厚度为 $200\mu\text{m}$ ,下层介质基板厚度为 $20\mu\text{m}$ ,金属微带结构和金属接地电极的厚度均为 $2\mu\text{m}$ ,连接线的宽度为 $5\mu\text{m}$ 。液晶层中的液晶材料选用GT3-23001,金属接地电极、金属贴片和连接线均以金属铜为材质。介质基板采用石英材料,介电常数为3.78,损耗正切为0.002。

[0029] 通过软件仿真得到的液晶移相单元的移相曲线如图4和图5所示,随着液晶介电常数的变化,移相单元的反射相位也随之改变。可以看出,本发明液晶移相单元具有优秀的移相性能。同时,通过改变石墨烯电极的化学势能,移相单元的工作频带得到了极大的展宽。

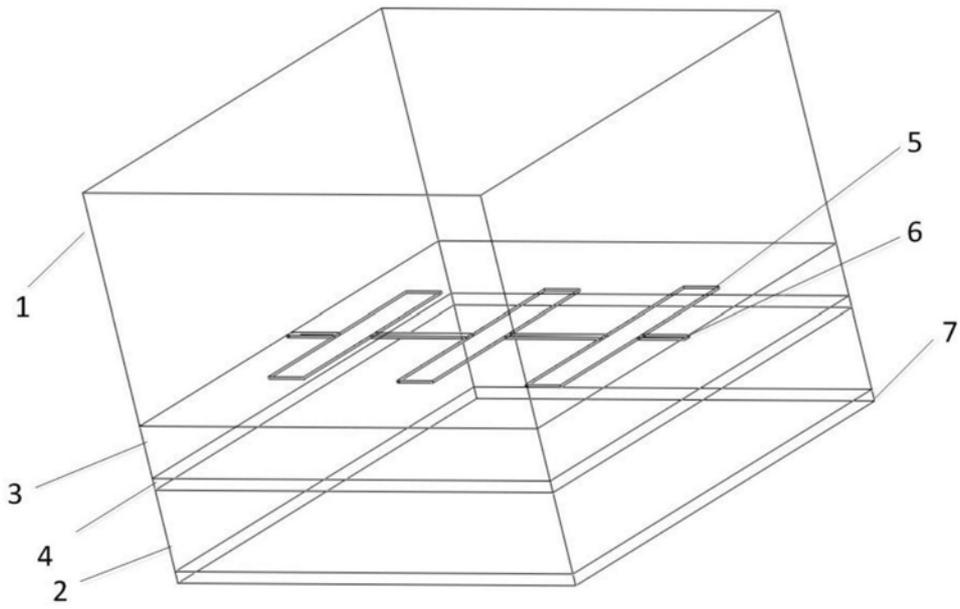


图1

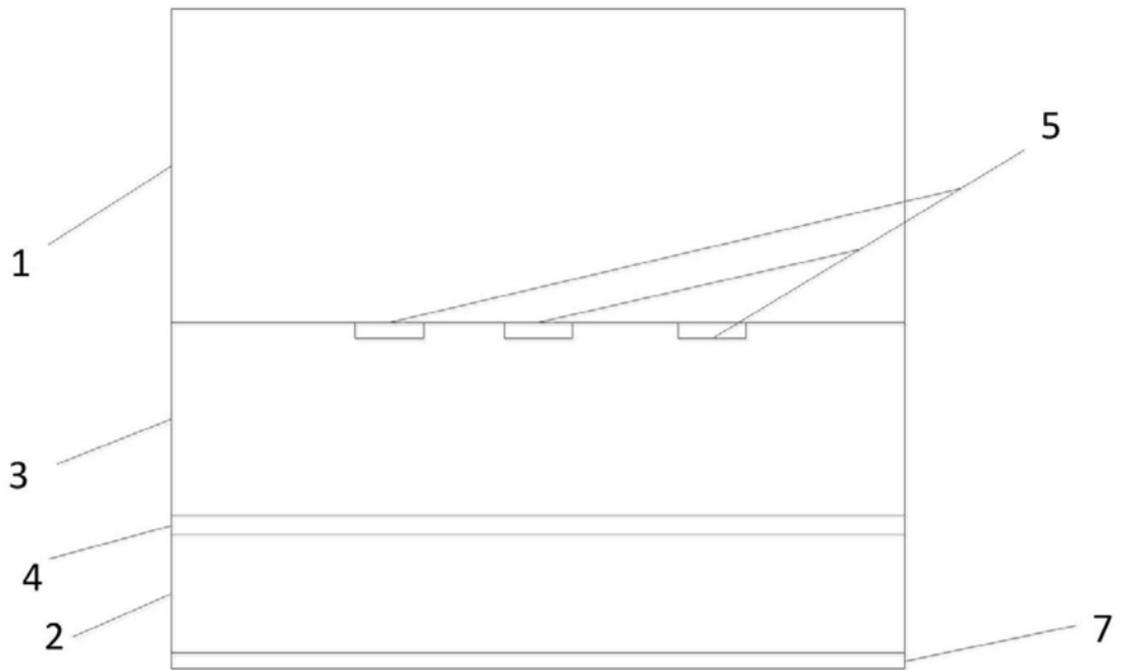


图2

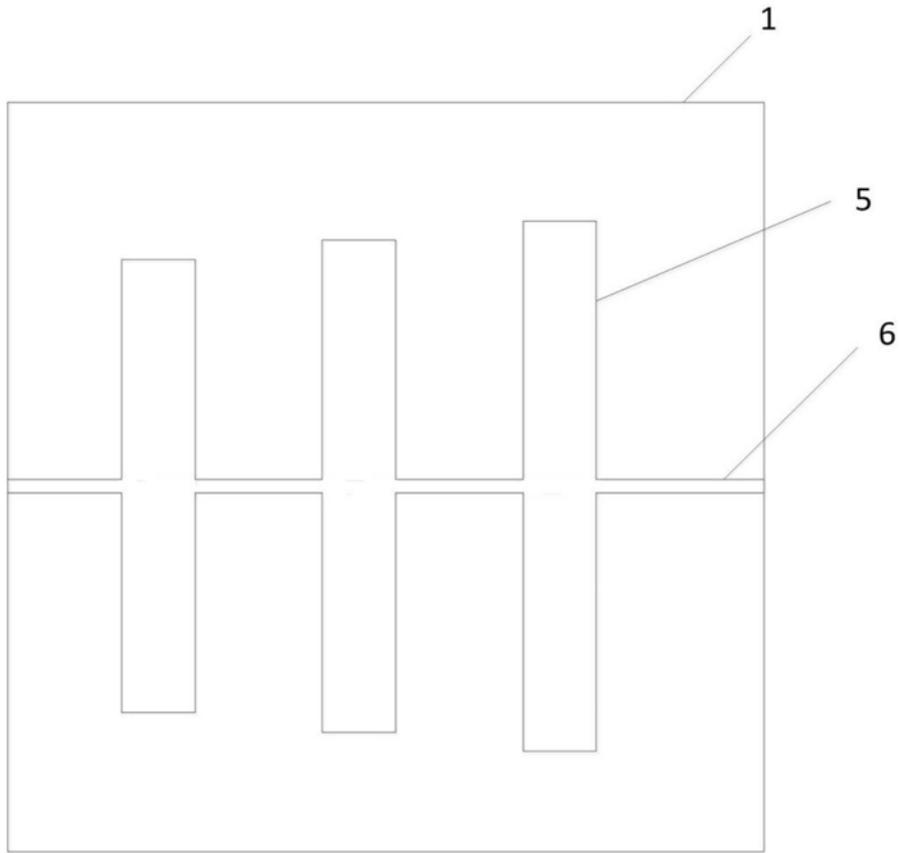


图3

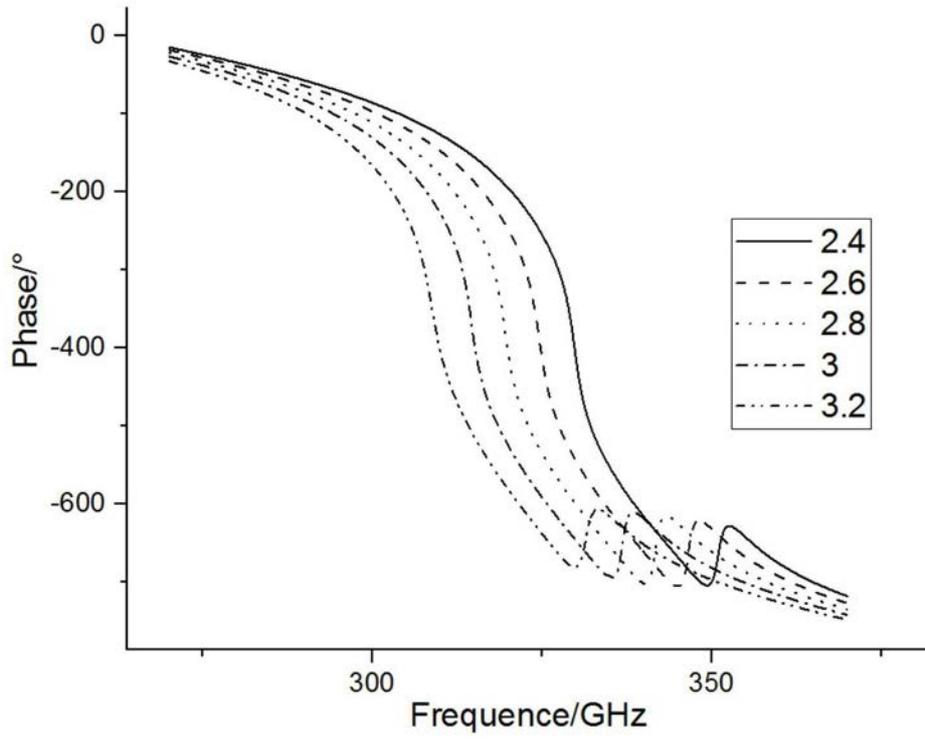


图4

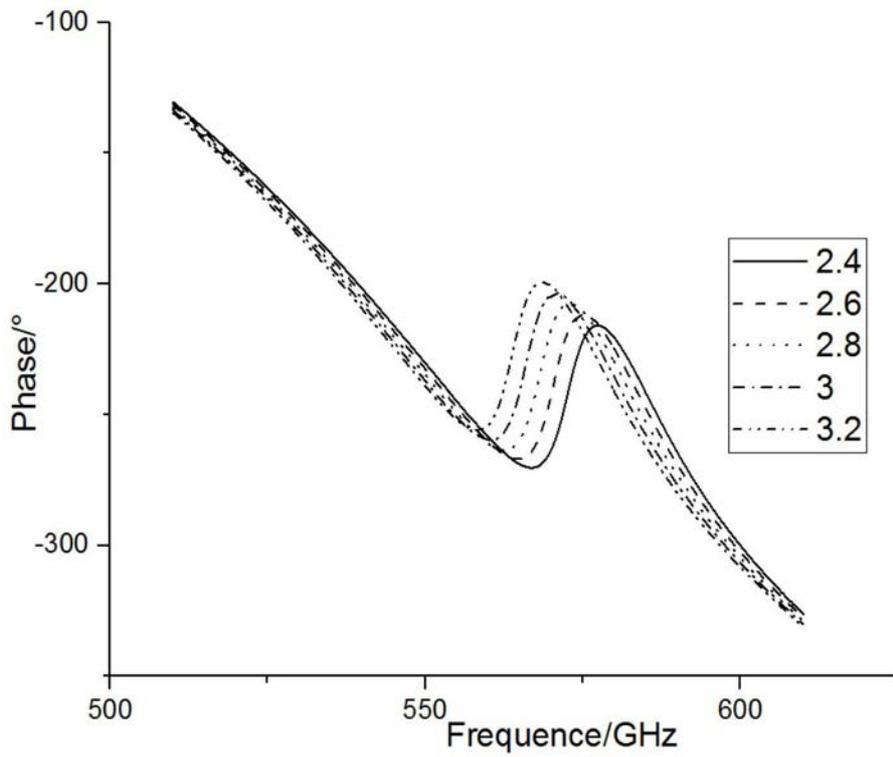


图5