



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102110886 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 01

(21) 申请号 201010569660. 3

(22) 申请日 2010. 11. 24

(30) 优先权数据

12/624, 562 2009. 11. 24 US

(73) 专利权人 香港城市大学

地址 中国香港九龙

(72) 发明人 梁国华 林影福

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003

代理人 张浴月 刘文意

(56) 对比文件

CN 101211991 A, 2008. 07. 02, 全文.

US 2006107744 A1, 2006. 05. 25, 摘要, 说明书第 15-18、23、43 段、图 2、3.

Eng Hock Lim et al.. Transparent Dielectric Resonator Antennas for Optical Applications.《IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION》. 2010, 第 58 卷 (第 4 期), 1054-1059.

审查员 贺秀莲

(51) Int. Cl.

H01Q 9/04 (2006. 01)

H01Q 1/06 (2006. 01)

H01Q 1/44 (2006. 01)

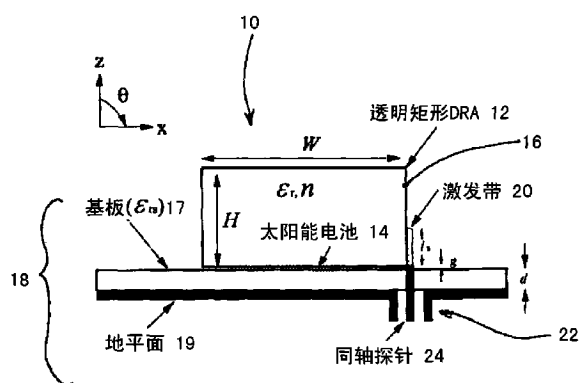
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

用于电路及天线应用的光可发射谐振器

(57) 摘要

提供用于电路及天线应用的光可发射谐振器, 及用于具有非平面透明谐振器的电子设备的电路。透明谐振器安装在所述电路上, 以至少部分地占用该电路的另一部件的覆盖区。透明谐振器在所述电路上形成光路径的部分, 以将光发射到所述另一部件或者从所述另一部件发射光。还提供一种透明介质谐振器天线 (DRA) 用于光学应用。由于 DRA 是透明的, 所以它能够让光穿过自身, 因而光能够被系统或设备的光学部分利用。透明 DRA 可被放置在太阳能电池的顶部。由于 DRA 不阻挡光, 因此光能够到达太阳能电池板且能够为系统或设备生成电力。这样获得的系统或设备非常小巧, 因为 DRA 在系统或设备内不需要额外的覆盖区。在需要自我保持电力设备的小巧无线应用中, 它能够得到应用。



1. 一种用于具有非平面透明谐振器的电子设备的电路,其中,该透明谐振器安装在所述电路上,从而至少部分地占用该电路的另一个部件的覆盖区,并且其中,所述透明谐振器形成光路径的部分,以将光发射到所述另一个部件或者从所述另一个部件发射光,所述透明谐振器是介质谐振器天线即 DRA 的谐振器元件;

其中,该谐振器元件成形为使得照射到所述谐振器元件的表面上的光通过该谐振器元件朝向该谐振器元件的另一表面的选择区聚焦。

2. 如权利要求 1 所述的电路,其中,该另一个部件是光学部件,该光学部件布置为经由该光路径生成用于发射的光,或者经由所述光路径处理在那里接收到的光。

3. 如权利要求 1 所述的电路,其中,该谐振器元件成形为使照射到其表面上的光聚焦。

4. 如权利要求 1 所述的电路,其中,包括有该谐振器元件的材料对于处于和/或超过光学频率的光而言是透明的。

5. 如权利要求 1 所述的电路,其中,该谐振器元件的材料包括硼硅酸盐玻璃。

6. 如权利要求 1 所述的电路,其中,所述 DRA 包括布置在 DRA 阵列或 DRA 反射阵列中的多个 DRA 其中之一。

7. 一种介质谐振器天线 DRA,包括:

介质谐振器元件;

地平面;以及

带馈线,用于该介质谐振器元件;

其中,包括有该介质谐振器元件的材料包括能够发射处于光学频率处的光的材料;

其中,该介质谐振器元件成形为使得照射到所述介质谐振器元件的表面上的光通过该介质谐振器元件朝向该介质谐振器元件的另一表面的选择区聚焦。

8. 如权利要求 7 所述的介质谐振器天线,其中,包括有该介质谐振器元件的材料对于处于光学频率处的光是透明的。

9. 如权利要求 7 所述的介质谐振器天线,其中,该介质谐振器元件的材料包括硼硅酸盐玻璃。

10. 如权利要求 7 所述的介质谐振器天线,其中,该介质谐振器元件成形为使得照射到所述介质谐振器元件的表面上的光通过该介质谐振器元件来聚焦。

11. 如权利要求 10 所述的介质谐振器天线,其中,该介质谐振器元件是半球形的,且限定半球形的表面包括有光照射表面。

12. 如权利要求 7 所述的介质谐振器天线,其中,该介质谐振器天线包括多个 DRA 其中之一,所述多个 DRA 布置在用于电路或系统的 DRA 阵列或 DRA 反射阵列中。

13. 一种包括介质谐振器天线 DRA 的电子设备,包括:

介质谐振器元件;

地平面;以及

带馈线,用于该介质谐振器元件;

其中,包括有该介质谐振器元件的材料包括能够发射处于光学频率处的光的材料;以及

其中,该介质谐振器天线用作所述电子设备的天线,并且其中,所述介质谐振器天线位于所述设备中,从而使得该介质谐振器元件位于拦截沿所述设备的光路径传播的光的位置

处；

其中，该介质谐振器元件成形为使得照射到所述介质谐振器元件的表面的光通过该介质谐振器元件朝向该介质谐振器元件的另一表面的选择区聚焦。

14. 如权利要求 13 所述的电子设备，其中，该介质谐振器元件的至少一部分限定该电子设备的光路径。

15. 如权利要求 13 所述的电子设备，其中，该介质谐振器元件的至少一部分在允许沿所述光路径传播的光到达所述电子设备的同时，包括用于该电子设备的电子部件的保护覆盖件。

16. 如权利要求 13 所述的电子设备，其中，该电子设备包括光发射元件，其中，所述光发射元件位于使得来自于所述光发射元件的光通过该介质谐振器天线的该介质谐振器元件的至少一部分发射的位置处。

17. 如权利要求 13 所述的电子设备，其中，该电子设备包括用于从照射到所述设备上的光生成电力的设备，其中，所述电力生成设备位于使得照射到所述设备上的光通过该介质谐振器天线的该介质谐振器元件的至少一部分进行传播的位置处。

18. 如权利要求 17 所述的电子设备，其中，该电力生成设备包括太阳能电池设备。

19. 如权利要求 18 所述的电子设备，其中，该介质谐振器元件成形为使得照射到所述介质谐振器元件的表面的光通过该介质谐振器元件朝向所述太阳能电池的光接收部分聚焦。

20. 如权利要求 18 所述的电子设备，其中，该电力生成设备从照射到所述电子设备上并且通过该介质谐振器天线的该介质谐振器元件传送到所述电力生成设备的光为所述电子设备生成电力。

21. 如权利要求 13 所述的电子设备，包括布置在阵列或反射阵列中的多个介质谐振器天线，以增加电路或系统的天线增益。

22. 一种制造介质谐振器天线 DRA 的方法，该介质谐振器天线 DRA 包括：

介质谐振器元件；

地平面；以及

带馈线，用于该介质谐振器元件；

其中，包括有该介质谐振器元件的材料包括能够发射处于光学频率处的光的材料；

该方法包括如下步骤：

提供一种介质谐振器天线 DRA，该介质谐振器天线 DRA 具有：介质谐振器元件、地平面、及用于该介质谐振器元件的带馈线；以及

由能够发射处于光学频率处的光的材料形成该介质谐振器元件；

其中，将该介质谐振器元件成形为使得照射到所述介质谐振器元件的表面的光通过该介质谐振器元件朝向该介质谐振器元件的另一表面的选择区聚焦。

用于电路及天线应用的光可发射谐振器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电路及天线应用的光可发射谐振器 (lighttransmissible resonator), 尤其涉及一种具有光可发射的介质谐振器元件的介质谐振器天线, 该介质谐振器元件优选成形为使照射到所述谐振器元件的表面上的光聚焦。

背景技术

[0002] 谐振器已经普遍用于例如微波和毫米波电路 (诸如滤波器、振荡器和天线等)。这些部件包括许多无线系统及设备的重要部分, 尽管它们的使用不限于无线应用设备。

[0003] 介质谐振器 (DR) 能够用作振荡器和滤波器电路中的电路元件或者作为目前一般称为 DR 天线 (DRA) 的有效辐射器是已知的。在过去二十年里, 由于 DRA 提供的诸多优点 (诸如其小尺寸、低损耗、低成本、重量轻和易于激发), 已经对 DRA 进行了广泛研究。DRA 是用于微波频率的陶瓷或其它介质媒质的小型化天线。DRA 全部由低损耗介质材料制造并且典型地安装在地平面上。它们的辐射特性是在 DRA 中所激发的操作模式的一个函数。该模式一般基于操作需求进行选择。DRA 提供优于其它天线的若干优点, 诸如小尺寸、高辐射效率和用于各种传输线的简化的耦合方案。通过谐振器的介电常数和物理参数的选择, 可以将带宽控制在较宽的范围。

[0004] 利用介质谐振器 (DR), 天线的尺寸可以大致通过 $1/\sqrt{\epsilon_r}$ 的因数按比例地缩小, 其中 ϵ_r 是 DR 元件材料的介电常数。这在缩减天线尺寸方面尤其是在无线通信应用方面非常有用。现今, 在发展无线通信设备和系统、支持多功能部件的发展以使设备和系统小型化方面, 小巧已经成为最重要的头等大事之一。结果, 就有一种将若干微波功能塞进单个模块中 (例如, 组合若干微波谐振器以提供多功能) 的趋势。还显示设计微带单谐振器巴伦-滤波器。此外, 最近还显示了利用单 DR 设计天线和滤波器。此外, 已经证明了 DRA 能够与振荡器电路集成。

[0005] 随着超宽带和毫米波时代的到来, 在现代通信系统中组合微波和光学电路变得愈加正常了。已经在研究透明微带天线, 以进行光学应用, 但是具有高导电透明薄膜仍是一个挑战性的问题。由于导电透明薄膜 ($\sim 5 \times 10^5 \text{S/m}$) 的导电性与金属的导电性相比相对低, 所以迄今为止所报导的多数透明平面天线具有小于 0dBi 的天线增益。已经提出将导电膏应用到透明微带天线的缝隙边缘, 以提高辐射效率。利用这种技术, 将天线的增益从大约 -5dBi 增加到 $\sim 0\text{dBi}$, 但是这是以减小天线的透明度为代价。

[0006] 之前也报导过关于平面天线和太阳能电池板的集成的若干研究。微带天线和太阳能电池板的集成通常会使得天线增益显著地降低, 尽管近来的努力已经将增加微带天线的集成太阳能电池板 (金属的) 的天线增益的技术提升到 $\sim 1.05\text{dBi}$ 。然而, 这样仍然低于金属微带天线 $\sim 6\text{dB}$ 。而且, 由于引进了不透明微带天线, 太阳能电池板的有效照明面积在某种程度上减小了。为了解决上述问题, 已经提出使用缝隙天线, 但是这样需要移除不需要的部分太阳能电池板。

发明内容

[0007] 发明目的

[0008] 本发明的一个目的在于提供一种电路,该电路包括安装在电路中的透明谐振器部件,从而在允许照射到谐振器上的光到达所述另一个部件的同时,占用电路的至少一部分或者与另一部件相同的覆盖区 (footprint)。

[0009] 本发明的另一个目的在于提供一种光可发射介质谐振器天线,例如光发射或透明 DRA。

[0010] 本发明的另一个目的在于在某种程度上减轻或排除与已知透明微带天线相关联的一或多个问题。

[0011] 本发明的另一个目的在于在某种程度上减轻或排除与已知谐振器部件或电子设备或包括有诸如谐振器部件的电路相关联的一或多个问题。

[0012] 本发明的另一个目的在于提供一种电子设备,其将太阳能电池等设备与光可发射 DRA 相集成或相组合。

[0013] 本发明的另一个目的在于提供一种双功能天线,其额外提供用于聚光的透镜功能。

[0014] 本发明的另一个目的在于改善无线通信系统和设备。

[0015] 本领域技术人员将根据下述说明得出本发明的其它目的。因此,目的的前述陈述不是详尽的,而仅仅示出了本发明多个目的中的一些目的。

发明内容

[0016] 本发明提供一种用于具有透明谐振器的电子设备的电路。透明谐振器可以安装在所述电路上,从而至少部分地占用该电路的另一个部件的覆盖区。透明谐振器可以安装在所述电路上,使得它包括所述另一个部件的光路径的一部分,从而允许照射 (impinging) 到所述谐振器部件上的光到达另一个部件或者允许由所述另一个部件生成的光远离所述另一个部件发射。在一个特定实施例中,提供同时用作天线和太阳能电池的聚焦透镜的双功能透明、成形 (优选为半球形) DRA。为了使系统小巧,太阳能电池被放置在 DRA 之下,以节省地平面或 DRA 的接地基板上的覆盖区。DRA 也能够充当用于太阳能电池的保护覆盖件。共形带 (conformal strip) 或馈线带用于在其主 TE_{111} 模式中激发透明、成形 DRA。由于其聚焦效应,成形 DRA 能够增加太阳能电池的输出电压和电流。能够采用太阳能电池来为电子设备诸如无线通信系统 (例如个人数字助理 (PDA)、移动电话) 提供动力,尽管也能够设想其它无线使能设备 (诸如远程控制器等)。也能够和其它更基础重要的通信设备诸如无线通信基站中采用集成有 DRA 或与 DRA 组合的太阳能电池。

[0017] 在本发明的第一主要方面中,提供一种用于具有非平面透明谐振器的电子设备的电路,其中,该透明谐振器安装在所述电路上,从而至少部分地占用该电路的另一个部件的覆盖区,并且其中,所述透明谐振器在所述电路上形成光路径的部分,以将光发射到所述另一个部件或者从所述另一个部件发射光。该另一个部件是光学部件,该光学部件布置为经由该光路径生成用于发射的光或者经由所述光路径处理在那里接收到的光。

[0018] 优选地,该谐振器元件成形为使照射到其表面上的光聚焦。优选地,包括有谐振器元件的材料对于处于和 / 或超过光学频率 (optical frequency) (即可见光和 / 或不可见

光的频率)的光而言是透明的。更优选地,该谐振器元件的材料包括硼硅酸盐玻璃。优选地,该玻璃是硼硅酸盐冕玻璃,一般通过商标“Pyrex(派热克斯)”或“K9”为人所知。

[0019] 所述谐振器元件可成形为使得照射到所述谐振器元件表面上的光通过该谐振器元件聚焦。谐振器元件可以是半球形的且限定半球形的表面包括有光照射表面,尽管可以利用起聚光作用的任何适合的透镜形状。所述谐振器元件成形为使得照射到所述谐振器元件表面上的光通过该谐振器元件朝向该谐振器元件的另一表面的选择区聚焦。该谐振器元件是介质谐振器天线(DRA)的谐振器元件,所述DRA包括布置在DRA阵列或DRA反射阵列中的多个DRA其中之一。天线阵列是用于增加天线系统增益的天线的矩阵。

[0020] 在本发明的第二主要方面中,提供一种介质谐振器天线(DRA),包括:介质谐振器(DR)元件;地平面;以及用于该DR元件的带馈线(strip feedline),其中,包括有DR元件的材料包括可发射(transmissable)处于和/或超过光学频率(即可见光和/或不可见光的频率)的光的材料。

[0021] 提出透明DRA以避免与已知的透明微带天线相关的问题,因为本发明的透明DRA不需要任何导电部分来进行谐振。更重要的是,它能够提供跨越其整个通频带的大于4dBi的天线增益,这对于透明天线而言是新的成就。

[0022] 优选地,包括有DR元件的材料对于处于和/或超过光学频率(即可见光和/或不可见光的频率)的光而言是透明的。更优选地,该DR元件的材料包括硼硅酸盐玻璃。优选地,该玻璃是硼硅酸盐冕玻璃,一般通过商标“Pyrex”或“K9”为人所知。

[0023] DR元件成形为使得照射到所述DR元件表面上的光通过该DR元件来聚焦。该DR元件可是半球形的且限定半球形的表面包括有光照射表面,尽管可以利用起聚光作用的任何适合的透镜形状。DR元件成形为使得照射到所述DR元件表面上的光通过该DR元件朝向该DR元件的另一表面的选择区聚焦。在DRA位于处于另一个部件(诸如太阳能电池)或光发射设备(诸如灯或LED等)的光路径中的电子设备中时,这是非常有用的。

[0024] 介质谐振器天线包括多个DRA其中之一,所述多个DRA布置在用于电路或系统的DRA阵列或DRA反射阵列中。

[0025] 在本发明的第三主要方面中,提供一种包括根据第二主要方面的DRA的电子设备,其中,该DRA用作所述电子设备的天线,并且其中,所述DRA位于所述设备中,从而使得所述DR元件位于拦截沿所述设备的光路径传播的光的位置处。该介质谐振器元件的至少一部分可以限定该电子设备的光路径。

[0026] DR元件在允许沿所述光路径传播的光到达所述电子设备的同时,可以用作用于该电子设备的电子部件的保护覆盖件。

[0027] 该电子设备可以包括光发射元件诸如灯泡,其中所述光发射元件位于使得来自于光发射元件的光通过DRA的DR元件的至少一部分进行传输的位置处。

[0028] 优选地,该电子设备包括用于根据照射到所述设备上的光生成电力(power)的设备,其中,所述电力生成设备位于使得照射到所述设备上的光通过该DRA的该DR元件的至少一部分进行传播的位置处。优选地,该电力生成设备包括太阳能电池设备。根据本发明的DRA的增益实质上不受太阳能电池板的影响。此外,无需移除板的任何部分。优选地,DR元件成形为使得照射到所述DR元件上的光通过DR元件朝向所述太阳能电池的光接收部分聚焦。

[0029] 优选地,该电力生成设备从照射到所述电子设备上并且通过 DRA 的 DR 元件传送到所述电力生成设备的光为所述电子设备生成电力。

[0030] 该电子设备可以包括布置在阵列或反射阵列中的多个介质谐振器天线,以增加电路或系统的天线增益。

[0031] 在本发明的第四主要方面中,提供一种制造根据第一主要方面的 DRA 的方法,包括提供一种 DRA,该 DRA 具有:DR 元件、地平面、用于 DR 元件的带馈线;以及由能够传输处于光学频率处的光的材料形成该 DR 元件。

附图说明

[0032] 借助仅仅与附图相结合的实例提供的优选实施例的如下描述,本发明的前述特征和更多特征将变得很明显,其中:

[0033] 图 1a 和图 1b 分别是根据本发明具有底层 (underlaid) 太阳能电池板的透明矩形 DRA 的前侧视图和顶视图;

[0034] 图 2a 和图 2b 分别是根据本发明具有底层太阳能电池板的透明成形 DRA 的前侧视图和顶视图;

[0035] 图 3 显示 $g = 0$ 和 2mm 时的图 2a 和图 2b 的半球形 DRA 的测量和仿真的反射系数;

[0036] 图 4 包括 $g = 0$ mm 且没有底层太阳能电池时的图 2 的半球形 DRA 的仿真和测量标准化辐射图案的曲线图;

[0037] 图 5 包括带有底层太阳能电池的图 2 的半球形 DRA 的仿真和测量的反射系数;

[0038] 图 6 是带有或不带有 ($g = 0$ mm) 太阳能电池的半球形 DRA 的测量天线增益的曲线图;

[0039] 图 7 包括带有底层太阳能电池的半球形 DRA 的仿真和测量标准化辐射图案;

[0040] 图 8 提供用于生成平行蓝光束的相干 Sabre Innova 氩激光器 (Coherent Sabre Innova Argon Laser) 的自上而下的视图;

[0041] 图 9 显示 $R_c = 15$ mm 时带有或不带有半球形 DRA 的太阳能电池的输出电压和电流;

[0042] 图 10 包括图 1 的带有底层太阳能电池的透明矩形 DRA 的仿真和测量反射系数;

[0043] 图 11 包括带有底层太阳能电池的矩形 DRA 的仿真和测量标准化辐射图案;

[0044] 图 12 显示 $R_c = 15$ mm 时带有或不带有矩形 DRA 的太阳能电池的输出电压和电流;

[0045] 图 13 是根据本发明具有 DRA 的电子系统的示意图;以及

[0046] 图 14a 和图 14b 是分别示出根据本发明在其中空区域具有灯的光可发射的 DRA 的前侧视图和顶视图。

具体实施方式

[0047] 这里全部实施例中揭示的是用于具有非平面透明谐振器的电子设备的电路,其中透明谐振器安装在所述电路上,从而至少部分占用电路的另一个部件的覆盖区,且其中所述透明谐振器在所述电路上形成光路径的部分,用于将光发射到所述另一个部件或者从所述另一个部件发射光。另一个部件可以是这样一种光学部件,即,布置为经由光路径生成用于发射的光或者经由所述光路径处理在那里接收到的光。谐振器元件可以成形为使照射到

其表面上的光聚焦。优选地,包括谐振器元件的材料对于处于和/或超过光学频率(即可见光和/或不可见光的频率)的光而言是透明的。更优选地,谐振器元件的材料包括硼硅酸盐玻璃。优选地,该玻璃是硼硅酸盐冕玻璃,一般通过商标“Pyrex”或“K9”为人所知。谐振器元件可以成形为使得照射到所述谐振器元件表面上的光通过该谐振器元件来聚焦。谐振器元件可以是半球形的且限定半球形的表面包括有光照射表面,尽管可以利用起聚光作用(act to)的任何适合的透镜形状。谐振器元件可以成形为使得照射到所述谐振器元件表面上的光通过该谐振器元件朝向该谐振器元件的另一个表面的选择区聚焦。

[0048] 此外,这里某些实施例揭示的是用于光学应用的透明介质谐振器天线(DRA)。由于DRA是透明的,所以它能够让光穿过其自身,因而能够被系统或设备的其它光学或光接收和/或光发射部件利用。作为实例,透明DRA可以被放置在太阳能电池的顶部。由于DRA不阻挡光,因此光能够到达太阳能电池板且能够生成电力。这样获得的系统非常小巧,因为DRA不需要额外的覆盖区或只需要少许额外的覆盖区。对于需要自续电源的小巧无线应用设备而言潜在地非常有用。另一个实施例包括中空透明DRA内的光源,提供也用作用于电子设备或系统的天线的灯泡。

[0049] DRA为用在微波和mm-波频率的几乎全部传输线提供简化耦合方案。这使得它们适合于集成到不同的平面技术中。通过相对于线(line)来改变DRA的位置,能够容易地控制DRA与平面传输线之间的耦合。因此,在实验上能够容易地将DRA的性能最优化。

[0050] 这里揭示的优选实施例将微波和光学功能组合到单片介质谐振器材料中。在第一描述实施例中,将非聚焦透镜同时用作DRA。系统的覆盖区被减到最小,因为太阳能电池板被放置在DRA之下。在第二描述实施例中,DRA成形为聚光并且用作用于太阳能电池的聚焦透镜。通过合并透明成形DRA,能够增加底层太阳能电池的输出电压和电流。另外,DRA还用作辐射元件(天线)。双功能可以减少成本。在另一实施例中,DRA成形为符合发光灯泡以形成灯等。能够合并这些实施例中的任何DRA作为电子设备中的双功能或多功能元件。DRA能够在作为用于所述其它部件的保护覆盖件的同时作为用于光学部件的光发射元件。此外,DRA能够作为用于所述光学部件的光聚焦或传输介质。

[0051] 所描述的实施例的双功能或多功能DRA对于需要电力以维持自身或其它用途的无线系统或设备特别有用。

[0052] 参考图1a和图1b,描述根据本发明的包括有DRA 12的电路10的第一实施例。该实施例的DRA12包括:非聚焦透明矩形DRA 12。由于矩形DRA比其它形状在机械上易于制造,因此天线工程师对其非常感兴趣。

[0053] 在这种情形下,除了充当天线之外,DRA12还可以充当用于底层太阳能电池14的保护覆盖件。由于DRA12是透明的,所以其不会阻碍太阳能电池14收集阳光或环境光。另外,为了将组合部件所占用的覆盖区减小或减到最小,通过将太阳能电池板14放置在DRA12之下,能够容易地实现高紧密度。DRA12包括:介质谐振器(DR)元件16;包括有不导电基板17和导电地平面层19的地平面(ground plane)或接地基板18;以及用于激发DR元件的带馈线(共形带)20。共形带20连接到同轴线缆22的中心导体或同轴探针(coaxial probe)24,尽管可以理解共形带能够连接到任何适合的导体,以用于将激发能量供应到DR元件16。包括有DR元件16的材料包括可发射处于和/或超过光学频率(即可见光和/或不可见光的频率)的光的材料,并且为了不减少到达底层太阳能电池14的可见光或不可见

光能,其优选是透明的。优选地,可见透明 DR 元件 16 的材料包括硼硅酸盐玻璃,诸如硼硅酸盐冕玻璃(一般通过商标“Pyrex”或“K9”为人所知)。当 DRA12 位于处于另一个部件(诸如太阳能电池 14)或光发射设备(诸如灯或 LED 等(未示出))的光路径中的电子设备中或电路 10 上时,这是非常有用的。

[0054] 提出透明 DRA12 以避免与已知的透明微带天线相关联的问题,因为本发明的透明 DRA 不需要任何导电部分来进行共振。

[0055] 在该实施例中,DRA12 的宽度为 W 并且被放置在太阳能电池 14 上面。DR 元件 16 的玻璃在微波频率处具有介电常数 ϵ_y ,在光学频率处具有折射率 n。包括长度为 l_s 、宽度为 W_s 的共形激发带 20 的垂直带用于反馈 DRA12,它在其基本 TE_{111} 模式中受激发,尽管依据操作条件等可以选择其它模式。DRA12 被抬起很小的间隙 g,以容置太阳能电池 14。可替换地,太阳能电池 14 可以直接制作在 DRA12 的底部表面上。在后一种布置中,DRA12 的底部可以凹陷以容置太阳能电池 14。在这一情形下,DRA12 可以具有比太阳能电池 14 稍大的覆盖区,使得 DRA12 的底部表面上的外围边缘部分起支撑位于接地基板 18 上的 DRA12 的作用。可以将凹处制为至少在高度上稍微高于太阳能电池 14,使得 DRA12 不放置在太阳能电池 14 上,但是优选地,DRA12 的底部表面与太阳能电池 14 的顶部表面或者太阳能电池 14 的顶部表面的至少光收集部分之间有密切接触。

[0056] 能够将任何形状的太阳能电池 14 放置在 DRA12 之下以收集日光或周围光。在本实施例中,使用半径为 R_c 的太阳能电池 14。下面将证明 DRA12 不会在任何重大程度上显著地影响底层太阳能电池输出电流和电压。

[0057] 参考图 2a 和图 2b,描述根据本发明的 DRA112 的第二实施例。该实施例的 DRA112 安装在电子设备或系统(未示出)的电路 110 上,并且包括聚焦透明 DRA112,该聚焦透明 DRA112 成形为使照射到其上表面上的光聚焦,并且将聚焦的光传送到选择区,选择区位于邻近底层太阳能电池的其下表面。当 DRA112 安装在太阳能电池 114 上面的电路 110 上时,可以选择该选择区作为映射到太阳能电池 114 的光接收部分或与太阳能电池 114 的光接收部分重叠的区域。

[0058] 在这种情形下,除了充当天线和用于底层太阳能电池 14 的保护覆盖件之外,通过与太阳能电池 114 分享覆盖区,DRA112 还可以在保持小巧形式的同时,起将所捕获的光聚焦到太阳能电池 114 的光接收部分的作用,从而增强太阳能电池的性能。在该实施例中,DRA112 还包括:介质谐振器(DR)元件 116;包括有不导电基板 117 和导电地平面层 119 的地平面或接地基板 118;以及用于激发 DR 元件 116 的带馈线(共形带)120。共形带 120 电耦合到同轴线缆 122 的中心导体或同轴探针 124。包括有 DR 元件 112 的材料还包括可发射处于和/或高于光学频率(即可见光和/或不可见光的频率)的光的材料,并且为了不减少到达底层太阳能电池 114 的光能,其优选是透明的。事实上,DR 元件 116 的聚焦效应极大地增强了位于太阳能电池 114 的光接收部分的上表面的光能的密集度,从而与如果 DR 元件 116 没有聚焦功能所期望的相比,能够增强太阳能电池 114 的电力输出。DR 元件 116 的材料优选包括硼硅酸盐玻璃(诸如硼硅酸盐冕玻璃)。

[0059] 除了其上表面成形为将 DRA112 形成为透镜以使入射到所述上表面上的光聚焦以外,该实施例与第一实施例分享许多相似之处。在该实施例中,上表面采用半球形,但是应当理解,任何适合的形状均可以用于将 DRA112 形成为透镜,以使太阳能电池 114 上的光聚

焦。在其它实施例中,DRA112可以成形为传送远离电子设备的光学光发射部件的光。当DRA位于处于另一个部件(诸如太阳能电池)或光发射设备(诸如灯等)的光路径中的电子设备中时,这是特别有用的。

[0060] 再者,在该实施例中,能够将任何形状的太阳能电池 114 放置在 DRA112 之下以收集阳光,下面还将证明半球形的 DRA112 能够用于增加底层太阳能电池 114 的输出电流和电压。

[0061] 为了证实带有底层太阳能电池 14、114 的透明 DRA12、112 的上述实施例,用对于利用 Ansoft HFSS™ 获得的仿真结果所勘测的实验结果来制造和测试根据所述实施例的原型,其中所述 Ansoft HFSS™ 是用于 3D 全波电磁领域仿真的工业标准仿真工具。制备根据图 2a 和图 2b 的实施例的第一原型。在图 2a 和图 2b 示出的第一原型中,透明半球形 DRA112 由硼硅酸盐冕玻璃制成。该原型中的 DRA 半径 $R = 28\text{mm}$,并且被放置在太阳能电池 114 上面。宽度 $W_s = 12\text{mm}$ 、长度 $l_s = 19\text{mm}$ 的共形带(激发馈线)120 用于馈送 DRA112,其在 1.87GHz 处、于其基本 TE_{111} 模式中受激发。利用 Agilent 85070DDielectric Probe Kit,在 1.9GHz 附近测量且得到等同于 $\epsilon_y = 7.0$ 的玻璃的介电常数。应当提到,在光学频率处,玻璃具有更低的介电常数,即 $\epsilon_y = 2.17$,这是根据它的折射率 $n = 1.474$ 计算出来的。

[0062] 使用正方形的太阳能电池。假设太阳能电池具有值为 $\epsilon_y = 1.5$ 、 $\tan \delta = 10$ 的介质性质,并且将这些用于该原型的 Ansoft HFSS™ 仿真。太阳能电池的侧面的长度和厚度分别为 $W_c = 55\text{mm}$ 和 1.8mm ,而位于背部的它的左右输出引脚高度为 0.2mm 。由于太阳能电池的厚度(1.8mm)和输出引脚的高度(0.2mm),DRA112 从基板开始具有 2mm 的位移。这一信息被输入到 HFSS 仿真中。地平面基板的介电常数 $\epsilon_{ys} = 2.33$,厚度 $d = 1.57\text{mm}$,尺寸为 $16 \times 16\text{cm}^2$ 。它能够充当太阳能电池与地平面之间的附加绝缘体。太阳能电池的输出引脚连接到伏特计和安培计,以分别测量电压和电流。为了研究 DRA112 的聚焦效应,用半径 $R_c = 15\text{mm}$ 的圆形暴露面积来对太阳能电池形成掩模。用非常薄且暗的硬纸作为掩模,但是这不包含在仿真中。

[0063] 图 1a 和图 1b 的透明矩形 DRA12 也制作到原型中且被勘测,以进行非聚焦应用。为了便于与图 2a 和图 2b 的聚焦 DRA112 相比较,将矩形 DRA12 设计为在图 2a 和图 2b 的其半球形对应物的谐振频率处进行谐振。利用垂直激发带,DRA12 在其基本较宽侧(broadside)的 TE_{111} 模式中受激发。图 1a 和图 1b 显示这种配置, $\epsilon_y = 7$ 、 $W = 50\text{mm}$ 、 $H = 22\text{mm}$ 、 $g = 2\text{mm}$ 、 $d = 1.57\text{mm}$ 、 $w_s = 12\text{mm}$ 和 $l_s = 22\text{mm}$ 。在该勘测中再次使用以相同方式遮盖的太阳能电池。

[0064] Ansoft HFSS 用于仿真每一个原型配置的天线部分,并且利用 Agilent8753 来完成测量,以证实结果。首先,在不考虑太阳能电池的情况下(即不存在太阳能电池)研究 DRA 与基板之间的空气隙 g 的效应。图 3 显示 $g = 0$ 和 2mm 时的图 2a 和图 2b 的半球形 DRA 的测量和仿真的反射系数,并且对每种情形观察测量和仿真结果之间的合理吻合。参照图 3,能够看出空气隙使测量的谐振频率和阻抗带宽($|S_{11}| \leq -10\text{dB}$)分别从 1.92GHz 增加到 2.26GHz 、从 14% 增加到 19% 。分别测量且得到图 1 和图 2 的两个原型 DRA($g = 0$ 和 2mm)的天线增益位于跨越它们的通频带 $4\text{--}6.8\text{dBi}$ 的范围中。可以观察到,带有空气隙的 DRA 具有较宽的增益带宽,这是期望的。可以发现,对于每种情形而言,天线增益均在谐振周围 $\sim 5\text{dBi}$,这对于 DRA 而言是典型的。对于半球形 DRA112,当 $g = 0$ 时的仿真和测量辐射图案在

图 4 中显示。如从图中所观察到的,沿着 (in) 轴线方向 ($\theta = 0^\circ$),E-平面和 H-平面二者的共面极化场比交叉极化场强不止 20dB。还仿真且测量 $g = 2\text{mm}$ 时的辐射图案,并且获得非常相似的结果。

[0065] 接着,勘测具有底层太阳能电池 114(图 2)的半球形 DRA112 的特性。图 5 显示这种配置的仿真和测量反射系数。如从图中所观察到的,DRA112 的测量和仿真的谐振反射系数分别是 1.94GHz 和 1.89GHz,带有 2.65% 的误差。测量和仿真的阻抗带宽分别指定为 16.5% 和 22.8%。尽管由于前一个带有空气隙使得这种情形下的 DRA112 也具有从基板开始 2mm 的位移,但是它的测量谐振频率 (1.94GHz) 低于空气隙情形的测量谐振频率 (2.26GHz)。这是因为太阳能电池 114 增加了 DRA112 的有效介电常数的缘故。值得注意的是,依赖于地平面 ($g = 0$),测量谐振频率 (1.94GHz) 十分接近于 DRA 的测量谐振频率 (1.92GHz)。参照该图,在 2.25GHz 处测量小谐振模式。该模式是由太阳能电池引起的,其能够被如下事实所证实:即当使用矩形 DRA 时仍然观察它。仿真结果不会预测这一谐振模式,这并不令人惊讶,因为太阳能电池的精确介质参数是未知的。

[0066] 图 6 显示带有或不带有底层太阳能电池的半球形 DRA 的测量天线增益。参照该图,在 DRA 的谐振周围两个天线增益彼此非常接近。这是非常积极的结果,因为它暗示着由于太阳能电池而造成的损耗小到可以忽略不计。从图中观察到,增益在谐振周围 $\sim 5.3\text{dBi}$ 。图 7 显示测量和仿真的 E-和 H-平面辐射图案。如从图中所观察到的,沿着轴线方向,共面极化场比交叉极化场强不止 22dB。

[0067] 相干 Sabre Innova 氩激光器 210 用在带有 DRA12、112 的太阳能电池的光学测量中,并且借助于棱镜 215 生成波长为 488nm 的平行蓝光束。Laser 210 将平滑的 130mW 的光能转向 DRA 或提供给 DRA。为了测量位于不同照明角度 (θ) 的太阳能电池的输出,将 DRA 放置在旋转器 200 上,如图 8 所示。图 9 显示对于半球形 DRA112 的太阳能电池测量的输出电压和电流,分别作为 θ 的函数。图中所示也是在没有 DRA 情况下的输出。参照该图,由于其聚焦效应,利用 DRA,对于 $\theta < 30^\circ$,能够获得较大输出。采用半球形 DRA112,在 $\theta = 0^\circ$ 处的输出电压和电流分别增加 13.5% 和 27.2%。 $R_c = 5\text{mm}$ 的较小暴露半径也可以用作掩模。再者,当 DRA 存在时,对于 $\theta < 30^\circ$,能够获得较大输出。在这种情形下,利用 DRA, $\theta = 0^\circ$ 处的电压和电流的输出分别增加了 11% 和 21.4%。但是,为简便起见,这里不包括曲线。在实际应用中,太阳能电池能够与机械旋转器相关联,使得它能够根据需要追踪光源。在这种情形下,可以将所提出的 DRA 设计成相控阵 (phased array),从而它能够随着太阳能电池的旋转来扫描光束。

[0068] 现在描述透明矩形 DRA12(图 1)的结果。图 10 显示仿真和测量反射系数,其中它们对应的输入阻抗在插图中显示。参照该图,矩形 DRA12 的测量和仿真的谐振频率分别指定为 1.91GHz 和 1.86GHz,带有 2.7% 的误差。对于阻抗带宽,测量和仿真的值分别为 17.6% 和 15.8%。在测量结果中再次观察由于太阳能电池而造成的谐振。由于介质和激发带负荷 (loading) 的变化,它的谐振频率从 2.25GHz 稍稍移动到 2.23GHz。还测量透明矩形 DRA12 的天线增益。发现它在谐振周围 $\sim 4.2\text{dBi}$ 。仿真和测量辐射图案在图 11 中显示。如从图中所观察到的,沿着轴线方向交叉极化场比共面极化场弱不止 25dB,这显示透明矩形 DRA12 具有良好的极化纯度。图 12 显示利用 $R_c = 15\text{mm}$ 的相同的太阳能电池测量的输出电压和电流。参照该图,矩形 DRA12 不会增加太阳能电池的输出,建议将矩形 DRA12 用于不需要聚

焦功能的应用。根据结果,能够证实半球形 DRA12 的聚焦能力。尽管矩形 DRA12 不提供聚焦功能,但是它的用于光接收的角度范围比它的半球形对应物宽,并且在太阳能电池板上面的其透明度的下降比半球形的形式小很多。

[0069] 由硼硅酸盐冕玻璃制成的双或多功能透明半球形 DRA12 同时用作辐射元件和光学聚焦透镜。它也能充当用于其底层太阳能电池 114 的保护覆盖件。由于 DRA112 是透明的,所以光能够穿过它并且在底层太阳能电池上照明。因为 DRA112 的聚焦效应,所以能够增加太阳能电池的电压和电流输出。系统非常小巧,因为太阳能电池无需任何额外的覆盖区。使用透明矩形 DRA 的第二配置更适用于不想要聚焦效应的应用。

[0070] 在本发明的优选实施例的前述描述包括 DRA12、112 的同时,应当理解,这里描述的原则同样适用于采用谐振器元件的电子设备或系统的任何电路(无论什么目的),诸如滤波器或振荡器电路。本发明的重要方面包括在电路上安装一般的非平面透明谐振器,以执行所述谐振器元件的公知功能。在电路上安装谐振器元件,从而至少部分占用电路的另一个部件的覆盖区。另一个部件优选为光处理部件,即处理接收到的光以生成电输出的部件(诸如太阳能电池),或者将电能转换成光能的光生成设备(诸如灯或 LED)。同样地,通过以所提出的方式安装谐振器元件,该谐振器元件能够在允许光穿过那里的同时,作为用于光处理部件的保护覆盖件,甚至增强了光处理部件的性能。事实上,当谐振器元件成形为透镜等时,通过将光能集中到选择面积上,它能够起增强光处理元件的性能的作用。此外,谐振器元件不需要其自身的覆盖区,从而节省了电路上的空间,这在小巧设备诸如无线通信设备的设计与制造中非常有用,尽管本发明不仅限于这些设备。

[0071] 图 13 示出根据本发明具有 DRA 的电子系统 300。应当理解,图 1 或图 2 的 DRA 能够用于适合的电子设备或系统中(诸如移动无线手机、个人数字助理(PDA)乃至无线基站)。事实上,在电子设备包括合并有太阳能电池的 DRA 的情况下,该设备可以包括需要自续电源和与其它设备或系统进行无线通信的能力的任何电子设备。例如,具有根据本发明的太阳能电池和 DRA 组合的停车计时器,具有自续电源,以便于当该计时器需要倒空或维持等时,对该计时器和与控制中心对话的无线通信的装置进行操作。图 13 的电子系统 300 包括:外壳 310,包含控制和操作电路;以及根据本发明至少一个组合的太阳能电池和 DRA 模块 315,由此,通过其 DRA 将照射到外壳 310 上的光传送到至少一个模块 315 的太阳能电池(未示出)。可替换地,该电子系统 300 可包括关于太阳能电池(或除了太阳能电池以外)的其它形式光学部件,由此由所述光学部件发出的光通过作为光导或光路径的 DRA 被传送到电子系统的外壳 310 的外部。

[0072] 在图 13 特别示出的电子系统 300 的实施例中,提供了一种无线通信设备,具有无线信号发射链 320 和无线信号接收链 330。无线信号发射链 320 包括消息格式化或生成模块 321,后面有选择地跟随编码模块 322。编码模块 322 后面跟随调制器 323 和信号发射模块 324。无线信号发射链 320 通过组合 DRA 与光学部件模块 315a 来完成。本领域技术人员将会理解包括有无线信号发射链 320 的每一个模块的功能和目的。在组合 DRA 与光学部件模块 315a 的情形下,DRA 作为用于发射链 320 的信号辐射器(即天线)。光学部件可以包括:用于生成电子系统 300 的电力的太阳能电池,或者用于生成电子系统 300 的光输出信号的灯或 LED。在前一情形下,DRA 包括如图 1 或图 2 所述的根据本发明的 DRA,在下一情形下,DRA 包括如图 14 所述的根据本发明的 DRA,如下文所述。

[0073] 无线信号接收链 330 包括消息重新格式化或接收模块 331, 后面有选择地跟随解码模块 332。解码模块 332 后面跟随解调器 333 和信号接收模块 334。无线信号接收链 330 通过组合 DRA 与光学部件模块 315b 来完成。再者, 本领域技术人员将会理解包括有无线信号接收链 330 的每一个模块的功能和目的。在组合 DRA 与光学部件模块 315b 的情形下, DRA 作为用于接收链 330 的信号辐射器 (即天线)。光学部件可以包括: 用于生成电子系统 300 的电力的太阳能电池, 或者用于生成电子系统 300 的光输出信号的灯或 LED。再者, 在前一情形下, DRA 包括如图 1 或图 2 所述的根据本发明的 DRA, 在后一情形下, DRA 包括如图 14 所述的根据本发明的 DRA, 如下文所述。应当注意, 组合模块 315a, b 其中的一个可包括用于生成电子系统 300 的电力的光学部件 (诸如太阳能电池), 而另一个可包括用于所述电子系统 300 的光生成装置 (诸如灯或 LED)。

[0074] 本领域技术人员将会认识到能够在采用无线信号辐射元件 (天线) 和光学部件的任何设备或系统中利用本发明的至少一个组合的 DRA 和光学部件模块 315a, b, 以发射或接收光处于光学频率处的光。

[0075] 此外, 本领域技术人员将会认识到, 在电子系统包括滤波器或振荡器电路或某些其它类型的电子电路的情况下, 该系统可以在光学部件模块不包括 DRA 但是包括用于滤波器、振荡器或其它这类电路的谐振器部件的情况下, 使用至少一个组合的谐振器部件和光学部件模块, 这对于本领域技术人员而言是熟悉的。

[0076] 在上面描述的主要实施例涉及介质谐振器的同时, 本发明还可应用于包括中空腔的谐振器、偶极谐振器和其它类型的谐振器但不包括微带片或缝隙谐振器的电子系统。本发明的关键特征是在谐振器元件分享另一个部件的覆盖区的至少一部分但是允许光朝向和 / 或远离所述另一个部件穿过谐振器元件的情况下, 尤其是所述另一个部件是光处理或生成部件的情况下, 电路中的光可发射谐振器元件的使用。本发明一般设想以前述方式利用电路中的非平面透明谐振器。

[0077] 更具体而言, 本发明提供一种包括 DRA 的电子设备, 其中 DRA 用作所述电子设备的天线并且所述 DRA 位于所述设备中, 从而使得 DR 元件位于拦截沿所述设备的光路径传播的光的位置处。在某些实施例中, 电子设备包括用于从照射到所述设备上的光生成电力的设备, 其中所述电力生成设备位于使得照射到所述设备上的光通过至少部分 DRA 的 DR 元件进行传播的位置处。

[0078] 在前述优选实施例中, 谐振器元件可以是介质谐振器天线 (DRA) 的谐振器元件, 所述 DRA 包括布置在 DRA 阵列或 DRA 反射阵列中的多个 DRA 其中之一。天线阵列是用于增加天线系统增益的天线的矩阵。

[0079] 当然也可以看出, 本发明提供一种制造 DRA 的方法, 该 DRA 包括提供这样一种 DRA, 其具有: DR 元件、地平面、用于 DR 元件的带馈线、以及根据在光学频率处可发射光的材料形成 DR 元件。

[0080] 最后, 应当注意, DRA 的透明特征能够得到其它光学应用。例如, 如图 14a 和图 14b 所示, 光源 414 (例如 LED 或灯) 能够被放置在位于电路 410 上的透明 DRA 412 的中空区域 423 内, 以提供用作天线的灯。该实施例的位于 DRA 内的光学部件 (灯或 LED) 乃至除了天线之外的部件的谐振器元件与图 1 和图 2 的电路 10、110 分享相似之处, 因而, 由 “4” 开头的相似附图标记用于表示相似部分。

[0081] 控制电磁辐射的传播的能力在许多不同的技术领域（诸如光纤系统和电子设备）中都是很重要的。在许多电子和光学设备中，用于控制电磁辐射的传播的设备能够形成重要部件。例如，为了生成编码信号，将调制器用于光纤系统中以对载波信号的强度进行调制。调制器也能够形成包括电子设备和光电子设备的光子集成电路（“PIC”）中的重要部件。PIC是电子集成电路的光子等价物，并且可在形成电子和光电子设备的基底的半导体基板上实现。作为一个实例，调制器能够用来对在位于同一基板上的不同电子设备或不同功能电路之间进行通信的光学信号进行调制。谐振器电路或元件形成光纤系统、PIC和其它电子设备及系统的重要组成部分。参照附图的以上描述的根据本发明的谐振器元件或谐振器设备的参考被认为是被合并到用于光纤系统、PIC和其它电子设备及系统的这些谐振器元件或设备的参考。

[0082] 在于此随附的权利要求中，电子电路或电子系统的参考被认为是包括有光子集成电路或系统及光电子电路或系统的参考。

[0083] 通常，本发明提供一种用于具有非平面透明谐振器的设备的电路。透明谐振器被安装在所述电路上，从而至少部分地占用电路的另一个部件的覆盖区。透明谐振器在所述电路上形成光路径的部分，以将光发射到另一个部件或从另一个部件发射光。为了光学应用，还提供一种透明介质谐振器天线（DRA）。由于DRA是透明的，所以它能够让光穿过其自身，因而光能够被系统或设备的光学部分利用。透明DRA可以被放置在太阳能电池的顶部。由于DRA不阻挡光，因此光能够到达太阳能电池板且能够为系统或设备生成电力。这样获得的系统非常小巧，因为在系统内，DRA不需要额外的覆盖区。在需要自我保持电力设备的小巧的无线应用设备中，它能够得到应用。

[0084] 虽然在附图和前述说明中已经详细示出且描述了本发明，但是可以将其认为是示意性的而不是用于限制本发明的特性，应当理解，显示和描述的仅仅示例性的实施例，而不得以任何方式限制本发明的保护范围。应当注意，这里描述的任何特征均可用于任意实施例。示意性实施例并不是彼此不包含，也不是不包含这里没有叙述的其它实施例。因此，本发明还提供包括一个或多个上面描述的示意性实施例的组的实施例。在不脱离其精神和范围的情况下，能够对这些实施例的本发明进行修改和变形，因此，仅那些应被强加的限制通过随附的权利要求指出。

[0085] 在随附的权利要求和本发明的前述描述中，除了由于表述语言或必要的含义而在上下文中另有需要以外，词语“包括”或变形诸如“包括了”或“包括有”用于包含的意义，也就是在本发明的各个实施例中指定罗列的特征的出现，但是并不排除更多的特征的出现或加入。

[0086] 要理解的是，如果这里引用了任何先前技术公布，则在澳大利亚或任何其它国家，这种引用不会构成对所述公布形成本领域公知常识一部分的承认。

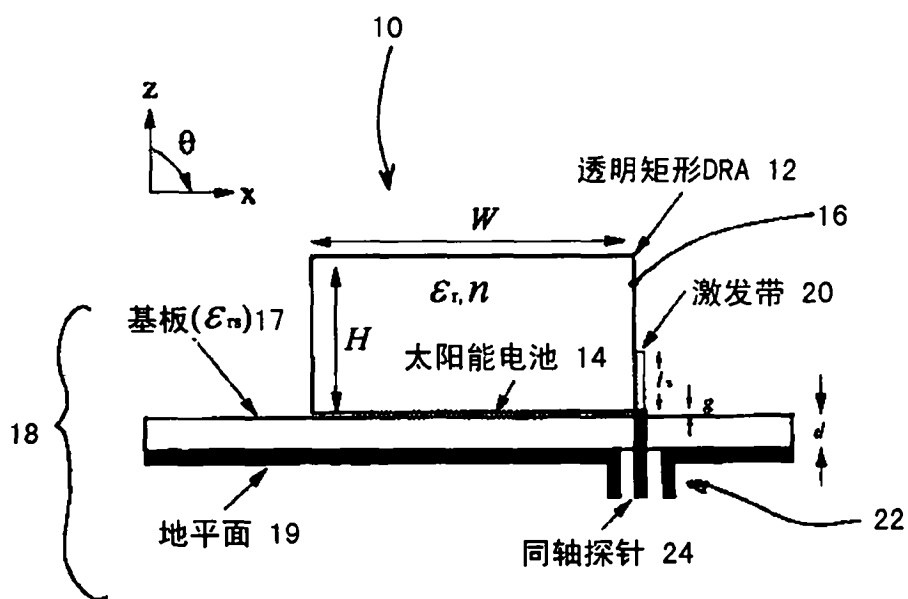


图 1a

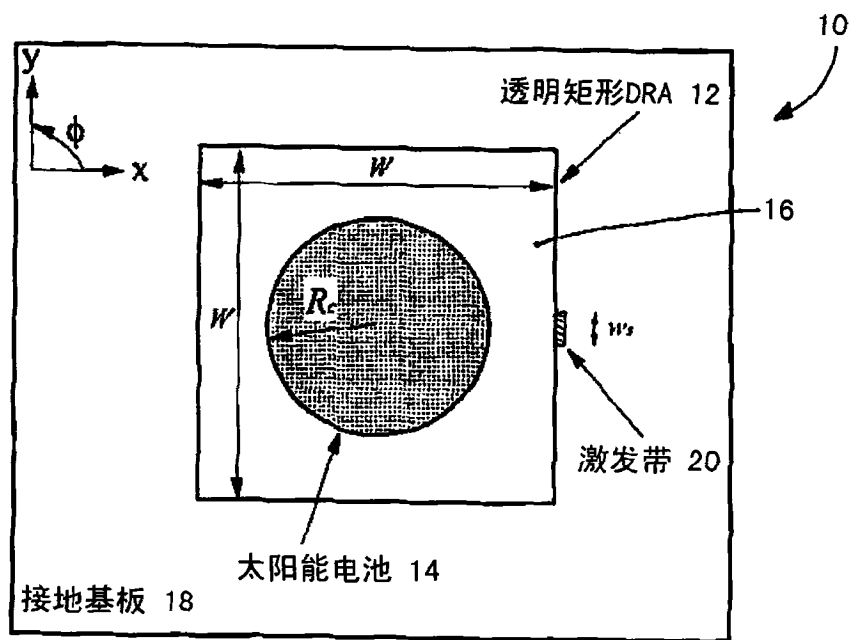


图 1b

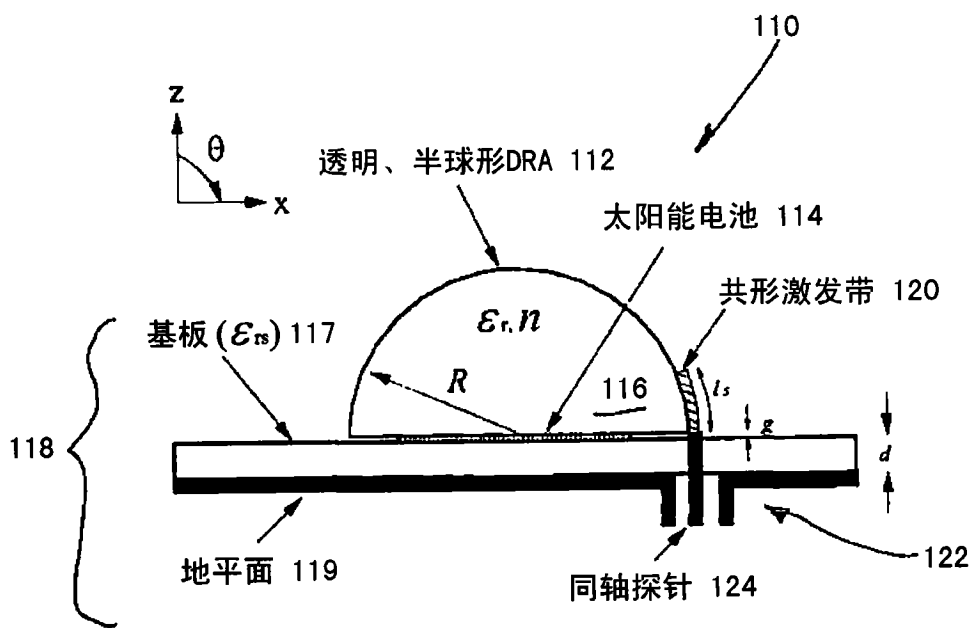


图 2a

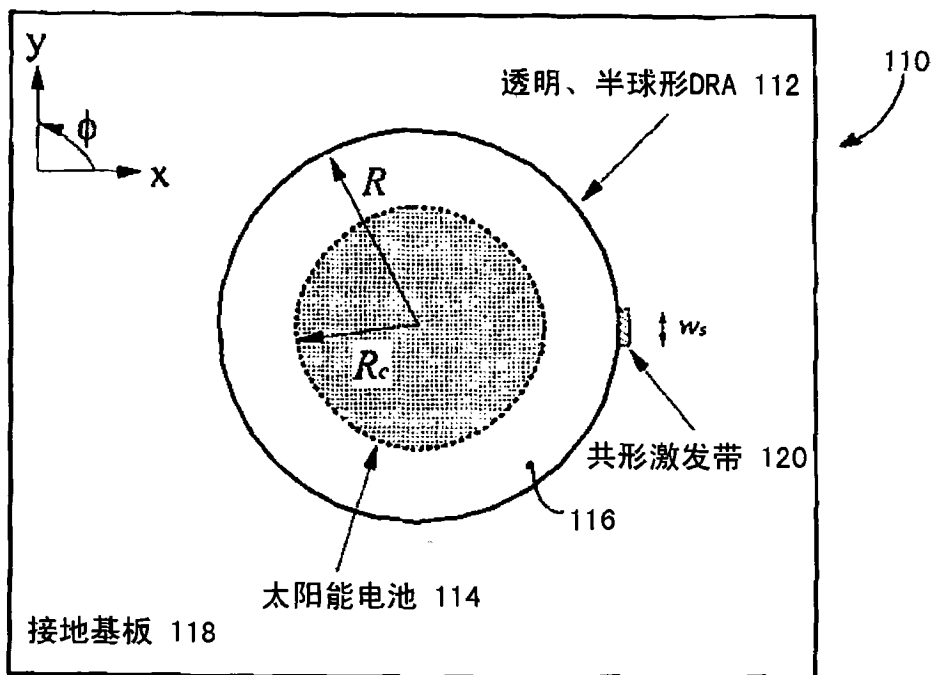


图 2b

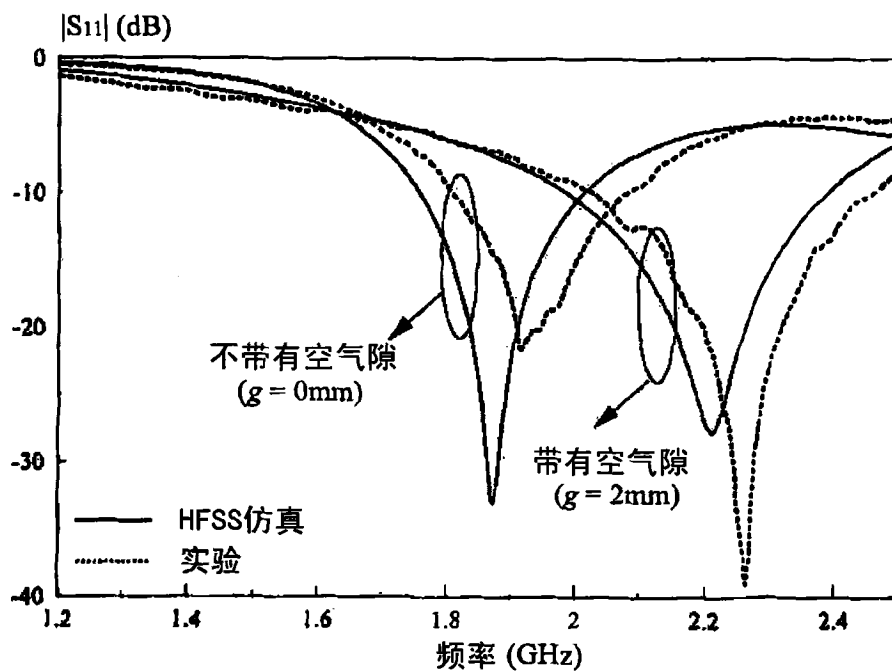


图 3

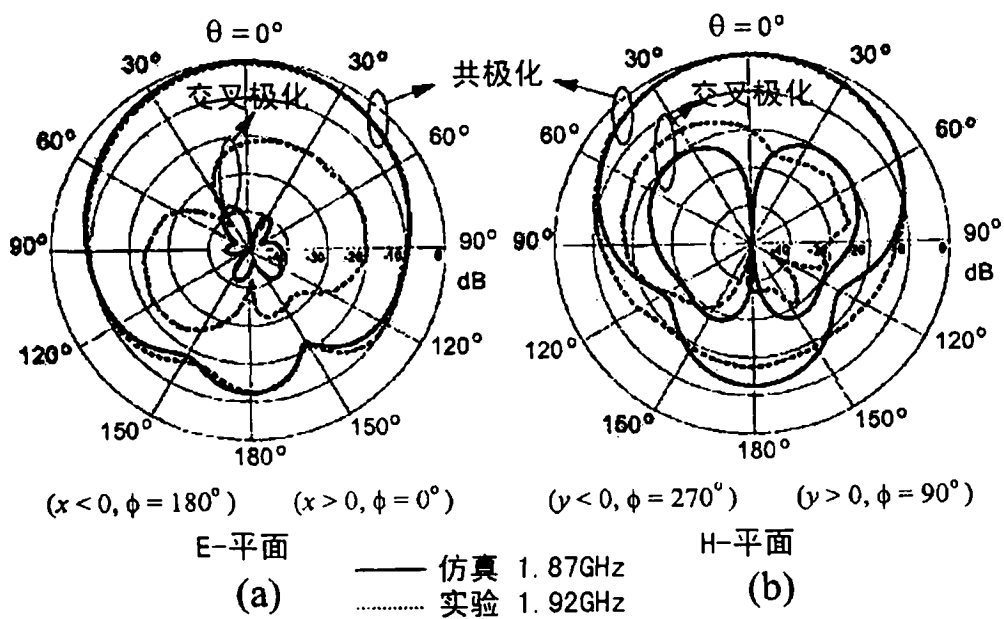


图 4

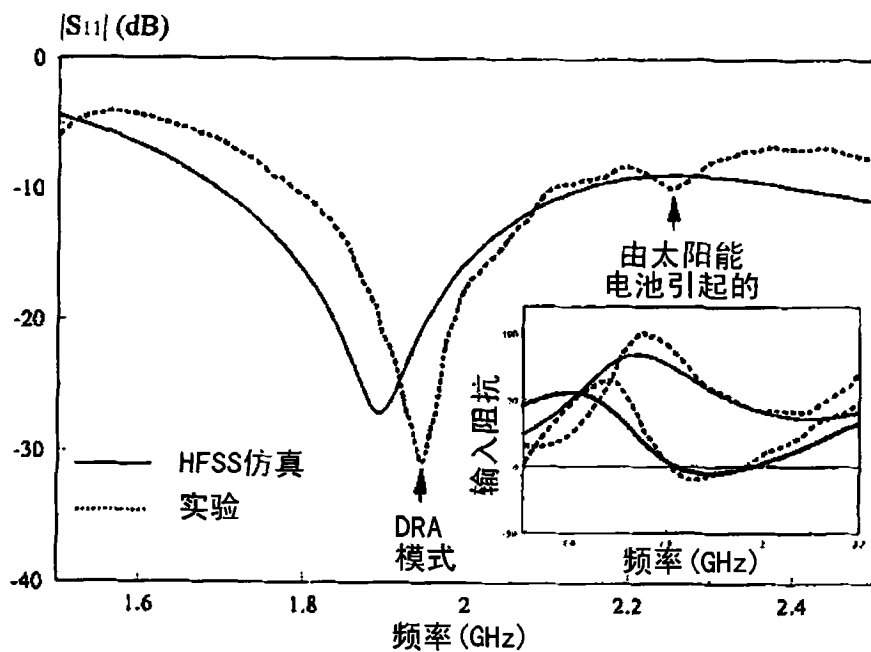


图 5

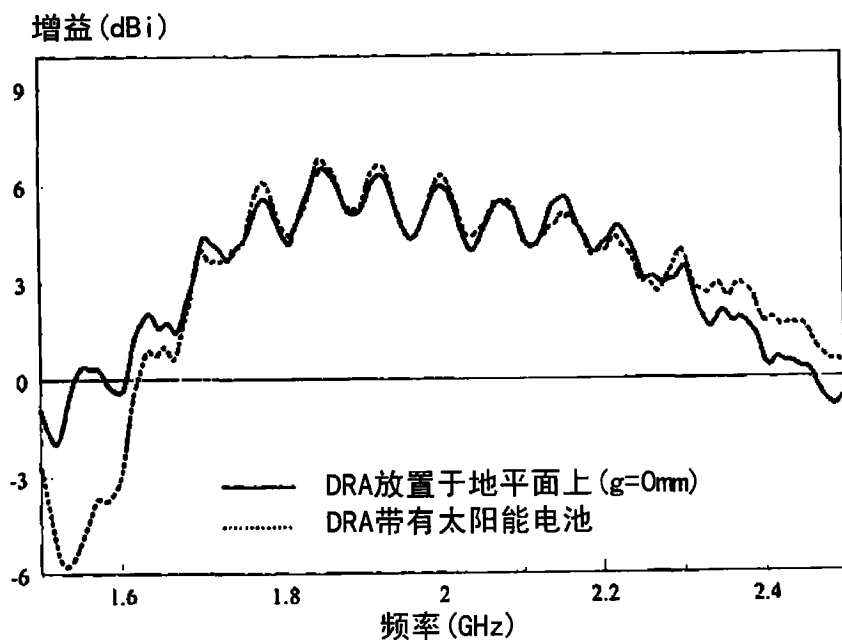


图 6

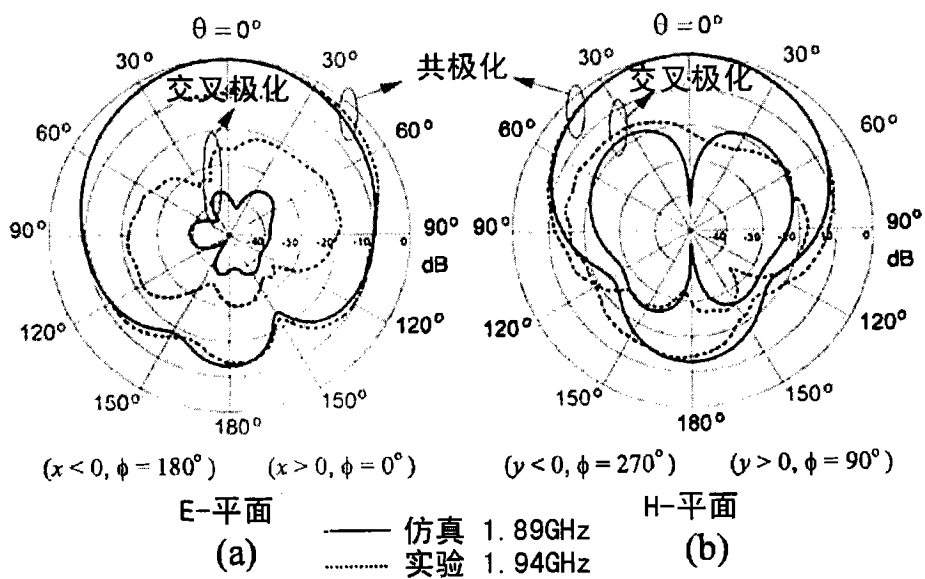


图 7

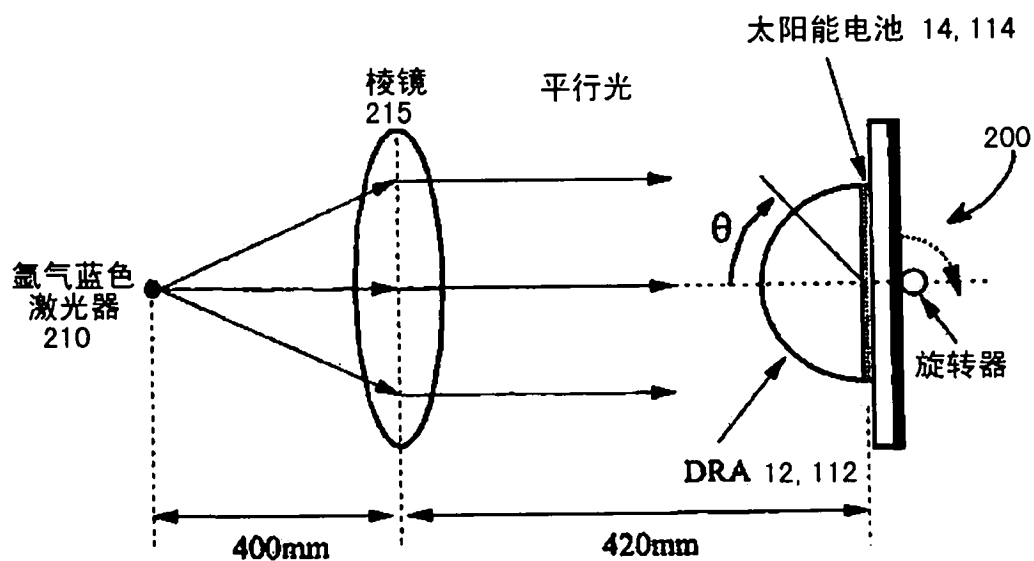


图 8

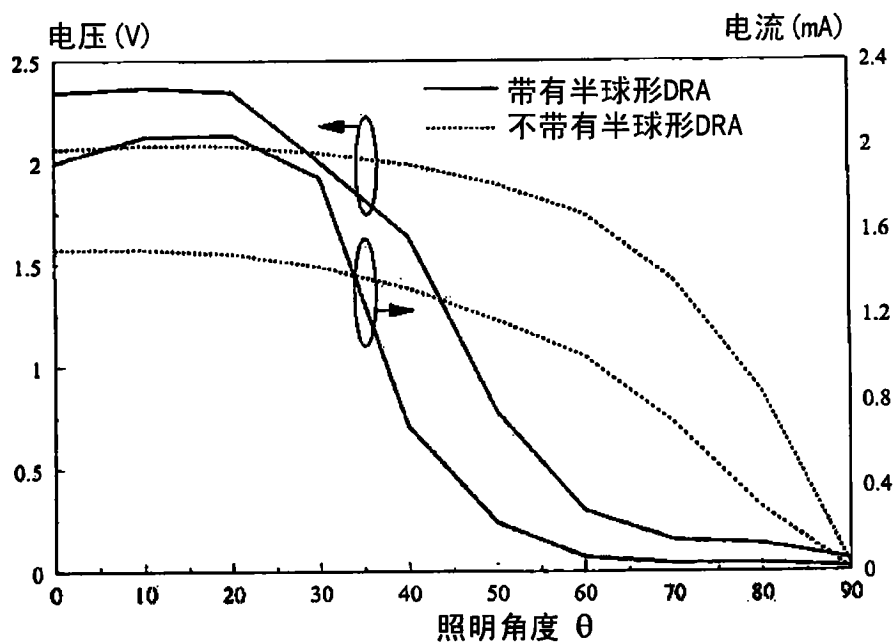


图 9

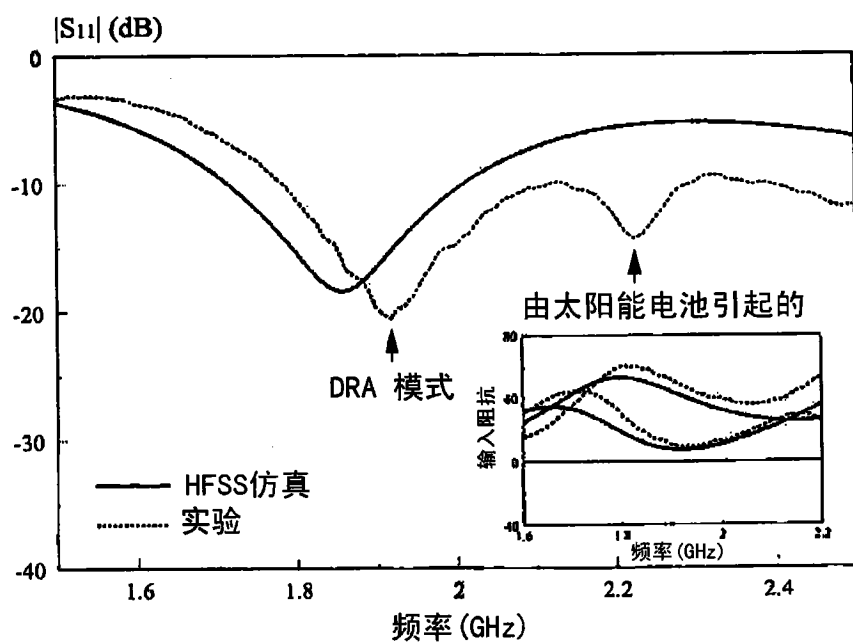


图 10

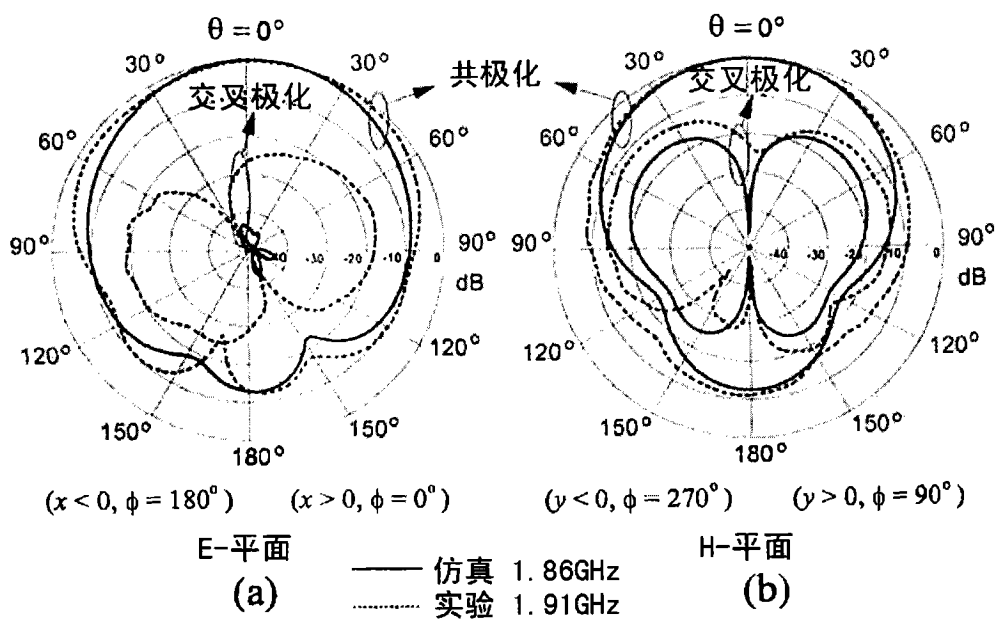


图 11

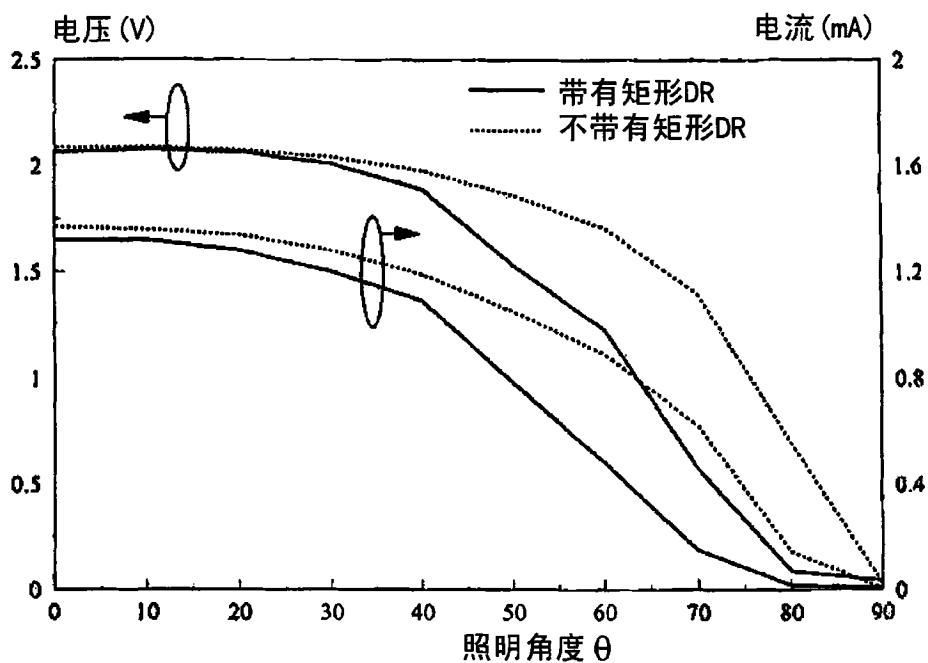


图 12

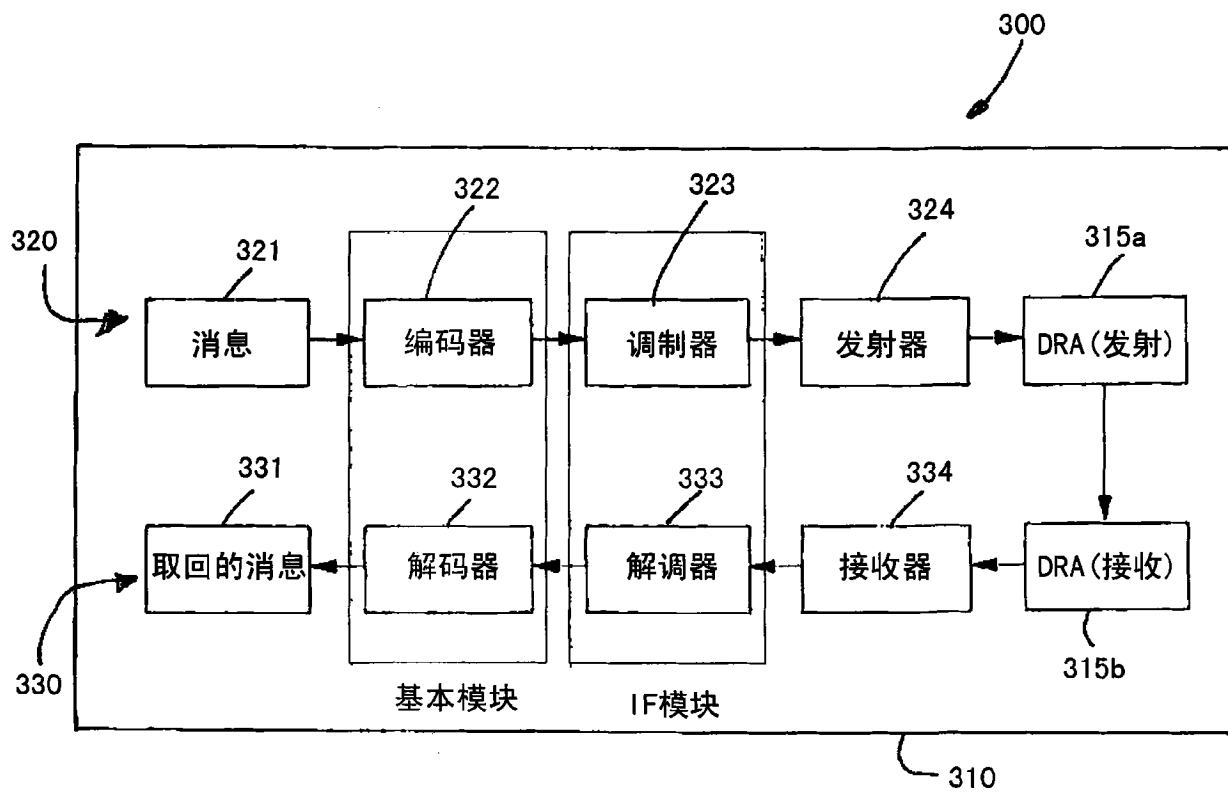


图 13

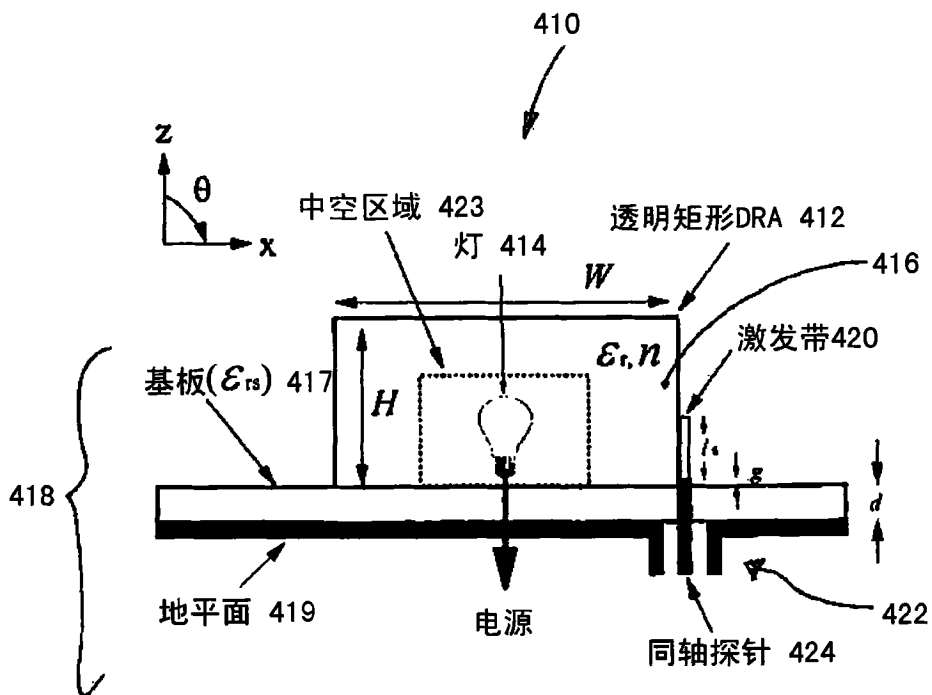


图 14a

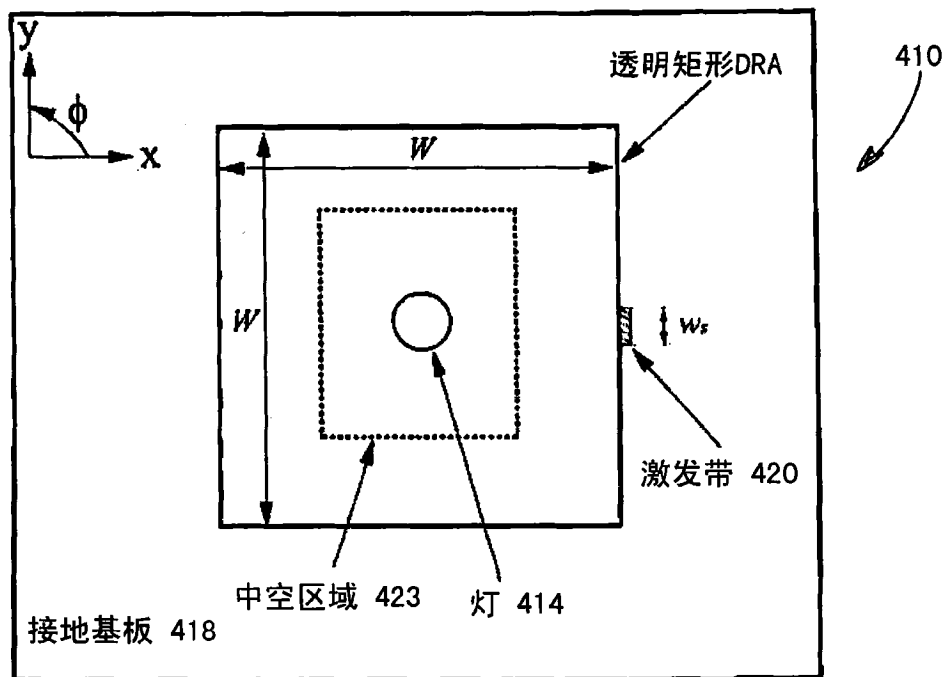


图 14b