



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110998971 B

(45) 授权公告日 2021.07.20

(21) 申请号 201880049411.6

(22) 申请日 2018.05.23

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110998971 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(30) 优先权数据  
1708242.1 2017.05.23 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.01.22

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/GB2018/051398 2018.05.23

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/215765 EN 2018.11.29

(73) 专利权人 撒加德有限公司  
地址 英国约克郡

(72) 发明人 詹姆斯·诺拉斯 拉米兹·阿西夫  
理查德·小哈尔斯  
瑞德·阿卜德-阿勒哈姆德

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 刘丹

(51) Int.Cl.  
H01Q 1/52 (2006.01)  
H01Q 15/00 (2006.01)  
H01Q 1/24 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 2014043194 A1,2014.02.13  
CN 101162797 A,2008.04.16  
C. Sabah et al.Broadband Terahertz  
Metamaterial for Negative Refraction.  
《Progress In Electromagnetics Research  
Symposium Proceedings》.2009,全文。  
Jordi Naqui et al.Novel Sensors Based  
on the Symmetry Properties of Split Ring  
Resonators (SRRs).《sensors》.2011,全文。

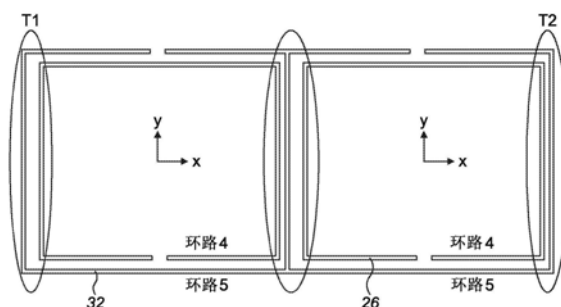
审查员 史晓娟

权利要求书2页 说明书10页 附图18页

(54) 发明名称  
辐射屏蔽罩

(57) 摘要

一种用于无源衰减电磁辐射并包括多个单元的屏蔽装置。每个单元包括彼此隔开的多个谐振器 (26)。该单元被布置在多个单位单元中,每个单位单元包括公共环路 (32),该公共环路环绕多个单元中的至少两个相邻单元。多个单位单元均具有非对称结构。因此屏蔽罩装置对于至少一个所选频率具有负折射率,由此使得在该至少一个所选频率下的电磁辐射被无源地衰减。



1. 一种用于无源衰减电磁辐射的屏蔽装置,包括:  
多个单元,每个单元包括彼此隔开的多个谐振器;  
其中,所述多个单元被布置在多个单位单元中,每个单位单元包括公共环路,所述公共环路环绕所述多个单元中的至少两个相邻单元;以及  
其中,所述多个单位单元分别具有非对称结构,使得所述屏蔽装置对于至少一个所选频率具有负折射率,从而使得在所述至少一个所选频率的电磁辐射衰减,  
其中,所述多个单位单元中的每个单位单元都包括具有第一对相邻谐振器的第一单元和具有第二对相邻谐振器的第二单元,其中,所述第一对相邻谐振器之间的间隔不同于所述第二对相邻谐振器之间的间隔,从而使得所述多个单位单元中的每个单位单元都具有非对称结构;以及  
其中,每个单位单元包括环绕所述公共环路的至少两个附加谐振器,所述附加谐振器为裂环谐振器,并且所述单位单元中第一附加谐振器中的间隙与第二附加谐振器中的间隙位于相对的端部。
2. 根据权利要求1所述的屏蔽装置,其中,所述公共环路用作所述单位单元内的每个单元的谐振器。
3. 根据权利要求1所述的屏蔽装置,其中,所述多个单位单元中的至少一个单位单元中的所述多个谐振器中的每个谐振器具有不同于其长度的宽度,从而使得所述多个单位单元中的至少一个单位单元具有非对称结构。
4. 根据权利要求1所述的屏蔽装置,其中,所述多个单元中的至少一个单元中的所述多个谐振器中的每个谐振器为由导电材料的环路形成的裂环谐振器,在所述环路中具有间隙。
5. 根据权利要求4所述的屏蔽装置,其中,单元内的第一谐振器上的所述间隙位于与所述单元内的第二谐振器上的间隙的位置相对的位置。
6. 根据权利要求1所述的屏蔽装置,其中,所述多个单元中的至少一个单元中的所述多个谐振器中的每个谐振器彼此同心。
7. 根据权利要求1所述的屏蔽装置,其中,所述多个单位单元中的至少一个单位单元在所述公共环路与所述单位单元内的每个单元的相邻谐振器之间具有间隔,其中,所述间隔不均匀,从而使得所述多个单位单元中的至少一个单位单元具有非对称结构。
8. 根据权利要求1所述的屏蔽装置,其中,每个单位单元对于两个所选的频率具有负折射率,从而使得在所述两个所选频率的电磁辐射被无源地衰减。
9. 根据权利要求1所述的屏蔽装置,其中,所述多个单元位于安装在基材上的屏蔽层中。
10. 根据权利要求9所述的屏蔽装置,其中,所述基材由电介质材料形成。
11. 根据权利要求9所述的屏蔽装置,其中,所述基材由柔性材料形成。
12. 根据权利要求9所述的屏蔽装置,其中,所述多个单元被印刷在所述基材上。
13. 一种用户装置,结合有前述权利要求中的任一项所述的屏蔽装置,所述用户装置包括:  
发射电磁辐射的发射器;  
其中,所述屏蔽装置被定位成与所述发射器相邻,使得在使用中所述屏蔽装置位于用

户和所述发射器之间。

14. 根据权利要求13所述的用户装置,其中,所述多个单元中的单元的数量使得所述屏蔽装置的表面积与所述用户装置的表面积匹配。

15. 一种衣物,结合有根据权利要求1至12中的任一项所述的屏蔽装置。

## 辐射屏蔽罩

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于减少从诸如移动电话或笔记本电脑的装置辐射的能量的屏蔽罩。

### 背景技术

[0002] 许多现代装置,例如移动电话、笔记本电脑和平板电脑,都可以发送和接收射频电磁辐射。这些传输是提供功能(诸如,互联网连接)的基础,这些功能已被用户视为这些类型装置的标准配置。

[0003] 然而,这些传输的不合宜的副作用是天线中的交流射频(RF)电流将感应将穿透用户附近的组织的射频电场。这些电场辐射的能量可以被用户的组织吸收,从而导致组织温度升高并可能损坏组织。

[0004] 为了推断由这些射频场引起的加热程度,通常的做法是测量材料(即组织)的每单位质量吸收的辐射功率,这就是“比吸收率”(SAR)。

[0005] 为了保护公众免受射频辐射可能造成的有害影响,许多专业机构已为人体组织中的比吸收率定义了安全限制:例如,电气和电子工程师协会“IEEE”建议将SAR限制为在任何6分钟的时间间隔内,头部中每1克(g)平均的每公斤(Kg)1.6瓦。

[0006] 为了降低SAR,射频装置需要在用户和RF发射天线之间放置一个射频屏蔽罩。许多这样的屏蔽装置已经在商业上可用于发射器装置,诸如例如移动电话。这些屏蔽罩通常包含大量与移动装置相邻放置的电磁频率“EMF”屏蔽材料;例如设计为可装配在移动电话周围的“滤袋”或盖,或缝在布罩袋中的特殊材料补丁。

[0007] 然而,当前可用装置的一个普遍问题是,除了屏蔽以免用户受有害辐射之外,它们也阻碍了天线的传输,并因此降低了天线效率。通过使依赖无线电传输的无线连接可靠性降低,降低天线效率显然对装置的可用性有影响。当前的屏蔽罩也往往过大,严重影响了移动装置的尺寸和可用性。

[0008] 因此,需要一种射频屏蔽装置,其也不会干扰天线效率或通常不会影响装置的可用性。

[0009] 还应当理解,本文提出的辐射屏蔽罩将不仅有益于移动装置,而且还将有益于一系列辐射屏蔽应用:例如,用于在射频基站附近工作或生活的人员的防护服或内置于墙壁中的辐射屏蔽。

### 发明内容

[0010] 根据第一实施例,提供了一种用于无源衰减电磁辐射的屏蔽装置,该屏蔽装置包括多个单元,每个单元包括彼此隔开的多个谐振器;其中多个单元具有非对称结构。

[0011] 多个单元可以布置在多个单位单元中,每个单位单元包括公共环路,该公共环路环绕多个单元中的至少两个相邻单元。多个单位单元可各自具有非对称结构,该结构对于至少一个选定频率具有负折射率,从而使在至少一个选定频率处的电磁辐射衰减。衰减优

选地为无源的,即由单位单元的结构引起的,而不是有源衰减,它需要电子或其他输入。

[0012] 非对称结构为不完全对称的结构。非对称性可以通过调节结构的各种参数(例如,谐振器周围或谐振器之间的间隔或谐振器的尺寸)来实现。可以改变结构的非对称性,以捕获和反射选定频率的电磁波。因此,该结构可以被称为电磁带隙结构,因为该结构在选定的频率(即在选定的电磁带)中谐振并因此减少了来自选定频率的辐射。

[0013] 每个屏蔽装置中单元的布局被设计成使得屏蔽罩对于至少一个选定的频率具有负折射率。负折射率有助于抑制表面波并从用户装置发射的多余电磁波远离用户。因此屏蔽装置可以被称为超材料,即人造复合结构,其具有天然材料通常不具有的特性,特别是负折射率。

[0014] 先前已经研究了超材料,但是没有在具有无源衰减的屏蔽装置的背景下进行过研究。例如,Hyde等人的US2007/0188385描述了一种超材料,其可根据与电磁波相互作用的交互反馈进行调节。在Hyde中,对超材料进行调节以提供聚焦,例如光束的聚焦。此外,通过使用电场来改变超材料的物理特性来实现聚焦,即,对超材料的有源控制。类似地,Rule等人的US7525711描述了一种可有源调谐的电磁材料。电磁材料可以用于各种各样的应用中,例如,天线,紧凑型波导和波束整形,并且可以通过使用在暴露于控制电磁辐射时会改变其容量的材料进行调谐。在GB2495365 中讨论了使用超材料的天线隔离。

[0015] 公共环路可以包括每个单元的最外面的谐振器,其被布置为使得谐振器至少部分地重叠。因此每对(或每组)单元可以有效地为重叠结构。

[0016] 多个单元中的至少一个单元可以包括第一对相邻谐振器和第二对相邻谐振器,并且第一对相邻谐振器之间的间隔不同于第二对相邻谐振器之间的间隔,从而使得多个单元中的至少一个单元不对称。类似地,多个单位单元中的至少一个单位单元可以包括具有第一组谐振器的第一单元和具有第二组谐振器的第二单元,其中,第一组相邻谐振器之间的间隔不同于第二组谐振器之间的间隔,从而使得多个单位单元中的至少一个单位单元具有非对称结构。可替代地,至少一对相邻的谐振器之间的间隔可以不均匀,即,沿一侧的间隔可以大于沿另一侧的间隔。可以在多个单元或单位单元中的所有单元中使用不同的间隔。

[0017] 多个单元中的至少一个单元中的多个谐振器中的每个谐振器(并因此,多个单位单元中的至少一个单位单元中的多个谐振器中的每个谐振器)可以具有与其长度不同的宽度,从而使得多个单元中的至少一个单元不对称,因此多个单位单元中的至少一个单位单元具有非对称结构。例如,谐振器可以为矩形或椭圆形,其宽度可以比长度更长。单元内每个谐振器的宽度与长度之比对于每个谐振器可以相同。多个单元中的所有单元可以具有相同形状和大小的谐振器。因此,多个单元中的所有单元可以不对称,以确保多个单位单元各自具有非对称结构。

[0018] 结构的非对称性可以通过将宽度和长度的非对称性与不均匀或不同的间隔相结合或通过调节各个参数以实现非对称性来实现。对于多个单元中的每个单元,非对称性可以为相同的。可替代地,多个单元中的一些或全部可以不同以提供进一步的非对称性。

[0019] 多个单元中的至少一个单元中的多个谐振器中的每个谐振器可以由导电材料的环路形成的裂环谐振器,在该环路中具有间隙。合适的导电材料包括铜或镍。每个间隙可以具有相同的宽度。可替代地,可以通过使用不同大小的间隙,例如,通过在一个单元中具有不同大小的间隙或通过在一个单元中具有相同的间隙但在相邻单元之间具有不同的间

隙来实现来引入进一步的非对称性。

[0020] 单元中的每个间隙可以与单元中的其他间隙对准。例如，每个单元可以具有轴线，例如穿过其中心的轴线，并且间隙可以在轴线上对齐。单元内的第一谐振器上的间隙可以位于与单元内的第二谐振器上的间隙的位置相对的位置，即，间隙彼此有效地间隔180度。相对位置的这种图案可以用于每对相邻谐振器重复。相对位置的图案可以用在多个单元中的一些或全部单元中。

[0021] 多个单元中的至少一个单元中的多个谐振器中的每个谐振器可以彼此同心。多个单元中的每个单元可以具有同心谐振器。

[0022] 多个单元包括多个单位单元，每个单位单元具有至少一对被公共环路环绕的相邻单元。每个单位单元可以为双频带单位单元，由此使得两个电磁频率的辐射被衰减。这些频率可以由标准定义的频率，例如900MHz 或1800MHz，但可以理解，也可以覆盖其他频率，诸如LTE 1、2和3。

[0023] 多个单位单元中的至少一个单位单元具有非对称结构。例如，单位单元内的每个单元的公共环路与相邻谐振器之间的间隔可以为不均匀的，例如，沿一侧比沿另一侧更大，从而使得该单位单元具有非对称结构。因此，似乎一对单元中的一个单元已经相对于两个单元的公共y轴旋转了180度。多个单位单元中的全部可以具有相同的非对称结构。

[0024] 每个单位单元可包括环绕公共环路的至少两个附加谐振器。附加谐振器可以为裂环谐振器。第一附加谐振器中的间隙可以位于单位单元的与第二附加谐振器中的间隙相对的端部。可存在两个或更多的附加谐振器。

[0025] 多个单元可以位于安装在基材上的屏蔽层中。基材可以由例如介电常数在2.2和4.4之间的介电材料形成。基材可以为柔性的。基材可以为薄的，例如厚度在0.13mm至1.6mm之间。多个单元且因此屏蔽层本身可以被印刷在基材上。

[0026] 上述屏蔽装置可以与发出电磁辐射的各种不同用户装置(例如，移动电话、笔记本电脑)一起使用。可替代地，一件衣物可以例如在居住在发射机或基站附近的孕妇的防护服中并入屏蔽装置。屏蔽装置可以足够大，即具有足够的单元，以屏蔽靠近发射机或基站的房屋或屏蔽安全的地方以防止窃听。

[0027] 根据第二实施例，提供了一种结合有前述屏蔽装置的用户装置，该用户装置包括发射电磁辐射的发射器；其中，所述屏蔽装置位于与所述发射器相邻的位置，使得在使用中所述屏蔽装置位于用户和所述发射器之间。

[0028] 可以选择多个单元中的单元的数量，以使得屏蔽装置的表面积与用户装置或RF发射器的表面积匹配。

## 附图说明

[0029] 为了更好地理解本发明，并示出如何有效地实施本发明的实施例，现在仅以举例的方式参考附图，其中：

[0030] 图1a为根据本发明的屏蔽罩的平面图；

[0031] 图1b为图1a的屏蔽罩的侧视图；

[0032] 图1c为根据本发明的安装在辐射装置上的屏蔽罩的示意图；

[0033] 图2a和2b为图1a的屏蔽罩内的单位单元的平面图；

- [0034] 图2c为图2a的单位单元的一部分的示意图；
- [0035] 图3a为结合有图2a的两个单位单元的双频带单位单元的平面图；
- [0036] 图3b和3c为图3a的双频带单位单元的非对称性的示意图；
- [0037] 图4a为结合有根据本发明的屏蔽罩的移动装置的与用户头部相邻的透视图；
- [0038] 图4b为用户手中的图3a的移动装置的透视图；
- [0039] 图5a至图5h分别示出了在900MHZ和1800MHZ的频率下，在不带有屏蔽罩和带有屏蔽罩的1g和10g组织块上的SAR结果；
- [0040] 图6a和图6b示出了对于不带有屏蔽罩和带有屏蔽罩的用户装置的 SAR的测量结果；
- [0041] 图6c示出了在带有屏蔽罩和不带有屏蔽罩的装置中，天线相对于频率测得的单位为dB的回波损耗；
- [0042] 图7为笔记本电脑的示意性截面图，该笔记本电脑结合有搁置在用户膝上的根据本发明的屏蔽罩；
- [0043] 图8a为结合有图2a的三个单位单元的替代单位单元的平面图；以及
- [0044] 图8b为单位单元的替代设计的示意图。

### 具体实施方式

[0045] 图1a和1b示出了根据本发明的第一实施例的屏蔽罩14(或屏蔽装置；所述术语可互换使用)。屏蔽罩14包括支撑在基材12上的屏蔽层10。屏蔽层10包括具有多个单个单元16的电路，多个单个单元16被配对以形成双频带单位单元并且被封装在两个单独的环路结构18内，如下面更详细地描述的。图1c为具有发射电磁辐射的天线42的用户装置40上的屏蔽罩44的示意图。屏蔽罩被放置在用户装置上，且屏蔽层面向用户装置。屏蔽罩与天线的间隔为用户装置的深度，对于典型的移动电话，该深度约为5mm。

[0046] 辐射用户装置的已知问题在于来自电磁辐射的能量可能会被使用户装置40的用户吸收到内部组织(例如脑组织)中。本发明的屏蔽罩被设计成提供屏蔽效果，该屏蔽效果降低了用户的能量的比吸收率(SAR)，同时保持了天线的辐射效率。

[0047] 图1a中的屏蔽罩14具有六个双频带单位单元，而图1c中的屏蔽罩44具有四个双频带单位单元。在图1c中，天线的位置是已知的，并且屏蔽罩可以定位成与天线相邻，因此较短的屏蔽罩足以提供所需的屏蔽效果。图1a中屏蔽罩的大小应使其与许多当前移动电话的大小相匹配。通过覆盖移动电话的整个表面，屏蔽罩将具有所需的与天线的位置无关的屏蔽效果。因此，当天线的位置未知时，可以使用这种屏蔽罩。

[0048] 以这样的方式设计每个屏蔽罩中的单元的布局，使得屏蔽罩在用户装置40发射辐射的频带中具有负折射率。例如，如果用户装置40为移动电话，则辐射很可能以标准所定义的诸如900MHz或1800MHz的特定频率发射。负折射率有助于抑制表面波并将用户装置发射的多余电磁波辐射回用户装置或远离用户装置。屏蔽罩可以称为超材料。超材料被定义为具有天然材料通常不具备的特性尤其是负折射率的合成或人造复合结构。

[0049] 单元由导电材料形成，例如铜或镍，单元可以直接印刷到基材上。以此方式，图1b所示的两个单独的层实际上为单个层。

[0050] 基材优选地为薄的，例如，其厚度在0.13mm至1.6mm之间，优选地为轻的并且可选

地为柔性的,但是足够有弹性且坚固以支撑屏蔽层。基材优选地例如介电常数在2.2和4.4之间的介电材料。基材在屏蔽层的屏蔽效果方面不得有任何性能下降。合适的材料包括层压体,诸如玻璃纤维增强的环氧层压体(例如,等级名称FR4),玻璃纤维增强的PTFE复合材料(例如RT-duroid 5880或CuClad217)或玻璃纤维增强的烯/陶瓷层压体。合适的基材的示例的特性在下面列出,但是可以理解,也可以使用其他合适的基材:

[0051]	类型	介电常数	厚度/mm
	FR4	4.4	1.6
	FR4	4.4	0.8
	RT Duroid 5880	2.2	0.13
	R04350B	3.48	0.17
	CuClad 217	2.17	0.25

[0052] 图2a和图2b示出了来自图1a的屏蔽层的单个单元16。在这种布置中,单个单元16具有五个同心的裂环谐振器。图2b相对于图2a旋转了90度,以指示同心裂环谐振器的相对尺寸。应当理解,五个仅仅为示例性的,并且可以使用其他数量的谐振器。

[0053] 每个裂环谐振器由导电材料的细迹线(例如1.5mm)形成,该细径限定了基本正方形的环路,该环路在环路的一侧具有间隙。最里面的(或第一)环路20的内部宽度为W1,长度为L1。第一环路具有单个间隙21,该单个间隙21位于长度等于内部宽度W1和迹线宽度的一侧的中间。下一个最里面的(或第二个)环路22具有内部宽度W2、长度L2,并且其间隙23也位于一侧的中间。第二环路22中的间隙23在第一环路20的具有间隙21的一侧的相对侧。对于接下来的三个环路,重复将间隙定位在相对侧上的交替模式。因此,宽度为W3且长度为L3的第三环路和宽度为W5且长度为L5的第五环路在与第一环路20中的间隙21相同的一侧具有间隙25、29。类似地,宽度为W4且长度为L4的第四环路在与第二环路22中的间隙23相同的一侧具有间隙27。每个间隙具有相同的宽度G,并且间隙也彼此对准,使得每个间隙的中心点在同一轴线上。宽度W1稍长一些,例如,比长度L1长约5%,因此,最里面的环路为矩形并且几乎为正方形。其他每个环路的宽度也略大于其长度,在这种结构中,每个环路的宽度W和长度L之间的差值相同。

[0054] 如图2a所示,每个相邻环路之间都有间隔。前三个环路中的每个环路周围的间隔在每个环路中均具有均匀的宽度T1。宽度T1可以与间隙G的大小相同,例如,0.5mm。第四环路和第五环路之间的间隔不均匀。该间隔沿三个侧面具有宽度T1,并且沿第四侧面具有较小的宽度T2。图2c 仅为第四环路26和第五环路28的示意图,以更清楚地示出该不均匀间隔。宽度T2的较小间隔在两侧之间没有间隙。

[0055] 通过在第四环路和第五环路之间具有不均匀的间隔以及每个环路的宽度和长度之间的差异,图2a中的单位单元的整体结构为不对称的或非周期性的。具有宽度和长度相等的且间隙的大小相等且对齐的同心方形环路并且环路之间的间隔相等的结构将是对称或周期性的结构。应当理解,调节每个环路的宽度和长度以及沿着第四环路和第五环路之间的一侧的间隔仅仅为实现不对称的示例,并且可以改变其他变量(例如,每个间隙的间隔和大小,或其他环路之间或各环路其他侧之间的间隔)来实现不对称。可以改变结构的非对称性,以吸收和反射选定频率的电磁波。因此,该结构可以被称为电磁带隙结构,因为该结构在选定的频率(即在选定的电磁带)中谐振并因此降低了来自选定频率的辐射。

[0056] 如上所述,以这样的方式设计每个屏蔽罩中的单元的布局,使得屏蔽罩在用户装置40发射辐射的频率的区域中具有负折射率。每个单元都设计为在发射频率下谐振。通过调节单位单元的参数,可以实现特定频率下的负折射率和谐振。参数可以包括每个环路的宽度和长度、环路之间的间隔、间隙位置和大小中的一些或全部。

[0057] 一种计算折射率(n)的方法是使用标准检索程序。应当理解,也可以使用其他技术。例如,使用散射参数(也称为S参数)的折射率(n)和相对阻抗(Z)。

[0058] 相对阻抗(Z)和折射率(n)可以写成

$$[0059] \quad Z = \pm \sqrt{\frac{(1+S_{11})^2 - S_{21}^2}{(1-S_{11})^2 - S_{21}^2}}$$

[0060] 以及

$$[0061] \quad n = -j \cdot \ln \left[ \frac{S_{21}}{1 - S_{11} \left( \frac{Z-1}{Z+1} \right)} \right] \frac{1}{k_0 d}$$

[0062] 其中, $k_0$ 为自由空间波数,以及(d)为单位单元的厚度。 $S_{11}$ 和 $S_{21}$ 为散射矩阵中代表各种散射参数的输入项。

[0063] 然后,使用以下公式得出屏蔽罩的参数,有效介电常数 $\epsilon_{\text{eff}}$ 和有效磁导率 $\mu_{\text{eff}}$ :

$$[0064] \quad \epsilon_{\text{eff}} = n/Z$$

$$[0065] \quad \mu_{\text{eff}} = nZ$$

[0066] 上述等式允许确定单个单元的参数并进行设计修改。例如,减小裂环之间的间隙的间隔会使得在1800MHz频段的电磁屏蔽能力增强,并提高天线效率。然而,如下所述,修改单个单元并不能解决双频带保护的问题,这需要两个单元。

[0067] 图3a示出了双频带单位单元30,其包括彼此相邻的两个单个单元16。双频带单位单元的参数也可以使用上面的方程式进行选择。双频带单位单元被设计为在两个不同的频率(例如移动电话运营商当前使用的两个频带 900MHz和1800MHz)上谐振。可以将双频带单位单元设计为在任意两个频率上谐振,而不仅仅是彼此倍数的频率上谐振。例如,移动电话运营商的其他两个常用频带为850MHz和1900MHz。对于较低的频率,需要较大的单位单元以提供所需的谐振。

[0068] 如图3a所示,每个单个单元的第一至第四环路20、22、24、26与图 2a和2b所示的单元相同。公共环路32形成每个单元的第五环路。公共环路32具有形成环绕两个相邻单元的环路的迹线。迹线具有两个间隙36,每个间隙等于单个单元的第五环路中的间隙29。公共环路32中的每个间隙36与相应的单个单元的第一环路和第三环路中的间隙对准并且大小相等。公共环路32还具有分隔器34,该分隔器在公共环路的具有两个间隙的一侧和相对侧之间延伸。分隔器34形成两个单元的第五环路的一侧,因此在两个单元的第四环路的一侧之间延伸并与第四环路的一侧间隔开。因此分隔器34使公共环路32短路。

[0069] 实际上,双频带单位单元为一种重叠结构,该结构具有总共10个环路,其中8个环路(每个单位单元一到四个环路)被封闭在两个重叠环路(每个单元的第五个环路)内。实验研究表明,这种重叠的布置在偏转电磁辐射方面比其他配对单个单元更有效,例如,彼此

对准并彼此相邻的两个配对单元,或者一个单元已经相对于另一个单元旋转例如使得每个单元的外部环路上的间隙彼此面对的配对单元。结果表明,重叠结构可有效偏转900MHz和1800MHz的电磁波。然而,由于900MHz处更长的波长,只有35%的电磁波发生了偏转。因此,如图1a所示,可以将双频带单位单元封闭在两个或多个环路内,以增强总体屏蔽性能,而不会降低天线效率。额外的环路也不会影响整个系统频带,并且屏蔽罩仍在空间约束之内,因此可以轻松覆盖用于低频(诸如900MHz)的电小天线(ESA)。与较小的内部环路的裂环谐振器相反,额外的环路可以为开环谐振器。

[0070] 为了反映单个单元的非对称性,双频带单位单元30以不对称的方式将单个单元配对在一起。这由图3a中的示例尺寸的包含物示出,其示出了公共环路32中的每个间隙36距分隔器34为8.11mm,而距公共环路32的相应侧仅为7.73mm。应当理解,这些尺寸仅为示例性的,并且非对称性在图3b和3c的示意图中更一般地示出。与在单个单元中一样,第四环路26的三个侧面与公共第五环路32的相应部分的三个侧面之间的间隔具有宽度T1,并且第四侧面之间的间隔具有较小的宽度T2。

[0071] 图3b示出了一种不对称布置,在该布置中,对于两个单个单元,较小的宽度T2间隔在同一侧。图3c示出了可替代不对称布置,在该布置中,较小的宽度T2间隔与公共环路32的相对短侧相邻。换句话说,一个单元相对于另一单元在y轴上反射。实验研究表明,图3b和图3c的两种布置都能够在双频带谐振。然而,图3b的布置比图3c的布置更严重地降低了天线的性能。研究表明,图3b的布置会对天线的S参数产生负面影响,并在GSM天线的中心频率上产生频移。在图3c的布置中避免了这些影响。

[0072] 上述屏蔽罩可以与各种不同的用户装置一起使用。图4a示出了结合有如上所述的屏蔽罩44的移动装置40。移动装置40位于用户的头部46旁边。图4b示出了在用户的手中具有屏蔽罩的移动装置40。

[0073] 已使用仿真和测量将被屏蔽的装置的性能与无屏蔽罩的装置的性能进行了比较。在仿真中,使用了具有两个带状单极和曲折带状线的多频带平面天线。天线在装置的一端处覆盖了15mm乘42mm的面积。根据O Fujiwara等人在1997年《日本电气工程》第120卷第66-73页的文章“在现实的人体微波暴露模型中皮肤的电学特性和SAR计算”以及Meier等人在1997年《IEEE微波理论与技术学报》第MTT-45卷第2058-2062页“在1800MHz下人头建模时的电磁能量吸收依赖性”。

[0074] 头部被建模为2层。外层为壳,内层为液体。每个层的属性在下面列出。使用单个液体层对手进行建模。

材料	相对介电常数 ( $\epsilon$ )	电导率 (S/m)
壳	5	0.05
液体	42	0.99

[0076] 根据1g (ANSI-IEEE C95.1-1992,FCC)或10g (ICNIRP (1998年4月),CENELEC 50166-2)的组织质量的平均SAR值定义了移动通信设备的一致性测试。下面显示了用户头部使用的屏蔽罩包含不同基材的装置的仿真结果。

[0077]	基材	无屏蔽罩的最大 SAR				带屏蔽罩的最大 SAR			
		1 g (W/kg)		10 g (W/kg)		1 g (W/kg)		10 g (W/kg)	
		900	1800	900	1800	900	1800	900	1800
		MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz
	RT5870	9.298	2.939	6.286	1.806	3.697	0.7118	2.579	0.4605
[0078]	R04350B	9.298	2.939	6.286	1.806	3.895	2.123	2.712	1.425
	RT5880	9.298	2.939	6.286	1.806	3.4	1.3	2.33	0.731
	CuClad217	9.298	2.939	6.286	1.806	3.4	1.3	2.39	0.741

[0079] 从上表中可以看出,对于使用RT5870基材的屏蔽罩,在900MHz的频率下1g组织SAR值降低了60%,对于1800MHz的相同量,降低了75%。对于900MHz和1800MHz的10g组织,观察到SAR值降低的百分比相同,即58%和74%。对于其他基材,所有参数均与具有RT5870基材的装置保持相同。使用R04350B基材时,在900MHz下,1g组织的SAR值降低了58%。在1800MHz下,1g和10g的组织的SAR值分别降低了27.7%和21%。同样,在900MHz下,对于10g组织,SAR降低了57%。对于由RT5880制成的柔性基材,1g在900MHz下的SAR降低了63.4%,而在1800MHz下相同量的组织的SAR降低了55.6%。对于10g的组织,在两个频率处观察到相同的降低量,对于900MHz和1800MHz,分别为64%和59.5%。使用Cu-clad217基材,结果再次令人印象深刻,表明900MHz下的1g组织的SAR降低63.4%,并且类似地在1800MHz下的SAR降低了55.7%。从10g的结果来看,在900MHz下可以看到62%的降低,在1800MHz下可以看到59%的降低。因此,具有任何选定基材的屏蔽罩在两个频率下在靠近用户头部的用户装置上均表现良好。

[0080] 如图4b所示,握在用户手中的装置的仿真结果如下所示:

[0081]	基材	不带有 EBG 的最大 SAR				带有 EBG 的最大 SAR			
		1 g (W/kg)		10 g (W/kg)		1 g (W/kg)		10 g (W/kg)	
		900	1800	900	1800	900	1800	900	1800
		MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz
	RT5870	3.442	0.529	2.853	0.4105	1.684	0.2129	1.289	0.2125
	R04350B	3.442	0.529	2.853	0.4105	2.188	1.028	1.672	0.6949

[0082] 对于第一基材,两个频率下1g和10g的SAR值均已降低。在900MHz频率下每1g的组织的SAR值降低了51%,在1800MHz频率下的SAR值降低了59.7%。对于10g,在900MHz下观察到SAR降低了54%,在1800MHz下观察到SAR降低了48%。此设置表明,该设计将SAR值降低了一半,因此屏蔽罩对两个频段均有效。

[0083] 对于柔性基材(R04350B),在900MHz下的1g组织的SAR降低了36.3%。在900MHz下的10g组织降低了41.3%,表明屏蔽罩在900MHz下起作用。然而,1800MHz的结果不符合预期。1g和10g的SAR值都有所增加,在1g和10g中分别为94%和70%,但仍低于2W/kg的欧洲标准。因此对于这种设置,我们可以得出结论,设计的屏蔽罩仅在900MHz频段下起作用。

[0084] 图5a至图5h为带有和不带有图1a所示的屏蔽罩的用户装置的仿真结果。图5a和图5b示出了在不带有屏蔽罩和带有屏蔽罩的情况下,1g 组织质量在900MHZ频率下的SAR结果。图5c和图5d示出了在不带有屏蔽罩和带有屏蔽罩的情况下,10g组织质量在900MHZ频率下的SAR 结果。图5e和图5f示出了在不带有屏蔽罩和带有屏蔽罩的情况下,1g 组织质量在1800MHZ频率下的SAR结果。图5g和图5h示出了在不带有屏蔽罩和带有屏蔽罩的情况下,10g组织质量在1800MHZ频率下的SAR 结果。在每种情况下,被屏蔽的装置的比吸收率(SAR)都会降低。

[0085] 图6示出了在带有屏蔽罩和不带有屏蔽罩的装置中,天线相对于频率测得的单位为dB的回波损耗;图6示出了可以成功保持天线的辐射效率。

[0086] 屏蔽罩可与多种装置一起使用。例如,图7为之前描述的屏蔽罩72 结合到笔记本电脑中的示意图。并入天线的笔记本电脑的基础层70与屏蔽罩72相邻,并且屏蔽层与基础层70相邻。在屏蔽罩72的与基础层70 相对的表面上具有可选的保护层74,例如塑料。笔记本电脑搁置在用户的腿部76上,腿部76被建模为15mm的骨头层周围的两个3mm的组织(液体)层。

不带有 EBG 的最大 SAR				带有 EBG 的最大 SAR			
1 g (W/kg)		10 g (W/kg)		1 g (W/kg)		10 g (W/kg)	
900MHz	1800MHz	900MHz	1800MHz	900MHz	1800MHz	900MHz	1800MHz
1.342	5.528	1.857	4.452	0.993	6.038	0.8081	3.566

[0087] 在此设置中,SAR值也获得了类似的结果。从上表,我们可以看到 1g组织的SAR在900MHz下降低了26%。对于900MHz下的10g组织, SAR降低了56.4%是显而易见的。然而,在1800MHz下,结果略有不同。对于1800MHz下的1g组织,SAR值增加了9%,而对于1800MHz下的10g组织,EBG再次将SAR值降低了19.9%。在1800MHz下持续1g出现这种奇怪行为的一种可能原因可能是由于用于计算SAR的恒定体积近似值。

[0088] 将从上面的仿真获得的结果与通过测量获得的结果进行比较。例如,图6a和图6b示出了不带有屏蔽罩(左侧)和带有屏蔽罩(右侧)的用户装置的SAR测量结果。使用时,屏蔽罩的位置距离天线2.4mm,并且如图1a所示具有12个单元。仿真结果和测量结果均表明,图1a所示的屏蔽罩设计能够在900MHz和1800MHz频段上将SAR大大降低。降低的范围从60%到98%,具体取决于仿真设置和基材材料。此外,从结果还可以清楚看出,可以根据应用的需要修改整个结构的大小,而不会影响性能。

[0089] 图8a示出了替代的单位单元80,其也为基于并排布置的三个单位单元82的重叠结构。单位单元80总共具有15个环路,其中12个环路(每个单位单元具有一到四个环路)被封闭在公共环路84内,该公共环路84 有效地由三个重叠环路(每个单元的第五环路)形成,还有两个另外的外部环路86。每个单个单元的第一至第四环路与图2a和2b中所示的单元的环路相同。公共环路84具有形成环绕所有相邻单元的环路的迹线。迹线具有三个间隙88,每个间隙等于单个单元的第五环路中的间隙29。公共环路84中的每个间隙88与相应的单个单元的第一环路和第三环路中的间隙对准并且大小相等。公共环路84还具有两个分隔器90,每个分隔器形成两个相邻单元的第五环路的一侧。替代单位单元被封闭在两个另外的外部环

路86内,目的是在不降低天线效率的情况下增强整体屏蔽性能。

[0091] 类似于图3a的双频带单位单元,替代单位单元80也为双频带单位单元,其被设计为在不同频率下谐振。此外,以类似于图3a中所示的方式,为了反映单个单元的非对称性,替代单位单元80以非对称方式将单个单元分组在一起。也就是说,三个单位单元形成三对单元,如上所述,三对单元在每一对内不对称地布置并且相对于其他两对中的每对不对称地布置。

[0092] 图8b示出了单位单元的替代设计。该单位单元包括两个同心的大致圆形的裂环谐振器92、94。应当理解,可以使用不同数量的裂环谐振器。如前所述,外环路92中的间隙96位于与具有间隙98的第一环路94的位置相对的位置处。如前所述,可以将非对称性并入设计中,例如通过调节形状使其比圆形更椭圆或改变间隙96、98的对准。

[0093] 本文已经描述了可选特征的各种组合,并且应当理解,所描述的特征可以以任何合适的组合来组合。特别地,任何一个示例实施例的特征可以适当地与任何其他实施例的特征组合,除非这种组合是互斥的。在整个说明书中,术语“包括”是指包括指定的一个或多个部件,但不排除其他部件的存在。

[0094] 在本申请中公开的所有特征(包括任何所附摘要和附图)和/或如此公开的任何方法或过程的所有步骤可以以任何组合进行组合,除了至少一些这样的特征和/或步骤的组合是相互排斥的。除非另有明确说明,否则本申请中公开的每个特征(包括任何所附摘要和附图)可以由用于相同、等同或相似目的的替代特征替换。因此,除非另有明确说明,否则所公开的每个特征仅为一系列等同或相似特征的示例。

[0095] 本发明不限于前述实施例的细节。本发明扩展到本申请(包括任何所附摘要和附图)中公开的特征的任何新颖特征的或任何新颖组合,或如此公开的任何方法或过程的步骤的任何新颖特征或任何新颖组合。尽管已经示出和描述了本发明的一些优选实施例,但是本领域技术人员将理解,在不脱离如所附权利要求所限定的本发明的范围的情况下,可以进行各种改变和修改。

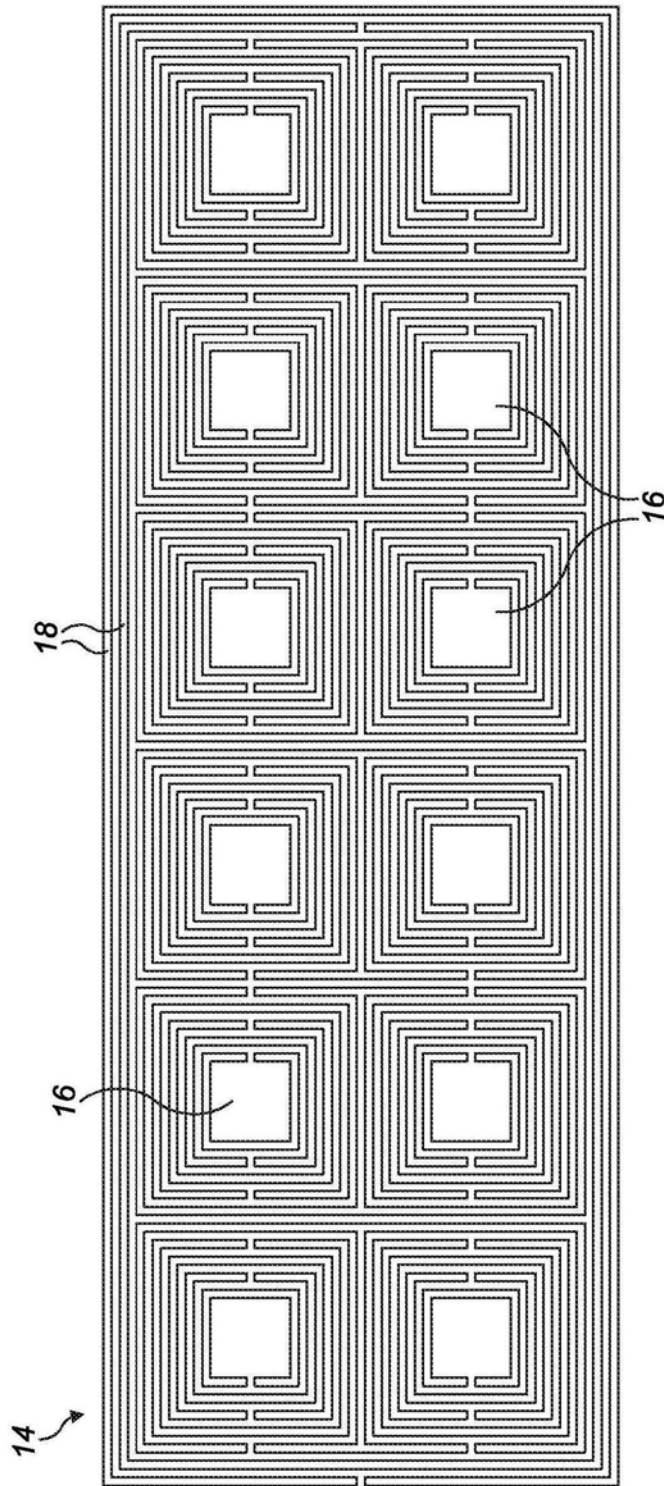


图1a

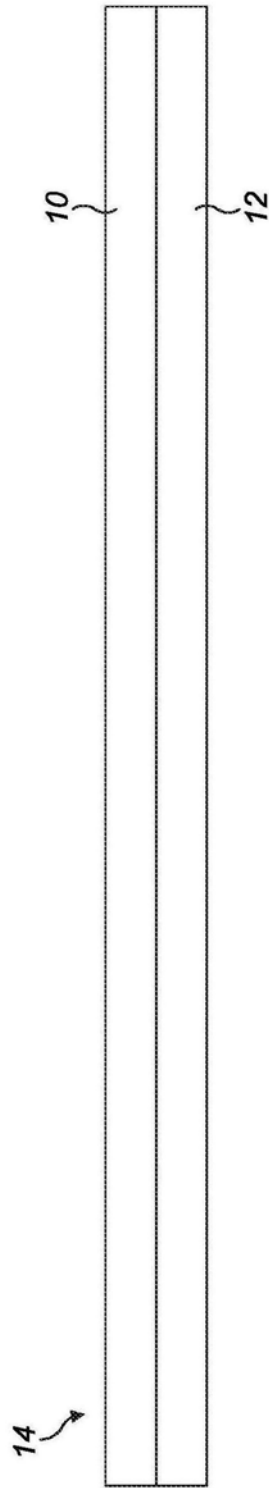


图1b

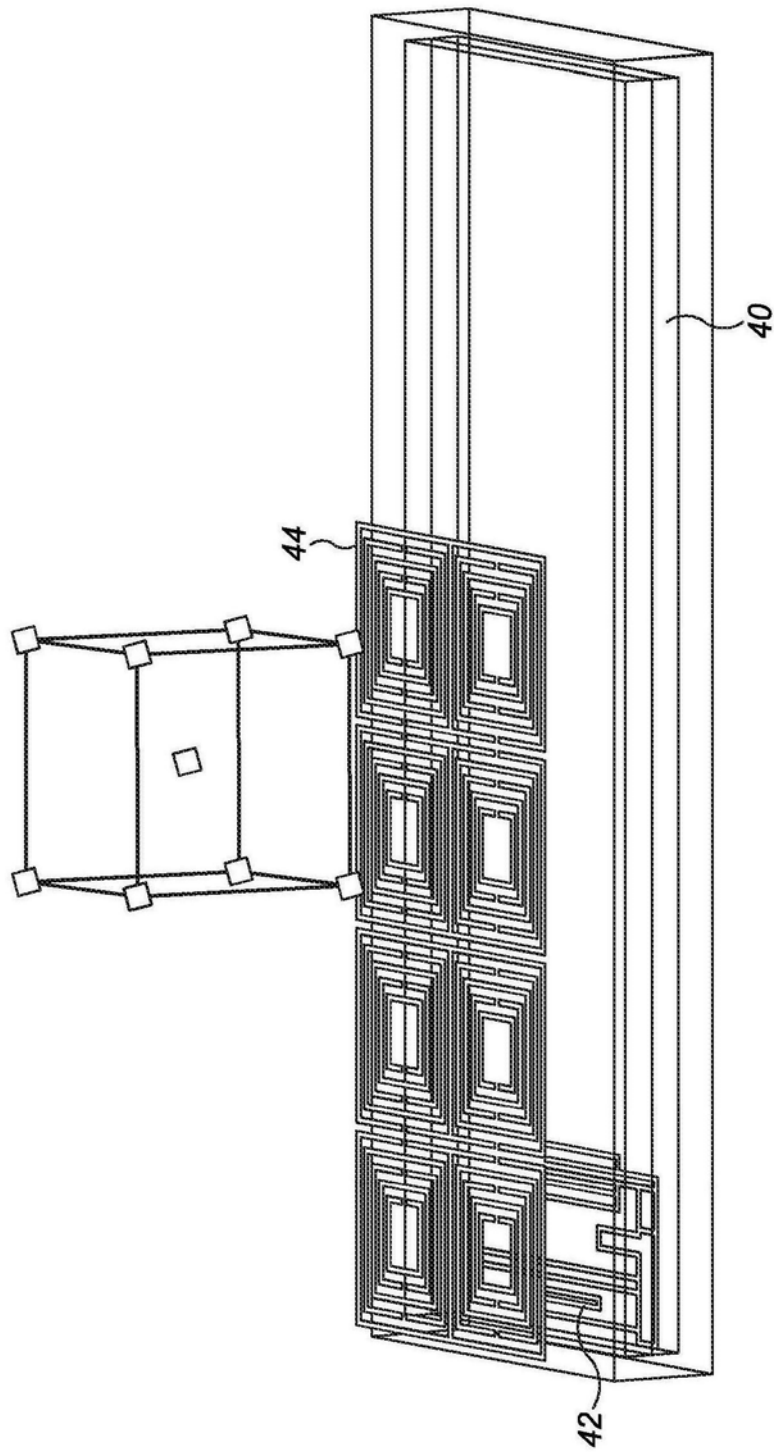


图1c

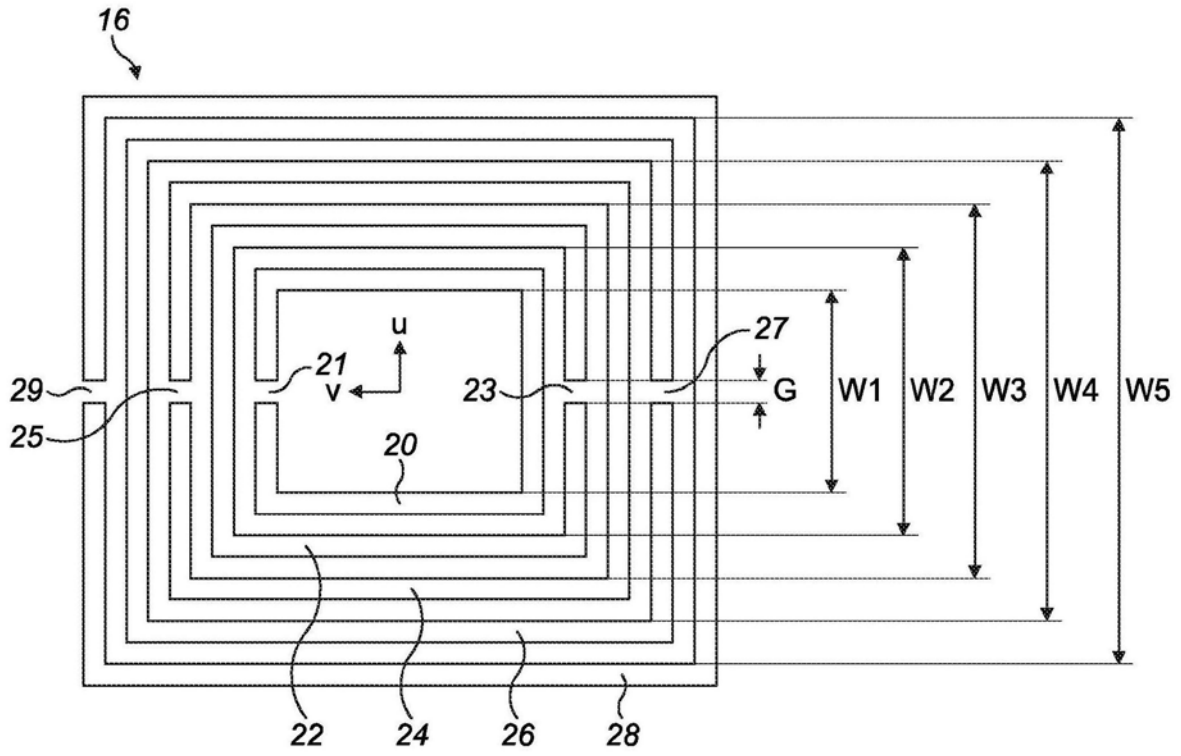


图2a

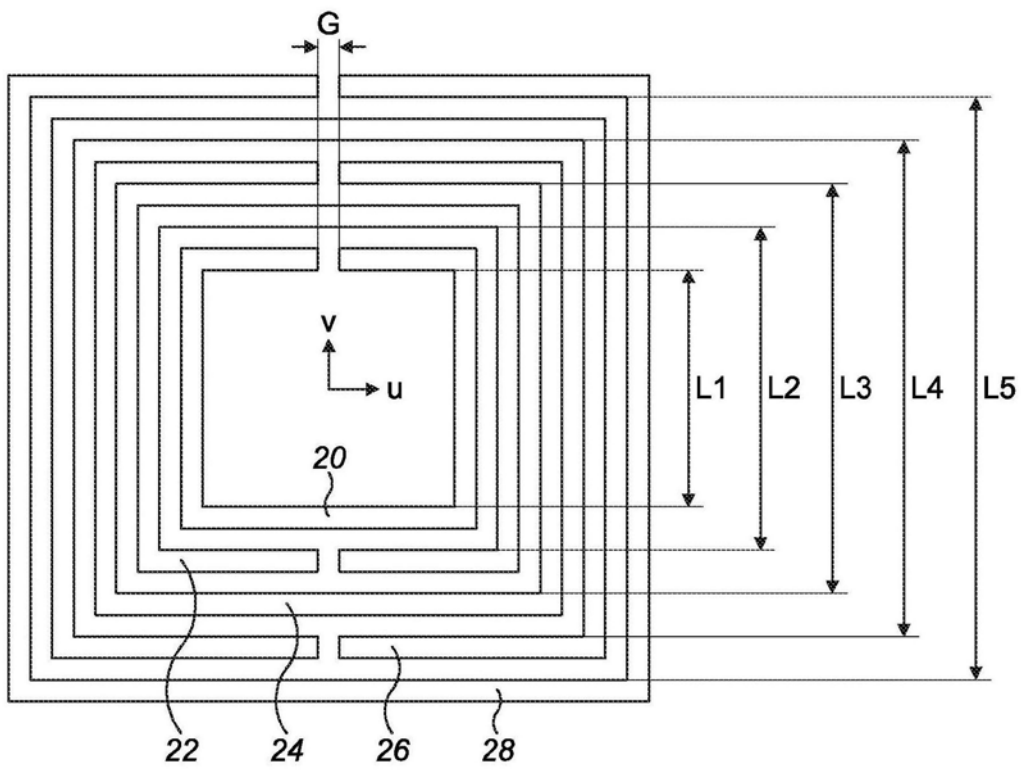


图2b

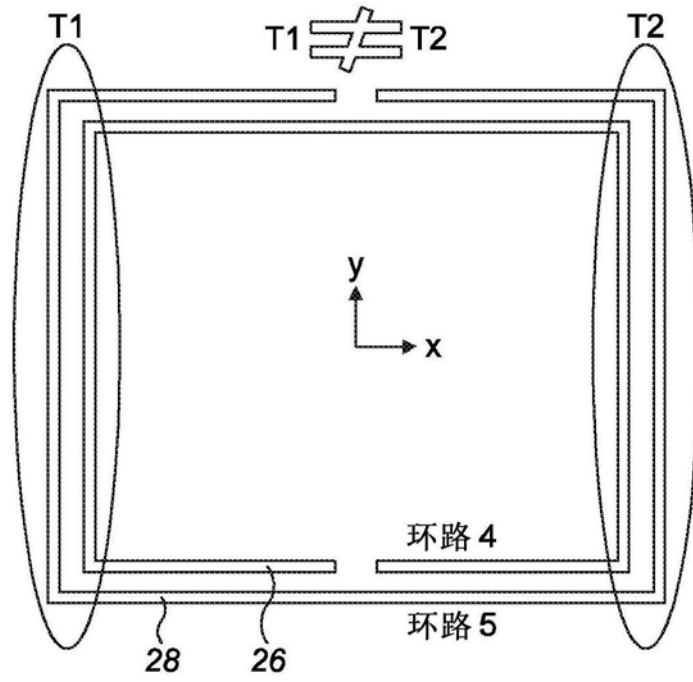


图2c

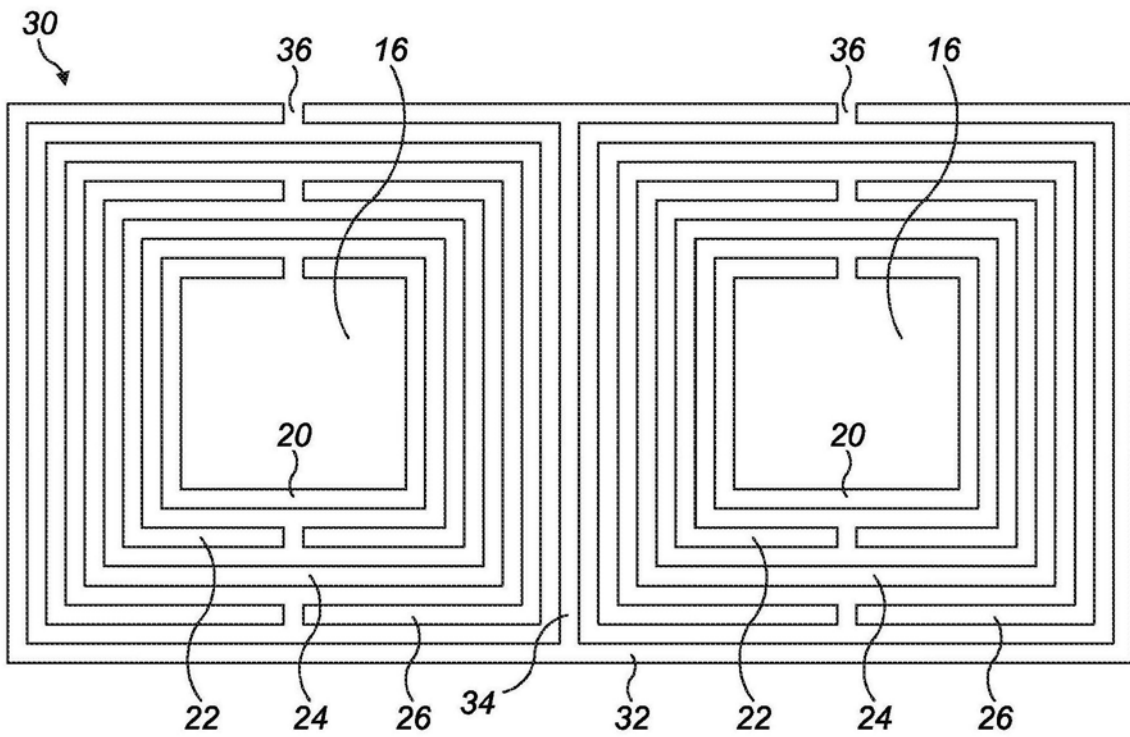


图3a

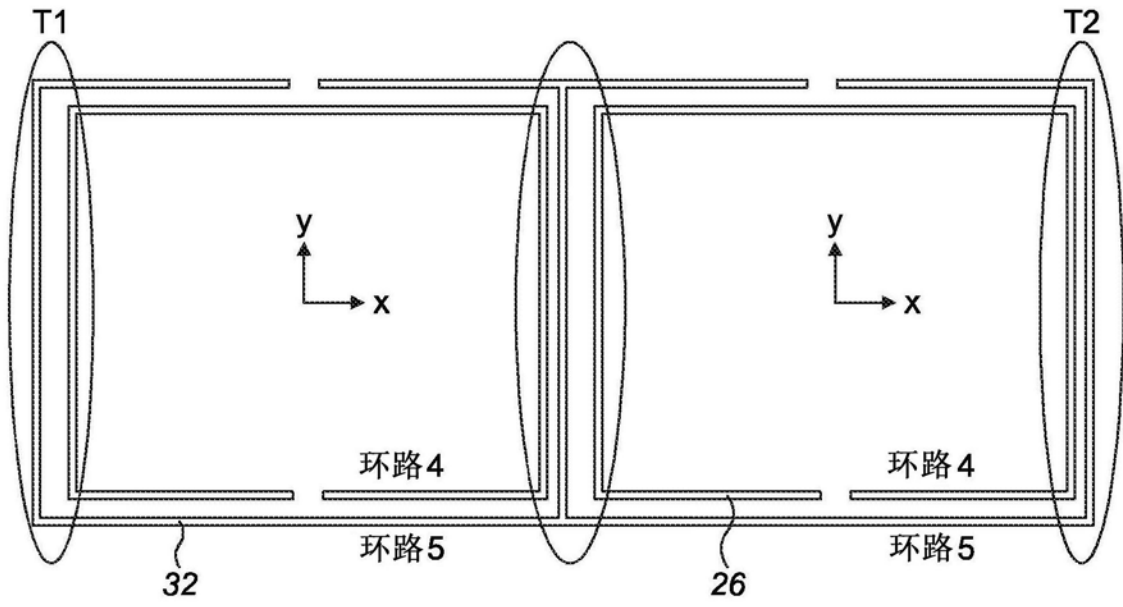


图3b

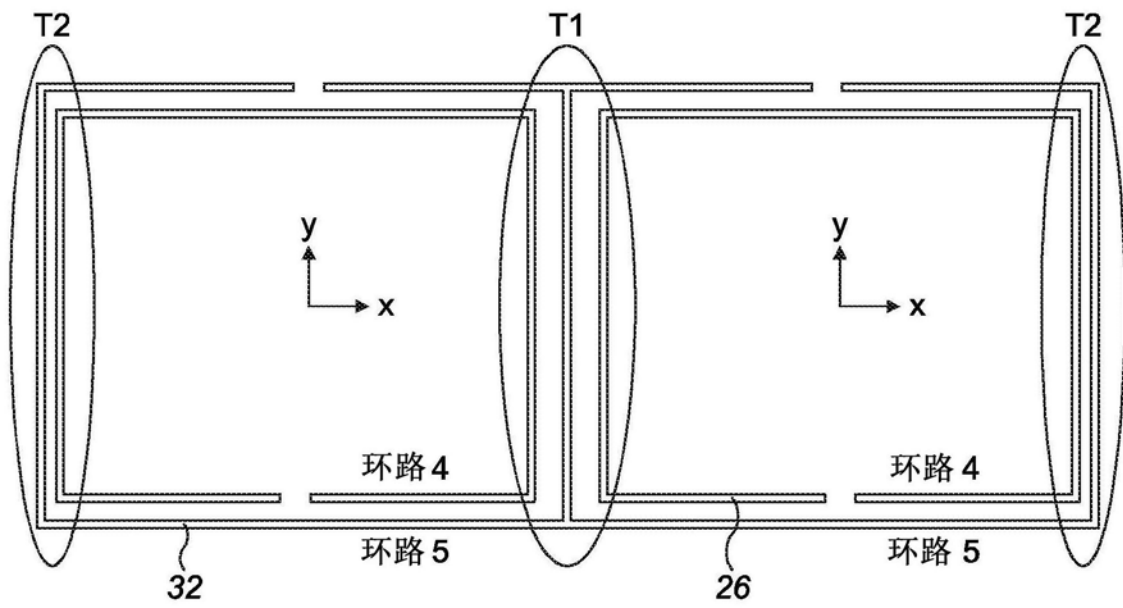


图3c

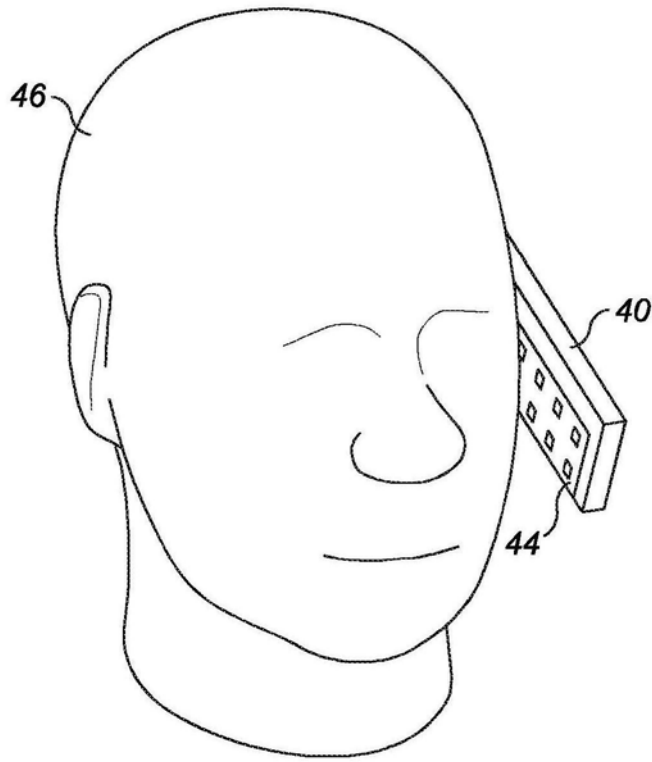


图4a

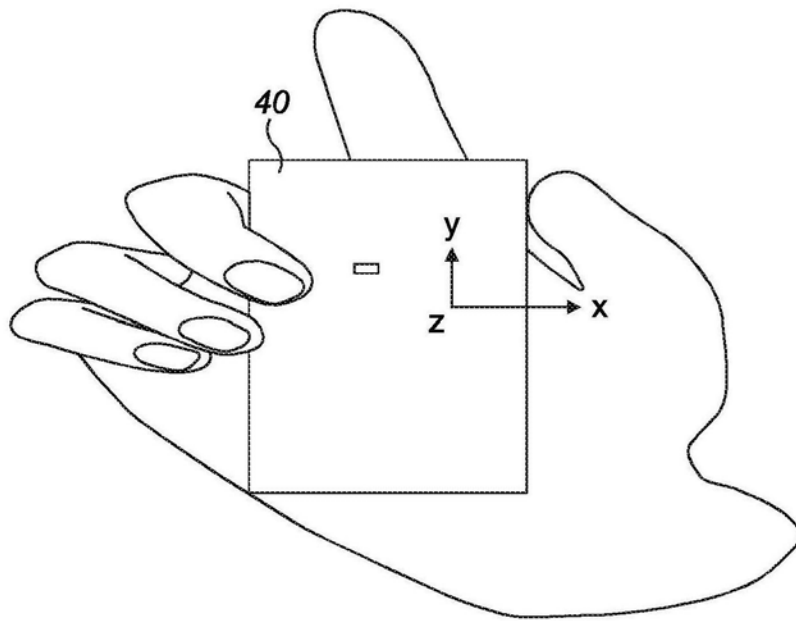


图4b

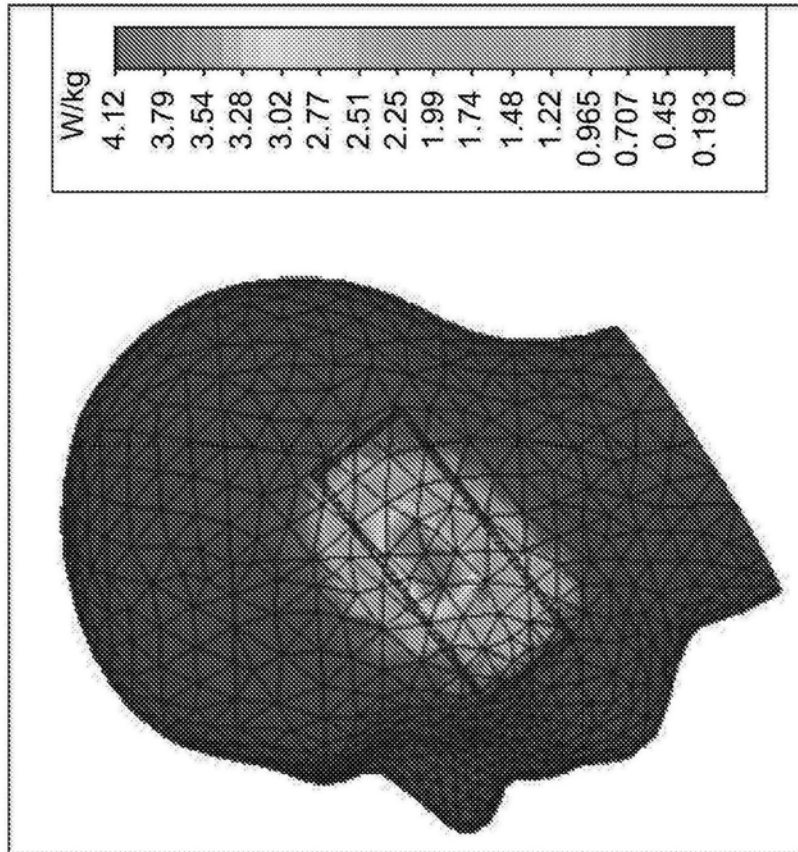


图5a

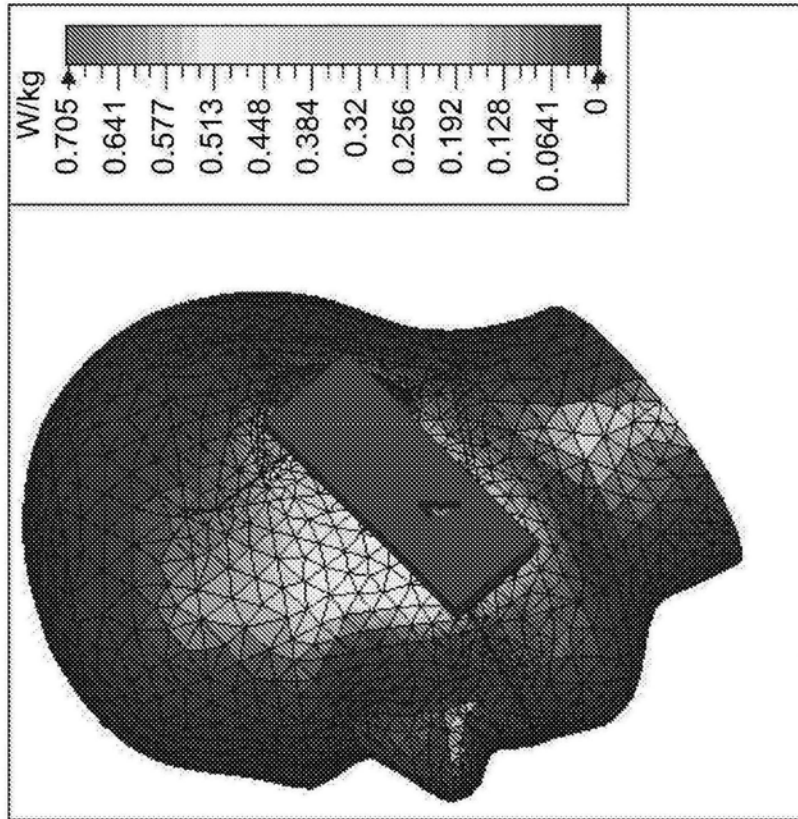


图5b

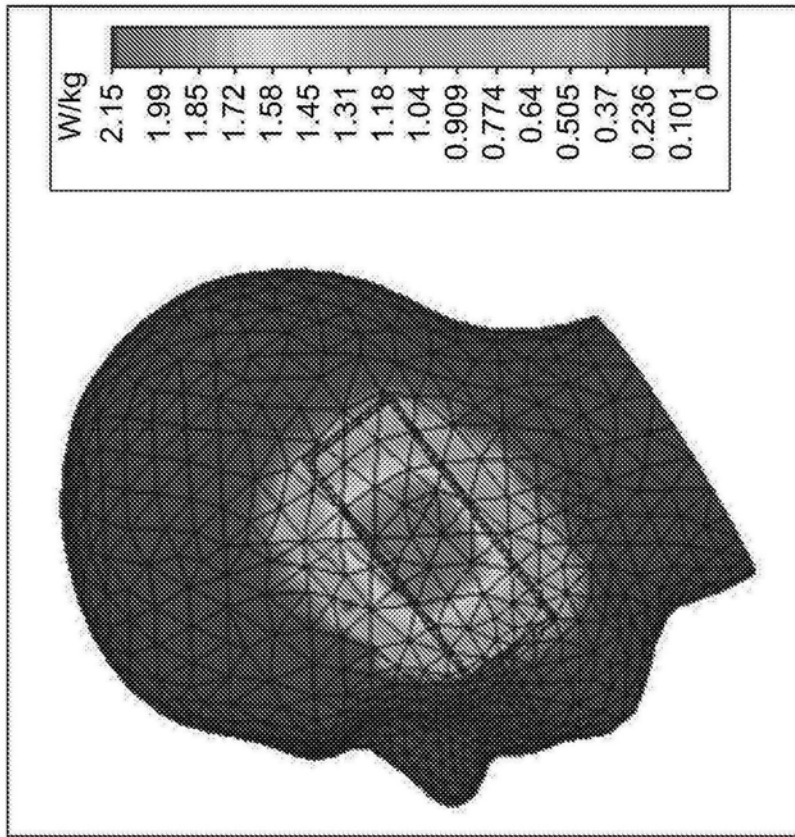


图5c

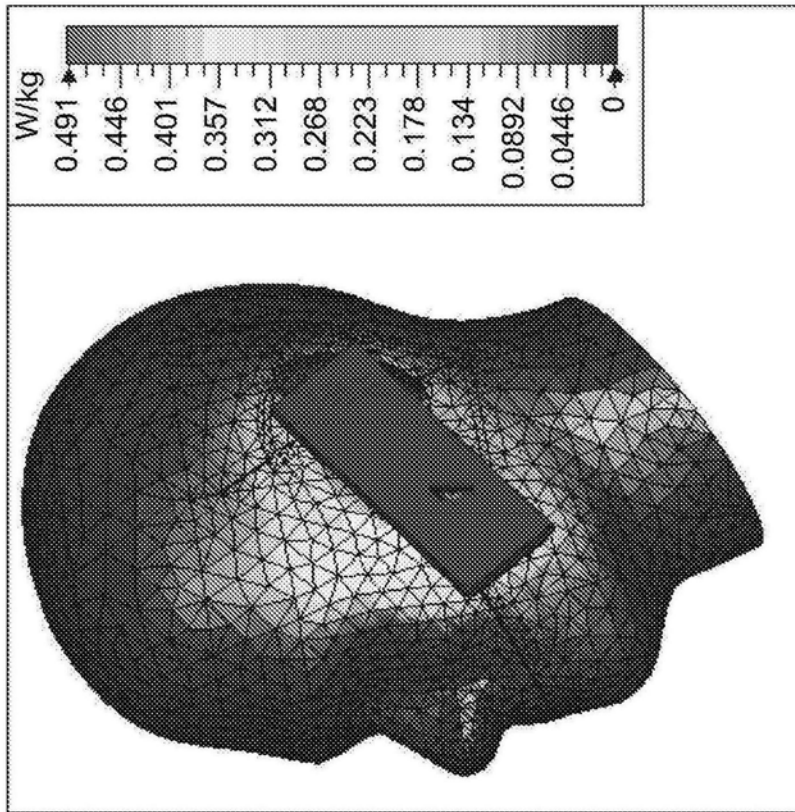


图5d

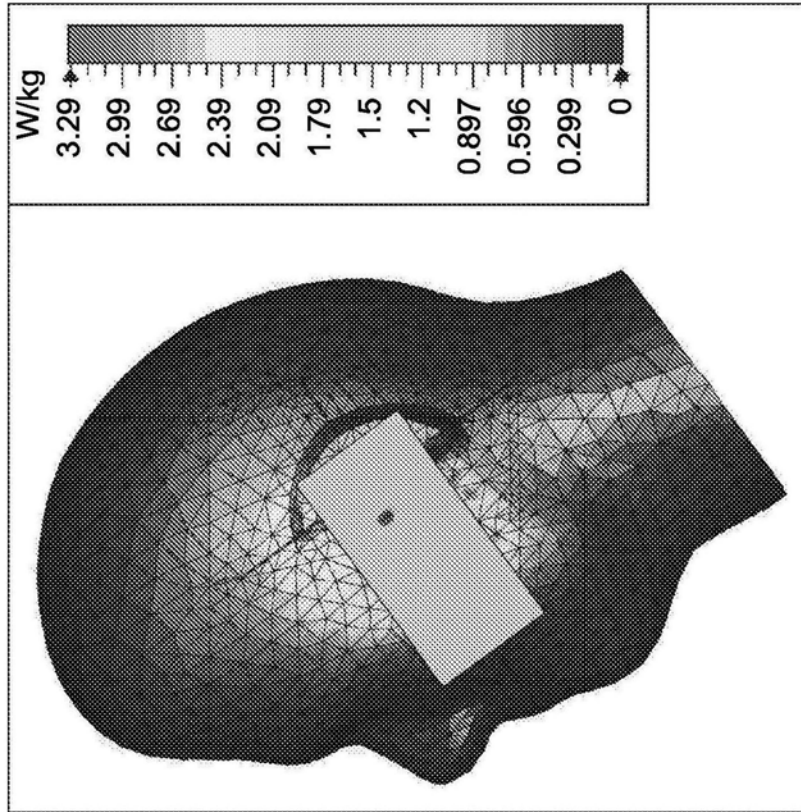


图5e

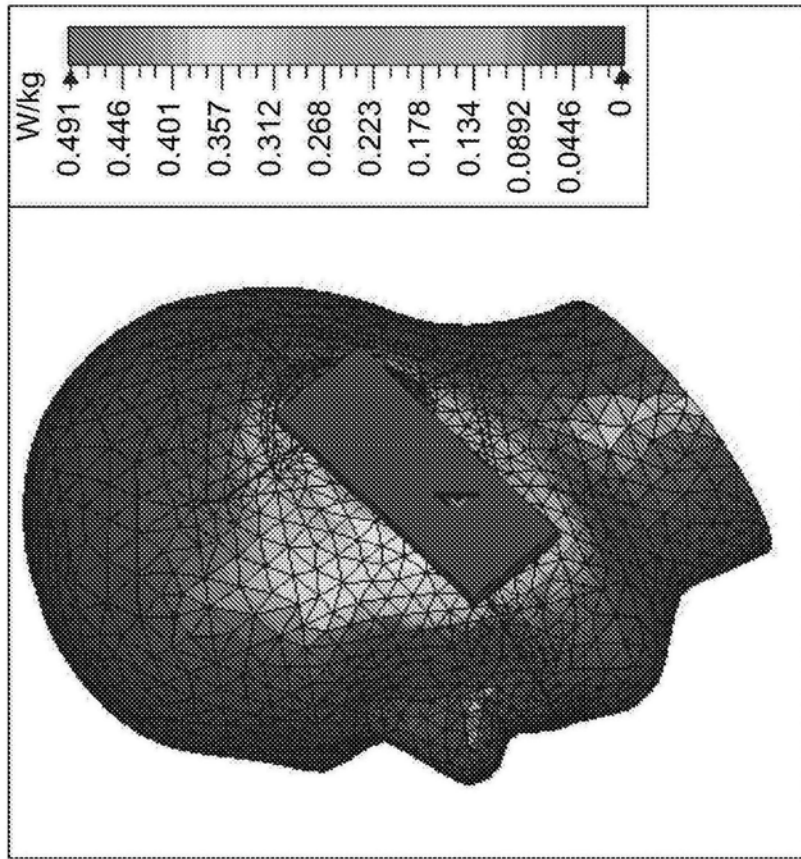


图5f

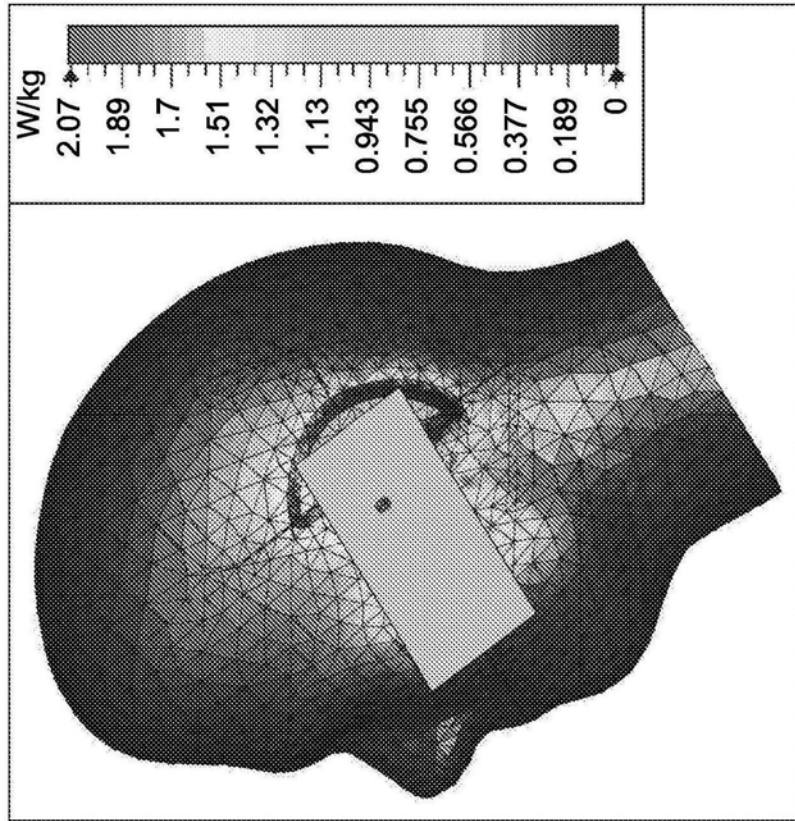


图5g

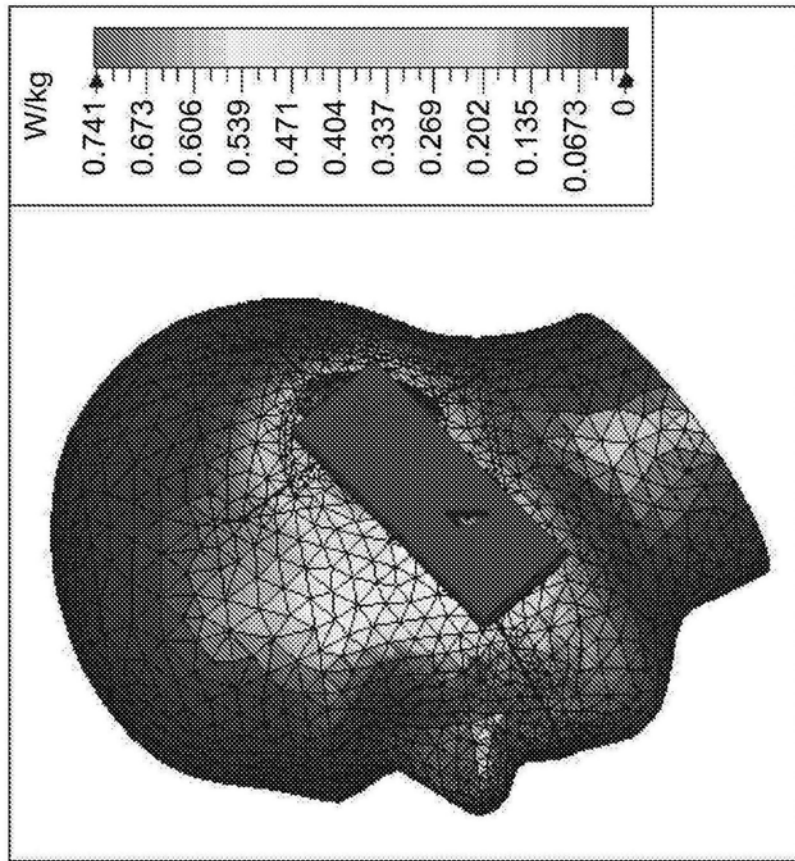


图5h

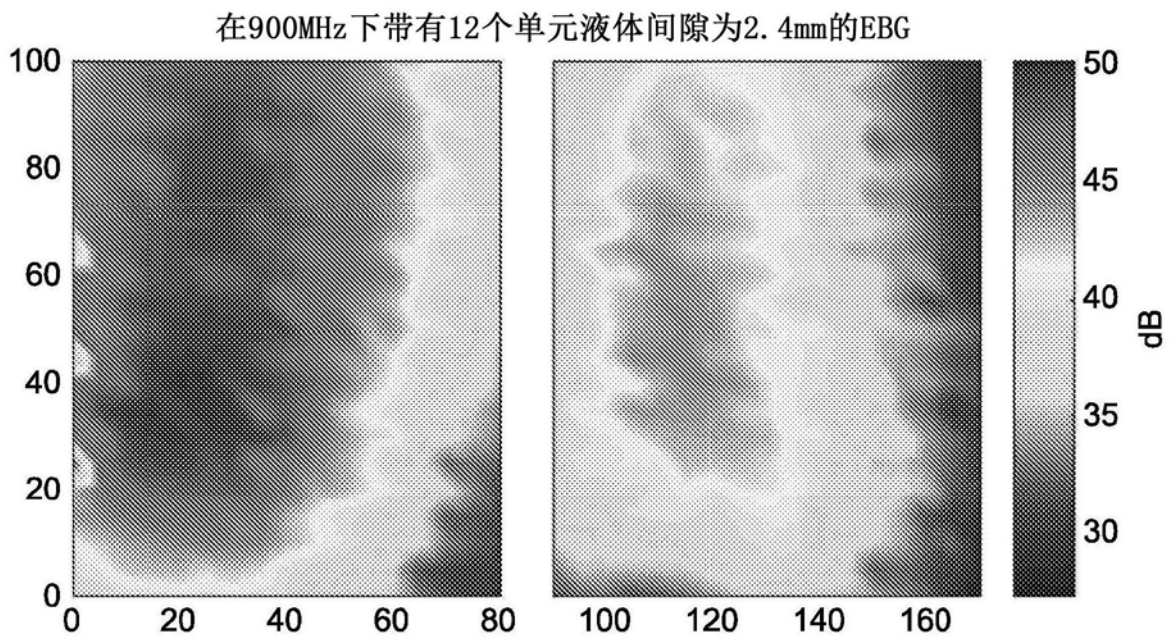


图6a

在1800MHz下带有12个单元液体间隙为2.4mm的EBG

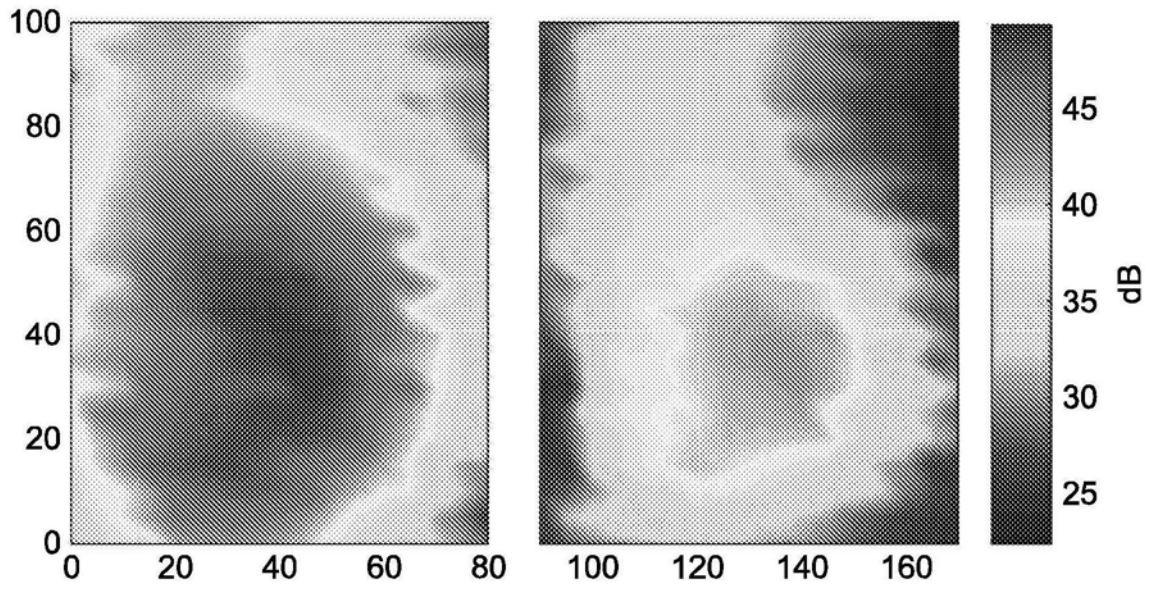


图6b

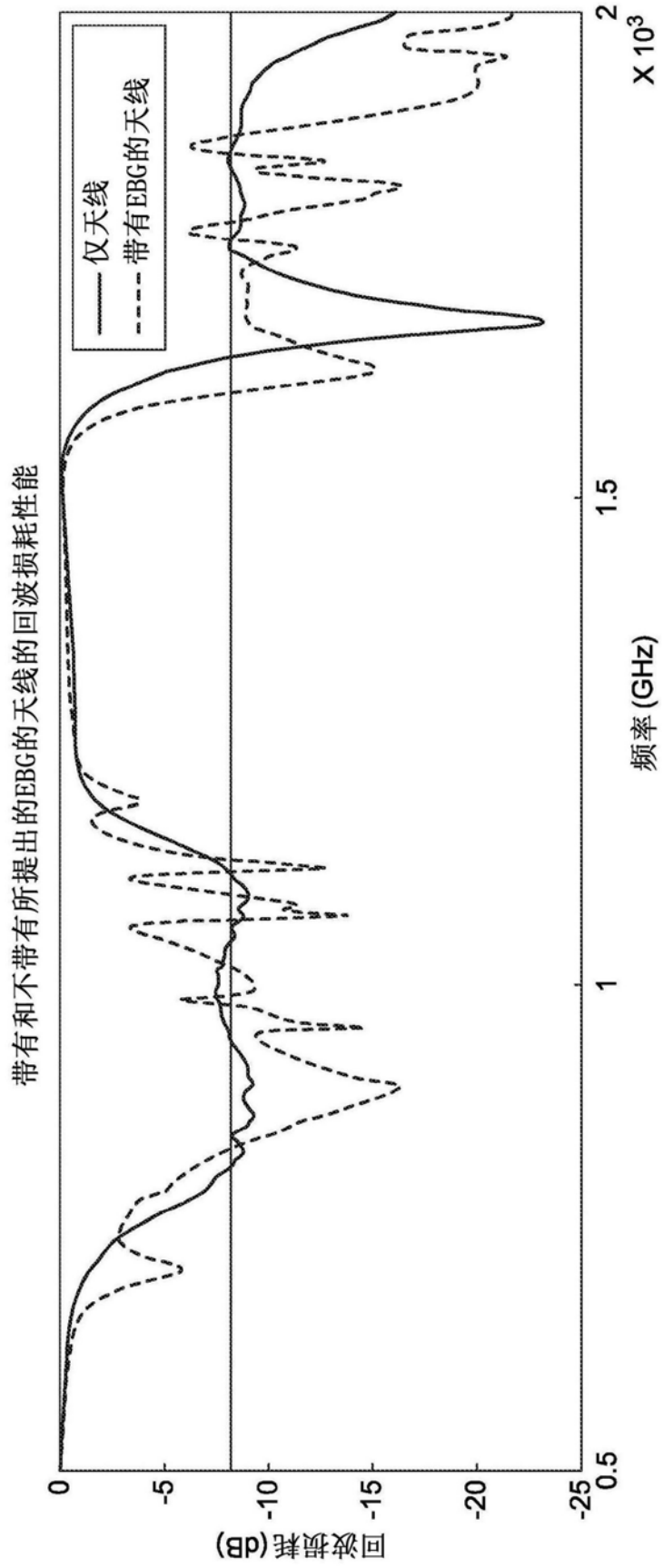


图6c

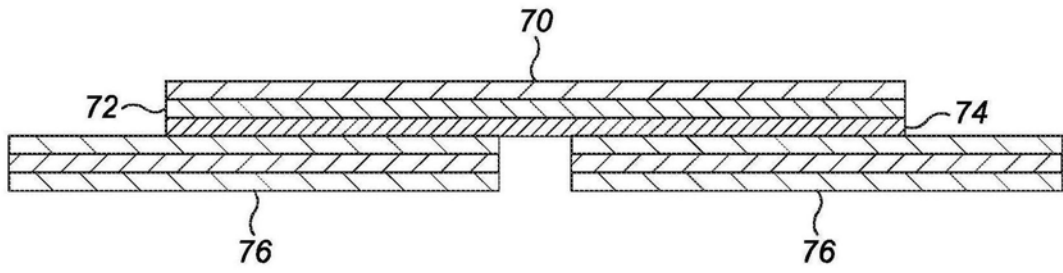


图7

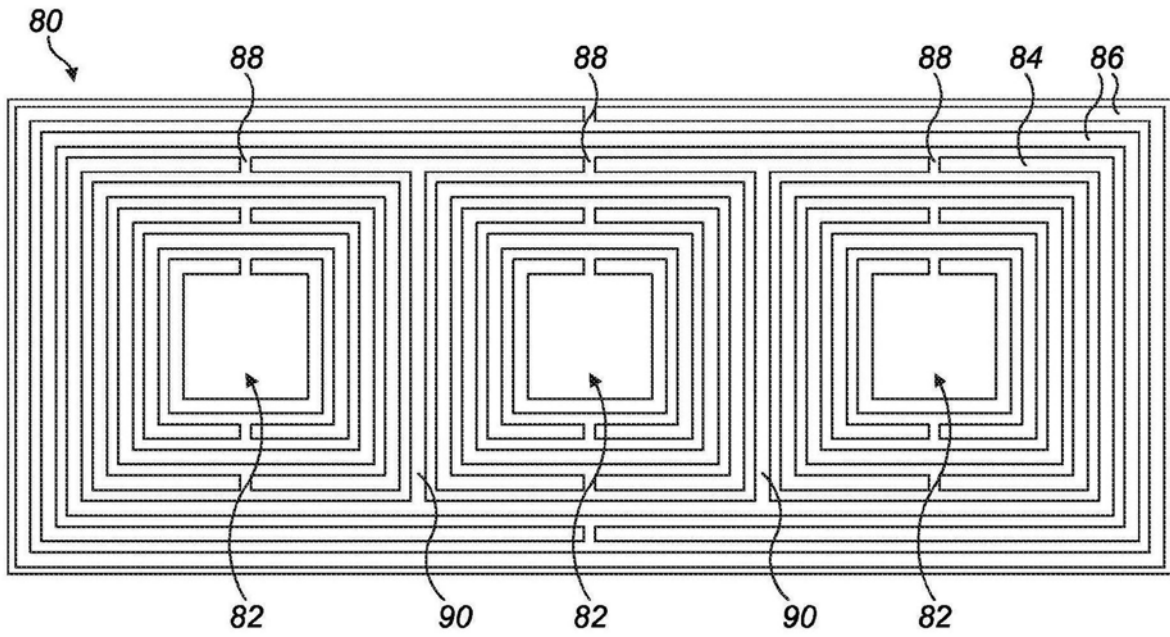


图8a

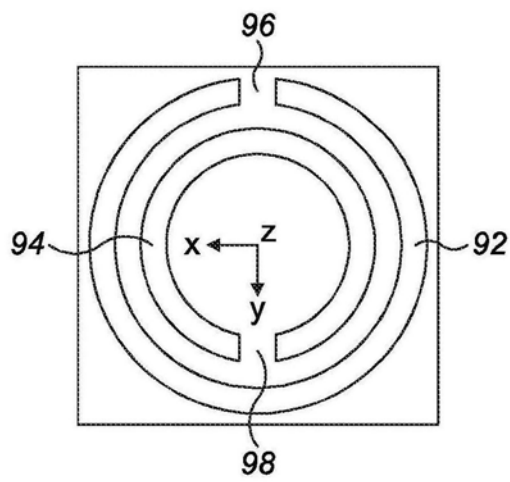


图8b