



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107690742 B

(45) 授权公告日 2021.01.12

(21) 申请号 201680030828.9

(22) 申请日 2016.05.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107690742 A

(43) 申请公布日 2018.02.13

(30) 优先权数据  
62/168,483 2015.05.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.11.27

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/034833 2016.05.27

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02016/196372 EN 2016.12.08

(73) 专利权人 高通股份有限公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R·斯坦德克 郑胜宪

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 王茂华 崔卿虎

(51) Int.Cl.  
H02J 50/10 (2016.01)  
H02J 7/00 (2006.01)  
H04B 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 104659927 A, 2015.05.27  
EP 0977297 A1, 2000.02.02  
US 2014247188 A1, 2014.09.04  
WO 2015020141 A1, 2015.02.12  
WO 2014167812 A1, 2014.10.16  
US 2014176290 A1, 2014.06.26  
CN 103346623 A, 2013.10.09  
CN 1721014 A, 2006.01.18  
CN 101015051 A, 2007.08.08

审查员 曾丽娟

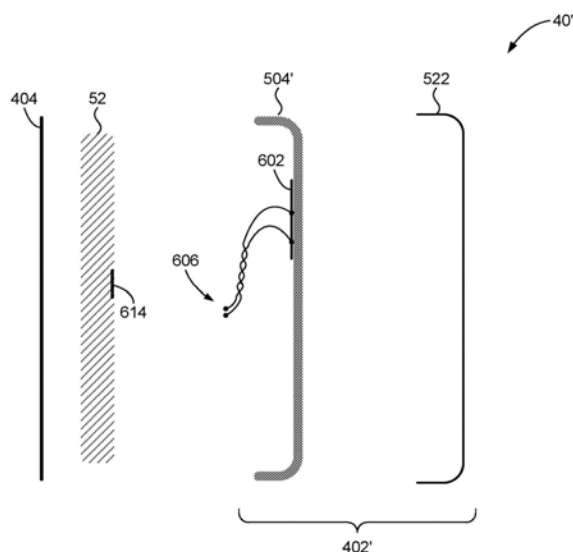
权利要求书2页 说明书10页 附图20页

### (54) 发明名称

使用穿透金属物体的直接场的无线功率传输

### (57) 摘要

一种用于电子设备中的无线功率接收的装置可以包括被配置为容纳电子设备的电子部件的壳体。壳体可以包括非导电支承基底和布置在支承基底上的金属层。该装置可以包括被配置为磁性耦合到外部生成的磁场以针对电子设备的一个或多个电子部件产生功率的功率接收元件。



1. 一种用于电子设备中的无线功率接收的装置,包括:

壳体,被配置为容纳所述电子设备的电子部件,所述壳体包括用于容纳所述电子部件的非导电支承基底和布置在所述支承基底上的金属层;以及

相对于所述金属层的限定连续的、不间断的、不中断的表面的区域布置的功率接收元件,

所述功率接收元件被配置为磁性耦合到外部生成的磁场以针对所述电子设备的所述电子部件中的一个或多个电子部件产生功率。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述壳体包括被形成穿过所述支承基底和所述金属层的开口。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述金属层被配置为使得所述外部生成的磁场穿透所述金属层以磁性耦合到所述功率接收元件。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述功率接收元件被配置为磁性耦合到感应磁场,所述感应磁场响应于当所述金属层暴露于所述外部生成的磁场时在所述金属层中感应的涡流而从所述金属层发出。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中所述金属层的厚度不足以向所述壳体提供结构支承。

6. 根据权利要求1所述的装置,其中所述金属层的厚度为0.01mm或更小。

7. 根据权利要求1所述的装置,其中所述外部生成的磁场的频率为300KHz或更小。

8. 根据权利要求1所述的装置,还包括谐振电路,所述谐振电路由所述功率接收元件和电容器网络限定并且具有等于所述外部生成的磁场的频率的谐振频率。

9. 根据权利要求1所述的装置,还包括与所述功率接收元件至少部分交叠的铁氧体材料。

10. 根据权利要求9所述的装置,其中所述支承基底包括凹陷部分,所述功率接收元件布置在所述凹陷部分中。

11. 根据权利要求1所述的装置,还包括布置在所述功率接收元件与所述金属层之间的铁氧体材料。

12. 根据权利要求1所述的装置,还包括具有第一部分和第二部分的铁氧体材料,所述第一部分和所述第二部分将所述功率接收元件夹在所述第一部分与所述第二部分之间。

13. 根据权利要求1所述的装置,其中所述支承基底包括碳纤维化合物、碳纳米管材料、陶瓷基材料或玻璃纤维、或者其组合。

14. 根据权利要求1所述的装置,其中所述金属层包括铜、铝、镁、碳钢、钛或不锈钢、或者其组合中的至少一项。

15. 一种用于电子设备中的无线功率接收的方法,包括:

通过布置在非导电支承基底上的金属层将布置在非导电支承基底的表面上的功率接收元件磁性耦合到外部生成的磁场,其中所述功率接收元件相对于所述金属层的限定连续的、不间断的、不中断的表面的区域被布置;

对响应于耦合到所述外部生成的磁场而在所述功率接收元件中感应的电压进行整流以产生DC电压;以及

使用所述DC电压对所述电子设备供电。

16. 根据权利要求15所述的方法,还包括调谐所述功率接收元件以具有等于所述外部生成的磁场的频率的谐振频率。

17. 一种用于电子设备中的无线功率接收的装置,包括:

金属壳体部分,被配置为容纳所述电子设备的电子部件;以及

功率接收元件,定位在所述金属壳体部分的内侧,其中所述功率接收元件相对于所述金属壳体部分的限定连续的、不间断的、不中断的表面的区域被布置,

所述功率接收元件被配置为磁性耦合到响应于在所述金属壳体部分中感应的涡流而由所述金属壳体部分生成的磁场,以针对所述电子设备的所述电子部件中的一个或多个电子部件产生功率,所述涡流响应于所述金属壳体部分暴露到外部生成的磁场而被感应。

18. 根据权利要求17所述的装置,还包括布置在所述功率接收元件与所述金属壳体部分之间的铁氧体材料。

19. 根据权利要求17所述的装置,还包括具有第一部分和第二部分的铁氧体材料,所述第一部分和所述第二部分将所述功率接收元件夹在所述第一部分与所述第二部分之间。

20. 根据权利要求17所述的装置,其中所述金属壳体部分包括铜、铝、镁、碳钢、钛或不锈钢、或者其组合中的至少一项。

21. 根据权利要求17所述的装置,其中所述金属壳体部分的厚度为0.01mm或更小。

22. 根据权利要求17所述的装置,其中所述金属壳体部分包括非导电支承基底和布置在所述支承基底上的金属层。

23. 根据权利要求22所述的装置,其中所述金属层的厚度不足以向所述金属壳体部分提供结构支承。

24. 根据权利要求22所述的装置,其中所述金属层的厚度为0.01mm或更小。

25. 根据权利要求22所述的装置,其中所述外部生成的磁场的频率为300KHz或更小。

26. 根据权利要求22所述的装置,其中所述支承基底包括碳纤维化合物、碳纳米管材料、陶瓷基材料或玻璃纤维、或者其组合。

27. 一种用于电子设备中的无线功率接收的方法,包括:

响应于将金属后盖暴露于外部生成的磁场,在所述金属后盖的由包括所述金属后盖的材料的连续的、不间断的、不中断的部分限定的至少给定区域中感应涡流;

响应于感应的所述涡流而生成从所述金属后盖发出的磁场;

将生成的所述磁场耦合到布置在所述金属后盖的所述给定区域内的功率接收元件;以及

从所述功率接收元件向所述电子设备的一个或多个电子部件提供生成的功率。

28. 根据权利要求27所述的方法,还包括使用铁氧体材料将生成的所述磁场耦合到所述功率接收元件。

## 使用穿透金属物体的直接场的无线功率传输

### [0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本公开要求于2016年5月27日提交的美国专利申请No.15/167,680的优先权,其也要求于2015年5月29日提交的美国临时申请No.62/168,483的优先权,其二者全部内容通过引用并入本文用于所有目的。

### 技术领域

[0003] 本公开总体上涉及无线功率传输系统。更具体地,本公开涉及具有带有固体金属后盖的壳体的电子设备中的无线功率接收。

### 背景技术

[0004] 除非另有说明,否则上述内容不被认为是本文中描述的权利要求的现有技术,并且不应当被解释为如此。

[0005] 无线功率传输在诸如移动电话、计算机平板电脑等便携式电子设备中日益普及。这样的设备通常需要长的电池寿命和低的电池重量。在不使用电线的情况下对电子设备供电的能力对于便携式电子设备的用户而言是有吸引力的解决方案。无线功率传输为制造商提供了用于开发对由于消费电子设备中的电源的选择有限而导致的问题的解决方案的选项。

[0006] 无线功率传输能力可以改善用户的充电体验。在多设备充电情况下,例如,无线功率传输可以降低总体成本(对于用户和制造商两者),因为可以消除诸如电源适配器和充电线的常规充电硬件。在从移动手持设备到计算机笔记本电脑的各种设备的工业设计和支持方面,使发射器和/或接收器具有不同的线圈尺寸和形状是灵活的。

### 发明内容

[0007] 根据本公开的各方面,一种用于无线功率接收的装置可以包括用于容纳电子设备的电子部件的壳体。壳体可以包括用于容纳电子部件的非导电支承基底和布置在支承基底上的金属层。该装置还可以包括被配置为磁性耦合到外部生成的磁场以针对电子设备的一个或多个电子部件产生功率的功率接收元件。

[0008] 在一些实施例中,功率接收元件可以相对于金属层的限定连续的、不间断的、不中断的表面的区域被布置。壳体可以包括被形成为穿过支承基底和金属层的开口。

[0009] 在一些实施例中,金属层可以被配置为使得外部生成的磁场穿透金属层以磁性耦合到功率接收元件。

[0010] 在一些实施例中,功率接收元件可以被配置为磁性耦合到感应磁场,该感应磁场响应于当金属层暴露于外部生成的磁场时在金属层中感应的涡流而从金属层发出。

[0011] 在一些实施例中,金属层的厚度可以不足以向壳体提供结构支承。

[0012] 在一些实施例中,金属层的厚度可以为0.01mm或更小。

[0013] 在一些实施例中,外部生成的磁场的频率可以为300KHz或更小。

[0014] 在一些实施例中,该装置还可以包括由功率接收元件和电容器网络限定的谐振电路。该电路的谐振频率可以等于外部生成的磁场的频率。

[0015] 在一些实施例中,该装置还可以包括与功率接收元件至少部分交叠的铁氧体材料。

[0016] 在一些实施例中,支承基底可以包括凹陷部分,功率接收元件布置在凹陷部分中。

[0017] 在一些实施例中,该装置还可以包括布置在功率接收元件与金属层之间的铁氧体材料。

[0018] 在一些实施例中,该装置还可以包括具有第一部分和第二部分的铁氧体材料,第一部分和第二部分将功率接收元件夹在第一部分与第二部分之间。

[0019] 在一些实施例中,支承基底可以包括碳纤维化合物、碳纳米管材料、陶瓷基材料或玻璃纤维、或者其组合。

[0020] 在一些实施例中,金属层可以包括铜、铝、镁、碳钢、钛或不锈钢、或者其组合中的至少一种。

[0021] 根据本公开的各方面,一种用于电子设备中的无线功率接收的方法可以包括通过布置在非导电支承基底上的金属层将布置在非导电支承基底的表面上的功率接收元件磁性耦合到外部生成的磁场。响应于耦合到外部生成的磁场而在功率接收元件中感应的电压可以被整流以产生DC电压。电子设备可以使用DC电压被供电。

[0022] 在一些实施例中,该方法还可以包括调谐功率接收元件以具有等于外部生成的磁场的频率的谐振频率。

[0023] 根据本公开的各方面,一种用于电子设备中的无线功率接收的装置可以包括被配置为容纳电子设备的电子部件的金属壳体部分和定位在金属壳体部分的内侧的功率接收元件。功率接收元件可以被配置为磁性耦合到响应于在金属壳体部分中感应的涡流而由金属壳体部分生成的磁场,以针对电子设备的一个或多个电子部件产生功率。涡流可以响应于金属壳体部分暴露于外部生成的磁场而被感应。

[0024] 在一些实施例中,功率接收元件可以相对于金属层的限定连续的、不间断的、不间断的表面的区域被布置。

[0025] 在一些实施例中,该装置还可以包括布置在功率接收元件与金属后盖之间的铁氧体材料。

[0026] 在一些实施例中,该装置还可以包括具有第一部分和第二部分的铁氧体材料,第一部分和第二部分将功率接收元件夹在第一部分与第二部分之间。

[0027] 在一些实施例中,金属后盖可以包括铜、铝、镁、碳钢、钛或不锈钢、或者其组合中的至少一种。

[0028] 在一些实施例中,金属后盖的厚度可以为1mm或更小。

[0029] 在一些实施例中,金属壳体部分可以包括非导电支承基底和布置在支承基底上的金属层。金属层的厚度可以不足以向壳体提供结构支承。金属层的厚度可以为0.01mm或更小。外部生成的磁场的频率可以为300KHz或更小。支承基底可以包括碳纤维化合物、碳纳米管材料、陶瓷基材料或玻璃纤维、或者其组合。

[0030] 根据本公开的各方面,一种用于电子设备中的无线功率接收的方法可以包括:响应于将金属后盖暴露于外部生成的磁场,在金属后盖的由包括金属后盖的材料的连续的、

不间断的、不中断的部分限定的至少给定区域中感应涡流。该方法可以包括响应于感应的涡流而生成从金属后盖发出的磁场。生成的磁场可以耦合到可以布置在金属后盖的给定区域内的功率接收元件。来自功率接收元件的生成的功率可以被提供给电子设备的一个或多个电子部件。

[0031] 在一些实施例中,该方法还可以包括使用铁氧体材料将生成的磁场耦合到功率接收元件。

[0032] 以下详细描述和附图提供对本公开的性质和优点的更好理解。

## 附图说明

[0033] 关于以下讨论以及特别是附图,强调所示出的细节代表用于说明性讨论目的的示例,并且被呈现用于提供本公开的原理和概念方面的描述。在这方面,除了对于本公开的基本理解所需要的内容之外,没有尝试示出实现细节。结合附图进行的以下讨论使得如何实践根据本公开的实施例对于本领域技术人员来说是显而易见的。在附图中:

[0034] 图1是根据说明性实施例的无线功率传输系统的功能框图。

[0035] 图2是根据说明性实施例的无线功率传输系统的功能框图。

[0036] 图3是根据说明性实施例的包括功率发射或接收元件的图2的发射电路或接收电路的部分的示意图。

[0037] 图4示出了用于容纳电子设备的部件的外壳的示例。

[0038] 图5示出了根据一些实施例的图4所示的外壳的壳体部分。

[0039] 图5A和图5B示出了根据其他实施例的壳体部分。

[0040] 图6示出了根据一些实施例的功率接收元件的配置。

[0041] 图6A和图6B示出了根据其他实施例的功率接收元件的配置。

[0042] 图7示出了用于无线功率传输的布置。

[0043] 图8、图8A和图8B示出了根据一些实施例的无线功率传输的细节。

[0044] 图8C示出了根据其他实施例的无线功率传输。

[0045] 图9A和图9B示出了根据一些实施例的使用铁氧体材料的功率接收元件的配置。

[0046] 图9C和图9D示出了根据其他实施例的使用铁氧体材料的功率接收元件的配置。

[0047] 图10示出了仿真设置。

[0048] 图11A和图11B示出了在激励频率范围的扫频结果。

[0049] 图12示出了发射线圈和功率接收元件中的电流。

[0050] 图13A、图13B、图14A、图14B、图15A和图15B示出了在不同激励频率处的磁通线的方向和磁场强度的各种图。

## 具体实施方式

[0051] 无线功率传输可以是指将与电场、磁场、电磁场等相关联的任何形式的能量从发射器传送到接收器而不使用物理电导体(例如,功率可以通过自由空间来传输)。被输出到无线场(例如,磁场或电磁场)的功率可以由“功率接收元件”接收、捕获或耦合以实现功率传输。

[0052] 图1是根据说明性实施例的无线功率传输系统100的功能框图。输入功率102可以

从电源(图中未示出)被提供到发射器104以生成用于执行能量传递的无线(例如,磁或电磁)场105。接收器108可以耦合到无线场105并且生成输出功率110以用于由耦合到输出功率110的设备(图中未示出)来存储或消耗。发射器104和接收器108可以以距离112被分离。发射器104可以包括用于向接收器108发射/耦合能量的功率发射元件114。接收器108可以包括用于接收或捕获/耦合从发射器104发射的能量的功率接收元件118。

[0053] 在一个说明性实施例中,发射器104和接收器108可以根据相互谐振关系来被配置。当接收器108的谐振频率和发射器104的谐振频率基本上相同或非常接近时,发射器104与接收器108之间的传输损耗减小。因此,可以在更大的距离上提供无线功率传输。因此,谐振电感耦合技术可以在各种距离上以及利用各种感应功率发射和接收元件配置来允许提高效率 and 功率传输。

[0054] 在某些实施例中,无线场105可以对应于发射器104的“近场”。近场可以对应于如下区域:在该区域中,存在由于功率发射元件114中最小程度地将功率辐射远离功率发射元件114的电流和电荷而产生的强的反应场。近场可以对应于在功率发射元件114的约一个波长(或其部分)内的区域。

[0055] 在某些实施例中,有效的能量传递可以通过将无线场105中的大部分能量耦合到功率接收元件118而不是将电磁波中的大部分能量传播到远场来进行。

[0056] 在某些实施例中,发射器104可以输出具有与功率发射元件114的谐振频率相对应的频率的时变磁(或电磁)场105。当接收器108在无线场105内时,时变磁(或电磁)场可以在功率接收元件118中感应出电流。如上所述,如果功率接收元件118被配置为以功率发射元件114的频率谐振的谐振电路,则能量可以被有效地传递。在功率接收元件118中感应的交流(AC)信号可以被整流以产生可以被提供以对负载充电或供电的直流(DC)信号。

[0057] 图2是根据另一说明性实施例的无线功率传输系统200的功能框图。系统200可以包括发射器204和接收器208。发射器204(本文中也称为功率发射单元PTU)可以包括发射电路206,发射电路206可以包括振荡器222、驱动器电路224和前端电路226。振荡器222可以被配置为生成可以响应于频率控制信号223来调节的期望频率的振荡器信号。振荡器222可以向驱动器电路224提供振荡器信号。驱动器电路224可以被配置为基于输入电压信号(VD)225以例如功率发射元件214的谐振频率来驱动功率发射元件214。驱动器电路224可以是被配置为从振荡器222接收方波并且输出正弦波的开关放大器。

[0058] 前端电路226可以包括被配置为滤除谐波或其他不想要的频率的滤波器电路。前端电路226可以包括被配置为将发射器204的阻抗与功率发射元件214的阻抗相匹配的匹配电路。如下面将更详细地解释,前端电路226可以包括调谐电路,以与功率发射元件214一起产生谐振电路。作为驱动功率发射元件214的结果,功率发射元件214可以生成无线电场205以便以足以对电池236充电或另外地对负载供电的水平来无线地输出功率。

[0059] 发射器204还可以包括控制器240,控制器240可操作地耦合到发射电路206并且被配置为控制发射电路206的一个或多个方面或者完成与管理功率传输相关的其他操作。控制器240可以是微控制器或处理器。控制器240可以被实现为专用集成电路(ASIC)。控制器240可以直接或间接地可操作地连接到发射电路206的每个部件。控制器240还可以被配置为从发射电路206的每个部件接收信息,并且基于所接收的信息来执行计算。控制器240可以被配置为针对每个部件生成可以调节该部件的操作的控制信号(例如,信号223)。因此,

控制器240可以被配置为基于由其执行的操作的结果来调节或管理功率传输。例如,发射器204还可以包括被配置为存储数据的存储器(未示出),数据诸如用于引起控制器240执行特定功能的指令,诸如与无线功率传输的管理相关的功能。

[0060] 接收器208(本文中也称为功率接收单元PRU)可以包括接收电路210,接收电路210可以包括前端电路232和整流器电路234。前端电路232可以包括被配置为将接收电路210的阻抗与功率接收元件218的阻抗相匹配的匹配电路。如下所述,前端电路232还可以包括调谐电路,以与功率接收元件218一起产生谐振电路。整流器电路234可以根据AC功率输入来生成DC功率输出,以对电池236充电,如图2所示。另外,接收器208和发射器204可以在单独的通信信道219(例如,蓝牙、Zigbee、蜂窝等)上通信。可替代地,接收器208和发射器204可以使用无线场205的特性经由带内信令来通信。

[0061] 接收器208可以被配置为确定由发射器204发射并且由接收器208接收的功率的量是否适合于对电池236充电。在某些实施例中,发射器204可以被配置为生成具有直接场耦合系数(k)的主要非辐射场以用于提供能量传递。接收器208可以直接耦合到无线场205,并且可以生成输出功率以用于由耦合到输出或接收电路210的电池(或负载)236来存储或消耗。

[0062] 接收器208还可以包括控制器250,控制器250类似于如上所述的发射控制器240,以用于管理无线功率接收器208的一个或多个方面。例如,接收器208还可以包括被配置为存储数据的存储器(未示出),数据诸如用于引起控制器250执行特定功能的指令,功能诸如与无线功率传输的管理相关的功能。

[0063] 如上所述,发射器204和接收器208可以以一定的距离分离,并且可以根据相互谐振关系来配置,以最小化发射器204与接收器208之间的传输损耗。

[0064] 图3是根据说明性实施例的图2的发射电路206或接收电路210的部分的示意图。如图3所示,发射或接收电路350可以包括功率发射或接收元件352和调谐电路360。功率发射或接收元件352也可以被称为或被配置为天线或“环路”天线。术语“天线”通常是指可以无线地输出或接收能量以耦合到另一天线的部件。功率发射或接收元件352在本文中也可以被称为或被配置为“磁性”天线、或感应线圈、谐振器、或谐振器的部分。功率发射或接收元件352也可以被称为被配置为无线地输出或接收功率的类型的线圈或谐振器。如本文中使用的,功率发射或接收元件352是被配置为无线地输出和/或接收功率的类型的“功率传输部件”的示例。功率发射或接收元件352可以包括空气芯或物理磁芯,诸如铁氧体磁芯(图中未示出)。

[0065] 当功率发射或接收元件352被配置为具有调谐电路360的谐振电路或谐振器时,功率发射或接收元件352的谐振频率可以基于电感和电容。电感可以简单地是由形成功率发射或接收元件352的线圈和/或其他电感器产生的电感。电容(例如,电容器)可以由调谐电路360来提供,以产生期望的谐振频率的谐振结构。作为非限制性示例,调谐电路360可以包括可以被添加到发射和/或接收电路350以产生谐振电路的电容器354和电容器356。

[0066] 调谐电路360可以包括用以与功率发射或接收元件352一起形成谐振电路的其他部件。作为另一非限制性示例,调谐电路360可以包括平行放置在电路350的两个端子之间的电容器(未示出)。其他设计也是可能的。在一些实施例中,前端电路226中的调谐电路可以具有与前端电路232中的调谐电路相同的设计(例如,360)。在其他实施例中,前端电路



226可以使用与前端电路232不同的调谐电路设计。

[0067] 对于功率发射元件,具有基本上与功率发射或接收元件352的谐振频率相对应的频率的信号358可以是去往功率发射或接收元件352的输入。对于功率接收元件,具有基本上与功率发射或接收元件352的谐振频率相对应的频率的信号358可以是来自功率发射或接收元件352的输出。尽管本文中公开的各方面通常可以涉及谐振无线功率传输,但是普通技术人员将理解,本文中公开的各方面可以用在用于无线功率传输的非谐振实现。

[0068] 参考图4,现在将讨论根据本公开的实施例的电子设备中的无线功率接收的描述。例如,图4示出了诸如智能电话等电子设备40。然而,应当理解,在其他实施例中,电子设备40可以是诸如笔记本电脑、计算机平板电脑等任何便携式电子设备。电子设备40可以包括用于封装包括电子设备40的电子部件(未示出)的装置;例如,外壳400。在一些实施例中,外壳400可以包括壳体402。外壳400还可以包括透明显示盖404,例如诸如在具有显示器的智能电话或其他计算设备中。壳体402可以容纳电子设备40的电子部件。

[0069] 图5示出了外壳400的壳体402部分,其中去除了显示盖404,并且电子设备40的电子部件从壳体402中取出。在一些实施例中,壳体402可以是完全金属的。在其他实施例中,壳体400可以至少包括由框架部分504支承的金属后盖部分502(金属后盖)。框架部分504可以包括非金属材料、或金属和非金属材料的组合。

[0070] 在一些实施例中,金属后盖502可以具有穿过包括金属后盖502的材料而形成的一个或多个开口512。例如,开口512可以用于暴露电子设备40的相机的镜头和闪光灯单元(未示出)。另外,金属后盖502可以是连续的、不间断的、不中断的表面,例如如图5所示。根据本公开,壳体402可以被配置为允许将功率无线地传输到电子设备40的电子部件(未示出)。下面讨论本公开的这个方面。

[0071] 参考图5A,在一些实施例中,电子设备40可以不需要在设备的背面上的开口;例如,计算机平板电脑可以仅具有前置相机。因此,在一些实施例中,电子设备40可以采用没有被形成穿过材料的开口的金属后盖502'。金属后盖502'可以具有固体的、不中断的、不间断的连续表面,其中没有被形成穿过其的开口,如图5A所示。

[0072] 图5B示出了根据本公开的一些实施例的电子设备40'的实施例。电子设备40'可以包括用于封装包括电子设备40'的电子部件52的装置;例如,外壳400'。在一些实施例中,外壳400'可以包括用于容纳电子部件52的壳体402'。根据本公开,壳体402'可以包括非导电壳(支承基底)504'和薄金属层522。在一些实施例中,形成在支承基底504'上的薄金属层522可以用作具有用于相机镜头等的开口的金属后盖502(图5)。在其他实施例中,薄金属层522可以用作没有开口的金属后盖502'(图5A)。

[0073] 如下所述,薄金属层522由于其薄的尺寸而可以具有不足的结构完整性。因此,支承基底504'可以用于为电子设备40'提供机械刚度和其他结构支承。支承基底504'可以包括任何非导电材料。在一些实施例中,支承基底504'也可以是非铁磁性的。合适的材料可以是轻质的,具有很强的机械性能,并且具有良好的散热性能以散发由电子部件52生成的热。在一些实施例中,例如,可以使用碳纤维化合物。然而,应当理解,在其他实施例中,可以使用其他材料,诸如碳纳米管材料、陶瓷基材料、玻璃纤维等。

[0074] 根据本公开,壳体402'可以被配置为将功率无线地传输到电子设备40'的电子部件52。薄金属层522可以由任何合适的导电材料制成,诸如例如铝、镁、碳钢、不锈钢、其他金

属合金等。在一些实施例中,薄金属层522可以具有小于0.1mm的厚度,以便促进无线功率传输。在特定实施例中,例如,薄金属层522的厚度可以为0.7密耳(约0.018mm)或更小。在一些实施例中,薄金属层522可以形成为与支承基底504'分离的部分,并且然后附接到支承基底504'。在其他实施例中,薄金属层504'可以例如使用合适的沉积方法沉积到支承基底504'上。

[0075] 根据本公开,薄金属层522可以用于双重目的。使用金属材料用于电子设备40'的后盖允许将美学设计元件结合到电子设备40'。同时,容纳电子部件52并且为电子设备40'提供结构支承的任务由支承基底504'而不是薄金属层522提供。这允许薄金属层522被配置为向电子设备40'无线地传输功率。下面更详细地讨论本发明的这个方面。

[0076] 如上所述,关于图4,壳体402可以被配置为允许将功率无线地传输到电子设备40的电子部件(未示出)。参考图6,例如,在一些实施例中,壳体402可以包括布置在壳体402的金属后盖502的内表面上的导电功率接收元件602。更具体地,功率接收元件602可以布置在由用于金属后盖502的材料的固体、不间断的、不中断的、连续的表面部分限定的金属后盖502的给定区域604中。

[0077] 在一些实施例中,功率接收元件602可以包括例如通过印刷、蚀刻、光刻等形成在柔性印刷电路板(PCB)上的导电迹线。功率接收元件602可以形成为具有任何匝数的线圈的形状。例如,图6示出了功率接收元件602包括三匝。在一些实施例中,功率接收元件602可以具有附加匝数。功率接收元件602可以直接固定到金属后盖502的内表面,例如使用粘合剂、环氧材料或其他合适的固定方法。

[0078] 功率接收元件602可以包括或另外地连接到端子606以向电子设备40的电子部件(未示出)提供功率。在一些实施例中,例如,端子606可以连接到整流器电路(未示出)以产生可以提供给电子部件的DC电压;电子部件例如可再充电电池、电源管理电路等。

[0079] 参考图6A和图6B,图5B所示的壳体402'同样可以包括导电功率接收元件602。在一些实施例中,功率接收元件602可以布置在支承基底504'上,例如,图6A示出了电子设备40'的分解图,其示出了根据本公开的一些附加细节。在一些实施例中,可以在支承基底504'的面向外的表面中形成凹陷部分612以保持功率接收元件602。凹陷部分612可以被设置为使得薄金属层522可以形成(例如,作为镶嵌体)在功率接收元件602的顶部而在薄金属层522的表面上没有任何凸块。在其他实施例中,功率接收元件602可以直接形成在支承基底504'的表面上而没有任何凹陷部分;例如,使得设计中的一些或全部功率接收元件602的外形可以被包含在壳体402'的背面的设计中。

[0080] 功率接收元件602可以包括用于连接到电子设备40'的电子部件52中的整流器电路614的端子606。图6B示出了其中功率接收元件602可以布置在支承基底504'的面向内的表面上的实施例的示例。该图示出了布置在支承基底504'的面向内的表面上的功率接收元件602,但是在其他实施例中,功率接收元件602可以布置在与图6A所示的布置相似的凹部中。

[0081] 参考图7,无线功率传输可以包括将电子设备40、40'放置在无线功率发射设备70的充电表面(充电垫等)702附近。充电表面702可以包括发射线圈712。在无线功率传输操作期间,发射线圈712可以例如通过向发射线圈712提供AC激励电流而被激励。作为响应,发射线圈712可以生成磁场714。当电子设备40、40'被放置在充电表面702附近时,外部生成的磁

场714可以耦合到电子设备40、40'中的功率接收元件(图6的602)。本公开的这个方面将结合图8更详细地说明。AC激励电流可以操作任何合适的频率。在一些实施例中,例如,AC激励电流可以根据用于无线功率传输的各种标准中的任何一个标准的频率操作。例如,AirFuel/A4WP(无线电力联盟)无线功率传输标准规定了6.87MHz的操作频率,并且由无线充电联盟(WPC)开发的WPC无线功率标准规定了在100-300KHz的范围内的频率。

[0082] 图8示出了壳体(图6的402)的金属后盖502的区域604中的附加细节。壳体402可以包括用于感应涡流的装置。例如,外部生成的磁场714可以在金属后盖502中感应涡流。涡流可以在与外部生成的磁场714的磁通量垂直的平面中循环。为了避免混乱该图,图8仅示出了在金属后盖502的区域604中的涡流802、804。然而,普通技术人员将理解,涡流不一定限于区域604。

[0083] 由于趋肤效应,涡流通常集中在与发射线圈712相邻的金属后盖502表面的外表面附近。涡流的密度随着从金属后盖502的外表面到金属后盖502的内表面的距离而减小(衰减)。因此,金属后盖502的外表面处的涡流802的密度大于金属后盖502的内表面处的涡流804的密度。图8A使用金属后盖502中不同深度(t)处的涡流的电流密度曲线来将其图形化示出,其中外表面限定深度t=0。

[0084] 涡流进入金属后盖502的穿透深度(“趋肤深度”)随着用于激励发射线圈712的功率的频率(例如,AC激励电流)和包括金属后盖502的材料而变化。趋肤深度可以由以下表示:

[0085] 
$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}},$$

[0086] 其中 $\delta$ 是趋肤深度,

[0087] f是激励频率,

[0088]  $\mu$ 是材料的渗透性,以及

[0089]  $\sigma$ 是材料的电导率。

[0090] 在一些实施例中,用于激励发射线圈712的功率的激励频率可以在几十KHz至几百KHz的范围内;例如,WPC标准规定了100-300KHz范围内的频率。在一些实施例中,发射线圈712可以连接到调谐电路812以限定谐振电路822。激励频率可以基本上等于谐振电路822的谐振频率。调谐电路812可以是无功元件(例如,电容器网络)的任何合适的组合。在一些实施例中,功率接收元件602可以连接到调谐电路814以限定具有基本上与用于激励发射线圈712的功率的激励频率相等的谐振频率的谐振电路824。同样地,例如,调谐电路814可以是诸如电容器网络等无功元件的任何适当的组合。作为示例,调谐电路812、814可以使用图3所示的调谐电路360的电路设计。应当理解,在各种实施例中,调谐电路812、814可以采用任何合适的电路设计。

[0091] 响应于涡流802、804,可以在金属后盖502中生成从金属后盖502发出的磁场806。根据本公开,可以提供装置以耦合到由涡流802、804生成的磁场806。例如,从金属后盖502中的区域604的内表面发出的磁场806的部分可以耦合到电子设备40的功率接收元件602(图6)。这可以在功率接收元件602中感应电流的流动,其可以被整流并且提供给电子设备40的电子部件(未示出)。

[0092] 在一些实施例中,用于金属后盖502的材料可以包括金属,诸如铜、铝、镁、碳钢、

钛、不锈钢等。在其他实施例中,金属后盖502可以包括铜、铝、镁、碳钢、钛、不锈钢中的两种或更多种的组合(例如,金属的复合物、金属的合金等)。在其他实施例中,可以单独或组合使用其他合适的金属。使用这些材料允许金属后盖502足够薄以允许趋肤深度,该趋肤深度允许足够涡流形成在金属后盖502的内表面处,以生成用于无线功率传输的磁场。在一些实施例中,例如图8,材料的厚度 $t_1$ 可以小于1.0mm。在其他实施例中,厚度 $t_1$ 可以为0.5mm至0.7mm。这些厚度值仅仅是说明性的,并且在其他实施例中,厚度 $t_1$ 可以是其他值。

[0093] 在某些激励频率(例如, $>>100\text{kHz}$ )下,由于趋肤效应,涡流可以基本保持集中在金属后盖502的外表面上,而在金属后盖502的内表面处的涡流可以如图8A中的曲线图所示被衰减。因此,通过金属后盖502的内表面处的涡流感应的磁场可能不能将足够的功率耦合到功率接收元件602。通过比较,在较低的激励频率(例如,150KHz)下,涡流遍及整个金属后盖502被较少衰减,如图8B中的曲线图所示。因此,金属后盖502的内表面上的涡流在较低的激励频率下比在较高的激励频率下更高,并且因此可以从内表面感应更强的磁场,以向功率接收元件602提供足够强的耦合。

[0094] 图8C示出了当金属后盖(例如,图5的502,图5A的502')包括薄金属层522(图5B)时的操作。如上所述,薄金属层522可以具有约0.01mm或更小的厚度,并且在一些实施例中可以适用于在低激励频率下的无线功率传输;例如300KHz或更小。在一些实施例中,外部生成的磁场714可以穿透薄金属层522,例如如图8C所示,并且耦合到功率接收元件602。应当注意,本文中公开的无线标准和激励频率仅为示例以在已知的无线充电系统的上下文中说明本公开的这个方面。应当理解,支承基底504'可以允许薄金属层522的厚度适用于各种不同的实现,以处理各种不同的频率范围,并且不一定限于任何特定的频率范围。

[0095] 参考图9A,在一些实施例中,铁氧体材料902的层可以位于功率接收元件602与金属后盖502之间。铁氧体材料902可以用于改善所生成的磁场(图8的806)与功率接收元件602的相互耦合。例如,铁氧体材料902可以增强外部生成的磁场(图8的714)通过金属后盖502的穿透,从而增强在金属后盖502中感应涡流。

[0096] 参考图9B,在一些实施例中,铁氧体材料904的层可以设置在功率接收元件602之上,使得功率接收元件602位于铁氧体材料904与金属后盖502之间。如上所述,铁氧体材料904可以用于增强在金属后盖502中生成的磁场806与功率接收元件602的耦合。此外,铁氧体材料904还可以用于将包括电子设备40的电子部件(未示出)从磁场806屏蔽。在另外的其他实施例中,尽管未示出,但是功率接收元件602可以夹在铁氧体材料的第一层和第二层之间。铁氧体材料902可以用于引导由涡流生成的磁场806,使得通量集中在功率接收元件602附近。

[0097] 参考图9C,在一些实施例中,功率接收元件602可以布置在支承结构504'的面向外的表面上,并且铁氧体材料912a的层可以设置在功率接收元件602与薄金属层522之间以增强外部生成的磁场714通过薄金属层522的穿透,并且改善外部生成的磁场(图8C的714)与功率接收元件602之间的相互耦合。在一些实施例中,代替铁氧体材料912a或者除了铁氧体材料912a之外,铁氧体材料912b的层可以被设置。铁氧体材料912b可以放置在支承结构504'的内表面上。

[0098] 参考图9D,在一些实施例中,功率接收元件602可以布置在支承结构504'的面向内的表面上。铁氧体材料912b的层和支承结构504'可以夹住功率接收元件602以增强外部生

成的磁场714通过薄金属层522的穿透,并且改善外部生成的磁场(图8C中的714)与功率接收元件602之间的相互耦合。在一些实施例中,代替铁氧体材料912b或者除了铁氧体材料912b之外,铁氧体材料912a的层可以被设置。

[0099] 现在将描述关于作为外部激励磁场的频率的函数的在金属板中生成的磁场的高频结构模拟器(HFSS™)分析的一些结果的讨论。特别地,将讨论对于非常低频的外部磁场(例如,约60kHz)、低频外部磁场(例如,约115kHz)和相对高频的外部磁场(例如,大约6.78MHz)的所生成的磁通的比较。

[0100] 图10示出了用于仿真的设置。为了仿真的目的,接收和发射线圈是相同的。接收线圈(例如,功率接收元件602)被示出为在金属板上方,并且发射线圈被示出为在金属板下方。为了仿真的目的,金属板的特征在于其厚度为1mm并且导电率为11000西门子/m。

[0101] 图11A和图11B示出了针对图10所示的设置电磁仿真的频率扫描结果。仿真频率从约60kHz到7MHz变化。图11A示出了从60kHz到500kHz的扫描结果。该图在垂直刻度上示出了互感M,并且在水平刻度上以kHz为单位示出了频率。图11B示出了从大约10kHz到7MHz的扫描结果。该图在垂直刻度上示出了互感M,并且在水平刻度上以MHz为单位示出了频率。基于频率范围限定了三个区域(1、2、3)。图12的地图仿真表明,发射线圈中的电流在与接收线圈中的电流和金属板中的涡流相反的方向上流动。周围磁场的强度以灰度示出。

[0102] 参考图11A、图13A和图13B,对于给定厚度的金属板(例如,1mm),看到在非常低的频率(60kHz)下,M是正的,因为金属板上的涡流基本上均匀地强并且发射线圈中的磁通方向与接收线圈中的磁通方向相同。图13A示出了针对非常低频率激励的磁通线。在低频处,磁通是相加的。图13B示出了仿真热图,其示出了金属板的不同区域处的场强。场强在发射线圈一侧和接收线圈一侧通常较高,具有低场强区域。低场强区域是由于金属板的该区域中的涡流的对称性。

[0103] 参考图11A、图14A和图14B,在低频(115kHz)下,由于涡流遍及金属板不均匀,所以互感M是负的。这导致感应的磁通在与来自发射线圈的磁通的方向相反的方向上被引导。图14A示出了磁通线,图14B示出了磁场强度的相应幅度。与图13B类似,由于涡流的对称性,在接收线圈的中心周围观察到弱磁场区域。

[0104] 参考图11B、图15A和图15B,在相对较高的频率(6.78MHz)下,金属板上的涡流在整个金属板中非常小(图15A),并且因此M几乎为零。图15B示出了在接收线圈一侧的大部分区域的场强会很低。

[0105] 以上描述示出了本公开的各种实施例以及如何可以实现特定实施例的各方面的示例。以上示例不应当被认为是唯一的实施例,并且被呈现以示出由所附权利要求限定的特定实施例的灵活性和优点。基于以上公开内容和所附权利要求,可以在不偏离由权利要求限定的本公开的范围的情况下采用其他布置、实施例、实现和等同方案。

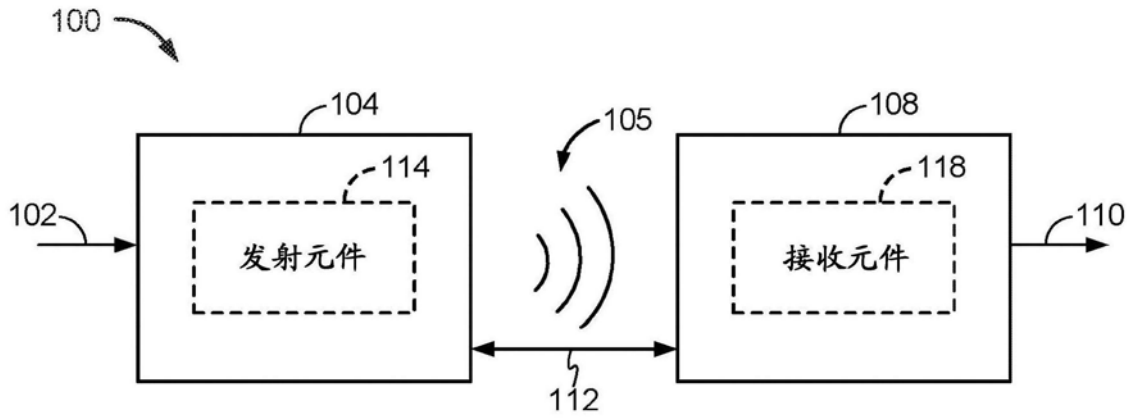


图1

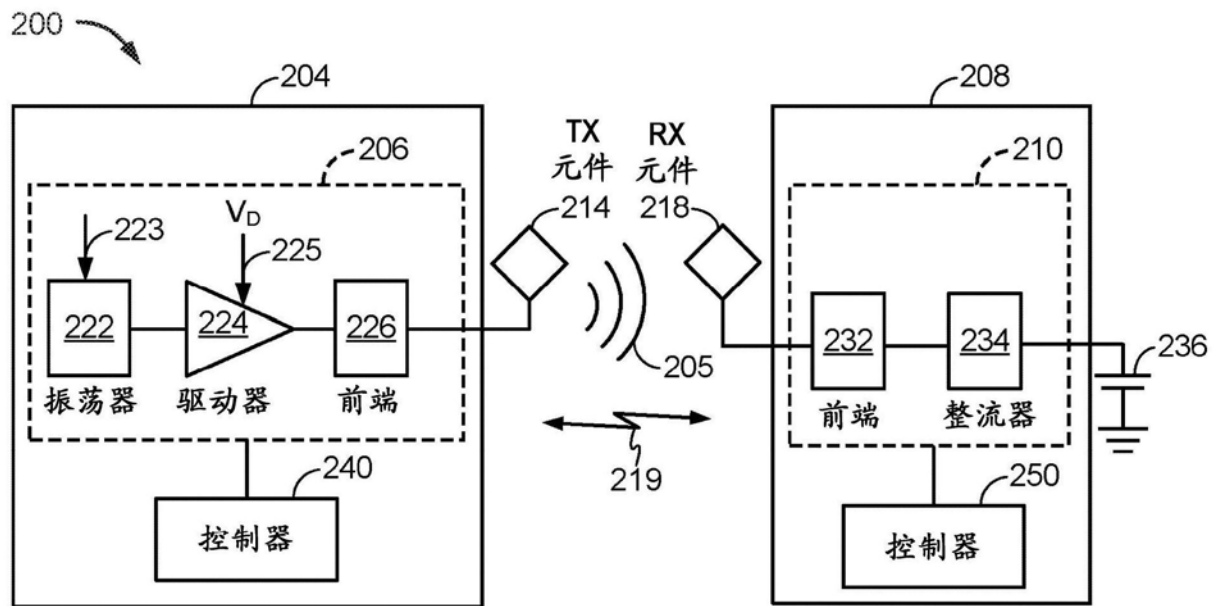


图2

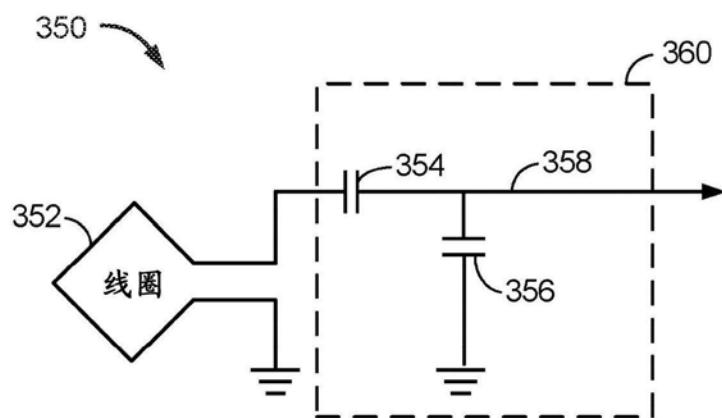


图3

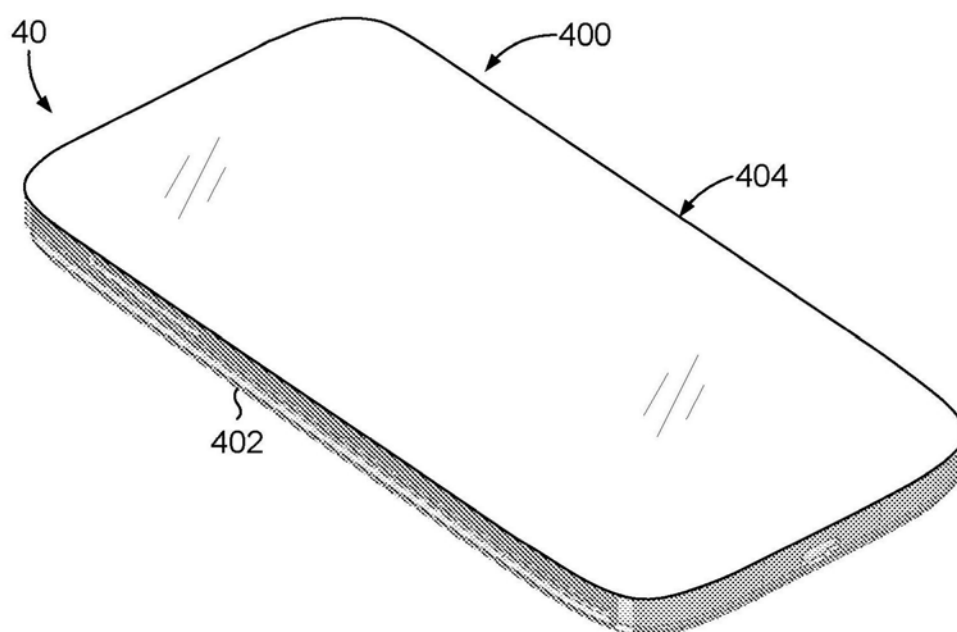


图4

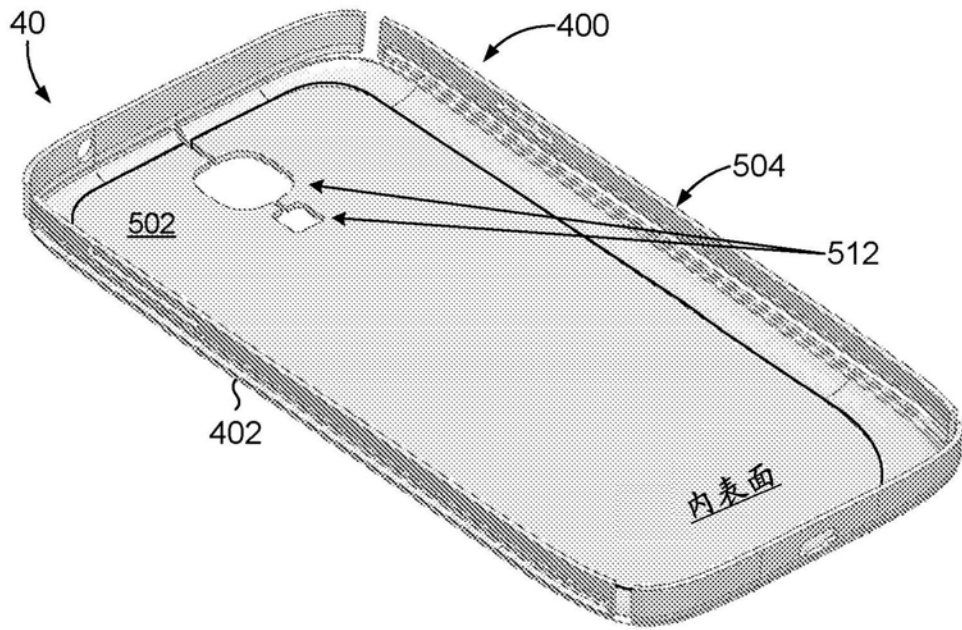


图5



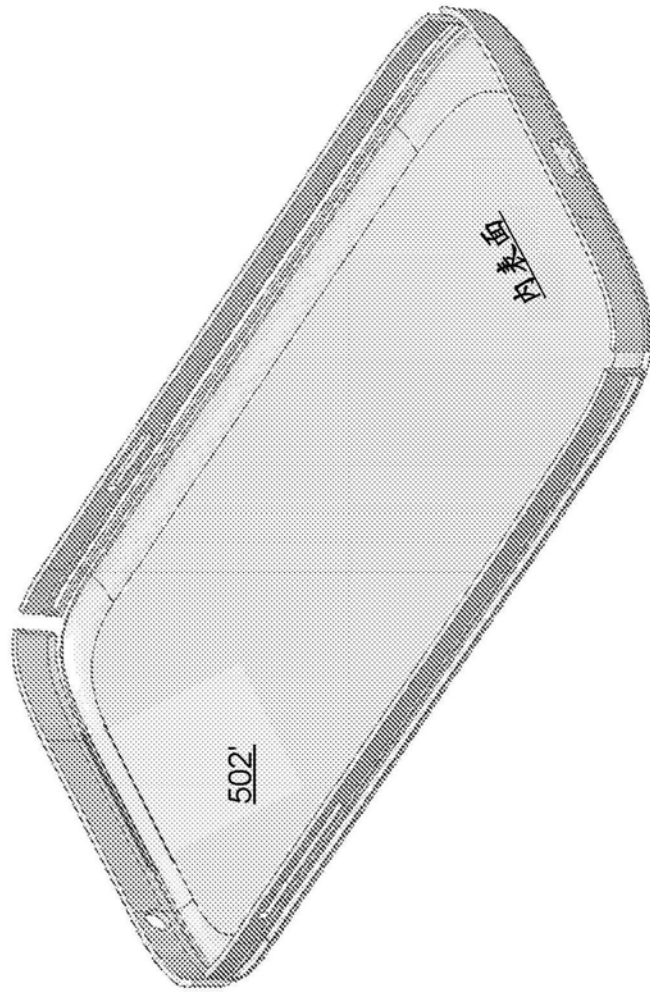


图5A

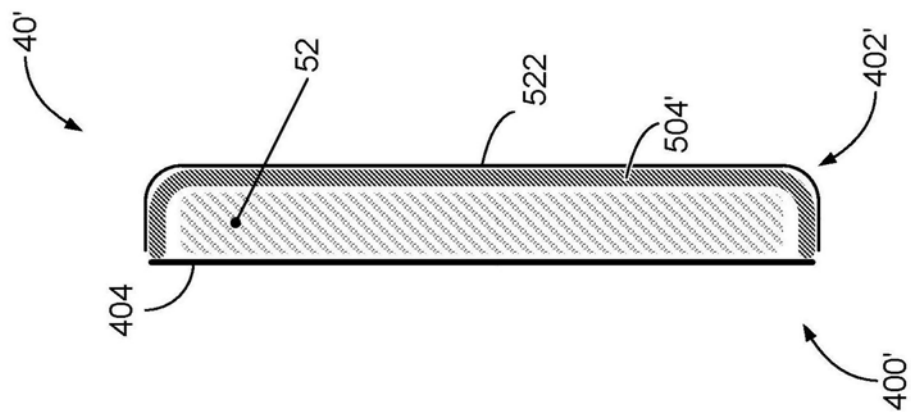


图5B

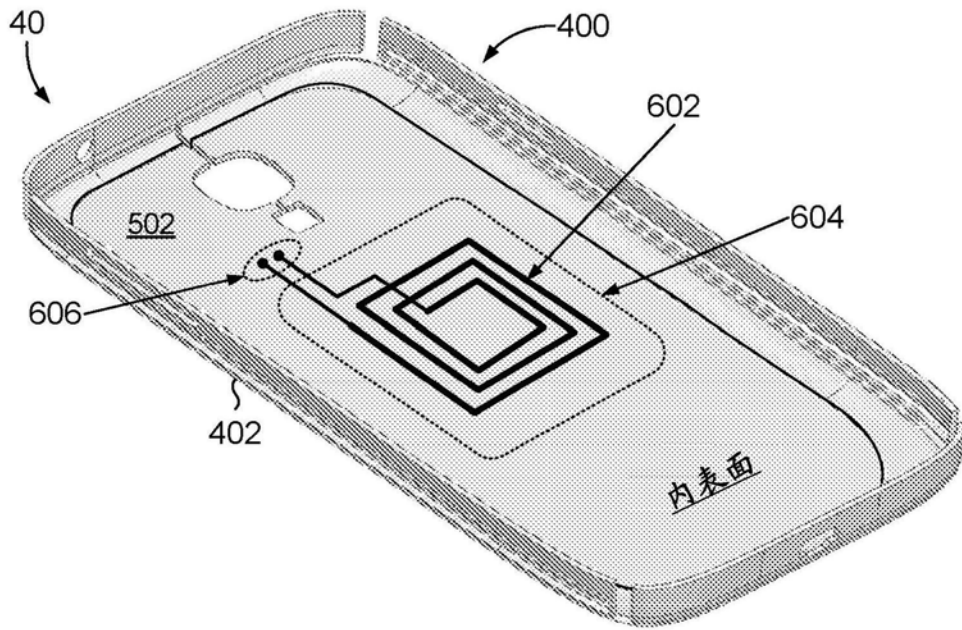


图6

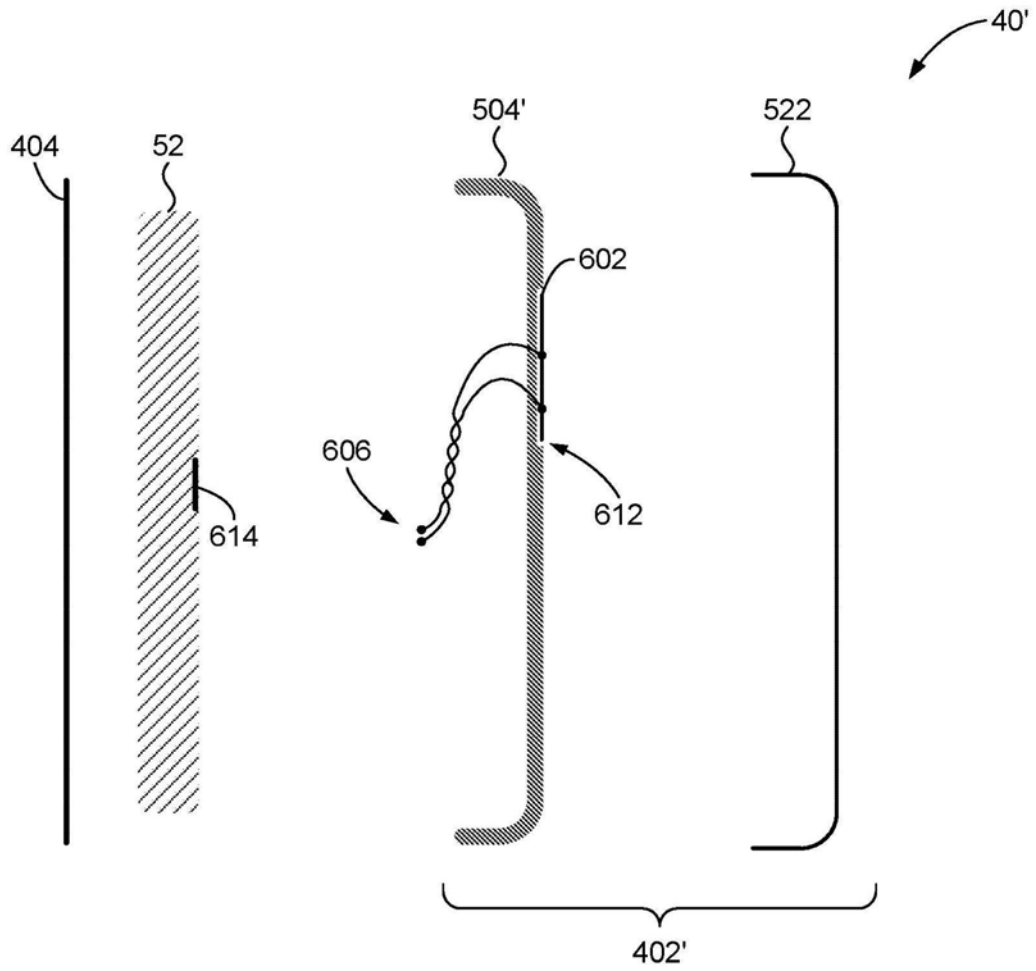


图6A

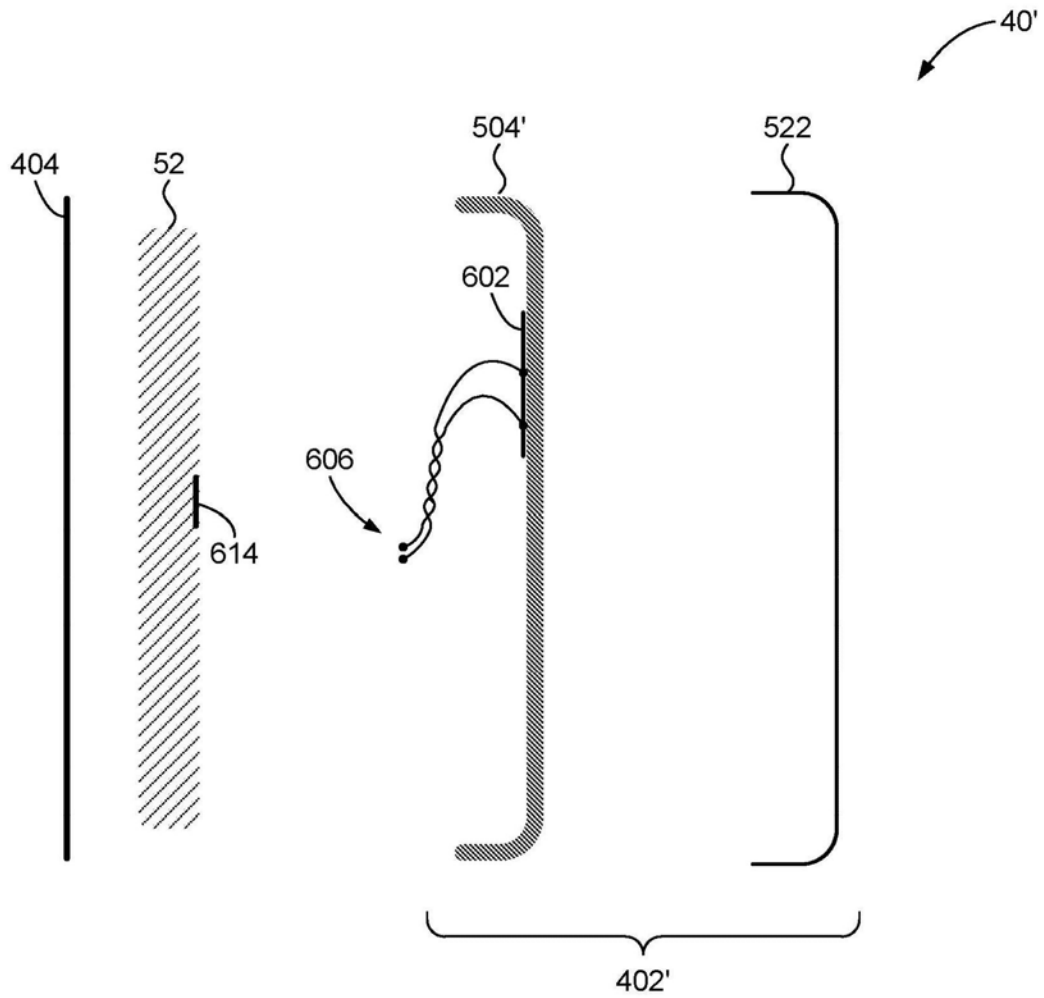


图6B

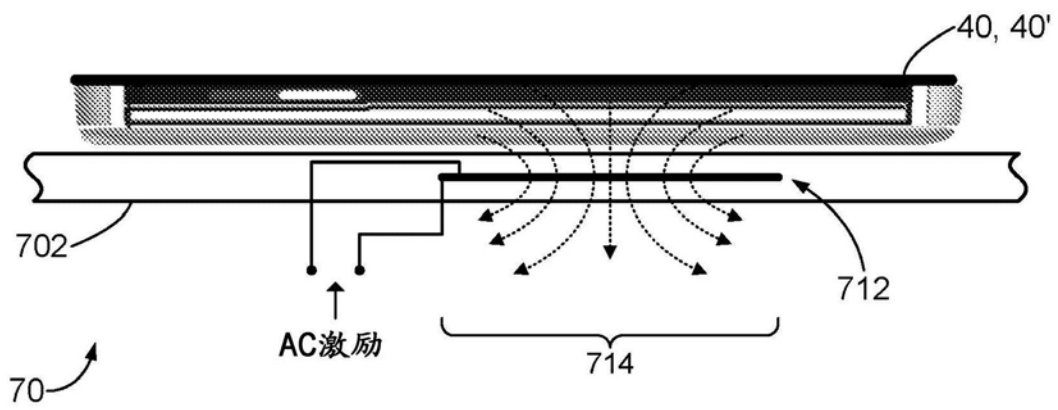


图7

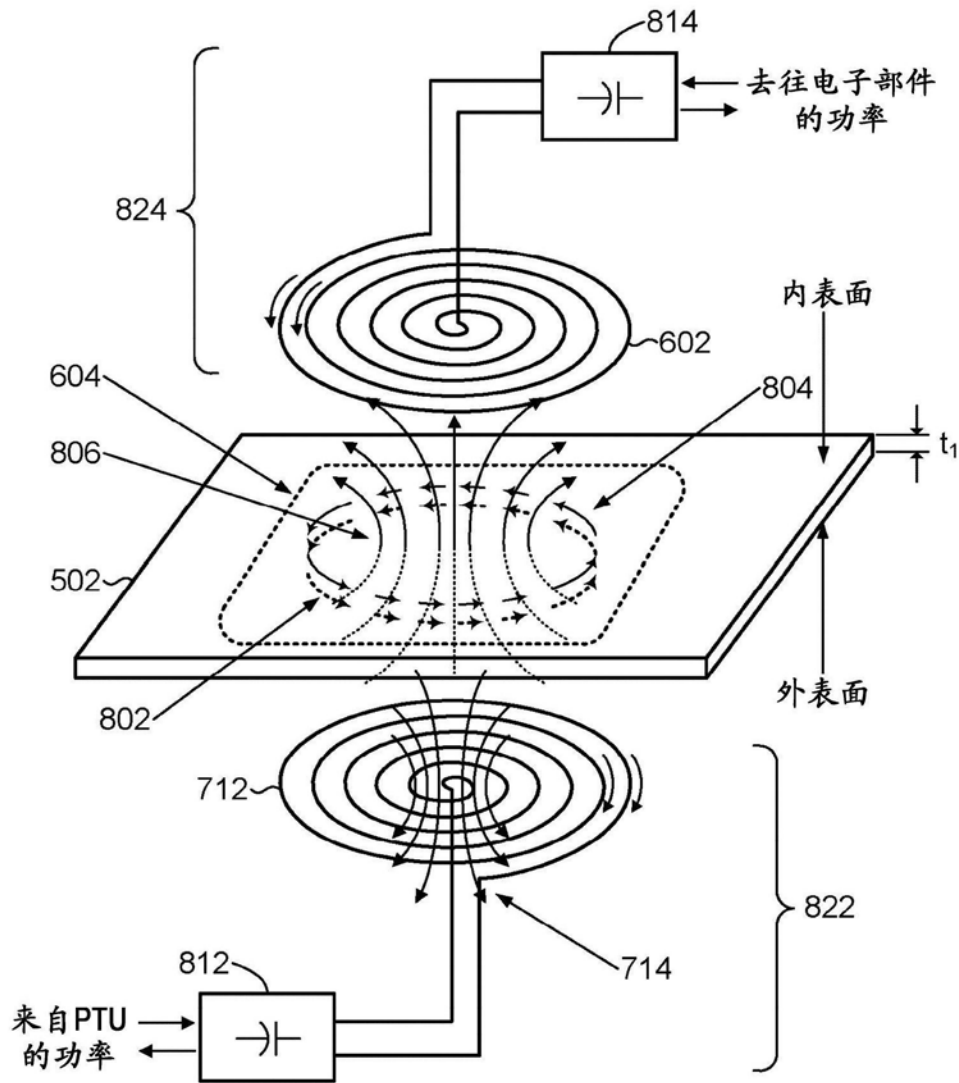


图8

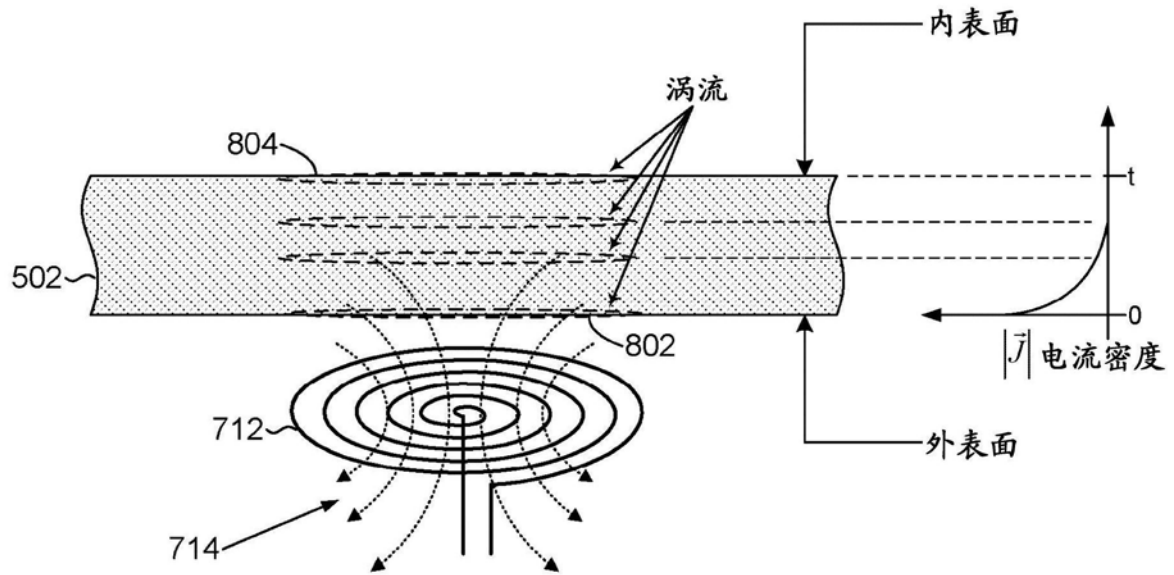


图8A

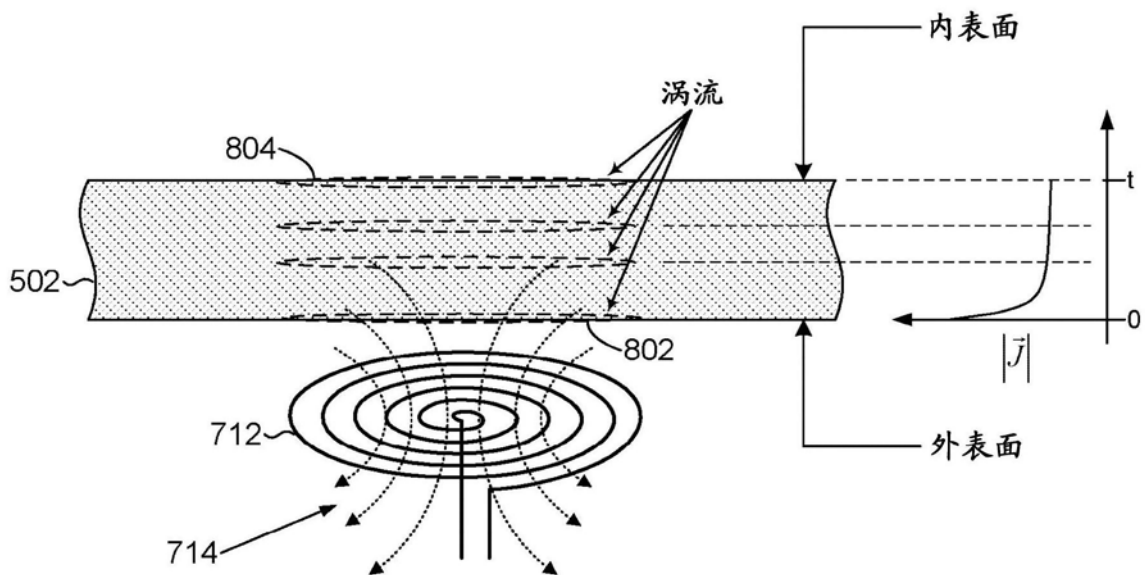


图8B

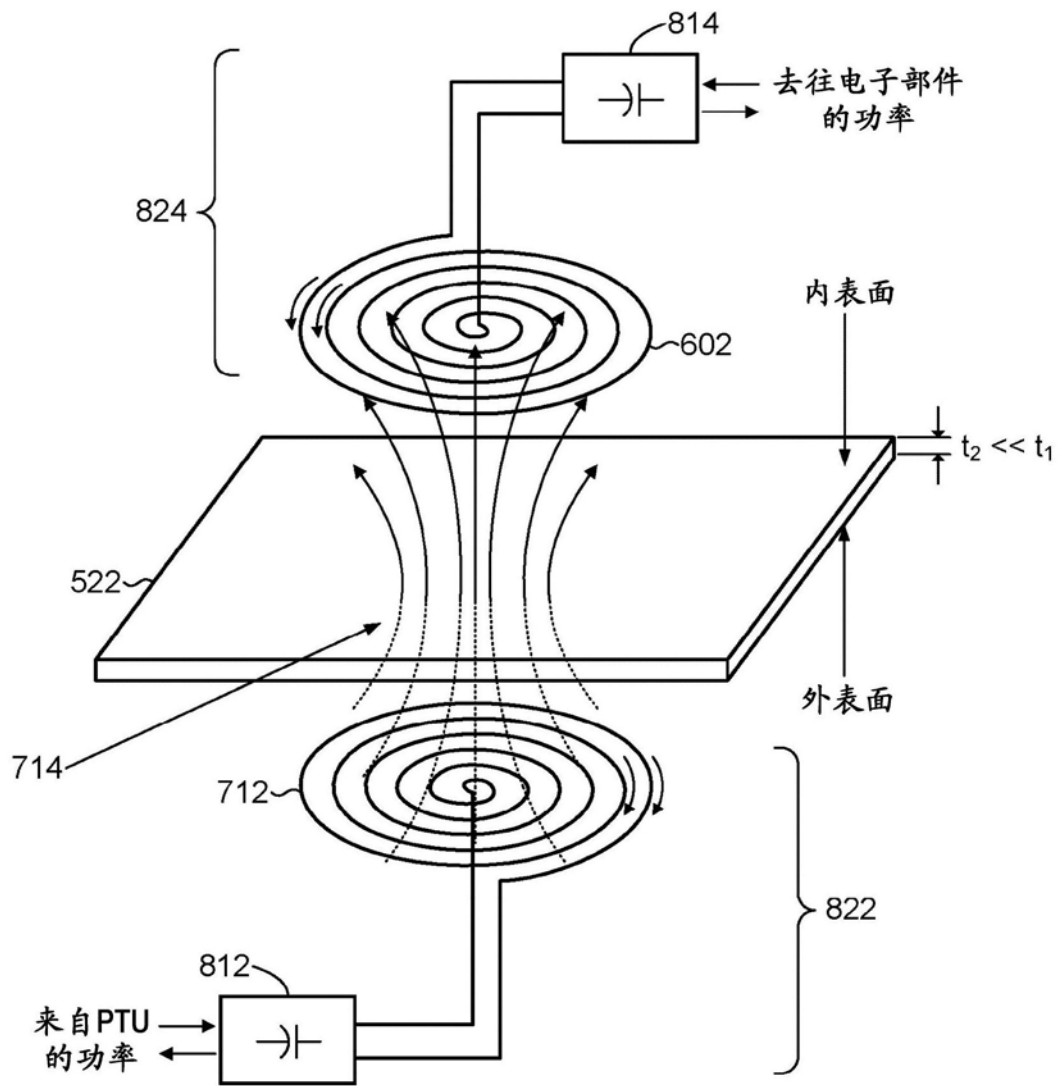


图8C

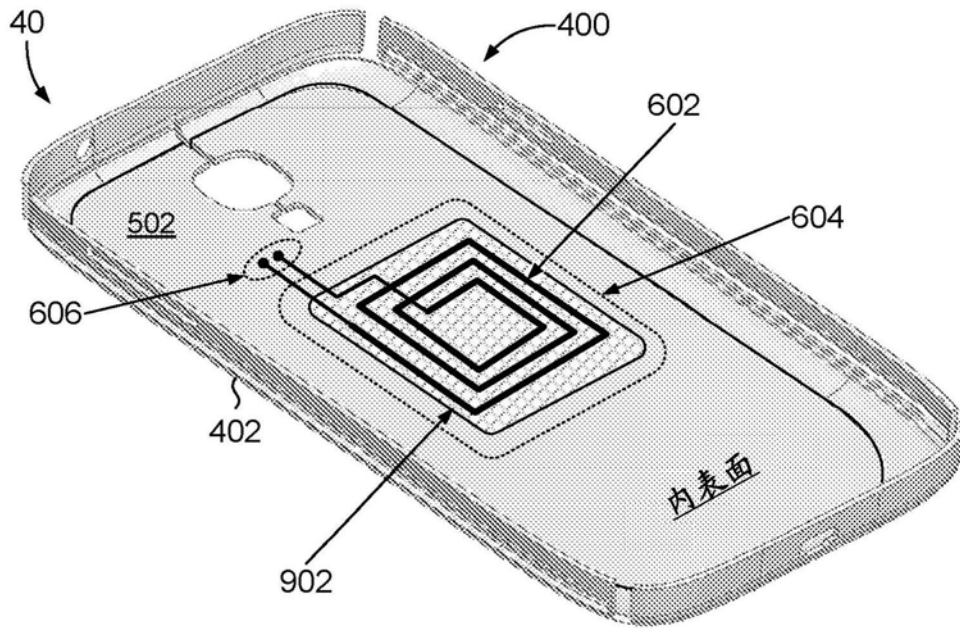


图9A

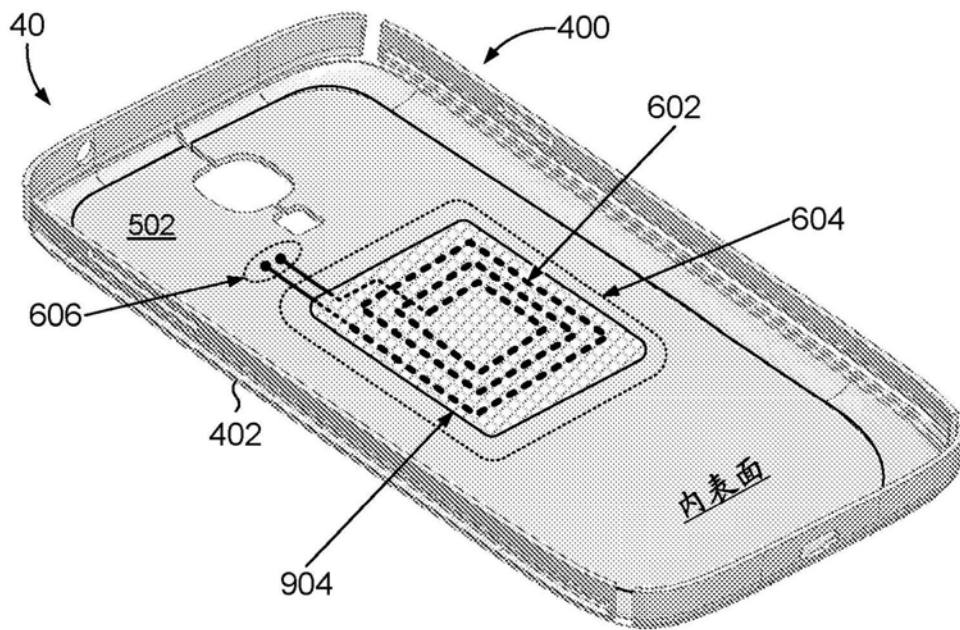


图9B



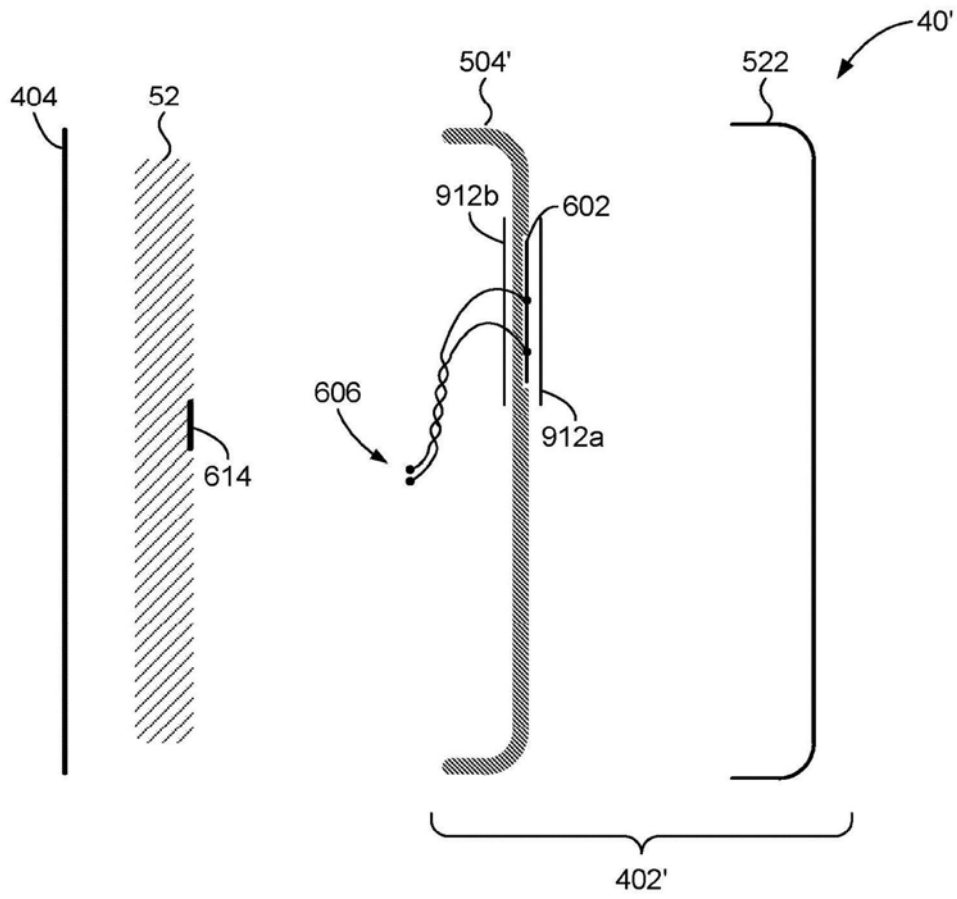


图9C

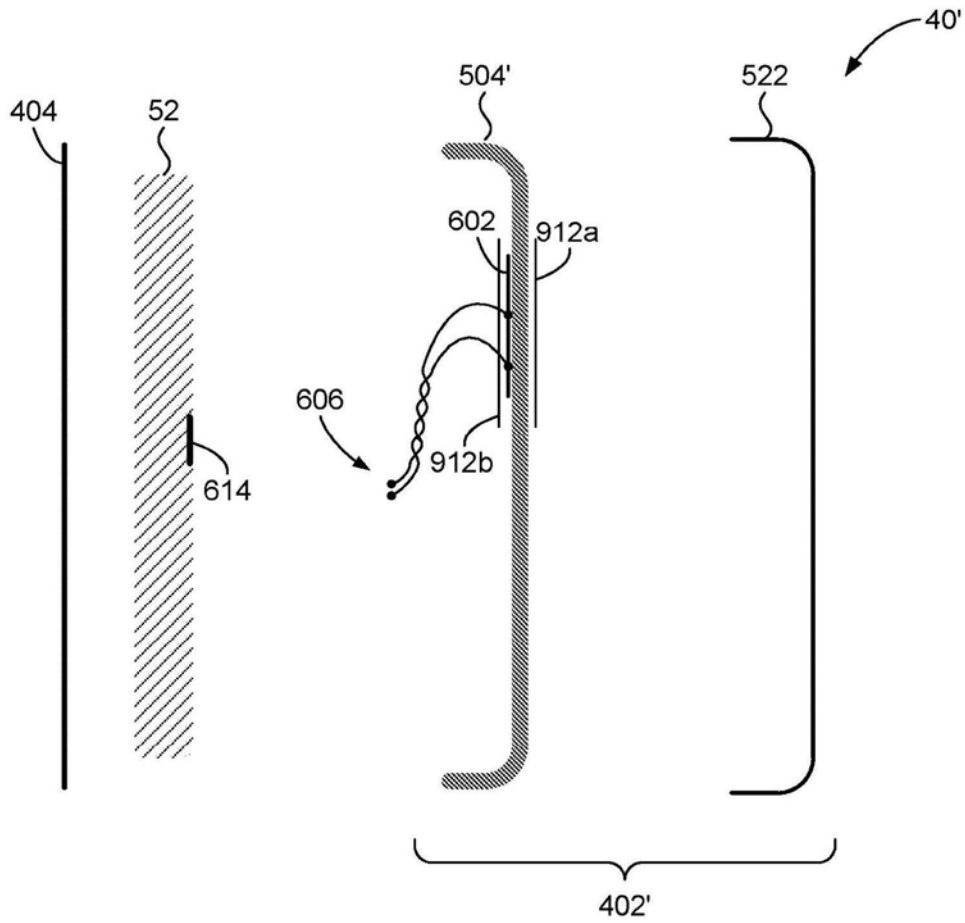


图9D

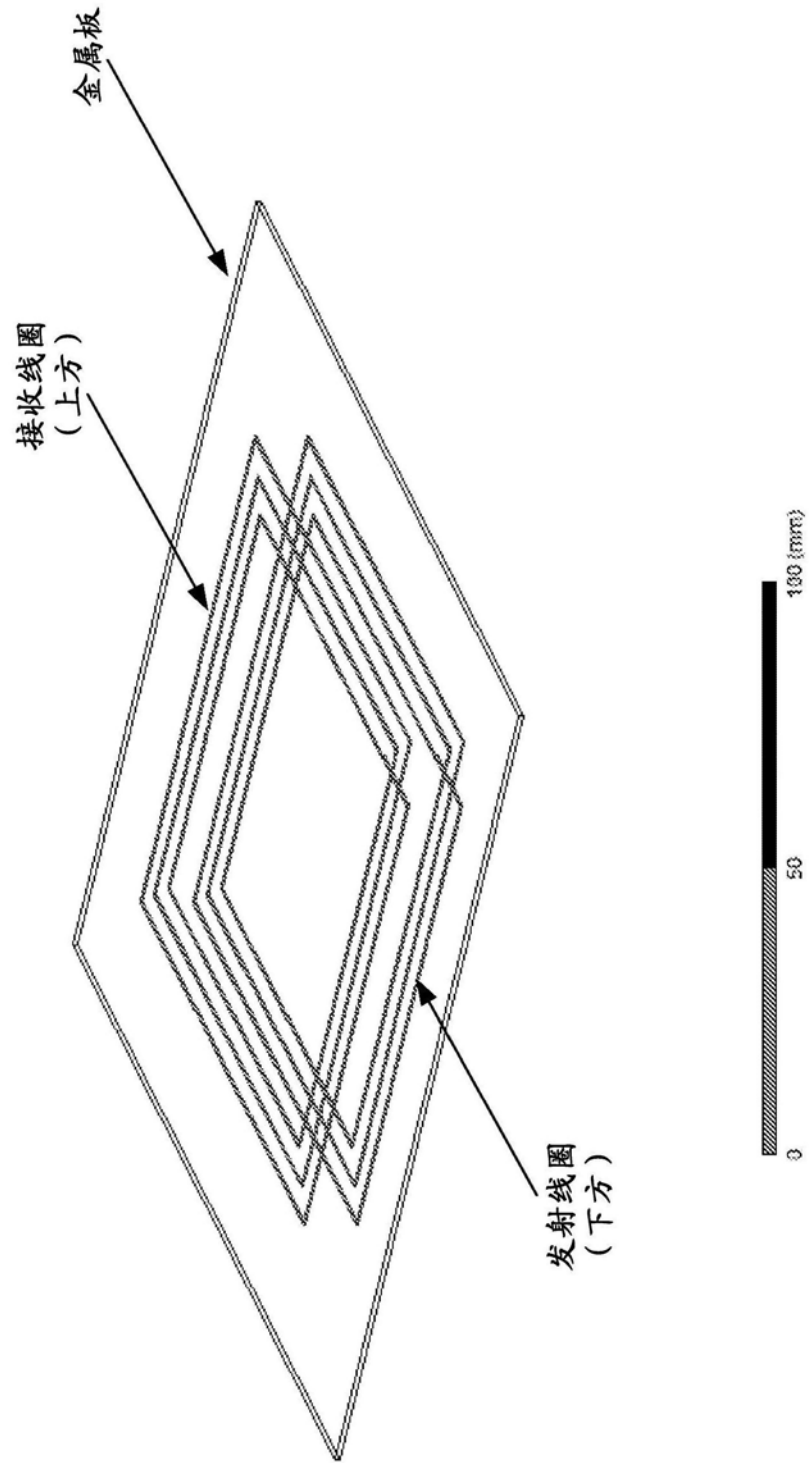


图10

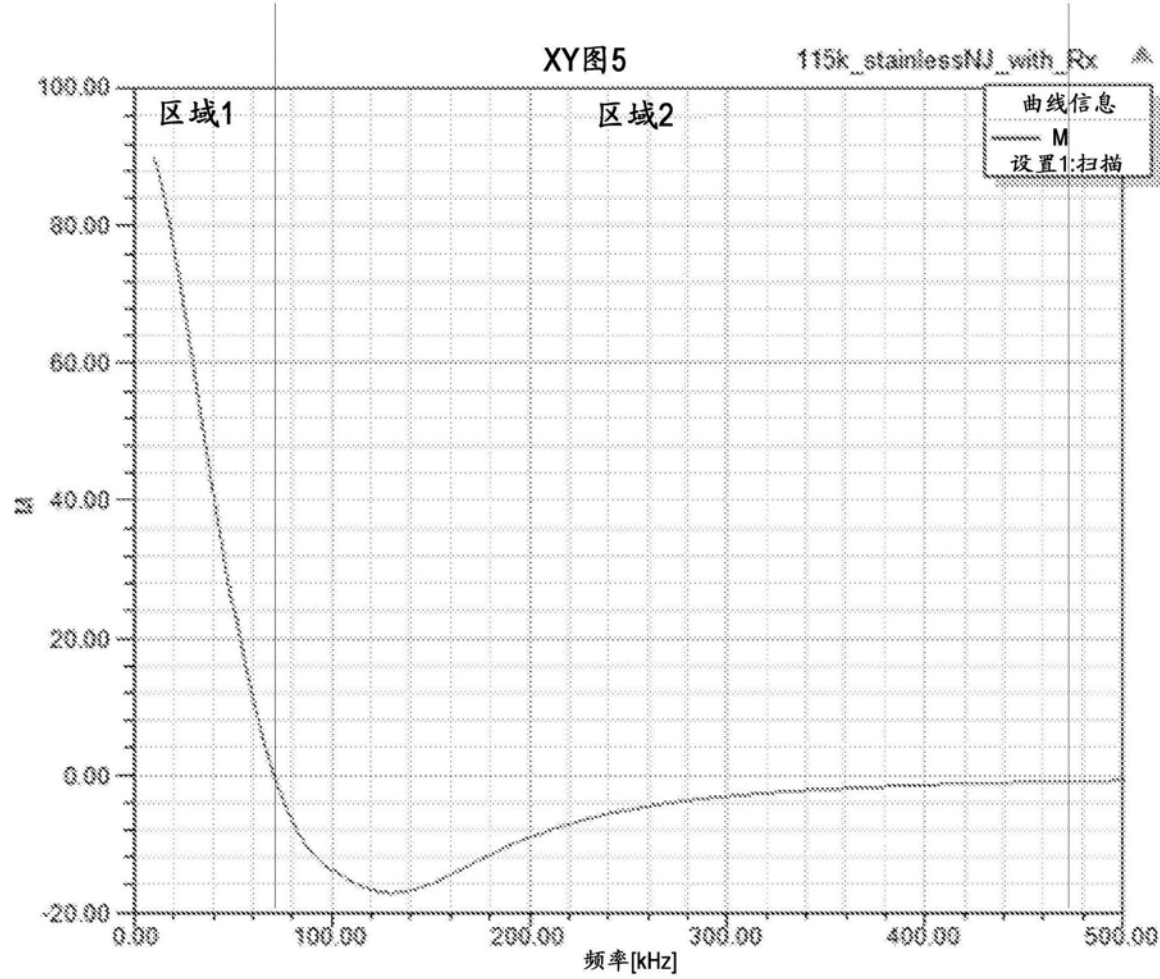


图11A

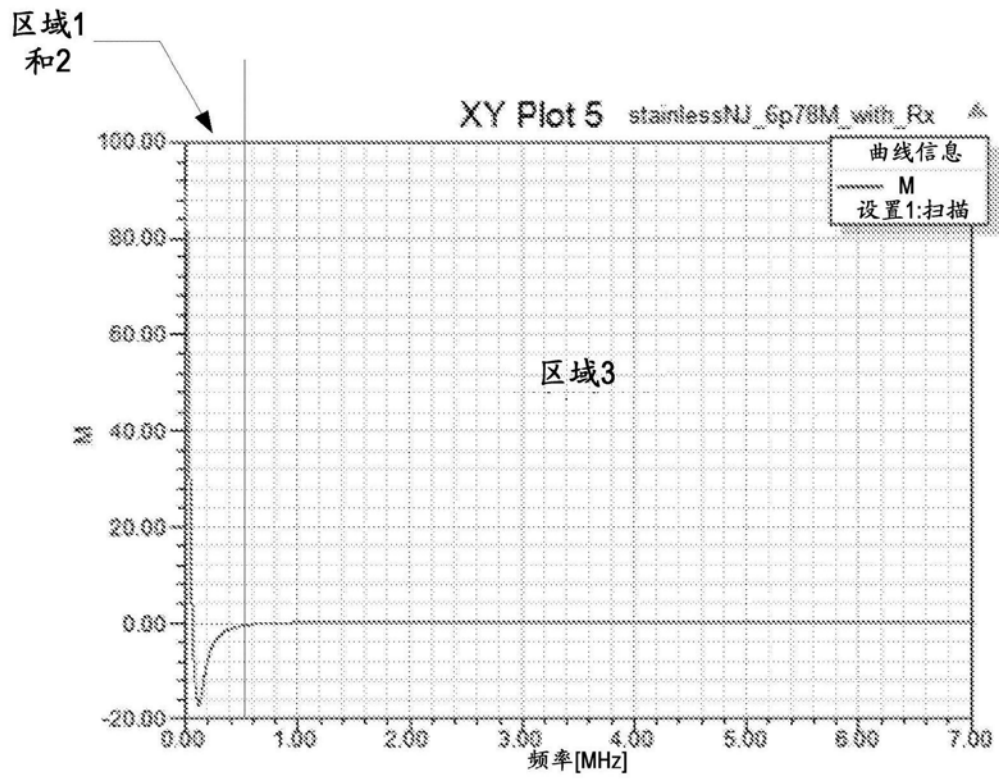


图11B

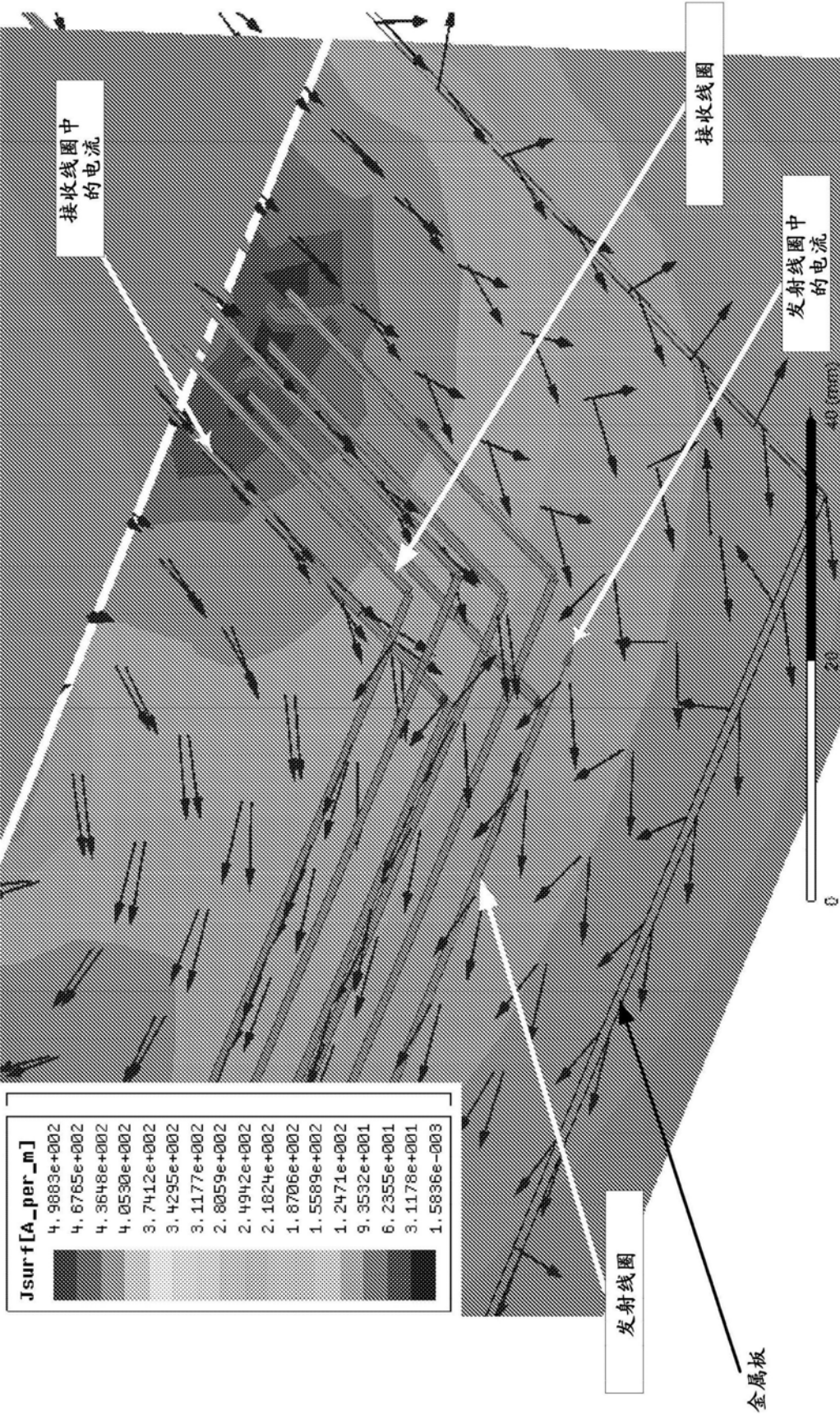
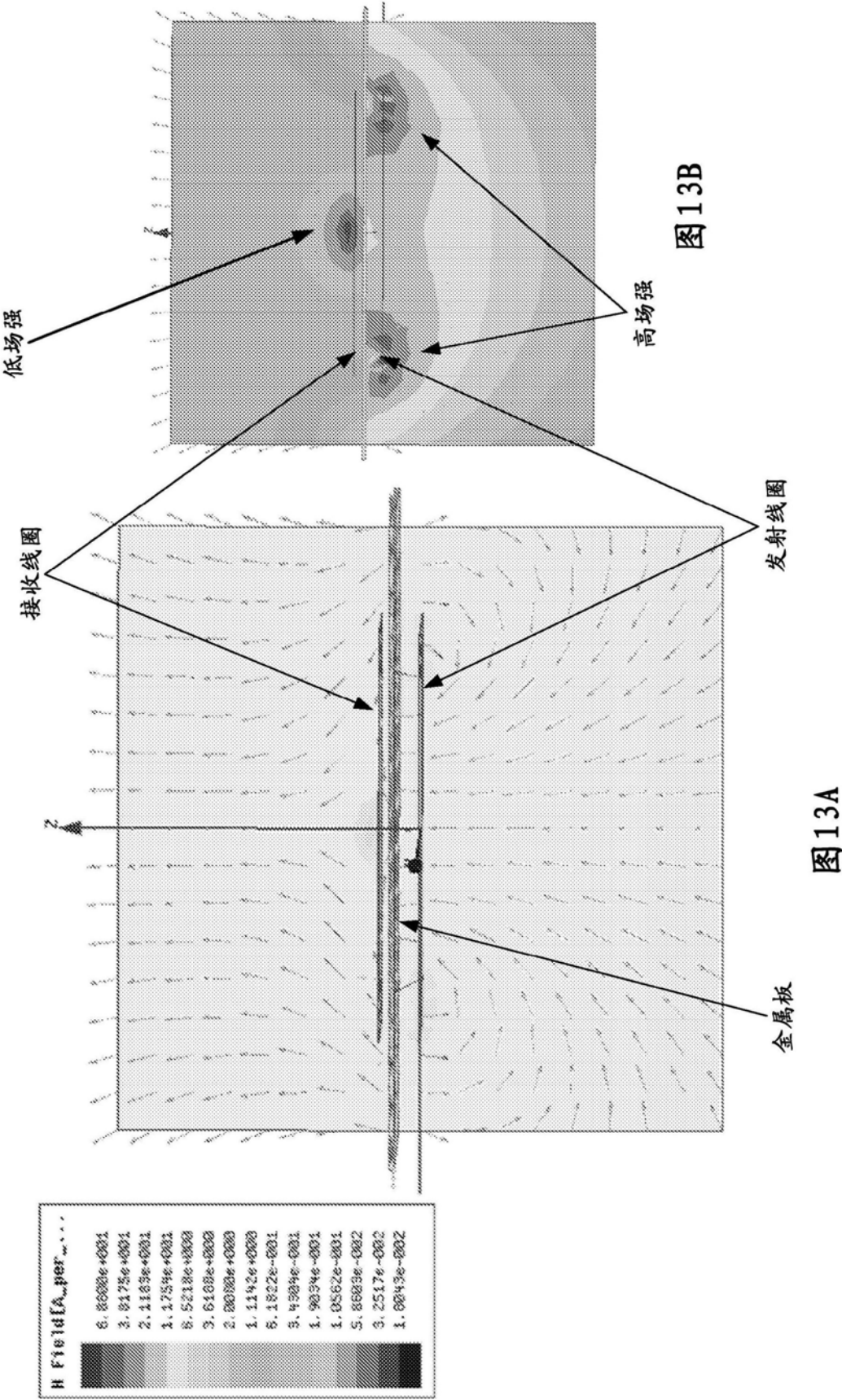
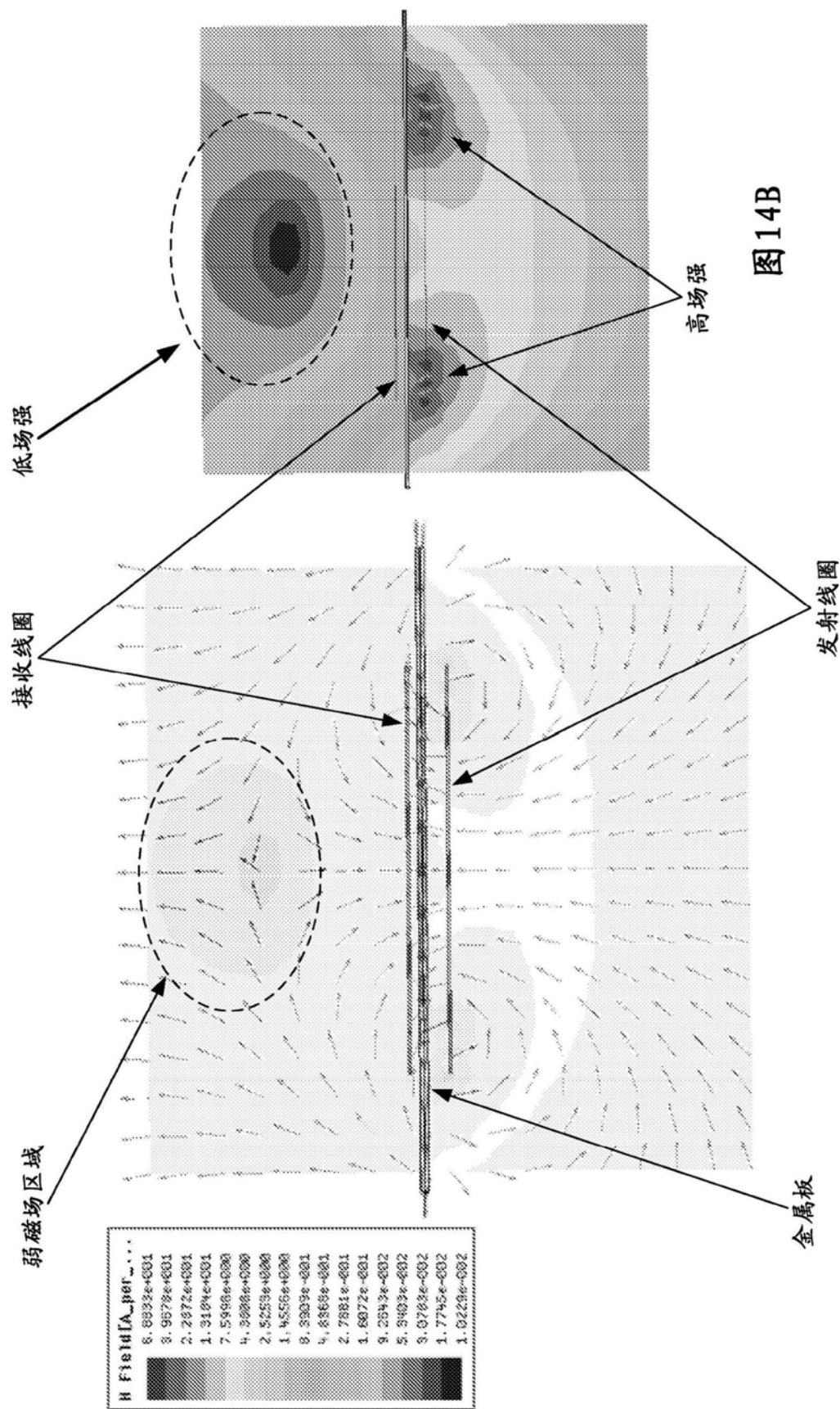


图12







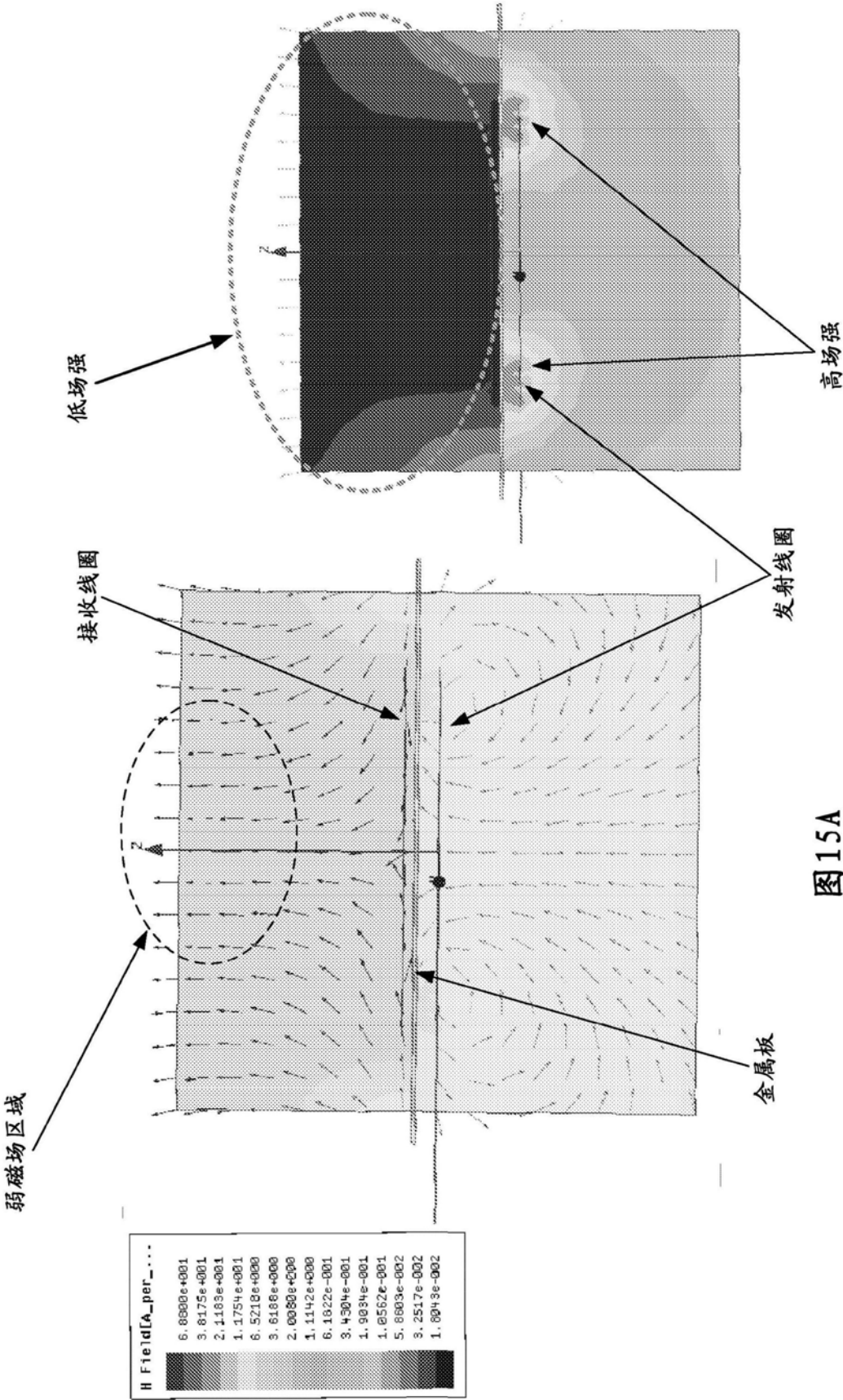


图15B

图15A