

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580009179.6

[51] Int. Cl.

H01Q 1/22 (2006.01)

H01Q 7/00 (2006.01)

G06K 7/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 3 月 21 日

[11] 公开号 CN 1934746A

[22] 申请日 2005.2.17

[21] 申请号 200580009179.6

[30] 优先权

[32] 2004.3.23 [33] US [31] 10/807,072

[86] 国际申请 PCT/US2005/005035 2005.2.17

[87] 国际公布 WO2005/104296 英 2005.11.3

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.22

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 威廉姆·C·埃格伯特

托马斯·赫特勒

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任
公司

代理人 黄启行 穆德骏

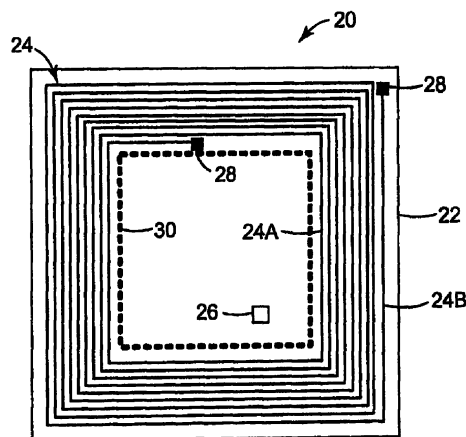
权利要求书 6 页 说明书 19 页 附图 15 页

[54] 发明名称

具有补偿元件的射频识别标签

[57] 摘要

射频识别 (RFID) 标签包括补偿元件。补偿元件增强补偿 RFID 标签的操作, 甚至当其很接近其它 RFID 标签时, 不论其它标签是补偿标签还是未补偿标签。补偿元件可以包括添加到 RFID 标签天线的导电材料的闭合环路。当多个 RFID 标签很接近时导电环路补偿 RFID 标签性能, 并将标签的装配组的频率响应居中到 RFID 系统的操作频率附近。



1. 一种包括导电材料闭合环路的补偿元件，该闭合环路具有用于电磁耦合到感应环路天线的尺寸。

5

2. 根据权利要求 1 的补偿元件，其中在补偿元件中响应到感应环路天线的电磁耦合感应出寄生电流。

10

3. 根据权利要求 1 的补偿元件，其中导电材料包括管芯切割金属薄片、图案化的金属薄片、电镀导电金属、印刷的导电墨水以及还原到导电状态的印刷前体材料之一。

4. 根据权利要求 1 的补偿元件，其具有充分的直线形形状。

15

5. 根据权利要求 1 的补偿元件，其具有充分的圆形形状。

6. 根据权利要求 1 的补偿元件，其进一步包括其上布置有闭合环路的基底。

20

7. 根据权利要求 6 的补偿元件，其进一步包括布置在基底的一侧上的粘性层。

8. 根据权利要求 7 的补偿元件，其中补偿元件和粘性层布置在基底的相同侧上。

25

9. 根据权利要求 7 的补偿元件，其中补偿元件和粘性层布置在基底的相对侧上。

30

10. 一种射频识别（RFID）标签，其包括：
感应环路天线；以及

补偿元件，其布置用于电磁耦合到感应环路天线。

11. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中利用在感应环路天线中的原电流在补偿元件中感应出寄生电流。

5

12. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中补偿元件布置用于电磁耦合到感应环路天线，这样在很接近其它 RFID 标签时 RFID 系统询问天线能够检测到补偿 RFID 标签。

10

13. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其还包括其中存储有识别信息的 RFID 管芯。

14. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中补偿元件包括导电材料的闭合环路。

15

15. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路具有充分的直线形形状。

20

16. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路具有充分的圆形形状。

17. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路与感应环路天线电气隔离。

25

18. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路电气连接到感应环路天线。

30

19. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路布置在感应环路天线的最里面环路内部。

20. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路布置在感应环路天线的环路之间。

5 21. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路布置在感应环路天线的最外面环路之外。

22. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中补偿元件具有相对于感应环路天线的轴 0 到 45 度的角位移。

10 23. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中导电材料包括管芯切割金属薄片、图案化的金属薄片、电镀导电金属、印刷导电墨水和还原到导电状态的印刷前材料之一。

15 24. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路布置在感应环路天线的至少一个环路的 10 线宽度内。

25. 根据权利要求 14 的 RFID 标签，其中闭合环路布置在感应环路天线的至少一个环路的 2 线宽度之内。

20 26. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中补偿元件具有轴，该轴与感应环路天线的轴充分对齐。

27. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中补偿元件充分位于与感应环路天线的平面平行和接近的平面内。

25

28. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中补偿元件充分地感应环路天线共面。

30 29. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中 RFID 标签在大约 $13.56 \pm 1.0\text{MHz}$ 的频率处共振。

30. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中补偿元件与感应环路天线物理分开。

5 31. 根据权利要求 10 的 RFID 标签，其中补偿元件包括感应环路天线的至少一个环路，其电气连接到感应环路天线的至少一个其它环路。

10 32. 根据权利要求 31 的 RFID 标签，其中闭合环路包括感应环路天线的至少两个环路，并且其中感应环路天线的两个环路的每一个电气连接到感应环路天线的另一个不同的环路。

15 33. 根据权利要求 32 的 RFID 标签，其中电气连接到感应环路天线的至少一个其它环路的感应环路天线的至少两个环路为相邻环路。

34. 根据权利要求 32 的 RFID 标签，其中电气连接到感应环路天线的至少一个其它环路的感应环路天线的至少两个环路为不相邻环路。

20 35. 根据权利要求 31 的 RFID 标签，其中感应环路天线的至少一个环路电气短路到感应环路天线的至少一个其它环路。

36. 一种射频识别（RFID）系统，其包括：

25 存储区，其用于存储多个物品，每个物品都具有相关联的多个 RFID 标签之一，并且其中 RFID 标签的至少一个为补偿 RFID 标签；

 询问天线，其接近存储区以产生充分的询问电磁场来感应来自多个 RFID 标签的响应；以及

 RFID 阅读机，其耦合到询问天线，用于控制到天线的功率，并接收来自 RFID 标签并利用询问天线传送的信息，

30 其中补偿 RFID 标签包括感应环路天线和补偿元件，该补偿元件

布置用于电磁耦合到感应环路天线，使得即使当补偿 RFID 标签出现在其它 RFID 标签中时询问天线也能够与补偿 RFID 标签通信。

5 37. 根据权利要求 36 的系统，其中通过在感应环路天线中的原电流在补偿元件中感应出寄生电流。

38. 根据权利要求 36 的系统，还包括物品管理系统来接收来自 RFID 阅读机的信息并将信息存储在数据库中。

10 39. 根据权利要求 36 的系统，还包括耦合到物品管理系统的远程计算机，其用于将信息呈现给远程用户。

40. 根据权利要求 36 的系统，其中存储区包括书架单元、橱柜、垂直文件隔离器、智能小车和桌面阅读机中的至少一个。

15 41. 根据权利要求 36 的系统，其中信息包括在存储区内的物品的位置信息。

20 42. 根据权利要求 36 的系统，其中具有相关联的 RFID 标签的物品包括文件和文档的至少一种。

43. 根据权利要求 36 的补偿 RFID 标签，其中补偿元件布置在感应环路天线的至少一个环路的 10 线宽度内。

25 44. 根据权利要求 36 的补偿 RFID 标签，其中至少一些其它 RFID 标签是未补偿 RFID 标签。

30 45. 根据权利要求 36 的补偿 RFID 标签，其中至少一些其它 RFID 标签是补偿 RFID 标签。

46. 一种射频识别 (RFID) 标签, 用于布置在导电平面上, 其包括:

基底;

布置在基底上的感应环路天线;

5 补偿元件, 其布置用于电磁耦合到感应环路天线; 以及
介质隔板, 其布置在基底和导电表面之间。

47. 根据权利要求 46 的 RFID 标签, 其中介质隔板具有小于 10 的介电常数。

10

48. 根据权利要求 47 的 RFID 标签, 其中介质隔板具有小于 3 的介电常数。

49. 根据权利要求 46 的 RFID 标签, 其中介质隔板具有小于 10mm 的厚度。

15

50. 根据权利要求 49 的 RFID 标签, 其中介质隔板具有小于 5mm 的厚度。

具有补偿元件的射频识别标签

5 技术领域

本发明涉及用于文档和文件管理的射频识别系统的使用，更具体地涉及用于射频识别系统的射频识别标签。

背景技术

10 射频识别（RFID）技术实际上在每种行业中得到广泛的使用，包括交通、制造、废物管理、邮政跟踪、航空包裹核对以及公路费管理。典型的 RFID 系统包括 RFID 标签，具有天线以及计算装置的 RFID 阅读机。RFID 阅读机包括发射机，其提供能量或信息给标签；以及接收机，其从标签接收标识和其它信息。该计算装置处理由 RFID 阅读机获得的信息。

15

通常，从标签接收到的信息对于具体应用是特定的，但是经常提供对于其上固定有标签的物品的识别。该物品可以为制造的产品、车辆、动物或个体、或几乎任何其它有形物品。还将为该物品提供另外的数据。标签可以在制造过程中使用，例如在制造期间指出汽车底盘的涂料颜色或指出其它有用信息。

20

发射机通过天线输出 RF 信号来创建电磁场，使得标签返回携带信息的 RF 信号。在一些配置中，发射机启动通信，并使用放大器来利用调制后的输出信号驱动天线，以与 RFID 标签通信。在其它配置中，RFID 标签从 RFID 阅读机接收连续波形信号，并通过立即利用其信息进行响应来启动通信。

25

传统标签可以为包括内部电源的“有源”标签或由场激励的“无源”标签。在任一种情况下，RFID 标签使用预定协议进行通信，允许

30

RFID 阅读器接收来自一个或多个标签的信息。计算装置通过从 RFID 阅读器接收信息并执行一些动作，比如更新数据库或发出警报，起到信息管理系统的作用。此外，计算装置作为用于经由发射机将数据编程到标签中的装置。

5

发明内容

射频识别（RFID）标签包括补偿元件。当在其它 RFID 标签组面前出现补偿后的 RFID 标签时，可以认识到补偿元件 30 的作用。补偿元件 30 增加补偿的 RFID 标签 20 被 RFID 系统检测出来的可能性，即使在相当接近其它 RFID 标签的情况下，无论该其它 RFID 标签为类似地补偿、不同地补偿或未补偿。

10

补偿元件可包括充分接近 RFID 标签天线布置的导电材料的闭合回路。在使用中，补偿元件电磁耦合到 RFID 标签天线，这样在 RFID 天线中感应的原电流在补偿元件中感应出反环流寄生电流。此寄生电流导致在补偿的 RFID 标签和组中的其它 RFID 标签之间的标签到标签耦合减少。

15

本发明的一个或多个实施例的细节将在如下的附图和描述中阐明。本发明的其它特征、目的和优点从描述、附图和权利要求中将显而易见。

20

附图说明

图 1 为描述射频识别（RFID）系统的框图，其中 RFID 标签包含根据这里描述的技术的补偿元件。

25

图 2 为根据这里描述的技术的补偿的 RFID 标签的一个示例实施例的示意图。

图 3-10 为补偿的 RFID 标签的另外示例实施例的示意图。

图 11A-11C 为补偿的 RFID 标签的另外示例实施例的侧透视图。

30

图 12A-12C 为补偿的 RFID 标签的另外示例实施例的侧透视图。

图 13 为大体描述在补偿的 RFID 标签中的电流的方向的图。

图 14 为显示存在询问场时五个补偿的 RFID 标签的示例响应的图。

5 图 15A 为显示直线形 (rectilinear) 补偿的 RFID 标签的共振频率和补偿元件的尺寸之间的关系的图。

图 15B 为显示直线形补偿的 RFID 标签的共振频率和补偿元件的尺寸之间的关系, 以及圆形补偿的 RFID 标签的共振频率和补偿元件的尺寸之间的关系的图。

10 图 16 为显示补偿的 RFID 标签的共振频率和补偿元件的角位移之间的关系的图。

图 17 为显示共振频率和振幅与在补偿的 RFID 标签中的多个短路线圈 (shorted coil) 组合之间的关系的图。

图 18 为显示导电基底上具有补偿元件的 RFID 标签的图。

15 具体实施方式

图 1 为描述示例 RFID 系统 10 的框图, 其中 RFID 标签包括根据这里描述的技术的补偿元件。在图 1 所示的示例中, RFID 系统 10 用于跟踪书本、文档、文件或其它物品。该 RFID 系统可以例如配置在图书馆、律师事务所、政府机构或其它产生和/或存储文档和文件的机构中, 例如商务、刑事和医务记录。物品包括唯一地识别该物品的 RFID 标签。此外, 每个 RFID 标签也可以包括描述该物品的信息以及指示该物品的移动是否被批准的信息。RFID 标签可以嵌在物品中, 这样标签基本察觉不到, 从而减少或阻止损害。

25 如图 1 中所描述的, RFID 系统 10 包括退出控制系统 15, 其检测物品从保护区域的未批准移动。例如, 该保护区域可以为图书馆而该物品可以为书本或其它通常经检查带出或带入图书馆的物品。技术还可以应用于其它类型的物品而不偏离本发明的范围。

30 退出控制系统 15 包括格架 19A 和 19B, 这两个格架限定位于保护

区域的出口附近的询问区或通道。该格架 19A 和 19B 包括天线，用于当 RFID 标签通过通道时询问该 RFID 标签，以确定附着有该标签的物品的移动是否是批准的。出口控制系统 15 可以使用至少一个 RFID 阅读器（未显示）来驱动天线。为了检测标签，RF 阅读器通过天线输出 RF 功率来在询问通道中创建电磁场。通常当磁性元件用于与 RFID 标签耦合时，术语“电磁场”和“磁场”在这里互换地使用。

RF 阅读器从出现在询问通道中的任何标签接收信息，并且出口控制系统 15 确定该物品的移动是否是批准的。如果该物品的移动未批准，那么出口控制系统 15 启动一些合适的安全行为，例如发出可听到的警报、锁定出口门或其它行为。

此外，RFID 系统 10 包括登记/取出区 11，通过该区授权人处理物品的取出和返还。具体地说，登记/取出区 11 包括 RFID 阅读器 18，其用于询问固定到物品上的 RFID 标签，并按照需要改变它们的状态，例如登记或取出物品。登记/取出区 11 可以用于例如在将文件取出文件夹或将书本借出图书馆。

此外，物品可以放置在一定数量的存储区 12 中，例如放置在开放书架 12A、橱柜 12B、垂直文件隔离器 12C 中或其它位置，如图 1 中所示。每个存储区 12 包含标签询问能力，其使得可以跟踪机构各处的物品。例如在办公室或医务设置（setting）中的文件夹，可以经由存储区 12 在机构各处进行跟踪。例如在图书馆设置中，可以在登记后跟踪在书架 12A 上的书本。

为了提供 RFID 询问能力，每个存储在存储区 12 中的物品具有相关联的 RFID 标签。该标签可以嵌入在物品中或应用于物品或物品的包装，这样标签至少是基本不可察觉的，其可以帮助阻止检测和损害。RFID 标签可以在最终用户位置处应用，或可以在物品的制造期间插入或应用至物品例如文件夹、文档、书本或类似。

用于在电磁频谱的高频（HF）范围例如大于 3 兆赫兹（MHz）中操作的 RFID 系统的各个标签，典型地使用感应环路天线，其具有几毫米（mm）到几十毫米（mm）的直径尺寸。附着到感应环路天线的硅管芯提供电子功能，其可以包括信号接收和发送、数据处理、唯一识别信息和数据存储和寻址。位于 RFID 系统 10 中例如在出口控制系统 15、登记/取出站 11 和存储位置 12 处的 RFID 阅读机或询问机，使用天线来通过电磁（无线）传输和接收的信号与 RFID 标签通信。RFID 阅读机随后通过无线链路或有线电缆连接来与物品管理系统 14 通信。

RFID 标签可以使用电化学电池供电（也称为“有源标签”），或 RFID 标签完全利用从阅读机发射的 RF 场来获得其动力（也称为“无源标签”）。在后一种情况中，RFID 标签可以保持无动力以及不确定的休眠，而不需要电池或外部电源的维持。虽然以下的讨论将主要集中在无源（也就是无电池）RFID 标签上，将知道本发明不局限于无源标签，并且这里描述的原理和结果也可应用到具有感应环路天线的有源 HF RFID 标签中。

RFID 系统 10 可以在政府条例（regulation）对于电磁辐射限定的电磁频谱频段中进行操作。例如，RFID 系统 10 可以以世界通用标准在中心为 13.56 MHz 并允许频率在 ± 7 kHz 中变化的工业科研医疗（ISM）频段中进行操作。然而，其它频率也可以用于 RFID 应用，并且本发明并不局限于此，例如，一些在大的存储区例如仓库中的 RFID 系统可以使用在大约 900 MHz 处操作的 RFID 系统。应该知道本领域技术人员可以合理地将 RFID 系统 10 的操作扩展到其它频率，例如感应环路 RFID 天线在 HF 频段中不同于 13.56 MHz 的频率处操作，或者在其它频段例如 125 kHz 到 138 kHz 的低频（LF）段操作。

位于 RFID 系统 10 中的阅读机和询问机的天线通常利用近场磁感应耦合到 RFID 标签。例如，由阅读机产生的时变 RF 场通过磁感应耦

合到 RFID 标签上的环路天线，并在 RFID 标签天线的感应环路（多个）中感应出电动势（“电压”）。该感应出的电动势驱动通过 RFID 标签天线的电流。由 RFID 标签天线接收到的电能利用 RFID 管芯转换为操作管芯内部电路所需要的电压。阅读器利用对于载波频率的适当调制与 RFID 管芯进行通信。管芯通过调制其提交给 RFID 标签天线的负载与阅读器通信，致使 RFID 标签周围的 RF 场的调制后向散射。阅读器的接收机检测来自 RFID 标签的后向散射信号。阅读器可以可靠地与标签通信的距离，“阅读距离”，是阅读器设计、辐射功率、RFID 管芯设计、RFID 标签天线和阅读器标签天线方向的函数。

10

为了得到最大的阅读范围，可以调谐 RFID 标签，以在 RFID 系统的操作频率附近电子共振。调谐到系统操作频率支持从 RF 场到 RFID 标签的最大能量传输。

15

RFID 询问机或阅读器将位置信息通信给物品管理系统 14，该物品管理系统 14 提供用于位置信息的聚集的中心数据存储。物品管理系统 14 可以连接网络或另外耦合到一台或多台计算机，这样在不同位置的个体可以存取与那些物品相关的数据。

20

位置信息的收集和聚集对于许多目的是有效的。例如，用户可以请求特定物品或物品组例如文件或一组书本的位置。物品管理系统 14 可以从数据存储中寻址位置信息，并向用户报告在存储区之一中物品所位于的最后位置。可选地，物品管理系统 14 可以再询问或另外再取得物品的当前位置，以核实物品在数据库中指示的位置。

25

如上所述，系统 10 的每个存储区 12 可以配置有一个或多个阅读器天线来询问物品以协助确定哪件物品位于每个存储区中。一个可以使用的示例阅读器天线在 2003 年 3 月 3 日提交的待审批中且共同转让的美国专利申请序号 10/378,458 中进行描述，该专利申请的全部内容通过参考包括在这里。一个或多个天线可以布置在开放书架 12A 中来

30

创建用于与存储在其中的物品相关联的 RFID 标签通信的电磁场。类似地，天线可以位于橱柜 12B、垂直文件分离器 12C、桌面阅读机 12D 或其它位置中。天线可以以多种方式进行布置，例如在每个书架的顶部或底部、在书架的背部或垂直地支持，散布在文件之间。天线可以
5 改装至现有的书架或装入书架并且作为组件购买。系统可以配置为以任何方式询问或调查 RFID 标签。例如，天线可以连续地调查 RFID 标签，按照用户规定的顺序调查标签或根据需要调查标签。

经常，一组具有 RFID 标签的物品，例如书架上的文件夹很接近
10 地布置在 RFID 系统 10 的阅读机或询问机中。传统的 RFID 标签，包括调谐用于在 RFID 系统操作频率 f_0 处得到最优功能的标签，显示出明显的干扰，也就是当标签彼此接近时的标签到标签耦合。此干扰导致不能“阅读”或识别组中的各个 RFID 标签的一些或全部。结果，不能获得精确或最新信息，例如标签有传统 RFID 标签的各个物品的位置。

15 相反的，RFID 系统 10 使用包括补偿元件 30 的“补偿 RFID 标签”。补偿 RFID 标签在例如需要阅读一组彼此接近的 RFID 标签时是有用的。例如，当包含标签的物品存储在书架上或在抽屉中，或被携带通过出口控制系统时，附着到文件夹或书本的 RFID 标签可能很接近其它
20 RFID 标签。补偿 RFID 标签设计为使得每个补偿 RFID 标签当其很接近其它 RFID 标签时也可以独立地读取，不管其它 RFID 标签是否相似地补偿、不同地补偿或未补偿。

补偿元件和补偿 RFID 标签的多个示例实施例现在将参考图 2-12
25 给出。补偿元件和补偿 RFID 标签的多个示例实施例的操作的详细描述将在下面参考图 13-17 给出。

图 2 为描述具有补偿元件 30 的 RFID 标签 20 的示例实施例的示意图。具有补偿元件的 RFID 标签 20 将在这里称为“补偿 RFID 标签
30 20”或“补偿 RFID 标签”。传统的当前技术中公知的未补偿 RFID 标

签被称为“未补偿 RFID 标签”。为了描述方便，补偿元件 30 在图 2 中显示为完全放置在天线 24 的最里面环路 24A 之内。然而应该知道，显示在图 2 的实施例中的补偿元件 30 的具体位置为其中补偿元件可以关于天线 24 布置的很多实施例之一，并且在这个方面本发明不受局限。

5 补偿 RFID 标签 20 和补偿元件 30 的替换实施例将在下面更详细地显示和描述。

基底 22 为天线 24、补偿元件 30 和补偿 RFID 标签 20 的其它元件提供支持。天线 24 为具有多环路的多匝感应环路天线，包括最里面环路 24A 和最外面环路 24B。虽然天线 24 在所有附图中显示为多匝感应环路天线，应该知道天线 24 可以具有单个环路，或也可以具有比附图中明确显示的更多或更少的环路。天线 24 可以利用多种导电图案化技术中的任一种形成在基底 22 上，或可以独立地形成并转移到基底。一个或多个调谐电容器（未显示）可以连接到天线 24 来形成调谐电路。

10 天线 24 的多个环路经由一个或多个孔连接器 28 闭合。RFID 管芯 26 可使用多种互相连接技术之一连接到天线 24，该互相连接技术例如为导电粘合剂、焊接或金属到金属接触。

在图 2 中所示的实施例中，补偿元件 30 为导电材料的闭合回路。

20 在一个实施例中，补偿元件 30 充分放置在平行接近于对其提供补偿的天线 24 的平面上。在另一个实施例中，补偿元件 30 充分放置在对其提供补偿的天线 24 的相同平面中（也就是充分同平面）。补偿 RFID 标签 20 和补偿元件 30 的这些和其它实施例在下面进一步详细描述。

显示在图 2 中的补偿元件 30 的实施例基本为直线形且形状与天线 24 相似。然而，将知道补偿元件 30 可以采用很多其它形状并且其不需要与天线 24 相似地成形。术语“闭合环路”因此可定义为其上闭合的任何形状，例如其上闭合的方形、矩形、圆形、椭圆形、三角形、任何其它多边形或曲边形的形状，这样电流可以在环路中流过。补偿元件 30 和补偿 RFID 标签 20 的这些和其它实施例对于本领域技术人员在

25

30

阅读和理解本说明书之后能够容易地了解。

5 补偿元件 30 的功能当补偿 RFID 标签 20 在至少一个其它 RFID 标签面前时是起作用的。使用中，补偿元件 30 电磁耦合到 RFID 标签天线 24，这样在 RFID 天线 24 中感应出的原电流在补偿元件 30 中感应出反环流寄生电流。该寄生电流导致在组中的补偿 RFID 标签和其它 RFID 标签之间的标签到标签的耦合减少。补偿元件 30 从而增加补偿 RFID 标签 20 被 RFID 系统 10 检测出来的可能性，即使当其很接近其它 RFID 标签时，且不论其它 RFID 标签是相似地补偿、不同地补偿或未补偿。补偿元件 30 的操作将参考图 13-17 在下面进行更详细的描述。

15 补偿元件 30 可以以多种方式中的任何一种形成。一种方法为使用与制造基本天线结构相同的操作，在制造期间形成补偿元件 30 作为 RFID 标签天线 24 的部分。电路形成操作的示例包括但是不局限于管芯切割或图案化金属薄片、电镀导电材料、印刷导电墨水、通过随后的加热或干燥还原到导电状态的印刷前导材料（例如有机金属化合物）以及类似。基底 22 可以为聚合物膜、纸、硬塑料膜、电路板或其它类似非导电性材料。

20 另外一种方法为在与天线制造分开的制造过程中，在 RFID 天线 24 的第一或第二表面上，使用与用于创建图案化的导电天线 24 相同的方法或者不同的方法来形成补偿元件 30。

25 另一种方法为通过前述多种导电图案化技术中的任一种来作为独立电路形成补偿元件 30。补偿元件 30 可以相当接近但是不附着到 RFID 标签 20 布置。或者，补偿元件 30 可以使用例如粘合膜、可固化的粘合膏、双面压敏粘胶带或类似附着到 RFID 标签天线 24 来形成单个单元，以创建与 RFID 标签天线 24 接近的补偿元件 30 的适合构造。

30 图 3 显示了具有补偿元件 30 的补偿 RFID 标签 20 的又一个实施

例。又一次为了描述的方便，补偿元件 30 在此实施例中完全位于天线 24 的最里面环路 24A 之内。在图 3 中，补偿元件 30 经由导电跨接器（短路）32 电气连接到天线 24，该导电跨接器 32 在补偿元件 30 的周界上的一点将最里面的环路 24A 连接到补偿元件 30。也就是说，补偿元件 30 可以与 RFID 标签天线 24 电气接触并依然执行这里描述的补偿功能。

在图 2 中，补偿元件 30 没有电气连接到天线 24。应该知道补偿元件 30 可以电气连接到 RFID 标签天线 24，或补偿元件 30 可以接近但是与 RFID 标签天线 24 电气隔离地布置。任一种方案，不管补偿元件 30 是电气连接到 RFID 标签天线 24 还是与之电气隔离，导致补偿元件 30 可以具有这里描述的补偿效果。

图 4 显示了补偿 RFID 标签 20 的又一个示例实施例。其中，补偿元件 30 散布在天线 24 的环路之间。补偿元件 30 实际上可以位于天线 24 的任何环路之间并依然具有这里描述的补偿效果。

图 5 显示了补偿 RFID 标签 20 的又一个实施例。在此实施例中，补偿元件 30 位于天线 24 的最外面环路 24B 的外部。在图 2-5 中显示的实施例表明补偿元件 30 可以完全位于天线 24 的环路之内、散布在天线 24 的环路之间或完全位于天线 24 的环路之外，而不偏离本发明的范围。

图 6 显示了包括补偿元件 30 的补偿 RFID 标签 20，该补偿元件 30 具有充分与天线 24 的轴对齐的轴。也就是，补偿元件 30 的线充分与天线 24 的对应线平行。

图 7 显示了具有补偿元件 30 的补偿 RFID 标签 20 的另一个实施例，该补偿元件 30 具有相对于天线 24 的轴成大约 45 度的“偏移角”的轴。在一些 RFID 标签应用中，可以使用如图 6 中所示的实施例。例

如，当在制造时候将补偿元件 30 安装到 RFID 标签中时，可以确保补偿元件 30 和 RFID 标签天线 24 的充分对齐。在这种情况下，补偿元件 30 可以简单地包括在 RFID 标签 20 自身的生产布线图中，并可以得到补偿元件 30 和 RFID 标签天线 24 的轴的充分对齐。

5

在其它应用中，如图 7 中所示的实施例可以是合适的。例如，当添加补偿元件 30 到传统未补偿 RFID 标签中时，由于人为错误或通过设计，补偿元件 30 可能相对于天线 24 的轴成偏移角 34 布置。因此应当理解，补偿元件 30 相对于天线 24 的轴的角度布置不是本发明的目的的限制因素，并且补偿元件 30 相对于天线 24 的轴成任何角度布置都落在本发明的范围内。

10

图 8 显示了补偿 RFID 标签 20 的另一个示例实施例。在此示例实施例中，补偿元件 30 是圆形的，而不是参考图 2-7 如上描述的直线形。实际上，补偿元件 30 实际上可以为任何其它形状，包括三角形、椭圆形、方形、矩形、或者其它多边形或者曲边形的闭合形状的任一种，并可依然执行补偿功能。应该知道，因此补偿元件 30 的形状不是本发明目的的限制因素，并且补偿元件 30 实际上可以采用任何形状而不偏离本发明的范围。如图 8 中所示的圆形补偿元件 20 的布置将不表示角度关系，因为圆形环路绕着环路中心是圆周对称的。当补偿电路元件 20 的几何中心与 RFID 标签天线 24 的几何中心是重合的时候，补偿电路元件 20 的效果被最大化。

15

20

图 9A 和图 9B 分别显示了补充补偿物品 21 的示例实施例的俯视图和侧视图。补充补偿物品 21 包括补偿元件 30，其位于基底 23 的顶侧，并且在基底 23 的相对侧布置有粘合表面 25。补充补偿物品 21 可以用于以图 10 中所示的方法对传统未补偿 RFID 标签添加补偿。粘合表面 25 可以为粘性膜、可固化的粘合膏、双面压敏粘胶带或者类似。

25

图 10 显示了传统未补偿 RFID 标签 33 的透视图，其在基底 37 上

30

布置有 RFID 天线 35。为了改进此未补偿 RFID 标签 33 的性能，补充补偿物品 21 可以附着到未补偿 RFID 标签 33。在补充补偿物品 21 的基底 23 的下侧上的粘性表面 25 与未补偿 RFID 标签 33 接触。在非旋转独立形状（例如方形、矩形、椭圆形等）的情况下，补偿元件 30 可以与 RFID 天线 35 的轴对齐或相对于 RFID 天线 35 的轴成偏移角布置。可选择的，粘性表面 25 可以布置在补偿元件 30 和基底 23 之间，或布置在补偿元件 30 的顶部。然后将适当地粘合补充补偿物品 21。补充补偿物品 21 的使用允许传统未补偿 RFID 标签的用户容易地对它们的传统未补偿 RFID 标签添加补偿元件，而不需要购买一套全新标签。

图 11A、11B 和 11C 是补偿 RFID 标签 20 的示例实施例的侧视图，图 11A、11B 和 11C 的每一个显示了具有基底 22 和 RFID 天线 24 的补偿 RFID 标签 20。在图 11A-11C 中的每幅图中的补偿元件 30 充分位于天线 24 的平面内。补偿元件 30 可以完全位于最里面环路 24A 内（图 11A）、散布在环路之间（图 11B）和全部位于最外面环路 24B 之外（图 11C）。

图 12A、12B 和 12C 是补偿 RFID 标签 20 的另外示例实施例的侧视图。图 12A、12B 和 12C 的每个显示了具有基底 22 和 RFID 天线 24 的补偿 RFID 标签 20。在图 12A-12C 的每个中的补偿元件 30 位于与天线 24 的平面充分平行和接近的平面中。从这些视图中，补偿元件 30 可以但是不需要利用基底层 23 进行物理隔离。此外，补偿元件 30 可以全部位于最里面环路 24A 内（图 12A）、散布在环路之间（图 12B）或全部位于最外面环路 24B 之外（图 12C）。

现在考虑一组物品，例如位于书架上并标签有传统未补偿 RFID 标签的文件夹。当传统未补偿 RFID 标签很接近其它 RFID 标签时，例如它们可以在一组置于书架上的文件夹或类似物品中，来自第一未补偿 RFID 标签的电磁场与其它附近 RFID 标签相互影响并耦合到其它附近 RFID 标签。互相影响的未补偿 RFID 标签的总和的有效共振频率向

下偏移并可能移动到 RFID 系统的操作的带宽之外。当未补偿 RFID 标签组的共振频率从系统操作频率偏移时，则在阅读机和未补偿 RFID 标签组之间的通信可能降低品质或完全失去。

- 5 补偿 RFID 标签 20 的补偿元件 30 修改补偿 RFID 标签天线 24 的有效电感 L 。补偿 RFID 标签 20 的共振频率 f_{TAG} 较少受到附近其它 RFID 标签的物理存在的影响。对于组中的每个补偿 RFID 标签 20 都是如此，与组中的其它 RFID 标签是类似地补偿、不同地补偿还是未补偿无关。
- 10 可以调谐补偿 RFID 标签 20，使得其共振频率 f_{TAG} 集中在 RFID 系统 10 的操作频率 f_0 附近，这样其可以与其它 RFID 标签分开地读取。当补偿 RFID 标签 20 为一组其它 RFID 标签之一时，无论其它 RFID 标签补偿与否，补偿 RFID 标签响应 f_{TAG} 在系统操作频率附近保持调谐。当补偿 RFID 标签 20 为一组补偿 RFID 标签之一时，补偿 RFID 标签对于每个补偿标签的响应保持调谐在系统操作频率附近，并且组响应 f_{GROUP} 也保持调谐在系统操作频率附近。这样，当标签为补偿 RFID 标签时，RFID 系统 10 将检测到在组中存在的特定 RFID 标签的可能性被提高，不论组中的其它标签是相似地补偿、不同地补偿还是未补偿。类似的，当组中的所有标签是补偿 RFID 标签时，RFID 系统 10 将检测到组中所有标签的存在的可能性增加。
- 15 20

- 25 图 13 为显示在补偿 RFID 标签中流通的电流的方向的图。在操作中，来自 RFID 系统 10 的 RFID 阅读机产生的永久磁询问场的磁通量在逆时针方向上感应出原电流，该原电流在图 13 的示例中在天线 24 流动中由线 42 指出，此原电流 42 依靠电磁耦合在补偿元件 30 中感应出通常由线 44 表示的反向环流寄生电流。感应寄生电流 44 的结果包括 RFID 标签天线 24 的降低的有效电感、增加的共振频率 f_{TAG} 、对于由 RF 阅读机施加的磁场的减少的响应或灵敏度以及标签到标签耦合的减少。总的结果为 RFID 系统 10 更可能在一组 RFID 标签中检测到每个补偿 RFID 标签 20。
- 30

图 14 显示了对于补偿 RFID 标签 20 的响应。曲线 40 表示 RFID 系统 10 的响应。单个标签补偿 RFID 标签响应（曲线 52）被调谐到中心位于 14.5 MHz 附近，稍微高于系统操作频率 $f_0 = 13.56\text{MHz}$ 。然而应该知道补偿 RFID 标签 20 可以调谐到接近 13.56 Hz, 例如 $13.56 \pm 1\text{MHz}$ 。当第二补偿 RFID 标签与第一补偿 RFID 标签同轴对齐且间隔小于 0.5 英寸时，这对标签的共振频率降低到 13.8 Hz 如曲线 54 所示。当集合五个补偿 RFID 标签如曲线 56 所示时，该组的中心共振频率 14.0 MHz 相对于该对共振（曲线 54）几乎没有改变，并且响应振幅在单个补偿 RFID 标签响应（52）的 0.5 dB 之内。当堆叠（stack）十个补偿 RFID 标签时，响应曲线 58 显示组共振频率的峰值在 14.3 MHz，相对于两个和五个补偿 RFID 标签的情况几乎没有改变。因此，在组中的每个补偿 RFID 标签可利用单个 RFID 阅读机独立地读取。图 14 表示补偿元件 30 导致这样的补偿 RFID 标签，其中一个、两个或更多标签可以利用在系统操作频率处操作的 RFID 阅读机进行读取。

对感应耦合的 RFID 标签天线 24 添加补偿元件 30 改变了由天线 24 产生并投射于补偿元件 30 上的 RF 能量场的磁场分量与补偿 RFID 标签 20 之间的相互作用。电感 L 描述在 RFID 标签天线 24 中感应的电流和通过天线 24 的磁通量之间的耦合。磁通量是磁场 B、天线 A 的面积以及在天线中的转数 N 的函数。磁场 B 为由阅读机、RFID 标签中的感应电流和在相邻 RFID 标签中的电流创建的场的矢量和。补偿元件 30 通过减少 RFID 天线 24 的视在电感，促进在补偿 RFID 标签中流动的净电流，并对相邻 RFID 标签的存在进行补偿，不论该相邻 RFID 标签是补偿或未补偿的。

图 15A 显示了补偿 RFID 标签 20 的频率和振幅响应相对于补偿元件 30 的尺寸的图。结果从修改为包括多种尺寸的直线形补偿元件 30 的标准未补偿 RFID 标签得到。被测试的 RFID 标签的最里面环路的直径大约为 25mm，而最外面环路的直径大约为 45mm。如图 15A 中所示，

对于直径小于 22.5mm 的补偿元件 30, 补偿元件 30 对于被测试的 RFID 标签的响应不起作用。然而, 一旦补偿元件 30 的直径变得接近被测试的标签的最里面环路的直径时, 可以看到可测量的效果。也就是, 频率响应向上偏移, 并在补偿元件 30 的直径接近 40mm 时最大。图 15B 显示了补偿 RFID 标签 20 的频率和振幅响应相对于圆形补偿元件 30 的尺寸的图。还显示了相似尺寸直线形补偿元件 30 的结果。如同使用直线形补偿元件, 一旦补偿元件的直径变得接近被测试的标签的最里面环路的直径时, 可以看到可测量的效果。此外, 频率响应向上偏移, 并当圆形补偿元件以及方形补偿元件的直径大约 40mm 时最大。从图 15A 和图 15B 中我们可以推断, 补偿元件 30 实际上可以采用任何形状而依然执行这里描述的补偿功能。

图 15A 和图 15B 还指示补偿元件 30 的效应为邻近耦合效应。也就是, 补偿元件 30 邻近耦合到 RFID 标签天线 24。补偿元件 30 携带由 RFID 标签天线 24 中的电流驱动的耦合寄生电流。补偿元件 30 因此与 RFID 阅读机天线产生的询问磁场相反地电磁耦合到 RFID 标签天线 24。为了产生此邻近耦合效应, 补偿元件 30 可以被布置以电磁耦合到 RFID 标签天线, 也就是在天线 24 中的原电流在补偿元件 30 中感应出寄生电流。该补偿元件 30 可以布置在天线 24 的至少一个环路的 10 导线宽度内, 以布置用于电磁耦合到 RFID 标签天线 24 来产生邻近耦合效应。术语“导线宽度”指的是天线 24 的邻近耦合环路(多个)的线宽度。当补偿元件 30 更接近于天线 24 的至少一个环路布置时, 例如当补偿元件 30 布置在天线 24 的至少一个环路的 1-2 导线宽度之内时, 得到更强的邻近耦合。然而, 应该知道, 在补偿元件 30 和天线 24 为了电磁耦合进行布置时, 它们相距的准确距离不是本发明的目的限制因素。

图 16 显示了基本直线形补偿元件 30 相对于基本直线形天线 24 的轴的角位移。补偿元件被选择具有大约与 RFID 标签天线的多个环路的平均边缘长度相等的边缘长度。如所示的, 邻近耦合效应在 0 度的角

位移或偏移角（见图 6 和图 7）处是最大的。随着角位移的增加，邻近耦合效应非线性地降低，直到达到大约 10 度的角位移。对于大于 10 度的角位移，邻近耦合效应缓慢地降低直到角位移达到 45 度。

5

图 16 显示在 f_{TAG} 上的邻近耦合效应在 0 度的角位移处最大，并然后随着角位移增加到大约 10 度下降。对于大于 10 度的角位移，在角位移上的另外改变对 RFID 标签响应起到较少的作用。这意味着对于其中补偿元件 30 附着到传统未补偿 RFID 标签的应用，如果补偿元件 30 以夹角附着到未补偿 RFID 标签而不是与天线 24 的环路“成直角”，

10

则可以得到更稳定的可预测的结果。应该知道虽然图 16 关于基本方形补偿元件和 RFID 天线 24 进行测量，对于其它非旋转独立形状也能够得到相似的结果。对于旋转独立形状（例如圆形），角位移将不起作用。

15

补偿 RFID 标签 20 和补偿元件 30 的其它实施例现在参考图 17 进行描述。图 17 显示了具有不同补偿元件 30 构造的补偿 RFID 标签的频率响应 f_{TAG} 101 和振幅 103。图 17 的补偿 RFID 标签为天线 24 的“短路”线圈或环路的多种组合。也就是，在天线 24 中的环路或线圈的不同组合电气连接或短路到天线 24 的其它环路。以这种方式，其响应显示在图 17 中的补偿元件 30 类似于参考图 3 的以上描述的补偿元件，

20

因为它们电气连接到 RFID 标签天线，但是它们不是从 RFID 标签天线的内端追溯到其外端的直接电气通路（电路）的部分。也就是说，虽然其响应在图 17 中显示的补偿元件 30 电气连接到 RFID 标签天线，它们不形成 RFID 标签天线自身的部分。天线的线圈从 1（最里面的环路或线圈）到 9（最外面的环路或线圈）编号。短路线圈的构造和相关联

25

的响应如下在图 17 上指出。

	参考数字	短路线圈
	100	无
30	102	线圈 1 到 2

	104	线圈 2 到 3
	106	线圈 4 到 5
	108	线圈 8 到 9
	110	线圈 1 和 2 到 3
5	112	线圈 2 和 3 到 4
	114	线圈 3 到 4, 线圈 7 到 8
	116	线圈 7 和 8 到 9
	118	线圈 1 到 2, 线圈 3 到 4, 线圈 5 到 6, 线圈 7 到 8
	120	线圈 1、2、3 和 4 到 5

10

从图 17 中可以做出多个概括。例如,从最里面环路到最外面环路,短路任一天线环路到另外天线环路,产生补偿元件效应。此外,短路多个线圈到相邻线圈或非相邻线圈也产生补偿元件效应。图 17 指示存在很多可以执行补偿功能的短路线圈的可能组合。因此应该知道,短路线圈的这些和其它组合作为补偿元件是落在本发明的范围内的。

15

因此描述了两种不同类型的补偿元件 30。一种类型参考图 2-6 进行描述,其中补偿元件 30 形成为从 RFID 天线 24 物理分开。此物理分开的补偿元件 30 可以电气连接到 RFID 天线 24 或与之电气隔离(也就是不连接)。另一种类型类似以上参考图 17 描述的类型,其中天线 24 自身的物理线圈或环路短路到天线 24 的其它线圈或环路,以形成补偿元件 30。形成连续环路补偿元件 30 的每个线圈或环路连接到天线 24 的线圈或环路的电气接触单点。补偿元件 30 类型的选择,也就是形成为物理分开元件还是形成为 RFID 标签天线自身的部分,可取决于 RFID 标签用于的特定应用、补偿 RFID 标签的期望共振频率、用于生产 RFID 标签的制造技术以及补偿元件 30 是在制造期间安装入 RFID 标签还是以以上参考图 10 讨论的方式添加到先前存在的未补偿 RFID 标签。

20

25

30

图 18 显示了补偿 RFID 标签 20 的另一种应用。图 18 为显示在导电基底 160 上的补偿 RFID 标签 20 的图。该补偿 RFID 标签 20 包括基

底 22、天线 24、可选的 RFID 管芯（未显示）、补偿元件基底 23 和补偿元件 30。介质隔板 164 提供在补偿 RFID 标签 20 和将要标签的导电表面 160 之间的物理和电磁隔离。此外为了便于描述，补偿元件 30 显示为全部位于天线 24 的最里面环路 24A 之内。应该知道补偿元件 30 可以采用多种可能形式的任一种，包括以上参考图 2-12 显示并说明的任意一种。

补偿 RFID 标签 20 可以用于具有金属和其它导电表面的物品的标签或标注。当 RFID 标签附着到金属或其它导电表面并被磁感应耦合 RFID 系统检测到时，补偿 RFID 标签 20 相对于标准未补偿 RFID 标签显示出改进的性能。

阅读范围，也就是 RFID 阅读机可以检测到并与 RFID 标签通信的距离，可以用作对于 RFID 标签效力的量化测量。在导电表面 160 存在时，在介质隔板 164 上的补偿 RFID 标签 20 显示出比安装在类似导电表面上的类似介质隔板上的相当的传统未补偿 RFID 标签更大的阅读范围。

当标注导电表面时，需要考虑响应在 RFID 标签中的电流分布形成在导电表面中的电气“像电流”的作用。当 RFID 标签和导电平面很接近时，像电流有效地抵消在 RFID 标签中的电流分布。标签加上像电流的效果可以减少标签对于 RFID 阅读机的显然响应，阅读机可能认为其为“没有标签”存在。

介质隔板 164 从导电表面中的感应像电流中分离 RFID 标签中的电流。介质隔板 164 的有效电气厚度（物理厚度 t 和介电常数 ϵ 的乘积）可通过增加实际物理厚度 t 或增加介电常数 ϵ 来增加。对于其中 RFID 标签用作标注的应用，厚介质隔板可使得 RFID 太厚以致不能作为用来标计物品的实际解决方案。为了在导电表面上的补偿 RFID 标签，介质隔板可以由具有适度低的 ϵ 例如在一个实施例中 $\epsilon < 10$ 或在另一个实施

例中 $\varepsilon < 3$ 的介质材料制成。这些材料的示例包括例如泡沫聚合物膜、或中空充有空气的玻璃或在低 ε 基体例如聚乙烯或聚四氟乙烯 (PTFE) 中的聚合物泡。该介质隔板 164 的厚度应当充足以获得对于导电表面 160 上的补偿 RFID 标签 20 的期望阅读范围。例如, 厚度 $t < 10\text{mm}$ 或厚度 $t < 5\text{mm}$ 的介质隔板。大体上, 补偿 RFID 标签 20 允许使用较薄介质隔板 164, 这样 RFID 标签较少地突出。

补偿 RFID 标签 20 导致导电表面上的补偿 RFID 标签的阅读功能的功效增加。首先, 补偿 RFID 标签在存在用于电气薄介质隔板的导电表面时提供较长阅读范围。导电表面上的补偿 RFID 标签还在物理上较薄构造中提供等同的阅读范围。此外, 导电表面上的补偿 RFID 标签在相对于传统未补偿 RFID 标签较小的标签中提供等同的性能。

描述了本发明的多个实施例。这些和其它实施例落在以下权利要求的范围内。

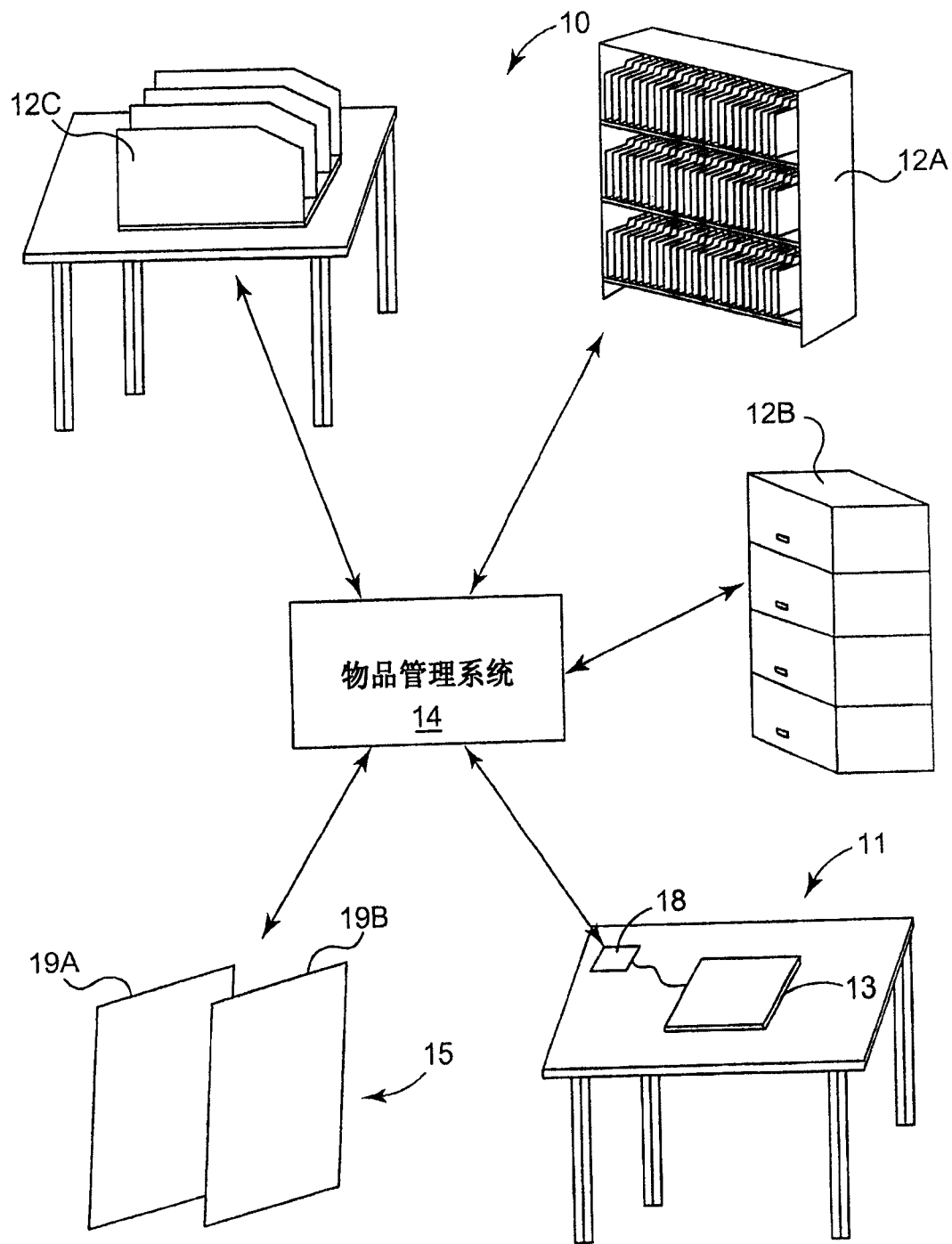


图1

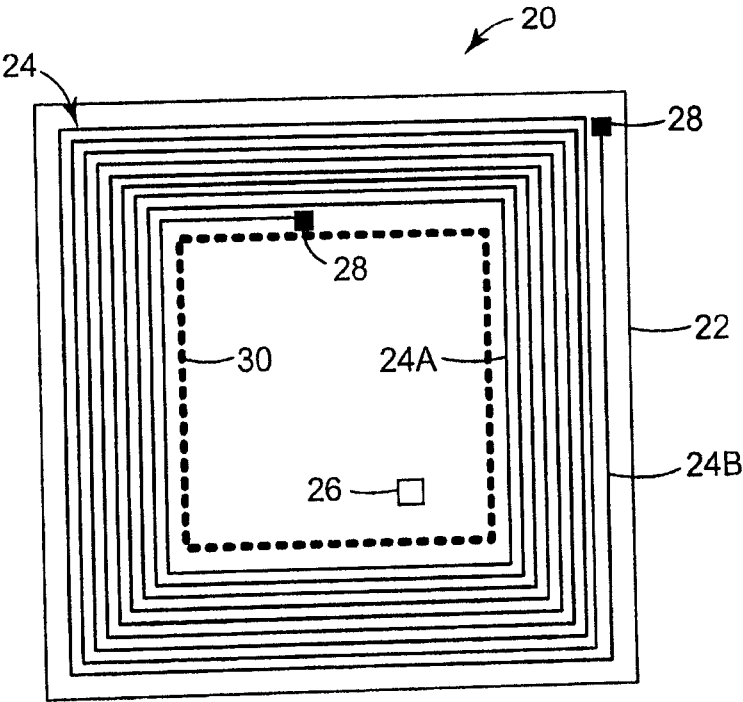


图2

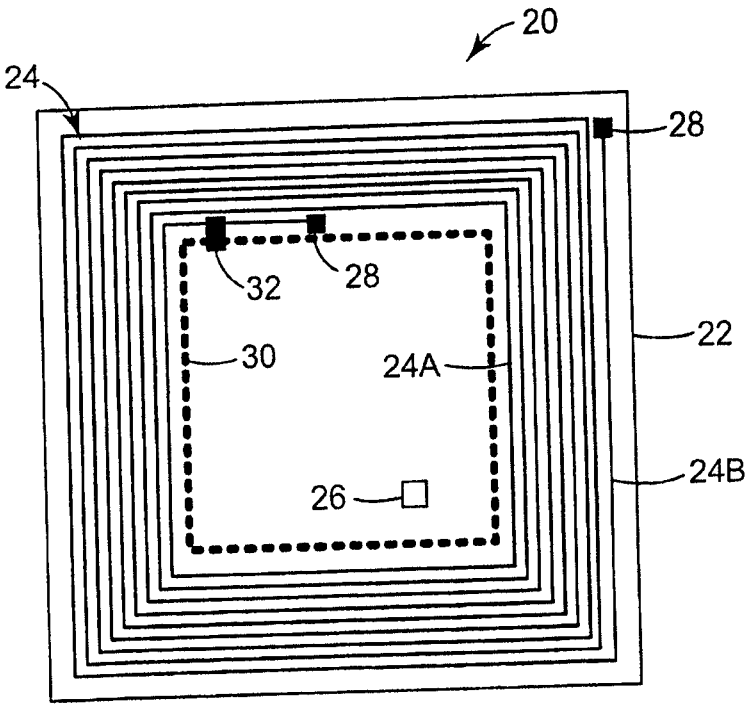


图3

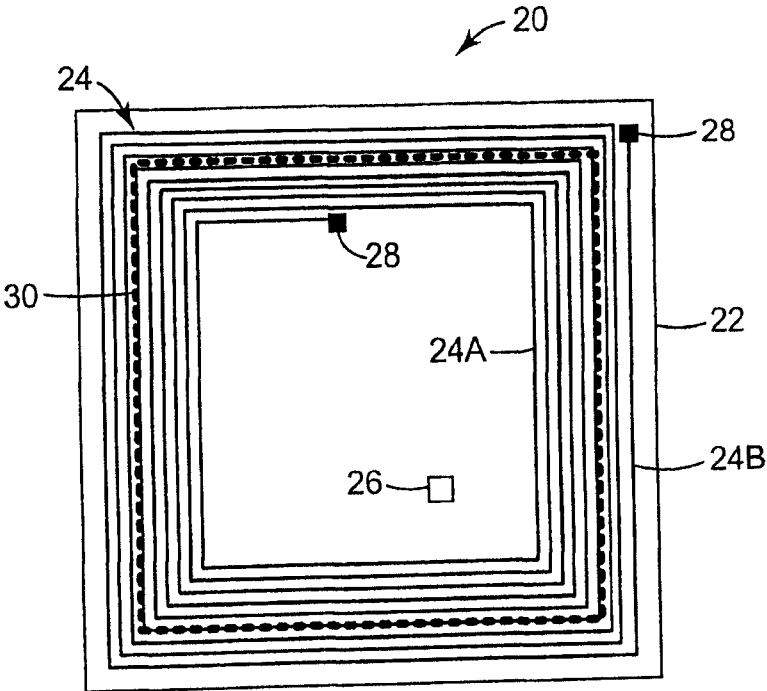


图4

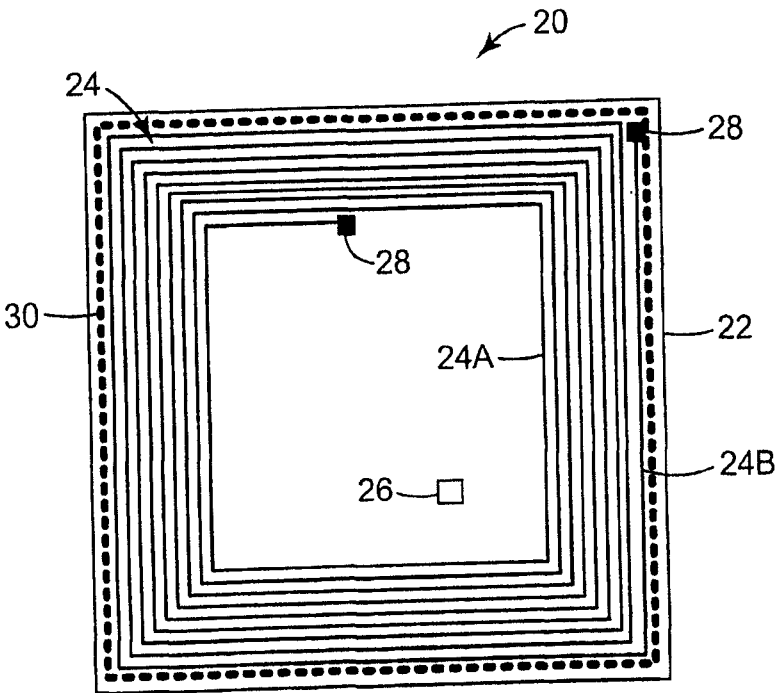


图5

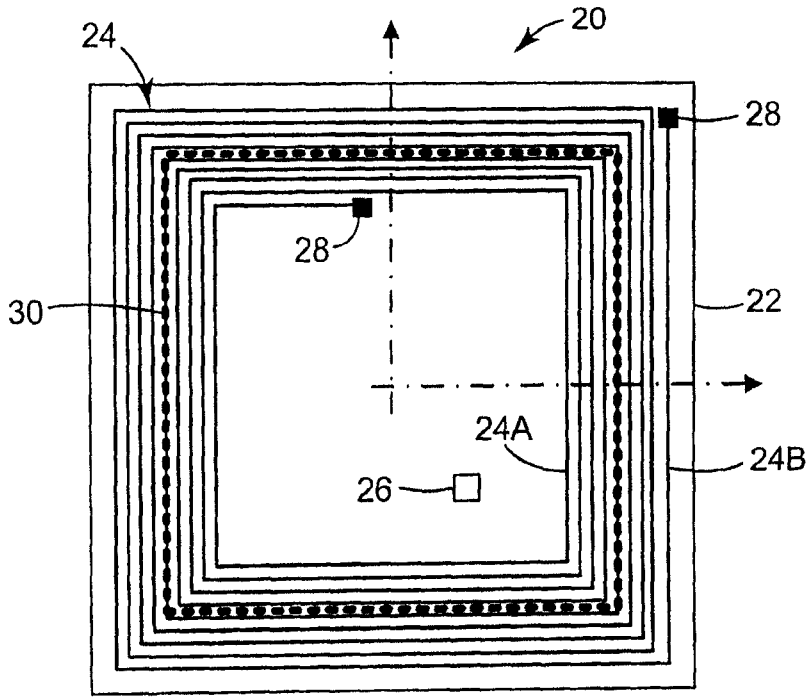


图6

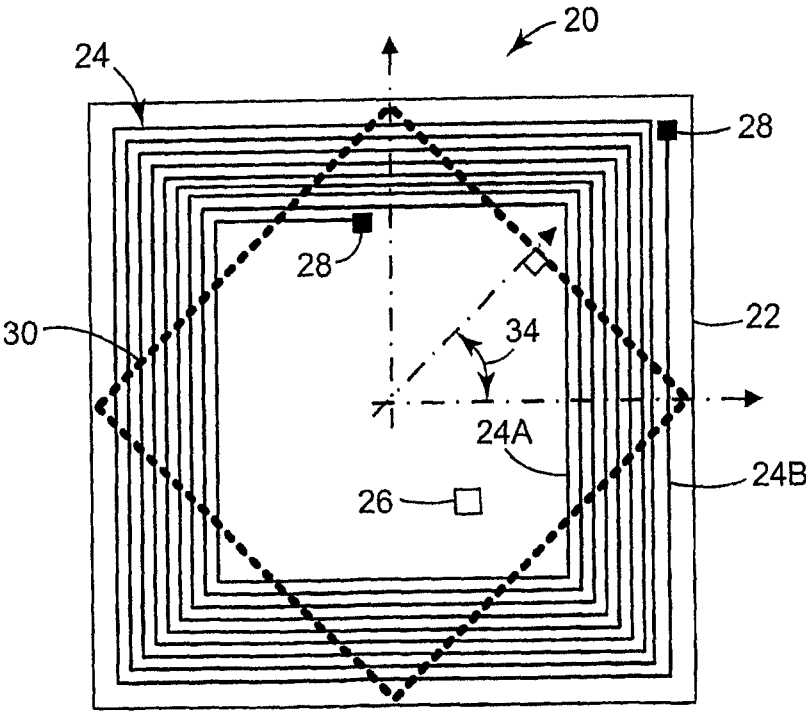


图7

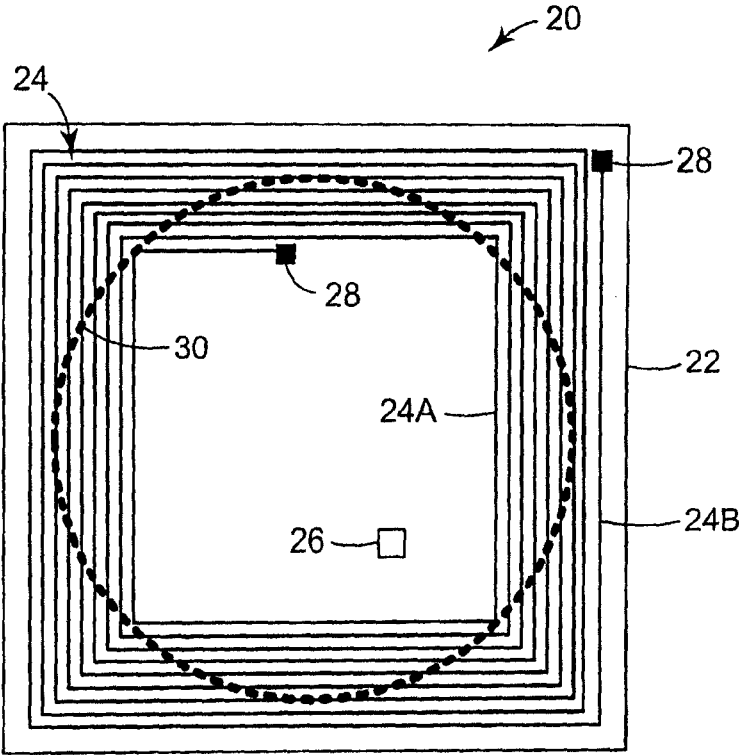


图8

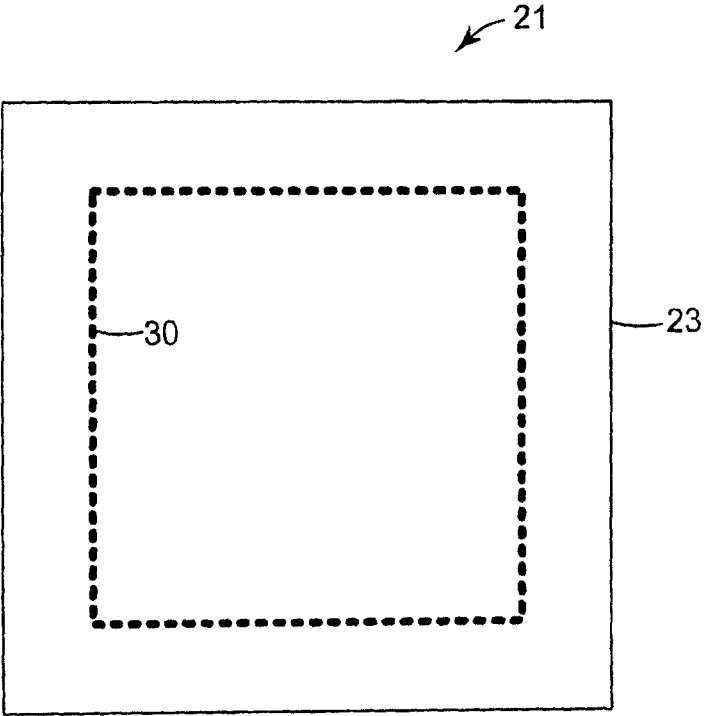


图9A

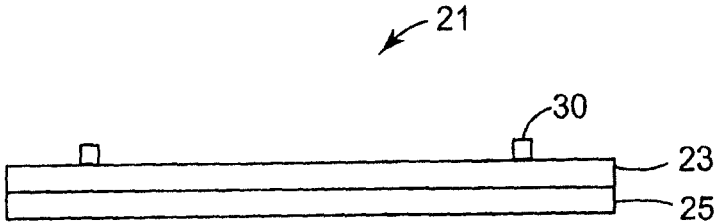


图9B

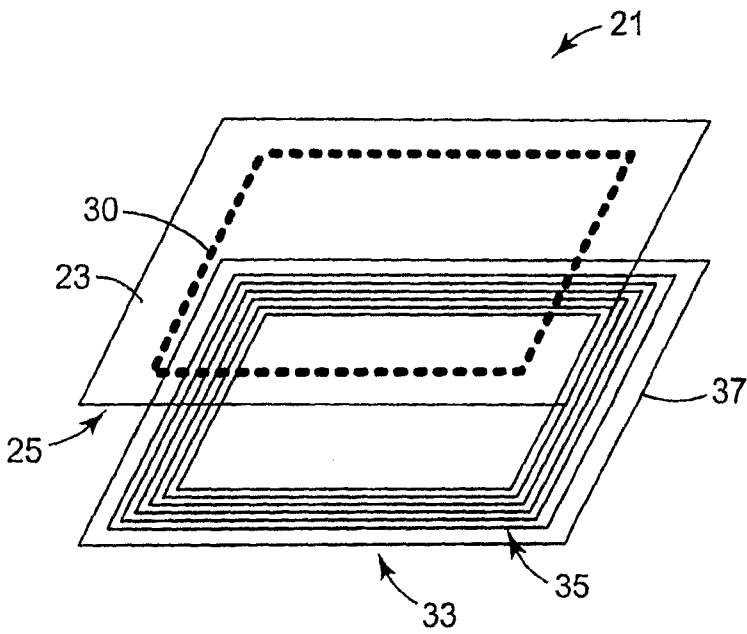


图10

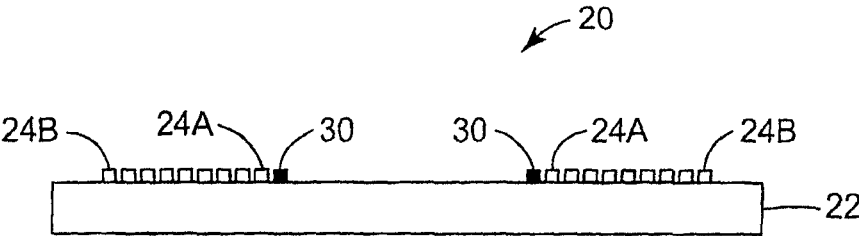


图11A

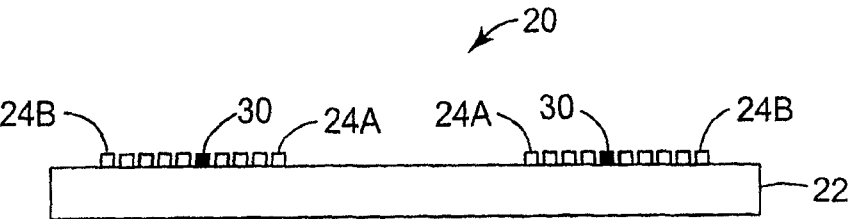


图11B

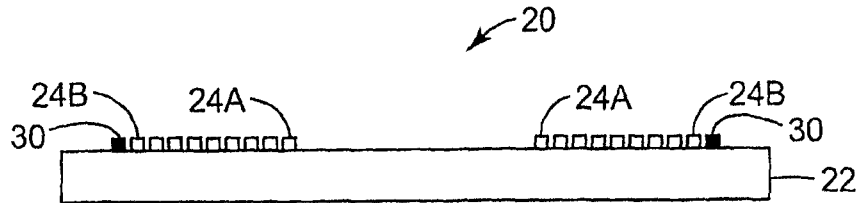


图11C

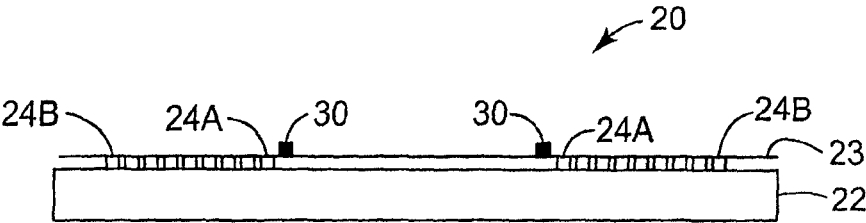


图12A

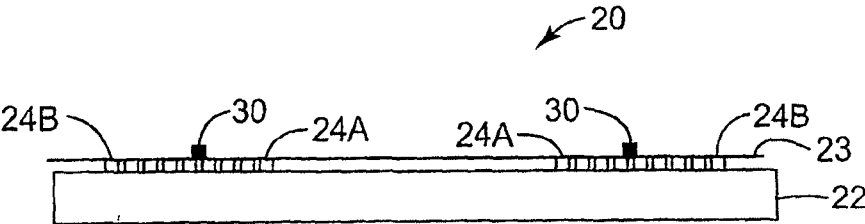


图12B

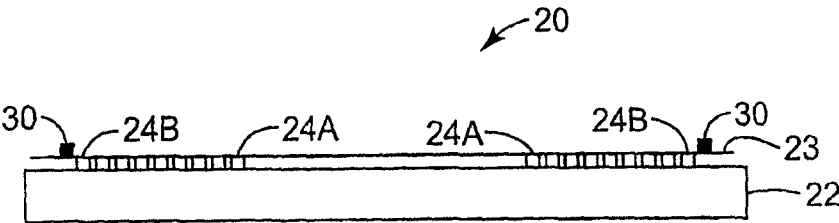


图12C

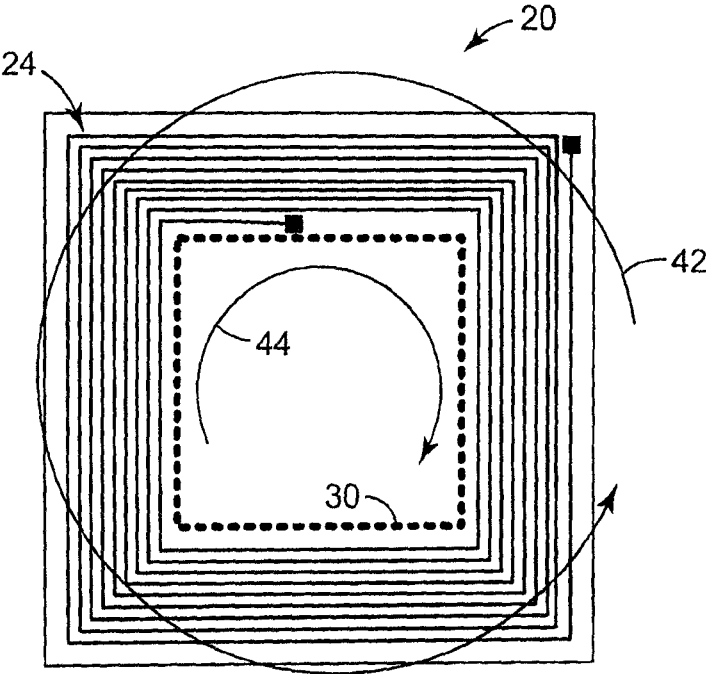


图13

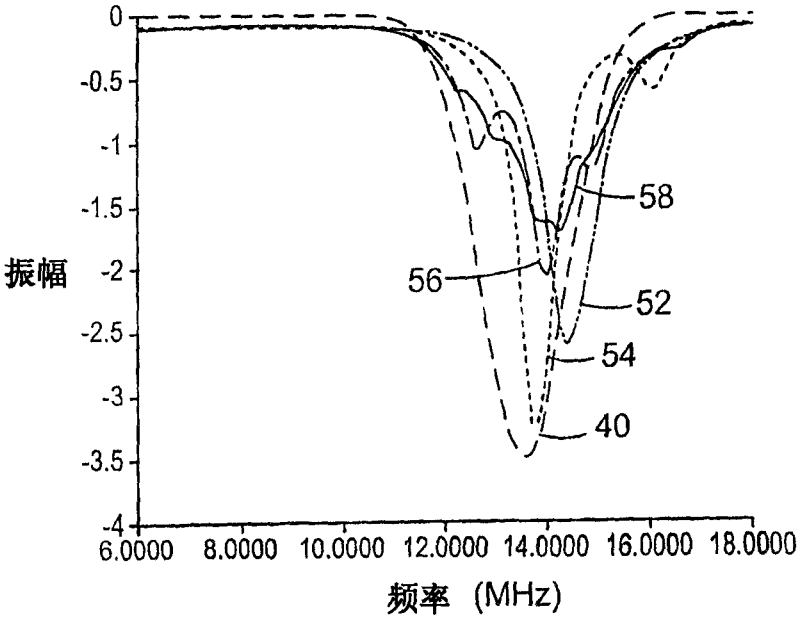


图14

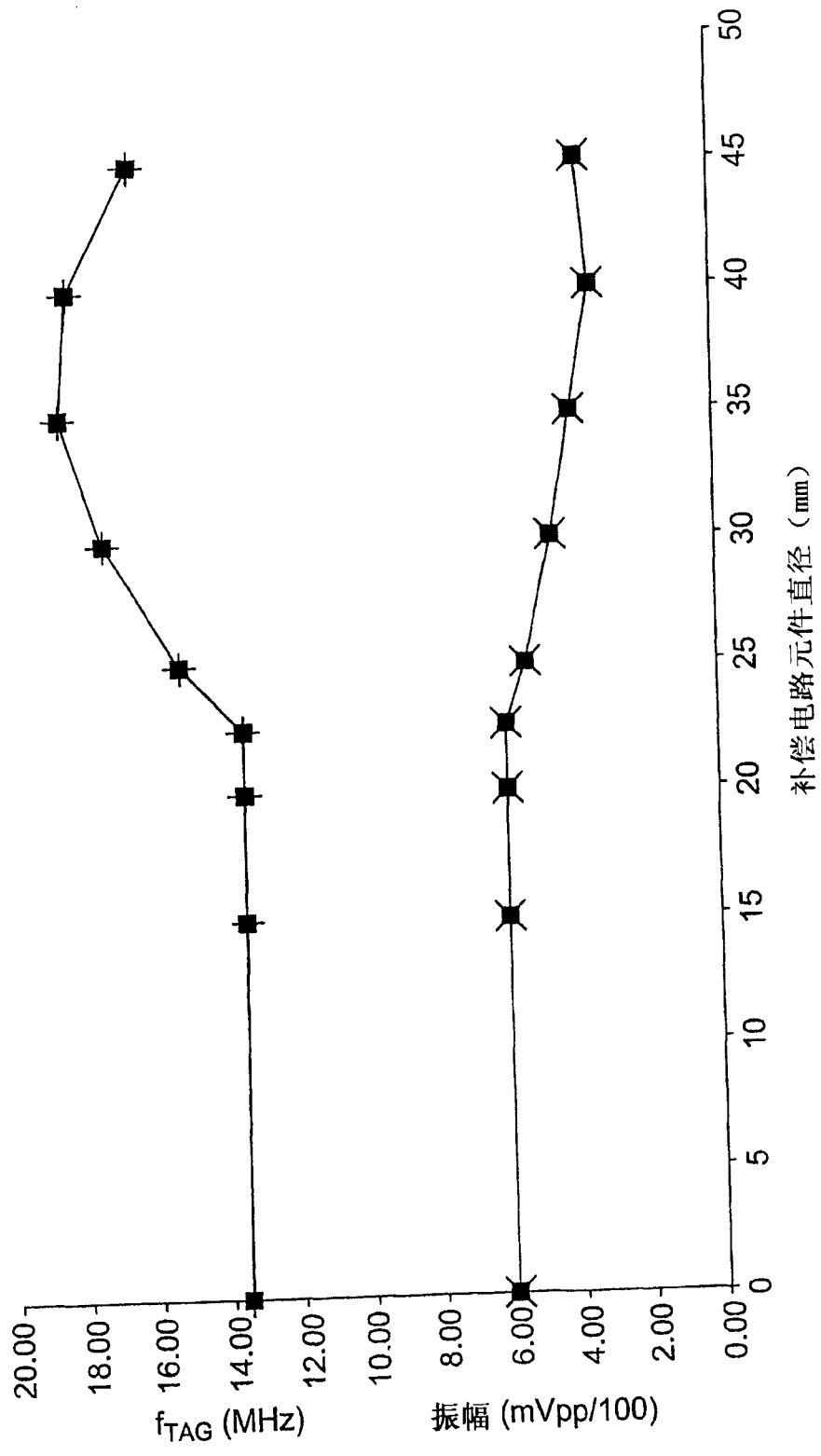


图15A

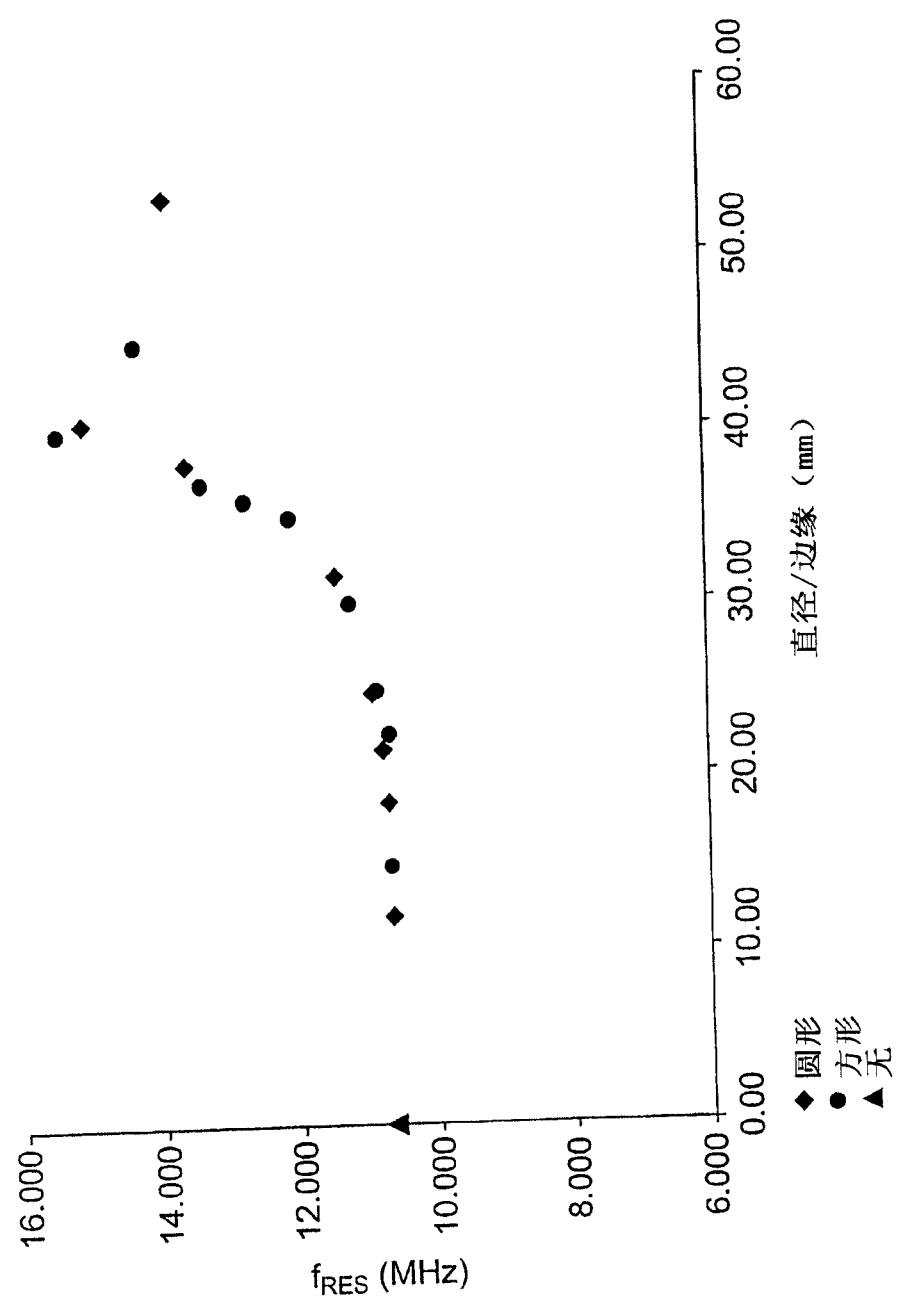


图15B

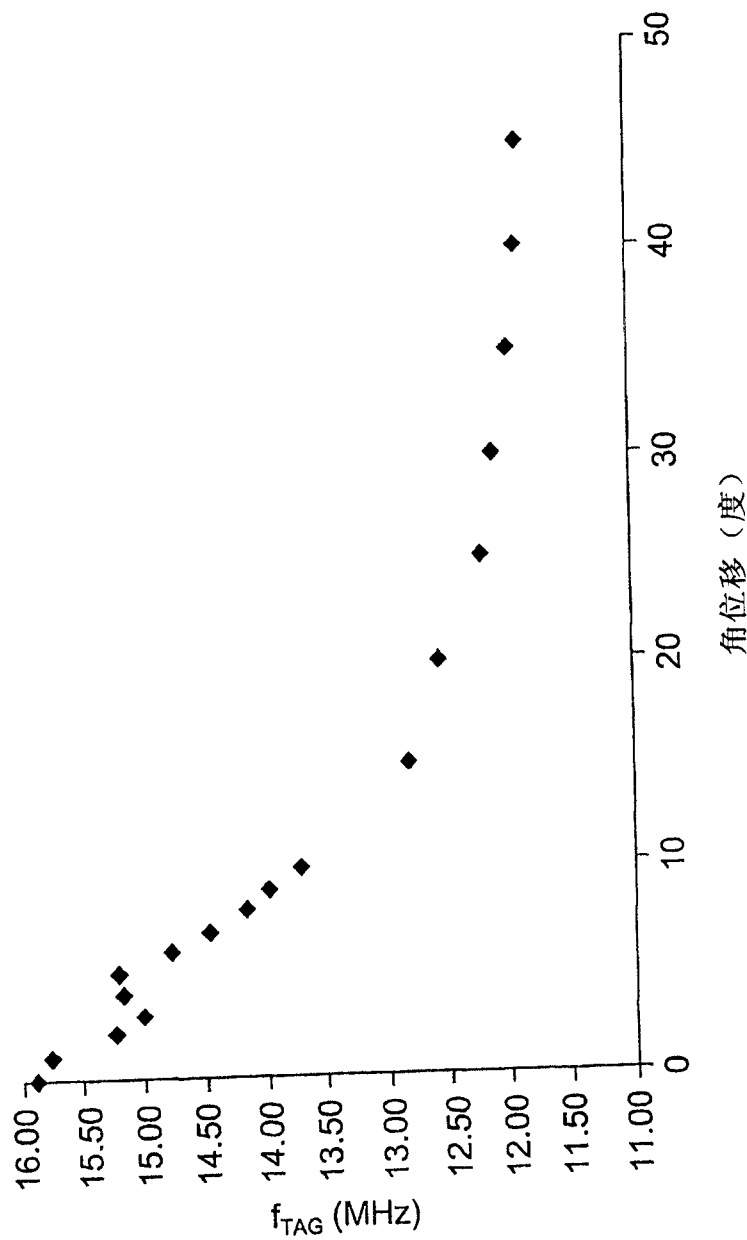


图16

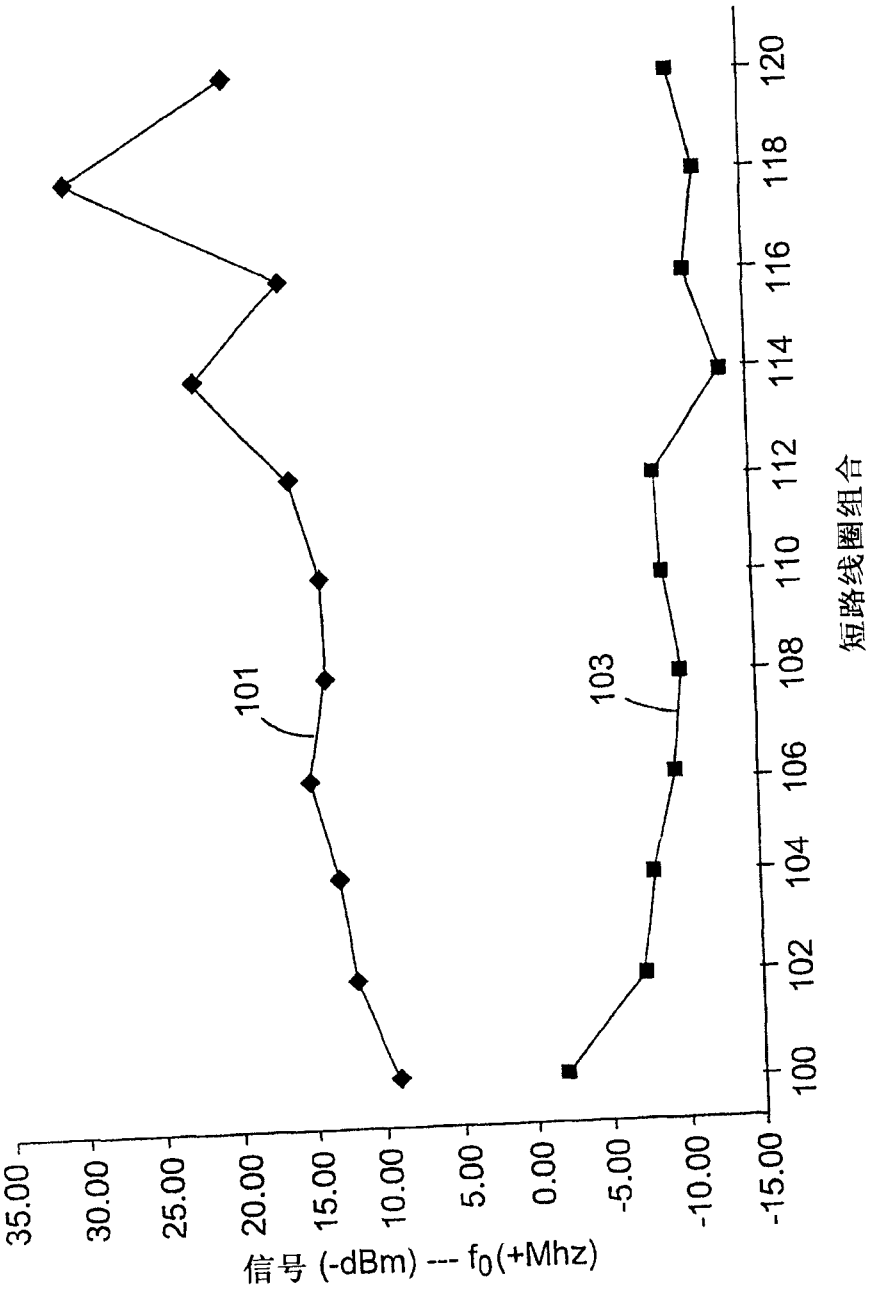


图17

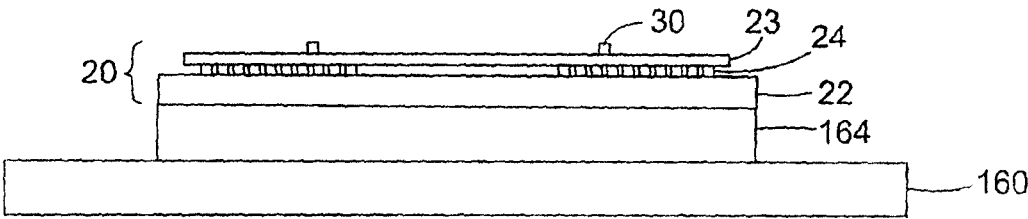


图18