(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101803110 A
(43)申请公布日 2010.08.11

(21)申请号 200880107644.3

(22)申请日 2008.09.18

(30)优先权数据
60/973,711 2007.09.19 US

(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.03.18

(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2008/076899 2008.09.18

(87)PCT申请的公布数据
WO2009/039308 EN 2009.03.26

(71)申请人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 汉斯彼得·威德默
斯蒂芬·多米尼亚克
奈杰尔·P·库克

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 刘国伟

(51)Int.Cl.
H01P 1/215(2006.01)

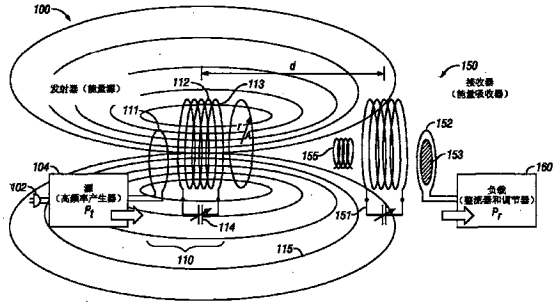
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 1 页

(54)发明名称

使来自无线功率磁谐振器的功率产量最大化

(57)摘要

本发明揭示基于来自多个不同机构的限制的无线功率转移。



CN 101803110 A

1. 一种方法，其包含：

形成无线功率转移系统，所述无线功率转移系统使用磁谐振元件且其具有经设定以遵守由组织设定的对应于一个以上国家标准的标准的值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述标准组织包括 USA 管理机构和至少一个其它管理机构。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中所述至少一个其它机构包括欧洲机构。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中在 13.56MHz+/-7kHz 处实行所述无线功率转移。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中在低于 135kHz 处实行所述无线转移。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述无线功率转移系统创建高于所述标准所允许的场但仅在人无法位于的区域中高于那些标准的场。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述无线功率转移系统创建处于基于生物学效应和对其它电子装置的干扰效应两者的电平处的场。

8. 一种无线功率转移系统，其包含：

发射器，其创建处于遵守由与第一国家相关联的第一标准组织设定的第一电平且还遵守由与不同于所述第一国家的第二国家相关联的第二标准组织设定的第二电平的电平处的功率场。

9. 根据权利要求 8 所述的系统，其中所述发射器还遵守由第三国家提出的第三标准组织设定的第三标准。

10. 根据权利要求 8 所述的系统，其中所述标准遵守 US 标准且遵守欧洲标准。

11. 根据权利要求 8 所述的系统，其中所述无线功率转移在 13.56MHz+/-7kHz 处实行。

12. 根据权利要求 8 所述的系统，其中所述无线功率转移在低于 135kHz 处实行。

13. 根据权利要求 8 所述的系统，其中所述发射器创建高于所述标准的电平但仅在用户无法位于的区域中较高的电平。

14. 根据权利要求 8 所述的系统，其中所述标准是针对生物学效应且还针对干扰效应的标准。

使来自无线功率磁谐振器的功率产量最大化

[0001] 本申请案主张 2007 年 9 月 19 日申请的第 60/973,711 号临时申请案的优先权，所述临时申请案的整个揭示内容以引用的方式并入本文中。

背景技术

[0002] 在不使用电线来引导电磁场的情况下需要从源向目的地转移电能。先前尝试的困难已导致低效率以及所递送功率的量不适当。

[0003] 我们的先前申请案和临时申请案描述了无线功率转移，所述申请案包含（但不限于）2008 年 1 月 22 日申请的题目为“无线设备和方法 (Wireless Apparatus and Methods)”的第 12/018,069 号美国专利申请案，所述美国专利申请案的整个揭示内容以引用的方式并入本文中。

[0004] 所述系统可使用优选为谐振天线的发射天线和接收天线，所述天线大体上例如在 5％ -10％谐振、15％谐振或 20％谐振内谐振。天线优选具有小尺寸以允许其配合到其中用于天线的可用空间可能有限的移动手持式装置中。可通过在发射天线的近场中存储能量而不是将能量以行进电磁波的形式发送到自由空间中来在两个天线之间实行有效的功率转移。可使用具有高质量因数的天线。放置两个高 Q 天线以使得其类似于松散耦合变压器而起作用，其中一个天线将功率感应到另一天线中。所述天线优选具有大于 1000 的 Q。

发明内容

[0005] 本申请案描述经由电磁场耦合从功率源到功率目的地的能量转移。

[0006] 实施例描述形成将输出和功率转移维持在政府机构允许的电平处的系统和天线。

附图说明

[0007] 现在将参看附图详细描述这些和其它方面，在附图中：

[0008] 图 1 展示基于磁波的无线功率发射系统的框图。

具体实施方式

[0009] 图 1 中展示基本实施例。功率发射器组合件 100 从源（例如，AC 插头 102）接收功率。频率产生器 104 用以将能量耦合到天线 110（此处为谐振天线）。天线 110 包含电感性回路 111，其以电感性方式耦合到高 Q 谐振天线部分 112。谐振天线包含 N 数目个线圈回路 113，每一回路具有半径 R_A。电容器 114（此处展示为可变电容器）与线圈 113 串联，从而形成谐振回路。在所述实施例中，电容器是与线圈完全分离的结构，但在某些实施例中，形成线圈的电线的自电容可形成电容 114。

[0010] 频率产生器 104 可优选经调谐到天线 110，且还经选择以获得 FCC 顺应性。

[0011] 此实施例使用多向天线。115 展示在所有方向上输出的能量。在天线的大部分输出不是电磁辐射能量而是较为静止的磁场的意义上，天线 100 是非辐射性的。当然，来自天线的部分输出将实际上辐射。

[0012] 另一实施例可使用辐射性天线。

[0013] 接收器 150 包含与发射天线 110 相距距离 D 放置的接收天线 155。接收天线类似地为具有线圈部分和电容器的高 Q 谐振线圈天线 151，其耦合到电感性耦合回路 152。耦合回路 152 的输出在整流器 160 中整流，且施加于负载。所述负载可为任何类型的负载，例如为例如灯泡等电阻性负载，或者例如电器、计算机、可再充电电池、音乐播放器或汽车等电子装置负载。

[0014] 能量可通过电场耦合或磁场耦合而转移，但本文主要描述磁场耦合作为一实施例。

[0015] 电场耦合提供电感性加载的电偶极，其为开路电容器或介电圆盘。外来物体可能对电场耦合提供相对强的影响。磁场耦合可为优选的，因为磁场中的外来物体具有与“空白”空间相同的磁性质。

[0016] 所述实施例描述使用电容性加载的磁偶极的磁场耦合。此偶极由形成线圈的至少一个回路或匝的电线回路与将天线电加载到谐振状态中的电容器串联形成。

[0017] 有两种不同种类的限制置于这种类型的发射上：基于生物学效应的限制，以及基于管理效应的限制。后种效应仅仅是用以避免干扰其它发射。

[0018] 生物学限制是基于高于其可能发生不利健康影响的阈值。还添加了安全容限。管理效应是基于避免干扰其它设备以及干扰相邻频带来设定的。

[0019] 所述限制通常是基于密度限制（例如，瓦 / 平方厘米）、磁场限制（例如，安 / 米）和电场限制（例如，伏 / 米）来设定的。所述限制是通过用于远场测量的自由空间的阻抗来叙述的。

[0020] FCC 是 USA 的无线通信监管团体。适用的管理标准是 FCC CFR 标题 47。FCC 还在 §15.209 中指定用于电场的辐射发射限制。这些限制在表 I 中展示且等效 H 场限制在表 2 中展示。

[0021]

频率（MHz）	场强度（微伏/米）	测量距离（米）
0.009-0.490	2400/F(kHz)	300
0.490-1.705	24000/F(kHz)	30
1.705-30.0	30	30
30-88	100**	3
88-216	150**	3
216-960	200**	3
960 以上	500	3

[0022] ** 除了在段落 (g) 中提供外，来自根据此章节操作的有意辐射器的基本发射不应位于频带 54-72MHz、76-88MHz、174-216MHz 或 470-806MHz 内。然而，根据这部分的其它章节（例如，章节 15.231 和 15.241）准许在这些频带内的操作。

[0023] 表 I

[0024] 在 13.56MHz ISM 带处存在例外，其规定在 13.553-13.567MHz 之间，电场强度不应在 30 米处超过 15,848 微伏 / 米。

[0025]

频率 (MHz)	H 场强度 (μA/m)	测量距离 (m)
0.009-0.490	6.366/f(kHz)	300
0.490-1.705	63.66/f(kHz)	30
1.705-30.0	0.0796	30
13.553-13.567	42.04	30

[0026] 表错误！在文献中没有指定式样的文本。FFC 标题 47 第 15 部分 H 场辐射发射限制

[0027] 为了将 EN 300330 管理限制与 FCC 管理限制进行比较，可将 FCC 限制外推到在 10m 处所作的测量。FCC 在 §15.31 中规定，对于低于 30MHz 的频率，应使用 40dB/ 十的外推因数。表 3 展示针对两个所关注频率的外推值。这些电平可用于比较目的。

[0028]

频率 (MHz)	在 10m 处的 H 场强度 (dBμA/m)
0.130	32.8
13.56	51.6

[0029] 表 3

[0030] 针对 EMF 电平的欧洲标准由 ETSI 和 CENELEC 管理。

[0031] ETSI 管理限制根据以下标准来公布 :ETSI EN 300330-1VI.5.1(2006-4) :电磁兼容性和无线电频谱问题 (ERM) ;近程装置 (SRD) ;频率范围 9kHz 到 25MHz 中的无线电设备以及频率范围 9kHz 到 30MHz 中的电感回路系统 ;第 1 部分 :技术特性和测试方法。EN 300330 指定必须在 10m 处测量的 H 场 (辐射) 限制。这些限制在表 4 中展示。

[0032]

频率范围（MHz）	在 10 m 处的 H 场强度限制（H_f） dBμA/m
0.009≤f<0.315	30
0.009≤f<0.03	72 或根据注解 1
0.03≤f<0.05975 0.06025≤f<0.07 0.119≤f<0.135	72（0.03 MHz 处，以 3 dB/oct 递减）或根据注解 1
0.05975≤f<0.06025 0.07≤f<0.119 0.135≤f<0.140	42
0.140≤f<0.1485	37.7
0.1485 ≤f<30	-5（见注解 4）
0.315 ≤f<0.600	-5
3.155≤f<3.400	13.5
7.400≤f<8.800	9
10.2≤f<11.00	9
6.765≤f≤6.795 13.553≤f≤13.567 26.957≤f<27.283	42（见注解 3）
13.553≤f≤13.567	60（见注解 2 和 3）
注解 1：对于频率范围 9 到 70 kHz 和 119 到 135 kHz，以下额外约束适用于高于 42 dBμA/m 的限制： -对于面积≥0.16 m^2 的回路线圈天线，表 4 直接应用； -对于面积介于 0.05 m^2 与 0.16 m^2 之间的回路线圈天线，表 4 以校正因数来应用。所述限制是：表值+10 × log (面积/0.16 m^2)； -对于面积< 0.05 m^2 的回路线圈天线，所述限制是比表 4 低 10 dB。 注解 2：仅针对 RFID 和 EAS 应用。 注解 3：频谱掩模限制，见附件 G。 注解 4：关于进一步信息，见附件 H。	

[0033] 表 4ETSI EN 300330 :在 10m 处的 H 场限制

[0034]

频率范围 MHz	在 10 m 处的总 H 场强度 dBμA/m	在 10 kHz 分辨率带宽中在 10 m 处的 H 场强度密度 dBμA/m
0.1485 到 30.0	-5（注解 1）	-15（注解 2）
注解 1：没有发射器调制。 注解 2：具有发射器调制。		

[0035] 表 5

[0036] CENELEC 针对 H 场电平公布以下相关文献，然而这些电平是关于人类暴露（生物学）限制：

[0037] EN 50366 :“家用和类似电气器具-电磁场-用于评估和测量的方法”(CLC TC 61，在与 CLC TC 106X 的联合群组中产生）

[0038] EN 50392 :“用以证明电子与电气设备遵守与人类暴露到电磁场 (0Hz-300GHz) 有关的基本约束的一般标准”

[0039] 这两个文献均使用 ICNIRP 所给出的限制。

[0040] 国际非电离辐射委员会 (INIRC) 还设定了健康 / 生物学限制。

[0041] INIRC 在 1992 年作为国际辐射保护协会 (IRPA)/ 国际非电离辐射委员会 (INIRC) 的接任者而成立。其职能是研究与不同形式的 NIR 相关联的危险、对 NIR 暴露限制开发国际指导方针以及处理 NIR 保护的所有方面。ICNIRP 是由 14 个成员的主委会、4 个科学常务委员会和若干咨询专家组成的独立科学专家团体。其还紧密连同 WHO 一起工作以开发人类暴露限制。

[0042] 其已产生了确立用于限制 EMF 暴露以便提供抵抗已知不利健康影响的保护的指导方针的文献。在此文献中，定义了两个不同类别的指导方针 :

[0043] 基本约束 :“直接基于所确立的健康影响的对暴露于随时间变化的电场、磁场和电磁场的限制”用于以下测量的量 :电流密度、特定能量吸收率和功率密度。

[0044] 已确定了各种科学基准以用于基于已经执行的若干科学研究来提供基本约束。所述科学研究用以确定可能发生各种不利健康影响所在的阈值。接着根据这些阈值（包括变动的安全因数）确定基本约束。以下是对用于针对不同频率范围确定基本约束的科学基准的描述。

[0045] 1Hz-10MHz :基于用以防止对神经系统功能的影响的电流密度的约束

[0046] 100kHz-10MHz :基于用以防止整个身体热应力和过度局限性组织加热的 SAR 以及用以防止对神经系统功能的影响的电流密度的约束

[0047] 10MHz-10GHz :仅基于用以防止整个身体热应力和过度局限性组织加热的 SAR 的约束

[0048] 10GHz-300GHz :基于用以防止在身体表面处或附近的组织中发生过度加热的功率密度的约束

[0049] 基本约束是基于中央神经系统中的急剧瞬间效应且因此所述约束适用于短期或长期暴露两者。

[0050] 参考电平 :“出于实际暴露评估目的而提供以确定是否有可能超过基本约束”用于以下测量的量 :电场强度、磁场强度、磁通量密度、功率密度和流动穿过四肢的电流。

[0051] 参考电平是通过数学建模和从特定频率处的实验室研究结果外推而从基本约束获得的。

[0052] 磁场模型（用于确定参考电平）假定身体具有均匀且各向同性的导电性且应用简单的圆形导电回路模型以通过对从法拉第感应法则导出的频率 f 处的纯正弦场使用以下等式来估计不同器官和身体区中的感生电流 :

[0053] $J = \pi R f \sigma B$

[0054] B :磁通量密度

[0055] R :用于电流感应的回路的半径

[0056] 对于高于 10MHz 的频率，使用计算和实验数据从整个身体 SAR 基本约束获得了导出的 E 和 H 场强度。SAR 值可能对于近场是无效的。对于谨慎的近似，这些场暴露电平可用于近场，因为来自 E 或 H 场作用的能量的耦合无法超过 SAR 约束。对于较不谨慎的估计，应使用基本约束。

[0057] 为了遵守基本约束，可分开地而非加性地考虑用于 E 和 H 场的参考电平。

[0058] 这些约束描述三种不同耦合机制，随时间变化的场通过所述耦合机制与生物相互作用 :

[0059] 耦合到低频率电场：导致组织内所存在的电偶极重新定向

[0060] 耦合到低频率磁场：导致感生电场和循环电流

[0061] 从电磁场吸收能量：导致能量吸收和温度增加，其可划分为四个种类：

[0062] 100Hz-20MHz：能量吸收在颈部和腿部中最显著

[0063] 20MHz-300MHz：整个身体中的高吸收

[0064] 300MHz-10GHz：显著的局部不均匀吸收

[0065] ＞ 10GHz：吸收主要发生在身体表面处。

[0066] INIRC 已将其指导方针划分为两个不同频率范围，且下文展示针对每一频率范围的生物学效应的概述。

[0067] 高达 100kHz：

[0068] 暴露于低频率场是与膜刺激和对中央神经系统的导致神经和肌肉刺激的相关影响相关联

[0069] 实验室研究已展示当感生电流密度处于 10mAmˆ-2 或低于 10mAmˆ-2 时，不存在所确立的不利健康影响。

[0070] 100kHz-300GHz：

[0071] 在 100kHz 与 10MHz 之间，过渡区由于电磁能量吸收从膜效应转变到加热效应。

[0072] 在高于 10MHz 时，加热效应是主要的。

[0073] 温度升高多于 1-2℃可能具有例如热衰竭和中暑等不利健康影响。

[0074] 1℃体温增加可能是由大约 30 分钟暴露于产生 4W/kg 整个身体 SAR 的 EMF 引起的。

[0075] 职业暴露约束为 0.4W/kg（最大暴露限制 4W/kg 的 10％）。

[0076] 脉冲（调制）辐射与 CW 辐射相比往往会产生较高不利生物学响应。此实例是“微波听觉”现象，其中具有正常听觉的人可感知到频率在 200MHz 到 6.5GHz 之间的脉冲调制场。

[0077] 已经针对两个不同类别的暴露提供了基本约束和参考电平：

[0078] 一般公众暴露：针对年龄和健康状况可能不同于工作人员的年龄和健康状况的一般人群的暴露。而且，公众通常不知道其暴露于场且无法采取任何预防行动（较多限制性电平）。

[0079] 职业暴露：暴露于已知场，其允许在需要时采取预防措施（较少限制性电平）。

[0080] 表 4：针对高达 10GHz 的频率的用于随时间变化的电场和磁场的基本约束[a]

[0081]

暴露特性	频率范围	针对头部和躯体的电流密度（mA m^{-2}）（均方根）	整个身体平均 SAR（W kg^{-1}）	局限性 SAR（头部和躯体）（W kg^{-1}）	局限性 SAR（四肢）（W kg^{-1}）
职业暴露	高达 1 Hz	40	-	-	-
	1-4 Hz	40*f*	-	-	-
	4 Hz-1 kHz	10	-	-	-
	1-100 kHz	*f*/100	-	-	-
	100 kHz-10 MHz	*f*/100	0.4	10	20
	10 MHz-10 GHz	-	0.4	10	20
一般公众暴露	高达 1 Hz	8	-	-	-
	1-4 Hz	8/*f*	-	-	-
	4 Hz-1 kHz	2	-	-	-
	1-100 kHz	*f*/500	-	-	-
	100 kHz-10 MHz	*f*/500	0.08	2	4
	10 MHz-10 GHz	-	0.08	2	4

[0082] [a] 注解：

[0083] 1. f 为以赫兹为单位的频率。

[0084] 2. 由于身体的电不均匀性，应在垂直于电流方向的 $1cm^2$ 横截面上对电流密度求平均值。

[0085] 3. 对于高达 100kHz 的频率，可通过将均方根值乘以 $\sqrt{2}$（～ 1.414）来获得峰值电流密度值。对于具有持续时间 t_p 的脉冲，待在基本约束中应用的等效频率应计算为 $f = 1/(2t_p)$。

[0086] 4. 对于高达 100kHz 的频率且对于脉冲磁场，与脉冲相关联的最大电流密度可依据磁通量密度的升高 / 降落时间和最大变化速率来计算。感生电流密度可接着与恰当的基本约束进行比较。

[0087] 5. 所有 SAR 值将在任何 6 分钟周期内求平均值。

[0088] 6. 局限性 SAR 平均质量为任何 10g 邻近组织。如此获得的最大 SAR 应为用于暴露估计的值。

[0089] 7. 对于具有持续时间 t_p 的脉冲，待在基本约束中应用的等效频率应计算为 $f = 1/(2t_p)$。另外，对于在频率范围 0.3 到 10GHz 中的脉冲式暴露且对于头部的局限性暴露，为了限制或避免由热弹性膨胀造成的听觉影响，推荐额外的基本约束。这是 SA 应当针对工作人员不超过 10mJ kg^{-1} 且针对一般公众不超过 2mJ kg^{-1}（在 10g 组织上求平均值）。

[0090] 表 2-4ICNIRP 基本约束（高达 10GHz）

[0091] 表 5. 针对介于 10 与 300GHz 之间的频率的用于功率密度的基本约束 [a]

[0092]

暴露特性	功率密度（W m^{-2}）
职业暴露	50
一般公众	10

[0093] [a] 注解：

[0094] 1. 功率密度应在任何 $20cm^2$ 暴露区域和任何 $68/f^{1.05}$ 分钟周期（其中 f 以 GHz 为单

位）内求平均值以补偿随着频率增加而逐渐变短的渗透深度。

[0095] 2. 在 $1cm^2$ 上求平均值所得的空间最大功率密度应当不超过以上值的 20 倍。

[0096] 表 2-5ICNIRP 基本约束（10 到 300GHz）

[0097] 表 6. 针对到随时间变化的电场和磁场的职业暴露的参考电平（无扰均方根值）[a]

[0098]

频率范围	E 场强度 ($V\ m^{-1}$)	H 场强度 ($A\ m^{-1}$)	B 场 (μT)	等效平面波功率密度 S_{eq} ($W\ m^{-2}$)
高达 1 Hz	....	1.63×10^5	2×10^5	....
1-8 Hz	20,000	$1.63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	....
8-25 Hz	20,000	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^4/f$	—
0.025-0.82 kHz	500/f	20/f	25/f	—
0.82-65 kHz	610	24.4	30.7	—
0.065-1 MHz	610	1.6 /f	2.0/f	—
1-10 MHz	610/f	1.6/f	2.0/f	—
10-400 MHz	61	0.16	0 2	10

[0099]

400-2,000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	f/40
2-300 GHz	137	0.36	0.45	50

[0100] [a] 注解：

[0101] 1. f 如在频率范围列中指示。

[0102] 2. 只要满足基本约束且可排除不利的间接影响，就可超过场强度值。

[0103] 3. 对于介于 100kHz 与 10GHz 之间的频率，S_{eq}、E^2、H^2 和 B^2 应在任何 6 分钟周期内求平均值。

[0104] 4. 对于在高达 100kHz 的频率处的峰值，见表 4，注解 3。

[0105] 5. 对于在超过 100kHz 的频率处的峰值，见图 1 和 2。在 100kHz 与 10MHz 之间，场强度的峰值通过从 100kHz 处的 1.5 倍峰值到 10MHz 处的 32 倍峰值进行内插来获得。对于超过 10MHz 的频率，建议峰值等效平面波功率密度（在脉冲宽度上求平均值）不超过 S_{eq} 约束的 1,000 倍或场强度不超过表中所给出的场强度暴露电平的 32 倍。

[0106] 6. 对于超过 10GHz 的频率，S_{eq}、E^2、H^2 和 B^2 应在任何 $68f^{1.05}$ 分钟周期内求平均值（f 以 GHz 为单位）。

[0107] 7. 未针对＜ 1Hz 的频率提供 E 场值，所述频率实际上是静态电场。来自低阻抗源的电击由针对此类设备确立的电安全程序来防止。

[0108] 表 2-6ICNIRP 参考电平 - 职业暴露

[0109] 表 7. 针对到随时间变化的电场和磁场的一般公众暴露的参考电平（无扰均方根值）[a]

[0110]

频率范围	E 场强度 ($V\ m^{-1}$)	H 场强度 ($A\ m^{-1}$)	B 场 (μT)	等效平面波功率密度 S_{eq} ($W\ m^{-2}$)
高达 1HZ	—	3.2×10^4	4×10^4	—
1-8 Hz	10,000	$3.2\times 10^4/f^2$	$4\times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10,000	$4{,}000/f$	$5{,}000/f$	—
0.025-0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0.8-3 kHz	$250/f$	5	6.25	—
3-150 kHz	87	5	6.25	—
0. 15-1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	—
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2,000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

[0111] [a] 注解：

[0112] 1. f 如在频率范围列中指示。

[0113] 2. 只要满足基本约束且可排除不利的间接影响，就可超过场强度值。

[0114] 3. 对于介于 100kHz 与 10GHz 之间的频率，S_{eq}、E^2、H^2 和 B^2 应在任何 6 分钟周期内求平均值。

[0115] 4. 对于在高达 10kHz 的频率处的峰值，见表 4，注解 3。

[0116] 5. 对于在超过 100kHz 的频率处的峰值，见图 1 和 2。在 100kHz 与 10MHz 之间，场强度的峰值通过从 100kHz 处的 1.5 倍峰值到 10MHz 处的 32 倍峰值进行内插来获得。对于超过 100MHz 的频率，建议峰值等效平面波功率密度（在脉冲宽度上求平均值）不超过 S_{eq} 约束的 1,000 倍或场强度不超过表中所给出的场强度暴露电平的 32 倍。

[0117] 6. 对于超过 10GHz 的频率，S_{eq}、E^2、H^2 和 B^2 应在任何 $68/f^{1.05}$ 分钟周期内求平均值（f 以 GHz 为单位）。

[0118] 7. 未针对＜ 1Hz 的频率提供 E 场值，所述频率实际上是静态电场。在小于 $25kVm^{-1}$ 的场强度处将不会发生表面电荷的感知。应当避免造成应力或麻烦的火花放电。

[0119] 表 2-7ICNIRP 参考电平 - 一般公众暴露

[0120] 除了管理限制外，FCC 还在 CFR 标题 47 中指定基于不利健康影响的最大暴露电平。这些健康限制是基于在标题 47 的第 2 部分（§ 2. 1091 和 § 2. 1093）中指定的不同类别的装置来指定的：

[0121] 移动装置：移动装置被定义为经设计以使用以使得在发射器的辐射结构与用户或附近人员的身体之间正常维持至少 20cm 的分离距离的发射装置。

[0122] 便携式装置：便携式装置被定义为经设计以使用以使得装置的辐射结构在用户身体的 20 厘米内的发射装置。

[0123] 一般 / 固定发射器：非便携式或移动装置。

[0124] 在 § 2. 1093 中，规定对于模块或桌上型发射器，装置的潜在使用条件可能不允许容易地将所述装置分类为移动装置或便携式装置。在此类情况下，申请人负责基于 SAR、场强度或功率密度（任何一者均是最恰当的）的评估而确定顺从装置的既定使用和安装的最小距离。

[0125] 暴露限制对于移动装置和一般 / 固定发射器是相同的，在 § 1. 1310 中给出且在表 2-8 中展示。仅有差别是在确定移动装置的场强度时可能不使用时间平均程序。这意味着

下表中的平均时间不适用于移动装置。

[0126] 针对最大准许暴露 (MPE) 的限制

[0127]

频率范围（MHz）	电场强度（V/m）	磁场强度（A/m）	功率密度（mW/cm^2）	平均时间

[0128]

				（分钟）
（A）针对职业/受控暴露的限制				
0.3-3.0.....	614	1.63	*(100)	6
3.0-30.....	1842/f	4.89/f	*（$900/f^2$）	6
30-300.....	61.4	0.163	1.0	6
300-1500.....	.....	.....	f/300	6
1500-100,000.....	.....	.....	5	6
（B）针对一般人群/未受控暴露的限制				
0.3-1.34.....	614	1.63	*(100)	30
1.34-30.....	824/f	2.19/f	*($180/f^2$)	30
30-300.....	27.5	0.073	0.2	30
300-1500.....	.....	.....	f/1500	30
1500-100,000.....	.....	.....	1.0	30

[0129] f ＝以 MHz 为单位的频率

[0130] * ＝平面波等效功率密度

[0131] 表 1 的注解 1 :职业 / 受控限制适用于以下情形 :人员由于其工作而被暴露,假定所述人员完全知晓暴露的可能性且可对其暴露实行控制。对职业 / 受控暴露的限制还适用于以下情形 :当个人路过职业 / 受控限制适用的位置时,假定他或她知晓暴露的可能性。

[0132] 表 1 的注解 2 :一般人群 / 未受控暴露适用于以下情形 :一般公众可能被暴露,或由于其工作而被暴露的人员可能不完全知晓暴露的可能性或无法对其暴露实行控制。

[0133] 表 2-8FCC 暴露限制

[0134] 下文展示在 100kHz 与 6GHz 之间操作的便携式装置的暴露电平 :

[0135]

职业 / 受控暴露 :当人员由于其工作而被暴露时适用,假设其知道所述暴露	SAR :在整个身体上平均为 0.4W/kg 且当在任何 1g 组织上求平均值时空间峰值 SAR 不超过 8W/kg
一般人群 / 未受控暴露 :当一般公众被暴露时适用	SAR :在整个身体上平均为 0.08W/kg 且当在任何 1g 组织上求平均值时空间峰值 SAR 不超过 1.6W/kg

[0136] 世界健康组织 (WHO)

[0137] WHO 已产生了法律保护其公民免受可能产生不利健康影响的高电平 EMF 暴露的模型。此法令称为电磁场人类暴露法令。

[0138] IEEE 标准 C95.1-2005

[0139] IEEE 标准 C95.1-2005 是关于人类暴露于射频电磁场 (3kHz-300GHz) 的安全电平的标准。其是经 ANSI 批准并公认的标准。所述标准将不利影响划分为三个不同频率范围 :

[0140] 3kHz-100kHz :与电刺激相关联的效应

[0141] 100kHz-5MHz :具有与电刺激相关联的效应和加热效应的过渡区

[0142] 5MHz-300GHz :加热效应

[0143] 所述建议被划分为两个不同类别 :

[0144] 基本约束 (BR) :对内部场、SAR 和电流密度的限制

[0145] 对于介于 3kHz 与 5MHz 之间的频率,BR 指代使由于电刺激引起的不利影响减到最小的对生物组织内的电场的限制。

[0146] 对于介于 100kHz 与 3GHz 之间的频率,BR 是基于与在整个身体暴露期间与身体的加热相关联的所确立的健康影响。传统的安全因数 10 已被应用于上层暴露且 50 应用于下层暴露。

[0147] 最大准许暴露 (MPE) 值 :对外部场以及感生和接触电流的限制

[0148] 对于介于 3kHz 与 5MHz 之间的频率,MPE 对应于使由于生物组织的电刺激引起的不利影响减到最小。

[0149] 对于介于 100kHz 与 3GHz 之间的频率,MPE 对应于空间平均平面波等效功率密度或电场和磁场强度的平方的空间平均值。

[0150] 对于低于 30MHz 的频率,为了顺应,E 和 H 场电平两者必须在所提供的限制内。

[0151] 已经确立了两个不同层的暴露限制 :

[0152] 上层 :(在受控环境中人员的暴露) 此层表示上部电平暴露限制,低于其则不存在支持可测量风险的科学证据

[0153] 下层 :(一般公众) 此层包括认可关于暴露的公众顾虑以及支持与 NCRP 建议和 ICNIRP 指导方针相称的额外安全因数。此层解决对所有个体的连续长期暴露的顾虑。

[0154]

		作用电平 [a]	在受控环境中的人员
暴露组织	f_e (Hz)	E_0 (均方根) (V/m)	E_0 (均方根) (V/m)
大脑	20	5.89×10^{-3}	1.77×10^{-2}
心脏	167	0.943	0.943
手足	3350	2.10	2.10
其它组织	3350	0.701	2.10
[a] 在此频率范围内,术语“作用电平”等效于 IEEE 标准 C95.6-2002 中的术语“一般公众”。			

[0155] 表 2-9 针对介于 3kHz 与 5MHz 之间的频率的 BR

[0156]

		作用电平 [a] SAR [b] (W/kg)	在受控环境中的人员 SAR [c] (W/kg)
整个身体暴露	整个身体平均值 (WBA)	0.08	0.4
局限性暴露	局限性 (峰值空间平均值)	2 [c]	10 [c]

[0157]

局限性暴露	手足[d]和外耳壳	4[c]	20[c]
[a]当 RF 安全程序不可用时针对一般公众的 BR。			
[b]SAR 在如表 8 和表 9 中所示的恰当平均时间内求平均值。			
[c]在任何 10 g 组织（经界定为立方体形状的组织体积）上求平均值。[e]			
[d]手足分别是远离肘和膝盖的手臂和腿。			

[0158] [e]立方体的体积为大约 $10cm^3$。

[0159] 表 2-10 针对介于 100kHz 与 3GHz 之间的频率的 BR

[0160]

频率范围（KHz）	作用电平[a]		在受控环境中的人员	
	B_{rms}（mT）	H_{rms}（A/m）	B_{rms}（mT）	H_{rms}（A/m）
3.0-3.35	0.687/*f*	547/*f*	2.06/*f*	1640/*f*
3.35-5000	0.205	163	0.615	490
注解—f 以 kHz 为单位来表达。				
[a]在此频率范围内，术语“作用电平”等效于 IEEE 标准 C95.6-2002 中的术语“一般公众”。				

[0161] 表 2-11 针对介于 3kHz 与 5MHz 之间的频率的用于头部和躯体暴露的 MPE

[0162]

频率范围（KHz）	作用电平[a]		在受控环境中的人员	
	B_{rms}（mT）	H_{rms}（A/m）	B_{rms}（mT）	H_{rms}（A/m）
3..0-3.35	3.79/*f*	*3016/f*	3.79/*f*	3016/*f*
3.35-5000	1.13	900	1.13	900
注解—f 以 kHz 为单位来表达。				
[a]在此频率范围内，术语“作用电平”等效于 IEEE 标准 C95.6-2002 中的术语“一般公众”。				

[0163] 表 2-12 针对介于 3kHz 与 5MHz 之间的频率的用于四肢暴露的 MPE

[0164]

频率范围（MHz）	RMS 电场强度（E）[a]（V/m）	RMS 磁场强度（H）[a]（A/m）	RMS 功率密度（S）E 场、H 场（W/m^2）	平均时间 $\|E\|^2$、$\|H\|^2$ 或 S（分钟）
0.1-1.0	1842	$16.3/f_M$	$(9000,100\,000/f_M^2)$[b]	6
1.0-30	$1842/f_M$	$16.3/f_M$	$(9000/f_M^2,100\,000/f_M^2)$	6
30-100	61.4	$16.3/f_M$	$(10,100\,000/f_M^2\}$	6
100-300	61.4	0.163	10	6
300-3000	-	-	$f_M/30$	6
3000-30000	-	-	100	$19.63/f_G^{1.079}$
30000-300000	-	-	100	$2.524/f_G^{0.476}$
注解—f_M 是以 MHz 为单位的频率，f_G 是以 GHz 为单位的频率。				
[a] 对于在身体维度上均匀的暴露，例如某些远场平面波暴露，将暴露场强度和功率密度与表中的 MPE 进行比较。对于不均匀暴露，将暴露场的平均值与表中的 MPE 进行比较，所述平均值是通过在空间上对场强度的平方求平均值或在等效于人体的垂直横截面（投影区域）的区域或取决于频率的较小区域（见以下表 8 和表 9 的注解）中对功率密度求平均值来获得的。				
[b] 这些平面波等效功率密度值通常用作在较高频率处与 MPE 的便利比较，且在使用中在一些仪器上显示。				

[0165] 表 2-13 针对介于 100kHz 与 300GHz 之间的频率的用于上层的 MPE

[0166]

频率范围（MHz）	RMS 电场强度（E）[a]（V/m）	RMS 磁场强度（H）[a]（A/m）	RMS 功率密度（S）E 场、H 场（W/m^2）	平均时间 $\|E\|^2$、$\|H\|^2$ 或 S（分钟）	
0.1-1.34	614	$16.3/f_M$	$(1000, 100\,000/f_M^2)$[c]	6	6
1.34-3	$823.8/f_M$	$16.3/f_M$	$(1800/f_M^2,100\,000/f_M^2)$	$f_M^2/0.3$	6
3-30	$823.8/f_M$	$16.3/f_M$	$(1800/f_M^2,100\,000/f_M^2)$	30	6
30-100	27.5	$158.3/f_M^{1.658}$	$(2,9\,400\,000/f_M^{3.336})$	30	$0.0636f_M^{1.337}$
100-400	27.5	0.0729	2	30	30
400-2000	-	-	$f_M/200$	30	
2000-5000	-	-	10	30	
5000-30 000	-	-	10	$150/f_G$	
30 000-100 000	-	-	10	$25.24/f_G^{0.476}$	
100 000-300 000	-	-	$(90f_G-7000)/200$	$5048/[(9f_G-700)f_G^{0.476}]$	
注解—f_M 是以 MHz 为单位的频率，f_G 是以 GHz 为单位的频率。					
[a] 对于在身体维度上均匀的暴露，例如某些远场平面波暴露，将暴露场强度和功率密度与表中的 MPE 进行比较。对于不均匀暴露，将暴露场的平均值与表中的 MPE 进行比较，所述平均值是通过在空间上对场强度的平方求平均值或在等效于人体的垂直横截面（投影区域）的区域或取决于频率的较小区域（见以下表 8 和表 9 的注解）中对功率密度求平均值来获得的。					
[b] 左侧列是针对 $\|E\|^2$ 的平均时间，右侧列是针对 $\|H\|^2$ 的平均时间。对于大于 400 MHz 的频率，平均时间是针对功率密度 S。					
[c] 这些平面波等效功率密度值通常用作在较高频率处与 MPE 的便利比较，且在使用中在一些仪器上显示。					

[0167] 表 2-14 针对介于 100kHz 与 300GHz 之间的频率的用于下层的 MPE

[0168] 在某些所关注频率（f ＜ 30MHz）中，在上层与下层之间在用于磁场强度的 MPE 限制中不存在差异。

[0169] 为了确定过渡区（在 100kHz 与 5MHz 之间）中的 MPE，应考虑针对介于 3kHz 与 5MHz 之间的频率的 MPE 和针对介于 100kHz 与 300GHz 之间的频率的 MPE 两者。应选择那些 MPE 之间的较多限制性值。这是因为 MPE 的这两个不同值与针对静电效应的 MPE 和针对加热效应的 MPE 有关。

[0170] 只要不超过 BR 值，就可超过 MPE 值。

[0171] 此标准的观点是可存在实际上高于所指定的限制的场（例如靠近发射回路），只要个人无法暴露于这些场。因此，至少一个实施例可创建高于允许量的场，但仅在用户无法位于的区域中。

[0172] NATO 已公布了在 STANAG 2345 下公布的准许暴露电平文献。这些电平可应用于可能被暴露于高 RF 电平的所有 NATO 职员。基本暴露电平通常为 0.4W/kg。NATO 准许暴露电平似乎是基于 IEEE C95.1 标准且在表 2-15 中展示。

[0173]

频率范围（*） （MHz）	电场（*E*） （V/m）	磁场（*H*） （A/m）	功率密度（S） *E* 场、*H* 场 （W/m^2）	平均时间 （以分钟为单位的 T_{avg}） （*E*, *H*, *S*）
0.003-0.1	614	163	$(10^3, 10^{7)}$**	6
0.1-3.0	614	16.3/*f*	$(10^3, 10^5/f^2$**	6
3-30	1842/*f*	16.3/*f*	$(9000/f^2, 10^5/f^2)$**	6
30-100	61.4	16.3/*f*	$(10, 10^5/f^2)$**	6
100-300	61.4	0.163	10**	6
300-3000			f/30	6
3000-15000			100	6
15000-300000			100	$616000/f^{1,2}$

[0174] 表 2-15NATO 准许暴露电平

[0175] 日本总务省 (MIC) 也已设定了某些限制。

[0176] 在日本由 MIC 设定了 RF 保护指导方针。在表中展示 MIC 所设定的限制。日本暴露限制略高于 ICNIRP 电平，但小于 IEEE 电平。

[0177]

暴露类别	频率	E 场强度 (kV/m)	H 场强度 (A/m)
职业	10kHz-30kHz	0.614	163
	30kHz-3MHz	0.614	4.9/f
	3MHz-30MHz	1.842/f	4.9/f
一般公众	10kHz-30kHz	0.275	72.8
	30kHz-3MHz	0.275	2.18/f

暴露类别	频率	E 场强度 (kV/m)	H 场强度 (A/m)
	3MHz-30MHz	0.824/f	2.18/f

[0178] 表 2-16 日本 MIC RF 暴露限制 (f 以 MHz 为单位)

[0179] 健康加拿大辐射保护局已确立了针对暴露于射频场的安全指导方针。所述限制可参见安全规程 6 :在从 10kHz 到 300GHz 的频率处暴露于射频场的限制。所述暴露限制是基于两个不同类型的暴露 :

[0180] 职业 :对于在射频场源上工作的个人 (每天 8 小时、每周 5 天)

[0181] 安全因数为可能造成伤害的最低暴露电平的十分之一。

[0182] 一般公众 :对于可能每天 24 小时、每周 7 天被暴露的个人。

[0183] 安全因数为可能造成伤害的最低暴露电平的五十分之一。

[0184] 所述限制被划分为两个不同类别 :

[0185] 基本约束 :适用于距源至少 0.2m 的距离或在介于 100kHz 到 10GHz 之间的频率处。

[0186]

条件	SAR 限制 (W/kg)
在整个身体质量上求平均值的 SAR	0.4
在任何 1 克 (g) 组织上求平均值的针对头部、颈部和躯体的局部 SAR	8
在 10g 组织上求平均值的四肢中的 SAR	20

[0187] 表 2-17 安全规程 6 基本约束 - 职业

[0188]

条件	SAR 限制 (W/kg)
在整个身体质量上求平均值的 SAR	0.08
在任何 1 克 (g) 组织上求平均值的针对头部、颈部和躯体的局部 SAR	1.6
在 10g 组织上求平均值的四肢中的 SAR	4

[0189] 表 2-18 安全规程 6 基本约束 - 一般公众

[0190] o 暴露限制 :

[0191]

1 频率 （MHz）	2 电场强度；均方根 （V/m）	3 磁场强度；均方根 （A/m）	4 功率密度 （W/m^2）	5 平均时间 （分钟）
0.003-1	600	4.9		6
1-10	$600/f$	$4.9/f$		6
10-30	60	$4.9/f$		6
30-300	60	0.163	10	6
300-1 500	$3.54f^{0.5}$	$0.0094f^{0.5}$	$f/30$	6
1 500-15 000	137	0.364	60	6
15 000-150 000	137	0.364	60	$616000/f^{1.2}$
150 000-300 000	$0.354f^{0.5}$	$9.4\times10^{-2}f^{0.5}$	$3.33\times10^{-4}f$	$616000/f^{1.2}$

[0192] * 功率密度限制在大于 100MHz 的频率下适用。

[0193] 注解 :1. 频率 f 以 MHz 为单位。

[0194] 2. 10W/m^2 的功率密度等效于 1mW/cm^2。

[0195] 3. 1A/m 的磁场强度对应于 1. 257 微特（μT）或 12. 57 毫高斯（mG）。

[0196] 表 2-19 安全规程 6 暴露限制 - 职业

[0197]

1 频率 （MHz）	2 电场强度；均方根 （V/m）	3 磁场强度；均方根 （A/m）	4 功率密度 （W/m^2）	5 平均时间 （分钟）
0.003-1	280	2.19		6
1-10	$280/f$	$2.19/f$		6
10-30	28	$2.19/f$		6
30-300	28	0.073	2^s	6
300-1500	$1.585f^{0.5}$	$0.0042f^{0.5}$	$f/150$	6

[0198]

1500-15000	61.4	0.163	10	6
15000-150000	61.4	0.163	10	$616000/f^{1.2}$
150000-300000	$0.158f^{0.5}$	$4.21\times10^{-4}f^{0.5}$	$6.67\times10^{-5}f$	$616000/f^{1.2}$

[0199] * 功率密度限制在大于 100MHz 的频率下适用。

[0200] 注解 :1. 频率 f 以 MHz 为单位。

[0201] 2. 10W/m^2 的功率密度等效于 1mW/cm^2。

[0202] 3. 1A/m 的磁场强度对应于 1. 257 微特（μT）或 12. 57 毫高斯（mG）。

[0203] 表 2-20 安全规程 6 暴露限制 - 一般公众

[0204] 从上文中清楚，不同管理团体界定不同限制。一个原因是缺乏关于健康影响的知识以及专家间意见不同。

[0205] 发明人认识到，实际装置应当遵守所有不同机构要求，以避免出售例如当用户在休假中携带时可能不合法的单元。USA 具有 FCC 规章。欧洲使用 ETSI 和 CENELAC。上文中已描述了其它规章。

[0206] 发明人认识到，为了有效地制造单元，其必须在许多不同国家中可用。举例来说，假如制造了（例如）在某个国家中不可用的单元，那么所述单元在任何时候均不能在休假中携带，等等。这将是完全不切实际的。因此，根据一实施例，制造与所有这些要求对应的天线和实际装置。

[0207] 一个实施例可使用通过保持低于主要国家（例如 US 和欧洲）的电平而允许在所述两个国家中操作的系统。另一实施例可基于位置来改变所递送功率的量，例如通过所输入的国家代码或通过编码放置于单元上的电尖端（例如当使用 US 电尖端时自动采用 US 安全标准）。

[0208] 针对非电离辐射的暴露限制可设定为如包括 FCC、IEEE 和 ICNIRP 的若干组织所界定。可针对来自指定国家而非来自其它国家的限制设定限制。

[0209] 对于对小型便携式装置的邻近功率发射，用于“近程装置”的当前频率规章可允许在＜ 0.5m 的距离上进行高达数百 mW 的功率转移。

[0210] 在＜ 3m 的距离上进行数百 mW 的远程功率转移可能需要比当前评频率规章所指定的场强电平高的场强电平。然而，可能能够满足暴露限制。

[0211] 在 13.56MHz+/-7kHz 处的频带（ISM 频带）和低于 135kHz 的频率（LF 和 VLF）可能适合于发射无线功率，因为这些频带具有良好的值。

[0212] 然而，在 135kHz 处的准许场强电平相对较低，这考虑到将在 LF 处需要比在 13.56MHz 处高 20dB 的 H 场强度来发射相同量的功率的事实。

[0213] 虽然上文已经详细揭示了仅几个实施例，但其它实施例也是可能的，且发明人希望这些实施例涵盖在本说明书内。说明书描述用以实现可以另一方式实现的较一般目标的具体实例。此揭示内容既定为示范性的，且权利要求书既定涵盖所属领域的一般技术人员可能可预测到的任何修改或替代。举例来说，可使用其它尺寸、材料和连接。其它实施例可使用所述实施例的类似原理，且同样等效地适用于主要静电和 / 或电动力场耦合。大体上，可使用电场来代替磁场作为主要耦合机制。而且，可考虑其它值和其它标准来形成用于发射和接收的正确值。

[0214] 而且，发明人希望仅使用词“用于 ... 的装置”的那些权利要求既定根据 35USC 112 第六节来解释。此外，不希望来自说明书的任何限制对任何权利要求添加另外的意义，除非那些限制明确地包含于权利要求中。

[0215] 在本文提到特定数字值的情况下，应认为，所述值可增加或减少 20％，同时仍保留在本申请案的教示内，除非具体提到某种不同的范围。在使用指定的逻辑意义的情况下，还既定涵盖相反的逻辑意义。

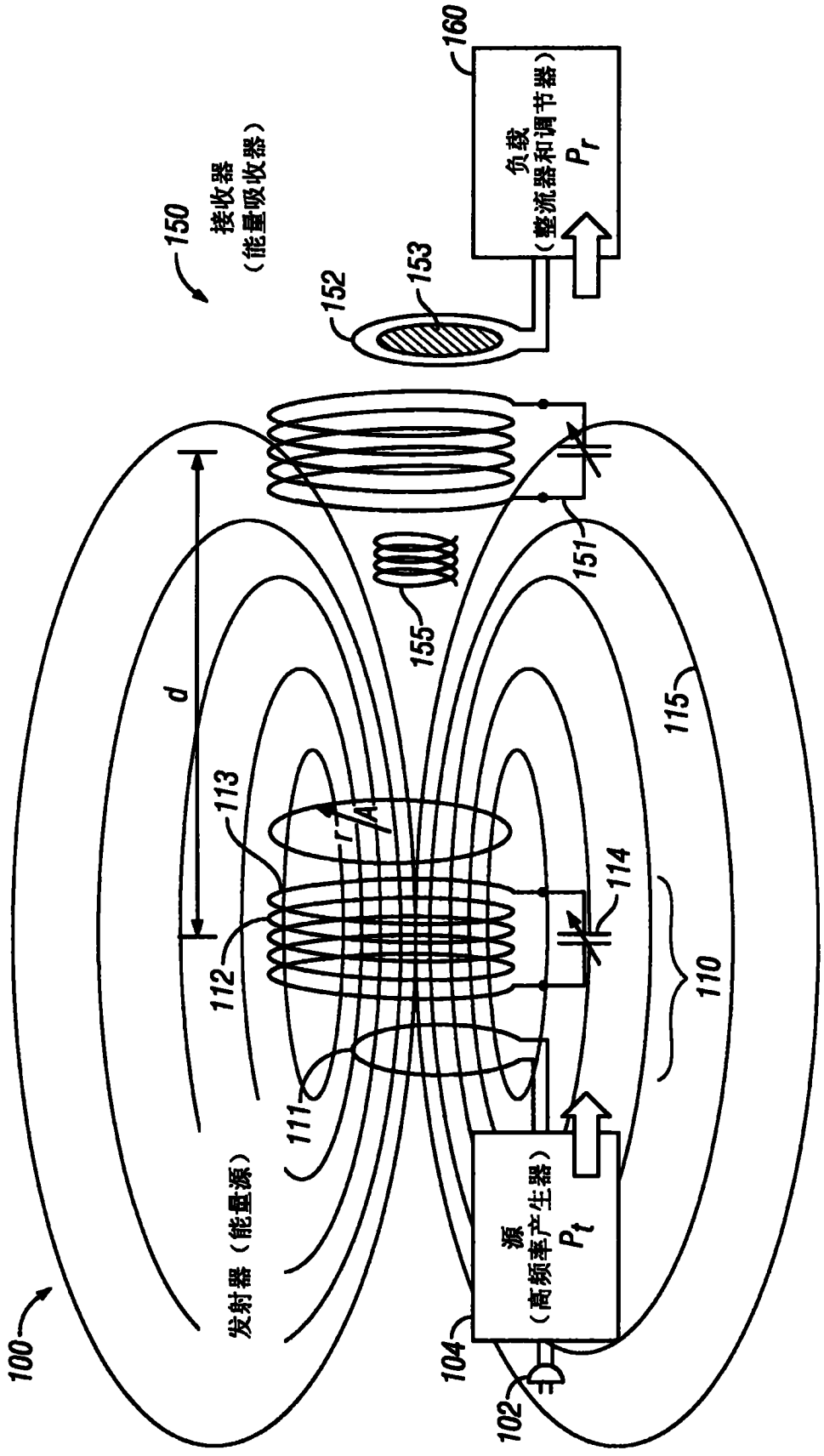

160
负载
（整流器和调节器）
P_r
150
接收器
（能量吸收器）
152
153
151
155
d
115
113
r
A
114
112
110
111
发射器（能量源）
源
（高频率产生器）
P_t
100
104
102

图 1