

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 98808741.3

G01S 13/02

G01S 13/18

G01S 13/22

E03D 5/10

E03C 1/242

E03C 1/05

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1230691C

[22] 申请日 1998.7.17 [21] 申请号 98808741.3

[30] 优先权

[32] 1997. 7. 18 [33] US [31] 60/052,960

[86] 国际申请 PCT/US1998/014877 1998. 7. 17

[87] 国际公布 WO1999/004285 英 1999. 1. 28

[85] 进入国家阶段日期 2000. 3. 1

[71] 专利权人 科勒公司

地址 美国威斯康星

[72] 发明人 安德鲁·J·帕埃斯

斯蒂芬·M·泰尔沃

坎尔特·J·托马斯

威廉·R·伯内特

戴维·C·沙夫尔

弗雷德·贾德森·海因茨曼

审查员 雒晓明

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

司

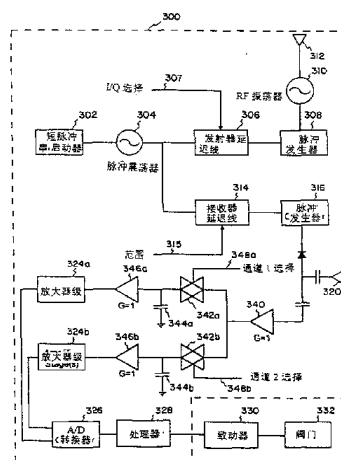
代理人 李强 潘培坤

权利要求书 3 页 说明书 27 页 附图 10 页

[54] 发明名称 一种流体流动控制设备和方法

[57] 摘要

本发明涉及一种流体流动控制设备和方法，可以提供低功率应用的优点。其中该流体流动控制设备包括用于控制流体流动的致动器；RF 发射器，被适当构造和安排以产生多脉冲的短脉冲串，每个短脉冲串包括两个或多个基本均匀地分开的具有 RF 频率的 RF 能量的脉冲，以形成传感器场，所述脉冲被以一个脉冲传输率发射，相邻短脉冲串之间的时间大于脉冲传输率；接收器，在每个脉冲发射后被选通打开，以接收由传感器场内的对象反射的 RF 能量，所述传感器场由在每个脉冲的发射与选通打开所述接收器之间的延迟时间确定；耦合到选通接收器的处理器，用于评价反射的 RF 能量，处理器被耦合到致动器，并被适当构造和安排以用于响应反射的 RF 能量启动致动器。



1.一种流体流动控制设备（20），包括：

一个用于控制流体流动的致动器（22，230，330）；

5 一个 RF 发射器（28），它被适当地构造和安排以便产生多脉冲的短脉冲串，其中每个短脉冲串包括两个或多个基本上均匀地分开的具有 RF 频率的 RF 能量的脉冲，以形成一传感器场，所述脉冲被以一个脉冲传输率发射，其中相邻短脉冲串之间的时间大于脉冲传输率；

10 一个接收器（30），在每个脉冲发射之后被选通打开，以接收由一个传感器场内的对象反射的 RF 能量，其中所述传感器场是由在每个脉冲的发射与选通打开所述接收器之间的延迟时间确定的；

一个耦合到选通接收器（30）的处理器（24，228，328），用于评价反射的 RF 能量，其中，处理器（24，228，328）被耦合到致动器（22，230，330），并被适当地构造和安排以用于响应反射的 RF 能量启动致动器（22，230，330）。

15 2.如权利要求 1 所述的流体流动控制设备（20），其中，每一个短脉冲串的宽度等于或小于在短脉冲串之间的时间的 5%。

20 3.如权利要求 1 所述的流体流动控制设备（20），其中，RF 发射器（28）包括一个发射器脉冲发生器（208，308）和一个与发射器脉冲发生器相连的 RF 振荡器（210，310），所述发射器脉冲发生器以一脉冲传输率产生多个发射器脉冲，所述 RF 振荡器响应发射器脉冲以所述脉冲传输率产生 RF 能量脉冲。

4.如权利要求 3 所述的流体流动控制设备（20），其中，接收器（30）包括与发射器脉冲发生器（208，308）相连的接收器脉冲发生器（216，316），响应于发射器脉冲产生接收器脉冲，以选通接收器（30）。

25 5.如权利要求 4 所述的流体流动控制设备（20），其中，接收器（30）

还包括一个相对于发射器脉冲延迟接收器脉冲的接收器延迟线（214，314）。

6.如权利要求5所述的流体流动控制设备（20），其中，接收器延迟线（214，314）被构造和安排为提供至少两个不同的延迟。

5 7.如权利要求1所述的流体流动控制设备（20），其中，RF发射器包括在RF能量的至少选定的脉冲中产生一个延迟的发射器延迟线（206，306）。

8.如权利要求1所述的流体流动控制设备（20），其中，接收器（30）被构造和安排为从至少两个不同范围接收反射的RF能量。

10 9.如权利要求1所述的流体流动控制设备（20），还包括一个与致动器（230，330）相连的阀门（232，332），致动器（230，330）在被启动时打开或关闭阀门（232，332）。

10.如权利要求1所述的流体流动控制设备（20），其中，处理器（24，228，328）被构造和安排为根据反射的RF能量检测在传感器场内的对象
15 的出现。

11.如权利要求1所述的流体流动控制设备（20），其中，处理器（24，228，328）被构造和安排为根据反射的RF能量检测在传感器场内的对象的运动。

12.如权利要求1所述的流体流动控制设备（20），其中，发射器（28）
20 包括一个定向发射器天线（212，312）。

13.如权利要求1所述的流体流动控制设备（20），其中，脉冲的RF频率在1到100GHz的范围内。

14.一种响应于用户控制流体流动的方法，包括：

发射多个脉冲的短脉冲带，其中每一个短脉冲串包括两个或多个基本
25 上均匀地分开的具有RF频率的RF能量的脉冲，以形成一传感器场，所

述的脉冲以一个脉冲传输率发射脉冲,其中相邻短脉冲串之间的时间大于脉冲传输率;

每个脉冲发射之后,通过选通打开一个接收器(30),接收由一个传感器场内的对象所反射的RF能量,其中所述传感器场是由在每个脉冲的发射与选通打开所述接收器(30)之间的延迟时间确定的;

评价RF能量的反射以确定在传感器场内一用户的一个特征;以及根据对RF能量反射的评价启动一个致动器(22,230,330)。

15.如权利要求14所述的方法,其中,每一个短脉冲串具有的宽度等于或小于在短脉冲串之间的时间的5%。

10 16.如权利要求14所述的方法,其中,对RF能量的反射的评价包括对RF能量反射进行评价以确定下列情况中的一个或多个:用户在传感器场的出现,用户在传感器场的运动,以及用户在传感器场运动的方向。

17.如权利要求14所述的方法,还包括:

根据对RF能量反射的评价,确定在传感器场内是否出现一用户;

15 当检测一用户时,通过在发射脉冲的RF能量的每一个脉冲之后,选通打开一个接收器(30),接收来自一第二传感器场内对象的RF能量的反射,该第二传感器场比第一传感器场具有更远的范围;和

根据对从第一和第二传感器场的RF能量的反射的评价,启动一致动器(22,230,330)。

20 18.如权利要求17所述的方法,其中,致动器(22,230,330)被构造和安排为对从包括抽水马桶(82)和便池(78)的组中选择一设备进行冲水。

25 19.如权利要求18所述的方法,其中,在确定用户已经进入第一传感器场并离开第二传感器场之后,所述的致动器(22,230,330)由被构造和安排的处理器(24,228,328)启动,以对设备(82,78)进行冲水。

一种流体流动控制设备和方法

发明领域

本发明涉及流体流动控制设备。特别是，本发明涉及小功率雷达设备以及
5 及雷达控制的流体流动控制设备和浴室、厕所、或厨房设备。

发明背景

考虑到公众健康和安全，对浴室和厕所设备的无接触控制的开发已引起
广泛关注。通过接触抽水马桶、便池、水池的把手、以及公共厕所内的其他
10 设备，病菌、细菌、疾病、以及其他有害物质可以从一个人传到另一个人。

已开发了各种无接触控制系统。很多常规的无接触控制系统采用红
外或可见光检测器检测用户，（其中可见光检测器不常用。）检测器一
般产生一个适当的用于打开或关闭致动器的信号，该致动器例如可以是
耦合到设备入水管，以打开或关闭致动器以冲洗抽水马桶或使水从水龙
15 头流出的阀门。通过检测来自人体的热量可以被动地检测红外辐射。作
为一种替换，可以由一个设备、例如发光二极管（LED）发射红外光，
并从用户反射到红外检测器，例如光电管。

使用红外检测器具有几个限制。首先，由于辐射的波长短，红外辐
射不能穿透大部分物质。这样，红外发射器和检测器通常或者为暴露的
20 或者设在由对于红外辐射为透明的材料构成的窗口后面。另外，由于在
发射器或检测器的前面出现诸如纸、灰尘、或布之类物质，可能有意或
无意地遮挡红外传感器。

红外检测的另一个缺陷是诸如衣服之类的对象的反射性变化很大。
这样，红外检测器必须对反射信号强度的较大变化范围敏感。这就存在
25 检测器不能检测穿有吸收或仅微弱反射红外辐射的衣服或其他用品的用

户的可能性。

红外检测的这些缺陷可能导致设备的错误反应（例如，在不恰当的时候冲洗抽水马桶或在抽水马桶或水池内保持持续的水流），或导致错误操作，直到传感器场被清洁或移开阻挡的对象为止。这样，需要一种
5 能克服当前检测器不足的新型检测器。

另一个问题是可用于操作自动或无接触设备的功率。为方便起见或由于设备周围无交流电源，这些设备可由电池供电。为使设备工作一年或更长时间，经常需要准备小功率设备。很多类型的检测设备需要很大功率，由此必须开发的一种新方式是减少这些设备所需的功率。

10

发明概述

本发明涉及可满足上述要求的流体流动控制设备包括：一个用于控制流体流动的致动器；一个 RF 发射器，它被适当地构造和安排以便产生多脉冲的短脉冲串，其中每个短脉冲串包括两个或多个基本上均匀地分
15 开的具有 RF 频率的 RF 能量的脉冲，以形成一传感器场，所述脉冲被以一个脉冲传输率发射，其中相邻短脉冲串之间的时间大于脉冲传输率；一个接收器，在每个脉冲发射之后被选通打开，以接收由一个传感器场内的对象反射的 RF 能量，其中所述传感器场是由在每个脉冲的发射与选通打开所述接收器之间的延迟时间确定的；一个耦合到选通接收器的处
20 理器，用于评价反射的 RF 能量，其中，处理器被耦合到致动器，并被适当地构造和安排以用于响应反射的 RF 能量启动致动器。

本发明还提供一种响应于用户控制流体流动的方法，包括：发射多个脉冲的短脉冲带，其中每一个短脉冲串包括两个或多个基本上均匀地分
25 开的具有 RF 频率的 RF 能量的脉冲，以形成一传感器场，所述的脉冲以一个脉冲传输率发射脉冲，其中相邻短脉冲串之间的时间大于脉冲传输率；每个脉冲发射之后，通过选通打开一个接收器，接收由一个传感器场内的对象所反射的 RF 能量，其中所述传感器场是由在每个脉冲的发

射与选通打开所述接收器之间的延迟时间确定的；评价 RF 能量的反射以确定在传感器场内一用户的一个特征；以及根据对 RF 能量反射的评价启动一个致动器。

另一个实施例是一种设施，该设施包括一个用于控制通过其的流体的流动的阀门、一个用于打开和关闭阀门的致动器、和一个用于启动致动器的传感器。传感器包括 RF 发射器、选通 RF 接收器、和一个处理器。RF 发射器用于产生在时间上分开的多个 RF 能量脉冲以形成一个传感器场。选通 RF 接收器用于接收传感器场内的对象反射的 RF 能量。处理器耦合到选通 RF 接收器，用于评价反射的 RF 能量。处理器还耦合到致动器并用于响应反射的 RF 能量启动致动器以控制流体流动。

再一个实施例是一个传感器。传感器包括短脉冲串启动器、发射器脉冲发生器、RF 振荡器、发射器天线、接收器天线、接收器脉冲发生器、接收器延迟线、和接收器采样器。短脉冲串启动器以短脉冲串传输率提供多个短脉冲串，短脉冲串的宽度等于或小于短脉冲串之间的时间的 5%。发射器脉冲发生器在每个短脉冲串期间以发射器脉冲传输率和发射器脉冲宽度产生多个发射器脉冲。RF 振荡器响应发射器脉冲提供 RF 能量脉冲，发射器天线发射 RF 能量脉冲以形成一个传感器场。接收器天线接收传感器场内对象反射的 RF 能量。接收器脉冲发生器连接到发射器脉冲发生器，并以接收器脉冲传输率和接收器脉冲宽度产生接收器脉冲。接收器延迟线相对于发射器脉冲延迟接收器脉冲。接收器采样器采样由接收器天线在接收器脉冲期间接收的 RF 能量。

附图简要说明

通过下面结合附图对本发明各个实施例的详细描述，本发明将更加易于理解，其中：

图 1 是根据本发明的流体流动控制设备的一个实施例的示意方框图；
图 2 是具有图 1 的流体流动控制设备的水池和水龙头的侧视图；

图 3 是流体流动控制设备的雷达系统的一个实施例的示意方框图；

图 4 是使用 RF 发射器短脉冲串的图 3 的雷达系统的一个实施例的时序图；

图 5 是使用超宽频带 (UWB) 发射脉冲的图 3 的雷达系统的另一个
5 实施例的时序图；

图 6 是具有图 5 的时序图的超宽频带雷达系统中的检测区间的示意图；

图 7A-7D 是加入根据本发明的图 1 的雷达控制的流体流动控制设备的便池的各种实施例的侧视图；

10 图 8A、8C 和 8E 为加入图 1 的雷达控制流体流动控制设备的抽水马桶的各种实施例的侧视图；

图 8B 是图 8A 的抽水马桶的顶视图；

图 8D 是图 8C 的抽水马桶的顶视图；

图 9A-9F 为加入图 1 的雷达控制流体流动控制设备的水池和水龙头
15 的各种实施例的侧视图；

图 10 是短脉冲串-改进的脉冲雷达传感器的示范方框图；

图 11 是根据本发明的小功率雷达传感器的示范实施例的方框图；

图 12 是根据本发明的小功率雷达传感器的第二示范实施例的方框
图；

20 图 13 是根据本发明的四-通道小功率雷达传感器的示范实施例的方框图；

图 14 是根据本发明的雷达传感器的一个实施例的侧视图；和

图 15 是根据本发明的流体流动控制设备的一个实施例的透视图。

虽然在附图中以实例的方式给出了本发明的细节并进行了详细描
25 述，本发明可以有各种修正和替换形式。然而应该明白，不应将本发明

限定为所描述的特定实施例。相反，本发明覆盖了落入本发明精神和范围的所有修改、等效形式和替换。

本发明涉及一种流体流动控制设备，该流体流动控制设备使用雷达以检测雷达传感器场内的个人的出现、位置、运动和/或运动方向，并以
5 预定方式响应雷达检测结果。例如，流体流动控制设备可以耦合到抽水马桶或便池的入水管，该设备使用雷达检测用户进入和离开围绕抽水马桶或便池的雷达传感器场，并通过在用户离开之后冲洗抽水马桶或便池以清除污物，来响应用户的运动。

另外，本发明涉及小功率脉冲雷达系统。尽管本系统可用于流体流
10 动控制设备，但雷达系统的使用不限于这样的设备。例如，雷达系统可用在侵入报警、紧急照明、玩具和其他雷达传感器应用，特别是工作功率较小的小范围场合。

流体流动控制设备

15 在一个实施例中，流体流动控制设备包括产生一个传感器场的雷达传感器单元，该单元具有一个发射器和一个接收器。发射器发射电磁信号，接收器接收在信号和传感器场内的一个或多个对象之间的交互作用产生的电磁信号的反射。流体流动控制设备还包括耦合到传感器单元以
20 检测传感器场内的个体的特征检测电路。适当的特征包括传感器场内个体的出现、传感器场内个体的运动、传感器场内个体的运动方向，或这些特征的组合。诸如阀门之类的一个致动器耦合到检测电路并用于在管道内进行处理，以控制流体流过管道。致动器响应检测电路以预定的顺序打开和关闭。

该雷达控制流体流动控制设备允许各种设备、例如抽水马桶、便池、
25 水池、淋浴器、坐浴盆、或其他设施或用具的无接触控制。一般由用户

的常规运动指示设备的响应。这样的无接触控制特别适合于公共厕所，在这里存在有害细菌、病菌、或疾病可以传播到设备的后续用户的问题。另外，基于包括维护卫生条件和使用方便的各种原因，本发明的流体流动控制设备还可以用于其他场合，例如个人家庭的浴室或厨房。

- 5 本发明还涉及将这样的流体流动控制设备用于设施、用具和设备，特别是用于浴室和厕所的设施，这些设施包括抽水马桶、便池、坐浴盆、淋浴器、澡盆、涡流浴、烘手器、肥皂或洗液配给器、水池和水龙头，以及用于厨房的设施，例如水池和水龙头。

一个实施例是诸如抽水马桶或便池之类的污物处理设备，该设备具有入水管、与入水管流体连通的污物存放处、以及与污物存放处流体连通的出水管，污物通过出水管被清除。该设备还包括一个位于污物存放处附近的雷达传感器单元。该雷达传感器单元具有一个发射器和一个接收器，发射器和接收器产生围绕污物存放处的传感器场以检测污物处理设备的用户的特征。适当的特征包括传感器场内个体的出现、传感器场内个体的运动、传感器场内个体的运动方向、或这些特征的组合。一个致动器耦合到雷达传感器单元并位于入水管的后面或内部，以控制通过入水管的水流。致动器响应传感器单元检测的特征以预定的顺序被打开和关闭。例如，在用户离开传感器场之后，致动器打开并允许水流入入水管到达污物存放处，以便从污物存放处清除污物。

- 20 图 1 示意性地显示了流体流动控制设备 20。设备 20 包括一个诸如阀门之类的致动器 22，该致动器由控制电路 24 控制。雷达检测器 26 将输入数据发送到控制电路 24，接着控制电路 24 确定适当的响应。雷达检测器 26 一般包括发射器 28、接收器 30 和检测电路 32。

通常，如图 2 所示，致动器 22 耦合到设施 36 的入水管 34，设施 36 例如可以是水龙头 38 和水池 40。致动器 22 用于打开并关闭，以控制流

体流动到和/或通过设施。例如，流体流动控制设备 20 可以与水龙头 38 和水池 40 相连，以控制通过水龙头 38 到达水池 40 的水流。在这种情况下，致动器 22 一般耦合到水管 34 内部或水管 34 和水龙头 38 之间。在一个实施例，当检测到用户时，致动器 22 打开，水流过水龙头 38。当用户离开时，致动器 22 关闭，水停止流过水龙头 38。也可以使用致动器 22 的其他配置和致动器 22 相对于固定装置的其他位置。

一个适当的控制电路的实例包括一个螺线管，该螺线管具有一个耦合到致动器 22 以便响应来自检测器 26 的信号打开或关闭致动器 22 的电枢。例如，可以提供通过螺线管的电流以移动电枢并打开致动器。可以使用一个反向电流，或在不用电流的情况下使用一个机构（例如一个弹簧），来使致动器返回到其关闭位置。

控制电路 24 也可以包括诸如微处理器之类的复杂部件，微处理器根据雷达检测器 26 的信号提供一个编程响应。编程响应可以基于接收信号的类型（即，个体的出现或个体的运动）或接收信号的顺序（即，对应于个体进入和离开雷达传感器场的两个相继信号）。为防止错误响应，基于控制器的微处理器可以采用各种软件算法，这些算法使用信号检测和统计技术，例如信号取平均，来解决由乱真反射和/或背景杂乱引起的信号与噪声的问题。

20 雷达传感器

雷达检测器 26 是一个用于检测个体和/或个体在传感器场内的运动的设备。通常，通过从发射器 28 发射一个雷达信号并在接收器 30 接收发射的雷达信号的反射来完成雷达检测，反射由雷达信号与一个对象的交互作用产生。反射信号的强度部分依赖于对象的反射性和尺寸、以及到对象的距离。

可以使用各种雷达发射器。一种雷达发射器常常以一单个信号频率连续辐射电磁信号。一种从该信号得到信息的方法是测量反射信号的频率。如果反射信号的对象正在移动，反射信号的频率可以被多谱勒频移并提供运动和方向信息。例如，离开雷达检测器的对象使反射信号的频率降低，移向检测器的对象使反射信号的频率增加。应该明白，还有其他的连续波雷达系统和方法可被用于得到关于雷达传感器场内的个体的出现、位置、运动和方向的信息。

实现本发明的另一种雷达系统是脉冲雷达，其中电磁能量脉冲由发射器发射，反射的脉冲由接收器接收。图 3 示意性地示出一种脉冲雷达配置。该雷达系统包括一个产生脉冲接收频率（PRF）的脉冲的脉冲发生器 50、响应该脉冲而发射雷达信号的发射器 52、一个用于延迟雷达信号的可选发射器延迟电路 53、一个用于接收反射的雷达信号的接收器 54、一个用于在一个延迟之后选通打开接收器的可选接收器延迟电路 56、以及一个用于从反射的雷达信号获得所希望的出现、位置、运动、和/或方向信息的信号处理电路 58。

在一种类型的脉冲雷达中，在特定的 RF 频率发射电磁能量的短脉冲串，短脉冲串的长度对应于信号在该雷达频率的多个振荡。美国专利第 5,521,600 号详细描述了一个使用 RF 频率雷达短脉冲串的雷达系统的实例；在此将该专利引作参考。在该特定雷达系统中，在信号处理之前在接收器 54 对发射和接收信号进行混频。

图 4 提供该特定雷达系统的时序图，该图示出发射的 RF 短脉冲串 60、接收选通信号 62 和混频的发射器和接收器信号 64。该电路的检测阈值 66 可以设定在一个足够高的、仅为混频的发射器和接收器信号可触发检测的值。该雷达系统具有最大检测范围。可检测的信号仅从对于发射器和接收器来说足够近的对象产生，因此，至少一部分所发射的短脉冲

串发射到对象并在短脉冲串的时间长度内反射回接收器。该雷达系统的传感器场覆盖雷达系统的最大范围内的区域。传感器场内的任何对象都可以得到检测。

另一种脉冲雷达系统是超宽频带 (UWB) 雷达, 该雷达包括发射具有纳秒或亚纳秒脉冲长度的脉冲。UWB 的实例可以在美国专利第 5,361,070 和 5,519,400 号中找到, 在此将这些专利引作参考。这些 UWB 雷达系统也由图 3 示意性地表示。然而, 对于 UWB 雷达系统, 图 5 所示的发射脉冲 68 和接收器选通 70 的时序与上述的 RF-短脉冲串雷达系统有很大不同。由发射器 52 以一般由脉冲发生器 50 确定的脉冲接收频率 (PRF) 发出发射脉冲。在某些实施例, 脉冲接收频率可由噪声源调制, 因此, 以随机变化的间隔发射的发射脉冲的平均间隔长度等于脉冲接收频率的倒数。在作为由接收器延迟电路 56 和发射器延迟电路 53 提供的延迟之间的差值的一个延迟时间周期 (D) 之后, 选通打开接收器 54。在 UWB 雷达系统, 发射脉冲具有一个短的脉冲宽度 (PW), 通常例如为 10 纳秒或更小。与前面所述的在发射器脉冲时间周期期间选通打开接收器的 RF 短脉冲串雷达系统不同, UWB 雷达系统一般在发射器脉冲时间周期之后选通打开接收器。

在 UWB 雷达系统, 接收器选通和发射器脉冲的延迟周期和长度定义了一个检测区间 72, 如图 6 所示。该检测区间定义了 UWB 雷达系统的有效传感器场。雷达发射器/接收器与检测区间之间的距离由延迟周期确定, 延迟周期越长, 区间定位得越远。区间的宽度 73 取决基于发射脉冲宽度 (PW) 和接收选通宽度 (GW)。较长的脉冲宽度和选通宽度对应于具有较大宽度 75 的区间 74。使用 UWB 雷达系统, 可以确定区间内的对象 76 的特征, 例如, 对象的出现、位置、运动和运动方向。

在某些实施例, 使用具有不同延迟时间的两个或多个选通脉冲。选

5 收器。接收器仅在足够接收直接从发射器发射的信号的时间周期被选通打开。如果该信号被反射或阻挡，则该信号或者未到达接收器或者在接收器被选通关闭后到达接收器。例如，这种类型的检测器可以用作当一个人或一个人的一部分处于发射器和接收器之间时进行检测的“触发连线（trip wire）”。当在选通周期期间接收的信号减少时表示一个个体的出现。

可以通过例如扫描一组越来越长或越来越迟的接收器选通脉冲来确定传感器场内的个体的位置。对反射信号的检测在可选地减去背景信号之后，表示了个体离雷达系统的距离。

10 可以通过各种方法确定个体的运动，这些方法包括前面所述的多谱勒雷达系统。在美国专利第 5,361,070 和 5,519,400 号中描述了一种运动检测的替换方法，其中对接收信号进行带通滤波以便仅留下因人在传感器场内的运动引起的这些信号。通常，带通滤波器中心大约位于 0.1-100Hz。

15 美国专利第 5,519,400 号还描述了一种确定个体的运动方向的方法。该方法包括将延迟周期调制为当前传输脉冲的 1/4，以获得可用于确定传感器场内的对象的运动方向（即，走向和离开检测器）的正交信息。

检测运动方向的另一个方法是比较相继信号或在相继时期中获得的信号。对于很多雷达系统，反射信号的强度随着个体移动至较近而增加。20 随着个体的移开，信号一般减小。因而，相继信号的比较可用于确定一般的运动方向，或者接近或者离开雷达检测器。在确认用户在一个时间周期内（例如，3-10 秒）的方向之前控制电路可不启动致动器以确保用户正在移向或离开设施。

25 传感器场内的个体的一个或多个特征、例如出现、位置、运动或运动方向，可以由一个或多个传感器同时或依次检测。该信息可以提供给

确定一个适当运动的控制电路。微处理器可用于根据这些多个信息控制致动器。

应该明白，也可使用其他方法确定雷达传感器场内的个体的出现、位置、运动和运动方向。

5

小功率雷达传感器

用于流体流动设备、或用于任何其他设备的一个雷达传感器可使用交流或直流电源工作。尽管在很多情况下，雷达传感器可使用来自电源插座的可变交流电源工作，但为方便起见，也可以使用电池电源。例如，
10 用于浴室设备的雷达传感器连接到插座上可能是不方便或不美观的。在这种情况下，可能要求电池供电的雷达传感器。然而，还希望传感器内的电池的使用寿命可达数月或数年。因此，需要开发小功率的雷达传感器。

脉冲传感器常常消耗比连续工作的传感器小的功率。此外，一般来说，
15 单位时间发射的脉冲越少，传感器工作所需的功率越小。然而，随着脉冲传输率的减低，传感器的灵敏度常常降低。另外，还发现减低脉冲传输率还增加接收器中的采样器的阻抗。这就限定传感器的带宽，因为即使很小的寄生电容也会使接收器的频率响应在很低频率滚降。另外，高输出阻抗会对后续放大器级提出严格要求，并且使电路易受噪声
20 耦合的影响。

一种新的小功率雷达传感器通过提供在时间上不均匀地分开的雷达脉冲进行工作。在操作中，如图 10 所示，发射器最初产生脉冲 104 的短脉冲串 102。在每个短脉冲串之间，是发射器不发射 RF 能量的静止时期 106。例如，可以每个 0.1 到 5 毫秒产生一个 RF 脉冲的 1 到 100 微秒的
25 短脉冲串。例如可以在从例如为 1 到 100GHz 的 RF 频率的短脉冲串内以

0.5 到 20MHz 的传输率提供该 RF 脉冲。以这种方式，在短脉冲串期间可以具有相对较高的脉冲传输率，但具有总体较小的功率，因为仅在短脉冲串之间的时期的 5%或更少时间里发生短脉冲串。尽管该雷达传感器的敏感性大约与具有相同数目的在时间上均匀分开的脉冲的雷达传感器相同，在短脉冲串期间的采样器的阻抗却可以小许多。然而，在某些实施

5 例，短脉冲串周期可以是短脉冲串之间的时间的 10%、25%、50%或更多。

图 11 示出一个示例性的小功率雷达传感器 200。该雷达传感器 200 包括一个触发短脉冲串的开始并且可选地触发短脉冲串的结束的短脉冲串触发器 202。短脉冲串传输率定义为提供短脉冲串的速率。短脉冲串的

10 宽度是短脉冲串的时间长度。短脉冲串之间的时间为静止时期。对于很多应用，短脉冲串传输率可以从例如 200Hz 到 10kHz 变化并且常常可以从例如 500Hz 到 2kHz 变化。短脉冲串宽度例如可以从 1 到 200 微秒变化并且常常可以从例如 5 到 100 微秒变化。然而，可以使用较高或较低的短脉冲串传输率和较长或较短的短脉冲串宽度。特定短脉冲串传输率和

15 短脉冲串宽度可以基于各种因素，例如使用场合和所要求的功率使用。

图 10 示出一个示例性的短脉冲串 102。

短脉冲串启动一个脉冲振荡器 204，脉冲振荡器 204 为每个脉冲提供触发信号。脉冲振荡器例如可以工作在 0.5 到 20MHz，并常常工作在例如 2 到 10MHz，以便为每个短脉冲串提供例如 5 到 2000 个脉冲。根据各

20 种因素、例如使用场合和所要求的功率用途，可以使用较高或较低的振荡器传输率和每个短脉冲串的较大或较小的脉冲数。

这些触发信号可经可选的发射器延迟线路 206 而被提供给脉冲发生器 208，脉冲发生器 208 产生具有所要求的脉冲长度的脉冲。可选发射器延迟线路 206 可将一个所要求的延迟提供给传输脉冲，以产生所要求的

25 发射器和接收器脉冲之间的延迟差。在某些实施例中，发射器延迟线路

206 用于提供例如 RF 振荡器频率的 $1/4$ 的波长的延迟, 以允许正交检测, 如下面所述。

脉冲发生器在来自脉冲振荡器的每个脉冲提供具有所要求的脉冲长度的脉冲。如上所述, 脉冲长度确定 (至少部分确定) 检测区间的宽度。

5 脉冲宽度可以从例如 1 到 20 纳秒, 但是可以使用较长或较短的脉冲宽度。图 10 提供一个来自脉冲振荡器的脉冲实例。

接着将该脉冲提供给一个 RF 振荡器 210, RF 振荡器 210 工作在一个特定的 RF 频率, 以便以 RF 频率产生 RF 能量脉冲, 在短脉冲串启动器 202 启动的短脉冲串周期期间该 RF 能量脉冲具有脉冲发生器 208 在脉冲振荡器 204 确定的脉冲传输率提供的脉冲宽度。RF 频率可以从例如 10
10 到 100GHz, 并且常常是从例如 2 到 25GHz, 然而, 可以使用较高或较低的 RF 频率。

将 RF 能量脉冲提供给将其辐射到空间的 RF 天线 212, 如上所述。脉冲的较短持续时间一般导致超宽频带 (UWB) 信号的辐射。另外, RF
15 天线 212 可以发射, 从而提供每个脉冲的多个检测区间。

除提供发射器脉冲外, 脉冲振荡器 204 还提供选通接收器的脉冲。将相同的脉冲振荡器 204 用于雷达传感器 200 的发射器和接收器部分便利了各部分之间的定时。将来自脉冲振荡器 204 的脉冲发送给接收器延迟线路 214, 如上所述, 接收器延迟线路 214 将脉冲延迟一个所要求的时
20 期以确定或至少部分确定检测区间距雷达传感器的距离。接收器延迟线路 214 能够仅提供一个延迟或可被适当选择以提供不同的雷达范围的多个延迟。

在被延迟之后, 将脉冲提供给产生具有所要求的脉冲宽度的接收器脉冲的接收器脉冲发生器 216。该脉冲的宽度以及发射器脉冲的宽度确定
25 或至少部分确定检测区间的宽度, 如上所述。接收器仅在接收器脉冲期

间经过例如一个二极管 218 被选通打开，以接收雷达信号。接收器脉冲的脉冲宽度一般从零到 $1/2$ RF 循环周期（例如，在 5.8GHz 发射频率为零到 86 微微秒）变化，并经常是从 $1/4$ 至 $1/2$ RF 循环周期。然而，也可以使用较长的脉冲宽度。接收器脉冲 108 仅在短脉冲串 102 期间产生，
5 如图 10 所示。接收器脉冲可以与或者不与发射器脉冲 104 重叠。

接收器信号经接收器天线 220 接收，但是这些信号仅在接收器脉冲期间被采样。例如可以在采样和保持部件 222 进行采样。一般地，采样和保持部件 222 包括在短脉冲串之间打开以隔离电路剩余部分的门电路。

10 接着将接收器信号提供给一个或多个放大级 224。多个放大级可用于提供来自多个发射器的同时输出和接收器延迟设定。

接着将信号提供给一个可选的 A/D 转换器 226，A/D 转换器 226 接着将相应数字信号发送给处理器 228，处理器 228 可以是例如一个评价信号并提供响应的微处理器。处理器 228 根据转换的接收器信号操作致动
15 器 230。例如，处理器可以指示致动器 230 打开或关闭阀门 232。作为一种替换，可以使用模拟处理器（未示出）分析接收器信号，模拟处理器随后操作致动器。

应该明白，该小功率雷达传感器可用于操作各种设备，而不仅仅是一个致动器或一个阀门。另外，诸如一个或多个放大级、A/D 转换器和
20 处理器之类的部件可以包括在雷达传感器内，或者处于传感器外部。

图 12 显示了小功率雷达传感器 300 的另一个例子。与上述雷达传感器 200 一样，雷达传感器 300 包括短脉冲串启动器 302、脉冲振荡器 304、发射器延迟线 306、脉冲发生器 308、RF 振荡器 310 以及发射器天线 312。在发射器延迟线 306 上可选地提供有一个 I/O 选择 307。该 I/O 选择 307
25 可以将发射脉冲延迟改变例如 RF 振荡器 310 的 RF 频率的 $1/4$ 周期。这

可用于正交检测，以便能确定在传感器场内的对象的运动方向。例如，在第一个短脉冲串期间，发射脉冲延迟可以是第一时间，在第二个短脉冲串期间，发射延迟可以是第二时间，其中第二时间是第一时间和 RF 频率的周期时间的 1/4 的组合。雷达传感器可以继续交替；采用用于正交检测的相应信号来确定运动的方向。在一些实施例中，在交替之前可以提供不止一个短脉冲串，或者可以在一个短脉冲串期间出现交替。

与上述雷达传感器 200 类似，雷达传感器 300 的接收器部分包括与脉冲振荡器 304 相连的接收器延迟线 314、脉冲发生器 316 以及接收器天线 320。在接收器延迟线 314 上提供有一个可选的范围选择 315，以便有选择地改变由接收器延迟线 314 提供的延迟。

在这个实施例中显示了与接收器天线 320 和脉冲发生器 316 相连的采样和保持部件的例子，但也可以采用其他的采样和保持部件。采样和保持部件包括第一缓冲器 340（例如，增益大约为 1 的运算放大器）、门电路 342a（例如，传输门）、与地相连的保持电容器 344a、以及第二缓冲器 346a。

这个实施例还显示了对具有第二通道的双通道设备的使用，其中第二通道具有门电路 342b、与地相连的保持电容器 344b 以及第二缓冲器 346b。在这个实施例中，两个通道都采用同一个第一缓冲器，但也可以使用各自的第一缓冲器。应该理解，其他实施例可以只具有一个通道，或者可以具有三个或更多个通道。每个通道具有和门电路 342a、342b 相连的通道选择 348a、348b，以便打开和关闭通道。所有通道一般在短脉冲串之间关闭，并且在每个短脉冲串期间一般只打开一个通道。这隔离了后面的放大器，只有在接收到一特定通道的信号时才打开。

然后使来自每个通道的信号通过一个或多个放大级 324a、324b。然后可以由例如模拟电路（未显示）或 A/D 变换器 326 和处理器 328 来处

理放大的信号。然后可以用处理过的信号操作例如致动器 330 来打开或关闭阀门 332。应该理解，雷达传感器除了操作致动器和阀门之外还可以用于其他目的。

在这个雷达传感器 300 中，处理器 328 可以是一个也可以作为短脉冲串启动器 302、I/O 选择 307、范围选择 315、通道 1 选择 348a 和/或通道 2 选择 348b 而进行工作的微处理器。或者，一个或多个其他微处理器或其他部件可以提供这些功能中的一个或多个功能。

图 13 显示了在近范围和远范围进行同相和正交检测的四通道雷达检测器的时序图。短脉冲串通道 400 根据短脉冲串传输率以规则的间隔产生短脉冲串。I/O 选择通道 402 在同相（在 I/O 选择通道中没有信号）和正交检测（在 I/O 选择通道中的信号）之间交替。在 I/O 选择通道中出现信号例如可导致发射延迟线将发射脉冲的延迟增大 RF 频率的波长的 1/4。

范围通道 404 允许在近范围的同相和正交检测（范围通道内没有信号）之后跟着进行远范围的同相和正交检测（范围通道内的信号）。在 I/O 选择通道中出现信号例如可导致接收器延迟线提供一个更长的延迟。

一次一个通道地进行每个通道选择，以便提供一个适当的信号通过适当的通道。例如，如图 13 所示，通道一 406 对应于近范围的同相检测，通道二 408 对应于近范围的正交检测（当与来自通道一的信号组合时），通道三 410 对应于远范围的同相检测，通道四 412 对应于远范围的正交检测（当与来自通道三的信号组合时）。在这个特定实施例中，以短脉冲串传输率的 1/4 获得通道信息。

通道个数、它们至特定信号的分配、检测顺序、在改变通道之前短脉冲串的数目、以及时序图的其他类似方面都可以变化。通过采用这种

定时机构，可以获得各种不同的信号，并用这些信号来确定传感器场内的一个对象的特性、例如出现、运动和/或运动方向等。

将小功率雷达传感器用于流体流动控制设备的一个例子是水池和水龙头。单通道或多通道（其中只有一个通道被正在使用）设备可用于检测在雷达区域内用户的出现或运动。当检测到用户时，可以从水龙头提供5 定量的水流。或者，一直提供水流到不再检测到用户的出现或运动。类似的传感器还可以与便池、抽水马桶或各种其他设备一起使用，包括浴室、厕所和厨房设施。

另一个例子是抽水马桶。用一个双通道雷达传感器来确定用户的运动和运动方向。当雷达传感器在已经预先检测到用户接近抽水马桶之后10 又检测到用户离开抽水马桶时，则雷达传感器指示抽水马桶冲水。雷达传感器还可以包括更复杂的指示，例如，在确定存在一个有效冲水条件之前，要求检测到用户接近抽水马桶一段特定时间，并且在接近抽水马桶与离开抽水马桶之间要有一段时间。这个结构还可以用在水龙头、便池和各种其他设备上，包括浴室、厕所和厨房设施。15

又一个例子采用了三通道。将雷达传感器构造为检测远范围的运动、近范围的运动以及近范围的运动方向。在抽水马桶的例子中，如果下列顺序（或者是这个顺序的一个子集）出现，则雷达传感器知道要冲水：1）在远范围的运动，2）在近范围的运动，3）朝向抽水马桶的运动，20 4）离开抽水马桶的运动，以及5）在远范围的运动。同样，雷达传感器可以包括关于这些事件的时间或之间的次数的更复杂的指示。这个结构还可以用在水龙头、便池和各种其他设备上，包括浴室、厕所和厨房设施。

25 应用举例

如图 14 所示，一个例示性雷达传感器 500 包括设置有一些或所有雷达电路元件的电路板 502、发射器天线 504（例如单极天线或定向天线）、接收器天线 506（例如单极天线或定向天线）、以及传感器外壳 508。雷达传感器还可以包括可选部件，例如指令致动器以便手动冲水或操作一个水池的手动操作按钮、小功率电池显示器（例如一个 LED）、稳压器、表明传感器已经检测到用户的显示器、以及编程、调节和测试连接。

一个例示性流体流动控制设备 600 包括外罩 602、雷达传感器 604、电池容器 606 和/或输出插头（未显示）、致动器 608（例如螺线管）以及阀门装置 610。阀门装置 610 有一个流体入口 612 和一个流体出口 614。阀门装置 610 由致动器 608 响应于雷达传感器 604 进行开关。

采用雷达检测器的流体流动控制设备在很大范围的应用中都很有用。特别感兴趣的是将这种设备用在浴室和厕所设施上，例如便池、抽水马桶、坐浴盆和水龙头。对流体流动的雷达控制可以方便这些设施的操作，而不需要用户自己动手。取而代之的是这些设施响应于用户的一般行为、包括走近这些设施、离开这些设施以及将身体的一部分、例如手放在装置附近而进行操作。

图 7A-7D 显示了一个基于雷达的流体流动控制设备在便池 78 的实施方式。该设备的致动器一般与入水管相耦合，入水管将便池连到一个外部水源。流体流动控制设备的致动器主要用于自动操作便池的冲水机构。雷达检测器 26 例如可以检测用户是否在便池，或者可以检测用户朝向然后离开便池的运动。雷达检测器 26 然后通过控制电路（未显示）指示致动器（未显示）在适当的时间打开和关闭。

在一个特定实施例中，雷达检测器 26 通过将当前的雷达信号与一个预先记录的背景信号进行比较来检测用户的出现。如果当前雷达信号与背景信号相差一个阈值量，则检测到用户。可选地，雷达检测器 26

可能需要表明用户出现的信号在阈值电平之上保持一预定量时间、例如 3-10 秒，以确保出现一个实际用户，从而区别开在雷达检测器附近的经过者或昆虫。雷达检测器 26 可以可选地以规则间隔记录背景信号（除非出现了一个用户），以便更新背景信号，解决环境的改变，以保持当前

5 的正确的背景信号。

在检测到用户之后，雷达检测器 26 可以以雷达发射继续询问传感器场 80，直到雷达信号减小到低于在背景信号之上的阈值差所表明的用户离开。一旦用户离开，则打开致动器，使得水冲过便池 78，带走便池 78 中的水。或者，雷达检测器 26 在冲水之前需要表明用户不存在的一预定

10 量的时间、例如 3-10 秒钟。

在另一个实施例中，雷达检测器 26 被设计为检测在传感器场 80 内的表明用户接近便池 78 的运动。雷达检测器 26 继续监视传感器场 80，直到有表明用户离开传感器场 80 的运动，此时，致动器打开，冲走便池 78 中的污物。

15 在一些实施例中，雷达检测器 26 可能敏感到足以从用户或用户体内的运动来检测到用户在使用便池的整个期间的运动。用户在走近诸如便池的设施之后，一般很少活动，但用户一般会有一些小的动作，例如将重心从一只脚换到另一只脚上。另外，雷达检测器 26 可能足够敏感到可以检测诸如呼吸或心跳等自然的动作。在美国专利 No.5,573,012 中详细

20 描述了用于检测这种动作的敏感雷达系统，在这里作为参考。对于这种雷达系统，可以将致动器和相关的控制电路设计为致动器直到在传感器场内的运动停止、从而表明用户已经离开时才打开。

另一个实施例将运动检测与方向检测结合起来来确定便池的正确操作。在用户进入传感器场 80 之后，检测器 26 找寻朝向便池然后离开便

25 池的运动模式。在用户离开传感器场 80 之后，打开致动器，冲走便池 78

中的污物。

其他实施例可以采用两个或多个接收器选通延迟来提供两个或多个检测区间 (shell) 或范围。例如, 可以选择第一选通延迟来提供近的范围或近的区间, 以检测用户对设施的接近。一旦检测到用户, 则采用一个产生较长范围或更远区间的第二选通延迟来确定用户何时离开。当用户离开时, 对便池 78 冲水, 雷达检测器 26 返回到用第一选通延迟来检测另一个用户。其他选通组合也可以用于操作该流体流动控制设备。

可选地, 在检测到用户的出现之后的一预定时间、例如 3-10 秒钟, 可以与所述的任何一个实施例一起使用运动或出现检测。这确保了出现一个有效用户。在用户离开之后的大约 3-10 秒钟进行可选的出现或运动检测可以帮助避免在用户仍在该区域内的时候打开致动器。

虽然流体流动控制设备的致动器一般位于设施的入水管附近, 但控制设备的其他部分可以放在相对于该设施的不同位置。图 7A-7D 显示了将雷达检测器 26 放在便池 78 后面, 以及可选地放在悬挂便池 78 的墙的后边 (图 7B 和 7D), 或者放在便池 78 里面 (图 7A 和 7C)。对于目前的红外检测系统, 雷达系统具有比其多得多的设置选择。雷达发射、特别是具有低频分量的超宽带雷达能够穿透许多材料, 因此这种雷达系统可以放在设施的墙后或玻璃瓷器或瓷器内。

雷达检测器的一个有利的设置方案是接近连到设施的入水管。这种放置对于改进现有的设施特别有用, 因为雷达检测器可以挨着需要安装的用于控制水流的电控致动器 (例如, 阀门) 放置。致动器和雷达检测器可以放在露出的管道上, 或者可以放在藏在墙后的管道上。雷达检测器的后一种放置方式有利于避免对雷达检测器的故意或意外损坏。

雷达检测器的另一个有利的放置方案是在设施本身内。在这种情况下, 用户看不到检测器, 但检测器仍然能够通过设施的材料检测到用户。

图 7A 显示了将雷达检测器 26 放在便池 78 内部的情况。这个结构与图 7B 所示的实施例相比比较有利，因为传感器场 80 的更大一部分都朝向用户可能占据的区域。另外，图 7A 的雷达检测器 26 在不需要的方向上的检测区较小（例如，在便池 78 后面）。这对于在放便池 78 的墙的另一侧可能会出现其他触发检测器的活动的情况来说是很重要的。为了管道方便，常常将厕所设计为将男厕所和女厕所的盥洗/便池设备固定在一个墙的两面上。如果雷达传感器场通过墙延伸，则在墙的另一面的活动会引起由雷达控制的设施的不适当的冲水或不冲水。

雷达检测器还可以放在现在容纳红外或其他无接触控制设备的孔穴中。这可以方便更新当前设备。

在另一些实施例中，限制了雷达的方向，从而不是如图 7A 和 7B 所示的形成球形传感器场，而是将传感器场形成为如图 7C 和 7D 所示的圆锥形。对雷达信号的限制可以通过采用定向发射雷达能量的发射天线、例如喇叭式天线来完成。与发射器天线分开的接收器天线也可以是定向的。因此可以产生能够面向所希望的用户位置的定向雷达区域。这个结构在具有一系列彼此很接近的便池或其他雷达操作的装置的厕所内特别有用。这种情况在公共厕所内是很常见的，但如果抽水马桶、水池和/或淋浴器是由雷达控制的，则也可以出现在家用浴室中。

定向雷达信号在减小由水流检测引起的寄生信号中也是很有用的。一般地，水对于雷达信号具有高反射性。由致动器在冲水期间放出的水是雷达可检测到的。将雷达定向为背离水流可以减小水反射信号的振幅。

避免由水流引起的寄生信号的另一个方法是在启动设施冲水之后的一预定时间内忽略来自雷达检测器的信号或关闭雷达检测器。这个时间一般大约等于打开致动器的时间长度，以使得在该检测器被忽略或关闭

的时期内出现一个新用户的机会最小。然而，也可以使用更长或更短的时间。

天线的尺寸一般与雷达能量的波长有关。在以一特定 RF 频率发射雷达辐射的系统中，天线的尺寸是由 RF 发射器信号的波长和所希望的辐射模式确定的。在 UWB 系统中，很大范围的波长被发射，因此常常将发射波带的中间波长作为设计天线的基础。但也可以使用在发射波带内的其他波长。本领域普通技术人员应该理解，UWB 系统的天线设计还依赖于雷达信号的所需带宽。

希望雷达检测器比较小，并且天线的尺寸只有几英寸大。这一般意味着在频率为 1-100GHz 范围内的 UWB 中间频率上操作检测器。

雷达检测系统的另一个可以被最优化以避免寄生信号的方面是传感器场的最大范围。对于一个便池，在便池之外 15 到 50 厘米（大约 6 到 18 英寸）的范围一般就足够检测到有效用户了。

图 8A-8E 显示了具有雷达检测器 26 的流体流动控制设备在抽水马桶 82 的使用。雷达检测器 26 可以通过对致动器设计和定位的适当的选择而用在商用和住宅抽水马桶上。图 8A 和 8E 显示了雷达检测器 26 在抽水马桶 82 中的不同位置，图 8C 显示了雷达检测器 26 在固定在抽水马桶 82 上的入水管上的安装。后一种结构对于更新现有抽水马桶特别有用，可以包括将雷达检测器安装在外露的水管上或藏在墙后的水管上。雷达检测器 82 还可以安装在墙 81 的后面，可以与抽水马桶水平或高于或低于抽水马桶。

图 8A 和 8B 是装有雷达检测器 26 的抽水马桶 82 的两个视图，其中雷达检测器 26 在抽水马桶 82 周围提供一个近似球形的雷达区域 80。对于在抽水马桶上的使用，雷达传感器场 80 一般在抽水马桶之外延伸大约 30 到 100 厘米（大约 12 到 36 英寸），最好是 50 到 80 厘米（大约 18

到 30 英寸)，以感测所有用户。具有这个范围的雷达传感器场 80 可能延伸到抽水马桶 82 后面的墙 81 以外，或延伸到围着抽水马桶 82 的隔间 85 的墙 84 之外。另外，隔间 85 的门 88 可能会延伸到位于传感器场 80 之内。门 88 的运动、墙 84 的弯折以及/或在相邻隔间或墙 81 的另一面的人都可能产生反射的雷达信号，导致雷达控制的设施的不正确的操作。因此，希望雷达传感器在采取任何行动之前（即，在冲抽水马桶之前或在确定有用户、然后感测用户的离开以便启动冲水之前）也感测是否有用户在抽水马桶 82 处。这例如可以通过采用一个短的、并且只允许在与抽水马桶非常近的地方（例如，35 厘米（大约 12 英尺）或更近）检测个体的接收器选通延迟来实现。

在另一个实施例中，抽水马桶 82 可以装有一个允许将雷达信号定向聚焦的雷达检测器 26，如图 8C 和 8D 所示。这样的结构允许将焦点放在一个可能发现用户的窄区域上。

在其他一些实施例（未显示）中，抽水马桶装有一个在用户将一个物体、例如用户身体的一部分或一个无生命的物体放在雷达检测器的传感器场内时启动致动器的雷达检测器。在这些实施例中，雷达检测器一般具有一个非常短的传感器场和/或非常高的信号阈值，以避免无意的行为。

抽水马桶 82 还可以具有一个可选的手动冲水控制器（未显示）。如果雷达检测器不工作或者如果用户想冲抽水马桶以便将抽水马桶中的残留污物冲走，可以使用这个手动控制。

图 8E 中显示了抽水马桶 82 的第三个实施例，其中，雷达检测器 26 位于抽水马桶 82 的前部。在这个位置，雷达检测器 26 以尺寸减小的传感器场 80 就能够感测坐在或站在抽水马桶 82 前面的用户。因此，拾取寄生信号的可能性也降低。

为了避免在冲水过程中由于水流过抽水马桶而导致的寄生信号，雷达检测器 26 在冲水期间可选地被关闭或忽略。然而，雷达传感器 26 被关闭或忽略的时间最好被降至最小，以免不能检测到在冲水之后立刻到来的用户。

- 5 图 9A-9F 显示了关于水龙头 38 和水池 40 的流体流动控制设备 20 的雷达检测器 26 的各种结构。一般地，流体流动控制设备通过检测在雷达传感器场 80 内用户的出现或运动、并打开致动器（例如，阀门）以允许水通过水龙头 38 流进水池 40 来进行操作。致动器一般保持打开，直到不再检测到雷达传感器场 80 内用户的出现或运动。在另一个实施例中，
- 10 使用定时机构来指示雷达检测器在一给定时间（例如，10 到 45 秒）之后搜索该区域内的运动或出现，以确定用户是否仍在该设施处；如果未检测到用户，则关闭致动器。

- 图 9A 显示了位于水池 40 的前面或其前部的雷达检测器 26。这个位置比较有利，因为可以采用一个相对较小的雷达传感器场 80 来检测用户
- 15 身体、特别是用户的手进入水池 40 并放在水龙头 38 底下的运动。

图 9B 显示了放在水池 40 后面以及可选地放在水池后面的墙内的雷达检测器 26。这个结构对于更新现有水池很有用。如果雷达检测器 26 放在墙后面，则可以将检测器藏起来，这样看起来比较好看，并且可以减少故意或无意损坏的可能性。

- 20 图 9C 显示了一个具有用于将雷达能量集中在一个给定方向的定向天线的雷达检测器 26。雷达检测器 26 例如可以被放在形成水池 40 的材料内（例如，玻璃瓷或玻璃丝），或者可以放在一个橱柜（未显示）或围绕水池 40 的其他外罩中。雷达检测器 26 可以放在水池 40 周围的任何地方，包括水池 40 前面（如图 9C 所示）、水池 40 下面或水池 40 后面。
- 25 雷达检测器 26 可以放在水池 40 后面的墙内，可以与水池 40 水平或高于

或低于水池 40。

图 9C 所示的结构比其他结构更有利，因为雷达信号不会射到流出水龙头 38 的水流上。因为水对雷达能量的反射非常好，所以在某些情况下由于水流引起的反射，雷达检测器 26 不能确定用户是否离开了传感器场 80。因此，通过将传感器场 80 定向为远离水流、但仍在用户可能出现的方向上，可以将水流产生的寄生信号减至最小。其他使得雷达信号不冲击在水流上的结构也是可以的。此外，即使传感器场 80 不包括水流，也可以增加一个定时机构，以便在一预定时间之后启动致动器来停止水流。

10 图 9D 是检测水池 40 的用户的另一个方法。雷达检测器不是检测将身体部分、例如手放在水池 40 内的用户，而是从水池 40 向外发射，以便检测站在水池 40 前的用户。这个结构比较有利，因为传感器场指向一个与水流相反的方向。

图 9E 显示了另一个传感器结构，其中，传感器发射器 28 和接收器 15 30 是分开的。在这种情况下，接收器 30 被选通，以便只接收那些来自发射器 28 的不是反射信号的信号（例如，那些具有最短飞行时间(time-of-flight)的信号）。当用户将手放在水池 40 内时，雷达能量的至少一部分被反射并/或吸收，在接收器检测到信号的变化。这启动致动器。一旦用户 20 拿开他的手，则雷达信号恢复其初始强度，通知致动器关闭。这个结构克服了与从流动的水流反射雷达能量有关的困难，因为只有经过最短距离的雷达能量才能影响接收器。由水反射的雷达能量在接收器已被选通关闭时才到达接收器。

另一种结构是图 9D 和图 9E 的系统的组合，如图 9F 所示。发射器 28 和接收器 30 检测用户何时将手放在水池 40 内，而雷达检测器 26 确定 25 用户何时离开水池。可能需要另外的控制电路 90 来操作和解释来自这个

多检测器结构的信号。

本发明并不限于上述的特定实施例，而是应该被理解为覆盖本发明的所有方面。对于已经阅读了本说明书的本领域普通技术人员来说，可以应用本发明的各种修改、等效过程以及很多结构都是显而易见的。

5

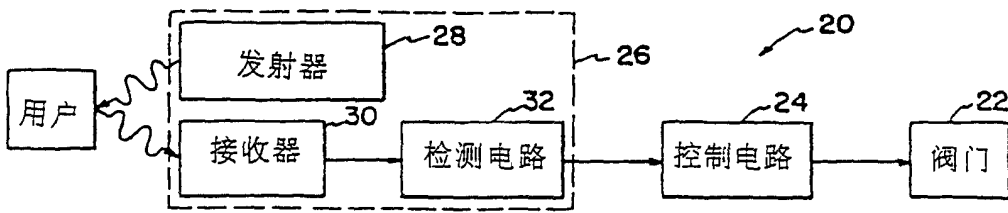


图 1

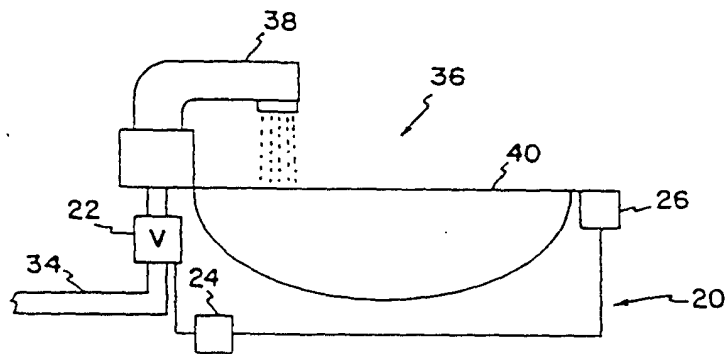


图 2

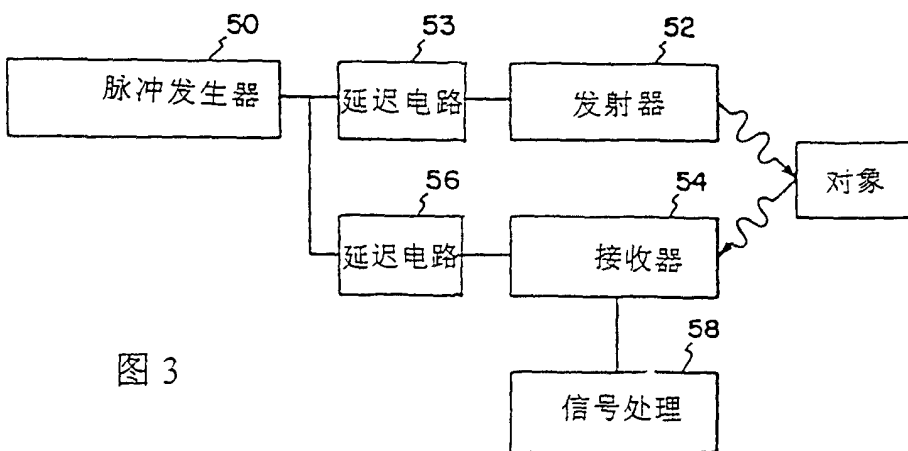


图 3

图 4

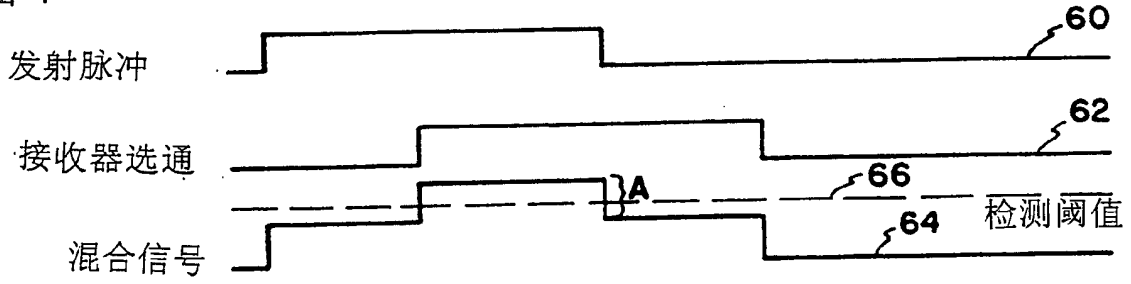


图 5

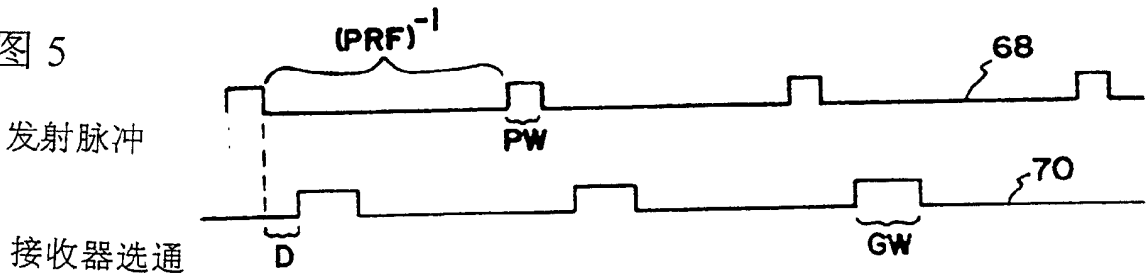
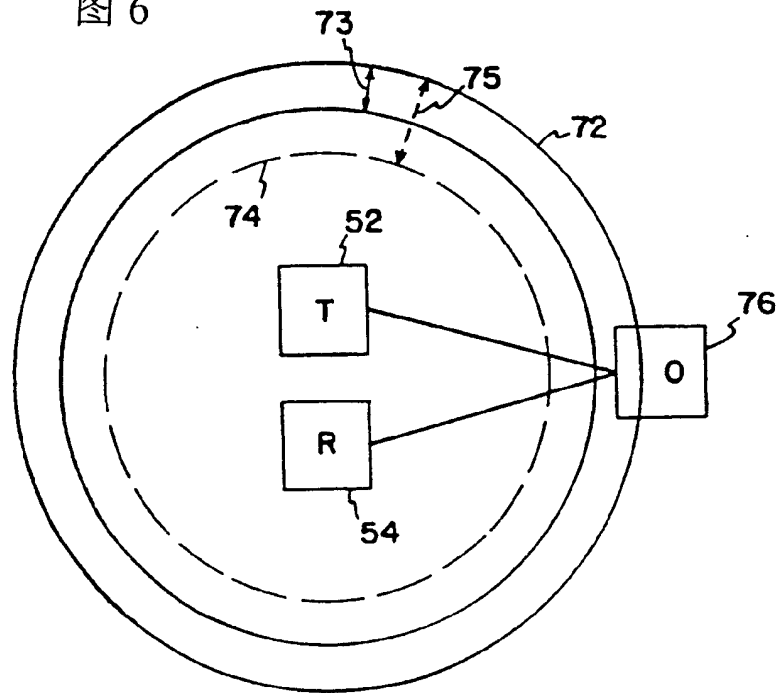


图 6



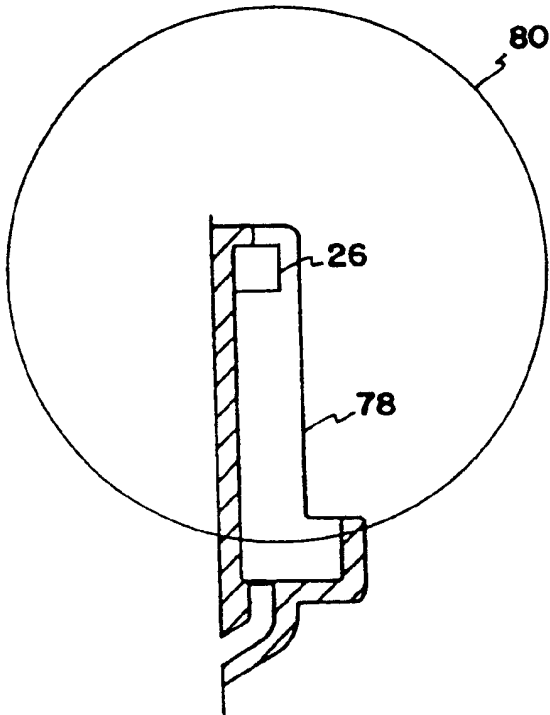


图 7A

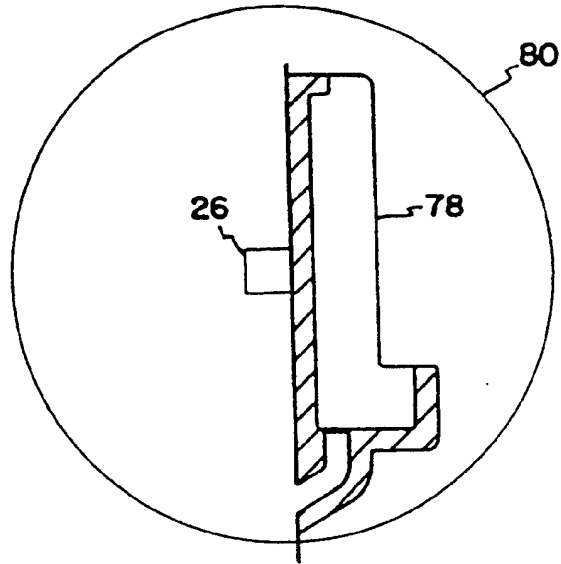


图 7B

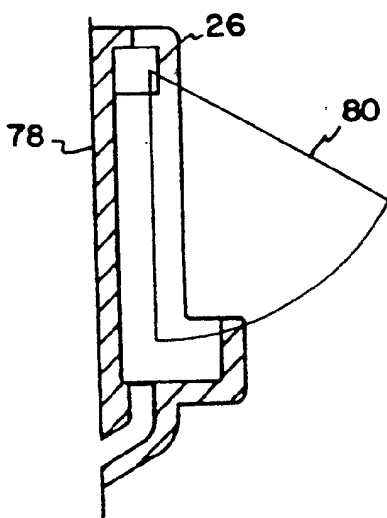


图 7C

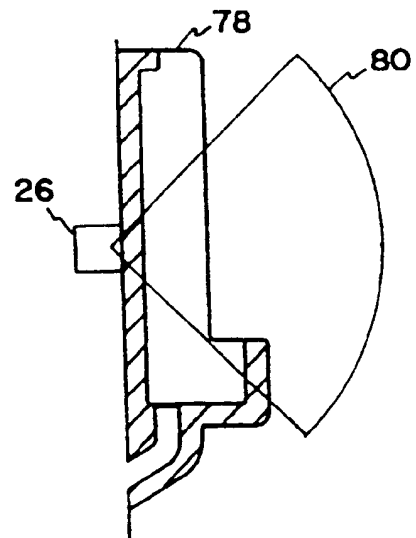


图 7D

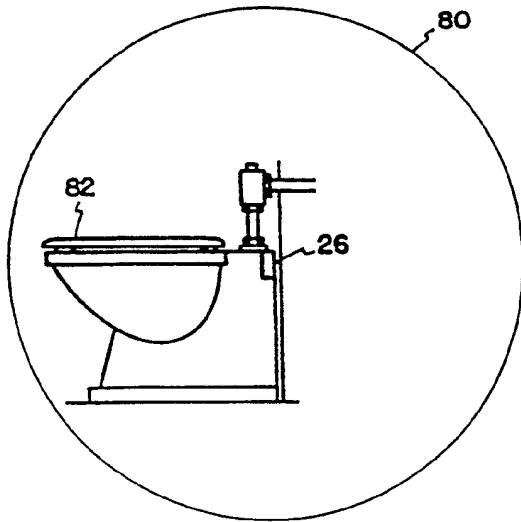


图 8A

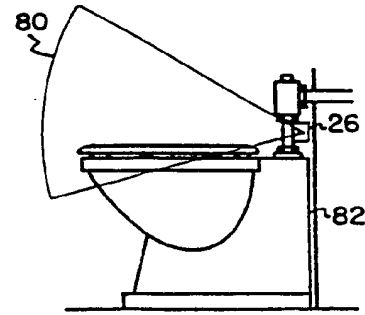


图 8C

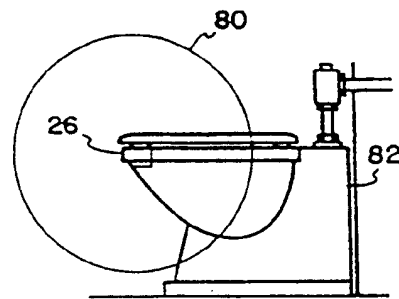


图 8E

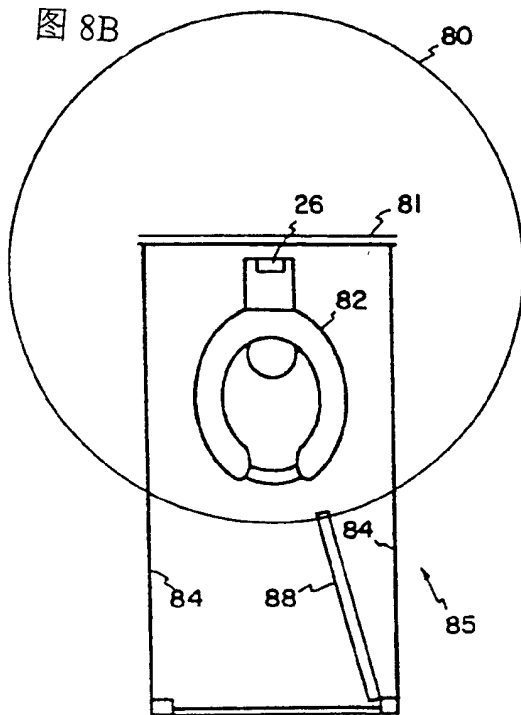


图 8B

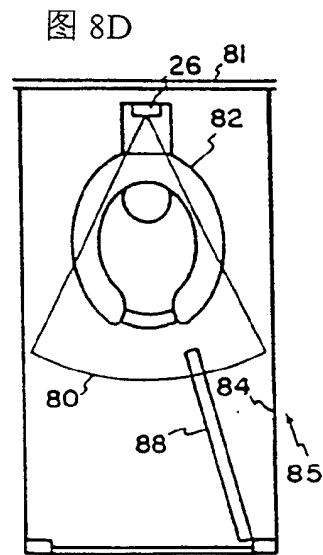
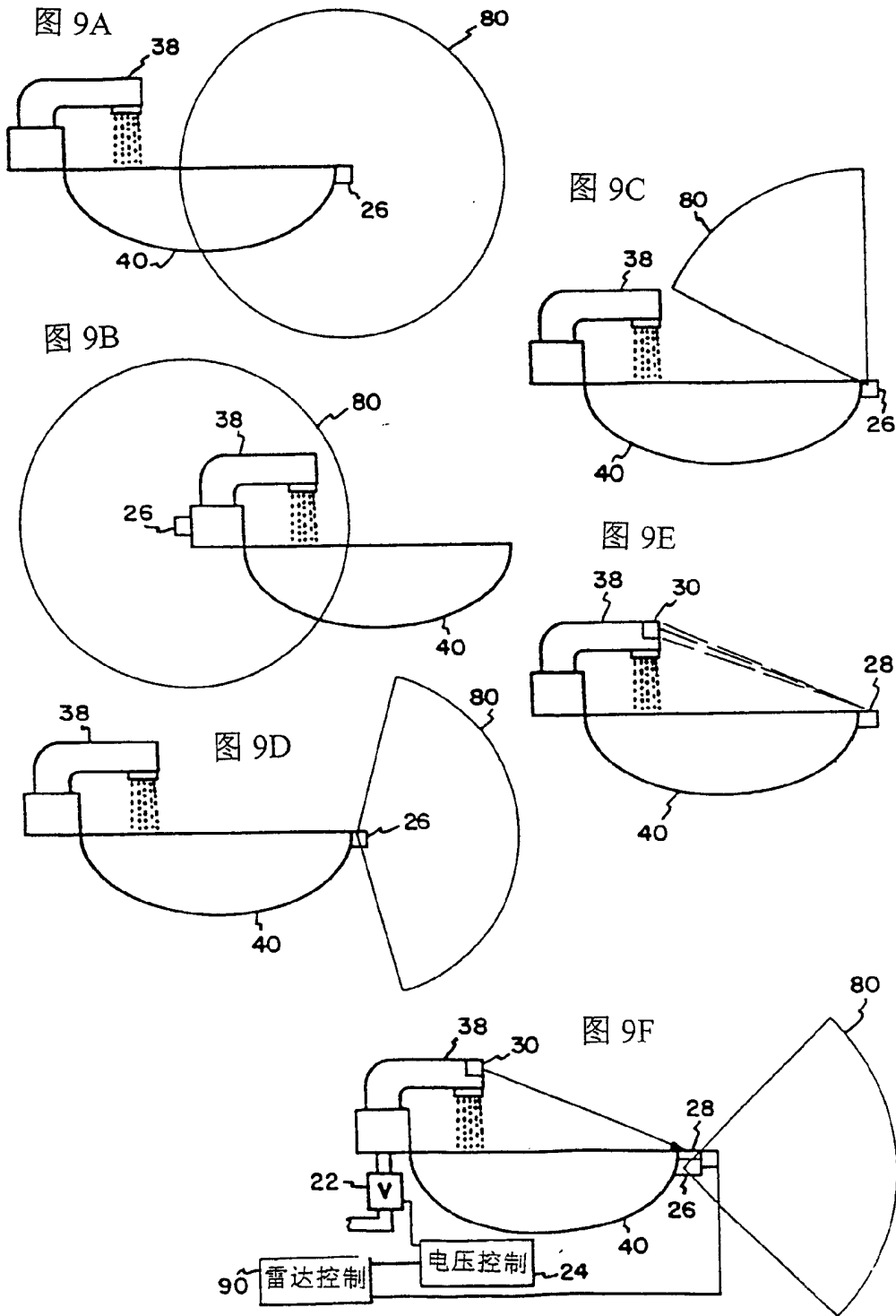


图 8D



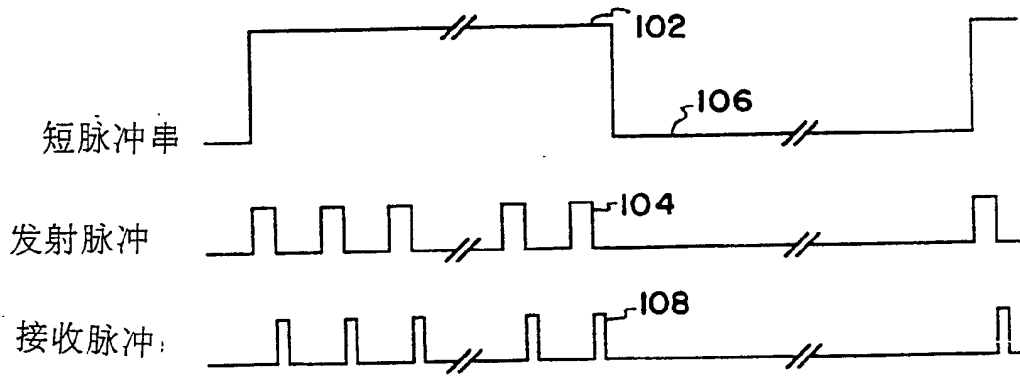


图 10

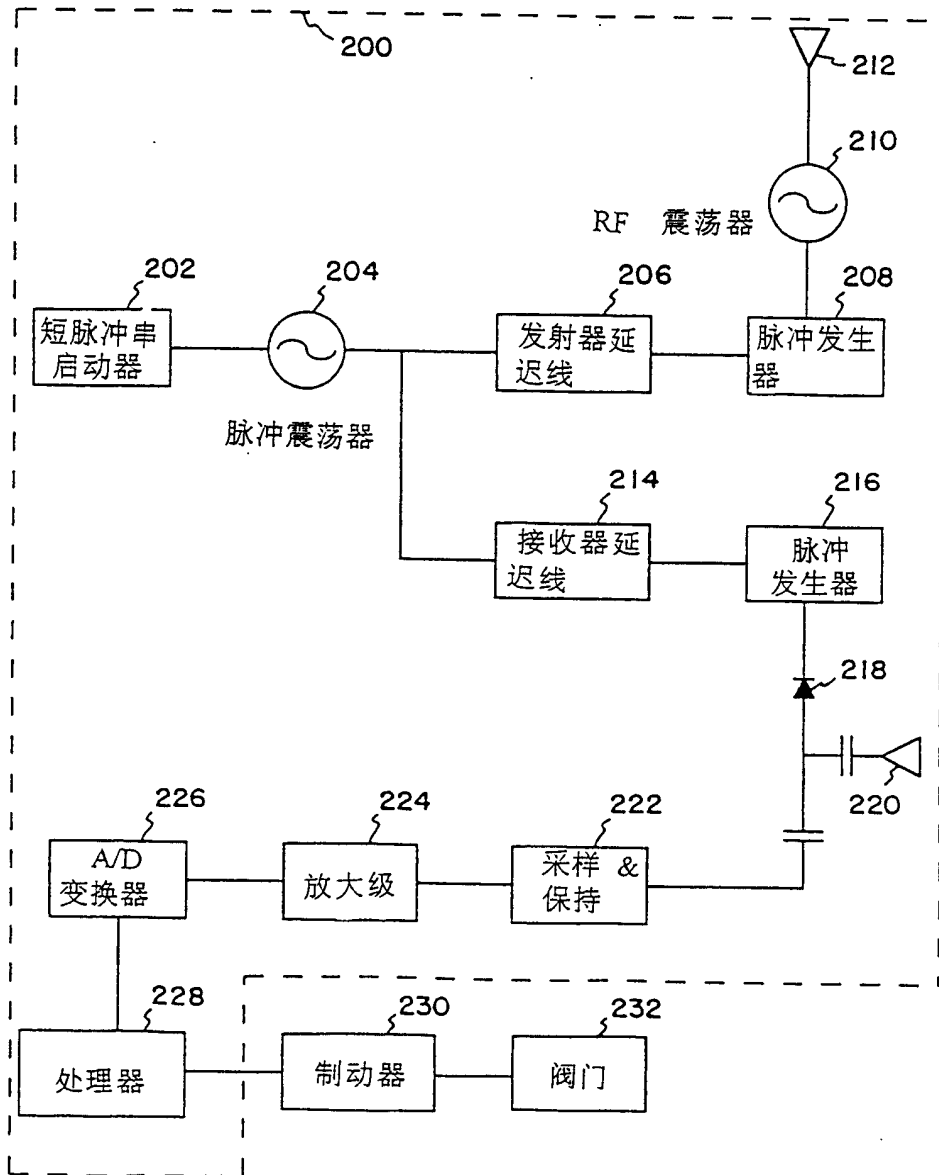


图 11

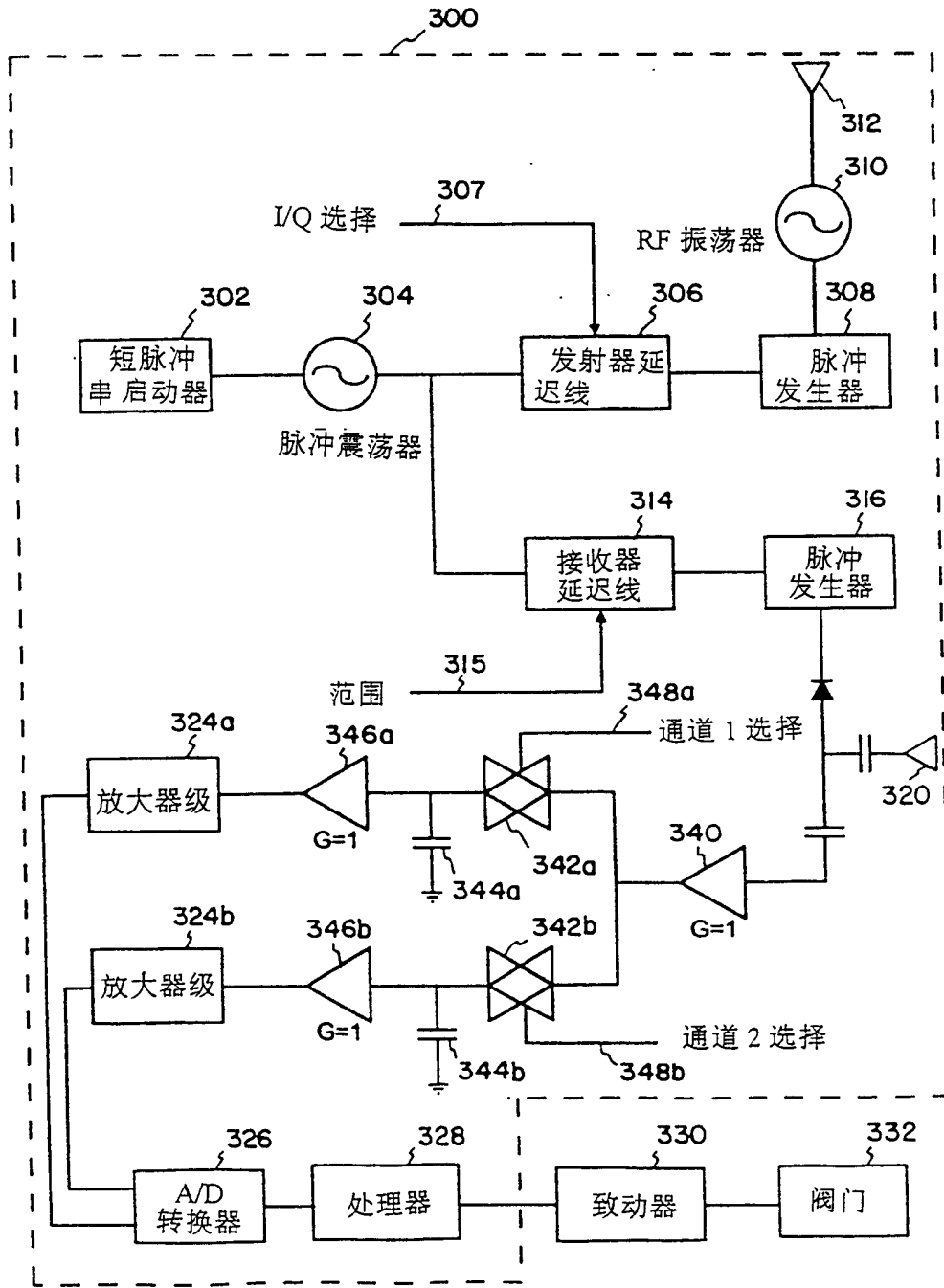


图 12

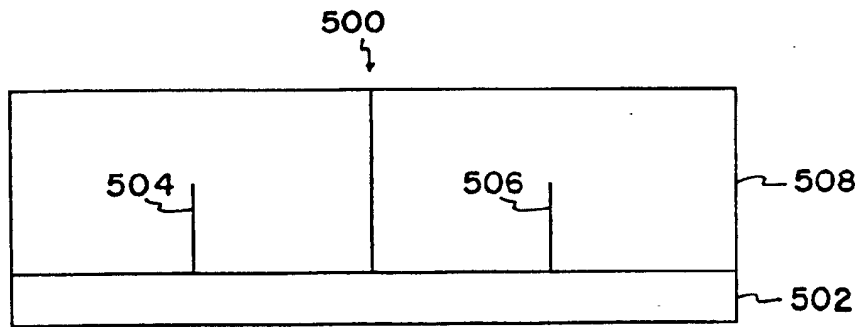


图 14

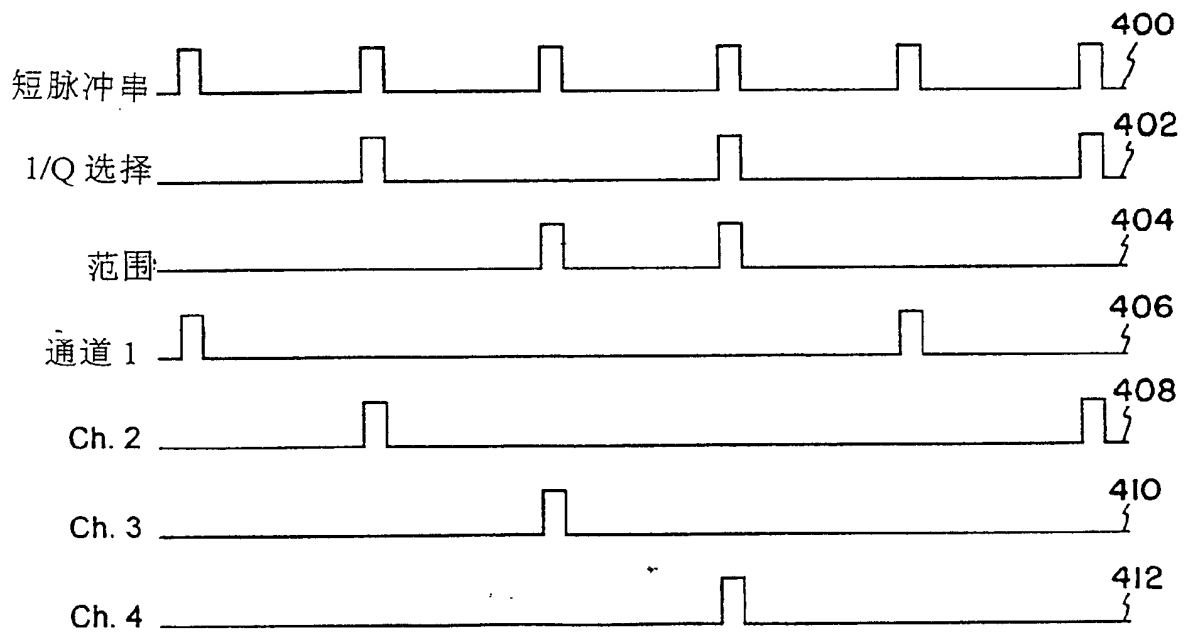


图 13

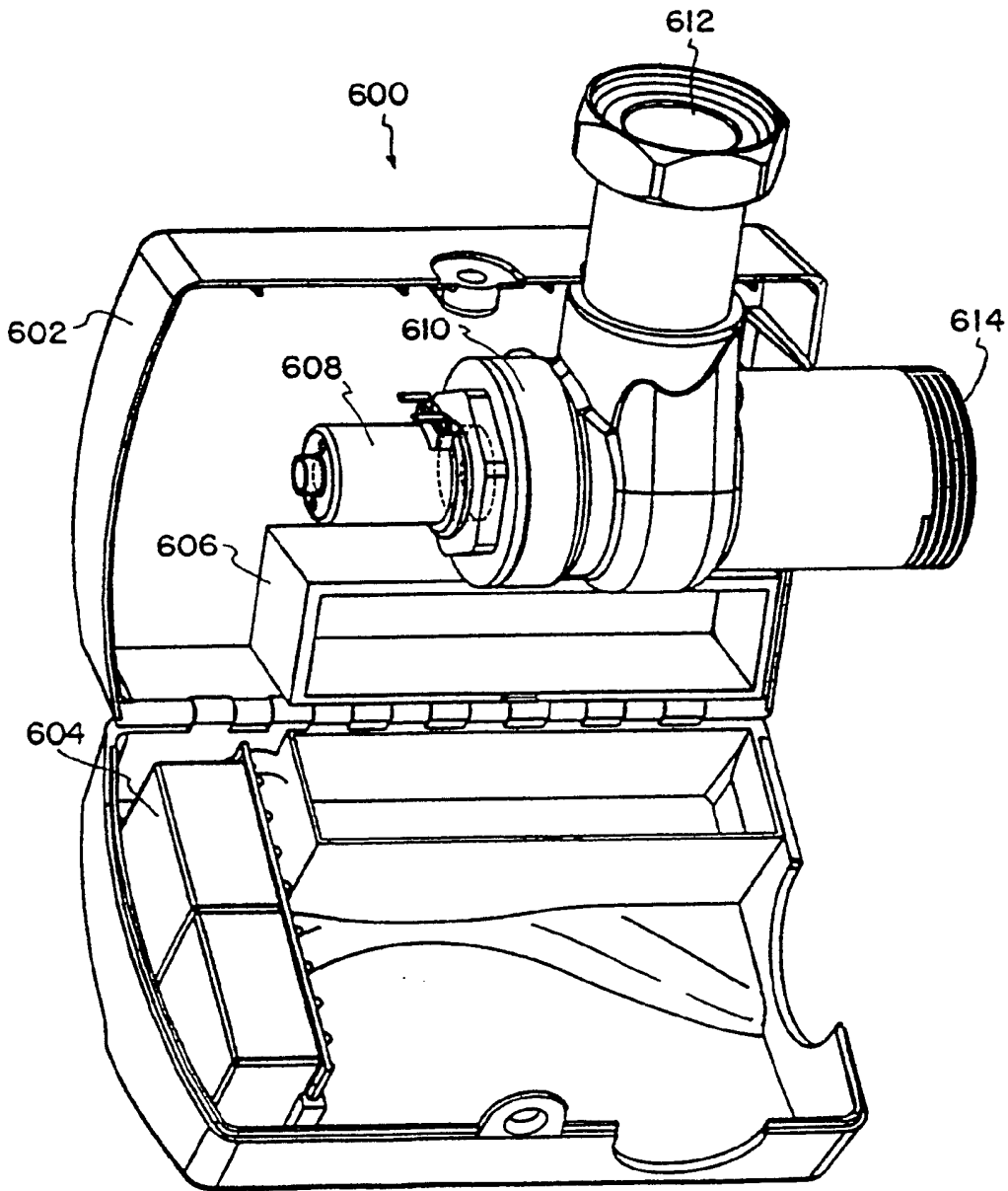


图 15