



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106909143 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(21)申请号 201611167251.4

(22)申请日 2016.12.16

(66)本国优先权数据

201510974097.0 2015.12.22 CN

(71)申请人 苏州宝时得电动工具有限公司

地址 215123 江苏省苏州市工业园区东旺路18号

(72)发明人 谭一云 邵勇 刘芳世

(51)Int.Cl.

G05D 1/02(2006.01)

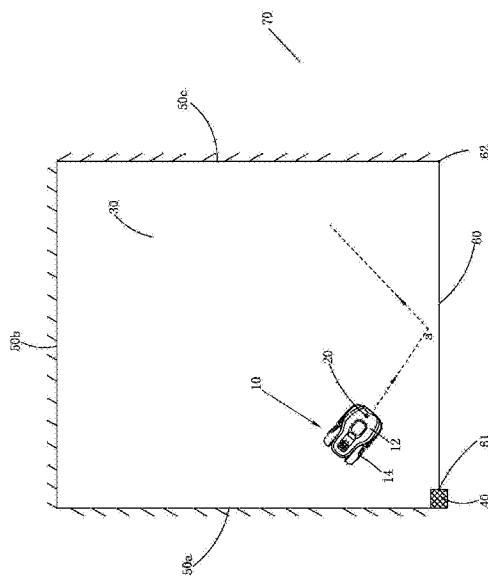
权利要求书4页 说明书16页 附图15页

(54)发明名称

自移动机器人系统

(57)摘要

本发明涉及自移动机器人系统,自移动机器人系统包括用于产生预设信号的信号发生装置;用于检测预设信号并产生检测结果的信号检测装置;用于辐射或/和接收预设信号的信号线;以及设置在自移动机器人上的控制单元,控制单元接收检测结果并且根据检测结果控制自移动机器人移动。其中,信号线的一端连接信号发生装置或/和信号检测装置,所述信号线从所述端单向延伸,信号线不构成电路学回路。本发明可以通过非闭合的信号线实现自移动机器人判别工作区域及/或引导回归,从而简化了用户布置封闭边界线或引导线的操作,提高了用户使用自移动机器人系统的体验感。



1. 一种自移动机器人系统,包括:

自移动机器人,在工作区域内自动移动及自动工作;

信号线,定义所述工作区域的边界或/和定义所述自移动机器人回归的路径;

信号发生装置,产生一适合以无线电波形式向自由空间辐射的预设信号;

所述预设信号包括一具有特征频率的调制信号和一具有载波频率的载波信号;

信号检测装置,检测以无线电波形式存在自由空间内的预设信号,并且通过所述特征频率识别出所述调制信号,从而产生检测结果;

控制单元,设置在所述自移动机器人内,接收所述检测结果,并根据所述检测结果控制自移动机器人移动;

其特征在於,所述信号线的一端与所述信号发生装置或/和所述信号检测装置连接,用于将所述预设信号以无线电波的形式向自由空间内辐射或者接收以无线电波形式存在自由空间内的预设信号;所述信号线从所述一端单向延长,构成电路学断路。

2. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述控制单元根据所述检测结果,判断所述自移动机器人与所述信号线之间的距离。

3. 根据权利要求2所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述自移动机器人具有工作模式,在所述工作模式下,所述控制单元控制自移动机器人与信号线之间的距离大于等于第一预设距离,使得自移动机器人在所述信号线的一侧自动移动及自动工作。

4. 根据权利要求2所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述自移动机器人具有回归模式,在所述回归模式下,所述控制单元控制自移动机器人与信号线之间的距离处于一个预设距离范围之内,使得自移动机器人大致沿所述信号线回归至一预设位置。

5. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述检测结果包括信号强度。

6. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述载波信号的载波频率的范围为小于等于10MHZ。

7. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述载波信号的载波频率的范围为小于等于2MHZ。

8. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述调制信号的特征频率的范围为100HZ到500KHZ。

9. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述调制信号的特征频率的范围为100HZ到50KHZ。

10. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述预设信号的波形为梯形波、方波、三角波或者锯齿波。

11. 根据权利要求10所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述预设信号的波形上升沿时间的范围为100ns~2000ns。

12. 根据权利要求10所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述预设信号的波形上升沿时间的范围为500ns~2000ns。

13. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述调制信号的特征频率包括具有一个固定频率或者复数个固定频率。

14. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在於,所述自移动机器人具有工

作模式,在所述工作模式下,所述自移动机器人以信号线为边界线,在所述信号线的一侧自动移动及自动工作。

15. 根据权利要求14所述的自移动机器人系统,其特征在于,在工作模式下,所述控制单元控制自移动机器人移动,使得所述检测结果始终小于等于第一预设阈值。

16. 根据权利要求1所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述自移动机器人系统还包括充电站,所述充电站设有或者连接所述信号发生装置或/和所述信号检测装置。

17. 根据权利要求16所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述自移动机器人具有回归模式,在所述回归模式下,所述自移动机器人以所述信号线为引导线,大致沿着所述信号线回归至充电站。

18. 根据权利要求17所述的自移动机器人系统,其特征在于,在回归模式下,所述控制单元控制自移动机器人移动,使得所述检测结果始终大于等于第二预设阈值且小于等于第三预设阈值,其中第三预设阈值大于第二预设阈值。

19. 根据权利要求17所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述信号发生装置设置在所述充电站上,所述信号线与所述信号发生装置连接,所述自移动机器人设有一个所述信号检测装置。

20. 根据权利要求17所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述信号发生装置设置在所述充电站上,所述信号线与所述信号发生装置连接,所述自移动机器人设有复数个所述信号检测装置。

21. 根据权利要求20所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述自移动机器人设有两个所述信号检测装置,分别为信号第一检测装置和信号第二检测装置。

22. 根据权利要求21所述的自移动机器人系统,其特征在于,在回归模式下,在所述信号第一检测装置和信号第二检测装置所检测的检测结果显示达到第二预设阈值之后,所述控制单元控制自移动机器人的行走,使得所述信号第一检测装置与信号第二检测装置检测结果的强度差处于预设强度阈值范围内。

23. 根据权利要求16所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述充电站设有或者连接一个所述信号检测装置,所述自移动机器人设有一个所述信号发生装置;所述自移动机器人和充电站分别设有一无线通信装置,通过无线通信装置将检测结果传送给所述控制单元。

24. 根据权利要求23所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述无线通信装置包括红外通讯装置、Wi-Fi装置、蜂窝通讯装置、蓝牙装置、GPS装置、Zigbee装置、2.4GHZ无线通信装置、433MHZ无线通信装置或者Z-WAVE无线通信装置。

25. 根据权利要求16所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述自移动机器人设有一个所述信号发生装置和一个所述信号检测装置,分别为信号第一发生装置和信号第二检测装置;所述充电站设有或者连接一个所述信号检测装置和一个所述信号发生装置,分别为信号第一检测装置和信号第二发生装置;所述信号第一发生装置和信号第二发生装置分别具有不同特征频率的所述调制信号;所述信号第一检测装置和信号第二检测装置分别识别不同特征频率的信号而产生相应频率的检测结果显示。

26. 一种自移动机器人系统,其特征在于,包括:

自移动机器人,在工作区域内自动移动及自动工作;

信号线,定义所述工作区域的边界或/和定义所述自移动机器人回归的路径;

无线电信号发生装置,产生无线电信号;

无线电信号检测装置,检测无线电信号且得出预设特征频率的信号强度值;

所述信号线包括起点和终点,所述起点连接所述无线电信号发生装置或/和所述无线电信号检测装置,用于辐射无线电信号或接收无线电信号;所述终点为所述信号线的自由端;

控制单元,设置在所述自移动机器人内,接收所述信号强度值,并且控制自移动机器人移动使得所述信号强度值符合预设算法。

27. 根据权利要求26所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述预设算法包括边界算法,所述边界算法包括当所述信号强度值大于或者等于第一预设阈值时,控制单元控制自移动机器人往信号强度值减小的方向移动。

28. 根据权利要求26所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述预设算法包括引导算法,所述引导算法包括当所述信号强度值大于或者等于第二预设阈值之后,控制单元控制自移动机器人调整前进方向使得检测结果的信号强度处于预设阈值范围之内。

29. 根据权利要求27或28所述的自移动机器人系统,其特征在于,当所述控制单元实施所述边界算法时,所述自移动机器人以信号线为边界线,在所述信号线的一侧自动移动及自动工作;当所述控制单元实施所述引导算法时,所述自移动机器人以信号线为引导线,大致沿着所述信号线回归至一预设位置。

30. 根据权利要求26所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述无线电发生装置所产生的无线电信号的载波频率范围为小于等于10MHZ。

31. 根据权利要求26所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述预设的特征频率范围为100HZ到500KHZ。

32. 一种自移动机器人系统,包括:

自移动机器人,在工作区域内自动移动及自动工作;

信号发生装置,产生具有特征频率的预设信号;

信号线,将所述预设信号以无线电波的形式向自由空间内辐射或者接收以无线电波形式存在自由空间内的预设信号;

信号检测装置,将无线电信号解调后检测所述特征频率所对应的信号强度;

控制单元,设置在所述自移动机器人内,接收所述信号强度,并根据所述信号强度控制自移动机器人移动或工作;

其特征在于,所述信号线与所述信号发生装置或/和所述信号检测装置连接,无电流流经所述信号线;所述信号线布置在所述工作区域的边界或所述工作区域内,限制所述自移动机器人的工作范围或/和引导所述自移动机器人回归至一预设位置。

33. 根据权利要求32所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述预设信号包括一具有特征频率的调制信号和一具有载波频率的载波信号。

34. 根据权利要求33所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述载波信号的载波频率的范围为小于等于10MHZ。

35. 根据权利要求33所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述调制信号的特征频率的范围为100HZ到500KHZ。

36. 根据权利要求32所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述控制单元根据所述检测结果,判断所述自移动机器人与所述信号线之间的距离。

37. 根据权利要求36所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述自移动机器人具有工作模式,在所述工作模式下,所述控制单元控制自移动机器人与信号线之间的距离大于等于第一预设距离,使得自移动机器人在所述信号线的一侧自动移动及自动工作。

38. 根据权利要求36所述的自移动机器人系统,其特征在于,所述自移动机器人具有回归模式,在所述回归模式下,所述控制单元控制自移动机器人与信号线之间的距离处于一个预设距离范围之内,使得自移动机器人大致沿所述信号线回归至所述预设位置。

自移动机器人系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种自移动机器人系统,特别是一种能够在预设工作区域内移动和工作的自移动机器人系统及一种能够自动回归到某一预设位置的自移动机器人系统。

背景技术

[0002] 随着科学技术的发展,智能的自移动机器人为人们所熟知,由于自移动机器人可以按照预先设置的程序自动执行预先设置的相关任务,无须人为的操作与干预,因此在工业应用及家居产品上的应用非常广泛。工业上的应用如执行各种功能的机器人,家居产品上的应用如智能割草机、智能吸尘器等,这些智能的自移动机器人极大地节省了人们的时间,给工业生产及家居生活都带来了极大的便利。

[0003] 自移动机器人如智能割草机,通常具有工作模式和回归模式。在工作模式下,自移动机器人在预设的工作区域内移动和执行预先设置的相关任务。在回归模式下,自移动机器人能够按照预设路线自动移动到充电站,进行充电或停泊。

[0004] 在工作模式下,为了限制上述自移动机器人仅在预设的工作区域内工作,业界通常采用边界系统对自移动机器人的工作区域进行控制。如图1所示,边界系统包括信号发生装置40',自移动机器人10'和边界线50'。自移动机器人10'通过识别边界线50',控制其只在该边界线50'的一侧进行工作及移动。在该实施例中,边界线50'规划出由边界线50'围绕而成的工作区域30'和位于边界线50'圈外的非工作区域100'。信号发生装置40'与边界线50'电性连接,信号发生装置40'产生预设边界信号SC发送给边界线50',预设边界信号SC流经边界线50'时会产生变化的磁场90'。自移动机器人10'进一步包括信号检测装置20'和控制单元80'(图中未示出)。信号检测装置20'检测所述变化的磁场90',并生成检测信号SC'。控制单元80'接收检测信号SC',并根据所述检测信号SC'控制自移动机器人10'在工作区域30'内移动。

[0005] 预设边界信号SC为随时间变化的电信号。如图2所示,在该实施例中,预设边界信号SC'具体为周期性脉冲电流信号,预设边界信号SC'流经边界线50'时会在边界线50'的周围产生变化的磁场90'。在任一时刻,磁场90'在边界线50'的两侧分别呈现相反的极性,即工作区域30'内磁场的极性与非工作区域100'内磁场的极性相反。如本领域技术人员所知,通过控制预设边界信号SC幅值大小可以确保工作区域30'内布满磁场。

[0006] 在一具体的实施例中,信号发生装置40'包括一电源和一可控开关,信号发生装置40'与边界线50'连接构成电回路。通过控制可控开关的断开和关闭,可以产生如图2所示的预设边界信号SC'。

[0007] 信号检测装置20'可以有多种形式,只要其能将磁场90'转换为相应的电信号即可,优选地,信号检测装置20'包括电感。信号检测装置20'感应磁场90'并产生相应的电动势,从而将磁场90'转换为检测信号SC'传递给控制单元80'。磁场90'的极性在工作区域30'内与在非工作区域100'内是相反的,相应的,检测信号SC'的极性在工作区域30'内与非工作区域100'也相反。

[0008] 控制单元80' 根据检测信号SC' 的极性来判断自移动机器人10' 是否跨越边界线50'。当检测信号SC' 的极性发生变化时,控制单元80' 判断自移动机器人10' 正在跨越边界线50'。控制单元80' 控制自移动机器人10' 后退或者转向,使检测信号SC' 变为初始极性,从而确保自移动机器人10' 始终在工作区域30' 内工作。

[0009] 在回归模式下,为了确保自移动机器人能够按照预设路线自动回归到充电站,业界通常利用上述边界系统作为硬件,通过改变自移动机器人的控制算法,引导自移动机器人10' 沿着边界线回归至充电站。在回归模式下,原始边界线50' 即为自移动机器人10' 的引导线了。

[0010] 如图3所示,自移动机器人系统还包括充电站70', 信号发生装置40' 设置在所述充电站100' 上或者信号发生装置40' 连接所述充电站100'。当控制单元80' 接收到回归指令时,控制单元80' 控制自移动机器人10' 随机移动或按照预定方向移动以寻找边界线50'。控制单元80' 根据检测信号SC' 的极性来判断自移动机器人10' 是否跨越边界线50'。当检测信号SC' 的极性发生变化时,控制单元80' 判断自移动机器人10' 正在跨越边界线50'。控制单元80' 内设回归算法,控制自移动机器人10' 沿着边界线50' 以图3所示曲折虚线回归至充电站70'。

[0011] 为了提高自移动机器人10' 回归至充电站100' 的效率,自移动机器人10' 上设有两个两个信号检测装置20', 分别为信号第一检测装置21' 和信号第二检测装置22'。如图4所示,信号第一检测装置21' 和信号第二检测装置22' 分别位于所述自移动机器人中轴线对称的左右两侧。当自移动机器人10' 回归充电站100' 时,控制单元80' 控制自移动机器人10' 向边界方向移动,当信号第一检测装置21' 和信号第二检测装置22' 所检测得到的检测信号SC' 方向相反时,自移动机器人10' 判断其处于跨线状态。边界线50' 是通向充电站70' 的,自移动机器人10' 跨线后沿着边界线50' 顺时针或者逆时针就能返回充电站70'。

[0012] 自移动机器人判别工作区域及回归引导都是基于变化的磁场信号实现的,而产生变化的磁场信号的技术手段必须在边界线或引导线上流经变化的电流。因此,在现有技术中,自移动机器人系统的边界线或引导线必须设置闭合线路以构成电路学回路。当工作区域面积较大时,信号发生装置需要产生幅值很大的预设边界信号才能确保工作区域内都存在磁场,这种方式会增加自移动机器人系统的功耗;当工作区域面积较大时,所需铺设的边界线或引导线的长度就会很长,就会浪费精力和财力;当工作区域的边界恰好存在墙面或灌木等障碍物时,用户在障碍物的地方布置封闭的边界线或引导线就会非常麻烦,严重影响用户使用自移动机器人系统的体验感。

发明内容

[0013] 本发明解决的技术问题为,提供一种功耗小且边界线或引导线不需要设置成闭合线路的自移动机器人系统。

[0014] 本发明提供一种自移动机器人系统,在工作区域内自动移动及自动工作,包括:信号发生装置,产生一适合以无线电波形式向自由空间辐射的预设信号;所述预设信号包括一具有特征频率的调制信号和一具有载波频率的载波信号;信号线,将所述预设信号以无线电波的形式向自由空间内辐射或者接收以无线电波形式存在自由空间内的预设信号;信号检测装置,接收以无线电波形式存在自由空间内的无线电信号,并且通过所述特征频率

识别出所述调制信号,从而产生检测结果;控制单元,设置在所述自移动机器人内,接收所述检测结果,并根据所述检测结果控制自移动机器人移动或工作;其中,所述信号线的一端与所述信号发生装置或/和所述信号检测装置连接,所述信号线从所述一端单向延长,不构成电路学回路。

[0015] 优选的,所述载波信号的载波频率的范围为小于等于10MHZ。

[0016] 优选的,所述载波信号的载波频率的范围为小于等于2MHZ。

[0017] 优选的,所述调制信号的特征频率的范围为100HZ到500KHZ。

[0018] 优选的,所述调制信号的特征频率的范围为100HZ到50KHZ。

[0019] 优选的,所述预设信号的波形为梯形波、方波、三角波或者锯齿波。

[0020] 优选的,所述预设信号的波形上升沿时间的范围为100ns~2000ns。

[0021] 优选的,所述预设信号的波形上升沿时间的范围为500ns~2000ns。

[0022] 优选的,所述调制信号的特征频率包括具有一个固定频率或者复数个固定频率。

[0023] 优选的,所述检测结果包括信号强度。

[0024] 优选的,所述自移动机器人具有工作模式,在所述工作模式下,所述自移动机器人以信号线为边界线,在所述信号线的一侧自动移动及自动工作。

[0025] 优选的,在工作模式下,当所述信号检测装置的检测结果达到第一预设阈值时,所述控制单元控制自移动机器人朝向检测结果减弱的方向移动。

[0026] 优选的,所述自移动机器人系统还包括充电站,用于给自移动机器人提供电能或/和停靠。

[0027] 优选的,所述充电站与所述信号发生装置和/或所述信号检测装置连接。

[0028] 优选的,所述信号发生装置和/或所述信号检测装置设于所述充电站上。

[0029] 优选的,所述自移动机器人具有回归模式,在所述回归模式下,所述自移动机器人以所述信号线为引导线,大致沿着所述信号线回归至充电站。

[0030] 优选的,在回归模式下,若所述信号检测装置的检测结果达到第二预设阈值时,所述控制单元控制自移动机器人调整移动方向,使得检测结果处于预设的强度范围内。

[0031] 优选的,所述信号线与所述信号发生装置连接,所述自移动机器人设有一个所述信号检测装置。

[0032] 优选的,所述信号线与所述信号发生装置连接,所述自移动机器人设有复数个所述信号检测装置。

[0033] 优选的,所述自移动机器人设有两个所述信号检测装置,分别为信号第一检测装置和信号第二检测装置。

[0034] 优选的,所述信号第一检测装置、信号第二检测装置关于所述自移动机器人的中轴线左右对称。

[0035] 优选的,在回归模式下,在所述信号第一检测装置和信号第二检测装置所检测的检测结果达到第二预设阈值之后,所述控制单元控制自移动机器人的行走,使得所述信号第一检测装置与信号第二检测装置检测结果的强度差处于预设强度阈值范围内。

[0036] 优选的,所述充电站设有或者连接一个所述信号检测装置,所述自移动机器人设有一个所述信号发生装置;所述自移动机器人和充电站分别设有一无线通信装置,通过无线通信装置将检测结果传送给所述控制单元。

[0037] 优选的,所述无线通信装置包括红外通讯装置、Wi-Fi装置、蜂窝通讯装置、蓝牙装置、GPS装置、Zigbee装置、2.4GHZ无线通信装置、433MHZ无线通信装置或者Z-WAVE无线通信装置。

[0038] 优选的,所述自移动机器人设有一个所述信号发生装置和一个所述信号检测装置,分别为信号第一发生装置和信号第二检测装置;所述充电站设有或者连接一个所述信号检测装置和一个所述信号发生装置,分别为信号第一检测装置和信号第二发生装置;所述信号第一发生装置和信号第二发生装置分别具有不同特征频率的所述调制信号;所述信号第一检测装置和信号第二检测装置分别识别不同特征频率的信号而产生相应频率的检测结果。

[0039] 优选的,所述控制单元根据所述检测结果,判断所述自移动机器人与所述信号线之间的距离。

[0040] 优选的,所述自移动机器人具有工作模式,在所述工作模式下,所述控制单元控制自移动机器人与信号线之间的距离大于等于第一预设距离,使得自移动机器人在所述信号线的一侧自动移动及自动工作。

[0041] 优选的,所述自移动机器人具有回归模式,在所述回归模式下,所述控制单元控制自移动机器人与信号线之间的距离处于一个预设距离范围之内,使得自移动机器人大致沿所述信号线回归至一预设位置。

[0042] 本发明还提供一种自移动机器人系统,在工作区域内自动移动及自动工作,包括:信号发生装置,产生一适合以无线电波形式向自由空间辐射的预设信号;信号线,将所述预设信号以无线电波的形式向自由空间内辐射或者接收以无线电波形式存在自由空间内的预设信号;信号检测装置,接收以无线电波形式存在自由空间内的无线电信号,并且识别出所述调制信号,从而产生检测结果;控制单元,设置在所述自移动机器人内,接收所述检测结果,并根据所述检测结果控制自移动机器人移动;其中,所述信号线包括起点和终点,所述起点与所述信号发生装置或/和所述信号检测装置连接,所述终点为所述信号线的自由端。

[0043] 优选的,所述预设信号包括一具有特征频率的调制信号和一具有载波频率的载波信号,所述信号检测装置通过所述特征频率识别出所述调制信号。

[0044] 优选的,所述控制单元设有控制算法,所述控制算法包括边界算法和引导算法。

[0045] 优选的,当所述控制单元实施所述边界算法时,所述自移动机器人以信号线为边界线,在所述信号线的一侧自动移动及自动工作;当所述控制单元实施所述引导算法时,所述自移动机器人以信号线为引导线,大致沿着所述信号线回归至一预设位置。

[0046] 优选的,所述边界算法包括当检测结果的信号强度大于或者等于第一预设阈值时,控制单元控制自移动机器往检测结果的信号强度减小的方向移动。

[0047] 优选的,所述引导算法包括当检测结果的信号强度大于或者等于第二预设阈值之后,控制单元控制自移动机器人调整前进方向使得检测结果的信号强度处于预设阈值范围之内。

[0048] 本发明还提供一种自移动机器人系统,在工作区域内自动移动及自动工作,包括:信号发生装置,产生具有特征频率的预设信号;信号线,将所述预设信号以无线电波的形式向自由空间内辐射或者接收以无线电波形式存在自由空间内的预设信号;信号检测装置,

接收以无线电波形式存在自由空间内的无线电信号,并且解调后检测所述特征频率所对应的信号强度;控制单元,设置在所述自移动机器人内,接收所述信号强度,并根据所述信号强度控制自移动机器人移动或工作;其中,所述信号线与所述信号发生装置或/和所述信号检测装置连接,无电流流经所述信号线。

[0049] 优选的,所述预设信号包括一具有特征频率的调制信号和一具有载波频率的载波信号。

[0050] 优选的,所述载波信号的载波频率的范围为小于等于10MHZ。

[0051] 优选的,所述调制信号的特征频率的范围为100HZ到500KHZ。

[0052] 与现有技术相比,本发明提供一种无需构成电回路的信号线来作为自移动机器人的边界线或者自移动机器人的引导线,简化了用户布置边界线或引导线的操作,提高了用户使用自移动机器人系统的体验感。本发明提供的自移动机器人系统不需要在整个工作区域都布满磁场,减少了系统工作时的功耗。

附图说明

[0053] 附图以及说明书中的相同标号和符号用于代表相同的或者等同的元件。

[0054] 图1为现有技术自移动机器人在工作模式下的系统示意图。

[0055] 图2为现有技术预设边界信号的示意图。

[0056] 图3为现有技术自移动机器人在回归模式下的非跨线回归系统示意图。

[0057] 图4为现有技术自移动机器人在回归模式下的跨线回归系统示意图。

[0058] 图5为本发明一实施例自移动机器人在工作模式下的系统示意图。

[0059] 图6为无线电信号的调幅过程示意图。

[0060] 图7为本发明一实施例所采用预设信号波形示意图。

[0061] 图8为天线辐射区域分布示意图。

[0062] 图9为本发明一实施例中无线电信号沿信号线的强度衰减分布示意图

[0063] 图10为本发明一实施例中信号检测装置的模块示意图。

[0064] 图11(a)为图10信号检测装置处理前波形示意图。

[0065] 图11(b)为图10信号检测装置处理后波形示意图。

[0066] 图12为图5所示实施例的边界算法流程图。

[0067] 图13为本发明一实施例自移动机器人的回归示意图。

[0068] 图14为图13所示实施例的回归算法流程图。

[0069] 图15为本发明另一实施例自移动机器人的跨线回归示意图。

[0070] 图16为图15所示实施例的回归算法流程图。

[0071] 图17为图15所示实施例自移动机器人的非跨线回归示意图。

[0072] 10' /10、自移动机器人 12、壳体

[0073] 14、轮子 20' /20、信号检测装置

[0074] 21' /21、信号第一检测装置 22' /22、信号第一检测装置

[0075] 30' /30、工作区域 40' /40,信号发生装置

[0076] 50' 、边界线 50a/50b/50c、障碍面

[0077] 60、信号线 61、起点

| | | |
|--------|-----------------|-------------|
| [0078] | 62、终点 | 70' /70、充电站 |
| [0079] | 72、充电端子 | 74、平板 |
| [0080] | 80' /80、控制单元 | 90'、磁场 |
| [0081] | 100' /100、非工作区域 | 201、天线 |
| [0082] | 202、信号处理 | 203、检测波单元 |

具体实施方式

[0083] 有关本发明的详细说明和技术内容,配合附图说明如下,然而所附附图仅提供参考与说明,并非用来对本发明加以限制。

[0084] 图5所示的自移动机器人系统包括信号发生装置40、信号线60、自移动机器人10。在该实施例中,信号线60的起点61与信号发生装置40电性连接,信号线60的终点62为信号线60的自由端,信号线60为非闭合路线。信号线60不与信号发生装置40构成电路学回路,信号发生装置40产生预设信号SS。信号线60以无线电波的形式将预设信号SS向自由空间内辐射。

[0085] 在本实施例中,信号线60形成一面电子墙,限制自移动机器人10在信号线60的一侧移动及工作。信号线60与障碍面50a、50b、50c共同围成自移动机器人10的工作区域30。障碍面50a、50b、50c包括墙面、栅栏或者灌木丛等阻挡自移动机器人10移动的障碍。在本实施例中障碍面为50a、50b、50c三面,如本领域技术人员所知,障碍面的具体形式可以根据实际情况变化,如存在更多面或者仅存在两面或一面或不存在障碍面,信号线60的布置根据障碍面的形式而适应性改变。

[0086] 在一应用场景中,工作区域30也可以通过多根信号线60围绕而成。每一根信号线60都与各自对应的信号发生装置40电性连接。

[0087] 自移动机器人10,可以为智能割草机或清洁机器人等。在本实施例中,自移动机器人10以智能割草机为例。如图5所示,自移动机器人10包括壳体12、位于壳体12底部的若干轮子14,位于壳体12内部、控制自移动机器人10自动工作及自动移动的控制单元80(图中未示出)、用于检测预设信号SS的信号检测装置20,用于驱动轮子14的动力系统(图中未示出)。动力系统包括电池包、传动机构等。

[0088] 如图13所示,在一实施例中,自移动机器人系统还包括充电站70。自移动机器人10可在电量较低时返回充电站70充电,或在完成工作后或下雨时返回充电站70停留。在该实施例中,信号发生装置40设置在充电站70上。如本领域技术人员所知,信号发生装置40也可以不设置在充电站70上,只需要与充电站70连接。如信号发生装置40设置在充电站70的后方或侧方或前方。

[0089] 自移动机器人10的前端具有至少两对接端子(图中未示出),充电站70具有与对接端子相应的充电端子72。当自移动机器人10与充电站70对接时,对接端子与充电端子72电性连接。

[0090] 充电站70具有供自移动机器人10停靠的平板74,平板74平铺于工作表面上。自移动机器人10整体位于平板74上时,可以防止工作表面不平导致自移动机器人10歪斜,从而导致对接端子与充电端子72无法对接。

[0091] 现有技术中,边界线或引导线需要设置成闭合线路,与信号发生装置形成电路学

回路以产生变化的磁场,自移动机器人通过识别磁场的极性来判别工作区域及引导回归。在本实施例中,信号线60作为边界线或者引导线,不需要与信号发生装置构成电路学回路,自移动机器人通过通信原理来判别工作区域或引导回归。

[0092] 信号发生装置40产生的预设信号SS,该预设信号SS包括一具有特征频率的调制信号和一具有载波频率的载波信号。在一实施例中,信号发生装置40自身为电回路,该电回路可以产生调制信号和载波信号。信号线60连接在该电回路上的某一点,将经过载波信号调制后的调制信号以无线电波的形式向自由空间内辐射。根据无线电辐射原理,预设信号SS经由信号线60辐射后,其信号携带的电磁能量会随着辐射距离的增长而减弱。自移动机器人10上的信号检测装置20接收以无线电波形式存在自由空间内的无线电信号,并且识别出所述调制信号的特征频率,从而产生检测结果SS',并且将检测结果SS' 传送给控制单元80。检测结果SS' 包括信号强度,具体地为,检测装置20所接收到频率为特征频率的信号的强度值。信号所携带的电磁能量不同,其相应的强度值也不同。控制单元80根据检测结果SS' 判断自移动机器人10与信号线60之间的距离。

[0093] 当自移动机器人10以信号线60为边界线时,控制单元80控制自移动机器人10与信号线60之间的距离大于等于第一预设距离值,在信号线60的一侧自动移动及自动工作。具体来讲,控制单元80通过控制自移动机器人10离信号线60的距离大于等于第一预设距离值,从而确保自移动机器人10始终在信号线60的一侧移动及工作,即确保自移动机器人10始终在工作区域30内。

[0094] 当自移动机器人10以信号线60为引导线时,控制单元80控制自移动机器人10与信号线60之间的距离处于一个预设距离范围之内,大致沿着所述信号线60回归至一预设位置。具体来讲,控制单元80通过控制自移动机器人10在信号线60一个预设的距离范围内,大致沿着信号线60移动,从而确保自移动机器人10回归至充电站70。

[0095] 以下具体地介绍,本发明中的实施例是怎样运用通信原理实现自移动机器人判别工作区域及引导回归。

[0096] 信号发生装置40所产生的预设信号SS,包括具有特征频率的调制信号 $f_{调}(t)$ 和一具有载波频率的载波信号 $f_{载}(t)$ 。调制信号 $f_{调}(t)$ 为该预设信号SS的有用信息,信号检测装置20通过该调制信号的特征频率来识别出有用信息。载波信号 $f_{载}(t)$ 是为了将调制信号 $f_{调}(t)$ 有效地以无线电波方式传输出去的一种高频信号。调制信号与载波信号的调制方法通常包括调频和调幅。在本实施例中仅以调幅方法为例,阐述信号发生装置40所产生用于给信号线60向外辐射的信号的过程。在本实施例中,图6中的调制信号 $f_{调}(t)$ 和载波信号 $f_{载}(t)$ 仅为了阐述原理而举的例子,并不构成对本发明的限制。

[0097] 如图6所示,图6(a1)为调制信号 $f_{调}(t)$ 在时域内的示意图,图6(a2)为调制信号 $f_{调}(t)$ 通过傅里叶变换后 $F_{调}(w)$ 在频域内的示意图;图6(b1)为载波信号 $f_{载}(t)$ 在时域内的示意图,图6(b2)为载波信号 $f_{载}(t)$ 通过傅里叶变换后 $F_{载}(w)$ 在频域内的示意图;图6(c1)为调制信号 $f_{调}(t)$ 与载波信号 $f_{载}(t)$ 调幅后得到真实信号 $f_{真}(t)$ 在时域内的示意图,图6(c2)为真实信号 $f_{真}(t)$ 通过傅里叶变换后 $F_{真}(w)$ 在频域内的示意图。真实信号 $f_{真}(t)$ 即为信号发生装置40发送至信号线60的起点61处的信号,信号线60将该真实信号 $f_{真}(t)$ 以无线电波的方式向外辐射。在本实施例中,真实信号 $f_{真}(t)$ 即为预设信号SS。如本领域技术人员所知,在实际的电子电路实现的过程中,真实信号 $f_{真}(t)$ 必然会包含其他噪声信号。如图6所示,调幅过程只

是将调制信号的频谱搬移到一个适合无线电波传输的工作频率上,调幅后的真实信号仍然保留调制信号的特性。

[0098] 如本领域技术人员所知,产生高频信号的电路装置复杂度及成本都大于产生低频信号的电路装置。在本实施例的应用场景中,信号发生装置40所发送至信号线60的起点61处的信号,需要满足能够有效地以无线电波方式传输而且其所携带的调制信号易于信号检测装置20检测即可。因此,在满足传输和检测的两个条件下,信号发生装置40所发送至信号线60的起点61处的信号越简单越好。

[0099] 根据傅里叶变换可知,在时域内信号的上升沿时间越短,该信号所包含的高频谐波分量就越多。时域内上升沿时间越短的信号,其信号自身就相当于已经被调制过,适合以无线电波的方式传输。在本实施例中,预设信号具体的波形采用方波,即信号发生装置40产生的方波信号。该方波信号在时域内的示意图如图7(a1)所示,通过傅里叶变换其在频域内的示意图如图7(b1)所示。假设所选用方波信号的基频 f_0 为15KHz ($\omega_0 = 2\pi f_0$),如图7(b1)所示,该方波信号实质携带的频率包含 nf_0 ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$),即15KHz、30KHz、45KHz、60KHz…。如本领域技术人员所知,信号发生装置40在产生方波信号的过程中,不可避免地会存在噪声的干扰(如电子电路中的寄生电感或者寄生电容等)。因此,信号发生装置40实际产生的方波信号在时域内的示意图如图7(a2)所示,通过傅里叶变换其在频域内的示意图如图7(b2)所示。由图7所示,虽然实际产生的方波信号存在噪声的干扰,但是其携带的频率仍然有 nf_0 ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$)。在该种实施例中,方波信号就包含了具有特征频率的调制信号和载波信号。在该实施例中,特征频率即为基频 f_0 ,载波信号的频率可以认定为将基频信号以无线电波方式有效传输出去的某一个或某几个谐波分量。因此,实际的方波信号仍然相当于已被调制过的信号,仍然适合以电磁波的形式传输。

[0100] 如本领域技术人员所知,还可以用其他上升沿快的波形信号来替代方波信号,如梯形波、三角波或者锯齿波。具体地,只需该预设信号的上升沿时间的范围为100ns到2000ns即可。优选的,只需该预设信号的上升沿时间的范围为500ns到2000ns即可。

[0101] 信号发生装置40产生的预设信号SS通过信号线60以无线电波的形式向外辐射。预设信号SS所采用的传播信道为自由空间。当该预设信号的信噪比(SNR)大于一定阈值时,自移动机器人1上的信号检测装置20能检测到该以无线电信号形式存在的预设信号SS,并且利用解调等手段获取到与特征频率相同频率的一个信号,从而获取该具有特征频率的信号信号强度值,将该强度值作为检测结果传输给控制单元80,控制单元80根据检测结果对自移动机器10进行控制。

[0102] 如本领域技术人员所知,无线电信号的传输方式与其载波频率有很大关系。在本实施例应用的场景下,自移动机器人10根据其离信号线60的距离来判断其是否接近信号线60,因此无线电信号的有效传输范围必须限定在信号线60附近的自由空间内。在本发明的实施例中,信号线60以无线电波形式向自由空间内辐射的真实信号,通常都包含具有有用信息的调制信号、用于辐射的载波信号和不可避免的噪声信号。因此,在本发明中需要对所使用的载波信号频率进行选择。表1列出了通信领域所使用的无线电波段名称及其相应的波段和频段,同时列出了不同的有线和无线信道所使用的频段。如表1所示,所有频段的无线电波都能在自由空间进行传输。

[0103] 表1. 频段划分与常用信道的工作频率范围

[0104]

| 波段名称 | | 波长 | 频段 | 传输媒介 | |
|------|----|------------|------------|------|------|
| | | | | 有线信道 | 无线信道 |
| 甚长波 | | 1000—100km | 0.3—3kHz | 架空 | 海地自 |
| 超长波 | | 100—10km | 3—30kHz | 明对线 | 球 |
| 长波 | | 10—1km | 30—300kHz | 称电 | 水表电 |
| 中波 | | 1000—200m | 0.3—1.5MHz | 电同 | 层离由 |
| 短波 | | 200—10m | 1.5—30MHz | 缆轴 | 层 |
| 超短波 | 米波 | 10—1m | 30—300MHz | 电 | |

[0105]

| | | | | | |
|----|------|------------|-------------|------|---|
| 微波 | 分米波 | 100—10cm | 0.3—3GHz | 缆波导管 | 空 |
| | 厘米波 | 10—1cm | 3—30GHz | | |
| | 毫米波 | 10—1mm | 30—300GHz | | |
| | 亚毫米波 | 1—0.1mm | 300—3000GHz | | |
| 光波 | 长波长 | 1.25—1.6um | | 光 | 间 |
| | 短波长 | 0.8—0.9um | | | |

[0106] 在本实施例中,信号线60辐射无线电信号是借鉴通信领域中天线辐射电磁场原理实现的。如本领域技术人员所知,天线所辐射的空间电磁场,根据特性的不同可划分为3个区域:感应近场,辐射近场和辐射远场。如图8所示,它们的区分是依靠离开天线的不同距离来限定的。在这些场区交界处电磁场的结构并无突变发生,但是从整体上来看,3个区域的电磁场特性是互不相同的。感应近场区的电磁特性为不产生辐射的,辐射近场区的电磁特性为产生辐射但是所辐射的电磁能量衰减很快,辐射远场区的电磁特性为远程有效地辐射电磁能量。3个区域的分布范围的大小可以通过天线的长度与所辐射无线电波波长的关系进行控制。

[0107] 在本实施例中,信号线60对以无线电波形式传播的真实信号的辐射区域采用的是辐射近场区。如图8所示,辐射近场区的分布范围为 $R < R_2 = \frac{\lambda}{2\pi}$,其中 λ 为所述辐射真实信号的波长。辐射近场区的电磁特性为所辐射的电磁能量衰减很快。信号线60在辐射近场区对以无线电波形式传播的信号辐射的衰减特性如图9(b)所示,无线电信号的能量H以信号线60为中心向四周迅速递减。当超过范围a之后,由于所辐射的无线电信号能量H太少,信噪比太小,从而信号检测装置20无法检测到该信号。如图9(a)所示,只有在信号线60两侧距离a范围之内,信号检测装置20才能有效地检测到该信号。

[0108] 在本发明的实施例中,信号线60两侧距离a范围中的a值是根据实际应用场景预先确定。如根据自移动机器人10的宽度而确定,如 $a=10\text{cm}, 15\text{cm}, 20\text{cm}$ 等。该处a值范围,不够成对本发明的限制。a值确定之后,信号发生装置40所产生的真实信号的频率即可通过推算获得。具体的推算过程如下所述。

[0109] 辐射近场区的最远距离 $\frac{\lambda}{2\pi}$ 一般为有效辐射范围a几百倍N,如 $N=100, 150, 200, 300$ 等。N的具体数值可以根据实际应用场景进行适应性地调整。具体地来讲,不同的N的数值对应了信号检测装置所接收以无线电形式传播信号的灵敏度。根据 $Na = \frac{\lambda}{2\pi}$,可以推导出真实信号的波长 λ 。根据真实信号波长与频率的关系 $f = \frac{c}{\lambda}$, $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$,确定了真实信号波长 λ 即确定了真实信号频率f。由于真实信号以无线电形式传播的过程中,载波信号对其信号所能辐射的范围起决定性作用,因此,通过该演算方法得到的频率可以认为是载波信号的频率。在实际应用场景下,本实施例所选用的载波频率范围为小于等于10MHz,优选的为小于等于2MHz。在实际工程应用中,载波信号的载波频率一般至少要比调制信号的特征频率大于等于10倍,因此,确定了载波信号的频率范围之后即可大致估算所选用特征频率了。在该实施例中,特征频率的范围为100HZ到500KHz,优选的为100HZ到50KHz。

[0110] 如图10所示,信号检测装置20的模块示意图。信号检测装置20包括天线201,与天线201连接的信号处理电路或信号处理芯片202,以及检测信号强度的检测波单元203。天线201将以无线电波形式存在自由空间内的无线电信号转换为输入信号 $f_{in}(t)$ 。信号处理电路或信号处理芯片202对输入信号 $f_{in}(t)$ 进行一系列的处理,如变频处理、中频放大、滤波(解调)、AGC放大或功率放大等处理,从而得到一个频率与调制信号的特征频率一致的输出信号 $f_{out}(t)$ 。检测波单元203检测输出信号 $f_{out}(t)$ 的强度。由于信号处理是本领域技术人员所知的一些常规手段,技术人员可以根据所需进行自我设计或选择,因此,本发明不再赘述。

[0111] 信号检测装置20的处理前 $f_{in}(t)$ 的波形如图11(a)所示,经过处理后的 $f_{out}(t)$ 如图11(b)所示。如图11(a)所示, $f_{in}(t)$ 波形大致符合信号发生装置40所产生的真实信号的波形形状。信号处理电路或信号处理芯片202对 $f_{in}(t)$ 进行处理,滤出与频率等于特征频率的 $f_{out}(t)$ 信号。检测波单元203在单位时间内统计出现该频率特性的波形的个数G,并且将该个数G作为信号强度传输给控制单元80。信号强度也可以由其他计算方式获取:如对输出信号 $f_{out}(t)$ 进行傅里叶变换,将傅里叶变换后的对应特征频率点处的幅值结果作为信号强度。如图9所示,无线电信号的能量H以信号线60为中心向其两侧衰减,从而,检测波单元203检测到信号强度值G也是以信号线60为中心向其两侧递减。

[0112] 在该实施例中,调制信号的特征频率在可选频段内选用一个固定的频率作为其特征频率的。在另一实施例中,调制信号的特征频率在可选频段内选用复数个固定的频率作为其特征频率的。

[0113] 在一实施例中,自移动机器人10上可以设置多个信号检测装置20。如图11所示,自移动机器人10上设有两个信号检测装置20,分别为信号第一检测装置21和信号第二检测装置22。信号第一检测装置21与信号第二检测装置22分别位于关于两个对接端子的中轴线对称的左右两侧。当两个对接端子位于自移动机器人10的中间部位时,信号第一检测装置21与信号第二检测装置22分别位于自移动机器人10的中轴线对称的左右两侧。

[0114] 在一实施例中,信号发生装置40与信号检测装置20可以互换位置。信号检测装置20与信号线60相连,信号发生装置40位于自移动机器人10上。在该实施例中,信号检测装置20还与一无线通信装置T1连接,自移动机器人10上设有另一无线通信装置T2与控制单元80连接。当自移动机器人10接近信号线60时,信号发生装置40所产生的信号能够通过信号线60被信号检测装置20所检测到,与信号检测装置20连接的无线通信装置T1将所检测得到的信号强度G发送给自移动机器人10上的无线通信装置T2,无线通信装置T2将该信号强度G发送给控制单元80。无线通信装置可以采用红外通讯装置、wifi装置、蜂窝移动通讯装置、蓝牙装置、GPS装置、Zigbee装置、2.4GHZ无线通信装置、433MHZ无线通信装置或者Z-Wave无线通信装置。在该实施例中,无线电信号SS的检测结果由无线通信的方式传输给控制单元80。如本领域技术人员所知,无线电信号SS的检测结果也可以通过其他传输方式传输给控制单元80。

[0115] 在一实施例中,自移动机器人系统可以配置两套信号发生装置和信号检测装置。其中一套信号发生装置与信号检测装置构成检测距离信号线60距离的系统,另一套信号发生装置与信号检测装置用于将无线电信号SS的检测结果传输给控制单元80。自移动机器人上设有第一信号发生装置和信号第二检测装置,信号线60与信号第一检测装置相连,信号线60接收由第一信号发生装置产生的预设信号。信号线60还与第二信号发生装置相连,信号线60辐射第二信号发生装置所产生的预设信号。第一信号发生装置和第二信号发生装置用于产生两种频率不同的预设信号,信号第一检测装置用于检测第一信号发生装置所产生的预设信号,信号第二检测装置用于检测第二信号发生装置所产生的预设信号。

[0116] 上述描述的自移动机器人系统,也可以用下列描述形式来定义。自移动机器人系统包括自移动机器人10、无线电系统、信号线60。其中,无线电系统包括无线电信号发生装置和无线电信号检测装置,此处的无线电信号发生装置对应于上述的信号发生装置40,无线电信号检测装置对应于上述的信号检测装置20。信号线60可以单独作为规划自移动机器人10的工作区域的边界线来使用,也可以单独作为引导自移动机器人10回归至某一预设位置的引导线来使用,或者同一根信号线60,当自移动机器人10在工作模式下时,其作为边界线使用,当自移动机器人10在回归模式下时,其作为引导线使用。在该自移动机器人系统中,信号线60不仅作为自移动机器人系统的边界线或/和引导线,还在无线电系统中起到类似接收天线或/和发射天线的作用。

[0117] 具体的应用实施例有多种形式,在一实施例中,信号线60与无线电信号发生装置相连,作为无线电信号发生装置的发射天线,将无线电信号发生装置所产生的信号转化为无线电波的形式向自由空间传播。无线电信号检测装置设置于自移动机器人10上,用于检测以无线电波。

[0118] 在一实施例中,信号线60与无线电信号检测装置相连,作为无线电信号检测装置的接收天线,将以无线电波的形式存在自由空间内的信号转换为电信号传输给无线电信号检测装置。无线电信号发生装置设置于自移动机器人10上,用于发射无线电波。

[0119] 在一实施例中,信号线60既与无线电信号检测装置相连,还与无线电信号发生装置相连。在不同的时间段时,信号线60分别作为无线电信号检测装置的接收天线,分别作为无线电信号发生装置的发射天线。自移动机器人10也同时设有一无线电信号检测装置和一无线电信号发生装置。

[0120] 在上述实施例中,信号线60及与其连接的无线电信号发生装置或/和无线电信号检测装置可以按照用户的需求布置在工作区域的不同位置,使得信号线60在自移动机器人系统中起相应的作用。当用户需要让信号线60作为边界线时,只需将信号线60布置在设定的边界位置即可;当用户需要让信号线60作为引导线时,只需将信号线60布置在需要引导的路线上即可。

[0121] 以下具体介绍,本发明的实施例中,自移动机器人处于工作模式下是怎样通过边界算法判别工作区域的。

[0122] 在一实施例中,信号发生装置40与信号线60电性连接,自移动机器人10上设有一个信号检测装置20。信号发生装置40产生一定频率的无线电信号SS,位于自移动机器人10上的信号检测装置20检测所产生的无线电信号SS。控制单元80中设有一个与无线电信号SS强度相关的第一预设阈值 G_f ,当信号检测装置20检测的无线电信号SS的强度 G 达到第一预设阈值 G_f 时,控制单元80控制自移动机器人10向预设信号强度减弱的方向移动。

[0123] 在实际应用实施例中,第一预设阈值 G_f 的大小可以根据信号发生器40所产生信号的最大强度值以及/或控制自移动机器人10最近信号线60的距离确定。在一具体实施方式中,信号发生装置40产生15KHz的方波信号SS,信号线60上信号强度最大值 G_{max} 为40。请参见图9(b)可知,其相应的最远有效范围 a 值为20cm,在该处信号检测装置20检测得到的信号强度值为5。在实际应用时,若允许自移动机器人10接近信号线60的最近距离为10cm,则参见图9(b)可知,与距离10cm相对应的第一预设阈值 G_f 即为20。

[0124] 具体的边界算法流程,如图12所示。

[0125] 步骤S1:自移动机器人10在工作模式下,随机或按照预设轨迹移动及工作。信号检测装置20始终检测无线电信号。进入步骤S2。

[0126] 步骤S2:控制单元80将所检测得到结果信号强度 G 与第一预设阈值 G_0 进行比较。当信号检测装置20检测得到的信号强度值 G 大于等于 G_0 时,进入步骤S3;否则,继续返回步骤S1。

[0127] 步骤S3:控制单元80控制自移动机器人10后退或转向,偏离原始移动方向。

[0128] 自移动机器人10具体的移动过程如图5所示。当自移动机器人10沿着带箭头的虚线所示路线移动到 a 位置时,信号检测装置20检测到信号强度 G 大于或等于 G_f 。控制单元80控制自移动机器人10进行转向,偏离原始移动方向,不再向信号线60靠近。

[0129] 在一实施例中,信号发生装置40与信号线60电性连接,自移动机器人10上设有两个信号检测装置20。当任意一个信号检测装置检测到无线电信号强度值达到阈值 G_f 时,控制单元80发出后退或转向等指令控制自移动机器人10不再靠近信号线60。当位于左侧的信号第一检测装置21所检测的无线电信号强度大于阈值 G_f 时,说明自移动机器人10左侧更接近信号线60,控制单元80控制自移动机器人10向右转或者后退;当位于右侧的信号第二检测装置22所检测的无线电信号强度大于阈值 G_f 时,说明自移动机器人10右侧更接近信号线60,控制单元80控制自移动机器人10向左转或者后退。

[0130] 在一实施例中,信号检测装置20与信号线60电性连接,自移动机器人10上设有信号发生装置40。该实施例中信号发生装置40与信号检测装置20的位置互换,只是需要一个配套的用于检测结果传输的通信装置,并不会对判别是否在工作区域内的边界算法产生影响,因此不再详细描述。

[0131] 更进一步地,控制单元80可以记录信号检测装置20所检测无线电信号SS的系列强度值 G_N ($N=1,2,3,4,5\dots$)。当信号检测装置20检测第二次强度值时,控制单元80比较当前时刻强度值 G_N 与上一时刻强度值 G_{N-1} 的大小,即可判断控制单元80所发出的后退或转向指令能否有效地使得自移动机器人10不再接近信号线60,从而调整所发指令。具体地,当前时刻强度值 G_N 小于上一时刻强度值 G_{N-1} ,控制单元80判断其所发的指令有效;当前时刻强度值 G_N 大于上一时刻强度值 G_{N-1} ,控制单元80判断其所发的指令无效,通过调整转向角度或者后退距离再次控制自移动机器人10运动。

[0132] 控制单元80统计在同一时间段内一系列强度值 G ,可判断自移动机器人10是否越过信号线60。具体地,当同一时间段内一系列强度值 G 达到过信号线60上的最大强度值 G_{\max} 或者达到过两次阈值 G_f ,则控制单元80判断自移动机器人10越过信号线60,处于非工作区域内。

[0133] 以下具体介绍,本发明的实施例中,自移动机器人处于回归模式下是怎样通过引导算法回归至充电站的。

[0134] 在第一实施例中,充电站70上设有信号发生装置40,信号发生装置40与信号线60电性连接,自移动机器人10上设有一个信号检测装置20。信号发生装置40产生一定频率的无线电信号SS,位于自移动机器人10上的信号检测装置20检测所产生的无线电信号SS。如图13所示,为了方便控制回归,在本实施例中信号检测装置20设置在自移动机器人10的中轴线上。如本领域技术人员所知,信号检测装置20也可以设置在自移动机器人10的其他位置,只需对回归控制方法进行适应性改变即可。

[0135] 在该实施例中,自移动机器人10接收到回归指令后的控制方法步骤如图14所示。

[0136] 步骤S21:自移动机器人10在回归模式下,随机或按照预设轨迹寻找信号线60。信号检测装置20检测无线电信号SS。

[0137] 步骤S22:控制单元80根据信号检测装置20的检测结果SS'的强度值 G 判断自移动机器人10是否进入回归区域。

[0138] 控制单元80预先设定与信号强度相关的第二预设阈值 G_s ,参见图9(b)可知,第二预设阈值 G_s 对应与信号线60相离的距离 b 。第二预设阈值 G_s 的大小与信号发生装置40所产生的无线电信号SS最大强度值 G_{\max} 存在预设关系,如 $G_s = \alpha G_{\max}$, ($\alpha < 1$)。不同的第二预设阈值 G_s 代表距离信号线60不同的距离 b 。用户可以实际工况中的 b 值来确定倍数 α 的值,通常该倍数范围为 $0.15 \leq \alpha \leq 0.75$ 。

[0139] 若结果SS'的强度值 G 大于等于 G_s ,则表示自移动机器人10已经进入回归区域,进入步骤S23;若结果SS'的强度值 G 小于 G_s ,则表示自移动机器人10尚未进入回归区域,控制单元80控制自移动机器人10继续随机移动,进入步骤S21。

[0140] 步骤S23:控制单元80通过确保信号检测装置20的检测结果SS'的强度值 G 始终大于或者等于第二预设阈值 G_s 控制自移动机器人10如图13所示状态以信号线60为中心曲折地回归至充电站70。

[0141] 当自移动机器人10按照上述步骤回归时,信号检测装置20突然无法有效地检测无线电信号SS或者信号检测装置20所检测的信号强度始终处于递减状态,则控制单元80判断自移动机器人10沿着信号线60远离充电站70的方向在前进,控制单元80控制自移动机器人10方向翻转 180° ,继续按照上述步骤回归。

[0142] 如本领域技术人员所知,以上所述步骤及步骤内的逻辑判断条件都可以进行适应性地修改,使得自移动机器人10回归至充电站70。

[0143] 在一实施例中,如图15所示,充电站70上设有信号发生装置40,信号发生装置40与信号线60电性连接,自移动机器人10上设有两个信号检测装置,分别为信号第一检测装置21和信号第二检测装置22。此处定义自移动机器人10正常前进的方向为自移动机器人10的前方,与前方相对的一方为自移动机器人10的后方,基于定义的自移动机器人10的前、后方向,自移动机器人10还包括位于前、后方之间的左、右两侧。信号第一检测装置21和信号第二检测装置22分别位于自移动机器人10中轴线对称的左右两侧。

[0144] 在该实施例中,自移动机器人10接收到回归指令后的引导算法步骤,如图16所示。

[0145] 步骤S31:自移动机器人10在回归模式下,随机或按照预设轨迹寻找信号线60。信号第一检测装置21和信号第二检测装置22检测无线电信号SS强度值G1和强度值G2。

[0146] 步骤S32:控制单元80根据信号第一检测装置21和信号第二检测装置22的检测结果判断自移动机器人是否进入回归区域。

[0147] 信号第一检测装置21检测的结果为第一结果 SS_1' ,其对应的强度值为G1,信号第二检测装置22检测的结果为第二结果 SS_2' ,其对应的强度值为G2。控制单元80内预先设定与信号强度相关的第二预设阈值 G_s ,参见图9(b)可知,第二预设阈值 G_s 对应与信号线60相离的距离b。第二预设阈值 G_{sn} 的大小与信号发生装置40所产生无线电信号SS最大强度值 G_{max} 存在预设关系,如 $G_s = \alpha G_{max}$, ($\alpha < 1$)。不同的强度阈值 G_s 代表距离信号线60不同的距离b。用户可以实际工况中的b值来确定倍数 α 的值,通常该倍数范围为 $0.15 \leq \alpha \leq 0.75$ 。

[0148] 若第一结果 SS_1' 的强度值G1与第二结果 SS_2' 的强度值G2都小于控制单元80中设定的第二预设阈值 G_s ,则表示自移动机器人10尚未进入回归区域。控制单元80控制自移动机器人10继续随机移动,返回步骤S31继续检测无线电信号SS。

[0149] 若第一结果 SS_1' 的强度值G1大于或等于第二预设阈值 G_s 而第二结果 SS_2' 的强度值G2小于第二预设阈值 G_s ,则表示自移动机器人10的左侧进入回归区域。控制模块80控制自移动机器人10向左差速前进或者左转前进,继续步骤S32。

[0150] 若第一结果 SS_1' 的强度值G1小于第二预设阈值 G_s 而第二结果 SS_2' 的强度值G2大于或等于第二预设阈值 G_s ,则表示自移动机器人10的右侧进入回归区域。控制模块80控制自移动机器人10向右差速前进或者右转前进,继续步骤S32。

[0151] 若第一结果 SS_1' 的强度值G1与第二结果 SS_2' 的强度值G2都大于第二预设阈值 G_s ,则表示自移动机器人10已经进入回归区域。控制模块80控制自移动机器人10继续沿原始方向前进,进入步骤S33。

[0152] 步骤S33:控制单元80根据第一检测结果 SS_1' 与第二结果 SS_2' 判断自移动机器人10是否处于跨线状态。

[0153] 若第一检测结果 SS_1' 的强度值G1达到过信号发生装置40所产生无线电信号SS最大强度值 G_{max} 区域(如 $95\%G_{max} - G_{max}$)且第一检测结果 SS_1' 的强度值G1处于下降的趋势,则表示自移动机器人10已经处于跨线状态,进入步骤S34。否则继续返回步骤S33。

[0154] 步骤S34:控制单元80根据第一检测结果 SS_1' 与第二结果 SS_2' 的强度差值来确定自移动机器人10沿信号线60回归至充电站70。

[0155] 若第一检测结果 SS_1' 的强度值G1与第二结果 SS_2' 的强度值G2之差 $|G_1 - G_2| \leq G_v$,

则表示自移动机器人10沿信号线60回归。 G_v 为一个预先设定的阈值范围,控制自移动机器人10的左右偏差范围。控制模块80控制自移动机器人10沿原始方向移动,直至自移动机器人10与充电站70对接。

[0156] 若第一检测结果 SS_1' 强度值 G_1 与第二结果 SS_2' 的强度值 G_2 之差 $G_1 - G_2 > G_v$,则表示自移动机器人10更偏向信号线60的左侧。控制单元80控制自移动机器人10稍微向右旋转或者向右差速移动,直至自移动机器人10与充电站70对接。

[0157] 若第一检测结果 SS_1' 强度值 G_1 与第二结果 SS_2' 的强度值 G_2 之差 $G_1 - G_2 < -G_v$,则表示自移动机器人10更偏向信号线60的右侧。控制单元80控制自移动机器人10稍微向左旋转或者向左差速移动,直至自移动机器人10与充电站70对接。

[0158] 当自移动机器人10按照上述步骤回归时,信号检测装置20突然无法有效地检测无线电信号SS或者信号检测装置20所检测的信号强度始终处于递减状态,则控制单元80判断自移动机器人10沿着信号线60远离充电站70的方向在前进,控制单元80控制自移动机器人10方向翻转 180° ,继续按照上述步骤回归。

[0159] 如本领域技术人员所知,以上所述步骤及步骤内的逻辑判断条件都可以进行适应性地修改,使得自移动机器人10回归至充电站70。

[0160] 在该实施例中,也可以选择非跨线方式的回归算法,引导自移动机器人10回归至充电站70。具体回归示意图如图17所示。自移动机器人10接收到回归控制指令后的控制方法步骤如图14所示。

[0161] 步骤S21:自移动机器人10在回归模式下,随机或按照预设轨迹寻找信号线60。信号第一检测装置21和信号第二检测装置22检测无线电信号SS强度值 G_1 和强度值 G_2 。

[0162] 步骤S22:控制单元80根据信号第一检测装置21和信号第二检测装置22的检测结果判断自移动机器人10是否进入回归区域。

[0163] 信号第一检测装置21检测的结果为第一结果 SS_1' ,其对应的强度值为 G_1 ,信号第二检测装置22检测的结果为第二结果 SS_2' ,其对应的强度值为 G_2 。控制单元80内预先设定与信号强度相关的第二预设阈值 G_s ,参见图9(b)可知,第二预设阈值 G_s 对应与信号线60相离的距离 b 。第二预设阈值 G_s 的大小与信号发生装置40所产生无线电信号SS最大强度值 G_{max} 存在预设关系,如 $G_s = \alpha G_{max}$, ($\alpha < 1$)。不同的强度阈值 G_s 代表距离信号线60不同的距离 b 。用户可以实际工况中的 b 值来确定倍数 α 的值,通常该倍数范围为 $0.15 \leq \alpha \leq 0.75$ 。

[0164] 若第一结果 SS_1' 的强度值 G_1 和第二结果 SS_2' 的强度值 G_2 都小于 G_s ,则表示自移动机器人10尚未进入回归区域。控制单元80控制自移动机器人10继续步骤S11。

[0165] 若第一结果 SS_1' 的强度值 G_1 大于等于 G_s 而第二结果 SS_2' 的强度值 G_2 小于 G_s ,则表示自移动机器人10的左侧进入回归区域而右侧尚未进入回归区域。控制单元80控制自移动机器人10向左转弯。

[0166] 若第一结果 SS_1' 的强度值 G_1 小于 G_s 而第二结果 SS_2' 的强度值 G_2 大于 G_s ,则表示自移动机器人10的右侧进入回归区域而左侧尚未进入回归区域。控制模块80控制自移动机器人10向右转弯。

[0167] 若第一结果 SS_1' 的强度值 G_1 和第二结果 SS_2' 的强度值 G_2 都大于等于 G_s ,则表示自移动机器人10的左侧和右侧都进入了回归区域。控制模块80控制自移动机器人10沿原始方向移动。

[0168] 步骤S23:控制模块80通过确保第一结果SS₁' 的强度值G1和第二结果SS₂' 的强度值G2都大于等于G_s,控制自移动机器人10如图17所示状态以信号线60为中心曲折地回归至充电站70。

[0169] 当自移动机器人10按照上述步骤回归时,信号检测装置20突然无法有效地检测无线电信号SS或者信号检测装置20所检测的信号强度始终处于递减状态,则控制单元80判断自移动机器人10沿着信号线60远离充电站70的方向在前进,控制单元80控制自移动机器人10方向翻转180°,继续按照上述步骤回归。

[0170] 如本领域技术人员所知,以上所述步骤及步骤内的逻辑判断条件都可以进行适应性地修改,使得自移动机器人10回归至充电站70。

[0171] 在一实施例中,信号检测装置20与信号线60电性连接,自移动机器人10上设有信号发生装置40。该实施例中信号发生装置40与信号检测装置20的位置互换,只需要一个配套的用于检测结果传输的通信装置,并不会对引导自移动机器人回归充电站的引导算法产生影响,因此不再详细描述。

[0172] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

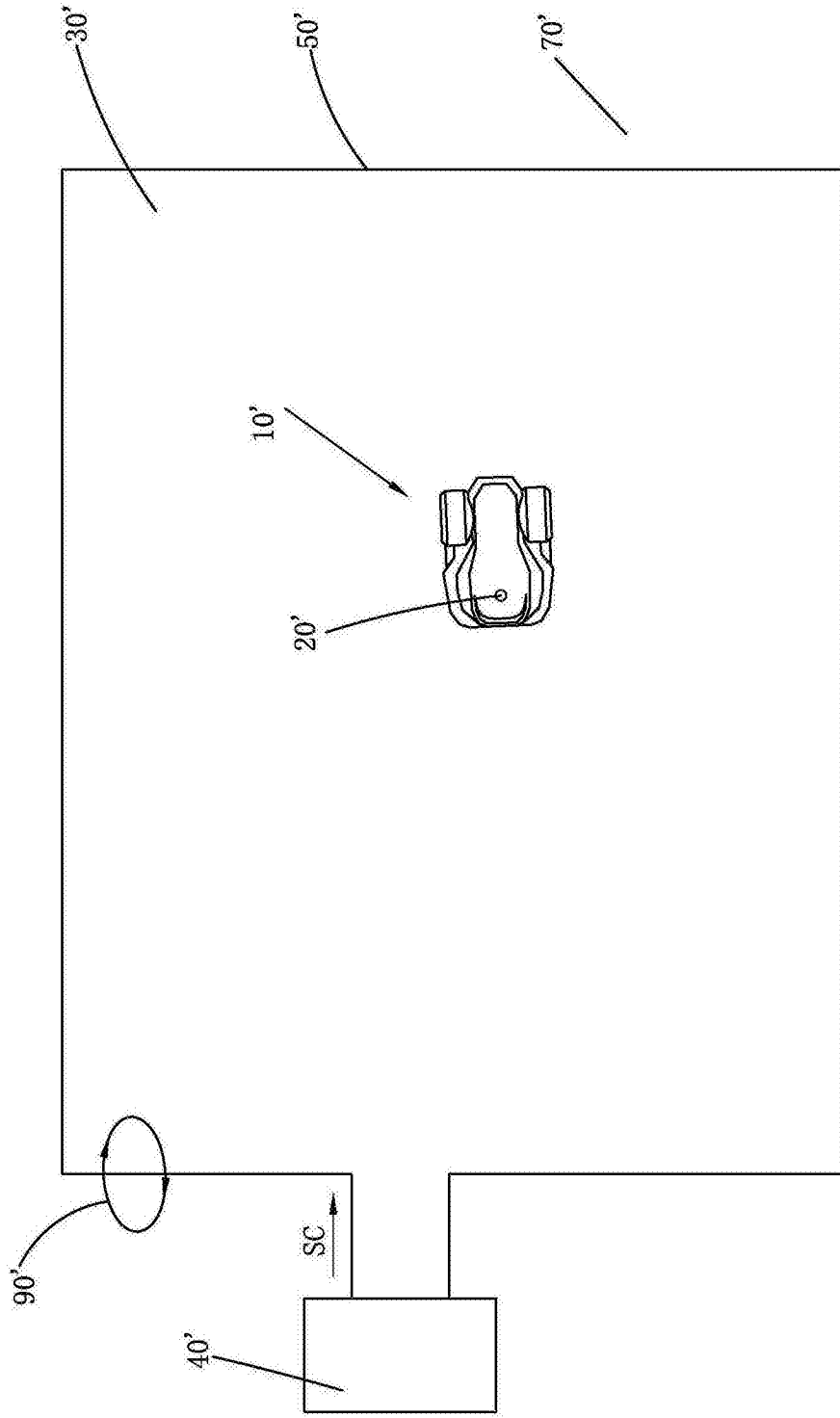


图1

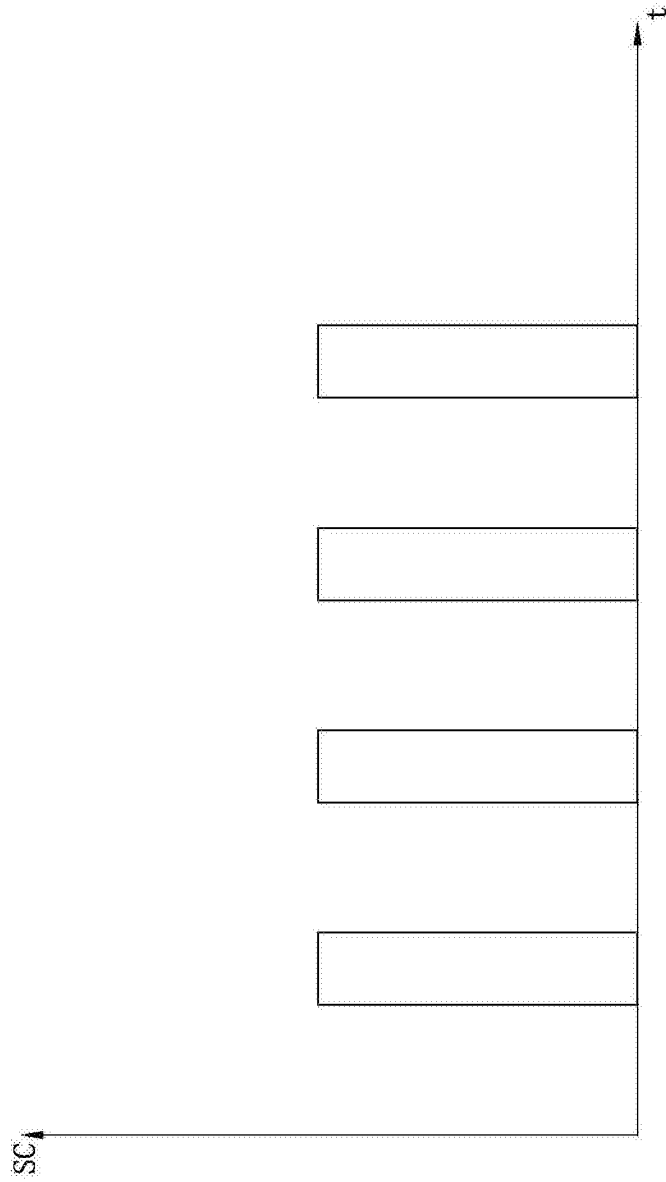


图2

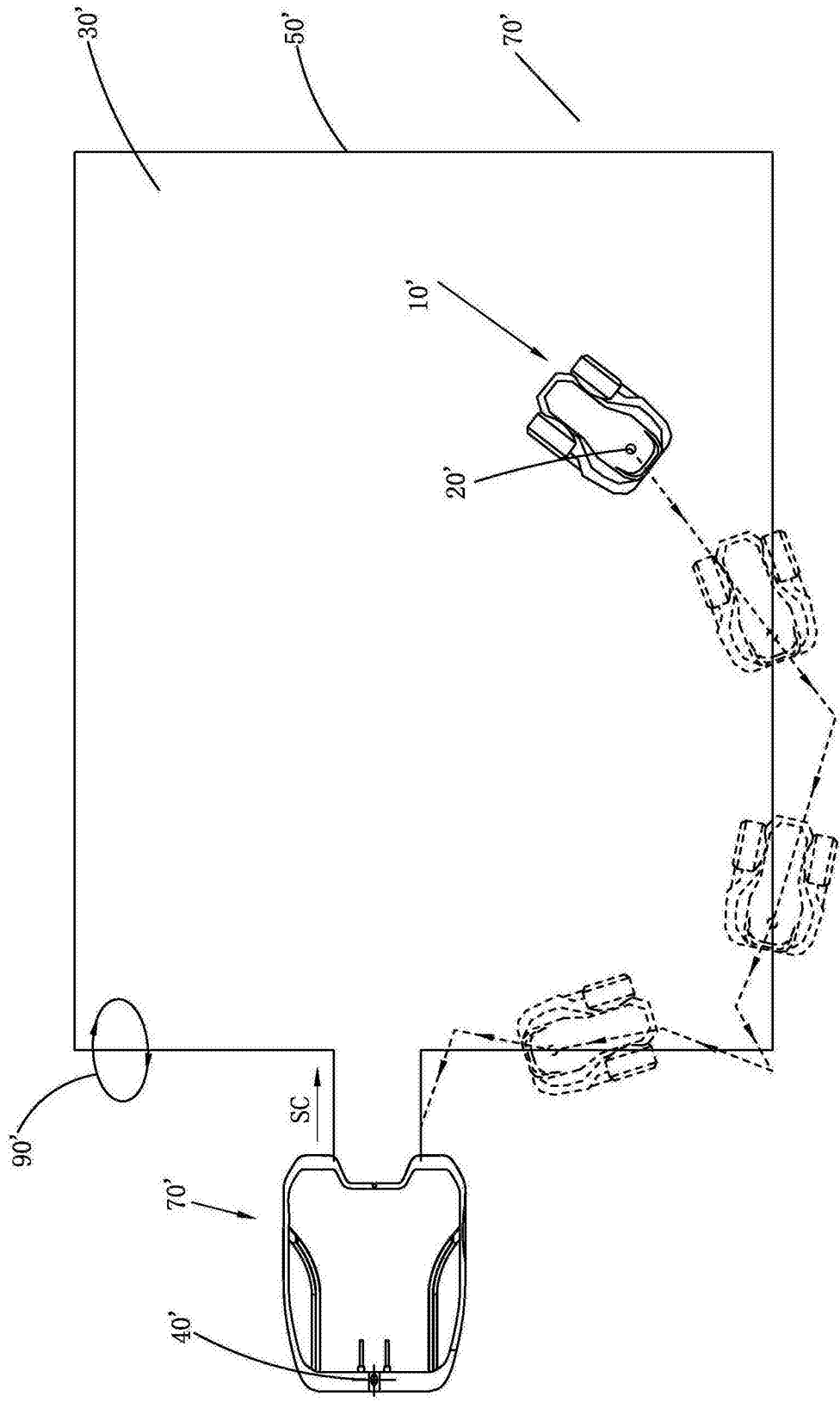


图3

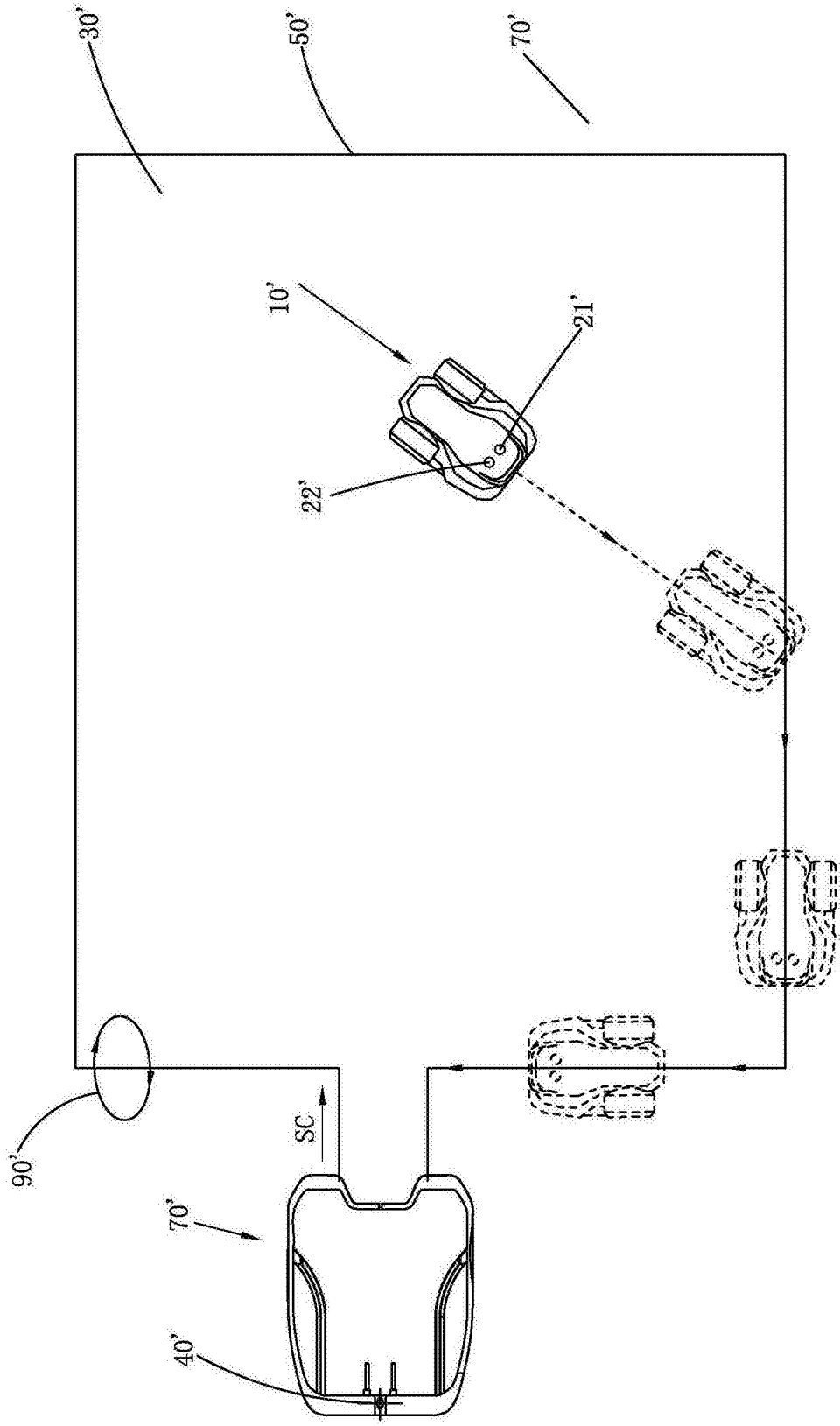


图4

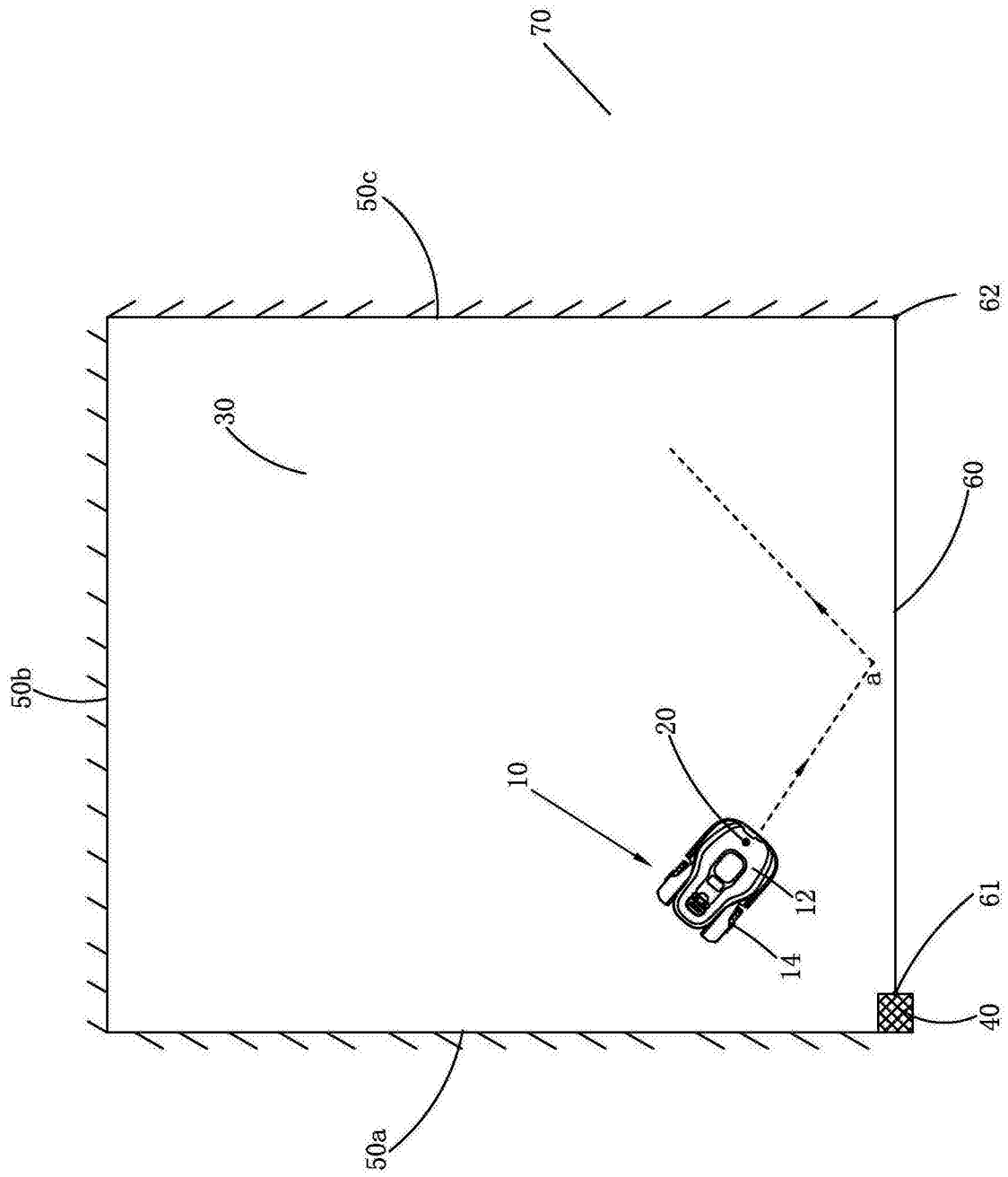


图5

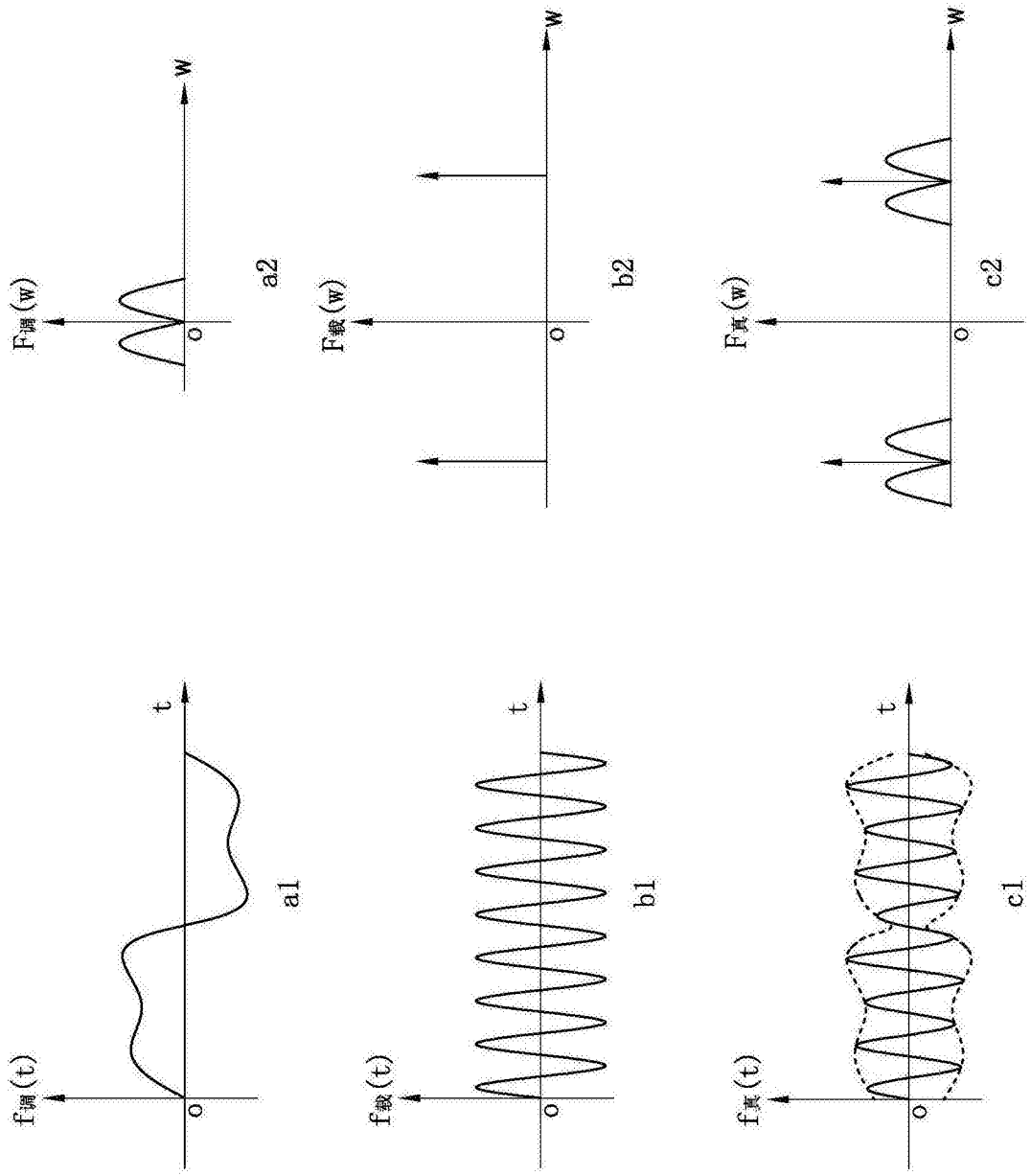


图6

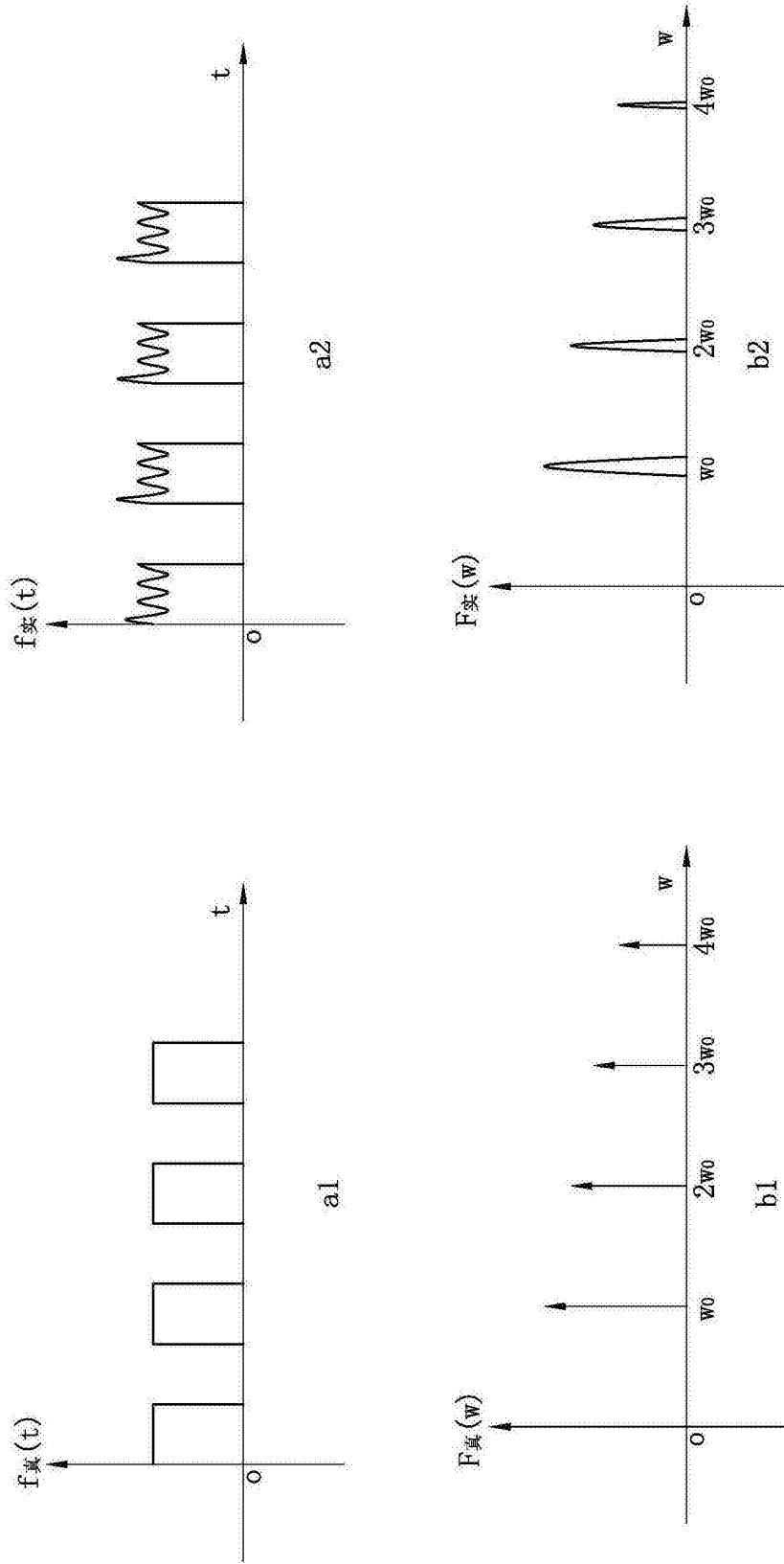


图7

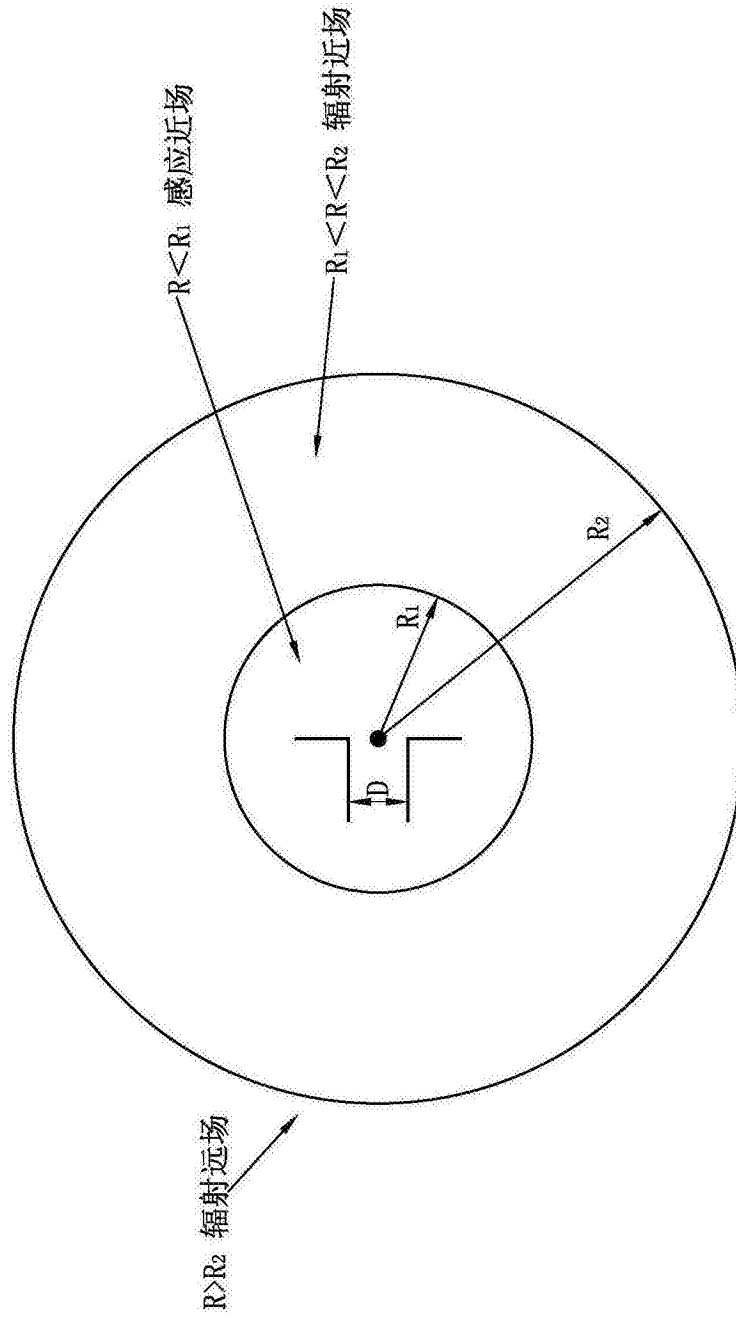
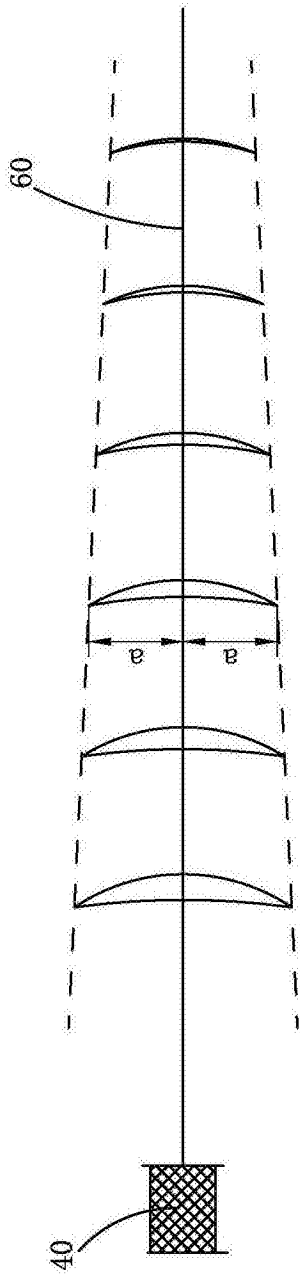
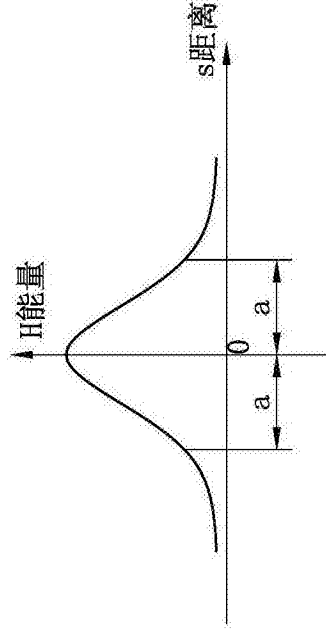


图8



(a)



(b)

图9

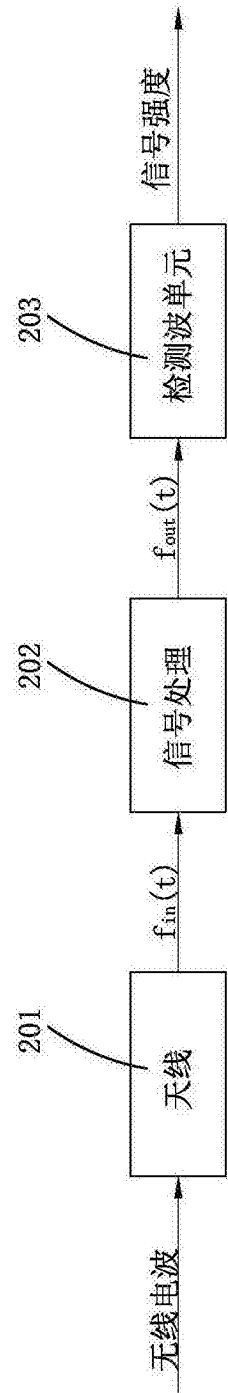


图10

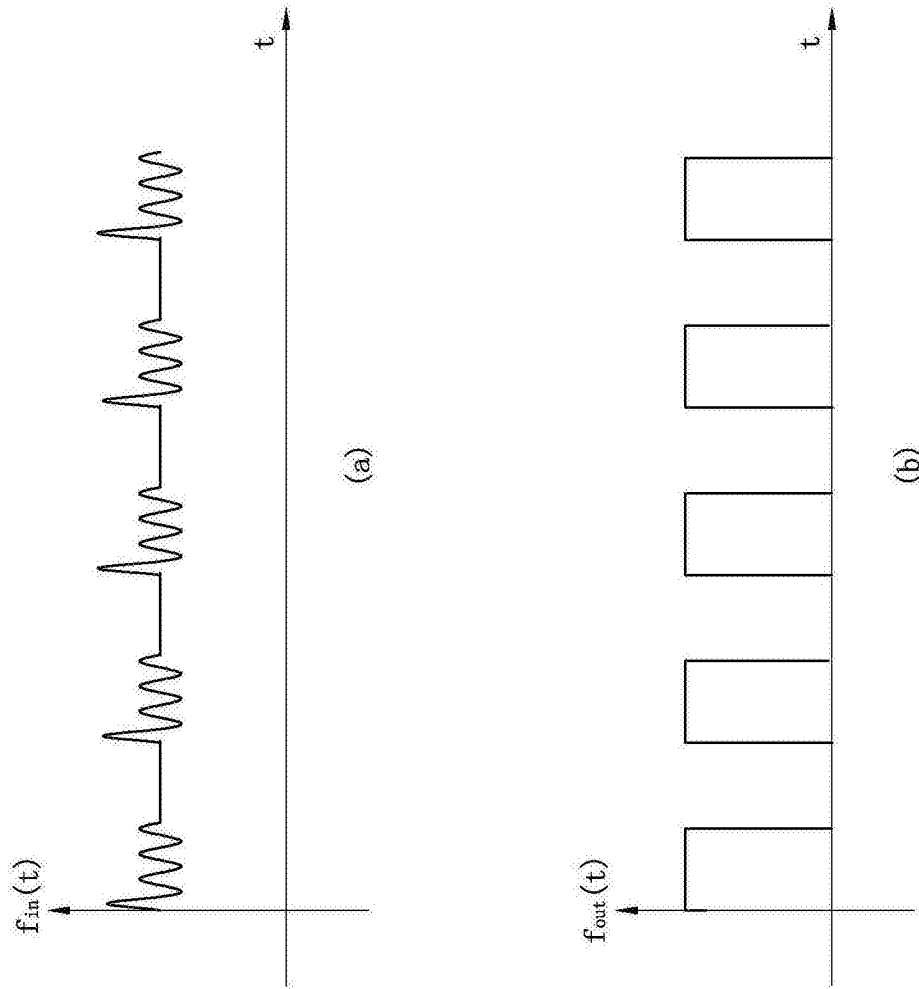


图11

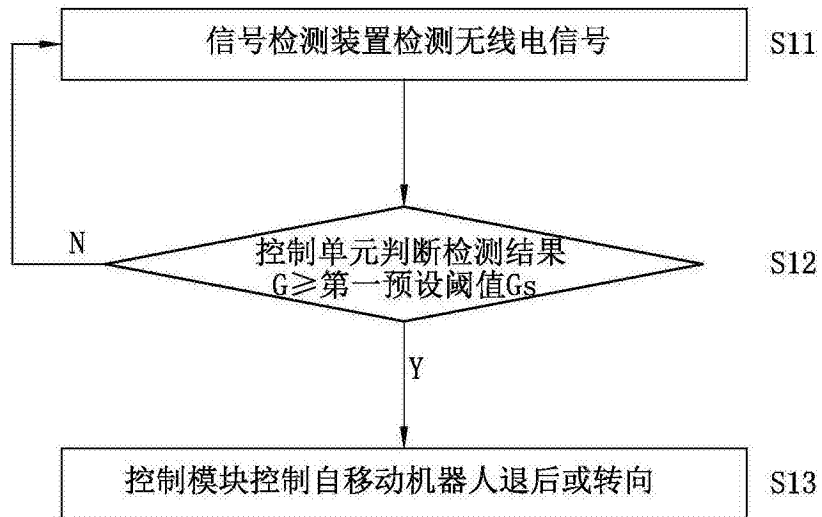


图12

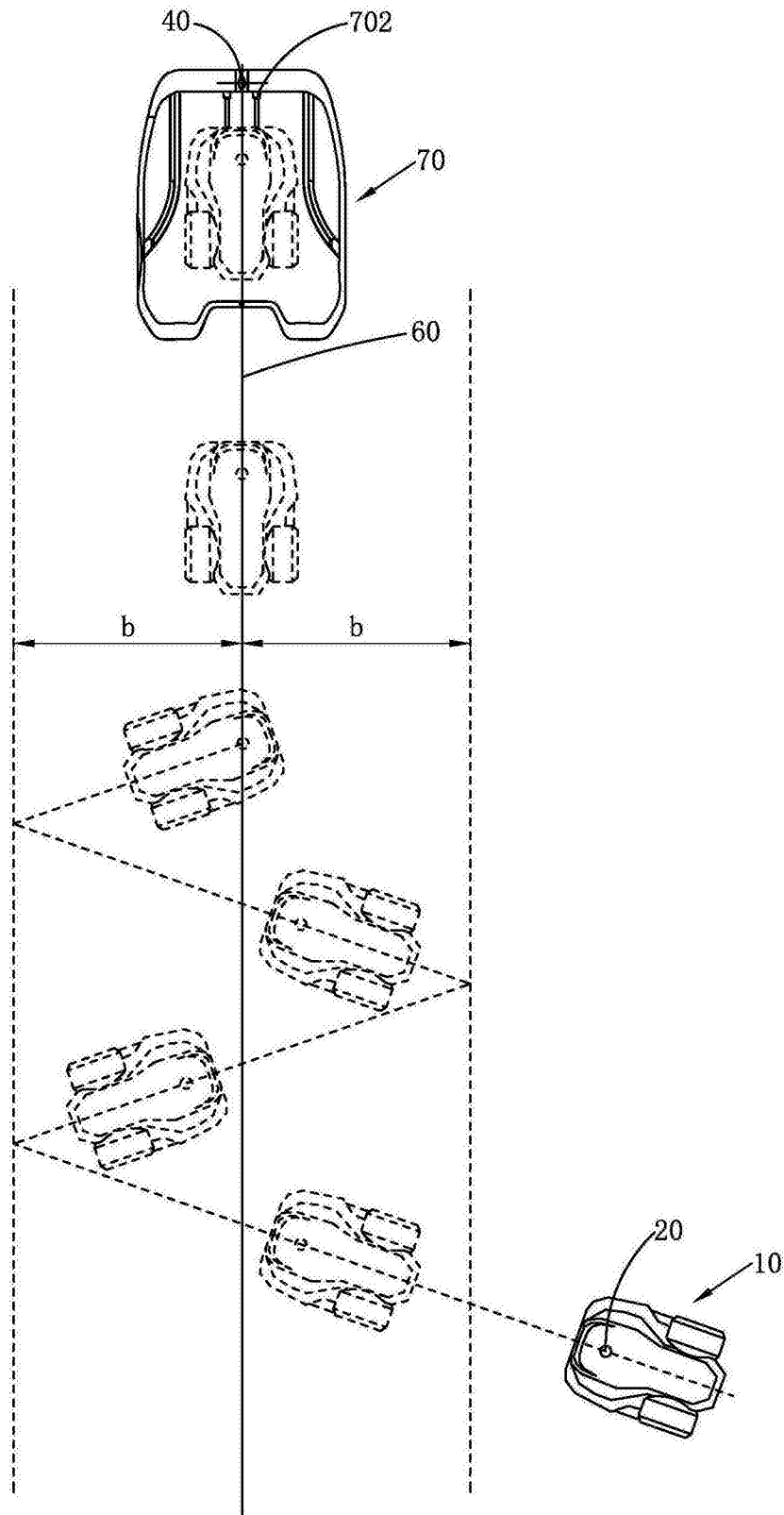


图13

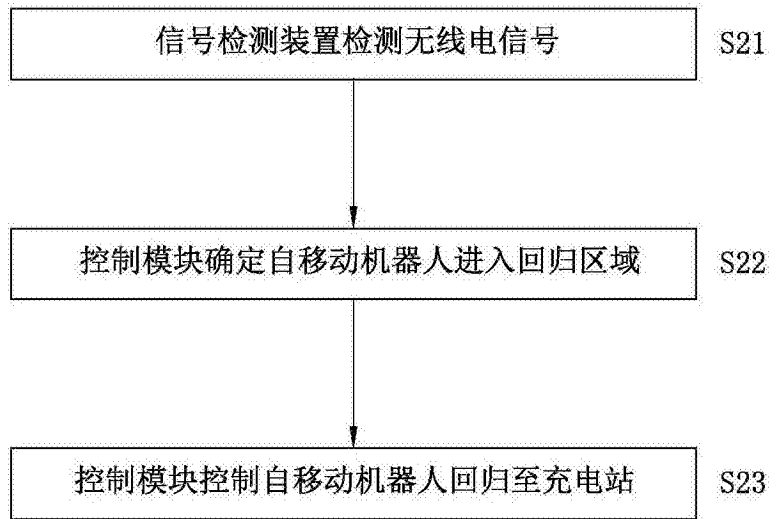


图14

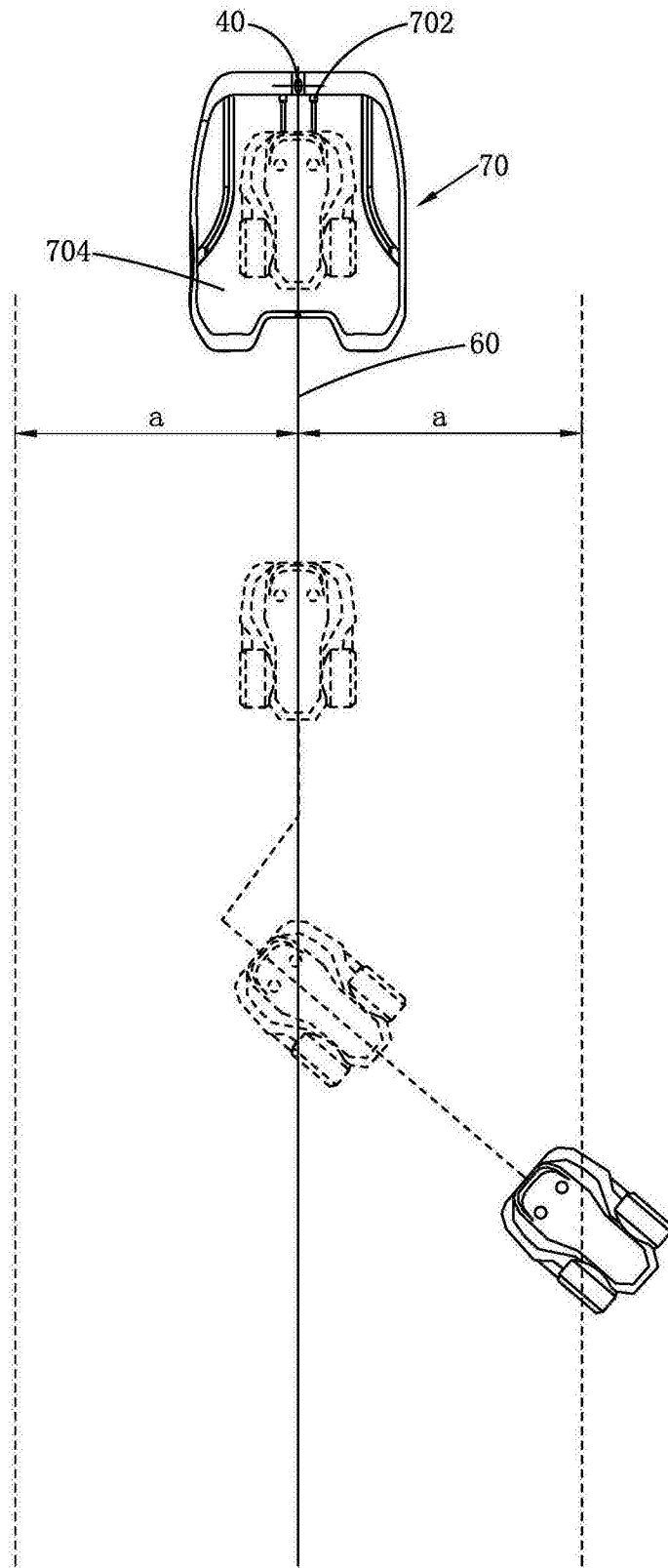


图15

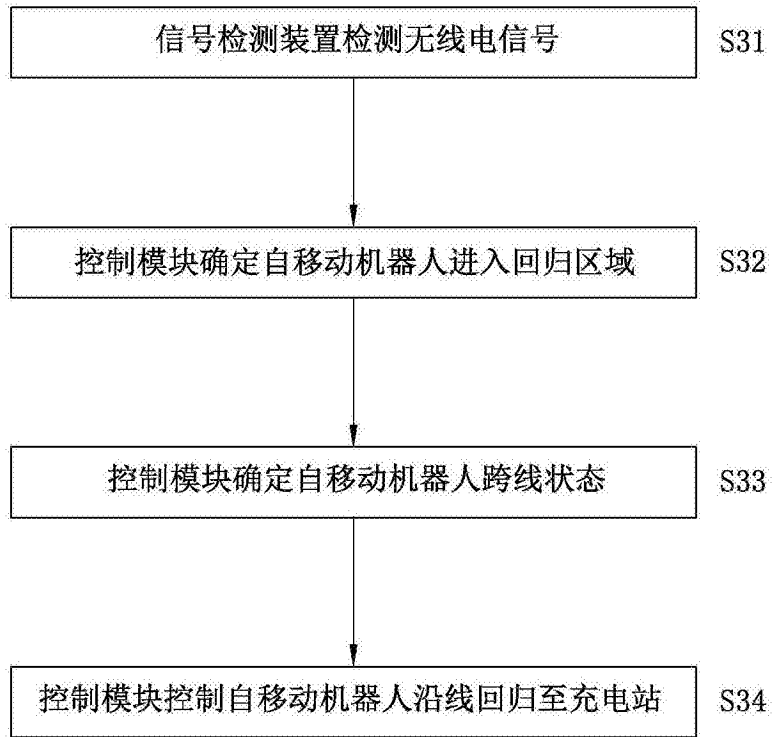


图16

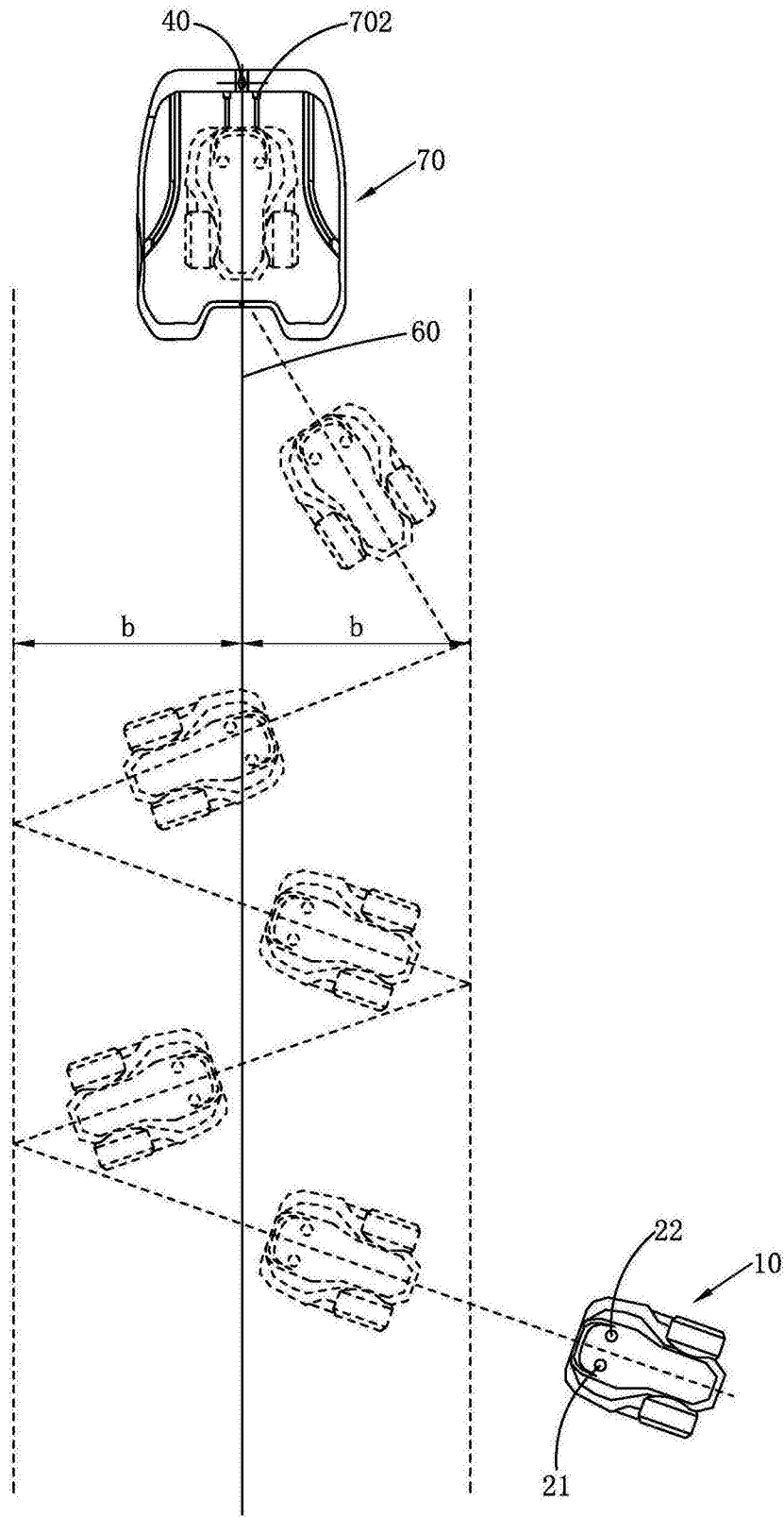


图17