



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107277742 B

(45) 授权公告日 2020.12.01

(21) 申请号 201710214647.8

(22) 申请日 2017.04.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107277742 A

(43) 申请公布日 2017.10.20

(30) 优先权数据
2016-075489 2016.04.04 JP
2016-250469 2016.12.26 JP

(73) 专利权人 SMC株式会社
地址 日本国东京都千代田区外神田4丁目
14番1号

(72) 发明人 阿木智彦 石川和宏 国井浩司
桑原寿明 野崎义广 吴盛聪
尾崎宪正

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

代理人 崔巍

(51) Int.Cl.
H04W 4/70 (2018.01)
H04W 4/80 (2018.01)

(56) 对比文件
CN 102857308 A, 2013.01.02
CN 102857308 A, 2013.01.02
CN 103149885 A, 2013.06.12
CN 101109954 A, 2008.01.23
ANDREAS WILLIG等.Wireless Technology in Industrial Networks.《Proceedings of the IEEE》.2005,第93卷(第6期),第1136页右栏第2-4段.

审查员 易水英

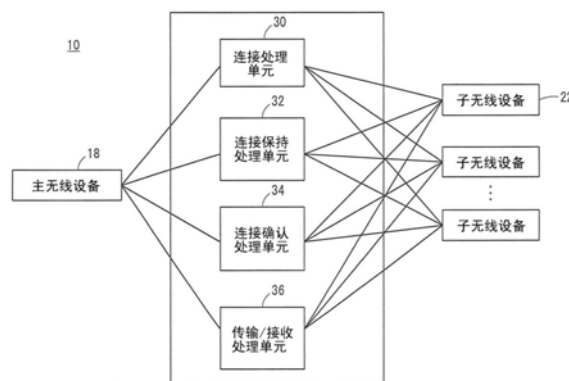
权利要求书2页 说明书11页 附图13页

(54) 发明名称

工业无线通信系统

(57) 摘要

一种工业无线通信系统(10),该工业无线通信系统包括PLC(12),该PLC(12)在工业设备中至少执行监控,至少一个主无线设备(18),该主无线设备(18)通过现场总线(16)连接到PLC(12),多个子无线设备(22),多个子无线设备(22)根据各自的硬件设备(20)而被安装,并且与主无线设备(18)执行无线通信,连接处理单元(30),该连接处理单元(30)在主无线设备(18)和子无线设备(22)之间执行无线连接处理,和传输/接收处理单元(36),该传输/接收处理单元(36)在主无线设备(18)和子无线设备(22)之间无线地传输与接收数据。



1. 一种工业无线通信系统(10), 其特征在于, 包括:

计算机(12), 所述计算机(12)被构造成在工业设施中至少执行监控;

至少一个主无线设备(18), 所述主无线设备(18)通过现场总线被连接到所述计算机(12);

多个子无线设备(22), 所述多个子无线设备(22)对应于各自的硬件设备而被安装, 并且被构造成与所述主无线设备(18)执行无线通信;

连接处理单元(30), 所述连接处理单元(30)被构造成在所述主无线设备(18)和所述子无线设备(22)之间无线地执行连接处理; 和

传输/接收处理单元(36), 所述传输/接收处理单元(36)被构造成在所述主无线设备(18)和所述子无线设备(22)之间无线地传输和接收数据,

其中:

所述连接处理单元(30)被构造成以500msec以下的时间间隔并且以同步频率, 通过广播系统从所述主无线设备(18)向所述多个子无线设备(22)执行无线通信;

所述传输/接收处理单元(36)被构造成通过在所述主无线设备(18)和所述子无线设备(22)之间通过跳频方法来执行无线通信;

当没有从所述子无线设备(22)或所述主无线设备(18)来的回复时, 再尝试传输给定次数;

当重试次数超过上限时, 将作为传输目标的子无线设备(22)的状态设置为断开, 并且转换至所述连接处理单元(30)中的处理。

2. 如权利要求1所述的工业无线通信系统(10), 其特征在于, 2.4GHz波段被用作无线频率, 并且无线功率小于或等于1mW。

3. 如权利要求1所述的工业无线通信系统(10), 其特征在于, 进一步地包括连接保持处理单元(32), 所述连接保持处理单元(32)被构造成, 相对于已执行连接处理的所述子无线设备(22), 通过周期性地传输所述主无线设备(18)的时钟信息, 来执行与所述主无线设备(18)的连接保持处理,

其中, 所述连接保持处理单元(32)以比所述连接处理的时间间隔更短的时间间隔并且以同步频率, 通过广播系统从所述主无线设备(18)相对于所述子无线设备(22)执行所述主无线设备(18)的时钟信息的无线通信。

4. 如权利要求1所述的工业无线通信系统(10), 其特征在于, 进一步包括连接确认处理单元(34), 所述连接确认处理单元(34)被构造成通过周期性地重复所述子无线设备(22)的传输和所述主无线设备(18)的接收, 来确认所述主无线设备(18)和所述多个子无线设备(22)之间的无线通信的建立,

其中通过所述连接确认处理单元(34)进行的处理是

所述子无线设备(22)通过跳频方法, 相对于所述主无线设备(18)至少周期性地执行用于确认的数据包的传输,

所述主无线设备(18)周期性地确认是否有所述子无线设备(22)的传输或接收, 并且如果无传输或者接收, 则确定所述子无线设备(22)处于断开状态,

在所述主无线设备(18)中, 如果数据包由被确定为处于断开状态的子无线设备(22)传输, 并且所述数据包由所述主无线设备(18)接收, 则所述主无线设备(18)确定所述子无线

设备 (22) 处于连接状态。

5. 如权利要求1-4中任一项所述的工业无线通信系统 (10), 其特征在于, 其中所述主无线设备 (18) 和所述子无线设备 (22) 包括近场无线通信设备。

工业无线通信系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种工业无线通信系统,更具体地涉及一种能够在FA(工厂自动化)环境中以稳定的方式实现无线通信的工业无线通信系统。

背景技术

[0002] 迄今为止,已知日本平开专利公报No.05-073795中公开的网络系统作为工业设施。在该系统中,多个定序器通过总线被连接到网络系统。致动器和机器人的驱动源通过导电构件和信号线被电连接到各个相应的定序器。此外,驱动源通过电线被分别连接至致动器和机器人。

发明内容

[0003] 顺便提及,传统上具有减少工业设备的布线量的需要。例如,如日本平开专利公报No.05-073795所示,根据工业通信标准,上级主机控制器和各自的控制装置由现场总线连接。在每一控制装置中,需要将供电线路和通信线路之间进行连接。因此,在大规模设备或分布式安装中,需要连接来自主机控制器的信号线,并且关于安装控制装置的自由度也受限。

[0004] 此外,为了使得工业设施智能,还需要布置通信线路以与机器人或诸如旋转机构的可移动部件连接。在这种情况下,必须使用昂贵的滑环,或者存在信号线断开的风险,因而不得不放弃安装这种通信设备,并且放弃使工业设施本身智能。

[0005] 本发明是鉴于上述问题而提出的,其目的在于提供一种工业无线通信系统,其中,能够减少与安装在工业设备中的各种硬件设备的可移动部件相连的信号线等断开的风险,并且该系统能够提高这种工业设备中的设计自由度。

[0006] 【1】根据本发明的工业无线通信系统,其特征如下:计算机,该计算机被构造成在工业设备中至少执行监控,至少一个主无线设备,该主无线设备通过现场总线被连接到计算机,多个子无线设备,多个子无线设备对应于各自的硬件设备而被安装,并且被构造成与主无线设备执行无线通信,连接处理单元,该连接处理单元被构造成在主无线设备和子无线设备之间无线地执行连接处理,和传输/接收处理单元,该传输/接收处理单元被构造成在主无线设备和子无线设备之间无线地传输和接收数据。

[0007] 在本发明中,在连接至计算机(例如,PLC等)的主无线设备和安装在各种硬件设备(例如机器人,焊枪,旋转夹具,马达等)中的子无线设备之间,无线地执行连接处理以及信号的传输和接收。因此,能够降低硬件设备中的可移动部件的信号线等断开的风险,并且能够提高工业设备中的设计自由度。这同样使工业设备中的智能系统得到改善。

[0008] 【2】在本发明中,连接处理单元能够以500msec以下的时间间隔并且以同步频率,通过广播系统从主无线设备向多个子无线设备执行无线通信,并且传输/接收处理单元能够在主无线设备和子无线设备之间通过跳频方法来执行无线通信。

[0009] 根据该特征,例如,在附接组装夹具时,由于以500msec以下的时间间隔通过广播

系统执行连接处理,能够缩短从打开电源到开始与其通信之间的时间。进一步地,由于在主无线设备和子无线设备之间通过跳频方法执行无线通信,能够防止干扰其他无线通信。

[0010] 【3】在本发明中,优选地,24GHz波段被用作无线频率,并且优选地,无线功率小于或等于1mW。

[0011] 由于采用的无线频率高于工厂等的工业设备的噪声源(例如供电线路,机器人,焊枪,旋转夹具,马达等)产生的噪声频率,因此能够由噪声频率减少对无线通信的干扰。进一步地,由于无线功率被抑制为小于或等于1mW,能够减少对相同区域中存在的其他通信设备的干扰。

[0012] 【4】在本发明中,能够进一步地包括连接保持处理单元,该连接保持处理单元被构造造成,相对于已执行连接处理的子无线设备,通过周期性地传输主无线设备的时钟信息,来执行与主无线设备的连接保持处理。

[0013] 根据该特征,由于来自主无线设备的时钟信息被周期性地传输到已经完成连接处理的子无线设备,因而子无线设备和主无线设备之间的时钟信息一致。因此,能够容易地同步数据传输和接收等的时间。

[0014] 【5】在本发明中,能够进一步地包括连接确认处理单元,该连接确认处理单元被构造造成通过周期地重复子无线设备的传输和主无线设备接收,来确认主无线设备和多个子无线设备之间无线通信的建立。

[0015] 由于该特征,能够容易确定子无线设备中哪些处于连接状态,哪些子无线设备处于断开状态,并且,能够在初始阶段相对于已确定为处于断开状态的子无线设备执行连接处理或者保持等处理。

[0016] 根据本发明的工业无线通信系统,能够减少与各种安装在工业设备中的硬件设备的可移动部件相连的信号线等断开的风险,并且能够提高这种工业设备中的设计自由度。

[0017] 本发明的上述及其他目的、特征和优势通过以下描述连同附图将变得更加明显,其中本发明的优选实施例通过说明性的示例来示出。

附图说明

[0018] 图1是示出根据本实施例的工业无线通信系统的构造的示意图;

[0019] 图2是示出工业无线通信系统的功能方框图;

[0020] 图3是示出连接处理示例的操作概念图;

[0021] 图4A是示出在2.4GHz波段内的无线电频率的复用的说明性示意图;

[0022] 图4B是示出网络间传输频率的差的说明性示意图;

[0023] 图4C是示出跳频的示例的时间图;

[0024] 图5是示出每个网络的同步频率分配的示例的示意图。

[0025] 图6是示出跳频数量和FH传输频率之间的关系的示意图;

[0026] 图7是示出连接保持处理的示例的操作概念图;

[0027] 图8是示出连接确认处理的示例的操作概念图;

[0028] 图9是示出从主无线设备到从无线电设备的传输处理的操作概念图;

[0029] 图10是示出从子无线设备到主无线电设备的传输处理的操作概念图;

[0030] 图11是示出在数据包被从主无线设备依次传输到两个子无线设备的情况下,传输频率相对于时间的改变的时间图;

[0031] 图12是示出根据本实施例的工业无线通信系统的示例性实施例的构造示意图;和

[0032] 图13是示出由传输/接收处理单元传输和接收数据包的说明性示意图。

具体实施方式

[0033] 以下将根据图1至13描述本发明的工业无线通信系统实施例。在本说明书中,使用指示数值范围的符号“—”(至或到)意味着在该符号之前和之后写入的数值被包括在其中,作为数值范围的下限值和上限值。

[0034] 如图1所示,根据本实施例的工业无线通信系统(以下简称无线通信系统10)包括PLC 12(可编流程逻辑控制器),该PLC 12在工业设备中至少执行监控,和多个网络14,多个网络14被连接到PLC 12。

[0035] 在每一个网络14中,包括一个由现场总线16连接到PLC 12的主无线设备18,和多个子无线设备22,其对应于各自的硬件设备20而被安装,并与主无线设备18执行无线通信。作为安装有子无线设备22的硬件设备20的实施例,可以列举机械手的末端可移动部件(例如焊枪等等),组装夹具和旋转工作台等。

[0036] 此外,如图2的功能方框图所示,无线通信系统10包括连接处理单元30,连接保持处理单元32,连接确认处理单元34,和传输/接收处理单元36。这些单元,即,连接处理单元30,连接保持处理单元32,连接确认处理单元34,和传输/接收处理单元36被构造成在主无线设备18和多个子无线设备22之间互相协作的功能单元。

[0037] 连接处理单元30执行主无线设备18和子无线设备22之间的无线连接处理。

[0038] 更具体地,如图3所示,以500msec以下的时间间隔并且以同步频率,并且根据本实施例,以250msec的时间间隔,通过广播系统执行从主无线设备18到多个子无线设备22的无线通信。

[0039] 这种连接处理的目的是在主无线设备18和子无线设备22之间进行时间调整,并执行主无线设备18的初始值和子无线设备22的初始值的交换。

[0040] 将根据图3进行描述在正常操作的情况下的通信过程,以及在异常操作的情况下的通信过程。

[0041] <正常操作>

[0042] (a-1) 主无线设备18例如以250msec的间隔,将包括时钟信息的同步包Pa通过广播系统传输到该主无线设备18控制下的所有子无线设备22。通过这样的传输方式,根据跳频方法来执行同步传输。

[0043] (a-2) 子无线设备22接收包括时钟信息的同步包Pa,并且校准子无线设备22的时钟信息。

[0044] (a-3) 子无线设备22将包括连接指令和初始值的数据包Pb传输到主无线设备18。通过这样的传输方式,根据跳频方法执行从子无线设备22到主无线设备18的传输。

[0045] (a-4) 主无线设备18从子无线设备22接收数据包Pb,然后将包括主无线设备18初始值以及连接指令的数据包Pc传输到子无线设备22。通过这样的传输方式,根据跳频方法执行从主无线设备18到子无线设备22的传输。

[0046] (a-5) 子无线设备22从主无线设备18接收数据包Pc并完成连接。换言之,结束与主无线设备18建立连接。

[0047] <异常操作>

[0048] 在接收包括时钟信息的同步包Pa之后,每个子无线设备22显示超时测量。例如,如果未在4秒内完成与主无线设备18建立连接,则再次尝试接收时钟信息。

[0049] 根据图4A至6简要描述跳频方法(FHSS)。

[0050] 如图4A所示,在跳频方法中,执行通信同时在发送器和接收器之间同步地逐一改变复用频率。

[0051] 根据本实施例,如图4B和4C所示,对于每个网络,采用不同模式的跳频方法。第一网络14A使用例如2402MHz,2455MHz,2421MHz...的频率的跳频方法。第二网络14B使用例如2412MHz,2465MHz,2405MHz...的频率的跳频方法。第三网络14C使用例如2432MHz,2445MHz,2471MHz...的频率的跳频方法。

[0052] 此外,如图4C所示,通过在各个传输时刻($t_0, t_0+t, t_0+2t, t_0+3t, \dots$)跳跃每个网络中的传输频率来执行通信。进一步地,间隔Fa指示无线LAN使用的带宽。

[0053] 以上述方式,通过采用这种跳频方法,能够减少由于多路径减弱引起的功率衰减,并且能够减少网络14之间的电波干扰和对无线LAN的干扰。

[0054] 以下将描述用于计算跳频方法所使用的同步频率的计算方法的示例。

[0055] 初始时,将待使用的频率范围以1MHz的单位转换成信道。例如,假定最小频率是2403MHz并且最高频率是2481MHz,从0信道到78信道的79个信道可用。

[0056] 假定例如从主无线设备18通过广播执行三次无线通信被认为是一转,那么每一转中的三个无线电通信的信道间隔由JAMP限定,并且每一转之间的信道间隔由SPACE限定。此外,待使用的信道范围(最大信道-(最小信道-1))改成减号的偏差由CHm限定,网络号(从0开始的连续号码)由Nn限定,一转内的无线电通信的数量由Nc(=0,1,2)限定。

[0057] 此外,每个无线通信的同步频率信道号SYNC_CH通过以下运算公式计算。公式中,百分比符号%指示求余运算符。

[0058]
$$\text{SYNC_CH} = \text{Nn} * \text{SPACE} + \text{JAMP} * \text{Nc} \% \text{CHm}$$

[0059] 同步频率信道号的计算结果如下表1所示,并且同步频率信道号转换为同步频率的结果如下表2所示。此外,在图5中示出了基于表2的同步频率到网络号的分配。

[0060] 表1

[0061]

Nm	SYNC_CH1	SYNC_CH2	SYNC_CH3
0	0	29	58
1	5	34	63
2	10	39	68
3	15	44	73
4	20	49	78
5	25	54	4
6	30	59	9
7	35	64	14
8	40	69	19

[0062] 表2

Nm	SynFrq1	SynFrq2	SynFrq3
0	2403	2432	2461
1	2408	2437	2466
2	2413	2442	2471
3	2418	2447	2476
4	2423	2452	2481
5	2428	2457	2407
6	2433	2462	2412
7	2438	2467	2417
8	2443	2472	2422

[0064] 从表1和表2以及图5可以理解,由于同步频率在网络14之间不重叠,所以能够通过广播系统的方式同时传输分别分配给每个网络14的同步频率。

[0065] 接下来将描述用于通过跳频方法计算传输频率(称为FH传输频率)的计算方法的示例。

[0066] 初始时,类似于如上所述的用于计算同步频率的计算方法,待使用的频率范围以1MHz的单位被转换成信道。例如,假定最小频率是2403MHz并且最高频率是2481MHz,从0信道到78信道的79个信道可用。

[0067] 跳频间隔由JAMP指示,待使用的信道范围的偏差(最大信道-(最小信道-1))由CHm指示,网络号(从0开始的连续号码)由Nn限定,执行跳频的次数由FHn指示。

[0068] 然后,使用以下运算公式计算每个FH传输频率的信道号FH_CH。公式中,百分比符号%指示求余运算符。

[0069]
$$FH_CH = Nn + JAMP * FHn \% CHm$$

[0070] 图6中示出了跳频数量和FH传输频率之间的关系。从图6可以理解,每次执行跳频,由于FH传输频率以跳频间隔 Δf (例如22MHz)改变的事实,能够防止干扰其他无线通信。

[0071] 此外,子无线设备22优选地使用防干扰功能(CCA),以便防止无线电波之间的干扰。在这种情况下,CCA由于随机数而需要等待时间。根据本实施例,由于子无线设备22具有四个传输时间,传输时间基于子地址使用随机函数来确定。

[0072] 接下来将描述连接保持处理单元32。通过相对于已执行连接处理的子无线设备22周期地传输主无线设备18的时钟信息,连接保持处理单元32执行与主无线设备18的连接保持处理。

[0073] 更准确地说,对于已经完成与主无线设备18的建立的多个从子无线设备22,以比上述连接处理单元30的时间间隔更短的时间间隔并且以同步频率,根据在本实施例中,以例如100msec的时间间隔,通过广播系统执行从主无线设备18到子无线设备22的无线通信。

[0074] 该连接保持处理的目的是通过从主无线设备18传输时钟信息到子无线设备22来更新子无线设备22的时钟信息。

[0075] 将根据图7进行描述在正常操作的情况下的通信过程,和在异常操作的情况下的通信过程。

[0076] <正常操作>

[0077] (b-1) 包括时钟信息的同步包Pd通过广播系统以例如100msec的间隔传输。通过这样的传输方式,根据跳频方法来执行同步传输。

[0078] (b-2) 子无线设备22接收包括时钟信息的同步包Pd,并且校对子无线设备22的时钟信息。

[0079] <异常操作>

[0080] 在子无线设备22无法从主无线设备18接收同步包Pd(时钟信息)的情况下,延迟时钟信息的校准,并且子无线设备22在100msec之后再次尝试接收时钟信息。

[0081] 接下来将描述连接确认处理单元34。连接确认处理单元34通过周期性地重复子无线设备22的传输和主无线设备18的接收来确认主无线设备18和子无线设备22之间的无线通信的建立。

[0082] 接下来根据图8描述连接确认处理单元34的通信过程。

[0083] 首先,主无线设备18例如每隔5msec确认与子无线设备22之间的连接。子无线设备22例如每隔2msec传输信号到主无线设备18。以下描述连接确认过程的示例。

[0084] <连接确认>

[0085] (c-1) 子无线设备22通过跳频方法,相对于主无线设备18每隔2msec从主无线设备18接收,或者传输用于确认的数据包Pe。

[0086] (c-2) 主无线设备18每5msec确认是否有子无线设备22的传输或接收,并且在无传输或者接收的情况下,确定子无线设备22处于断开状态。

[0087] (c-3) 在主无线设备18中,在数据包Pe由被确定为处于断开状态的子无线设备22传输,并且数据包Pe由主无线设备18接收的情况下,主无线设备18确定子无线设备22处于连接状态。

[0088] 接下来将描述连接传输/接收处理单元36。

[0089] 传输/接收处理单元36执行在主无线设备18和子无线设备22之间的数据传输和接收。

[0090] 更详细地,传输/接收处理单元36在主无线设备18和子无线设备22之间通过跳频方法执行无线通信。更具体地,以FH传输频率的频率执行从主无线设备18到子无线设备22的传输,并且以FH传输频率的频率执行从子无线设备22到主无线设备18的传输。

[0091] 接下来参考图9和图10描述涉及从主无线设备18到子无线设备22的传输的通信过程,以及从子无线设备22到主无线设备18的传输的通信过程。

[0092] <从主无线设备18到子无线设备22的传输>

[0093] (d-1) 如图9所示,主无线设备18以FH传输频率传输包括使用说明数据的数据包Pf到具有由传输请求指定的地址的子无线设备22。

[0094] (d-2) 子无线设备22从主无线设备18接收数据包Pf。

[0095] (d-3) 如果子无线设备22正常地接收数据包Pf,子无线设备22以三个阶段的水平确定接收功率。

[0096] (d-4) 基于包括数据包Pf在内的使用说明,子无线设备22指示连接硬件设备20执行操作。

[0097] (d-5) 在硬件设备20完成其指令的操作的阶段,将至少包括指示完成这种操作的

信息和接收功率的判断信息的数据包Pg以FH传输频率返回到主无线设备18。

[0098] (d-6) 在正常接收数据包Pf之后,在子无线设备22向主无线设备18回复数据包Pg之前,从主无线设备18多次传输数据包Pf的情况下,子无线设备22首先多次忽略数据包Pf,然后在硬件设备已经完成其预期操作的阶段将数据包Pg仅返回一次到主无线设备18。

[0099] (d-7) 在传输失败的情况下,例如,如果没有从特定的子无线设备22来的回复,主无线设备18例如以5msec的时间间隔再尝试传输250次。如果重试次数超过上限(250次),主无线设备18将作为传输目标的子无线设备22的状态设置为断开。

[0100] <从子无线设备22到主无线设备18的传输>

[0101] (e-1) 如图10所示,子无线设备22以FH传输频率传输数据包Ph,其中数据包Ph包括主无线设备18根据其传输请求所需的数据,例如连接到子无线设备22的传感器的测量值,重试次数等。

[0102] (e-2) 主无线设备18从子无线设备22接收数据包Ph。

[0103] (e-3) 如果子主无线设备18正常地接收数据包Ph,主无线设备18以三个阶段水平确定接收功率。

[0104] (e-4) 主无线设备18以FH传输频率将至少包括指示正常接收的信息,和接收功率的判断信息的数据包Pi返回到子无线设备22。

[0105] (e-5) 在正常接收数据包Ph之后,在主无线设备18向子无线设备22的数据包Pi被回复之前,从子无线设备22多次传输数据包Ph的情况下,主无线设备22首先多次忽略数据包Ph。然后在主无线设备18的请求接收处理已经完成的阶段,将数据包Pi仅一次返回到主无线设备18。

[0106] (e-6) 在传输失败的情况下,例如,如果没有从主无线设备18来的关于数据包Pi回复,所涉及的子无线设备22例如以5msec的时间间隔再次尝试传输250次。如果重试次数超过上限(250次),主无线设备18将作为传输目标的子无线设备22的状态设置为断开,然后转换至连接处理。

[0107] 以下参考图11来描述数据包Pf从主无线设备18依次传输到两个子无线设备22的情况。

[0108] 初始时,在t0时刻,主无线设备18以FH传输频率传输数据包Pf。作为传输目标的子无线设备22以正常方式接收来自主无线设备18的数据包Pf,并相对于连接到子无线设备22的硬件设备执行其指示的操作,或者替代地,执行用于获取传感器值等的输入/输出操作。

[0109] 在从时刻t0经过5msec后的时刻t1,子无线设备22以FH传输频率传输数据包Pg,指示其操作完成。在该示例中,由于甚至没有重复一次传输,因此以最快的方式结束无线传输(传输和接收)。更具体地,最快的响应时间由从时刻ta到时刻tb的时间周期限定,其中,在时刻ta,主无线设备18已完成数据包Pf的传输,在时刻tb,子无线设备22已完成数据包Pg的传输。在另一网络中以不同的FH传输频率进行无线通信,因此不会由于其它网络而发生干扰。

[0110] 然后,在t2时刻,主无线设备18以FH传输频率传输数据包Pf。在从时刻t2经过5msec后的时刻t3,子无线设备22以FH传输频率传输数据包Pg,指示其操作完成。此时,如果FH传输频率处在例如无线LAN所使用的频宽内,且通过无线LAN执行无线通信,那么子无线设备22的无线通信与无线LAN的无线通信干扰,并且至主无线设备18的传输无法完成。因

此,在从时刻 t_3 经过5msec后的时刻 t_4 ,主无线设备18以FH传输频率传输数据包Pf。更具体地,再次尝试传输同样内容的数据包Pf。在从时刻 t_4 经过5msec后的时刻 t_5 ,子无线设备22以FH传输频率传输数据包Pg,指示其操作完成。此时,在另一网络中以不同的FH传输频率进行无线通信,因此不会由于其它网络而发生干扰。进一步,在该示例中,由于存在一次重试,从主无线设备18的数据包Pf传输完成的时刻 t_c 到数据包Pf完成传输的时刻 t_d 的时间周期,被添加以作为响应延迟时间周期 T_d 。

[0111] 此外,应当注意,NFC(近场通信)通信技术被结合在主无线设备18和子无线设备22等当中。因此,例如,关于主无线设备18和子无线设备22中的内部参数的设置,主无线设备18和子无线设备22之间的配对(ID校对等),子无线设备22和硬件设备20(传感器等)之间的配对(ID校对等),无需进行机械设置或调整。因此,能够容易地施行设置参数和配对等,并且能够缩短调整操作所需的时间以及减少处理步骤的数量。

[0112] 其次,将根据图12和13描述无线通信系统的一个示例性实施例。

[0113] 如图12所示,示例性实施例是应用于旋转式生产设施42的无线通信系统,其中从工件40的加载到卸载执行四个步骤。在旋转式生产设施42中,设置有安装于中心的旋转工作台44,以及分别对应于第一步骤至第四步骤(步骤1至4)的四个机械臂或机械手46(46a至46d)和四个组装夹具48(48a至48d)。此外,来自电源的电力以及空气通过设置在旋转工作台44中心的供给单元50而供给相应的机械手46和组装夹具48。

[0114] 在装配旋转式生产设施42之前,对应于每个机械手46和组装夹具48分别安装相应的子无线设备22。在图12中所示的示例中,第一子无线设备22A被安装在对应于加载步骤(步骤1)的第一机械手46a,并且第五子无线设备22E被安装在第一组装夹具48a。第二子无线设备22B被安装在对应于第一装配步骤(步骤2)的第二机械手46b,并且第六子无线设备22F被安装在第二组装夹具48b。第三子无线设备22C被安装在对应于第二装配步骤(步骤3)的第三机械手46c,并且第七子无线设备22G被安装在第三组装夹具48c。第四子无线设备22D被安装在对应于卸载步骤(步骤4)的第四机械手46d,并且第八子无线设备22H被安装在第四组装夹具48d。

[0115] 进一步,在装配旋转式生产设施42之前,在每个相应的子无线设备22中设置对应于产品的标签信息以及映射的I/O点的数量。

[0116] 主无线设备18中预先记录了在旋转式生产设施42中使用的第一子无线设备22A至第八子无线设备22H的号码,并且能够使得子无线设备22以在维护期间可能需要的不同方式重新布置或组合。设置内容可以根据需要存储在文件中,并且如果子无线设备22已被重新布置,则能够从保存的文件恢复设置内容。

[0117] 可储存的设置内容包括标签信息,I/O点的号码,以及其他设置参数。

[0118] 进一步地,被安装在旋转式生产设施42外部的主无线设备18例如从并入在主机中的PLC 12接收信号,并且以FH传输频率传输信号到安装在旋转式生产设施42中的子无线设备22。

[0119] 接下根据关于步骤1至步骤4的图13进行描述。

[0120] <步骤1:加载步骤>

[0121] 基于来自PLC 12的插入起动信号的输入,主无线设备18向第一子无线设备22A传输指示工件40的插入的数据包Pfa。基于数据包Pfa,第一子无线设备22A发出指令给第一机

械手46a以夹紧工件40。基于子无线设备22A的指令,第一机械手46a夹紧工件40并将工件40向内运送到旋转工作台44。在第一机械手46a完成运送工件40的阶段,第一子无线设备22A传输指示运送工件40完成的数据包Pga至主无线设备18。

[0122] 基于从第一子无线设备22A接收到的数据包Pga,主无线设备18传输指示定位指令的数据包Pfe到第五子无线设备22E。基于接收到的数据包Pfe,第五子无线设备22E发出插入时定位指令到第一组装夹具48a。第一组装夹具48a基于从第五子无线设备22E的指令执行工件的定位。在第一组装夹具48a完成工件40定位的阶段,第五子无线设备22E传输指示工件40定位完成的数据包Pge给主无线设备18。主无线设备18基于从第五子无线设备22E接收的数据包Pge将插入完成信号输出至PLC 12。

[0123] <步骤2:第一装配步骤>

[0124] 基于来自PLC 12的第一装配信号的输入,主无线设备18向第二子无线设备22B传输指示第一部件的供给的数据包Pfb。基于接收的数据包Pfb,第二子无线设备22B向第二机械手46b发出指令以供给该部件。基于从第二子无线设备22B来的指令,第二机械手46b将该部件供给至第二组装夹具48b。在第二机械手46b完成部件供给的阶段,第二子无线设备22B传输指示第一部件的供给完成的数据包Pgb给主无线设备18。

[0125] 基于从第二子无线设备22B接收到的数据包Pgb,主无线设备18传输指示装配指令的数据包Pff到第六子无线设备22F。基于接收的数据包Pff,第六子无线设备22F发出装配指令到第二组装夹具48b。第二组装夹具48b基于来自第六子无线设备22F的指令执行相对于工件40的第一装配操作。在第二组装夹具48b已完成对工件40的第一装配操作的阶段,第六子无线设备22F向主无线设备18传输指示已完成第一装配操作的数据包Pgf。主无线设备18基于从第六子无线设备22F接收的数据包Pgf输出第一装配完成信号至PLC12。

[0126] <步骤3:第二装配步骤>

[0127] 基于来自PLC 12的第二装配信号的输入,主无线设备18向第三子无线设备22C传输指示第二部件的供给的数据包Pfc。基于接收的数据包Pfc,第三子无线设备22C向第三机械手46c发出指令以供给该部件。基于来自第三子无线设备22C的指令,第三机械手46c供给该部件至第三组装夹具48c。在第三机械手46c完成部件供给的阶段,第三子无线设备22C传输指示第二部件的供给完成的数据包Pgc给主无线设备18。

[0128] 基于从第三子无线设备22C接收到的数据包Pgc,主无线设备18传输指示装配指令的数据包Pfg到第七子无线设备22G。基于接收的数据包Pfg,第七子无线设备22G发出装配指令到第三组装夹具48c。第三组装夹具48c基于来自第七子无线设备22G的指令执行相对于工件40的第二装配操作。在第三组装夹具48c已完成对工件40的第二装配操作的阶段,第七子无线设备22G向主无线设备18传输指示已完成第二装配操作的数据包Pgg。主无线设备18基于从第七子无线设备22G接收的数据包Pgg输出第二装配完成信号至PLC 12。

[0129] <步骤4:卸载步骤>

[0130] 基于来自PLC 12的运出起动信号的输入,主无线设备18向第八子无线设备22H传输指示定位指令的数据包Pfh。基于接收到的数据包Pfh,第八子无线设备22H发出运出时定位指令到第四组装夹具48d。第四组装夹具48d基于来自第八子无线设备22H的指令执行工件的定位。在第四组装夹具48d完成定位工件40的阶段,第八子无线设备22H传输指示完成定位工件40的数据包Pgh给主无线设备18。基于从第八子无线设备22H接收的数据包Pgh,主

无线设备18传输数据包Pfd以指示第四子无线设备22D向外运送工件40。基于数据包Pfd,第四子无线设备22D传输指令给第四机械手46d以夹紧工件40。基于第四子无线设备22D的指令,第四机械手46d夹紧工件40并将工件40从旋转工作台44向外运送。在第四机械手46d完成向外运送工件40的阶段,第四子无线设备22D传输指示工件40向外运送(卸载)完成的数据包Pg d给主无线设备18。主无线设备18基于从第四子无线设备22D接收的数据包Pg d输出装配完成信号到PLC 12。

[0131] 通过从主无线设备18输出运出完成信号,完成工件40的向外运送,并且装配步骤结束。

[0132] 由于根据PLC 12产生的各种指令信号的次序而在主无线设备18和子无线设备22之间交换数据包,而子无线设备22需要数据包作为响应,因而子无线设备22能够进行有效的操作。更具体地,不需要执行与不必要的子无线设备22之间的通信,因此,能够提高响应速度。

[0133] 在本实施例中,尽管事实上信道数目是79,然而,待以与蓝牙(注册商标)跳频方法相同的方式传输的数据包的信息数据容量小,例如小于或等于50字节。因此,能够将传输功率抑制为小于或等于1mW。

[0134] 以上述方式,在根据本实施例的工业无线通信系统10中,其包括PLC 12,该PLC 12在工业设备中至少执行监控,至少一个主无线设备18,该主无线设备18通过现场总线连接到PLC 12,以及多个子无线设备22,该多个子无线设备22根据各自的硬件设备20而被安装,并且与主无线设备18无线地执行通信。此外,无线通信系统10包括连接处理单元30,该连接处理单元30被构造成在主无线设备18和子无线设备22之间执行无线连接处理,和传输/接收处理单元36,该传输/接收处理单元36在主无线设备18和子无线设备22之间无线地传输与接收数据。

[0135] 更具体地,在主无线设备18和子无线设备22之间无线地进行信号的连接处理和传输和接收,其中,主无线设备18被连接到PLC 12,子无线设备22被安装在各种硬件设备20(例如机器人,焊枪,旋转夹具,马达等)。因此,能够减小硬件设备20的可移动部件的信号线等的断开的风险,并且能够改善工业设备中的设计自由度。这同样导致在这样的工业设备中智能系统的提升。

[0136] 此外,连接处理单元30以500msec以下的时间间隔并且以同步频率,通过广播系统从主无线设备18向多个子无线设备22执行无线通信。传输/接收处理单元36在主无线设备18和子无线设备22之间通过跳频方法执行无线通信。

[0137] 更具体地,连接处理单元30以根据跳频方法设置的频率(同步频率)相对于子无线设备22从主无线设备18执行传输,并且以FH传输频率从子无线设备22传输至主无线设备18。另一方面,传输/接收处理单元36以根据跳频方法设置的FH传输频率相对于子无线设备22从主无线设备18执行传输,并且以根据跳频方法而新设置的FH传输频率相对于主无线设备18从子无线设备22执行传输。

[0138] 通过这种方式,由于例如在安装或拆卸组装夹具时,通过广播系统以500msec以下时间间隔执行无线连接处理,能够缩短从打开电源到开始与其通信之间的时间。进一步地,由于在主无线设备18和子无线设备22之间通过跳频方法执行无线通信,能够防止干扰其他无线通信。

[0139] 进一步地,根据本实施例,2.4GHz波段被用作无线频率,并且无线功率被调整到小于或等于1mW。由于采用的无线频率高于工厂等的工业设备的噪声源(例如供电线路,机器人,焊枪,旋转夹具,马达等)产生的噪声频率,能够通过噪声频率减少对无线通信的干扰。进一步地,由于无线功率被抑制为小于或等于1mW,能够在相同区域减少对其他通信设备的干扰。

[0140] 此外,根据本实施例,包括连接保持处理单元32,连接保持处理单元32被构造成通过相对于已执行连接处理的子无线设备22而周期性地传输主无线设备18的时钟信息来执行与主无线设备18的连接保持处理。

[0141] 由于来自主无线设备18的时钟信息被周期地传输到已经完成连接处理的子无线设备22,因而子无线设备22和主无线设备18之间的时钟信息一致。因此,能够容易地同步数据传输和接收等的时间。

[0142] 进一步地,在本实施例中,包括连接确认处理单元34,该连接确认处理单元34被构造成通过周期地重复子无线设备22的传输和主无线设备18接收,来确认主无线设备18和多个子无线设备22之间无线通信的建立。

[0143] 尽管应当周期地从子无线设备22传输,然而在主无线设备18没接收到该传输的情况下,确定子无线设备22处于断开状态。如果从已确定为处于断开状态的子无线设备22的传输稍后由主无线设备18接收,则确定子无线设备22处于连接状态。由于该特征,能够容易确定哪些子无线设备22处于连接状态,哪些子无线设备22处于断开状态。因此,能够在初始阶段为被确定为处于断开状态的子无线设备22执行连接处理或保持等处理。

[0144] 根据本发明的工业无线通信系统并不限于上述实施例,在不脱离所附的权利要求书中阐明的本发明的范围和本质的情况下,显然能够采用各种附加的或者修改结构。

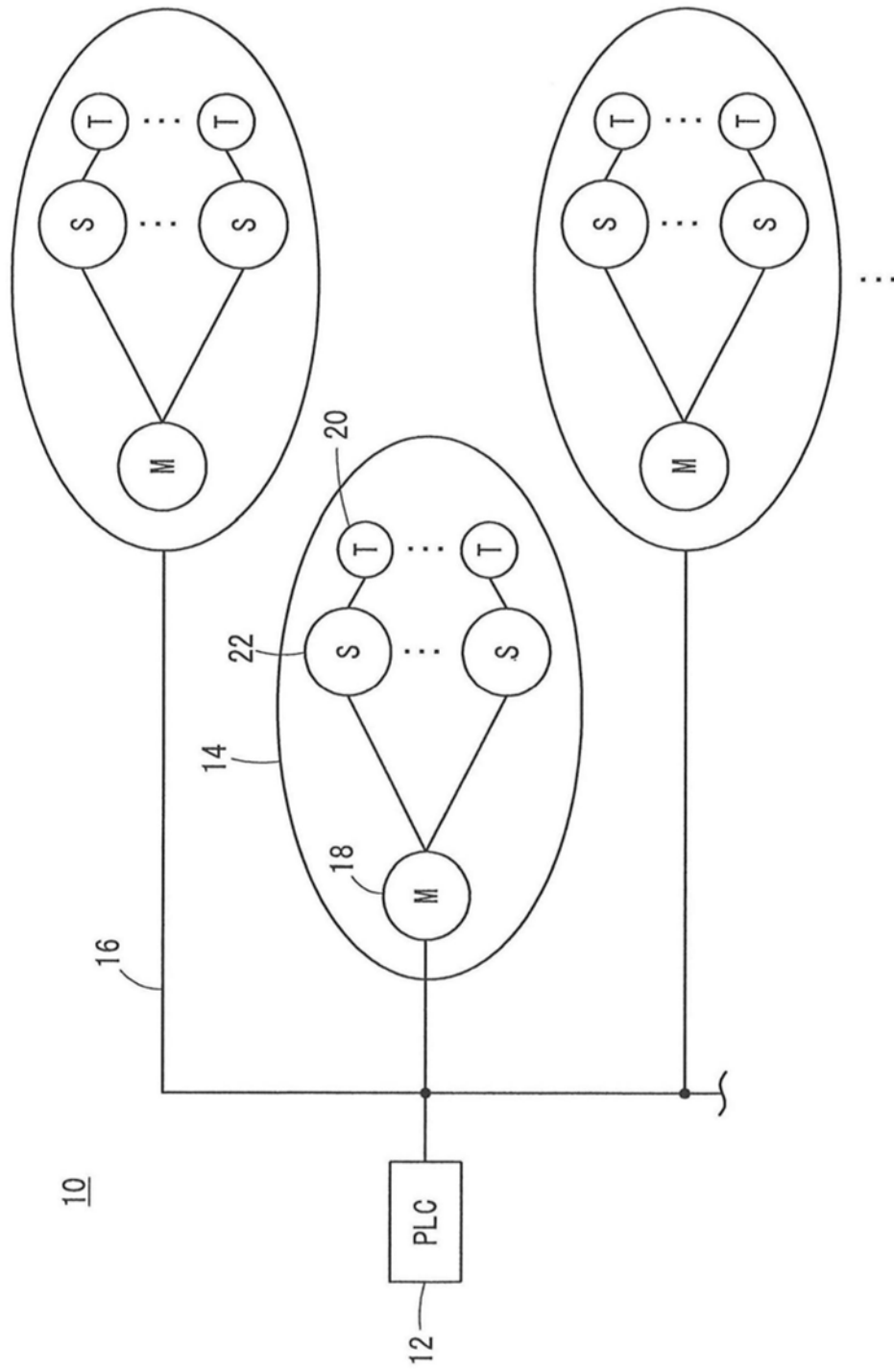


图1

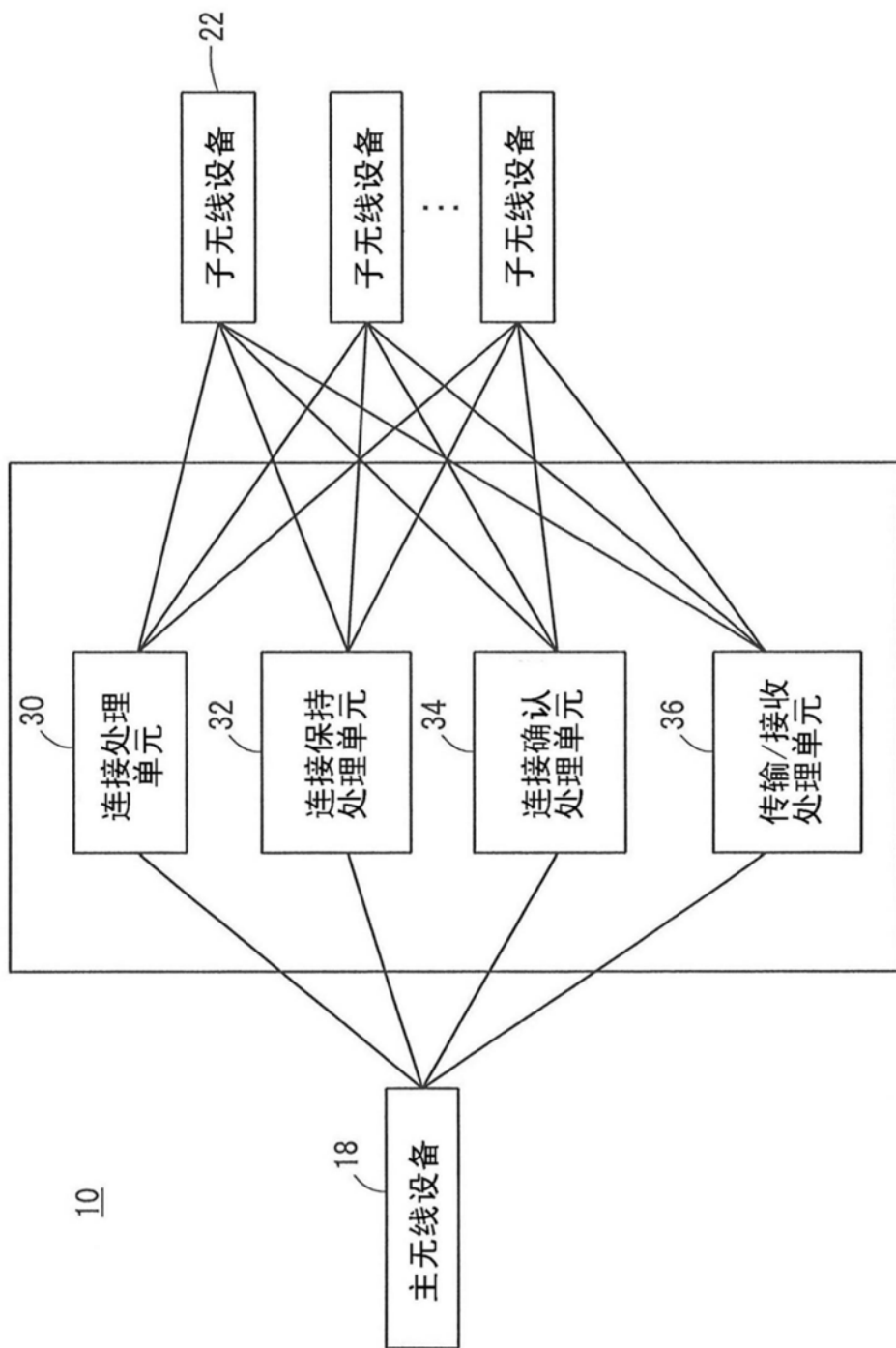


图2

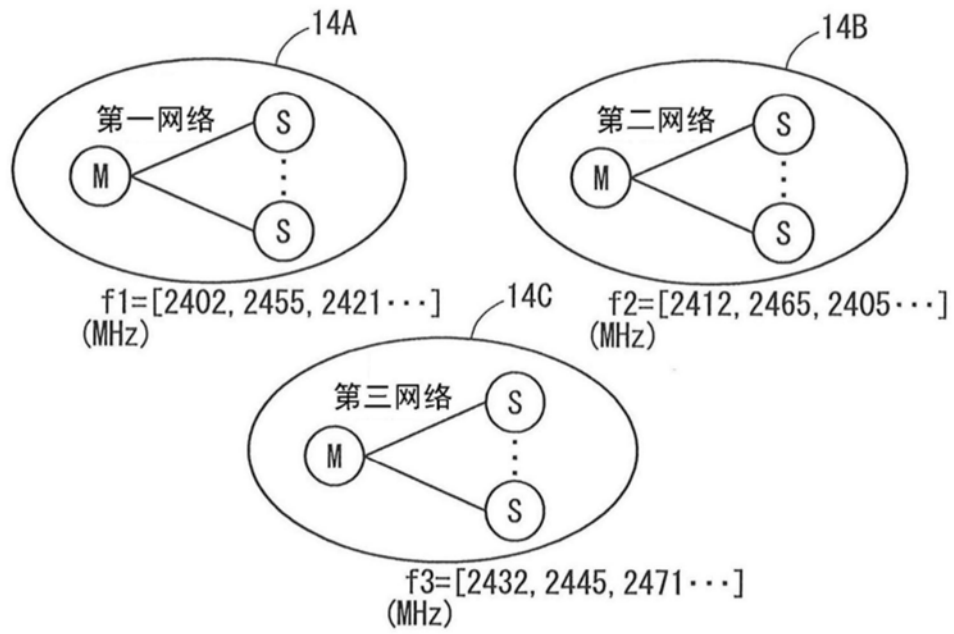


图4B

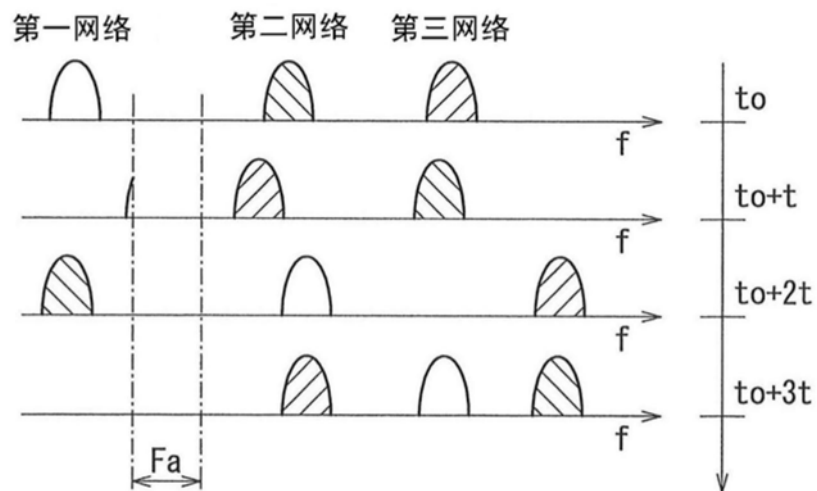


图4C

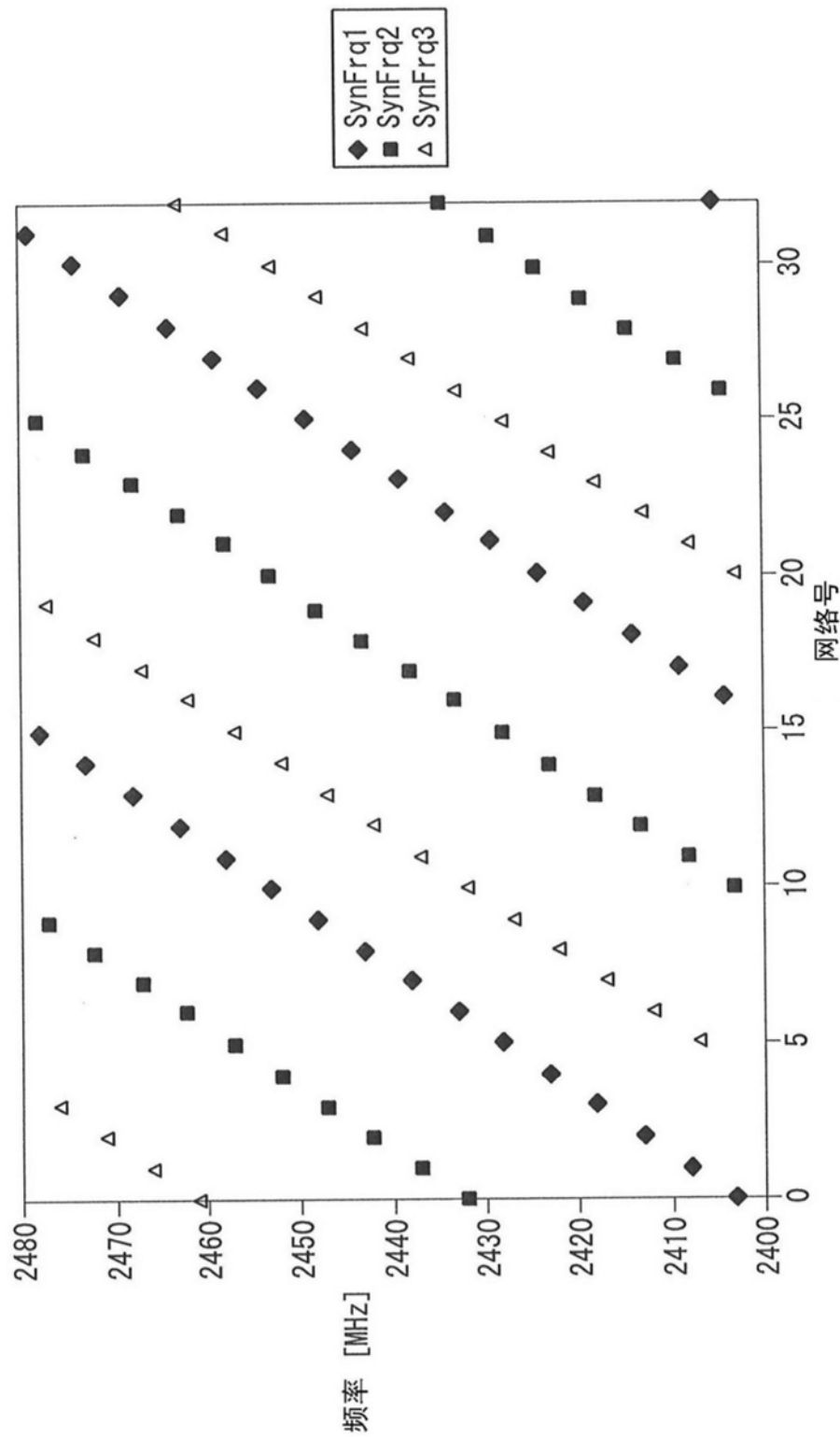


图5

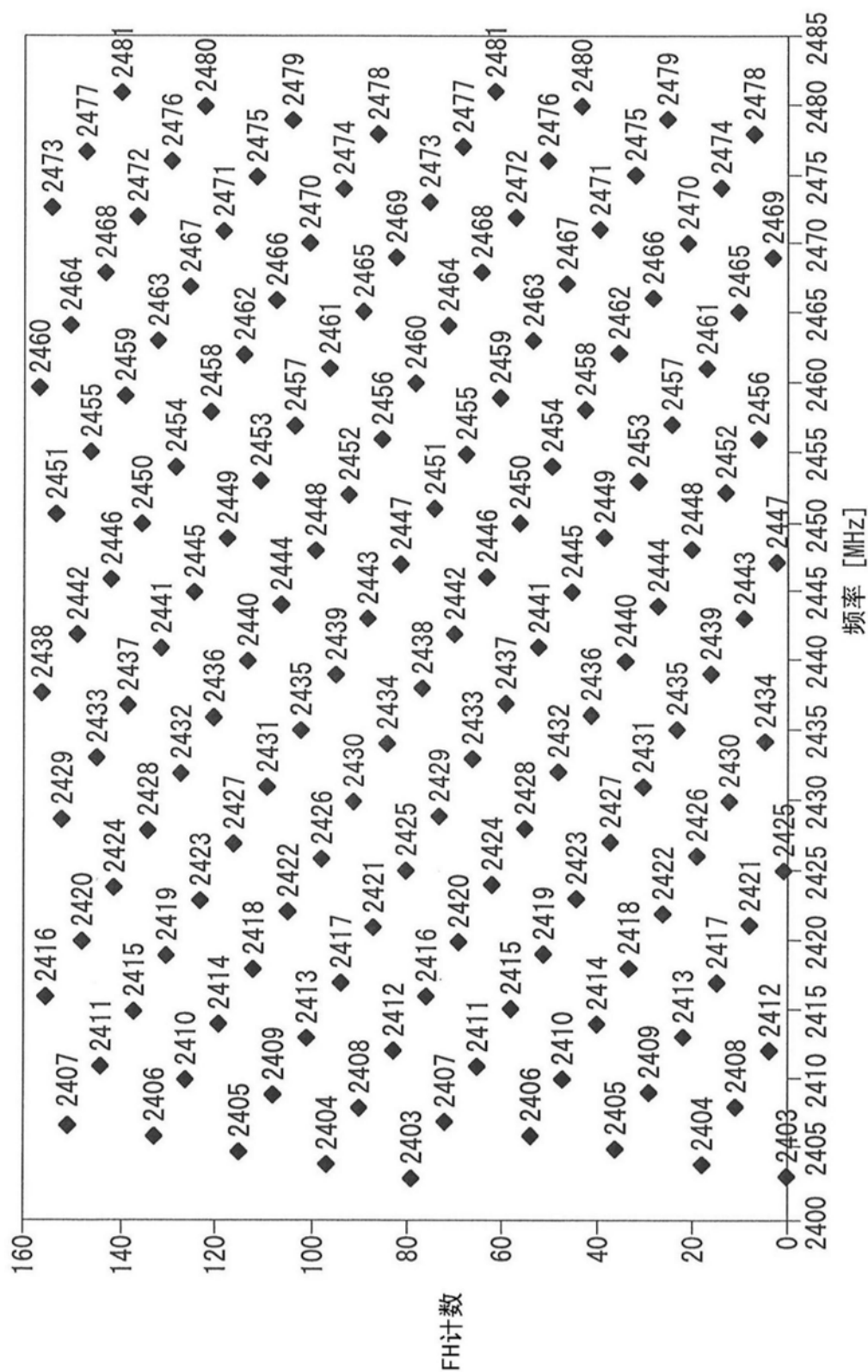


图6

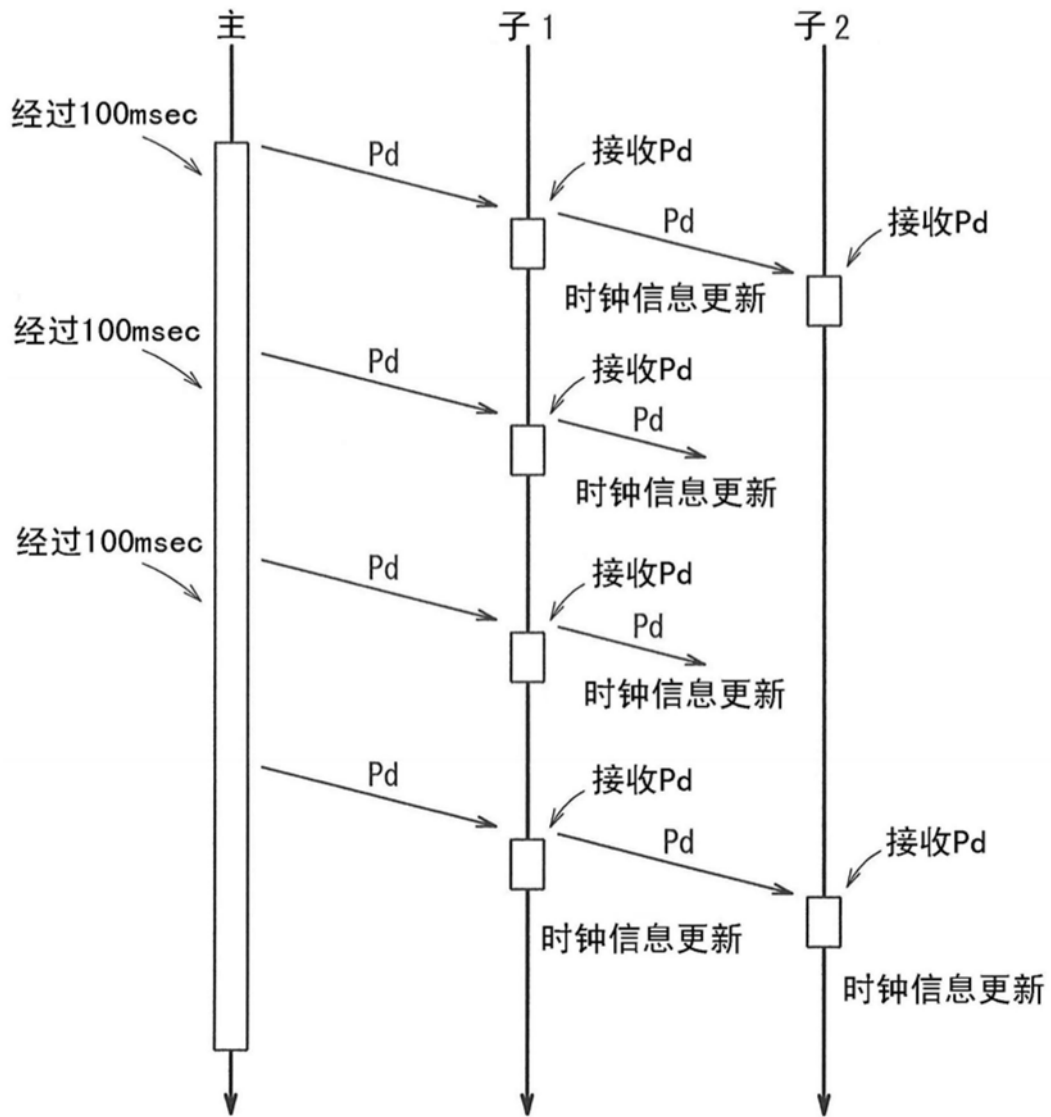


图7

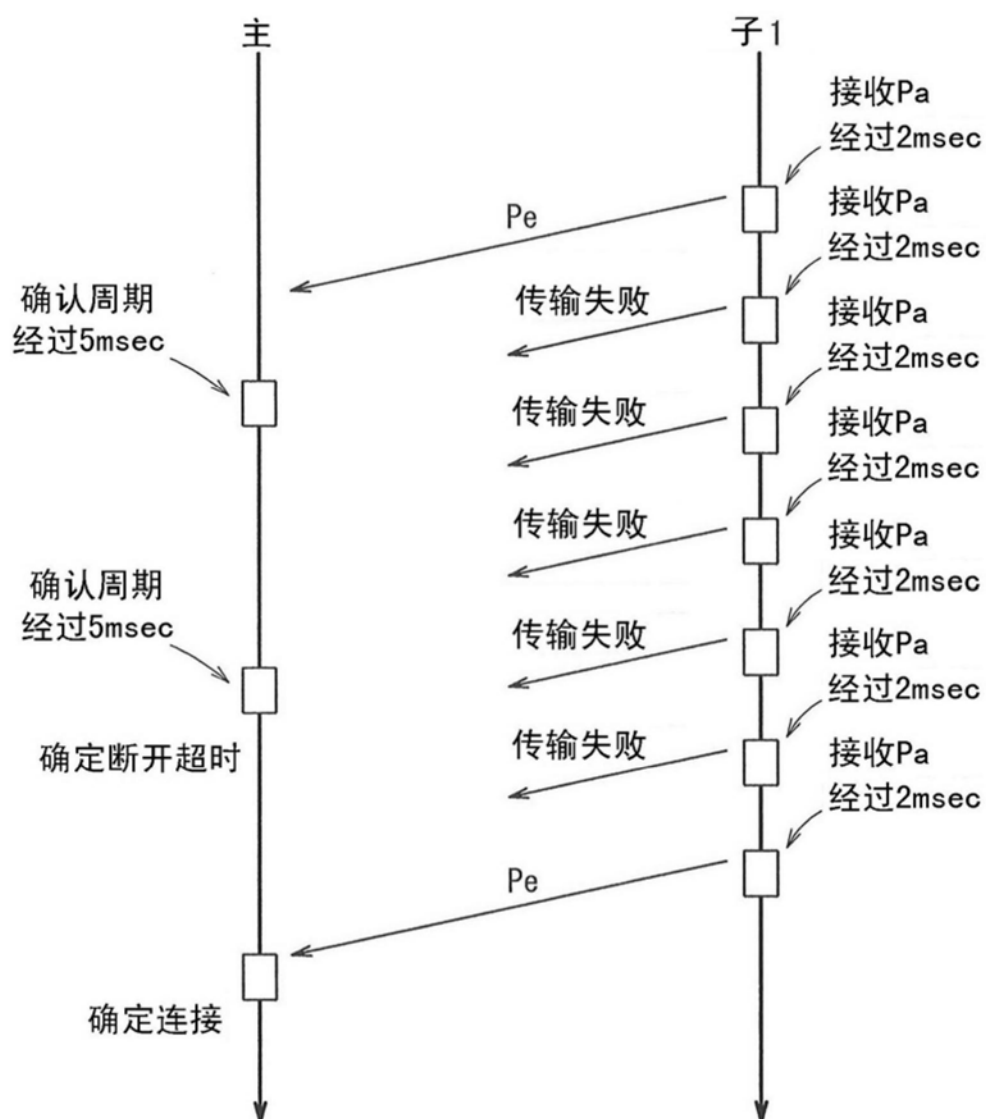


图8

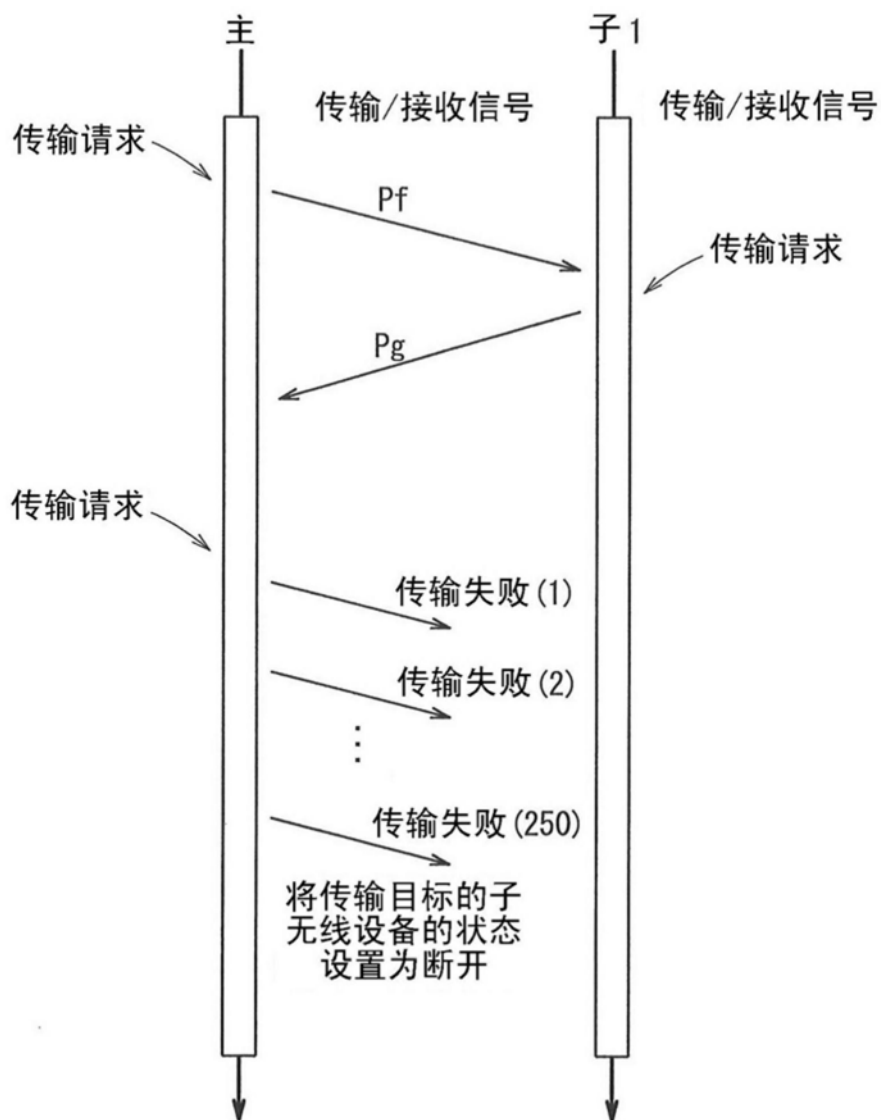


图9

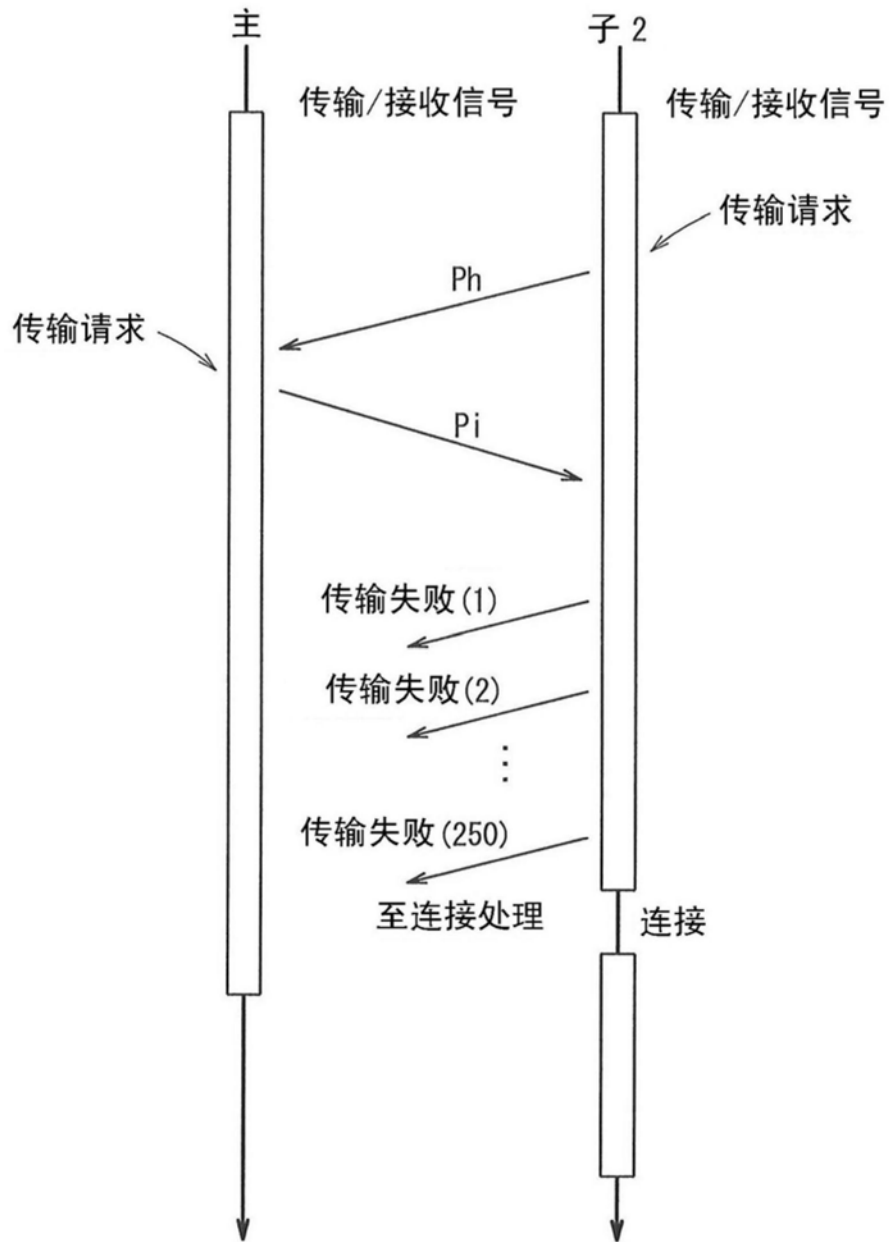


图10

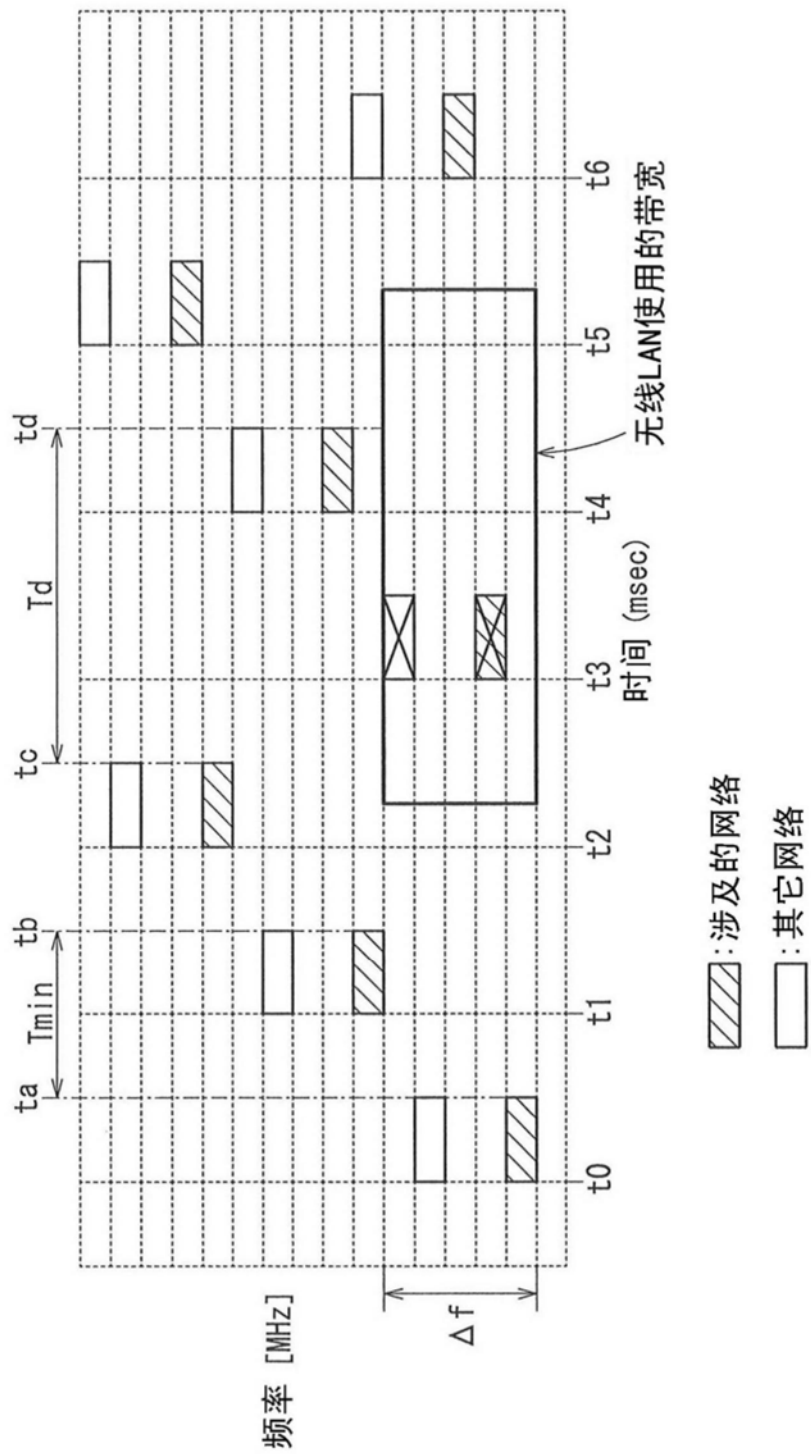


图11

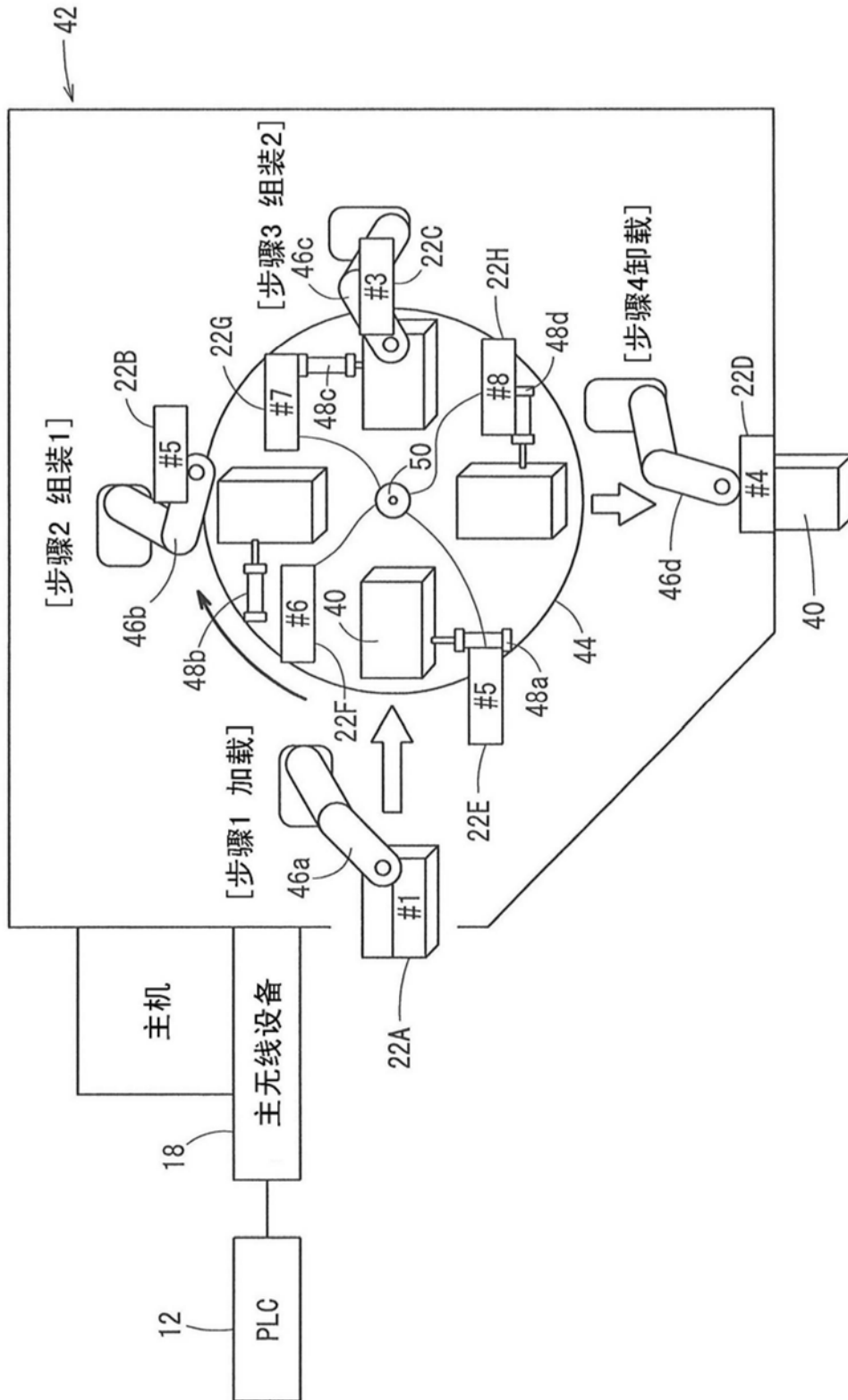


图12

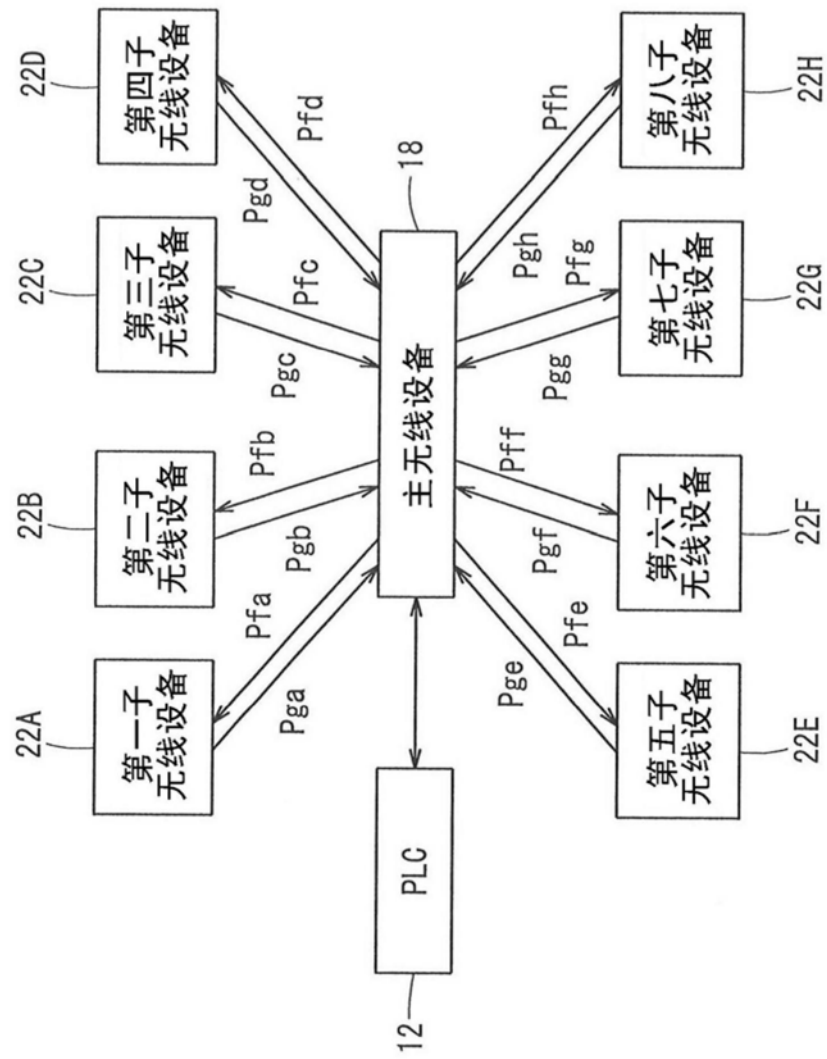


图13