



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103778090 B

(45)授权公告日 2018.05.25

(21)申请号 201310495117.7

(22)申请日 2013.10.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103778090 A

(43)申请公布日 2014.05.07

(30)优先权数据

2012-234129 2012.10.23 JP

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 数野雅隆 中岛克仁 青山孝志

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 马建军

(51)Int.Cl.

G06F 13/38(2006.01)

G06F 11/22(2006.01)

(56)对比文件

CN 101261614 A, 2008.09.10, 说明书第1页第1行-第30页最后一行及图1-7B.

CN 101261614 A, 2008.09.10, 说明书第1页第1行-第30页最后一行及图1-7B.

US 2012/0226965 A1, 2012.09.06, 说明书0001-0027段及图1-4.

US 2004/0093450 A1, 2004.05.13, 全文.

US 6128358 A, 2000.10.03, 全文.

审查员 潘秋羽

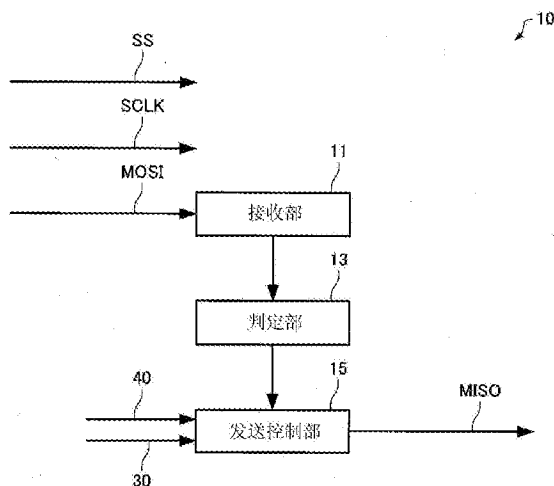
权利要求书2页 说明书16页 附图17页

(54)发明名称

串行通信电路以及方法、集成电路装置、物理量测定装置

(57)摘要

串行通信电路以及方法、集成电路装置、物理量测定装置。本发明提供与具有3个SPI方式的串行通信用端子的主机和具有4个SPI方式的串行通信用端子的主机均能够连接,能够执行高可靠性的通信的串行通信电路等。串行通信电路(10)包含:接收部(11),其串行接收指令和与上述指令不同的同步识别代码作为一组输入数据(MOSI);以及判定部(13),其从上述接收部(11)接收上述同步识别代码,在上述同步识别代码与从机选择值一致时,指示开始执行基于上述指令的响应处理。



1. 一种集成电路装置,其中,该集成电路装置包含:

串行通信电路,该串行通信电路具有:接收部,其串行接收包含指令和与上述指令不同的给出开始响应处理的定时的同步识别代码在内的输入数据;判定部,其从上述接收部接收上述同步识别代码,当上述同步识别代码与预定值一致时,指示开始执行基于上述指令的上述响应处理;以及发送控制部,其控制作为上述响应处理的响应数据的串行输出;

第1端子,其接收表示是否选择了上述串行通信电路的从机选择信号;

第2端子,其接收时钟信号;

第3端子,其接收上述输入数据;以及

第4端子,其串行输出基于上述指令的数据,

上述判定部从上述接收部接收上述指令,根据上述指令指示上述发送控制部进行上述响应数据的生成以及上述响应数据的串行输出,

即使在上述第1端子被固定成预定值的情况下,上述串行通信电路也根据来自上述第2端子的上述时钟信号,串行接收来自上述第3端子的上述输入数据,从上述第4端子串行输出基于上述指令的数据,作为上述响应处理。

2. 根据权利要求1所述的集成电路装置,其中,

在上述同步识别代码与上述预定值不一致时,上述判定部指示上述发送控制部串行输出固定值。

3. 根据权利要求1或2所述的集成电路装置,其中,

当上述指令含有错误时,上述判定部指示上述发送控制部将刚刚串行输出的上述响应数据中包含的错误标志设为预定值之后,再次发送上述响应数据。

4. 根据权利要求1或2所述的集成电路装置,其中,

上述发送控制部生成M字节的上述响应数据,其中M是2以上的整数,

上述接收部接收均具有字节单位的数据尺寸且合计是上述M字节的上述指令和上述同步识别代码。

5. 一种集成电路装置,其中,该集成电路装置包含:

串行通信电路,该串行通信电路具有接收部,该接收部串行接收包含指令和与上述指令不同的给出在与预定值一致的情况下开始基于上述指令的响应处理的定时的同步识别代码在内的输入数据,该串行通信电路采用与具有和上述同步识别代码相同的比特数的上述指令的一部分或全部相比,至少2个以上比特的值不同的上述同步识别代码;

第1端子,其接收表示是否选择了上述串行通信电路的从机选择信号;

第2端子,其接收时钟信号;

第3端子,其接收上述输入数据;以及

第4端子,其串行输出基于上述指令的数据,

即使在上述第1端子被固定成预定值的情况下,上述串行通信电路也根据来自上述第2端子的上述时钟信号,串行接收来自上述第3端子的上述输入数据,从上述第4端子串行输出基于上述指令的数据,作为上述响应处理。

6. 根据权利要求5所述的集成电路装置,其中,

具有多个上述指令,

第1指令和与上述第1指令不同的第2指令的至少2个以上比特的值不同。

7. 一种集成电路装置, 其中, 该集成电路装置包含:

串行通信电路, 该串行通信电路具有: 接收部, 其串行接收包含指令和与上述指令不同的给出开始响应处理的定时的同步识别代码在内的输入数据; 以及判定部, 其从上述接收部接收上述同步识别代码, 当上述同步识别代码与预定值一致时, 指示开始执行基于上述指令的上述响应处理;

第1端子, 其接收表示是否选择了上述串行通信电路的从机选择信号;

第2端子, 其接收时钟信号;

第3端子, 其接收上述输入数据; 以及

第4端子, 其串行输出基于上述指令的数据,

即使在上述第1端子被固定成预定值的情况下, 上述串行通信电路也根据来自上述第2端子的上述时钟信号, 串行接收来自上述第3端子的上述输入数据, 从上述第4端子串行输出基于上述指令的数据, 作为上述响应处理。

8. 一种物理量测定装置, 其中, 该物理量测定装置包含:

权利要求1~6中的任意一项所述的集成电路装置; 以及

传感器部, 其包含检测预定物理量的至少1个传感器,

上述串行通信电路从上述传感器部接收上述指令请求的检测数据, 采用上述检测数据执行上述响应处理。

9. 一种电子设备, 其中, 该电子设备包含权利要求8所述的物理量测定装置。

10. 一种移动体, 其中, 该移动体包含权利要求9所述的电子设备。

串行通信电路以及方法、集成电路装置、物理量测定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及串行通信电路、集成电路装置、物理量测定装置、电子设备、移动体以及串行通信方法等。

背景技术

[0002] 为了减少布线数,并且由于在并行通信中布线变长时难以取得同步,因此,例如有时在电子设备的内部在数据传输中采用串行通信。

[0003] 如专利文献1的图1所示,作为串行通信的方式有时采用可进行全双工通信的SPI (Serial Peripheral Interface:串行外围接口)。例如,为了进行串行通信,包含SPI方式的串行通信电路的集成电路装置、物理量测定装置具备4个端子。

[0004] 4个端子是接收主机(例如主CPU)选择从机(例如集成电路装置、物理量测定装置)的从机选择信号的第1端子、接收串行传输用的时钟信号的第2端子、接收输入数据的第3端子、输出响应数据的第4端子。以下,为了便于说明,将第1端子还记作SS端子(Slave Select 端子:从机选择端子)。

[0005] 专利文献1:日本特开2007-285745号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2007-230514号公报

[0007] 在此,期待主机具备输入输出方向相反的上述4个端子。

[0008] 但是,已知在作为主机的主CPU中仅具备省略了SS端子的3个端子。假定仅具备省略了SS端子的3个端子的主CPU例如仅与1个从机连接,此时,可通过固定(例如,固定成“0”即低电平)从机侧的SS端子来进行通信。

[0009] 由于对包含主CPU的整个系统的影响大,因此一般情况下难以进行主CPU的变更(例如,为了进行串行通信而从仅具备3个端子的主CPU变更成具备4个端子的主CPU)。即,包含SPI方式的串行通信电路的从机侧的集成电路装置、物理量测定装置有可能与具备3个串行通信端子的主CPU和具备4个串行通信端子的主CPU均连接。

[0010] 在此,如专利文献2所述,在要求高安全性的汽车、飞机、船舶、铁道等移动体中搭载的电子设备中也有可能执行串行通信。在这样的用途中,例如当将仅具备3个端子的主CPU与物理量测定装置连接而以SPI方式进行串行通信时,例如在基板上将物理量测定装置的SS端子固定成“0”。但是,万一物理量测定装置的SS端子在噪声等的影响下变化成“1”即高电平,并在从机侧的串行通信电路中解释成不选择时,立即变为不能通信。即,通信可靠性低,不适用于要求高安全性的汽车等的用途。

[0011] 为此,以往在要求高安全性的汽车等的用途中,是准备多种从机侧的集成电路装置、物理量测定装置并按照主CPU的串行通信端子数进行选择。因此,虽然内部动作是等同的,但是,需要制造端子数不同的集成电路装置、物理量测定装置,从而存在成本上、产品管理上的问题。

发明内容

[0012] 本发明正是为了解决上述课题的至少一部分而完成的,可作为以下的方式或应用例来实现。

[0013] 根据本发明的几个方式,提供串行通信电路、集成电路装置、物理量测定装置、电子设备、移动体以及串行通信方法等,与具备3个SPI方式的串行通信端子的主机和具备4个SPI方式的串行通信端子的主机均能够连接,能够执行高可靠性的通信。

[0014] 此外,以下,将与具备4个端子的主CPU连接进行的SPI方式的串行通信称作4线式的SPI通信,将与具备省略了SS端子的3个端子的主CPU连接进行的SPI方式的串行通信称作3线式的SPI通信。

[0015] [应用例1]本应用例的串行通信电路包含:接收部,其串行接收指令和与上述指令不同的同步识别代码作为一组输入数据;以及判定部,其从上述接收部接收上述同步识别代码,当上述同步识别代码与从机选择值一致时,指示开始执行基于上述指令的响应处理。

[0016] 本应用例的串行通信电路至少包含接收部和判定部。接收部串行接收从作为通信对象的主机发送的指令和同步识别代码,作为一组输入数据。接收部接收同步识别代码作为指令的区分。因此,优选接收部在例如接收指令之后再接收同步识别代码。

[0017] 在此,指令是来自主机的命令代码,主机使串行通信电路执行基于指令的响应处理。响应处理例如可以是根据指令的指示向串行通信电路内部的寄存器写入值的处理,也可以是根据指令的指示生成响应数据并向主机串行输出的处理。

[0018] 另外,同步识别代码表示主机选择了应用例的串行通信电路(即,包含本应用例的串行通信电路的集成电路装置、物理量测定装置这样的从机),且是给出开始响应处理的定时的代码。同步识别代码可以是固定值,也可以是一部分或全部比特是可变的。

[0019] 判定部从接收部接收同步识别代码,将其与预定值进行比较。在同步识别代码与从机选择值一致时,判定部判断为主机选择了本应用例的串行通信电路,判断为可开始响应处理。此外,在包含接收部接收输入数据的移位寄存器时,判定部接收的同步识别代码可以是应具有同步识别代码的位置的比特列。即,判定部可以将与时钟信号同步移动的输入数据的一部分(可能成为同步识别代码的比特列)始终与预定值进行比较。

[0020] 此时,在一组输入数据中包含同步识别代码,由此,串行通信电路能够识别出已被主机选择。另外,串行通信电路能够识别开始响应处理的定时。即,能够根据同步识别代码,实现SS端子接收的从机选择信号的功能。

[0021] 因此,能够与具备省略了SS端子的3个端子的主CPU连接而以SPI方式进行通信。另外,即使在与具备未省略SS端子的4个端子的主CPU连接时,由于在从机选择信号无效的情况(即,没有选择本发明的串行通信电路的情况)下,来自主机的同步识别代码与预定值不一致,因此,也不进行响应处理。另外,在从机选择信号有效的情况下,与3线式的SPI通信相同地根据同步识别代码作出判断,但是,并不违反从机选择信号有效的情况。即,也可以执行4线式的SPI通信。

[0022] 另外,假定在进行3线式的SPI通信时,将本发明的串行通信电路侧(从机侧)的SS端子固定成“0”(有效)。此时,即使从机侧的SS端子受到噪声的影响而变化成“1”(无效),在本发明的串行通信电路中,也能够根据同步识别代码来实现从机选择信号的功能,因此,不会不能立即进行通信。假定在从机侧的SS端子成为“1”的期间,接收部忽视输入数据。在这样的情况下,例如仅仅作为同步识别代码的错误进行处理,即可将错误的产生传递给主机,

继续执行串行通信。

[0023] 因此,本应用例的串行通信电路与具备3个SPI方式的串行通信用端子的主机和具备4个SPI方式的串行通信用端子的主机均能够连接,能够执行高可靠性的通信。

[0024] 此外,本应用例的串行通信电路能够利用一组输入数据中包含的同步识别代码来实现从机选择信号(也称作芯片选择信号)的功能。因此,不仅限于SPI方式,还可以应用于具有可省略的SS端子的其它方式的串行通信。在SPI方式下为了数据存在第3端子和第4端子,但是,例如在将这些端子变更成1个双向数据端子的串行通信中,也能够应用本应用例的串行通信电路。并且,即使在与省略了SS端子的主机连接的情况下,也能够执行高可靠性的串行通信。

[0025] [应用例2]上述记载的串行通信电路也可以包含发送控制部,该发送控制部控制作为上述响应处理的响应数据的串行输出,上述判定部从上述接收部接收上述指令,根据上述指令指示上述发送控制部进行上述响应数据的生成以及上述响应数据的串行输出。

[0026] [应用例3]上述记载的串行通信电路也可以是,在上述同步识别代码与上述从机选择值不一致时,上述判定部指示上述发送控制部串行输出固定值作为上述响应数据。

[0027] [应用例4]上述记载的串行通信电路也可以是,当上述指令含有错误的情况下,上述判定部指示上述发送控制部将刚刚串行输出的上述响应数据中包含的错误标志设为预定值之后,再次发送。

[0028] [应用例5]上述记载的串行通信电路也可以是,上述发送控制部生成M(M是2以上的整数)字节的上述响应数据,上述接收部接收均具有字节单位的数据尺寸,合计是上述M字节的上述指令和上述同步识别代码。

[0029] 这些应用例的串行通信电路包含发送控制部。发送控制部生成响应数据来控制向主机的串行输出,但是这些是根据来自判定部的指示进行的。判定部从接收部接收指令,根据指令指示发送控制部进行响应数据的生成以及响应数据的串行输出中的至少一方。

[0030] 此时,响应处理包含向主机串行输出由发送控制部执行的响应数据。但是,发送控制部等待来自判定部的指示,执行响应数据的生成、响应数据的串行输出。即,即使串行通信电路包含发送控制部,也根据同步识别代码决定开始响应处理的定时。

[0031] 因此,这些应用例的串行通信电路能够根据同步识别代码来实现SS端子接收的从机选择信号的功能,因此,能够不依赖于连接的主机种类执行高可靠性的SPI方式的串行通信。

[0032] 在此,在该串行通信电路中也可以是,在同步识别代码与预定值不一致时,判定部指示发送控制部串行输出固定值。

[0033] 此时,串行通信电路无法取得正确的同步识别代码,因此,向主机串行输出的固定值有可能偏差几比特。但是,如果该固定值在通常时仅由表示错误的值(例如“1”)构成,则由于主机连续地取得表示错误的值,因此,能够容易地识别无法检测到同步识别代码的错误(以下称作同步识别代码错误)的产生。并且,主机能够进行指令与同步识别代码的再次发送这样的适当应对。

[0034] 即,该串行通信电路在同步识别代码与预定值不一致时串行输出固定值,由此,主机能够容易地识别同步识别代码错误的产生,能够进行高可靠性的串行通信。

[0035] 另外,在该串行通信电路中也可以是,当指令含有错误时,判定部指示发送控制部

在将响应数据中包含的错误标志设为预定值之后,再次发送刚刚串行输出的响应数据。

[0036] 此时,串行通信电路无法取得正确指令,因此不能生成主机请求的响应数据。因此,例如构成响应数据的寄存器的值未被更新,当发送控制部直接执行串行输出时,再次发送刚刚串行输出的响应数据。此时,判定部指示发送控制部将错误标志设为预定值(例如“1”)之后使其再次发送。

[0037] 由此,主机能够确认再次发送来的响应数据的错误标志的值,容易地识别指令产生代码异常、比特偏差这样的错误(以下,指令错误)。并且,主机能够进行指令和同步识别代码的再次发送这样的适当应对。

[0038] 即,在指令含有错误的情况下,该串行通信电路在将响应数据中包含的错误标志设为预定值之后,再次发送刚刚串行输出的响应数据,由此,主机能够容易地识别指令错误的产生,能够进行高可靠性的串行通信。

[0039] 另外,在该串行通信电路中也可以是,发送控制部生成M(M是2以上的整数)字节的响应数据,接收部接收均具有字节单位的数据尺寸,合计是M字节的指令和同步识别代码。

[0040] 此时,串行通信电路接收的数据(指令和同步识别代码)的尺寸和串行通信电路向主机发送的响应数据的尺寸是相同(M字节)的。因此,能够实现传输效率良好的全双工通信。

[0041] 另外,指令和同步识别代码均具有字节单位的数据尺寸。因此,具有使指令和同步识别代码的尺寸不同的自由度(例如,使指令为3字节,使同步识别代码为1字节),并且能够以字节为单位分割后进行比较判定处理,与利用一组输入数据(例如,4字节)的整体进行比较的情况相比,能够缩短处理时间。另外,还能够抑制串行通信电路的电路规模的增大。

[0042] [应用例6]上述记载的串行通信电路也可以是,采用与具有和上述同步识别代码相同的比特数的上述指令的一部分或全部相比,至少2个以上比特的值不同的上述同步识别代码。

[0043] [应用例7]上述记载的串行通信电路也可以是,具有多个上述指令,第1指令和与上述第1指令不同的第2指令的至少2个以上比特的值不同。

[0044] 根据这些应用例,当对串行通信电路接收的指令与同步识别代码进行比较时,这些代码的不同在2个比特以上。因此,即使在指令传输中由于噪声等的影响而产生1比特的指令错误,串行通信电路也能够防止错误地识别为是同步识别代码。由此,能够进行高可靠性的串行通信。

[0045] 在此,在指令具有多个时,不管与哪个指令进行比较,同步识别代码的不同都在2个比特以上。另外,在此,假定指令的比特数是同步识别代码的比特数以上,即使对同步识别代码和具有相同比特数的指令的一部分进行比较,同步识别代码的不同也在2个比特以上。但是,例如当指令和同步识别代码均具有字节单位的数据尺寸时,与同步识别代码进行比较的指令的一部分可以是以字节为单位分割指令时的一部分。

[0046] 另外,在串行通信电路接收的指令具有多个的情况下,当设不同的2个指令分别为第1指令、第2指令时,如果比较第1指令和第2指令,则它们的代码的不同彼此在2个比特以上。因此,即使在指令传输中由于噪声等的影响而产生1比特的指令错误,串行通信电路也能够防止错误地识别为是其它指令。由此,能够进行高可靠性的串行通信。

[0047] [应用例8]本应用例的集成电路装置包含:上述的串行通信电路;第1端子,其接收

表示是否选择了上述串行通信电路的从机选择信号;第2端子,其接收时钟信号;第3端子,其接收上述输入数据;以及第4端子,其串行输出基于上述指令的数据,即使在将上述第1端子固定成预定值时,上述串行通信电路也根据来自上述第2端子的上述时钟信号,串行接收来自上述第3端子的上述输入数据,从上述第4端子串行输出基于上述指令的数据,作为上述响应处理。

[0048] 本应用例的集成电路装置(Integrated Circuit:IC)包含第1端子~第4端子和与这些端子连接而与外部的本机执行通信的上述串行通信电路。

[0049] 由于该集成电路装置包含上述串行通信,因此,在1个封装中,与具备3个SPI方式的串行通信端子的本机和具备4个SPI方式的串行通信端子的本机均能够连接。另外,即使SS端子的信号电平例如由于噪声等的影响而反转(例如从“0”变化成“1”)也能够继续进行串行通信,因此通信的可靠性高,适合于要求高安全性的汽车等的用途。由此,不需要与本机的种类相应地制造多种集成电路装置,能够降低成本上、产品管理上的问题。

[0050] [应用例9]本应用例的物理量测定装置包含:上述的串行通信电路;以及传感器部,其包含检测预定物理量的至少1个传感器,上述串行通信电路从传感器部接收上述指令请求的检测数据,采用上述检测数据执行上述响应处理。

[0051] 本应用例的物理量测定装置包含:包含检测预定物理量的至少1个传感器的传感器部和上述串行通信电路。该物理量测定装置包含上述串行通信,因此,与具备3个SPI方式的串行通信端子的本机和具备4个SPI方式的串行通信端子的本机均能够连接,能够向本机串行输出指令请求的来自传感器部的检测数据。

[0052] 该物理量测定装置即使从机选择信号的电平例如由于噪声等的影响而反转(例如从“0”变化成“1”)也能够继续进行串行通信,因此通信的可靠性高,适合于要求高安全性的汽车等的用途。由此,不需要与本机种类相应地制造多种物理量测定装置,能够降低成本上、产品管理上的问题。

[0053] [应用例10]本应用例的电子设备包含上述的物理量测定装置。

[0054] [应用例11]本应用例的移动体包含上述的电子设备。

[0055] 这些应用例的电子设备、移动体采用包含上述串行通信电路的物理量测定装置。因此,内部的串行通信的可靠性高,能够降低由于准备多种物理量测定装置引起的成本上、产品管理上的问题。因此,能够提供可靠性高,在成本方面良好的电子设备、移动体。

[0056] [应用例12]本应用例的串行通信方法包含以下步骤:串行接收指令和与上述指令不同的同步识别代码作为一组输入数据;以及在接收到的上述同步识别代码与预定值一致时,指示开始执行基于上述指令的响应处理。

[0057] 在本应用例的串行通信方法中,根据与关于上述串行通信电路的说明相同的理由,与具备3个SPI方式的串行通信端子的本机和具备4个SPI方式的串行通信端子的本机均能够连接,能够执行高可靠性的通信。

附图说明

[0058] 图1是本实施方式的串行通信电路的框图。

[0059] 图2是包含本实施方式的串行通信电路的集成电路装置、物理量测定装置的图。

[0060] 图3的(A)~(B)是示出包含本实施方式的串行通信电路的物理量测定装置与主装

置的连接形态的图。

[0061] 图4是本实施方式的串行通信电路的详细框图。

[0062] 图5的(A)、(B)分别是4线式、3线式的SPI通信的1字节传输中的时序图。

[0063] 图6的(A)、(B)分别是4线式、3线式的SPI通信的4字节传输中的时序图。

[0064] 图7的(A)、(B)分别是4线式、3线式的SPI通信的2字节传输中的时序图。

[0065] 图8的(A)、(B)是说明同步识别代码的判定的图。

[0066] 图9的(A)、(B)分别是示出4线式、3线式的SPI通信中的同步识别代码错误的对应的图。

[0067] 图10的(A)、(B)分别是示出4线式、3线式的SPI通信中的指令错误的对应的图。

[0068] 图11是示出在本实施方式的串行通信电路中采用的指令与同步识别代码的具体例子的图。

[0069] 图12是示出本实施方式的串行通信电路生成的响应数据的具体例子的图。

[0070] 图13是示出包含本实施方式的串行通信电路的物理量测定装置的驱动电路的一例的框图。

[0071] 图14是示出包含本实施方式的串行通信电路的物理量测定装置的检测电路的一例的框图。

[0072] 图15是示出包含本实施方式的串行通信电路的物理量测定装置的检测电路的另一例的框图。

[0073] 图16是示出本实施方式的串行通信电路的通信方法的流程图。

[0074] 图17是电子设备的功能框图。

[0075] 图18是示出移动体的一例的图。

[0076] 符号说明

[0077] 1…物理量测定装置,2…振子,3…振子,4…传感器元件,5…驱动电路,6…检测电路,6A…检测电路,7…动作设定电路,8…集成电路装置,10…串行通信电路,11…接收部,13…判定部,15…发送控制部,20…故障诊断部,30…状况信号,40…检测信号,42…内部信号,52…电流电压转换电路,53…全波整流电路,54…比较调整电路,55…驱动信号生成电路,56…比较电压供给电路,62…电流电压转换电路,63…差动放大电路,64…高通滤波器(HPF),65…放大电路,66…同步检波电路,67、67A…信号输出部,68…AD转换器(ADC),69…偏移调整电路,70…前级电路,72…后级电路,80…激励电流,82…驱动信号,90、92…差动信号,100A、100B…主装置,101、103、104、105…信号,106…数据,109…信号,110…并行数据信号,111…移位寄存器,112-1~112-3…缓冲器,113…缓冲器,114…指令/同步识别代码判定电路,115…暂时存储/选择电路,116…校验和电路,117-1~117-4…寄存器,118、119…选择器,129…移位寄存器,200…电子设备,201…前方照相机,202…信号,203…后方照相机,204、206、210、214、216、218、220、222…信号,226…偏移信号,330…操作部,360…通信部,370…显示部,380…声音输出部,400…汽车,SS…从机选择信号,SCLK…时钟信号,MOSI…输入数据,MISO…响应数据,P1…第1端子(SS端子),P2…第2端子,P3…第3端子,P4…第4端子。

具体实施方式

[0078] 1. 串行通信电路的概略结构

[0079] 图1是本实施方式的串行通信电路10的框图。串行通信电路10是以SPI方式与图外的主机进行通信的从机侧的通信电路。如图1所示, 串行通信电路10接收从机选择信号SS、时钟信号SCLK、输入数据MOSI, 输出响应数据MISO。

[0080] 从机选择信号SS通常是用于主机选择包含串行通信电路10的从机(例如包含串行通信电路10的集成电路装置、物理量测定装置等)的信号, 例如是低电平有效。此时, 串行通信电路10在从机选择信号SS是“1”的区间, 判断为没有从主机进行选择, 可以忽略时钟信号SCLK以及输入数据MOSI中的至少一方。

[0081] 时钟信号SCLK是用于取得串行通信的同步的时钟, 通信速度由时钟信号SCLK的时钟频率决定。串行通信电路10例如利用10MHz的时钟信号SCLK进行动作, 由此, 与标准模式的I2C(Inter-Integrated Circuit: 集成电路之间)等相比, 能够进行高速的通信。此外, 由于从机选择信号SS和时钟信号SCLK影响串行通信电路10包含的全部功能块, 因此省略对功能块单独布线的显示。

[0082] 输入数据MOSI、响应数据MISO分别是主机到从机侧的串行通信电路10的数据、从串行通信电路10到主机的数据。输入数据MOSI包含指令和同步识别代码而成为一组。指令是来自主机的命令代码, 主机使串行通信电路10执行基于指令的处理(响应处理)。下面, 对同步识别代码进行叙述。

[0083] 响应数据MISO是基于输入数据MOSI中包含的指令的数据。例如, 响应数据MISO可以由根据指令从检测信号40、状况信号30中选择出的主机请求的数据构成。此外, 检测信号40是基于传感器元件4(参照图2)检测到的物理量的信号。另外, 状况信号30是表示故障诊断部20(参照图2)执行的故障诊断结果的信号。生成响应数据MISO并将其串行输出到主机的处理是串行通信电路10的主要响应处理。但是, 不仅限于此, 例如当指令是NOP(no operation: 无操作)时, 响应处理还包含串行通信电路10什么也不进行的情况。

[0084] 串行通信电路10包含接收部11、判定部13以及发送控制部15。接收部11串行接收输入数据MOSI。在本实施方式中, 假定一组输入数据MOSI是32比特即4字节。并且, 一组输入数据MOSI包含3字节的指令和1字节的同步识别代码。此外, 对指令和同步识别代码的尺寸没有特别限制。例如, 如本实施方式那样, 为了减轻判定部的运算处理的负担, 可以将它们的尺寸设为字节单位, 但不仅限于此。

[0085] 判定部13从接收部11接收同步识别代码, 将其与预定值进行比较。在同步识别代码与作为预定值的从机选择值一致时, 判定部13判断为主机选择了包含串行通信电路10的从机(例如包含串行通信电路10的集成电路装置、物理量测定装置等), 判断为可开始响应处理。因此, 串行通信电路10可根据判定部13中的同步识别代码的比较处理, 了解通常可根据从机选择信号SS了解的“主机的选择”和“响应处理的开始定时”。

[0086] 另外, 判定部13从接收部11接收指令, 根据指令, 指示发送控制部15进行响应数据的生成以及响应数据MISO的串行输出中的至少一方。

[0087] 发送控制部15根据来自判定部13的指示, 生成响应数据MISO或者将其串行输出到主机。如图1所示, 关于输入输出, 串行通信电路10与现有的进行4线式的SPI通信的通信电路相同, 具有互换性。但是, 作为一组输入数据, 串行通信电路10除了指令之外必须接收同步识别代码。并且, 串行通信电路10与现有的通信电路不同, 可根据判定部13中的同步识别

代码的上述比较处理来了解“主机的选择”和“响应处理的开始定时”而不依据从机选择信号SS。

[0088] 2.物理量测定装置、集成电路装置

[0089] 图2是包含本实施方式的串行通信电路10的物理量测定装置1、集成电路装置8的框图。本实施方式的串行通信电路10构成集成电路装置8的一部分。另外,由于集成电路装置8包含于物理量测定装置1,因此本实施方式的串行通信电路10同时构成物理量测定装置1的一部分。此外,在图2中,对与图1相同的要素标注相同的符号并省略说明。

[0090] 物理量测定装置1包含串行通信电路10、传感器元件4、驱动电路5、检测电路6、故障诊断部20以及动作设定电路7。在物理量测定装置1中,除了传感器元件4之外的功能块构成集成电路装置8。另外,集成电路装置8包含接收从机选择信号SS的第1端子P1、接收时钟信号SCLK的第2端子P2、接收输入数据MOSI的第3端子P3以及串行输出响应数据MISO的第4端子P4。另外,在该例子中,集成电路装置8的第1端子~第4端子是物理量测定装置1的端子,将以下对物理量测定装置1的说明作为对集成电路装置8的说明。

[0091] 传感器元件4例如包含一体的振子2、3,检测角速度。即,该例子的传感器元件4检测的物理量是角速度。在图2中,差动信号90、92是与角速度的大小相应的信号,是传感器元件4输出的信号。此外,在本实施方式中,为了噪声耐性而从振子3输出差动信号90、92,但是,也可以输出不是差动的1个信号。

[0092] 驱动电路5生成驱动信号82并将其提供给振子2,接收来自振子2的激励电流80而形成振荡环路。差动信号90、92的大小与激励电流80成正比。因此,驱动电路5控制驱动信号82,使激励电流80的振幅恒定而与测定环境的变化无关。

[0093] 检测电路6根据差动信号90、92生成检测信号40。检测信号40是与传感器元件4检测到的角速度的大小相应的信号,是检测电路6输出的信号。

[0094] 可经由串行通信电路10向主机串行发送检测信号40。检测电路6接收差动信号90、92,例如进行向主机请求的形式的转换等,生成检测信号40。

[0095] 动作设定电路7对驱动电路5、检测电路6进行最适合的动作设定。动作设定电路7例如包含基准电压电路、存储电路等,根据驱动电路5、检测电路6的电压设定、参数设定等进行优化。

[0096] 故障诊断部20对驱动电路5和检测电路6中的至少1个进行故障诊断。故障诊断部20接收进行故障诊断所需的信息,作为来自驱动电路5、检测电路6的内部信号42、44。

[0097] 故障诊断部20输出表示已执行的故障诊断结果的信号即状况信号30。状况信号30例如可以包含表示故障诊断部20执行的故障诊断各自的结果的比特(例如错误时是高电平“1”)。

[0098] 串行通信电路10接收检测信号40、状况信号30,选择指令请求的数据,生成响应数据MISO。此外,在本实施方式中,响应数据并非仅由检测信号40、状况信号30构成。例如,响应数据MISO包含由判定部13(参照图1)设定的表示指令是否包含有错误的指令错误标志(CEF)。

[0099] 在此,包含本实施方式的串行通信电路10的物理量测定装置1包含检测角速度的传感器元件4,但是,也可以取而代之包含检测温度的传感器元件、检测加速度的传感器元件等,或者除此之外还包含检测温度的传感器元件、检测加速度的传感器元件等。另外,集

成电路装置8可以构成仅包含图2所示的功能块的一部分,还可以构成包含传感器元件4。

[0100] 此外,例如由以下的结构来实现驱动电路5和检测电路6。图13表示驱动电路5的结构例。此外,对与图1~图2相同的要素标注同一符号并省略说明。驱动电路5例如包含电流电压转换电路52、全波整流电路53、比较调整电路54以及驱动信号生成电路55。

[0101] 电流电压转换电路52将来自振子2的激励电流80转换成电压,输出信号202。全波整流电路53对来自电流电压转换电路52的信号202进行全波整流,得到接近于直流的电压,输出信号204。

[0102] 比较调整电路54将来自全波整流电路53的信号204与来自比较电压供给电路56的电压进行比较,将已反映比较结果的信号即信号206输出到驱动信号生成电路55。

[0103] 然后,驱动信号生成电路55根据来自电流电压转换电路52的信号202,生成驱动信号82,根据信号206来调整驱动信号82的振幅。

[0104] 差动信号90、92的大小与激励电流80成正比。因此,为了与环境的变化无关地正确测定角速度,驱动电路5控制并输出驱动信号82,使激励电流80的振幅恒定。

[0105] 图14表示检测电路6的1个结构例。此外,对与图1~图2相同的要素标注同一符号并省略说明。检测电路6从传感器元件4接收差动信号90、92。然后,进行差动信号90、92所需的处理,生成与传感器元件4检测到的角速度相应的检测信号40。

[0106] 在此,由同步检波电路66进行向直流信号的转换,但是,为了便于说明,将进行该转换之前的处理的电路表现作前级电路70,将其之后的电路表现作后级电路72。

[0107] 如图14所示,前级电路70例如包含电流电压转换电路62-1、62-2、差动放大电路(差动放大器)63、高通滤波器(HPF)64、放大电路(AC放大器)65以及同步检波电路66的一部分。

[0108] 另外,后级电路72例如包含同步检波电路66的一部分、信号输出部67以及偏移调整电路69。

[0109] 电流电压转换电路62-1、62-2分别将差动信号90、92的电流转换成电压。差动信号90、92具有与传感器元件4检测到的角速度相应的电流值。此外,电流电压转换电路62-1和电流电压转换电路62-2是相同的结构。

[0110] 差动放大电路63接收从电流电压转换电路62-1、62-2输出的信号210、212双方,对这些信号的差分进行放大而将其作为信号214输出。

[0111] 高通滤波器64使信号214的高频成分透过,将其作为信号216输出。

[0112] 并且,放大电路65放大信号216而输出信号218。

[0113] 同步检波电路66接收信号218进行同步检波。此时,为了正确测定角速度,将偏移信号226从偏移调整电路69输入到同步检波电路66。

[0114] 信号输出部67接收从同步检波电路66输出的信号220,例如通过低通滤波器等进行滤波或者进行放大。然后,生成与传感器元件检测到的角速度相应的检测信号40。

[0115] 图15表示作为另一结构例的检测电路6A。可以采用检测电路6A以取代上述检测电路6。此外,对与图1~图2、图14相同的要素标注同一符号并省略说明。

[0116] 检测电路6A例如包含差动输入输出的电流电压转换电路62和AD转换器(ADC)68作为前级电路70。另外,后级电路72例如包含信号输出部67A和偏移调整电路69。

[0117] 检测电路6A与检测电路6不同,在由电流电压转换电路62将差动信号90、92的电流转换成电压之后,立即利用AD转换器68转换成与检测电路6的直流信号对应的信号222。

[0118] 此外,后级电路72的信号输出部67A为了与检测电路6的信号输出部67相同而进行滤波或放大,并且根据偏移信号226进行偏移调整。检测电路6A与检测电路6相比,能够减小电路规模。

[0119] 3. 与主机的连接

[0120] 图3的(A)~(B)是示出包含本实施方式的串行通信电路10的物理量测定装置1(从机)与作为主机的主装置100A、100B的连接图。此外,对与图1~图2相同的要素标注同一符号并省略说明。另外,主装置100A、100B例如是CPU。

[0121] 图3的(A)示出物理量测定装置1为了进行串行通信而与具备4个端子的主装置100A连接的状况。另外,图3的(B)示出物理量测定装置1为了进行串行通信而与仅具备3个端子的主装置100B连接的状况。包含本实施方式的串行通信电路10的物理量测定装置1能够与串行通信用端子数不同的CPU连接来执行SPI方式的串行通信而不改变端子的结构。

[0122] 如上所述,串行通信电路10能够根据判定部13(参照图1)中的同步识别代码的比较处理,了解通常可根据从机选择信号SS了解的“主机的选择”和“响应处理的开始定时”。因此,如图3的(B)所示,即使在不能利用从机选择信号SS时,也能够执行SPI方式的串行通信。

[0123] 在此,在图3的(B)中,在物理量测定装置1的外部进行将从机选择信号SS固定成“0”的处理。这是由于,串行通信电路10在从机选择信号SS是“1”时忽略时钟信号SCLK和输入数据MOSI中的至少一方。在此,优选在物理量测定装置1的内部(例如集成电路装置8的第1端子P1)使从机选择信号SS下降。这是由于,万一在物理量测定装置1的外部没有固定成“0”,也能够继续执行串行通信。

[0124] 另外,即使从机选择信号SS由于噪声等而瞬间成为“1”,也仅在其区间内忽略例如输入数据MOSI,继续执行串行通信。此时,仅仅是在产生后述的指令错误、同步识别代码错误时进行处理。并且,主机能够根据响应数据识别错误的产生,进行再次发送指令和同步识别代码这样的适当应对。

[0125] 由此,包含串行通信电路10的物理量测定装置1能够与串行通信用端子数不同的CPU(主装置100A、100B)连接,能够进行高可靠性的串行通信,因此能够应用于要求高安全性的汽车等的用途中。

[0126] 4. 串行通信电路的详细内容

[0127] 图4是示出本实施方式的串行通信电路10的结构例的图。此外,对与图1~图3相同的要素标注同一符号并省略说明。

[0128] 如图4所示,接收部11包含4字节(32比特)的移位寄存器111,串行接收输入数据MOSI。输入数据MOSI也可以是低位优先,但是,在以下的说明中假定是高位优先。

[0129] 判定部13包含接收指令1~指令3的缓冲器112-1~112-3、接收同步识别代码的缓冲器113以及判定这些缓冲器中保持的同步识别代码、指令是否是正确值的指令/同步识别代码判定电路114。

[0130] 将移位寄存器111的值即信号101根据其比特分配到判定部13的缓冲器112-1~112-3以及缓冲器113。在此,将按照每个字节对3字节的指令分割而成的指令分别称作指令

1、指令2、指令3(参照图11)。另外,同步识别代码的尺寸是1字节,缓冲器112-1~112-3以及缓冲器113的尺寸分别是1字节。

[0131] 指令/同步识别代码判定电路114分别接收这些缓冲器的值即信号102-1、信号102-2、信号102-3、信号103。然后,为了判定同步识别代码、指令是否是正确值,以1字节为单位执行与期待值的比较判定。此时,与利用4字节的输入数据MOSI进行比较判定的情况相比,能够缩短处理时间,还能够抑制电路规模的增大。

[0132] 在本实施方式中,同步识别代码的期待值是“01011000”的固定值,但不仅限于此。另外,虽然存在多个指令,但是代码预先决定。因此,指令1~指令3的期待值是任意一个指令的代码的一部分。例如,在图11的例子中,指令1的期待值是“01000100”、“01100000”、“00110000”、“00100100”等。

[0133] 与移位寄存器111接收到一组输入数据MOSI(4字节)无关,当同步识别代码与期待值不一致时,判定部13使发送控制部15串行输出固定值(全部比特是“1”)作为响应数据(图4的SER)。另外,在指令1~指令3中的任意一个与期待值不一致时,判定部13使发送控制部15设置响应数据的指令错误标志(图4的CEF)。在产生指令错误的情况下响应数据未被更新,因此,除了指令错误标志以外,与刚刚串行输出的相同。

[0134] 在同步识别代码错误和指令错误均没有产生的情况下,判定部13向发送控制部15输出控制信号。控制信号例如是指用于根据指令从检测信号40、状况信号30中选择必要数据的信号104和指示进行响应数据的更新变更或串行输出定时的信号105。

[0135] 发送控制部15包含:暂时存储/选择电路115;分别保持以字节为单位分割响应数据而成的响应1、响应2、响应3、响应4的寄存器117-1、117-2、117-3、117-4;校验和电路116;选择器118、119以及移位寄存器129。

[0136] 发送控制部15根据来自判定部13的信号104、105,从检测信号40、状况信号30中选择必要数据,并将其保持到暂时存储/选择电路115。将暂时存储的数据106适当分配到寄存器117-1~117-4,还输入到校验和电路116。校验和电路116为了主机能够判断在通信中是否产生了错误而计算校验和,并将其输出到寄存器117-2。

[0137] 当判定部13指示设置响应数据的指令错误标志时,发送控制部15将寄存器117-1的CEF比特设置成“1”。选择器118接收成为响应数据的寄存器117-1~117-4的值,分别作为1字节的信号108-1~108-4。然后,根据基于来自判定部13的信号105的选择信号(未图示),依次选择信号108-1~108-4。

[0138] 选择器119在同步识别代码错误的情况下选择固定值(全部比特是“1”),在没有同步识别代码错误的情况下选择来自选择器118的信号109。然后,移位寄存器129转换并行数据信号110进行串行输出。

[0139] 5.数据传输定时

[0140] 图5的(A)~图7的(B)是示出本实施方式的串行通信电路10进行的4线式和3线式的SPI通信中的数据传输定时的图。此外,对与图1~图4相同的要素标注同一符号并省略说明。

[0141] 图5的(A)示出4线式的SPI通信中的数据传输定时。如上所述,一组输入数据和响应数据是4字节,但是,以1字节为单位来划分进行通信的数据。即,每当通信1字节的数据时,从机选择信号SS成为“1”(期间 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $\dots$ 、 $t_{29} \sim t_{30}$),该期间的时钟信号SCLK

由串行通信电路10处理成不是有效的,即忽略时钟信号SCLK。

[0142] 图5的(B)示出采用串行通信电路10的3线式的SPI通信中的数据传输定时。此时,即使是3线式的SPI通信,仅通过主机在期间 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $\dots$ 、 $t_{29} \sim t_{30}$ 内屏蔽时钟信号SCLK的脉冲,就能够在完全相同的定时进行SPI通信。

[0143] 此外,在图5的(A)~(B)中,输入数据C1、C2、C3分别表示将3字节的指令按照每个字节分割而成的指令1、指令2、指令3。另外,“同步”表示1字节的同步识别代码。附加括弧的n、n+1等是用于以时间序列表示组的符号。例如期间 $t_0 \sim t_7$ 中包含的C1(n)、C2(n)、C3(n)、同步(n)是一组输入数据。

[0144] 然后,在图5的(A)~(B)中,响应数据R1~R4分别表示将响应数据以字节为单位分割而成的响应1、响应2、响应3、响应4。另外,附加括弧的n、n+1等是与基于响应数据的指令对应地附加的。即,表示根据指令C1(n)~C3(n)生成响应数据R1(n)~R4(n)。这些表述在以下的图6的(A)~图7的(B)、图9的(A)~图10的(B)中也是相同的。

[0145] 另外,在该例子中,串行通信电路10接收的一组输入数据(指令和同步识别代码)是4字节,串行通信电路10向主机发送的响应数据也是相同的4字节。因此,不会产生仅接收或发送的一方通信的区间,实现传输效率良好的全双工通信。

[0146] 图6的(A)示出在4线式的SPI通信中连续传输一组输入数据以及响应数据(4字节)时的定时。另一方面,图6的(B)示出采用串行通信电路10的3线式的SPI通信中的数据传输的定时。即使是4字节连续传输的3线式的SPI通信,仅仅是主机在期间 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $t_5 \sim t_6$ 内屏蔽时钟信号SCLK的脉冲,就能够在与4线式完全相同的定时进行SPI通信。

[0147] 然后,在采用串行通信电路10的SPI方式的串行通信中,还能够以2字节为单位进行划分。图7的(A)示出4线式的SPI通信中的定时。此时,也如图7的(B)所示,能够在完全相同的定时进行3线式的SPI通信。

[0148] 6.同步识别代码判定的详细内容

[0149] 在本实施方式的串行通信电路10中,可通过同步识别代码与作为预定值的从机选择值一致,了解“主机的选择”和“响应处理的开始定时”。因此,正确地判断已接收到同步识别代码是重要的。以下,详细地说明指令/同步识别代码判定电路114的处理。

[0150] 图8的(A)是说明判定部13的指令/同步识别代码判定电路114与接收部11的移位寄存器111的对应关系的图。移位寄存器111接收高位优先的输入数据MOSI,与时钟信号SCLK同步地每次移动1比特。此时,立即向缓冲器112-1~112-3、113取入移位寄存器111的值,指令/同步识别代码判定电路114执行比较判定。

[0151] 即,每当移位寄存器111的值与时钟信号SCLK同步移动时,指令/同步识别代码判定电路114至少对同步识别代码进行与期待值的比较判定。图8的(B)是表示指令/同步识别代码判定电路114针对同步识别代码的比较判定的图。指令/同步识别代码判定电路114每当缓冲器113的数据向左移动1比特时,与期待值“01011000”进行比较。

[0152] 在此,关于指令1~3,也可以与同步识别代码同样地进行比较,但是,在同步识别代码最终不一致的情况(例如,主机选择了其它从机的情况)下,指令1~3的比较处理无效。因此,在本实施方式中,为了进行有效的处理而等待同步识别代码的一致,然后执行与指令1~3的期待值的比较处理。在图8的(B)的例子中,在 $t=T_j \sim T_{j+3}$ 时,指令/同步识别代码判定电路114仅针对同步识别代码执行比较处理,在同步识别代码一致的 $t=T_{j+3}$ 以后,对指令

1~3执行比较处理。

[0153] 7. 错误产生时的数据传输定时

[0154] 图9的(A)~图10的(B)是说明错误产生时的4线式以及3线式的SPI通信中的数据传输的图。此外,对与图1~图8的(B)相同的要素标注同一符号并省略说明。

[0155] 图9的(A)示出在4线式的SPI通信中,输入数据中的同步(n)与期待值“01011000”不一致,作为响应数据串行输出全部比特是“1”的固定值(a11-1)的状况(同步识别代码错误应对,参照图4的SER)。

[0156] 在此,通常动作时响应数据中包含的标志在错误时变化成“1”。当与主机之间取得同步时,可通过使特定的比特标志(例如CEF比特)成为“1”,向主机侧传递产生错误的情况。但是,在同步识别代码错误的情况下,主机接收的响应数据的定时有可能产生偏差。因此,通过串行输出32比特全部是“1”的响应数据,即使主机从与通常偏差的比特位置进行了接收,也能够识别错误标志是“1”的情况。

[0157] 此外,串行通信电路10在能够识别一组输入数据(即指令和同步识别代码)的全部之前,使响应数据是固定值(a11-1)。在图9的(A)的例子中,在识别C1(n+2)~C3(n+2)和同步(n+2)之后,串行输出通常的响应数据R1(n+2)~R4(n+2)。

[0158] 图9的(B)是3线式的SPI通信中的时序图,与图9的(A)的情况即4线式的SPI通信相同,因而省略说明。

[0159] 图10的(A)示出在4线式的SPI通信中,输入数据中的C2(n+1)与期待值不一致而成为错误,将刚刚串行输出的响应数据的指令错误标志(CEF)设为“1”再次发送(指令错误应对,参照图4的CEF)的情况。

[0160] 此时,由于已与主机取得串行通信的同步,因此,将指令错误标志(CEF)设为“1”,主机能够容易地识别指令错误的产生。此外,串行通信电路10忽略包含错误的指令C1(n+1)~C3(n+1)。

[0161] 图10的(B)是3线式的SPI通信中的时序图,与图10的(A)的情况相比,仅在C1(n+1)中产生错误这一点不同,除此之外均与4线式的SPI通信相同,因而省略说明。

[0162] 此外,在图9的(A)~图10的(B)中采用4字节连续传输的例子进行了说明,但是,在以1字节为单位发送接收数据的情况下和以2字节为单位发送接收数据的情况下,错误应对均是相同的。

[0163] 8. 输入数据、响应数据

[0164] 图11、图12是分别示出串行通信电路10采用的输入数据(指令、同步识别代码)、响应数据的具体例子的图。

[0165] 如图11所示,输入数据是4字节(32比特),上位的3字节是指令,下位的1字节是同步识别代码。指令按照每个字节进行分割,从上位侧起称作指令1、指令2、指令3。

[0166] 主机请求包含串行通信电路10的物理量测定装置1输出例如物理量(在本实施方式中是角速度)时,发送包含3字节的命令代码(指令1~指令3)和1字节的同步识别代码的共计4字节的第1指令。此外,在本实施方式中,同步识别代码在全部指令中是共用的。当示出具体例子时,在主机请求NOP的情况下发送的指令(第3指令)是“00110000_00011010_00001111_01011000”。

[0167] 在此,为了进行高可靠性的通信,串行通信电路10正确地判断已接收到到同步识

别代码的情况是重要的。因此,优选同步识别代码与指令1~指令3作为代码具有较大差异,从而不能混同。

[0168] 在本实施方式中,同步识别代码“01011000”与指令1~指令3中的任意1个相比不同在2个比特以上。因此,即使在指令的接收中偶然受到噪声等的影响而产生1比特的错误(比特的反转),串行通信电路10也不会误识别为是同步识别代码。并且,此时作为指令错误进行处理,因此主机能够采取适当的应对。另外,关于由指令1~指令3构成的指令(命令代码),某命令代码与其它命令代码的不同也在2个比特以上。因此,即使在指令的接收中偶然受到噪声等的影响而产生1比特的错误(比特的反转),串行通信电路10也不会错误地作为其它指令进行处理。

[0169] 图12是响应数据的具体例子。在针对全部指令的响应数据中共同地包含指令错误标志(CEF)。因此,主机能够容易地掌握指令错误的产生。

[0170] 另外,如上所述,在同步识别代码错误的情况下,串行输出全部比特是“1”的固定值作为响应数据。此外,在本实施方式中,针对全部指令的响应数据包含指令固有ID。因此,在指令错误的情况下进行再次发送时,除了指令错误标志(CEF)是“1”之外,指令固有ID与上次的响应数据相同,由此主机能够容易地掌握指令错误的产生。

[0171] 9.流程图

[0172] 图16是示出串行通信电路10进行的通信控制(串行通信方法)的流程图。串行通信电路10在4线式的SPI通信的情况下和3线式的SPI通信的情况下,均确认从机选择信号SS是否有效(“0”)的(S10)。如果从机选择信号SS是无效(“1”)的(S10N),则忽略时钟信号SCLK以及输入数据MOSI中的至少一方,返回S10的步骤。

[0173] 串行通信电路10在从机选择信号SS有效(“0”)时(S10Y),接收一组输入数据(指令和同步识别代码)(S20)。然后,串行通信电路10比较同步识别代码是否是期待值“01011000”(S30)。当同步识别代码最终未成为“01011000”而产生同步识别代码错误时(S30N),串行通信电路10串行输出全部比特是“1”的响应数据,返回S10的步骤(S80)。

[0174] 串行通信电路10在同步识别代码是期待值“01011000”的情况下(S30Y),对指令1~指令3与期待值进行比较,判断是否是正确的代码(S40)。当指令1~指令3最终不是正确代码而产生指令错误时(S40N),串行通信电路10在将错误标志(CEF)设为“1”之后,再次发送刚刚串行输出的响应数据(S70),返回S10的步骤。

[0175] 串行通信电路10在指令1~指令3是正确代码时(S40Y),根据由指令1~指令3构成的指令生成响应数据,开始串行输出(S60),返回S10的步骤。此外,在利用指令请求其它响应处理(例如NOP)时,执行该响应处理。

[0176] 10.电子设备

[0177] 包含本实施方式的串行通信电路10的物理量测定装置1可以是电子设备200的一部分。采用图17~图18来说明电子设备200。此外,对与图1~图16相同的要素标注同一符号并省略说明。

[0178] 图17是电子设备200的功能框图。电子设备200构成为包含物理量测定装置1、CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)320、操作部330、ROM(Read Only Memory:只读存储器)340、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)350、通信部360、显示部370以及声音输出部380。此外,电子设备200可以省略或变更图17的构成要素(各部)的一部分,也

可以采用附加有其它构成要素的结构。

[0179] 物理量测定装置1根据来自CPU320的指令,检测例如角速度等的物理量进行输出。物理量测定装置1和CPU320进行4线式的SPI通信或3线式的SPI通信。在此,CPU320与图3的(A)~图3的(B)的主装置100A、100B对应。

[0180] CPU320根据存储在ROM340等中的程序,采用来自物理量测定装置1的数据等进行各种计算处理。另外,CPU320进行各种控制处理。例如CPU320进行与来自操作部330的操作信号相应的各种处理、为了与外部进行数据通信而控制通信部360的处理、发送用于使显示部370显示各种信息的显示信号的处理、使声音输出部380输出各种声音的处理等。

[0181] 操作部330是由操作键或按钮开关等构成的输入装置,向CPU320输出与用户的操作相应的操作信号。

[0182] ROM340存储有用于CPU320进行各种计算处理或控制处理的程序或数据等。

[0183] 将RAM350用作CPU320的作业区域,暂时存储从ROM340读出的程序或数据、从操作部330输入的数据、CPU320根据各种程序执行的运算结果等。

[0184] 通信部360进行用于使CPU320与外部装置之间的数据通信成立的各种控制。

[0185] 显示部370是由LCD(Liquid Crystal Display:液晶显示器)等构成的显示装置,根据从CPU320输入的显示信号来显示各种信息。

[0186] 并且,声音输出部380是扬声器等输出声音的装置。

[0187] 电子设备200采用包含上述串行通信电路10的物理量测定装置1。因此,与作为主机的CPU320进行串行通信的可靠性高。另外,在CPU320具有4个SPI方式的通信用端子的情况下和仅具有3个SPI方式的通信用端子的情况下,均能够与物理量测定装置1无问题地进行连接。从而不会产生与CPU320相应地准备多种物理量测定装置1引起的成本上、产品管理上的问题。因此,能够提供可靠性高,在成本方面良好的电子设备200。

[0188] 作为电子设备200可考虑各种电子设备。例如,可举出个人计算机(例如移动型个人计算机、膝上型个人计算机、平板型个人计算机)、移动电话机等移动终端、数字静态照相机、喷墨式排出装置(例如喷墨打印机)、路由器或开关等存储区网络设备、局域网络设备、电视、摄像机、录像机、汽车导航装置、寻呼机、电子笔记本(包含带通信功能的)、电子词典、电子计算机、电子游戏设备、游戏用控制器、文字处理器、工作站、可视电话、防盗用电视监视器、电子望远镜、POS终端、医疗设备(例如电子体温计、血压计、血糖计、心电图计测装置、超声波诊断装置、电子内窥镜)、鱼群探测器、各种测定设备、计量仪器类(例如车辆、飞机、船舶的计量仪器类)、飞行模拟器、头盔式显示器、运动扫描器、运动跟踪器、运动控制器、PDR(行人位置方位计测)等。

[0189] 图18是概略示出作为移动体的一例的汽车的图。在汽车400上搭载有作为电子设备200的一例的行车记录仪(车辆用计量仪器的一例)。行车记录仪是处理例如安装在汽车400上的前方照相机201或后方照相机203的视频并存储必要信息的装置。此时,除了来自前方照相机201或后方照相机203的视频之外,CPU320能够从物理量测定装置1通过串行通信取得并记录表示汽车行驶状态的角速度这样的物理量。

[0190] 另外,电子设备200除此之外还能够广泛应用于无钥匙进入系统、汽车防盗器、汽车导航系统、汽车空调、防锁死刹车系统(ABS)、安全气囊、轮胎压力监视系统(TPMS:Tire Pressure Monitoring System)、引擎控制器、混合汽车或电动汽车的电池监视器、车体控

制系统等的电子设备控制单元(ECU:Electronic Control Unit:电器控制单元)。

[0191] 本发明不仅限于这些例示,包含与实施方式中说明的结构实质上相同的结构(例如功能、方法以及结果相同的结构、或者目的以及效果相同的结构)。另外,本发明包含置换实施方式中说明的结构非本质部分而得到的结构。另外,本发明包含能够起到与实施方式中说明的结构相同的作用效果的结构或能够达到同一目的的结构。另外,本发明包含对实施方式中说明的结构附加公知技术而得到的结构。

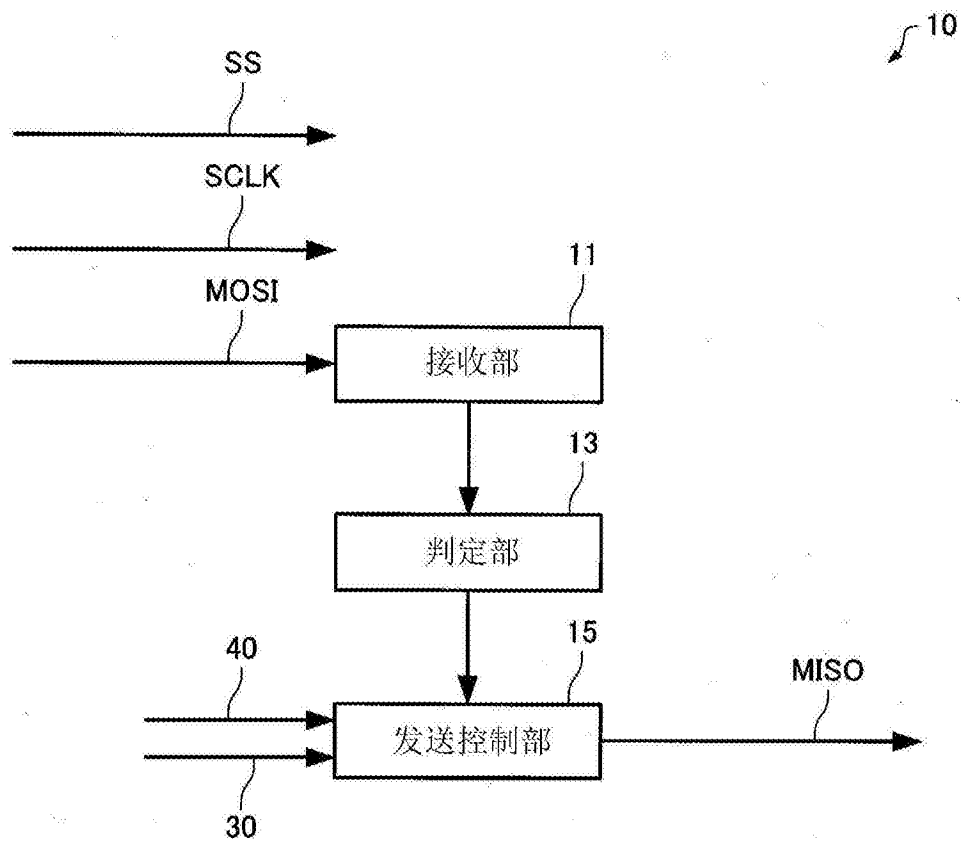


图1

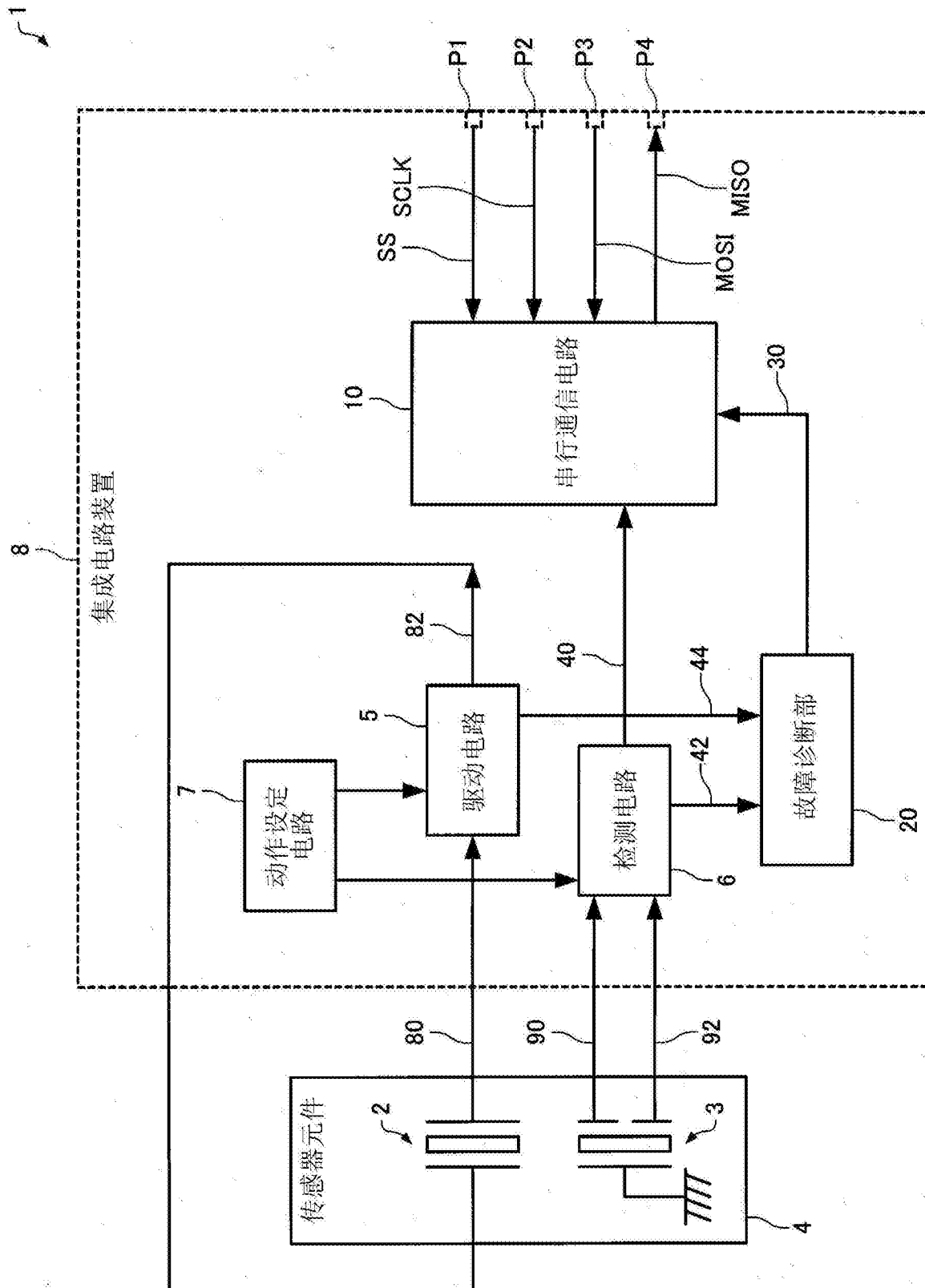
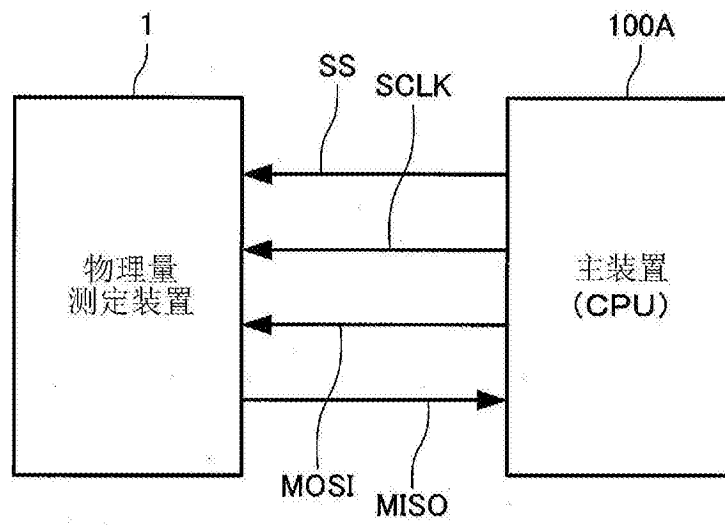


图2

(A)



(B)

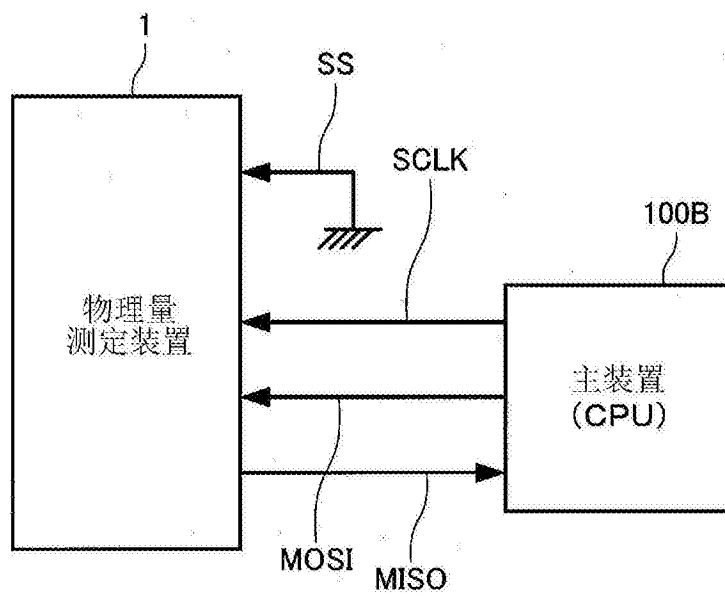


图3

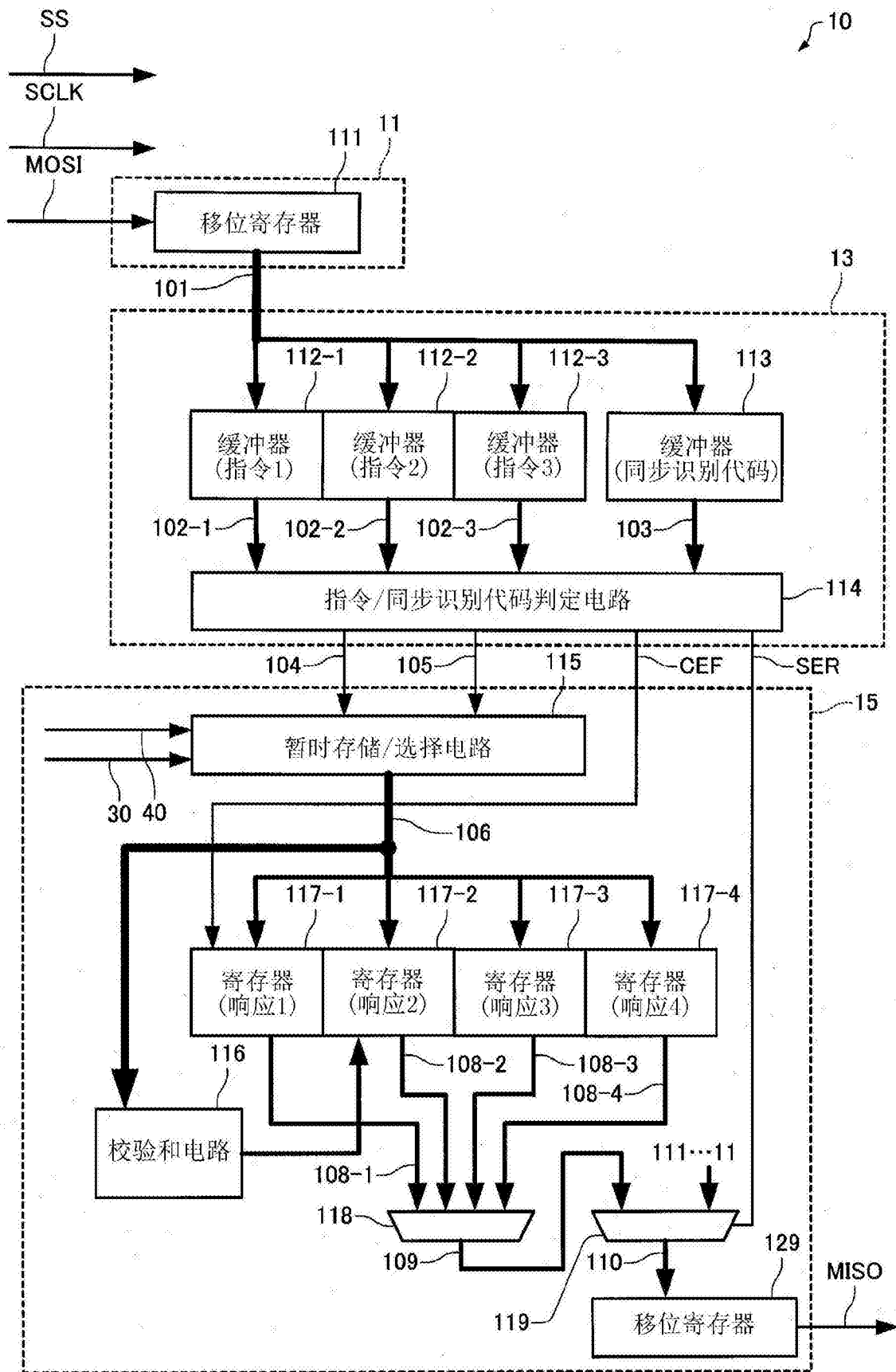


图4

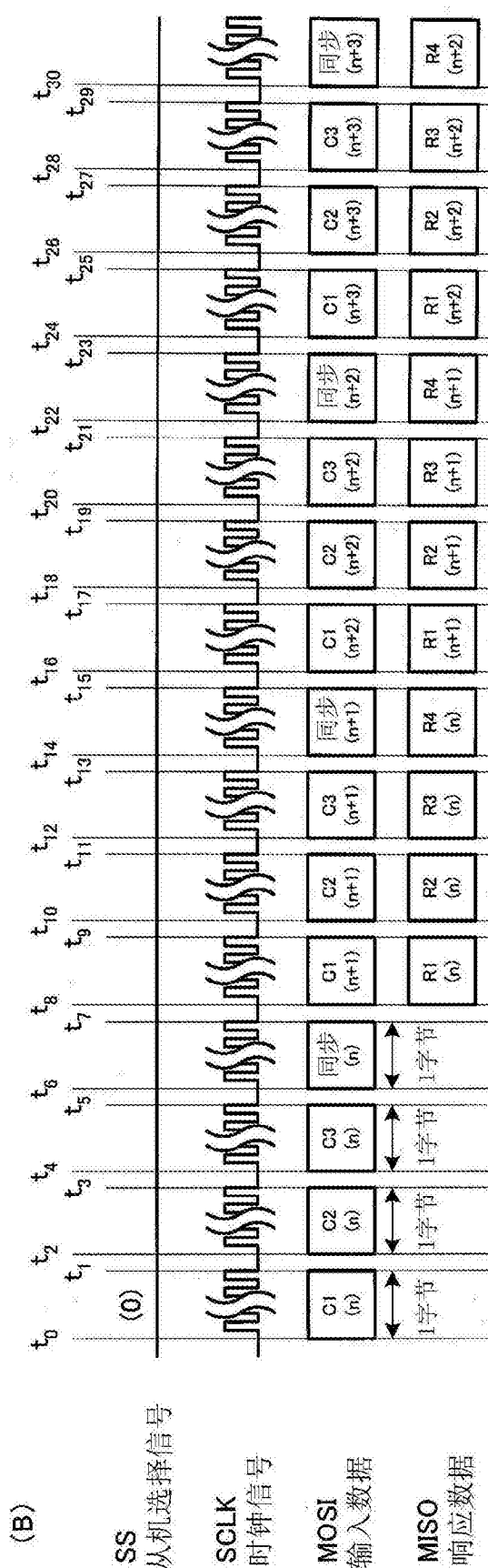
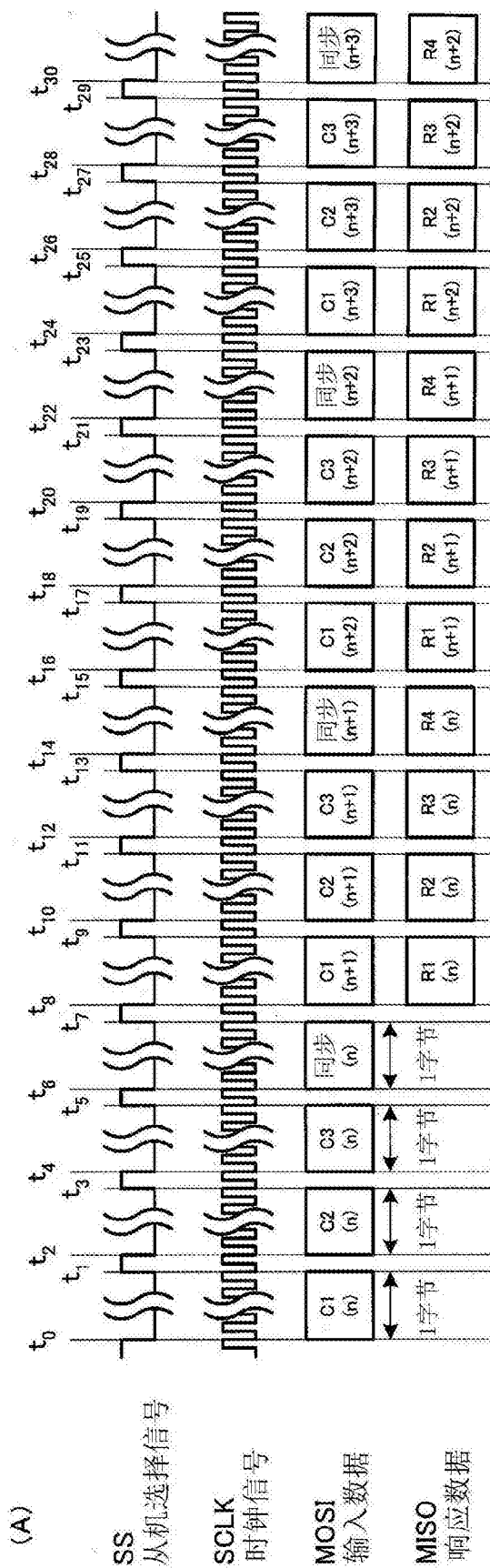


图5

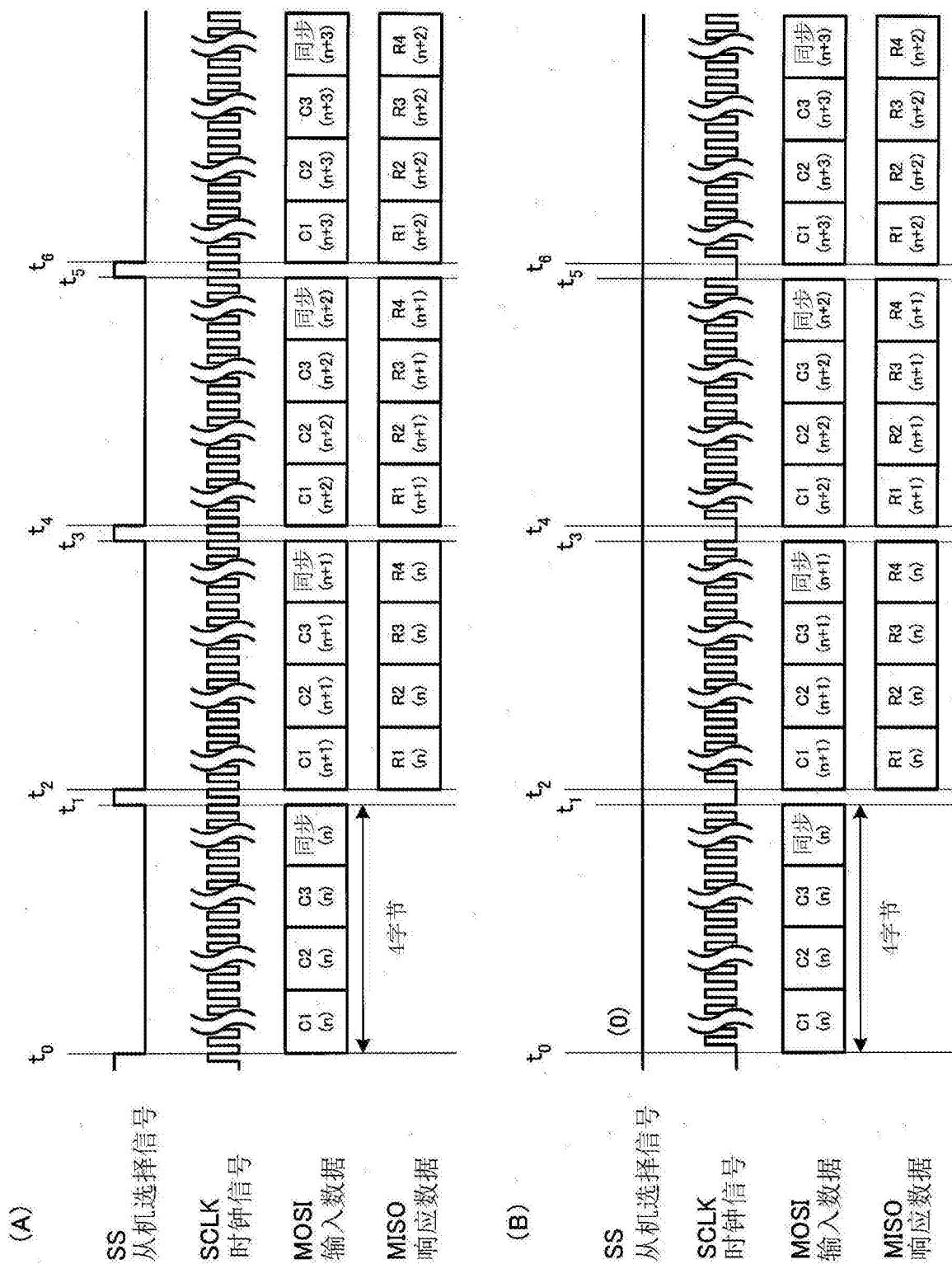


图6

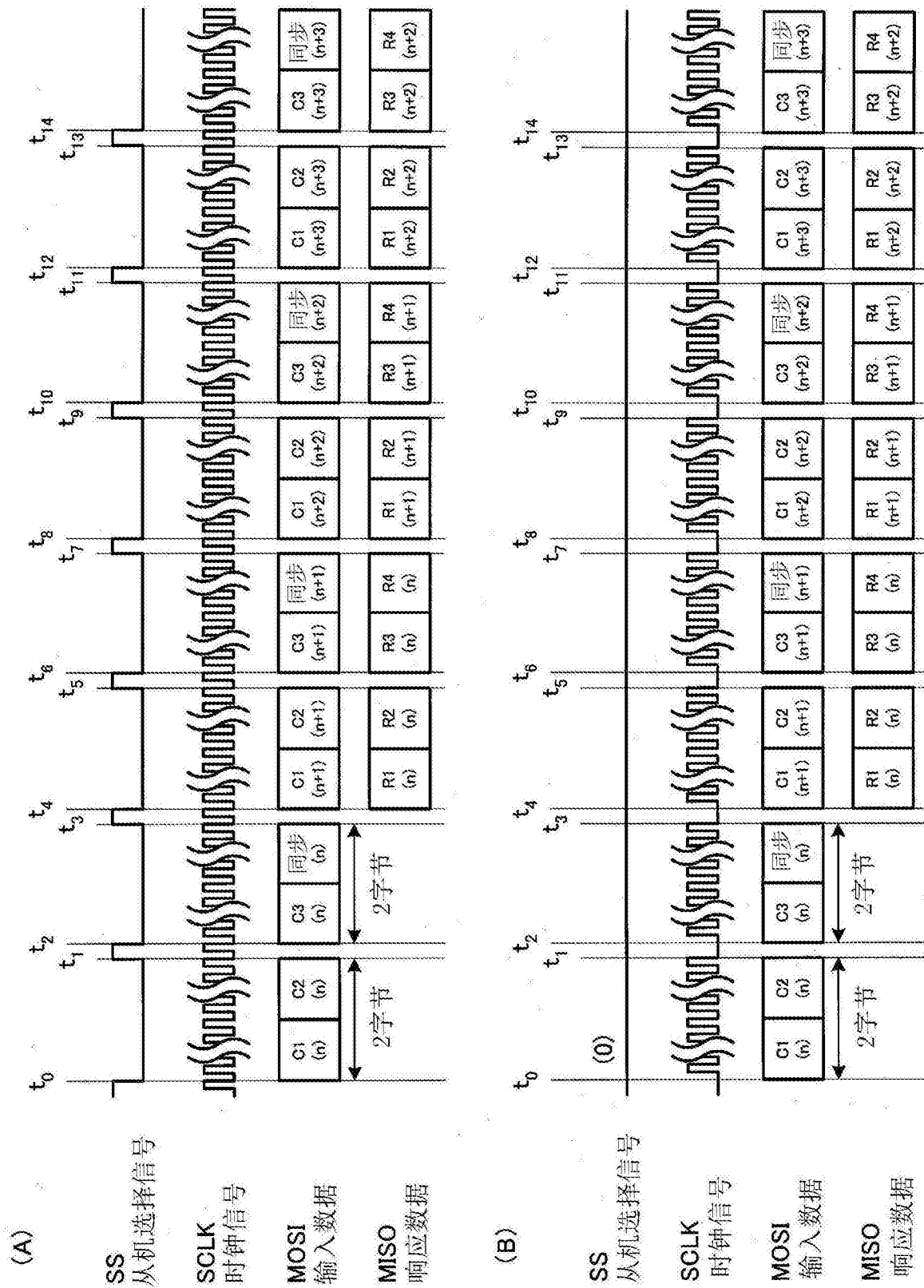
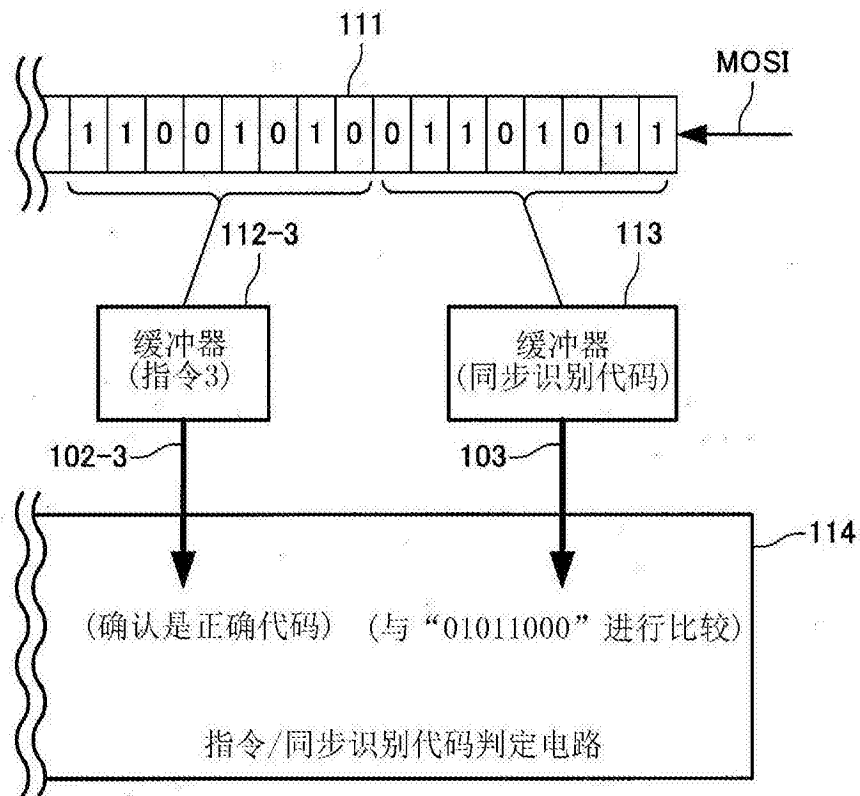


图7

(A)



(B)

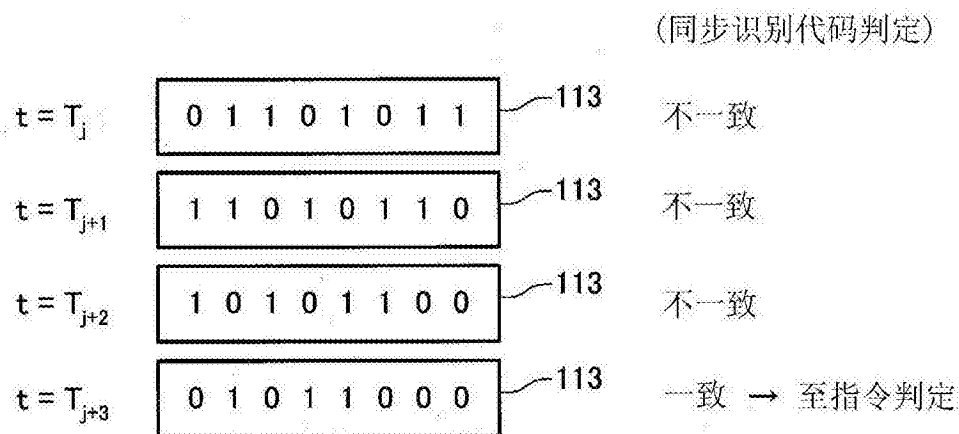


图8

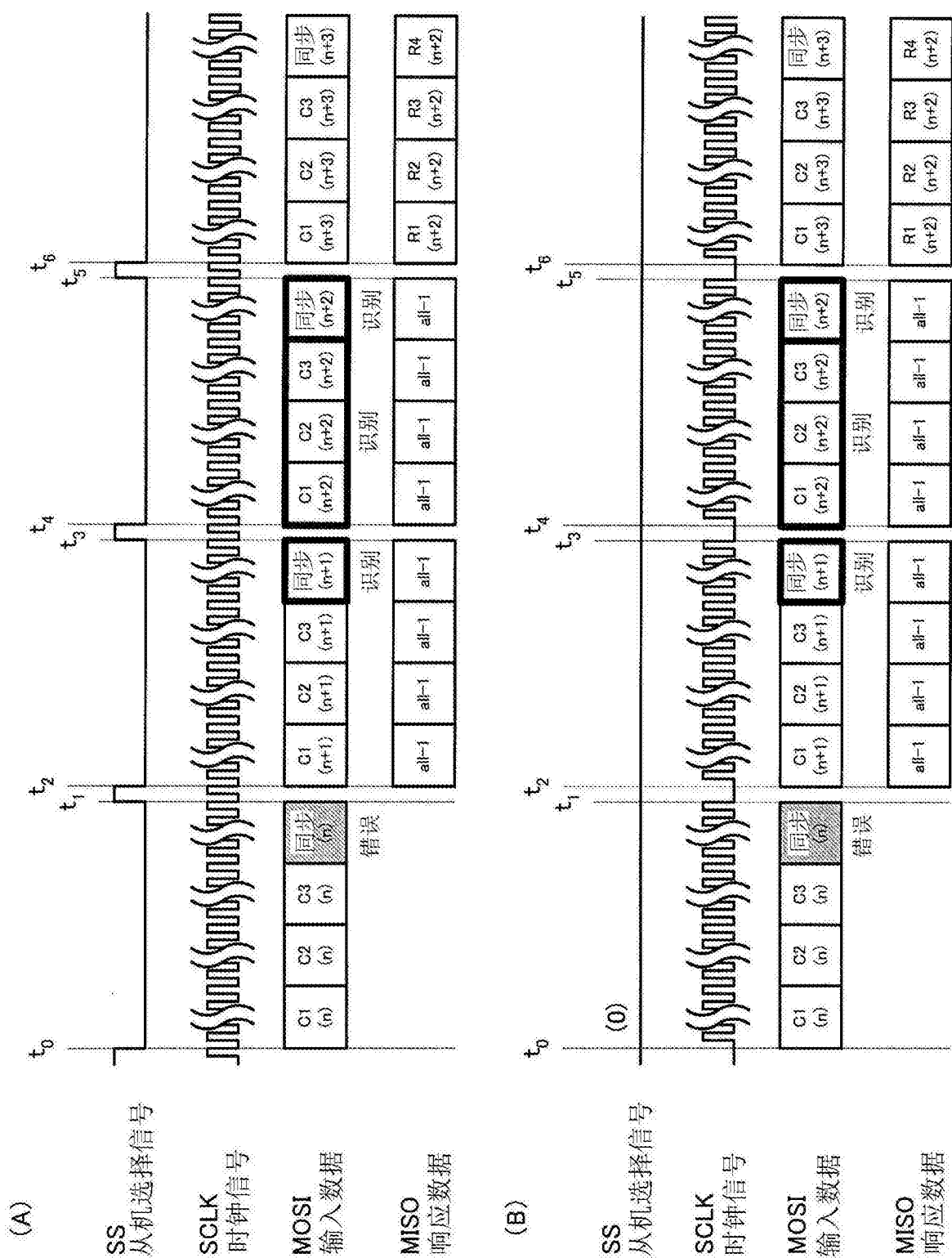


图9

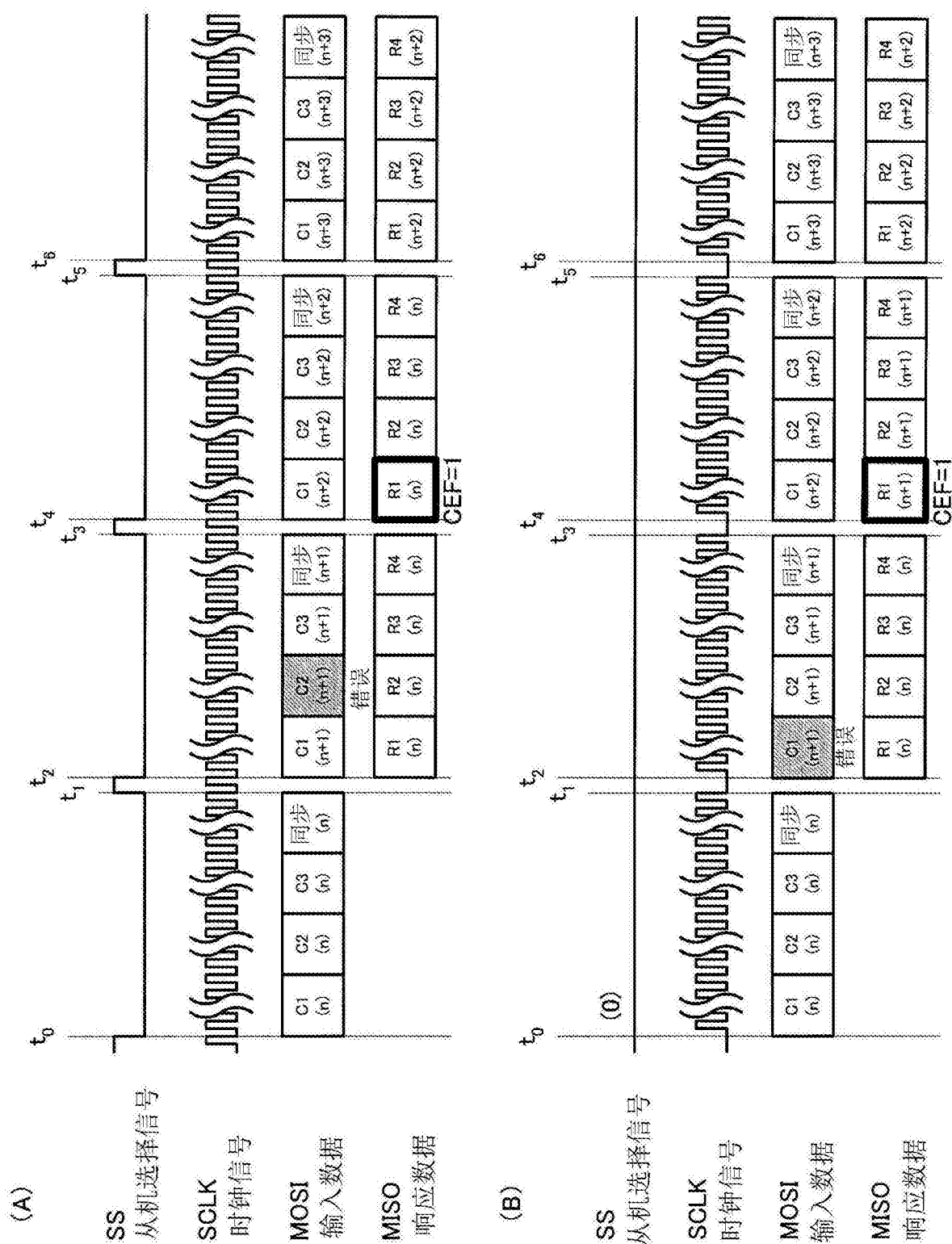


图10

指令名	指令(命令代码)			同步识别代码
	指令1	指令2	指令3	
	比特31-24	比特23-16	比特15-8	
第1指令(输出物理量)	01000100	00100110	01010011	01011000
第2指令(输出ID代码)	01100000	00110010	00011011	
第3指令(NOP)	00110000	00011010	00001111	
第4指令	00100100	01010010	00101011	
...	...	...	...	...

图11

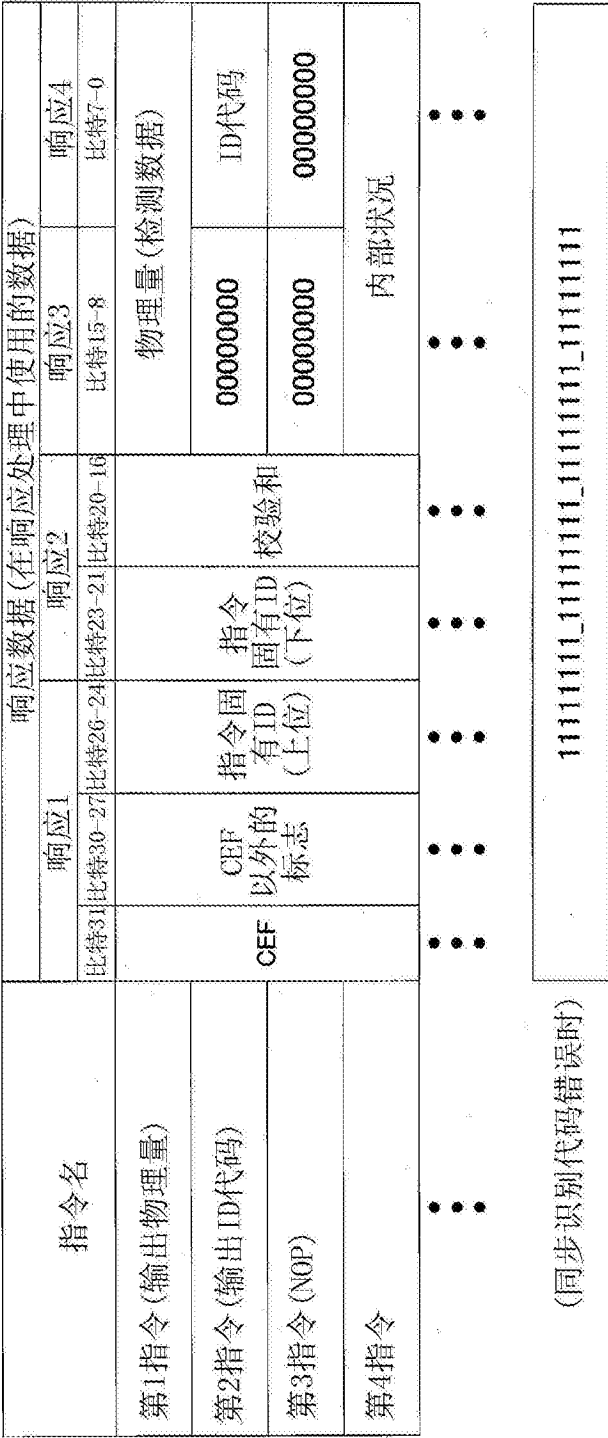


图12

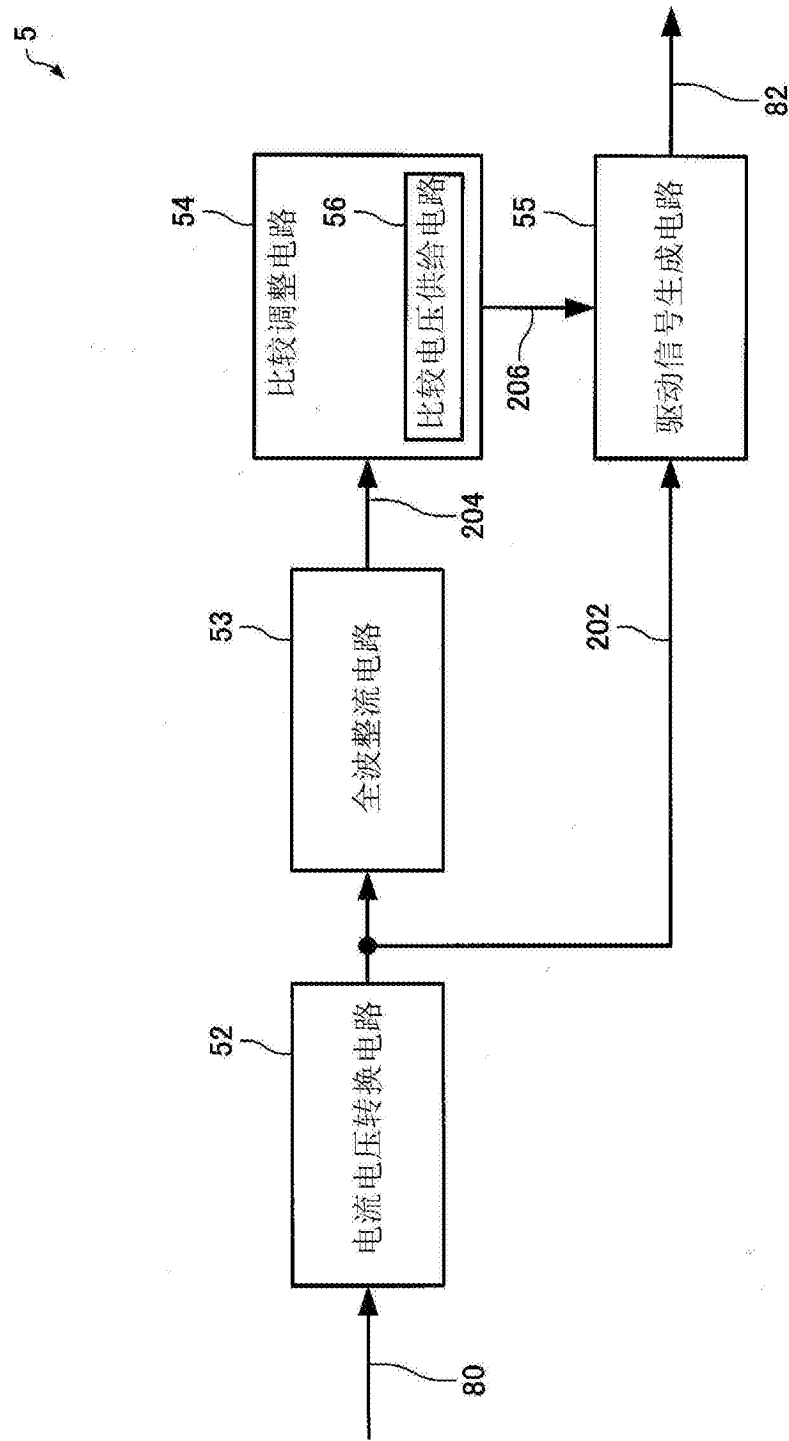


图13

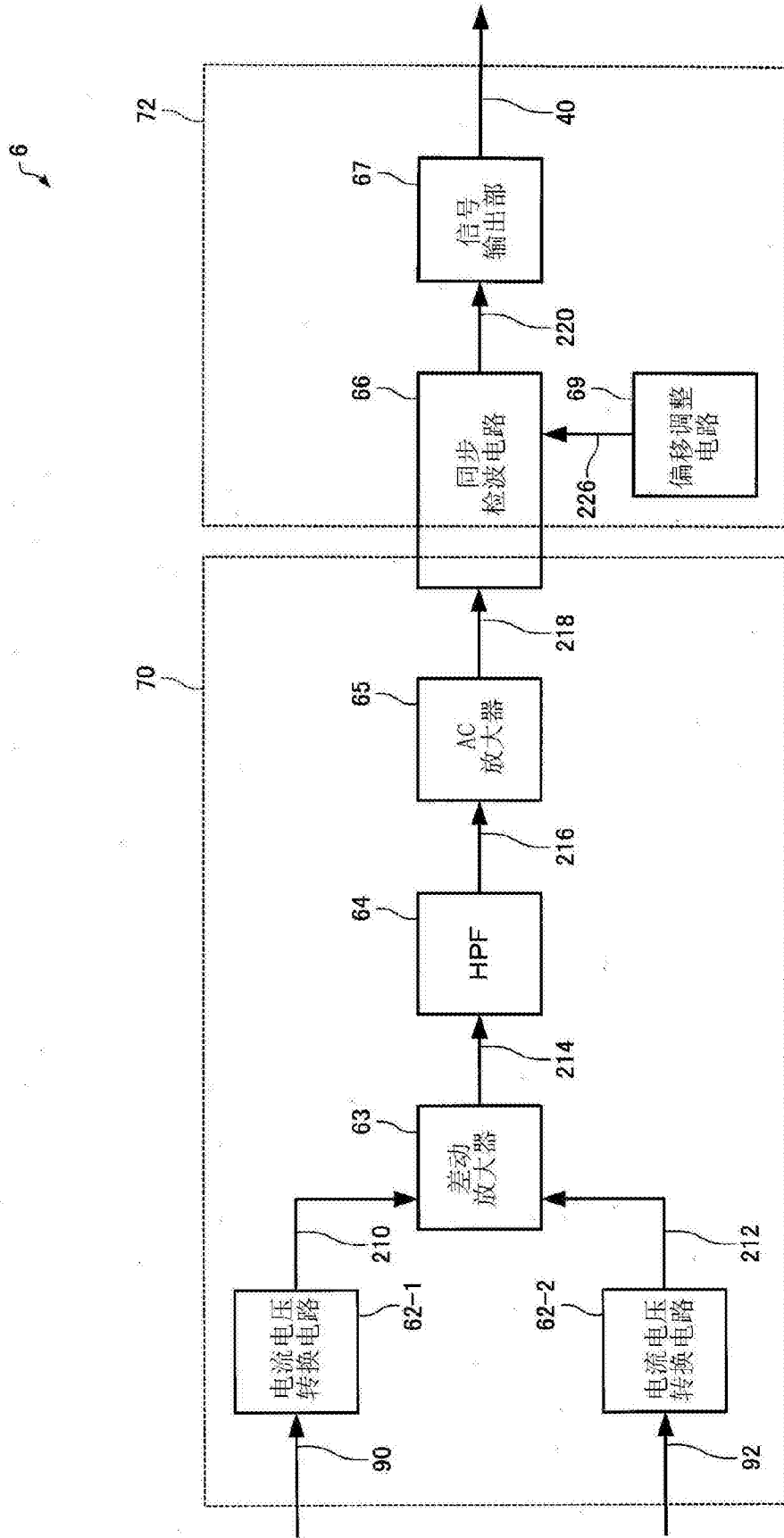


图14

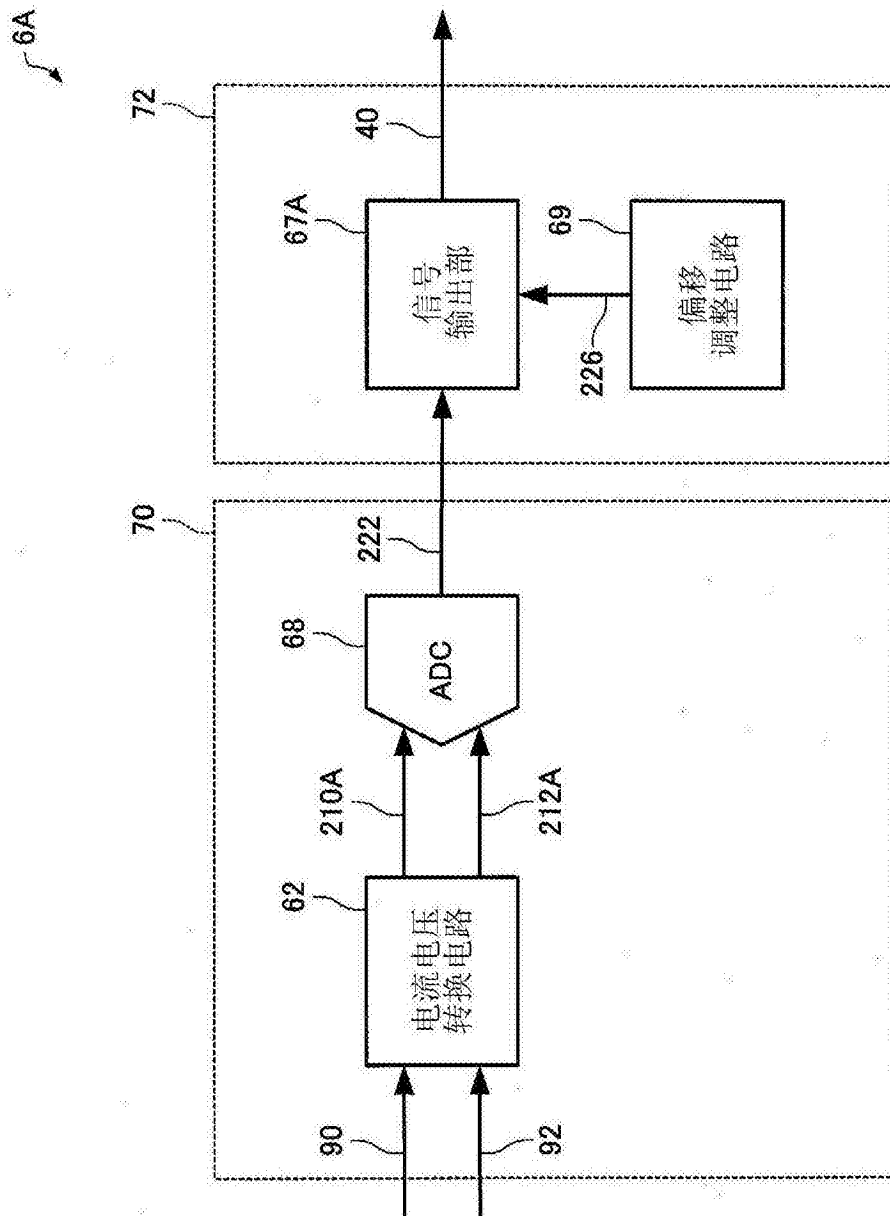


图15

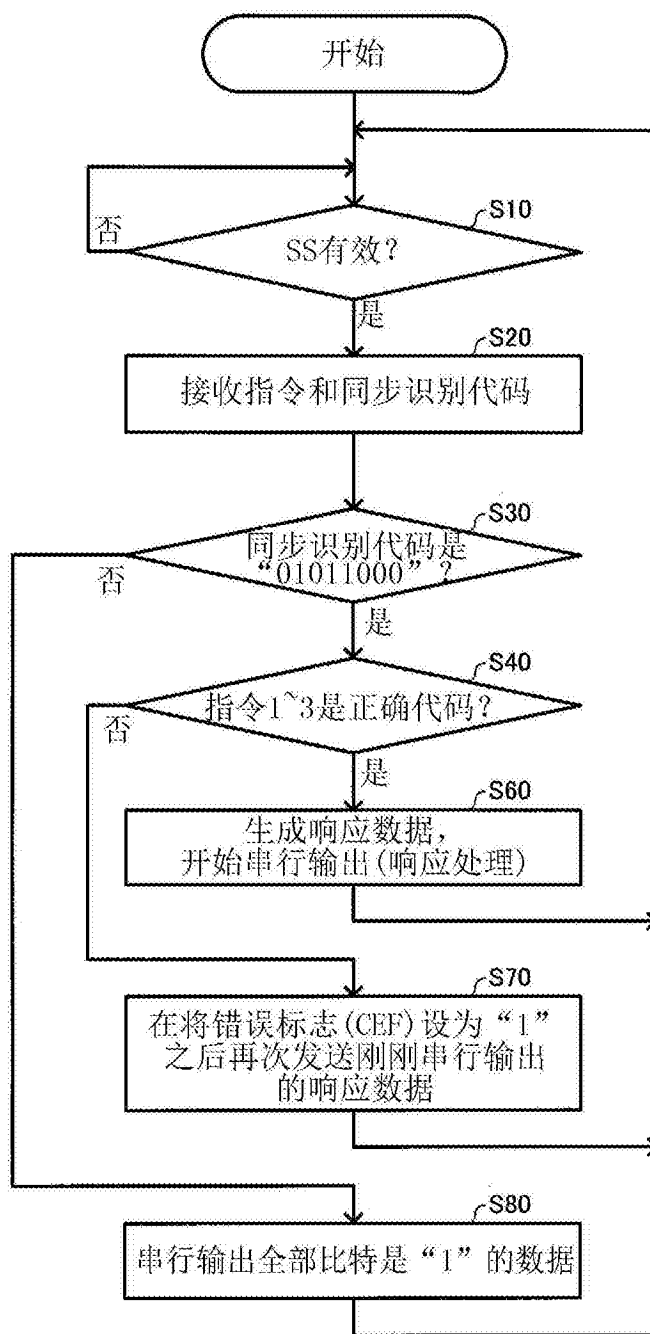


图16

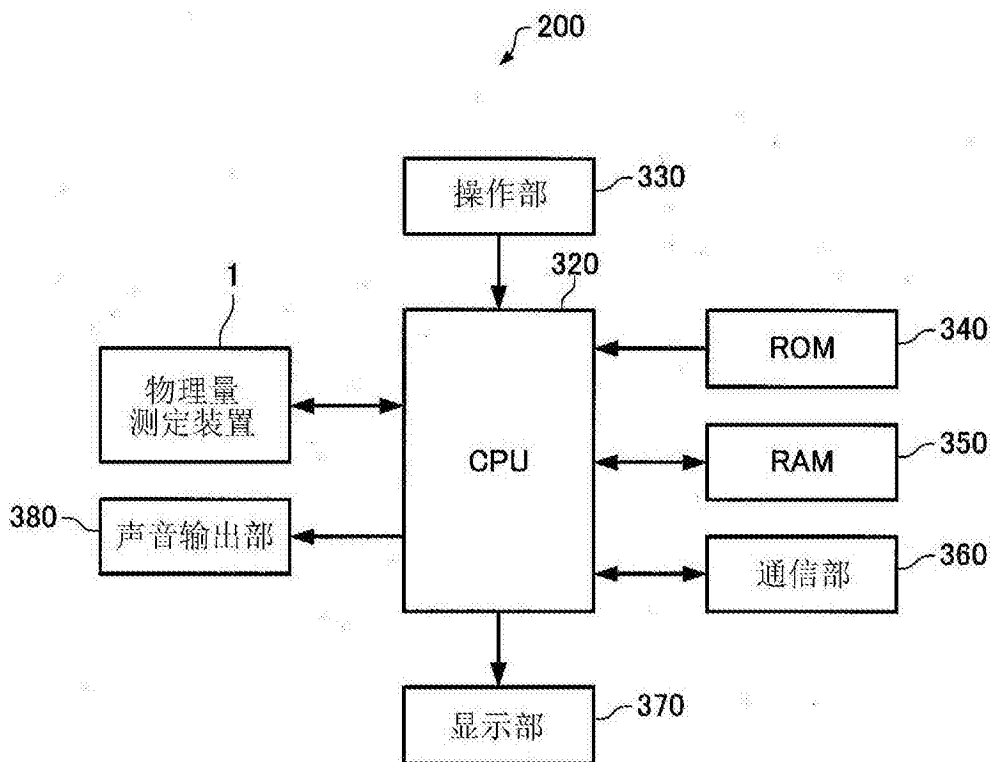


图17

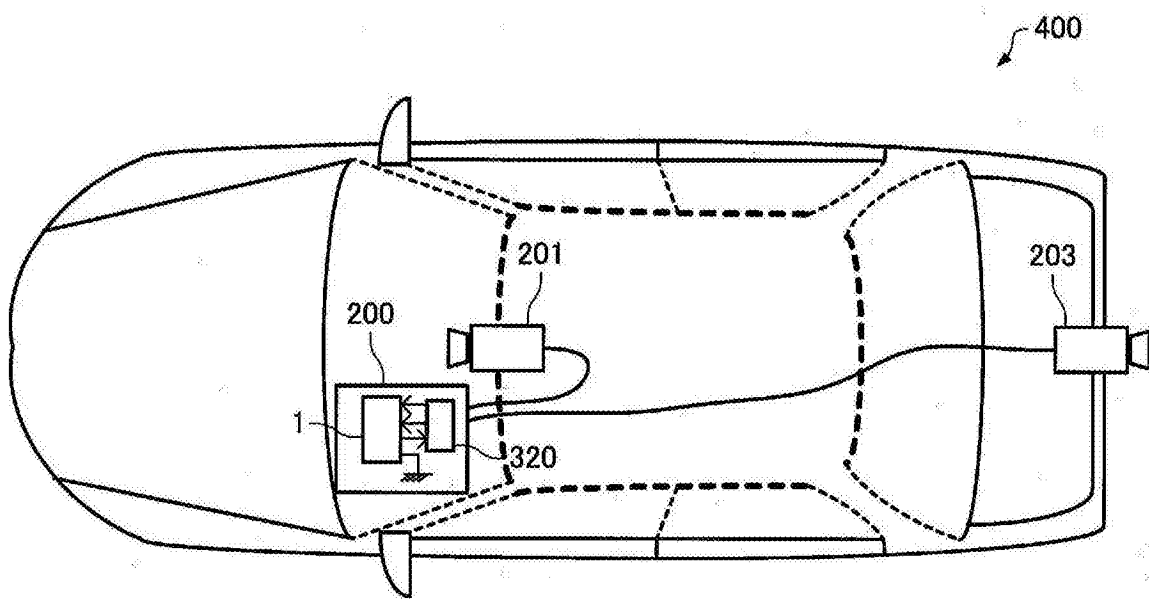


图18