



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106209078 B

(45) 授权公告日 2021.06.04

(21) 申请号 201610313172.3

(22) 申请日 2016.05.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106209078 A

(43) 申请公布日 2016.12.07

(30) 优先权数据  
2015-107644 2015.05.27 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 牧义之

(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 黄纶伟

(51) Int.Cl.

H03L 7/085 (2006.01)

H03L 7/099 (2006.01)

H03L 7/18 (2006.01)

G04F 5/14 (2006.01)

G01S 19/25 (2010.01)

(56) 对比文件

CN 102801415 A, 2012.11.28

CN 102210102 A, 2011.10.05

审查员 杨苏倩

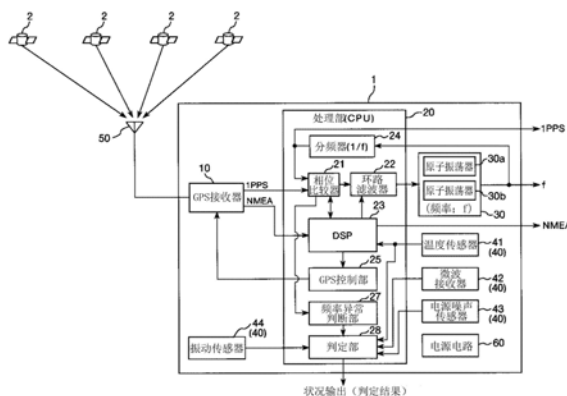
权利要求书1页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

定时信号生成装置、电子设备和移动体

(57) 摘要

定时信号生成装置、电子设备和移动体。定时信号生成装置能够锁定频率异常的原因，提高维护和修理等的作业效率，电子设备和移动体具有该定时信号生成装置。作为解决手段，定时信号生成装置(1)具有：输出1PPS的GPS接收器(10)；输出用于与1PPS同步的时钟信号的原子振荡器(30)；对1PPS和时钟信号的相位进行比较的相位比较器(21)；利用相位比较器(21)的比较结果判断时钟信号的频率是否异常，并输出包含该判断结果的频率异常信息的频率异常判断部(27)；检测对比较结果带来影响的环境信息的传感器部(40)；以及利用频率异常信息和环境信息判定异常的原因的判定部(28)。



1. 一种定时信号生成装置,其特征在于,该定时信号生成装置具有:  
基准定时信号输出部,其输出基准定时信号;  
原子振荡器,其输出用于与所述基准定时信号同步的时钟信号;  
相位比较器,其对所述基准定时信号和所述时钟信号的相位进行比较;  
频率异常判断部,其利用所述相位比较器的比较结果,判断所述时钟信号的频率是否异常,并输出包含该判断结果的频率异常信息;  
传感器部,其检测环境信息;以及  
判定部,其利用所述频率异常信息和所述环境信息,判定所述异常的原因,  
所述原子振荡器基于具有彼此不同的两个基态的金属原子的能量跃迁而进行振荡,  
所述传感器部具有微波接收器,该微波接收器能够检测与所述两个基态之间的能量差对应的频率的微波,  
所述环境信息包含与所述微波有关的信息。
2. 根据权利要求1所述的定时信号生成装置,其中,  
所述传感器部具有能够检测所述原子振荡器受到的振动的振动传感器,  
所述环境信息包含与所述振动有关的信息。
3. 根据权利要求1所述的定时信号生成装置,其中,  
所述传感器部具有能够检测电源噪声的电源噪声传感器,  
所述环境信息包含与所述电源噪声有关的信息。
4. 根据权利要求1所述的定时信号生成装置,其中,  
所述传感器部具有能够检测所述原子振荡器的温度的温度传感器,  
所述环境信息包含与所述温度有关的信息。
5. 根据权利要求1所述的定时信号生成装置,其中,  
该定时信号生成装置具有输出所述判定部的判定结果的输出部。
6. 根据权利要求1所述的定时信号生成装置,其中,  
所述基准定时信号输出部是GPS接收器。
7. 一种电子设备,其特征在于,该电子设备具有权利要求1~3中的任意一项所述的定时信号生成装置。
8. 一种移动体,其特征在于,该移动体具有权利要求1~3中的任意一项所述的定时信号生成装置。

## 定时信号生成装置、电子设备和移动体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及定时信号生成装置、电子设备和移动体。

### 背景技术

[0002] 作为利用了人造卫星的全球导航卫星系统 (GNSS:Global Navigation Satellite System) 之一的GPS (Global Positioning System, 全球定位系统) 所使用的GPS卫星, 装载有精度极高的原子时钟, 向地面发送叠加了GPS卫星的轨道信息和/或准确的时刻信息等的卫星信号。从GPS卫星发送的卫星信号被GPS接收器接收。并且, GPS接收器根据叠加于卫星信号的轨道信息和/或时刻信息, 进行计算GPS接收器的当前位置和/或时刻信息的处理、和/或生成与世界标准时间 (UTC:Coordinated Universal Time) 同步的准确的定时信号 (1PPS) 的处理等。1PPS的精度取决于所设定的接收点的位置信息的精度, 因此对GPS接收器设定准确的位置信息是重要的。

[0003] 例如, 专利文献1记载的基准频率产生装置具有GPS接收器、铷振荡器和石英振荡器, 在铷振荡器正常时, 使用包含铷振荡器的第一PLL电路, 使铷振荡器的输出信号与GPS接收器接收到的参考信号 (1PPS) 同步并作为基准频率信号输出, 另一方面, 在铷振荡器不正常时, 使用包含石英振荡器的第二PLL电路, 使石英振荡器的输出信号与GPS接收器接收到的参考信号 (1PPS) 同步并作为基准频率信号输出。

[0004] 在此, 在专利文献1记载的基准信号产生装置中, 当铷振荡器的输出信号与参考信号之间的相位差超出规定范围时, 判断为铷振荡器发生了故障, 进行上述PLL电路的切换。在这样的装置中, 在铷振荡器中能够检测到输出信号的所谓频率偏移和频率跳变那样的频率异常。

[0005] 但是, 在专利文献1记载的基准信号产生装置中, 铷振荡器的输出信号频率异常的原因不明, 因此存在维护和修理等的作业效率不佳的问题。

[0006] 专利文献1: 日本特开2011-155367号公报

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供能够锁定频率异常的原因、提高维护和修理等的作业效率的定时信号生成装置, 并且提供具有上述定时信号生成装置的电子设备和移动体。

[0008] 本发明为了解决上述课题的至少一部分而提出, 能够作为以下的形态或应用例来实现。

[0009] [应用例1]

[0010] 本发明的定时信号生成装置的特征在于, 该定时信号生成装置具有: 基准定时信号输出部, 其输出基准定时信号; 振荡器, 其输出用于与所述基准定时信号同步的时钟信号; 相位比较器, 其对所述基准定时信号和所述时钟信号的相位进行比较; 频率异常判断部, 其利用所述相位比较器的比较结果, 判断所述时钟信号的频率是否异常, 并输出包含该判断结果的频率异常信息; 传感器部, 其检测环境信息; 以及判定部, 其利用所述频率异常

信息和所述环境信息,判定所述异常的原因。

[0011] 根据这样的定时信号生成装置,能够锁定振荡器的时钟信号异常的原因,其结果是,能够提高维护和修理等的作业效率。此外,在此,“对基准定时信号和时钟信号的相位进行比较”也包含如下情况:对从基准定时信号输出部输出的基准定时信号、和将从振荡器输出的时钟信号进行分频得到的时钟信号的相位进行比较。

[0012] [应用例2]

[0013] 在本发明的定时信号生成装置中,优选所述振荡器是原子振荡器。

[0014] 原子振荡器与石英振荡器相比,优点在于长期稳定度好。因此,通过使用原子振荡器,例如,即使在基准定时信号输出部不能输出基准定时信号时,也能够通过使原子振荡器自行振荡而进行高精度的信号输出。

[0015] [应用例3]

[0016] 在本发明的定时信号生成装置中,优选所述原子振荡器基于具有彼此不同的两个基态的金属原子的能量跃迁而进行振荡,所述传感器部具有微波接收器,该微波接收器能够检测与所述两个基态之间的能量差对应的频率的微波,所述环境信息包含与所述微波有关的信息。

[0017] 原子振荡器在作为干扰而被输入与两个基态之间的能量差对应的频率的微波时,容易产生所谓的频率跳变。例如,一般而言,在定时信号生成装置中设置多个原子振荡器,根据需要对它们进行切换,由此能够提高鲁棒性。在这样的情况下,存在使用中的原子振荡器被输入其它原子振荡器的输出信号导致的微波而产生频率跳变的情况。因此,通过利用这样的微波的检测结果,能够在判定部中判定为在频率异常的原因中包含微波导致的频率跳变。

[0018] [应用例4]

[0019] 在本发明的定时信号生成装置中,优选所述传感器部具有能够检测所述振荡器受到的振动的振动传感器,所述环境信息包含与所述振动有关的信息。

[0020] 振荡器在作为干扰而被输入振动时容易产生频率跳变。因此,通过利用这样的振动的检测结果,能够在判定部中判定为在频率异常的原因中包含振动导致的频率跳变。

[0021] [应用例5]

[0022] 在本发明的定时信号生成装置中,优选所述传感器部具有能够检测电源噪声的电源噪声传感器,所述环境信息包含与所述电源噪声有关的信息。

[0023] 振荡器在作为干扰而被输入电源噪声时容易产生频率跳变。因此,通过利用这样的电源噪声的检测结果,能够在判定部中判定为在频率异常的原因中包含电源噪声导致的频率跳变。

[0024] [应用例6]

[0025] 在本发明的定时信号生成装置中,优选所述传感器部具有能够检测所述振荡器的温度的温度传感器,所述环境信息包含与所述温度有关的信息。

[0026] 一般而言,振荡器具有温度特性,并进行了对该温度特性进行校正的控制,但例如在环境温度急剧变化时,该校正来不及而容易产生频率跳变。因此,通过利用这样的环境温度的检测结果,能够在判定部中判定为在频率异常的原因中包含环境温度导致的频率跳变。

[0027] [应用例7]

[0028] 在本发明的定时信号生成装置中,优选该定时信号生成装置具有输出所述判定部的判定结果的输出部。

[0029] 由此,显示判定部的判定结果和/或向其他设备进行发送,能够提高维护和修理等的作业效率。

[0030] [应用例8]

[0031] 在本发明的定时信号生成装置中,优选所述基准定时信号输出部是GPS接收器。

[0032] 由此,能够利用与世界标准时间(UTC:Coordinated Universal Time)同步的准确的基准定时信号(1PPS)。

[0033] [应用例9]

[0034] 本发明的电子设备的特征在于,该电子设备具有本发明的定时信号生成装置。

[0035] 根据这样的电子设备,能够锁定定时信号生成装置所具有的振荡器的频率异常原因,提高维护和修理等的作业效率。

[0036] [应用例10]

[0037] 本发明的移动体的特征在于,该移动体具有本发明的定时信号生成装置。

[0038] 根据这样的移动体,能够锁定定时信号生成装置所具有的振荡器的频率异常原因,提高维护和修理等的作业效率。

## 附图说明

[0039] 图1是示出本发明的实施方式的定时信号生成装置的概略结构的图。

[0040] 图2是示出图1所示的定时信号生成装置所具有的GPS接收器的结构例的框图。

[0041] 图3是用于说明在图1所示的定时信号生成装置所具有的原子振荡器中的碱金属的能态的图。

[0042] 图4是示出在图1所示的定时信号生成装置所具有的原子振荡器中,从光源部射出的两种光的频率差与受光部检出的光强度之间的关系的关系的曲线图。

[0043] 图5是示出本发明的电子设备的实施方式的框图。

[0044] 图6是示出本发明的移动体的实施方式的图。

[0045] 标号说明

[0046] 1:定时信号产生装置;2:GPS卫星;10:GPS接收器;11:SAW滤波器;12:RF处理部;13:基带处理部;14:TCXO;20:处理部;21:相位比较器;22:环路滤波器;23:DSP;24:分频器;25:GPS控制部;27:频率异常判断部;28:判定部;30:原子振荡器;30a:原子振荡器;30b:原子振荡器;40:传感器部;41:温度传感器;42:微波接收器;43:电源噪声传感器;44:振动传感器;50:GPS天线;60:电源电路;121:PLL;122:LNA;123:混频器;124:IF放大器;125:IF滤波器;126:ADC;131:DSP;132:CPU;133:SRAM;134:RTC;300:电子设备;310:定时信号产生装置;320:CPU;330:操作部;340:ROM;350:RAM;360:通信部;370:显示部;400:移动体;410:定时信号产生装置;420:车载导航装置;430:控制器;440:控制器;450:控制器;460:电池;470:备用电池; $\omega_0$ :频率; $\omega_1$ :频率; $\omega_2$ :频率。

## 具体实施方式

[0047] 下面,根据附图所示的实施方式,对本发明的定时信号生成装置、电子设备和移动体详细地进行说明。

[0048] 1. 定时信号生成装置

[0049] 图1是示出本发明的实施方式的定时信号生成装置的概略结构的图。

[0050] 图1所示的定时信号生成装置1构成为,包含GPS接收器10(基准定时信号输出部)、处理部(CPU)20、原子振荡器30(振荡器)、温度传感器41、微波接收器42、电源噪声传感器43、振动传感器44、GPS天线50和电源电路60。

[0051] 此外,关于定时信号生成装置1,结构要素的一部分或全部可以是物理意义上分离的,也可以是一体的。例如,GPS接收器10和处理部(CPU)20可以分别由独立的IC来实现,GPS接收器10和处理部(CPU)20也可以作为单芯片的IC来实现。

[0052] 该定时信号生成装置1接收从GPS卫星2(位置信息卫星的一例)发送的卫星信号,生成高精度的1PPS。

[0053] GPS卫星2在地球上空的规定轨道上环绕,向地面发送在载波即1.57542GHz电波(L1波)上叠加了导航消息和C/A码(Coarse/Acquisition Code,粗/捕获码)(对载波进行调制而得到)的卫星信号。

[0054] C/A码是用于识别当前约存在30个GPS卫星2的卫星信号的编码,是由各码片(chip)为+1或-1中的任意一方的1023个码片(1ms周期)构成的固有的样式(pattern)。因此,通过取卫星信号与各C/A码的样式之间的相关,能够检测叠加在卫星信号上的C/A码。

[0055] 各GPS卫星2发送的卫星信号(具体而言为导航消息)中包含有表示各GPS卫星2在轨道上的位置的轨道信息。并且,各GPS卫星2搭载有原子时钟,在卫星信号中包含由原子时钟计时的极其准确的时刻信息。因此,通过接收来自4个以上的GPS卫星2的卫星信号,利用各卫星信号中包含的轨道信息和时刻信息进行定位计算,由此能够得到接收点(GPS天线50的设置场所)的位置和时刻的准确信息。具体而言,通过建立以接收点的三维位置(x,y,z)和时刻t为4个变量的4元方程式,求出其的解即可。

[0056] 此外,在接收点的位置已知的情况下,能够接收来自一个以上的GPS卫星2的卫星信号,利用包含在各卫星信号中的时刻信息得到接收点的时刻信息。

[0057] 并且,使用各卫星信号中包含的轨道信息,能够得到各GPS卫星2的时刻与接收点的时刻之差的信息。此外,通过地面的控制部分,测定各GPS卫星2所搭载的原子时钟的稍许的时刻误差,卫星信号中还包含用于校正该时刻误差的时刻校正参数,通过利用该时刻校正参数来校正接收点的时刻,能够得到极其准确的时刻信息。

[0058] GPS天线50是接收包含卫星信号在内的各种电波的天线,与GPS接收器10连接。

[0059] GPS接收器10(卫星信号接收部的一例)根据经由GPS天线50接收到的卫星信号进行各种处理。

[0060] 具体地进行说明,GPS接收器10具有通常定位模式(第1模式的一例)和位置固定模式(第2模式的一例),对应于来自处理部(CPU)20的控制指令(模式设定用控制指令)而被设定成通常定位模式和位置固定模式中的任意一个。

[0061] GPS接收器10在通常定位模式下作为“定位计算部”发挥作用,接收从多个(优选为4个以上)的GPS卫星2发送的卫星信号,根据接收到的卫星信号中包含的轨道信息(具体而

言,星历参数或年历参数等)和时刻信息(具体而言,周编号数据或Z计数数据等)进行定位计算。通常定位模式是持续进行定位计算的模式。

[0062] 并且,GPS接收器10在位置固定模式下作为输出基准定时信号的“基准定时信号输出部”发挥作用,接收从至少一个GPS卫星2发送的卫星信号,根据接收到的卫星信号中包含的轨道信息、时刻信息以及所设定的接收点的位置信息,生成1PPS(1Pulse Per Second,每1秒1个脉冲)作为基准定时信号。1PPS(与基准时刻同步的基准定时信号的一例)是与UTC(世界标准时间)完全同步的脉冲信号,每1秒包含1个脉冲。如此,GPS接收器10在基准定时信号的生成中使用的卫星信号包含轨道信息和时刻信息,由此能够生成与基准时刻准确地同步的定时信号。位置固定模式是根据预先设定的位置信息输出1PPS的模式。

[0063] 下面,对GPS接收器10的结构进行详细说明。

[0064] 图2是示出图1所示的定时信号生成装置所具有的GPS接收器的结构例的框图。

[0065] 图2所示的GPS接收器10构成为包含:SAW(Surface Acoustic Wave:表面声波)滤波器11、RF处理部12、基带处理部13和温度补偿型石英振荡器(TCX0:Temperature Compensated Crystal Oscillator)14。

[0066] SAW滤波器11进行从GPS天线50接收到的电波中提取卫星信号的处理。该SAW滤波器11构成为使1.5GHz波段的信号通过的带通滤波器。

[0067] RF处理部12构成为,包含PLL(Phase Locked Loop,锁相环)121、LNA(Low Noise Amplifier,低噪声放大器)122、混频器123、IF放大器124、IF(Intermediate Frequency:中间频率)滤波器125和ADC(A/D转换器)126。

[0068] PLL 121生成将以几十MHz程度振荡的TCXO 14的振荡信号倍频到1.5GHz频带的频率的时钟信号。

[0069] 利用LNA 122对SAW滤波器11提取出的卫星信号进行放大。由LNA 122放大后的卫星信号利用混频器123与PLL 121输出的时钟信号进行混频,而降频变换为中间频带(例如,几MHz)的信号(IF信号)。由混频器123混频后的信号被IF放大器124放大。

[0070] 通过混频器123中的混频,与IF信号一同还生成GHz级高频信号,因此IF放大器124与IF信号一同,也对该高频信号进行放大。IF滤波器125使IF信号通过,并去除该高频信号(准确地说是使其衰减到规定电平以下)。通过IF滤波器125后的IF信号被ADC(A/D转换器)126转换为数字信号。

[0071] 基带处理部13构成为包含DSP(Digital Signal Processor,数字信号处理器)131、CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)132、SRAM(Static Random Access Memory,静态随机存取存储器)133和RTC(实时时钟)134,将TCXO 14的振荡信号作为时钟信号进行各种处理。

[0072] DSP 131和CPU 132在协作的同时,由IF信号解调出基带信号,取得导航消息中包含的轨道信息和/或时刻信息,进行通常定位模式的处理或位置固定模式的处理。

[0073] SRAM 133用于存储所取得的时刻信息和/或轨道信息、按照规定的控制指令(位置设定用控制指令)设定的接收点的位置信息、位置固定模式等中使用的截止高度角(elevation angle mask)等。RTC 134生成用于进行基带处理的定时。该RTC 134通过来自TCXO 14的时钟信号进行向上计数。

[0074] 具体而言,基带处理部13产生与各C/A码相同形式的本地码,进行取基带信号中包

含的各C/A码与本地码的相关的处理(卫星搜索)。并且,基带处理部13调整本地码的产生定时,使得关于各本地码的相关值成为峰值,在相关值成为阈值以上的情况下,判断为是已与将该本地码作为C/A码的GPS卫星2同步(捕捉到GPS卫星2)的码。此外,GPS采用CDMA(Code Division Multiple Access,码分多址)方式,在该CDMA方式下,全部GPS卫星2利用不同的C/A码发送同一频率的卫星信号。因此,通过判别接收到的卫星信号中包含的C/A码,能够检索可捕捉的GPS卫星2。

[0075] 另外,为了取得捕捉到的GPS卫星2的轨道信息和/或时刻信息,基带处理部13进行对与该GPS卫星2的C/A码同一形式的本地码和基带信号进行混频的处理。在混频后的信号中,包含捕捉到的GPS卫星2的轨道信息和/或时刻信息在内的导航消息被解调。于是,基带处理部13进行取得导航消息中包含的轨道信息和/或时刻信息,并将其存储于SRAM 133中的处理。

[0076] 并且,基带处理部13接收规定的控制指令(具体而言为模式设定用控制指令),设定为通常定位模式和位置固定模式中的任意一个。基带处理部13在通常定位模式下,利用存储在SRAM 133中的4个以上的GPS卫星2的轨道信息和时刻信息进行定位计算。

[0077] 并且,基带处理部13在位置固定模式下,利用存储在SRAM 133中的1个以上的GPS卫星2的轨道信息和存储在SRAM 133中的接收点的位置信息,输出高精度的1PPS。具体而言,基带处理部13在RTC 134的一部分中具有对1PPS的各脉冲的产生定时进行计数的1PPS计数器,利用GPS卫星2的轨道信息和接收点的位置信息,计算从GPS卫星2发送的卫星信号到达接收点所需的传播延迟时间,根据该传播延迟时间,将1PPS计数器的设定值变更为最佳值。

[0078] 并且,基带处理部13可以在通常定位模式下根据定位计算得到的接收点的时刻信息输出1PPS,也可以在位置固定模式下如果能够捕捉多个GPS卫星2则进行定位计算。

[0079] 并且,基带处理部13输出包含作为定位计算结果的位置信息和/或时刻信息、接收状况(GPS卫星2的捕捉数、卫星信号的强度等)等各种信息的NMEA数据。

[0080] 如以上说明那样构成的GPS接收器10的动作由图1所示的处理部(CPU) 20进行控制。

[0081] 处理部20(卫星信号接收控制装置的一例)对GPS接收器10发送各种控制指令来控制GPS接收器10的动作,接收GPS接收器10输出的1PPS和/或NMEA数据,进行各种处理。此外,处理部20例如也可以依照存储在任意的存储器中的程序进行各种处理。

[0082] 该处理部20构成为包含:相位比较器21、环路滤波器22、DSP(Digital Signal Processor,数字信号处理器) 23、分频器24、GPS控制部25、频率异常判断部27和判定部28。此外,DSP 23和GPS控制部25、频率异常判断部27和判定部28中的至少两个也可以由一个部件构成。

[0083] DSP 23(“位置信息生成部”的一例)进行如下处理:定期(例如,每1秒)从GPS接收器10取得NMEA数据,收集NMEA数据中包含的位置信息(GPS接收器10在通常定位模式下的定位计算结果),生成规定时间中的统计信息,根据该统计信息生成接收点的位置信息。

[0084] GPS控制部25对GPS接收器10发送各种控制指令,控制GPS接收器10的动作。具体而言,GPS控制部25对GPS接收器10发送模式设定用控制指令,进行将GPS接收器10从通常定位模式切换为位置固定模式的处理。并且,GPS控制部25在将GPS接收器10从通常定位模式切

换到位置固定模式之前,对GPS接收器10发送位置设定用控制指令,进行对GPS接收器10设定DSP 23生成的接收点的位置信息的处理。

[0085] 分频器24对原子振荡器30输出的时钟信号(频率: $f$ )进行 $f$ 分频,输出1Hz的分频时钟信号。

[0086] 相位比较器21对GPS接收器10输出的1PPS(基准定时信号)与分频器24输出的1Hz的分频时钟信号(时钟信号)进行相位比较。作为相位比较器21的比较结果的相位差信号经由环路滤波器22被输入原子振荡器30。环路滤波器22的参数由DSP 23设定。

[0087] 分频器24所输出的1Hz的分频时钟信号与GPS接收器10输出的1PPS同步,定时信号生成装置1将该分频时钟信号作为与UTC同步的频率精度极高的1PPS向外部输出。并且,定时信号生成装置1与1PPS同步地每1秒向外部输出最新的NMEA数据。

[0088] 原子振荡器30例如是利用了铷原子和/或铯原子的能量跃迁,能够输出频率精度高的时钟信号的振荡器。作为原子振荡器30,例如,能够采用利用了EIT(Electromagnetically Induced Transparency,电磁感应透明)现象(也称为CPT(Coherent Population Trapping,相干布居囚禁)现象)的方式的原子振荡器、或者利用了光学微波双共振现象的方式的原子振荡器等。定时信号生成装置1还向外部输出原子振荡器30输出的频率为 $f$ 的时钟信号。

[0089] 在本实施方式中,原子振荡器30具有两个原子振荡器30a、30b,适当选择这两个中的1个原子振荡器来使用。两个原子振荡器30a、30b不论是否被选择,均输出时钟信号,进行原子振荡器30的输出的切换,使得被选择的原子振荡器的时钟信号输入分频器24。例如,将原子振荡器30a、30b中的一方的原子振荡器的时钟信号作为原子振荡器30的输出信号输出,在该一方的原子振荡器由于干扰的影响或故障等而引起动作不良的情况下,切换为另一方的原子振荡器的时钟信号来进行原子振荡器30的输出。由此,能够提高定时信号生成装置1的鲁棒性。此外,该切换可以由处理部20自动进行,也可以手动进行。在由处理部20进行该切换的情况下,例如,能够按照后述的判定部28的判定结果进行切换。

[0090] 下面,对利用了EIT现象的原子振荡器的原理简单地进行说明。

[0091] 图3是用于说明在图1所示的定时信号生成装置所具有的原子振荡器中的碱金属的能态的图。图4是示出在图1所示的定时信号生成装置所具有的原子振荡器中,从光源部射出的两种光的频率差与受光部检出的光的强度之间的关系的曲线图。

[0092] 如图3所示,碱金属具有3能级系统的能级,能够取能级不同的两个基态(基态1、2)以及激发态这三个状态。在此,基态1是比基态2低的能态。

[0093] 在将频率不同的两种共振光1、2(共振光对)向上述那样的气体状的碱金属照射时,根据共振光1的频率 $\omega_1$ 与共振光2的频率 $\omega_2$ 之差( $\omega_1 - \omega_2$ ),碱金属对共振光1、2的光吸收率(光透过率)变化。

[0094] 并且,当共振光1的频率 $\omega_1$ 与共振光2的频率 $\omega_2$ 之差( $\omega_1 - \omega_2$ )和与基态1和基态2之间的能量差对应的频率一致时,从基态1、2向激发态的激发分别停止。此时,共振光1、2均不被碱金属吸收而透过。将这样的现象称为CPT现象或电磁感应透明现象(EIT)。

[0095] 例如,在使共振光1的频率 $\omega_1$ 固定而改变共振光2的频率 $\omega_2$ 时,当共振光1的频率 $\omega_1$ 与共振光2的频率 $\omega_2$ 之差( $\omega_1 - \omega_2$ )与频率 $\omega_0$ 一致时,该频率 $\omega_0$ 是和基态1与基态2之间的能量差对应的频率,透过碱金属的共振光1、2的强度如图4所示那样急剧上升。这样的

较陡的信号被检测为EIT信号。该EIT信号具有由碱金属的种类决定的固有价值。因此,通过将这样的EIT信号用作基准信号,能够构成高精度的振荡器。

[0096] 原子振荡器30构成为能够按照环路滤波器22的输出电压(控制电压)对频率进行微调,如上文所述,通过相位比较器21、环路滤波器22、DSP23和分频器24,原子振荡器30所输出的时钟信号与GPS接收器10所输出的1PPS完全同步。即,相位比较器21、环路滤波器22、DSP 23和分频器24构成PLL(Phase Locked Loop)电路,作为使原子振荡器30所输出的时钟信号与1PPS同步的“同步控制部”发挥作用。此外,原子振荡器30的单体,其频率温度特性不平坦,因此在原子振荡器30的附近,配置有检测原子振荡器30的温度的温度传感器41,DSP 23按照温度传感器41的检测值(检测温度)调整相位比较器21的输出电压,由此也进行对原子振荡器30的频率温度特性进行温度补偿的处理。

[0097] 此外,在发生GPS接收器10无法接收卫星信号等情形(故障保持(hold-over))时,GPS接收器10所输出的1PPS的精度劣化或者GPS接收器10停止输出1PPS。在这样的情况下,处理部20也可以停止进行使原子振荡器30所输出的时钟信号与GPS接收器10所输出的1PPS同步的处理,而使原子振荡器30自行振荡。如此,即使在GPS接收器10所输出的1PPS的精度劣化的情况下,定时信号生成装置1也能够输出基于原子振荡器30的自行振荡的频率精度高的1PPS。此外,即使替代原子振荡器30而采用双加热室或单加热室的恒温槽型石英振荡器(OCXO)、压控型石英振荡器(VCXO)、带有温度补偿电路的石英振荡电路(TCXO)等石英振荡器,也能够输出基于自行振荡的频率精度高的1PPS。

[0098] 在以上说明的那样包含原子振荡器30的PLL电路中原子振荡器30发生了故障的情况下,原子振荡器30的时钟信号与GPS接收器10的1PPS(基准定时信号)的相位错开(相位错开变大),相位比较器21的输出(相位差信号)变大。因此,能够根据相位比较器21的输出,检测原子振荡器30的故障。在本实施方式中,频率异常判断部27利用相位比较器21的比较结果,判断原子振荡器30的时钟信号的频率是否异常,在频率异常的情况下,输出包含该判断结果的频率异常信息。

[0099] 但是,存在如下情况:即使原子振荡器30实际并未发生故障,也由于例如微波、电源噪声、振动、温度变化等干扰的影响,而使得原子振荡器30的时钟信号与GPS接收器10的1PPS(基准定时信号)的相位错开。因此,要仅根据相位比较器21的输出,即仅使用频率异常判断部27的判断结果来检测原子振荡器30的故障时,有时在原子振荡器30实际并未发生故障的情况下也判断为原子振荡器30发生了故障。并且,即使在原子振荡器30实际发生了故障的情况下,仅根据频率异常判断部27的判断结果,也不能判断是原子振荡器30发生了故障还是其他部分发生了故障。因此,仅通知频率异常判断部27的判断结果时,存在尽管无需维护和修理等但却必须使作业人员出动、或者即使在需要维护和修理等的情况下用于确定要维护和修理的对象也需要较长时间的情况,维护和修理等的作业效率差。

[0100] 因此,定时信号生成装置1设有检测上述那样的干扰的传感器部40,该传感器部40具有温度传感器41、微波接收器42、电源噪声传感器43和振动传感器44,判定部28不仅根据频率异常判断部27的判断结果,还利用传感器部40的检测结果,来判定频率异常的原因。

[0101] 下面,对频率异常的判断及其原因的判定进行详细说明。

[0102] 如上所述,频率异常判断部27利用相位比较器21的比较结果,判断原子振荡器30的时钟信号的频率是否异常,并输出包含该判断结果的频率异常信息。更具体而言,频率异

常判断部27例如在相位比较器21的输出为规定的设定值以上时,判断为原子振荡器30的时钟信号的频率异常(产生所谓频率跳变或频率偏移的状态),并输出该判断结果。

[0103] 并且,优选频率异常判断部27按照每个与环路滤波器22的时间常数对应的时间间隔(例如,基准定时信号的几十周期至几千周期程度的时间长度)进行上述的判断,并按照每个该时间间隔输出判断结果。由此,能够减少将伴随具有原子振荡器30的PLL电路的控制的、相位比较器21的输出波动判断为频率异常的情况。

[0104] 并且,优选频率异常判断部27按照每个规定时间进行多个上述判断,在规定次数(例如,2次或3次)以上连续地判断为异常的情况下,输出表示异常的意思的判断结果。由此,也能够减少将伴随具有原子振荡器30的PLL电路的控制的、相位比较器21的输出波动判断为频率异常的情况。

[0105] 传感器部40检测对相位比较器21的比较结果带来影响的环境信息。在本实施方式中,传感器部40具有温度传感器41、微波接收器42、电源噪声传感器43和振动传感器44。

[0106] 温度传感器41具有检测原子振荡器30的温度的功能。因此,传感器部40所检测的环境信息包含与该温度有关的信息。该温度传感器41例如构成为包含热电偶或热敏电阻等。

[0107] 一般而言,原子振荡器30等振荡器具有温度特性,并进行了对该温度特性进行校正的控制,但例如在环境温度急剧变化时,该校正来不及而容易产生频率跳变。因此,通过利用这样的环境温度的检测结果,能够在判定部28中判定为在频率异常的原因中包含环境温度所引起的频率跳变。

[0108] 微波接收器42具有检测与原子室(atom cell)内的金属原子的两个基态之间的能量差对应的频率为 $\omega_0$ (例如,在金属原子为铯原子的情况下为约9.2GHz)的微波的功能。因此,传感器部40所检测的环境信息包含与该微波有关的信息。该微波接收器42例如构成为包含在频率 $\omega_0$ 处进行共振的天线、以及对利用该天线接收到的微波进行放大的放大器。

[0109] 原子振荡器30(30a、30b)在作为干扰而被输入与原子室内的金属原子的两个基态之间的能量差对应的频率为 $\omega_0$ 的微波时,容易产生所谓频率跳变。例如,如上所述,在本实施方式的定时信号生成装置1中设有多个原子振荡器30a、30b,根据需要对它们进行切换,由此提高鲁棒性。在这样的情况下,存在使用中的原子振荡器被输入其它原子振荡器的输出信号导致的微波而产生频率跳变的情况。因此,通过利用这样的微波的检测结果,能够在判定部28中判定为频率异常的原因中包含微波导致的频率跳变。

[0110] 电源噪声传感器43具有检测在对定时信号生成装置1的各部分供给电力的电源电路60及其电力供给路径中产生的噪声即电源噪声的功能。因此,传感器部40所检测的环境信息包含与该电源噪声有关的信息。该电源噪声传感器43例如构成为包含线圈。

[0111] 原子振荡器30等振荡器在作为干扰而被输入电源噪声时,容易产生频率跳变。因此,通过利用这样的电源噪声的检测结果,能够在判定部28中判定为频率异常的原因中包含电源噪声导致的频率跳变。

[0112] 振动传感器44具有检测原子振荡器30受到的振动的功能。因此,传感器部40所检测的环境信息包含与该振动有关的信息。该振动传感器44例如构成为包含三轴加速度传感器或三轴陀螺仪传感器等。

[0113] 原子振荡器30等振荡器在作为干扰而被输入振动时,容易产生频率跳变。因此,通

过利用这样的振动的检测结果,能够在判定部28中判定为在频率异常的原因中包含振动导致的频率跳变。

[0114] 判定部28利用频率异常判断部27的频率异常信息和传感器部40的环境信息,判定原子振荡器30的时钟信号的频率异常的原因。

[0115] 并且,判定部28具有输出判定结果的“输出部”的功能。虽然未图示,但该输出例如被输入显示装置、或通过通信线路而被发送给外部的其它设备。由此,装置的使用人员、维护等的作业人员能够知晓频率异常及其原因,能够提高维护和修理等的作业效率。

[0116] 判定部28例如将以下这样的状况信息作为判断结果进行输出。

[0117] 【表1】

		检出微波	检出电源噪声	检出振动	检出急剧的温度变化
[0118] 频率异常时间	不足1秒	频率跳变 (微波干扰)	频率跳变 (电源噪声)	频率跳变 (振动)	频率跳变 (温度变化)
	1秒以上	频率偏移 (微波干扰)	频率偏移 (电源噪声)	频率偏移 (振动)	频率偏移 (温度变化)

[0119] 如表1所示,在从频率异常判断部27输出包含原子振荡器30的时钟信号的频率异常的判断结果的频率异常信息的时间长度为规定时间(例如,1秒)以上的情况下,判定为频率异常是频率偏移(F偏移)。由此,作业人员等能够根据该判定结果,锁定原子振荡器30等中产生了何种故障及其原因。

[0120] 另一方面,在从频率异常判断部27输出包含原子振荡器30的时钟信号的频率异常的判断结果的频率异常信息的时间长度不足规定时间(例如,1秒)的情况下,判定为频率异常中包含频率跳变(F跳变)。由此,作业人员等能够根据该判定结果,锁定原因是原子振荡器30以外产生了故障还是干扰导致的暂时性的频率跳变。

[0121] 并且,状况信息中除这样的表示频率跳变或频率偏移的意思的判定结果之外,还附加基于温度传感器41、微波接收器42、电源噪声传感器43和振动传感器44的检测结果的判定结果。

[0122] 具体而言,根据温度传感器41的检测结果,在短期间(例如,1秒~10秒)中温度比较大幅地(例如,5℃以上)发生变动的情况下,对状况信息附加表示该意思(急剧的温度变化)的判定结果。或者,也可以对状况信息附加产生了频率异常的期间中的温度变化信息。

[0123] 另外,在根据微波接收器42的检测结果判定为输入了频率 $\omega_0$ 的微波作为干扰的情况下,对状况信息附加表示该意思(微波干扰)的判定结果。

[0124] 另外,在根据电源噪声传感器43的检测结果判定为输入了电源噪声作为干扰的情况下,对状况信息附加表示该意思(电源噪声)的判定结果。

[0125] 另外,在根据振动传感器44的检测结果判定为输入了振动作为干扰的情况下,对状况信息附加表示该意思(振动)的判定结果。

[0126] 根据以上说明的定时信号生成装置1,判定部28不仅利用频率异常判断部27的判断结果,还利用传感器部40的检测结果,来判定频率异常的原因,因此能够锁定原子振荡器

30的时钟信号异常的原因,其结果是,能够提高维护和修理等的作业效率。

[0127] 2. 电子设备

[0128] 接着,对本发明的电子设备的实施方式进行说明。

[0129] 图5是示出本发明的电子设备的实施方式的框图。

[0130] 图5所示的电子设备300构成为,包含定时信号产生装置310、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和显示部370。

[0131] 定时信号产生装置310例如是上述的定时信号产生装置1,如之前说明的那样,定时信号产生装置310接收卫星信号,生成高精度的定时信号 (1PPS) 并向外部输出。由此,能够以更低的成本实现高可靠性的电子设备300。

[0132] CPU 320依照存储在ROM 340等中的程序,进行各种计算处理和控制处理。具体而言,CPU 320与定时信号产生装置310所输出的定时信号 (1PPS) 或时钟信号同步地进行计时处理、与来自操作部330的操作信号对应的各种处理、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等。

[0133] 操作部330是由操作键和/或按钮开关等构成的输入装置,将与用户进行的操作对应的操作信号输出给CPU 320。

[0134] ROM 340存储CPU 320用来执行各种计算处理和/或控制处理的程序和/或数据等。

[0135] RAM 350被用作CPU 320的工作区域,临时存储从ROM 340读出的程序和/或数据、从操作部330输入的数据、CPU 320依照各种程序执行后的运算结果等。

[0136] 通信部360进行用于建立CPU 320与外部装置之间的数据通信的各种控制。

[0137] 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CPU 320输入的显示信号显示各种信息。也可以在显示部370设置作为操作部330发挥作用的触摸板。

[0138] 作为这种电子设备300可以考虑各种电子设备,没有特别限定,可以列举出例如实现与标准时间的同步的时刻管理用服务器 (时间服务器)、进行时间戳的发行等的时间管理装置 (时间戳服务器)、基站等频率基准装置等。

[0139] 3. 移动体

[0140] 接着,对本发明的移动体的实施方式进行说明。

[0141] 图6是示出本发明的移动体的实施方式的图。

[0142] 图6所示的移动体400构成为包含定时信号产生装置410、车载导航装置420、控制器430、440、450、电池460和备用电池470。

[0143] 作为定时信号产生装置410,能够应用上述的定时信号产生装置1。定时信号产生装置410例如在移动体400的移动中,在通常定位模式下实时进行定位计算,输出1PPS、时钟信号和NMEA数据。并且,定时信号产生装置410例如在移动体400的停止过程中,在通常定位模式下进行多次定位计算后,将多次定位计算结果的最频值或中值设定为当前的位置信息,在位置固定模式下输出1PPS、时钟信号和NMEA数据。

[0144] 车载导航装置420与定时信号产生装置410输出的1PPS或时钟信号同步地,利用定时信号产生装置410输出的NMEA数据,在显示器显示位置和/或时刻或其他各种信息。

[0145] 控制器430、440、450进行引擎系统、制动系统、智能无钥匙进入 (Keyless Entry)

系统等的各种控制。控制器430、440、450可以与定时信号产生装置410输出的时钟信号同步地进行各种控制。

[0146] 本实施方式的移动体400具有定时信号产生装置410,由此在移动中和停止中均能确保较高的可靠性。

[0147] 作为这样的移动体400可以考虑各种移动体,例如,可以列举出汽车(也包含电动汽车)、喷气式飞机、直升机等飞机、船舶、火箭、人造卫星等。

[0148] 以上,根据图示的实施方式对本发明的定时信号生成装置、电子设备和移动体进行了说明,但本发明并不限于它们。

[0149] 另外,本发明能够置换为发挥与上述实施方式的同样功能的任意结构,并且也能够附加任意的结构。

[0150] 另外,在上述实施方式中,以利用GPS的定时信号产生装置为例进行了列举,但也可以利用GPS以外的全球导航卫星系统(GNSS),例如,伽利略、GLONASS等。

[0151] 另外,在上述实施方式中,以传感器部具有温度传感器、微波接收器、电源噪声传感器和振动传感器的情况为例进行了说明,但只要传感器部具有这些传感器中的至少1个即可,可省略其它传感器。另外,作为传感器部所具有的传感器,只要能够检测对相位比较器的输出结果带来影响的环境(干扰)的装置即可,不限于上述的装置,例如也可以利用气压传感器、光传感器等。

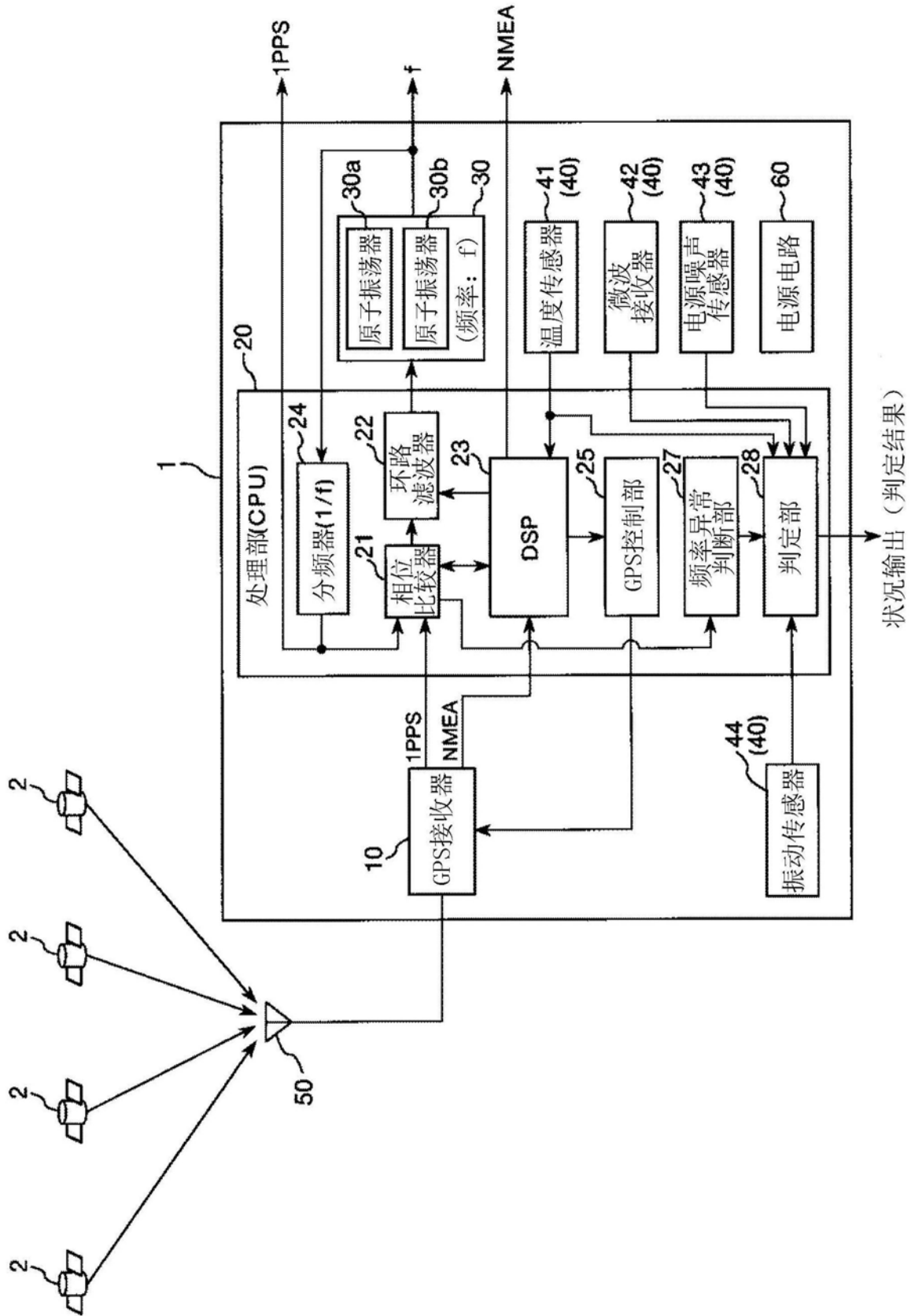


图1

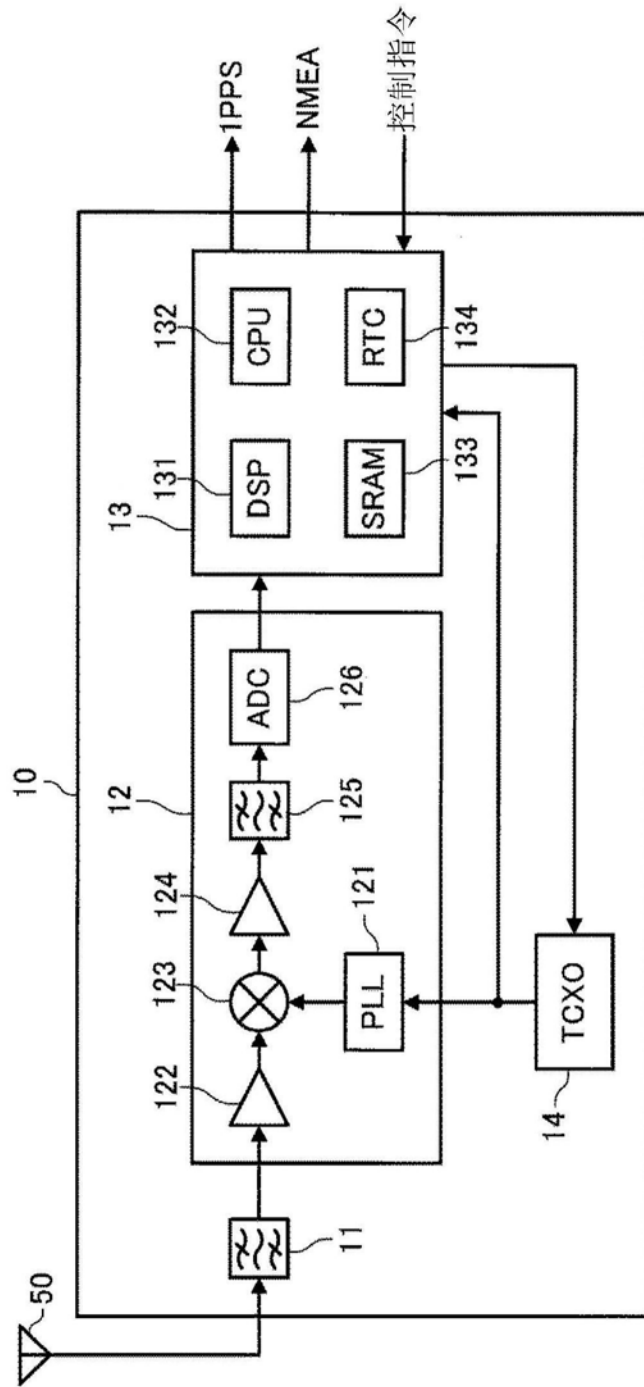


图2

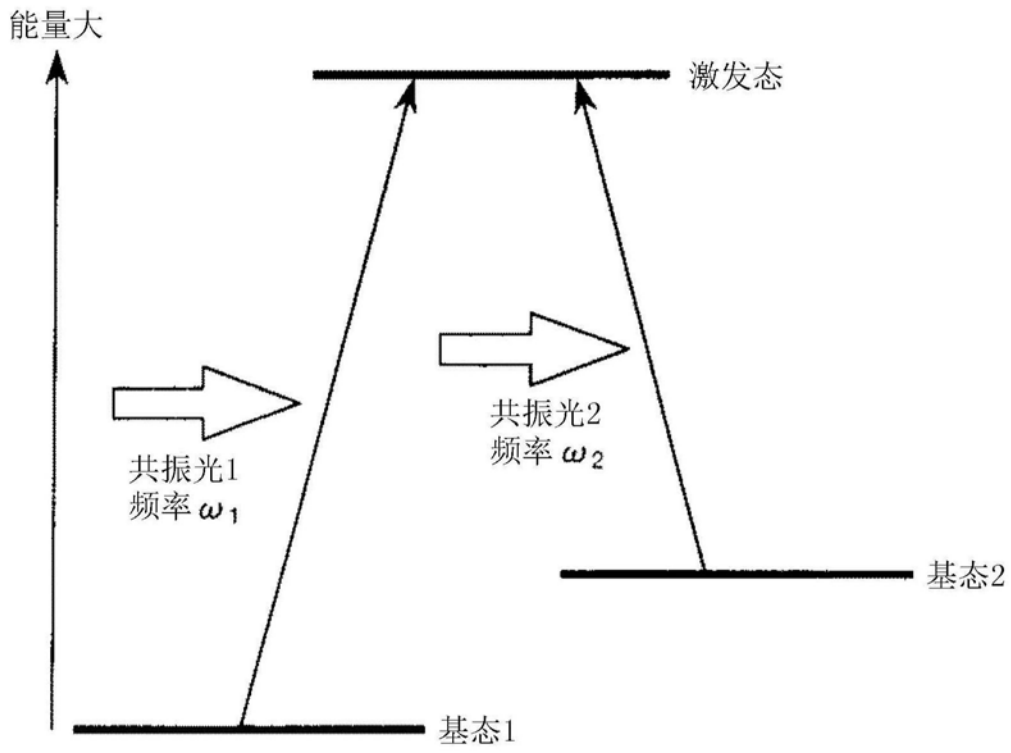


图3

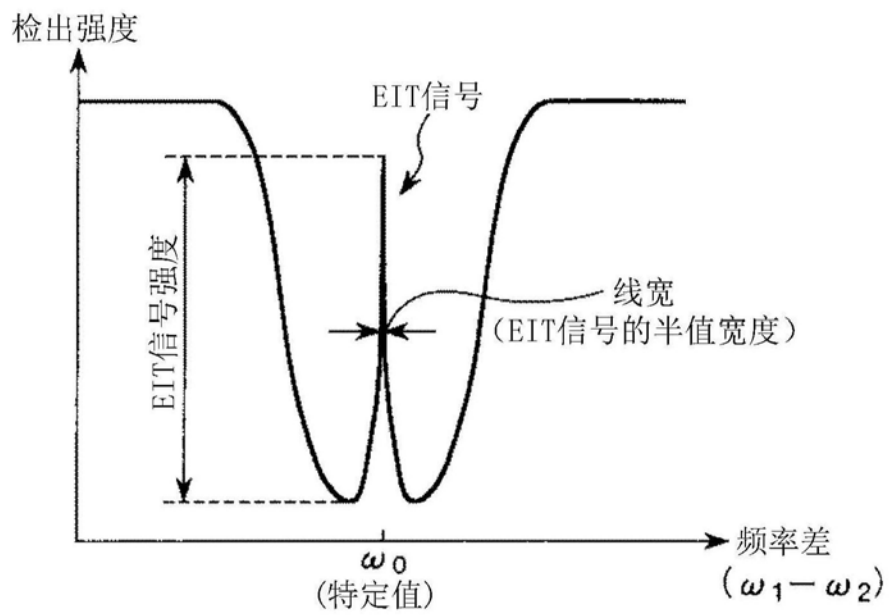


图4

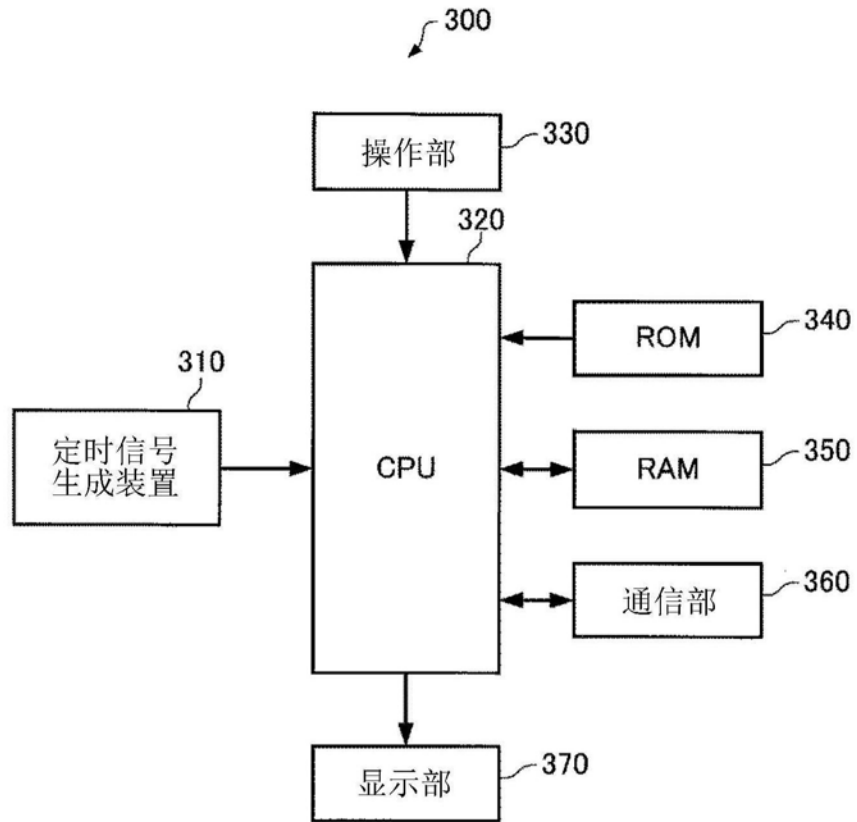


图5

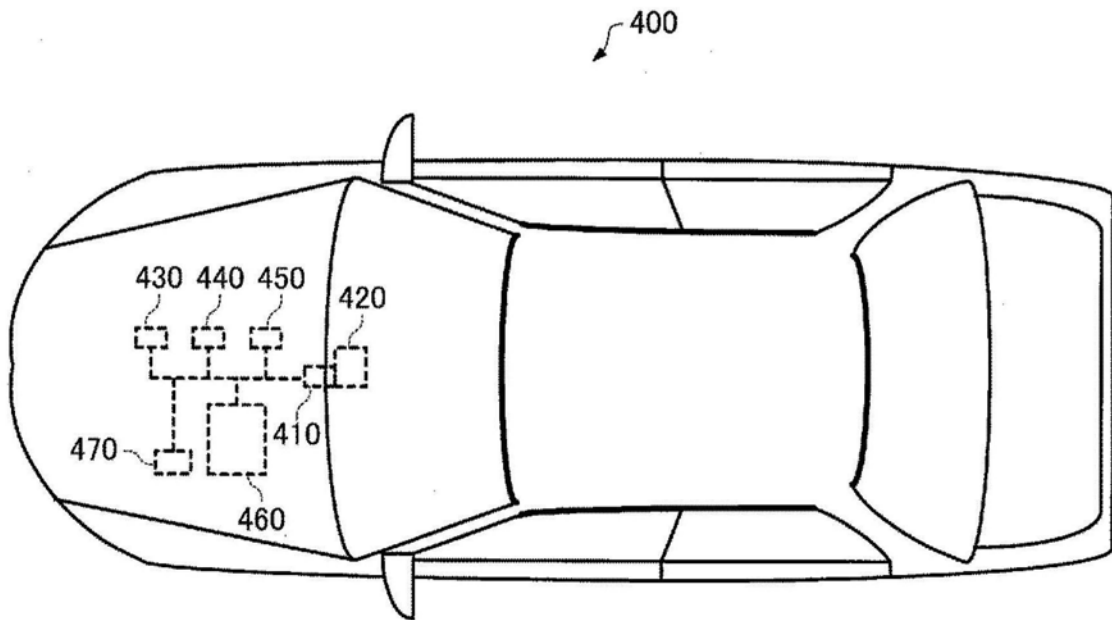


图6