



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118829904 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 22

(21) 申请号 202280093281.2

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

(22) 申请日 2022.10.12

专利代理师 高迪

(30) 优先权数据

2022-055097 2022.03.30 JP

(51) Int.Cl.

G01S 17/34 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01S 7/481 (2006.01)

2024.09.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/038078 2022.10.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/188478 JA 2023.10.05

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本

(72) 发明人 鸣海建治 高木宏幸

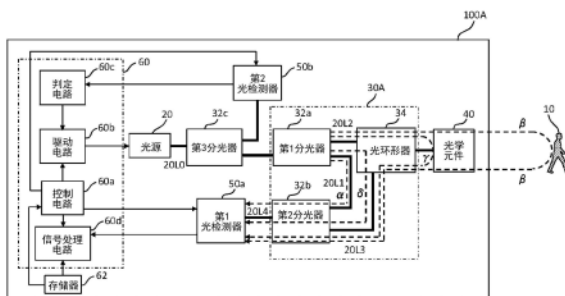
权利要求书2页 说明书18页 附图14页

(54) 发明名称

计测装置

(57) 摘要

计测装置具备:光源,出射光;干涉光学系统,具备将从所述光源出射的所述光分离为参照光和用于照射物体的照射光的分光器,使所述照射光的至少一部分被所述物体反射而产生的反射光与所述参照光干涉来生成干涉光;至少1个光学元件,出射所述照射光的所述至少一部分;第1光检测器,检测所述干涉光;第2光检测器,检测监视光,该监视光是从所述光源出射的所述光的一部分、所述干涉光学系统中的所述照射光的一部分或者所述干涉光学系统中的所述参照光的一部分;以及处理电路,基于所述监视光的强度调整向外部出射的所述照射光的强度。



1. 一种计测装置,具备:  
光源,出射光;  
干涉光学系统,具备将从所述光源出射的所述光分离为参照光和用于照射物体的照射光的分光器,使所述照射光的至少一部分被所述物体反射而产生的反射光与所述参照光干涉来生成干涉光;  
至少1个光学元件,出射所述照射光的所述至少一部分;  
第1光检测器,检测所述干涉光;  
第2光检测器,检测监视光,该监视光是从所述光源出射的所述光的一部分、所述干涉光学系统中的所述照射光的一部分或者所述干涉光学系统中的所述参照光的一部分;以及处理电路,基于所述监视光的强度调整向外部出射的所述照射光的强度。
2. 如权利要求1所述的计测装置,  
在所述光源与所述分光器之间还具备其他分光器,  
所述其他分光器在从所述光源出射的所述光中分离所述监视光。
3. 如权利要求1所述的计测装置,  
所述第2光检测器不经由其他分光器,而在从所述光源出射的所述光中检测所述监视光。
4. 如权利要求1所述的计测装置,  
所述干涉光学系统还具备其他分光器,  
所述其他分光器从所述干涉光学系统中的所述照射光中分离所述监视光。
5. 如权利要求1所述的计测装置,  
所述干涉光学系统还具备其他分光器,  
所述其他分光器从所述干涉光学系统中的所述参照光中分离所述监视光。
6. 如权利要求1至5中任一项所述的计测装置,  
所述干涉光学系统具备与所述分光器及所述至少1个光学元件连接的环形器或者再其他的分光器。
7. 如权利要求1至6中任一项所述的计测装置,  
所述至少1个光学元件包括多个光学元件,所述多个光学元件中的各个光学元件出射所述照射光的一部分。
8. 如权利要求1至7中任一项所述的计测装置,  
所述至少1个光学元件接受所述反射光,而且将所述反射光向所述干涉光学系统输入。
9. 如权利要求1至7中任一项所述的计测装置,  
所述计测装置还具备接受所述反射光而且将所述反射光向所述干涉光学系统输入的至少1个其他光学元件。
10. 如权利要求1至9中任一项所述的计测装置,  
所述处理电路包括:  
判定电路,进行将所述监视光的强度与规定的强度比较的判定,并基于判定结果输出限制信号;以及  
驱动电路,基于所述限制信号使所述光源变更所述光的强度。
11. 如权利要求1至9中任一项所述的计测装置,

所述计测装置还具备使从所述光源出射的所述光或者所述照射光的光路开闭的开闭器，

所述处理电路包括判定电路，该判定电路进行将所述监视光的强度与规定的强度比较的判定，并基于判定结果输出限制信号，

所述开闭器基于所述限制信号使所述光路开闭。

12. 如权利要求1至9中任一项所述的计测装置，

所述计测装置还具备使从所述光源出射的所述光或者所述照射光的强度衰减的衰减器，

所述处理电路包括判定电路，该判定电路进行将所述监视光的强度与规定的强度比较的判定，并基于判定结果输出限制信号，

所述衰减器基于所述限制信号，使从所述光源出射的所述光或者所述照射光的强度衰减。

13. 如权利要求1至12中任一项所述的计测装置，

所述光源能够使所述光的频率以时间变化，

所述处理电路处理从所述第1光检测器输出的信号。

## 计测装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及计测装置。

### 背景技术

[0002] 以往,存在LiDAR(光感探测及测距(Light Detection and Ranging))技术,用光对物体进行照射,并检测来自该物体的反射光,从而生成与该物体的距离及/或速度相关的计测数据。使用LiDAR技术的计测装置的典型例具备光源、光检测器及处理电路。光源出射用于对物体进行照射的光。光检测器对来自物体的反射波进行检测,从而输出与反射波的时间延迟相应的信号。处理电路基于从光检测器输出的信号,例如利用FMCW(调频连续波(Frequency Modulated Continuous Wave))技术生成与物体的距离及速度相关的计测数据。专利文献1及2以及非专利文献1公开了使用FMCW技术的计测装置的例子。

[0003] 另一方面,从计测装置向外部出射的激光的强度例如根据JIS(日本工业标准)的C6802“激光产品的安全标准”按每类进行分类。从对眼睛的安全、即人眼安全的观点出发,向外部出射的激光的强度希望是类1的强度的上限以下。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特许第6274368号

[0007] 专利文献2:日本特开2019-45200号公报

[0008] 非专利文献

[0009] 非专利文献1:Christopher V.P.et.al.,OFC2016,W4E.3

### 发明内容

[0010] 本发明所要解决的课题

[0011] 本公开提供能够恰当地调整向外部出射的光的强度而且扩大可进行物体的测距及/或测速的距离范围的计测装置。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本公开的一个方式所涉及的计测装置具备:光源,出射光;干涉光学系统,具备将从所述光源出射的所述光分离为参照光和用于照射物体的照射光的分光器,使所述照射光的至少一部分被所述物体反射而产生的反射光与所述参照光干涉来生成干涉光;至少1个光学元件,出射所述照射光的所述至少一部分;第1光检测器,检测所述干涉光;第2光检测器,检测监视光,该监视光是从所述光源出射的所述光的一部分、所述干涉光学系统中的所述照射光的一部分或者所述干涉光学系统中的所述参照光的一部分;以及处理电路,基于所述监视光的强度调整向外部出射的所述照射光的强度。

[0014] 本公开的概括性或者具体性的方式也可以通过系统、装置、方法、集成电路、计算机程序或者计算机可读的记录盘等记录介质实现,也可以通过系统、装置、方法、集成电路、计算机程序及记录介质的任意组合实现。计算机可读的记录介质例如可以包括CD-

ROM(紧凑盘只读存储器(Compact Disc-Read Only Memory))等非易失性的记录介质。装置也可以由1个以上的装置构成。在装置由2个以上的装置构成的情况下,该2个以上的装置既可以配置在1个设备内,也可以分开配置在分离的2个以上的设备内。在本说明书及权利要求书中,“装置”不仅可以指1个装置,也可以指由多个装置构成的系统。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本公开的技术,能够实现恰当地调整向外部出射的光的强度而且扩大可进行物体的测距及/或测速的距离范围的计测装置。

### 附图说明

[0017] 图1是示意性地表示本公开的例示性的实施方式1所涉及的计测装置的构成的框图。

[0018] 图2是示意性地表示物体静止的情况下的参照光及反射光的频率的时间变化的图。

[0019] 图3是概略性地表示处理电路所执行的计测动作的例子的流程图。

[0020] 图4是概略性地表示判定电路所执行的动作的例子的流程图。

[0021] 图5是示意性地表示检测信号的谱的例子的图。

[0022] 图6是示意性地表示比较例中的计测装置的构成的框图。

[0023] 图7A是表示实施例中的检测信号的谱的曲线图。

[0024] 图7B是表示比较例中的检测信号的谱的曲线图。

[0025] 图8是示意性地表示本公开的例示性的实施方式2所涉及的计测装置的构成的框图。

[0026] 图9是示意性地表示本公开的例示性的实施方式3所涉及的计测装置的构成的框图。

[0027] 图10是示意性地表示本公开的例示性的实施方式4所涉及的计测装置的构成的框图。

[0028] 图11是示意性地表示本公开的例示性的实施方式5所涉及的计测装置的构成的框图。

[0029] 图12是示意性地表示本公开的例示性的实施方式6所涉及的计测装置的构成的框图。

[0030] 图13是示意性地表示本公开的例示性的实施方式7所涉及的计测装置的构成的框图。

[0031] 图14是示意性地表示本公开的例示性的实施方式8所涉及的计测装置的构成的框图。

[0032] 图15是示意性地表示本公开的例示性的实施方式9所涉及的计测装置的构成的框图。

### 具体实施方式

[0033] 在本公开中,电路、单元、装置、部件或者部的全部或者一部分、或者框图中的功能模块的全部或者一部分,例如能够由半导体装置、半导体集成电路(IC)或者包含LSI(large

scale integration:大规模集成电路)的1个或者多个电子电路执行。LSI或者IC既可以被集成于1个芯片,也可以组合多个芯片而构成。例如,存储元件以外的功能模块也可以被集成于1个芯片。在此称为LSI或者IC,但根据集成的程度而叫法改变,也可以是被称为系统LSI、VLSI(very large scale integration:超大规模集成电路)或ULSI(ultra large scale integration:特大规模集成电路)的电路。在LSI的制造后被编程的现场可编程逻辑门阵列(FPGA、Field Programmable Gate Array)或者能够重构LSI内部的接合关系或者设置LSI内部的电路划分的可重构逻辑器件(reconfigurable logic device)也能够以相同的目的使用。

[0034] 进而,电路、单元、装置、部件或者部的全部或者一部分的功能或者操作,也能够通过软件处理来执行。在该情况下,软件被记录于1个或者多个ROM、光盘、硬盘驱动器等非易失性记录介质,在软件由处理装置(processor)执行时,由该软件确定的功能由处理装置(processor)及周边装置执行。系统或者装置也可以具备记录了软件的1个或者多个非易失性记录介质、处理装置(processor)、以及所需的硬件设备例如接口。

[0035] 在本公开中,“光”意味着不仅包含可见光(波长为大致400nm~大致700nm)而且包含紫外线(波长为大致10nm~大致400nm)及红外线(波长为大致700nm~大致1mm)的电磁波。在本说明书中,将紫外线也称为“紫外光”,将红外线也称为“红外光”。

[0036] 以下,说明本公开的例示性的实施方式。此外,以下说明的实施方式均表示概括性或者具体性的例子。以下的实施方式中表示的数值、形状、构成要素、构成要素的配置位置及连接方式、步骤、步骤的顺序等为一例,其意图不在于限定本公开。另外,在以下的实施方式中的构成要素之中,关于在表示最上位概念的独立权利要求中未记载的构成要素,作为任意的构成要素进行说明。另外,各图是示意图,不一定是严密的图示。进而,在各图中,对于在实质上相同的构成要素赋予同一标记,有时省略或者简化重复的说明。

[0037] 首先,说明成为本公开的基础的见识。近年来,正在开发关于距离兼顾大动态范围和高分辨率,不容易受到干扰的影响,而能够检测高速移动的物体的速度的FMCW-LiDAR技术。通过利用光而不是毫米波,能够使对物体进行照射的光的点径相对变小,能够更准确地取得物体的计测数据。

[0038] 在使用FMCW-LiDAR技术的计测装置中,有时产生内部散射光。专利文献1公开了一种方法,将由向外部出射光的光天线产生的内部散射光作为计测开始的触发,从而准确地进行测距。专利文献1所公开的内部散射光能够有助于提高测距精度。

[0039] 针对使用FMCW-LiDAR技术的计测装置,也可以设置将计测装置内的光的一部分作为监视光检测的监视用的光检测器。根据检测出的监视光的强度,能够确认向外部出射的激光的强度,能够恰当地将向外部出射的激光的强度调整为类1的强度的上限以下。另一方面,本发明人发现,根据监视用的光检测器的配置,会产生与上述的内部散射光不同的起因于监视用的光检测器的内部散射光,这样的内部散射光有可能造成可进行物体的测距及/或测速的距离范围变窄。

[0040] 在使用FMCW-LiDAR技术的本公开的某实施方式所涉及的计测装置中,通过恰当地配置监视用的光检测器,能够减小起因于监视用的光检测器的内部散射光的影响。结果,能够恰当地调整向外部出射的光的强度,而且扩大可进行物体的测距及/或测速的距离范围。以下说明本公开的实施方式所涉及的计测装置。

[0041] 第1项目所涉及的计测装置具备:光源,出射光;干涉光学系统,具备将从所述光源出射的所述光分离为参照光和用于照射物体的照射光的分光器,使所述照射光的至少一部分被所述物体反射而产生的反射光与所述参照光干涉来生成干涉光;至少1个光学元件,出射所述照射光的所述至少一部分;第1光检测器,检测所述干涉光;第2光检测器,检测监视光,该监视光是从所述光源出射的所述光的一部分、所述干涉光学系统中的所述照射光的一部分或者所述干涉光学系统中的所述参照光的一部分;以及处理电路,对所述光源的动作进行控制,处理来自所述第1光检测器及所述第2光检测器的信号,且基于所述监视光的强度使所述光源变更所述光的强度。

[0042] 在该计测装置中,能够恰当地调整向外部出射的光的强度,而且扩大可进行物体的测距及/或测速的距离范围。

[0043] 第2项目所涉及的计测装置在第1项目所涉及的计测装置中,在所述光源与所述分光器之间还具备其他分光器。所述其他分光器在从所述光源出射的所述光中分离所述监视光。

[0044] 在该计测装置中,经由其他分光器,能够利用从光源出射的光的一部分作为监视光。

[0045] 第3项目所涉及的计测装置在第1项目所涉及的计测装置中,所述第2光检测器不经由其他分光器,而在从所述光源出射的所述光中检测所述监视光。

[0046] 在该计测装置中,不经由其他分光器,能够利用从光源出射的光的一部分作为监视光。

[0047] 第4项目所涉及的计测装置在第1项目所涉及的计测装置中,所述干涉光学系统还具备其他分光器。所述其他分光器从所述干涉光学系统中的所述照射光中分离所述监视光。

[0048] 在该计测装置中,能够利用干涉光学系统中的照射光的一部分作为监视光。

[0049] 第5项目所涉及的计测装置在第1项目所涉及的计测装置中,所述干涉光学系统还具备其他分光器。所述其他分光器从所述干涉光学系统中的所述参照光中分离所述监视光。

[0050] 在该计测装置中,能够利用干涉光学系统中的参照光的一部分作为监视光。

[0051] 第6项目所涉及的计测装置在第1至第5项目的任一项所涉及的计测装置中,所述干涉光学系统还具备与所述分光器及所述至少1个光学元件连接的环形器或者再其他的分光器。

[0052] 在该计测装置中,能够由环形器或者再其他的分光器生成干涉光。

[0053] 第7项目所涉及的计测装置在第1至第6项目的任一项所涉及的计测装置中,所述至少1个光学元件包括多个光学元件。所述多个光学元件中的各个光学元件出射所述照射光的一部分。

[0054] 在该计测装置中,即使光学元件的数量为多个,也能够扩大可进行物体的测距及/或测速的距离范围。

[0055] 第8项目所涉及的计测装置在第1至第7项目的任一项所涉及的计测装置中,所述至少1个光学元件接受所述反射光,而且将所述反射光向所述干涉光学系统输入。

[0056] 在该计测装置中,能够通过同轴光学系统使结构简化,能够实现稳定的计测。

[0057] 第9项目所涉及的计测装置在第1至第7项目的任一项所涉及的计测装置中,还具备接受所述反射光而且将所述反射光向所述干涉光学系统输入的至少1个其他光学元件。

[0058] 在该计测装置中,虽然不采用同轴光学系统,但无需用于生成干涉光的光环形器及其他环形器,因此能够将制造成本抑制得较低。

[0059] 第10项目所涉及的计测装置在第1至第9项目的任一项所涉及的计测装置中,所述处理电路包括:判定电路,进行将所述监视光的强度与规定的强度比较的判定,并基于判定结果输出限制信号;以及驱动电路,基于所述限制信号使所述光源变更所述光的强度。

[0060] 在该计测装置中,通过变更从光源出射的光的强度,能够恰当地调整向外部出射的光的强度。

[0061] 第11项目所涉及的计测装置在第1至第9项目的任一项所涉及的计测装置中,还具备使从所述光源出射的所述光或者所述照射光的光路开闭的开闭器。所述处理电路包括判定电路,该判定电路进行将所述监视光的强度与规定的强度比较的判定,并基于判定结果输出限制信号。所述开闭器基于所述限制信号使所述光路开闭。

[0062] 在该计测装置中,通过利用开闭器使从光源出射的光的光路开闭,能够恰当地调整向外部出射的光的强度。

[0063] 第12项目所涉及的计测装置在第1至第11项目的任一项所涉及的计测装置中,所述光源能够使所述光的频率以时间变化。所述处理电路处理从所述第1光检测器输出的信号,

[0064] 在该计测装置中,能够利用FMCW-LiDAR技术对物体进行测距及/或测速。

[0065] (实施方式1)

[0066] [计测装置]

[0067] 首先,参照图1,说明本公开的实施方式1所涉及的计测装置的构成例。图1是示意性地表示本公开的例示性的实施方式1所涉及的计测装置的构成的框图。在图1中,作为计测对象的物体10而示出人。物体10除了人以外,也可以是车辆及建筑物等任意的物体。

[0068] 图1所示的计测装置100A具备光源20、干涉光学系统30A、光学元件40和第1光检测器50a。干涉光学系统30A具备第1分光器32a、第2分光器32b和光环形器34。计测装置100A还具备第3分光器32c和第2光检测器50b。计测装置100A还具备对光源20的动作进行控制且处理来自第1光检测器50a及第2光检测器50b的信号的处理电路60、以及存储器62。计测装置100A也可以还具备除了图示的构成要素以外的构成要素。图1所示的粗线表现将2个构成要素相互连接的光纤。图1所示的带箭头的实线表现信号的收发。图1所示的带箭头的虚线表现光的流动。在本说明书中,将第1分光器32a也简称为“分光器”,将第3分光器32c也称为“其他分光器”。

[0069] 在实施方式1所涉及的计测装置100A中,通过第3分光器32c及第2光检测器50b,能够将计测装置100A内的光作为监视光检测。结果,基于检测出的监视光的强度,能够恰当地调整向外部出射的照射光的强度。在计测装置100A中,与后述的比较例中的计测装置不同,第3分光器32c及第2光检测器50b不会对可进行物体的测距及/或测速的距离范围造成影响。

[0070] 以下说明计测装置100A的构成要素。首先,说明在计测装置100A中为了FMCW-LiDAR技术而使用的光源20、干涉光学系统30A、光学元件40及第1光检测器50a的详细情况。

[0071] <光源20>

[0072] 光源20出射激光20L0。光源20能够使激光20L0的频率变化。频率例如可以按照三角波状或锯齿状以一定的时间周期在时间上变化。该时间周期例如可以是1 $\mu$ 秒以上且10m秒以下。该时间周期也可以变动。频率的变化幅度例如可以是100MHz以上且1THz以下。

[0073] 激光20L0的波长例如可以被包含在700nm以上且2000nm以下的近红外光的波段中。太阳光具有近红外光及可见光,近红外光的光量比可见光的光量少。因此,如果使用近红外光作为激光20L0,则能够减小太阳光作为噪声的影响。激光20L0的波长不一定必须被包含在近红外光的波段中。激光20L0的波长也可以被包含在400nm以上且700nm以下的可见光的波段中,还可以被包含在紫外光的波段中。

[0074] 光源20例如可以具备分布式反馈型 (DFB) 激光二极管、或者外部共振器型 (EC) 激光二极管。这些激光二极管廉价而且小型,能够进行单模振荡,能够与施加的电流量相应地对激光20L0的频率进行调制。如果使用能够出射高功率的激光的激光二极管作为光源20,则能够对激光20L0的频率稳定地进行调制。其中,从光源20出射的激光20L0的强度被调整,以使向外部出射的激光的强度成为类1的强度的上限以下。

[0075] 光源20与第3分光器32c连接。在光源20与第3分光器32c之间,也可以配置有对激光20L0的强度进行调整的衰减器。

[0076] <干涉光学系统30A>

[0077] 干涉光学系统30A所包括的第1分光器32a将从光源20出射并经过第3分光器的激光20L0,分离为参照光20L1和用于照射物体10的照射光20L2。参照光20L1的强度例如可以是向第1分光器32a输入的激光20L0的强度的1%以上且10%以下。第1分光器32a将参照光20L1向第2分光器32b输入,且将照射光20L2向光环形器34输入。第1分光器32a与第2分光器32b、第3分光器32c及光环形器34连接。

[0078] 干涉光学系统30A所包括的光环形器34将照射光20L2向光学元件40输入,且将照射光20L2被物体10反射而产生的反射光20L3向第2分光器32b输入。光环形器34与第1分光器32a、第2分光器32b及光学元件40连接。

[0079] 干涉光学系统30A所包括的第2分光器32b将通过使参照光20L1与反射光20L3重叠并干涉而得到的干涉光20L4,向第1光检测器50a输入。第2分光器32b与第1分光器32a、光环形器34及第1光检测器50a连接。

[0080] <光学元件40>

[0081] 光学元件40将照射光20L2向外部出射。光学元件40还接受反射光20L3,并向干涉光学系统30A所包括的光环形器34输入反射光20L3。在本说明书中,将照射光20L2从光学元件40出射的方向也称为“前方”。光学元件40例如可以是使照射光20L2准直的准直透镜。在本说明书中,“准直”不仅意味着使照射光20L2成为平行光的情况,而且也意味着使照射光20L2的扩散减小的情况。

[0082] 光学元件40既可以是使照射光20L2会聚的聚光透镜,也可以是使照射光20L2扩散的扩散透镜。光学元件40也可以是将照射光20L2作为0次衍射光及/或 $\pm N$ 次衍射光( $N$ 为自然数)向外部出射的衍射栅格。通过利用向相互不同的方向出射的多个衍射光对物体10进行测距及/测速,能够扩大物体10的测距及/或测速的角度范围。光学元件40也可以具有将准直透镜、聚光透镜、扩散透镜及衍射栅格中的至少2个组合的构成。在以下的说明中,光学

元件40设为准直透镜。

[0083] 在计测装置100A中,照射光20L2从干涉光学系统30A到达物体10为止的路径,与反射光20L3从物体10到达干涉光学系统30A为止的路径相互重叠。通过采用这样的同轴光学系统,能够简化计测装置100A的构成,能够实现稳定的计测。

[0084] <第1光检测器50a>

[0085] 第1光检测器50a检测干涉光20L4,并输出与干涉光20L4的强度相应的信号。第1光检测器50a包括1个或者多个光检测元件。光检测元件输出与干涉光20L4的强度对应的信号。

[0086] 接下来,说明将监视光用于检测的第3分光器32c及第2光检测器50b的详细情况。

[0087] <第3分光器32c>

[0088] 第3分光器32c对从光源20出射的激光20L0进行分离,将其一部分向第2光检测器50b输入,并将剩余的部分向第1分光器32a输入。激光20L0的该一部分的强度例如是向第3分光器32c输入的激光20L0的强度的1%以上且10%以下。第3分光器32c与光源20及第1分光器32a连接。在激光20L0不是在光纤中而是在空中传播的情况下,也可以替代第3分光器32c而使用光束采样器。

[0089] <第2光检测器50b>

[0090] 第2光检测器50b检测作为由第3分光器32c分离后的激光20L0的一部分的监视光,并输出与该监视光的强度对应的信号。通过将监视光的强度与向外部出射的照射光20L2的强度建立对应,能够根据监视光的强度,确认向外部出射的照射光20L2的强度。

[0091] 确认向外部出射的照射光20L2的强度是出于以下的理由。如上所述,从对激光20L0的频率稳定地进行调制的观点出发,可以使用能够出射高功率的激光的激光二极管作为光源20。如果使用这样的激光二极管,则例如由于故障或者误动作,向外部出射的照射光20L2的强度有可能超过类1的强度的上限。如果能够确认向外部出射的照射光20L2的强度,则能够调整从光源20出射的激光20L0的强度,以使向外部出射的照射光20L2的强度成为类1的强度的上限以下。

[0092] 在专利文献1及2以及非专利文献1中,并未记载使用能够出射高功率的激光的激光二极管对激光20L0的频率稳定地进行调制。进而,也并未记载设置监视用的光检测器来确认向外部出射的照射光20L2的强度。

[0093] 接下来,说明对光源20、第1光检测器50a及第2光检测器50b的动作进行控制的处理电路60的详细情况。

[0094] <处理电路60>

[0095] 处理电路60包括控制电路60a、驱动电路60b、判定电路60c及信号处理电路60d。控制电路60a对驱动电路60b、信号处理电路60d、第1光检测器50a及第2光检测器50b的动作进行控制。在本说明书中,有时将控制电路60a、驱动电路60b、判定电路60c及信号处理电路60d各自的动作作为处理电路60的动作进行说明。

[0096] 驱动电路60b对光源20进行驱动。也可以说控制电路60a经由驱动电路60b对光源20的动作进行控制。判定电路60c进行将由第2光检测器50b检测出的监视光的强度与规定的强度比较的判定,并基于判定结果输出限制信号。驱动电路60b基于限制信号,使光源20变更激光20L0的强度。

[0097] 信号处理电路60d使用FMCW-LiDAR技术,处理从第1光检测器50a输出的信号。处理电路60基于该信号,生成与物体10的距离及/或速度相关的计测数据并输出。具体而言,信号处理电路60d对检测信号的时间波形进行傅立叶变换来生成表示其频谱的数据,基于该数据生成计测数据并输出。

[0098] 信号处理电路60d也可以将输出的计测数据向显示器输入,显示器也可以显示与物体10的距离及/或速度相关的信息。或者,信号处理电路60d也可以将输出的计测数据向其他装置输入,该其他装置也可以基于计测数据进行特定的动作。该其他装置例如可以是车辆或者工业用机器人。

[0099] 关于处理电路60的详细动作后述。由控制电路60a及信号处理电路60d执行的计算机程序被存放于ROM或者RAM(随机存取存储器(Random Access Memory))等存储器62。像这样,计测装置100A具备包括处理电路60及存储器62的处理装置。处理电路60及存储器62既可以被集成于1个电路基板,也可以被设置于个别的电路基板。处理电路60所包括的控制电路60a、驱动电路60b、判定电路60c及信号处理电路60d也可以分散于多个电路。处理装置或者其一部分也可以被设置在与其它构成要素分离的远程地点,经由有线或者无线的通信网络,对光源20、第1光检测器50a及第2光检测器50b的动作进行控制。

[0100] [FMCW-LiDAR技术]

[0101] 接下来,参照图2简单地说明FMCW-LiDAR技术。FMCW-LiDAR技术的详细情况例如在非专利文献1中被公开。

[0102] 图2是示意性地表示物体10静止的情况下的参照光20L1及反射光20L3的频率的时间变化的图。实线表现参照光20L1,虚线表现反射光20L3。图2所示的参照光20L1的频率反复以三角波状在时间上变化。即,参照光20L1的频率反复进行向上啁啾和向下啁啾。向上啁啾期间中的频率的增加量与向下啁啾期间中的频率的减少量相互相等。反射光20L3的频率与参照光20L1的频率相比,沿着时间轴向正方向偏移。反射光20L3的时间所偏移的量,等于照射光20L2从计测装置100A向外部出射并被物体10反射而作为反射光20L3返回为止的时间。结果,参照光20L1与反射光20L3重叠并干涉而成的干涉光20L4,具有相当于反射光20L3的频率与参照光20L1的频率的频率差的频率。图2所示的双向箭头表现两者的频率差。第1光检测器50a输出表示干涉光20L4的强度的信号。该信号被称为节拍信号。节拍信号的频率即节拍频率等于上述的频率差。处理电路60根据节拍频率,能够生成与物体10的距离及/或速度相关的计测数据。

[0103] 在物体10静止的情况下,向上啁啾期间中的节拍频率与向下啁啾期间中的节拍频率相互相等。如果将向上啁啾期间或者向下啁啾期间中的光的频率的增减量设为 $\Delta f$ ,将 $\Delta f$ 的变化所需的时间设为 $\Delta t$ ,将光速设为 $c$ ,并将参照光20L1的光路长度与对照射光20L2的光路长度及反射光20L3的光路长度进行合计的长度之差设为 $2d$ ,则向上啁啾期间或者向下啁啾期间中的节拍频率 $f_{beat}$ 由下式(1)表现。

[0104] [数1]

$$[0105] \quad f_{beat} = \frac{2\Delta f}{c\Delta t} d \quad (1)$$

[0106] 通过将频率的时间变化率 $\Delta f / \Delta t$ ,与照射光20L2从计测装置100A向外部出射并被物体10反射而作为反射光20L3返回为止的时间( $2d/c$ )相乘,可以得到式(1)的节拍频率 $f$

beat°

[0107] 在物体10移动的情况下,反射光20L3的频率与参照光20L1的频率相比,沿着频率轴向正方向或负方向进行多普勒频移。在该情况下,向上啁啾期间中的节拍频率与向下啁啾期间中的节拍频率相互不同。处理电路60根据上述节拍频率的频率差及平均值,能够分别生成与物体10的速度及距离相关的计测数据。

[0108] [处理电路60所执行的计测动作]

[0109] 接下来,参照图3,说明实施方式1中处理电路60所执行的计测动作的例子。图3是概略性地表示处理电路60所执行的计测动作的例子的流程图。处理电路60执行图3所示的步骤S101至S103的动作。

[0110] <步骤S101>

[0111] 处理电路60使光源20出射其频率以时间变化的激光20L0。具体而言,控制电路60a使驱动电路60b对光源20进行驱动,使光源20出射频率以时间变化的激光20L0。

[0112] <步骤S102>

[0113] 处理电路60使第1光检测器50a检测干涉光20L4。第1光检测器50a输出与干涉光20L4的强度对应的信号。具体而言,控制电路60a使第1光检测器50a检测干涉光20L4。

[0114] <步骤S103>

[0115] 处理电路60基于从第1光检测器50a输出的信号,生成与物体10的距离及/或速度相关的计测数据。具体而言,控制电路60a使信号处理电路60d基于从第1光检测器50a输出的信号生成计测数据。

[0116] 通过处理电路60的上述动作,能够进行物体10的测距及/或测速。

[0117] [判定电路60c所执行的动作]

[0118] 接下来,参照图4,说明实施方式1中判定电路60c所执行的动作的例子。图4是概略性地表示判定电路60c所执行的动作的例子的流程图。判定电路60c执行图4所示的步骤S201至S203的动作。

[0119] <步骤S201>

[0120] 判定电路60c取得从第2光检测器50b输出的信号。该信号是与监视光的强度相应的信号。为了根据该信号取得监视光的强度,也可以使用转换式。例如,如果将该信号的电压值设为 $V_m$ ,将监视光的强度设为 $I_m$ ,并将第2光检测器50b中的从电压值向强度的转换系数设为 $k$ ,则 $I_m = kV_m$ 的关系成立。也可以不是使用电压值而是使用电流值。

[0121] <步骤S202>

[0122] 判定电路60c判定监视光的强度 $I_m$ 是否比规定的强度 $I_s$ 大。规定的强度 $I_s$ 例如可以如下设定。在监视光的强度 $I_m$ 与规定的强度 $I_s$ 相等的情况下,从光学元件40向外部出射的照射光20L2的强度等于类1的强度的上限。

[0123] 如果将类1的强度的上限设为 $I_L$ ,将从光学元件40向外部出射的照射光20L2的强度相对于从光源20出射的激光20L0的强度的强度比设为 $\xi$ ,并将监视光的强度相对于从光源20出射的激光20L0的强度的强度比设为 $b$ 时, $I_s = b(I_L/\xi)$ 的关系成立。

[0124] 在判定为否的情况下,判定电路60c再次执行步骤S201的动作。在判定为是的情况下,判定电路60c执行步骤S203的动作。

[0125] <步骤S203>

[0126] 判定电路60c输出限制信号。限制信号是用于使驱动电路60b在时间上或者能量上调整从光源20出射的激光20L0的强度的信号。限制信号例如可以是以下的(1)至(3)的信号。

[0127] (1)限制信号是表示向外部出射的照射光20L2的强度超过类1的强度的上限的数字信号。

[0128] (2)限制信号是表示向光源20注入的电流值的数字信号或者模拟信号。通过向光源20注入具有该电流值的电流,向外部出射的照射光20L2的强度成为类1的强度的上限以下。

[0129] (3)限制信号是表示激光20L0的发光周期、发光的占空比及发光时间的数字信号或者模拟信号。通过从光源20出射满足这些发光周期、发光的占空比及发光时间的激光20L0,向外部出射的照射光20L2的强度成为类1的强度的上限以下。

[0130] 驱动电路60b基于限制信号,使光源20变更激光20L0的强度。在限制信号是上述的(1)的信号的情况下,驱动电路60b使光源20停止出射激光20L0。或者,驱动电路60b也可以使光源20降低激光20L0的强度,以使向外部出射的照射光20L2的强度成为类1的强度的上限以下。

[0131] 通过判定电路60c的上述动作,能够将向外部出射的照射光20L2恰当地调整为类1的强度的上限以下。

[0132] [计测装置100A中的光的流动]

[0133] 再次参照图1。在图1所示的计测装置100A中,如带箭头的虚线所示,产生多个光的流动。光的流动 $\alpha$ 是参照光20L1从第1分光器32a到达第1光检测器50a为止的流动。光的流动 $\beta$ 是照射光20L2从第1分光器32a到达物体10、且反射光20L3从物体10到达第1光检测器50a为止的流动。

[0134] 另一方面,在多个光的流动之中,除了光的流动 $\alpha$ 及 $\beta$ 之外,还存在对检测信号引起噪声的光的流动 $\gamma$ 及 $\delta$ 。光的流动 $\gamma$ 是照射光20L2的一部分从第1分光器32a开始、被光学元件40反射并到达第1光检测器50a为止的流动。这样的反射在光学元件40与空气的界面处产生。光的流动 $\delta$ 是照射光20L2的其他一部分从第1分光器32a开始、经过光环形器34的内部噪声光路径并到达第1光检测器50a为止的流动。噪声光路径可以认为是经过光环形器34的路径,更具体而言,是在光环形器34中朝向光学元件40的照射光20L2的泄漏光在内部被多重散射并行进的路径。

[0135] 如上述那样,照射光20L2的一部分被光学元件40反射,其他一部分在光环形器34的内部被多重散射,因此在实际上从光学元件40向外部出射的是照射光20L2的剩余部分。但是,在本说明书中,只要不发生误解,就记作“光学元件40将照射光20L2向外部出射”。

[0136] 将光的流动 $\alpha$ 的第1路径的光路长度设为第1光路长度 $d_1$ ,将光的流动 $\beta$ 的第2路径的光路长度设为第2光路长度 $d_2$ ,将光的流动 $\gamma$ 的第3路径的光路长度设为第3光路长度 $d_3$ ,并将光的流动 $\delta$ 的第4路径的光路长度设为第4光路长度 $d_4$ 。在计测装置100A中,满足 $d_1 < d_4 < d_3 < d_2$ 的关系。关于计测装置100A中的光的流动 $\alpha$ 至 $\delta$ 的路径的光路长度对可进行物体10的测距及/或测速的距离范围造成的影响,在日本特愿2022-010910(申请日:2022年1月27日)中进行了详细的说明。将日本特愿2022-010910的公开内容整体引用至本说明书中。

[0137] 光环形器34及光学元件40产生引起噪声的光的流动 $\gamma$ 及 $\delta$ ,是由于光环形器34及

光学元件40位于照射光20L2及反射光20L3的光路上。相对于此,第3分光器32c及第2光检测器50b不位于照射光20L2及反射光20L3的光路上。因此,第3分光器32c及第2光检测器50b不产生引起噪声的光的流动。

[0138] 接下来,参照图5,说明在检测信号的谱中出现由于光的流动 $\alpha$ 至 $\delta$ 引起的多个峰。图5是示意性地表示检测信号的谱的例子。峰 $\alpha$ 是来自第1光检测器的检测信号所包含的DC(直流)成分,其频率为零。峰 $\beta$ 具有通过被物体10反射并到达第1光检测器50a的反射光20L3与参照光20L1的干涉而得到的节拍频率。峰 $\gamma$ 具有通过照射光20L2之中的被光学元件40反射并到达第1光检测器50a的光与参照光20L1的干涉而得到的节拍频率。峰 $\delta$ 具有通过照射光20L2之中的经过干涉光学系统30A的内部、更具体而言经过光环形器34的内部噪声光路径并到达第1光检测器50a的光与参照光20L1的干涉而得到的节拍频率。

[0139] 峰 $\beta$ 由于被物体10反射的反射光20L3而产生。峰 $\gamma$ 是噪声,由于照射光20L2之中的被光学元件40反射的光而产生。物体10位于比光学元件40靠前方,因此如果将光学元件40对照射光20L2进行反射的位置设为零距离,则峰 $\gamma$ 虽然是噪声,但作为零距离的指标是有益的。如上所述在 $d_2 > d_3$ 的情况下,峰 $\gamma$ 的节拍频率比峰 $\beta$ 的节拍频率低,因此峰 $\gamma$ 对峰 $\beta$ 不造成影响。峰 $\delta$ 是噪声,由于在光环形器34的内部产生的多重散射光而产生。如上所述在 $d_3 > d_4$ 的情况下,峰 $\delta$ 的节拍频率比峰 $\gamma$ 的节拍频率低,因此峰 $\delta$ 对峰 $\gamma$ 及峰 $\beta$ 不造成影响。因此,根据峰 $\beta$ 的节拍频率与峰 $\gamma$ 的节拍频率的频率差,能够准确地对物体10进行测距。

[0140] [比较例]

[0141] 在此,从准确地确认从光学元件40向外部出射的照射光20L2的强度的观点出发,举出在靠近光学元件40的位置上配置第3分光器32c并检测监视光的构成作为例子。图6是示意性地表示比较例中的计测装置的构成的框图。图6所示的计测装置90与图1所示的计测装置100A的不同点在于,第3分光器32c与光环形器34及光学元件40连接。第3分光器32c对从光环形器34输出的照射光20L2进行分离,将其一部分向第2光检测器50b输入,且将剩余部分向光学元件40输入。照射光20L2的该一部分的强度例如可以是光环形器34输出的照射光20L2的强度的1%以上且10%以下。

[0142] 在图6所示的计测装置90中,除了图1所示的光的流动 $\alpha$ 至 $\delta$ 之外,还存在图6所示的光的流动 $\epsilon$ 。其中,光的流动 $\beta$ 及 $\gamma$ 经过图6所示的第3分光器32c。图6所示的虚线表现光的流动 $\epsilon$ 。光的流动 $\epsilon$ 是照射光20L2从第1分光器32a开始、被第2光检测器50b反射并到达第1光检测器50a为止的流动。将光的流动 $\epsilon$ 的第5路径的光路长度设为第5光路长度 $d_5$ 。光的流动 $\epsilon$ 与光的流动 $\beta$ 及 $\gamma$ 同样,对检测信号引起噪声。这是因为,第3分光器32c位于照射光20L2及反射光20L3的光路上。即使满足上述的 $d_1 < d_4 < d_3 < d_2$ 的关系,在 $d_5 > d_3$ 的情况下,光的流动 $\epsilon$ 也有可能使可进行物体10的测距及/或测速的距离范围变窄。

[0143] [实施例]

[0144] 接下来,参照图7A及图7B,与比较例一起说明由实施方式1所涉及的计测装置100A对物体10进行测距的实施例。在实施例及比较例中,基于以下的条件对物体10进行了测距。

[0145] 作为物体10,使用了静止状态的白色的绘图纸。从光学元件40到物体10的距离为1m。在本说明书中,从光学元件40到物体10的距离,意味着从光学元件40对上述的照射光20L2的一部分进行反射的位置起、直到物体10对上述的照射光20L2的剩余部分进行反射的位置为止的距离。

[0146] 作为光源20,使用了出射波长1550nm的激光20L0的激光二极管。通过向驱动电路60b输入三角波的调制信号,对激光20L0的频率进行了调制。三角波的调制频率为50kHz。

[0147] 作为光学元件40,使用了能够进行调焦的准直透镜。对准直透镜进行了调焦以使起因于物体10的节拍信号的强度变高。

[0148] 信号处理电路60d在从第1光检测器50a输出的信号中以采样频率500MHz采样1024点,取得了表示信号的时间波形的数据。信号处理电路60d进而对信号的时间波形进行快速傅立叶变换,从而生成了表示向上啁啾期间及向下啁啾期间各自中的检测信号的谱的数据。

[0149] 图7A及图7B分别是表示实施例及比较例中的检测信号的谱的曲线图。图7A及图7B所示的纵轴及横轴分别表现信号的强度及频率。关于横轴,右端的“1”表现零频率,1个刻度表现250MHz/512。频率对应于距离。在图7A及图7B中,将向上啁啾期间中的检测信号的谱与向下啁啾期间中的检测信号的谱相互重叠表示。图7A及图7B所示的T1表现向上啁啾期间,T2表现向下啁啾期间。在物体10静止的情况下,两者的表现大致相同。

[0150] 如图7A及图7B所示,在检测信号的谱中出现多个峰。图7A所示的箭头表现其中的代表性的4个峰 $\alpha$ 至 $\delta$ 。同样,图7B所示的箭头表现其中的代表性的5个峰 $\alpha$ 至 $\varepsilon$ 。

[0151] 在图7A所示的实施例中,在4个峰 $\alpha$ 至 $\delta$ 之中,起因于物体10的峰 $\beta$ 具有最高的节拍频率,作为零距离的指标的峰 $\gamma$ 具有第二高的节拍频率。在图7A所示的例中,峰 $\beta$ 的节拍频率与峰 $\gamma$ 的节拍频率的频率差相当于1m的距离。像这样,在实施例中,根据峰 $\beta$ 的节拍频率与峰 $\gamma$ 的节拍频率的频率差,能够准确地对物体10进行测距。

[0152] 相对于此,在图7B所示的比较例中,在5个峰 $\alpha$ 至 $\delta$ 之中,起因于第2光检测器50b的峰 $\varepsilon$ 具有最高的节拍频率。起因于物体10的峰 $\beta$ 具有第二高的节拍频率,作为零距离的指标的峰 $\gamma$ 具有第三高的节拍频率。图7B所示的峰 $\beta$ 及 $\gamma$ 比图7A所示的峰 $\beta$ 及 $\gamma$ 向长波长侧偏移,是因为与在光环形器34与光学元件40之间配置了第3分光器32c相应地,光的流动 $\beta$ 及 $\gamma$ 的路径的光路长度变长。在图7B所示的例中,峰 $\varepsilon$ 的节拍频率与峰 $\gamma$ 的节拍频率的频率差相当于1.5m的距离,峰 $\beta$ 的节拍频率与峰 $\gamma$ 的节拍频率的频率差相当于1m的距离。

[0153] 在峰 $\varepsilon$ 的节拍频率与峰 $\beta$ 的节拍频率相互接近的情况下,峰 $\varepsilon$ 与峰 $\beta$ 相互接近,因此不容易判别哪个峰是峰 $\beta$ 。结果,在峰 $\varepsilon$ 附近的频带中,计测出错误的距离及/或速度,计测精度降低。像这样,在比较例中,在峰 $\varepsilon$ 附近的频带中无法进行准确的计测,可进行物体10的测距及/或测速的距离范围变窄。

[0154] 如果计测装置可以大型化,则通过使光的流动 $\gamma$ 的第3路径的第3光路长度 $d_3$ 比光的流动 $\varepsilon$ 的第5路径的第5光路长度 $d_5$ 长,能够扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围。这是因为,在 $d_3 > d_5$ 的情况下,峰 $\varepsilon$ 的节拍频率比峰 $\gamma$ 的节拍频率低。在实施例中,无需考虑这样的光路长度的大小关系,因此能够避免计测装置大型化。

[0155] 由此,根据实施方式1,通过恰当地配置第3分光器32c及第2光检测器50b,能够减小由于第2光检测器50b引起的内部散射光的影响。结果,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100A。

[0156] (实施方式2)

[0157] 接下来,参照图8,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式2所涉及的计测装置的构成例。图8是示意性地表示本公开的例示性的实施方式

2所涉及的计测装置的构成的框图。图8所示的计测装置100B与图1所示的计测装置100A的不同点在于,第2光检测器50b以不经由第3分光器32c的方式,检测作为从光源20出射的一部分激光20L0的监视光。图8所示的干涉光学系统30B具有与图1所示的干涉光学系统30A相同的构成。

[0158] 在使用激光二极管作为光源20的情况下,能够检测从激光二极管的后面出射的光作为监视光。这是因为,从激光二极管的后面出射的激光的强度与从前面出射的激光的强度成比例。在本说明书中,“从光源20出射的激光20L0”不仅包括从激光二极管的前面出射的激光,也包括从后面出射的激光。因此,从激光二极管的后面出射的激光也能够说是“激光20L0的一部分”。

[0159] 或者,作为光源20,也可以使用具备监视用的光电二极管的激光二极管。监视用的光电二极管输出表示从光源20出射的激光20L0的一部分的强度的信号。监视用的光电二极管能够用作第2光检测器50b。

[0160] 在由衰减器调整激光20L0的强度的情况下,与衰减器的调整相应地,向外部出射的照射光20L2的强度变化。因此,与衰减器的调整相应地,设定在判定电路60c的判定中使用的规定的强度。

[0161] 由此,根据实施方式2,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100B。由于不需要用于取出监视光的第3分光器32c,因此能够减少计测装置100B的部件数,简化计测装置100B的构成。在作为光源20使用具备监视用的光电二极管的激光二极管的构成中,无需另行设置第2光检测器50b,因此能够进一步减少计测装置100B的部件数,进一步简化计测装置100B的构成。

[0162] (实施方式3)

[0163] 接下来,参照图9,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式3所涉及的计测装置的构成例。图9是示意性地表示本公开的例示性的实施方式3所涉及的计测装置的构成的框图。图9所示的计测装置100C与图1所示的计测装置100A的不同点在于,干涉光学系统30C除了具备第1分光器32a、第2分光器32b及光环形器34之外,还具备第3分光器32c。第3分光器32c与第1分光器32a及光环形器34连接。第3分光器32c在干涉光学系统30C中对从第1分光器32a输出的照射光20L2进行分离,将作为其一部分的监视光向第2光检测器50b输入,且将剩余的部分向光环形器34输入。监视光是干涉光学系统30C中的照射光20L2的一部分。通过将该监视光的强度与向外部出射的照射光20L2的强度建立对应,能够根据监视光的强度确认向外部出射的照射光20L2的强度。

[0164] 在图9所示的计测装置100C中,除了图1所示的光的流动 $\alpha$ 至 $\delta$ 之外,还存在图9所示的光的流动 $\zeta$ 及 $\eta$ 。其中,光的流动 $\beta$ 及 $\gamma$ 经过图9所示的第3分光器32c。图9所示的虚线及点线分别表现光的流动 $\zeta$ 及 $\eta$ 。光的流动 $\zeta$ 是照射光20L2被第2光检测器50b及第1分光器32a依次反射并到达第1光检测器50a为止的流动。光的流动 $\eta$ 是照射光20L2被第3分光器32c及第1分光器32a依次反射并到达第1光检测器50a为止的流动。

[0165] 第3分光器32c位于照射光20L2的光路上,因此由第3分光器32c产生的光的流动 $\zeta$ 及 $\eta$ 有可能对检测信号引起噪声。但是,光的流动 $\zeta$ 及 $\eta$ 分别包括由于2个光学部件引起的反射,因此沿着光的流动 $\zeta$ 及 $\eta$ 到达第1光检测器50a的光的强度减小到在实用上没有问题的强

度。例如在入射光被1个光学部件反射而产生反射光的情况下,该反射光的强度相对于入射光的强度减小到-60dB。在入射光被2个光学部件依次反射而产生反射光的情况下,该反射光的强度相对于入射光的强度减小到-120dB。因此,由于光的流动 $\zeta$ 及 $\eta$ 引起的噪声比第1光检测器50a及信号处理电路60d内产生的噪声小,因此认为不被检测为节拍信号。

[0166] 由此,根据实施方式3,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100C。

[0167] (实施方式4)

[0168] 接下来,参照图10,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式4所涉及的计测装置的构成例。图10是示意性地表示本公开的例示性的实施方式4所涉及的计测装置的构成的框图。图10所示的计测装置100D与图1所示的计测装置100A的不同点在于,干涉光学系统30D除了具备第1分光器32a、第2分光器32b及光环形器34之外,还具备第3分光器32c。第3分光器32c与第1分光器32a及第2分光器32b连接。第3分光器32c在干涉光学系统30D中对从第1分光器32a输出的参照光20L1进行分离,将作为其一部分的监视光向第2光检测器50b输入,且将剩余部分向第2分光器32b输入。监视光是干涉光学系统30D中的参照光20L1的一部分。通过将该监视光的强度与向外部出射的照射光20L2的强度建立对应,能够根据监视光的强度确认向外部出射的照射光20L2的强度。

[0169] 在图10所示的计测装置100D中,除了图1所示的光的流动 $\alpha$ 至 $\delta$ 之外,还存在图10所示的光的流动 $\theta$ 及 $\iota$ 。其中,光的流动 $\alpha$ 经过图10所示的第3分光器32c。图10所示的虚线及点线分别表现光的流动 $\theta$ 及 $\iota$ 。光的流动 $\theta$ 是参照光20L1被第2光检测器50b及第1分光器32a依次反射并到达第1光检测器50a为止的流动。光的流动 $\iota$ 是参照光20L1被第3分光器32c及第1分光器32a依次反射并到达第1光检测器50a为止的流动。

[0170] 第3分光器32c位于参照光20L1的光路上,因此由第3分光器32c产生的光的流动 $\theta$ 及 $\iota$ 有可能对检测信号引起噪声。但是,光的流动 $\theta$ 及 $\iota$ 分别包括由于2个光学部件引起的反射,因此沿着光的流动 $\theta$ 及 $\iota$ 到达第1光检测器50a的光的强度减小到在实用上没有问题的强度。

[0171] 由此,根据实施方式4,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100D。

[0172] (实施方式5)

[0173] 接下来,参照图11,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式5所涉及的计测装置的构成例。图11是示意性地表示本公开的例示性的实施方式5所涉及的计测装置的构成的框图。图11所示的计测装置100E与图1所示的计测装置100A的不同点在于,干涉光学系统30E不具备图1所示的光环形器34,而具备第4分光器32d。在本说明书中,将第4分光器32d也称为“再其他的分光器”。

[0174] 由第4分光器32d向第2分光器32b输入的反射光20L3的强度比由光环形器34向第2分光器32b输入的反射光20L3的强度低。在第4分光器32d的分光比为50:50的情况下,从第4分光器32d输出的反射光20L3的强度为向第4分光器32d输入的反射光20L3的强度的一半。因此,起因于物体10的节拍信号的强度变低。另一方面,第4分光器32d比光环形器34廉价,因此能够将计测装置100E的制造成本抑制得较低。

[0175] 在不使用光环形器34而使用第4分光器32d的情况下,反射光20L3的一部分有可能

经由第1分光器32a返回至光源20。也可以在光源20与第1分光器32a之间设置光隔离器来去除这样的返回光。

[0176] 由此,根据实施方式5,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100E。

[0177] (实施方式6)

[0178] 接下来,参照图12,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式6所涉及的计测装置的构成例。图12是示意性地表示本公开的例示性的实施方式6所涉及的计测装置的构成的框图。图12所示的计测装置100F与图1所示的计测装置100A的不同点在于,计测装置100F不具备图1所示的单一的光学元件40,而具备第5分光器32e、第1光学元件40a、第2光学元件40b和第3光学元件40c。图12所示的干涉光学系统30F具有与图1所示的干涉光学系统30A相同的构成。在本说明书中,将第1光学元件40a、第2光学元件40b及第3光学元件40c也统称为“光学元件40a~40c”。第5分光器32e与光环形器34连接。光学元件40a~40c与第5分光器32e连接。光学元件40a~40c也能够说是经由第5分光器32e与光环形器34连接。

[0179] 第5分光器32e将照射光20L2分离为第1至第3光。光学元件40a~40c将第1至第3光分别向外部出射,而且分别接受第1至第3光被物体10反射而产生的第1至第3反射光。光学元件40a~40c分别将第1至第3反射光经由第5分光器32e,向干涉光学系统30F所包括的光环形器34输入。第1至第3光分别是照射光20L2的一部分。第1至第3光的强度既可以相互相等,也可以相互不同。第4分光器32d的分支数没有限制,是2以上的多个。关于光学元件40a~40c的数量也是同样的。在本说明书中,“出射照射光的至少一部分的至少1个光学元件”,意味着如实施方式1那样出射照射光20L2的单一的光学元件、或者如实施方式6那样各自出射照射光20L2的一部分的多个光学元件。

[0180] 从第5分光器32e到达光学元件40a~40c为止的3个路径的光路长度既可以相互相等,也可以相互不同。在该3个路径的光路长度相互不同的情况下,能够使从光学元件40a~40c向外部出射的第1至第3光的零距离相互不同。因此,在检测信号的谱中,能够分别分配与向外部出射的第1至第3光相应的第1至第3频带。结果,根据出现峰的频带,能够知晓由第1至第3光之中的哪个光对物体10进行了测距及/或测速。

[0181] 由此,根据实施方式6,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100F。

[0182] (实施方式7)

[0183] 接下来,参照图13,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式7所涉及的计测装置的构成例。图13是示意性地表示本公开的例示性的实施方式7所涉及的计测装置的构成的框图。在图13中,作为计测对象的物体10而示出人。图13所示的计测装置100G与图1所示的计测装置100A的不同点在于以下2点。第1点是,干涉光学系统30G具备第1分光器32a及第2分光器32b,但不具备图1所示的光环形器34。第2点是,计测装置100G除了具备相当于图1所示的光学元件40a的第1光学元件40a之外,还具备第2光学元件40b。在本说明书中,将第1光学元件40a也简称为“光学元件”,将第2光学元件40b也称为“其他光学元件”。

[0184] 第1光学元件40a与第1分光器32a连接,第2光学元件40b与第2分光器32b连接。第1

光学元件40a向外部出射从第1分光器32a输出的照射光20L2。第2光学元件40b接受照射光20L2被物体10反射而产生的反射光20L3,并向干涉光学系统30G所包括的第2分光器32b输入反射光20L3。

[0185] 在图13所示的计测装置100G中,存在图1所示的光的流动 $\alpha$ 及 $\beta$ 。但是,光的流动 $\beta$ 不经过图1所示的光环形器34,而经过第1光学元件40a及第2光学元件40b。另一方面,在计测装置100G中,不存在图1所示的光的流动 $\delta$ 及 $\gamma$ 。

[0186] 在计测装置100G中,与计测装置100A不同,照射光20L2从干涉光学系统30G到达物体10为止的路径,与反射光20L3从物体10到达干涉光学系统30G为止的路径相互不重叠。在不采用同轴光学系统的计测装置100G中,与计测装置100A相比,起因于物体10的节拍信号的强度变低。另一方面,由于不使用图1所示的光环形器34及图11所示的第4分光器32d,能够将计测装置100G的制造成本抑制得较低。

[0187] 计测装置100G也可以与图12所示的计测装置100G同样,不具备单一的第1光学元件40a,而具备多个第1光学元件40a。计测装置100G也可以不具备单一的第2光学元件40b,而具备与多个第1光学元件40a分别对应的多个第2光学元件40b。即,计测装置100G具备至少1个第1光学元件40a和至少1个第2光学元件40b。

[0188] 由此,根据实施方式7,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100G。

[0189] (实施方式8)

[0190] 接下来,参照图14,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式8所涉及的计测装置的构成例。图14是示意性地表示本公开的例示性的实施方式8所涉及的计测装置的构成的框图。图14所示的计测装置100H与图1所示的计测装置100A的不同点在于,计测装置100H还具备开闭器(shutter、快门)70。图14所示的干涉光学系统30H具有与图1所示的干涉光学系统30A相同的构成。

[0191] 开闭器70基于从判定电路60c输出的限制信号,使从光源20出射的激光20L0的光路开闭。在图14所示的例中,开闭器70与光源20及第3分光器32c连接。开闭器70也可以与第1分光器32a及第3分光器32c连接。

[0192] 或者,开闭器70也可以基于限制信号,使照射光20L2的光路开闭。开闭器70例如既可以与第1分光器32a及光环形器34连接,也可以与光环形器34及光学元件40连接。

[0193] 限制信号例如可以是表示向外部出射的照射光20L2的强度超过类1的强度的上限的数字信号。开闭器70基于这样的限制信号,关闭激光20L0或者照射光20L2的光路。此外,在判定电路60c不输出限制信号的情况下,开闭器70维持使激光20L0或者照射光20L2的光路开放的状态。

[0194] 由此,根据实施方式8,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100H。

[0195] (实施方式9)

[0196] 接下来,参照图15,以与实施方式1所涉及的计测装置的不同点为中心,说明本公开的实施方式9所涉及的计测装置的构成例。图15是示意性地表示本公开的例示性的实施方式9所涉及的计测装置的构成的框图。图15所示的计测装置100I与图1所示的计测装置100A的不同点在于,计测装置100I还具备衰减器80。图15所示的干涉光学系统30I具有与图

1所示的干涉光学系统30A相同的构成。

[0197] 衰减器80基于从判定电路60c输出的限制信号,使从光源20出射的激光20L0的强度衰减。在图15所示的例中,衰减器80与光源20及第3分光器32c连接。衰减器80也可以与第1分光器32a及第3分光器32c连接。

[0198] 或者,衰减器80也可以基于限制信号,使照射光20L2的强度衰减。衰减器80例如既可以与第1分光器32a及光环形器34连接,也可以与光环形器34及光学元件40连接。

[0199] 限制信号例如可以是表示向外部出射的照射光20L2的强度超过类1的强度的上限的数字信号。衰减器80基于这样的限制信号,使激光20L0或者照射光20L2的强度衰减。此外,在判定电路60c不输出限制信号的情况下,衰减器80维持不使激光20L0或者照射光20L2的光量衰减(或者维持通常动作时的衰减量)的状态。

[0200] 由此,根据实施方式9,与实施方式1同样,能够实现能够恰当地调整向外部出射的照射光20L2的强度而且扩大可进行物体10的测距及/或测速的距离范围的计测装置100I。

[0201] 关于上述的计测装置100A~100I的构成要素,只要没有矛盾,也可以任意地组合。

[0202] 工业实用性

[0203] 本公开的实施方式中的计测装置例如能够利用于汽车、UAV(无人机(Unmanned Aerial Vehicle))或AGV(自动引导车(Automated Guided Vehicle))等车辆中搭载的测距系统、或者车辆检测的用途。

[0204] 附图标记说明:

[0205] 10物体

[0206] 20光源

[0207] 20L0激光

[0208] 20L1参照光

[0209] 20L2照射光

[0210] 20L3反射光

[0211] 20L4干涉光

[0212] 30A~30I干涉光学系统

[0213] 32a第1分光器

[0214] 32b第2分光器

[0215] 32c第3分光器

[0216] 32d第4分光器

[0217] 32e第5分光器

[0218] 34光环形器

[0219] 40光学元件

[0220] 40a第1光学元件

[0221] 40b第2光学元件

[0222] 40c第3光学元件

[0223] 50a第1光检测器

[0224] 50b第2光检测器

[0225] 60处理电路

- [0226] 60a控制电路
- [0227] 60b驱动电路
- [0228] 60c判定电路
- [0229] 60d信号处理电路
- [0230] 62存储器
- [0231] 70开闭器(快门)
- [0232] 80衰减器
- [0233] 90、100A ~ 100I计测装置

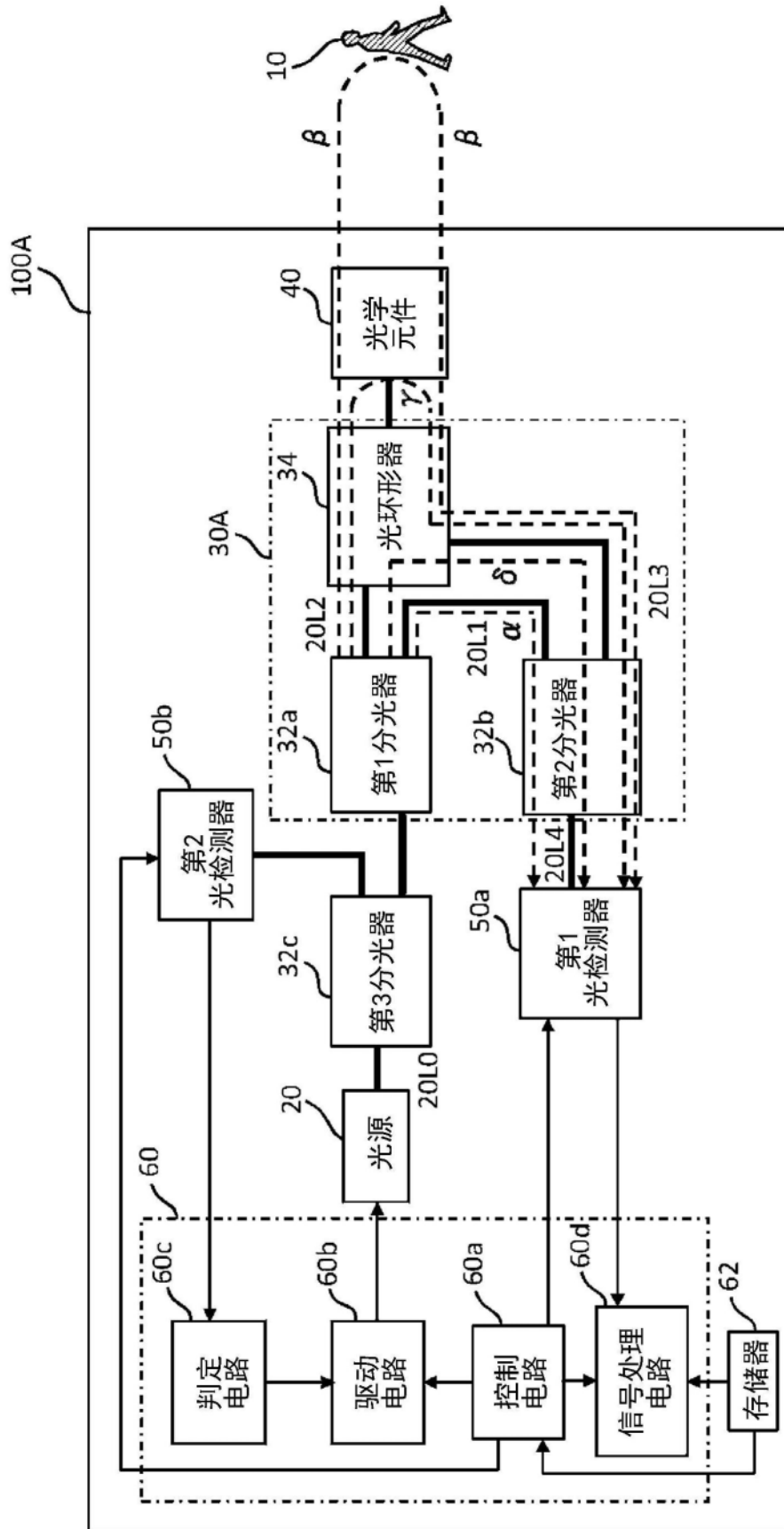


图1

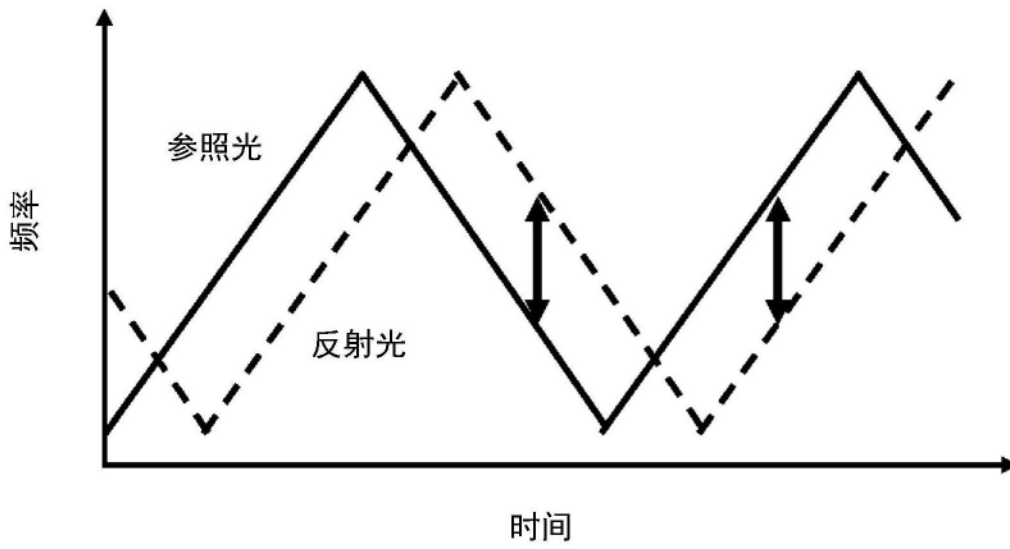


图2

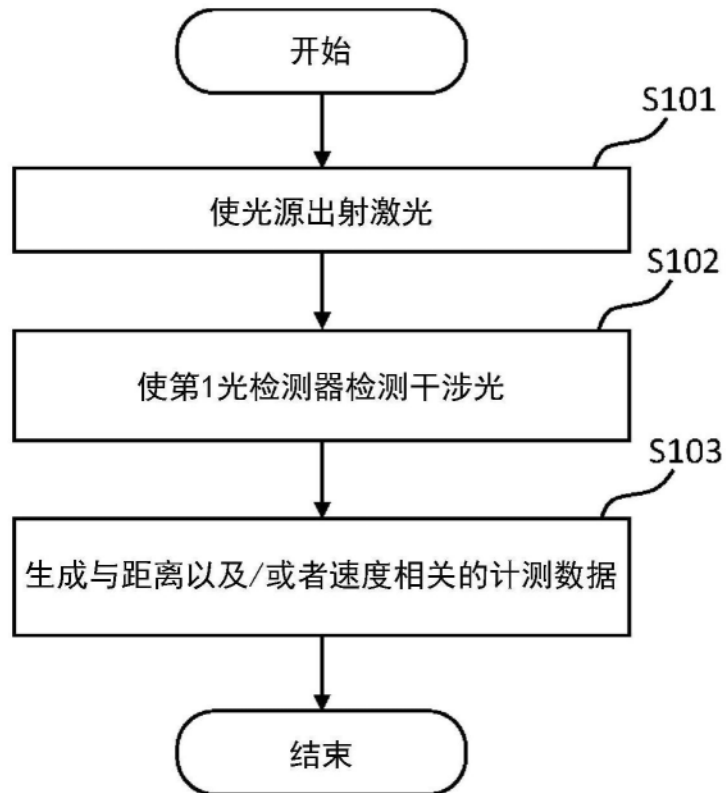


图3

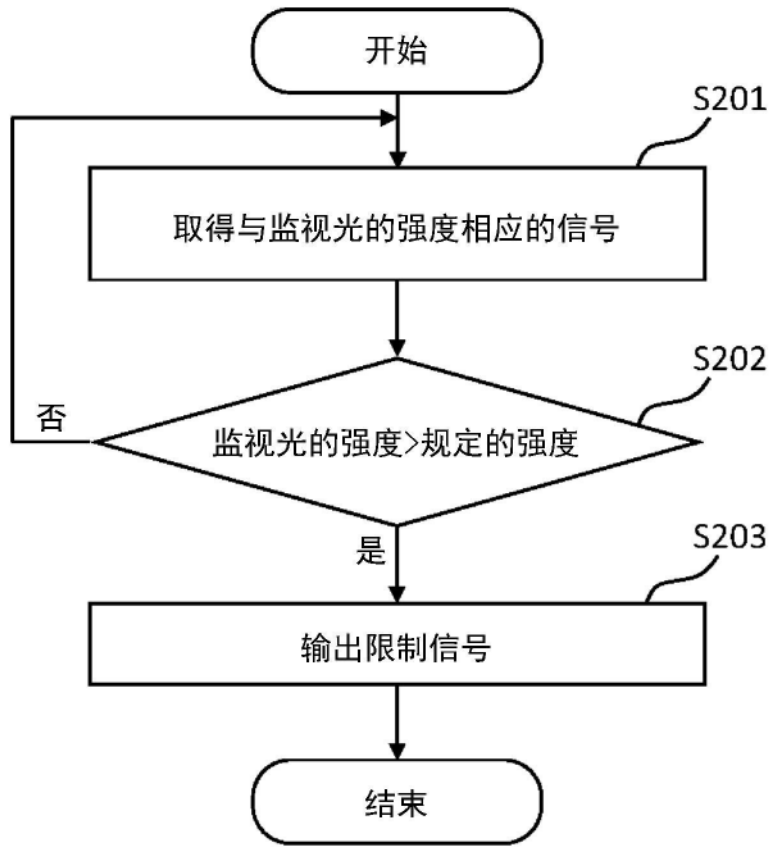


图4

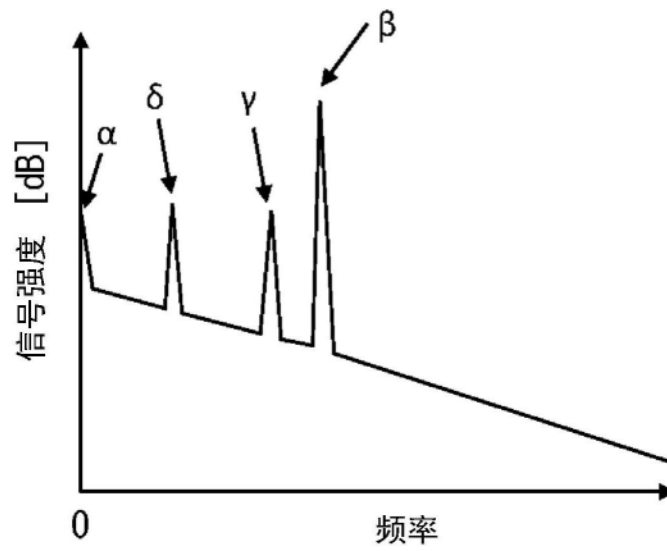


图5

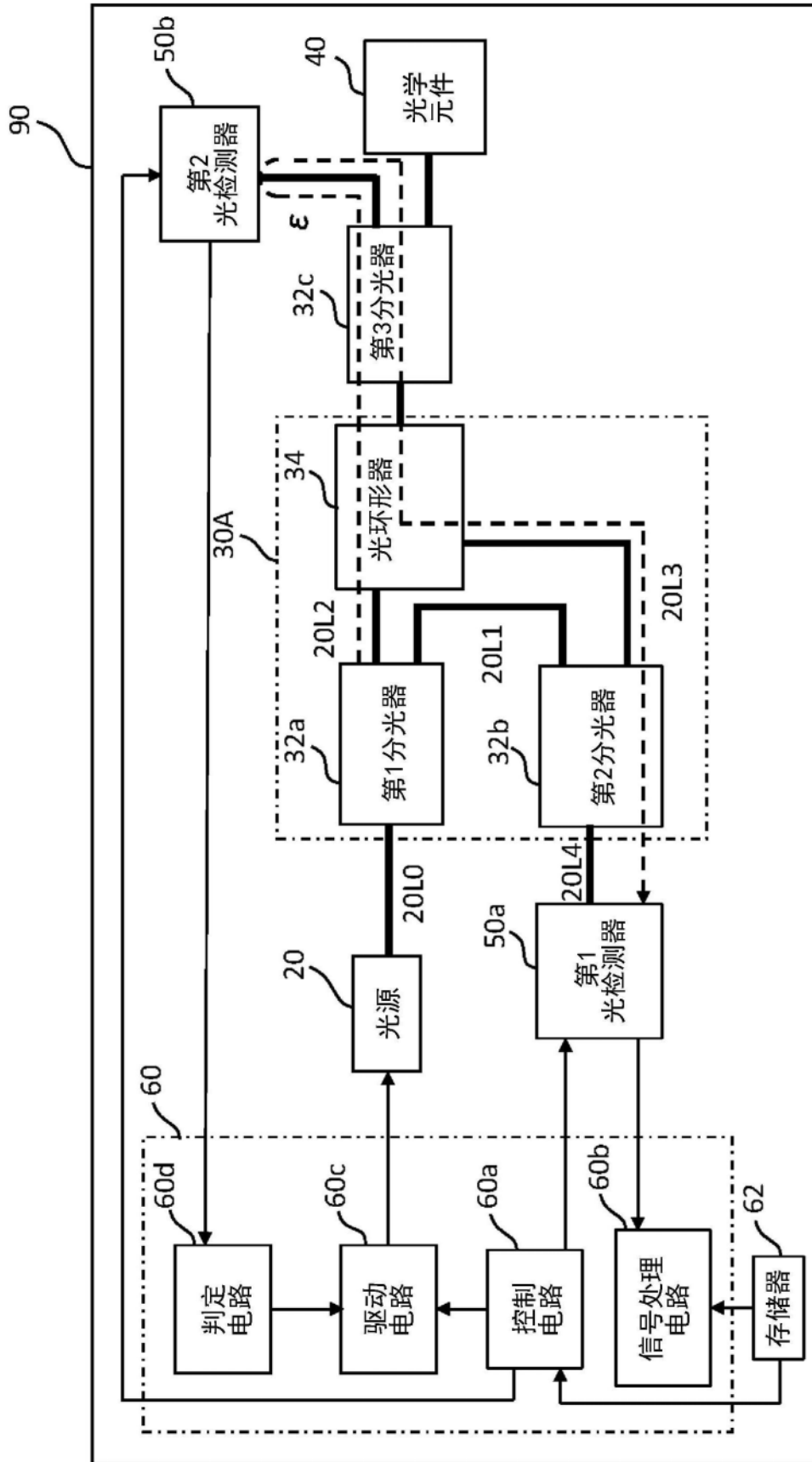


图6

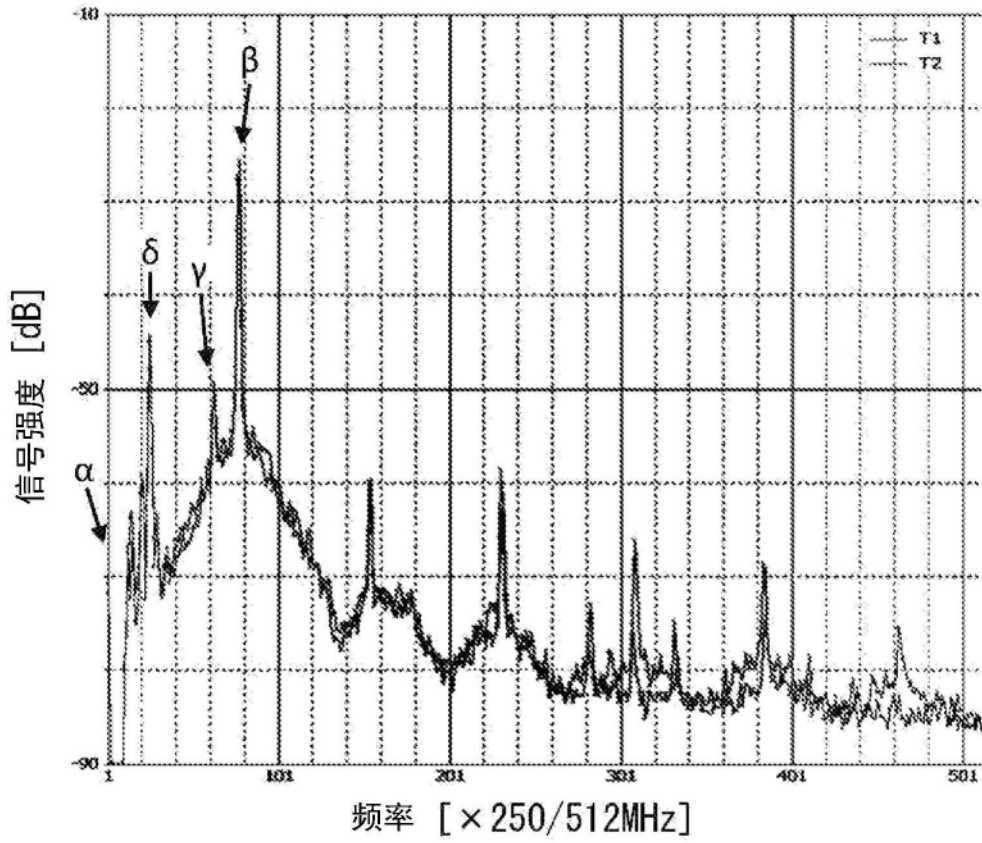


图7A

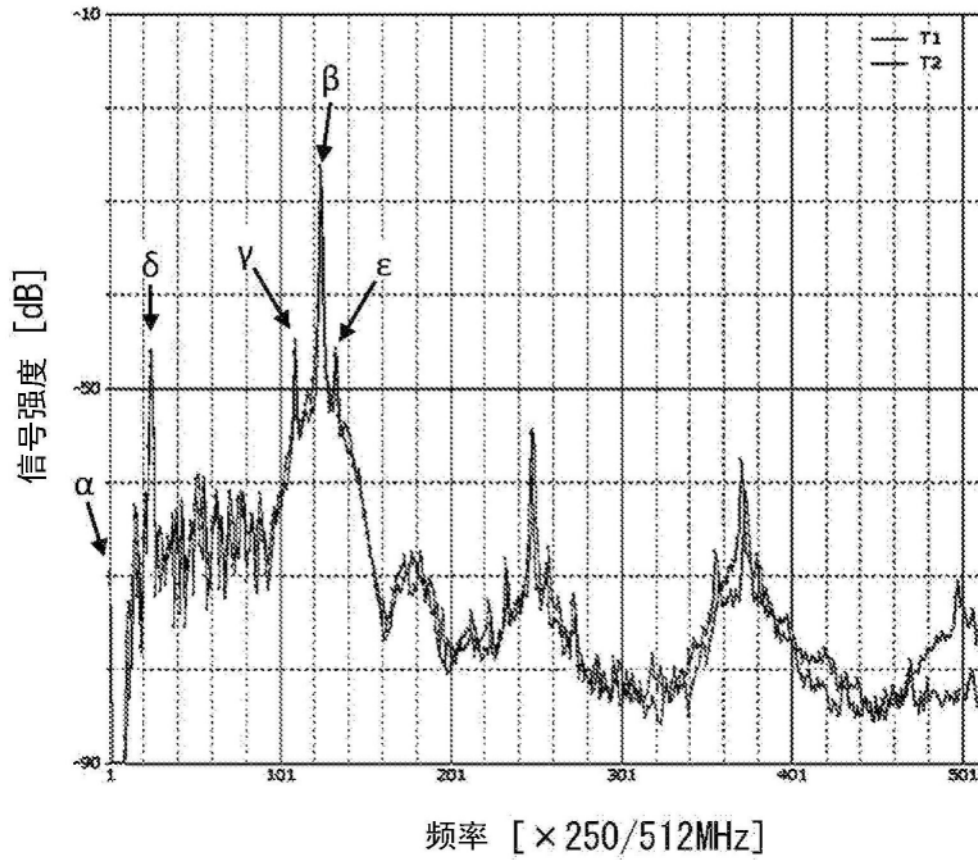


图7B

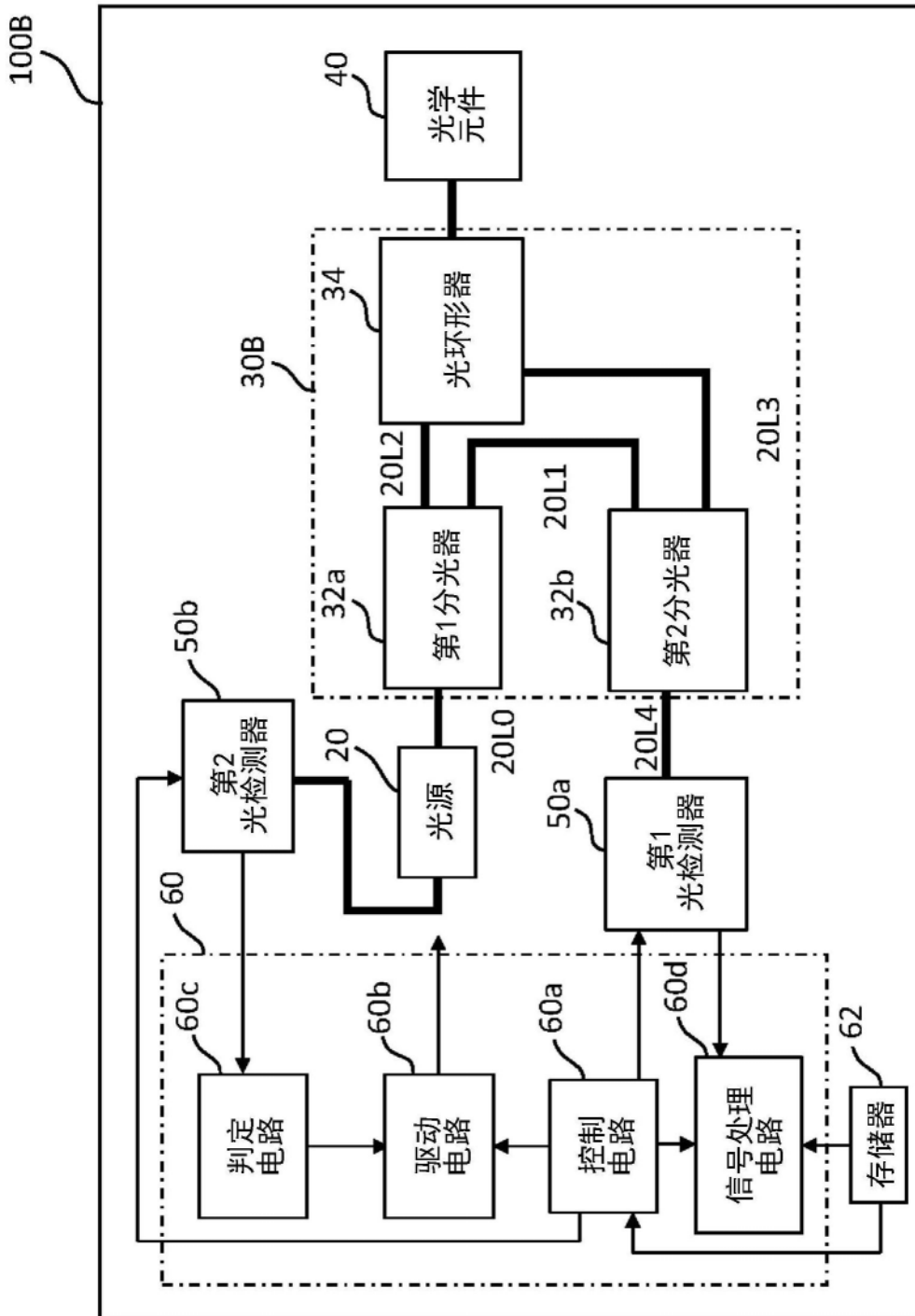


图8

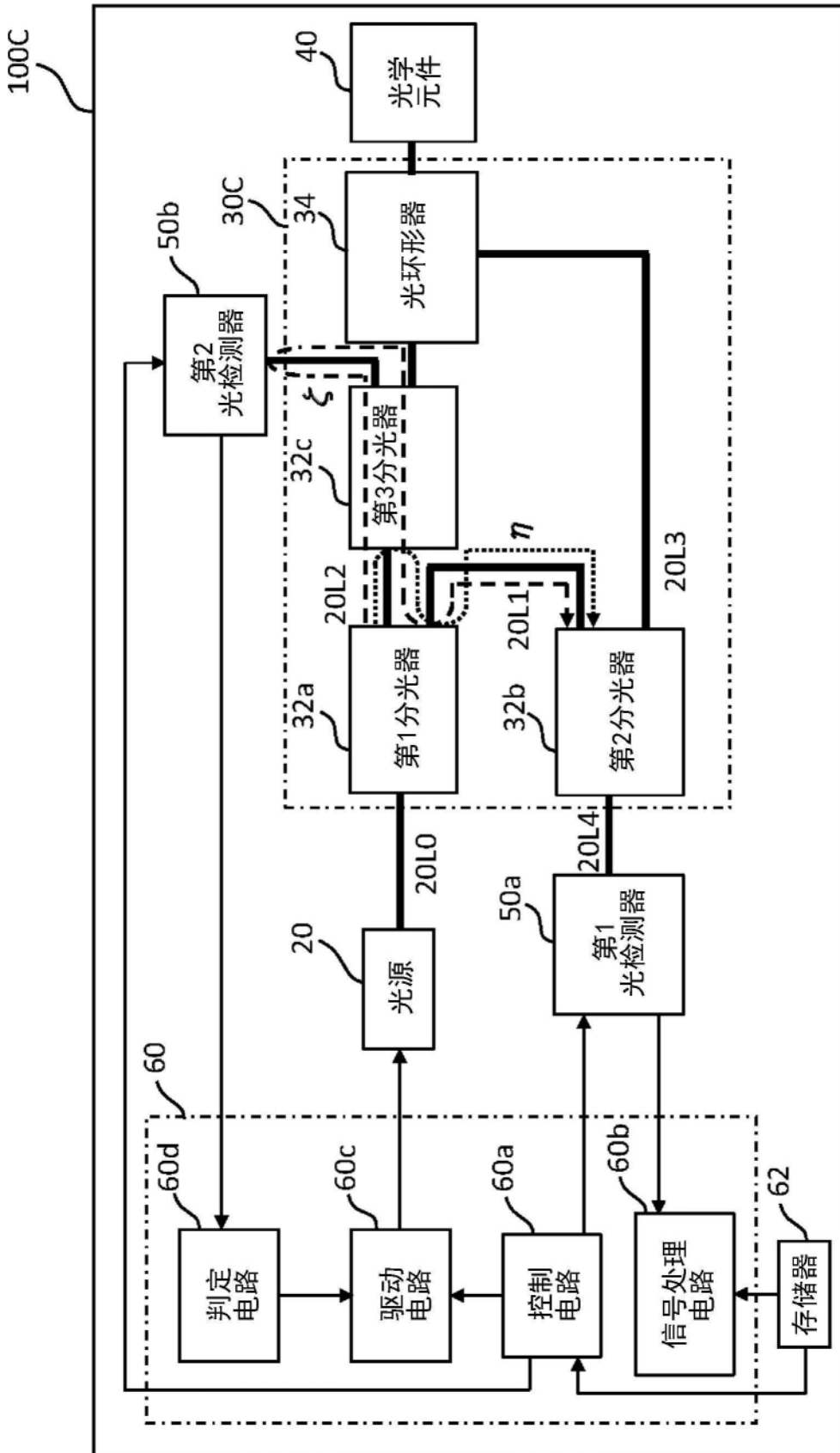


图9

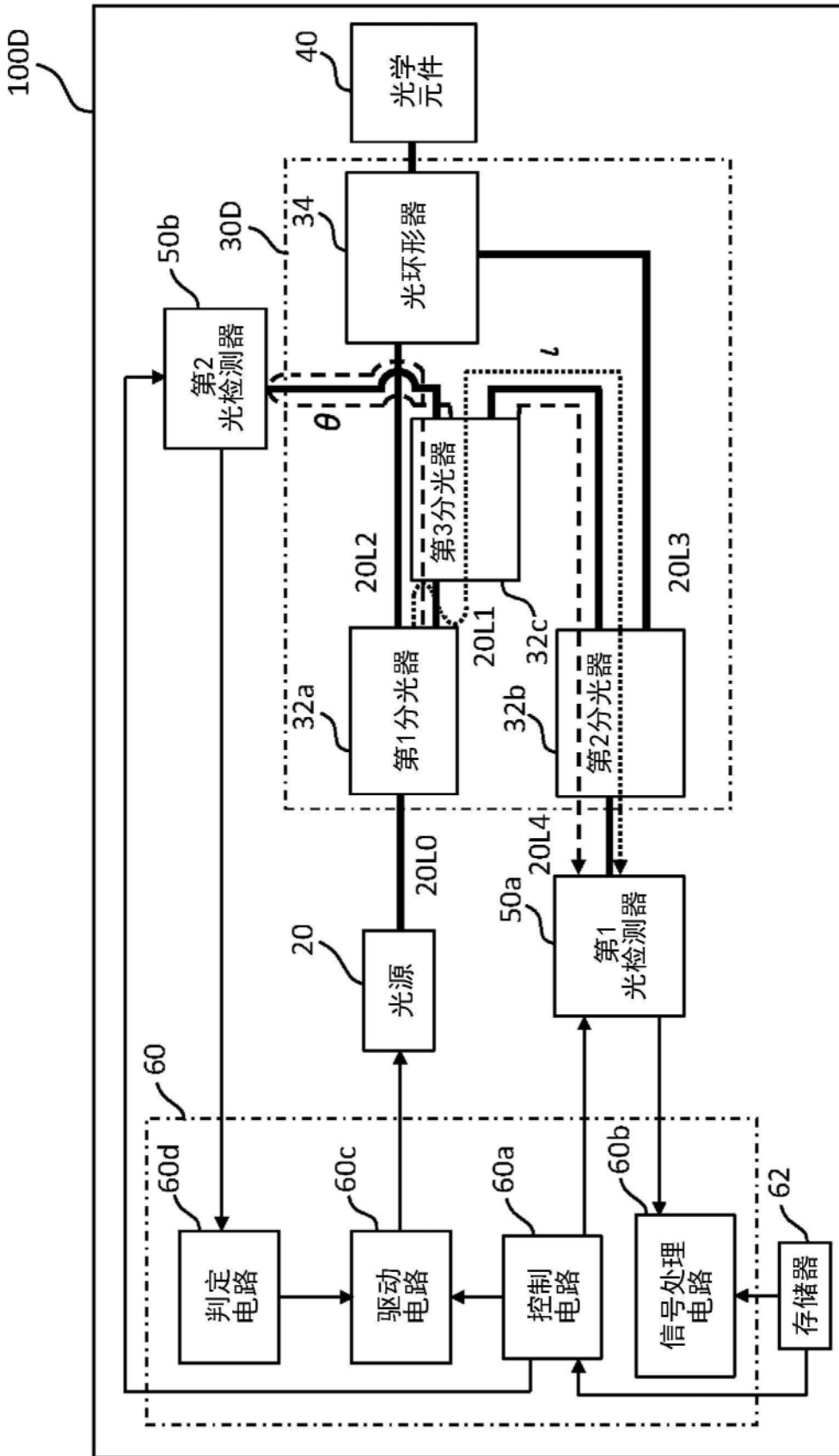


图10

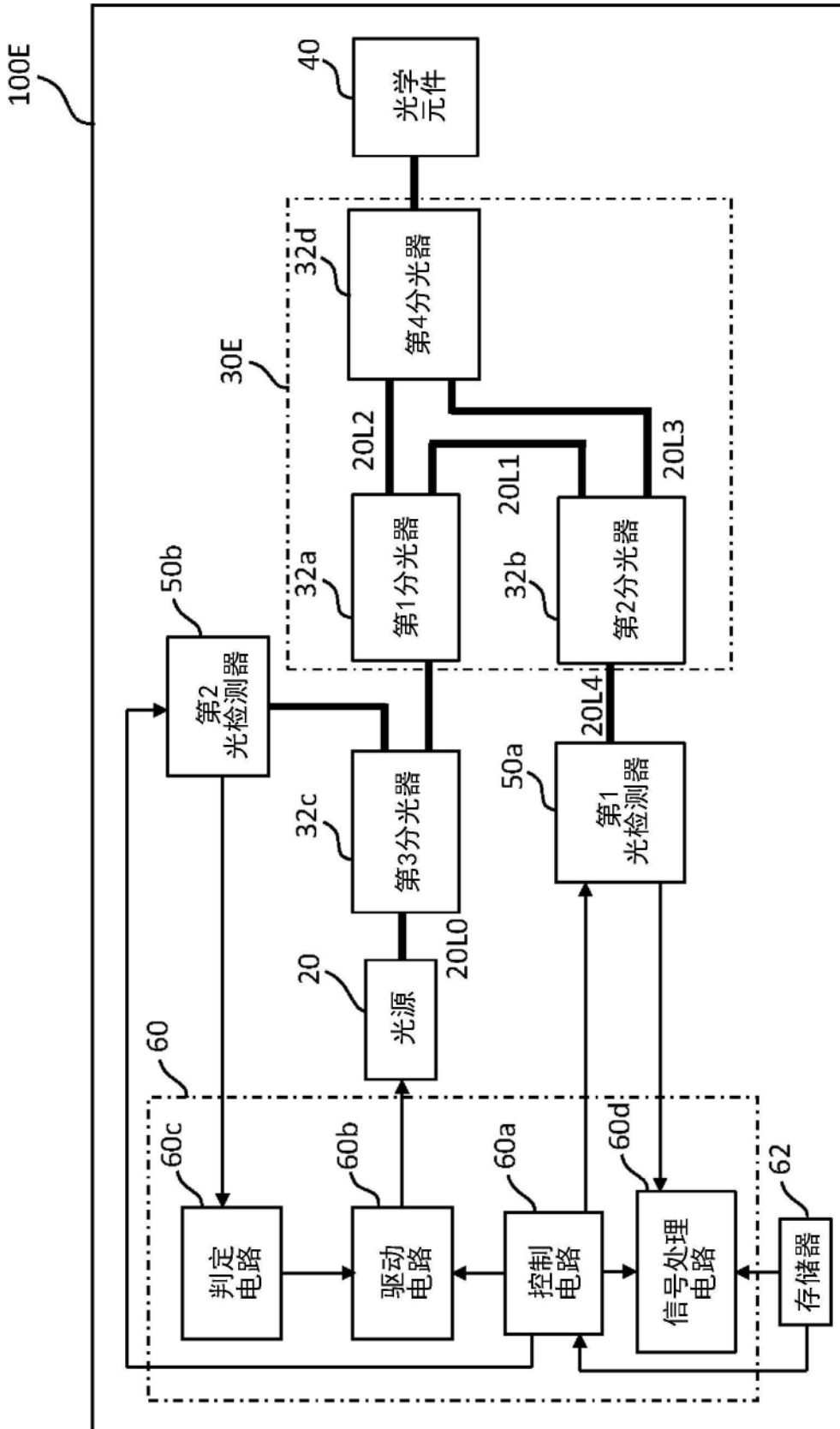


图11

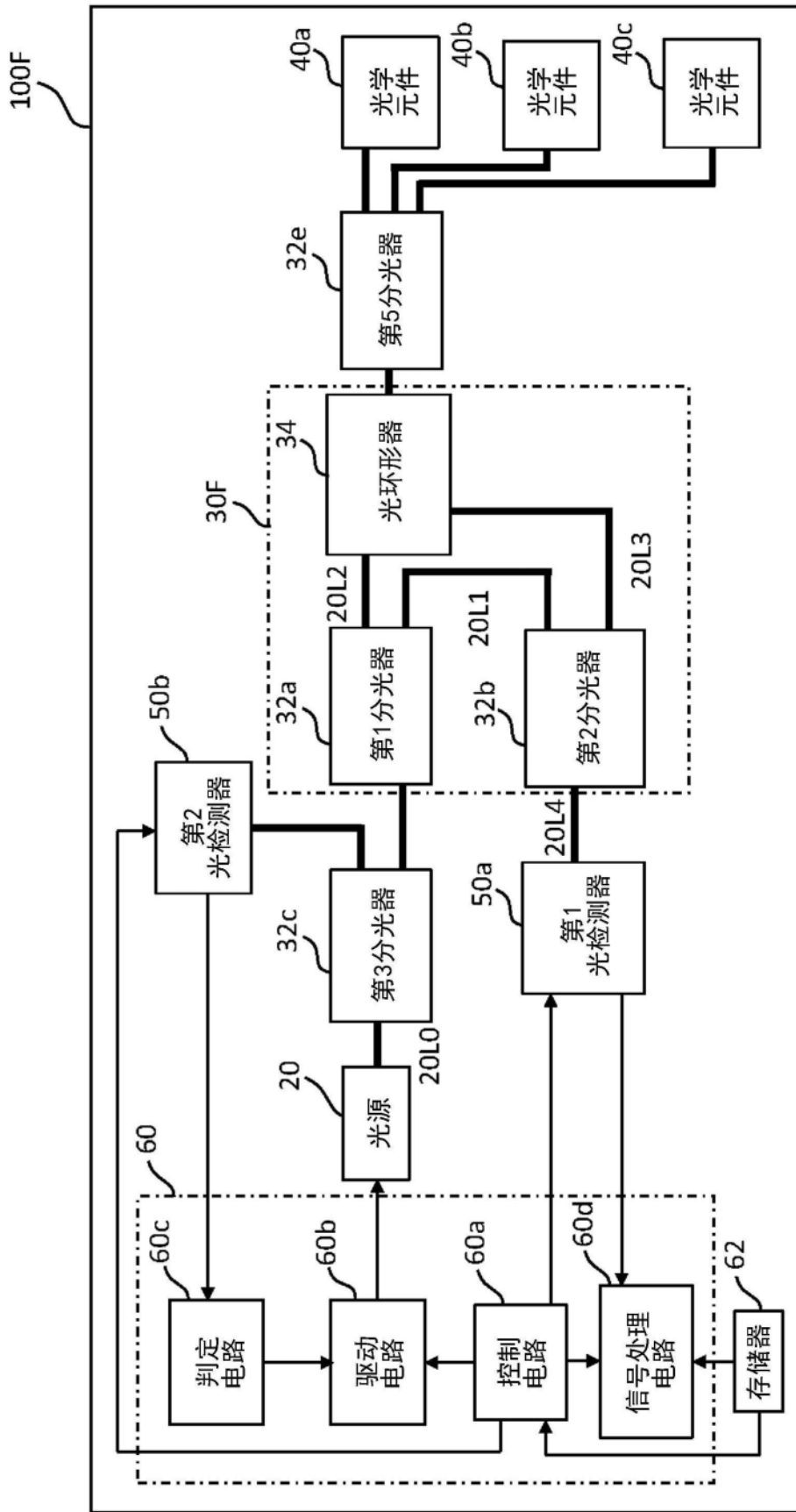


图12

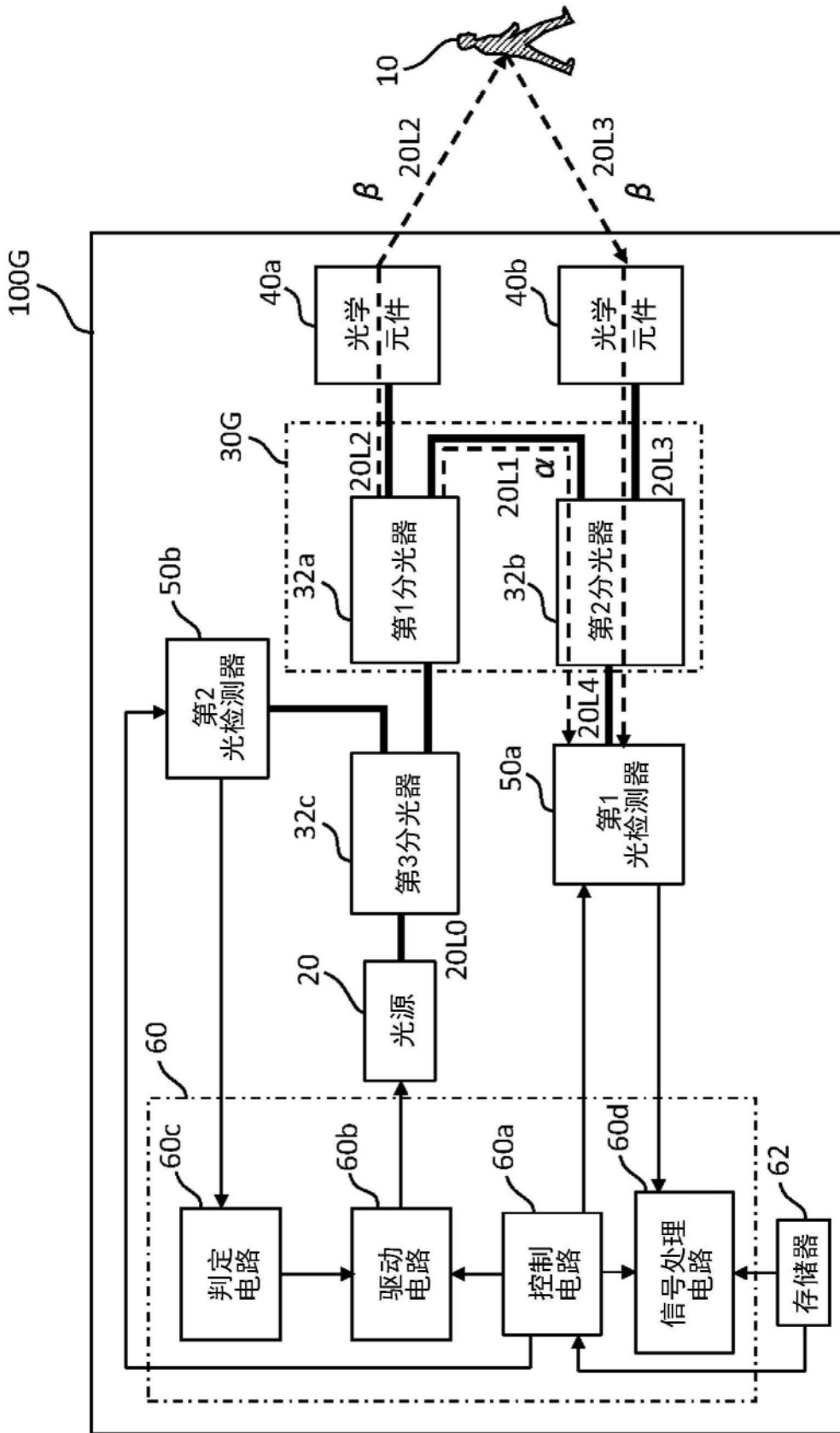


图13

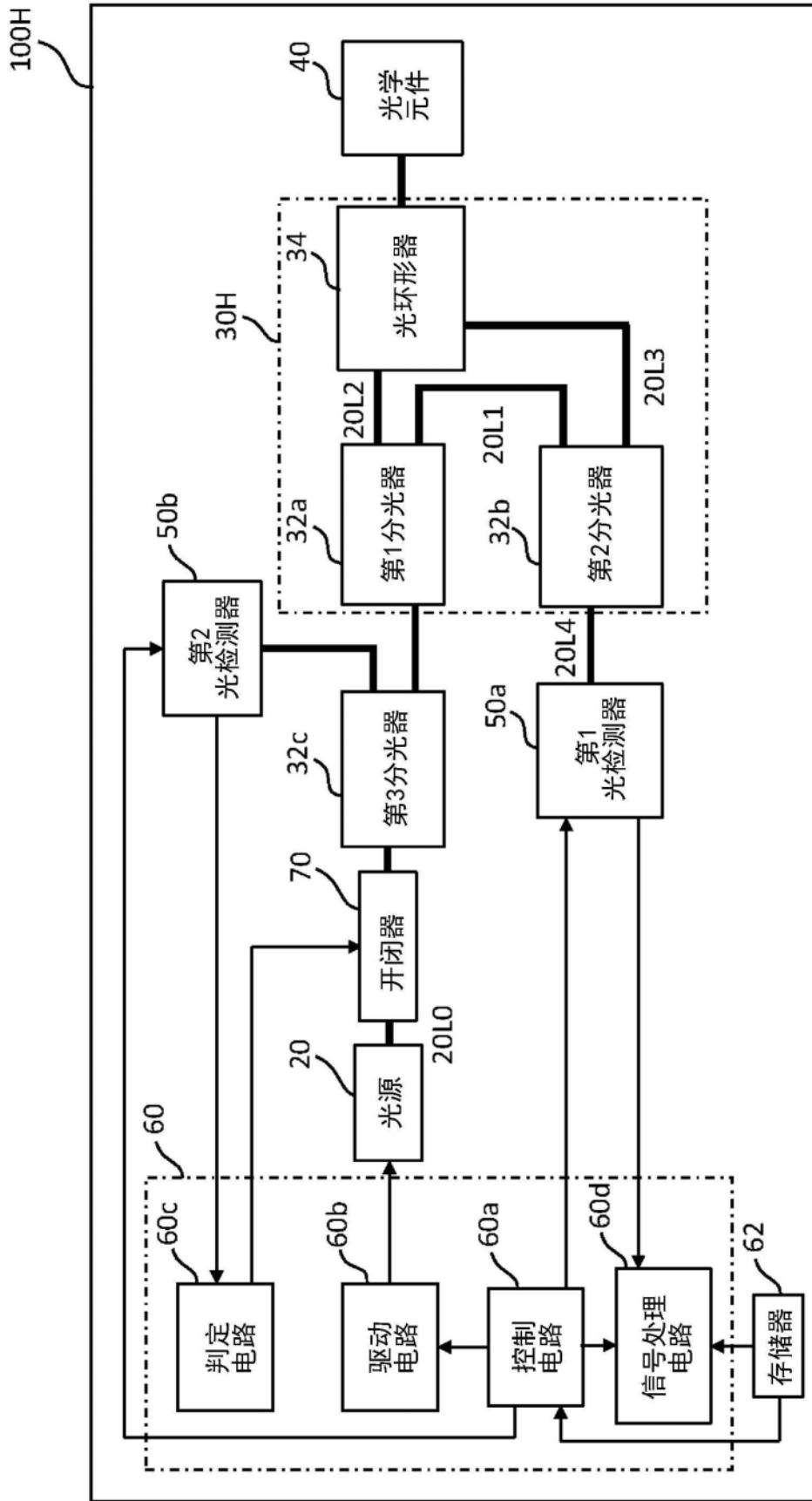


图14

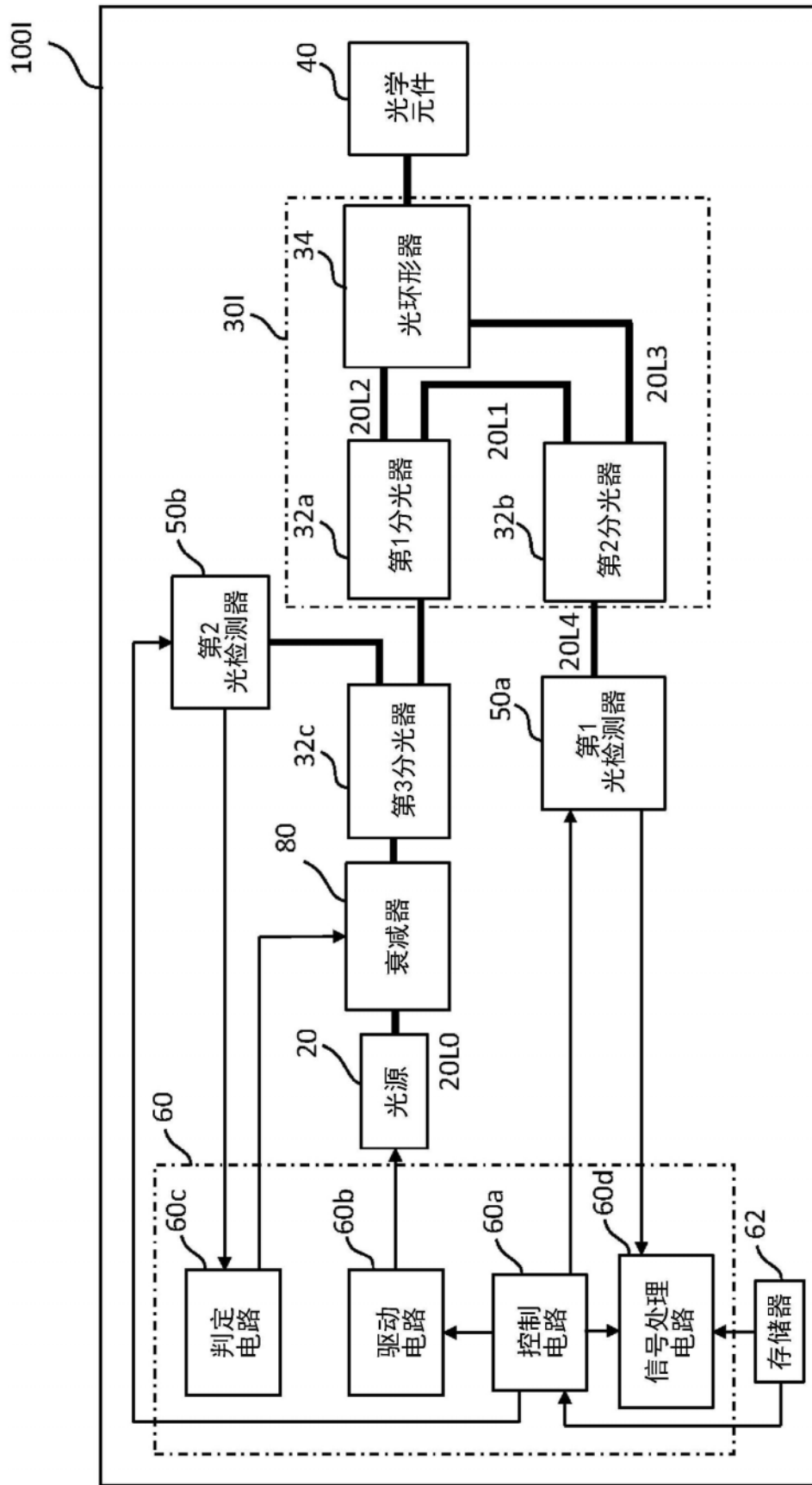


图15