

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101384942 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 200780005355. 8

(22) 申请日 2007. 02. 13

(30) 优先权数据

035491/2006 2006. 02. 13 JP

189947/2006 2006. 07. 11 JP

023881/2007 2007. 02. 02 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 08. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2007/052909 2007. 02. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02007/094489 EN 2007. 08. 23

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 藤井一成 古川幸生 秋山贵弘

庄司龙平 铃木总一郎 松尾信平

补伽达也 饭村绅一郎

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 康建忠

(51) Int. Cl.

G02B 26/08(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4859846 A, 1989. 08. 22, 说明书第 3 栏第 47 行至第 4 栏第 45 行, 第 5 栏第 1 行至第 8 栏第 17 行, 说明书附图 1, 2, 3A, 3B 和图 4.

WO 2005/063613 A1, 2005. 07. 14, 全文.

US 2005/0088715 A1, 2005. 04. 28, 全文.

审查员 杨婷

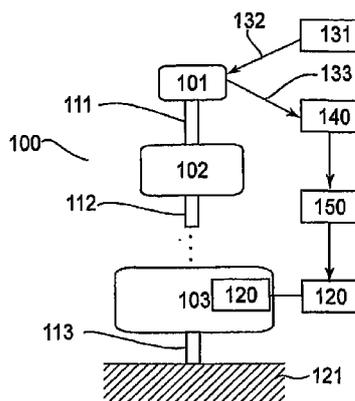
权利要求书 5 页 说明书 37 页 附图 27 页

(54) 发明名称

振荡器装置、光学偏转装置及图像形成设备

(57) 摘要

本发明公开一种振荡器装置, 包括: 振荡系统, 其具有第一振荡器、第二振荡器、用于彼此连接所述第一振荡器和第二振荡器的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧; 支承系统, 其用于支承所述振荡系统; 驱动系统, 其用于驱动所述振荡系统, 以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生能够用包含多个时间函数的和的公式表达的振荡; 信号产生系统, 其用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号; 以及驱动控制系统, 其用于基于所述信号产生系统的所述输出信号控制所述驱动系统, 以使所述时间函数的振幅和相位中的至少一个取预定的值。



1. 一种振荡器装置,包括:

振荡系统,所述振荡系统具有第一振荡器、第二振荡器、用于将所述第一振荡器和第二振荡器彼此连接的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;

支承系统,用于支承所述振荡系统;

驱动系统,用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生能够用包含多个时间函数的和的公式表达的振荡;

信号产生系统,用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及

驱动控制系统,用于基于所述信号产生系统的输出信号而控制所述驱动系统,以使所述时间函数的振幅和相位中的至少一个取预定的值,

其中,将所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个布置成提供第一位移角和第二位移角,所述信号产生系统的输出信号包含当提供所述第一位移角时互不相同的第一时刻信息和第二时刻信息、以及当提供所述第二位移角时互不相同的第三时刻信息和第四时刻信息,以及所述驱动控制系统基于所述第一时刻信息到第四时刻信息控制所述驱动系统。

2. 一种振荡器装置,包括:

振荡系统,所述振荡系统具有第一振荡器、第二振荡器、用于彼此连接所述第一振荡器和第二振荡器的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;

支承系统,用于支承所述振荡系统;

驱动系统,用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生能够用至少包含 $A_1 \sin \omega t + A_2 \sin(n\omega t + \theta)$ 项的公式表达的振荡,其中, A_1 和 ω 分别是第一振荡动作的振幅和角频率, A_2 和 $n\omega$ 分别是第二振荡动作的振幅和角频率, n 是不小于 2 的整数, θ 是第一振荡动作和第二振荡动作之间的相对相位差, t 是相对于在任意时间所取的参考时间的的时间;

信号产生系统,用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及

驱动控制系统,用于基于所述信号产生系统的输出信号而控制所述驱动系统,以使前述公式中的 A_1 、 A_2 和 θ 中的至少一个取预定的值,

其中,将所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个布置成提供第一位移角和第二位移角,所述信号产生系统的输出信号包含当提供所述第一位移角时互不相同的第一时刻信息和第二时刻信息、以及当提供所述第二位移角时互不相同的第三时刻信息和第四时刻信息,以及所述驱动控制系统基于所述第一时刻信息到第四时刻信息控制所述驱动系统。

3. 一种振荡器装置,包括:

振荡系统,所述振荡系统具有第一振荡器、第二振荡器、用于彼此连接所述第一振荡器和第二振荡器的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;

支承系统,用于支承所述振荡系统;

驱动系统,用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生关于其位移 $\theta(t)$ 能够用公式 $\theta(t)=A_1\sin\omega t+\sum A_n\sin(n\omega t+\theta_{n-1})$ 表达的振荡,其中, A_1 和 ω 分别是第一振荡动作的振幅和角频率, A_n 和 $n\omega$ 分别是第 n 振荡动作的振幅和角频率, n 是不小于 2 的整数, θ_{n-1} 是第一振荡动作和第 n 振荡动作之间的相对相位差, t 是相对于在任意时间所取的参考时间的的时间;

信号产生系统,用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及

驱动控制系统,用于基于所述信号产生系统的输出信号而控制所述驱动系统,以使前述公式中的 A_1 、 A_2 、... 和 A_n 与 θ_1 、 θ_2 、... 和 θ_{n-1} 中的至少一个取预定的值,

其中,将所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个布置成提供第一位移角和第二位移角,所述信号产生系统的输出信号包含当提供所述第一位移角时互不相同的第一时刻信息和第二时刻信息、以及当提供所述第二位移角时互不相同的第三时刻信息和第四时刻信息,以及所述驱动控制系统基于所述第一时刻信息到第四时刻信息控制所述驱动系统。

4. 一种振荡器装置,包括:

振荡系统,所述振荡系统具有第一振荡器、第二振荡器、用于将所述第一振荡器和第二振荡器彼此连接的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;

支承系统,用于支承所述振荡系统;

驱动系统,用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生能够用包含多个时间函数的和的公式表达的振荡;

信号产生系统,用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及

驱动控制系统,用于基于所述信号产生系统的输出信号而控制所述驱动系统,以使所述时间函数的振幅和相位中的至少一个取预定的值,

其中将所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个振荡器布置成提供第一位移角和第二位移角,以及其中所述驱动控制系统根据四个时间段 t_1 、 t_{12} 、 t_2 和 t_{21} 中的至少一个控制所述驱动系统,其中

t_1 表示从所述至少一个振荡器到达所述第一位移角的时刻到所述至少一个振荡器在振荡动作的末端返回之后再次到达所述第一位移角的时刻的时间段;

t_{12} 表示从到达所述第一位移角的时刻到所述至少一个振荡器在通过振荡中心之后到达所述第二位移角的时刻的时间段;

t_2 表示从通过所述第二位移角的时刻到所述至少一个振荡器在振荡的末端返回之后再次到达所述第二位移角的时刻的时间段;以及

t_{21} 表示从通过所述第二位移角的时刻到通过振荡中心之后到达所述第一位移角的时刻的时间段。

5. 根据权利要求 4 的振荡器装置,其中所述公式至少包含 $A_1\sin(\omega_1 t)+A_2\sin(\omega_2 t+\theta)$ 项,这里, A_1 和 ω_1 分别是第一振荡动作的振幅和角频率, A_2 和 ω_2 分别是第二振荡动作的振幅和角频率, θ 是两个角频率之间的相对相位差, t 是相对

于在任意时间所取的参考时间的的时间；

其中所述驱动控制系统控制所述驱动系统,使得对于 θ 的控制, $t_1 - \delta x t_2$ 取预定的值,其中 $\delta \geq 0$ 。

6. 根据权利要求 4 的振荡器装置,其中所述公式至少包含 $A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta)$ 项,这里, A_1 和 ω_1 分别是第一振荡动作的振幅和角频率, A_2 和 ω_2 分别是第二振荡动作的振幅和角频率, θ 是两个角频率之间的相对相位差, t 是相对于在任意时间所取的参考时间的的时间；

其中所述驱动控制系统控制所述驱动系统,使得对于 A_1 的控制, $t_1 + \delta x t_2 - \alpha x (t_{12} + \beta x t_{21})$ 取预定的值,其中 $\alpha, \beta, \delta \geq 0$ 。

7. 根据权利要求 4 的振荡器装置,其中所述公式至少包含

$A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta)$ 项,这里, A_1 和 ω_1 分别是第一振荡动作的振幅和角频率, A_2 和 ω_2 分别是第二振荡动作的振幅和角频率, θ 是两个角频率之间的相对相位差, t 是相对于在任意时间所取的参考时间的的时间；

其中所述驱动控制系统控制所述驱动系统,使得对于 A_2 的控制, $t_{12} - \gamma x t_{21}$ 取预定的值,其中 $\gamma \geq 0$ 。

8. 一种光学偏转装置,包括：

光源,用于发射光束；以及

权利要求 1 所述的振荡器装置,所述振荡器装置具有多个振荡器,所述多个振荡器中的至少一个具有形成在其上的反射镜。

9. 根据权利要求 8 的光学偏转装置,其中所述信号产生系统包括用于直接或通过反射部件接收来自所述反射镜的反射光的光接收元件。

10. 根据权利要求 9 的光学偏转装置,其中所述信号产生系统包括两个光接收元件。

11. 根据权利要求 9 的光学偏转装置,其中所述信号产生系统包括一个光接收元件和一个反射部件,所述反射部件相对于振荡器被设置在与所述光接收元件相同的一侧。

12. 根据权利要求 9 的光学偏转装置,其中所述信号产生系统包括两个反射部件和一个光接收元件,所述两个反射部件相对于振荡器被设置在与所述光源相同的一侧,且所述一个光接收元件相对于振荡器被设置在与所述光源相对的一侧,用于接收来自所述反射部件的反射光。

13. 根据权利要求 9 的光学偏转装置,其中,在用 0 表示当将具有反射镜的振荡器保持静止时它的偏转角、且用 1 表示所述具有反射镜的振荡器的最大偏转角的绝对值的情况下,在将所述具有反射镜的振荡器的偏转角的绝对值保持在从不小于 0.6 到小于 1.0 的范围内的状态下所述信号产生系统产生输出信号。

14. 一种振荡器装置,包括：

振荡系统,所述振荡系统具有第一振荡器、第二振荡器、用于将所述第一振荡器和第二振荡器彼此连接的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧；

支承系统,用于支承所述振荡系统；

驱动系统,用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生能够用包含多个时间函数的和的公式表达的振荡；

信号产生系统,用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及

驱动控制系统,用于基于所述信号产生系统的输出信号而控制所述驱动系统,以使所述时间函数的振幅和相位中的至少一个取预定的值,

其中将所述驱动控制系统布置成选择性地提供 (i) 第一驱动信号,其基于具有所述振荡系统的基本频率的第一信号与具有第二频率的第二信号的合成,所述第二频率为所述基本频率的 n 倍,其中 n 为整数,以及 (ii) 第二驱动信号,其基于当将相位施加到所述第一信号和所述第二信号中的至少一个时所述第一信号和所述第二信号的合成,以及其中所述驱动控制系统基于以下输出信号来控制所述驱动系统:响应于基于所述第一驱动信号的驱动而从所述信号产生系统产生的输出信号、以及响应于基于所述第二驱动信号的驱动而从所述信号产生系统产生的输出信号,

其中响应于基于所述第一驱动信号的驱动而从所述信号产生系统产生的输出信号包括互不相同的两个时刻信息,其中响应于基于所述第二驱动信号的驱动而从所述信号产生系统产生的输出信号包括互不相同的两个时刻信息,以及其中所述驱动控制系统基于这四个时刻信息控制所述驱动系统。

15. 一种图像形成设备,包括:

光源;

权利要求 8 所述的光学偏转装置;以及

光学系统,

其中将所述光学偏转装置布置成扫描偏转来自所述光源的光束,以及其中将所述光学系统布置成收集朝向预定的目标位置的扫描光束。

16. 根据权利要求 15 的图像形成设备,进一步包括用于调整来自所述光源的光束的发射的光束发射控制系统、以及设置在要由所述光束扫描的表面处的图像显现装置,其中所述信号产生系统包括用于直接或通过反射部件接收来自所述反射镜的反射光的光接收元件,以及其中将所述光束发射控制系统布置成调整所述光源,以使在所述光接收元件接收来自所述反射镜的反射光的定时发射所述光束。

17. 根据权利要求 16 的图像形成设备,其中将所述光束发射控制系统布置成从开始驱动所述光学偏转装置到所述光接收元件检测到光束连续地发射光束,以及其中,在所述光接收元件检测到光束后,将所述光束发射控制系统布置成在图像形成区域之外打开和关闭所述光束。

18. 根据权利要求 17 的图像形成设备,其中将所述光学偏转装置的所述驱动控制系统布置成:从开始驱动所述光学偏转装置到所述光接收元件检测到光束,将由单个正弦波构成的第一驱动信号供应到所述驱动系统,以及其中,在所述光接收元件检测到光束后,将所述驱动控制系统布置成:将由至少两个正弦波的合成构成的第二信号供应到所述驱动系统。

19. 一种振荡器装置,包括:

支承系统;

振荡系统,所述振荡系统具有第一振荡器、第二振荡器、用于彼此连接所述第一振荡器和第二振荡器的第一扭转弹簧、以及用于彼此连接所述支承系统和所述第二振荡器且与所

述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧；

驱动系统,用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的一个产生关于其位移 $\theta(t)$ 能够用公式 $\theta(t)=A_1\sin\omega t+A_2\sin(2\omega t+\phi)$ 表达的振荡,其中, A_1 和 ω 分别是第一振荡动作的振幅和角频率, A_2 和 2ω 分别是第二振荡动作的振幅和角频率, ϕ 是第一振荡动作和第二振荡动作之间的相对相位差, t 是相对于在任意时间所取的参考时间的的时间；

信号产生系统,用于当所述第一振荡器和第二振荡器中的一个提供第一位移角时产生第一时刻信息和第二时刻信息,以及用于当这一个振荡器提供不同于所述第一位移角的第二位移角时产生第三时刻信息和第四时刻信息；以及

驱动控制系统,用于基于所述第一时刻信息到第四时刻信息控制所述驱动系统,以使前述公式中的 A_1 、 A_2 和 ϕ 中的至少一个取预定的值。

振荡器装置、光学偏转装置及图像形成设备

技术领域

[0001] 本发明涉及具有多个振荡器的振荡器装置,更具体地,涉及可适用于光学偏转装置中的振荡器装置。另一方面,本发明涉及具有这样的光学偏转装置的诸如激光束打印机或者数字复印机的扫描型显示器或者图像形成设备。

[0002] 背景技术

[0003] 与具有旋转多面镜(多角镜)的传统扫描光学系统相比,最近提出的谐振型光学偏转装置具有如下有利的特征:能够将光学偏转装置制造得尺寸相当小、功率消耗慢以及理论上没有镜表面的表面倾斜。

[0004] 另一方面,在谐振型光学偏转装置中,因为镜的偏转角(位移角)原则上正弦地变化,所以角速度不是恒定的。美国专利 No. 4859846 和美国专利申请公开 No. 2006/152785 已经提出了对此进行校正的方法。

[0005] 在美国专利 No. 4859846 中,具有基本频率和三倍于基本频率的振荡模式的谐振型偏转器被用于实现三角波驱动。图 35 显示实现近似三角波驱动的微镜。这里,光学偏转装置 12 包括振荡器 14 和 16、扭转弹簧(torsion spring)18 和 20、驱动系统 23 和 50、检测系统 15 和 32、以及控制电路 30。这种微镜具有基本谐振频率和近似三倍于基本谐振频率的谐振频率,并且以基本频率和三倍频率的组合频率驱动它。作为其结果,按照三角波驱动来驱动具有镜表面的振荡器 14,从而实现光学偏转,所述光学偏转具有与正弦驱动相比变化较小的偏转角的角速度。这里,检测系统 15 和 32 检测振荡器 14 的振荡,且控制电路 30 产生实现三角波驱动所必需的驱动信号。然后通过驱动系统 23 和 50 驱动微镜。

[0006] 发明内容

[0007] 尽管可通过前述专利文献中公开的结构来提供偏转器的振荡器的三角波驱动,但是关于振荡器的偏转角的可控性,进一步的改进仍然是必要的。本发明使得能够高精度地控制振荡器装置的振荡器的偏转角(位移角)。

[0008] 根据本发明的一个方面,提供一种振荡器装置,包括:振荡系统,其具有第一振荡器、第二振荡器、用于将所述第一振荡器和第二振荡器彼此连接的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;支承系统,其用于支承所述振荡系统;驱动系统,其用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生能够用包含多个时间函数的和的公式(equation)表达的振荡;信号产生系统,其用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及驱动控制系统,其用于基于所述信号产生系统的所述输出信号来控制所述驱动系统,以使所述时间函数的振幅和相位中的至少一个取预定值。

[0009] 根据本发明的另一个方面,提供一种振荡器装置,包括:振荡系统,其具有第一振荡器、第二振荡器、用于将所述第一振荡器和第二振荡器彼此连接的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;支承系统,其用于支承所述振荡系统;驱动系统,其用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生能够用至少包含 $A_1\sin\omega t + A_2\sin(n\omega t + \theta)$ 项的公式表

达的振荡,其中 n 是不小于 2 的整数;信号产生系统,其用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及驱动控制系统,其用于基于所述信号产生系统的所述输出信号来控制所述驱动系统,以使前述公式中 A_1 、 A_2 和 θ 中的至少一个取预定值。

[0010] 根据本发明的再一个方面,提供一种振荡器装置,包括:振荡系统,其具有第一振荡器、第二振荡器、用于将所述第一振荡器和第二振荡器彼此连接的第一扭转弹簧、以及连接到所述第二振荡器且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;支承系统,其用于支承所述振荡系统;驱动系统,其用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个产生关于其位移 $\theta(t)$ 能够用公式 $\theta(t)=A_1\sin\omega t+\sum A_n\sin(n\omega t+\theta_{n-1})$ 表达的振荡,其中 n 是不小于 2 的整数;信号产生系统,其用于产生对应于所述第一振荡器和第二振荡器中的至少一个的位移的输出信号;以及驱动控制系统,其用于基于所述信号产生系统的所述输出信号来控制所述驱动系统,以使前述公式中 A_1 、 A_2 ... 和 A_n 以及 θ_1 、 θ_2 ... 和 θ_{n-1} 中的至少一个取预定值。

[0011] 根据本发明的再一方面,提供一种振荡器装置,包括:支承系统;振荡系统,其具有第一振荡器、第二振荡器、用于将所述第一振荡器和第二振荡器彼此连接的第一扭转弹簧、以及用于将所述支承系统和所述第二振荡器彼此连接且与所述第一扭转弹簧具有共同的扭转轴的第二扭转弹簧;驱动系统,其用于驱动所述振荡系统,以使所述第一振荡器和第二振荡器中的一个产生关于其位移 $\theta(t)$ 能够用公式 $\theta(t)=A_1\sin\omega t+A_2\sin(2\omega t+\theta)$ 表达的振荡;信号产生系统,其用于当所述第一振荡器和第二振荡器中的一个提供第一位移角时产生第一时刻 (time moment) 信息和第二时刻信息,且用于当所述一个振荡器提供不同于第一位移角的第二位移角时产生第三时刻信息和第四时刻信息;以及驱动控制系统,其用于基于第一到第四时刻信息来控制所述驱动系统,以使前述公式中 A_1 、 A_2 和 θ 中的至少一个取预定值。

[0012] 简要地说,根据本发明的振荡器装置,能够非常精确地控制振荡器的偏转角。

[0013] 一旦考虑结合附图对本发明的优选实施例的以下描述,本发明的这些以及其它目的、特征和优点将变得更加明显。

附图说明

[0014] 图 1A 和 1B 是具有根据本发明第一实施例以及基于它的例子的振荡器装置的光学偏转装置的方框图,其中图 1A 显示将光接收元件用在位移角计量器 (gauge) 中的情形,而图 1B 显示将压电装置用在位移角计量器中的情形。

[0015] 图 2A 和 2B 是具有根据本发明第二实施例以及基于它的例子的振荡器装置的光学偏转装置的方框图,其中图 2A 显示将光接收元件用在位移角计量器中的情形,而图 2B 显示将压电装置用在位移角计量器中的情形。

[0016] 图 3A 到 3C 是用于解释图 1 或 2 中光学偏转装置的偏转角等的示意性平面图。

[0017] 图 4A 到 4C 显示应用有根据本发明实施例的振荡器装置的光学偏转装置,其中图 4A 是振荡系统的平面图,图 4B 是驱动系统的剖面图,而图 4C 是驱动控制系统的方框图。

[0018] 图 5A 和 5B 示出图 1 的光学偏转装置的偏转角传输 (transmission) 特性,其中图 5A 是显示增益与驱动频率之间的关系的曲线图,而图 5B 是显示相位差和驱动频率之间的

关系的曲线图。

[0019] 图 6A 和 6B 是显示用于驱动图 1 的光学偏转装置的驱动信号的例子的曲线图。

[0020] 图 7A 是显示图 1 的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的曲线图,而图 7B 是显示角速度相对于时间的变化的曲线图。

[0021] 图 8 是用于解释根据本发明的例子 2 等的光学偏转装置中的控制序列的流程图。

[0022] 图 9 是用于解释根据本发明的例子 3 等的光学偏转装置的控制方法的方框图。

[0023] 图 10 是显示根据本发明例子 5 或 6 的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的曲线图。

[0024] 图 11 是根据本发明例子 5 的误差 (error) 检测电路的方框图。

[0025] 图 12 是根据本发明例子 5 或 6 的控制电路的方框图。

[0026] 图 13 是根据本发明的例子 6 的误差检测电路的方框图。

[0027] 图 14 是具有根据本发明的第四实施例以及基于它的例子的振荡器装置的光学偏转装置的方框图。

[0028] 图 15 是用于解释图 14 的光学偏转装置的偏转角等的示意性平面图。

[0029] 图 16 是显示图 14 的光学偏转装置中驱动控制系统的例子的方框图。

[0030] 图 17A 是显示图 14 的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的例子的曲线图,而图 17B 是显示角速度相对于时间的变化的例子的曲线图。

[0031] 图 18A 是显示图 14 的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的另一个例子的曲线图,而图 18B 是显示角速度相对于时间的变化的另一个例子的曲线图。

[0032] 图 19 是用于解释根据本发明的例子 3 等的光学偏转装置的控制方法的方框图。

[0033] 图 20 是显示根据例子 12 的图像形成设备的一般结构的透视图,其中使用基于图 1 的例子的光学偏转装置。

[0034] 图 21 是显示根据例子 13 的图像形成设备的一般结构的透视图,其中使用基于图 14 的例子的光学偏转装置。

[0035] 图 22A 到 22C 示出具有根据本发明第五实施例以及基于它的例子的振荡装置的光学偏转装置,其中图 22A 是光学偏转装置的方框图,图 22B 是用于解释以第一振荡模式驱动的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的例子的曲线图,而图 22C 是用于解释以第二振荡模式驱动的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的例子的曲线图。

[0036] 图 23 是用于解释图 22 的光学偏转装置的偏转角等的示意性平面图。

[0037] 图 24A 是显示以第一振荡模式驱动的图 22 的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的例子的曲线图,而图 24B 是显示角速度相对于时间的变化的例子的曲线图。

[0038] 图 25A 是显示以第二振荡模式驱动的图 22 的光学偏转装置的偏转角相对于时间的变化的例子的曲线图,而图 25B 是显示相对于时间的变化的另一个例子的曲线图。

[0039] 图 26 是用于解释根据本发明的例子 14 等的光学偏转装置的控制方法的方框图。

[0040] 图 27 是具有根据本发明的例子 19 等的光学偏转装置的图像形成设备的示意图。

[0041] 图 28 是用于解释根据本发明的例子 19 等的光学偏转装置的示意性平面图。

[0042] 图 29 是用于解释根据本发明的例子 19 等的光学偏转装置中的扫描器控制的方框图。

[0043] 图 30 是用于解释根据本发明的例子 19 的激光控制的时序图。

- [0044] 图 31 是用于解释根据本发明的例子 20 的激光控制的时序图。
- [0045] 图 32 是用于解释根据本发明的例子 21 的扫描器开始控制的序列图。
- [0046] 图 33 是用于解释具有三种振荡模式的振荡系统的示意图。
- [0047] 图 34 是用于解释当具有三种振荡模式的振荡系统振荡时位移角和时间之间的关系的曲线图。
- [0048] 图 35 是用于解释常规的光学偏转装置的结构方框图。

具体实施方式

[0049] 【第一实施例】

[0050] 现在将描述根据本发明第一实施例的振荡器装置。

[0051] 如图 1A 和 1B 中所示,这个实施例的振荡器装置可包括:振荡系统,所述振荡系统至少包括第一振荡器 101、第二振荡器 102、第一扭转弹簧 111 和第二扭转弹簧 112;以及支承系统 121,用于支承所述振荡系统。第一扭转弹簧可将第一振荡器和第二振荡器彼此连接。可将第二扭转弹簧连接到第二振荡器,以使它相对于第一扭转弹簧具有共同的扭转轴。这个实施例的振荡系统可具有至少两个振荡器以及至少两个扭转弹簧。因此,如图 1A 和 1B 中所示,它可包括三个或更多振荡器以及三个或更多扭转弹簧。

[0052] 振荡器装置可进一步包括用于施加驱动力到振荡系统的驱动系统 120,以及用于调整所述驱动系统 120 的驱动控制系统 150。驱动系统 120 可驱动振荡系统,以使所述振荡器中的至少一个产生能够用包含多个时间函数的和的公式表达的振荡。驱动控制系统 150 可供应有效地引起这样的振荡的驱动信号到驱动系统 120。

[0053] 在将根据这个实施例的振荡器装置用于光学偏转装置的情况下,可为至少一个振荡器提供反射镜。所述反射镜可以是形成在振荡器的表面上的反光膜。如果振荡器表面足够地光滑,则可将它用作反射镜,而不用反光膜。光学偏转装置可进一步包括用于发射光束的光源 131。可将光束 132 投射在振荡器的反射镜上,从而扫描光束。

[0054] 将要解释根据这个实施例的振荡器装置的工作原理。通常,用下面的公式表达包括 n 个振荡器和 n 个扭转弹簧的振荡系统的自由振荡。

[0055] $M\ddot{\theta} + K\theta = 0$

[0056]
$$\theta = \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \vdots \\ \theta_n \end{pmatrix}, M = \begin{pmatrix} I_1 & & & \\ & I_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & I_n \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} k_1 & -k_1 & & \\ -k_1 & k_1 + k_2 & -k_2 & \\ & & \ddots & \\ & & & -k_{n-1} & k_{n-1} + k_n \end{pmatrix} \quad \dots(1)$$

[0057] 其中 I_k 是振荡器的转动惯量, k_k 是扭转弹簧的弹簧常数,且 θ_k 是振荡器的扭转角 ($k = 1, \dots, n$)。

[0058] 如果用 λ_k ($k = 1$ 到 n) 表示这个系统的本征值 $M^{-1}K$, 那么由 $\omega_k = \sqrt{(\lambda_k)}$ (λ_k 的平方根) 给出固有振荡模式中的角振荡频率 (角频率) ω_k 。在根据这个实施例的振荡器装置中,振荡系统可具有 n 个振荡器和 n 个扭转弹簧,并且可设置它,以使 ω_k 包括基本频率以及

$n-1$ 个其频率是基本频率的整数倍的频率。这使得能够实现振荡器的各种动作 (motion)。这里,术语“整数倍”是指“ N 倍”,其中 N 是整数。然而,这里的“整数”可包括近似整数的情形。这样的“近似整数倍”可从基本频率的约 $0.98n$ 倍到 $1.02n$ 倍的数值范围中选择 (n 是任意的整数)。

[0059] 具体地,这个实施例的振荡器装置可具有两个振荡器和两个扭转弹簧,并且可设置它,以使 ω_k 包括基本频率和基本频率的近似偶数倍的频率。利用这种设置,实现近似恒定的角速度驱动,同时,在预定的范围内,很好地抑制了振荡器的角速度的变化。

[0060] 例如,如果 $n = 3$,可设置具有如图 33 中所示的三个振荡器 101、102 和 103 以及三个扭转弹簧 111、112 和 113 的振荡系统,以使三种振荡模式的频率具有 $1 : 2 : 3$ 的比率。通过按照这些振荡模式 1、2 和 3 同时激发 (energizing) 这个振荡系统,实现与 $n = 2$ 的情况中相比角速度变化较小的驱动。图 34 显示在按照具有 $1 : 2 : 3$ 的频率比以及 $24 : -6 : 1$ 的振幅比的振荡模式驱动振荡系统的情形中,振荡器的位移角和时间之间的关系。这里,振幅比中的负值是指:如图 34 中的模式 2 所示,从原点到半周期的位移是负的。

[0061] 如上所述,通过增加振荡模式的数量,能够减小在预定的范围中振荡器的角速度的波动。

[0062] 这个实施例的振荡器装置可具有两个振荡器和两个扭转弹簧,而且可设置它,以使 ω_k 中可包括基本频率和近似为基本频率的三倍的一个或多个频率。这使得能够实现振荡器的近似三角波驱动。

[0063] 下面,将解释如图 1A 和 1B 中所示的具有 n 个振荡器和 n 个扭转弹簧的振荡系统的振荡。

[0064] 这个振荡系统同时产生按照基本频率运动的振荡动作、以及以基本频率的近似整数倍的 $n-1$ 个频率运动的振荡动作。

[0065] 因此,在根据这个实施例的第一例子中,可将多个振荡器中的至少一个设置成提供能够用包含多个时间函数的和的公式表达的振荡。所述包含多个时间函数的和的公式可包括具有常数项的公式。具有常数项的这样的公式的例子可是这样的情况:其中,施加恒定的 DC 偏压到驱动系统,以使振荡器的位移角原点(位移角为零的位置)偏移 (shift)。

[0066] 在根据这个实施例的第二例子中,光学偏转装置的偏转角 θ (这里,如图 3 中所示,参考扫描中心的位置来测量它)可以是下面这样的。现在,分别用 A_1 和 ω 表示第一振荡动作的振幅和角频率,且用 A_2 和 $n\omega$ (n 是不小于 2 的整数)表示第二振荡动作的振幅和角频率。并且,用 θ 表示第一和第二振荡动作之间的相对相位差。因此振荡器的动作是能够用至少包含 $A_1\sin\omega t + A_2\sin(n\omega t + \theta)$ 项的公式表达的振荡。特别地,在 $n = 2$ 的情况下,该公式至少包含 $A_1\sin\omega t + A_2\sin(2\omega t + \theta)$ 项。因此,在预定的范围内,实现近似恒定的角速度驱动,同时,很好地抑制振荡器的角速度的波动。如果 $n = 3$,则该公式至少包含 $A_1\sin\omega t + A_2\sin(3\omega t + \theta)$ 项,并且能够按照近似三角波驱动来驱动振荡器。在这种情况下,同样,至少包含 $A_1\sin\omega t + A_2\sin(n\omega t + \theta)$ 项的公式可包括具有常数项的公式。

[0067] 在根据这个实施例的第三例子中,如果分别用 A_1 和 ω 表示第一振荡动作的振幅和角频率,用 A_n 和 $n\omega$ 表示第 n 振荡动作的振幅和角频率,且用 θ_{n-1} 表示第一振荡动作和第 n 振荡动作之间的相对相位差,那么可用下面的公式表达振荡器的动作。

[0068]

$$\theta(t) = A_1 \sin \omega t + \sum A_n \sin(n\omega t + \theta_{n-1}) \quad \dots(2)$$

[0069] 其中 n 是不小于 2 的整数。只要能够增加构成振荡器装置的振荡器的数量,就可如期望的那样扩大 n 的值。然而,在振荡器装置的实际生产中, n 的最大数量优选地可以是 3 到 5。驱动系统 120 可具有用于按照电磁过程、静电过程、压电过程等中的任何一种来施加驱动力到驱动系统的结构。如果使用电磁驱动,则可给至少一个振荡器提供永久磁铁,并且可接近振荡器设置用于施加磁场到这个永久磁铁的线圈。永久磁铁和线圈的设置可以相反。如果使用静电驱动,则可给至少一个振荡器提供电极,并且可接近于振荡器设置另一个电极,所述另一个电极用于施加静电力到这些电极之间。如果使用压电驱动,则可给振荡系统或支承系统提供压电装置以施加驱动力。

[0070] 可将驱动控制系统 150 设置成产生驱动信号,利用所述驱动信号,振荡系统能够按照上述第一到第三例子中的任一个产生振荡动作。可将驱动信号施加到驱动系统。

[0071] 驱动信号可以是基于合成的正弦波的驱动信号(图 6A),或者它可以是脉冲样(pulse-like)的驱动信号(图 6B)。在基于合成的正弦波的驱动信号的情况下,可通过调整每个正弦波的振幅和相位而获得期望的驱动信号。在使用脉冲样的驱动信号的情况下,可通过相对于时间改变脉冲数、脉冲间隔、脉冲宽度等而获得期望的驱动信号。假如能够驱动振荡器以控制光学偏转装置的偏转角到期望的角度,则可使用任何其它的驱动信号。

[0072] 这个实施例的振荡器装置可包括用于产生对应于至少一个振荡器的位移的输出信号的信号产生装置。在图 1A 中,这个信号产生装置包括光接收元件 140,而在图 1B 中,它包括压电电阻器 170。也可将这样的信号产生装置用作位移角计量器。因此,在本说明书中,将等同地使用术语“信号产生装置”和术语“位移角计量器”。

[0073] 在要将压电电阻器 170 用于检测振荡器的位移角的情况下,作为例子,可在扭转弹簧上提供压电电阻器 170,且可基于来自压电电阻器 170 的输出信号,检测振荡器定义某一位移角的时刻。例如,可通过将磷扩散入 p 型单晶硅而制备压电电阻器 170。压电电阻器 170 产生对应于扭转弹簧的扭转角的输出信号。因此,为了测量振荡器的位移角,可对于多个扭转弹簧提供多个压电电阻器 170,使得能够基于来自这些扭转弹簧的扭转角信息而测量振荡器的位移角。这保证了更高精度的测量。

[0074] 在要将光接收元件 140 用于检测振荡器的位移角的情况下,可使得结构如下。

[0075] 即,可将第一光接收元件设置在当振荡器取第一位移角时要用扫描光照射的位置处,且可将第二光接收元件设置在当振荡器取第二位移角时要用扫描光照射的位置处。第一和第二光接收元件可由不同的元件提供,或者它们可由一个且相同的元件提供。扫描光可直接入射在光接收元件上,或者它可通过至少一个反射部件而入射在其上。总之,应该提供至少一个光接收元件,以在第一和第二扫描角处接收和检测扫描光。这个实施例中使用的信号产生装置可以是被设置成在定义预定的位移角的时刻相对于时间轴间歇地产生信号的信号产生装置。备选地,它可以是被设置成相对于时间轴连续地产生对应于位移的信号信号产生装置。

[0076] 因为镜的偏转角与被所述镜扫描偏转的扫描光的扫描角彼此处于恒定的关系中,因此能够等同地对待它们。因此,在本说明书中,等同地使用术语“偏转角”(位移角)和术语“扫描角”。

[0077] 如图 3A 中所示,例如,可分别在对应于第一和第二位移角的位置 处提供第一和

第二光接收元件。备选地,如图 3B 中所示,可在对应于第一和第二位移角的位置处提供反射部件 160,使得由第一和第二光接收元件 141 和 142 接收被这些反射部件反射的光束。作为进一步的备选,如图 15 中所示,可在对应于第一和第二位移角的位置处提供光接收元件 140 和反射部件 160。在这样的情况下,能够由光接收元件 140 检测第一位移角的扫描光,而第二位移角的扫描光能够被反射部件 160 反射,然后被提供在第一位移角位置处的光接收元件 140 接收。作为进一步的备选,如图 3C 中所示,可在第一和第二位移角的位置处提供反射部件 160,并且可由单个的光接收元件 140 接收被这些反射部件 160 反射的光束。

[0078] 关于用于在第一和第二位移角处测量扫描光的通过时刻的结构,这个实施例不受限制,且可在更多的位移角处测量扫描光的通过时刻。

[0079] 在本发明中,术语“位移角”包括当将振荡器保持静止时的位移角,即等于零的位移角。

[0080] 在这个实施例的第一例子中,驱动控制系统 150 可基于信号产生装置的输出信号来控制驱动系统 120,以使代表振荡器的振荡动作的多个时间函数的振幅和相位中的至少一个取预定的值。

[0081] 在第二例子中,因为用至少包含 $A_1\sin\omega t + A_2\sin(\omega t + \theta)$ 项的公式表达振荡器的振荡动作,所以可如下控制驱动系统。即,可控制驱动系统 120,以使前述公式中 A_1 、 A_2 和 θ 中的至少一个取预定的值。

[0082] 在第三例子中,在另一方面,因为用公式 (2) 表达振荡器的振荡动作,所以可基于信号产生装置的输出信号来控制驱动系统 120,以使 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_n 和 θ_1 、 θ_2 、 \dots 、 θ_{n-1} 中的至少一个取预定的值。

[0083] 如上所述,在根据本发明的这个实施例的振荡器装置中,能够用相当简单的结构非常精确地控制振荡器的偏转角。

[0084] 在这个实施例中,可根据来自信号产生装置的信息而调整驱动。关于来自信号产生装置的这样的信息,优选地,可基于在振荡器的位移角为正的情况中来自信号产生装置的信息以及在位移角为负的情况中来自信号产生装置的信息来控制驱动。例如,如果关于振荡器的位移角 θ 应使用反映位移的四个时刻的来自信号产生装置的四条信息,那么所述四个时刻中的两个可优选地是关于振荡器的位移角 θ 为正时的时刻信息的那些时刻,而剩余的两个可以是关于位移角 θ 为负时的时刻信息的那些时刻。

[0085] 【第二实施例】

[0086] 现在将描述根据本发明第二实施例的振荡器装置。如图 2A 和 2B 中所示,这个实施例的振荡器装置可包括:振荡系统,所述振荡系统包括第一振荡器 101、第二振荡器 102、第一扭转弹簧 111 和第二扭转弹簧 112;以及用于支承所述振荡系统的支承系统 121。第一扭转弹簧可将第一振荡器和第二振荡器彼此连接。第二扭转弹簧可连接支承系统和第二振荡器 102,从而它相对于第一扭转弹簧具有共同的扭转轴。

[0087] 振荡器装置可进一步包括:用于施加驱动力到振荡系统的驱动系统 120;用于调整驱动系统的驱动控制系统 150;以及用于当两个振荡器中的一个取第一和第二不同的位移角时产生与时刻有关的时刻信息的信号产生装置。可将这个信号产生装置用作位移角计量器。在图 2A 中,这个计量器包括光接收元件 140,而在图 2B 中它包括压电电阻器 170。在这个实施例中,通过使用光接收元件 140 或压电电阻器 170 来检测振荡器的位移角的方式

类似于已经参考第一实施例所描述的方式。

[0088] 至少一个振荡器可提供有反射镜。在将这个实施例的振荡器装置用于光学偏转装置的情况下,可提供用于发射光束的光源 131。可将来自光源的光束 132 投射到振荡器的反射镜上,从而扫描偏转所述光。

[0089] 将振荡系统设置成同时产生按照第一频率(基本频率)运动的第一振荡动作和以第二频率运动的第二振荡动作,所述第二频率是基本频率的整数倍的频率。

[0090] 即,这个实施例的光学偏转装置的偏转角 θ (这里,如图 3 中所示,参考扫描中心的位置测量它)可以是如下这样的。现在,分别用 A_1 、 ω_1 和 θ_1 表示第一振荡动作的振幅、角频率和相位,且分别用 A_2 、 ω_2 和 θ_2 表示第二振荡动作的振幅、角频率和相位。如果用 t 表示相对于在任意时间所取的原点或参考时间的的时间,那么可如下表达偏转角 θ 。

[0091]

$$\theta(t)=A_1\sin(\omega_1t+\theta_1)+A_2\sin(\omega_2t+\theta_2) \quad \dots(3-1)$$

[0092] 此外,如果用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,以及用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,用 θ 表示两个频率之间的相对相位差,并且用 t 表示相对于在任意时间所取的参考时间的的时间,那么可如下表达光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0093]

$$\theta(t)=A_1\sin(\omega_1t)+A_2\sin(\omega_2t+\theta) \quad \dots(3-2)$$

[0094] 或者

[0095]

$$\theta(t)=A_1\sin(\omega_1t+\theta)+A_2\sin(\omega_2t) \quad \dots(3-3)$$

[0096] 公式 (3-3) 对应于在控制期间存在调整基波 ω_1 的相位的可能性的情况。公式 (3-1)、公式 (3-2) 和公式 (3-3) 仅在关于确定时间的原点或参考点的表达的方面是不同的。这些公式本质上相同,因为每个都是包含四个未知值的公式:例如,可将公式 (3-2) 和公式 (3-3) 中的 θ 改写为 $\theta_1-\theta_2$ 或 $\theta_2-\theta_1$ 。

[0097] 可将驱动系统 120 设置成按照电磁过程、静电过程、压电过程等中的任一种施加驱动力到振荡系统。它可具有类似于第一实施例的结构。

[0098] 可将驱动控制系统 150 设置成产生驱动信号,用所述驱动信号,振荡系统能够提供根据基本频率和基本频率 N 倍的频率振荡的振荡动作,其中 N 是整数。可将驱动信号施加上到驱动系统。

[0099] 驱动信号可以是基于合成的正弦波的驱动信号(图 6A),或者它可以是脉冲样的驱动信号(图 6B)。在基于合成的正弦波的驱动信号的情况下,可通过调整每个正弦波的振幅和相位而获得期望的驱动信号。在使用脉冲样的驱动信号的情况下,可通过改变相对于时间的脉冲数、脉冲间隔、脉冲宽度等而获得期望的驱动信号。假如能够驱动振荡器以将光学偏转装置的偏转角控制到期望的角度,则可使用任何其它的驱动信号。

[0100] 可将位移计量器设置成测量四个时刻,即,在第一振荡动作的一个循环(cycle)

内振荡器取第一位移角的两个不同的时刻,以及振荡器取第二位移角的两个不同的时刻。

[0101] 可将驱动控制系统 150 设置成通过合成具有第一频率的第一信号和具有第二频率的第二信号以产生驱动信号,并将所述驱动信号施加到驱动系统 120。此外,驱动控制系统可运作以调整驱动信号,以使上述四个测量的时刻与预先确定的期望时刻一致。然后,它可施加这样调整过的驱动信号到驱动系统 120,从而能够很精确地控制振荡器装置。

[0102] 可进一步将驱动控制系统 150 设置成从上述四个时刻计算公式 (3-1) 中第一和第二振荡动作的振幅和相位 (即这个公式中的 A_1 、 θ_1 、 A_2 和 θ_2) 中的至少一个。然后,驱动控制系统 150 可调整驱动信号,以使这些值中的至少一个等于预设值。

[0103] 为了调整驱动信号,可调整驱动信号中第一振荡动作的振幅分量 (component) 和相位分量以及第二振荡动作的振幅分量和相位分量。这里,例如,驱动信号中第一振荡动作的振幅分量是指驱动信号中这样的分量:利用所述分量,能够改变振荡器的第一振荡动作的振幅。对于其它的分量也是这样的情况。

[0104] 通过供应这样调整过的驱动信号到驱动系统 120,能够很精确地控制振荡器装置。

[0105] 尽管已经参考基于第一位移角和第二位移角来测量扫描光的通过时刻的例子而描述了这个实施例,但是本发明不受限于它。可使用更多的位移角来测量扫描光的通过时刻。

[0106] 【第三实施例】

[0107] 将描述根据本发明第三实施例的振荡器装置。图 2A 是具有根据这个实施例的振荡器装置的光学偏转装置的方框图。基本的结构与根据前述第一或第二实施例的振荡器装置相同。在这个实施例中,如图 3A 中所示,为了检测扫描光 133,在第一和第二位移角的位置处设置有第一和第二光接收元件。

[0108] 在这个实施例中,同样,如果用 A_1 、 ω_1 和 θ_1 表示第一振荡动作的振幅、角频率和相位,用 A_2 、 ω_2 和 θ_2 表示第二振荡动作的振幅、角频率和相位,且用 t 表示时间,那么光学偏转装置的偏转角 θ 能够用前面提到的公式 (3-1) 表达。

[0109] 此外,如果用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,用 θ 表示两个频率之间的相对相位差,且用 t 表示相对于在任意时间所取的参考时间的的时间,那么能够用前面提到的公式 (3-2) 或公式 (3-3) 表达偏转角 θ 。

[0110] 这里,通过使用设置在第一和第二位移角的位置处的第一和第二光接收元件,可测量第一振荡动作的一个循环中互不相同的四个期望的时刻。然后,驱动控制系统 150 可调整驱动信号,以使扫描光在预设时刻在第一和第二光接收元件上通过。

[0111] 即,可将驱动控制系统 150 设置成从上述四个时刻计算公式 (3-1) 中第一振荡动作的振幅和相位以及第二振荡动作的振幅和相位、即这个公式中 A_1 、 θ_1 、 A_2 和 θ_2 的值。基于此,提供光学偏转装置的任意的和期望的偏转角 θ 。这里,关于所述四个时刻,如果用 θ_{BD1} 和 θ_{BD2} 分别表示对应于第一和第二光接收元件的位置的偏转角 (参见图 3A),那么这些具有下面的关系。

[0112] 在一定的时刻 t_1 和 t_2 ,

$$[0113] \quad \theta(t_1) = \theta(t_2) = \theta_{BD1} \quad \dots (4)$$

[0114] 在一定的时刻 t_3 和 t_4 ,

[0115] $\theta(t_3) = \theta(t_4) = \theta_{BD2} \dots (5)$

[0116] 即,通过使四个时刻分别与任意的期望的时刻一致,驱动控制系统 150 能够明确地确定第一和第二振荡动作的振幅和相位。更具体地说,为了使四个时刻与预设时刻一致,驱动控制系统 150 产生驱动信号,并且将所述驱动信号施加到驱动系统 120,从而调整第一和第二振荡动作的振幅和相位或者相对相位差。

[0117] 驱动信号可以是基于合成的正弦波的驱动信号(图 6A),或者它可以是脉冲样的驱动信号(图 6B)。在基于合成的正弦波的驱动信号的情况下,可通过调整每个正弦波的振幅和相位而获得期望的驱动信号。在使用脉冲样的驱动信号的情况下,可通过改变相对于时间的脉冲数、脉冲间隔、脉冲宽度等而获得期望的驱动信号。假如能够驱动振荡器以将光学偏转装置的偏转角控制到期望的角度,则可使用任何其它的驱动信号。

[0118] 【第四实施例】

[0119] 将描述根据本发明第四实施例的振荡器装置。图 14 是具有根据这个实施例的振荡器装置的光学偏转装置的方框图。基本的结构与前述第一或第二实施例的振荡器装置相同。在这个实施例中,在每个循环的往复(reciprocal)扫描期间,扫描光 133 可直接通过光接收元件 140 两次,并且它可被反射板 160 偏转两次。被反射板 160 偏转的偏转光 134 可通过同一光接收元件 140 两次。驱动控制系统 150 可产生在当扫描光通过光接收元件 140 的四个时刻要施加到驱动系统 120 的驱动信号。

[0120] 图 15 说明这个实施例的光学偏转装置的偏转角 θ 。振荡器 101 具有形成在其表面上的反射镜,用于扫描偏转来自光源 131 的光束 132。光学偏转装置可包括光接收元件和反射板。可将光接收元件 140 和反射板 160 各自设置在小于光学偏转装置的最大偏转角的偏转角的位置处。在图 15 中,将光接收元件 140 和反射板 160 设置在光学偏转装置中扫描光的直接路径上。然而,如上所述,可将光接收元件 140 和反射板 160 设置在其路径通过使用分离的反射板等被偏转的扫描光的路径上。

[0121] 在这个实施例中,同样,如果用 A_1 、 ω_1 和 θ_1 表示第一振荡动作的振幅、角频率和相位,用 A_2 、 ω_2 和 θ_2 表示第二振荡动作的振幅、角频率和相位,且用 t 表示时间,那么能够用前面提到的公式 (3-1) 表达光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0122] 此外,如果用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,用 θ 表示两个频率之间的相对相位差,且用 t 表示相对于在任意时间所取的参考时间的的时间,那么能够用前面提到的公式 (3-2) 或公式 (3-3) 表达偏转角 θ 。

[0123] 这里,可将光接收元件和反射板设置在要用扫描光照射的位置处,并且可测量第一振荡动作的一个循环中互不相同的四个期望的时刻。然后,驱动控制系统 150 可调整驱动信号,以使扫描光在预设时刻在光接收元件和反射板上通过。

[0124] 即,可将驱动控制系统设置成从上述四个时刻计算公式 (3-1) 中第一振荡动作的振幅和相位以及第二振荡动作的振幅和相位、即这个公式中 A_1 、 θ_1 、 A_2 和 θ_2 的值。基于此,提供光学偏转装置的任意的和期望的偏转角 θ 。这里,关于所述四个时刻,如果分别用 θ_{BD} 和 θ_{MIRROR} 表示对应于光接收元件和反射板的位置的偏转角(参见图 15),则这些具有下面的关系。

[0125] 在一定的时刻 t_1 和 t_2 ,

$$[0126] \quad \theta(t_1) = \theta(t_2) = \theta_{BD} \quad \dots (6)$$

[0127] 在一定的时刻 t_3 和 t_4 ,

$$[0128] \quad \theta(t_3) = \theta(t_4) = \theta_{MIRROR} \quad \dots (7)$$

[0129] 即,通过使四个通过时刻 (t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4) 分别与任意的期望的时刻一致,驱动控制系统 150 明确地确定第一和第二振荡动作的振幅和相位。更具体地说,为了使四个时刻与预设时刻一致,驱动控制系统 150 产生驱动信号,并且将所述驱动信号施加到驱动系统 120,从而调整第一和第二振荡动作的振幅和相位或者相对相位差。

[0130] 驱动信号可以是基于合成的正弦波的驱动信号(图 6A),或者它可以是脉冲样的驱动信号(图 6B)。在基于合成的正弦波的驱动信号的情况下,可通过调整每个正弦波的振幅和相位而获得期望的驱动信号。在使用脉冲样的驱动信号的情况下,可通过改变相对于时间的脉冲数、脉冲间隔、脉冲宽度等而获得期望的驱动信号。假如能够驱动振荡器以将光学偏转装置的偏转角控制到期望的角度,则可使用任何其它的驱动信号。

[0131] 【第五实施例】

[0132] 将描述根据本发明第五实施例的振荡器装置。图 22 是具有根据这个实施例的振荡器装置的光学偏转装置的方框图。基本的结构与上述第一或第二实施例的振荡器装置相同。在以下点存在差异。如作为根据这个实施例的光学偏转装置的方框图的图 22A 中所示,驱动控制系统 150 可包括振荡模式改变系统 151。可将振荡模式改变系统 151 设置成在将期望的相位加到第一和第二振荡动作中的至少一个的同时产生驱动信号。作为例子,图 22B 显示在加了期望的相位之前在按照第一振荡模式的驱动期间振荡系统的偏转角 θ ,而图 22C 显示在加了期望的相位之后在按照第二振荡模式的驱动期间振荡系统的偏转角 θ 。

[0133] 在所示出的例子中,用 $A_1 \sin(\omega_1 t)$ 描述第一振荡动作,且用 $A_2 \sin(\omega_2 t + \theta)$ 描述第二振荡动作。在第二振荡模式下的驱动期间,只将相位 π 加到第二振荡动作,使得用 $A_2 \sin(\omega_2 t + \theta + \pi)$ 描述所述动作。如在图 22B 和 22C 中的实曲线处所见,扫描光 133 每次通过光接收元件 140 两次,即总共四次。可将驱动控制系统 150 设置成从四个通过时刻计算使第一和第二振荡动作成为期望的动作所必需的驱动信号。基于这样计算的驱动信号,驱动系统 120 可控制振荡系统 100,以提供期望的振荡动作。

[0134] 图 23 说明这个实施例的光学偏转装置的偏转角 θ 。振荡器 101 具有形成在其表面上的反射镜,用于扫描偏转来自光源 131 的光束 132。光学偏转装置可包括一个光接收元件 140,可将所述光接收元件 140 设置在小于光学偏转装置的最大偏转角的偏转角的位置处。在图 23 中,将光接收元件 140 设置在光学偏转装置中的光路径上。然而,可将光接收元件 140 设置在其路径通过使用分离的反射板等被偏转的扫描光的路径上。

[0135] 如果用 A_1 、 ω_1 和 θ_1 表示第一振荡动作的振幅、角频率和相位,用 A_2 、 ω_2 和 θ_2 表示第二振荡动作的振幅、角频率和相位,且用 t 表示时间,那么能够如下表达第一振荡模式中的光学偏转装置的偏转角 θ_a 。

[0136]

$$\theta_a(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2) \quad \dots (8)$$

[0137] 此外,可如下表达第二振荡模式中的光学偏转装置的偏转角 θ_b ,在所述第二振荡模式中,振荡模式改变装置 151 将期望的相位 θ_1' 和 θ_2' 加到相位 θ_1 和 θ_2 。

[0138]

$$\theta_b(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1 + \theta_1') + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2 + \theta_2') \quad \dots(9)$$

[0139] 可将光接收元件 140 设置在要被扫描光照射的期望位置处,且可测量以循环中某一点为原点的第一振荡动作中互不相同的四个期望的时刻。然后,驱动控制系统 150 可调整驱动信号,以使扫描光在预设时刻在光接收元件上通过。

[0140] 即,通过从前面提到的四个时刻计算第一和第二振荡动作的振幅、角频率和相位,以及通过基于它调整驱动信号,提供光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。

[0141] 关于所述四个时刻,如果用 θ_{aBD} 表示对应于光接收元件 140 的位置的偏转角,那么对于一定的时刻 t_1 和 t_2 以及一定的时刻 t_3 和 t_4 ,给出下面的关系。

$$[0142] \quad \theta_a(t_1) = \theta_a(t_2) = \theta_{aBD} \quad \dots (10)$$

$$[0143] \quad \theta_b(t_3) = \theta_b(t_4) = \theta_{bBD} \quad \dots (11)$$

[0144] 从而,通过使四个时刻 (t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4) 分别与任意的期望的时刻一致,驱动控制系统 150 明确地确定第一和第二振荡动作的振幅和相位。更具体地说,为了使四个时刻与预设时刻一致,驱动控制系统 150 产生驱动信号,并且将所述驱动信号施加到驱动系统 120,从而调整第一和第二振荡动作的振幅和相位。

[0145] 此外,如果用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,用 θ 表示这两个频率之间的相对相位差,且用 t 表示在取任意时间作为零时的时间,那么可如下表达第一振荡模式中光学偏转装置的偏转角 θ_a 。

[0146]

$$\theta_a(t) = A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta) \quad \dots(12)$$

[0147] 此外,可如下表达第二振荡模式中的光学偏转装置的偏转角 θ_b ,在所述第二振荡模式中,振荡模式改变装置 151 将期望的相位 θ_1' 和 θ_2' 加到相位 θ_1 和 θ_2 。

[0148]

$$\theta_b(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1') + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta + \theta_2') \quad \dots(13)$$

[0149] 在这种情况下,同样,可将光接收元件 140 设置在要被扫描光照射的期望位置处,且可测量以循环中某一点为原点的第一振荡动作中互不相同的四个期望的时刻。然后,驱动控制系统 150 可调整驱动信号,以使扫描光在预设时刻在光接收元件上通过。

[0150] 即,通过从前面提到的四个时刻计算第一和第二振荡动作的振幅、角频率和相位,以及通过基于它调整驱动信号,提供光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。

[0151] 关于所述四个时刻,如果用 θ_{aBD} 表示对应于光接收元件 140 的位置的偏转角,对于一定的时刻 t_1 和 t_2 以及一定的时刻 t_3 和 t_4 ,给出下面的关系。

$$[0152] \quad \theta_a(t_1) = \theta_a(t_2) = \theta_{aBD} \quad \dots (14)$$

$$[0153] \quad \theta_b(t_3) = \theta_b(t_4) = \theta_{aBD} \quad \dots (15)$$

[0154] 从而,通过使四个时刻 (t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4) 分别与任意的期望的时刻一致,驱动控制系统 150 明确地确定第一和第二振荡动作的振幅和相位。更具体地说,为了使四个时刻与预设时刻一致,驱动控制系统 150 产生驱动信号,并且将所述驱动信号施加到驱动系统 120,从而分别调整第一和第二振荡动作的振幅 A_1 和 A_2 以及它们之间的相位差 θ 。

[0155] 在这个实施例中,同样,驱动信号可以是基于合成的正弦波的驱动信号(图 6A),或者它可以是脉冲样的驱动信号(图 6B)。在基于合成的正弦波的驱动信号的情况下,可通过调整每个正弦波的振幅和相位而获得期望的驱动信号。当使用脉冲样的驱动信号时,可

通过改变相对于时间的脉冲数、脉冲间隔、脉冲宽度等而获得期望的驱动信号。假如能够驱动振荡器以将光学偏转装置的偏转角控制到期望的角度,则可使用任何其它的驱动信号。

[0156] 【例子】

[0157] 下面将结合附图描述其中以各种方式实施本发明的具体例子。

[0158] 【例子 1】

[0159] 将描述根据本发明例子 1 的光学偏转装置。例子 1 的光学偏转装置的方框图可与图 2A 中所示的相同。图 4A-4C 示出这个例子的详细结构,其中图 4A 是光学偏转器的振荡系统的顶视图。存在通过蚀刻硅晶片而制造的板部件 300。振荡器 301 具有像板的形状,并且它由两个扭转弹簧 311a 和 311b 支承。反光膜(反射镜)331 形成在振荡器 301 的顶表面上。另一个振荡器 302 具有像框的形状,并且它在其内部支承扭转弹簧 311a/311b。由此由两个扭转弹簧 312a 和 312b 在上部和下部支承所述振荡器。存在具有像框的形状的支承框 321,并且它在其内部支承扭转弹簧 312a 和 312b。

[0160] 在这个例子中,振荡器 301 和 302 中的每一个由两个扭转弹簧在其上部和下部保持。然而,振荡器可仅由一个扭转弹簧在其一侧支承。例如,可由单个扭转弹簧 311b 保持振荡器 301,而可由两个扭转弹簧 312a 和 312b 保持振荡器 302。相反地,可由两个扭转弹簧 311a 和 311b 保持振荡器 301,而可由单个扭转弹簧 312b 保持振荡器 302。

[0161] 包括振荡器 301 和 302 以及扭转弹簧 311 和 312 的振荡系统具有两个振荡模式,其中进行调整以使一个模式的频率近似为另一个模式的频率的两倍(双倍)。例如,如果用 I_1 加 I_2 分别表示振荡器 301 和 302 的转动惯量,用 k_1 表示扭转弹簧 311a 和 311b 提供的弹簧常数,并且用 k_2 表示扭转弹簧 312a 和 312b 提供的弹簧常数,则明确地确定了两个固有角振荡频率。在这个例子中,调整转动惯量 I_1 和 I_2 以及弹簧常数 k_1 和 k_2 ,以提供 $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ [rad/s] 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$ [rad/s]。

[0162] 图 4B 是用于解释这个例子的光学偏转装置中驱动系统的示意图。在所述图中,以沿图 4A 中线 390 所取的剖面图图示出板部件 300。将永久磁铁 341 附着(adhere)到振荡器 302 的底部,且将板部件 300 附着到由具有高磁导率的材料制成的轭(yoke)344。在轭 344 上与永久磁铁 341 相对的位置处设置由具有高磁导率的材料制成的芯 343。芯 343 缠绕有线圈 342。永久磁铁 341、线圈 342、芯 343 和轭 344 构成电磁致动器(驱动系统)340。响应供应到线圈 342 的电流,扭矩作用在永久磁铁 341 上,从而驱动振荡器 302。

[0163] 图 5A 和 5B 示出振荡器 301 响应将电压施加到线圈的位移角传输特性。图 5A 显示增益([位移角]/[施加的电压])和驱动频率之间的关系。图 5B 显示位移角和所施加电压的相位差对于驱动频率之间的关系。如图 5A 中所见,与 ω_1 的振荡模式相比, ω_2 的振荡模式的增益(效率)是不同的,并且如 5B 图中所见, ω_2 的振荡模式相对于 ω_1 的振荡模式具有 180 度的相位延迟。

[0164] 图 4C 示出这个例子的光学偏转器的控制系统 150。在这个图中在 351 和 352 处表示的分别是用于产生 2000Hz 和 4000Hz 的正弦波的任意波产生电路。可响应来自计算单元 360 的命令,而按照期望的那样改变这些正弦波的相位和振幅。由加法器 370 相加(add)这样产生的两个正弦波,并随后由放大器 380 放大。然后,将所得的电压施加到线圈 342,并且电流流过那里。存在如图 3A 中所示而设置的第一和第二光接收元件 141 和 142。将第一和第二光接收元件的输出 391 和 392 施加到计算单元 360。计算单元 360 调整任意波产生电

路 351 和 352 的正弦波的相位和振幅,以使第一和第二光接收元件的输出 391 和 392 具有期望的值,换句话说,扫描光 133 可在期望的时刻通过光接收元件 141 和 142。

[0165] 在这个例子中,波产生电路 351 和 352 以及加法器 370 被用于合成两个频率以产生驱动信号(参见图 6A)。然而,可响应于来自计算单元 360 的命令,将固有角振荡频率 ω_1 的一个周期的电压波形分开,以由一系列的大量脉冲提供驱动信号(参见图 6B)。即,可使用 PWM(脉冲宽度调制)驱动系统,在所述驱动系统中,可通过调整相对于时间的脉冲数、脉冲间隔、脉冲宽度等而改变固有角振荡频率 ω_1 和 ω_2 的振幅分量和相位。

[0166] 根据这个例子的光学偏转装置,实现了基于两个频率分量的期望的光学扫描(例如,其扫描角像锯齿波一样改变的光学扫描)。

[0167] 【例子 2】

[0168] 将描述根据这个实施例的例子 2 的光学偏转装置。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 2A 中所示的方框图,并且结构类似于图 4 中所示的结构。

[0169] 可如下表达这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 。现在,用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,且用 θ_1 和 θ_2 表示两个频率的相位。如果用 t 表示相对于在第一振荡动作的一个循环内任意时间所取的原点或参考时间的的时间,那么可用前面提到的公式 (3-1) 表达偏转角 θ ,所述公式即为:

[0170]

$$\theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2)$$

[0171] 这里,如果 $A_1 = 1, A_2 = 0.2, \theta_1 = 0, \theta_2 = 0, \omega_1 = 2\pi \times 2000$ 且 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 则这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 和角速度 θ' 相对于时间的变化是如图 7A 和 7B 中所示的那样。图 7A 中实线处所示的偏转角 θ 比正弦波(虚线)更像锯齿波。图 7B 中实线处所示的角速度 θ' 与正弦波(虚线)相比在近似恒定的角速度区域中变化较少。在图 7A 和 7B 中,纵坐标轴的单位是任意的。

[0172] 尽管这个例子使用条件 $A_1 = 1, A_2 = 0.2, \theta_1 = 0, \theta_2 = 0, \omega_1 = 2\pi \times 2000$ 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 但是,只要能够使得角速度 θ' 的变化量在近似恒定的角速度区域中与正弦波相比较小,就可为 $A_1, A_2, \theta_1, \theta_2, \omega_1$ 和 ω_2 选择期望的值。优选地,在不小于第一频率的一个循环的 20% 的连续时间段中,反射镜的角速度 θ' 的最大值 θ'_{\max} 和最小值 θ'_{\min} 满足下面的关系。

[0173] $(\theta'_{\max} - \theta'_{\min}) / (\theta'_{\max} + \theta'_{\min}) < 0.1$

[0174] 这是光学偏转装置所要求的一般条件,且它适用于下面将描述的其它例子。

[0175] 如果将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在相对于光学偏转装置的扫描中心的对称位置处,对应于 80% A_1 位置,即在偏转角 θ 变成等于 0.8(取最大偏转角为 1) 的位置处,那么结果如下。即,扫描光 133 应通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的期望的目标时刻 t_{10}, t_{20}, t_{30} 和 t_{40} (参见图 7A) 分别是 0.052msec、0.154msec、0.346msec 和 0.448msec。可预定确定并且存储这些目标时刻。对于下面要描述的其它例子也是这样的情况。因此,控制系统 150 调整驱动信号(图 6A 或 6B),以使扫描光通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的时刻 t_1, t_2, t_3 和 t_4 应取上述期望的值。通过这样,实现图 7 中所示的偏转角 θ 。

[0176] 尽管在这个例子中将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在偏转角 $\theta = 0.8$

的、相对于光学偏转装置的扫描中心的对称位置处,但是可将这些设置在提供任意的偏转角 θ 的任何其它的位置处。优选地,为了避免在近似恒定的速度区域中的光学干涉,可将第一和第二光接收元件设置在偏转角 θ 的绝对值不小于 0.6 到小于 1.0 的范围内。这里, θ 的绝对值的范围从不小于 0.6 到小于 1.0 是指其中偏转角 θ 小于 +1.0 且不小于 0.6 的范围,以及其中 θ 不大于 -0.6 且大于 -1.0 的范围。

[0177] 反射镜的偏转中心位于零处,且期望的最大偏转角是 ± 1 。对于其它例子也是这样的情况。

[0178] 下面,将解释在这个例子中控制偏转角的方法的细节。图 8 示出控制序列。

[0179] <A₁ 控制>

[0180] 首先,控制 A₁。为了仅按照以基本频率运动的第一振荡动作进行光学扫描,将任意波产生电路 351 的频率设成 2000Hz 的角频率,而将任意波产生电路 352 的频率设成除了 2000Hz 和 4000Hz 之外的、且包含零的任意角频率。这导致第二振荡动作不产生谐振振荡。这里,可如下表达光学偏转装置的偏转角 θ 。

$$[0181] \quad \theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t) \quad \dots (16)$$

[0182] 然后,如下设置时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 。

$$[0183] \quad \theta(t_1) = \theta(t_2) = \theta_{BD1} \quad \dots (17)$$

$$[0184] \quad \theta(t_3) = \theta(t_4) = \theta_{BD2} \quad \dots (18)$$

[0185] 然后调整任意波产生电路 351 的振幅,以使 t_2-t_1 和 t_4-t_3 中的至少一个的值变成等于 0.102msec (可基于图 7 中所示的期望的偏转角 θ 的变化预先确定这个值)。通过这样,能够使 A₁ 等于期望的值 A₁。因为要确定的未知值的数量是 1,所以能够用这个过程确定 A₁。

[0186] 上述过程是用于确定振荡器上反射镜的第一振荡动作的振幅的过程。当停止第二振荡动作且仅以第一振荡动作执行光学扫描时,执行这个过程,以在取第一频率的一个循环内某一时间作为零或参考时进行下面的调整。即,调整第一振荡动作的振幅,使得能够使 (i) 扫描光通过第一光接收元件的两个不同时刻的组与 (ii) 扫描光通过第二光接收元件的两个不同时刻的组中的至少一个的时刻与期望的目标时刻一致。

[0187] 此后,任意波产生电路 352 的频率返回到 4000Hz。这里,在这个例子中,对于仅具有以基本频率运动的第一振荡动作的光学扫描,将任意波产生电路 352 的频率设成除了 2000Hz 或 4000Hz 之外、且包含零的任意频率。即,为了停止第二振荡动作,中断要从驱动系统传送到振荡系统的驱动力中的第二频率的周期性驱动力,此外,增加第一和第二频率之外的第三频率的周期性驱动力。然而,在这个过程中,可使任意波产生电路 352 的振幅 A₂ 等于零。

[0188]

< θ 控制>

[0189] 随后,将第一和第二振荡动作的相位差 θ 调整到零。这里,下面的两个关系都应满足。

$$[0190] \quad t_2 - t_1 = t_4 - t_3 \quad \dots (19)$$

$$[0191] \quad t_3 - t_2 > t_{30} - t_{20} \quad \dots (20)$$

[0192] 因为将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在相对于光学偏转装置的扫描中心

对称的位置处,所以要求公式 (19)。通过调整任意波产生电路 351 和 352 的相位差以满足这个关系,使第一和第二振荡动作的相位差等于零。在这种情况下,同样,因为要确定的未知值的数量是 1,所以能够用这个过程确定 θ 。公式 (20) 是用于避免振荡动作的相位的相反 (reverse) 的条件。

[0193] 上述过程是用于确定反射镜的第一和第二振荡动作之间的相对相位差的过程。这里,调整第一和第二振荡动作中的至少一个的相位,以使 (i) 扫描光通过第一光接收元件的两个不同的时刻之间的差与 (ii) 扫描光通过第二光接收元件的两个不同的时刻之间的差变成彼此相等。

[0194] <A2 控制>

[0195] 接着,控制 A2。现在,用 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 表示扫描光 133 通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的时刻。然后,调整任意波产生电路 352 的振幅,以使它们中的至少一个满足关系 $t_1 = 0.052\text{msec}$, $t_2 = 0.154\text{msec}$, $t_3 = 0.346\text{msec}$ 或 $t_4 = 0.448\text{msec}$ 。通过这样,能够使 A_2 等于期望的值 A_2 。在这种情况下,同样,因为要确定的未知值的数量是 1,所以能够用这个过程确定 A_2 。

[0196] 上述过程是用于确定反射镜的第二振荡动作的振幅的过程,并且它是用于调整第二振荡动作的振幅,以使扫描光通过第一和第二光接收元件的时刻中的至少一个等于期望值的过程。

[0197] <检查控制的完成>

[0198] 如果 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 处于预定的容许范围内,则终止控制。如果不是这样,则序列回到 A_1 控制,并且再次执行上述控制过程。

[0199] 用上述操作,实现了光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。尽管在这个例子中认为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 是时刻,但是这些也可以是参考某一时钟测量的计数 (数字)。此外,尽管在这个例子中认为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 是确定的值,但是这些也可以是具有某一误差范围的值。对于其它例子也是这样的情况。

[0200] 【例子 3】

[0201] 将描述根据这个实施例的例子 3 的光学偏转装置。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 2A 中所示的方框图,并且结构类似于图 4 中所示的结构。

[0202] 在这个例子中,同样,用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,且用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,且用 θ_1 和 θ_2 表示两个频率的相位。如果用 t 表示相对于通过在第一振荡动作的一个循环内取任意的参考时间而确定的原点 (0) 的时间,那么可用前面提到的公式 (3-1) 表达这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ ,所述公式即为:

[0203]

$$\theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2)$$

[0204] 这里,如果 $A_1 = 1$, $A_2 = 0.2$, $\theta_1 = 0$, $\theta_2 = 0$, $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ 且 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 那么这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 是如图 7A 和 7B 中所示的那样。

[0205] 尽管这个例子使用条件 $A_1 = 1$ 、 $A_2 = 0.2$ 、 $\theta_1 = 0$ 、 $\theta_2 = 0$ 、 $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 但是,只要能够使得角速度 θ' 的变化量在近似恒定的角速度区域中与正弦波相比较小,就可为 A_1 、 A_2 、 θ_1 、 θ_2 、 ω_1 和 ω_2 选择期望的值。

[0206] 如果将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在相对于光学偏转装置的扫描中心对称的位置处,对应于 80% A_1 位置,即在其中偏转角 θ 变成等于 0.8 的位置处,并且如果用 0 表示偏转角 θ 等于零(扫描中心)的时间,那么结果如下。即,扫描光 133 应通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的期望的目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 分别是 0.052msec、0.154msec、0.346msec 和 0.448msec。因此,控制系统调整驱动信号,以使测量的扫描光 133 通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的四个时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 应取上述期望的值。通过这样,实现图 7 中所示的光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0207] 尽管在这个例子中将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在偏转角 $\theta = 0.8$ 的、相对于光学偏转装置的扫描中心对称的位置处,但是可使用任何其它的任意的偏转角 θ 。此外,尽管在这个例子中取偏转角 θ 为零的时间作为零,但是可将第一振荡动作的角频率的一个周期内的任意时间用作原点 (0)。

[0208] 现在将详细解释这个例子中的控制方法。

[0209] 预先检测代表扫描光 133 通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的检测时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 的变化的其系数和矩阵 M ,所述变化当包括光学偏转装置的 A_1 、 A_2 、 θ_1 和 θ_2 中的任何参数的控制参数 X 从各自的目标值微小偏移时引起。这些可如下表达。

$$[0210] \quad \left. \frac{\partial t}{\partial X} \right|_{ii}, (X = A1, \phi1, A2, \phi2), (i = 1, 2, 3, 4) \quad \dots(21)$$

$$[0211] \quad M = \begin{bmatrix} \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{r1} & \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{r1} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi1} \right|_{r1} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi2} \right|_{r1} \\ \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{r2} & \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{r2} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi1} \right|_{r2} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi2} \right|_{r2} \\ \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{r3} & \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{r3} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi1} \right|_{r3} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi2} \right|_{r3} \\ \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{r4} & \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{r4} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi1} \right|_{r4} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi2} \right|_{r4} \end{bmatrix} \quad \dots(22)$$

[0212] 因此,可基于四个检测时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 与四个目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 之间的时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 ,并且根据下面的公式,确定反射镜的振幅和相位的控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 、 $\Delta \theta_1$ 和 $\Delta \theta_2$ 。

$$[0213] \quad \begin{bmatrix} \Delta A1 \\ \Delta A2 \\ \Delta \phi1 \\ \Delta \phi2 \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} \Delta t1 \\ \Delta t2 \\ \Delta t3 \\ \Delta t4 \end{bmatrix} \quad \dots(23)$$

[0214] 基于此公式,可由相对于目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 的时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 和

Δt_4 计算控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 、 $\Delta \theta_1$ 和 $\Delta \theta_2$ 。然后,改变任意波产生电路 351 和 352 的输出。通过重复上述控制过程,将检测时刻收敛 (converge) 到目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} ,从而实现光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。

[0215] 图 9 是上述过程的方框图。光学偏转装置 (反射镜) 420 偏转来自光源 410 的光,并且偏转光 430 通过第一和第二光接收元件 441 和 442。控制单元 450 从目标时刻 452 减去在第一和第二光接收元件 441 和 442 处检测到的检测时刻 451,以计算时间差 453。然后,通过在计算电路 454 中基于时间差 453 根据公式 (23) 计算矩阵来计算控制量 455。然后,通过使用任意波产生电路 351 和 352、加法器 370 和放大器 380,产生要输入到光学偏转装置 420 的驱动系统的信号。在这个例子中,同样,可产生如图 6A 中所示那样的基于合成的正弦波的驱动信号,或者备选地,可产生如图 6B 中所示那样的脉冲样的驱动信号。只要它保证要由光接收元件检测的检测时刻与目标时刻一致,就可使用任何驱动信号。

[0216] 图 5 中所示的振荡器的位移角传输特性是随着诸如环境温度的环境的变化或者振荡器相对于时间的振荡特性的变化而可变的。因此,在光学偏转器中 ω_1 的每个振荡周期,控制系统 150 执行控制以更新驱动波形,使得保证光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。尽管在这个例子中,在 ω_1 的每个振荡频率周期更新驱动波形,但是可在更短的周期例如在当将信号输入到光接收元件的时刻控制波形。备选地,可在比光学偏转装置的 ω_1 的振荡周期长的周期控制它。

[0217] 【例子 4】

[0218] 将描述根据本发明例子 4 的光学偏转装置。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 2A 中所示的方框图,并且结构类似于图 4 中所示的结构。

[0219] 关于这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ ,现在,用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,用 θ 表示两个频率之间的相位差,且用 t 表示时间。然后,可用前面提到的公式 (3-2) 或公式 (3-3) 表达偏转角 θ 。这里,在这些公式中, θ 应表示 $\theta_1 - \theta_2$ 或 $\theta_2 - \theta_1$ 。

[0220] 现在,假定 $A_1 = 1$, $A_2 = 0.2$, $\theta = 0$, $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ 以及 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$ 。尽管这个例子使用条件 $A_1 = 1$ 、 $A_2 = 0.2$ 、 $\theta = 0$ ($\theta_1 = 0$ 、 $\theta_2 = 0$)、 $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$,但是,只要能够使得角速度 θ' 的变化量在近似恒定的角速度区域中与正弦波相比较小,就可为 A_1 、 A_2 、 θ_1 、 θ_2 、 ω_1 和 ω_2 选择期望的值。这里,将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在对应于 80% A_1 的位置处,即,在偏转角 θ 变成等于 0.8 的位置处。同样,在扫描光 133 通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} ,将 t_{10} 选作参考时间。于是,距参考时间的相对目标时间 $t_{20} - t_{10}$ 、 $t_{30} - t_{10}$ 、 $t_{40} - t_{10}$ 变成分别等于 0.102msec、0.294msec 和 0.396msec。因此,这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 如图 7 中所示的那样。因此,通过经由控制系统调整驱动信号以使扫描光 133 通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的三个相对的检测时间 $t_2 - t_1$ 、 $t_3 - t_1$ 和 $t_4 - t_1$ 取上述值,实现如图 7 中所示的光学偏转装置的偏转角 θ 。这里,可用公式 $\theta = \theta_1 - \theta_2$ 和 $\theta = \theta_2 - \theta_1$ 表达 θ_1 和 θ_2 ,因此,可将图 7 中公式 (3-1) 改写为上述公式 (3-2) 或公式 (3-3)。

[0221] 尽管在这个例子中,将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在偏转角 $\theta = 0.8$ 的、相对于光学偏转装置的扫描中心对称的位置处,但是可 将这些设置在对应于任意的偏转角 θ 的任何其它的位置处。

[0222] 现在将详细解释这个例子中的控制方法。可预先检测代表扫描光 133 通过第一和第二光接收元件 141 和 142 的相对检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 和 t_4-t_1 的变化的其系数和矩阵 M, 所述变化当包括光学偏转装置的 A_1 、 A_2 和 θ 中的任何参数的控制参数 X 从各自的目标值微小偏移时引起。可如下表达这些。

$$[0223] \quad \left. \frac{\partial t}{\partial X} \right|_{t_i} - \left. \frac{\partial t}{\partial X} \right|_{t_1}, (X = A1, A2, \phi), (i = 2, 3, 4) \quad \dots(24)$$

$$[0224] \quad M = \begin{bmatrix} \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{t_2} & - \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{t_1} & \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{t_2} & - \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{t_1} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi} \right|_{t_2} & - \left. \frac{\partial t}{\partial \phi} \right|_{t_1} \\ \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{t_3} & - \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{t_1} & \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{t_3} & - \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{t_1} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi} \right|_{t_3} & - \left. \frac{\partial t}{\partial \phi} \right|_{t_1} \\ \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{t_4} & - \left. \frac{\partial t}{\partial A1} \right|_{t_1} & \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{t_4} & - \left. \frac{\partial t}{\partial A2} \right|_{t_1} & \left. \frac{\partial t}{\partial \phi} \right|_{t_4} & - \left. \frac{\partial t}{\partial \phi} \right|_{t_1} \end{bmatrix}$$

...(25)

[0225] 这样, 可基于三个相对检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 和 t_4-t_1 以及三个目标时间 $t_{20}-t_{10}$ 、 $t_{30}-t_{10}$ 和 $t_{40}-t_{10}$ 之间的时间差 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 , 并根据下面的公式, 来确定反射镜的振幅和相位的控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 和 $\Delta \theta$ 。

$$[0226] \quad \begin{bmatrix} \Delta A1 \\ \Delta A2 \\ \Delta \phi \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} \Delta t 2 \\ \Delta t 3 \\ \Delta t 4 \end{bmatrix}$$

...(26)

[0227] 基于此公式, 可由相对于目标时间 $t_{20}-t_{10}$ 、 $t_{30}-t_{10}$ 和 $t_{40}-t_{10}$ 的时间差 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 计算控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 和 $\Delta \theta$ 。然后, 基于这些量调整任意波产生电路 351 和 352 的输出。通过重复上述控制过程, 将检测时刻收敛到目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} , 从而实现光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。

[0228] 将参考图 9 的方框图解释上述过程。光学偏转装置 (反射镜) 420 偏转来自光源 410 的光, 并且偏转光 430 通过第一和第二光接收元件 441 和 442。控制单元 450 从目标时刻 452 减去在第一和第二光接收元件 441 和 442 处检测到的检测时刻 451, 以计算时间差 453。然后, 通过在计算电路 454 中基于时间差 453 根据公式 (26) 计算矩阵来计算控制量 455。然后, 通过使用任意波产生电路 351 和 352、加法器 370 和放大器 380, 产生要输入到光学偏转装置 420 的驱动系统的信号。在这个例子中, 因为将 t_{10} 用作参考时间, 所以用于任意波产生电路 351 的控制量 455 是单个的 (不是双个 (dual) 的), 或者备选地, 用于任意波产生电路 352 的控制量 455 是单个的 (不是双个的)。这意味着可通过任意波产生电路 351 或任意波产生电路 352 调整两个频率之间的相位差 θ 。

[0229] 在这个例子中, 同样, 可产生如图 6A 中所示的基于合成的正弦波的驱动信号, 或

者备选地,可产生如图 6B 中所示的脉冲样的驱动信号。只要它保证要被光接收元件检测的检测时刻与目标时刻一致,就可使用任何驱动信号。

[0230] 通过上述控制过程,实现光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。同样,尽管在这个例子中认为 $t_{20}-t_{10}$ 、 $t_{30}-t_{10}$ 和 $t_{40}-t_{10}$ 是确定值,但是这些可以是具有某一误差范围的值。

[0231] 【例子 5】

[0232] 将描述根据本发明例子 5 的光学偏转装置。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 2A 中所示的方框图,并且结构类似于图 4 中所示的结构。

[0233] 关于这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ ,现在,用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率,用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率,用 θ 表示两个频率之间的相位差,且用 t 表示时间。于是,可用前面提到的公式 (3-2) 或公式 (3-3) 表达偏转角 θ 。这里,在这些公式中, θ 应表示 $\theta_1-\theta_2$ 或 $\theta_2-\theta_1$ 。

[0234] 现在,假定 $A_1 = 1$, $A_2 = 0.2$, $\theta = 0$, $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ 以及 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$ 。尽管这个例子使用条件 $A_1 = 1$ 、 $A_2 = 0.2$ 、 $\theta = 0$ ($\theta_1 = 0$ 、 $\theta_2 = 0$)、 $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$,但是,只要能够使得角速度 θ' 的变化量在近似恒定的角速度区域中与正弦波相比较小,就可为 A_1 、 A_2 、 θ_1 、 θ_2 、 ω_1 和 ω_2 选择期望的值。此外,尽管在这个例子中,同样,将第一和第二光接收元件 141 和 142 设置在相对于光学偏转装置的扫描中心对称的位置 θ_1 和 θ_2 处,但是可将这些设置在提供任意的偏转角 θ 的任何其它位置处。

[0235] 将详细描述这个例子中的控制方法。图 10 示出光学偏转装置中时间和偏转角之间的关系(基于公式 (3-2) 的情形)。如图 10 中所示,用 t_1 表示从光学偏转装置的偏转角到达 θ_1 的时刻到它在振荡末端返回之后再次到达 θ_1 的时刻的时间。同样,用 t_{12} 表示从偏转角到达 θ_1 的时刻到它通过振荡中心后到达 θ_2 的时刻的时间。此外,用 t_2 表示从偏转角到达 θ_2 的时刻到它在振荡末端返回之后再次到达 θ_2 的时刻的时间。同样,用 t_{21} 表示从偏转角到达 θ_2 的时刻到它通过振荡中心后到达 θ_1 的时刻的时间。

[0236] 驱动控制系统 150 计算与频率 ω_1 的振幅 A_1 、频率 ω_2 的振幅 A_2 、以及频率 ω_1 和 ω_2 之间的相位差 θ 相关的误差量,并且它基于这些误差量为光学偏转装置产生驱动信号。

[0237] 下面将解释计算这些误差信号的方式。

[0238] 首先,将描述 θ 误差信号的计算。

[0239] 现在假定,在图 10 中所示的公式即公式 (3-2) 中,取 $A_1 \sin(\omega_1 t)$ 作为第一分量,并且取 $A_2 \sin(\omega_2 t + \theta)$ 作为第二分量。如果第一和第二分量的相位改变并且它导致 t_1 减小,那么作为其结果 t_2 增大。相反,如果相位改变导致 t_1 增大,那么作为其结果 t_2 减小。换句话说, t_1 和 t_2 可响应于第一和第二分量的相位变化而相反地变化。

[0240] 另一方面,如果第一分量的振幅 A_1 改变,并且这样的改变导致 t_1 增大,那么作为其结果 t_2 增大。另一方面,如果振幅改变导致 t_1 减小,那么作为其结果 t_2 减小。即, t_1 和 t_2 可响应于第一分量的振幅 A_1 的变化而以相同的方式变化。

[0241] 因此,通过相减 (subtract) t_1 和 t_2 ,可消除第一分量的振幅 A_1 的变化,并且这样,仅可提取第一和第二分量的相位偏移量。

[0242] 这里,如果在相对于光学偏转装置的扫描中心的对称位置处设置 θ_1 和 θ_2 ,那么可仅通过执行 t_1-t_2 的计算来提取第一和第二分量的相位变化量。此外,如果没有对称地设置 θ_1 和 θ_2 ,则可通过调整 t_1 和 t_2 的相减比率获得好的信号。

[0243] 从上面看出,如果取 θ_0 作为控制目标值,则可根据下面的公式确定代表 θ 分量的误差量的 θ 的误差信号。

[0244]

$$\theta \text{ 误差信号} = t_1 - \delta x t_2 - \theta_0 \quad (\delta \geq 0) \quad \dots(27-1)$$

[0245] 然后,将描述用于第一分量的振幅 A_1 的误差信号的计算。

[0246] 如果第一分量的振幅 A_1 改变并且它导致 t_{12} 增大,那么作为其结果 t_{21} 增大。另一方面,如果 t_{12} 减小,那么它导致 t_{21} 减小。即,响应于第一分量的振幅 A_1 的变化, t_{12} 和 t_{21} 以相同的方式变化。

[0247] 另一方面,如果第二分量的振幅 A_2 改变并且它导致 t_{12} 增大,那么作为其结果 t_{21} 减小。如果相反 t_{12} 减小,那么作为其结果 t_{21} 增大。即,响应于第二分量的振幅 A_2 的变化,可相反地改变 t_{12} 和 t_{21} 。

[0248] 因此,通过以适当的比率相加 t_{12} 和 t_{21} ,可消除第二分量的振幅 A_2 的变化。

[0249] 类似地,因为响应于第一分量的振幅 A_1 的变化, t_1 和 t_{12} 以及 t_2 和 t_{21} 是彼此相反的变化关系,所以可通过相减 t_1 和 t_{12} 以及 t_2 和 t_{21} 来消除第一分量的振幅 A_1 的变化,并且可放大误差信号。

[0250] 从上面看出,如果取 A_{10} 作为控制目标值,则可根据下面的公式确定代表 A_1 分量的误差量的 A_1 的误差信号。

$$[0251] \quad A_1 \text{ 误差信号} = t_1 + \delta x t_2 - \alpha x (t_{12} + \beta x t_{21}) - A_{10}$$

$$[0252] \quad (\alpha, \beta, \delta \geq 0)$$

$$[0253] \quad \dots (27-2)$$

[0254] 然后,将描述用于第二分量的振幅 A_2 的误差信号的计算。

[0255] 可根据与计算用于第一分量的振幅 A_1 的误差信号类似的原理,计算用于第二分量的振幅 A_2 的误差信号。

[0256] 如上所述,响应于第一分量的振幅 A_1 的变化, t_{12} 和 t_{21} 可以相同的方式改变。另一方面,对于第二分量的振幅 A_2 的变化, t_{12} 和 t_{21} 可相反地改变。因此,通过以适当的比率相减 t_{12} 和 t_{21} ,可消除第一分量的振幅 A_1 的变化。

[0257] 从上面看出,如果取 A_{20} 作为控制目标值,则可根据下面的公式确定代表 A_2 分量的误差量的 A_2 的误差信号。

$$[0258] \quad A_2 \text{ 误差信号} = t_{12} - \gamma x t_{21} - A_{20} \quad (\gamma \geq 0)$$

$$[0259] \quad \dots (27-3)$$

[0260] 图 11 显示用于根据上述公式计算这些误差信号的误差检测电路。将这个误差检测电路设置成通过使用加法器和减法器进行各种计算,以输入信号 t_1 、 t_2 、 t_{12} 、 t_{21} 以及控制目标 θ_0 、 A_{10} 和 A_{20} ,从而计算 θ 误差信号、 A_1 误差信号和 A_2 误差信号。为了调整时间的相加比率和相减比率,必要时时间可乘以 α 、 β 、 γ 或 δ 。

[0261] 可如下调整 α 、 β 、 γ 和 δ 的值。

[0262] 关于 δ ,将干扰输入到第一分量的振幅 A_1 中,且调整 δ 以使“Out1”(例如 $t_1 - \delta x t_2$) 的变化变成最小。关于 β ,将干扰输入到第二分量的振幅 A_2 中,且调整 β 以使“Out3”(例如 $t_{12} + \beta x t_{21}$) 的变化变成最小。关于 α ,将干扰输入到第一分量的振幅 A_1 中,

且调整 α 以使“Out2”（例如 $t_1+t_2+\alpha x(t_{12}+\beta xt_{21})$ ）的变化变成最小。关于 γ ，将干扰输入到第一分量的振幅 A_1 中，且调整 γ 以使“Out4”（例如 $t_{12}-\gamma xt_{21}$ ）的变化变成最小。

[0263] 可通过实际上输入干扰到 A_1 、 A_2 和 θ ，或者备选地，基于计算来检测 α 、 β 、 γ 和 δ 的值。

[0264] 图 12 是控制电路的方框图。应注意，可在图 2A 中所示的驱动控制系统 150 中提供图 11 中所示的误差检测电路和图 12 中所示的控制电路。

[0265] 将图 12 的控制电路设置成产生有效地使公式 (27-1)、(27-2) 和 (27-3) 的误差信号等于零的驱动信号，并且基于它，控制电路驱动光学偏转装置。由图 11 的误差检测电路计算的 A_1 、 A_2 和 θ 的误差信号中的每一个通过对应的低通滤波器 LPF，其通过所述低通滤波器 LPF 被整形 (shape)。基于由误差检测电路产生的 A_2 误差信号，调整由产生电路产生的、具有频率 ω_2 的正弦波的振幅分量 A_2 。其后，基于相位 θ 误差信号，调整相位 θ 的值。另一方面，基于由误差检测电路产生的 A_1 误差信号，调整由产生电路产生的、具有频率 ω_1 的正弦波的振幅分量 A_1 。其后，用加法器将已经调整的频率 ω_1 的正弦波和已经调整的频率 ω_2 的正弦波彼此相加，由此产生驱动信号。将这个驱动信号施加到驱动系统 120。因此，基于这样相加的驱动信号由驱动系统驱动光学偏转装置。

[0266] 尽管这个例子使用低通滤波器以去掉噪声，但是可通过使用任何其它的滤波器进行信号整形。或者，可省略滤波器的使用。

[0267] 关于光学偏转装置的角度 θ ，尽管这个例子使用关系 $\theta(t)=A_1\sin(\omega_1t)+A_2\sin(\omega_2t+\theta)$ ，但是所述关系可变为例如 $A_1\sin(\omega_1t+\theta)+A_2\sin(\omega_2t)$ ，而具有基本上相同的结果。在这样的情形中，这个例子的控制方法和控制电路是适用的。

[0268] 【例子 6】

[0269] 将描述根据这个实施例的例子 6 的光学偏转装置。这个例子类似于例子 5，除了误差检测电路具有图 13 中所示的结构。在这个例子中，在相对于光学偏转装置的扫描中心对称的位置 θ_1 和 θ_2 处设置第一和第二光接收元件 141 和 142。因此这里排除不对称的设置。因此，不需要考虑用于调整相减比率或相加比率的参数 (α 、 β 、 γ 和 δ)。因此，可更容易地计算误差信号。用于获得误差信号的计算方法基本上与例子 5 的相同。

[0270] 在例子 6 中，如下计算 A_1 、 A_2 和 θ 的误差信号。

[0271] 图 13 是这个例子中误差检测电路的方框图。可通过从代表 A_1 误差信号的信号减去 A_1 控制目标值 A_{10} 来检测 A_1 的误差信号。这可如下表达。

$$[0272] \quad A_1 \text{ 误差信号} = t_1+t_2-A_{10} \quad \dots (28-1)$$

[0273] 可通过从代表 A_2 的振幅变化的信号减去 A_2 控制目标值 A_{20} 来检测 A_2 的误差信号。这可如下表达。

$$[0274] \quad A_2 \text{ 误差信号} = t_{12}-A_{20} \text{ (或者 } t_{21}-A_{20})$$

$$[0275] \quad \dots (28-2)$$

[0276] 可通过从代表 θ 的相位变化的信号减去 θ 控制目标值 θ_0 来检测 θ 的误差信号。这可如下表达。

[0277]

$$\theta \text{ 误差信号} = t_1-t_2-\theta_0 \quad \dots(28-3)$$

[0278] 通过使用这个例子的误差检测电路,可通过更简单的计算来计算参数的误差信号。将这些误差信号施加到图 12 中所示的控制电路,且控制电路产生用于光学偏转装置的驱动信号。然后将驱动信号供应到图 2A 中所示的驱动系统 120,从而驱动光学偏转装置。以与例子 5 基本上相同的方式在控制电路中处理信号。

[0279] 【例子 7】

[0280] 将描述根据本发明例子 7 的光学偏转装置。根据例子 7 的光学偏转装置的方框图类似于图 14 中所示的方框图。图 4A 和 4B 以及图 16 示出这个例子的结构,其中已经参考例子 1 解释了图 4A 和 4B。

[0281] 在这个例子中,同样,振荡器 301 和 302 以及扭转弹簧 311 和 312 具有两个振荡模式,其中进行调整以保证一个模式的频率是另一个的近似两倍(双倍)。此外,在这个例子中,同样,将两个固有角振荡频率(固有角频率)调整到 $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ [Hz] 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$ [Hz]。

[0282] 图 16 示出这个光学偏转装置的控制系统。除了以下点之外,图 16 的结构基本上与图 4C 的相同。如图 15 中所示的那样设置光接收元件 140 和反射板 160,且将来自光接收元件 140 的输出 390 供应到计算单元 360 中。然后,计算单元 360 调整任意波产生电路 351 和 352 的相位和振幅,以使光接收元件的输出 390 显示期望的值,更具体地说,扫描光 133 可在期望的任意的设定时间通过光接收元件 140 和反射板 160。

[0283] 利用这个例子的光学偏转装置,实现基于两个频率分量的任意的光学扫描(例如,其中偏转角像锯齿波那样变化的光学扫描)。

[0284] 【例子 8】

[0285] 将描述根据本发明例子 8 的光学偏转装置。根据这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 14 中所示的方框图。结构类似于图 4A 和 4B 以及图 16 中所示的结构。

[0286] 在这个例子中,可用前面提到的公式 (3-1) 表达光学偏转装置的偏转角 θ , 所述公式即:

[0287]

$$\theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2)$$

[0288] 这里,如果 $A_1 = 1, A_2 = 0.2, \theta_1 = 0, \theta_2 = 0, \omega_1 = 2\pi \times 2000$ 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 则这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 和角速度 θ' 相对于时间的变化如图 7A 和 7B 中所示的那样。偏转角 θ 比正弦波更像锯齿波。角速度 θ' 在近似恒定的角速度区域中与正弦波相比变化较小。

[0289] 尽管这个例子使用条件 $A_1 = 1, A_2 = 0.2, \theta_1 = 0, \theta_2 = 0, \omega_1 = 2\pi \times 2000$ 和 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 但是,只要能够使得角速度 θ' 的变化量在近似恒定的角速度区域中与正弦波相比较小,就可为 $A_1, A_2, \theta_1, \theta_2, \omega_1$ 和 ω_2 选择期望的值。

[0290] 在这个例子中,如图 15 中所示,当将光学偏转装置的扫描中心取作原点时,在光学偏转装置的偏转角 θ 等于 +0.85 的位置 θ_{BD} 处设置光接收元件 140,且在偏转角 θ 等于 -0.8 的位置 θ_{MIRROR} 处设置偏转板 160。即,相对于光学偏转装置的扫描中心不对称地设置光接收元件 140 和偏转板 160。在理想的状态中,扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的目标时刻 $t_{10a}, t_{20a}, t_{30a}$ 和 t_{40a} 分别是 0.057msec、0.154msec、0.346msec 和 0.448msec。因此,将这些时刻设为四个预设时刻。控制系统(驱动控制系统)调整驱动信

号,以使扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的检测时刻(光通过时刻) t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 与上述预设值一致。通过这样,实现如图 7A 中所示的光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0291] 然后,将描述调整振幅 A_1 的方法。如果中断来自任意波产生电路 352 的频率 4000Hz 的正弦波的产生,且电路只产生频率 2000Hz 的正弦波,那么光学偏转装置仅以第一振荡动作进行振荡。可如公式 (16) 中用 $\theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t)$ 表达偏转角 θ 。

[0292] 这里,如果用 t_a 、 t_b 、 t_c 和 t_d 表示扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的检测时刻(通过时刻),那么偏转角和通过时间之间的关系可如下表达。

$$[0293] \quad \theta(t_a) = \theta(t_b) = \theta_{BD} \quad \dots (29)$$

$$[0294] \quad \theta(t_c) = \theta(t_d) = \theta_{MIRROR} \quad \dots (30)$$

[0295] 在图 17A 中,虚线描述时间和扫描角之间的关系,其中 A_1 为目标值。这里,用 t_{a0} 、 t_{b0} 、 t_{c0} 和 t_{d0} 表示扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的理想时刻。因为 $t_{b0} - t_{a0}$ 的值为 0.095msec(这是预先可检测的),所以将 0.095msec 设为预设时间。以这种方式,通过调整任意波产生电路 351 的振幅以使值 $t_b - t_a$ 变成等于 0.095msec,可获得期望的 A_1 。

[0296] 这之后,从任意波产生电路 352 重叠产生频率 4000Hz 的正弦波,且根据这两个频率驱动光学偏转装置。在这种情况下,同样,代替中断从任意波产生电路 352 产生频率 4000Hz 的正弦波,除了 2000Hz 的正弦波之外,还可从那儿产生具有 4000Hz 之外的且包含零的任意频率(第三频率)的正弦波。因为在这样的场合中所述频率在光学偏转装置的谐振频率之外,所以不可能由此引起具有第三频率的光学偏转装置的动作。这里有利的特征是:因为将两个频率的信号连续地供应到光学偏转装置的驱动系统,所以很好地抑制了所供应能量中的任何变化。这有效地减少了光学偏转装置的温度的变化,如果改变装置中的实际驱动就会引起所述变化。这适用于其它的例子。

[0297] 在这个例子中,在光学偏转装置的偏转角 θ 等于 +0.85 的位置 θ_{BD} 处设置光接收元件 140,且在偏转角 θ 等于 -0.8 的位置 θ_{MIRROR} 处设置偏转板 160。然而,可以任何偏转角 θ 设置这些部件。优选地,为了在近似恒定的速度区域中避免光学干涉,可在偏转角 θ 小于 +1.0 且不小于 +0.6 的范围内以及 θ 不大于 -0.6 且大于 -1.0 的范围内设置光接收元件和偏转板。

[0298] 在这个例子中,调整任意波产生电路 351 的振幅,以使 $t_b - t_a$ 的值变成等于 0.095msec。然而,可调整任意波产生电路 351 的振幅,使得可使 $t_d - t_c$ 和任何其它时间间隔中的一个或更多的值等于期望的值。然而,因为在这个例子中存在关系 $|\theta_{BD}| > |\theta_{MIRROR}|$,所以 $t_b - t_a$ 的值对振幅是最敏感的。因此,优选的是调整任意波产生电路 351 的振幅以使 $t_b - t_a$ 等于任意的值。另一方面,如果 $|\theta_{MIRROR}| > |\theta_{BD}|$,因为 $t_d - t_c$ 的值对振幅最敏感,所以调整任意波产生电路 351 的振幅以使 $t_d - t_c$ 等于任意的值是优选的。

[0299] 上述过程是用于确定反射镜的第一振荡动作的振幅的过程。在这个过程中,在中断第二振荡动作且仅以第一振荡动作执行光学扫描时,进行下面的操作。即,当取第一频率的一个循环内某一时间作为零时,调整第一振荡动作的振幅,以使扫描光通过一个光接收元件的至少两个不同的时刻与目标时刻一致。在这个过程中,在这个例子中,调整第一振荡动作的振幅,以使扫描光通过光接收元件的多个时间间隔中最短的时间间隔与期望的目标时间一致。

[0300] 【例子 9】

[0301] 将描述根据本发明例子 9 的光学偏转装置。根据这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 14 中所示的方框图。结构类似于图 4A 和 4B 以及图 16 中所示的结构。图 15 中所示的光学偏转装置（反射镜 101）以及光接收元件 140 和反射板 160 的设置基本上与例子 8 的相同。此外，这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 与例子 8 的相同，显示在图 17 中。

[0302] 这里，取显示在图 17 中的第一频率的一个循环中的时间“零”作为参考时间，用 t_{10a} 、 t_{20a} 、 t_{30a} 和 t_{40a} 表示扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的目标时刻。于是， t_{10a} 、 t_{20a} 、 t_{30a} 和 t_{40a} 变成分别等于 0.057msec、0.154msec、0.346msec 和 0.448msec。预先可检测这些目标时刻。因此，将这些时刻设为四个预设时刻。通过经由控制系统调整驱动信号，以使扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的四个检测时刻（即通过时刻） t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 变成分别等于前述的目标值，实现图 17 中所示的光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0303] 现在将详细解释这个例子中的控制方法。可用前面提到的公式 (21) 表达代表扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件的检测时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 的变化的系数，所述变化当包括光学偏转装置的 A_1 、 A_2 以及 θ_1 和 θ_2 中的任何参数的控制参数 X 从各自的目标值微小偏移时引起。可用前面也提到的公式 (22) 表达矩阵 M 。可预先检测并且存储这些量。

[0304] 由四个检测时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 与四个目标时刻 t_{10a} 、 t_{20a} 、 t_{30a} 和 t_{40a} 之间的时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 ，且根据前面提到的公式 (23)，确定用于反射镜 101 的振幅和相位的控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 、 $\Delta \theta_1$ 和 $\Delta \theta_2$ 。

[0305] 通过使用这些公式，可由相对于目标时刻 t_{10a} 、 t_{20a} 、 t_{30a} 和 t_{40a} 的时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 计算控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 、 $\Delta \theta_1$ 和 $\Delta \theta_2$ 。基于这些量，调整任意波产生电路 351 和 352 的输出。通过重复上述控制过程，将检测时刻收敛到目标时刻 t_{10a} 、 t_{20a} 、 t_{30a} 和 t_{40a} ，从而实现光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。这基本上与参考例子 3 所描述的相同。

[0306] 将参考图 19 的方框图解释上述过程。光学偏转装置（反射镜）420 偏转来自光源 410 的光，并且扫描光 430 通过光接收元件 441。同样，偏转板 460 偏转扫描光 430，且被偏转的光 431 入射在光接收元件 441 上。控制系统 450 从目标时刻 452 减去由光接收元件 441 检测到的检测时刻 451，以计算时间差 453。然后，通过在计算电路 454 中基于时间差 453 根据公式 (15) 计算矩阵，来计算控制量 455。然后，通过使用任意波产生电路 351 和 352、加法器 370 和放大器 380，产生要输入到光学偏转装置 420 的驱动系统的信号。

[0307] 【例子 10】

[0308] 将描述根据本发明例子 10 的光学偏转装置。根据这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 14 中所示的方框图。结构类似于图 4A 和 4B 以及图 16 中所示的结构。图 15 中所示的光学偏转装置（反射镜 101）以及光接收元件 140 和反射板 160 的设置基本上与例子 8 的相同。而且，这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 与图 17 中所示的相同。用公式 $\theta = \theta_1 - \theta_2$ 和 $\theta = \theta_2 - \theta_1$ 表达图 17 中的符号 θ_1 和 θ_2 ，且将图 7 中的公式 (3-1) 转换为前面提到的公式 (3-2) 或公式 (3-3)。

[0309] 在这个例子中，在扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的目标时刻 t_{10b} 、 t_{20b} 、 t_{30b} 和 t_{40b} 中，将 t_{10b} 选作参考时间。相对于参考时间的相对目标时间 $t_{20b} - t_{10b}$ 、 $t_{30b} - t_{10b}$ 和 $t_{40b} - t_{10b}$ 分别等于 0.097msec、0.289msec 和 0.391msec（这些预先可检测），且偏转角 θ 如图 17 中所示的那样。因此，将这些时间设为三个预设时间。因此，通过经由控制系统调整

驱动信号,以使扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 141 的三个相对的检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 和 t_4-t_1 取前述的设定值,实现如图 17 中所示的光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0310] 现在将详细解释这个例子中的控制方法。扫描光 133 和偏转光 134 都入射在光接收元件 140 上,这样在第一频率的一个循环中可检测四个定时。因此,必需识别四个定时中的哪一个对应于在这个例子中应被选作参考的时刻 t_{10b} 。

[0311] 在这个例子中,为了识别所述定时,中断来自任意波产生电路 352 的频率 4000Hz 的正弦波的产生,且只产生频率 2000Hz 的正弦波。于是,光学偏转装置只以第一振荡动作运作。可用如前面提到的公式 (16) 中的 $\theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t)$ 表达光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0312] 如果用 t_a 、 t_b 、 t_c 和 t_d 表示扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的检测时刻(通过时刻),其中 $t_a < t_b < t_c < t_d$,那么可用像前面提到的公式 (29) 和公式 (30) 的以下公式表达偏转角和通过时刻之间的关系。

$$[0313] \quad \theta(t_a) = \theta(t_b) = \theta_{BD}$$

$$[0314] \quad \theta(t_c) = \theta(t_d) = \theta_{MIRROR}$$

[0315] 这里,因为不对称地设置光接收元件 140 和反射板 160,所以如下表达时间差 t_b-t_a 、 t_c-t_b 、 t_d-t_c 之间的关系。

$$[0316] \quad t_b-t_a < t_d-t_c < t_c-t_b \quad \dots (31)$$

[0317] 在图 17A 中,虚线描述时间和扫描角之间的关系,其中 A_1 为目标值。这里,用 t_{a0} 、 t_{b0} 、 t_{c0} 和 t_{d0} 表示扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的理想时刻。由于存在关系 $t_{b0}-t_{a0} < t_{d0}-t_{c0} < t_{c0}-t_{b0}$,所以可辨别(discriminate)出 t_a 应被选作参考时间 t_{10a} 。

[0318] 这之后,从任意波产生电路 352 重叠产生频率 4000Hz 的正弦波,且根据这两个频率驱动光学偏转装置。

[0319] 尽管在这个例子中将 t_{10a} 用作参考时间,但是可基于上述时间差的大小来辨别任何其它的参考时间。上述过程是用于确定参考时间的过程。在这个过程中,在中断第二振荡动作且仅以第一振荡动作执行光学扫描时,基于关于扫描光通过光接收元件的时间间隔的大小来确定参考时间。

[0320] 将更详细地解释这个例子的控制方法。可用前面提到的公式 (24) 表达代表扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件的相对检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 、 t_4-t_1 的变化的系数,所述变化当包括光学偏转装置的 A_1 、 A_2 和 θ 中的任何参数的控制参数 X 从各自的目标值微小偏移时引起。可用前面也提到的公式 (25) 表达矩阵 M 。由三个相对检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 、 t_4-t_1 与三个目标时间 $t_{20b}-t_{10b}$ 、 $t_{30b}-t_{10b}$ 和 $t_{40b}-t_{10b}$ 之间的时间差 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 ,且根据前面提到的公式 (26),确定反射镜 101 的振幅和相位的控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 和 $\Delta \theta$ 。

[0321] 通过使用这些公式,可由相对于目标时间 $t_{20b}-t_{10b}$ 、 $t_{30b}-t_{10b}$ 和 $t_{40b}-t_{10b}$ 的时间差 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 计算控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 和 $\Delta \theta$ 。基于这些量,调整任意波产生电路 351 和 352 的输出。通过重复上述控制过程,将检测时刻收敛到目标时刻 t_{10b} 、 t_{20b} 、 t_{30b} 和 t_{40b} ,从而实现光学偏转装置的期望的偏转角 θ 。这基本上与参考例子 4 所描述的相同。

[0322] 将参考图 19 的方框图解释上述过程。所述过程基本上与已经参考例子 9 所解释的相同。这里,通过在计算电路 454 中基于时间差 453 根据公式 (26) 计算矩阵,来计算控制量 455。然后,通过使用任意波产生电路 351 和 352、加法器 370 和放大器 380,产生要输

入到光学偏转装置 420 的驱动系统的信号。在这个例子中,用于任意波产生电路 351 的控制量 455 是单个的(不是双个的),或者备选地,用于任意波产生电路 352 的控制量 455 是单个的(不是双个的)。这意味着可通过任意波产生电路 351 或任意波产生电路 352 调整两个频率之间的相位差 θ 。

[0323] 【例子 11】

[0324] 将描述根据本发明例子 11 的光学偏转装置。根据这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 14 中所示的方框图。结构类似于图 4A 和 4B 以及图 16 中所示的结构。图 15 中所示的光学偏转装置(反射镜 101)以及光接收元件 140 和反射板 160 的设置一般与例子 8 的类似。然而,位置是下面这样的。即,当将光学偏转装置的扫描中心取作原点时,在光学偏转装置(镜)的偏转角 θ 等于 +0.8 的位置 θ_{BD} 处设置光接收元件。在偏转角 θ 等于 -0.8 的位置 θ_{MIRROR} 处设置偏转板 160。即,相对于扫描中心对称地设置这些部件。

[0325] 在扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的目标时刻 t_{10b} 、 t_{20b} 、 t_{30b} 和 t_{40b} 中,将 t_{10b} 选作参考时间。相对于参考时间的相对目标时间 $t_{20b}-t_{10b}$ 、 $t_{30b}-t_{10b}$ 和 $t_{40b}-t_{10b}$ 分别等于 0.102msec、0.294msec 和 0.396msec(这些是预先可检测的),且偏转角 θ 如图 18 中所示的那样。因此,通过经由控制系统调整驱动信号,以使扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 141 的三个相对的检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 和 t_4-t_1 能够取前述的目标值,实现如图 18 中所示的光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0326] 现在将详细解释这个例子中的控制方法。在这个例子中,同样,扫描光 133 和偏转光 134 都入射在光接收元件 140 上,且在第一频率的一个循环中可检测四个定时。因此,必需识别四个定时中的哪一个对应于在这个例子中应被选作参考的时刻 t_{10b} 。

[0327] 在这个例子中,同样,为了识别所述定时,中断来自任意波产生电路 352 的频率 4000Hz 的正弦波的产生,且只产生频率 2000Hz 的正弦波。然后,光学偏转装置只以第一振荡动作运作。可用前面提到的公式(16)中的 $\theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t)$ 表达光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0328] 如果用 t_a 、 t_b 、 t_c 和 t_d 表示扫描光 133 和偏转光 134 通过光接收元件 140 的检测时刻(通过时刻),其中 $t_a < t_b < t_c < t_d$,那么可用像前面提到的公式(29)和公式(30)的以下公式表达偏转角和通过时刻之间的关系。

$$\text{[0329]} \quad \theta(t_a) = \theta(t_b) = \theta_{BD}$$

$$\text{[0330]} \quad \theta(t_c) = \theta(t_d) = \theta_{MIRROR}$$

[0331] 这里,因为对称地设置光接收元件 140 和反射板 160,所以如下表达时间差 t_b-t_a 、 t_c-t_b 、 t_d-t_c 之间的关系。

$$\text{[0332]} \quad t_b-t_a = t_d-t_c$$

$$\text{[0333]} \quad t_b-t_a < t_c-t_b \quad \dots (32)$$

[0334] 除此之外,在这个例子中,还设置光接收元件 140 和反射板 160,以使从反射镜 101 延伸到光接收元件 140 的扫描光的光学路径长度与从反射镜 101 经由反射板 160 延伸到光接收元件 140 的扫描光的光学路径长度不同。因此,在从反射镜到光接收元件的扫描光与从反射镜经由反射板到光接收元件的扫描光之间,通过光接收元件 140 的光的速度是不同的。结果,光入射在光接收元件上的持续时间是不同的。关于通过时刻 t_a 、 t_b 、 t_c 和 t_d ,在扫描光 133 和偏转光 134 通过具有有限面积的光接收元件的情况下的时刻 t_{wa} 、 t_{wb} 、 t_{wc} 和 t_{wd}

在下面的关系中。

$$[0335] \quad t_{wa} = t_{wb}$$

$$[0336] \quad t_{wc} = t_{wd}$$

$$[0337] \quad t_{wa} > t_{wc} \quad \dots (33)$$

[0338] 从这些关系可看出,应将 t_a 选作参考时间 t_{10b} 。

[0339] 这之后,从任意波产生电路 352 重叠产生频率 4000Hz 的正弦波,且根据这两个频率驱动光学偏转装置。

[0340] 基于公式 (24)、(25) 和 (26) 的控制方法基本上与已经参考例子 10 所描述的相同。在图 9 的方框图中要进行的过程基本上与已经参考例子 10 所描述的相同。

[0341] 在这个例子中,在光学偏转装置的偏转角 θ 等于 +0.8 的位置 θ_{BD} 处设置光接收元件 140,且在偏转角 θ 等于 -0.8 的位置 θ_{MIRROR} 处设置偏转板 160。然而,可以任何偏转角 θ 设置这些部件。优选地,为了在大致恒定的速度区域中避免光学干涉,可在偏转角 θ 小于 +1.0 且不小于 +0.6 的范围内以及 θ 不大于 -0.6 且大于 -1.0 的范围内设置光接收元件 140 和偏转板 160。

[0342] 在这个例子中,使从反射镜 101 经由反射板 160 延伸到光接收元件 140 的扫描光的光学路径长度较长。然而,可使从反射镜 101 经由反射板 160 延伸到光接收元件 140 的扫描光的光学路径长度较短。无论如何,可基于光学路径长度越长则光通过光接收元件的时间就越短的关系,来辨别参考时间。

[0343] 尽管在这个例子中将 t_{10b} 用作参考时间,但是如上所述,可基于时间差以及光通过光接收元件 140 的时间来辨别任何其它的参考时间。

[0344] 【例子 12】

[0345] 将描述根据例子 12 的光学偏转装置(电子照相型图像形成设备)。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 2A 中所示的方框图。结构类似于图 4A、4B 和 4C 中所示的结构。

[0346] 图 20 是根据这个例子的一般结构的透视图。从光源 510 发射的光被准直透镜 520 整形,其后,它由光学偏转装置 500 一维地偏转。扫描光通过耦合透镜 530,且它被成像在感光鼓 540 上。存在两个设置在对应于光学偏转装置 500 的偏转角的位置处的光接收元件 550,所述角在限定感光鼓 540 的有效区域的范围之外。这里,根据已经参考例子 2、3、4、5 和 6 中的任一个所解释的控制方法,例如,调整光学偏转装置的偏转角的角速度,以在预定的区域(图 7 中所示的近似恒定的速度区域)中提供近似恒定的角速度。作为其结果,且耦合透镜 530 具有称作 $f-\theta$ 的功能,能够以近似恒定的速度光学扫描感光鼓 540 的有效区域。这样,在这个例子中,与正弦波驱动的情形相比,角速度较少变化,因此,保证了较好的打印质量。

[0347] 【例子 13】

[0348] 将描述根据例子 13 的光学偏转装置(电子照相型图像形成设备)。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 14 中所示的方框图。结构类似于图 4A、4B 和 4C 中以及图 16 中所示的结构。

[0349] 图 21 是根据这个例子的一般结构的透视图。它基本上类似于图 20 中所示的结构。区别如下。存在设置在对应于光学偏转装置 500 的偏转角的位置处的单个光接收元件

550 和反射板 560, 所述角在限定感光鼓 540 的有效区域的范围之外。这里, 根据已经参考例子 8、9、10 和 11 中的任一个所解释的控制方法, 例如, 调整光学偏转装置的偏转角的速度, 以在预定的区域 (图 17 或 18 中所示的近似恒定的速度区域) 中提供近似恒定的角速度。作为其结果, 且耦合透镜 530 具有称作 $f-\theta$ 的功能, 能够以近似恒定的速度光学扫描感光鼓 540 的有效区域。这样, 在这个例子中, 同样, 与正弦波驱动的情形相比, 角速度较少变化, 因此, 保证了较好的打印质量。

[0350] 【例子 14】

[0351] 上述例子 1 到例子 13 涉及前面描述的本发明的第一到第四实施例。下面要描述的一些例子涉及本发明的第五实施例。

[0352] 例子 14 涉及光学偏转装置, 并且其方框图类似于图 22 中所示的方框图。

[0353] 这个例子的结构类似于图 4A 和 4B 中所示的结构。在这个例子中, 同样, 调整两个固有角振荡频率以提供 $\omega_1 = 2\pi \times 2000$ [Hz] 以及 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$ [Hz]。

[0354] 这个例子的光学偏转装置的驱动系统类似于图 4C 中所示的驱动系统, 除了以下点之外。因为以图 23 中所示的方式设置一个光接收元件 140, 所以只将单个光接收元件 140 的输出提供到计算单元 360。计算单元 360 执行调整, 以使所述单个光接收元件的输出显示期望的值。更具体地说, 它调整来自任意波产生电路 351 和 352 的正弦波的相位和振幅, 以使在基于第一和第二振荡模式的驱动期间, 扫描光 133 在期望的任意时刻通过光接收元件 140。

[0355] 通过使用这个例子的光学偏转装置, 实现具有两个频率分量的期望的光学扫描。

[0356] 【例子 15】

[0357] 这个例子也涉及根据本发明的光学偏转装置的第五实施例。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 22 中所示的方框图, 并且结构基本与例子 14 相同。这个例子对应于前面描述的例子 2, 尽管结构与它有一点不同。

[0358] 这个例子的光学偏转装置的偏转角 θ 可如下表达。现在, 用 A_1 和 ω_1 表示第一振荡动作的振幅和角频率, 用 A_2 和 ω_2 表示第二振荡动作的振幅和角频率, 且用 θ_1 和 θ_2 表示两个频率的相位。如果用 t 表示相对于第一振荡动作的一个循环内期望的时间参考的时间, 那么可用前面提到的公式 (8) 表达第一振荡模式中光学偏转装置的偏转角 θ_a 。

[0359] 这里, 如果 $A_1 = 1, A_2 = 0.2, \theta_1 = 0, \theta_2 = 0, \omega_1 = 2\pi \times 2000$ 并且 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 那么光学偏转装置的偏转角 θ_a 和角速度 θ_a' 相对于时间的变化如图 24 (在图 24 中, 用相位差 θ 来示出它) 中所示。可看出, 偏转角 θ_a 比正弦波更像锯齿波。角速度 θ_a' 在大致恒定的角速度区域中与正弦波相比变化较小。

[0360] 尽管这个例子使用条件 $A_1 = 1, A_2 = 0.2, \theta_1 = 0, \theta_2 = 0, \omega_1 = 2\pi \times 2000$ 并且 $\omega_2 = 2\pi \times 4000$, 但是, 只要能够使得角速度 θ_a' 的变化量在大致恒定的角速度区域中与正弦波相比较小, 就可为 $A_1, A_2, \theta_1, \theta_2, \omega_1$ 和 ω_2 选择期望的值。

[0361] 这里, 如果如图 24 中所示, 当取光学偏转装置的扫描中心作为原点时, 在光学偏转装置的偏转角 θ 变成等于 +0.8 的位置 θ_{BD} 处设置光接收元件 140, 那么结果如下。即, 在第一振荡模式下的驱动期间, 扫描光 133 应通过光接收元件 140 的目标时刻 t_{10} 和 t_{20} 变成分别等于 0.052msec 和 0.154msec。

[0362] 此外, 在第二振荡模式下的驱动期间, 其中施加相位 π 到具有第一频率的第一周

期性驱动力以及具有第二频率的第二周期性驱动力中的每一个,可如下表达光学偏转装置的偏转角 θ_b 。

[0363]

$$\theta_b(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1 + \pi) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2 + \pi) \quad \dots(34)$$

[0364] 图 25A 显示光学偏转装置的偏转角 θ_b (在图 25A 中,同样,用相位差 θ 来示出它)。扫描光 133 应通过光接收元件 140 的目标时刻 t_{30} 和 t_{40} 分别等于 0.346msec 和 0.448msec。这里,控制检测时刻 t_1 和 t_2 以及检测时刻 t_3 和 t_4 以分别与 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 一致,在所述检测时刻 t_1 和 t_2 ,对应于光学偏转装置的偏转角 θ_a 的扫描光 133 通过光接收元件 140,在所述检测时刻 t_3 和 t_4 ,对应于光学偏转装置的偏转角 θ_b 的扫描光 133 通过光接收元件 140。即,由控制单元(驱动控制单元)如此调整到驱动系统的驱动信号以实现这点。通过这样做,实现了光学偏转装置的期望的偏转角。

[0365] 将更详细地解释在这个例子中控制偏转角的方法。

[0366] 首先,调整振幅 A_1 。为了仅通过以基本频率运动的第一振荡动作执行光学扫描,中断来自任意波产生电路 352 的频率 4000Hz 的正弦波的产生,且仅产生频率 2000Hz 的正弦波。于是,光学偏转装置的偏转角 θ 可表达为:

$$[0367] \quad \theta(t) = A_1 \sin(\omega_1 t)$$

[0368] 如果用 t_a 和 t_b 表示扫描光 133 通过光接收元件 140 的检测时刻,那么偏转角和通过时刻之间的关系可表达为:

$$[0369] \quad \theta(t_a) = \theta(t_b) = \theta_{BD}$$

[0370] 在图 24B 中,虚线描述时间和扫描角之间的关系,其中 A_1 为目标值。这里,用 t_{a0} 和 t_{b0} 表示扫描光 133 应通过光接收元件 140 的理想时刻。因为 $t_{b0} - t_{a0}$ 的值为 0.102msec,所以将 0.102msec 设为预设时间。以这种方式,通过调整任意波产生电路的振幅以使值 $t_{b0} - t_{a0}$ 变成等于 0.102msec,可获得期望的 A_1 。

[0371] 这之后,从任意波产生电路重叠产生频率 4000Hz 的正弦波,且根据这两个频率驱动光学偏转装置。在这种情况下,同样,如前所述执行第一和第二驱动模式下的驱动,且使 A_2 、 θ_1 和 θ_2 的值分别等于它们的目标值。

[0372] 代替中断从任意波产生电路产生频率 4000Hz 的正弦波,除了 2000Hz 的正弦波之外,还可从那儿产生具有 4000Hz 之外的且包含零的任意频率(第三频率)的正弦波。因为在这样的场合中所述频率在光学偏转装置的谐振频率之外,所以不可能由此引起具有第三频率的光学偏转装置的动作。这里有利的特征是:减少了光学偏转装置中由于改变驱动引起的温度变化。

[0373] 在这个例子中,将相位 π 加到具有第一频率的第一周期性驱动力以及具有第二频率的第二周期性驱动力中的每一个。然而,可施加期望的相位到具有第一频率的第一周期性驱动力以及具有第二频率的第二周期性驱动力。

[0374] 【例子 16】

[0375] 这个例子也涉及根据本发明的光学偏转装置的第五实施例。这个例子对应于前面描述的例子 3,尽管结构与它有一点不同。

[0376] 在这个例子中,如果将图 24 中所示的第一频率的一个循环中的时间零取作参

考时间,那么扫描光 133 应通过光接收元件的目标时刻 t_{10} 和 t_{20} 分别是 0.057msec 和 0.154msec。在第二振荡模式下的驱动期间,其中只将相位 π 施加到具有第二频率的第二周期性驱动力,可如下表达光学偏转装置的偏转角 θ_c 。

[0377]

$$\theta_c(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1) + A_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2 + \pi) \quad \dots(35)$$

[0378] 图 25B 显示光学偏转装置的偏转角 θ_c 。扫描光 133 应通过光接收元件的目标时刻 t_{30} 和 t_{40} 分别等于 0.096msec 和 0.198msec,其中只将相位 π 加到具有第二频率的第二周期性驱动力。

[0379] 因此,将这些时刻设为四个预设时刻(目标值)。这里,调整检测时刻(通过时刻) t_1 和 t_2 以及检测时刻(通过时刻) t_3 和 t_4 ,在所述检测时刻 t_1 和 t_2 ,扫描光 133 通过光接收元件 140,在所述检测时刻 t_3 和 t_4 ,扫描光 133 通过光接收元件 140,其中将相位 π 加到第二频率的第二周期性驱动力。更具体地说,由控制单元如此调整到驱动系统的驱动信号,以使它们分别与 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 一致。通过这样做,实现了光学偏转装置的期望的偏转角。

[0380] 在这个例子中,同样,如已经参考例子 3 所解释的,预先确定代表扫描光通过光接收元件 140 的检测时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 的变化的系数和矩阵 M。然后,可基于相对于目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} 的时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 计算控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 、 $\Delta \theta_1$ 和 $\Delta \theta_2$ 。接着根据所计算的控制量来改变任意波产生电路的输出。通过重复上述过程,将所述时刻收敛到目标时刻 t_{10} 、 t_{20} 、 t_{30} 和 t_{40} ,从而实现期望的偏转角。

[0381] 将参考图 26 的方框图解释上述过程。由光学偏转器 420 偏转来自光源 410 的光,以使扫描光 430 通过光接收元件 440。控制单元 450 从目标时刻 452 减去在光接收元件 440 处检测到的检测时刻 451,以计算时间差 453。接着,只将相位 π 加到第二频率的第二周期性驱动力,且类似地,从目标时刻 452 减去在光接收元件 440 处检测到的检测时刻 451,从而计算时间差 453。然后,通过在计算电路 454 中基于这些时间差 453 计算矩阵,来计算控制量 455。然后,通过使用任意波产生电路 351 和 352、加法器 370 和放大器 380,产生要输入到光学偏转器 420 的驱动系统的信号。

[0382] 在这个例子中,只将相位 π 加到第二频率的第二周期性驱动力。然而,可将期望的相位加到第一频率的第一周期性驱动力以及第二频率的第二周期性驱动力。

[0383] 【例子 17】

[0384] 这个例子也涉及根据本发明的光学偏转装置的第五实施例。这个例子对应于前面描述的例子 4,尽管结构与它有一点不同。

[0385] 在这个例子中,将图 24 中所示的第一频率的一个循环内的时间零取作参考时间。在第一振荡模式的驱动中,扫描光 133 应通过光接收元件 140 的目标时刻是 t_{10} 和 t_{20} 。此外,在第二振荡模式的驱动中,扫描光 133 应通过光接收元件 140 的目标时刻是 t_{30} 和 t_{40} ,其中将相位 π 加到第一频率的第一周期性驱动力和第二频率的第二周期性驱动力中的每一个。在这四个目标时刻之中,将 t_{10} 选作参考时间。于是,相对目标时间 $t_{20}-t_{10}$ 、 $t_{30}-t_{10}$ 和 $t_{40}-t_{10}$ 变成分别等于 0.102msec、0.294msec 和 0.396msec。光学偏转装置的偏转角 θ 如图 24 中所示。

[0386] 因此,将这些时间设为三个预设时间(目标值)。现在,通过控制单元调整驱动信

号,以使扫描光 133 通过光接收元件 140 的三个相对检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 和 t_4-t_1 变成分别等于前述目标值。通过这样做,实现如图 24 中所示的光学偏转装置的偏转角 θ 。

[0387] 尽管在这个例子中将 t_{10} 选作参考时间,但是基于时间差的大小可辨别任何其它的参考时间。

[0388] 现在将详细解释这个例子中的控制方法。根据已经参考例子 4 所描述的过程,预先确定代表扫描光 133 通过光接收元件 140 的相对检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 和 t_4-t_1 的变化的系数和矩阵 M ,所述变化当包括光学偏转装置的 A_1 、 A_2 和 θ 中的任何参数的控制参数 X 从各自的目标值微小偏移时引起。因此,像前面描述的例子 4 一样,由三个相对检测时间 t_2-t_1 、 t_3-t_1 和 t_4-t_1 与三个目标时间 $t_{20}-t_{10}$ 、 $t_{30}-t_{10}$ 和 $t_{40}-t_{10}$ 之间的时间差 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 , 确定镜的振幅和相位的控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 、 $\Delta \theta$ 。

[0389] 这样,可由相对于目标时间段 $t_{20}-t_{10}$ 、 $t_{30}-t_{10}$ 和 $t_{40}-t_{10}$ 的时间差 Δt_2 、 Δt_3 和 Δt_4 计算控制量 ΔA_1 、 ΔA_2 和 $\Delta \theta$ 。基于这些量,调整任意波产生电路的输出。通过重复上述过程,将时刻收敛到目标时刻 t_{10a} 、 t_{20a} 、 t_{30a} 和 t_{40a} ,从而实现期望的偏转角 θ 。

[0390] 将参考图 26 的方框图解释上述过程。由光学偏转器 420 偏转来自光源 410 的光,以使扫描光 430 通过光接收元件 440。控制单元 450 从目标时刻 452 减去在光接收元件 440 处检测到的检测时刻 451,以计算时间差 453。接着,将相位 π 加到第一频率的第一周期性驱动力和第二频率的第二周期性驱动力中的每一个,且执行第二振荡模式驱动。类似地,从目标时刻 452 减去由光接收元件 440 检测到的检测时刻 451,从而计算时间差 453。

[0391] 然后,如已经参考例子 4 所描述的,通过在计算电路 454 中基于时间差 453 计算矩阵,来计算控制量 455。然后,通过使用任意波产生电路 351 和 352、加法器 370 和放大器 380,产生要输入到光学偏转器 420 的驱动系统的信号。在这个例子中,要施加到任意波产生电路 351 或者任意波产生电路 352 的控制量 455 是单个的。

[0392] 尽管在这个例子中,将相位 π 加到第一频率的第一周期性驱动力和第二频率的第二周期性驱动力中的每一个,但是可将期望的相位加到第一频率的第一周期性驱动力和第二频率的第二周期性驱动力。

[0393] 【例子 18】

[0394] 下面,将解释根据本发明例子 18 的图像形成设备。在这个例子中,使用基于本发明第五实施例的类型的的光学偏转装置。这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 22 中所示的方框图。

[0395] 这个例子的结构对应于图 20 中所示的结构,但是这里省略其中的一个光接收元件 550。

[0396] 从光源 510 发射的光被准直透镜 520 整形,其后,它由光学偏转装置 500 一维地偏转。扫描光通过耦合透镜 530,且它被成像在感光鼓 540 上。存在设置在对应于光学偏转装置 500 的偏转角的位置处的光接收元件 550,所述角在感光鼓 540 的有效区域的范围之外。这里,根据已经参考例子 14、15、16 和 17 中的任一个所解释的控制方法,调整光学偏转装置的偏转角的角速度,以在感光鼓 540 上提供近似恒定的角速度。作为其结果,在这个例子中,与正弦波驱动的情形相比,角速度较少变化,因此,保证了较好的打印质量。

[0397] 【例子 19】

[0398] 下面,一个光学偏转装置的例子,其具体涉及用于调整要进行的光束发射的定时

直到产生期望的驱动信号的技术。

[0399] 这个例子的光学偏转装置的方框图类似于图 2A 中所示的方框图。基本结构类似于例子 1 的光学偏转装置的结构等。在这个例子中,使用光束发射控制系统来调整光源,使得当具有反射镜的振荡器取第一和第二不同的位移角时,它发射光束。存在光接收元件,其被提供以当一个振荡器取第一和第二不同的位移角时检测扫描光,由此测量所述一个振荡器取第一和第二位移角的时刻。这里,用于产生期望的驱动信号的过程基本上与已经参考例子 1 等所描述的不同。

[0400] 将解释这个例子的图像形成设备的一般结构和控制方法。图 27 显示这个例子的图像形成设备的结构。在图中 601 处表示的是感光鼓,在其上要形成静电潜像。在 604 处表示的是用于驱动相关联的感光鼓 601 的马达 (motor),且在 610 处表示的是用于根据影像 (imagewise) 信号执行曝光处理以在感光鼓 601 上产生静电潜像的激光扫描器。在 611 处表示的是具有包含在其中的调色剂颗粒的显影装置,且在 603 处表示的是用于从显影装置 611 供应调色剂颗粒到感光鼓 601 上的显影辊。在 606 处表示的是用于顺序地输送纸片材到不同颜色的图像形成单元的环形 (endless) 输送带。在 615 处表示的是连接到具有马达和齿轮 (gear) 的驱动单元以驱动输送带 606 的驱动辊。在 616 处表示的是用于驱动驱动辊 615 的马达,且在 617 处表示的是用于融化 (fuse) 传送到纸片材上的调色剂并在其上将它定影的定影装置。在 612 处表示的是用于从纸盒 输送纸片材的拾取辊,且在 613 和 614 处表示的是用于向输送带 606 输送纸片材的输送辊。上面描述的结构本身是相当常规的。

[0401] 图 28 是具有包括半导体激光器的光束源的激光扫描器单元 610 的顶视图。在图中 712 处表示的是作为光源的半导体激光器。在 711 处表示的是包括前面所述的振荡系统的光学偏转器,用于偏转从半导体激光器 712 发射的光束 720。在 713a 和 713b 处表示的是用于检测偏转光束 720 的照射的光接收元件。在 715 和 716 处表示的是 $f-\theta$ 透镜,其起到将光学偏转器 711 偏转的光束 720 聚焦到感光鼓 601 上且还将扫描速度校正到恒定速度的作用。在 717 处表示的是用于向感光鼓 601 侧反射校正过速度的光束 720 的曲镜 (bending mirror)。参考数字 718a 和 718b 表示对应于光学偏转器 711 的最大偏转角的光束 720 的扫描方向。参考数字 718c 表示光学偏转器 711 的扫描中心。

[0402] 如前所述,在对应于比光学偏转器的最大偏转角小的偏转角的位置 (θ_{BD1} 和 θ_{BD2}) 处设置第一和第二光接收元件 713a 和 713b。

[0403] 图 29 是关于图像形成的这个例子的系统方框图。在图中 753 处表示的是用于执行半导体激光器 712 的光发射控制的激光器驱动器,且在 751 处表示的是用于执行光学偏转器 711 的驱动控制的扫描器驱动器 (驱动单元)。在 760 处表示的是 BD (光束检测器) 信号,其具有用于发信号通知 (signal) 当光接收元件 713 接收光束 720 时的接收定时的功能。在 756 处表示的是用于测量 BD 信号 760 的信号接收间隔的 BD 周期测量单元,且在 754 处表示的是用于为激光器 712 产生光发射定时指定信号以及产生影像数据输出定时信号的光束发射控制单元。在 755 处表示的是为光学偏转器 711 产生启动信号并且可操作以调整其驱动力的驱动控制单元。在 750 处表示的是扫描器控制单元,且在 752 处表示的是用于传送影像数据到激光器驱动器 753 的视频控制器。

[0404] 在上述结构的操作中,响应于来自被设置成总体控制打印机 (没有示出) 的控制单元的打印操作开始信号,光学偏转器 711 启动且发起 (initiate) 激光器 712 的光发射控

制。扫描器控制单元 750 调整光学偏转器 711 的振荡以及半导体激光器 712 的光发射,以使这些部件变得准备响应于将要从光接收元件 713 供应的 BD 信号 760 的信息而进行打印。以已经参考前面的例子所描述的方式执行光学偏转器 711 的振荡状态的调整。

[0405] 一旦它准备好进行打印,就从纸盒将纸片材供应到输送带 606,通过所述输送带 606 将纸片材顺序输送到不同颜色的图像形成单元。与通过输送带 606 的纸片材输送同步,将影像信号供应到各激光扫描器 610,从而在感光鼓 601 上产生静电潜像。由显影装置 611 和与感光鼓 601 接触的显影辊 603 显影由此在感光鼓 601 上形成的静电潜像,且将调色剂图像转印到图像转印台(station)处的纸片材。其后,从输送带 606 分离纸片材,且通过定影装置 617 将调色剂图像热定影在纸片材上。然后将纸片材排出机器外。通过上述过程,将从外部机器供应的影像信息打印在纸片材上。

[0406] 这个例子的光学偏转器 711 基本上与已经参考例子 1 所描述的相同。借助于光束发射控制单元 754 而调整光源 712 的光发射,且由光学偏转器 711 扫描偏转光束 720。将光束发射控制单元 754 设置成调整光源,使得当振荡器中的一个限定预定的位移角时,它产生光束 720。

[0407] 将详细解释这个例子的光束发射控制单元 754。图 30 是根据这个例子的用于激光控制的时序图。在图中 860a 和 860b 处表示的是 BD 信号,其分别响应于光接收元件 713a 和 713b 的接收。这里,信号的低电平代表其中接收光的状态,而高电平代表其中没有接收光的状态。在 861 处表示的是调谐振荡状态中光学偏转器 711 的振荡周期,且在 870 处表示的是代表间歇性激光光发射操作中基于自动光量校正的光发射(下面,“APC 光发射”)的光发射定时的信号。在 871 处表示的是相对于执行光束 720 的哪个发射控制的参考位置。在 872 处表示的是其中光束 720 扫描感光鼓 601 表面的图像区域。在 T_1 到 T_4 处表示的是接收 BD 信号的时刻,参考前面描述的第一振荡动作的一个循环内期望的时刻(T_1)测量所述时刻。在 T_5 和 T_7 处表示的是从参考时刻(T_1)到光束关闭的经过的时间(elapsed time),且在 T_6 和 T_8 处表示的是从参考时刻(T_1)到光束打开的经过的时间。

[0408] 光束发射控制单元 754 驱动并调整半导体激光器 712,以使它在 870 处所示的定时、当具有反射镜的光学偏转器 711 的振荡器取第一和第二不同的位移角时发射光束 720。这里,作为例子,可在初始阶段使半导体激光器 712 连续地出射(exit),且在光束 720 开始以某种状态或者在某种有效条件下通过光接收元件 713 之后,可根据发射定时 870 驱动并调整半导体激光器。尽管在这个例子中将时刻 T_1 选作参考时刻,但是可使用任何其它时刻。此外,尽管在这个例子中光发射定时 870 基于 APC 光发射,但是它可基于强制(forced)光发射。而且,尽管在这个例子中在 BD 信号的上升和下降处选择时刻 T_1 到 T_4 ,但是可响应于信号上升和信号下降中的任何一个来控制光学偏转器 711。更进一步,尽管是参考将光束发射控制单元 754 并入基于第二实施例的例子中的情形进行了前面的描述,但是,根据相同的原理,可将它应用到基于前面描述的本发明的第二到第五实施例中的任一个的例子。对于下面将要描述的例子也是这样的情况。

[0409] 【例子 20】

[0410] 将描述本发明的例子 20。根据这个例子的图像形成设备的结构类似于例子 19 的结构。在这个例子中,如图 31 中所示,基于 APC 光发射的光发射定时与例子 19 不同。根据这个例子的光发射定时,在当已经在扫描末端方向通过光接收元件 713 的光束朝着扫描中

心返回时的定时,将光束 720 关闭。这提供缩短光源的光发射时间的优点。

[0411] 在用于这个例子中的激光控制的图 31 的时序图中,在 870 处表示的是代表在间歇性激光发射操作期间基于 APC 光发射的光发射定时的信号。在 T_5 、 T_7 、 T_9 和 T_{11} 处表示的是从参考时刻 (T_1) 到光束关闭的经过的时间,且在 T_6 、 T_8 、 T_{10} 和 T_{12} 处表示的是从参考时刻 (T_1) 到光束打开的经过的时间。在这个例子中,同样,尽管将 T_1 选作参考时间,但是可使用任何其它时间。

[0412] 【例子 21】

[0413] 将描述本发明的例子 21。在这个例子中,同样,图像形成设备的结构类似于例子 19 的结构。这个例子的不同之处在于启动时控制图像形成设备的处理。图 32 是显示在这个例子中所进行的控制序列的序列图。这个例子中用于激光控制的时序图类似于已经参考例子 19 所解释的图 30 的时序图。

[0414] 如图 32 中所示,响应于来自打印控制单元的光学偏转器启动命令,首先,驱动控制单元 755 发信号给驱动单元 751 以按照期望的驱动力驱动光学偏转器 711 (步骤 S1)。这里,优选地可基于排除了前面提到的第二振荡动作的驱动力,即,按照单个的正弦波,来进行振荡。

[0415] 随后,激光束发射控制单元 754 发信号给激光器驱动器 753,以引起半导体激光器 712 的 APC 光发射 (步骤 S2)。在预定的时间过后 (步骤 S3),辨别从由 BD 周期测量单元 756 进行测量的时刻 T_1 到时刻 T_2 的时间,即时间 $T_2 - T_1$,是否处于预定的时间段范围内 (换句话说,它是用于辨别时间是否已经变得足够长以满足这个阈值范围的有效性条件) (步骤 S4)。如果 BD 信号接收间隔在上述预定的时间段范围之外,那么驱动控制单元 755 发信号给驱动单元 751 以增加上述第一振荡动作的驱动力 (步骤 S5),且接着它,在预定的时间过去之后,再次执行 BD 信号接收间隔的辨别。重复这些过程,直到间隔满足预定的时间段范围。如果 BD 信号接收间隔满足预定的时间间隔范围,那么然后激光束发射控制单元 754 基于 BD 信号接收定时和接收间隔来辨别激光束扫描位置。根据辨别结果,它操作以给光束发射控制设定参考时刻 T_1 (步骤 S6)。

[0416] 此外,激光束发射控制单元 754 计算从指示激光器 712 发射定时的参考位置 T_1 的经过的时间,且它发信号给激光器驱动器 753 以在预定的定时打开和关闭激光器 712 (步骤 S7)。这里,将经过的时间 T_5 到 T_8 设在从参考时刻 T_1 开始的这样的定时,使得它们不重叠图像区域 872,但是能够通过光接收元件 713 检测 T_1 到 T_4 的 BD 信号。

[0417] BD 周期测量单元 756 测量 BD 信号接收时刻 (T_1 到 T_4) (步骤 S8)。然后激光束发射控制单元 754 辨别时刻 T_1 到 T_4 是否已经变成与已经预先确定的用于图像形成操作的 BD 信号接收时刻 (目标时刻) 一致 (步骤 S9)。如果它们不一致,则驱动控制单元 755 产生适当的驱动信号,以使时刻 T_1 到 T_4 与各期望的时刻一致,且将它施加到驱动单元 620。基于此,调整第一和第二振荡动作的振幅和相位 (或者相位差) (步骤 S10)。这个过程与已经参考前面的例子所描述的相同。当 BD 信号接收间隔变成等于用于图像形成操作的 BD 信号接收间隔时,将准备好打印状态发信号给打印控制单元 (步骤 S11),且完成光学偏转器启动操作。

[0418] 在这个例子中,用上述过程执行光束发射控制。通过这个过程,连续激光发射状态可很平稳地变换到间歇性激光发射状态。此外,作为其结果,可在光学偏转器到达用于图像

形成操作的振荡状态之前,发起间歇性激光发射控制。因此,可避免或减少感光鼓 601 的不必要的激光照射。

[0419] 虽然在这个例子中基于时刻 T_1 辨别激光发射模式的切换,但是可基于 T_2 、 T_3 和 T_4 中的任一个来辨别它。此外,可将 T_1 到 T_4 中的一个以上是否都处于相对于各预定时刻的范围内用作辨别条件。而且,尽管在这个例子中将 T_1 的开始选作参考位置,但是可将参考位置设在任何其它时刻 T_2 - T_4 的开始。此外,可使用多个参考位置,且可从不同的参考位置计算 T_5 和 T_6 。在步骤 S4,关于 T_2 - T_1 进行辨别。然而,可使用任何其它时间间隔或时刻。用于在间歇性激光发射控制期间关闭激光的定时可在完成期望的 BD 信号的检测的时刻,或者备选地,它可在从参考位置过去预定时间之后。

[0420] 在这个例子中,从扫描器的启动操作中的激光发射到 BD 周期接收间隔的测量,限定等待时间 (latency time)。如果到振荡镜的调谐振荡的转变时间很短,则可将等待时间设为零。此外,这个例子使用如例子 19 的图 30 中所示的用于激光控制的时序图。然而,可使用如例子 20 的图 31 中所示的时序图,并且可将经过的时间 T_5 到 T_{12} 设在从参考时刻 T_1 开始的不重叠图像区域 872、但是允许通过光接收元件 713 检测 T_1 到 T_4 的 BD 信号的定时处。通过由 BD 周期测量单元 756 测量 BD 信号接收时刻 (T_1 到 T_4) (步骤 S8),可获得类似的有利结果。

[0421] 在上述的例子 19 到 21 中,有效性条件涉及设定的时刻或时间间隔,关于所述时刻或时间间隔,在光接收元件处获得的检测信号中的至少两个是不同的。用于满足这个有效性条件的第一驱动控制是这样的:振荡系统仅以第一振荡动作振荡,且基于光接收元件 713 处的检测信号来调整第一周期性驱动力。另一方面,用于满足有效性条件的第一光束发射定时控制包括用于使光束从振荡器的振荡驱动的开始连续发射直到满足有效性条件的控制过程。

[0422] 然而,第一光束发射控制可以是这样的控制:在振荡器的振荡驱动的开始后、在预定的时间过去之后,使激光束发射,直到满足有效性条件。这里,预定的时间可以是例如直到振荡器的振荡动作从过振荡状态变换到调谐振荡状态的时间。

[0423] 在例子 19 到 21 中,在达到有效性条件之后要进行的第二驱动控制操作可包括:用于根据第一和第二振荡动作使振荡系统振荡且用于基于光接收元件 713 的检测信号调整第一周期性驱动力和第二周期性驱动力的过程。此外,在达到有效性条件之后要进行的第二光束发射定时控制操作可包括:用于在基本频率的一个循环的时间段内、但是在其中将光投射到图像显现 (visualizing) 装置的图像区域上的时间段之外,强制打开和关闭光束两次或更多次的控制过程。第二光束发射定时控制操作可以是用于在基本频率的一个循环的时间段内,参考光接收元件的检测信号中的一个而强制打开和关闭光束的控制过程。

[0424] 根据例子 19 到 21 中的任一个的图像形成设备,可同时执行通过图像显现装置的图像形成以及为了调整振荡系统的振荡的一个振荡器取预定位移角的时刻的测量。这不要求基于预先存储的驱动条件的振荡镜的初始驱动。因此,即使存在振荡镜的振荡特性的个体差异、环境变化或相对于时间的任何变化,也可根据这样的特性变化来驱动振荡镜。此外,因为可基于振荡镜的振荡特性来设置振荡镜的扫描角的余裕 (margin),所以可使得所述余裕最小,因此,可使得能够用于图像形成中的光束的扫描角相对大。

[0425] 虽然已经参考这里公开的结构描述了本发明,但是本发明不限于所阐述的细节,

且本申请意图在于涵盖可进入随附权利要求的改进目的或范围之内的这样的修改或改变。

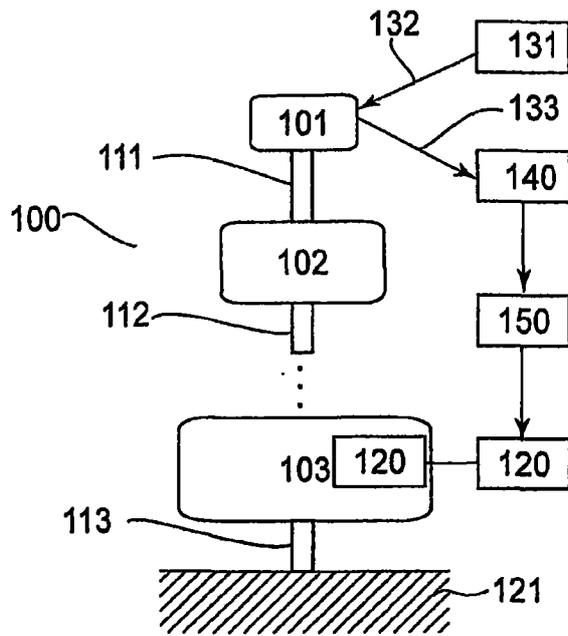


图 1A

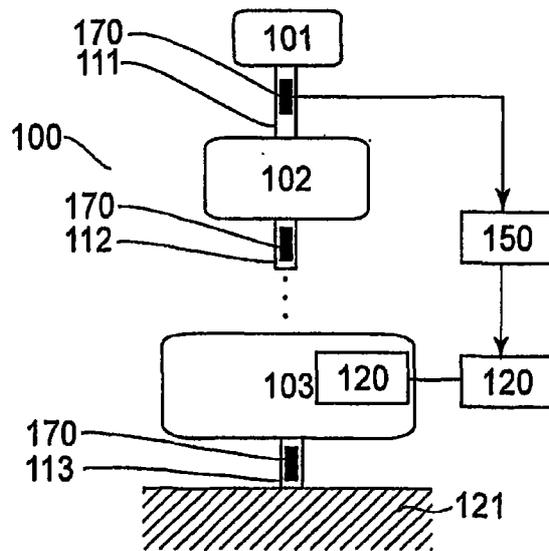


图 1B

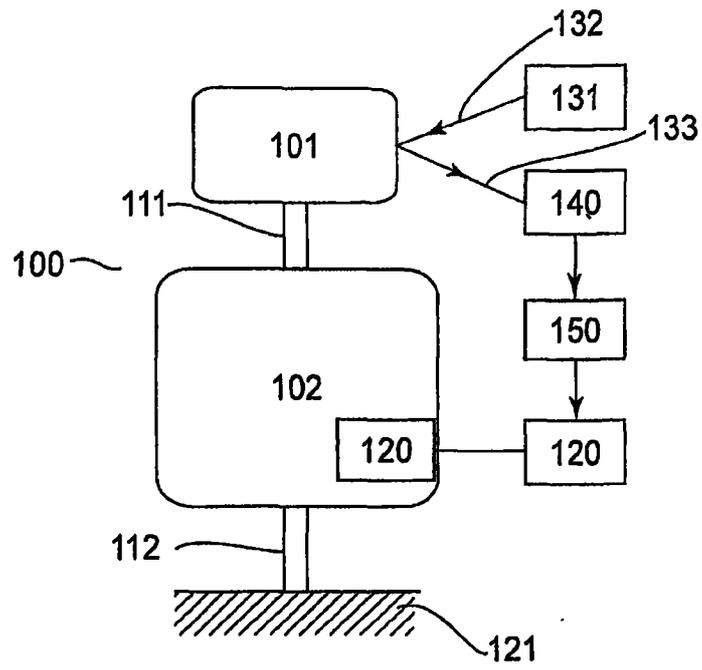


图 2A

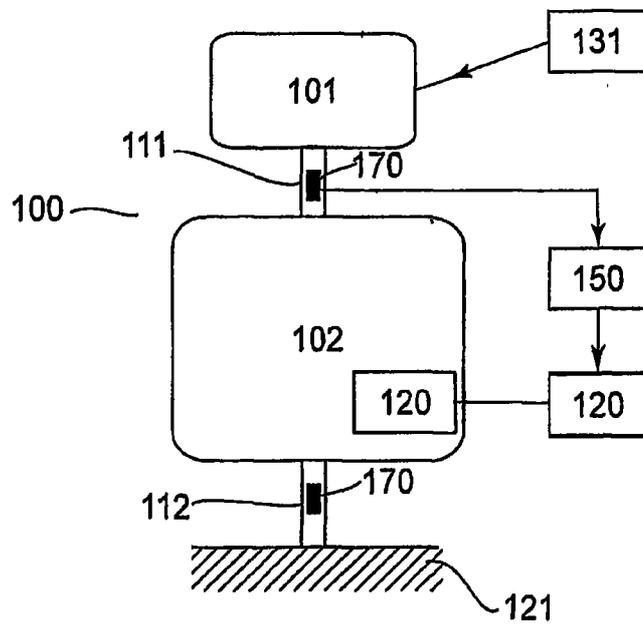


图 2B

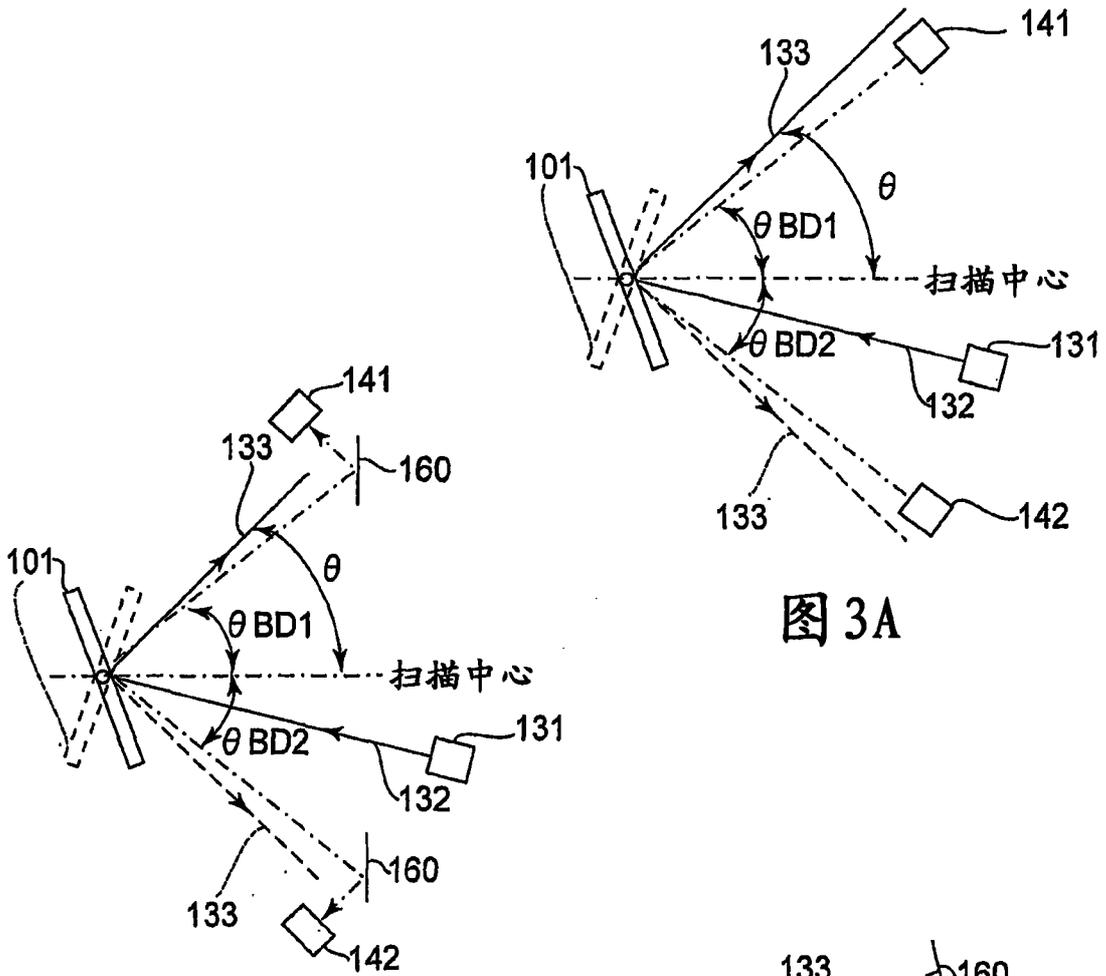


图 3A

图 3B

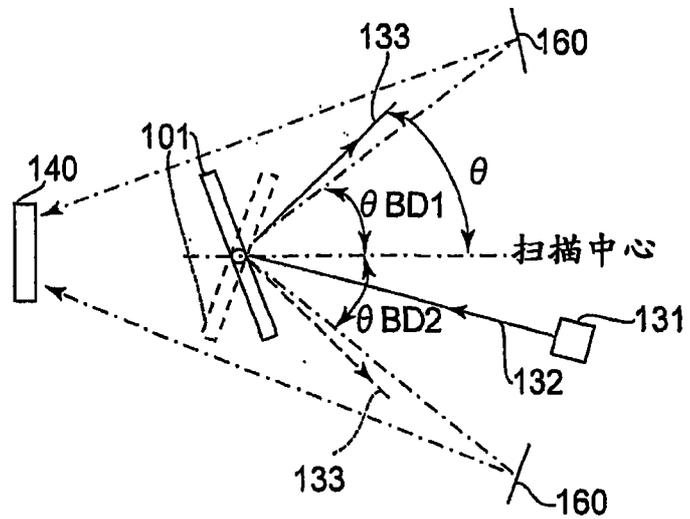


图 3C

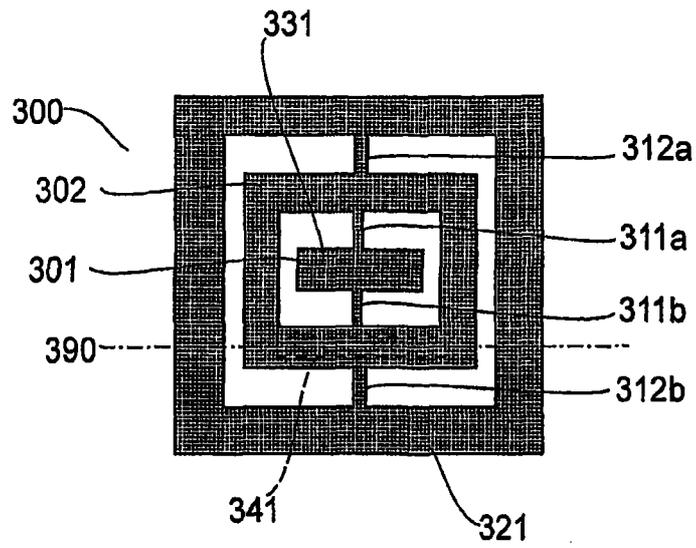


图 4A

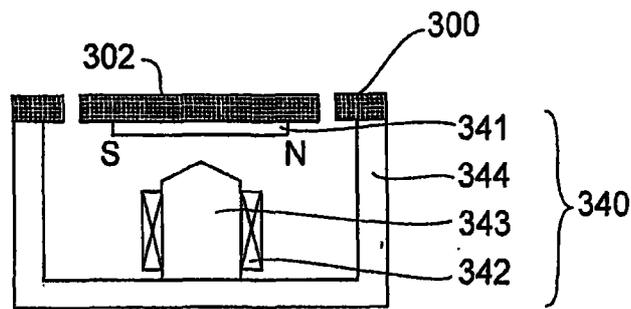


图 4B

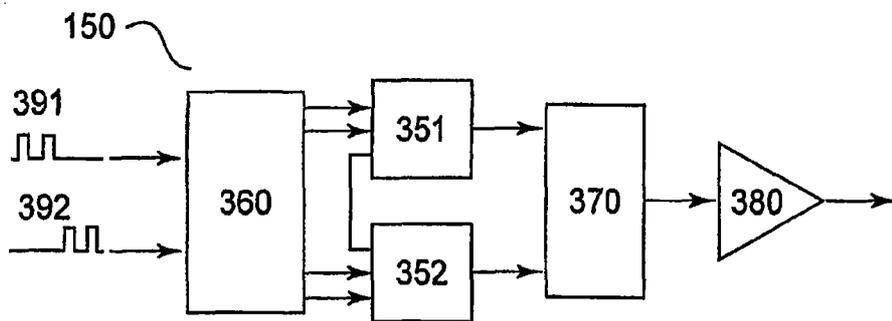


图 4C

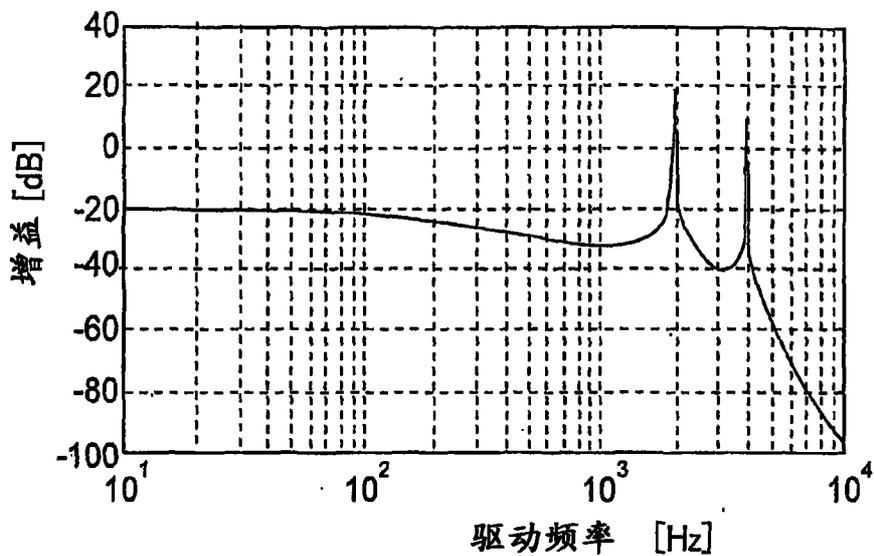


图 5A

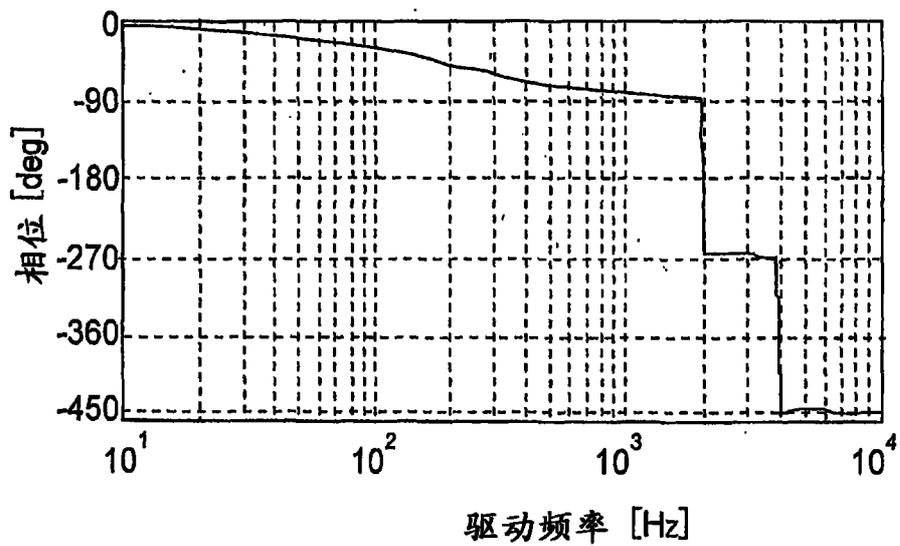


图 5B

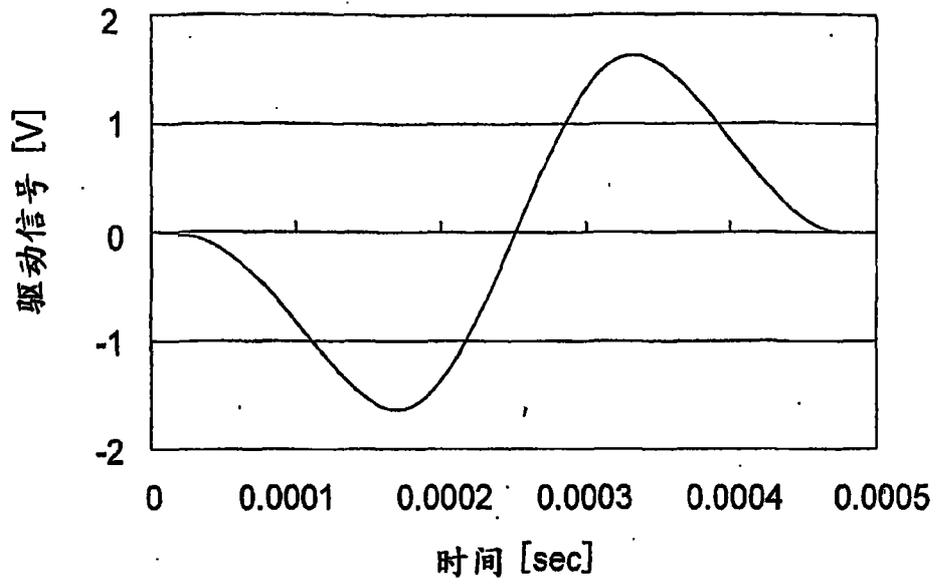


图 6A

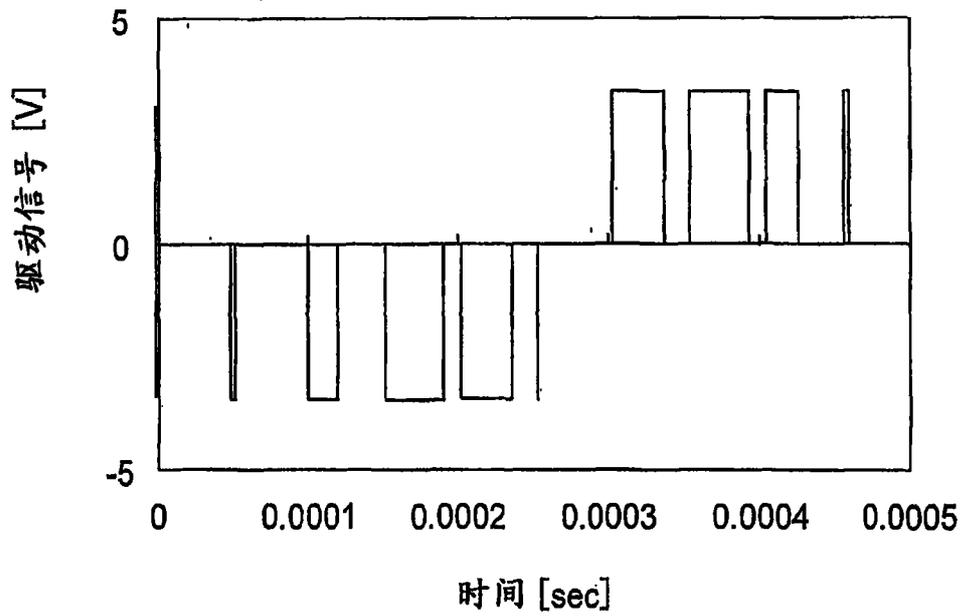


图 6B

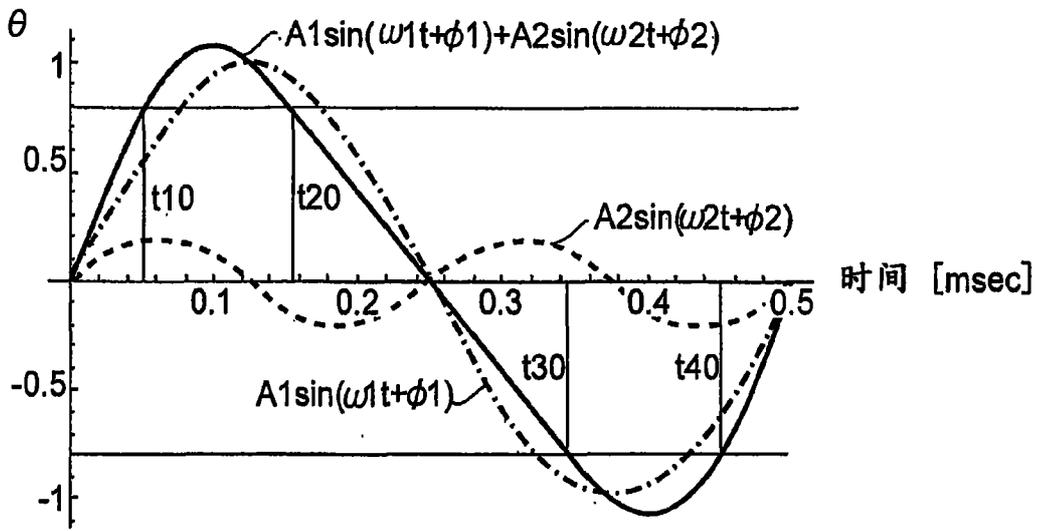


图 7A

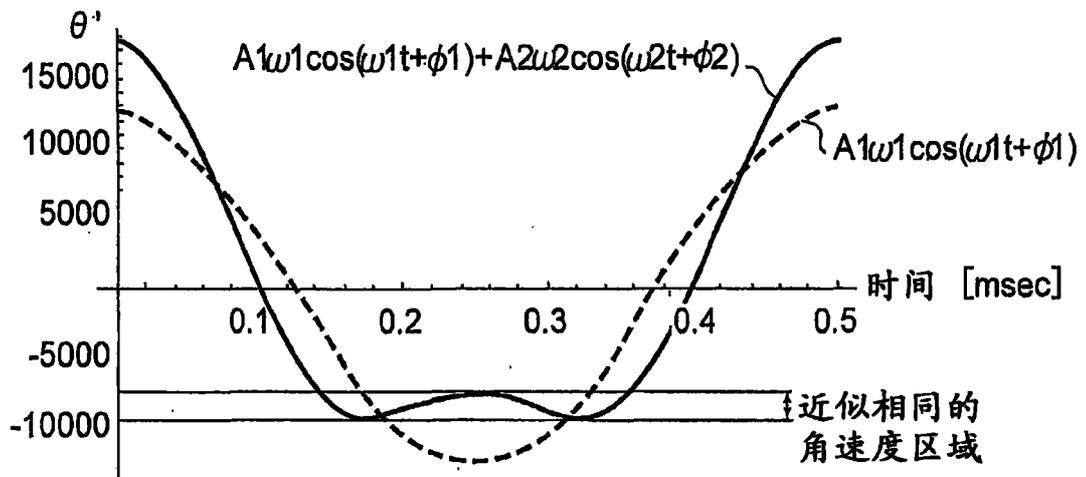


图 7B

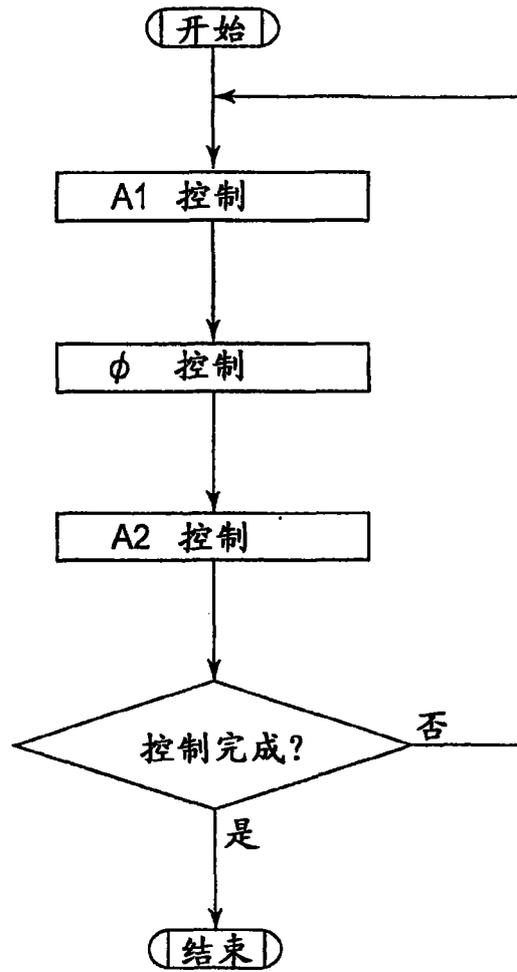


图 8

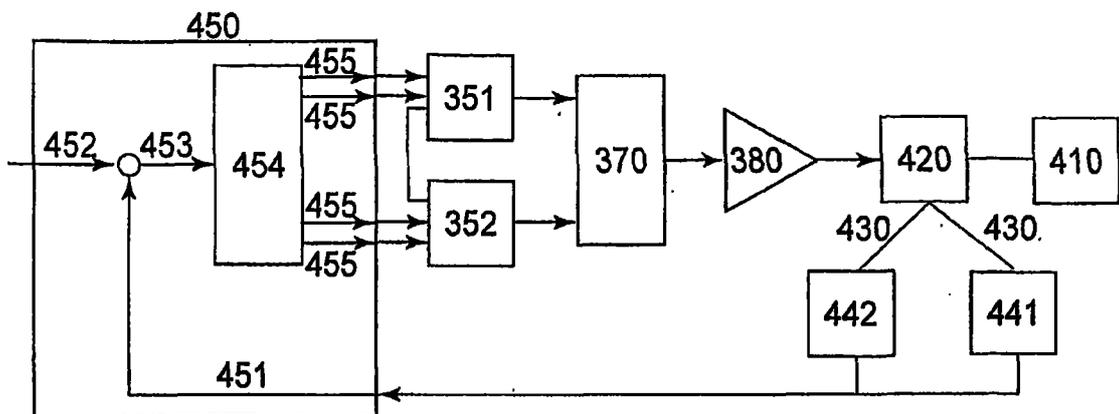


图 9

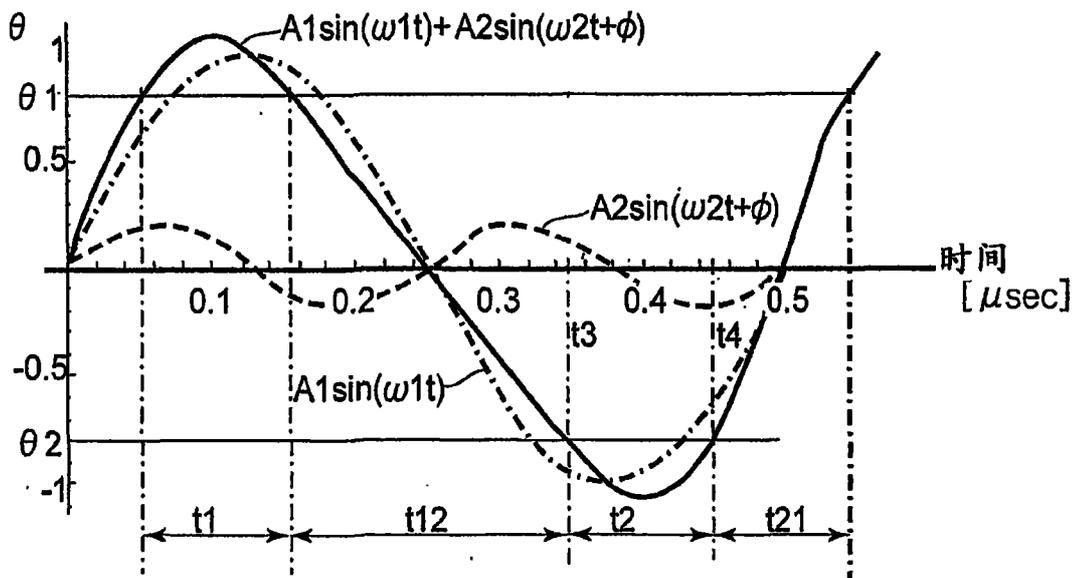


图 10

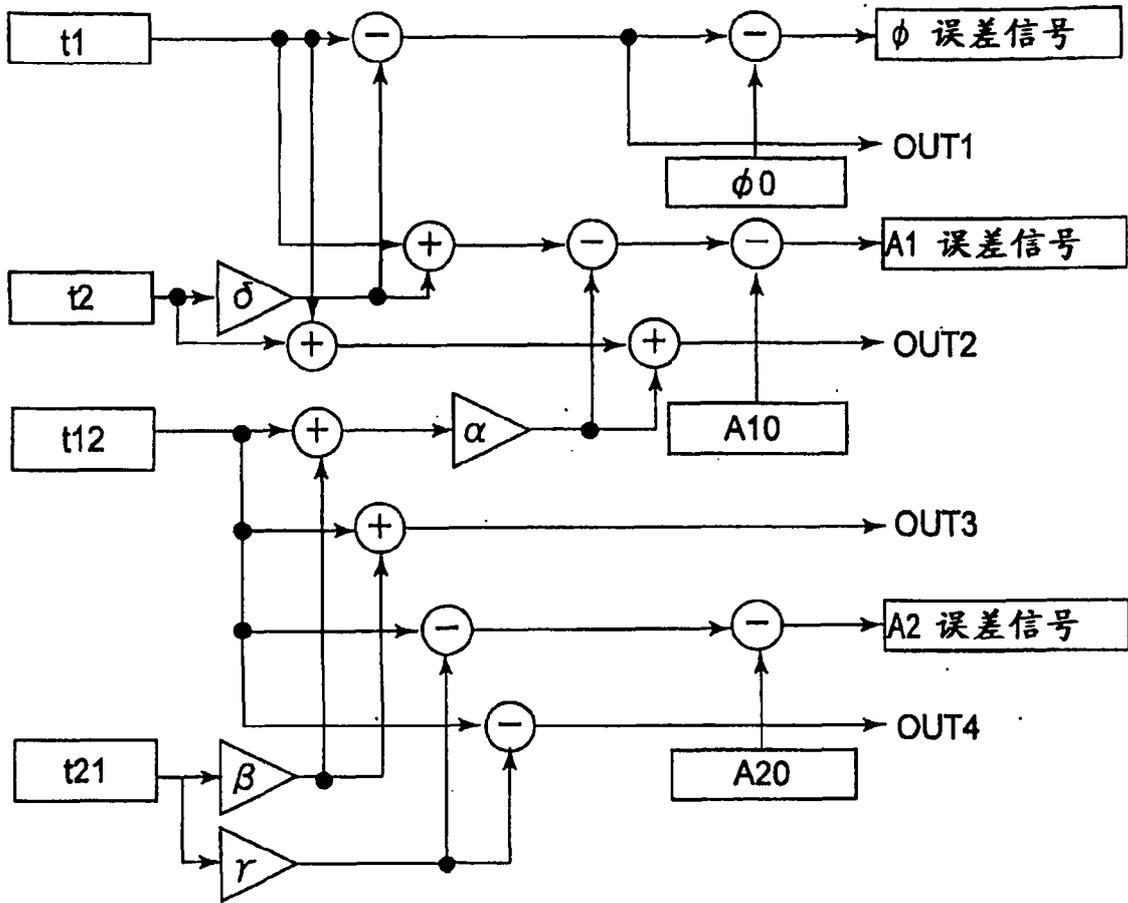


图 11

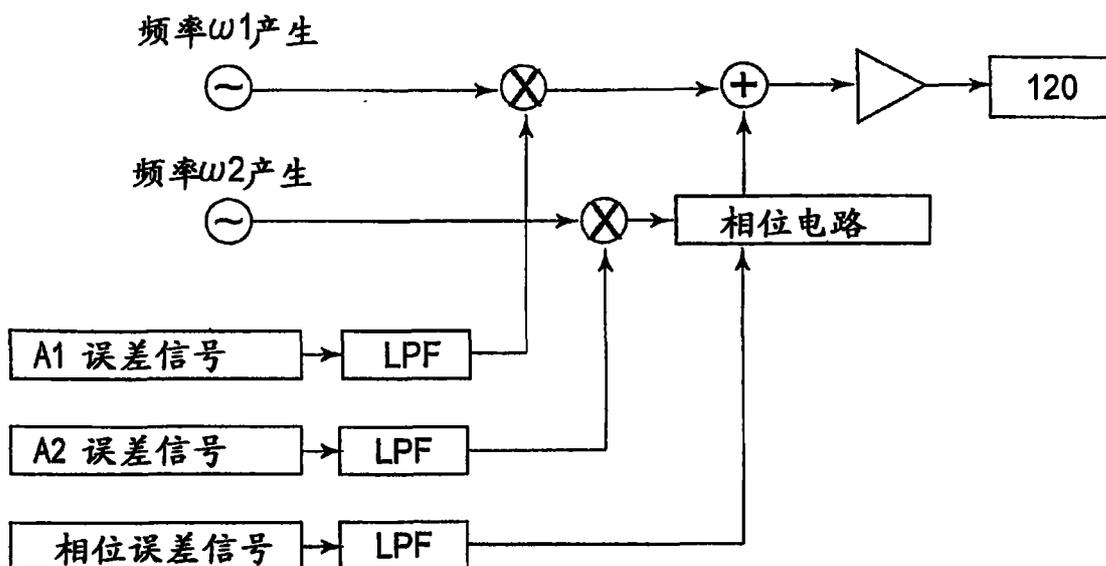


图 12

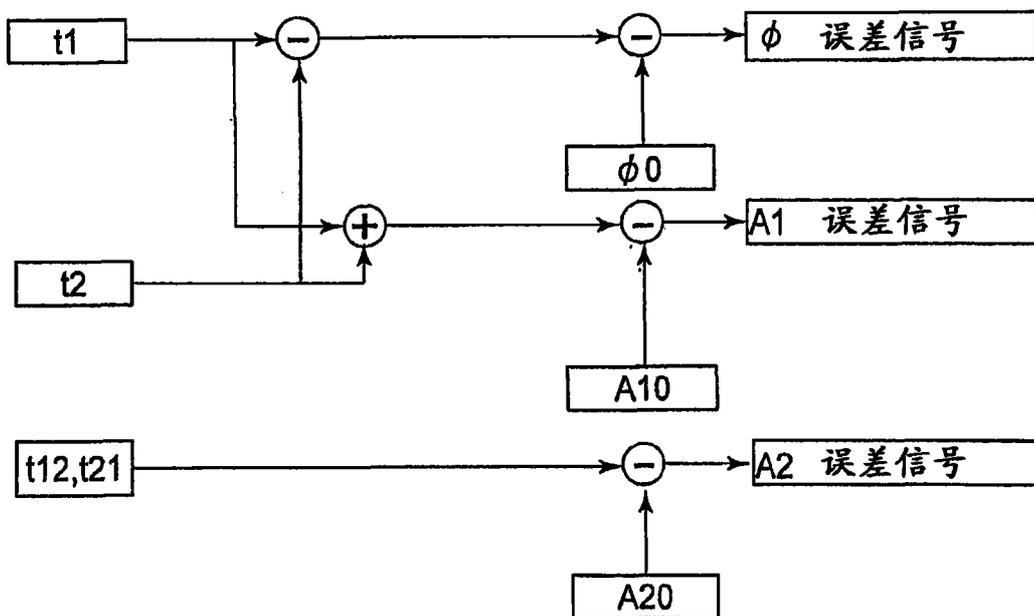


图 13

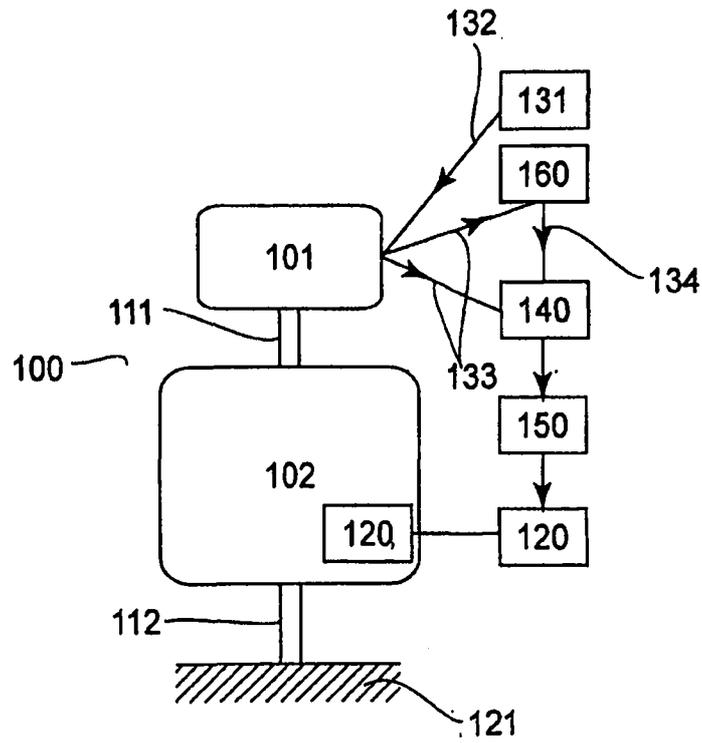


图 14

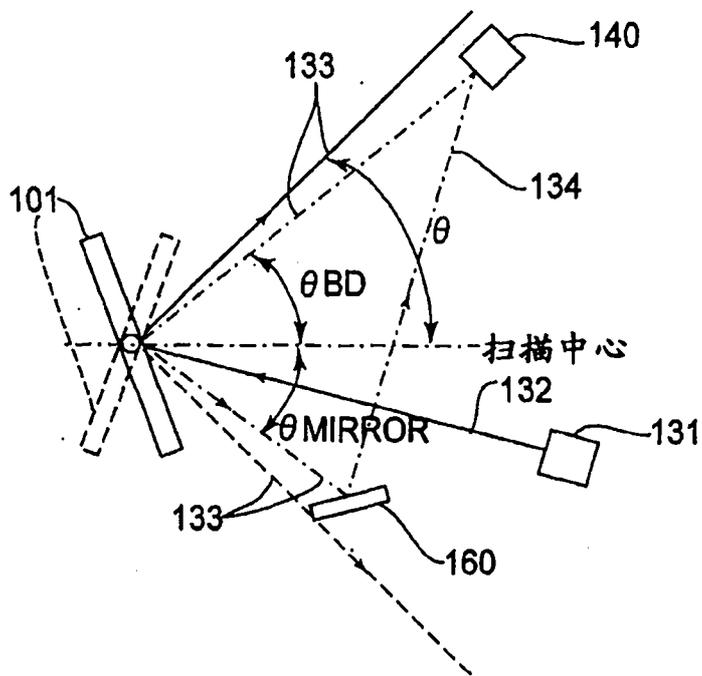


图 15

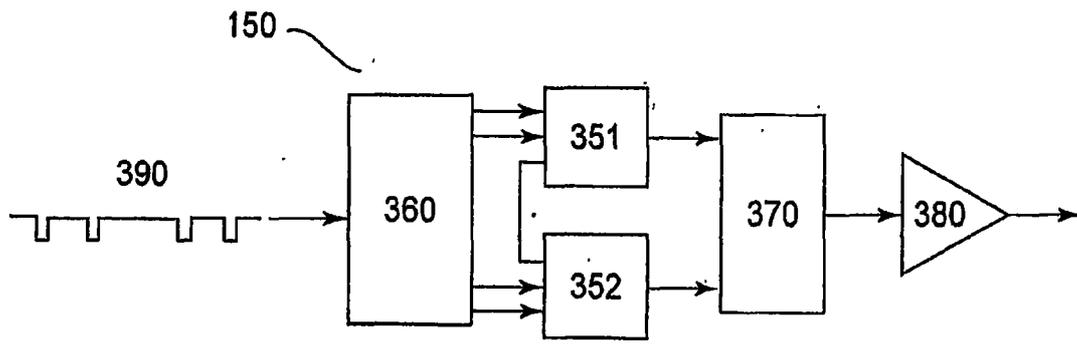


图 16

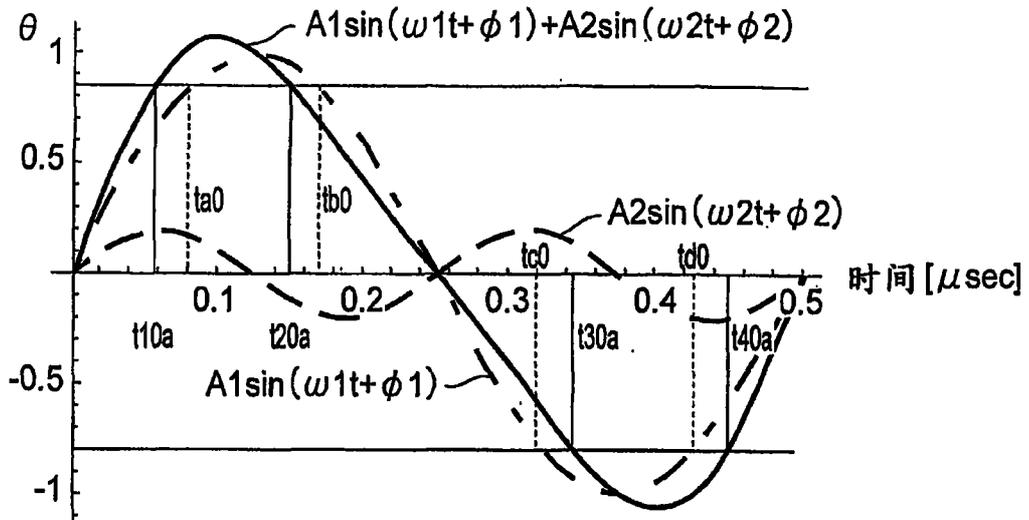


图 17A

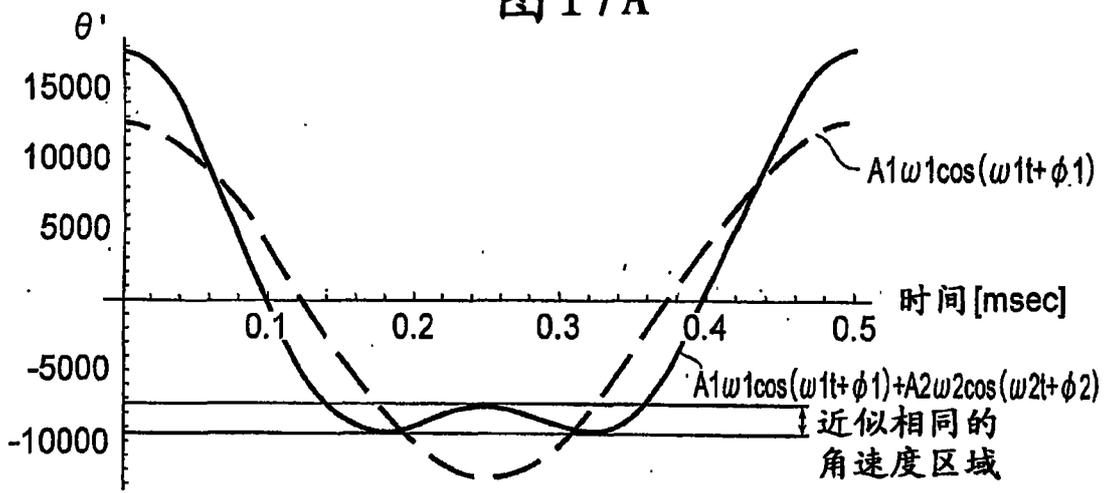


图 17B

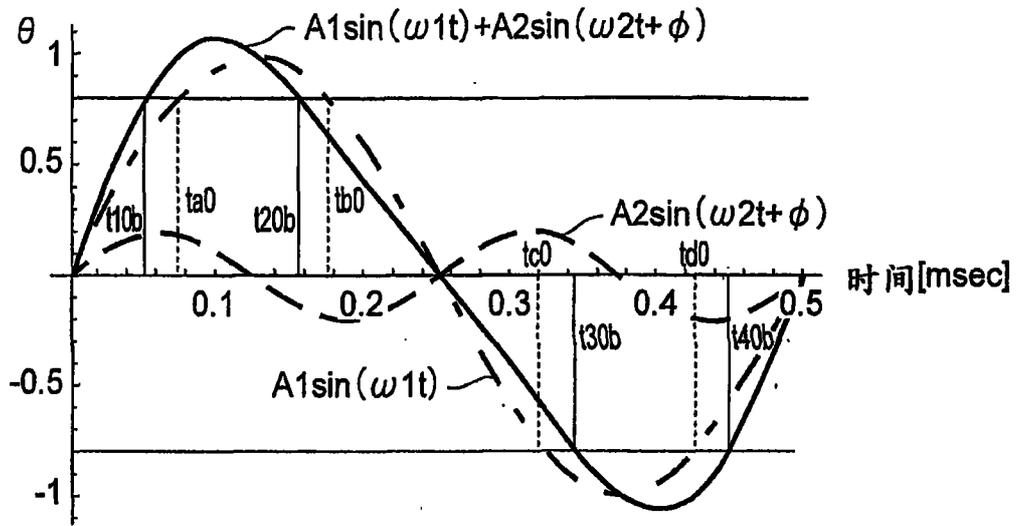


图 18A

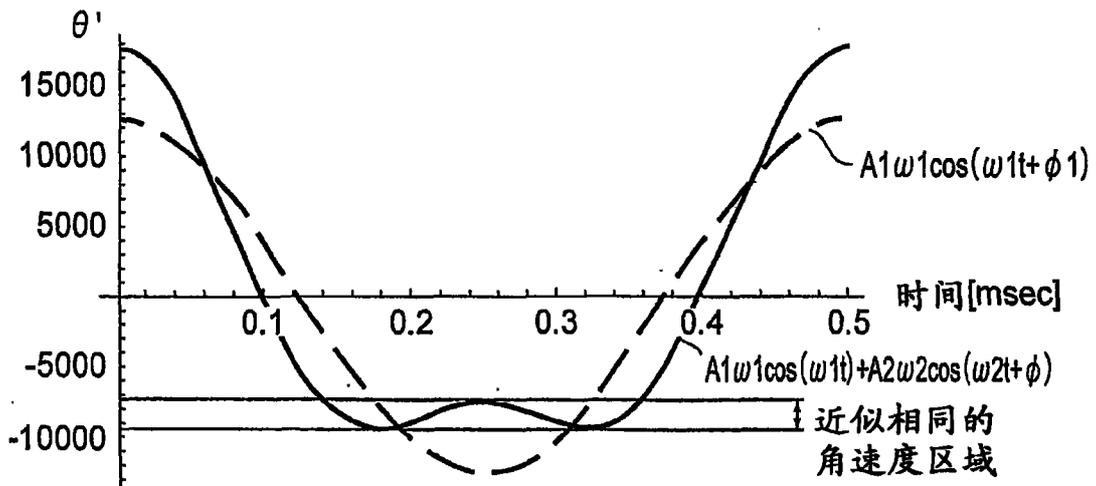


图 18B

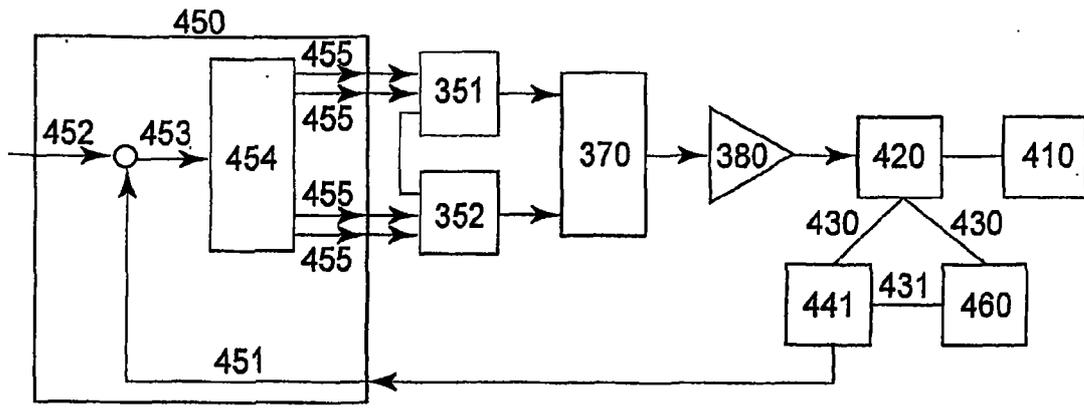


图 19

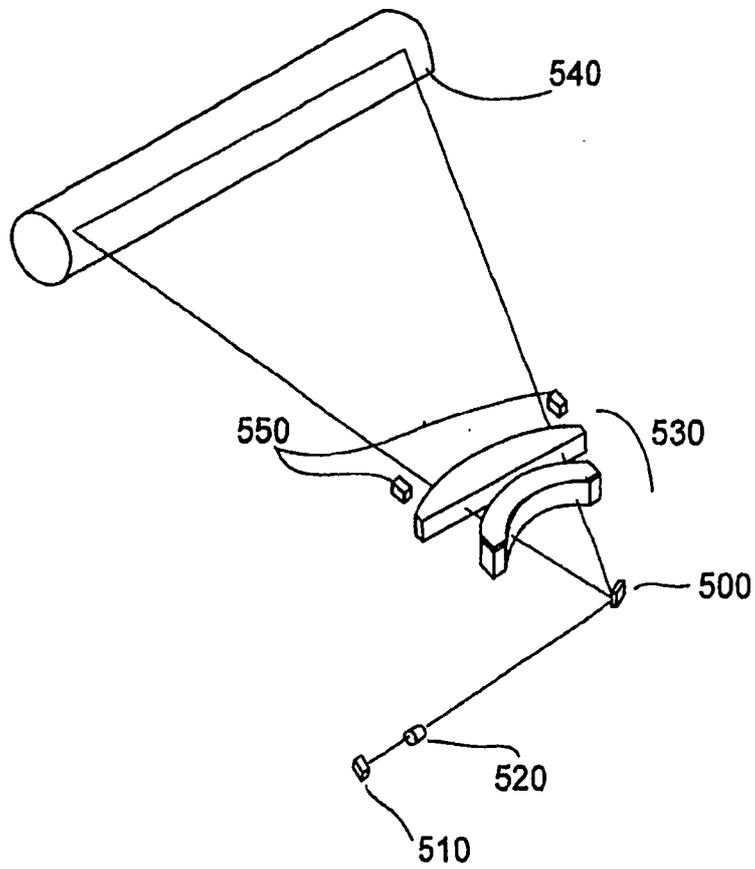


图 20

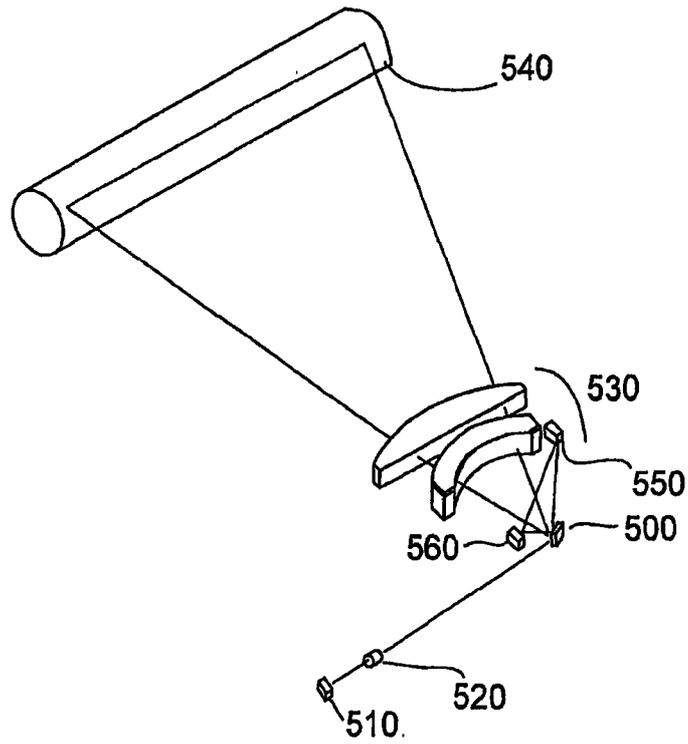


图 21

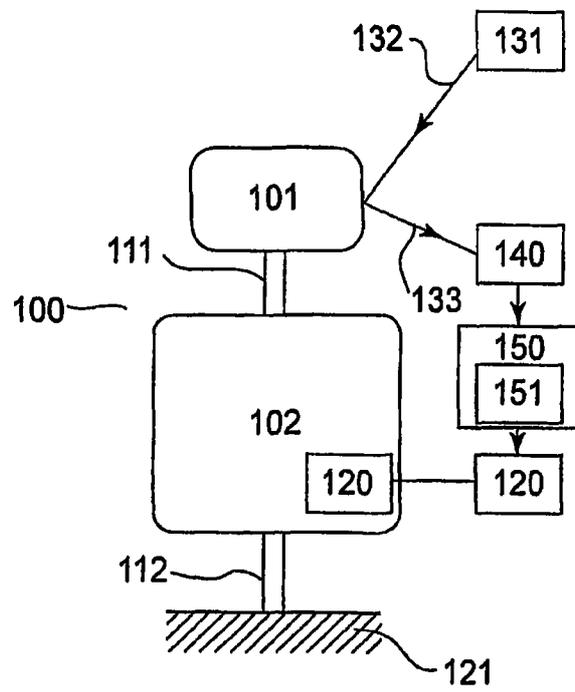


图 22A

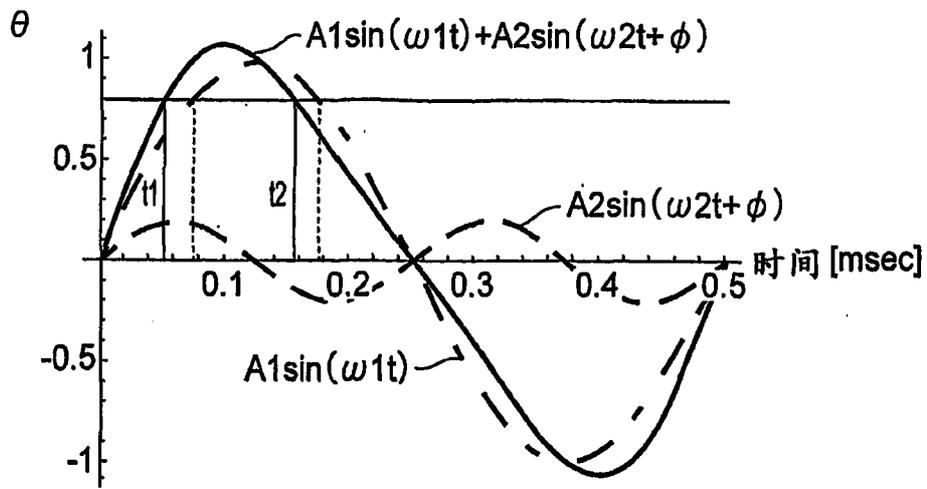


图 22B

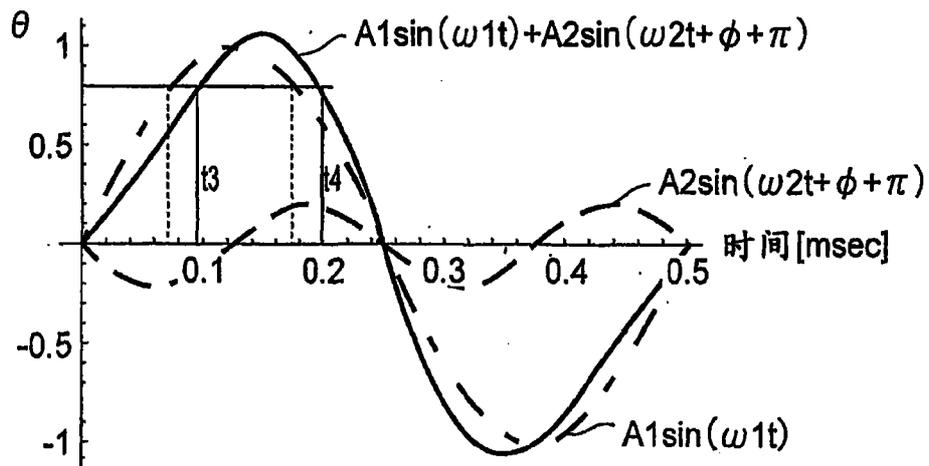


图 22C

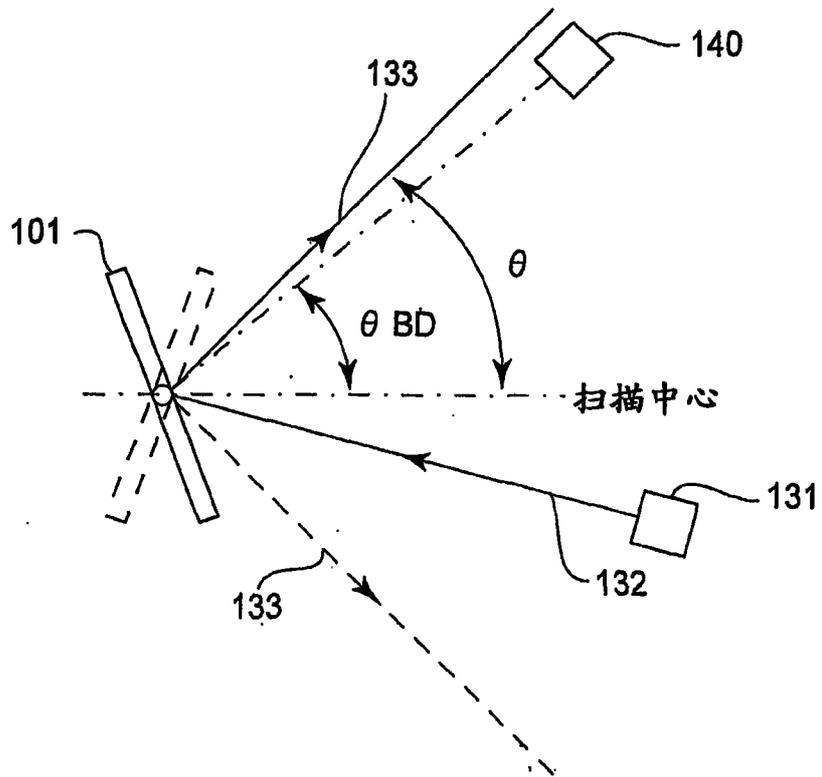


图 23

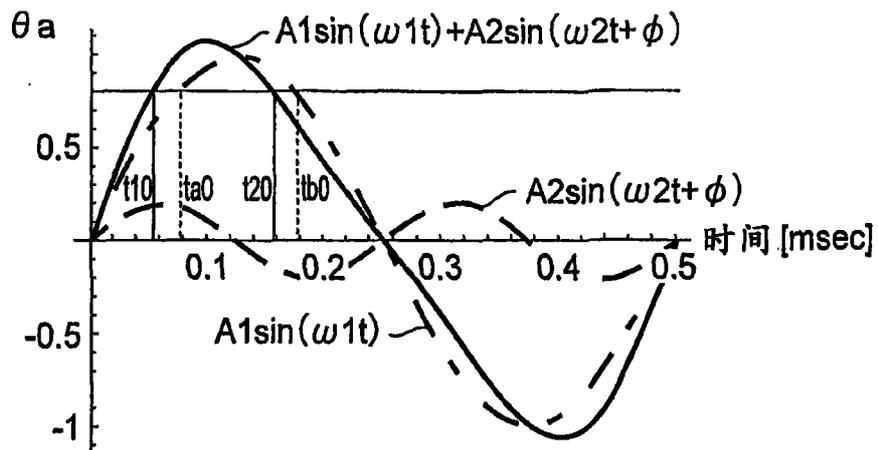


图 24A

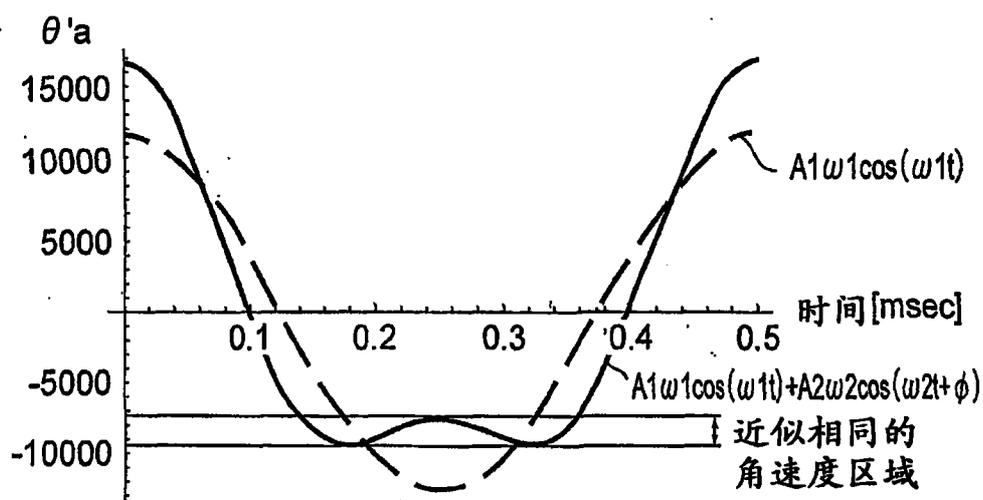


图 24B

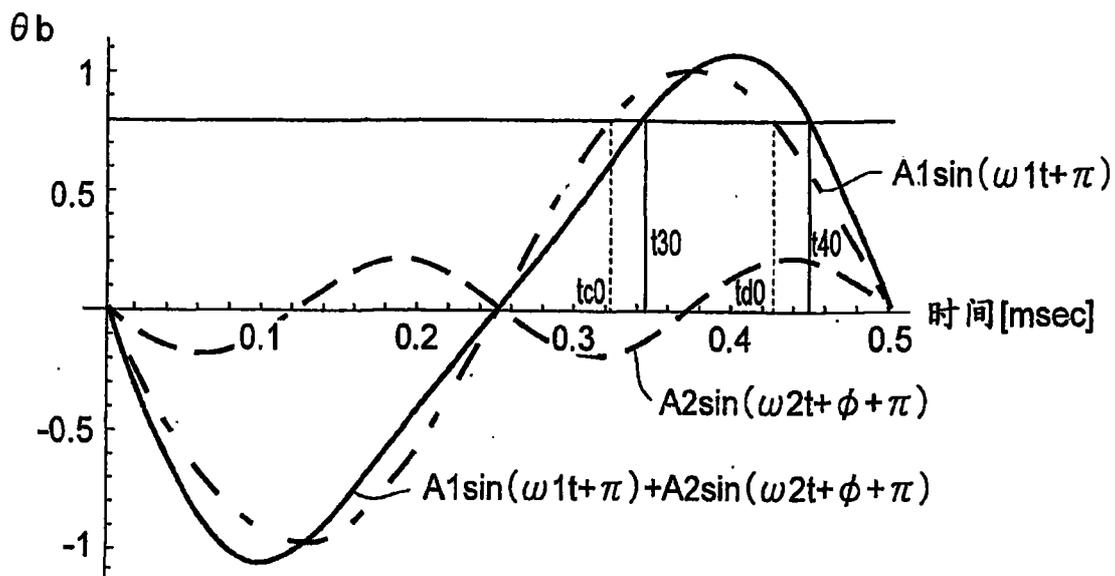


图 25A

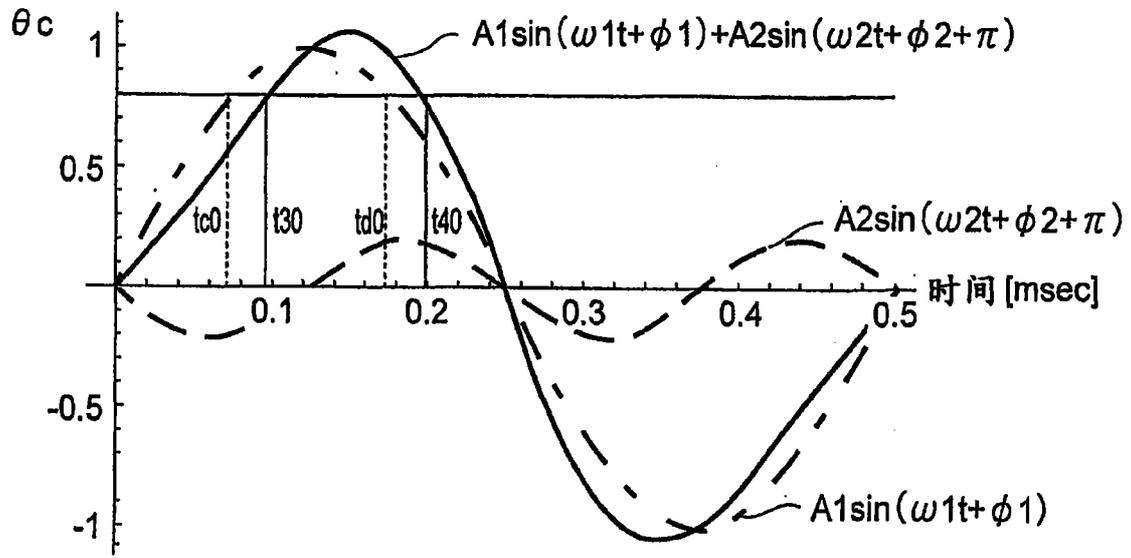


图 25B

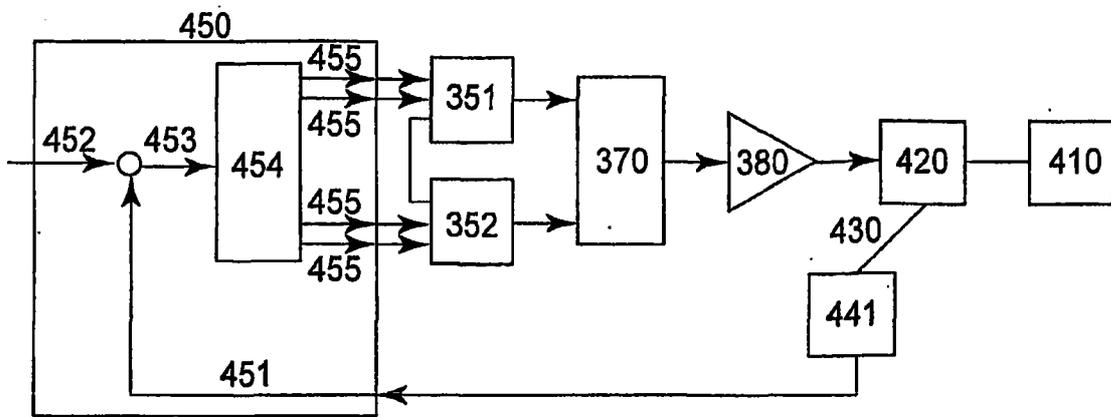


图 26

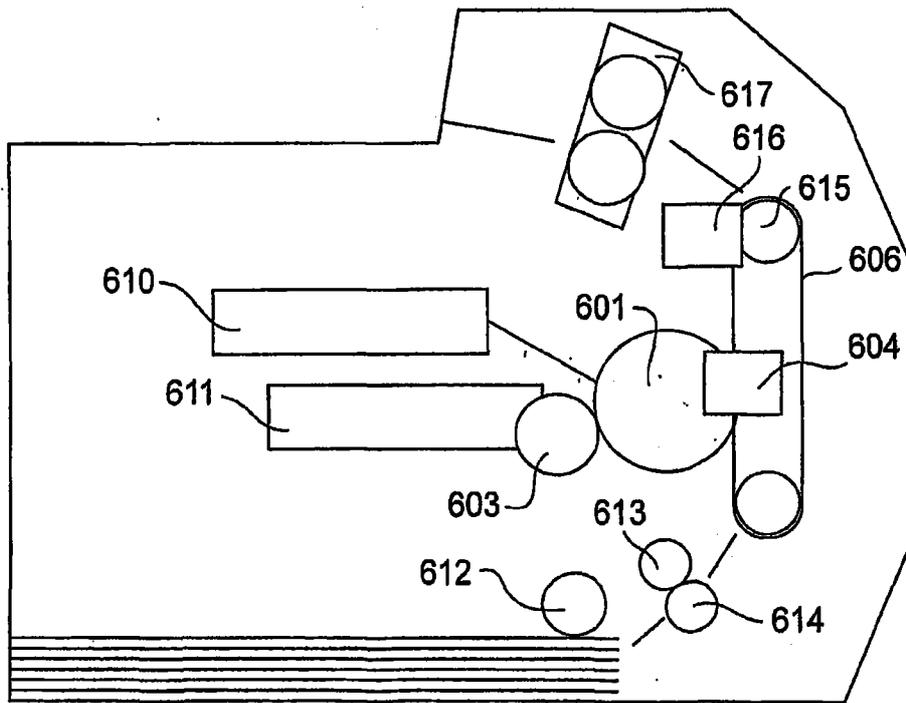


图 27

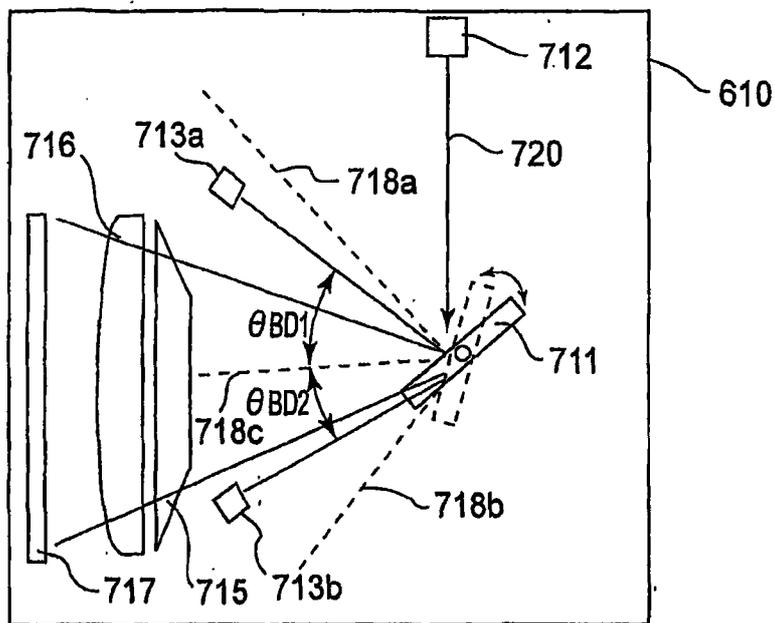


图 28

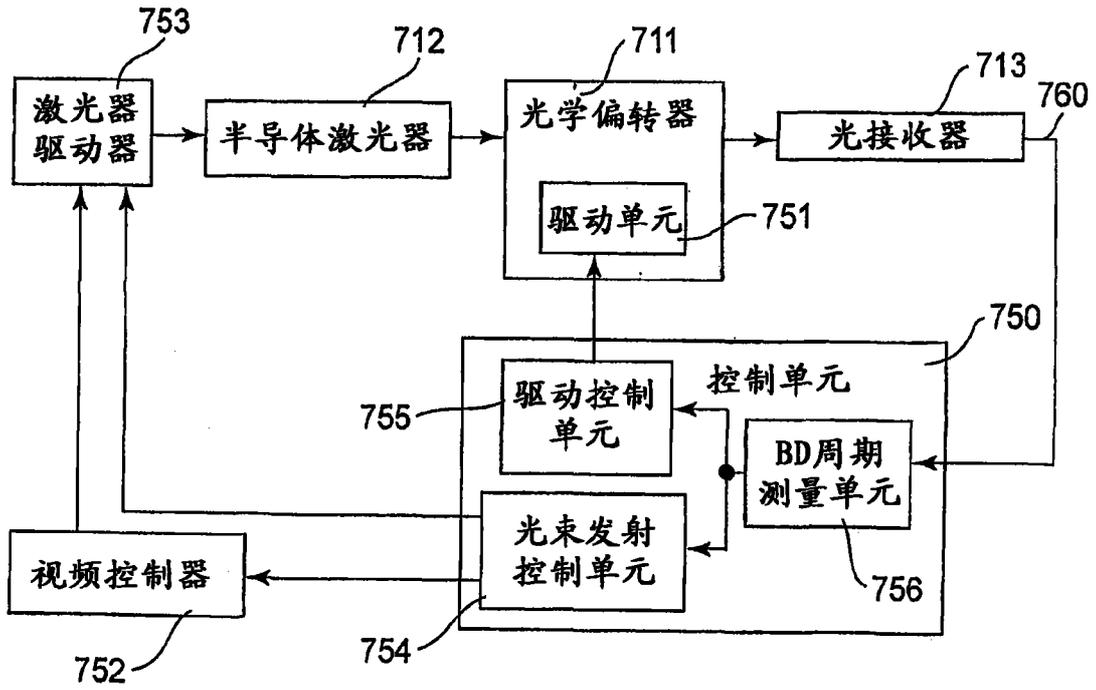


图 29

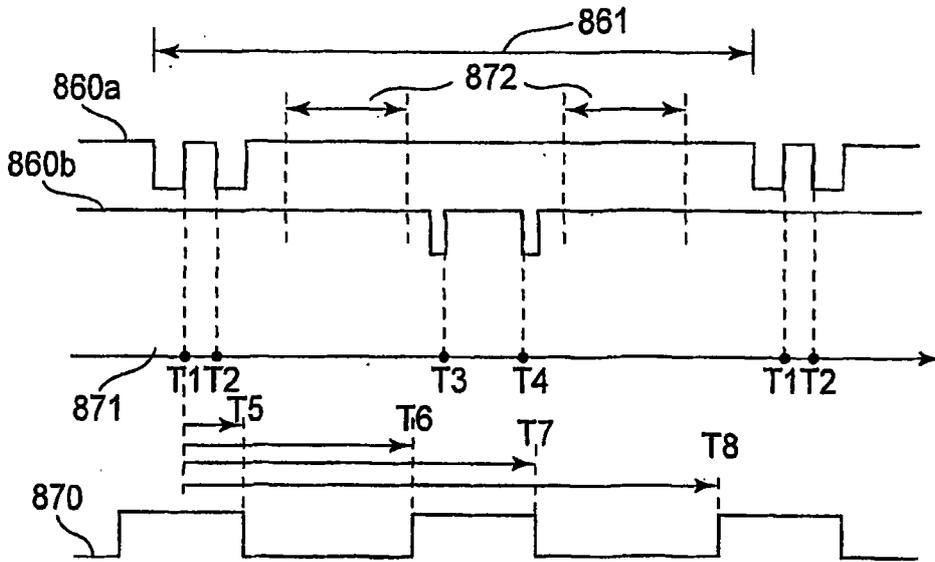


图 30

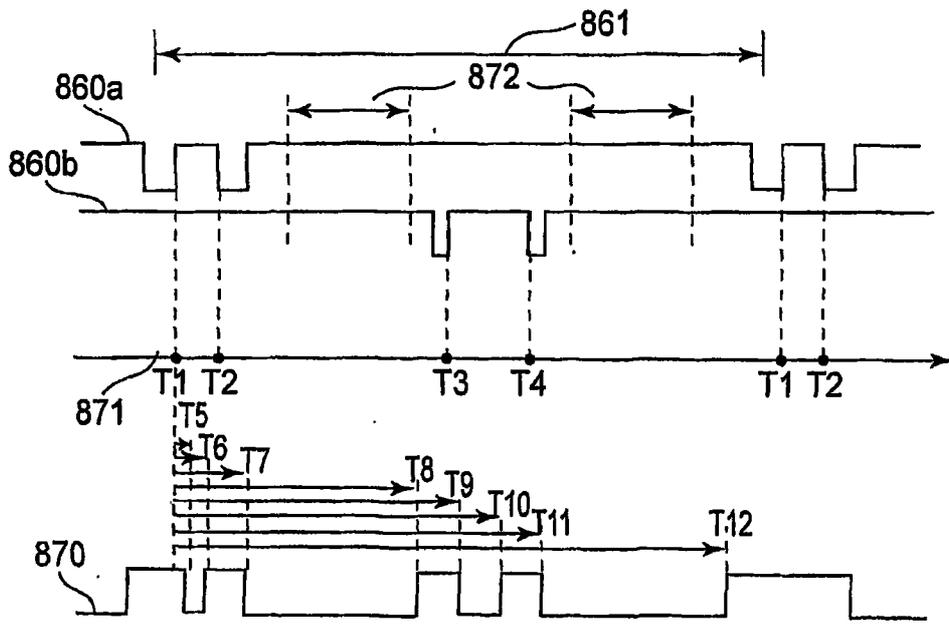


图 31

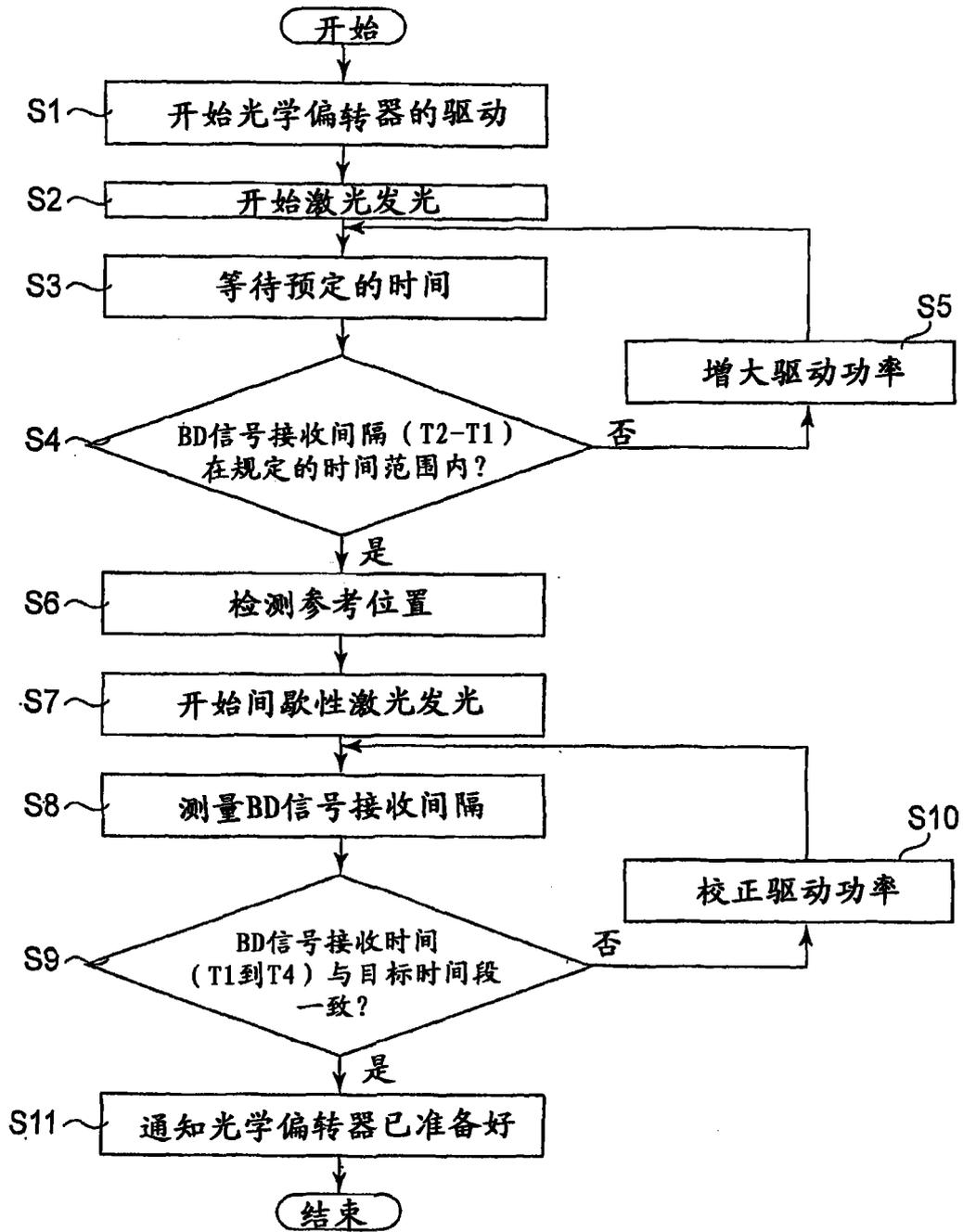


图 32

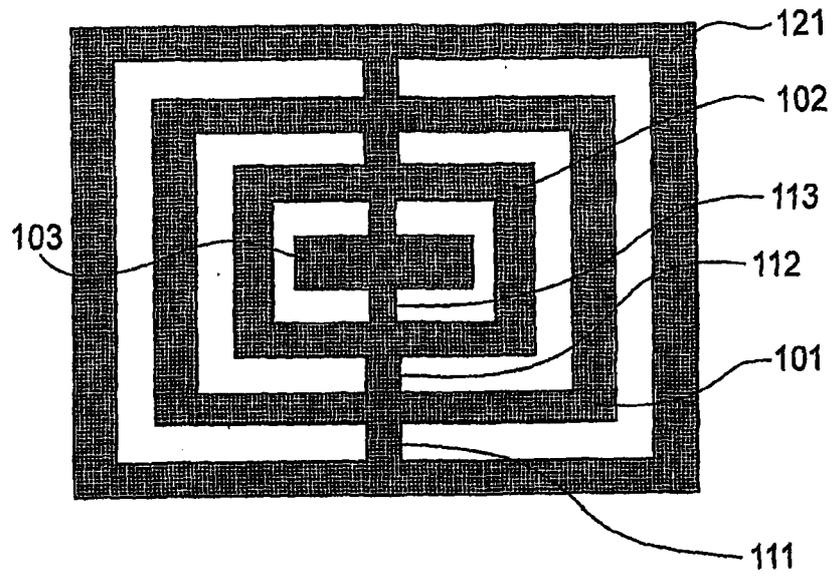


图 33

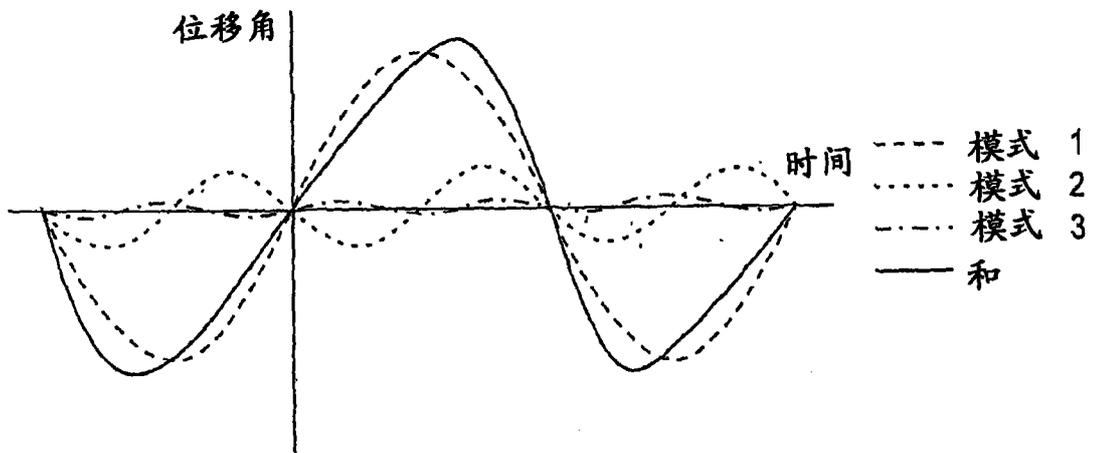


图 34

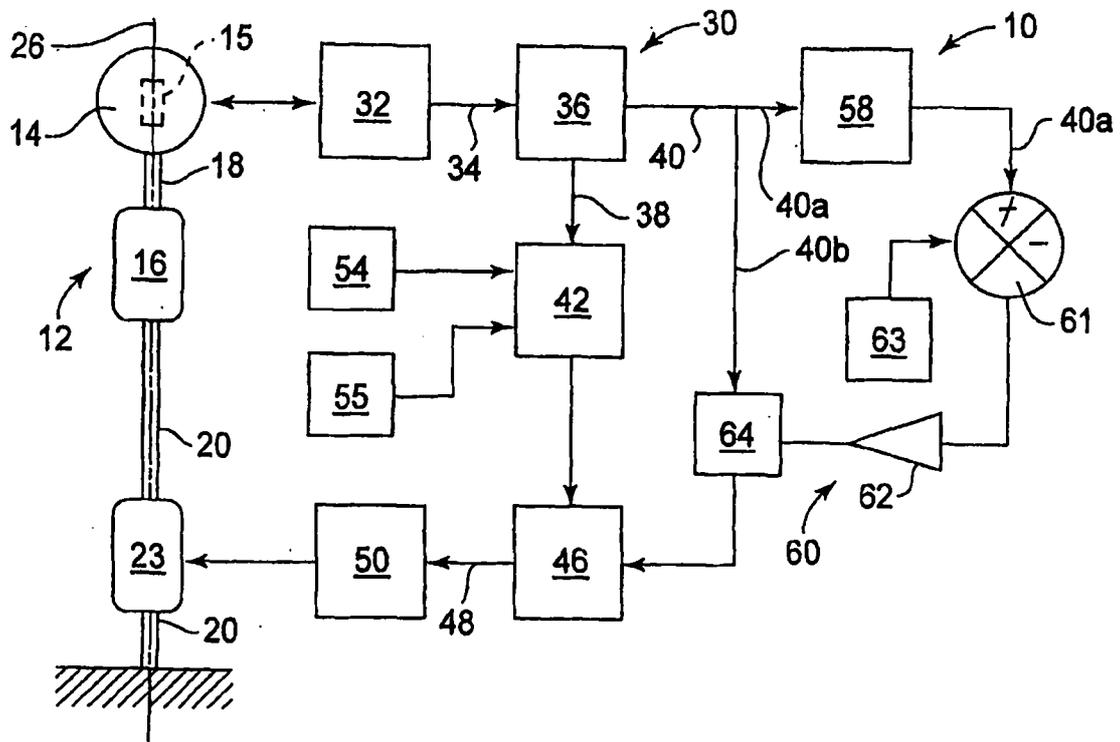


图 35