

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102163425 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 24

(21) 申请号 201010586657. 2

(22) 申请日 2010. 12. 09

(30) 优先权数据

2009-279596 2009. 12. 09 JP

(71) 申请人 罗兰株式会社

地址 日本静冈县滨松市

(72) 发明人 菊本忠男

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 王岳 王忠忠

(51) Int. Cl.

G10H 1/34(2006. 01)

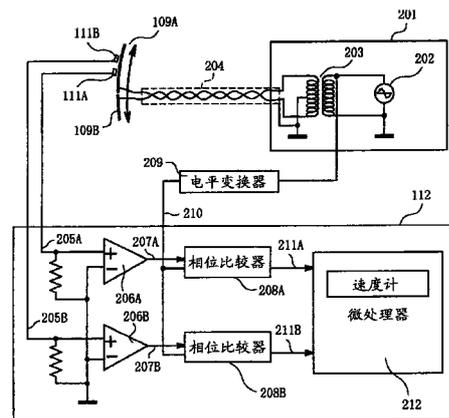
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 14 页

(54) 发明名称

电子乐器的键操作检测装置

(57) 摘要

本发明涉及电子乐器的键操作检测装置。本发明提供一种通过简单的构成来精度好地检测键的操作位置的装置。将相位互不相同的多个交变信号提供到发送电极(109A、109B),并且通过按键操作而使接收电极(111A、111B)和发送电极(109A、109B)之间的静电电容发生变化,对在接收电极(111A、111B)处所感应的交变信号的相位进行比较、辨别。



1. 一种电子乐器的键操作检测装置,对键的操作位置进行检测,其特征在于,具备:
接收电极,其与多个键的各键相对应地分别设置有一个或者多个;
两个以上的发送电极,其与所述接收电极对置配置;
键盘机构,其通过所对应的键的按键操作,使所述接收电极和所述发送电极的至少任一方移动,并根据该移动使所述接收电极与发送电极之间的静电电容发生变化;
信号产生电路,其被设置成由多个键共用,产生周期相同且相位互不相同的多个交变信号,以至少对邻接的所述发送电极提供不同相位的交变信号的方式,从所述多个交变信号中向所述发送电极的每一个提供一个交变信号,并且,产生与该交变信号相同周期的基准相位信号;以及
信号处理电路,其被设置成由多个键共用,并被提供在该多个键的各键设置的所述接收电极处所感应的交变信号和所述基准相位信号,通过基于所述基准相位信号对每个键辨别在接收电极处所感应的交变信号的相位,从而检测该键的操作位置。
2. 根据权利要求1所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,
所述信号处理电路基于所检测的键的操作位置的随时间变化,检测该键的操作速度。
3. 根据权利要求2所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,
所述信号处理电路基于所述键的操作位置的检测,计测键从第一操作位置起到通过第二操作位置的时间间隔,由此,检测该键的操作速度。
4. 根据权利要求2所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,
所述接收电极与各键对应地设置有多个,
所述发送电极设置有两个,
所述信号产生电路以使提供到一方的所述发送电极的交变信号和提供到另一方的所述发送电极的交变信号的相位相互相差 π 弧度的方式,分别向所述两个发送电极提供交变信号,
所述信号处理电路基于从在设置于各键的一个接收电极处所感应的交变信号产生相位反转起到在其他接收电极处所感应的交变信号产生相位反转的时间间隔,检测键的操作速度。
5. 根据权利要求2所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,
所述接收电极与各键相对应地设置有一个,
所述发送电极设置有多个,
所述信号处理电路基于从在各键的接收电极处所感应的所述交变信号的相位成为第一相位起到成为第二相位的时间间隔,检测键的操作速度。
6. 根据权利要求5所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,
所述发送电极按如下方式配设:在所述键至少在规定区间内被按键的情况下,相对于所述接收电极同时对置多个发送电极,并且,随着所述键的操作位置发生变化,与所述接收电极对置的各发送电极的比例发生变化。
7. 根据权利要求6所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,
所述键操作检测装置构成为:用于利用所述信号处理电路检测所述键的操作速度的所述第一相位及所述第二相位的至少一方能通过操作者进行变更。
8. 根据权利要求1所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,

在所述接收电极和所述发送电极之间设置有规定的间隙。

9. 根据权利要求 1 所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,

所述信号产生电路以在所述接收电极处所感应的交变信号的电压成为能在所述信号处理电路进行处理的电平的方式,将电压高于所述基准相位信号的交变信号提供到所述发送电极。

10. 根据权利要求 1 所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,所述发送电极、所述接收电极的任一方或者双方由绝缘膜覆盖。

11. 根据权利要求 1 所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,将在所述信号产生电路产生的多个交变信号提供到所述发送电极的布线使相位相互相差 π 弧度的交变信号成对地通过平行线或者双扭线电缆提供到所述发送电极。

12. 根据权利要求 1 所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,

由所述信号产生电路产生的多个交变信号的相位被设定为在相加该多个交变信号时使交变信号抵消的相位,并且,通过使将该多个交变信号提供到所述发送电极的布线成为平行线、双扭线电缆或者用屏蔽体覆盖这些线的屏蔽线,从而抵消来自该布线的无用辐射。

13. 根据权利要求 1 所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,

在所述键或者与该键连动的部件设置有所述发送电极,并且,在所述键盘机构的基部设置有所述接收电极和所述信号处理电路。

14. 根据权利要求 1 所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,

在所述键或者与该键连动的部件设置有所述接收电极,并且,在所述键盘机构的基部设置有所述发送电极和所述信号产生电路。

15. 根据权利要求 1 所述的电子乐器的键操作检测装置,其特征在于,

对将在所述接收电极处所感应的交变信号提供到所述信号处理电路的布线施加由地线夹持的屏蔽体。

电子乐器的键操作检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测键的操作位置的电子乐器的键操作检测装置。

背景技术

[0002] 在现有的电子乐器中,作为检测按键时、离键时的键的操作速度的键操作检测装置之一,有检测该键的操作位置(以下也称为“按键深度”)并根据该操作位置的随时间变化来检测其操作速度的装置。

[0003] 例如,在廉价的装置中,利用与各键相对应地设置的两个以上的开关检测键的操作位置,计测这些开关开闭的时间差,由此,检测键的操作速度。在如图 19 所示的现有的电子乐器的键操作检测装置中,当演奏者按下键 1901 时,键 1901 以旋转轴 1902 为中心转动,推片(jack)1903 按下键开关的共用接触件 1904。共用接触件 1904 在不按键时与接触件 1905 接触,但通过按键离开接触件 1905 而与接触件 1906 接触。通过测定共用接触件 1904 自离开接触件 1905 起至与接触件 1906 接触的经过时间,从而检测键的操作速度。该方式因结构简单而得到广泛使用。但是,在该方式中,有时键开关产生震颤,或者在长时间使用后键开关发生磨损、变形,会产生不能正确测定操作速度的问题。

[0004] 此外,提出有对应于键的操作使光、磁强度变化并利用各种传感器检测键的操作位置,测定该操作位置的变化,检测操作速度的方式。在专利文献 1 中公开了如下的装置,即在发光元件和光接收元件之间设有根据键的操作位置的变化而使透过光量连续变化的狭缝,基于光接收元件感测到的光来检测键的操作位置。在专利文献 1 中记载的装置中,对应于键的两个操作位置而设定两个阈值光量,通过计测光接收元件感测到的光量通过这些阈值光量时的时间,从而检测键的操作速度。

[0005] 但是,光及磁传感器昂贵,无法在普及价位的产品中采用。此外,在光及磁传感器中,由于存在传感器个体间的灵敏度的偏差、由温度变化等引起的灵敏度的变化,所以,有时会因为这些偏差或灵敏度的变更而在与设计者意图不同的操作位置求出了操作速度,未必能测定正确的操作速度。

[0006] 此外,有利用对应于键的操作而变化的静电电容来检测键的操作位置、操作速度的技术。在专利文献 2 中公开了如下的技术,即,对应于键的操作而使电容器的静电电容变化,经由整流电路、微分电路对通过电容器的信号进行整形,求出键操作速度。在专利文献 3 中公开的是,使键操作作用于用可伸缩的线保持的静电电容传感器,使振荡器的振荡频率随静电电容的变化而变化,通过将振荡频率变换为电压并检测电压,从而检测键的操作位置。在专利文献 4 公开的是,使键操作作用于具备螺旋弹簧的静电电容型模拟开关,在用放大器对通过静电电容型模拟开关的信号进行放大之后进行 A/D 变换,根据进行了 A/D 变换后的信号的电平求出键的操作位置。

[0007] 在专利文献 2 中记载的装置中,需要整流电路、微分电路等。在专利文献 3 中记载的装置中,需要可变振荡器及频率电压变换器等。在专利文献 4 中记载的装置中,需要放大器及 A/D 变换器。这样,上述装置均为复杂的构成。

[0008] 另一方面,向多个电场发生电极(发送电极)分别给予两个以上相位互不相同的交变电压,根据物体的位置、角度使电场发生电极(发送电极)和电场检测电极(接收电极)之间的静电电容变化,通过检测在电场检测电极(接收电极)处所感应的交变电压的相位变化,从而求出物体的位置、角度,这种方法利用于游标卡尺、旋转编码器等中的微小的位置、旋转角度的测定(例如,参照专利文献5、专利文献6、专利文献7)。以后,将该方法称为“静电电容一相位变化方式”。另外,在以后的说明中,将产生电场的电极称为“发送电极(transmission electrode)”,将检测电场的电极称为“接收电极(reception electrode)”。

[0009] 以专利文献5为例,如图20(a)所示,在形成于由电介质构成的圆筒2001的内部进行旋转的转子2004的外周面的凹部,配置接收电极2005,并且,在圆筒2001的外周面配置相对于转子2004的旋转方向其宽度逐渐减小的发送电极2002、和相反地宽度逐渐增大的发送电极2003。向发送电极2002及发送电极2003施加相位互不相同的交变电压2006及交变电压2007,并且,通过取出线2008将在接收电极2005处所感应的电压取出到外部。在接收电极2005处感应出与形成于发送电极2002和接收电极2005之间的静电电容及形成于发送电极2003和接收电极2005之间的静电电容相应的电压。在图20(b)示出图20(a)的构成中的等效电路。

[0010] 在设交变电压2006及交变电压2007的电压分别为 e_1 及 e_2 、设形成于发送电极2002和接收电极2005之间的静电电容及形成于发送电极2003和接收电极2005之间的静电电容分别为 c_1 及 c_2 时,在接收电极2005处感应合成的电压 V 为:

[0011] 《数学式1》

[0012] $V = (e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2) / (c_1 + c_2) \dots$ 式1。

[0013] 在设交变电压2006及交变电压2007的相位差为 π 弧度(180度)的情况下,在接收电极2005处所感应的信号的电压根据静电电容 c_1 及静电电容 c_2 而变化。此外,在设交变电压2006及交变电压2007的相位差为 $\pi/2$ 弧度(90度)的情况下,在接收电极2005处所感应的信号的相位根据静电电容 c_1 及静电电容 c_2 而变化。可根据该电压或者相位的变化求出转子的旋转角度。

[0014] 此外,在专利文献6中,如图21所示,向按一定的间隔排列的矩形的发送电极3001、3002、3003分别交替施加相位相互相差 $2\pi/3$ 弧度(120度)的三相的交流电压3004、交流电压3005及交流电压3006,并连续测定与发送电极对置移动接收电极3007处所感应合成的电压的相位,提高精密构造的游标卡尺的测定精度。

[0015] 在使用反相即 π 弧度的相位差的交变电压检测电压的情况下,对感应电压进行放大的放大器的灵敏度等电压的测定精度会成为问题。此外,在数字式测定电压的情况下,存在的问题是,或者A/D变换器的精度成为问题,或者因使用A/D变换器而使构成变复杂。在使用 $\pi/2$ 弧度、 $2\pi/3$ 弧度等相位差的交变电压检测相位的情况下,由于不需要进行A/D变换,放大器的灵敏度等均不会成为问题,因而可用简单的构成进行高精度的测定。

[0016] 现有技术文献

[0017] 专利文献

[0018] 专利文献1:日本特开平10-26983号公报

[0019] 专利文献2:日本特公昭39-29485号公报

[0020] 专利文献 3 :日本特开平 7-84576 号公报

[0021] 专利文献 4 :日本特开平 9-204846 号公报

[0022] 专利文献 5 :日本特公平 4-67883 号公报

[0023] 专利文献 6 :日本特公昭 64-11883 号公报

[0024] 专利文献 7 :日本特公平 4-67882 号公报

[0025] 但是,尚未有提出在电子乐器中利用在游标卡尺、旋转编码器等中使用的静电电容-相位变化方式。此外,不能将在游标卡尺、旋转编码器等中使用的静电电容-相位变化方式直接利用于电子乐器的键操作检测装置。即,在游标卡尺、旋转编码器的情况下成为测定对象的物体的位置、角度只有一个,但是,在电子乐器的情况下具备 88 键等的许多键,需要使按各键的每一个独立地检测键的操作位置。当对这些许多键的各个键具备产生交变电压的电路、检测电压或相位的电路时,就成了复杂的构成且成了昂贵的装置。

发明内容

[0026] 本发明是为了解决检测键的操作位置的现有电子乐器的键操作检测装置所具有的上述问题而做出的,其目的在于提供一种可用简单的构成来精度好地检测键的操作位置的电子乐器的键操作检测装置。

[0027] 为了解决上述课题,本发明的电子乐器的键操作检测装置,是对键的操作位置进行检测的装置,其具备:接收电极,其与多个键的各键相对应地分别设置有一个或者多个;两个以上的发送电极,其与所述接收电极对置配置;键盘机构,其通过所对应的键的按键操作,使所述接收电极和所述发送电极的至少任一方移动,并根据该移动使所述接收电极与发送电极之间的静电电容发生变化;信号产生电路,其被设置成由多个键共用,产生周期相同且相位互不相同的多个交变信号,以至少对邻接的所述发送电极提供不同相位的交变信号的方式,从所述多个交变信号中向所述发送电极的每一个提供一个交变信号,并且,产生与该交变信号相同周期的基准相位信号;以及信号处理电路,其被设置成由多个键共用,并被提供在该多个键的各键设置的所述接收电极处所感应的交变信号和所述基准相位信号,通过基于所述基准相位信号对每个键辨别在接收电极处所感应的交变信号的相位,从而检测该键的操作位置。另外,所述发送电极可以与各键个别独立地设置,也可以被设置成由多个键共用。

[0028] 根据本发明的电子乐器的键操作检测装置,由于由多个键共同使用由信号产生电路产生的交变信号,并且,通过一个信号处理电路求出多个键的操作位置,所以具有能够用简单的构成来正确地检测键的操作位置的效果。

[0029] 另外,信号处理电路也可以以下述方式构成,即,基于所检测的键的操作位置的随时间变化,检测该键的操作速度,在该情况下,除上述效果外,还具有可以用简单的构成来正确地检测键操作速度的效果。

[0030] 此外,信号处理电路也可以以下述方式构成,即,基于键的按键深度的检测,计测键从第一按键深度起到通过第二按键深度的时间间隔,由此,检测键的操作速度,在该情况下,除上述效果外,还具有可以更简单地检测键操作速度的效果。

[0031] 此外也可以以下述方式构成,即,接收电极与各键对应地设置多个,发送电极设置有两个,信号产生电路以使提供到一方的发送电极的交变信号和提供到另一方的发送电极

的交变信号的相位相互相差 π 弧度的方式,分别向两个发送电极提供交变信号,信号处理电路基于从在设置于各键的一个接收电极处所感应的交变信号产生相位反转起到在其他接收电极处所感应的交变信号产生相位反转的时间间隔,检测键的操作速度,在该情况下,除上述效果外,还具有如下效果:能够用简单的构成来辨别来自接收电极的交变信号的相位并检测该接收电极位于两个发送电极的中间的情况,可根据来自至少两个接收电极的交变信号的相位反转的时间间隔来求出键的操作速度。

[0032] 此外也可以以下述方式构成,即,接收电极与各键相对应地设置有一个,发送电极设置有多个,信号处理电路基于从在各键的接收电极处所感应的交变信号的相位成为第一相位起到成为第二相位的时间间隔,检测键的操作速度,在该情况下,除上述效果外,还可以用简单的构成来辨别来自接收电极的交变信号的相位,可以根据使交变信号的相位发生规定的变化的时间间隔来求出键的操作速度。此外,还具有通过辨别交变信号的相位从而不仅求出键的操作速度而且同时还可求出键操作的深度的效果。

[0033] 在该情况下,发送电极按如下方式配设:在键至少在规定区间内被按键的情况下,相对于接收电极同时对置多个发送电极,并且,随着键的按键深度发生变化,与接收电极对置的各发送电极的比例发生变化。由此,除上述效果外,由于在将键在规定区间内按键的期间,随着键的按键深度的变化而使与接收电极对置的各发送电极的比例发生变化,伴随于此,在该接收电极处所感应的交变信号的相位也发生变化,因而可连续检测按键深度。由此,具有可在该规定的区间内自由变更检测键的操作速度的区间的效果。

[0034] 此外,在该情况下,也可以以下述方式构成,即,用于利用信号处理电路检测键的操作速度的所述第一相位和所述第二相位的至少一方能通过操作者进行变更。由此,除上述效果外,还具有如下效果:根据操作者(演奏者)的喜好,此外根据演奏曲目,可自由变更测定键的操作速度的区间。

[0035] 此外,也可以构成为在接收电极和发送电极之间设置有规定的间隙,在该情况下,能够在不对键的操作感给予影响的情况下起到上述效果。

[0036] 此外,信号产生电路也可以以下述方式构成,即,在接收电极处所感应的交变信号的电压成为能在信号处理电路进行处理的电平的方式,将电压高于基准相位信号的交变信号提供到发送电极,在该情况下,除上述效果外,还具有如下效果:通过由发送电极产生强电场,从而虽然在发送电极和接收电极之间设置空间,但是可将在接收电极处所感应的交变信号的电压做成能用信号处理电路处理的电平,可非接触且稳定地检测键操作速度、深度。

[0037] 此外,也可以以发送电极、接收电极的任一方或者双方由绝缘膜覆盖的方式构成,在对发送电极施加绝缘膜的情况下,除上述效果外,即使由发送电极产生强电场,也能够阻止在高湿度、尘埃多的环境下电极间的泄露电流及放电,在对接收电极施加绝缘膜的情况下,除上述效果外,还具有可阻止在接收电极处所感应的信号的泄漏并可稳定地检测键操作速度的效果。

[0038] 此外,也可以是将在信号产生电路产生的多个交变信号提供到发送电极的布线使相位相互相差 π 弧度的交变信号成对地通过平行线或者双扭线电缆(twisted pair cable)提供到发送电极,在该情况下,除上述效果外,还具有如下效果:即使因发送电极产生强电场,也能够使来自从信号产生电路至发送电极的长布线的无用辐射抵消,由多个键

共有信号产生电路,可提供廉价的装置。

[0039] 此外,也可以以下述方式构成:由信号产生电路产生的多个交变信号的相位被设定为在相加该多个交变信号时使交变信号抵消的相位,并且,通过使将该多个交变信号提供到发送电极的布线成为平行线、双扭线电缆或者用屏蔽体覆盖这些线的屏蔽线,从而抵消来自该布线的无用辐射,在该情况下,除上述效果外,还具有如下效果:即使因发送电极产生强电场,也能够使来自从信号产生电路至发送电极的长布线的无用辐射抵消,由多个键共有信号产生电路,提供廉价的装置。

[0040] 此外,在本发明的电子乐器的键操作检测装置中,也可以在键或者与该键连动的部件设置有发送电极,并且,在键盘机构的基部设置有所述接收电极和所述信号处理电路,在该情况下,除上述效果外,由于对同一部件设有接收电极和信号处理电路,因而具有可缩短自接收电极至信号处理电路的布线,可将在接收电极处所感应的交变信号有效地导入信号处理电路的效果。

[0041] 此外,也可以在键或者与该键连动的部件设置有接收电极,并且,在键盘机构的基部设置有发送电极和信号产生电路,在该情况下,除上述效果外,可缩短自信号产生电路至发送电极的距离,而且由于可使小的接收电极以大振幅进行移动,所以还具有可使键盘机构小型化的效果。

[0042] 此外,也可以对将在接收电极处所感应的交变信号提供到信号处理电路的布线施加由地线夹持的屏蔽体,在该情况下,除上述效果外,还具有可防止使自接收电极至信号处理电路的布线受到来自周边空间的干扰电波的影响的效果。

附图说明

[0043] 图 1 是表示本发明第一实施方式中的键、音锤 (hammer)、发送电极及接收电极的关系的图。

[0044] 图 2 是表示本发明第一实施方式中的信号产生电路及逻辑集成电路的内部构成的图。

[0045] 图 3 是表示本发明第一实施方式中的至发送电极、接收电极及逻辑集成电路的等效电路的图。

[0046] 图 4 是表示本发明第一实施方式中的使按键深度发生变化时的信号的情况的图。

[0047] 图 5 是图 4 所示的信号图的放大图。

[0048] 图 6 是表示本发明第一实施方式中的微处理器所进行的处理内容的流程图。

[0049] 图 7 是表示本发明第二实施方式中的发送电极对接收电极的影响程度和相位的关系的图。

[0050] 图 8 是表示本发明第二实施方式中的信号产生电路、发送电极、接收电极及逻辑集成电路的内部构成的图。

[0051] 图 9 是表示本发明第二实施方式中的主时钟、相位脉冲、基准相位信号及门电路 (gate) 输出的关系的图。

[0052] 图 10 是表示本发明第二实施方式中的按键深度发生变化时相位的情况的图。

[0053] 图 11 是表示本发明第二实施方式中的微处理器所进行的处理内容的流程图。

[0054] 图 12 是表示本发明第三实施方式中的发送电极的基本结构的图。

- [0055] 图 13 是表示本发明第三实施方式中的发送电极的其他结构的图。
- [0056] 图 14 是表示本发明第三实施方式中的施加于发送电极的信号、按键深度发生变化时相位的情况的图。
- [0057] 图 15 是表示本发明第三实施方式中的微处理器所进行的处理内容的流程图。
- [0058] 图 16 是表示本发明第四实施方式中的发送电极、接收电极及信号产生电路的图。
- [0059] 图 17 是表示本发明第四实施方式中的施加于发送电极的信号及按键深度发生变化时相位的情况的图。
- [0060] 图 18 是表示本发明的变形例的图。
- [0061] 图 19 是表示现有的电子乐器的键操作检测装置的图。
- [0062] 图 20 是表示现有技术中检测物体的旋转角度的技术的图。
- [0063] 图 21 是表示现有技术中检测物体的位置的技术的图。
- [0064] 附图标记说明
- [0065] 101 : 键 104 : 音锤 108 : 键盘基部 109 : 发送电极 110 : 速度检测基盘 111 : 接收电极 112 : 逻辑集成电路 201 : 信号产生电路 202 : 正弦波振荡器 203 : 平衡升压变压器 204 : 布线 208 : 相位比较器 212 : 微处理器 801 : 发送电极 802 : 接收电极 803 : 信号产生电路 804 : 正弦波振荡器 805 : 余弦波振荡器 806 : 平衡升压变压器 807 : 平衡升压变压器 808 : 逻辑集成电路 811 : 相位辨别器 1201 : 发送电极 1301 : 发送电极 1601 : 发送电极 1801 : 发送电极 1802 : 接收电极

具体实施方式

[0066] 下面,参照附图说明本发明优选的第一实施方式。图 1 表示应用了本发明的电子乐器的键操作检测装置中的键 101、音锤 104、发送电极 109 及接收电极 111 的关系。作为代表提取出一个键进行说明,但是其他键也是同样构成。在图 1(a) 示出从音锤 104 的前端部 106 的正面侧即在图 1(b) 从左侧观察发送电极 109 及接收电极 111 的图,在图 1(b) 示出从侧面观察键的机构的图。

[0067] 当演奏者按下键 101 时,键 101 以转动轴 102 为中心转动。与键 101 连动,推片 103 使音锤 104 动作,音锤 104 以转动轴 105 为中心转动,将音锤 104 的前端部 106 向上提起。通过演奏者的离键操作,键 101 通过未图示的弹簧等复原到原来位置,音锤 104 利用自重复原到原来的位置且抵接于承接部件 107。这些键机构构筑于键盘基部 108 之上。

[0068] 在音锤 104 的前端部 106 配置有发送电极 109。发送电极 109 由均形成矩形的第一发送电极 109A 及第二发送电极 109B 构成,第一发送电极 109A 及第二发送电极 109B 相对于音锤 104 的前端部 106 的移动方向(以下,简称为“音锤 104 的移动方向”)并排配设,隔开规定的间隔 109Z 而绝缘固定于前端部 106。对于发送电极 109 的相对于音锤 104 的移动方向的长度,第一发送电极 109A 要比第二发送电极 109B 长,此外,将第一发送电极 109A 相对于前端部 106 的移动方向配置于上侧,将第二发送电极 109B 配置于下侧。发送电极 109A、109B 的宽度(在配置有发送电极 109A、109B 的前端部 106 的面上与音锤 104 的移动方向相垂直的方向的长度。)与音锤 104 的宽度大致相同。由于向发送电极 109A 及 109B 以后述的方式施加高电压,因而优选对电极表面及间隔 109Z 施加绝缘膜以防止漏电及放电。

[0069] 在键盘基部 108,在与音锤 104 的前端部 106 相对置的位置设置有速度检测基板 110。在速度检测基板 110 上,作为接收电极 111,相对于音锤 104 的移动方向隔开规定的间隔通过印刷并排形成或者装接有均以矩形构成的第一接收电极 111A 及第二接收电极 111B。此外,在速度检测基板 110 上装接有逻辑集成电路 112。接收电极 111A 及接收电极 111B 以在音锤 104 转动时不与发送电极 109A 及发送电极 109B 接触的方式设置规定的间隙,并接近与这些发送电极 109A、109B 对置的位置进行配置。另外,与接收电极 111 对置的前端部 106 的面以在音锤 104 转动时发送电极和接收电极的距离不发生变化的方式沿转动曲线弯曲。接收电极 111 中的音锤 104 的移动方向的长度以只是受到发送电极的局部影响的方式设定为比发送电极 109A 及发送电极 109B 任一方都短,与接收电极 111 中的音锤 104 的移动方向垂直的方向的宽度与发送电极的宽度大致相同。此外,将第一接收电极 111A 相对于音锤 104 的移动方向配置于下侧,将第二接收电极 111B 相对于音锤 104 的移动方向配置于上侧,在不进行按键的状态下,接收电极 111A 和接收电极 111B 与第一发送电极 109A 对置。当进行按键时,使音锤 104 的前端部 106 向上方移动,续接于发送电极 109A,发送电极 109B 通过接收电极 111A 及接收电极 111B 的附近。此外,在接收电极 111 上,为阻止所感应的信号的泄漏而优选在电极表面及邻接的电极间施加绝缘膜。

[0070] 图 2 表示发生施加于发送电极的信号的信号产生电路 201 及对在接收电极处所感应的信号进行处理的逻辑集成电路 112 的内部构成。信号产生电路 201 包括正弦波振荡器 202 及平衡升压变压器 203,配备于键盘基部 108。正弦波振荡器 202 生成 100kHz 的长波带的正弦波交变信号。所生成的信号通过平衡升压变压器 203 升压为高电压。另外,正弦波振荡器 202 的输出的一端接地,平衡升压变压器 203 的二次侧的中心抽头接地,从平衡升压变压器 203 的二次侧的两端的端子输出电压相等且相位相互相差 π 弧度(反相)的两相的高压交变信号。关于平衡升压变压器 203 的升压比将在后面叙述。在此,只将一个键作为代表进行表示,而信号产生电路 201 由多个键共用使用,将来自信号产生电路 201 的高压的交变信号提供到多个键的发送电极 109A、109B。

[0071] 将与正弦波振荡器 202 同相位的高压交变信号通过布线 204 提供到发送电极 109A,将与正弦波振荡器 202 反相位的高压交变信号通过布线 204 提供到发送电极 109B。布线 204 为使来自布线 204 的无用辐射减小而优选做成平行线、双扭线电缆、或者用屏蔽体保护(覆盖)做成平行线或者双扭线电缆的芯线的屏蔽线。若将布线 204 预先做成平行线或者双扭线电缆,则通过布线 204 的信号由于彼此反相而彼此抵消,会使无用辐射降低。在做成屏蔽线的情况下,可进一步降低来自布线 204 的无用辐射。来自布线 204 的无用辐射按平行线、双扭线电缆、屏蔽线这一顺序变小,但布线 204 的构造只要考虑所允许的无用辐射的大小、成本等来决定即可。另外,在作为布线 204 使用屏蔽线的情况下,如图 2 所示,将布线 204 的屏蔽体接地。另外,平衡升压变压器 203 配备于键盘基部 108,发送电极 109 设于音锤 104,因此,布线 204 中对音锤 104 交接信号的部位优选使用富有柔软性的线材,以不妨碍音锤 104 的动作。

[0072] 施加于发送电极 109A 的交变信号经由形成于发送电极 109A 与接收电极 111A 及接收电极 111B 之间的静电电容而在接收电极 111A 及接收电极 111B 处感应出交变信号。同样,施加于发送电极 109B 的交变信号也经由形成于发送电极 109B 与接收电极 111A 及接收电极 111B 之间的静电电容而在接收电极 111A 及接收电极 111B 处感应出交变信号。这些

静电电容随着音锤 104 的移动而变化。将在接收电极 111A 及接收电极 111B 处所感应的交变信号提供到逻辑集成电路 112。自接收电极 111A 及接收电极 111B 至逻辑集成电路 112 的布线用未图示的屏蔽体、保护用的铜箔包围以防止来自邻接的布线的串扰及噪声的混入的方式形成。关于逻辑集成电路 112 将在后面详细叙述。

[0073] 在图 3 中示出多个键的至发送电极 109、接收电极 111 及逻辑集成电路 112 的等效电路。电容器 c1 为形成于发送电极 109A 和接收电极 111A 或者 111B 之间的静电电容, 电容器 c2 为形成于发送电极 109B 和接收电极 111A 或者 111B 之间的静电电容, 电容器 c3 为逻辑集成电路 112 的输入电容。电容器 c4 为速度检测基板 110 上的邻接的接收电极 111 的布线之间的杂散电容, 成为上述串扰的原因。电容器 c5 为自接收电极 111 至逻辑集成电路 112 的布线的杂散电容。电容器 c1 及电容器 c2 的电容也取决于电极的尺寸、电极间的距离, 但最大不足 1pF, 电容器 c3 的电容大概为 5pF 左右。如上所述, 在将自接收电极 111 至逻辑集成电路 112 的布线用屏蔽体、保护用的铜箔包围的情况下, 电容器 c4 变小而 c5 变大。若设施加于发送电极 109A 及发送电极 109B 的交变信号分别为 e1 及 e2, 则输入到逻辑集成电路 112 的电压为:

[0074] 《数学式 2》

[0075] $V = (e1 \times c1 + e2 \times c2) / (c1 + c2 + c3 + c5) \dots$ 式 2。

[0076] 电容器 c3 及 c5 的电容比电容器 c1 及电容器 c2 的电容大 1 位数以上, 因此, 输入到逻辑集成电路 112 的电压为施加于发送电极的电压的几十分之一。因此, 将平衡升压变压器 203 的升压比设定为电容器 c3 及 c5 的电容与电容器 c1 及电容器 c2 的电容之比左右。这样, 通过将施加于发送电极 109 的电压设为高电压, 从而即使形成于发送电极 109 和接收电极 111 之间的静电电容小, 也能够得到为了用逻辑集成电路 112 进行数字处理而充分的电平信号。

[0077] 另外, 图 3 未图示, 但是在自平衡升压变压器 203 的二次侧至发送电极 109A、发送电极 109B 的布线中存在杂散电容, 并且, 在发送电极 109A 及发送电极 109B 与地之间也存在杂散电容。因此, 在平衡升压变压器 203 的二次侧, 这些杂散电容加上所连接的键的数目的量而成为负荷。当设平衡升压变压器 203 的一次侧和二次侧的两端间的匝数比为 n 时, 从平衡升压变压器 203 的一次侧看到的上述杂散电容的值为二次侧的杂散电容的 n 的二次方倍。由达到 n 的二次方倍的杂散电容和平衡升压变压器 203 的一次侧的电感形成谐振电路。优选以使该谐振电路的谐振频率与正弦波振荡器 202 所产生的交变信号的频率相一致的方式, 设计平衡升压变压器 203 的线圈。这样, 由于提高了从平衡升压变压器 203 的一次侧看到的阻抗, 因而可减小流入到平衡升压变压器 203 的一次侧的电流。因此, 升压中的功率效率提高, 可以使平衡升压变压器小型化。此外, 这样, 可使平衡升压变压器 203 的一次侧的信号和二次侧的信号相位差为最少, 可减小相位测定结果的误差。但是, 必须使谐振电路的谐振频率和正弦波振荡器所产生的交变信号的频率正确同步, 使得通过平衡升压变压器不产生相位偏差。另外, 也可以取代升压变压器而使用采用了高电压驱动器的放大电路生成施加于电极的高电压的交变信号。在使用采用了高电压驱动器的放大电路的情况下, 不需要上述谐振电路的同步。

[0078] 另外, 由于上述的静电电容 c5 为自接收电极至逻辑集成电路 112 的布线的杂散电容, 因而电容的大小取决于该布线的长度。在一个逻辑集成电路 112 接受许多键的速度

检测的情况下,速度检测基板 110 上的自接收电极端子 111A 及接收电极端子 111B 至逻辑集成电路 112 的输入端子的各导线的长度因键而有很大差异,其结果是,因键而使静电电容 c_5 的大小有很大差异。在该情况下,也可以在上述接收电极端子 111A 及接收电极端子 111B 的附近,由廉价的 CMOS 逆变器等比较性放大度小的缓冲器进行中继并将导线的静电电容 c_5 设为最小,以降低因导线间的串扰、外来噪声而造成的影响。

[0079] 返回到图 2,将在接收电极 111A 及接收电极 111B 处所感应的检测信号 205A 及检测信号 205B 提供到逻辑集成电路 112,并分别输入到电压比较器 206A 及电压比较器 206B 的正侧输入端子。在电压比较器 206A 及电压比较器 206B 的正侧输入端子和地之间连接有数 $M\Omega$ 左右的电阻,电压比较器 206A 及电压比较器 206B 的负侧输入端子接地。电压比较器 206A 及电压比较器 206B 在正侧输入端子的电压比负侧输入端子的电压高的情况下输出“1”,在正侧输入端子的电压比负侧输入端子的电压低的情况下输出“0”,由此,将检测信号 205A 及检测信号 205B 分别变换为逻辑电平,成为相位脉冲 207A 及相位脉冲 207B。

[0080] 将相位脉冲 207A 及相位脉冲 207B 分别送出到下一级的相位比较器 208A 及相位比较器 208B。另一方面,将来自正弦波振荡器 202 的信号用电平变换器 209 变换为逻辑电平而成为基准相位信号 210,并送出到相位比较器 208A 及相位比较器 208B。相位比较器 208A 取相位脉冲 207A 和基准相位信号 210 的“异或”,作为相位输出 211A 提供到微处理器 212。同样,相位比较器 208B 取相位脉冲 207B 和基准相位信号 210 的“异或”,作为相位输出 211B 提供到微处理器 212。

[0081] 微处理器 212 在基于相位输出 211A 及相位输出 211B 判别为击键 (note on) 时,将含有按键速度信息的击键指示送出到未图示的音源,并且,在判别为释键 (note off) 时,将含有离键速度信息的释键指示送出到音源。

[0082] 另外,逻辑集成电路 112 按一个八音度 (octave) 程度的多个键而设置一个,通过一个逻辑集成电路 112 进行对多个键的处理。此时,逻辑集成电路 112 内的微处理器 212 以外的构成要素对各键独立准备,但是,微处理器 212 只设置一个,通过一个微处理器 212 进行对多个键的处理。或者,也可以在逻辑集成电路 112 内只设置微处理器 212 以外的构成要素,将微处理器 212 设为有别于逻辑集成电路 112 的部件。在该情况下,将多个逻辑集成电路 112 和一个微处理器 212 连接,通过一个微处理器 212 进行对多个逻辑集成电路 112 的处理。

[0083] 在图 4 中示出按键深度发生变化时的检测信号 205A 及检测信号 205B 的电压变化的图表、和表示伴随该电压变化的相位输出 211A 及相位输出 211B 的变化定时的时间图。图 5 中,以在图 4 中达到按键深度 P1 的定时为中心,将检测信号 205A、相位脉冲 207A、基准相位信号 210 及相位输出 211A 的时间图在按键深度方向放大表示。按键开始点 P0 表示键的初始位置即在还未按键的状态下的按键深度。按键深度 P1 表示发送电极 109A 及发送电极 109B 的边界位于接收电极 111A 时的按键深度。按键深度 P2 表示发送电极 109A 及发送电极 109B 的边界位于接收电极 111B 时的按键深度。按键深度 P3 表示按键到最深的位置时的按键深度。

[0084] 在按键开始点 P0,由于与正弦波振荡器 202 同相位的发送电极 109A 与接收电极 111A 及接收电极 111B 均对置,因此,在接收电极 111A 及接收电极 111B 双方恒定地感应出与发送电极 109A 同相位的交变信号。此时,由于相位脉冲 207A 和由正弦波振荡器 202 生

成的基准相位信号 210 为同相位,因而在相位比较器 206A 取“异或”后的结果的相位输出 211A 成为“0”。同样,相位输出 211B 也成为“0”。

[0085] 当进行按键使按键深度接近如图 4 所示的第一按键深度 P1 时,如图 5 所示,由于发送电极 109A 给予接收电极 111A 的影响小,相反,发送电极 109B 给予接收电极 111A 的影响大,因而由发送电极 109A 施加的信号通过由发送电极 109B 施加的反相的信号而被削弱,在接收电极 111A 处所感应合成的信号的振幅急剧减小。

[0086] 在按键深度达到如图 4 所示的第一按键深度 P1 时,接收电极 111A 位于发送电极 109A 和发送电极 109B 的边界,由于从两个发送电极向接收电极 111A 的影响相等,因而在接收电极 111A 处所感应合成的信号抵消而成为“0”。在该瞬间,由于交变信号 10 的电平成为“0”,所以相位不确定。

[0087] 当按键深度超过第一按键深度 P1 时,发送电极 109A 给予接收电极 111A 的影响变小,并且,发送电极 109B 的影响变大,因此,感应电压快速增大,且相位明确反转,相位输出 211A 由“0”变化为“1”。

[0088] 当进一步进行按键而发送电极 109A 和发送电极 109B 的边界通过接收电极 111B 之上,与上述的情况同样,按键深度通过第二按键深度 P2 时,相位输出 211B 从“0”变化为“1”。

[0089] 将这样得到的相位输出 211A 和相位输出 211B 从“0”变化为“1”的定时的时间间隔、即按键深度从第一按键深度 P1 至转变到第二按键深度 P2 的时间间隔,由微处理器 212 的程序所实现的速度计(以后,将按键时的速度计称为“按键速度计数器”,将离键时的速度计称为“离键速度计数器”)进行计测,可据此求出按键速度。该时间间隔为数毫秒级,因此,也可以计数 10 微秒周期的基准相位信号 210。

[0090] 在图 6 中示出微处理器 212 的处理内容。实际上,多个键的处理是分时进行的,但是,在此为使说明简略而只对一个键进行解说。该处理按充分短的一定时间(例如,120 μs)而反复起动。此外,处理所使用的参数通过未图示的处理在电源接入时进行初始化。

[0091] 在该处理中,首先,判别来自相位输出 211A 的前次处理的电平变化(S101)。另外,相位输出 211A 的前次处理中的电平在后述的步骤 S110 中进行存储。在当前的电平为“0”而不变化为前次的处理的情况(S101:0→0)下进入步骤 S110,在电平从“0”变化为“1”的情况(S101:0→1)下进入步骤 S102,在电平从“1”变化为“0”的情况(S101:1→0)下进入步骤 S104,在电平为“1”而不变化为前次的处理的情况(S101:1→1)下进入步骤 S108。

[0092] 在步骤 S102,将按键速度计数器的值归零,进入步骤 S103。在步骤 S103,开始按键速度计数器的计数,进入步骤 S110。

[0093] 在步骤 S104,判断是否为离键速度计数器的计数中,在为计数中的情况(S104:是)下进入步骤 S105,在不为计数中的情况(S104:否)下,进入步骤 S110。在步骤 S105,停止离键速度计数器的计数,进入步骤 S106。在步骤 S106,根据离键速度计数器的计数值算出离键速度并进入步骤 S107。在步骤 S107,将含有离键速度信息的释键指示送出到音源,进入步骤 S110。

[0094] 在步骤 S108,判断是否为按键速度计数器的计数中,在为计数中的情况(S108:是)下进入步骤 S109,在不为计数中的情况(S108:否)下进入步骤 S110。在步骤 S109,使

按键速度计数器的值增加,进入步骤 S110。

[0095] 在步骤 S110,存储相位输出 211A 的电平,并进入步骤 S111。

[0096] 在步骤 S111,判别来自相位输出 211B 的前次处理的电平变化。另外,相位输出 211B 的前次处理中的电平在后述的步骤 S120 进行存储。在当前的电平为“0”而不变化为前次的处理的情况 (S111 :0 → 0) 下进入步骤 S112,在电平从“0”变化为“1”的情况 (S111 :0 → 1) 下进入步骤 S114,在电平从“1”变化为“0”的情况 (S111 :1 → 0) 下进入步骤 S118,在电平为“1”而不变化为前次的处理的情况 (S111 :1 → 1) 下进入步骤 S120。

[0097] 在步骤 S112,判断是否为离键速度计数器的计数中,在为计数中的情况 (S112 :是) 下进入步骤 S113,在不为计数中的情况 (S112 :否) 下,进入步骤 S120。在步骤 S113,使离键速度计数器的值增加,进入步骤 S120。

[0098] 在步骤 S114,判断是否为按键速度计数器的计数中,在为计数中的情况 (S114 :是) 下进入步骤 S115,在不为计数中的情况 (S114 :否) 下进入步骤 S 120。在步骤 S115,停止按键速度计数器的计数,进入步骤 S116。在步骤 S116,根据按键速度计数器的计数值算出按键速度并进入步骤 S117。在步骤 S117,将含有按键速度信息的击键指示送出到音源,进入步骤 S120。

[0099] 在步骤 S118,将离键速度计数器的值归零并进入步骤 S119。在步骤 S119,开始离键速度计数器的计数并进入步骤 S120。

[0100] 在步骤 S120 存储相位输出 211B 的电平并结束处理。

[0101] 在按键尚未进行而按键深度处于按键开始点 P0 时,相位输出 211A 及相位输出 211B 的电平为“0”,由于既不是按键速度计数器的计数中也不是离键速度计数器的计数中,因而进行步骤 S101、步骤 S110、步骤 S111、步骤 S112、步骤 S120 的处理,只进行存储该时间点的相位输出的处理。由于即使开始按键,在按键深度达到第一按键深度 P 1 之前相位输出 211A 及相位输出 211B 的电平也不发生变化,因而重复进行同样的处理。

[0102] 在按键深度达到第一按键深度 P 1 时,相位输出 211A 的电平从“0”变化为“1”,因此,进行步骤 S102、步骤 S103 的处理并开始按键速度的计数。在按键深度的计数中按键深度处于第一按键深度 P1 和第二按键深度 P2 之间时,相位输出 211A 的电平为“1”,因此,通过步骤 S109 的处理使按键速度计数器的值增加。

[0103] 在按键推进且按键深度达到第二按键深度 P2 时,相位输出 211B 的电平从“0”变化为“1”,因此,进行步骤 S114 ~ 步骤 S117 的处理,停止按键速度计数,根据按键速度计数器的计数值算出按键速度,并向音源输出含有按键速度信息的击键指示。在按键深度超过第二按键深度 P2 时,相位输出 211A 及相位输出 211B 的电平为“1”,不是按键速度计数器及离键速度计数器的计数中,因此,通过步骤 S101、步骤 S110、步骤 S111 及步骤 S120 只进行存储该时间点的相位输出的处理。

[0104] 在开始离键且按键深度达到第二按键深度 P2 时,相位输出 211B 的电平从“1”变化为“0”,因此,进行步骤 S118、步骤 S119 的处理,并开始离键速度计数器的计数。在为离键速度计数器的计数中且按键深度处于第二按键深度 P2 和第一按键深度 P1 之间时,由于相位输出 211B 的电平为“0”,因而通过步骤 S113 的处理使离键速度计数器的值增加。

[0105] 在离键推进且按键深度达到第一按键深度 P1 时,相位输出 211A 的电平从“1”变化为“0”,因此,进行步骤 S104 ~ 步骤 S107 的处理,停止离键速度计数,根据离键速度计数

器的计数值算出离键速度,并向音源输出含有离键速度信息的释键指示。

[0106] 这样,根据本实施方式,电压平衡,检测施加有相位相反的交变信号的两个发送电极的边界通过接收电极附近而引起的急剧的相位变化,可检测正确的按键深度。当因温度、机构精度的偏差等而使电极间隙变动时,虽然静电电容发生变化且带来检测电压的变动,但是,若进行相位检测则不是在接收电极处所感应的信号的电压,而是检测所感应的信号的快速的相位变化,因此可以使检测电压的影响停留在最小限度。

[0107] 在使用现有的一个发送电极和一个接收电极的感应电压检测所实现的键操作检测方式中,需要用于求出模拟量的值的昂贵的 A/D 变换器等,而在本发明中,可使用简单的数字相位比较器用小规模的集成电路构成键操作检测装置。此外,在现有的感应电压检测所实现的键操作检测方式中,因温度、机构精度的偏差等引起的检测电压的变化对键操作速度的检测精度给予影响,但在本发明中,能在不受检测电压的变化的影响的情况下进行正确的键操作检测。此外,根据本实施方式,由于由多个键共用用于对发送电极赋予交变信号的一个信号产生电路 201,并且,还由多个键共用用于判别在接收电极处所感应的交变信号的相位的逻辑集成电路 112,因而可用简单的构成检测键操作速度。此外,根据本实施方式,由于在发送电极和接收电极之间设有间隙,因而不会对键的操作感给予影响。

[0108] 另外,当延长接收电极的音锤 104 的移动方向的长度时,接收电极通过两个发送电极的边界时在接收电极处所感应的信号的相位转变变缓。这是由于在接收电极处所感应的信号是按照与接收电极对置的各发送电极的面积比率而确定的。因此,当延长接收电极的音锤 104 的移动方向的长度时,空间分辨力下降。另一方面,当延长接收电极的音锤 104 的移动方向的长度时,在接收电极处所感应的信号的电平上升。做成何种程度的长度成为与键盘机构的精度的折衷。此外,在该实施方式中,由于在发送电极和接收电极之间设有间隙,因而不会对键的操作感给予影响,但是,也可以在发送电极和接收电极之间夹持电介质,即使缩短电极间的距离也能够防止两电极的接触。在该情况下,可考虑在两电极间夹持一个电介质,或者分别用电介质覆盖各电极的表面的构成,但不论哪种情况,都可能使电极边与电介质接触边移动或者电介质彼此边接触边移动,因此,为使对键的操作感给予的影响为最小限度而优选使用摩擦系数小的电介质。

[0109] 下面,说明本发明优选的第二实施方式。如钢琴这样的击弦乐器,其音量、音色取决于音锤击打弦的瞬间即音锤的最终速度,而在电子乐器的情况下,由于机构与钢琴不同,因而电子乐器的音锤的最终速度有时与钢琴的音锤的最终速度不同。因此,在电子乐器中,有时除键、音锤的最终速度之外还要检测初速度以控制发音。此外,在高速连击的情况下,有时在键、音锤恢复到初始位置之前进行下一次的按键。因此,在使用现有的键开关的方式中,将键开关的触点设置三个以上以检测初始速度和最终速度双方。

[0110] 在第二实施方式中,将接收电极设为一个,将发送电极增加为四个,产生四相的交变信号,将邻接的发送电极间的相位差设为 $\pi/2$ 弧度,由此在两个按键深度区间检测键的操作速度。在本实施方式中,如在后面参照图 10 进行详述的那样,使在接收电极处所感应的信号的相位跨三次地快速地按各 $\pi/2$ 弧度进行变化。通过测定第一相位变化和第二相位变化的时间间隔,检测按键的初速度,通过测定第二相位变化和第三相位变化的时间间隔,检测按键的最终速度。

[0111] 在本实施方式中的接收电极通过邻接的两个接收电极的边界时,在接收电极处

所感应的电压如下。当设施加于两个发送电极的电压分别为 $\sin \omega t$ 及 $\cos \omega t$ 、设被施加 $\cos \omega t$ 的电压的电极对接收电极的影响程度为 a ($0 < a < 1$) 时,则被施加 $\sin \omega t$ 的电压的电极对接收电极的影响程度为 $(1-a)$,将两发送电极的影响合成后的电压如式 3 所示。

[0112] 《数学式 3》

[0113]

$$(1-a) \sin \omega t + a \cos \omega t = \left[\{1 - 2a(1-a)\}^{1/2} \right] \sin(\omega t + \varphi) \dots \text{式 3}$$

[0115] 其中, φ 如式 4 所示。

[0116] 《数学式 4》

[0117]

$$\varphi = \arctan \{ a / (1-a) \} \dots \text{式 4}$$

[0118] 由于被施加 $\cos \omega t$ 的电压的电极对接收电极的影响程度 a 在“0”~“1”的范围进行变化,因而如式 4 所示,在接收电极处所感应的电压的相位 φ 在“0”~“ $\pi/2$ ”弧度的范围进行变化。图 7 表示影响程度 a 和相位 φ 的关系。

[0119] 此外,如式 3 所示,在接收电极处所感应的电压电平在“1”~“ $(1/2)^{1/2}$ ”内进行变化,但不变为“0”。这是由于,在第一实施方式中,施加于邻接的发送电极间的电压彼此反相,与之相对,在本实施方式中,为相差 $\pi/2$ 弧度。这样,在本实施方式中,在接收电极处所感应的信号的振幅不会极端变小,具有可保全的长处。因此,能够更可靠地进行在接收电极处所感应的信号的相位的辨别。

[0120] 在图 8 中示出第二实施方式中的产生施加于发送电极的信号的信号产生电路、发送电极、接收电极及对在接收电极处所感应的信号进行处理的逻辑集成电路的内部构成。在以下的说明中,对于与第一实施方式起相同作用的部件,标注同一附图标记而详细的说明从略。

[0121] 在图 8(a) 中示出音锤 104 的前端部 106 部分的侧面,在图 8(b) 中示出信号产生电路、发送电极、接收电极及对信号进行处理的逻辑集成电路。另外,在图 8(b) 中示出为了易于在左上方清楚发送电极、接收电极的关系而从前端部 106 的正面观察电极的图,即示出从图 8(a) 的左侧观察的图。在图 8(c) 中放大示出与发送电极连接的布线的局部。

[0122] 在音锤 104 的前端部 106,与第一实施方式同样具备矩形的发送电极。但是,在第二实施方式中,设有四个发送电极,将发送电极 801A、发送电极 801B、发送电极 801C 及发送电极 801D 按该记载顺序沿音锤 104 的前端部 106 的移动方向从上方开始隔开规定的间隔进行绝缘固定。在速度检测基板 110 上与第一实施方式同样具备矩形的接收电极 802。但是,在第二实施方式中,设有一个接收电极。

[0123] 信号产生电路 803 由正弦波振荡器 804、余弦波振荡器 805、平衡升压变压器 806 及平衡升压变压器 807 构成。来自正弦波振荡器 804 及余弦波振荡器 805 的输出分别通过平衡升压变压器 806 及平衡升压变压器 807 而成为两相的高压交变信号。因此,从信号产生电路 803 产生相位按各 $\pi/2$ 弧度相差开的四相的高压交变信号。另外,作为正弦波振荡器及余弦波振荡器公知有振荡相位相差 $\pi/2$ 弧度的信号的四相振荡器 (quadrature oscillator:正交振荡器)。正弦波振荡器 804 及余弦波振荡器 805 所产生的交变信号为

同一电压及同一周期,此外,与两振荡器连接的平衡升压变压器 806 及平衡升压变压器 807 的升压比也设定为相同,因此,四相的高压交变信号的电压及周期相同。从平衡升压变压器 806 输出的两相的交变信号中,与正弦波振荡器 804 同相的波形 (sin 波) 提供到发送电极 801A,与正弦波振荡器 804 反相的波形 (-sin 波) 发送到发送电极 801C。此外,从平衡升压变压器 807 输出的两相的交变信号中,与余弦波振荡器 805 同相的波形 (cos 波) 提供到发送电极 801B,与余弦波振荡器 805 反相的波形 (-cos 波) 提供到发送电极 801D。即,对发送电极 801A 施加 sin 波、对发送电极 801B 施加 cos 波、对发送电极 801C 施加 -sin 波、对发送电极 801D 施加 -cos 波。因此,使邻接的发送电极间的相位差成为 $\pi/2$ 弧度 (90 度)。

[0124] 将从平衡升压变压器 806 向发送电极 801A 及发送电极 801C 提供交变信号的布线成对做成平行线或者双扭线电缆。通过布线的信号与第一实施方式同样彼此反相,因此,来自彼此抵消的布线的无用辐射得以降低。同样,将从平衡升压变压器 807 向发送电极 801B 及发送电极 801D 提供交变信号的布线也成对做成平行线或者双扭线电缆,以降低来自布线的无用辐射。若将布线做成屏蔽线,则可进一步降低无用辐射。另外,由于从两个平衡升压变压器输出的信号是相位各按 π 弧度偏移的四相,因而当将这些信号相加时彼此抵消。因此,即使将从两个平衡升压变压器输出的四条布线汇总做成平行线或者双扭线电缆,也能够使彼此抵消而降低无用辐射。

[0125] 在图 8(c) 中放大示出连结发送电极和平衡升压变压器的布线中的发送电极附近部分。发送电极 801A 连接有布线 820A、发送电极 801B 连接有布线 820B、发送电极 801C 连接有布线 820C、发送电极 801D 连接有布线 820D。将被提供彼此反相的信号的布线 820A 和布线 820C 做成接近的平行线,同样,将被提供彼此反相的信号的布线 820B 和布线 820D 也做成接近的平行线,进而,在布线 820C 和布线 820D 之间设有接地电极 821,接地电极 821 接地。通过这样的构成,会使来自布线的无用辐射降低。

[0126] 如图 8(b) 所示,将在接收电极 802 处所感应的交变信号输入到逻辑集成电路 808 的电压比较器 809 的正侧输入端子。电压比较器 809 的负侧输入端子与第一实施方式的电压比较器同样地接地,电压比较器 809 将交变信号变换为逻辑电平而成为相位脉冲 810。相位脉冲 810 提供到相位辨别器 811 的门电路 812。相位辨别器 811 是检测连续的相位变化的装置,其包括门电路 812、计数器 813 及寄存器 814。除对门电路 812 给予相位脉冲 810 之外,还给予将来自正弦波振荡器 804 的信号用电平变换器 209 变换为逻辑电平的基准相位信号 210 及来自主时钟振荡器 815 的主时钟 816。主时钟 816 的频率例如设定为 40MHz (周期:25ns),门电路 812 在从相位脉冲 810 的上升沿至基准相位信号 210 的上升沿期间使主时钟 816 通过,而成为门电路输出 817。将门电路输出 817 提供到计数器 813。计数器 813 对门电路输出 817 进行计数。计数器 813 在基准相位信号 210 的上升沿时将计数器 813 的计数值移至寄存器 814。寄存器 814 保持计数器 813 的计数值直至将其作为相位输出从微处理器 212 读出为止。

[0127] 在图 9 中示出主时钟 816、相位脉冲 810、基准相位信号 210 及门电路输出 817 的关系。门电路输出 817 通过在从相位脉冲 810 的上升沿至基准相位信号 210 的上升沿期间使主时钟 816 通过而生成,相位脉冲 810 的相位越比基准相位信号 210 的相位超前则门电路输出 817 的脉冲数越增加。通过数出门电路输出 817 的脉冲数,可检测在接收电极 802 处所感应的交变信号的相位。

[0128] 在图 10 中以 \sin 波的相位为基准相位示出在按键深度发生变化时接收电极 802 处所感应的交变信号的相位。按键深度 P1 表示接收电极 802 通过发送电极 801A 和发送电极 801B 的边界的位置, 按键深度 P2 表示接收电极 802 通过发送电极 801B 和发送电极 801C 的边界的位置, 按键深度 P3 表示接收电极 802 通过发送电极 801C 和发送电极 801D 的边界的位置。

[0129] 在按键待机中, 施加于发送电极 801A 的信号 $\sin \omega t$ 在接收电极 802 发生感应。此时检测的相位为“0”。在开始按键、按键深度达到 P1 之前, 所检测的相位一直为“0”。在按键推进且接收电极 802 通过发送电极 801A 和 801B 的边界时, 从发送电极 801A 感应出的信号 $\sin \omega t$ 快速减小, 从发送电极 801B 感应出的信号 $\cos \omega t$ 快速增加。此时检测到的相位从“0”快速变化为“ $\pi/2$ 弧度”。以后, 同样检测到的相位在按键深度达到 P2 之前为“ $\pi/2$ 弧度”, 在按键深度通过 P2 时, 从“ $\pi/2$ 弧度”变化为“ π 弧度”, 进而, 在按键深度达到 P3 之前为“ π 弧度”, 在按键深度通过 P3 时从“ π 弧度”变化为“ $3\pi/2$ 弧度”。

[0130] 微处理器 212 与第一实施方式中的处理同样按每个规定时间来进行处理, 通过基于相位输出测定相位进行 $\pi/2$ 弧度变化的时间间隔来检测按键的速度。即, 根据按键深度自 P1 变化到按键深度 P2 时的时间间隔可求出按键的初速度, 根据按键深度自 P2 变化到 P3 时的时间间隔可求出按键的最终速度。此外, 还可根据按键的初速度和最终速度的平均来求出按键的平均速度。这些按键速度例如以下述的方式进行利用。在按键从初始位置开始的情况下, 通过按键的平均速度控制发音, 在通过连击使按键自按键深度 P1 和按键深度 P2 之间开始的情况下, 通过按键的最终速度控制发音。

[0131] 在图 11 中示出微处理器 212 的处理内容。实际上, 多个键的处理分时进行, 但在此为使说明简略而只对一个键进行解说。该处理按充分短的一定时间而反复起动。此外, 处理所使用的参数通过未图示的处理在电源接入时进行初始化。

[0132] 在该处理中, 首先, 读出存储于寄存器 814 的相位输出值, 判别来自相位输出值的前次处理的变化 (S201)。另外, 前次处理中的相位值在后述的步骤 S231 中进行存储。在相位通过“ $\pi/4$ 弧度”而增加的情况 (S201: $\pi/4 \rightarrow$) 下进入步骤 S202, 在相位通过“ $3\pi/4$ 弧度”而增加的情况 (S201: $3\pi/4 \rightarrow$) 下进入步骤 S204, 在相位通过“ $5\pi/4$ 弧度”而增加的情况 (S201: $5\pi/4 \rightarrow$) 下进入步骤 S210, 在相位通过“ $5\pi/4$ 弧度”而减小的情况 (S201: $\leftarrow 5\pi/4$) 下进入步骤 S219, 在相位通过“ $3\pi/4$ 弧度”而减小的情况 (S201: $\leftarrow 3\pi/4$) 下进入步骤 S221, 在相位通过“ $\pi/4$ 弧度”而减小的情况 (S201: $\leftarrow \pi/4$) 下进入步骤 S222, 在其他情况 (S201: 其他) 下进入步骤 S227。

[0133] 另外, 在图 11 中, 例如将“相位通过‘ $\pi/4$ 弧度’而增加的情况”表示为“ $\pi/4 \rightarrow$ ”, 将“相位通过‘ $\pi/4$ 弧度’而减小的情况”记作“ $\leftarrow \pi/4$ ”。即, 数值表示所通过的相位, 在数值右边有“ \rightarrow ”的情况下, 表示增加, 在数值左边有“ \leftarrow ”的情况下表示减小。

[0134] 在步骤 S201 中在判别为相位通过 $\pi/4$ 弧度而增加的情况 (S201: $\pi/4 \rightarrow$) 下所执行的步骤 S202 中, 将按键速度计数器的值归零并进入步骤 S203。在步骤 S203, 开始按键速度计数器的计数, 并进入步骤 S231。

[0135] 在步骤 S201 中在判别为相位通过 $3\pi/4$ 弧度而增加的情况 (S201: $3\pi/4 \rightarrow$) 下所执行的步骤 S204 中, 判断是否为按键速度计数器的计数中, 在为计数中的情况 (S204: 是) 下进入步骤 S205, 在不为计数中的情况 (S204: 否) 下进入步骤 S206。在步骤 S205, 根据按

键速度计数器的计数值算出按键的初速度并进行存储,进入步骤 S206。在步骤 S206,将按键速度计数器的计数值归零并进入步骤 S207。在步骤 S207,开始按键速度计数器的计数,并进入步骤 S208。在步骤 S208,判断是否为离键速度计数器的计数中,在为计数中的情况(S208:是)下进入步骤 S209,在不为计数中的情况(S208:否)下进入步骤 S231。在步骤 S209,对连击标志设定表示为连击处理中的情况的“1”,并进入步骤 S231。

[0136] 在步骤 S201 中在判别为相位通过 $5\pi/4$ 弧度而增加的情况(S201: $5\pi/4 \rightarrow$)下所执行的步骤 S210 中,判断是否为按键速度计数器的计数中,在为计数中的情况(S210:是)下进入步骤 S211,在不为计数中的情况(S210:否)下进入步骤 S231。在步骤 S211,停止按键速度计数器的计数并进入步骤 S212。在步骤 S212,根据按键速度计数器的计数值算出按键的最终速度,并进入步骤 S213。在步骤 S213,参照连击标志,在是表示不为连击处理中的“0”的情况(S213:“0”)下,进入步骤 S214,在是表示为连击处理中的“1”的情况(S213:“1”)下,进入步骤 S215。在步骤 S214,以所预先存储的初速度和最终速度的平均为按键速度并进入步骤 S218。在步骤 S215,以最终速度为按键速度并进入步骤 S216。在步骤 S216,向音源输出含有离键速度信息的释键指示,并进入步骤 S217。另外,此时的离键速度信息的值为离键速度范围的中央值。在步骤 S217,将连击标志归零并进入步骤 S218。在步骤 S218,将含有在步骤 S214 或者步骤 S215 求出的按键速度信息的击键指示送出到音源,并进入步骤 S231。

[0137] 在步骤 S201 中在判断为相位通过 $5\pi/4$ 弧度而减小的情况(S201: $\leftarrow 5\pi/4$)下所执行的步骤 S219 中,将离键速度计数器的值归零并进入步骤 S220。在步骤 S220,开始离键速度计数器的计数,并进入步骤 S231。

[0138] 在步骤 S201 中在判别为相位通过 $3\pi/4$ 弧度而减小的情况(S201: $\leftarrow 3\pi/4$)下所执行的步骤 S221 中,停止按键速度计数器的计数并进入步骤 S231。

[0139] 在步骤 S201 中在判别为相位通过 $\pi/4$ 弧度而减小的情况(S201: $\leftarrow \pi/4$)下所执行的步骤 S222 中,判断是否为离键速度计数器的计数中,在为计数中的情况(S222:是)下进入步骤 S223,在不为计数中的情况(S222:否)下进入步骤 S226。在步骤 S223,停止离键速度计数器并进入步骤 S224。在步骤 S224,根据离键速度计数器的计数值算出离键速度并进入步骤 S225。在步骤 S225,将含有求出的离键速度信息的释键指示送出到音源,并进入步骤 S226。在步骤 S226,将连击标志归零并进入步骤 S231。

[0140] 在步骤 S201 中与任何条件都不相适合的情况(S201:其他)下所执行的步骤 S227 中,判断是否为按键速度计数器的计数中,在为计数中的情况(S227:是)下进入步骤 S228,在不为计数中的情况(S227:否)下进入步骤 S229。在步骤 S228,将按键速度计数器的值增加并进入步骤 S229。在步骤 S229,判断是否为离键速度计数器的计数中,在为计数中的情况(S229:是)下进入步骤 S230,在不为计数中的情况(S229:否)下进入步骤 S231。在步骤 S230,使离键速度计数器的值增加并进入步骤 S231。

[0141] 最后,在步骤 S231 将当前的相位输出值存储并结束处理。

[0142] 在开始按键且按键深度通过 P1 时,通过步骤 S202 及步骤 S203 的处理开始按键速度计数。接着,在按键深度通过 P2 之前的期间,通过步骤 S228 的处理使按键速度计数器的值增加。在按键深度通过 P2 时,通过步骤 S204 ~ S207 的处理并根据按键速度计数器的值求出按键的初速度,再次开始按键速度计数。在按键深度通过 P3 之前的期间,通过步骤

S228 的处理使按键速度计数器的值增加。在按键深度通过 P3 时,通过步骤 S210 ~ S212 的处理求出按键的最终速度。在按键深度按 P1 → P2 → P3 这一顺序变化的情况下,通过步骤 S213 判断为不是连击,通过步骤 S214 以按键的初速度和最终速度的平均值为按键速度并通过步骤 S218 指示音源进行击键。

[0143] 在开始离键且按键深度通过 P3 时,通过步骤 S219 及步骤 S220 的处理开始离键速度计数。接着,在按键深度通过 P1 之前的期间,通过步骤 S230 的处理使离键速度计数器的值增加。在按键深度通过 P1 时,通过步骤 S222 ~ S225 的处理并根据离键速度计数器的值求出离键速度,并指示音源进行释键。另外,由于离键操作与按键操作相比难以进行敏感的速度控制,因而包含于释键指示的离键速度信息基于按键深度自 P3 至 P1 的经过时间求出。

[0144] 在进行离键且按键深度通过 P2 且在通过 P1 之前再次按键的情况下,在按键深度通过 P2 时,通过步骤 S208 及 S209 的处理设定连击标志,在按键深度通过 P3 时,通过步骤 S213 判断为连击,通过步骤 S215 的处理采用按键的最终速度作为按键速度。而且,在步骤 S216,对音源指示相对于发音中的音的释键后,在步骤 S218 对音源指示相对于新的按键的击键。

[0145] 另外,虽然在上述的处理中,微处理器 212 定期监视存储于寄存器 814 的相位输出值,检测规定的按键深度,但也可以是在存储于寄存器 814 的值通过与规定的按键深度相对应的值时,对微处理器 212 施加中断,使微处理器 212 根据该中断进行处理。在该情况下,可在寄存器 814 存储三个值,停止在寄存器 814 中设定计数器 813 的值,取而代之而从微处理器 212 设定与按键深度 P1、按键深度 P2 及按键深度 P3 相对应的值。进而,在计数器 813 和寄存器 814 之间设置比较器 818,在比较器 818 检测出计数器 813 的值超过设定于寄存器 814 中的任一值的情况时,对微处理器 212 施加中断。此时,比较器 818 保持表示计数器 813 的值是在增加方向变化、还是在减小方向变化、此外计数器 813 的值是否超过与任一按键深度相对应的值的信息,微处理器 212 读出保存于比较器 818 的这些信息并适当地进行处理。这样,由于不需要使微处理器 212 定期监视相位输出的值,因而可减轻处理的负担。

[0146] 对本发明的第三实施方式进行说明。钢琴这样的击弦乐器,其音量、音色取决于音锤击打弦的瞬间即音锤的最终速度,而有时键的初速度、按键深度、按键后的按压(触后(after touch))对发音有影响。此外,还希望想在电子合成器中将它们有效地反映到音色中而做出变化。在这样的情况下,优选不仅要检测音锤的最终速度,还要连续检测键的全行程的位置、速度。此外,在第一实施方式、第二实施方式中,测定键的操作速度的区间取决于发送电极的边界位置,在设计时将其固定。但是,有时因演奏曲目、演奏者的喜好而希望自由变更测定键的操作速度的区间。

[0147] 在第三实施方式中,可遍及键的全行程地检测其时间点的键按下深度。在第一实施方式、第二实施方式中,将发送电极间的边界在前端部 106 面内设置于与音锤 104 的移动方向相垂直的方向。在图 12(a)、(b) 中示出在第三实施方式中所使用的发送电极的基本结构。将发送电极 1201 设置于音锤 104 的前端部 106,这与第一实施方式、第二实施方式相同,但是,在第三实施方式中,使发送电极间的边界相对于音锤的移动方向倾斜,在前端部 106 的正面看,将由楔形的铜箔形成的发送电极 1201A、1201B 设置于音锤 104 的前端部 106。即,使一方的发送电极的宽度相对于音锤 104 的移动方向逐渐增大,使与该发送电极邻接的另一方的发送电极的宽度相反地相对于音锤 104 的移动方向逐渐减小。

[0148] 在上述的构成中,当向发送电极 1201A 施加正弦波的交变电压,向 1201B 施加余弦波的交变电压,且接收电极 802 在各发送电极 1201A、1201B 的附近进行相对移动时,在接收电极 802 处所感应的信号的相位连续地进行 $\pi/2$ 弧度(90 度)的变化。

[0149] 在图 13 中示出在第三实施方式中设发送电极的数目为 4、与发送电极的数目为 2 的情况相比较将相位的变化量放大为 3 倍的情况下的产生对发送电极施加的信号的产生电路、发送电极及接收电极。在以下的说明中,对于与此前已进行了说明的第一实施方式或者第二实施方式相同作用的部件,省略其详细的说明。在图 13(a) 中示出从音锤 104 的侧面观察音锤的前端部 106 和发送电极 1301 及接收电极 802 的图,在图 13(b) 中示出从音锤 104 的正面观察发送电极 1301 及接收电极 802 的图。接收电极 802 与第一实施方式、第二实施方式同样水平固定于键盘基部的速度检测基板。发送电极 1301 由发送电极 1301A、发送电极 1301B、发送电极 1301C 及发送电极 1301D 构成,邻接的发送电极间的边界相对于音锤的移动方向倾斜。在发送电极 1301 的最上部只存在发送电极 1301A,随着音锤 104 向下,发送电极 1301A 的宽度逐渐减小,相反,发送电极 1301B 的宽度逐渐增大。在从发送电极 1301A 间断的位置向下,发送电极 1301B 的宽度逐渐减小,相反,发送电极 1301C 的宽度逐渐增大。在从发送电极 1301B 间断的位置向下,发送电极 1301C 的宽度逐渐减小,相反,发送电极 1301D 的宽度逐渐增大。图 12 所示的电极为楔形,而图 13 所示的发送电极 1301A 及发送电极 1301D 在前端部 106 的正面看为楔形,发送电极 1301B 及发送电极 1301C 在前端部 106 的正面看为梯形。

[0150] 随着音锤的前端部 106 的上下移动,接收电极 802 受到发送电极 1301A ~ 发送电极 1301D 分别产生的电场的影响。信号产生电路与第二实施方式所示的同样,产生四相的交变信号。而且,向发送电极 1301A 施加 \sin 波,向发送电极 1301B 施加 \cos 波,向发送电极 1301C 施加 $-\sin$ 波,向发送电极 1301D 施加 $-\cos$ 波。

[0151] 在图 14 中以 \sin 波的相位为基准相位示出施加于各发送电极的信号、按键深度发生变化时接收电极 802 处所感应的交变信号的相位。在图 14 的最下段,横轴表示按键深度,纵轴表示在接收电极 802 处所感应的交变信号的相位。

[0152] 图 14 所示的 $a(0 < a < 1)$ 表示接收电极 802 处于与发送电极 1301B 对置的位置时的、发送电极 1301B 对接收电极 802 的影响程度。此时,将发送电极 1301A 对接收电极 802 的影响程度表示为“ $1-a$ ”。随着接收电极 802 向图的右侧移动,与接收电极 802 对置的发送电极 1301A 的宽度减小,而发送电极 1301B 的宽度增大。此时,在接收电极 802 处所感应的电压及相位根据上述的式 3、式 4 而变化。在图 14 的最下段示出相位变化的情况。

[0153] 在接收电极 802 处于按键开始点 P0 的位置时,接收电极 802 受仅发送电极 1301A 的影响而感应出 $\sin \omega t$ 的电压。随着前端部 106 向上侧移动、接收电极 802 相对地向图 14(图 13 中的音锤 104 的正面侧滚视)的右侧移动,与接收电极 802 对置的发送电极 1301A 的宽度减小,相反,发送电极 1301B 的宽度增大。其结果是, $\sin \omega t$ 的影响减小,相反 $\cos \omega t$ 的影响增大,在接收电极 802 处所感应的相位逐渐前进。在接收电极 802 来到发送电极 1301A 间断的位置时,在接收电极 802 感应出 $\cos \omega t$ 电压,与基准相位 $\sin \omega t$ 相比相位前进“ $\pi/2$ 弧度”。当接收电极 802 进一步向右侧移动时,这次与接收电极 802 对置的发送电极 1301B 的宽度减小,发送电极 1301C 的宽度增大。伴随于此,相位与 $\sin \omega t$ 相比从“ $\pi/2$ 弧度”变化至“ π 弧度”。同样,在接收电极 802 到达右端之前的期间,相位从“ π 弧度”变

化至“ $3\pi/2$ 弧度”。

[0154] 在第三实施方式中,计测通过预先任意设定的按键深度 P1、按键深度 P2 及按键深度 P3 的时间间隔,与第二实施方式同样地求出键的操作速度。按键深度 P1、按键深度 P2 及按键深度 P3 可根据演奏者的喜好进行变更。此外,在第三实施方式中,连续检测按键的深度以利用于所发音的音色的修饰。

[0155] 另外,在图 7 中两个发送电极对接收电极的影响程度和所检测的相位的关系成曲线状,与此相对,在图 14 中两者的关系成直线状,而通过校正发送电极的形状或者参照预先计算的表来校正检测出的相位,从而可将两者的关系做成直线状。此外,对在接收电极处所感应的信号进行处理并进行相位辨别的电路由于可使用与图 8 所示的电路同样的电路,因而省略说明。

[0156] 图 15 表示微处理器 212 的处理内容。实际上多个键的处理分时进行,但是在此为了使说明简略而只对一个键进行解说。该处理按充分短的一定时间而反复起动。此外,处理所使用的参数通过未图示的处理在电源接入时进行初始化。

[0157] 如图 15 所示的处理与如图 11 所示的第二实施方式中的处理大致相同,因而只对不同之处进行说明。

[0158] 在步骤 S301,读入存储于寄存器 814 的相位输出值,判别相位输出值的从前次处理的变化。此时,在图 11 的步骤 S201 中将当前的相位值与固定相位值进行比较,而在图 15 所示的处理中,不同之处在于将当前的相位值与任意设定的相位值进行比较。比较对象的相位值根据演奏者指定的按键深度 P1、按键深度 P2 及按键深度 P3 并通过未图示的其他处理进行预先设定。在图 15 中,将比较对象的相位值记作“P1”、“P2”及“P3”。

[0159] 此外,在图 15 所示的处理中,与图 11 所示的处理相比较,不同之处在于,步骤 S332 追加于处理的末尾。在步骤 S332,基于示于图 14 的下部的按键深度和相位值的关系,将当前的相位值换算为按键深度并将表示按键深度的信息送出到音源。在音源中,基于表示按键深度的信息对发音中的音色进行修饰。

[0160] 在本实施方式中,由于微处理器 212 遍及按键的全行程地连续监视所检测的相位值,因而不仅可将键的操作速度而且还可将按键的深度特别是发音开始后的按键深度即 P3 ~ P4 的最深部(触后)的位置连续地送出到音源。

[0161] 对本发明的第四实施方式进行说明。在第一实施方式、第二实施方式中所示的装置中,将矩形的多个发送电极沿音锤的移动方向隔开规定的间隔进行配置,在发送电极间的边界的位置,在接收电极处所感应的信号的相位发生急剧变化。在第一及第二实施方式的方式中,提高了局部空间精度并根据所固定的边界间的通过时间来正确计算出键的操作速度。

[0162] 与此相对,在第三实施方式所示的装置中,将发送电极的形状做成楔形或者梯形,并使发送电极的边界相对于音锤的移动方向倾斜的方式配置发送电极,在接收电极处所感应的信号的相位遍及按键的全行程地连续变化。在第三实施方式的方式中,可稍微牺牲局部分辨力来连续地检测按键的深度。

[0163] 在第四实施方式中,同时实现了上述两个方式的长处。在第四实施方式中,如图 16 所示,将楔形、梯形、矩形的发送电极进行适当组合,使发送电极间的边界在前端部 106 面内相对于音锤 104 的移动方向倾斜或者将其设在垂直方向。

[0164] 图 16 表示第四实施方式中的发送电极、接收电极及信号产生电路。发送电极 1601 由楔形的发送电极 1601A、梯形的发送电极 1601B、楔形的发送电极 1601C、发送电极 1601D、发送电极 1601E、发送电极 1601F 及发送电极 1601G 构成。发送电极 1601A 和发送电极 1601B 之间的边界、发送电极 1601B 和发送电极 1601C 的边界、发送电极 1601D 和发送电极 1601E 的边界及发送电极 1601F 和发送电极 1601G 的边界相对于音锤的前端部 106 的移动方向倾斜。此外,发送电极 1601C 和发送电极 1601D 之间的边界及发送电极 1601E 和发送电极 1601F 的边界相对于音锤的前端部 106 的移动方向成为垂直方向。在发送电极 1601 的最上部只存在发送电极 1601A,随着音锤 104 向下下降,发送电极 1601A 的宽度逐渐减小,相反,发送电极 1601B 的宽度逐渐增大。在从发送电极 1601A 间断的位置向下,发送电极 1601B 的宽度逐渐减小,相反,发送电极 1601C 的宽度逐渐增大。以下同样,发送电极的宽度进行连续变化。按顺序在发送电极 1601C 之下将发送电极 1601D 隔开规定的间隔水平配置,在发送电极 1601E 之下将发送电极 1601F 隔开规定的间隔水平配置。

[0165] 在图 17 中以 \sin 波的相位为基准相位示出施加于各发送电极的信号、按键深度发生变化时接收电极 802 处所感应的交变信号的相位。对发送电极 1601A 施加 $\sin \omega t$ 、对发送电极 1601B 施加 $\cos \omega t$ 、对发送电极 1601C 施加 $-\sin \omega t$ 、对发送电极 1601D 施加 $-\cos \omega t$ 、对发送电极 1601E 施加 $\sin \omega t$ 、对发送电极 1601F 施加 $\cos \omega t$ 、对发送电极 1601G 施加 $-\sin \omega t$ 。将发送电极 1601C 和发送电极 1601D 之间的边界设为按键深度 P2,将发送电极 1601E 和发送电极 1601F 之间的边界设为按键深度 P3。在自按键开始位置 P0 至按键深度 P2 之间,所感应的信号的相位连续变化,在按键深度 P2 前后所感应的信号的相位急剧变化,在自按键深度 P2 至按键深度 P3 之间所感应的信号的相位连续变化,在按键深度 P3 前后所感应的信号的相位急剧变化,在比按键深度 P3 深的按键深度所感应的信号的相位连续变化。

[0166] 正确的按键速度通过相位快速转变的按键深度 P2 和按键深度 P3 之间的时间间隔进行测定。处理的详情及流程图以上述的实施方式为准,因而从略。

[0167] 另外,虽然在上述实施方式中,将施加于多个发送电极的交变信号设为两相或者四相,但是也可以设为使发送电极间的相位差为 $2\pi/3$ 弧度的三相。当三相的交变信号也相加时,由于彼此抵消因而可降低无用辐射。此外,虽然在上述实施方式中,将发送电极设置于随着按键而动作的部件即音锤,将接收电极设于键盘机构的基部,但是如果两电极的对置的面积随着按键而变化,则也可以为有别于上述构成的构成。例如,作为随着按键而动作的部件除音锤之外也可以是键本身。或者如图 18 所示,也可以将发送电极和接收电极进行调换,将发送电极 1801 设于键盘基部 108,将接收电极 1802 设于随键 101 的按键而动作的部件 1803。将搭载有信号产生电路 201 及逻辑集成电路 112 的速度检测基盘设于键盘基部 108。在此,发送电极 1801 由发送电极 1801A、发送电极 1801B、发送电极 1801C 和发送电极 1801D 构成。此外,接收电极 1802 以与发送电极对置的方式配置于随着按键而动作的部件 1803 的前端部。另外,由于接收电极 1802 随着按键的移动路径为曲线,因而优选以发送电极 1801 和接收电极 1802 之间的最短距离不取决于按键深度而是成为恒定的方式使发送电极 1801 沿着接收电极 1802 的移动曲线进行弯曲。根据图 18 的构成,由于可缩短自设于键盘基部的信号产生电路至发送电极 1801 的距离,因而可降低来自布线的无用辐射。此外,在发送电极 1801 和接收电极 1802 上,由于对于随着其按键而动作的部件的移动方向的

长度,接收电极 1802 比发送电极 1801 要小,因而如图 18 所示,在将接收电极 1802 设于随着按键而动作的部件的情况下,可使键盘机构小型化。另外,图 18 表示楔形或者梯形的发送电极 1801,但是还可以将发送电极 1801 的形状做成如图 1、图 8 所示的那样的矩形。在该情况下,不是将发送电极 1801 分别独立地设于各键,而是将发送电极 1801 在键的排列方向作为跨多个键的长度做成由多个键共用的发送电极 1801。在该情况下,虽然通过使发送电极 1801 在键的排列方向伸长,从而会成为来自发送电极 1801 的无用辐射增加的主要原因,但由于施加于多个发送电极 1801 的交变信号为相加时相抵消的相位差,因此,来自发送电极 1801 的无用辐射是不会成为问题的值。另外,由于将接收电极 1802 设于键侧,使从接收电极 1802 至速度检测基板的布线伸长,因此,优选对该布线施加由地线夹持的屏蔽体以防止来自周边空间的干扰电波影响该布线。

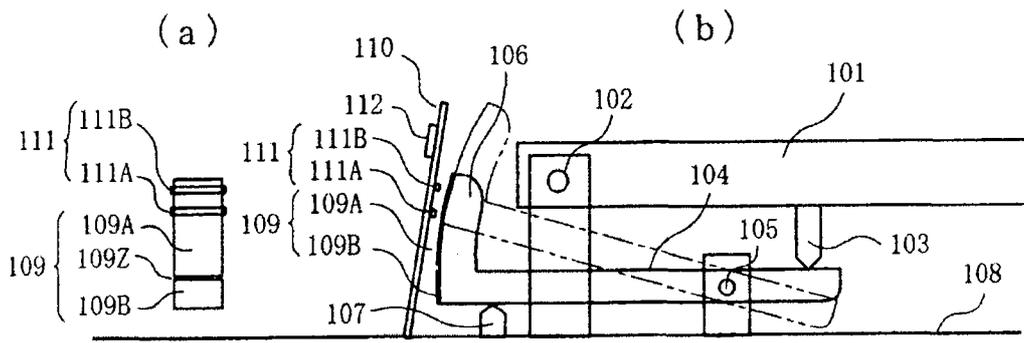


图 1

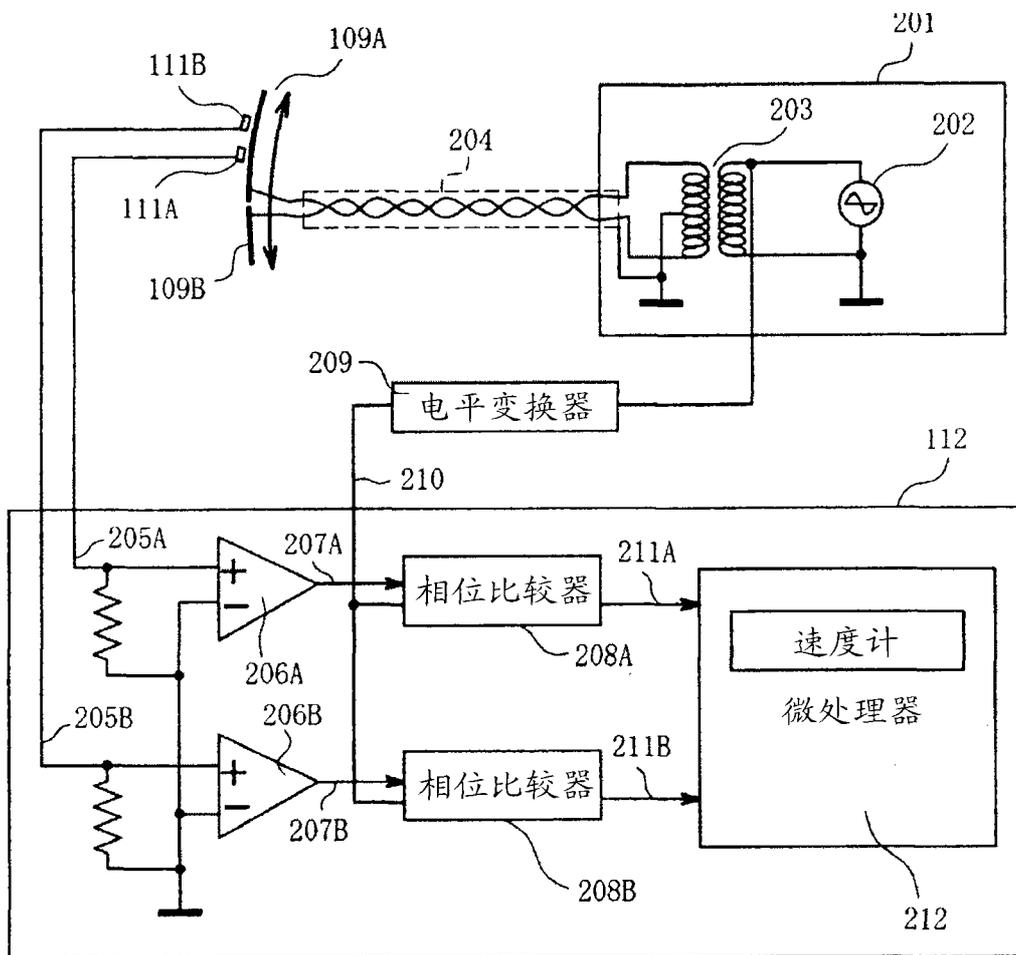


图 2

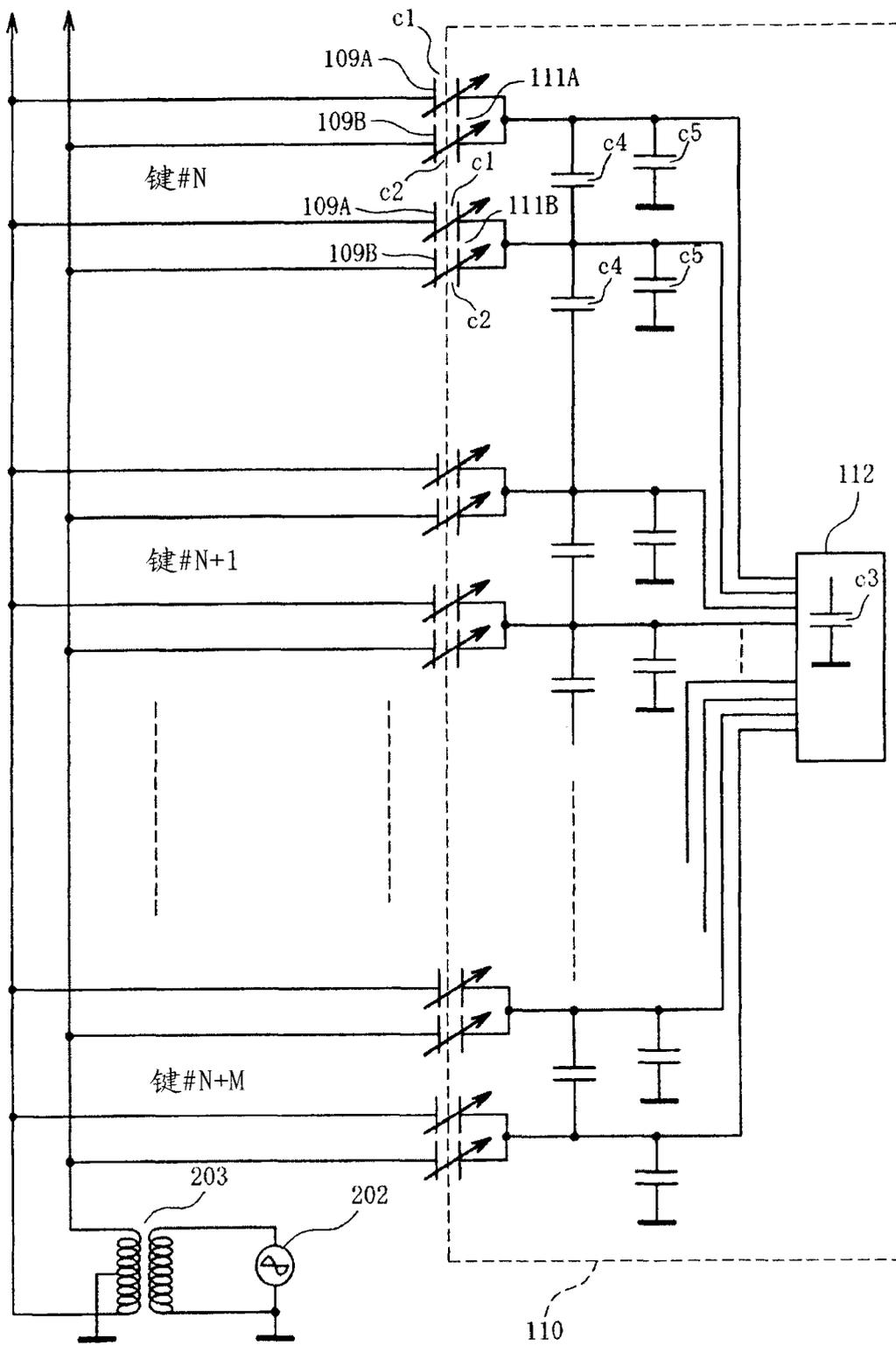


图 3

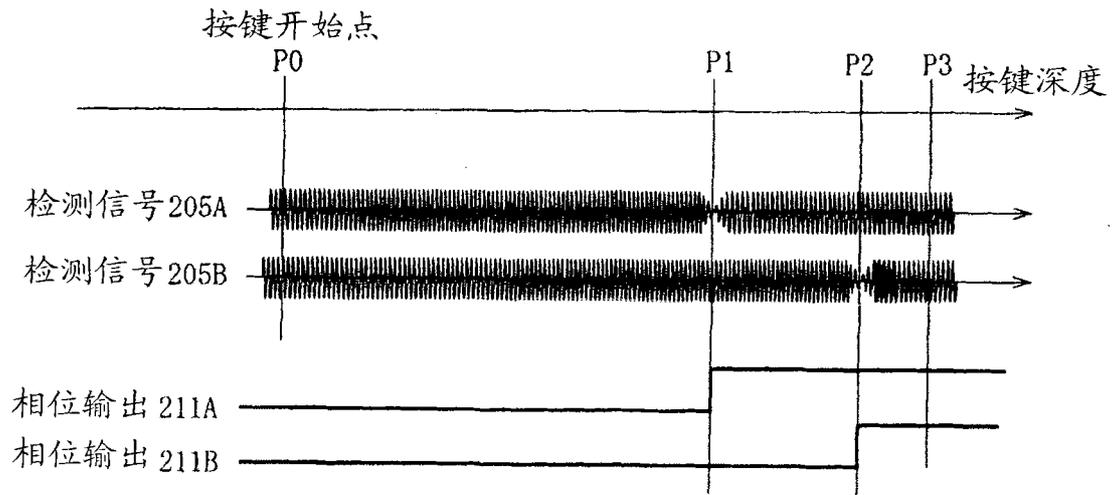


图 4

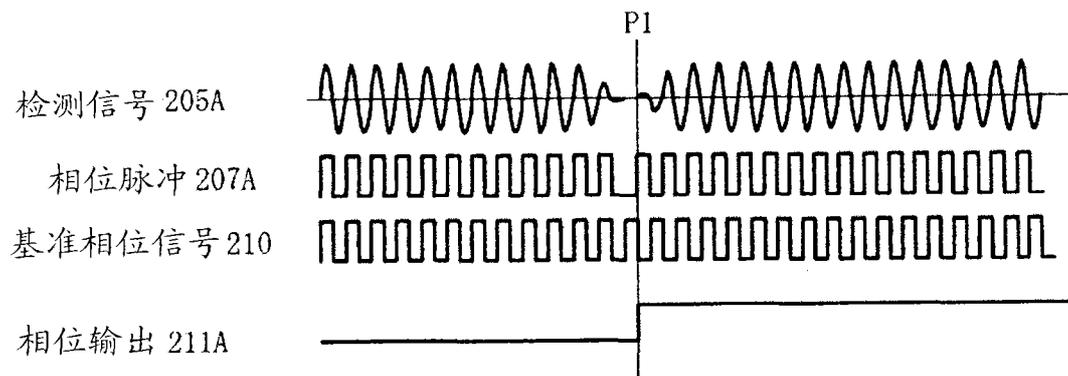


图 5

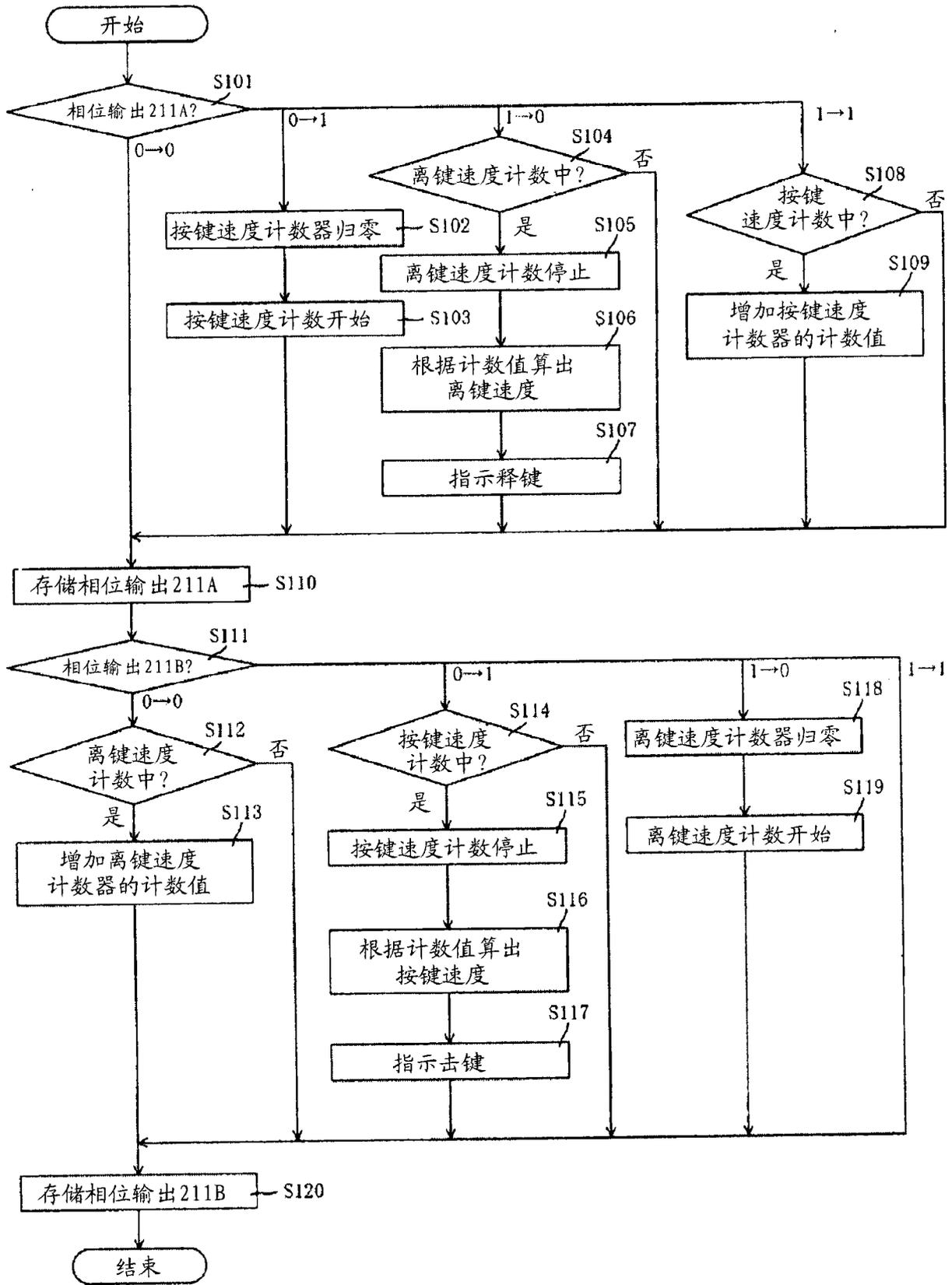


图 6

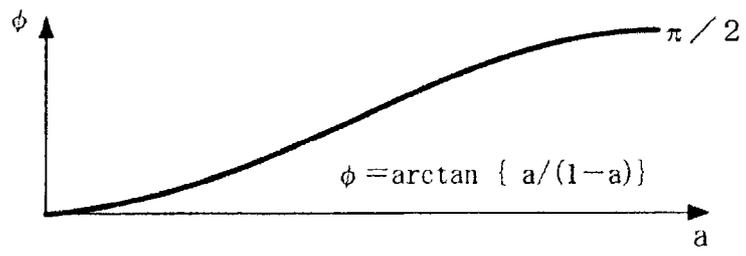


图 7

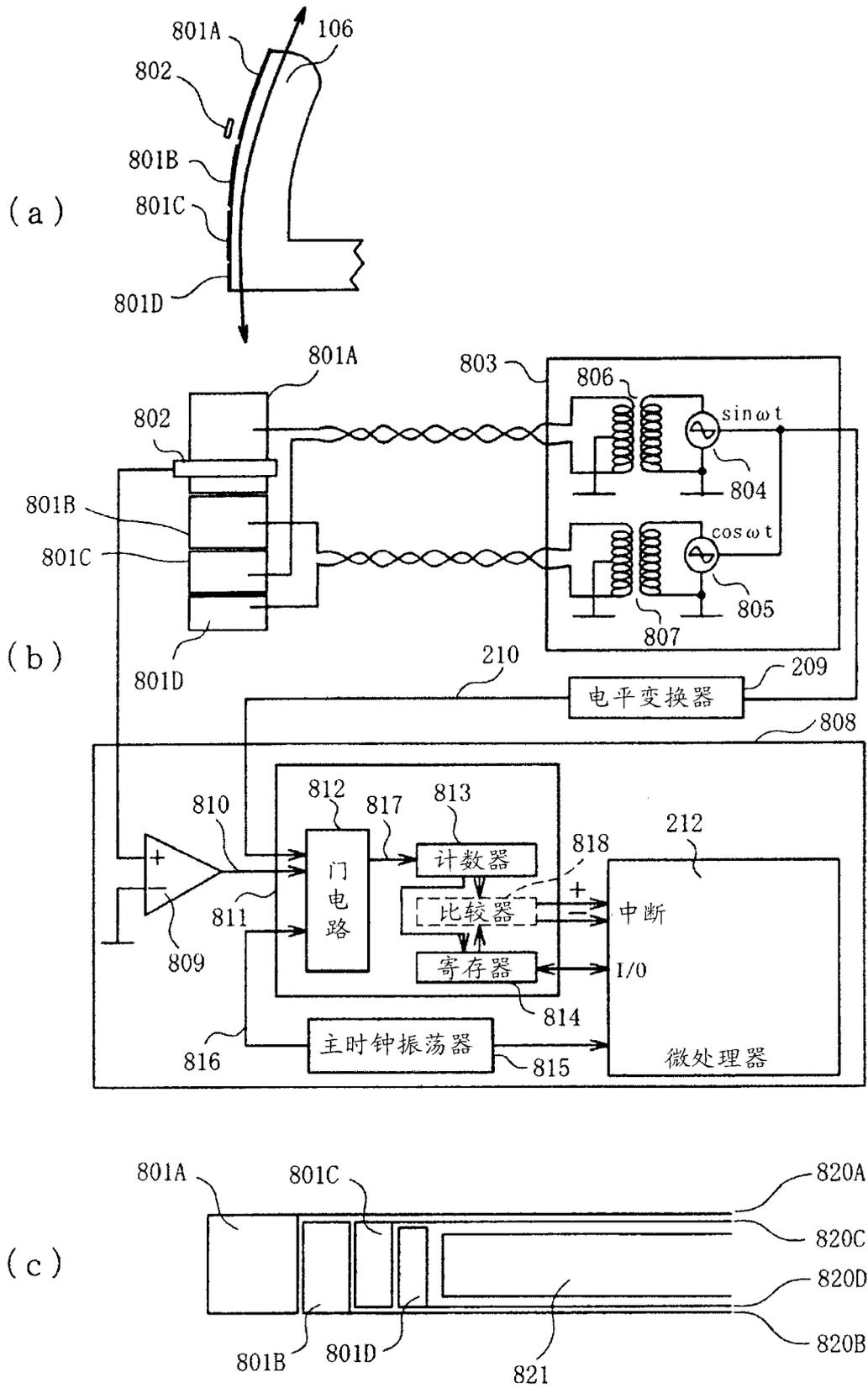


图 8

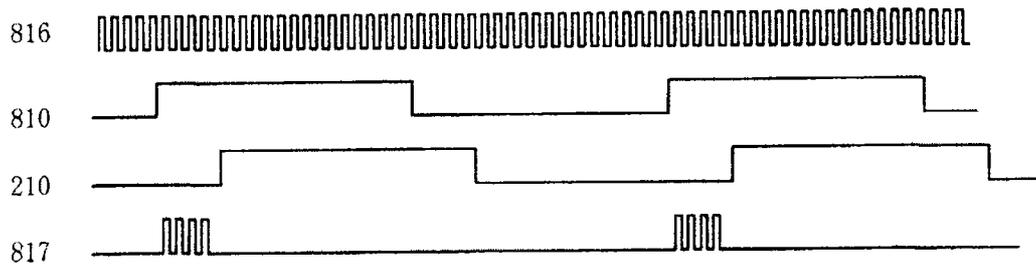


图 9

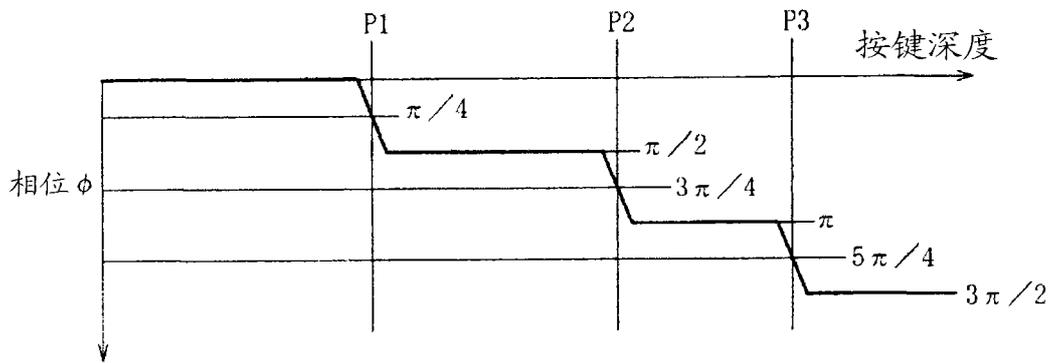


图 10

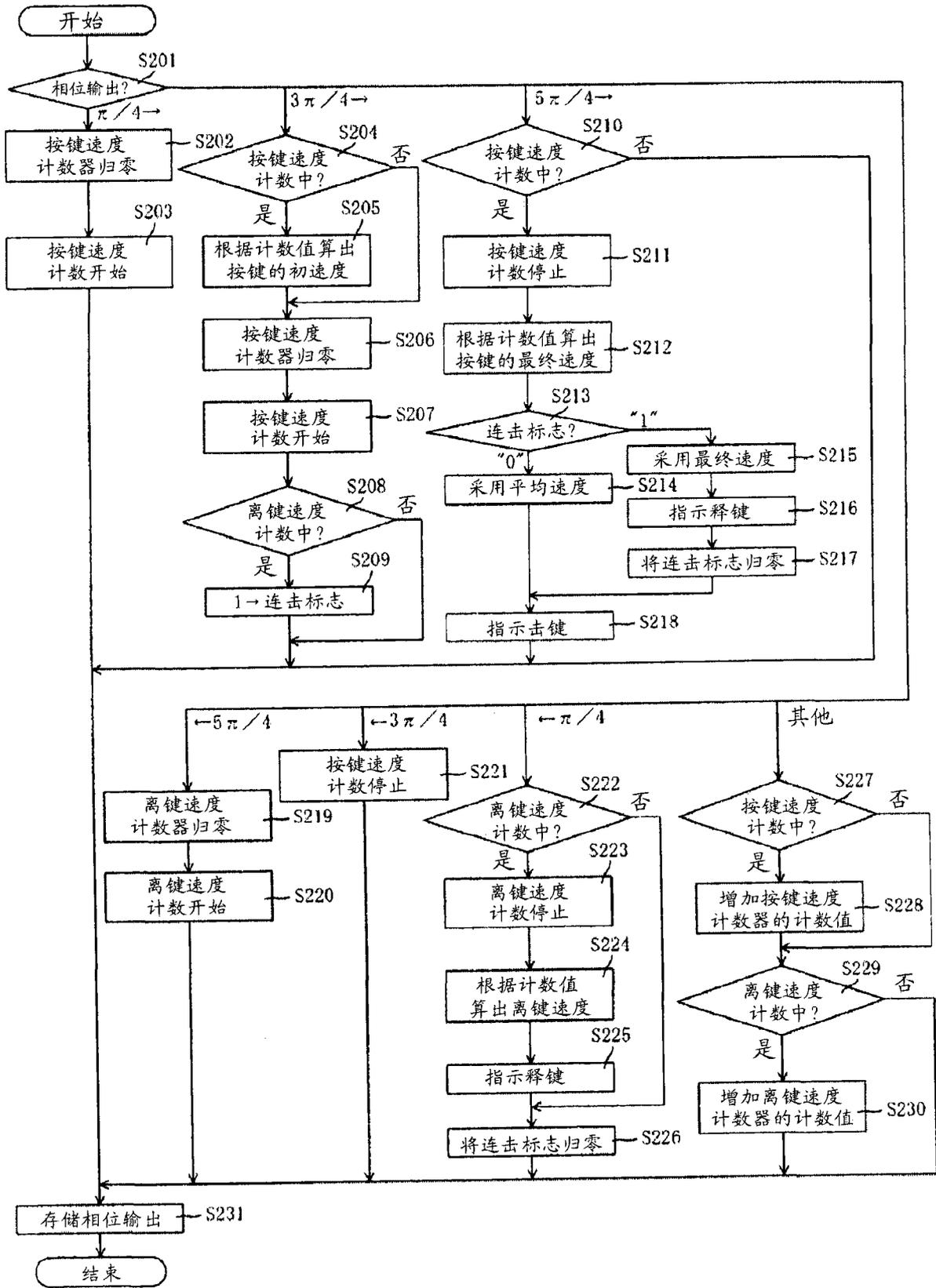


图 11

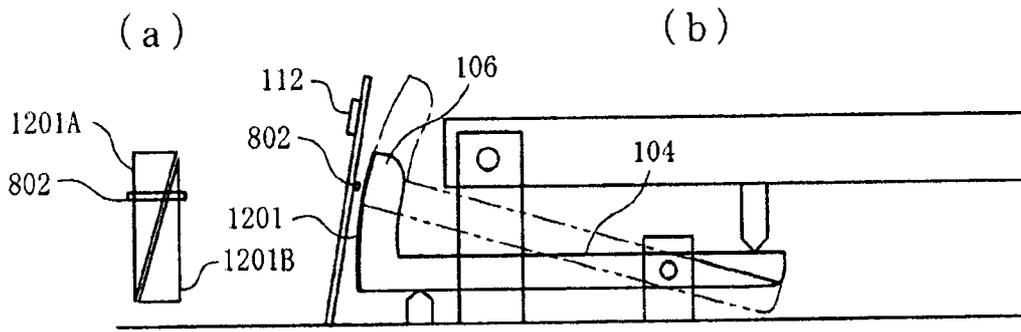


图 12

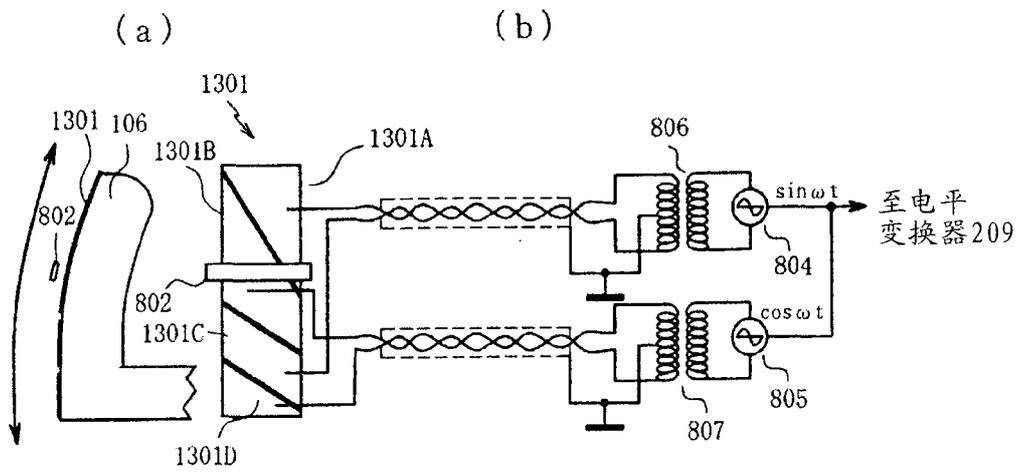


图 13

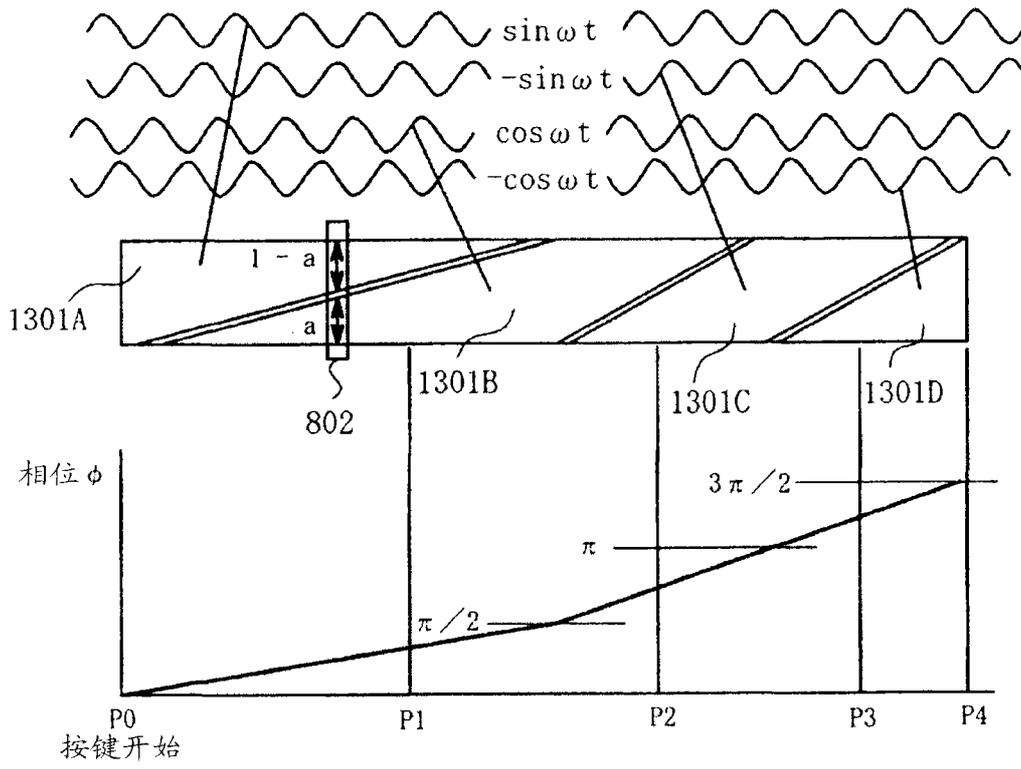


图 14

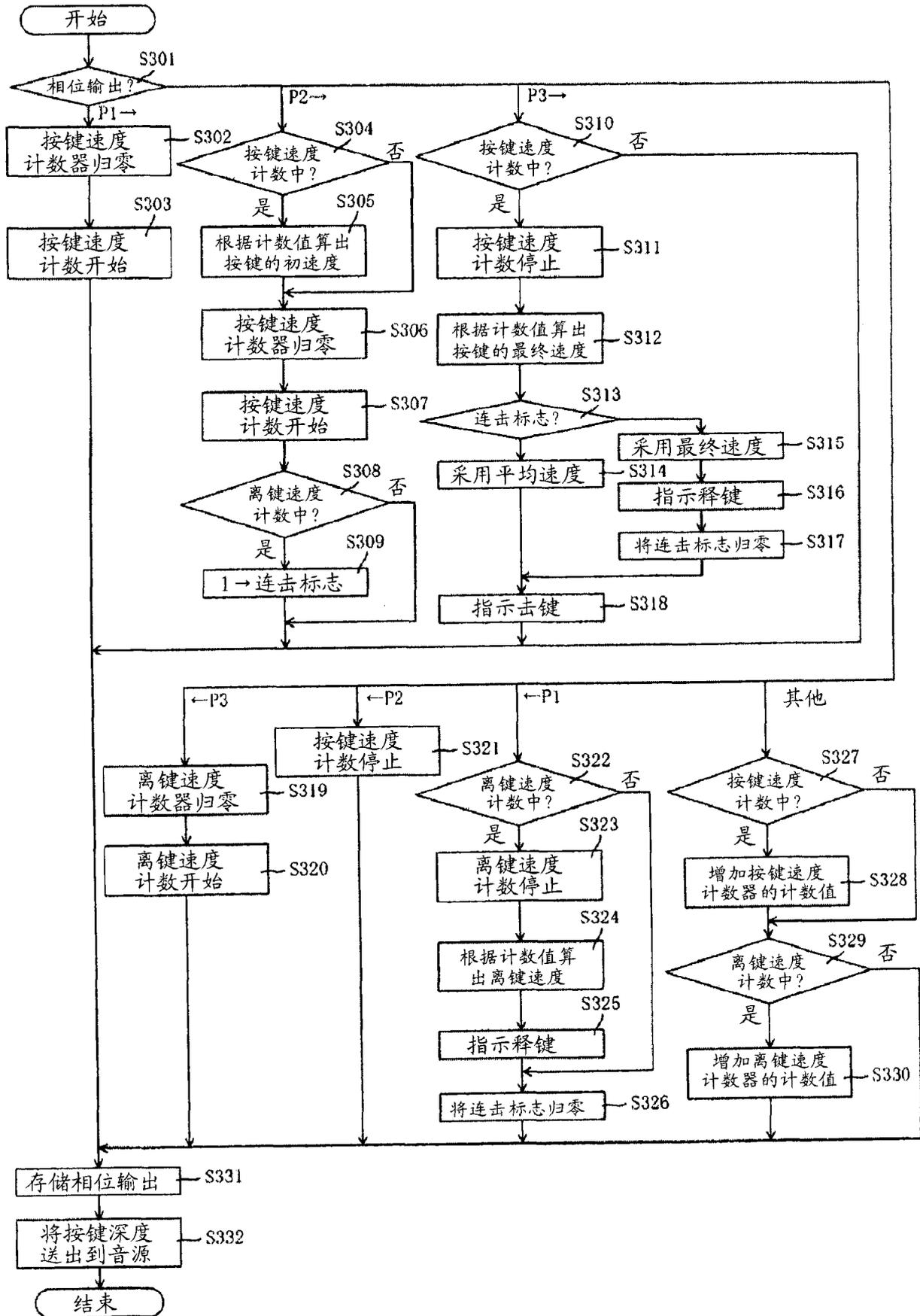


图 15

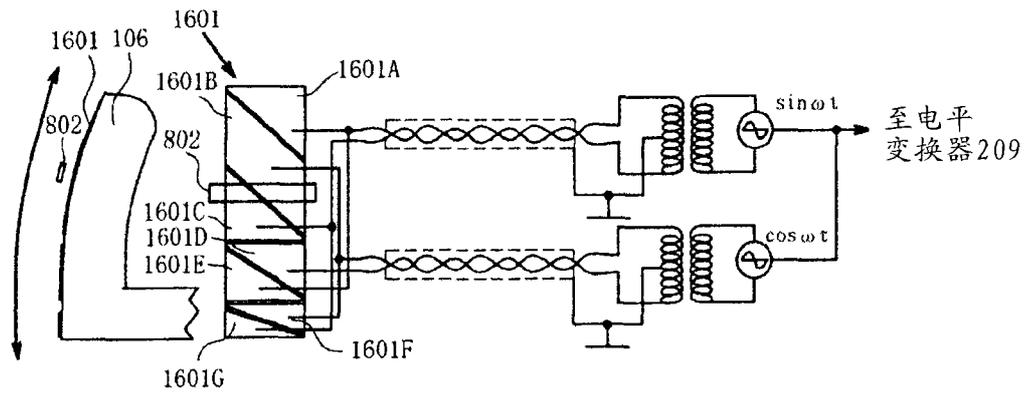


图 16

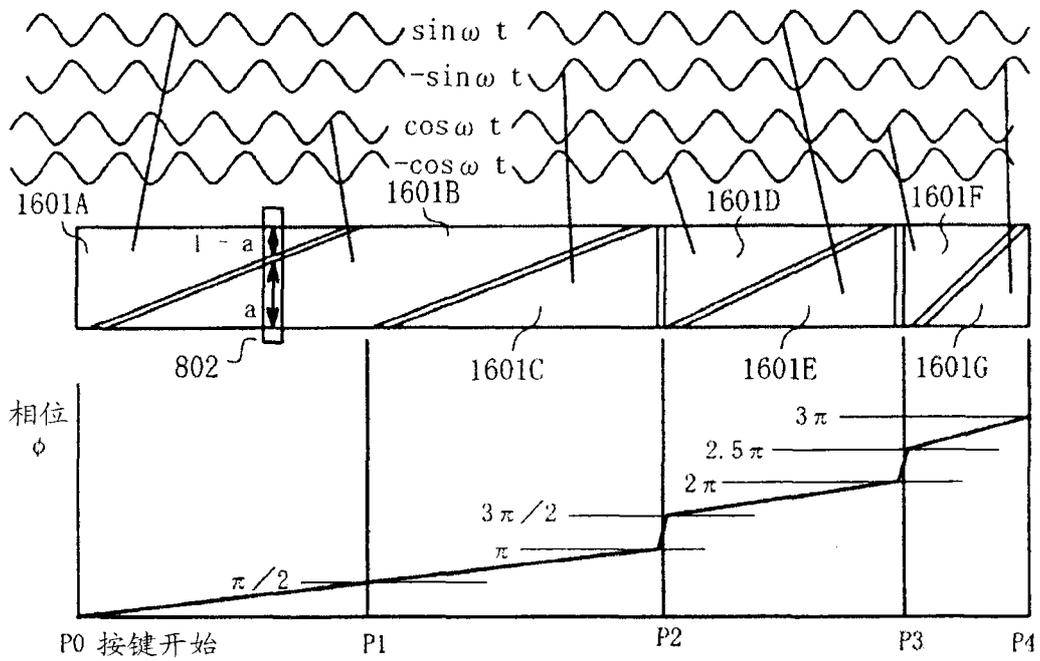


图 17

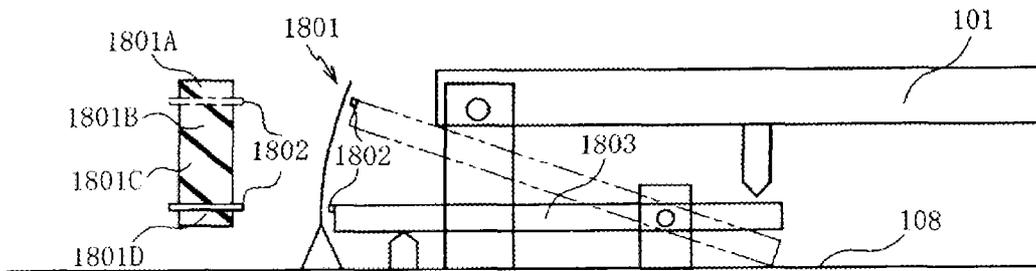


图 18

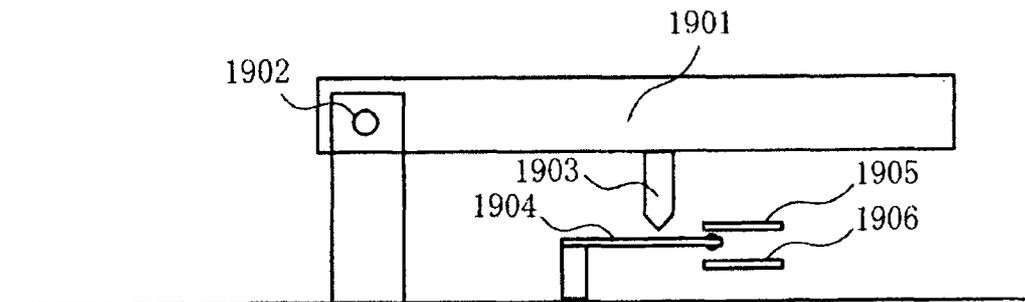


图 19

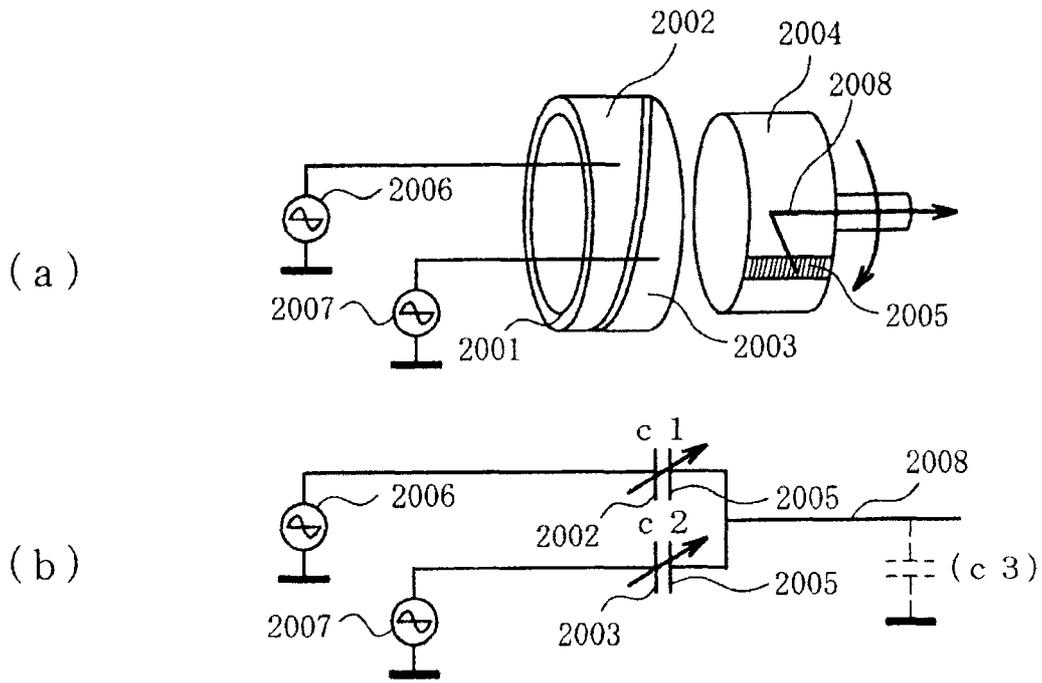


图 20

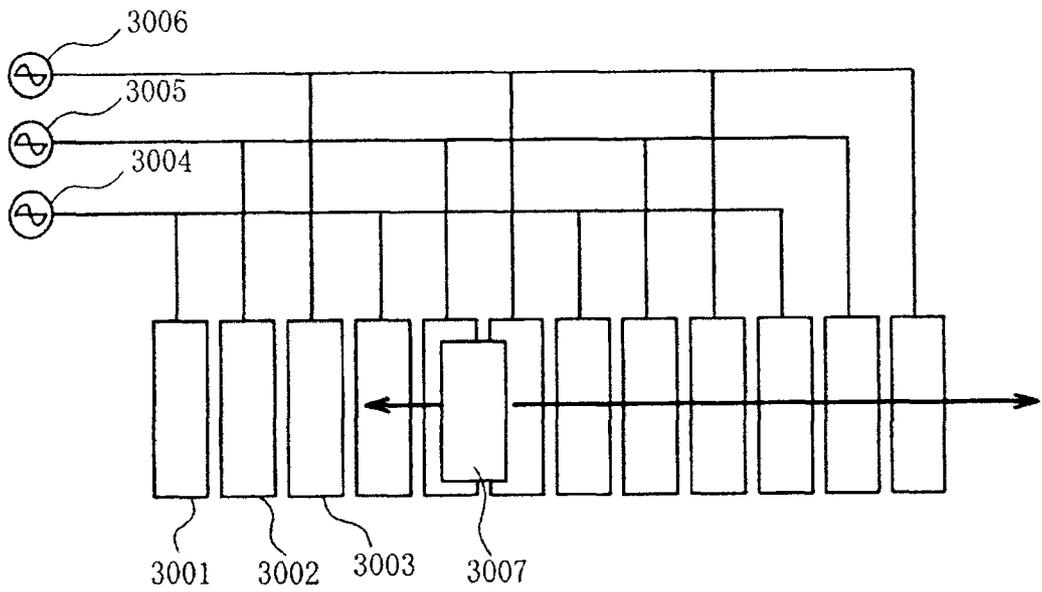


图 21