



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107617451 B

(45)授权公告日 2019.06.04

(21)申请号 201710910461.6

(22)申请日 2017.09.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107617451 A

(43)申请公布日 2018.01.23

(73)专利权人 京东方科技集团股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

专利权人 北京京东方光电科技有限公司

(72)发明人 龙凤

(74)专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司

公司 11225

代理人 黄威 邓玉婷

(51)Int.Cl.

B01L 3/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2016296929 A1,2016.10.13,

CN 104035796 A,2014.09.10,

CN 102350380 A,2012.02.15,

CN 105233887 A,2016.01.13,

SadAabadi H.effect of electrode
switching sequence on EWOD droplet
manipulation: a simulation study.

《Proceeding of the 8th international
conference on nanochannels,microchannels
and minichannels》.2011,

常银霞.基于介电润湿的数字微流控系统中
液滴运动性能研究.《中国博士学位论文全文数
据库 信息科技辑》.2014,全文.

审查员 杨颖

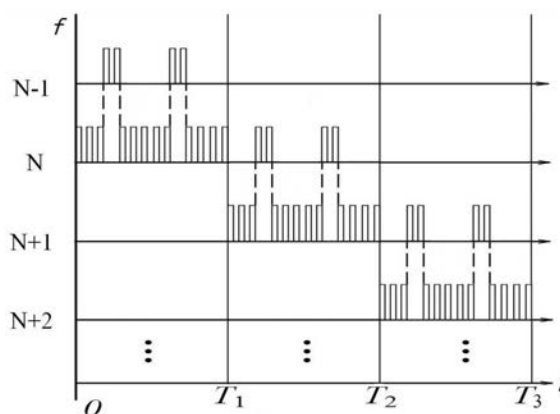
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

一种微流控芯片的驱动方法和驱动系统

(57)摘要

本发明公开了一种微流控芯片的驱动方法和驱动系统,应用于数字微流控芯片,所述数字微流控芯片包括相邻的第一电极和第二电极,该驱动方法包括:在所述第二电极的驱动周期内,对所述第一电极施加第一驱动信号,对所述第二电极施加第二驱动信号,其中,所述第一驱动信号的施加时段与所述第二驱动信号的施加时段相互错开,其中,在所述驱动周期内,所述第一驱动信号的施加时段的总时长小于所述第二驱动信号的施加时段的总时长。通过本发明的驱动方案,能够有效地控制液滴在行进过程中的接触角。



1. 一种驱动方法,应用于数字微流控芯片,所述数字微流控芯片包括相邻的第一电极和第二电极,该驱动方法包括:

在所述第二电极的驱动周期内,对所述第一电极施加第一驱动信号,对所述第二电极施加第二驱动信号,

其中,所述第一驱动信号的施加时段与所述第二驱动信号的施加时段相互错开,

其中,在所述驱动周期内,所述第一驱动信号的施加时段的总时长小于所述第二驱动信号的施加时段的总时长。

2. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,所述第一驱动信号的频率小于或等于所述第二驱动信号的频率。

3. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,所述第一驱动信号的施加时段的总时长与所述驱动周期的时长之间的比值在0.1-0.4的范围内。

4. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,所述第一驱动信号的施加时段包括一个连续的第一时段或包括以间隔时段相互隔开的多个第二时段。

5. 如权利要求4所述的驱动方法,其中,所述第一时段设置于所述驱动周期的中部。

6. 如权利要求4所述的驱动方法,其中,所述第二时段的时长与所述间隔时段的时长成正比。

7. 如权利要求4所述的驱动方法,其中,相邻的所述第二时段之间具有相同时长的所述间隔时段。

8. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,该驱动方法还包括:

在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,实时检测液滴的接触角,将该施加时段内的第一驱动信号的频率设定为当测得的接触角越小则频率越低。

9. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,该驱动方法还包括:

在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,实时检测液滴的接触角,将该施加时段内的第一驱动信号的占空比设定为当测得的接触角越小则占空比越小。

10. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,该驱动方法还包括:

在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,实时检测液滴的接触角,将第一驱动信号的该施加时段的时长设定为当测得的接触角越小则时长越长。

11. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,该驱动方法还包括:

在所述第一驱动信号的一施加时段结束时,实时检测液滴的接触角,将所述第一驱动信号的该施加时段与所述第一驱动信号的下一施加时段间的间隔时段的时长设定为当测得的接触角越小则时长越短。

12. 如权利要求1所述的驱动方法,其中,根据数字微流控芯片的介质层厚度,将第一驱动信号和/或第二驱动信号设定为当所述介质层越厚则频率越低或施加时段越长。

13. 一种驱动系统,应用于数字微流控芯片,所述数字微流控芯片包括相邻的第一电极和第二电极,该系统包括:

驱动信号生成装置,其被配置为生成用于所述第一电极的第一驱动信号和用于所述第二电极的第二驱动信号;

控制器,其被配置为在所述第二电极的驱动周期内,控制对所述第一电极施加所述第一驱动信号,对所述第二电极施加所述第二驱动信号,所述控制器被配置为使所述第一驱

动信号的施加时段与所述第二驱动信号的施加时段相互错开,并且所述控制器被配置为在所述驱动周期内,使所述第一驱动信号的施加时段的总时长小于所述第二驱动信号的施加时段的总时长。

14. 如权利要求13所述的驱动系统,还包括:

第一开关装置,其连接在第一电极与驱动信号生成装置之间的回路中;

第二开关装置,其连接在第二电极与驱动信号生成装置之间的回路中;

其中,控制器被配置为在所述第一驱动信号的施加时段将第一开关装置接通且将第二开关装置断开,并被配置为在所述第二驱动信号的施加时段将第一开关装置断开且将第二开关装置接通。

15. 如权利要求13所述的驱动系统,还包括:

接触角检测装置,其配置为检测液滴的接触角,

其中,控制器配置为在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,根据所述接触角检测装置实时测得的接触角,确定所述第一驱动信号的该施加时段的时长、占空比和/或频率。

16. 如权利要求13所述的驱动系统,还包括:

接触角检测装置,其配置为检测液滴的接触角,

其中,控制器配置为在所述第一驱动信号的一施加时段结束时,根据所述接触角检测装置实时测得的接触角,确定所述第一驱动信号的该施加时段与所述第一驱动信号的下一施加时段的间隔时段的时长。

17. 如权利要求13所述的驱动系统,还包括:

第一定时器,用于对所述驱动周期进行计时;

第二定时器,用于对所述第二驱动信号的施加时段进行计时;

第三定时器,用于对所述第一驱动信号的施加时段进行计时。

一种微流控芯片的驱动方法和驱动系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微流控芯片的驱动方法和驱动系统。

背景技术

[0002] “芯片实验室”(Lab-on-chip),是将生化样品的分析过程集中到小面积芯片上。其大大降低了生化分析的成本,而且智能化程度高,便于携带。基于芯片实验室的概念,为了更好的实现微量流体的控制,对其执行制备、反应、分离和检测等实验,微流控芯片技术正渐渐得到大家的认可,并推动着流体力学、生物化学等多学科快速发展。

[0003] 微流控芯片分为连续和数字微流控系统两种。其中数字微流控芯片可以对包含样品的微纳升级液滴进行独立的传输、混合、分割、检测等一系列操作,有效避免连续流系统中出现的堵塞、难以精确控制、制作工艺复杂等问题。而基于微电极阵列的数字微流控芯片可通过控制器与上位机结合,精确控制液滴的移动,而且能重复配置,在微流控芯片中具有革命性意义。

[0004] 因流体特征尺度的减小,微流体的流动特性与宏观流体的特性不太相同,因此微流体的驱动控制方法有别于宏观流体。在诸多微流体驱动和控制技术中,表面张力驱动取得有效的进展,介电润湿技术正是通过高度控制表面张力,成为微液滴驱动技术研究热点之一。

[0005] 然而,接触角滞后现象普遍存在于厘米到微米量级的液滴润湿系统中,对于微液滴驱动芯片来说,接触角滞后是阻碍微液滴移动速度的重要因素之一,并给微液滴驱动带来额外的误差。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明实施例提出了一种能够有效改善数字微流控芯片中的接触角滞后问题并能够提升液滴移动速度的驱动方法和驱动系统。

[0007] 本发明实施例提出的驱动方法,应用于数字微流控芯片,数字微流控芯片包括相邻的第一电极和第二电极,该方法包括:在所述第二电极的驱动周期内,对所述第一电极施加第一驱动信号,对所述第二电极施加第二驱动信号,其中,所述第一驱动信号的施加时段与所述第二驱动信号的施加时段相互错开,其中,在所述驱动周期内,所述第一驱动信号的施加时段的总时长小于所述第二驱动信号的施加时段的总时长。

[0008] 作为优选,所述第一驱动信号的频率小于或等于所述第二驱动信号的频率。

[0009] 作为优选,所述第一驱动信号的施加时段的总时长与所述驱动周期的时长之间的比值在0.1-0.4的范围内。

[0010] 作为优选,所述第一驱动信号的施加时段包括一个连续的第一时段或包括以间隔时段相互隔开的多个第二时段。

[0011] 作为优选,所述第一时段设置于所述驱动周期的中部。

[0012] 作为优选,所述第二时段的时长与所述间隔时段的时长成正比。

[0013] 作为优选,相邻的所述第二时段之间具有相同时长的所述间隔时段。

[0014] 作为优选,该方法还包括:在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,实时检测液滴的接触角,将该施加时段内的第一驱动信号的频率设定为当测得的接触角越小则频率越低。

[0015] 作为优选,该方法还包括:在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,实时检测液滴的接触角,将该施加时段内的第一驱动信号的占空比设定为当测得的接触角越小则占空比越小。

[0016] 作为优选,该方法还包括:在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,实时检测液滴的接触角,将第一驱动信号的该施加时段的时长设定为当测得的接触角越小则时长越长。

[0017] 作为优选,该方法还包括:在所述第一驱动信号的一施加时段结束时,实时检测液滴的接触角,将所述第一驱动信号的该施加时段与所述第一驱动信号的下一施加时段间的间隔时段的时长设定为当测得的接触角越小则时长越短。

[0018] 作为优选,根据数字微流控芯片的介质层厚度,将第一驱动信号和/或第二驱动信号设定为当所述介质层越厚则频率越低或施加时段越长。

[0019] 本发明实施例提出的一种驱动系统,应用于数字微流控芯片,数字微流控芯片包括相邻的第一电极和第二电极,该系统包括:驱动信号生成装置,其被配置为生成用于所述第一电极的第一驱动信号和用于所述第二电极的第二驱动信号;控制器,其被配置为在所述第二电极的驱动周期内,控制对所述第一电极施加所述第一驱动信号,对所述第二电极施加所述第二驱动信号,所述控制器被配置为使所述第一驱动信号的施加时段与所述第二驱动信号的施加时段相互错开,并且所述控制器被配置为在所述驱动周期内,使所述第一驱动信号的施加时段的总时长小于所述第二驱动信号的施加时段的总时长。

[0020] 作为优选,所述系统还包括:第一开关装置,其连接在第一电极与驱动信号生成装置之间的回路中;第二开关装置,其连接在第二电极与驱动信号生成装置之间的回路中;其中,控制器被配置为在所述第一驱动信号的施加时段将第一开关装置接通且将第二开关装置断开,并被配置为在所述第二驱动信号的施加时段将第一开关装置断开且将第二开关装置接通。

[0021] 作为优选,所述系统还包括:接触角检测装置,其配置为检测液滴的接触角,其中,控制器配置为在所述第一驱动信号的一施加时段开始时,根据所述接触角检测装置实时测得的接触角,确定所述第一驱动信号的该施加时段的时长、占空比和/或频率。

[0022] 作为优选,所述系统还包括:接触角检测装置,其配置为检测液滴的接触角,其中,控制器配置为在所述第一驱动信号的一施加时段结束时,根据所述接触角检测装置实时测得的接触角,确定所述第一驱动信号的该施加时段与所述第一驱动信号的下一施加时段的间隔时段的时长。

[0023] 作为优选,所述的系统还包括:第一定时器,用于对所述驱动周期进行计时;第二定时器,用于对所述第二驱动信号的施加时段进行计时;第三定时器,用于对所述第一驱动信号的施加时段进行计时。

[0024] 本发明实施例的驱动方案,可以精确地控制数字微流控芯片中液滴行进过程中的接触角,有效的改善存在的接触角滞后现象,提高液滴的移动速度。

附图说明

- [0025] 图1为本发明的驱动方法的一个实施例的示意性时序图；
- [0026] 图2为本发明的驱动方法的另一个实施例的示意性时序图；
- [0027] 图3为本发明的驱动方法的再一个实施例的示意性时序图；
- [0028] 图4为本发明的驱动方法的又一个实施例的示意性时序图；
- [0029] 图5为本发明的驱动方法的一个实施例的示意性时序图；
- [0030] 图6为本发明的驱动方法的另一个实施例的示意性时序图；
- [0031] 图7为本发明一个实施例的驱动系统的示意性框图；
- [0032] 图8为本发明另一实施例的驱动系统的示意性框图；
- [0033] 图9为本发明一个实施例的驱动系统的示意性电路图；
- [0034] 图10,图11A和图11B为本发明一个实施例的驱动系统的工作过程的示意性流程图。

具体实施方式

- [0035] 下面参照附图对本发明的各个实施例进行详细说明。
- [0036] 本发明实施例的驱动方法应用于数字微流控芯片。
- [0037] 数字微流控芯片通常包括基板、设置在基板上的由多排和多列电极构成的电极阵列、以覆盖电极阵列的方式设置在基板上的介质层,以及覆盖在介质层上的疏水层。液滴初始被投放在疏水层上的与电极阵列中的一个电极对应的位置处,当需要使液滴向疏水层上的与下一个电极对应的位置移动时,在一定的驱动周期内向该下一个电极持续施加一定频率的驱动信号,从而拉动液滴向该位置移动。
- [0038] 在数字微流控芯片现有的驱动方法中,在液滴的移动过程中容易出现接触角滞后的现象,采用本发明实施例的驱动方法能很好地改善这一现象。
- [0039] 需要说明的是,各附图中的时序波形仅是示意性的,不用于限定本发明实际实施时使用的各驱动信号的波形。
- [0040] 图1为本发明的驱动方法的一个实施例的示意性时序图。
- [0041] 如图1所示,其示出了对数字微流控芯片的依次相邻的电极N-1、N、N+1、N+2施加驱动信号的时序图。其中,在对电极N进行驱动的驱动周期T1期间,也就是在将芯片上的液滴从电极N-1的位置向电极N的位置移动期间,不但对电极N施加驱动信号,也对电极N-1施加一定时段的驱动信号,在T1期间,电极N-1对应本发明的第一电极,电极N对应本发明的第二电极。类似地,在对电极N+1进行驱动的驱动周期T2期间,也就是在将芯片上的液滴从电极N的位置向电极N+1的位置移动期间,不但对电极N+1施加驱动信号,也对电极N施加一定时段的驱动信号,在T2期间,电极N对应本发明的第一电极,电极N+1对应本发明的第二电极。类似地,在对电极N+2进行驱动的驱动周期T3期间,也就是在将芯片上的液滴从电极N+1的位置向电极N+2的位置移动期间,不但对电极N+2施加驱动信号,也对电极N+1施加一定时段的驱动信号,在T3期间,电极N+1对应本发明的第一电极,电极N+2对应本发明的第二电极。向电极N+2之后的电极施加驱动信号期间的驱动方式以此类推。
- [0042] 本发明各实施例中以将液滴从第一电极向第二电极驱动为例,但本发明不限于此,第一电极和第二电极在实际应用中可以互换,例如当从电极N向电极N+1移动液滴时,电

极N对应第一电极,电极N+1对应第二电极;后续步骤中当需要从电极N+1向电极N移动液滴时,则电极N+1对应第一电极,电极N对应第二电极。

[0043] 参见图1,在本发明实施例中,在每个驱动周期T1、T2或T3等内,向第一电极施加驱动信号的时段均与向第二电极施加驱动信号的时段相互错开,也就是说,在一个驱动周期内的某个时刻,只对第一电极和第二电极的其中一个施加驱动信号。向第一电极施加的驱动信号对应本发明的第一驱动信号,向第二电极施加的驱动信号对应本发明的第二驱动信号。同时,在本发明实施例中,在每个驱动周期T1、T2或T3等内,第一驱动信号的施加时段的总时长小于第二驱动信号的施加时段的总时长。

[0044] 通过本发明实施例的驱动方法,在第二电极的驱动周期内,也就是将液滴从第一电极向第二电极驱动的过程中,第二电极向液滴施加拉力一段时间后,换由第一电极向液滴施加一小段时间的拉力,再换由第二电极继续施加拉力,从而在液滴因向同一个方向持续运动而发生接触角变小时,使液滴适时地向相反方向运动适量距离,进行接触角的调整之后,再使液滴继续向原方向运动。因此通过本发明实施例的驱动方案,可以精确地控制数字微流控芯片中液滴行进过程中的接触角,有效的改善存在的接触角滞后现象,提高液滴的移动速度。

[0045] 图1所示实施例中,第一驱动信号的频率大致与第二驱动信号的频率相同,但本发明不限于此。本发明实施例中,第一驱动信号的频率还可以小于第二驱动信号的频率,以利于液滴形态的稳定性。

[0046] 本发明实施例中,在第二电极的驱动周期内,第二驱动信号在每个施加时段的频率、幅值、占空比以及该施加时段的时长可以相同或相互不同,具体可根据液滴的要求移动速度等进行适当调整,本发明对此并无限制。

[0047] 此外,图1所示实施例中,第一驱动信号(如T1期间对N-1施加的驱动信号)的施加时段包括或包括以一间隔时段相互隔开的两个时段,但本发明不限于此,下面对关于第一驱动信号的施加时段的各不同实施例进行具体说明。

[0048] 图2为本发明的驱动方法的另一个实施例的示意性时序图。

[0049] 如图2所示,本实施例中第一驱动信号的施加时段仅包括一个连续的时段,该时段对应本发明的第一时段。

[0050] 图2中示出该第一时段设置在驱动周期T1/T2/T3的中后部,但本发明不限于此。该第一时段也可以设置在驱动周期T1/T2/T3的起始处、前中部、中部或后部,具体可根据实时检测到的液滴的接触角来确定第一时段的位置。例如在液滴从电极N-1向电极N运动期间,实时检测到液滴的接触角不太理想,则可以停止向电极N施加驱动电压,转而向电极N-1施加一段时间的驱动电压,来对液滴的接触角进行随时调整,从而在液滴的运动过程中精确地控制液滴的接触角。

[0051] 除了图2中示出的T1、T2、T3期间第一时段设置位置相同的实施例之外,本发明还包括其他多种实施例(未图示),例如在一个实施例中,在T1期间的中部对电极N-1施加第一驱动信号,在T2期间的中后部对电极N施加第一驱动信号,以及在T3期间的中后部对电极N+1施加第一驱动信号;在另一个实施例中,在T1期间的前部对电极N-1施加第一驱动信号,在T2期间的中部对电极N施加第一驱动信号,在T3期间的中部对电极N+1施加第一驱动信号,等等。

[0052] 图3为本发明的驱动方法的再一个实施例的示意性时序图。

[0053] 如图3所示,本实施例中在每个驱动周期 $T1/T2/T3$ 内第一驱动信号的施加时段包括三个以间隔时段相互隔开的时段,该三个时段对应于本发明的第二时段。本实施例中,相邻的第二时段之间可以具有相同时长的间隔时段。此外,本实施例中,各第二时段的时长可以相同,并且第二时段的时长可以与上述间隔时段的时长成正比。本发明实施例能够通过电极向液滴施加较稳定的力,有利于保持液滴的状态。

[0054] 图4为本发明的驱动方法的又一个实施例的示意性时序图。

[0055] 如图4所示,本实施例中在每个驱动周期 $T1/T2/T3$ 内第一驱动信号的施加时段包括三个以不同时长的间隔时段相互隔开的时段,该三个时段对应于本发明的第二时段。本实施例中,同一驱动周期内各第二时段的时长可以互相不同。此外,同一驱动周期内第二时段之间的间隔时段也可以与第二时段的时长成正比,例如图4中驱动周期 $T1$ 期间,对电极 $N-1$ 施加驱动信号的三个第二时段中,时长较短的第二时段之间的间隔时段小于时长较长的第二时段之间的间隔时段。

[0056] 除了图3和图4所示实施例外,在本发明一些实施例中,在每个驱动周期 $T1/T2/T3$ 内第一驱动信号的施加时段还可以包括三个或更多个以不同间隔时段相互隔开的具有相同时长的第二时段。

[0057] 图5为本发明的驱动方法的一个实施例的示意性时序图。

[0058] 如图5所示,本实施例中驱动周期 $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$ 内施加第一驱动信号的第二时段的设置方式可以相互不同。例如,在驱动周期 $T1$ 内可以采用图2所示实施例的设置方式,在驱动周期 $T2$ 内可以采用图3所示实施例的设置方式,在驱动周期 $T3$ 内可以采用图4所示实施例的设置方式。

[0059] 本发明中在各驱动周期内施加第一驱动信号的第二时段的设置方式不限于图5所示的设置方式,例如,所有驱动周期中的部分驱动周期可以具有相同的设置方式。

[0060] 图6为本发明的驱动方法的另一个实施例的示意性时序图。

[0061] 如图6所示,本发明实施例中,在每个驱动周期 $T1/T2/T3$ 中,对第一电极施加第一驱动信号的时段设置于驱动周期的中部,例如从时长为 T 的驱动周期 $T1$ 中,从 $2T/5$ 至 $3T/5$ 的期间。本发明实施例在对液滴接触角的控制度上具有较好的效果。

[0062] 本发明中对第一电极施加第一驱动信号的时段不限于图6所示的取值。例如,对第一电极施加第一驱动信号的时段可以为驱动周期 $T1$ 中从 $9T/20$ 至 $11T/20$ 的期间。

[0063] 另外,当驱动周期 $T1$ 中对第一电极施加第一驱动信号的施加时段包括多个时段时,例如包括两个时段时,这两个时段例如可以分别为驱动周期 $T1$ 中从 $1T/5$ 至 $2T/5$ 的期间以及从 $3T/5$ 至 $4T/5$ 的期间。

[0064] 本发明实施例中,在一个驱动周期 $T1$ 、 $T2$ 或 $T3$ 中,第一驱动信号的施加时段的总时长与该驱动周期的时长之间的比值可以在 $0.1-0.4$ 的范围内。

[0065] 在本发明一些实施例中,可以实时调整第一驱动信号的各项参数。

[0066] 例如,可以在第一驱动信号的某个施加时段开始时,实时检测液滴的接触角,并根据测得的接触角来实施调整该施加时段内的第一驱动信号的频率,该频率例如可以设定为当测得的接触角越小则频率越低。本实施例根据实时检测的接触角的大小来调整第一驱动信号的频率,能够提高对液滴的控制精度。

[0067] 例如,还可以根据第一驱动信号的施加时段开始时检测的液滴的接触角,将该施加时段内的第一驱动信号的占空比设定为当测得的接触角越小则占空比越小。本实施例也能够提高对液滴的控制精度。

[0068] 例如,还可以根据第一驱动信号的施加时段开始时检测的液滴的接触角,将第一驱动信号的该施加时段的时长设定为当测得的接触角越小则时长越长。本实施例同样能够提高对液滴的控制精度。

[0069] 此外,还可以在第二驱动信号的某个施加时段结束时,也实时检测液滴的接触角,并根据测得的接触角的大小设定第二驱动信号的该施加时段与下一施加时段之间的间隔时段的时长,例如,可以将该施加时段与下一施加时段间的间隔时段的时长设定为当测得的接触角越小则时长越短。本实施例也能够提高对液滴的控制精度。

[0070] 本发明各实施例中,第一驱动信号和/或第二驱动信号的基本频率和施加时段的时长可以根据数字微流控芯片的介质层厚度来确定,例如,可以将第一驱动信号和/或第二驱动信号设定为当介质层越厚则设定的频率越低或施加时段的时长越长。这里,驱动信号的施加时段增长后,驱动周期可能也需要适当地增长。本发明实施例能够适应不同的数字微流控芯片的特性,有效地控制液滴的接触角。

[0071] 图7为本发明一个实施例的驱动系统的示意性框图。

[0072] 本发明实施例的驱动系统应用于前述的数字微流控芯片,数字微流控芯片包括由多行和多列电极构成的电极阵列,本发明实施例的驱动系统用于在每一对相邻的电极之间对液滴进行驱动,该对相邻的电极对应于本发明中的第一电极和第二电极。

[0073] 如图7所示,本发明实施例的驱动系统包括驱动信号生成装置1和控制器2,用于对数字微流控芯片3进行驱动控制。

[0074] 驱动信号生成装置1被配置为生成用于第一电极的第一驱动信号和用于第二电极的第二驱动信号。驱动信号生成装置例如为方波生成器、锯齿波生成器等。

[0075] 控制器2被配置为在第二电极的驱动周期内,进行控制以对第一电极施加所述第一驱动信号,对所述第二电极施加所述第二驱动信号。

[0076] 参见图1所示实施例的时序图,控制器2被配置为使第一驱动信号的施加时段与第二驱动信号的施加时段相互错开,并且控制器2被配置为在第二电极的驱动周期内,使第一驱动信号的施加时段的总时长小于第二驱动信号的施加时段的总时长。

[0077] 控制器2在控制第一驱动信号的施加时段时,可以按照预先设定的时段进行控制。

[0078] 图8为本发明另一实施例的驱动系统的示意性框图。

[0079] 如图8所示,本发明实施例的驱动系统还可以包括接触角检测装置4,其配置为检测液滴的接触角,控制器2可以配置为根据实时测得的液滴的接触角来控制或调整第一驱动信号的各个参数。

[0080] 例如,控制器2可以配置为在第一驱动信号的一个施加时段开始时,根据接触角检测装置4实时测得的接触角,确定第一驱动信号的该施加时段的时长、该施加时段内第一驱动信号的占空比和/或该施加时段内第一驱动信号的频率。

[0081] 另外,控制器2还可以配置为在第一驱动信号的一个施加时段结束时,根据接触角检测装置4实时测得的接触角,确定第一驱动信号的该施加时段与第一驱动信号的下一施加时段之间的间隔时段的时长。

[0082] 控制器2对第一驱动信号的具体控制方式可参见上述参照图1-6的描述,在此省略具体说明。

[0083] 图9为本发明一个实施例的驱动系统的示意性电路图。

[0084] 如图8所示,本发明实施例的驱动系统包括驱动信号生成装置10,控制器20,译码器40,第一和第二光耦开关51和52。其中,第一和第二光耦开关51和52对应本发明的第一和第二开关装置。图8中还示出了数字微流控芯片30及其内设置的多个电极中的两个电极61和62。

[0085] 第一光耦开关51连接在第一电极61与驱动信号生成装置10之间的回路中,第二光耦开关52连接在第二电极62与驱动信号生成装置10之间的回路中。控制器20可以被配置为在第一驱动信号的施加时段将第一光耦开关51接通且将第二光耦开关断开,以及在所述第二驱动信号的施加时段将第一光耦开关51断开且将第二光耦开关接通。

[0086] 为了控制各个光耦开关的通断,可在控制器20和光耦开关之间设置译码器40,控制器20将与需要施加驱动信号的电极对应的控制信号发送给译码器,由译码器将控制信号准确地发送到该电极对应的光耦开关。

[0087] 本发明实施例中第一开关装置和第二开关装置采用光耦开关实现,但本发明不限于此,例如第一开关装置和第二开关装置还可以采用其他形式的半导体开关来实现,例如直接采用场效应晶体管来实施为开关装置。

[0088] 在本发明实施例中,可以通过设置定时器的方式来控制各个驱动信号的施加时段。以图6所示的实施例为例,可设定第一定时器,用于对驱动周期T1、T2或T3进行计时;设定第二定时器,用于对第二驱动信号的施加时段进行计时;并设定第三定时器,用于对第一驱动信号的施加时段进行计时。

[0089] 图10,图11A和图11B为本发明一个实施例的驱动系统的工作过程的示意性流程图。

[0090] 首先,通过PC与控制器20通信,对控制器20进行初始化,从PC端读取液滴的移动速度和移动路径数据,设定液滴的移动速度和移动路径。根据设置的液滴移动速度设定第一定时器,用于设定对一个电极施加驱动电压的驱动周期(如T1/T2/T3),同时设定第二定时器和第三定时器。

[0091] 读取液滴位置,判断是否满足设置的移动路径,如不满足则反馈给PC端,邀请重放液滴。如满足设置的移动路径,则控制器20向译码器40发送指令,以接通与液滴所在处电极的下一个电极对应的光耦开关,同时打开第二定时器和第二定时器,并向驱动信号生成装置10发送PWM控制信号,使其产生特定频率的驱动信号,例如驱动方波。

[0092] 当第二定时器溢出(即对第二电极施加第二驱动信号的一个施加时段结束时)时进入定时中断,在该定时中断处读取液滴位置,检测并判断液滴接触角滞后情况,根据拖尾情况设置驱动信号频率并打开第三定时器后,跳出中断,根据设置的频率向第一电极输出驱动信号,等待第三定时器溢出。第三定时器溢出(即对第一电极施加第一驱动信号的一个施加时段结束时)后,进入另一个定时中断,重新设置用于第二电极的驱动信号的频率。跳出中断后,向第二电极输出重置频率的驱动方波,等待第一定时器溢出。当第一定时器溢出(即一个驱动周期结束)后,进入第一定时器中断,读取液滴位置,判断液滴是否在设定的移动路径上,如果移动在设定路径上则对下一个电极重复上述步骤,如果液滴位置偏移,

则根据上述的驱动方式将液滴拉回到设定移动路径。

[0093] 以上对本发明的多个实施例进行了说明,可以理解的是,以上并非本发明的所有实施例,本领域技术人员在本发明公开的基础上,还能够在不超出本发明构思的情况下得到多种修改或变型的其他实施例,这些修改和变型都应覆盖于本发明要求保护的范围之内。

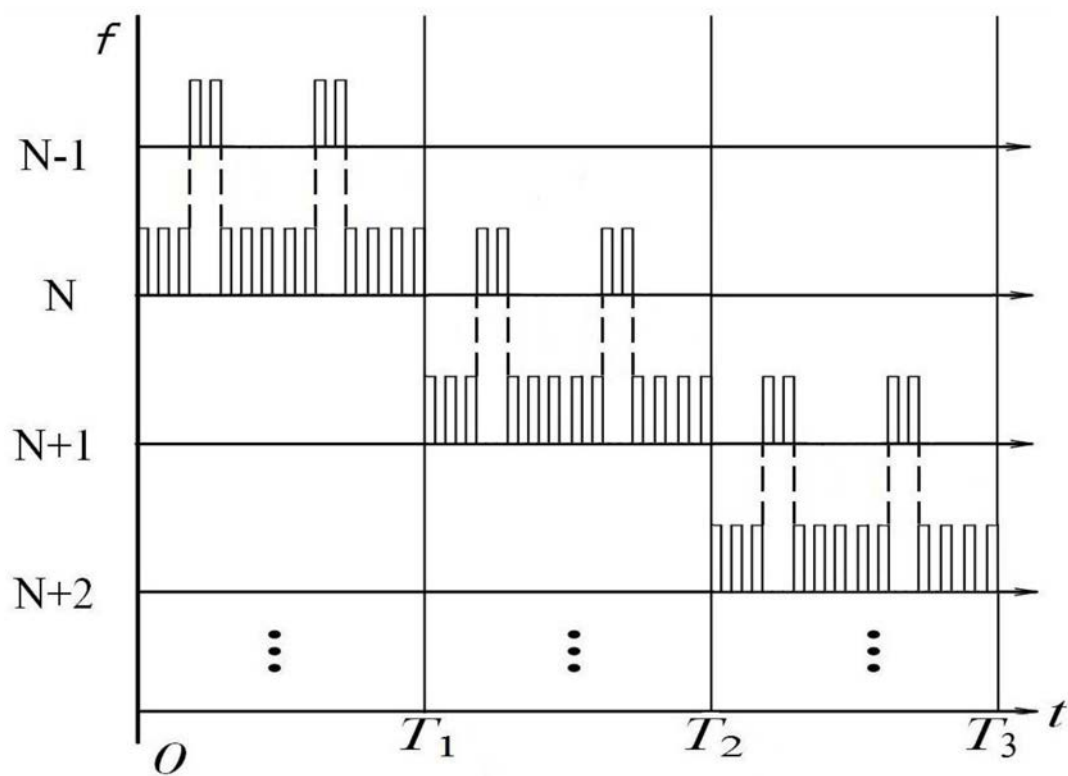


图1

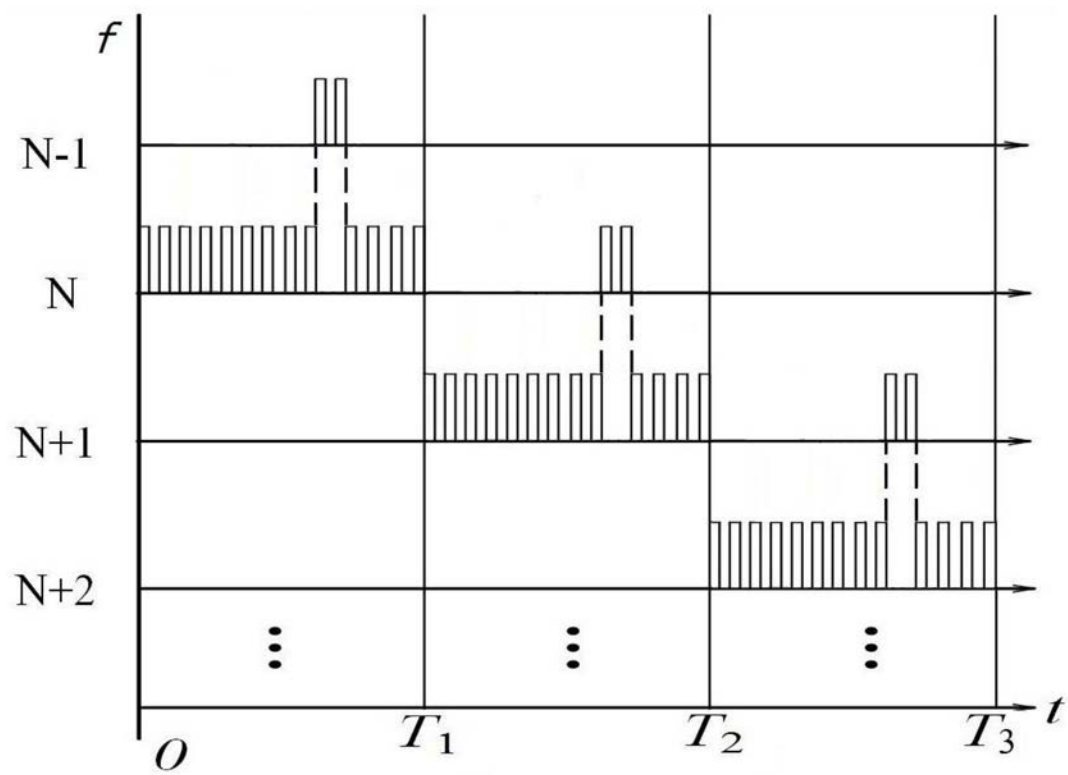


图2

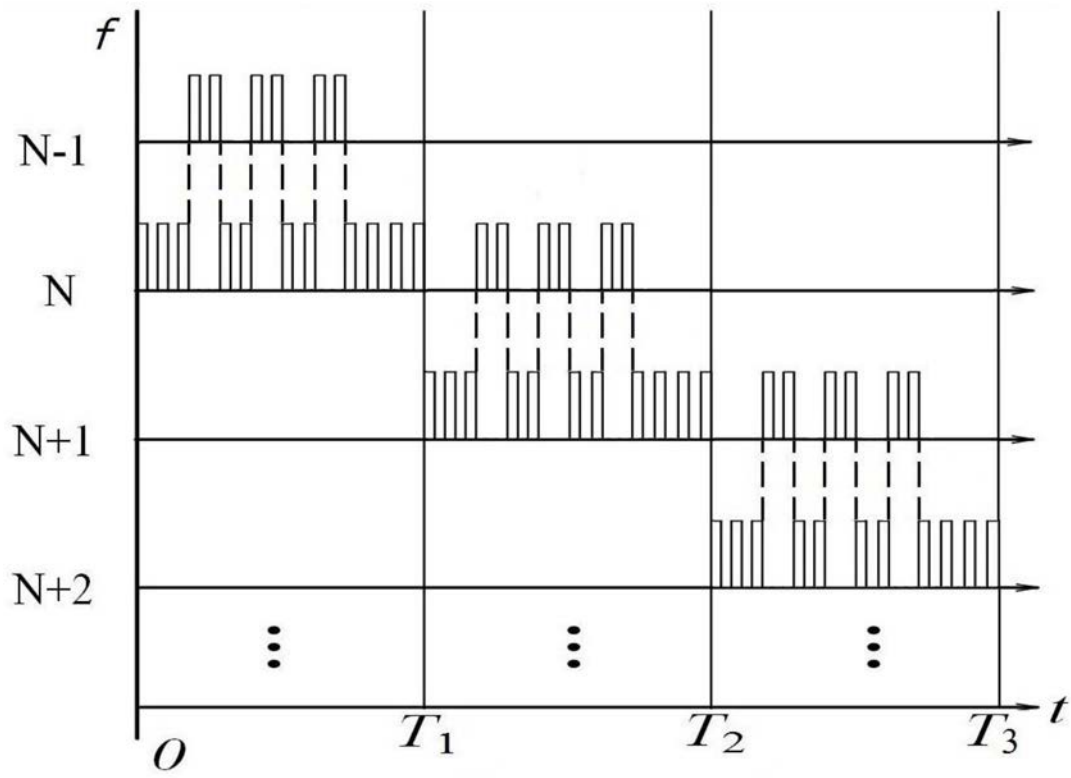


图3

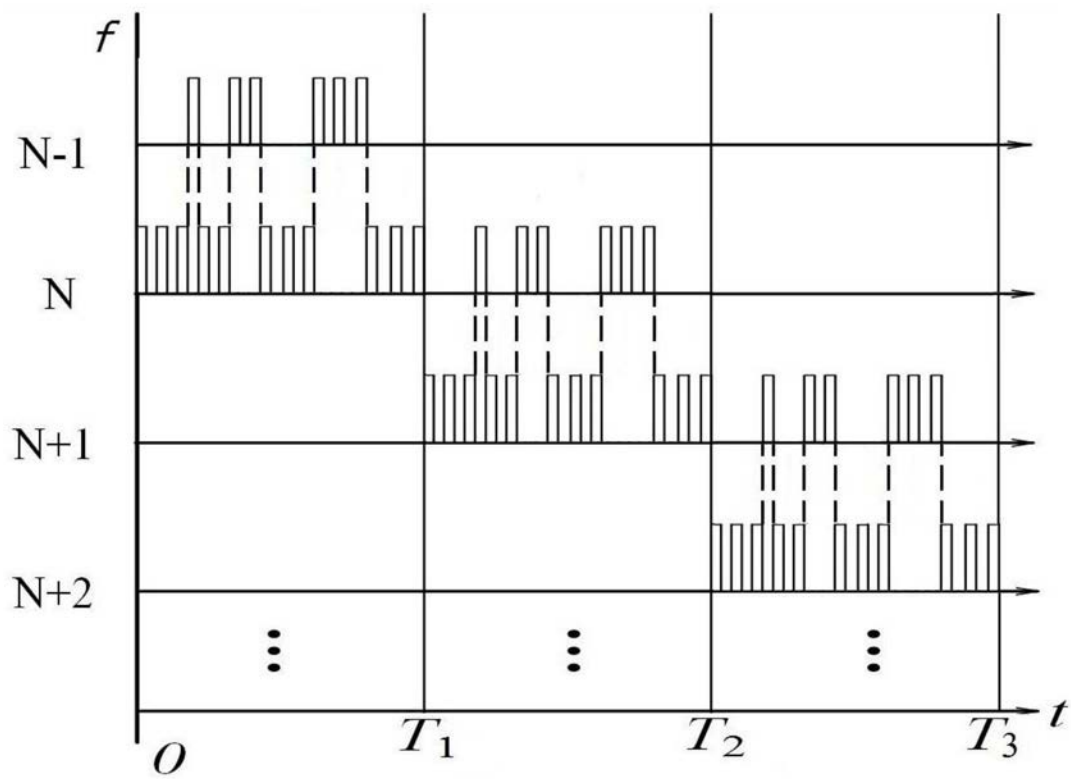


图4

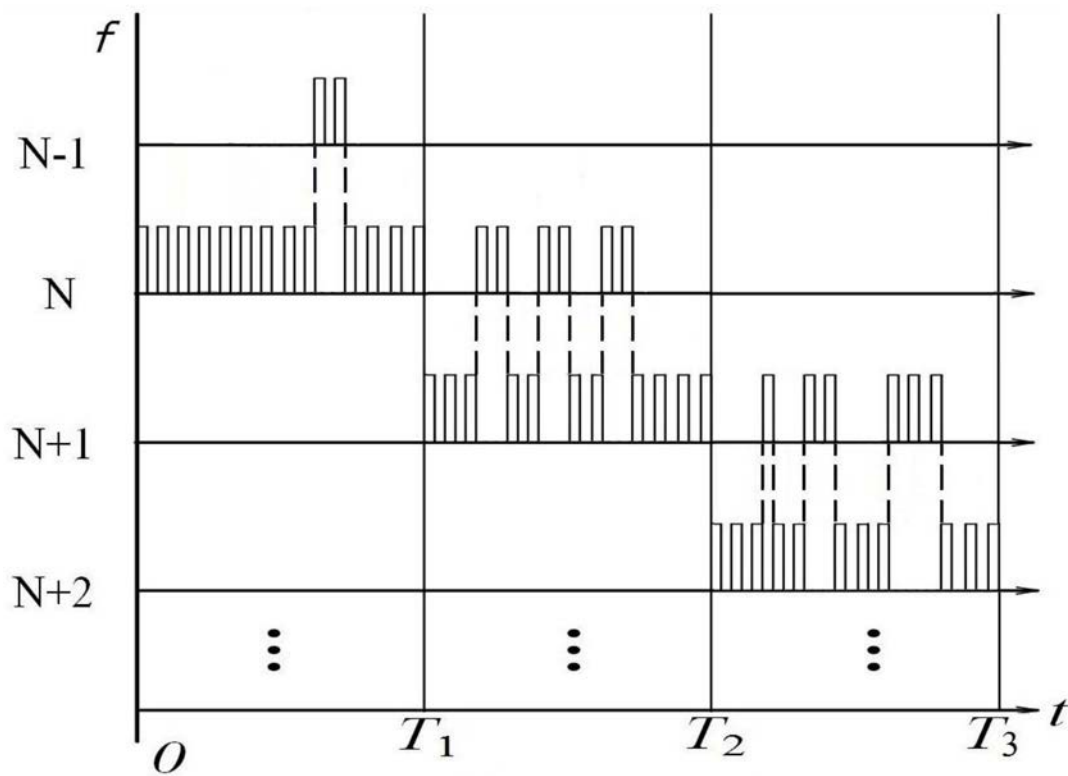


图5

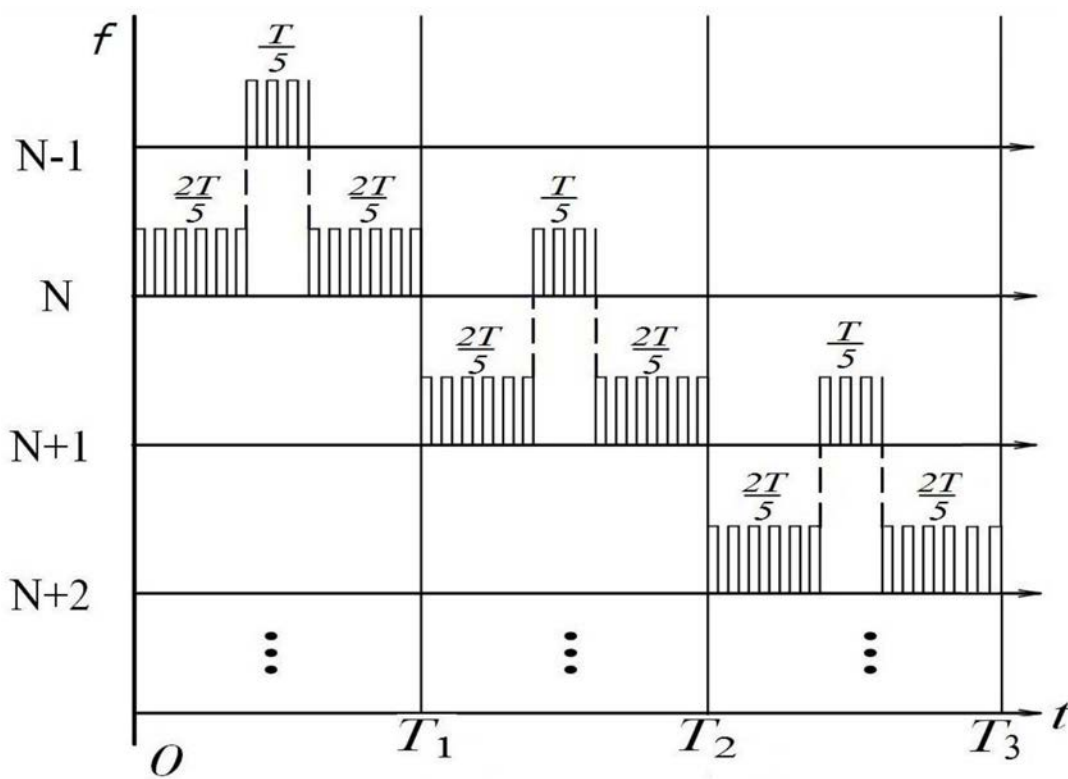


图6

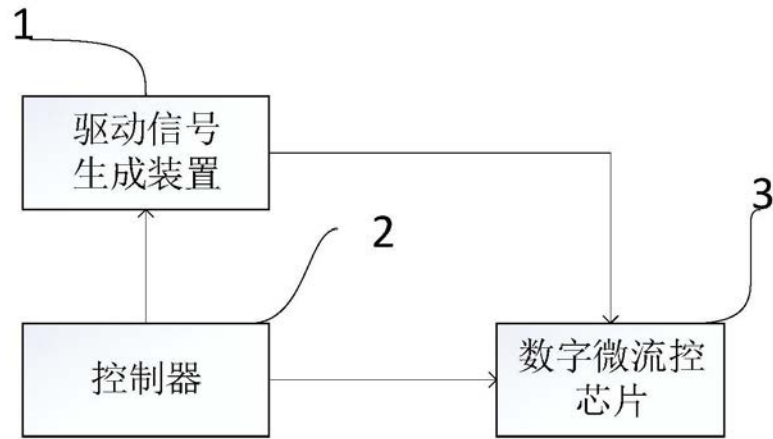


图7

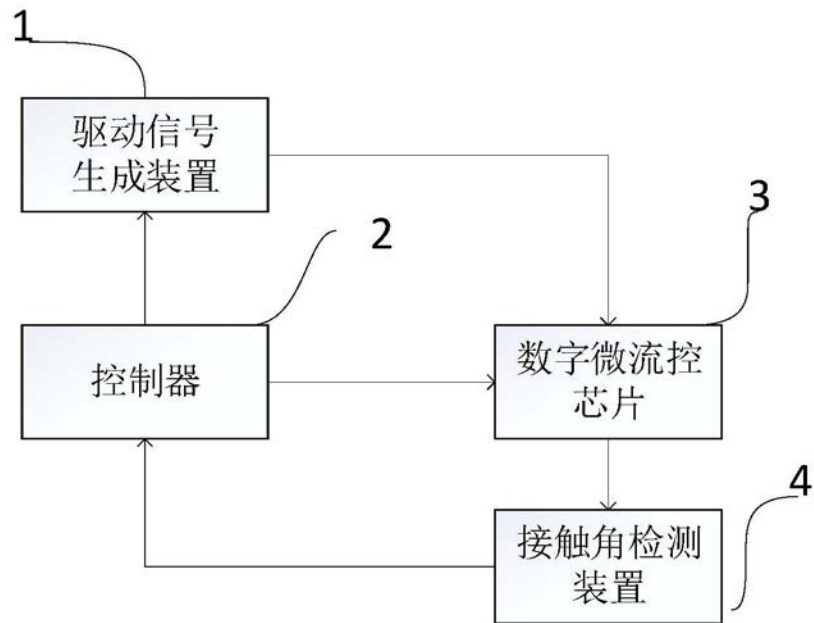


图8

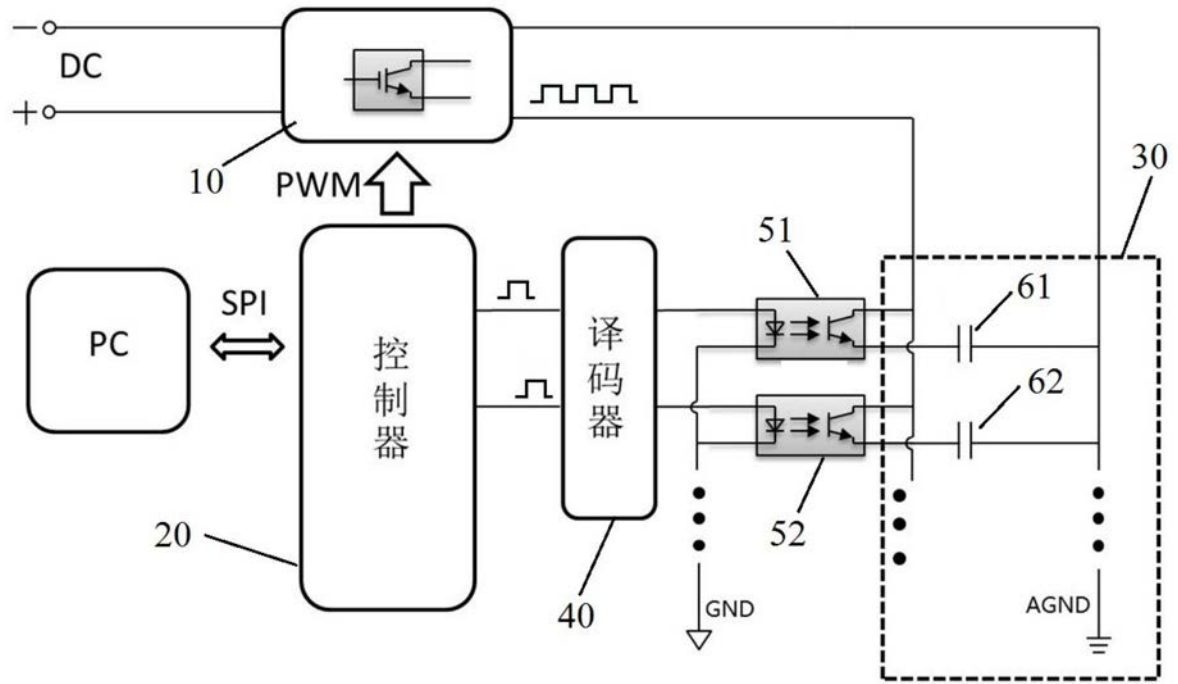


图9

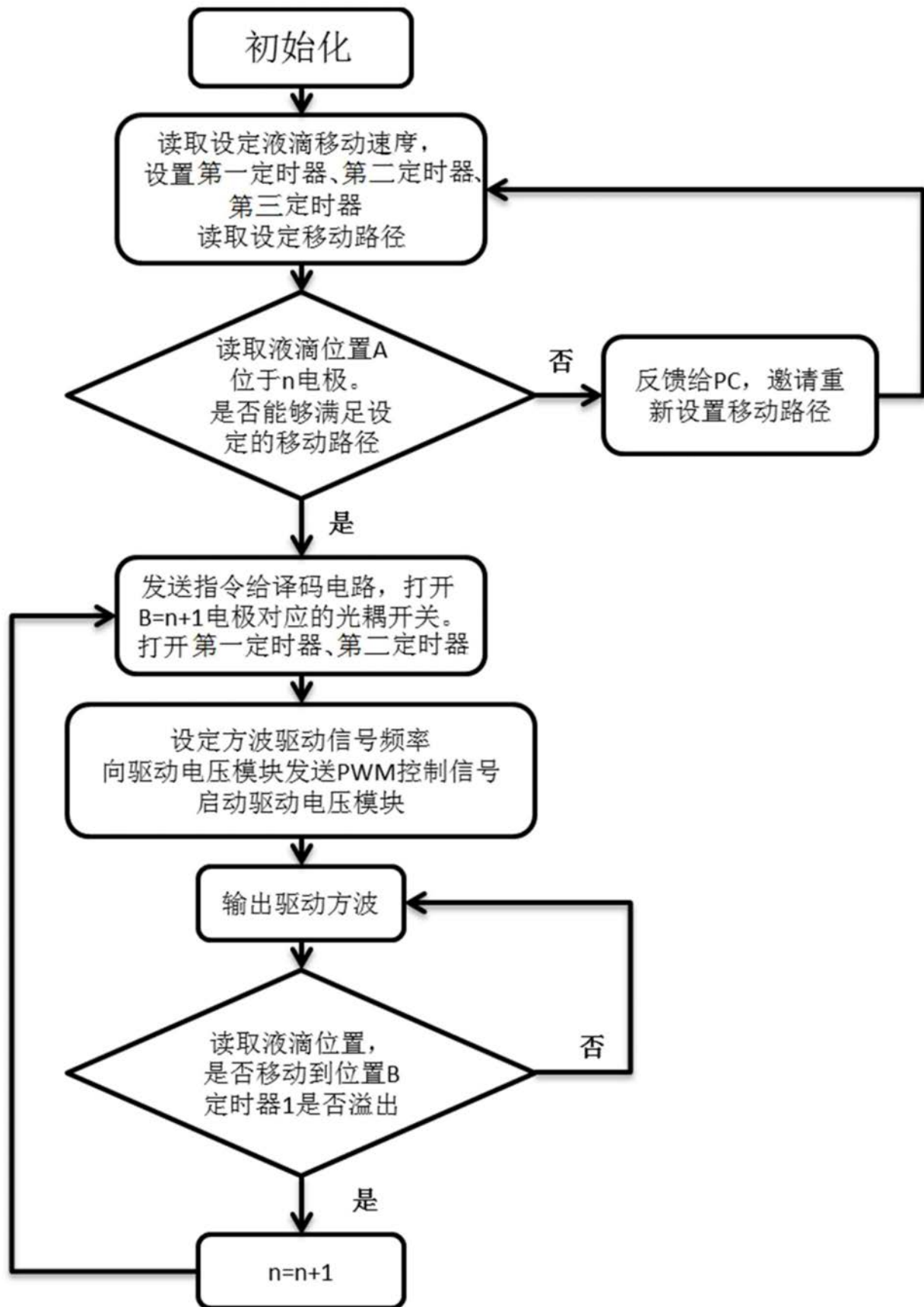


图10

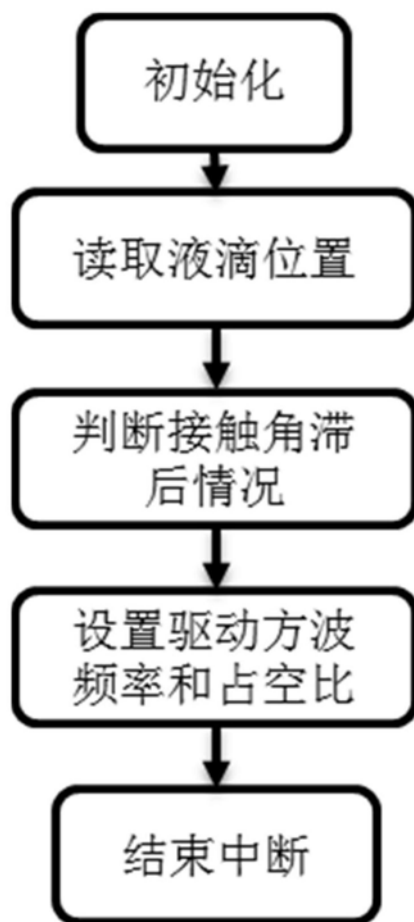


图11A

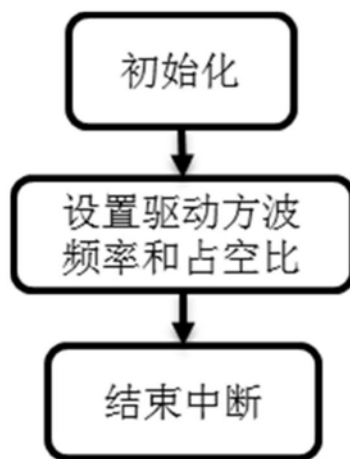


图11B