



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106662479 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(21)申请号 201580044210.3

叶夫根尼·福明 乔治·赖特斯玛

(22)申请日 2015.07.06

里卡尔多·塔雷利

(30)优先权数据

62/020,725 2014.07.03 US

14/790,355 2015.07.02 US

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 林斯凯

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.02.17

(51)Int.Cl.

G01F 23/26(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/039248 2015.07.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/004436 EN 2016.01.07

(71)申请人 德州仪器公司

地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 达尼埃莱·米亚托恩

阿索斯·卡恩克利尼 刘东泰

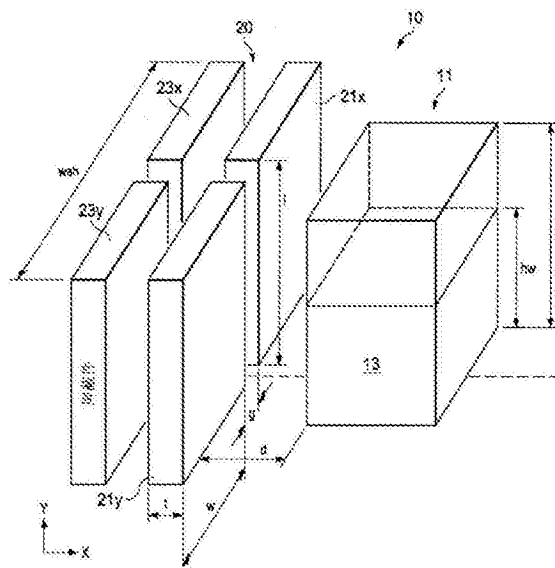
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

利用差分异相通道驱动来抵消人体电容的电容性液位测量

(57)摘要

在所描述实例中,电容性液位测量使用差分异相OoP通道驱动来抵消人体电容。容器组合件(10)包含电容性传感器(20),所述电容性传感器(20)具有在高度上对应于液位测量范围的对称CHx电容器电极(21x)及CHy电容器电极(21y)。CHx驱动器对所述CHx电极(21x)提供CHx激励/驱动,且CHy驱动器对所述CHy电极(21y)提供与所述CHx驱动基本上180度异相的OoP CHy激励/驱动。通过以下操作来测量与液位(13)相关联的电容:通过所述CHx通道获取电容测量(例如基于电容性电荷转移);及将所述电容测量转换为对应于液位电容的模拟电压(其可接着被转换为数字数据)。所述电容性传感器可配置有SHLDx/SHLDy屏蔽件(23x、23y),所述SHLDx/SHLDy屏蔽件(23x、23y)安置于相应CHx/CHy电极(21x、21y)后面且被与相应CHx/CHy电极(21x、21y)同相地驱动。



1. 一种适用于电容性液位测量的系统,其包括  
容器,其容纳处于一液位的液体;  
电容性传感器,其邻近所述容器安置,包含各自在高度上对应于液位测量范围的对称CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>电容器电极;及  
电容测量电子器件,其包含耦合到所述CH<sub>x</sub>电极的CH<sub>x</sub>通道及耦合到所述CH<sub>y</sub>电极的CH<sub>y</sub>通道,且经配置以测量与所述容器中的所述液体的所述液位相关联的电容,包含:以CH<sub>x</sub>驱动信号通过所述CH<sub>x</sub>通道而驱动所述CH<sub>x</sub>电极;以与所述CH<sub>x</sub>驱动信号基本上180度异相的CH<sub>y</sub>驱动信号通过所述CH<sub>y</sub>通道而驱动所述CH<sub>y</sub>电极;通过所述CH<sub>x</sub>通道获取电容测量;及将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的模拟电压。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中通过所述CH<sub>x</sub>通道获取的所述电容测量被参考到接地。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中:  
所述电容性传感器进一步包含安置于所述CH<sub>x</sub>电极后面的SHLD<sub>x</sub>屏蔽件及安置于所述CH<sub>y</sub>电极后面的SHLD<sub>y</sub>屏蔽件;  
所述电容测量电子器件进一步包含通过SHLD<sub>x</sub>输出耦合到所述SHLD<sub>x</sub>屏蔽件的SHLD<sub>x</sub>驱动器及通过SHLD<sub>y</sub>输出耦合到所述SHLD<sub>y</sub>屏蔽件的SHLD<sub>y</sub>驱动器;且  
所述电容测量电子器件进一步经配置以:以与所述CH<sub>x</sub>电极通道驱动同相的SHLD<sub>x</sub>信号驱动所述SHLD<sub>x</sub>屏蔽件;及以与所述CH<sub>y</sub>电极同相的SHLD<sub>y</sub>信号驱动所述SHLD<sub>y</sub>屏蔽件。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述电容测量电子器件包含电容/数字转换CDC单元,所述CDC单元包含:  
模拟前端电路,其经配置以:通过所述CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>通道驱动所述CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>电极;及通过所述CH<sub>x</sub>通道获取模拟电容测量;及  
模/数转换电路,其经配置以将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的数字数据。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中所述电容测量是基于电容性电荷转移而获取。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述容器中的所述液体可为以下各项中的一者:例如在咖啡机中的水及例如在自动注射器中的药液液位。
7. 一种适用于对容器中的液体进行电容性液位测量的电路,所述电路适于与邻近所述容器安置的电容性传感器一起使用,所述电容性传感器包含各自在高度上对应于液位测量范围的CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>对称电容器电极,所述电路包括:  
CH<sub>x</sub>驱动电路,其耦合到所述CH<sub>x</sub>电极,且经配置而以CH<sub>x</sub>驱动信号通过CH<sub>x</sub>通道而驱动所述CH<sub>x</sub>电极;  
CH<sub>y</sub>驱动电路,其耦合到所述CH<sub>y</sub>电极,且经配置而以与所述CH<sub>x</sub>驱动信号基本上180度异相的CH<sub>y</sub>驱动信号通过所述CH<sub>y</sub>通道而驱动所述CH<sub>y</sub>电极;及  
电容测量电路,其经配置以测量与所述容器中的所述液体的液位相关联的电容,包含:通过所述CH<sub>x</sub>通道获取电容测量;及将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的模拟电压。
8. 根据权利要求7所述的电路,其中通过所述CH<sub>x</sub>通道获取的所述电容测量被参考到接地。

9. 根据权利要求7所述的系统,其中所述电容性传感器包含安置于所述CH<sub>x</sub>电极后面的SHLD<sub>x</sub>屏蔽件及安置于所述CH<sub>y</sub>电极后面的SHLD<sub>y</sub>屏蔽件,且其中:

电容测量电子器件进一步包含通过SHLD<sub>x</sub>输出耦合到所述SHLD<sub>x</sub>屏蔽件的SHLD<sub>x</sub>驱动器及通过SHLD<sub>y</sub>输出耦合到所述SHLD<sub>y</sub>屏蔽件的SHLD<sub>y</sub>驱动器;且

所述电容测量电子器件进一步经配置而以与所述CH<sub>x</sub>电极通道驱动同相的SHLD<sub>x</sub>信号驱动所述SHLD<sub>x</sub>屏蔽件,且以与所述CH<sub>y</sub>电极同相的SHLD<sub>y</sub>信号驱动所述SHLD<sub>y</sub>屏蔽件。

10. 根据权利要求7所述的电路,其中所述电容测量电子器件包含电容/数字转换CDC单元,所述CDC单元包含:

模拟前端电路,其经配置以:通过所述CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>通道驱动所述CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>电极;及通过所述CH<sub>x</sub>通道获取模拟电容测量;及

模/数转换电路,其经配置以将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的数字数据。

11. 根据权利要求7所述的电路,其中电容测量是基于电容性电荷转移而获取。

12. 根据权利要求7所述的电路,其中所述容器中的所述液体可为以下各项中的一者:例如在咖啡机中的水及例如在自动注射器中的药液液位。

13. 一种适用于对容器中的液体进行电容性液位测量的方法,所述方法适于与邻近所述容器安置的电容性传感器一起使用,所述电容性传感器包含各自在高度上对应于液位测量范围的CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>对称电容器电极,所述方法包括:

以CH<sub>x</sub>驱动信号驱动所述CH<sub>x</sub>电极;

以与所述CH<sub>x</sub>驱动信号基本上180度异相的CH<sub>y</sub>驱动信号驱动所述CH<sub>y</sub>电极;

通过所述CH<sub>x</sub>电极获取电容测量;及

将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的模拟电压。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中通过所述CH<sub>x</sub>电极获取的所述电容测量被参考到接地。

15. 根据权利要求13所述的方法,其中所述电容性传感器包含安置于所述CH<sub>x</sub>电极后面的SHLD<sub>x</sub>屏蔽件及安置于所述CH<sub>y</sub>电极后面的SHLD<sub>y</sub>屏蔽件,且所述方法进一步包括:

以与所述CH<sub>x</sub>电极通道驱动同相的SHLD<sub>x</sub>信号驱动所述SHLD<sub>x</sub>屏蔽件;及

以与所述CH<sub>y</sub>电极同相的SHLD<sub>y</sub>信号驱动所述SHLD<sub>y</sub>屏蔽件。

16. 根据权利要求13所述的方法,其是利用电容/数字转换CDC单元而实施,所述CDC单元包含

模拟前端电路,其经配置以:通过CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>通道驱动所述CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>电极;及通过所述CH<sub>x</sub>通道获取模拟电容测量;及

模/数转换电路,其经配置以将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的数字数据。

17. 根据权利要求13所述的方法,其中电容测量是基于电容性电荷转移而获取。

18. 根据权利要求13所述的方法,其中所述容器中的所述液体可为以下各项中的一者:例如在咖啡机中的水及例如在自动注射器中的药液液位。

## 利用差分异相通道驱动来抵消人体电容的电容性液位测量

### 技术领域

[0001] 本发明一般来说涉及测量容器中的液位。

### 背景技术

[0002] 电容性感测技术一直以来适用于感测液位。电容性感测是无接触且无磨损的。

[0003] 针对液位,容器组合件包含根据预定液位范围定尺寸的外部电容性传感器(电容器电极)。忽略环境因素(例如寄生电容),所测量电容随液位增加而线性地增加。

### 发明内容

[0004] 在所描述实例中,利用差分异相(0oP)通道驱动的电容性液位测量可适于用于液体容器组合件中,其中邻近容器安置的电容性传感器包含各自在高度上对应于液位测量范围的CHx及CHy对称电容器电极。0oP电容性液位方法包含:以CHx驱动信号驱动所述CHx电极;以与所述CHx驱动信号基本上180度异相的CHy驱动信号驱动所述CHy电极;通过所述CHx电极获取电容测量(例如基于电容性电荷转移);及将所述电容测量转换为对应于与液位相关联的电容的模拟电压。所述方法可包含将所述模拟电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的数字数据。

### 附图说明

[0005] 图1A、1B、1C及1D在功能上图解说明电容性液位测量。

[0006] 图2A、2B及2C在功能上图解说明其中使人体存在接近于容器/液体从而引入寄生电容的电容性液位测量。

[0007] 图3A、3B及3C图解说明利用差分异相(0oP)通道驱动来抵消人体电容的电容性液位测量的实例性功能实施例。

### 具体实施方式

[0008] 实例性实施例及应用图解说明利用差分异相(0oP)通道驱动来抵消人体电容的电容性液位测量的各种特征及优点。

[0009] 简单概述,用于电容性液位测量的所揭示系统/方法使用差分异相(0oP)通道驱动来抵消人体电容。在实例性实施例中,容器组合件包含具有在高度上对应于液位测量范围的对称CHx与CHy电容器电极的电容性传感器。CHx驱动器对CHx电极提供CHx激励/驱动,且CHy驱动器对CHy电极提供与CHx驱动基本上180度异相的0oP CHy激励/驱动。通过以下方式测量与液位相关联的电容:通过CHx通道获取电容测量(例如基于电容性电荷转移),及将电容测量转换为对应于液位电容的模拟电压(其可接着被转换为表示液位的数字数据)。CHx/CHy电容性传感器可配置有SHLDx/SHLDy屏蔽件,所述SHLDx/SHLDy屏蔽件安置于相应CHx/CHy电极后面且被与相应CHx/CHy电极同相地驱动。实例性应用包含家用电器(冰箱、咖啡机、加湿器)及医学器件(自动注射器、药物笔、胰岛素泵)。

[0010] 图1A、1B、1C及1D结合液体容器组合件10在功能上图解说明电容性液位测量,液体容器组合件10包含具有液体13(例如水)的容器11。此类测量适于具有CHx电容器电极20\_A及GND电容器电极20\_B以及电容测量电子器件40且包含具有容器电容Cp及液体电容/电阻Cw/Rw的容器/液体电模型(图2及3)的液体容器组合件。

[0011] 电容性液位测量系统由包含(图1B)对称通道电极(CHx) 20\_A与接地电极(GND) 20\_B的电容性感测电极20(图1A)表示。电容性测量电子器件由电容/数字转换器(CDC) 40表示。容器/液体电模型30包含容器11的电容Cp及液体/水13的电容/电阻Cw/Rw。

[0012] 电容性感测基于通过CHx通道电极20\_A的连续激励/驱动及获取/读取阶段。在获取/读取阶段期间,测量CHx通道电极20\_A与GND电极20\_B之间的边缘电容。在容器/液体电模型30中,测量相对于节点LIQ的电容。

[0013] 参考图1D,所测量电容随液位线性地增加。

[0014] 图2A、2B及2C在功能上图解说明对容器系统10的电容性液位测量,其中使人体存在(在功能上由手50表示)接近于容器11中的液体13。人体存在引入寄生电容,所述寄生电容在容器/液体电模型30中表示为耦合到电容测量节点LIQ中的电容Ch。

[0015] 图2B图解说明其中人体电容Ch耦合到电容测量节点(LIQ)中的容器/液体电模型(30)。图2C图解说明实例性电容测量曲线图,其中人体电容对电容测量的影响图解说明为所测量电容中的寄生扰动55。参考图2C,由寄生人体电容Ch导致的电位差对应于所测量电容中的扰动55,其影响液位测量。

[0016] 图3A、3B及3C图解说明利用有效抵消人体电容的差分异相(OoP)通道驱动的电容性液位测量的实例性功能实施例。图3A图解说明包含CHx电容器电极21x及CHy电容器电极21y的液体容器系统。图3C图解说明OoP电容性液位测量的实例性功能实施例,其包含具有耦合到包含人体电容Ch的容器/液体电模型30的差分CHx及OoP CHy传感器激励/获取通道的电容/数字转换(CDC)电子器件40。

[0017] 参考图3A,液体容器系统10包含具有液体13(例如水)的容器11。电容性传感器组合件20邻近容器11而安置。电容性传感器组合件20包含对称、单独驱动的CHx电容器电极21x及OoP CHy电容器电极21y,其各自在高度上对应于液位测量范围。

[0018] 实例性电容性传感器组合件20经配置有驱动屏蔽件,所述驱动屏蔽件将感测方向集中于朝向液体目标且提供对可影响电容测量的干扰的背侧阻障。SHLDx屏蔽件23x布置于CHx电极后面,且SHLDy屏蔽件23y布置于CHy电极后面。SHLDx屏蔽件23X/SHLDy屏蔽件23y被与相应CHx电极21x/CHy电极21y同相地(即,以与CHx/CHy电极相同的激励/驱动信号)驱动。由于SHLDx/SHLDy处于与CHx/CHy电极基本上相同的电位,因此电容性传感器组合件20的屏蔽件侧上的电场被消除,使得作用感测电场处于液体的方向。

[0019] 参考图3B及3C,液体由容器/液体电模型30表示,容器/液体电模型30包含容器电容Cp及水电容/电阻Cw/Rw。寄生人体电容由耦合到电容测量节点LIQ中的Ch表示。

[0020] 针对此实例性实施例,电容测量电子器件被图解说明为CDC 40,其包含传感器测量通道CHx及CHy。CHx通道耦合到CHx电极21x,且CHy通道耦合到CHy电极。屏蔽件驱动是通过SHLDx/SHLDy屏蔽件驱动器输出来进行。

[0021] CDC 40经配置以测量与容器中的液位相关联的电容,从而提供激励/驱动及获取/读取阶段。CDC 40可经配置以基于电容性电荷转移而实施电容性感测—在连续电荷转移阶

段(激励/获取)中,电荷被从CH<sub>x</sub>电容器电极21<sub>x</sub>/CH<sub>y</sub>电容器电极21<sub>y</sub>转移到CDC 40中(例如转移到电荷转移电容器),从而产生对应于与液位相关联的所测量电容的模拟电压。

[0022] 针对根据本发明的各方面的差分0<sub>o</sub>P电容性感测,CDC 40以CH<sub>x</sub>驱动信号通过CH<sub>x</sub>通道驱动CH<sub>x</sub>电极21<sub>x</sub>,且以与CH<sub>x</sub>驱动信号基本上180度异相的CH<sub>y</sub>驱动信号通过CH<sub>y</sub>通道驱动CH<sub>y</sub>电极21<sub>y</sub>。

[0023] CDC 40通过CH<sub>x</sub>获取电容测量,所述电容测量可被参考到接地或另一固定电压。依据电模型,在电容测量节点LIQ处测量电容。差分0<sub>o</sub>P传感器驱动有效地固定LIQ节点处的电压电位,从而抵消任何人体寄生电容。

[0024] 参考图3A,可根据C<sub>MEAS</sub>测量电容, $h_w e_w + (h - h_w) e_a$ ,其中:h=容器高度;h<sub>w</sub>=液体的高度;e<sub>w</sub>=液体的介电系数;且e<sub>a</sub>=空气的介电系数。

[0025] CDC 40还包含屏蔽件驱动器,从而通过分别耦合到SHLD<sub>x</sub>屏蔽件23<sub>x</sub>/SHLD<sub>y</sub>屏蔽件23<sub>y</sub>的SHLD<sub>x</sub>/SHLD<sub>y</sub>输出而提供屏蔽件驱动。CDC 40经配置而以与CH<sub>x</sub>电极通道驱动同相的SHLD<sub>x</sub>信号驱动SHLD<sub>x</sub>屏蔽件23<sub>x</sub>,且以与CH<sub>y</sub>电极通道驱动同相的SHLD<sub>y</sub>信号驱动SHLD<sub>y</sub>屏蔽件。

[0026] 针对实例性实施例,CDC 40经配置以将模拟电容测量转换为对应于表示液位的所测量电容的数字数据。为执行转换,CDC 40可经配置有模/数转换器,例如ΣΔ转换器。CDC 40还可包含基于增益及/或偏移校准的数字滤波与数字数据校正。

[0027] 举例来说,CDC 40(电容测量电子器件)可经配置有AFE(模拟前端)及ADC(模/数转换器)。AFE可经配置以通过CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>通道而驱动CH<sub>x</sub>及CH<sub>y</sub>电极,且通过CH<sub>x</sub>通道(例如基于电容性电荷转移)而获取模拟电容测量。ADC可经配置以将模拟电容测量转换为对应于与液位相关联的电容的数字数据。

[0028] 作为设计实例,下表提供对液位L1及L2=L1+3.5cm的实例性电容性液位测量,其各自是在相对于容器的四个不同人体(手)位置处测量:(a) C0-无手;(b) C2cm-手距离容器2cm;(c) C1cm-手距离容器1cm;及(d) Ctouch-手与容器接触。如所图解说明,差分0<sub>o</sub>P通道驱动基本上对人体电容的存在不敏感。

[0029]

		电容				误差			
液位→	液位 1		液位 2		误差 L1 状况		误差 L2 状况[%]		
	Std [pF]	OoP [pF]	Std [pF]	OoP [pF]	Std [%]	OoP [%]	Std [%]	OoP [%]	
C0	7.016	12.263	8.7207	15.015					
C2cm	7.29	12.281	9.19	15.045	3.91	0.15	5.38	0.20	
C1cm	7.46	12.295	9.5	15.07	6.33	0.26	8.94	0.37	
Ctouch	8.68	12.388	10.94	15.242	23.72	1.02	25.45	1.51	

[0030] 根据本发明的差分0<sub>o</sub>P电容性液位测量的实例性应用包含:咖啡机(水位)及自动

注射器(药液液位)。

[0031] 总之,用于电容性液位测量的所揭示系统/方法使用差分异相(OoP)通道驱动来抵消人体电容。在实例性实施例中,一种适用于电容性液位测量的系统可包含电容性传感器及电容测量电子器件。邻近容器安置的所述电容性传感器可包含各自在高度上对应于液位测量范围的对称CHx及CHy电容器电极。所述电容测量电子器件可包含耦合到所述CHx电极的CHx通道及耦合到所述CHy电极的CHy通道,且可经配置以测量与容器中的液体的液位相关联的电容,包含:以CHx驱动信号通过所述CHx通道而驱动所述CHx电极;以与所述CHx驱动信号基本上180度异相的CHy驱动信号通过所述CHy通道而驱动所述CHy电极;通过所述CHx通道获取电容测量(例如被参考到接地);及将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的模拟电压。所述电容测量电子器件可经配置以基于电容性电荷转移而获取电容测量。

[0032] 在其它实例性实施例中,电容性传感器可包含安置于所述CHx电极后面的SHLDx屏蔽件及安置于所述CHy电极后面的SHLDy屏蔽件,且所述电容测量电子器件可包含通过SHLDx输出耦合到所述SHLDx屏蔽件的SHLDx驱动器及通过SHLDy输出耦合到所述SHLDy屏蔽件的SHLDy驱动器,且可进一步经配置而以与所述CHx电极通道驱动同相的SHLDx信号驱动所述SHLDx屏蔽件且以与所述CHy电极同相的SHLDy信号驱动所述SHLDy屏蔽件。在其它实例性实施例中,所述电容测量电子器件可配置为电容/数字转换(CDC)单元,其包含模拟前端(AFE)电路及模/数转换(ADC)电路,其中所述AFE经配置以通过所述CHx及CHy通道驱动所述CHx及CHy电极且通过所述CHx通道获取模拟电容测量,且所述ADC经配置以将所述电容测量转换为对应于与所述液位相关联的所述电容的数字数据。

[0033] 修改在所描述实施例中为可能的,且其它实施例在权利要求书的范围内为可能的。

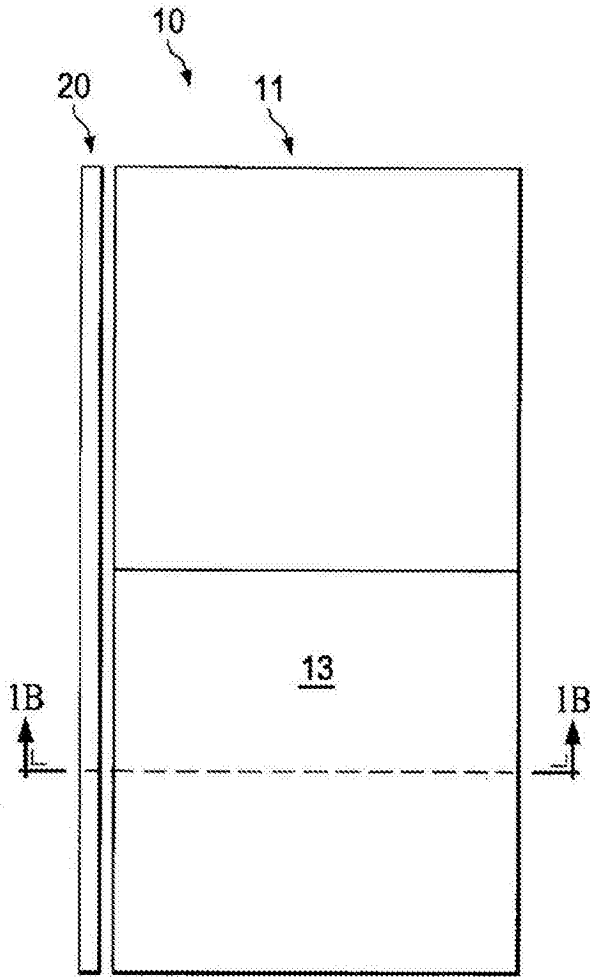


图1A

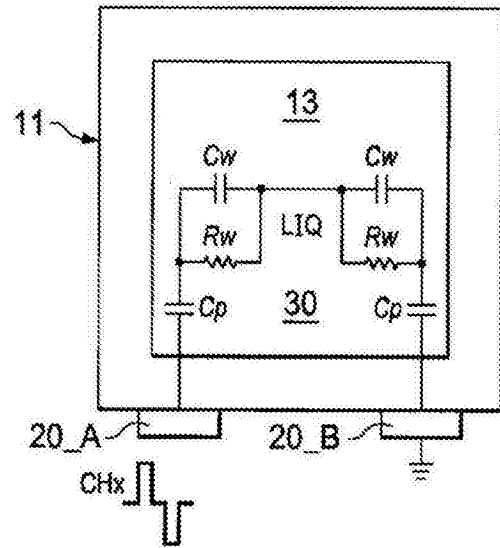


图1B

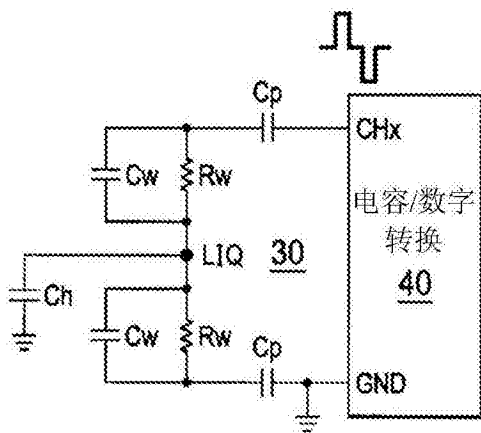


图1C

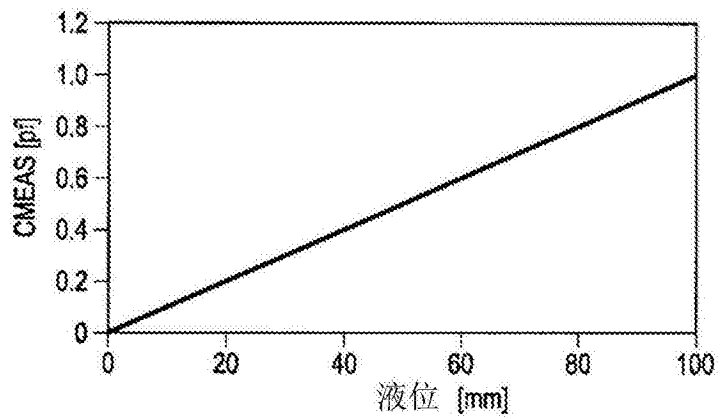


图1D

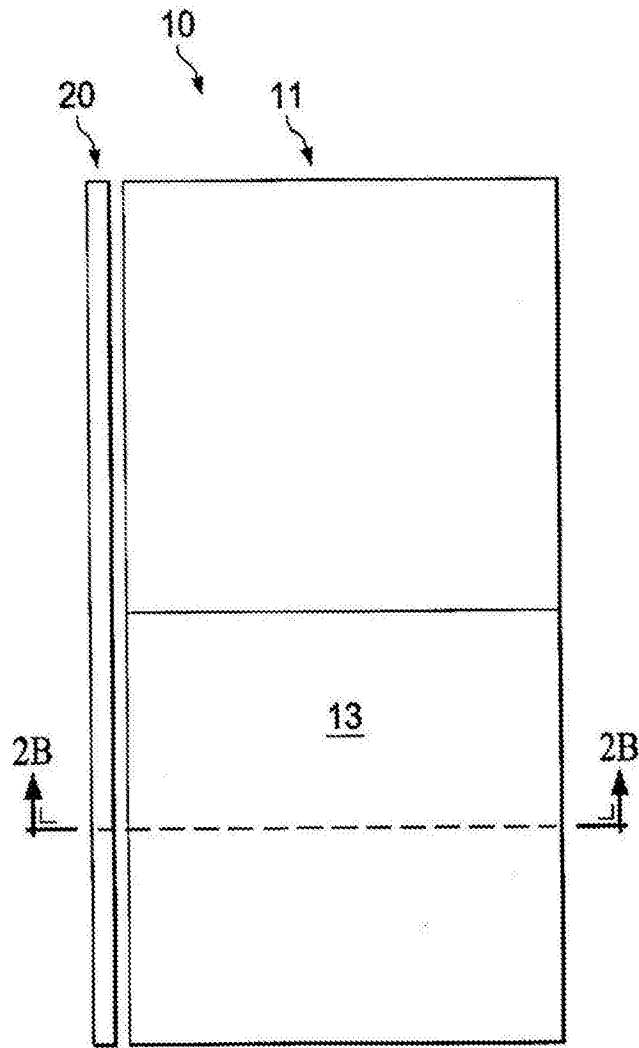


图2A

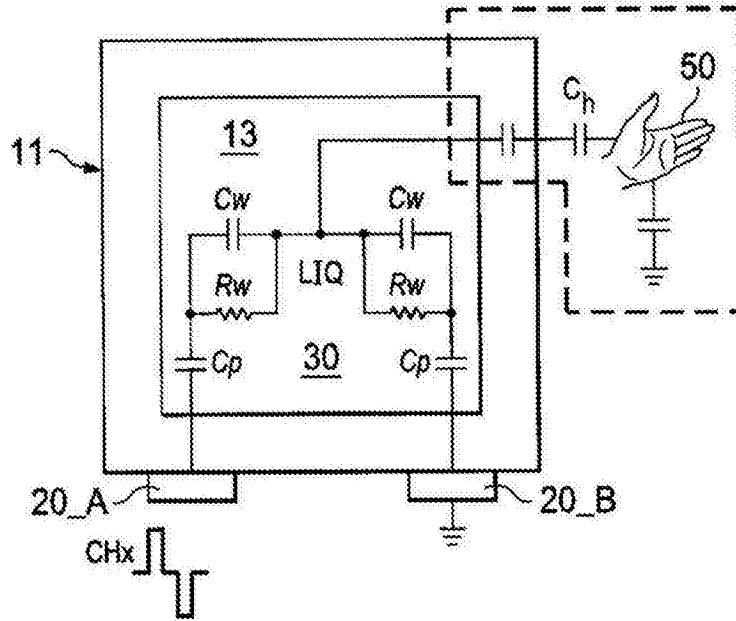


图2B

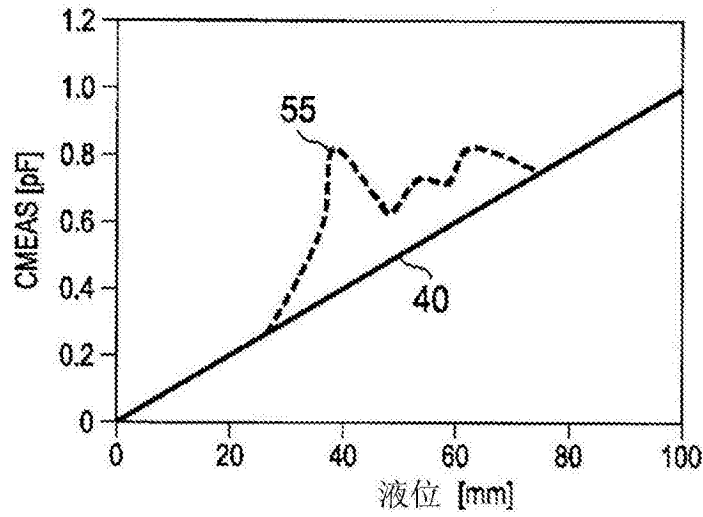


图2C

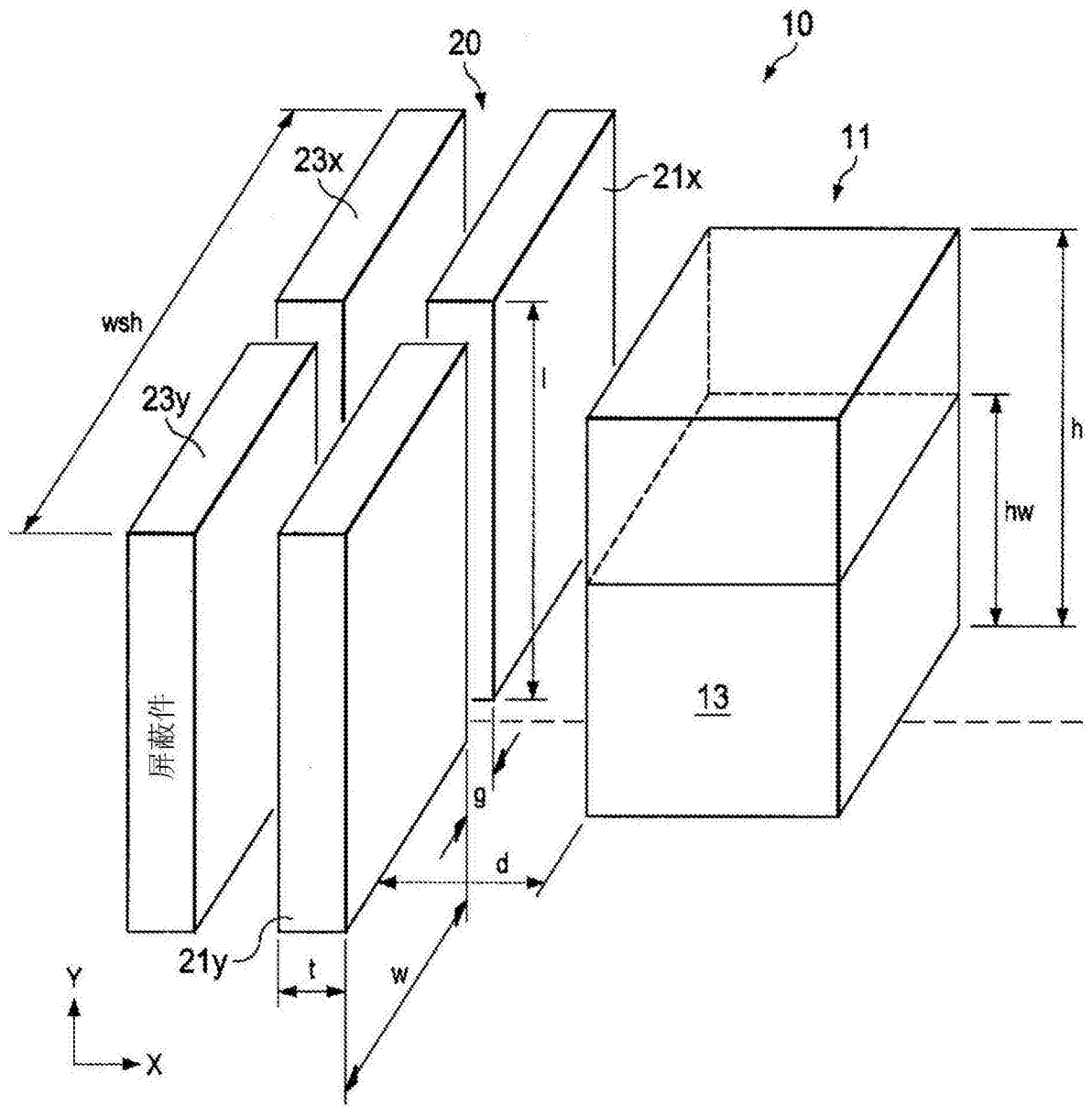


图3A

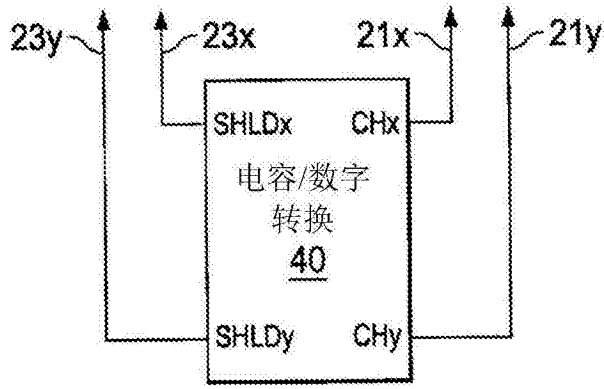


图3B

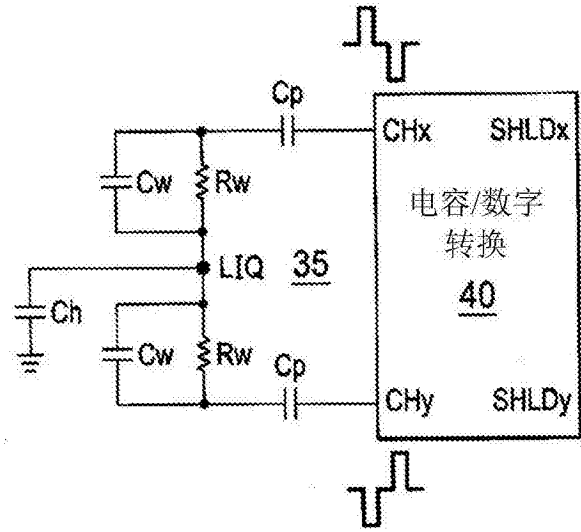


图3C