



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103376137 B

(45)授权公告日 2017.12.12

(21)申请号 201310147144.5

(22)申请日 2013.04.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103376137 A

(43)申请公布日 2013.10.30

(30)优先权数据

13/455830 2012.04.25 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 隋磊 T.H.阮 E.L.罗斯

A.M.佐恩

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 柯广华 朱海煜

(51)Int.Cl.

G01F 1/66(2006.01)

(56)对比文件

US 3477278 A, 1969.11.11,

US 5433112 A, 1995.07.18,

US 5828274 A, 1998.10.27,

US 2001/0010194 A1, 2001.08.02,

US 2005/0115324 A1, 2005.06.02,

US 2009/0016555 A1, 2009.01.15,

CN 1442674 A, 2003.09.17,

审查员 文生明

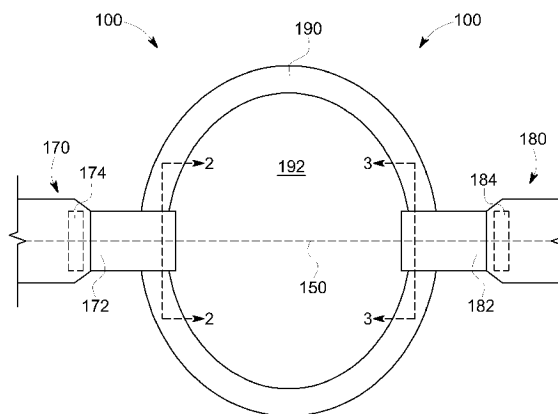
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

超声流测量系统

(57)摘要

公开了一种超声流测量系统,其具有带有第一超声缓冲器的第一超声传感器和带有第二超声缓冲器的第二超声传感器。第一和第二超声缓冲器具有不同的横截面以便降低超声信号的失真。



1. 一种超声流测量系统,包括:

第一超声传感器,包括第一超声换能器和第一超声缓冲器;以及

第二超声传感器,包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,所述第二超声传感器与所述第一超声传感器沿轴对齐,

其中所述第一超声缓冲器具有与所述轴垂直的第一横截面,并且所述第二超声缓冲器具有与所述轴垂直的第二横截面,以及

其中所述第一超声缓冲器的所述第一横截面与所述第二超声缓冲器的所述第二横截面不同;

其中,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一直径,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二直径,以及其中所述第一直径与所述第二直径不同。

2. 如权利要求1所述的超声流测量系统,其中,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一形状,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二形状,以及其中所述第一形状与所述第二形状不同。

3. 如权利要求1所述的超声流测量系统,其中,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有圆形,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第一部分和第二部分,所述第一部分具有圆形,所述第二部分具有直边缘。

4. 如权利要求1所述的超声流测量系统,其中,所述第一直径大于所述第二直径。

5. 如权利要求3所述的超声流测量系统,其中,所述第一超声缓冲器由第一材料构建,并且所述第二超声缓冲器由第二材料构建,以及其中所述第一材料与所述第二材料不同。

6. 如权利要求5所述的超声流测量系统,其中,所述第一材料是钼,并且所述第二材料是不锈钢。

7. 一种超声流测量系统,包括:

第一超声传感器,包括第一超声换能器和第一超声缓冲器;以及

第二超声传感器,包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,所述第二超声传感器与所述第一超声传感器沿轴对齐,

其中所述第一超声缓冲器具有与所述轴垂直的第一横截面,并且所述第二超声缓冲器具有与所述轴垂直的第二横截面,以及

其中所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一形状,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二形状,以及其中所述第一形状与所述第二形状不同;

其中,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一直径,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二直径,以及其中所述第一直径与所述第二直径不同。

8. 如权利要求7所述的超声流测量系统,其中,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有圆形,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第一部分和第二部分,所述第一部分具有圆形,所述第二部分具有直边缘。

9. 一种超声流测量系统,包括:

第一超声传感器,包括第一超声换能器和第一超声缓冲器;以及

第二超声传感器,包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,所述第二超声传感器与所述第一超声传感器沿轴对齐,

其中所述第一超声缓冲器具有与所述轴垂直的第一横截面,并且所述第二超声缓冲器

具有与所述轴垂直的第二横截面,以及

其中所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一直径,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二直径,以及其中所述第一直径与所述第二直径不同。

10. 如权利要求9所述的超声流测量系统,其中所述第一直径大于所述第二直径。

11. 如权利要求9所述的超声流测量系统,其中所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有圆形,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第一部分和第二部分,所述第一部分具有圆形,所述第二部分具有直边缘。

超声流测量系统

技术领域

[0001] 本文中公开的主题涉及超声流测量系统。

背景技术

[0002] 包括超声流传感器的流量计用于确定在不同大小和形状的管道中流动的液体、气体等的特性(例如,流动速率、压力、温度等)。流体的这些特性的知识能允许确定流体的其它物理属性或质量。例如,在一些流体密闭输送应用中,流体的流动速率能用于确定在一段时间时期内通过管道在从销售者传输到购买者的流体(例如,石油或气体)的体积以便确定交易成本。体积等于测量的流体流动速率乘以管道的横截面积乘以测量流体流动的时间时期。

[0003] 在采用通过时间流计量的一种类型的超声流传感器中,一对或多对超声流传感器能够沿一部分管道安装,称为流动单元(flow cell)。每对超声流传感器包含相互位于上游和下游的超声换能器和超声缓冲器,形成跨管道在特定弦位置的这些超声流传感器之间的超声路径。

[0004] 在通电时,每个换能器通过流动流体沿超声路径传送超声信号(例如,声波),其由另一换能器接收和检测。根据以下之间的差异,能够确定在特定弦位置沿超声路径平均的流体的路径速度:(1)沿与流体流向相反,从下游换能器向上游到上游换能器的超声路径行进的超声信号的通过时间,与(2)沿具有流体流向的从上游换能器向下游到下游换能器的超声路径行进的超声信号的通过时间。超声流计使用信号处理技术识别换能器接收的超声信号和接收那些超声信号的时间以便确定用于确定流体的流动速率的通过时间。

[0005] 在一些超声流测量系统(例如,超声信号的波长远小于超声缓冲器的直径的情况下,几兆赫或更低的超声信号)中,超声信号束在超声缓冲器内传播时其扩展能够导致在接收的超声信号中多个衰荡信号和尖峰形式的失真。此失真是从超声缓冲器的壁反射的超声信号的角部分的结果。由失真产生的这些衰荡信号和尖峰具有的幅度相当于或大于超声信号的主要(非角的)部分的幅度时,超声流计的信号处理可能不能准确地识别从中确定通过时间的超声信号的主要部分。

[0006] 上述讨论只提供用于一般的背景信息,并且无意于用作帮助确定要求权利的主题的范围。

发明内容

[0007] 公开了一种超声流测量系统,其具有带有第一超声缓冲器的第一超声传感器和带有第二超声缓冲器的第二超声传感器。第一和第二超声缓冲器具有不同横截面以便降低超声信号的失真。通过实践超声流测量系统的一些公开的实施例可实现的优点是改进了测量的通过时间的准确度。

[0008] 在一个实施例中,公开了一种超声流测量系统。该系统包括第一超声传感器和第二超声传感器,第一超声传感器包括第一超声换能器和第一超声缓冲器,并且第二超声传

感器包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,第二超声传感器与第一超声传感器沿轴对齐,其中,第一超声缓冲器具有与轴垂直的第一横截面,并且第二超声缓冲器具有与轴垂直的第二横截面,以及其中,第一超声缓冲器的第一横截面与第二超声缓冲器的第二横截面不同。

[0009] 在另一实施例中,超声流测量系统包括第一超声传感器和第二超声传感器,第一超声传感器包括第一超声换能器和第一超声缓冲器,并且第二超声传感器包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,第二超声传感器与第一超声传感器沿轴对齐,其中,第一超声缓冲器具有与轴垂直的第一横截面,并且第二超声缓冲器具有与轴垂直的第二横截面,以及其中,第一超声缓冲器的第一横截面具有第一形状,并且第二超声缓冲器的第二横截面具有第二形状,以及其中,第一形状与第二形状不同。

[0010] 在仍有的另一实施例中,超声流测量系统包括第一超声传感器和第二超声传感器,第一超声传感器包括第一超声换能器和第一超声缓冲器,并且第二超声传感器包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,第二超声传感器与第一超声传感器沿轴对齐,其中,第一超声缓冲器具有与轴垂直的第一横截面,并且第二超声缓冲器具有与轴垂直的第二横截面,以及其中,第一超声缓冲器的第一横截面具有第一直径,并且第二超声缓冲器的第二横截面具有第二直径,以及其中,第一直径与第二直径不同。

[0011] 本发明的简要描述只用于根据一个或多个说明性实施例提供本文中公开的主题的简要概述,并且不作为解释权利要求或定义或限制本发明的范围的指导,本发明的范围只由随附权利要求定义。该简要描述提供用于以简化的形式引入概念的说明性选择,其在下面的详细描述中进一步描述。该简要描述无意识别要求权利的主题的关键特征或基本特征,也无意用作帮助确定要求权利的主题的范围。要求权利的主题不限于解决背景中提及的任何或所有缺点的实现。

[0012] 提供一种超声流测量系统,其包括:

[0013] 第一超声传感器,包括第一超声换能器和第一超声缓冲器;以及

[0014] 第二超声传感器,包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,所述第二超声传感器与所述第一超声传感器沿轴对齐,

[0015] 其中所述第一超声缓冲器具有与所述轴垂直的第一横截面,并且所述第二超声缓冲器具有与所述轴垂直的第二横截面,以及

[0016] 其中所述第一超声缓冲器的所述第一横截面与所述第二超声缓冲器的所述第二横截面不同。

[0017] 优选的,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一形状,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二形状,以及其中所述第一形状与所述第二形状不同。

[0018] 优选的,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有圆形,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第一部分和第二部分,所述第一部分具有圆形,所述第二部分具有直边缘。

[0019] 优选的,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一直径,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二直径,以及其中所述第一直径与所述第二直径不同。

[0020] 优选的,所述第一直径大于所述第二直径。

[0021] 优选的,所述第一超声缓冲器由第一材料构建,并且所述第二超声缓冲器由第二

材料构建,以及其中所述第一材料与所述第二材料不同。

[0022] 优选的,所述第一材料是钼,并且所述第二材料是不锈钢。

[0023] 提供一种超声流测量系统,其包括:

[0024] 第一超声传感器,包括第一超声换能器和第一超声缓冲器;以及

[0025] 第二超声传感器,包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,所述第二超声传感器与所述第一超声传感器沿轴对齐,

[0026] 其中所述第一超声缓冲器具有与所述轴垂直的第一横截面,并且所述第二超声缓冲器具有与所述轴垂直的第二横截面,以及

[0027] 其中所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一形状,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二形状,以及其中所述第一形状与所述第二形状不同。

[0028] 优选的,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有圆形,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第一部分和第二部分,所述第一部分具有圆形,所述第二部分具有直边缘。

[0029] 提供一种超声流测量系统,其包括:

[0030] 第一超声传感器,包括第一超声换能器和第一超声缓冲器;以及

[0031] 第二超声传感器,包括第二超声换能器和第二超声缓冲器,所述第二超声传感器与所述第一超声传感器沿轴对齐,

[0032] 其中所述第一超声缓冲器具有与所述轴垂直的第一横截面,并且所述第二超声缓冲器具有与所述轴垂直的第二横截面,以及

[0033] 其中所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有第一直径,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第二直径,以及其中所述第一直径与所述第二直径不同。

[0034] 优选的,所述第一直径大于所述第二直径。

[0035] 优选的,所述第一超声缓冲器的所述第一横截面具有圆形,并且所述第二超声缓冲器的所述第二横截面具有第一部分和第二部分,所述第一部分具有圆形,所述第二部分具有直边缘。

附图说明

[0036] 为了能够理解本发明的特征所采用的方式,可通过参照某些实施例进行本发明的详细描述,所述某些实施例的一些在附图中示出。然而,要注意的是,图形只示出本发明的某些实施例,并且因此不得视为其范围的限制,因为本发明的范围包含其它等效的实施例。图形不必按比例绘制,强调的重点一般是示出本发明的某些实施例的特征。在图形中,类似的标号用于指示各个视图中类似的部分。因此,为进一步理解本发明,能够参照结合图形阅读的以下详细描述,其中:

[0037] 图1是示范超声流测量系统的图形;

[0038] 图2示出图1的示范第一超声缓冲器的横截面视图;

[0039] 图3示出图1的示范第二超声缓冲器的横截面视图;

[0040] 图4示出从图1-3的第一超声缓冲器到第二超声缓冲器行进的多个超声信号路径;

[0041] 图5示出在经由图4的超声信号路径由第二超声换能器接收超声信号时,对应于超声信号的多个接收的超声信号波形;

- [0042] 图6示出示范第三超声缓冲器的横截面视图；
- [0043] 图7示出从第一超声缓冲器到第三超声缓冲器行进的多个信号路径；
- [0044] 图8示出从第一超声缓冲器到第三超声缓冲器行进的多个信号路径；
- [0045] 图9示出在经由图7-8的超声信号路径由第二超声换能器接收超声信号时，对应于超声信号的多个接收的超声信号波形；
- [0046] 图10示出示范第四超声缓冲器的横截面视图；
- [0047] 图11示出从第一超声缓冲器到第四超声缓冲器行进的多个超声信号路径；
- [0048] 图12示出在经由图11的超声信号路径由第二超声换能器接收超声信号时，对应于超声信号的多个接收的超声信号波形；
- [0049] 图13示出示范第五超声缓冲器的横截面视图；
- [0050] 图14示出从第一超声缓冲器到第五超声缓冲器行进的多个超声信号路径；以及
- [0051] 图15示出在经由图14的每个超声信号路径由第二超声换能器接收超声信号时，对应于超声信号的多个接收的超声信号波形。

具体实施方式

[0052] 图1是示范超声流测量系统100的图形。如所示，此系统100包括第一超声流传感器170和第二超声流传感器180。第一超声流传感器170包括第一超声缓冲器172和第一换能器174。第二超声流传感器180包括第二超声缓冲器182和第二换能器184。每个超声流传感器170、180设计成传送和接收超声信号。管道190设计成传输在液体状态、气体状态或液体和气体的组合的流体192。第一和第二超声流传感器170、180每个被安装到管道190中，并且每个具有沿公共轴150对齐的超声缓冲器172、182。公共轴150能够处于与管道190的轴垂直，在其中未检测到流动的角度，或处于相对于管道190的轴非90度的其它角度以便检测到流动。

[0053] 图2示出示范第一超声缓冲器172的横截面视图，而图3示出图1的示范第二超声缓冲器182的横截面视图。如这些图中所示，第一超声缓冲器172具有带第一直径179的横截面（即，圆形），而第二超声缓冲器182具有带第二直径189的横截面（即，圆形）。在本文档内所述的两个横截面和其它横截面沿与轴150垂直的平面来定义（图1）。比较图2和图3显示，第一超声缓冲器172的横截面与第二超声缓冲器182的横截面形状和大小相同。在一个实施例中，直径179、189是0.5英寸（12.7毫米）。如将解释的一样，由于第一超声缓冲器172的横截面与第二超声缓冲器182的横截面相同，因此，此对称性将在接收的超声信号中产生相当大的失真（衰荡信号、尖峰）。

[0054] 图4示出从图1-3的第一超声缓冲器172到第二超声缓冲器182行进的多个超声信号路径110、120、130。超声信号从第一换能器174经由第一超声缓冲器172，经第二超声缓冲器182传送到第二超声流传感器180。一部分超声信号沿第一（主要）超声信号路径110传送，该超声信号路径110与图1的轴150是共轴。此第一超声信号路径110是从第一超声缓冲器172到第二超声缓冲器182的直的且直接的路径。由于超声信号的束扩展，超声信号的角分量除第一超声信号路径110外还沿许多其它超声信号路径行进。例如，部分超声信号也沿第二超声信号路径120和第三超声信号路径130行进。

[0055] 第二超声信号路径120最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从中心位置121呈

10度角122指向。此第二超声信号路径120在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。第二超声信号路径120在第二超声缓冲器182的面186处更改方向,在该面186它从流体192折射到第二超声缓冲器182中。第二超声信号路径120在它从第二超声缓冲器182的底壁187反射时再次更改方向。第二超声信号路径120在它从第二超声缓冲器182的顶壁188反射时再次更改方向。第二超声信号路径120沿第二超声缓冲器182的后壁185退出第二超声缓冲器182,并且由第二超声换能器184接收。如所示,第二超声信号路径120比第一超声信号路径110更长。

[0056] 第三超声信号路径130最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从非中心位置131呈10度角132指向。第二超声信号路径130在它从第一超声缓冲器172的底壁177反射时更改方向。第三超声信号路径130更改方向并且从第一超声缓冲器172的顶壁178反射。接着,第三超声信号路径130在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。第三超声信号路径130在第二超声缓冲器182的面186处更改方向,在该面186它从流体192折射到第二超声缓冲器182中。第三超声信号路径130沿第二超声缓冲器182的后壁185退出第二超声缓冲器182,并且由第二超声换能器184接收。如所示,第三超声信号路径130比第一超声信号路径110更长,但与第二超声信号路径120长度相同。

[0057] 图5示出在经由图4的每个超声信号路径110、120、130由第二超声换能器184接收超声信号时,对应于超声信号的多个接收的超声信号波形210、220、230。应注意的是,图5的曲线图(和本文中的所有其它曲线图)显示在相同电压(Y)轴上的超声信号波形以示出每个超声波形的相对幅度。每个超声信号波形210、220、230是超声信号的代表部分。如所示,第一超声信号波形210经由第一超声信号路径110接收,第二超声信号波形220经由第二超声信号路径120接收,并且第三超声信号波形230经由第三超声信号路径130接收。第四(组合的)超声信号波形240是从超声信号路径110、120、130的组合接收的超声信号波形。

[0058] 每个超声信号波形210、220、230分别包括在特定时间到达的前缘212、222、232。在一个示范超声流测量系统中(1 MHz超声信号,第一和第二超声缓冲器172、182由SS316不锈钢制成,每个具有0.50英寸(12.70毫米)直径、0.75英寸(19.05毫米)长度,并且在超声缓冲器172、182之间具有1.0英寸(25.4毫米)水分离),第一超声信号波形210的前缘212由第二超声换能器184在23.53微秒的时间经由第一超声信号路径110接收。第二超声信号波形220的前缘222在27.11微秒的时间经由第二超声信号路径120接收。第三超声信号波形230的前缘232在27.11微秒的时间经由第三超声信号路径130接收,时间与第二超声信号波形220的前缘222相同。

[0059] 组合的超声信号波形240的第一部分214是经由第一超声信号路径110接收,从中应确定通过时间的第一超声信号波形210促成的接收的超声信号的部分。但由于第二和第三超声信号波形220、230在相同时间(27.11微秒)到达,因此,这些超声信号波形220、230的建设性组合形成组合的超声信号波形240的第二部分244,其具有比组合的超声信号波形240的第一部分214更大的幅度。组合的波形的此第二部分244能够在组合的超声信号波形240中产生不需要的衰荡信号和尖峰,其能够导致超声流测量系统的信号处理电子器件不能准确地识别从中确定超声信号的通过时间的组合的超声信号波形240的第一部分214。

[0060] 为解决此问题,本发明的实施例减少了从有角超声信号路径接收的超声信号波形的建设性组合,以便第一(主要)超声信号路径的第一(主要)超声信号波形可更易于由信号

处理电子器件识别。此减少使用具有不同横截面的超声缓冲器来实现以降低在超声流测量系统中超声信号路径的对称性,形成用于超声信号的角分量的不同超声信号路径长度。

[0061] 图6示出示范第三超声缓冲器382的横截面视图。比较图2和图6显示第一超声缓冲器172的横截面与第三超声缓冲器382的横截面不同。如所示,第三超声缓冲器382具有的横截面具有第一部分383和第二部分384,该第一部分383具有圆形,该第二部分384形成直线边缘398。此横截面在本文中称为具有字母“D”形状。图6所示“D”形状与图2中所示第一超声缓冲器172的圆形“O”横截面形状不同。此“D”形横截面具有第一尺寸397和第二尺寸399。在一个实施例中,第一尺寸397是0.427英寸(10.85毫米),并且第二尺寸399是0.5英寸(12.7毫米)。

[0062] 图7示出如从第一视角看到的从第一超声缓冲器172(图2)行进到图6的第三超声缓冲器382的多个超声信号路径310、320。示出了第三超声缓冲器382,其中,第一尺寸397是在底壁387与构成第三超声缓冲器382的顶壁的直线边缘398之间的距离。超声信号从第一换能器174经由第一超声缓冲器172,经第三超声缓冲器382传送到第二换能器184。一部分超声信号沿第一(主要)超声信号路径310传送,该第一(主要)超声信号路径310与图1的轴150是共轴。此第一超声信号路径310是从第一超声缓冲器172到第三超声缓冲器382的直的且直接的路径。由于超声信号的束扩展,超声信号的角分量除第一超声信号路径310外还沿许多其它超声信号路径行进。例如,部分超声信号也沿第二超声信号路径320(图7)和第三超声信号路径330(图8)行进。

[0063] 第二超声信号路径320最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从中心位置121呈10度角122指向。此第二超声信号路径320在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。此第二超声信号路径320在第三超声缓冲器382的面386处更改方向,在该面386它从流体192折射到第三超声缓冲器382中。第二超声信号路径320在它从第三超声缓冲器382的底壁387反射时再次更改方向。第二超声信号路径320在它从第三超声缓冲器382的直线边缘398或顶壁反射时再次更改方向。第二超声信号路径320沿第三超声缓冲器382的后壁385退出第二超声缓冲器382,并且由第二超声换能器184接收。如所示,第二超声信号路径320比第一超声信号路径310更长。

[0064] 图8示出如从第二视角看到的从第一超声缓冲器172(图2)行进到图6的第三超声缓冲器382的多个超声信号路径310、330。示出了第三超声缓冲器382,其中,第二尺寸399是在第三超声缓冲器382的底壁387与顶壁388之间的距离。相对于图7,第三超声缓冲器382已旋转90度。

[0065] 第三超声信号路径330最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从中心位置121呈10度角122指向。此第三超声信号路径330在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。此第三超声信号路径330在第三超声缓冲器382的面386处更改方向,在该面386它从流体192折射到第三超声缓冲器382中。第三超声信号路径330在它从第三超声缓冲器382的底壁387反射时再次更改方向。第三超声信号路径330在它从第三超声缓冲器382的所述或顶壁388反射时再次更改方向。第三超声信号路径330沿第三超声缓冲器382的后壁385退出第三超声缓冲器382,并且由第二超声换能器184接收。如所示,第三超声信号路径330比第一超声信号路径310更长,并且比第二超声信号路径320稍微更长。

[0066] 图9示出在经由图7-8的每个超声信号路径310、320、330由第二超声换能器184接

收超声信号时,对应于超声信号的多个接收的超声信号波形410、420、430。每个超声信号波形410、420、430是超声信号的代表部分。如所示,第一超声信号波形410经由第一超声信号路径310接收,第二超声信号波形420经由第二超声信号路径320接收,并且第三超声信号波形430经由第三超声信号路径330接收。第四(组合的)超声信号波形440是超声信号路径310、320、330的组合。

[0067] 每个超声信号波形410、420、430分别包括在特定时间到达的前缘412、422、432。在一个示范超声流测量系统(1 MHz超声信号,第一超声缓冲器172和第三超声缓冲器382由SS316不锈钢制成,每个具有0.75英寸(19.05毫米)长度,并且在超声缓冲器172、182之间具有1.0英寸(25.4毫米)水分离),第一超声信号波形410的前缘412由第二超声换能器184在23.53微秒的时间经由第一超声信号路径310接收。第二超声信号波形420的前缘422在27.12微秒的时间经由第二超声信号路径320接收。第三超声信号波形430的前缘432在27.61微秒的时间经由第三超声信号路径330接收,由于超声缓冲器172、382的不同横截面的原因,时间与第二超声信号波形420的前缘422不同。

[0068] 组合的超声信号波形440的第一部分414是经由第一超声信号路径310接收,从中应确定通过时间的第一超声信号波形410促成的接收的超声信号的部分。由于第二和第三超声信号波形420、430在大约一个半周期/时期相隔(对于1 MHz信号为0.5微秒)的不同时间到达,因此,这些超声信号波形420、430的建设性组合形成组合的超声信号波形440的第二部分444,其比组合的超声信号波形440的第一部分414具有更小幅度。由于第二部分444的幅度小于组合的超声信号波形440的第一部分414的幅度,因此,超声流测量系统的信号处理电子器件能够更容易地识别从中确定超声信号的通过时间的组合的超声信号波形440的第一部分414。

[0069] 图10示出示范第四超声缓冲器582的横截面视图。比较图2和图10显示第一超声缓冲器172的横截面与第四超声缓冲器582的横截面不同。如所示,第四超声缓冲器582具有0.427英寸(10.5毫米)的直径599,其小于0.5英寸(12.7毫米)的第一超声缓冲器172的直径179。

[0070] 图11示出从第一超声缓冲器172(图2)到图10的第四超声缓冲器582行进的多个超声信号路径510、520、530。超声信号从第一换能器174经由第一超声缓冲器172,经由第四超声缓冲器582传送到第二换能器184。一部分超声信号沿第一(主要)超声信号路径510传送,该第一(主要)超声信号路径510与图1的轴150是共轴。此第一超声信号路径510是从第一超声缓冲器172到第四超声缓冲器582的直的且直接的路径。由于超声信号的束扩展,超声信号的角分量除第一超声信号路径510外还沿许多其它超声信号路径行进。例如,一部分超声信号也沿第二超声信号路径520和第三超声信号路径530行进。

[0071] 第二超声信号路径520最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从中心位置121呈10度角122指向。此第二超声信号路径520在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。此第二超声信号路径520在第四超声缓冲器582的面586处更改方向,在该面586它从流体192折射到第四超声缓冲器582中。第二超声信号路径520在它从第四超声缓冲器582的底壁587反射时再次更改方向。第二超声信号路径520在它从第三超声缓冲器582的顶壁588反射时再次更改方向。第二超声信号路径520沿第四超声缓冲器582的后壁585退出第四超声缓冲器582,并且由第二超声换能器184接收。如所示,第二超声信

号路径520比第一超声信号路径510更长。

[0072] 第三超声信号路径530最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从非中心位置131呈10度角132指向。第二超声信号路径530在它从第一超声缓冲器172的底壁177反射时更改方向。第三超声信号路径530更改方向并且从第一超声缓冲器172的顶壁178反射。接着,第三超声信号路径530在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。第三超声信号路径530在第四超声缓冲器582的面586处更改方向,在该面586它从流体192折射到第四超声缓冲器582中。第三超声信号路径530沿第四超声缓冲器582的后壁585退出第四超声缓冲器582,并且由第二超声换能器184接收。如所示,超声信号路径530比第一超声信号路径510更长,并且比第二超声信号路径520稍微更长。

[0073] 图12示出在经由图11的超声信号路径510、520、530由第二超声换能器184接收超声信号时,对应于超声信号的多个接收的超声信号波形610、620、630。每个超声信号波形610、620、630是超声信号的代表部分。如所示,第一超声信号波形610经由第一超声信号路径510接收,第二超声信号波形620经由第二超声信号路径520接收,并且第三超声信号波形630经由第三超声信号路径530接收。第四(组合的)超声信号波形640是超声信号路径510、520、530的组合。

[0074] 每个超声信号波形610、620、630分别包括在特定时间到达的前缘612、622、632。在一个示范超声流测量系统(1 MHz超声信号,第一超声缓冲器172和第四超声缓冲器582由SS316不锈钢制成,每个具有0.75英寸(19.05毫米)长度,并且在超声缓冲器172、182之间具有1.0英寸(25.4毫米)水分离),第一超声信号波形610的前缘612由第二超声换能器184在23.53微秒的时间经由第一超声信号路径510接收。第二超声信号波形620的前缘622在26.61微秒的时间经由第二超声信号路径520接收。第三超声信号波形630的前缘632在27.12微秒的时间经由第三超声信号路径530接收,由于超声缓冲器172、582的不同横截面的原因,时间与第二超声信号波形620的前缘622不同。

[0075] 组合的超声信号波形640的第一部分614是经由第一超声信号路径510接收,从中应确定通过时间的第一超声信号波形610促成的接收的超声信号的部分。由于第二和第三超声信号波形620、630在大约一个半周期/时期相隔(对于1 MHz信号为0.5微秒)的不同时间到达,因此,这些超声信号波形620、630的建设性组合形成组合的超声信号波形640的第二部分644,其比组合的超声信号波形640的第一部分614具有更小幅度。由于第二部分644的幅度小于组合的超声信号波形640的第一部分614的幅度,因此,超声流测量系统的信号处理电子器件能够更容易地识别从中确定超声信号的通过时间的组合的超声信号波形640的第一部分614。

[0076] 图13示出示范第五超声缓冲器782的横截面视图。比较图2和图13显示第一超声缓冲器172的横截面与第五超声缓冲器782的横截面稍微不同。如所示,第五超声缓冲器782具有0.51英寸(12.95毫米)的直径799,其稍微大于是0.50英寸(12.7毫米)的第一超声缓冲器172的直径179。此外,在此实施例中,第一超声缓冲器172在此处由钼制成,并且第五超声缓冲器782由SS316不锈钢制成。将理解的是,其它材料能够用于超声缓冲器,这可导致为那些缓冲器使用不同直径。

[0077] 图14示出从第一超声缓冲器172(图2)到图13的第五超声缓冲器782行进的多个超声信号路径710、720、730。超声信号从第一换能器174经由第一超声缓冲器172,经由第五超

声缓冲器782传送到第二换能器184。一部分超声信号沿第一(主要)超声信号路径710传送,该第一(主要)超声信号路径710与图1的轴150是共轴。此第一超声信号路径710是从第一超声缓冲器172(图2)到第五超声缓冲器782的直的且直接的路径。由于超声信号的束扩展,超声信号的其它角分量除第一超声信号路径710外还沿许多其它超声信号路径行进。例如,一部分超声信号也沿第二超声信号路径720和第三超声路径730行进。

[0078] 第二超声信号路径720最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从中心位置121呈10度角122指向。第二超声信号路径720在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。第二超声信号路径720在第五超声缓冲器782的面786处更改方向,在该面786它从流体192折射到第五超声缓冲器782中。第二超声信号路径720在它从第五超声缓冲器782的底壁787反射时再次更改方向。第二超声信号路径720在它从第五超声缓冲器782的顶壁788反射时再次更改方向。第二超声信号路径720沿第五超声缓冲器782的后壁785退出第五超声缓冲器782,并且由第二超声换能器184接收。如所示,第二超声信号路径720比第一超声信号路径710更长。

[0079] 第三超声信号路径730最初沿第一超声缓冲器172的后壁175在从非中心位置131呈10度角132指向。第三超声信号路径730在它从第一超声缓冲器172的底壁177反射时更改方向。第三超声信号路径730更改方向并且从第一超声缓冲器172的顶壁178反射。接着,第三超声信号路径730在第一超声缓冲器172的面176处更改方向,在该面176它折射到流体192中。第三超声信号路径730在第五超声缓冲器782的面786处更改方向,在该面786它从流体192折射到第五超声缓冲器782中。第三超声信号路径730沿第五超声缓冲器782的后壁785退出第五超声缓冲器782,并且由第二超声换能器184接收。如所示,第三超声信号路径730比第一超声信号路径710更长,并且比第二超声信号路径720稍微更短。

[0080] 图15示出在经由图14的每个超声信号路径710、720、730由第二换能器184接收超声信号时,对应于超声信号的多个接收的超声信号波形810、820、830。每个波形810、820、830是超声信号的代表部分。如所示,第一超声信号波形810经由第一超声信号路径710接收,第二超声信号波形820经由第二超声信号路径720接收,并且第三超声信号波形830经由第三超声信号路径730接收。第四(组合的)超声信号波形840是超声信号路径710、720、730的组合。

[0081] 每个超声信号波形810、820、830分别包括在特定时间到达的前缘812、822、832。在一个示范超声流测量系统(1 MHz超声信号,第一超声缓冲器172由钼制成,并且第五超声缓冲器782由SS316不锈钢制成,每个具有0.75英寸(19.05毫米)长度,并且在超声缓冲器172、782之间具有1.0英寸(25.4毫米)水分离),第一超声信号波形710的前缘812由第二超声换能器184在23.17微秒的时间经由第一超声信号路径710接收。第二超声信号波形820的前缘822在26.82微秒的时间经由第二超声信号路径720接收。第三超声信号波形830的前缘832在26.30微秒的时间经由第三超声信号路径730接收,由于超声缓冲器172、782的不同横截面和材料的原因,时间与第二超声信号波形820的前缘822不同。

[0082] 组合的超声信号波形840的第一部分814是经由第一超声信号路径710接收,从中应确定通过时间的第一超声信号波形810促成的接收的超声信号的部分。由于第二和第三超声信号波形820、830在大约一个半周期/时期相隔(对于1 MHz信号为0.5微秒)的不同时间到达,因此,这些超声信号波形820、830的建设性组合形成组合的超声信号波形840的第

二部分844,其比组合的超声信号波形840的第一部分814具有更小幅度。由于第二部分844的幅度小于组合的超声信号波形840的第一部分814的幅度,因此,超声流测量系统的信号处理电子器件能够更容易地识别从中确定超声信号的通过时间的组合的超声信号波形840的第一部分814。

[0083] 此书面说明使用示例公开了本发明,包括最佳模式,并且也允许本领域的技术人员实践本发明,包括制作和使用任何装置或系统并执行任何包含的方法。本发明的专利范围由权利要求定义,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果此类其它示例具有不与权利要求的文字语言不同的结构要素,或者如果它们包括具有与权利要求的文字语言非实质不同的等效结构要素,则它们确定在权利要求的范围内。例如,虽然帽的第一部分和第二部分在公开的实施例中示为对于衬底的第一平坦表面大体上平坦布置,但将理解的是,这些部分能够布置在不同的取向(例如,在相对于衬底的第一平坦表面的一斜度)。

[0084] 部件列表

[0085]	100	示范超声流感测系统
[0086]	110	第一(主要)超声信号路径
[0087]	120	第二超声信号路径
[0088]	121	中心位置
[0089]	122	角度
[0090]	130	第三超声信号路径
[0091]	131	非中心位置
[0092]	132	角度
[0093]	150	轴
[0094]	170	第一超声传感器
[0095]	172	第一超声缓冲器
[0096]	173	第一超声缓冲器172的横截面
[0097]	174	第一超声换能器
[0098]	175	超声缓冲器172的后侧
[0099]	176	超声缓冲器172的面
[0100]	177	超声缓冲器172的底壁
[0101]	178	超声缓冲器172的顶壁
[0102]	179	第一超声缓冲器172的直径
[0103]	180	第二超声传感器
[0104]	182	第二超声缓冲器
[0105]	183	第二超声缓冲器182的横截面
[0106]	184	第二超声换能器
[0107]	185	超声缓冲器182的后侧
[0108]	186	超声缓冲器182的面
[0109]	187	超声缓冲器182的底壁
[0110]	188	超声缓冲器182的顶壁
[0111]	189	第二超声缓冲器182的直径

[0112]	190	管道
[0113]	192	流体
[0114]	210	第一超声信号波形
[0115]	212	第一超声信号波形210的前缘
[0116]	214	组合的超声信号波形240的第一部分
[0117]	220	第二超声信号波形
[0118]	222	第二超声信号波形220的前缘
[0119]	230	第三超声信号波形
[0120]	232	第三超声信号波形230的前缘
[0121]	240	第四(组合的)超声信号波形
[0122]	244	第四(组合的)超声信号波形240的第二部分
[0123]	310	第一(主要)超声信号路径
[0124]	320	第二超声信号路径
[0125]	330	第三超声信号路径
[0126]	382	第三超声缓冲器
[0127]	383	第一部分
[0128]	384	第二部分
[0129]	397	第三超声缓冲器382的第一尺寸
[0130]	398	第三超声缓冲器382的直线边缘
[0131]	399	第三超声缓冲器382的第二尺寸
[0132]	410	第一超声信号波形
[0133]	412	第一超声信号波形410的前缘
[0134]	414	第四(组合的)超声信号波形440的第一部分
[0135]	420	第二超声信号波形
[0136]	422	第二超声信号波形420的前缘
[0137]	430	第三超声信号波形
[0138]	432	第三超声信号波形430的前缘
[0139]	440	第四(组合的)超声信号波形
[0140]	444	组合的超声信号波形440的第二部分
[0141]	510	第一(主要)超声信号路径
[0142]	520	第二超声信号路径
[0143]	530	第三超声信号路径
[0144]	582	第四超声缓冲器
[0145]	583	第四超声缓冲器582的横截面
[0146]	599	第四超声缓冲器582的直径
[0147]	610	第一超声信号波形
[0148]	612	第一超声信号波形610的前缘
[0149]	614	组合的超声信号波形640的第一部分
[0150]	620	第二超声信号波形

[0151]	622	第二超声信号波形620的前缘
[0152]	630	第三超声信号波形
[0153]	632	第三超声信号波形630的前缘
[0154]	640	第四(组合的)超声信号波形
[0155]	644	第四(组合的)超声信号波形640的第二部分644
[0156]	710	第一(主要)超声信号路径
[0157]	720	第二超声信号路径
[0158]	730	第三超声信号路径
[0159]	782	第五超声缓冲器
[0160]	783	第五超声缓冲器582的横截面
[0161]	799	第五超声缓冲器782的直径
[0162]	810	第一超声信号波形
[0163]	812	第一超声信号波形810的前缘
[0164]	814	组合的超声信号波形840的第一部分
[0165]	820	第二超声信号波形
[0166]	822	第二超声信号波形820的前缘
[0167]	830	第三超声信号波形
[0168]	832	第三超声信号波形830的前缘
[0169]	840	第四(组合的)超声信号波形
[0170]	844	组合的超声信号波形840的第二部分844

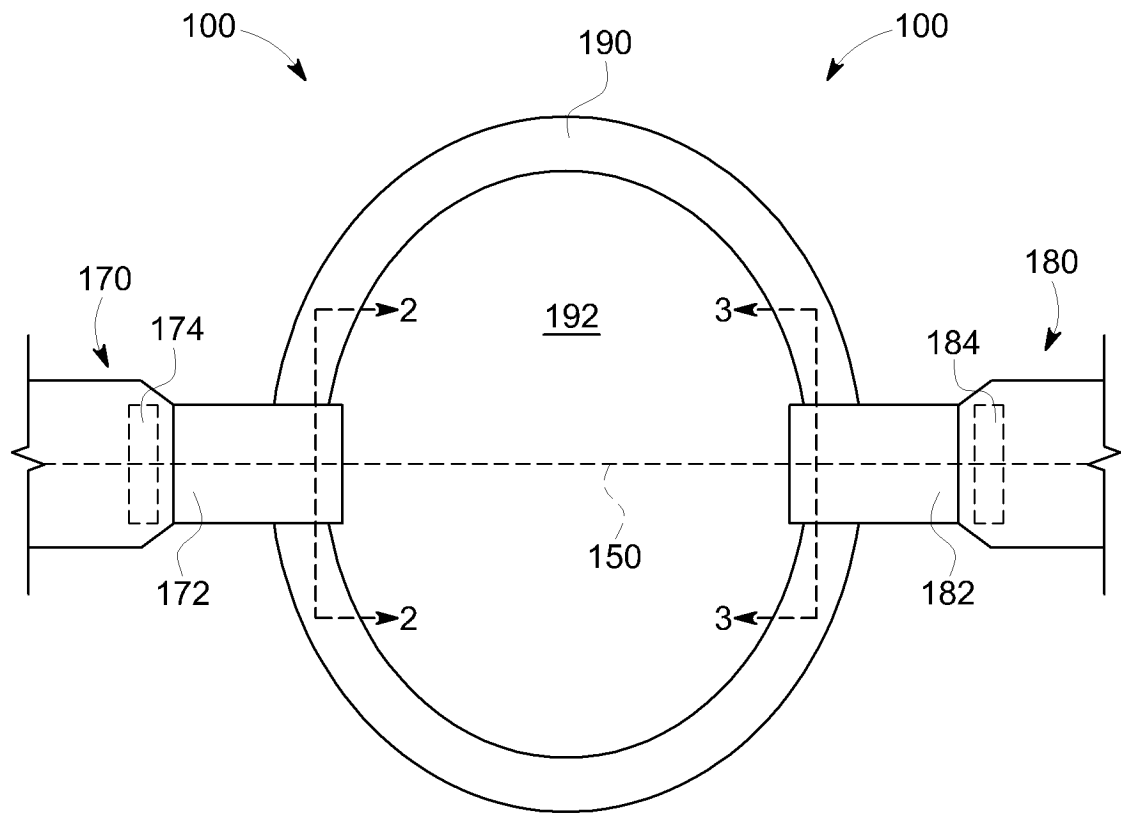


图 1

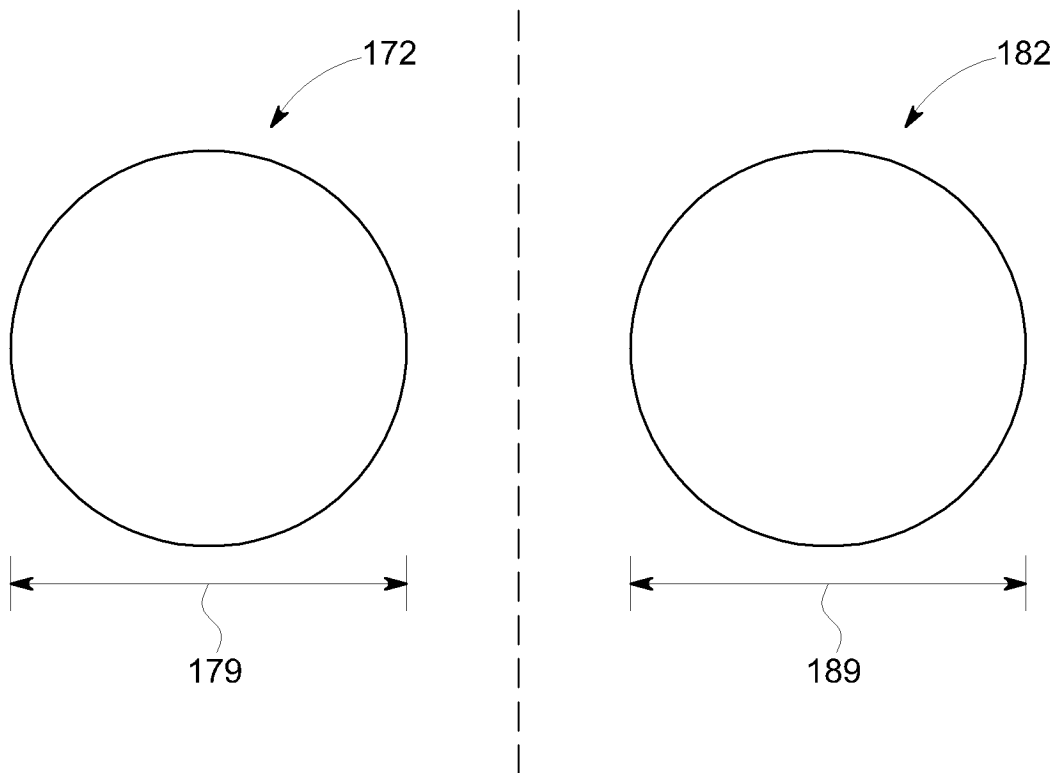


图 2

图 3

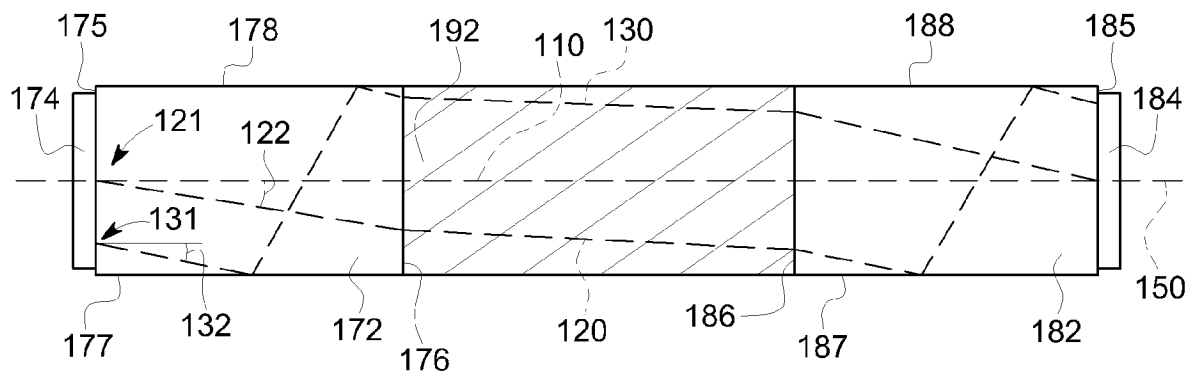


图 4

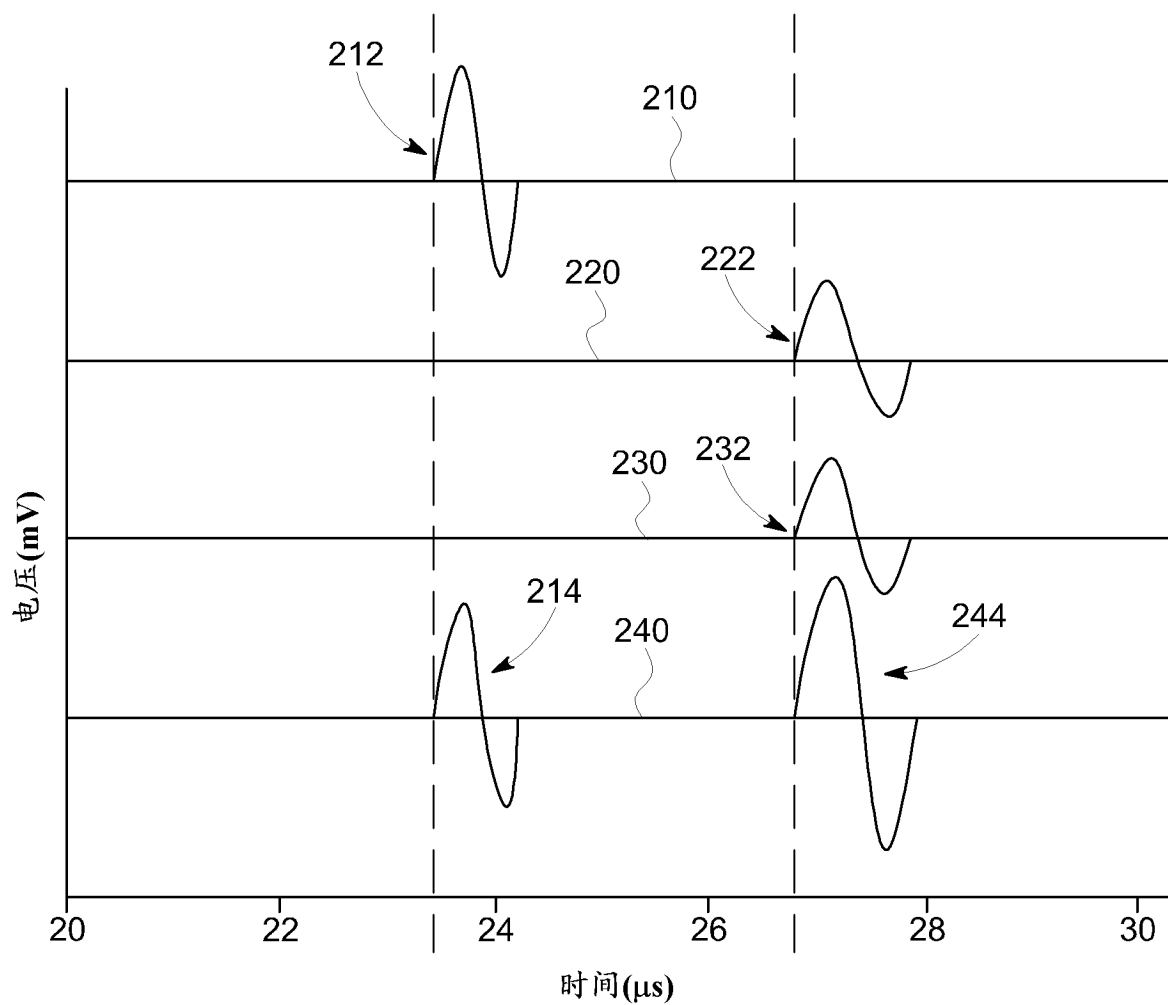


图 5

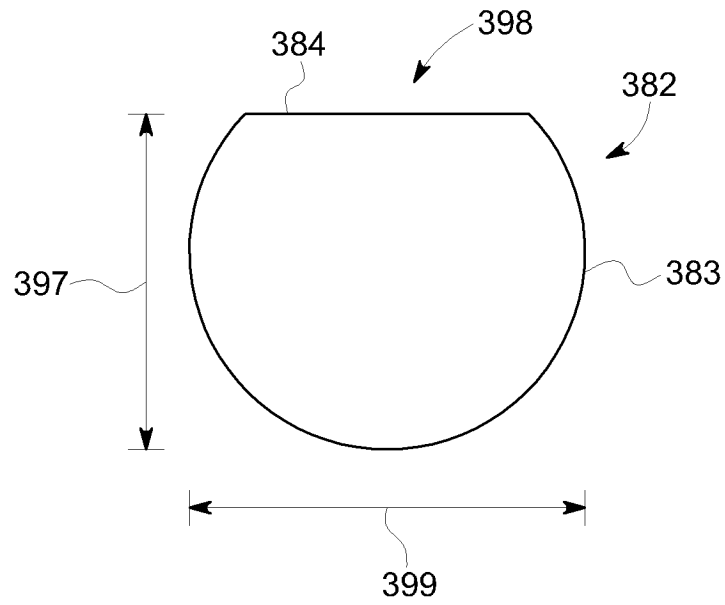


图 6

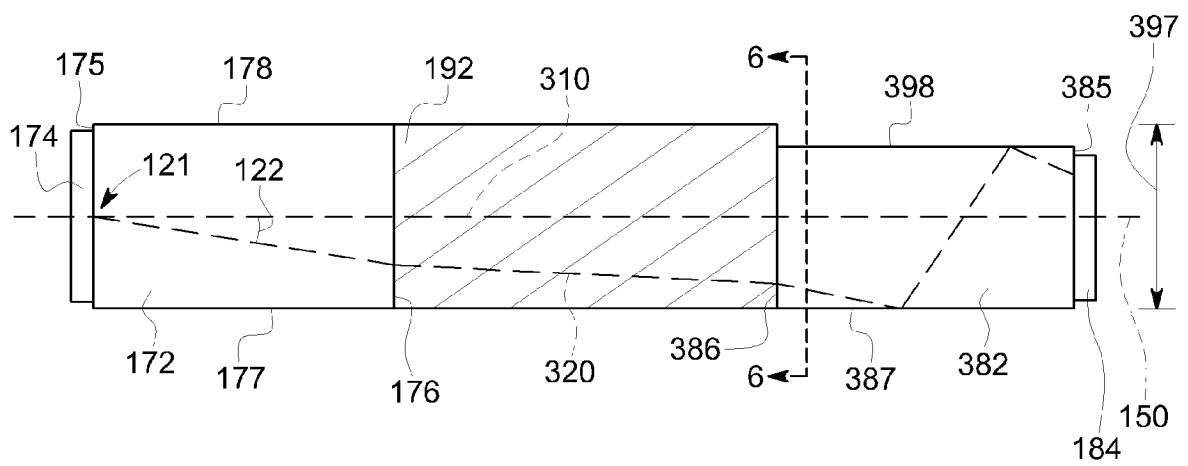


图 7

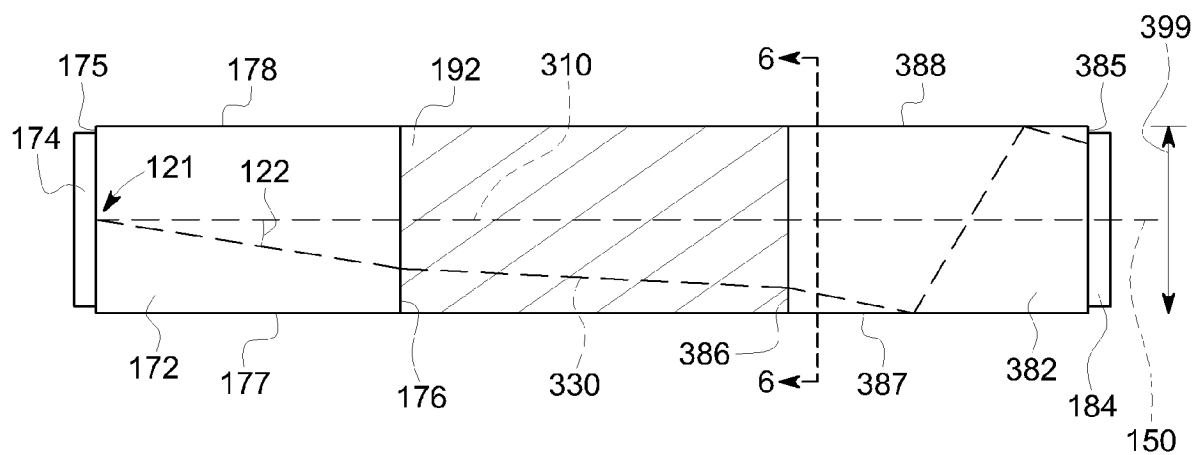


图 8

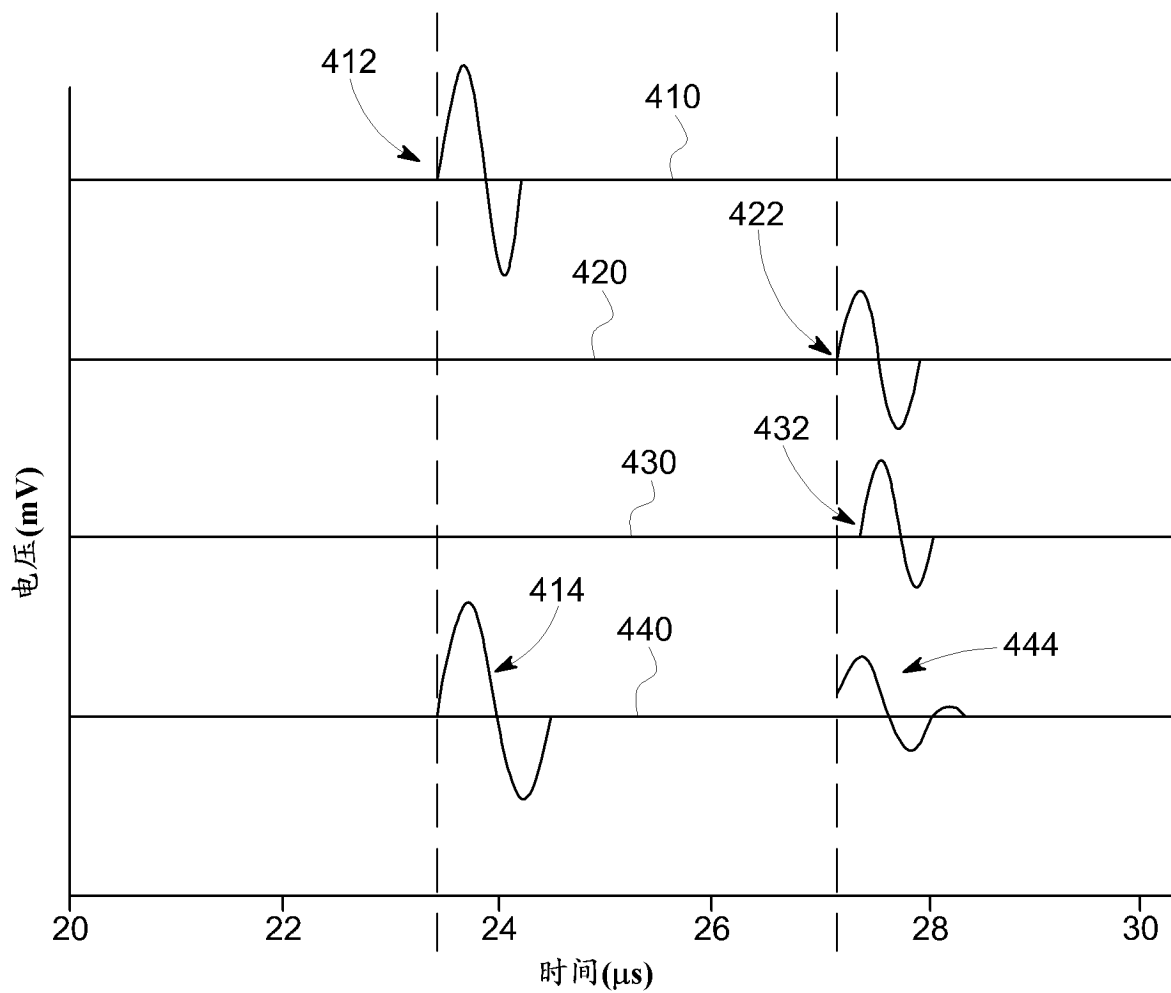


图 9

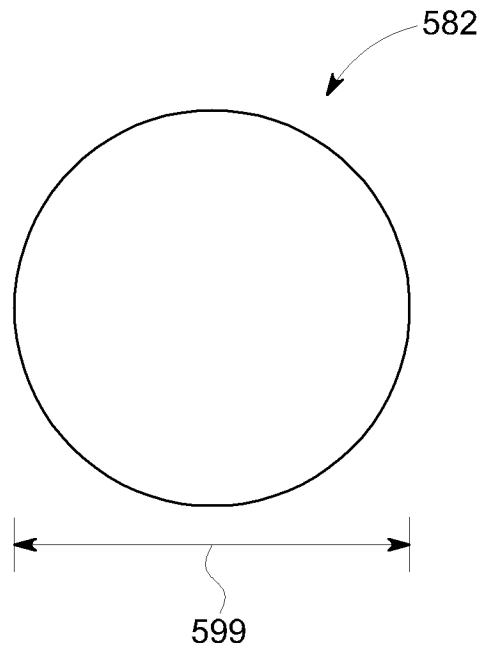


图 10

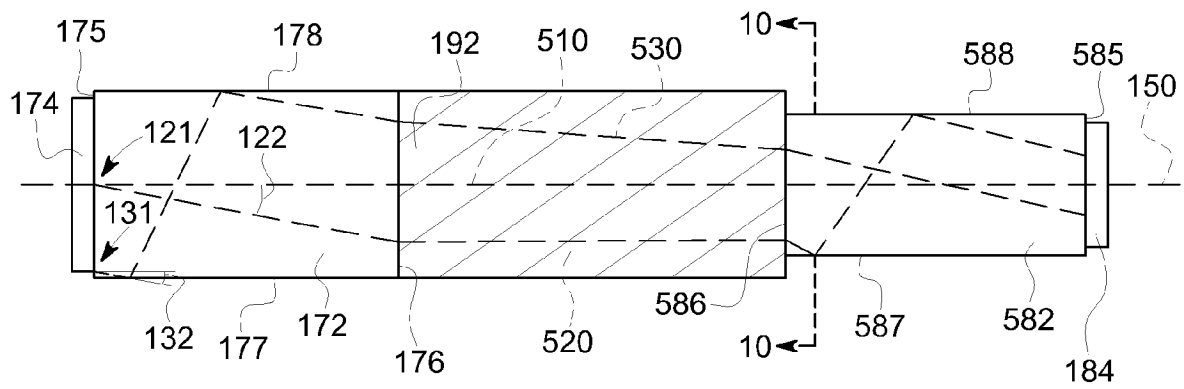


图 11

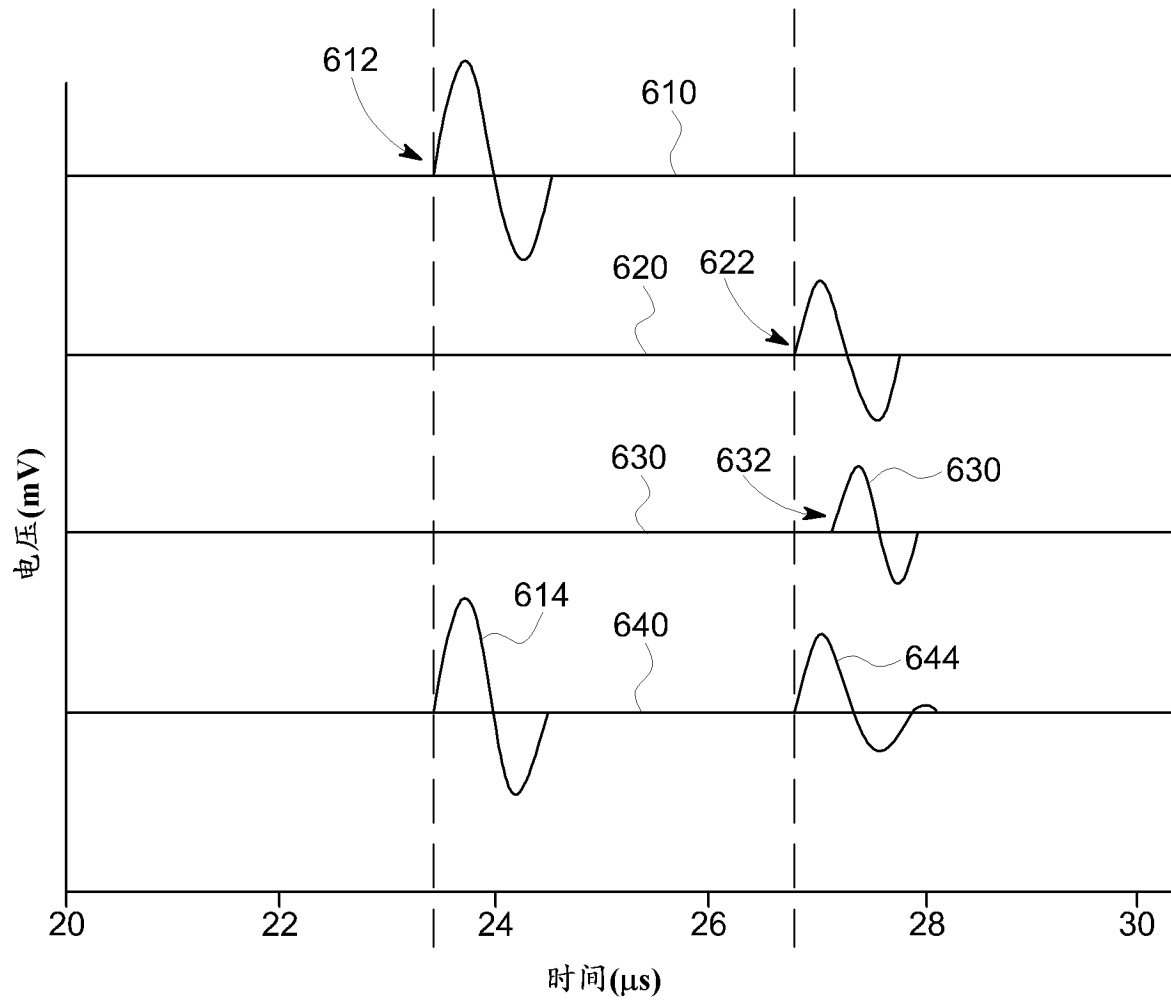


图 12

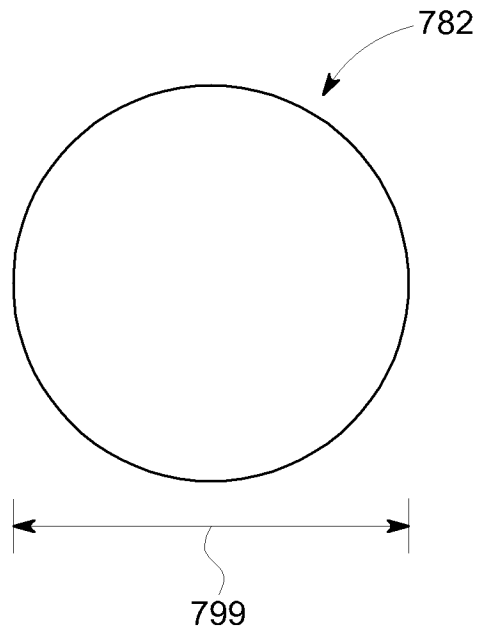


图 13

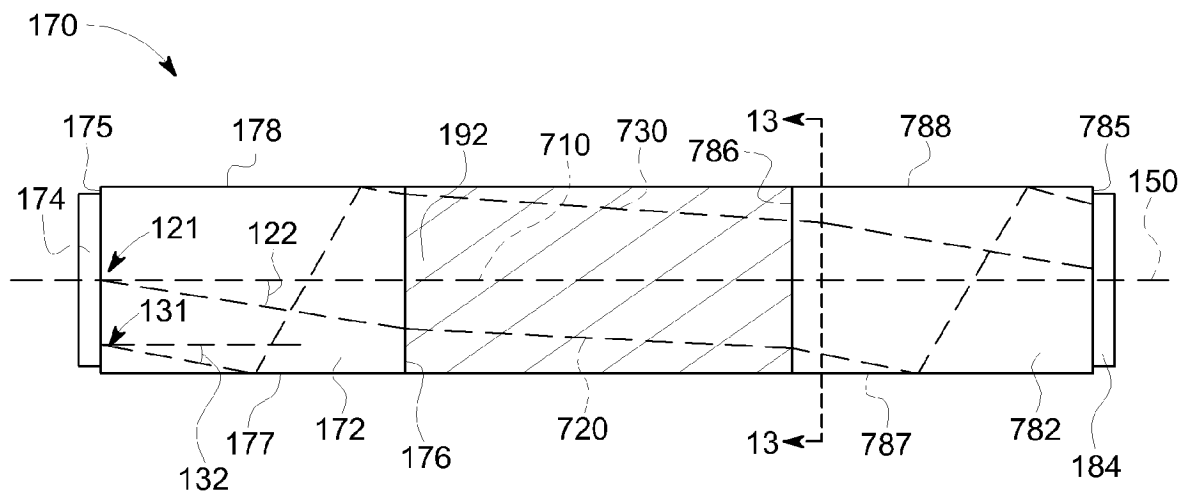


图 14

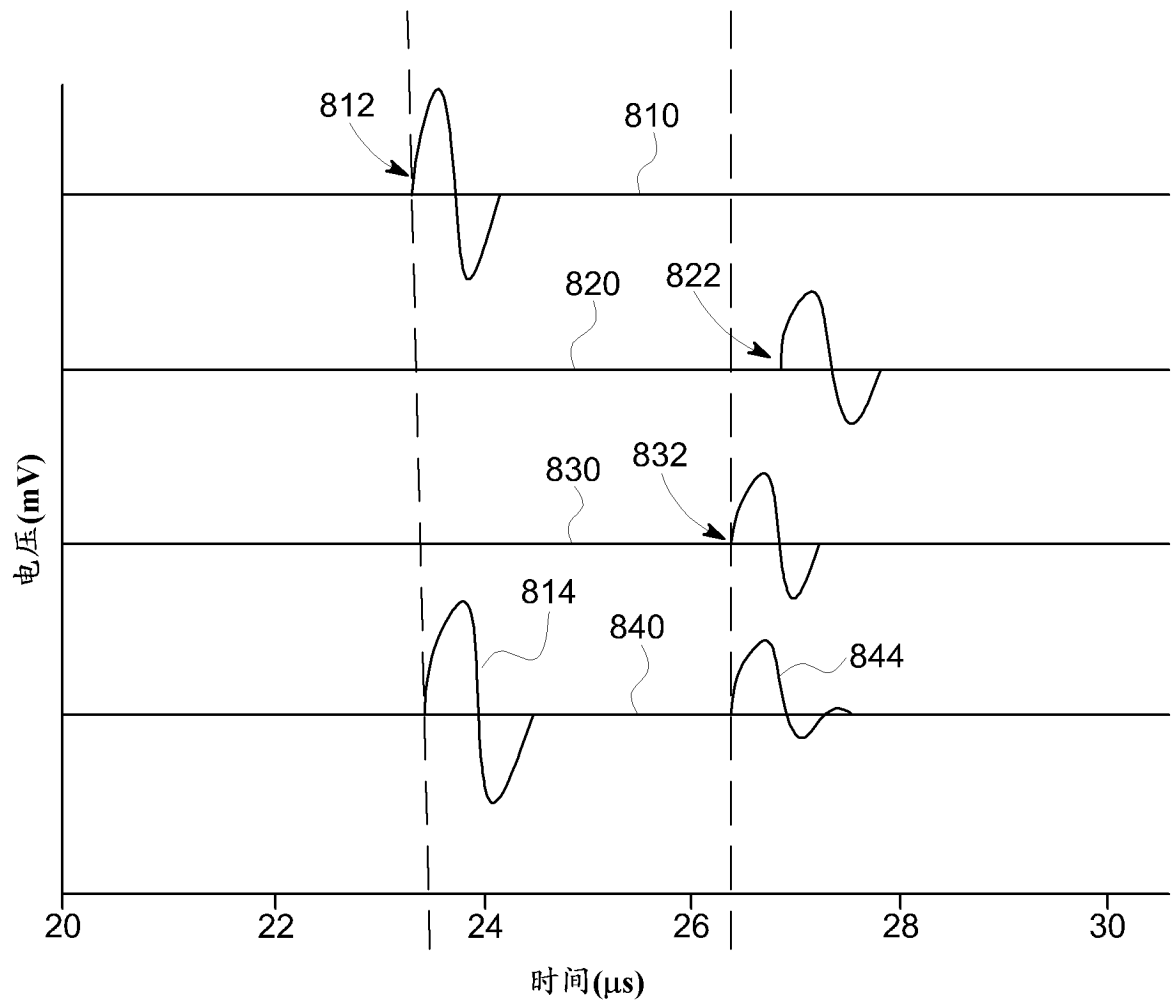


图 15