



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106932023 B

(45) 授权公告日 2023. 02. 28

(21) 申请号 201710254429.7	CN 206609477 U, 2017.11.03
(22) 申请日 2017.04.18	CN 106546366 A, 2017.03.29
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 106932023 A	CN 102410893 A, 2012.04.11 CN 106323158 A, 2017.01.11 CN 106066178 A, 2016.11.02
(43) 申请公布日 2017.07.07	CN 106525297 A, 2017.03.22
(73) 专利权人 中国科学院西北生态环境资源研究院 地址 730013 甘肃省兰州市城关区东岗西路318号	CN 104677302 A, 2015.06.03 CN 105651198 A, 2016.06.08 CN 102607946 A, 2012.07.25 CN 103454138 A, 2013.12.18 CN 102928145 A, 2013.02.13
(72) 发明人 崔晓庆 任贾文 余光明	WO 2009021010 A2, 2009.02.12
(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务所(特殊普通合伙) 11463 专利代理师 刘文强	黄辉等. 正交八面体应力空间的强度理论综述.《武汉工业学院学报》.2007, 第26卷(第04期), 97-100. 周在明等. 天山乌鲁木齐河源区1号冰川运动速度特征及其动力学模拟.《冰川冻土》.2009, 第31卷(第01期), 55-60.
(51) Int. Cl. G01D 21/02 (2006.01)	
(56) 对比文件 RU 2437057 C1, 2011.12.20 CN 104458073 A, 2015.03.25	
	审查员 王雨杉 权利要求书1页 说明书6页 附图3页

## (54) 发明名称

冰体内应力形变检测系统及冰川移动评估系统

## (57) 摘要

本发明实施例提供一种冰体内应力形变检测系统及冰川移动评估系统。其中，所述系统包括六面体结构的框架、压力计单元、变形计单元及计算设备。设置框架表面的压力计单元用于获取冰体内部任意一点的主应力参数，设置在框架其余表面的变形计单元用于获取冰体内部任意一点的主应变参数。计算设备与压力计单元及变形计单元分别电性连接，以根据主应力参数及主应变参数对框架所处冰川的运动进行估测。由此，获得了冰体内部的主应力参数及主应变参数，从而根据获得的参数信息数据对冰体内部受力状况进行推导分析，进而获得冰川运动的趋势和内部压力演变的过程。

冰体内应力形变检测系统10



1. 一种冰体内应力形变检测系统,其特征在于,所述系统包括框架、压力计单元、变形计单元及计算设备;

所述框架为六面体结构;

所述压力计单元设置在所述框架的表面以获取冰体内部任意一点的主应力参数;

所述变形计单元设置在所述框架其余的表面以获取冰体内部任意一点的主应变参数;

所述压力计单元、变形计单元分别与所述计算设备电性连接,所述计算设备根据所述压力计单元采集的主应力参数及所述变形计单元采集的主应变参数对所述框架所处冰川的运动进行估测;

其中,所述框架包括有三个相互垂直的三角形表面组成的第一三角形表面组,及由另外三个相互垂直的三角形表面组成的第二三角形表面组;

所述系统还包括定位单元,

所述定位单元设置在所述框架上,所述定位单元用于保护所述框架及支撑所述压力计单元、变形计单元;

所述定位单元包括第一定位组、第二定位组及第三定位组,每个定位组包括定位圈体、水准气泡仪及电子测角仪;

所述水准气泡仪及电子测角仪均设置在所述定位圈体上,所述水准气泡仪用于测量所述定位圈体位置的水平度,所述电子测角仪用于测量所述系统的移动信息;

所述第一定位组设置在第一平面,所述第二定位组与所述第三定位组分别设置在第二平面及第三平面上,其中,所述第一三角形表面组与第二三角形表面组相对于所述第一平面镜像对称,所述第一平面、第二平面及第三平面相互之间两两垂直。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,

所述压力计单元包括三个压力计,所述三个压力计分别设置在所述第一三角形表面组中的各个三角形表面上。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,

所述变形计单元包括三个变形计,所述三个变形计分别设置在所述第二三角形表面组中的各个三角形表面上。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统还包括一测量件,所述测量件为中空结构,所述测量件一端与所述框架的任意一个顶点连接,所述压力计单元、变形计单元及电子测角仪的信号电缆穿过中空结构的测量件与所述计算设备进行连接。

5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述测量件的另一端设置有指北针,用于在所述框架发生移动时测量所述框架的走向及倾向。

6. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述测量件表面上还设置有刻度,所述刻度用于测量所述框架相对冰体表面的上下运动。

7. 一种冰川移动评估系统,其特征在于,所述系统包括权利要求1-6中任意一项所述的冰体内应力形变检测系统。

## 冰体内应力形变检测系统及冰川移动评估系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及检测计量技术领域,具体而言,涉及一种冰体内应力形变检测系统及冰川移动评估系统。

### 背景技术

[0002] 检测冰川的运动情况对研究冰川有着重要的意义。冰作为一种特殊的材料,在冰川运动的几何、力学分析过程中,其内部任意一点的应力状态和应变状态的获取和精准描述至关重要。在监测和重演冰川运动的过程中,冰体的变形场分布变化规律是其重要的分析对象和控制指标。

[0003] 由于在冰川体设置相对不变的基准点位置较为困难,传统的测杆(花杆)的三维位置变动较难确定,并且一些检测系统结构复杂,不能通过在现场简单组装后使用。因此,提供一种容易在现场装配、可获取冰体内部的应力及变形的检测系统是本领域技术人员亟需解决的问题。

### 发明内容

[0004] 为了克服现有技术中的上述不足,本发明所要解决的技术问题是提供一种冰体内应力形变检测系统及冰川移动评估系统,其结构简单、可在现场装配,并且可以测量获得冰体内部任意一点的主应力参数及主应变参数,从而可以根据检测的数据对冰体内部受力情况进行推导分析,进而获得冰川运动的趋势和内部压力演变的过程。

[0005] 本发明第一较佳实施例提供了一种冰体内应力形变检测系统,所述系统包括框架、压力计单元、变形计单元及计算设备;

[0006] 所述框架为六面体结构;

[0007] 所述压力计单元设置在所述框架的表面以获取冰体内部任意一点的主应力参数;

[0008] 所述变形计单元设置在所述框架其余的表面以获取冰体内部任意一点的主应变参数;

[0009] 所述压力计单元、变形计单元分别与所述计算设备电性连接,所述计算设备根据所述压力计单元采集的主应力参数及所述变形计单元采集的主应变参数对所述框架所处冰川的运动进行估测。

[0010] 在本发明较佳实施例中,所述框架包括有三个相互垂直的三角形表面组成的第一三角形表面组,及由另外三个相互垂直的三角形表面组成的第二三角形表面组。

[0011] 在本发明较佳实施例中,所述压力计单元包括三个压力计,所述三个压力计分别设置在所述第一三角形表面组中的各个三角形表面上。

[0012] 在本发明较佳实施例中,所述变形计单元包括三个变形计,所述三个变形计分别设置在所述第二三角形表面组中的各个三角形表面上。

[0013] 在本发明较佳实施例中,所述系统还包括定位单元,

[0014] 所述定位单元设置在所述框架上,所述定位单元用于保护所述框架及支撑所述压

力计单元、变形计单元；

[0015] 所述定位单元包括第一定位组、第二定位组及第三定位组，每个定位组包括定位圈体、水准气泡仪及电子测角仪；

[0016] 所述水准气泡仪及电子测角仪均设置在所述定位圈体上，所述水准气泡仪用于测量所述定位圈体位置的水平度，所述电子测角仪用于测量所述系统的移动信息。

[0017] 在本发明较佳实施例中，所述第一定位组设置在第一平面，所述第二定位组与所述第三定位组分别设置在第二平面及第三平面上，其中，所述第一三角形表面组与第二三角形表面组相对于所述第一平面镜像对称，所述第一平面、第二平面及第三平面相互之间两两垂直。

[0018] 在本发明较佳实施例中，所述系统还包括一测量件，所述测量件为中空结构，所述测量件一端与所述框架的任意一个顶点连接，所述压力计单元、变形计单元及电子测角仪的信号电缆穿过中空结构的测量件与所述计算设备进行连接。

[0019] 在本发明较佳实施例中，所述测量件的另一端设置有指北针，用于在所述框架发生移动时测量所述框架的走向及倾向。

[0020] 在本发明较佳实施例中，所述测量件表面上还设置有刻度，所述刻度用于测量所述框架相对冰体表面的上下运动。

[0021] 本发明较佳实施例还提供了一种冰川移动评估系统，所述系统包括上述任意一项所述的冰体内应力形变检测系统。

[0022] 相对于现有技术而言，本发明具有以下有益效果：

[0023] 本发明较佳实施例提供了一种冰体内应力形变检测系统及冰川移动评估系统。所述系统包括一六面体结构的框架、压力计单元、变形计单元及计算设备。其中，所述压力计单元设置在所述框架的表面上，用于获取冰体内部任意一点的主应力参数；所述变形计单元设置在所述框架的其余表面上，用于获取冰体内部任意一点的主应变参数。所述压力计单元、变形计单元分别与所述计算设备电性连接，所述计算设备接收所述压力计单元采集的主应力参数及所述变形计单元采集的主应变参数。由此，将预制的组成部分进行组装即可得到所述系统，并通过所述系统获取冰体内部的主应力参数及主应变参数，从而根据所述主应力参数及主应变参数对冰体内部的受力情况进行推导分析，以对所述框架所处的冰川的运动进行估测。

[0024] 为使发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举本发明较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

## 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0026] 图1为本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统的方框示意图之一。

[0027] 图2为本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统的结构示意图之一。

[0028] 图3为图1中计算设备的方框示意图。

[0029] 图4为本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统的结构示意图之二。

[0030] 图5为本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统的方框示意图之二。

[0031] 图6为本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统的结构示意图之三。

[0032] 图标:10-冰体内应力形变检测系统;100-框架;101-第一三角形表面;102-第二三角形表面;103-第三三角形表面;104-第四三角形表面;105-第五三角形表面;106-第六三角形表面;110-第一三角形表面组;120-第二三角形表面组;200-压力计单元;201-压力计;300-变形计单元;301-变形计;400-计算设备;401-存储器;402-存储控制器;403-处理器;510-第一定位组;511-定位圈体;512-水准气泡仪;513-电子测角仪;600-测量件;601-第一端;602-第二端;610-指北针。

### 具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0034] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0036] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的系统或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0037] 此外,术语“水平”、“竖直”、“悬垂”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂,而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平,并不是表示该结构一定要完全水平,而是可以稍微倾斜。

[0038] 在本发明的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0039] 下面结合附图,对本发明的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下,下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0040] 请参照图1,图1是本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统10的方框示意图之一。所述冰体内应力形变检测系统10包括压力计单元200、变形计单元300及计算设备400。所述压力计单元200用于获取冰体内部任意一点的主应力参数,所述变形计单元300用于获取冰体内部任意一点的主应变参数。所述压力计单元200、变形计单元300分别与所

述计算设备400电性连接,所述计算设备400根据所述压力计单元200、变形计单元300发送的数据对冰川的运动情况进行估测。

[0041] 请参照图2,图2是本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统10的结构示意图之一。所述冰体内应力形变检测系统10还包括框架100。其中,所述框架100为六面体结构。在本实施例中,所述压力计单元200设置在所述框架100的表面以获取冰体内部任意一点的主应力参数,所述变形计单元300设置在所述框架100的其余表面以获取冰体内部任意一点的主应变参数。由此,通过所述系统测量得到所述冰体内部任意一点的主应力参数及主应变参数,从而对所述框架100所处冰川的运动进行估测。

[0042] 在本实施例的实施方式中,所述框架100可由9根金属(比如,钢)构件组成。

[0043] 在本实施例中,所述框架100包括第一三角形表面组110及第二三角形表面组120。所述第一三角形表面组110包括第一三角形表面101、第二三角形表面102及第三三角形表面103,三个三角形表面之间相互垂直。

[0044] 其中,所述第一三角形表面组110中的三角形表面均为直角等腰三角形。所述第一三角形表面101的 $\angle BAC$ 为直角,所述第二三角形表面102中的 $\angle CAD$ 为直角,所述第三三角形表面103中的 $\angle BAD$ 为直角。

[0045] 所述第二三角形表面组120包括第四三角形表面104、第五三角形表面105及第六三角形表面106,上述三个三角形表面之间相互垂直。

[0046] 其中,所述第二三角形表面组120中的三角形表面均为直角等腰三角形。所述第四三角形表面104的 $\angle BEC$ 为直角,所述第五三角形表面105中的 $\angle CED$ 为直角,所述第六三角形表面106中的 $\angle BED$ 为直角。

[0047] 在本实施例中,所述压力计单元200包括三个压力计201,三个压力计201分别设置在所述第一三角形表面组110中的各个三角形表面上以获得主应力参数。由于第一三角形表面组110的三个三角形表面两两垂直,因此为运用力学分析主应力参数提供了极大的便利。其中,由于振弦式压力计具有读数准确的优点,因此,在本实施例的实施方式中,所述压力计201可以是振弦式压力计。

[0048] 在本实施例中,所述变形计单元300包括三个变形计301,三个变形计301分别设置在所述第二三角形表面组120中的各个三角形表面上以获得主应变参数。由于第二三角形表面组120的三个三角形表面两两垂直,因此为运用运动学分析主应变参数提供了极大的便利。在本实施例的实施方式中,所述变形计301可以是电阻式变形计,电阻式变形计是一种把位移、力、压力、加速度、扭矩等非电物理量转换为电阻值变化的传感器。

[0049] 其中,所述压力计201、变形计301均可以设置在三角形表面的中心位置处,从而更准确地测量主应力参数及主应变参数。

[0050] 请参照图3,图3是图1中计算设备400的方框示意图。所述计算设备400可以是,但不限于,个人电脑(personal computer,PC)、平板电脑等。所述计算设备400包括存储器401、存储控制器402及处理器403。所述存储器401、存储控制器402及处理器403各元件之间直接或间接地电性连接,以实现数据的传输或交互。

[0051] 其中,所述存储器401可以用于存储所述压力计单元200及变形计单元300发送的数据,还可以存储有对所述数据进行分析的分析系统,分析系统在所述存储器401中的形式可以是软件或固件。所述存储器401可以是,但不限于,随机存取存储器(Random Access

Memory, RAM), 只读存储器 (Read Only Memory, ROM) 等。所述处理器403以及其他可能的组件对存储器401的访问可在所述存储控制器402的控制下进行。

[0052] 所述处理器403可能是一种集成电路芯片, 具有信号的处理能力。上述的处理器403可以是通用处理器, 包括中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)、网络处理器 (Network Processor, NP) 等。

[0053] 可以理解, 图3所示的结构仅为示意, 计算设备400还可包括比图3中所示更多或者更少的组件, 或者具有与图3所示不同的配置。图3中所示的各组件可以采用硬件、软件或其组合实现。

[0054] 在本实施例中, 所述冰体内应力形变检测系统10还包括定位单元。所述定位单元设置在所述框架100上, 所述定位单元用于保护所述框架100及支撑所述压力计单元200、变形计单元300。

[0055] 其中, 所述定位单元包括第一定位组510、第二定位组及第三定位组。请参照图4, 图4是本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统10的结构示意图之二 (图中只示出第一定位组510)。所述第一定位组510、第二定位组及第三定位组均包括定位圈体511、水准气泡仪512及电子测角仪513。

[0056] 所述定位圈体511为环状结构, 可以由金属材料 (比如, 不锈钢) 制成。所述压力计201或变形计301可通过一些固定系统 (比如, 金属丝) 固定在所述定位圈体511上。

[0057] 所述水准气泡仪512及电子测角仪513均设置在所述定位圈体511上。所述水准气泡仪512用于测量所述定位圈体511位置的水平度, 通过所述水准气泡仪512可将所述定位圈体511放置平衡。

[0058] 请参照图5, 图5是本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统10的方框示意图之二。所述电子测角仪513与所述计算设备400电性连接。所述电子测角仪513用于获得所述框架100的移动 (比如, 平动、转动) 信息。

[0059] 在本实施例中, 所述第一定位组510设置在第一平面, 所述第二定位组与所述第三定位组分别设置在第二平面及第三平面上。其中, 所述第一三角形表面组110与第二三角形表面组120相对于所述第一平面镜像对称, 所述第一平面、第二平面及第三平面相互之间两两垂直。

[0060] 请参照图6, 图6是本发明较佳实施例提供的冰体内应力形变检测系统10的结构示意图之三。所述冰体内应力形变检测系统10还包括一测量件600。所述测量件600为中空结构, 所述测量件600包括第一端601及第二端602。所述第一端601与所述框架100的任意一个顶点连接, 所述压力计单元200、变形计单元300及电子测角仪513的信号电缆穿过中空结构的测量件600与所述计算设备400连接。通过将所述冰体内应力形变检测系统10 (不含计算设备400) 埋设于冰体的不同深度位置处, 所述计算设备400获得冰体内部不同深度处的三维运动特征, 同时获取了冰体内部任意一点的主应力大小、方向和主应变的大小、方向, 对获得的数据分析后获得主应力及主应变的分布规律及变化特征。同时将所述框架100埋入冰体后, 还可以用原地的冰屑进行回填冻结, 以减少施工对测量结果和精度的干扰。

[0061] 在本实施例中, 所述第二端602设置有指北针610。在实际应用中, 将所述框架100埋设于冰体内部时, 所述测量件600与冰体表面垂直。所述测量件600上的指北针610外露于冰体表面一定高度, 所述指北针610用于在所述框架100发生移动时测量所述框架100的走

向及倾向,从而在冰体表面获取所述框架100的三维运动特征。

[0062] 在本实施例中,所述测量件600表面上还设置有刻度,所述刻度用于测量所述框架100相对所述冰体表面的上下运动。

[0063] 本发明较佳实施例还提供一种冰川移动评估系统,所述系统包括上述的冰体内应力形变检测系统10。

[0064] 综上所述,本发明提供了一种冰体内应力形变检测系统及冰川移动评估系统。所述系统包括框架、压力计单元、变形计单元及计算设备。其中,所述框架为六面体结构,用于获取冰体内部任意一点的主应力参数的压力计单元设置在所述框架的表面,用于获取冰体内部任意一点的主应变参数的变形计单元设置在所述框架的其余表面。所述计算设备分别与所述压力计单元、变形计单元电性连接,得到所述压力计单元采集的主应力参数及所述变形计单元采集的主应变参数,经过计算和推导后,获得该点的主应力状态和主应变状态,从而为冰川几何运动和受力进行分析和数据支持。

[0065] 除此之外,还可以在使用时将单独的框架、压力计单元、变形计单元及计算设备经过组装得到所述系统,这使得所述系统适用性更强。

[0066] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

冰体内应力形变  
检测系统10

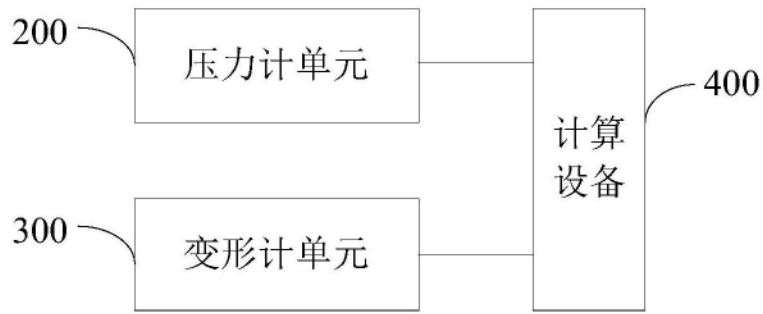


图1

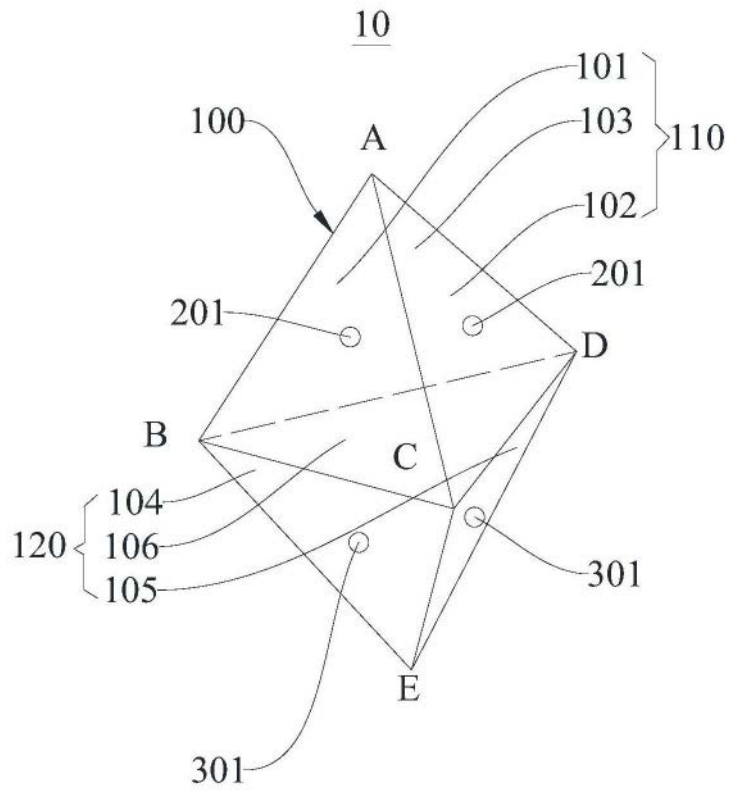


图2

400

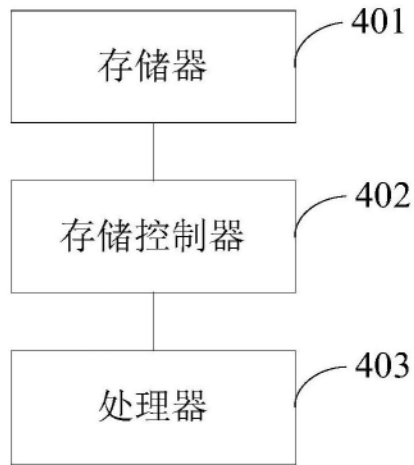


图3

10

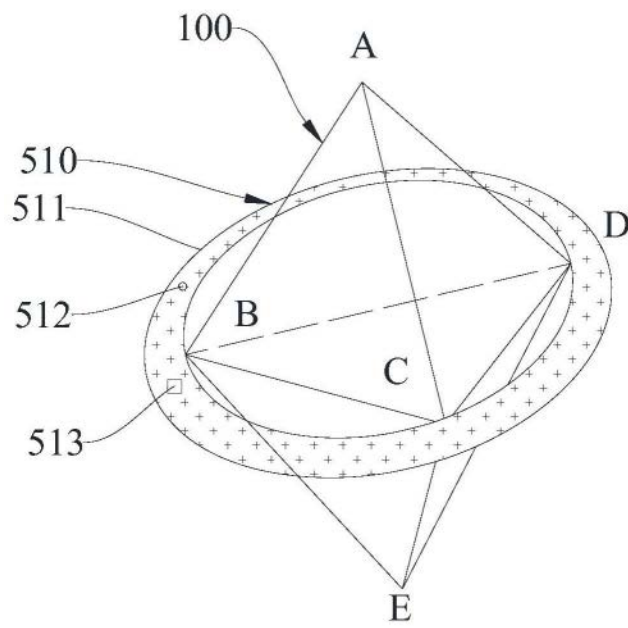


图4

10

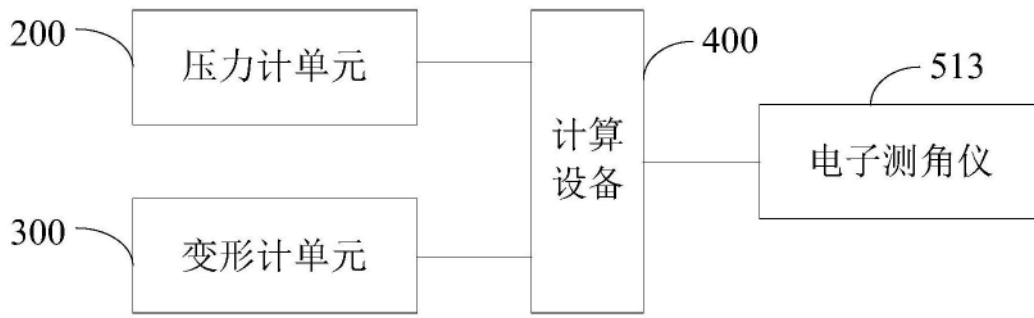


图5

10

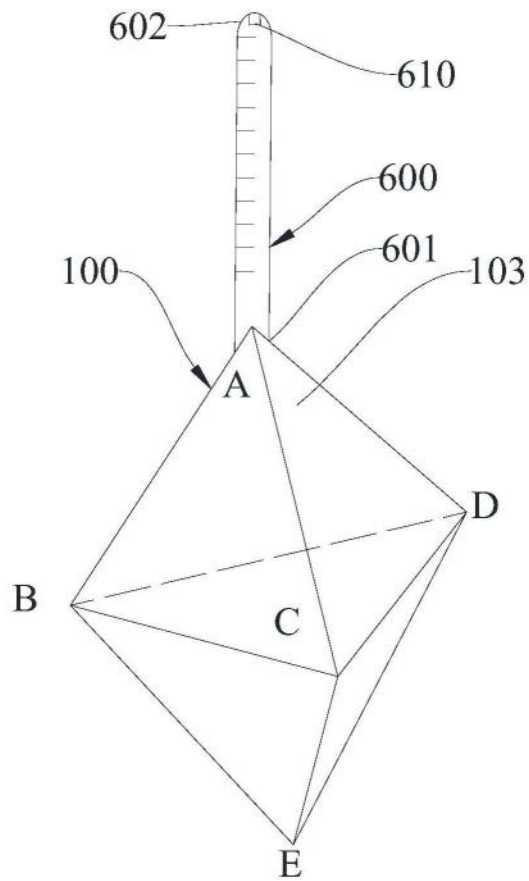


图6