



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103430181 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201180038335. 7

(74) 专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公
司 33201

(22) 申请日 2011. 07. 20

代理人 王兵 俞慧

(30) 优先权数据

1056428 2010. 08. 04 FR

(51) Int. Cl.

G06F 19/00(2011. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 02. 04

A61B 19/00(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2011/051747 2011. 07. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02012/017167 FR 2012. 02. 09

(71) 申请人 法国医疗科技公司

地址 法国卡斯泰尔诺莱莱市

(72) 发明人 贝尔坦·纳胡姆 费尔南多·巴达诺

皮埃尔·梅耶 亚历山大·哈贝梅尔

帕特里克·图尔

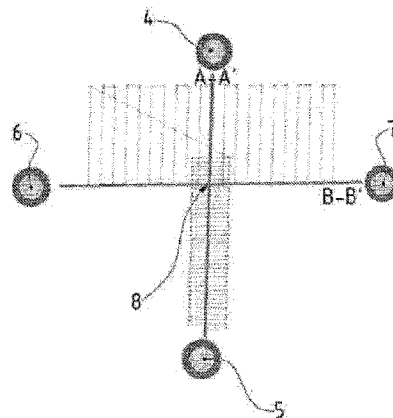
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

自动化辅助获得解剖学表面的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种自动化辅助获得解剖学表面的方法,其中:首次获得所述的表面以创建第一数字模型(2);在围术期利用用于识别所述表面的坐标的工具扫描所述表面,再次获得解剖学表面以创建第二数字模型(3),这些工具由机器人臂支撑;然后所述的模型(2,3)通过重置实现一致,特征在于所述扫描在于:在机器人臂的辅助下,对所述表面上重要的点以及在所述点上的识别工具的坐标进行手动的初级识别,以建立一个坐标系,确定扫描区域;利用所述坐标系和至少一个所述的点创建一个中级模型;用所述模型(3)对所述模型(2)进行初级重置;自动扫描所确定的区域。



1. 自动化辅助获得解剖学表面的方法, 其中
 - 在术前首次获得解剖学表面, 以创建第一数字模型形式的三维表达;
 - 在围术期通过扫描所述的表面再次获得解剖学表面, 以创建第二数字模型形式的三维表达;所述的扫描是使用工具进行操作, 以识别所述表面的坐标, 所述工具由机器人臂支撑; 然后,
 - 通过重置所述的第一(2) 和第二(3) 模型使两者相一致;其中所述的扫描在于:
 - 通过所述工具在机器人臂辅助下的手动移位对所述解剖学表面的重要的点的坐标进行初级识别, 以创建一个坐标系, 确定所述解剖学表面的扫描区域;
 - 利用所述坐标系和至少一个所述的重要的点创建一个中级模型;
 - 使用所述的第二模型(3) 对所述的第一模型(2) 进行初级重置;
 - 对确定的区域进行自动扫描。
2. 如权利要求 1 所述的获得方法, 其中所述的方法在于:
 - 识别至少三个重要的点的坐标;
 - 根据三个重要的点中的其中一个点通过对称确定第四个点, 所述点对称以通过其余两个重要的点的线为轴; 并且
 - 确定一个坐标系以计算自动扫描的路径, 所述坐标系是由至少两个轴组成, 每个轴包含所述四个重要的点中的一对。
3. 如权利要求 2 所述的获得方法, 其中所述方法在于识别至少一个中心点(8) 的坐标, 所述中心点位于所述轴(A-A', B-B') 的交叉点。
4. 如权利要求 3 所述的获得方法, 其中所述方法在于在第一模型(2) 的水平上记录所述中心点(8); 而且所述的初级重置的操作为: 使所述中心点(8) 和至少一个其他的重要的点相一致。
5. 如权利要求 4 所述的获得方法, 其中所述方法在于通过匹配所述的轴(A-A', B-B') 使所述的第一个模型(2) 和所述的中级模型相一致。
6. 如权利要求 3 至 5 中的任一项所述的获得方法, 其中所述解剖学表面是脸(1), 所述的轴(A-A', B-B') 与至少部分鼻子中脊线和一条前额线重合。
7. 如前述任一项权利要求所述的获得方法, 其中所述方法在于以所述机器人臂为中心确定一个坐标系。

自动化辅助获得解剖学表面的方法

[0001] (一) 技术领域

[0002] 本发明涉及医学领域,尤其是外科手术的准备和进行过程中的操作方法。

[0003] 本发明具体涉及医学成像,也涉及在围术期解剖学表面(特别是病人的头部和脸部)的自动化获得,然后涉及将所获得的图像相对于术前储存的图像进行表面重置。

[0004] 本发明将揭示机器人辅助在解剖学表面的获得和表面重置中的应用。

[0005] 为此,本发明涉及一种解剖学表面的自动化辅助获得方法。

[0006] (二) 背景技术

[0007] 在病人手术期间,特别是针对病人头部的神经外科手术,医生使用多个系统提供辅助,提高外科手术的精确性。为此,这些系统使得在围手术期可以获得手术所针对的解剖学表面,然后将这些表面相对于已经储存的图像,例如之前在术前的X光检查(CT扫描)或IRM(代表通过磁共振成像)储存的图像,进行重置。因此,这使得相比于为手术而做的成像,医生可以精确确定病人手术的位置。

[0008] 特别地,解剖学表面的获得在于使用一个指示器(例如以机械指示器、超声波或激光束的形式)扫描病人解剖学区域的表面来识别所述区域的真实位置。然后系统进行表面重置,将这种识别结果与之前在术前储存的图像进行比较,计算使得目前的图像与手术时病人的身体相一致。简而言之,对每个识别点都要进行评估以使获得的散点图与已记录的图像相符。

[0009] 因此,解剖学表面的获得方法对于随后手术的精确性有着相当大的影响。目前存在几种获得方法,这些方法使用不同的技术识别解剖学表面的位置。

[0010] 第一种解决方法在于对待获得的区域的不同的特定位置进行定位、以面膜或垫状物的形式进行标记,直接粘在皮肤上。然后通过使用机械指示器或传送/接收光束(即激光)扫描来识别该空间内的这些标记。

[0011] 这种扫描方法的主要缺点在于它依赖于所述标记的定位方法以及它们的号码和在皮肤上的空间分布,缺乏精确性。随之带来的表面重置也不太可靠,换言之,它在定位于这些标记之间的表面这一水平上表现出重大的变化和位移。

[0012] 另外,这些标记由于皮肤的弹性可以移动,甚至脱落。这些标记的放置也迫使头盖部位需要剃发。

[0013] 另一种解决方法在于使用一个指示器(特别是通过照相机)经过解剖学区域上方,该指示器的坐标落在空间内。

[0014] 根据一种实施方案,所述的指示器可以是机械的,例如以探针的形式,探针的点直接与皮肤接触。所述的点是手动地从一个点移到另一个点,即在形态学上重要的点上,并且是沿着所涉及区域特定的解剖线,与此同时不同的位置和接触点以三维形式记录。

[0015] 但是,虽然这种方法可以识别表面更多数量的点,但它在识别点的数量上仍然具有局限性,大约100,局限于病人解剖学上确定的解剖线和确定的重要部位。这种局限,由于操作者的介入,自动会对随后的表面重置的质量产生影响。此外,用指示器扫描期间的皮肤变形是导致不准确的另一原因。

[0016] 另一种解决方法在于使用无接触指示器,使得在更短时间内可以获得更大数量的识别点。这种指示器是一种光辐发射器,例如激光束。所述的发射器是操作者手持的,使用激光扫描解剖学区域。

[0017] 第一个熟知的设备包括一个激光遥测计形式的发射器,激光遥测计的位置和姿态在空间中时刻被识别,使得可以获得遥测计记录的每个点的坐标。

[0018] 然而,通过遥测仪进行识别的方法也存在局限性。因此遥测仪已经被设计成直接记录发射的激光束在皮肤水平上的作用。为此,发射器一方面发射可见光谱内的激光束,以使得操作者能够展示作用点和对病人解剖学区域的扫描,另一方面发射由特定传感器捕捉的不可见光束(例如红外线)。特别地,红外线在作用点上的反射使得可以精确识别空间内所述点的位置。

[0019] 需要注意的是,遥测仪或激光束的作用点的定位是基于光学三角测量原理,需使用多个照相机。

[0020] 不管这些各种的演变,目前的识别和扫描系统不是完全令人满意的。

[0021] 实际上,扫描总是手工操作,创造了一个人为因素,这降低了识别的精确性和可重复性,即扫描路径保持接近且完全与操作者相关。

[0022] 为了克服这些缺点,已经通过设计将发射器和机器人连接。这些解决方法公布在 W02009/013406, W02005/122916 和 W02005/032390 中。

[0023] 特别地,发射器被固定到机器人臂的末端,铰接以使其在三维空间能自由运动。发射器的位置和它储存的数据再在相对于所述机器人臂的参照系的空间内被识别。

[0024] 具体地,先在术前首次获得解剖学表面,以创建第一个数字模型形式的三维表示;然后,在围术期通过扫描所述的表面再次获得解剖学表面,以创建第二个数字模型形式的三维表示;然后,所述的扫描是使用工具进行操作,以识别所述表面的坐标,所述的工具由机器人臂支撑;最后通过重置所述的第一和第二模型使两者相一致。

[0025] 因此,人们观察到模型的重置还未达到最理想,为了使模型能匹配,需要一个数据处理操作者的干预。一旦失败,则需要重复扫描操作,导致干预的持续时间增加。

[0026] 另外,即使这些设备通过具有高度重复性的对解剖学表面的自动扫描能够避免对操作者的依赖,但这种自动操作在相当程度上还是会限制这些设备在解剖学区域,特别是相对于病人的不同形态的适应性。

[0027] 而且,在所有情况下,目前的设备使用能对三维数字模型的展示进行导航的工具,这些三维数字模型是从所获得的图像中得到的。这些导航工具必然需要识别如之前提及的发射器以及此后的外科手术仪器。

[0028] (三) 发明内容

[0029] 本发明的目的在于为克服现有技术存在的缺陷,提供一种解剖学表面的自动化辅助获得方法,该方法结合了机器人臂辅助下的扫描的精确性和手动扫描的适应性,使得能获得大量的点。

[0030] 特别的,本发明预见到操作者使用机器人臂支撑的发射器进行手动控制的初级扫描,使得一方面能确定随后全自动扫描的特定区域,另一方面能进行首次表面重置以提高最终表面重置的精确性。

[0031] 为此,在该方法中:

- [0032] - 先在术前首次获得解剖学表面,以创建第一数字模型形式的三维表达;
- [0033] - 在围术期通过扫描所述的表面再次获得解剖学表面,以创建第二数字模型形式的三维表达;
- [0034] 所述的扫描是使用工具进行操作,以识别所述表面的坐标,所述工具由机器人臂支撑;
- [0035] 然后,
- [0036] - 通过重置所述的第一和第二模型使两者相一致。
- [0037] 所述方法的特征在于所述的扫描由下述步骤组成:
- [0038] - 通过所述工具在机器人臂辅助下的手动移位对所述解剖学表面的重要的点的坐标进行初级识别,以创建一个坐标系,确定所述解剖学表面的扫描区域;
- [0039] - 利用所述坐标系和至少一个所述的重要的点创建一个中级模型;
- [0040] - 使用所述的第二模型对所述的第一模型进行初级重置;
- [0041] - 对确定的区域进行自动扫描。
- [0042] 因此,本发明的方法用路径的自动化和重复精度提高了扫描和所涉及区域的大量解剖学点的识别的精确性,同时通过操作者的最初控制增加了手动和可适应的性质。
- [0043] 本发明的另一个优势在于机器人臂的使用,然后将其作为坐标系。待扫描的解剖学区域以及从获得的解剖学表面提取的模型是相对于这个坐标系定位的,以便此后,在重置后,机器人臂的同样的坐标系还用于外科手术仪器的定位。
- [0044] 根据其他特征,所述的方法由下述步骤组成:
- [0045] - 识别至少三个重要的点的坐标;
- [0046] - 根据三个重要的点中的其中一个点通过对称确定第四个点,所述点对称以通过其余两个重要的点的线为轴;并且
- [0047] - 确定一个坐标系以计算自动扫描的路径,所述坐标系是由至少两个轴组成,每个轴包含所述四个重要的点中的一对。
- [0048] 有利地,所述方法在于识别至少一个中心点的坐标,所述中心点位于所述轴的交叉点。
- [0049] 根据一种实施方式,所述方法在于在第一模型的水平上记录所述中心点;所述的初级重置的操作为:使所述中心点和至少一个其他的重要的点相一致。
- [0050] 根据一种实施方式,所述方法在于通过匹配所述的轴使所述的第一个模型和所述的中级模型相一致。
- [0051] 根据优选方案,所述解剖学表面是脸,所述的轴与至少部分鼻子中脊线和一条前额线重合。
- [0052] 根据另一个特许特征,所述方法在于以所述机器人臂为中心确定一个坐标系。
- [0053] 下面通过对非限制性实施方式的具体描述以及附加特征的引用来阐述本发明进一步的特征和优势。
- [0054] (四)附图说明
- [0055] - 图 1, 2 和 3 代表根据本发明应用于病人的脸的方法的三个步骤的正面示意图;
- [0056] - 图 4 代表根据本发明的自动扫描步骤的详细说明的示意图;
- [0057] - 图 5、6 和 7 代表根据本发明的方法的表面重置的三个示意图。

[0058] (五) 具体实施方式

[0059] 本发明涉及一种自动化辅助获得解剖学表面的方法。

[0060] 特别的,这种方法结合了人工干预和机器人辅助,然后是完全自动化机器人手术。

[0061] 需要注意的是,本发明意义上的解剖学表面包括病人身体的任何部分。根据附图中显示的例子,根据优选实施方式,所述解剖学表面是病人的脸 1。

[0062] 在第一个步骤中,在术前,首次获得病人的解剖学表面。这一术前解剖学表面的获得可采用各种方法,特别是通过扫描仪或 IRM。

[0063] 利用术前获得的解剖学表面,创建第一数字模型 2 形式的三维表达。

[0064] 然后,在围术期,通过扫描所述解剖学表面再次获得解剖学表面。利用再次获得的解剖学表面,创建第二数字模型 3 形式的三维表达。

[0065] 最后,通过将获得的第一数字模型 2 和第二数字模型 3 进行表面重置使两者相一致。简而言之,使所述模型 2 和模型 3 叠合以使得两种表示相一致,第二模型 3 覆盖所述的第一模型 2。

[0066] 这个重置步骤体现在图 5 至 7,图 5 代表第二模型 3,而图 6 和 7 分别根据所涉及的解剖学表面(即病人的头)的正视图和侧视图显示所述的第二模型 3 叠加到第一模型 2 上。

[0067] 特别地,所述重置可基于一种算法重置三维数据,该算法被称为 ICP(代表《迭代最近点法》)。通常,ICP 算法在于迭代计算刚体变换矩阵(旋转和平移),以最优的方式重置在三维识别中由坐标定义的两组数据。

[0068] 有利地,本发明的一个必要特征在于所述的扫描旨在识别所述解剖学表面的坐标。

[0069] 特别地,这些识别工具可在空间内测量,确定所述表面的点相对于一个参照系的坐标。

[0070] 优选的,所述识别工具由机器人臂支撑。所述的机器人臂被设计成可活动和控制的,以使其在三维空间可自由活动。因此,所述参照系是由所述机器人臂确定的,所述解剖学表面的点的坐标的测量是相对于该参照系的。

[0071] 然后需要注意的是,所述机器人臂在一基座上静止或移动,病人相对于该基座是固定不变的。

[0072] 在这方面,所述的机器人臂不仅在解剖学表面的获得过程中而且在随后进一步的手术过程中用作一个参照系。

[0073] 特别地,与所述机器人臂连接的数据处理工具和计算器使得能够集中病人身体、以及解剖学表面获得和扫描所需工具(像位于机器人臂的末端的发射器)、以及在手术阶段将引入的外科手术工具的空间识别。

[0074] 因此,这个坐标系相对于术前的成像,使得能够重置病人的、解剖学点的、以及获得解剖学表面和外科手术的工具的信息和坐标。

[0075] 简而言之,机器人臂提供了一个独特的参照系,使得能够在空间内实时识别和协调上述各种各样的元素。实际上,由病人身体相对于机器人臂基座的固定性所形成的《模型化链条》以及机器人臂本身直至它所负载的工具的末端,本质上足以保证在空间内的参照系内对组成链条的每一种元素的识别。为了获得这一结果,需要初始化这一链条,也就是通过识别组成链条的元素来初始化链条。这一初始化操作可在解剖学表面获得之前、获得过

程中或获得之后进行,也可以随后在手术干预过程中通过更新所述的链条进行。这些更新操作自动发生,取决于使用的工具和元素的定位,这些工具和元素与所述的机器人臂构成整体。

[0076] 因此,所述工具和元素的定位和位移具有可重复的性质,而从业者的纯手工作业不具有可重复性,其依赖于操作者。

[0077] 进一步,使得病人的身体独立于机器人臂及其基座也是可能的。因此,所述病人的位置需实时获得,以确切知道变化,以便适应这些变化。

[0078] 最后,机器人臂的末端也可以同时负载获得解剖学表面所需的工具和用于手术干预的工具。实际上,通过小型化元素和工具使定位技术一体化是可能的,例如激光器、超声波、照相机、机械工具或表面的多种元素或经皮遥测与工具(即外科手术工具)结合。然后实时获知任意元素的定位和位移也成为可能,使运动和每种运动的路径都能实现自动化,其与解剖学表面的获得和三维表面重置操作相结合。

[0079] 根据一种实施方式,所述的识别工具可设计成无接触的,即以辐射发射器的形式,例如一种光发射器,像连接一个距离传感器的激光束。特别地,所述的识别工具可以采用激光遥测计的形式。

[0080] 其他使用光束、声波(例如超声波或无线电波)的发射器也可以考虑。

[0081] 因此,这些位于所述机器人臂的可运动端的识别工具可绕着待扫描的解剖学表面运动。

[0082] 在这方面,本发明的一个必要特征在于扫描被分成两个连续步骤。

[0083] 扫描的第一个步骤在于在解剖学表面上重要的点的水平上,在机器人臂的辅助下通过识别工具的手工移动初步识别所述解剖学表面的重要的点的坐标。这种初级识别使得可以确定扫描所述解剖学表面的区域。

[0084] 简而言之,操作者本身控制识别工具的移动,所述识别工具还与所述的机器人臂构成整体,以对识别工具进行定位,测量解剖学表面的特定点的坐标。

[0085] 这个步骤依赖于操作者,但是相当易于实施以确保所述重要的点的坐标具有令人满意的可重现性和精确性。

[0086] 第二个步骤在于只使用机器人臂对由所述重要的点确定的区域进行自动扫描。

[0087] 因此,手动识别通过标记和限制区域(在该区域内坐标将被检测)使得能够改进自动扫描,提高精确性,限制外推的风险以及提供本发明对于各种形态的解剖学表面的适应能力。

[0088] 根据一种具体实施方式,所述手动识别记录重要的点 4、5、6 或 7 中至少三个点的坐标,以建立坐标系。第四个点可以通过相对于其他三个已经标记的点的点对称来确认。具体地,就脸来说,所述第四个点可以利用三个重要的点中的其中一个点的点对称来获得,所述点对称以通过其余两个重要的点的线为轴。更加重要的中间点可由操作者手动识别,取决于病例和所涉及解剖学表面的形态。

[0089] 然后,一个用于计算自动扫描路径的坐标系被确定,所述坐标系是由至少两个轴 A-A' 和 B-B' 组成,每个轴包含所述四个重要的点中的一对 4, 5 和 6, 7。

[0090] 在图 1 至 3 显示的实施例中,所述解剖学表面是脸 1。并且,所述轴 A-A' 和 B-B' 分别经过至少部分鼻子中脊线和一条前额线,鼻子中脊线大体垂直,而前额线大体水平。然

后所述的重要的点对应：点 4 对应前额的中央，点 5 对应鼻骨的末端，点 6 对应前额的左端，而点 7 对应前额的右端。

[0091] 需要注意的是，点 4 和 5 确定待扫描区域的高度，而点 6 和 7 分别位于脸 1 的两侧，使得能确定所述区域的宽度。

[0092] 另外，本发明预见到借助于由此定义的坐标系可首次实现一致化。

[0093] 为此，本发明在于识别至少一个中心点 8 的坐标。具体地，所述中心点 8 位于所述轴 A-A' 和 B-B' 的交叉点。

[0094] 所述中心点 8 将作为一个中心，以进行初级表面重置。

[0095] 为实现这个目的，所述中心点 8 需在第一个模型 2 的水平上进行记录，即在术前进行的成像中进行记录。

[0096] 然后，创建一个数字中级模型形式的三维中级表示。简而言之，这个中级模型可包括重要的点 4 至 7 中的任意一个，此外还有中心点 0 和 / 或轴 A-A' 和 B-B'。

[0097] 然后，一致化是通过如下进行：使用所述中级模型对所述第一模型 2 进行初级重置，使所述中心点 8 和重要的点 4-7 中的至少一个相一致。这种中级的一致化也可以借助于被定义的坐标系，使所述轴 A-A' 和 B-B' 匹配。

[0098] 因此这种预重置使得能够在最终重置中更有效地调整模型 1 和 2。

[0099] 所述初级重置(和相关的数据处理计算时间)也可以在自动扫描步骤中引入。

[0100] 在这方面，一旦扫描区域被确定，计算扫描路径以最优化在所述区域内识别的点的数量和分布。

[0101] 一种非限制性实施路径的示意图显示在图 4。值得注意的是路径在坐标系的上半部分沿着轴 B-B' 从点 6 到点 7，然后对称地沿着轴 A-A' 从顶部到底部，从点 4 的下侧到点 5。

[0102] 需要注意的是，在实施例中移动以锯齿状的连续路径的形式发生。但是，根据与所涉及的解剖学区域的形态相适应的各种连续的或不连续的曲线，任何类型的移动都可以被考虑。

[0103] 此外，本发明意义上的所有的数字资料(模型，坐标或算法)和它们的执行方式(记录，修正或显示)是通过合适的数据处理工具进行处理。这同样适用于所述机器人臂的编程和数字控制。

[0104] 本发明的无接触获得方法提供了一种可靠的、可再现的方法，任何操作者均可快速且容易地实施，获得精确的结果，避免涉及操作者的错误，同时依靠操作者和他的医学经验改善适应性。具体的，操作者可校正最初的路径，提供智能、协作性以及灵活性，而机器人的自动行为也提供了严密性和精确性的优点。

[0105] 当然，本发明并不限于上面所显示和描述的实施例，其可在不背离本发明的框架的情况下进行变化和修正。

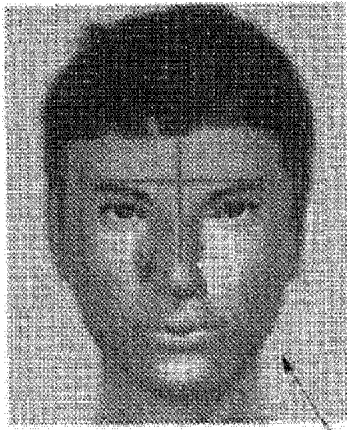


图 1

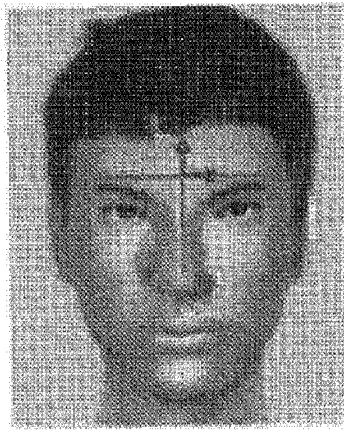


图 2

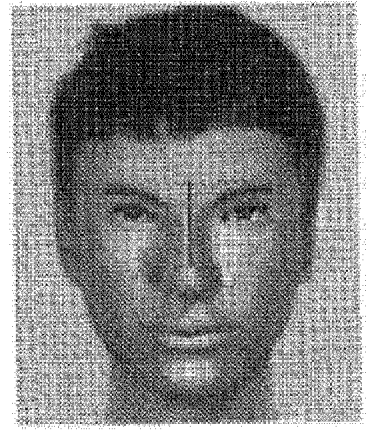


图 3

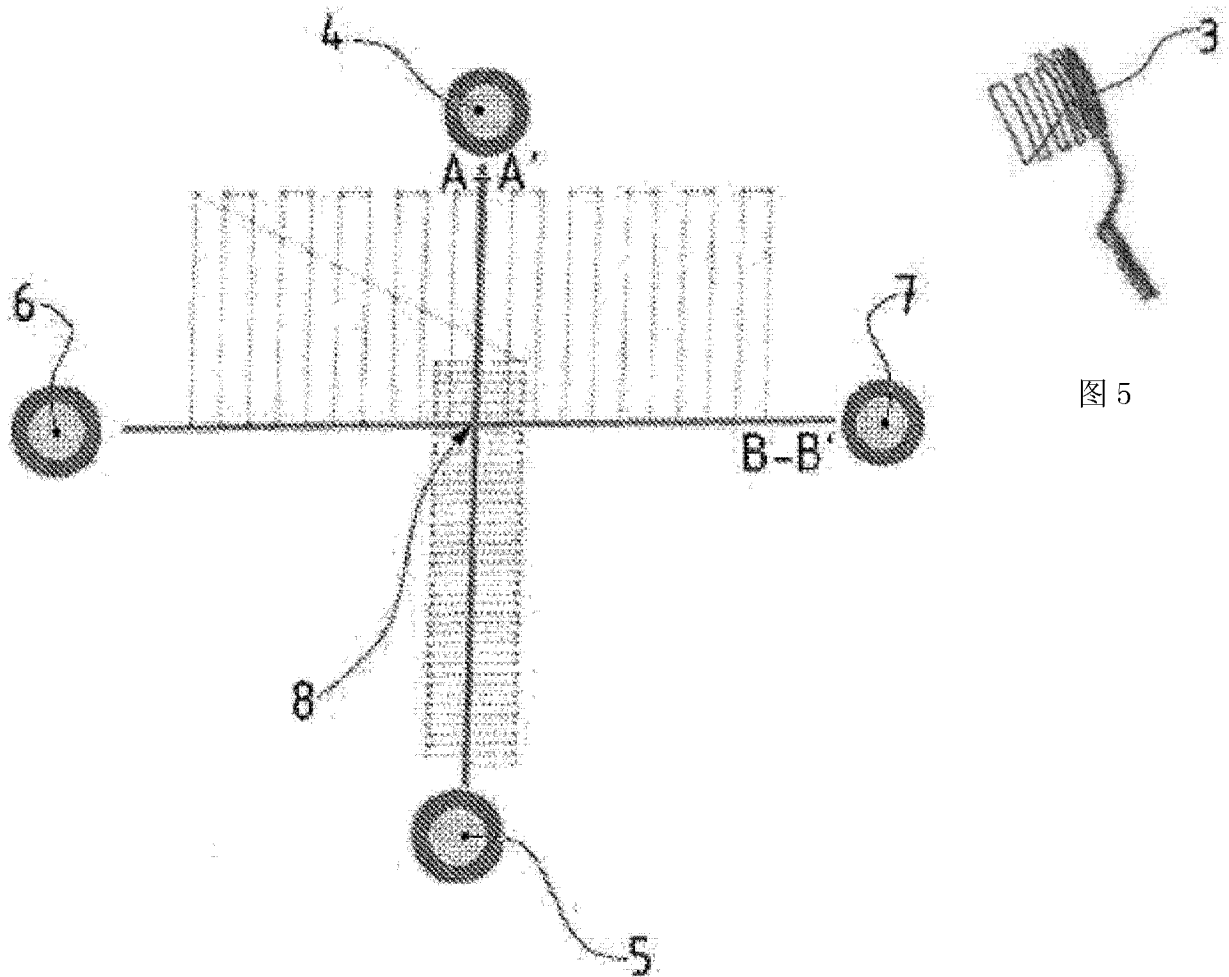


图 5

图 4

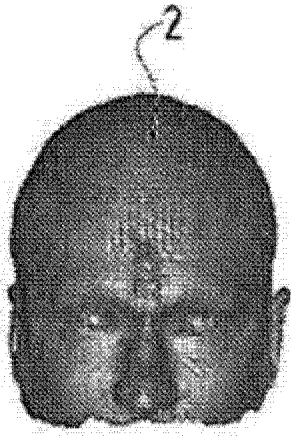


图 6



图 7