(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102497912 B
(45)授权公告日 2016.03.09

(21)申请号 201080040782.1
(22)申请日 2010.08.05
(30)优先权数据
12/549,224 2009.08.27 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.03.14
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2010/044503 2010.08.05
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/028357 EN 2011.03.10
(73)专利权人 耐克创新有限合伙公司
地址 美国俄勒冈州
(72)发明人 J.T.斯蒂茨 J.A.哈登 J.辛德
B.C.格伦 D.J.辛普森
D.A.罗伯茨 J.S.托马斯
D.A.索恩顿
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 葛青
(51)Int.Cl.
A63B 60/46(2015.01)
A63B 53/04(2015.01)
(56)对比文件
CN 1984698 A,2007.06.20,
审查员 张佳

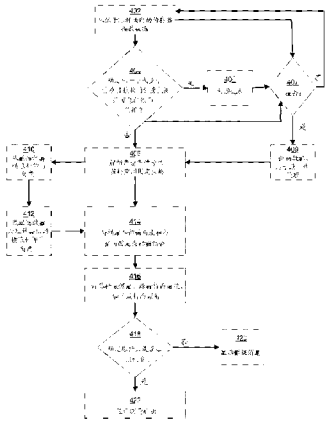
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54)发明名称

具有数字杆底和/或其他角度测量装备的高尔夫球杆和高尔夫球杆头

(57)摘要

提供了包括配置为测量一个或多个挥杆参数的传感器的高尔夫球杆头。高尔夫球杆头可包括若干个陀螺仪和加速度仪。在一个实施例中,球杆头包括三个陀螺仪,其沿不同的正交轴线测量角速度数据。至少一个陀螺仪可为模拟陀螺仪。加速度仪可提供关于和陀螺仪相关联的三个正交轴线的数据。球杆头还可包括软件和/或硬件,其实施计算机可执行方法,以确定一个或多个挥杆参数。示例性球杆头可包括显示装置,以显示一个或多个挥杆参数的输出。本发明的其他方面涉及用于计算和挥杆参数相关的测量值的新颖的方法和算法。



CN 102497912 B

1. 一种高尔夫球杆头，包括：

至少一个陀螺仪，其被配置为测量角速率数据，其中，所述角速率数据包括沿三个不同正交轴线的数据；

至少一个加速度仪，配置为提供关于该三个正交轴线的数据；

计算机可读介质，其包括计算机可执行指令，所述指令在被处理器执行时被配置为至少进行：

确定撞击事件已经发生，和响应地识别来自所述至少一个陀螺仪和所述至少一个加速度仪的用于处理的数据；

处理经识别的数据，其中，所述处理包括：

解析来自所述至少一个陀螺仪的角速率信号，以获得空间固定坐标；

计算横滚和仰俯数据；以及

使用所述横滚和仰俯数据以及空间固定坐标来计算杆底倾角、球杆杆面角度和杆面倾角中的至少一个；和

显示器，用于显示经计算的杆底倾角、球杆杆面角度和杆面倾角中的至少一个，其中，横滚和仰俯数据的至少一部分被利用以下方程计算：

$$roll_a = \phi_a = \tan^{-1}\left(\frac{body\,accel_y}{body\,accel_z}\right)$$

$$pitch_a = \theta_a = \tan^{-1}\left(\frac{-body\,accel_x}{body\,accel_y \sin(roll) + body\,accel_z \cos(roll)}\right),$$

其中，$roll_a$，Φ_a为横滚数据；$pitch_a$，θ_a为仰俯数据；$body\ accel_x$、$bodyaccel_y$，$body\ accel_z$分别是高尔夫球杆头沿高尔夫球杆头的 x、y、z 轴线的加速度。

2. 如权利要求 1 所述的高尔夫球杆头，其中，由所述处理器执行的所述计算机可执行指令还包括：

确定来自所述至少一个陀螺仪或所述至少一个加速度仪的数据包括饱和数据；和

重新构造至少一部分数据，所述至少一部分数据基于涉及球杆头在挥杆中的角速度的已知因素被确定为是饱和的。

3. 如权利要求 2 所述的高尔夫球杆头，其中所述至少一部分数据使用一方法被利用所述处理器重新构造，所述方法包括：

确定饱和事件在第一时限点处启动；

确定饱和事件在第二时限点处结束；

从在第一时限点之前的多个数据点和第二时限点之后的多个数据点计算一阶线性回归，以获得第一和第二回归线，其中所述第一和第二回归线在一交点处相交；

确定第一和第二回归线的交点的位置；

使用二阶多项式函数来计算在饱和事件的第一时限点和第二时限点之间的时间段上的数据点，其中，所述数据点将第一和第二回归线的交点与第一时限点和第二时限点连接。

4. 如权利要求 1 所述的高尔夫球杆头，其中，所述横滚和仰俯数据被利用所述处理器应用至具有不连续输入的滑动模式观测器，其被配置为降低噪声的影响。

5. 如权利要求 1 所述的高尔夫球杆头，其中，用于处理的数据基于从一组中选定的预

定义时限点而由所述处理器识别，所述组包括：在撞击事件之前的时间、在撞击事件之后的时间，和前述两者的组合。

具有数字杆底和/或其他角度测量装备的高尔夫球杆和高尔夫球杆头

技术领域

[0001] 本发明大致涉及高尔夫球杆和高尔夫球杆头。更特别地，本发明的方面涉及具有用于检测一个或多个挥杆参数的多个传感器的高尔夫球杆头和高尔夫球杆。

背景技术

[0002] 高尔夫为很多玩家－具有不同性别且非常不同的年龄和/或技术的水平的玩家－所喜欢。高尔夫在运动领域中有一定的特殊性，在于如此不同的运动员的集合可一起在高尔夫事件中比赛，甚至彼此直接竞技（例如，使用差点计分法、不同的开球台、以团队的形式等），而仍然享受高尔夫比赛或竞赛。这些因素和电视上高尔夫节目的增加的可用性（例如，高尔夫锦标赛、高尔夫新闻、高尔夫历史、和/或其他高尔夫节目）以及知名高尔夫超级明星的涌现，至少部分地在近年中在美国以及遍及全球增加了高尔夫的流行性。

[0003] 在全部技术水平上的高尔夫球手尝试改善其表现、降低其高尔夫杆数、并达到下一个表现“水平”。所有类型的高尔夫设备的制造商已经对所述需求做出了回应，且在近年中，业界已经见证了高尔夫设备的巨大变化和改进。例如，宽的范围的不同的高尔夫球型号现在是可获得的，其中球被设计为适合特定的挥杆速度和/或其他运动员特征或偏好，例如，其中一些球被设计为飞得更远和/或更直；一些被设计为提供更高或更平的轨迹；一些被设计为提供更多旋转、控制、和/或感觉（特别是在果岭附近）；一些被设计为适合较快或较慢的挥杆速度；等。挥杆主机和/或教学辅助在市场上可获得，其承诺帮助降低高尔夫杆数。

[0004] 作为在比赛中使高尔夫球运动的唯一器械，高尔夫球杆在近年中也已经成为许多技术研究和发展的主题。例如，市场已经见证了推杆设计、高尔夫球杆头设计、杆身、和握柄在近年中的巨大的改变和改进。附加地，也已经尝试了其技术发展发展，以将高尔夫球杆的各个元件和/或特征和高尔夫球的特征和特定的用户的挥杆特质或特征（例如，球杆装配技术、开球角度测量技术、球旋转速率等）更好地匹配。

[0005] 基于最近的进展，存在有大量的高尔夫球杆头构件零件为高尔夫球手可用。例如，球杆头由大量的制造商以各种不同的型号制成。此外，单个球杆头型号可包括多处变动，诸如杆面倾角(loft angle)、杆底倾角(lie angle)、偏移特征(offset feature)、配重特质（例如，左旋偏置(draw biased)球杆头、右旋偏置(fade biased)球杆头、中立配重(neutrally weighted)球杆头等）的变动。此外，球杆头可和多种不同的杆身结合，诸如，由不同的制造商制造的；具有不同刚度、挠性点、折返点、或其他弯曲特质等；由不同的材料制成；等。在杆身和球杆头的可用的变化中，确切地存在有成百上千的不同的球杆头头/杆身组合为高尔夫球手可用。

[0006] 球杆调配者(club fitter)和高尔夫从业者可辅助为高尔夫球手调配适合其挥杆特质和需求的高尔夫球杆。当前，恰当的球杆调配很大程度上是试验性且错误的过程，这可是非常耗时的，且很大程度上取决于从业者进行调配的技术。球杆调配技术的进展允许球

杆调配者容易地且更准确地进行测量且恰当地为个人调配在本领域中更受欢迎的球杆。

发明内容

[0007] 下文中提供了本发明的方面的概述，以提供本发明以及其各个特征的基本的理解。该概述不意图以任何方式限制该发明的范围，而其仅提供以下的更详尽的描述的总体概览以及背景。

[0008] 本发明的方面涉及被配置为确定一个或多个挥杆参数的高尔夫球杆。示例性挥杆参数可包括：杆底倾角、球杆杆面角度和杆面倾角。在一个实施例中，高尔夫球杆头具有多个位于球杆头内部的陀螺仪和加速度仪。在一个实施例中，球杆头包括三个陀螺仪，所述陀螺仪沿不同的正交轴线测量角速率数据。在一个实施例中，至少一个陀螺仪为模拟式陀螺仪。高尔夫球杆头可具有加速度仪，所述加速度仪提供关于与陀螺仪相关联的三个正交轴线的数据。球杆头还可包括软件和/或硬件，其实施计算机执行的方法，以确定一个或多个挥杆参数。在一个实施例中，球杆头可包括用于显示挥杆参数（一个或多个）的显示装置。

[0009] 本发明的其他方面涉及用于确定一个或多个挥杆参数的方法。在一些实施例中，该方法是在球杆头内的硬件和/或软件上的计算机执行方法。在一个实施例中，该方法包括从位于高尔夫球杆头内的陀螺仪采集角速率数据。在一个实施例中，数据从三个不同的正交轴线获得。在另一个实施例中，数据可由三个加速度仪在相同的三个正交轴线上采集。在一个实施例中，可确定来自至少一个传感器（诸如陀螺仪或加速度仪）的数据为模拟格式。响应地，该模拟数据可传输至积分器。在另一个实施例中，来自积分器的输出被转换成数字化数据。

[0010] 在一个实施例中，来自一个或多个传感器的数据可不被处理，除非确定撞击事件已发生。如果撞击事件发生，至少一部分数据被识别以进行处理。识别可基于预定的时限点，诸如在撞击事件前和/或后的时间。数据的处理可包括解析角速度数据以获得空间固定坐标。横滚(roll)和仰俯(pitch)数据可被计算出。在此外的实施例中，横滚和仰俯数据可结合空间固定坐标一起使用，以计算挥杆参数。在一个实施例中，挥杆参数可包括球杆头的杆底倾角、球杆杆面角度和杆面倾角中的至少一个。此外的实施例可确定来自至少一个陀螺仪或至少一个加速度仪的数据是否饱和。在一个实施例中，饱和数据可被重新构造。在一个实施例中，重新构造可基于涉及球杆头在挥杆中角速率的已知因素。

附图说明

[0011] 可通过结合附图参照下文中的详尽描述来获取对本发明以及其特定优点的更完整的理解，其中：

[0012] 图1示出了出于说明目的示例性高尔夫球杆的正视图；

[0013] 图2A和2B示出了具有可用于确定高尔夫球杆的杆底倾角头倾角的撞击标尺的示例性高尔夫球杆；

[0014] 图3是根据本发明的一个实施例的示例性高尔夫球杆头的分解后视透视图；

[0015] 图4是可根据本发明的一个实施例实施的一个示例性方法的流程图；

[0016] 图5是可根据本发明的一个实施例显示在显示装置上的示例性输出的截屏图；

[0017] 图6是可根据本发明的一个实施例而被使用的示例性方法的流程图；

[0018] 图 7 是根据本发明的一个实施例的示例性高尔夫球杆头的正视透视图，所述球杆头被配置为包括多个陀螺仪；

[0019] 图 8 示出了一示例性输出，该示例性输出示出了来自根据本发明的一个实施例的高尔夫球杆中的至少一个传感器的饱和信号；和

[0020] 图 9 示出了根据本发明的一个实施例的饱和信号的示例性恢复。

[0021] 读者应知悉所述附图中并不必须是按比例绘制的。

具体实施方式

[0022] 在下文中对于根据本发明的各个示例性结构的描述中，参照附图，所述附图构成了本说明的一部分，且其中通过示例的方式示出根据本发明的各个示例性组件、高尔夫球杆头以及高尔夫球杆结构。附加地，应理解也可使用零件和结构的其他特定布置，且可进行结构以及功能性的修改而不背离本发明的范围。而且，尽管在本说明书中可使用术语“顶部”、“底部”、“前部”、“后部”、“背部”、“侧面”、“底侧”、“顶侧”等来描述本发明的各个示例性特征以及元件，这些术语仅出于便利的原因，例如，基于附图中所示的示例性取向或通常使用中的取向。不应将本说明中任何部分理解为需要特定的结构三维或空间取向以落入本公开的范围中。

[0023] A. 对于涉及本发明的背景信息的概述

[0024] 为高尔夫球手恰当地调配适合他或她的挥杆的球杆可帮助高尔夫球手更好且更一致地在挥杆中和球接触，且帮助高尔夫球手降低他或她的杆数。若干因素影响高尔夫球手的挥杆。例如，在和高尔夫球的撞击期间的球杆的杆底倾角、杆面倾角、和球杆头角度极大地影响球的轨迹。将给出对杆底倾角的解释以展示特定实施例的优势，但是，本发明的方面还被引向关于确定杆面倾角和杆头角度，以及其他参数的系统和方法。

[0025] 高尔夫球杆的“杆底倾角”是影响高尔夫球手挥杆以及在挥杆中获得的结果的重要参数。如在图 1 中所示，高尔夫球杆 100 的“杆底倾角”被定义为 (a) 高尔夫球杆 100 的杆身 102 的中心轴线和 (b) 地面表面之间产生的角度。在高尔夫界中，当测量铁杆时，杆底倾角由“果岭标尺”的使用来确定。果岭标尺将球杆锁定在位，且允许杆底倾角被调节至每个球杆的实际杆底倾角。需要的话，出于测量的目的，球杆杆面 106 的划线 104 可提供更好的参考框架，以找到高尔夫球杆的自然杆底倾角，这是因为球杆的底端 108 大致是弯曲表面，且因此，自然杆底倾角仅可在底端 108 平行于地面 G 时被推断。因此，杆面 106 上的划线 104 可被用于确定球杆 100 的自然杆底倾角。

[0026] “杆底倾角”由于多个个原因对高尔夫挥杆是重要的。例如，当球杆被挥动以实现高尔夫挥杆的全部能力时，球杆头的划线需要平行于地面。在撞击时处在其恰当的杆底倾角的球杆将促进更准确的球的飞行、更高的轨迹和更远的距离。相反地，如果球杆头不处于其恰当的杆底倾角，将使得球相对于地面飞得更短和更低。而且，如果撞击时的杆底倾角较球杆头的自然杆底倾角更尖，这可使得球“左旋”（即，对于右手高尔夫球手而言，球的飞行将从右移动至左），这造成准确性的损失。如果撞击时的杆底倾角较球杆头的自然杆底倾角更钝，其可使得球“右旋”（即，对于右手高尔夫球手而言，球的飞行将从左移动至右），这也造成准确性的损失。

[0027] 相应地，杆底倾角对恰当的高尔夫挥杆以及获得良好结果的重要性被广泛地认识

到。但是，每一个高尔夫球手都是不同的，且高尔夫球杆注定不是“尺寸通适”的产品。高尔夫挥杆持续大约三秒，但在这么短的时间内涉及的过程是极复杂的。当两个脚都着地时，臀部扭转，双肩转动，肘部弯曲，腕部竖起，且身体提升其重心以获得和释放动量以及能量。此外，每一个人都先天地不同，这是依据高度、重量、灵活性和运动性。当这些因素被附加至高尔夫挥杆的复杂性时，可断言每个人的高尔夫挥杆都是独特的，没有两个人具有相同的挥杆。为了高尔夫球手从其球杆获得最佳的结果，他们需要找到适用于其挥杆的自然杆底倾角，且随后具有制造为和该要求相符的球杆。此即为定制调配的由来。

[0028] 由于每个人都需要具有适合其挥杆的杆底倾角的球杆，多个个高尔夫球杆调配者已经将寻找每个人的杆底倾角合并到定制调配的过程中。高尔夫球杆制造商制造具有不同杆底倾角的球杆套件，从而当人经历了高尔夫球杆定制调配过程后且已寻找到他们的自然杆底倾角时，他们可被提供有具有所需的杆底倾角的球杆。

[0029] 但是，当前确定杆底倾角的过程远非最优的，如在下文中将结合图 2A 和 2B 所说明的。具有已知杆底倾角的标准球杆 200（大致为六号铁杆）被用于调配过程（该球杆可以是为待调配的高尔夫球手当前所拥有的球杆中的一支，或是由调配者所提供的普通球杆）。首先，球杆杆面的几何中心被确定，这通常由球杆调配者简单地“目测”(eye-balling) 球杆头杆面以及确定（或猜测）杆面中心所处的区域来完成。随后，一件撞击标尺 202 被应用至球杆 200 的底端 204，其中撞击标尺 202 的中心 206 与球杆杆面的几何中心的估计位置对齐。

[0030] 参见图 2B，待调配的高尔夫球手随后将高尔夫球 208 击打出布置在地面或其他表面 212 上的撞击板 210。板 210 被使用，从而撞击标尺 202 将接触硬表面，并更好地示出球杆底端 204 撞击板 210 位置处的线 214。通过观察球杆头的底端 204 撞击板 210 位置处的线 214 的位置，可确定针对特定的高尔夫球手的自然杆底倾角。通常，经确定的杆底倾角并非基于一次击球，而是基于多次击球。

[0031] 在定制调配中使用的该当前杆底倾角确定技术是陈旧的，且可以是不准确且不很能重复的。如上所述，第一步允许大的误差，因为杆面的几何中心被假定为处于由实施定制调制的人员所确定的位置处。误差的另一来源涉及撞击标尺 202 上的线 214，其由球杆头在板 210 上的撞击产生。线 214 通常是模糊且宽的，且可跨球杆头底端 204 以难处理的角度延伸。不论如何，恰当的杆底倾角必须从该线 214 估计出。此外，尽管可能在撞击标尺 202 上有度数标记 216，这些标记的位置是通用的（从而同样的撞击标尺可和多个不同的球杆头一起使用）。每一个球杆头都具有不同曲率半径的底端，因此如果实施定制调配的人员未使用创建撞击标尺 202 所基于的控制球杆，则这增加了另一可能的误差来源。

[0032] 在该杆底倾角测量技术可产生不准确和不可重复的结果这一事实之外，其并不完全是对使用者友好的。通常，对高尔夫球手实施定制调配过程的人员并不设计系统，因此，他们可能对可能在测量过程中引入误差的系统的全部细节并不熟悉。此外，由于新的撞击标尺必须应用于每一次挥杆（或在非常少数目的挥杆之后），误差的可能性增加。使用撞击标尺和分立的撞击板的要求也使得该过程不是非常“用户友好”。

[0033] 使用撞击标尺的技术也引入了不准确的一个更潜在的源头，其来源于板的使用。在实际的运动中，高尔夫击球在球位于草地上时被执行，所述草地通常较板要软得多。可假设任何普通高尔夫球手都知道这一事实。继而也可说将球从板上击出将与将球从草地上击

出很不相同。高尔夫是需要高度注意力的智力运动，且在高尔夫比赛中的一些事情分散所述注意力，从而可造成挥杆中的失误。这些事情包括目标线路中的水、目标线路中的物体（诸如树）、以及当运动员瞄准时球如何被摆放。如果运动员知道他们将会在诸如板的硬表面上将球击出，则可能他们将（至少潜意识地）改变他们的挥杆。基本上，如果人在从板上将球击出时其挥杆将不同于其常规的挥杆，因此在该过程中确定的杆底倾角可能并非所需的正确角度。

[0034] 因此，将减少或消除在确定杆底倾角或其他参数中的误差来源的系统和方法将成为本领域中受欢迎的进展。

[0035] B、根据本发明的示例的高尔夫球杆和高尔夫球杆头的总体描述

[0036] 总体上，如上所述，本发明的方面涉及用于测量和确定例如为了高尔夫球杆调配目的的高尔夫球手挥杆的恰当的杆底倾角和/或其他特性的系统和方法。下文中是关于本发明的方面的更详尽的描述。

[0037] 1、根据本发明的示例性高尔夫球杆头和高尔夫球杆结构

[0038] 本发明的一个方面涉及包括多个陀螺仪和多个加速度仪的高尔夫球杆头和高尔夫球杆。图 3 是示例性球杆头 300 的分解后视透视图。尽管示例性球杆头 300 被描绘为标准“铁杆”类型球杆头，本发明的方面可应用至任何类型的球杆头，包括，例如：任何铁杆类型高尔夫球杆头（具有任何需要的杆面倾角，例如从 0 号铁杆或 1 号铁杆至挖起杆）；球道木杆球杆头；木杆类型或铁杆类型混用高尔夫球杆头；推杆杆头；等。此外，受益于本公开的本领域技术人员将容易地理解配置为在使用中穿过至少两个不同的轴线的其他类型的运动装备（例如球拍、球棍以及杆）都落在本公开的范围内。

[0039] 球杆头 300 和壳体 302（将在下文中描述）可由一种或多种材料制成。在一个实施例中，至少一种金属材料被用在球杆头 300 或壳体 302 的构造中。示例性金属可包括在高尔夫球杆头构造中传统地使用的轻质金属，诸如铝、钛、镁、镍、所述材料的合金、钢、不锈钢等、可选地，阳极化抛光的材料。替换地，需要的话，球杆头 300 和/或杆头 302 的各个部分或零件中的一个或多个可用刚性高分子材料制成，诸如在高尔夫球杆业界中传统地已知且使用的高分子材料。各个零件可由相同或不同的材料制成，而不背离本发明。在一个具体的示例中，各个零件中的每一个将由具有硬的阳极化抛光的 7075 铝合金材料制成。零件可以在金属加工和/或高分子制品业界中已知且使用的合适的方式制成。在一个实施例中，至少一部分壳体 302 可包括一个或多个可压缩或挠性的材料，以辅助缓冲在任何被收纳的电子元件上的撞击。

[0040] 壳体 302 可被形成为可移除地固定在球杆头 300 上。例如，壳体 302 可包括一个或多个螺纹中空柱体，以接收螺钉。在一个实施例中，球杆头 300 包括一个或多个用于接收螺钉的互补型螺纹柱体 306，从而允许球杆头 300 被可移除地固定至壳体 302。在此外的其他实施例中，球杆头可被不可移除地固定至壳体 302，例如使用铆钉、诸如胶的粘合剂或任何其他机构。在此外的其他实施例中，壳体 302 被定形为“卡合”在球杆头 300 中，从而不需要诸如螺钉或铆钉的附加的硬件。在一个实施例中，壳体 302 可被配置为具有和壳体 302 配合的空腔的标准球杆头或特殊球杆的附件。

[0041] 在一个实施例中，电子电路 308 被配置为可固定至壳体 302。在此处使用时，电子电路包括处理器和计算机可读介质的组合。计算机可读介质可被配置为包括计算机可执行

指令，所述指令当由处理器执行时检测球杆头 300 的挥杆参数。挥杆参数可包括来自位于壳体中的传感器的输入，所述传感器包括至少一个加速度仪和至少一个陀螺仪。可在不同的实施例中使用的附加的传感器可包括但不限于：应变仪、导电墨水、压电装置、诸如无线电频率传感器的电磁传感器、或超声传感器和 / 或压力换能器。

[0042] 在一个实施例中，电子电路 308 包括至少一个温度传感器，其与温度补偿电路成操作性通信，所述温度补偿电路共同地最小化来自至少一个其他传感器的信号漂移。一个或多个传感器可位于电子线路 308 内或附连至电子线路 308。在一些实施例中，一个或多个传感器被整合至电子线路 308。电子线路 308 可进一步包括模数转换器（“A/D 转换器”）。在一个实施例中，A/D 转换器被配置为接收来自一个或多个传感器的模拟信号，并将所述信号转换成数字格式。在一个实施例中，至少一个陀螺仪为模拟性陀螺仪。电子线路 308 可进一步具有输入 / 输出端口，用于从一个或多个计算机装置接收和 / 或传输电子信号。在一个实施例中，所述输入 / 输出端口包括无线传输模块，其被配置为无线地传输信息。在一个实施例中，所述输入 / 输出端口可被配置为更新或替换在计算机可读介质上的计算机可读指令，例如为了接受新的固件。在另一个实施例中，输入 / 输出端口可被配置为接收和 / 或传输涉及用户挥杆的数据，包括之前的表现。

[0043] 不论球杆头内的传感器的种类和数量，本发明的实施例可被构造为不妨碍球杆的空气动力学特性。此外，球杆头 300 可被配置为使得所包括的部件的重量和布置不改变球杆头 300 的平衡或重心。在一个实施例中，球杆头 300 的重量较未改制的球杆头的重量轻小于 6％。在特定的实施例中，转动惯量（“MOI”）也未被显著地改变。在一个实施例中，MOI 将为约 1500g-cm2，标准偏差为 200g-cm2。

[0044] 电源 310 可以被操作地附连至壳体 302，以在球杆头 300 中布置。电源可包括电池，其可为可再充电的。在一个实施例中，电源包括至少一个可移除部件，诸如可再充电电池，和至少一个不可移除部件，从而可移除部件的移除将不会造成存储在电子线路 308 的至少一个存储器中的数据的至少一部分的损失。

[0045] 诸如显示器 312 的显示装置可安装至壳体 302。在一个实施例中，显示器 312 可被取向为提供通过壳体的至少一部分（即，部分 314）可视的区域。部分 314 可包括中空结构，但在其他实施例中，部分 314 可包括透明结构，其保护显示器 312 于环境元素。显示器 312 可包括一个或多个显示器结构，诸如 LED、OLED、LCD、等离子或能够显示物体的任何其他结构。在一个实施例中，显示器 312 可包括触摸屏装置，因此作为用户输入装置。在一个实施例中，显示装置被配置为显示来自一个或多个挥杆参数的结果，这包括例如涉及球杆头 300 的杆底倾角、杆面角度、和 / 或杆面倾角的参数。显示器 312 的示例性输出的示例性截屏图被示出在图 5 中，且将在下文中被更详尽地讨论。

[0046] 在一个实施例中，三个速率陀螺仪被定位在金球杆头 300 中。速率陀螺仪可以每一个被配置为测量球杆头 300 沿不同轴线的角位置。在一个实施例中，所述轴线是 x、y 和 z。尽管一些实施例可使用被配置为测量球杆头 300 沿三个分立轴线的角位置的单个陀螺仪，但包括三个分立的陀螺仪的实施例落在本公开的范围内。实际上，在特定的实施例中，使用多个（诸如三个）陀螺仪来测量不同轴线提供了球杆头 300 的空间固定角位置，这在使用单个陀螺仪时是不可能的。可被配置为包括三个 (3) 陀螺仪的示例性高尔夫球杆头在下文中结合图 7 被讨论。不论使用单个或多个陀螺仪（或其他等价传感器），所述陀螺仪中

的一个或多个可被沿球杆的 X 轴线的重心定位（例如，参见图 7 中示出的球杆 700 的轴线 702）。然而在另一个实施例中，所述陀螺仪中的一个或多个可被定位为略低于重心。

[0047] 在知道临挥杆的开始之前的球杆位置（即，初始位置）的情形下使用沿多个轴线的测量（例如，使用一个或多个陀螺仪），能够计算挥杆中任何点（且需要的话，直至在和球撞击之后）处球杆杆面的角取向。因此，根据一些方面，公开的实施例可被用来估计挥杆轨迹，即，从瞄准球至撞击球的整个挥杆事件上球杆头的位置。关于挥杆轨迹的信息（以及其他挥杆参数）可被显示在安装至球杆头的显示器上，诸如显示器 312，或无线传输至数据获取装置。在一个实施例中，沿 x 轴线获得的测量值可辅助确定撞击处高尔夫球杆头的有效杆面倾角。在另一个实施例中，沿 y 轴线的测量可被用于确定杆底倾角的变化。在此外的另一实施例中，沿 z 轴线的测量可被用于确定杆面角度旋转或挥动高尔夫球杆的高尔夫球手在和球撞击时是否使球杆打开或闭合。在一个实施例中，至少一部分陀螺仪为模拟陀螺仪。使用模拟陀螺仪的示例性方法将在下文中参照图 6 被更详尽地讨论。

[0048] 在一个实施例中，至少一个加速度仪可与至少一部分陀螺仪相关联，诸如测量高尔夫球杆头 300 沿特定轴线的加速度（且潜在地，速度）的相关联的加速度仪。一些实施例可使每一个传感器阵列（加速度仪（一个或多个）和相关联的陀螺仪（一个或多个））的元件取向为相互正交，例如，为了计算的便利。然而，在此外的其他实施例中，可使用不相互正交的传感器，它们相对于彼此的取向以足够的准确度已知。

[0049] 包括陀螺仪和加速度仪的传感器与电子线路 308 成电通信。电子线路 308 内的计算机可执行指令可从接收自传感器的输入来计算一个或多个参数。图 4 是可根据本发明的一个实施例实施的一个示例性方法的流程图。图 4 中的方法（以及此处公开的其他方法）将根据可合并入一个或多个方法内的示例性过程被描述。关于此，顺序次序仅为示例性的，且因此，其不应被视作本方法的要求，除非在此处被明确地说明。此外，图 4 中示出的特定过程在具有三个陀螺仪和三个加速度仪的示例性球杆头的背景中被说明，其中每一个陀螺仪均与一个加速度仪相关联。因此，角旋转和加速度数据从三个正交轴线获取。在一个实施例中，至少一个加速度仪被评价为较至少一个此外的加速度仪更高 g 的加速度仪器。受益于本公开的本领域技术人员将容易地意识到，可对传感器的数量和类型进行改动而不背离本发明的范围。

[0050] 计算机可执行指令，例如位于电子线路 308 内的，可从位于球杆头 300 内的传感器接收数据（即，步骤 402）。可选地，数据可被分析以确定从一个或多个传感器处接收的任何数据是否包括饱和数据（即，步骤 404）。关于此，作为开发特定实施例的一部分，发明者已经发现 :1) 来自陀螺仪（一个或多个）的角速率信号的波形性质上近似，和 2) 取决于使用的陀螺仪（一个或多个）的范围，可能有陀螺仪（一个或多个）饱和、并由此导致“截取”陀螺仪的波形的潜在需求的情形。例如，图 8（将在下文中更详尽地描述）示出了由高尔夫球杆内的传感器产生的饱和信号。

[0051] 返回至图 4，如果在步骤 404 处确定至少一部分数据饱和，则步骤 406 可被执行以补偿饱和。在一个实施例中，被配置为补偿饱和的一个或多个算法在步骤 406 处被应用。事实上，此处公开的创新方面涉及配置为重新构造来自高尔夫球杆头的饱和角速度信号的一个或多个算法。在一个实施例中，算法被应用，以重新构造至少一部分数据，所述至少一部分数据基于涉及在挥杆中球杆 300 的角速度的已知因素而被确定为饱和的。在一个实施例

中，步骤 406 可从饱和事件之前和 / 之后的数据点计算一阶线性回归。（例如，由图 8 中的线 808 所代表的）。在一个实施例中，在饱和事件之前的约 50-100 个数据点和 / 或在饱和点之后的约 50-100 个数据点可被用于一阶回归。使用该数据，在两个回归线相交的时刻中的点可被确定。二阶多项式函数可随后被实施，以拟合交点以及饱和事件的两个端点，其具有的约束条件为贯穿端点的斜率和两个回归线的斜率相同。使用多项式函数，数据点可在饱和事件的阶段上被计算。因此，所述点可用陀螺仪输出替换，且产生的经重新构造的陀螺仪信号可被用于估计球杆头的角取向。图 9（将在下文中更详尽地讨论）示出了使用该方法的陀螺仪信号的示例性重新构造。

[0052] 在特定的实施例中，来自一个或多个传感器的数据直到预定的标准被满足后才被分析。在一个实施例中，从一个或多个传感器获得的数据直到确定撞击事件已经发生（即，高尔夫球和球杆头 300 的撞击）才被分析。可在步骤 407 处被作出的该确定可例如基于在步骤 402 处采集的数据和 / 或使用从步骤 406 处获得的校正后的数据来作出。在一个实施例中，来自至少一个加速度仪的数据被用在步骤 407 的确定中。所述加速度仪中的至少一个可被评价为相较于球杆头 300 内的至少一个另外的加速度仪是更高 g 的加速度仪。在一个实施例中，并非在步骤 402 处接收的数据被用在步骤 407 的确定中。在一个实施例中，来自至少一个加速度仪和至少一个陀螺仪的数据在确定撞击是否已经发生时被考虑。步骤 407 可被重复预定的迭代次数，但在其他实施例中，步骤 407 将持续地重复，直至撞击被检测到。

[0053] 在一个实施例中，使用从陀螺仪和 / 或加速度仪处获得数据可消除用于检测与球的撞击的附加传感器的需求。这可导致经济上更为可行的球杆，所述球杆具有较少的可能需要被提供动力或以其他方式维持的部件。但在其他实施例中，球杆头 300 可包括撞击模块，用于测量高尔夫球相对于球杆头 300 的杆面的撞击。示例性撞击模块可包括应变仪。

[0054] 如果撞击在步骤 407 处被检测到，步骤 409 可被实施以识别在步骤 402 处采集的数据用于进一步处理。在一个实施例中，在确定撞击发生后，在撞击之前和 / 或之后的预定的时间段内获得的、来自传感器的数据可被分析。在一个实施例中，来自至少三个陀螺仪以及用于三个陀螺仪中的每一个的相关联的加速度仪的数据被包括在进一步分析的至少一部分中。在一个实施例中，在撞击事件之前约 4 秒内以及在撞击事件之后小于约 0.5 秒获得的数据被选择。在一个实施例中，在撞击事件之前约 3.9 秒内以及在撞击事件之后小于约 0.1 秒获得的数据被选择。因此，在一个实施例中，数据以至少 4 秒的缓冲被采集。在一个实施例中，数据以 4 秒的缓冲在 3.8Kh z 下被采集。

[0055] 步骤 408-416 可被用于基于从传感器处收集的数据来计算杆底、球杆和 / 或杆面角度。将首先描述用于计算一个或多个角度的可行过程的概述，且在概述之后将提供在步骤 408-416 中实施一个或多个过程的一些实施例的具体示例。

[0056] 步骤 408 可解析从陀螺仪处接收的角速率信号（例如，包括横滚和仰俯数据）以获得空间固定坐标。在步骤 410 处，一个或多个算法可被用于从接收自加速度器的数据来计算横滚和仰俯角度。在一个实施例中，步骤 408 和步骤 410 可被同时执行。在一个实施例中，步骤 412 可被实施以通过滤波器处理在步骤 410 中获得的经计算的横滚和仰俯角度。在一个实施例中，滤波器是非线性滤波器。示例性滤波器可为非线性可变增益滤波器，其可被应用至角位置以校正噪声和 / 或不确定性。在一个实施例中，来自步骤 410 的输出可以

是被应用至角位置数据的校正信号。

[0057] 在步骤 414 处，横滚和仰俯角度（从步骤 410 或 412 处获得）可与从步骤 408 的数据获得的空间固定坐标结合，以用于与加速度仪相关联的陀螺仪。在一个实施例中，步骤 414 使用一个或多个算法以未知初始条件对沿三个轴线的速度（即，横滚、仰俯和摇摆速度）进行积分，以提供作为时间（例如挥杆期间）的函数的球杆取向数据。

[0058] 通过沿三个正交轴线的可用的速率和加速度的测量，步骤 416 可被实施，以计算杆底倾角、球杆杆面角度、和 / 或杆面倾角。在一个实施例中，步骤 416 计算球杆头 300 的绝对杆底倾角、绝对杆面倾角、和相对杆面角度。在一个实施例中，球杆杆面角度可被计算为在经计算的使用球杆头 300 和球撞击时的杆面角度与瞄准时的杆面角度之间的差值。例如，如果球杆头 300 使用 5 度闭合杆面瞄准球，且使用同样的 5 度闭合杆面击球，则计算出的球杆杆面角度将为零 (0)。

[0059] 杆面倾角可被计算为在和球撞击时的杆面倾角和为球杆头 300 指定的杆面倾角之间的差值。例如，约 30 度的杆面倾角大致用于六号铁杆。杆底倾角可被计算为在和球撞击时的杆底倾角与校准时的杆底倾角之间的差值。关于此，高尔夫球杆可具有用户输入装置，诸如位于杆身和 / 或球杆头上的按钮，用户可按压或以其他方式激活所述按钮，以指示球杆处在特定的杆底倾角。此处描述了示例性方法和系统；但是，受益于本公开的本领域技术人员将容易地理解，其他方法和系统可被改动以校准球杆，而不背离本发明的范围。

[0060] 在一些实施例中，算法可使用非传统的估计技术来估计欧拉角 (Eulerangle)。在一个实施例中，滑动模式观测器（“SMO”）可在欧拉角的估计中被使用。在一个实施例中，角估计可通过下列方法确定：

[0061] 首先，计算横滚和仰俯角度。在一个实施例中，这可使用步骤 410 或和步骤 410 结合使用。在一些实施例中，所用的数据仅来自加速度仪（一个或多个）。在一个实施例中，公式 1 可用于计算横滚和仰俯角度。

[0062] 公式 1：

[0063] $$roll_a = \phi_a = \tan^{-1}\left(\frac{body\ accel_y}{body\ accel_z}\right)$$

[0064] $$pitch_a = \theta_a = \tan^{-1}\left(\frac{-body\ accel_x}{body\ accel_y \sin(roll) + body\ accel_z \cos(roll)}\right)$$

[0065] 在一些情形中，根据公式 1 的横滚和仰俯角度可受噪声（例如，来自加速度仪（一个或多个）的噪声）的影响。因此，出于这个和 / 或其他原因，使用具有不连续输入的 SMO 可在一些实施例中被实施。SMO 的使用可以取代步骤 412 中的一个或多个滤波过程，或可结合步骤 412 或其他步骤中的一个或多个滤波过程一起使用。在一些实施例中，横滚和仰俯角度（例如，其可在步骤 410 处使用公式 1 获得）被应用至 SMO。公式 2 示出了示例性 SMO，其可根据本发明的一些实施例被使用。

[0066] 公式 2：

[0067] $$\frac{d\hat{\phi}}{dt} = \omega_{xb} + \omega_{yb} * \sin\hat{\phi}\tan\hat{\theta} + \omega_{zb}\cos\hat{\phi}\tan\hat{\theta} + M_1 sign\left(\hat{\phi} - \phi_a\right)$$

[0068] $$\frac{d\hat{\theta}}{dt} = \omega_{yb}\cos\phi - \omega_{zb}\sin\phi + M_2 sign\left(\hat{\theta} - \theta_a\right)$$

[0069] 其中 M1 和 M2 为设计增益，. 为体角速率测量值，且 ^ 表明角估计值。

[0070] SMO 的使用，诸如公式 2 中示出的 SMO，可优先于一些滤波器。例如，在一个实施例中，SMO 可优先于标准卡曼 (Kalman) 滤波器，这是由于卡曼滤波器的滤波性质。关于此，SMO 的实施例可对干扰和系统干扰来说更鲁棒，且提供更准确的信号重新构造。

[0071] 在一些实施例中，第三状态，摇摆（φ）不可被观察，且因此可以总是以为零的初始条件开始的标准开环模式运行。在一些实施例中，公式 3 可被数值地求解以估计摇摆。

[0072] 公式 3：

[0073] $$\frac{d\hat{\psi}}{dt} = \omega_{yb}\frac{\sin\hat{\phi}}{\cos\hat{\theta}} + \omega_{zb}\frac{\cos\hat{\phi}}{\cos\hat{\theta}}$$

[0074] 本领域技术人员将理解，在上述公式 1-3 是示例性实施例，且可进行轻微的变动而不背离本公开的范围。

[0075] 在一个实施例中，步骤 418 可被实施以确定球杆头 300 是否已经被校准。步骤 418 可确定校准是否发生在预定的时间阶内。在另一个实施例中，步骤 418 可确定校准是否被恰当地执行。如果在步骤 418 处确定校准是不可接受的（例如，未在预定的时间段内进行或未提供可接受的结果），步骤 420 可被实施。步骤 420 可显示错误信息于显示器 312 上、实施或改动至少一个在高尔夫球杆头 300 的电子线路 308 上进行的计算机实施过程。然而，如果在步骤 418 处确定校准是有效的，则步骤 422 可被执行。

[0076] 在步骤 422 处，测量的输出可被显示在诸如显示器 312 的显示装置上。在一个实施例中，杆底倾角、球杆杆面角度、杆面倾角或以上的组合可被显示在显示器 312 上。图 5 示出了可显示在显示器 312 上的示例性输出的示例性截屏图 500。如在截屏图 500 中可见，涉及杆底倾角 (502)、球杆杆面角度 (504)、和杆面倾角 (506) 的测量值被显示。如所示，显示器 400 示出了图形用户界面，其中标识 508 标示杆底倾角是 -2、标识 510 标示球杆杆面角度偏差是 -1、且标识 512 标示杆面倾角偏差是 +1。通过标识 508-512 所示的结果可被显示持续预定的时间段。然而在其他实施例中，用户可按压重置按钮 514，其可位于显示器 512、球杆头 300、杆身、或球杆的任何部分上。

[0077] 尽管图 5 中示出的实施例使用了图形用户界面来显示结果，另一实施例可以不使用图形用户界面。在一个实施例中，在图 5 中示出的信息可被提供在球杆头上，例如，通过直接压印在球杆头 300 上和 / 或在可贴在球杆头 300 的印刷材料上。关于此，显示器 312 可包括发光结构，诸如 LED，其被点亮以标示结果。例如，标识 508 可为 LED，其被点亮以标示杆底倾角偏差是 -2。但在其他实施例中，结果可被显示为文本。因此，在屏幕上的一个或多个 LED 或像素可被照明，以提供“-2”的文本表示。受益于本公开的本领域技术人员将容易地意识到，其他系统和方法可被实施以提供测量结果，而不背离本发明的范围。

[0078] 如上所述，一些实施例可使用模拟陀螺仪。图 6 是根据本发明的一个实施例使用模拟陀螺仪的示例性方法的流程图。根据一个实施例，数据可从模拟陀螺仪处接收。模拟陀螺仪被配置为产生连续的电波动，而数字陀螺仪被配置为产生为二进制码形式的测量值的数字表示。因此，使用直接来自陀螺仪的数字数据可能需要处理器转换来自陀螺仪的编码输出、并将其转换成显示器上的数字。额外的处理可增加处理时间和功率消耗。因此，在一些情形中，使用模拟陀螺仪提供超过使用数字陀螺仪的优势。

[0079] 根据本发明的一个实施例，数据从模拟速度陀螺仪处获得（步骤 602）。示例性

模拟陀螺仪是ADXRS150，其从位于Norwood，MA的Analog Devices，Inc. 处可购得。在一些实施例中，电阻器被联接至陀螺仪，以改变其测量范围。例如，ADXRS150提供150度每秒的范围。通过添加电阻器，敏感度可被从约150度每秒改变至约300度每秒。在一个实施例中，数据可在积分器处接收，所述积分器为电子电路308的一部分（步骤604）。积分器可为通用运算放大器。被用作积分器的通用的运算放大器的示例性使用可为来自Texas Instruments of Dallas，Texas的德州仪器(Texas Instruments)TL082。如果2.5伏特陀螺仪的模拟陀螺仪的参照电压被应用至积分器的不可逆输入，则通过传输至积分器的2.5伏特，来自积分器的输出将为零。受益于本公开的本领域技术人员将容易地意识到，其他陀螺仪和积分器可被使用，而不背离本发明的范围。

[0080] 在一个实施例中，步骤604不发生，除非预定的标准被满足，所述标准诸如高尔夫球的撞击（参见，例如图4中的步骤407和409）。因此，数据的子集可以为从约挥杆开始的时刻至约与球撞击的时刻获得的数据。然而在其他实施例中，可使用其他时限点。在一个实施例中，在撞击之前约4秒内以及在撞击之后小于约0.5秒获得的数据被选择。在一个实施例中，在撞击之前约3.9秒内以及在撞击之后小于约0.1秒获得的数据被选择。因此，在一个实施例中，数据以至少4秒的缓冲被采集。在一个实施例中，数据被以4秒的缓冲在3.8Khz下采集。

[0081] 步骤606可被实施以将来自积分器的模拟输出转换成数字输出。转换可使用整合在电子电路308内的A/D转换器进行。在一个实施例中，其为来自Texas Instruments of Dallas，TX的TLC7135。然而在另一个实施例中，TLC0820可以与二进制至BCD转换器一起使用。在一个实施例中，产生的数字信号是代表杆底倾角（或其他结果）的电压。步骤608可解码数字信号以显示在诸如显示器312的显示器上。解码器可位于电子线路308中。在一个实施例中，解码器将信号转换成7位段信号，其中每一段都表示可被照明以表示数字的一部分的线。

[0082] 图7示出了示例性高尔夫球杆700，其可被配置为包括三个(3)陀螺仪。在一个实施例中，第一陀螺仪被配置为测量沿x轴线704的角位置（即，参见箭头702），第二陀螺仪被配置为测量沿y轴线708的角位置（即，参见箭头706），且第三陀螺仪被配置为测量沿z轴线712的角位置（即，参见箭头710）。在一个实施例中，第一陀螺仪可被定位在位置714（约为杆面沿x轴线704的中心）附近。在此外的一个实施例中，第二和/或第三陀螺仪也可被布置为实质上位于位置714处或在位置714附近。在此外的一个实施例中，所述陀螺仪中的一个或多个沿x轴线704的重心。然而在另一个实施例中，所述陀螺仪中的一个或多个可被定位为略低于重心。

[0083] 在知道临挥杆的开始之前的球杆位置（即，“初始位置”）的情形下使用来自多个陀螺仪沿多个轴线（例如，轴线702、706、和710）的测量值，可以计算挥杆中直到（且需要的话）在与球撞击之后任何点处球杆杆面的角取向。因此，根据一些方面，公开的实施例可被用来估计挥杆轨迹，即，从瞄准球至与球撞击的整个挥杆事件上球杆头的位置。关于挥杆轨迹的信息（以及其他挥杆参数）可被显示在安装至球杆头的显示器上，诸如显示器312（在图3中示出），或无线传输至数据获取装置。在一个实施例中，沿x轴线704获得的测量值可辅助确定撞击时高尔夫球杆头的有效杆面倾角。在另一个实施例中，沿y轴线的测量值可被用于确定杆底倾角的变化。在此外的另一实施例中，沿z轴线710的测量值可

被用于确定杆面角度旋转或挥动高尔夫球杆的高尔夫球手在和球撞击时是否使球杆打开或闭合。

[0084] 图 8 示出了导致至少一个陀螺仪（或传感器）产生饱和信号的高尔夫挥杆的示例性输出。输出 800 示出了在使用根据本发明的一个实施例的球杆的高尔夫挥杆中获得自陀螺仪的示例性信号 802。如在图 8 中所示，信号 802 是通过陀螺仪的速率（参见 y 轴线 804）随时间过去（参见 x 轴线 806）而测得。尽管示例性输出 800 示出了沿 x 轴线在 0.2 秒间隔的时间以及沿 y 轴线 804 以弧度 / 秒为单位的速率，本领域技术人员将理解可使用其他的单位和 / 或间隔而不背离本发明的范围。如在图 8 中进一步地示出的，信号 802 示出了在至少两个情形中的饱和。首先，信号 802 示出了在线 808 附近的饱和。因此，如上所述，在线 808 之下且在信号边界内的区域 810 可能被截取。例如，一个或多个算法（例如关于图 4、步骤 406 所公开的）可被植入，以在线 808 处或其附近“截取”信号。类似地，线 812 进一步地示出了在线 812 附近的饱和，且因此，区域 814（在线 812 之上以及信号边界之内）可被重新构造。在图 9 中示出了重新构造信号 802 的示例性方法。

[0085] 图 9 示出了根据本发明的一个实施例的饱和信号的示例性重新构造。在一个实施例中，关于图 9 而应用的算法可被作为图 4 中步骤 406-416 的一部分而执行。如所示，图 9 示出了来自高尔夫挥杆期间陀螺仪的输出 900，例如，在使用根据本发明的一个实施例的球杆。和在图 8 中所示的信号类似，信号 900 通过陀螺仪的速率（参见 y 轴线 902）随时间过去（参见 x 轴线 904）而测得。尽管沿 y 轴线 902 的速率以弧度 / 秒为单位以及沿 x 轴线 904 的时间设置为 0.2 秒间隔，但本领域技术人员将理解可使用其他的单位和 / 或间隔而不背离本发明的范围。在一个实施例中，一阶线性回归可以从来自在饱和事件（例如由线 906 所代表的）之前和 / 或之后的数据点来计算。因此，在时间点 908（饱和事件开始的估计或已知时限点）与时间点 910（饱和事件结束的估计或已知时限点）之间的时间段中的数据点可被认为是饱和数据（参见标示为 911 的信号的部分）且可被相应地重新构造。在一个实施例中，在饱和事件之前的约 50-100 个数据点和 / 或在饱和点之后的约 50-100 个数据点可被用于一阶回归的计算。使用所述数据，一阶回归线 912 和 914 可被用于确定两个回归线相交 (916) 的时刻内的点。在进一步实施例中，二阶多项式函数可随后被实施，以拟合交点（点 916）以及饱和事件的两个端点（点 908 和 910），其具有的约束条件为贯穿端点 908 和 910 的斜率和两个回归线 912 和 914 的斜率相同。使用所述多项式函数，数据点可在饱和事件的时间段（即，在点 908 和 910 之间的数据）上被计算出，以形成经重新构造的线 918。因此，在一些实施例中，经重新构造的线 918 可替代接收自陀螺仪（一个或多个）的饱和输出。在一个实施例中，产生的经重新构造的陀螺仪信号（一个或多个）可被用于估计球杆头的角取向。本领域技术人员将理解，除了上述的一个或多个步骤之外或与其结合使用其他分析表达，例如，这取决于饱和事件开始、结束或具有一定持续时间所在的挥杆位置。

[0086] 结论

[0087] 尽管已关于包括用于实施本发明的当前优选实施例在内的特定示例对本发明进行了详尽的描述，本领域技术人员将理解存在有对上述系统和方法的多种变化和置换。因此，本发明的精神和范围应如所附的权利要求所阐明的，被宽泛地理解。

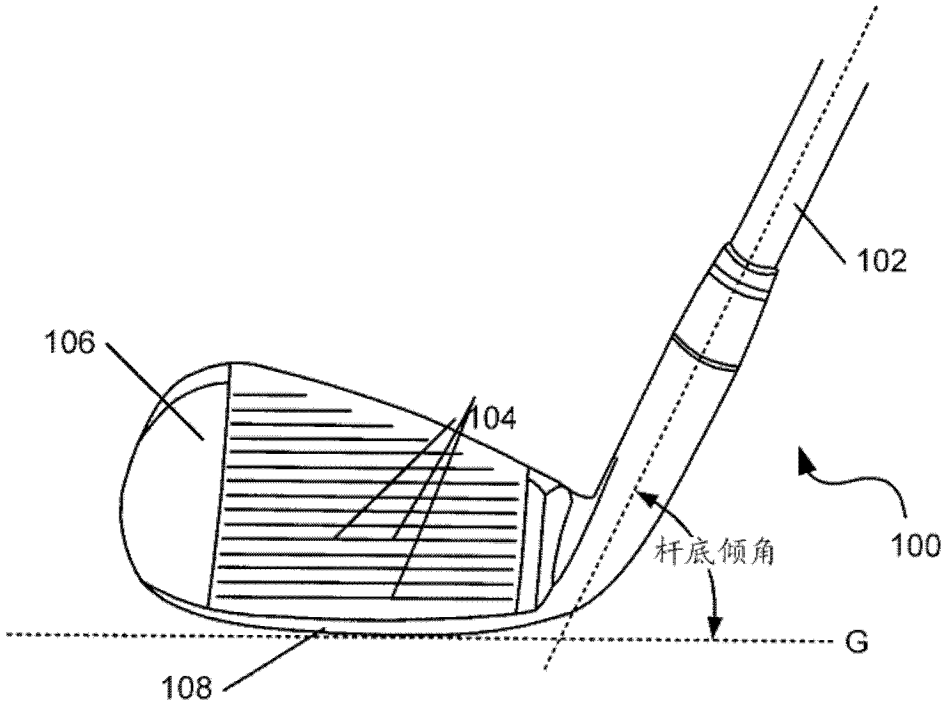


图 1

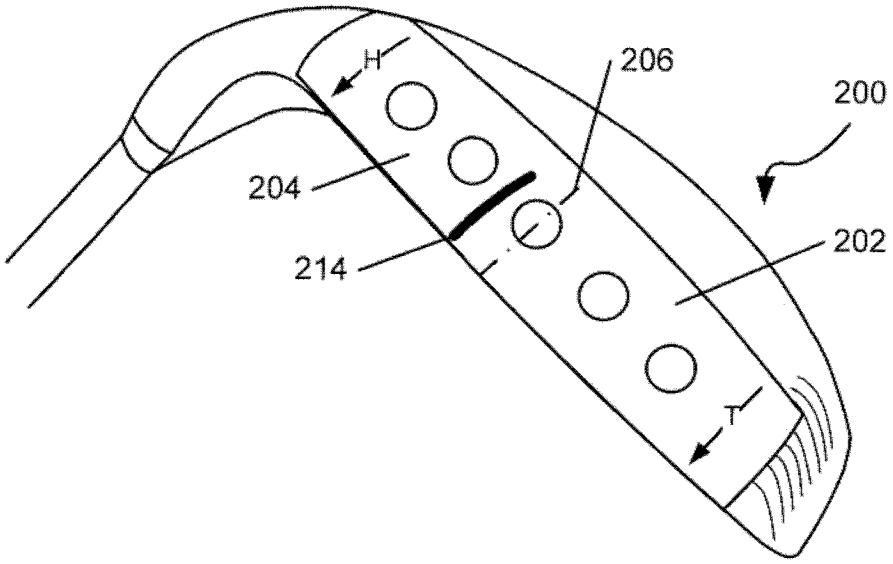


图 2A

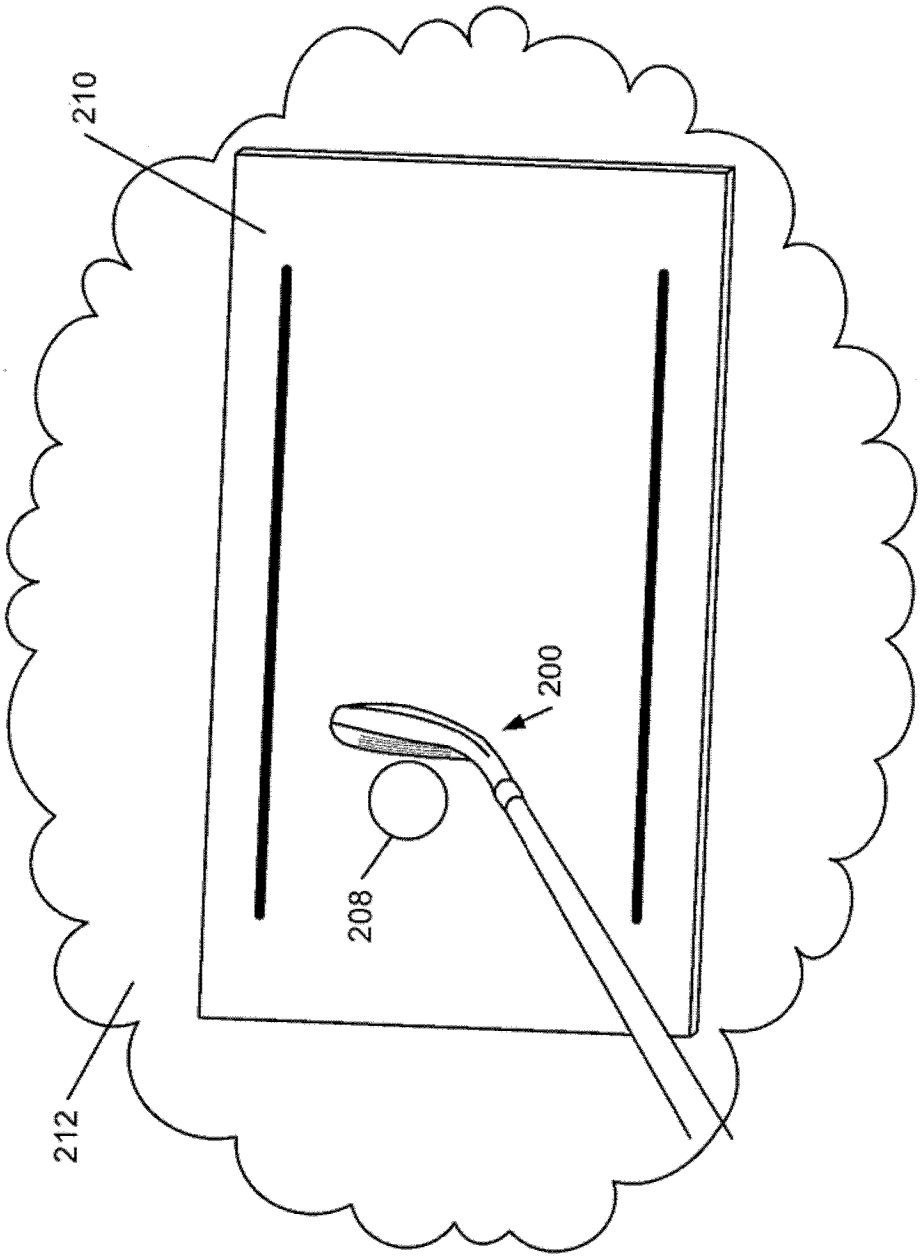


图 2B

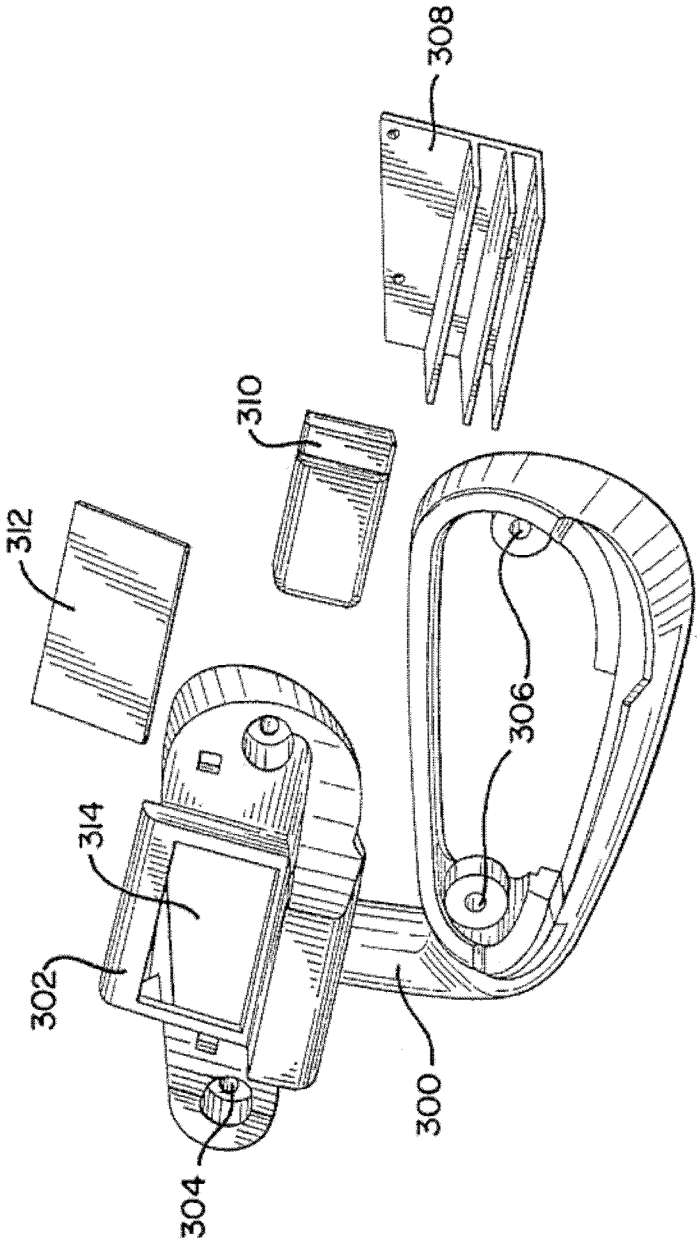


图 3

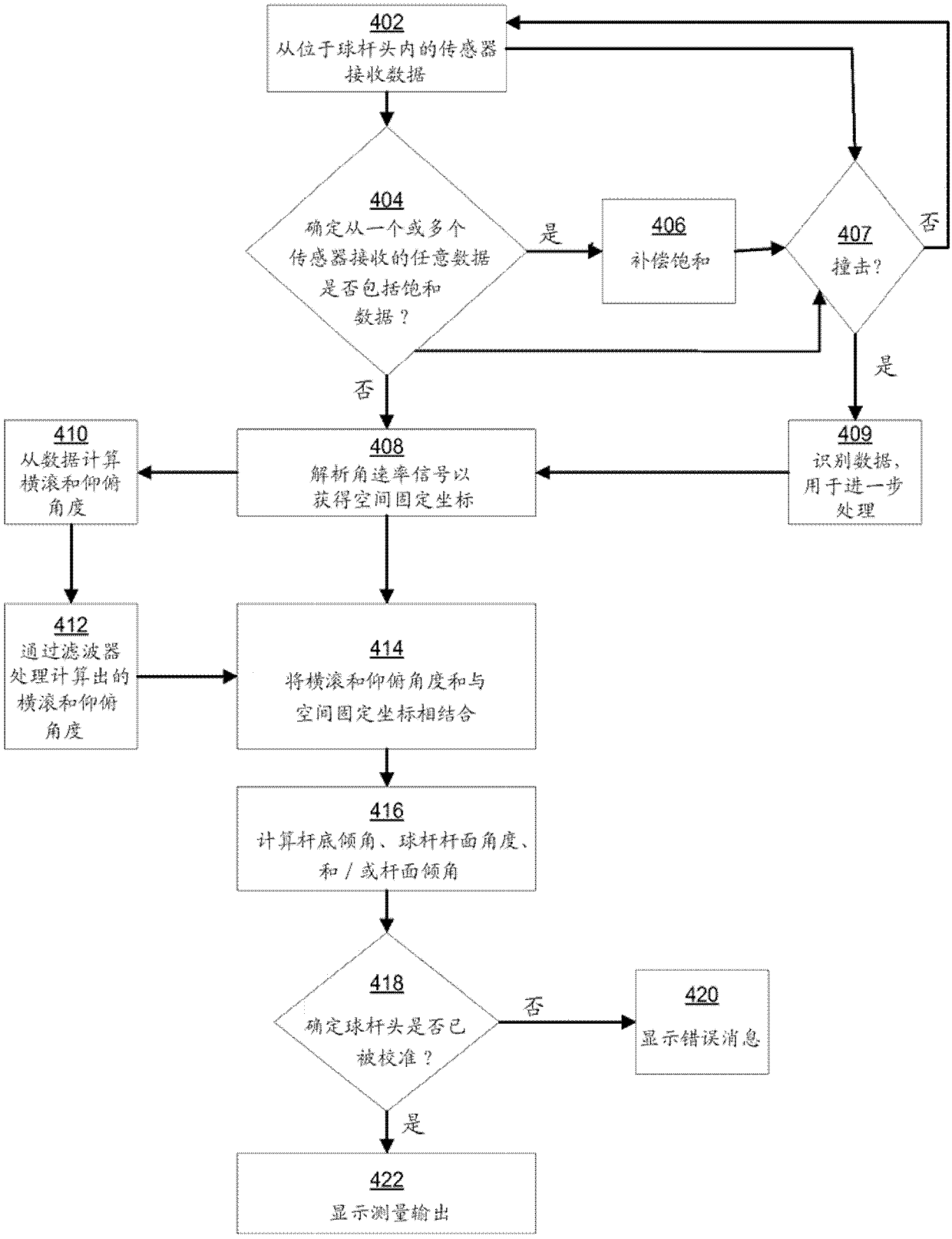

402
从位于球杆头内的传感器接收数据
404
确定从一个或多个传感器接收的任意数据是否包括饱和数据？
是
406
补偿饱和
407
撞击？
否
是
否
410
从数据计算横滚和仰俯角度
408
解析角速率信号以获得空间固定坐标
409
识别数据，用于进一步处理
412
通过滤波器处理计算出的横滚和仰俯角度
414
将横滚和仰俯角度和与空间固定坐标相结合
416
计算杆底倾角、球杆杆面角度、和 / 或杆面倾角
418
确定球杆头是否已被校准？
否
420
显示错误消息
是
422
显示测量输出

图 4

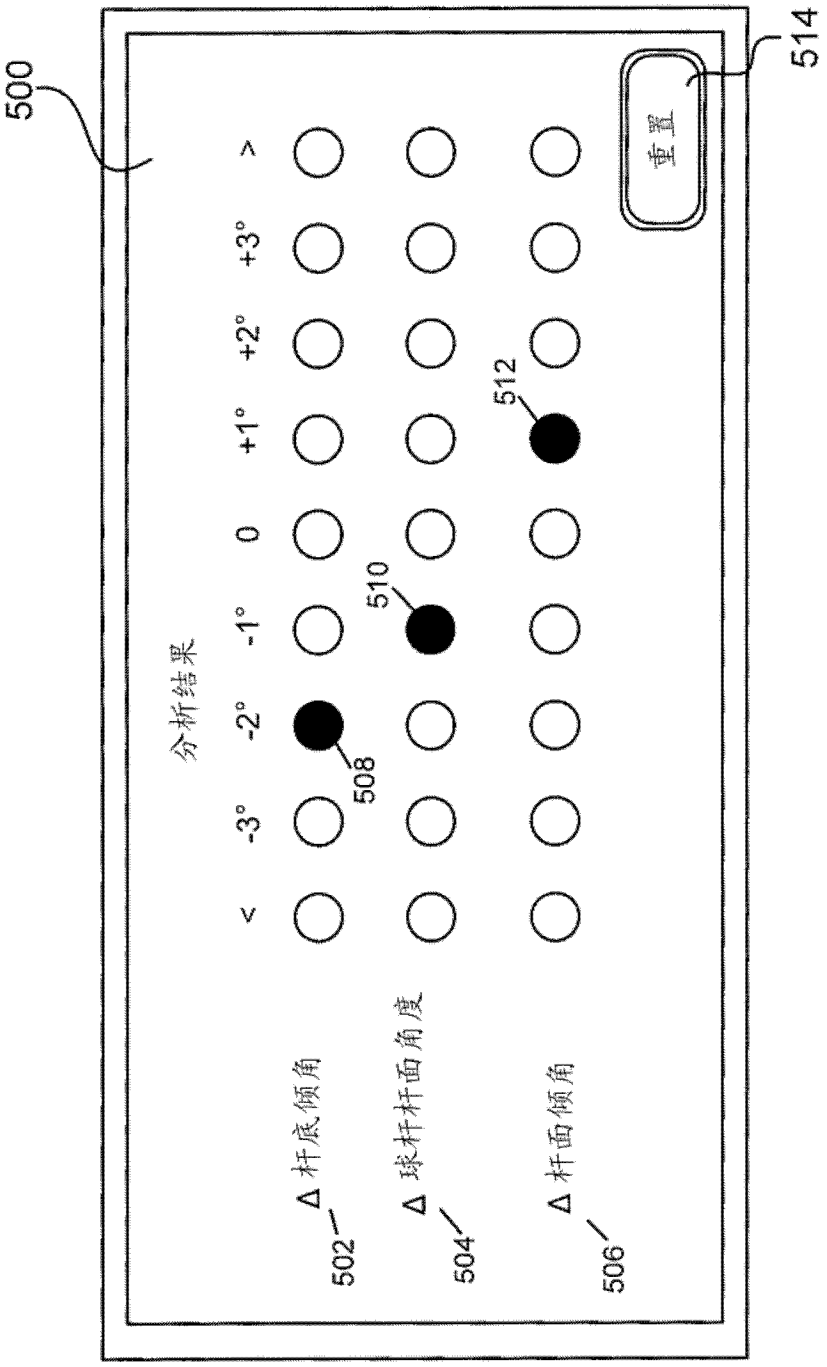

500
514
重置
分析结果
< -3° -2° -1° 0 +1° +2° +3° >
Δ 杆底倾角
Δ 球杆杆面角度
Δ 杆面倾角
502
504
506
508
510
512

图 5

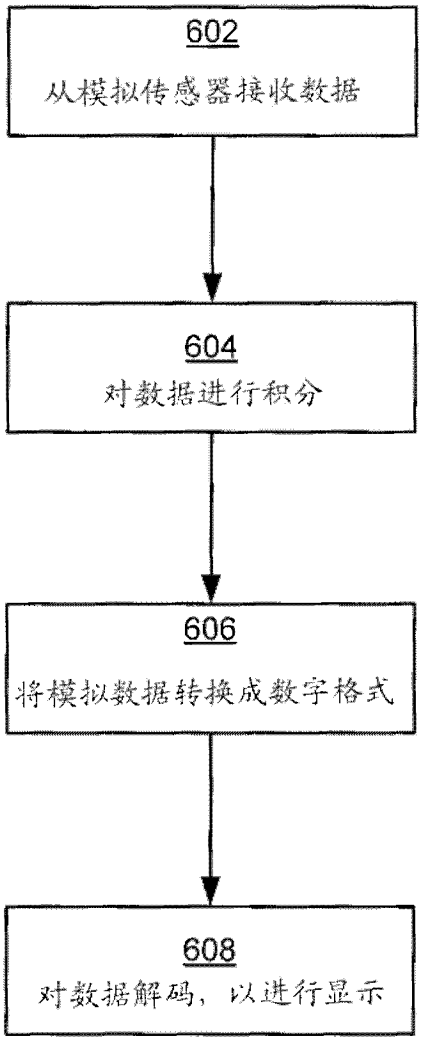

602
从模拟传感器接收数据
604
对数据进行积分
606
将模拟数据转换成数字格式
608
对数据解码，以进行显示

图 6

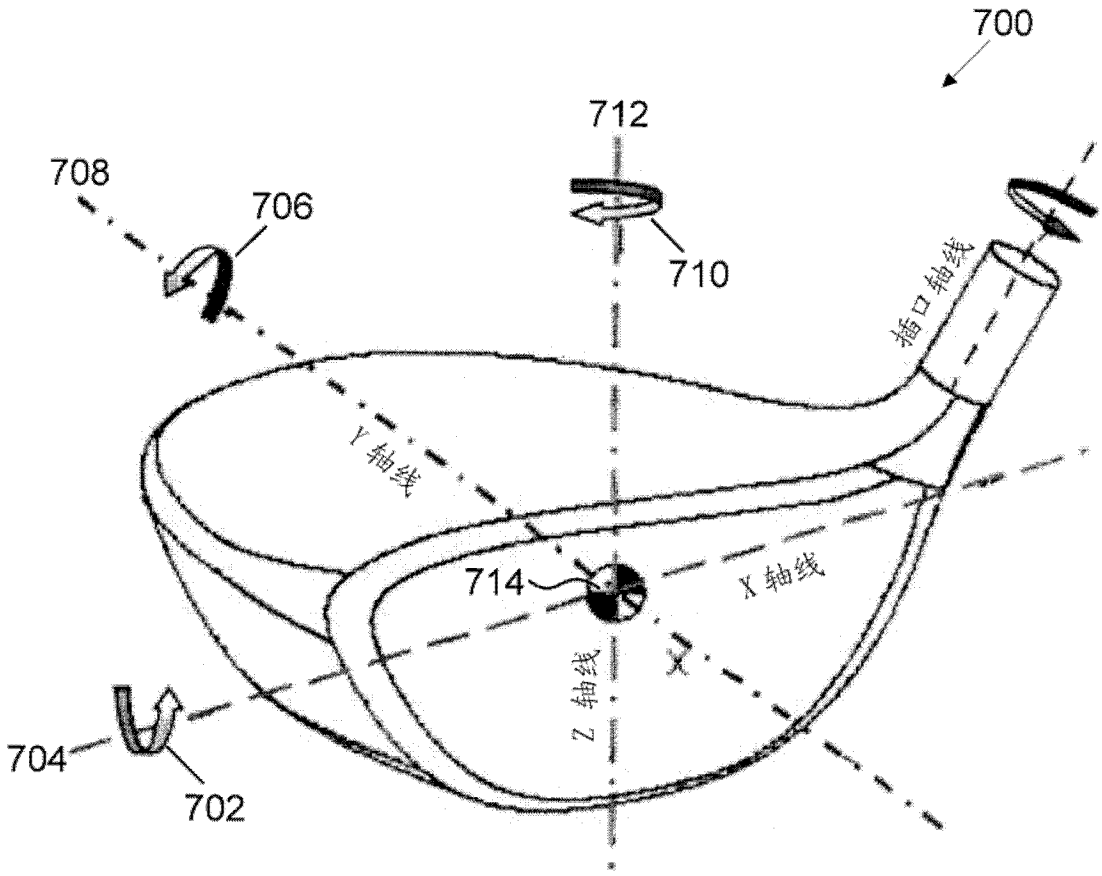


图 7

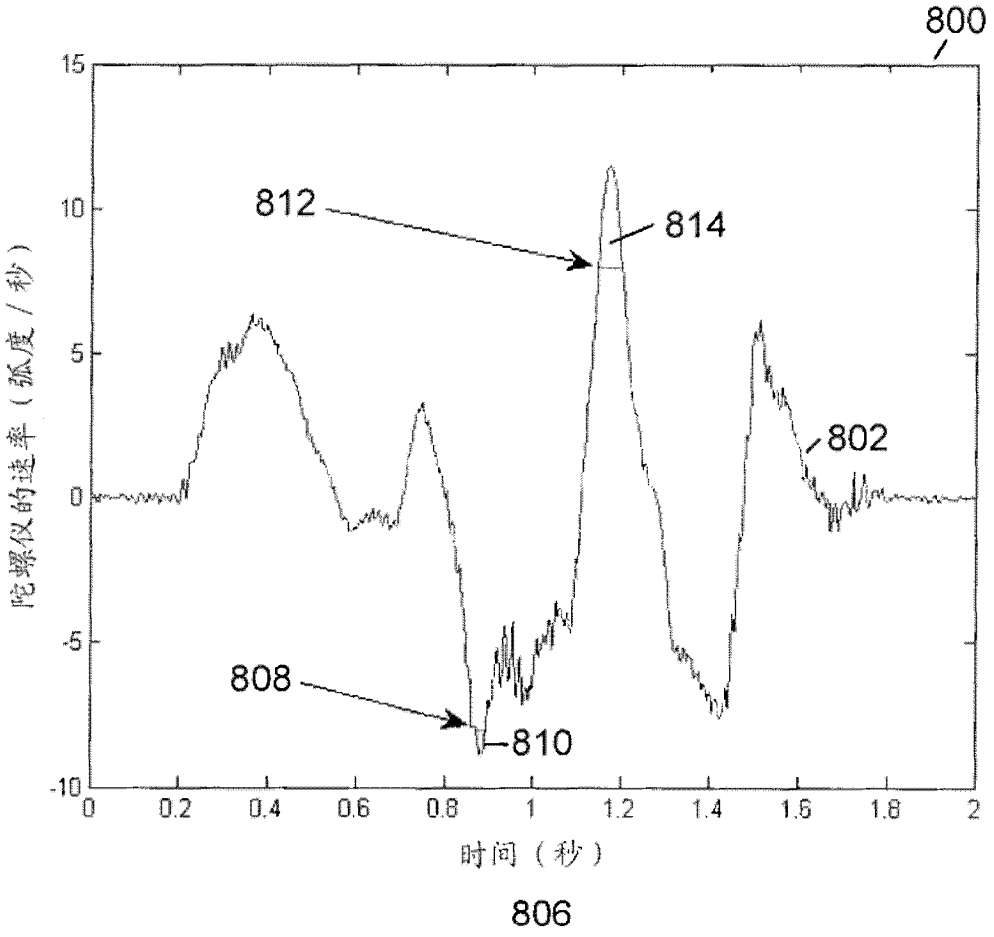

800
812
814
802
808
810
806
陀螺仪的速率（弧度/秒）
时间（秒）
15
10
5
0
-5
-10
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2

图 8

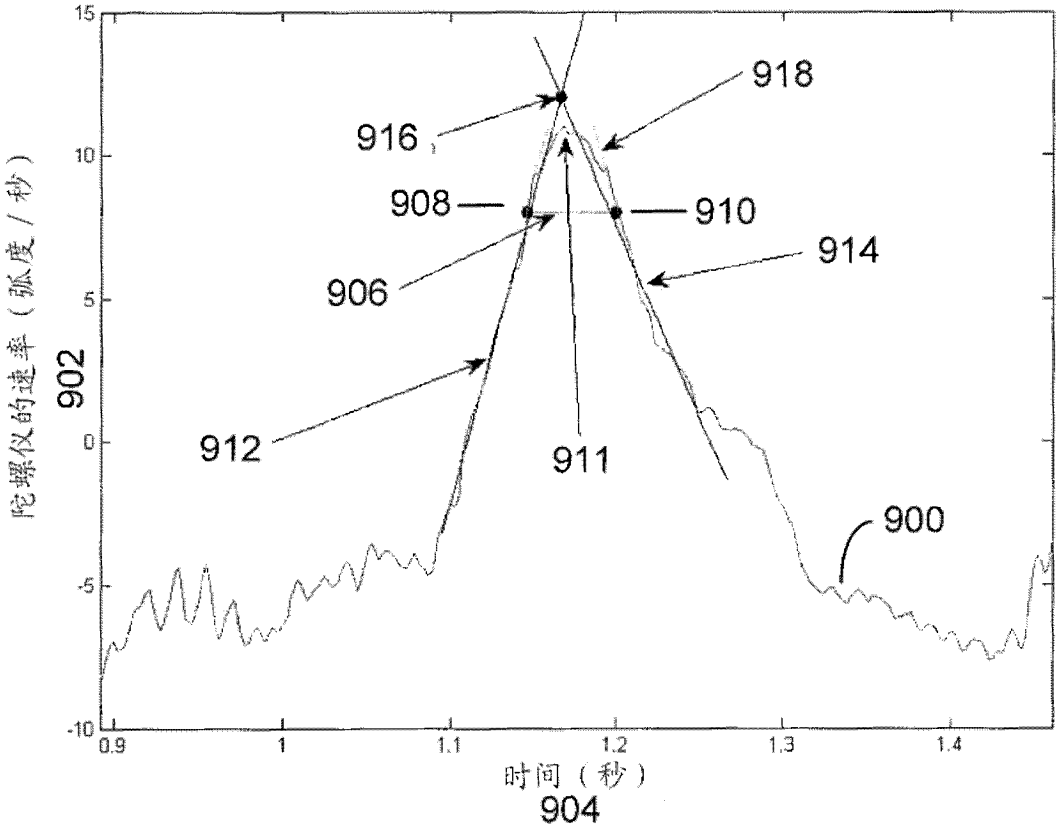

15
10
5
0
-5
-10
0.9
1
1.1
1.2
1.3
1.4
陀螺仪的速率（弧度/秒）
902
时间（秒）
904
916
918
908
910
914
906
912
911
900

图 9