

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103338697 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201180048978. X

S · T · 里昂

(22) 申请日 2011. 08. 10

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

(30) 优先权数据

61/372, 202 2010. 08. 10 US

代理人 程伟 王锦阳

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 04. 10

(51) Int. Cl.

A61B 5/08 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/047248 2011. 08. 10

(87) PCT申请的公布数据

W02012/021617 EN 2012. 02. 16

(71) 申请人 C · T · 里昂

地址 美国马萨诸塞州

申请人 E · M · 里昂

S · T · 里昂

(72) 发明人 C · T · 里昂 E · M · 里昂

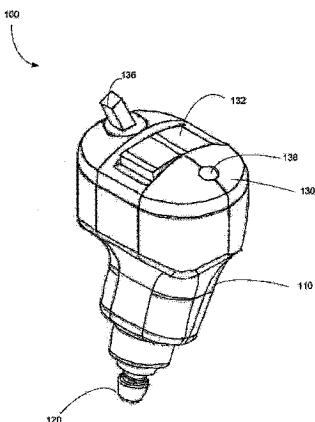
权利要求书3页 说明书14页 附图22页

(54) 发明名称

侦测睡眠障碍的系统及方法

(57) 摘要

一种用于侦测睡眠障碍（例如，阻塞性睡眠呼吸中止）的装置（100），其包含可插入受测者的耳孔的壳体（10）。配置于该壳体内的感测器（206）测量该受测者头部相对于重力轴线的姿势。回应该感测器的传感器（212）在一定条件下能够产生该受测者可察觉的刺激。在不同的具体实施例中，控制器（202）接收对应至该受测者头部的俯仰角及侧滚角（用该感测器测量）的讯号，判断该俯仰角及该侧滚角是否对应至一睡眠呼吸中止诱发姿势，以及在确定该受测者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势超过预定临界次数时，造成该传感器产生刺激。连续地产生刺激可修改该刺激的各种参数直到侦测不到睡眠呼吸中止诱发姿势。



1. 一种用于侦测睡眠障碍的装置，其包含：

可插入受测者的耳孔的壳体；

感测器，其配置于该壳体内以及经组态成测量该受测者头部相对于重力轴线的姿势；

回应该感测器的传感器，其用以产生该受测者可察觉的刺激。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中该传感器配置于该壳体内。

3. 根据权利要求 1 所述的装置，其中该感测器包含测斜仪。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，其中该感测器测量该受测者头部相对于该重力轴线的俯仰角。

5. 根据权利要求 1 所述的装置，其中该感测器测量该受测者头部相对于与该重力轴线正交的水平轴线的侧滚角。

6. 根据权利要求 1 所述的装置，其结合位于该壳体内的处理器，该处理器可操作地耦合至发送器及该传感器。

7. 根据权利要求 1 所述的装置，其中该传感器产生触觉刺激。

8. 根据权利要求 1 所述的装置，其中该传感器产生可听见刺激。

9. 一种用于侦测睡眠障碍的装置，其包含：

壳体；

重力感测器，其配置于该壳体内以及经组态成产生对应至受测者头部相对于重力轴线的姿势的测量的讯号；以及

传感器，其回应该重力感测器所产生的讯号以及经组态成产生该受测者可察觉的刺激。

10. 根据权利要求 9 所述的装置，其中该重力感测器包含双轴测斜仪。

11. 根据权利要求 9 所述的装置，其结合配置于该壳体内回应该重力感测器所产生的讯号的控制器。

12. 根据权利要求 9 所述的装置，其中该传感器产生触觉刺激与可听见刺激中的至少一者。

13. 根据权利要求 9 所述的装置，其更包含控制器，该控制器更包含：

可自该重力感测器接收对应至该受测者头部相对于该重力轴线的姿势的讯号的程序逻辑，

可测定该受测者头部相对于该重力轴线的俯仰角以及可测定该受测者头部相对于与该重力轴线正交的水平轴线的侧滚角的程序逻辑，

比较测得的俯仰角及侧滚角与预定义临界俯仰角范围及预定义临界侧滚角范围的程序逻辑，以及

如果该受测者头部的测得的俯仰角及侧滚角落在该预定义临界俯仰角范围内以及落在该预定义临界侧滚角范围内，可造成该传感器产生该刺激的程序逻辑。

14. 一种用于侦测睡眠障碍的方法，其包含下列步骤：

a) 用感测器测量受测者头部相对于重力轴线的姿势；

b) 修改旗标计数，如果基于来自该感测器的测量，该受测者头部是处于睡眠呼吸中止诱发姿势的话，重复步骤 a) 至 b)；以及

c) 在该旗标计数至少等于一预定临界值时，用刺激警示该受测者。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中步骤 c) 包括 :

c1) 产生该受测者可察觉的音讯及触觉刺激中的一者。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其中步骤 a) 包括 :

a1) 测量该受测者头部相对于该重力轴线的侧滚角及俯仰角中的一者。

17. 一种用于侦测睡眠障碍的装置,其包含 :

可插入受测者的耳孔的壳体;

配置于该壳体内而且包含感测器及控制器的睡眠呼吸中止侦测电路,该感测器经组态成测量相对于重力轴线的俯仰角以及相对于与该重力轴线正交的水平轴线的侧滚角,该控制器经组态成基于该俯仰角及该侧滚角判断该受测者是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势;以及

回应该控制器的传感器,其用以产生该受测者可察觉的刺激。

18. 根据权利要求 17 所述的装置,其中用相对于与该重力轴线正交的水平轴线形成于约 25° 至 155° 之间的侧滚角范围以及用相对于该重力轴线形成于约 20° 至 160° 之间的俯仰角范围来定义该睡眠呼吸中止诱发姿势。

19. 一种用于侦测及处理睡眠障碍的系统,其包含 :

A) 壳体;

B) 配置于该壳体内的双轴测斜仪,其能够测量该受测者头部相对于重力轴线的俯仰角及侧滚角;

C) 经组态成执行以下功能的电路:自该重力感测器接收对应至该受测者头部相对于该重力轴线的姿势的讯号,测定该受测者头部相对于该重力轴线的俯仰角及侧滚角,拿测得的俯仰角及侧滚角与预定义临界俯仰角范围及预定义临界侧滚角范围做比较,以及如果该受测者头部的该测得的俯仰角及侧滚角落在该预定义临界俯仰角范围内以及落在该预定义临界侧滚角范围内,造成该传感器产生该刺激;以及

D) 回应该感测器的传感器,其用以产生该受测者可察觉的刺激。

20. 根据权利要求 19 所述的装置,其中该预定义临界侧滚角范围相对于与该重力轴线正交的水平轴线是在约 25° 至 155° 之间,以及该预定义临界俯仰角范围相对于该重力轴线是在约 25° 至 155° 之间。

21. 一种用于侦测睡眠障碍的方法,其包含下列步骤:

A) 提供系统,该系统包含:

i) 可插入受测者的耳孔的壳体,

ii) 感测器,其配置于该壳体内以及能够测量该受测者头部相对于重力轴线的俯仰角及侧滚角,

iii) 回应来自该感测器的讯号的控制器,以及

iv) 回应该感测器的传感器,其用以产生该受测者可察觉的刺激;

B) 自该感测器接收对应至该受测者头部相对于该重力轴线的姿势的讯号,

C) 测定该受测者头部相对于该重力轴线的俯仰角及侧滚角,

D) 拿测得的俯仰角及侧滚角与预定义临界俯仰角范围及预定义临界侧滚角范围做比较,

E) 如果该受测者头部的该测得的俯仰角及侧滚角落在该预定义临界俯仰角范围内以

及落在该预定义临界侧滚角范围内,修改旗标计数,

F) 判断该旗标计数是否至少等于一预定义临界值,

G) 在确定该旗标计数至少等于该预定义临界旗标计数时,造成该传感器产生刺激,以及

H) 在一预定义时间间隔后,重复步骤 B) 至 G)。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其更包括:

I) 如果该受测者头部的该测得的俯仰角或侧滚角不在该预定义临界俯仰角范围及该预定义临界侧滚角范围内,重设该旗标计数。

23. 根据权利要求 21 所述的方法,其中该感测器及该传感器位于该壳体内。

24. 根据权利要求 21 所述的方法,其中该控制器位于该壳体的远处。

25. 一种睡眠呼吸中止侦测装置,其包含:

感测器,其可附着至受测者头部用以侦测该受测者头部相对于重力轴线的角度位置;以及

回应该感测器的传感器,其用以产生该受测者可察觉的刺激。

26. 一种用于侦测睡眠障碍的方法,其包含下列步骤:

a) 由受测者头部相对于重力轴线的角度姿势估计出该受测者的呼吸道的闭合百分比;以及

b) 如果该受测者头部的姿势落在确定可造成睡眠障碍的预定义姿势范围内,造成传感器产生刺激。

## 侦测睡眠障碍的系统及方法

### 技术领域

[0001] 本揭示内容有关于用于侦测睡眠障碍情况的技术,且更特别的是,有关于一种侦测阻塞性睡眠呼吸中止的系统及方法。

### 背景技术

[0002] 阻塞性睡眠呼吸中止 (Obstructive sleep apnea ;OSA) 为最常见的睡眠障碍性呼吸。在处于阻塞性睡眠呼吸中止时,身体的肌张力 (muscle tone) 在睡眠期间通常是放松的。在喉咙的水平上,人类呼吸道是由在睡眠期间可能阻塞呼吸的可收缩软组织壁构成。在有些情形下,阻塞性睡眠呼吸中止需要治疗以防止低血氧量、睡眠不足、及其它并发症。

[0003] 解决睡眠呼吸中止的有些技术包括上半身以 30 度以上的高度睡觉,犹如睡在躺椅中。这样做有助于防止呼吸道被阻断或阻塞。此外,对照仰卧姿势 (supine position) (仰卧),也建议侧卧姿势 (侧睡) 来治疗睡眠呼吸中止。其它的治疗包括使用持续正压呼吸器 (continuous positive airway pressure ;CPAP) 或口腔用具以使呼吸道在睡眠期间保持开放。

[0004] 因此,亟须一种睡眠呼吸中止侦测装置用以在使用者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势时可警示该使用者。

### 发明内容

[0005] 揭示数种用于侦测睡眠呼吸中止的技术。根据本发明的具体实施例,将睡眠呼吸中止侦测装置组态成在受测者使他 / 她自己处于睡眠呼吸中止诱发姿势时,借由产生刺激 (例如,可听见警报),该睡眠呼吸中止侦测装置可警示受测者。以此方式,该受测者可调整他 / 她的姿势使得该受测者不再处于睡眠呼吸中止诱发姿势。睡眠呼吸中止诱发姿势可为由受测者摆出而造成该受测者容易经验睡眠呼吸中止的任何姿势。应了解,即使受测者处于睡眠呼吸中止诱发姿势,该受测者仍可能不会感到睡眠呼吸中止。一般来说,当呼吸道被阻塞或阻断到使用者感到睡眠呼吸中止时,发生阻塞性睡眠呼吸中止。阻塞可由舌头的质量或在喉咙四周的松弛肌肉造成。不论造成阻塞的原因为何,已确定,受测者头部相对于重力轴线的姿势与阻塞性睡眠呼吸中止的发生有关。通过本揭示内容,用包含双轴测斜仪的睡眠呼吸中止侦测装置监控受测者头部的姿势,在受测者摆出睡眠呼吸中止诱发姿势时,可警示受测者。

[0006] 根据本发明的一态样,提供一种用于侦测睡眠障碍的装置,其包含可插入受测者的耳孔的壳体。配置于该壳体内的感测器测量该受测者头部相对于一重力轴线的姿势,同时回应该感测器的传感器 (transducer) 能够产生该受测者可察觉的刺激。在不同的具体实施例中,控制器可接收对应至由受测者头部的轴线与重力轴线形成用感测器测量的俯仰角 (pitch angle) 及侧滚角 (roll angle) 的讯号,判断俯仰角及侧滚角是否对应至睡眠呼吸中止诱发姿势,以及如果受测者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势,则造成该传感器产生刺激。

[0007] 根据本发明的另一态样，提供一种用于侦测睡眠障碍的方法，其包括：提供感测器，其可插入受测者的耳孔以及测量受测者头部相对于重力的姿势。基于受测者头部的测得姿势，判断该受测者头部是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势。如果确定受测者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势，则可警示受测者。

## 附图说明

- [0008] 图 1 根据本揭示内容的一些具体实施例图示睡眠呼吸中止侦测装置的透视图；
- [0009] 图 2A 根据本揭示内容的一些具体实施例图示睡眠呼吸中止侦测电路的方块图；
- [0010] 图 2B 根据本揭示内容的一些具体实施例图示在电路板上的睡眠呼吸中止侦测电路的上视图；
- [0011] 图 2C 至 2D 根据本揭示内容的数个具体实施例图示睡眠呼吸中止侦测系统的方块图；
- [0012] 图 3A 及 3B 根据本揭示内容图示假设受测者头部与相对于该受测者头部的 3 条正交轴线；
- [0013] 图 3C 根据本揭示内容的数个具体实施例图示相对于 3 条正交轴线的概念性测斜仪的透视图；
- [0014] 图 4A 至 4D 根据本揭示内容的数个具体实施例图示有不同俯仰角的假设受测者头部以及作用于受测者的呼吸道的对应重力；
- [0015] 图 5A 根据本揭示内容的数个具体实施例概念性图示有与图 4A 至 4D 的俯仰角对应的不同俯仰角的假设受测者头部；
- [0016] 图 5B 根据本揭示内容的数个具体实施例概念性图示假设受测者头部与睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围；
- [0017] 图 6 根据本揭示内容的数个具体实施例图示呼吸道挤压力百分比随俯仰角范围变化的曲线图；
- [0018] 图 7 根据本揭示内容的数个具体实施例图示受测者可能经历睡眠呼吸中止的俯仰角范围；
- [0019] 图 8A 根据本揭示内容的数个具体实施例概念性图示有不同侧滚角的受测者头部；
- [0020] 图 8B 根据本揭示内容的一些具体实施例概念性图示受测者头部与睡眠呼吸中止诱发侧滚角范围；
- [0021] 图 9 根据本揭示内容的一些具体实施例图示呼吸道挤压力百分比随侧滚角范围变化的曲线图；
- [0022] 图 10 根据本揭示内容的一些具体实施例图示受测者可能经历睡眠呼吸中止的侧滚角范围；
- [0023] 图 11A 的侧视图根据本揭示内容的一些具体实施例图示受测者头部以及睡眠呼吸中止侦测装置的各个方位；
- [0024] 图 11B 至 11C 的受测者头部正视图及侧视图根据本揭示内容的一些具体实施例图示双轴测斜仪相对于正交轴线的方位；
- [0025] 图 12 根据本揭示内容的一些具体实施例用于校准睡眠呼吸中止侦测装置的示范

逻辑流程图；

[0026] 图 13 根据本揭示内容的一些具体实施例图示用于侦测受测者是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势的示范逻辑流程图；

[0027] 图 14 根据本揭示内容的一些具体实施例图示用于产生刺激以回应受测者的姿势的示范逻辑流程图；

[0028] 图 15 的曲线图根据本揭示内容的一些具体实施例图示在受测者摆出最大化呼吸中止效应的仰卧姿势时对应至俯仰角、侧滚角及由微控制器产生的输出讯号的各种讯号；以及

[0029] 图 16 的曲线图根据本揭示内容的一些具体实施例图示在受测者摆出最小化呼吸中止效应的非仰卧姿势时对应至俯仰角、侧滚角及由微控制器产生的输出讯号的各种讯号。

## 具体实施方式

[0030] 通过以下说明可更完整地明白本揭示内容，应连同附图一起阅读。在此说明中，在本揭示内容的不同具体实施例内的类似组件用相同的组件符号表示。熟谙此艺者会明白描述于此的方法及系统都只是示范以及可做出变体而不脱离本揭示内容的精神及范畴。

[0031] 请参考附图，图 1 根据本揭示内容的一些具体实施例图示睡眠呼吸中止侦测装置 100 的透视图。睡眠呼吸中止侦测装置 100 可包含有耳塞端 (ear insertion end) 120 及装置存取端 130 的壳体 110。壳体 110 的形状经制作成装置 100 的耳塞端 120 至少部份可插入受测者的耳孔。此外，壳体 110 可由范围广泛材料制成，使得在装置 100 舒适地放入受测者耳孔时呈刚性、半刚性或挠性。耳塞端 120 的尺寸可制作成最佳保护盖（未图示）可包围部份耳塞端 120。该保护盖可由大小可调整的材料制成以确保睡眠呼吸中止侦测装置 100 可舒适地装入受测者的耳孔。在一具体实施例中，该保护盖可由 COMPLY® 发泡体尖端制成，它可购自网站 <http://www.complyfoam.com>。应了解，该保护盖可卸下抛弃、更换或清洗以降低耳朵感染的风险。不过，睡眠呼吸中止侦测装置 100 在不使用保护盖下仍可操作。

[0032] 装置 100 的装置存取端 130 提供进出定义于壳体 110 里面的内室的途径。在不同的具体实施例中，可将装置存取端 130 组态成可容纳经组态成可侦测载着睡眠呼吸中止侦测装置 100 的受测者是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势的睡眠呼吸中止侦测电路 200。图 2 提供与睡眠呼吸中止侦测电路 200 有关的其它细节。

[0033] 可放入电源 134（例如，电池，电池单元或任何其它电力储存组件）的装置存取端 130 可包含一至少部份可移动或可拆除的盖体 132。应了解，电源 134（图示于图 2）可再充电及 / 或卸除。此外，睡眠呼吸中止侦测装置 100 包含控制由电源 134 供给电力至睡眠呼吸中止侦测电路 200 的各种组件的开关 136。

[0034] 装置存取端 130 也可包含可经组态成能使睡眠呼吸中止侦测电路 200 在壳体 110 的内室里至少在两个平面中旋转的旋转组件 138。旋转组件 138 可包含可旋转以调整睡眠呼吸中止侦测电路 200 对于壳体 110 的方位的一或更多个易使用的定位螺丝 (set screw)。能够调整睡眠呼吸中止侦测电路 200 的方位使得可按照各个受测者耳孔的不同大小、形状及结构来重新定向电路。以下在说明图 11 及图 12 时提供与睡眠呼吸中止侦测装置 100 对

于特定受测者的校准有关的其它细节。

[0035] 虽然本揭示内容的不同具体实施例揭示一种设计成可配置于受测者耳孔内的睡眠呼吸中止侦测装置 100，然而本揭示内容的范畴不受限于该等具体实施例。反而，在一些具体实施例中，可将该睡眠呼吸中止侦测装置组态成可放在受测者头部上面的任何地方以便侦测相对于受测者身体的其余部份的不同头部姿势。例如，该睡眠呼吸中止侦测装置可设计成能用带子环绕受测者的前额绑住、戴起来像无尖峰便帽或帽子、或定位于受测者的耳朵外。其它非限定性实施例包括可插入受测者的口、鼻或可附接至头发等等的装置。

[0036] 图 2A 根据一些具体实施例图示示范睡眠呼吸中止侦测电路 200 的方块图。如上述，睡眠呼吸中止侦测电路 200 可置于壳体 110 的内室内。应了解，睡眠呼吸中止侦测电路 200 可封装成为可插入壳体 110 的内室的单一 IC 封装件。图 2B 根据本揭示内容的一些具体实施例图示在电路板 220 上的睡眠呼吸中止侦测电路 200 的上视图。请参考图 2A 及图 2B，睡眠呼吸中止侦测电路 200 可包含经组态成可接收来自直流 - 直流转换器 (DC-DC converter) 204 的电力的微控制器 202。

[0037] 可将直流 - 直流转换器 204 组态成可接收来自电源 136 的电力以及把电源 136 所提供的电压转换成适用于微控制器 202 的电压。微控制器 202 可电气耦合至感测器，包括但不限于：重力感测器，例如三轴测斜仪、双轴测斜仪 206 或单轴测斜仪，以及一或更多缓冲放大器 208，使得微控制器 202 能够供给电力给双轴测斜仪 206 及缓冲放大器 208。可将双轴测斜仪 206 组态成可输出对应至测得俯仰角的第一讯号以及对应至测得侧滚角的第二讯号。此外，微控制器 202 能够接收双轴测斜仪 206 所产生的第一及第二讯号。在不同的具体实施例中，双轴测斜仪 206 可耦合至缓冲放大器 208，借此用缓冲放大器 208 放大双轴测斜仪 206 所产生的讯号以及以输入讯号提供给微控制器 202。

[0038] 可将微控制器 202 组态成可执行用来校准睡眠呼吸中止侦测装置 100 的一或更多算法，以及数个算法用以判断受测者头部是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势，以及在确定受测者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势时产生刺激。

[0039] 微控制器 202 也可被组态成可提供可产生表示该受测者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势的刺激的输出讯号。在一具体实施例中，微控制器 202 可提供输出讯号给带通滤波器及衰减器 210，其传递输出讯号给传感器 212。在不同的具体实施例中，传感器 212 可为扬声器、音调产生器、振动产生器，或任何其它刺激生成组件。应了解，传感器 212 能够产生受测者可察觉的触觉刺激及 / 或可听见刺激。

[0040] 在一具体实施例中，微控制器 202 可实作成为 16 PIN QFN 4\*4\*0.9 毫米 BIT CMOS 微控制器，其具有可购自在美国亚利桑那州 Chandler 市的微芯科技公司的零件 PIC16F684-1/ML。用作双轴测斜仪 206 的三轴加速度计的实作可用购自美国纽约州 Ithaca 市的 KIONIX® 的 KXTC9 加速器。应了解，睡眠呼吸中止侦测电路 200 的部件可包含各种其它电气组件，包括但不限于：电容器、电感器、电阻器及电位计。特别是，电位计可耦合至接收器 212 以调整生成讯号的振幅。另外或替换地，可用其它电子组件或通过微控制器 202 本身来调整讯号的振幅。

[0041] 双轴测斜仪 206 可产生表示测斜仪相对于重力的方位的讯号。通常，双轴测斜仪能够感测在相对于重力方向的两个方向的角度位置 (angular position)。在利用双轴测斜仪来侦测受测者头部是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势时，可将睡眠呼吸中止侦测装置 100

组态成可测量受测者头部相对于一或更多正交轴线的角度位置。在不同的具体实施例中，测斜仪 206 用代表瞬时重力方向的轴线作为该等正交轴线中的一条，以下大体被称为重力轴线。

[0042] 如上述，双轴测斜仪 206 可输出对应至俯仰角的第一讯号以及对应至侧滚角的第二讯号。可将微控制器 202 组态成可拿第一讯号与对应至可能诱发睡眠呼吸中止的预定俯仰角范围的临界值做比较。此预定俯仰角范围被称为睡眠呼吸中止诱发俯仰角。微控制器 202 也可被组态成可拿第二讯号与对应至可能诱发睡眠呼吸中止的预定侧滚角范围的临界值做比较。此预定侧滚角范围被称为睡眠呼吸中止诱发侧滚角。在典型具体实施例中，在第一讯号对应至落在睡眠呼吸中止诱发俯仰角内的俯仰角时，以及在第二讯号对应至落在睡眠呼吸中止诱发侧滚角内的侧滚角时，受测者可能经历睡眠呼吸中止。

[0043] 如果受测者头部与对应参考轴线之间所形成的俯仰角及侧滚角两者各自落在睡眠呼吸中止诱发俯仰角内及睡眠呼吸中止诱发侧滚角内，微控制器 202 可产生输出讯号造成传感器 212 产生受测者可察觉的刺激。在说明图 4 至图 6 时会提供与睡眠呼吸中止诱发俯仰角有关的其它细节，以及在说明图 7 至图 9 时会提供与睡眠呼吸中止诱发侧滚角有关的其它细节。

[0044] 虽然本揭示内容描述不记录数据的睡眠呼吸中止侦测装置的具体实施例，然而应了解，可将该装置组态成能够记录数据。在一些具体实施例中，可设计用于各种应用的睡眠呼吸中止侦测装置 100，例如进行睡眠分析研究、远端监控受测者睡眠及其类似者。同样地，睡眠诊所可用睡眠呼吸中止侦测装置分析受测者可入睡的不同头部姿势，以及测定受测者经验睡眠呼吸中止的受测者头部姿势。同样地，有可能想要记录在受测者入睡时由双轴测斜仪 206 产生的数据。

[0045] 请参考图 2C，睡眠呼吸中止侦测系统可包含留在壳体 110 内的本地睡眠呼吸中止侦测电路 200C。本地睡眠呼吸中止侦测电路 200C 类似于睡眠呼吸中止侦测电路 200，但是不同的是没有微控制器 202。反而，本地睡眠呼吸中止侦测电路 200C 包含让数据输出端口 216 可接收双轴测斜仪所产生的输出讯号以及可送出与输出讯号相关的信息给远端睡眠呼吸中止处理单元 220 的接口 242。远端睡眠呼吸中止处理单元 220 可包含与数据输出端口 216 通信耦合的通信端口 224。此外，该远端睡眠呼吸中止处理单元可包含处理器 222 用以处理接收自本地睡眠呼吸中止侦测电路 200C 的讯号以及储存相关的数据于储存位置中，例如存储器 226。此外，远端睡眠呼吸中止处理单元 220 可提供输出讯号给带通滤波器及衰减器 230，其传递输出讯号给能够警示受测者的传感器 232。

[0046] 请参考图 2D，睡眠呼吸中止侦测系统可包含留在壳体 110 内的本地睡眠呼吸中止侦测电路 200D。本地睡眠呼吸中止侦测电路 200D 类似于睡眠呼吸中止侦测电路 200，但是不同的是微控制器 202 耦合至数据输出端口 216 而可提供双轴测斜仪 206 所产生的输出讯号给远端睡眠呼吸中止处理单元 250。远端睡眠呼吸中止处理单元 250 可包含与数据输出端口 256 通信耦合的通信端口 254。此外，该远端睡眠呼吸中止处理单元可包含处理器 252 用以处理接收自本地睡眠呼吸中止侦测电路 200D 的讯号以及储存相关的数据于储存位置内，例如存储器 256。

[0047] 在不同的具体实施例中，睡眠呼吸中止侦测装置 100 可包含数据端口 214 供来自睡眠呼吸中止侦测电路 200 的数据通过它传送至外部储存位置，包括但不限于：组态成

可记录此类数据的电脑。使用技术,包括但不限于:蓝牙、短距离无线数据传输、或其它形式的数据传输,可组态用于有线数据传送或无线数据传送的数据端口。在一些具体实施例中,该数据储存位置可位于受测者附近,而在其它具体实施例中,该数据储存位置可位在远端位置。在一些具体实施例中,可将该睡眠呼吸中止侦测装置组态成可存取通信网络,例如 WiFi、LAN、WAN 或任何其它通信网络,双轴测斜仪 206 所产生的数据可通过通信网络来传送至该储存位置。在不同的具体实施例中,可将该睡眠呼吸中止侦测电路简单地组态成可向双轴测斜仪 206 轮询(po11)读数,以及可提供测斜仪 206 的输出讯号给外部处理系统用以处理数据以及产生使受测者可得到警示的刺激。应了解,利用图示于图 2C 至图 2D 的组态中的任一,睡眠呼吸中止侦测装置与睡眠呼吸中止处理单元之间的通信可为双向式。例如,利用上述通信协定中的任一,测斜仪 206 的数据可推送给处理器 222 或由处理器 222 拉取。利用图示于图 2D 的组态,初始化传感器 212 的讯号可起源于处理单元 220 以回应由单元 200C 传输至单元 220 的数据以及用处理器 222 评估。

[0048] 受测者能够以 3 条固定正交轴线中的任一为中心旋转他 / 她的头部 302。为了清楚起见,图 3A 及图 3B 图示受测者头部 302 以及受测者头部 302 对它们可旋转的 3 条固定正交轴线。在本揭示内容中以及如图 3A 所示,这 3 条固定正交轴线的描述可相对于躺成仰卧姿势以及向前看的假设受测者。x 轴 306 由假设受测者头部的顶部延伸至假设受测者头部的底部,使得在假设受测者直立时, x 轴 306 与瞬时重力轴线对齐。如图 3B 所示, y 轴 308 指由假设受测者头部的一耳延伸至另一耳的轴线,以及 z 轴 310 为由假设受测者头部 302 的鼻子延伸至假设受测者头部 302 背后的轴线。应了解,当假设受测者躺下处于仰卧姿势时, z 轴 310 与瞬时重力方向对齐。

[0049] 受测者头部 302 以 x 轴 306 为中心的旋转被称为侧滚,以及受测者头部 302 的鼻子 304 延伸至受测者头部 302 背后的轴线与 y 轴 308 所形成的角度在此被称为侧滚角。受测者头部 302 以 y 轴 308 为中心的旋转在此被称为俯仰,以及由受测者头部 302 的鼻子延伸至受测者头部 302 背后的轴线与 z 轴 310 所形成的角度在此被称为俯仰角。受测者头部 302 以 z 轴 310 为中心的旋转在此被称为偏转(yaw),以及由受测者头部 302 顶部延伸至受测者头部 302 的底部的轴线与 x 轴 306 所形成的角度在此被称为偏转角。应了解,轴线 306、308、310 中的任一可对齐或不对齐重力轴线。在轴线 306、308、310 全都不对齐重力轴线的具体实施例中,睡眠呼吸中止侦测电路可做修正调整以补偿失准。

[0050] 如上述,阻塞性睡眠呼吸中止为在睡眠期间因呼吸道变窄、阻塞或松软而暂停呼吸的情况。在睡眠期间,受测者的肌肉变得更加放松,包括帮助呼吸道保持开放以及让空气流入肺部的肌肉。通常上喉咙在睡眠期间仍然保持充分开放让空气通过。不过,有些人有较窄的喉咙区。当上喉咙的肌肉在睡眠期间放松时,呼吸可能中止一段时间,有时持续 10 秒以上。呼吸中止被称作呼吸中止。应了解,阻塞性睡眠呼吸中止的原因可为舌头压迫软颚(soft palate)而阻塞呼吸道,或舌头直接阻塞呼吸道。

[0051] 已确定,受测者头部 302 相对于重力轴线的姿势与阻塞性睡眠呼吸中止的发生有关。受测者有可能经验睡眠呼吸中止的姿势被称为睡眠呼吸中止诱发姿势。当受测者头部 302 的姿势使得由受测者头部 302 轴线与 z 轴 310 形成的俯仰角落在睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围内以及由受测者头部 302 轴线与 y 轴 308 形成的侧滚角落在睡眠呼吸中止诱发侧滚角范围时,受测者有可能经验睡眠呼吸中止。受测者头部的姿势与睡眠呼吸中止的相关

性与重力造成舌头 324 及 / 或软颚 322 阻塞呼吸道 320 的效应有关。特别是,重力施力于舌头 324 及软颚 322 的方向支配呼吸道被阻塞的发生。即使重力的总体大小在重力下不变,造成舌头 324 及软颚 322 阻塞呼吸道 320 的重力大小也随着受测者头部的姿势改变而改变。因此,有些头部姿势比其它姿势更有可能造成阻塞性睡眠呼吸中止的发生。

[0052] 通常,在受测者处于仰卧姿势以及沿着 z 轴 310 向前看时,作用于舌头 324 及软颚 322 而可能造成呼吸道 320 被阻塞的重力为最大值。方程式 1 给出呼吸道挤压压力与俯仰角  $\theta_p$  的关系如下:

$$[0053] \text{ (方程式 1)} F = m * a * \sin(\theta_p)$$

[0054] 在此 F 为呼吸道挤压压力, m 为舌头组织的有效质量, a 为由重力引起的加速度, 以及  $\theta_p$  为俯仰角, 其测量是相对于 z 轴 310。同样, 方程式 2 给出呼吸道挤压压力与侧滚角  $\theta_r$  的关系式如下:

$$[0055] \text{ (方程式 2)} F = m * a * \sin(\theta_r)$$

[0056] 在此 F 为呼吸道挤压压力, m 为舌头组织的有效质量, a 为由重力引起的加速度,  $\theta_r$  为侧滚角, 其测量是相对于 y 轴 308。

[0057] 图 4A 至图 4D 根据本揭示内容的一些具体实施例图示有不同俯仰角的受测者头部以及作用于受测者的呼吸道的对应重力。特别是,图 4A 图示受测者头部 302 处于仰卧姿势使得由受测者头部的头部延伸至受测者头部 302 的底部的轴线与 z 轴 310 形成的俯仰角  $\theta_p$  等于  $90^\circ$ 。在俯仰角  $\theta_p$  等于  $90^\circ$  时, 呼吸道挤压压力最大。图 4B 图示受测者头部 302 处于直立姿势使得由受测者头部的头部延伸至受测者头部 302 的底部的轴线与 z 轴 310 形成的俯仰角  $\theta_p$  等于  $180^\circ$ 。当俯仰角  $\theta_p$  等于  $180^\circ$  时, 呼吸道挤压压力最小, 如以上提供的方程式所解释的。图 4C 图示俯仰角在  $90^\circ < \theta_p < 180^\circ$  之间的受测者头部, 在这种情形下, 总呼吸道挤压压力中只有一部份被引导成可压迫舌头 324 或软颚 322 而阻塞呼吸道 320。图 4D 图示俯仰角  $\theta_p$  等于  $270^\circ$  的受测者头部, 在这种情形下, 重力反向作用于呼吸道 320 壁 322 使得呼吸道 320 保持开放。

[0058] 图 5A 概念性图示有与图 4A 至图 4D 的受测者头部俯仰角对应的不同俯仰角的受测者头部。图 5B 图示相对于 z 轴 310 的睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围。如图 5B 所示, 该睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围可在  $20^\circ$  至  $160^\circ$  之间。

[0059] 图 6 根据本揭示内容的一些具体实施例图示呼吸道挤压压力百分比随俯仰角范围变化的曲线图。如上述, 呼吸道挤压压力与俯仰角  $\theta_p$  的关系式由方程式 1 给出。

[0060] 如以上在说明图 4 及图 5 时所述, 受测者可以仰卧姿势睡着, 其中受测者头部所形成的俯仰角等于  $90^\circ$ 。虽然受测者可以稍微小于  $90^\circ$  的俯仰角睡着, 但是远小于  $90^\circ$  的角度可能不舒服或不合意。因此, 在一些具体实施例中, 更实际的睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围可大约为  $75^\circ$  或更大。

[0061] 图 7 根据本揭示内容的一些具体实施例图示受测者可能经验睡眠呼吸中止的俯仰角范围。可将睡眠呼吸中止侦测电路 200 组态成在俯仰角及侧滚角两者各自落在睡眠呼吸中止诱发俯仰角及侧滚角位置的范围内时可产生刺激。该睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围可对应至与最大呼吸道挤压压力的临界百分比关连的角度, 该最大呼吸道挤压压力可造成呼吸道 320 被阻塞而导致睡眠呼吸中止。

[0062] 已确定, 在呼吸道挤压压力造成呼吸道被舌头 324 或者是软颚 322 阻塞时, 可能发生

睡眠呼吸中止。在不同的具体实施例中,呼吸道会阻塞的临界百分比可为 35%,其对应至大于约 20° 及小于约 160° 的俯仰角。在其它具体实施例中,临界百分比可为 40%,其对应至大于约 25° 及小于约 155° 的俯仰角。在一具体实施例中,临界百分比可为 50%,其对应至大于约 30° 及小于约 150° 的俯仰角。应了解,随着临界百分比增加,发生睡眠呼吸中止的可能性也跟着增加。此外,俯仰角范围也随着临界百分比增加而变窄。也应了解,定义该范围的角度不一定加起来等于 180°。反而,诱发睡眠呼吸中止的俯仰角范围可由约 60° 延伸至 150°。

[0063] 图 8A 根据本揭示内容的一些具体实施例概念性图示有不同侧滚角的受测者头部。特别是,图 8A 图示受测者头部以 x 轴 306 为中心旋转使得在受测者由右侧侧滚他的头部至左侧时,或是受测者由右侧至左侧侧滚他的头部及身体时,相对于 y 轴 308 的侧滚角  $\theta_r$  由 0° 增加至 180°。图 8B 图示相对于 y 轴 308 由 25° 延伸至 155° 的睡眠呼吸中止诱发侧滚角范围。

[0064] 尽管可能睡眠呼吸中止诱发姿势可包含相对于 y 轴 308 由约 12° 延伸至 168° 的侧滚角,然而可将睡眠呼吸中止侦测装置 100 组态成睡眠呼吸中止侦测装置 100 可考虑到大约有 25° 至 155° 的侧滚角以落在睡眠呼吸中止诱发姿势的范围内,如图 8B 所示。这是因为受测者在睡觉时对于 y 轴 308 可能无法维持有小于 12° 或大于 168° 的侧滚角。不过,借由包括在睡眠呼吸中止诱发范围内的角度范围,睡眠呼吸中止侦测装置 100 的准确度可能降低。不过,应了解,在不同的具体实施例中,该等角度可包括在睡眠呼吸中止侦测装置 100 认为落在睡眠呼吸中止诱发范围里的角度范围内。

[0065] 图 9 根据本揭示内容的一些具体实施例图示呼吸道挤压力百分比随侧滚角范围变化的曲线图。如上述,呼吸道挤压力与侧滚角  $\theta_r$  的关系式由方程式 2 给出。

[0066] 已确定,在呼吸道挤压力超过呼吸道挤压力的临界百分比时,可能发生睡眠呼吸中止。在不同的具体实施例中,临界百分比可为 35%,其对应至大于约 20° 及小于约 160° 的侧滚角。在其它具体实施例中,临界百分比可为 40%,其对应至大于约 25° 及小于约 155° 的侧滚角。在一具体实施例中,临界百分比可为 50%,其对应至大于约 30° 及小于约 150° 的俯仰角。应了解,随着临界百分比增加,发生睡眠呼吸中止的可能性也跟着增加。此外,侧滚角范围也随着临界百分比增加而变窄。

[0067] 睡眠呼吸中止侦测装置 100 可能不产生刺激,只要受测者摆出的姿势的俯仰角  $\theta_p$  不在睡眠呼吸中止诱发姿势的俯仰角范围内或侧滚角  $\theta_r$  不在睡眠呼吸中止诱发姿势的侧滚角范围内,该等范围是预定义于睡眠呼吸中止侦测电路 200。在一具体实施例中,不在睡眠呼吸中止诱发姿势的俯仰角范围内的俯仰角包括相对于 z 轴 310 超过 160° 或小于 20° 的俯仰角。应了解,即使有些角度不诱发睡眠呼吸中止,然而此类睡眠姿势可能不合意或不舒服。例如,相对于 z 轴 310 以小于 90° 的俯仰角或大于 270° 的俯仰角睡觉可能不舒服或不合意。同样,不在睡眠呼吸中止诱发姿势的侧滚角范围内的侧滚角包括相对于 y 轴 308 小于 20° 或超过 160° 的侧滚角。应了解,典型人类可能不会以超过 250° 或小于 -70° 的侧滚角睡觉。不过,由于睡眠呼吸中止侦测装置经组态成只判断受测者是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势,因此在受测者头部处于不在睡眠呼吸中止诱发角度范围内的任何角度时,不采取任何动作。

[0068] 睡眠呼吸中止侦测装置 100 在以下情形下可产生刺激,受测者摆出的姿势的俯仰

角  $\theta_p$  在睡眠呼吸中止诱发姿势范围内,例如相对于 z 轴 310 有落在约  $20^\circ$  至  $160^\circ$  之间的俯仰角,以及相对于 y 轴 308 有在约  $20^\circ$  至  $160^\circ$  之间的侧滚角  $\theta_r$ 。

[0069] 图 10 根据本揭示内容的一些具体实施例图示受测者可能经验睡眠呼吸中止的侧滚角范围。如上述,可将睡眠呼吸中止侦测电路 200 组态成在俯仰角及侧滚角各自落在睡眠呼吸中止诱发俯仰角及侧滚角位置的范围内时可产生刺激。睡眠呼吸中止诱发侧滚角的范围可对应至与最大呼吸道挤压力(其作用可导致呼吸道 320 被阻塞而造成睡眠呼吸中止)的临界百分比关连的侧滚角。

[0070] 已确定,在呼吸道挤压力造成呼吸道被舌头 324 或者是软颚 322 阻塞时,可能发生睡眠呼吸中止。在不同的具体实施例中,呼吸道会阻塞的临界百分比可为 35%,其对应至大于约  $20^\circ$  及小于约  $160^\circ$  的侧滚角。在其它具体实施例中,临界百分比可为 40%,其对应至大于约  $25^\circ$  及小于约  $155^\circ$  的侧滚角。在又一具体实施例中,临界百分比可为 50%,其对应至大于约  $30^\circ$  及小于约  $150^\circ$  的侧滚角。应了解,随着临界百分比增加,发生睡眠呼吸中止的可能性也跟着增加。此外,侧滚角范围也随着临界百分比增加而变窄。也应了解,定义该范围的角度不一定加起来等于  $180^\circ$ 。反而,诱发睡眠呼吸中止的侧滚角范围可由约  $60^\circ$  延伸至  $150^\circ$ 。

[0071] 虽然本揭示内容揭示用双轴测斜仪 206 测定受测者头部的俯仰角及侧滚角,然而其它类型的测斜仪、加速度计、陀螺仪或感测器可用来测定受测者头部相对于 3 条固定轴线 306、308、310 的方位。在不同的具体实施例中,可使用单轴加速度计。特别是,单轴加速度计能够提供与第一轴线有关的角度信息,以及与其它两条相互正交轴线的第二轴线有关且敏感度减少的角度信息。由于单轴加速器能够在两个个别轴线上产生不同的输出电压集合,因此可使用单轴加速器,只要定义睡眠呼吸中止诱发姿势的俯仰角范围与定义睡眠呼吸中止诱发姿势的侧滚角范围相同。

[0072] 由图 6 及图 9 可了解,睡眠呼吸中止诱发姿势可用一个样的俯仰角与侧滚角定义。例如,相对于各自的轴线,俯仰角范围可设定在  $20^\circ < \theta_p < 160^\circ$ ,以及侧滚角范围可设定在  $20^\circ < \theta_r < 160^\circ$ 。在一具体实施例中,相对于 x 轴 306,睡眠呼吸中止诱发俯仰角位置可设定在  $30^\circ$ ,它可对应至由单轴加速度计产生的临界输出电压。当受测者头部移向仰卧姿势以及侧滚头部有  $0^\circ < \theta_r < 180^\circ$  时,睡眠呼吸中止侦测电路在单轴加速度计所输出的电压到达临界输出电压时可产生刺激。由于临界输出电压与对于 y 轴 308 约有  $30^\circ$  或对于 y 轴 308 有  $150^\circ$  的侧滚角相关,当侧滚角在睡眠呼吸中止诱发姿势范围内时可产生刺激。

[0073] 双轴测斜仪 206 的方位为睡眠呼吸中止侦测装置 100 能准确及一致地起作用的重要考量。双轴测斜仪 206 产生表示睡眠呼吸中止侦测装置 100 与 3 条固定正交轴线 306、308、310 的相对方位的输出讯号。由于微控制器 206 设计成在受测者头部 302 摆出睡眠呼吸中止诱发姿势时可产生刺激,因此确保双轴测斜仪 206 一直产生准确地对应至正确侧滚角及俯仰角的输出讯号很重要。在放入耳朵时,用旋转误差及平面度误差(planarity error)两者设定呼吸中止侦测装置 100 的整体准确度。

[0074] 旋转误差与俯仰角关连。在不同的具体实施例中,可接受旋转误差范围可包含相对于重力轴线在  $170^\circ$ 、 $190^\circ$  之间的俯仰角。在受测者使睡眠呼吸中止侦测装置 100 在耳孔内以重力轴线为中心旋转直到俯仰角相对于重力轴线是在  $170^\circ$ 、 $190^\circ$  之间的校准期间,可轻易地去除该旋转误差。在不同的具体实施例中,在校准处理(calibration

process) 期间,睡眠呼吸中止侦测装置可产生表示睡眠呼吸中止侦测装置未校准的刺激。当装置 100 在受测者的耳孔内旋转时,睡眠呼吸中止侦测装置 100 可产生表示装置不再有旋转误差的不同刺激。在不同的具体实施例中,可将该睡眠呼吸中止侦测装置组态成在判断受测者头部 302 是否在睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围内时可把旋转误差作为因素考虑。

[0075] 图 11A 的侧视图图示受测者头部以及睡眠呼吸中止侦测装置 100 的各个方位。受测者可能摆出基于受测者头部的方位的睡眠呼吸中止诱发姿势。特别是,在受测者头部摆出俯仰角在睡眠呼吸中止诱发俯仰角范围内以及侧滚角在睡眠呼吸中止诱发侧滚角范围内的姿势时,受测者可能摆出睡眠呼吸中止诱发姿势。如上述,由于睡眠呼吸中止侦测装置 100(其包含双轴测斜仪 206)至少部份插入受测者的耳孔,受测者头部相对于固定正交轴线 306、308 的俯仰及侧滚运动可改变双轴测斜仪 206 相对于两条固定正交轴线 306、308 的方位。因此,双轴测斜仪 206 所产生的输出讯号也可改变而反映俯仰角及侧滚角的变化。

[0076] 在首次使用睡眠呼吸中止侦测装置之后,可执行校准处理,因为双轴测斜仪决定相对于重力或垂直线的俯仰角及侧滚角。同样地,当包含双轴测斜仪 206 的睡眠呼吸中止侦测电路 200 位在受测者的耳孔内时,双轴测斜仪 206 可提供相对于两条正交轴线的俯仰角及侧滚角。作为校准处理的一部份,这在说明图 12 时会加以描述,双轴测斜仪 206 的旋转角度对于重力轴线 306 可落在约 170° 至 190° 的范围内,如图 11A 所示。取决于受测者把睡眠呼吸中止侦测装置 100 戴在左耳还是右耳,位于壳体 110 内的睡眠呼吸中止侦测电路 200 对于壳体 110 可旋转 180°。

[0077] 如上述,呼吸中止侦测装置 100 的整体准确度也可取决于平面度误差。在双轴测斜仪 206 与 3 条正交轴线中的每一条不对齐时,出现平面度误差。不过,使双轴测斜仪 206 与由耳朵画到耳朵的直线垂直地对齐不容易校准、侦测或调整,因为平面度误差会随着受测者的耳孔形状而有所不同。可用陀螺仪侦测平面度,然而它本身需要校准。由于每个人耳孔的形状及角度都有点因人而异,可能需要一次性平面度调整以匹配受测者的独特耳孔方位。可由受测者或由医生使睡眠呼吸中止侦测电路 200 在壳体 110 内旋转来完成一次性调整。如上述,可从睡眠呼吸中止侦测装置 100 的存取端 130 接近的旋转组件 138,例如定位螺丝,可使睡眠呼吸中止侦测电路 200 与壳体 110 相对旋转。在不同的具体实施例中,可用个别的螺丝使测斜仪 206 或壳体 110 内的睡眠呼吸中止侦测电路 200 以特定轴线为中心旋转。

[0078] 图 11B 至图 11C 的受测者头部正视图及侧视图根据本揭示内容的一些具体实施例图示双轴测斜仪相对于正交轴线的方位。借由使睡眠呼吸中止侦测电路 200 在壳体 110 内旋转,双轴测斜仪 206 的方位也改变。为了排除平面度误差,双轴测斜仪 206 可经定向成该双轴测斜仪与 3 条固定正交轴线 306、308、310 对齐。

[0079] 图 12 根据本揭示内容的一些具体实施例图示用于校准睡眠呼吸中止侦测装置 100 的示范逻辑流程图。例程 1200 在操作 1202 开始,在此使睡眠呼吸中止侦测装置 100 通电。在不同的具体实施例中,可将开关 136 组态成可控制供给至睡眠呼吸中止侦测装置 100 的电力。由操作 1202,例程 1200 前进至操作 1204,在此微控制器 202 判断电源供应器 132 所供给的电压是否大于临界电压。如果微控制器 202 判断电源供应器所供给的电压不大于临界电压,则例程 1200 前进至操作 1206,在此微控制器 202,经由传感器 216,例如用扬声器产生表示低电压的刺激。在不同的具体实施例中,表示低电压的刺激可为有特定频率、振

幅及持续时间的讯号。例如,该讯号可为持续产生 2 秒的 30Hz 讯号。在不同的具体实施例中,该临界电压可设定成为可提供电力给微控制器 202 的电压,使得微控制器 202 可正常地操作一段预定时间,例如,8 小时。应了解,微控制器 202 所使用的电量部份可基于微控制器 202 有多频繁地向双轴测斜仪 206 轮询俯仰角及侧滚角信息,以及传感器 216 产生刺激的频率与持续时间。

[0080] 例程 1200 由操作 1206 回到操作 1202,在此再度重设睡眠呼吸中止侦测电路 200。不过,如果在操作 1204,微控制器 202 判断电源供应器所供给的电压大于临界电压,则例程 1200 前进至操作 1208,在此微控制器 202 提供电力给双轴测斜仪 206。由操作 1208,例程 1200 前进至操作 1210,在此微控制器 202 的输入接收对应至相对于 z 轴 310 的俯仰角的俯仰电压以及对应至相对于 y 轴 308 的侧滚角的侧滚电压。应了解,该俯仰电压及该侧滚电压只是由测斜仪 206 提供的讯号实施例。

[0081] 由操作 1210,例程 1200 前进至操作 1212,在此微控制器 202 关断供给至测斜仪 206 的电力。作为轮询双轴测斜仪 206 的一部份,该微控制器供给电力给双轴测斜仪 206,接收来自双轴测斜仪的讯号,然后关断供给至双轴测斜仪 206 的电力。在一些具体实施例中,微控制器 202 每 20 秒可轮询双轴测斜仪 206。微控制器 202 供给电力给双轴测斜仪持续约 0.25 秒,在此期间,双轴测斜仪 206 能够产生各自对应至相对于 y 轴 308、z 轴 310 与受测者头部关连的当下侧滚角及俯仰角的讯号。在 0.25 秒后,微控制器 202 停止供给电力给双轴测斜仪 206,直到约 20 秒后,当微控制器 202 再度轮询双轴测斜仪 206 的时候。由于微控制器供给电力给双轴测斜仪 206 只占装置 100 操作时间的 1.2%(0.25s/0.25s),装置 100 的电池寿命约 81 倍优于要求感测器(例如,双轴测斜仪 206)持续通电的任何解决方案。例如,用感测器以借由侦测受测者头部的运动来侦测受测者头部的当下姿势需要感测器持续地通电。与此相比,借由用本文所述的方式轮询双轴测斜仪 206 可大幅改善电池寿命。应了解,可增加轮询双轴测斜仪 206 之间的时间以进一步改善电池寿命。在替代具体实施例中,微控制器 202 可连续供给电力给双轴测斜仪 206,不过,如以上所解释的,这会牺牲电池寿命。

[0082] 由操作 1212,例程 1200 前进至操作 1214,在此微控制器 202 判断来自测斜仪 206 表示俯仰角及侧滚角的讯号是否在数值范围内。在一些具体实施例中,微控制器 202 判断俯仰电压是否对应至相对于 z 轴 310 在约 170° 至 190° 之间的俯仰角,以及侧滚电压是否对应至相对于 y 轴 308 也在约 170° 至 190° 之间的侧滚角。

[0083] 在操作 1214,如果微控制器 202 确定俯仰角或者是侧滚角不在临界值内,则例程 1200 前进至操作 1216,在此微控制器 202 可产生表示睡眠呼吸中止侦测装置 100 未校准的警报。由操作 1216,例程 1200 前进至操作 1218,在此受测者可调整睡眠呼吸中止侦测装置 100 在受测者耳孔内的方位。在不同的具体实施例中,该调整可包含使睡眠呼吸中止侦测装置 100 在受测者耳孔内旋转。替换地,在一次性平面度校准期间,该调整可包含借由旋转睡眠呼吸中止侦测装置 100 的旋转组件 138 来使睡眠呼吸中止侦测电路 200 在壳体 110 的内室内旋转。由操作 1218,例程 1200 回到操作 1208,在此微控制器 202 借由供电给测斜仪 206 来重新开始校准处理。

[0084] 在操作 1214,如果微控制器 202 确定俯仰角相对于 z 轴 310 落在约 170° 至 190° 之间以及侧滚角相对于 y 轴 308 落在约 170° 至 190° 之间,则例程 1200 由操作 1214 前进

到操作 1220，在此微控制器 202 可产生表示睡眠呼吸中止侦测装置 100 已校准的刺激。在不同的具体实施例中，该刺激可为讯号，例如持续 3 秒产生的 300Hz 讯号。由操作 1220，例程 1200 前进至操作 1222，在此睡眠呼吸中止侦测装置 100 可执行呼吸中止搜寻算法，在说明图 13 时会描述它的具体实施例。

[0085] 图 13 根据本揭示内容的一些具体实施例图示与呼吸中止搜寻算法关连的示范逻辑流程图，其经组态成可侦测受测者是否处于睡眠呼吸中止诱发姿势。例程 1300 在操作 1302 开始，在此微控制器 202 提供电力给测斜仪 206。由操作 1302，例程 1300 前进至操作 1304，在此测斜仪 206 产生对应至受测者头部的俯仰角及侧滚角的俯仰电压及侧滚电压，如先前所解释的。应了解，测斜仪 206 可产生任何类型的讯号，包括但不受限于：电压、电流、电荷等等。由操作 1304，例程 1300 前进到操作 1306，在此微控制器 202 关断供给至测斜仪 206 的电力。在不同的具体实施例中，微控制器 202 可提供及关断供给至测斜仪 206 的电力以戮力节约能量以及延长睡眠呼吸中止侦测装置 100 的电池寿命以及最小化在重新定位时的假警报次数。

[0086] 由操作 1306，例程 1300 前进至操作 1308，在此微控制器 202 基于接收自双轴测斜仪 206 的讯号来测定俯仰角及侧滚角。由操作 1308，例程 1300 前进至操作 1310，在此微控制器 202 判断俯仰角是否对应至睡眠呼吸中止诱发俯仰角位置。在不同的具体实施例中，如果俯仰角相对于 z 轴 310 落在约 20° 至 160° 之间，微控制器 202 可确定俯仰角对应至睡眠呼吸中止诱发俯仰角位置。在操作 1310，如果微控制器 202 确定俯仰角不对应至睡眠呼吸中止诱发俯仰角位置，例程 1300 前进至操作 1312，在此微控制器 202 设定旗标计数 (flag count) 为零。在不同的具体实施例中，旗标计数可为一个位 (bit) 或一序列的位或可用作计数器的任何其它数据结构。由操作 1312，例程 1300 前进至操作 1324，在此微控制器 202 等待直到微控制器 202 向双轴测斜仪 206 轮询新的俯仰及侧滚电压读数。

[0087] 不过，在操作 1310，如果微控制器 202 确定俯仰角对应至睡眠呼吸中止诱发俯仰角位置，例程 1300 前进至操作 1314，在此微控制器 202 判断侧滚角是否对应至睡眠呼吸中止诱发侧滚角位置。在不同的具体实施例中，如果侧滚角相对于 y 轴 308 落在约 25° 至 155° 之间，受测者处于睡眠呼吸中止诱发姿势。

[0088] 在操作 1314，如果微控制器 202 确定侧滚角不对应至睡眠呼吸中止诱发侧滚角位置，例程 1300 前进至操作 1316，在此旗标计数重设为零。以此方式，如果受测者不再处于睡眠呼吸中止诱发姿势，则不激活刺激或警报。由操作 1316，例程 1300 前进至操作 1324，在此微控制器 202 等待直到微控制器 202 向双轴测斜仪 206 轮询新的俯仰及侧滚电压读数。

[0089] 在操作 1314，如果微控制器 202 确定侧滚角对应至睡眠呼吸中止诱发侧滚角位置，例程 1300 前进至操作 1318，在此微控制器 202 使旗标计数加一。由操作 1318，例程 1300 前进至操作 1320，在此微控制器 202 判断旗标计数是否等于或大于警报产生临界值。在一些具体实施例中，警报产生临界值可设定为 3。在操作 1320，如果微控制器 202 确定旗标计数不等于或大于警报产生临界值，例程 1300 前进至操作 1324，在此微控制器 202 等待直到微控制器 202 向双轴测斜仪 206 轮询新的俯仰及侧滚电压读数。不过，在操作 1320，如果微控制器 202 确定旗标计数等于或大于警报产生临界值，例程 1300 前进至操作 1322，在此微控制器执行在说明图 14 时会描述的警报循环算法。

[0090] 图 14 根据本揭示内容的一些具体实施例图示用于在受测者处于睡眠呼吸中止诱

发姿势时产生刺激的示范逻辑流程图。例程 1400 在操作 1402 开始,在此微控制器 202 设定警报计数器为零。由操作 1402,例程 1400 前进至操作 1404,在此微控制器 202 设定对应至警报计数器设定为零时的刺激特性或参数。由操作 1404,例程 1400 前进至操作 1406,在此微控制器 202 产生刺激。如上述,该刺激可为声响、语音、命令、振动或其它触觉刺激、或受测者可感觉到的任何其它通知。应了解,由传感器 216 产生的任何刺激的特性可包括但不限于:频率、振幅及持续时间。

[0091] 由操作 1406,例程 1400 前进至操作 1408,在此微控制器 202 使警报计数器加一。由操作 1408,该例程前进到操作 1410,在此微控制器 202 判断俯仰角及侧滚角是否对应至睡眠呼吸中止诱发姿势。在操作 1410,如果微控制器 202 确定俯仰角及侧滚角不对应至睡眠呼吸中止诱发姿势,则例程 1400 前进至操作 1412,在此微控制器 202 执行在说明图 13 时会描述的睡眠呼吸中止搜寻算法。如上述,如果俯仰角相对于 z 轴 310 不在约 20° 至 160° 之间或者是侧滚角相对于 y 轴 308 不在约 25° 至 155° 之间,则微控制器 202 可确定俯仰角及侧滚角不对应至睡眠呼吸中止诱发姿势。

[0092] 在操作 1410,如果微控制器 202 确定俯仰角及侧滚角对应至睡眠呼吸中止诱发姿势,则例程 1400 前进至操作 1414,在此微控制器 202 判断警报计数器是否等于 1。在操作 1414,如果微控制器 202 确定警报计数器等于 1,则例程 1400 前进至操作 1404,在此微控制器 202 设定对应至警报计数器等于 1 时的警报参数。在不同的具体实施例中,可设定对应至警报计数器等于 1 时的警报参数以产生温和可听见的讯号,例如频率约 30Hz 的讯号。

[0093] 在操作 1414,如果微控制器 202 确定警报计数器不等于 1,则例程 1400 前进至操作 1416,在此微控制器 202 判断警报计数器是否等于 2。在操作 1416,如果微控制器 202 确定旗标计数等于 2,则例程 1400 前进至操作 1404,在此微控制器 202 设定对应至警报计数器等于 2 时的警报参数。在不同的具体实施例中,可设定对应至警报计数器等于 2 时的警报参数以产生稍微让人不悦的音讯讯号,例如频率约 100Hz 以及持续时间有 0.5 秒的讯号。

[0094] 在操作 1416,如果微控制器 202 确定警报计数器不等于 2,则例程 1400 前进至操作 1418,在此微控制器 202 判断警报计数器是否等于或大于 3。在操作 1416,如果微控制器 202 确定旗标计数等于或大于 3,则例程 1400 前进至操作 1404,在此微控制器 202 设定对应至警报计数器等于或大于 3 时的警报参数。在不同的具体实施例中,可设定对应至警报计数器等于时的警报参数以产生更加让人不悦的音讯讯号,例如频率约 300Hz 以及持续时间有 0.5 秒的讯号。在警报计数器增加超过 3 时,可设定警报参数以产生与闹钟类似的刺激。在一具体实施例中,该刺激可具有约 300Hz 的频率而且以 1 秒的持续时间及 0.25 秒的间隙无限地脉动。应了解,相较于与较低警报计数器关连的警报参数,与较高警报计数器关连的警报参数所产生的可听见讯号或其它刺激会逐渐让人分散注意力。例如,相较于与警报计数器等于 2 或警报计数器等于 1 关连的警报参数,与警报计数器等于 3 关连的警报参数比较大声、较久而且有不同的谐波含量 (harmonic content)。应了解,一旦受测者不再处于睡眠呼吸中止诱发姿势,例程 1400 可结束。在一些具体实施例中,微控制器可经编程成可产生对应至有特定特性的噪音的讯号或有包括但不限于.mp3、.wav、.wma 的格式的音讯档案。传感器 212 也实作成有触觉刺激产生器,例如在激活时能产生可察觉振动的振动机构,如果被循序地激活,可操纵它的参数以产生越来越强的刺激直到受测者有反应。

[0095] 图 15 的曲线图 1500 图示在受测者摆出最大化呼吸中止效应的 6 种仰卧姿势时

对应至俯仰角、侧滚角及由微控制器 202 产生的输出讯号的各种读数。最大化呼吸中止效应的 6 种仰卧姿势包括 1) 仰卧、头部不加高以及脸朝上;2) 仰卧、头部不加高以及头部尽可能转到左边;3) 仰卧、头部不加高以及头部尽可能转到右边;4) 仰卧、头部加高以及脸朝上;5) 仰卧、头部加高以及头部尽可能转到左边;以及 6) 仰卧、头部加高以及头部尽可能转到右边。在不同的具体实施例中,由加高头部所形成的俯仰角等于  $115^{\circ}$ 。特别是,曲线图 1500 图示对应至受测者头部相对于水平轴线 308 的俯仰角的俯仰讯号 (pitch signal) 1502, 对应至受测者头部相对于 y 轴 308 的侧滚角的侧滚讯号 (roll signal) 1504, 以及在受测者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势时对应至产生刺激的输出讯号 1506。如曲线图 1500 所示,输出讯号 1506 表明最大化呼吸中止效应的 6 种仰卧姿势各自会产生刺激。

[0096] 图 16 的曲线图 1600 图示在受测者摆出最小化呼吸中止效应的 6 种非仰卧姿势时对应至俯仰角、侧滚角以及由微控制器 202 产生的输出讯号的各种读数。最小化呼吸中止效应的 6 种非仰卧姿势包括 1) 趴下、头部不加高以及脸朝下;2) 趴下、头部不加高以及头部尽可能转到左边;3) 趴下、头部不加高以及头部尽可能转到右边;4) 趴下、头部加高以及脸朝下;5) 趴下、头部加高以及头部尽可能转到左边;以及 6) 趴下、头部加高以及头部尽可能转到右边。在不同的具体实施例中,由加高头部所形成的俯仰角等于  $115^{\circ}$ 。特别是,曲线图 1600 图示对应至受测者头部相对于 z 轴 310 的俯仰角的俯仰讯号 1602, 对应至受测者头部相对于 y 轴 308 的侧滚角的侧滚讯号 1604, 以及在受测者头部处于睡眠呼吸中止诱发姿势时对应至产生刺激的输出讯号 1606。如曲线图 1600 所示,输出讯号 1606 表明最小化呼吸中止效应的 6 种非仰卧姿势都不会产生刺激。

[0097] 尽管本揭示内容提供数种用于侦测睡眠呼吸中止的方法,然而揭示系统及技术应不受限于描述于本文的特定实作。反而,本揭示内容可能与侦测其它情况有关,例如梦游,婴儿猝死症候群 (SIDS),以及车辆操作者睡着。为了实现使用睡眠呼吸中止侦测装置于这些情况中的任一者,需要把微控制器编程成可判断与受测者头部关连的俯仰角及侧滚角何时对应至梦游、SIDS、在操作车辆时睡着的特定参数。也应注意可优化用于每个应用的算法的取样时间。

[0098] 此外,揭示系统及技术应不受限于描述于本文的任何特定实作,因为有其它有利或替代性实作可取代它们,以便满足由任何实作者强加于揭示系统的组织、功能或技术要求。熟谙此艺者会明白对于描述于本文的特定具体实施例可做出修改同时仍在本文所揭示的教导的精神及范畴内。

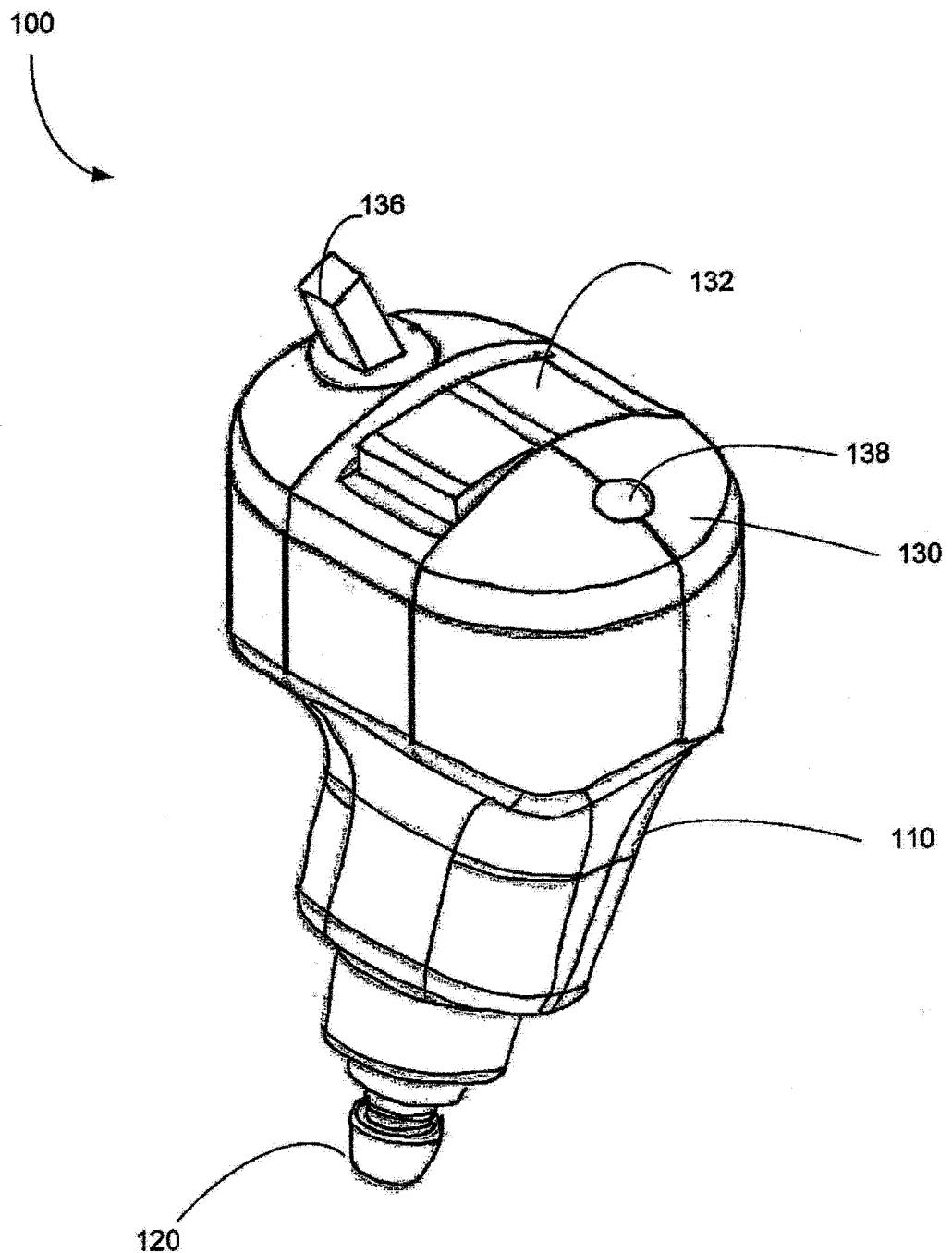


图 1

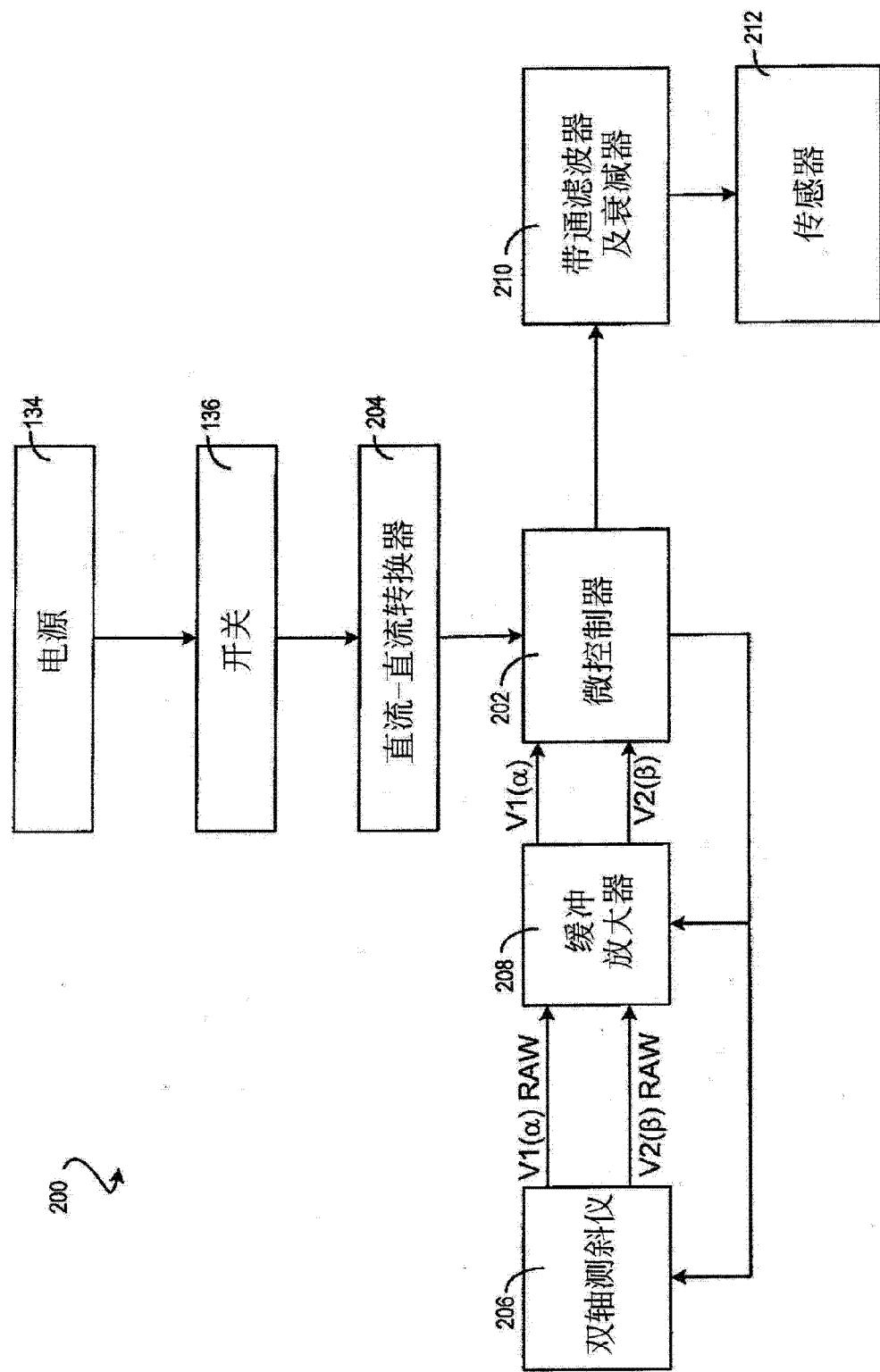


图 2A

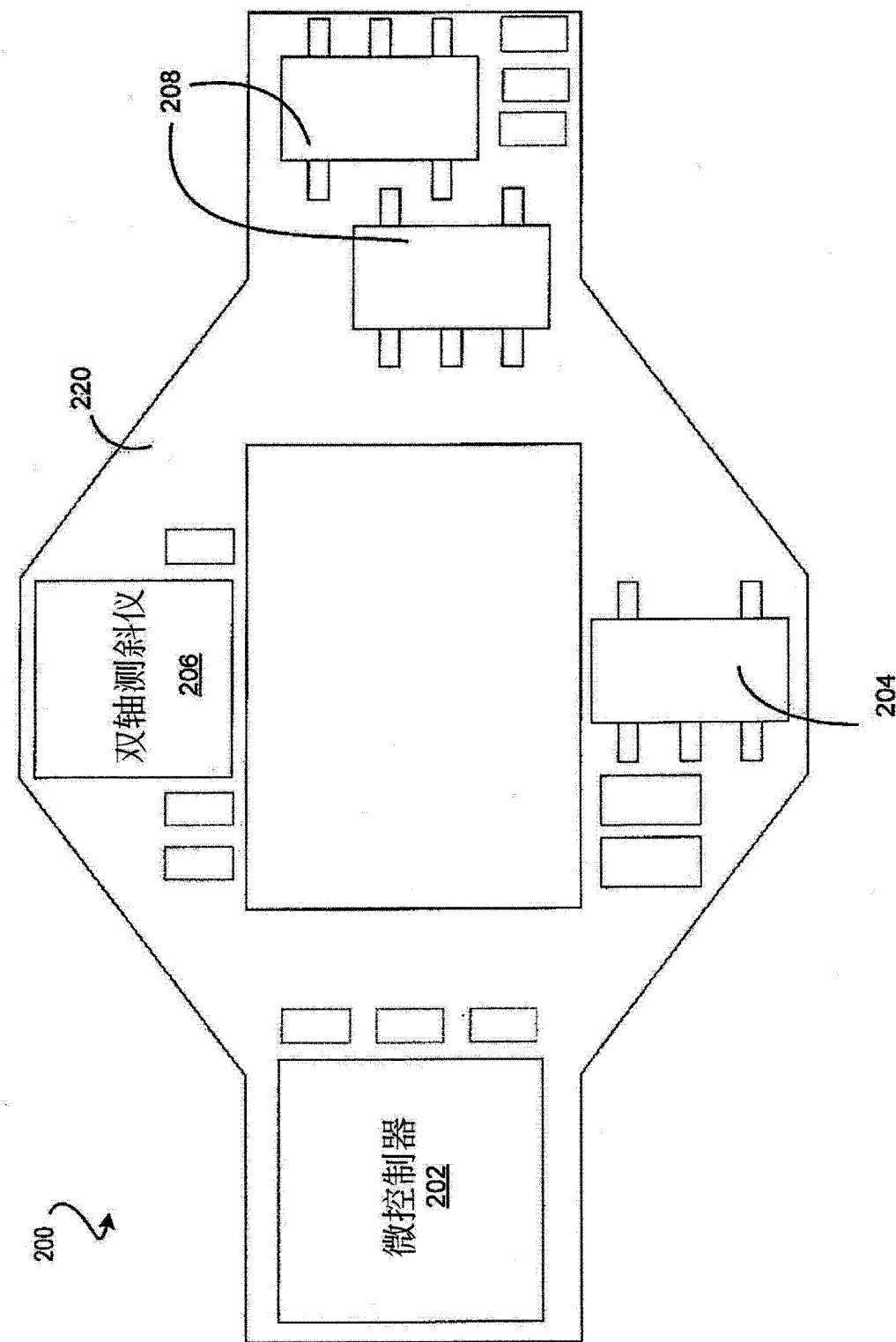


图 2B

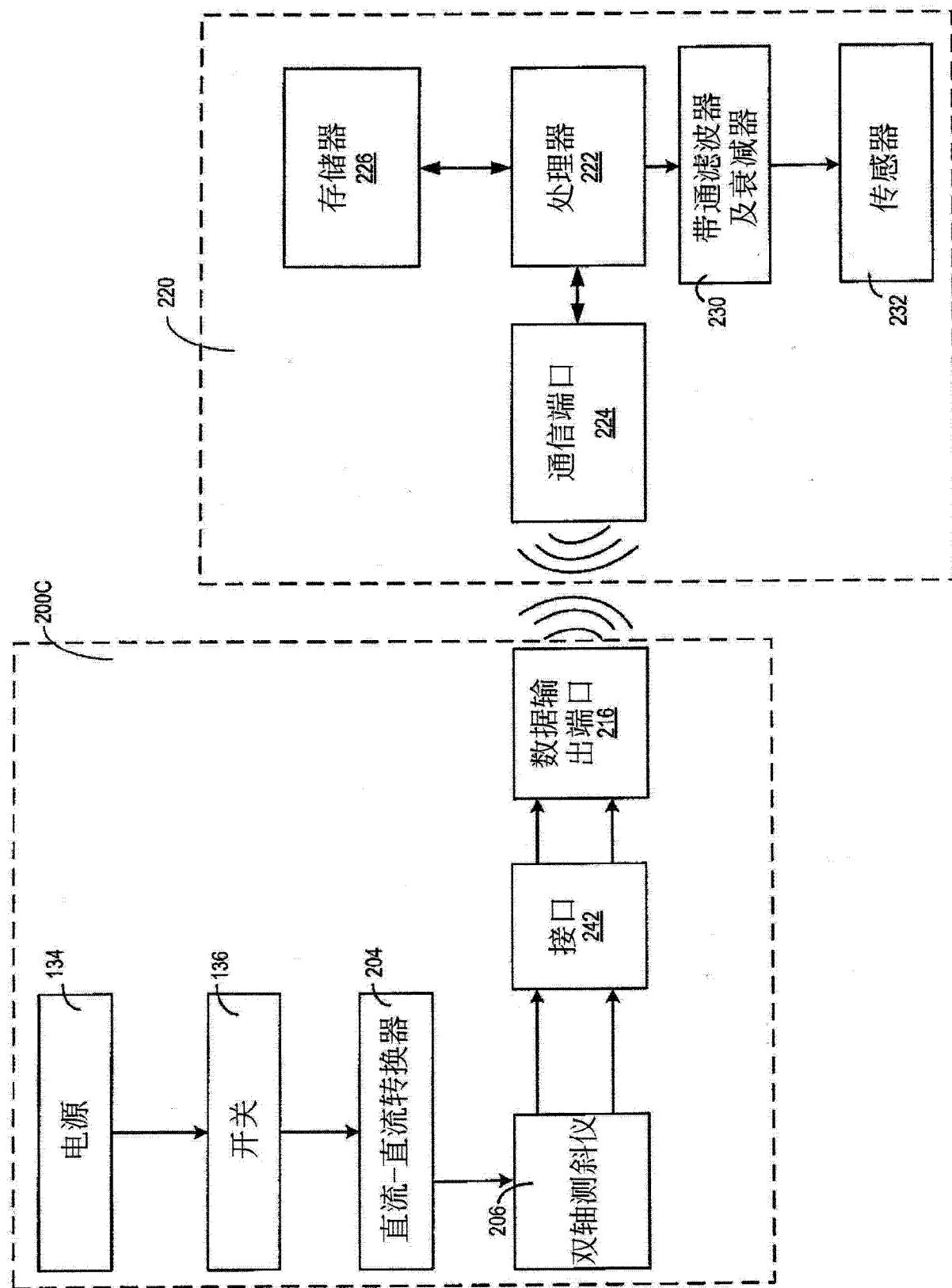


图 2C

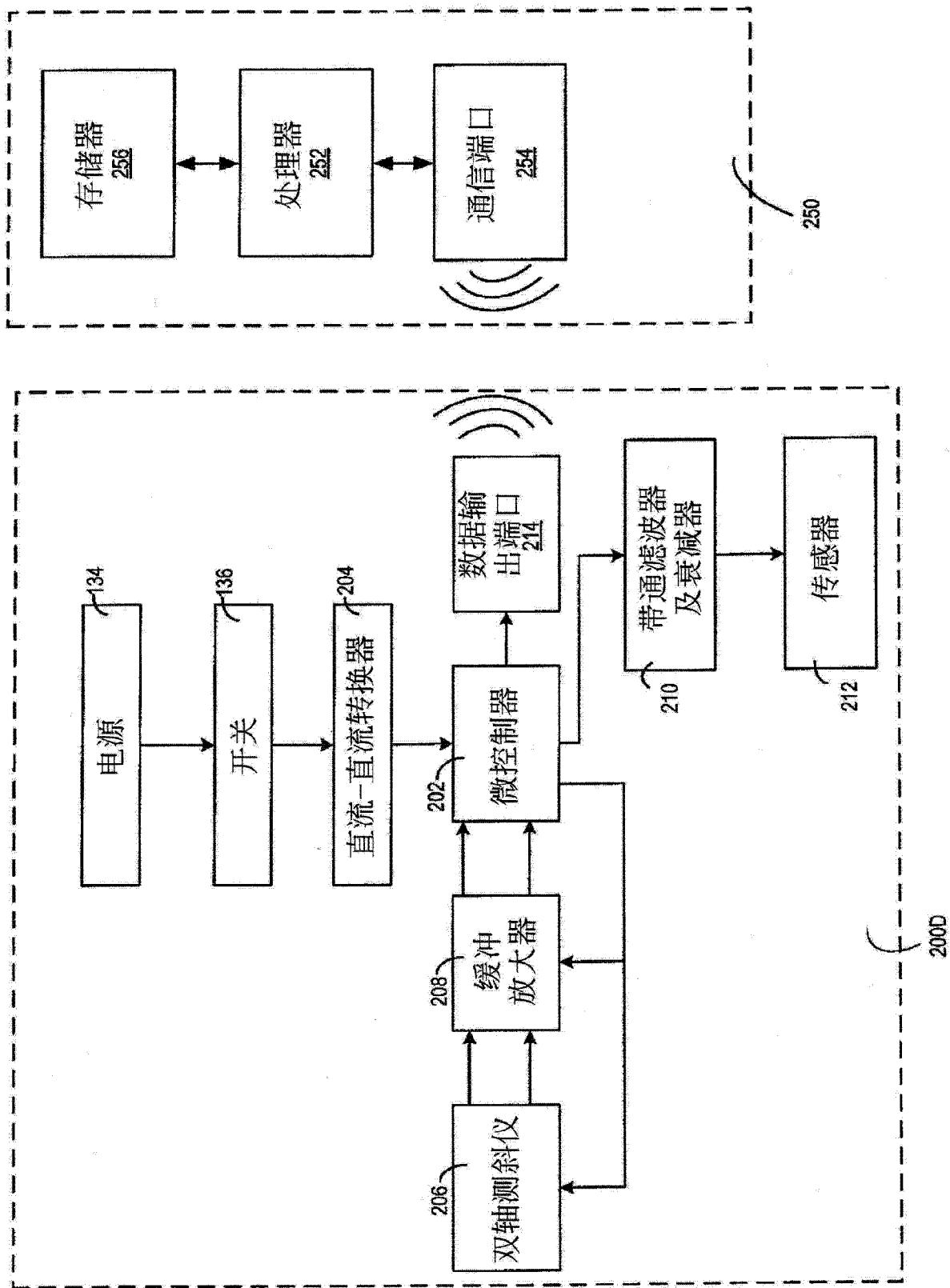


图 2D

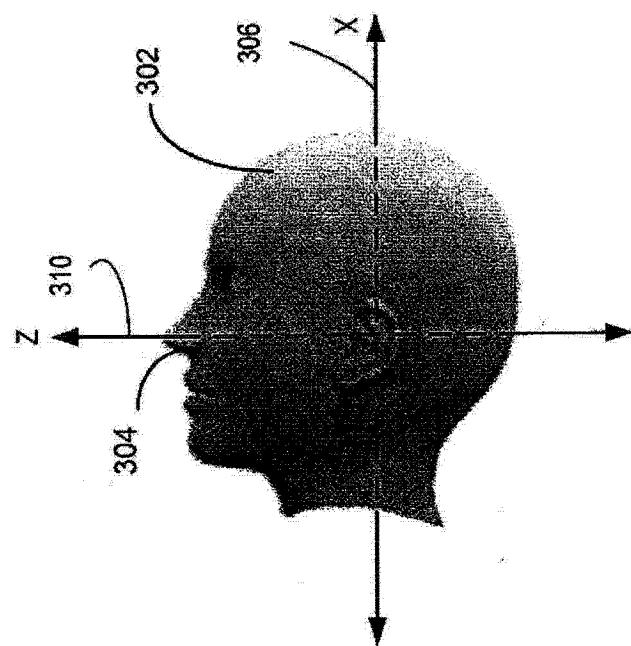


图 3A

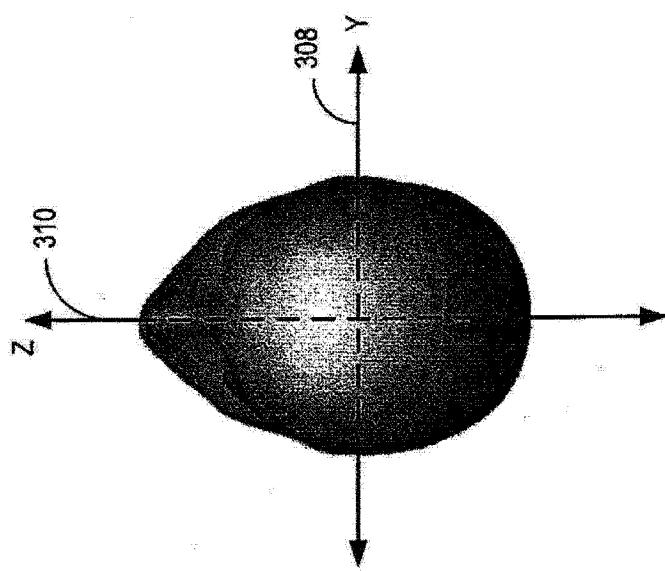


图 3B

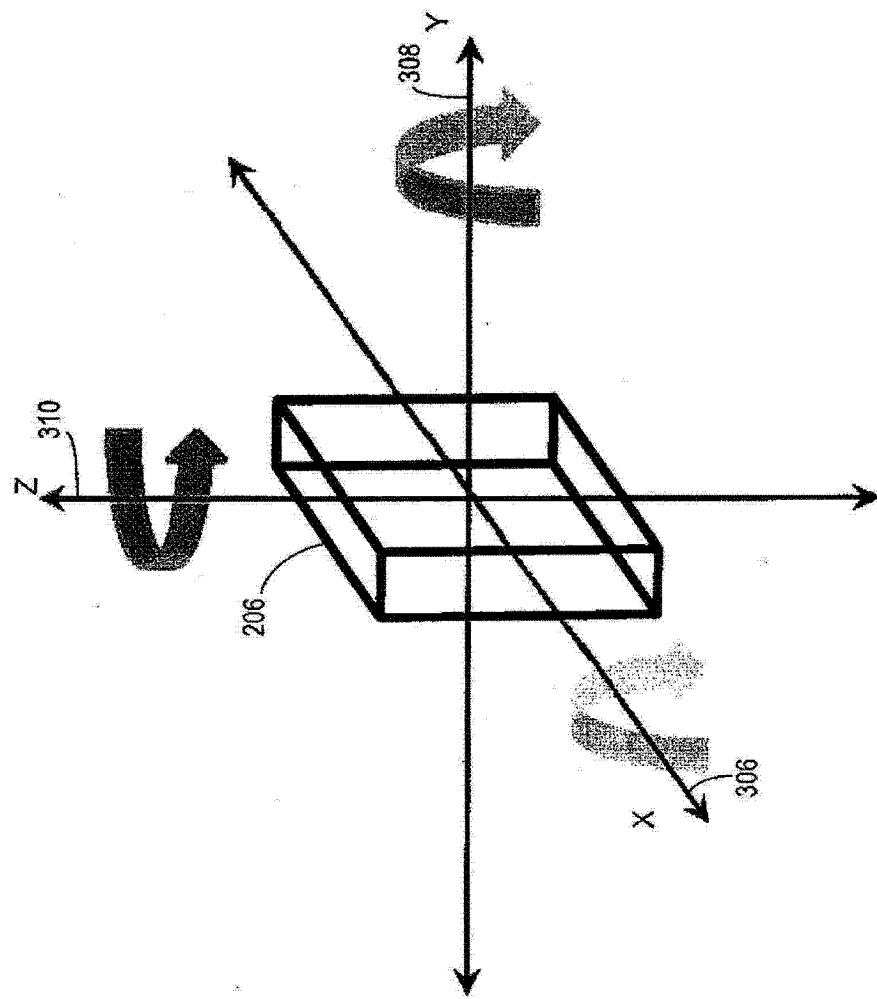


图 3C

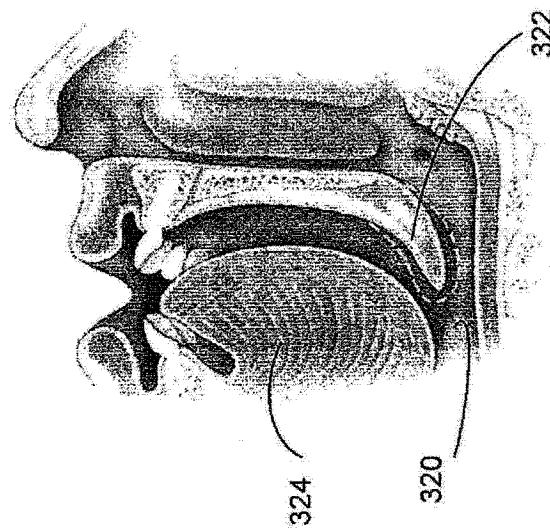


图 4A

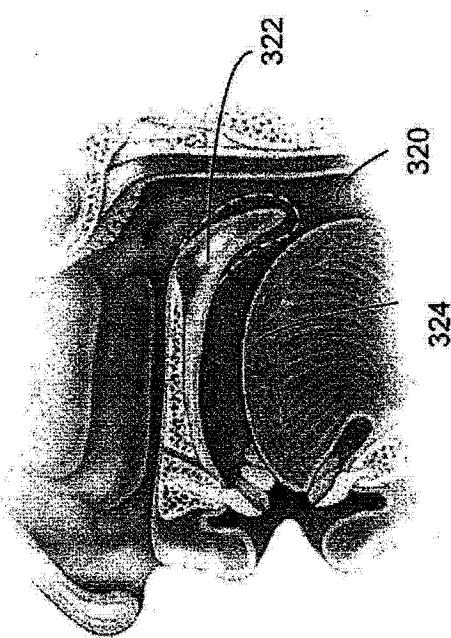


图 4B

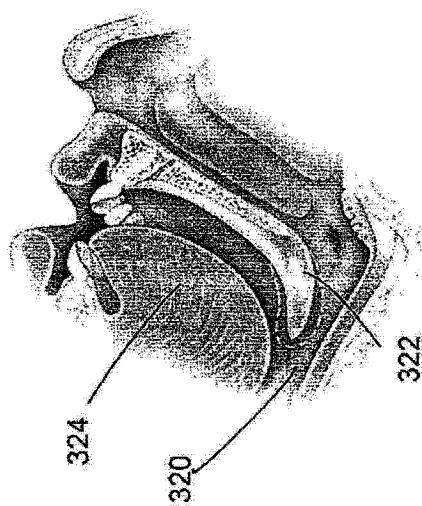


图 4C

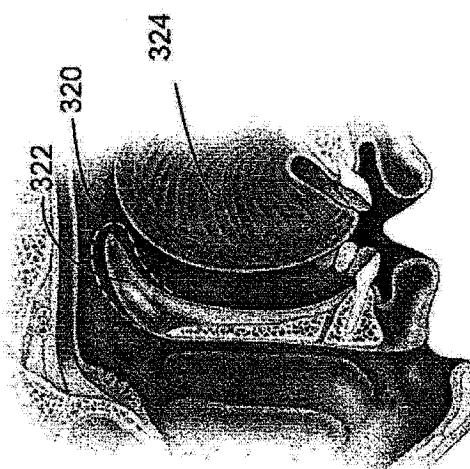


图 4D

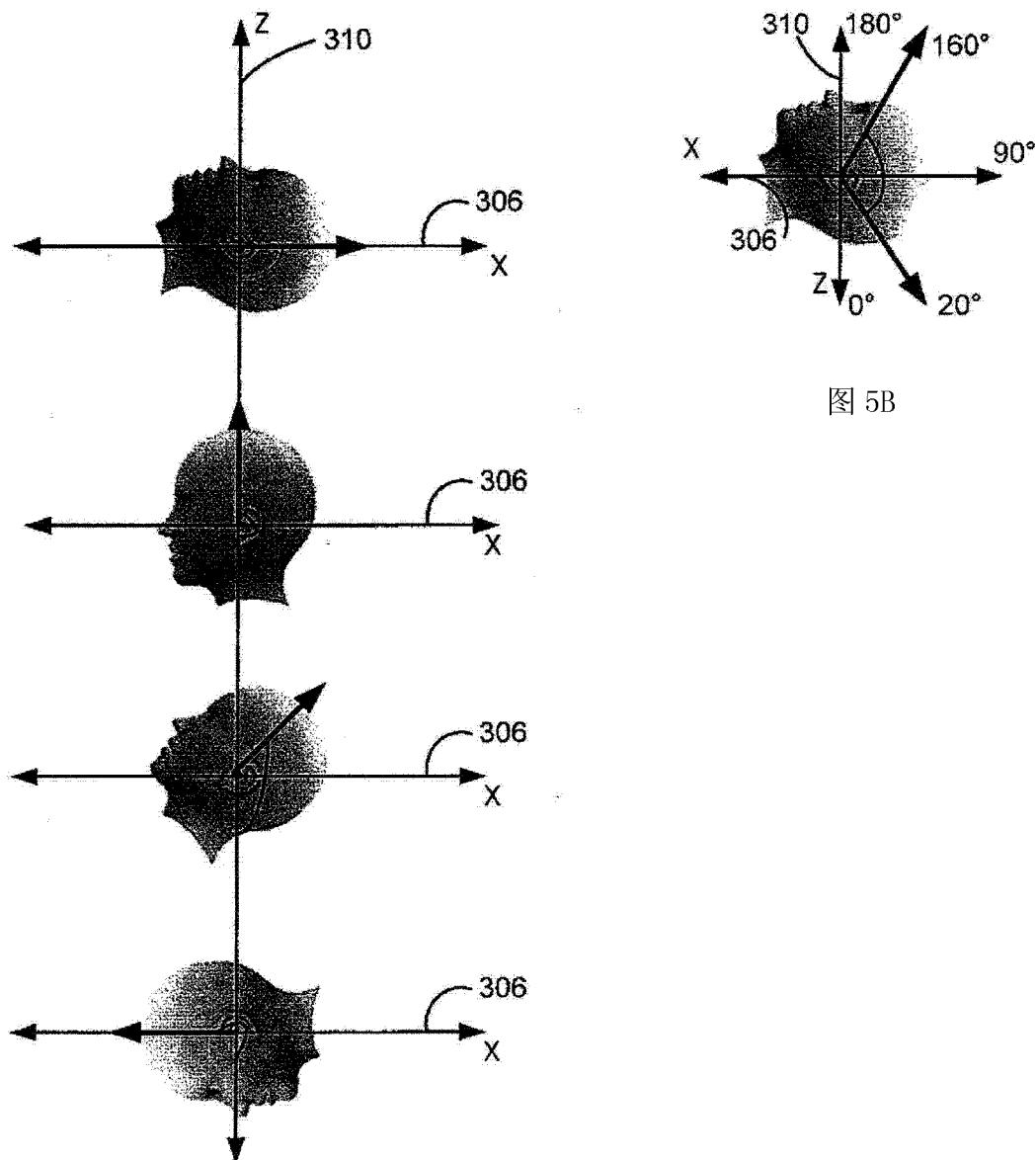


图 5A

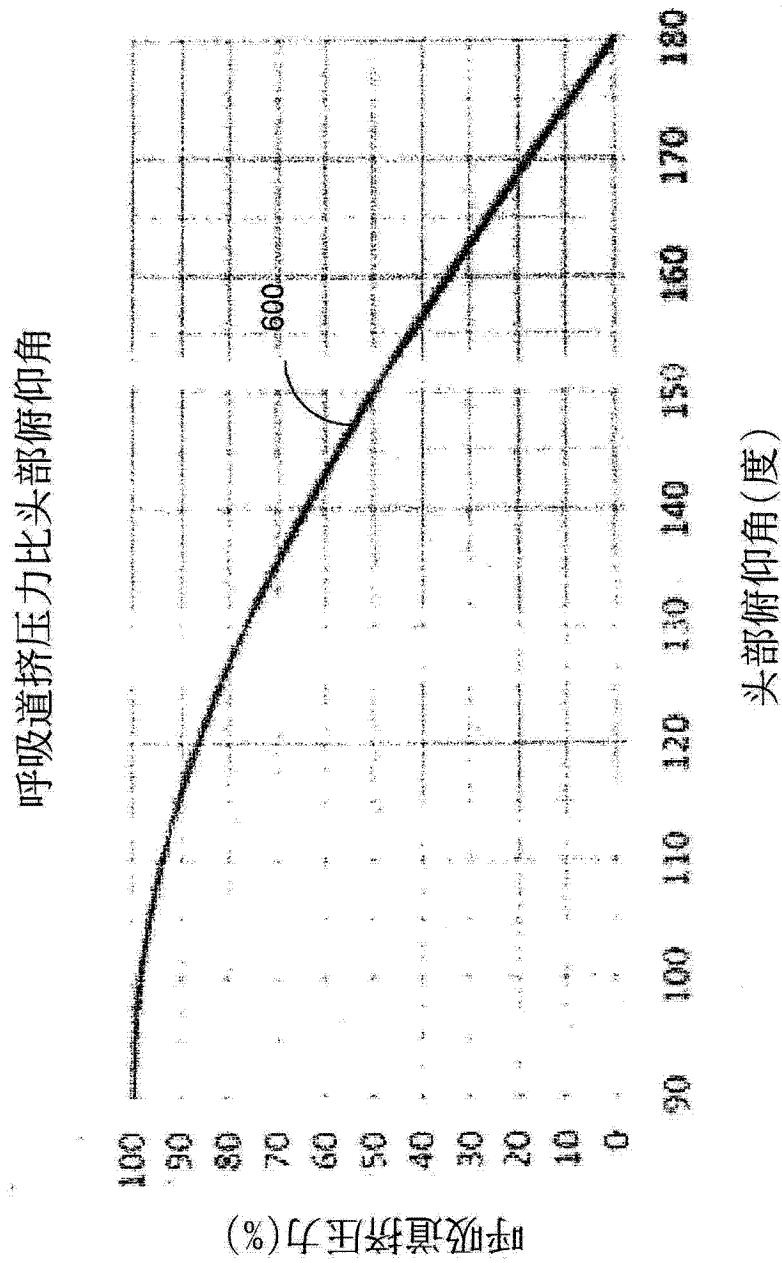


图 6

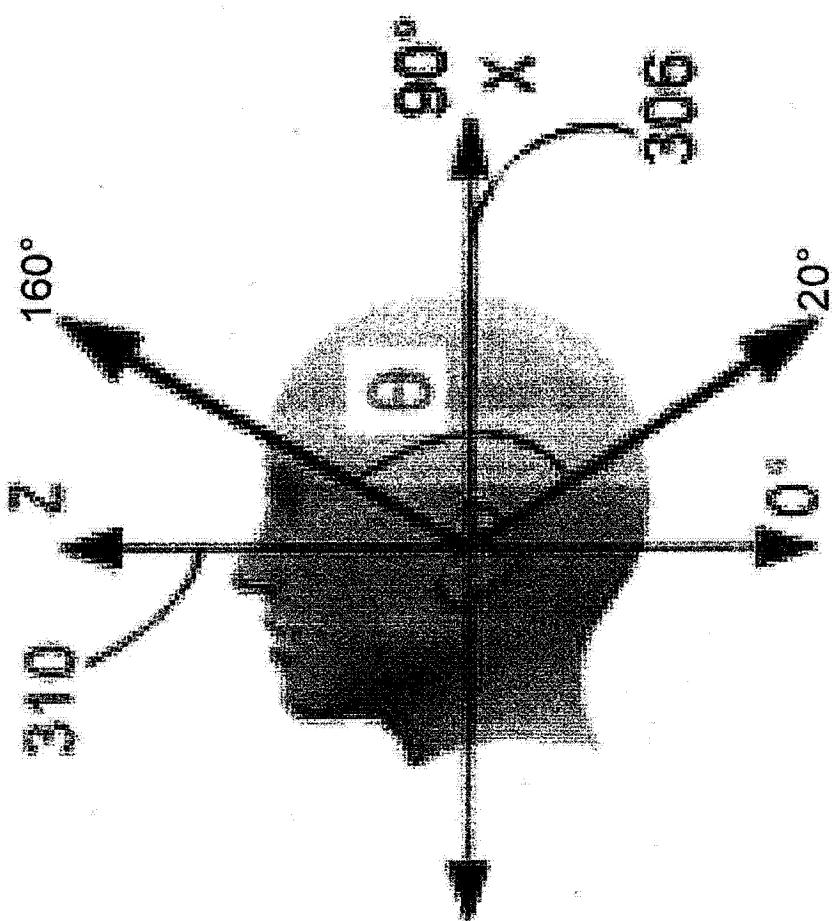


图 7

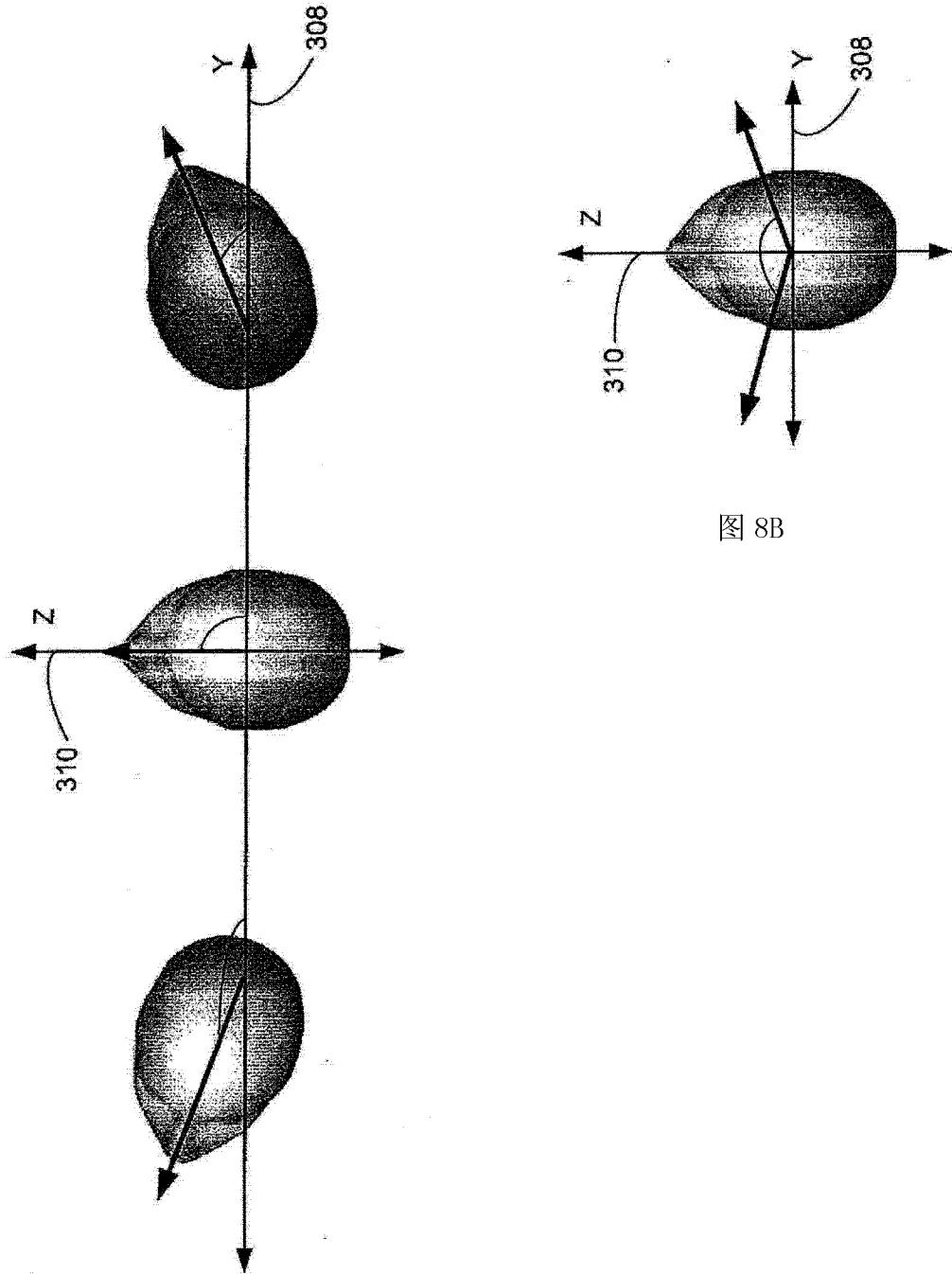


图 8A

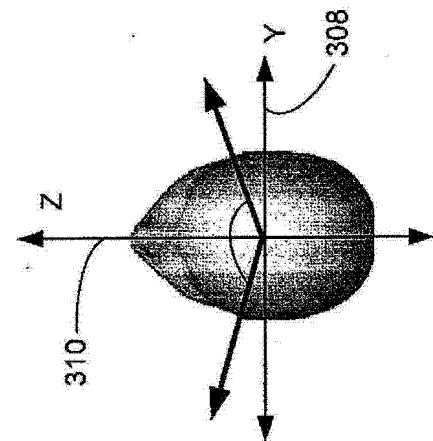


图 8B

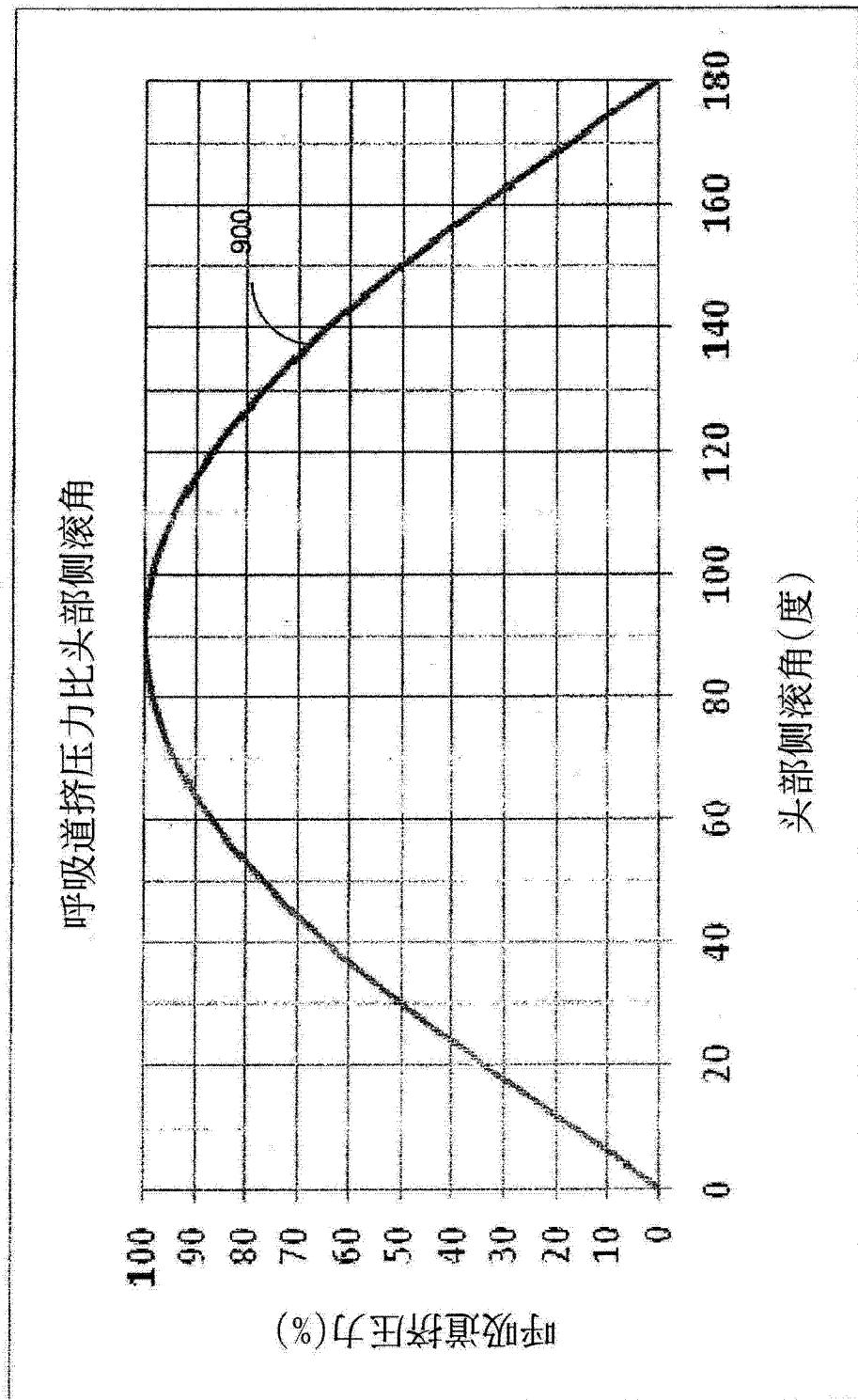


图 9

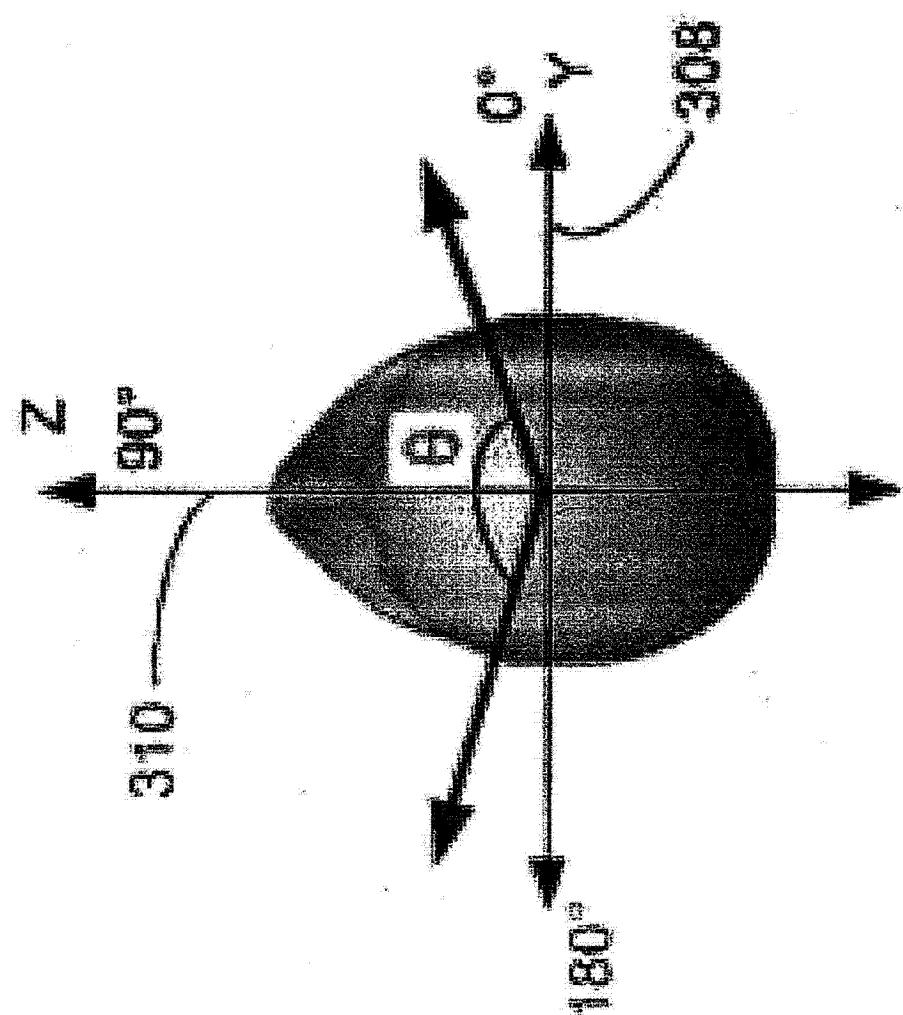


图 10

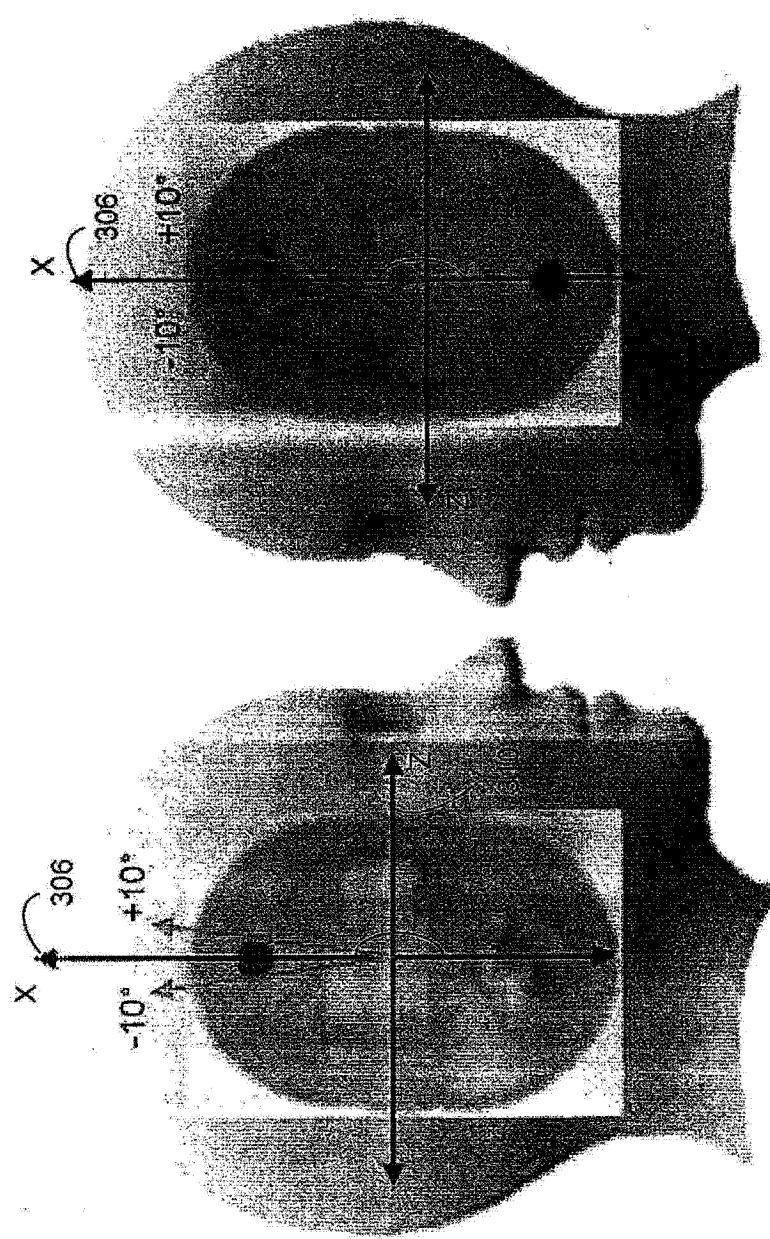


图 11A

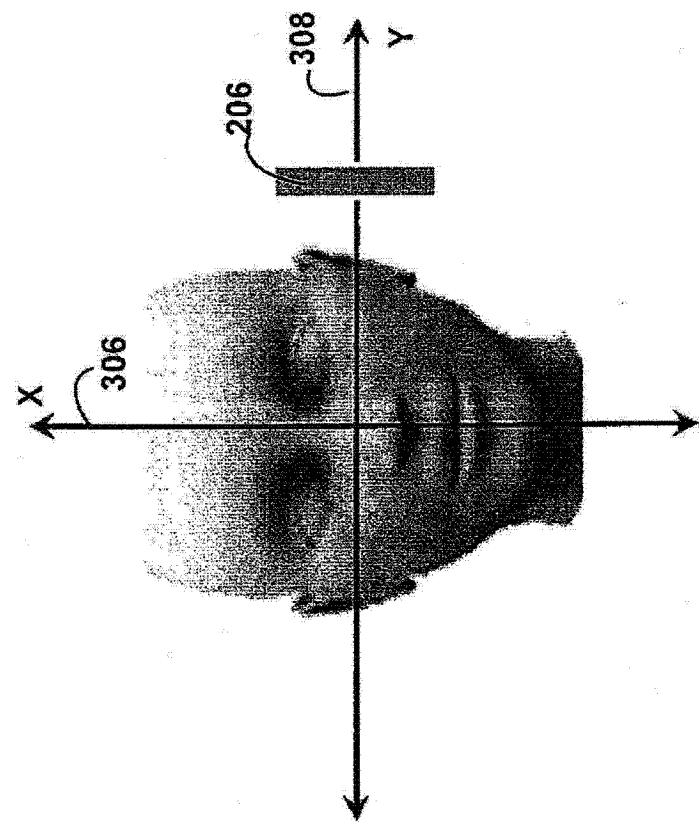


图 11B

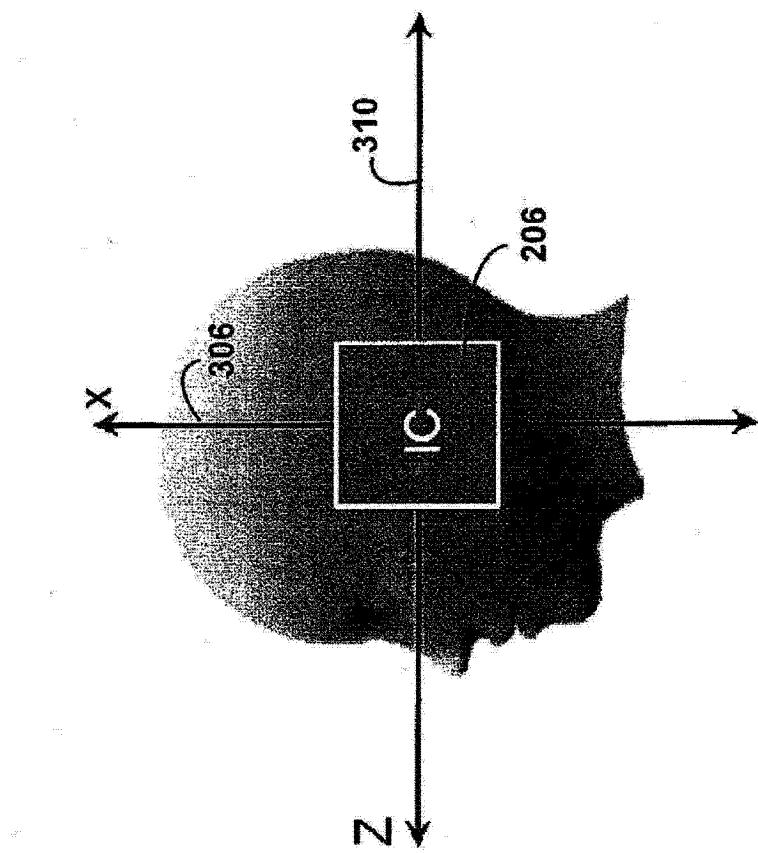


图 11C

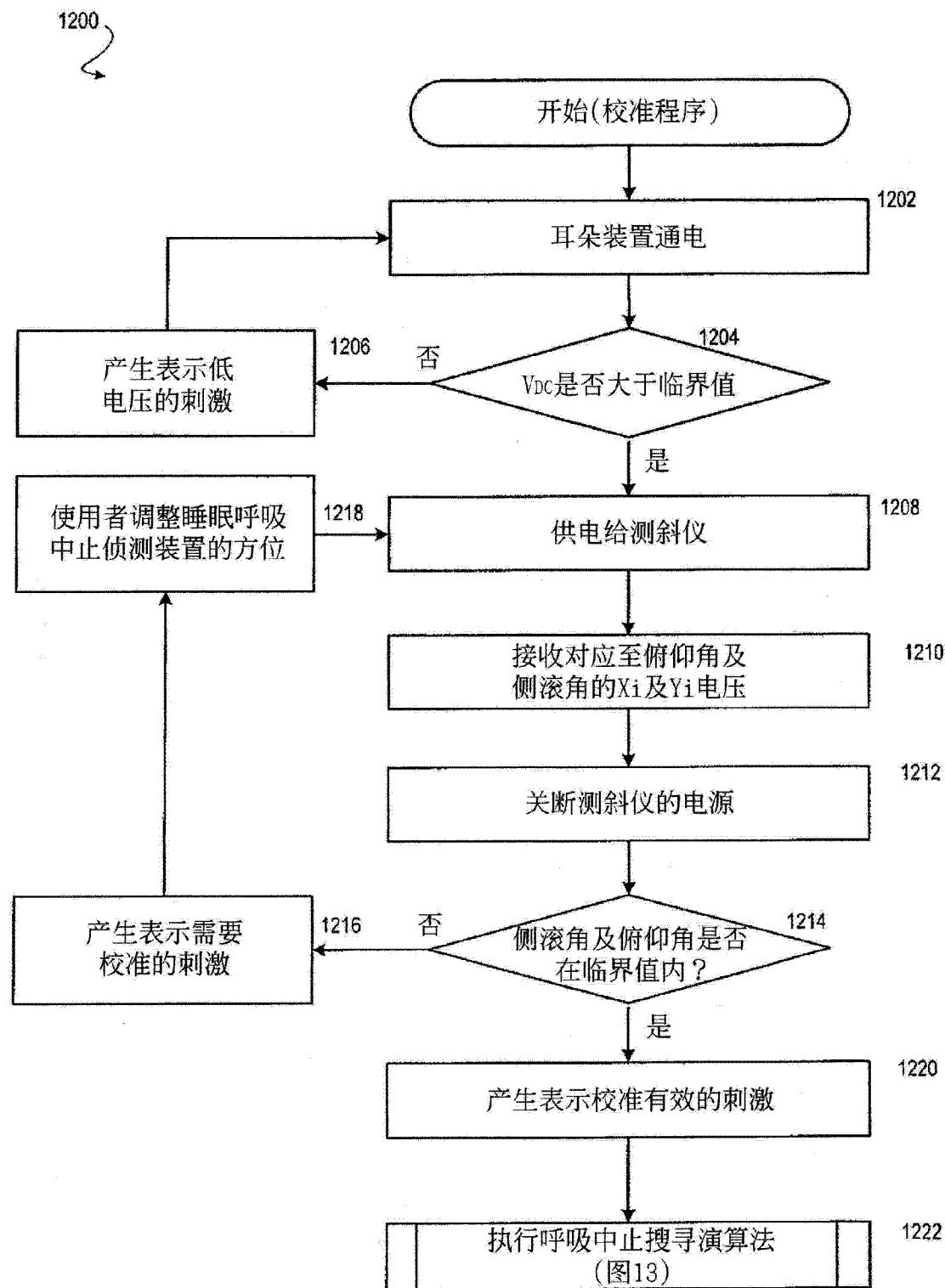


图 12

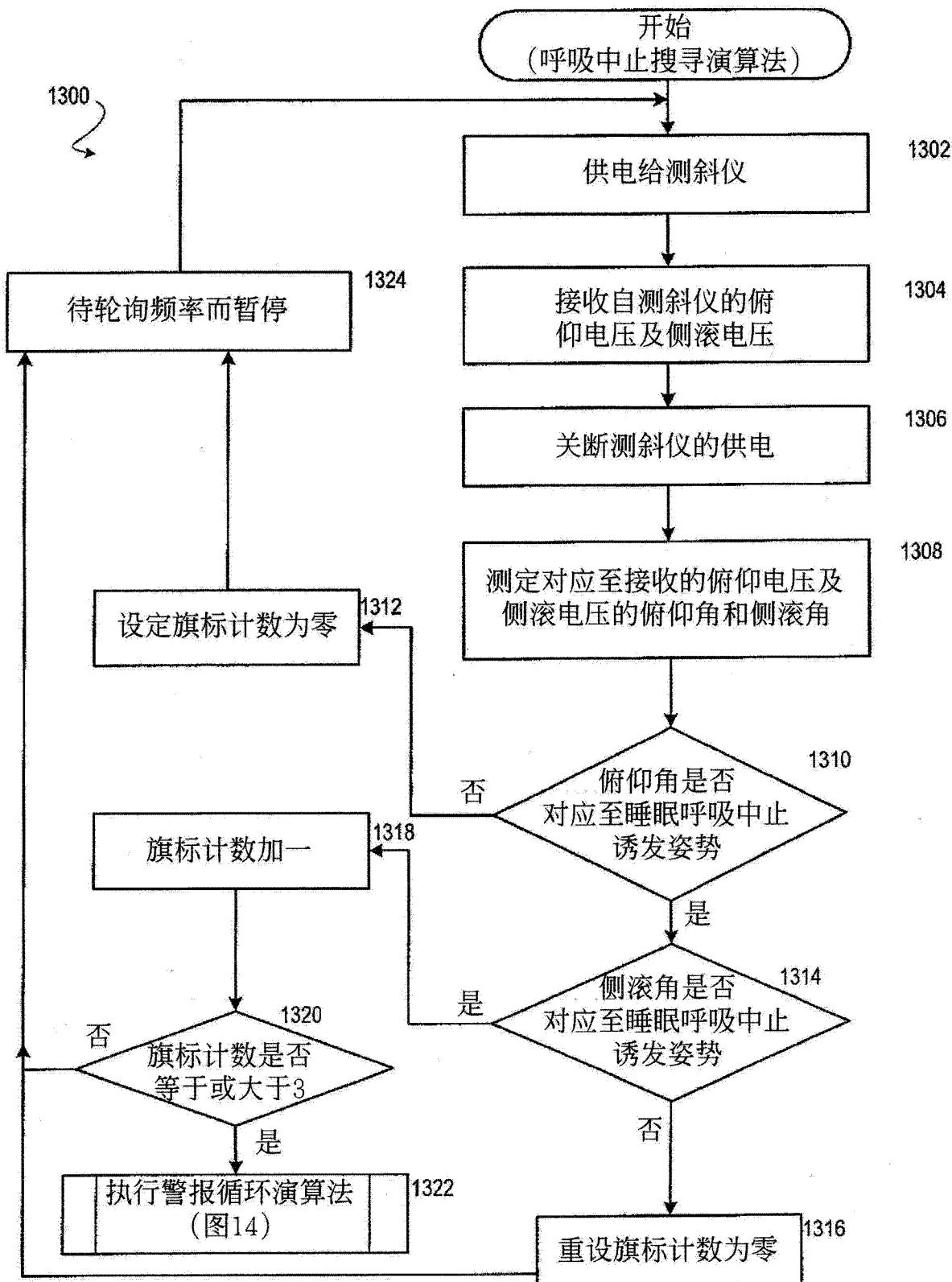


图 13

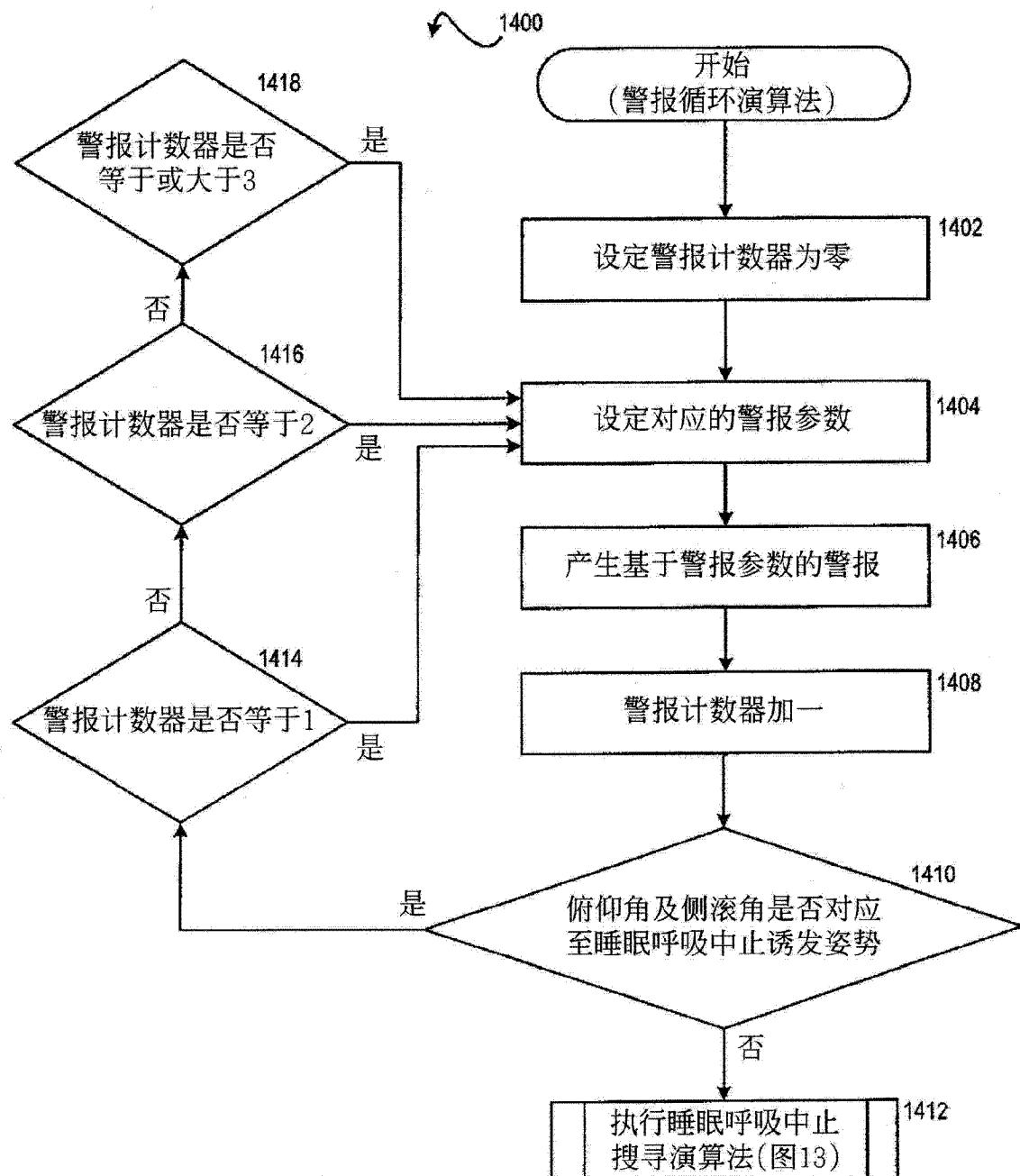


图 14

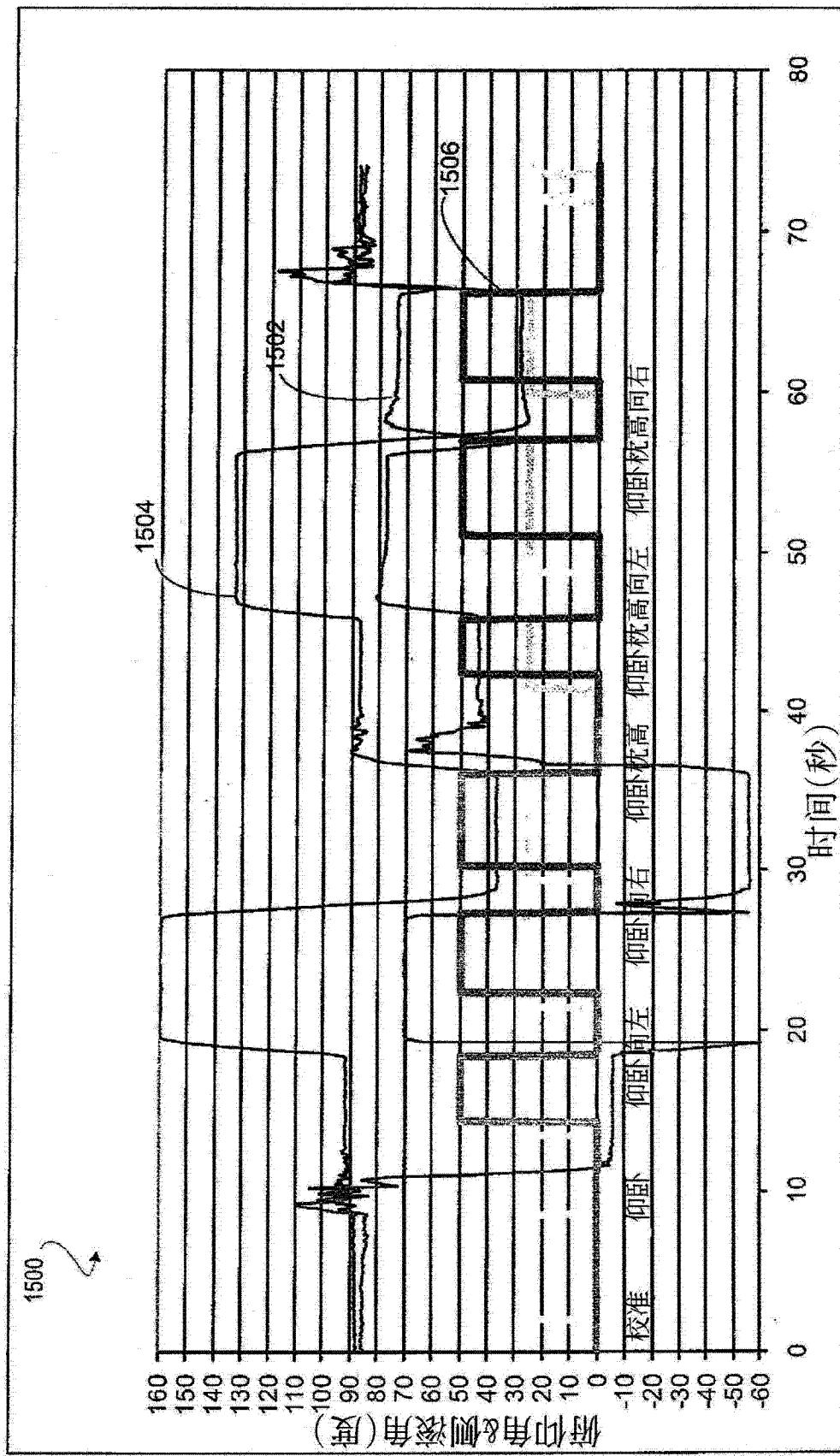


图 15

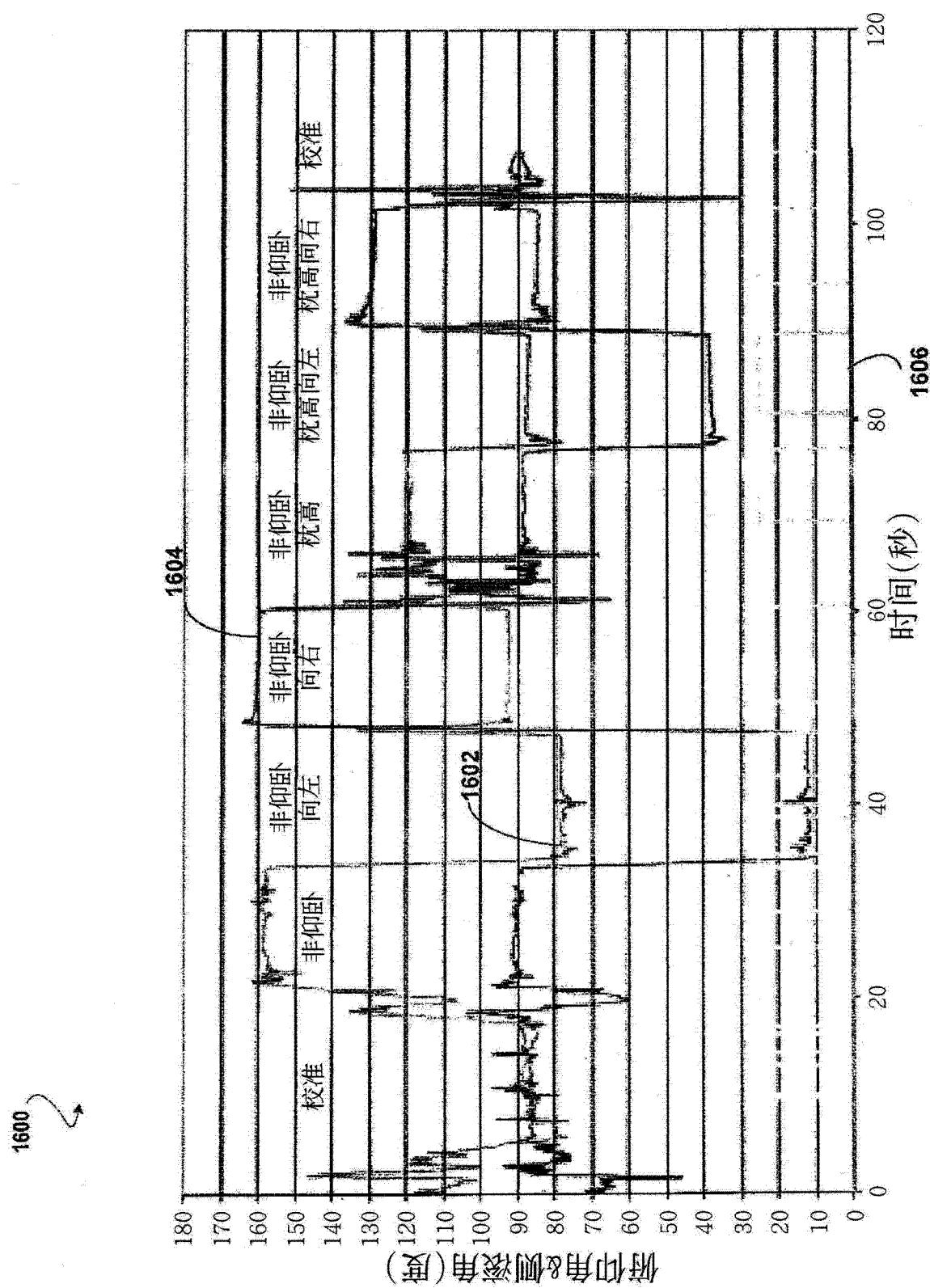


图 16