

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102183203 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 14

(21) 申请号 201010624283. 9

(22) 申请日 2010. 11. 25

(30) 优先权数据

12/626481 2009. 11. 25 US

(71) 申请人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国瑙伊比贝尔格市坎茨昂 1-12 号

(72) 发明人 J·W·斯特林

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 马永利 卢江

(51) Int. Cl.

G01B 7/30(2006. 01)

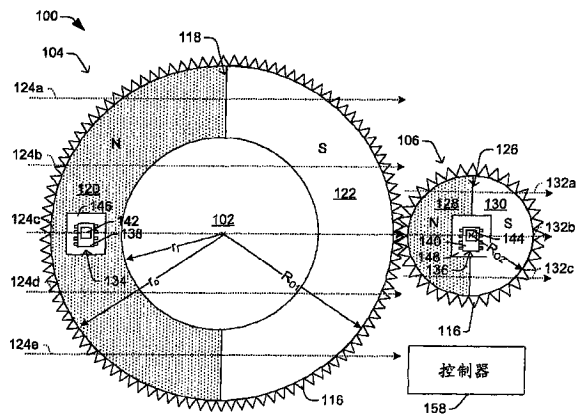
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

角度测量系统

(57) 摘要

一种角度测量系统。本公开的某些方面涉及用于测量旋转轴的角度位置的技术。正如下面更详细描述的那样,本公开的某些角度测量系统包括至少两个磁体,所述磁体根据预定关系(例如,预定齿轮比)以不同速率协作旋转。通常固定的两个或更多磁场感测元件测量在对于特定角度轴位置的不同位置处的合成磁场的方向性。基于由磁场感测元件测量的方向性,该技术可以确定旋转轴的绝对角度位置,其可以大于 360 度。



1. 一种用于确定轴的角度位置的角度测量系统,包括:

第一和第二磁体,其适于根据预定关系协作旋转通过不同的角度距离,其中所述第一磁体耦合到所述轴并且与所述轴一起旋转;

第一和第二角度传感器,其位于不同位置并且适于测量由所述第一和第二磁体产生的磁场方向性;以及

控制器,其适于基于由所述第一和第二角度传感器测量的磁场方向性来确定所述轴的角度位置。

2. 根据权利要求1所述的角度测量系统,其中所述轴适于旋转通过大于360度的绝对角度,且其中所述控制器适于基于由所述第一和第二角度传感器测量的磁场方向性来确定所述轴的绝对角度。

3. 根据权利要求1所述的角度测量系统,其中围绕所述轴沿径向设置所述第一磁体。

4. 根据权利要求3所述的角度测量系统,其中所述第一角度传感器关于所述第一磁体的旋转轴线是固定的。

5. 根据权利要求4所述的角度测量系统,其中所述第一角度传感器包括感测区,所述感测区至少基本上处于所述第一磁体的内径和所述第一磁体的外径之间的中心。

6. 根据权利要求1所述的角度测量系统,其中所述第二磁体适于围绕旋转轴线旋转,所述旋转轴线至少基本上被定位于所述第二磁体的中心。

7. 根据权利要求6所述的角度测量系统,其中所述第二角度传感器关于所述第二磁体的旋转轴线是固定的。

8. 根据权利要求7所述的角度测量系统,其中所述第二角度传感器包括感测区,所述感测区至少基本上处于所述第二磁体的旋转轴线的中心。

9. 根据权利要求7所述的角度测量系统,其中所述第二角度传感器包括感测区,所述感测区与所述第二磁体的旋转轴线间隔开。

10. 根据权利要求1所述的角度测量系统,其中在所述第一和第二磁体的外侧沿径向设置齿,其中所述齿被布置成根据齿轮比来建立预定关系。

11. 根据权利要求1所述的角度测量系统,其中如果不是所述第一角度传感器和第二角度传感器二者,则所述第一角度传感器或第二角度传感器中的至少一个包括:

半导体芯片,其包括为协作确定磁场方向性而布置的巨磁阻(GMR)电阻器的布置。

12. 一种用于确定轴的角度位置的方法,包括:

在关于第一轴线固定的第一位置测量磁场的方向性,第一磁体围绕所述第一轴线旋转;

在关于第二轴线固定的第二位置测量所述磁场的方向性,第二磁体围绕所述第二轴线旋转;

分析所述磁场在所述第一和第二位置的方向性,以确定所述轴的角度位置。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第一轴线对应于所述轴的旋转轴线。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述第一位置与所述第一轴线间隔开一段距离。

15. 根据权利要求13所述的方法,其中所述第二磁体至少基本上处于所述第二轴线的中心。

16. 一种用于确定轴的绝对角度位置的方法，

包括：

在第一位置测量磁场的第二相对角度，其中所述第二相对角度是第一磁体的函数，所述第一磁体围绕所述轴的旋转轴线与所述轴一起旋转；

在与所述第一位置间隔开的第二位置测量所述磁场的第二相对角度，其中所述第二相对角度是第二磁体的函数，所述第二磁体适于以不同于所述第一磁体的方式运动；

基于所述第一和第二相对角度之间的关系确定所述轴的绝对角度位置。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述第一和第二相对角度指定小于 360 度的角度且其中所述绝对角度位置大于 360 度。

18. 根据权利要求 16 所述的方法，其中根据所述第一和第二相对角度确定绝对角度位置包括：分析所述第一和第二相对角度，以及识别对于所述第一和第二相对角度的唯一对应绝对角度位置。

19. 一种用于确定轴的绝对角度位置的系统，

包括：

第一磁体，其适于围绕第一旋转轴线与所述轴一起旋转；

第二磁体，其适于围绕第二旋转轴线旋转，所述第二旋转轴线与所述第一旋转轴线间隔开；

第一角度传感器，其适于在第一位置测量磁场的第二相对角度，其中所述第一位置在所述第一磁体上方并且与所述第一旋转轴线间隔开；

第二角度传感器，其适于在第二位置测量所述磁场的第二相对角度；以及
控制器，其适于分析所述第一和第二相对角度以确定所述轴的绝对角度位置。

20. 根据权利要求 19 所述的系统，其中所述第二位置至少基本上位于所述第二旋转轴线上。

21. 根据权利要求 19 所述的系统，其中所述第二位置与所述第二旋转轴线间隔开一段距离。

22. 根据权利要求 19 所述的系统，还包括：

在所述第一磁体上方的至少一个冗余角度传感器。

23. 根据权利要求 22 所述的系统，其中所述至少一个冗余角度传感器相对于所述第一磁体的表面位于与所述第一角度传感器的公共面上。

24. 根据权利要求 19 所述的系统，还包括：

在所述第二磁体上方的至少一个冗余角度传感器。

25. 根据权利要求 24 所述的系统，其中所述至少一个冗余角度传感器被堆叠在所述第二角度传感器上且至少基本上位于所述第二旋转轴线上。

角度测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及角度测量。

背景技术

[0002] 例如像巨磁阻 (GMR) 传感器这样的磁敏 (magnetic sensing) 装置可以在各种各样的应用中使用。例如, GMR 传感器常常用于感测旋转轴的角度位置。在这种应用中, 永磁体 (有时被称作“丸 (pill)”) 可以安装在转向轴的端部且处于轴的旋转轴线的中心。典型地连接起来以形成一个或多个桥的 GMR 元件或电阻器还可以随着由指示旋转轴的角度位置的 GMR 电阻器生成的结果所得输出信号而定位以便处于旋转轴线的中心。然而, 如发明人已意识到的那样, 在很多应用中, 由于空间的限制, 将 GMR 传感器安装在轴的旋转轴线上的轴端部是低效率的。例如, 在车辆中, 转向轴的端部典型地具有附接于其的转向节 (knuckle) 组件, 并且不存在将 GMR 传感器安装在转向轴的旋转轴线上的实用方式, 因为转向节组件阻碍了这种配置。

[0003] 因此, 需要改进的角度感测技术。

发明内容

[0004] 根据本发明的一个方面, 提供了一种用于确定轴的角度位置的角度测量系统。该角度测量系统包括: 第一和第二磁体, 其适于根据预定关系协作旋转通过不同的角度距离, 其中所述第一磁体耦合到所述轴并且与所述轴一起旋转; 第一和第二角度传感器, 其位于不同位置并且适于测量由所述第一和第二磁体产生的磁场方向性; 以及控制器, 其适于基于由所述第一和第二角度传感器测量的磁场方向性来确定所述轴的角度位置。

[0005] 根据本发明的另一方面, 提供一种用于确定轴的角度位置的方法。该方法包括: 在关于第一轴线固定的第一位置测量磁场的方向性, 第一磁体围绕所述第一轴线旋转; 在关于第二轴线固定的第二位置测量所述磁场的方向性, 第二磁体围绕所述第二轴线旋转; 分析所述磁场在所述第一和第二位置的方向性, 以确定所述轴的角度位置。

[0006] 根据本发明的又一方面, 提供一种用于确定轴的绝对角度位置的方法。该方法包括: 在第一位置测量磁场的的第一相对角度, 其中所述第一相对角度是第一磁体的函数, 所述第一磁体围绕所述轴的旋转轴线与所述轴一起旋转; 在与所述第一位置间隔开的第二位置测量所述磁场的第二相对角度, 其中所述第二相对角度是第二磁体的函数, 所述第二磁体适于以不同于所述第一磁体的方式运动; 基于所述第一和第二相对角度之间的关系确定所述轴的绝对角度位置。

[0007] 根据本发明的另一方面, 提供一种用于确定轴的绝对角度位置的系统。该系统包括: 第一磁体, 其适于围绕第一旋转轴线与所述轴一起旋转; 第二磁体, 其适于围绕第二旋转轴线旋转, 所述第二旋转轴线与所述第一旋转轴线间隔开; 第一角度传感器, 其适于在第一位置测量磁场的的第一相对角度, 其中所述第一位置在所述第一磁体上方并且与所述第一旋转轴线间隔开; 第二角度传感器, 其适于在第二位置测量所述磁场的第二相对角度; 以

及控制器,其适于分析所述第一和第二相对角度以确定所述轴的绝对角度位置。

附图说明

- [0008] 图 1 是根据一个实施例的角度测量系统的俯视图。
- [0009] 图 2 是图 1 的角度测量系统的侧视图。
- [0010] 图 3 是概括说明适合于与图 1 的角度测量系统一起使用的 GMR 角度传感器的一个实施例的框图。
- [0011] 图 4 是说明根据一个实施例的 GMR 电阻器配置的示意图。
- [0012] 图 5A-5D 说明随时间地 (in time) 在不同角位置的角度测量系统。
- [0013] 图 6 示出说明来自用于导出绝对角度位置的两个角度传感器的信号的采样角度计算绘图,并且其对应于图 5A-5D。
- [0014] 图 7 是说明根据一些实施例的方法的流程图。
- [0015] 图 8 是说明冗余 (redundant) 角度传感器的一个示例的实施例。
- [0016] 图 9 是说明其中除了磁体之外的附加结构被包括在旋转主体中的一个示例的实施例。
- [0017] 图 10 是说明包括冗余角度传感器的一个示例的实施例。
- [0018] 图 11 是说明包括纽扣磁体 (button magnet) 上方的偏心角度传感器的一个示例的实施例。
- [0019] 图 12 是说明包括纽扣磁体上方的一对偏心角度传感器的一个示例的实施例。
- [0020] 图 13 是说明其中角度传感器相对于通过第一和第二旋转主体中心的 x 轴偏移 90° 的一个示例的实施例。

具体实施方式

[0021] 现在参考附图描述要求保护的主体,其中遍及全文相似的标记用于指代相似的元件。在以下描述中,为了解释的目的,陈述了许多具体细节以便提供对要求保护的主体透彻理解。然而,很明显,在没有这些具体细节的情况下,要求保护的主体也可以实现。

[0022] 本公开的方面涉及用于测量旋转轴的角度位置的技术。正如将在下文更详细描述的那样,本公开的一些角度测量系统包括至少两个磁体,它们根据预定关系(例如,预定的齿轮比 (gear ratio)) 以不同的速率协作旋转。一个或多个常常固定的角度传感器测量在对于特定角度轴位置的不同位置处的合成磁场 (resultant magnetic field) 的方向性。基于由角度传感器测量的磁场方向性,该技术可以确定旋转轴的绝对 (absolute) 角度位置。

[0023] 正如从下面的细节可以认识到的那样,根据本公开的角度测量技术在利用了旋转轴的许多应用中是有优势的。在一些应用中,这些技术可以被用于测量相对角度和绝对角度二者。实质上,相对角度是在单个 360° 旋转内测量的角度位置,而绝对角度是可以考虑 (account for) 多于一个 360° 旋转的角度位置。例如,相对角度位置可以测量相对于真实垂线的 45° 旋转(其中没有指示从先前的测量经过了多少个 360° 旋转),而绝对角度位置可以指示相对于某固定参考线的两个完整的 360° 旋转加 45° 旋转(例如,相对固定参考线的 765° 旋转)。

[0024] 图 1 和图 2 分别说明用于确定旋转轴 102(例如车辆中的转向轴)的绝对角度的

角度测量系统 100 的俯视图和侧视图。该角度测量系统包括耦合到旋转轴（分别是 102、108）的第一和第二主体（104、106），其中轴的旋转轴线（分别是 110、112）间隔开一段距离 114。注意到，尽管在所说明的实施例中轴线 110、112 是平行的，然而在其它实施例中，它们也可以关于彼此倾斜，例如在蜗轮（worm gear）配置中。

[0025] 第一和第二主体（104、106）具有外径（分别是 R_{01} 、 R_{02} ），其限定主体的外部圆周，沿着所述外部圆周设置有齿（teeth）116。沿着外部圆周的齿 116 的数目可以根据预定的齿轮比而布置，因此促进第一和第二主体（104、106）根据预定关系围绕它们的旋转轴线（分别是 110、112）的旋转运动。

[0026] 每个主体都包括一个或多个磁体，其适于提供根据主体的运动而旋转的磁场。例如，第一主体 104 包括安装在旋转轴 102 的第一磁体 118，其可以是具有北极 120 和南极 122 的环形永磁体。由第一磁体 118 产生的第一磁场的磁场线从北极 120 延伸到南极 122，如磁场线 124a-124e 所指示的那样。类似地，第二主体 106 包括第二磁体 126，其可以是具有北极 128 和南极 130 的圆形或“纽扣”永磁体。由第二磁体 126 产生的第二磁场的磁场线从北极 128 延伸到南极 130，如磁场线 132a-132c 所指示的那样。为了简明的目的，在此处的说明中，仅仅示出了直的磁场线，但要认识到在实际实施中磁场线常常是曲线的或弯曲的。

[0027] 两个或更多角度传感器（例如，第一角度传感器 134 和第二角度传感器 136）分别位于关于第一和第二磁体 118、126 的不同位置。在某些实施例中，第一和第二角度传感器 134、136 包括第一和第二半导体芯片（分别是 138、140），其具有 GMR 电阻器区（分别是 142、144）且安装在印刷电路板上（分别是 146、148）。

[0028] 图 1 和图 2 示出了位于第一磁体 118 上方的第一角度传感器 134。更特别地，第一角度传感器 134 通常位于与环形磁体 118 的表面 152 平行的平面 150 中，以使得电阻器区 142 基本上处于沿着延伸通过旋转轴 102 的旋转轴线 110 的半径的中心，且在环形磁体 118 的内径 (r_i) 和外径 (r_o) 之间。此外，电阻器区 142 通常在内径 r_i 和外径 r_o 之间是等距的，以帮助限制在环形磁体 118 边缘附近遇到的不期望的场变化。

[0029] 图 1 和图 2 还示出位于第二磁体 126 上方的第二角度传感器 136。更特别地，第二角度传感器 136 通常位于与纽扣磁体 126 的表面 156 平行的平面 154 中，以使得电阻器区 144 基本上处于纽扣磁体的旋转轴线 112 的中心。根据实施，平面 150、154 和表面 152、156 之间的距离可以相同或不同。

[0030] 典型地，第一和第二角度传感器 134、136 保持固定，而第一和第二磁体 118、126 在其下旋转。以这种方式，第一和第二角度传感器 134、136 测量磁场在其各自位置的方向性或相对角度，且将相对角度信息提供给控制器 158（例如，微控制器）。控制器 158 然后可以基于来自第一和第二角度传感器 134、136 的相对角度确定旋转轴 102 的绝对角度。因为沿着轴的绝对角度的每一度都对应于第一和第二角度传感器的不同对测量，所以齿轮比的灵活性提供了对于轴的绝对角度的无限可能性。

[0031] 为了促进适合的功能，环形磁体 118（和轴 102）的全旋转数 T_i 可以由下面的等式 (1) 表示：

$$[0032] \quad T_i = \frac{A}{a} \quad (1)$$

[0033] 其中 A 是轴 102 转过的绝对角度，且 $a = 360^\circ$ （假定对于所有转的最大可能的轴

旋转)。

[0034] 设计人员然后可以选择整数 i , 且根据下面的等式 (2) 计算环形磁体 118 对于纽扣磁体 126 的尺寸比 z :

$$[0035] \quad z = i \pm \frac{1}{T_i} \quad (2)$$

[0036] 然后可以通过使用下面的等式 (3) 来确定纽扣磁体 126 的全旋转数 :

$$[0037] \quad t_i = \frac{A}{z} \quad (3)$$

[0038] 全旋转数越小, 角度传感器 134 测量环形磁体 118 的角度所需的精度越小。使环形磁体的任意给定相对角度与纽扣磁体的重复相对角度分开的度数可由下面的等式 (4) 表示 :

[0039]

$$\lambda^\circ = \frac{a}{t_i} \quad (4)$$

[0040] 因此, 对于环形磁体的相对角度测量必须是 $\pm \frac{\lambda^\circ}{2}$ 以达到由对于纽扣磁体的相对角度测量误差限定的系统精度。为了清楚起见, 此处进一步说明和讨论了更详细的示例, 其中 $A = 1440^\circ$, 且 $i = 2$ 。参见例如图 5-6 以及相关文本。

[0041] 图 3 是概括说明 GMR 角度传感器 300 (例如, 图 1 中的角度传感器 134 和 / 或 136) 的一个实施例的框图。正如所说明的那样, 除了 GMR 电阻器区 302 之外, GMR 角度传感器 300 还可以包括控制器 304 和存储器 306, 其中存储器 306 存储多个 GMR 参数 (例如, 校准参数) 的值。GMR 角度传感器 300 还包括多个管脚 (pin) 308, 例如供给电压 (supply voltage) (V_{DD}) 管脚 310、接地管脚 312、和数据 I/O 管脚 314。

[0042] 图 4 是概括说明根据一个实施例的 GMR 电阻器区 400 (例如, 图 3 中的 GMR 电阻器区 302) 的示意图。正如所说明那样, GMR 电阻器区 400 包括一对 GMR 传感器桥 402 和 404, 其中传感器桥 402 由四个 GMR 电阻器 406a-406d 形成且传感器桥 404 由四个 GMR 电阻器 408a-408d 形成。根据图 4 的桥实施, GMR 传感器桥 402 和 404 彼此垂直设置且分别被配置为感测旋转磁场 (例如由 410 处的虚线指示的磁场) 的 x 分量和 y 分量。

[0043] 供给电压 V_{DD} 经由管脚 310 施加到端子 (terminal) 412, 且在端子 414 和 416 处测量 GMR 传感器桥 402 的电压信号 V_{x+} 和 V_{x-} , 且在端子 418 和 420 处测量 GMR 传感器桥 404 的电压信号 V_{y+} 和 V_{y-} 。作为对外部磁场 (例如磁场 410) 的响应, GMR 电阻器 406a-406d 和 408a-408d 中的一个或多个 GMR 电阻器的电阻 (electrical resistance) 会变化, 从而引起代表了磁场 410 相对于参考矢量 (例如 0 度) 的角度位置的端子 418 和 420 处的电压信号 V_{y+} 和 V_{y-} 以及端子 414 和 416 处的电压信号 V_{x+} 和 V_{x-} 的变化。

[0044] 现在转向图 5A-5D 以及图 6, 可以看到如何使用两个角度传感器 134、136 来确定旋转轴 102 的绝对角度位置的更详细的示例。

[0045] 简单地, 这些图示出了当旋转轴 102 转动时, 沿着第一主体 104 和第二主体 106 的外部圆周的齿啮合 (mesh), 从而引起第一和第二主体 104、106 相对于彼此运动通过不同的角度距离。在从旋转末端 (endpoint) 之间运动时, 第一主体 106 旋转通过四个全旋转, 或

1440° 的绝对角度。第二主体相应地旋转通过九个全旋转,或 3240° 的绝对角度。然而,因为第一和第二角度传感器 134、136 仅测量相对角度(其小于 360°),因此需要控制器(例如,图 1 中的控制器 158)来关联这两个相对角度以确定轴 102 的绝对角度,其可能在 0° 和 1440° 之间。

[0046] 正如将会从下面的更多细节中认识到的那样,当轴 102 旋转通过多转时,第一和第二角度传感器 134、136 测量相对角度(其小于 360°),如表 1 中所示的那样。即使单个角度传感器可以输出对于轴的不同绝对角度的相同相对角度,由第一和第二角度传感器 134、136 测量的相对角度的结合对于轴 102 的每个绝对角度是不同的。因此,控制器可以基于第一和第二角度传感器在给定时间测量的相对角度的结合而确定在该给定时间的轴的绝对角度。为了促进该功能,控制器通常包括预期的相对角度对以及唯一对应的绝对角度的表格,其允许控制器根据两个角度传感器测量来确定轴的绝对角度。

[0047]

第二(小)主体 106 的旋转数	第二角度传感器 136 测量的相对角度	第一(大)主体 104 的旋转数	第一角度传感器 134 测量的相对角度	轴 102 的绝对角度
0	0°	0	0°	0°
0	121.5°	0	54°	54°
0	243°	0	108°	108°
1	4.5°	0	162°	162°
1	126°	0	216°	216°
1	247.5°	0	270°	270°
2	9°	0	324°	324°
2	130.5°	1	18°	378°
2	252°	1	72°	432°
3	13.5°	1	126°	486°
3	135°	1	180°	540°
3	256.5°	1	234°	594°
4	18°	1	288°	648°
4	139.5°	1	342°	702°

4	261°	2	36°	756°
...

[0048] 表 1

[0049] 正如上面提到的那样,图 5A-5D 和图 6 的实施例对应于上面的等式 (1)-(4) 中的 $A = 1440^\circ$ 和 $i = 2$ 。这意味着,轴 102 旋转通过 1440° 的绝对角度,且环形磁体和纽扣磁体的尺寸比可以是 2.25。为了说明,下面讨论的图 5A-5D 和图 6 中的示例具有对于第一和第二主体 104、106 的被限定为沿着 x 轴 502 的 0° 相对角度,被限定为沿着 y 轴 504 的 90° 相对角度,等等。然而,将会认识到这些相对角度位置在某种程度上是任意的,且在其它实施例中还可以分配其它相对角度位置。

[0050] 图 5A 对应于轴 102 的一个末端,其中由于在第一角度传感器 134 处磁场处于沿着 x 轴 502 的事实,第一角度传感器 134 测量接近 0° 的相对角度。第二角度传感器 136 也测量接近 0° 的相对角度。也可参见图 6(在标有“图 5A”的点处)。通过查找对于第一和第二角度传感器的唯一相对角度对 $0^\circ, 0^\circ$, 控制器辨别出轴在该点处的绝对角度为 0° 。

[0051] 在图 5B 中,第一角度传感器 134 现在测量接近 320° 的相对角度,且第二角度传感器测量接近 0° 的相对角度。如在图 6 中所看见的那样,在从图 5A 进行到图 5B 时,第二角度传感器 136 已测量对于第二(较小的)主体 106 的两个 360° 全旋转。然而,第一角度传感器 134 已测量对于第一主体 104 的小于一个全旋转(即仅仅 320°)。再次,通过查找对于第一和第二角度传感器来说唯一的相对角度对 $0^\circ, 320^\circ$, 控制器辨别出轴在该点处的绝对角度为 320° 。

[0052] 在图 5C 中,第一角度传感器 134 测量 280° 的相对角度且第二角度传感器 136 测量 0° 的相对角度。因此,如从图 6 中所看到的那样,在从图 5B 进行到图 5C 时,第二主体 106 再次经历两个 360° 的全旋转,其现在对应于对于第二主体 106 的 1440° 绝对角度。第一主体 104(以及由此旋转轴 102)仍然比第二主体 106 旋转地更慢,且现在已旋转通过 640° 的绝对角度。再次,通过查找对于第一和第二角度传感器来说唯一的相对角度对 $0^\circ, 280^\circ$, 控制器辨别出轴在该点处的绝对角度为 640° 。

[0053] 在图 5D 中(所述图 5D 对应于轴 102 的第二末端),现在第一角度传感器测量 240° 且第二角度传感器测量 0° 。如从图 6 中所看到的那样,在从图 5C 进行到 5D 时,第二主体 106 再次经历两个 360° 的全旋转,其现在对应于对于第二主体的 2160° 绝对角度。第一主体 104(以及由此轴 102)现在旋转通过 960° 的绝对角度,其中所述第一主体 104 仍然比第二主体 106 旋转地更慢。再次,通过查找对于第一和第二角度传感器的唯一相对角度对 $0^\circ, 240^\circ$, 控制器辨别出轴在该点处的绝对角度为 960° 。

[0054] 另外,在此示例中,注意到在不影响控制器确定的绝对角度的情况下,允许对于环形磁体接近 $\pm 20^\circ$ 的相对角度测量误差。这可以通过使用上面的等式 (4) 看出。如果系统被设计为需要纽扣磁体的这种较少旋转以实现对于轴 102 的绝对角度,则对于环形磁体的角度传感器将需要较低的精度。

[0055] 参考图 7,可以看到根据一些实施例的方法 700。尽管此处所描述的方法被说明并描述为一系列动作或事件,但将会认识到本发明不局限于所说明的这些动作或事件的顺序。例如,根据本发明,某些动作可以以不同的顺序发生和/或与此处所说明和/或描述的

那些动作或事件分开的其他动作或事件同时发生。另外,不是所有所说明的动作或事件都被需要用来实施根据本发明的方法。

[0056] 方法 700 在 702 处开始,此时在第一位置测量磁场的方向性。该第一位置通常关于第一轴线固定,第一磁体围绕所述第一轴线旋转。例如,在图 1 的实施例中,第一位置可以对应于第一角度传感器 134 的第一位置,且第一轴线可以对应于第一轴线 110,第一磁体 118 围绕所述第一轴线 110 旋转。

[0057] 在 704 处,该方法 700 在第二位置测量磁场的方向性。第二位置通常关于第二轴线固定,第二磁体围绕所述第二轴线旋转。例如,在图 1 的实施例中,第二位置可以对应于第二角度传感器 136 的第二位置,且第二轴线可以对应于第二轴线 112,第二磁体 126 围绕所述第二轴线 112 旋转。

[0058] 在 706 处,该方法 700 分析磁场在第一和第二位置的方向性以确定所述轴的绝对角度位置。第一和第二磁体通常被布置为协作地运动,这样在第一和第二位置的磁场方向性会根据预定关系而变化,以使得在第一和第二位置的不同磁场方向性对应于旋转轴的唯一绝对角度。

[0059] 尽管上面已经描述了各种实施例,但是预期这些实施例的变化也落入本公开的范围。例如,尽管在先前图中第一和第二磁体被说明为从轴 102 连续延伸到第一和第二主体的外径(如先前在图 1 中所示),但是其它布置也是可能的。图 8 说明了一个这样的实施例,其中壳体(housing)或歧管(manifold)902 被设置在轴 102 和环形磁体 118 之间。壳体或歧管 902 也可以被设置在环形磁体 118 的外径和周围的齿 116 之间,也可以被设置在纽扣磁体 126 和其周围的齿 116 之间。

[0060] 在某些实施例中,可以使用注塑成型(injection molding)技术制造第一和第二磁体 118、126,其中橡胶或塑料材料被注入了可磁化材料。在诸如使用壳体或歧管 902 之类的其它实施例中,可以以其它方式(例如,扣件或粘合剂)将磁体 118、126 耦合到轴 102。

[0061] 尽管上面已说明和描述的第二角度传感器 136 至少基本上处于第二(纽扣)磁体 126 的旋转轴线的中心,但在其它实施例(图 9)中,第二角度传感器 136 将与第二纽扣磁体的旋转轴线间隔开一段距离 904。

[0062] 此外,尽管先前说明的实施例在每个磁体上方仅示出了一个角度传感器,但根据本公开,额外(冗余)角度传感器也可以以各种方式散布于角度感测系统。因此,图 10 示出一个示例,在该示例中两个角度传感器 1002、1004 被设置于第一磁体 118 上方。尽管这些角度传感器 1002、1004 相对于彼此以 180° 分开,但在一些其它实施例中, N 个角度传感器可以相对于彼此以 $N/360^\circ$ 相等地间隔开,其中, N 是冗余角度传感器的整数。此外, N 个角度传感器还可以相对于彼此以不相等的角度距离间隔开。

[0063] 如果存在,则冗余角度传感器通常可以位于第一磁体 118 上方的单个平面(例如,图 2 中的平面 150)中。然而,在这些以及其他实施中冗余角度传感器还可以彼此“堆叠”于第二磁体 126 上方。无论使用怎样的布置,冗余角度传感器可以帮助促进长期的可靠角度感测。

[0064] 图 11 示出了另一个实施例,在该实施例中冗余传感器设置在第一(环形)磁体 118 上方,且其中偏心角度传感器 1102 设置在第二(纽扣)磁体 126 上方。

[0065] 图 12 示出了另一个实施例,在该实施例中一对偏心冗余角度传感器 1202、1204 设

置在第二（纽扣）磁体 126 上方。

[0066] 注意到尽管从某些方面来说将磁体设置在完全相对 (diametrically opposed) 的位置会更简单,但是没必要将磁体设置在完全相对的位置。因此,图 13 示出了一个示例,在该示例中在第一磁体 118 上方的角度传感器 1302 被定位于相对于通过第一和第二主体的中心的 x 轴 1304 的 90° 角度处。

[0067] 进一步,尽管所说明的实施例仅示出两个旋转主体(例如,图 1 中的第一和第二主体 104、106)。在某些未说明的实施例中,将使用多于两个主体。例如,可以使用更复杂的齿轮系统,以促进磁体的期望旋转运动,其中齿轮系统包括三个、四个、五个或更多主体,其中的每一个都可以具有布置在其周边的齿。两个或更多角度传感器可关于这些齿轮系统布置,以实现旋转轴的角度位置的精确检测。

[0068] 本领域技术人员将会认识到,不同的公司可以用不同的名称来指代组件。本文档不打算在此处区分名称不同但是功能相同的这些组件。在该文档中,以开放式的方式使用术语“包括”和“包含”,并且因此,所述术语应该被解释为“包括,但不限于……”。同样,术语“耦合”(以及其变形)也打算意味着间接或直接连接。因此,如果第一元件耦合到第二元件,那么该连接可以是直接连接,或可以是经由其它元件和连接的间接连接。尽管在此处提供了各种近似的数值,但是这些数值仅仅是示例而不应该用于限制该公开的范围。

[0069] 同样,尽管已关于一个或多个实施示出并描述了本公开,但本领域技术人员会基于对本说明书及附图的阅读和理解而得到等同的改变和修改。本公开包括所有这样的修改和改变,并且仅由下面的权利要求的范围限制。特别地,关于由上述组件(例如,元件和/或资源)执行的功能,除非以其他方式指示,用于描述这些组件的术语打算对应于执行所描述的组件的具体功能(例如,功能相等)的任意组件,即使与在此处所说明的公开的示例性实施中执行功能的所公开结构在结构上并不相同。另外,尽管已关于若干实施中的仅一个实施公开了本公开的特定特征,然而这样的特征可以与其它实施的一个或多个其它特征结合,因为对于任何给定或特定的应用来说这是期望的且有优势的。另外,在该申请和所附的权利要求中使用的冠词“a”和“an”被解释为意味着“一个或多个”。

[0070] 另外,就在详细的描述或权利要求中使用的术语“包括”、“具有”、“具备”、“带有”、或其变形来说,打算使这些术语以与术语“包括”类似的方式来包括。

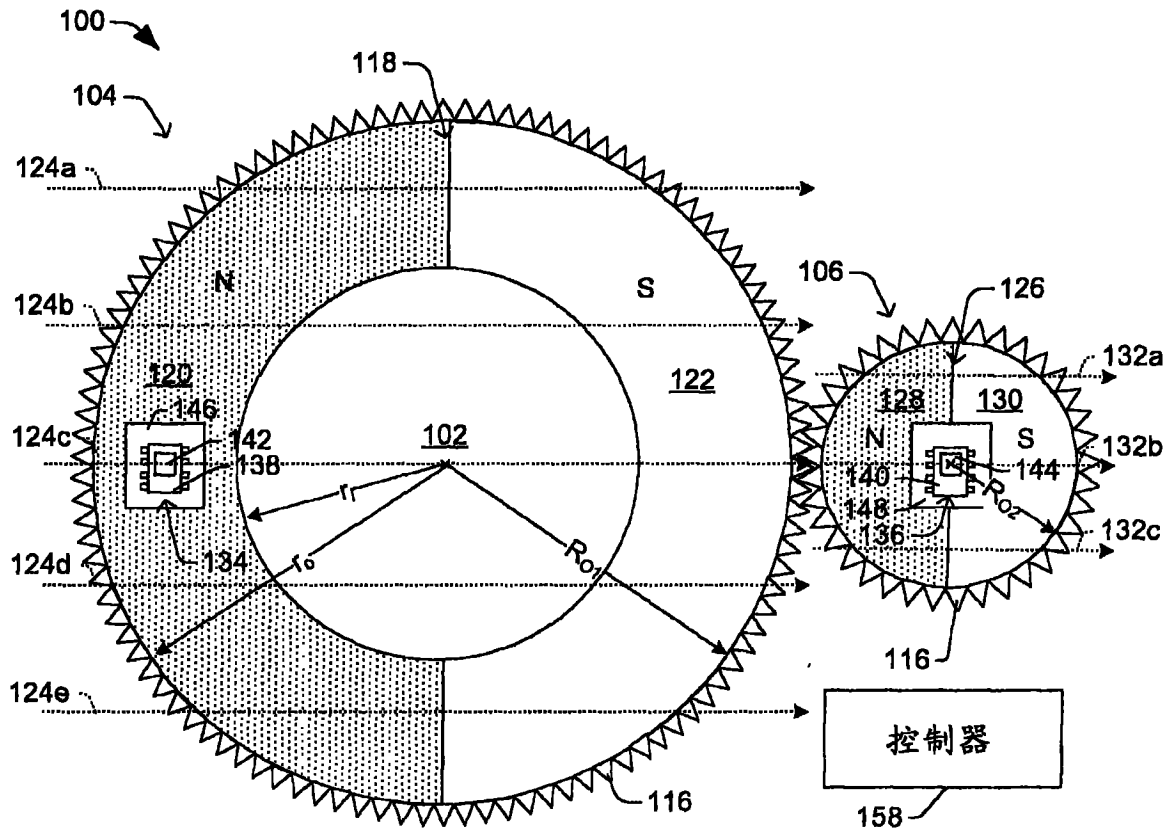


图 1

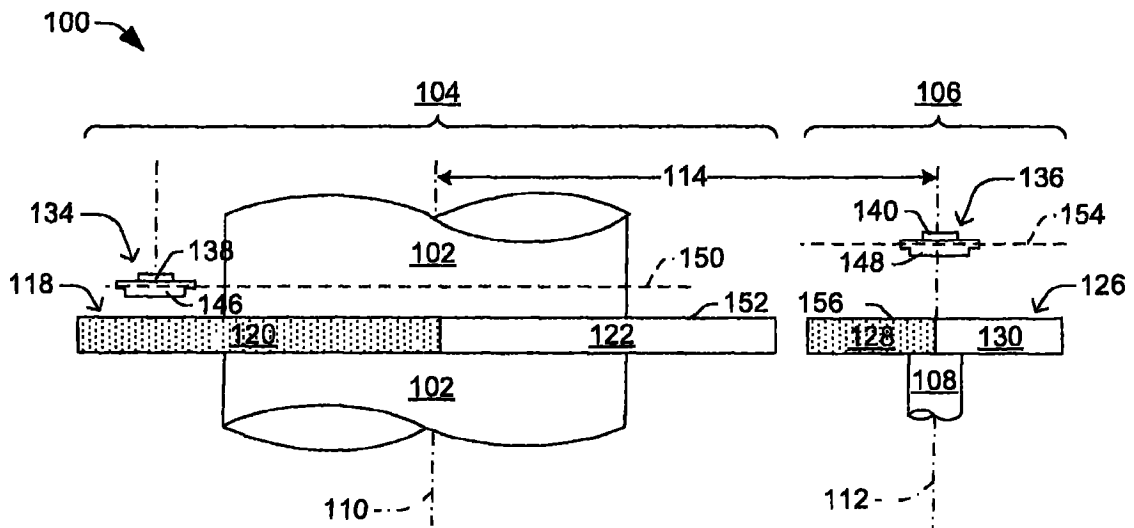


图 2

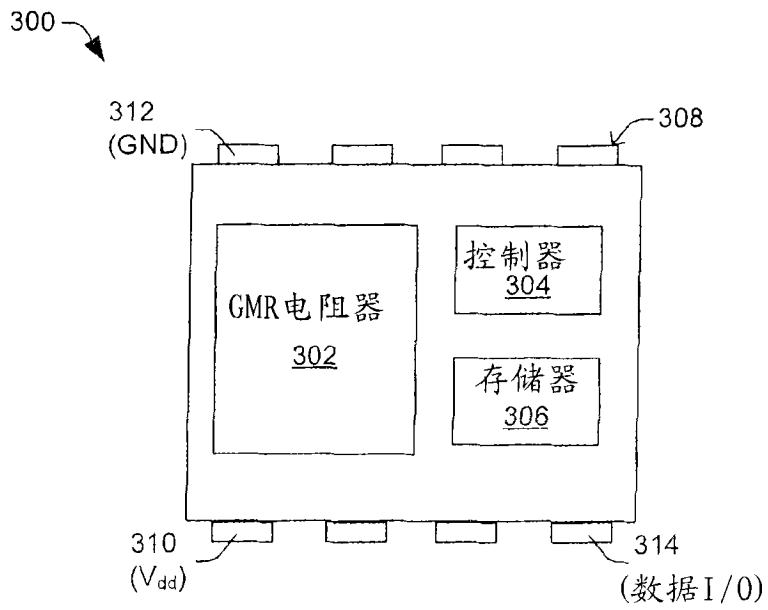


图 3

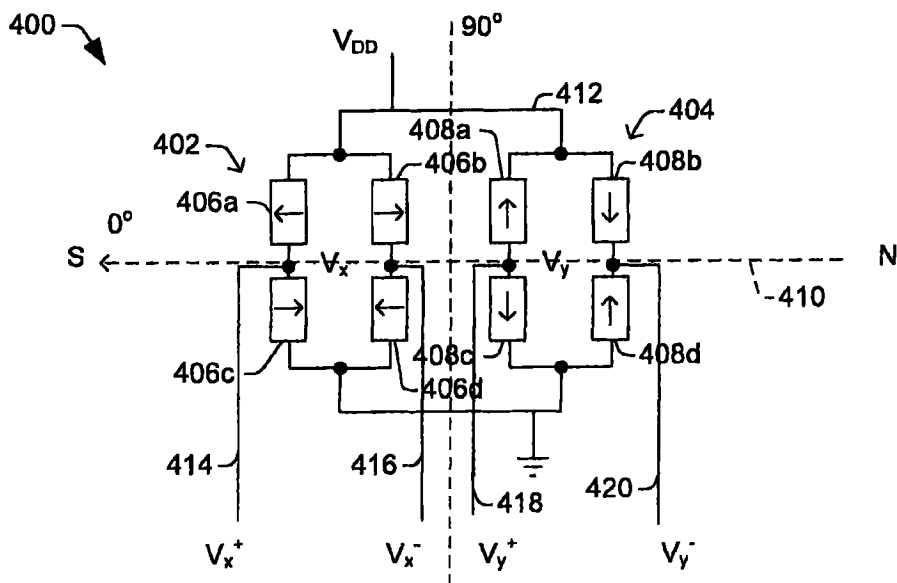


图 4

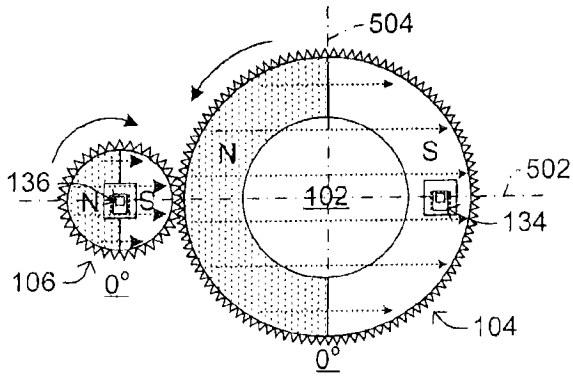


图 5A

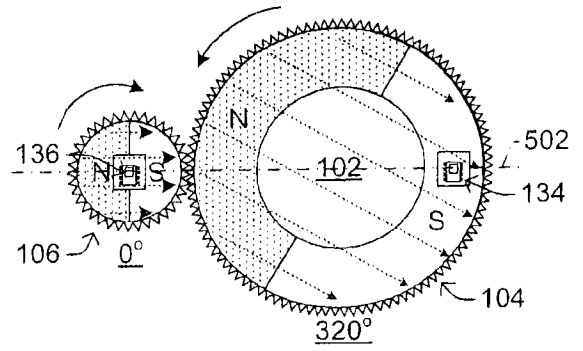


图 5B

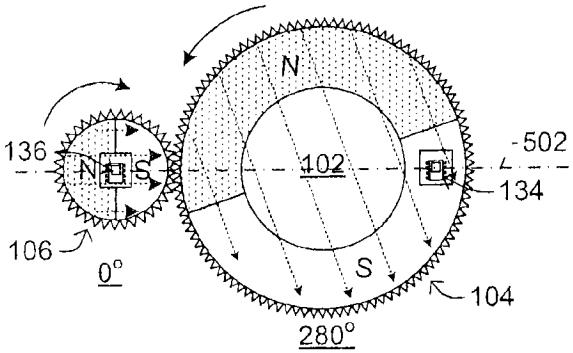


图 5C

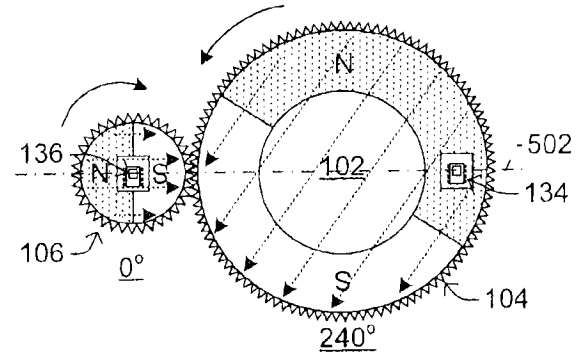


图 5D

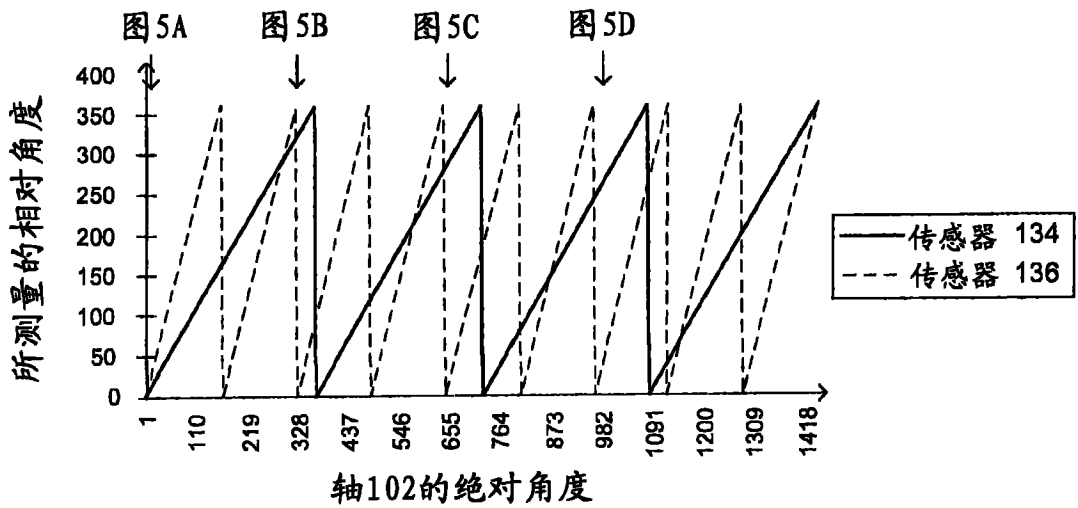


图 6

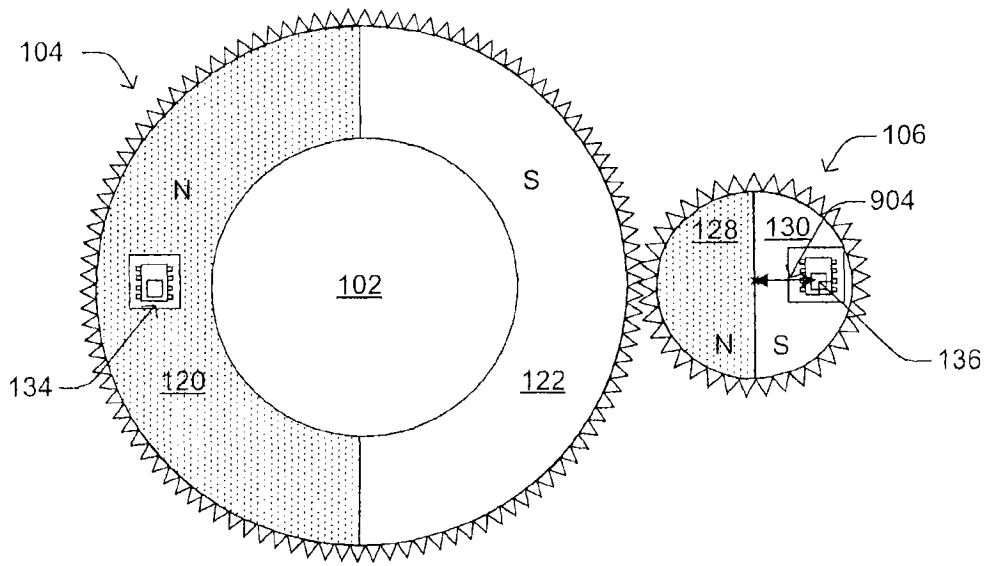


图 9

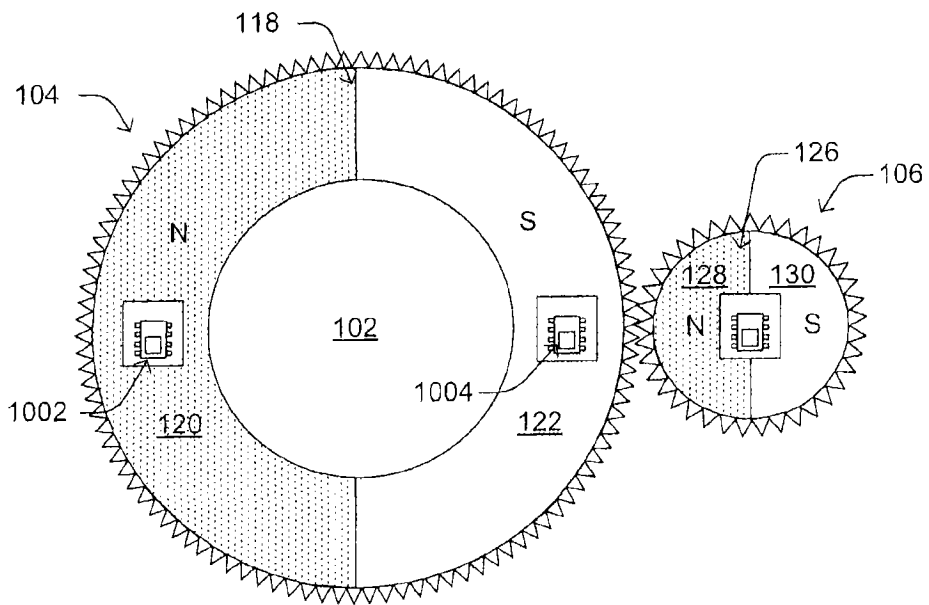


图 10

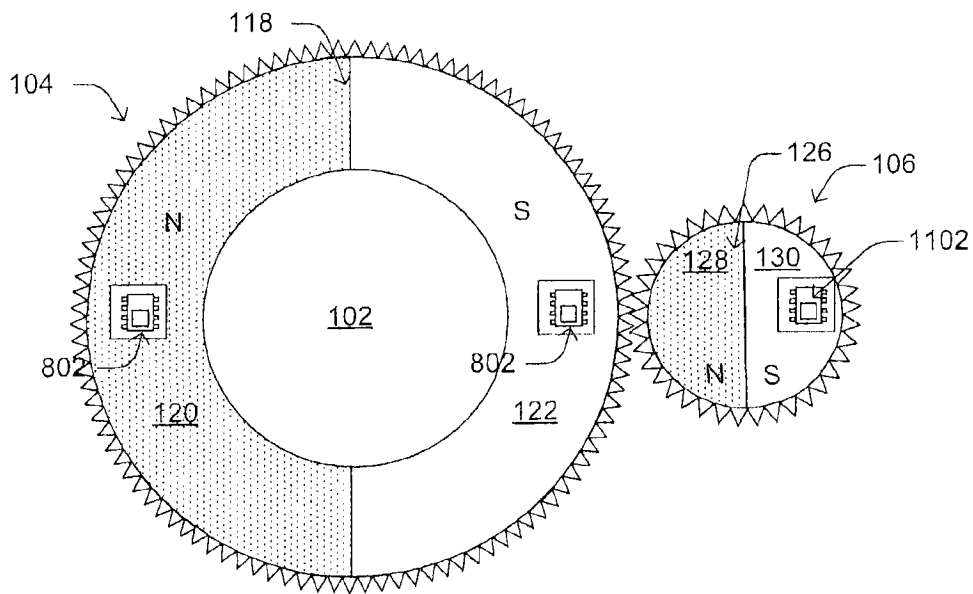


图 11

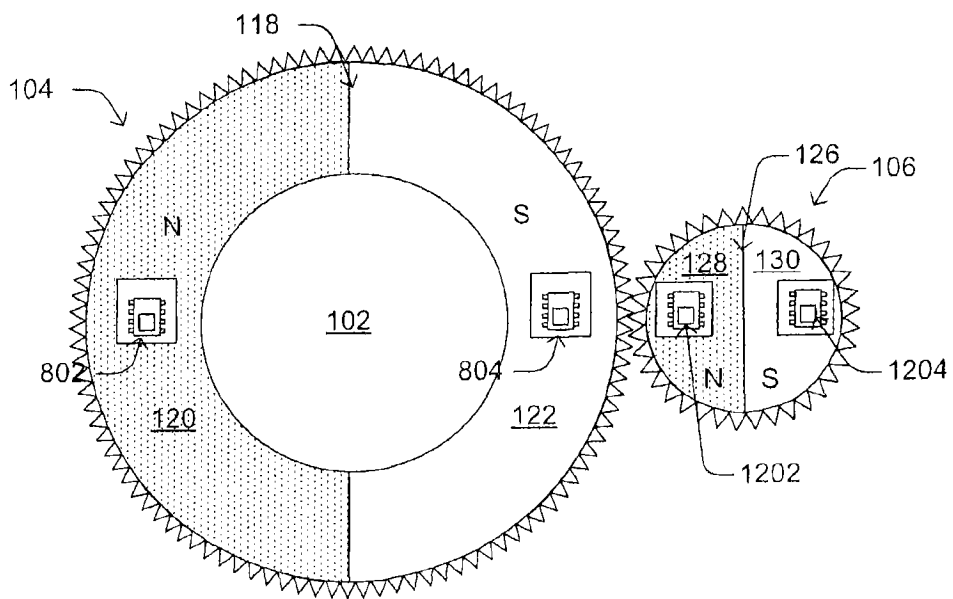


图 12

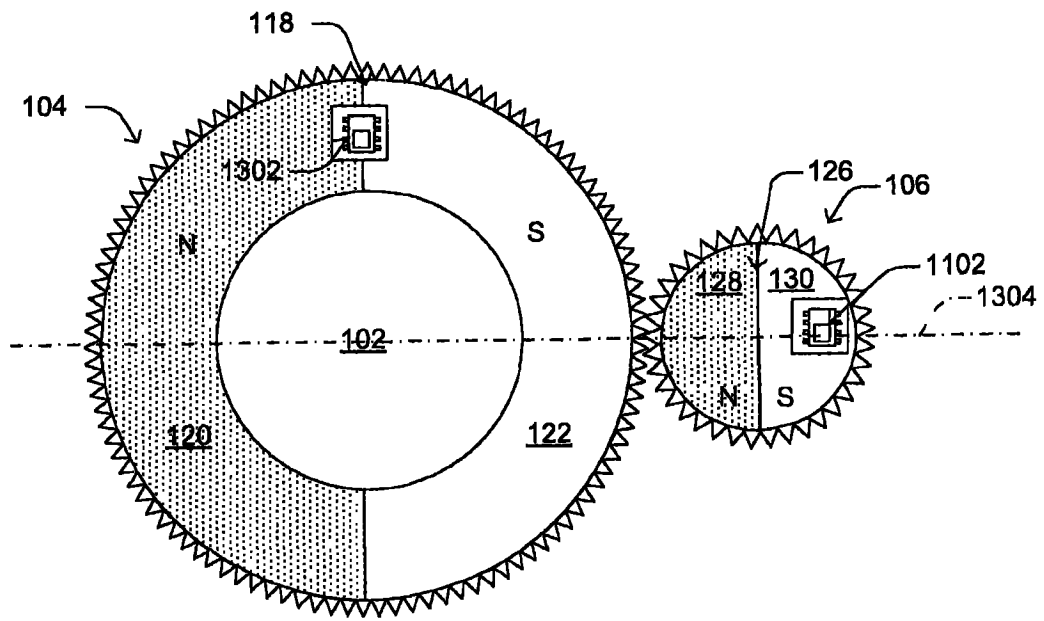


图 13