



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101095030 B

(45) 授权公告日 2011.04.06

(21) 申请号 200580040278.0

US 3858415, 全文.

(22) 申请日 2005.11.21

US 6172500 B1, 全文.

(30) 优先权数据

US 5214426 A, 1993.05.25, 全文.

10/997,012 2004.11.24 US

US 5570016 A, 1996.10.29, 说明书第 1 栏第 31-51 行, 第 2 栏第 27-67 行, 第 3 栏第 46 行-第 4 栏第 32 行, 第 5 栏第 1-54 行、附图 1,8.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

US 5068529, 1991.11.26, 说明书第 14 栏第 21-50 行、附图 12A.

2007.05.24

FR 2495327 A, 1982.06.04, 全文.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/IB2005/053851 2005.11.21

审查员 胡金云

(87) PCT 申请的公布数据

WO2006/056941 EN 2006.06.01

(73) 专利权人 博世力士乐公司

地址 美国伊利诺斯

(72) 发明人 D·伍迪

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 林锦辉

(51) Int. Cl.

G01D 5/249 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 86108082 A, 1987.11.11, 附图 4.

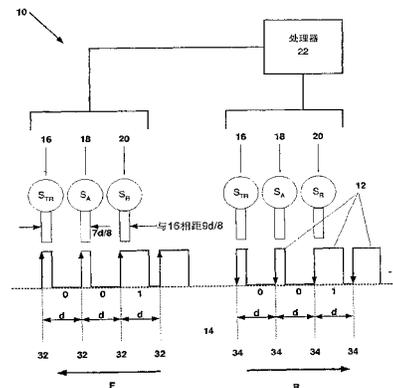
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

回转件的角位置、速度和方向编码

(57) 摘要

一种空间检测设备, 包括回转件, 其具有在其圆周周围以预定距离在角度上隔开的预定数量的凸齿, 以构成位组合; 至少一个传感器, 能够检测凸齿的上升沿和下降沿; 以及处理器, 配置为根据来自传感器的输入, 检测位组合的至少一部分。



CN 101095030 B

1. 一种空间检测设备,包括:

回转件,具有在其圆周周围以预定距离在角度上隔开的预定数量的凸齿,以构成位组合,每个凸齿具有两个形状之一,该两个形状中的一个定义为后面有长凹槽的短槽脊,该两个形状中的另一个定义为后面有短凹槽的长槽脊;

至少一个传感器,能够检测所述凸齿的上升沿和下降沿;以及

处理器,配置为根据来自所述至少一个传感器的输入,检测所述位组合的至少一部分。

2. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述处理器根据来自所述至少一个传感器的所述输入,确定所述回转件的角速度。

3. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述处理器根据来自所述至少一个传感器的所述输入,确定所述回转件的角位置。

4. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述至少一个传感器包括:

触发传感器,用于检测所述凸齿的上升沿和下降沿;

至少一个方向传感器,用于响应于所述触发传感器对所述上升沿或所述下降沿的检测,在预定位置处检测所述凸齿的位值;并且

其中,所述处理器根据来自所述至少一个方向传感器的输入,确定所述回转件的移动方向。

5. 如权利要求 4 所述的空间检测设备,其中,第一方向传感器布置在距离所述触发传感器  $7d/8$  处,在此  $d$  等于所述凸齿的相邻上升沿之间的距离。

6. 如权利要求 5 所述的空间检测设备,其中,第二方向传感器布置在距离所述触发传感器  $9d/8$  处。

7. 如权利要求 4 所述的空间检测设备,其中,所述触发传感器和方向传感器二者是霍尔效应传感器。

8. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述至少一个传感器包括预定数量的位置传感器;并且

其中,所述处理器根据来自所述位置传感器的输入,确定所述回转件的静态角位置。

9. 如权利要求 8 所述的空间检测设备,其中,所述预定数量的位置传感器中的至少一个是霍尔效应传感器。

10. 如权利要求 8 所述的空间检测设备,其中,用以确定所述回转件的静态角位置所必需的所述位置传感器的数量根据以下方程来预先确定:  
$$\text{Integer}(\text{Log}_2(\text{No}_{\text{Teeth}})) + \text{Integer}\left(2^{\text{Fraction}(\text{Log}_2(\text{No}_{\text{Teeth}}))}\right)$$
,在此  $\text{No}_{\text{Teeth}}$  等于在所述回转件圆周周围间隔排开的凸齿的数量, Integer 是产生整数的函数, Fraction 是产生小数的函数。

11. 如权利要求 8 所述的空间检测设备,其中,所述位置传感器布置为彼此相距  $d$ , 在此  $d$  等于所述凸齿的相邻上升沿之间的距离。

12. 如权利要求 8 所述的空间检测设备,其中,所述预定数量的位置传感器的第一位置传感器布置在距离触发传感器  $(nd+d/2)$  处,在此  $n$  等于凸齿的预定数量,  $d$  等于所述凸齿的相邻上升沿之间的距离。

13. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,基于曼彻斯特编码技术来对所述位组合进行编码。

14. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述预定数量的凸齿等于 8。

15. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述预定数量的凸齿中的每一个和在其之间形成的间距与单个的二进制值相对应;所述单个的二进制值共同构成所述位组合。

16. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述至少一个传感器布置在所述回转件附近。

17. 如权利要求 1 所述的空间检测设备,其中,所述位组合包括循环二进制数序列,其基于所述凸齿和在其之间形成的间距的单个二进制值,所述循环二进制数序列包括预定数量的唯一性的二进制数,所述二进制数的每一个与所述回转件的唯一的角位置相对应。

18. 如权利要求 17 所述的空间检测设备,其中,所述处理器根据从所述至少一个传感器的输入所述循环二进制数序列的至少一部分,确定所述回转件的动态角位置。

19. 如权利要求 18 所述的空间检测设备,其中,所述处理器通过查询转移状态图,确定所述回转件的动态角位置。

20. 如权利要求 17 所述的空间检测设备,其中,在所述循环二进制数序列中的每个所述二进制数的字长基于以下方程来预先确定:

$Integer(\log_2(N_{States})) + Integer(2^{Fraction(\log_2(N_{Teeth}))})$ ,在此  $N_{States}$  等于用以确定所述回转件的静态角位置所需的最少凸齿数量,  $N_{Teeth}$  等于在所述回转件圆周周围间隔排开的凸齿的数量,  $Integer$  是产生整数的函数,  $Fraction$  是产生小数的函数。

21. 一种检测回转件的至少一个空间特征的方法,使用在所述回转件圆周周围以预定距离在角度上隔开的预定数量的凸齿来对所述回转件进行编码,并构成位组合,其中每个凸齿具有两个形状之一,该两个形状中的一个定义为后面有长凹槽的短槽脊,该两个形状中的另一个定义为后面有短凹槽的长槽脊,所述方法包括以下步骤:

通过至少一个传感器检测各个所述凸齿的上升沿或下降沿;以及

根据来自所述至少一个传感器的输入,通过采用处理器对所述位组合的至少一部分进行解码,来确定所述回转件的所述至少一个空间特征。

22. 如权利要求 21 所述的方法,其中,所述确定所述至少一个空间特征的步骤包括,所述处理器根据来自所述至少一个传感器的所述输入,确定所述回转件的角速度。

23. 如权利要求 21 所述的方法,其中,所述确定所述至少一个空间特征的步骤包括,所述处理器根据来自所述至少一个传感器的所述输入,确定所述回转件的角位置。

24. 如权利要求 21 所述的方法,其中,所述至少一个传感器包括:

触发传感器,用于检测所述凸齿的上升沿和下降沿;

至少一个方向传感器,用于响应于所述触发传感器对所述上升沿或所述下降沿的检测,在第一预定位置处检测所述凸齿的位值;以及

所述处理器根据来自所述至少一个方向传感器的输入,确定所述回转件的移动方向。

25. 如权利要求 21 所述的方法,

所述至少一个传感器包括预定数量的位置传感器;并且

所述处理器根据来自所述位置传感器的输入,确定所述回转件的静态角位置。

26. 如权利要求 25 所述的方法,包括步骤:布置所述凸齿,以使得所有所述凸齿的所述上升沿与相邻凸齿相距共同的距离。

27. 如权利要求 21 所述的方法,包括步骤:形成所述预定数量的凸齿的每一个并形成

在其之间所形成的间距,以便与单个的二进制值相对应;所述单个的二进制值共同构成所述位组合。

28. 如权利要求 21 所述的方法,其中,所述位组合包括循环二进制数序列,其基于所述凸齿和在其之间形成的间距的单个的二进制值,所述循环二进制数序列包括预定数量的唯一性的二进制数,所述二进制数的每一个与所述回转件的唯一的角位置相对应。

29. 如权利要求 28 所述的方法,所述处理器根据从所述至少一个传感器输入的所述循环二进制数序列的至少一部分,确定所述回转件的动态角位置。

30. 一种与空间检测设备共同使用的回转件,包括在所述回转件的圆周周围以预定距离在角度上隔开的预定数量的凸齿,以构成位组合,每个凸齿具有两个形状之一,该两个形状中的一个定义为后面有长凹槽的短槽脊,该两个形状中的另一个定义为后面有短凹槽的长槽脊。

31. 如权利要求 30 所述的回转件,包括步骤:布置所述凸齿,以使得所有所述凸齿的所述上升沿与相邻凸齿相距共同的距离。

32. 如权利要求 30 所述的回转件,包括步骤:使用曼彻斯特编码技术来对所述位组合进行编码。

33. 如权利要求 30 所述的回转件,其中,所述预定数量的凸齿的每一个和在其之间形成的间距与单个的二进制值相对应;所述单个的二进制值共同构成所述位组合。

34. 如权利要求 30 所述的回转件,其中,所述位组合包括循环二进制数序列,其基于所述凸齿和形成在其之间的间距的单个的二进制值,所述循环二进制数序列包括预定数量的唯一性的二进制数,所述二进制数的每一个与所述回转件的唯一的角位置相对应。

## 回转件的角位置、速度和方向编码

### 发明领域

[0001] 本申请总体涉及空间检测领域,更具体的,涉及确定回转件的角位置、角速度和移动方向。

[0002] 发明背景

[0003] 这些年来已经研发的多种设备和方法,用于确定旋转材料或物体的位置和速度。例如,在机械工程领域,尤其在曲轴力学领域,已经研发的许多设备和方法,致力于准确地确定与发动机相连接的曲轴的位置和速度,来改善例如发动机点火定时,同时还防止可能的发动机不起动,并更有效地控制发动机排放。然而,这些常规设备和方法都存在许多缺点和不足。

[0004] 根据一种方法,在与例如曲轴一起旋转的目标转轮上,形成多个等间距、等尺寸的凸齿。借助于由布置在该目标转轮附近的传感元件感应凸齿上升沿或下降沿的通过,来确定目标转轮和曲轴的相对递增的旋转位置和速度。然而,由于在目标转轮上形成的各个凸齿是等间距和等尺寸的,因此曲轴的位置可能只能通过对每个通过的凸齿进行计数而以递增的方式来准确地确定。结果,曲轴的相对旋转位置必须总是与某种形式的起始位置或参考值相关联地来确定。

[0005] 根据另一种方法,沿着与曲轴一起旋转的目标转轮的外围形成等间距的凸齿。通过借助传感元件监测目标转轮上的所经过的凸齿的上升沿和下降沿来确定目标转轮的旋转位置,其中,上升沿和下降沿构成了位组合 (bit pattern)。

[0006] 根据该常规方法,在能够准确确定目标转轮的相对旋转位置之前,必须由传感元件监测最小数量的连续的位,这导致了计算上的延迟。另外,由于传感元件必须最少监测六(6)个连续的位,因此该常规方法不能确定目标转轮的静态位置;即,目标转轮必须一直运动,以便于准确确定其相对旋转位置。

[0007] 因此,就需要能够无需依赖起始位置或参考值来确定回转件的静态和动态角位置。而且,还需要能够在任何特定时间点确定回转件的角位置,而不必监测多个连续的位。尤其在满足了上述需要时,就更进一步希望能够检测回转件角速度和移动方向。

### 发明内容

[0008] 在至少一个实施例中,空间检测设备包括回转件,其具有预定数量的凸齿,凸齿在回转件的圆周周围以预定距离在角度上隔开,以构成位组合;至少一个传感器,其能够检测凸齿的上升沿和下降沿;以及处理器,配置为根据来自传感器的输入,检测所述位组合的至少一部分。

[0009] 在一些实施例中,所述处理器根据来自传感器的输入,确定回转件的角速度。所述处理器还可以根据从布置在该回转件附近的传感器而来的输入,确定该回转件的角位置。

[0010] 根据一些实施例,所述空间检测设备还包括触发传感器,用于检测凸齿的上升沿和下降沿;第一方向传感器,用于响应于触发传感器对上升沿或下降沿的检测,在第一预定位置检测凸齿的位值;以及第二方向传感器,用于响应触发传感器对上升沿或下降沿的检

测,在第二预定位置检测凸齿的位值;其中,所述处理器根据来自第一方向传感器和第二方向传感器的输入,确定回转件的移动方向。

[0011] 在至少一个实施例中,第一方向传感器布置在距触发传感器  $7d/8$  处,在此  $d$  等于在凸齿相邻边缘之间的距离。第二方向传感器还可以布置在距触发传感器  $9d/8$  处。各个触发传感器、第一方向传感器和第二方向传感器也可以是霍尔效应 (Hall Effect) 传感器。

[0012] 根据一些实施例,所述空间检测设备还包括预定数量的位置传感器;其中,所述处理器根据来自这些位置传感器的输入,确定回转件的静态角位置。这些预定数量的位置传感器中的每一个都可以是霍尔效应传感器。

[0013] 在至少一个实施例中,用于确定回转件的静态角位置所必需的位置传感器的数量是根据以下方程来预先确定的:  $Integer(\log_2(N_{\text{Teeth}})) + Integer(2^{\text{Fraction}(\log_2(N_{\text{Teeth}}))})$ , 在此  $N_{\text{Teeth}}$  等于在回转件圆周周围间隔排开的凸齿数量, Integer 是整数部分, Fraction 是小数部分。

[0014] 在一些实施例中,位置传感器可以布置为彼此相距  $d$ , 在此  $d$  等于在凸齿相邻边缘之间的距离。所述预定数量的位置传感器的第一位置传感器也可以布置在距离触发传感器  $(nd+d/2)$  处, 在此  $n$  等于凸齿的预定数量,  $d$  等于在凸齿相邻上升沿之间的距离。

[0015] 根据至少一个实施例,基于曼彻斯特编码 (Manchester coding) 技术来对位组合进行编码。凸齿的预定数量可以等于 8。

[0016] 在至少一个实施例中,预定数量的凸齿中的每一个和在其之间形成的间距与单个的二进制值相对应,这些单个的二进制值共同构成所述位组合。该位组合可以包括循环二进制数序列,其基于凸齿和形成在其之间的间距的单个二进制值,该循环二进制数序列包括预定数量的唯一性 (unique) 的二进制数,每个二进制数与回转件的唯一性的角位置相对应。

[0017] 根据一些实施例,所述处理器基于从至少一个传感器输入的循环二进制数序列的至少一部分,确定回转件的动态角位置。所述处理器还可以通过查询转移状态图来确定回转件的动态角位置。

[0018] 在至少一个实施例中,在所述循环二进制数序列中的每个二进制数的字长是根据以下方程来预先确定的:  $Integer(\log_2(N_{\text{States}})) + Integer(2^{\text{Fraction}(\log_2(N_{\text{Teeth}}))})$ , 在此  $N_{\text{States}}$  等于用于确定回转件静态角位置所需的最少凸齿数量,  $N_{\text{Teeth}}$  等于在回转件圆周周围间隔排开的凸齿数量, Integer 等于整数部分, Fraction 等于小数部分。

[0019] 根据至少一个实施例,一种检测旋转物体的空间特征的方法包括以下步骤:使用在回转件的圆周周围以预定距离在角度上隔开的预定数量的凸齿来对该回转件进行编码,以构成位组合;借助于至少一个传感器检测各个凸齿的上升沿或下降沿;以及根据来自所述至少一个传感器的输入,通过采用处理器对所述位组合的至少一部分进行解码来确定该旋转物体的空间特征。

## 附图说明

[0020] 图 1 示出了检测设备的一个示范性实施例,用于确定回转件的移动方向和角速度;

- [0021] 图 2 示出了示范性的位组合编码技术；
- [0022] 图 3 示出了检测设备的一个示范性实施例，用于确定回转件的角位置和角速度；
- [0023] 图 4 示出了示范性转移状态图，用于确定回转件的角位置；以及
- [0024] 图 5 示出了检测设备的一个示范性实施例，用于确定回转件的移动方向、角速度和角位置。

## 具体实施方式

### [0025] I. 概述

[0026] 图 1 示出了空间检测设备 10 的示范性实施例，用于确定回转件 14 的角位置、移动方向和角速度。根据至少一个示范性实施例，检测设备 10 包括预定数量的凸齿 12，在回转件 14 的圆周周围在角度上间隔排开，以构成位组合。在所示的实施例中，编码的凸齿 12 全部在回转件 14 的整个圆周周围延伸。

[0027] 至少一个传感器，例如图 1 中所示的传感器 16、18 和 20，布置在回转件 14 的附近，其输出提供给处理器 22。回转件 14 可以是本领域已知的、能够旋转的任何部件，例如包括曲轴、传动轴和凸轮轴或与其任何一个一起旋转的目标转轮。

[0028] 如图 1 所示，凸齿 12 不是相同的。取代的是，在所示实施例中，它们是两个形状之一，两个形状的每一个由“0”或“1”表示。图 2 示出了示范性的位组合编码技术，用于与图 1 的实施例相结合使用。通常，沿着回转件 14 的圆周表面形成的各个凸齿 12 与单个的二进制值相对应，所述单个的二进制值共同构成循环位组合。根据图 2 中所示的示范性编码技术，二进制零“0”在凸齿 12 中定义为后面有长凹槽 (trough) 26 的短槽脊 (land) 24，而二进制一“1”定义为后面有短凹槽 30 的长槽脊 28。每个凸齿 12 的长度或圆周宽度 (circumferential extent) “d”都相同。而且，短槽脊 24 具有与短凹槽 30 相同的圆周宽度，而长凹槽 26 具有与长槽脊 28 相同的圆周宽度。

[0029] 该示范性的归零制编码技术，通常称为曼彻斯特编码，其允许无需考虑回转件 14 的移动方向而确定在沿着回转件 14 表面的凸齿 12 中编码的位组合。如下所讨论的，由该方法的使用中，可以获得回转件 14 的固定或动态位置，以及其方向和速度。

[0030] 所示的编码方法允许凸齿 12 的双向识别。例如，当回转件 14 与凸齿 12 一起向着正向 F (从右到左) 移动时，如图 1 所示，各个凸齿 12 的上升沿 32 表示一个二进制值的开始。这样，上升沿是均匀间隔的或定时的 (当部件 14 以恒定角速度移动时) 参考值“d”。与此相反，当回转件 14 与凸齿 12 一起向着反向 R (从左到右) 移动时，各个凸齿 12 的下降沿 34 表示一个二进制值的开始。这意味着下降沿是均匀间隔的或定时的参考值“d”。因此，在所示实施例中，各个上升沿 32 和各个下降沿 34 以“d”彼此均匀间隔排开。这些均匀间隔的脉冲称为同步脉冲。在上升沿同步脉冲的情况下，正脉冲在负脉冲之前 (正向)，上升沿表示凸齿事件 (或 0 或 1) 的开始。在下降沿同步脉冲的情况下，负脉冲在正脉冲之前 (反向)，下降沿表示凸齿事件 (也是或 0 或 1) 的开始。

[0031] 尽管已经结合曼彻斯特编码技术说明了凸齿 12 的编码，也可以用本领域中已知的任意数量的编码技术来编码凸齿 12；例如，包括非归零式编码技术。在相邻上升沿 32 和相邻下降沿 34 之间的距离也可以变化，从而使得凸齿 12 沿着回转件 14 的圆周表面不规则的间隔排开。

[0032] 回到图 1 中所示的示范性实施例,凸齿 12 的上升沿 32 或下降沿 34 由布置在回转件 14 表面附近的至少一个传感器检测。在至少一个实施例中,回转件 14 的移动方向由在回转件 14 表面附近形成的触发传感器 16、第一方向传感器 18 和第二方向传感器 20 检测。传感器 16、18 和 20 共同定义为“方向组”。

[0033] 在一些实施例中,传感器 16、18 和 20 是霍尔效应传感器,其能够检测凸齿 12 的静态位置。正如本领域技术人员已知的,如果将磁场垂直施加到导体,在导体中会相对于电流流动方向横向的产生电压(霍尔电压)。由于在半导体中霍尔效应最明显,所以霍尔效应传感器通常是由半导体材料构成的片晶。当回转件 14 是金属的时,霍尔效应传感器尤其有效,因为许多此类传感器能够检测金属的靠近。

[0034] 在其它实施例中,传感器 16、18 和 20 是可变磁阻传感器,当回转件 14 运动时,传感器 16、18 和 20 能够检测凸齿 12 的上升沿和下降沿。然而,与霍尔效应传感器不同,可变磁阻传感器没有静态定位能力,因此霍尔效应传感器优于可变磁阻传感器。

[0035] 在图 1 中所示的示范性实施例中,第一方向传感器 18 和第二方向传感器 20 的输出信号能够随着触发传感器 16 检测到上升沿 32 而被锁存。如图 1 中所示,在触发传感器 16 检测到上升沿 32 时,直接位于第一方向传感器 18 和第二方向传感器 20 下方的各个凸齿 12 的二进制值被检测到。在触发传感器 16 检测到上升沿 32 时,第一方向传感器 18 和第二方向传感器 20 的输出信号被提供给处理器 22,其确定回转件 14 的移动方向。

[0036] 在至少一个实施例中,处理器 22 根据相对于触发传感器 16 而锁存的位置传感器 18 和 20 的输出,来确定回转件 14 的移动方向。根据该示范性实施例,负极性输出表示正向移动 F,而正极性输出表示反向移动 R。正如本领域技术人员会了解的,在所示实施例中,传感器 18 和 20 的输出被输入到 AND 锁存器。如果这些传感器的输出为负(或二进制“0”),那么回转件 14 就被处理器 22 确定为在正向上移动,例如,  $(\text{NOT } S_A \text{ AND } S_R = 0)$ 。正如本领域技术人员会了解的,为了确定回转件 14 是否在反向上移动,传感器 18 和 20 的输出被输入到 OR 锁存器。如果该锁存器的输出为正(或二进制“1”),那么回转件被确定为在反向上移动,例如,  $(S_A \text{ OR NOT } S_R = 1)$ 。

[0037] 因此,触发传感器 16 会为传感器 18 检测上升沿,传感器 18 与传感器 16 相距多个凸齿位置,为传感器 20 检测上升沿,传感器 20 与触发传感器相距多个另外的凸齿位置(相对于正向移动),并由触发传感器的上升沿 32 锁存它们的信号。根据至少一个实施例,其中有 8 个凸齿,第一方向传感器 18 位于与触发传感器 16 相距  $7d/8$  处,在此  $d$  等于在凸齿 12 的相邻上升沿之间的距离。第二方向传感器 20 可以位于与触发传感器 16 相距  $9d/8$  处。将第一方向传感器 18 与第二方向传感器 20 以这种方式与触发传感器 16 间隔隔开允许仅仅根据第一方向传感器 18 和第二方向传感器 20 的输入来确定回转件 14 的移动方向。该示范性实施例因此能够在任何时间点确定回转件 14 的移动方向,从而无需在确定移动方向之前递增地输入多个连续二进制值。

[0038] 在至少一个实施例中,回转件 14 的角速度由处理器 22 根据从布置在回转件 14 附近的至少一个传感器而来的输入来确定,例如触发传感器 16。根据该示范性实施例,回转件 14 的角速度由处理器 22 根据以下方程来确定:

$$[0039] \quad 1.1 \quad V_{Angular} = \left( \frac{Angle}{No_{Teeth}} \right) \div \left( \frac{Time}{Tooth} \right)$$

[0040] 在此,  $V_{Angular}$  是回转件 14 的角速度,  $Angle$  是回转件 14 的角度,  $No_{Teeth}$  等于在回转件 14 的圆周周围间隔排开的凸齿 12 的数量,  $(Time/Tooth)$  等于在由传感器检测到相邻上升沿 32 之间所经过的时间量。回转件 14 的角度可以如下所述来确定。

[0041] 用于确定回转件 14 角速度的传感器, 例如触发传感器 16, 是响应于凸齿 12 的上升沿 32 还是下降沿 34 取决于回转件 14 的移动方向。例如, 当回转件 14 与凸齿 12 一起向着正向 F 移动时, 如图 1 所示, 触发传感器 16 响应于各个凸齿 12 的上升沿 32。与此相反, 当回转件 14 与凸齿 12 一起向着反向 R 移动时, 触发传感器 16 响应于各个凸齿 12 的下降沿 34。

[0042] 因此, 通过检测在传感器 16 之下经过的各个凸齿 12 之间所经过的时间, 回转件 14 的角速度就能够由处理器 22 根据从单一传感器而来的输入来确定, 而无需考虑回转件 14 的移动方向。另外, 如上所指出的, 通过响应于触发传感器 16 检测到的上升沿 32 而检测直接位于第一方向传感器 18 和第二方向传感器 20 下方的凸齿 12 的二进制值, 能够在任何时间点确定回转件 14 的移动方向。

[0043] II. 静态位置检测

[0044] 图 3 示出了检测设备的一个示范性实施例, 用于确定回转件的角位置和角速度。图 4 示出了示范性的转移状态图, 用于确定回转件的角位置。

[0045] 参照图 3, 根据至少一个实施例, 回转件 14 的静态角位置由处理器 22 根据从多个位置传感器, 例如传感器 36、37 和 38 而来的输入来自动确定。确定回转件 14 的静态角位置所需的传感器数量与在回转件 14 表面上形成的凸齿 12 的数量直接相关, 如由以下方程所表示的:

$$[0046] \quad 1.2 \quad No_{Sensors} = Integer(\log_2(No_{Teeth})) + Integer\left(2^{\frac{Fraction(\log_2(No_{Teeth}))}{1}}$$

[0047] 在此,  $No_{Sensors}$  是确定回转件 14 的静态角位置所需的传感器数量,  $No_{Teeth}$  等于在回转件 14 的圆周周围间隔排开的凸齿 12 的数量,  $Integer$  指定一个函数, 其获得括号中表达式的最接近的整数,  $Fraction$  是获得小数的函数。

[0048] 参照图 4, 状态的数量 (二进制组合) 等于必须被检测以确定转轮位置的凸齿数量。使用与方程 1.2 相类似的方程确定二进制状态的字长:

$$[0049] \quad 1.3 \quad WordSize = Integer(\log_2(No_{States})) + Integer\left(2^{\frac{Fraction(\log_2(No_{Teeth}))}{1}}\right)$$

[0050] 在此,  $No_{States}$  等于确定所述回转件的静态角位置所需的最少凸齿数量,  $No_{Teeth}$  等于在所述回转件的圆周周围间隔排开的凸齿数量,  $Integer$  和  $Fraction$  是如上所述的函数。

[0051] 在至少一个示范性实施例中, 在回转件 14 的表面上形成八 (8) 个凸齿, 以使得根据上面提出的方程 1.2, 需要三 (3) 个传感器来确定回转件 14 的静态角位置。更具体而言,  $Integer(\log_2(8 \text{ 个凸齿})) + 0 = 3$  个传感器。类似的, 确定轴位置所需的二进制字长是 3 个数位。编码器转轮的分辨率是 360 度除以 8 个凸齿或 45 度 / 凸齿。

[0052] 如在图 3 所示的示范性实施例中所见到的, 第一位置传感器 ( $S_1$ ) 36、第二位置传感器 ( $S_2$ ) 37 和第三位置传感器 ( $S_3$ ) 38 布置在回转件 14 表面的附近, 彼此以距离 d 间隔隔开,

距离  $d$  与在凸齿 12 的相邻上升沿之间的距离相对应。在至少一个实施例中,传感器 36、37 和 38 是霍尔效应传感器,其能够检测凸齿 12 的静态位置。

[0053] 根据图 3 中所示的示范性实施例,回转件 14 的静态位置能够通过检测直接位于第一位置传感器 36、第二位置传感器 37 和第三位置传感器 38 下方的各个凸齿 12 的二进制值来确定。传感器 36、37 和 38 共同称为“位置传感器”。然而在一些实施例中,方向传感器 16、18 或 20 中的一个或多个也可以起到位置传感器的作用。

[0054] 由该实施例中的这三个位置传感器检测的二进制值一起构成了唯一的二进制数,其与回转件 14 的唯一性的位置相对应。由该实施例中的这三个位置传感器检测的这些二进制值一起构成了唯一性的二进制数,然后将这些二进制值输出到处理器 22,处理器 22 随后根据状态图或由本领域中已知的启发式的其它位置关系,自动确定回转件 14 的静态角位置。

[0055] 例如,根据直接位于第一位置传感器 36、第二位置传感器 37 和第三位置传感器 38 下方的各个凸齿 12 的二进制值,由图 3 所示的示范性实施例中的这三个位置传感器检测的二进制值一起构成唯一性的二进制数“000”。该唯一的二进制数“000”随后输出到处理器 22。根据至少一个示范性实施例,处理器 22 随后根据图 4 中所示的示范性状态图 39 来确定回转件 14 的角位置。

[0056] 如图 4 所见的,预定数量的唯一性的二进制数(“000”、“001”、“011”等)可以与状态图 39 中预定数量的状态 40、42、44、46、48、50、52 和 54 相对应。每个状态 40、42、44 等都与回转件 14 的唯一位置相对应,因此也对应于唯一的二进制数。例如,根据图 3 中所示的示范性实施例,处理器 22 根据从三个位置传感器输入的唯一性二进制数“000”,确定回转件 14 的角位置处于状态 40。

[0057] 因此,通过使用能够同时检测预定数量的凸齿 12 的二进制值的多个位置传感器,可以在任何特定时间点确定回转件 14 的角位置,而不必如同在常规检测设备中所要求那样监测从运动中的回转件 14 输入的多个连续的位。换句话说,根据该示范性实施例,即使当回转件 14 处于静止,回转件 14 的角位置也可以由此来确定,从而无需旋转回转件 14 以便确定其位置。因此有利地减少了计算延迟时间,例如在包括发动机的实施例中,导致减少了启动发动机的时间。

[0058] 如在图 5 中所示的示范性实施例所见到的,多个位置传感器 36、37 和 38 还可以与触发传感器 16、第一方向传感器 18 和第二方向传感器 20 一起使用。根据该示范性实施例,第一位置传感器 36 与触发传感器 16 间隔距离  $(n*d)+1/2d$ ,在此  $n$  等于任意凸齿数, $d$  等于在任何相邻上升沿之间的距离。第二位置传感器 37 随后可以与第一位置传感器 36 间隔距离  $d$ ,第三位置传感器 38 可以与第二位置传感器 37 间隔距离  $d$ 。

[0059] 通过以这种方式布置各个传感器,确保了当触发传感器 16 检测到上升沿 32 时,第一位置传感器 36、第二位置传感器 37 和第三位置传感器 38 直接位于槽脊上方或者凹槽上方。因而,第一位置传感器 36、第二位置传感器 37 和第三位置传感器 38 可以锁定到触发传感器 16,以便当触发传感器 16 检测到上升沿 32 时,可以由第一位置传感器 36、第二位置传感器 37 和第三位置传感器 38 检测到凸齿 12 的二进制值。将位置传感器以这种方式锁定到触发传感器 16 实现了高速同步操作和角位置检测。

[0060] 尽管在图 3 所示的示范性实施例中使用了八(8)个凸齿和三(3)个位置传感器,

确定回转件 14 的静态位置所需的凸齿和传感器数量可以根据方程 1.2 变化。另外,尽管在图 3 所示的示范性实施例中检测到的唯一性二进制数的字长等于三 (3),但是由于各个唯一性二进制数的字长等于用于检测回转件 14 的位置的位置传感器的数量 (方程 1.2 中的“ $N_{\text{Sensors}}$ ”),因此各个唯一性二进制数的字长也可以根据所使用的位置传感器数量而改变。

[0061] 而且,由于用以确定回转件 14 角位置的准确度 (即,检测设备 10 的分辨率)与在回转件 14 表面上形成的凸齿 12 的数量成正比,因此可以通过从回转件 14 表面增加或移去凸齿 12 来改变该准确度。换句话说,检测设备 10 的分辨率可以通过使用更多数量的凸齿 12 来增加,或通过使用更少数量的凸齿 12 来减小。

### [0062] III. 动态位置检测

[0063] 根据至少一个实施例,处理器 22 也可以根据来自单一传感器的输入,通过将将从单一传感器输入的二进制值与图 4 所示的转移状态图 39 进行比较,确定回转件 14 的动态角位置。图 5 示出了检测设备的一个示范性实施例,用于确定回转件的移动方向、角速度和角位置。

[0064] 如图 4 所见的,示范性转移状态图 39 包括多个状态 40、42、44、46、48、50、52、和 54。在转移状态图 39 中的各个状态的输出与回转件 14 的唯一角位置相对应。根据该示范性实施例,通过连续地跟随状态 40、42、44、46、48、50、52 和 54 的输出值来构成图 5 所示的唯一性的二进制数序列 56。在该实例中,该唯一性的二进制数序列 56 等于二进制“000”、“001”、“011”、“111”、“110”、“101”、“010”和“100”(或者是十进制中的“0”、“1”、“3”、“7”、“6”、“5”、“2”和“4”),在序列 56 中的每个唯一性二进制数都与回转件 14 的唯一角位置相对应。

[0065] 在至少一个实施例中,处理器 22 根据从单一传感器输入的该循环二进制数序列 56 的至少一部分来确定回转件 14 的动态角位置。例如,一旦单一传感器 (例如在图 3 中所示的第一位置传感器 36) 从直接在其下经过的移动凸齿 12 检测到并输出等于一个字长 (在此情况下为三 (3)) 的多个位值,处理器 22 就能够准确地确定回转件 14 的角位置。例如,假如第一位置传感器 36 连续检测到二进制值“0”、“1”和“1”,一起构成了二进制数“011”,处理器 22 就确定回转件 14 的角位置处于状态 44。

[0066] 根据至少一个实施例,一旦将等于一个字长的多个位值从第一位置传感器 36 输入到处理器 22,当检测到在第一位置传感器 36 下方经过的各个凸齿 12 的各个二进制值时,转移状态图 39 也可以用于确定回转件 14 的角位置。例如,一旦一起构成二进制数“011”的二进制值“0”、“1”和“1”已经从第一位置传感器 36 提供至处理器 22,当第一位置传感器 36 检测到单一二进制值时,通过将原始检测的二进制数“011”以新输入的二进制值来移位,处理器 22 就可以确定回转件 14 的动态角位置。换句话说,假如第一位置传感器 36 检测到二进制值“1”,处理器 22 可以将以前输入的二进制数“011”移位一位,产生二进制数“111”,其与转移状态图 39 中的状态 46 相对应。

[0067] 因此,通过将以前输入的二进制数以由第一位置传感器 36 检测到的每一个新的二进制值移位,处理器 22 就能够根据单一输入的二进制值,通过参考转移状态图 39 确定回转件 14 的动态角位置。由此,回转件 14 的动态角位置能够根据来自单一传感器的单一输入来确定,从而减小了计算时间和系统复杂性。

[0068] 尽管转移状态图 39 被示为包括八 (8) 个状态,但可以使用任何数量的状态或其组

合。例如,如果只希望有五(5)个状态,可以在回转件 14 的圆周上代替八个而形成五个凸齿 12。状态 46、50 和 52 可以从转移状态图 39 移去,从而使得二进制数序列 56 从状态 40 前进到状态 42,再到状态 44,再到状态 48,再到状态 54,并返回到状态 40 以完成该路径。通过改变状态的数量,作为结果的二进制数序列 56 也可以改变。在只希望有五(5)个状态的实例中,作为结果的二进制数序列可以等于“000”、“001”、“011”、“110”和“100”(或者在十进制中的“0”、“1”、“3”、“6”和“5”)。通常,应该理解,在确定回转件 14 的速度和位置时,更多的状态会提供更高的分辨率,而更少的状态会允许更有效的计算。

[0069] 根据期望的状态数量或期望的二进制数序列 56,可以通过转移状态图 39 选择多个替换路径。例如,可以选择通过转移状态图 39 的一条替换路径:从状态 40 到状态 42,再到状态 52,再到状态 50,再到状态 44,再到状态 46,再到状态 48,再到状态 54,产生了二进制数序列“000”、“001”、“010”、“101”、“011”、“111”、“110”、“100”(或者十进制中的“0”、“1”、“2”、“5”、“3”、“7”、“6”、“4”)。

[0070] 另外,根据至少一个示范性实施例,在转移状态图 39 中所使用的状态的数量总是一个偶数,如关系式  $No_{States} = 2^n \geq WordSize$  所表示的,在此  $No_{States}$  是转移状态图 39 中的状态数量, $n$  是预定数量, $WordSize$  等于各个唯一性二进制数的字长。当回转件 14 在正向 F 或反向 R 上移动时,也可以使用转移状态图来确定回转件 14 的动态角位置。

[0071] 通常,根据本公开的教导,首先确定旋转检测设备 10 的方向,接着确定其角速度。最后,由处理器 22 定位设备 10 的位置。

[0072] V. 可选实施例

[0073] 根据专利法的规定,已经解释并举例说明了操作的原理和模式。然而,应该理解,可以采用除了在此详细解释和举例说明的实施例之外的其他实施例,而不会脱离其精神或范围,在此所述的设备和方法意图只受到附带的权利要求书的限制。

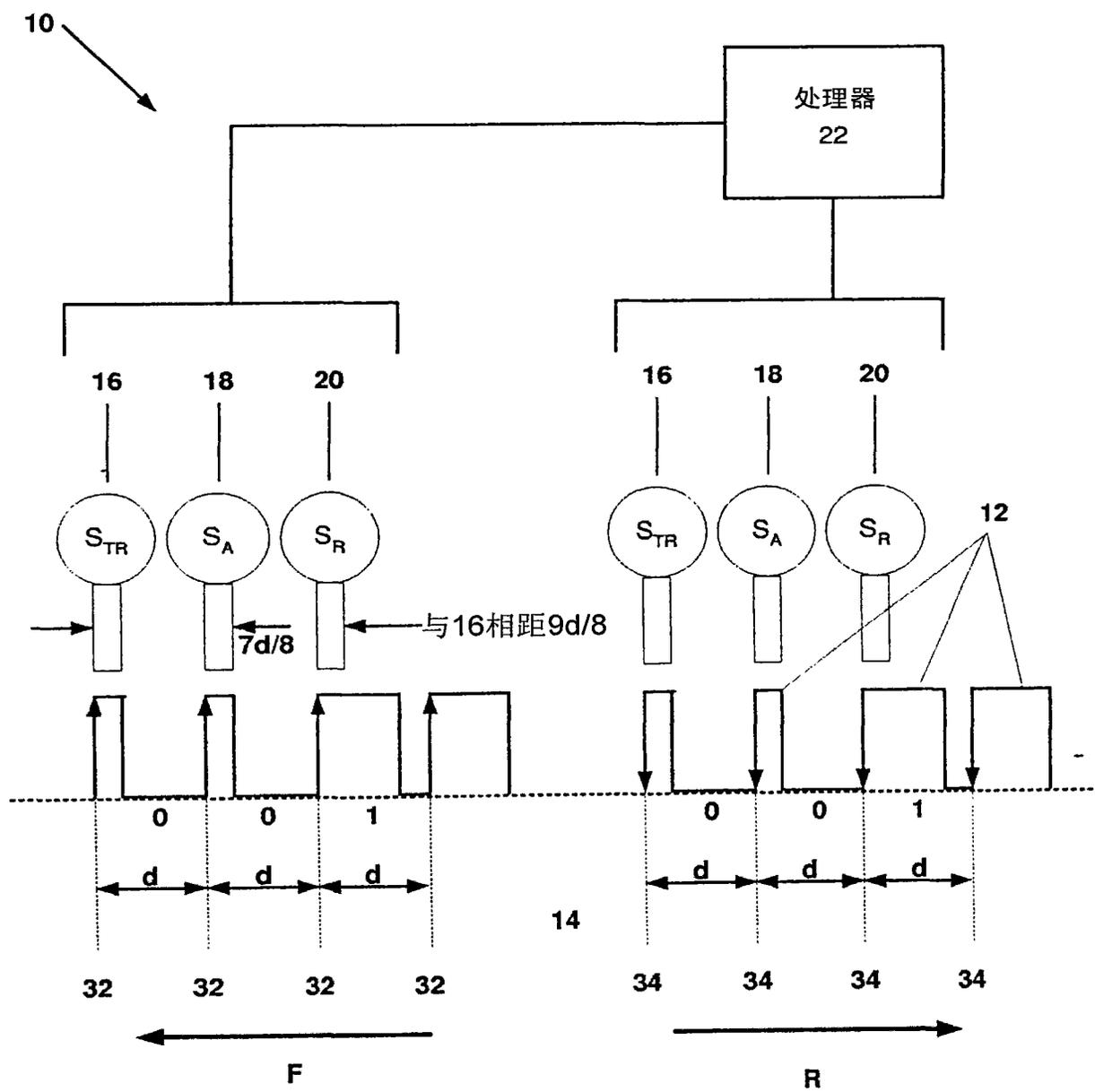


图 1

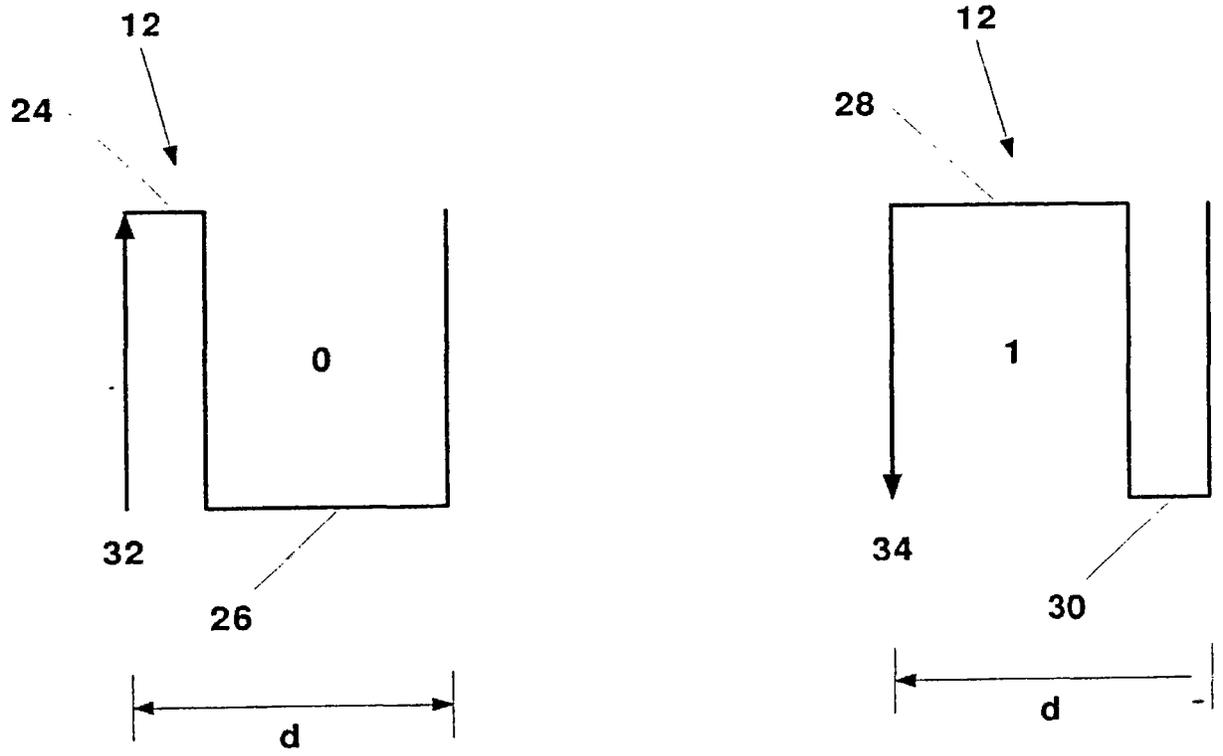


图 2

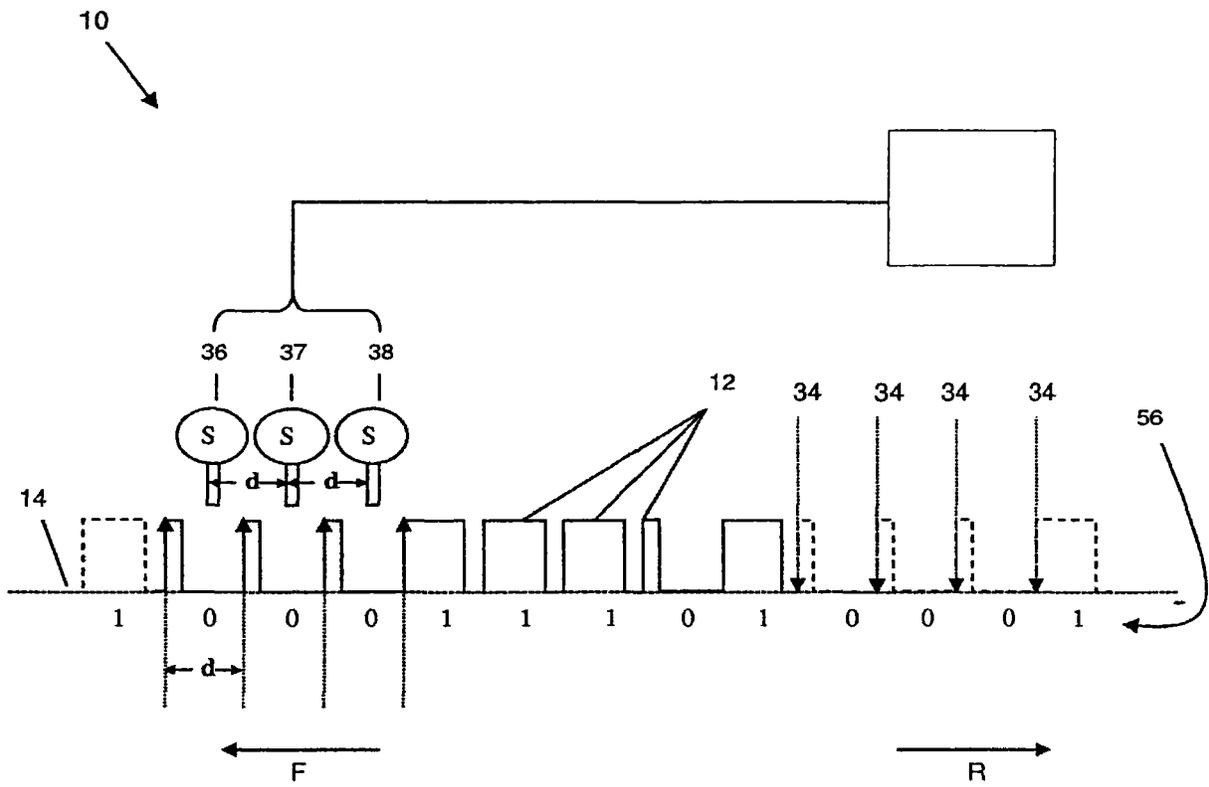


图 3

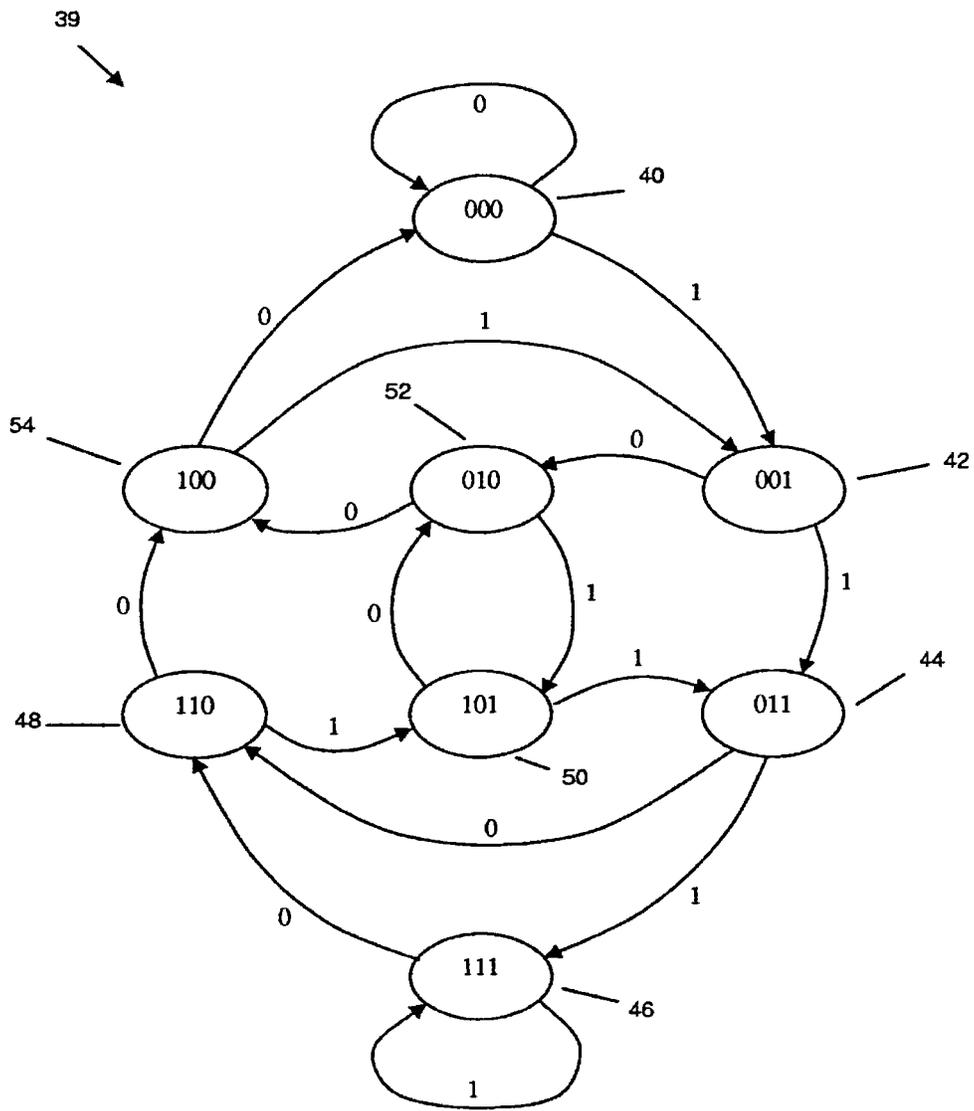


图 4

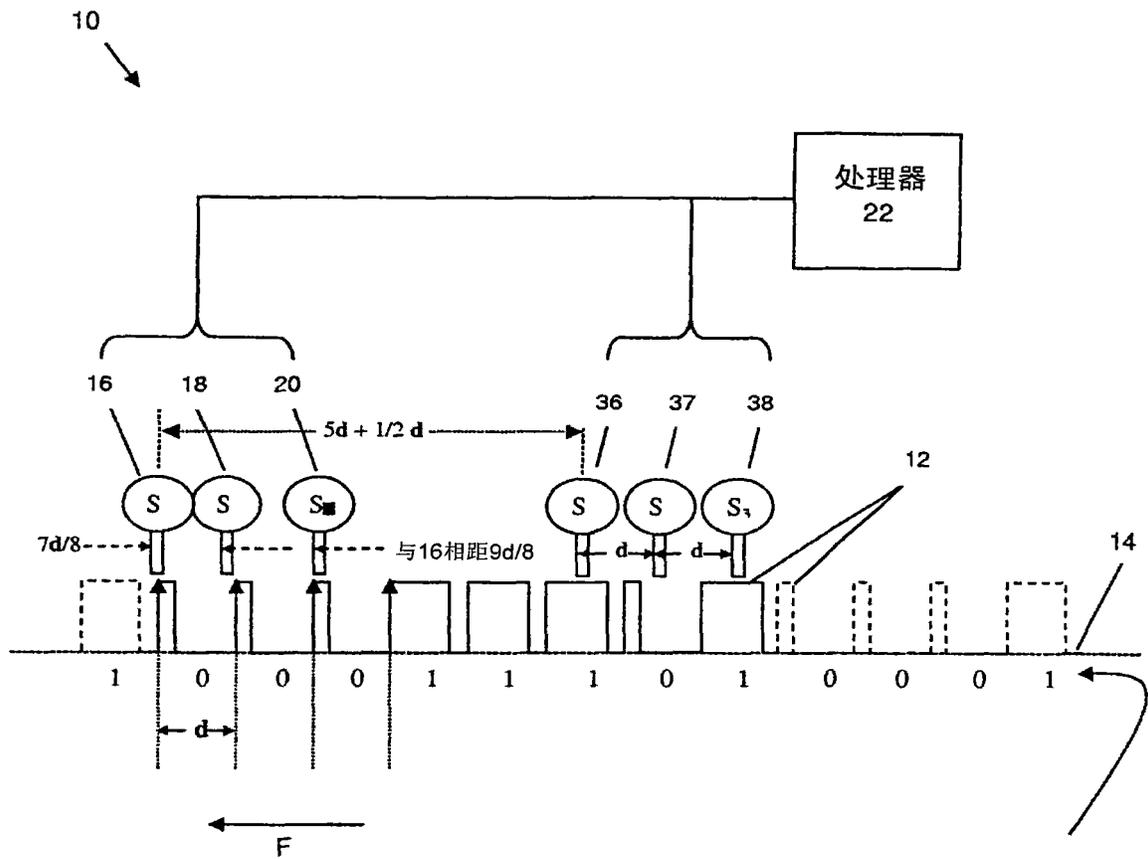


图 5