



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110685807 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 02

(21) 申请号 201910598988.9

(22) 申请日 2019.07.04

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110685807 A

(43) 申请公布日 2020.01.14

(30) 优先权数据  
62/693969 2018.07.04 US

(73) 专利权人 普拉特 - 惠特尼加拿大公司  
地址 加拿大魁北克省

(72) 发明人 E. 雅克波夫 I. 法雷尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001  
专利代理师 邹松青 傅永霄

(51) Int. Cl.

F02C 9/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2013328554 A1, 2013.12.12

CN 101078374 A, 2007.11.28

审查员 陈彩云

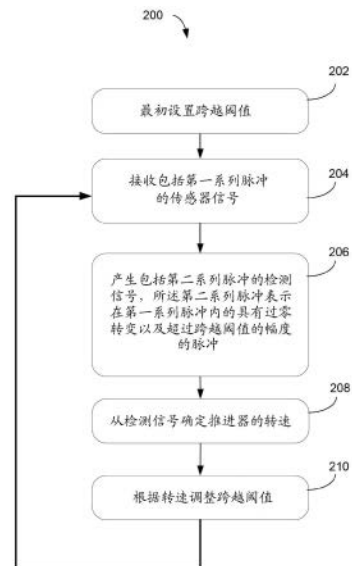
权利要求书2页 说明书13页 附图14页

(54) 发明名称

控制用于确定推进器转速的跨越阈值的方法和系统

(57) 摘要

控制用于确定飞行器发动机的推进器的转速的跨越阈值的系统和方法。设置跨越阈值的初始值。接收传感器信号,该传感器信号包括表示位置标记器围绕推进器轴的周向通过的第一系列脉冲。产生检测信号,该检测信号包括表示在第一系列脉冲内的具有过零转变以及超过跨越阈值的幅度的第二系列脉冲。从检测信号确定推进器的转速。根据转速调整跨越阈值。



1. 一种控制用于确定飞行器发动机的推进器的转速的跨越阈值的方法,所述方法包括:

设置所述跨越阈值的初始值;

接收包括第一系列脉冲的传感器信号,所述第一系列脉冲表示位置标记器围绕推进器轴的周向通过;

产生包括第二系列脉冲的检测信号,所述第二系列脉冲表示在所述第一系列脉冲内的具有过零转变以及超过所述跨越阈值的幅度的脉冲;

基于所述第二系列脉冲中的多个脉冲之间的时间间隔,从所述检测信号确定所述推进器的所述转速;以及

根据所述转速调整所述跨越阈值;

其中,调整所述跨越阈值包括:

将所述转速与速度阈值进行比较;

当所述转速小于或等于所述速度阈值时,将所述跨越阈值保持为所述初始值;以及

当所述转速超过所述速度阈值时,将所述跨越阈值设置为调整值,所述调整值具有与所述初始值不同的幅度。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,将所述跨越阈值设置为所述初始值包括:将所述跨越阈值设置为恒定值。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,将所述跨越阈值设置为所述初始值包括:将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的峰值幅度而定的值。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,将所述跨越阈值设置为所述调整值包括:将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的峰值幅度而定的值。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,设置所述跨越阈值包括:控制器命令检测装置设置所述跨越阈值。

6. 如权利要求5所述的方法,其中,所述检测装置构造成从传感器接收所述传感器信号并产生所述检测信号。

7. 如权利要求6所述的方法,其中,将所述跨越阈值设置为所述初始值包括:所述控制器命令所述检测装置以第一模式操作并命令所述检测装置将所述跨越阈值设置为恒定值。

8. 如权利要求6所述的方法,其中,将所述跨越阈值设置为所述初始值包括:所述控制器命令所述检测装置以第一模式操作并命令所述检测装置将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的幅度而定的值。

9. 如权利要求6所述的方法,其中,将所述跨越阈值设置为所述调整值包括:所述控制器命令所述检测装置以第二模式操作,在所述第二模式中,将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的幅度而定的值。

10. 一种控制用于确定飞行器发动机的推进器的转速的跨越阈值的系统,所述系统包括:

至少一个处理单元;以及

至少一个非瞬态计算机可读存储器,其上存储有程序指令,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于:

设置所述跨越阈值的初始值;

接收包括第一系列脉冲的传感器信号,所述第一系列脉冲表示位置标记器围绕推进器轴的周向通过;

产生包括第二系列脉冲的检测信号,所述第二系列脉冲表示在所述第一系列脉冲内的具有过零转变以及超过所述跨越阈值的幅度的脉冲;

基于所述第二系列脉冲中的多个脉冲之间的时间间隔,从所述检测信号确定所述推进器的所述转速;以及

根据所述转速调整所述跨越阈值;

其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行以用于调整所述跨越阈值,包括:

将所述转速与速度阈值进行比较;

当所述转速小于或等于所述速度阈值时,将所述跨越阈值保持在所述初始值;以及

当所述转速超过所述速度阈值时,将所述跨越阈值设置为调整值,所述调整值具有与所述初始值不同的幅度。

11. 如权利要求10所述的系统,其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于将所述跨越阈值设置为所述初始值,包括:将所述跨越阈值设置为恒定值。

12. 如权利要求10所述的系统,其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于将所述跨越阈值设置为所述初始值,包括:将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的峰值幅度而定的值。

13. 如权利要求10所述的系统,其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于将所述跨越阈值设置为所述调整值,包括:将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的峰值幅度而定的值。

14. 如权利要求10所述的系统,其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于设置所述跨越阈值,包括:命令检测装置设置所述跨越阈值。

15. 如权利要求14所述的系统,其中,所述检测装置构造成从传感器接收所述传感器信号并产生所述检测信号。

16. 如权利要求15所述的系统,其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于将所述跨越阈值设置为所述初始值,包括:命令所述检测装置以第一模式操作并命令所述检测装置将所述跨越阈值设置为恒定值。

17. 如权利要求15所述的系统,其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于将所述跨越阈值设置为所述初始值,包括:命令所述检测装置以第一模式操作并命令所述检测装置将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的幅度而定的值。

18. 如权利要求15所述的系统,其中,所述程序指令能够由所述至少一个处理单元执行,以用于将所述跨越阈值设置为所述调整值,包括:命令所述检测装置以第二模式操作,在所述第二模式中,将所述跨越阈值设置为根据所述传感器信号的幅度而定的值。

## 控制用于确定推进器转速的跨越阈值的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本公开大体涉及推进器反馈系统,并且更具体地涉及用于控制飞行器发动机的推进器的跨越阈值(crossing threshold)的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 一些飞行器发动机具有推进器,该推进器具有安装用于与推进器一起旋转的反馈环。在这种发动机中,可以通过使用磁场中的局部变化测量反馈环的转速来获得推进器的转速。

[0003] 然而,用于确定推进器的转速的现有系统在一定情况下可能不准确地确定推进器的转速。

[0004] 因此,存在改进的需求。

### 发明内容

[0005] 在一个方面,提供了一种控制用于确定飞行器发动机的推进器的转速的跨越阈值的方法。该方法包括:设置跨越阈值的初始值;接收包括第一系列脉冲的传感器信号,所述第一系列脉冲表示位置标记器围绕推进器轴的周向通过;产生包括第二系列脉冲的检测信号,所述第二系列脉冲表示在第一系列脉冲内的具有过零转变以及超过跨越阈值的幅度的脉冲;基于第二系列脉冲中的多个脉冲之间的时间间隔,从检测信号确定推进器的转速;并根据转速调整跨越阈值。

[0006] 在一些实施例中,调整跨越阈值包括:将转速与速度阈值进行比较,当转速小于或等于速度阈值时,将跨越阈值保持在初始值,并且当转速超过速度阈值时,将跨越阈值设置为调整值。

[0007] 在一些实施例中,将跨越阈值设置为初始值包括:将跨越阈值设置为恒定值。

[0008] 在一些实施例中,将跨越阈值设置为初始值包括:将跨越阈值设置为根据传感器信号的峰值幅度而定的值。

[0009] 在一些实施例中,将跨越阈值设置为调整值包括:将跨越阈值设置为根据传感器信号的峰值幅度而定的值。

[0010] 在一些实施例中,设置跨越阈值包括:控制器命令检测装置设置跨越阈值。

[0011] 在一些实施例中,检测装置构造成从传感器接收传感器信号并产生检测信号。

[0012] 在一些实施例中,将跨越阈值设置为初始值包括:控制器命令检测装置以第一模式操作并命令检测装置将跨越阈值设置为恒定值。

[0013] 在一些实施例中,将跨越阈值设置为初始值包括:控制器命令检测装置以第一模式操作并命令检测装置将跨越阈值设置为根据传感器信号的幅度而定的值。

[0014] 在一些实施例中,将跨越阈值设置为调整值包括:控制器命令检测装置以第二模式操作,在第二模式中,将跨越阈值设置为根据传感器信号的幅度而定的值。

[0015] 在另一方面,提供了一种控制用于确定飞行器发动机的推进器的转速的跨越阈值

的系统。该系统包括至少一个处理单元；以及至少一个非瞬态计算机可读存储器，其上存储有程序指令，所述程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于：设置跨越阈值的初始值；接收包括第一系列脉冲的传感器信号，所述第一系列脉冲表示位置标记器围绕推进器轴的周向通过；产生包括第二系列脉冲的检测信号，所述第二系列脉冲表示在第一系列脉冲内的具有过零转变以及超过跨越阈值的幅度的脉冲；基于第二系列脉冲中的多个脉冲之间的时间间隔，从检测信号确定推进器的转速；并根据转速调整跨越阈值。

[0016] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于调整跨越阈值，包括：将转速与速度阈值进行比较，当转速小于或等于速度阈值时，将跨越阈值保持在初始值，并且当转速超过速度阈值时，将跨越阈值设置为调整值。

[0017] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于将跨越阈值设置为初始值，包括：将跨越阈值设置为恒定值。

[0018] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于将跨越阈值设置为初始值，包括：将跨越阈值设置为根据传感器信号的峰值幅度而定的值。

[0019] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于将跨越阈值设置为调整值，包括：将跨越阈值设置为根据传感器信号的峰值幅度而定的值。

[0020] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于设置跨越阈值，包括：命令检测装置设置跨越阈值。

[0021] 在一些实施例中，检测装置构造成从传感器接收传感器信号并产生检测信号。

[0022] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于将跨越阈值设置为初始值，包括：命令检测装置以第一模式操作并命令检测装置将跨越阈值设置为恒定值。

[0023] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于将跨越阈值设置为初始值，包括：命令检测装置以第一模式操作并命令检测装置将跨越阈值设置为根据传感器信号的幅度而定的值。

[0024] 在一些实施例中，程序指令可由所述至少一个处理单元执行，以用于将跨越阈值设置为调整值，包括：命令检测装置以第二模式操作，在第二模式中，将跨越阈值设置为根据传感器信号的幅度而定的值。

[0025] 在又另一方面，提供了控制用于确定飞行器发动机的推进器的转速的跨越阈值的系统和方法。设置跨越阈值的初始值。接收传感器信号，该传感器信号包括表示传感器附近的多个位置标记器的通过的第一系列脉冲。所述多个位置标记器定位在连接到推进器的反馈环的周向上。传感器邻近反馈环定位。产生检测信号，该检测信号包括表示在第一系列脉冲内的具有过零转变以及超过跨越阈值的幅度的第二系列脉冲。从检测信号确定推进器的转速。根据转速调整跨越阈值。

## 附图说明

[0026] 现在参考所附附图，在附图中：

[0027] 图1是燃气涡轮发动机的示意性横截面视图；

[0028] 图2是根据说明性实施例的包括反馈环的推进器组件的示意图；

[0029] 图3是根据说明性实施例的用于检测图2的反馈环的位置标记器的系统的示意图；

- [0030] 图4示出了根据说明性实施例的图3沿视图A截取的被旋转90度的布置结构；
- [0031] 图5A是根据说明性实施例的示出当位置标记器接近传感器时具有带负极性的传感器的操作的示意图；
- [0032] 图5B是根据说明性实施例的示出当位置标记器接近传感器时具有带正极性的传感器的操作的示意图；
- [0033] 图6A示出了图5A的传感器信号以及用于检测传感器信号的超过跨越阈值的脉冲的正过零转变的跨越阈值；
- [0034] 图6B示出了图5B的传感器信号以及用于检测传感器信号的超过跨越阈值的脉冲的负过零转变的跨越阈值；
- [0035] 图6C是根据说明性实施例的根据推进器转速而定的示例性跨越阈值的曲线图；
- [0036] 图7A是根据说明性实施例的图3的检测模块的框图；
- [0037] 图7B是根据说明性实施例的图3的检测模块的变体的框图；
- [0038] 图8A是根据实施例的用于控制跨越阈值的方法的流程图；
- [0039] 图8B是根据实施例的示出图8的根据推进器转速来调整跨越阈值的步骤的流程图；
- [0040] 图9是根据实施例的用于确定推进器转速的方法的流程图；以及
- [0041] 图10是用于实现根据实施例的图8A和图9的方法的示例性计算系统的框图。
- [0042] 将注意,在所有所附附图中,相同的特征由相同的附图标记来识别。

### 具体实施方式

[0043] 图1示出了通常设置用于亚音速飞行的类型的燃气涡轮发动机10,其包括:入口12,周围空气通过所述入口被推进;压缩机区段14,其用于加压空气;燃烧器16,其中,压缩空气与燃料混合并被点燃以用于产生环形的热燃烧气体流;以及涡轮区段18,其用于从燃烧气体提取能量。涡轮区段18说明性地包括:压缩机涡轮20,其驱动压缩机组件和配件;以及至少一个动力或自由涡轮22,其独立于压缩机涡轮20并且通过减速齿轮箱26绕纵向推进器轴的轴线A旋转地驱动转子轴24。热气体然后可以通过排气短管28排出。发动机10的气体产生器说明性地包括压缩机区段14、燃烧器16和涡轮区段18。呈推进器形式的转子30被承载在推进器毂32中,周围空气通过所述推进器被推进。转子30可以例如包括固定翼飞行器的推进器或诸如直升机的旋转翼飞行器的主(或尾部)转子。转子30可以包括多个周向布置的叶片,这些叶片通过任何合适的器件连接到毂并从其径向地延伸。叶片也均可绕其自身的径向轴线旋转多个叶片角度,这些叶片角度可以改变以实现诸如顺桨(feather)、完全反向和向前推力的操作模式。

[0044] 如图2中所描绘的,反馈环104被支撑以与推进器30一起旋转,推进器30绕纵向轴线A旋转。反馈环104是环形的并且可以被称为 $\beta$ 环或 $\beta$ 反馈环。

[0045] 反馈环104和/或推进器30可以如美国专利申请公开号2015/0139798、2018/0050789和2018/0050816中的一个或多个中所描述的那样被构造,这些专利申请公开的内容通过引用被并入本文。例如,反馈环104还可以例如通过支撑构件被支撑以用于沿纵向轴线A的纵向滑动运动,所述支撑构件是诸如沿纵向轴线A延伸的一系列周向间隔开的 $\beta$ 反馈杆106,其中压缩弹簧108围绕每个杆106的端部部分。推进器30可以包括多个成角度地布置

的叶片110,每个叶片110可绕径向延伸的轴线R旋转多个可调整的叶片角度,叶片角度是推进器叶片区段的弦线(即,在叶片的前缘和后缘之间绘制的线)与垂直于推进器旋转的轴线的平面之间的角度。推进器30可以是具有多种操作模式的反向推进器30,所述多种操作模式诸如是顺桨、完全反向和向前推力。

[0046] 另外参考图3,现在将描述系统100。根据实施例,该系统100可以用于测量推进器系统(诸如图1的发动机10)的转速。该系统可以用于检测反馈环104的位置标记器102。该系统100可以用于控制用于检测位置标记器102的跨越阈值。该系统100可以接合到典型推进器系统的现有机械接口。

[0047] 系统100说明性地包括设置在反馈环104的周向上的多个位置标记器102。反馈环104用于确定推进器30的转速和/或提供叶片(或 $\beta$ )角度位置反馈。在推进器30的旋转期间,所述多个位置标记器102随着反馈轮104绕旋转轴线A旋转,并且这些位置标记器的通过由相对于旋转的推进器部件以固定关系设置的至少一个传感器112检测。传感器112可以是构造成在推进器30的旋转期间连续地检测位置标记器102的通过的任何传感器(例如,速度传感器)。在一个实施例中,传感器112是电稳健且环境密封的非接触式传感器,其适用于恶劣的环境并提供优异的可靠性。传感器112可以是具有变化的磁阻或霍尔效应的任何合适的电感式传感器。在一个实施例中,传感器112被实现为包括缠绕在永磁体(未示出)周围的线圈的传感器。然后,位置标记器102可以由导磁材料(例如,黑色金属)制成,以使传感器112能够检测位置标记器的通过。

[0048] 在所示出的实施例中,传感器112被安装到发动机10的非旋转部分14(例如,凸缘),以便邻近所述多个位置标记器102定位。特别地,传感器112说明性地固定到推进器30,以便沿着基本上横向于旋转轴线A的方向C远离凸缘114(并朝向位置标记器102)延伸。在一个实施例中,单个传感器112安装得非常接近反馈环104和位置标记器102。在另一实施例中,为了提供探针损失保护,两(2)个传感器112可以相对于位置标记器102以在直径上相对的关系安装,位置标记器102远离反馈环104并朝向传感器112延伸。在其他实施例中,可以使用任何合适数量的传感器。在又另一实施例中,若干位置标记器102可以围绕反馈环104的周界等角度地间隔开。可以应用其他实施例。

[0049] 如图4中所示出的,在一个实施例中,位置标记器102包括多个间隔开的突出部或齿。齿102可以(通过使用任何合适的附接器件,诸如螺钉、螺栓等)安装到反馈环104的内表面118,或者可以与反馈环104一体地形成。在一个实施例中,总共三(3)个齿 $102_A$ 、 $102_B$ 、 $102_C$ 围绕反馈环104的周界设置,如所示出的。然而,应当理解,可以设置多于或少于三(3)个齿。齿102的构造可以根据实际实施方式而变化。齿102可以如美国专利申请公开号2015/0139798、2018/0050789和2018/0050816中的一个或多个中所描述的那样被构造。在所示出的实施例中,齿 $102_A$ 和 $102_C$ 沿方向D定位,方向D基本上平行于轴线A,并且齿(本文称为检测齿) $102_B$ 沿与方向D成角度的方向E定位,使得齿 $102_B$ 相对于齿 $102_A$ 和 $102_C$ 偏移。然而, $102_A$ 、 $102_B$ 和 $102_C$ 的构造仅用于说明目的。因此,取决于实际实施方式,齿102中的一个或多个可以成角度,或者齿102中没有一个是成角度。连续齿102之间的间隔可以是等距的或非等距的。如图3中所示出的,每个传感器112可以安装到邻近反馈轮104的内表面118的凸缘114,即,在反馈轮104的内部。在替代性实施例中,齿 $102_A$ 、 $102_B$ 、 $102_C$ 可以安装到反馈环104的外表面120(在图4中示出)(例如,远离外表面120延伸),并且每个传感器112因此可以围绕反

馈轮104的周界邻近外表面120定位。在又另一实施例中,位置标记器102可以包括槽(未示出)而不是齿,其中槽在反馈轮104中被形成或以其他方式被加工并且由导磁材料制成,例如,黑色金属。

[0050] 在操作中,在推进器30的旋转期间,反馈环104旋转(例如,沿箭头F的方向)。然后,传感器112检测位置标记器 $102_A$ 、 $102_B$ 、 $102_C$ 中的每个位置标记器的通过,并因此产生输出电压信号(本文也称为可变标记/空间信号)。输出电压信号的示例由图5A中的波形122示出。特别地,当位置标记器 $102_A$ 、 $102_B$ 、 $102_C$ 通过推进器30的运动而被移位时,位置标记器中的每个位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )接近传感器112。这改变了传感器的磁阻并且导致磁场产生并导致电流在传感器的线圈中流动。在图5A的示例中,当位置标记器中的每个位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )接近传感器112时,传感器输出信号122减小到负值并且当位置标记器中的每个位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )通过传感器112时,传感器输出信号122(例如,导致正电压转变的单个脉冲)增加。当给定的位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )远离传感器112移动时,脉冲形状反转并且传感器输出信号122返回到零。因此,传感器输出信号122的正过零点可以表示位置标记器102通过传感器112。

[0051] 图5B中示出了传感器输出信号122的另一示例。在图5B的示例中,当位置标记器中的每个位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )接近传感器112时,传感器输出信号122增加到正值并且当位置标记器中的每个位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )通过传感器112时,传感器输出信号122(例如,导致负电压转变的单个脉冲)减小。当给定的位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )远离传感器112移动时,脉冲形状反转并且传感器输出信号122返回到零。因此,传感器输出信号122的负过零点可以表示位置标记器102通过传感器112。

[0052] 因此,取决于传感器112的构造并且取决于当位置标记器接近传感器112时传感器信号122的极性,电压波形122的正过零点(如图5A中所示出的)或负过零点(如图5B中所示出的)可以用于检测位置标记器 $102_A$ 、 $102_B$ 、 $102_C$ 。

[0053] 返回参考图3,检测模块116被电连接到传感器112并构造成从其接收输出信号。在检测模块116处接收传感器的输出电压信号122,所述检测模块116连续地监测传感器信号122以检测电压波形122的过零转变。检测模块116可以包括一个或多个计算装置,包括但不限于数字计算机、处理器(例如,微处理器)和存储器。检测模块116可以在单个计算装置中被实现,或者可以通过使用各种计算装置和/或部件被实现。检测模块116可以通过使用包括各种无源和/或有源电子部件的模拟信号处理电路被实现。检测模块116接收传感器信号122,传感器信号122包括表示位置标记器102通过传感器112的第一系列脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ 。检测模块116被构造成检测每个脉冲的过零转变。检测模块116不是仅检测过零点,而是被构造成当传感器信号122具有超过跨越阈值的幅度时(例如,在传感器信号122的幅度已经超过跨越阈值之后)检测过零转变。跨越阈值是非零值,并且还可以称为布防阈值(arming threshold)或布防电平。因此,当检测到这种过零转变并且传感器信号122具有超过跨越阈值的幅度时,检测模块116确定电压的增加对应于传感器112检测到位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )的通过。在一些实施例中,在检测到过零转变之前评估传感器信号122是否具有超过跨越阈值的幅度的评估。在其他实施例中,在检测到过零转变之后评估传感器信号122是否具有超过跨越阈值的幅度的评估。在检测到具有超过跨越阈值的幅度的过零转变时,直到跨越阈值被再次超过,才检测另一过零转变。换句话说,当传感器信号122

具有带有超过跨越阈值的随后幅度的过零点时,检测随后的过零转变。

[0054] 检测模块116可以产生包括第二系列脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 的检测信号150,如图6A中的示例中所示出的。第二系列脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 表示来自第一系列脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ (参见图5A)的具有过零点并且具有超过跨越阈值130的幅度的选定脉冲。在该示例中,在检测过零点 $140_A$ 、 $140_B$ 、 $140_C$ 之前执行对脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ 是否具有超过跨越阈值130的幅度的评估。检测信号150的每个脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 对应于传感器信号122的具有过零点(在图6A中为正并且在图6B中为负) $140_A$ 、 $140_B$ 、 $140_C$ 以及超过跨越阈值130的幅度的脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ 。根据实施例,当给定的位置标记器(图5A中的 $102_A$ 、 $102_B$ 或 $102_C$ )接近传感器112时,跨越阈值的极性具有与传感器信号122相同的极性。在图6A和图6B中示出的示例中,检测模块116在检测到过零事件之前识别具有超过跨越阈值130的幅度的传感器信号122的电压。然后,检测模块116可以基于在第二系列脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 中的多个脉冲的通过(例如,下降沿的通过)之间经过的时间间隔,从检测信号150确定推进器30的转速。

[0055] 应当理解,通过使用跨越阈值130,可以减少对位置标记器102的通过的错误检测。传感器信号122可以包括各种不同类型的噪声。传感器信号122上存在的一些类型的噪声可能取决于推进器30的转速,例如,诸如由反馈环104上的磁热点导致的噪声脉冲,其中噪声脉冲的幅度随着推进器的转速增加而增加。一些类型的噪声不取决于推进器30的转速,例如,诸如在间歇线圈故障期间的电磁干扰(EMI)和线圈-线圈串扰。此外,传感器信号122的峰值幅度可以随推进器30的转速而变化。例如,传感器信号122的峰值幅度可以随推进器30的转速成比例地增加。根据实施例,检测模块116被构造成根据推进器30的转速来调整跨越阈值130。例如,检测模块116可以将推进器30的转速与速度阈值进行比较。然后,当转速小于或等于(即,不超过)速度阈值时,检测模块116可以将跨越阈值130设置为第一值131。当推进器30的转速超过速度阈值时,检测模块116可以将跨越阈值130设置为第二值132。第一值131可以对应于比第二值132更低的幅度值。应当理解,期望跨越阈值130(例如,第一值131)被设置为极小值,该极小值足够高以避免在低推进器转速下的EMI噪声但是不足够高到错过位置标记器102的检测。一旦推进器转速足够高(例如,超过速度阈值),可以调整跨越阈值130。可以将跨越阈值130调整到第二值132和/或自适应值,这是因为传感器信号122的峰值幅度随着推进器转速的增加而增加。跨越阈值130的这种调整可以进一步增加对不取决于推进器转速的噪声源的抗干扰度(noise immunity),并且保持跨越阈值130高于取决于推进器转速的噪声源。

[0056] 参考图6C,检测模块116可以将推进器30的转速与速度阈值 $T_{RPM}$ 进行比较。然后,当转速小于或等于(即,不超过)速度阈值 $T_{RPM}$ 时,检测模块116可以以第一模式操作,其中跨越阈值130被设置为第一值131。当推进器30的转速超过速度阈值 $T_{RPM}$ 时,检测模块116可以转变到第二操作模式,其中跨越阈值被设置为值132。值132根据传感器信号122的峰值幅度值被说明性地设置并且随着推进器转速的增加而增加,直到达到最大可能值(在图6C中标记为“最大跨越阈值”并且说明性地设置为1.2V)。

[0057] 当转速小于或等于速度阈值 $T_{RPM}$ 时,检测模块116可以将跨越阈值130设置为静态值(本文也称为“恒定值”)。换句话说,第一值131可以是静态值(在图6C中等于0.25V,仅用于说明目的),其在转速小于或等于速度阈值 $T_{RPM}$ 时被使用。在一些实施例中,当转速小于或等于速度阈值 $T_{RPM}$ 时,检测模块116可以将跨越阈值130设置为基于传感器信号122的先前峰

值幅度值而改变的自适应值。换句话说,第一值131可以基于传感器信号122的先前峰值幅度值而改变。即,可以将跨越阈值设置为传感器信号122的峰值幅度值的比率(例如,1/3)。

[0058] 当转速超过速度阈值 $T_{RPM}$ 时,检测模块116可以将跨越阈值130设置为基于传感器信号122的先前峰值幅度值而改变的自适应值(如图6C中所示出的)。换句话说,第二值132可以基于传感器信号122的先前峰值幅度值而改变。即,可以将跨越阈值设置为传感器信号122的峰值幅度值的比率(例如,1/3)。当转速小于或等于速度阈值 $T_{RPM}$ 时用于设置跨越阈值的比率可以是比在转速超过速度阈值 $T_{RPM}$ 时用于设置跨越阈值的比率更高的值。比率的值可以根据实际实施方式而变化。在一些实施例中,当转速超过速度阈值 $T_{RPM}$ 时,检测模块116可以将跨越阈值130设置为静态值。因此,第二值132可以是在转速超过速度阈值 $T_{RPM}$ 时使用的静态值。

[0059] 根据实施例并且如本文上文所讨论的,检测模块116被构造成根据传感器信号122的峰值幅度来调整跨越阈值130。例如,检测模块116可以将传感器信号122的峰值幅度与幅度阈值进行比较。然后,当峰值幅度小于或等于(即,不超过)幅度阈值时,检测模块116可以将跨越阈值130设置为第一值131。当峰值幅度超过幅度阈值时,检测模块116可以将跨越阈值设置为第二值132。可以如本文档中其他地方所描述的那样设置第一和第二值131、132。

[0060] 根据另一实施例,检测模块116被构造成根据至少一个发动机参数来调整跨越阈值130。例如,检测模块116可以确定至少一个发动机辅助装置(例如,点火器、防冰系统、发动机启动器、发电机或任何其他合适的发动机辅助装置)是否通电。如果所述至少一个发动机辅助装置通电,则将跨越阈值130设置为第一值131。如果所述至少一个发动机辅助装置断电,则将跨越阈值130设置为第二值132。在该示例中,第一值131可以被设置为比第二值132更高的值,这是因为发动机辅助装置在通电时可以提供当发动机辅助装置断电时不存在的另外的噪声源。作为另一示例,检测模块116可以确定发动机10是否被设置为在地面上运行或在飞行中空转。如果发动机在地面上运行,则将跨越阈值130设置为第一值131。如果发动机在飞行中空转,则将跨越阈值130设置为第二值132。作为又另一示例,当发动机10正在运行时,检测模块116可以确定信号(例如,发动机转速信号、叶片角度位置信号或任何其他合适的信号)是否存在或丢失。如果信号丢失,则将跨越阈值130设置为第一值131。如果信号存在,则将跨越阈值130设置为第二值132。另一示例是检测模块116可以确定检测信号150上的噪声水平是否超过噪声水平阈值。如果噪声水平超过噪声水平阈值,则将跨越阈值130设置为第一值131。如果噪声水平低于或等于噪声水平阈值,则将跨越阈值130设置为第二值132。在该示例中,第一值131可以被设置为比第二值132更高的值,这是因为当检测信号150中的噪声水平超过一定量时,可以将跨越阈值130设置为更高的值以试图将跨越阈值130提高到超过传感器信号122上存在的任何噪声。因此,检测模块116可以在发动机参数小于或等于发动机参数阈值时将跨越阈值130设置为第一值131并且在发动机参数超过发动机参数阈值时将跨越阈值130设置为第二值132。在该情况下,发动机参数可以是油压、压缩机排出压力、燃料压力或任何其他合适的发动机参数。

[0061] 如图6A中所示出的,示出了传感器信号122,其中跨越阈值130具有第一值131,其然后被调整到第二值132。在该示例中,脉冲135<sub>A</sub>、135<sub>B</sub>和135<sub>C</sub>中的每者具有正过零点并且具有超过跨越阈值130的幅度。因此,在该示例中,检测模块116检测位置标记器102<sub>A</sub>、102<sub>B</sub>、102<sub>C</sub>的通过。检测模块116可以然后产生具有脉冲155<sub>A</sub>、155<sub>B</sub>和155<sub>C</sub>的示例性检测信号150,

脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 表示传感器信号122的具有正过零点并且具有超过跨越阈值130的幅度的脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ ，在所示出的示例中，传感器信号122具有带有过零点的示例性噪声分量139。然而，由于噪声分量139不具有超过跨越阈值130的幅度，因此未检测到过零转变。因此，在检测信号150中不存在对应于噪声分量139的脉冲。

[0062] 类似地，如图6B中所示出的，示出了传感器信号122，其中跨越阈值130具有第一值131，其然后被调整到第二值132。在该示例中，脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ 中的每者具有超过跨越阈值130的负过零点。因此，在该示例中，检测模块116检测位置标记器 $102_A$ 、 $102_B$ 、 $102_C$ 的通过。检测模块116可以然后产生具有脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 的示例性检测信号150，脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 表示传感器信号122的具有负过零点并且具有超过跨越阈值130的幅度的脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ 。

[0063] 虽然传感器信号122和检测信号150在图6A和图6B中被示出为在时间上是同步的，但这仅用于说明目的，以说明两个信号122、150之间的对应脉冲。应当理解，在传感器信号122和检测信号150之间将通常存在时间延迟，该延迟通常取决于检测模块116的处理时间。检测模块116还可以由从传感器112接收的输出信号确定推进器30的转速。本领域的技术人员将容易地理解其他应用。

[0064] 参考图7A，示出了检测模块116的实施方式的具体和非限制性示例。在该示例中，检测模块116包括检测装置160和控制器400。检测装置160电连接到传感器112。检测装置160可以是用于可变磁阻或磁性核心传感器的接口装置。例如，检测装置160可以通过使用由马克西姆集成产品有限公司(Maxim Integrated Products Inc.)提供的MAX9924-MAX9927可变磁阻传感器接口装置来实现。检测装置160处理传感器信号122以产生检测信号150。控制器400电连接到检测装置160以用于从检测装置160获得检测信号150并用于控制检测装置160。控制器400可以是任何合适的计算装置。控制器400可以从检测信号确定推进器30的转速和/或可以导致检测装置160调整检测装置160在确定检测信号150时使用的跨越阈值130。

[0065] 根据实施例，检测装置160使用的跨越阈值130可以根据检测装置160的操作模式以不同的方式设置。检测装置160可以以至少两种操作模式操作。在第一操作模式中，在检测装置160的外部(EXT)输入处施加的参考电压用于设置跨越阈值130。例如，控制器400可以在EXT输入处施加电压电平以将跨越阈值130设置为给定值。这可以通过控制器400提供脉冲宽度调制(PWM)信号(该脉冲宽度调制信号被滤波并施加到检测装置160的EXT输入)来完成。例如，控制器400可以在EXT输入处施加具有恒定值的电压电平，以将跨越阈值130设置为恒定值。作为另一示例，控制器400可以调整EXT输入处的电压电平以调整跨越阈值130(例如，以实现具有自适应值的跨越阈值130)。

[0066] 在第二操作模式中，在检测装置160中启用自适应阈值特征。在第二模式中，检测装置160可以基于传感器信号122的先前峰值幅度值自适应地调整跨越阈值130。例如，在任何给定时间，控制器400可以命令检测装置160将跨越阈值设置为传感器信号122的峰值幅度值的比率(例如，1/3)。检测装置160所使用的比率的值可以由控制器400设置，或者可以由检测装置160自动设置的值。因此，当传感器信号的峰值电压上升时，跨越阈值130也以相同的比率增加。相反，降低传感器信号122的峰值电压电平导致跨越阈值130降低到更低电平。

[0067] 控制器400可以基于推进器30的转速来控制检测装置160的操作模式(并且因此控制跨越阈值130)。控制器400被构造成向检测装置160提供控制信号以控制检测装置160的操作模式。例如,控制器400可以将推进器30的转速与速度阈值进行比较。当转速小于或等于速度阈值时,控制器400可以命令检测装置160以第一模式操作,并且可以命令检测装置160将跨越阈值130设置为给定值。给定值可以是静态值,或者控制器400可以命令检测装置调整给定值(例如,通过改变在EXT输入处施加的电压以自适应地调整跨越阈值130)。当推进器30的转速超过速度阈值时,控制器400可以命令检测装置160以第二模式操作(即,其中检测装置160自动地并且自适应地调整跨越阈值130)。

[0068] 控制器400可以基于发动机参数控制检测装置160的操作模式(并因此控制跨越阈值130)。控制器400可以根据发动机参数命令检测装置160以第一模式或第二模式操作。例如,如果发动机参数具有第一条件,则控制器400可以命令检测装置160以第一模式操作;并且如果发动机参数具有第二条件,则控制器400可以命令检测装置160以第二模式操作。作为另一示例,如果发动机参数等于或低于发动机参数阈值,则控制器400可以命令检测装置160以第一模式操作;并且如果发动机参数超过发动机参数阈值,则控制器400可以命令检测装置160以第二模式操作。

[0069] 可以在检测模块116中设置数字计数器(在图7中未示出)。数字计数器可以在控制器400中实现,或者可以是单独的物理装置(例如,自由运行的20MHz计数器),所述物理装置从检测装置160接收检测信号150并向控制器400提供计数信号。数字计数器可以确定检测信号150中的每个脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 的通过之间经过的时间间隔,并因此确定在传感器112附近(例如,邻近)的位置标记器120的通过之间经过的时间间隔。根据实施例,数字计数器开始计数检测到第一位置标记器(例如,位置标记器 $102_A$ )与检测到下一位置标记器(例如位置标记器 $102_A$ )之间的数字时钟周期的数量。例如,数字计数器可以开始计数检测信号150的正转变之间的数字时钟周期的数量。数字计数器可以记录检测信号150中的每个脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 的通过的时间戳。

[0070] 从检测信号150确定推进器30的转速。基于第二系列脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 中的多个脉冲之间的时间间隔确定转速。例如,如果反馈环104具有一(1)个齿,则每次检测到齿表示反馈环104(和轴24)的一(1)转。因此,在该示例中,在检测信号150的两个连续脉冲的通过之间经过的时间间隔表示一转所需的时间,并且转速对应于该时间间隔的倒数。因此,可以基于检测信号150的多个脉冲之间的时间间隔、基于反馈环104上的位置标记器102的数量、并且基于在该时间间隔中检测到的脉冲的数量来确定转速。例如,可以在一段时间内(例如,由计数器检测到的多个时间间隔)监测检测信号150中的多个脉冲。然后,可以从该时间段(例如,这些多个时间间隔的总和)、在该时间段内检测到的脉冲的数量以及反馈环104上的位置标记器102的数量来确定转速。

[0071] 在一些实施例中,根据来自检测信号150的给定数量的检测到的过零事件的时间戳来确定转速。缓冲器可以存储对应于检测到的过零事件的时间戳值。然后可以确定给定数量的检测到的过零事件之间的经过时间。当给定数量对应于反馈环104上的位置标记器102的数量时,可以求得所确定的经过时间的值的倒数并将该倒数乘以六十(60)以确定以RPM(转每分)为单位的推进器速度。例如,如果反馈环104包括十七(17)个位置标记器102,则确定十七(17)个过零事件之间的总经过时间;然后,求得所确定的经过时间的倒数并将

该倒数乘以六十 (60), 以确定以RPM为单位的推进器速度。在一些实施例中, 可以使用具有一定数量的值 (例如, 17个值) 的滚动缓冲器, 其中每个检测到的过零事件时间戳被插入在缓冲器的第一个值处并且缓冲器的对应于最旧的值的最后值 (例如, 第17个值) 被丢弃。

[0072] 在实施方式的具体且非限制性示例中, 计数器确定检测到齿 $102_A$ 、 $102_C$ 的通过与检测到反馈环104的检测齿 $102_B$ 的通过之间的时钟周期的数量, 如检测信号150中所表示的。第一齿 $102_A$ 的通过与检测齿 $102_B$ 的通过之间的时间间隔表示为 $T_m$ , 而检测齿 $102_B$ 的通过与第二齿 $102_C$ 的通过之间的时间间隔表示为 $T_s$ 。然后将检测到的时间间隔 $T_m$ 和 $T_s$ 存储在存储器中, 以便由检测模块116进行随后处理。可以根据时间帧值 ( $T_m+T_s$ ) 之和以及位置标记器 $102_A$ 、 $102_B$ 、 $102_C$ 的数量通过使用已知的计算方法来计算转速。

[0073] 参考图7B, 示出了检测模块116的实施方式的另一具体和非限制性示例。在该示例中, 检测模块116包括控制器400, 并且设置模数 (A/D) 转换器162以数字化来自传感器112的模拟波形。模数转换器162可以与控制器400或传感器112分开设置。替代性地, 模数转换器162可以设置为控制器400或传感器112的一部分。模数转换器162可以设置为检测模块116的一部分。在其他实施例中, 传感器112可以提供数字信号, 并且可以省略模数转换器162。在该示例中, 控制器400被构造成实现如本文档中其他地方所描述的检测装置160的功能。

[0074] 参考图8A, 示出了示出控制用于确定推进器的转速的跨越阈值130的示例性方法200的流程图。虽然本文参考发动机10描述了方法200, 但这是出于示例目的。方法200可以应用于任何合适的发动机。根据实施例, 该方法由检测模块116执行。在步骤202处, 最初设置跨越阈值130 (即, 将跨越阈值设置为初始值)。例如, 在发动机10的启动或方法200的执行开始时, 可以将跨越阈值130最初设置为第一值131。类似地, 在发动机10的启动或在方法200的执行开始时, 可以设置操作模式 (例如, 第一模式), 并且可以基于该操作模式来设置跨越阈值130。在步骤204处, 接收传感器信号122。传感器信号122包括第一系列脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ , 其表示位置标记器 $102_A$ 、 $102_B$ 和 $102_C$ 围绕推进器轴24的周向通过。在步骤206处, 产生检测信号150。检测信号150包括第二系列 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ , 其表示在第一系列脉冲 $135_A$ 、 $135_B$ 和 $135_C$ 内的具有过零转变 $140_A$ 、 $140_B$ 和 $140_C$ 以及超过跨越阈值130的幅度的脉冲。在步骤208处, 基于第二系列脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 中的多个脉冲之间的时间间隔从检测信号150确定推进器30的转速。在步骤210处, 根据转速调整跨越阈值。在步骤210之后, 方法200可以返回到步骤204并且在发动机10的操作期间重复步骤204至210。

[0075] 在一些实施例中, 推进器30的叶片角度 (或 $\beta$ 位置) 可以从第二系列脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 确定。可以通过使用美国专利申请公开号2015/0139798、2018/0050789和2018/0050816中所描述的技术从第二系列脉冲 $155_A$ 、 $155_B$ 和 $155_C$ 确定叶片角度。

[0076] 在一些实施例中, 所确定的转速 (和/或叶片角度) 可以输出到飞行器计算机, 例如, 以在飞行器或驾驶舱显示器上显示转速 (和/或叶片角度)。所确定的转速 (和/或叶片角度) 可以由控制器400 (或另一发动机控制器和/或飞行器计算机) 用于各种发动机和/或飞行器控制。例如, 所确定的转速 (和/或叶片角度) 可以用于调整至发动机的燃料流。所确定的转速可以用作推进器速度控制的反馈。所确定的叶片角度可以用于设置推进器伺服活塞油流以设置推进器叶片角度的反馈。

[0077] 另外参考图8B, 示出了步骤210的用于调整跨越阈值130的实施例。在步骤222处, 将转速与速度阈值进行比较。速度阈值可以是预定值, 该预定值是基于传感器信号122的根

据推进器30的转速而定的噪声特性而确定的。例如,可以知道对于在0和500RPM之间的推进器转速,传感器信号122可能表现出高的噪声水平。因此,当推进器转速小于或等于500RPM时,可以将跨越阈值130设置为比推进器转速超过500RPM时更高的值。在步骤224处,评估转速是否超过速度阈值。在步骤226处,当转速小于或等于速度阈值时,将跨越阈值130设置为第一值131(或者如果跨越阈值130当前被设置为第一值,则使其保持在第一值131)。在步骤226处,将跨越阈值130设置为第一值131可以包括:将跨越阈值130设置为恒定值,或者可以包括:将跨越阈值130设置为根据前一个传感器信号122的峰值幅度而定的值。在步骤228处,当转速超过速度阈值时,将跨越阈值130设置为第二值132。在步骤228处,将跨越阈值130设置为第二值132可以包括:将跨越阈值130设置为根据传感器信号122的峰值幅度而定的值。

[0078] 在一些实施例中,在步骤202处设置跨越阈值130和/或在步骤210处调整跨越阈值130包括:控制器400命令检测装置160设置跨越阈值130。在一些实施例中,控制器400命令检测装置160设置跨越阈值130包括:提供用于设置跨越阈值130的值。在一些实施例中,控制器400命令检测装置160设置跨越阈值130包括:确定检测装置160的操作模式以及命令检测装置160以所确定的操作模式操作。例如,可以命令检测装置160以第一模式操作并且命令检测装置160将跨越阈值130设置为给定值(例如,恒定值或根据传感器信号122的峰值幅度而定的值)。当转速小于或等于速度阈值时或者当最初执行方法200时,可以完成使检测装置160以第一模式操作的这种命令。作为另一示例,可以命令检测装置160以第二模式操作,其中将跨越阈值130设置为根据传感器信号122的峰值幅度而变化的自适应值。在转速超过速度阈值时可以完成使检测装置160处于第二模式中的这种命令。

[0079] 在一些实施例中,检测装置160被构造成在步骤204处从传感器112接收传感器信号122并在步骤206处产生检测信号150。在一些实施例中,控制器400从检测装置160接收检测信号150。因此,步骤202、208和210可以由控制器400执行。

[0080] 在一些实施例中,可以命令检测装置160以第一操作模式操作,而不必以第二模式操作。控制器400可以通过将电压信号施加到检测装置160的EXT输入来调整跨越阈值130。可以通过控制器400输出PWM信号(然后将PWM信号滤波并施加到EXT输入)来完成跨越阈值130的调整。当检测装置160以第二操作模式操作时,控制器400可以被构造成以与检测装置160的功能类似的方式运行。例如,控制器400可以调整PWM信号以将跨越阈值设置为自适应值,该自适应值根据传感器信号122的第一系列脉冲的先前脉冲的峰值幅度而变化。

[0081] 参考图9,示出了示出用于确定推进器30的转速的示例性方法200'的流程图。在步骤252处,监测发动机参数。根据实施例,所监测的发动机参数表示推进器30的转速。换句话说,根据实施例,发动机参数随转速而变化。可以使用一个或多个传感器来获得发动机参数,或者可以由发动机或飞行器计算机提供发动机参数。在步骤254处,根据发动机参数确定跨越阈值130。在步骤256处,接收传感器信号122。传感器信号122包括第一系列脉冲135<sub>A</sub>、135<sub>B</sub>和135<sub>C</sub>,其表示位置标记器102<sub>A</sub>、102<sub>B</sub>和102<sub>C</sub>围绕推进器轴24的周向通过。在步骤258处,产生检测信号150。检测信号150包括第二系列155<sub>A</sub>、155<sub>B</sub>和155<sub>C</sub>,其表示在第一系列脉冲135<sub>A</sub>、135<sub>B</sub>和135<sub>C</sub>内的具有过零转变140<sub>A</sub>、140<sub>B</sub>和140<sub>C</sub>以及超过跨越阈值130的幅度的脉冲。在步骤260处,基于第二系列脉冲155<sub>A</sub>、155<sub>B</sub>和155<sub>C</sub>中的多个脉冲之间的时间间隔从检测信号150确定推进器30的转速。然后可以在发动机10的操作期间重复方法200'。

[0082] 参考图10,方法200、200'可以通过使用包括处理单元412和存储器414的计算装置400被至少部分地实现,所述存储器414具有存储在其中的计算机可执行指令416。处理单元412可以包括任何合适的装置,其被构造使得指令416在由计算装置400或其他可编程设备执行时可以导致如本文所描述的方法200、200'的功能/动作/步骤被执行。处理单元412可以包括例如任何类型的通用微处理器或微控制器、数字信号处理(DSP)处理器、中央处理单元(CPU)、集成电路、现场可编程门阵列(FPGA)、可重构处理器、其他适当编程或可编程的逻辑电路、或其任何组合。

[0083] 存储器414可以包括任何合适的已知或其他机器可读存储介质。存储器414可以包括非瞬态计算机可读存储介质,例如但不限于电子的、磁的、光学的、电磁的、红外的或半导体系统、设备或装置,或者前述的任何合适的组合。存储器414可以包括位于装置内部或外部的任何类型的计算机存储器的合适组合,例如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、光盘只读存储器(CDROM)、电光存储器、磁光存储器、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、以及电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、铁电RAM(FRAM)等。存储器414可以包括适合于可检索地存储可由处理单元412执行的机器可读指令416的任何存储器件(例如,装置)。在一些实施例中,计算装置400可以实现为全权限数字发动机控制器(FADEC)或其他类似装置的一部分,其他类似装置包括电子发动机控制器(EEC)、发动机控制单元(ECU)等。

[0084] 本文所描述的用于控制跨越阈值的方法和系统可以以高级程序或面向对象的编程或脚本语言或其组合来实现,以与例如计算装置400的计算机系统的操作通信或协助其操作。替代性地,用于控制跨越阈值的方法和系统可以以汇编语言或机器语言来实现。该语言可以是编译或解释语言。用于实现控制跨越阈值的方法和系统的程序代码可以存储在存储介质或装置上,例如ROM、磁盘、光盘、闪存驱动器或任何其他合适的存储介质或装置。程序代码可以由通用或专用可编程计算机读取,以用于在计算机读取存储介质或装置以执行本文所描述的过程时配置和操作计算机。用于控制跨越阈值的方法和系统的实施例还可以被认为是通过非瞬态计算机可读存储介质来实现的,所述非瞬态计算机可读存储介质具有存储在其上的计算机程序。该计算机程序可以包括计算机可读指令,该计算机可读指令导致计算机,或者在一些实施例中,导致计算装置400的处理单元412以具体和预先限定的方式操作以执行本文描述的功能。

[0085] 计算机可执行指令可以呈由一个或多个计算机或其他装置执行的许多形式,包括程序模块。通常,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。通常,在各种实施例中,可以根据需要组合或分配程序模块的功能。

[0086] 检测装置160可以以与计算装置400类似的方式来实现,并且可以包括处理单元(类似于处理单元412)以及存储器(类似于存储器414),所述存储器具有存储在其中的计算机可执行指令(类似于计算机可执行指令416)。

[0087] 上文描述旨在表示仅仅是示例性的,并且本领域技术人员将认识到,在不脱离所公开的本发明的范围的情况下,可以对所描述的实施例进行改变。根据对本公开的回顾,落入本发明范围内的另外其他修改对于本领域技术人员来说将是显而易见的。

[0088] 本文所描述的方法和系统的各个方面可以单独使用、组合使用、或者以在前面描述的实施例中具体讨论的各种布置结构使用,并且因此不限于其应用于在前面的描述中阐述的或在附图中示出的部件的细节和布置结构。例如,在一个实施例中描述的方面可

以与在其他实施例中描述的方面以任何方式组合。尽管已经示出和描述了特定实施例,但是对于本领域技术人员来说将显而易见的是,在不脱离本发明在其更广泛方面的情况下,可以进行改变和修改。以下权利要求的范围不应受在示例中阐述的实施例的限制,而应给予与整个说明书一致的最广泛的合理解释。

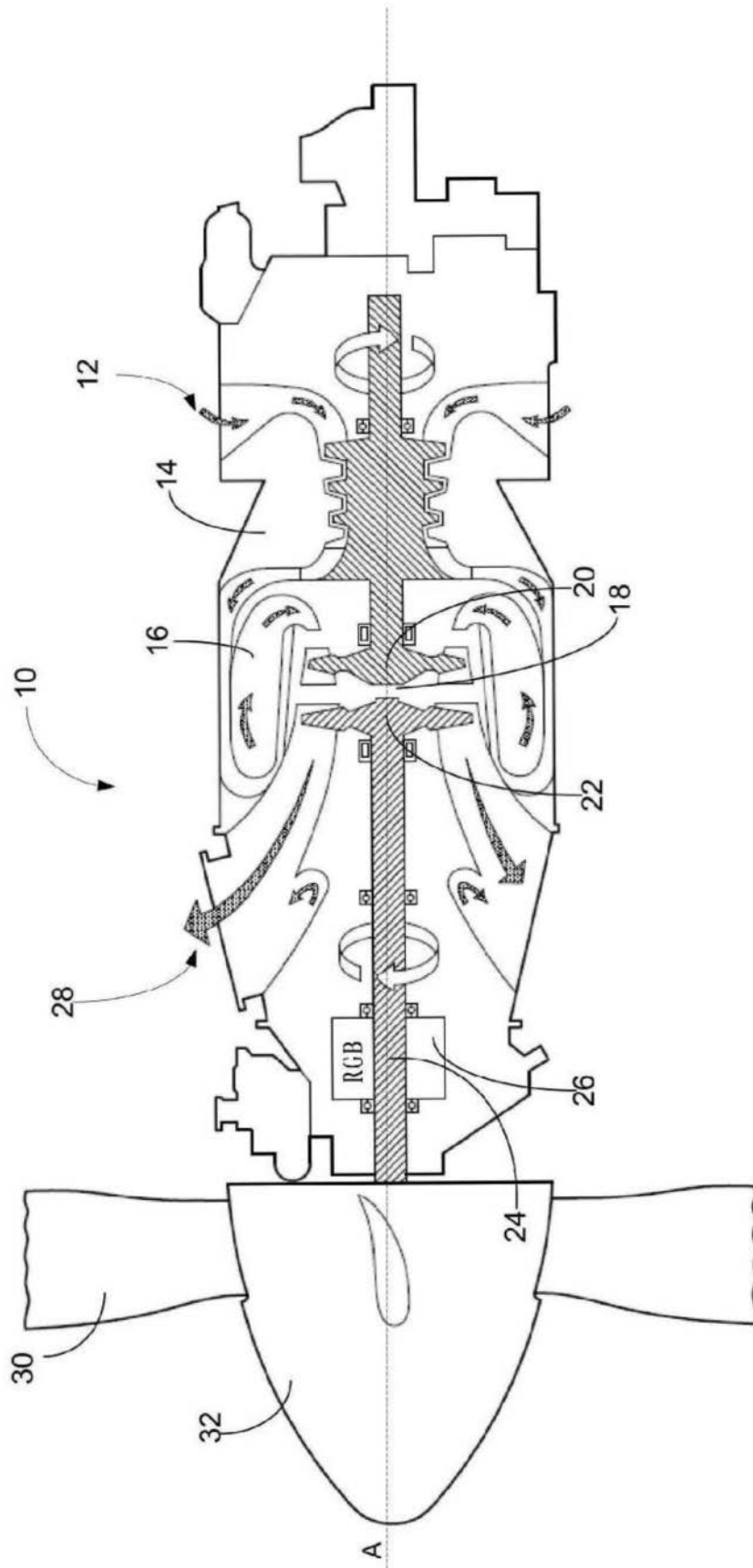


图1

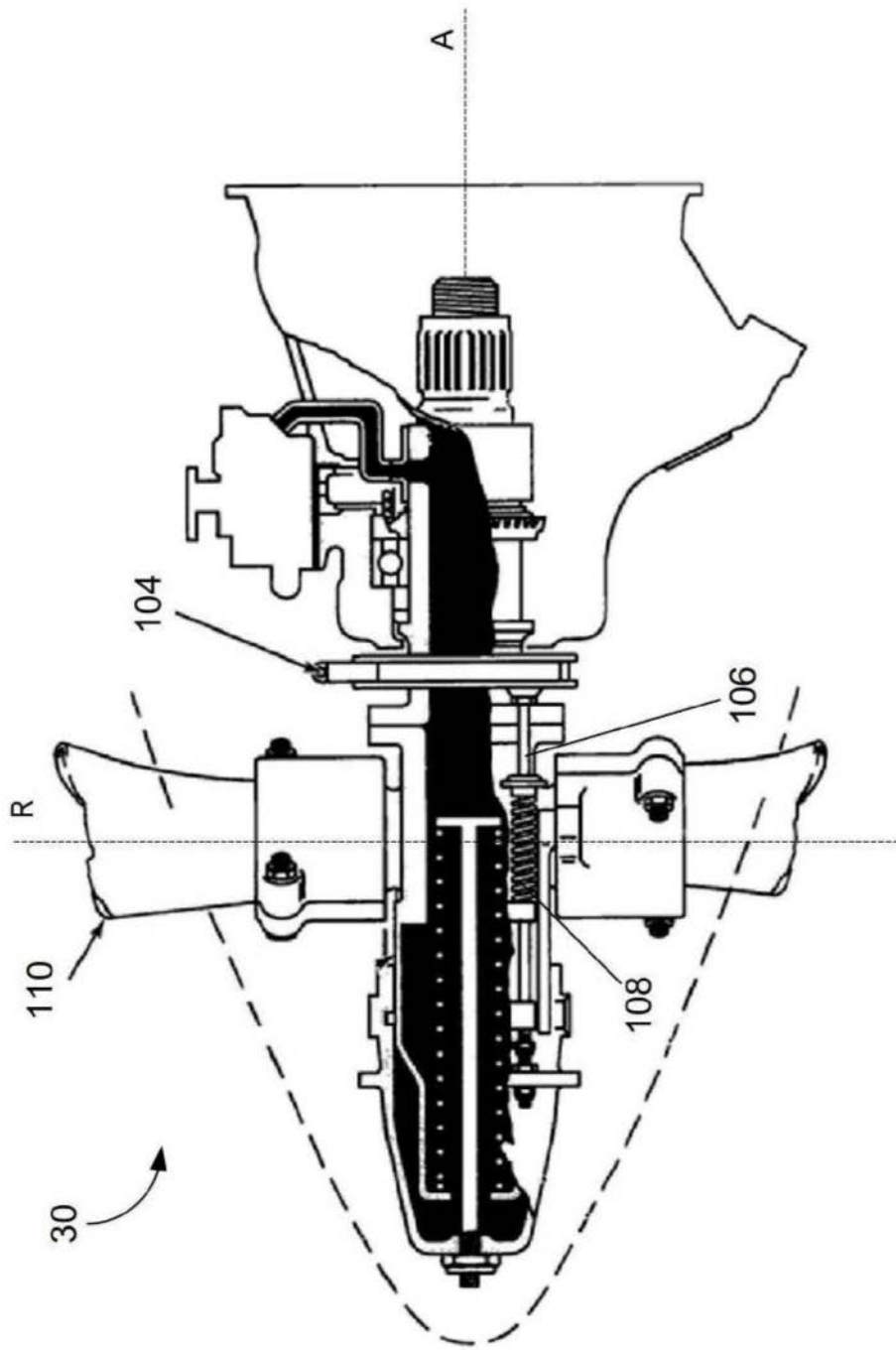


图2

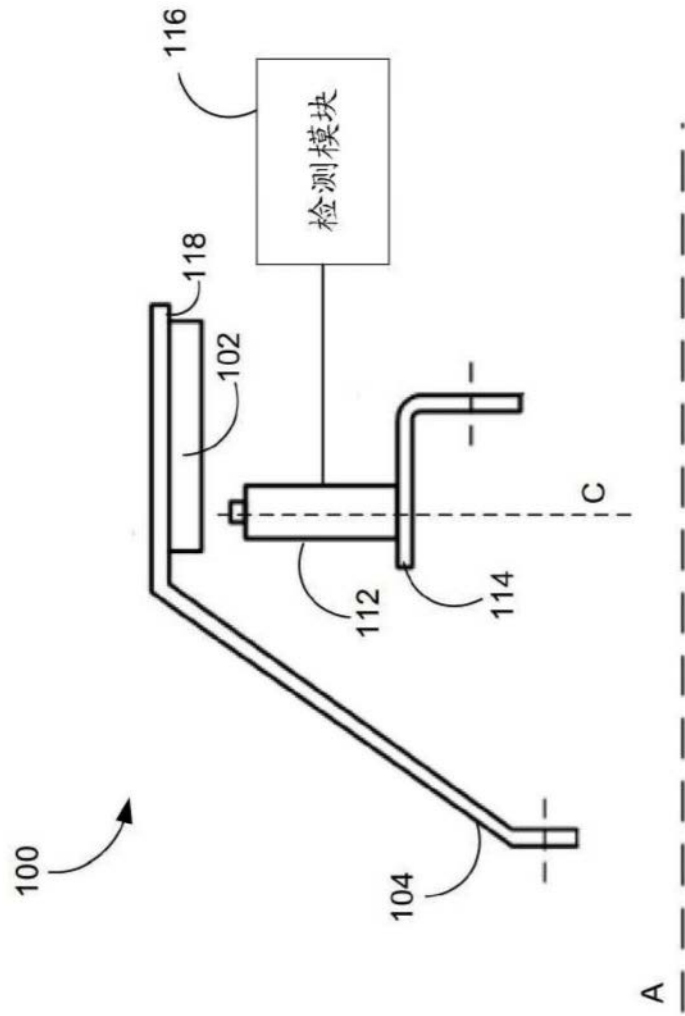


图3

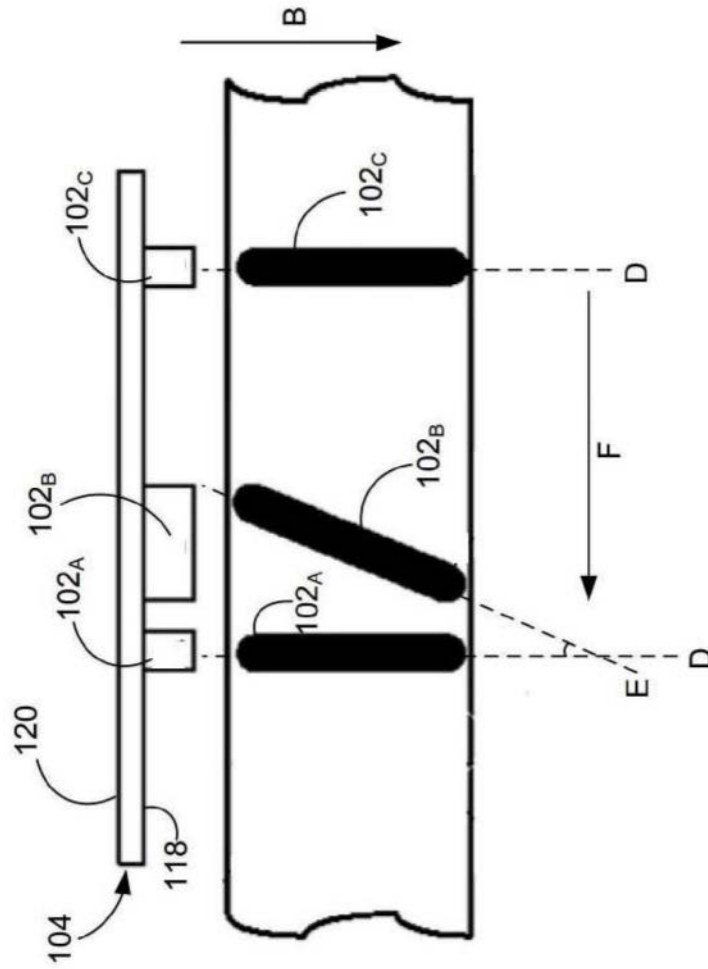


图4

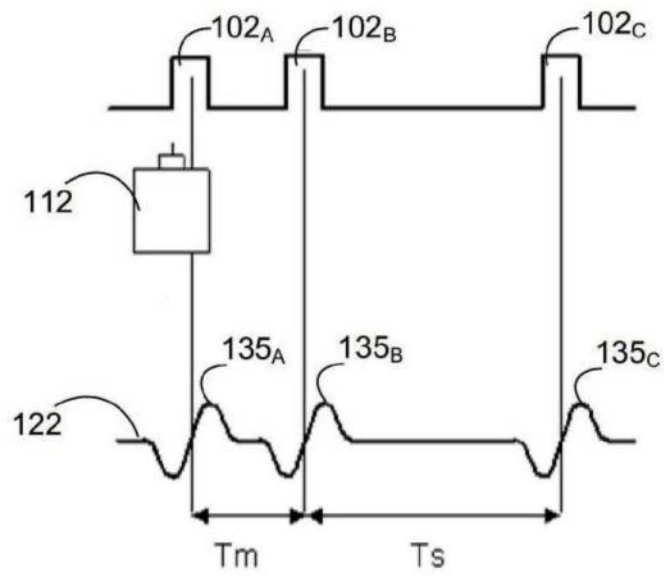


图5A

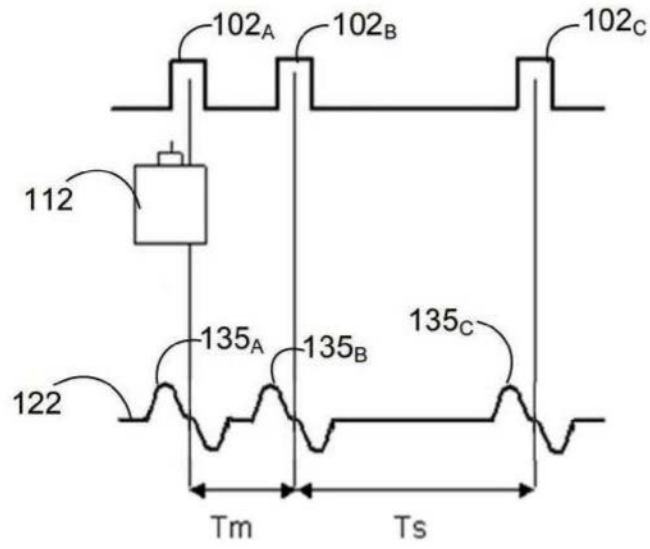


图5B

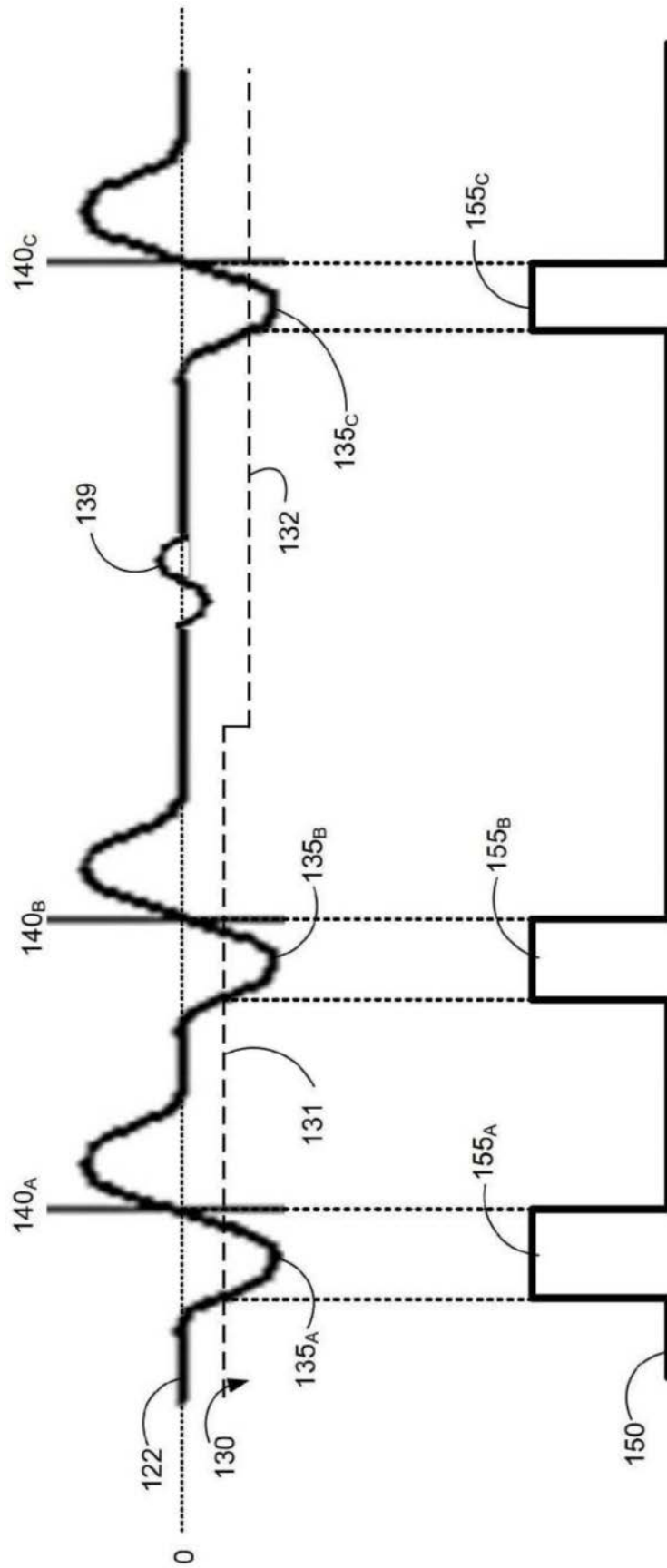


图6A

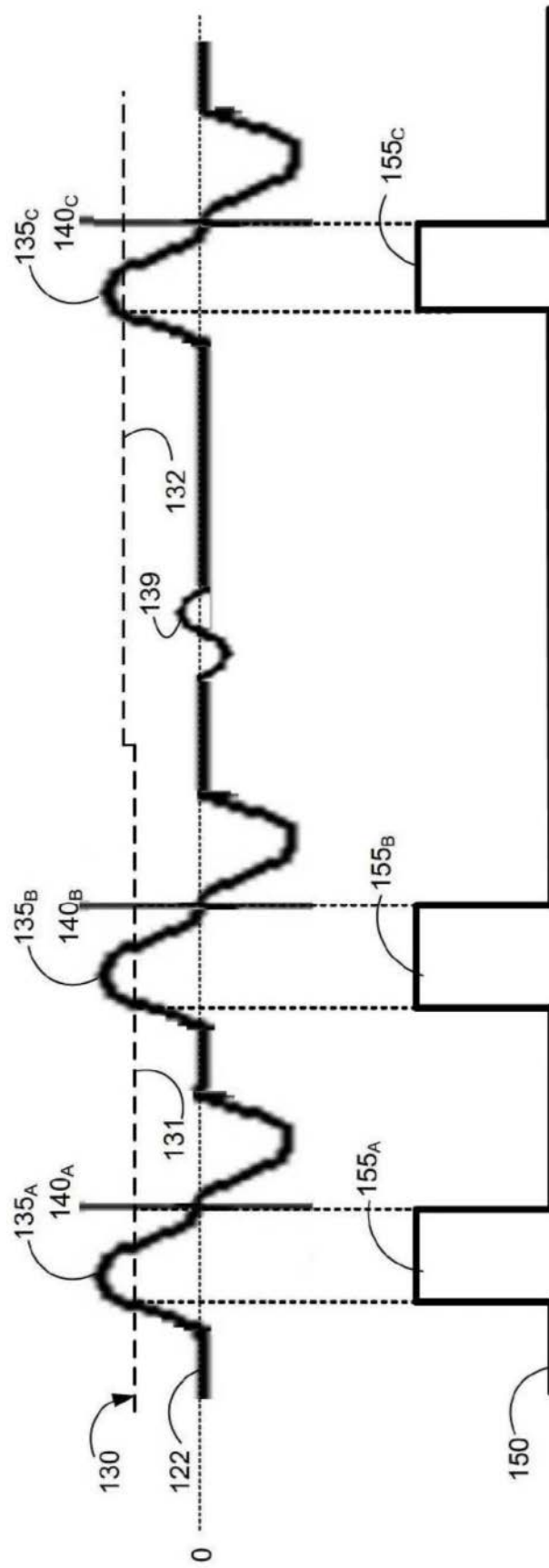


图6B

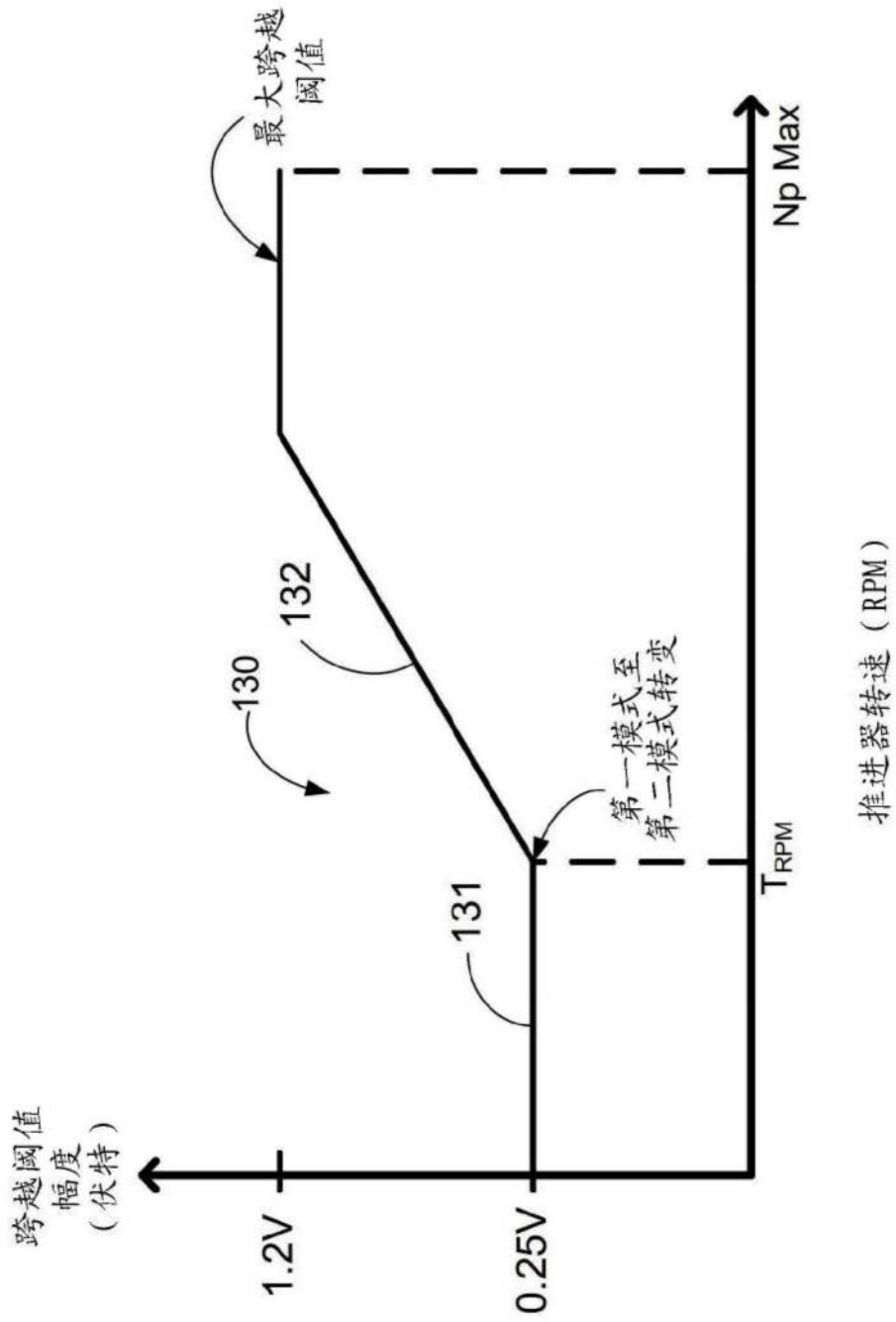


图6C

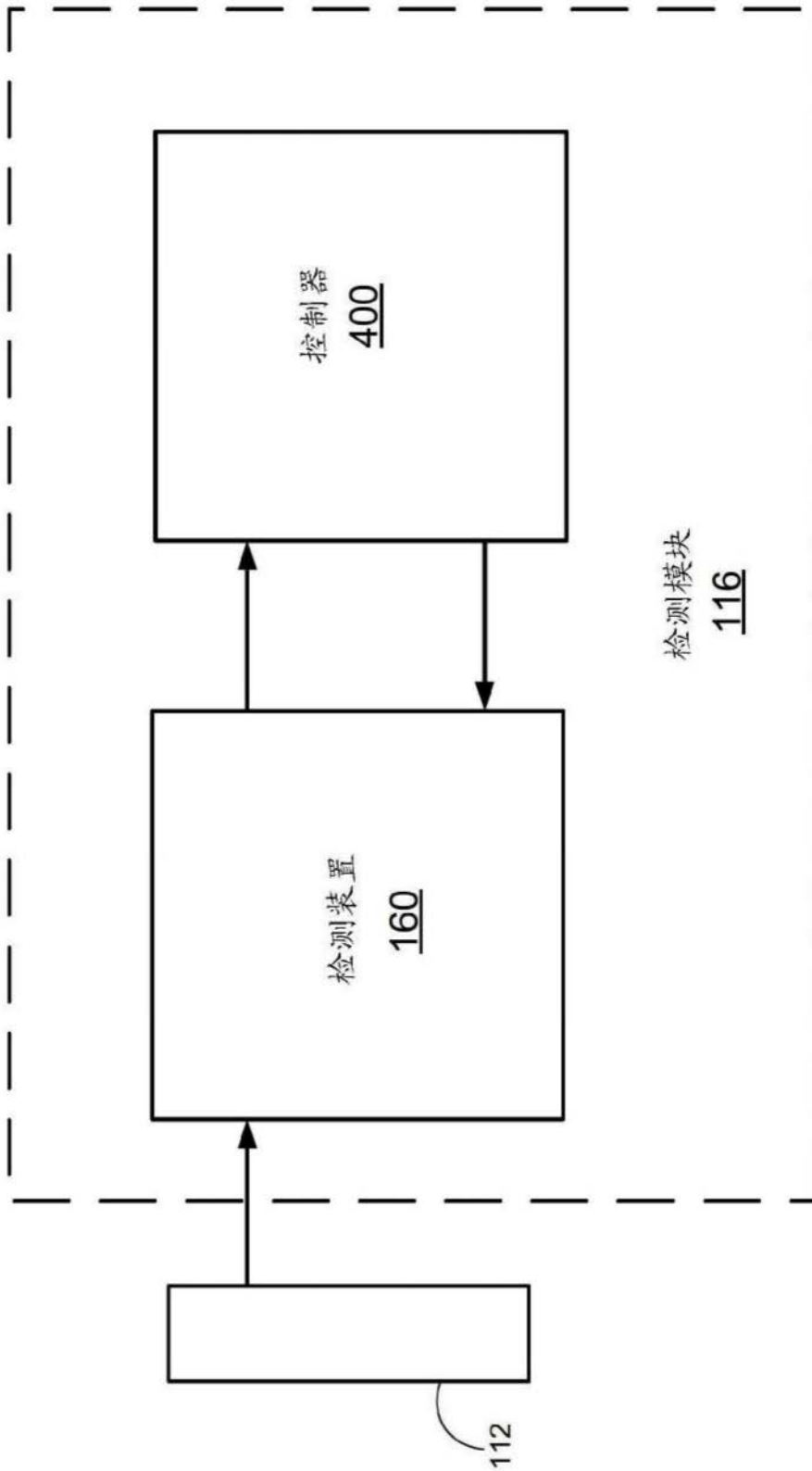


图7A

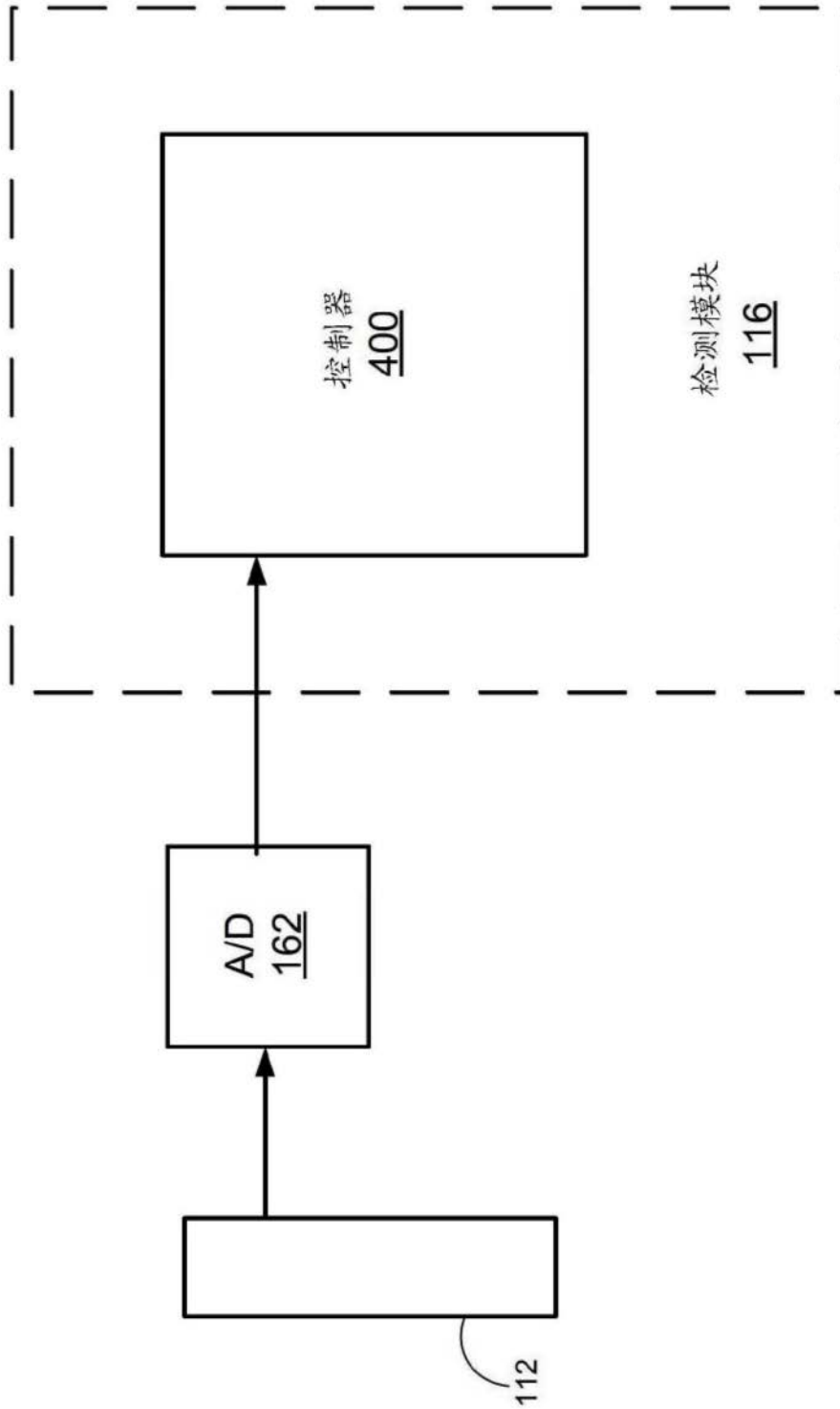


图7B

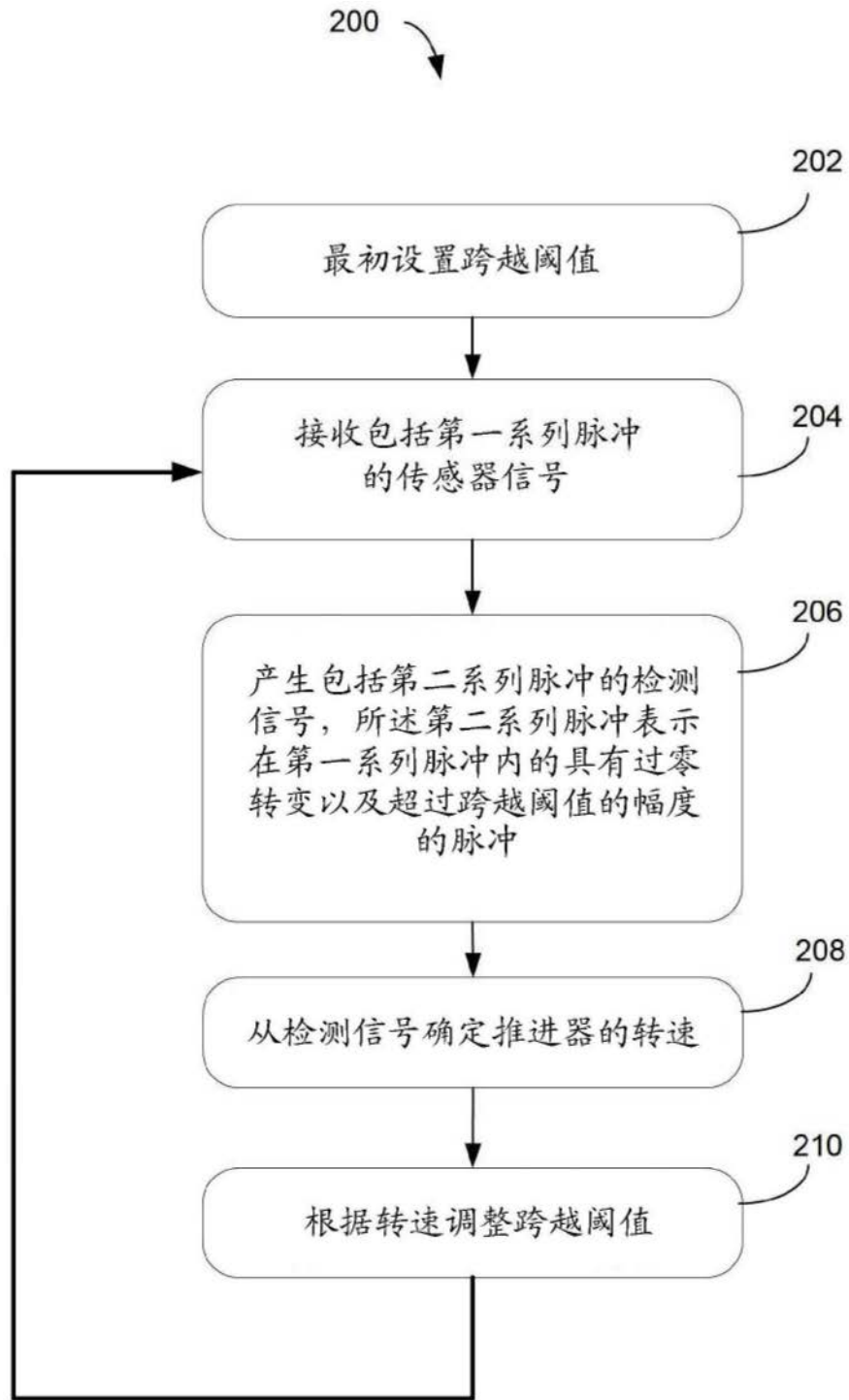


图8A

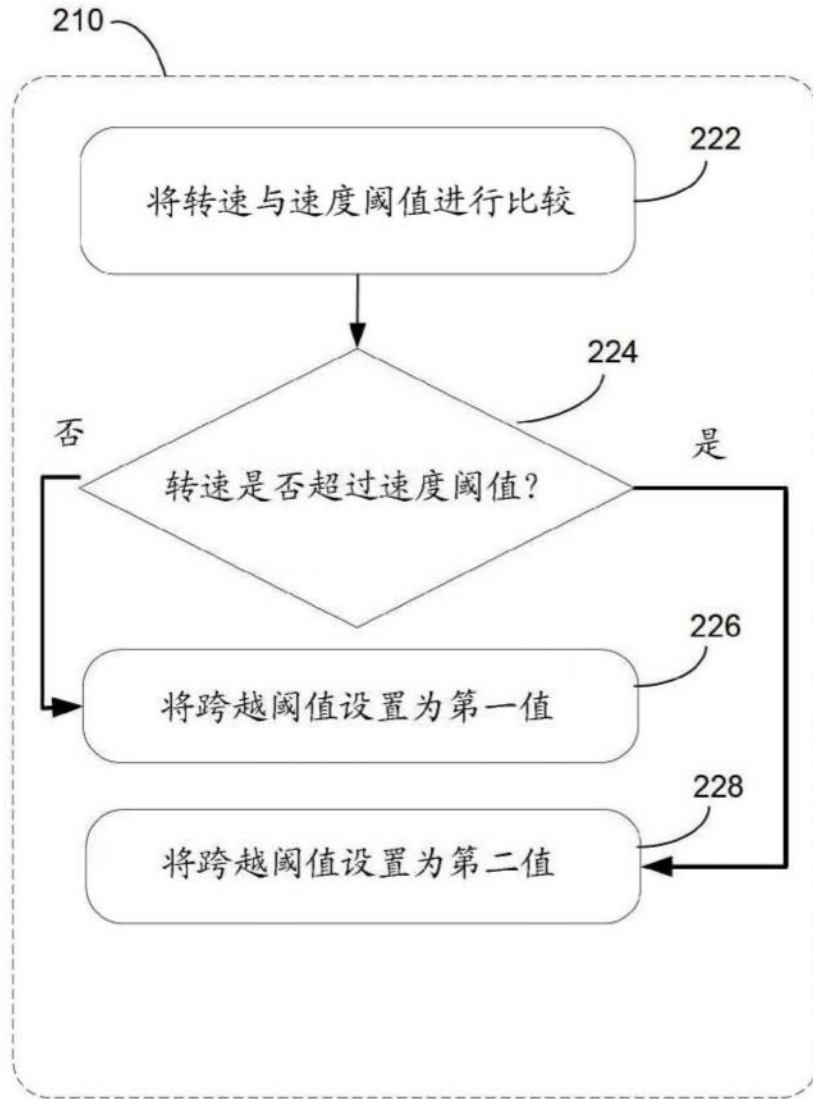


图8B

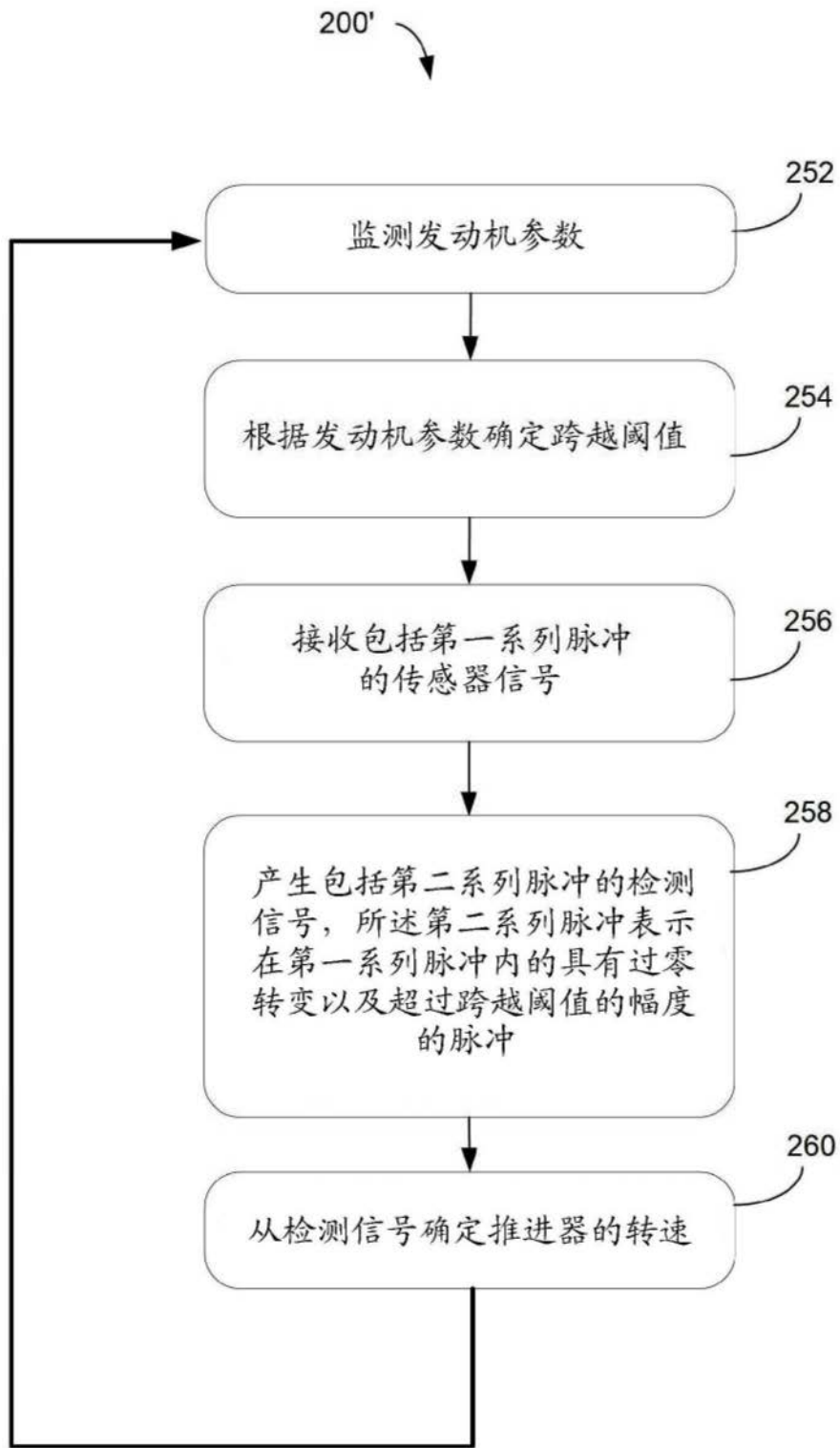


图9

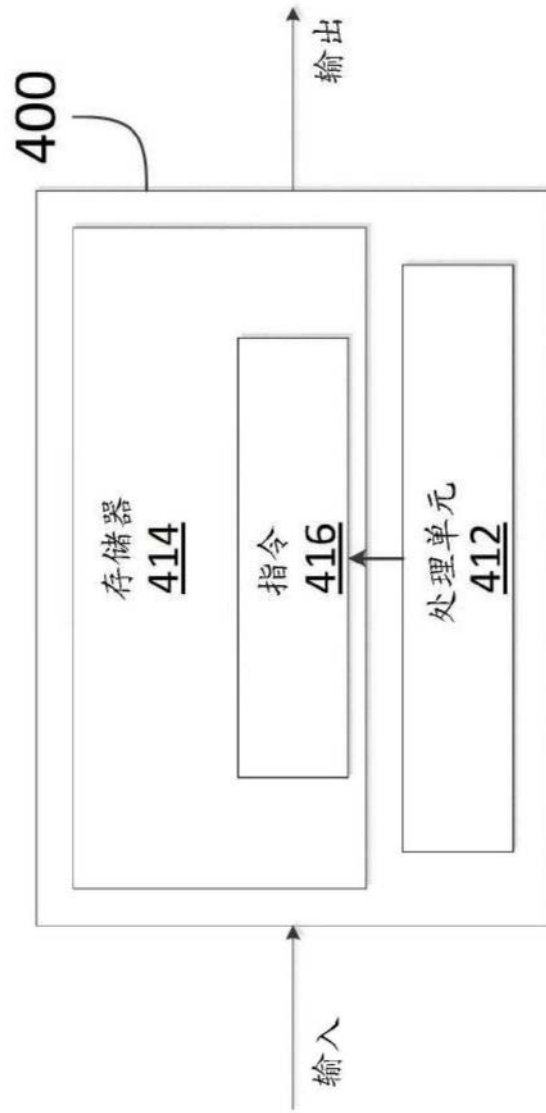


图10