



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104053898 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201280067466.2

(72)发明人 角田宏

(22)申请日 2012.11.20

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104053898 A

代理人 高迪

(43)申请公布日 2014.09.17

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据
2012-008920 2012.01.19 JP

F02N 11/04(2006.01)

B60W 10/08(2006.01)

B60W 20/00(2016.01)

F02B 75/06(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.07.18

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2012/080071 2012.11.20

JP 特开2000-248958 A, 2000.09.12,

JP 特开平11-351333 A, 1999.12.24,

JP 特开平7-35198 A, 1995.02.03,

JP 特开平11-82094 A, 1999.03.26,

JP 特开2010-261566 A, 2010.11.18,

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/108481 JA 2013.07.25

审查员 罗畅

(73)专利权人 五十铃自动车株式会社
地址 日本东京

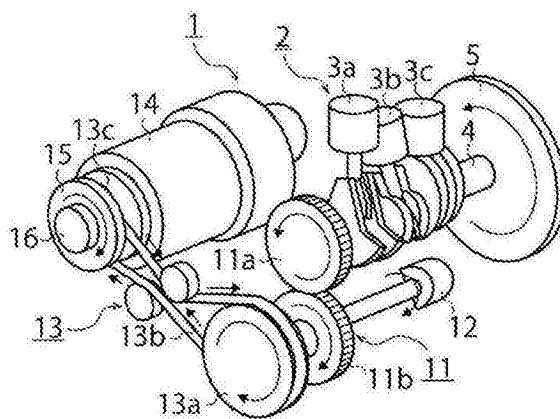
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

内燃机及其控制方法

(57)摘要

具备:主平衡器(12),从曲柄轴(4)经由齿轮驱动装置(11)相对于曲柄轴(4)的旋转进行逆转;电动机(14),从主平衡器(12)经由带驱动装置(13)相对于曲柄轴(4)的旋转进行逆转;以及副飞轮(15),在电动机(14)的旋转轴上经由离合器(16)配备,并且具备ECU(18),该ECU(18)具有:第一单元,根据发动机(1)的运转状况来连接或切断离合器(16),增减围绕曲柄轴(4)的有效惯性力矩;以及第二单元,根据曲柄角加速度来对电动机(14)进行动力驱动或再生驱动,控制经由带驱动装置(13)向齿轮驱动装置(11)传递的扭矩,从而抑制发动机(1)的振动,并且降低齿轮驱动导致的齿轮噪音。



1. 一种内燃机,具备:平衡器,通过内燃机的曲柄轴经由齿轮驱动装置相对于该曲柄轴的旋转进行逆转;以及电动机,通过该平衡器经由带驱动装置相对于该曲柄轴的旋转进行逆转,该内燃机的特征在于,

在所述电动机的旋转轴上,经由离合器而具备飞轮,并且该内燃机具备对所述离合器的连接或切断、以及所述电动机的驱动进行控制的控制装置,

所述控制装置进行控制,在内燃机的运转状况为除了怠速停止之外的怠速时和除了起动时之外的加速时,切断所述离合器,另一方面,在通常行驶时,连接所述离合器,并且,在除了怠速停止之外的怠速时和通常行驶时,根据曲柄角加速度来对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,控制经由所述带驱动装置向所述齿轮驱动装置传递的扭矩。

2. 根据权利要求1所述的内燃机,其特征在于,

所述带驱动装置具备与所述平衡器一体地旋转的第一带轮、以及从该第一带轮通过带驱动而比所述曲柄轴的旋转更加增速的第二带轮,将所述飞轮经由所述离合器与该第二带轮连接。

3. 根据权利要求1或2所述的内燃机,其特征在于,

所述控制装置具备:

在内燃机的运转状况为通常行驶时,连接所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,补充由于所述带驱动装置而降低的所述飞轮的扭矩的单元;

在除了怠速停止之外的怠速时,切断所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,降低所述曲柄轴的扭矩反力的单元;以及

在除了起动时之外的加速时,切断所述离合器而降低绕所述曲柄轴的有效惯性力矩的单元。

4. 一种内燃机的控制方法,该内燃机具备:平衡器,通过内燃机的曲柄轴进行齿轮驱动,相对于该曲柄轴的旋转进行逆转;电动机,通过该平衡器进行带驱动,相对于该曲柄轴的旋转进行逆转;以及飞轮,在该电动机的旋转轴上经由离合器设置,该内燃机的控制方法的特征在于,

在内燃机的运转状况为除了怠速停止之外的怠速时和除了起动时之外的加速时,切断所述离合器,另一方面,在通常行驶时,连接所述离合器,

在除了怠速停止之外的怠速时和通常行驶时,根据曲柄角加速度来对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,控制与齿轮驱动有关的扭矩。

5. 根据权利要求4所述的内燃机的控制方法,其特征在于,

在内燃机的运转状况为通常行驶时,连接所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,补充由于带驱动而降低的所述飞轮的扭矩,

在除了怠速停止之外的怠速时,切断所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,降低所述曲柄轴的扭矩反力,

在除了起动时之外的加速时,切断所述离合器,降低绕所述曲柄轴的有效惯性力矩。

内燃机及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及抑制齿轮噪音的内燃机及其控制方法,该齿轮噪音在具备抑制内燃机的扭矩变动导致的振动的齿轮驱动的平衡器时产生。

背景技术

[0002] 为了降低油耗,目前正在积极研究排气量的减少和气缸数的减少,并且得到了实际应用,但是极大扭矩的情况下却难以实现小气缸数发动机(内燃机)。一般而言,在气缸数少的往复式发动机特别是三气缸以下的往复式发动机中,扭矩变动导致的横滚振动成为问题。

[0003] 作为其对策,存在以下的装置(例如参照专利文献1):添加与发动机逆转的惯性系统,通过在该惯性系统产生的扭矩反力来消除围绕曲柄产生的扭矩反力,降低发动机的横滚振动。该装置是所谓的被称为海伦平衡器(heron balancer)的装置。作为在该装置中形成与发动机逆转的惯性系统的方案,存在着利用发电机的方案、新添加重物的方案、或者对主平衡器添加重物的方案。

[0004] 另外,还存在以下装置(例如参照专利文献2):作为与曲柄轴的旋转中心轴平行的旋转轴,配设两根平衡轴,在至少一方配设发电驱动装置,通过发电驱动装置的制动扭矩和驱动扭矩来抵消扭矩变动。

[0005] 但是,上述这些装置对与发动机逆转的惯性系统进行齿轮驱动,因此会产生其它问题。发动机由于间歇的燃烧而产生与扭矩变动相伴的扭矩反力。特别是,如果气缸数变少,则该值变大。作为结果,由于与该扭矩变动相伴的扭矩反力,产生旋转变动速度,在加速时,推压从动侧的齿轮的齿面而使其旋转,但是在减速时,由于从动侧为另一惯性系统,因而齿轮的齿面分离,与下一齿轮的背面相接触。此时,产生碰齿音。而且,在下一加速时,与原来的齿面接触而从动。此时也产生碰齿音。即,为了降低横滚振动,由曲柄轴进行齿轮驱动的上述装置产生碰齿音等齿轮噪音。

[0006] 如果为了消除扭矩反力而增大从动侧的惯性力矩,那么该现象就变得愈加显著。该齿的移动的距离为齿轮的间隙,不可能为零。从动侧的惯性力矩越大,该碰撞音就越变大。

[0007] 针对上述问题,存在以下装置(例如参照专利文献3):具备齿轮驱动的两根平衡轴,在一方的平衡轴结合油泵,并且使发动机的旋转变动速度的相位和油泵的旋转变动速度的相位成为相同相位,降低齿轮噪音。

[0008] 但是,该装置经由齿轮而直接安装作为大惯性体的油泵,因而由与扭矩变动相伴的扭矩反力导致的轴的扭转振动引起大的齿轮的碰齿音。另外,需要大规模的发动机的变更。

[0009] 即,如果为了抑制与扭矩变动相伴的扭矩反力而设置由曲柄轴进行齿轮驱动且相对于曲柄轴的旋转而逆转的旋转体,则惯性力矩变大,由此引起齿轮噪音的产生。另外,惯性力矩变大也会引起油耗的恶化或加速响应的延迟等问题。

- [0010] 现有技术文献
[0011] 专利文献
[0012] 专利文献1:英国专利申请公开公报GB-A-121045号
[0013] 专利文献2:日本特开2000-248958号公报
[0014] 专利文献3:日本特开2006-46456号公报

发明内容

[0015] 发明要解决的问题

[0016] 本发明是鉴于上述问题而做出的,其目的在于,提供一种内燃机及其控制方法,该内燃机能够降低内燃机的振动,并且伴随该振动的降低而降低所产生的齿轮噪音。

[0017] 用于解决问题的技术方案

[0018] 用于解决上述目的的本发明的内燃机具备:平衡器,通过内燃机的曲柄轴经由齿轮驱动装置相对于该曲柄轴的旋转进行逆转;和电动机,通过该平衡器经由带驱动装置相对于该曲柄轴的旋转进行逆转,该内燃机构成为:在所述电动机的旋转轴,经由离合器而具备飞轮,并且根据内燃机的运转状况来连接或切断所述离合器,并且具备控制装置,其至少在内燃机的运转状况为通常行驶时和怠速时,根据曲柄角加速度来对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,控制经由所述带驱动装置向所述齿轮驱动装置传递的扭矩。

[0019] 依照该构成,根据内燃机的运转状况来控制离合器,至少在内燃机的运转状况为通常行驶时和怠速时,使用根据曲柄角加速度来控制电动机的单元,能够根据内燃机的运转状况降低内燃机的振动,并且降低齿轮噪音,该齿轮噪音以由于设置平衡器和飞轮而增加的惯性力矩作为原因。

[0020] 另外,在上述的内燃机中,如果所述带驱动装置具备与所述平衡器一体地旋转的第一带轮、以及从该第一带轮通过带驱动而比所述曲柄轴的旋转更加增速的第二带轮,将所述飞轮经由所述离合器与该第二带轮连接,则由于第二带轮而飞轮增速旋转,因而能够用较少的惯性力矩抑制与内燃机的扭矩变动相伴的扭矩反力。

[0021] 另外,由于齿轮仅为驱动平衡器的齿轮驱动装置,因而能够使齿轮噪音的抑制变得容易。再者,在齿轮受到与扭矩变动相伴的扭矩反力时,由于带瞬间伸展,因而带张力负担载荷的一部分,所以能够降低齿轮噪音。

[0022] 此外,在上述的内燃机中,如果所述控制装置具备:在内燃机的运转状况为通常行驶时,连接所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,补充由于所述带驱动装置而降低的所述飞轮的扭矩的单元;在除了怠速停止之外的怠速时,切断所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,降低所述曲柄轴的扭矩反力的单元;以及在除了起动时之外的加速时,切断所述离合器而降低绕所述曲柄轴的有效惯性力矩的单元,则能够解决由于电动机和飞轮导致的惯性力矩变大而产生的齿轮噪音的问题,并且还能够解决油耗的恶化和加速响应的延迟等问题。

[0023] 在内燃机的运转状况为通常行驶时,连接离合器,传递飞轮的驱动扭矩,能够降低与内燃机的扭矩变动相伴的扭矩反力。而且,通过根据曲柄角加速度来动力驱动或再生驱动电动机,从而能够以由于介入带驱动装置而产生的、以相位的延迟和驱动扭矩的降低作为原因的损失程度来补充飞轮的扭矩,降低扭矩反力。由此,能够降低齿轮噪音。特别是,在

扭矩变动导致的振动变得显著的低速恒定行驶时是有效的。

[0024] 另外,在内燃机的运转状况为除了怠速停止之外的怠速时,通过切断离合器而减小传递至齿轮驱动装置的驱动扭矩,从而能够降低齿轮驱动装置的啮合力,能够降低齿轮噪音。通过根据曲柄角加速度来动力驱动或再生驱动电动机,从而能够降低扭矩反力。

[0025] 此外,在内燃机的运转状况为除了起动时之外的加速时,通过切断离合器,从而能够减小围绕曲柄轴的有效惯性力矩,提高加速响应性和油耗。

[0026] 另外,用于解决上述问题的内燃机的控制方法是以下方法,该内燃机具备:平衡器,由内燃机的曲柄轴齿轮驱动,相对于该曲柄轴的旋转进行逆转;电动机,由该平衡器带驱动,相对于该曲柄轴的旋转进行逆转;以及飞轮,在该电动机的旋转轴上经由离合器配备,该方法的特征在于:根据内燃机的运转状况,连接或切断所述离合器;至少在内燃机的运转状况为通常行驶时和怠速时,根据曲柄角加速度来对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,控制与齿轮驱动有关的扭矩。

[0027] 再者,在上述的内燃机的控制方法中,在内燃机的运转状况为通常行驶时,连接所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,补充由于带驱动而降低的所述飞轮的扭矩,在除了怠速停止之外的怠速时,切断所述离合器,并且对所述电动机进行动力驱动或再生驱动,降低所述曲柄轴的扭矩反力,在除了起动时之外的加速时,切断所述离合器,降低绕所述曲柄轴的有效惯性力矩。

[0028] 依照该方法,能够通过曲柄轴逆旋转的平衡器和飞轮来抑制内燃机的振动,且根据内燃机的运转状况而使惯性力矩增减,并且使齿轮的啮合力降低,因而能够抑制齿轮噪音。

[0029] 此外,能够抑制以围绕曲柄轴的有效惯性力矩的增加为原因的油耗的恶化和加速响应的延迟。由此,能够良好地抑制内燃机的振动。

[0030] 发明的效果

[0031] 依照本发明,能够降低内燃机的振动,并且伴随该振动的降低而降低产生的齿轮噪音。此外,能够解决以下问题:为了降低扭矩反力、降低齿轮噪音而增大惯性力矩,由此产生油耗恶化或加速响应性恶化。

附图说明

[0032] 图1是表示本发明的实施方式的内燃机的立体图。

[0033] 图2是表示对图1所示的内燃机添加控制的概略图。

[0034] 图3是表示本发明的实施方式的内燃机的第一方案的流程图。

[0035] 图4是表示本发明的实施方式的内燃机的第二方案的流程图。

[0036] 图5是表示图1所示的内燃机的扭矩反力与惯性力矩的关系的示意图。

[0037] 图6是表示设想了图1所示的内燃机的带的打滑和相位延迟时的驱动扭矩的表格。

具体实施方式

[0038] 以下,参照附图说明本发明的实施方式的内燃机及其控制方法。虽然该实施方式以柴油发动机为例进行说明,但是本发明并不限于柴油发动机,也能够适用于汽油发动机。此外,关于附图,为了易于理解构成而使尺寸变化,各部件、各零件的板厚或宽度或长度等

的比率未必与实际制造的产品的比率相一致。

[0039] 首先,参照图1和图2说明本发明的实施方式的内燃机。该发动机(内燃机)1具备发动机本体2、齿轮驱动装置11、主平衡器12、带(belt)驱动装置13及电动机14,此外,如图1所示,具备副飞轮15和副飞轮用离合器(以下,统一为离合器)16。

[0040] 发动机本体2具备主飞轮5和将三个活塞3a~3c的上下运动变换为旋转运动的曲柄轴4。该发动机本体2经由主飞轮5与未图示的变速装置连接,但是主飞轮5并不是必需的。另外,在该实施方式中以串联三气缸发动机说明发动机本体2,但是其气缸数或气缸的排列并无限定。

[0041] 齿轮驱动装置11具备驱动齿轮11a和从动齿轮11b。该从动齿轮11b是与驱动齿轮11a直径相同的齿轮,以使主平衡器12相对于曲柄轴4的旋转以相等速度逆旋转,优选地,也可以考虑与主平衡器12的平衡而使其偏心。在该实施方式中,由于齿轮仅介入该齿轮驱动装置11一段,因而能够使齿轮噪音的控制变得容易。

[0042] 主平衡器12配置成与曲柄轴4的轴线大致平行,如所述那样旋转。该主平衡器12以与曲柄轴4相等的速度逆旋转,由此,能够降低1次的惯性力偶导致的俯仰振动和1.5次的扭矩反力导致的横滚振动。该主平衡器12能够使用现有技术的平衡器。

[0043] 带驱动装置13构成为:将安装于主平衡器12的轴顶端的第一带轮13a的旋转经由带13b向第二带轮13c传递,此时,相对于曲柄轴4的旋转进行增速。

[0044] 该带驱动装置13能够将主平衡器12的旋转增速并向第二带轮13c传递即可,也可以设置张紧器或怠速轮。通过设置该带驱动装置13,在从动齿轮11b受到扭矩反力时,带13b瞬间伸展而使载荷的一部分由带张力负担,由此能够降低齿轮噪音。

[0045] 电动机14与第二带轮13c连接,能够动力驱动和再生驱动,是所谓的被称为发电机或启动发电机的装置。另外,例如,也可以构成为在再生驱动该电动机14时能够发电。

[0046] 副飞轮15经由离合器16与第二带轮13c连接,通过连接或切断离合器16而将自身的驱动扭矩经由第二带轮13c向齿轮驱动装置11传递。

[0047] 另外,如图2所示,该发动机1具备曲柄角传感器17、以及与该曲柄角传感器17连接且控制电动机14和离合器16的动作的ECU(控制装置)18。该曲柄角传感器17能够使用现有技术的曲柄角传感器。另外,该ECU18是称为发动机控制单元的控制装置,是通过电气电路担负发动机1的控制的、综合地进行电气控制的微型控制器。

[0048] 在该实施方式中,在ECU18中具备以下单元:根据发动机1的运转状况而连接或切断离合器16,进而根据曲柄角速度来动力控制或再生控制电动机14,控制驱动扭矩。

[0049] 算出曲柄角加速度的方法,能够算出曲柄角加速度即可,例如可以使用数字计算或模拟电路,该模拟电路将从曲柄角传感器17的测定值算出的发动机1的转速变换为周期,对其周期进行F/V变换(将脉冲频率变换为电压的方法),对该值进行微分而算出。

[0050] 接着,参照图3的流程图说明根据发动机1的运转状况来控制离合器16的方法。首先,进行步骤S11,判断发动机1的运转状况是否为通常行驶。如果在步骤S11中判断为通常行驶,则接着进行步骤S12,判断离合器16是否被连接。如果在该步骤S12中确认了离合器16的连接,那么返回“开始”。另外,如果不能确认离合器16的连接,那么接着进行连接离合器16的步骤S13,然后返回“开始”。

[0051] 如果在步骤S11中判断为不是通常行驶,则接着进行步骤S14,判断发动机1的运转

状况是否为加速时。如果在步骤S14中判断为加速时,则接着进行步骤S15,判断离合器16是否被切断。如果在该步骤S15中确认了离合器16的切断,那么返回“开始”。另外,如果不能确认离合器16的切断,那么进行切断离合器16的步骤S16,然后返回“开始”。

[0052] 如果在步骤S14中判断为不是加速时,则接着进行步骤S17,判断发动机1的运转状况是否为怠速时。如果在步骤S17中判断为怠速时,则接着进行步骤S18,判断怠速停止是否工作。如果在该步骤S18中判断为怠速停止正在工作,则返回“开始”。

[0053] 如果在步骤S18中判断为怠速停止不在工作,则接着进行步骤S19,判断离合器16是否被切断。如果在该步骤S19中确认了离合器16的切断,那么返回“开始”。另外,如果不能确认离合器16的切断,那么接着进行切断离合器16的步骤S20,然后返回“开始”。

[0054] 如果在步骤S17中判断为不是怠速时,则该控制方法结束。在该控制方法中,作为判断发动机1的运转状况的方法,存在基于曲柄角传感器17的检测信号的方法。在该判断方法中,也可以考虑车速、加速器开度或者温度传感器的检测信号等。

[0055] 依照以上的图3所示的方法,通过根据发动机1的运转状况来连接或切断离合器16,从而能够调整围绕曲柄轴4的有效惯性力矩,并且经由带驱动装置13而调整向齿轮驱动装置11传递的扭矩。

[0056] 接着,参照图4的流程图说明根据曲柄角速度来动力控制或再生控制电动机14而控制驱动扭矩的方法。首先,进行步骤S21,从曲柄角传感器17的检测信号算出发动机1的转速N,从该转速N算出周期 λ 。接着,进行步骤S22,对周期 λ 进行F/V变换,算出作为其微分波形的电压波形Vf。接着,进行用该电压波形Vf控制电动机14的步骤S23,然后结束。

[0057] 扭矩反力是对惯性力矩乘以曲柄角加速度而得到的。在此,从曲柄角传感器17的检测信号算出周期 λ (曲柄角速度),对该周期 λ 进行F/V变换,求得作为微分波形的电压波形Vf。如果使用该电压波形Vf来控制电动机14,则能够使电动机14与曲柄角加速度完全同步而进行动力驱动或再生驱动。

[0058] 该方法能够根据曲柄角加速度对电动机14进行动力或再生控制即可,并不限于上述的构成。例如,也可以通过使用F/V转换器(或者被称为F/V变换器的装置)的电路来执行上述控制方法。

[0059] 依照该图4所示的方法,能够根据曲柄角加速度(换言之,根据发动机1的扭矩变动)来控制电动机14,通过与所述的图3所示的方法配合而进行,从而能够抑制与发动机1的运转状况相应的扭矩反力。此外,由于还能够降低齿轮驱动装置11的啮合力,因而能够抑制齿轮噪音。

[0060] 接着,参照图5说明降低该发动机1的扭矩反力的原理。图5所示的旋转体20作为组合了主平衡器12和副飞轮15的物体而说明。

[0061] 在此,令 θ 为曲柄角、 $T(\theta)$ 为曲柄扭矩、 T_r 为扭矩反力、 I_1 为围绕曲柄轴4的惯性力矩、 I_i 为第i个旋转体20的惯性力矩、 g_i 为第i个旋转体20的齿轮比。扭矩反力 T_r 能够用以下数学式(1)表示。

[0062] [数学式1]

$$[0063] \quad T_r = T(\theta) \times \frac{(I_1 + \sum g_i I_i)}{(I_1 + \sum g_i^2 I_i)} \cdots (1)$$

[0064] 此时,分母($I_1 + \sum g_i^2 I_i$)是发动机1的有效惯性力矩,与旋转方向无关而均为正值。

根据数学式(1),通过以 $(I_1 + \sum g_i I_i)$ 成为最小的方式设置与发动机逆旋转的被增速的旋转体20,能够使扭矩反力 T_r 成为最小。

[0065] 数学式(1)的分母是围绕曲柄轴4的有效惯性力矩,曲柄轴4、主飞轮5和未图示的离合器压板占据其大部分。分子是对各轴的惯性力矩乘以齿轮比或带轮比而得到的,如果是逆转,则其值变为负,分子变小,扭矩反力变小。

[0066] 所以,图1和图2所示的发动机1能够通过主平衡器12和副飞轮15来降低与发动机1的扭矩变动相伴的反力。

[0067] 接着,说明本发明的实施方式的发动机1的动作。首先,说明发动机1的运转状况为通常行驶时的情况。通常行驶时是根据图3所示的方法而离合器16被连接的状态,如图5所示,由于主平衡器12和副飞轮15相对于曲柄轴4的旋转进行逆旋转,因而能够降低与发动机1的扭矩变动相伴的扭矩反力。

[0068] 但是,通过经由带驱动装置13驱动副飞轮15,如图6所示,由于带13b的打滑或伸缩导致的相位偏离和扭矩下降,使扭矩反力降低的扭矩降低。于是,ECU18根据曲柄角加速度来动力控制或再生控制电动机14,补充由于带驱动而下降的量(以下称为效率下降量)的驱动扭矩,从而能够降低扭矩反力。

[0069] 另外,在图6所示的副飞轮15的驱动扭矩之中,由于电动机14所分担的量的驱动扭矩降低,因而能够降低齿轮驱动装置11的啮合力,能够降低齿轮噪音。

[0070] 上述动作是发动机1的运转状况为通常行驶时的动作,但是也可以限定于扭矩变动变得显著的低速恒定行驶时而进行。另外,也可以限定于横滚振动变得显著的发动机1的起动时和停止时。在其它行驶时,由于发动机1的振动不那么大,因而例如也可以切断离合器16,减小惯性力矩。该通常行驶时的电动机14的输出仅补充效率下降量的驱动扭矩,因而能够减小消耗电力。

[0071] 接着,说明发动机1的运转状况为除了起动时之外的加速时的情况。加速时是根据图3所示的方法而离合器16被切断的状态。如果发动机1的运转状况为加速时,那么扭矩反力较小,齿轮驱动装置11的啮合力也小。因此,副飞轮15的驱动扭矩不是必要的,通过切断离合器16,能够抑制发动机加速时的有效惯性力矩的增加,能够提高发动机1的加速性能,并且能够改善油耗。

[0072] 接着,说明发动机1的运转状况为怠速时且怠速停止不工作的情况。在怠速时且怠速停止不工作的情况下,为通过图3所示的方法而离合器16被切断的状态。由于来自曲柄轴4的驱动扭矩比副飞轮15的驱动扭矩更小,因而通过切断离合器16,从而能够降低驱动主平衡器12的齿轮驱动装置11的啮合力,降低齿轮噪音。

[0073] 通过在该怠速时用图4所示的方法来控制电动机14,从而能够抑制发动机1的扭矩变动。由此,能够单独地驱动电动机14而降低在怠速时产生的横滚振动。

[0074] 再者,与离合器16连接时的动力或再生控制导致的吸收相比,存在着油耗恶化了使电动机14驱动的量的可能性,大部分的怠速是在怠速停止处于工作中,其影响变少,怠速停止中是作为一种双质量飞轮而工作,因而能够提供总的油耗。

[0075] 上述发动机1能够通过设置相对于曲柄轴4的旋转而逆旋转的主平衡器12和副飞轮15而降低发动机1的扭矩变动导致的振动,但是产生了通过由齿轮驱动来驱动主平衡器12而产生的齿轮噪音。

[0076] 特别是,由于在显著地感觉到的怠速时能够用第一单元切断离合器16,并降低齿轮驱动装置11的啮合力,因而能够抑制齿轮噪音的产生。另外,由于配合而作为扭矩平衡器,用第二单元对电动机14进行动力驱动或再生驱动,因而能够降低扭矩反力,实现横滚振动的降低。

[0077] 另外,在扭矩变动导致的振动变得显著的低速恒定行驶时,能够用第一单元连接离合器16,进而用第二单元补充由于带驱动而降低的效率下降量的驱动扭矩,因而能够抑制扭矩变动。此外,此时,由于齿轮驱动装置11的啮合力降低了电动机14的驱动扭矩量,因而能够抑制齿轮噪音的产生。

[0078] 此外,将由于设置副飞轮15而增加的惯性力矩加速时,通过用第一单元切断离合器16,能够抑制围绕曲柄轴4的有效惯性力矩的增加,因而能够抑制由于有效惯性力矩增加而产生的油耗的恶化和加速响应的延迟。

[0079] 工业实用性

[0080] 本发明的内燃机能够用齿轮驱动的平衡器抑制内燃机的振动,并且降低为了抑制振动而产生的齿轮噪音,因而特别地能够用于搭载了气缸内压力变高且产生大扭矩变动的柴油发动机的卡车等车辆。

[0081] 符号说明:

- [0082] 1 发动机
- [0083] 2 发动机本体
- [0084] 3a~3c 活塞
- [0085] 4 曲柄轴(曲柄轴)
- [0086] 11 齿轮驱动装置
- [0087] 12 主平衡器(平衡器)
- [0088] 13 带驱动装置
- [0089] 14 电动机
- [0090] 15 副飞轮(飞轮)
- [0091] 16 离合器
- [0092] 17 曲柄角传感器
- [0093] 18 ECU(控制装置)

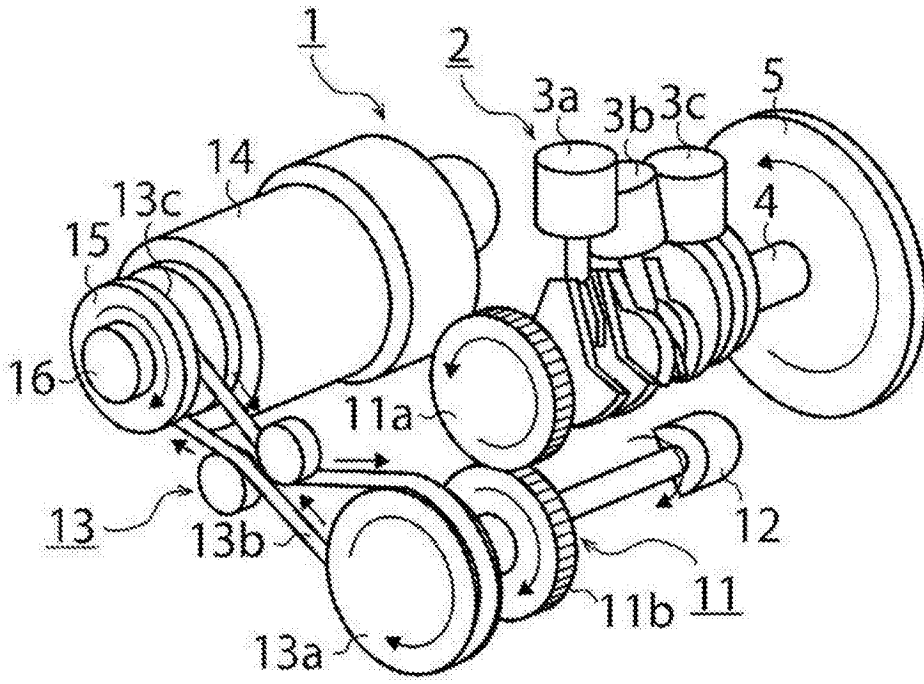


图1

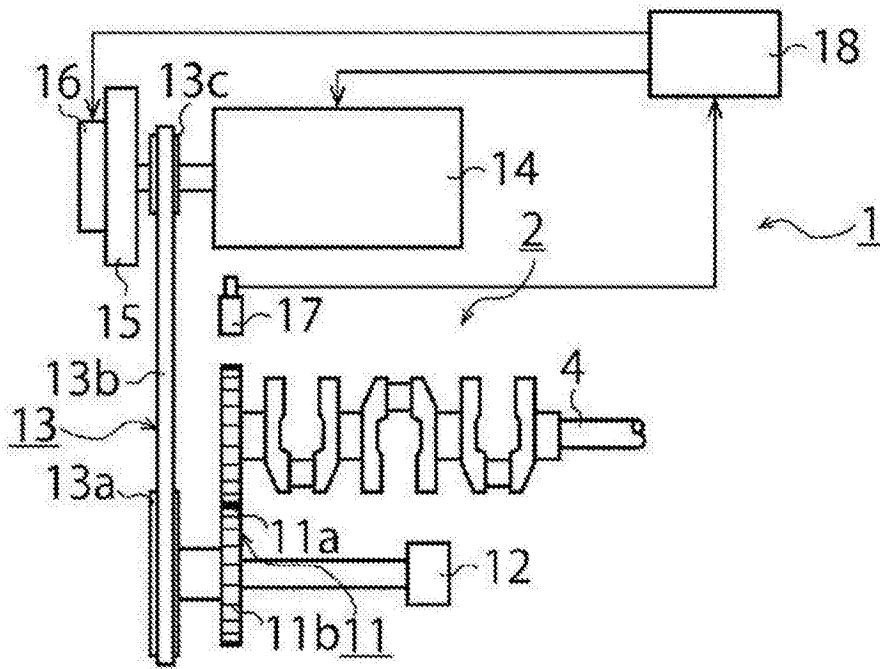


图2

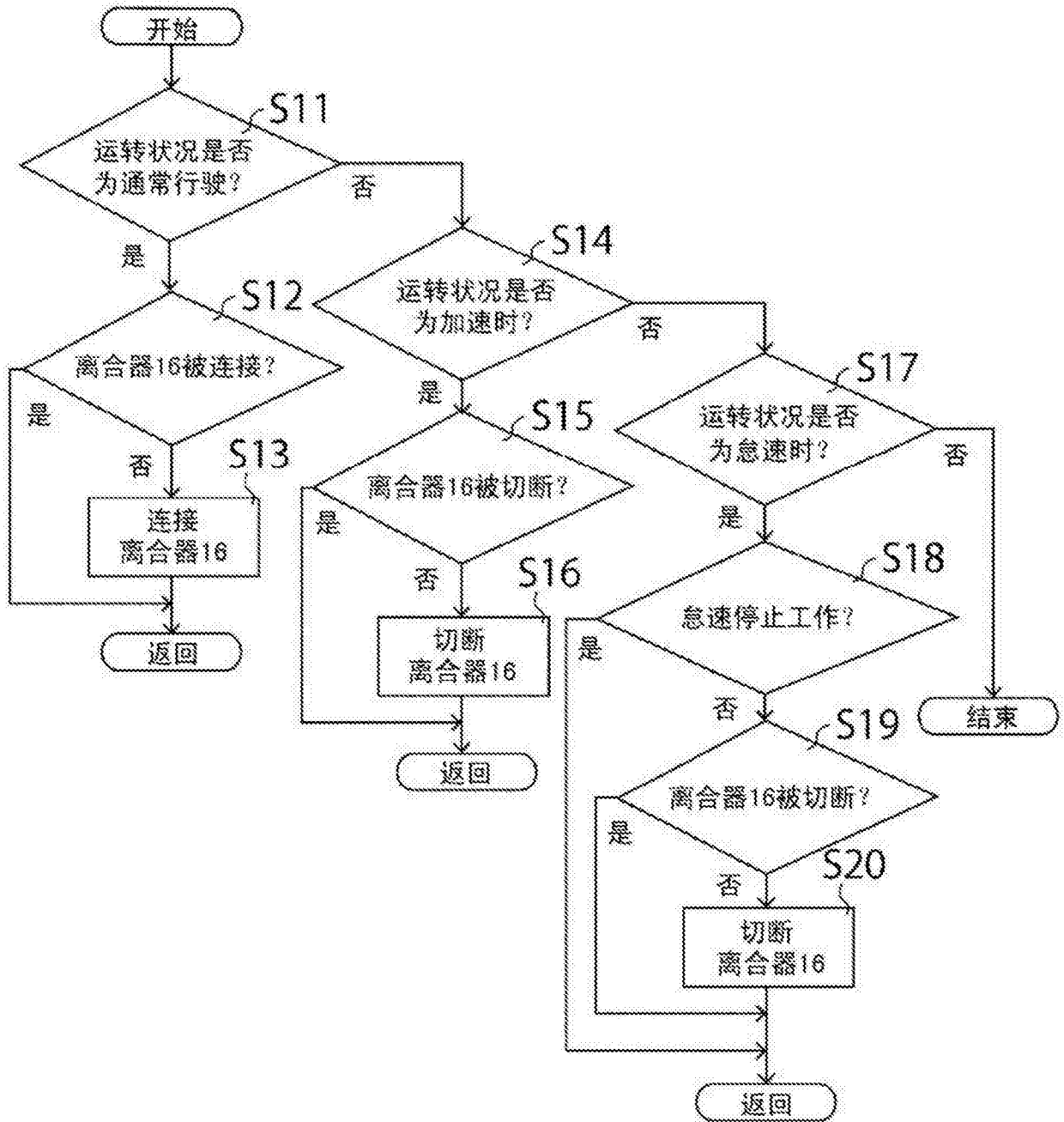


图3

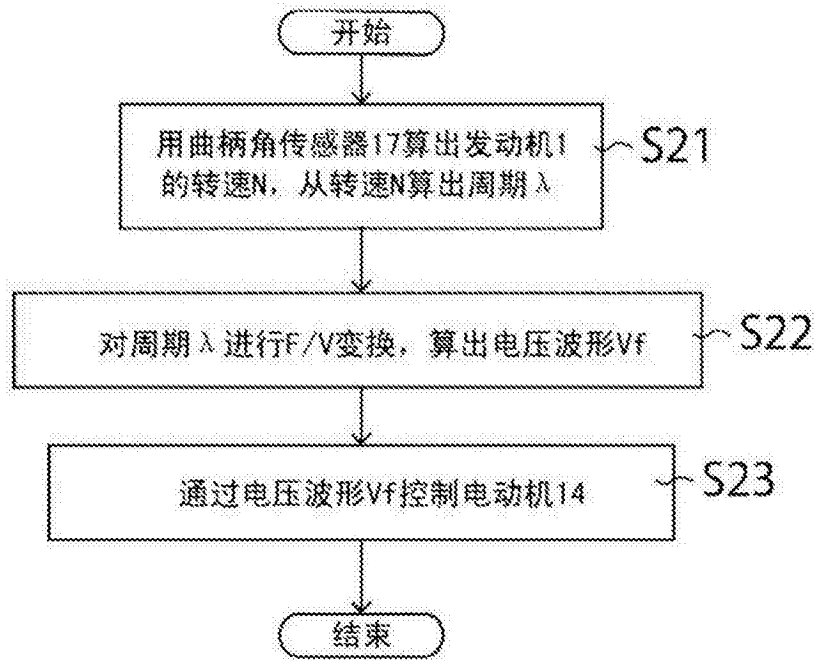


图4

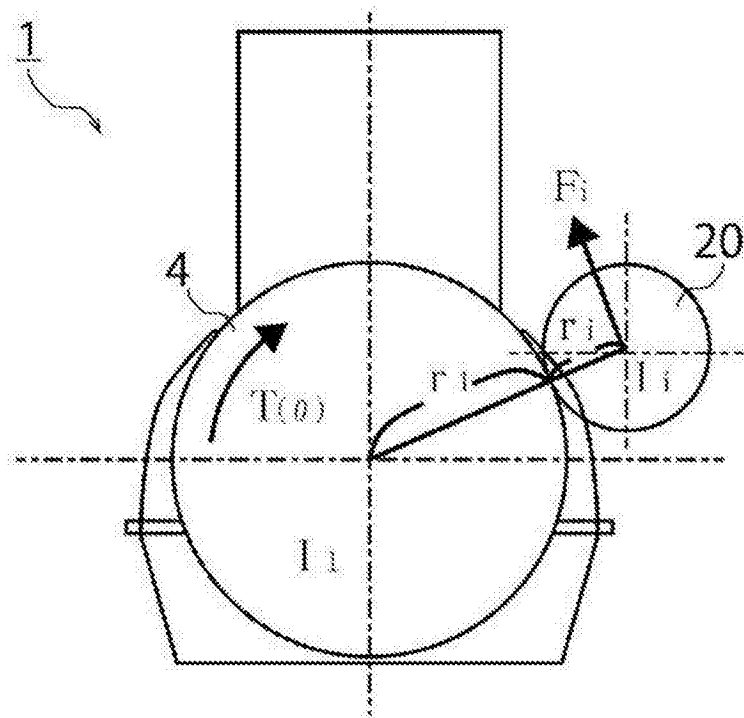


图5

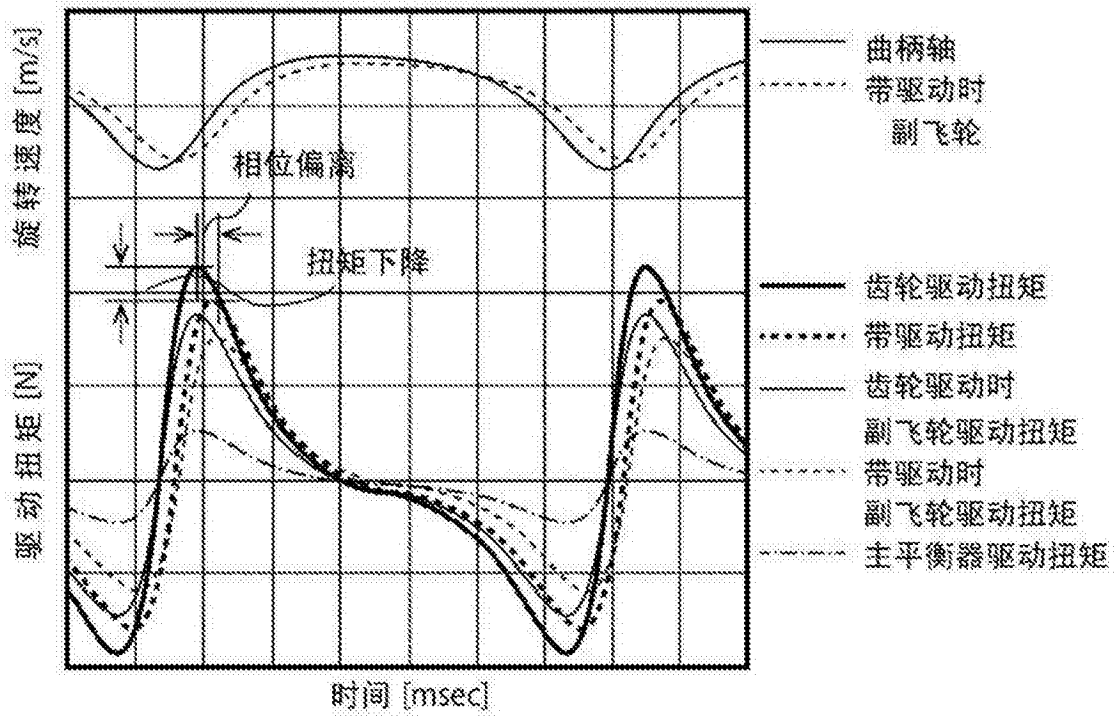


图6