



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105143844 B

(45)授权公告日 2018.01.23

(21)申请号 201480023501.X

(22)申请日 2014.04.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105143844 A

(43)申请公布日 2015.12.09

(30)优先权数据

2013-094622 2013.04.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.10.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/061138 2014.04.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/175203 JA 2014.10.30

(73)专利权人 株式会社明电舍

地址 日本东京

(72)发明人 菅家正康 西原正己 川久保宪次
秋山岳夫

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 于丽

(51)Int.Cl.

G01M 17/007(2006.01)

G01M 13/02(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开2009-287986 A,2009.12.10,

JP 特开平8137555 A,1996.05.31,

JP 特许第4016582 B2,2007.12.05,

CN 101877569 A,2010.11.03,

JP 特开平915100 A,1997.01.17,

CN 102906994 A,2013.01.30,

审查员 甄卫萌

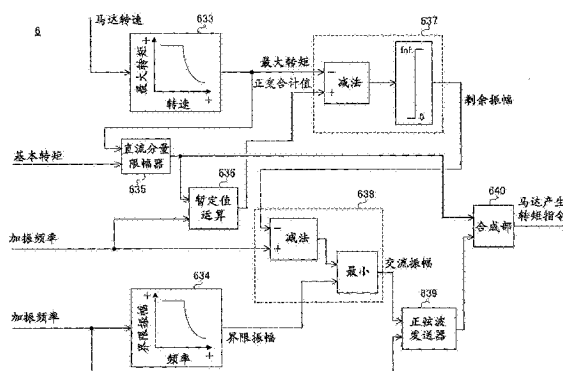
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54)发明名称

转矩指令生成装置

(57)摘要

提供生成能够在被限定的马达转矩的范围内确保需要的加速度等并且使加振力最大化那样的马达产生转矩指令的转矩指令生成装置。转矩指令生成装置6具备：最大转矩运算部633，根据马达转速，计算对于马达产生转矩指令信号的值的最大转矩值；直流分量限幅器635，计算直流信号的值；剩余振幅运算部637，通过从由直流分量限幅器635计算出的直流分量值与从外部输入的加振振幅之和减去最大转矩值来计算剩余振幅；正弦波发送器639，生成从基本振幅减去剩余振幅而得到的振幅的正弦波；以及合计部640，通过对直流分量值和正弦波的值进行合计来计算马达产生转矩指令信号的值。



1. 一种转矩指令生成装置,在利用与车辆的传动系统的轴连接的马达产生模拟所述车辆的引擎而得到的转矩的传动系统试验系统中,生成用于驱动所述马达的马达产生转矩指令信号,其特征在于,具备:

限制值计算单元,根据所述马达的转速,计算对于所述马达产生转矩指令信号的值的限制值;

直流信号生成单元,生成直流信号;

交流信号生成单元,生成交流信号;以及

合成单元,合成所述直流信号和所述交流信号来生成马达产生转矩指令信号,

所述交流信号生成单元具备:

剩余振幅计算单元,通过从所述直流信号的值与规定的基本振幅之和减去所述限制值,来计算剩余振幅;以及

发送单元,生成从所述基本振幅减去所述剩余振幅而得到的振幅的交流信号,

所述交流信号生成单元生成所述马达产生转矩指令信号的值不超过所述限制值那样的振幅的交流信号。

2. 根据权利要求1所述的转矩指令生成装置,其特征在于,

所述交流信号生成单元还具备界限振幅计算单元,所述界限振幅计算单元计算与所述交流信号的频率对应的界限振幅,

所述发送单元生成从所述基本振幅减去所述剩余振幅而得到的振幅和所述界限振幅中的小的一方的振幅的交流信号。

3. 一种转矩指令生成装置,在利用与车辆的传动系统的轴连接的马达产生模拟所述车辆的引擎而得到的转矩的传动系统试验系统中,生成用于驱动所述马达的马达产生转矩指令信号,其特征在于,具备:

限制值计算单元,根据所述马达的转速,计算对于所述马达产生转矩指令信号的值的限制值;

直流信号生成单元,生成直流信号;

交流信号生成单元,生成交流信号;以及

合成单元,合成所述直流信号和所述交流信号来生成马达产生转矩指令信号,

所述交流信号生成单元具备:

基本信号生成单元,生成基本交流信号;

乘法单元,通过对所述基本交流信号的值乘以规定的振幅衰减系数来生成交流信号;以及

剩余振幅限制单元,以使所述马达产生转矩指令信号的最大值与所述限制值的偏差消失的方式决定所述振幅衰减系数,

所述交流信号生成单元生成所述马达产生转矩指令信号的值不超过所述限制值那样的振幅的交流信号。

4. 根据权利要求3所述的转矩指令生成装置,其特征在于,

所述交流信号生成单元具备:

频率分量检测单元,检测所述马达产生转矩指令信号的频率分量;

界限振幅计算单元,计算与所述马达产生转矩指令信号的频率对应的界限振幅;

界限比计算单元,针对多个不同的频率的每一个,计算由所述频率分量检测单元检测出的振幅相对于由所述界限振幅计算单元计算出的界限振幅之比;以及

界限振幅限制单元,以使由所述界限比计算单元计算出的多个比中的最大的比成为规定的目标值的方式决定所述振幅衰减系数。

5. 一种转矩指令生成装置,在利用与车辆的传动系统的轴连接的马达产生模拟所述车辆的引擎而得到的转矩的传动系统试验系统中,生成用于驱动所述马达的马达产生转矩指令信号,其特征在于,具备:

基本值计算单元,根据所述马达的转速,计算对于所述马达产生转矩指令信号的正和负的转矩限制基本值;

校正单元,校正所述正和负的转矩限制基本值来计算正和负的转矩限制值;以及

转矩指令生成单元,通过从包含直流分量以及交流分量的基本信号中舍去比所述正的转矩限制值大的值以及比所述负的转矩限制值小的值来生成马达产生转矩指令信号,

所述校正单元当在所述基本信号中相对所述正和负中的某一方符号的转矩限制基本值产生了剩余的情况下,将另一方符号的转矩限制基本值校正为绝对值小的一方。

6. 根据权利要求5所述的转矩指令生成装置,其特征在于,

所述校正单元当在所述基本信号中相对所述正和负中的某一方符号的转矩限制值产生了剩余的情况下,通过将从所述基本信号的直流分量的值与所述基本信号的一方符号侧的极值之和减去一方符号的转矩限制基本值而得到的值加到另一方符号的转矩限制基本值,来校正该另一方符号的转矩限制基本值。

转矩指令生成装置

技术领域

[0001] 本发明涉及转矩指令生成装置。更详细而言,涉及嵌入到利用与车辆的传动系统的轴连接的马达产生模拟引擎而得到的转矩的传动系统的试验系统、生成用于驱动马达的马达产生转矩指令信号的转矩指令生成装置。

背景技术

[0002] 传动系统是指,用于将利用引擎而产生的能量传递给驱动轮的多个装置的总称,由引擎、离合器、变速器、驱动轴、传动轴、差动齿轮以及驱动轮等构成。在传动系统的性能评价试验中,通过实际上用引擎持续驱动变速器,来评价其耐久性能和质量等。近年来,作为进行这样的传动系统的试验的系统,提出了代替实际引擎而用马达产生对工件输入的驱动转矩的例子。

[0003] 在实际引擎中,由于各气缸中的燃烧工序而产生周期性的转矩变动。因此,在转矩指令生成装置中,通过合成用于以规定的加减速速度进行驱动的直流信号、和规定的加振频率以及加振振幅的交流信号来生成马达产生转矩指令信号,将其输入到马达驱动装置(例如逆变器)(例如参照专利文献1、2、3)。由此,在传动系统的试验系统中,进行模拟了实际引擎的试验。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2002-71520号公报

[0007] 专利文献2:日本特开平8-83127号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2009-287986号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的技术问题

[0010] 但是,考虑到实际中使用的马达固有的发热特性、机械性强度等,直接地驱动马达的马达驱动装置在特定的容许范围内运转。这是通过在从转矩指令生成装置发送的马达产生转矩指令信号的值是超过例如上述容许范围那样的值的情况下,从马达产生指令信号中强制性地舍去超过容许范围的剩余量而实现的。在试验系统中使用的马达驱动装置的大部分中,为了保护构成马达、系统的装置而安装了这样的转矩限制功能。参照图13,对可能由于转矩限制功能而产生的弊病进行详细说明。

[0011] 图13是示出从转矩指令生成装置向马达驱动装置输入的马达产生转矩指令信号的具体的例子的图。在图13中,细实线表示在转矩指令生成装置中生成的马达产生转矩指令信号的时间变化。关于该马达产生转矩指令信号,更具体而言,通过合成500[Nm]的直流信号和以1000[Nm]的加振振幅以及10[Hz]的加振频率为特征的交流信号而生成。关于包含该直流分量和交流分量的转矩指令信号,最大值成为1500[Nm],最小值成为-500[Nm],平均值成为500[Nm]。

[0012] 此处,在马达驱动装置中,对于将马达的产生转矩限制于从以1000[Nm]指定的最大转矩上限值至以-1000[Nm]指定的最大转矩下限值之间的情况进行研究。在该情况下,在马达驱动装置中,由于转矩指令信号中的超过最大转矩上限值1000[Nm]的剩余量被强制性地舍去,所以细实线所示的转矩指令信号实质上被限制为粗虚线所示的信号。

[0013] 在该情况下,在图13中如粗单点划线所示,平均的产生转矩从最初预定的500[Nm]降低由于最大转矩上限值而被舍去的相应量。因此,在马达驱动装置中产生了舍去的情况下,平均转矩偏移,无法达到需要的加速度或者减速度(以下称为“加速度等”)。另外,由于舍去而转矩指令信号从正弦波变形为失真波,所以加振力(加振振幅)也从所期望的大小降低。

[0014] 本发明是鉴于以上那样的课题而完成的,其目的在于提供一种传动系统试验系统的转矩指令生成装置,该转矩指令生成装置生成能够在被限制的马达转矩的范围内确保需要的加速度等、并且使加振力最大化的马达产生转矩指令。

[0015] 解决技术问题的技术方案

[0016] (1) 为了达到上述目的,本发明提供一种转矩指令生成装置(例如后述转矩指令生成装置6(图2)、6B(图6)、6C(图10)等),在利用与车辆的传动系统(例如后述的待试验物W)的轴连接的马达(例如后述的输入侧测力计2)产生模拟了所述车辆的引擎而得到的转矩的传动系统试验系统(例如后述试验系统1)中,生成用于驱动所述马达的马达产生转矩指令信号。所述转矩指令生成装置具备:限制值计算单元(例如后述的最大转矩运算部633(图2)、665(图6)等),根据所述马达的转速,计算对于所述马达产生转矩指令信号的值限制值;直流信号生成单元(例如后述的直流分量限幅器635(图2)以及直流分量运算部661(图6)等),生成直流信号;交流信号生成单元(例如后述的图2的最大转矩运算部633、界限振幅运算部634、暂定值运算部636、剩余振幅运算部637、交流分量限幅器638以及正弦波发送器639、图6的交流分量运算部662、乘法部663以及衰减系数运算部666以及图10的衰减系数运算部666C等),生成交流信号;以及合成单元(例如后述的合计部640(图2)、664(图6)等),合成所述直流信号和所述交流信号而生成马达产生转矩指令信号,所述交流信号生成单元生成所述马达产生转矩指令信号的值不超过所述限制值那样的振幅的交流信号。

[0017] (2) 在该情况下,优选为所述交流信号生成单元具备:剩余振幅计算单元(例如后述的图2的暂定值运算部636以及剩余振幅运算部637等),通过从所述直流信号的值与规定的基本振幅之和减去所述限制值来计算剩余振幅;以及发送单元(例如后述的图2的正弦波发送器639),生成从所述基本振幅减去所述剩余振幅而得到的振幅的交流信号。

[0018] (3) 在该情况下,优选为所述交流信号生成单元还具备界限振幅计算单元(例如后述的图2的界限振幅运算部634),所述界限振幅计算单元计算与所述交流信号的频率对应的界限振幅,所述发送单元生成从所述基本振幅减去所述剩余振幅而得到的振幅和所述界限振幅中的小的一方的振幅的交流信号。

[0019] (4) 在该情况下,优选为所述交流信号生成单元具备:基本信号生成单元(例如后述的图6的交流分量运算部662),生成基本交流信号;乘法单元(例如后述的图6的乘法部663),通过对所述基本交流信号的值乘以规定的振幅衰减系数来生成交流信号;以及剩余振幅限制单元(例如图8的剩余振幅控制器671),以使所述马达产生转矩指令信号的最大值与所述限制值的偏差消失的方式决定所述振幅衰减系数。

[0020] (5) 在该情况下,优选为所述交流信号生成单元具备:频率分量检测单元(例如后述的图10的频率分量检测部672),检测所述马达产生转矩指令信号的频率分量;界限振幅计算单元(例如后述的图10的界限振幅比计算部673),计算与所述马达产生转矩指令信号的频率对应的界限振幅;界限比计算单元(例如后述的图10的界限振幅比计算部673),针对多个不同的频率的每一个,计算由所述频率分量检测单元检测出的振幅相对于由所述界限振幅计算单元计算出的界限振幅之比;以及界限振幅限制单元(例如后述的图10的界限振幅控制器675),以使由所述界限比计算单元计算出的多个比中的最大的比成为规定的目标值的方式决定所述振幅衰减系数。

[0021] (6) 为了达到上述目的,本发明提供一种转矩指令生成装置(例如后述的图4的转矩指令生成装置6A),在利用与车辆的传动系统的轴连接的马达产生模拟所述车辆的引擎而得到的转矩的传动系统试验系统中,生成用于驱动所述马达的马达产生转矩指令信号。所述转矩指令生成装置具备:基本值计算单元(例如后述的图4的基本值运算部653),根据所述马达的转速,计算对于所述马达产生转矩指令信号的正和负的转矩限制基本值(UpperLim_bs、LowerLim_bs);校正单元(例如后述的图4的校正运算部654),校正所述正和负的转矩限制基本值来计算正和负的转矩限制值(UpperLim、LowerLim);以及转矩指令生成单元(例如后述的图4的转矩限幅器655),通过从包含直流分量以及交流分量的基本信号(Tdr_i)中舍去比所述正的转矩限制值大的值以及比所述负的转矩限制值小的值来生成马达产生转矩指令信号(Tdr_o),所述校正单元当在所述基本信号中相对所述正和负中的某一方符号的转矩限制基本值产生了剩余的情况下,将另一方符号的转矩限制基本值校正为绝对值小的一方。

[0022] (7) 在该情况下,优选为所述校正单元当在所述基本信号(Tdr_i)中相对所述正和负中的某一方符号的转矩限制值产生了剩余的情况下,通过将从所述基本信号的直流分量的值与所述基本信号的一方符号侧的极值之和减去一方符号的转矩限制基本值而得到的值(L_cor、U_cor)加到另一方符号的转矩限制基本值,来校正该另一方符号的转矩限制基本值。

[0023] 发明效果

[0024] (1) 在本发明中,通过合成直流信号和交流信号来生成马达产生转矩指令信号。特别是在本发明中,根据马达的转速,计算对于该马达产生转矩指令信号的值的限制值,并且生成马达产生转矩指令信号的值不超过该限制值那样的振幅的交流信号。像这样,在转矩指令生成装置中,通过生成不超过限制值那样的马达产生转矩指令信号,能够防止之后在马达驱动装置中以不期望的形式强制性地舍去、平均转矩从期望的大小偏离的情况。另外,在本发明中,在将马达产生转矩指令信号的值设为不超过与马达转速对应的限制值时,不是抑制与加速度等关联起来设定的直流信号,而是抑制与加振力关联起来设定的交流信号的振幅,所以能够防止伴随振幅的抑制而平均转矩偏移的情况。另外,通过防止平均转矩偏移,能够生成能够确保需要的加速度等并且使加振力最大化那样的马达产生转矩指令信号。

[0025] (2) 在本发明中,通过从直流信号的值与规定的基本振幅的值之和减去限制值来计算剩余振幅。该剩余振幅是指,相当于在将交流信号的振幅作为上述基本振幅的情况下生成的马达产生转矩指令信号中的超过限制值的剩余量。在本发明中,通过生成从基本振

幅减去上述剩余振幅而得到的振幅的交流信号,能够防止马达产生转矩指令信号的值超过限制值。另外,在本发明中,不依赖于反馈环而计算剩余振幅,利用该剩余振幅来生成马达产生转矩指令信号。即,在本发明中,通过开环构造来生成不超过限制值那样的马达产生转矩指令信号,所以在使交流信号的频率、基本振幅变化了的情况下,能够迅速地追踪该变化。

[0026] (3) 在如本发明那样利用重叠了交流分量的马达产生转矩指令信号来进行基于交流分量的加振的情况下,如果频率变高,则在马达中产生涡电流损失而易于发热。在本发明中,与上述限制值独立地计算与交流信号的频率对应的界限振幅,对以不超过限制值的方式计算出的振幅(基本振幅—剩余振幅)和该界限振幅进行比较,生成小的一方的振幅的交流信号。由此,能够生成被恰当地限制于根据马达的转速决定的运转范围内(即通过限制值决定的运转范围内)且根据马达的加振频率决定的运转范围内(即通过界限振幅决定的运转范围内)的马达产生转矩指令信号。

[0027] (4) 在本发明中,通过生成基本交流信号,并对该基本交流信号的值乘以以使马达产生转矩指令信号的最大值与限制值的偏差消失的方式决定的振幅衰减系数,来生成交流信号。像这样,通过对基本交流信号的值乘以振幅衰减系数,生成以使马达产生转矩指令信号不超过限制值那样的交流信号,从而能够使基本交流信号不仅作为正弦波而且还能够作为伴随高次的频率分量的失真波。因此,能够在根据马达的转速决定的运转范围内,生成接近实际引擎的燃烧波形的失真波的马达产生转矩指令信号。另外,在本发明中,与上述(2)的发明不同,在马达产生转矩指令信号的交流分量的缩减中伴随反馈环。因此,在本发明中,能够在该反馈环内包括具有使交流分量的振幅变化的功能的模块(例如后述的共振抑制控制器)。

[0028] (5) 在本发明中,通过频率分量检测单元检测马达产生转矩指令信号的频率分量,进而针对多个不同的频率的每一个,计算由频率分量检测单元检测出的振幅相对于上述界限振幅之比。然后,通过以使针对这些频率的每一个计算出的比中的最大的比成为规定的目标值的方式决定振幅衰减系数,能够生成被恰当地限制于根据马达转速决定的运转范围内且根据马达的频率决定的运转范围内的马达产生转矩指令信号。

[0029] (6) 在本发明中,通过根据马达的转速,计算正(例如驱动方向)以及负(例如吸收方向)的转矩限制基本值,校正这些基本值,从而计算正和负的转矩限制值。然后,通过从基本信号中舍去超过这些转矩限制值的值,来生成马达产生转矩指令信号。像这样,在转矩指令生成装置中,通过生成不超过限制值那样的马达产生转矩指令信号,能够防止之后在马达驱动装置中以不期望的形式强制性地舍去、平均转矩从期望的大小偏移的情况。另外,在本发明中,当在基本信号中相对正和负中的某一方符号的转矩限制基本值产生了剩余的情况下,将与产生了该剩余的一方相反的符号的转矩限制基本值校正为其绝对值小的一方、即振幅被进一步限制的一方。由此,当在基本信号中在正和负中的某一方符号下产生了剩余的情况下,不是仅舍去一方符号侧而是连另一方符号侧也舍去,所以能够防止平均转矩随着舍去而偏移。另外,通过防止平均转矩偏移,能够生成能够确保需要的加速度等并且使加振力最大化那样的马达产生转矩指令信号。

[0030] (7) 在本发明中,当在基本信号中相对正和负中的某一方符号的转矩限制基本值产生了剩余的情况下,通过将从基本信号的直流分量的值与基本信号的上述一方符号侧的

极值之和减去上述一方符号侧的转矩限制基本值而得到的值加到另一方符号侧的转矩限制基本值,从而校正该转矩限制基本值。由此,当在正和负中的某一方侧产生了剩余的情况下,基本信号的剩余量在正和负的两侧被对称地舍去。由此,能够使与马达产生转矩指令信号的交流分量的振幅成比例的加振力的降低和平均转矩的偏移这两方成为最小限。

附图说明

[0031] 图1是示出嵌入了本发明的一个实施方式的转矩指令生成装置的传动系统的试验系统的结构的框图。

[0032] 图2是示出实施例1的转矩指令生成装置的结构框图。

[0033] 图3是示出实施例2的转矩指令生成装置的结构框图。

[0034] 图4是示出在转矩限制器中计算马达产生转矩指令信号的值的具体的运算处理的步骤的框图。

[0035] 图5是示出由转矩限制器所生成的马达产生转矩指令信号的具体的例子的图。

[0036] 图6是示出实施例3的转矩指令生成装置的结构框图。

[0037] 图7是示出由燃烧模拟波形生成器所生成的转矩指令信号的一个例子的图。

[0038] 图8是示出衰减系数运算部中计算振幅衰减系数的具体的步骤的框图。

[0039] 图9是在实施例3的转矩指令生成装置中的、仅提取了与马达产生转矩指令信号的交流分量的振幅的决定有关的模块的图。

[0040] 图10是示出实施例4的衰减系数运算部的结构框图。

[0041] 图11是示出转矩指令信号的频率分量的图。

[0042] 图12是示出每个频率次数的界限振幅比的图。

[0043] 图13是示出从转矩指令生成装置向马达驱动装置输入的马达产生转矩指令信号的具体的例子的图。

[0044] (符号说明)

[0045] W:待试验物W;1:传动系统的试验系统;2:输入侧测力计(马达);6:转矩指令生成装置;633:最大转矩运算部(交流信号生成单元、限制值计算单元);634:界限振幅运算部(交流信号生成单元、界限值计算单元);635:直流分量限幅器(直流信号生成单元);636:暂定值运算部(交流信号生成单元、剩余振幅计算单元);637:剩余振幅运算部(交流信号生成单元、剩余振幅计算单元);638:交流分量限幅器(交流信号生成单元、发送单元);639:正弦波发送器(交流信号生成单元、发送单元);640:合计部(合成单元);6A:转矩指令生成装置;63A:转矩限制器;653:基本值运算部(基本值计算单元);654:校正运算部(校正单元);655:转矩限幅器(转矩指令生成单元);6B:转矩指令生成装置;661:直流分量运算部(直流信号生成单元);662:交流分量运算部(交流信号生成单元、基本信号生成单元);663:乘法部(交流信号生成单元、乘法单元);664:合计部(合成单元);665:最大转矩运算部(限制值计算单元);666:衰减系数运算部(交流信号生成单元);671:剩余振幅控制器(剩余振幅控制单元);6C:转矩指令生成装置;666C:衰减系数运算部(交流信号生成单元);672:频率分量检测部(频率分量检测单元);673:界限振幅比计算部(界限振幅计算单元、界限比计算单元);675:界限振幅控制器(界限振幅限制单元)。

具体实施方式

[0046] 以下,参照附图,对本发明的一个实施方式进行详细说明。

[0047] 图1是示出嵌入了本实施方式的转矩指令生成装置6的传动系统的试验系统1的结构的框图。另外,在图1中,示出了将FF驱动方式的车辆的变速器作为待试验物W的试验系统1的例子,但本发明不限于此。待试验物W也可以是FR驱动方式的车辆的变速器。

[0048] 试验系统1具备:输入侧测力计2,与待试验物W的输入轴S1同轴地连结;逆变器3,对该输入侧测力计2供给电力;旋转检测器4,检测输入侧测力计2的转速(角速度);转矩指令生成装置6,根据该旋转检测器4的检测值等,生成马达产生转矩指令信号;以及输出侧测力计7、8,与待试验物W的输出轴S2的两端分别连结。

[0049] 旋转检测器4检测输入侧测力计2的转速,将与检测值大致成比例的信号发送到转矩指令生成装置6。以下,将输入侧测力计2的转速称为“马达转速”。

[0050] 逆变器3将从未图示的直流电源供给的直流电力变换为交流电力,供给到输入侧测力计2。转矩指令生成装置6根据由旋转检测器4检测出的马达转速,生成用于驱动输入侧测力计2的马达产生转矩指令信号,并输入到逆变器3。关于该转矩指令生成装置6的详细结构,将在后面在各实施例中进行说明。

[0051] 在试验系统1中,通过输入侧测力计2来产生模拟实际引擎而得到的转矩,将该转矩输入到待试验物W的输入轴S1,并且通过输出侧测力计7、8来吸收待试验物W的变速输出,从而评价待试验物W的耐久性能和质量等。

[0052] 实施例1

[0053] 接下来,参照附图,对上述实施方式中的转矩指令生成装置的实施例1进行说明。

[0054] 图2是示出本实施例的转矩指令生成装置6的结构的框图。

[0055] 当被从未图示的外部的运算装置输入了对于基本转矩、加振频率以及加振振幅的指令值时,转矩指令生成装置6生成与这些输入对应的马达产生转矩指令信号,输入到逆变器3。由转矩指令生成装置6生成的马达产生转矩指令信号基本上成为将作为基本转矩的直流信号和与加振频率以及加振振幅对应的频率以及振幅的正弦波信号合成而得的结果。其中,如在以下说明的那样,对直流信号以及正弦波信号的振幅设置了规定的限制。此处,基本转矩是指,相当于模拟实际引擎而由测力计产生的转矩中的、去除了引擎的转矩脉动分量的分量,加振频率以及加振振幅相当于上述转矩脉动分量的频率以及振幅。以下,说明在转矩指令生成装置6中计算马达产生转矩指令信号的值的具体的步骤。

[0056] 最大转矩运算部633通过根据由旋转检测器检测出的马达转速而检索预先决定的对应图(map),计算成为对于马达产生转矩指令信号的限制值的最大转矩的值。如在以下说明的那样,在转矩指令生成装置6中,以不超过由最大转矩运算部633计算出的最大转矩值的方式,生成马达产生转矩指令信号。根据图2例示的对应图,考虑到输入侧测力计的发热特性、机械性强度等,马达转速越高,将最大转矩值设定为越小的值。

[0057] 界限振幅运算部634通过根据从外部输入的加振频率来检索预先决定的对应图,计算成为对于马达产生转矩指令信号的交流分量的振幅的限制值的界限振幅。如在以下说明的那样,在转矩指令生成装置6中,以使其交流分量的振幅不超过由界限振幅运算部634计算出的界限振幅的方式,生成马达产生转矩指令信号。在输入侧测力计中,考虑到加振频

率越高则以越小的转矩消磁这点,如图2例示的对应图所示,加振频率越高,界限振幅被设定得越小。

[0058] 直流分量限幅器635将对于从外部输入的基本转矩的指令值和由最大转矩运算部633计算出的最大转矩值中的小的一方设为确定直流分量值。如后详述的那样,由直流分量限幅器635计算出的确定直流分量值成为马达产生转矩指令信号的直流分量值。因此,该直流分量限幅器635具有生成马达产生转矩指令信号的直流信号的功能。

[0059] 暂定值运算部636通过将确定直流分量值和对于从外部输入的加振振幅的指令值进行合计来计算正交合计值。该正交合计值相当于对交流分量实施限制之前的马达产生转矩指令信号的暂定值。

[0060] 剩余振幅运算部637通过从正交合计值减去最大转矩值来计算剩余振幅。该剩余振幅相当于为了使马达产生转矩指令信号的值不超过最大转矩值而应从交流分量去除的振幅。因此,在从正交合计值减去最大转矩值而得到的值是负的情况下,意味着无需限制交流分量的振幅,所以在该情况下,将剩余振幅设为0。

[0061] 交流分量限幅器638对从自外部输入的加振振幅减去剩余振幅而得到的振幅与由界限振幅运算部634计算出的界限振幅进行比较,将小的一方作为确定交流振幅。正弦波发送器639生成由交流分量限幅器638计算出的确定交流振幅以及加振频率的正弦波。

[0062] 合计部640通过将由直流分量限幅器635计算出的确定直流分量值和由正弦波发送器639所生成的正弦波的值进行合计,来计算马达产生转矩指令信号的值。由正弦波发送器639生成的正弦波的振幅通过上述交流分量限幅器638的功能被去除剩余振幅。因此,由合计部640生成的马达产生转矩指令信号被限制于最大转矩值以下。另外,由正弦波发送器639生成的正弦波的振幅通过交流分量限幅器638的功能被限制于界限振幅以下。因此,由合计部640生成的马达产生转矩指令信号的交流分量的振幅被限制于界限振幅以下。

[0063] 根据以上说明的实施例1,起到以下的效果。

[0064] (1) 在实施例1中,生成马达产生转矩指令信号的值不超过根据马达转速计算出的最大转矩值那样的振幅的交流信号。由此,能够防止在逆变器中以不期望的形式强制性地舍去所生成的马达产生转矩指令信号而平均转矩从期望的大小偏离的情况。另外,在实施例1中,因为抑制的不是马达产生转矩指令信号的直流分量,而是抑制交流分量的振幅,所以能够防止平均转矩偏移。另外,通过防止平均转矩偏移,能够生成能够确保需要的加速度等、并且使加振力最大化那样的马达产生转矩指令信号。

[0065] (2) 在实施例1中,通过生成从自外部输入的加振振幅减去由剩余振幅运算部637计算出的剩余振幅而得到的振幅的正弦波,能够防止马达产生转矩指令信号的值超过最大转矩值。另外,如图2所示,在实施例1中通过开环构造生成不超过最大转矩值那样的马达产生转矩指令信号,所以在使对于基本转矩、加振频率以及加振振幅的指令值等变化了的情况下,能够迅速地追踪该变化。

[0066] (3) 在实施例1中,与最大转矩值独立地由界限振幅运算部634计算与加振频率对应的界限振幅。然后,在交流分量限幅器638中,比较从自外部输入的加振振幅减去剩余振幅而得到的振幅与上述界限振幅,将小的一方作为确定交流振幅。由此,能够生成被恰当地限制于通过最大转矩值决定的运转范围内、且通过界限振幅决定的运转范围内的马达产生转矩指令信号。

[0067] 在以上说明的实施例1中,直流分量限幅器635等相当于直流信号生成单元,合计部640相当于合成单元,最大转矩运算部633、界限振幅运算部634、暂定值运算部636、剩余振幅运算部637、交流分量限幅器638以及正弦波发送器639相当于交流信号生成单元。更详细而言,最大转矩运算部633相当于限制值计算单元,界限振幅运算部634相当于界限振幅计算单元,暂定值运算部636以及剩余振幅运算部637相当于剩余振幅计算单元,交流分量限幅器638以及正弦波发送器639相当于发送单元。

[0068] 实施例2

[0069] 接下来,参照附图,对上述实施方式中的转矩指令生成装置的实施例2进行说明。另外,在以下的实施例2的说明中,对与实施例1相同的结构附加相同的符号,省略详细的说明。

[0070] 图3是示出本实施例的转矩指令生成装置6A的结构的框图。

[0071] 转矩指令生成装置6A具备波形生成器61A、共振抑制控制器62A以及转矩限制器63A。在转矩指令生成装置6A中,通过波形生成器61A生成一次性的转矩指令信号,将其输入到共振抑制控制器62A以及转矩限制器63A,将经由这些处理得到的结果作为最终的马达产生转矩指令信号,输入到逆变器3。

[0072] 当被从未图示的外部的运算装置输入基本转矩指令值、加振频率指令值以及加振振幅指令值时,波形生成器61A生成与这些输入对应的转矩指令信号。波形生成器61通过合成与基本转矩指令值成比例的水平的直流信号和与加振频率指令值以及加振振幅指令值对应的频率以及振幅的正弦波信号来生成转矩指令信号。

[0073] 共振抑制控制器62A通过对由波形生成器61A所生成的转矩指令信号,使在由输入侧测力计2以及待试验物W等构成的机械系的共振点附近处的振幅衰减,从而抑制随着基于加振频率的机械系的加振而产生的共振现象。转矩限制器63A通过对于经由上述共振抑制控制器的转矩指令信号实施图4所示的处理,生成马达产生转矩指令信号并输入到逆变器3。

[0074] 图4是示出在本实施例的转矩指令生成装置6A的转矩限制器63A中计算马达产生转矩指令信号的值的具体的步骤的框图。

[0075] 直流分量运算部651计算根据加振频率求出的1个周期的期间中的转矩指令信号的直流分量的值。以下,用“Tdr_i”表示转矩指令信号,用“Tdr_i_DC”表示由直流分量运算部651计算出的转矩指令信号的直流分量值。峰值运算部652计算根据加振频率求出的1个周期的期间中的转矩指令信号的最大值以及最小值。以下,用“V_upper”表示由峰值运算部652计算出的转矩指令信号的最大值,用“V_lower”表示最小值。

[0076] 基本值运算部653通过根据由旋转检测器检测出的马达转速而检索预先决定的对应图,从而计算成为对于马达产生转矩指令信号的值的限制值的基本值的正和负的最大转矩基本值。以下,将正的最大转矩基本值称为最大转矩基本上限值,用“UpperLim_bs(≥ 0)”表示。另外,将负的最大转矩基本值称为最大转矩基本下限值,用“LowerLim_bs(< 0)”表示。与图2的最大转矩运算部633同样地,考虑输入侧测力计的发热特性、机械性强度,来设定决定这些最大转矩基本上限值以及下限值的对应图。更具体而言,例如,关于最大转矩基本上限值,马达转速越高,被设定为在正侧越小的值,关于最大转矩基本下限值,马达转速越高,被设定为在负侧越小的值。

[0077] 校正运算部654通过根据转矩指令信号的直流分量值 Tdr_iDC 、最大值 V_upper 以及最小值 V_lower ,将上述最大转矩基本上限值 $UpperLim_bs$ 以及下限值 $LowerLim_bs$ 校正为其绝对值小的一方,从而计算正的最大转矩上限值以及负的最大转矩下限值。以下,用“ $UpperLim(\geq 0)$ ”表示最大转矩上限值,用“ $LowerLim(<0)$ ”表示最大转矩下限值。以下,对由校正运算部654实施的校正的具体的步骤进行说明。

[0078] 校正运算部654将把由下限校正值运算部654a计算出的正的下限校正值 $L_cor(>0)$ 加到最大转矩基本下限值 $LowerLim_bs$ 而得到的结果作为最大转矩下限值 $LowerLim$ (参照下述式(1)),将把由上限校正值运算部654b计算出的负的上限校正值 $U_cor(<0)$ 加到最大转矩基本上限值 $UpperLim_bs$ 而得到的结果作为最大转矩上限值 $UpperLim$ (参照下述式(2))。

[0079] $LowerLim = LowerLim_bs + L_cor$ (1)

[0080] $UpperLim = UpperLim_bs + U_cor$ (2)

[0081] 下限校正值运算部654a如下述式(3)所示,将从转矩指令信号的最大值 V_upper 与直流分量值 Tdr_i_DC 之和减去最大转矩基本上限值 $UpperLim_bs$ 而得到的值作为下限校正值 L_cor 。此处,为了将负的最大转矩基本下限值 $LowerLim_bs$ 校正为其绝对值小的一方,下限校正值 L_cor 被限制为正的。即,在下述式(3)的右边的值成为负的情况下,将下限校正值 L_cor 设为0。

[0082] $L_cor = V_upper + Tdr_i_DC - UpperLim_bs$ (3)

[0083] 上限校正值运算部654b如下述式(4)所示,将从转矩指令信号的最小值 V_lower 与直流分量值 Tdr_iDC 之和减去最大转矩基本下限值 $LowerLim_bs$ 而得到的值作为上限校正值 U_cor 。此处,为了将正的最大转矩基本上限值 $UpperLim_bs$ 校正为其绝对值小的一方,上限校正值 U_cor 被限制为负的值。即,在下述式(4)的右边的值成为正的情况下,将上限校正值 U_cor 设为0。

[0084] $U_cor = V_Lower + Tdr_i_DC - LowerLim_bs$ (4)

[0085] 转矩限幅器655通过从转矩指令信号 Tdr_i 舍去比由校正运算部654计算出的最大转矩上限值 $UpperLim$ 大的值以及比最大转矩下限值 $LowerLim$ 小的值,来生成马达产生转矩指令信号 Tdr_o 。

[0086] 图5是示出由实施例2的转矩限制器所生成的马达产生转矩指令信号的具体的例子的图。在图5中,细实线表示转矩指令信号 Tdr_i ,粗虚线表示通过实施例2的转矩限制器得到的马达产生转矩指令信号 Tdr_o 。更具体而言,对转矩指令信号 Tdr_i ,使用了通过将500[Nm]的直流信号($Tdr_i_DC = 500$)和以2000[Nm]的加振振幅以及10[Hz]的加振频率为特征的交流信号($Tdr_i_AC = 2000 * \sin(10 * 2\pi t)$)合成而得到的结果。另外,最大转矩基本上限值 $UpperLim_bs$ 设为2000[Nm],最大转矩基本下限值 $LowerLim_bs$ 设为-2000[Nm]。

[0087] 如图5所示,在细实线所示的转矩指令信号中,对于正的最大转矩基本上限值 $UpperLim_bs$,产生500[Nm]的剩余。在该情况下,通过图4的校正运算部654的功能,对与产生了剩余的 $UpperLim_bs$ 相反符号的最大转矩基本下限值 $LowerLim_bs$ 加上1000[Nm]的下限校正值 L_cor 而得到的结果成为最大转矩下限值 $LowerLim$ 。因此,关于转矩指令信号 Tdr_i ,如图5所示,在负侧也舍去与在正侧所产生的剩余量相同的量。因此,在转矩指令信号 Tdr_i 和马达产生转矩指令信号 Tdr_o 中,平均转矩被维持为500[Nm]不变。

[0088] 根据以上说明的实施例2,起到以下的效果。

[0089] (4) 在实施例2中,根据马达转速,计算最大转矩基本上限值UpperLim_bs以及下限值LowerLim_bs,校正这些基本值,从而计算最大转矩上限值UpperLim以及下限值LowerLim。然后,通过从转矩指令信号Tdr_i舍去超过这些限制值UpperLim、LowerLim的值,来生成马达产生转矩指令信号Tdr_o。由此,能够防止在逆变器中以不期望的形式强制性地舍去所生成的马达产生转矩指令信号、平均转矩从期望的大小偏离的情况。另外在实施例2中,还通过防止平均转矩偏移,能够生成能够确保需要的加速度等、并且使加振力最大化那样的马达产生转矩指令信号。

[0090] (5) 在实施例2中,当在转矩指令信号Tdr_i中相对正和负中的某一方符号的限制值(UpperLim_bs.LowerLim_bs)产生了剩余的情况下,通过将从转矩指令信号Tdr_i的直流分量值Tdr_i_DC与转矩指令信号Tdr_i的上述一方符号侧的极值(V_Upper、V_Lower)之和减去上述一方符号侧的限制值(UpperLim_bs.LowerLim_bs)而得到的值加到另一方符号侧的限制值(UpperLim_bs.LowerLim_bs),从而校正该限制值(UpperLim_bs.LowerLim_bs)。由此,在正和负中的某一方侧产生了剩余的情况下,如参照图5说明的那样,转矩指令信号Tdr_i的剩余量在正和负的两侧被对称地舍去。由此,能够使与马达产生转矩指令信号Tdr_o的交流分量的振幅成比例的加振力的降低和平均转矩的偏移这两方成为最小限。另外,根据实施例2,如图5所示,由于被限制的马达产生转矩指令信号接近矩形波,所以与实施例1相比,能够增加交流分量的有效值。

[0091] 在以上说明的实施例2中,基本值运算部653相当于基本值计算单元,校正运算部654相当于校正单元,转矩限幅器655相当于转矩指令生成单元。

[0092] 实施例3

[0093] 接下来,参照附图,对上述实施方式中的转矩指令生成装置的实施例3进行说明。

[0094] 图6是示出本实施例的转矩指令生成装置6B的结构框图。

[0095] 转矩指令生成装置6B具备:燃烧模拟波形生成器61B,生成一次性的转矩指令信号;以及转矩限制器63B,通过对由燃烧模拟波形生成器61B所生成的转矩指令信号实施以下说明的限制处理,来生成马达产生转矩指令信号。

[0096] 燃烧模拟波形生成器61B产生模拟实际引擎的产生转矩而得到的波形的信号作为转矩指令信号。

[0097] 图7是示出由燃烧模拟波形生成器61B生成的转矩指令信号的一个例子的图。在燃烧模拟波形生成器61B中,为了进行更接近实际引擎的试验,输出通过合成直流信号和包含多个频率分量的交流信号而生成的失真波作为转矩指令信号。

[0098] 返回到图6,转矩限制器63B构成为包括:直流分量运算部661,计算转矩指令信号的直流分量的值;交流分量运算部662,计算转矩指令信号的交流分量的值;乘法部663,通过乘上规定的振幅衰减系数来使交流信号的振幅衰减;合计部664,将使振幅衰减了的交流信号和直流信号再次合成来生成马达产生转矩指令信号;最大转矩运算部665,计算成为对于马达产生转矩指令信号的值的限制值的最大转矩值;以及衰减系数运算部666,计算振幅衰减系数。以下,对这些功能进行具体说明。

[0099] 直流分量运算部661计算根据转矩指令信号的最低次的频率求出的1个周期的期间中的转矩指令信号的直流分量的值。交流分量运算部662通过从转矩指令信号的值减去

由直流分量运算部661计算出的直流分量的值,来计算转矩指令信号的交流分量的值。

[0100] 最大转矩运算部665通过根据由旋转检测器检测出的马达转速而检索预先决定的对应图,从而计算成为对于马达产生转矩指令信号的限制值的正的最大转矩上限值以及负的最大转矩下限值。另外,关于决定这些最大转矩上限值以及下限值的对应图,使用与在实施例2中参照图4说明的基本值运算部653相同的部件,所以省略详细的说明。

[0101] 衰减系数运算部666以使马达产生转矩指令信号的值成为由最大转矩运算部665计算出的最大转矩上限值以下且最大转矩下限值以上的方式,依照在后参照图8而说明的步骤,计算振幅衰减系数。

[0102] 乘法部663对由交流分量运算部662计算出的交流分量的值乘以由衰减系数运算部666计算出的振幅衰减系数,将其作为衰减交流分量值。

[0103] 合计部664通过将由直流分量运算部661计算出的直流分量值和由乘法部663计算出的衰减交流分量值进行合计,来计算马达产生转矩指令信号的值。以通过衰减系数运算部666的功能使马达产生转矩指令信号的值变为在从最大转矩上限值到最大转矩下限值的范围内的方式决定上述振幅衰减系数。因此,由合计部664生成的马达产生转矩指令信号被大致限制于从最大转矩上限值到最大转矩下限值的范围内。

[0104] 图8是示出衰减系数运算部666中的计算振幅衰减系数的具体的步骤的框图。

[0105] 峰值运算部667计算根据转矩指令信号的最低次的频率求出的1个周期的期间的马达产生转矩指令信号的最大值以及最小值。乘法部668a、668b对正的最大转矩上限值以及负的最大转矩下限值乘以小于1的规定的余量系数(例如0.95)。

[0106] 偏差运算部669将从马达产生转矩指令信号的最大值减去最大转矩上限值而得到的驱动侧的剩余振幅和从最大转矩下限值减去马达产生转矩指令信号的最小值而得到的吸收侧的剩余振幅中的大的一方作为剩余振幅。

[0107] 乘法部670通过对具有转矩的维数的剩余振幅乘以规定的系数,计算无维的偏差。剩余振幅控制器671计算由乘法部670计算出的偏差消失的振幅衰减系数。对该剩余振幅控制器671,使用内置了使稳定偏差成为0的积分器的控制器。

[0108] 根据以上说明的实施例3,除了实施例1的(1)的效果以外,还起到以下的效果。

[0109] (6)在实施例3中,通过以使马达产生转矩指令信号的最大值(或者最小值)和最大转矩上限值(或者下限值)的偏差消失的方式决定振幅衰减系数,并将其与从转矩指令信号提取的交流分量值相乘,来决定马达产生转矩指令信号的交流分量。由此,能够使由燃烧模拟波形生成器61B生成的基本交流信号成为图7所示那样的失真波。因此,能够在根据马达转速决定的运转范围内,生成接近实际引擎的燃烧波形的失真波的马达产生转矩指令信号。

[0110] 图9是仅提取了在图6所示的实施例3的转矩指令生成装置6B中的、与马达产生转矩指令信号的交流分量的振幅的决定有关的模块的图。

[0111] 如将图9所示的实施例3与图3所示的实施例2进行比较可知,实施例3的转矩指令生成装置6B在使马达产生转矩指令信号的交流分量缩减的振幅衰减系数的运算中伴有反馈环。因此,在实施例3中,如图9所示,能够在该反馈环内包括具有使交流分量的振幅变化的功能的共振抑制控制器62A。

[0112] 在以上说明的实施例3中,最大转矩运算部665相当于限制值计算单元,直流分量

运算部661相当于直流信号生成单元,合计部664相当于合成单元,交流分量运算部662、乘法部663以及衰减系数运算部666相当于交流信号生成单元。更详细而言,交流分量运算部662相当于基本信号生成单元,乘法部663相当于乘法单元,剩余振幅控制器671相当于剩余振幅限制单元。

[0113] 实施例4

[0114] 接下来,参照附图,对上述实施方式中的转矩指令生成装置的实施例4进行说明。另外,在以下的实施例4的说明中,对与实施例3相同的结构附加相同的符号,省略详细的说明。

[0115] 图10是示出本实施例的衰减系数运算部666C的结构的框图。实施例4的转矩指令生成装置6C与实施例3的转矩指令生成装置6B相比,衰减系数运算部666C的结构不同。实施例4的衰减系数运算部666C除了实施例3的剩余振幅控制器671以外还具备界限振幅控制器675,将由这两个控制器671、675计算出的两个系数中的小的一方作为振幅衰减系数这点与实施例3不同。以下,参照图10说明对实施例3追加的功能。

[0116] 频率分量检测部672根据从燃烧模拟波形生成器61B(参照图6)发送的与转矩指令信号的频率有关的信息,检测转矩指令信号的频率分量。如图7所示,转矩指令信号是除了直流分量以外还重叠了多个频率的交流信号而生成的。频率分量检测部672如图11所示,检测转矩指令信号的频率分量,计算每个次数的振幅(B_1 、 B_2 、 $\cdots$ 、 B_n)。

[0117] 界限振幅比计算部673根据图12所示那样的对应图,计算每个次数的界限振幅(A_1 、 A_2 、 $\cdots$ 、 A_n)。在决定该界限振幅的对应图中,使用与在实施例1中参照图2而说明的界限振幅运算部634相同的对应图,所以省略详细的说明。界限振幅比计算部673针对每个次数,计算由频率分量检测部672计算出的振幅(B_1 、 B_2 、 $\cdots$ 、 B_n)相对于计算出的界限振幅(A_1 、 A_2 、 $\cdots$ 、 A_n)之比,将其作为界限振幅比(B_1/A_1 、 B_2/A_2 、 $\cdots$ 、 B_n/A_n)。

[0118] 最大比选择部674从针对每个次数而计算出的界限振幅比(B_1/A_1 、 B_2/A_2 、 $\cdots$ 、 B_n/A_n)中选择最大的比。根据图12所示的例子,2次频率的界限振幅比(B_2/A_2)最大。因此,在该情况下,通过以使2次的频率分量的振幅成为1以下的方式决定振幅衰减系数,从而能够使所有频率分量比界限振幅小。

[0119] 界限振幅控制器675以使由最大比选择部674选择出的最大的界限振幅比成为规定的目标值(例如1)的方式来计算振幅衰减系数。该界限振幅控制器675与剩余振幅控制器671同样地,使用内置了使界限振幅比与目标值的稳定偏差成为0的积分器的控制器。

[0120] 最小值选择部676将由剩余振幅控制器671计算出的系数和由界限振幅控制器675计算出的系数中的小的一方、即交流信号的振幅被更强地限制的一方设为振幅衰减系数。

[0121] 根据以上说明的实施例4,除了实施例1的(1)以及实施例3的(6)的效果以外,还起到以下的效果。

[0122] (7)在实施例4中,由频率分量检测部672检测马达产生转矩指令信号的频率分量,进而针对频率的次数的每一个,计算由频率分量检测部672检测出的振幅相对于界限振幅之比(界限振幅比)。然后,以使针对这些次数的每一个而计算出的界限振幅比中的最大的比成为1的方式决定振幅衰减系数。由此,能够生成被恰当地限制于根据马达转速决定的运转范围内且根据马达的频率决定的运转范围内的马达产生转矩指令信号。

[0123] 在以上说明的实施例4中,频率分量检测部672相当于频率分量检测单元,界限振

幅比计算部673相当于界限振幅计算单元以及界限比计算单元,相当于界限振幅控制器。

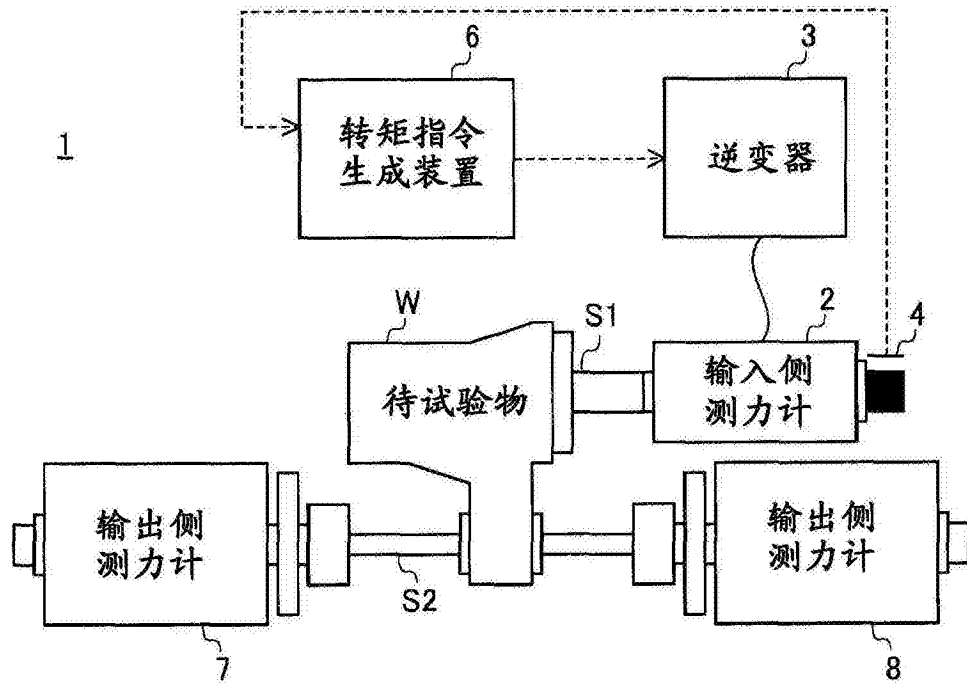


图1

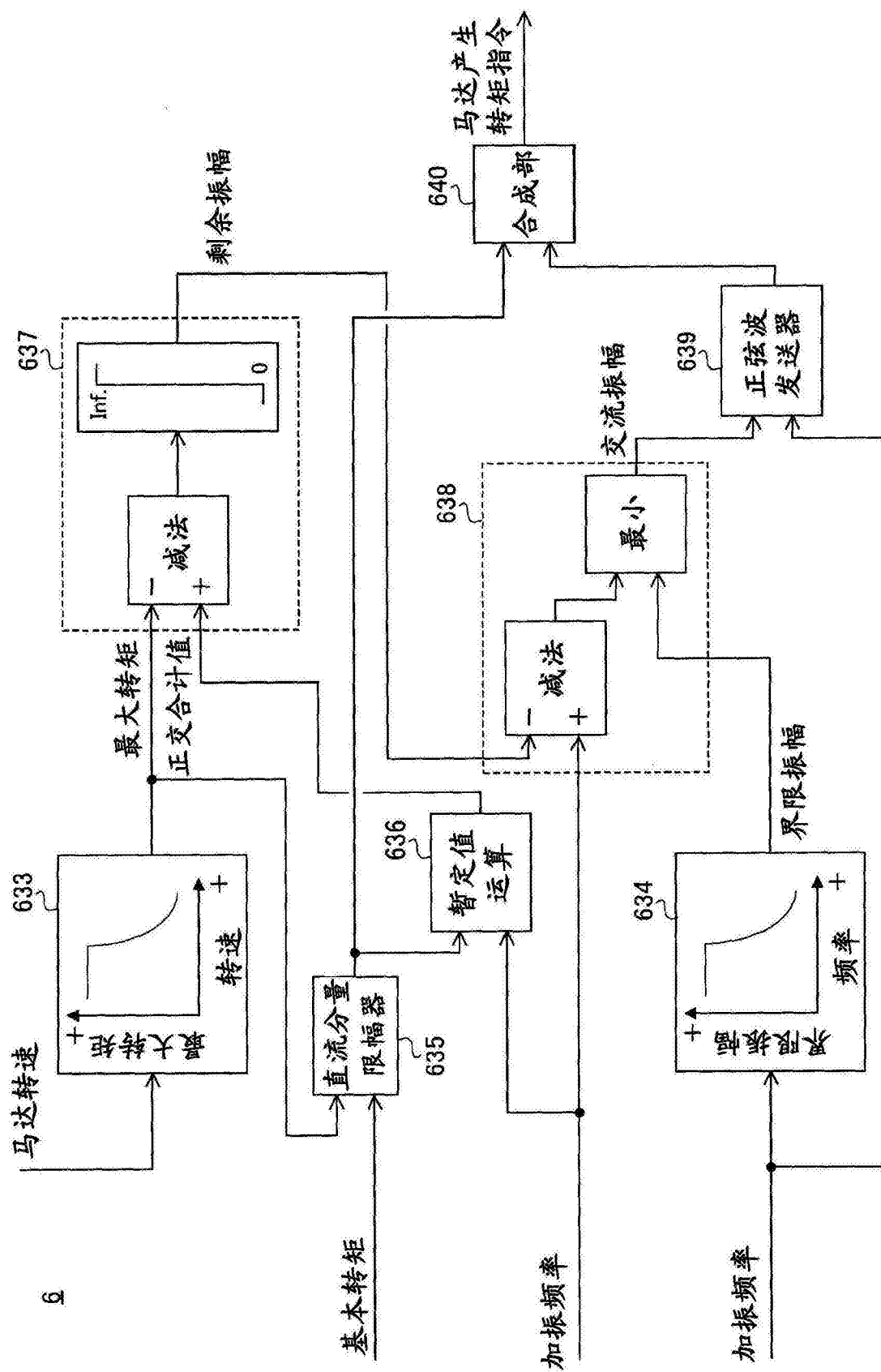


图2

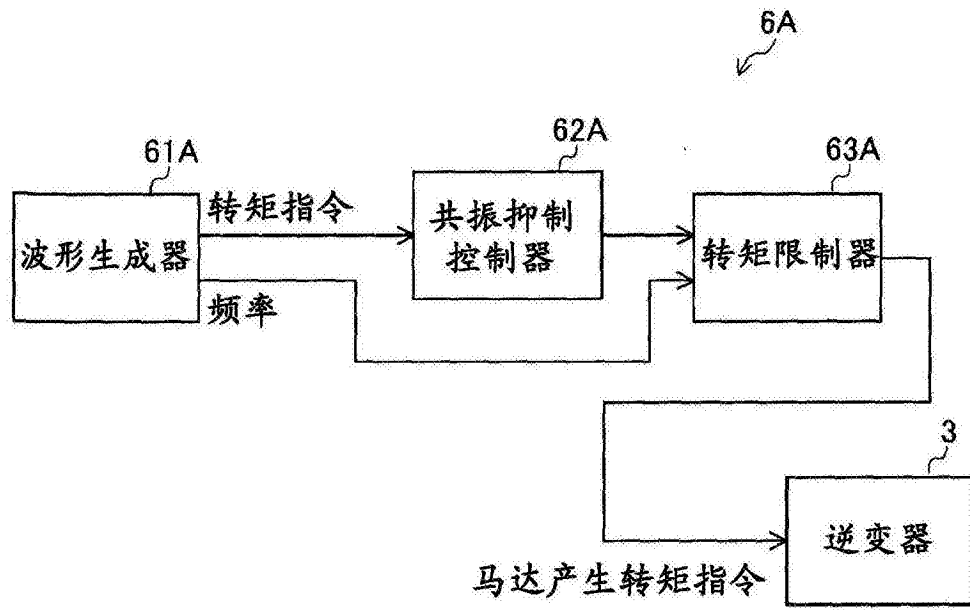


图3

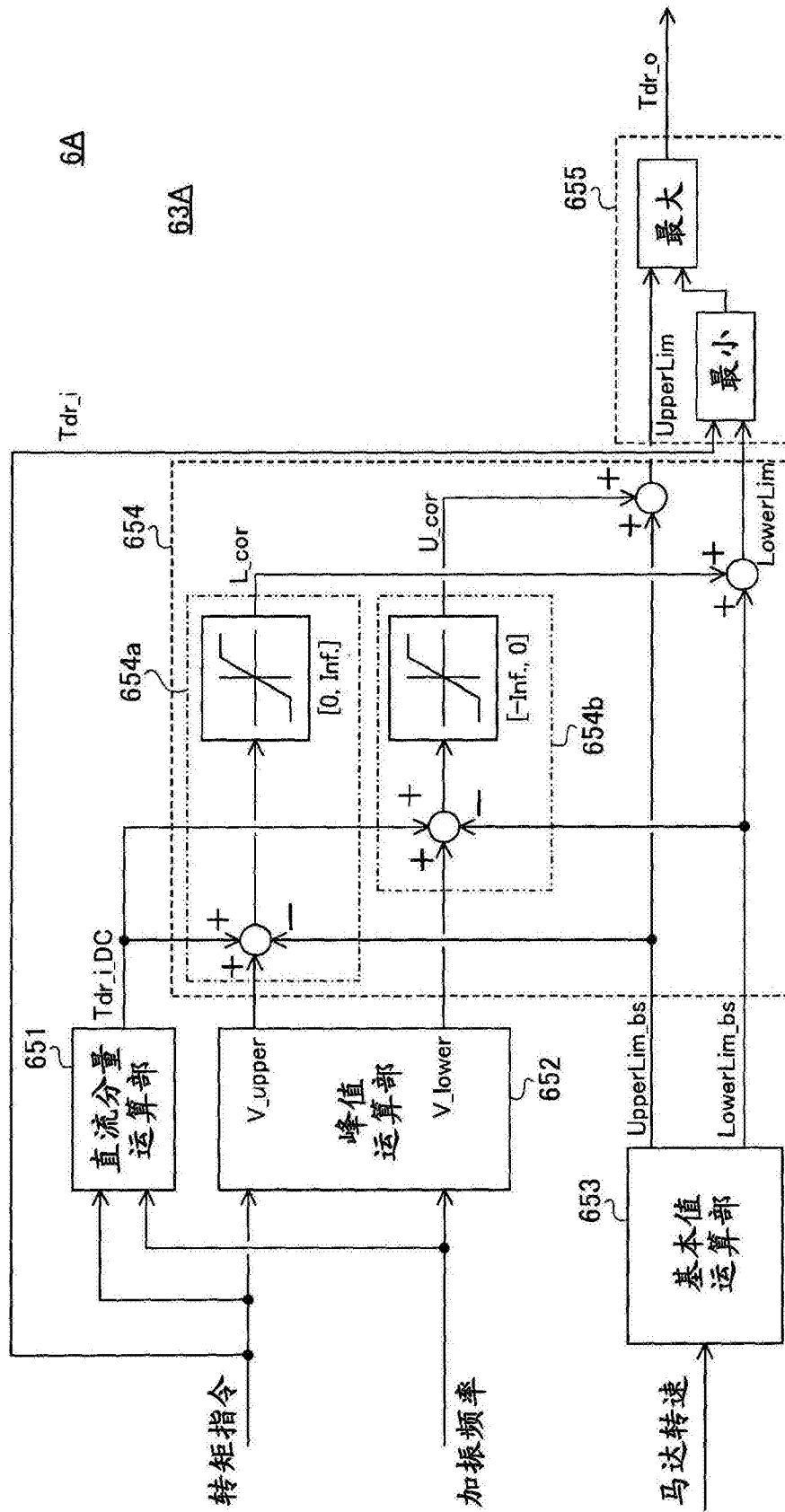


图4

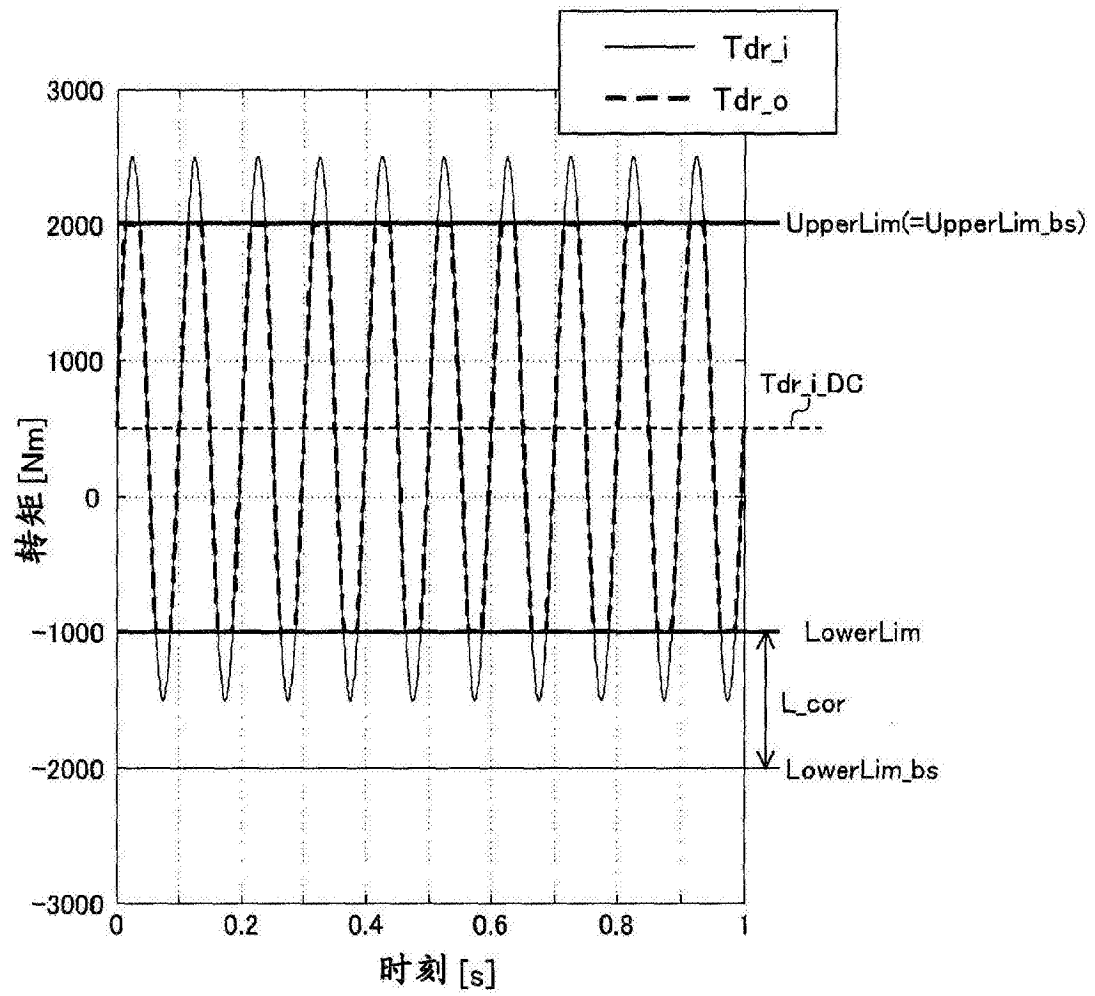
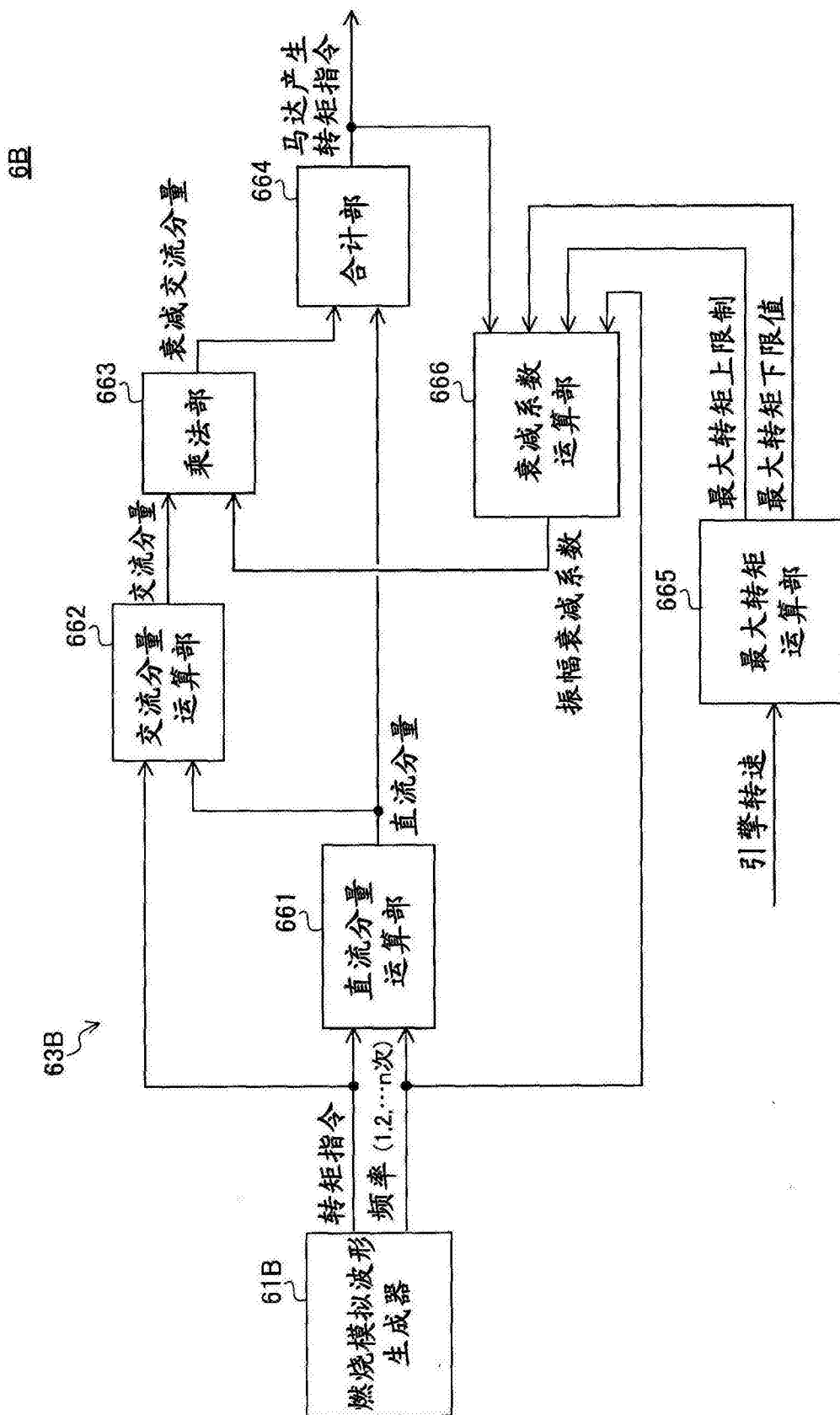


图5



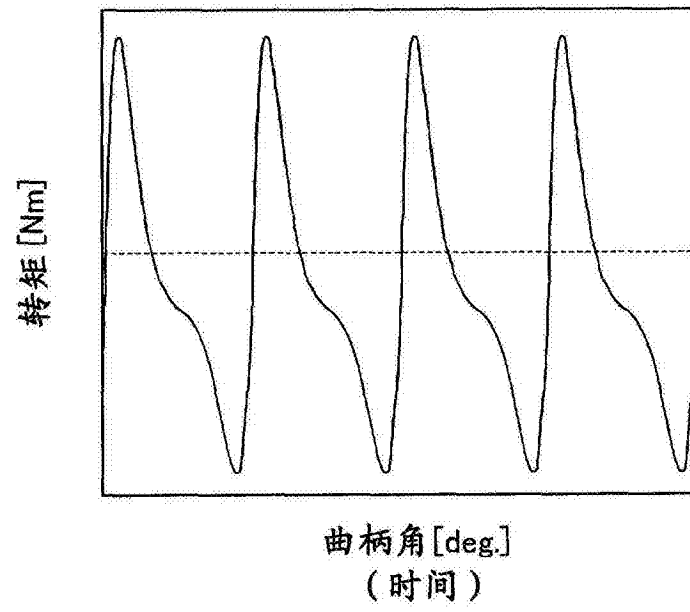


图7

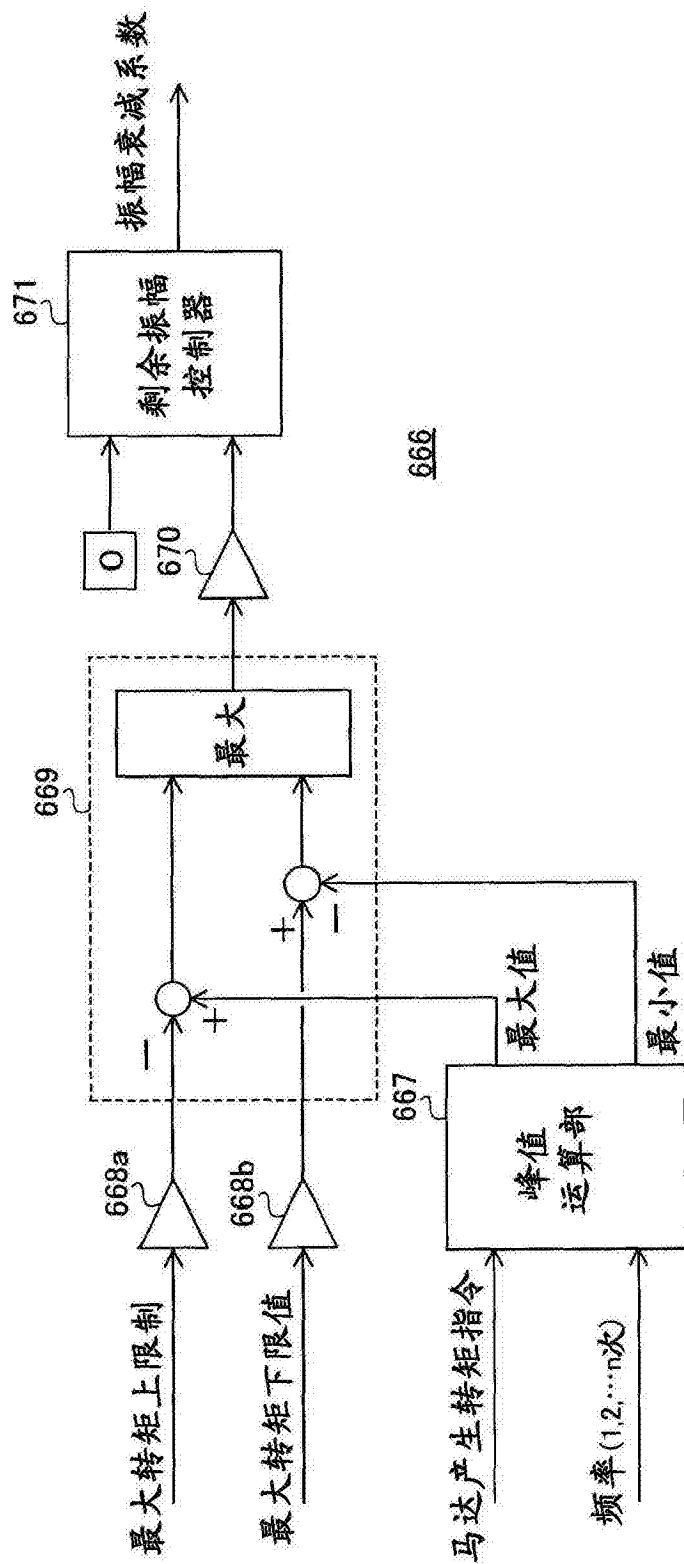


图8

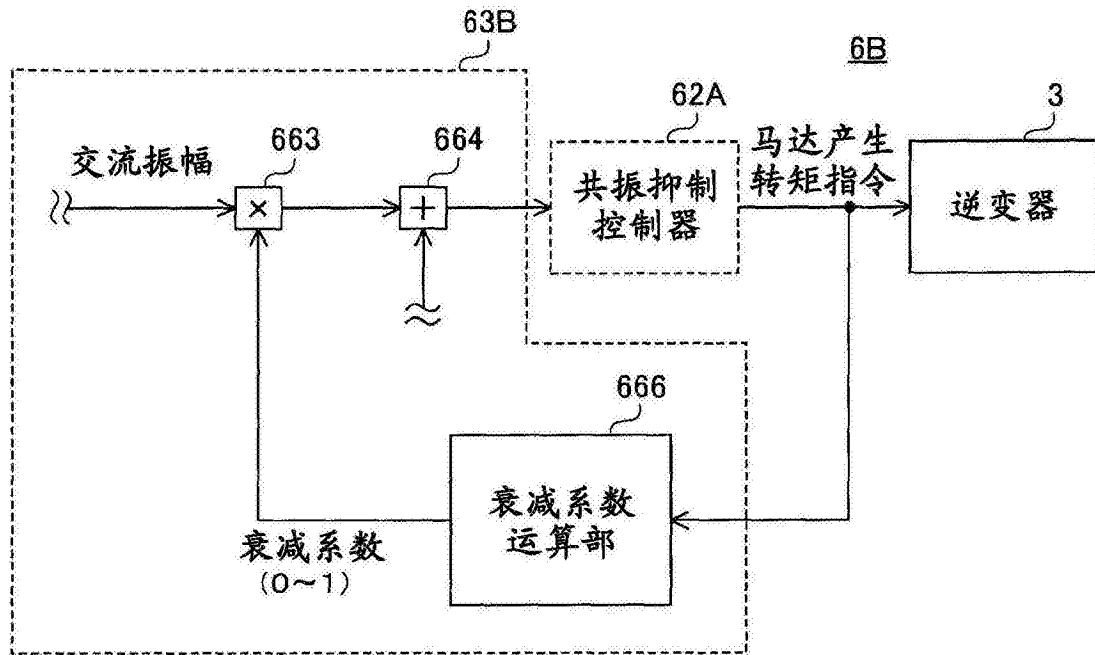


图9

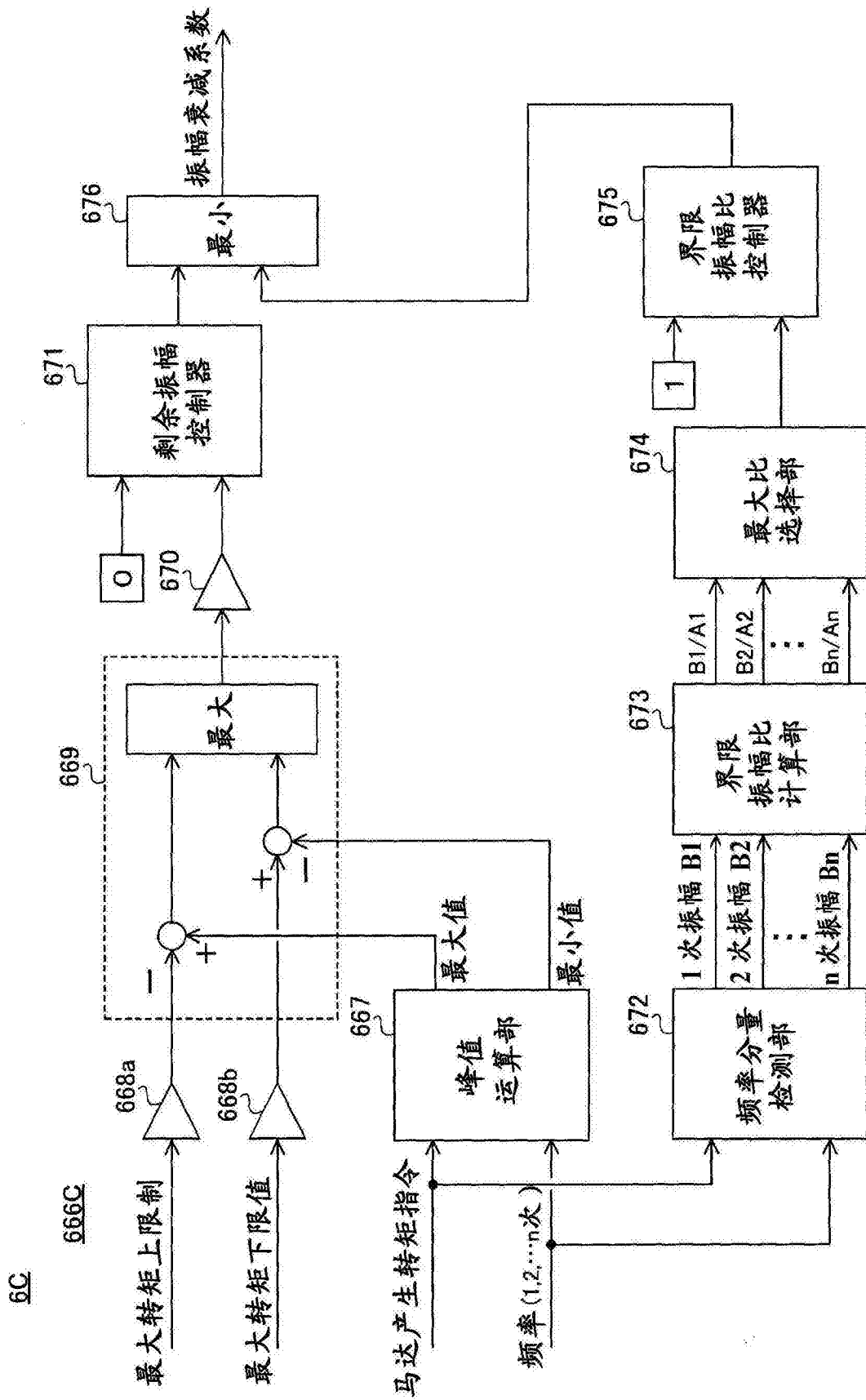


图10

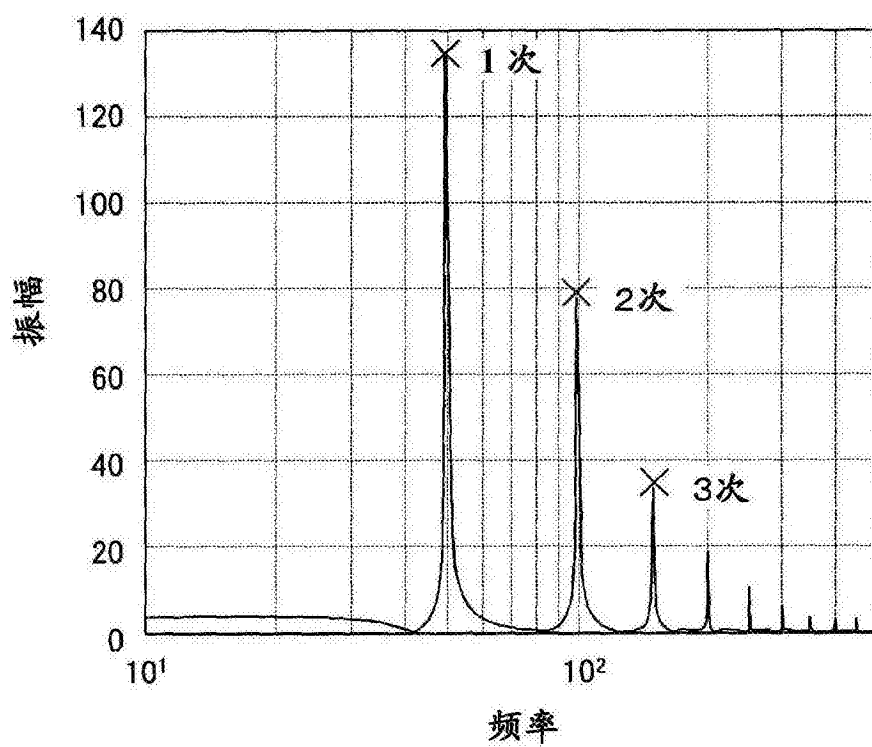


图11

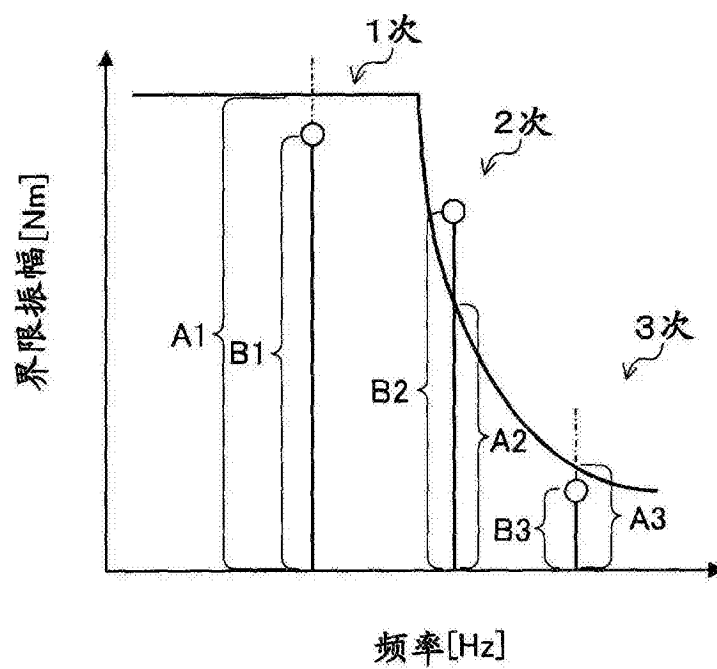


图12

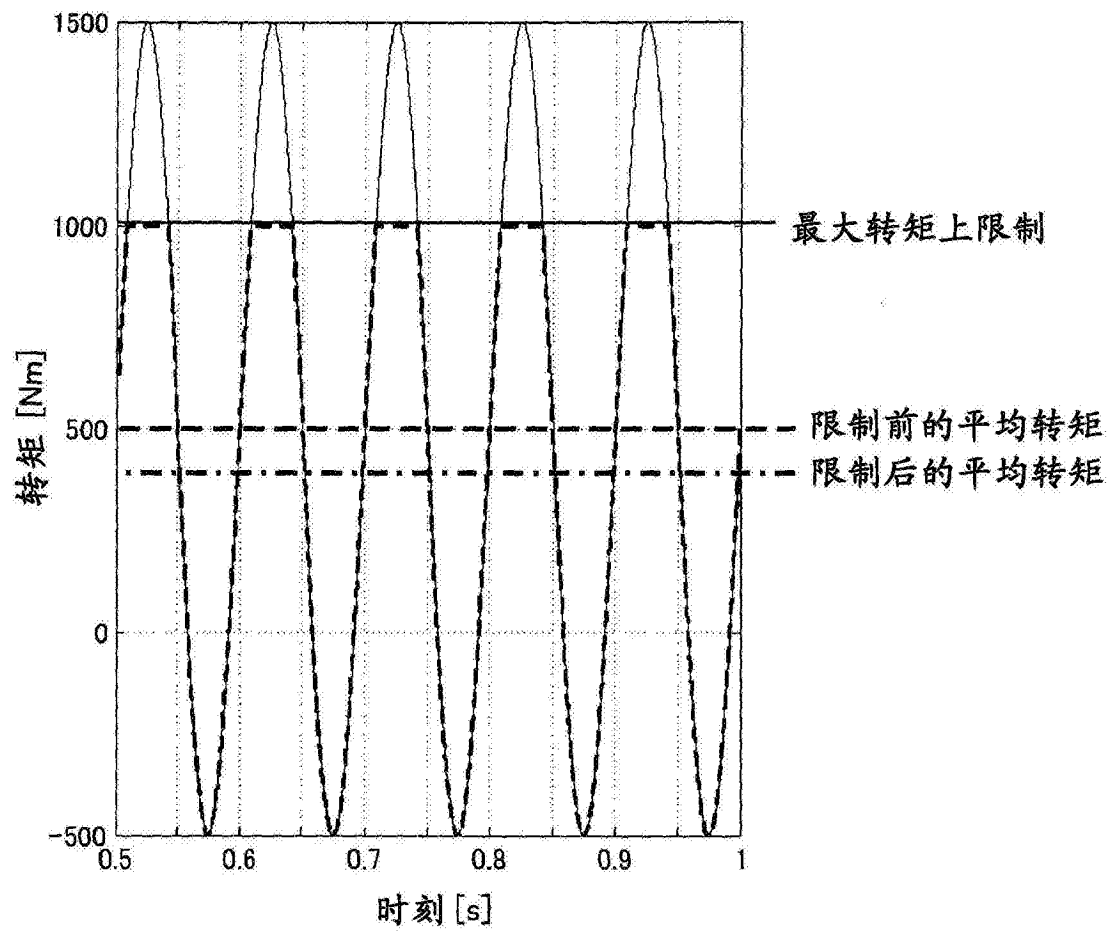


图13