

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月3日(03.09.2020)



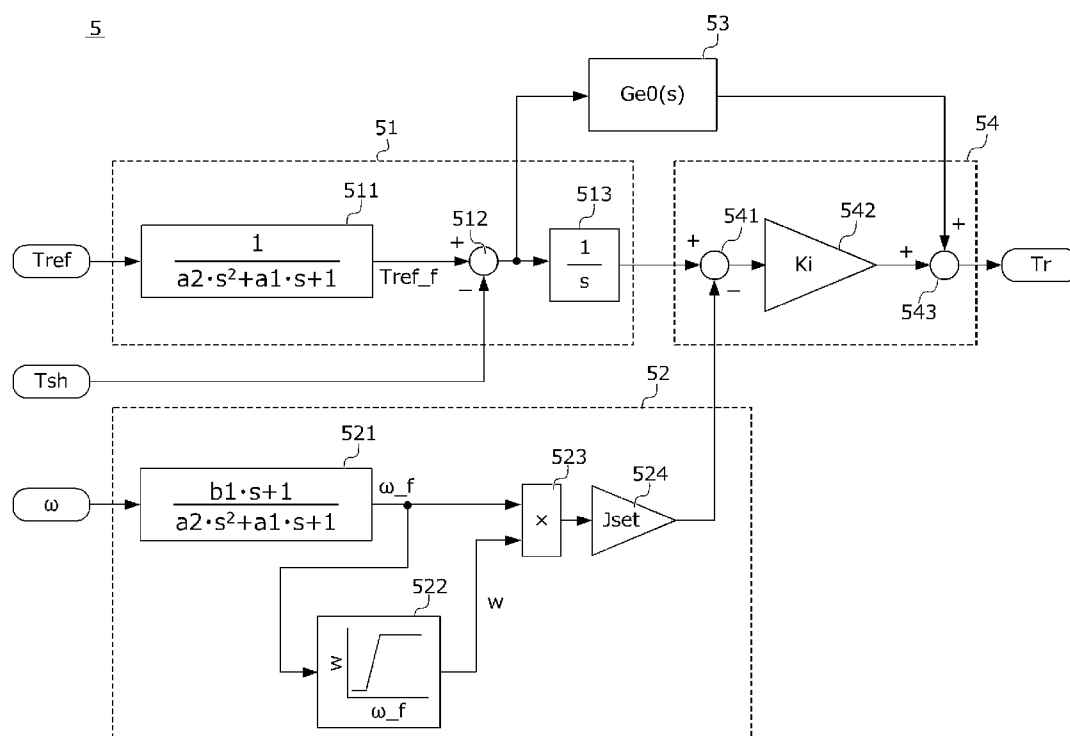
(10) 国際公開番号

WO 2020/174814 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 13/02 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/048854
- (22) 国際出願日: 2019年12月13日(13.12.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-036046 2019年2月28日(28.02.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社明電舎 (**MEIDENSHA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1418565 東京都品川区大崎2丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 秋山 岳夫 (**AKIYAMA Takao**); 〒1418565 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(**SHOBAYASHI Masayuki et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) **Title:** DYNAMOMETER CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 動力計制御装置



(57) **Abstract:** An input-side control device 5 comprises: a first input signal generation unit 51 for generating a first input signal on the basis of the deviation between an engine torque command Tref and an input-side shaft torque detection signal Tsh; a second input signal generation unit 52 for generating a second input signal on the basis of an input-side speed detection signal ω weighted according to a prescribed weighting signal w ; and a torque command signal generation unit 54 for generating a torque command signal on the basis of the first and second input signals. If the value of a filtered

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

signal ω_f obtained from the input-side speed detection signal ω is less than a prescribed threshold, the second input signal generation unit 52 makes the value of the weighting signal w lower than if the value of the filtered signal ω_f were greater than or equal to the threshold. The input-side speed detection signal ω rises from zero more slowly than the input-side shaft torque detection signal Tsh .

(57) 要約：入力側制御装置 5 は、エンジントルク指令信号 $Tref$ と入力側軸トルク検出信号 Tsh との偏差に基づいて第 1 入力信号を生成する第 1 入力信号生成部 51 と、所定の重み信号 w によって重み付けされた入力側速度検出信号 ω に基づいて第 2 入力信号を生成する第 2 入力信号生成部 52 と、第 1 及び第 2 入力信号に基づいてトルク指令信号を生成するトルク指令信号生成部 54 と、を備える。第 2 入力信号生成部 52 は、入力側速度検出信号 ω フィルタ信号 ω_f の値が所定の閾値未満である場合には、フィルタ信号 ω_f の値が上記閾値以上である場合よりも重み信号 w の値を小さくする。また入力側速度検出信号 ω は入力側軸トルク検出信号 Tsh よりも 0 からの立ち上がりが遅い。

明 細 書

発明の名称：動力計制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、動力計制御装置に関する。より詳しくは、例えば車両のドライブトレインのような入力軸と出力軸とを備える供試体と、この供試体の入力軸に連結された動力計とを備える試験システムにおいて電気慣性制御を行う動力計制御装置に関する。

背景技術

[0002] ドライブトレインとは、エンジンで発生したエネルギーを駆動輪に伝達するための複数の装置の総称をいい、エンジン、クラッチ、トランスミッション、ドライブシャフト、プロペラシャフト、デファレンシャルギヤ、及び駆動輪等で構成される。ドライブトレインの試験システムでは、実際にエンジンでトランスミッションを駆動するとともに、その出力軸に接続された出力側動力計を電気慣性制御することにより、タイヤや車体の慣性を模した負荷トルクを出力軸に付与しながら、ドライブトレインの耐久性能や品質等が評価される（例えば、特許文献1参照）。また近年では、ドライブトレインの入力軸に入力する駆動トルクを、実エンジンの代わりに入力側動力計で発生させる試験システムも提案されている（例えば、特許文献2参照）。

[0003] ところで、入力側動力計の実際の慣性モーメント（以下、「動力計慣性モーメント」ともいう）は、これによって模擬しようとする実際のエンジンの慣性モーメントと異なる。より具体的には、動力計慣性モーメントは、実際のエンジンの慣性モーメントよりも大きい。このため、試験の再現性を向上するためには、動力計慣性モーメントが、あたかもそれよりも小さな値に設定された設定慣性モーメントであるかのように入力側動力計を制御する低慣性化制御を併せて行う必要がある。特許文献3には、入力側動力計に対し低慣性化制御を行う動力計制御装置が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2014／010409号公報

特許文献2：特開2013－257234号公報

特許文献3：特願2017－175378号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで特許文献3の動力計制御装置では、軸トルク検出器から送信される軸トルク検出信号と速度検出器から送信される速度検出信号とに基づいて上述のような低慣性化制御を行う。しかしながら一般的には、速度検出器から送信される速度検出信号は、軸トルク検出器から送信される軸トルク検出信号よりも、0からの立ち上がりが遅い。このため、速度検出信号の遅れに起因して、入力側動力計への制御入力であるトルク指令信号が振動してしまう場合がある。後に図8を参照して説明するように、このようなトルク指令信号の振動は、速度検出信号の遅れが特に大きい低回転域において顕著となる。

[0006] 本発明は、軸トルク検出器の軸トルク検出信号及びこの軸トルク検出信号よりも遅れが大きい速度検出器の速度検出信号に基づいて動力計を制御する動力計制御装置であって、遅れが顕著となる低回転域における動力計への制御入力の振動を抑制できる動力計制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] (1) 本発明に係る動力計制御装置（例えば、後述の入力側制御装置5，5A）は、入力軸（例えば、後述の入力軸S1）及び出力軸（例えば、後述の出力軸S01，S02）を備える供試体（例えば、後述の供試体W）の入力軸に連結された動力計（例えば、後述の入力側動力計21）と、トルク指令信号（例えば、後述のトルク指令信号Tr）に応じた電力を前記動力計に供給するインバータ（例えば、後述の入力側インバータ22）と、前記動力計の回転速度に応じた速度検出信号（例えば、後述の入力側速度検出信号 ω

）を発生する速度検出器（例えば、後述の入力側速度検出器 23）と、前記入力軸に作用する軸トルクに応じた軸トルク検出信号（例えば、後述の入力側軸トルク検出信号 T_{sh} ）を発生する軸トルク検出器（例えば、後述の入力側軸トルク検出器 24）と、を備える試験システム（例えば、後述の試験システム 1）を制御対象とし、前記トルク指令信号に対する上位指令信号（例えば、後述のエンジントルク指令信号 T_{ref} ）、前記速度検出信号、及び前記軸トルク検出信号を用いて前記トルク指令信号を生成する。前記動力計制御装置は、前記上位指令信号と前記軸トルク検出信号との偏差に基づいて第 1 入力信号を生成する第 1 入力信号生成部（例えば、後述の第 1 入力信号生成部 51）と、所定の重み信号（例えば、後述の重み信号 w ）によって重み付けされた前記速度検出信号に基づいて第 2 入力信号を生成する第 2 入力信号生成部（例えば、後述の第 2 入力信号生成部 52, 52A）と、前記第 1 及び第 2 入力信号に基づいて前記トルク指令信号を生成するトルク指令信号生成部（例えば、後述のトルク指令信号生成部 54）と、を備え、前記第 2 入力信号生成部は、前記速度検出信号の値又はそのフィルタ値が所定の閾値（例えば、後述の第 1 閾値 ω_1 又は第 2 閾値 ω_2 ）未満である場合には、前記速度検出信号の値又はそのフィルタ値が前記閾値以上である場合よりも前記重み信号の値を小さくし、前記速度検出信号は前記軸トルク検出信号よりも 0 からの立ち上がりが遅いことを特徴とする。

[0008] （2）この場合、前記速度検出器は、前記動力計の出力軸が回転するとその回転変位量に応じた周波数のパルス信号を前記速度検出信号として生成するインクリメンタルエンコーダであることが好ましい。

[0009] （3）この場合、前記第 2 入力信号生成部（例えば、後述の第 2 入力信号生成部 52）は、前記速度検出信号から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させるフィルタ（例えば、後述の第 2 ローパスフィルタ 521）と、前記フィルタの出力信号（例えば、後述のフィルタ信号 ω_{lf} ）の値に応じた値の前記重み信号を出力する重み設定部（例えば、後述の重み設定部 522）と、前記フィルタの出力信号に前記重み信号及び所定の設定慣性（例

例えば、後述の設定慣性 J_{set}) を乗算することによって前記第 2 入力信号を生成する乗算部 (例えば、後述の重み乗算部 523 及び設定慣性乗算部 524) と、を備えることが好ましい。

[0010] (4) この場合、前記重み設定部は、前記フィルタの出力信号 (例えば、後述のフィルタ信号 ω_f) の値が 0 以上かつ第 1 閾値 (例えば、後述の第 1 閾値 ω_1) 未満である場合には前記重み信号の値を 0 とし、前記フィルタの出力信号の値が前記第 1 閾値よりも大きな第 2 閾値 (例えば、後述の第 2 閾値 ω_2) 以上である場合には前記重み信号の値を 1 とし、前記フィルタの出力信号の値が前記第 1 閾値以上かつ前記第 2 閾値未満である場合には前記重み信号の値を 0 から 1 の間で前記フィルタの出力信号の値に比例した値とすることが好ましい。

[0011] (5) この場合、前記第 2 入力信号生成部 (例えば、後述の第 2 入力信号生成部 51A) は、前記速度検出信号から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させる第 1 フィルタ (例えば、後述の第 2 ローパスフィルタ 521) と、前記速度検出信号の値に応じた値の前記重み信号を出力する重み設定部 (例えば、後述の重み設定部 522A) と、前記重み信号から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させる第 2 フィルタ (例えば、後述の第 3 ローパスフィルタ 525A) と、前記第 1 フィルタの出力信号に前記第 2 フィルタの出力信号及び所定の設定慣性 (例えば、後述の設定慣性 J_{set}) を乗算することによって前記第 2 入力信号を生成する乗算部 (例えば、後述の重み乗算部 523 及び設定慣性乗算部 524) と、を備えることが好ましい。

[0012] (6) この場合、前記第 2 フィルタは前記第 1 フィルタよりも低い周波数成分を減衰させることが好ましい。

[0013] (7) この場合、前記重み設定部は、前記速度検出信号 (例えば、後述の入力側速度検出信号 ω) の値が 0 以上かつ第 1 閾値 (例えば、後述の第 1 閾値 ω_1) 未満である場合には前記重み信号の値を 0 とし、前記速度検出信号の値が前記第 1 閾値よりも大きな第 2 閾値 (例えば、後述の第 2 閾値 ω_2)

以上である場合には前記重み信号の値を 1 とし、前記速度検出信号の値が前記第 1 閾値以上かつ前記第 2 閾値未満である場合には前記重み信号の値を 0 から 1 の間で前記速度検出信号の値に比例した値とすることが好ましい。

発明の効果

[0014] (1) 本発明に係る動力計制御装置において、第 1 入力信号生成部は、上位指令信号と軸トルク検出信号との偏差に基づいて第 1 入力信号を生成し、第 2 入力信号生成部は、所定の重み信号によって重み付けされた速度検出信号に基づいて第 2 入力信号を生成し、トルク指令信号生成部は、これら第 1 入力信号及び第 2 入力信号に基づいて動力計に対するトルク指令信号を生成する。ここで速度検出器から第 2 入力信号生成部に送信される速度検出信号は、軸トルク検出器から第 1 入力信号生成部に送信される軸トルク検出信号よりも 0 からの立ち上がりが遅い。このため後に図 8 を参照して説明するように、従来の動力計制御装置では、動力計が静止しておりかつ軸トルクも作用していない状態から、上位指令信号の値を 0 から変化させると、速度検出信号の値は、軸トルク検出信号の値が変化し始めてから所定時間遅れて急激に増加する場合がある。このため従来の動力計制御装置では、低回転域ではトルク指令信号が振動し、ひいては軸トルク検出信号も振動してしまう場合がある。これに対し本発明に係る動力計制御装置では、第 2 入力信号生成部は、速度検出信号の値又はそのフィルタ値が所定の閾値未満である場合（すなわち、低回転域である場合）、速度検出信号の値又はそのフィルタ値が閾値以上である場合（すなわち、高回転域である場合）よりも重み信号の値を小さくする。これにより低回転域において速度検出信号の値が急激に増加した場合であっても、トルク指令信号や軸トルク検出信号が振動するのを抑制できる。

[0015] (2) 本発明に係る動力計制御装置では、動力計の回転速度を検出する速度検出器として、動力計の出力軸が回転するとその回転変位量に応じた周波数のパルス信号を速度検出信号として生成するインクリメンタルエンコーダを用いる。インクリメンタルエンコーダは、アブソリュートエンコーダやレ

ゾルバ等の既知の速度検出器の中では安価であるという利点がある。しかしながらインクリメンタルエンコーダは、動力計の回転軸が静止した状態から回転し始めた直後は、パルス数が不足するため、0からの立ち上がり時における遅れが特に顕著になるという課題がある。これに対し本発明の動力計制御装置によれば、上述のように速度検出信号の値又はそのフィルタ値に応じて重み信号の値を変化させることにより、低回転域においてトルク指令信号や軸トルク検出信号が振動するのを抑制できるので、速度検出器としてインクリメンタルエンコーダを用いることによって生じるデメリットが顕在化することもない。

[0016] (3) 本発明に係る動力計制御装置では、第2入力信号生成部は、速度検出信号をフィルタに通過させることによって得られるフィルタ値に応じて重み信号の値を設定するとともに、この速度検出信号のフィルタ値に重み信号の値と設定慣性とを乗算することによって第2入力信号を生成する。これにより、低回転域において速度検出信号の値が急激に増加した場合であっても、トルク指令信号や軸トルク検出信号が振動するのを抑制できる。

[0017] (4) 本発明に係る動力計制御装置において重み設定部は、速度検出信号のフィルタ値が0以上かつ第1閾値未満である場合には重み信号の値を0とし、フィルタ値が第2閾値以上である場合には重み信号の値を1とし、フィルタ値が第1閾値以上かつ第2閾値未満である場合には重み信号の値を0から1の間でフィルタ値に比例した値とする。これにより、速度検出信号のフィルタ値が第2閾値未満である低回転域では、フィルタ値に応じて重み信号の値を適切に変化させることができるので、低回転域において速度検出信号の値が急激に増加した場合であっても、トルク指令信号や軸トルク検出信号が振動するのを抑制できる。

[0018] (5) 本発明に係る動力計制御装置では、第2入力信号生成部は、速度検出信号の値に応じて重み信号の値を設定するとともに、速度検出信号を第1フィルタに通過させることによって得られるフィルタ値に、重み信号を第2フィルタに通過させることによって得られるフィルタ値と所定の設定慣性と

を乗算することによって第2入力信号を生成する。これにより、低回転域において速度検出信号の値が急激に増加した場合であっても、トルク指令信号や軸トルク検出信号が振動するのを抑制できる。また本発明において、第2入力信号生成部は、第1フィルタと第2フィルタとの2つのローパスフィルタを用いることにより、動力計の回転速度が0から立ち上がる時における第2入力信号の変化度合を細かく調整できるので、トルク指令信号や軸トルク検出信号の振動を上記(3)の発明よりもさらに抑制できる。

[0019] (6) 本発明に係る動力計制御装置において、第2フィルタは第1フィルタよりも低い周波数成分を減衰させる。これにより、動力計の回転速度が0から立ち上がる時におけるトルク指令信号や軸トルク検出信号の振動をさらに抑制できる。

[0020] (7) 本発明に係る動力計制御装置において重み設定部は、速度検出信号の値が0以上かつ第1閾値未満である場合には重み信号の値を0とし、速度検出信号の値が第2閾値以上である場合には重み信号の値を1とし、速度検出信号の値が第1閾値以上かつ第2閾値未満である場合には重み信号の値を0から1の間で速度検出信号の値に比例した値とする。これにより、速度検出信号の値が第2閾値未満である低回転域では、速度検出信号の値に応じて重み信号の値を適切に変化させることができるので、低回転域において速度検出信号の値が急激に変化した場合であっても、トルク指令信号や軸トルク検出信号が振動するのを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1実施形態に係る入力側制御装置が適用されたドライブトレインの試験システムの構成を示す図である。

[図2]出力側制御装置の制御回路の構成を示すブロック図である。

[図3]摩擦係数値を決定する制御マップの一例である。

[図4]入力側制御装置の制御回路の構成を示すブロック図である。

[図5]伝達関数 $G_e(s)$ を導出する際に用いられるコントローラの構成を示す図である。

[図6]入力側トルク指令信号から入力側軸トルク検出信号までの応答特性を示すボード線図である。

[図7]重み信号の値を決定する制御マップの一例である。

[図8]従来の入力側制御装置による回転立ち上がり時における制御例を示すタイムチャートである。

[図9]上記実施形態に係る入力側制御装置による回転立ち上がり時における制御例を示すタイムチャートである。

[図10]本発明の第2実施形態に係る入力側制御装置の制御回路の構成を示すブロック図である。

[図11]重み信号の値を決定する制御マップの一例である。

[図12]上記実施形態に係る入力側制御装置の制御回路の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0022] <第1実施形態>

以下、本発明の第1実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本実施形態に係る入力側制御装置5が適用されたドライブレインの試験システム1の構成を示す図である。なお図1には、FF駆動方式の車両のドライブレインを供試体Wとした試験システム1の例を示すが、本発明はこれに限るものではない。供試体は、例えばFR駆動方式の車両のドライブレインとしてもよい。

[0023] 供試体Wは、完成車に搭載した状態では図示しないエンジンが接続される入力軸S1と、ドライブシャフトである左右の出力軸SO1、SO2と、クラッチ、トランスミッション、及びデファレンシャルギヤ等を組み合わせて構成され、入力軸S1から入力された動力を出力軸SO1、SO2へ伝達する本体WBと、を備える。

[0024] 試験システム1は、入力側動力計21と、入力側インバータ22と、入力側速度検出器23と、入力側軸トルク検出器24と、第1出力側動力計31

と、第2出力側動力計32と、第1出力側インバータ33と、第2出力側インバータ34と、第1出力側速度検出器35と、第2出力側速度検出器36と、第1出力側軸トルク検出器37と、第2出力側軸トルク検出器38と、入力側制御装置5と、出力側制御装置6と、を備える。

[0025] 入力側動力計21の出力軸は供試体Wの入力軸S1に連結されている。入力側インバータ22は、入力側制御装置5から後述の手順によって生成される入力側トルク指令信号 T_r が入力されると、この入力側トルク指令信号 T_r に応じた電力を入力側動力計21に供給する。

[0026] 入力側軸トルク検出器24は、入力軸S1に作用する軸トルクを、例えば軸のねじれ方向の歪み量から検出し、この軸トルクに応じた入力側軸トルク検出信号 T_{sh} を発生する。この入力側軸トルク検出信号 T_{sh} は、入力側制御装置5へ入力される。なお本実施形態では、入力側軸トルク検出器24として、例えばひずみゲージを用いることによって軸トルクを検出する軸トルクセンサを用いた場合について説明するが、本発明はこれに限らない。

[0027] 入力側速度検出器23は、入力側動力計21の出力軸の回転速度（軸の単位時間当たりの回転数）を検出し、この回転速度に応じた入力側速度検出信号 ω を発生する。この入力側速度検出信号 ω は、入力側制御装置5へ入力される。なお後に図8を参照して説明するように、入力側速度検出器23から出力される入力側速度検出信号 ω は、上述の入力側軸トルク検出器24から出力される入力側軸トルク検出信号 T_{sh} よりも0からの立ち上がりが遅い。

[0028] 本実施形態では、入力側速度検出器23として、入力側動力計21の出力軸が回転するとその回転変位量に応じた周波数のパルス信号を入力側速度検出信号 ω として生成するインクリメンタルエンコーダを用いた場合について説明する。インクリメンタルエンコーダにおいて生成されるパルス信号は、A相、B相、Z相を含む。A相とは、基準出力であり、出力軸の1回転で分解能の数だけパルスを発生する。B相とは、A相に対し所定の位相差（例えば、 90° ）でA相と同じ数のパルスを発生する。これらA相とB相のパル

ス信号を用いることにより、入力側動力計 21 の出力軸の回転方向を検出することができる。また Z 相とは、原点基準出力となるものであり、出力軸が予め定められた基準位置になるとパルスを発生する。入力側速度検出器 23 としてインクリメンタルエンコーダを用いると、上述のような 0 からの立ち上がり時における遅れが顕著になる。なお本実施形態では、入力側速度検出器 23 としてインクリメンタルエンコーダを用いる場合について説明するが、本発明はこれに限らない。入力側速度検出器 23 は、上述のように入力側速度検出信号 ω が入力側軸トルク検出信号 Tsh よりも 0 からの立ち上がりが遅れるものであればよく、アブソリュートエンコーダやレゾルバ等を用いてもよい。

[0029] 第 1 出力側動力計 31 の出力軸は供試体 W の出力軸 SO1 に連結されている。第 1 出力側インバータ 33 は、出力側制御装置 6 から後述の手順によって生成される第 1 出力側トルク指令信号 $Tr1$ が入力されると、この第 1 出力側トルク指令信号 $Tr1$ に応じた電力を第 1 出力側動力計 31 に供給する。第 1 出力側速度検出器 35 は、第 1 出力側動力計 31 の出力軸の回転速度を検出し、この回転速度に応じた第 1 出力側速度検出信号 $\omega 1$ を発生する。この第 1 出力側速度検出信号 $\omega 1$ は、出力側制御装置 6 へ入力される。第 1 出力側軸トルク検出器 37 は、出力軸 SO1 に作用する軸トルクを、例えば軸のねじれ方向の歪み量から検出し、この軸トルクに応じた第 1 出力側軸トルク検出信号 $Tsh1$ を発生する。この第 1 出力側軸トルク検出信号 $Tsh1$ は、出力側制御装置 6 へ入力される。

[0030] 第 2 出力側動力計 32 の出力軸は供試体 W の出力軸 SO2 に連結されている。第 2 出力側インバータ 34 は、出力側制御装置 6 から後述の手順によって生成される第 2 出力側トルク指令信号 $Tr2$ が入力されると、この第 2 出力側トルク指令信号 $Tr2$ に応じた電力を第 2 出力側動力計 32 に供給する。第 2 出力側速度検出器 36 は、第 2 出力側動力計 32 の出力軸の回転速度を検出し、この回転速度に応じた第 2 出力側速度検出信号 $\omega 2$ を発生する。この第 2 出力側速度検出信号 $\omega 2$ は、出力側制御装置 6 へ入力される。第 2

出力側軸トルク検出器 38 は、出力軸 S O 2 に作用する軸トルクを、例えば軸のねじれ方向の歪み量から検出し、この軸トルクに応じた第 2 出力側軸トルク検出信号 T s h 2 を発生する。この第 2 出力側軸トルク検出信号 T s h 2 は、出力側制御装置 6 へ入力される。

[0031] 入力側制御装置 5 は、入力側速度検出信号 ω や入力側軸トルク検出信号 T s h 等の入力信号を用いることにより、後に図 4 等を参照して説明する手順に従って入力側トルク指令信号 T r を生成し、これを入力側インバータ 22 へ入力する。これにより入力側制御装置 5 は、供試体 W が搭載される完成車におけるエンジンを模擬した駆動トルクを入力側動力計 21 に発生させ、供試体 W の入力軸 S I を駆動する。

[0032] 出力側制御装置 6 は、第 1 及び第 2 出力側速度検出信号 $\omega 1$, $\omega 2$ や第 1 及び第 2 出力側軸トルク検出信号 T s h 1 , T s h 2 等の入力信号を用いることにより、後に図 2 ~ 図 3 等を参照して説明する手順に従って第 1 及び第 2 出力側トルク指令信号 T r 1 , T r 2 を生成し、これらを第 1 及び第 2 出力側インバータ 33 , 34 へ入力する。これにより出力側制御装置 6 は、供試体 W が搭載される完成車におけるタイヤ慣性や車体慣性を模擬した負荷を供試体 W の出力軸 S O 1 , S O 2 に付与する。

[0033] 試験システム 1 では、入力側制御装置 5 によって供試体 W の入力軸 S I を駆動すると同時に、出力側制御装置 6 によって供試体 W の出力軸 S O 1 , S O 2 にタイヤ慣性や車体慣性を模擬した負荷を付与することにより、実車の走行状態に近い状態の下で供試体 W の耐久性能や品質等を評価する。

[0034] 図 2 は、出力側制御装置 6 の制御回路の構成を示すブロック図である。

出力側制御装置 6 は、第 1 出力側速度検出信号 $\omega 1$ 及び第 1 出力側軸トルク検出信号 T s h 1 に基づいて第 1 出力側トルク指令信号 T r 1 を生成する第 1 制御回路 61 と、第 2 出力側速度検出信号 $\omega 2$ 及び第 2 出力側軸トルク検出信号 T s h 2 に基づいて第 2 出力側トルク指令信号 T r 2 を生成する第 2 制御回路 62 と、供試体 W を搭載した仮想的な車両の速度を算出する車両速度演算部 63 と、を備える。

[0035] 第1制御回路61は、第1タイヤ速度演算部611と、第1車両駆動トルク演算部612と、第1速度制御装置613と、第1フィードフォワード入力演算部614と、第1軸トルク入力セクタ615と、第1合成部616と、を備える。第2制御回路62は、第2タイヤ速度演算部621と、第2車両駆動トルク演算部622と、第2速度制御装置623と、第2フィードフォワード入力演算部624と、第2軸トルク入力セクタ625と、第2合成部626と、を備える。

[0036] 車両速度演算部63は、仮想的な第1タイヤと仮想的な第1路面との間の摩擦力によって発生する車両駆動力に相当する後述の第1車両駆動トルク信号 $F \times 1$ と、仮想的な第2タイヤと仮想的な第2路面との間の摩擦力によって発生する車両駆動力に相当する後述の第2車両駆動トルク信号 $F \times 2$ とを入力とし、上記第1、第2タイヤを駆動輪として走行する仮想的な車両の慣性モーメント J_v で特徴付けられる車両の運動方程式（下記式（1）参照）によって、車両の速度に相当する車両速度信号 V を生成する。

[数1]

$$F_{x1} + F_{x2} = J_v \cdot \frac{dV}{dt} \quad (1)$$

[0037] 車両速度演算部63は、より具体的には、第1車両駆動トルク演算部612によって生成される第1車両駆動トルク信号 $F \times 1$ と第2車両駆動トルク演算部622によって生成される第2車両駆動トルク信号 $F \times 2$ とを合算した信号に、車両慣性モーメント J_v の逆数を乗算し、これに積分演算を施すことにより車両速度信号 V を生成する。

[0038] 第1軸トルク入力セクタ615は、第1タイヤ速度演算部611への入力を第1出力側軸トルク検出信号 T_{sh1} と値0の信号とで選択的に切替える。第1軸トルク入力セクタ615は、第1タイヤ速度演算部611への入力を、通常は第1出力側軸トルク検出信号 T_{sh1} とし、ストール試験を行う場合は値0の信号とする。

[0039] 第1タイヤ速度演算部611は、第1出力側軸トルク検出信号 T_{sh1} 及び第1車両駆動トルク信号 F_{x1} を入力として、第1タイヤの慣性モーメント J_{t1} で特徴付けられる第1タイヤの運動方程式（下記式（2）参照）によって、第1タイヤの回転速度に相当する第1タイヤ速度信号 V_{w1} を生成する。

[数2]

$$T_{sh1} - F_{x1} = J_{t1} \cdot \frac{dV_{w1}}{dt} \quad (2)$$

[0040] 第1タイヤ速度演算部611は、より具体的には、第1出力側軸トルク検出信号 T_{sh1} から第1車両駆動トルク信号 F_{x1} を減算して得られる信号を第1タイヤの回転に寄与する第1タイヤ駆動トルク信号と定義し、これに第1タイヤ慣性モーメント J_{t1} の逆数を乗算し、これに積分演算を施すことにより第1タイヤ速度信号 V_{w1} を生成する。

[0041] 第2軸トルク入力セクタ625は、第2タイヤ速度演算部621への入力を第2出力側軸トルク検出信号 T_{sh2} と値0の信号とで選択的に切替える。第2軸トルク入力セクタ625は、第2タイヤ速度演算部621への入力を、通常は第2出力側軸トルク検出信号 T_{sh2} とし、ストール試験の場合は値0の信号とする。

[0042] 第2タイヤ速度演算部621は、第2出力側軸トルク検出信号 T_{sh2} 及び第2車両駆動トルク信号 F_{x2} を入力として、第2タイヤの慣性モーメント J_{t2} で特徴付けられる第2タイヤの運動方程式（下記式（3）参照）によって、第2タイヤの回転速度に相当する第2タイヤ速度信号 V_{w2} を生成する。第2タイヤ速度信号 V_{w2} を算出する具体的な手順は、第1タイヤ速度信号 V_{w1} を算出する手順と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

[数3]

$$T_{sh2} - F_{x2} = J_{t2} \cdot \frac{dV_{w2}}{dt} \quad (3)$$

[0043] 第1車両駆動トルク演算部612は、第1タイヤ速度信号 V_{w1} と車両速度信号 V との差に基づいて、第1タイヤと仮想的に設定された第1路面との間の摩擦力によって発生する車両駆動力に相当する第1車両駆動トルク信号 F_{x1} を生成する。以下、その手順について具体的に説明する。

[0044] 第1車両駆動トルク演算部612は、先ず、速度差 $(V_{w1} - V)$ 並びに速度信号 V_{w1} 及び V の何れか大きい方に基づいて、第1タイヤの第1路面上における第1スリップ率 λ_1 を下記式(4-1)に基づいて算出する。次に、第1車両駆動トルク演算部612は、算出した第1スリップ率 λ_1 を引数として、図3に示すような制御マップ f_1 に基づいて第1タイヤ-第1路面間の第1摩擦係数値 μ_1 を決定する(下記式(4-2)参照)。なお、この摩擦係数値を決定する制御マップは、第1路面の状態(雪面、乾燥路面等)に応じて適宜選択可能となっている。次に、第1車両駆動トルク演算部612は、第1タイヤが第1路面から受ける第1垂直抗力値 N_{z1} に、第1摩擦係数値 μ_1 を乗算することにより、第1車両駆動トルク信号 F_{x1} を生成する(下記式(4-3)参照)。この第1垂直抗力値 N_{z1} は、予め定められた定数又は車両速度信号 V 等に応じて推定された値が用いられる。

[数4]

$$\lambda_1 = \frac{V_{w1} - V}{\max(V_{w1}, V)} \quad (4-1)$$

$$\mu_1 = f_1(\lambda_1) \quad (4-2)$$

$$F_{x1} = N_{z1} \cdot \mu_1 \quad (4-3)$$

[0045] 第2車両駆動トルク演算部622は、第2タイヤ速度信号 V_{w2} と車両速度信号 V とを入力として、下記式(5-1)～(5-3)に基づいて、第2

タイヤと第2路面との間の摩擦力によって発生する車両駆動力に相当する第2車両駆動トルク信号 $F \times 2$ を生成する。第2車両駆動トルク信号 $F \times 2$ を生成する具体的な手順は、第1車両駆動トルク信号 $F \times 1$ を生成する手順と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

[数5]

$$\lambda 2 = \frac{V_{w2} - V}{\max(V_{w2}, V)} \quad (5-1)$$

$$\mu 2 = f2(\lambda 2) \quad (5-2)$$

$$F_{x2} = N_{z2} \cdot \mu 2 \quad (5-3)$$

[0046] 以上のように、第1制御回路61及び第2制御回路62では、供試体Wの出力軸SO1、SO2に接続される第1タイヤ及び第2タイヤと、これらタイヤを駆動輪として第1路面及び第2路面上を走行する車両とを仮想的に設定し、これらを独立した慣性モーメント J_{t1} 、 J_{t2} 、 J_v を有する物体とした上、それぞれに対する運動方程式(1)、(2)、(3)、(4-1)～(4-3)、(5-1)～(5-3)を連立させることにより、車両速度信号V、第1タイヤ速度信号 V_{w1} 、及び第2タイヤ速度信号 V_{w2} を生成する。

[0047] 第1速度制御装置613は、第1タイヤ速度信号 V_{w1} と第1出力側速度検出信号 $\omega 1$ との偏差が無くなるように第1フィードバック制御入力信号を生成する。第2速度制御装置623は、第2タイヤ速度信号 V_{w2} と第2出力側速度検出信号 $\omega 2$ との偏差が無くなるように第2フィードバック制御入力信号を生成する。

[0048] 第1フィードフォワード入力演算部614は、第1出力側軸トルク検出信号 T_{sh1} と第1車両駆動トルク信号 $F \times 1$ との差に、第1出力側動力計31の慣性モーメント J_{dy1} を第1タイヤの慣性モーメント J_{t1} で除算して得られる係数を乗算することにより、第1フィードフォワード制御入力信号を生成する。第1合成部616は、第1速度制御装置613によって生成

される第1フィードバック制御入力信号と第1フィードフォワード入力演算部614によって生成される第1フィードフォワード制御入力信号とを足し合わせることによって、第1出力側トルク指令信号 T_{r1} を生成する。

[0049] 第2フィードフォワード入力演算部624は、第2出力側軸トルク検出信号 T_{sh2} と第2車両駆動トルク信号 F_{x2} との差に、第2出力側動力計32の慣性モーメント J_{dy2} を第2タイヤの慣性モーメント J_{t2} で除算して得られる係数を乗算することにより、第2フィードフォワード制御入力信号を生成する。第2合成部626は、第2速度制御装置623によって生成される第2フィードバック制御入力信号と第2フィードフォワード入力演算部624によって生成される第2フィードフォワード制御入力信号とを足し合わせることによって、第2出力側トルク指令信号 T_{r2} を生成する。

[0050] 図4は、入力側制御装置5の制御回路の構成を示すブロック図である。図4には、入力側制御装置5に構成される制御回路のうち、特に入力側動力計の電気慣性制御を担う部分を示す。

[0051] 入力側制御装置5は、第1入力信号生成部51と、第2入力信号生成部52と、第3入力信号生成部53と、トルク指令信号生成部54と、を備え、これらを用いることによって入力側トルク指令信号 T_r を生成する。

[0052] 第1入力信号生成部51は、入力側トルク指令信号 T_r に対する上位指令信号であるエンジントルク指令信号 T_{ref} と入力側軸トルク検出信号 T_{sh} との偏差に基づいて、後述の手順に従って第1入力信号を生成する。第2入力信号生成部52は、入力側速度検出信号 ω に基づいて、後述の手順に従って第2入力信号を生成する。第3入力信号生成部53は、エンジントルク指令信号 T_{ref} と入力側軸トルク検出信号 T_{sh} との偏差に基づいて、後述の手順に従って第3入力信号を生成する。トルク指令信号生成部54は、これら入力信号生成部51～53によって生成される第1～第3入力信号に基づいて、後述の手順に従って入力側トルク指令信号 T_r を生成し、これを入力側インバータ22へ入力する。

[0053] 第1入力信号生成部51は、第1ローパスフィルタ511と、偏差演算部

5 1 2 と、積分演算部 5 1 3 と、を備える。

[0054] 第 1 ローパスフィルタ 5 1 1 は、エンジントルク指令信号 T_{ref} から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させる。以下では、第 1 ローパスフィルタ 5 1 1 の出力信号、すなわちエンジントルク指令信号 T_{ref} を第 1 ローパスフィルタ 5 1 1 に通過させ、高周波数成分を減衰させることによって得られるフィルタ信号を T_{ref_f} と表記する。エンジントルク指令信号 T_{ref} のフィルタ信号 T_{ref_f} は、偏差演算部 5 1 2 に入力される。第 1 ローパスフィルタ 5 1 1 の伝達関数 $GLPF(s)$ は、下記式 (6) に示すように、2 つのフィルタ係数 a_1 , a_2 によって特徴付けられる。下記式 (6) に示すように、第 1 ローパスフィルタ 5 1 1 の伝達関数 $GLPF_1(s)$ の分母多項式の次数は 2 であり、分子多項式の次数は 0 である。なお、第 1 ローパスフィルタ 5 1 1 の入出力特性を特徴づける 2 つのフィルタ係数 a_1 , a_2 の値を設定する手順については、後に詳細に説明する。

[数6]

$$GLPF_1(s) = \frac{1}{a_2 \cdot s^2 + a_1 \cdot s + 1} \quad (6)$$

[0055] 偏差演算部 5 1 2 は、エンジントルク指令信号 T_{ref} のフィルタ信号 T_{ref_f} から入力側軸トルク検出信号 T_{sh} を減算することによって偏差を算出し、この偏差を積分演算部 5 1 3 及び第 3 入力信号生成部 5 3 へ入力する。

[0056] 積分演算部 5 1 3 は、偏差演算部 5 1 2 によって算出された偏差を積分することによって第 1 入力信号を生成し、この第 1 入力信号をトルク指令信号生成部 5 4 へ入力する。

[0057] 第 3 入力信号生成部 5 3 は、偏差演算部 5 1 2 によって算出された偏差に伝達関数 $G_{e0}(s)$ を用いた非積分演算を施すことによって第 3 入力信号を生成し、この第 3 入力信号をトルク指令信号生成部 5 4 へ入力する。ここで第 3 入力信号生成部 5 3 の伝達関数 $G_{e0}(s)$ を設計する手順について

説明する。

[0058] 図5は、伝達関数 $G_{e0}(s)$ を導出する際に用いられるコントローラCの構成を示す図である。図5のコントローラCは、入力側軸トルク検出信号とエンジントルク指令信号 T_{ref} が入力されるとその偏差 ($T_{ref} - T_{sh}$ 、以下単にトルク偏差ともいう) が無くなるような入力側トルク指令信号 T_r を生成する軸トルク制御機能を備える。第3入力信号生成部53の伝達関数 $G_{e0}(s)$ は、図5に示す2自由度のコントローラCに基づいて設計される。またこのような軸トルク制御機能を備える2自由度のコントローラC及びこれを構成する伝達関数 $G_e(s)$ 及び $G_y(s)$ は、例えば本願出願人による特許第3775284号の図6の実施形態に示されたコントローラが用いられる。なお、軸トルク制御機能を備えるコントローラC及び伝達関数 $G_e(s)$ 及び $G_y(s)$ を設計する方法としては、例えば特許第3775284号に示された μ 設計法に基づくものに限らない。例えば、 μ 設計法その他、 H_∞ 制御設計法等の他のロバスト制御設計方法に基づいて設計されたものを用いてもよい。

[0059] 図4に戻り、第3入力信号生成部53の伝達関数 $G_{e0}(s)$ は、上記のように軸トルク制御機能を有する伝達関数 $G_e(s)$ から、下記式(7)に示すように積分ゲイン K_i の積分器を分離することによって得られるものが用いられる。

[数7]

$$G_e(s) = \frac{K_i}{s} + G_{e0}(s) \quad (7)$$

[0060] トルク指令信号生成部54は、減算部541と、制御ゲイン乗算部542と、合算部543と、を備える。

[0061] 減算部541は、第1入力信号生成部51によって生成された第1入力信号から第2入力信号生成部52によって生成された第2入力信号を減算することによって得られる信号を制御ゲイン乗算部542へ入力する。制御ゲイ

ン乗算部542は、減算部541の出力信号に所定の積分ゲイン K_i を乗算することによって得られる信号を合算部543へ入力する。合算部543は、制御ゲイン乗算部542の出力信号と第3入力信号生成部53によって生成された第3入力信号とを合算することによって入力側トルク指令信号 T_r を生成し、これを入力側インバータ22へ入力する。

[0062] 以上のようにトルク指令信号生成部54は、第1入力信号生成部51によって生成された第1入力信号と、第2入力信号生成部52によって生成された第2入力信号と、第3入力信号生成部53によって生成された第3入力信号と、に基づいて入力側トルク指令信号 T_r を生成する。

[0063] ここで第3入力信号に基づいて入力側トルク指令信号 T_r を生成することによる効果を説明する。

[0064] 図6は、入力側トルク指令信号 T_r から入力側軸トルク検出信号 T_{sh} までの応答特性を示すボード線図である。図6には、出力側動力計31, 32で発生する負荷の大きさを小、中、大の3段階に分けて変化させた場合について、線種を変えて示す。図6に示すように、供試体Wの入力軸S1に入力側動力計21を接続し、供試体Wの出力軸SO1, SO2に出力側動力計31, 32を接続した試験システム1では、比較的低周波数側($f_l = \text{数Hz} \sim \text{数十Hz}$)で発生する共振と、比較的高周波数側($f_h = 400\text{Hz}$ 程度)で発生する共振との2種類の共振点が存在する。比較的低周波数側の共振周波数 f_l で発生する共振は、供試体W固有の現象であり、比較的高周波数側の共振周波数 f_h で発生する共振は比較的高剛性の入力軸S1のねじり振動に起因して発生する現象である。以上のように構成された入力側制御装置5は、第3入力信号生成部53で生成した第3入力信号を用いて入力側トルク指令信号 T_r を生成することにより、上記のような複数の共振点のうち、比較的高周波数側の共振周波数 f_h で現れる共振を抑制する共振抑制機能を備える。

[0065] 図4に戻り、第2入力信号生成部52は、第2ローパスフィルタ521と、重み設定部522と、重み乗算部523と、設定慣性乗算部524と、を

備える。

[0066] 第2ローパスフィルタ521は、入力側速度検出信号 ω から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させる。以下では、第2ローパスフィルタ521の出力信号、すなわち入力側速度検出信号 ω を第2ローパスフィルタ521に通過させ、高周波数成分を減衰することによって得られるフィルタ信号を ω_f と表記する。入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f は、重み設定部522及び重み乗算部523に入力される。第2ローパスフィルタ521の伝達関数 $GLPF2(s)$ は、下記式(8)に示すように、3つのフィルタ係数 $a1$, $a2$, $b1$ によって特徴付けられる。下記式(8)に示すように、第2ローパスフィルタ521の伝達関数 $GLPF2(s)$ の分母多項式の次数は2であり、またその関数形は第1ローパスフィルタ511の伝達関数 $GLPF1(s)$ の分母多項式と同じである。また第2ローパスフィルタ521の伝達関数 $GLPF2(s)$ の分子多項式の次数は1である。すなわち、第2ローパスフィルタ521の伝達関数 $GLPF2(s)$ の分子多項式の次数は、第1ローパスフィルタ511の伝達関数 $GLPF1(s)$ の分子多項式の次数よりも大きい。なお、第2ローパスフィルタ521の入出力特性を特徴付ける3つのフィルタ係数 $a1$, $a2$, $b1$ の値を設定する手順については、後に詳細に説明する。

[数8]

$$GLPF2(s) = \frac{b1 \cdot s + 1}{a2 \cdot s^2 + a1 \cdot s + 1} \quad (8)$$

[0067] 重み設定部522は、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f に応じて0から1の間の値に設定した重み信号 w を生成し、重み乗算部523に出力する。より具体的には、重み設定部522は、フィルタ信号 ω_f の値と重み信号 w の値とを関連付ける制御マップを備えており、フィルタ信号 ω_f の値に基づいてこの制御マップを検索することによって重み信号 w の値を設定する。

[0068] 図7は、重み信号 w の値を決定する制御マップの一例である。図7に示すように、重み設定部522では、フィルタ信号 ω_f の値が0以上かつ所定の第1閾値 ω_1 未満である場合には重み信号 w の値を最小値である0とし、フィルタ信号 ω_f の値が第1閾値 ω_1 よりも大きな第2閾値 ω_2 以上である場合には重み信号 w の値を最大値である1とし、フィルタ信号 ω_f の値が第1閾値 ω_1 以上かつ第2閾値 ω_2 未満である場合には重み信号 w の値を、0から1の間でフィルタ信号 ω_f の値に比例した値とする。換言すれば、重み設定部522では、フィルタ信号 ω_f の値が第1閾値 ω_1 未満である場合には、フィルタ信号 ω_f の値が第1閾値 ω_1 以上である場合よりも重み信号 w の値を小さくする。また重み設定部522は、フィルタ信号 ω_f の値が第2閾値 ω_2 未満である場合には、フィルタ信号 ω_f の値が第2閾値 ω_2 以上である場合よりも重み信号 w の値を小さくする。なおこれら第1閾値 ω_1 及び第2閾値 ω_2 の具体的な設定例については、後に重み信号 w で重み付けすることによる効果の説明と併せて説明する。

[0069] なお本実施形態では、上述のように重み信号 w の値をフィルタ信号 ω_f の値に基づいて設定する場合について説明するが、本発明はこれに限らない。重み信号 w の値は、入力側動力計21の出力軸の回転速度に比例したパラメータに基づいて設定すればよく、例えば第2ローパスフィルタ521を通過する前の入力側速度検出信号 ω の値に基づいて設定してもよい。

[0070] 重み乗算部523は、フィルタ信号 ω_f に重み信号 w を乗算したものを設定慣性乗算部524に出力する。設定慣性乗算部524は、重み乗算部523の出力信号に所定の設定慣性 J_{set} を乗算することによって第2入力信号を生成し、この第2入力信号をトルク指令信号生成部54に入力する。この設定慣性 J_{set} は、電気慣性制御によって入力側動力計21で実現しようとする慣性モーメントであり、完成車に搭載した状態では供試体 W の入力軸 S_1 に接続されるエンジンの慣性モーメントに設定される。この設定慣性 J_{set} は、例えば入力側動力計21の実際の慣性モーメントよりも小さな値に設定される。

- [0071] 以上のように第2入力信号生成部52では、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f に0から1の間の値に設定された重み信号 w 及び設定慣性 J_{set} によって重み付けすることによって第2入力信号を生成する。
- [0072] このように第2入力信号生成部52では、重み信号 w は、入力側動力計21の出力軸の回転速度に比例したパラメータである入力側速度検出信号 ω 又はそのフィルタ信号 ω_f と、電気慣性制御によって入力側動力計21で実現しようとする慣性モーメントである設定慣性 J_{set} と、に乗算される。このため、入力側速度検出信号 ω 又はそのフィルタ信号 ω_f に応じて重み信号 w の値を変化させることは、入力側速度検出信号 ω 又はそのフィルタ信号 ω_f に応じて設定慣性 J_{set} の値を変化させることと等価である。従って図7を参照して説明した手順に従って重み信号 w の値を設定することは、入力側速度検出信号 ω 又はそのフィルタ信号 ω_f が小さくなるほど設定慣性 J_{set} の値を小さくすること、換言すれば入力側速度検出器23の遅れが大きくなるほど電気慣性制御によって入力側動力計21で実現しようとする慣性モーメントを軽くすることと等価である。このため第2入力信号生成部52では、上述のような重み信号 w を定義せず、例えば入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f に設定慣性 J_{set} のみを乗算することによって第2入力信号を生成するとともに、この設定慣性 J_{set} をフィルタ信号 ω_f （又は入力側速度検出信号 ω ）の値で変化させても同じ効果を奏する。
- [0073] 次に、第1ローパスフィルタ511及び第2ローパスフィルタ521の入出力特性を特徴付けるフィルタ係数 a_1 、 a_2 、 b_1 を設定する手順について説明する。
- [0074] これら3つのフィルタ係数 a_1 、 a_2 、 b_1 は、3つの入力信号生成部51、52、53及びトルク指令信号生成部54によって構成される制御回路の閉ループ伝達関数の特性多項式が、所定の応答周波数 f_c 及び所定の係数 c_1 、 c_2 、 c_3 によって特徴付けられる下記多項式 $P_c(s)$ になるように設定される。ここで応答周波数 f_c は、上記入力軸S1の共振周波数 f_h

よりも十分に低くなるように定められる。より具体的には、共振周波数 f_h を約 400 Hz とした場合、応答周波数 f_c は例えば 100 Hz 程度に設定される。また係数 c_1 , c_2 , c_3 の具体的な値は、図4の制御回路によって安定した電気慣性制御が実現されるように設定される。これにより入力側制御装置5による電気慣性制御の応答を、応答周波数 f_c 程度まで高めることができる。

[数9]

$$Pc(s) = 1 + c_1 \left(\frac{s}{2\pi f_c} \right) + c_2 \left(\frac{s}{2\pi f_c} \right)^2 + c_3 \left(\frac{s}{2\pi f_c} \right)^3 \quad (9)$$

[0075] 下記式(10-1)～(10-3)には、本実施形態の入力側制御装置5におけるフィルタ係数 a_1 , a_2 , b_1 の具体的な設定例を示す。下記式(10-1)～(10-3)において、 J_1 は入力側動力計21から入力側軸トルク検出器24までの慣性モーメントであり、 J_2 は供試体Wの慣性モーメントであり、それぞれ設計値が用いられる。

[数10]

$$(2\pi f_c)^2 \cdot a_2 = \frac{c_3 \cdot (J_2 + J_{set}) \cdot Ki}{(J_1 + J_2) \cdot 2\pi f_c} \quad (10-1)$$

$$2\pi f_c \cdot a_1 = \frac{(J_2 + J_{set}) \cdot Ki \cdot (-c_3 \cdot J_2 \cdot Ki + c_2 \cdot (J_1 + J_2) \cdot 2\pi f_c)}{(J_1 + J_2)^2 \cdot (2\pi f_c)^2} \quad (10-2)$$

$$2\pi f_c \cdot b_1 = \frac{[c_3 \cdot J_2^2 \cdot (J_2 + J_{set}) \cdot Ki^3 + (J_1 + J_2) \cdot 2\pi f_c \cdot \{-c_2 \cdot J_2 \cdot (J_2 + J_{set}) \cdot Ki^2 + (J_1 + J_2) \cdot 2\pi f_c \cdot (c_1 \cdot (J_2 + J_{set}) \cdot Ki - (J_1 + J_2) \cdot 2\pi f_c)\}]}{[J_1 + J_2]^2 \cdot J_{set} \cdot Ki \cdot (2\pi f_c)^2} \quad (10-3)$$

[0076] また上記式(10-1)～(10-3)を導出するにあたり、入力側トルク指令信号 T_r から入力側軸トルク検出信号 T_{sh} までの制御対象特性 (T_{sh}/T_r) 及び入力側トルク指令信号 T_r から入力側速度検出信号 ω までの制御対象特性 (ω/T_r) を下記式(11-1)及び(11-2)に示すように近似した。下記式(11-1)及び(11-2)は、慣性モーメント J_1 で特徴付けられる慣性体と慣性モーメント J_2 で特徴付けられる慣性体とを軸で連結して得られる2慣性系の運動方程式において、軸剛性を無限大

とした場合に導出される。上述のように電気慣性制御の応答周波数 f_c を入力軸 S_I の共振周波数 f_h よりも十分に低いと仮定した場合、この近似は妥当である。

[数11]

$$\frac{T_{sh}}{T_r} = \frac{J_2}{J_1 + J_2} \quad (11-1)$$

$$\frac{\omega}{T_r} = \frac{1}{(J_1 + J_2) \cdot s} \quad (11-2)$$

[0077] また上記式 (10-1) ~ (10-3) を導出するにあたり、第3入力信号生成部 53 の伝達関数 $G_{e0}(s)$ は0と近似し、重み信号 w の値は1とした。上述のように伝達関数 $G_{e0}(s)$ は入力軸 S_I の共振周波数 f_h における共振を抑制する共振抑制効果があることから、そのゲインは、共振周波数 f_h よりも低周波数側では低下するバンドパス特性がある。このため、上記式 (10-1) ~ (10-3) を導出するにあたって、伝達関数 $G_{e0}(s)$ を0とする近似は妥当である。

[0078] 次に、第2入力信号生成部 52 において、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_{-f} を重み信号 w によって重み付けすることによって第2入力信号を生成することによる効果について、図8及び図9を参照しながら説明する。

[0079] 図8は、従来の入力側制御装置による回転立ち上がり時における制御例を示すタイムチャートである。ここで従来の入力側制御装置とは、重み設定部 522 及び重み乗算部 523 を備えない点において図4の入力側制御装置5と異なる。すなわち従来の入力側制御装置とは、図4の入力側制御装置5において重み信号 w の値を常に1とし続けた場合に相当する。

[0080] また図8及び後述の図9には、時刻 t_0 において入力側動力計 21 が静止しておりかつ軸トルクも作用していない状態から、時刻 t_1 においてエンジントルク指令信号 T_{ref} の値を0から所定の正の値までステップ状に変化させた場合におけるエンジントルク指令信号 T_{ref} と (図4の最上段)、

入力側トルク指令信号 T_r と（図4の上から2段目）、入力側軸トルク検出信号 T_{sh} と（図4の上から3段目）、入力側速度検出信号 ω と（図4の最下段）、の変化を示す。また図8及び図9の最下段には、入力側動力計21の出力軸の実際の回転速度を参考のため破線で示す。

[0081] 図8に示すように、時刻 t_1 においてエンジントルク指令信号 T_{ref} の値をステップ状に増加させると、従来の入力側制御装置は、このエンジントルク指令信号 T_{ref} の増加に追従するようにトルク指令信号 T_r の値を0から増加させる。またこのようにトルク指令信号 T_r の値を0から増加させることにより、入力側動力計21の出力軸の回転速度も増加し始め、ひいては入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の値も増加し始める。

[0082] しかしながら上述のように入力側速度検出器23から出力される入力側速度検出信号 ω は、入力側軸トルク検出器24から出力される入力側軸トルク検出信号 T_{sh} よりも0からの立ち上がりが遅い。このため図8に示すように、入力側速度検出信号 ω の値は、時刻 t_1 の直後において入力側軸トルク検出信号 T_{sh} や入力側動力計21の実際の回転速度が0から増加し始めた後もなお略0を示す。またこの入力側速度検出信号 ω の値は、時刻 t_1 の直後において実際の回転速度が0から増加し始めてから、所定の遅れ時間 d_t が経過した後、時刻 t_2 において0から所定の立ち上がり幅 $d\omega$ だけステップ状に増加する。

[0083] なお回転立ち上がり時における入力側速度検出信号 ω の遅れ時間 d_t や立ち上がり幅 $d\omega$ は、入力側速度検出器23としてインクリメンタルエンコーダを採用した場合、このインクリメンタルエンコーダの解像度や入力側動力計21の回転立ち上がり時の回転速度等によって変化する。すなわち遅れ時間 d_t や立ち上がり幅 $d\omega$ は、インクリメンタルエンコーダの解像度が低くなるほど大きくなり、また入力側動力計21の回転立ち上がり時の回転速度が遅くなるほど大きくなる傾向がある。

[0084] このように時刻 t_2 では入力側速度検出信号 ω の値が急激に増加するため、図8に示すように従来の入力側制御装置では、第2入力信号の値が0から

正の所定値へ急激に増加し、ひいてはトルク指令信号 T_r の値及び入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の値は負の所定値へ急激に減少する。このように従来の入力側制御装置では、入力側速度検出信号 ω が入力軸トルク検出信号 T_{sh} に遅れて急激に 0 から立ち上がることに起因して、トルク指令信号 T_r 、入力側軸トルク検出信号 T_{sh} 、及び入力側速度検出信号 ω は、図 8 に示すように振動する。

[0085] 図 9 は、本実施形態に係る入力側制御装置 5 による回転立ち上がり時における制御例を示すタイムチャートである。なお図 9 の制御例では、第 1 閾値 ω_1 は、立ち上がり幅 $d\omega$ として想定される値のうち最も大きな値よりも大きな値に設定した。また第 2 閾値 ω_2 は、第 1 閾値 ω_1 よりも大きくかつ供試体 W が搭載される完成車におけるエンジンのアイドル回転数よりも低い値に設定した。

[0086] 図 9 に示すように入力側速度検出信号 ω の値は、時刻 t_1 の直後において実際の回転速度が 0 から増加し始めてから、遅れ時間 dt が経過した後、時刻 t_2 において 0 から立ち上がり幅 $d\omega$ だけステップ状に増加する。このように時刻 t_2 までの振る舞いは図 8 に示す従来の入力側制御装置による制御例とほぼ同じである。しかしながら本実施形態に係る入力側制御装置 5 では、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f を重み信号 w で重み付けすることによって第 2 入力信号を生成する。また図 7 に示すように、フィルタ信号 ω_f の値が上述のように立ち上がり幅 $d\omega$ よりも大きな値に設定された第 1 閾値 ω_1 未満である間は、重み信号 w の値は 0 に設定される。このため時刻 t_2 において入力側速度検出信号 ω の値が立ち上がり幅 $d\omega$ だけステップ状に増加しても、第 2 入力信号の値は 0 に維持される。このため図 9 に示すように、時刻 t_2 において入力側速度検出信号 ω の値が急激に増加しても入力側トルク指令信号 T_r の値及び入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の値は一定に維持される。

[0087] また図 9 に示すように時刻 t_3 においてフィルタ信号 ω_f の値が第 1 閾値 ω_1 以上になったことに応じて、時刻 t_3 以降では、重み信号 w の値は、

0から増加し始める。このため時刻 t_3 以降では、第2入力信号の値も0から増加し始め、これにより図9に示すように入力側トルク指令信号 T_r の値及び入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の値は、図9に示すようにわずかに振動する。しかしながら本実施形態では、図7に示すように重み信号 w の値を0から徐々に増加させることから、入力側トルク指令信号 T_r 及び入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の振動の振幅は、図8に示す従来の入力側制御装置による制御例と比較して十分に小さく抑制される。

[0088] 本実施形態に係る入力側制御装置5によれば、以下の効果を奏する。

(1) 入力側制御装置5では、第2入力信号生成部52は、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f の値が第1閾値 ω_1 又は第2閾値 ω_2 未満である場合（すなわち、アイドル回転数以下の低回転域である場合）、フィルタ信号 ω_f の値が閾値 ω_1 又は ω_2 以上である場合（すなわち、高回転域である場合）よりも重み信号 w の値を小さくする。これにより低回転域において入力側速度検出信号 ω の値が急激に増加した場合であっても、入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} が振動するのを抑制できる。

[0089] (2) 入力側制御装置5では、入力側動力計21の回転速度を検出する入力側速度検出器23として、出力軸が回転するとその回転変位量に応じた周波数のパルス信号を入力側速度検出信号 ω として生成するインクリメンタルエンコーダを用いる。インクリメンタルエンコーダは、アブソリュートエンコーダやレゾルバ等の既知の速度検出器の中では安価であるという利点がある。しかしながらインクリメンタルエンコーダは、回転軸が静止した状態から回転し始めた直後は、パルス数が不足するため、0からの立ち上がり時における遅れが特に顕著になるという課題がある。これに対し入力側制御装置5によれば、上述のように入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f の値に応じて重み信号 w の値を変化させることにより、低回転域において入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} が振動するのを抑制できるので、入力側速度検出器23としてインクリメンタルエンコーダを用い

ることによって生じるデメリットが顕在化することもない。

[0090] (3) 入力側制御装置 5 では、第 2 入力信号生成部 5 2 は、入力側速度検出信号 ω を第 2 ローパスフィルタ 5 2 1 に通過させることによって得られるフィルタ信号 ω_f の値に応じて重み信号 w の値を設定するとともに、このフィルタ信号 ω_f の値に重み信号 w の値と設定慣性 J_{set} とを乗算することによって第 2 入力信号を生成する。これにより、低回転域において入力側速度検出信号 ω の値が急激に増加した場合であっても、入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} が振動するのを抑制できる。

[0091] (4) 入力側制御装置 5 において重み設定部 5 2 2 は、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f の値が 0 以上かつ第 1 閾値 ω_1 未満である場合には重み信号 w の値を 0 とし、フィルタ信号 ω_f の値が第 2 閾値 ω_2 以上である場合には重み信号 w の値を 1 とし、フィルタ信号 ω_f の値が第 1 閾値 ω_1 以上かつ第 2 閾値 ω_2 未満である場合には重み信号 w の値を 0 から 1 の間でフィルタ信号 ω_f の値に比例した値とする。これにより、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f の値が第 2 閾値 ω_2 未満である低回転域では、フィルタ信号 ω_f の値に応じて重み信号 w の値を適切に変化させることができるので、低回転域において入力側速度検出信号 ω の値が急激に増加した場合であっても、入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} が振動するのを抑制できる。

[0092] <第 2 実施形態>

次に、本発明の第 2 実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

図 10 は、本実施形態に係る入力側制御装置 5 A の制御回路の構成を示すブロック図である。図 10 には、入力側制御装置 5 A に構成される制御回路のうち、特に入力側動力計の電気慣性制御を担う部分を示す。図 10 に示すように、入力側制御装置 5 A は、第 2 入力信号生成部 5 2 A の構成が図 4 に示す入力側制御装置 5 と異なる。以下の入力側制御装置 5 A の説明では、図 4 に示す入力側制御装置 5 と同じ構成については同じ符号を付し、詳細な説

明を省略する。

[0093] 第2入力信号生成部52Aは、第2ローパスフィルタ521と、重み設定部522Aと、重み乗算部523と、設定慣性乗算部524と、第3ローパスフィルタ525Aと、を備える。

[0094] 重み設定部522Aは、入力側速度検出信号 ω に応じて0から1の間の値に設定した重み信号 w を生成し、第3ローパスフィルタ525Aに出力する。より具体的には、重み設定部522Aは、入力側速度検出信号 ω の値と重み信号 w の値とを関連付ける制御マップを備えており、入力側速度検出信号 ω の値に基づいてこの制御マップを検索することによって重み信号 w の値を設定する。

[0095] 図11は、重み信号 w の値を決定する制御マップの一例である。図11に示すように、重み設定部522Aでは、入力側速度検出信号 ω の値が0以上かつ第1閾値 ω_1 未満である場合には重み信号 w の値を最小値である0とし、入力側速度検出信号 ω の値が第2閾値 ω_2 以上である場合には重み信号 w の値を最大値である1とし、入力側速度検出信号 ω の値が第1閾値 ω_1 以上かつ第2閾値 ω_2 未満である場合には重み信号 w の値を、0から1の間で入力側速度検出信号 ω の値に比例した値とする。換言すれば、重み設定部522Aでは、入力側速度検出信号 ω の値が第1閾値 ω_1 未満である場合には、入力側速度検出信号 ω の値が第1閾値 ω_1 以上である場合よりも重み信号 w の値を小さくする。また重み設定部522Aは、入力側速度検出信号 ω の値が第2閾値 ω_2 未満である場合には、入力側速度検出信号 ω の値が第2閾値 ω_2 以上である場合よりも重み信号 w の値を小さくする。なお、第1閾値 ω_1 は、第1実施形態と同様に立ち上がり幅 $d\omega$ として想定される値のうち最も大きな値よりも大きな値に設定される。第2閾値 ω_2 もまた第1実施形態と同様に、第1閾値 ω_1 よりも大きくかつ供試体Wが搭載される完成車におけるエンジンのアイドル回転数よりも低い値に設定される。

[0096] なお本実施形態では、上述のように重み信号 w の値を入力側速度検出信号 ω の値に基づいて設定する場合について説明するが、本発明はこれに限らな

い。重み信号 w の値は、入力側動力計 2 1 の出力軸の回転速度に比例したパラメータに基づいて設定すればよく、例えば入力側速度検出信号 ω を第 2 ローパスフィルタ 5 2 1 に通過させることで得られるフィルタ信号 ω_f の値に基づいて設定してもよい。

[0097] 第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A は、重み信号 w から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させる。以下では、第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A の出力信号、すなわち重み信号 w を第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A に通過させ、高周波数成分を減衰することによって得られるフィルタ信号を w_f と表記する。重み信号 w のフィルタ信号 w_f は、重み乗算部 5 2 3 に入力される。第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A の伝達関数 $GLPF3(s)$ は、下記式 (12) に示すように、重み信号 w からカットオフ周波数 $1/Tf$ よりも高い高周波数成分を減衰させるとともにカットオフ周波数 $1/Tf$ よりも低い低周波数成分を通過させる 1 次のローパスフィルタである。なお第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A は第 2 ローパスフィルタ 5 2 1 よりも低い周波数成分を減衰させるように、第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A のカットオフ周波数 $1/Tf$ は、第 2 ローパスフィルタ 5 2 1 のカットオフ周波数よりも低く設定される。

[数12]

$$GLPF3(s) = \frac{1}{Tf \cdot s + 1} \quad (12)$$

[0098] 重み乗算部 5 2 3 は、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f に、重み信号 w のフィルタ信号 w_f を乗算したものを設定慣性乗算部 5 2 4 に出力する。設定慣性乗算部 5 2 4 は、重み乗算部 5 2 3 の出力信号に設定慣性 $Jset$ を乗算することによって第 2 入力信号を生成し、この第 2 入力信号をトルク指令信号生成部 5 4 に入力する。

[0099] 以上のように第 2 入力信号生成部 5 2 A では、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f を、重み信号 w のフィルタ信号 w_f 及び設定慣性 $Jset$

t によって重み付けすることによって第2入力信号を生成する。

[0100] 次に、第2入力信号生成部52Aにおいて、重み信号 w のフィルタ信号 w_f によって重み付けすることによる効果について、図9及び図12を参照しながら説明する。

[0101] 図12は、本実施形態に係る入力側制御装置5Aによる回転立ち上がり時における制御例を示すタイムチャートである。なお図12には、上述の図8及び図9に示す例と同じ手順によってエンジントルク指令信号 T_{ref} の値をステップ状に変化させた場合におけるエンジントルク指令信号 T_{ref} と（図12の最上段）、入力側トルク指令信号 T_r と（図12の上から2段目）、入力側軸トルク検出信号 T_{sh} と（図12の上から3段目）、入力側速度検出信号 ω と（図12の最下段）、の変化を示す。

[0102] 図12に示すように、入力側速度検出信号 ω の値は、時刻 t_1 の直後において実際の回転速度が0から増加し始めてから、遅れ時間 d_t が経過した後、時刻 t_2 において0から立ち上がり幅 $d\omega$ だけステップ状に増加し、その後時刻 t_3 において第1閾値 ω_1 以上になる。このように時刻 t_3 までの振る舞いは、図9に示す第1実施形態に係る入力側制御装置5による制御例とほぼ同じである。

[0103] ここで図9を参照して説明したように、第1実施形態に係る入力側制御装置5では、時刻 t_3 以降においてトルク指令信号 T_r 及び入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の値がわずかに振動する。これは第3ローパスフィルタ525Aを備えない入力側制御装置5において、重み信号 w は時刻 t_3 以降、電気慣性制御の応答周波数 f_c 程度の周波数で変動し始めることに起因する。

[0104] これに対し本実施形態に係る入力側制御装置5Aでは、入力側速度検出信号 ω に基づいて重み信号 w を生成し、さらにこの重み信号 w を第3ローパスフィルタ525Aに通過させることによって得られるフィルタ信号 w_f によって入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f を重み付けする。上述のように第3ローパスフィルタ525Aのカットオフ周波数 $1/T_f$ は第2ローパスフィルタ521のカットオフ周波数よりも低くなるように設定される

。このため入力側制御装置 5 A では、時刻 t_3 以降、重み信号 w のフィルタ信号 w_f の変動を電気慣性制御の応答周波数 f_c よりも低いカットオフ周波数 $1/T_f$ 以下に抑制できるので、図 12 に示すように時刻 t_3 以降におけるトルク指令信号 T_r 及び入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の振動も抑制できる。

[0105] 本実施形態に係る入力側制御装置 5 A によれば、上記 (1) ~ (2) の効果に加えて以下の効果を奏する。

[0106] (5) 入力側制御装置 5 A では、第 2 入力信号生成部 5 2 A は、入力側速度検出信号 ω の値に応じて重み信号 w の値を設定するとともに、入力側速度検出信号 ω を第 2 ローパスフィルタ 5 2 1 に通過させることによって得られるフィルタ信号 ω_f の値に、重み信号 w を第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A に通過させることによって得られるフィルタ信号 w_f の値と設定慣性 J_{set} とを乗算することによって第 2 入力信号を生成する。これにより、低回転域において入力側速度検出信号 ω の値が急激に増加した場合であっても、入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} が振動するのを抑制できる。また第 2 入力信号生成部 5 2 A は、第 2 ローパスフィルタ 5 2 1 と第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A との 2 つのローパスフィルタを用いることにより、入力側動力計 2 1 の回転速度が 0 から立ち上がる時における第 2 入力信号の変化度合を細かく調整できるので、入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の振動を、第 1 実施形態に係る入力側制御装置 5 よりもさらに抑制できる。

[0107] (6) 入力側制御装置 5 A において、第 3 ローパスフィルタ 5 2 5 A は第 2 ローパスフィルタ 5 2 1 よりも低い周波数成分を減衰させる。これにより、入力側動力計 2 1 の回転速度が 0 から立ち上がる時における入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} の振動をさらに抑制できる。

[0108] (7) 入力側制御装置 5 A において重み設定部 5 2 2 A は、入力側速度検出信号 ω の値が 0 以上かつ第 1 閾値 ω_1 未満である場合には重み信号 w の値を 0 とし、入力側速度検出信号 ω の値が第 2 閾値 ω_2 以上である場合には重

み信号 w の値を1とし、入力側速度検出信号 ω の値が第1閾値 ω_1 以上かつ第2閾値 ω_2 未満である場合には重み信号 w の値を0から1の間で入力側速度検出信号 ω の値に比例した値とする。これにより、入力側速度検出信号 ω の値が第2閾値 ω_2 未満である低回転域では、入力側速度検出信号 ω の値に応じて重み信号 w の値を適切に変化させることができるので、低回転域において入力側速度検出信号 ω の値が急激に変化した場合であっても、入力側トルク指令信号 T_r や入力側軸トルク検出信号 T_{sh} が振動するのを抑制できる。

[0109] 以上、本発明の第1、第2実施形態について説明したが、本発明はこれに限らない。本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜変更してもよい。

例えば上記第1実施形態（又は第2実施形態）において、第2入力信号生成部52（又は第2入力信号生成部52A）では、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f に重み信号 w （又はフィルタ信号 w_f ）と設定慣性 J_{set} を乗算するとともに、設定慣性 J_{set} を一定値で固定し、重み信号 w （又はフィルタ信号 w_f ）の値をフィルタ信号 ω_f （又は入力側速度検出信号 ω ）の値で変化させる場合について説明したが、本発明はこれに限らない。例えば、入力側速度検出信号 ω のフィルタ信号 ω_f に設定慣性 J_{set} のみを乗算し、この設定慣性 J_{set} をフィルタ信号 ω_f （又は入力側速度検出信号 ω ）の値で変化させても同様の効果を奏する。

符号の説明

- [0110] 1…試験システム
- 21…入力側動力計（動力計）
- 22…入力側インバータ（インバータ）
- 23…入力側速度検出器（速度検出器）
- 24…入力側軸トルク検出器（軸トルク検出器）
- 5, 5A…入力側制御装置（動力計制御装置）
- 51…第1入力信号生成部
- 52, 52A…第2入力信号生成部

5 2 1 …第2ローパスフィルタ（フィルタ、第1フィルタ）

5 2 2, 5 2 2 A …重み設定部

5 2 3 …重み乗算部（乗算部）

5 2 4 …設定慣性乗算部（乗算部）

5 2 5 A …第3ローパスフィルタ（第2フィルタ）

5 3 …第3入力信号生成部

5 4 …トルク指令信号生成部

W …供試体

S I …入力軸

S O 1, S O 2 …出力軸

請求の範囲

- [請求項1] 入力軸及び出力軸を備える供試体の入力軸に連結された動力計と、
 トルク指令信号に応じた電力を前記動力計に供給するインバータと、
 、
 前記動力計の回転速度に応じた速度検出信号を発生する速度検出器
 と、
 前記入力軸に作用する軸トルクに応じた軸トルク検出信号を発生する
 軸トルク検出器と、を備える試験システムにおいて、前記トルク指
 令信号に対する上位指令信号、前記速度検出信号、及び前記軸トルク
 検出信号を用いて前記トルク指令信号を生成する動力計制御装置であ
 って、
 前記上位指令信号と前記軸トルク検出信号との偏差に基づいて第1
 入力信号を生成する第1入力信号生成部と、
 所定の重み信号によって重み付けされた前記速度検出信号に基づい
 て第2入力信号を生成する第2入力信号生成部と、
 前記第1及び第2入力信号に基づいて前記トルク指令信号を生成する
 トルク指令信号生成部と、を備え、
 前記第2入力信号生成部は、前記速度検出信号の値又はそのフィル
 タ値が所定の閾値未満である場合には、前記速度検出信号の値又はそ
 のフィルタ値が前記閾値以上である場合よりも前記重み信号の値を小さくし、
 前記速度検出信号は前記軸トルク検出信号よりも0からの立ち上がり
 が遅いことを特徴とする動力計制御装置。
- [請求項2] 前記速度検出器は、前記動力計の出力軸が回転するとその回転変位
 量に応じた周波数のパルス信号を前記速度検出信号として生成するイ
 ンクリメンタルエンコーダであることを特徴とする請求項1に記載の
 動力計制御装置。
- [請求項3] 前記第2入力信号生成部は、

前記速度検出信号から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させるフィルタと、

前記フィルタの出力信号の値に応じた値の前記重み信号を出力する重み設定部と、

前記フィルタの出力信号に前記重み信号及び所定の設定慣性を乗算することによって前記第2入力信号を生成する乗算部と、を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の動力計制御装置。

[請求項4] 前記重み設定部は、前記フィルタの出力信号の値が0以上かつ第1閾値未満である場合には前記重み信号の値を0とし、前記フィルタの出力信号の値が前記第1閾値よりも大きな第2閾値以上である場合には前記重み信号の値を1とし、前記フィルタの出力信号の値が前記第1閾値以上かつ前記第2閾値未満である場合には前記重み信号の値を0から1の間で前記フィルタの出力信号の値に比例した値とすることを特徴とする請求項3に記載の動力計制御装置。

[請求項5] 前記第2入力信号生成部は、
前記速度検出信号から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させる第1フィルタと、

前記速度検出信号の値に応じた値の前記重み信号を出力する重み設定部と、

前記重み信号から高周波数成分を減衰させ低周波数成分を通過させる第2フィルタと、

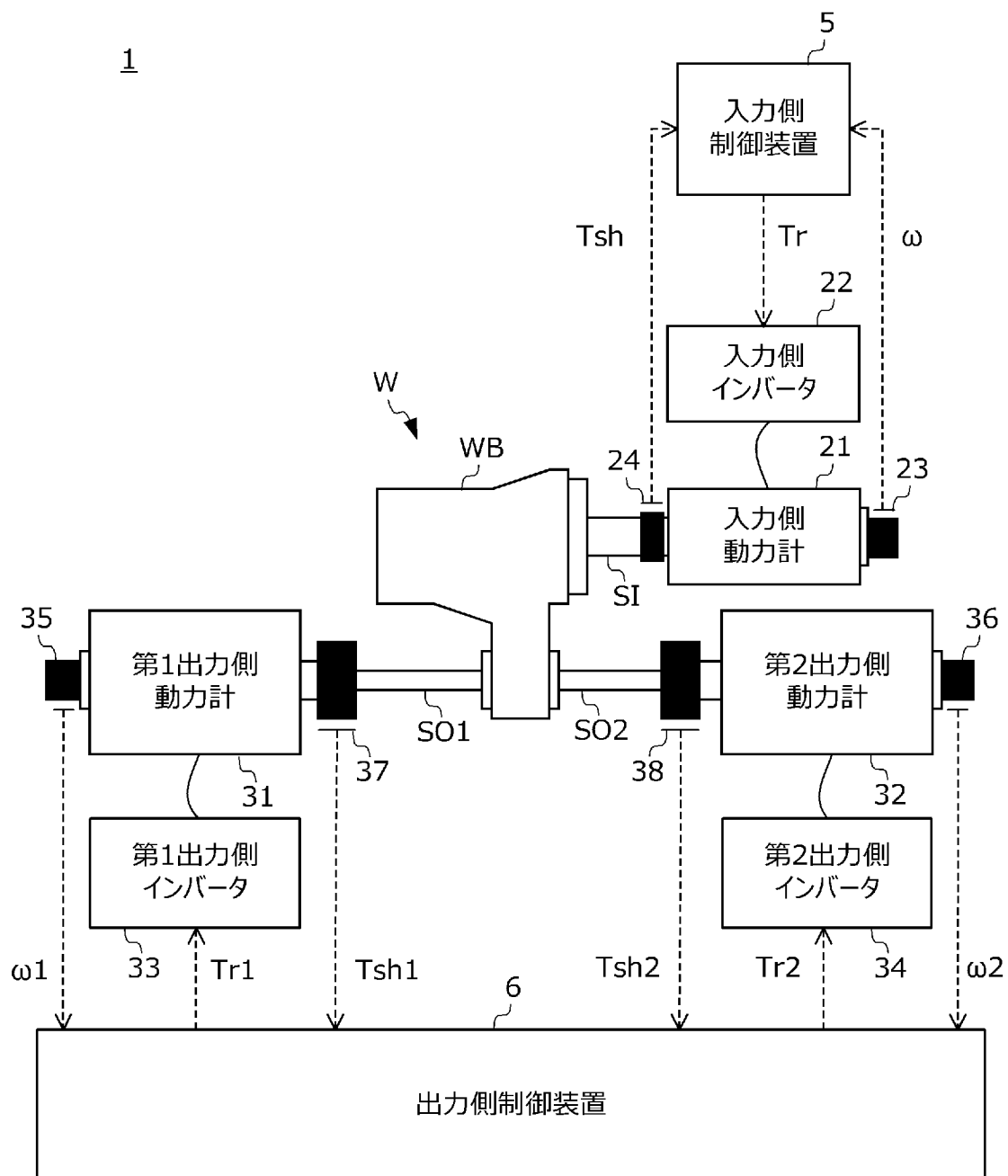
前記第1フィルタの出力信号に前記第2フィルタの出力信号及び所定の設定慣性を乗算することによって前記第2入力信号を生成する乗算部と、を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の動力計制御装置。

[請求項6] 前記第2フィルタは前記第1フィルタよりも低い周波数成分を減衰させることを特徴とする請求項5に記載の動力計制御装置。

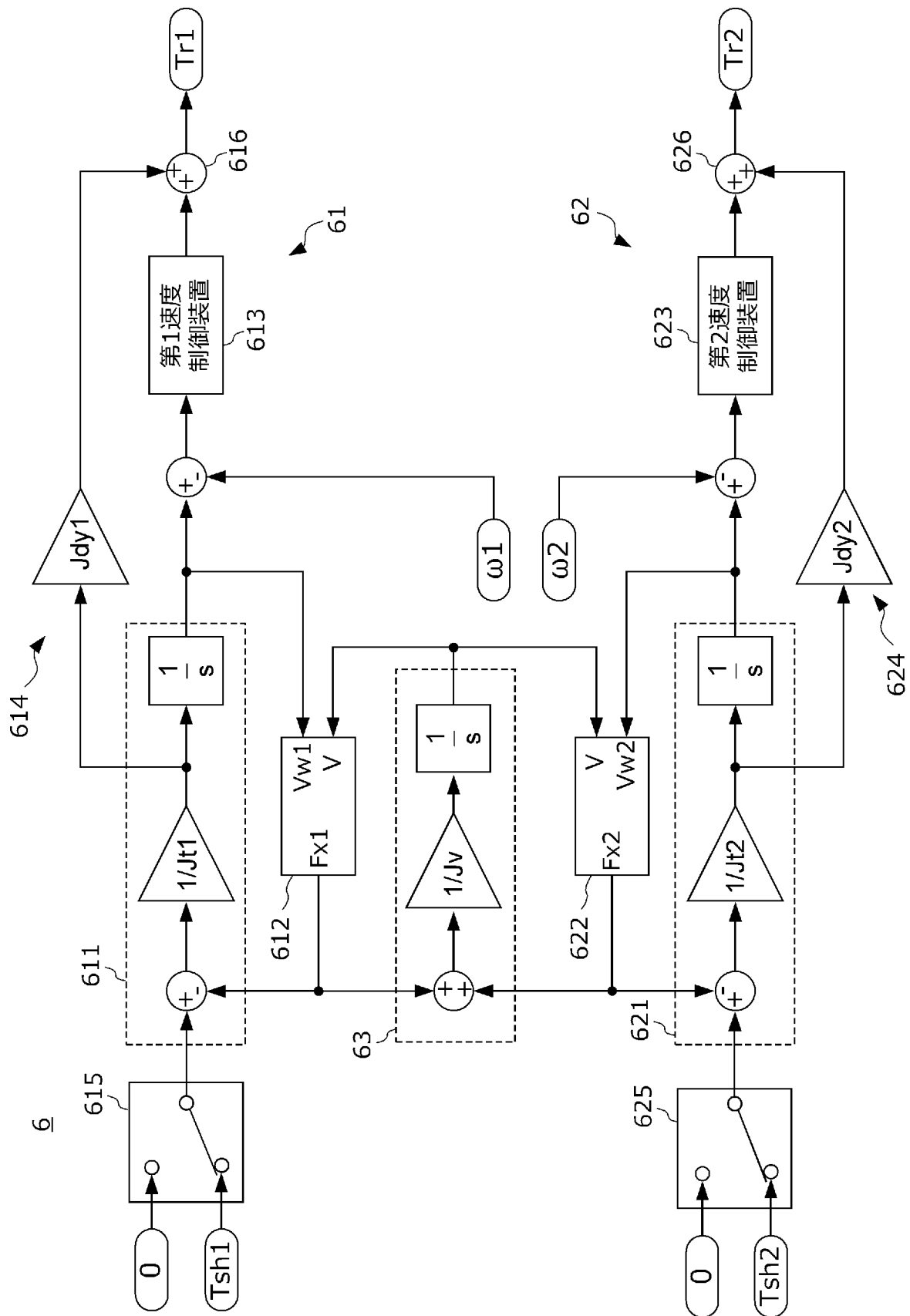
[請求項7] 前記重み設定部は、前記速度検出信号の値が0以上かつ第1閾値未

満である場合には前記重み信号の値を 0 とし、前記速度検出信号の値が前記第 1 閾値よりも大きな第 2 閾値以上である場合には前記重み信号の値を 1 とし、前記速度検出信号の値が前記第 1 閾値以上かつ前記第 2 閾値未満である場合には前記重み信号の値を 0 から 1 の間で前記速度検出信号の値に比例した値とすることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の動力計制御装置。

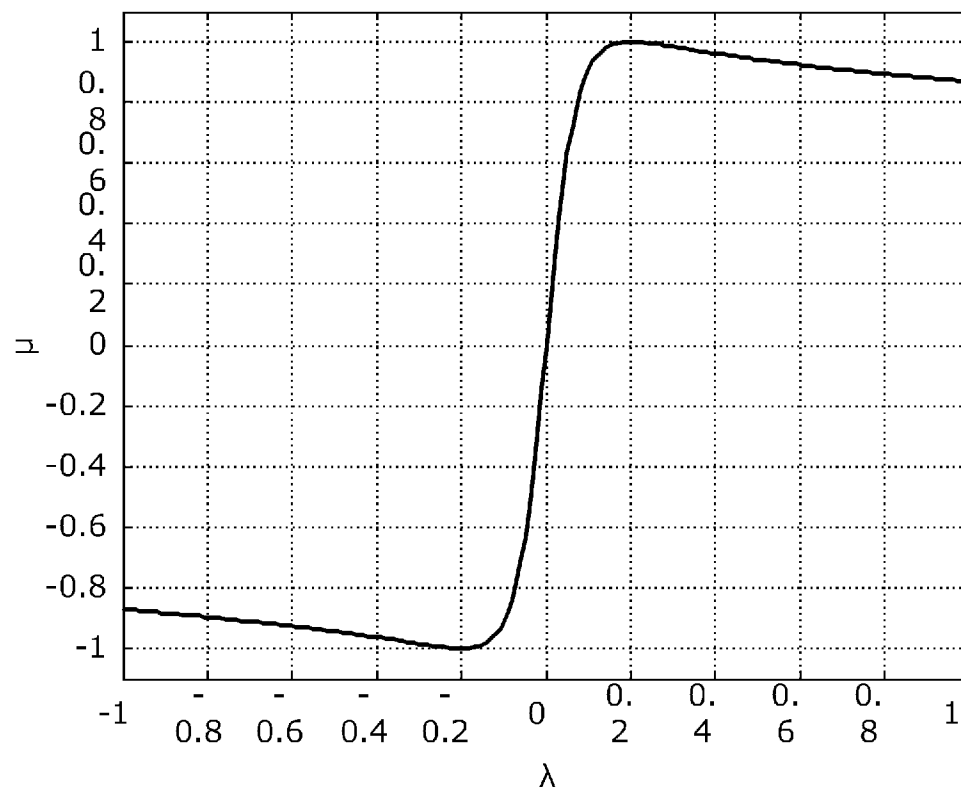
1



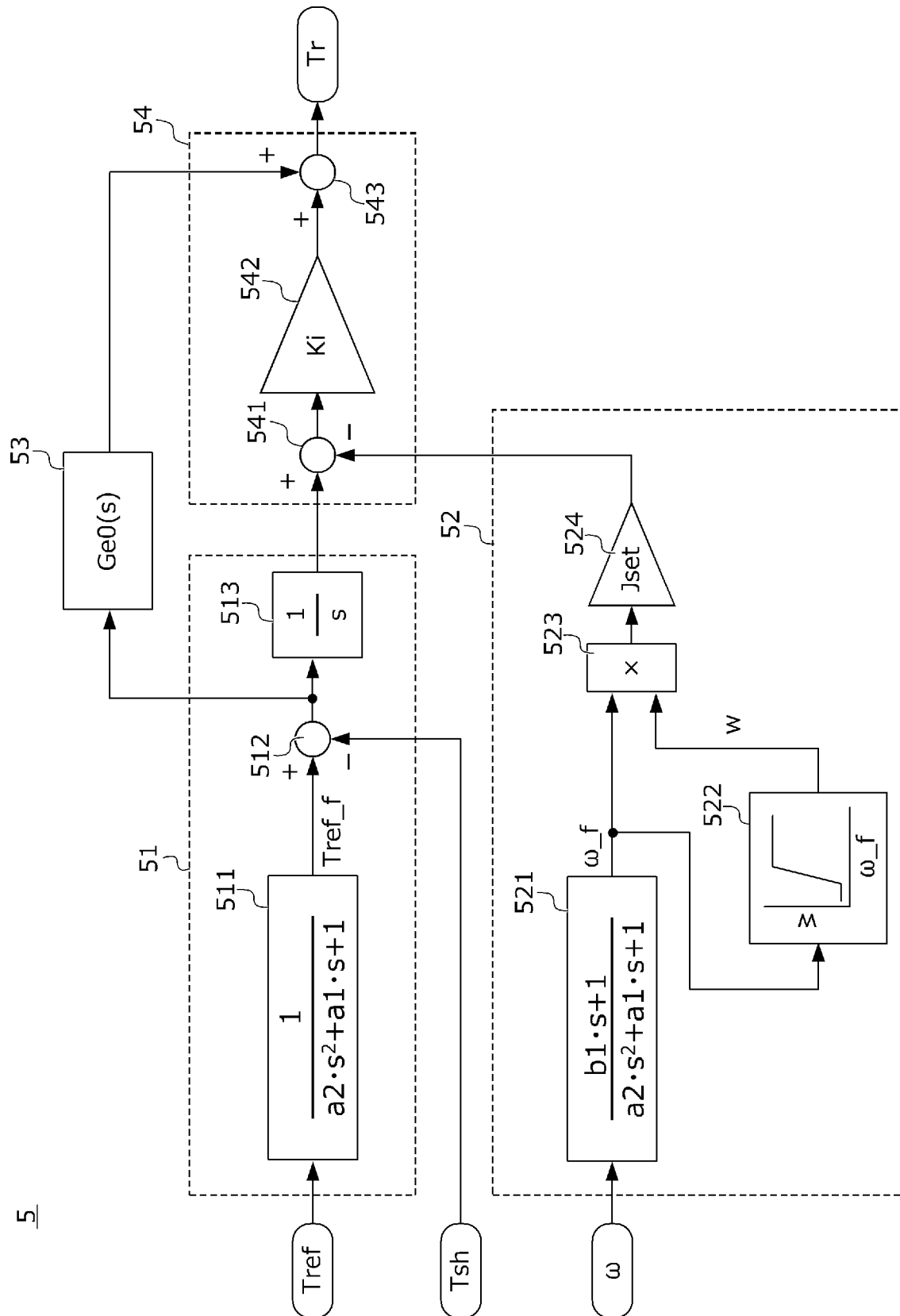
[図2]



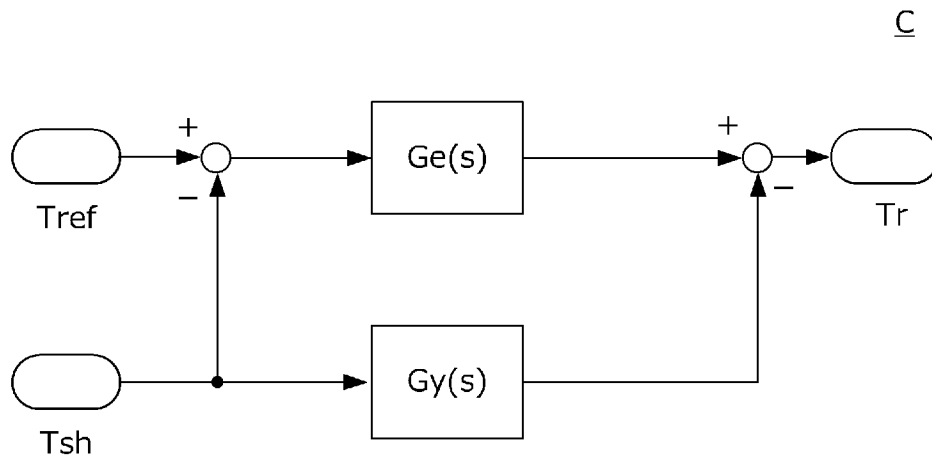
[図3]



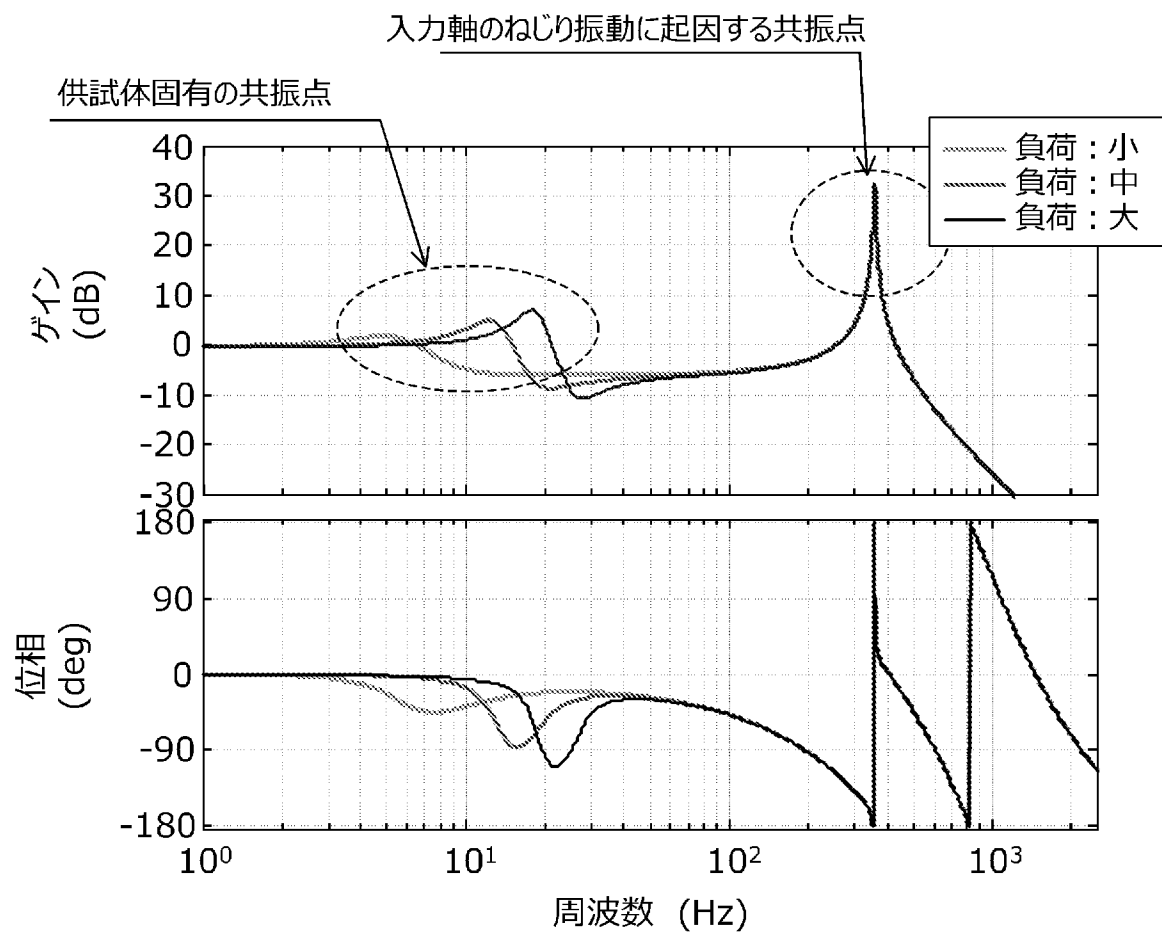
[図4]



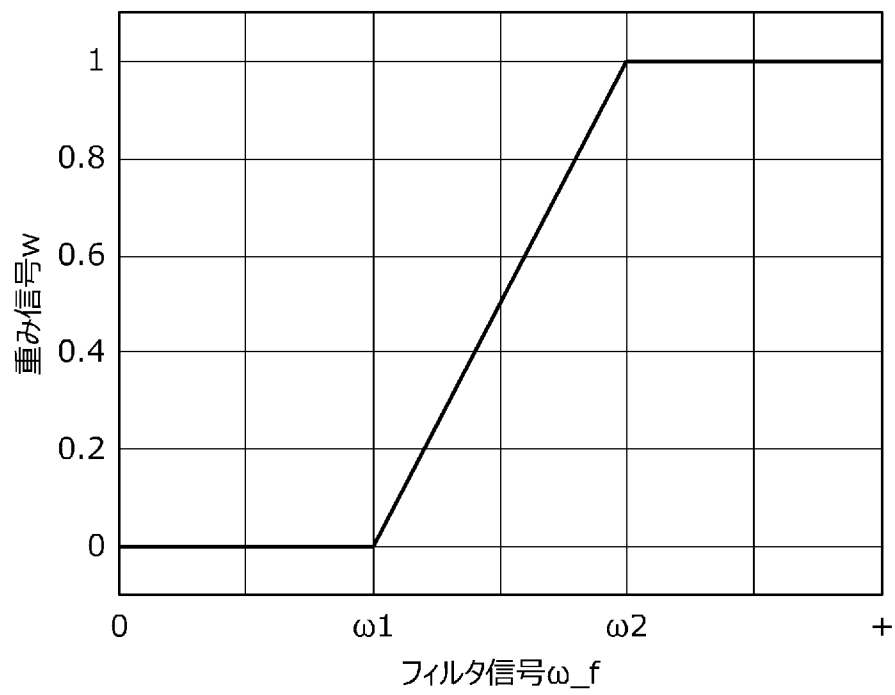
[図5]



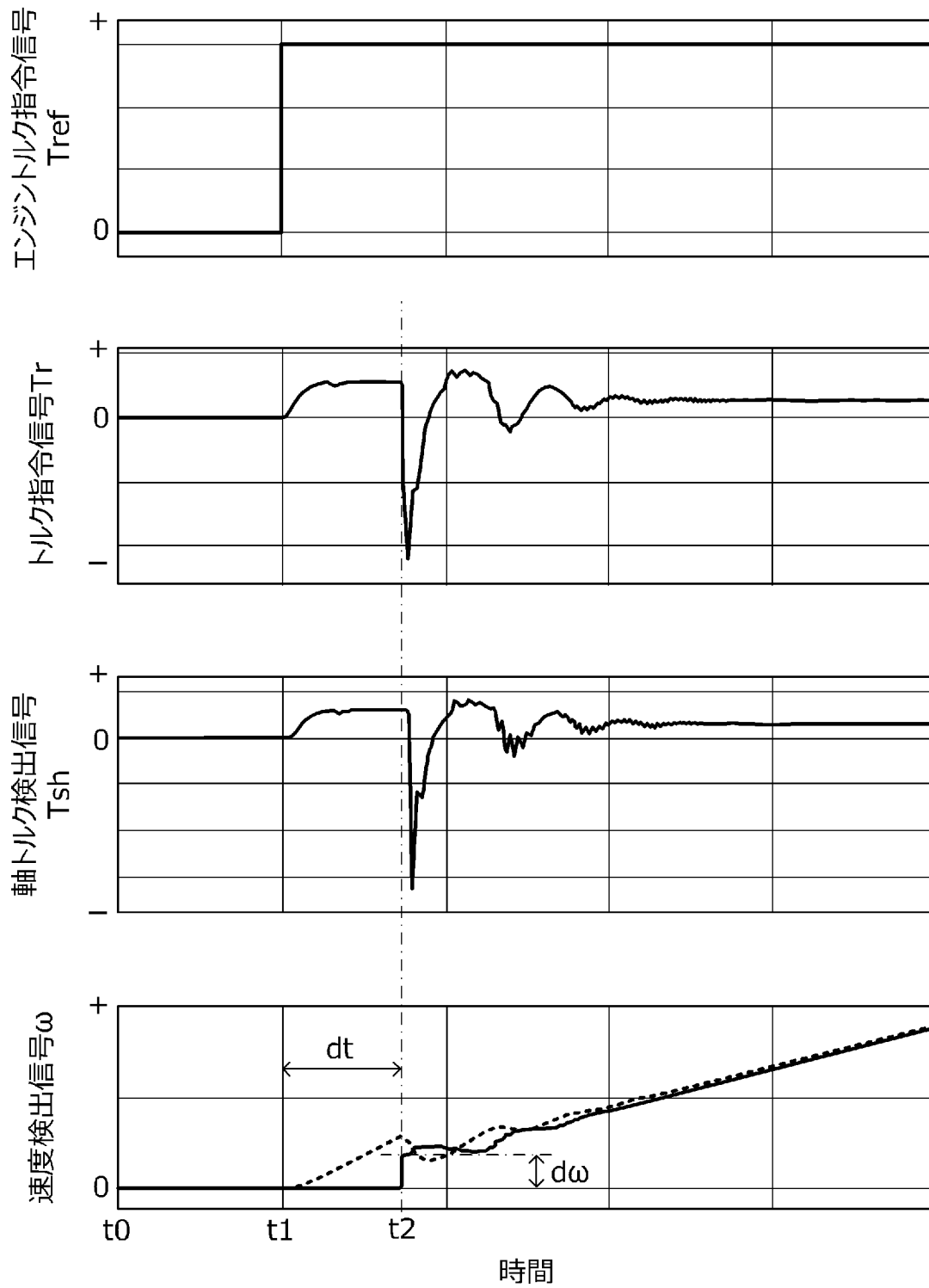
[図6]



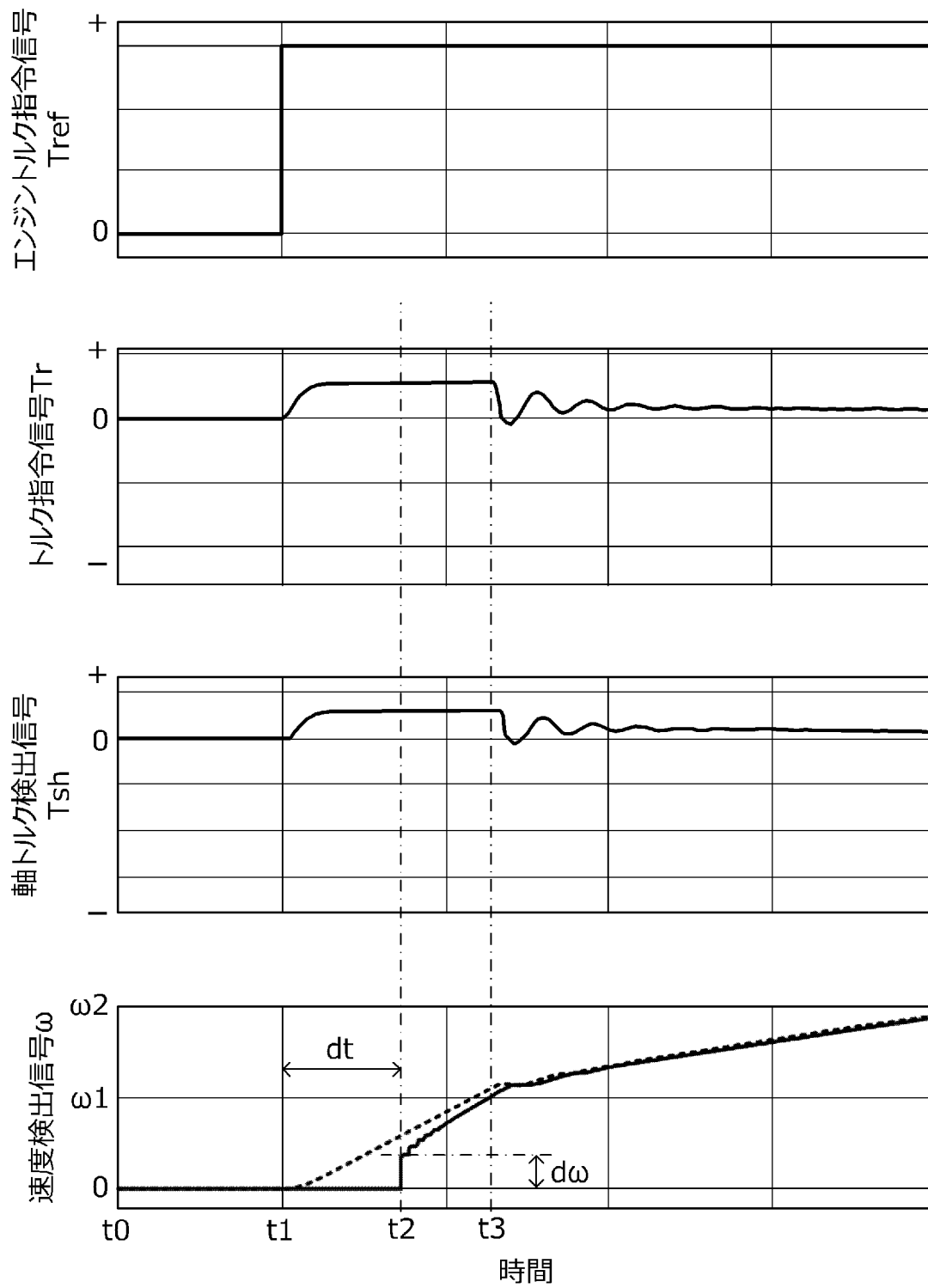
[図7]



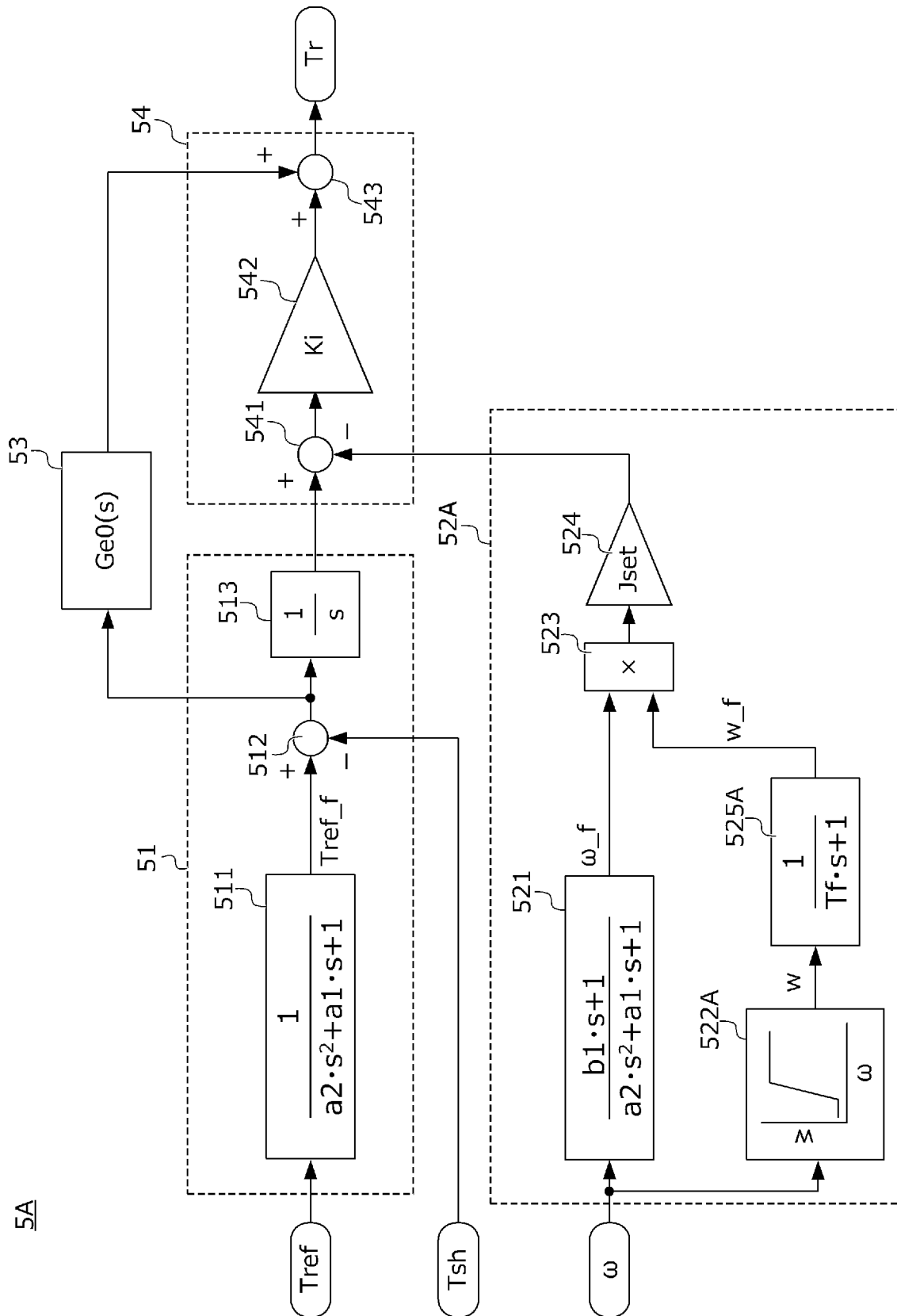
[図8]



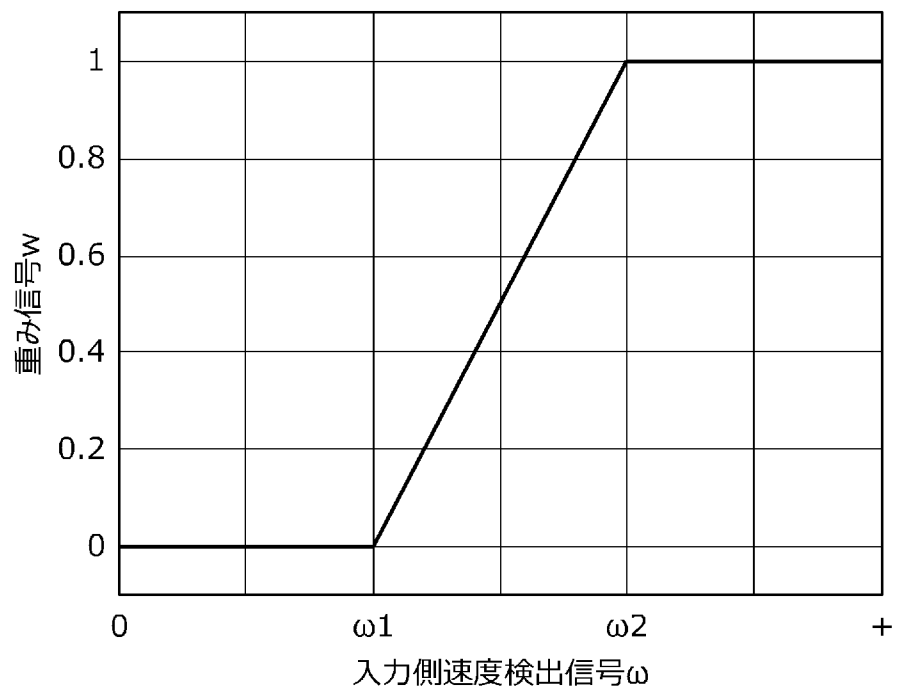
[図9]



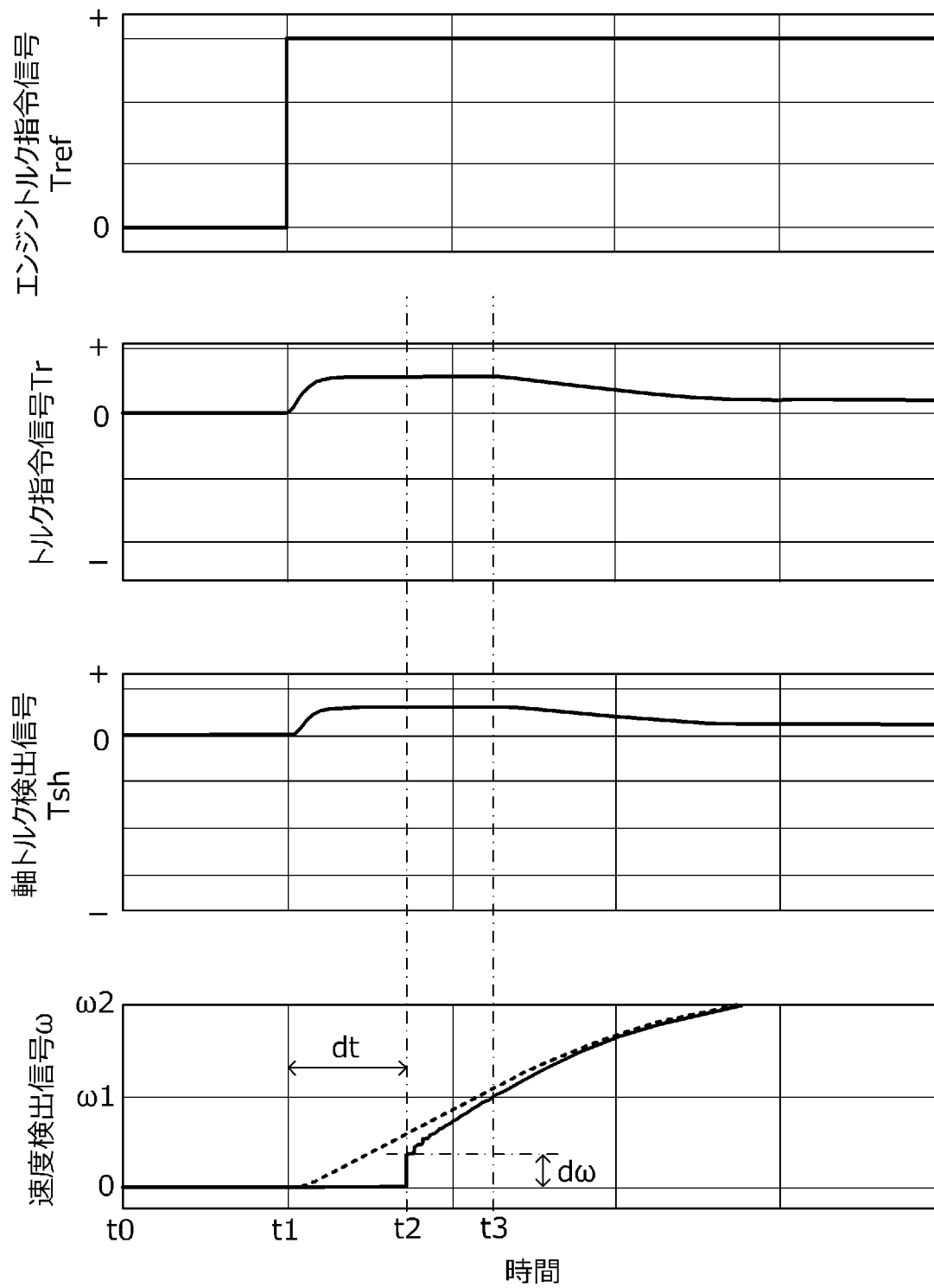
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048854

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 13/02 (2019.01) i

FI: G01M13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01M13/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6390774 B1 (MEIDENSHA CORPORATION) 19.09.2018 (2018-09-19) paragraphs [0017]-[0058], fig. 1-9	1-7
A	JP 2001-239947 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD.) 04.09.2001 (2001-09-04) paragraphs [0021]-[0026], fig. 3	1-7
A	JP 2014-128117 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 07.07.2014 (2014-07-07) paragraphs [0059]-[0068], fig. 6-7	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 January 2020 (24.01.2020)

Date of mailing of the international search report
04 February 2020 (04.02.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/048854

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 6390774 B1	19 Sep. 2018	(Family: none)	
JP 2001-239947 A	04 Sep. 2001	(Family: none)	
JP 2014-128117 A	07 Jul. 2014	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01M 13/02(2019.01)i FI: G01M13/02														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01M13/02 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 6390774 B1（株式会社明電舎）19.09.2018（2018 - 09 - 19） [0017]-[0058], [図1]-[図9]	1-7												
A	JP 2001-239947 A（豊田工機株式会社）04.09.2001（2001 - 09 - 04） [0021]-[0026], [図3]	1-7												
A	JP 2014-128117 A（住友重機械工業株式会社）07.07.2014（2014 - 07 - 07） [0059]-[0068], [図6]-[図7]	1-7												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 24.01.2020	国際調査報告の発送日 04.02.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 川瀬 正巳 2J 5260 電話番号 03-3581-1101 内線 3252													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/048854

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	6390774	B1	19.09.2018	(ファミリーなし)	
JP	2001-239947	A	04.09.2001	(ファミリーなし)	
JP	2014-128117	A	07.07.2014	(ファミリーなし)	