

(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12月24日(24.12.2020)



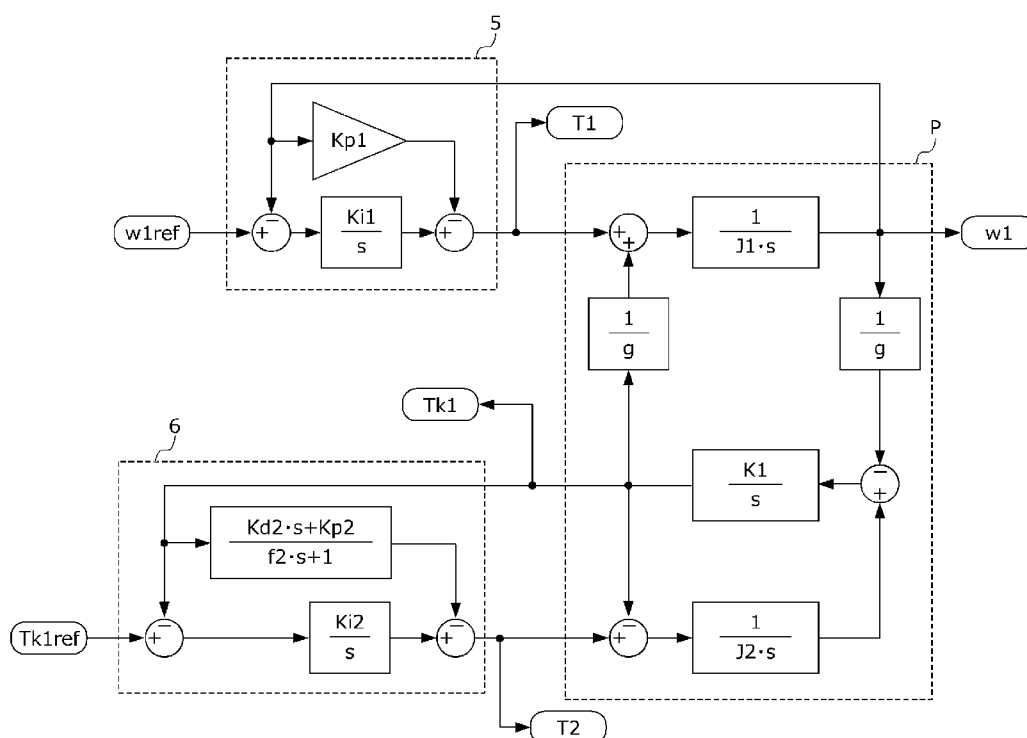
(10) 国際公開番号

WO 2020/255505 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 13/025 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011938
- (22) 国際出願日: 2020年3月18日(18.03.2020)
- (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 2019-113516 2019年6月19日(19.06.2019) 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: TESTING SYSTEM

(54) 発明の名称: 試験システム



(57) Abstract: This testing system is provided with: input side and output side dynamometers coupled to a test piece having a transmission ratio g that can be changed; an input side control device 5 for controlling the input side dynamometer to eliminate a deviation between a speed command signal $w1_{ref}$ and a speed detected signal $w1$; and an output side control device 6 for controlling the output side dynamometer to eliminate a deviation between a torque command signal $Tk1_{ref}$ and a torque detected signal $Tk1$. A control gain of the input side control device 5 is set such that the real part of a pole

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

of a speed control system closed loop transfer function ($w1/w1ref$) becomes greater toward the negative side than a value obtained by multiplying a resonant frequency by a negative sign, and a control gain of the output side control device 6 is set such that the real part of a pole of a shaft torque control system closed loop transfer function ($Tk1/Tk1ref$) becomes smaller toward the negative side than the real part of the pole of speed control system closed loop transfer function.

(57) 要約: 試験システムは、変速比 g を変更可能な供試体に連結された入力側及び出力側動力計と、速度指令信号 $w1ref$ と速度検出信号 $w1$ との偏差が無くなるように入力側動力計を制御する入力側制御装置 5 と、トルク指令信号 $Tk1ref$ とトルク検出信号 $Tk1$ との偏差が無くなるように入力側動力計を制御する出力側制御装置 6 と、を備える。入力側制御装置 5 の制御ゲインは、速度制御系閉ループ伝達関数 ($w1/w1ref$) の極の実部が、共振周波数に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定され、出力側制御装置 6 の制御ゲインは、軸トルク制御系閉ループ伝達関数 ($Tk1/Tk1ref$) の極の実部が速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部よりも負側へ小さくなるように設定されている。

明 細 書

発明の名称：試験システム

技術分野

[0001] 本発明は、試験システムに関する。より詳しくは、例えば車両のドライブトレインのように共振周波数が変化し得る供試体の入力軸及び出力軸それぞれに連結された動力計を備える試験システムに関する。

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）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 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

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで例えば、供試体であるドライブトレインの入力軸及び出力軸それぞれに動力計を連結し、これら動力計を用いることによって入力軸及び出力軸をそれぞれ速度制御及びトルク制御する場合を検討する。ドライブトレインの試験システムは、入力軸と出力軸との間に設置される供試体の変速比が変

化することによって、共振周波数も最低周波数と最高周波数との間で変化する。このような共振周波数の変化に対応するため、従来の技術では、入力軸側に対しては最低周波数よりも低い制御応答の下で速度制御を行い、出力軸側に対しては軸トルクをフィードバックしないトルク制御を行っていた。しかしながらこの場合、後に図4及び図5を参照して説明するように変速比の変化に伴って制御応答も変化する。

[0005] 本発明は、供試体の入力軸及び出力軸の何れか一方を速度制御し何れか他方をトルク制御する試験システムにおいて、供試体の変速比が変化しても大きく制御応答を変化させることなく速度制御及びトルク制御を行うことができる試験システム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

[0006] (1) 本発明に係る試験システム（例えば、後述の試験システム）は、入力と出力との変速比（例えば、後述の変速比 g ）を変更可能な供試体（例えば、後述の供試体 W ）の入力軸（例えば、後述の入力軸 $W1$ ）及び出力軸（例えば、後述の出力軸 $W0$ ）それぞれに連結された動力計（例えば、後述の入力側動力計11及び出力側動力計12）と、前記入力軸及び前記出力軸の何れか一方の軸（例えば、後述の入力軸 $W1$ ）の速度に応じた速度検出信号（例えば、後述の入力側角速度検出信号 $w1$ ）を生成する速度検出器（例えば、後述の入力側角速度センサ31）と、前記入力軸及び前記出力軸の何れか他方の軸（例えば、後述の出力軸 $W0$ ）のトルクに応じたトルク検出信号（例えば、後述の出力側軸トルク検出信号 $Tk1$ ）を生成するトルク検出器（例えば、後述の出力側軸トルクセンサ42）と、前記速度に対する指令に応じた速度指令信号（例えば、後述の入力側角速度指令信号 $w1ref$ ）と前記速度検出信号との偏差が無くなるように前記一方の軸に連結された動力計（例えば、後述の入力側動力計11）を制御する速度制御装置（例えば、後述の入力側制御装置5）と、前記トルクに対する指令に応じたトルク指令信号（例えば、後述の出力側軸トルク指令信号 $Tk1ref$ ）と前記トルク検出信号との偏差が無くなるように前記他方の軸に連結された動力計（例え

ば、後述の出力側動力計 12) を制御するトルク制御装置（例えば、後述の出力側制御装置 6）と、を備える。前記速度制御装置の制御ゲイン（例えば、後述の制御ゲイン（ K_{p1} , K_{i1} ））は、前記速度指令信号から前記速度検出信号までの速度制御系閉ループ伝達関数の極（例えば、後述の極 P_s ）の実部が、前記供試体を含む制御対象の共振周波数（例えば、後述の共振周波数 w_r ）に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定され、前記トルク制御装置の制御ゲイン（例えば、後述の制御ゲイン（ K_{p2} , K_{d2} , f_2 , K_{i2} ））は、前記トルク指令信号から前記トルク検出信号までのトルク制御系閉ループ伝達関数の極（例えば、後述の極 P_t ）の実部が前記速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部よりも負側へ小さくなるように設定されていることを特徴とする。

[0007] （２）この場合、前記トルク制御装置の制御ゲインは、前記トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、前記制御対象の共振周波数に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定されていることが好ましい。

[0008] （３）この場合、前記制御対象の共振周波数は、前記変速比が変化することによって最低周波数（例えば、後述の最低共振周波数 w_{r_min} ）と最高周波数（例えば、後述の最高共振周波数 w_{r_max} ）との間で変化し、前記速度制御装置の制御ゲインは、前記速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、前記最高周波数に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定され、前記トルク制御装置の制御ゲインは、前記トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、前記最低周波数に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定されていることが好ましい。

[0009] （４）この場合、前記速度制御装置の制御ゲインは、前記速度制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が 0 となるように設定され、前記トルク制御装置の制御ゲインは、前記トルク制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が 0 となるように設定されていることが好ましい。

発明の効果

[0010] （１）本発明に係る試験システムにおいて、速度制御装置は、速度指令信

号と速度検出信号との偏差が無くなるように、供試体の入力軸及び出力軸の何れか一方の軸（以下では、「速度制御側の軸」ともいう）に連結された動力計を制御し、トルク制御装置は、トルク指令信号とトルク検出信号との偏差が無くなるように、何れか他方の軸（以下では、「トルク制御側の軸」ともいう）に連結された動力計を制御する。また本発明では、速度制御装置の制御ゲインを、速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、供試体及びその入出力軸に連結された動力計等を含む制御対象の共振周波数に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定する。換言すれば、速度制御側の軸の制御応答が共振周波数よりも高くなるように速度制御装置の制御ゲインを設定する。これにより、トルク制御側の軸からみた速度制御側の軸のみかけの慣性を大きくすることができる。また本発明では、トルク制御装置の制御ゲインを、トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部よりも負側へ小さくなるように設定する。換言すれば、トルク制御側の軸の制御応答が速度制御側の軸の制御応答よりも低くなるようにトルク制御装置の制御ゲインを設定する。これによりトルク制御装置では、制御対象の共振周波数の変化に対してロバストなトルクフィードバック制御を行うことができる。これにより、供試体の変速比の変化に伴って共振周波数が変化した場合であっても、大きく制御応答を変化させることなく入出力軸の速度制御及びトルク制御を行うことができる。

[0011] （２）本発明に係る試験システムでは、トルク制御装置の制御ゲインを、トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、制御対象の共振周波数に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定する。これによりトルク制御装置によるトルク制御のロバスト性をさらに向上できるので、制御対象の共振周波数の変化に伴う制御応答の変化をさらに抑制できる。

[0012] （３）本発明に係る試験システムでは、速度制御装置の制御ゲインを、速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、共振周波数の最高周波数に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定する。これにより、トルク制御側の軸からみた速度制御側の軸のみかけの慣性をさらに大きくできる。また

本発明では、トルク制御装置の制御ゲインを、トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、共振周波数の最低周波数に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定する。これによりトルク制御装置によるトルク制御のロバスト性をさらに向上できるので、制御対象の共振周波数の変化に伴う制御応答の変化をさらに抑制できる。

- [0013] (4) 後に図4及び図5を参照して説明するように、従来の技術では、速度指令信号やトルク指令信号を変化させると、速度検出信号やトルク検出信号が振動的な挙動を示す場合がある。これに対し本発明に係る試験システムでは、速度制御装置の制御ゲインを、速度制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が0となるように設定し、トルク制御装置の制御ゲインを、トルク制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が0となるように設定する。これにより、速度検出信号やトルク検出信号の振動的な挙動を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の一実施形態に係る試験システムの構成を示す図である。
- [図2]入力側制御装置及び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]速度制御系閉ループ伝達関数及び軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極の位置を示す図である。
- [図4]従来の試験システムによる制御例を示すタイムチャートである ($g = g_{\min}$ の場合)。
- [図5]従来の試験システムによる制御例を示すタイムチャートである ($g = g_{\max}$ の場合)。
- [図6]本実施形態の試験システムによる制御例を示すタイムチャートである ($g = g_{\min}$ の場合)。
- [図7]本実施形態の試験システムによる制御例を示すタイムチャートである ($g = g_{\max}$ の場合)。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する

。

図 1 は、本実施形態に係る試験システム S の構成を示す図である。試験システム S は、入力と出力の変速比を変更可能な供試体 W の性能を評価するものである。以下では、供試体 W として、入力軸 W I と、出力軸 W O と、入力軸 W I に入力される駆動力を設定された変速比の下で変速して出力軸 W O に伝達する変速機構と、を備える車両用のドライブトレインとした場合について説明する。すなわち試験システム S は、車両用のドライブトレインの性能を評価する所謂ドライブトレインベンチシステムと呼称されるものである。また以下では、所謂後輪駆動（F R）車両に搭載される 2 軸のドライブトレインを供試体 W とした場合について説明するが、本発明はこれに限らない。より具体的には、例えば 1 本の入力軸と、2 本の出力軸と、入力軸に入力される駆動力を設定された変速比の下で変速して 2 本の出力軸に伝達する変速機構と、を備える所謂前輪駆動（F F）車両に搭載される 3 軸のドライブトレインを供試体としてもよい。

[0016] 試験システム S は、変速比を変更可能な供試体 W と、入力軸 W I と同軸に連結された入力側動力計 1 1 と、出力軸 W O と同軸に連結された出力側動力計 1 2 と、入力側トルク電流指令信号に応じて入力側動力計 1 1 に電力を供給する入力側インバータ 2 1 と、出力側トルク電流指令信号に応じて出力側動力計 1 2 に電力を供給する出力側インバータ 2 2 と、入力軸 W I の角速度を検出する入力側角速度センサ 3 1 と、出力軸 W O の角速度を検出する出力側角速度センサ 3 2 と、入力軸 W I における軸トルクを検出する入力側軸トルクセンサ 4 1 と、出力軸 W O における軸トルクを検出する出力側軸トルクセンサ 4 2 と、入力側トルク電流指令信号を生成しこれを入力側インバータ 2 1 へ入力する入力側制御装置 5 と、出力側トルク電流指令信号を生成しこれを出力側インバータ 2 2 へ入力する出力側制御装置 6 と、を備える。

[0017] 入力側角速度センサ 3 1 は、入力軸 W I とほぼ同じ速度で回転する入力側動力計 1 1 の軸の入力側角速度に応じた入力側角速度検出信号を発生し、これを入力側制御装置 5 へ入力する。出力側角速度センサ 3 2 は、出力軸 W O

とほぼ同じ速度で回転する出力側動力計 1 2 の軸の出力側角速度に応じた出力側角速度検出信号を発生し、これを出力側制御装置 6 へ入力する。

[0018] 入力側軸トルクセンサ 4 1 は、入力軸 W 1 に作用する入力側軸トルクを、例えば軸のねじれ方向の歪み量から検出し、この入力側軸トルクに応じた入力側軸トルク検出信号を発生し、これを入力側制御装置 5 へ入力する。出力側軸トルクセンサ 4 2 は、出力軸 W 0 に作用する出力側軸トルクを、例えば軸のねじれ方向の歪み量から検出し、この出力側軸トルクに応じた出力側軸トルク検出信号を発生し、これを出力側制御装置 6 へ入力する。

[0019] 入力側制御装置 5 は、入力側角速度検出信号及び入力側軸トルク検出信号を用いた所定のフィードバック制御則に基づいて入力側トルク電流指令信号を生成し、入力側インバータ 2 1 へ入力する。より具体的には、入力側制御装置 5 は、入力軸 W 1 の入力側角速度に対する指令に応じた入力側角速度指令信号と入力側角速度検出信号との偏差が無くなるように、1 つ以上の制御ゲインによって特徴付けられるフィードバック制御則に基づいて入力側トルク電流指令信号を生成し、これを入力側インバータ 2 1 へ入力する速度制御機能を備える。

[0020] 出力側制御装置 6 は、出力側角速度検出信号及び出力側軸トルク検出信号を用いた所定のフィードバック制御則に基づいて出力側トルク電流指令信号を生成し、出力側インバータ 2 2 へ入力する。より具体的には、出力側制御装置 6 は、出力軸 W 0 の出力側軸トルクに対する指令に応じた出力側軸トルク指令信号と出力側軸トルク検出信号との偏差が無くなるように、1 つ以上の制御ゲインによって特徴付けられるフィードバック制御則に基づいて出力側トルク電流指令信号を生成し、これを出力側インバータ 2 2 へ入力する軸トルク制御機能を備える。

[0021] 以上のように本実施形態では、入力軸 W 1 については入力側制御装置 5 によって速度制御を行い、出力軸 W 0 については出力側制御装置 6 によって軸トルク制御を行う場合について説明するが、本発明はこれに限らない。例えば、入力軸 W 1 については入力側制御装置 5 によって入力側軸トルク指令信

号と入力側軸トルク検出信号との偏差が無くなるように入力側トルク電流指令信号を生成する軸トルク制御を行い、出力軸WOについては出力側制御装置6によって出力側角速度指令信号と出力側角速度検出信号との偏差が無くなるように出力側トルク電流指令信号を生成する速度制御を行ってもよい。

[0022] 図2は、入力側制御装置5及び出力側制御装置6の制御回路及び制御対象Pの構成を示すブロック図である。

[0023] 図2において、符号“ s ”はラプラス演算子である。また符号“ J_1 ”は入力側動力計11の慣性モーメントであり、符号“ J_2 ”は出力側動力計12の慣性モーメントであり、それぞれ既知である。また符号“ g ”は、供試体Wの変速比である。また符号“ K_1 ”は、供試体Wの出力軸WOのねじり剛性であり、既知である。また符号“ T_1 ”は、入力側動力計11のトルクであり、入力側制御装置5によって生成される入力側トルク電流指令信号に相当し、符号“ T_2 ”は、出力側動力計12のトルクであり、出力側制御装置6によって生成される出力側トルク電流指令信号に相当する。また符号“ w_1 ”は、供試体Wの入力軸WIの角速度であり、入力側角速度センサ31によって検出される入力側角速度検出信号に相当する。また符号“ T_{k1} ”は、供試体Wの出力軸WOに作用する出力側軸トルクに相当し、出力側軸トルクセンサ42によって検出される出力側軸トルク検出信号に相当する。また符号“ w_{1ref} ”は、入力側角速度検出信号 w_1 に対する目標であり、速度制御を行う入力側制御装置5に入力する入力側角速度指令信号に相当する。また符号“ T_{k1ref} ”は、出力側軸トルク検出信号 T_{k1} に対する目標であり、軸トルク制御を行う出力側制御装置6に入力する出力側軸トルク指令信号に相当する。

[0024] 上述のように供試体W、入力軸WIに連結された入力側動力計11、及び出力軸WOに連結された出力側動力計12等を含む制御対象Pにおいて、供試体Wの変速比 g は最低変速比 g_{min} と最高変速比 g_{max} との間で変化し得る。このため、制御対象Pの共振周波数 w_r は、変速比 g を最低変速比 g_{min} と最高変速比 g_{max} との間で変化することによって、最

低共振周波数 w_{r_min} （下記式（1-1）参照）と最高共振周波数 w_{r_max} （下記式（1-2）参照）との間で変わり得る。

[数1]

$$w_{r\_min} = \sqrt{K1 \left(\frac{1}{J1 \cdot g_{max}^2} + \frac{1}{J2} \right)} \quad (1-1)$$

$$w_{r\_max} = \sqrt{K1 \left(\frac{1}{J1 \cdot g_{min}^2} + \frac{1}{J2} \right)} \quad (1-2)$$

[0025] ところで上述のように本発明は、2本の出力軸を備える3軸のドライブレインを供試体としてもよい。この場合、2本の出力軸の慣性モーメント、トルク、及びねじりトルクを合計値として扱うことにより、基本的には図2と同じ2軸の伝達関数モデルの下で入力側制御装置及び出力側制御装置の制御回路を構築できる。

[0026] 入力側制御装置5は、例えば図2に示すように、2つの制御ゲイン（ K_{p1} 、 K_{i1} ）によって特徴付けられるI-P制御則により、入力側角速度指令信号 $w1_{ref}$ と入力側角速度検出信号 $w1$ との偏差が無くなるように入力側トルク電流指令信号 $T1$ を生成し、入力側インバータ21へ入力する。

[0027] 出力側制御装置6は、例えば図2に示すように、4つの制御ゲイン（ K_{p2} 、 K_{d2} 、 $f2$ 、 K_{i2} ）によって特徴付けられるI-PD制御則により、出力側軸トルク指令信号 $Tk1_{ref}$ と出力側軸トルク検出信号 $Tk1$ との偏差が無くなるように出力側トルク電流指令信号 $T2$ を生成し、出力側インバータ22へ入力する。

[0028] 次に入力側制御装置5の制御ゲイン（ K_{p1} 、 K_{i1} ）の設定について説明する。

先ず、制御対象Pを慣性モーメント $J1$ の慣性体とみなすと、その運動方程式は下記式（2）によって近似的に表される。

[数2]

$$w1 = \frac{1}{J1 \cdot s} T1 \quad (2)$$

[0029] また制御対象Pの運動方程式を上記式(2)によって近似すると、入力側角速度指令信号 $w1_{ref}$ から入力側角速度検出信号 $w1$ までの速度制御系閉ループ伝達関数は、下記式(3)によって表される。

[数3]

$$\frac{w1}{w1_{ref}} = \frac{Ki1}{J1 \cdot s^2 + Kp1 \cdot s + Ki1} \quad (3)$$

[0030] 図3は、速度制御系閉ループ伝達関数の極 P_s 及び後述の軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極 P_t の位置を示す図である。図3に示すように、入力側制御装置5の制御ゲイン($Kp1$, $Ki1$)は、上記式(3)に示すような速度制御系閉ループ伝達関数の極 P_s の虚部が略0となり、かつ極 P_s の実部が共振周波数 w_r に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定される。より具体的には、速度制御系閉ループ伝達関数の極 P_s の実部を $-wc1$ と定義すると、極の実部 $-wc1$ は、最高共振周波数 w_{r_max} に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定される。なお以下では、下記式(4)に示すように、周波数パラメータ $wc1$ が最高共振周波数 w_{r_max} の2倍となるように、制御ゲイン($Kp1$, $Ki1$)を設定した場合について説明する。

[数4]

$$wc1 = 2 \times \sqrt{K1 \left(\frac{1}{J1 \cdot g_{min}^2} + \frac{1}{J2} \right)} \quad (4)$$

[0031] より具体的には、下記式(5-1)に示すように、上記式(3)に示す速度制御系閉ループ伝達関数の分母多項式(下記式(5-1)の左辺)が、周

波数パラメータ wc_1 と 2 つの係数 (c_1 , c_2) とを用いて得られる 2 次の特性多項式 (下記式 (5-1) の右辺) と等しくなるように制御ゲイン (Kp_1 , Ki_1) を設定する。これにより、制御ゲイン Kp_1 は、下記式 (5-2) によって表され、制御ゲイン Ki_1 は、下記式 (5-3) によって表される。

[数5]

$$\frac{J_1}{Ki_1} \cdot s^2 + \frac{Kp_1}{Ki_1} \cdot s + 1 = c_2 \cdot \left(\frac{s}{wc_1}\right)^2 + c_1 \cdot \frac{s}{wc_1} + 1 \quad (5-1)$$

$$Kp_1 = \left(\frac{c_2}{c_1}\right) \cdot J_1 \cdot wc_1 \quad (5-2)$$

$$Ki_1 = \left(\frac{1}{c_1}\right) \cdot J_1 \cdot wc_1^2 \quad (5-3)$$

[0032] なお上記式 (5-2) 及び (5-3) において、係数 (c_1 , c_2) は、例えば、上記式 (3) に示す速度制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が 0 となりかつ実部が $-wc_1$ となるような値に設定される。より具体的には、 $c_1 = 2$ 、 $c_2 = 1$ である。

[0033] 次に出力側制御装置 6 の制御ゲイン (Kp_2 , Kd_2 , f_2 , Ki_2) の設定について説明する。

先ず、供試体 W の変速比 g を 0 以外の値、例えば 1 とし、さらに慣性モーメント J_1 を無限大とすると、制御対象 P における出力側動力計 12 のトルク T_2 に対する出力側軸トルク検出信号 Tk_1 の伝達関数は、下記式 (6) によって表される。

[数6]

$$\frac{Tk_1}{T_2} = \frac{K_1}{J_2 \cdot s^2 + K_1} \quad (6)$$

[0034] また上記式 (6) に示す伝達関数と出力側制御装置 6 の制御回路とを組み合わせると、出力側軸トルク指令信号 $Tk_1 \text{ ref}$ から出力側軸トルク検出

信号 T_{k1} までの軸トルク制御系閉ループ伝達関数は、下記式（7）によって表される。

[数7]

$$\frac{T_{k1}}{T_{k1ref}} = \frac{K1 \cdot K_{i2} \cdot (1 + f2 \cdot s)}{K1 \cdot K_{i2} + K1(1 + f2 \cdot K_{i2} + Kp2)s + K1(f2 + Kd2)s^2 + J2 \cdot s^3 + f2 \cdot J2 \cdot s^4} \quad (7)$$

[0035] 図3に示すように、出力側制御装置6の制御ゲイン（ K_{p2} 、 K_{d2} 、 $f2$ 、 K_{i2} ）は、上記式（7）に示すような軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極 P_t の虚部が略0となり、極 P_t の実部が負値かつ速度制御系閉ループ伝達関数の極 P_s の実部よりも負側へ小さくなるように設定される。より具体的には、軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極 P_t の実部を $-w_{c2}$ と定義すると、極の実部 $-w_{c2}$ は、負値かつ共振周波数 w_r に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように、より好ましくは負値かつ最低共振周波数 w_{r_min} に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定される。なお以下では、下記式（8）に示すように、周波数パラメータ w_{c2} が最低共振周波数 w_{r_min} の $1/2$ 倍となるように、制御ゲイン（ K_{p2} 、 K_{d2} 、 $f2$ 、 K_{i2} ）を設定した場合について説明する。

[数8]

$$w_{c2} = \frac{1}{2} \times \sqrt{K1 \left(\frac{1}{J1 \cdot g_{max}^2} + \frac{1}{J2} \right)} \quad (8)$$

[0036] より具体的には、下記式（9-1）に示すように、上記式（7）に示す軸トルク制御系閉ループ伝達関数の分母多項式（下記式（9-1）の左辺）が、周波数パラメータ w_{c2} と4つの係数（ $p1$ 、 $p2$ 、 $p3$ 、 $p4$ ）とを用いて得られる4次の特性多項式（下記式（9-1）の右辺）と等しくなるように制御ゲイン（ K_{p2} 、 K_{d2} 、 $f2$ 、 K_{i2} ）を設定する。これにより

、制御ゲイン K_p2 は、下記式（9-2）によって表され、制御ゲイン K_d2 は、下記式（9-3）によって表され、制御ゲイン $f2$ は、下記式（9-4）によって表され、制御ゲイン K_i2 は、下記式（9-5）によって表される。

[数9]

$$1 + \frac{(1 + f2 \cdot Ki2 + Kp2)s}{Ki2} + \frac{(f2 + Kd2)s^2}{Ki2} + \frac{J2s^3}{K1 \cdot Ki2} + \frac{f2 \cdot J2s^4}{K1 \cdot Ki2} \\ = 1 + p1 \cdot \left(\frac{s}{wc2}\right) + p2 \cdot \left(\frac{s}{wc2}\right)^2 + p3 \cdot \left(\frac{s}{wc2}\right)^3 + p4 \cdot \left(\frac{s}{wc2}\right)^4 \quad (9-1)$$

$$Kp2 = \frac{-K1 \cdot p3^2 + J2 \cdot p1 \cdot p3 \cdot wc2^2 - J2 \cdot p4 \cdot wc2^2}{K1 \cdot p3^2} \quad (9-2)$$

$$Kd2 = \frac{-K1 \cdot p4 + J2 \cdot p2 \cdot wc2^2}{K1 \cdot p3 \cdot wc2} \quad (9-3)$$

$$f2 = \frac{p4}{p3 \cdot wc2} \quad (9-4)$$

$$Ki2 = \frac{J2 \cdot wc2^3}{K1 \cdot p3} \quad (9-5)$$

[0037] なお上記式（9-2）～（9-5）において、係数（ $p1$ 、 $p2$ 、 $p3$ 、 $p4$ ）は、例えば、上記式（7）に示す軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が0となりかつ実部が $-wc2$ となるような値に設定される。より具体的には、 $p1=4$ 、 $p2=6$ 、 $p3=4$ 、 $p4=1$ である。

[0038] 次に、上述のようにして制御ゲインが設定された入力側制御装置5及び出力側制御装置6を備える試験システムSの効果について、図4～図7を参照しながら説明する。

[0039] 図4及び図5は、従来の試験システムによる制御例を示すタイムチャートであり、図6及び図7は、本実施形態の試験システムSによる制御例を示すタイムチャートである。より具体的には、図4及び図6は、供試体Wの変速比 g を最低変速比 g_{min} とした場合の制御例を示し、図5及び図7は、供試体Wの変速比 g を最高変速比 g_{max} とした場合の制御例を示す。

- [0040] ここで従来の試験システムとは、入力軸 W_I に対しては最低共振周波数 w_{r_min} より低い制御応答（すなわち、上記周波数パラメータ w_{c1} ）の下で速度制御を行い、出力軸 W_O に対しては出力側軸トルク検出信号 T_{k1} をフィードバックせずに軸トルク制御を行うもの、すなわち出力側軸トルク指令信号 T_{k1ref} =出力側トルク電流指令信号 T_2 とするものをいう。
- [0041] また図4～図7において、最上段は入力側トルク電流指令信号 T_1 の時間変化を示し、上から2段目は出力側トルク電流指令信号 T_2 の時間変化を示し、上から3段目は入力側角速度検出信号 w_1 （実線）及び入力側角速度指令信号 w_{1ref} （破線）を示し、最下段は出力側軸トルク検出信号 T_{k1} （実線）及び出力側軸トルク指令信号 T_{k1ref} （破線）を示す。また図4～図7では、時刻 t_1 において入力側角速度指令信号 w_{1ref} をステップ状に変化させ、その後時刻 t_2 において出力側軸トルク指令信号 T_{k1ref} をステップ状に変化させた場合を示す。
- [0042] 図4に示すように、従来の試験システムでは、入力軸 W_I 側の速度制御応答を最低共振周波数 w_{r_min} より低く設定しているため、変速比 g を最低変速比 g_{min} とした場合、入力側角速度指令信号 w_{1ref} や出力側軸トルク指令信号 T_{k1ref} を変化させると、入力側角速度検出信号 w_1 及び出力側軸トルク検出信号 T_{k1} は振動的な応答を示し、また入力側角速度検出信号 w_1 及び出力側軸トルク検出信号 T_{k1} が各々の指令値に収束するまでに時間がかかる。
- [0043] 図5に示すように、変速比 g を最高変速比 g_{max} とした場合、入力側角速度指令信号 w_{1ref} や出力側軸トルク指令信号 T_{k1ref} が変化すると、入力側角速度検出信号 w_1 及び出力側軸トルク検出信号 T_{k1} は振動的な応答を示す。また図4と図5を比較すると明らかなように、変速比 g を変化させると、入力側角速度検出信号 w_1 及び出力側軸トルク検出信号 T_{k1} が各々の指令値に収束するまでにかかる時間、すなわち制御応答が変化する。
- [0044] 図6及び図7に示すように、本実施形態の試験システムSでは、周波数パ

ラメータ w_{c1} を最高共振周波数 w_{r_max} より高く設定し（上記式（4）参照）、入力軸 W_I の速度制御応答を従来の試験システムよりも早くなるように設定している。このため、図6及び図7と図4及び図5とを比較して明らかなように、本実施形態の試験システム S によれば、入力側角速度検出信号 w_{1_ref} 及び出力側軸トルク検出信号 T_{k1_ref} を変化させときにおける入力側角速度検出信号 w_1 及び出力側軸トルク検出信号 T_{k1} の振動的な応答を抑制でき、かつ速やかに各々の指令値に収束させることができる。

[0045] また図6と図7とを比較して明らかなように、本実施形態の試験システム S によれば、変速比 g を変化させた場合であっても、入力側角速度検出信号 w_1 及び出力側軸トルク検出信号 T_{k1} が各々の指令値に収束するまでにかかる時間はほとんど変化せず、すなわち制御応答が変化することもない。

[0046] 本実施形態の試験システム S によれば、以下の効果を奏する。

（1）入力側制御装置5は、入力側角速度指令信号 w_{1_ref} と入力側角速度検出信号 w_1 との偏差が無くなるように、供試体 W の入力軸 W_I に連結された入力側動力計11を制御し、出力側制御装置6は、出力側軸トルク指令信号 T_{k1_ref} と出力側軸トルク検出信号 T_{k1} との偏差が無くなるように、供試体 W の出力軸 W_O に連結された出力側動力計12を制御する。また試験システム S では、入力側制御装置5の制御ゲイン（ K_{p1} , K_{i1} ）を、速度制御系閉ループ伝達関数の極 P_s の実部が制御対象 P の共振周波数 w_r に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定する。換言すれば、速度制御を行う入力軸 W_I の制御応答が共振周波数 w_r よりも高くなるように入力側制御装置5の制御ゲイン（ K_{p1} , K_{i1} ）を設定する。これにより、軸トルク制御を行う出力軸 W_O からみた入力軸 W_I のみかけの慣性を大きくすることができる。また試験システム S では、出力側制御装置6の制御ゲイン（ K_{p2} , K_{d2} , f_2 , K_{i2} ）を、軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極 P_t の実部が、速度制御系閉ループ伝達関数の極 P_s の実部よりも負側へ小さくなるように設定する。換言すれば、軸トルク制御側の出力軸

WOの制御応答が速度制御側の入力軸W Iの制御応答よりも低くなるように出力側制御装置6の制御ゲイン(K_{p2} , K_{d2} , f_2 , K_{i2})を設定する。これにより出力側制御装置6では、制御対象Pの共振周波数 w_r の変化に対してロバストなトルクフィードバック制御を行うことができる。これにより、供試体Wの変速比 g の変化に伴って共振周波数 w_r が変化した場合であっても、大きく制御応答を変化させることなく入力軸W Iの速度制御及び出力軸WOの軸トルク制御を行うことができる。

[0047] (2) 試験システムSでは、出力側制御装置6の制御ゲイン(K_{p2} , K_{d2} , f_2 , K_{i2})を、軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極 P_t の実部が、制御対象Pの共振周波数 w_r に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定する。これにより出力側制御装置6による軸トルク制御のロバスト性をさらに向上できるので、制御対象Pの共振周波数 w_r の変化に伴う制御応答の変化をさらに抑制できる。

[0048] (3) 試験システムSでは、入力側制御装置5の制御ゲイン(K_{p1} , K_{i1})を、速度制御系閉ループ伝達関数の極 P_s の実部が、最高共振周波数 w_{r_max} に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定する。これにより、軸トルク制御側の出力軸WOからみた速度制御側の入力軸W Iのみかけの慣性をさらに大きくできる。また試験システムSでは、出力側制御装置6の制御ゲイン(K_{p2} , K_{d2} , f_2 , K_{i2})を、軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極 P_t の実部が、最低共振周波数 w_{r_min} に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定する。これにより出力側制御装置6による軸トルク制御のロバスト性をさらに向上できるので、制御対象Pの共振周波数 w_r の変化に伴う制御応答の変化をさらに抑制できる。

[0049] (4) 図4及び図5を参照して説明したように、従来の試験システムでは、入力側角速度指令信号 w_{1ref} や出力側軸トルク指令信号 T_{k1ref} を変化させると、入力側角速度検出信号 w_1 や出力側軸トルク検出信号 T_{k1} が振動的な挙動を示す場合がある。これに対し試験システムSでは、入力側制御装置5の制御ゲイン(K_{p1} , K_{i1})を、速度制御系閉ループ伝達

関数の極の虚部が0となるように設定し、出力側制御装置6の制御ゲイン (K_{p2} , K_{d2} , f_2 , K_{i2}) を、軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極 P_t の虚部が0となるように設定する。これにより、入力側角速度検出信号 w_1 や出力側軸トルク検出信号 T_k1 の振動的な挙動を抑制することができる。

[0050] 以上、本発明の一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。

[0051] 上記実施形態では、入力軸 W_I については入力側制御装置5によって速度制御を行い、出力軸 W_O については出力側制御装置6によって軸トルク制御を行う場合について説明したが、本発明はこれに限らない。上述のように入力軸 W_I については入力側制御装置によって軸トルク制御を行い、出力軸 W_O については出力側制御装置によって速度制御を行ってもよい。この場合、速度制御を行う出力側制御装置の制御ゲインは、速度指令信号から速度検出信号までの速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、制御対象 P の共振周波数 w_r (より好ましくは最高共振周波数 w_{r_max}) に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定することが好ましい。また軸トルク制御を行う入力側制御装置の制御ゲインは、軸トルク指令信号から軸トルク検出信号までの軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部よりも負側へ小さくなるように設定することが好ましい。より好ましくは、入力側制御装置の制御ゲインは、軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、制御対象の共振周波数 w_r (より好ましくは最低共振周波数 w_{r_min}) に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定することが好ましい。またこの場合、入力側制御装置の制御ゲインは、速度制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が0となり、かつ出力側制御装置の制御ゲインは、軸トルク制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が0となるように設定することが好ましい。

符号の説明

[0052] S…試験システム

W…供試体

W I …入力軸

W O …出力軸

1 1 …入力側動力計（動力計）

1 2 …出力側動力計（動力計）

3 1 …入力側角速度センサ（速度検出器）

3 2 …出力側角速度センサ（速度検出器）

4 1 …入力側軸トルクセンサ（軸トルク検出器）

4 2 …出力側軸トルクセンサ（軸トルク検出器）

5 …入力側制御装置（速度制御装置）

6 …出力側制御装置（トルク制御装置）

w 1 …入力側角速度検出信号（速度検出信号）

w 1 r e f …入力側角速度指令信号（速度指令信号）

T k 1 …出力側軸トルク検出信号（トルク検出信号）

T k 1 r e f …出力側軸トルク指令信号（トルク指令信号）

K p 1, K i 1 …制御ゲイン（速度制御装置の制御ゲイン）

K p 2, K d 2, f 2, K i 2 …制御ゲイン（トルク制御装置の制御ゲイン）

w r …共振周波数

w r _ m i n …最低共振周波数（最低周波数）

w r _ m a x …最高共振周波数（最高周波数）

請求の範囲

- [請求項1] 入力と出力との変速比を変更可能な供試体の入力軸及び出力軸それぞれに連結された動力計と、
- 前記入力軸及び前記出力軸の何れか一方の軸の速度に応じた速度検出信号を生成する速度検出器と、
- 前記入力軸及び前記出力軸の何れか他方の軸のトルクに応じたトルク検出信号を生成するトルク検出器と、
- 前記速度に対する指令に応じた速度指令信号と前記速度検出信号との偏差が無くなるように前記一方の軸に連結された動力計を制御する速度制御装置と、
- 前記トルクに対する指令に応じたトルク指令信号と前記トルク検出信号との偏差が無くなるように前記他方の軸に連結された動力計を制御するトルク制御装置と、を備える試験システムであって、
- 前記速度制御装置の制御ゲインは、前記速度指令信号から前記速度検出信号までの速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、前記供試体を含む制御対象の共振周波数に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定され、
- 前記トルク制御装置の制御ゲインは、前記トルク指令信号から前記トルク検出信号までのトルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が前記速度制御系閉ループ伝達関数の極の実部よりも負側へ小さくなるように設定されていることを特徴とする試験システム。
- [請求項2] 前記トルク制御装置の制御ゲインは、前記トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、前記制御対象の共振周波数に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定されていることを特徴とする請求項1に記載の試験システム。
- [請求項3] 前記制御対象の共振周波数は、前記変速比が変化することによって最低周波数と最高周波数との間で変化し、
- 前記速度制御装置の制御ゲインは、前記速度制御系閉ループ伝達関

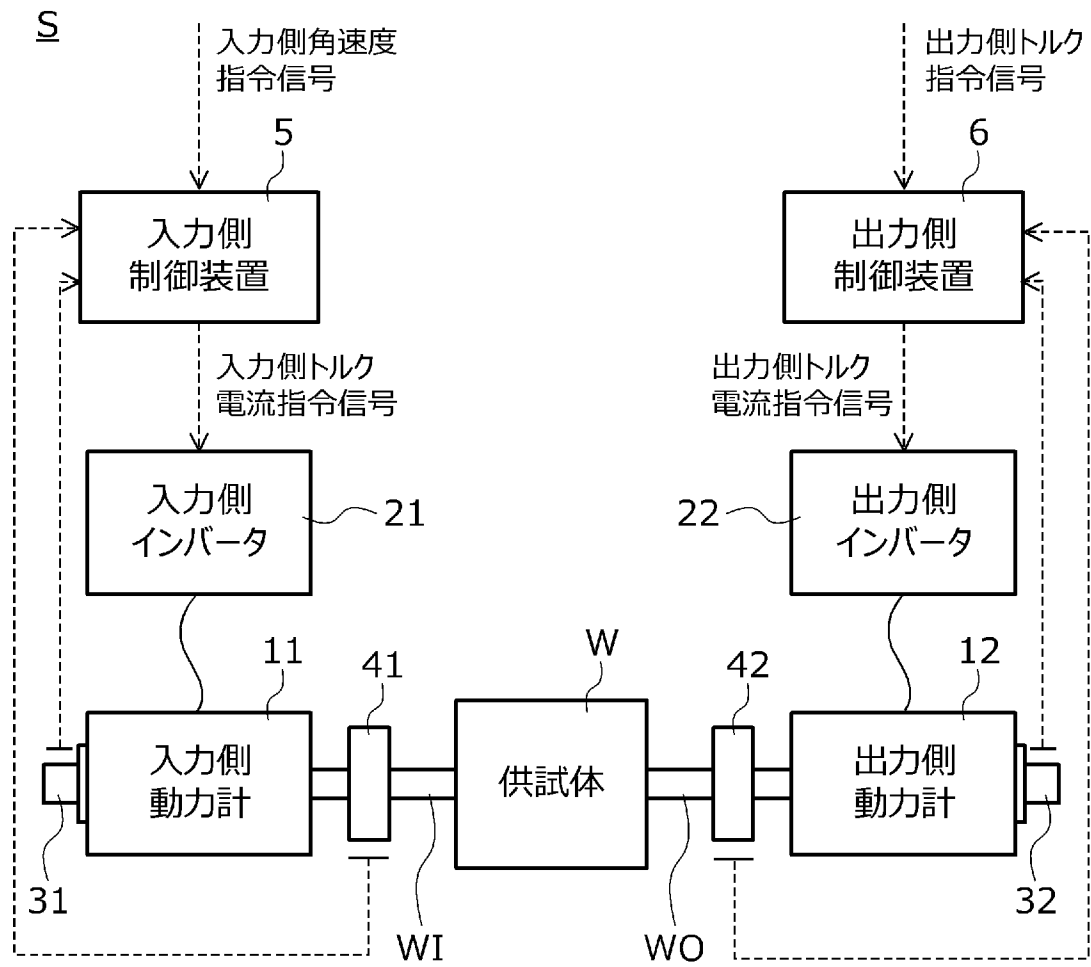
数の極の実部が、前記最高周波数に負号を乗じた値よりも負側へ大きくなるように設定され、

前記トルク制御装置の制御ゲインは、前記トルク制御系閉ループ伝達関数の極の実部が、前記最低周波数に負号を乗じた値よりも負側へ小さくなるように設定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の試験システム。

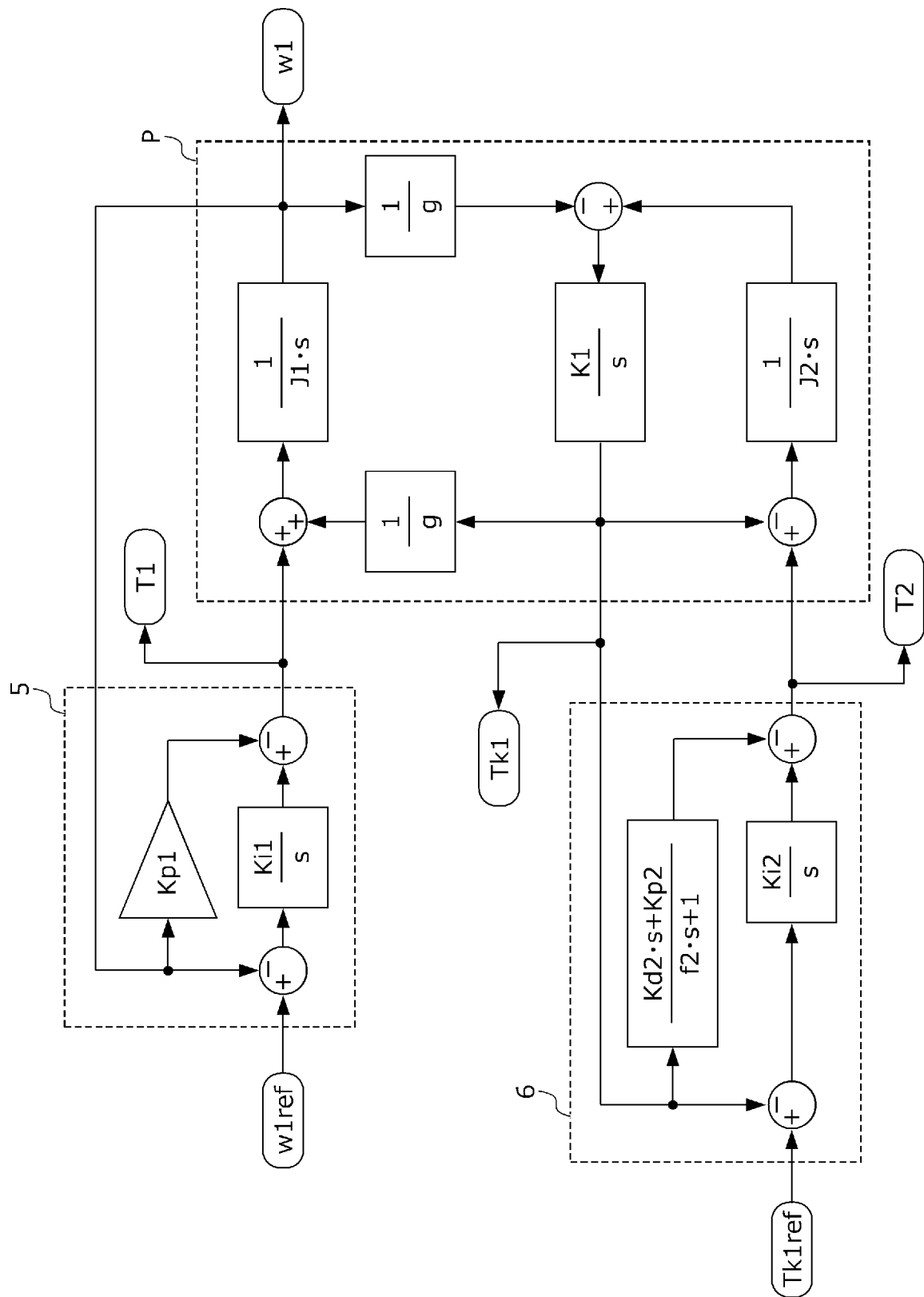
[請求項4]

前記速度制御装置の制御ゲインは、前記速度制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が 0 となるように設定され、

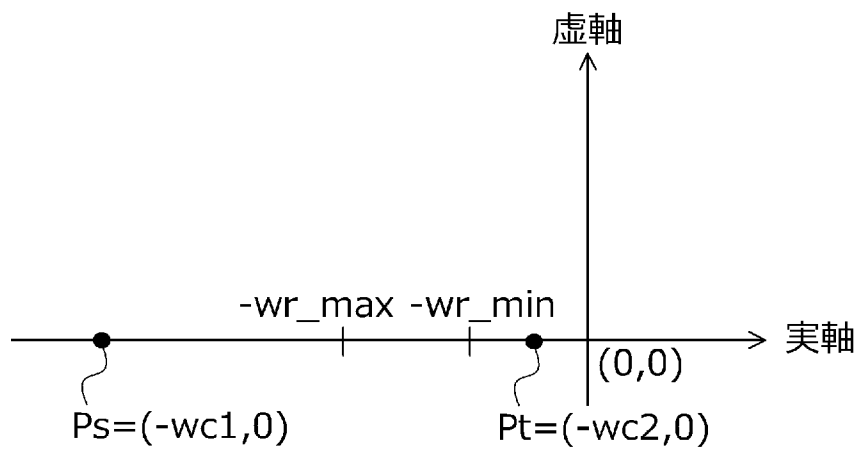
前記トルク制御装置の制御ゲインは、前記トルク制御系閉ループ伝達関数の極の虚部が 0 となるように設定されていることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の試験システム。



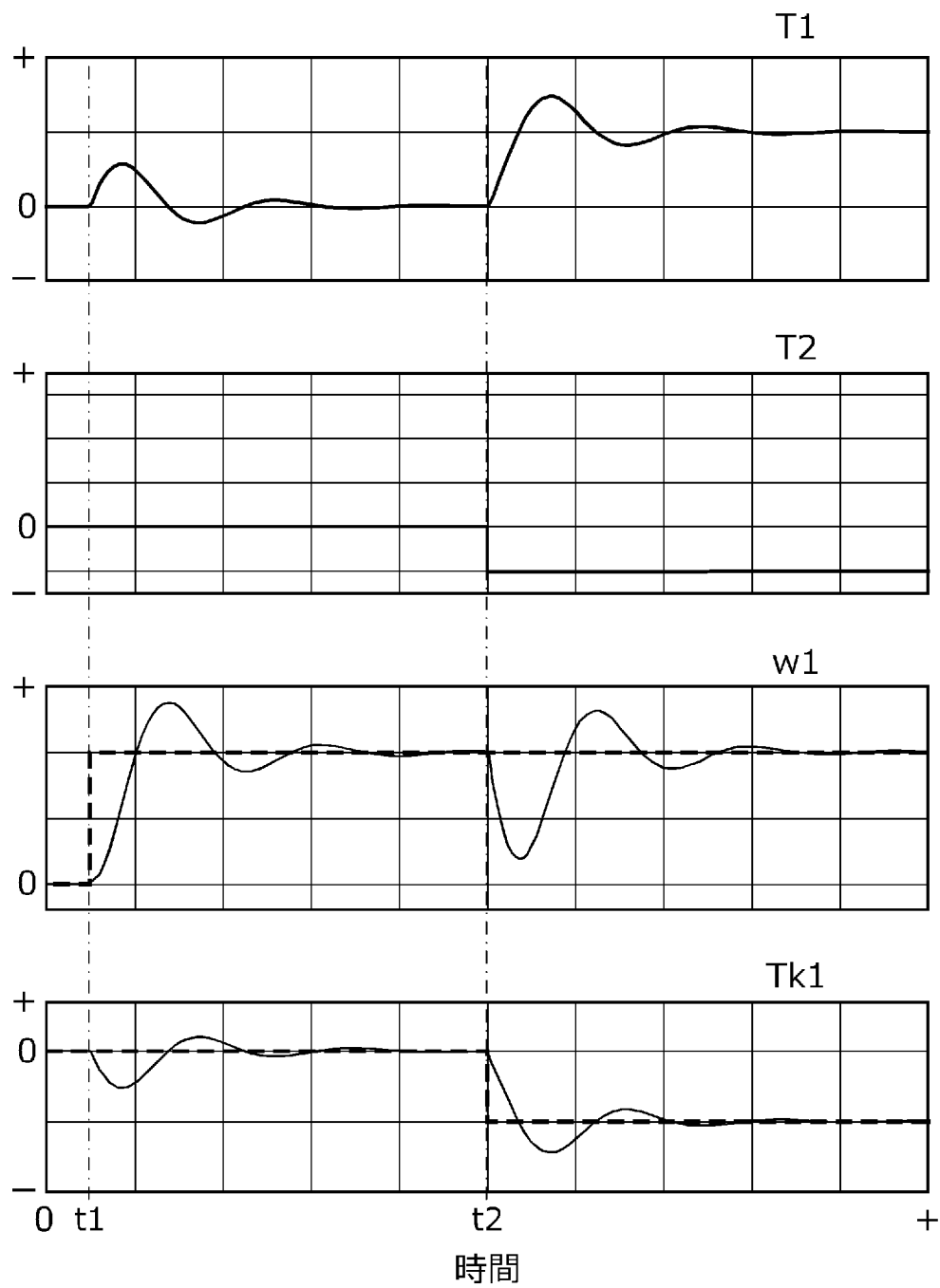
[図2]



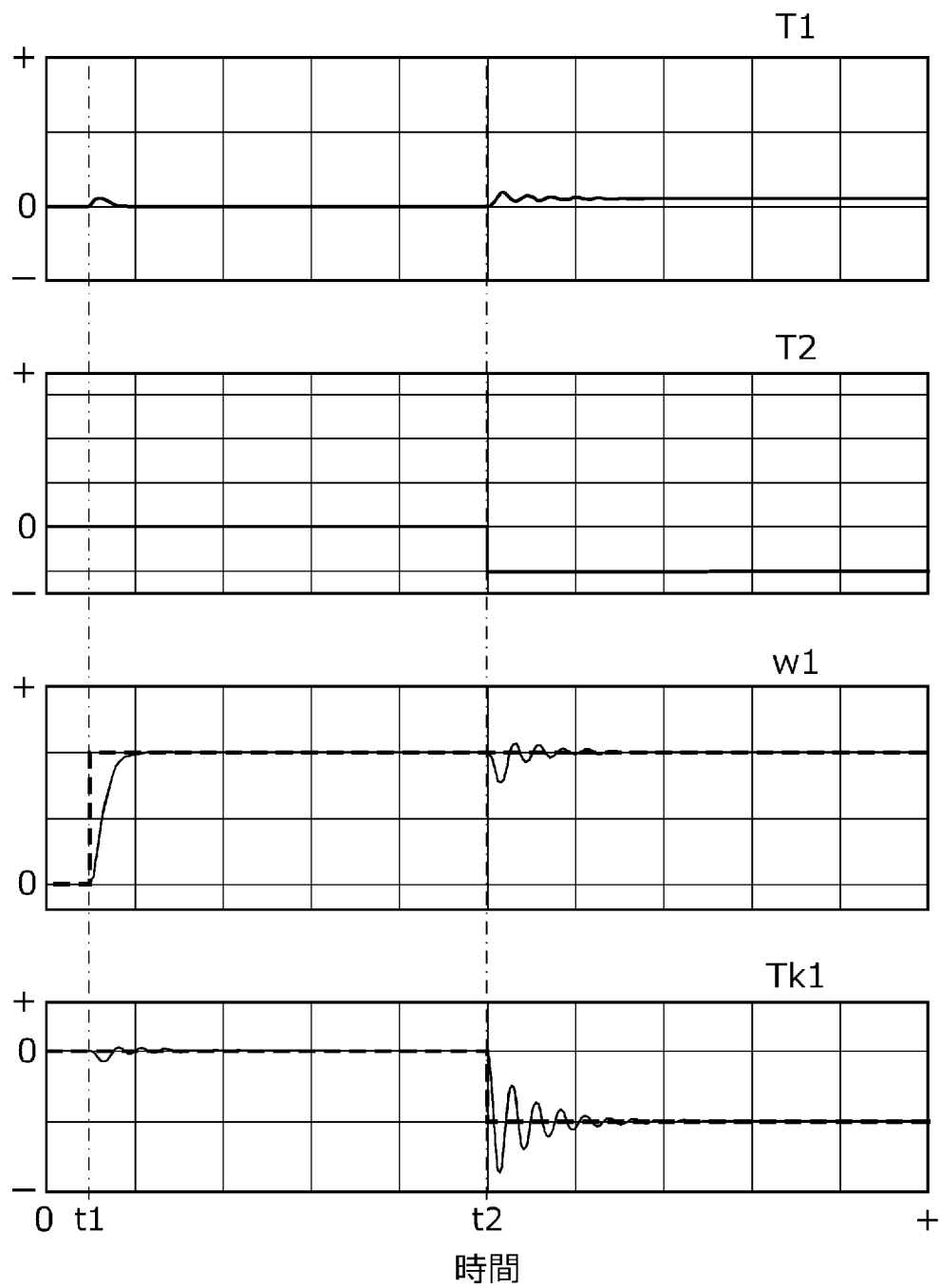
[図3]



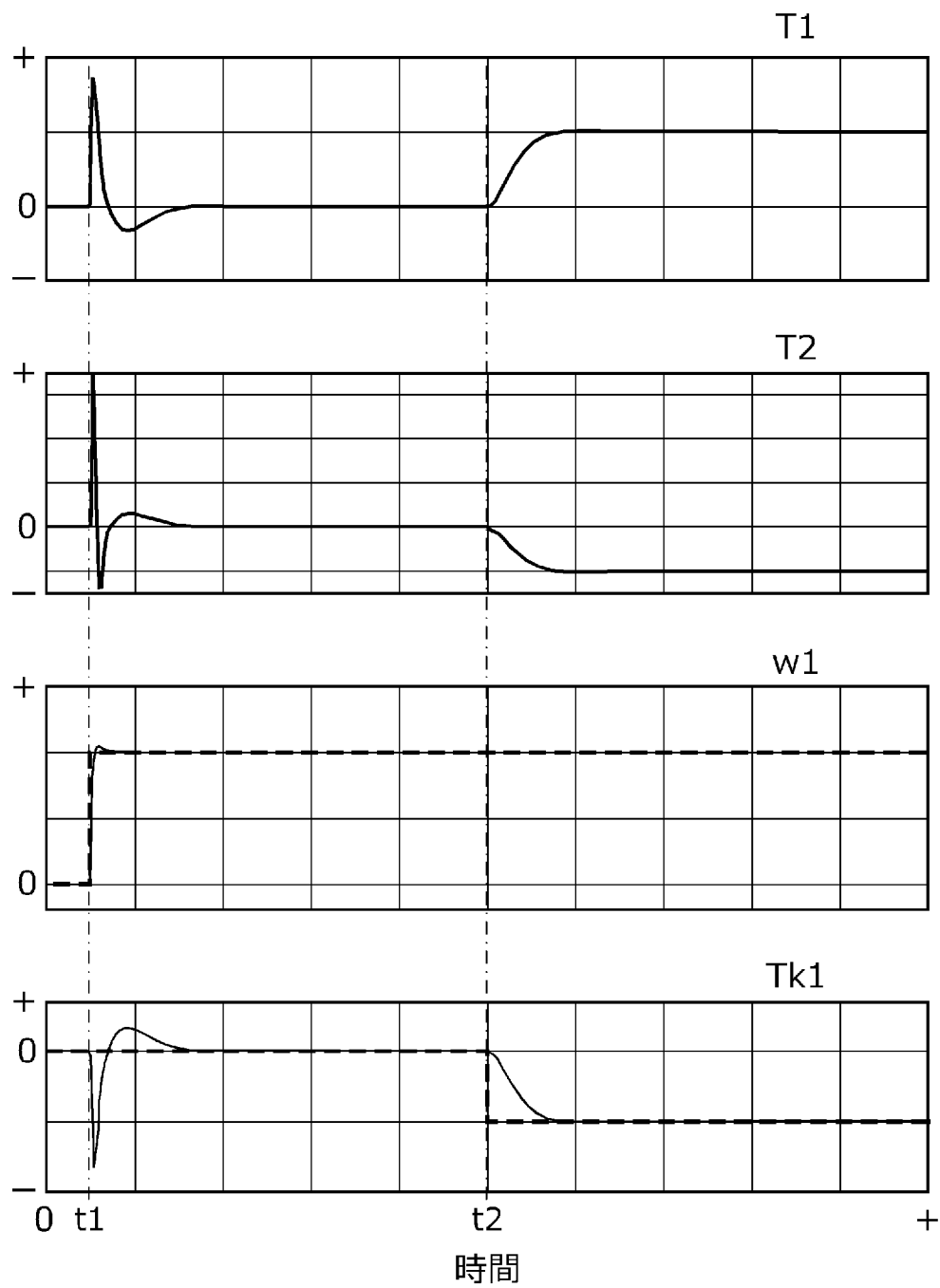
[図4]



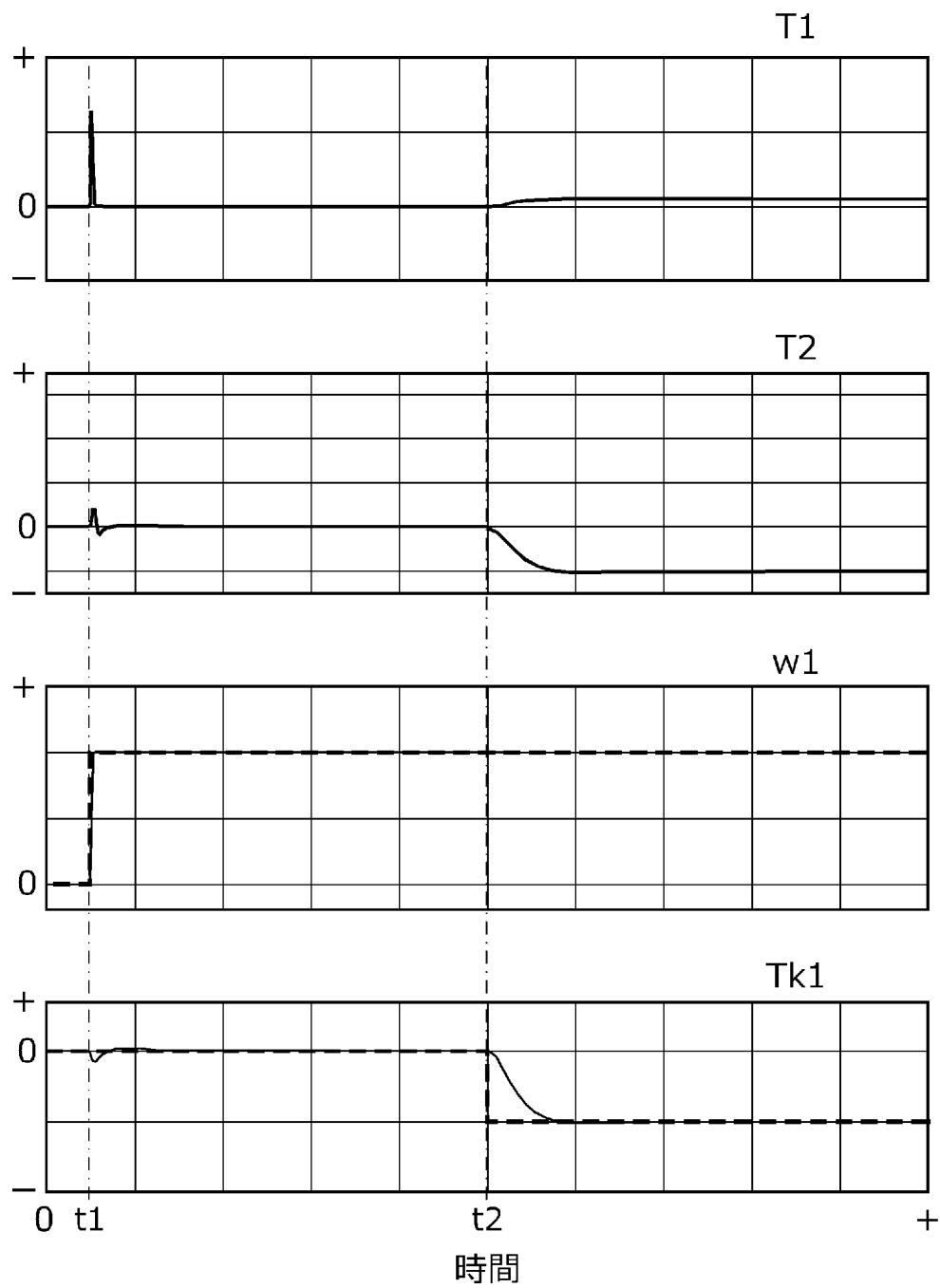
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 13/025 (2019.01) i

FI: G01M13/025

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)

G01M13/025

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 59-188534 A (HITACHI, LTD.) 25.10.1984 (1984-10-25) page 1, lower right column, line 12 to page 4, lower right column, line 19, fig. 1-2	1-4
A	JP 2018-179802 A (MEIDENSHA CORPORATION) 15.11.2018 (2018-11-15) paragraphs [0023]-[0034], fig. 1-2	1-4
A	JP 2013-101048 A (SINFONIA TECHNOLOGY CO., LTD.) 23.05.2013 (2013-05-23) paragraphs [0017]-[0027]	1-4
A	US 2015/0107347 A1 (KRISTL, SEIBT & CO. GESELLSCHAFT M. B. H.) 23.04.2015 (2015-04-23) paragraphs [0030]-[0038], fig. 2-6	1-4



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

18 May 2020 (18.05.2020)

Date of mailing of the international search report

02 June 2020 (02.06.2020)

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

International application No.

PCT/JP2020/011938

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	秋山 岳夫 他, PID 制御によるエンジンベンチのエンジン負荷トルク制御, 電気学会論文誌, vol. 136, no. 5, pp. 659-667, DOI: 10.1541/ieejeiss.136.659, in particular, see column "3. Robust joint torque control method for clutch stiffness change", (AKIYAMA, Takao et al., "Engine Load Torque Control of Engine Test Bench by PID Controller", IEEJ Transactions)	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011938

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 59-188534 A	25 Oct. 1984	(Family: none)	
JP 2018-179802 A	15 Nov. 2018	WO 2018/190303 A1	
		KR 10-2019-0127965 A	
JP 2013-101048 A	23 May 2013	(Family: none)	
US 2015/0107347 A1	23 Apr. 2015	WO 2013/126940 A1	
		EP 2820392 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01M 13/025(2019.01)i FI: G01M13/025		
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）） G01M13/025		
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 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		
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）		
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 59-188534 A（株式会社日立製作所）25.10.1984（1984-10-25） 第1頁右下欄第12行-第4頁右下欄第19行, 第1-2図	1-4
A	JP 2018-179802 A（株式会社明電舎）15.11.2018（2018-11-15） [0023]-[0034], [図1]-[図2]	1-4
A	JP 2013-101048 A（シンフォニアテクノロジー株式会社）23.05.2013（2013-05-23） [0017]-[0027]	1-4
A	US 2015/0107347 A1（KRISTL, SEIBT & CO. GESELLSCHAFT M.B.H.）23.04.2015 （2015-04-23） [0030]-[0038], FIG. 2-FIG. 6	1-4
A	秋山 岳夫 他, P I D制御によるエンジンベンチのエンジン負荷トルク制御, 電気学会論文誌, Vol.136, No. 5, PP. 659-667, DOI: 10.1541/ieejieiss.136.659 特に、「3. クラッチ剛性変化にロバストな軸トルク制御法」の欄参照	1-4
☐ 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。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “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 “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） “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 “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 “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18.05.2020		国際調査報告の発送日 02.06.2020
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） 福田 裕司 2J 9109 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/JP2020/011938

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	59-188534	A	25.10.1984	(ファミリーなし)	
JP	2018-179802	A	15.11.2018	WO 2018/190303	A1
				KR 10-2019-0127965	A
JP	2013-101048	A	23.05.2013	(ファミリーなし)	
US	2015/0107347	A1	23.04.2015	WO 2013/126940	A1
				EP 2820392	A1