

(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
2017年6月22日(22.06.2017)



(10) 国際公開番号

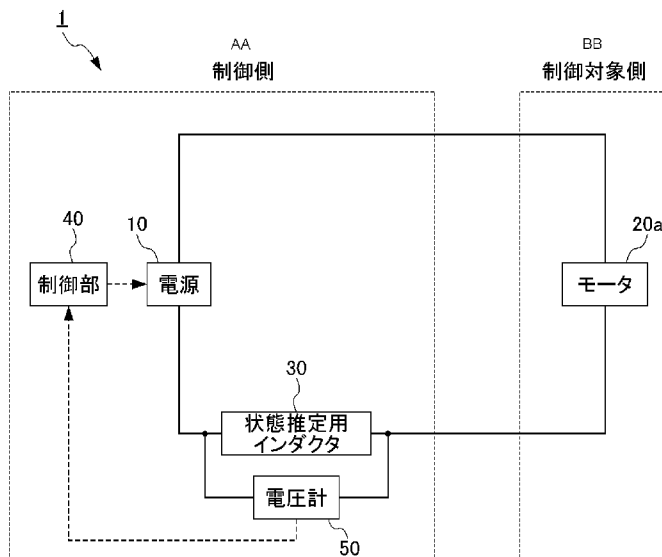
WO 2017/104490 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 7/285 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/086259
- (22) 国際出願日: 2016年12月6日(06.12.2016)
- (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 2015-245347 2015年12月16日(16.12.2015) JP
- (71) 出願人: 学校法人慶應義塾(KEIO UNIVERSITY)
[JP/JP]; 〒1088345 東京都港区三田二丁目15番45号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大西 公平(OHNISHI, Kouhei); 〒2238522 神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号 慶應義塾大学理工学部内 Kanagawa (JP). 野崎 貴裕(NOZAKI, Takahiro); 〒2238522 神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号 慶應義塾大学理工学部内 Kanagawa (JP). 飯田 亘(IIDA, Wataru); 〒2238522 神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号 慶應義塾大学理工学部内 Kanagawa (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, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: STATE ESTIMATION DEVICE AND STATE ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 状態推定装置及び状態推定方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to more suitably estimate, without using a sensor, the state of a subject to be controlled. A state estimation device 1 is provided with a power supply 10, motor 20a, state estimation inductor 30, control unit 40, and voltmeter 50. The state estimation inductor 30 is connected in series to a circuit that connects to each other the motor 20a to be controlled, and the power supply 10 that supplies power to the motor 20a. The voltmeter 50 detects a voltage between both the ends of the state estimation inductor 30. The control unit 40 estimates the state of the motor 20a on the basis of the voltage between both the ends of the state estimation inductor 30, said voltage having been detected by the voltmeter 50.

(57) 要約: センサを用いることなく制御対象の状態をより適切に推定すること。状態推定装置1は、電源10と、モータ20aと、状態推定用インダクタ30と、制御部40と、電圧計50とを備える。状態推定用インダクタ30は、制御対象となるモータ20aに電力を供給する電源10と当該モータ20aとを接続する回路に直列に接続される。電圧計50は、状態推定用インダクタ30の両端電圧を検出する。制御部40は、電圧計50によって検出された状態推定用インダクタ30の両端電圧に基づいて、モータ20aの状態を推定する。

- 10 Power supply
20a Motor
30 State estimation inductor
40 Control unit
50 Voltmeter
AA Control side
BB Side of subject to be controlled

WO 2017/104490 A1



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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：状態推定装置及び状態推定方法

技術分野

[0001] 本発明は、制御対象の状態を推定する状態推定装置及び状態推定方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、耐故障性の向上やコストの低減、装置の小型化等の観点からロボット等におけるモータ（電動機）のセンサレス化が求められている。特に、センサの動作に影響を与える化学物質に汚染された環境や強い放射能が存在する環境等、ロボット等に備えられるモータを劣悪な環境下で稼働させる場合、センサによってモータの状態を把握することが困難であり、モータのセンサレス化は極めて重要な課題である。

ここで、ロボット等におけるモータのセンサレス化を図るために、インダクタンスの変化によりモータを備えるロボットの部位の角度を推定する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-164187号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載された技術においては、ロボットを駆動するアクチュエータ（モータ）のインダクタンスを同定することで、ロボットの部位の角度を推定している。このような方法では、制御に必要となる入力に対し、インダクタンス推定のための入力を重畳する必要があり、制御性能や推定精度に課題が生じる。また、角度に依存してインダクタンスが変化する構造を前提としているため、適用可能なアクチュエータの構造が限定される。

このように、従来の技術においては、センサを用いることなく制御対象の状態を適切に推定することが困難であった。

[0005] 本発明の課題は、センサを用いることなく制御対象の状態をより適切に推定することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の一態様に係る状態推定装置は、
制御対象となるモータに電力を供給する電源と当該モータとを接続する回路に直列に接続されたインダクタと、
前記インダクタの両端電圧を検出する電圧検出手段と、
前記電圧検出手段によって検出された前記インダクタの両端電圧に基づいて、前記モータの状態を推定する推定手段と、
を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、センサを用いることなく制御対象の状態をより適切に推定することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の基本的原理を示す回路図である。

[図2]本発明を適用した状態推定装置1の具体的構成を示すブロック図である。
。

[図3]本発明を用いて状態を推定した場合の実験結果を示す模式図であり、図3（A）は力の推定結果、図3（B）はトルクの推定結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

初めに、本発明に係る状態推定装置及び状態推定方法に適用される基本的原理について説明する。

[基本的原理]

図1は、本発明の基本的原理を示す回路図である。

図 1 に示すように、本発明に係る状態推定装置 1 においては、電源 10 と、制御対象 20 と、状態推定用インダクタ 30 とを含む回路が構成される。

これらのうち、電源 10 及び状態推定用インダクタ 30 は、制御対象 20 とは位置が離れた制御側に設置することができる。例えば、制御対象 20 が化学物質や放射能等のため立ち入り困難な環境に設置される場合、電源 10 及び状態推定用インダクタ 30 は、立ち入り可能な環境にある制御室等に設置することができる。

[0010] 図 1 において、電源 10 は、供給する電圧が可変の電源であり、制御対象 20 の負荷に応じた電力を供給する。

制御対象 20 は、例えばアクチュエータ（モータ）等によって構成され、電源 10 から供給される電力によって動作する。なお、制御対象 20 は、動作時に負荷に応じた逆起電力を発生する。

状態推定用インダクタ 30 は、電源 10 及び制御対象 20 を含むループに直列に接続され、電源 10 及び制御対象 20 を流れる電流と同一の電流（以下、適宜「駆動電流」と呼ぶ。）が流れる構成となっている。状態推定用インダクタ 30 は、駆動電流が流れることにより、自己インダクタンスに応じた起電力を発生する。

[0011] 図 1 に示すように、制御対象 20（モータ）のイナーシャを J 、角速度を ω 、発生トルクを T_m 、負荷トルクを T_l とすると、制御対象 20 の運動方程式は、式（1）によって表される。

$$J \cdot d\omega = T_m - T_l \quad (1)$$

ただし、 $d\omega$ は ω の時間微分である。

[0012] また、制御対象 20 の印加電圧を V_m 、内部抵抗を R 、電流を I 、逆起電力を E とすると、制御対象 20 における電圧の関係は、式（2）によって表される。

$$V_m = R \cdot I + E \quad (2)$$

[0013] ここで、式（2）における逆起電力 E は、逆起電力定数 K_t 及び角速度 ω を用いて、式（3）によって表される。

$$E = K_t \cdot \omega \quad (3)$$

[0014] すると、式(2)は、式(4)のように表される。

$$V_m = R \cdot I + K_t \cdot \omega \quad (4)$$

制御対象20の内部抵抗及び逆起電力定数 K_t の変化がきわめて微小であり、実質的に一定であるとみなせる場合、式(4)の両辺を時間で微分することで、式(5)が得られる。

$$dV_m = R \cdot dI + K_t \cdot d\omega \quad (5)$$

[0015] 式(5)を角速度について解くと、式(6)が得られる。

$$d\omega = (dV_m - R \cdot dI) / K_t \quad (6)$$

制御対象20と直列に状態推定用インダクタ30を接続した場合、状態推定用インダクタ30のインダクタンスを L とすると、状態推定用インダクタ30に印加される電圧 V_L は、式(7)のように表される。

$$V_L = L \cdot dI \quad (7)$$

[0016] 制御対象20に流れる電流と、状態推定用インダクタ30に流れる電流とは等しいことから、式(7)の電流微分値 dI を(6)式に代入すると、式(8)が得られる。

$$\begin{aligned} d\omega &= (\Delta V_m - R \cdot (V_L / L)) / K_t \\ &= (\Delta V_m \cdot L - R \cdot V_L) / (K_t \cdot L) \end{aligned} \quad (8)$$

[0017] 式(8)において、 ΔV_m は電源10の供給電圧の変化量(即ち、電源10への指令値の変化量)、 V_L は状態推定用インダクタ30の両端電圧(測定値)である。

これにより、式(8)から、制御側において取得可能なパラメータ(ΔV_m 及び V_L)によって、制御対象20の角加速度 $d\omega$ を推定することができる。

即ち、本発明の構成では、制御対象20の状態が、制御側に設置された状態推定用インダクタ30に反映されることから、状態推定用インダクタ30の状態に着目することで、制御対象20にセンサを備えることなく、制御側において制御対象20の状態を推定することができる。

[0018] また、制御対象 20 の角加速度 $d\omega$ を用いて、外乱オブザーバ等のロバスト制御を構成することが可能となる。

また、制御対象 20 の角加速度 $d\omega$ が求められることにより、ロバスト制御を行うことが可能となるため、制御対象 20 の位置及び力を高精度に制御することができる。これにより、制御対象 20 に入力される力覚を制御側に伝達すること等が可能となり、遠隔操作されるロボットにおけるモータのセンサレス化を実現することができる。

さらに、外乱オブザーバ等により制御対象 20 に加わる外力を推定することができるため、角加速度に基づく角度制御ループ及び推定した外力に基づくトルク制御ループを構成することが可能となる。

[0019] [具体的構成]

次に、本発明を適用した状態推定装置 1 の具体的構成について説明する。

図 2 は、本発明を適用した状態推定装置 1 の具体的構成を示すブロック図である。

図 2 に示すように、状態推定装置 1 は、電源 10 と、制御対象 20 としてのモータ 20a と、状態推定用インダクタ 30 と、制御部 40 と、電圧計 50 とを備えている。

これらのうち、電源 10 及び状態推定用インダクタ 30 は、図 1 における説明を参照することとし、ここでは説明を省略する。

[0020] モータ 20a は、例えば、ロボットのマニピュレータを駆動するアクチュエータであり、電源 10 から供給された電力に応じた力を外部に出力する。また、モータ 20a は、電源 10、状態推定用インダクタ 30、制御部 40 及び電圧計 50 とは遠隔的な位置（距離が離れた地点あるいは壁等の障害物に隔たれた地点等）に設置される。ただし、本発明において、電源 10 等からモータ 20a までの距離の遠近は特に問うものではない。

[0021] 制御部 40 は、電源 10 から供給する電力の指令値を入力することにより、電源 10 を制御する。このとき、制御部 40 は、式 (8) に基づいて、電圧計 50 から入力される状態推定用インダクタ 30 の両端電圧 V_L によってモ

ータ 20a の角加速度 $d\omega$ （あるいは出力する力）を推定し、電源 10 から供給する電力の指令値を決定する。

電圧計 50 は、状態推定用インダクタ 30 の両端電圧 V_L を測定し、測定結果を制御部 40 に出力する。なお、電圧計 50 によって測定された状態推定用インダクタ 30 の両端電圧 V_L は、A/D (Analog to Digital) 変換されて制御部 40 に出力される。

[0022] [動作]

次に、状態推定装置 1 の動作を説明する。

初めに、制御部 40 において、モータ 20a から出力する力（または位置）の目標値に応じた電源 10 への指令値を算出し、電源 10 に指令値を入力する。

すると、電源 10 は、モータ 20a に対して指令値に応じた電圧 V_m を印加し、モータ 20a は、印加された電圧 V_m に応じて、力（または位置）を出力する。

このとき、状態推定装置 1 には、電源 10、モータ 20a 及び状態推定用インダクタ 30 に共通する電流 I が流れ、制御部 40 は、モータ 20a の内部抵抗 R 、逆起電力定数 K_t 、状態推定用インダクタ 30 のインダクタンス L 、電源 10 の供給電圧の変化量 ΔV_m 及び状態推定用インダクタ 30 の両端電圧 V_L に応じた角加速度 $d\omega$ を算出する（式（8）参照）。

[0023] 各加速度 $d\omega$ が算出されることにより、モータ 20a における速度（加速度の積分）、位置（加速度の 2 重積分）あるいは力等の状態を適切に推定することができる。

即ち、センサを用いることなくモータ 20a の状態をより適切に推定することが可能となる。

これにより、例えば、モータ 20a における力覚を制御側において再現し、正確な力覚を伝達しながら、バイラテラル制御によってロボットのマニピュレータを制御すること等が可能となる。

なお、本発明をバイラテラル制御に用いる場合、マスタ側及びスレーブ側

において加速度の差が実質的にゼロとなり、力覚が適切に伝達される。このとき、マスタ側及びスレーブ側の絶対位置については、カメラ等で操作者が位置を視認しながら操作することから、力覚の伝達を行う上で問題とならない。

[0024] また、上述の実施形態において、状態推定装置 1 は、センサを用いることなくモータ 20 a の状態を推定すると共に、モータ 20 a の状態を推定する際に生じる累積誤差をリセットするためにモータ 20 a の状態を検出するリセット用のセンサ（検出手段）を備えることも可能である。この場合、リセット用のセンサは、従来のようにモータ 20 a の状態を検出するセンサに比べて、検出精度がより粗いセンサとすれば足りる。リセット用のセンサは、検出精度がより粗いセンサであるため、劣悪な環境に設置された場合でも、従来のようにモータ 20 a の状態を検出するセンサよりも推定精度に対する環境の影響は小さいものとなる。また、リセット用のセンサは、累積誤差のリセットを行うことができれば良いため、従来のようにモータ 20 a の状態を検出するセンサとは種類の異なるセンサを用いることが可能である。そのため、リセット用のセンサとして、モータ 20 a が設置される環境に影響を受け難い種類のセンサを選択することができる。

このように、リセット用のセンサを備えることで、より高い推定精度を実現することができる。

[0025] [効果]

図 3 は、本発明を用いて状態を推定した場合の実験結果を示す模式図であり、図 3（A）は力の推定結果、図 3（B）はトルクの推定結果を示す図である。

図 3（A）に示すように、力の指令値（実線）に対して、センサを用いて測定した測定値（一点鎖線）と、本発明を用いて推定した推定値（破線）とがほぼ一致している。

また、図 3（B）に示すように、トルクの指令値（実線）に対して、センサを用いて測定した測定値（一点鎖線）と、本発明を用いて推定した推定値

(破線)とがほぼ一致している。

[0026] このように、本発明によって、センサを用いることなく制御対象の状態をより適切に推定することが可能となる。

そのため、本発明によって、センサ部の故障及び誤検知がなくなるため、耐故障性の向上を図ることができ、また、センサに相当する体積が不要となるため、装置の小型化を図ることができる。さらに、本発明によって、センサに相当する重量がなくなるため、装置の軽量化を図ることができ、また、センサを設置する費用が不要となるため、装置のコスト削減を図ることができる。

[0027] 即ち、本発明は、駆動側にセンサを配置することなく、位置及び力の高精度な制御を実現するものであり、現在のロボット技術が抱える耐故障性の向上や費用の低減、装置の小型化といった課題を解消し得るものである。これにより、従来では導入が困難であった現場におけるロボットの活用や、より安価なロボットの開発が可能となり、幅広い分野への応用が期待される。

[0028] [具体的適用例]

次に、状態推定装置 1 の具体的適用例について説明する。

(1) 原子炉内部におけるアクチュエータへの適用

本発明は、原子炉内部で使用されるアクチュエータに適用することができる。

即ち、原子炉内部にアクチュエータを備えたマニピュレータを配置し、原子炉の制御室にマニピュレータの制御部、電源及び状態推定用インダクタンスを配置することができる。

原子炉内でセンサを備えたマニピュレータを使用した場合、センサが放射能によって短期間で故障し、頻繁にマニピュレータを交換する必要が生じる。

これに対し、本発明の構成を適用することで、センサを備えない構成によって、マニピュレータの状態をセンサで測定する場合と同様に推定することができると共に、マニピュレータの交換頻度を低下させることができる。

[0029] (2) 狭小な空間におけるアクチュエータへの適用

本発明は、人体内部等、狭小な空間で用いられるアクチュエータに適用することができる。

人体内部での内視鏡手術で用いられるマニピュレータ等、狭小な空間で用いられるマニピュレータには、比較的大きいサイズを有するエンコーダを備えることは困難である。

このような場合に、本発明の構成を適用し、マニピュレータを駆動するアクチュエータと直列に、状態推定用インダクタ 30 を人体外部に配置することで、マニピュレータの力覚を制御部側に伝えることが可能となる。

[0030] (3) 人間の身体的行為の実現におけるアクチュエータへの適用

人間の身体的行為を実現するために、アクチュエータの現在の状態（加速度、速度あるいは位置等）を入力として、位置（または速度）あるいは力の少なくとも一方の領域における演算を行うことで、アクチュエータの動作を決定することができる（例えば、発明者らによる国際特許出願 PCT/J P 2014/073083 参照）。

このような場合に、本発明を適用し、状態推定用インダクタ 30 を備えることで、アクチュエータの現在位置を検出するセンサを備えることなく、アクチュエータの現在位置を推定することができる。

[0031] (4) 過酷な動作条件におけるリアルタイムな状態推定への適用

本発明は、トンネルの掘削工事等を行う掘削機を駆動するモータに適用することができる。

トンネルの掘削工事においては、地質の変化により岩盤等の硬い層に突き当たることもあり、そのまま掘り進めた場合、掘削機の故障等の原因となる。そのため、掘削の現場では、掘削機を適宜停止させ、例えば数日を費やして地層の確認を行っている。このような地層の確認のために、工事作業の効率が低下することとなる。

これに対し、掘削機を駆動するモータに本発明を適用することにより、モータが地層に対して出力している力を、センサを備えることなく、リアルタ

イムに推定することができる。なお、このような掘削機にセンサを設置した場合、動作条件が過酷であることから、センサの故障が頻繁に発生することとなる。

これにより、地質の変化があったことがリアルタイムに検出されるため、無用に掘削機を停止させる必要がなくなり、工事作業の効率化を図ることができる。

[0032] 以上のように構成される状態推定装置 1 は、電源 10 と、モータ 20 a と、状態推定用インダクタ 30 と、制御部 40 と、電圧計 50 とを備える。

状態推定用インダクタ 30 は、制御対象となるモータ 20 a に電力を供給する電源 10 と当該モータ 20 a とを接続する回路に直列に接続される。

電圧計 50 は、状態推定用インダクタ 30 の両端電圧を検出する。

制御部 40 は、電圧計 50 によって検出された状態推定用インダクタ 30 の両端電圧に基づいて、モータ 20 a の状態を推定する。

このような構成により、状態推定装置 1 には、電源 10、モータ 20 a 及び状態推定用インダクタ 30 に共通する電流が流れ、制御部 40 は、状態推定用インダクタ 30 の両端電圧に基づいてモータ 20 a の状態を推定する。

したがって、センサを用いることなくモータ 20 a の状態をより適切に推定することが可能となる。

[0033] また、電源 10 及び状態推定用インダクタ 30 とモータ 20 a とは、遠隔的な位置に設置される。

これにより、劣悪な環境等に設置されたモータ 20 a にセンサを備えることなく、劣悪な環境等の外に設置された状態推定用インダクタ 30 を用いて、モータ 20 a の状態を推定することができる。

[0034] また、制御部 40 は、モータ 20 a への印加電圧の指令値の変化と、状態推定用インダクタ 30 の両端電圧とに基づいて、モータ 20 a の状態を推定する。

これにより、容易に取得可能な指令値あるいは測定値によって、モータ 20 a の状態を推定することが可能となる。

[0035] また、制御部 40 は、モータ 20a における角加速度または加速度を推定する。

これにより、力覚を伝達するために必要な角加速度または加速度をより適切に推定することが可能となる。

[0036] また、制御部 40 は、モータ 20a におけるトルクまたは力を推定する。

これにより、ロボットのマニピュレータにおける力をより適切に制御することが可能となる。

[0037] また、状態推定装置 1 は、リセット用のセンサを備える。

リセット用のセンサは、制御部 40 による推定誤差をリセットするためにモータ 20a の状態を検出する。

制御部 40 は、リセット用のセンサの検出結果に基づいて、モータ 20a の状態を推定する際の累積誤差をリセットする。

これにより、状態推定装置 1 において、より高い推定精度を実現することができる。

[0038] なお、上記実施形態は、本発明を適用した一例を示しており、本発明の技術的範囲を限定するものではない。即ち、本発明は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、省略や置換等種々の変更を行うことができ、上記実施形態以外の各種実施形態を取ることが可能である。本発明が取ることができ各種実施形態及びその変形は、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

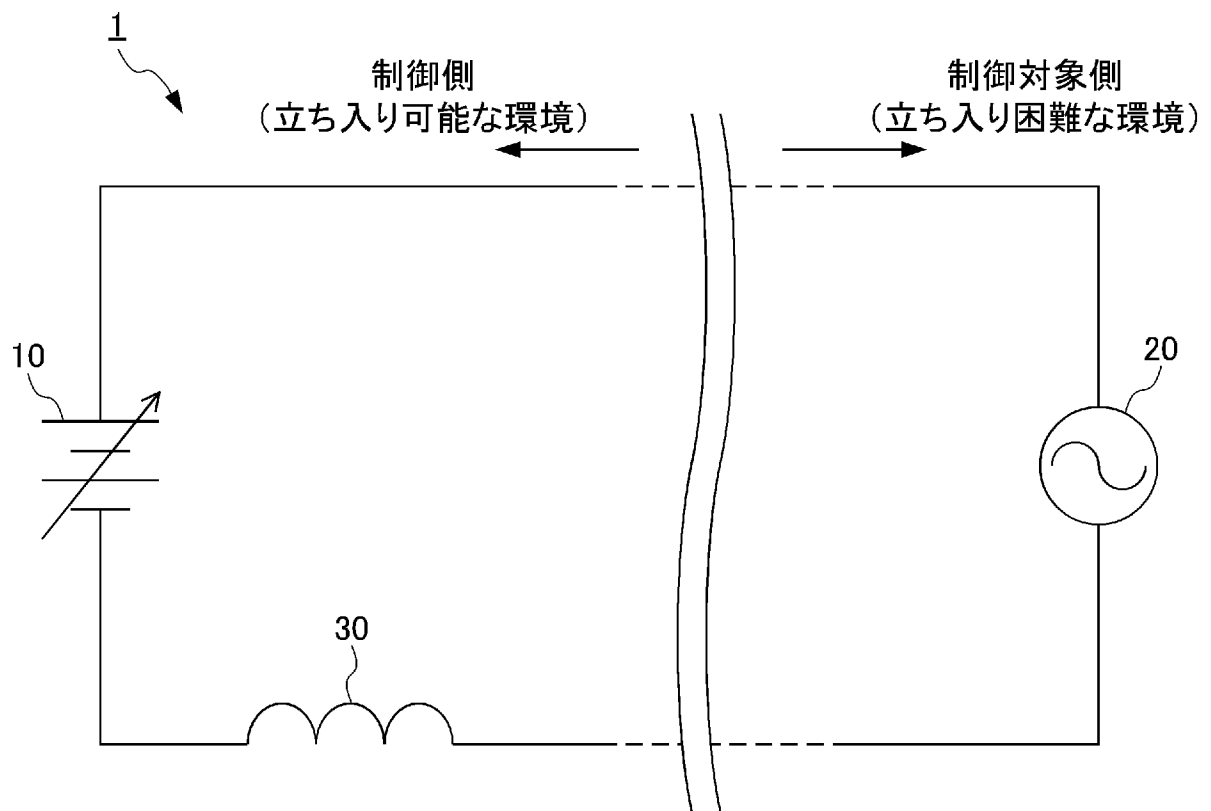
符号の説明

[0039] 1 状態推定装置、10 電源、20 制御対象、20a モータ、30 状態推定用インダクタ、40 制御部、50 電圧計

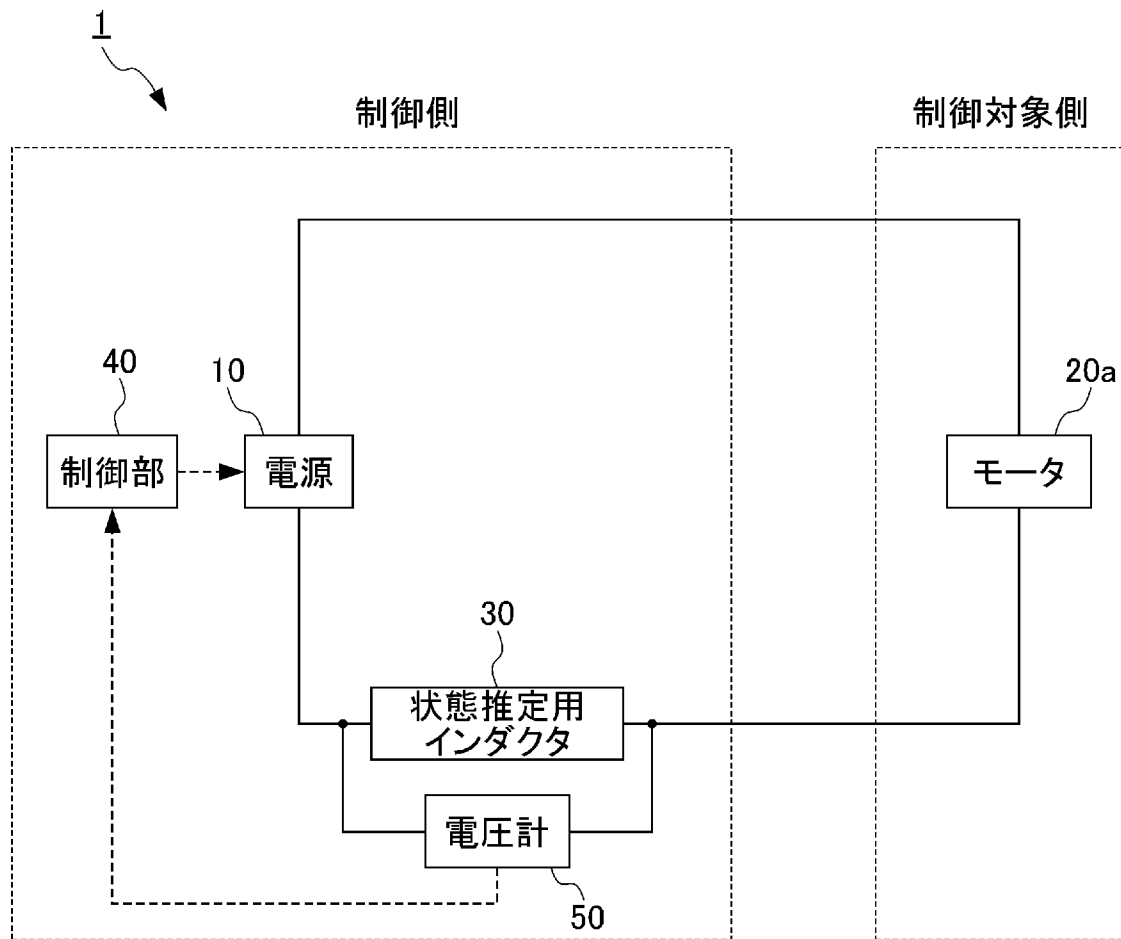
請求の範囲

- [請求項1] 制御対象となるモータに電力を供給する電源と当該モータとを接続する回路に直列に接続されたインダクタと、
前記インダクタの両端電圧を検出する電圧検出手段と、
前記電圧検出手段によって検出された前記インダクタの両端電圧に基づいて、前記モータの状態を推定する推定手段と、
を備えることを特徴とする状態推定装置。
- [請求項2] 前記電源及びインダクタと前記モータとは、遠隔的な位置に設置されることを特徴とする請求項1に記載の状態推定装置。
- [請求項3] 前記推定手段は、前記モータへの印加電圧の指令値の変化と、前記インダクタの両端電圧とに基づいて、前記モータの状態を推定することを特徴とする請求項1または2に記載の状態推定装置。
- [請求項4] 前記推定手段は、前記モータにおける角加速度または加速度を推定することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の状態推定装置。
- [請求項5] 前記推定手段は、前記モータにおけるトルクまたは力を推定することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の状態推定装置。
- [請求項6] 前記推定手段による推定誤差をリセットするために前記モータの状態を検出する検出手段をさらに備え、
前記推定手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記モータの状態を推定する際の累積誤差をリセットすることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の状態推定装置。
- [請求項7] 制御対象となるモータの状態を推定する状態推定方法であって、
前記モータに電力を供給する電源と当該モータとを接続する回路に直列に接続されたインダクタの両端電圧を検出し、
前記検出された前記インダクタの両端電圧に基づいて、前記モータの状態を推定することを特徴とする状態推定方法。

[図1]

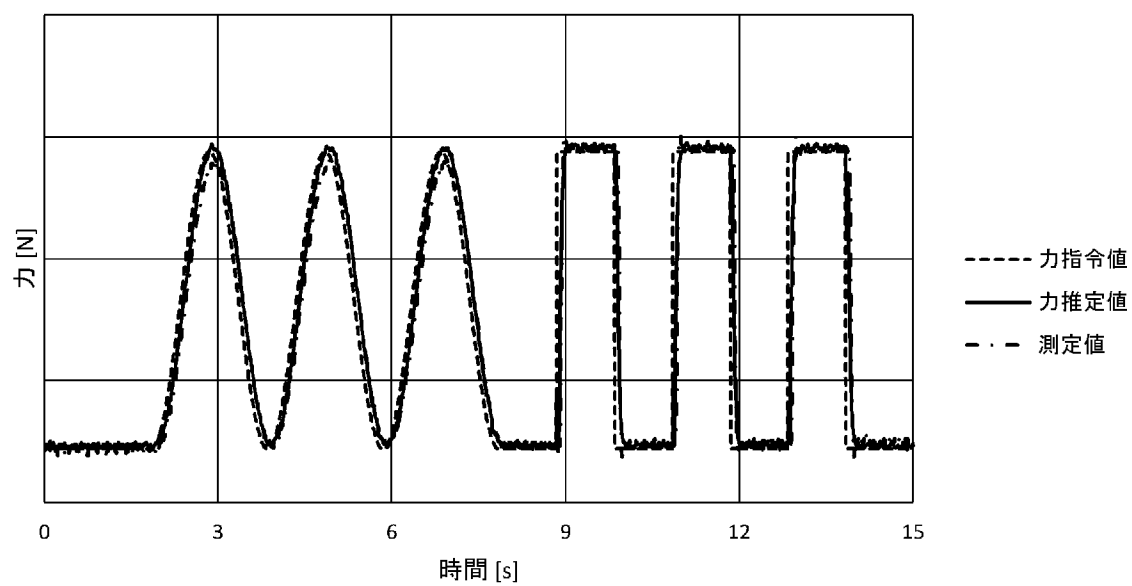


[図2]

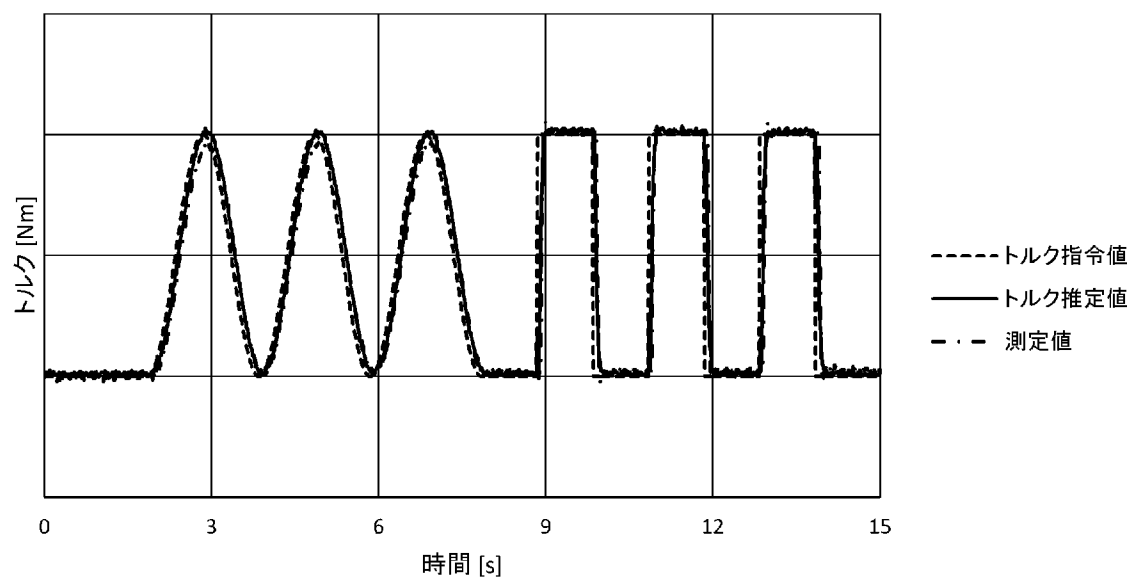


[図3]

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/086259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P7/285(2016.01) i

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)

H02P7/285

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2013-63476 A (Daihen Corp.), 11 April 2013 (11.04.2013), paragraphs [0026] to [0028], [0035] to [0040], [0071]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 7 3-6
Y	JP 2005-193751 A (NSK Ltd.), 21 July 2005 (21.07.2005), paragraphs [0002] to [0005], [0024] to [0025]; fig. 3, 8 to 9 (Family: none)	3-6
Y	JP 2015-100858 A (Makita Corp.), 04 June 2015 (04.06.2015), paragraph [0021]; fig. 3 & US 2015/0137721 A1 paragraph [0033]; fig. 3	5-6

☒ 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

"T" 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
01 February 2017 (01.02.17)

Date of mailing of the international search report
14 February 2017 (14.02.17)

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/JP2016/086259

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-312834 A (NSK Ltd.), 04 November 2004 (04.11.2004), paragraphs [0055] to [0056] & US 2006/0176005 A1 paragraphs [0071] to [0072] & WO 2004/091089 A1 & EP 1612927 A1	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P7/285(2016.01)i

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））

Int.Cl. H02P7/285

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y	JP 2013-63476 A（株式会社ダイヘン）2013.04.11, 段落 [0026] - [0028], [0035] - [0040], [0071], 図1（ファミリーなし）	1-2、7 3-6
Y	JP 2005-193751 A（日本精工株式会社）2005.07.21, 段落 [0002] - [0005], [0024] - [0025], 図3, 8-9（ファミリーなし）	3-6

☒ 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矛盾するものではなく、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

01.02.2017

国際調査報告の発送日

14.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

上野 力

3V

3748

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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
Y	JP 2015-100858 A (株式会社マキタ) 2015.06.04, 段落 [0 0 2 1], 図 3 & US 2015/0137721 A1, 段落 [0 0 3 3], 図 3	5 - 6
Y	JP 2004-312834 A (日本精工株式会社) 2004.11.04, 段落 [0 0 5 5] - [0 0 5 6] & US 2006/0176005 A1, 段落 [0 0 7 1] - [0 0 7 2] & WO 2004/091089 A1 & EP 1612927 A1	6