

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-116489

(P2017-116489A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
 GO 1 L 5/00 (2006.01) GO 1 L 5/00 H 2 F 0 5 1  
 GO 1 L 3/10 (2006.01) GO 1 L 3/10 3 1 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2015-254759 (P2015-254759)  
 (22) 出願日 平成27年12月25日(2015.12.25)

(71) 出願人 000005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1号  
 (74) 代理人 110000800  
 特許業務法人創成国際特許事務所  
 (72) 発明者 碓井 溪  
 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本  
 田技術研究所内  
 (72) 発明者 金本 良樹  
 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本  
 田技術研究所内  
 (72) 発明者 長田 将彦  
 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本  
 田技術研究所内  
 Fターム(参考) 2F051 AA10 AA24 AB09 BA03

(54) 【発明の名称】 トルクセンサの端子台構造

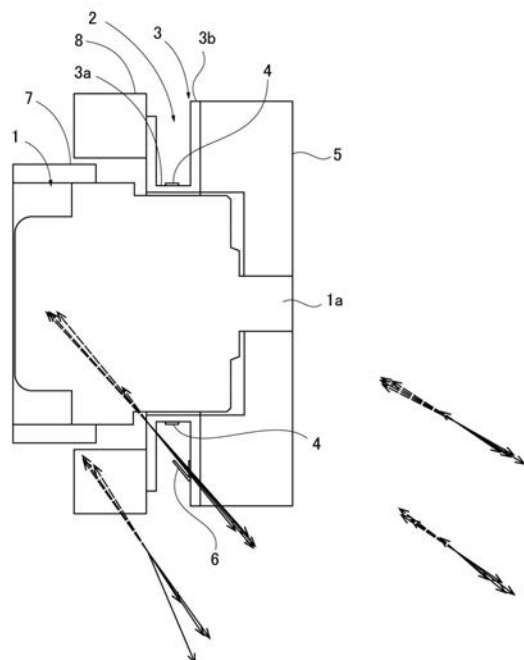
(57) 【要約】

【課題】 電動モータから端子台を遠ざけることなく誘導電圧を抑制させることができるトルクセンサの端子台構造を提供する。

【解決手段】 負荷8を駆動する駆動力を出力する電動モータ1と、電動モータ1から負荷8に至る動力伝達系に途中に介装された起歪体3を有し、起歪体3のひずみに応じた検出信号を電動モータ1から負荷8に伝達される駆動力を示す信号として出力する力検出器4と、力検出器4の検出信号を取得し、出力結果を信号処理回路部に伝達する端子台6を備えており、端子台6は、電動モータ1から出力される磁束と平行に設定する。

【選択図】 図1

FIG.1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

負荷を駆動する駆動力を出力する電動モータのトルクを検出するトルクセンサであって

、  
該トルクセンサは、

前記電動モータから前記負荷に至る動力伝達系に途中に介装された起歪体と、

該起歪体のひずみに応じた検出信号を前記電動モータから前記負荷に伝達される駆動力を示す信号として出力する力検出器と、

該力検出器の検出信号を取得し、当該出力結果を信号処理回路部に伝達する端子台と、  
を備えたものであり、

前記端子台は、電動モータから出力される磁束と平行に設定されていることを特徴とするトルクセンサの端子台構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、トルクセンサの端子台構造に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、ロボット関節部分等に、関節部分等を駆動させる電動モータと、電動モータから出力される駆動力を検出するトルクセンサとを備えるものが知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1のものでは、電動モータの減速機が固定される固定枠とトルクセンサの出力部が固定されるフレームとが関節部の屈伸により位置関係がほぼ変わらないように構成している。これにより、トルクセンサが配線の張力や重さといった外乱の影響を受け難くしている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2015-123570号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

歪ゲージ式トルクセンサを用いたトルク制御を行う場合、電動モータなどによる電气的影響をセンサ値が受けないようにする必要がある。しかしながら、歪ゲージのリード線は細く耐久性が低く、また、歪ゲージから端子台までのリード線の数が多いため、端子台を起歪体から遠ざけてノイズの発生を抑えるにも限度がある。

## 【0005】

また、ロボットでの歪ゲージによるトルク計測では、ブリッジ回路を構成し、数mV程度の微弱な電圧を測定する必要がある。

## 【0006】

ブリッジ回路の結線は、実際のハードウェア上では端子台と呼ばれる小型の基板に歪ゲージのリード線と配線用のリード線を半田付けすることによって構成される。

## 【0007】

この端子台のサイズは1cm以下であり、モータの胴部の周囲にトルクセンサを配置する場合など、電動モータが極めてトルクセンサに接近している場合、電動モータから漏れる数mTの磁束によって数十uVから数mVの誘導電圧が発生し得るため、特別な対策が必要になる。

## 【0008】

本発明は、以上の点に鑑み、電動モータから端子台を遠ざけることなく誘導電圧を抑制させることができるトルクセンサの端子台構造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】

10

20

30

40

50

## 【0009】

上記目的を達成するため、本発明のトルクセンサの端子台構造は、  
負荷を駆動する駆動力を出力する電動モータのトルクを検出するトルクセンサであって

、  
該トルクセンサは、

前記電動モータから前記負荷に至る動力伝達系に途中に介装された起歪体と、

該起歪体のひずみに応じた検出信号を前記電動モータから前記負荷に伝達される駆動力  
を示す信号として出力する力検出器と、

該力検出器の検出信号を取得し、当該出力結果を信号処理回路部に伝達する端子台と、  
を備えたものであり、

前記端子台は、電動モータから出力される磁束と平行に設定されていることを特徴とする。

10

## 【0010】

本発明のトルクセンサの端子台構造によれば、磁束密度の投影面積が減り、誘導電圧が  
削減される。ノイズが削減されることによりフィードバックゲインが上がり、制御能力が  
向上する。

## 【0011】

ここで、軸方向にコンパクトなトルク制御アクチュエータの実現のため、電動モータの  
周囲を環状にトルクセンサが取り囲むレイアウトを採用する場合、電磁誘導によると思わ  
れるノイズがトルクセンサに乗り、トルク制御性能が非常に低くなってしまふ。電動モ  
ータの周囲を環状のトルクセンサで取り囲むレイアウトは従来例が発見されず、また高度な  
フィードバック制御の実現を目標とする場合、ノイズ問題が顕著となる。

20

## 【0012】

磁場の発生源と誘導電圧の発生源（磁場の受信部）の切り分けテストを何度も行った結  
果、誘導電圧の発生源として端子台の寄与が最も大きいことが分かった。

## 【0013】

端子台を遠ざけることも考えられるが、歪ゲージのリード線は極めて細く、この細いリ  
ード線を遠くまで引き延ばすのは耐久性などの問題からできるだけ歪ゲージの近くに配置  
したい。また、端子台から外は太いリード線でしかも本数も4本で済むため都合がよい。

## 【0014】

そこで、本発明のトルクセンサの端子台構造では、磁束密度と平行になるように端子台  
を起歪体に設置している。かかる構成によれば、誘導電圧が削減される。ノイズが削減さ  
れることによりフィードバックゲインが上がり、制御能力が向上する。これは、端子台を  
磁束と平行となるように設置することにより、端子台を通過する磁束線の数が減少する為  
と考えられる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】本発明のモータ用歪ゲージ式トルクセンサの端子台構造の本実施形態を示す説明  
図。

【図2】本実施形態の端子台を示す説明図。

40

【図3】本実施形態の端子台を示す回路図。

【図4】端子台の傾きとノイズとの関係を示すグラフ。

【図5】より線を解いたときの開き具合を考慮していない端子台と、より線を解いたとき  
の開き具合を同一となるようにした端子台とのノイズの違いを示すグラフ。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

図1から図3を参照して本発明のモータ用歪ゲージ式トルクセンサの端子台構造の実施  
形態を説明する。本実施形態の電動モータ1の外周には、環状のトルクセンサ2が電動モ  
ータ1を取り囲むように配置されている。

## 【0017】

50

トルクセンサ 2 は、電動モータ 1 の出力トルクを検出するものであり、電動モータ 1 の外周に相対回転自在に配置される環状の起歪体 3 を備える。起歪体 3 は、円筒部 3 a と、円筒部 3 a の一端から径方向外側へ張り出す張出部 3 b とを備える。起歪体 3 には、電動モータ 1 の回転軸 1 a から出力される駆動力が遊星歯車機構などの複数のギヤで構成される減速機 5 を介して伝達される。

【 0 0 1 8 】

円筒部 3 a の外周には、力検出器としての歪ゲージ 4 が 4 つ張り付けられている。張出部 3 b には、矩形板状の端子台 6 が設けられている。電動モータ 1 は、支持フレーム 7 に支持されている。起歪体 3 の円筒部 3 a の他端には、可動フレーム 8 が接続されている。本実施形態においては、可動フレーム 8 が本発明の負荷に相当する。電動モータ 1 の回転軸 1 a から出力される駆動力は、減速機 5、起歪体 3 を介して可動フレーム 8 に伝達される。

10

【 0 0 1 9 】

端子台 6 は、小型の基板であり、4 つの歪ゲージ 4 のエナメル線などのリード線と、配線用のビニール被覆された 4 本のリード線と、を半田付けしてブリッジ回路を結線するために用いられる。本実施形態のトルクセンサ 2 は 4 ゲージ法を採用しており、歪ゲージ 4 は、第 1 と第 2 の 2 つの引張側ゲージ T 1、T 2 と、第 1 と第 2 の 2 つの圧縮側ゲージ C 1、C 2 とで構成される。

【 0 0 2 0 】

各歪ゲージ 4 のリード線はより線で円筒部 3 a の外周に沿うように引き回されている。そして、端子台 6 で半田付けするときにより線を解いて端子台 6 の対応箇所に半田付けされる。このとき、図 2 に示すように、歪ゲージ 4 のうちの第 1 引張側ゲージ T 1 と第 1 圧縮側ゲージ C 1 とのより線を解いた単線同士の開き具合が同一（略同一を含む）となるように、各より線が解かれている。第 1 引張側ゲージ T 1 と第 1 圧縮側ゲージ C 1 とは端子台 6 の裏面に半田付けされる。

20

【 0 0 2 1 】

同様にして、歪ゲージ 4 のうち第 2 引張側ゲージ T 2 と第 2 圧縮側ゲージ C 2 とのより線を端子台 6 に半田付けするときには、第 2 引張側ゲージ T 2 と第 2 圧縮側ゲージ C 2 とのより線を解いた単線同士の開き具合が同一（略同一を含む）となるように解かれている。第 2 引張側ゲージ T 2 と第 2 圧縮側ゲージ C 2 とは端子台 6 の表面に半田付けされている。

30

【 0 0 2 2 】

図 2 に点線で示すように、端子台 6 の裏面には、銅箔や銅板などからなる 5 つの長円形の導電部 S 1 ~ S 5 が設けられている。同様にして、端子台 6 の表面には、銅箔や銅板などからなる 5 つの長円形の導電部 S 6 ~ S 10 が設けられている。

【 0 0 2 3 】

ここで説明の便宜上、図 2 において導電部 S 1 ~ S 10 の下方に位置する部分を下部と定義し、図 2 において導電部 S 1 ~ 10 の上方に位置する部分を上部と定義して以下に説明する。なお、導電部 S 1 ~ S 10 の上部及び下部は、説明の便宜上、定義するものであって、重力方向における上下方向を示すものではない。

40

【 0 0 2 4 】

端子台 6 の裏面の導電部 S 1 の下部には、第 1 引張側ゲージ T 1 のより線を解いた一方の単線が半田付けされている。更に、端子台 6 の裏面の導電部 S 1 の下部には、温度変化特性に対応するための温度補償ゲージ（図示省略）のより線を解いた一方の単線も半田付けされている。

【 0 0 2 5 】

端子台 6 の裏面の導電部 S 2 の下部には、温度変化特性に対応するための温度補償ゲージ（図示省略）のより線を解いた他方の単線が半田付けされている。端子台 6 の裏面の導電部 S 2 の上部には、赤色のビニールで被覆した赤リード線 R が半田付けされている。

【 0 0 2 6 】

50

端子台 6 の裏面の導電部 S 3 の下部には、第 1 引張側ゲージ T 1 のより線を解いた他方の単線が半田付けされている。更に、端子台 6 の裏面の導電部 S 3 の下部には、第 1 圧縮側ゲージ C 1 のより線を解いた一方の単線が半田付けされている。端子台 6 の裏面の導電部 S 3 の上部には、黒色のビニールで被覆した黒リード線 B K が半田付けされている。

【 0 0 2 7 】

端子台 6 の裏面の導電部 S 4 の下部には、もう一つの温度補償ゲージのより線を解いた一方の単線が半田付けされている。端子台 6 の裏面の導電部 S 4 の上部には、青色のビニールで被覆した青リード線 B L が半田付けされている。

【 0 0 2 8 】

端子台 6 の裏面の導電部 S 5 の下部には、第 1 圧縮側ゲージ C 1 のより線を解いた他方の単線が半田付けされている。更に、端子台 6 の裏面の導電部 S 5 の下部には、導電部 S 4 の下部に接続された温度補償ゲージ（図示省略）のより線を解いた他方の単線が半田付けされている。

10

【 0 0 2 9 】

端子台 6 の裏面の導電部 S 5 の上部には、端子台 6 の表面の導電部 S 6 の上部とリード線で接続されている。導電部 S 5 の上部と導電部 S 6 の上部とを表裏で接続することによりブリッジ回路のループを小さくすることができる。なお、導電部 S 5 の下部と導電部 S 6 の下部とを表裏で接続しても同様の効果を得ることができる。また、導電部 S 5 の上部と導電部 S 6 の上部との接続はリード線に限らない。例えば、両導電部 S 5、S 6 を貫通する貫通孔を端子台 6 に設け、この貫通孔に半田を流し込んで接続してもよい。

20

【 0 0 3 0 】

端子台 6 の表面の導電部 S 6 の下部には、第 2 引張側ゲージ T 2 のより線を解いた一方の単線が半田付けされている。端子台 6 の表面の導電部 S 7 の下部には、第 2 引張側ゲージ T 2 のより線を解いた他方の単線が半田付けされている。

【 0 0 3 1 】

端子台 6 の表面の導電部 S 7 の上部は、端子台 6 の表面の導電部 S 8 の下部にリード線で接続されている。なお、端子台 6 の表面の導電部 S 7 の下部で、端子台 6 の表面の導電部 S 8 の下部とリード線で接続してもよい。端子台 6 の表面の導電部 S 8 の下部は、端子台 6 の表面の導電部 S 9 の上部にもリード線で接続されている。

【 0 0 3 2 】

導電部 S 8 の下部と導電部 S 9 の上部とを接続するリード線は、導電部 S 7 の上部と導電部 S 8 の下部とを接続するリード線よりも長いリード線を用いており、中間部分で挟ることにより実質的なリード線の長さを調節する調節部 9 が設けられている。この調節部 9 でリード線の実質的な長さを調節することにより、出力基準値の微妙なずれを調節できるようにしている。

30

【 0 0 3 3 】

端子台 6 の表面の導電部 S 8 の上部には、白色のビニールで被覆した白リード線 W が半田付けされている。この白リード線 W は黒リード線 B K と表裏で同一箇所に位置しており、両リード線 W、B K は螺旋を描くように挟られて 1 つのより線を構成している。このように両リード線 W、B K を挟ってより線とすることにより、両リード線 W、B K で発生するノイズを低減させることができる。図 3 に示すように、両リード線 W、B K は、信号処理回路部 10 に接続されている。

40

【 0 0 3 4 】

端子台 6 の表面の導電部 S 9 の下部には、第 2 圧縮側ゲージ C 2 のより線を解いた一方の単線が半田付けされている。端子台 6 の表面の導電部 S 10 の下部には、第 2 圧縮側ゲージ C 2 のより線を解いた他方の単線が半田付けされている。

【 0 0 3 5 】

端子台 6 の表面の導電部 S 10 の上部には、端子台 6 の裏面の導電部 S 1 の上部とリード線で接続されている。導電部 S 10 の上部と導電部 S 1 の上部とを表裏で接続することによりブリッジ回路のループを小さくすることができる。なお、導電部 S 10 の下部と導

50

電部 S 1 の下部とを表裏で接続しても同様の効果を得ることができる。また、導電部 S 1 0 の上部と導電部 S 1 の上部との接続はリード線に限らない。例えば、両導電部 S 1 0、S 1 を貫通する貫通孔を端子台 6 に設け、この貫通孔に半田を流し込んで接続してもよい。

【 0 0 3 6 】

図 1 の実線と破線の 2 つで示した矢印は、3 軸の磁束密度の変化率を計測可能な磁束密度センサで磁束密度の変化を測定したものである。測定した結果、電動モータ 1 のロータの回転角によって、磁束密度が変化するものの磁束密度の変化は所定の平面内で変化することが分かった。

【 0 0 3 7 】

従って、発明者らは、この磁束密度の変化する平面に平行に端子台 6 を設置することにより、磁束の発生を抑えて誘導起電力の発生を抑制できるのではないかと考えた。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、本実施形態のトルクセンサ 2 の回路図を示している。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、端子台の傾きとノイズの関係を示したものである。電動モータ 1 の回転軸 1 a の軸線方向を X、互いに直交し且つ軸線 X に直交する 2 つの軸線を Y、Z と定義して、端子台を、YZ 平面、磁界平面に直交する平面、磁界平面、XZ 平面、XY 面に対して夫々平行に起歪体 3 の張出部 3 b に配置した場合のノイズを測定した。夫々、温度補償センサを付けた場合と無しの場合とでも測定している。また、電動モータ 1 のロータの回転角によってもノイズの影響が異なるため、ロータの回転角が 0°、±22.5°、±45°、±67.5°、±90°のときのノイズを測定している。

【 0 0 4 0 】

図 4 から明らかなように、磁界平面と平行に端子台 6 を設置したときに最もノイズが少ないことがわかる。また、温度補償ゲージの有り無しによるノイズの差がほとんど見られないこともわかる。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、端子台 6 に歪ゲージ 4 のより線を半田付けするときにより線を解いたときの開き具合を、第 2 引張側ゲージ T 2 と第 2 圧縮側ゲージ C 2 とで同一となるように、且つ第 2 引張側ゲージ T 2 と第 2 圧縮側ゲージ C 2 とのより線とで同一となるように製造した端子台 6 (図 5 の端子台 A ~ C) と、より線の開き具合を同一としない従来の端子台 (図 5 の端子台 X, Y) とで、ノイズを比較したグラフである。

【 0 0 4 2 】

図 5 から明らかなように、より線の開き具合を同一となるように製造した本実施形態の端子台 6 (端子台 A ~ C) の方が、より線の開き具合が同一となるように製造していない従来の端子台 X, Y と比較してノイズが低減できていることがわかる。

【 0 0 4 3 】

これは、ブリッジ回路の各辺に発生した起電力を VT1, VT2, VC1, VC2 とし、センサ出力 V に及ぼす影響を計算すると、次式 (1) となる。

【 0 0 4 4 】

$$V = \{(C1C2 - T1T2) / \{(T1+C1)(T2+C2)\}}V0 + \{(VC1 - VT1 - VT2 + VC2) / 2\} \cdot \cdot \cdot (1)。$$

式 (1) の前項はセンサとしての値を示し、後項はノイズの影響としての値を示している。

従って、起電力がキャンセルされる条件は、VC1 - VT1 - VT2 + VC2 = 0 となる。

そこで、本実施形態のトルクセンサ 2 では、VT1 = VC1 かつ VT2 = VC2 となるように端子台 6 を配線している。これにより、端子台 6 の表裏の片面ごとに起電力をキャンセルすることができる。なお、完全に起電力を 0 にすることができないのは加工公差によって完全に同一のより線の開き具合とすることが困難であることが要因の 1 つとして考えられる。

【 0 0 4 5 】

ここで、式 (1) について説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

V0をブリッジ回路への印加電圧（例えば10V）とすると、  
 $V0=I1(T1+C1)+VT1+VC1$ となる。

ここで、図3に示すように、I1は引張側ゲージT1を流れる電流であり、  
 $I1=(V0-VT1-VC1)/(T1+C1)$

となる。

## 【 0 0 4 7 】

そして、 $V1=V0-T1/(T1+C1) \cdot (V0-VT1-VC1)-VT1$ となる。

## 【 0 0 4 8 】

同様にして、 $V2=V0-T2/(T2+C2) \cdot (V0-VT2-VC2)-VT2$ となる。

10

## 【 0 0 4 9 】

よって、

$$V=V1-V2$$

$$=-\{T1/(T1+C1)\}(V0-VT1-VC1)-VT1+\{T2/(T2+C2)\}(V0-VT2-VC2)+VC2$$

$$=\{(C1C2-T1T2)/\{(T1+C1)(T2+C2)\}\}V0+\{T1/(T1+C1)\}(VT1+VC1)-VT1-\{T2/(T2+C2)\}(VT2+VC2)+VC2$$

となる。

## 【 0 0 5 0 】

各ゲージの抵抗値はほぼ同じなので、 $T1/(T1+C1) \quad T2/(T2+C2) \quad 1/2$ と見なせるため、  
 式(1)が導き出せる。

20

## 【 0 0 5 1 】

また、図5の下に示した「近距離」と「遠距離」は、起歪体3の円筒部3aからの所定の距離を示しており、各端子台6とも距離をできるだけ離れた方がノイズの低減を図れることがわかる。

## 【 0 0 5 2 】

本実施形態のトルクセンサ2の端子台構造によれば、電動モータ1の磁束密度と平行になるように端子台6を起歪体3に設置しているので、逆起電圧（ノイズ）が削減される。ノイズが削減されることによりフィードバックゲインが上がり、制御能力が向上する。これは、端子台を磁束と平行となるように設置することにより、端子台を通過する磁束線の数が減少する為と考えられる。

30

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 3 】

- 1 電動モータ
- 1 a 回転軸
- 2 トルクセンサ
- 3 起歪体
- 3 a 円筒部
- 3 b 張出部
- 4 歪ゲージ（力検出器）
- 5 減速機
- 6 端子台
- 7 支持フレーム
- 8 可動フレーム（負荷）
- 9 オフセット部
- 10 信号処理回路部
- T1 第1引張側ゲージ
- T2 第2引張側ゲージ
- C1 第1圧縮側ゲージ
- C2 第2圧縮側ゲージ
- S1～S10 導電部

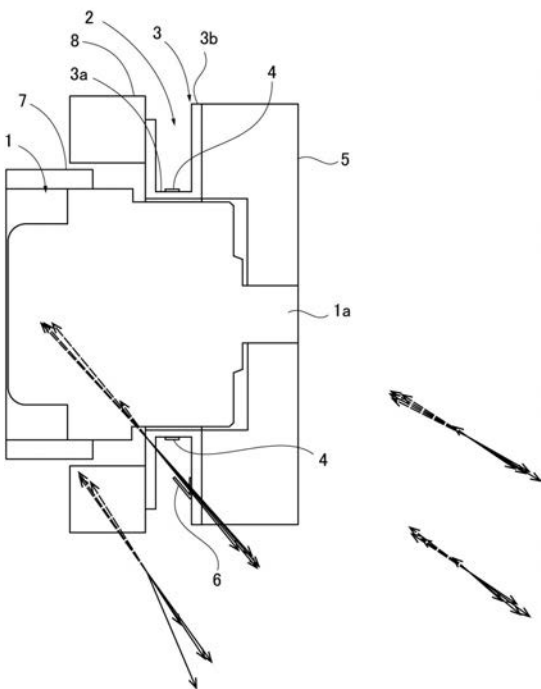
40

50

R 赤リード線  
 BK 黒リード線  
 BL 青リード線  
 W 白リード線

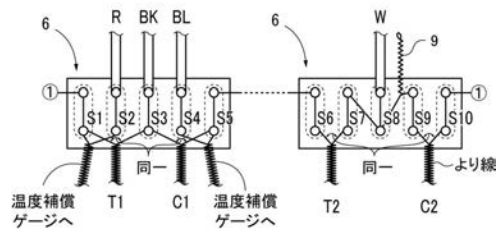
【 図 1 】

FIG.1



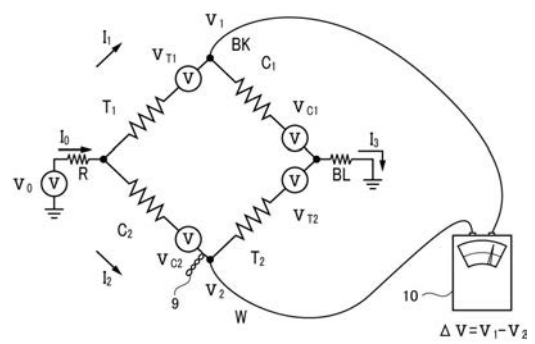
【 図 2 】

FIG.2



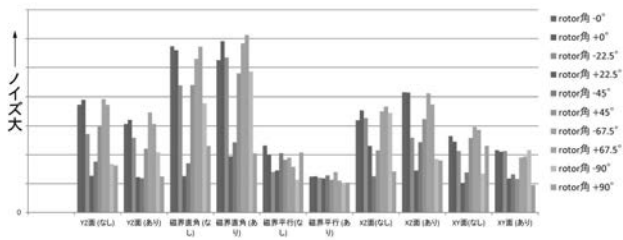
【 図 3 】

FIG.3



【 図 4 】

FIG.4



【 図 5 】

FIG.5

