

(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3月5日(05.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/044569 A1

(51) 国際特許分類:

F16D 66/00 (2006.01) *B66B 5/00* (2006.01)
B60T 17/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/032490

(22) 国際出願日: 2018年8月31日(31.08.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社安川電機 (**KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI**)
[JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者: 本田 祐規 (**HONDA Yuki**); 〒8060004
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1

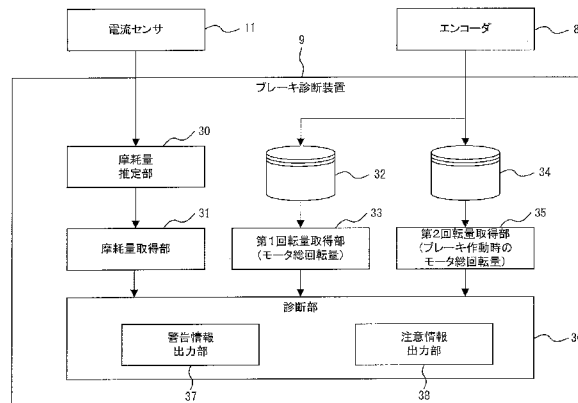
号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 青木 健一 (**AOKI Kenichi**); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 益田 博文, 外 (**MASUDA Hirofumi et al.**); 〒1100015 東京都台東区東上野1-7-13 東上野上村ビル2階 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** BRAKE DIAGNOSTIC DEVICE AND BRAKE DIAGNOSTIC SYSTEM

(54) 発明の名称: ブレーキ診断装置及びブレーキ診断システム



8 Encoder
9 Brake diagnostic device
11 Current sensor
30 Wear amount estimation unit
31 Wear amount acquisition unit
33 First rotation amount acquisition unit (motor total rotation amount)
35 Second rotation amount acquisition unit (motor total rotation amount during brake operation)
36 Diagnostic unit
37 Warning information output unit
38 Caution information output unit

(57) **Abstract:** [Problem] To improve the validity of a diagnostic result. [Solution] A brake diagnostic device 9 for diagnosing brake device 7 in a servomotor 5, said brake diagnostic device having: a wear amount acquisition unit 31 for acquiring a wear amount of a friction material 29 of the brake device 7; a first rotation amount acquisition unit 33 for acquiring a motor total rotation amount, which is a cumulative value for the amount of rotation of a motor 6; and a diagnostic unit 36 for diagnosing wear of the brake device 7 on the basis of the wear amount acquired by the wear amount

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, 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))

acquisition unit 31 and the motor total rotation amount acquired by the first rotation amount acquisition unit 33.

(57) 要約: 【課題】診断結果の有効性を向上する。【解決手段】サーボモータ5のブレーキ装置7を診断するブレーキ診断装置9であって、ブレーキ装置7の摩擦材29の摩耗量を取得する摩耗量取得部31と、モータ6の回転量の累積値であるモータ総回転量を取得する第1回転量取得部33と、摩耗量取得部31により取得された摩耗量及び第1回転量取得部33により取得されたモータ総回転量に基づいてブレーキ装置7の摩耗を診断する診断部36と、を有する。

明 細 書

発明の名称：ブレーキ診断装置及びブレーキ診断システム

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、ブレーキ診断装置及びブレーキ診断システムに関する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献1には、エレベータ用マグネットブレーキの診断装置が記載されている。この診断装置は、ブレーキ動作電流を検出する電流検出器と、該検出器の検出結果を一時記憶するRAMと、ブレーキの新設時におけるブレーキ動作電流から抽出した初期状態情報を記憶しているROMと、ブレーキ電源回路からの投入指令を確認すると共に、RAMの記憶データを読み出して状態情報を算出し、該状態情報を初期状態情報と比較してブレーキの現時点での状態を診断するCPUとを有する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平11-5675号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記診断装置においては診断結果の有効性を向上することが要望されている。

[0005] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、診断結果の有効性を向上できるブレーキ診断装置及びブレーキ診断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] 上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、モータのブレーキ装置を診断するブレーキ診断装置であって、前記ブレーキ装置の摩擦材の摩耗量を取得する摩耗量取得部と、前記モータの回転量の累積値である総回転

量を取得する第1回転量取得部と、前記摩耗量取得部により取得された前記摩耗量と、前記第1回転量取得部により取得された前記総回転量と、に基づいて、前記ブレーキ装置の摩耗を診断する診断部と、を有する、ブレーキ診断装置が適用される。

[0007] また、本発明の別の観点によれば、モータのブレーキ装置を診断するブレーキ診断装置であって、前記ブレーキ装置の作動時における前記モータの回転量の累積値であるブレーキ作動時総回転量を取得する回転量取得部と、前記回転量取得部により取得された前記ブレーキ作動時総回転量に基づいて、前記ブレーキ装置の動作状況の適否を診断する診断部と、を有する、ブレーキ診断装置が適用される。

[0008] また、本発明の別の観点によれば、モータのブレーキ装置を診断するブレーキ診断装置であって、前記ブレーキ装置の摩擦材の摩耗量を取得する摩耗量取得部と、前記摩耗量取得部により取得された前記摩耗量と、前記摩耗量に関して設定された2以上のしきい値と、に基づいて、当該しきい値による3以上の前記摩耗量の区分ごとに異なる診断結果を出力する診断部と、を有する、ブレーキ診断装置が適用される。

[0009] また、本発明の別の観点によれば、上記ブレーキ診断装置と、モータのブレーキ装置に電源を供給するブレーキ電源装置と、前記ブレーキ装置のブレーキコイルに流れる電流を検出する電流センサと、を有し、前記ブレーキ診断装置、前記ブレーキ電源装置及び前記電流センサは、コントローラからの指令に基づいて前記モータを制御するモータ制御装置とは別体として構成されている、ブレーキ診断システムが適用される。

発明の効果

[0010] 本発明のブレーキ診断装置等によれば、診断結果の有効性を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1実施形態に係るサーボシステムとブレーキ診断システムの構成の一例を表す説明図である。

[図2]第1実施形態に係るサーボモータの構成の一例を表す説明図である。

[図3]第1実施形態に係るブレーキ診断装置の機能構成の一例を表す説明図である。

[図4]ブレーキ装置が作動状態から解放状態となるときの電流センサの出力の一例を表す説明図である。

[図5]摩耗量に関して設定された第1しきい値及び第2しきい値、モータ総回転量に関して設定された第3しきい値、ブレーキ作動時のモータ総回転量に関して設定された第4しきい値の一例を表す説明図である。

[図6]診断部による診断結果の一例の一覧を表す説明図である。

[図7]運転パターンが適切である場合と不適切である場合の一例を表す説明図である。

[図8]ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図9]ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図10]ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図11]ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図12]第2実施形態に係るサーボモータの構成の一例を表す説明図である。

[図13]第2実施形態に係るブレーキ診断装置の機能構成の一例を表す説明図である。

[図14]第2実施形態における、摩耗量に関して設定された第1しきい値及び第2しきい値、モータ総回転量に関して設定された第3しきい値の一例を表す説明図である。

[図15]第2実施形態における、診断部による診断結果の一例の一覧を表す説明図である。

[図16]第2実施形態における、ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ

診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図17]第2実施形態における、ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図18]第2実施形態における、ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図19]第2実施形態における、ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図20]第3実施形態に係るブレーキ診断装置の機能構成の一例を表す説明図である。

[図21]第3実施形態における、診断部による診断結果の一例の一覧を表す説明図である。

[図22]第3実施形態における、ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図23]第4実施形態に係るブレーキ診断装置の機能構成の一例を表す説明図である。

[図24]第4実施形態における、診断部による診断結果の一例の一覧を表す説明図である。

[図25]第4実施形態における、ブレーキ診断装置により実行されるブレーキ診断手順の一例を表すフローチャートである。

[図26]電圧センサを設けた変形例における、サーボシステムとブレーキ診断システムの構成の一例を表す説明図である。

[図27]ブレーキ診断装置のハードウェア構成例を表す説明図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、一実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

[0013] <1. 第1実施形態>

まず、第1実施形態について説明する。第1実施形態では、ブレーキディスクの両側の表面に摩擦材が設けられたいわゆる両面ブレーキを診断する。

[0014] (1-1. サーボシステム、ブレーキ診断システムの構成)

図 1 を参照しつつ、第 1 実施形態に係るサーボシステム 1 と、ブレーキ診断システム 2 の構成の一例について説明する。

- [0015] 図 1 に示すように、サーボシステム 1 は、コントローラ 3 と、モータ制御装置 4 と、サーボモータ 5 とを有する。コントローラ 3 は、例えば汎用パーソナルコンピュータ、PLC (Programmable Logic Controller)、モーションコントローラ等のコンピュータで構成されている。コントローラ 3 は、位置指令、速度指令、トルク指令の少なくとも 1 つを生成し、モータ制御装置 4 に送信する。モータ制御装置 4 は、コントローラ 3 からの指令に基づいてサーボモータ 5 を制御する。
- [0016] サーボモータ 5 は、モータ 6 と、ブレーキ装置 7 と、エンコーダ 8 とを有する。エンコーダ 8 は、モータ 6 の回転位置や回転速度等を検出し、検出結果をモータ制御装置 4 及びブレーキ診断装置 9 に送信する。
- [0017] ブレーキ診断システム 2 は、ブレーキ診断装置 9 と、ブレーキ装置 7 に電源を供給するブレーキ電源装置 10 と、ブレーキ装置 7 のブレーキコイル 25 (後述の図 2 参照) に流れる電流を検出する電流センサ 11 と、リレー 12 と、A/D 変換器 13 とを有する。ブレーキ診断システム 2 は、モータ制御装置 4 とは別体として構成されており、例えば単体のモジュール (ブレーキ診断モジュール) として構成されてもよいし、複数の機器により構成されてもよい。
- [0018] リレー 12 は、ブレーキ診断装置 9 及びモータ制御装置 4 により接点の開閉を制御される。電流センサ 11 は、検出結果を A/D 変換器 13 を介してブレーキ診断装置 9 に送信する。
- [0019] なお、サーボシステム 1 やブレーキ診断システム 2 の構成は、上記に限定されるものではない。例えば、ブレーキ電源装置 10 は、ブレーキ診断システム 2 の外部に設けてもよい。また例えば、ブレーキ診断システム 2 のハードウェア及びソフトウェアの全部又は一部の構成を、モータ制御装置 4 に実装してもよい。同様に、ブレーキ診断システム 2 のハードウェア及びソフトウェアの全部又は一部の構成を、コントローラ 3 に実装してもよい。

[0020] (1-2. サーボモータの構成)

図2を参照しつつ、サーボモータ5の構成の一例について説明する。なお、以下において「負荷側」とはサーボモータ5に対して負荷が取り付けられる方向、すなわちこの例ではシャフト14が突出する方向(図2中右側)を指し、「反負荷側」とは負荷側の反対方向(図2中左側)を指す。

[0021] 上述のように、サーボモータ5は、モータ6と、ブレーキ装置7と、エンコーダ8とを有する。モータ6は、シャフト14と、回転子15と、固定子16と、負荷側ブラケット17と、負荷側軸受18と、反負荷側ブラケット19と、反負荷側軸受20とを有する。シャフト14は、負荷側軸受18及び反負荷側軸受20により軸心AX周りに回転可能に支持される。シャフト14の反負荷側は、反負荷側ブラケット19から突出し、その突出した部分にブレーキ装置7及びエンコーダ8が設けられている。

[0022] ブレーキ装置7は、無励磁作動形のブレーキ装置であり、例えば電源停止時等にモータ6のシャフト14が動かないように保持する保持用ブレーキとして使用される。ブレーキ装置7は、フィールドコア21と、アーマチュア22と、ブレーキディスク23と、固定プレート24とを有する。

[0023] フィールドコア21は、ブレーキコイル25及びばね26を有する。ブレーキコイル25のコイル端部27は、ブレーキ電源装置10に電氣的に接続される。アーマチュア22は、フィールドコア21に対して回転不能且つシャフト14の軸方向に移動可能に支持される。ブレーキディスク23は、ハブ28を介してシャフト14に対し回転不能且つ軸方向に移動可能に支持される。ブレーキディスク23は、負荷側の表面及び反負荷側の表面にそれぞれ摩擦材29を有する。固定プレート24は、反負荷側ブラケット19等に固定されている。

[0024] アーマチュア22は、ブレーキコイル25が通電されていない状態(無励磁状態)では、ばね26により負荷側へ押圧され、ブレーキディスク23の摩擦材29がアーマチュア22と固定プレート24とに係合する。この結果、電源停止時等にシャフト14が停止状態で保持される。この状態が、ブレ

ーキ装置 7 の作動状態である。一方、アーマチュア 22 は、ブレーキコイル 25 が通電されている状態（励磁状態）では、ブレーキコイル 25 による磁気吸引力により反負荷側へ吸引され、ブレーキディスク 23 が解放される。この結果、シャフト 14 が回転可能となる。この状態が、ブレーキ装置 7 の解放状態である。

[0025] このように、解放状態においてブレーキディスク 23 の軸方向位置はフリーな状態となるため、サーボモータ 5 の向きや姿勢によっては、ブレーキ装置 7 の解放時に空転摩耗（モータ 6 の回転時に摩擦材 29 とアーマチュア 22 及び固定プレート 24 の少なくとも一方が接触して摩耗すること）が生じやすくなる可能性がある。

[0026] なお、サーボモータ 5 の構成は、上記に限定されるものではない。例えば、エンコーダ 8 をモータ 6 とブレーキ装置 7 の間に配置してもよいし、ブレーキ装置 7 又はエンコーダ 8 の少なくとも一方をモータ 6 の負荷側に配置してもよい。

[0027] （1－3．ブレーキ診断装置の機能構成）

図 3 及び図 4 を参照しつつ、ブレーキ診断装置 9 の機能構成の一例について説明する。

[0028] 図 3 に示すように、ブレーキ診断装置 9 は、摩耗量推定部 30 と、摩耗量取得部 31 と、第 1 回転量記録部 32 と、第 1 回転量取得部 33 と、第 2 回転量記録部 34 と、第 2 回転量取得部 35 と、診断部 36 とを有する。診断部 36 は、警告情報出力部 37 と、注意情報出力部 38 とを有する。

[0029] 摩耗量推定部 30 は、ブレーキ装置 7 のブレーキコイル 25 に流れる電流を検出する電流センサ 11 の出力に基づいて、ブレーキディスク 23 の摩擦材 29 の摩耗量を推定する。この摩耗量推定部 30 による推定手法について、図 4 を用いて説明する。

[0030] 図 4 は、ブレーキ装置 7 が作動状態から解放状態となるとき電流センサ 11 の出力の一例を表す説明図である。図 4 に示すように、ブレーキ電流は、リレー 12 の接点が閉じるタイミング t_1 から流れ始め、ブレーキコイル

25のインダクタンス及び巻線抵抗等によって定まる時定数に基づいて緩やかに増加する。ブレーキ電流の増加に伴ってブレーキコイル25が発生する吸引力も増加し、当該吸引力がばね26による押し付け力を上回ったときに、アーマチュア22がフィールドコア21側へ移動してブレーキディスク23が解放される。このときのアーマチュア22の移動によりブレーキコイル25の磁束が変化するので、ブレーキ電流に乱れが生じて電流センサ11の出力が一時的に減少する。図4では、電流センサ11の出力が減少するタイミングが t_2 、 t_3 、 t_4 である3パターンの電流波形A、B、Cを例示している。

[0031] 摩擦材29の摩耗量が増加すると、ブレーキ作動時のアーマチュア22とフィールドコア21との距離が増加するため、アーマチュア22の吸引に要する時間（以下「吸引時間」という）が長くなる。図4に示す例では、電流波形Aの吸引時間（ $t_2 - t_1$ ）は比較的短いため、摩耗量も小さいと推定できる。また、電流波形Bの吸引時間（ $t_3 - t_1$ ）は中程度であるため、摩耗量も中程度であると推定できる。また、電流波形Cの吸引時間（ $t_4 - t_1$ ）は比較的長いため、摩耗量も大きいと推定できる。

[0032] なお、摩擦材29の摩耗量が大きいことは、摩擦材29の残存量が少ないことと同義であり、摩擦材29の摩耗量が小さいことは、摩擦材29の残存量が多いことと同義である。このように、摩擦材29の摩耗量と残存量とは表裏一体の関係にあることから、摩耗量推定部30は、電流センサ11の出力に基づいて、ブレーキディスク23の摩擦材29の残存量を推定している、ともいうことができる。

[0033] 摩耗量取得部31は、摩耗量推定部30により推定された摩耗量を取得する。なお、上述のように、摩擦材29の摩耗量と残存量とは表裏一体の関係にあることから、摩擦材29の残存量を取得する場合も、摩擦材29の摩耗量を取得することに含まれる。

[0034] 第1回転量記録部32は、エンコーダ8の検出信号に基づいて、モータ6の回転量の累積値であるモータ総回転量（総回転量）を記録する。第1回転

量取得部 33 は、この第 1 回転量記録部 32 からモータ総回転量を取得する。なお、本実施形態において、モータ 6 の「回転量」という場合、モータ 6 の回転数（～回転）だけでなく回転角度（～度、～ラジアン等）をも含むものである。したがって、モータ総回転量は、回転数の累積値（～回転）であってもよいし、回転角度の累積値（～度、～ラジアン等）であってもよい。本実施形態では、モータ総回転量は比較的大きな回転量となることから、例えば回転数の累積値として記録され、取得される。

[0035] 第 2 回転量記録部 34 は、エンコーダ 8 の検出信号に基づいて、ブレーキ装置 7 の作動時におけるモータ 6 の回転量の累積値であるブレーキ作動時のモータ総回転量（ブレーキ作動時総回転量）を記録する。上述のように、ブレーキ作動時のモータ総回転量は、ブレーキ作動時における回転数の累積値（～回転）であってもよいし、回転角度の累積値（～度、～ラジアン等）であってもよい。本実施形態では、ブレーキ作動時のモータ総回転量は比較的小さな回転量となることから、例えば回転角度の累積値として記録され、取得される。なお、エンコーダ 8 はいわゆるバッテリーレスエンコーダであり、電源停止時においてもモータ 6 の回転量を検出して記録しておくことができる。第 2 回転量記録部 34 は、電源投入時にエンコーダ 8 から上記記録されたデータを読み出し、ブレーキ作動時のモータ総回転量を記録する。第 2 回転量取得部 35 は、この第 2 回転量記録部 34 からブレーキ作動時のモータ総回転量を取得する。

[0036] 診断部 36 は、摩耗量取得部 31 により取得された摩耗量と、第 1 回転量取得部 33 により取得されたモータ総回転量と、第 2 回転量取得部 35 により取得されたブレーキ作動時のモータ総回転量とに基づいて、ブレーキ装置 7 の摩耗を診断する。診断部 36 による診断手法の詳細については後述する。警告情報出力部 37 は、診断部 36 による診断結果として所定の警告情報を出力する。注意情報出力部 38 は、診断部 36 による診断結果として所定の注意情報を出力する。これらの出力情報は、例えばブレーキ診断装置 9 が有する表示装置や音声出力装置等の出力装置 915（後述の図 27 参照）か

ら出力されてもよいし、必要に応じてモータ制御装置4やコントローラ3に送信されてもよい。

[0037] なお、上述した摩耗量取得部31、第1回転量取得部33、第2回転量取得部35等における処理等は、これらの処理の分担の例に限定されるものではなく、例えば、更に少ない数の処理部（例えば1つの処理部）で処理されてもよく、また、更に細分化された処理部により処理されてもよい。また、ブレーキ診断装置9の各処理部は、後述するCPU901（図27参照）が実行するプログラムにより実装されてもよいし、その一部又は全部がASICやFPGA、その他の電気回路等の実際の装置により実装されてもよい。

[0038] （1-4. 診断部の診断手法）

図5～図7を参照しつつ、診断部36による診断手法の一例について説明する。

[0039] 図5に示すように、摩耗量には第1しきい値と第2しきい値が設定されている。この例では、第1しきい値と第2しきい値は固定値として設定されている。なお、第1しきい値と第2しきい値を、例えば所定の数式やテーブルによりモータ総回転量やブレーキ作動時のモータ総回転量に応じて変動するしきい値として設定してもよい。また、摩耗量に関するしきい値の数を2以外（1又は3以上）としてもよい。

[0040] モータ総回転量には第3しきい値が設定されている。この例では、第3しきい値は例えば所定の数式やテーブルにより摩耗量の増加に応じて略直線的に増加するしきい値として設定されている。なお、第3しきい値を、例えば曲線的な増減態様や直線的及び曲線的な増減態様の組み合わせ等、他の増減態様のしきい値としてもよいし、固定値としてもよい。また、モータ総回転量に関するしきい値の数を2以上としてもよい。

[0041] ブレーキ作動時のモータ総回転量には第4しきい値が設定されている。この例では、第4しきい値は例えば所定の数式やテーブルにより摩耗量の増加に応じて略直線的に増加するしきい値として設定されている。なお、第4しきい値を、例えば曲線的な増減態様や直線的及び曲線的な増減態様の組み合

わせ等、他の増減態様のしきい値としてもよいし、固定値としてもよい。また、ブレーキ作動時のモータ総回転量に関するしきい値の数を2以上としてもよい。

[0042] 診断部36は、摩耗量取得部31により取得された摩耗量と、摩耗量に関して設定された第1しきい値及び第2しきい値と、第1回転量取得部33により取得されたモータ総回転量と、モータ総回転量に関して設定された第3しきい値と、第2回転量取得部35により取得されたブレーキ作動時のモータ総回転量と、ブレーキ作動時のモータ総回転量に関して設定された第4しきい値とに基づいて、上記第1～第4しきい値による複数の区分（この例では12区分）ごとに診断結果を出力する。

[0043] 図6は、これらの診断結果の一覧を表す説明図である。なお、以下では説明の便宜上、摩耗量が第1しきい値以上である場合を「大」、摩耗量が第2しきい値以上かつ第1しきい値未満である場合を「中」、摩耗量が第2しきい値未満である場合を「小」であるとして適宜説明する。また、モータ総回転量が第3しきい値以上である場合を「大」、モータ総回転量が第3しきい値未満である場合を「小」であるとして適宜説明する。また、ブレーキ作動時のモータ総回転量が第4しきい値以上である場合を「大」、ブレーキ作動時のモータ総回転量が第4しきい値未満である場合を「小」であるとして適宜説明する。

[0044] 図6に示すように、診断部36は、摩耗量、モータ総回転量、ブレーキ作動時のモータ総回転量が全て「小」である場合には、摩耗が少なくほぼ新品であると推定し、「正常」である旨の診断結果を出力する。同様に、診断部36は、摩耗量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「小」で、且つ、モータ総回転量が「大」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に小さいということであるから、正常に摩耗（空転摩耗）していると推定し、「正常」である旨の診断結果を出力する。

[0045] また、診断部36は、摩耗量及びモータ総回転量が共に「小」で、且つ、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には、不適切な運転に

よる摩耗の可能性があるとして推定し、注意情報出力部 38 によりブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」（第 1 の注意情報の一例）を出力する。同様に、診断部 36 は、摩耗量が「小」で、且つ、モータ総回転量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「大」である場合には、不適切な運転による摩耗の可能性があるとして推定し、注意情報出力部 38 により「運転パターン注意」を出力する。

[0046] なお、上記のように摩耗量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「小」である場合には、モータ総回転量の大小によって診断結果は異ならず、モータ総回転量の大小は診断結果に影響しない。同様に、上記のように摩耗量が「小」で、且つ、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には、モータ総回転量の大小によって診断結果は異ならず、モータ総回転量の大小は診断結果に影響しない。

[0047] 図 7 は、運転パターンが適切である場合と不適切である場合の一例を表す説明図である。図 7 において、ブレーキ制御信号は、モータ制御装置 4 又はブレーキ診断装置 9 からリレー 12 に送信される信号であり、ON でリレー 12 の接点が閉成し、OFF でリレー 12 の接点が開成する。また、解放時間は、ブレーキ制御信号が ON となってからアーマチュア 22 がフィールドコア 21 側に移動してブレーキディスク 23 が解放されるまでの時間である。また、作動時間は、ブレーキ制御信号が OFF となってからアーマチュア 22 がブレーキディスク 23 側に移動してブレーキディスク 23 がアーマチュア 22 と固定プレート 24 に係合するまでの時間である。また、モータ実速度は、エンコーダ 8 からフィードバックされるモータ 6 の回転速度である。

[0048] 一般に産業機械に用いられるブレーキ装置は、回転しているモータをブレーキで止める制動用ではなく、本実施形態のように、例えば電源停止時等に機械や装置が動かないようにモータを停止状態で保持する保持用として使用される。このため、モータとブレーキ装置は、ブレーキ装置の作動中にモータが停止し、ブレーキ装置の解放中にモータが駆動されるような運転パター

ンで使用されるのが好ましい。

[0049] したがって、図7の左側に示すように、モータ6がブレーキ装置7の解放状態でのみ回転し（モータ実速度が0より上）、ブレーキ装置7の作動状態では停止している（モータ実速度が0）場合には、ブレーキ装置7の動作状況（運転パターン）が適切である、すなわちブレーキ装置7が保持用として使用されていると推定することができる。一方で、図7の右側に示すように、モータ6がブレーキ装置7の解放状態だけでなく作動状態においても回転している（モータ実速度が0より上の部分がある）場合には、ブレーキ装置7の動作状況（運転パターン）が不適切である、すなわちブレーキ装置7が保持用でなく制動用として使用されている状況があると推定することができる。このような場合には、ブレーキ作動時のモータ総回転量が大きくなることから、上記のように診断部36はブレーキ装置7の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。

[0050] 図6に戻り、診断部36は、摩耗量が「大」で、且つ、モータ総回転量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「小」である場合には、摩耗量が大きいことから摩擦材29が寿命であると推定して、警告情報出力部37により摩擦材29（又はブレーキ装置7）の交換を促す「ブレーキ寿命警告」（第1の警告情報の一例）を出力する。加えて、診断部36は、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいことから異常な摩耗が生じており、且つ、ブレーキ作動時のモータ総回転量が小さいことから異常摩耗の原因は空転摩耗であると推定し、ブレーキ寿命警告と併せて、注意情報出力部38によりブレーキ装置7の空転摩耗に関する注意を促す「空転摩耗注意」（第2の注意情報の一例）を出力する。

[0051] また、診断部36は、摩耗量及びモータ総回転量が共に「大」で、且つ、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「小」である場合には、摩擦材29は寿命であるけれども、モータの運転時間に対して摩耗量が適応した量であるということであるから、正常に摩耗（空転摩耗）していると推定し、警告情報出力部37により摩擦材29（又はブレーキ装置7）の交換を促す「ブレー

キ寿命警告」のみを出力する。

[0052] また、診断部３６は、摩耗量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「大」で、且つ、モータ総回転量が「小」である場合には、摩擦材２９が寿命であると推定して警告情報出力部３７により「ブレーキ寿命警告」を出力する。加えて、診断部３６は、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいことから異常な摩耗が生じており、且つ、ブレーキ作動時のモータ総回転量が大きいことから異常摩耗の原因は不適切な運転による摩耗であると推定し、ブレーキ寿命警告と併せて、注意情報出力部３８によりブレーキ装置７の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。

[0053] 同様に、診断部３６は、摩耗量、モータ総回転量、ブレーキ作動時のモータ総回転量が全て「大」である場合には、摩擦材２９が寿命であると推定して警告情報出力部３７により「ブレーキ寿命警告」を出力する。加えて、診断部３６は、モータの運転時間に対して摩耗量が適応した量であるけれども、ブレーキ作動時のモータ総回転量が大きいことから不適切な運転による摩耗の可能性があるとして推定し、注意情報出力部３８により「運転パターン注意」を出力する。

[0054] なお、上記のように摩耗量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「大」である場合には、モータ総回転量の大小によって診断結果は異ならず、モータ総回転量の大小は診断結果に影響しない。

[0055] また、診断部３６は、摩耗量が「中」で、且つ、モータ総回転量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「小」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいということであるから、摩耗が異常に進行中であると推定して、警告情報出力部３７により摩擦材２９の摩耗が異常に進行中であることを示す「早期摩耗警告」（第２の警告情報、第４の警告情報の一例）を出力する。加えて、診断部３６は、ブレーキ作動時総回転量が小さいことから、異常摩耗の原因は空転摩耗であると推定し、早期摩耗警告と併せて、注意情報出力部３８によりブレーキ装置７の空転摩耗に関する注意を促す「空転摩耗注意」を出力する。

[0056] また、診断部 36 は、摩耗量が「中」で、モータ総回転量が「大」で、且つ、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「小」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に小さいということであるから、摩耗（空転摩耗）が正常に進行中であると推定して、警告情報出力部 37 により摩擦材 29 の摩耗が正常に進行中であることを示す「通常摩耗警告」（第 2 の警告情報、第 3 の警告情報の一例）を出力する。

[0057] また、診断部 36 は、摩耗量が「中」で、モータ総回転量が「小」で、且つ、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいということであるから、摩耗が異常に進行中であると推定して、警告情報出力部 37 により摩擦材 29 の摩耗が異常に進行中であることを示す「早期摩耗警告」を出力する。加えて、診断部 36 は、ブレーキ作動時のモータ総回転量が大きいことから、異常摩耗の原因は不適切な運転による摩耗であると推定し、早期摩耗警告と併せて、注意情報出力部 38 によりブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。

[0058] また、診断部 36 は、摩耗量が「中」で、且つ、モータ総回転量及びブレーキ作動時のモータ総回転量が共に「大」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に小さいということであるから、摩耗が正常に進行中であると推定して、警告情報出力部 37 により「通常摩耗警告」を出力する。加えて、診断部 36 は、摩耗は正常に進行中であるけれども、ブレーキ作動時のモータ総回転量が大きいことから、不適切な運転による摩耗の可能性があると推定し、通常摩耗警告と併せて、注意情報出力部 38 によりブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。

[0059] なお、以上では正常以外の出力情報について、緊急度あるいは重要度が相対的に高い診断結果については警告情報として、緊急度あるいは重要度が相対的に低い診断結果については注意情報として、2 種類に区別して出力したが、出力情報をこのように区別せずに、例えば 1 つの診断結果情報として出

力してもよい。あるいは出力情報をさらに細分化し、例えば３種類以上の情報に区別して出力してもよい。

[0060] (１－５．ブレーキ診断手順)

図８～図１１を参照しつつ、ブレーキ診断装置９により実行されるブレーキ診断手順の一例について説明する。

[0061] 図８に示すように、ステップＳ１０では、ブレーキ診断装置９は、ブレーキ制御信号をＯＦＦとしてリレー１２の接点を開成させてブレーキ装置７を作動状態とする。

[0062] ステップＳ２０では、ブレーキ診断装置９は、エンコーダ８からのフィードバック信号に基づいて、モータ６の回転速度が０であるか否かを判定する。モータ６の回転速度が０でない場合には（ステップＳ２０：ＮＯ）、ステップＳ３０に移る。

[0063] ステップＳ３０では、ブレーキ診断装置９は、注意情報出力部３８によりブレーキ装置７の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する。

[0064] 上記ステップＳ１０～ステップＳ３０により、ブレーキ装置７の動作状況が適切であるか否か、言い換えると制動用でなく保持用として使用されているか否かを、この後のブレーキ診断手順に先立って簡易的に診断することができる。

[0065] 一方、上記ステップＳ２０において、モータ６の回転速度が０である場合には（ステップＳ２０：ＹＥＳ）、ステップＳ４０に移る。

[0066] ステップＳ４０では、ブレーキ診断装置９は、ブレーキ制御信号をＯＮとしてリレー１２の接点を閉成させてブレーキ装置７を解放状態とする。

[0067] ステップＳ５０では、ブレーキ診断装置９は、摩耗量推定部３０により、ブレーキ装置７が作動状態から解放状態となるときに電流センサ１１の出力に基づいて、ブレーキディスク２３の摩擦材２９の摩耗量を推定する（図４参照）。

[0068] ステップＳ６０では、ブレーキ診断装置９は、摩耗量取得部３１により、

上記ステップS 5 0において推定された摩耗量を取得する。

[0069] ステップS 7 0では、ブレーキ診断装置9は、第1回転量取得部33により、第1回転量記録部32に記録されたモータ総回転量を取得する。

[0070] ステップS 8 0では、ブレーキ診断装置9は、第2回転量取得部35により、第2回転量記録部34に記録されたブレーキ作動時のモータ総回転量を取得する。

[0071] ステップS 9 0では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、上記ステップS 6 0において取得した摩擦材29の摩耗量の大きさが「大」、「中」、「小」のいずれであるかを判定する。摩耗量の大きさが「大」である場合（第1しきい値以上の場合）には、図9に示すステップS 1 0 0に移る。

[0072] 図9に示すように、ステップS 1 0 0では、ブレーキ診断装置9は、警告情報出力部37により、摩擦材29（又はブレーキ装置7）の交換を促す「ブレーキ寿命警告」を出力する。

[0073] ステップS 1 1 0では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、上記ステップS 8 0において取得したブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」であるか否か（第4しきい値以上か否か）を判定する。ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には（ステップS 1 1 0：YES）、ステップS 1 2 0に移る。

[0074] ステップS 1 2 0では、ブレーキ診断装置9は、注意情報出力部38により、ブレーキ装置7の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図8参照）。

[0075] 一方、上記ステップS 1 1 0において、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「小」である場合には（ステップS 1 1 0：NO）、ステップS 1 3 0に移る。

[0076] ステップS 1 3 0では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、上記ステップS 7 0において取得したモータ総回転量が「小」であるか否か（第3しきい値未満か否か）を判定する。モータ総回転量が「大」である場合には（ステップS 1 3 0：NO）、本フローを終了する（図8参照）。一方、

モータ総回転量が「小」である場合には（ステップS 1 3 0 : Y E S）、ステップS 1 4 0に移る。

[0077] ステップS 1 4 0では、ブレーキ診断装置9は、注意情報出力部38により、ブレーキ装置7の空転摩耗に関する注意を促す「空転摩耗注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図8参照）。

[0078] なお、先のステップS 9 0において、摩耗量の大きさが「中」である場合（第2しきい値以上第1しきい値未満の場合）には、図10に示すステップS 2 0 0に移る。

[0079] 図10に示すように、ステップS 2 0 0では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、上記ステップS 7 0において取得したモータ総回転量が「小」であるか否か（第3しきい値未満か否か）を判定する。モータ総回転量が「小」である場合には（ステップS 2 0 0 : Y E S）、ステップS 2 1 0に移る。

[0080] ステップS 2 1 0では、ブレーキ診断装置9は、警告情報出力部37により、摩擦材29の摩耗が異常に進行中であることを示す「早期摩耗警告」を出力する。

[0081] ステップS 2 2 0では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、上記ステップS 8 0において取得したブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」であるか否か（第4しきい値以上か否か）を判定する。ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には（ステップS 2 2 0 : Y E S）、ステップS 2 3 0に移る。

[0082] ステップS 2 3 0では、ブレーキ診断装置9は、注意情報出力部38により、ブレーキ装置7の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図8参照）。

[0083] 一方、上記ステップS 2 2 0において、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「小」である場合には（ステップS 2 2 0 : N O）、ステップS 2 4 0に移る。

[0084] ステップS 2 4 0では、ブレーキ診断装置9は、注意情報出力部38によ

り、ブレーキ装置 7 の空転摩耗に関する注意を促す「空転摩耗注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図 8 参照）。

[0085] 一方、上記ステップ S 2 0 0 において、モータ総回転量が「大」である場合には（ステップ S 2 0 0 : N O）、ステップ S 2 5 0 に移る。

[0086] ステップ S 2 5 0 では、ブレーキ診断装置 9 は、警告情報出力部 3 7 により、摩擦材 2 9 の摩耗が正常に進行中であることを示す「通常摩耗警告」を出力する。

[0087] ステップ S 2 6 0 では、ブレーキ診断装置 9 は、診断部 3 6 により、上記ステップ S 8 0 において取得したブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」であるか否か（第 4 しきい値以上か否か）を判定する。ブレーキ作動時のモータ総回転量が「小」である場合には（ステップ S 2 6 0 : N O）、本フローを終了する（図 8 参照）。一方、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には（ステップ S 2 6 0 : Y E S）、ステップ S 2 7 0 に移る。

[0088] ステップ S 2 7 0 では、ブレーキ診断装置 9 は、注意情報出力部 3 8 により、ブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図 8 参照）。

[0089] なお、先のステップ S 9 0 において、摩耗量の大きさが「小」である場合（第 2 しきい値未満の場合）には、図 1 1 に示すステップ S 3 0 0 に移る。

[0090] 図 1 1 に示すように、ステップ S 3 0 0 では、ブレーキ診断装置 9 は、診断部 3 6 により、上記ステップ S 8 0 において取得したブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」であるか否か（第 4 しきい値以上か否か）を判定する。ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には（ステップ S 3 0 0 : Y E S）、ステップ S 3 1 0 に移る。

[0091] ステップ S 3 1 0 では、ブレーキ診断装置 9 は、注意情報出力部 3 8 により、ブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図 8 参照）。

[0092] 一方、上記ステップ S 3 0 0 において、ブレーキ作動時のモータ総回転量

が「小」である場合には（ステップS300：NO）、ステップS320に移る。

[0093] ステップS320では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、上記ステップS70において取得したモータ総回転量が「小」であるか否か（第3しきい値未満か否か）を判定する。モータ総回転量が「小」である場合には（ステップS320：YES）、ステップS330に移る。

[0094] ステップS330では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、「正常」である旨の診断結果を出力する。その後、本フローを終了する（図8参照）。

[0095] 一方、上記ステップS320において、モータ総回転量が「大」である場合には（ステップS320：NO）、ステップS340に移る。

[0096] ステップS340では、ブレーキ診断装置9は、診断部36により、「正常」である旨の診断結果を出力する。その後、本フローを終了する（図8参照）。

[0097] （1－6．第1実施形態による効果）

以上説明したように、本実施形態のブレーキ診断装置9は、摩擦材29の摩耗量に加えて、モータ6の回転量の累積値であるモータ総回転量を取得し、これら2つのデータを組み合わせてブレーキ装置7の摩耗を診断する。これにより、例えば摩耗量がある程度大きい場合であっても、モータ総回転量が多い場合には、モータ6の運転時間に対して摩耗量が適応した量であるか相対的に小さいということであるから、正常な摩耗であると診断することができる。一方で、モータ総回転量が小さい場合には、モータ6の運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいということであるから、何らかの異常による摩耗であると診断することができる。このようにして、摩擦材29の摩耗状態だけでなく、その摩耗が正常な摩耗なのか異常な摩耗なのかについても診断することができるので、診断結果の有効性を向上できる。

[0098] また、本実施形態において、診断部36が、摩耗量取得部31により取得された摩耗量と、摩耗量に関して設定された2以上の第1しきい値及び第2

しきい値と、に基づいて、当該しきい値による３以上の摩耗量の区分ごとに異なる診断結果を出力する場合には、次のような効果を得る。

[0099] すなわち、上記構成により、単に摩耗状態が正常又は異常であるという２種類の診断結果を出力するだけではなく、異常となる前の段階においてユーザに早期に注意を促す診断結果を出力することが可能となる。したがって、ブレーキ装置７に不具合が発生するのを未然に防止できる。

[0100] また、本実施形態において、ブレーキ診断装置９が、ブレーキ装置７の作動時におけるモータ６の回転量の累積値であるブレーキ作動時のモータ総回転量を取得する第２回転量取得部３５、をさらに有し、診断部３６は、摩耗量取得部３１により取得された摩耗量と、第１回転量取得部３３により取得されたモータ総回転量と、第２回転量取得部３５により取得されたブレーキ作動時のモータ総回転量と、に基づいて、ブレーキ装置７の摩耗を診断する場合には、次のような効果を得る。

[0101] すなわち診断部３６は、摩擦材２９の摩耗量とモータ総回転量に加えて、ブレーキ作動時のモータ総回転量を取得し、これら３つのデータを組み合わせてブレーキ装置７の摩耗を診断する。これにより、例えば摩耗量が中程度以上で且つモータ総回転量が小さい場合（異常摩耗）に、ブレーキ作動時のモータ総回転量が大きい場合には、ブレーキ作動時にモータ６が大きく回転しているということであるから、その異常摩耗はブレーキ装置７の動作状況が不適切である（保持用でなく制動用として使用されている）ことが原因であると診断することができる。一方で、ブレーキ作動時のモータ総回転量が小さい場合には、ブレーキ作動時はモータ６はほぼ回転していないにも拘わらず異常な摩耗が生じているということであるから、ブレーキ解放時に空転摩耗が生じていると診断することができる。このようにして、摩擦材２９に異常な摩耗が生じている場合にその原因についても診断することができるので、診断結果の有効性をさらに向上できる。

[0102] また、本実施形態において、診断部３６が、摩耗量取得部３１により取得された摩耗量と、摩耗量に関して設定された第１しきい値及びこの第１しき

い値よりも小さい第2しきい値と、に基づいて、摩耗量が第1しきい値以上である（「大」である）場合には、摩擦材29の交換を促す「寿命警告」を出力し、摩耗量が第2しきい値以上かつ第1しきい値未満である（「中」である）場合には、摩擦材29の摩耗が進行中であることを示す「摩耗警告」（早期摩耗警告又は通常摩耗警告）を出力する、警告情報出力部37を有する場合には、次のような効果を得る。

[0103] すなわち、上記構成により、摩耗量が大きい場合には摩擦材29が寿命であると診断して、モータ総回転量やブレーキ作動時のモータ総回転量に関わらずにユーザに摩擦材29（又はブレーキ装置7）の交換を促すことができる。また、摩耗量が中程度である場合には、まだ寿命ではないが摩耗が進行中であるためユーザに注意を促すことができる。

[0104] また、本実施形態において、「摩耗警告」が、摩擦材29の摩耗が正常に進行中であることを示す「通常摩耗警告」と、摩擦材29の摩耗が異常に進行中であることを示す「早期摩耗警告」と、を含み、警告情報出力部37が、摩耗量が第2しきい値以上かつ第1しきい値未満である（「中」である）場合に、第1回転量取得部33により取得されたモータ総回転量と、モータ総回転量に関して設定された第3しきい値と、に基づいて、モータ総回転量が第3しきい値以上である（「大」である）場合には「通常摩耗警告」を出力し、モータ総回転量が第3しきい値未満である（「小」である）場合には「早期摩耗警告」を出力する場合には、次のような効果を得る。

[0105] すなわち、上記構成により、摩耗量が中程度であり且つモータ総回転量が高い場合には、モータ6の運転時間に対して摩耗量が適応した量であるか相対的に小さいということであるから、摩耗は進行中であるが正常な摩耗であるためまだ使用可能であることをユーザに知らせることができる。一方で、摩耗量が中程度であり且つモータ総回転量が小さい場合には、モータ6の運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいということであるから、何らかの異常により摩耗が進行中であるため、まだ寿命ではないが早期に摩擦材29（ブレーキ装置7）を交換することをユーザに促すことができる。

- [0106] また、本実施形態において、診断部 36 が、第 2 回転量取得部 35 により取得されたブレーキ作動時のモータ総回転量と、ブレーキ作動時のモータ総回転量に関して設定された第 4 しきい値と、に基づいて、ブレーキ作動時のモータ総回転量が第 4 しきい値以上である（「大」である）場合には、ブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する、注意情報出力部 38 を有する場合には、次のような効果を得る。
- [0107] すなわち、上記構成により、ブレーキ作動時のモータ総回転量が多い場合にはブレーキ装置 7 の動作状況が不適切な可能性がある（保持用でなく制動用として使用されている）と診断して、摩耗量やモータ総回転量に関わらずにユーザにモータ 6 とブレーキ装置 7 の運転パターンを確認するように注意を促すことができる。
- [0108] また、本実施形態において、注意情報出力部 38 が、摩耗量が第 2 しきい値以上（「中」又は「大」）且つモータ総回転量が第 3 しきい値未満（「小」）である場合に、ブレーキ作動時のモータ総回転量が第 4 しきい値未満（「小」）である場合には、ブレーキ装置 7 の空転摩耗に関する注意を促す「空転摩耗注意」を出力する場合には、次のような効果を得る。
- [0109] すなわち、上記構成により、例えば摩耗量が中程度以上で且つモータ総回転量が小さい場合（異常摩耗）に、ブレーキ作動時のモータ総回転量が小さい場合には、異常摩耗の原因はブレーキ解放時の空転摩耗であると診断して、ユーザに摩擦材 29（ブレーキ装置 7）の交換を促すことができる。
- [0110] また、本実施形態において、ブレーキ診断装置 9 が、ブレーキ装置 7 のブレーキコイル 25 に流れる電流を検出する電流センサ 11 の検出結果に基づいて摩擦材 29 の摩耗量を推定する摩耗量推定部 30、をさらに有し、摩耗量取得部 31 が、摩耗量推定部 30 により推定された摩耗量を取得する場合には、次のような効果を得る。
- [0111] すなわち、上記構成により、電流センサ 11 が既設であればそれを流用することにより、摩擦材 29 の摩耗量を例えば物理的に計測するセンサ等を別途に設ける必要が無くなるので、ブレーキ診断装置 9 を小型化、軽量化、低

コスト化できる。

[0112] また、本実施形態において、ブレーキ診断システム 2 が、ブレーキ診断装置 9 と、サーボモータ 5 のブレーキ装置 7 に電源を供給するブレーキ電源装置 10 と、ブレーキ装置 7 のブレーキコイル 25 に流れる電流を検出する電流センサ 11 と、を有し、ブレーキ診断装置 9、ブレーキ電源装置 10 及び電流センサ 11 が、コントローラ 3 からの指令に基づいてサーボモータ 5 を制御するモータ制御装置 4 とは別体として構成される場合には、次のような効果を得る。

[0113] 例えばブレーキ診断装置 9 の診断機能や電流センサ 11 等をモータ制御装置に一体的に実装する場合、ユーザは既存のモータ制御装置を新たなモータ制御装置に交換することが必要になるため、導入コストが増大する。また、ハードウェア及びソフトウェアを追加した新たなモータ制御装置を機種展開することになるため、開発コストも増大する。これに対して、本実施形態のブレーキ診断システム 2 では、ブレーキ診断装置 9、ブレーキ電源装置 10 及び電流センサ 11 が、モータ制御装置 4 とは別体として構成されている。これにより、モータ制御装置 4 の汎用性を維持できると共に、ユーザは既存のモータ制御装置をそのまま利用しつつブレーキ診断システム 2 を例えば外部モジュールとして追加すればよいため、導入コストを低減できる。また、新たなモータ制御装置の機種展開も不要となるため、開発コストも抑制できる。

[0114] <2. 第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、ブレーキディスクの片側の表面に摩擦材が設けられたいわゆる片面ブレーキを診断する。

[0115] (2-1. サーボモータの構成)

図12を参照しつつ、第2実施形態に係るサーボモータ 105 の構成の一例について説明する。なお、図12では前述の図2と同様の構成に同符号を付している。

[0116] サーボモータ 105 は、モータ 6 と、ブレーキ装置 107 と、エンコーダ

8とを有する。モータ6やエンコーダ8の構成は前述の第1実施形態と同様である。

[0117] ブレーキ装置107は、前述の第1実施形態と同様に無励磁作動形のブレーキ装置であり、保持用ブレーキとして使用される。ブレーキ装置107は、フィールドコア21と、アーマチュア22と、ブレーキディスク123とを有する。

[0118] ブレーキディスク123は、固定ねじ（図示省略）等によりシャフト14に固定される。なお、固定ねじ以外にも、例えば圧入、接着、ねじ以外の固定具（リベットなど）等により、ブレーキディスク123をシャフト14に固定してもよい。ブレーキディスク123は、反負荷側の表面に摩擦材29を有する。ブレーキ装置107のその他の構成は、前述の第1実施形態と同様である。

[0119] アーマチュア22は、ブレーキコイル25が通電されていない状態（無励磁状態）では、ばね26により負荷側へ押圧され、ブレーキディスク123の摩擦材29と係合する。この結果、電源停止時等にシャフト14が停止状態で保持される。この状態が、ブレーキ装置107の作動状態である。一方、アーマチュア22は、ブレーキコイル25が通電されている状態（励磁状態）では、ブレーキコイル25による磁気吸引力により反負荷側へ吸引され、ブレーキディスク123が解放される。この結果、シャフト14が回転可能となる。この状態が、ブレーキ装置107の解放状態である。

[0120] ブレーキ装置107は、解放状態において、ブレーキディスク123の摩擦材29とアーマチュア22との間に所定のギャップが形成されるように構成される。このため、サーボモータ105の向きや姿勢に関わらず、基本的にブレーキ装置7の解放時に空転摩耗は生じない構成となっている。

[0121] （2-2. ブレーキ診断装置の機能構成）

図13を参照しつつ、第2実施形態に係るブレーキ診断装置109の機能構成の一例について説明する。なお、図13では前述の図3と同様の構成に同符号を付している。

[0122] 図13に示すように、ブレーキ診断装置109は、摩耗量推定部30と、摩耗量取得部31と、第1回転量記録部32と、第1回転量取得部33と、診断部136とを有する。前述の第1実施形態と異なり、第2回転量記録部34及び第2回転量取得部35については有していない。各処理部の機能については前述の第1実施形態と同様である。

[0123] (2-3. 診断部の診断手法)

図14及び図15を参照しつつ、診断部136による診断手法の一例について説明する。

[0124] 図14に示すように、摩耗量には第1しきい値と第2しきい値が設定されている。この例では、第1しきい値と第2しきい値は固定値として設定されている。また、モータ総回転量には第3しきい値が設定されている。この例では、第3しきい値は例えば所定の数式やテーブルによりモータ総回転量の増加に応じて略直線的に増加するしきい値として設定されている。第3しきい値をこのように設定することにより、モータの動作時間を反映でき、モータが新品なのか長く使用されているのか等を判断することができる。なお、第3しきい値を摩耗量の増加に応じて略直線的に増加するしきい値として設定してもよい。

[0125] 診断部136は、摩耗量取得部31により取得された摩耗量と、摩耗量に関して設定された第1しきい値及び第2しきい値と、第1回転量取得部33により取得されたモータ総回転量と、モータ総回転量に関して設定された第3しきい値とに基づいて、上記第1～第3しきい値による複数の区分（この例では6区分）ごとに診断結果を出力する。

[0126] 図15は、これらの診断結果の一例を説明するための図である。なお、各しきい値における「大」、「中」、「小」については前述の第1実施形態（図6）と同様である。

[0127] 図15に示すように、診断部136は、摩耗量及びモータ総回転量が共に「小」である場合には、摩耗が少なくほぼ新品であると推定し、「正常」である旨の診断結果を出力する。同様に、診断部136は、摩耗量が「小」で

、且つ、モータ総回転量が「大」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に小さいということであるから、正常に摩耗していると推定し、「正常」である旨の診断結果を出力する。

[0128] また、診断部 136 は、摩耗量が「大」で、且つ、モータ総回転量が「小」である場合には、摩擦材 29 が寿命であると推定して警告情報出力部 37 により摩擦材 29（又はブレーキ装置 7）の交換を促す「ブレーキ寿命警告」を出力する。加えて、診断部 36 は、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいことから異常な摩耗が生じており、且つ、異常摩耗の原因は不適切な運転による摩耗である（片面ブレーキであるから空転摩耗ではない）と推定し、ブレーキ寿命警告と併せて、注意情報出力部 38 によりブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。

[0129] また、診断部 36 は、摩耗量及びモータ総回転量が共に「大」である場合には、摩擦材 29 は寿命であるけれども、モータの運転時間に対して摩耗量が適応した量であるということであるから、正常に摩耗していると推定し、警告情報出力部 37 により「ブレーキ寿命警告」のみを出力する。

[0130] また、診断部 36 は、摩耗量が「中」で、且つ、モータ総回転量が「小」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に大きいということであるから、摩耗が異常に進行中であると推定して、警告情報出力部 37 により摩擦材 29 の摩耗が異常に進行中であることを示す「早期摩耗警告」を出力する。加えて、診断部 36 は、異常摩耗の原因は不適切な運転による摩耗である（片面ブレーキであるから空転摩耗ではない）と推定し、早期摩耗警告と併せて、注意情報出力部 38 によりブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。

[0131] また、診断部 36 は、摩耗量が「中」で、且つ、モータ総回転量が「大」である場合には、モータの運転時間に対して摩耗量が相対的に小さいということであるから、摩耗が正常に進行中であると推定して、警告情報出力部 37 により摩擦材 29 の摩耗が正常に進行中であることを示す「通常摩耗警告」を出力する。

[0132] (2-4. ブレーキ診断手順)

図16～図19を参照しつつ、ブレーキ診断装置109により実行されるブレーキ診断手順の一例について説明する。なお、図16では前述の図8と同様の手順に同符号を付している。

[0133] 図16において前述の図8と異なる点は、ステップS80がない点である。その他の手順は前述の図8と同じであるため、説明を省略する。

[0134] 図16に示すステップS90において、摩耗量の大きさが「大」である場合（第1しきい値以上の場合）には、図17に示すステップS400に移る。

[0135] 図17に示すように、ステップS400では、ブレーキ診断装置109は、警告情報出力部37により、摩擦材29（又はブレーキ装置7）の交換を促す「ブレーキ寿命警告」を出力する。

[0136] ステップS410では、ブレーキ診断装置109は、診断部136により、上記ステップS70において取得したモータ総回転量が「小」であるか否か（第3しきい値未満か否か）を判定する。モータ総回転量が「大」である場合には（ステップS410：NO）、本フローを終了する（図16参照）。一方、モータ総回転量が「小」である場合には（ステップS410：YES）、ステップS420に移る。

[0137] ステップS420では、ブレーキ診断装置109は、注意情報出力部38により、ブレーキ装置7の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図16参照）。

[0138] なお、先のステップS90において、摩耗量の大きさが「中」である場合（第2しきい値以上第1しきい値未満の場合）には、図18に示すステップS500に移る。

[0139] 図18に示すように、ステップS500では、ブレーキ診断装置109は、診断部136により、上記ステップS70において取得したモータ総回転量が「小」であるか否か（第3しきい値未満か否か）を判定する。モータ総回転量が「小」である場合には（ステップS500：YES）、ステップS

510に移る。

[0140] ステップS510では、ブレーキ診断装置109は、警告情報出力部37により、摩擦材29の摩耗が異常に進行中であることを示す「早期摩耗警告」を出力すると共に、注意情報出力部38により、ブレーキ装置7の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する（図16参照）。

[0141] 一方、上記ステップS500において、モータ総回転量が「大」である場合には（ステップS500：NO）、ステップS520に移る。

[0142] ステップS520では、ブレーキ診断装置109は、警告情報出力部37により、摩擦材29の摩耗が正常に進行中であることを示す「通常摩耗警告」を出力する。その後、本フローを終了する（図16参照）。

[0143] なお、先のステップS90において、摩耗量の大きさが「小」である場合（第2しきい値未満の場合）には、図19に示すステップS600に移る。

[0144] 図19に示すように、ステップS600では、ブレーキ診断装置109は、診断部136により、上記ステップS70において取得したモータ総回転量が「小」であるか否か（第3しきい値未満か否か）を判定する。モータ総回転量が「小」である場合には（ステップS600：YES）、ステップS610に移る。

[0145] ステップS610では、ブレーキ診断装置109は、診断部136により、「正常」である旨の診断結果を出力する。その後、本フローを終了する（図16参照）。

[0146] 一方、上記ステップS600において、モータ総回転量が「大」である場合には（ステップS600：NO）、ステップS620に移る。

[0147] ステップS620では、ブレーキ診断装置109は、診断部136により、「正常」である旨の診断結果を出力する。その後、本フローを終了する（図16参照）。

[0148] 以上説明した第2実施形態によれば、本発明を片面ブレーキに適用した場合にも、前述の第1実施形態と同様にブレーキ診断装置の診断結果の有効性

を向上できる。

[0149] <3. 第3実施形態>

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態では、ブレーキ装置の動作状況の適否について診断する。

[0150] (3-1. ブレーキ診断装置の機能構成)

図20を参照しつつ、第3実施形態に係るブレーキ診断装置209の機能構成の一例について説明する。なお、図20では前述の図3と同様の構成に同符号を付している。

[0151] 図20に示すように、ブレーキ診断装置209は、第2回転量記録部34と、第2回転量取得部35（回転量取得部の一例）と、診断部236とを有する。診断部236は、注意情報出力部38を有する。各処理部の機能については前述の第1実施形態等と同様である。

[0152] (3-2. 診断部の診断手法)

図21を参照しつつ、診断部236による診断手法の一例について説明する。

[0153] 前述の第1実施形態と同様に、ブレーキ作動時のモータ総回転量には第4しきい値が設定されている。診断部236は、第2回転量取得部35により取得されたブレーキ作動時のモータ総回転量と、ブレーキ作動時のモータ総回転量に関して設定された第4しきい値とに基づいて、当該第4しきい値による複数の区分（この例では2区分）ごとに診断結果を出力する。

[0154] 図21は、これらの診断結果の一例を説明するための図である。なお、第4しきい値における「大」、「小」については前述の第1実施形態（図6）と同じである。

[0155] 図21に示すように、診断部236は、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「小」である場合には、ブレーキ作動時にモータ6がほぼ回転していないということであるから、ブレーキ装置7の動作状況（運転パターン）が適切である、すなわち保持用として使用されていると推定し、「正常」である旨の診断結果を出力する。

[0156] また、診断部 236 は、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には、ブレーキ作動時にモータ 6 が比較的大きく回転しているということであるから、ブレーキ装置 7 の動作状況（運転パターン）が不適切である、すなわち保持用でなく制動用として使用されている可能性があると推定し、注意情報出力部 38 によりブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。

[0157] なお、本実施形態では正常以外の診断結果を注意情報として出力しているが、緊急度あるいは重要度がより高い情報（例えば警告情報）として出力してもよい。

[0158] （3-3. ブレーキ診断手順）

図 22 を参照しつつ、ブレーキ診断装置 209 により実行されるブレーキ診断手順の一例について説明する。なお、図 22 では前述の図 8 と同様の手順に同符号を付している。

[0159] 図 22 において、ステップ S10～ステップ S30 及びステップ S80 は前述の図 8 と同じであるため、説明を省略する。

[0160] ステップ S700 では、ブレーキ診断装置 209 は、診断部 236 により、上記ステップ S80 において取得したブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」であるか否か（第 4 しきい値以上か否か）を判定する。ブレーキ作動時のモータ総回転量が「大」である場合には（ステップ S700：YES）、ステップ S710 に移る。

[0161] ステップ S710 では、ブレーキ診断装置 209 は、注意情報出力部 38 により、ブレーキ装置 7 の動作状況に関する注意を促す「運転パターン注意」を出力する。その後、本フローを終了する。

[0162] 一方、上記ステップ S700 において、ブレーキ作動時のモータ総回転量が「小」である場合には（ステップ S700：NO）、ステップ S720 に移る。

[0163] ステップ S720 では、ブレーキ診断装置 209 は、診断部 236 により、ブレーキ装置 7 の動作状況が「正常」である旨の診断結果を出力する。そ

の後、本フローを終了する。

[0164] 以上説明した第3実施形態によれば、ブレーキ作動時のモータ総回転量を取得し、このデータに基づいてブレーキ装置7の使用状況が適切か否かについて診断することができるので、診断結果の有効性を向上できる。

[0165] <4. 第4実施形態>

次に、第4実施形態について説明する。第4実施形態では、摩耗量と、摩耗量に関して設定された2以上のしきい値とに基づいて、ブレーキ装置を診断する。

[0166] (4-1. ブレーキ診断装置の機能構成)

図23を参照しつつ、第4実施形態に係るブレーキ診断装置309の機能構成の一例について説明する。なお、図23では前述の図3と同様の構成に同符号を付している。

[0167] 図23に示すように、ブレーキ診断装置309は、摩耗量推定部30と、摩耗量取得部31と、診断部336とを有する。診断部336は、警告情報出力部37を有する。各処理部の機能については前述の第1実施形態等と同様である。

[0168] (4-2. 診断部の診断手法)

図24を参照しつつ、診断部336による診断手法の一例について説明する。

[0169] 前述の第1実施形態と同様に、摩耗量には第1しきい値と第2しきい値が設定されている。診断部336は、摩耗量取得部31により取得された摩耗量と、摩耗量に関して設定された第1しきい値及び第2しきい値とに基づいて、上記第1しきい値及び第2しきい値による複数の区分（この例では3区分）ごとに診断結果を出力する。

[0170] 図24は、これらの診断結果の一例を説明するための図である。なお、各しきい値における「大」、「中」、「小」については前述の第1実施形態（図6）と同じである。

[0171] 図24に示すように、診断部336は、摩耗量が「小」である場合には、

摩耗が少なく正常であると推定し、「正常」である旨の診断結果を出力する。また、診断部 336 は、摩耗量が「大」である場合には、摩耗量が大きいうことから摩擦材 29 が寿命であると推定して、警告情報出力部 37 により摩擦材 29（又はブレーキ装置 7）の交換を促す「ブレーキ寿命警告」を出力する。また、診断部 336 は、摩耗量が「中」である場合には、まだ使用可能だが摩耗が進行中であると推定して、警告情報出力部 37 により摩擦材 29 の摩耗が進行中であることを示す「ブレーキ摩耗警告」（第 2 の警告情報の一例）を出力する。

[0172] なお、本実施形態では正常以外の診断結果を警告情報として出力しているが、例えばブレーキ摩耗警告については緊急度あるいは重要度がより低い情報（例えば注意情報）として出力してもよい。

[0173] （４－３．ブレーキ診断手順）

図 25 を参照しつつ、ブレーキ診断装置 309 により実行されるブレーキ診断手順の一例について説明する。なお、図 25 では前述の図 8 と同様の手順に同符号を付している。

[0174] 図 25 において、ステップ S10 及びステップ S40～ステップ S60 は前述の図 8 と同じであるため、説明を省略する。

[0175] ステップ S90 では、ブレーキ診断装置 309 は、診断部 336 により、上記ステップ S60 において取得した摩擦材 29 の摩耗量の大きさが「大」、「中」、「小」のいずれであるかを判定する。摩耗量の大きさが「大」である場合（第 1 しきい値以上の場合）には、ステップ S800 に移る。

[0176] ステップ S800 では、ブレーキ診断装置 309 は、警告情報出力部 37 により、摩擦材 29（又はブレーキ装置 7）の交換を促す「ブレーキ寿命警告」を出力する。その後、本フローを終了する。

[0177] 一方、先のステップ S90 において、摩耗量の大きさが「中」である場合（第 2 しきい値以上第 1 しきい値未満の場合）には、ステップ S810 に移る。

[0178] ステップ S810 では、ブレーキ診断装置 309 は、警告情報出力部 37

により、摩擦材 29 の摩耗が進行中であることを示す「ブレーキ摩耗警告」を出力する。その後、本フローを終了する。

[0179] 一方、先のステップ S 90 において、摩耗量の大きさが「小」である場合（第 2 しきい値未満の場合）には、ステップ S 820 に移る。

[0180] ステップ S 820 では、ブレーキ診断装置 309 は、「正常」である旨の診断結果を出力する。その後、本フローを終了する。

[0181] 以上説明した第 4 実施形態によれば、摩耗量と摩耗量に関して設定された 2 以上のしきい値とに基づいてブレーキ装置を診断するので、単に摩耗状態が多い（寿命）又は少ない（正常）という 2 種類の診断結果を出力するだけでなく、寿命となる前の段階においてユーザに早期に注意を促す診断結果（例えばブレーキ摩耗警告）を出力することが可能となる。したがって、ブレーキ装置 7 に不具合が発生するのを未然に防止できる。

[0182] <5. 変形例>

なお、以上説明した各実施形態は、上記に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。

[0183] 以上では、電流センサ 11 の出力波形に基づいて、ブレーキ装置 7 が作動状態から解放状態となるときのアーマチュア 22 の吸引時間から摩擦材 29 の摩耗量を推定する場合について説明したが、他の手法により摩耗量を推定してもよい。例えば、摩擦材 29 の摩耗量が増加すると、ブレーキ装置 7 が解放状態から作動状態となるときのアーマチュア 22 の移動量が増加するため、アーマチュア 22 の解放に要する時間（「釈放時間」ともいう）が長くなる。そして、図示は省略するが、ブレーキ電流は、リレー 12 の接点が開くタイミングから減少し始め、ブレーキコイル 25 のインダクタンス及び巻線抵抗等によって定まる時定数に基づいて減少する。ブレーキ電流の減少に伴ってブレーキコイル 25 が発生する吸引力も減少し、当該吸引力がばね 26 による押し付け力を下回ったときに、アーマチュア 22 がブレーキディスク 23 側へ移動してブレーキディスク 23 が係合される。このときのアーマチュア 22 の移動によりブレーキコイル 25 の磁束が変化するので、ブレー

キ電流に乱れが生じて電流センサ 11 の出力が一時的に上昇する。したがって、電流センサ 11 の出力波形に基づいて、ブレーキ装置 7 が解放状態から作動状態となるときのアーマチュア 22 の釈放時間から摩擦材 29 の摩耗量を推定してもよい。

[0184] なお、リレー 12 の接点が開くときにブレーキコイル 25 の逆起電力により電圧に変化が生じるために、例えば図 26 に示すように電圧センサ 39 を設けておき、当該電圧センサ 39 の出力波形に基づいてアーマチュア 22 の釈放時間を検出し、摩擦材 29 の摩耗量を推定してもよい。また、電流センサや電圧センサの代わりに、例えば超音波センサや光学センサ等の摩擦材 29 の摩耗量を物理的に計測するセンサを用いてもよい。

[0185] また以上では、第 1 実施形態の診断手法（図 3～図 11）を両面ブレーキに適用した場合について説明したが、例えば何らかの要因により片面ブレーキであっても空転摩耗が生じる可能性がある場合等には、第 1 実施形態の診断手法を片面ブレーキに適用してもよい。また以上では、第 2 実施形態の診断手法（図 13～図 19）を片面ブレーキに適用した場合について説明したが、例えば何らかの要因により両面ブレーキであっても空転摩耗が生じる可能性がない又は少ない場合等には、第 2 実施形態の診断手法を両面ブレーキに適用してもよい。また、第 3 実施形態の診断手法（図 20～図 22）、及び、第 4 実施形態の診断手法（図 23～図 25）は、両面ブレーキ及び片面ブレーキのいずれに適用してもよい。さらに、第 2～第 4 実施形態の診断手法のうち、2つ又は3つを組み合わせ、両面ブレーキ又は片面ブレーキに適用することも可能である。

[0186] <6. ブレーキ診断装置のハードウェア構成例>

次に、図 27 を参照しつつ、上記で説明した CPU 901 が実行するプログラムにより実装された摩耗量取得部 31 等による処理を実現するブレーキ診断装置 9 のハードウェア構成例について説明する。なお、前述の第 2～第 4 実施形態で記載したブレーキ診断装置 109, 209, 309 のハードウェア構成例についても同様である。

- [0187] 図27に示すように、ブレーキ診断装置9は、例えば、CPU901と、ROM903、RAM905と、ASIC又はFPGA等の特定の用途向けに構築された専用集積回路907と、入力装置913と、出力装置915と、記録装置917と、ドライブ919と、接続ポート921と、通信装置923とを有する。これらの構成は、バス909や入出力インターフェース911を介し相互に信号を伝達可能に接続されている。
- [0188] プログラムは、例えば、ROM903やRAM905、記録装置917等に記録しておくことができる。
- [0189] また、プログラムは、例えば、フレキシブルディスクなどの磁気ディスク、各種のCD・MOディスク・DVD等の光ディスク、半導体メモリ等のリムーバブルな記録媒体925に、一時的又は永続的に記録しておくこともできる。このような記録媒体925は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することもできる。この場合、これらの記録媒体925に記録されたプログラムは、ドライブ919により読み出されて、入出力インターフェース911やバス909等を介し上記記録装置917に記録されてもよい。
- [0190] また、プログラムは、例えば、ダウンロードサイト・他のコンピュータ・他の記録装置等（図示せず）に記録しておくこともできる。この場合、プログラムは、LANやインターネット等のネットワークNWを介し転送され、通信装置923がこのプログラムを受信する。そして、通信装置923が受信したプログラムは、入出力インターフェース911やバス909等を介し上記記録装置917に記録されてもよい。
- [0191] また、プログラムは、例えば、適宜の外部接続機器927に記録しておくこともできる。この場合、プログラムは、適宜の接続ポート921を介し転送され、入出力インターフェース911やバス909等を介し上記記録装置917に記録されてもよい。
- [0192] そして、CPU901が、上記記録装置917に記録されたプログラムに従い各種の処理を実行することにより、上記の摩耗量取得部31、第1回転量取得部33、第2回転量取得部35等による処理が実現される。この際、

CPU 901は、例えば、上記記録装置917からプログラムを直接読み出して実行してもよいし、RAM 905に一旦ロードした上で実行してもよい。更にCPU 901は、例えば、プログラムを通信装置923やドライブ919、接続ポート921を介し受信する場合、受信したプログラムを記録装置917に記録せずに直接実行してもよい。

[0193] また、CPU 901は、必要に応じて、例えばマウス・キーボード・マイク（図示せず）等の入力装置913から入力する信号や情報に基づいて各種の処理を行ってもよい。

[0194] そして、CPU 901は、上記の処理を実行した結果を、例えば表示装置や音声出力装置等の出力装置915から出力してもよく、さらにCPU 901は、必要に応じてこの処理結果を通信装置923や接続ポート921を介し送信してもよく、上記記録装置917や記録媒体925に記録させてもよい。

[0195] なお、以上の説明において、「垂直」「平行」「平面」等の記載がある場合には、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「垂直」「平行」「平面」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に垂直」「実質的に平行」「実質的に平面」という意味である。

[0196] また、以上の説明において、外観上の寸法や大きさが「同一」「等しい」「異なる」等の記載がある場合は、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「同一」「等しい」「異なる」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に同一」「実質的に等しい」「実質的に異なる」という意味である。

[0197] 但し、例えばしきい値や基準値等、所定の判定基準となる値あるいは区切りとなる値の記載がある場合は、それらに対しての「同一」「等しい」「異なる」等は、上記とは異なり、厳密な意味である。

[0198] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や変形例による手法を適宜組み合わせて利用しても良い。

[0199] その他、一々例示はしないが、上記実施形態や変形例は、その趣旨を逸脱

しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

[0200]	2	ブレーキ診断システム
	3	コントローラ
	4	モータ制御装置
	5	サーボモータ
	6	モータ
	7	ブレーキ装置
	8	エンコーダ
	9	ブレーキ診断装置
	10	ブレーキ電源装置
	11	電流センサ
	29	摩擦材
	30	摩耗量推定部
	31	摩耗量取得部
	33	第1回転量取得部
	35	第2回転量取得部
	36	診断部
	37	警告情報出力部
	38	注意情報出力部
	109	ブレーキ診断装置
	136	診断部
	105	サーボモータ
	107	ブレーキ装置
	209	ブレーキ診断装置
	236	診断部
	309	ブレーキ診断装置
	336	診断部

請求の範囲

- [請求項1] モータのブレーキ装置を診断するブレーキ診断装置であって、
 前記ブレーキ装置の摩擦材の摩耗量を取得する摩耗量取得部と、
 前記モータの回転量の累積値である総回転量を取得する第1回転量取得部と、

 前記摩耗量取得部により取得された前記摩耗量と、前記第1回転量取得部により取得された前記総回転量と、に基づいて、前記ブレーキ装置の摩耗を診断する診断部と、

 を有する、ブレーキ診断装置。
- [請求項2] 前記診断部は、

 前記摩耗量取得部により取得された前記摩耗量と、前記摩耗量に関して設定された2以上のしきい値と、に基づいて、当該しきい値による3以上の前記摩耗量の区分ごとに異なる診断結果を出力する、

 請求項1に記載のブレーキ診断装置。
- [請求項3] 前記ブレーキ装置の作動時における前記モータの回転量の累積値であるブレーキ作動時総回転量を取得する第2回転量取得部、をさらに有し、

 前記診断部は、

 前記摩耗量取得部により取得された前記摩耗量と、前記第1回転量取得部により取得された前記総回転量と、前記第2回転量取得部により取得された前記ブレーキ作動時総回転量と、に基づいて、前記ブレーキ装置の摩耗を診断する、

 請求項1又は2のいずれか1項に記載のブレーキ診断装置。
- [請求項4] 前記診断部は、

 前記摩耗量取得部により取得された前記摩耗量と、前記摩耗量に関して設定された第1しきい値及び前記第1しきい値よりも小さい第2しきい値と、に基づいて、前記摩耗量が前記第1しきい値以上である場合には、前記摩擦材の交換を促す第1の警告情報を出力し、前記摩

耗量が前記第2しきい値以上かつ前記第1しきい値未満である場合には、前記摩擦材の摩耗が進行中であることを示す第2の警告情報を出力する、警告情報出力部を有する、
請求項3に記載のブレーキ診断装置。

[請求項5]

前記第2の警告情報は、

前記摩擦材の摩耗が正常に進行中であることを示す第3の警告情報と、前記摩擦材の摩耗が異常に進行中であることを示す第4の警告情報と、を含み、

前記警告情報出力部は、

前記摩耗量が前記第2しきい値以上かつ前記第1しきい値未満である場合に、前記第1回転量取得部により取得された前記総回転量と、前記総回転量に関して設定された第3しきい値と、に基づいて、前記総回転量が前記第3しきい値以上である場合には前記第3の警告情報を出力し、前記総回転量が前記第3しきい値未満である場合には前記第4の警告情報を出力する、
請求項4に記載のブレーキ診断装置。

[請求項6]

前記診断部は、

前記第2回転量取得部により取得された前記ブレーキ作動時総回転量と、前記ブレーキ作動時総回転量に関して設定された第4しきい値と、に基づいて、前記ブレーキ作動時総回転量が前記第4しきい値以上である場合には、前記ブレーキ装置の動作状況に関する注意を促す第1の注意情報を出力する、注意情報出力部を有する、
請求項3～5のいずれか1項に記載のブレーキ診断装置。

[請求項7]

前記注意情報出力部は、

前記摩耗量が前記第2しきい値以上且つ前記総回転量が前記第3しきい値未満である場合に、前記ブレーキ作動時総回転量が前記第4しきい値未満である場合には、前記ブレーキ装置の空転摩耗に関する注意を促す第2の注意情報を出力する、

請求項 6 に記載のブレーキ診断装置。

[請求項8] 前記ブレーキ装置のブレーキコイルに流れる電流を検出する電流センサの検出結果に基づいて前記摩擦材の摩耗量を推定する摩耗量推定部、をさらに有し、

前記摩耗量取得部は、

前記摩耗量推定部により推定された前記摩耗量を取得する、

請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のブレーキ診断装置。

[請求項9] モータのブレーキ装置を診断するブレーキ診断装置であって、

前記ブレーキ装置の作動時における前記モータの回転量の累積値であるブレーキ作動時総回転量を取得する回転量取得部と、

前記回転量取得部により取得された前記ブレーキ作動時総回転量に基づいて、前記ブレーキ装置の動作状況の適否を診断する診断部と、を有する、ブレーキ診断装置。

[請求項10] モータのブレーキ装置を診断するブレーキ診断装置であって、

前記ブレーキ装置の摩擦材の摩耗量を取得する摩耗量取得部と、

前記摩耗量取得部により取得された前記摩耗量と、前記摩耗量に関して設定された 2 以上のしきい値と、に基づいて、当該しきい値による 3 以上の前記摩耗量の区分ごとに異なる診断結果を出力する診断部と、

を有する、ブレーキ診断装置。

[請求項11] 請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のブレーキ診断装置と、

モータのブレーキ装置に電源を供給するブレーキ電源装置と、

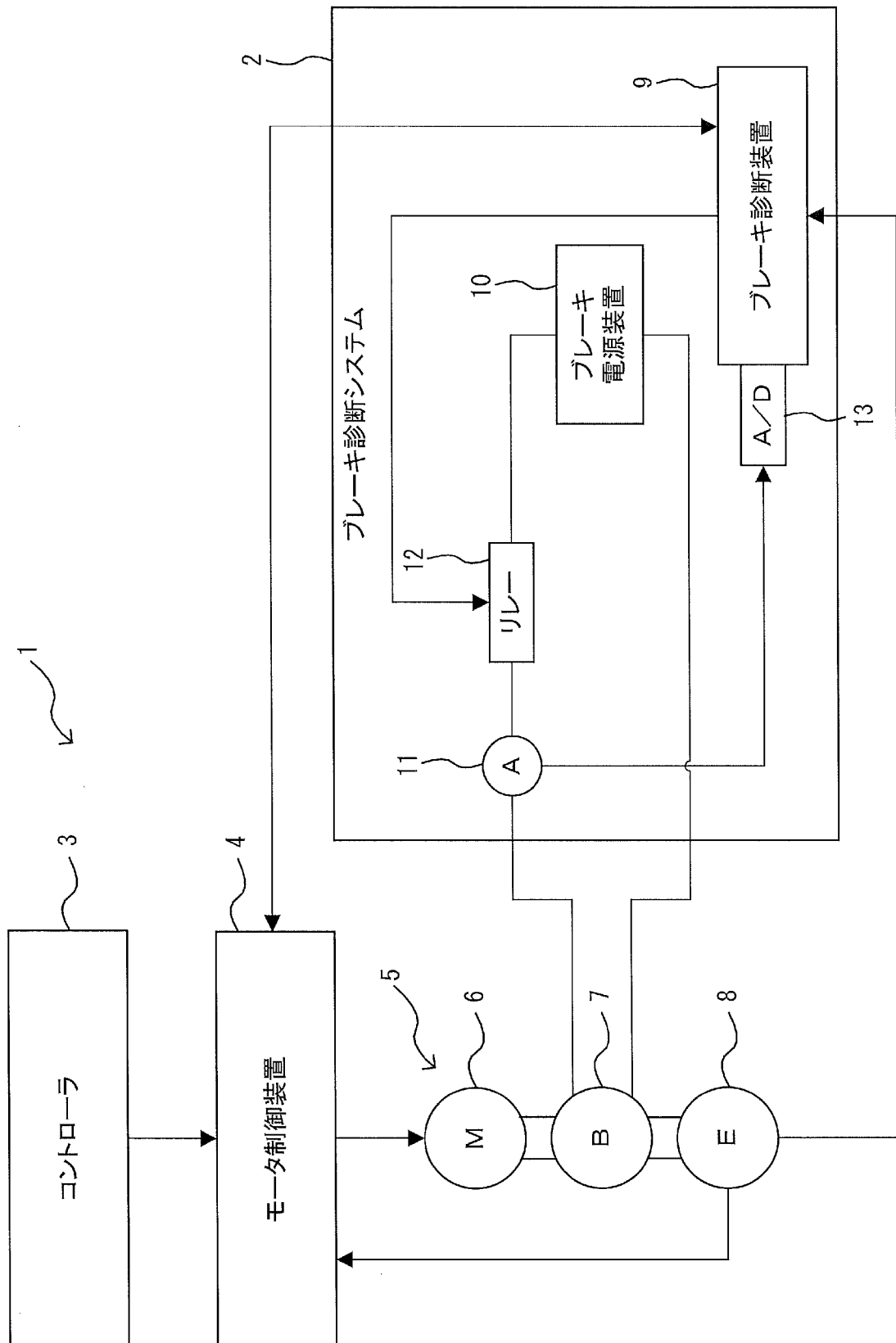
前記ブレーキ装置のブレーキコイルに流れる電流を検出する電流センサと、を有し、

前記ブレーキ診断装置、前記ブレーキ電源装置及び前記電流センサは、

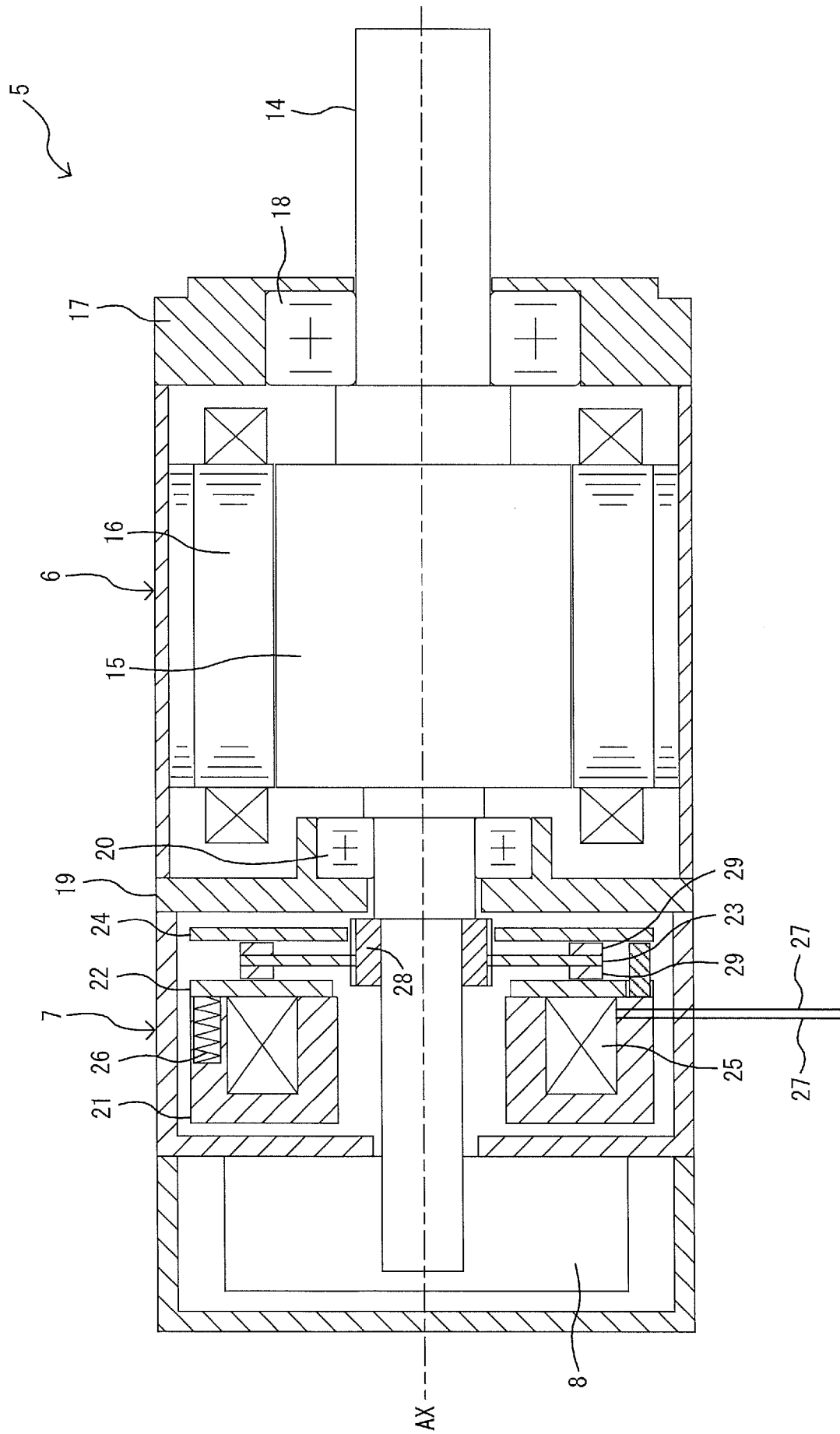
コントローラからの指令に基づいて前記モータを制御するモータ制御装置とは別体として構成されている、

ブレーキ診断システム。

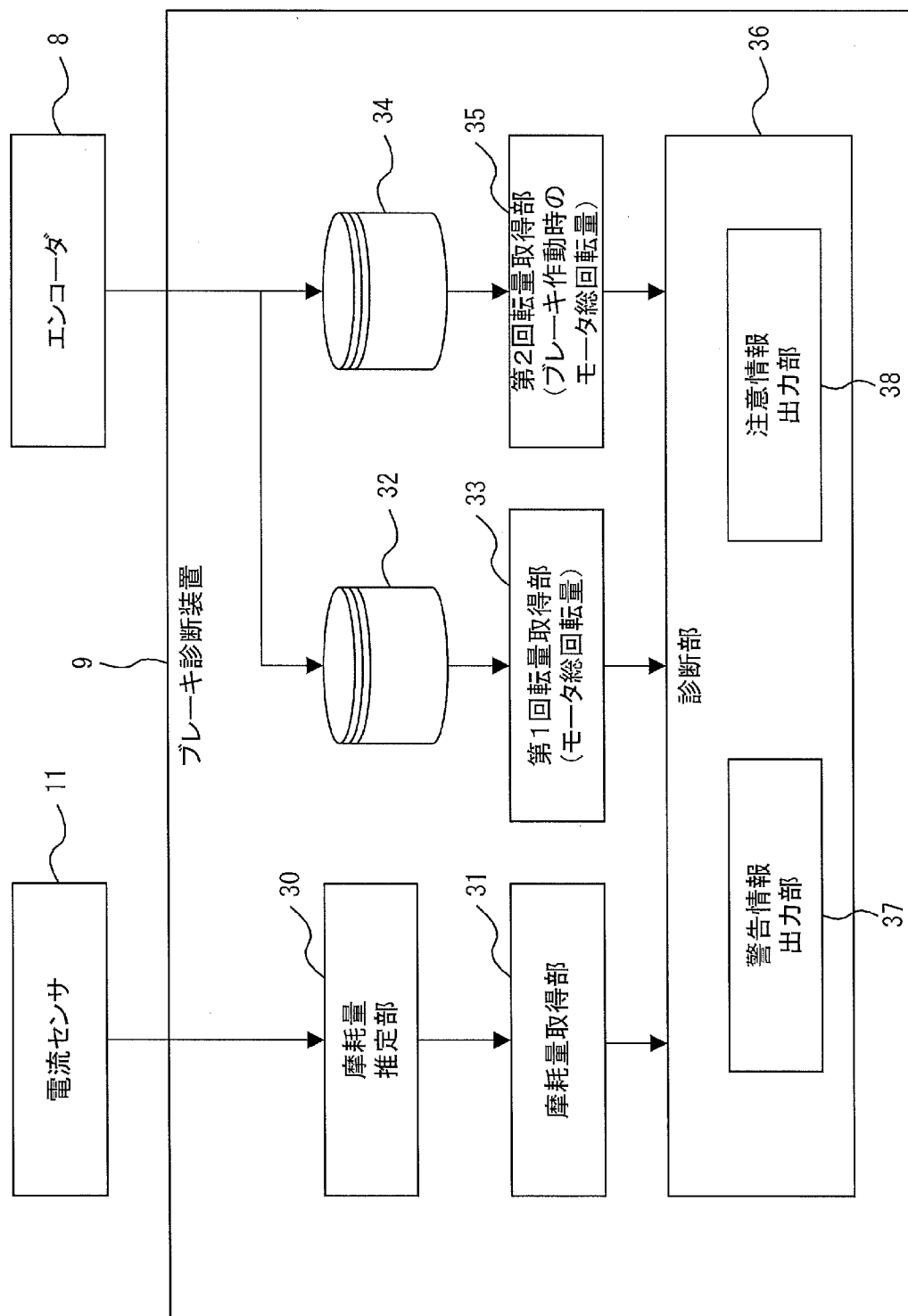
[図1]



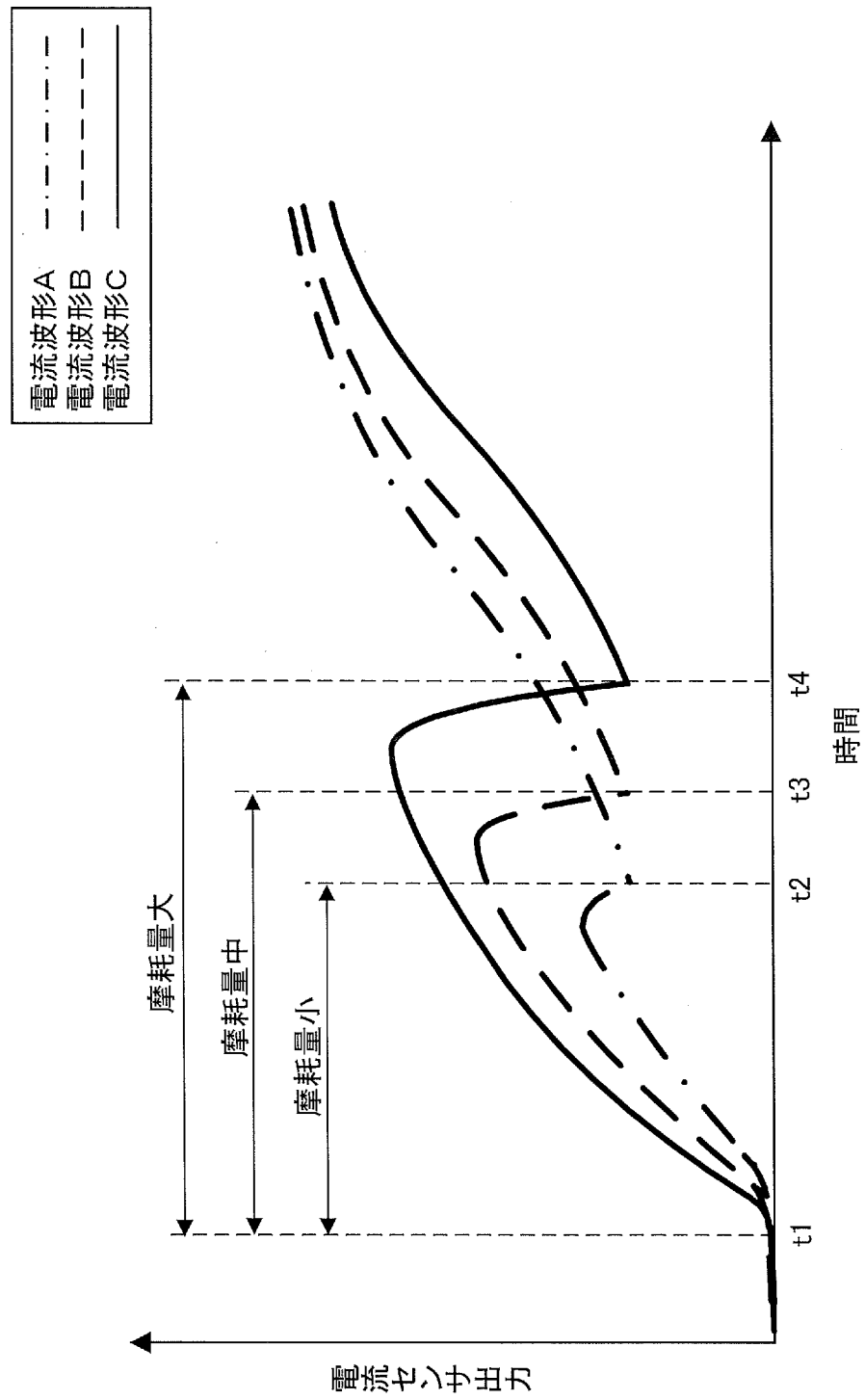
[図2]



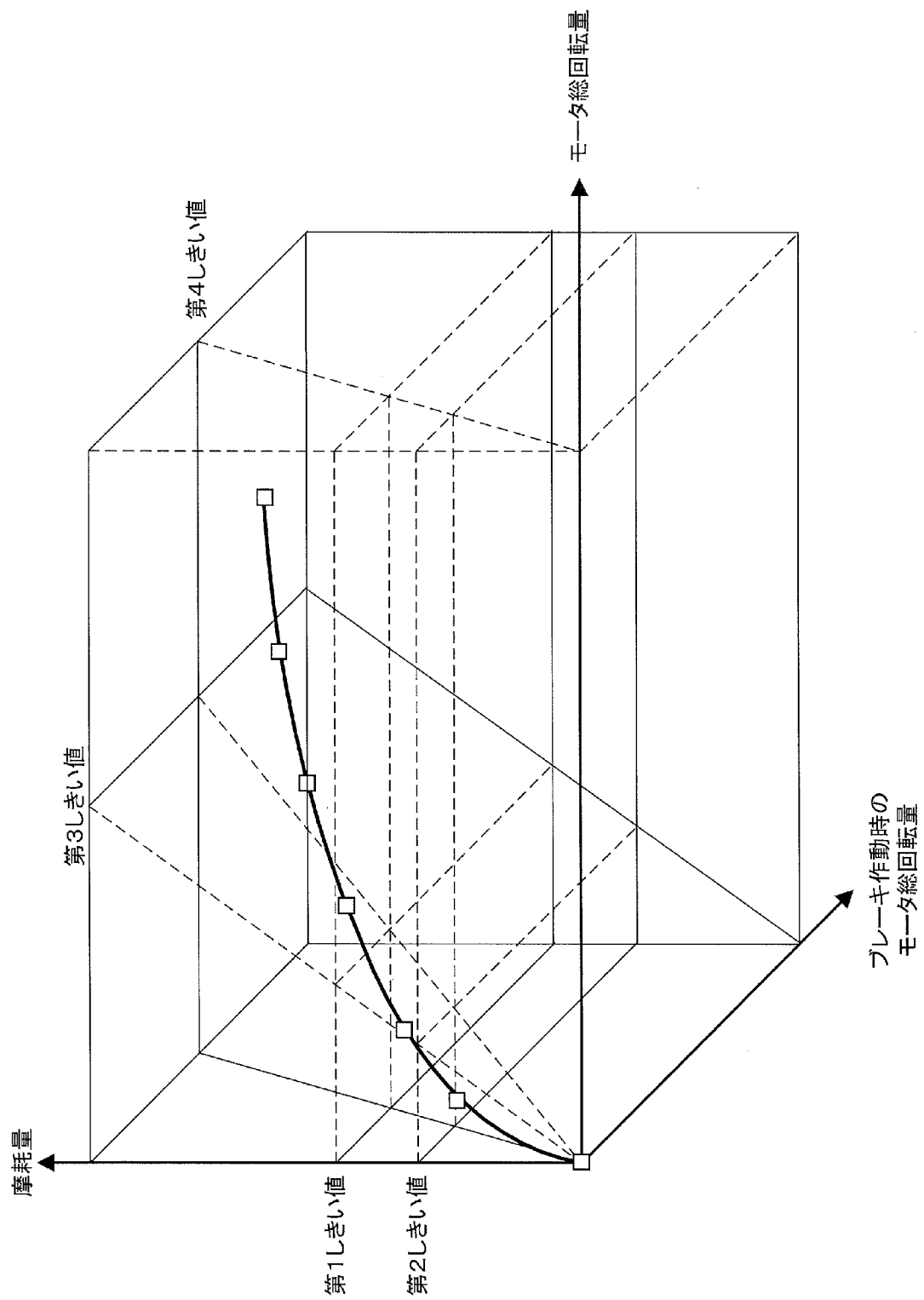
[図3]



[図4]



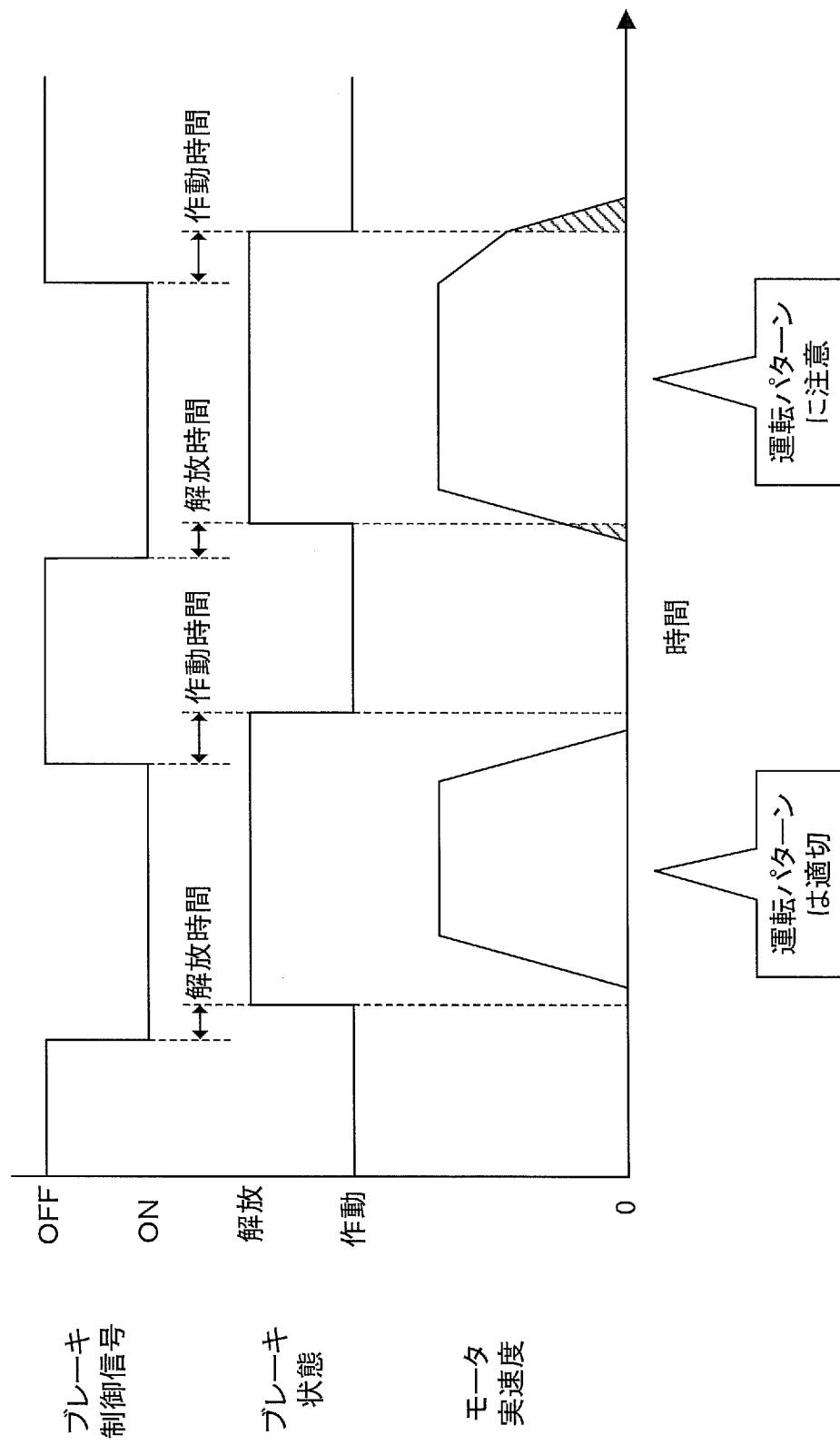
[図5]



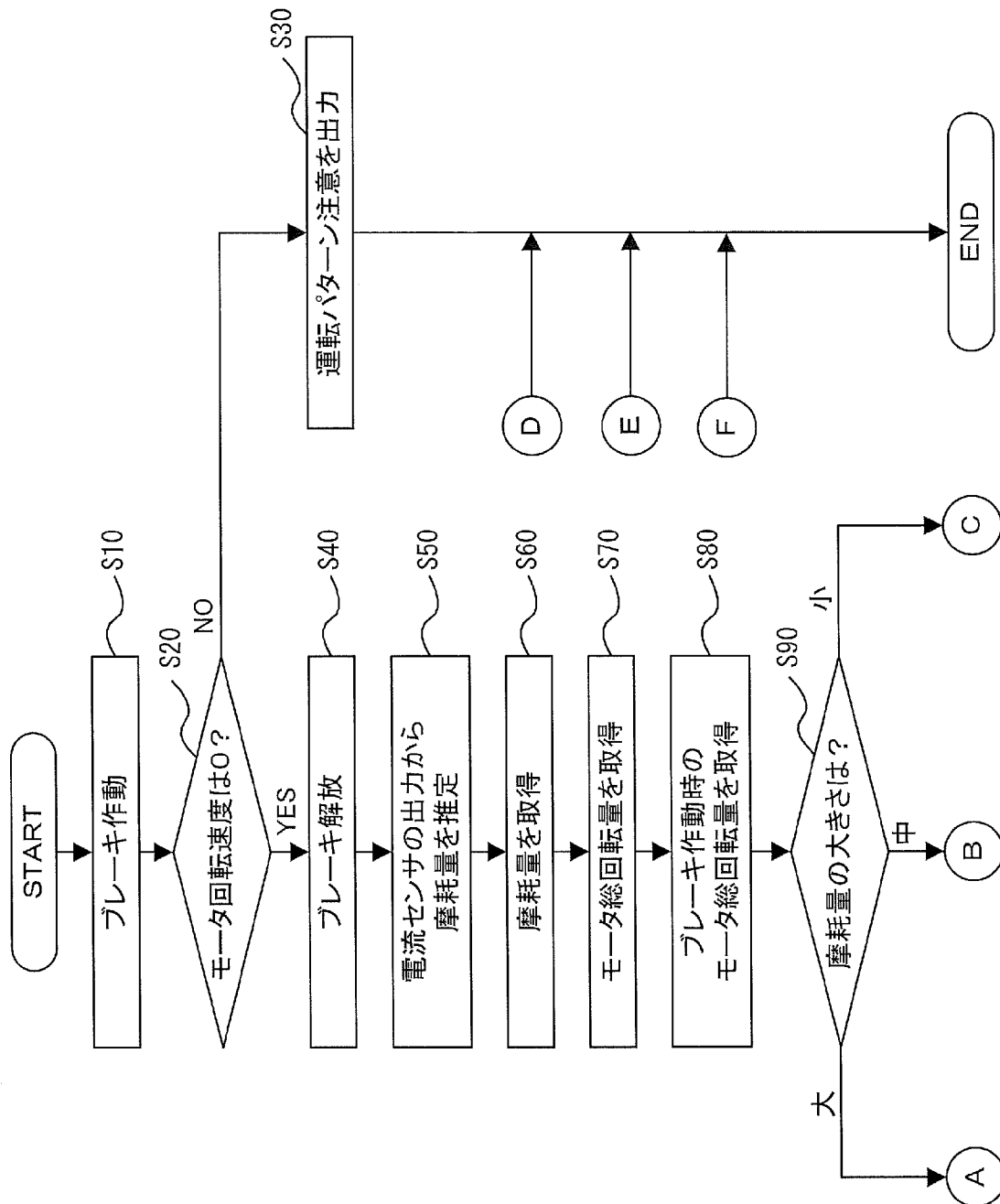
[図6]

摩耗量	モータ総回転量	ブレーキ作動時の モータ総回転量	摩耗状態	診断結果
小	小	小	ほぼ新品	正常
小	大	小	正常な空転摩耗	正常
小	小	大	不適切な運転による 摩耗の可能性あり	運転パターン注意
小	大	大	不適切な運転による 摩耗の可能性あり	運転パターン注意
大	小	小	異常な空転摩耗	ブレーキ寿命警告＋ 空転摩耗注意
大	大	小	正常な空転摩耗	ブレーキ寿命警告
大	小	大	不適切な運転による 摩耗	ブレーキ寿命警告＋ 運転パターン注意
大	大	大	不適切な運転による 摩耗	ブレーキ寿命警告＋ 運転パターン注意
中	小	小	異常な空転摩耗	早期摩耗警告＋ 空転摩耗注意
中	大	小	正常な空転摩耗	通常摩耗警告
中	小	大	不適切な運転による 摩耗	早期摩耗警告＋ 運転パターン注意
中	大	大	不適切な運転による 摩耗	通常摩耗警告＋ 運転パターン注意

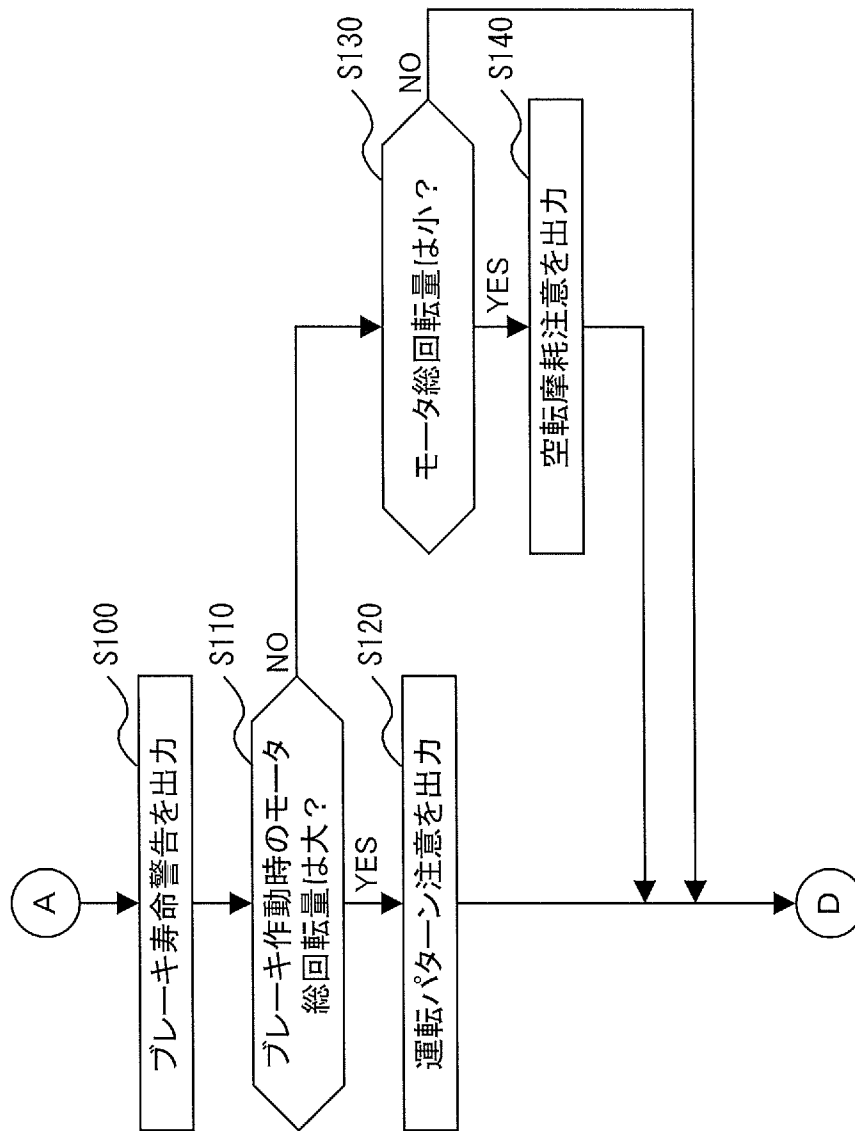
[図7]



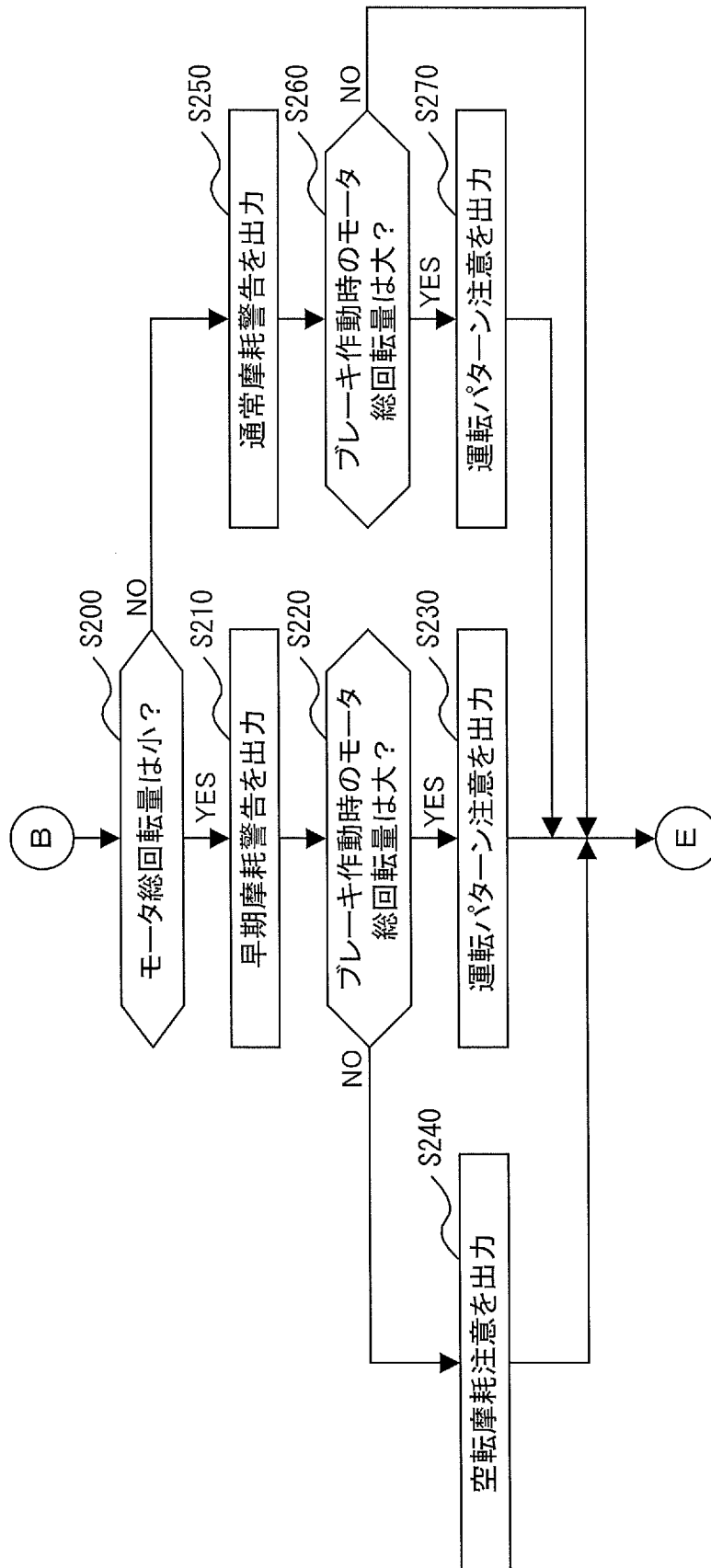
[図8]



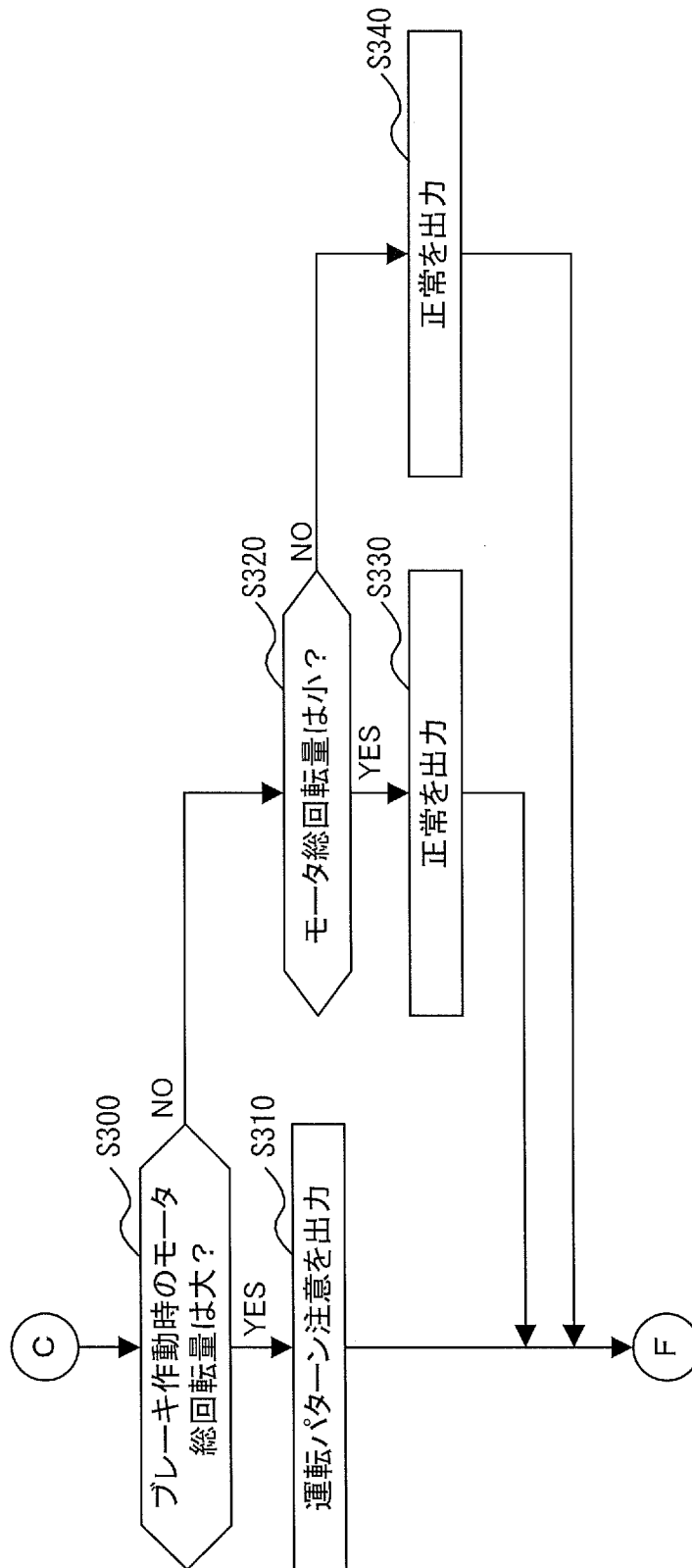
[図9]



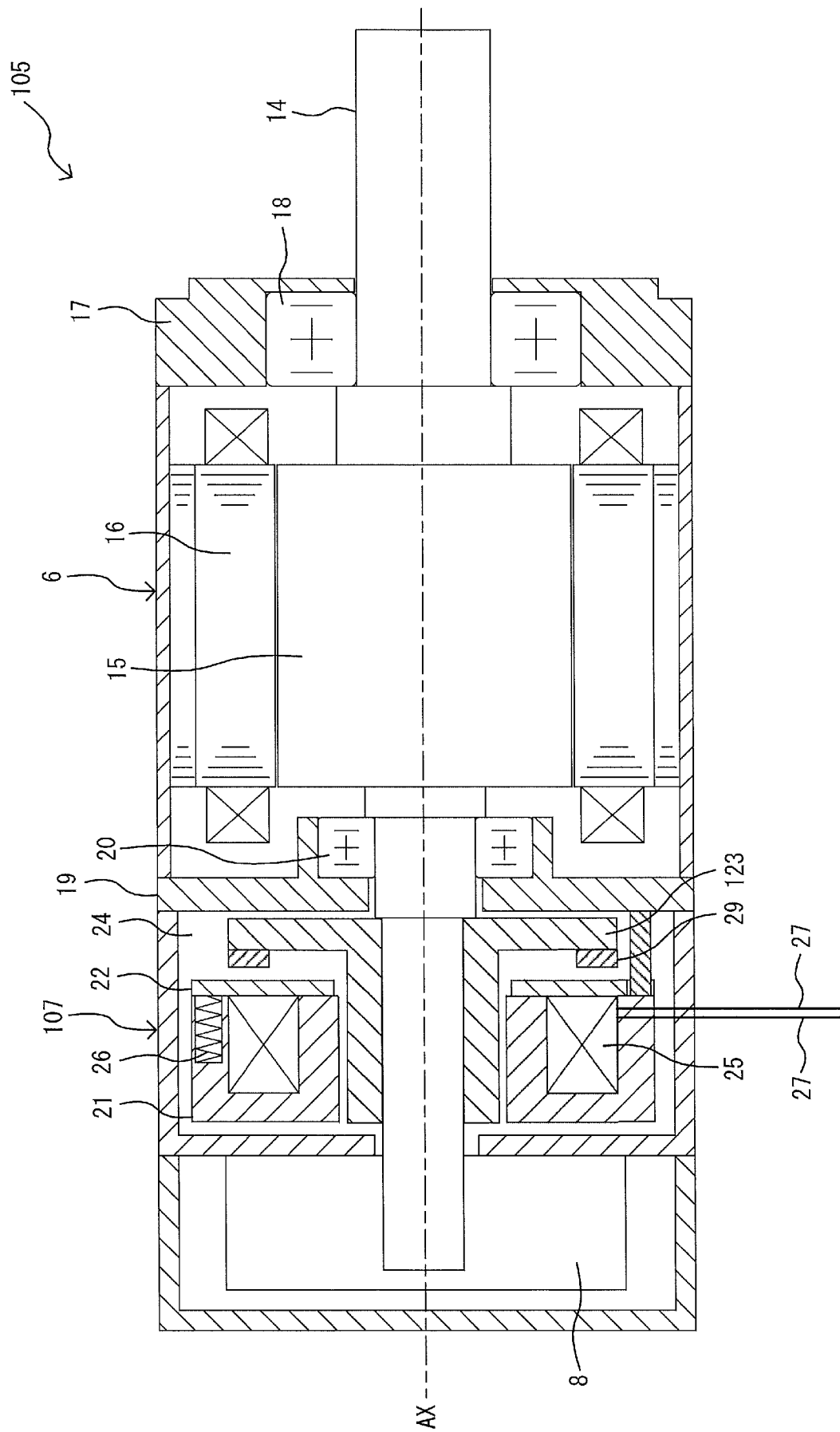
[図10]



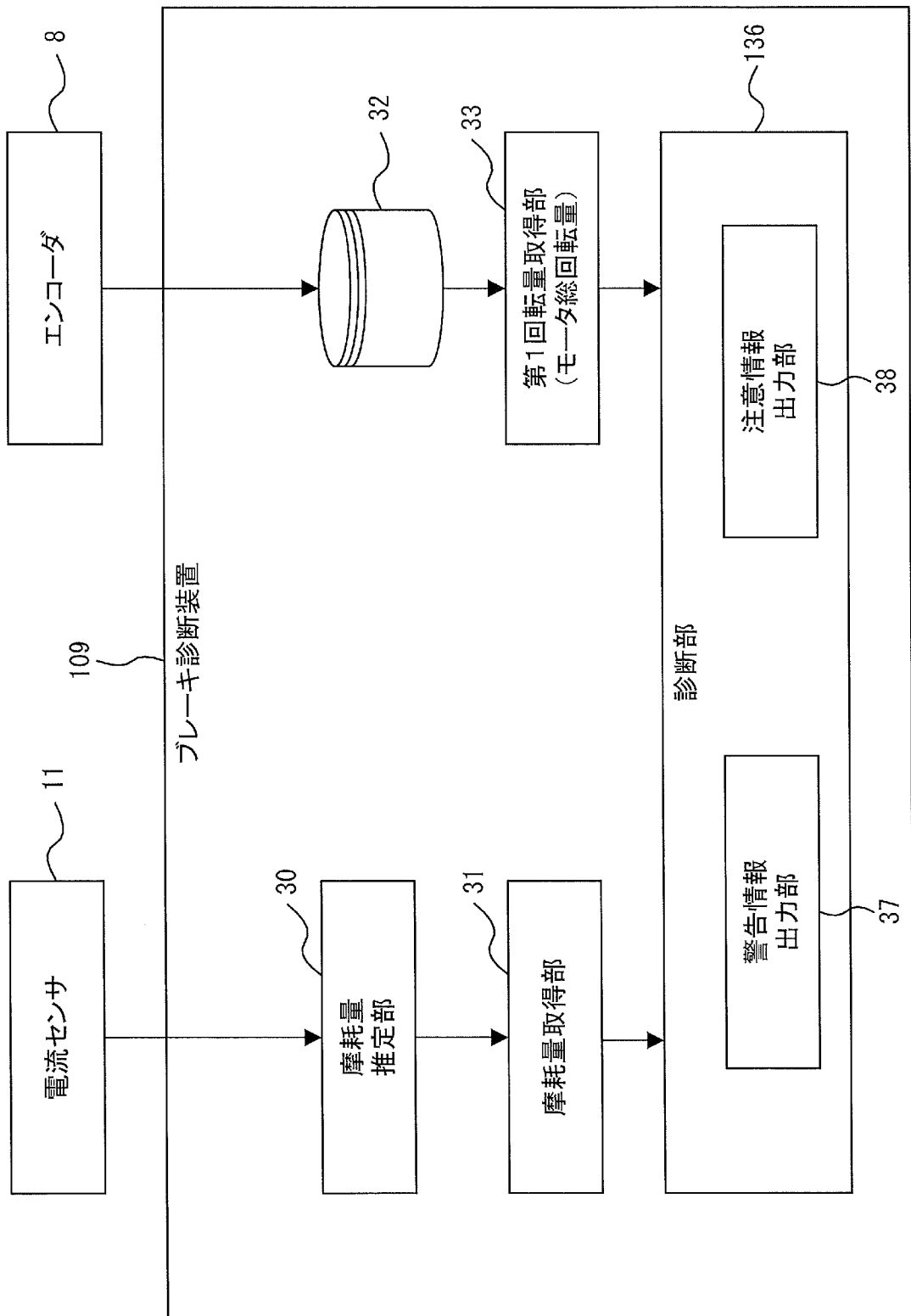
[図11]



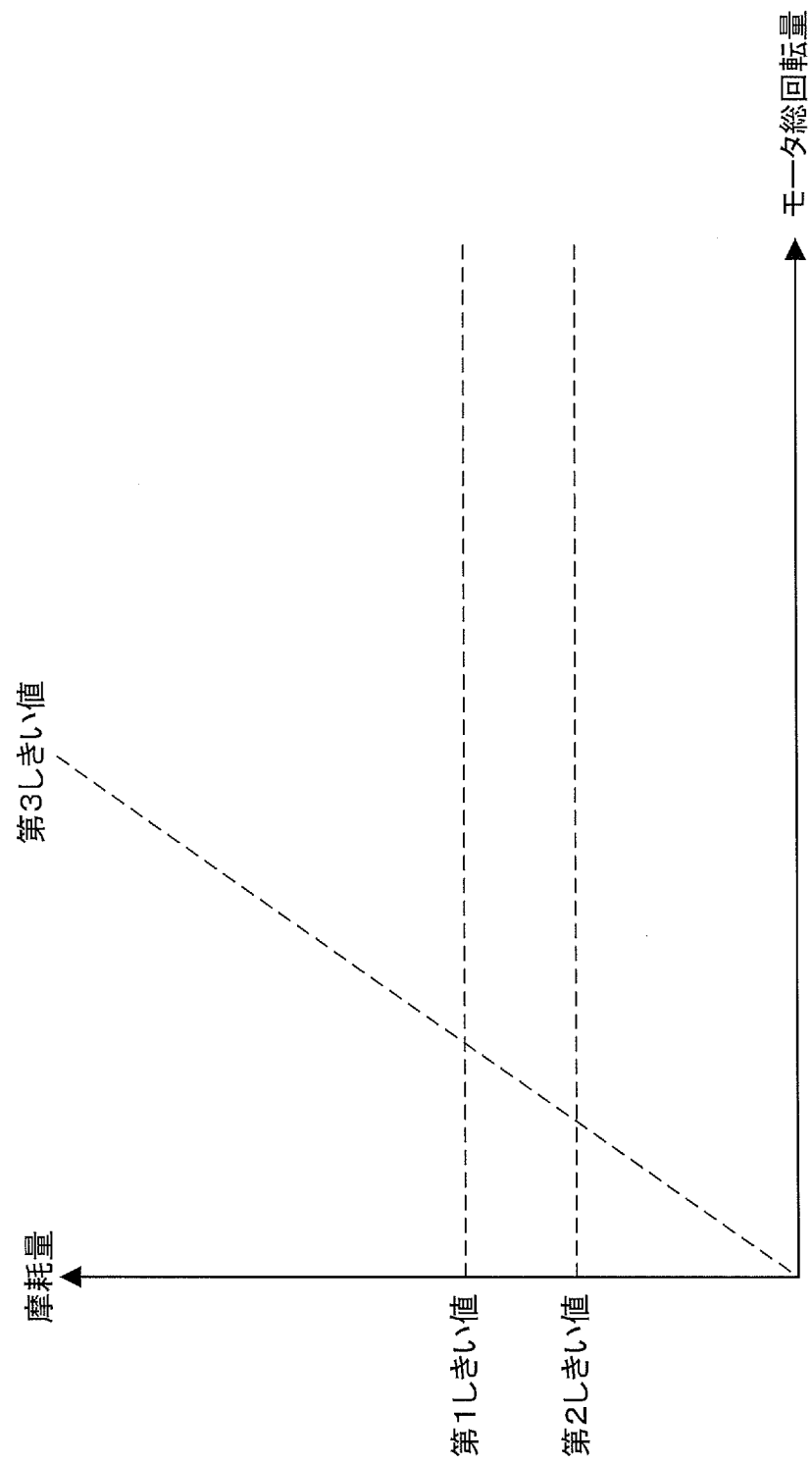
[図12]



[図13]



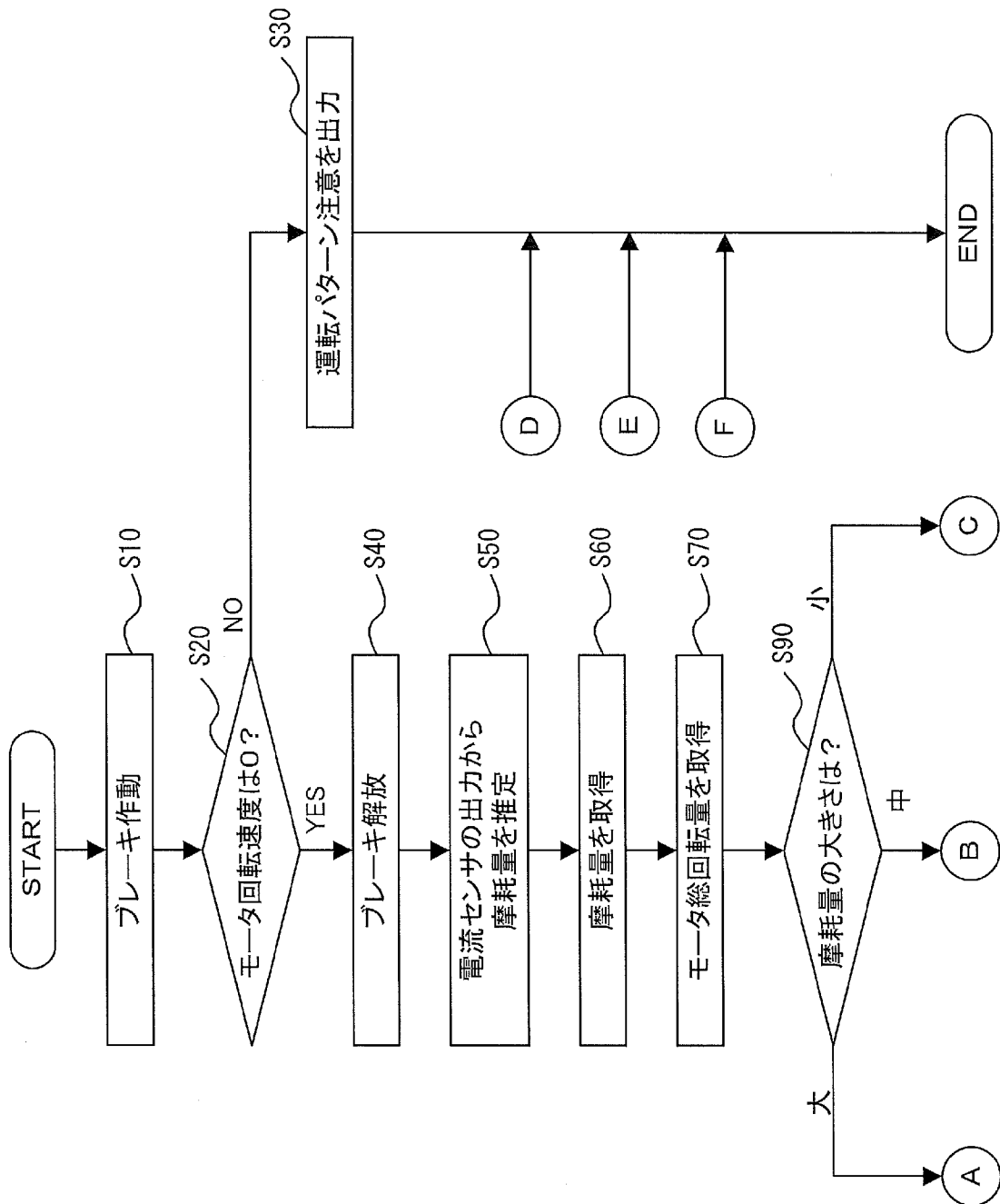
[図14]



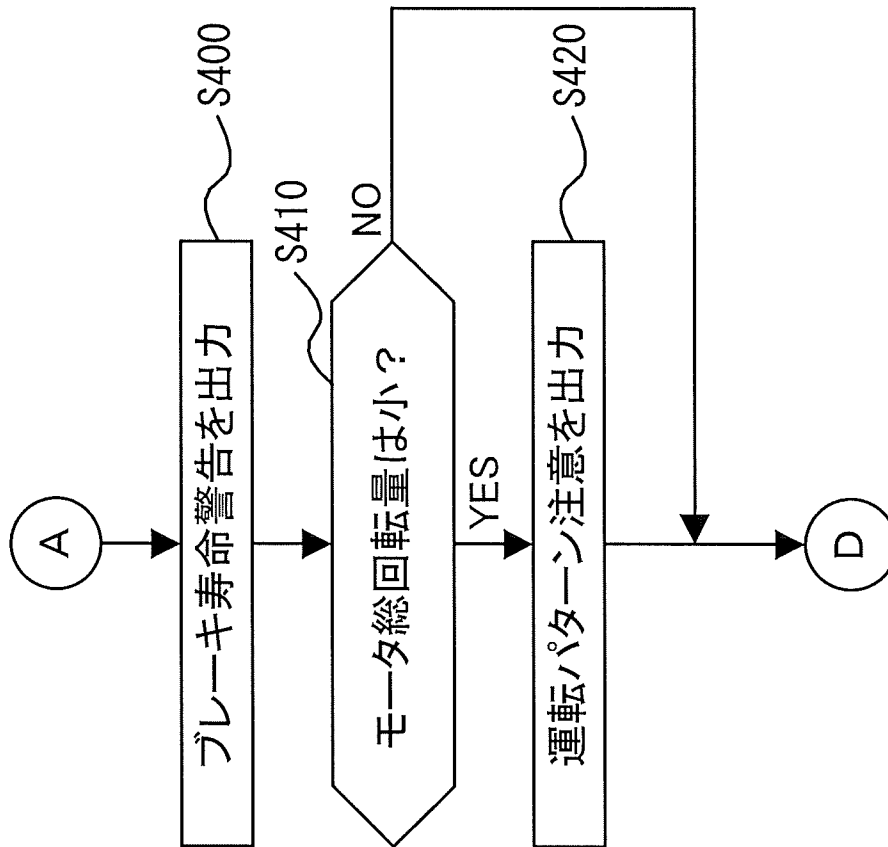
[図15]

摩耗量	モータ総回転量	摩耗状態	診断結果
小	小	ほぼ新品	正常
小	大	正常な摩耗	正常
大	小	不適切な運転による 摩耗	ブレーキ寿命警告＋ 運転パターン注意
大	大	正常な摩耗	ブレーキ寿命警告
中	小	不適切な運転による 摩耗	早期摩耗警告＋ 運転パターン注意
中	大	正常な摩耗	通常摩耗警告

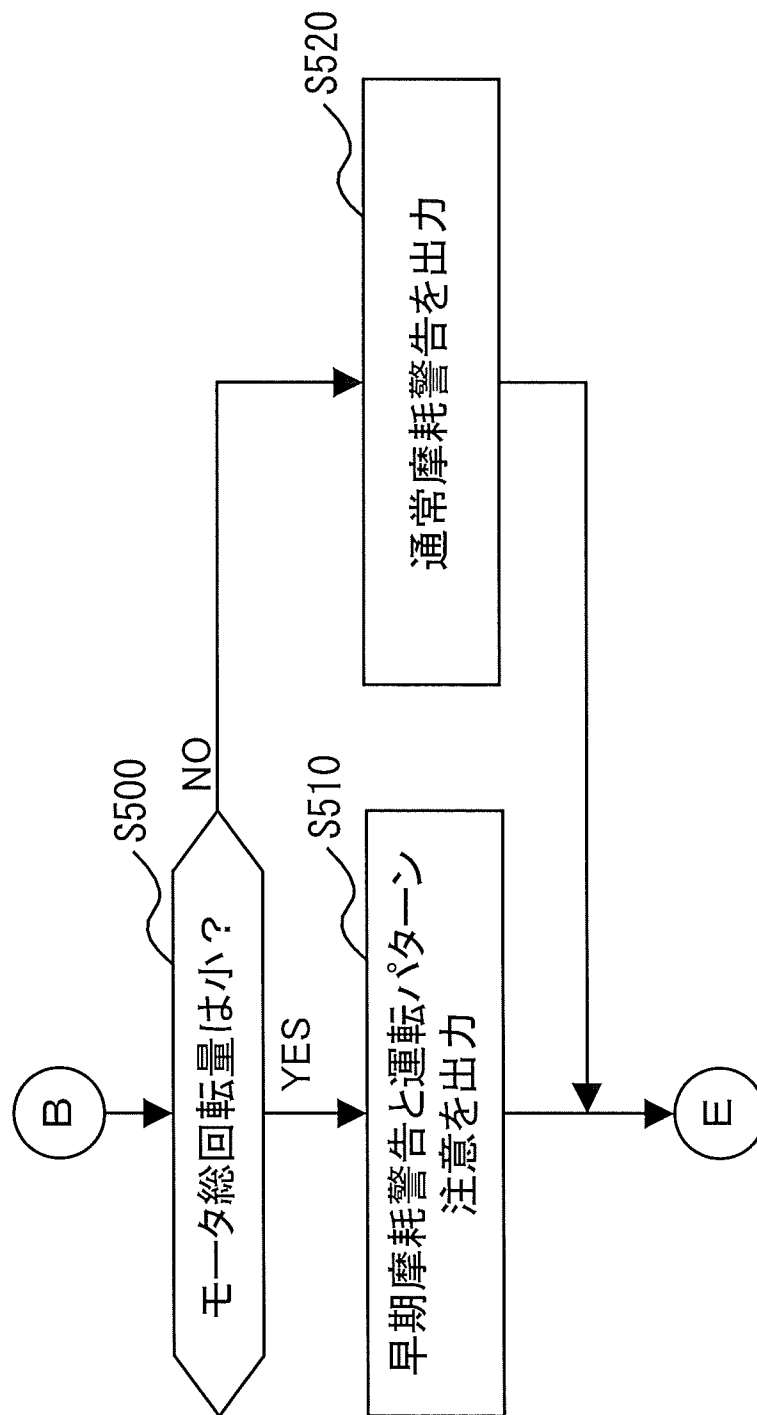
[図16]



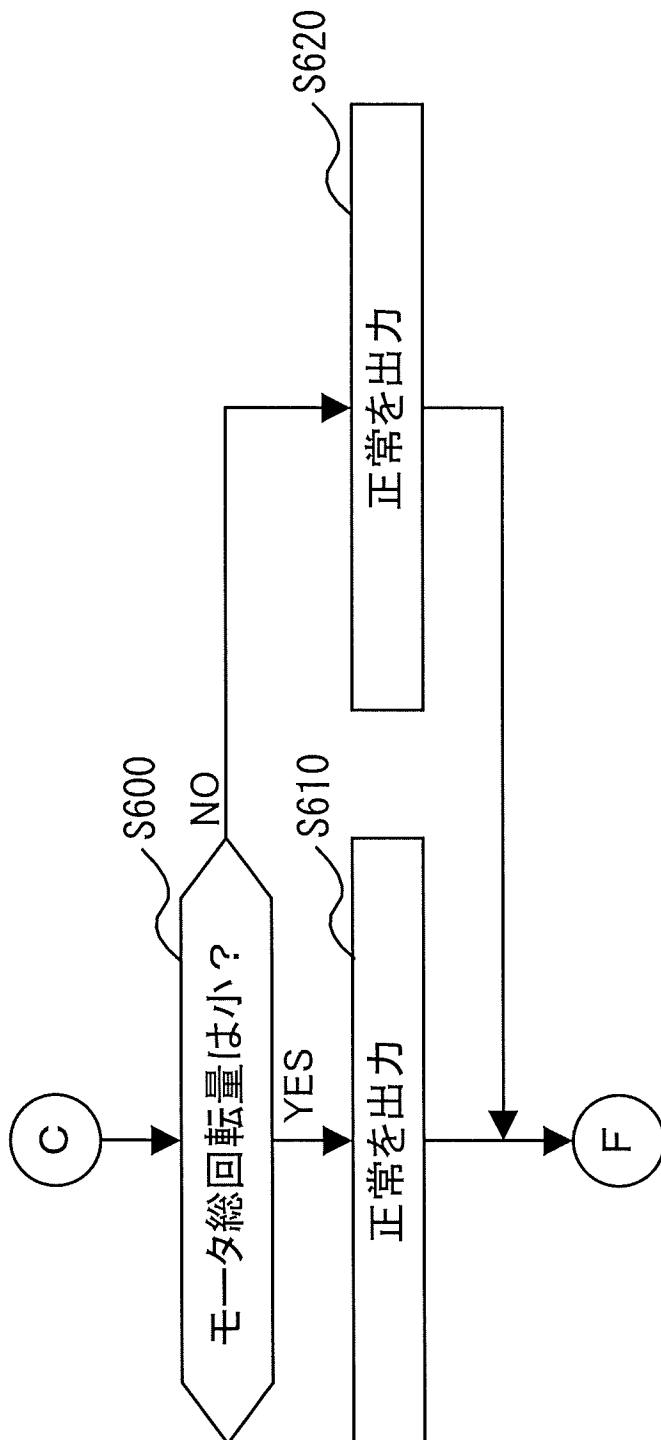
[図17]



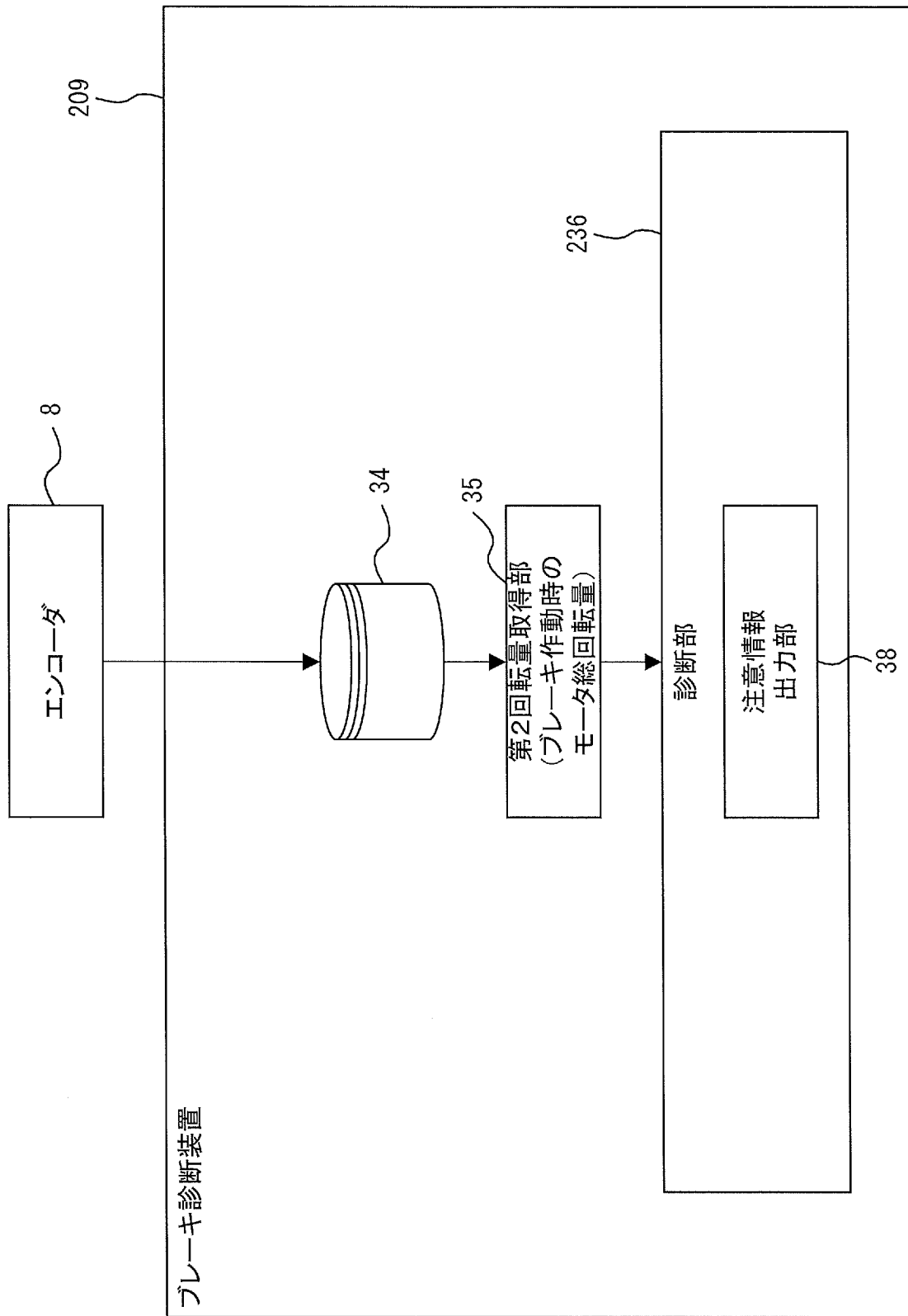
[図18]



[図19]



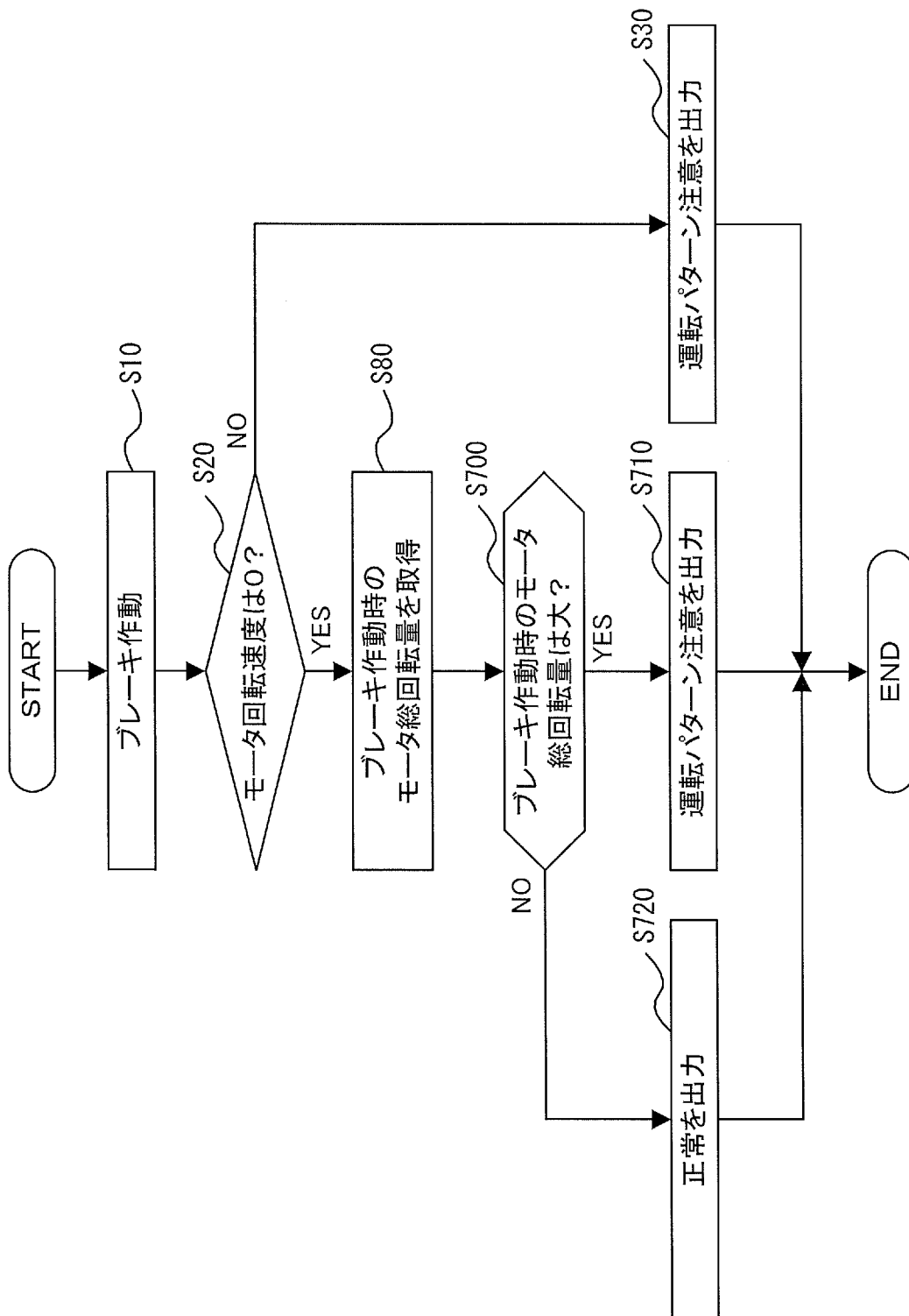
[図20]



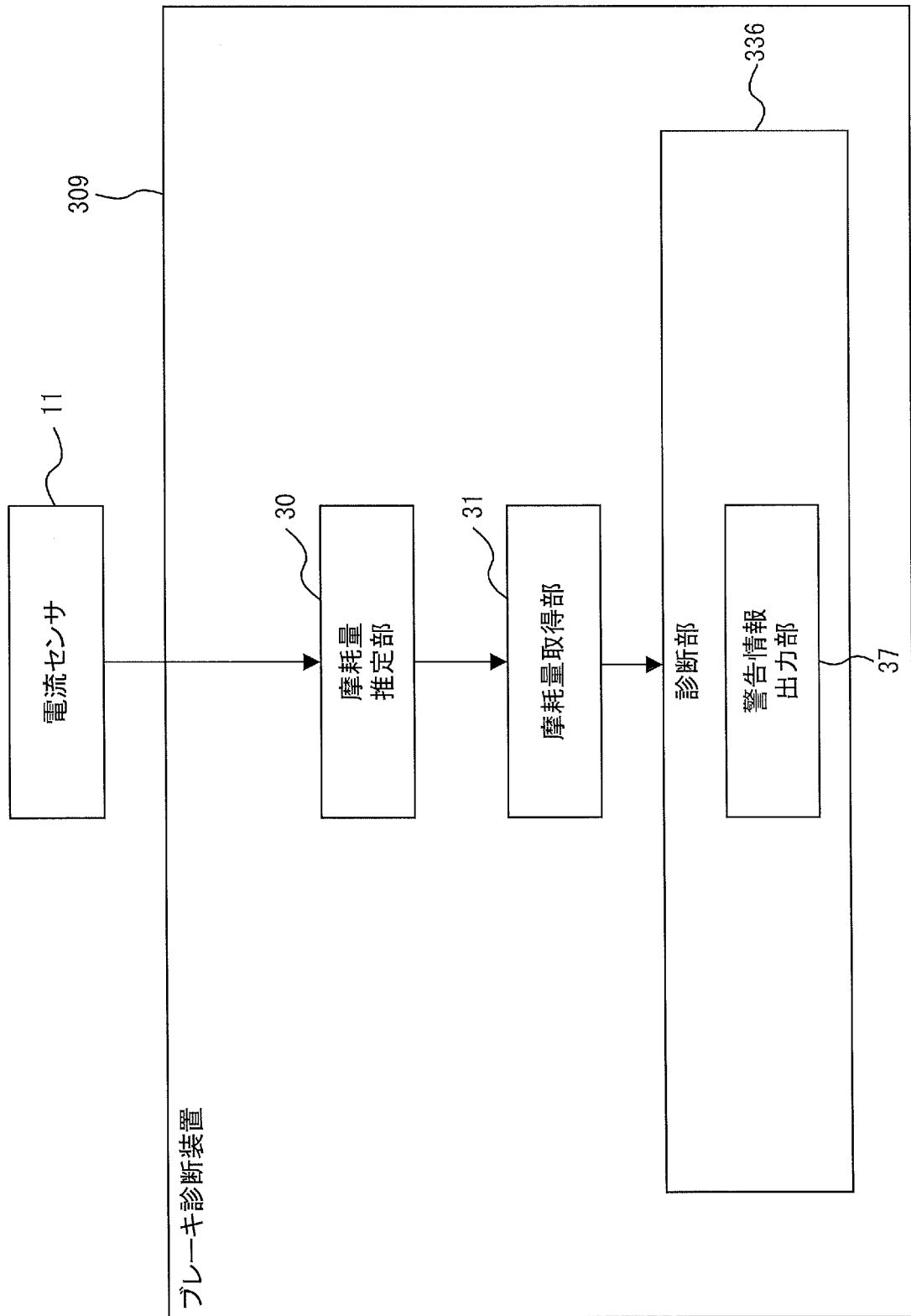
[図21]

ブレーキ作動時の モータ総回転量	診断結果
小	正常
大	運転パターン注意

[図22]



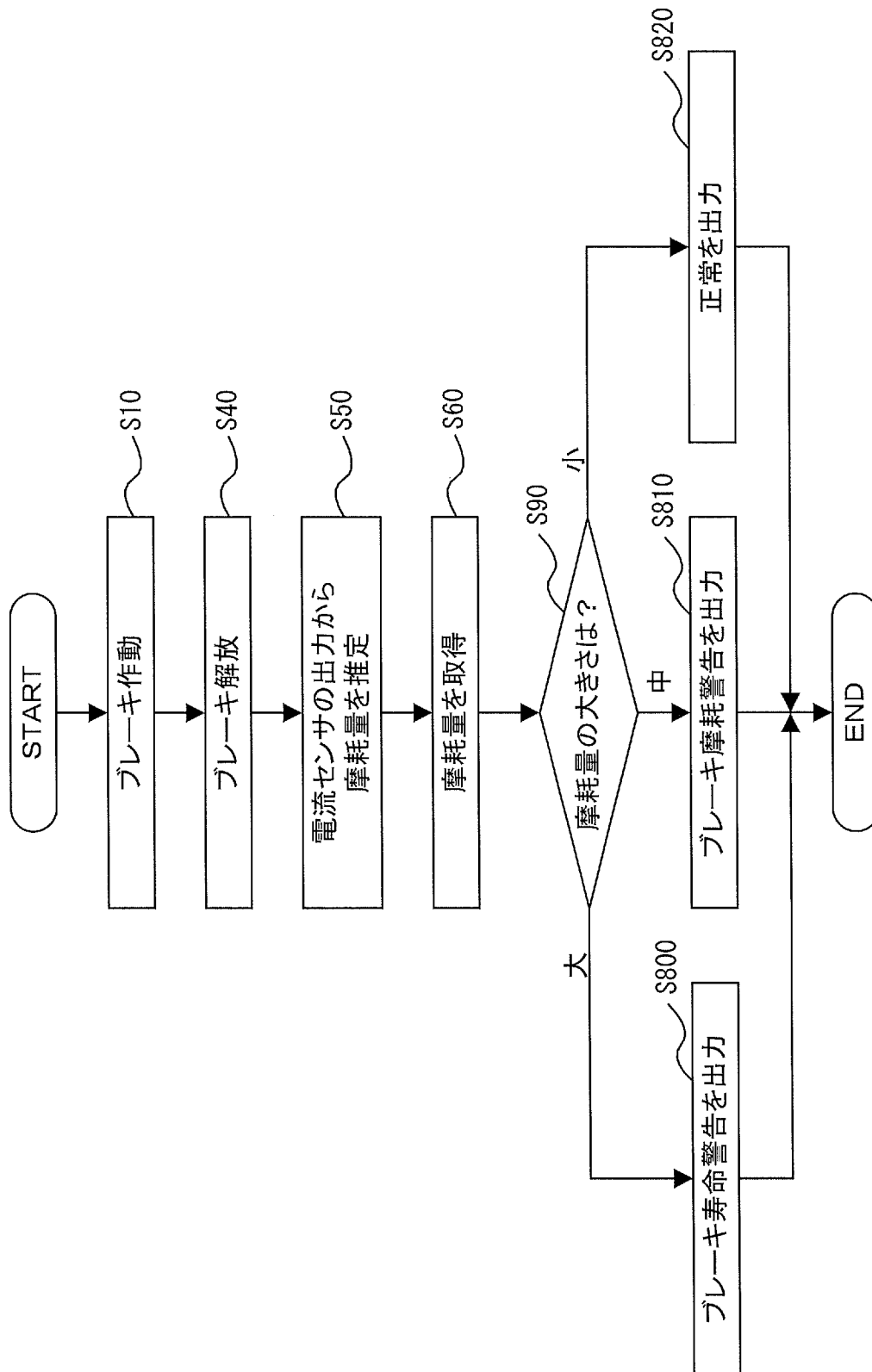
[図23]



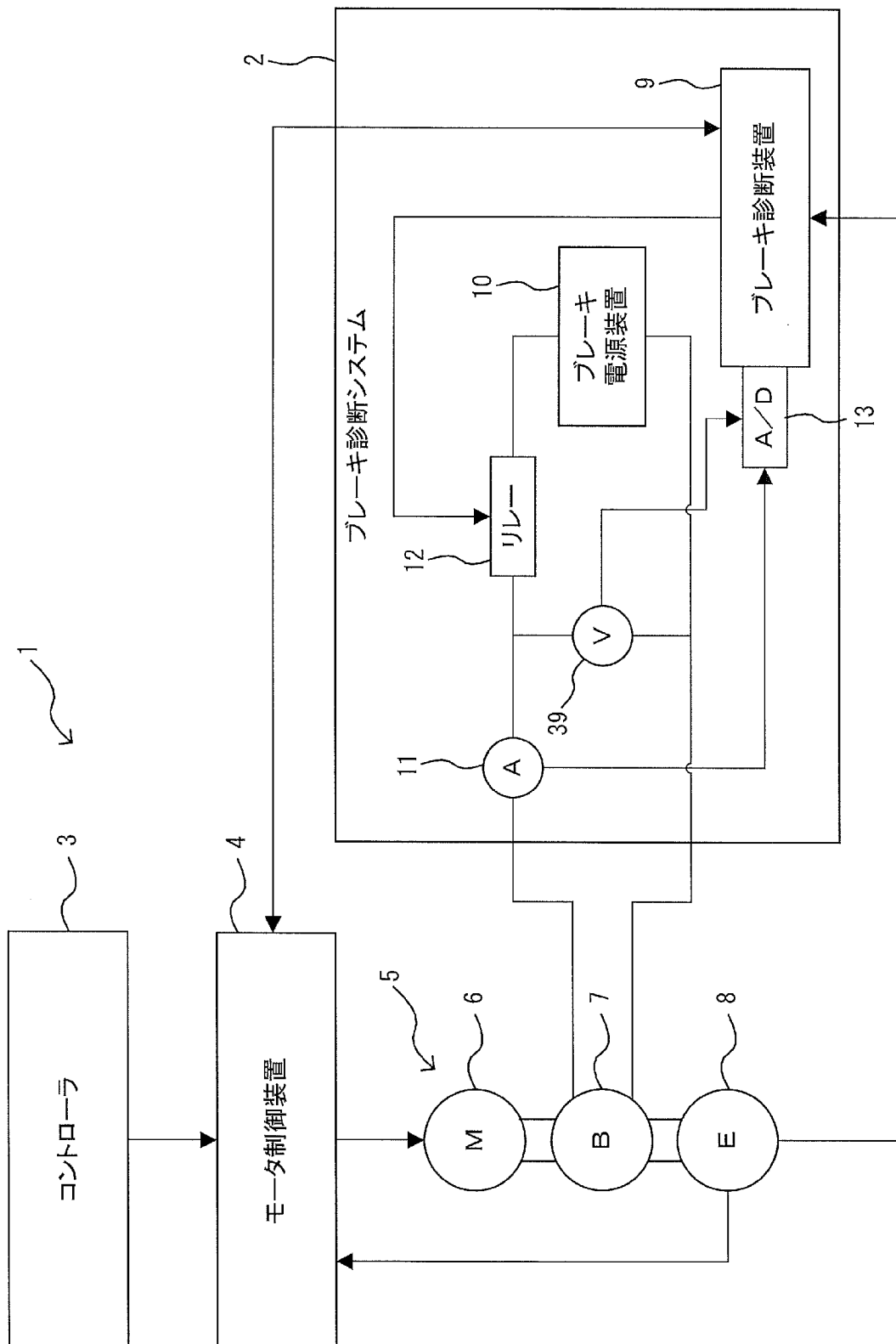
[図24]

摩耗量	摩耗状態	診断結果
小	摩耗が少ない	正常
大	交換が必要	ブレーキ寿命警告
中	摩耗が進行中	ブレーキ摩耗警告

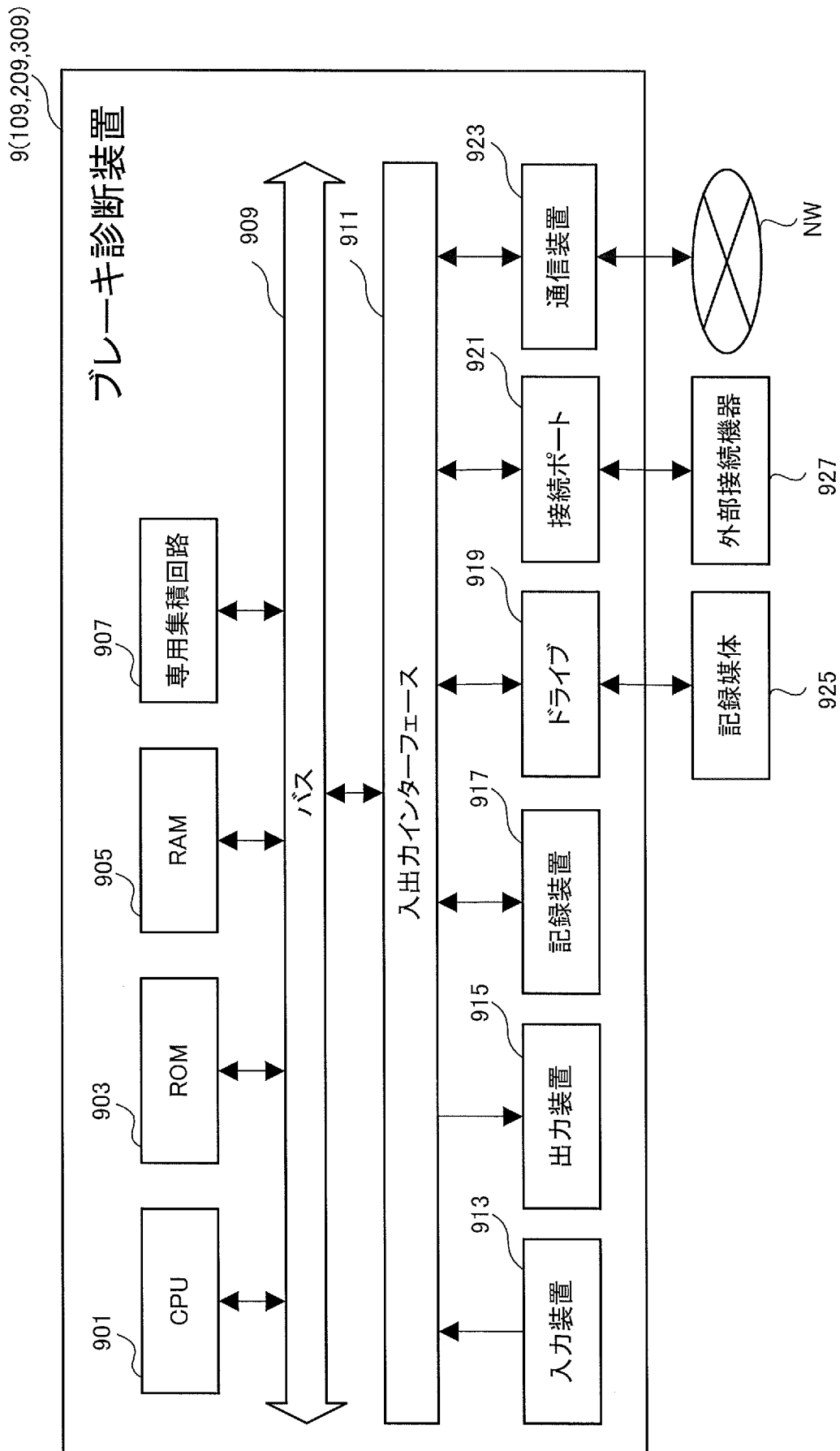
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F16D66/00 (2006.01) i, B60T17/22 (2006.01) i, B66B5/00 (2006.01) 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)

Int. Cl. F16D66/00, B60T17/22, B66B5/00

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
Y A	JP 2003-182945 A (HITACHI BUILDING SYSTEMS CO., LTD.) 03 July 2003, claim 4, paragraphs [0013], [0025], fig. 1 (Family: none)	1-2, 8-11 3-7
Y	JP 2010-32054 A (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 12 February 2010, paragraphs [0059]-[0066] & US 2010/00030490 A1, paragraphs [0071]-[0076] & EP 2149721 A1	1-2, 8-11
Y	JP 2006-285548 A (SECOM CO., LTD.) 19 October 2006, paragraph [0033] (Family: none)	1-2, 8-11
Y	JP 2555570 B2 (MURATA MACHINERY LTD.) 20 November 1996, page 3, left column, lines 40-43 (Family: none)	1-2, 8-11



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
28.09.2018

Date of mailing of the international search report
16.10.2018

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/JP2018/032490

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 2008-128305 A (SHINKO ELECTRIC CO., LTD.) 05 June 2008, paragraph [0010] (Family: none)	8, 11
Y	JP 2018-100763 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 28 June 2018, paragraphs [0017]-[0022] (Family: none)	8, 11
Y	JP 2017-71251 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 13 April 2017, paragraphs [0023], [0024] (Family: none)	8, 11
A	JP 2017-7569 A (ADVICS CO., LTD.) 12 January 2017, paragraph [0075] (Family: none)	1-11
A	JP 2018-10636 A (HITACHI, LTD.) 18 January 2018, paragraphs [0096], [0097] & US 2018/0017467 A1, paragraphs [0090], [0091] & EP 3270252 A1	1-11
A	JP 2016-117357 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 30 June 2016, claim 2, paragraph [0062] (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16D66/00(2006.01)i, B60T17/22(2006.01)i, B66B5/00(2006.01)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. F16D66/00, B60T17/22, B66B5/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y A	JP 2003-182945 A（株式会社日立ビルシステム）2003.07.03, 請求項4、段落[0013]、[0025]、図1（ファミリーなし）	1-2, 8-11 3-7
Y	JP 2010-32054 A（ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド）2010.02.12, 段落[0059] - [0066] & US 2010/0030490 A1、段落[0071] - [0076] & EP 2149721 A1	1-2, 8-11
Y	JP 2006-285548 A（セコム株式会社）2006.10.19, 段落[0033]（ファミリーなし）	1-2, 8-11

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

28.09.2018

国際調査報告の発送日

16.10.2018

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）

保田 亨介

3W

1179

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

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 2555570 B2 (村田機械株式会社) 1996. 11. 20, 第 3 頁左欄第 4 0 ー 4 3 行 (ファミリーなし)	1-2, 8-11
Y	JP 2008-128305 A (神鋼電機株式会社) 2008. 06. 05, 段落 [0 0 1 0] (ファミリーなし)	8, 11
Y	JP 2018-100763 A (トヨタ自動車株式会社) 2018. 06. 28, 段落 [0 0 1 7] ー [0 0 2 2] (ファミリーなし)	8, 11
Y	JP 2017-71251 A (トヨタ自動車株式会社) 2017. 04. 13, 段落 [0 0 2 3] ー [0 0 2 4] (ファミリーなし)	8, 11
A	JP 2017-7569 A (株式会社アドヴィックス) 2017. 01. 12, 段落 [0 0 7 5] (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2018-10636 A (株式会社日立製作所) 2018. 01. 18, 段落 [0 0 9 6] ー [0 0 9 7] & US 2018/0017467 A1、段落 [0 0 9 0] ー [0 0 9 1] & EP 3270252 A1	1-11
A	JP 2016-117357 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2016. 06. 30, 請求項 2、段落 [0 0 6 2] (ファミリーなし)	1-11