

(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2005-280569

(P2005-280569A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005.10.13)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

B60T 8/00  
B60T 13/74  
B60T 17/18

F1

B60T 8/00  
B60T 13/74  
B60T 17/18

テーマコード(参考)

3D046  
3D048  
3D049

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-99919(P2004-99919)  
(22) 出願日 平成16年3月30日(2004.3.30)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(74) 代理人 100105924  
弁理士 森下 賢樹  
(74) 代理人 100109047  
弁理士 村田 雄祐  
(74) 代理人 100109081  
弁理士 三木 友由  
(72) 発明者 木崎 二郎  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
Fターム(参考) 3D046 BB01 BB18 CC06 HH02 HH11  
HH20 JJ02 LL02 MM04

最終頁に続く

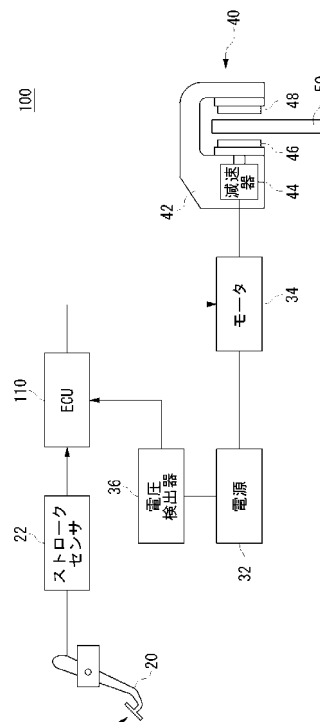
(54) 【発明の名称】 電動ブレーキ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電源電圧の低下時にブレーキの効きをカバーする。

【解決手段】 モータ34は、電源32から電力の供給を受けて回転し、電動ディスクブレーキ40を作動させて制動力を発生する。緊急ブレーキ判定手段は、ブレーキペダル20の操作速度と予め定められたしきい値とを比較して緊急ブレーキ操作を検出する。ブレーキアシスト実行手段は、緊急ブレーキ操作時のモータ駆動量を助勢する。しきい値変更手段は、駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、前記しきい値を通常時よりも低い値に変更する。これによって、電源32の電圧低下時には、通常時よりも早く緊急ブレーキ操作が検出されることになり、電動ディスクブレーキ40の応答性の低下分がカバーされる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

モータと、  
 前記モータの駆動電源と、  
 前記モータを駆動することによって制動力を発生する電動ブレーキと、  
 前記電動ブレーキの制動力を制御する制御手段と、を備え、  
 前記制御手段は、前記駆動電源が基準電圧よりも低下したとき、電圧低下に起因する前記モータの応答性の低下を補償するように該モータを制御することを特徴とする電動ブレーキ制御装置。

## 【請求項2】

モータと、  
 前記モータの駆動電源と、  
 前記モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、  
 前記ブレーキ操作手段の操作速度と予め定められたしきい値とを比較して緊急ブレーキ操作を検出する緊急ブレーキ判定手段と、  
 緊急ブレーキ操作時のモータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、  
 前記駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、前記しきい値を通常時よりも低い値に変更するしきい値変更手段と、  
 を備えることを特徴とする電動ブレーキ制御装置。

## 【請求項3】

モータと、  
 前記モータの駆動電源と、  
 前記モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、  
 前記ブレーキ操作手段の操作速度と予め定められたしきい値とを比較して緊急ブレーキ操作を検出する緊急ブレーキ判定手段と、  
 緊急ブレーキ操作時のモータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、  
 前記駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、前記モータ駆動量を通常のブレーキアシスト時よりも増大させる制御電流増大手段と、  
 を備えることを特徴とする電動ブレーキ制御装置。

## 【請求項4】

モータと、  
 前記モータの駆動電源と、  
 前記モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、  
 車両前方の対象物に対して電波を発射しその反射波を受信する電波送受信手段と、  
 前記反射波にもとづいて対象物までの距離を算出する算出手段と、  
 対象物までの距離がしきい値よりも小さいか否かを判定する対象物接近判定手段と、  
 対象物までの距離がしきい値よりも小さいと判定されたときに、モータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、  
 前記駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、前記しきい値を通常時よりも大きい値に変更するしきい値変更手段と、  
 を備えることを特徴とする電動ブレーキ制御装置。

## 【請求項5】

モータと、  
 前記モータの駆動電源と、  
 前記モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、  
 車両前方の対象物に対して電波を発射しその反射波を受信する電波送受信手段と、

10

20

30

40

50

前記反射波にもとづいて対象物までの距離を算出する算出手段と、  
対象物までの距離がしきい値よりも小さいか否かを判定する対象物接近判定手段と、  
対象物までの距離がしきい値よりも小さいと判定されたときに、モータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、

前記駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、前記モータ駆動量を通常のブレーキアシスト時よりも増大させる制御電流増大手段と、

を備えることを特徴とする電動ブレーキ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの駆動により制動力を発生させる電動ブレーキの制御装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、電気モータを用いて車輪に制動力を発生させる電動ブレーキ装置が知られている。これは、適当なセンサを用いてブレーキペダルのストロークやペダル踏力、またはブレーキレバーの操作量などを検出し、検出値に応じてモータを駆動することでブレーキを制御する。液圧ブレーキシステムにおいて電子制御をすると、多数の付加的な部材が必要となり装置構成が複雑になるが、電動ブレーキ装置を使用すると、ABSやブレーキアシスト等の種々のブレーキ支援システムとの相互動作がより容易になるという利点がある。

【0003】

20

他方、電動ブレーキ装置の場合、エネルギー供給が問題となる。発電機の故障やバッテリー性能の低下などにより電源電圧が低下すると、十分な電力を電動ブレーキ装置の駆動モータに提供できないことが起こり得る。このような場合でも、所望のブレーキ性能が発揮されることが望ましい。

【0004】

特許文献1には、電源電圧が低下したとき、電動ディスクブレーキの機械的損失を利用して、消費電力を抑えつつ制動状態を維持することができる電動ディスクブレーキ装置が開示されている。

【特許文献1】特開2003-194116号公報

【特許文献2】特開2002-171796号公報

30

【特許文献3】特開2001-278018号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1においては、電源電圧の低下時に、電動ディスクブレーキがその時点の制動状態を維持できる電圧まで駆動電源の電圧を低下させるので、ブレーキアシストのように、ドライバーがブレーキペダルを踏むことに応答して制動力を意図的に増加させる制御に対しては、有効に機能しない。

【0006】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、電源供給に障害が生じた場合でも、ブレーキアシスト時に電動ブレーキの応答性を維持する技術を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のある態様は、電動ブレーキ制御装置に関する。この装置は、モータと、モータの駆動電源と、モータを駆動することによって制動力を発生する電動ブレーキと、電動ブレーキの制動力を制御する制御手段と、を備える。そして、前記制御手段は、前記駆動電源が基準電圧よりも低下したとき、電圧低下に起因するモータの応答性の低下を補償するように該モータを制御する。

【0008】

50

この態様によれば、電圧低下によるモータの応答性の低下が補償されるので、ブレーキアシストなどの緊急時のブレーキ操作にも対処することができる。

【0009】

本発明の別の態様は、ブレーキアシスト制御に関する。この態様は、モータと、モータの駆動電源と、モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、前記ブレーキ操作手段の操作速度と予め定められたしきい値とを比較して緊急ブレーキ操作を検出する緊急ブレーキ判定手段と、緊急ブレーキ操作時のモータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、前記しきい値を通常時よりも低い値に変更するしきい値変更手段と、を備える電動ブレーキ制御装置である。

10

【0010】

ここで、「ブレーキ操作手段」には、ブレーキペダルやブレーキレバーが含まれる。また、「ブレーキ操作手段の操作量」には、ブレーキペダルの場合であれば、ペダル踏み込み量またはペダル踏力が含まれ、ブレーキレバーの場合であれば、レバー引き込み量またはレバー引き込み力が含まれる。この態様によれば、電源電圧低下時には、緊急ブレーキ操作を検出する際のしきい値を通常時よりも低い値に変更するので、通常時よりも早く緊急ブレーキ操作が検出されることになり、制動力発生の応答性の低下分をカバーすることができる。

【0011】

本発明のさらに別の態様は、モータと、モータの駆動電源と、モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、ブレーキ操作手段の操作速度と予め定められたしきい値とを比較して緊急ブレーキ操作を検出する緊急ブレーキ判定手段と、緊急ブレーキ時のモータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、モータ駆動量を通常のブレーキアシスト時よりも増大させる制御電流増大手段と、を備える電動ブレーキ制御装置である。

20

【0012】

この態様によれば、電源電圧低下時には、モータに流す制御電流を増加することによってモータ駆動速度を通常のブレーキアシスト時よりも増大させるので、電動ブレーキの制動力の応答性の低下分をカバーすることができる。

30

【0013】

本発明のさらに別の態様は、対象物接近時の制御に関する。この態様は、モータと、モータの駆動電源と、モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、車両前方の対象物に対して電波を発射しその反射波を受信する電波送受信手段と、前記反射波にもとづいて対象物までの距離を算出する算出手段と、対象物までの距離がしきい値よりも小さいか否かを判定する対象物接近判定手段と、対象物までの距離がしきい値よりも小さいと判定されたときに、モータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、前記しきい値を通常時よりも大きい値に変更するしきい値変更手段と、を備える電動ブレーキ制御装置である。

40

【0014】

ここで、「対象物」には、自車両の前方を走行する車両や対向車両などの移動物、またはガードレールなどの障害物が含まれる。この態様によれば、電源電圧低下時には、対象物の接近を検出する際の距離のしきい値を通常時よりも大きい値に変更するので、通常時よりも距離が離れた段階で対象物の接近が検出されてモータの駆動開始時点が早くなり、電動ブレーキの応答性の低下分をカバーすることができる。なお、しきい値は、電源電圧と基準電圧の比に応じて低下させてもよい。

【0015】

本発明のさらに別の態様は、モータと、モータの駆動電源と、モータを駆動することによってブレーキ操作手段の操作量に応じた制動力を発生する電動ブレーキと、車両前方の

50

対象物に対して電波を発射しその反射波を受信する電波送受信手段と、前記反射波にもとづいて対象物までの距離を算出する算出手段と、対象物までの距離がしきい値よりも小さいか否かを判定する対象物接近判定手段と、対象物までの距離がしきい値よりも小さいと判定されたときに、モータ駆動量を助勢するブレーキアシスト実行手段と、駆動電源の電圧が基準電圧よりも低下したとき、モータ駆動量を通常のブレーキアシスト時よりも増大する制御電流増大手段と、を備える電動ブレーキ制御装置である。

【0016】

この態様によれば、電源電圧低下時には、モータに流す制御電流を増加することによってモータ駆動速度を通常のブレーキアシスト時よりも増大させるので、制動力の応答性の低下分をカバーすることができる。

10

【発明の効果】

【0017】

本発明による電動ブレーキ制御装置によれば、モータの制御を変更することによって電源電圧低下による電動ブレーキの応答性の低下を補償するので、緊急時のブレーキ操作にも十分な制動力を発揮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

実施の形態1.

本発明の一実施形態は、電源電圧の低下時に、ブレーキアシストの開始を判定するブレーキの操作速度のしきい値を変更して、モータの駆動開始時点を早めることにより、電圧低下に起因する電動ブレーキの応答性の低下をカバーする電動ブレーキ制御装置である。

20

【0019】

図1は、本実施形態の電動ブレーキ制御装置100の全体構成を示す図である。この電動ブレーキ制御装置100の基本動作は、ブレーキペダルの踏み込みに応じた制動力を電動ブレーキに発生させることである。

【0020】

ブレーキペダル20は図示しない車両の車室内に備えられ、ドライバーにより操作される。ブレーキペダル20にはその踏み込み量および踏み込み速度を測定するためのストロークセンサ22が設置されている。このストロークセンサ22により取得された情報は、電子制御装置110（以下、「ECU110」と表記する）に出力される。

30

【0021】

電源32は、車両に搭載されたバッテリー等であり、一例では定格電圧12Vであるが、他の電圧であってもよい。モータ34は電源32から電力の供給を受けて駆動する。モータ34のシャフトは、電動ディスクブレーキ40内の減速器44と接続されている。モータ34は、ECU110からの指令に応じて回転し、ロータに連結されたセンサによってその回転位置が検出され、所望の角度だけ回転することができるようになっている。電源32には電圧検出器36が接続されており、検出された電圧値はECU110に供給される。

【0022】

電動ディスクブレーキ40は、図示しない車輪とともに回転するディスクロータ50を挟圧することで制動力を発生させる。キャリパ42は、略C字型をなしておりディスクロータ50を跨いで反対側へ延びる爪部と一体的に構成されている。キャリパ42は、図示しないキャリアに取り付けられたスライドピンによってディスクロータ50の軸方向に沿って摺動可能に案内されている。ディスクロータ50の両側、すなわち、ディスクロータ50とキャリパ42の本体側との間および爪部との間に、それぞれブレーキパッド46、48が設けられている。ブレーキパッド46、48は、車体に固定されるキャリアによって、ディスクロータの軸方向に沿って移動可能に支持されている。

40

【0023】

キャリパ42の本体には、モータ34の回転を減速する減速器44と、減速器44によって減速されたモータの回転運動をボールネジ機構によって直線運動に変換して、ブレー

50

キパッド46の背部に配置されたピストン(図示せず)を進退動させる変換機構(図示せず)とが設けられている。

#### 【0024】

ECU110は、ブレーキペダル20の踏み込みに応じた制動力を発揮するように、モータ34の回転量を制御する。通常の制動時には、ドライバーのブレーキペダル踏み込み量をストロークセンサ22によって検出し、この検出値に基づいてモータ34に制御電流を出力して、ロータを所望の回転角だけ回転させる。この回転は、減速器44によって減速され、変換機構によって直線運動に変換されてピストンを前進させる。ピストンによって、一方のブレーキパッド46がディスクロータ50に押圧され、その反力によって、キャリア42がキャリアのスライドピンに沿って移動して、爪部が他方のブレーキパッド48をディスクロータ50に押圧する。これにより、ブレーキパッド46、48がディスクロータ50を挟圧し、ブレーキペダル20の踏み込みに応じて制動力を調節することができる。ドライバーがブレーキペダル20から足を話すと、ECU110は、モータ34を逆回転させてピストンを後退させ、ブレーキパッド46、48をディスクロータ50から離して制動解除する。なお、図1には一組のモータ34と電動ディスクブレーキ40のみが示されているが、モータと電動ディスクブレーキは車両の駆動輪またはすべての車輪に設けられる。

10

#### 【0025】

ECU110は、ブレーキアシスト制御も実行する。ここで、ブレーキアシストについて簡単に説明する。ブレーキアシストは、緊急ブレーキ時に電動ブレーキのモータ駆動量を助勢する制御である。一般に、緊急ブレーキ時には、どのレベルのドライバーも踏み込み速度は速いものの、未熟なドライバーではブレーキペダルを強く踏み込むことができず、十分な制動力を発揮させることができない傾向があることが知られている。そこで、ブレーキペダルの踏み込み速度と踏み込み量を電氣的に検出して、ブレーキペダル踏み込み速度が所定のしきい値以上に大きく、かつ、踏み込み量が所定のしきい値以上であった場合には、ドライバーの緊急ブレーキの意思を推定し、余り強く踏めない場合でもブレーキの制動力を向上させるようにする。踏み込み量と踏み込み速度をしきい値と比較することによって、通常のブレーキ操作ではブレーキアシストは作動せず、ドライバーに違和感を与えることはない。また、ブレーキアシスト作動後に、ドライバーが意識してブレーキを緩めたときには、制動力のアシストを減らして違和感を低減する。緊急ブレーキと判断されたときに上乘せされる制動力は、一例では0.3~0.4Gである。

20

30

#### 【0026】

オルタネータの故障、断線またはバッテリーの性能低下などにより電源電圧が低下して、モータに供給される電力が不足した場合、電動ブレーキの応答性が低下し、このために車両の制動距離が増加するおそれがある。しかしながら、ブレーキアシストの目的を考えると、電源電圧が低下した場合でも、基準電圧以上の場合と比べて車両の制動距離の変化が少ないことが望ましい。

#### 【0027】

そこで、本実施形態では、モータを駆動する電源の電圧が低下したときでも、十分なブレーキアシストを提供できるような仕組みを提供する。

40

#### 【0028】

図2は、ECU110のうち、ブレーキアシスト制御に関与する部分の構成を示す機能ブロック図である。ここに示す各ブロックは、ハードウェア的には、コンピュータのCPUやメモリをはじめとする素子や回路で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックとして描いている。したがって、これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されることである。

#### 【0029】

踏み込み速度計算部126は、ストロークセンサ22からの信号を受け取って、ブレー

50

キペダルの踏み込み速度を計算する。計算結果は、緊急ブレーキ判定部 128 に渡される。緊急ブレーキ判定部 128 は、ブレーキペダルの踏み込み速度  $R$  と、予め設定されているしきい値  $R_S$  とを比較して、ドライバーによる今回のブレーキ操作が緊急ブレーキか否かを判定する。このとき、踏み込み速度の代わりに、または、踏み込み速度とともに、ブレーキペダルの踏み込み量をしきい値と比較して緊急ブレーキの判定を行うようにしてもよい。後者によれば、緊急ブレーキの検出精度が向上する。

【0030】

電圧検出器 36 からの検出信号は、しきい値変更部 124 に入力される。しきい値変更部 124 は、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  (例えば、定格電圧 12V のバッテリーに対して、10V) を下回った場合、電圧低下状態にあるものと判定し、緊急ブレーキ判定部 128 のしきい値を、通常時の  $R_S$  よりも低い値  $R_{LOW}$  に変更する。

10

【0031】

ブレーキアシスト実行部 130 は、緊急ブレーキでない通常ブレーキ時は、ブレーキペダル踏み込み量に応じたパッド押圧力を電動ディスクブレーキ 40 に発生させるために必要な制御電流  $I_S$  を計算する。緊急ブレーキ判定部 128 により緊急ブレーキと判定されたときは、通常ブレーキ時の制御電流  $I_S$  よりも大きいブレーキアシスト時の制御電流  $I_{BA}$  (例えば、 $I_{BA} = 1.5 I_S$ ) を計算する。これによって、緊急ブレーキ時は、ブレーキ踏み込み量に応じた値よりも大きな制御電流  $I_{BA}$  がモータ 34 に流れるので、電動ブレーキのモータ駆動量を助勢するブレーキアシストが達成される。

【0032】

図 3 は、ブレーキアシスト制御を実行するフローチャートである。なお、この制御は、ドライバーによりブレーキペダル 20 が踏み込まれたときに開始されるものとする。代替的に、踏み込み速度計算部 126 が所定の間隔でブレーキペダル 20 の踏み込みの有無を判定し、ブレーキペダルが踏まれていると判定されたときに開始するようにしてもよい。

20

【0033】

まず、しきい値変更部 124 は、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  以上か否かを判定する (S10)。電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  を下回っていれば (S10 の NO)、後述する緊急ブレーキ判定のためのしきい値を通常時の  $R_S$  よりも小さい値  $R_{LOW}$  に変更する (S12)。電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  以上であれば (S10 の YES)、S12 をスキップする。

30

【0034】

次に、踏み込み速度計算部 126 は、ストロークセンサ 22 からの検出信号に基づいて、ブレーキペダル 20 の踏み込み速度  $R$  を計算する (S16)。そして、緊急ブレーキ判定部 128 は、踏み込み速度  $R$  としきい値  $R_S$  または  $R_{LOW}$  とを比較して、今回のブレーキ操作が緊急ブレーキであるか否かを判定する (S18)。この際、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  以上であればしきい値は初期設定  $R_S$  のままであり、基準電圧  $V_S$  を下回っていれば S12 によりしきい値が低下 ( $R_{LOW}$ ) させられているので、緊急ブレーキと判定される踏み込み速度が異なっていることに留意する。換言すれば、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  を下回っているときは、緊急ブレーキと判定されるタイミングが早くなることになる。

40

【0035】

$R > R_S$  または  $R > R_{LOW}$  であり、今回のブレーキ操作が緊急ブレーキであれば (S18 の YES)、ブレーキアシスト実行部 130 は、通常ブレーキ時の制御電流  $I_S$  の定数倍 (例えば、1.5 倍) であるブレーキアシスト時制御電流  $I_{BA}$  を計算する (S20)。  $R < R_S$  または  $R < R_{LOW}$  であり、緊急ブレーキでなければ (S18 の NO)、通常ブレーキ時の制御電流  $I_S$  を計算する (S22)。そして、計算された制御電流がモータ 34 に流される (S24)。これによって、モータ 34 が駆動され、減速器 44 を介してブレーキパッド 46、48 が駆動され、ディスクロータ 50 を押圧して、制御電流値に応じた制動力が発生する。

【0036】

50

以上説明したように、この実施の形態によれば、電源電圧が低下した場合でも車両の制動距離の変化の少ないブレーキアシストを実現することが可能となる。このことを、図4および図5を参照して説明する。

【0037】

図4は、電源電圧が基準電圧以上であるときと電圧低下しているときの電動ディスクブレーキ40の応答性を比較するグラフである。図示するように、基準電圧時に対し、電圧低下時は制動力の時間応答性が低下する。このことは、ブレーキアシスト時に、所望の制動力が得られるまでの時間が長くなる、つまり車両の制動距離が長くなることを意味する。

【0038】

図5は、図3に示したブレーキアシスト制御により、電源電圧低下時の電動ブレーキの応答性の低下を補償する様子を説明するグラフである。上述のように、電圧低下時には緊急ブレーキと判定する踏み込み速度のしきい値を低下させるので、ブレーキアシストを開始するまでの時間が若干短縮されることになる。これによって、図示するように、電源電圧低下時には制動力の発生するポイントが基準電圧時よりも時間的に前倒しされることになる。したがって、より早期に制動が開始されるので、電源電圧低下時の電動ブレーキの時間応答性の低下分を、ある程度補償することが可能となる。

10

【0039】

実施の形態2.

この実施の形態は、図1の電動ブレーキ制御装置100において、電源電圧低下時にモータへの制御電流を増加させることにより、ブレーキアシスト時の電動ブレーキの応答性の低下をカバーする電動ブレーキ制御装置である。電動ブレーキ制御装置の全体構成は、図1に示したものと同様であるので、以下では異なる部分についてのみ説明する。

20

【0040】

図6は、実施の形態2におけるECU110のうち、ブレーキアシスト制御に関する部分の構成を示す機能ブロック図である。踏み込み速度計算部126、緊急ブレーキ判定部128は、図2とともに上述したものと同様である。電圧検出器36の検出信号は、制御電流増大部132に入力される。制御電流増大部132は、電源電圧Vが基準電圧 $V_S$ よりも低下した場合は、ブレーキアシスト実行部130に対し、ブレーキアシスト時の制御電流を増大させるように指示する。

30

【0041】

ブレーキアシスト実行部130は、緊急ブレーキでない通常ブレーキ時は、ブレーキペダル踏み込み量に応じたパッド押圧力を発生させるために必要な制御電流 $I_S$ を計算する。緊急ブレーキ判定部128により緊急ブレーキと判定されたときは、通常ブレーキ時の制御電流 $I_S$ よりも大きいブレーキアシスト時の制御電流 $I_{BA}$ （例えば、 $I_{BA} = 1.5 I_S$ ）を計算する。制御電流増大部132から制御電流の増大指示が発せられていた場合は、さらに大きい電圧低下時制御電流 $I_{LOW}$ （例えば、 $I_{LOW} = 2 I_S$ 、すなわち、 $I_S < I_{BA} < I_{LOW}$ ）を計算する。これによって、緊急ブレーキ時は、ブレーキ踏み込み量に応じた値よりも大きな制御電流 $I_{BA}$ がモータ34に流れ、また、電圧低下時はそれよりもさらに大きな電圧低下時制御電流 $I_{LOW}$ がモータ34に流れるので、電動ブレーキのモータ駆動量を助勢するブレーキアシストが達成される。

40

【0042】

図7は、実施の形態2におけるブレーキアシスト制御を実行するフローチャートである。なお、この制御は、ドライバーによりブレーキペダル20が踏み込まれたときに開始されるものとする。代替的に、踏み込み速度計算部126が所定の間隔でブレーキペダル20の踏み込みの有無を判定し、ブレーキペダルが踏まれていると判定されたときに開始するようにしてもよい。

【0043】

まず、踏み込み速度計算部126は、ストロークセンサ22からの検出信号に基づいて、ブレーキペダル20の踏み込み速度Rを計算する(S32)。そして、緊急ブレーキ判

50



定部 128 は、踏み込み速度  $R$  としきい値  $R_S$  とを比較して、今回のブレーキ操作が緊急ブレーキであるか否かを判定する (S34)。  $R < R_S$  であり、今回のブレーキ操作が緊急ブレーキでなければ (S34 の NO)、ブレーキアシスト実行部 130 は、通常ブレーキ時の制御電流  $I_S$  を計算する (S36)。  $R \geq R_S$  であり、今回のブレーキ操作が緊急ブレーキであれば (S34 の YES)、続いて、制御電流増大部 132 は、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  以上か否かを判定する (S38)。電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  以上であれば (S38 の YES)、ブレーキアシスト実行部 130 は、通常ブレーキ時の制御電流  $I_S$  の定数倍 (例えば、1.5 倍) であるブレーキアシスト時制御電流  $I_{BA}$  を計算する (S40)。電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  を下回っていれば (S38 の NO)、ブレーキアシスト時制御電流  $I_{BA}$  よりもさらに大きい電圧低下時制御電流  $I_{LOW}$  を計算する (S42)。

10

## 【0044】

そして、計算された制御電流がモータ 34 に流される (S44)。これによって、これによって、モータ 34 が駆動され、減速器 44 を介してブレーキパッド 46、48 が駆動され、ディスクロータ 50 を押圧して、制御電流値に応じた制動力が発生する。

## 【0045】

以上説明したように、この実施の形態によれば、電源電圧が低下したときには制御電流を増大させるので、モータの駆動速度が増大し、ブレーキアシスト時の電動ブレーキの応答性の低下を回復することができる。

## 【0046】

実施の形態 3 .

この実施の形態は、電源電圧の低下時に、他車両や障害物が自車両に接近しているか否かの判定をするしきい値を変更して、モータの駆動開始時点を早めることにより、電圧低下に起因する電動ブレーキの応答性の低下をカバーする電動ブレーキ制御装置である。

20

## 【0047】

図 8 は、本実施形態の電動ブレーキ制御装置 200 の全体構成を示す図である。ブレーキペダル 20、ストロークセンサ 22、電源 32、モータ 34、電圧検出器 36 および電動ディスクブレーキ 40 の構成は、図 1 とともに説明した実施の形態 1 と同様である。

## 【0048】

ミリ波送受信機 212 は、図示しない車両の前部に取り付けられ、車両の進路上にミリ波を放射して反射波を受信することで他車両や障害物の認識を行う。ミリ波は、真空中での波長が 1 ~ 10 mm と極めて短い電波であり、一例として、76 GHz の周波数を持つ。車輪速センサ 214 は、図示しない車両の各車輪に設けられ、車輪の回転速度を検出して ECU 210 に送る。ステアリングセンサ 216 は、図示しないステアリングの切り角を検出して ECU 210 に送る。ヨーレートセンサ 218 は、車体のヨー角を検出して ECU 210 に送る。

30

## 【0049】

ECU 210 は各センサからの情報をもとに、前方を走行する他車両や対向車両などの移動物、またはガードレールなどの障害物 (以下、これらをまとめて「対象物」と呼ぶ) の位置、速度、進路を計算し、自車両が対象物に接近しすぎていないか否かを判定し、自車両が対象物に接近しすぎていると判定したとき、待機状態に移行して、ドライバーがブレーキペダル 20 を踏んだときの制動力を助勢するブレーキアシストを実行する。なお、ここでいう「待機状態」とは、ドライバーのブレーキ操作の入力を待っている状態のことをいう。

40

## 【0050】

図 9 は、本実施の形態における ECU 210 のうち、対象物接近時のブレーキアシスト制御に関する部分の構成を示す機能ブロック図である。対象物情報算出部 226 は、ミリ波の射程範囲内に対象物が存在した場合、その反射波を受信して対象物との距離、速度、および方向を計算する。対象物の方向は反射波の角度を、対象物までの距離はミリ波を放射してから反射波が帰ってくるまでの時間を、対象物の速度は反射波の周波数変化 (ド

50

ップラー効果)を利用して計算する。自車両がカーブを走行しているときには、ステアリングセンサ216、ヨーレートセンサ218の情報をもとに、カーブの半径を推定し、進路の補正を行う。対象物接近判定部228は、自車両と対象物までの距離 $L$ としきい値 $L_s$ とを比較して、 $L_s$ 以下である場合には、待機状態に移行する。なお、しきい値 $L_s$ は、車輪速センサ214から算出される自車両の速度および対象物の速度から算出される相対速度に応じて決まる変数であってもよいし、予め定められている定数であってもよい。

【0051】

ブレーキアシスト実行部230は、待機状態にあるときにドライバーによってブレーキペダル20が踏まれると、通常ブレーキ時の制御電流 $I_s$ よりも大きいブレーキアシスト時の制御電流 $I_{BA}$ (例えば、 $I_{BA} = 1.5 I_s$ )を計算する。これによって、緊急ブレーキ時は、ブレーキ踏み込み量に応じた値よりも大きな制御電流 $I_{BA}$ がモータ34に流れるので、電動ブレーキのモータ駆動量を助勢するブレーキアシストが達成される。なお、誤作動の防止などのため、ブレーキアシスト実行部230は、自車両と対象物との相対速度が小さいとき(例えば30km/h以下)や、自車速度が小さいとき(例えば30km/h以下)は、ブレーキアシストを実行しないことが望ましいが、常にブレーキアシストを実行するようにしてもよい。

【0052】

しきい値変更部224は、電圧検出器36からの検出信号を監視し、電源電圧 $V$ が基準電圧 $V_s$ を下回ったときには、対象物接近判定部228におけるしきい値 $L_s$ を、基準電圧時よりも大きい電圧低下時のしきい値 $L_{LOW}$ (例えば、 $L_{LOW} = 1.2 L_s$ )に変更する。これによって、自車両と対象物間の距離がより離れた時点で待機状態と判定されるので、制動時間を長く取ることができ、電源電圧の低下による電動ブレーキの応答性の遅れを取り返すことができる。なお、電圧低下時のしきい値 $L_{LOW}$ は、 $L_s$ の定数倍にする代わりに、電源電圧 $V$ と基準電圧 $V_s$ との比率 $V/V_s$ に応じて変更するようにしてもよい。

【0053】

図10は、対象物接近時にブレーキアシスト制御を実行するフローチャートである。まず、しきい値変更部224は、電源電圧 $V$ が基準電圧 $V_s$ 以上か否かを判定する(S50)。電源電圧 $V$ が基準電圧 $V_s$ を下回っていれば(S50のNO)、後述する対象物接近判定のためのしきい値を通常時の $L_s$ よりも大きい値 $L_{LOW}$ に変更する(S52)。電源電圧 $V$ が基準電圧 $V_s$ 以上であれば(S50のYES)、S52をスキップする。

【0054】

次に、対象物情報算出部226は、ミリ波送受信機212ほかの各センサからの情報に基づいて、自車両と対象物間の距離 $L$ を算出する(S54)。続いて、対象物接近判定部228は、算出された距離 $L$ としきい値 $L_s$ または $L_{LOW}$ とを比較して、距離 $L$ がしきい値以下か否かを判定する(S56)。この際、電源電圧 $V$ が基準電圧 $V_s$ 以上であればしきい値は初期設定 $L_s$ のままであり、基準電圧 $V_s$ を下回っていればS52によりしきい値が増加( $L_{LOW}$ )させられているので、待機状態と判定される自車両と対象物間の距離が異なっていることに留意する。

【0055】

距離 $L$ がしきい値 $L_s$ または $L_{LOW}$ より大きければ(S56のNO)、ブレーキアシスト実行部230は、ブレーキペダル20の踏み込み量に応じた制動力を発生させる通常のブレーキ制御を続行する(S58)。距離 $L$ がしきい値 $L_s$ または $L_{LOW}$ 以下であれば(S56のYES)、自車両が対象物に接近しすぎているとして、待機状態に移行する(S60)。

【0056】

待機状態に移行すると、ブレーキアシスト実行部230は、ドライバーによりブレーキペダル20が踏み込まれるのを待機する(S62のNO)。そして、ブレーキペダル20の踏み込みを検出すると(S62のYES)、ブレーキアシスト実行部230は、通常ブレーキ時の制御電流 $I_s$ の定数倍(例えば、1.5倍)であるブレーキアシスト時制御電

10

20

30

40

50

流  $I_{BA}$  を計算する (S 6 4)。そして、計算された制御電流がモータに流される (S 6 6)。これによって、モータ 3 4 が駆動され、減速器 4 4 を介してブレーキパッド 4 6、4 8 が駆動され、ディスクロータ 5 0 を押圧して、制御電流値に応じた制動力が発生する。

【 0 0 5 7 】

以上説明したように、この実施の形態によれば、電源電圧が低下した場合には、待機状態と判定するための自車両と対象物との距離のしきい値を増加させるので、自車両と対象物とがより離れた位置で待機状態と判定されることになる。これによって、制動時間を長く取ることができ、電源電圧の低下による電動ブレーキの時間応答性の低下分をある程度補償することができる。

10

【 0 0 5 8 】

実施の形態 4 .

この実施の形態は、図 8 の電動ブレーキ制御装置 2 0 0 において、電源電圧低下時にモータへの制御電流を増加させることにより、ブレーキアシスト時の電動ブレーキの応答性の低下をカバーする電動ブレーキ制御装置である。電動ブレーキ制御装置の全体構成は、図 8 に示したものと同様であるので、以下では異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は、実施の形態 4 における ECU 2 1 0 のうち、対象物接近時のブレーキアシスト制御に関する部分の構成を示す機能ブロック図である。対象物情報算出部 2 2 6 および対象物接近判定部 2 2 8 は、図 9 とともに上述したものと同様である。電圧検出器 3 6 の検出信号は、制御電流増大部 2 3 2 に入力される。制御電流増大部 2 3 2 は、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  よりも低下した場合は、ブレーキアシスト実行部 2 3 0 に対し、ブレーキアシスト時の制動電流を増大させるように指示する。

20

【 0 0 6 0 】

ブレーキアシスト実行部 2 3 0 は、緊急ブレーキでない通常ブレーキ時は、ブレーキペダル踏み込み量に応じたパッド押圧力を発生させるために必要な制御電流  $I_S$  を計算する。対象物接近判定部 2 2 8 により待機状態と判定されたときは、通常ブレーキ時の制御電流  $I_S$  よりも大きいブレーキアシスト時の制御電流  $I_{BA}$  (例えば、 $I_{BA} = 1.5 I_S$ ) を計算する。制御電流増大部 2 3 2 から制御電流の増大指示が発せられていた場合は、さらに大きい電圧低下時制御電流  $I_{LOW}$  (例えば、 $I_{LOW} = 2 I_S$ 、すなわち、 $I_S < I_{BA} < I_{LOW}$ ) を計算する。これによって、待機状態中にブレーキペダル 2 0 が踏まれたときは、ブレーキ踏み込み量に応じた値よりも大きな電流  $I_{BA}$  がモータ 3 4 に流れ、また、電圧低下時はそれよりもさらに大きな電圧低下時制御電流  $I_{LOW}$  がモータ 3 4 に流れるので、電動ブレーキのモータ駆動量を助勢するブレーキアシストが達成される。

30

【 0 0 6 1 】

図 1 2 は、実施の形態 4 における対象物接近時にブレーキアシスト制御を実行するフローチャートである。まず、対象物情報算出部 2 2 6 は、上述した方法で自車両と対象物との間の距離  $L$  を算出する (S 7 0)。次に、対象物接近判定部 2 2 8 は、算出された距離  $L$  としきい値  $L_S$  とを比較して、距離  $L$  がしきい値  $L_S$  以下か否かを判定する (S 7 2)。しきい値  $L_S$  より大きければ (S 7 2 の NO)、ブレーキアシスト実行部 2 3 0 は、ブレーキペダル 2 0 の踏み込み量に応じた制動力を発生させる通常のブレーキ制御を続行する (S 7 4)。距離  $L$  がしきい値  $L_S$  以下であれば (S 7 2 の YES)、自車両が対象物に接近しすぎているとして、待機状態に移行する (S 7 6)。

40

【 0 0 6 2 】

待機状態に移行すると、ブレーキアシスト実行部 2 3 0 は、ドライバーによりブレーキペダル 2 0 が踏み込まれるのを待機する (S 7 8 の NO)。そして、ブレーキペダル 2 0 の踏み込みを検出すると (S 7 8 の YES)、制御電流増大部 1 3 2 は、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  以上であるか否かを判定する (S 8 0)。電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  以上であれば (S 8 0 の YES)、ブレーキアシスト実行部 2 3 0 は、通常ブレーキ時の制御電流

50

$I_S$  の定数倍（例えば、1.5倍）であるブレーキアシスト時制御電流  $I_{BA}$  を計算する（S82）。電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  を下回っていれば（S80のNO）、ブレーキアシスト時制御電流  $I_{BA}$  よりもさらに大きい電圧低下時制御電流  $I_{LOW}$  を計算する（S84）。そして、計算された制御電流がモータ34に流される（S86）。

【0063】

この実施の形態によれば、電源電圧が低下したときには制御電流を増大させるので、モータの駆動速度が増大し、ブレーキアシスト時の電動ブレーキの応答性の低下を回復することができる。

【0064】

以上、いくつかの実施の形態をもとに本発明を説明した。これらの実施形態は例示であり、各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。そのような変形例を以下に述べる。

【0065】

ブレーキアシストと対象物接近の判定方法は一例であり、他の方法でそれらを判定するようにしてもよい。例えば、車両に図示しない撮影手段を備え、電波を発する代わりに車両前方の画像を撮影して、画像解析から上述の対象物までの距離を算出するようにしてもよい。この場合でも、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  よりも低下したときに、応答性の低下分をカバーすべく、自車両に対象物が接近しすぎていると判定するためのしきい値を変更する。しきい値の具体的な値は、実験等を通じて決定される。

【0066】

実施の形態では、しきい値変更と制御電流の増大を行う形態をそれぞれ別個のものとして説明したが、電源電圧低下時にその両方を実行するようにしてもよい。例えば、実施の形態1、2で説明したブレーキアシスト制御の場合には、ECU110にしきい値変更部124と制御電流増大部132を両方備え、電圧検出器36からの入力が入るようになる。そして、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  よりも低下した場合には、緊急ブレーキの判定のしきい値となるブレーキ踏み込み速度を低下させるとともに、ブレーキアシスト時の制御電流も増大するようにする。こうすると、制動の開始時間が若干早まるとともに、ブレーキを踏んだときの制動力がさらに増大するので、電圧低下時の応答性低下をさらに有効に補償することが可能となる。

【0067】

実施の形態3、4で説明した対象物接近時のブレーキアシスト制御の場合は、ECU210にしきい値変更部224と制御電流増大部232を両方備え、電圧検出器36からの入力が入るようになる。そして、電源電圧  $V$  が基準電圧  $V_S$  よりも低下した場合には、待機状態の判定のしきい値となる対象物までの距離を大きくするとともに、ブレーキアシスト時の制御電流も増大するようにする。こうすると、自車両に対象物が接近しすぎていると判定される車間距離が長めになるとともに、ブレーキを踏んだときの制動力がさらに増大するので、電圧低下時の制動力の応答性低下をさらに有効に補償することが可能となる。

【0068】

また、ブレーキアシスト時制御電流  $I_{BA}$  または電圧低下時制御電流  $I_{LOW}$  の値は、通常ブレーキ時制御電流  $I_S$  の定数倍でなくてもよい。例えば、電源電圧  $V$  と基準電圧  $V_S$  との比（ $V/V_S$ ）に応じて変化させてもよい。

【0069】

実施形態では、電動ブレーキ装置としてディスクブレーキを用いた例を示したが、このほかのブレーキ、例えば、ドラムブレーキを用いるものであっても、本発明を適用することができる。

【0070】

ブレーキを完全にモータ駆動力のみで行うタイプの電動ブレーキ装置以外にも、モータとブレーキの間に油圧回路が介在するタイプのブレーキ装置についても本発明を適用でき

10

20

30

40

50

る。例えば、マスタシリンダに備えられたマスタピストンをモータによって駆動することでマスタシリンダ圧を発生させ、発生させたマスタシリンダ圧に基づいてマスタシリンダに接続されたキャリパを駆動し、ブレーキパッドを加圧して制動力を発生させる電動ブレーキ装置に対しても本発明を適用することができる。また、各車輪にモータおよび油圧ピストンを備え、各モータを駆動することで油圧ピストンに油圧を発生させ、発生させた油圧によって各油圧ピストンに接続されたキャリパを駆動し、ブレーキパッドを加圧して制動力を発生させる電動ブレーキ装置に対しても、本発明を適用することができる。

【0071】

また、ブレーキペダルの代わりに、車室内に備えられたブレーキレバーの操作によりブレーキが駆動されて制動力を発揮するような車両に対しても本発明を適用できる。この場合、ブレーキペダル踏み込み量の代わりにブレーキレバーの引き込み量を、ブレーキペダルの踏み込み速度の代わりに、ブレーキレバーの引き込み速度を用いるようにすればよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明の一実施形態による電動ブレーキ制御装置の構成図である。

【図2】図1のECUの機能ブロック図である。

【図3】図1の実施形態による電動ブレーキ制御のフローチャートである。

【図4】基準電圧時と電圧低下時の電動ブレーキの応答性を比較するグラフである。

【図5】基準電圧時と電圧低下時の制動の開示時点を比較するグラフである。

20

【図6】本発明の別の実施形態におけるECUの機能ブロック図である。

【図7】図6の実施形態における電動ブレーキ制御のフローチャートである。

【図8】本発明のさらに別の実施形態による電動ブレーキ制御装置の構成図である。

【図9】図8のECUの機能ブロック図である。

【図10】図8の実施形態による電動ブレーキ制御のフローチャートである。

【図11】本発明のさらに別の実施形態におけるECUの機能ブロック図である。

【図12】図11の実施形態による電動ブレーキ制御のフローチャートである。

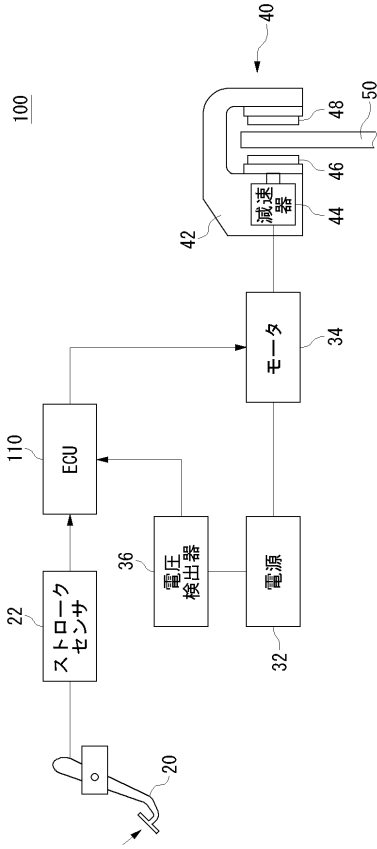
【符号の説明】

【0073】

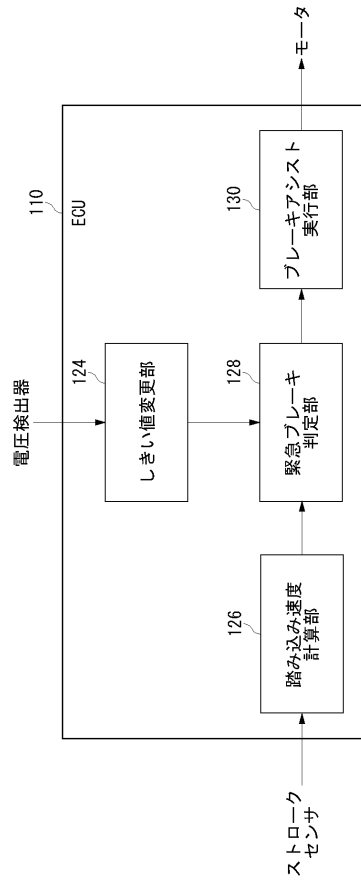
20 ブレーキペダル、 22 ストロークセンサ、 32 電源、 34 モータ、 30  
 36 電圧検出器、 40 電動ディスクブレーキ、 42 キャリパ、 44 減速  
 器、 46、48 ブレーキパッド、 50 ディスクロータ、 100、200 電動  
 ブレーキ制御装置、 110、210 ECU、 124、224 しきい値変更部、  
 126 踏み込み速度計算部、 128 緊急ブレーキ判定部、 130 ブレーキアシ  
 スト実行部、 132、232 制御電流増大部、 212 ミリ波送受信機、 226  
 対象物情報算出部、 228 対象物接近判定部、 230 ブレーキアシスト実行部

30

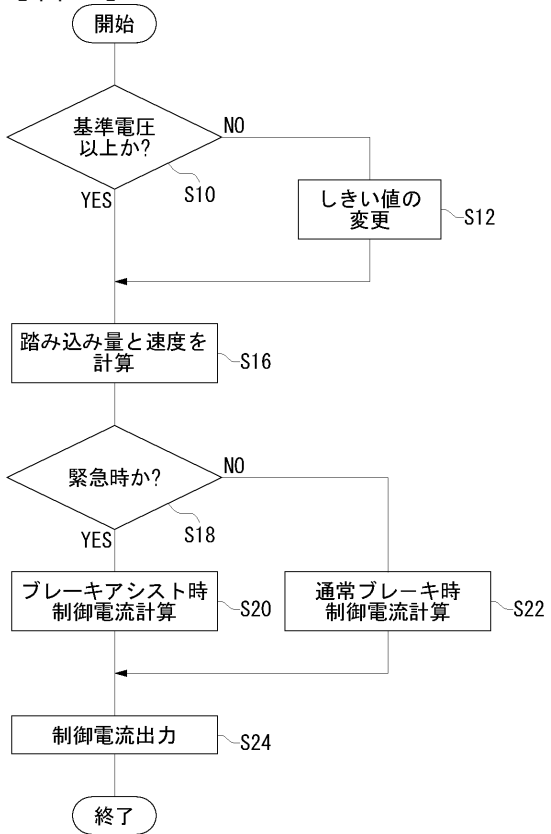
【 図 1 】



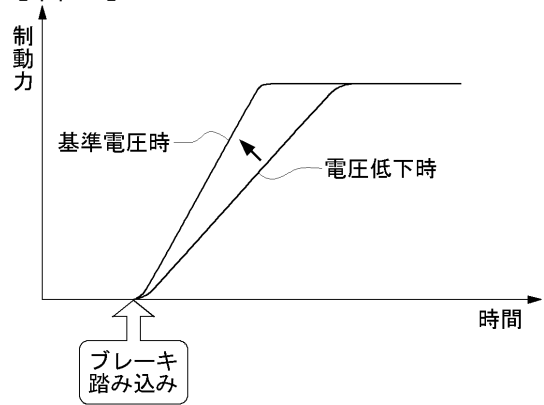
【 図 2 】



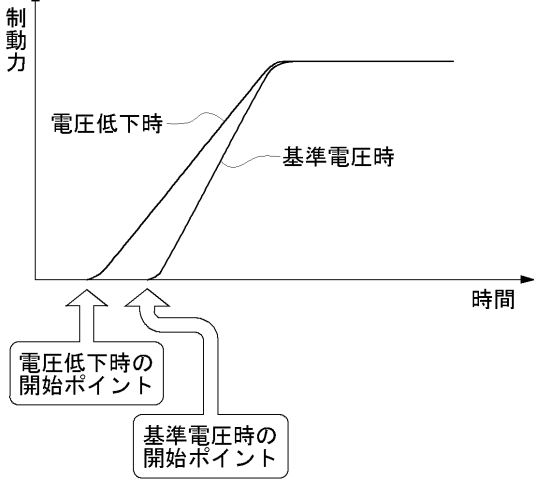
【 図 3 】



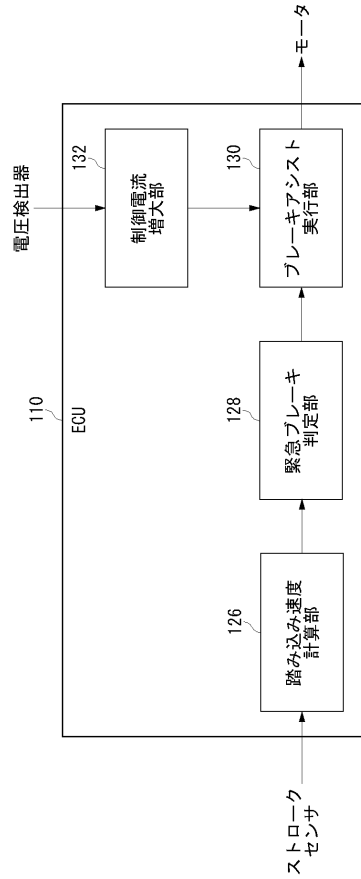
【 図 4 】



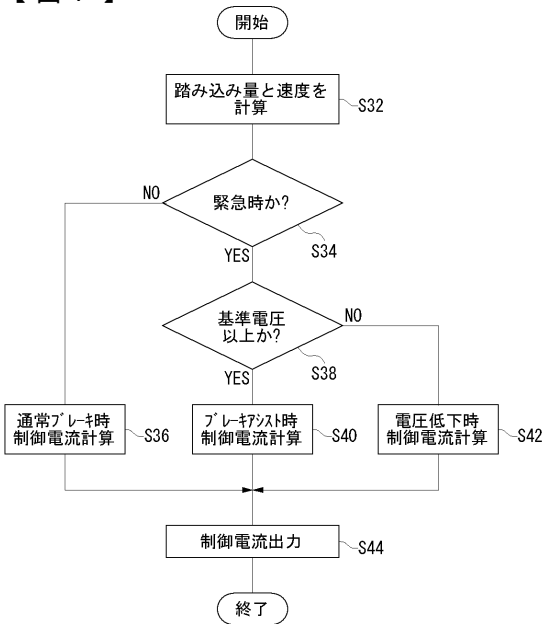
【図 5】



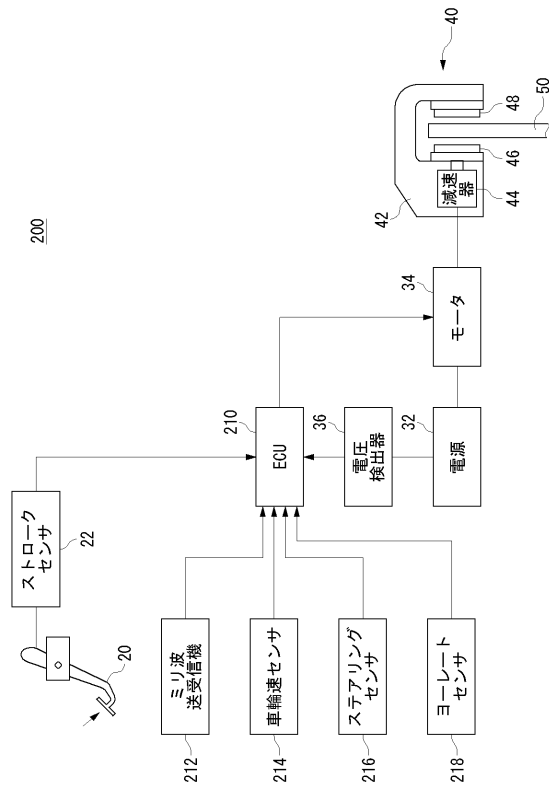
【図 6】



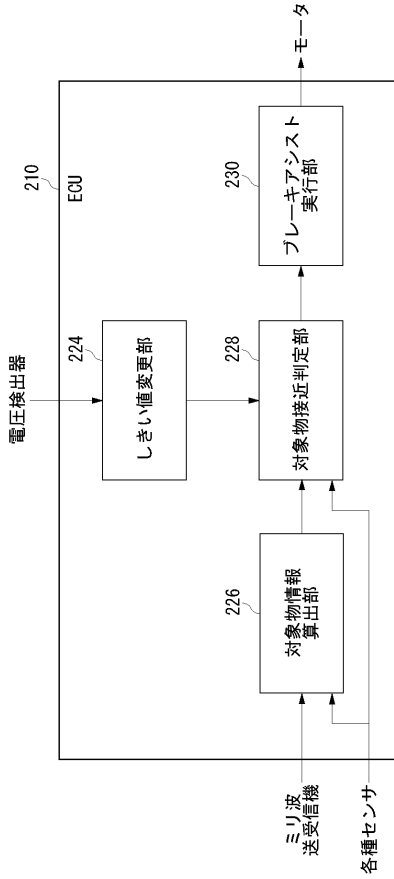
【図 7】



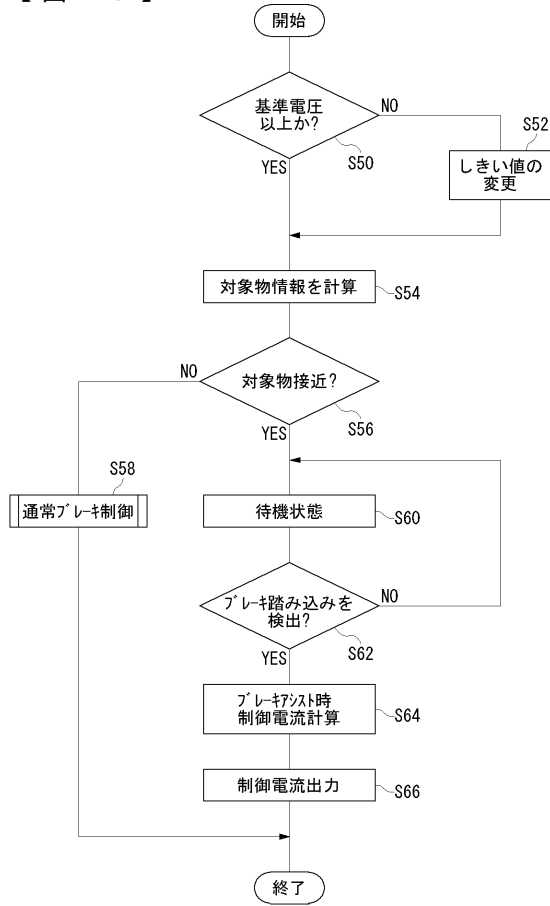
【図 8】



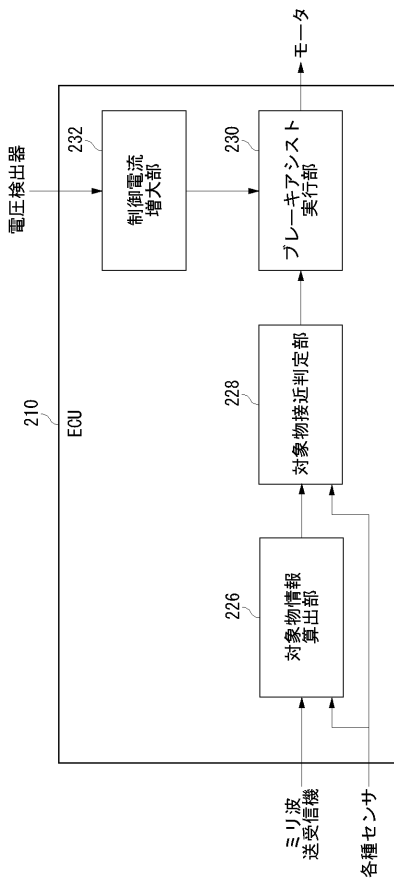
【図9】



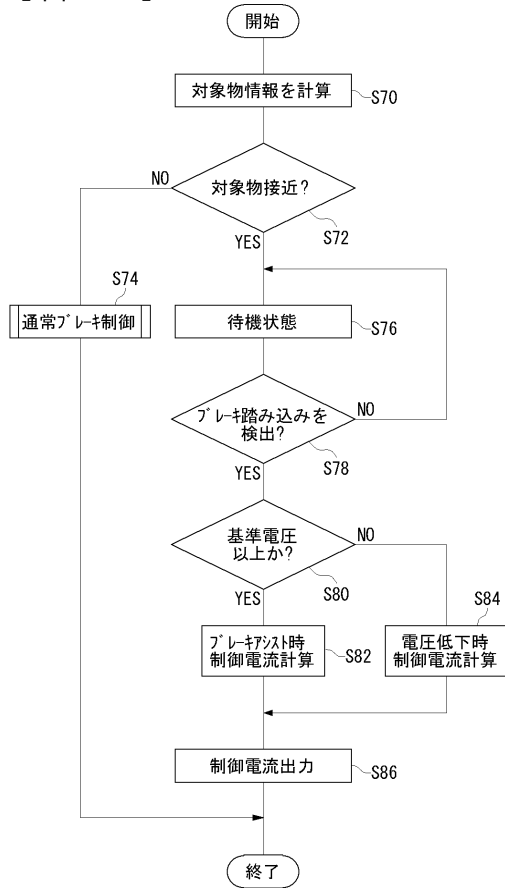
【図10】



【図11】



【図12】





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3D048 BB03 BB21 CC49 HH18 HH42 HH70 KK18 RR00 RR29 RR35  
3D049 BB02 CC07 HH39 HH51 KK18 RR11 RR13