

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7671777号  
(P7671777)

(45)発行日 令和7年5月2日(2025.5.2)

(24)登録日 令和7年4月23日(2025.4.23)

(51)国際特許分類	F I
B 6 0 T 8/92 (2006.01)	B 6 0 T 8/92
B 6 0 T 17/18 (2006.01)	B 6 0 T 17/18
B 6 0 T 17/22 (2006.01)	B 6 0 T 17/22 Z
G 0 6 F 11/22 (2006.01)	G 0 6 F 11/22 6 7 3 E

請求項の数 15 (全20頁)

(21)出願番号	特願2022-559698(P2022-559698)	(73)特許権者	522350977 ヒタチ・アステモ・ネザーランズ・ペー ・フェー オランダ・5301・エルイクス・ザル トボメル・ヘクセカンブ・31
(86)(22)出願日	令和3年3月30日(2021.3.30)	(74)代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(65)公表番号	特表2023-522306(P2023-522306 A)	(74)代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
(43)公表日	令和5年5月30日(2023.5.30)	(74)代理人	100133400 弁理士 阿部 達彦
(86)国際出願番号	PCT/NL2021/050204	(72)発明者	バルト・オーストフーク オランダ・5301・エルイクス・ザル トボメル・ヘクセカンブ・31内
(87)国際公開番号	WO2021/201676	(72)発明者	アセン・アントノフ・マリノフ 最終頁に続く
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)		
審査請求日	令和5年11月2日(2023.11.2)		
(31)優先権主張番号	20167138.5		
(32)優先日	令和2年3月31日(2020.3.31)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		

(54)【発明の名称】 電気ブレーキシステム故障運用

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一次制御分岐(510)と、バックアップ制御分岐(520)と、診断ユーティリティ(515)と、モード制御ユーティリティ(530)とを備えるブレーキ制御ユニット(50)であって、

前記一次制御分岐(510)は、一次インバータ(512)と、前記一次インバータの動作を制御する一次制御モジュール(511)とを有し、

前記バックアップ制御分岐(520)は、バックアップインバータ(522)と、前記バックアップインバータの動作を制御するバックアップ制御モジュール(521)とを有し、

前記診断ユーティリティ(515)は、両方の制御分岐(510, 520)の完全性状態(SINT)を判定するよう構成され、

前記モード制御ユーティリティ(530)は、前記完全性状態(SINT)の判定に従って、少なくとも通常動作モード(M1)および低下動作モード(M2, M3)を含む複数の可能な動作モード(M0~M4)から前記ブレーキ制御ユニットの動作モードを選択するよう構成され、

前記一次制御分岐(510)および前記バックアップ制御分岐(520)のそれぞれは、外部ブレーキ制御信号(IB)に応じて、それぞれの制御モジュールによって制御されるそれぞれのインバータで第1のブレーキモーター駆動信号(D10)および第2のブレーキモーター駆動信号(D20)を生成するよう構成され、

前記一次制御モジュール(511)は、それぞれの第1および第2の診断ユニット(515a, 515b)を有する少なくとも第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネント(511A, 511B)を含み、前記第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネント(511A, 511B)は、第1の一次制御コンポーネント(511A)の前記第1の診断ユニット(515a)が、前記第2の一次制御コンポーネント(511B)の完全性を診断する(QA)よう構成され、第2の一次制御コンポーネント(511B)の前記第2の診断ユニット(515b)が前記第1の一次制御コンポーネント(511A)の完全性を診断する(QA)よう構成されているという点で、前記診断ユーティリティ(515)の一部であり、前記診断ユーティリティ(515)は、テスト信号(ST)に応答する前記バックアップ制御分岐の応答信号(SR)を検証することによって前記バックアップ制御分岐(520)の完全性状態を診断するよう構成された第3診断ユニット(515c)をさらに備える、ブレーキ制御ユニット(50)。

10

【請求項2】

前記モード制御ユーティリティ(530)は、前記通常動作モード中に、前記バックアップ制御分岐(520)の動作を維持するよう構成され、前記診断ユーティリティ(515)は、前記バックアップ制御分岐(520)の前記応答信号(SR)を基準応答信号と比較し、前記応答信号(SR)および前記基準応答信号の実質的な差異が判定された場合に、前記バックアップ制御分岐(520)の完全性の欠如を前記モード制御ユーティリティ(530)に報告するよう構成されている、請求項1に記載のブレーキ制御ユニット(50)。

20

【請求項3】

前記テスト信号(ST)は、前記外部ブレーキ制御信号(IB)を模擬している、請求項2に記載のブレーキ制御ユニット(50)。

【請求項4】

前記応答信号(SR)が、前記バックアップ制御モジュールによって前記バックアップインバータに提供される制御信号を示し、

前記基準応答信号が、前記一次制御モジュールによって前記一次インバータに提供される制御信号を示す、請求項3に記載のブレーキ制御ユニット(50)。

【請求項5】

前記モード制御ユーティリティ(530)は、前記一次制御分岐(510)および前記バックアップ制御分岐(520)の両方が前記第1のブレーキモーター駆動信号(D<sub>10</sub>)および前記第2のブレーキモーター駆動信号(D<sub>20</sub>)の各々を生成できるように構成され、前記ブレーキ制御ユニット(50)は、前記通常動作モードにおいて前記一次制御分岐(510)からの前記第1のブレーキモーター駆動信号(D<sub>10</sub>)を選択し、前記低下動作モードにおいて、前記バックアップ制御分岐(520)からの前記第2のブレーキモーター駆動信号(D<sub>20</sub>)を選択するために、前記モード制御ユーティリティによって制御されたそれぞれのフェーズ遮断スイッチ(516, 526)をさらに備え、前記応答信号(SR)は、前記バックアップ制御分岐(520)によって提供された前記第2のブレーキモーター駆動信号(D<sub>20</sub>)を示し、基準応答信号は、前記一次制御分岐(510)によって提供された前記第1のブレーキモーター駆動信号(D<sub>10</sub>)を示す、請求項3

30

40

【請求項6】

可能な動作モードのセットは、前記バックアップ制御分岐(520)に前記第2のブレーキモーター駆動信号(D<sub>20</sub>)を生成させるように、前記診断ユーティリティ(515)が制御信号を前記バックアップ制御分岐(520)に提供する電源投入モード(M01)をさらに備え、前記モード制御ユーティリティ(530)は、前記バックアップ制御分岐(520)が前記第2のブレーキモーター駆動信号(D<sub>20</sub>)でブレーキモーター(12)を駆動することを一時的に可能にし、前記診断ユーティリティ(515)が、前記第2のブレーキモーター駆動信号(D<sub>20</sub>)に応答する前記ブレーキモーター(12)の動作を検証することによって、前記バックアップ制御分岐(520)の動作を診断する、請

50

求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のブレーキ制御ユニット ( 5 0 )。

【請求項 7】

前記複数の可能な動作モードが、前記モード制御ユーティリティ ( 5 3 0 ) が前記一次制御分岐 ( 5 1 0 ) を前記第 1 のブレーキモーター駆動信号 ( D<sub>10</sub> ) 源として選択するさらなる低下動作モード ( M 3 ) を含み、前記診断ユーティリティ ( 5 1 5 ) が前記バックアップ制御分岐 ( 5 2 0 ) の完全性の欠如を判定するが、前記一次制御分岐 ( 5 1 0 ) が完全性要件を満たしていると判定する場合に、前記モード制御ユーティリティ ( 5 3 0 ) は、前記さらなる低下動作モード ( M 3 ) を選択する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のブレーキ制御ユニット ( 5 0 )。

【請求項 8】

前記モード制御ユーティリティ ( 5 3 0 ) は、前記さらなる低下動作モード ( M 3 ) において、前記バックアップ制御分岐 ( 5 2 0 ) の動作を完全に無効にする、請求項 7 に記載のブレーキ制御ユニット ( 5 0 )。

【請求項 9】

前記バックアップ制御分岐 ( 5 2 0 ) は、チェックサム検証および範囲外信号の検証の 1 または複数を含む、制限された自動診断機能を有する、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のブレーキ制御ユニット ( 5 0 )。

【請求項 10】

前記第 1 の一次制御コンポーネント ( 5 1 1 A ) が、電力管理コントローラであり、および前記第 2 の一次制御コンポーネント ( 5 1 1 B ) が、ブレーキモーターのフィードバック制御のためのマイクロコントローラである、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のブレーキ制御ユニット ( 5 0 )。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載のブレーキ制御ユニット ( 5 0 ) と、前記ブレーキ制御ユニットによって制御される車両ブレーキモーター ( 1 2 ) とを備える電気ブレーキシステム。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載のブレーキ制御ユニット ( 5 0 ) を有する電気ブレーキシステムと、追加的な車両機能を制御する 1 または複数の追加的な制御ユニット ( 6 0 , 7 0 ) と、を備える車両制御システム ( 1 0 0 ) であって、

前記ブレーキ制御ユニット ( 5 0 ) は、それ自体の動作モードに従って、前記 1 または複数の追加的な制御ユニット ( 6 0 , 7 0 ) の少なくとも 1 つの動作モードを変更するよう構成されている、車両制御システム ( 1 0 0 )。

【請求項 13】

前記 1 または複数の追加的な制御ユニット ( 6 0 , 7 0 ) の 1 つが車両の速度を制御する速度制御ユニット ( 6 0 ) であり、前記ブレーキ制御ユニット ( 5 0 ) は、通常動作モード以外の動作モードにおいて、前記速度制御ユニット ( 6 0 ) が前記車両を駆動可能である速度に上限を課す、請求項 1 2 に記載の車両制御システム ( 1 0 0 )。

【請求項 14】

前記ブレーキ制御ユニット ( 5 0 ) は、動作モードが前記通常動作モードではなくなっ  
てから所定の時間間隔が経過した、および / または所定の距離、車両で走行したことを判断すると、前記車両制御システム ( 1 0 0 ) に車両操作を中止させる、請求項 1 2 または 1 3 に記載の車両制御システム ( 1 0 0 )。

【請求項 15】

外部ブレーキ制御信号 ( I B ) に応じてブレーキモーター駆動信号 ( D o ) を生成するステップを備える車両のブレーキモーター ( 1 2 ) を制御する方法であって、方法は、

一次制御分岐 ( 5 1 0 )、バックアップ制御分岐 ( 5 2 0 ) を設けるステップであって、前記一次制御分岐 ( 5 1 0 ) は、一次インバータ ( 5 1 2 ) および前記一次インバータの動作を制御する一次制御モジュール ( 5 1 1 ) を有し、前記一次制御モジュール ( 5 1 1 ) は、少なくとも第 1 のおよび第 2 の相互に協働する一次制御コンポーネント ( 5 1 1

10

20

30

40

50

A, 511B)を含み、

前記バックアップ制御分岐(520)は、バックアップインバータ(522)および前記バックアップインバータの動作を制御するバックアップ制御モジュール(521)を有する、ステップと、

両方の制御分岐(510, 520)の完全性状態(SINT)の判定に従って複数の可能な動作モード(M0~M4)から動作モードを選択するステップであって、前記可能な動作モードは、通常動作モード(M1)および低下動作モード(M2, M3)の少なくとも1つを備えるステップと、

前記通常動作モード(M1)の間、前記外部ブレーキ制御信号に応じて、前記一次制御分岐(510)が前記ブレーキモーター駆動信号(D0)を排他的に生成することを可能にするステップであって、通常動作モードが完全性状態を決定するステップは、

前記少なくとも第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントが互いに完全性状態を診断するステップと、

前記一次制御分岐が、テスト信号(ST)にตอบสนองする前記バックアップ制御分岐の応答信号(SR)を検証することによって、前記バックアップ制御分岐(520)の完全性状態をさらに診断するステップと、

を備える、ステップと、

前記低下動作モードの間、前記外部ブレーキ制御信号に応じて、前記バックアップ制御分岐(520)が前記ブレーキモーター駆動信号(D0)を排他的に生成することを可能にするステップと、

を備える、車両のブレーキモーター(12)を制御する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電気ブレーキシステム、システムを制御する方法、そのようなシステムのためのコントローラまたはソフトウェア、およびブレーキシステムを備える車両に関する。

【背景技術】

【0002】

ブレーキパイワイヤは通常、作動装置と伝達装置が互いに切り離されているブレーキシステムを表すために使用される。従来の油圧ブレーキシステムでは、ブレーキペダルが作動装置、油圧が伝達装置である。ここでは、電磁油圧ブレーキ、電空ブレーキ(トラック)、および電気ブレーキを区別している。流体技術システムが使用されていないため、油圧または空圧を使わないだけで、ブレーキはいわゆる「ドライ」ブレーキパイワイヤアプリケーションとなる。この技術を使用したい理由の1つは、ブレーキシステムで現在使用されている媒体の遅さである。純粋な電気機械ソリューションの助けにより、より短い応答時間を達成することができ、達成可能な制動距離にも反映される可能性がある。マスターシリンダー、ブレーキブースター、アンチロックコンポーネント、またはより一般的にはブレーキ調整コンポーネントなどの油圧システムで使用されるコンポーネントを作成するのに費用がかかるため、比較するとブレーキパイワイヤ技術の製造性が向上するという別の利点がある。

【0003】

電気自動車のブレーキは、典型的には、車両の車輪に対して相対回転しないように固定されたブレーキ本体に対して制動するために摩擦ブレーキライニングを押しように構成された電気機械作動装置を有する。ブレーキ本体は通常、ブレーキディスクまたはブレーキドラムである。作動装置は、典型的には、電動モーターと、電動モーターの回転駆動運動を並進運動に変換して摩擦ブレーキライニングをブレーキ本体に押し付ける回転・並進変換ギアとを有する。回転・並進変換ギアとしてスピンドルギアやローラーウォームドライブなどのウォームギアが多く使われている。ピボットカムなどで回転運動を並進運動に変換することも可能である。電動モーターと回転・並進変換ギアの間には遊星ギアなどの減速機が介在する場合が多い。セルフブースト型電気機械式車両ブレーキには、回転するブレ

10

20

30

40

50

ーキ本体がブレーキ本体に制動するために押し付けられる摩擦ブレーキライニングに対して加えられる摩擦力を、作動装置によって加えられる接触圧力に加えてブレーキ本体に対して摩擦ブレーキライニングを押し付ける接触圧力に変換するセルフブースタがある。クサビ、ランプ、レバー機構は、セルフブーストに適している。

#### 【0004】

電気自動車ブレーキ用の制御ユニットは、故障のリスクが最小限に抑えられ、故障の発生が直ちに重大な結果をもたらさないという点で信頼性が高いことが要求される。故障リスクには、システムティックな側面とランダムな側面がある。電子部品の故障確率は、開発・製造時の条件で大きく左右される。適切な開発方法論、適切なテストと検証、および冗長性を提供することにより、確率を下げるのが可能である。とはいえ、偶発的なエラーによる障害を完全に排除することはできない。偶発的な故障の確率は、メトリックPMHF (Probability Metric of Random Hardware Failures) によって定められる。このメトリックは、故障が発生する確率密度 ( $h^{-1}$ ) を示す。関連するメトリックは、FIT単位で表される。各種ASILクラス (自動車安全度等級) の電子部品が使用可能である。ASIL-Dは、10FITに対応するPMHF値  $< 10^{-8} h^{-1}$  の最高ランクである。ASIL-CのPMHF値は  $< 10^{-7} h^{-1}$  で、100FITに相当する。

#### 【0005】

故障の潜在的な影響は、運転手からの外部ブレーキ制御信号に応答して、各車輪の電気ブレーキを制御するブレーキ制御ユニットが設けられる以下の例から明らかのように、「重大度」、「露出」、および「制御性」の側面によってさらに決定される。故障の例としては、ブレーキ制御ユニットがブレーキ制御信号を受信したときに、いずれかの電気ブレーキを制御できない場合がある。これは、車両のヨーイングや横揺れが大きくなり危険である。車両が不安定になり、対向車線にはみ出し、他の交通や障害物と衝突するおそれがあるため、重大度をS3としている。非常に一般的な運転シナリオであるため、露出はE4と評価されている。通常、道路には複数の車線があり、高速道路のみ反対側の車線が分離されている場合がある。制御性の側面は、C3と評価されている。運転手は、ブレーキシステムの故障によるヨーイングを修正するためにステアリングを操作することで、車両の動きをある程度制御することができるが、これは特に中速および高速では非常に困難である。偶発的な故障の潜在的な影響を軽減するための既知のアプローチは、ブレーキ制御ユニットをいわゆる「1o2 (one-out-of-two) システム」として提供することである。このタイプのブレーキ制御ユニットには、それぞれ独自の自動診断ユニットを備えたデュアル制御チャンネルがある。このアプローチは、偶発的な故障の潜在的な影響を軽減するが、材料費が高くなる。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

従って、偶発的な故障の潜在的な影響をより費用効果の高い方法で減らす必要がある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本開示の態様は、一次制御分岐、バックアップ制御分岐、診断ユーティリティ、およびモード制御ユーティリティを備えるブレーキ制御ユニットに関する。

#### 【0008】

一次制御分岐は、一次インバータと、一次インバータの動作を制御する一次制御モジュールを有する。

#### 【0009】

バックアップ制御分岐は、バックアップインバータと、バックアップインバータの動作を制御するバックアップ制御モジュールを有する。

#### 【0010】

診断ユーティリティは、両方の制御分岐の完全性状態を判断するように構成されている。完全性状態は、制御分岐が完全性要件を満たしているかどうかを示す。制御分岐の動作

10

20

30

40

50

が機能していないと判断された場合（つまり、機能しない、またはエラーのある機能）、完全性要件が制御分岐によって満たされない。制御分岐の完全性要件は、それが動作していない場合にも満たされないが、動作状態に設定されたときに機能不全になる可能性が高いかまたは確実である場合にも満たされない。

【 0 0 1 1 】

モード制御ユーティリティは、前記決定に従って、通常動作モードおよび低下動作モードの少なくとも1つを含む複数の可能な動作モードからブレーキ制御ユニットの動作モードを選択するように構成される。

【 0 0 1 2 】

通常動作モードでは、一次制御分岐は、外部ブレーキ制御信号にตอบสนองしてその制御モジュールによって制御されるインバータでブレーキモーター駆動信号を生成するように構成される。

10

【 0 0 1 3 】

低下動作モードでは、バックアップ制御分岐は、外部ブレーキ制御信号にตอบสนองしてその制御モジュールによって制御されるインバータでブレーキモーター駆動信号を生成するように構成される。

【 0 0 1 4 】

一次制御モジュールは、互いに完全性状態を診断するように構成されているという点で前記診断ユーティリティの一部である少なくとも第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントを含む。一次制御モジュールは、テスト信号にตอบสนองするバックアップ制御分岐のตอบสนอง信号を検証することにより、バックアップ制御分岐の完全性状態を診断するように構成された診断ユーティリティも備える。

20

【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態では、第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントは、Q & A ウォッチドッグ手順によって互いの完全性状態を診断する。そこでは、第1の一次制御コンポーネントが定期的に質問メッセージを送信する。このメッセージは、第2の一次制御コンポーネントに、質問メッセージで伝達されたトークン値に対して一定の一連の算術演算を実行し、所定の時間間隔内に結果のトークン値を伝えるように次の応答メッセージでตอบสนองするように要求するものである。結果のトークン値が予想されるトークン値から逸脱するか、第1の一次制御コンポーネントによって指定された時間間隔内に受信されない場合、第1の制御コンポーネントは、第2の制御コンポーネントが完全性要件を満たしていないと判断する。一部の例示的な実施形態では、第2の制御コンポーネントは、所定の時間間隔内に質問メッセージを受信しない場合、第1の制御コンポーネントが完全性要件を満たしていないと判断するようにも構成される。いくつかの実施形態では、Q & A ウォッチドッグ手順は、両方の一次制御コンポーネントがこのように互いの動作を検証するように構成されるという点で、相互に実行される。いくつかの実施形態では、第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントはそれぞれ、外部ブレーキ制御信号に従って一次インバータの制御信号を計算するそれぞれの機能を実行する。相互に協働する制御コンポーネントは、それぞれが一次制御モジュールの動作に明確に貢献しているため、コスト効果の高い方法で使用される。

30

40

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態では、これらの一次制御コンポーネントの一方は、モーター角度センサーにตอบสนองするフィードバックループの一部としてインバータの駆動信号を直接的または間接的に制御するマイクロコントローラである。この例示的な実施形態では、一次制御コンポーネントの他方は、電力管理コントローラである。

【 0 0 1 7 】

さらなる実施形態では、同様のQ & A ウォッチドッグ手順が、多数の一次制御コンポーネントに適用される。このようにして、エラー状態を知らせるだけでなく、一次制御コンポーネントのどれが実際に完全性が欠如しているかをより確実に判断することもできる。第1、第2、および第3の一次制御コンポーネントを有する一次制御モジュールを備えた

50

例示的なさらなる実施形態では、第2および第3の一次制御コンポーネントの両方が、第1の一次制御コンポーネントの完全性の欠如を診断し、相互の完全性をさらに確認する場合、第1の一次制御コンポーネントに実際に潜在的な欠陥がある可能性がある。

【0018】

従来技術のアプローチと同様に、故障の潜在的な影響は大幅に減少する。通常運転時、ブレーキモーターは、一次ブレーキ制御分岐により制御される。この一次制御分岐には自動診断ユーティリティが備わっているため、一次制御分岐は、高い完全性で機能する。それにもかかわらず、一次制御分岐で障害が発生した場合、モード制御ユーティリティにより、バックアップ制御分岐が制御を引き継ぐことができる。一次制御モジュールは、テスト信号に応答してバックアップ制御分岐の応答信号を検証することにより、バックアップ制御分岐の完全性状態を診断するように構成された診断ユーティリティをさらに備える。これにより、一次制御モジュールは、一次制御分岐に障害が発生した場合に、バックアップ制御分岐が実際にブレーキ制御を引き継ぐために利用可能であることを確認できる。一次制御分岐の障害が車両の挙動に直接影響しないという事実により、潜在的な影響が大幅に減少する。モード制御ユーティリティには、相互に排他的でないさまざまなオプションが可能である。1つのオプションによると、モード制御ユーティリティは、ブレーキ制御ユニットの動作を低下動作モードに変更すると、運転手に警告を発しする。これにより、運転手は、例えば車庫に向かったり、車両のスピードを落としたりという適切な措置を講じることができる。別の手段または追加のオプション手段により、車両の操作を直接変更して、詳しくは以下で説明するように、より安全な運転条件を課したり、それ以上の運転を防止したりする手段が提供される。バックアップ制御分岐は、一次制御分岐が故障した場合にブレーキを一時的に制御するためだけに提供されるという事実と、その完全性が通常動作中に定期的または継続的にチェックされるという事実のために、バックアップ制御分岐は、より低いレベルの完全性で十分である。例えば、Q & A ウォッチドッグ診断は、不要である。ブレーキ制御ユニットによって制御されるブレーキモーターは、1セットのコイルのみを必要とし、通常動作モードでは一次制御分岐によって駆動され、低下動作モードでは、バックアップ制御分岐によって駆動される。

【0019】

いくつかの実施形態では、モード制御ユーティリティは、通常動作モード中にバックアップ制御モジュールの動作を維持するように構成され、診断ユーティリティは、バックアップ制御分岐の応答信号を基準応答信号と比較し、応答信号と基準応答信号との実質的な差を判定する場合、バックアップ制御分岐の完全性の欠如を報告するように構成される。これにより、バックアップ制御分岐の自動診断手段がない場合でも、一次制御分岐に障害が発生した場合に、バックアップ制御分岐が使用できなくなるリスクが軽減される。テスト信号は、例えば外部ブレーキ制御信号である。一次制御分岐の診断手段が、バックアップ制御分岐で発生する信号が一次制御分岐の対応する信号から大幅に逸脱していると判断した場合、バックアップ制御分岐の完全性の欠如を判断する。たとえば、比較される応答信号は、バックアップ制御モジュールによってバックアップインバータに提供される制御信号を示す。いくつかの実施形態では、診断ユーティリティは、これを、一次制御モジュールによって一次インバータに提供される制御信号を示す基準応答信号と比較する。

【0020】

いくつかの実施形態では、モード制御ユーティリティは、一次制御分岐とバックアップ制御分岐の両方がブレーキモーター駆動信号を生成できるように構成される。その例示的な実施形態では、ブレーキ制御ユニットは、モード制御ユーティリティによって制御され、通常動作モードで一次制御分岐からのブレーキモーター駆動信号を選択し、低下動作モードでバックアップ制御分岐からのブレーキモーター駆動信号を選択するそれぞれのフェーズ遮断スイッチをさらに備える。この場合、バックアップ制御分岐からのブレーキモーター駆動信号を示す信号が応答信号として適している。一次制御分岐によって提供されるブレーキモータードライブ信号を示す信号は、基準信号として適している。これらの実施形態では、完全なバックアップ制御分岐の診断は、通常動作モード中に可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

ブレーキ制御ユニットのいくつかの実施形態では、潜在的な動作モードのセットは、診断ユーティリティがバックアップ制御分岐に制御信号を提供して、バックアップ制御分岐にブレーキモーター駆動信号を生成させる電源投入モードをさらに含む。電源投入モードでは、モード制御ユーティリティは、一時的にバックアップ制御分岐を有効にして、ブレーキモーター駆動信号でブレーキモーターを駆動する。電源投入モードでは、診断ユーティリティは、ブレーキモーター駆動信号に応答するブレーキモーターの動作を確認することにより、バックアップ制御分岐の動作を診断する。これらの実施形態では、バックアップ制御ユニットがブレーキモーターを適切に制御することに実際に成功しているかが定期的に検証される。一部の実施形態では、この診断手順は、例えば上述のようにバックアップバックアップ制御分岐の応答信号を通常動作中の基準信号と比較することにより、他の診断手順と組み合わせられる。

10

## 【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態では、複数の潜在的な動作モードは、さらなる低下動作モードを含む。さらなる低下動作モードでは、モード制御ユーティリティは、ブレーキモーター駆動信号のソースとして一次制御分岐を選択する。モード制御ユーティリティは、診断ユーティリティがバックアップ制御分岐の完全性の欠如を判断するが、一次制御分岐が完全性要件を満たしていると判断する場合に、さらなる低下動作モードを選択する。上記の低下モードと同様に、いくつかの実施形態におけるモード制御ユーティリティは、運転手に信号を提供し、および/または車両の他の制御機能に安全制限を課す。さらなる低下動作モードでは、いくつかの実施形態のモード制御ユーティリティは、バックアップ制御分岐の動作を完全に無効にして、一次制御分岐の動作との干渉の可能性を回避する。

20

## 【 0 0 2 3 】

前述のように、バックアップ制御分岐には高い完全性レベルは必要ない。それにもかかわらず、いくつかの実施形態では、チェックサム検証および範囲外信号の検出のうちの1つまたは複数を含む、制限された自動診断機能が提供される。

## 【 0 0 2 4 】

例えば、互いに完全性状態を診断するように構成された少なくとも第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントは、電力管理コントローラおよびモーターのフィードバック制御を担当するマイクロコントローラを備える。したがって、一次制御分岐内の各一次制御コンポーネントには異なる機能があり、さらに他のコンポーネントを診断する機能がある。2つ以上の一次制御コンポーネントが提供され、各一次制御コンポーネントが互いの完全性を診断するように構成されている場合、さらに拡張することが可能である。

30

## 【 0 0 2 5 】

上記のようなブレーキ制御ユニットと、ブレーキ制御ユニットによって制御される電気ブレーキとは、電気ブレーキ制御システムを形成する。いくつかの実施形態では、車両用の電気ブレーキ制御システムは、各車輪に対して、それぞれのブレーキ制御ユニットによって制御される電気ブレーキを備える。その例示的な実施形態では、ブレーキ制御ユニットは、相互に協働する。

## 【 0 0 2 6 】

上述のように、いくつかの実施形態では、車両の動作を直接変更する手段が提供される。たとえば、ブレーキ制御ユニットの実施形態は、追加の車両機能を制御するための1つまたは複数の追加制御ユニットを有する車両制御システムの一部であり、ブレーキ制御ユニットは、独自の動作モードに応じて1つまたは複数の追加制御ユニットの少なくとも1つの動作モードを変更するように構成されている。例示的な実施形態では、車両制御システムは、車両の速度を制御するための速度制御ユニットをさらに備える。この車両制御システムの特定の例示的な実施形態では、ブレーキ制御ユニットの動作モードが通常動作モードでない場合、ブレーキ制御ユニットは、速度制御ユニットが車両を駆動できる速度に上限を課す。これにより、バックアップ制御分岐の障害が発生した場合の潜在的な影響が大幅に減少する。例外的に走行速度を制限することで、運転手は、ハンドル操作で車両の

40

50

挙動を制御しやすくなる。一部の実施形態では、運転手が驚かず適切に対応できるように、通常動作モードから低下動作モードへの移行時に最高走行速度を制限速度まで徐々に減速する。例示的な実施形態のいくつかでは、最高走行速度は、1分間の時間間隔で前の最大値から制限された最大値まで減少する。通常動作モードからの離脱時の現在の車速が制限最高速度を下回っている場合は、最高速度制限を遅らせる必要はない。

#### 【0027】

警告信号に気づいた、および/または制限された最高速度を経験した運転手は、通常動作モードではなくなった時点で、車両を車庫に運転してブレーキ制御ユニットを修理または交換することが期待される。追加または代替の予防策として、一部の実施形態では、ブレーキ制御ユニットは、所定の時間間隔が経過したこと、および/または動作モードが通常動作モードではなくなってから所定の距離を車両で走行したことを判断すると、車両制御システムに車両の運転を中止させるように構成される。いくつかの実施形態では、最高速度を徐々に0まで下げるといように、中止は徐々に行われる。別の実施形態では、車両が停止しているときに中止が行われる。つまり、運転手が車を駐車して電源を切った場合、ブレーキ制御ユニットの修理または交換のために車を車庫に牽引するまで、それ以上の使用はできなくなる。

10

#### 【0028】

本明細書で提供される車両のブレーキモーターを制御する方法は、外部ブレーキ制御信号に応答してブレーキモーター駆動信号を生成することを含む。外部ブレーキ制御信号は、通常、ブレーキペダルや手動制御要素など、運転手が制御するための制御要素から発生する。代替実施形態では、外部ブレーキ制御信号は、自動運転システム内のコンポーネントによって発行される。別の代替実施形態では、外部ブレーキ制御信号は、運転手による制御の下で、または半自動運転システムのコンポーネントによる制御の下で発行される。本明細書で提供される方法は、より具体的には以下を含む：

20

- 一次制御分岐、バックアップ制御分岐、およびモード制御ユーティリティを提供するステップ

- 設けられた一次制御分岐は、一次インバータと、一次インバータの動作を制御する一次制御モジュールとを有する。

- 設けられたバックアップ制御分岐は、バックアップインバータと、バックアップインバータの動作を制御するバックアップ制御モジュールとを有する。

30

- 診断ユーティリティを使用して、両方の制御分岐の完全性状態を決定するステップ

- 前記モード制御ユーティリティは、前記決定に従って複数の可能な動作モードから動作モードを選択し、前記可能な動作モードは、通常動作モードおよび低下動作モードのうち少なくとも1つを含む。

- 通常動作モード中に、外部ブレーキ制御信号に応答して一次制御分岐がブレーキモーター駆動信号を排他的に生成することを可能にし、通常動作モードでは、少なくとも第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントが互いの完全性状態を診断し、一次制御分岐は、テスト信号に応答して前記分岐の応答信号を検証することによって、バックアップ制御分岐の完全性状態をさらに診断する。

- 低下動作モード中に、外部ブレーキ制御信号に応答してバックアップ制御分岐がブレーキモーター駆動信号を排他的に生成できるようにする。

40

- 一次制御分岐を提供するステップは、運転中に互いの完全性状態を診断する少なくとも第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントを含むステップを備える。一次制御分岐はさらに、テスト信号に応答して前記分岐の応答信号を検証することによってバックアップ制御分岐の完全性状態を診断するために提供される。

#### 【0029】

本開示のこれらおよび他の態様は、図面を参照してより詳細に説明される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0030】

【図1】電気ブレーキシステムを示す。

50

【図 2】電気ブレーキシステムの一実施形態におけるブレーキ制御ユニットを概略的に示す。

【図 3】ブレーキ制御ユニットの一実施形態における例示的な動作モード図を概略的に示す。

【図 4】ブレーキ制御ユニットの一実施形態を含む車両制御システムの一実施形態を概略的に示す。

【図 5】ブレーキ制御ユニットの一実施形態における動作モードのさらなる例を示す。

【図 6】ブレーキ制御ユニットの一実施形態における動作モードのさらなる例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0031】

特定の実施形態を説明するために使用される用語は、本発明を限定するものではない。本明細書で使用される単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈上明確に別段の指示がない限り、複数形も含むことを意図している。「および/または」という用語には、関連するリスト項目の1つまたは複数のすべての組み合わせが含まれる。「備える」および/または「備えている」という用語は、述べられた特徴の存在を特定するが、1つまたは複数の他の特徴の存在または追加を排除しないことが理解されるだろう。方法の特定のステップが別のステップの後に続くと言及される場合、別段の指定がない限り、それは前記他のステップに直接続くか、または特定のステップを実行する前に1つまたは複数の中間ステップを実行できることがさらに理解されるだろう。同様に、構造またはコンポーネント間の接続が記述されている場合、この接続は、別段の指定がない限り、直接または中間の構造またはコンポーネントを介して確立される場合があることが理解されるだろう。

【0032】

本発明は、本発明の実施形態が示されている添付の図面を参照して、以下により完全に説明される。図面では、システム、コンポーネント、層、および領域の絶対的および相対的なサイズは、明確にするために誇張されている場合がある。実施形態は、本発明の可能な理想化された実施形態および中間構造の概略図および/または断面図を参照して説明することができる。説明および図面において、同様の番号は全体を通して同様の要素を指す。相対的な用語およびその派生語は、その時点で説明されている、または議論中の図面に示されている向きを指すと解釈されるべきである。これらの相対的な用語は、説明の便宜上のものであり、特に明記しない限り、システムを特定の向きで構築または操作する必要はない。

【0033】

図 1 は、電気ブレーキシステム 150 を示す。本明細書で説明するように、ブレーキシステム 150 は、ブレーキトランスミッション 30 を介してブレーキ機構 40 に機械的エネルギーを伝達する電気ブレーキモーター 12 を備えるか、またはそれに結合される。典型的には、電気ブレーキモーター 12 は、電力を機械力に変換するように構成される。電気モーターは、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する機械として理解されている。例えば、電気モーターは、モーターの磁場と巻線に流れる電流との相互作用によって作動し、出力軸の回転という形で力を発生させる。

【0034】

いくつかの実施形態では、システムは、ブレーキ機構 40 の機械的狀態に応じて、車両の車輪にブレーキをかけるか、または車輪のブレーキを解放するように構成されたブレーキ機構 40 を備えるか、またはそれに結合される。例えば、ブレーキ機構 40 の機械的狀態は、(最大)ブレーキ状態と、ブレーキがかけられていない(完全に)解放された状態、または少なくともいくつかのブレーキがかけられている中間状態との間のどこかで変化するように構成される。

【0035】

通常、ブレーキトランスミッション 30 は、電気ブレーキモーター 12 からブレーキ機構 40 に機械的動力を伝達するように構成される。好ましい実施形態では、本明細書で説

10

20

30

40

50

明するように、ブレーキトランスミッション30はセルフロック機構を備える。例えば、ロック機構は、電気ブレーキモーター12への電力がない場合にブレーキ機構40の機械的状態を維持するように構成される。一部の実施形態では、ブレーキトランスミッションが静的な状態、すなわち動いていないときにセルフロックが発生する。例えば、ブレーキトランスミッションは、ウォームギアを備える。理論に縛られることなく、ギアとウォーム間の摩擦係数がウォームのリード角の接線よりも大きい限り、ウォームギアはセルフロックと見なされ、バック駆動しない。もちろんその他のセルフロック機構も適している。

#### 【0036】

一実施形態では、ブレーキシステムは、ピストンタイプの機構を含むが、他の機構（例えば、フローティングタイプのキャリパーブレーキ）も適している。図1のブレーキは、フローティングタイプのキャリパーブレーキの例である。典型的には、ブレーキトランスミッションは、ブレーキモーター12の出力軸に動作可能に接続されたギアのセットを含む。いくつかの実施形態では、ブレーキトランスミッションのギアは、ピストンを動かすためにスピンドルナットに収容されたスピンドルを駆動するように構成されている。一実施形態では、ピストンは、ブレーキ機構40の一部と見なすことができるキャリパー41の開閉運動を駆動するために、例えばガイドピンによって案内される。例えば、一実施形態では、キャリパーに2つの対向するブレーキパッドが取り付けられる。ブレーキトランスミッション30を介してブレーキ機構40に伝達される機械的エネルギーは、最終的に2つのブレーキパッドを互いに接近させてブレーキ動作を実行または起動し、互いに離間させてブレーキを解放または非アクティブ化するために使用される。いくつかの実施形態では、キャリパー41は、ブレーキディスクがキャリパーのパッド間に設けられるように、キャリパー41が車輪のブレーキディスク42上に吊り下げられるブラケットに固定される。例えば、ブレーキディスク42は、車両の少なくとも1つの車輪、例えば車輪およびブレーキディスクに直接接続された車軸に接続される。

#### 【0037】

いくつかの実施形態では、例えば示されているように、一次ギア11は、ブレーキトランスミッション30と共に回転するように動作可能に接続されている。例えば、ブレーキトランスミッションを介して車輪にブレーキをかけている間、一次ギア11はブレーキをかける方向「D1」に回転する。例えば、車輪のブレーキが解除されている間、一次ギア11は、逆のブレーキ解除方向「D2」に回転する。

#### 【0038】

図2は、一次制御分岐510、バックアップ制御分岐520、診断ユーティリティ515、およびモード制御ユーティリティ530を備えるブレーキ制御ユニット50を概略的に示す。一次制御分岐510は、一次インバータ512と、一次インバータの動作を制御する一次制御モジュール511とを有する。バックアップ制御分岐520は、バックアップインバータ522と、バックアップインバータの動作を制御するバックアップ制御モジュール521とを有する。診断ユーティリティ515は、両方の制御分岐の完全性状態S<sub>INT</sub>を決定するように構成される。診断ユーティリティ515によって決定された完全性状態S<sub>INT</sub>に従って、モード制御ユーティリティ530は、複数の可能な動作モードからブレーキ制御ユニットの動作モードを選択する。複数の可能な動作モードは、少なくとも通常動作モードと低下動作モードを含む。通常動作モードでは、モード制御ユーティリティ530がイネーブル信号E<sub>n510</sub>で一次制御分岐510を作動させ、外部ブレーキ制御信号I<sub>B</sub>に応答して、一次制御モジュール511によって制御される一次インバータ512を用いて、供給された電力P<sub>dc1</sub>からブレーキモーター駆動信号D<sub>10</sub>を生成する。この場合、ブレーキモーター駆動信号D<sub>10</sub>がブレーキモーター駆動信号D<sub>0</sub>となる。低下動作モードでは、モード制御ユーティリティ530が別のイネーブル信号E<sub>n520</sub>によってバックアップ制御分岐520を作動させ、外部ブレーキ制御信号I<sub>B</sub>に応答して、バックアップ制御モジュール521によって制御されるバックアップインバータ522を用いて、供給された電力P<sub>dc2</sub>からブレーキモーター駆動信号D<sub>20</sub>を生成する。その場合、ブレーキモーター駆動信号D<sub>20</sub>がブレーキモーター駆動信号D<sub>0</sub>として代わりに提供される

。通常動作モードにおけるブレーキモーター駆動信号 $D_{10}$ 、または低下動作モードにおけるブレーキモーター駆動信号 $D_{10}$ のいずれかが、ブレーキモーターへの制御信号 $D_0$ として提供される。いくつかの実施形態では、イネーブル信号 $E_{n510}$ は、一次制御分岐 $510$ 全体をアクティブ化/非アクティブ化するために使用される。いくつかの実施形態では、イネーブル信号は、モード制御ユーティリティ $530$ が一次制御分岐 $510$ の一部を選択的にアクティブ化/非アクティブ化するように構成された様々な信号コンポーネントを有する。同様に、いくつかの実施形態では、イネーブル信号 $E_{n510}$ は、バックアップ制御分岐 $520$ 全体をアクティブ化/非アクティブ化するために使用され、別の実施形態では、イネーブル信号 $E_{n510}$ は、バックアップ制御分岐 $520$ の一部を選択的にアクティブ化/非アクティブ化するための様々な信号コンポーネントを有する。モード制御は、制御信号 $E_{n566a}$ および $E_{n563b}$ をそれぞれ用いて、一次インバータ $512$ およびバックアップインバータ $522$ に供給される電力をオン/オフするように構成される。さらに、モード制御ユーティリティは、それぞれ制御信号 $E_{n516}$ 、 $E_{n526}$ でフェーズ遮断スイッチ $516$ 、 $526$ を制御するように構成される。

10

#### 【0039】

一次制御モジュール $511$ は、少なくとも第1および第2の相互に協働する一次制御コンポーネントを含む。図示の実施形態では、一次制御モジュール $511$ は、相互に協働する第1および第2の一次制御コンポーネントとして、一次電力管理コントローラ $511A$ および一次フィードバックコントローラ $511B$ を備える。図示の実施形態では、一次制御モジュール $511$ は、一次電力管理コントローラ $511A$ および一次フィードバックコントローラ $511B$ とも協働する第3の一次制御コンポーネントとしてプリ運転手 $511C$ も備える。

20

#### 【0040】

相互に協働する一次電力管理コントローラ $511A$ および一次フィードバックコントローラ $511B$ は、互いの完全性状態を診断するためにそれぞれのウォッチドッグコンポーネント $515a$ 、 $515b$ によって構成されているという点で、診断ユーティリティ $515$ の一部である。ウォッチドッグコンポーネント $515a$ 、 $515b$ は、プロセスを実行し、定期的に相互に質問メッセージ $Q$ を送信する。質問メッセージは、質問メッセージで伝達されたトークン値に対して一定の一連の算術演算を実行し、所定の時間間隔内に結果のトークン値を伝達する応答メッセージ $A$ を応答することを要求するものである。応答メッセージで提供されたトークン値が予想されるトークン値から逸脱した場合、または指定された時間間隔内に受信されなかった場合、相互に協働する制御コンポーネントのいずれかが、もう一方の完全性の欠如を通知するように構成されている。いくつかの実施形態では、相互に協働する制御コンポーネントのいずれかが、指定された時間間隔内に質問メッセージを受信しない場合、他方の完全性の欠如を知らせるように構成される。一次制御モジュールは、テスト信号 $S_T$ に回答して前記分岐の応答信号 $S_R$ を検証することにより、バックアップ制御分岐 $520$ の完全性状態を診断するように構成された診断ユーティリティをさらに備える。このように、バックアップ制御分岐 $520$ が自動診断ユーティリティを有する必要はない。外部ブレーキ信号 $I_B$ をテスト信号として提供し、バックアップ制御分岐 $520$ が一次制御分岐 $510$ と同じ方法でこの信号に回答するかどうかを検証することにより、非常に効果的な完全性検証が可能である。一次制御分岐 $510$ は完全性が高く、自動診断機能を備えているため、制御信号は、バックアップ制御分岐 $520$ のものと比較するための信頼できる基準として機能すると推定される。

30

40

#### 【0041】

図示の実施形態では、バックアップ制御モジュール $521$ は、相互に協働する制御コンポーネントも含む。これらは、バックアップ電力管理コントローラ $521A$ 、バックアップフィードバックコントローラ $521B$ 、およびバックアッププリ運転手 $521C$ を備える。対応する一次コンポーネントと比較して、これらのバックアップコンポーネントは完全性レベルが低い。一次コンポーネント $511A$ 、 $511B$ 、および $511C$ は、たとえば $ASIL-D$ として認定されており、バックアップ制御コンポーネントは、たとえば $A$

50

S I L - Aとして認定されている。一次制御コンポーネントとは異なり、バックアップ制御コンポーネントは、相互にウォッチドッグ手順を実行するように構成されていない。別の実施形態では、電力管理、フィードバック制御、および予備駆動機能のために単一のバックアップ制御コンポーネントが使用される。

#### 【 0 0 4 2 】

ブレーキ制御ユニット 5 0 のいくつかの実施形態では、バックアップ制御分岐 5 2 0 は、ブレーキモーターを駆動することができないという事実を除けば、通常動作モードで完全に動作する。その場合、一次制御モジュール 5 1 1 の診断ユーティリティ 5 1 5 は、バックアップ制御分岐 5 2 0 の完全性を継続的に監視することができる。いくつかの実施形態では、診断ユーティリティは、バックアップ制御モジュール 5 2 1 からバックアップインバータ 5 2 2 に提供される信号 C I 2 を示すバックアップ制御分岐 5 2 0 からの応答信号 S t を、一次制御モジュール 5 1 1 によって一次インバータ 5 1 2 に提供される制御信号を示す基準信号と比較する。オプションとして、比較する信号がインバータ制御信号本体である。別のオプションによると、比較される信号は、その複製または変更されたバージョンである。一部の実施形態では、通常動作モードでは、バックアップ制御分岐 5 2 0 は、より低い頻度で動作するか、または通常の頻度で動作する比較的短い期間、定期的に起動される。

#### 【 0 0 4 3 】

図 2 に示す実施形態では、ブレーキ制御ユニット 5 0 のモード制御ユーティリティは、制御信号 E n 5 1 6 および E n 5 2 6 それぞれで一次フェーズ遮断スイッチ 5 1 6 およびバックアップフェーズ遮断スイッチ 5 2 6 を制御するように構成される。通常動作モード中、一次制御分岐 5 1 0 およびバックアップ制御分岐 5 2 0 は両方とも、いくつかの実施形態において、それらのブレーキモーター駆動信号 D 1 0 、 D 2 0 をそれぞれ生成することが可能である。しかし、モード制御ユーティリティ 5 3 0 は、一次制御分岐 5 1 0 が一次フェーズ遮断スイッチ 5 1 6 を介してそのブレーキモーター駆動信号 D 1 0 を実際に送達できるようにし、バックアップフェーズ遮断スイッチ 5 2 6 でブレーキモーター駆動信号 D 2 0 をブロックする。この実施形態では、診断ユーティリティ 5 1 5 によって検証されるバックアップ制御分岐 5 2 0 の応答信号 S R は、バックアップ制御分岐 5 2 0 によって提供されるブレーキモーター駆動信号 D 2 0 を示す信号である。この応答信号 S R が比較される基準応答信号は、一次制御分岐 5 1 0 によって提供されるブレーキモーター駆動信号 D 1 0 を示す信号である。一部の実施形態では、信号は、例えば、ブレーキモーター駆動信号 D 1 0 、 D 2 0 に比例するという点で、ブレーキモーター駆動信号 D 1 0 、 D 2 0 を示す。このように、診断ユーティリティ 5 1 5 c は、バックアップインバータ 5 2 2 の動作も検証するように構成される。他の実施形態では、制御フェーズ遮断スイッチ 5 1 6 および 5 2 6 が存在せず、代わりに、モード制御ユーティリティ 5 3 0 が、入力電源スイッチ 5 6 3 A 、 5 6 3 B への制御信号 E n 5 6 3 a 、 E n 5 6 3 b により、一次インバータ 5 1 2 およびバックアップインバータ 5 2 2 のうちの 1 つを選択的に有効にするように構成される。さらに別の実施形態では、モード制御ユーティリティ 5 3 0 は、制御信号 E n 5 1 0 、 E n 5 2 0 内のそれぞれの制御信号成分によって、一次インバータ 5 1 2 およびバックアップインバータ 5 2 2 のうちの 1 つを選択的に有効にするように構成される。

#### 【 0 0 4 4 】

図 2 の実施形態では、E M I フィルター 5 1 7 、 5 2 7 が、一次インバータ 5 1 2 およびバックアップインバータ 5 2 2 への電源ラインにそれぞれ設けられている。一次インバータへの電源ラインに設けられた E M I フィルター 5 1 7 は、高レベルの干渉抑制のために構成されている。バックアップインバータへの電源ラインに設けられた E M I フィルター 5 2 7 は、バックアップ制御分岐 5 2 0 が一時的かつ比較的低い電力レベルでのみ使用されるように意図されているため、控えめな干渉抑制機能を備えている。

#### 【 0 0 4 5 】

図 2 に示される実施形態では、電源 5 6 0 は、電源障害のリスクを最小限に抑えるために冗長要素を有する。この例示的な実施形態では、電源 5 6 0 は、メインバッテリーパッケ

10

20

30

40

50

ージ561A、バックアップバッテリーパッケージ561B、および電源セレクター562を備える。電源セレクター562は、デフォルトでメインバッテリーパッケージ561Aを選択し、メインバッテリーパッケージ561Aの故障を検出するとバックアップバッテリーパッケージ561Bを選択するように構成される。この場合も相互非排他的な各種オプションが利用可能である。1つのオプションによれば、メインバッテリーパッケージ561Aの故障を検出すると、モード制御ユーティリティ530は、運転手に電源560を修理するよう促し、および/または車両の機能を制限するなど、低下動作モードをとる。例えば、最高速度を制限する、および/または、低下動作モードへの移行後、所定の時間間隔が経過した後、または所定の数キロメートルを車両で運転した後、車両のさらなる使用を無効にする。バックアップバッテリーパック561Bは短期間の使用のみを目的としているため、メインバッテリーパッケージ561Aに比べて容量が少なくても済む。それでも、メインバッテリーパッケージ561Aが故障した場合の重大な結果を防ぐのに役立つ。いくつかの実施形態では、バックアップ入力電源スイッチ563Bも通常動作モードで制御されて、バックアップ制御分岐供給電力 $P_{dc2}$ をバックアップ制御分岐520に提供し、例えばエンドツーエンド診断を可能にする。例えばいくつかの実施形態では、通常動作モードでは、バックアップ制御分岐供給電力 $P_{dc2}$ は、永久に利用可能であり、診断ユーティリティ515がバックアップ制御分岐520の完全性状態を永久に検証できるようにする。これにより、バックアップ制御分岐520は、ブレーキモーターを制御することを許可されずに、おそらくより低いクロック周波数で、実際に使用されているかのように動作する。代替実施形態では、バックアップ入力電源スイッチ563Bを使用して、エンドツーエンド診断を実行するための比較的短い時間間隔中にバックアップ制御分岐520に周期的に電力を供給し、これらの比較的短い時間間隔以外では電源を切断する。

#### 【0046】

図3は、複数の可能な動作モードを有するモード制御ユーティリティ530の例示的な動作モード図を概略的に示す。通常動作モードをM1、低下動作モードをM2と表記している。符号M0は、ブレーキ制御ユニット50の電源がオフのときの動作状態を示す。図示の例では、複数の可能な動作モードは、電源投入モードM01を備える。ブレーキ制御ユニット50の電源投入時に、モード制御ユーティリティ530は、最初にこの移行モードM01をとり、診断ユーティリティ515は、バックアップ制御分岐520に制御信号を提供して、バックアップ制御分岐520にブレーキモーター駆動信号 $D_{20}$ を生成させる。それにより、モード制御ユーティリティ530は、一時的にバックアップ制御分岐520がブレーキモーター駆動信号 $D_{20}$ でブレーキモーター12を駆動することを可能にする。診断ユーティリティ515は、ブレーキモーター駆動信号 $D_{20}$ に応答してブレーキモーター12の動作を検証することにより、バックアップ制御分岐520の動作を診断する。一部の実施形態では、診断ユーティリティは、モーター角度信号を検知して、ブレーキモーターが回転しているかどうかを判断する。いくつかの実施形態では、診断ユーティリティ515はまた、電源投入モードM01中に、一次制御分岐510に対してこの手順を実行する。運用モードでの診断手順が、一次制御分岐510とバックアップ制御分岐520の両方が必要な完全性状態を有することを指摘する場合、モード制御ユーティリティ530は、通常動作モードM1をとる。電源投入モード中または通常動作モードM1での動作中に、一次制御分岐510が完全性を欠いていると判断された場合、モード制御ユーティリティ530は、低下動作モードM2をとる。一部の実施形態では、電源投入モード中または通常動作モードM1での動作中に、バックアップ制御分岐520が完全性を欠いていると判断された場合、モード制御ユーティリティ530は、さらなる低下動作モードM3をとる。この動作モードM3では、一次制御分岐510は、ブレーキモーター駆動信号を提供し続けるが、バックアップ制御分岐520は、例えば、バックアップ入力電源スイッチ563Bを使用して電源560から切断することによって無効にされる。この場合も、さらなる低下動作モードM3で動作するようにモード制御ユーティリティを構成するための、相互に排他的でないさまざまなオプションが利用可能である。1つのオプションによると、モード制御ユーティリティ530は、運転手に車庫まで運転する、および/

10

20

30

40

50

または車両の速度を下げるなどの適切な手順を実行するよう警告する。別のオプションまたは追加のオプションに応じて、より安全な運転条件を課したり、それ以上の運転を防止するために、車両の操作を直接変更する手段が提供される。示される実施形態では、可能な動作モードには、制御された電源オフモード M 4 が含まれる。動作モード M 0 1、M 1、M 2、M 3 のいずれかにおいて、一次制御分岐 5 1 0 もバックアップ制御分岐 5 2 0 も完全性要件を満たしていないと判断された場合、モード制御ユーティリティ 5 3 0 は、制御された電源オフモード M 4 をとり、車両を停止させることができる。それにより、まだ作動している残りのブレーキを使用して適度なブレーキ力を適用し、運転手が安全上の危険なしに車を駐車できるようにする。また、いくつかの実施形態では、故障したブレーキ制御ユニット 5 0 を有するブレーキの反対側でブレーキモーターを制御するブレーキユニットは、ヨー力を回避するために無効にされる。

10

#### 【 0 0 4 7 】

図 4 は、ブレーキモーター 1 2 を有する電気ブレーキと、ブレーキモーター 1 2 を駆動するために、例えば図 2 を参照して説明したブレーキ制御ユニット 5 0 とを備えるブレーキ制御システム 1 5 0 を概略的に示す。図 4 の例では、ブレーキ制御ユニット 5 0 は、様々な車両機能を制御する車両制御システム 1 0 0 の一部である。ブレーキ制御ユニット 5 0 は、それ自体の動作モードに従って、前記 1 つまたは複数の追加の制御ユニット 6 0、7 0 のうちの少なくとも 1 つの動作モードを変更するように構成される。図 4 の例では、これは、ブレーキ制御ユニット 5 0 が制御信号 C M を 1 つ以上の追加の制御ユニット 6 0、7 0 に提供することで概略的に示されている。実際には、車両制御システムのさまざまな要素が、専用の制御線ではなく、C A Nバスまたは B l u e t o o t h 接続などの通信機能を介して互いに通信するように構成されている。いくつかの実施形態では、追加の制御ユニットは、車両の速度を制御するための速度制御ユニット 6 0 を備えることができる。これらの実施形態の例では、ブレーキ制御ユニット 5 0 は、それが通常動作モードにないと判断すると、速度制御ユニット 6 0 が車両を運転できる速度に上限を課すように速度制御ユニット 6 0 を制御する。これらの実施形態の他の例では、モード制御ユーティリティ 5 3 0 は、動作モードが通常動作モードではなくなってから、所定の時間間隔が経過したこと、および / または所定の距離を車両で走行したことを判断すると、追加的または代替的に、車両制御システム 1 0 0 に車両動作を中断させる。いくつかの実施形態では、モード制御ユーティリティ 5 3 0 は、車庫まで車両を運転するのに十分な最大距離まで、運転手に猶予期間を提供するか、またはさらなる運転を制限する。

20

30

#### 【 0 0 4 8 】

図 5 および図 6 に示されるように、制御ユニット内のすべてのコンポーネントがバックアップ対応物を有する必要はない。図 5 および図 6 の実施形態では、動作モードに応じて一次フィードバックコントローラ 5 1 1 B およびバックアップフィードバックコントローラ 5 2 1 B の一方または両方に通信可能に結合される以下の追加の機能コンポーネントが提供される。これらの機能コンポーネントは次のとおりである。

車輪速度インターフェース 5 7 0

第 1 の通信インターフェース 5 7 2、例えば第 1 の C A Nバス

第 2 の通信インターフェース 5 7 4、例えば第 2 の C A Nバス

モーター角度センサー 5 7 6

—実施形態では、後者は二重角度センサーである。

40

#### 【 0 0 4 9 】

これらの機能コンポーネントのそれぞれについて、それぞれの信号および電源スイッチ 5 7 1、5 7 3、5 7 5、5 7 7 が設けられ、動作モードに応じて一次フィードバックコントローラ 5 1 1 B およびバックアップフィードバックコントローラ 5 2 1 B の一方または両方に入力および / または出力信号のルーティングを制御する。

#### 【 0 0 5 0 】

図 5 は、車輪速度インターフェース 5 7 0 および角度センサー 5 7 6 の出力信号が、それぞれの信号および電源スイッチ 5 7 1、5 7 7 を介して一次フィードバックコントロー

50

ラ 5 1 1 B に送られる動作モードを示す。さらに、このモードでは、信号および電源スイッチ 5 7 3、5 7 5 は、一次フィードバックコントローラ 5 1 1 B が第 1 および第 2 の通信インターフェース 5 7 2、5 7 4 のそれぞれを介して双方向に通信できるように構成される。図 5 の例では、動作モードは、符号「MP」で模式的に示すように、主電源 5 6 1 A から電力が供給される通常動作モード M 1 であるとする。主電源 5 6 1 A に欠陥があるが、一次制御分岐 5 1 0 が適切に機能している低下動作モードでは、追加の機能コンポーネントは、バックアップ電源 5 6 1 B によって電力が供給される。

#### 【0051】

図 6 は、例えば一次制御分岐 5 1 0 に欠陥がある場合に選択される低下動作モード M 2、M 3 を示し、代わりに、車輪速度インターフェース 5 7 0 および角度センサー 5 7 6 の出力信号が、それぞれの信号および電源スイッチ 5 7 1、5 7 7 を介してバックアップフィードバックコントローラ 5 2 1 B に送られる。また、これらの低下動作モードでは、信号および電源スイッチ 5 7 3、5 7 5 は、バックアップフィードバックコントローラ 5 2 1 B が第 1 および第 2 の通信インターフェース 5 7 2、5 7 4 のそれぞれを介して双方向に通信できるように構成される。図 6 の例では、これらの低下動作モードにおいて主電源 5 6 1 A が故障していると推定される。したがって、符号「BP」で示すように、バックアップ電源 5 6 1 B から電源が供給される。一次制御分岐 5 1 0 が故障しているが、主電源 5 6 1 A が正常である他の場合では、電力は通常、主電源によって供給される。

10

#### 【0052】

電源スイッチ 5 7 1、5 7 3、5 7 5、5 7 7 の例示的な実施形態は、スイッチ、マルチプレクサ、信号ダブラ、および/または信号をルーティングまたは倍増するための他の回路を備える。図 5、図 6 に示される実施形態では、一次フィードバックコントローラ 5 1 1 B (図 5) またはバックアップフィードバックコントローラ 5 2 1 B (図 6) のいずれかが、機能コンポーネント 5 7 0、5 7 2、5 7 4、5 7 6 に通信可能に結合されていると仮定される。他の実施形態では、一次フィードバックコントローラ 5 1 1 B およびバックアップフィードバックコントローラ 5 2 1 B は両方とも、1 つまたは複数の信号を受信および/または送信することが可能である。一例として、一実施形態では、通常動作モードでは、一次フィードバックコントローラ 5 1 1 B およびバックアップフィードバックコントローラ 5 2 1 B は両方、モーター角度センサー 5 7 6 からモーター角度信号を受信する。

20

30

#### 【0053】

いくつかの実施形態では、ユニットおよび/またはデバイスは、ハードウェア、ソフトウェア、および/またはそれらの組み合わせを使用して実装される。ハードウェアデバイスの例示的な実施形態は、限定されないが、プロセッサ、中央処理装置 (CPU)、コントローラ、算術論理演算装置 (ALU)、デジタル信号プロセッサ、マイクロコンピュータ、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、システムオンチップ (SOC)、プログラマブルロジックユニット、マイクロプロセッサ、または定義された方法で命令に回答して実行できるその他のデバイスなどの処理回路を含む。

#### 【0054】

ソフトウェアの例には、コンピュータプログラム、プログラムコード、命令、またはそれらの何らかの組み合わせが含まれ、ハードウェアデバイスが必要に応じて動作するように独立してまたは集散的に命令する、または構成する。コンピュータプログラムおよび/またはプログラムコードの例には、プログラムまたはコンピューター可読命令、ソフトウェアコンポーネント、ソフトウェアモジュール、データファイル、データ構造などが含まれ、上記のハードウェアデバイスの 1 つまたは複数などの 1 つまたは複数のハードウェアデバイスによって実行可能である。プログラムコードの例には、コンパイラによって生成されるマシンコードと、インタプリタを使用して実行される高レベルのプログラムコードの両方が含まれる。

40

#### 【0055】

添付の特許請求の範囲を解釈する際に、「備える」という言葉は、特定の特許請求の範

50

図に列挙されたもの以外の要素または行為の存在を排除しないことを理解されたい。要素の前にある単語「a」または「an」は、複数の要素の存在を排除するものではない。請求項の参照記号は、その範囲を限定するものではない。いくつかの「手段」は、同じまたは異なるアイテムまたは実装された構造または機能によって表すことができる。開示されたデバイスまたはその部分のいずれも、特に断りのない限り、一緒に組み合わせるか、またはさらなる部分に分離することができる。ある請求項が別の請求項を参照している場合、これは、それぞれの特徴の組み合わせによって達成される相乗効果を示している可能性がある。しかし、ある手段が相互に異なる請求項に記載されているという事実だけでは、これらの手段の組み合わせが有利に使用できないことを示すものではない。したがって、本実施形態は、文脈によって明確に除外されない限り、各請求項が原則として任意の先行請求項を参照することができる請求項のすべての機能的組み合わせを含むことができる。

10

## 【符号の説明】

## 【0056】

- D<sub>10</sub> 一次モーター駆動信号
- D<sub>20</sub> バックアップモータ駆動信号
- E<sub>n510</sub> 一次分岐イネーブル信号
- E<sub>n520</sub> バックアップ分岐イネーブル信号
- E<sub>n516</sub> 一次分岐相遮断スイッチの制御信号
- E<sub>n526</sub> バックアップ分岐相遮断スイッチの制御信号
- E<sub>n563a</sub> 1次分岐入力電源スイッチ563aの制御信号
- E<sub>n563ab</sub> バックアップ分岐入力電源スイッチ563bの制御信号
- M<sub>0</sub> 電源オフモード
- M<sub>01</sub> 電源投入モード
- M<sub>1</sub> 通常運用モード
- M<sub>2</sub> 低下動作モード
- M<sub>3</sub> さらなる低下運用モード
- M<sub>4</sub> 制御された電源オフモード
- P<sub>dc1</sub> 一次制御分岐電源
- P<sub>dc2</sub> バックアップ制御分岐供給電源
- 1 一次ギア
- 12 電気ブレーキモーター
- 30 ブレーキトランスミッション
- 40 ブレーキ機構
- 41 キャリパー
- 42 ブレーキディスク
- 50 ブレーキ制御ユニット
- 60, 70 追加の制御ユニット
- 60 速度制御ユニット
- 100 車両制御システム
- 150 電気ブレーキシステム
- 510 一次制御分岐
- 511 一次制御モジュール
- 511a、511b、511c 一次制御コンポーネント
- 511a 電源管理コントローラ
- 511b 一次フィードバックコントローラ
- 511c 一次プリ運転手
- 512 一次インバータ
- 515 診断ユーティリティ
- 515a、515b、515c 診断ユニット
- 516 一次分岐フェーズ遮断スイッチ

20

30

40

50

- 5 1 7 一次分岐 E M I フィルター
- 5 2 0 バックアップ制御分岐
- 5 2 1 バックアップ制御モジュール
- 5 1 1 a、5 1 1 b、5 1 1 c バックアップ制御コンポーネント
- 5 2 1 a バックアップ電源管理コントローラ
- 5 2 1 b バックアップフィードバックコントローラ
- 5 2 1 c バックアッププリ運転手
- 5 2 2 バックアップインバータ
- 5 2 6 バックアップ分岐フェーズ遮断スイッチ
- 5 2 7 バックアップ分岐 E M I フィルター
- 5 3 0 モード制御ユーティリティ
- 5 5 0 信号セクター
- 5 6 1 a メインバッテリーパッケージ
- 5 6 1 b バックアップバッテリーパッケージ
- 5 6 2 電源セクター
- 5 6 3 a 一次分岐入力電源スイッチ
- 5 6 3 b バックアップ分岐入力電源スイッチ
- 5 7 0 車輪速インターフェース
- 5 7 1 5 7 0 の信号および電源スイッチ
- 5 7 2 第 1 の通信インターフェース
- 5 7 3 5 7 2 の信号および電源スイッチ
- 5 7 4 第 2 の通信インターフェース
- 5 7 5 5 7 4 の信号および電源スイッチ
- 5 7 6 モーター角度センサー
- 5 7 7 5 7 6 の信号および電源スイッチ

10

20

【図面】

【図 1】

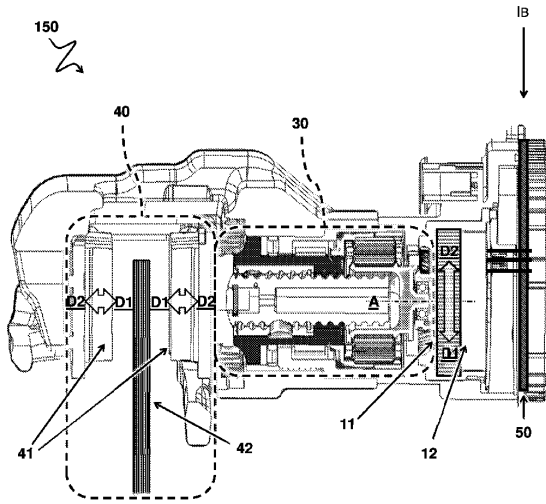


FIG. 1

【図 2】

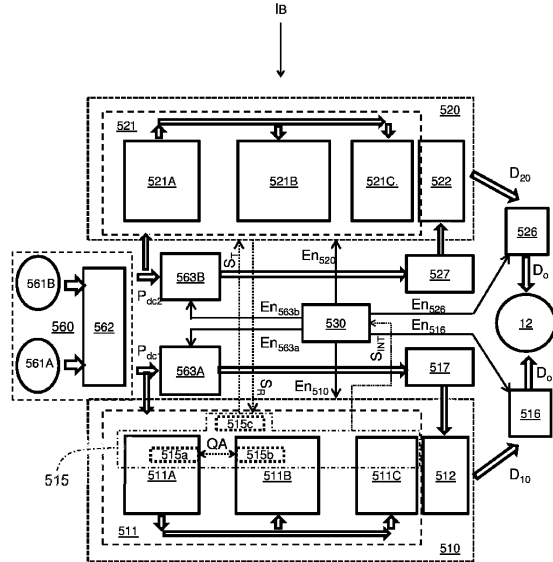


FIG 2

30

40

50

【 図 3 】

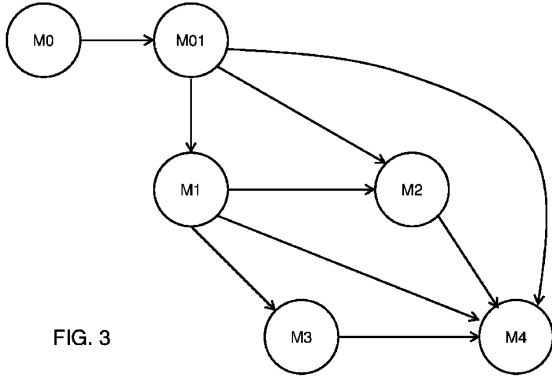


FIG. 3

【 図 4 】

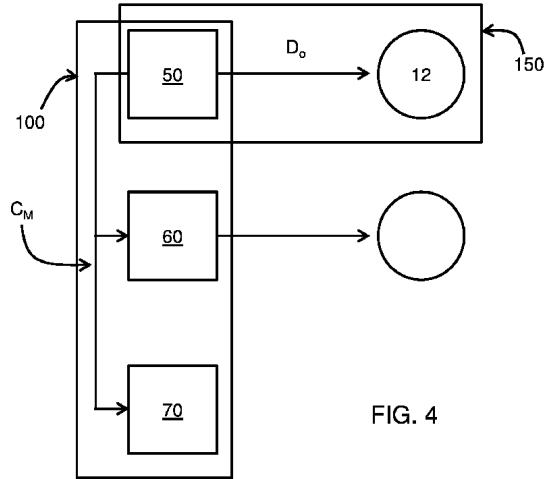


FIG. 4

【 図 5 】

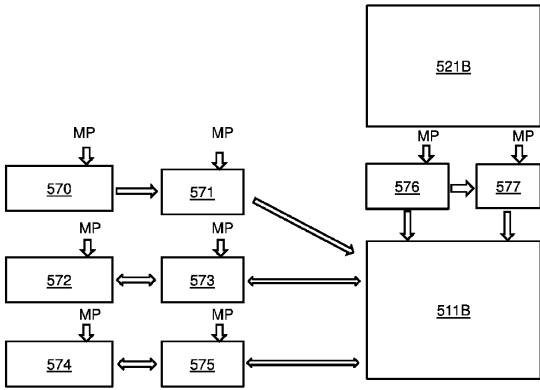


FIG. 5

【 図 6 】

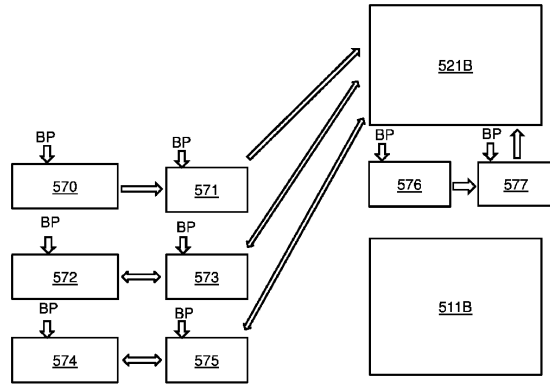


FIG. 6

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

オランダ・5301・エルイクス・ザルトボメル・ヘクセカンブ・31内

審査官 山田 康孝

- (56)参考文献 特開2019-026004(JP,A)  
米国特許出願公開第2013/0282249(US,A1)  
米国特許出願公開第2018/0056961(US,A1)  
特表2001-522331(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B60T 8/32 - 8/96  
B60T 15/00 - 17/22  
G06F 11/22