

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5330244号
(P5330244)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int.Cl.

B64C 25/42 (2006.01)
B60T 13/74 (2006.01)

F 1

B 6 4 C 25/42
B 6 0 T 13/74

Z

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-529177 (P2009-529177)
 (86) (22) 出願日 平成19年8月24日 (2007.8.24)
 (65) 公表番号 特表2010-504875 (P2010-504875A)
 (43) 公表日 平成22年2月18日 (2010.2.18)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/018829
 (87) 國際公開番号 WO2008/105821
 (87) 國際公開日 平成20年9月4日 (2008.9.4)
 審査請求日 平成22年8月19日 (2010.8.19)
 (31) 優先権主張番号 11/535,449
 (32) 優先日 平成18年9月26日 (2006.9.26)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500520743
 ザ・ボーイング・カンパニー
 The Boeing Company
 アメリカ合衆国、60606-1596
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
 (74) 代理人 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義教
 (72) 発明者 グリフィス、ティ・トッド
 アメリカ合衆国、98199 ワシントン州、シアトル、トゥエンティファイフス・アベニュー・ダブリュ、2514

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】航空機電気ブレーキシステムのための電力遮断管理

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機のための電気ブレーキシステムを動作させる方法(100)であって、前記電気ブレーキシステムを自動ブレーキモードで動作させるステップ(300)と、前記電気ブレーキシステム内の電力遮断状況の開始(306)に応答して、最後の自動ブレーキ指令を、保存された自動ブレーキ指令として格納するステップ(310)とを備え、

自動ブレーキ指令は、前記電気ブレーキシステム内のブレーキ機構の電気的な作動を制御し、

前記方法はさらに、前記電力遮断状況が終了すると、前記保存された自動ブレーキ指令を処理するステップ(312, 314)を含む、方法。 10

【請求項2】

前記電気ブレーキシステムの電力状態信号を監視するステップ(304)と、前記電力状態信号に基づいて前記電力遮断状況の開始を検出するステップ(306)とをさらに備える、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記電力遮断状況の開始を検出するステップ(306, 406)は、前記電力状態信号を閾値電圧と比較するステップと、前記電力状態信号が前記閾値電圧よりも低い場合、前記電力遮断状況の開始を示すステップとを含む、請求項2に記載の方法。 20

【請求項 4】

更新された自動ブレーキ指令を生成するステップと、
前記保存された自動ブレーキ指令を処理した後に、前記保存された自動ブレーキ指令を
、前記更新された自動ブレーキ指令と交換するステップ(320, 322)とをさらに備
える、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

航空機のための電気ブレーキシステム(100)であって、
ブレーキ機構(108)と、
前記ブレーキ機構(108)に結合された電気ブレーキアクチュエータと、
前記電気ブレーキアクチュエータに結合されたブレーキ制御アーキテクチャ(104, 10
106)とを備え、

前記ブレーキ制御アーキテクチャは処理論理を備え、該処理論理は、
前記電気ブレーキシステム(100)を自動ブレーキモードで動作させ、
前記電気ブレーキアクチュエータの作動を制御し、
かつ前記電気ブレーキシステムの電力状態信号を監視し、
かつ前記電力状態信号に基づいて電力遮断状況の開始を検出し、
かつ前記電力遮断状況が終了すると前記ブレーキ機構のなめらかな作動を提供するよう
に前記電気ブレーキアクチュエータを制御するように構成され、

前記電気ブレーキシステム(100)は、前記電力遮断状況の開始に応答して、最後の
自動ブレーキ指令を、保存された自動ブレーキ指令として格納するように構成されるメモ
リ要素(310)をさらに備え、

前記ブレーキ制御アーキテクチャ(104, 106)の前記処理論理は、前記電力遮断
状況の終了に応答して、前記保存された自動ブレーキ指令を抽出する(314)ように構
成されており、

自動ブレーキ指令は、前記電気ブレーキアクチュエータの動作を制御する電気ブレーキ
システム(100)。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施例は一般に、航空機のための電気ブレーキシステムに関する。特に、本發
明の実施例は、電気ブレーキシステム内の電力遮断に巧みに対処するブレーキ制御体系に
関する。

【背景技術】**【0002】**

通常の動作状況下では、航空機のための電気ブレーキシステムは、電気ブレーキシステム
の処理構成要素、電気ブレーキアクチュエータ、および他の要素に動作電力を与える連
続的な電源装置に依拠している。電源装置(航空機エンジンもしくはエンジンによって駆
動されるアクティブ電源装置、および/またはバッテリなどのバックアップ電源装置を含
み得る)は電気ブレーキシステム専用である必要はなく、したがって、電気ブレーキシ
ステムへの供給電圧は、航空機の現在の電力需要に応じてシステムの許容範囲内で変動し得
る。ある動作状況下では、電気ブレーキシステムは、電気ブレーキシステムへの供給電圧
が規定電圧を下回る、非常に短い電力遮断を経験することがある。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

航空機は典型的に非常に短時間で電力遮断から回復するが、電気ブレーキシステムの公
称動作電力が再開すると、電気ブレーキアクチュエータの制御が不連続になり得る。その
ような不連続性のため、航空機が突然揺れたり、航空機が、乗客および乗員が気付く普通
でない態様でブレーキを印加したりし得る。たとえば、自動ブレーキ中に経験する電力遮
断は、電気ブレーキシステムに錯覚を起こさせ得、制御アーキテクチャは電力遮断を減速

20

30

40

50

の欠如と解釈し得、制御アーキテクチャは電気ブレーキアクチュエータの締付け力を補償する様で増加させようとしている。しかし、公称動作電力が再開すると、電気ブレーキアクチュエータの現在の状態は「オーバーブレーキ（overbraking）」状況になり得、乗員および乗客が予期する以上の減速がもたらされる。他方、ペダルブレーキ中に経験する電力遮断は、電気ブレーキシステムに電気ブレーキアクチュエータ制御信号の遮断前の値を保存させ得る。しかし、公称動作電力が再開すると、保存された遮断前の値は、パイロットによって入力される現在のブレーキペダルの撓みを正確に反映していないことがある。航空機に対する影響は、電気ブレーキアクチュエータ制御信号の保存された遮断前の値と現在の遮断後の値との（符号および大きさの両方における）差に依存して異なることになる。

10

【課題を解決するための手段】

【0004】

本明細書中で説明される技術およびテクノロジーは、航空機の電気ブレーキシステムの動作を制御して、そうしなければ電気ブレーキシステムが経験する電力遮断によって生じ得る顕著な副作用を低減させる。自動ブレーキ動作に関して、1つの実施例では、電気ブレーキアクチュエータ制御信号の遮断前の値を保存し、公称動作電力が再開すると、この保存された値を処理する。ペダルブレーキ動作に関して、1つの実施例では、電気ブレーキアクチュエータ制御信号の遮断前の値を放棄し、公称動作電力が再開すると、この値をリフレッシュする。これらの技術により、電気ブレーキシステムが、電力遮断状況に応答して航空機ブレーキのなめらかな印加を提供することが可能となる。

20

【0005】

上記のおよび他の技術およびテクノロジーは、1つの実施例では、航空機のための電気ブレーキシステムを動作させる方法によって実行され得る。この方法は、電気ブレーキシステムの電力状態信号を監視するステップと、電力状態信号に基づいて電力遮断状況の開始を検出するステップと、電力遮断状況が終了するとブレーキのなめらかな印加を提供するように電気ブレーキシステムを制御するステップとを含む。

【0006】

上記のおよび他の技術およびテクノロジーは、1つの実施例では、航空機のための電気ブレーキシステムを動作させる方法によって実行され得る。この方法は、電気ブレーキシステムを自動ブレーキモードで動作させるステップと、電気ブレーキシステム内の電力遮断状況の開始に応答して、最後の自動ブレーキ指令を、保存された自動ブレーキ指令として格納するステップとを含み、自動ブレーキ指令は、電気ブレーキシステム内のブレーキ機構の電気的な作動を制御し、さらに、電力遮断状況が終了すると、保存された自動ブレーキ指令を処理するステップを含む。

30

【0007】

上記のおよび他の技術およびテクノロジーは、1つの実施例では、航空機のための電気ブレーキシステムによって実行され得る。この電気ブレーキシステムは、ブレーキ機構と、ブレーキ機構に結合された電気ブレーキアクチュエータと、電気ブレーキアクチュエータに結合されたブレーキ制御アーキテクチャとを含む。ブレーキ制御アーキテクチャは、電気ブレーキアクチュエータの作動を制御し、かつ電気ブレーキシステムの電力状態信号を監視し、かつ電力状態信号に基づいて電力遮断状況の開始を検出し、かつ電力遮断状況が終了するとブレーキ機構のなめらかな作動を提供するように電気ブレーキアクチュエータを制御するように構成される処理論理を含む。

40

【0008】

この要約は、詳細な説明において以下にさらに説明される選択された概念を簡素化された形態で導入するために与えられる。この要約は、請求項の主題の主要な特徴または重要な特徴を同定することを意図しておらず、また請求項の主題の範囲を判断する際の助けとして用いられることも意図していない。

【0009】

本発明のより完全な理解が、全体にわたって同様の番号は同様の要素を指す以下の図面

50

と関連して考慮されると、詳細な説明および請求項を参照することによって得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】航空機での使用に好適な電気ブレーキシステムの一部の簡素化された概略図である。

【図2】航空機のための電気ブレーキシステムでの使用に好適なブレーキ制御アーキテクチャの概略図である。

【図3】航空機のための電気ブレーキシステムに関する使用に好適な自動ブレーキプロセスを図示するフローチャートである。 10

【図4】航空機のための電気ブレーキシステムに関する使用に好適なペダルブレーキプロセスを図示するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

詳細な説明

以下の詳細な説明は例示的な性質のものに過ぎず、本発明の実施例またはそのような実施例の適用および使用を制限することを意図していない。また、上述の技術分野、背景、簡単な要約または以下の詳細な説明に提示される明示的または暗示的な理論によって拘束されることを意図していない。

【0012】

本発明の実施例は本明細書中で、機能的および／または論理的ブロック構成要素ならびにさまざまな処理ステップで説明され得る。そのようなブロック構成要素は、規定された機能を実行するように構成された任意の数のハードウェア、ソフトウェア、および／またはファームウェア構成要素によって実現され得ることを認識すべきである。たとえば、本発明の実施例はさまざまな集積回路構成要素、たとえば、1つ以上のマイクロプロセッサまたは他の制御装置の制御下でさまざまな機能を果たし得る、メモリ要素、デジタル信号処理要素、論理要素、ルックアップテーブルなどを使用し得る。また、当業者は、本発明の実施例がさまざまな異なる航空機ブレーキシステムおよび航空機構成と関連して実践可能であり、本明細書中で説明されるシステムは本発明の1つの例示的な実施例に過ぎないことを認識するであろう。 30

【0013】

簡潔にするため、信号処理、航空機ブレーキシステム、ブレーキシステム制御、およびシステムの他の機能的な局面（およびシステムの独立した動作構成要素）に関する従来の技術および構成要素は、本明細書中では詳細に説明され得ない。さらに、本明細書中に含まれるさまざまな図面に示される接続線は、さまざまな要素どうしの間の例示的な機能的関係および／または物理的結合を表わすことを意図している。多くの代替的なまたは付加的な機能的関係または物理的接続が本発明の実施例において存在し得ることに留意すべきである。

【0014】

以下の説明では、ともに「接続された」または「結合された」要素またはノードまたは特徴に言及する。本明細書中で用いられるように、明示的に別段の記載がない限り、「接続された」は、1つの要素／ノード／特徴が、必ずしも機械的にではなく別の要素／ノード／特徴に直接的に接合される（または直接的に通信する）ことを意味する。同様に、明示的に別段の記載がない限り、「結合された」は、1つの要素／ノード／特徴が、必ずしも機械的にではなく別の要素／ノード／特徴に直接的にもしくは間接的に接合される（または直接的にもしくは間接的に通信する）ことを意味する。したがって、図1および図2に示される概略図は要素の例示的な配置を示しているが、付加的な介在要素、装置、特徴、または構成要素が本発明の実施例において存在し得る。 40

【0015】

図1は、航空機（図示せず）での使用に好適な電気ブレーキシステム100の一部の概

10

20

30

40

50

略図である。電気ブレーキシステム 100 は、ブレーキペダル 102、ブレーキペダル 102 に結合されたブレーキシステム制御ユニット (BSCU) 104、BSCU 104 に結合された電気ブレーキアクチュエータ制御部 (EBC) 106、および EBC 106 に結合されたブレーキ機構 108 を含む。ブレーキ機構 108 は、航空機の少なくとも 1 つの車輪 110 に対応する。電気ブレーキシステム 100 はまた、車輪 110 に結合された車軸搭載遠隔データ集線装置 (RDC) 112 も含み得る。簡潔に言うと、BSCU 104 はブレーキペダル 102 の操作に反応して制御信号を生成し、これらは EBC 106 によって受信される。次に、EBC 106 はブレーキ機構制御信号を生成し、これらはブレーキ機構 108 によって受信される。次に、ブレーキ機構 108 は作動して、車輪 110 の回転速度を落とす。これらの特徴および構成要素は以下により詳細に説明される。10

【0016】

電気ブレーキシステム 100 は、航空機のための任意の数の電気ブレーキ構成に適用可能であり、電気ブレーキシステム 100 は、説明を簡単にするために簡素化された態様で図示されている。電気ブレーキシステム 100 の実施例は左のサブシステムアーキテクチャおよび右のサブシステムアーキテクチャを含み得、「左」および「右」という語は、それぞれ航空機の左舷および右舷を指す。実際には、この 2 つのサブシステムアーキテクチャは、以下に説明される態様で独立して制御され得る。この点について、展開されるような電気ブレーキシステム 100 の実施例は、左のブレーキペダル、右のブレーキペダル、左の BSCU、右の BSCU、左の BSCU に結合され制御される任意の数の左の EBC、右の BSCU に結合され制御される任意の数の右の EBC、車輪ごとの（または車輪群ごとの）ブレーキ機構、および車輪ごとの（または車輪群ごとの）RDC を含み得る。動作時、電気ブレーキシステムは、航空機の車輪ごとに、またはいずれかの車輪群に同時に、ブレーキアクチュエータ制御信号を独立して生成および印加することができる。20

【0017】

ブレーキペダル 102 は、ペダルブレーキ動作時にパイロット入力を電気ブレーキシステム 100 に与えるように構成される。パイロットがブレーキペダル 102 を物理的に操作すると、ブレーキペダル 102 の撓みまたは移動（すなわち何らかの形態の物理的な入力）が生じる。この物理的な撓みは、ハードウェアサーボまたは同等の構成要素によってその自然位置から測定され、変換器または同等の構成要素によって BSCU パイロット指令制御信号に変換され、BSCU 104 に送られる。BSCU パイロット指令制御信号は、ブレーキペダル 102 の撓み位置、ブレーキペダル 102 の撓み率、ブレーキ機構 108 の所望のブレーキ状況などを含み得るか示し得る、ブレーキペダルセンサデータを伝達し得る。30

【0018】

電気ブレーキシステム 100 の実施例は、任意の数の BSCU 104 を用い得る。説明を簡単にするため、この例では 1 つの BSCU 104 しか含まれない。BSCU 104 は、ブレーキ指令を表す EBC 制御信号をデジタル的に計算する埋込み型ソフトウェアを有する電子制御ユニットである。この電気 / ソフトウェア実装により、必要であれば、所与の航空機展開についてブレーキ性能および感触の一層の最適化およびカスタマイズ化が可能となる。40

【0019】

BSCU 104 は、本明細書中で説明される機能を実行するように設計される汎用プロセッサ、連想記憶装置、デジタル信号プロセッサ、特定用途向け集積回路、フィールドプログラマブルゲートアレイ、いずれかの好適なプログラム可能論理装置、個別のゲートもしくはトランジスタ論理、個別のハードウェア構成要素、またはそれらのいずれかの組合せで実施または実行され得る。プロセッサは、マイクロプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、または状態機械として実現され得る。プロセッサは計算装置の組合せとして、たとえば、デジタル信号プロセッサとマイクロプロセッサとの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサコアと併用した 1 つ以上のマイクロプロセッ50

サ、またはいずれかの他のそのような構成としても実施され得る。1つの実施例では、BSCU104は、ソフトウェアをホストし(host)、かつソフトウェアに外部インターフェイスを提供するコンピュータプロセッサ(PowerPC 555など)を用いて実施される。

【0020】

BSCU104は、さまざまな航空機入力を監視して、これらに限定されないが、ペダルブレーキ、パーキングブレーキ、自動ブレーキ、およびギア引き込みブレーキなどの制御機能を与える。また、BSCU104は、アンチスキッド指令(BSCU104の内部または外部で生成され得る)を混合してブレーキの制御を高める。BSCU104は、RDC112からの車輪データ(たとえば車輪速度、回転方向、タイヤ空気圧など)とともに、ブレーキペダル102からのパイロット指令制御信号を取得する。BSCU104はその入力信号を処理して1つ以上のEBC制御信号を生成し、これらはEBC106によって受信される。実際には、BSCU104は、デジタルデータバスを介してEBC106にEBC制御信号を送信する。汎用アーキテクチャ(図示せず)では、各BSCUは、自身の制御下の任意の数のEBCで使用するための独立した出力信号を生成することができる。10

【0021】

BSCU104は、1つ以上の関連付けられたEBC106に結合され得る。EBC106は、BSCU104について上で説明された態様で実施、実行、または実現され得る。1つの実施例では、EBC106は、ソフトウェアをホストし、かつソフトウェアに外部インターフェイスを提供し、かつ本明細書中で説明されるさまざまなEBC動作を行うように構成された好適な処理論理を含むコンピュータプロセッサ(PowerPC 555など)を用いて実現される。EBC106は、BSCU104からのEBC制御信号を取得し、EBC制御信号を処理し、ブレーキ機構108へのブレーキ機構制御信号(ブレーキアクチュエータ信号)を生成する。20

【0022】

とりわけ、BSCU104およびEBC106の機能は、単一のプロセッサベースの特徴または構成要素に組合されてもよい。この点について、BSCU104、EBC106、またはそれらの組合せは、電気ブレーキシステム100のためのブレーキ制御アーキテクチャであると考えることができる。そのようなブレーキ制御アーキテクチャは、本明細書中で説明されるブレーキ制御動作をサポートする好適に構成された処理論理、機能性、および特徴を含む。30

【0023】

車輪110は関連付けられたブレーキ機構108を含み得、これは、ブレーキ機構108のブレーキ回転子に締付け力を伝えるように構成された少なくとも1つの電気ブレーキアクチュエータを含むか、または当該アーキテクチャに結合される。EBC106はブレーキ機構108を制御して、それぞれの電気ブレーキアクチュエータの作動を適用、解除、変調、およびそうでなければ制御する。この点について、EBC106は、BSCU104によって生成されたそれぞれのEBC制御信号に応答して、ブレーキ機構制御信号を生成する。ブレーキ機構制御信号は、航空機が利用する特定のブレーキ機構108との互換性のために好適にフォーマットされ、整えられる。実際には、ブレーキ機構制御信号は、アンチスキッドおよび他のブレーキ操縦を行うように規制され得る。当業者は、航空機ブレーキ機構およびそれらが制御される一般の態様に精通しており、そのような公知の局面はここでは詳細に説明されない。40

【0024】

電気ブレーキシステム100は、車輪110のための1つ以上のセンサを含み得るか、または当該センサと通信し得る。これらのセンサは、車輪110のための車輪データ(車輪速度、車輪回転方向、タイヤ空気圧、車輪/ブレーキ温度など)を測定するように好適に構成され、この車輪データは電気ブレーキシステム100によって利用され得る。RDC112は一般に、処理するため、および/または電気ブレーキシステム100の別の構50

成要素に送信するためのデータを受信、測定、検出、またはそうでなければ取得するように構成される。ここで、R D C 1 1 2 は車輪 1 1 0 に結合され（またはそうでなければ関連付けられ）、R D C 1 1 2 は、その車輪データを収集してB S C U 1 0 4 に送信するように構成される。航空機のデジタルデータ通信バスは、いずれかの好適なデータ通信プロトコルおよびいずれかの好適なデータ送信体系を用いて車輪データをR D C 1 1 2 からB S C U 1 0 4 に通信するように構成され得る。代わりの実施例では、R D C 1 1 2 は、車輪データをE B A C 1 0 6 に通信するように構成され得る。さらに別の実施例では、R D C 1 1 2 は、車輪データ（またはその一部）をB S C U 1 0 4 およびE B A C 1 0 6 の両方に通信するように構成され得る。

【0025】

10

電気ブレーキシステム 1 0 0 は、好適に構成された電力制御ユニットまたはサブシステム 1 1 4 を含み得るか、またはそれらと協働し得る。電力制御ユニット 1 1 4 は、B S C U 1 0 4 、E B A C 1 0 6 、ブレーキ機構 1 0 8 、および／または電気ブレーキシステム 1 0 0 の他の構成要素に結合され得る。電力制御ユニット 1 1 4 は、必要に応じて電気ブレーキシステム 1 0 0 の 1 つ以上の構成要素への電力を規制、除去、またはそうでなければ制御して、所望の動作電力モードを達成するように構成され得る。電力制御ユニット 1 1 4 はまた、航空機電力システム、および電気ブレーキシステム 1 0 0 に給送する電力バスを監視するようにも構成され得る。たとえば、電力制御ユニット 1 1 4 は、航空機のためのアクティブ電源装置および／またはバックアップ電源装置（たとえばバッテリ）に結合され得る。アクティブ電源装置は、エンジンに結合された発電機、および変圧整流器（T R U ）などの好適に構成されたA C - D C 変換器を含み得る。本実施例では、アクティブ電源装置は航空機エンジンが生成する電力を与えるのに対して、バックアップ電源装置は、エンジンが運転していないときに航空機に電力を与える。電力制御ユニット 1 1 4 は、必要に応じてアクティブ電源装置および／またはバックアップ電源装置から電気ブレーキシステム 1 0 0 に動作電力を与えて、電気ブレーキシステム 1 0 0 の機能性をサポートするように好適に構成され得る。

20

【0026】

図 2 は、航空機のための電気ブレーキシステムでの使用に好適なブレーキ制御アーキテクチャ 2 0 0 の概略図である。電気ブレーキシステム 1 0 0 は、ブレーキ制御アーキテクチャ 2 0 0 の実施例を使用し得る。たとえば、ブレーキ制御アーキテクチャ 2 0 0 は、B S C U 1 0 4 および／またはE B A C 1 0 6 内で実施または実現され得る。ブレーキ制御アーキテクチャ 2 0 0 は、これらに限定されないが、好適に構成された処理論理を有するプロセッサ 2 0 2 、適量のメモリ 2 0 4 、ブレーキ機構制御信号生成器 2 0 6 、自動ブレーキ制御論理 2 0 8 、ペダルブレーキ制御論理 2 1 0 、および電力遮断検出論理 2 1 2 を含み得る。これらの要素は、データ通信バス 2 1 4 またはいずれかの好適に構成された相互接続アーキテクチャもしくは配置を用いて、ともに結合され得る。本実施例では、ブレーキ制御アーキテクチャ 2 0 0 は、以下により詳細に説明されるように、電力遮断状況になめらかに対処する態様で電気ブレーキシステムを制御するように構成される。

30

【0027】

40

プロセッサ 2 0 2 は、B S C U 1 0 4 について上で説明された態様で実施、実行、または実現され得る。プロセッサ 2 0 2 に対応する処理論理は、本明細書中で説明される電気ブレーキ制御体系に関連付けられたさまざまな動作および機能を果たすように設計される。さらに、本明細書中で開示される実施例に関連して説明される方法またはアルゴリズム（またはそれらの一部）は、ハードウェア、ファームウェア、プロセッサ 2 0 2 によって実行されるソフトウェアモジュール、またはそれらのいずれかの実際的な組合せにおいて直接的に具体化され得る。ソフトウェアモジュールはメモリ 2 0 4 内に存在し得、これは、R A M メモリ、フラッシュメモリ、R O M メモリ、E P R O M メモリ、E E P R O M メモリ、レジスタ、ハードディスク、着脱式ディスク、C D - R O M 、または当該技術において公知のいずれかの他の形態の記憶媒体を有する 1 つ以上の物理的な構成要素として実現され得る。この点について、メモリ 2 0 4 は、プロセッサ 2 0 2 がメモリ 2 0 4 から情

50

報を読出しがれど、かつメモリ 204 に情報を書込むことができるようプロセッサ 202 に結合され得る。代替肢では、メモリ 204 はプロセッサ 202 と一体化し得る。一例として、プロセッサ 202 およびメモリ 204 は ASIC 内に存在し得る。

【0028】

図 2 ではプロセッサ 202 とは別に図示されているが、ブレーキ機構制御信号生成器 206、自動ブレーキ制御論理 208、ペダルブレーキ制御論理 210、および / または電力遮断検出論理 212（またはそれらの一部）は、プロセッサ 202 内で実施され得る。これらの機能的要素は、説明を明確かつ簡単にするために別個のブロックとして示されている。

【0029】

メモリ 204 は、電気ブレーキシステムのための少なくとも 1 つの保存された自動ブレーキ指令 216 を格納するように構成され得る。自動ブレーキ指令は、電気ブレーキシステム内のブレーキ機構の電気的な作動を制御する。本実施例では、保存された自動ブレーキ指令 216 は、電力遮断状況後に抽出および処理されて、自動ブレーキ時に航空機ブレーキのなめらかな印加を提供することができる。この点について、ブレーキ機構制御信号生成器 206 の動作は、保存された自動ブレーキ指令 216 に影響され得る。

【0030】

プロセッサ 202 の処理論理内で実現され得るブレーキ機構制御信号生成器 206 は、航空機ブレーキ機構への制御信号を生成するように好適に構成される。図 1 を参照して、ブレーキ機構制御信号生成器 206 は、BSCU104 内で実施され、したがって EBC 制御信号を生成するか当該信号に影響を及ぼすように構成されてもよいし、および / または EBC106 内で実施され、したがってブレーキ機構制御信号を生成するか当該信号に影響を及ぼすように構成されてもよい。

【0031】

プロセッサ 202 の処理論理内で実現され得る自動ブレーキ制御論理 208 は、航空機が電気ブレーキシステムを自動ブレーキモードで動作させることを可能にする処理知能を表わす。航空機の自動ブレーキは、電気ブレーキシステムの効率および性能を高めるために着陸動作時に利用され得る。典型的な自動ブレーキ動作に関して、パイロットは、航空機の所望の減速度に対応した自動ブレーキのレベルを選択する。航空機の着陸後、自動ブレーキ機能は、航空機の実際の減速度および速度を監視し、ブレーキ機構の作動を自動的な態様で調整して、所望の減速特性を達成する。

【0032】

プロセッサ 202 の処理論理内で実現され得るペダルブレーキ制御論理 210 は、航空機が電気ブレーキシステムをペダルブレーキモードで動作させることを可能にする処理知能を表わす。そのようなペダルブレーキは、（図 1 との関連で上で説明したように）パイロット入力およびブレーキペダルの撓みに依拠する。

【0033】

プロセッサ 202 の処理論理内で実現され得る電力遮断検出論理 212 は、電気ブレーキシステムが電力遮断状況の開始（および終了）を検出することを可能にする処理知能を表わす。典型的な航空機の適用例では、そのような電力遮断は非常に短く、50 ~ 100 ミリ秒しか続かないことがある。この実施例では、電力遮断検出論理 212 は、電気ブレーキシステムの電力状態信号を分析して、電力遮断が発生したか、または発生しようとしているかを判断する。電力状態信号は、BSCU の入力電力もしくは電圧信号、EBC の入力電力もしくは電圧信号、および / または電気ブレーキシステムもしくは航空機内に存在するいずれかの電圧、電流、もしくは電力レベルを表わし得る。電力遮断検出論理 212 は、電力状態信号を閾値レベル、電位、または電圧と比較するように、および電力状態信号が閾値レベルを下回ると電力遮断状況の開始を示すように構成され得る。たとえば、電気ブレーキシステムの公称動作電圧が約 28 ボルトであり、通常の動作電圧範囲が 18 から 32 ボルトである場合、電力遮断検出論理 212 は、電圧が 18 ボルトを下回ると電力遮断状況を示し得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図3は、航空機のための電気ブレーキシステムに関する使用に好適な自動ブレーキプロセス300を図示するフローチャートである。プロセス300に関して実行されるさまざまなタスクは、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、またはそれらのいずれかの組合せによって実行され得る。説明のため、プロセス300の以下の説明では、図1および図2に関して上で述べた要素に言及し得る。本発明の実施例では、プロセス300の一部は、説明されたシステム、たとえば電気ブレーキシステムのBSCU、EBC、ブレーキ機構、または処理要素とは異なる要素によって実行され得る。プロセス300は任意の数の付加的なまたは代替的なタスクを含み得、図3に示されるタスクは例示される順序で実行されなくてもよく、プロセス300は、本明細書中で詳細に説明されていない付加的な機能を有するより包括的な手順またはプロセスに組込まれ得ることを認識すべきである。

10

【 0 0 3 5 】

典型的な自動ブレーキの手順は、自動ブレーキ制御論理208との関連で上で説明された。自動ブレーキプロセス300は好ましくは、通常の状況下ではこの態様で機能する。この点について、プロセス300は、航空機が電気ブレーキシステムを自動ブレーキモードで動作させている間、継続的に自動ブレーキ指令を生成、更新、および処理し得る(タスク302)。上述のように、自動ブレーキ指令は、電気ブレーキシステム内の少なくとも1つのブレーキ機構の電気的な作動を制御し、そのような自動ブレーキ指令は、いずれのリアルタイムのパイロット入力にも依存する必要がない。自動ブレーキモードでの動作中、プロセス300は、電気ブレーキシステムの1つ以上の電力状態信号を監視し得る(タスク304)。タスク304の間、電力状態信号は、好適な周波数で連続的に監視またはサンプリングされ得る。監視される電力状態信号は、これらに限定されないが、BSCUの入力電力/電圧、EBCの入力電力/電圧、ブレーキ機構の入力電力/電圧などであり得る。プロセス300は、この電力状態信号のリアルタイムの値を分析して、電力遮断状況の開始を検出する(クエリタスク306)。

20

【 0 0 3 6 】

クエリタスク306に関して、自動ブレーキプロセス300は、電力状態信号の現在の値を閾値電圧などの閾値と比較し得る。電力状態信号の現在の値が閾値よりも低い場合、プロセス300は、電力遮断状況が発生したか、または発生しそうであるかを示し得る。実際には、電力遮断状況の開始の表示は、単に内部で生成されるフラグまたは識別子であり得、これは、プロセス300に、以下に説明されるようにタスク310から進行するよう指示する。しかし、プロセス300が電力遮断状況を検出しない場合は(クエリタスク306)、プロセス300は、自動ブレーキが完了しているかどうかを確認し得る(クエリタスク308)。自動ブレーキが完了している場合、プロセス300は終了する。自動ブレーキが完了していない場合は、プロセス300はタスク302に再び入れられて、必要に応じて自動ブレーキ指令を生成および更新し続け得る。

30

【 0 0 3 7 】

電力遮断状況の検出に応答して、自動ブレーキプロセス300は、最後の自動ブレーキ指令を、保存された自動ブレーキ指令として好適なメモリ場所に格納する(タスク310)。最後の自動ブレーキ指令は、電力遮断前に電気ブレーキシステムによって生成された最新の自動ブレーキ指令である。電気ブレーキシステムの特定的な実装および含まれるタイミングに依存して、最後の自動ブレーキ指令は、ブレーキ機構によって実行されたかもしれないし、されなかったかもしれない。また、ブレーキ機構が適用不可能であるときに、プロセス300は、電力遮断時に自動ブレーキ指令演算を休止して、自動ブレーキアルゴリズムがそのブレーキ印加指令を増加することを防止し得る(これは電力遮断時に発生し得る)。保存された自動ブレーキ指令は、電力遮断状況が終了したとプロセス300が判断する(クエリタスク312)まで保持される。換言すれば、プロセス300は、電気ブレーキシステムにおいて通常の動作電力が復旧するまでアイドル状態にある。

40

【 0 0 3 8 】

50

通常の動作電力が再開すると、自動ブレーキプロセス 300 は、保存された自動ブレーキ指令をメモリから抽出し得（タスク 314）、保存された自動ブレーキ指令を適切な態様で処理し得る（タスク 316）。この実施例では、電気ブレーキシステムは、保存された自動ブレーキ指令を、電力遮断状況が終了するとブレーキのためらかな印加を提供する態様で処理する。特に、電気ブレーキシステムは、保存された自動ブレーキ指令を用いて電気ブレーキアクチュエータを制御する（タスク 318）。実際には、保存された自動ブレーキ指令を使用することにより、確実に最新のブレーキ作動状態が保持される。そうしなければ、電気ブレーキシステムは、ブレーキ締付け力の量を誤って過剰に増大または減少させる恐れがあり、通常の動作電力が再開すると航空機が突然揺れたりガタンと動いたりしてしまう。

10

【0039】

通常の動作電力が一旦復旧すると、電気ブレーキシステムは、必要であれば、更新された自動ブレーキ指令を生成し得る（タスク 320）。保存された自動ブレーキ指令を処理した後、自動ブレーキプロセス 300 は、保存された自動ブレーキ指令を更新された自動ブレーキ指令と交換し得（タスク 322）、更新された自動ブレーキ指令を適切な態様で処理し得る。換言すれば、保存された自動ブレーキ指令が一旦電気ブレーキシステムによって抽出および利用されると、タスク 322 からタスク 302 への矢印で示されるように、通常の自動ブレーキ動作モードが再開され得る。

【0040】

図 4 は、航空機のための電気ブレーキシステムに関する使用に好適なペダルブレーキプロセス 400 を図示するフローチャートである。プロセス 400 に関して実行されるさまざまなタスクは、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、またはそれらのいずれかの組合せによって実行され得る。説明のため、プロセス 400 の以下の説明では、図 1 および図 2 に関して上で述べた要素に言及し得る。本発明の実施例では、プロセス 400 の一部は、説明されたシステム、たとえば電気ブレーキシステムの BSCU、EBC、ブレーキ機構、または処理要素とは異なる要素によって実行され得る。プロセス 400 は任意の数の付加的なまたは代替的なタスクを含み得、図 4 に示されるタスクは例示される順序で実行されなくともよく、プロセス 400 は、本明細書中で詳細に説明されていない付加的な機能を有するより包括的な手順またはプロセスに組込まれることを認識すべきである。

20

【0041】

典型的なペダルブレーキの手順は上で説明された。ペダルブレーキプロセス 400 は好ましくは、通常の状況下ではこの態様で機能する。この点について、プロセス 400 は、航空機が電気ブレーキシステムをペダルブレーキモードで動作させている間、継続的にペダルブレーキ指令を生成、更新、および処理し得る（タスク 402）。上述のように、ペダルブレーキ指令は、電気ブレーキシステム内の少なくとも 1 つのブレーキ機構の電気的な作動を制御し、そのようなペダルブレーキ指令は、パイロットが航空機のブレーキペダルを踏込むと生成される。ペダルブレーキモードでの動作中、プロセス 400 は、自動ブレーキプロセス 300 について上で説明された態様で、電気ブレーキシステムの 1 つ以上の電力状態信号を監視し得（タスク 404）、電力遮断状況の開始を検出し得る（クエリタスク 406）。

30

【0042】

電力遮断状況が開始すると、ペダルブレーキプロセス 400 は、以下に説明されるようにタスク 410 から進行し得る。しかし、プロセス 400 が電力遮断状況を検出しない場合は（クエリタスク 406）、プロセス 400 は、ブレーキ動作が完了しているかどうかを確認し得る（クエリタスク 408）。ブレーキが完了している場合、プロセス 400 は終了する。ブレーキが完了していない場合は、プロセス 400 はタスク 402 に再び入れられて、必要に応じてペダルブレーキ指令を生成および更新し続け得る。

40

【0043】

電力遮断状況の検出に応答して、ペダルブレーキプロセス 400 は、最後の（または現

50

在の) ペダルブレーキ指令を消去または削除する (タスク 410) 。最後のペダルブレーキ指令は、電力遮断前に電気ブレーキシステムによって生成された最新の指令である。電気ブレーキシステムの特定的な実装および含まれるタイミングに依存して、最後のペダルブレーキ指令は、ブレーキ機構によって実行されたかもしれないし、されなかつたかもしれない。最後のペダルブレーキ指令を消去することによって、電気ブレーキシステムが通常の動作電力を取り戻した際に誤ってその指令で自身をリフレッシュすることを確実に防ぐ。プロセス 400 は、電力遮断状況が終了したと判断する (クエリタスク 412) までアイドル状態にあり得る。換言すれば、プロセス 400 は、電気ブレーキシステムにおいて通常の動作電力が復旧するまでアイドル状態にある。

【 0044 】

10

通常の動作電力が再開すると、ペダルブレーキプロセス 400 は、ブレーキが再び印加される前に、電気ブレーキシステムにブレーキ機構内の電気ブレーキアクチュエータを解除させ得る (タスク 414) 。このアクチュエータの解除は、アクチュエータをその後の起動および作動に備えるために望ましいことがある。さらに、このアクチュエータの解除により、電気ブレーキシステムが次のペダルブレーキ指令を受けるのを待つことが可能となる (これは、電力遮断中にパイロットがブレーキペダルを完全に解除する事態に対応するために望ましい) 。アクチュエータの解除後、プロセス 400 は、電力遮断状況の終了時に存在するブレーキペダルの撓み量を示す更新されたペダルブレーキ指令を生成することによって、ペダルブレーキ指令をリフレッシュする (タスク 416) 。プロセス 400 は次に、更新されたペダルブレーキ指令を適切な態様で処理し得る (タスク 418) 。この実施例では、電気ブレーキシステムは、更新されたペダルブレーキ指令を、電力遮断状況が終了するとブレーキのなめらかな印加を提供する態様で処理する。特に、電気ブレーキシステムは、更新されたペダルブレーキ指令を用いて電気ブレーキアクチュエータを制御する (タスク 420) 。実際には、更新されたペダルブレーキ指令を使用することにより、電気ブレーキシステムは、電力遮断期間中に発生したかもしれないブレーキペダルとのどのようなパイロットの相互作用にも、確実に対処することができる。これにより、パイロットによって印加されるブレーキ力は期待量となる。通常の動作電力が一旦復旧すると、タスク 420 からタスク 402 への矢印で示されるように、電気ブレーキシステムは通常のペダルブレーキモードを再開し得る。

20

【 0045 】

30

上記の詳細な説明では少なくとも 1 つの例示的な実施例が提示されたが、多数の変形例が存在することを認識すべきである。本明細書中で説明される例示的な実施例は、本発明の範囲、適用、または構成を如何なる方法でも限定することを意図していないことも認識すべきである。むしろ、上記の詳細な説明は、説明された実施例を実施するための好都合な道筋を当業者に与えるであろう。本発明の範囲から逸脱することなく、要素の機能および配置においてさまざまな変更が可能であり、本発明の範囲は特許請求の範囲によって定義され、これは、この特許出願の出願時の公知の均等かつ予測可能な均等物を含むことを理解すべきである。

また、本発明は以下に記載する態様を含む。

(態様 1)

40

航空機のための電気ブレーキシステム (100) を動作させる方法 (300 , 400)
であって、

前記電気ブレーキシステム (100) の電力状態信号を監視するステップ (304 , 404) と、

前記電力状態信号に基づいて電力遮断状況の開始を検出するステップ (306 , 406) と、

前記電力遮断状況が終了するとブレーキのなめらかな印加を提供するように前記電気ブレーキシステム (100) を制御するステップ (318 , 420) とを備える、方法。

(態様 2)

前記電気ブレーキシステム (100) はブレーキシステム制御ユニット (104) を備

50

えており、

前記電力状態信号を監視するステップ(304, 404)は、前記ブレーキシステム制御ユニット(104)の入力電力信号を監視するステップを含む、態様1に記載の方法(300, 400)。

(態様3)

前記電気ブレーキシステム(100)は電気ブレーキアクチュエータ制御部(106)を備えており、

前記電力状態信号を監視するステップ(304, 404)は、前記電気ブレーキアクチュエータ制御部(106)の入力電力信号を監視するステップを含む、態様1に記載の方法(300, 400)。

10

(態様4)

前記電気ブレーキシステム(100)を自動ブレーキモードで動作させるステップと、

前記電力遮断状況の開始の検出(306)に応答して、最後の自動ブレーキ指令を、保存された自動ブレーキ指令として格納するステップ(310)とをさらに備え、

前記電気ブレーキシステム(100)を制御するステップ(318)は、前記保存された自動ブレーキ指令を処理するステップ(316)を含み、

自動ブレーキ指令は、前記電気ブレーキシステム(100)内のブレーキ機構(108)の電気的な作動を制御する、態様1に記載の方法(300)。

20

(態様5)

更新された自動ブレーキ指令を生成するステップ(320)と、

前記保存された自動ブレーキ指令を処理するステップ(316)の後に、前記保存された自動ブレーキ指令を、前記更新された自動ブレーキ指令と交換するステップ(322)とをさらに備える、態様4に記載の方法(300)。

(態様6)

前記電気ブレーキシステムをペダルブレーキモードで動作させるステップと、

前記電力遮断状況の開始の検出(406)に応答して、現在のペダルブレーキ指令を消去するステップ(410)とを備え、前記現在のペダルブレーキ指令は、前記電気ブレーキシステム(100)内のブレーキ機構(108)の電気的な作動を制御しており、前記方法はさらに、

前記電力遮断状況が終了すると、ブレーキペダルの撓みを示す更新されたペダルブレーキ指令を生成するステップ(416)を備え、

30

前記電気ブレーキシステムを制御するステップ(420)は、前記更新されたペダルブレーキ指令を処理するステップ(418)を含む、態様1に記載の方法(400)。

(態様7)

前記電力遮断状況が終了すると、前記ブレーキ機構(108)内の電気ブレーキアクチュエータを解除するステップ(414)をさらに備え、

前記電気ブレーキシステム(100)を制御するステップ(420)は、前記電気ブレーキアクチュエータを解除するステップ(414)の後に発生する、態様6に記載の方法(400)。

40

(態様8)

前記電力遮断状況の開始を検出するステップ(306, 406)は、

前記電力状態信号を閾値電圧と比較するステップと、

前記電力状態信号が前記閾値電圧よりも低い場合、前記電力遮断状況の開始を示すステップとを含む、態様1に記載の方法(300, 400)。

(態様9)

航空機のための電気ブレーキシステムを動作させる方法であって、

前記電気ブレーキシステムを自動ブレーキモードで動作させるステップ(300)と、

前記電気ブレーキシステム内の電力遮断状況の開始(306)に応答して、最後の自動ブレーキ指令を、保存された自動ブレーキ指令として格納するステップ(310)とを備え、自動ブレーキ指令は、前記電気ブレーキシステム内のブレーキ機構の電気的な作動を

50

制御し、前記方法はさらに、

前記電力遮断状況が終了すると、前記保存された自動ブレーキ指令を処理するステップ(312, 314)を含む、方法。

(態様10)

前記電気ブレーキシステムの電力状態信号を監視するステップ(304)と、

前記電力状態信号に基づいて前記電力遮断状況の開始を検出するステップ(306)とをさらに備える、態様9に記載の方法。

(態様11)

前記電力遮断状況の開始を検出するステップ(306, 406)は、

前記電力状態信号を閾値電圧と比較するステップと、

前記電力状態信号が前記閾値電圧よりも低い場合、前記電力遮断状況の開始を示すステップとを含む、態様10に記載の方法。

(態様12)

更新された自動ブレーキ指令を生成するステップと、

前記保存された自動ブレーキ指令を処理した後に、前記保存された自動ブレーキ指令を、前記更新された自動ブレーキ指令と交換するステップ(320, 322)とをさらに備える、態様9に記載の方法。

(態様13)

航空機のための電気ブレーキシステムであって、

ブレーキ機構と、

前記ブレーキ機構(108)に結合された電気ブレーキアクチュエータと、

前記電気ブレーキアクチュエータに結合されたブレーキ制御アーキテクチャとを備え、

前記ブレーキ制御アーキテクチャは、前記電気ブレーキアクチュエータの作動を制御し、かつ前記電気ブレーキシステムの電力状態信号を監視し、かつ前記電力状態信号に基づいて電力遮断状況の開始を検出し、かつ前記電力遮断状況が終了すると前記ブレーキ機構のなめらかな作動を提供するように前記電気ブレーキアクチュエータを制御するように構成される処理論理(202)を備える、電気ブレーキシステム。

(態様14)

前記ブレーキ制御アーキテクチャはブレーキシステム制御ユニット(104)を備え、

前記電力状態信号は、前記ブレーキシステム制御ユニットの入力電力信号を表わす、態様13に記載の電気ブレーキシステム。

(態様15)

前記ブレーキ制御アーキテクチャは電気ブレーキアクチュエータ制御部(106)を含み、

前記電力状態信号は、前記電気ブレーキアクチュエータ制御部の入力電力信号を表わす、態様13に記載の電気ブレーキシステム。

(態様16)

前記ブレーキ制御アーキテクチャの前記処理論理は、前記電気ブレーキシステムを自動ブレーキモードで動作させるように構成されており、

前記電気ブレーキシステムは、前記電力遮断状況の開始に応答して、最後の自動ブレーキ指令を、保存された自動ブレーキ指令として格納する(310)ように構成されるメモリ要素をさらに備え、

前記ブレーキ制御アーキテクチャの前記処理論理は、前記電力遮断状況の終了に応答して、前記保存された自動ブレーキ指令を抽出する(314)ように構成されており、

自動ブレーキ指令は、前記電気ブレーキアクチュエータの動作を制御する、態様13に記載の電気ブレーキシステム。

(態様17)

前記ブレーキ制御アーキテクチャの前記処理論理は、前記電気ブレーキシステムをペダルブレーキモードで動作させ(400)、かつ前記電力遮断状況の開始に応答して、現在のペダルブレーキ指令を消去し(410)、かつ前記電力遮断状況が終了すると、現在の

ブレーキペダルの撓みを示す更新されたペダルブレーキ指令を生成する(402)ように構成されており、

ペダルブレーキ指令は、前記電気ブレーキアクチュエータの動作を制御する、態様13に記載の電気ブレーキシステム。

(態様18)

前記ブレーキ制御アーキテクチャの前記処理論理は、前記電力遮断状況が終了すると前記電気ブレーキアクチュエータを解除する(414)ように構成されており、

前記更新されたペダルブレーキ指令は、前記電気ブレーキアクチュエータの解除後に生成および処理される、態様17に記載の電気ブレーキシステム。

【図1】

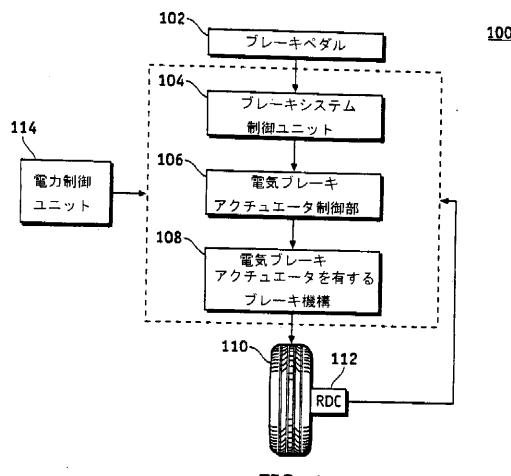


FIG. 1

【図2】

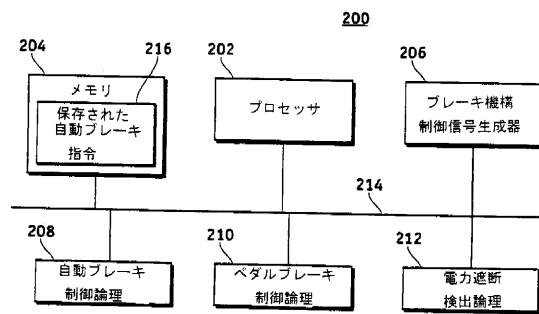
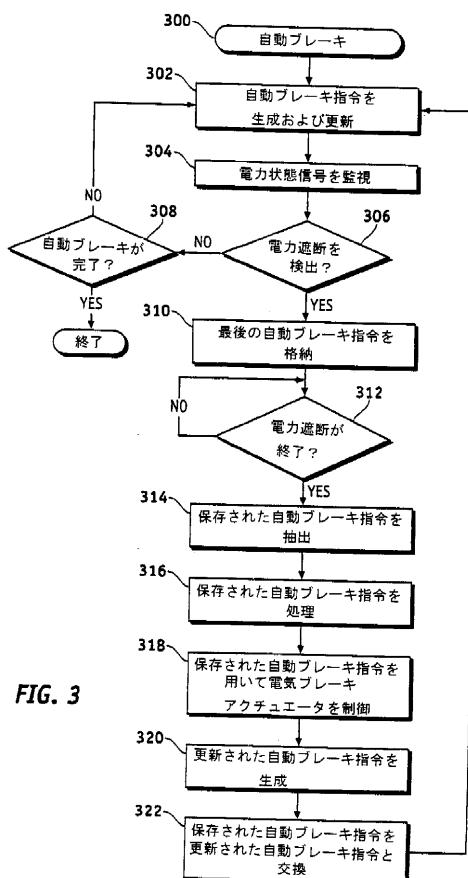


FIG. 2

【図3】



【図4】

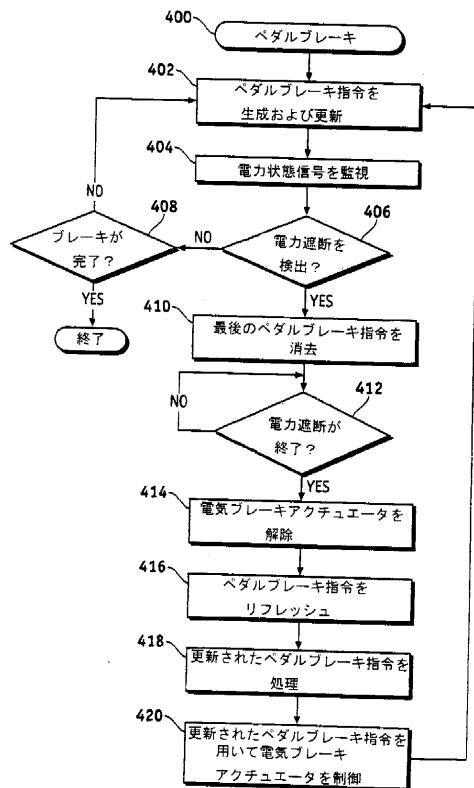


FIG. 4

フロントページの続き

審査官 北村 亮

(56)参考文献 米国特許出願公開第2001/0045771(US, A1)
米国特許出願公開第2005/0012385(US, A1)
米国特許第06317675(US, B1)
米国特許出願公開第2004/0239173(US, A1)
欧州特許出願公開第01637422(EP, A1)
国際公開第00/069721(WO, A1)
米国特許出願公開第2008/0073970(US, A1)
国際公開第2008/105821(WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C 25/42
B60T 13/74