

(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2015-67273

(P2015-67273A)

(43) 公開日 平成27年4月13日(2015.4.13)

(51) Int.Cl.

B60T 8/17	(2006.01)
B60T 8/1755	(2006.01)
B64C 25/44	(2006.01)

F 1

B 6 0 T	8/17
B 6 0 T	8/1755
B 6 4 C	25/44

テーマコード(参考)

Z

3 D 2 4 6

Z

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用の方法であって、

少なくとも一つのブレーキペダルセンサを用いて、少なくとも一つのブレーキペダル(102)の作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出することと、

少なくとも一つのプロセッサ(202)を用いて、前記ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値(840)より大きいか否かを判断することと、

前記ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値(840)より大きいことを、前記少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、前記少なくとも一つのプロセッサを用いて、ブレーキ作動プロファイル(214)を生成することと、10

ブレーキ作動プロファイル(214)に従って、前記少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキを動作させることと、を含んでおり、

前記ブレーキ作動プロファイル(214)は、前記少なくとも一つの第一ブレーキの動作が第一時間遅延だけ遅延され、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が第二時間遅延だけ遅延されることを示す、方法。15

**【請求項 2】**

前記ブレーキ作動プロファイル(214)は、前記少なくとも一つの第一ブレーキ(108)の動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大する、請求項1に記載の方法。20

**【請求項 3】**

前記少なくとも一つの第一ブレーキ(108)が、少なくとも一つの前方ブレーキであり、前記少なくとも一つの第二ブレーキが、少なくとも一つの後方ブレーキである、請求項1及び2に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記少なくとも一つの第一ブレーキ(108)が、少なくとも一つの後方ブレーキであり、前記少なくとも一つの第二ブレーキが、少なくとも一つの前方ブレーキである、請求項1～3のいずれかに記載の方法。25

**【請求項 5】**

前記ブレーキペダル作動量が、前記少なくとも一つのブレーキペダル(102)の作動率に関連している、請求項1～4のいずれかに記載の方法。30

**【請求項 6】**

前記少なくとも一つのブレーキペダル(102)の作動率が、前記少なくとも一つのブレーキペダルに印加される制動力の量に関連している、請求項5に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記少なくとも一つのブレーキペダル(102)の作動率が、前記少なくとも一つのブレーキペダルを押し下げる度合いに関連している、請求項5に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記第一時間遅延が、前記第二時間遅延より大きい、請求項1～7のいずれかに記載の方法。40

**【請求項 9】**

前記第二時間遅延が、前記第一時間遅延より大きい、請求項1～8のいずれかに記載の方法。

**【請求項 10】**

車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用のシステムであって、

少なくとも一つのブレーキペダル(102)と、

前記少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出するための少なくとも一つのブレーキペダルセンサと、

少なくとも一つの車輪と、50

前記少なくとも一つの車輪の車輪速度を検出するための少なくとも一つの車輪速度センサと、

第一ブレーキ作動プロファイル(214)と、

第二ブレーキ作動プロファイルと、

前記ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値(840)より大きいか否かを判断し、前記ブレーキペダル作動量が、前記ブレーキペダル作動閾値(840)より大きいことを判断したとき、前記車輪速度が、車輪速度閾値より大きいか否かを判断し、前記車輪速度が、前記車輪速度閾値より大きいことを判断したとき、第一ブレーキ作動プロファイル(214)を適用し、前記車輪速度が、前記車輪速度閾値以下であることを、判断したとき、第二ブレーキ作動プロファイルを適用するための少なくとも一つのプロセッサ(202)と、を含んでいるシステム。

10

#### 【請求項11】

更に、少なくとも一つの第一ブレーキ(108)と少なくとも一つの第二ブレーキを含む、請求項10に記載の制動荷重緩和用のシステム。

#### 【請求項12】

前記第一ブレーキ作動プロファイル(214)は、前記少なくとも一つの第一ブレーキ(108)の動作が、第一時間遅延だけ遅延され、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第二時間遅延だけ遅延されることを示す、請求項11に記載の制動荷重緩和用のシステム。

20

#### 【請求項13】

前記第一ブレーキ作動プロファイル(214)は、前記少なくとも一つの第一ブレーキ(108)の動作が、時間経過に伴い第一比率で増大することを示す、請求項10～12のいずれかに記載の制動荷重緩和用のシステム。

#### 【請求項14】

前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大する、請求項13に記載の制動荷重緩和用のシステム。

#### 【請求項15】

前記ブレーキペダル作動量が、少なくとも一つのブレーキペダル(102)の作動率に関連し、前記少なくとも一つのブレーキペダル(102)の前記作動率が、前記少なくとも一つのブレーキペダルに印加される制動力の量に関連し、及び／又は前記少なくとも一つのブレーキペダルを押し下げる度合いに関連している、請求項10～14のいずれかに記載の制動荷重緩和用のシステム。

30

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本開示内容は、航空機制動荷重緩和機能に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

現在、航空機に重い制動を印加することは、特に機体及びノーズギア領域の航空機構造に、動荷重を印加することにつながる。これらの動荷重が大きくなると、構造設計に影響を与えることもあり、一般に、それらに対応するために、航空機の重量が増えることになる。

40

#### 【発明の概要】

#### 【0003】

本開示内容は、ブレーキの一部の開始を遅延させることによって、航空機における重い制動中の動的挙動(dynamics)を抑制するための制動荷重緩和機能用の方法、システム、及び装置に関する。ブレーキの一部の開始を遅延させると、ノーズギアへの最大動荷重を低減できる。また、当該遅延は、ブレーキペダルに対する作動量及び航空機の速度(図1Aと1B参照)の関数となる。一つ以上の実施形態では、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと第二ブレーキについての制動荷重緩和用の方法が開示されている。当該方法は、

50

少なくとも一つのブレーキペダルセンサを用いて、少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出することを含んでいる。上記方法は更に、少なくとも一つのプロセッサを用いて、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断することを含んでいる。更に、上記方法は、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサを用いて、ブレーキ作動プロファイルを生成することを含んでいる。一つ以上の実施形態では、ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、遅延されておらず、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、所定の時間遅延だけ遅延されることを示す。更に、上記方法は、ブレーキ作動プロファイルに従って、少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキを作動させることを含んでいる。

10

## 【0004】

一つ以上の実施形態では、ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大することを示す。少なくとも一つの実施形態では、少なくとも一つの第一ブレーキは、少なくとも一つの前方ブレーキであり、少なくとも一つの第二ブレーキは、少なくとも一つの後方ブレーキである。他の実施形態では、少なくとも一つの第一ブレーキは、少なくとも一つの後方ブレーキであり、少なくとも一つの第二ブレーキは、少なくとも一つの前方ブレーキである。

20

## 【0005】

少なくとも一つの実施形態では、ブレーキペダル作動量は、少なくとも一つのブレーキペダルの作動率に関連している。一つ以上の実施形態では、少なくとも一つのブレーキペダルの作動率は、少なくとも一つのブレーキペダルに加えた制動力の量に関連している。いくつかの実施形態では、少なくとも一つのブレーキペダルの作動率は、少なくとも一つのブレーキペダルを押し下げる度合いに関連している。

## 【0006】

一つ以上の実施形態では、第一時間遅延は、第二時間遅延より大きい。他の実施形態では、第二時間遅延は、第一時間遅延より大きい。

## 【0007】

少なくとも一つの実施形態では、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用の方法は、少なくとも一つのブレーキペダルセンサを用いて、少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出することを含んでいる。上記方法は更に、少なくとも一つの車輪速度センサを用いて、少なくとも一つの車輪の車輪速度を検出することを含んでいる。更に、上記方法は、少なくとも一つのプロセッサを用いて、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断することを含んでいる。加えて、上記方法は、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサを用いて、車輪速度が、車輪速度閾値より大きいか否かを判断することを含んでいる。追加的に、上記方法は、車輪速度が、車輪速度閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサを用いて、第一ブレーキ作動プロファイルを生成することを含んでいる。更に、上記方法は、車輪速度が、車輪速度閾値以下であることを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサを用いて、第二ブレーキ作動プロファイルを生成することを含んでいる。

30

## 【0008】

一つ以上の実施形態では、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用の方法は、少なくとも一つのブレーキペダルセンサを用いて、少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出することを含んでいる。上記方法は更に、少なくとも一つの速度センサを用いて、速度を検出することを含んでいる。更に、上記方法は、少なくとも一つのプロセッサを用い

40

50

て、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断することを含んでいる。加えて、上記方法は、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサを用いて、速度が、速度閾値より大きいか否かを判断することを含んでいる。追加的に、上記方法は、速度が、速度閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサを用いて、第一ブレーキ作動プロファイルを生成することを含んでいる。更に、上記方法は、速度が、速度閾値以下であることを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサを用いて、第二ブレーキ作動プロファイルを生成することを含んでいる。

## 【0009】

10

少なくとも一つの実施形態では、少なくとも一つの速度センサは、車輪速度センサ、及び／又は車両速度センサである。いくつかの実施形態では、速度閾値は、車輪速度閾値又は車両速度閾値である。

## 【0010】

20

一つ以上の実施形態では、第一ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第一時間遅延だけ遅延され、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第二時間遅延だけ遅延されることを示す。少なくとも一つの実施形態では、第二ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第三時間遅延だけ遅延され、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第四時間遅延だけ遅延されることを示す。いくつかの実施形態では、第一時間遅延と第二時間遅延の差は、第三時間遅延と第四時間遅延の差より小さい。

## 【0011】

一つ以上の実施形態では、第三時間遅延は、第四時間遅延より大きい。他の実施形態では、第四時間遅延は、第三時間遅延より大きい。

## 【0012】

30

少なくとも一つの実施形態では、上記方法は更に、第一ブレーキ作動プロファイルに従って、少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキを動作させることを含んでいる。一つ以上の実施形態では、上記方法は更に、第二ブレーキ作動プロファイルに従って、少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキを動作させることを含んでいる。いくつかの実施形態では、第一ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大することを示す。少なくとも一つの実施形態では、第二ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間に対して第一比率で増大し、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間に対して第二比率で増大することを示す。

## 【0013】

40

一つ以上の実施形態では、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用のシステムは、少なくとも一つのブレーキペダルと、当該少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出するための、少なくとも一つのブレーキペダルセンサと、を含んでいる。上記システムは更に、少なくとも一つのプロセッサを含み、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断し、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、ブレーキ作動プロファイルを生成する。一つ以上の実施形態では、ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第一時間遅延だけ遅延され、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第二時間遅延だけ遅延されることを示す。更に、上記システムは、ブレーキ作動プロファイルに従って、少なくとも一つの第一ブレーキを動作させることと、ブレーキ作動プロファイルに従って、少なくとも一つの第二ブレーキを動作させることと、を含んでいる。

## 【0014】

50

少なくとも一つの実施形態では、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの間の、制動荷重緩和用のシステムは、少なくとも一つのブレーキペダルと、当該少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出するための少なくとも一つのブレーキペダルセンサと、を含んでいる。上記システムは更に、少なくとも一つの車輪と、少なくとも一つの車輪の車輪速度を検出するための少なくとも一つの車輪速度センサと、を含んでいる。更に、上記システムは、少なくとも一つのプロセッサを含み、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断し、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値をより大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、車輪速度が、車輪速度閾値より大きいか否かを判断し、車輪速度が、車輪速度閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、第一ブレーキ作動プロファイルを生成し、車輪速度が、車輪速度閾値以下であることを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、第二ブレーキ作動プロファイルを生成する。

10

#### 【0015】

上述した特徴、機能、及び利点は、本発明の様々な実施形態で別個に実現でき、更に他の実施形態に組み合わせてもよい。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0016】

本開示内容のこれらの及び他の特徴、様様、及び利点は、以下の説明、添付の請求項、及び添付の図面から、より理解されるであろう。

20

【図1A】ノーズギア垂直荷重量（ポンド）と時間（秒）の関係を示すグラフである。

【図1B】メインギア抵抗／垂直摩擦係数（ $\mu$ ）と時間（秒）の関係を示すグラフである。

【図2A】航空機（つまり、車両）での使用に適した電気ブレーキシステムの一部の概略図であり、このシステムは、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、制動荷重緩和用の開示されたシステムによって用いられる。

【図2B】航空機（つまり、車両）用の電気ブレーキシステムでの使用に適したブレーキ制御アーキテクチャの概略図であり、このシステムは、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、制動荷重緩和用の開示されたシステムによって用いられる。

30

【図3】ブレーキペダル移動量と、ブレーキコマンド量との関係を示すグラフである。

【図4】車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの間の、制動荷重緩和用のロジックを示す概略図であり、ブレーキ作動プロファイルは、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作後に遅延されることを示す。

40

【図5】車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの間の、制動荷重緩和用のロジックを示す概略図であり、ブレーキ作動プロファイルは、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、（1）少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作後に遅延されることを示し、（2）少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作より高い比率であることを示す。

【図6】車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの間の、制動荷重緩和用の別のロジックを示す概略図であり、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、低速ブレーキ作動プロファイルにおける少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの動作の間の遅延が、高速ブレーキ作動プロファイルにおける少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの動作の間の遅延よりも大きいことを示す。

【図7】車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの間の、制動荷重緩和用の別のロジックを示す概略図であり、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、（1）低速ブレーキ作動プロファイルにおける少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの動作の間の遅延が、高速ブレーキ作動プロ

50

ファイルにおける少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの動作の間の遅延よりも大きいことを示し、(2)少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作より高い比率であることを示す。

【図8】本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの間の、制動荷重緩和用の方法を示すフローチャートである。

【図9】本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキの間の、制動荷重緩和用の別の方法を示すフローチャートである。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0017】

本明細書で開示される方法及び装置は、地上走行制動解放用のエネルギーベースの選択オジックを停止するための操作システムを提供する。特に、開示されるシステムは、ブレーキ摩耗の低減及びブレーキ温度の低減を含む、航空機の複数の目的をバランスさせる制動方式を提供する。開示されるシステムは更に、制動中の航空機構造へのより低い荷重を維持する手段を提供し、それは更に、より低い設計荷重によって、構造重量を低減できる。

##### 【0018】

具体的には、この制動方式では、ブレーキ動作の傾斜があり、高減速停止用のブレーキの一部の動作遅延がある(例えば、後方ブレーキを動作させた後、所定の時間遅延で、前方ブレーキを動作させる)。ブレーキの一部の動作を遅延させることは、ブレーキの開始中の航空機のノーズギア、及び/又は機体の最大荷重を低下させるために役立つ。航空機速度、制動力、及び様々な他の条件に依存して、異なる制動シナリオを満足するために、様々な航空機速度において、所定の長さの遅延を適用できる。

##### 【0019】

以下の説明では、本システムのより完全な説明を提供するために、様々な詳細に言及している。しかし、当業者には明らかなように、開示されるシステムは、これらの具体的な詳細がなくても実施できる。他の例では、本システムが不必要に曖昧にならないように、周知の形態は詳しくは説明されていない。

##### 【0020】

本発明の実施形態は、機能及び/又は論理ブロック部品、及び様々な処理ステップについて説明されている。当然のことながら、このようなブロック部品は、所定の機能を実行するために構成した任意の数のハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェア部品によって実現できる。例えば、本発明の一実施形態は、メモリ素子、デジタル信号処理素子、論理素子、参照表等の、様々な集積回路部品を使用でき、それらは、一つ以上のマイクロプロセッサ又は他の制御装置の制御下で、様々な機能を実行できる。加えて、当業者には明らかなように、本発明の実施形態は、様々な異なる航空機ブレーキシステム、及び航空機構成との関連にて実施され、本明細書で説明されるシステムは単に、本発明の実施形態の一例にすぎない。

##### 【0021】

簡略化のために、本システムの信号処理、航空機ブレーキシステム、ブレーキシステム制御、及び他の機能的形態(及び本システムの個々の動作部品)に関連した既存の技術及び部品は、本明細書では詳細には説明されていないかもしれない。その上、本明細書に含まれる様々な図面に示した接続線は、様々な要素の間の機能的関係、及び/又は物理的関係を例示的に示すものとする。当然のことながら、本発明の一実施形態では、多くの代替的又は追加的な機能的関係、又は物理的接続が存在してもよい。

##### 【0022】

以下の説明では、相互に「接続された」または「結合された」要素又はノード又は対象部(features)について言及する。他に明確に述べられていない限り、本明細書で用いる場合、「接続され」とは、一つの要素/ノード/対象部が、他の要素/ノード/対象部に直接的につながれて(又は直接的に連絡され)いることを意味するが、必ずしも機械的なつ

ながりを意味しない。同様に、他に明確に述べられていない限り、「結合され」とは、一つの要素／ノード／対象部が、他の要素／ノード／対象部に直接的に又は間接的につながれて（又は直接的に又は間接的に連絡されて）いることを意味するが、必ずしも機械的なつながりを意味しない。従って、図面に示した概略図は、要素の構成例を示すが、本発明の実施形態で追加の介在要素、装置、対象部、又は部品が存在していてもよい。

#### 【0023】

図2Aは、航空機（図示せず）での使用に適した電気ブレーキシステム100の一部の概略図である。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、BSCU104に結合された電気ブレーキアクチュエータ制御部（EBC）106、EBC106に結合されたブレーキ機構108を含んでいる。ブレーキ機構108は、航空機の少なくとも一つの車輪110に対応している。電気ブレーキシステム100は更に、車輪110に結合された車軸取付け遠隔データ収集器（RDC）112を含んでいる。簡単に言うと、BSCU104は、ブレーキペダル102の操作に反応し、EBC106が受け取る制御信号を生成する。更に、EBC106は、ブレーキ機構108が受け取るブレーキ機構制御信号を生成する。更に、ブレーキ機構108は、車輪110の回転を低下させるよう動作する。これらの形態及び部品は、以下で更に詳しく説明する。

10

#### 【0024】

電気ブレーキシステム100は、航空機の任意の数の電気ブレーキ構成に適用でき、電気ブレーキシステム100は、説明を容易にするために簡略化された形態で示されている。一実施形態の電気ブレーキシステム100は、左サブシステムアーキテクチャと右サブシステムアーキテクチャを含み、ここで、用語「左」及び「右」は、航空機の左舷及び右舷を各々指す。実際には、二つのサブシステムアーキテクチャは、以下に説明するように、別個に制御してもよい。この点では、実際に装着される一実施形態の電気ブレーキシステム100は、左ブレーキペダルと、右ブレーキペダルと、左BSCUと、右BSCUと、左BSCUに制御されるように結合された任意の数の左EBCと、右BSCUに制御されるように結合された任意の数の右EBCと、各車輪（又は車輪の各グループ）用のブレーキ機構と、各車輪（又は車輪の各グループ）用のRDCと、を含んでいてもよい。動作中、電気ブレーキシステムは、ブレーキアクチュエータ制御信号を航空機の各車輪に対して個別に、又は任意のグループの車輪に対して同時に生成及び印加できる。

20

#### 【0025】

ブレーキペダル102は、電気ブレーキシステム100にパイロットからの入力を供給するように構成されている。パイロットは、ブレーキペダル102を物理的に操作し、ブレーキペダル102の変位又は移動（つまり、何らかの形態の物理的入力）をもたらす。この物理的変位は、ハードウェアサーボ又はその均等部品によってブレーキペダルの自然位置からの変位として測定され、トランスデューサ又はその均等部品によってBSCUパイロットコマンド制御信号に変換されて、BSCU104に送られる。BSCUパイロットコマンド制御信号は、ブレーキペダル102の変位位置、ブレーキペダル102の変位率(deflection rate)、ブレーキ機構108の所望の制動条件等を含む、又は示すブレーキペダルセンサデータを伝達するものである。

30

#### 【0026】

一実施形態の電気ブレーキシステム100は、任意の数のBSCU104を用いてもよい。説明を容易にするために、この実施形態では、BSCU104を一つだけ含んでいるものとする。BSCU104は、ブレーキコマンドを表すEBC制御信号をデジタル的に計算する組込みソフトウェアを備えた電気制御ユニットである。電気的／ソフトウェア的手当てによって、ブレーキ性能又は制動感覚の更なる最適化及びカスタマイズが可能であり、必要に応じて特定の航空機への展開が行える。

40

#### 【0027】

BSCU104は、本明細書で説明される機能を実行するように設計した、汎用プロセッサ、内容読出し可能メモリ、デジタル信号プロセッサ、特定用途向け集積回路、フィー

50

ルドプログラム可能ゲートアレイ、任意の適切なプログラム可能論理装置、個別ゲート又はトランジスタロジック、個別ハードウェア部品、又はそれらの組合せを用いて実施又は実行できる。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、又は状態マシンとして実現できる。プロセッサは更に、計算装置の組合せ、例えば、デジタル信号プロセッサ及びマイクロプロセッサの組合せ、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連結した一つ以上のマイクロプロセッサ、又は任意の他の同様の構成として実施できる。一実施形態では、BSCU104は、ソフトウェアを提供し、当該ソフトウェア用の外部インターフェースをもたらすコンピュータプロセッサ（PowerPC555等）を用いて実現できる。

## 【0028】

BSCU104は、様々な航空機入力を監視し、ペダルブレーキ、駐機ブレーキ、自動ブレーキ、及びギア引込みブレーキ等の制御機能を提供するが、これらに限定されるものではない。加えて、以下で更に詳しく説明するように、BSCU104は、滑り止めコマンド（BSCU104から内部的に又は外部的に生成される）をブレーキペダル102からのパイロットコマンド制御信号及びRDC112からの車輪データ（例えば、車輪速度、回転方向、タイヤ圧等）に混合して、BSCU104によるブレーキ制御を拡張する。BSCU104は、その入力信号を処理し、EBC106が受け取る一つ以上のEBC制御信号を生成する。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。一般的なアーキテクチャ（図示せず）では、各BSCUは、その制御下で、任意の数のEBCで使用する別個の出力信号を生成できる。

10

## 【0029】

BSCU104は、一つ以上の関連するEBC106に結合される。EBC106は、BSCU104について上で説明したように動作する。一実施形態では、EBC106は、コンピュータプロセッサ（PowerPC555等）により実現され、当該コンピュータプロセッサは、ソフトウェアを提供するとともに、このソフトウェア用の外部インターフェースをもたらし、本明細書で説明される様々なEBC動作を実行するように構成される適切な処理ロジックを含む。EBC106は、BSCU104からEBC制御信号を獲得し、EBC制御信号を処理し、ブレーキ機構108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

30

## 【0030】

特に、BSCU104及びEBC106の機能は、単一のプロセッサベースの部品に統合してもよい。この点では、BSCU104、EBC106、及びそれらの組合せは、電気ブレーキシステム100のブレーキ制御アーキテクチャと考えることができる。このようなブレーキ制御アーキテクチャは、本明細書で説明される荷重緩和及びブレーキ制御を実現するよう適切に構成された処理ロジック、機能、及び特徴を含んでいる。

40

## 【0031】

車輪110は、関連するブレーキ機構108を含んでいてもよい。EBC106は、ブレーキ機構108を制御し、ブレーキ機構108の一つ以上の部品の動作の作動、解放、調整、及び制御を実行する。その際、EBC106は、BSCU104によって生成される各EBC制御信号に応じて、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、航空機に利用される特定のブレーキ機構108に適合するように適切にフォーマット及び構成される。実際には、ブレーキ機構制御信号は、滑り止め及び他のブレーキ操作も実行するように調整できる。当業者は、航空機ブレーキ機構、及びそれらが制御される一般的な形態に精通しているため、このような周知事項は、ここでは詳しく説明しない。

50

## 【0032】

電気ブレーキシステム100は、車輪110用の一つ以上のセンサを含むようにしててもよいし、これらのセンサと通信するようにしてもよい。これらのセンサは、車輪110の車輪データ（車輪速度、車輪回転方向、タイヤ圧、車輪／ブレーキ温度等）を測定するよ

50

うに適切に構成され、この車輪データは、電気ブレーキシステム 100 によって利用される。RDC112 は、一般に、電気ブレーキシステム 100 の別の部品に対して、處理及び／又は伝達を行うために用いられるデータの受信、測定、若しくは検出により、又はその他の方法にてデータを獲得するように構成されている。ここでは、RDC112 は、車輪 110 に結合（もしくは連結）されている。また、RDC112 は、対応する車輪データを収集し、収集した車輪データを BSCU104 に対して送信するように構成されている。航空機の一つ以上のデジタルデータ通信バスは、任意の適切なデータ通信プロトコル、及び任意の適切なデータ通信方式を用いて、RDC112 から BSCU104 に車輪データを通信するように構成できる。別の実施形態では、RDC112 は、EBCAC106 に車輪データを通信するように構成してもよい。更に別の実施形態では、RDC112 は、BSCU104 と EBCAC106 に車輪データを通信するように構成してもよい。

10

#### 【0033】

この例では、電気ブレーキシステム 100 は、車輪データに応じて、ブレーキ機構 108 の動作を制御するように適切に構成されている。具体的には、電気ブレーキシステム 100 は、車輪速度値に応じて、ブレーキ機構 108 の動作を制御するように構成されており、この車輪速度値は、航空機の現在の速度を示す。

#### 【0034】

電気ブレーキシステム 100 は、航空機の高制動力中の動的構造荷重（例えば、着陸ギア荷重）を緩和するために利用できる。電気ブレーキシステム 100 は一般に、ブレーキ機構 108 にコマンドを送り、パイロットによるブレーキペダル 102 の変位量に関連するようにブレーキトルクを生成する。この制御は、ブレーキペダル 102 の変位位置、ブレーキペダル 102 の変位率、及び／又は航空機の移動速度を考慮して、ブレーキ機構 108 の動作を修正し、所望のブレーキトルクが、最大動荷重を発生させない適切な比率で得られるようにする。これによって、航空機の着陸ギアは、軽量及び小型に設計でき、航空機性能に有利である。一実施形態では、電気ブレーキシステム 100 は、ブレーキペダル 102 におけるセンサを用いて、ブレーキペダル 102 の変位及び変位率を測定する。車輪 110 におけるセンサによって測定可能な航空機車輪速度も、ブレーキ制御基準への入力として用いられる。BSCU104 は、これらの入力を処理し、ブレーキ作動の初期の開始比率を低減し、更に、着陸ギア構造で吸収しなければならない最大制動荷重を低減する。ブレーキ制御基準は、航空機の特定の形式、航空機の静的、動的、又は動作的特性、及び／又はブレーキ機構 108 の静的、動的、又は動作的特性に対して調整できる。

20

#### 【0035】

図 2B は、航空機の電気ブレーキシステムでの使用に適したブレーキ制御アーキテクチャ 200 の概略図である。電気ブレーキシステム 100 に対し、ブレーキ制御アーキテクチャ 200 の一実施形態を利用できる。例えば、ブレーキ制御アーキテクチャ 200 は、BSCU104 及び／又は EBCAC106 にて実現できる。ブレーキ制御アーキテクチャ 200 は、適切に構成した処理ロジックを備えているプロセッサ 202、適切な容量のメモリ 204、及びブレーキ機構制御信号生成器 206 を含んでいてもよいが、これらに限定されるものではない。また、ブレーキ制御アーキテクチャ 200 は、ブレーキ作動プロファイル生成器 208 を含んでもよいが、必須ではない。これらの要素は、データ通信バス 209 又は任意の適切に構成した相互接続アーキテクチャを用いて、互いに結合できる。以下で更に詳しく説明するように、本実施形態では、ブレーキ制御アーキテクチャ 200 は、ブレーキペダルセンサデータ 210 及び車輪速度データ 212 の獲得、並びに処理を行うように構成されている。

30

#### 【0036】

プロセッサ 202 は、BSCU104 について上で説明したように動作するように構成できる。プロセッサ 202 に対応する処理ロジックは、本明細書で説明される電気ブレーキ制御方式に関連した様々な動作及び機能を実行するように設計される。更に、本明細書で開示される実施形態において説明される方法又はアルゴリズム（又はその一部）は、ハードウェア、ファームウェア、プロセッサ 202 によって実行されるソフトウェアモジュ

40

50

ール、又はそれらの任意の実際的な組合せで直接具現化できる。ソフトウェアモジュールはメモリ204内に配してもよい。メモリは、RAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、又はその他の公知の記憶媒体を備えた一つ以上の物理的部品として実現できる。この点では、メモリ204は、プロセッサ202に結合され、プロセッサ202が、メモリ204に対して情報を読み書きできるようにしてもよい。あるいは、メモリ204は、プロセッサ202と一体化してもよい。一例として、プロセッサ202とメモリ204とをASIC内に配してもよい。

#### 【0037】

メモリ204は、航空機用の少なくとも一つのブレーキ作動プロファイル214を格納するように構成できる。ブレーキ作動プロファイル214は、ブレーキ機構の動作に影響を与える。ブレーキ作動プロファイル214は、事前決定された上でブレーキ制御アーキテクチャ200内にプログラム化されるか、又はブレーキ制御アーキテクチャ200によってリアルタイムにて生成される。前者の状況では、ブレーキ作動プロファイル214は、航空機の静的、動的、空力学的、動作的、及び／又は他の特性（例えば、航空機の質量、及び航空機の一般的な着陸速度）に基づくものであってもよいし、電気ブレーキシステム又はブレーキ機構の静的、動的、動作的及び／又は他の特性（例えば、制御要素の応答時間、実現可能な最大ブレーキトルク、及びブレーキトルクの一般的な範囲）に基づくものであってもよい。後者の状況では、任意的なブレーキ作動プロファイル生成器208を利用し、ブレーキペダルセンサデータ210及び／又は車輪速度データ212に応じて、動的にブレーキ作動プロファイル214を生成するようにしてもよい。ブレーキ作動プロファイル生成器208の動作は、上で説明したような航空機特性及び／又はブレーキ機構特性によっても影響され得る。実際には、ブレーキ作動プロファイル生成器208は、プロセッサ202の処理ロジックで実現できる。

#### 【0038】

図3は、ブレーキペダル移動量310とブレーキコマンド量320の関係を示すグラフ300である。このグラフ300では、ブレーキペダル移動量310は、x軸上にブレーキペダルの押下げ度合いで示されている。そして、ブレーキコマンドフォース量は、y軸上に%で示されている。例えば、ブレーキペダルが、パイロットによって5°押し下げられたとき、この押下げ量は、全ブレーキコマンドフォースの10%に対応する。更に、例えば、ブレーキペダルが、パイロットによって12°押し下げられたとき、この押下げ量は、全ブレーキコマンドフォースの100%（つまり、ブレーキコマンドフォースの最大量）に対応する。

#### 【0039】

当然のことながら、図4～7のロジックに関連して実行される様々なタスク、及び図8と9の方法に関連して実行される様々なタスクは、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組合せによって実行できる。例示的であるに過ぎないが、図4～7のロジック及び図8と9の方法に関する以下の説明は、図2～3に関連して上で述べた要素に当てはまるものである。本発明の各実施形態では、図4～7のロジック及び図8と9の方法の一部は、説明したシステムの異なる要素（例えば、BSCU、EBC、及び／又はブレーキ機構）によって実行できる。当然のことながら、図4～7のロジック及び図8と9の方法は、任意の数の追加タスク又は代替タスクを含んでいてもよい。また、図4～7のロジック及び図8と9の方法に示したタスクは、例示した順番で実行する必要はない。さらに、図4～7のロジック及び図8と9の方法は、本明細書では詳しく説明されていない追加的機能を備える、より包括的な手順又は処理内に組み込むこともできる。

#### 【0040】

図4は、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用のロジックを示す概略図400である。同図において、ブレーキ作動プロファイル440は、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、少なくとも

10

20

30

40

50

一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作後に遅延されることを示す。この図にあるように、ロジックの開始時には通常制動モード 410 であり、ブレーキシステムを使用する準備ができている状態にある（つまり、ブレーキは、作動コマンドを受けるように待機している）。次の段階 420 で、重い制動条件が存在するか否かを、少なくとも一つのプロセッサが判断する。重い制動条件は、例えば、少なくとも一つのブレーキペダルにパイロットによって加えられる制動力が、全制動力の 9 % 未満から 65 % を超えて（つまり、全制動力は、100 % である）遷移した時点として定義できる。

#### 【0041】

重い制動条件が存在しないことを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、通常制動モード 410 が単に維持される。しかし、重い制動条件が存在することを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、制動荷重緩和機能 430 が実行される。制動荷重緩和機能 430 が実行されると、少なくとも一つのプロセッサは、実行されるブレーキ作動プロファイル 440 を生成する。この図では、ブレーキ作動プロファイル 440 は、第一組のブレーキが、時間  $t_1$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。加えて、ブレーキ作動プロファイル 440 は、第二組のブレーキが、時間  $t_2$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。ブレーキ作動プロファイル 440 の場合、第一組のブレーキの動作の傾斜率は、第二組のブレーキの動作の傾斜率と同じであるように示されている。

10

#### 【0042】

当然のことながら、第一組のブレーキは、前方ブレーキであってもよく、第二組のブレーキは、後方ブレーキであってもよい。あるいは、第一組のブレーキは、後方ブレーキであってもよく、第二組のブレーキは、前方ブレーキであってもよい。また、第一組のブレーキは、全ブレーキシステムの一部であってもよく、第二組のブレーキは、第一組のブレーキの部分ではない、全ブレーキシステムの単に残りの部分であってもよい。

20

#### 【0043】

図 5 は、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用のロジックを示す概略図 500 である。同図に示すように、ブレーキ作動プロファイル 540 は、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、（1）少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作後に遅延されることを示し、（2）少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作より高い傾斜率であることを示す。なお、傾斜率は、作動量及び作動速度の関数である。この図では、ロジックは、図 4 のロジックと同じものに従う。しかし、この図では、生成されるブレーキ作動プロファイル 540 は、図 4 で生成されるブレーキ作動プロファイル 440 とは異なっている。

30

#### 【0044】

この図では、ブレーキ作動プロファイル 540 は、第一組のブレーキが、時間  $t_1$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率（つまり、第一傾斜率）で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。加えて、ブレーキ作動プロファイル 540 は、第二組のブレーキが、時間  $t_2$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率（つまり、第二傾斜率）で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。ブレーキ作動プロファイル 540 の場合、第一組のブレーキの動作の傾斜率（つまり、第一傾斜率）は、第二組のブレーキの動作の傾斜率（つまり、第二傾斜率）より小さく示されている。

40

#### 【0045】

図 6 は、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用の別のロジックを示す概略図 600 である。同図に示すように、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、低速ブレーキ作動プロファイル 660 における少なくとも一つの第一ブレーキの動作と少なくとも一つの第二ブレーキの動作との間の遅延が、高速ブレーキ作動プロファイル 670 における少なくとも一つの第一ブレーキの動作と少なくとも一つの第二ブレーキの動作との間の遅延よりも大きい。

50

**【 0 0 4 6 】**

この図にあるように、ロジックの開始時には通常制動モード 610 であり、ブレーキシステムを使用する準備ができている状態にある（つまり、ブレーキは、作動コマンドを受けるように待機している）。それから、少なくとも一つのプロセッサは、620 で、重い制動条件が存在するか否かを判断する。

**【 0 0 4 7 】**

重い制動条件が存在しないことを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、通常制動モード 610 が単に維持される。しかし、重い制動条件が存在することを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、当該少なくとも一つのプロセッサは、次の段階 630 で、高速条件が存在するか否かを判断する。高速条件は、例えば、少なくとも一つの車輪速度が、45 ~ 70 ノットの間である場合として定義できる。10

**【 0 0 4 8 】**

高速条件が存在しないことを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、低速制動荷重緩和機能 640 が実行される。低速制動荷重緩和機能 640 が実行されると、少なくとも一つのプロセッサは、実行すべき低速ブレーキ作動プロファイル 660 を生成する。この図では、低速ブレーキ作動プロファイル 660 は、第一組のブレーキが、時間  $t_1$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。加えて、低速ブレーキ作動プロファイル 660 は、第二組のブレーキが、時間  $t_2$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。低速ブレーキ作動プロファイル 660 の場合、第一組のブレーキの動作の傾斜率は、第二組のブレーキの動作の傾斜率と同じであることが示されている。20

**【 0 0 4 9 】**

高速条件が存在することを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、高速制動荷重緩和機能 650 が実行される。高速制動荷重緩和機能 650 が実行されると、少なくとも一つのプロセッサは、実行される高速ブレーキ作動プロファイル 670 を生成する。この図では、高速ブレーキ作動プロファイル 670 は、第一組のブレーキが、時間  $t_1$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。加えて、高速ブレーキ作動プロファイル 670 は、第二組のブレーキが、時間  $t_2$  に動作を開始し、その後、所定の傾斜率で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。高速ブレーキ作動プロファイル 670 の場合、第一組のブレーキの動作の傾斜率は、第二組のブレーキの動作の傾斜率と同じであることが示されている。30

**【 0 0 5 0 】**

ここで重要な点は、低速ブレーキ作動プロファイル 660 の  $t_1$  と  $t_2$  の差が、高速ブレーキ作動プロファイル 670 の  $t_1$  と  $t_2$  の差より大きいことである。従って、低速ブレーキ作動プロファイル 660 の第二組のブレーキの動作は、高速ブレーキ作動プロファイル 670 の第二組のブレーキの動作より長く遅延される。

**【 0 0 5 1 】**

なお、一つ以上の実施形態では、高速ブレーキ作動プロファイル 670 の場合、第一組のブレーキは、第一時間遅延で動作を開始し、第二組のブレーキは、第二時間遅延で動作を開始し、この第二時間遅延は、第一時間遅延より大きい。そして、低速ブレーキ作動プロファイル 660 の場合、第一組のブレーキは、第三時間遅延で動作を開始し、第二組のブレーキは、第四時間遅延で動作を開始し、この第四時間遅延は、第三時間遅延より大きい。さらに、第一時間遅延と第二時間遅延の差は、第三時間遅延と第四時間遅延の差より小さい。40

**【 0 0 5 2 】**

図 7 は、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用の別のロジックを示す概略図 700 である。図 7 に示すように、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、(1) 低速ブレーキ作動プロファイル 760 における少なくとも一つの第一ブレーキの動作と少なくとも一つの第二ブレーキの動作との間の遅延が、高速ブレーキ作動プロファイル 770 における少なくとも一つの第一

10

20

30

40

50

ブレーキの動作と少なくとも一つの第二ブレーキの動作との間の遅延よりも大きく、(2)少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、少なくとも一つの第一ブレーキの動作より高い傾斜率であることを示す。この図では、ロジックは、図6のロジックと同じものに従う。しかし、この図では、生成される低速ブレーキ作動プロファイル760と高速ブレーキ作動プロファイル770は、図6で生成される低速ブレーキ作動プロファイル660と高速ブレーキ作動プロファイル670とは異なっている。

#### 【0053】

この図では、低速ブレーキ作動プロファイル760は、第一組のブレーキが、時間t1に動作を開始し、その後、所定の傾斜率(つまり、第一傾斜率)で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。加えて、低速ブレーキ作動プロファイル760は、第二組のブレーキが、時間t2に動作を開始し、その後、所定の傾斜率(つまり、第二傾斜率)で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。低速ブレーキ作動プロファイル760の場合、第一組のブレーキの動作の傾斜率(つまり、第一傾斜率)は、第二組のブレーキの動作の傾斜率(つまり、第二傾斜率)より小さいことが示されている。10

#### 【0054】

同様に、高速ブレーキ作動プロファイル770は、第一組のブレーキが、時間t1に動作を開始し、その後、所定の傾斜率(つまり、第一傾斜率)で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。加えて、高速ブレーキ作動プロファイル770は、第二組のブレーキが、時間t2に動作を開始し、その後、所定の傾斜率(つまり、第二傾斜率)で、所定のブレーキトルクレベルまで動作することを示す。高速ブレーキ作動プロファイル770の場合、第一組のブレーキの動作の傾斜率(つまり第一傾斜率)は、第二組のブレーキの動作の傾斜率(つまり、第二傾斜率)より小さくなることが示されている。20

#### 【0055】

図6と同様に、ここで重要な点は、低速ブレーキ作動プロファイル760のt1とt2の間の差が、高速ブレーキ作動プロファイル770のt1とt2の間の差より大きいことである。従って、低速ブレーキ作動プロファイル760の第二組のブレーキの動作は、高速ブレーキ作動プロファイル770の第二組のブレーキの動作より長く遅延される。

#### 【0056】

図8は、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和方法800を示すフローチャートである。810において方法800が開始されると、820において、少なくとも一つのブレーキペダルセンサは、少なくとも一つのブレーキペダルの動作に応じて、ブレーキペダル作動量を検出する。その後830において、少なくとも一つのプロセッサは、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断する。なお、いくつかの実施形態では、ブレーキペダル作動閾値は、実際には、所定の範囲の値であってもよく、所定の範囲のブレーキペダルの作動率であってもよい。30

#### 【0057】

次に、840において、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、当該少なくとも一つのプロセッサは、ブレーキ作動プロファイルを生成する。40

#### 【0058】

ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第一時間遅延だけ遅延され、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第二時間遅延だけ遅延されることを示す。いくつかの実施形態では、第一時間遅延は、第二時間遅延より大きい。他の実施形態では、第二時間遅延は、第一時間遅延より大きい。更に他の実施形態では、ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、遅延されず、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、所定の時間遅延だけ遅延されることを示す。

#### 【0059】

ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率

10

20

30

40

50

で増大することを示す。いくつかの実施形態では、少なくとも一つの第一ブレーキは、少なくとも一つの前方ブレーキであり、少なくとも一つの第二ブレーキは、少なくとも一つの後方ブレーキである。他の実施形態では、少なくとも一つの第一ブレーキは、少なくとも一つの後方ブレーキであり、少なくとも一つの第二ブレーキは、少なくとも一つの前方ブレーキである。

#### 【0060】

ブレーキペダル作動量は、少なくとも一つのブレーキペダルの作動率に関連している。少なくとも一つのブレーキペダルの作動率は、少なくとも一つのブレーキペダルに印加される制動力の量に関連し、及び／又は少なくとも一つのブレーキペダルの作動率は、少なくとも一つのブレーキペダルを押し下げる度合いに関連している。

10

#### 【0061】

方法800の説明に戻り、850において、少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキは、ブレーキ作動プロファイルに従って動作する。その後、860において、方法800を終了する。

#### 【0062】

図9は、本開示内容の少なくとも一つの実施形態に従って、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用の別の方法900を示すフローチャートである。910において方法が開始されると、920において、少なくとも一つのブレーキペダルセンサは、少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出する。その後930において、少なくとも一つの車輪速度センサは、少なくとも一つの車輪の車輪速度を検出する。

20

#### 【0063】

次に、940において、ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、当該少なくとも一つのプロセッサは、車輪速度が、車輪速度閾値より大きいか否かを判断する。なお、いくつかの実施形態では、車輪速度閾値は実際には、所定の範囲の速度値であってもよい。

30

#### 【0064】

いくつかの実施形態では、少なくとも一つの車輪速度センサの代わりに、又はそれに加えて少なくとも一つの車両速度センサを用いることができる。更に、車輪速度閾値の代わりに、又はそれに加えて車両速度閾値を利用できる。

#### 【0065】

次に、950において、車輪速度が、車輪速度閾値より大きいことを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、当該少なくとも一つのプロセッサは、第一ブレーキ作動プロファイル（つまり、高速ブレーキ作動プロファイル）を生成する。第一ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第一時間遅延だけ遅延され、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第二時間遅延だけ遅延されることを示す。いくつかの実施形態では、第一ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大することを示す。次に、960において、少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキは、第一ブレーキ作動プロファイルに従って動作する。

40

#### 【0066】

その後、970で、車輪速度が、車輪速度閾値以下であることを、少なくとも一つのプロセッサが判断した場合、当該少なくとも一つのプロセッサは、第二ブレーキ作動プロファイル（つまり、低速ブレーキ作動プロファイル）を生成する。第二ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第三時間遅延だけ遅延され、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第四時間遅延だけ遅延されることを示す。少なくとも一実施形態では、第二ブレーキ作動プロファイルは、少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大することを示す。

50

## 【0067】

いくつかの実施形態では、第一時間遅延と第二時間遅延の差は、第三時間遅延と第四時間遅延の差より小さい。一つ以上の実施形態では、第三時間遅延は、第四時間遅延より大きい。他の実施形態では、第四時間遅延は、第三時間遅延より大きい。

## 【0068】

方法900の説明に戻り、980において、少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキは、第二ブレーキ作動プロファイルに従って動作する。その後、990において、方法900を終了する。

## 【0069】

なお、本明細書で開示した、制動荷重緩和用のシステム、方法、及び装置によって用いられる車両は、空中車両、地上車両、又は海上車両であってもよい。いくつかの実施形態では、空中車両は、航空機であってもよい。これらの実施形態では、前方及び後方ブレーキは、少なくとも一つの車輪を含む、少なくとも一つの着陸ギアトラックに関連している。一つ以上の実施形態では、地上車両は、列車、トラック、トレーラ、自動車、オートバイ、又は戦車であってもよい。いくつかの実施形態では、海上車両は、ボート又は船であってもよい。これらの実施形態では、前方及び後方ブレーキは、海上車両の少なくとも一つのプロペラに関連している。更に、いくつかの実施形態では、車輪速度センサの代わりに、又はそれと共に、車両速度センサを用いることもできる。これらの実施形態では、車両速度閾値を同様に利用することもできる。

10

## 【0070】

本開示内容の一態様によれば、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用の方法が提供されるものであり、前記方法は、少なくとも一つのブレーキペダルセンサを用いて、少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出することと、少なくとも一つの速度センサを用いて、速度を検出することと、少なくとも一つのプロセッサを用いて、前記ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断することと、前記ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいことを、前記少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、前記少なくとも一つのプロセッサを用いて、前記速度が、速度閾値より大きいか否かを判断することと、前記速度が、速度閾値より大きいことを、前記少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、前記少なくとも一つのプロセッサを用いて、第一ブレーキ作動プロファイルを生成することと、前記速度が、速度閾値以下であることを、前記少なくとも一つのプロセッサが判断したとき、前記少なくとも一つのプロセッサを用いて、第二ブレーキ作動プロファイルを生成することと、を含んでいる。

20

## 【0071】

好ましくは、前記方法は、前記少なくとも一つの速度センサが、車輪速度及び車両速度センサの少なくとも一方であるものである。

30

## 【0072】

好ましくは、前記方法は、前記速度閾値が、車輪速度閾値及び車両速度閾値の一方であるものである。

40

## 【0073】

好ましくは、前記方法は、前記少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第一時間遅延だけ遅延され、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第二時間遅延だけ遅延されることを、前記第一ブレーキ作動プロファイルが示し、前記少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第三時間遅延だけ遅延され、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第四時間遅延だけ遅延されることを、前記第二ブレーキ作動プロファイルが示し、前記第一時間遅延と前記第二時間遅延の差が、前記第三時間遅延と前記第四時間遅延の差より小さいものである。

## 【0074】

好ましくは、前記方法は更に、前記第一ブレーキ作動プロファイルに従って、前記少なくとも一つの第一ブレーキと前記少なくとも一つの第二ブレーキを動作させることを含ん

50

でいる。

【0075】

好ましくは、前記方法は更に、前記第二ブレーキ作動プロファイルに従って、前記少なくとも一つの第一ブレーキと前記少なくとも一つの第二ブレーキを動作させることを含んでいる。

【0076】

好ましくは、前記方法は、前記少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大することを、前記第一ブレーキ作動プロファイルが示すものである。

【0077】

好ましくは、前記方法は、前記少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、時間経過に伴い第一比率で増大し、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、時間経過に伴い第二比率で増大することを、前記第二ブレーキ作動プロファイルが示すものである。

【0078】

好ましくは、前記方法は、前記少なくとも一つの第一ブレーキが、少なくとも一つの前方ブレーキであり、前記少なくとも一つの第二ブレーキが、少なくとも一つの後方ブレーキであるものである。

【0079】

好ましくは、前記方法は、前記少なくとも一つの第一ブレーキが、少なくとも一つの後方ブレーキであり、前記少なくとも一つの第二ブレーキが、少なくとも一つの前方ブレーキであるものである。

【0080】

好ましくは、前記方法は、前記ブレーキペダル作動量が、前記少なくとも一つのブレーキペダルの前記作動率と関連しているものである。

【0081】

本開示内容の一態様によれば、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用のシステムが提供されるものであり、前記システムは、少なくとも一つのブレーキペダルと、前記少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出するための少なくとも一つのブレーキペダルセンサと、前記ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断し、前記ブレーキペダル作動量が、前記ブレーキペダル作動閾値より大きいことを判断したとき、ブレーキ作動プロファイルを生成するための少なくとも一つのプロセッサと、を含み、前記少なくとも一つの第一ブレーキの動作が、第一時間遅延だけ遅延され、前記少なくとも一つの第二ブレーキの動作が、第二時間遅延だけ遅延されることを、前記ブレーキ作動プロファイルが示し、前記ブレーキ作動プロファイルに従って、前記少なくとも一つの第一ブレーキ及び前記少なくとも一つの第二ブレーキをそれぞれ動作させる。

【0082】

本開示内容の一態様によれば、車両用の少なくとも一つの第一ブレーキと、少なくとも一つの第二ブレーキについての制動荷重緩和用のシステムが提供されるものであり、前記システムは、少なくとも一つのブレーキペダルと、前記少なくとも一つのブレーキペダルの作動に応じて、ブレーキペダル作動量を検出するための少なくとも一つのブレーキペダルセンサと、少なくとも一つの車輪と、前記少なくとも一つの車輪の車輪速度を検出するための少なくとも一つの車輪速度センサと、前記ブレーキペダル作動量が、ブレーキペダル作動閾値より大きいか否かを判断し、前記ブレーキペダル作動量が、前記ブレーキペダル作動閾値より大きいことを判断したとき、前記車輪速度が、前記車輪速度閾値より大きいか否かを判断し、前記車輪速度が、前記車輪速度閾値より大きいことを、判断したとき、第一ブレーキ作動プロファイルを生成し、前記車輪速度が、前記車輪速度閾値以下であることを判断したとき、第二ブレーキ作動プロファイルを生成するための少なくとも一つのプロセッサと、を含んでいる。

【0083】

10

20

30

40

50

本明細書では、実施形態及び方法が例示的に開示されているが、開示された技術の真の趣旨及び範囲から逸脱することなく、これらの実施形態及び方法を変形及び改良可能であることは、当業者にとって上記の開示内容から明らかであろう。開示された技術には多くの他の例が存在するが、各々は、細部だけが他と異なっている。従って、開示された技術は、添付の請求項、及び適用法の規定と原理に基づき必要とされる範囲のみに限定されるものとする。

【図 1 A】

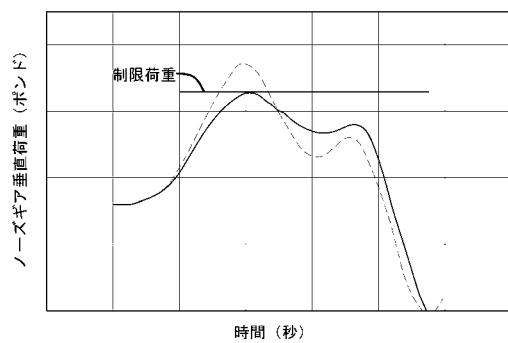


FIG. 1A

【図 1 B】

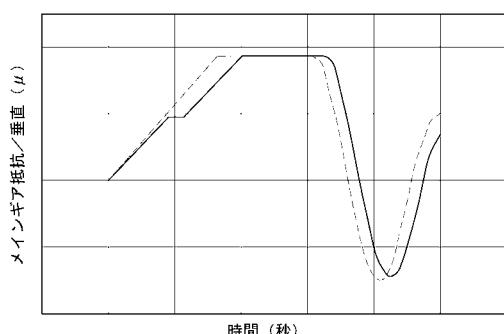
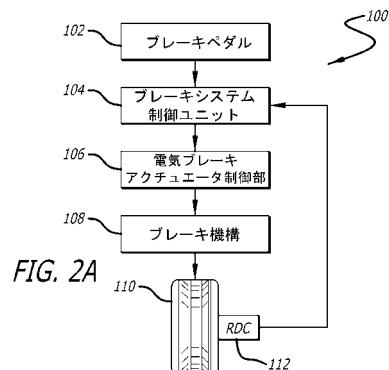
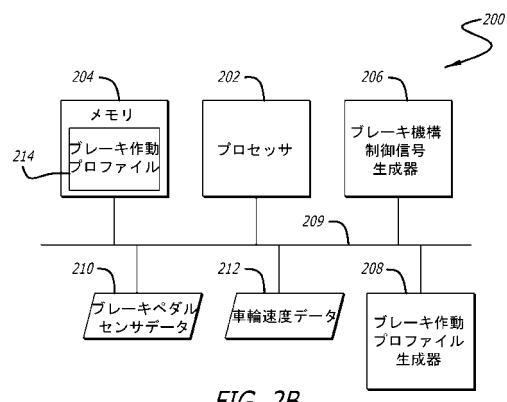


FIG. 1B

【図 2 A】



【図 2 B】



【図 3】

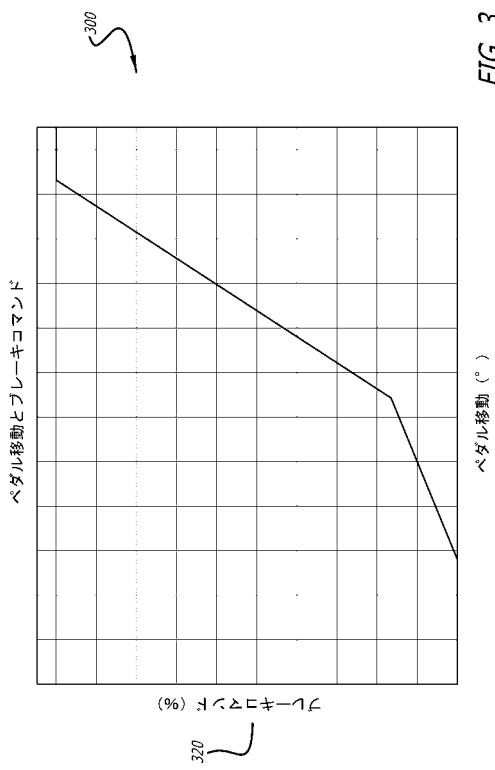


FIG. 3

【図 5】

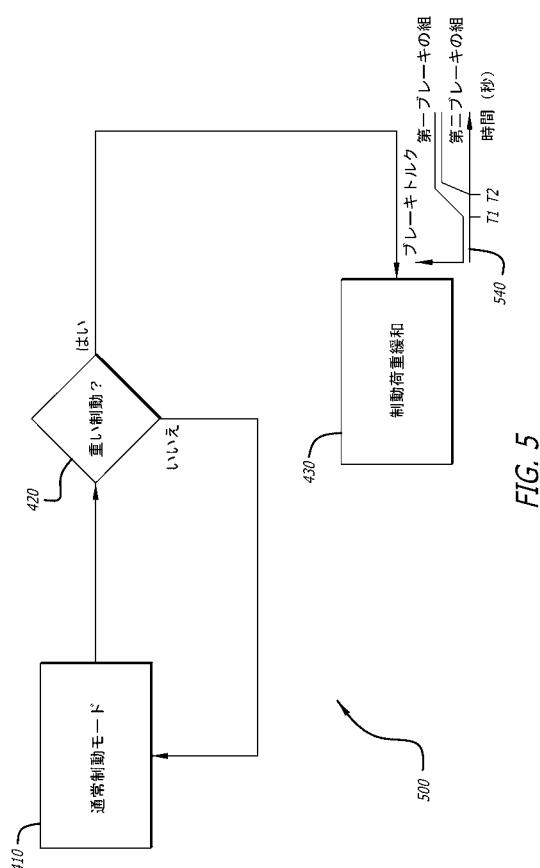


FIG. 5

【図 4】

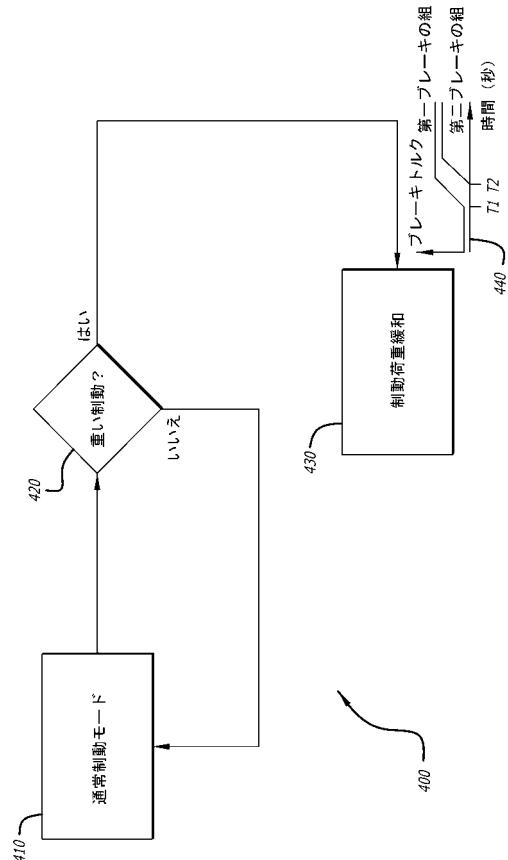


FIG. 4

【図 6】

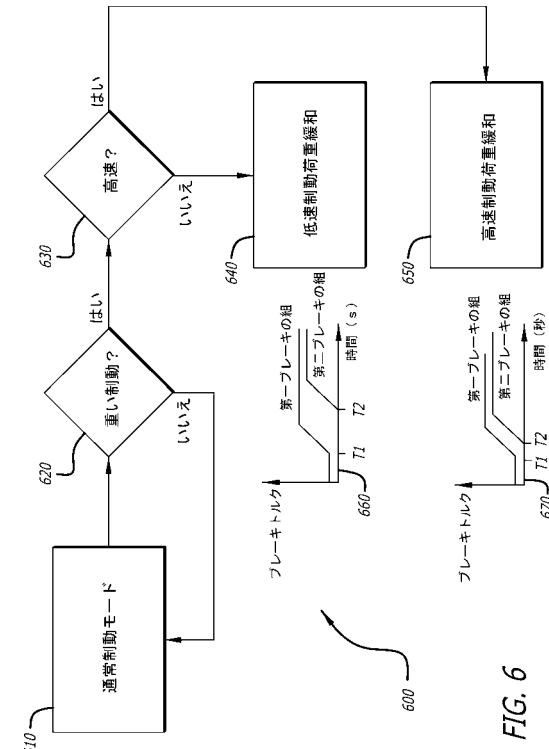
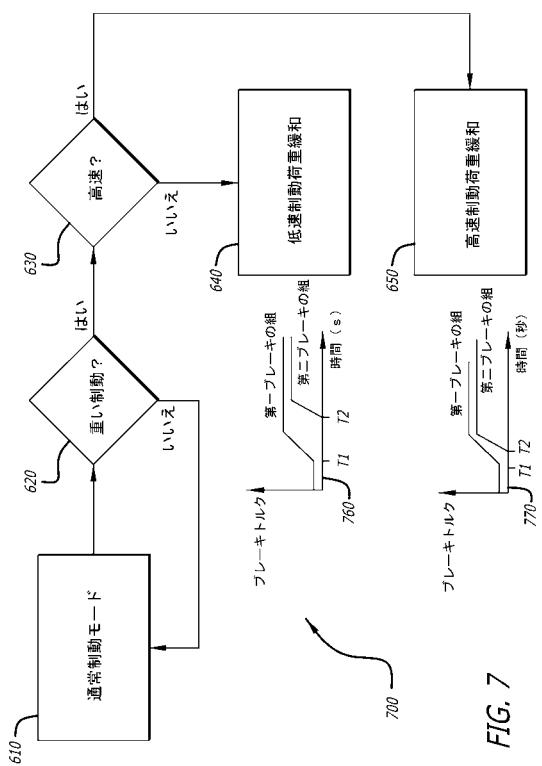
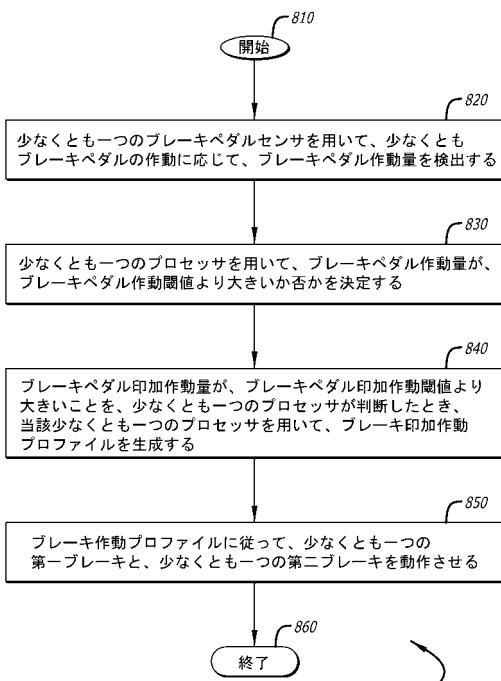


FIG. 6

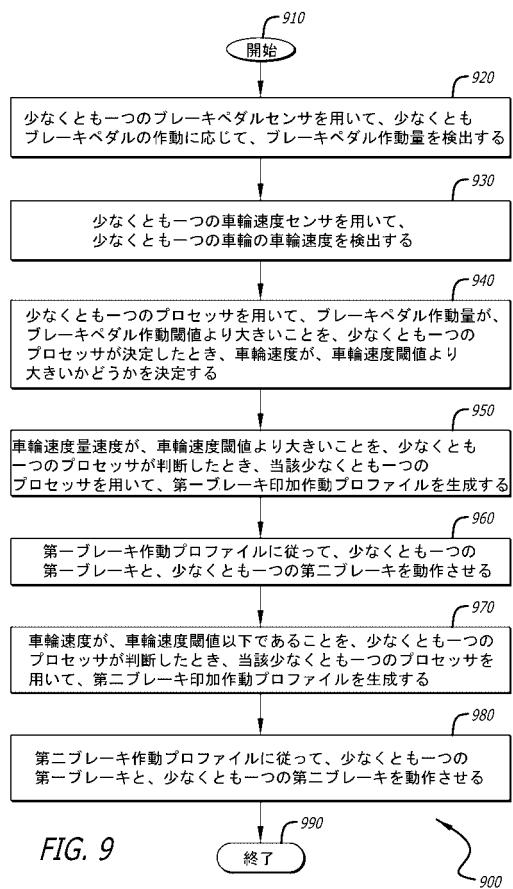
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100161274

弁理士 土居 史明

(74)代理人 100168044

弁理士 小淵 景太

(74)代理人 100168099

弁理士 鈴木 伸太郎

(72)発明者 スコット ブランドン カネモリ

アメリカ合衆国、イリノイ州 60606-2016、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ  
100、ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 ブルース ラム

アメリカ合衆国、イリノイ州 60606-2016、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ  
100、ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 ディビッド ティー・ヤマモト

アメリカ合衆国、イリノイ州 60606-2016、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ  
100、ザ・ボーリング・カンパニー内

(72)発明者 トーマス トッド グリフィス

アメリカ合衆国、イリノイ州 60606-2016、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ  
100、ザ・ボーリング・カンパニー内

F ターム(参考) 3D246 AA18 CA03 DA01 FA04 GA08 GA11 GA18 GA29 GB04 GB11

GB37 GC14 HA03A HA39A HA64A HA77A HA86A JB03 JB22 JB43

LA13Z

【外國語明細書】

2015067273000001.pdf

2015067273000002.pdf

2015067273000003.pdf

2015067273000004.pdf