

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-506104

(P2007-506104A)

(43) 公表日 平成19年3月15日(2007.3.15)

(51) Int. Cl.

**G01R 33/02 (2006.01)**  
**B60R 21/00 (2006.01)**

F I

G01R 33/02 A  
 B60R 21/00 610Z

テーマコード (参考)

2G017

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 49 頁)

(21) 出願番号 特願2006-527107 (P2006-527107)  
 (86) (22) 出願日 平成16年9月18日 (2004.9.18)  
 (85) 翻訳文提出日 平成18年5月16日 (2006.5.16)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/030725  
 (87) 国際公開番号 W02005/029098  
 (87) 国際公開日 平成17年3月31日 (2005.3.31)  
 (31) 優先権主張番号 10/666,165  
 (32) 優先日 平成15年9月19日 (2003.9.19)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

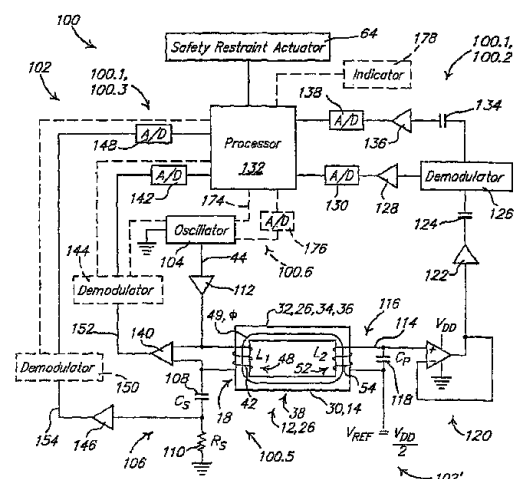
(71) 出願人 399042247  
 オートモーティブ システムズ ラボラトリー  
 インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国 ミシガン州48331、  
 ファーミントン ヒルズ、 スイート B  
 -12、ハガーティー ロード 2720  
 O  
 (74) 代理人 100102842  
 弁理士 葛和 清司  
 (72) 発明者 ボンヤ、ティモシー、ジェイ。  
 アメリカ合衆国 ミシガン州 48185  
 、ウェストランド、エヌ. クラウン ア  
 ベニュー 6262  
 Fターム(参考) 2G017 BA01 BA05 BA15

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気センサ

## (57) 【要約】

磁気センサ(10、100、100.1、100.2、100.3、100.4、100.5、100.6、202、204)のコイル(42、54、216.1、216.2、224.1'、224.2')は、車両ボディ(26)の磁気回路(38、222.1)と動作可能に関連して、磁気センサ(10、100、100.1、100.2、100.3、100.4、100.5、100.6、202、204)によって検知される車両ボディ(26)の状態に応答性のある車両ボディ(26)内の時間変化磁束(49)と協働するように適合されている。電気回路(102、102')は、コイル(42、54、216.1、216.2、224.1'、224.2')と動作可能に結合されており、コイル(42、54、216.1、216.2、224.1'、224.2')はそれと協働して、車両ボディ(26)の少なくとも1つの状態に対する時間変化磁束(49)に関連して共振または近共振状態を示す。一態様においては、発振器(104、210.1)からの信号が、キャパシタ(108)とコイル(42)との直列連結に流され



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

a. 車両ボディの磁気回路と動作可能に関連して、前記車両ボディにおける時間変化磁束と協働するように適合された、少なくとも 1 つのコイルであって、前記時間変化磁束は、前記少なくとも 1 つのコイルによって生成または検知されるとともに、前記時間変化磁束は、前記磁気センサによって検知される前記車両ボディの状態に応答性を有する、前記少なくとも 1 つのコイル；および

b. 前記少なくとも 1 つのコイルに動作可能に結合された、少なくとも 1 つの電気回路であって、前記少なくとも 1 つの電気回路と協働する前記少なくとも 1 つのコイルが、前記車両ボディの少なくとも 1 つの状態に対して、前記時間変化磁束と関連する共振または近共振状態を示すように適合されている、前記少なくとも 1 つの電気回路；を含む磁気センサ。

10

## 【請求項 2】

磁気回路が、車両ボディの少なくとも 1 つの強磁性要素を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 3】

車両ボディの少なくとも 1 つの状態が、前記車両ボディの名目状態を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 4】

車両ボディの少なくとも 1 つの状態が、前記車両ボディの変形状態を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

20

## 【請求項 5】

車両ボディの少なくとも 1 つの状態が、前記車両ボディの欠陥状態を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 6】

少なくとも 1 つの電気回路が、第 1 の電気回路を含み、該第 1 の電気回路は、

a. 少なくとも 1 つのコイルの少なくとも 1 つの第 1 のコイル；

b. 前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルと直列の少なくとも 1 つの第 1 のキャパシタ；

および

c. 前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルに送られる第 1 の信号を生成する発振器であって、前記少なくとも 1 つのキャパシタと組み合わせた、前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルの第 1 の共振周波数は、少なくとも 1 つの車両ボディの状態に対して、第 1 の信号の周波数であるか、またはそれに近い周波数である、前記発振器；を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

30

## 【請求項 7】

発振器が、正弦波発振器を含む、請求項 6 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 8】

発振器が、方形波発振器を含む、請求項 6 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 9】

第 1 の電気回路が、少なくとも 1 つの第 1 のコイルにかけられる第 1 の信号が単極信号となるように、適合されている、請求項 6 に記載の磁気センサ。

40

## 【請求項 10】

少なくとも 1 つのコイルが、第 1 の信号の高調波成分をフィルタリングするのに十分な大きさの固有キャパシタンスを組み入れるように、適合されている、請求項 6 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 11】

少なくとも 1 つのコイルの抵抗が、該少なくとも 1 つのコイルと直列に配置されて発振器によって駆動される少なくとも 1 つの電気回路の、残りの要素の合計抵抗よりも大きい、請求項 6 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 12】

50

少なくとも１つの電気回路が、少なくとも１つの第１のコイルと直列に少なくとも１つの抵抗器を含む、請求項６に記載の磁気センサ。

【請求項１３】

少なくとも１つの抵抗器の合計抵抗が、少なくとも１つの第１のコイルの抵抗よりも小さい、請求項１２に記載の磁気センサ。

【請求項１４】

電気回路が、少なくとも１つの第１のコイルの両端の電圧、前記少なくとも１つの第１のコイルを通過する電流、前記少なくとも１つの第１のコイルと直列の抵抗器の両端の電圧、および少なくとも１つの第１のキャパシタの両端の電圧から選択される、少なくとも１つの尺度を検知するように、適合されている、請求項６に記載の磁気センサ。

10

【請求項１５】

少なくとも１つの第１のコイルのインダクタンスに応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも１つの第１のコイルの抵抗に応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも１つの第１のコイルの両端の電圧と、前記少なくとも１つの第１のコイルを通過する電流との間の位相角に応答性のある尺度、前記少なくとも１つの第１のコイルに印加される無効電力の尺度、および前記少なくとも１つの第１のコイルによって吸収される実電力の尺度、から選択される少なくとも１つの尺度を決定するように適合された、プロセッサ、回路、またはそれら組合せをさらに含む、請求項６に記載の磁気センサ。

【請求項１６】

少なくとも１つの第１のキャパシタが、第１および第２のキャパシタを含み、少なくとも１つの第１のコイルが、前記第１と第２のキャパシタの間に接続されている、請求項６に記載の磁気センサ。

20

【請求項１７】

少なくとも１つの電気回路が、第２の電気回路を含み、該第２の電気回路は、  
a. 少なくとも１つのコイルの少なくとも１つの第２のコイル；および  
b. 前記少なくとも１つの第２のコイルと並列の少なくとも１つの第２のキャパシタであって、前記少なくとも１つの第２のキャパシタと組み合わせた前記少なくとも１つの第２のコイルの第２の共振周波数は、車両ボディの少なくとも１つの状態に対して、前記少なくとも１つの第２のコイルに結合された時間変化磁束の発振周波数であるか、またはそれに近い周波数である、前記少なくとも１つの第２のキャパシタを含む、請求項１に記載の磁気センサ。

30

【請求項１８】

第２の電気回路が、少なくとも１つの第２のコイルに結合された時間変化磁束に応答性のある第２の信号を生成し、前記第２の電気回路は、前記第２の信号が単極となるように適合されている、請求項１７に記載の磁気センサ。

【請求項１９】

少なくとも１つの電気回路は第２の電気回路を含み、該第２の電気回路は、  
a. 少なくとも１つのコイルの少なくとも１つの第２のコイル；および  
b. 前記少なくとも１つの第２のコイルと並列の少なくとも１つの第２のキャパシタを含み、前記少なくとも１つの第２のキャパシタと組み合わせた前記少なくとも１つの第２のコイルの第２の共振周波数は、車両ボディの少なくとも１つの状態に対して、前記少なくとも１つの第２のコイルに結合された時間変化磁束の発振周波数であるか、またはその近傍であり、前記第２の共振周波数は、前記車両ボディの少なくとも１つの状態に対して、第１の信号の周波数に実質的に等しいか、またはそれに近い、請求項６に記載の磁気センサ。

40

【請求項２０】

磁気回路の状態を検知する方法であって、  
a. 前記磁気回路における時間変化磁束が、前記少なくとも１つのコイルと磁氣的に結合され、前記磁気回路には少なくとも車両の一部が含まれるように、少なくとも１つの

50

コイルを、前記磁気回路と動作可能に関連づけること；

b．前記少なくとも１つのコイルを、少なくとも１つの電気回路に動作可能に結合すること；

c．前記少なくとも１つの電気回路を、前記時間変化磁束の発振周波数が、前記磁気回路の少なくとも１つの状態に対して、前記少なくとも１つの電気回路と協働する前記少なくとも１つのコイルの共振周波数に実質的に一致するか、それに近くなるように、適合させること；および

d．前記少なくとも１つのコイルに応答して、前記少なくとも１つの電気回路に関連する信号から、前記磁気回路の状態を検知することを含む、前記磁気回路の状態を検知する方法。

10

【請求項 2 1】

少なくとも１つの電気回路を適合させる動作は、少なくとも１つの第１コイルを、少なくとも１つのコイルの少なくとも１つの第１のキャパシタと直列に結合すること、および発振型の第１の信号を、前記少なくとも１つの第１のコイルと直列に送ることを含む、請求項 2 0 に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項 2 2】

磁気回路の状態を検知する動作が、

a．少なくとも１つの第１のコイルの両端の電圧、前記少なくとも１つの第１のコイルを通過する電流、前記少なくとも１つの第１のコイルと直列の抵抗器の両端の電圧、および少なくとも１つの第１のキャパシタの両端の電圧から選択される１つの信号を検知すること、および

b．前記信号と閾値を比較することを含む、請求項 2 1 に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

20

【請求項 2 3】

信号から、少なくとも１つの第１のコイルを含む電気回路の動作可能性を検知することをさらに含む、請求項 2 2 に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項 2 4】

磁気回路の状態を検知する動作が、

a．少なくとも１つの第１のコイルのインダクタンスに応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも１つの第１のコイルの抵抗に応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも１つの第１のコイルの両端の電圧と、前記少なくとも１つの第１コイルを通過する電流との間の位相角に応答性のある尺度、前記少なくとも１つの第１のコイルに印加される無効電力の尺度、および前記少なくとも１つの第１のコイルによって吸収される実電力の尺度、から選択される信号を検知すること；および

b．前記信号を閾値と比較することを含む、請求項 2 1 に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

30

【請求項 2 5】

信号から、少なくとも１つの第１のコイルを含む電気回路の動作可能性を検知することをさらに含む、請求項 2 2 に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項 2 6】

磁気回路の状態を検知する動作が、発振型の第１の信号の周波数を変化させるとともに、前記周波数に応答して、少なくとも１つの電気回路からの応答を検知することを含む、請求項 2 1 に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

40

【請求項 2 7】

少なくとも１つの電気回路を適合させる動作が、少なくとも１つの第２のキャパシタを、少なくとも１つのコイルの第２のコイルに並列に結合して並列回路を形成することを含み、かつ磁気回路の状態を検知する動作が、前記磁気回路における時間変化磁束に応答して前記並列回路の両端の電圧を検知することを含む、請求項 2 0 に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項 2 8】

50

少なくとも１つのコイルが、車両ボディと動作可能に関連しており、磁気回路が車両のドアを含み、さらに前記磁気回路の状態が、ドアに掛け金がかかけられているかどうかを含む、請求項２０に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

#### 【請求項２９】

少なくとも１つのコイルは、車両ボディと動作可能に関連しており、磁気回路は、車両のドアを含み、さらに前記磁気回路の状態は、前記ドアが衝突に関与しているかどうかを含む方法であって、前記ドアが前記衝突に関与している前記状態を検知することに応答して、安全拘束システムの作動を制御することをさらに含む、請求項２０に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

#### 【発明の詳細な説明】

10

#### 【技術分野】

#### 【０００１】

#### 態様の説明

図１を参照すると、磁気センサ１０が、概略図で示した車両１２内に組み込まれており、この車両１２は、第１のピラー１６に対して複数のヒンジ１８のまわりにヒンジ保持されたドア１４を備える。ドア１４は、第２のピラー２４上のストライカ２２に掛け金をかける、ラッチ／ロック機構２０を有する。

#### 【０００２】

ドア１４は通常、磁気透過性鋼で構築されている。は、固有の磁氣的性質を有する。例えば、ドア１３は磁束を導通し、それによって永久磁石をそれにくっつけることができる。ヒンジ１８は、ドア１４と第１のピラー１６との間の比較的磁気抵抗の低い経路をもたらす。さらに、ラッチ／ロック機構２０およびストライカ２２は、係合時に、ドア１４と第２のピラー２４間に比較的磁気抵抗の低い経路をもたらす。その他の場合には、ドア１４は、通常、関連する空隙２８によって、車両１２のボディ２６から磁氣的に絶縁されている。したがって、ヒンジ１８およびストライカ２２は、ドア１４に沿った第１の磁気経路３０によって磁氣的に接続されている。さらに、第１のピラー１６および第２のピラー２４はヒンジ１８およびストライカ２２がそれぞれそれに取り付けられている。は、車両１２のボディ２６、構造３４、またはパワートレイン３６を含む、第１の磁気経路３０とは異なる、第２の磁気経路３２によって接続されている。したがって、ドア１４は、図１に示すように、変圧器の磁心に本質的に類似する磁気回路３８の一部であり、第１の磁気経路３０および第２の磁気経路３２は、合わせて閉磁気経路４０を構成している。

20

30

#### 【０００３】

磁気回路３８は、少なくとも１つの第１の信号４４、例えば発振器４６からの発振信号、に動作可能に接続された、少なくとも１つの第１のコイル４２をさらに含む。少なくとも１つの第１のコイル４２は、関連する少なくとも１つの第１の場所４８に位置し、少なくとも１つの第１の信号４４に応答して、磁気回路３８内に起磁力を生成することによって、その中に磁束４９を生成する。少なくとも１つの磁気検知要素５０は、少なくとも１つの第１の場所４８と異なる、関連する少なくとも１つの第２の場所５２において、磁気回路３８に動作可能に接続されている。少なくとも１つの磁気検知要素５０は磁束４９を検知し、この磁束４９は、少なくとも１つの第１のコイル４２からの起磁力と、磁気回路３８の磁気特性とに応答性がある。

40

#### 【０００４】

例えば、図１に示すように、第１の態様においては、少なくとも１つの第１のコイル４２には、異なる第１の場所４８．１、４８．２に、例えば、ドア１４を「Ａ」ピラー１６．１に動作可能に結合する、上部ヒンジ１８．１および下部ヒンジ１８．２に対して均一な位相で動作可能に結合した、複数の第１のコイル４２．１、４２．２を含めてもよい。さらに、それぞれの第１のコイル４２．１、４２．１を、関連するヒンジ１８．１、１８．２のまわり、またはヒンジを第１のピラー１６またはドア１４に取り付ける１つまたは２つ以上の関連する装着ボルトのまわり、に配置するとともに；磁気検知要素５０には、ラッチ／ロック機構２０のまわり、ラッチ／ロック機構２０をドア１４に取り付けるボルトの

50

まわり、またはストライカ 2 2 のまわり、に第 2 のコイル 5 4 を含め、それによって関連する磁気回路 3 8 が、第 1 のコイル 4 2 . 1、4 2 . 2 を含む 2 つの一次巻線、第 2 のコイル 5 4 を含む二次巻線、および車両 1 2 の第 1 のピラー 1 6、ヒンジ 1 8 . 1、1 8 . 2、ドア 1 4、第 2 のピラー 2 4、ドア 1 4 のまわりの空隙 2 8、およびボディ 2 6 の残部、構造 3 4 およびパワートレイン 3 6 を含む芯部、を備える変圧器を形成してもよい。言い換えると、第 1 の態様は 3 つのコイルを含み、その 2 つは能動的でその 1 つが受動的である。

#### 【0005】

第 1 の信号 4 4 は正弦波電圧を含み、この正弦波電圧は、マイクロプロセッサ 5 6 によって生成されたクリスタル安定化（すなわち、実質的にドリフト無し）TTL 方形波を含む発振器 4 6 によって生成されて、続いてバンドパスフィルタによってフィルタリングされる。発振器 4 6 からの信号は、例えばバッファ増幅器を経由して、コイルドライバ 5 8 に供給される。

10

発振器 4 6 の発振周波数は、予測されるノイズ源の関数として選択されて、システム性能を向上させる。例えば、AC 電力線の周波数（例えば、60 Hz）と異なる周波数を選択してそれらからの干渉を避けることもできる。超音波周波数は、有用であると思われる。通常の自動車用鋼の透磁率は、約 100 kHz の帯域で周波数依存である。関連する磁気回路 3 8 の透磁率の周波数範囲は、フェライトまたはミューメタルなどの材料をそれに追加することによって、1 MHz 以上に拡張する可能性がある。

#### 【0006】

20

磁束 4 9 の表皮深さは、周波数、したがってドア 1 4 内の磁束 4 9 の深さに応答性があり、したがって関連する近接磁界の形状および到達距離は、発振周波数（複数を含む）を変更することによって変えることができる。発振器 4 6 は、振幅もしくは周波数において変調するか、またはパースティング（bursting）を用いて変調してもよい。

少なくとも 1 つの第 1 のコイル 4 2 のそれぞれは、第 1 のコイル 4 2 に適合するインピーダンスにおいて十分な電力を提供する、関連するコイルドライバ 5 8 によって駆動され、それによって、結果として生じる磁束 4 9 は、少なくとも 1 つの磁気検知要素 5 0 によって検出されるほど十分に強くなる。コイルドライバ 5 8 には、例えば、短絡保護も備えて、第 1 の信号 4 4 の飽和またはクリッピング（clipping）を回避するように動作させる。コイルドライバ 5 8 は、自動車環境において動作するように、例えば、関連する可能なバッテリー電圧の範囲で動作するように設計される。コイルドライバ 5 8 からの第 1 の信号 4 4 は、例えば、電圧信号または電流信号とすることができる。

30

#### 【0007】

コイルドライバ 5 8 は、検知 / 試験回路 6 0 を介して第 1 のコイル 4 2 を駆動する。検知 / 試験回路 6 0 は、第 1 のコイル 4 2 からの電流または電圧のいずれか、または補助検知コイル 6 2 からの信号、またはそれら 3 つの組合せを検知して、第 1 のコイル 4 2 の動作を確認または試験する。これは、また、ドア 1 4 の完全性についての連続的な試験をもたらす。例えば、補助検知コイル 6 2 は、第 1 のコイル 4 2 によって生成される磁束 4 9 を直接、検知することになる。検知 / 試験回路 6 0 は、また、例えば、第 1 のコイル 4 2 の開閉について試験することによって、磁気センサ 1 0 の信頼性を向上させること、特に、安全拘束アクチュエータの作動の制御に使用される場合に、誤展開または必要時の無展開を防止することができる。少なくとも 1 つの第 1 のコイル 4 2 の完全性（integrity）または健全性（health）は、例えば、計測サイクルごとに試験される。

40

#### 【0008】

複数の第 1 のコイル 4 2 は、図 1 の示すように、別個に駆動するか、または直列もしくは並列に接続して、共通のコイルドライバ 5 8 によって駆動してもよい。少なくとも 1 つの第 1 のコイル 4 2 は、例えば、直列共振させてその中での電流を増加させ、それによって、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 4 2 によって生成される磁束 4 9 の量、および磁気回路 3 8 に誘起される磁束 4 0 の量を増大させてもよい。また、これによって、磁気回路 3 8 の空隙（複数を含む）2 8 に近接する漏洩磁界への大きさおよび範囲が増大し、磁気セ

50

ンサ 10 による関連する近接検知の範囲が拡大する。磁気回路 38 において増加した磁束 49 によって、磁気センサ 10 によって受け取られるか、または検出される信号（単数または複数）に、より高い信号対雑音比がもたらされる。直列共振の場合には、第 1 のコイル 42 の誘導性リアクタンスは、関連する容量性リアクタンスによって相殺され、その結果、結果として得られる合計インピーダンスは、純粋に抵抗性であるとともに、所与の動作電圧に対応することが可能であるか、あるいは関連する直列抵抗器の抵抗を調節するか、または（例えば、導体それ自体の大きさ、長さ、または両者を調節することによって）第 1 のコイル 42 の固有の抵抗を調節することによって、共振回路の関連する Q を調節することが可能である。少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 は、関連する温度センサを組み入れることによって温度における変動を補償することができる。「A」ピラー 16、1 上のヒンジ 18 のまわりに装着されたコイルに対して、ボディ金属が熱吸収源として作用し、第 1 のコイル 42 の温度を大気温度に近く維持するのを助ける。

10

#### 【0009】

検知 / 試験回路 60 は、また、第 1 のコイル 42 に配給される電力の尺度を提供し、それによって近接金属物体に結合される磁束 49 を推定することができる。例えば、ドア 14 に近接する別の車両などの鋼物体は、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 からの磁束 49 に対する代替経路をもたらし、この代替経路は、磁気回路 38 および少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 から見た磁気抵抗に影響を与え、それによって、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 にかかる負荷を変化させ、これは、コイルドライバ 58 によってそこに供給される電力を変える。一般に、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 によって生成される磁束 49 の一部分は、磁気回路 38 内に結合され、一部分は、代替磁気経路を経由するか、または放射によるかのいずれかで、磁気回路 38 を迂回する。磁気回路 38 を迂回する磁束 49 の部分は、コイルドライバ 58 への負荷を増大させ、その増加は、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 の両端の電圧およびそれを通過する電流の検知 / 試験回路からの計測値を使用して、バイパス電力プロセッサ 66 によって検知される。複数の第 1 のコイル 42 に対して、バイパス電力プロセッサ 66 は、関連する別個の検知 / 試験回路 60、1、60、2 の別個の計測値から、特に、所定の共通駆動電圧に対して別個の第 1 のコイル 42、1、42、2 に流れる電流における差異の尺度から、近傍の磁界影響物体への方向の尺度をもたらしすることができる。

20

#### 【0010】

少なくとも 1 つの磁気検知要素 50 は、第 2 の場所 52 における、磁束 49 に応答性があり、それには、ドア 14 を経由して伝導される磁束 49 の第 1 の部分と、例えば、ドア 14 に近接する別の車両などの物体の結果として、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 からの磁束 49 を少なくとも 1 つの磁気検知要素 50 に結合する、少なくともドア 14 の一部分を迂回する、磁束 49 の第 2 の部分、すなわち漏洩磁束とが含まれる。

30

#### 【0011】

少なくとも 1 つの磁気検知要素 50 からの出力は、前置増幅器 / 試験回路 68 に動作可能に接続されており、この前置増幅器 / 試験回路 68 は、磁気検知要素 50 を後続の回路による負荷から緩衝し、比較的 low インピーダンスの出力を供給して、ノイズを低減する。前置増幅器 / 試験回路 68 は、また、少なくとも 1 つの磁気検知要素 50 からの信号を、十分に高いレベルまで増幅することによって、マイクロプロセッサ 56 による処理のための後続のアナログ デジタル変換の前に、適当な信号処理および信号変調を行うことを可能にする。マイクロプロセッサ 56 は、データを収集し、システムの健全性および完全性を監視し、安全拘束アクチュエータ 64 を作動させるかどうかを判定する。

40

#### 【0012】

前置増幅器 / 試験回路 68 は、また、例えばそれからの信号を「予測」レベルおよび予測波形（例えば、正弦波形）と比較することによって、磁気検知要素 50 の完全性を監視する。これによって、磁気検知要素 50 の完全性およびドア 14 の磁気伝達特性の連続試験が実現される。前置増幅器 / 試験回路 68 は、また、例えば、少なくとも 1 つの磁気検知要素 50、例えば第 2 のコイル 54 を、開放または短絡について試験を行い、特に安全

50

拘束アクチュエータ 64 の作動を制御するのに使用されるとき、磁気センサ 10 の信頼性を向上させ、誤展開または必要時の無展開を防止する。少なくとも 1 つの磁気検知要素 50 の完全性、または健全性は、各計測サイクルにおいて試験される。

#### 【0013】

磁気検知要素 50 は、それに近接する磁束 49 から、磁気回路 38 の磁気抵抗に応じて変調される、正弦搬送波を検知する。磁気検知要素 50 からのこの信号は、前置増幅器 / 試験回路 68 によって増幅され、それに動作可能に接続された同期復調器 70 が、正弦搬送波から変調信号を抽出し、この変調信号は、曲り金属 (bent metal) 信号成分 72 および近接信号成分 74 を含む。この曲り金属信号成分 72 は、ドア 14 の金属を経由して伝導される磁束 49 に対して応答性がある。近接信号成分 74 は、ドア 14 の金属を迂回する経路に沿って、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 と磁気検知要素 50 の間に結合される、漏洩磁束 49 に対して応答性がある。曲り金属信号成分 72 と近接信号成分 74 との間の相対強度の差は、関連する磁束経路のパーミアンス (permeance) における差によって決まる。

10

#### 【0014】

曲り金属プロセッサ 76 は、A / D 変換器 78 . 1 を介して、曲り金属信号成分 72 をマイクロプロセッサ 56 に 例え、単位利得で DC 結合する。曲り金属信号成分 72 は、ドア 14 内の磁束 49 の時間変化率に対して応答性がある。比較的小振幅の比較的低速信号は、安全拘束アクチュエータ 64 を展開すべきではない非展開事象、例えばショッピングカーのドア 14 への低速衝撃に対応する。比較的大振幅の比較的高速信号は、安全拘束アクチュエータ 64 を展開すべき展開事象、例えばボールまたはバリアのドア 14 への衝撃 (例えば、FMVSS 214 条件) に対応する。ボール衝突の間に、ドア 14 の鋼は、隣接するボディに磁氣的に短絡されて、それによって 近接磁性物体 (例えば、鋼ボール) の磁氣的影響の結果として、または衝撃による関連する磁気回路 38 への物理的影響によって 磁束経路を磁氣的に短絡させ、これによって、ストライカ 22 において磁気検知要素 50 によって検知される磁束 49 が減少する。磁気検知要素 50 は、それが検知する関連する磁束 49 を増大または減少させる、そのような磁気回路 38 への変化に対して応答性がある。

20

#### 【0015】

近接プロセッサ 80 は、同期復調器 70 からの近接信号成分 74 を、コイル形状および車両構造に基づくある利得係数で増幅するとともに、増幅された信号を、A / D 変換器 78 . 2 を介して DC 結合する。近接信号成分 74 は、ドア 14 を迂回する磁束 49 の時間変化率に対して応答性がある。曲り金属信号成分 72 と比較すると、雑音に対する影響の受け易さが大きいにもかかわらず、近接信号成分 74 は、ドア 14 に接近中の金属 (特に強磁性) 物体、例えば高速接近する車両または交通の隣接レーンの車両、の検出を可能にする。ドア 14 との衝突進路上をドア 14 に接近する別の車両は、比較的高速信号によって指示され、それに対して、対応する曲り金属信号成分 72 が続く場合には、衝撃時に、拘束アクチュエータ 64 が展開されることになる。

30

#### 【0016】

したがって、近接信号成分 74 の変化率が第 1 の閾値よりも大きい場合には、曲り金属信号成分 72 が第 2 の閾値を越えて、かつその変化率が第 3 の閾値を越えるときに、安全拘束アクチュエータ 64 が展開される。そうではなく、曲り金属識別特徴 (bent metal signature) が続いて発生しない場合、例えば近接信号成分 74 が追い越し車両によって発生した場合には、システムは不作動状態のままとなる。

40

#### 【0017】

上記の磁気センサ 10 は、様々な方法で具現化することができる。具体的な回路は、アナログ、デジタルまたは光のいずれであるかは、限定的な要因ではなく、本明細書における教示に従って、当業者が設計することができる。例えば、それを使用する場合には、発振器、増幅器、論理要素、変調器、復調器、A / D 変換器は任意の種類のもの、例えば、トランジスタ、例えば電界効果またはバイポーラ、あるいはその他の個別部品 ; 集積回

50



路；演算増幅器、または論理回路、またはカスタム集積回路を使用することができる。さらに、使用する場合には、マイクロプロセッサは任意の演算装置とすることができる。

【0018】

磁気回路および変圧器の理論によれば、磁力線は、それ自体で常に閉じるとともに、最低磁性抵抗の経路に選好的に追従し、例えば、鋼またはフェライト材料などの強磁性材料の経路に追従する。さらに、磁気回路に沿った面積または透磁率(permeability)の変化は、それに近接する磁束49の漏洩を生じ、この漏洩は、フリンジング(fringing)とも呼ばれる。磁気回路38は、磁気抵抗(reluctance)

【数1】

$\mathcal{R}$

10

によって特徴づけられ、所与の起磁力Fに対する磁気回路における磁束量は、

【数2】

$$\phi = F/\mathcal{R}$$

によって与えられる。直列磁気回路の磁気抵抗

【数3】

$\mathcal{R}$

は、直列のそれぞれの要素のそれぞれの磁気抵抗の合計によって与えられる。空隙の磁気抵抗は、強磁性材料のそれよりもはるかに大きく、その結果として、磁束は、空隙を囲む空間に漏出して、漏洩磁界を形成する。この漏洩磁界に進入する強磁性物体は、磁束に対する代替経路をもたらし、それによって空隙を迂回して、磁気回路38の磁気抵抗に影響を与える。言い換えると、漏洩磁界は、強磁性物体が磁気回路38の一部となるように、形状を変える。

20

【0019】

図1に示すように、ドア14は、変圧器磁心と類似する閉磁気回路38としてモデル化することができる。ドア14の前後端は、磁気回路38の残部と直列に、ヒンジ18およびラッチ/ロック機構20の継手によって、ストライカ22に磁氣的に接続されている。ドア14の残部は、そうでなければ、ドア14を包囲する空隙28によって、磁気回路38の残部から、磁氣的に絶縁されている。

【0020】

第1のコイル42は、自己インダクタンスを有し、これは第1のコイルが自由空間にあるときに1つの値を有し、例えば第1のコイル42を磁気回路38の一部のまわりに巻くことによって、コイルが磁気回路38に動作可能に接続されているときに、別の値を有する。後者の場合には、第1のコイル42の自己インダクタンスは、磁気回路38の磁気特性によって決まる。さらに、磁気回路38が物理的に変形する場合、または強磁性要素が磁気回路38の近傍、特にその漏洩磁界の近傍に持ち込まれる場合には、磁気回路38の磁気特性は変化する。したがって、ドア14の変形または別の車両のドア14への接近は、両方とも磁気回路38の磁気特性への動揺(perturbation)の例であり、これらの両方が、第1のコイル42のインダクタンスの変化によるか、または第1の場所48における第1のコイル42と、第1の場所48と異なる第2の場所52における磁気回路38における磁束49を検知するための、磁気検知要素50との間の磁気結合における変化によって、検出が可能である。

30

40

【0021】

動作に際して、関連する少なくとも1つのコイルドライバによって、関連する少なくとも1つの第1のコイル42に動作可能に結合された、少なくとも1つの第1の信号44は、少なくとも1つの第1のコイル42に電流を発生させ、この第1のコイル42は、磁束49をその中に生成し、この磁束は、少なくとも1つの第1のコイル42がそれに結合されている磁気回路38内に、磁束49を生成する。磁束49は、ドア14によって導通されて、このドアは、磁気回路38の一部である。発振信号、例えば、正弦波電圧または電流励振を含む、少なくとも1つの第1の信号44は、ドア14のヒンジ18に動作可能に結合されている、少なくとも1つの第1のコイルに送られる。図2a、2bを参照すると

50

、少なくとも1つの第1のコイル42は、少なくとも1つの第1の信号44を磁束49に変換し、次いで、少なくとも1つの第1のコイル42の作用で、この磁束が磁気回路38に誘起される。磁束49は、複数の磁束線84を含み、その内のいくつかは、特に磁気回路38内の空隙28に近接する場所において、磁性回路38の物理的境界を越えて漏出する可能性がある。磁束線84は、周囲空気的大幅に低いパーミアンズと比較したそのパーミアンズの関係で、その中に磁束49を引きつける、鋼およびドア15の他の強磁性要素に追従する。

#### 【0022】

発振器46からの少なくとも1つの第1の信号44は、関連する少なくとも1つのコイルドライバ58によって増幅されて、関連する検知/試験回路60を介して、少なくとも1つの第1のコイル42に動作可能に結合される。少なくとも1つの第1のコイル42は、磁気回路38、特にドア14内に磁束49を生成し、磁束49の少なくとも一部が、磁気検知要素50によって、例えばストライカ22のまわりに巻かれた第2のコイル54によって、検知される。

10

#### 【0023】

磁束49は、磁気回路38、特にその強磁性部分を通過して移動し、それには、磁気センサ10によって監視される、ドア14などの車両12の部分の磁気回路が含まれる。本明細書においては曲り金属磁束成分86と呼ぶ、磁束49の第1の部分86は、磁気回路38の強磁性要素を通過し、磁気検知要素50によって検知されて、この磁気検知要素50は、第1の信号成分72 本明細書ではそれに応答性がある、曲り金属信号成分72と呼ぶ を供給するか、または言い換えると、この信号成分は、磁気回路38の磁気特性の変化に応答性がある。磁束49は、ドア14の鋼構造の内側に移動しようとする。より多くの磁束49が、より厚い鋼の部品に自動的に進入し、これはドア14に強度を追加するドア構造の要素と一致すると考えられる。鋼が薄い場合には、磁束密度は、それに対応して低下する。言い換えると、磁束49は鋼の横断面積に比率比例して(ratiometric proportion)移動する。磁束49は、一般に、磁気回路38の別の場所での漏洩の結果として以外には、プラスチック部品内には存在しないが、これらの部品は、一般に鋼ドア14に対しては構造用ではない。したがって、磁気センサ10はドア14の構造要素を通過する磁束49を生成して、機械的な変更が磁束49に影響を与える程度に、これらの構造要素への機械的変更に対して応答性がある。

20

30

#### 【0024】

磁束49の第2の部分88は、本明細書では近接磁束成分88と呼び、磁気回路38の物理的範囲の外側に延びており、磁気検知要素50によって検知され、この磁気検知要素50は、本明細書では近接信号成分74と呼ぶ、第2の信号成分74を供給し、この信号成分は、磁気検知要素に応答性があるか、または言い換えると、磁気回路38に近接する領域の磁気特性の変化に応答性がある。

ドア14の大きさ、形状、位置、構造完全性、スポット溶接品質および保全性、材質正規性、および組み立て整列に対する変化；または例えば、別の車両90などの強磁性物体の存在による、ドア14に近接する磁気環境に対する変化は、磁気回路38に影響を与え、それによって、磁気検知要素50によって検知される磁束49に影響を与える。

40

#### 【0025】

ドア14、または探査される磁気回路38の別の部分は、ドア14内に鋼または高度に透過性の材料を追加または再配置することによって補助または修正し、磁束49の第1の部分86および第2の部分88それぞれの強度および/または形状を修正し、それによって関連する磁気回路38を強化して、曲り金属成分72および/または近接信号成分74のそれぞれを改善してもよい。これによって、少なくとも1つのコイルドライバ58への電力の低減がさらに可能となり、少なくとも1つの第1のコイル42からの関連する放射電力が減少する。さらに、これによって、関連する前置増幅器/試験回路68の利得の低減が可能となり、関連する信号対雑音比を改善することもできる。磁束49は、一般に、最小磁気抵抗の経路に追従し、この経路は、通常、最大量の磁氣的に透過可能な材料の断

50

面と一致する。鋼製のドア 14 に対しては、したがって、この経路は、ドアの強度に実質的に寄与するドア 14 の 1 つまたは 2 つ以上の部分に対応することになる。したがって、磁気回路 38 は、関連する磁気透過性材料の補足または修正によって、磁気性能、強度およびコストについて最適化が可能である。

【0026】

例えば、磁気回路 38 は、それに限定はされないが以下に示すような様々な方法で修正または増強することが可能であり、そのような方法の多くは、単位駆動電流当たりの磁束密度の比を増大させて、それによって磁気回路 38 の磁気効率を増大させるものである：

1. ミューメタル、フェライトまたはその他の磁気導体をドア 14、例えばプラスチックドア 14 に、例えばドア 14 の内側にフェライト塗料または被膜を被覆することによって追加して、その透磁率を増大させ、ドアの固有磁気特性を増強または再調整する；

10

2. ドア 14 に穴を追加するか、またはそれに修正して、磁気伝導を移動させる；

【0027】

3. 補足のフェライトまたはミューメタルの撓みリンク (flexible link) を、「A」ピラー 16.1 とドア 14 の間に、ヒンジ 18 の代わりに追加して、磁束 49 を生成してもよい；

4. フェライト、アモルファス金属 (例えば、METGLAS (登録商標))、またはミューメタルを、ストライカ 22 と第 2 のコイル 54 に配置するか、あるいは第 1 のコイル 42 または第 2 のコイル 54 のいずれかに全体的に追加するか、またはそれらの磁芯として使用して、その中の磁束を増大させるか、または同一量の磁束 49 に対して低い電流

20

5. 永久磁石をドア 14 に追加して、磁気回路 38 の固有磁気特性信号を増強または再調整してもよい；

【0028】

6. 例えばより薄い金属表皮、プラスチックドア表皮、またはフェライト棒を使用することによってドア 14 の磁気構造を変更して、磁気利得を変更し、それによって近接磁束成分 88 に応答する、システムフェイルセーフ (system safing) を向上させるための近接検知を強化することができる；

7. ヒンジまたはストライカの形状、大きさ、または材質を変更して、関連する磁気特性を向上させることができる；および

30

8. ドアサイドガードレールアセンブリおよび構造、ヒンジアセンブリ、またはラッチ/ロック機構/ストライカアセンブリを変更してシステム性能および感度を向上させることができる。

【0029】

本明細書で記述した衝突または衝突危険の検出における使用に加えて、磁気センサ 10 は、磁気回路 38 の構造要素の構造的完全性、特にドア 14 の構造的完全性を、車両 12 に装着するか、または関連する試験装置の磁気回路内で、車両から切り離して、ドア 14 の製造後検査としても使用することができる。例えば、ガードレールなどの不足する構造要素、不良スポット溶接などは、ドア 14 の磁気抵抗に影響を与えるものと考えられるので、そうであれば、組立前に検出することができる。言い換えると、磁束 49 をよく通さない鋼製ドア 14 は、十分な側面衝突強度がないと考えられる。したがって、ドア 14 は、適正な磁気完全性について試験することが可能であり、この磁気完全性は、磁気センサ 10 の性能を予測するとともに、衝撃に耐えて、衝撃から乗員を保護するドア 14 の能力を指示することができる。

40

【0030】

磁気検知要素 50 は、磁束 49 の第 1 の部分 86 および第 2 の部分 88 の重ね合わせに応答性があり、両方の部分の合成を電圧に変換し、この電圧が前置増幅/試験回路 68 によって増幅され、ここで、関連する曲り金属信号成分 72 および近接信号成分 74 は、磁束 49 の第 1 の部分 86 および第 2 の部分 88 の関連する相対強度に比例する。磁気検知要素 50 は、雑音低減のためにファラデー遮蔽 (Faraday shield) してもよく、ここでフ

50

アラデー遮蔽は、磁気検知要素 50、例えば第 2 のコイル 54 を、漂遊電界 (stray electric field) から遮蔽して、それからの信号における雑音を防止または低減することになる。例えばストライカ 22 のまわりの第 2 のコイル 54 を含む、磁気検知要素 50 に対して、第 2 のコイル 54 は、少なくとも 1 つの第 1 の信号 44 の関連する搬送波周波数に一致するように並列共振させて (parallel resonate)、関連する信号対雑音比を改善することもできる。第 2 のコイル 54 を並列共振させると、それからの信号の強度が増大するとともに、磁気回路 38 における磁束 49 の変動に対する、そのコイルの感度が増大する。

#### 【0031】

実験によると、ドア 14 の端壁 92 に近接して第 2 のコイル 54 を配置すると、磁束 49 の近接磁束成分 88 の認識を強調することになる。このことは、ラッチ / ロック機構 20 ドア金属を局所的に厚くすることは、磁氣的レンズの作用をして、第 2 のコイル 54 における近接磁束成分 88 の効果を拡大することができることを意味する。空隙 28 は、近接磁束成分 88 の生成を助け、近接磁束成分 88 による接近物体に対する最大感度の領域は、空隙 28 に近接している。ドア 14 への衝撃は、空隙 28 を変調して、関連する磁束線 84 に大きな変化を生じさせ、それによって磁気検知要素 50 に、関連する非常に大きい信号を生成させる。変調された空隙 28 に応答性のある信号は、ドア 14 の瞬時的な反動速度 (recoil velocity) の尺度となり、これを使用して、通常、それに対しては関連する安全拘束アクチュエータ 64 が展開されない、ドア反発 (bounce) 事象を検出することができる。磁気センサ 10 は、掛け金をかけられたドア 14 の動きに応答することができる。

#### 【0032】

より具体的には、ドア 14 は、衝突の始めには剛体として作用し、ドア 14 を取り囲むウエザシールのコンプライアンスに逆らって車両 12 のボディに向かって内側方向に押され、それによって弾性的挙動を示す。磁気検知要素 50 によって検知される磁束 49 は、ドア 14 の移動に応答して変化し、それによって、その変化からドアの横方向位置および速度を計測することを可能にする。

#### 【0033】

衝撃の運動量が閾値よりも小さい場合、例えば、小型物体または低衝撃速度に対しては、ドア 14 は、弾性挙動の範囲内で底入れして、再反発し、それによって磁束 49 に対する上記の変化を逆転させて、このことは磁気検知要素 50 からの信号の極性の転換によって指示される。したがって、そのような反発事象の検出は、それに対して安全拘束アクチュエータ 64 を必要としない衝撃を指示する。そうでなく、衝撃の運動量が閾値よりも大きい場合には、ドア 14 は塑性的に変形して、曲り金属信号成分 72 に対する大きな変化が生じ、このことは、その後に安全拘束アクチュエータ 64 を展開する必要性を指示することができる。したがって、ドア 14 の初期の運動が検出された後に、ドア 14 の反発がない場合、および / または大きな曲り金属成分 72 が検出される場合には、その衝撃は、安全拘束アクチュエータ 64 の展開を正当化するのに十分な強度があると考えられる。さらに、ドア 14 の初期速度を、衝撃強度の予測子または指標として使用することができる。

#### 【0034】

強磁性ドア 14 は、関連する固有永久磁界によって特徴づけられ、この永久磁界は、磁気回路 38 の磁気抵抗に応じて磁気回路 38 内部に静的磁束 49 を生成する作用をし、ドア運動の結果としての、この静的磁界に対する変化が、磁気検知要素 50 によって検知される。この応答 実際上は AC 変圧器変換成分 は、少なくとも 1 つの第 1 の信号への応答に重ね合わせられ、ドア運動および衝撃速度の独立の尺度を提供することができる。

#### 【0035】

実験からわかっていることは、FMVSS 214 衝撃に応答して、ドア 14 は 衝撃の開始時に その中心線のまわりに回転してドア 14 の上端におけるドア 14 と車両ボディとの間の空隙 28 を増大させることである。実験によれば、これと比較して、ポール型衝

10

20

30

40

50

撃は、それに対応して空隙 28 を減少させることがわかっている。したがって、衝突に  
10 答性のある空隙 28 の挙動は、衝突の種類を判定するのに使用することができる。したが  
って、衝突の種類および強度の両方を、磁気センサ 10 によって検出することができる。  
衝撃から始まって、最後にラッチ / ロック機構 20 が関連するストライカ 22 に対して底  
入れするまでは、ドア 14 は、一般に、衝撃に応じて容易に移動する。したがって、ドア  
14 と比較して比較的かさの大きい衝撃物体に対して、この「底入れ (bottoming out)  
」以前のドア 14 の移動から、衝撃の速度を、磁気センサ 10 によって計測することがで  
きる。ドアが車両ボディに対して「底入れ」した後に、衝撃によって、ドア 14 の曲げま  
たは変形が生じ、これによって磁気回路 38 に対するさらなる変化が生じて、これが磁気  
センサ 10 によって検知されて、衝突の強度および持続時間についてのさらなる情報が得  
られる。

#### 【0036】

少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 に近接する別の車両 90 は、磁束 49 を引き付け、  
それによって、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 によって生成された磁束 49 の第 3 の  
部分 94 は、磁気検知要素 50 を迂回する。さらに、ドア 14 が凹むか、または変形する  
と、ドア 14 内での磁束 49 の分布および / または強度が変化し、この変化が、磁気検知  
要素 50 によるか、または少なくとも 1 つの第 1 のコイル 52 による少なくとも 1 つの第  
1 の信号 44 に対する負荷の変化によって、検知される。したがって、実質的にドア 14  
全体が、磁気センサ 10 の検知要素として作用し、ドアの磁気特性に対する変化が磁束線  
84 の数および分布に与える影響は、外乱の場所から少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42  
20 または磁気検知要素 50 のいずれかへ光の速度で伝播する。さらに、少なくとも 1 つの第  
1 のコイル 42 を少なくとも 1 つのヒンジ 18 上に、そして第 2 のコイル 54 をストライ  
カ 22 上に配置することによって、実際にドア内にいかなる配線または信号ケーブルを這  
わせることなく、ドア 14 は検知要素となる。近接検知モードにおいてドア 14 を検知要  
素として使用する、磁気センサ 10 は、車両 12 のブラインドスポットの監視、または隣  
接レーン内の交通の監視のいずれにも使用することができる。近接モードによる到達範囲  
は、関連する磁束 49 の強度を増大させることによって、例えば第 1 のコイル 42 に供給  
する電流を増加させることによって、または関連する磁気回路 38 を、関連する近接磁束  
成分 88 を増大させるように適合させることによって、増大させることができる。

#### 【0037】

実質的にドア 14 全体をセンサとして用いることによって、磁気センサ 10 は、ほぼド  
アの寸法の進入物体を検知することができる。衝突時に安全拘束アクチュエータがそれ  
に対して必要となる、車のバンパおよびドア寸法に近い路側のポールは、一般に認識可能  
であるのに対して、安全拘束アクチュエータ 64 を必要としない、バスケットボールおよび  
その他の小さな物体は、認識が難しい。食料品を積載した買物カートは、磁気センサ 10  
に対して認識可能であるが、安全拘束アクチュエータ 64 を展開すべきか否かの決定は、  
特定の物体の認識可能性だけでなく、より多くの要因に基づくことになる。磁気回路 38  
には影響を与えないが、加速度式衝突センサには影響を与える可能性のある、例えば、車  
台 (undercarriage) への岩による衝撃などの衝撃には、磁気センサ 10 は応答性がない  
。

#### 【0038】

したがって、磁気センサ 10 は、それに限定はされないが、以下のものを含む、磁気回  
路 38 に対する様々な物理的作用に対して応答性を有する：

- 1) 曲り金属信号成分 72 に影響を与える磁気回路の空隙 28 に対する変化、
- 2) ドア 14 の前縁とフロントフェンダ、ドア 14 の後縁とリアフェンダ (または 4 ド  
ア車両の後部ドア 14)、ドア 14 の底部からフロアボード、より少ない程度に、ドア 1  
4 の頂部またはウインドフレームからルーフ、を含むドア 14 を囲む空隙 28 に近接する  
、近接磁束成分 88 の形状および密度における変化。曲り金属信号成分 72 は、ドア 14  
の変形または、空隙 28 を閉じるか、もしくは短絡させる、隣接するボディ構成部品の変  
形に対して応答性がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 9 】

3) ドア 1 4、特にその表皮は固有共振周波数を有し、この固有共振周波数は、その周波数において、少なくとも 1 つの第 1 の信号 4 4 で駆動すれば、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 4 2 によって加振することができる。ドア 1 4 への衝撃は、その共振周波数、および関連する倍周波数 (overtones) と関連する振動をドアの中に誘起する。この共振周波数において、ドア 1 4 の振動する要素が、衝突物体との接触によって拘束されると、これによって共振の減衰が発生して、これが磁気回路 3 8 内の渦電流損失を増大させ、これを、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 4 2 に供給される電力からバイパス電力プロセッサ 6 6 によって計測することができる。さらに、衝突物体は、関連する共振に影響を与え、その結果、磁気センサ 1 0 によって計測される共振の特性が、衝撃の特性についての関連する情報、例えば強度、または衝突物体の特性をもたらすことができる。言い換えると、ドア 1 4 は、固有共振挙動を有するが、衝突物体とドア 1 4 との相互作用が持続するために、衝突物体による衝撃に対する強制応答を示す。

10

## 【 0 0 4 0 】

4) ドア 1 4 の構造要素は、関連する磁束 4 9 に対する最小磁気抵抗の経路を与え、その中の機械的応力は、その磁気抵抗を変える可能性があり、その結果、磁束 4 9 に対する変化は、ドア 1 4 およびその構造要素に加えられる力のレベルと関係づけることができ、この力レベルは、衝突物体の運動量または速度に関係づけることができる。したがって、磁束 4 9 の計測値は、ドア 1 4 に対する脅威の尺度を与えることができる。

## 【 0 0 4 1 】

磁気検知要素 5 0 からの複合信号内の曲り金属信号成分 7 2 および近接信号成分 7 4 は、同期復調器 7 0 によって復調されて、関連する曲り金属プロセッサ 7 6 および近接プロセッサ 8 0 のそれぞれの異なる利得によって増幅され、ここでそれぞれの利得は、例えば、それぞれの磁束成分に関連する材料の相対的パーミアンスに比例する。曲り金属信号成分 7 2 および近接信号成分 7 4 は、信号絶対値に関して異なっており、さらに微分処理することなく、所与の時間において 2 つの成分の内の 1 つだけが有用となる。衝撃に先立って、近接信号成分 7 4 は、近接物体についての情報をもたらす。しかしながら、衝撃の発生後には、近接信号成分 7 4 は、対応する曲り金属信号成分 7 2 と比較して、微弱ではないにしても、比較的小さくなる。

20

## 【 0 0 4 2 】

例えば、近接信号成分 7 4 は、0 . 2 ボルトの大きさを有するとして、これは衝撃後には、例えば 5 . 0 ボルトの大きさを有する、対応する曲り金属信号成分 7 2 の約 2 5 分の 1 である。例えば、曲り金属信号成分 7 2 が磁気回路 3 8 の物理的な外乱を指示するのに十分な大きさであるとき、近接信号成分 7 4 は飽和することになる。そうでない場合には、曲り金属信号成分 7 2 は、無視できる大きさであり、近接信号成分 7 4 が、ドア 1 4 に近接する物体の検出に有用となる。このようなそれぞれの信号成分の互いに排他的な有用性は、衝突物体はドアに衝突する前に車両 1 2 に近接すること；曲り金属信号成分 7 2 によって指示されるような衝撃が発生した後に、近接信号成分 7 4 の検出を続ける必要はほとんどないこと、において衝突の順序と整合している。

30

## 【 0 0 4 3 】

曲り金属信号成分 7 2 および近接信号成分 7 4 が与えられると、マイクロプロセッサ 5 6 は、ドア 1 4 の総合磁気健全性を監視して、それに近接する比較的大きな物体を認識することができる。この情報を用いて安全拘束アクチュエータ 6 4 を制御するアルゴリズムの一例として、近接信号成分 7 4 を監視して、比較的大きな金属物体の比較的高速での接近を検出するものがある。近接信号成分 7 4 が飽和して、物理的磁気回路 3 8 への動揺の可能性を示すと、曲り金属信号成分 7 2 が十分大きな変化を示す場合には、傷害の可能性のある衝撃が発生し、安全拘束アクチュエータ 6 4 が起動されることになると仮定される。そうではなく、近接信号成分 7 4 が、大きな曲り金属信号成分 7 2 の発生なしに静止状態に戻る場合には、ドア 1 4 に衝撃の発生はなく、その代わりに、例えば、別の車両がドア 1 4 の横を通り過ぎたと仮定され、安全拘束アクチュエータ 6 4 は起動されることはない

40

50

。

## 【 0 0 4 4 】

少なくとも1つの第1のコイル42に印加される電力、ならびに少なくとも1つの第1の信号44に係る磁気検知要素50からの信号の利得および位相の両方は、連続的に監視されて、マイクロプロセッサ56のメモリ95中にドア14の実時間磁気識別特徴として記憶される。相対位相に応答性のある磁気センサ10の一態様においては、マイクロプロセッサ56に対して関連する位相差を出力する位相検出器96を用いて、磁気検知要素50からの信号の位相を、発振器46からの第1の信号44の位相と比較することができる。関連する安全拘束アクチュエータ64を起動すべきかどうかを判定するために、実時間磁気識別特徴は、少なくとも1つの他の類似の磁気識別特徴 例えば衝撃または衝突 10  
以前のドア14を表す少なくとも1つの磁気識別特徴、すなわち正常識別特徴、あるいは様々な衝撃または衝突を表す少なくとも1つの磁気識別特徴 と比較される。前記少なくとも1つの正常識別特徴としては、ドア14に近接するか、または接近する金属物体の結果としての磁束49における変動、または腐食もしくは温度変動の結果としての変動を説明する磁気識別特徴を挙げることができる。正常識別特徴を、時間と共に更新することによって、その変化が時間と共に比較的ゆっくりと発生しがちな、温度または腐食によるものなどの、ドア14の軽微な動揺を追跡するようにしてもよい。曲り金属信号成分72の実時間磁気識別特徴が、正常磁気識別特徴と十分な違いがある場合には、マイクロプロセッサ56は、安全拘束アクチュエータ64を起動させることになる。

## 【 0 0 4 5 】

したがって、磁気センサ10は、小信号および大信号の外乱の両方に対して応答性がある。小信号外乱には、例えば、比較的小さな物体、例えばバスケットボールまたはその他のスポーツ飛行体による衝撃などが含まれ、このような衝撃は、通常、ドア14の塑性変形を発生させることはなく、それに対してはドア14およびその周辺のウエザシールが弾性的に応答する。大信号外乱には、例えば、ドア14の塑性変形を発生させて、それによってドア14の磁気識別特徴を永久的に変化させる、側面衝撃が含まれる。磁気センサ10は、衝撃前未変形状態から衝撃後変形状態への磁気識別特徴の変化を検出する。さらに、塑性変形した金属は加工硬化して、これがそのパーミアンスを変化させ、この変化が磁気センサ10によって検知される。衝撃の開始において、ドア14の塑性変形に先立って、磁気センサ10は、ドア14の応答は衝撃強度の増加とともに増大するという、エネルギーと運動量の保存を含む衝突の物理学の原理を使用して、衝撃速度と衝撃の強度を推定 30  
することが可能である。磁気検知要素50からの信号は、ドア14の瞬時位置および瞬時速度の両方についての情報を含む。さらに、信号の特定の極性が、ドア14の特定の動きを指示する。

## 【 0 0 4 6 】

磁気センサ10は、少なくとも1つの第1のコイル42および第2のコイル54それぞれの健全性および完全性の実時間確認を、それぞれのコイルを短絡または開状態について試験するか、または別個の検知コイル62を使用して少なくとも1つの第1のコイル42によって生成される磁束49を検出することによって、行うことができる。さらに、磁気センサ10は、磁気監視下にある構成要素、例えばドア14を含む、磁気回路38の完全 40  
性の連続試験を可能にする。

## 【 0 0 4 7 】

図1を参照すると、磁気センサ10の第1の代替態様において、少なくとも1つの第1のコイル42は、例えば、ドア14を「A」ピラー16.1に動作可能に結合する上部18.1および下部18.2のヒンジに動作可能に結合されている、異なる第1の場所48.1、48.2における複数の第1のコイル42.1、42.2を含む。別個の第1のコイル42.1、42.2は、それぞれが互いに異なる位相を有する、別個の対応する第1の信号44.1、44.2によって駆動されて、ドア14を通過して磁気検知要素50に達する間に「回転」する磁束49を生成するようにして、それによってドア14への衝撃が、別個の信号の径路に影響を与え、それによって磁気検知要素50によって検知される 50

信号における異なる位相の相対的分布に影響を与える。別個の第1の信号44.1と44.2の相対位相は、発振器45とコイルドライバ58の1つとの間の位相制御回路98によって制御され、このコイルドライバ58は、例えば、マイクロプロセッサ56の制御下にある。それぞれの第1の信号44.1および44.2の位相符号化は、理論的にカラーテレビ信号およびFMラジオ信号の位相符号化と類似しており、それによって限定された帯域幅のチャンネルに沿っての情報の転送を増大させている。別個の第1の信号44.1および44.2を別個に符号化することによって、それぞれ上部ヒンジ18.1および下部ヒンジ18.2のまわりの第1のコイル42.1および42.2からの、これらそれぞれの信号を、磁気検知要素50からの信号中で区別して、ドア14への衝撃の垂直位置の尺度を提供することができる。

10

#### 【0048】

図3を参照すると、磁気センサ10の第2の代替態様において、少なくとも1つの第1のコイル42は、第1の場所48に第1のコイル42、および複数の磁気検知要素50、例えば、第1の場所48とそれぞれ異なる、それぞれ異なる第2の場所52.1、52.2における、第2のコイル54.1、54.2を含む。例えば、第1の場所48は、信号対雑音比を向上させるために下部ヒンジ18.2として、第2の場所52.1、52.2は、それぞれストライカ22および上部ヒンジ18.1としてもよい。そのような配設は、下部ヒンジ18.2に近接する衝撃に対して、向上した感度を示すことになる。

#### 【0049】

少なくとも1つの第1のコイル42または少なくとも1つの磁気検知要素50は、それ

に限定はされないが、以下に示す様々な場所に配置するとともに、様々な構成に従って構築することができる：1つまたは2つ以上のヒンジ；ストライカ、ドア14内側の側面衝撃保護レールまたはビーム；ドア14の内側または外側のラッチ/ロック機構のまわりまたは近傍；ドア14の上部または底部の上のスポット溶接線の内側、ヒンジボルトのまわりまたは近傍；コイルの周囲がドア14の周囲とほぼ一致している、プラスチックまたは鋼のドア14の内板上；ウインドグラス周囲のまわり；ドア構造全体のまわり、例えばドア14を囲む空隙内、および車両に進入または退出するときに通過する開口内；デフロスタとしてドライバ側ウインドなどのウインド内；関連する電子部品と一緒に、プラスチックドアハンドルまたはトリム構成部品の背後；それを介してウインドが下げられる、ドア14内のウインドグラス開口のまわり；または、例えば、側面衝撃の脅威を与える可能性のある鋼物体の位置同定をするために、拡張距離にわたって検知するために、プラスチックサイドビューミラーハウジング内がある。

20

30

#### 【0050】

これらの配設によって生成される磁界は、それには限定されないが、縦方向、横方向、および垂直方向を含む、様々な主方向を有する。例えば、第1のコイル42は、ヒンジ18のまわりに配置して、関連する磁界が縦方向または横方向となるようにしてもよく、前者の配設は、主として曲り金属磁束成分86をもたらすのに対して、後者の配設は比較的強い近接磁束成分88をもたらす。別の例として、それを介してウインドが下げられる、ドア14内のウインドグラス開口のまわりの第1のコイル42は、車両のまわりを、その横断面に沿って循環する垂直磁界を生成する。さらに別の例として、ドア14またはその面内のウインドのまわりの第1のコイル42は、近接センシングに有用な横方向磁界を生成する。異なる第1のコイル42、主として曲り金属磁束成分86を生成するように適合された少なくとも1つ、および主として近接磁束成分88を生成するように適合された別の1つを、関連する異なる第1の信号44、例えば、異なる発振周波数を有する、それぞれの第1の信号と共に使用して、磁気検知要素50からの信号内に、区別可能な曲り金属信号成分72および近接信号成分74をもたらすことが可能であり、それぞれの信号は、それぞれの同期復号器70によって復調されることになる。例えば、一態様において、10kHzの第1の信号44.1が、上部ヒンジ18.1上の第1のコイル14.1に流され、20kHzの第1の信号44.2が下部ヒンジ18.2上の第1のコイル14.2に流され、両方の周波数が、それぞれ車両のBピラーおよびCピラーに関連する、異なる関

40

50



連する磁気検知要素 50 によって実質的に同時に検知される。

【0051】

磁気センサ 10 の動作点、例えば、磁気回路 38 内の自足 49 のレベルおよび少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 に供給される公称電流は、静穏な状態下で、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 の配線ゲージまたは巻数を調節することによって調節することができる。

【0052】

システムフェイルセーフまたは近接検出は、様々な手段によって強化することが可能であり、そのような手段としてはそれに限定はされないが：自動車の車台、ドア開口、またはフードのまわりに巻線を配置すること；自動車のフロントフェンダのまわりに巻線を配置すること；磁気集束のために、ヒンジコイルの内側、またはストライカコイルの内側にフェライト棒を配置すること；ドア間の間隙または空間にフェライト棒コイルを配置すること；または車両から離れて横方向に延びる、サイドビューミラー成型品の中に補助第 1 コイル 42 を配置すること；を含む。適当に位相合せされ、かつ磁気回路戻り (magnetic circuit return) を適切に調整された、追加のシステムフェイルセーフ補助第 1 コイル 42 は、実質的にシステムフェイルセーフ信号性能を増大させる。例えば、このコイルは、直径が約 3 インチとして、ドア表面と平行な面内に置くか、または放射距離を増大させて、システムフェイルセーフのための指向性を増強するように位置合わせされた、フェライト棒の上に巻きつけることもできる。さらに、関連する少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 および磁気検知要素 50 の自己試験に合わせて、近接検出と曲り金属検出との組合せによって、磁気センサ 10 は、フェイルセーフ機能および衝突検出機能の両方を提供し、それによって別個の衝突加速度計の必要性を排除することができる。磁気センサ 10 のコイル 42、54、62 は、例えば、関連するボビンの上に巻きつけた配線で構築して、次いで車両の既存の構成部品、例えばヒンジ 18 またはストライカ 22 の上に配置することもできる。

【0053】

このコイルまたは検知要素には、フェライトまたはその他の高透磁率磁心を組み込んでよい。また、高度に調整された (highly-tuned) コイルを、磁気信号生成のために使用することもできる。さらに、コイルボビン (coil bobbin) の幅および長さは、磁束 49 の方向を決めるように適合させることができる。最後に、少なくとも 1 つの第 1 のコイル 42 または少なくとも 1 つの磁気検知要素 50 には、車両シャシの下方、車両ヘッドライナ内、「A」ピラー内、または「B」ピラー内に、道路の方向に向けて配置した、フェライト棒コイル (ferrite rod coil) を組み入れてもよい。

【0054】

さらに、磁気センサ 10 と関連する信号は、それに限定はされないが、次のような様々な方法で、生成、適合または処理することができる：

1. フロントドア 14 のシステムフェイルセーフを向上させるために、リアドア 14 についてのシステムフェイルセーフを生成する代替周波数の設定；
2. 磁気識別特徴の AM、FM またはパルス変調；
3. 多諧調 (multi-tone)、多相 (multi-phase) 電子機器；
4. 低コスト純粋正弦波生成用の磁氣的バイアスされた、移相 (phase-shift) 発振器；
5. コヒーレント合成または位相同期搬送波ハードウェア方式またはマイクロプロセッサ方式のシステム；

【0055】

6. D/A 次いで A/D 自己調整または自己試験アルゴリズムによる、マイクロプロセッサ利得調整またはオフセット調整；
7. 磁気較正のためのシステムフェイルセーフ磁界における「標準」の配置；
8. 不可聴周波数；
9. コヒーレント正弦波生成用のマイクロプロセッサ D/A 変換器を含む、安定化のた

めのマイクロプロセッサ生成水晶安定化周波数；

10．広帯域システム電子機器；

11．利得制御および位相制御の信号がセンサ出力として使用される、送出コイルへの信号の閉ループ利得制御および位相制御（すなわち、ドア14が遅延線として作用する、A G C）；

12．信号のD C部分が、衝撃の速度との積において、ドア14の正味静磁束49からの情報を提供するが、近接情報は提供せず、A C方式が、近接磁界を提供し、システムが既知の定常発振器利得と比率関係にあることを可能にする、A CまたはD C動作；

【0056】

13．ドア14両端の磁気利得が変化すると位相が変化するということを示した実験にしたがって、利得プロセッサ（A M）よりも低い信号対雑音比を有する位相プロセッサ（F M）； 10

14．少なくとも1つの第1のコイルによって磁氣的に付勢されたヒンジ（複数を含む）の付近またはそこにおける衝撃を検出するための、コイルドライバによって配給される電力、特にバイパス電力の監視；

15．少なくとも1つの第1のコイル42に流れる電流を増大させて、信号対雑音比を改善するための、直列共振コイルドライバ回路であって、少なくとも1つの第1のコイル42への関連する電流が監視されて、少なくとも1つの第1のコイルの連続的な自己試験に加えて、少なくとも1つの第1のコイル42によって消費される電力の尺度が提供される、前記直列共振コイルドライバ回路；および 20

16．第2のコイル54に代わる、別の種類の磁気検知要素50、例えばホール効果または巨大磁気抵抗効果（G M R）装置の使用である。

【0057】

両方のドアを保護しようとする場合には、温度および構成要素変動の影響を、別のドアに対する1つのドア14からの比較信号の比率（ratiometric）計測を行うことによって、軽減することができ、この場合に、両方のドアが同時に衝撃を受けることはないと仮定される。比率計測は、それぞれのドア14からの個々の計測をおぎなうためにも使用することができる。さらに、共通発振器を使用して、それぞれの関連する第1のコイル42が使用する共通信号を生成し、それによってコストを低減するとともに、車両12内の様々な場所において生成される磁束49を同期させることができる。 30

【0058】

本明細書においては、磁気センサ10を、ドア14を主検知要素として示してきたが、磁気センサ10は、一般に、磁束49を伝導することのできる任意の構成要素の完全性の検知に適合させることができ、大型または長尺強磁性部品の検知に有利である。例えば、少なくとも1つの第1のコイル42をボディ部品と本体との間で、取付け位置において動作可能に接続することによって、磁気センサ10は、車両の本体に取付けられている、フェンダなどのその他のボディ部品の検知に適合させることができる。

【0059】

磁束49の上記の第2の部分88および第3の部分94を含む近接磁界または漏洩磁界は、車両12に近接する、例えば、車両12のドアに近接する、磁氣的に透過可能な物体を検出すること、および車両12に近接する領域のパーミアンスに与える物体の時間経過による影響から、物体の速度を検出することに有用である。これは、本明細書においては、以下に示す特徴を有する、先行（anticipatory）衝突検知に有用な、動作の「レーダモード（radar mode）」と名づけるものを提供する； 40

1．「レーダモード」は、独立の搬送波周波数を使用することによって、さらに増強することができる。磁気「発振器」の周波数微分（differentiation）によって、システムは、進入する「磁氣的に認識可能な」物体の、上部および下部ヒンジ位置を基準とする「地上からの高さ」を特定して区別することができる。S U Vは、低車高スポーツカーと比較して、上部ヒンジに対してより多くの信号を送ることになる。

2．進入物体高さ情報は、ポールに対して214型衝突を区別するシナリオにも対応す 50

る。

#### 【0060】

3. 「レーダモード」は、先行衝突検知、隣接レーン認識、ブラインドスポット認識、先行車両への追従距離を計測する手段、上記の自動車ドアの「磁氣的フリンジング視野 (magnetic fringing field of view)」において検出される物体の結果として、例えばステアリングホイールを回転させることのできる衝突回避システム用のセンサ、および隣接走行レーン内の他の車両間の中央に、車両を自動的に位置づけるシステムに使用するためのセンサを提供する。

4. ヒンジコイルによって生成されるある量の磁束が、自動車ドアの周囲の空間に入り、その空間から戻って、ストライカコイルに入る。

10

#### 【0061】

5. 透過可能な物体は、ドアからの磁気「漏洩」磁束線が近接透過物体に進入、退去するときに、検出可能となる。

6. ドア磁気フリンジ場に「認識可能な」透過可能物体のリストには、それに限定はされないが、人または比較的大きな動物、金属物体、自動車、ドアと同等の大きさおよび異なるパーミアンスを有する、任意の物体、透過可能材料を含む生の樹木が含まれる。

7. これらの物体の進出速度は計測可能である。

8. 状態機械を使用して、物体運動履歴を追跡し、速度が変化しない場合には乗員に対して危険となるのに十分な速度を有する物体との衝突を「予測」することができる。この衝突前情報は、「負時間 (negative time)」における情報と呼ばれることがある。

20

#### 【0062】

図4を参照すると、磁気センサ100は概略を図示した。例えば、車両ボディ26の磁気回路38と動作可能に関連する第1のコイル42 ( $L_1$ )、および車両12のボディ26、構造34、またはパワートレイン36を含む第1の磁気経路30と異なる第2の磁気経路32を含み、第1の磁気経路30および第2の磁気経路32は、全体として閉磁気経路40を構成する。第1のコイル42 ( $L_1$ ) は、電気回路102に動作可能に結合されており、この電気回路102は、第1のコイル42 ( $L_1$ ) が電気回路102と協働して、電気回路102によって第1のコイル42 ( $L_1$ ) に加えられる、発振型第1の信号44と関連して、共振または近共振状態を示すように適合されており、これによって、磁気回路28において関連する時間変化磁束49、が生成される。図4に示す実施例においては、電気回路102は、第1の共振回路106を駆動するように適合された発振器104を含み、この第1の共振回路106は、第1のコイル42 ( $L_1$ )、第1のキャパシタ108 ( $C_s$ ) および第1のコイル42 ( $L_1$ ) と直列の抵抗器106 ( $R_s$ ) を含み、発振器104からの第1の信号44は、第1バッファ増幅器112を介して第1のコイル42に動作可能に結合されている。

30

#### 【0063】

例えば、発振器104は、正弦波または方形波の信号を生成し、それは単極性または双極性とすることができるが、単極信号は、電気回路102の関連する回路およびその関連する電源を簡略する上で有益である。一態様において、発振器104は、20kHzで発振するように適合されており、関連する第1の共振回路106は、10~20kHzの関連する共振周波数を有するように適合される。関連する電気回路102は、関連する電気回路102の関連する電源の公称電圧の約半分で動作するように適合されて、それによって電源、例えば車両バッテリーの予測される動作サイクルにわたって連続動作を可能にする。したがって、公称12ボルト電源に対して、この発振器104は、0~6ボルトの単極信号を生成する。一般に、発振器104の公称発振周波数は、通常の車両12に対して、DC (発振なし) から100kHzまでの範囲とすることができるが、これは、ミューメタル、フェライトまたはアモルファス金属材料 (例えば、METGLAS (登録商標)) などの補助磁気材料で増強されている車両においては、1MHz以上とすることがある。

40

#### 【0064】

例えば一組の態様において、発振器104の発振周波数は、5kHz~30kHzの可

50

聴域から近超音波域に対して適合されている。特定の周波数の選択は、車両内のその他の電子システム、例えばＡＭラジオ受信器との干渉を避けるように、車両１２内の磁気センサ１００に関連する電磁適合性（ＥＭＣ：Electromagnetic compatibility）問題による影響を受ける可能性がある。１つの方式において、磁束４９、に応答性のある１つまたは２つ以上の信号の周波数スペクトルが、衝突に応答して計測、分析されて、後続の処理のために、衝突に関係する周波数の上限が決定される。次いで、発振器１０４の関連する発振周波数が、例えば、ナイキスト基準（Nyquist criteria）に従って、上記計測データの上限周波数よりもいくぶん大きくなるように適合される。例えば、一態様において、発振周波数は、問題にしている最大周波数よりも少なくとも２倍程度、例えば２．５倍、大きくなるように適合させてもよい。

10

#### 【００６５】

第１の共振回路１０６の関連する公称共振周波数は、個々の実施態様に応じて、発振器１０４の発振周波数と同一とするか、またはそれと異なるように適合される。発振器１０４の電圧レベルおよび第１の共振回路１０６の抵抗は、関連する磁気回路３８における所望のレベルの磁束４９、を供給するのに必要なレベルの電流を、第１のコイル４２（ $L_1$ ）を介して供給するように調節される。第１のコイル４２（ $L_1$ ）を経由する所定レベルの電流に対して、そのコイルの巻数が増加すると、磁束４９、の密度が増大し、それによって関連する応答信号の信号対雑音比を増大させる。

#### 【００６６】

図５を参照すると、第１のコイル４２（ $L_1$ ）は、第１のコイル４２（ $L_1$ ）の配線における電気抵抗を表す理想抵抗器 $R_{L_1}$ と直列の、理想インダクタ $L_1'$ としてモデル化することができ、その直列連結は、第１のコイル４２（ $L_1$ ）の巻線間キャパシタンスを表す理想キャパシタ $C_{L_1}$ と並列である。発振器１０４の発振周波数 $f_0$ および第１のキャパシタ１０８（ $C_S$ ）のキャパシタンスは、第１のコイル４２（ $L_1$ ）と第１のキャパシタ１０８（ $C_S$ ）が、車両ボディ２６の少なくとも１つの状態に対して共振または近共振状態（near-resonant）を示すように、適合されている。第１のコイル４２（ $L_1$ ）のインダクタンス $L_1'$ は、関連するコイル幾何学形状と関連する磁気回路３８の磁気抵抗とに応答性があり、これらの両方とも衝突に応答性がある。

20

#### 【００６７】

例えば、第１のコイル４２（ $L_1$ ）の場所を巻き込む衝突によって、コイルが歪むことがあり、１巻きまたは２巻き以上のコイルが短絡し、このことが、第１のコイル４２（ $L_1$ ）の有効インダクタンス $L_1'$ 、抵抗 $R_{L_1}$ およびキャパシタンス $C_{L_1}$ に影響を与えることになる。さらに、磁気回路３８の要素に影響を与える衝突は、その磁気抵抗に影響を与える可能性があり、このことは、それに磁氣的に結合された第１のコイル４２（ $L_1$ ）のインダクタンスに、関係式：

30

#### 【数４】

$$L_1' = N^2 / \mathcal{R}$$

に従って影響を与え、ここで $L_1'$ は第１のコイル４２（ $L_1$ ）の自己インダクタンス、 $N$ は第１のコイル４２（ $L_1$ ）の巻数、

40

#### 【数５】

$$\mathcal{R}$$

は、磁束経路、すなわち磁気回路３８の磁気抵抗であり、この磁気回路３８に、第１のコイル４２（ $L_1$ ）が磁氣的に結合されている。

#### 【００６８】

発振ラジアン周波数 を有する、電源電圧 $V(j)$ に応答する、インダクタ $L$ 、キャパシタ $C$ および抵抗器 $R$ の直列連結を通過する電流の周波数領域表現は次式：

【数 6】

$$I(j\omega) = \frac{-j \cdot \omega \cdot V(j\omega)}{L \cdot \left( \omega^2 - \frac{R}{L} \cdot j\omega - \frac{1}{LC} \right)} \quad (1)$$

によって与えられ、インダクタ L の両端での電圧  $V_L$  は次式：

【数 7】

$$V_L(j\omega) = \frac{\omega^2 \cdot V(j\omega)}{\omega^2 - \frac{R}{L} \cdot j\omega - \frac{1}{LC}} = \frac{V(j\omega)}{1 - j \cdot 2 \cdot \zeta \cdot \frac{\omega_n}{\omega} - \left( \frac{\omega_n}{\omega} \right)^2} \quad (2)$$

10

ここで、共振周波数  $\omega_n$  および減衰係数  $\zeta$  は、それぞれ次式：

【数 8】

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi f_n} \text{ and } \zeta = \frac{\sqrt{\left( \frac{R}{L} \right) \cdot (R \cdot C)}}{2} \quad (3)$$

で定義され、 $\omega_n$  および  $f_n$  は、それぞれラジアン共振周波数および固有共振周波数である。 20

【0069】

共振周波数、すなわち共振において、発振型第 1 の信号 44 の成分に対して、インダクタ L およびキャパシタ C それぞれの誘導性および容量性のリアクタンス、すなわち  $j\omega L$  および

【数 9】

$$\frac{1}{j\omega C}$$

のそれぞれが互いに相殺し、結果としてインピーダンス  $Z =$  直列連結の  $R$  が得られる。共振において、インダクタ L を通過する電流  $I$  の値は、 $I = V / R$  であり、インダクタ L の両端の電圧  $V_L$  は次式で与えられる。 30

【数 10】

$$V_L(j\omega_n) = \frac{V(j\omega_n)}{-j \cdot 2 \cdot \zeta} = j \cdot \frac{V(j\omega_n)}{2 \cdot \zeta} \quad (4)$$

【0070】

したがって、図 6 を参照すると、図 4 に示した第 1 の共振回路 106 に対して、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) を通過する電流  $I_{L_1}$  の絶対値、およびそれによって磁気回路 38 に誘起される磁束 49、の対応する絶対値は、発振器 104 からの第 1 の信号 44 が、第 1 の共振回路 106 の共振周波数  $f_n = 2\pi f_n$  であるときに、最大化される。所与のレベルの第 1 の信号 44 に対して、この直列共振状態は、磁束 49、の絶対値を最大化させ、このことは、それに対する衝突関係応答の絶対値および信号対雑音比の両方の最大化をもたらす。応答信号の信号対雑音比を向上させるのに加えて、この直列共振状態は、そうでない場合に可能であるレベルよりも、より低いレベルの第 1 の信号 44 の受入れを可能にする。例えば、第 1 の信号 44 のレベルは 1 ボルト、または必要であれば、それ未満とすることもできる。 40

【0071】

言い換えると、第 1 の信号 44 に応答して、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) によって磁気回路 38 内に生成しようとする所与の磁束 49、に対して、第 1 の信号 44 の必要な絶対 50

値は、非共振状態に対するよりも、直列共振状態に対しての方が低くなる。このことは、関連する電圧拡大回路または二極性電源回路のいずれも必要とすることなく、電気回路 102 へのシングルエンド公称 12 ボルトバッテリー電源を使用する動作を可能にすることによって、バッテリー電圧が充電状態、負荷レベル、および関連する充電システムの動作効率に応じて、そのライフサイクル中に大幅な変動を生じる、自動車環境において便益がある。例えば、直列共振状態は、公称バッテリー電圧よりも実質的に低い電圧で動作すること 例 えば、12 ボルト公称バッテリー電圧に対して約 6 ボルトにおいて動作すること を可能とし て、それによって低バッテリー電圧の状態の間、中断のない検知を行うことができる。これによ って、関連する電気回路 102 用の電源の複雑さとコストが低減されるとともに、その 構成要素による関連する電力消費が低減される。共振における、またはその付近での動作 10 は、磁気センサ 100 の他のシステムとの電磁適合性 (EMC) を向上させる上でも有益 である。

#### 【0072】

一態様においては、抵抗器 110 ( $R_S$ ) の抵抗  $R_S$  は、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の 抵抗  $R_{L_1}$  よりも低くされ、それによって抵抗器 110 ( $R_S$ ) による電力消費を低減す るとともに、第 1 の共振回路 106 の電流の、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の抵抗  $R_{L_1}$  に おける変化に対する、感度を増大させる。共振において、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の誘 導性リアクタンスは、第 1 のキャパシタ 108 ( $C_S$ ) の容量性リアクタンスを相殺し、 それによって、共振周波数における第 1 の共振回路 106 における電流の成分は、電源電 20 圧 すなわち発振器 104 からの第 1 の信号 44 の電圧 を、第 1 の共振回路 106 の合 計抵抗 すなわち、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の抵抗  $R_{L_1}$ 、直列抵抗器 110 ( $R_S$ ) の抵抗  $R_S$ 、および第 1 の共振回路 106 におけるその他の関連する導体、例えばコイル リード線、ケーブル、プリント回路、およびコネクタ (複数を含む) の抵抗の合計によっ て除した比によって与えられる。

#### 【0073】

第 1 の共振回路 106 における共振時の最大電流レベルのレベルは、その回路の合計直 列抵抗または第 1 の信号 44 の絶対値のいずれかを調節することによるか、または両方を 調節することによって、所望のレベルに設定することができる。第 1 のコイル 42 ( $L_1$  ) によって生成される関連する磁束 49、 は、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の巻数  $N$  とそ 30 の中 の電流  $I$  との積に比例し、ここで電流  $I$  は、第 1 の信号 44 を第 1 の共振回路 106 の合計抵抗によって除した比、または次式によって与えられる：

#### 【数 11】

$$\phi \sim N \cdot I = \frac{N \cdot V}{R_{Total}} \quad (5)$$

#### 【0074】

例えば、最大電流  $I$  または関連する最大磁束 49、 の調節を、EMC 要件 例 えば、 放射電力についての要件 を満足するように、例えば、公称 12 ボルトバッテリー電源シス テムに対して、単極 + 6 ボルトとすることのできる、関連するシステムの動作電圧  $V$  に影 響を与えることなく、巻数  $N$  または合計抵抗  $R_{Total}$  を調節することによって、行う 40 ことができる。

#### 【0075】

第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の自己キャパシタンス  $C_{L_1}$  は、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の 巻数  $N$  が増加するにつれ増大し、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の自己インダクタンス  $L_1$  ' との組み合わせで、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) に適用された、またはそれに影響を与 える信号の、固有のローパスフィルタリングをもたらす。方形波発振器 104、例えば、T TL (トランジスタ・トランジスタ論理) 発振器からの第 1 の信号 44 は、基本発振周波 数  $f_0$  よりも高い周波数の高調波を示す。これらの高調波は、この効果的なローパスフィ ルタによって減衰させて、 さもなく生成された場合には望ましくない電磁信号を生成さ せる可能性がある 高調波周波数における磁束 49、 の成分の生成を低減、または効果 50

的に除外し、それによって関連する磁気センサ 100 の電磁適合性 ( E M C ) を向上させることができる。さらに、増大した自己キャパシタンスは、磁気センサの外部干渉に対する電磁的な影響の受け易さを低減する。

#### 【 0 0 7 6 】

磁気センサ 100 . 1 の第 1 の態様によれば、動作の変換モードと呼ばれるものにおいては 磁気回路 38 上の第 1 の場所 48 に位置する第 1 のコイル 42 によって磁気回路 38 に生成される磁束 49、 は、磁気回路 38 上の第 2 の場所 52 における磁気検知要素 50、例えば第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) によって検知され、この第 2 のコイルは、磁気回路 38 の磁気抵抗に応じて、例えば、磁気回路 38 の少なくとも 1 つの要素に影響を与える衝突に应答するか、または磁気回路 38 の磁束 49 の近接磁束成分 88 に近接する磁束影響物体に应答して、磁気回路 38 の磁気抵抗に応じて、第 2 の信号 114 を生成する。磁気センサ 100 . 1 は、第 2 の信号 114 の絶対値またはその成分、例えば D C または A C を検知すること、あるいは関連する第 1 の信号 44 の位相に関係する第 2 の信号 114 の位相を検知することを、行うように適合させることができる。例えば、比較的低周波数で動作する一態様においては、第 1 の信号 44 と第 2 の信号 114 の間の相対位相を、衝突を検出する主尺度として使用することもできる。

10

#### 【 0 0 7 7 】

図 4 を参照すると、磁気センサ 100 . 2 の第 2 の態様によれば、第 2 の信号 114 の電圧レベルおよび信号対雑音比は、第 2 の共振回路 116 を組み込むことによって改善が可能であり、この第 2 の共振回路 116 は、第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) と並列な第 2 のキャパシタ 118 (  $C_p$  ) を含み、この第 2 のキャパシタ 118 (  $C_p$  ) は、発振型第 1 の信号 44 に应答して生成される発振型磁束 49 に应答して、第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) との組合せで、共振または近共振状態を示すように適合されている。第 2 の共振回路 116 からの信号は、関連する電気回路 102 ' の関連する電源の電圧  $V_{DD}$  の値の約半分に等しい、D C オフセット  $V_{REF}$  でバイアスされており、それによって第 2 の共振回路 116 からの単極の第 2 の信号 114 をもたらし、それによって関連する回路および電源要件を簡略化する。

20

#### 【 0 0 7 8 】

第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) および第 2 のキャパシタ 118 (  $C_p$  ) の並列連結の両端の電圧は、第 2 のバッファ増幅器 120 に入力されて、このバッファ増幅器の出力は、例えば第 1 の増幅器 122 および第 1 の結合キャパシタ 124、例えば同期復調器によって第 1 の復調器 126 に A C 結合され、この第 1 の復調器 126 は、第 2 の信号 114 の下にある搬送波信号の変調振幅を検出する。第 1 の復調器 126 からの出力は、第 2 の増幅器 128 に直接的に結合されて、この第 2 の増幅器 128 の出力は、上述した処理のために、第 1 のアナログ デジタル変換器 130 を介して 例えば、第 2 の信号 114 の曲り金属信号成分 72 として プロセッサ 132 に結合される。第 1 の復調器 126 からの出力は、第 2 の結合キャパシタ 134 を介して、第 3 の増幅器 136 に A C 結合されており、この第 3 の増幅器 136 の出力は、上述した処理のために、第 2 のアナログ デジタル変換器 138 を介して 例えば、第 2 の信号 114 の近接信号成分 74 として プロセッサ 132 に結合されている。

30

40

#### 【 0 0 7 9 】

図 7 を参照すると、第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) は、第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) の配線の電気抵抗を表す、理想の抵抗器  $R_{L_2}$  と直列の理想インダクタ  $L_2$  ' としてモデル化が可能であり、これらの直列連結は、第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) の巻線間 ( inter-turn ) キャパシタンスを表す、理想のキャパシタ  $C_{L_2}$  と並列である。第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) と連結された発振型磁束 49、 は、ファラデーの誘導の法則にしたがって、その中に電圧を誘起し、この誘起電圧は、図 7 においては、関連する理想インダクタ  $L_2$  ' と直列の発振型電圧源  $E_2$  によって表されている。第 2 のキャパシタ 118 (  $C_p$  ) は、関連する第 2 の信号 114 をモデル化する目的で、第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) と並列に接続されているが、第 2 のキャパシタ 118 (  $C_p$  ) および第 2 のコイル 54 (  $L_2$  ) は、これらは、

50

互いに接続されている２つだけの要素であるので、直列に接続されているとも考えることができる。

【００８０】

より具体的には、図７に示すように、第２のコイル５４（ $L_2$ ）と第２のキャパシタ１１８（ $C_P$ ）との組合せは、理想抵抗器 $R_{L_2}$ 、発振型電圧源 $E_2$ 、および理想キャパシタ $C_{L_2}$ と第２のキャパシタ１１８（ $C_P$ ）のキャパシタンスの合計、すなわち $C_{P\_Total} = C_{L_2} + C_P$ によって与えられる、合計キャパシタンス $C_{P\_Total}$ と直列の理想インダクタ $L_2'$ としてモデル化することができる。第２の共振回路１１６の関連する第２の共振周波数 $f_{n\_2}$ は、次式で与えられる：

【数１２】

$$\omega_{n\_2} = \frac{1}{\sqrt{L_2' C_{P\_Total}}} = \frac{1}{2\pi f_{n\_2}} \quad (6)$$

10

【００８１】

第２のキャパシタ１１８（ $C_P$ ）のキャパシタンスおよび第２のコイル５４（ $L_2$ ）のインダクタンス $L_2'$ は、例えば、発振器１０４の発振周波数 $f_0$ に対応する第２の共振周波数 $f_{n\_2}$ を設定するように適合される。第２のコイル５４（ $L_2$ ）のインダクタンス $L_2'$ は、関連するコイル幾何学形状および関連する磁気回路３８の磁気抵抗

【数１３】

$\mathcal{R}$

に応答性があり、これらの内のいずれかを衝突に応答性をもたせることができる。例えば、第２のコイル５４（ $L_2$ ）の場所を含む衝突は、第２のコイル５４（ $L_2$ ）を変形させて、その１つまたは２つ以上の巻線を短絡させて、これがコイルの有効インダクタンス $L_2'$ 、抵抗 $R_{L_2}$ およびキャパシタンス $C_{L_2}$ に影響を与えることになる。

さらに、磁気回路３８の要素に影響を与える衝突は、その磁気抵抗

【数１４】

$\mathcal{R}$

に影響を与える可能性があり、このことが、それと動作可能に関連する第２のコイル５４（ $L_2$ ）のインダクタンスに、次の関係

【数１５】

$$L_2' = N_2^2 / \mathcal{R}$$

に従って影響を与え、ここで $L_2'$ は、第２のコイル５４（ $L_2$ ）の自己インダクタンス、 $N_2$ は第２のコイル５４（ $L_2$ ）の巻数、

【数１６】

$\mathcal{R}$

は、磁束経路、すなわち磁気回路３８おの磁束経路の磁気抵抗

【数１７】

$\mathcal{R}$

であり、これに第２のコイル５４（ $L_2$ ）が結合されている。

【００８２】

さらに、磁気抵抗

【数１８】

$\mathcal{R}$

における変化に対するインダクタンス $L_2'$ の変化の感度は、巻数 $N_2$ の増加とともに増大する。共振において、すなわち磁束４９、が第２の共振周波数 $f_{n\_2}$ において発振する場合に、第２のコイル５４（ $L_2$ ）および第２のキャパシタ１１８（ $C_P$ ）を通過する電流は、第２の共振回路１１６の関連する直列抵抗に反応するレベルまで最大化されるとともに、それによって第２の信号１１４（ $V_{OUT}$ ）第２のキャパシタ１１８（ $C_P$

20

30

40

50



）の両端の電圧によって与えられる も、図 8 に示すように最大化される。第 2 の共振回路 116 の並列要素のインピーダンスは、共振において比較的高く、この高いインピーダンスは、図 4 に示す第 2 のバッファ増幅器 120（すなわち、電圧フォロワ）によってバッファリングされて、AC 結合された第 1 の復調器 126 による、その装荷（loading）が減少する。

#### 【0083】

第 2 のコイル 54（ $L_2$ ）と第 2 のキャパシタ 118（ $C_p$ ）との並列の組合せは、外部生成された電磁場に対する影響され易さを低減することにより、電磁適合性（EMC）を向上させるのに有利であり、ここで、関連する比較的高い周波数における第 2 のキャパシタ 118（ $C_p$ ）のインピーダンスは、比較的低く、それによってその両端で生成され得る、関連する信号レベルを制限する。したがって、第 2 の共振回路 116 は、対象とする信号に対する第 2 の信号 114 のレベルの強化または最大化、および電磁雑音に関連する望ましくない信号の減衰を行う。

#### 【0084】

ここで理解すべきことは、磁気センサ 100 の第 1 および第 2 の態様は、図 4 で示すように、互いに組み合わせて合同で実施するか、または一方または他方を個別に実施することができることである。1 つの動作モードにおいて、磁気センサ 100 の第 1 および第 2 の態様は、分散衝突検知を提供し、これにおいては、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）および第 2 のコイル 54（ $L_2$ ）、ならびにそれらの間の相互インダクタンスは、関連する磁気回路 38 の要素の衝突誘起振れまたは変形に応答するか、またはそれに近接する磁界影響物体に 20 応答して、この振れまたは変形は、それによって第 1 の場所 48 においてだい第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）に加えられる第 1 の信号 44 に応答してその中に生成される磁束 49、 に影響を与えるとともに、磁気検知要素 50、例えば第 2 のコイル 54（ $L_2$ ）によってその磁束 49、 に応答して生成される第 2 の信号に影響を与える。

#### 【0085】

フェイルセーフモードと呼ぶ、別の動作モードにおいては、磁気センサ 100 の第 1 および第 2 の態様は、磁気回路 38 の公称状態に対して第 2 の信号 114 の公称レベルを提供し、そのレベルからの第 2 の信号 114 の変化は、磁気回路 38、例えば第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）、第 1 の磁気経路 30 または第 2 の磁気経路 32、あるいは磁気検知要素 50 / 第 2 のコイル 54（ $L_2$ ）の変化、またはそれに対する変更、の指示を提供する。したがって、第 2 の信号 114 を閾値と比較することによって、関連する磁気センサ 100 . 1、100 . 2 が、その後の衝突の検出に先立って許容できる公称状態にあるかどうかを判定することができる。

#### 【0086】

磁気センサ 100 . 3 の第 3 の態様によれば、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）に関連する電気回路 102 は、第 1 の共振回路 106 と関連する 1 つまたは 2 つ以上の変数、例えば、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）の両端の電圧、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）と直列の抵抗器 110（ $R_s$ ）の両端の電圧によって計測される、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）を通過する電流、または第 1 のキャパシタ 108（ $C_s$ ）の両端の電圧を検知するように適合されており；それによって、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）のインダクタンスまたは抵抗に 40 応答性のある尺度、例えば、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）のインダクタンス  $L_1$  '、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）の両端の電圧の絶対値、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）を通過する電流の絶対値、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）の両端の電圧と第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）を通過する電流との間の位相角、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）に加えられる無効電力（reactive power）、または第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）によって観察される無効電力を、それらから特定する。次いで、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）のインダクタンスまたは抵抗に 40 応答性のある尺度を使用して、第 1 の共振回路 106 の動作可能性（operativeness）特に第 1 の共振回路 106 を診断するか、または自己インダクタンス動作モードに従って衝突の発生特に、第 1 のコイル 42（ $L_1$ ）の第 1 の場所（例えば、ドア 14 のヒンジ 18 側）に近接する衝撃を、例えば、参照により本明細書に組み入れてある 2000 年 8 月 26 日出願の米国特許出 50

願第 09 / 6 4 8 6 0 6 号、現在の米国特許第 6 5 8 7 0 4 8 号の教示に従って、検出する。

#### 【 0 0 8 7 】

例えば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) 内の電流を検知して、1 つまたは 2 つ以上の閾値と比較して、第 1 の共振回路 1 0 6 が、車両 1 2 の公称状態に対して正常に動作しているか、または、例えば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の 1 つまたは 2 つ以上の巻線が短絡しているかどうかを判定する。磁気回路 2 8 に影響を与える、車両 1 2 に対する衝撃は、上記の尺度がそれに対して応答性のある、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の両端の電圧、それを通過する電流、またはそのインダクタンスを変調することになる。第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) のインダクタンスまたは抵抗に応答性のある尺度を、実時間で検出、検知して、それによって第 1 の共振回路 1 0 6 の動作可能性の実時間検出、例えば第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) が磁気回路 3 8 において磁束 4 9、 を生成しているかどうかの判定を行うことができる。さらに、車両 1 2 内の異なる場所、例えば A ピラー、B ピラーまたは C ピラーにおける異なる磁気センサ 1 0 0 を、互いの動作可能性を検証するように適合化して、それによって異なる磁気センサ 1 0 0 の相互のフェイルセーフをもたらすことができる。

10

#### 【 0 0 8 8 】

第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) 内の電流  $I$  は、関連する磁気回路 3 8 内に磁束 4 9、 を生成する。この磁束 4 9、 は、関連するエネルギーをその中に蓄積し、このエネルギーは第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) がそこに移送するエネルギーと、例えば、渦電流、ヒステレシスまたは放射のいずれかから生じる、関連するエネルギー損失の両方と均衡する。磁気回路 3 8 1 つまたは 2 つ以上の要素、例えばドア 1 4 の機械的動揺は、このエネルギー均衡に影響を与え、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) が受け取りまたは吸収する電流に対応する影響を生じ、この影響の絶対値は、関連する機械的動揺に関連する機械的エネルギーに関連すると考えられる。

20

#### 【 0 0 8 9 】

言い換えると、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) インダクタンス  $L_1$  ' は、関連するコイル幾何学形状 ( 配線寸法、巻数、巻線形状および半径を含む ) と、関連する磁気回路 3 8 の磁気抵抗とに応答性がある。したがって、磁気回路 3 8 または、コイル幾何学形状に対する例えば、衝突に応答する 変更は、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の関連するインダクタンス  $L_1$  ' に関連する変化を生じさせ、この変化は、発振器 1 0 4 からの発振信号に応答して、そのインピーダンス  $Z_L$  に関連する変化を生じさせ、この変化は、発振器 1 0 4 からの第 1 の信号がそれに加えられる、第 1 の共振回路 1 0 6 のインピーダンス  $Z$  における関連する変化を生じさせる。したがって、一定振幅  $V$  を有する第 1 の信号 4 4 に対して、 $I = V / Z$  で与えられる、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) を通過する結果としての電流  $I$  は、 $Z$  の値に応じて変化し、この値は、関連する磁気回路 3 8 または第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) のいずれかの機械的動揺に応答性があり、かつそれを指示する。

30

#### 【 0 0 9 0 】

さらに、ある種の衝突、例えばボール衝撃は、磁気回路 3 8 の衝突誘起動揺が結果としての第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) 内の電流  $I$  に影響を与える程度は、衝突場所の第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) への近接度に対して応答性がある。したがって、一態様によれば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) 内の電流  $I$  における変動の絶対値は、衝突の第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) への近接度の尺度として使用することができる。別の態様によれば、1 つまたは 2 つ以上の関連する磁気検知要素 5 0 からの関連する信号における変動と関係する、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) 内の電流  $I$  における変動は、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) および 1 つまたは 2 つ以上の関連する磁気検知要素 5 0 の場所と関係して、衝突の場所を特定するのに使用することができる。一般に、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) における電流  $I$  の変調は、衝突の強度および場所を検知すること、および第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の動作可能性を検証することに有用である。上述したように、第 1 の共振回路 1 0 6 を使用して、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) 内の電流  $I$  を相対的に増大させるか、または最大化することによって、関連する検出感度が、相対的に増大または最大化される。

40

50

## 【0091】

図4を参照すると、第1の共振回路106に関連する1つまたは2つ以上の変数を検知するためのサブシステムの第1の態様によれば、第1のコイル42 ( $L_1$ )の両端の電圧と、抵抗器110 ( $R_S$ )の両端の電圧とが検知され、その後者は、第1のコイル42 ( $L_1$ )を通過する電流の尺度を提供する。第1のコイル42 ( $L_1$ )の両端の電圧は、第3のアナログ デジタル変換器142に、直接または第2の変調器144を介して、動作可能に結合された差動増幅器140への入力であり、第3のアナログ デジタル変換器142の出力は、プロセッサ132への入力である。抵抗器110 ( $R_S$ )の両端の電圧  $V_{R_S}$  は、第4のアナログ デジタル変換器148に動作可能に結合された、第4の増幅器146への、直接または第3の変調器150を介しての入力であり、第4のアナログ デジタル変換器148の出力は、プロセッサ132への入力である。第4の増幅器146は、シングルエンド型増幅器として図示してあるが、ここで理解すべきことは、第4の増幅器は、その差分入力が抵抗器110 ( $R_S$ )の両端の電圧を計測するように適合された、差動増幅器としても適合させることができることである。

## 【0092】

ここで理解すべきことは、アナログ デジタル変換器130、138、144、148は、そこに組み込まれているか、またはそれへの信号(複数を含む)を処理する、その他の信号調整要素内に組み込まれている、関連するローパス・アンチエイリアシング(anti-aliasing)フィルタと協働して、高周波情報が、サンプリングされた信号内の対応する低周波情報としてのエイリアシングを防止することである。例えば、ナイキストサンプリング基準に従って、アナログ デジタル変換器130、138、144、148のサンプリング周波数は、関連するアンチエイリアシングフィルタのカットオフ周波数の少なくとも2倍大きくされることになる。例えば、単極型アンチエイリアシングフィルタを使用して、フィルタリングされた信号における過剰な位相ずれまたは遅延を回避するように、または関連する相対的に速いステップ応答をもたらすように、アンチエイリアシングフィルタを適合させることは有益である。

## 【0093】

第2の復調器144および第3の復調器150は、それが存在する場合には、それぞれの復調器144、150へのそれぞれの入力信号の、絶対値、位相および相対位相の1つまたは2つ以上の検出を行う。より具体的には、それぞれ個々の入力信号は、発振周波数  $f_0$  の搬送波を含み、この搬送波は、それぞれの変調信号によって変調され、復調器144、150は、それが存在する場合には、それぞれの変調信号の関連する特徴に応じた振幅または位相の1つまたは2つ以上の尺度の生成を行う。その構成に応じて、第2の復調器144および第3の復調器150は、それが存在する場合には、プロセッサ132に直接、例えば1つまたは2つ以上のデジタル入力に接続されるか、または関連する第3のアナログ デジタル変換器142および第4のアナログ デジタル変換器148を介して接続される。

## 【0094】

さらに、第2の復調器144および第3の復調器150の機能は、アナログまたはデジタルの出力信号のいずれか、またはその両方を生成するとともに、プロセッサ132に適当に接続されている、単一の復調器に結合してもよい。さらに、1つまたは2つ以上の復調機能は、それぞれの入力信号の1つまたは2つ以上について、プロセッサ132によって直接、実施することもできる。さらに、1つまたはすべての復調器126、144、150(例えば、図4に示すような、第2の復調器144)を、発振器104に動作可能に結合して、関連する信号(複数を含む)の位相処理を容易にしてもよい。例えば、第1のコイル42 ( $L_1$ )を通過する電流と、その両端の電圧との相対位相は、ドア14の開放、または衝突により生ずるドアへの衝撃によって影響を受ける可能性がある。

## 【0095】

抵抗器110 ( $R_S$ )の両端の電圧  $R_S$  は、 $I = V_{R_S} / R_S$  によって与えられる、ここを通過する電流  $I$  の尺度となり、これは、それと直列につながる第1のコイル42 ( $L$

1) を通過する電流の尺度でもある。電流  $I$  の尺度は、第 1 の共振回路 106 の合計抵抗  $R_{Total}$  と、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) および第 1 のキャパシタ 108 ( $C_s$ ) それぞれの誘導性および容量性のリアクタンスの総和とに依存性があり、後者の総和は共振においてゼロである。第 4 の増幅器 146 の利得を増大させると、電流  $I$  の尺度の、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の抵抗  $R_{L1}$  に対する感度を増大させ、したがって、1 つまたは 2 つ以上のその巻線が短絡しているかどうかの検出に対する感度を増大させる。第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) 1 つまたは 2 つ以上のコイルが短絡すると、関連する電流  $I$  が増大する。さらに、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の 1 つまたは 2 つ以上の巻線が短絡すると、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の自己インダクタンス  $L_1$  ' も影響を受け、例えば減少して、これが、電流  $I$  および関連するその尺度に影響を与え、第 1 の共振回路 106 の合計リアクタンスが、次第に容量リアクタンス性 (capacitive reactive) となり、それによって、発振器 104 によって印加される第 1 の信号 44 の電圧に対する、抵抗器 110 ( $R_s$ ) を通過する電流  $I$  の位相に影響を与える。

【0096】

第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の自己インダクタンス  $L_1$  ' は、関連する磁気回路 38 の磁気抵抗

【数 19】

$R$

に対しても依存性があり、それに対する変更 例えば、衝突または近接物体に依存性がある は、電流  $I$  および関連するその尺度にも影響を与える。第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の自己インダクタンス  $L_1$  ' の、関連する磁気回路 38 の磁気抵抗

【数 20】

$R$

の変化に対する感度を、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の巻数を増大させることによって向上させることができることが予測される。追加の第 4 の増幅器 146 および関連する電子回路を追加することによって、それぞれが異なるレベルの関連する増幅器利得とその結果として得られる感度とを有する、複数の電流依存性信号を提供することができる。例えば、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の 例えば、短絡巻線状態によって生じる 抵抗  $R_{L1}$  の変化を検出するのに、そのインダクタンス  $L_1$  ' への衝突誘起変化の検出に使用するものとは異なる感度を使用してもよい。代替的に、単一利得制御可能な第 4 の増幅器 146 を、その利得をプロセッサ 132 によって制御して、使用することもできる。

【0097】

純粋インダクタ  $L$  に対して、インダクタ  $L$  の両端の電圧  $V_L$  とそれを通過する電流  $I_L$  との関係は、次式で与えられる：

【数 21】

$$V_L = L \cdot \frac{dI_L}{dt} \quad \text{または、低周波数領域では} \quad V_L(j\omega) = j\omega \cdot L \cdot I(j\omega) \quad (7)$$

したがって、理想インダクタに対して、そこを通過する電流  $I$  は、その両端の電圧  $V_L$  を 90 度遅らせて、周波数領域では、インダクタンスは次式で与えられる：

【数 22】

$$L = \frac{V_L(j\omega)}{j\omega \cdot I(j\omega)} \quad (8)$$

代替的に、時間領域においては、次式となる。

【数 23】

$$L = \frac{\int_{t_0}^{t_1} V_L(t) \cdot dt}{I_L(t_1) - I_L(t_0)} \quad (9)$$

## 【 0 0 9 8 】

しかしながら、実インダクタ、例えば、図 5 に示す二次システム (second-order system) によって表される第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) に対して、インダクタ  $L_1$  を通過する電流とその両端の電圧の間の位相角は、90 度だけ異なることになる。したがって、電流  $I$  の尺度 抵抗器 1 1 0 (  $R_S$  ) の両端の電圧から と、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の両端の電圧  $V_L$  との間の位相角を使用して、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) のインダクタンスの計算をおこなって、関連する抵抗  $R_{L_1}$  および / またはキャパシタンス  $C_{L_1}$  の影響を考慮することができる。第 1 の共振回路 1 0 6 の抵抗に対するその他の変更、すなわち第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の外部の変化、すなわち関連するコネクタの抵抗に対する変更 例え ばゆるいコネクタまたは接続不良による は、電流  $I$  の尺度と、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の両端の電圧との間の位相角には影響を与えないが、電流  $I$  の絶対値と、第 1 の信号 4 4 に対するこの電流  $I$  の位相角との両方に影響を与える。

## 【 0 0 9 9 】

プロセッサ 1 3 2 は、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) または関連する第 1 の共振回路 1 0 6 の要素の故障またはそれに対する変更を診断するか、または衝突と磁気回路 3 8 に影響を与える他の状態とを区別するために、電圧  $V_L$  および電流  $I$  の信号を実時間で検知する。電圧  $V_L$  および電流  $I$  の絶対値を使用するのに加えて、プロセッサは、例えば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) のインダクタンス  $L_1$  ' もしくはインピーダンス、その抵抗  $R_{L_1}$  、または第 1 の共振回路 1 0 6 の抵抗を特定するために、それらの相対位相、または第 1 の信号 4 4 の位相に対する、電圧  $V_L$  または電流  $I$  のいずれかの位相を使用することもできる。

プロセッサ 1 3 2 は、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) に印加される電力 リアクタンス性 (  $V \cdot I$  ) もしくはリアル (  $V \cdot I \cdot \cos ( )$  )、または両方 をさらに特定してもよく、これらは、故障検出、衝突検知、または磁気回路 3 8 の磁気抵抗

## 【 数 2 4 】

$\mathcal{R}$

に応答性のあるその他の尺度の検知のいずれかのための追加の情報として使用することができる。

## 【 0 1 0 0 】

第 1 の共振回路 1 0 6 の品質係数、または  $Q$  は、磁気センサ 1 0 0 の帯域幅と関係があり、第 1 の共振回路 1 0 6 の抵抗 すなわち、コイルの固有抵抗または関連する直列抵抗器 1 1 0 (  $R_S$  ) の抵抗、または関連する第 1 のキャパシタ 1 0 8 (  $C_S$  ) の等価な直列抵抗 (  $ESR$  : equivalent series resistance ) によって影響を受ける。したがって、第 1 の共振回路 1 0 6 の  $Q$  は、第 1 の共振回路 1 0 6 の関連する抵抗を設定または調節することによって、例えば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の固有抵抗 これについては以下により詳細に記述する を調節するか、または直列抵抗器 1 1 0 (  $R_S$  ) の抵抗を調節することによって、設定または調節することができる。磁気回路 3 8 における、またはそれに対する関連する磁気外乱に対しての、磁気センサ 1 0 0 の総合感度は、発振周波数が第 1 の共振回路 1 0 6 の共振周波数と異なる相対的な量によって影響を受け、その変化に対するこの感度は、第 1 の共振回路 1 0 6 の  $Q$  によって影響される。例えば、この感度または 利得は、発振周波数が共振周波数に等しいときに最高となり、図 6 に示すように、相対差異が大きくなるほど減少し、相対周波数差における変化に対するこのような減少の感度は、第 1 の共振回路 1 0 6 の  $Q$  に直積的に関係している  $Q$  が増大すると、感度は、相対周波数差異に対してより敏感になる。

## 【 0 1 0 1 】

第 1 の共振回路 1 0 6 に関連する 1 つまたは 2 つ以上の変数を検知するためのサブシステムの第 2 の態様によれば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の両端の電圧  $V_L$  は、抵抗器 1 1 0 (  $R_S$  ) の両端の電圧  $V_{R_S}$  を別個に検知することなく、上述のように検知される。第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の両端の電圧  $V_L$  は、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) を通過する電流  $I$  に対して次式のように応答する：

10

20

30

40

50

$$V_L = I \cdot Z_L \quad (10)$$

ここで、 $Z_L$  は第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) のインピーダンスである。第 1 の共振回路 106 を通過する電流  $I$  は次式で与えられる：

【数 25】

$$I = \frac{V}{Z_L + Z_{CS} + R_S} \quad (11)$$

ここで、 $V$  は、第 1 の信号 44 の電圧であり、 $Z_{CS}$  は第 1 のキャパシタ 108 ( $C_S$ ) のインピーダンス、(それが存在する場合には)  $R_S$  は抵抗器 110 ( $R_S$ ) のインピーダンスである。次いで、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) のインピーダンス  $Z_L$  は、第 1 の信号 44 の電圧  $V$  と第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の両端の電圧  $V_L$  との関数として次式で与えられる：

10

【数 26】

$$Z_L = \frac{Z_{CS} + R_S}{\frac{V}{V_L} - 1} \quad (12)$$

【0102】

例えば、第 1 の信号 44 の電圧  $V$ 、第 1 のキャパシタ 108 ( $C_S$ ) のインピーダンス  $Z_C$ 、および(存在する場合には)抵抗器 110 ( $R_S$ ) のインピーダンス  $R_S$  は一定であると仮定すると、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) のインピーダンス  $Z_L$  は、その両端の電圧  $V_L$  の関数として与えられる。

20

第 1 の共振回路 106 と関連する 1 つまたは 2 つ以上の変数を検知するサブシステムの第 3 の態様によれば、抵抗器 110 ( $R_S$ ) の両端の電圧  $V_{RS}$  は、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の両端の電圧  $V_L$  を別個に検知することなく、上述のように検知される。抵抗器 110 ( $R_S$ ) の両端の電圧  $V_{RS}$  は、上述のように、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) を通過する電流  $I_L$  に応答性があるとともに、図 6 に示すように、共振の状態に応答性がある。さらに、抵抗器 110 ( $R_S$ ) の両端の電圧  $V_{RS}$  またはそこを通過する電流  $I$  の関連する尺度と、第 1 の信号 44 の電圧  $V$  との関係は、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) および第 1 のキャパシタ 108 ( $C_S$ ) それぞれのインピーダンス  $Z_L$  および  $Z_{CS}$ 、および例

30

【0103】

第 1 の共振回路 106 に関連する 1 つまたは 2 つ以上の変数を検知するサブシステムの第 4 の態様によれば、第 1 のキャパシタ 108 ( $C_S$ ) の両端の電圧  $V_C$  または第 1 のキャパシタ 108 ( $C_S$ ) と抵抗器 110 ( $R_S$ ) の直列連結の両端の電圧 ( $V_C + V_{RS}$ ) を、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の両端の電圧  $V_L$  または抵抗器 110 ( $R_S$ ) の両端の電圧  $V_{RS}$  を検知することの代替として、またはそれに加えて検知することもできる。

例えば、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の両端の電圧  $V_L$  は次式で与えられる：

40

$$V_L = V_1 - (V_{CS} + V_{RS}) \quad (13)$$

【0104】

図 4 および図 9 を参照すると、第 1 の共振回路 106 に関連する 1 つまたは 2 つ以上の変数を検知するサブシステムの第 5 の態様によれば、第 3 の信号 152 および第 4 の信号 154、例えば第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) の両端の電圧  $V_L$  および抵抗器 110 ( $R_S$ ) の両端の電圧  $V_{RS}$ 、の相対位相を関連するプロセス 900 によってプロセッサ 132 で直接、特定され、ここで第 3 の信号 152 ( $V_L$ ) および第 4 の信号 154 ( $V_{RS}$ ) は、それぞれ第 3 のアナログ デジタル変換器 142 および第 4 のアナログ デジタル変換器 148 を介して、プロセッサ 132 に入力されて、ステップ (902) においてプロセッサによって読み取られる。ステップ (904) において、位相タイマが先に開始し

50

ている場合には、ステップ(906)において、位相タイマが増分されて、ここで位相タイマは、第3の信号152( $V_L$ )および第4の信号154( $V_{RS}$ )の関連する正方向(positive-going)ゼロ交差間の時間を計測するとともに、それによってその相対位相の尺度を生成するのに使用される。

ステップ(910)において、第3の信号152( $V_L$ )の第1の平均値

【数27】

$$\bar{V}_L$$

が、例えば、移動平均またはローパスフィルタリング処理を使用して特定される。ステップ(912)において、第4の信号154( $V_{RS}$ )の第2の平均値

10

【数28】

$$\bar{V}_{RS}$$

が、例えば、ステップ(910)において使用されたものと類似の、移動平均またはローパスフィルタリングを使用して特定される。

【0105】

それぞれの平均値

【数29】

$$\bar{V}_L$$

20

および

【数30】

$$\bar{V}_{RS}$$

は、第3の信号153( $V_L$ )および第4の信号154( $V_{RS}$ )それぞれの長期平均値を表し、これらは、例えば、関連する単極電気回路102に対して、対応する非ゼロバイアス値であり、このまわりを関連する発振型の第3の信号152( $V_L$ )および第4の信号154( $V_{RS}$ )が発振する。例えば、+1ボルトと+5ボルトの極値の間で発振する正弦波信号に対して、関連する平均値は+3Vであるか、またはプロセッサ132内での、その等価表現である。次いで、ステップ(914)において、第3の信号152( $V_L$ )が関連する第1の平均値

30

【数31】

$$\bar{V}_L$$

と比較されて、第3の信号152( $V_L$ )が大きい場合には、ステップ(916)において、関連する第1の2進値

【数32】

$$V_L^*$$

がゼロに設定され；そうでない場合には、ステップ(918)において、関連する第1の2進値

40

【数33】

$$V_L^*$$

がゼロに設定される。

【0106】

次いで、ステップ(920)において、第1の2進値

【数34】

$$V_L^*$$

50

がゼロから 1 に遷移している それによって前縁を示し、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) の正方向ゼロ交差の発生を指示する 場合には、ステップ ( 9 2 2 ) において、位相タイマが初期値、すなわちゼロにリセットされて、次いで始動される。ステップ ( 9 2 2 ) に続いて、またはそうではなくステップ ( 9 2 0 ) から、ステップ ( 9 2 4 ) において、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) が関連する第 2 の平均値

【数 3 5】

$$\overline{V_{RS}}$$

と比較されて、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) が大きい場合には、次いで、ステップ ( 9 2 6 ) において、関連する第 2 の 2 進値

10

【数 3 6】

$$V_{RS}^*$$

がゼロに設定され；そうでない場合には、ステップ ( 9 2 8 ) において、関連する第 2 の 2 進値

【数 3 7】

$$V_{RS}^*$$

がゼロに設定される。次いで、ステップ ( 9 3 0 ) において、第 2 の 2 進値

20

【数 3 8】

$$V_{RS}^*$$

がゼロから 1 に遷移している それによって前縁を示すとともに、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) の正方向ゼロ交差の発生を指示する 場合には、次いでステップ ( 9 3 2 ) において、位相タイマの値が記憶されて、ステップ ( 9 0 2 ) について処理が反復される。

【 0 1 0 7 】

そうでない場合には、ステップ ( 9 3 0 ) から、ステップ ( 9 0 2 ) について処理が反復される。半波長の期間に対応する値より小さい位相タイマの記憶値は、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) に対して遅れている、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) に対応し；半波長の期間に対応する値よりも大きい位相タイマの記憶値は、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) に対して進んでいる、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) に対応し；半波長の期間に対応する値に等しい位相タイマの記憶値は、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) に対して 1 8 0 度位相がずれている、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) に対応する。

30

【 0 1 0 8 】

図 1 0 を参照すると、第 1 の共振回路 1 0 6 に関連する 1 つまたは 2 つ以上の変数を検知するサブシステムの第 6 の態様によれば、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) および第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) の相対位相は、第 1 の位相同期ループ 1 5 6 (  $PLL$  ) および第 2 の位相同期ループ 1 5 8 (  $PLL$  ) を備える装置を用いて計測が可能であり、この装置のそれぞれの入力は、それぞれ第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) および第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) に動作可能に結合されており、その装置のそれぞれの出力は、排他的  $OR$  (  $XOR$  ) ゲート 1 6 0 に結合されており、このゲートの出力は、カウンタ 1 6 2 のゲートを制御するのに使用され、このカウンタ 1 6 2 は、プロセッサ 1 3 2 に組み入れるか、またはプロセッサ 1 3 2 によってソフトウェアとして実装してもよい。より具体的には、第 1 の位相同期ループ 1 5 6 (  $PLL$  ) は、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) と位相合わせされた第 1 のコヒーレント方形波 1 6 4 を生成し、第 2 の位相同期ループ 1 5 8 (  $PLL$  ) は、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) と位相合わせされた第 2 のコヒーレント方形波 1 6 6 を生成する。第 1 のコヒーレント方形波 1 6 4 および第 2 のコヒーレント方形波 1 6 6 の値が 関連する相対位相差の期間に対応して 異なるときに、排他的  $OR$  (  $XOR$  ) ゲート 1 6 0 の出力信号 1 6 8 は、 $ON$  であり、第 1 のコヒーレント方形波 1 6 4 および第 2 のコヒーレント方形波 1 6 6 の値が同一であるときに、 $OFF$  である。

40

50



## 【 0 1 0 9 】

カウンタ 1 6 2 は、出力信号 1 6 8 の正方向前縁に応答してリセットされ、その後、出力信号 1 6 8 が OFF 状態に戻るまで、一定速度で計数を継続し、この時刻に、カウンタの関連する値が記憶される。したがって、カウンタ 1 6 2 は、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) および第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) の位相差に対応する期間を計測する。半波長の期間に対応する値より小さい記憶カウンタ値は、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) に対して遅れている、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) に対応し；半波長の期間に対応する値よりも大きい記憶カウンタ値は、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) に対して進んでいる、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) に対応し；半波長の期間に対応する値に等しい記憶カウンタ値は、第 4 の信号 1 5 4 (  $V_{RS}$  ) に対して 1 8 0 度位相がずれている、第 3 の信号 1 5 2 (  $V_L$  ) に対応する。

10

## 【 0 1 1 0 】

図 1 1 を参照すると、磁気センサ 1 0 0 . 4 の第 4 の態様によれば、図 4 に示す態様における第 1 のキャパシタ 1 0 8 (  $C_S$  ) のキャパシタンス  $C_S$  は、複数のキャパシタ、例えば第 3 のキャパシタ 1 7 0 (  $C_1$  ) および第 4 のキャパシタ 1 7 2 (  $C_2$  ) の間に、それぞれを第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の異なる端部に接続してすなわち、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) が第 3 のキャパシタ 1 7 0 (  $C_1$  ) と第 4 のキャパシタ 1 7 2 (  $C_2$  ) の間に接続されるように分散させることが可能であり、ここで、第 3 のキャパシタ 1 7 0 (  $C_1$  ) および第 4 のキャパシタ 1 7 2 (  $C_2$  ) は、それらの直列連結のキャパシタンスが、以下の式のように、第 1 のキャパシタ 1 0 8 (  $C_S$  ) のキャパシタンス  $C_S$  に等しくなるように、適合されている。

20

## 【 数 3 9 】

$$C_S = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (14)$$

## 【 0 1 1 1 】

第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の両側へのキャパシタンスをこのように分布させることは、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) を関連する電気回路 1 0 2 に結合する導体中における、電源または接地のいずれかへの短絡を許容する上で有益であり、このような短絡は、さもないと関連する電気回路 1 0 2 を損傷する可能性があるが、その代わりに、第 1 の共振回路 1 0 6 と関連する 1 つまたは 2 つ以上の変数を検知する上記の態様によって、容易に検出される。例えば、通常、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) は、ケーブルまたは配線用ハーネスによって関連する電気回路 1 0 2 に接続されることになり、これらは、車両の組み立てまたは運転中に、上記の故障を発生する可能性がある。第 1 の共振回路 1 0 6 の共振状態は、その他の点では、単一の第 1 のキャパシタ 1 0 8 (  $C_S$  ) を組み込んだ第 1 の共振回路 1 0 6 に対して上述したのと同様である。

30

## 【 0 1 1 2 】

磁気センサ 1 0 0 . 5 の第 5 の態様によれば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の抵抗  $R_{L_1}$  は、そのワイヤゲージが減少するか、またはその巻数  $N$  が増大すると、増大する。第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の抵抗  $R_{L_1}$  が、第 1 の共振回路 1 0 6 内の最大電流  $I$  を許容できるレベルに制限するのに十分である場合には、抵抗器 1 1 0 (  $R_S$  ) を第 1 の共振回路 1 0 6 から除外することができる。この配設は、また、例えば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) 内部の 1 つまたは 2 つ以上の巻線の短絡によって生じるような、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の抵抗  $R_{L_1}$  における変化に対する第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の両端の電圧 (  $V_L$  ) の感度の向上をもたらし、そうでない場合には、これは、第 1 の共振回路 1 0 6 に抵抗器 1 1 0 (  $R_S$  ) を組み入れたシステムに対しては、抵抗  $R_{L_1}$  と抵抗  $R_S$  の比が増大するにつれて、増大する。例えば、第 1 のコイル 4 2 (  $L_1$  ) の固有抵抗は、関連する配線寸法 ( ゲージ ) および / または配線の長さ ( 巻数 ) を調節することによって、約 0 . 1 オームから 1 0 オームの間の値に設定することができる。

40

## 【 0 1 1 3 】

50

60巻の第1のコイル42 ( $L_1$ ) に対して、その合計固有抵抗が0.1オームである場合、巻当りの抵抗は、0.0001666オーム/1巻となり、それに対して、合計固有抵抗が10オームである場合には、1巻当り抵抗は、0.6オーム/1巻となり、後者は、計測することが実質的に容易である。第1のコイル42 ( $L_1$ ) の合計固有抵抗による影響を受けることに加えて、短絡巻線の検出可能性は、第1のコイル42 ( $L_1$ ) の抵抗に対する直列抵抗器110 ( $R_s$ ) の抵抗による影響も受け、抵抗器110 ( $R_s$ ) の両端の電圧を増幅するのに使用される第4の増幅器146の利得を増大させることによって向上させることができる。

#### 【0114】

上述の態様によれば、発振周波数  $f_0$  は、車両12および関連する磁気回路38の公称状態（すなわち、衝突前）において、共振または近共振をもたらすように適合させても；または車両ボディ26および関連する磁気回路38の公称状態に対して非共振となるように適合させ、次いで、衝突に応答して、第1のコイル42 ( $L_1$ ) または第2のコイル54 ( $L_2$ ) のインダクタンス  $L_1'$  または  $L_2'$  における関連するずれの結果として、共振または近共振状態をもたらしてもよい。さらに、磁気センサ100に、複数の異なる周波数を組み入れて、異なる周波数で、車両ボディ26の異なる関連状態に対して関連する共振がもたらされるように適合させてもよい。

#### 【0115】

図4を参照すると、磁気センサ100.6の第6の態様によれば、発振器104は、プロセッサ132からの信号174に응答して制御可能に適合させることができる。例えば、発振器104は、電圧制御発振器 (VCO) としてもよい。動作に際して、発振器104の発振周波数  $f_0$  が、第1の共振回路106の関連する共振周波数  $f_n$  を介してステップ状または連続方式で掃引される。発振器からの出力は、直接的に、またはアナログである場合には、第5のアナログ デジタル変換器176を介して、プロセッサ132に結合して、発振器からの出力、例えば、第1の信号44の発振周波数  $f_0$  または関連するレベル  $V$ 、の尺度を提供することができる。例えば、プロセッサ132は第1の信号44を直接、検知して、次いでその信号から直接、関連するレベル  $V$  および発振周波数  $f_0$  を特定することもできる。次いで、特定の共振周波数を、発振周波数  $f_0$  として識別することが可能であり、この周波数に対して、第1のコイル42 ( $L_1$ )、第1のキャパシタ108 ( $C_s$ )、または抵抗器110 ( $R_s$ ) のいずれかの両端の電圧が最大化され、その電圧から、第1のコイル42 ( $L_1$ ) の関連するインダクタンス  $L_1'$  を識別することができる。同様に、類似の手段によって第2の共振回路116の共振周波数  $f_{n-2}$  を特定した後に、第2のコイル54 ( $L_2$ ) の関連するインダクタンス  $L_2'$  を識別することができる。

#### 【0116】

第1の共振回路106の周波数応答特性上の 例えば、図6に示すような 具体的な動作点は、発振器104/第1のバッファ増幅器112によって磁気回路38に転送される電力量に、影響を与えることになる。一態様においては、磁気センサ100を初期化すると、上記で概説したように、1次発振器104を信号源として使用するか、または別の発振器を使用して、発振周波数を掃引するとともに、関連する磁気検知要素50からの応答を監視することによって、第1の共振回路106の共振周波数、およびその関連する周波数応答の両方の計測を行うことによって、第1の共振回路106の共振周波数および関連する周波数応答の特性が識別される。

#### 【0117】

結果として得られる計測共振周波数が、発振器104の公称発振周波数  $f_0$  と異なる場合には、その後、公称発振周波数  $f_0$  で動作しているときに、例えば、ある補正係数に従って、1つまたは2つ以上のソフトウェアまたはハードウェアパラメータまたは変数を調節して、関連する第1の共振回路106の共振周波数と異なる発振周波数  $f_0$  で動作することによって生じる、関連する利得の低下を吸収することになる。したがって、この態様は、例えば、生産変動、温度、または加齢のいずれかによって生じる可能性のある、磁

10

20

30

40

50

気センサ 100 の比較的長期の変化に適合することを可能にする。関連する補正係数が閾値を超えて、例えば保全または修理の必要性を指示する場合には、例えば、指示器または警報器を経由して、警報を生成または起動することができる。

【0118】

例えば、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) が  $L_1$  のインダクタンスを有する理想導体である場合には、共振周波数が  $f_n$  であると特定されると、インダクタンス  $L_1$  は次式で与えられる：

【数 40】

$$L_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_n^2 \cdot C_s} \quad (15)$$

10

【0119】

第 6 の態様の別の観点によれば、発振器 104 または関連する増幅器、例えば、第 1 のバッファ増幅器 112 を、プロセッサ 132 からの、または別のコントローラからの信号 174 に応答して制御して、抵抗器 110 ( $R_s$ ) の両端での電圧  $V_{R_s}$  から検知される状態での、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) への電流  $I$  のレベルを制御する。少なくとも近共振で動作させることによって、第 1 の共振回路 106 のインピーダンスは、少なくとも実質的に抵抗性となり、これは電流  $I$  のレベルを制御するための関連する制御アルゴリズムを簡略化する。例えば、電流  $I$  は、例えば製造変動、温度効果、または加齢から生じる長期変動を補正するのに十分高速であり、かつ衝突により誘起された電流  $I$  の動揺または変動に悪影響を与えないほど十分に遅い、比較的低帯域幅の制御アルゴリズムを使用して、一定値に制御することができる。したがって、この閉ループ電流制御システムは、第 1 のコイル 42 ( $L_1$ ) を通過する電流  $I$  の公称レベルを維持し、関連する磁気回路 38 内の関連する公称レベルの磁束 49、を対応して維持し、それによって、第 1 の共振回路 106 の共振周波数に影響を与え、したがってさもなければ第 1 の共振回路 106 の固有周波数応答およびその関連する帯域幅の結果として、電流  $I$  のレベルに悪影響を与える可能性のある、第 1 の共振回路 106 への変更を吸収する。

20

【0120】

上記の態様のいずれかによる、衝突または車両ボディ 26 または関連する磁気回路 38 に影響を与えるその他の状態に応答するか、または磁気センサ 100 の構成要素の故障の検出に応答して、次いで、プロセッサ 132 は、車両 12 の乗員を保護するか、または通知をする必要に応じて、関連する安全拘束アクチュエータ 64、または関連する表示器 178 を作動させることができる。

30

【0121】

図 12 を参照すると、第 1 のコイル 42 における電流  $I$  は、それが関連する磁気回路 38 の磁気抵抗に与える影響の結果として、ドア 14 の解放角の尺度を提供するのに使用することができる。この尺度に対して代替的または追加的に、ドア 14 の解放角は、ドア 14 に動作可能に結合された第 3 のコイル 180 を設けることによって検出してもよく、この第 3 のコイル 180 は、車両 12 の相対的に固定された部分に、例えば、ドアヒンジ 18 の固定部分の軸 182 のまわりに、動作可能に結合された第 1 のコイル 42 と協働する。例えば、第 3 のコイル 180 は、ドア 14 と共に回転する軸 184、例えばヒンジ 18 の可動部分の軸、のまわりに配置することもできる。第 3 のコイル 180 は、第 1 のコイル 42 に近接場内、または関連する磁気回路 38 内に、その中の磁束 49、の方向に対して回転可能となるように配置され、それによって、第 3 のコイル 180 からの信号が、それに加えられた電流  $I$  に応答して第 1 のコイル 42 によって生成される、磁束 49、に応答するとともに、第 1 のコイル 42 と第 3 のコイル 180 の間の磁束 49、の相互結合に応答する。

40

【0122】

この相互結合は、第 1 のコイル 42 と第 3 のコイル 180 の間の整列に応答性があり、これはドア 14 の解放角に依存する。第 3 のコイル 180 からの信号は、ドア 14 が解

50

放しているかどうかの尺度および／または関連する解放角度 の尺度を提供することができる。第3コイル180は、また、上述したように、検知コイル62としても使用することもでき、この検知コイルは、第1のコイル42の動作可能性の指示を提供することができる。第3のコイル180は、フィードバック制御システム（例えば、自動利得制御（AGC））におけるセンサとしても使用可能であり、このシステムは、第1のコイル42によって生成される磁束49、 のレベルを制御するように適合させるとともに、関連する制御システムからの1つまたは2つ以上の信号が、ドア開放状態の尺度もしくは角度 、または衝突に応じたエネルギーの流れの尺度、あるいはその両方を提供するように適合させることができる。

#### 【0123】

10

図13を参照すると、別の態様によれば、車両12には、車両12の左側206および右側208と動作可能に関連する、第1の磁気センサ202および第2の磁気センサ204を含む、磁気式衝突検知システム200が組み込まれている。

第1の磁気センサ202は、関連するコイルドライバ212.1に動作可能に結合された、関連する発振器210.1を含み、このコイルドライバ212.1は、関連する第1のキャパシタ218.1と直列配置された関連する第1のコイル216.1を含む、関連する第1の共振回路214.1に動作可能に結合されており、関連する第1のコイル216.1は、その関連する磁気回路222.1上の関連する第1の場所220.1に位置する。第1の磁気センサ202は、例えば、関連する第2のコイル224.1'を含む、関連する磁気検知要素224.1をさらに含み、この第2のコイル224.1'は、第2の 20  
コイル224.1と並列配置された第2のキャパシタ228.1をさらに含み、第2の共振回路226.1の一部として示してある。関連する磁気検知要素224.1は、関連する磁気回路222.1上の関連する場所230.1に位置する。

20

#### 【0124】

例えば、第1の場所220.1および第2の場所230.1それぞれは、車両14の左側206のドア14のヒンジ18およびストライカ22をそれぞれ含む状態で示してある。第2の共振回路226.1の出力は、関連する第1の増幅器232.1、例えば差動増幅器によって増幅／バッファリングされ、この第1の増幅器の出力は、図4に示して上述したように、第1の増幅器122と同等の要素、第1の結合キャパシタ124、第1の復調器126、第2の結合キャパシタ134、第2の増幅器128、および第3の増幅器1 30  
36を含む、関連する前処理回路234.1によって処理される。関連する前処理回路234.1の出力は、少なくとも1つの関連する第1のアナログ デジタル変換器236.1によってデジタル形態に変換され、それからの信号は、関連するプロセッサ238に入力される。

30

#### 【0125】

第2の磁気センサ204は、関連するコイルドライバ212.2に動作可能に結合された、関連する発振器210.2を含み、この関連するコイルドライバは、関連する第1のキャパシタ218.2と直列配置された関連する第1のコイル216.2を含む、関連する第1の共振回路214.2に動作可能に結合されており、関連する第1のコイル216.2は、関連するその磁気回路222.2上の関連する第1の場所220.2に位置する。第2の磁気センサ204は、例えば、関連する第2のコイル224.2'を含む、関連する磁気検知要素224.2をさらに含み、この磁気検知要素は、第2のコイル242.2と並列配置された第2のキャパシタ228.2をさらに含み、第2の共振回路226.2の一部として図示してある。関連する磁気検知要素224.2は、関連する磁気回路222.2上の関連する第2の場所230.2に位置する。例えば、第1の場所220.2および第2の場所230.2それぞれは、車両14の右側208のドア14のヒンジ18およびストライカ22をそれぞれ含む状態で示してある。

40

#### 【0126】

第2の共振回路226.2の出力は、関連する第1の増幅器232.2、例えば差動増幅器によって増幅／バッファリングされ、この第2の増幅器の出力は、図4に示して上述 50

50

したように、第1の増幅器122と同等の要素、第1の結合キャパシタ124、第1の復調器126、第2の結合キャパシタ134、第2の増幅器128、および第3の増幅器136を含む、関連する前処理回路234.1によって処理される。関連する前処理回路234.2の出力は、少なくとも1つの関連する第1のアナログ デジタル変換器236.2によってデジタル形態に変換され、それからの信号は、関連するプロセッサ238に入力される。

第1の磁気センサ202および第2の磁気センサ204は、前述のように、例えば、磁気センサ10、100、100.1、100.3、100.4、100.5、100.6によって識別されるような、先に記述した磁気センサの態様のいずれかによる、車両12の対応する左側206および右側208と協働して、それぞれ個別に機能するように適合

10

#### 【0127】

さらに、第1の磁気センサ202と関連する発振器210.1の発振周波数 $f_1$ は、第2の磁気センサ204の発振器210.2と関連する発振周波数 $f_2$ と異なるように適合されており、それによって、一方の磁気センサ202、204と関連する第1のコイル216.1、216.2に関連する磁気回路222.1、222.2が、他方の磁気センサ202、204と関連する磁気検知要素224.2、224.1と相互作用する程度まで、対応する第1のコイル216.1、216.2からの信号を、互いに区別することができる。例えば、一態様において、第1の磁気センサ202と関連する発振器210.1の発振周波数 $f_1$ は、約10kHzであるのに対して、第2の磁気センサ204の発振器210.2と関連する発振周波数 $f_2$ は、約20kHzである。それぞれの発振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ を、一方が他方の高調波ではないように、適合させて、例えば、それによって、発振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ を相対的に割り切れなくするか、または互いに無理数として、一方の磁気センサ204、202に起因するとみなされる、他方の磁気センサ202、204によって生成される信号の高調波の可能性を除外することは有益である。

20

#### 【0128】

第1の磁気センサ202は、例えば、関連するインダクタ242.1（例えば、第3のコイル242.1'）の直列連結および第3のキャパシタ244.1を含む、関連する第3の共振回路240.1をさらに含む。第3の共振回路240.1は、関連する直列抵抗器248.1の両端の電圧を計測するように適合された、関連する電流センサ246.1

30

例えば、関連する直列抵抗器248.1および関連する第2の増幅器250.1、例えば、差動増幅器をさらに含む。電流センサ246.1は、その他の方法で、例えば、関連するインダクタ242.1または関連する第3のキャパシタ244.1のいずれかの両端の電圧を計測することによって、あるいは関連する第3の共振回路240.1内を流れる電流によって生成される磁界を計測することによって、具現化することができる。

#### 【0129】

第3の共振回路240.1は、第2の磁気センサ204の発振器210.2と関連する、発振周波数 $f_2$ と実質的に等しい、共振周波数 $f_3$ .1を有するように適合されている。関連する電流センサ246.1の出力、例えば関連する第2の増幅器250.1の出力は、第2のアナログ デジタル変換器252.1に動作可能に結合されており、そこからの出力は、プロセッサ238に動作可能に結合されている。

40

#### 【0130】

さらに、第2の磁気センサ204は、関連する第3の共振回路240.2をさらに含み、例えば関連するインダクタ242.2（例えば、第3のコイル242.2'）の直列連結および第3のキャパシタ244.2を含む。第3の共振回路240.2は、関連する電流センサ246.2、例えば関連する直列抵抗器248.2およびこの関連する直列抵抗器248.2の両端の電圧を計測するように適合された、関連する第2の増幅器250.2、例えば差動増幅器をさらに含む。電流センサ246.2は、その他の方法、例えば関連するインダクタ242.2または関連する第3のキャパシタ244.2の両端の電圧を計測することによって、または関連する第3の共振回路240.2中を流れる電流によっ

50

て生成される磁界を計測することによって、具現化してもよい。第3の共振回路240.2は、第1の磁気センサ202の発振器210.1と関連する発振周波数 $f_1$ と実質的に等しい共振周波数 $f_{3.2}$ を有するように適合されている。関連する電流センサ246.2の出力、例えば関連する第2の増幅器250.2の出力は、第2のアナログ デジタル変換器252.2に動作可能に結合されており、そこからの出力は、プロセッサ238に動作可能に結合されている。

#### 【0131】

第1の磁気センサ202の第1のコイル216.1と関連する磁気回路222.1は、第1の磁気センサ202および第2の磁気センサ204とそれぞれ関連する両方の第2の場所230.1, 230.2をそれぞれ含む。同様に、第2の磁気センサ204の第1のコイル216.2と関連する磁気回路222.2は、第2の磁気センサ204および第1の磁気センサ202とそれぞれ関連する両方の第2の場所230.2, 230.1をそれぞれ含む。したがって、第1の磁気センサ202の第1のコイル216.1によって生成される磁束49、は、第2の磁気センサ204の磁気検知要素224.2によって検知され、第2の磁気センサ204の第1のコイル216.2によって生成される磁束49、は、第1の磁気センサ202の磁気検知要素224.1によって検知される。

#### 【0132】

第3の共振回路240.1、240.2は直列共振であり、したがって、それぞれの共振周波数 $f_{3.1}$ 、 $f_{3.2}$ において最小抵抗を有し、その結果、そこを流れる電流の周波数応答は、それぞれの共振周波数 $f_{3.1}$ 、 $f_{3.2}$ において最大値を示す。言い換えると、それぞれの第3の共振回路240.1、240.2は、それぞれの共振周波数 $f_{3.1}$ 、 $f_{3.2}$ において電流シンクとして作用し、そこを流れる電流の尺度は、対応する共振周波数 $f_{3.1}$ 、 $f_{3.2}$ を有する磁束49、の関連する周波数成分の絶対値の尺度となり、それが対応する第1のコイル216.1、216.2によって検知される。したがって、第1の磁気センサ202と関連する電流センサ246.1によって検知される電流は、第2の磁気センサ204と関連する第1のコイル216.2の動作可能性および動作の尺度を提供し、第2の磁気センサ204と関連する電流センサ246.2によって検知される電流は、第1の磁気センサ202と関連する第1のコイル216.1の動作可能性および動作の尺度となり、その結果、それぞれの磁気センサ202、204は、他方の動作を検証に使用可能であり、それによって他方の磁気センサのフェイルセーフのための手段となる。

#### 【0133】

車両12の左側206に関連する第1のコイル216.1の動作可能性の第1の尺度に応答して この動作可能性の第1の尺度は、車両12の右側208と関連する第2の磁気センサ204と関連する第3の共振回路240.2と関連する電流センサ246.2からの信号に応答性がある プロセッサ238は、動作可能性の第1の尺度が、第1のコイル216.1が動作不能であることを示す場合には、車両12の左側206に関連する第1の安全拘束アクチュエータ254.1を動作禁止にする。そうではなく、第1の磁気センサ202が動作可能である場合には、車両12の左側206と関連する、第1の安全拘束アクチュエータ254.1は、車両12の左側206と関連する第1の磁気センサ202と関連する関連の磁気検知要素224.1からの信号に応答して作動される。

#### 【0134】

車両12の右側208に関連する第1のコイル216.2の動作可能性の第2の尺度に応答して この動作可能性の第2の尺度は、車両12の左側206と関連する第1の磁気センサ202と関連する第3の共振回路240.1と関連する電流センサ246.1からの信号に応答性がある プロセッサ238は、動作可能性の第2の尺度が、第1のコイル216.2が動作不能であることを示す場合には、車両12の右側208に関連する第2の安全拘束アクチュエータ254.2を動作禁止にする。そうではなく、第2の磁気センサ204が動作可能である場合には、車両12の右側208と関連する、第2の安全拘束アクチュエータ254.2は、車両12の右側208と関連する第2の磁気センサ204

と関連する関連の磁気検知要素 2 2 4 . 2 からの信号に応答して作動される。

【 0 1 3 5 】

上記の詳細な説明においては具体的な実施態様について詳細に記述するとともに添付の図面に示したが、当業者であれば、本開示の全体的教示に照らして、これらの詳細に対して様々な修正形態および代替形態を創出できることを理解するであろう。

例えば、上記の態様は、本明細書においては別個に記述してあるが、磁気センサ 1 0 0 の追加の態様として、互いに組み合わせることもできることを理解すべきである。磁気センサ 1 0 0 の衝突、またはその他の検出可能な事象に対する感度は、それに関連する利得および / または閾値を調節することによって所望のレベルに設定することができる。さらに、衝突検知およびフェイルセーフに加えて、上記の態様は ドア 1 4 を含む磁気回路 3 8 を組み込む場合には 第 1 のコイル 4 2 の自己インダクタンスに応答するか、または関連する磁気検知要素 5 0 / 第 2 のコイル 5 4 からの第 2 の信号 1 1 4 に応答して、ドア 1 4 の解放状態（すなわち、開または閉）を検出するのに使用することが可能である。

10

【 0 1 3 6 】

したがって、開示した特定の配設は、説明のためだけのものであり、本発明の範囲について限定的なものではなく、本発明の範囲には、添付のクレームおよびそのすべての均等物の全範囲を含めるべきである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 3 7 】

【 図 1 】 磁気センサを示すブロック図である。

20

【 図 2 a 】 磁気回路を示す側面図である。

【 図 2 b 】 磁気回路を示す上面図である。

【 図 3 】 磁気センサの別の態様を示すブロック図である。

【 図 4 】 第 1 および第 2 の共振回路を組み込んだ、磁気センサのいくつかの態様を示すブロック図である。

【 図 5 】 磁気センサに組み込まれた第 1 のコイルを示す概略図である。

【 図 6 】 第 1 の共振回路の共振挙動を示す図である。

【 0 1 3 8 】

【 図 7 】 磁気センサに組み込まれた、第 2 のコイルおよび関連するキャパシタを示す概略図である。

30

【 図 8 】 第 2 の共振回路の共振挙動を示す図である。

【 図 9 】 2 つの信号の相対位相差を判定する処理を示す図である。

【 図 1 0 】 2 つの信号の相対位相差を判定する回路を示すブロック図である。

【 図 1 1 】 分散キャパシタンスを備える第 1 の共振回路を組み込んだ磁気センサの一態様を示すブロック図である。

【 図 1 2 】 ドアの開放角度を検出する態様を示す図である。

【 図 1 3 】 車両の両側を検出するように適合された磁気センサの一態様を示す図である。

【 図 2 a 】

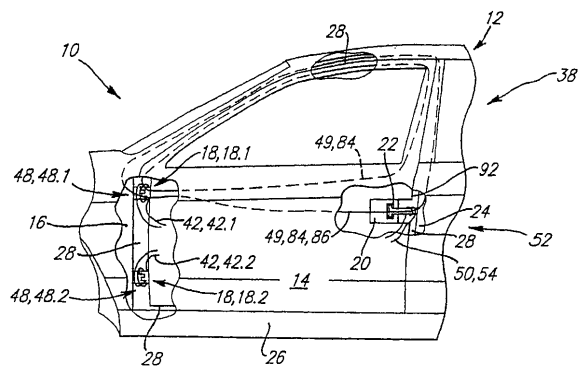


圖 2a.

【 ㊦ 2 b 】

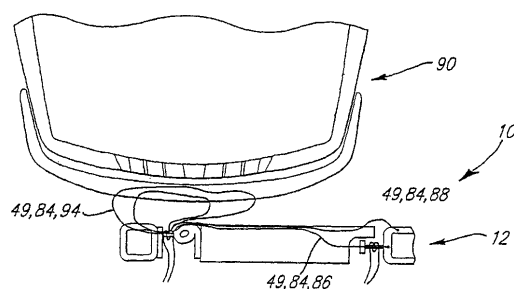


圖 己 b.

【 図 3 】

【 図 4 】

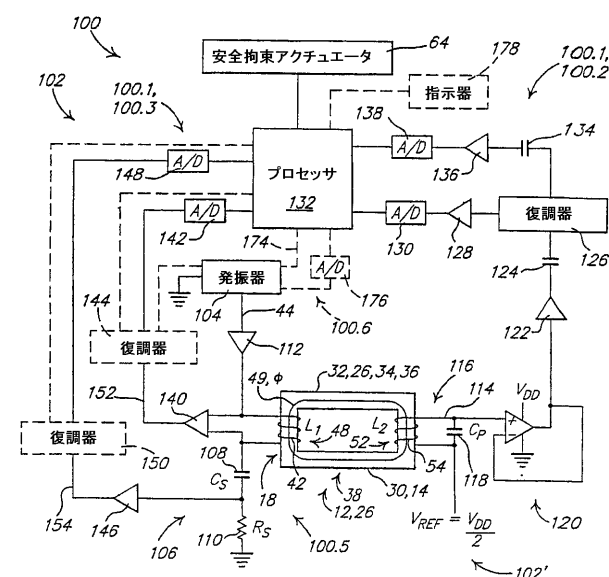
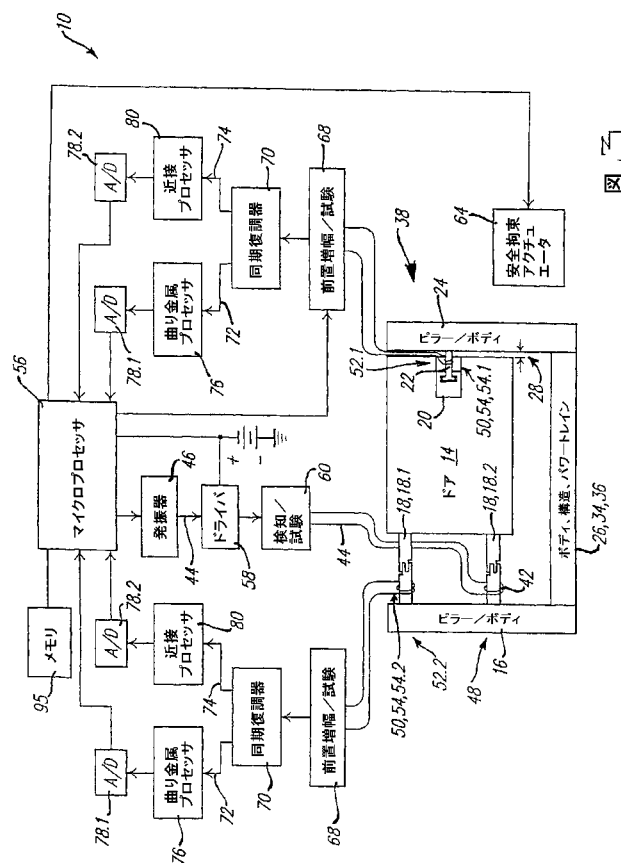


图 4.



【図 5】

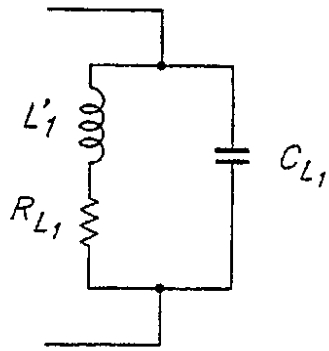


図 5.

【図 6】

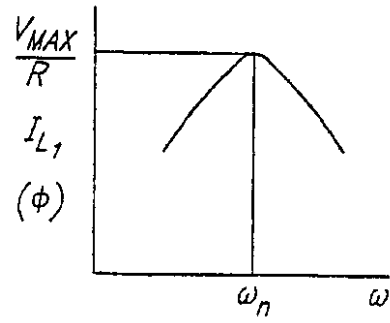


図 6.

【図 7】

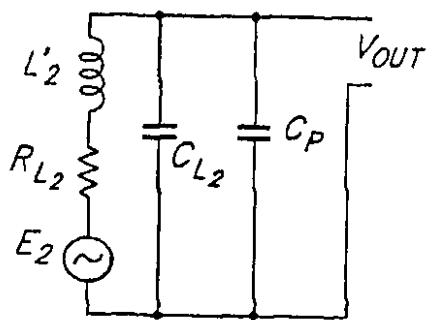


図 7.

【図 8】

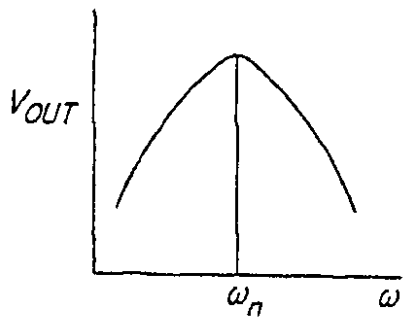


図 8.

【図 9】

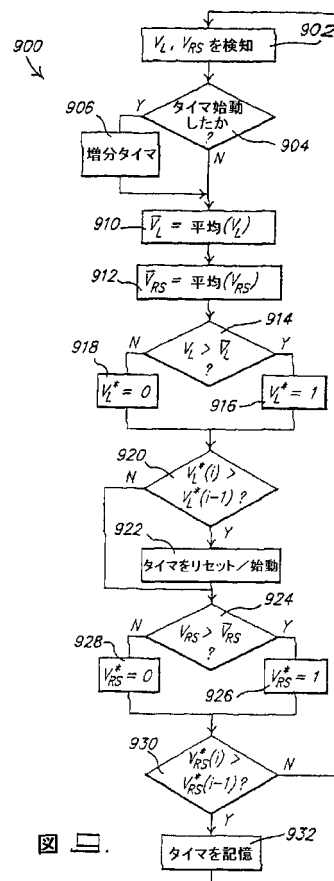


図 9.

【図 10】

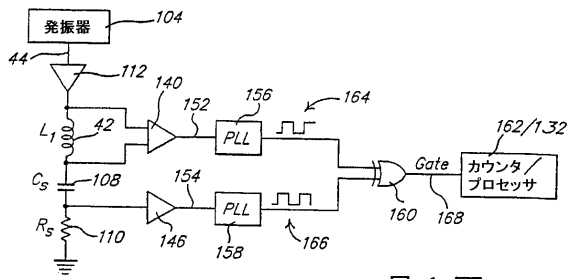


図 10.

【図 11】

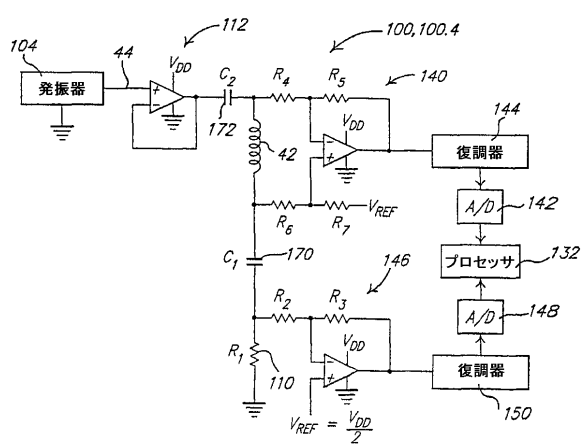


図 11.

【図 12】

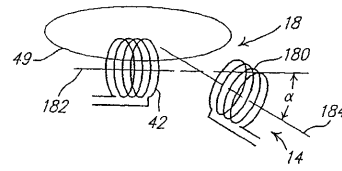


図 12.

【図 13】

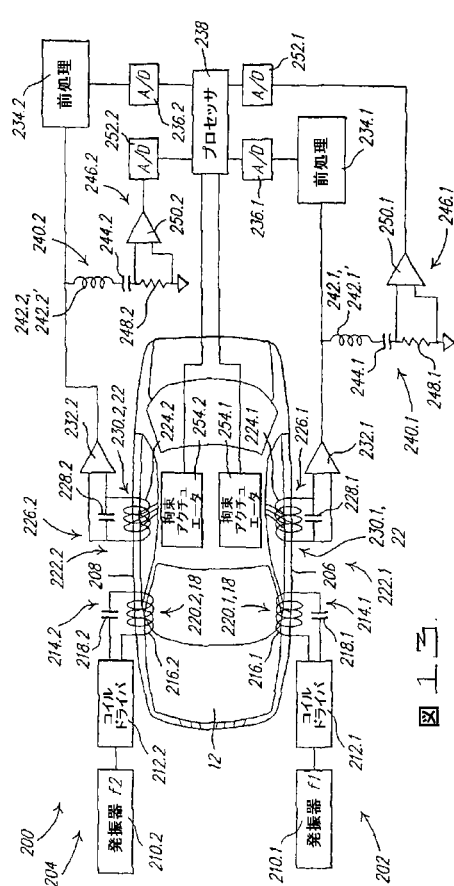


図 13.

## 【手続補正書】

【提出日】平成18年5月29日(2006.5.29)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a. 車両のボディまたは構造の磁気回路と動作可能に関連して、前記車両のボディまたは構造における時間変化磁束と協働するように適合された、少なくとも1つのコイルであって、前記時間変化磁束は、前記少なくとも1つのコイルによって生成または検知されるとともに、前記時間変化磁束は、前記磁気センサによって検知される前記車両のボディまたは構造の状態に応答性を有する、前記少なくとも1つのコイル；および

b. 前記少なくとも1つのコイルに動作可能に結合された、少なくとも1つの電気回路であって、前記少なくとも1つの電気回路と協働する前記少なくとも1つのコイルが、前記車両のボディまたは構造の少なくとも1つの状態に対して、前記時間変化磁束と関連する共振または近共振状態を示すように適合されている、前記少なくとも1つの電気回路；を含む磁気センサ。

【請求項 2】

磁気回路が、車両のボディまたは構造の少なくとも1つの強磁性要素を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

【請求項 3】

車両のボディまたは構造の少なくとも1つの状態が、前記車両のボディまたは構造の名目状態を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

【請求項 4】

車両のボディまたは構造の少なくとも1つの状態が、前記車両のボディまたは構造の変形状態を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

【請求項 5】

車両のボディまたは構造の少なくとも1つの状態が、前記車両のボディまたは構造の欠陥状態を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

【請求項 6】

少なくとも1つの電気回路が、第1の電気回路を含み、該第1の電気回路は、

a. 少なくとも1つのコイルの少なくとも1つの第1のコイル；

b. 前記少なくとも1つの第1のコイルと直列の少なくとも1つの第1のキャパシタ；および

c. 前記少なくとも1つの第1のコイルに送られる第1の信号を生成する発振器であって、前記少なくとも1つのキャパシタと組み合わせた、前記少なくとも1つの第1のコイルの第1の共振周波数は、少なくとも1つの車両のボディまたは構造の状態に対して、第1の信号の周波数であるか、またはそれに近い周波数である、前記発振器；を含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

【請求項 7】

発振器が、正弦波発振器を含む、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 8】

発振器が、方形波発振器を含む、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 9】

第1の電気回路が、少なくとも1つの第1のコイルにかけられる第1の信号が単極信号となるように、適合されている、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 10】

少なくとも1つのコイルが、第1の信号の高調波成分をフィルタリングするのに十分な

大きさの固有キャパシタンスを組み入れるように、適合されている、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 1】

少なくとも 1 つのコイルの抵抗が、該少なくとも 1 つのコイルと直列に配置されて発振器によって駆動される少なくとも 1 つの電気回路の、残りの要素の合計抵抗よりも大きい、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 2】

少なくとも 1 つの電気回路が、少なくとも 1 つの第 1 のコイルと直列に少なくとも 1 つの抵抗器を含む、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 3】

少なくとも 1 つの抵抗器の合計抵抗が、少なくとも 1 つの第 1 のコイルの抵抗よりも小さい、請求項 1 2 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 4】

電気回路が、少なくとも 1 つの第 1 のコイルの両端の電圧、前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルを通過する電流、前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルと直列の抵抗器の両端の電圧、および少なくとも 1 つの第 1 のキャパシタの両端の電圧から選択される、少なくとも 1 つの尺度を検知するように、適合されている、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 5】

少なくとも 1 つの第 1 のコイルのインダクタンスに応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルの抵抗に応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルの両端の電圧と、前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルを通過する電流との間の位相角に応答性のある尺度、前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルに印加される無効電力の尺度、および前記少なくとも 1 つの第 1 のコイルによって吸収される実電力の尺度、から選択される少なくとも 1 つの尺度を決定するように適合された、プロセッサ、回路、またはそれら組合せをさらに含む、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 6】

少なくとも 1 つの第 1 のキャパシタが、第 1 および第 2 のキャパシタを含み、少なくとも 1 つの第 1 のコイルが、前記第 1 と第 2 のキャパシタの間に接続されている、請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 7】

少なくとも 1 つのコイルが第 1 の電気回路に電氣的に接続された第 1 のコイルを含み、前記少なくとも 1 つの電気回路が、第 2 の電気回路を含み、該第 2 の電気回路は、  
a . 少なくとも 1 つのコイルの少なくとも 1 つの第 2 のコイル ; および  
b . 前記少なくとも 1 つの第 2 のコイルと並列の少なくとも 1 つの第 2 のキャパシタであって、前記少なくとも 1 つの第 2 のキャパシタと組み合わせた前記少なくとも 1 つの第 2 のコイルの第 2 の共振周波数は、車両のボディまたは構造の少なくとも 1 つの状態に対して、前記少なくとも 1 つの第 2 のコイルに結合された時間変化磁束の発振周波数であるか、またはその近傍に近い周波数とし、前記第 1 および第 2 の電気回路は、互いに電氣的に絶縁されるとともに、互いに磁氣的に結合されるようにした、前記少なくとも 1 つの第 2 のキャパシタを含む、請求項 1 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 8】

第 2 の電気回路が、少なくとも 1 つの第 2 のコイルに結合された時間変化磁束に応答性のある第 2 の信号を生成し、前記第 2 の電気回路は、前記第 2 の信号が単極となるように適合されている、請求項 1 7 に記載の磁気センサ。

【請求項 1 9】

少なくとも 1 つのコイルは第 1 の電気回路に電氣的に接続された第 1 のコイルを含み、前記少なくとも 1 つの電気回路は第 2 の電気回路を含み、該第 2 の電気回路は、  
a . 少なくとも 1 つのコイルの少なくとも 1 つの第 2 のコイル ; および  
b . 前記少なくとも 1 つの第 2 のコイルと並列の少なくとも 1 つの第 2 のキャパシタを

含み、前記少なくとも1つの第2のキャパシタと組み合わせた前記少なくとも1つの第2のコイルの第2の共振周波数は、車両のボディまたは構造の少なくとも1つの状態に対して、前記少なくとも1つの第2のコイルに結合された時間変化磁束の発振周波数であるか、またはその近傍であり、前記第2の共振周波数は、前記車両のボディまたは構造の少なくとも1つの状態に対して、第1の信号の周波数に実質的に等しいか、またはそれに近く、前記第1および第2の電気回路は、互いに電氣的に絶縁されるとともに、互いに磁氣的に結合されている、請求項6に記載の磁気センサ。

【請求項20】

磁気回路の状態を検知する方法であって、

a．前記磁気回路における時間変化磁束が、前記少なくとも1つのコイルと磁氣的に結合され、前記磁気回路には少なくとも車両の一部が含まれるように、少なくとも1つのコイルを、前記磁気回路と動作可能に関連づけること；

b．前記少なくとも1つのコイルを、少なくとも1つの電気回路に動作可能に結合すること；

c．前記少なくとも1つの電気回路を、前記時間変化磁束の発振周波数が、前記磁気回路の少なくとも1つの状態に対して、前記少なくとも1つの電気回路と協働する前記少なくとも1つのコイルの共振周波数に実質的に一致するか、それに近くなるように、適合させること；および

d．前記少なくとも1つのコイルに応答して、前記少なくとも1つの電気回路に関連する信号から、前記磁気回路の状態を検知することを含む、前記磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項21】

少なくとも1つの電気回路を適合させる動作は、少なくとも1つの第1コイルを、少なくとも1つのコイルの少なくとも1つの第1のキャパシタと直列に結合すること、および発振型の第1の信号を、前記少なくとも1つの第1のコイルと直列に送ることを含む、請求項20に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項22】

磁気回路の状態を検知する動作が、

a．少なくとも1つの第1のコイルの両端の電圧、前記少なくとも1つの第1のコイルを通過する電流、前記少なくとも1つの第1のコイルと直列の抵抗器の両端の電圧、および少なくとも1つの第1のキャパシタの両端の電圧から選択される1つの信号を検知すること、および

b．前記信号と閾値を比較することを含む、請求項21に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項23】

信号から、少なくとも1つの第1のコイルを含む電気回路の動作可能性を検知することをさらに含む、請求項22に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項24】

磁気回路の状態を検知する動作が、

a．少なくとも1つの第1のコイルのインダクタンスに応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも1つの第1のコイルの抵抗に応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも1つの第1のコイルの両端の電圧と、前記少なくとも1つの第1コイルを通過する電流との間の位相角に応答性のある尺度、前記少なくとも1つの第1のコイルに印加される無効電力の尺度、および前記少なくとも1つの第1のコイルによって吸収される実電力の尺度、から選択される信号を検知すること；および

b．前記信号を閾値と比較することを含む、請求項21に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

【請求項25】

信号から、少なくとも1つの第1のコイルを含む電気回路の動作可能性を検知することをさらに含む、請求項24に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

## 【請求項 26】

磁気回路の状態を検知する動作が、発振型の第1の信号の周波数を変化させるとともに、前記周波数に応答して、少なくとも1つの電気回路からの応答を検知することを含む、請求項21に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

## 【請求項 27】

少なくとも1つの電気回路が、第1および第2の電気回路を含み、少なくとも1つのコイルは前記第1の電気回路に電氣的に結合されており、前記少なくとも1つの電気回路を適合させる動作が、前記第1および第2の電気回路を、互いに電氣的に絶縁するとともに、前記第1および第2の電気回路を、互いに磁氣的に結合すること、および少なくとも1つの第2のキャパシタを、少なくとも1つのコイルの第2のコイルに並列に結合して、前記第2の電気回路内に並列回路を形成することを含む、かつ磁気回路の状態を検知する動作が、前記磁気回路における時間変化磁束に応答して前記並列回路の両端の電圧を検知することを含む、請求項20に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

## 【請求項 28】

少なくとも1つのコイルが、車両のボディまたは構造と動作可能に関連しており、磁気回路が車両のドアを含み、さらに前記磁気回路の状態が、ドアに掛け金がかけているかどうかを含む、請求項20に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

## 【請求項 29】

少なくとも1つのコイルは、車両のボディまたは構造と動作可能に関連しており、磁気回路は、車両のドアを含み、さらに前記磁気回路の状態は、前記ドアが衝突に関与しているかどうかを含む方法であって、前記ドアが前記衝突に関与している前記状態を検知することに応答して、安全拘束システムの作動を制御することをさらに含む、請求項20に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

## 【請求項 30】

少なくとも1つの第1のコイルの抵抗に応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも1つの第1のコイルの両端の電圧と、前記少なくとも1つの第1のコイルを通過する電流との間の位相角に応答性のある尺度、前記少なくとも1つの第1のコイルに印加される無効電力の尺度、および前記少なくとも1つの第1のコイルによって吸収される実電力の尺度、から選択される少なくとも1つの尺度を決定するように適合された、プロセッサ、回路、またはそれら組合せをさらに含む、請求項1に記載の磁気センサ。

## 【請求項 31】

磁気回路の状態を検知する動作が、

a. 少なくとも1つの第1のコイルの抵抗に応答性があるか、またはそれと関係する尺度、前記少なくとも1つの第1のコイルの両端の電圧と、前記少なくとも1つの第1コイルを通過する電流との間の位相角に応答性のある尺度、前記少なくとも1つの第1のコイルに印加される無効電力の尺度、および前記少なくとも1つの第1のコイルによって吸収される実電力の尺度、から選択される信号を検知すること；および

b. 前記信号を閾値と比較することを含む、請求項20に記載の磁気回路の状態を検知する方法。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US04/30725
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(7) : G01B 7/14; G08B 13/24; B60Q 1/00 US CL : 324/207.17, 207.26; 340/436, 551 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 324/207.17, 207.26; 340/436, 551 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched None Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Continuation Sheet		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3,835,371 (MIRDADIAN et al) 10 September 1974 (10.09.1974), see entire document.	8, 9, 18
X	US 5,297,439 A (TYREN et al) 29 May 1994 (29.05.1994), see entire document.	20-27
---		1-19, 29
Y	US 5,428,534 A (WETZEL et al) 27 June 1995 (27.06.1995), see entire document.	1-19, 29
Y	US 5,707,076 A (TAKAHASHI et al) 13 January 1998 (13.01.1998), see entire document.	16
Y	US 5,760,577 A (SHIIZUYA et al) 02 June 1998 (02.06.1998), see entire document.	11-13
Y	US 5,276,398 A (WITHERS et al) 04 January 1994 (04.01.1994), see entire document.	10, 11-13
A	US 6,777,927 B1 (Bomya et al) 17 August 2004 (17.08.2004), see entire document.	1-29
A	US 5,525,907 A (Frazier et al) 11 June 1996 (11.06.1996), see entire document.	1-29
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 March 2005 (22.03.2005)		Date of mailing of the international search report 20 JUL 2005
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer Jose Dees Telephone No. 571-272-1569

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/US04/30725

Continuation of B. FIELDS SEARCHED Item 3:  
US-PGPUB; USPAT; USOCR; EOP; JPO  
Search terms: digital SAME mono-pol\$; "mono-polar" SAME transmit\$



---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

## 【要約の続き】

て、これが磁気回路(38、222.1)における発振型磁束(49)を生成する。別の態様においては、第2のキャパシタ(118)が、第2のコイル(54)に並列に接続されており、この第2のコイルは、磁気回路(38)内の発振型磁束(49)に応答して共振または近共振状態で動作する。