(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7033821号
(P7033821)

(45)発行日　令和4年3月11日(2022.3.11)

(24)登録日　令和4年3月3日(2022.3.3)

(51)国際特許分類
Ａ４７Ｌ　9/28　(2006.01)

ＦＩ
Ａ４７Ｌ　9/28　Ｅ
Ａ４７Ｌ　9/28　Ｋ

請求項の数　8　（全22頁）

(21)出願番号　特願2016-250777(P2016-250777)
(22)出願日　平成28年12月26日(2016.12.26)
(62)分割の表示　特願2016-6783(P2016-6783)の分割
原出願日　平成16年1月28日(2004.1.28)
(65)公開番号　特開2017-51861(P2017-51861A)
(43)公開日　平成29年3月16日(2017.3.16)
審査請求日　平成28年12月26日(2016.12.26)
審判番号　不服2019-7159(P2019-7159/J1)
審判請求日　令和1年5月31日(2019.5.31)

(73)特許権者　313013863
アイロボット・コーポレーション
アメリカ合衆国・マサチューセッツ・０１７３０・ベドフォード・クロスビー・ドライヴ・８・１０－２
(73)特許権者　506257526
ランドリー，グレッグ ダブリュ．
アメリカ合衆国，マサチューセッツ ０１９３０，グロースタ－，イースタン アベニュ ７３
(73)特許権者　506257515
コヘン，デイビッド エー．
アメリカ合衆国，マサチューセッツ ０２４４５，ブルックリン，エングルウッド アベニュ ２５ ＃６

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　デブリセンサを備えた清浄装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
自律型清浄装置であって、
右車輪アセンブリ及び左車輪アセンブリを含む駆動システムと、
サイドブラシ及び電動モータを有するサイドブラシアセンブリと、
電動モータ及びブラシアセンブリを有する清浄ヘッドアセンブリと、
ゴミ容器と、
前記駆動システム、前記サイドブラシアセンブリ、前記清浄ヘッドアセンブリ及び前記ゴミ容器を担持するシャーシであって、前記サイドブラシが粒子を清掃面から前記清浄ヘッドアセンブリに向かわせるように動作する、シャーシと、
前記清浄ヘッドアセンブリと前記ゴミ容器との間に配置された左右の圧電デブリセンサであって、前記サイドブラシによって前記清浄ヘッドアセンブリに向かわされ前記清浄ヘッドアセンブリによって前記ゴミ容器に向かわされた粒子を検出可能である左右の圧電デブリセンサと、
前記駆動システムを制御するように構成された制御モジュールであって、左右の前記圧電デブリセンサによる前記粒子の検出結果に基づいて当該自律型清浄装置の移動方向を選択するように構成された、制御モジュールと、
を備える自律型清浄装置。
【請求項２】
前記清浄ヘッドアセンブリの前記ブラシアセンブリがフラッパブラシを含む、

請求項１に記載の自律型清浄装置。
【請求項３】
前記清浄ヘッドアセンブリの前記ブラシアセンブリが反回転主ブラシを更に含む、
請求項２に記載の自律型清浄装置。
【請求項４】
自律型清浄装置であって、
右車輪アセンブリ及び左車輪アセンブリを含む駆動システムと、
電動モータ及びブラシアセンブリを有する清浄ヘッドアセンブリと、
ゴミ容器と、
前記駆動システム、前記清浄ヘッドアセンブリ及び前記ゴミ容器を担持するシャーシであって、前記清浄ヘッドアセンブリが粒子を前記ゴミ容器に向かわせるように動作する、シャーシと、
前記清浄ヘッドアセンブリと前記ゴミ容器との間の清浄経路内で前記清浄ヘッドアセンブリ側に配置された左右の圧電デブリセンサであって、前記清浄ヘッドアセンブリによって前記ゴミ容器に向かわされた粒子を検出可能である左右の圧電デブリセンサと、
前記駆動システムを制御するように構成された制御モジュールであって、左右の前記圧電デブリセンサによる前記粒子の検出結果に基づいて当該自律型清浄装置の移動方向を選択するように構成された、制御モジュールと、
を備える自律型清浄装置。
【請求項５】
前記清浄ヘッドアセンブリの前記ブラシアセンブリがフラッパブラシを含む、
請求項４に記載の自律型清浄装置。
【請求項６】
前記清浄ヘッドアセンブリの前記ブラシアセンブリが反回転主ブラシを更に含む、
請求項５に記載の自律型清浄装置。
【請求項７】
左右の前記圧電デブリセンサは、前記清浄ヘッドアセンブリと前記ゴミ容器との間の清浄経路内で前記清浄ヘッドアセンブリ側に配置されている、
請求項１または４に記載の自律型清浄装置。
【請求項８】
前記サイドブラシアセンブリは、前記清浄ヘッドアセンブリ及び左右の前記圧電デブリセンサの前方に配置されている、
請求項１から３のいずれか一項に記載の自律型清浄装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連特許文献のクロスリファレンス
本特許出願は、下記の共通所有の米国特許出願または特許に関し、その内容がすべて記載されたごとく、参照によりその内容はここに取り込まれたものとする。
【０００２】
２００１年１月２４日出願の米国特許出願番号０９／７６８，７７３号であり、現在は米国特許第６，５９４，８４４号、タイトル名「ロボット障害物検出システム（Ｒｏｂｏｔ Ｏｂｓｔａｃｌｅ Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ Ｓｙｓｔｅｍ（Ａｔｔｙ．Ｄｋｔ．ＤＰ－４）」
２００２年１月３日出願の米国暫定特許出願番号６０／３４５，７６４号、タイトル名「自律型ロボット用清浄機構（Ｃｌｅａｎｉｎｇ Ｍｅｃｈａｎｉｓｍｓ ｆｏｒ Ａｕｔｏｎｏｍｏｕｓ Ｒｏｂｏｔ）」
２００２年１月２４日出願の米国特許出願番号１０／０５６，８０４号、タイトル名「ロボットの局在化および制限のための方法とシステム（Ｍｅｔｈｏｄ ａｎｄ Ｓｙｓｔｅｍ ｆｏｒ Ｒｏｂｏｔ Ｌｏｃａｌｉｚａｔｉｏｎ ａｎｄ Ｃｏｎｆｉｎｅｍｅｎｔ（Ａｔｔｙ Ｄｋｔ．ＤＰ．ＤＰ－６）」

２００２年６月１２日出願の米国特許出願番号１０／１６７，８５１号、タイトル名「自律型ロボットのためのマルチモードカバレッジ用の方法とシステム（Ｍｅｔｈｏｄ ａｎｄ Ｓｙｓｔｅｍ ｆｏｒ Ｍｕｌｔｉ－Ｍｏｄｅ（登録商標） Ｃｏｖｅｒａｇｅ ｆｏｒ ａｎ Ａｕｔｏｎｏｍｏｕｓ Ｒｏｂｏｔ（Ａｔｔｙ Ｄｋｔ．ＤＰ－５）」
２００２年１２月１６日出願の米国特許出願番号１０／３２０，７２９号、タイトル名「自律型床清掃ロボット（Ａｕｔｏｎｏｍｏｕｓ Ｆｌｏｏｒ－Ｃｌｅａｎｉｎｇ Ｒｏｂｏｔ（Ａｔｔｙ Ｄｋｔ．ＤＰ－１０）」
２００３年９月１２日出願の米国特許出願番号１０／６６１，８３５号、タイトル名「ロボット装置用のナビゲーション制御システム（Ｎａｖｉｇａｔｉｏｎａｌ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｓｙｓｔｅｍ ｆｏｒ Ｒｏｂｏｔｉｃ Ｄｅｖｉｃｅ（Ａｔｔｙ Ｄｋｔ．ＤＰ－９）」

発明の分野

本発明は、一般的に清浄装置に関し、特に、清浄装置の清浄経路においてデブリによる瞬間的衝突を感知するため、および清浄装置の動作モードの制御を可能にするためのデブリセンサに関する。「デブリ」という用語はここでは、自律型または非自律型であろうと、真空クリーナまたは他の清浄装置により収集される、ゴミ、埃、および／または他の微粒子または対象物を集合的に示すために使用される。

【背景技術】

【０００３】

発明の背景

清浄装置用に適しているいくつかを含むデブリセンサは、この技術において知られている。デブリセンサは、上記に参照して特許出願において開示されるような、自律型清浄装置において有益であり、非自律型清浄装置においても有益であり、ユーザーに、特に汚れた領域に入りつつあるかどうかを示し、デブリの検出に応答してパワー設定を増加するか、または他のいくつかの動作設定を修正できるようにする。

【０００４】

デブリセンサの例を下記に開示する。

【０００５】

Ｄｅ Ｂｒｅｙ	３，６７４，３１６
Ｄｅ Ｂｒｅｙ	３，９８９，３１１
Ｄｅ Ｂｒｅｙ	４，１７５，８９２
Ｋｕｒｚ	４，６０１，０８２
Ｗｅｓｔｅｒｇｒｅｎ	４，７３３，４３０
Ｍａｒｔｉｎ	４，７３３，４３１
Ｈａｒｋｏｎｅｎ	４，８２９，６２６
Ｔａｋａｓｈｉｍａ	５，１０５，５０２
Ｔａｋａｓｈｉｍａ	５，１３６，７５０
Ｋａｗａｋａｍｉ	５，１６３，２０２
Ｙａｎｇ	５，３１９，８２７
Ｋｉｍ	５，４４０，２１６
Ｇｏｒｄｏｎ	５，６０８，９４４
Ｉｍａｍｕｒａ	５，８１５，８８４
Ｉｍａｍｕｒａ	６，０２３，８１４
Ｋａｓｐｅｒ	６，４４６，３０２
Ｇｏｒｄｏｎ	６，５７１，４２２

ここに開示された例のうち、多くのそのようなデブリセンサは、本質的には光学的であり、光エミッタおよび検出器を使用する。例えば、真空クリーナに使用される典型的な設計においては、光学センサの光送信機および光受信機は、埃が流れる吸引経路または清浄経路に露出されるように配置される。従って、真空クリーナの使用中は、埃粒子は、光が放射され、検出される光送信機および光受信機の露出された表面に付着し易く、光学センサの性能を劣化させる。

【０００６】
従って、デブリの付着により劣化することのないデブリセンサを提供することが望まれている。
【０００７】
更に、従来技術に典型的なデブリセンサは、蓄積部または清浄経路に堆積したデブリのレベルには感度が良いが、瞬間的なデブリの衝突または遭遇に対しては特に感度が良いとはいえない。
【０００８】
従って、デブリの衝突を瞬間的に感知して応答でき、清浄対象の床または他の表面上のデブリに直ちに応答し、大気の流れの変動、瞬間的パワー、または清浄装置の他の動作状態に対する感度が減じられたデブリセンサを提供することが望ましい。
【０００９】
また、例えば、デブリセンサにより生成された信号に基づいて、装置を「より汚れた」領域に向けて操縦するような、検出されたデブリに応答する動作モード、移動パターン、または行動を有する自律型清浄装置を提供することも有益である。
【００１０】
更に、自律型または非自律型清浄装置の何れかの動作モードを制御、選択、または変更するために使用できるデブリセンサを提供することは望ましい。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【００１１】
本発明は、デブリセンサと、そのようなデブリセンサを利用する装置を提供し、センサは、デブリの衝突に瞬間的に応答して、そのようなセンサを含む自律型または非自律型清浄装置の動作モードを制御、選択、または変更するために使用できる。
【００１２】
本発明の１つの態様は、自律型清浄装置であって、清浄装置の移動を可能にするように動作可能な駆動システムと、駆動システムと通信状態にあるコントローラであって、駆動システムを制御して、清浄装置の少なくとも１つの移動パターンを提供するように動作可能なプロセッサを含むコントローラと、デブリを前記清浄装置の清浄経路へ向かって掃き上げるように動作可能なブラシアセンブリと、清浄装置がデブリに遭遇したことを示すデブリ信号を生成するデブリセンサとを備え、プロセッサは、デブリ信号に応答して、清浄装置の所定の動作モードから１つの動作モードを選択する。
【００１３】
動作モードの選択は、清浄装置の移動パターンを選択することを含むことができる。
【００１４】
移動パターンは、デブリを含む領域のスポットカバレッジ、または、デブリを含む領域に向けて、清浄装置を操縦することを含むことができる。デブリセンサは、第１および第２デブリ信号を生成するようにそれぞれ動作可能な、等間隔に分離された第１および第２デブリ感知素子を含むことができ、プロセッサは、第１および第２デブリ信号のそれぞれに応答して、よりデブリの多い側（例えば、左または右側）に向けて操縦するような移動パターンを選択することができる。
【００１５】
デブリセンサは、清浄装置の清浄経路に近接して該ブラシアセンブリによって掃き上げられるデブリが衝突する場所に位置し、デブリに衝突したことに応答して、デブリに衝突したことを示す信号を生成する圧電センサ素子を含むことができる。
【００１６】
本発明のデブリセンサもまた非自律型清浄装置に取り込むことができる。本発明の本態様は、清浄経路に近接して位置し、デブリに衝突したことに応答して、デブリに衝突したことを示すデブリ信号を生成する圧電センサ素子と、デブリ信号に応答して、清浄装置の動作モードを変更するプロセッサを含むことができる。動作モードの変更は、ユーザーが認

知できる表示灯を点灯すること、パワー設定を変更すること（例えば、より多くのデブリに遭遇したときはより高いパワー設定）、または、装置の移動速度を減じることを含むことができる。

【００１７】

本発明の更なる態様は、デブリセンサであり、清浄装置の清浄経路に近接してまたはその内部に位置し、デブリに衝突したことに応答して、デブリに衝突したことを示す第１信号を生成する圧電素子と、第１信号を処理して、清浄装置が遭遇しているデブリの特徴を示す第２信号を生成するように動作可能なプロセッサを含む。その特徴は、例えば、デブリの量または体積パラメータ、または清浄装置の現在の位置から、デブリを含む領域へのベクトルであってよい。

【００１８】

本発明の別の態様は、床または他の表面をカバーする自律型清浄装置の運動を利用して、清浄装置の移動についての知識と提携してデブリ信号を処理し、デブリ勾配を計算する。デブリ勾配は、自律型清浄装置が表面に沿って移動するときの、デブリ衝突計数の変化を示す。勾配の符号（デブリの増加または減少に関連して、正または負）を調べることにより、自律型清浄装置コントローラは、装置の経路または移動パターンを連続的に調整して、デブリ領域を効果的に清浄する。

【００１９】

本発明のこれらのおよび他の態様、特徴、および利点は、本発明の実施形態が例として示され、記述される添付図を参照しての下記の記述からより明白になるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００２０】

【図１】本発明のデブリセンサを採用できる例としての典型的な自律型清浄装置の平面図である。

【図２】図１のロボット装置の典型的なハードウェア素子のブロック図であり、本発明のデブリセンササブシステムを含んでいる。

【図３】図１のロボット装置の側面図であり、主清浄ブラシ素子により掃き上げられたデブリが衝突する清浄または真空経路に位置する、本発明に係るデブリセンサを示している。

【図４】本発明に従う圧電デブリセンサの分解図である。

【図５】本発明に係るデブリセンサ信号処理アーキテクチャの模式図である。

【図６Ａ】図５のデブリセンサアーキテクチャ用の信号処理回路の模式図である。

【図６Ｂ】図５のデブリセンサアーキテクチャ用の信号処理回路の模式図である。

【図６Ｃ】図５のデブリセンサアーキテクチャ用の信号処理回路の模式図である。

【図７】非自律型清浄装置におけるデブリセンサを示す模式図である。

【図８】本発明の１つの実施形態に係る方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００２１】

本発明、および付随する特徴および利点のより完全な理解は、添付図と携帯して考慮するに、本発明の下記の詳細な記述を参照することにより得られるであろう。

発明の詳細な説明

本発明のデブリセンサを、自律型清浄装置の広い範囲（そして実際は、図７に例として示した非自律型清浄装置にも）に組み込むことができるが、まず、図１～図３に示す典型的な自律型清浄装置の流れで記述する。そのような自律型清浄装置の構造、機能、および行動モードの更なる詳細は、上記のクロスリファレンスの節で引用した特許出願に記述されており、それぞれは、参照によりここに組み込まれたものとする。従って、下記の詳細記述は、下記の節により構成される。

【００２２】

Ⅰ．　典型的な自律型清浄装置

Ⅱ．自律型清浄装置の行動モード

Ⅲ．デブリセンサ構造

ＩＶ．信号処理
Ｖ． 結論
Ｉ．自律型清浄装置
いくつかの図を通して、類似の参照番号は、対応するまたは同様な素子を特定している図を参照され、図１は、典型的な自律型清浄ロボット装置１００の概略平面図であり、装置内には、本発明によるデブリセンサが組み込まれている。図２は、図１のロボット装置１００のハードウェアのブロック図である。
【００２３】
ｉＲｏｂｏｔ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ ｏｆ Ｂｕｒｌｉｎｇｔｏｎ、ＭＡにより、ＲＯＯＭＢＡの登録商標で商用化されているロボット装置１００の、ハードウェアと行動モード（清浄動作のためのカバレッジ行動または移動パターン；一時的な移動パターンへの退避行動；および緊急事態に対する安全行動）の例を、本発明のデブリ感知システムがどのように採用されるかについてのより完全な理解のために、下記に説明する。しかし、本発明はまた、非自律型清浄装置にも採用でき、その例を、図７に関連付けて下記に記述する。
【００２４】
下記の記述において、「前方」および「前」という用語は、ロボット装置の運動の主要方向（前方）を示すために使用される（図１において参照文字「ＦＭ」で示される矢印を参照）。ロボット装置１００の前／後軸$ＦＡ_{X}$は、主要側と非主要側とそれぞれが定義される、ほぼ対称な右半分と左半分にロボット装置１００を分割する、ロボット装置１００の中央径と一致する。
【００２５】
そのようなロボット装置１００の例は、概略ディスク形状の格納構造を有しており、シャーシ１０２と、シャーシ１０２に固定された外部シェル１０４が含まれ、最小高さの構造的包絡線を画定している（家具の下における移動を容易にするために）。ロボット装置１００を備えるハードウェアは一般的に、それぞれ、パワーシステム、起動パワーシステム（ここでは、「駆動システム」とも称せられる）、センサシステム、制御モジュール、サイドブラシアセンブリ、または自己調整清浄ヘッドシステムの基本素子として分類でき、その全部は、格納構造と組み合わせて統合されている。そのように分類されたハードウェアに加えて、ロボット装置１００は更に、概略弧状構成および前輪アセンブリ１０８を有する前方バンパー１０６を含む。
【００２６】
前方バンパー１０６（単一構成要素して示されているか；または２部分からなる構成要素）は、シャーシ１０２と移動可能に統合されており（変位可能支持部材対により）、そこから外側に延伸している。ロボット装置１００が、その移動中に障害物（例えば、壁、家具）に衝突するといつでも、バンパー１０６はシャーシ１０２に向けて変位（圧縮）され、障害物との接触が終了すると、元の延伸した（動作する）姿勢に戻る。
【００２７】
前輪アセンブリ１０８は、シャーシ１０２に、偏って組み合わせられて搭載されていて、それにより、前輪アセンブリ１０８は、清浄動作中は、引っ込んだ姿勢にあり（ロボット装置１００の重量のため）、清浄中の表面上を自由に回転する。前輪アセンブリ１０８が、動作中に急斜面（例えば、下降階段、中二階の床）に遭遇すると、前輪アセンブリ１０８は、延伸した姿勢に傾けられる。
【００２８】
ロボット装置１００の電気で作動するハードウェアに動力を与えるエネルギーを供給するパワーシステムのハードウェアは、シャーシ１０２と組み合わせて統合された再充電可能バッテリーパック１１０（および関連する導線）を備える。
【００２９】
図１に示すように、起動パワーシステムは、ロボット装置１００の移動中にロボット装置１００を推進し、例えば、サイドブラシアセンブリおよび自己調整清浄ヘッドなどの清浄機構を作動する手段を提供する。起動パワーシステムは、左および右主要駆動輪アセンブ

リ１１２Ｌと１１２Ｒ、それらに関連する独立電動モーター１１４Ｌと１１４Ｒ、およびそれぞれがサイドブラシアセンブリと自己調整清浄ヘッドを作動するためである電動モーター１１６と１１８を備えている。

【００３０】

電動モーター１１４Ｌと１１４Ｒは、主要駆動輪アセンブリ１１２Ｌと１１２Ｒにそれぞれ機械的に結合されており、行動モードの実行に対する応答として、または、下記に詳細に記述されるように、図１に示す左および右デブリセンサ１２５Ｌと１２５Ｒにより生成されるデブリ信号に応答して、制御モジュールにより生成される制御信号により独立して作動される。

【００３１】

電動モーター１１４Ｌと１１４Ｒの独立した動作により、主要駆動輪アセンブリ１１２Ｌと１１２Ｒは、（１）ロボット装置１００を、直線上を前方または後方へ推進するために、同じ方向に同じ速度で回転させられ、（２）ロボット装置１００の、多様な右および／または左回転パターン（鋭い回転から、浅い回転までの範囲で）を実現するために、差分的に回転させられ（１つの車輪アセンブリが回転されない状態を含む）、および（３）ロボット装置１００をその場所で回転する、つまり、「１０セント銀貨上の回転」のために、反対方向に同じ速度で回転させられて、ロボット装置１００の移動機能の幅広いレパートリを提供する。

【００３２】

図１に示すように、センサシステムは、ロボット装置１００の行動モード動作を制御する信号を生成するように動作する多様な異なるセンサユニットを備える。上述のロボット装置１００は、障害物検出ユニット１２０、絶壁検出ユニット１２２、車輪落下センサ１２４、障害物追尾ユニット１２６、仮想壁全方向性検出器１２８、失速センサユニット１３０、主車輪エンコーダユニット１３２、および本発明に従う、下記に詳細を記述する左および右デブリセンサ１２５Ｌおよび１２５Ｒを含む。

【００３３】

例示された実施形態において、障害物（「衝突」）検出ユニット１２０は、前方バンパー１０６の変位可能支持部材対と組み合わせて搭載されるＩＲブレークビームセンサであってよい。これらの障害物検出ユニット１２０は、前方バンパー１０６が圧縮されるようにロボット装置１００が障害物に衝突したときはいつでも、１つまたは２つ以上の支持部材対間の相対変位を示す１つまたは２つ以上の信号を生成するように動作する。これらの信号は、ロボット装置１００の前－後軸ＦＡχに関して、傷害物と接触する近似点（および実行すべき行動モード）を決定するために、制御モジュールにより処理される。

【００３４】

絶壁検出ユニット１２２は、前方バンパー１０６と組み合わせて搭載される。各絶壁検出ユニット１２２は、エミッタから下方に出射された放射が、検出器により横切られて検出されている表面から反射されるように焦点を確立するように構成され、動作するＩＲエミッタ／検出器対を備える。反射された放射が検出器により検出されない場合、つまり、急斜面に遭遇した場合は、絶壁検出ユニット１２２は制御モジュール（１つまたは２以上の行動モードを実行させる）に信号を送信する。

【００３５】

接触スイッチのような車輪落下センサ１２４は、主要駆動車輪アセンブリ１１２Ｌと１１２Ｒと、前輪アセンブリ１０８のそれぞれと組み合わせて統合され、車輪アセンブリの何れかが引き出された姿勢にあるときは、つまり、横切っている表面と接触していないときはいつでも、信号を生成するように動作する（このことにより、制御モジュールは、１つまたは２つ以上の行動モードを実行する）。

【００３６】

上述の実施形態での障害物追尾ユニット１２６は、ロボット装置１００の「主要」側（図１の右側）に搭載されたＩＲエミッタ／検出器対である。エミッタ／検出器対は、構成において絶壁検出ユニット１２２と類似しているが、エミッタがロボット装置１００の主要

側から横方向に放射を出射できるように配置されている。ユニット１２６は、障害物から反射され、検出器により検出された放射の結果として、障害物が検出されたときはいつでも、制御モジュールへ信号を送信するように動作する。制御モジュールは、この信号に応答して、１つまたは２つ以上の行動モードを実行させる。

【００３７】

ロボット装置１００の上述の実施形態と一緒に使用される仮想壁検出システムは、外部シェル１０４の頂上に搭載された全方向性検出器１２８と、軸方向に向けられた閉じ込めビームを送信するスタンドアロン型送信ユニット（図示せず）を備える。スタンドアロン型送信ユニットは、出射された閉じ込めビームが、画定された作業領域へのアクセス路を阻害し、それによりロボット装置１００を、画定された作業領域（例えば、ロボット装置１００を、清浄する特別な部屋内に閉じ込める入口）の動作に限定する。閉じ込めビームを検出すると、全方向性検出器１２８は、制御モジュールへ信号を送信する（これにより、１つまたは２つ以上の行動モードが実行されて、ロボット装置１００を、スタンドアロン型送信ユニットにより生成された閉じ込めビームから離れるように移動させる）。

【００３８】

失速センサユニット１３０は、各電動モーター１１４Ｌ、１１４Ｒ、１１６、および１１８と組み合わせて統合され、関連する電動モーターにおいて電流の変化が検出されると（これは対応する被駆動ハードウェアにおける故障状態を示す）、制御モジュールへ信号を送信するように動作する。制御モジュールは、そのような信号に応答して、１つまたは２つ以上の行動モードを実行するように動作する。

【００３９】

主車輪エンコーダユニット１３２（図２参照）は、各主駆動車輪アセンブリ１１２Ｌと１１２Ｒと組み合わせて統合され、対応する車輪の回転を検出し、それに対応して制御モジュールに信号を送信するように動作する（車輪の回転は、ロボット装置１００が走行した距離を推定するのに使用できる）。

【００４０】

制御モジュール　ここで図２を参照して、制御モジュールは、ロボット装置１００のセンサと、制御可能なハードウェアに接続されたＩ／Ｏポートを含むマイクロプロセッシングユニット１３５と、マイクロコントローラ（Ｍｏｔｏｒｏｌａ　ＭＣ９５１２Ｅ１２８ＣＰＶ１６ビットコントローラのような）、およびＲＯＭとＲＡＭメモリを備える。Ｉ／Ｏポートは、マイクロコントローラとセンサユニット（下記により詳細を記述する左および右デブリセンサ１２５を含む）と制御可能なハードウェアの間のインタフェースとして機能し、センサユニットにより生成された信号をマイクロコントローラに転送し、マイクロコントローラにより生成された制御（命令）信号を制御可能なハードウェアに転送して、特別な行動モードを実行させる。

【００４１】

マイクロコントローラは、センサ信号を処理し、そのような処理信号に基づいて特別な行動モードを実行し、ロボット装置１００に対して実行された行動モードに基づいて、制御可能なハードウェアに対して制御（命令）信号を生成するための命令セットを実行するように動作する。ロボット装置１００に対する清浄カバレッジおよび制御プログラムは、マイクロプロセッシングユニット１３５のＲＯＭに格納されており、そこには、行動モード、センサ処理アルゴリズム、制御信号生成アルゴリズム、およびロボット装置１００の制御をどの行動モードまたは複数の行動モードに与えるかを決める優先化アルゴリズムが含まれている。マイクロプロセッシングユニット１３５のＲＡＭは、ロボット装置１００の活動状態を格納するために使用され、ロボット装置１００が現在作動されている行動モード（複数の行動モード）のＩＤと、それに関連するハードウェアコマンドが含まれている。

【００４２】

再び図１を参照して、格納構造の周辺の外部の粒子を集めて、その粒子を自己調整清浄ヘッドシステムに向かわせるように構成され、動作するサイドブラシアセンブリ１４０が示されている。サイドブラシアセンブリ１４０により、ロボット装置１００が「障害物追尾

」行動モードで作動されているときに、底板に近接する表面を清浄する機能がロボット装置１００に与えられる。図１に示すように、好ましくは、サイドブラシアセンブリ１４０はロボット装置１００の主要側の前方四分円においてシャーシ１０２と組み合わせて搭載される。

【００４３】

既述のロボット装置１００用の自己調整清浄ヘッドシステム１４５は、二段階ブラシアセンブリと真空アセンブリを備え、それぞれは、電動モーターにより独立してパワーが供給される（図１の参照番号１１８は、実際には、１つはブラシアセンブリ用の、もう１つは真空アセンブリ用の２つの独立電動モーターを特定している）。ロボット装置１００の清浄機能は、清浄ヘッドシステム１４５の幅（図１における参照文字Ｗを参照）により共通して特徴付けられる。

【００４４】

ここで図３を参照して、ロボット装置１００の１つの実施形態においては、清浄ブラシアセンブリは、非対称な、反回転フラッパおよび主ブラシ要素９２と９４をそれぞれ備え、それらは真空アセンブリ入口８４の前方に配置され、粒子性デブリ１２７を、除去用埃カートリッジ８６に向けるように動作する。図３に示すように、ロボット装置１００はまた、下記に詳細に記述するように、圧電センサ素子であってよい、左および右デブリセンサ素子１２５ＰＳを含むことができる。圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳは、ロボット装置１００の清浄経路に位置することができ、例えば、清浄ヘッドの屋根に搭載され、それにより、ブラシ素子により掃き集められ、および／または真空により引き寄せられた粒子１２７が衝突したときは、デブリセンサ素子１２５ＰＳは、デブリが衝突したこと、そしてこのようにして、自律型清浄装置が動作している領域にデブリが存在することを示す電気パルスを生成する。

【００４５】

より特別には、図３に示す配置において、センサ素子１２５ＰＳは、主およびフラッパブラシ９４と９２がそれに沿って出会う軸ＡＸに実質的に位置しており、それにより、粒子は最大力でデブリセンサ素子１２５ＰＳに衝突する。

【００４６】

図１に示すように、そして、下記により詳細に記述するように、ロボット清浄装置は、左および右側圧電デブリセンサを取り付けることができ、ロボット装置が「汚れた」領域の方向を向くような信号を送るために処理できる、分離した左および右側デブリ信号を生成する。

【００４７】

信号処理と、圧電デブリセンサにより生成されたデブリ信号に基づく行動モードの選択と共に、圧電デブリセンサの動作は、清浄装置の行動モードの一般的な態様の簡単な既述に従って、下記で検討される。

ＩＩ　行動モード

ロボット装置１００は、画定された作業領域を効果的に清浄するために、種々の行動モードを採用することができ、ここにおいて行動モードは制御システムの層であり、平行に作動できる。マイクロプロセッシングユニット１３５は、優先化調停方式を実行して、センサシステムからの入力に基づいて、与えられたいかなるシナリオに対しても、１つまたは２つ以上の主要動作モードを特定して実行するように動作する。

【００４８】

既述したロボット装置１００の行動モードは、（１）カバレッジ行動モード、（２）退避行動モード、および（３）安全行動モードにより特徴付けられる。カバレッジ行動モードは、主にロボット装置１００がその清浄動作を、効率よくかつ効果的な方法で行うことを可能にするように設計され、退避および安全行動モードは、センサシステムからの信号が、ロボット装置１００の通常動作が、例えば、障害物に遭遇して阻害されたり、または例えば急斜面が検出されて阻害されたりしそうであることを示すときに実行される優先行動モードである。

【００４９】
ロボット装置１００の代表的かつ例としてのカバレッジ行動（清浄）モードには、（１）「スポットカバレッジ」パターン、（２）「障害物追尾（または、「エッジ清浄」）カバレッジ」パターン、および（３）「部屋カバレッジ」パターンが含まれる。「スポットカバレッジ」パターンは、ロボット装置１００に、定義作業領域内の限られた領域、例えば、交通量の多い領域を清浄させる。好適な実施形態においては、「スポットカバレッジ」パターンは、らせん状アルゴリズムにより実行される（しかし、例えば、多角形のような、自己閉塞領域アルゴリズムの他のタイプも使用できる）。ロボット装置１００に、外側に向いたらせん状（好適）の、または内側に向いたらせん状の移動をさせるらせん状アルゴリズムは、マイクロプロセッシングユニット１３５から、主車輪アセンブリ１１２Ｌと１１２Ｒへの制御信号により、その回転半径／複数の半径を、時間の関数として変化させて（それにより、ロボット装置１００のらせん状移動パターンが増大／減少される）実行される。

【００５０】
ロボット装置１００は、所定のまたはランダムな時間だけ、所定のまたはランダムな距離（例えば、最大らせん距離）、および／または特別な事象が起こるまで、例えば、障害物検出ユニット１２０の１つまたは２つ以上が起動されるまで（まとめて、過渡期状態）、「スポットカバレッジ」パターンで作動される。いったん、過渡期状態が起きると、ロボット装置１００は、異なる動作モード、例えば、「直線」行動モード（ロボット装置１００の好適な実施形態においては、「直線」行動モードは低い優先順位であり、ロボットを約０．３０６ｍ／ｓの前もって設定された速度で、近似的な直線上を推進させるデフォルト行動）または、「直線」行動モードと組み合わせられた「バウンド」行動モードのような、異なる行動モードを実行、またはそのモードに遷移する。

【００５１】
過渡期状態が、ロボット装置１００が障害物に遭遇した結果である場合は、ロボット装置１００は、異なる行動モードに遷移する代わりに、別の行動を起こすことができる。ロボット装置１００は、らせん状アルゴリズムの制御により、一時的にある行動モードを実行して障害物を回避またはそこから退避して、動作を再開することができる（つまり、同じ方向にらせん移動を継続する）。または、ロボット装置１００は、らせん状アルゴリズムの制御により、一時的にある行動モードを実行して障害物を回避しまたはそこから退避して、動作を再開することができる（しかし反対方向、つまり、反射らせん移動）。

【００５２】
「障害物追尾カバレッジ」パターンにより、ロボット装置１００は、定義された作業領域の周囲、例えば、壁で仕切られた部屋、および／または、定義された作業領域内の障害物（例えば、家具）の周囲を清浄する。好適には、図１のロボット装置１００は、障害物追尾ユニット１２６（図１参照）を利用して、障害物、例えば、壁、家具などに関してのその姿勢を連続して維持し、ロボット装置１００の運動により、障害物の周囲近くまで移動し、同時にその周囲を清浄することができる。障害物追尾ユニット１２６の異なる実施形態を使用して、「障害物追尾」行動パターンを実行することができる。

【００５３】
第１実施形態において、障害物追尾ユニット１２６は、障害物の存在または存在しないことを検出するように作動される。別の実施形態においては、障害物追尾ユニット１２６は、障害物を検出して、その障害物とロボット装置１００の間に所定の距離を維持するように作動される。第１実施形態においては、マイクロプロセッシングユニット１３５は、障害物追尾ユニット１２６からの信号に応答して、小さな時計回りまたは反時計回りの回転を実行して、障害物に対してのその姿勢を維持するように動作する。ロボット装置１００は、ロボット装置１００が障害物検出から、非検出に（反射から、非反射に）遷移するときは小さな時計回りを実行し、またはロボット装置１００が、非検出から、検出に（非反射から反射に）遷移するときは、小さな反時計回りを実行する。同様な回転行動がロボット装置１００により実行されて、障害物からの所定の距離が維持される。

【００５４】
ロボット装置１００は、所定のまたはランダムな時間だけ、所定のまたはランダムな距離（例えば、最大または最小距離）、および／または特別な事象が起こるまで、例えば、障害物検出ユニット１２０の１つまたは２つ以上が所定の回数だけ起動されるまで（まとめて、過渡期状態）、「障害物追尾」行動モードで作動される。ある実施形態においては、マイクロプロセッシングユニット１３５は、ロボット装置１００を障害物に対して整列させるために、最小角度の反時計回りの回転を実行する「障害物追尾」行動モードにおいて、障害物検出ユニット１２０が起動されると、ロボット装置に「整列」行動モードを実行させる。
【００５５】
「部屋カバレッジ」パターンは、壁、階段、障害物、または他の障壁（例えば、仮想壁ユニット）により仕切られる如何なる定義作業領域を清浄するために、ロボット装置１００により使用することができる。「部屋カバレッジ」パターンの好適な実施形態は、「直線」行動モードと組み合わせた「ランダムバウンド」行動モードを含む。最初は、ロボット装置１００は「直線」行動モード、つまり、直線アルゴリズム（同じ回転速度で、同じ方向で動作している主要駆動車輪アセンブリ１１２Ｌと１１２Ｒ）の制御のもとで、障害物に遭遇するまで走行する。１つまたは２つ以上の障害物検出ユニット１２０が起動されると、マイクロプロセッシングユニット１３５は、起動された障害物追尾ユニット（複数）１２６に基づいて、新しい方向の容認できる範囲を計算するように動作する。マイクロプロセッシングユニット１３５は、容認できる範囲内から新しい方向を選択し、時計回り、または反時計回りの回転を実行して、最小移動で新しい方向を達成する。ある実施形態においては、新しい回転方向は、前方移動が続き、ロボット装置１００の清浄性能を増大する。新しい方向は、方向の容認できる方向範囲から、またはある統計的選択方式、例えば、ガウス分布に基づいてランダムに選択してもよい。「部屋カバレッジ」行動モードの他の実施形態においては、マイクロプロセッシングユニット１３５を、センサシステムからの入力なしに、ランダムにまたは所定の回数だけ方向を変更するようにプログラムすることができる。
【００５６】
ロボット装置１００は、所定のまたはランダムな時間だけ、所定のまたはランダムな距離（例えば、最大または最小距離）、および／または特別な事象が起こるまで、例えば、障害物検出ユニット１２０が所定回数だけ起動されるまで（まとめて過渡期状態）、「部屋カバレッジ」モードで作動される。
【００５７】
例として、ロボット装置１００は、４つの退避行動モード、つまり「回転」行動モード、「エッジ」行動モード、「車輪落下」行動モード、および「緩慢」行動モードを含むことができる。この技術に精通した者は、ロボット装置１００により他の行動モードが利用できるということを認識されよう。これらの行動モードの１つまたは２つ以上が、例えば、サイドブラシアセンブリ１４０または二段階ブラシアセンブリの電動モーター１１６と１１８の１つにおいて、低または高失速閾値以上の電流の上昇、所定の時間だけの前方バンパー１０６の圧縮された姿勢、車輪落下の検出に応答して実行される。
【００５８】
「回転」行動モードにおいて、ロボット装置１００は、ランダムな方向に、より高速（例えば、公称回転速度の２倍）で開始し、より低速（公称回転速度の半分）に減じるように、つまり、それぞれ小パニック回転および大パニック回転で、その場所で回転する。好ましくは、小パニック回転は４５°から９０°の範囲であり、大パニック回転は、好ましくは、９０°から２７０°の範囲である。「回転」行動モードは、ロボット装置１００が、部屋の障害物上で、例えば、カーペットの高所部分、傾斜のあるランプ台の上で動きが取れなくなることを、部屋の障害物の下で、例えば、ソファの下で動きが取れなくなること、または狭い領域に閉じ込められることを回避する。
【００５９】

「エッジ」行動モードにおいては、傷害物検出ユニット１２０の何れもが起動することなく、所定の角度、例えば６０°だけ回転するまで、またはロボット装置が、「エッジ」行動モードの開始から、所定の角度、例えば、１７０°だけ回転するまで、障害物のエッジを追尾する。「エッジ」行動モードにより、ロボット装置１００は、狭い領域から退避するために、可能な限り最小の穴を通過することが可能になる。

【００６０】

「車輪落下」行動モードにおいては、マイクロプロセッシングユニット１３５は、主車輪駆動アセンブリ１１２Ｌと１１２Ｒの方向を一時的に反転して、その後、それを停止する。起動された車輪落下センサ１２４が所定時間内に活動を停止すると、マイクロプロセッシングユニット１３５は、車輪落下センサ１２４の起動の前に、実行されていた行動モードを再実行する。

【００６１】

ある事象、例えば、車輪落下センサ１２４または絶壁検出ユニット１２２の起動に応答して、「緩慢」行動モードが、所定の距離だけ実行されてロボット装置１００を減速し、その後、元の動作速度に徐々に戻す。

【００６２】

センササブシステムにより安全状態が検出されると、例えば、対応する電動モーターを一時的にオフにするようなブラシまたは車輪の失速が連続して起きたり、車輪落下センサ１２４または絶壁検出ユニット１２２が、所定の時間だけ増大して起動されたりすると、ロボット装置１００は、一般的にはオフ状態になる。更に、可聴アラームが生成される。

【００６３】

ロボット装置１００に対する行動モードの上記の記述は、単にロボット装置１００により実行され得る動作モードのタイプを表現したものにすぎない。この技術に精通した者は、上述の行動モードが、他の組合せおよび／または状況でも実行でき、他の行動モードおよび移動パターンもまた可能であることを認識できよう。

ＩＩＩ　デブリセンサの構造と動作

図１から図３に示すように、本発明によれば、自律型清浄装置（および、同様に、図７に例として示した非自律型清浄装置）は、デブリセンサを組み込むことにより改善できる。図１から図３に例示された実施形態において、デブリセンササブシステムは、清浄装置の清浄経路に近接して、またはその内部に位置する左および右圧電デブリセンサ素子１２５Ｌと１２５Ｒと、センサからのデブリ信号を処理し、マイクロプロセッシングユニット１３５または他のコントローラへ転送するための電子機器素子を備える。

【００６４】

自律型ロボット清浄装置に採用されると、デブリセンサからのデブリ信号は、行動モードを選択し（スポット清浄モードになるように）、動作状態（速度、パワー、またはその他のような）を変更し、デブリの方向に操縦し（特に、等間隔に離された左および右デブリセンサが使用されて差分信号が生成される）、または他の行動を起こすように使用することができる。

【００６５】

本発明に係るデブリセンサはまた、非自律型清浄装置に組み込むことができる。例えば、図７に示すような相対的に従来技術に属する真空掃除機７００などの非自律型清浄装置に採用されると、装置の清浄または真空経路内に位置する圧電デブリセンサ７０４ＰＳにより生成されたデブリ信号７０６を、制御マイクロプロセッサ７０８により真空掃除機７０２の本体に採用して、ユーザーが認識できる信号（表示灯７１０を点灯するなどして）を生成し、パワーシステム７０３からのパワーを増大し、または行動のある組合せ（「高パワー」電灯の点灯および同時にパワーを増大するような）を取ることができる。

【００６６】

デブリセンササブシステムの動作のアルゴリズムの態様は、図８にまとめてある。そこに示されるように、本発明に係る方法は、デブリとの衝突を、そして、デブリの存在、量または体積、および方向を示す左および右デブリ信号を検出すること（８０２）、デブリ信

号値に基づいて、動作モードまたは移動パターン（「スポットカバレッジ」のような）を選択すること（８０４）、差分左／右デブリ信号に基づいて移動方向を選択すること（例えば、よりデブリが多い側へ向けて操縦すること）（８０６）、デブリの存在または他の特徴を示すユーザーが認識できる信号を生成すること（例えば、ユーザーが認識可能なＬＥＤを点灯すること）（８０８）、または動作状態、例えばパワーを変更または制御すること（８１０）を含むことができる。

【００６７】

本発明の更なる実践は、自律型清浄装置の、床または他の表面上の運動を利用して、清浄装置の移動についての情報と結び付けてデブリ信号を処理してデブリ勾配を計算する（図８における８１２）。デブリ勾配は、自律型清浄装置がある表面に沿って移動するときの、デブリとの衝突計数における変化を示している。勾配の符号（増大または減少するデブリに関連して正または負）を調べることにより、自律型清浄装置コントローラは装置経路または移動パターンを連続的に調整して、デブリのある場所を最も効果的に清浄するようにできる（８１２）。

【００６８】

圧電センサ　上記のように、圧電トランスデューサ素子は、本発明のデブリセンササブシステムにおいて使用できる。圧電センサは、デブリの衝突に瞬間的に応答し、従来の技術に典型的な光学デブリセンサの性能を劣化させる付着に対して、相対的に高い免疫性を有する。

【００６９】

圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳの例が、図４に示されている。図４を参照して、圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳは、１つまたは２つ以上の、厚さが０．２０ｍｍ、直径が２０ｍｍの、圧電材料からなる真ちゅうディスク４０２を、その頂上側に接続された電極（合計の厚さが０．５１ｍｍ）を含むことができ、それらは順に、エラストマパッド４０４、プラスチック埃センサキャップ４０６、関連する電子機器素子４０８を含むデブリセンサＰＣボード、接地された金属シールド４１０に搭載され、搭載ネジ（またはボルト、または類似物）４１２とエラストマグロメット４１４により支持されている。エラストマグロメット４１４により、震動がある程度減衰され、圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳと清浄装置の間の絶縁が提供される。

【００７０】

図４に示す例においては、安価な音響器に典型的に使用されるタイプの剛体圧電ディスクを使用できる。しかし、柔軟圧電フィルムも、有利に採用することができる。フィルムは任意の形状に製造できるので、その使用により、例えばディスクが位置する選択された場所における感度ではなく、清浄装置の全清浄幅に渡るデブリに対する感度の可能性が提供される。しかし、逆に、現在において、フィルムはより高価であり、時間の経過において劣化し易い。逆に、真ちゅうディスクは非常に強固であることが実証されている。

【００７１】

図４に示す典型的な実装構成は、図３に示すような自律型真空クリーナのように、機構的に非常に騒音を出すプラットフォームにおける使用に対して実質的に最適化されている。そのような装置においては、震動の減衰またはセンサの絶縁は非常に有効である。しかし、図７に示すような箱型真空クリーナのような、非自律型清浄装置を含む適用例においては、図４の実装システムの減衰態様は不要である。非自律型清浄装置においては、代替の実装システムは、圧電素子をその筐体に直接固定するための熱を含んでもよい。いずれにせよ、向上された性能を達成するための重要な考察は、クランプ、ボルト、またはその他の方法で圧電素子を定位置に維持するために必要な面積を減少することである。このクランプされた「デッドゾーン」の占めるスペースが小さいほど、圧電素子はより感度が高くなる。

【００７２】

動作中に、清浄ブラシアセンブリ（例えば、図３のブラシ９４）により投げ上げられた、または、清浄装置内の清浄経路（例えば、図３の真空構成要素１０４）を流れるデブリは

、圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳの底部、つまり全て真ちゅうの部分に衝突することがある。図３に示すように、ロボット装置１００においては、圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳは、主ブラシ９４とフラッパブラシ９２がそれに沿って出会う軸ＡＸにおいて実質的に位置しており、それにより、微粒子１２７は投げ上げられ、最大力で圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳに衝突する。

【００７３】

よく知られているように、圧電センサは機械的エネルギー（例えば、デブリの衝突による運動エネルギーおよび真ちゅうディスクの振動）を電気エネルギーに変換するが（この場合、デブリが衝突するたびに電気パルスを生成する）処理されてシステムコントローラ（例えば、図１と図２のマイクロプロセッシングユニット１３５または図８の７０８）に送信されて、本発明に従って、動作モードの変更を制御、または変更させるのは、この電気パルスである。圧電素子は、典型的にはオーディオトランスデューサとして使用されるように設計され、例えば、ビープトーンを生成する。ＡＣ電圧が加えられると、それらは、ＡＣ波形に歩調を合わせて機械的に振動して可聴出力を生成する。逆に、それらが機械的に振動すると、ＡＣ電圧出力を生成する。このようにして、それらは本発明に採用される。特に、対象物が最初にセンサの真ちゅう面に衝突すると、ディスクを内側に曲げ、それによって電圧パルスが生成される。

【００７４】

フィルタ処理　しかし、圧電デブリセンサ素子１２５ＰＳは、清浄装置シャーシ、またはその実装システムを通して本体と直接または間接的に接触するので（図３と図４を参照）、清浄装置が機能しているときには、モーター、ブラシ、ファン、および他の移動部分により通常は生成される機械的振動の影響を受けやすい。この機械的振動により、センサに衝突する小さな低質量のデブリ（つぶされた黒胡椒のような）により生成される信号よりも振幅が大きい不要なノイズ信号を、センサに出力させることになる。その最終結果として、センサは、低周波数のノイズ成分（最大約１６ｋＨｚまで）とより高周波の、できれば振幅のより小さな、デブリ衝突成分（３０ｋＨｚより大きく、最大数百ｋＨｚ）から構成される合成信号を出力する。このように、重要でない信号をフィルタ処理する手段を提供することは有効である。

【００７５】

従って、下記に記述するように、電子フィルタは、低周波信号成分を大幅に減衰して、信号対ノイズ性能を向上するために使用される。そのようなフィルタ処理および信号処理素子のアーキテクチャと回路の例は、図５と図６と関連して記述される。

ＩＶ　信号処理

図５は、本発明の１つの実践におけるデブリセンササブシステムの信号処理素子の模式図である。

【００７６】

上述したように、デブリセンサの１の目的は、自律型清浄装置が、デブリを拾い上げたとき、またはデブリのある場所に遭遇したときにそれを感知できるようにすることである。この情報は、清浄行動における変更をするために、または例えば、デブリに遭遇したときの上述したスポット清浄モードのような、選択された動作または行動モードに装置が入るようにするための入力として使用できる。図７に示す非自律型清浄装置においては、デブリセンサ７０４ＰＳからのデブリ信号７０６は、ユーザーが認識できる表示灯７１０を点灯したり（例えば、デブリに遭遇していることをユーザーに信号で伝える）、パワーユニット７０３から清浄システムへのパワー出力を上げたり、または他の動作の変更または変更の組合せ（例えば、ユーザーが認識できる「高パワー」電灯を点灯して、同時にパワーを上げる）を引き起こすために使用できる。

【００７７】

更に、上述したように、２つのデブリセンサ回路モジュール（つまり、図１の１２５Ｌと１２５Ｒのような左および右チャネル）は、自律型清浄装置が、清浄ヘッドアセンブリの右側および左側で拾い上げたデブリ量の間の差を感知できるようにするために使用できる

。例えば、自律型清浄装置がその左側の先にあるゴミの場所に遭遇すると、左側デブリセンサはデブリの衝突を示し、右側センサは、デブリの衝突を示さない（または示しても少量）。この差分出力は、自律型清浄装置のマイクロプロセッサコントローラ（図１と図２のマイクロプロセッシングユニット１３５のような）により、装置をデブリの方向へ操縦する（例えば、左側デブリセンサが、右側デブリセンサより高い信号値を生成しているときは、左へ操縦する）、またはデブリの方向のベクトルを選択する、またはスポットカバレッジまたはその他のような移動パターンまたは行動パターンを選択するように使用することができる。

【００７８】

このように、図５は、左側および右側の両チャネルを含むことができるデブリセンササブシステムの１つのチャネル（例えば、左側チャネル）を示している。右側チャネルは、実質的に同一であり、それゆえ、その構造と動作は下記の検討から理解されよう。

【００７９】

図５に示すように、左側チャネルは、センサ素子（圧電ディスク）４０２、音響振動フィルタ／ＲＦＩフィルタモジュール５０２、信号増幅器５０４、基準レベル生成器５０６、減衰器５０８、減衰器５０８と基準レベル生成器５０６の出力を比較する比較器５１０、およびパルスストレッチャ５１２から構成されている。パルスストレッチャ５１２からの出力は、図２に示されるマイクロプロセッシングユニット１３５、つまり、動作的行動を選択するときの使用に適しているコントローラのようなシステムコントローラへの論理レベル出力信号である。

【００８０】

音響振動フィルタ／ＲＦＩフィルタブロック５０２は、大きな減衰を提供し（１つの実施形態においては、－４５ｄｂボルトを超える）、低周波数の、低変化率の機械的信号のほとんどを阻止し、高周波数の、高い変化率のデブリ衝突信号を通過させるように設計することができる。しかし、これらの高周波数信号がフィルタを通過しても、減衰されるので、このように信号増幅器５０４による増幅が必要になる。

【００８１】

所望の高周波数デブリ衝突信号の増幅に加えて、フィルタを通過する、非常に小さな残留機械的ノイズ信号もまた、増幅器それ自身により生成された電気ノイズと、モーターにより生成され、大気中を放射されるか、またはセンサおよびその導線により拾われたいかなる無線周波数干渉（ＲＦＩ）成分と共に増幅される。信号増幅器の高周波数応答は、非常に高い周波数ＲＦＩの増幅を最小にするように設計されている。この、所望のデブリ衝突信号よりもはるかに低い周波数成分を有する一定バックグラウンドノイズ信号は、基準レベル生成器５０６に供給される。基準レベル生成器５０６の目的は、ノイズ信号の瞬間ピーク値、または包絡線に続く基準信号を生成するためである。図５において関心対象の信号、つまり、デブリがセンサに衝突した結果の信号もまたこの基準レベル生成器５０６に供給される。このように、基準レベル生成器５０６は、高周波数で、高い変化率のデブリ衝突信号にそれほどすばやく応答しないで、これらの信号の瞬間ピーク値を追尾できるように設計される。結果としての基準信号は、下記に記述するように、比較のために使用される。

【００８２】

再び図５を参照して、信号増幅器５０４からの信号もまた減衰器５０８に供給されるということが分かる。これは基準レベル生成器５０６に供給される信号と同じであるので、関心対象の高周波数信号（つまり、デブリがセンサに衝突したときの）および低周波数ノイズの両者を含む復号信号である。減衰器５０８は、この信号の振幅を減少して、通常は、デブリがセンサ素子に衝突していないときの基準レベル生成器５０６からの信号の振幅より小さくなる。

【００８３】

比較器５１０は、減衰器５０８からの信号の瞬間電圧振幅値を、基準レベル生成器５０６からの信号と比較する。通常は、清浄装置が動作中で、デブリがセンサ素子に衝突してい

ないときは、基準レベル生成器５０６から出てくる瞬間電圧は、減衰器５０８から出てくる電圧よりも高くなる。これにより、比較器５１０は、高論理レベル信号（論理１）を出力するようになり、その信号は、パルスストレッチャ５１２により反転されて、低論理レベル（論理０）が生成される。

【００８４】

しかし、デブリがセンサに衝突すると、減衰器５０８からの電圧は、基準レベル生成器５０６からの電圧を超え（この回路は、信号増幅器５０４からの高周波数で、高変化率の信号成分を追尾できないため）、デブリの衝突で生成された信号は、電圧振幅において、音響振動フィルタ５０２により、より厳しく減衰される一定バックグラウンド機械的ノイズ信号より高くなる。これにより、比較器５１０が、状態を一時的に論理レベル０に変更する。パルスストレッチャ５１２は、この非常に短い（典型的に１０マイクロ秒未満）事象を、一定１ミリ秒（＋０．３ｍＳ、－０ｍＳ）事象に拡張し、システムコントローラ（例えば、図２のマイクロプロセッシングユニット１３５）に信号のサンプリングに十分な時間を提供する。

【００８５】

システムコントローラがこの１ミリ秒の論理０パルスを「見る」と、その事象をデブリの衝突と解釈する。

【００８６】

ここで音響振動フィルタ／ＲＦＩフィルタ５０２のＲＦＩフィルタ部を参照すると、このフィルタは、モーターおよびモーター駆動回路により生成される、非常に高い周波数で放射された電気ノイズ（ＲＦＩ）を減衰するように機能する。

【００８７】

要約すると、センサ素子に接続された例示回路は、振幅と周波数の両者の情報を使用して、デブリの衝突（デブリを拾い上げている清浄装置を示す）を、これもまたセンサ素子により拾い上げられた通常のバックグランド機械的ノイズと、モーターおよびモーター駆動回路により生成された放射無線周波数電気ノイズから区別する。望ましくないが、通常の一定バックグラウンドノイズは、良好な信号対ノイズ比を維持しながら、偽デブリ衝突兆候を回避する動的基準を確立するために使用される。

【００８８】

実践において、センサ素子用の機械的搭載システム（図４参照）もまた、センサ素子に影響を与える機械的音響ノイズ振動結合を最小にするように設計される。

【００８９】

信号処理回路　（図６Ａから図６Ｃで構成される）図６は、典型的なデブリセンサ回路の詳細模式図である。この技術に精通した者には、他の実施形態において、信号処理は、マイクロプロセッシングユニット１３５のソフトウェア内で部分的にまたは全体的に実行され得るということを理解されよう。図６を参照して、適切な信号処理回路の示された例は、下記の素子を含み、下記の記述に従って動作する。

【００９０】

圧電センサディスク（図４の圧電ディスク４０２を参照）からの、グランドを基準にした複合信号は容量Ｃ１に供給され、搭載システムを介してセンサに導かれる、低周波数の、音響機械的振動を減衰するように設計された、５極の、ハイパス受動Ｒ－Ｃフィルタに入力される。このフィルタは、２１．５ｋＨｚの、－１００ｄＢ／Ｄｅｃａｄｅ（周波数１０倍の変化に対しての減少率）でロールオフする、－３ｄＢ折点周波数を有する。このフィルタの出力は、非常に高い周波数ＲＦＩのいずれをも減衰するように設計された、単極の、ローパス受動Ｒ－Ｃフィルタに供給される。このフィルタは、１．０６ＭＨｚの、－２０ｄＢ／Ｄｅｃａｄｅでロールオフする、－３ｄＢ折点周波数を有する。このフィルタの出力はＤ１とＤ２によりダイオードクランプされ、センサ素子が、増幅器の供給レールより大きな電圧パルスを生成する厳しい衝突を持続する事象において、Ｕ１高電圧遷移から保護する。増幅器チェーンおよび後続の比較器回路用の信号供給動作に要求されるＤＣバイアスは、Ｒ５とＲ６により生成される。これらの２個の抵抗値は、それらのテブナン

インピダンスが、Ｃ５と共に作動して、フィルタの５番目の極周波数応答を正しく維持するように選択される。

【００９１】

Ｕ１Ａ、Ｕ１Ｂ、およびその関連成分は、理論上、４４１のＡＣゲインの、２段階、ａｃ結合された、非反転増幅器を形成する。Ｃ９とＣ１０は、低周波数においてゲインを最小にするように機能し、一方、Ｃ７とＣ８は、ＲＦＩ周波数においてゲインをロールオフするように機能する。フィルタ入力から増幅器出力への、正味の理論上の周波数応答は、３２．５ｋＨｚ、－１００ｄＢ／Ｄｅｃａｄｅにおいて－３ｄＢの単極ハイパス応答と、１００ｋＨｚ、－３２ｄＢ／Ｄｅｃａｄｅ、および５．４ＭＨｚ、－１００ｄＢ／Ｄｅｃａｄｅにおいて、折点周波数を有する２極ローパス応答であり、共にバンドパスフィルタを形成している。

【００９２】

増幅器からの出力は分割され、１つの出力はＲ１４に入力し、他は、Ｕ１Ｃの非反転入力に入力する。Ｒ１４に入力する信号は、Ｒ１４－Ｒ１５電圧デバイダにより減衰され、比較器Ｕ２Ａの反転入力に供給される。Ｕ１Ｂの出力からの他の信号分岐は、増幅器Ｕ１Ｃの非反転入力に供給される。Ｕ１Ｄと共にＵ１Ｃ、およびその間の成分（図２に示すように）は、半波長の、正ピーク検出器を形成する。アタックおよびデケイタイムは、それぞれＲ１３とＲ１２により設定される。この回路からの出力は、Ｒ１６を介して、Ｕ２Ａの非反転入力に供給される。Ｒ１６は、Ｒ１９と共に、スイッチング時間とノイズ免疫性を向上するためにヒステリシスを与える。Ｕ２Ａは、ピーク検出器の出力と、Ｒ１４－Ｒ１５減衰器の間の瞬間値を比較するように機能する。

【００９３】

通常は、デブリがセンサに衝突していないときは、ピーク検出器の出力は、その振幅が減衰器ネットワークの出力よりも大きくなる。デブリがセンサに衝突すると、低周波数機械的ノイズ信号成分よりも大きく、フロントエンドハイパスフィルタから出て、Ｕ１Ａに入る振幅を有する、高周波数パルスが生成される。この信号は、その振幅が、ピーク検出器から出る信号よりも、Ｒ１４-Ｒ１５減衰器ネットワークから出た後でさえ、より大きくなるが、これは、ピーク検出器が、Ｒ１３、Ｃ１１、およびＲ１２のネットワークにおける成分値のために、高速パルスを追尾できないことによる。比較器は、デブリ衝突パルスの振幅が、ピーク検出器から出る、ダイナミックな、ノイズにより生成された、基準レベルの信号より大きい限りは、状態を高から低に変更する。この比較器出力パルスは、システムコントローラが見るためには短すぎるために、パルスストレッチャが使用される。

【００９４】

パルスストレッチャは、ロックアウト機構を有するワンショット単安定設計であり、それにより、タイムアウト期間の最後まで、再トリガを回避する。Ｕ２Ａからの出力は、Ｃ１３とＱ１の接合点に供給される。Ｃ１３は信号を、Ｕ２Ｃとその関連成分により形成された単安定に結合する。Ｑ１は、単安定がタイムアウトになるまで、Ｕ２Ａの出力を低く保つことによりロックアウトとして機能する。タイムアウト期間は、Ｒ２２、Ｃ１２，およびＲ１８により形成される時定数と、Ｒ２０－Ｒ２１電圧デバイダにより設定される基準レベルにより設定される。この時間は、コントローラ／プロセッサにより使用されるソフトウェアの条件により規定されるように、１ｍＳ、＋０．３ｍＳ、および－０．００ｍＳに対して調整できる。

【００９５】

デブリセンサ回路のパワーは、Ｕ３と関連成分により提供される。Ｕ３は、５ボルト出力を提供する低パワー線形調整器である。ロボットに搭載されたバッテリからの非調整電圧は、パワー入力を提供する。

【００９６】

必要な場合は、Ｒ１４とＲ１２により回路調整が設定される。これらの調整により、回路応答を、短時間の間に同調できる。

【００９７】

この種の生成装置においては、デブリセンサ回路プリント回路基板（ＰＣＢ）へのパワー、およびそこからの信号は、シールドケーブルを介して主基板に転送される。または、ノイズフィルタを、シールドケーブルの使用と置き換えることができ、配線コストが削減される。ケーブルシールドドレインワイヤは、センサ回路ＰＣＢ側でのみ接地できる。このシールドは、接地電流をまったく搬送しない。ケーブル内の分離された導体が、パワーグランドを搬送する。ノイズ減少のために、生成センサＰＣＢは、底部側に固体接地面を有する上面側にすべての成分を有するべきである。センサＰＣＢは、ロボットモーターからの放射ノイズピックアップから成分をシールドするために、基板の上側をカバーする接地された金属シールドを有する搭載アセンブリに格納されるべきである。圧電センサディスクを、図４に示すような、適切な機械的搭載システム上のセンサ回路ＰＣＢの下に搭載することができ、そのことにより、接続リードを、ノイズ免疫性のために可能な限り短く維持することができる。

Ｖ．結論

本発明は、デブリの堆積により劣化されることがなく、デブリの衝突の瞬間的に感知して応答でき、従って、床または清浄対象の他の表面上のデブリに直接応答して、大気流の変動、瞬間的なパワー、または清浄装置の他の動作状態に対しては、低感度のデブリセンサを提供する。

【００９８】

ここで記述したように採用されると、本発明により、自律型清浄装置は、その動作を制御し、または例えば、デブリセンサにより生成された信号に基づいて、より「汚れた」場所へ装置を向かうように操縦するような、検出されたデブリに応答する複数の動作モード、移動パターン、または行動の中から選択することができる。

【００９９】

デブリセンサはまた、非自律型清浄装置にも採用でき、自律型または非自律型清浄装置の何れかの動作モードを制御し、選択し、または変更することができる。

【０１００】

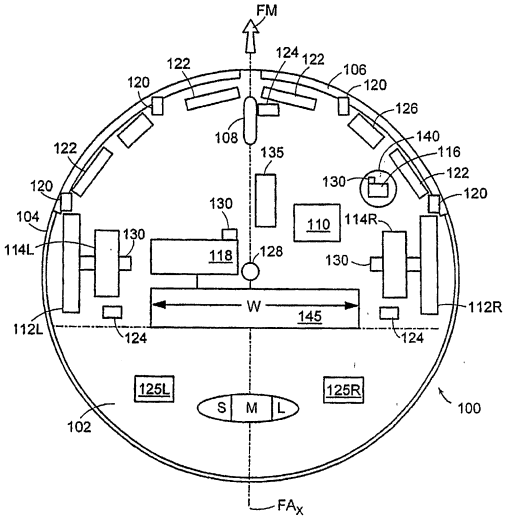
更に、開示された信号処理アーキテクチャおよび回路は、特に、圧電デブリセンサと組み合わせると有効であり、高い信号対ノイズ比を提供する。

【０１０１】

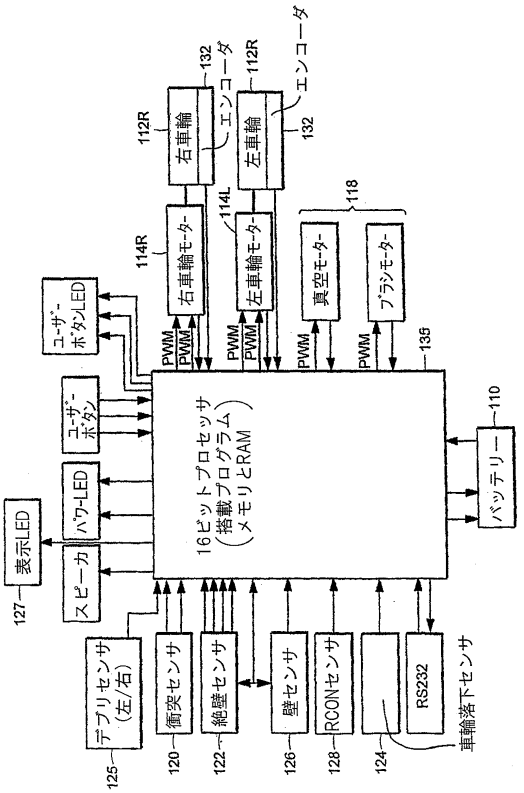
この技術に精通した者は、本発明の広い範囲での変更および変形が、本発明の範囲において可能であることを認識できよう。デブリセンサはまた、ここで記述した以外の目的および装置にも採用できる。従って、上述した内容は、単に例として提示されたにすぎず、本発明の範囲は、付随する請求項によってのみ制限される。

【図面】

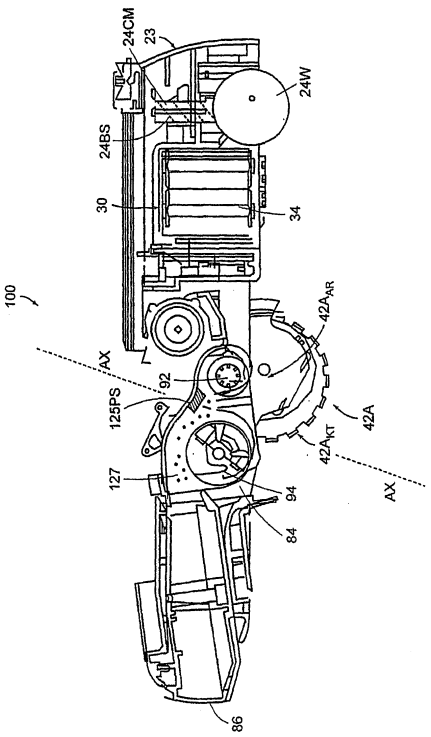
【図１】


FM
124
122
122
106
120
120
126
108
135
140
116
122
130
122
120
120
104
130
110
114R
114L
130
118
128
130
112R
W
145
112L
124
124
125L
125R
S
M
L
102
100
FAx

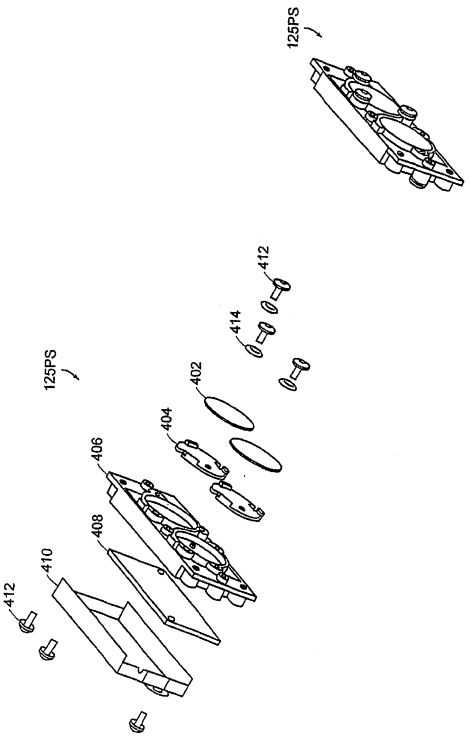
【図２】


132
112R
右車輪
エンコーダ
112R
左車輪
エンコーダ
132
118
114R
右車輪モーター
114L
左車輪モーター
真空モーター
ブラシモーター
ユーザーボタンLED
PWM
PWM
PWM
PWM
PWM
PWM
135
ユーザーボタン
16ビットプロセッサ
（搭載プログラム
メモリとRAM）
110
バッテリー
パワーLED
表示LED
スピーカ
127
デブリセンサ
（左/右）
衝突センサ
絶壁センサ
壁センサ
RCONセンサ
RS232
車輪落下センサ
125
120
122
126
128
124

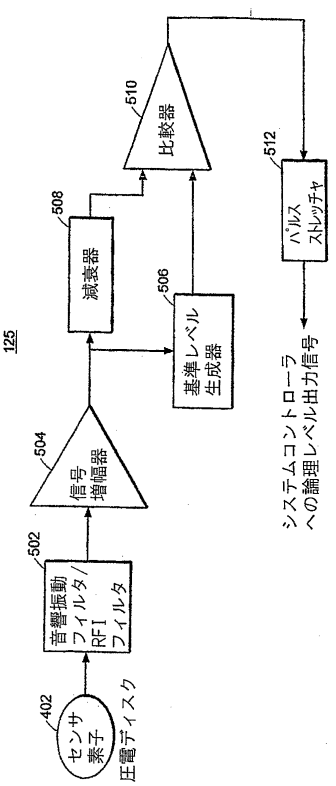
【図３】


24CM
23
24W
24BS
30
34
100
42AAR
AX
92
125PS
42A
42AKT
127
94
AX
84
86

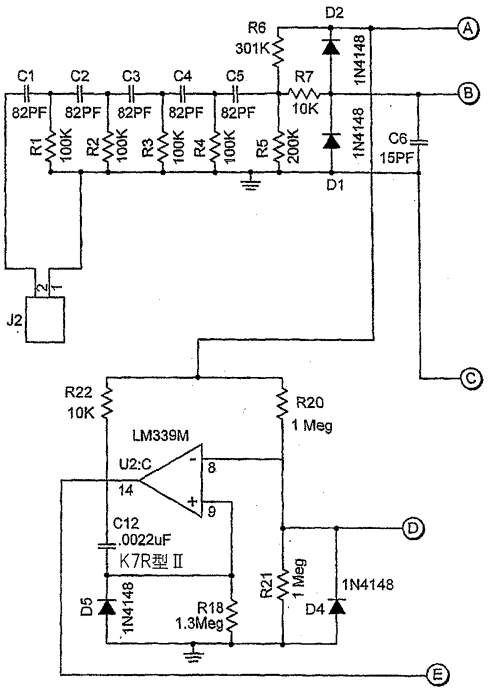
【図４】


125PS
412
414
402
404
406
408
410
412
125PS

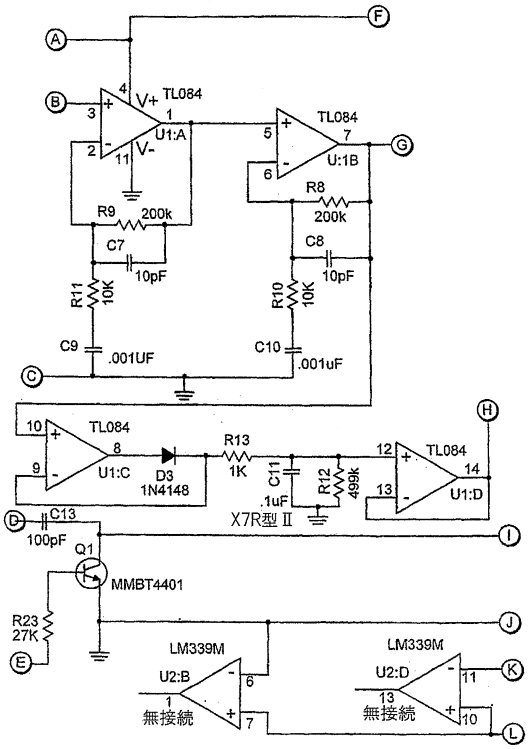
【図５】



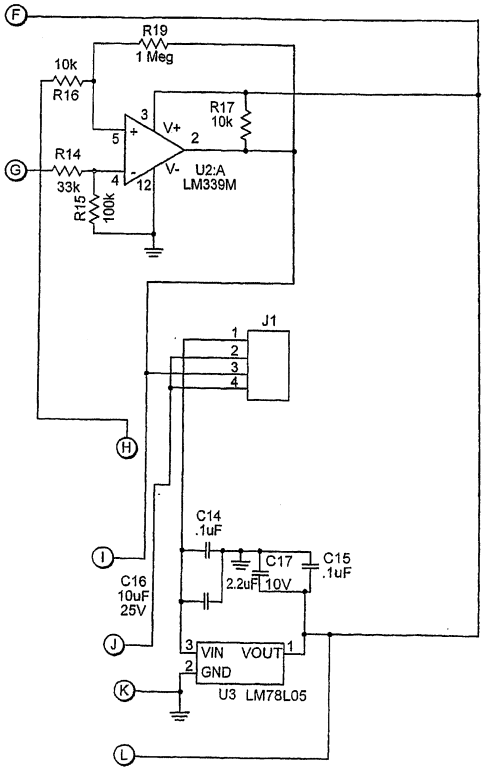
【図６Ａ】



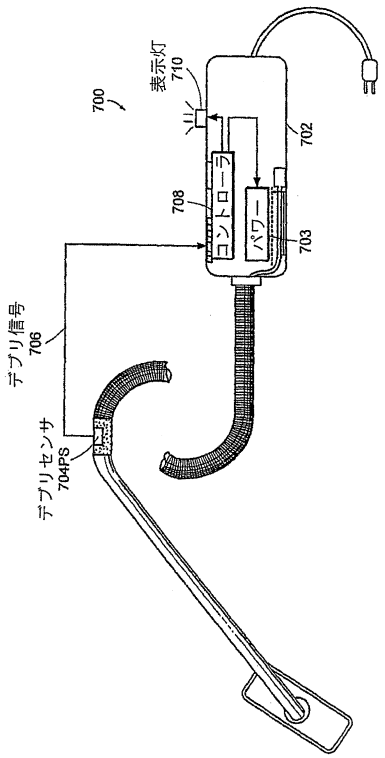
【図６Ｂ】



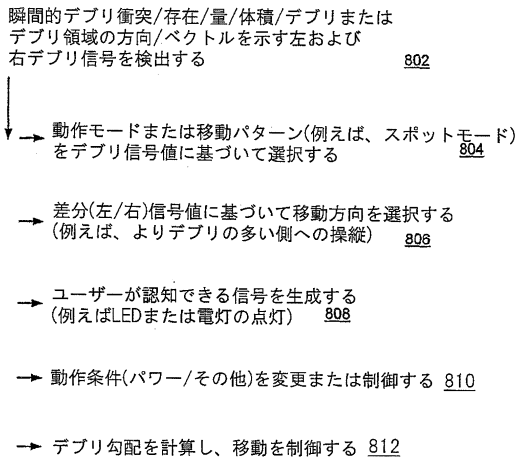
【図６Ｃ】



【図７】


700
表示灯
710
702
708
コントローラ
パワー
703
デブリ信号
706
デブリセンサ
704PS

【図８】


瞬間的デブリ衝突/存在/量/体積/デブリまたは
デブリ領域の方向/ベクトルを示す左および
右デブリ信号を検出する 802
動作モードまたは移動パターン(例えば、スポットモード)
をデブリ信号値に基づいて選択する 804
差分(左/右)信号値に基づいて移動方向を選択する
(例えば、よりデブリの多い側への操縦) 806
ユーザーが認知できる信号を生成する
(例えばLEDまたは電灯の点灯) 808
動作条件(パワー/その他)を変更または制御する 810
デブリ勾配を計算し、移動を制御する 812

フロントページの続き

(73)特許権者　506257504
オジック，ダニエル
アメリカ合衆国，マサチューセッツ　０２４５９，ニュートン，ウォーレン　ストリート　１３１
(74)代理人　100078880
弁理士　松岡　修平
(74)復代理人　100188558
弁理士　飯田　雅人
(74)復代理人　100154922
弁理士　崔　允辰
(74)復代理人　100129115
弁理士　三木　雅夫
(72)発明者　ランドリー，グレッグ　ダブリュ．
アメリカ合衆国，マサチューセッツ　０１９３０，グロースタ－，イースタン　アベニュ　７３
(72)発明者　コヘン，デイビッド　エー．
アメリカ合衆国，マサチューセッツ　０２４４５，ブルックリン，エングルウッド　アベニュ　２５　＃６
(72)発明者　オジック，ダニエル
アメリカ合衆国，マサチューセッツ　０２４５９，ニュートン，ウォーレン　ストリート　１３１

合議体
審判長　佐々木　芳枝
審判官　長馬　望
柿崎　拓
(56)参考文献　特開平７－５９６９５（ＪＰ，Ａ）
特開平６－３８９１２（ＪＰ，Ａ）
特表２００３－５０５１２７（ＪＰ，Ａ）
特表２００２－３５５２０６（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２０４７６９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２９２１２６（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
A47L 9/28