

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-192562

(P2006-192562A)

(43) 公開日 平成18年7月27日(2006.7.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 5 J 19/06 (2006.01)	B 2 5 J 19/06	2 C 1 5 0
A 6 3 H 11/18 (2006.01)	A 6 3 H 11/18	3 C 0 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-348984 (P2005-348984) (22) 出願日 平成17年12月2日 (2005.12.2) (31) 優先権主張番号 特願2004-361255 (P2004-361255) (32) 優先日 平成16年12月14日 (2004.12.14) (33) 優先権主張国 日本国(JP)	(71) 出願人 000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号 (74) 代理人 100064414 弁理士 磯野 道造 (74) 代理人 100111545 弁理士 多田 悦夫 (72) 発明者 杉野 司 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研 究所内 (72) 発明者 中山 隆司 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研 究所内 最終頁に続く
--	--

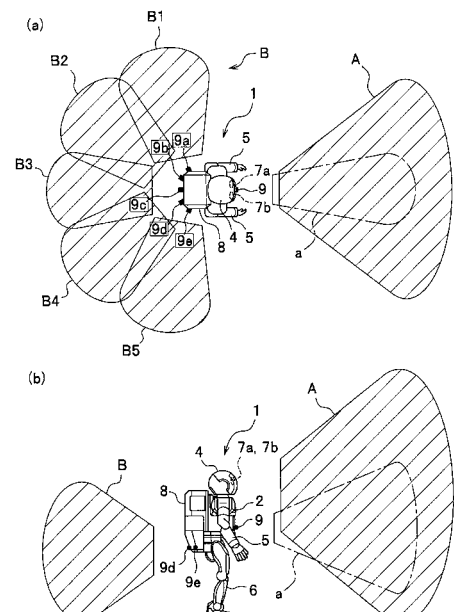
(54) 【発明の名称】 自律移動ロボット

(57) 【要約】

【課題】後方側に障害物等があっても確実に検出することができる自律移動ロボットを提供する。

【解決手段】ロボット1の頭部4に、前進移動方向側にある物体（障害物や移動体）を検出する2個のCCDカメラ7a、7bを設け、胴体部2の背面に取付けた格納部8の下側に、後進移動方向側にある物体（障害物や移動体）を検出する5個の超音波センサ9a～9eを所定間隔で配置した。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上体の下部に連結された脚部により前進移動および後進移動自在な自律移動ロボットであって、

前記上体の前進移動方向の前方側にある物体を検出するための第 1 検出手段と、

前記第 1 検出手段による検出領域以外の、少なくとも前記上体の両横近傍の後方側領域側と真後ろ領域側にある物体を検出するための第 2 検出手段とを備えた、

ことを特徴とする自律移動ロボット。

【請求項 2】

前記第 1 検出手段はステレオカメラであり、前記第 2 検出手段は超音波センサである、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 3】

前記超音波センサは、前記上体の両横側から背面側の周囲に沿って所定間隔で複数配置されている、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 4】

前記上体は、前記脚部に対して鉛直軸まわりに回転自在である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の自律移動ロボット。

【請求項 5】

前記上体は、前記脚部に対して鉛直軸まわりに回転自在な胴部と、前記胴部に対して鉛直軸まわりに回転自在な頭部と、を備え、

複数の前記超音波センサは前記胴部に設けられており、前記ステレオカメラは前記頭部に設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 6】

前記胴部に設けられ、当該胴部の前進移動方向の前方側にある物体を検出するための第 2 の超音波センサを備えていることを特徴とする請求項 5 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 7】

前記胴部の左右に設けられた一对の腕部と、前記一对の腕部の先端にそれぞれ設けられた手部と、前記一对の腕部および前記手部を駆動する腕部制御部と、を備え、

前記脚部により前進移動および後進移動を行うときに、前記腕部制御部は、複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサの検出領域外で前記腕部および前記手部を振るように制御することを特徴とする請求項 6 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 8】

前記腕部または前記手部が複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサのいずれかの検出領域内にあるときには、複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサのうち、対応する超音波センサによる物体の検出を中止することを特徴とする請求項 7 に記載の自律移動ロボット。

【請求項 9】

前記脚部は、左右移動自在に構成されており、

前記脚部により前進移動および後進移動を行うときには、前記ステレオカメラ、複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサによる物体の検出を行い、

前記脚部により左右への移動を行うときには、前記頭部を前記胴部に対して回転させ、前記ステレオカメラにより移動方向の物体の検出を行うことを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の自律移動ロボット。

【請求項 10】

前記ステレオカメラの検出領域と、複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサのいずれかの検出領域とが重なった場合に、重なった検出領域において、前記ステレオカメラによって検出されず、複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサのいずれかによって検出された物体を透明な物体であると認識する制御部を備えていることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の自律移動ロボット。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自律移動ロボットに関し、特に上体の下部に接続された脚部により自律移動自在な自律移動ロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

自律移動ロボットは、障害物等を回避して移動するために、障害物を検出するための障害物検出手段を備えている。例えば、特許文献1には、障害物検出手段として、進行方向の水平面内をスキャンして障害物の位置を検知するスキャン型センサ（レーザ型レーダ装置）と、前記スキャン面と異なる空間の障害物を検出する非スキャン型障害物センサ（超音波センサや赤外線センサ）とを備え、常時はスキャン型センサで障害物を検出し、このスキャン型センサにより障害物を検出したときのみ非スキャン型障害物センサを稼働させて、両方のセンサによって障害物の位置を推定する構成の自律移動装置が開示されている。

10

【0003】

この特許文献1に記載の発明によれば、常時はスキャン型センサ（レーザ型レーダ装置）で進行方向にある障害物を検出し、このスキャン型センサにより障害物を検出したときのみ非スキャン型障害物センサ（超音波センサや赤外線センサ）を稼働させて、両方のセンサによって障害物の位置を推定することにより、障害物に対して効率のよい検出動作と回避動作が可能になる。

20

【特許文献1】特開2002-202815号公報（請求項1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、前記特許文献1の自律移動装置では、前進移動方向側にある障害物等に対してはスキャン型センサと非スキャン型障害物センサを用いて検出することができるが、この自律移動装置の前進移動方向側以外の領域である真横よりも後方側にある障害物等は検出することができなかった。

【0005】

このため、この自律移動装置が後進移動可能であっても、例えば、真後ろに障害物があっても検出することができないので、後進移動時には、この自律移動装置の後方側にある障害物等に対して適切な対応動作を行うことができなかった。また、前記特許文献1の自律移動装置では、後方から接近してくる物体（例えば、人間）に対しては認識することができなかった。

30

【0006】

そこで、本発明は、後方側に障害物等があっても確実に検出することができる自律移動ロボットを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、上体の下部に連結された脚部により前進移動および後進移動自在な自律移動ロボットであって、前記上体の前進移動方向の前方側にある物体を検出するための第1検出手段と、前記第1検出手段による検出領域以外の、少なくとも前記上体の両横近傍の後方側領域側と真後ろ領域側にある物体を検出するための第2検出手段とを備えたことを特徴としている。

40

【0008】

請求項1に記載の発明によれば、第1検出手段により上体の前進移動方向側にある物体を検出することができ、第2検出手段により上体の両横近傍の後方側領域側と真後ろ領域側にある物体を検出することができる。

【0009】

50

また、請求項 2 に記載の発明は、前記第 1 検出手段はステレオカメラであり、前記第 2 検出手段は超音波センサであることを特徴としている。

【0010】

請求項 2 に記載の発明によれば、上体の前進移動方向の前方側にある物体はステレオカメラで検出することができ、上体の両横近傍の後方側領域側と真後ろ領域側にある物体は超音波センサで検出することができる。

【0011】

また、請求項 3 に記載の発明は、前記超音波センサが前記上体の両横側から背面側の周囲に沿って所定間隔で複数配置されていることを特徴としている。

【0012】

請求項 3 に記載の発明によれば、上体の真横より後方側にある物体を、複数の超音波センサによって検出することができる。

【0013】

また、請求項 4 に記載の発明は、前記上体が、前記脚部に対して鉛直軸まわりに回転自在であることを特徴としている。

【0014】

請求項 4 に記載の発明によれば、上体を脚部に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、少ない個数の超音波センサでも広範囲領域を検出することができる。

【0015】

また、請求項 5 に記載の発明は、前記上体が、前記脚部に対して鉛直軸まわりに回転自在な胸部と、前記胸部に対して鉛直軸まわりに回転自在な頭部と、を備え、複数の前記超音波センサが前記胸部に設けられており、前記ステレオカメラが前記頭部に設けられていることを特徴としている。

【0016】

請求項 5 に記載の発明によれば、頭部を胸部に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、ステレオカメラによる検出領域を所望の方向に向けることができる。

また、胸部を脚部に対して鉛直軸まわりに回転させるとともに頭部を胸部に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、ステレオカメラおよび超音波センサの検出領域を所望の方向に向けることができる。

【0017】

また、請求項 6 に記載の発明は、前記胸部に設けられ、当該胸部の前進移動方向の前方側にある物体を検出するための第 2 の超音波センサを備えていることを特徴としている。

【0018】

請求項 6 に記載の発明によれば、第 2 の超音波センサによっても胸部の前進移動方向の前方側にある物体の検出を行うことができる。したがって、頭部が回転してステレオカメラが前方以外の方向に向いていても、第 2 の超音波センサによって前方側にある物体を検出することができる。

【0019】

また、請求項 7 に記載の発明は、前記胸部の左右に設けられた一对の腕部と、前記一对の腕部の先端にそれぞれ設けられた手部と、前記一对の腕部および前記手部を駆動する腕部制御部と、を備え、前記脚部により前進移動および後進移動を行うときに、前記腕部制御部は、複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサの検出領域外で前記腕部および前記手部を振るよう制御することを特徴としている。

【0020】

請求項 7 に記載の発明によれば、腕部および手部の動作に妨害されることなく複数の超音波センサおよび第 2 の超音波センサによる物体の検出を行うことができる。

【0021】

また、請求項 8 に記載の発明は、前記腕部または前記手部が複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサのいずれかの検出領域内にあるときには、複数の前記超音波センサおよび前記第 2 の超音波センサのうち、対応する超音波センサによる物体の検出を

10

20

30

40

50

中止することの特徴としている。

【0022】

請求項8に記載の発明によれば、複数の超音波センサおよび第2の超音波センサのいずれかによる物体の検出が腕部または手部により阻害されているときに、その超音波センサによる物体の検出を中止することができ、データ処理の量を低減することができる。

【0023】

また、請求項9に記載の発明は、前記脚部が、左右移動自在に構成されており、前記脚部により前進移動および後進移動を行うときには、前記ステレオカメラ、複数の前記超音波センサおよび前記第2の超音波センサによる物体の検出を行い、前記脚部により左右への移動を行うときには、前記頭部を前記胴部に対して回転させ、前記ステレオカメラにより移動方向の物体の検出を行うことを特徴としている。

10

【0024】

請求項9に記載の発明によれば、前進移動および後進移動を行うときには、ステレオカメラおよび第2の超音波センサにより前方にある物体を検出するとともに複数の超音波センサにより、真横より後方側にある物体を検出する。また、左右への移動を行うときには、ステレオカメラにより移動方向にある物体を検出する。なお、左右への移動を行うときには、複数の超音波センサおよび第2の超音波センサによる物体の検出を行ってもよいし、中止してもよい。したがって、ロボットの移動の態様に応じた検出を行うことができる。

【0025】

また、請求項10に記載の発明は、前記ステレオカメラの検出領域と、複数の前記超音波センサおよび前記第2の超音波センサのいずれかの検出領域とが重なった場合に、重なった検出領域において、前記ステレオカメラによって検出されず、複数の前記超音波センサおよび前記第2の超音波センサのいずれかによって検出された物体を透明な物体であると認識する制御部を備えていることを特徴としている。

20

【0026】

請求項10に記載の発明によれば、ステレオカメラの検出結果と、複数の超音波センサおよび第2の超音波センサのいずれかの検出結果との違いを利用して、周囲環境をより正しく認識することができる。

【発明の効果】

30

【0027】

請求項1に記載の発明によれば、第1検出手段により上体の前進移動方向側にある物体を検出して、第2検出手段により上体の両横近傍の後方側領域側と真後ろ領域側にある物体を検出することにより、自律移動ロボットの周囲にある物体（障害物や移動体）を良好に検出することができる。

【0028】

請求項2に記載の発明によれば、上体の前進移動方向側に物体として障害物があってもステレオカメラによりの確に検出することができ、また、上体の真横よりも後方側に物体としてガラス窓等の障害物があっても、超音波センサにより確実に検出することができる。

40

【0029】

請求項3に記載の発明によれば、上体の両横近傍から背面側に物体としてガラス窓等の障害物があったり、人間がいたりしても確実に検出することができる。

【0030】

請求項4に記載の発明によれば、上体を脚部に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、少ない個数の超音波センサでも広範囲領域を検出することができるので、コストの低減を図ることができる。

【0031】

請求項5に記載の発明によれば、頭部を胴部に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、ステレオカメラによる検出領域を所望の方向に向けることができる。

50

また、胴部を脚部に対して鉛直軸まわりに回転させるとともに頭部を胴部に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、ステレオカメラおよび超音波センサの検出領域を所望の方向に向けることができる。

【0032】

請求項6に記載の発明によれば、頭部が回転してステレオカメラが前方以外の方向に向いていても、第2の超音波センサによって前方側にある物体を検出することができる。

【0033】

請求項7に記載の発明によれば、腕部および手部の動作に障害されることなく複数の超音波センサおよび第2の超音波センサによる物体の検出を行うことができる。

【0034】

請求項8に記載の発明によれば、複数の超音波センサおよび第2の超音波センサのいずれかによる物体の検出が腕部または手部により障害されているときに、その超音波センサによる物体の検出を中止することができ、データ処理の量を低減することができる。

【0035】

請求項9に記載の発明によれば、ロボットの移動の態様に応じた検出を行うことができる。

【0036】

請求項10に記載の発明によれば、ステレオカメラの検出結果と、複数の超音波センサおよび第2の超音波センサのいずれかの検出結果との違いを利用して、周囲環境をより正しく認識することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

以下、本発明を図示の実施形態に基づいて説明する。図1は、本発明の実施形態に係る自律移動ロボットとしての自律移動2脚ロボット（以下、ロボットという）を示す正面図、図2（a）は、その上面図、図2（b）は、その側面図、図3は、このロボットの動作制御装置の構成を示すブロック図である。

【0038】

〔ロボットの構成〕

図1、図2に示すように、本実施形態に係るロボット1は、上体である胴体部2の上部に首部3を介して頭部4を備え、胴体部2の上部両側に2本の腕部5を有するとともに、胴体部2の下部に2本の脚部6を有している。

【0039】

頭部4（首部3）、腕部5、および脚部6の人間とほぼ対応する各関節部分はアクチュエータ（不図示）によりそれぞれ動作可能であり、自律移動制御部11（図3参照）によって頭部4、腕部5、脚部6の各動作が制御される。

【0040】

ロボット1の頭部4には、その前面部4a内に第1検出手段としての2個のCCDカメラ（ステレオカメラ）7a、7bが所定間隔で左右に並設されており、胴体部2の前面下側には、超音波センサ9が配置されている。また、胴体部2の背面に取付けた格納部8の下側には、その両横後方側から背面側の周囲に沿って第2検出手段としての複数個（本実施形態では5個）の超音波センサ9a、9b、9c、9d、9eが所定間隔で横一列に配置されている。なお、頭部4の前面部4aは、可視光透過自在な材質で形成されている。

【0041】

2個のCCDカメラ7a、7bは、ロボット1の前方移動方向側を撮影するカメラであり、各CCDカメラ7a、7bで撮像した各画像情報は画像情報処理部12（図3参照）によって処理される。図2（a）、（b）に示すように、各CCDカメラ7a、7bによる撮像範囲（検出領域）（斜線部分）Aは、本実施形態では、頭部4がロボット1の前方移動方向を向いた起立状態で、水平方向および垂直方向の視野が40度～60度程度でロボット1の少し前方から数m先の範囲であり、この撮像範囲A内にある物体（障害物や移動体）までの距離および位置を検出することができる。なお、頭部4は、首部用アクチュ

10

20

30

40

50

エータ（不図示）の駆動により上下方向および左右方向に一定の角度範囲で動くので、各 CCD カメラ 7 a, 7 b の撮像範囲 A も頭部 4 の動きに追従して移動する。

【0042】

また、胴体部 2 の前面下側に配置した超音波センサ 9 は、ロボット 1 の前方移動方向側に位置する物体（障害物や移動体）を検出するセンサであり、センサ情報処理部 13（図 3 参照）によって超音波が届く検出範囲（検出領域）（図 2（a）,（b）参照）a 内に物体（障害物や移動体）があるか否かを検出する。図 2（a）,（b）に示すように、超音波センサ 9 による検出範囲（一点鎖線の内側範囲）a は、本実施形態では、ロボット 1 が前方移動方向を向いた起立状態で、水平方向はロボット 1 のほぼ肩幅の範囲で、30 度程度の垂直方向の指向特性の範囲であり、検出対象（物体）がほぼ透明なガラス窓等であ

10

っても確実に検出することができる。

。

【0043】

格納部 8 の下側に配置した 5 個の超音波センサ 9 a～9 e（図 2（a）参照）は、ロボット 1 のほぼ真横から後方側にある物体（障害物や移動体）を検出するセンサであり、センサ情報処理部 13（図 3 参照）によって超音波が届く全検出範囲（図 2（a）,（b）参照）B 内に物体（障害物や移動体）があるか否かを検出する。

【0044】

図 2（a）,（b）に示すように、各超音波センサ 9 a～9 e による全体の検出範囲（斜線部分）B は、本実施形態では、ロボット 1 が前方移動方向を向いた起立状態で、水平方向はロボット 1 のほぼ真横から後方側のほぼ半円状の範囲で、40 度～60 度程度の垂直方向の指向特性の範囲である。すなわち、各超音波センサ 9 a～9 e は、平面視でロボット 1 の後方を含む扇形（ロボット 1 を中心とした円を、ロボット 1 の左右にのびる径により区分した後側の半円よりも小さい）内の物体を検出可能に配置されている。本実施形態で用いた各超音波センサ 9 a～9 e は、水平方向の指向特性がそれぞれ約 40 度であり、各超音波センサ 9 a～9 e の検出領域同士が少し重なるようにして、検出洩れをなくしている。なお、各超音波センサ 9 a～9 e は、検出対象（物体）がほぼ透明なガラス等であ

20

【0045】

各超音波センサ 9 a～9 e のうち、両横側の超音波センサ 9 a, 9 e は、ロボット 1 の真横から少し後方側に位置する物体（障害物や移動体）を検出するセンサで、中央の超音波センサ 9 c は、ロボット 1 の真後ろ近傍に位置する物体（障害物や移動体）を検出するセンサであり、さらに、その間に位置する超音波センサ 9 b, 9 d は、超音波センサ 9 a, 9 c の間と、超音波センサ 9 e, 9 c の間のそれぞれの斜め後方側に位置する物体障害物や移動体）を検出するセンサである。なお、図 2（a）において、超音波センサ 9 a～9 e の個別の検出領域は、それぞれ検出領域 B1, B2, B3, B4, B5 である。

30

【0046】

〔ロボットの動作制御装置〕

図 3 は、ロボット 1 の動作制御装置 10 を示すブロック構成図である。図 3 に示すように、動作制御装置 10 は、頭部 4（首部 3）、腕部 5、脚部 6 の動きを制御する自律移動制御部 11、各 CCD カメラ 7 a, 7 b から入力される画像情報を処理する画像情報処理部 12、前側の超音波センサ 9 および後側の各超音波センサ 9 a～9 e から入力されるセンサ情報を処理するセンサ情報処理部 13、前記画像情報処理部 12 とセンサ情報処理部 13 から入力される各処理情報に基づいて前記自律移動制御部 11 を制御する制御部 14 を有しており、この動作制御装置 10 および電源装置（不図示）は、胴体部 2 の背面に取付けている前記格納部 8 内に配置されている。

40

【0047】

自律移動制御部 11 は、頭部制御部 15、腕部制御部 16 および脚部制御部 17 を有している。

50

【0048】

頭部制御部15は、制御部14からの制御信号に基づいて首部用アクチュエータ（不図示）を制御し、頭部4を上下方向および左右方向に一定の角度範囲で駆動する。頭部制御部15の制御により、頭部4を上下および左右に振ることができる。腕部制御部16は、制御部14からの制御信号に基づいて腕部用アクチュエータ（不図示）を制御し、腕部5の各関節（肩関節、肘関節、手首関節、指関節）を駆動する。腕部制御部16の制御により、腕部5を前後、左右および上下に動かすことができ、かつ手首5aの回転および各指5bによる把持動作を行うことができる。

【0049】

また、脚部制御部17は、制御部14からの制御信号に基づいて脚部用アクチュエータ（不図示）を制御し、脚部6の各関節（股関節、膝関節、足首関節）を駆動する。脚部制御部17の制御により、2本の脚部6を駆動し、ロボット1の前方および後方への移動（歩行）、さらに旋回移動させることができる。また、脚部6の股関節の駆動により、胴体部2を脚部6に対して鉛直軸まわりに所定角度回転させることができる。

【0050】

画像情報処理部12は、各CCDカメラ7a, 7bから入力される各画像情報に基づいて、撮像範囲A内にある物体（障害物や移動体）までの距離と位置を算出することにより、この撮像範囲（斜線部分）A内にある物体（障害物や移動体）を検出（認識）することができる。

【0051】

センサ情報処理部13は、超音波センサ9および各超音波センサ9a～9eからセンサ情報（受信信号）がそれぞれ入力されることによって、検出範囲a、B（検出領域B1, B2, B3, B4, B5のいずれかの検出領域、もしくは複数の検出領域）に物体（障害物や移動体）があるか否かを検出することができる。例えば、超音波センサ9cからのみセンサ情報がセンサ情報処理部13に入力された場合には、図4（b）に示すように、ロボット1の真後ろ近傍の超音波センサ9cによる検出範囲B3内に物体（図では、移動体としての人間M）があるときである。

【0052】

また、センサ情報処理部13は、ロボット1の腕部5が後方側に位置している場合に、例えば、超音波センサ9aがこの腕部5を障害物として検出する誤検出動作を防止するために、腕部5の稼動範囲に相当する距離からの反射波のとき（すなわち、反射波受信までの時間が予め設定した閾値より短いとき）には、このときに入力されるセンサ情報は無効にするように処理する。

【0053】

[物体（障害物、移動体（人間））を検出したときのロボットの対応動作]

例えば、図4（a）に示すように、各CCDカメラ7a, 7bによりロボット1の前進移動方向（図4（a）の右側）に物体（図では、柱などの障害物N）があるのを検出した場合、制御部14は、画像情報処理部12から入力される物体（障害物N）の情報（位置情報、距離情報）に基づいて、この物体（障害物N）との接触を回避するために回避移動を行わせるための制御信号を自律移動制御部11の脚部制御部17に出力して2本の脚部6を駆動し、ロボット1を矢印C方向に回避移動させる。なお、この場合、ロボット1を矢印C方向に回避移動させることなく、ロボット1の前進移動を停止させるように制御してもよい。また、図4（a）において、W1は物体（障害物）としての壁面、W2は物体（障害物）としてのガラス窓である。

【0054】

また、図4（a）に示す状況において、前側の超音波センサ9も検出範囲aでロボット1の前進移動方向側の物体（障害物や移動体）の検出を行っており、ロボット1の前進移動方向側に、各CCDカメラ7a, 7bで良好に検出できないガラス窓等の障害物があっても、この超音波センサ9で確実に検出することができる。この場合においても、ロボット1を回避移動させることなく、制御部1から自律移動制御部11の脚部制御部17に停

止信号を出力してロボット1の前進移動を停止させるようにしてもよい。

【0055】

さらに、図4(a)に示す状況において、後側の各超音波センサ9a～9eでロボット1の両横側から後方側の物体(障害物や移動体)の検出も同時に行っており、例えば、ロボット1の後方側から物体(例えば、人間)が接近している場合でも同時に検出することができる。この場合には、ロボット1の前進移動を停止させるように制御してもよい。

【0056】

また、例えば、図4(b)に示すように、ロボット1の後進移動(図4(b)の左側方向への移動)時において、超音波センサ9a, 9bでロボット1の一方側の側面にある物体(図では、障害物としての壁面W1)を検出し、さらに超音波センサ9d, 9eでロボット1の他方側の側面にある物体(図では、障害物としてのガラス窓W2)を検出した場合、制御部14は、センサ情報処理部13から入力される処理情報に基づいて、この壁面W1とガラス窓W2との間を安全に後進移動できると判断したときには、制御信号を自律移動制御部11の脚部制御部17に出力して2本の脚部6を駆動し、ロボット1を後進移動させる。

10

【0057】

なお、この場合、制御部14は、センサ情報処理部13から入力される情報に基づいて、この壁面W1とガラス窓W2との間隔では安全に後進移動できないと判断したときには、自律移動制御部11の脚部制御部17に停止信号を出力してロボット1の後進移動を停止させる。

20

【0058】

さらに、図4(b)に示す状況において、超音波センサ9cでロボット1の後進移動方向の真後ろ側にある物体(図では、接近してくる移動体である人間M)を検出した場合、制御部14は、センサ情報処理部13から入力される処理情報に基づいて、ロボット1の真後ろ側に物体(図では、人間M)があると判断し、自律移動制御部11の脚部制御部17に停止信号を出力してロボット1の後進移動を停止させる。

【0059】

このように、本実施形態に係るロボット1は、胴体部2の背面に取付けた格納部8の下側に5個の超音波センサ9a～9eを所定間隔で配置したことにより、ロボット1のほぼ真横から後方側に物体として、ガラス窓があったり、接近してくる人間がいる場合でも確実に検出できる。これにより、後進移動時に、このロボット1の真横から後方側に物体(障害物や移動体)がある場合でも適切な対応動作を確実に行うことができる。

30

【0060】

また、本実施形態に係るロボット1は、胴体部2の背面の格納部8周囲に5個の超音波センサ9a～9eを所定間隔で配置していたが、前記したように、脚部6の股関節の駆動により、胴体部2を脚部6に対して鉛直軸まわりに所定角度回転させることができるので、例えば、超音波センサを格納部8周囲に1～3個配置するだけでロボット1のほぼ真横から後方側にある物体(障害物や移動体)を検出することができる。この場合においては、超音波センサの数を減らすことができるので、コストの削減を図ることができる。

【0061】

40

[ロボット1の駆動構造]

続いて、ロボット1の駆動構造についてより詳細に説明する。図5は、図1のロボット1の駆動構造を模式的に示す斜視図である。なお、図5における関節部は、当該関節部を駆動する電動モータにより示されている。

【0062】

<胴体部2>

図5に示すように、胴体部2は、ロボット1の基体部分であり、脚部6, 6、腕部5, 5および頭部4と連結されている。すなわち、胴体部2(上体リンク101)は、股関節部61R(L)～63R(L)を介して脚部6, 6と連結されている(右側をR、左側をLとする。以下同じ。)。また、胴体部2は、後記する肩関節部51R(L)～53R(L)

50

L)を介して腕部5, 5と連結されている。また、胴体部2は、後記する首関節部4 1, 4 2を介して頭部4と連結されている。

また、胴体部2は、上体回旋用(Z軸まわり)の関節部2 1を備えている。

【0063】

<頭部4>

図5に示すように、頭部4は、首部3(頭部4と胴体部2との連結部分)のY軸まわりの首関節部4 1と、首部のZ軸まわりの首関節部4 2と、を備えている。首関節部4 1は頭部4のチルト角を設定するためのものであり、首関節部4 2は頭部4のパンを設定するためのものである。

【0064】

<腕部5>

図5に示すように、左右それぞれの腕部5, 5は、7個の関節部5 1 R(L)~5 7 R(L)を備えている。左右14個の関節部は、肩部(腕部5と胴体部2との連結部分)のピッチ軸(Y軸)まわりの肩関節部5 1 R, 5 1 L、肩部のロール軸(X軸)まわりの肩関節部5 2 R, 5 2 L、腕部回旋用(Z軸まわり)の肩関節部5 3 R, 5 3 L、肘部のピッチ軸(Y軸)まわりの肘関節部5 4 R, 5 4 L、手首回旋用(Z軸まわり)の腕関節部5 5 R, 5 5 L、手首のピッチ軸(Y軸)まわりの手首関節部5 6 R, 5 6 L、および手首のロール軸(X軸)まわりの手首関節部5 7 R, 5 7 Lから構成されている。そして、腕部5, 5の先端には指部5 b(図1参照)を備えた手部(ハンド)5 8 R, 5 8 Lが取り付けられている。

【0065】

すなわち、腕部5, 5は、肩関節部5 1 R(L), 5 2 R(L), 5 3 R(L)、肘関節部5 4 R(L)、腕関節部5 5 R(L)および手首関節部5 6 R(L), 5 7 R(L)を備えている。肩関節部5 1 R(L)~5 3 R(L)と肘関節部5 4 R(L)とは上腕リンク102 R(L)で、肘関節部5 4 R(L)と手首関節部5 6 R(L), 5 7 R(L)とは前腕リンク103 R(L)で連結されている。

【0066】

このような構成により、左右の腕部5, 5は合計14の自由度を与えられ、14個の関節部5 1 R(L)~5 7 R(L)を適宜な角度で駆動することで、ロボット1が所望の作業を行うことができる。

【0067】

<脚部6>

図5に示すように、左右それぞれの脚部6, 6は、6個の関節部6 1 R(L)~6 6 R(L)を備えている。左右12個の関節部は、股部(脚部6と胴体部2との連結部分)の脚部回旋用(Z軸まわり)の股関節部6 1 R, 6 1 L、股部のピッチ軸(Y軸)まわりの股関節部6 2 R, 6 2 L、股部のロール軸(X軸)まわりの股関節部6 3 R, 6 3 L、膝部のピッチ軸(Y軸)まわりの膝関節部6 4 R, 6 4 L、足首のピッチ軸(Y軸)まわりの足首関節部6 5 R, 6 5 L、および、足首のロール軸(X軸)まわりの足首関節部6 6 R, 6 6 Lから構成されている。そして、脚部6, 6の下には足部6 7 R, 6 7 Lが取り付けられている。

【0068】

すなわち、脚部6, 6は、股関節部6 1 R(L), 6 2 R(L), 6 3 R(L)、膝関節部6 4 R(L)および足首関節部6 5 R(L), 6 6 R(L)を備えている。股関節部6 1 R(L)~6 3 R(L)と膝関節部6 4 R(L)とは大腿リンク104 R(L)で、膝関節部6 4 R(L)と足首関節部6 5 R(L), 6 6 R(L)とは下腿リンク105 R(L)で連結されている。

【0069】

このような構成により、左右の脚部6, 6は合計12の自由度を与えられ、移動中に12個の関節部6 1 R(L)~6 6 R(L)を適宜な角度で駆動することで、脚部6, 6に所望の動きを与えることができ、ロボット1が任意に3次元空間を移動することができる

10

20

30

40

50

。

【0070】

例えば、ロボット1は、脚部6, 6を交互に前方に駆動することにより前進移動を行ったり、脚部6, 6を交互に後方に駆動することにより後進移動を行ったり、脚部6, 6の一方を横方向に駆動し脚部6, 6を開いたあと他方を追従駆動し脚部6, 6を閉じる動作を繰り返す、いわゆるサイドステップにより左右への移動を行うことができる。

【0071】

また、胴体部2には、傾斜センサ22が設けられている。傾斜センサ22は、胴体部2の重力軸（Z軸）に対する傾きと、その角速度と、を検出する。

【0072】

また、手首関節部56R（L）、57R（L）と手部58R（L）との間には、公知の6軸力センサ59R（L）が設けられている。6軸力センサ59R（L）は、ロボット1の手部58R（L）に作用する反力の3方向成分 F_x , F_y , F_z と、モーメントの3方向成分 M_x , M_y , M_z と、を検出する。

【0073】

また、足首関節部65R（L）、66R（L）と足部67R（L）との間には、公知の6軸力センサ68R（L）が設けられている。6軸力センサ68R（L）は、床面からロボット1に作用する床反力の3方向成分 F_x , F_y , F_z と、モーメントの3方向成分 M_x , M_y , M_z と、を検出する。

【0074】

また、各関節部の電動モータは、その出力を減速・増力する減速機（図示せず）を介して前記した大腿リンク104R（L）、下腿リンク105R（L）などを相対変位させる。これら各関節部の角度は、関節角度検出手段（例えば、ロータリエンコーダ）によって検出される。

【0075】

<格納部8>

格納部8は、自律移動制御部11、制御部14、バッテリー（図示せず）などを格納している（図3参照）。各センサ22, 59R（L）、68R（L）などの検出データは、格納部8内の各制御部に送られる。また、各関節部の電動モータは、自律移動制御部11からの駆動指示信号により駆動される。

胴体部2および格納部8が、特許請求の範囲における「胴部」の例である。また、胴体部2、首部3、頭部4、腕部5, 5、手部58R, 58Lおよび格納部8が、特許請求の範囲における「上体」の例である。

【0076】

ロボット1は、自律移動制御部11（頭部制御部15）が首関節部42を駆動し、頭部4を胴体部2に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、CCDカメラ7a, 7bによる撮像範囲Aを所望の方向に向けることができる（適宜、図2および図3参照）。

また、ロボット1は、自律移動制御部11が関節部21を駆動し、胴体部2を脚部6, 6に対して鉛直軸まわりに回転させるとともに、自律移動制御部11（頭部制御部15）が首関節部42を駆動し、頭部4を胴体部2に対して鉛直軸まわりに回転させることにより、CCDカメラ7a, 7bの撮像範囲Aおよび超音波センサ9, 9a~9eの検出範囲a, B1~B5を所望の方向に向けることができる。

【0077】

[前方側の物体の検出]

続いて、ロボット1の前方側の物体の検出について説明する。

図6は、ロボットの頭部が右斜め前方に向いている状態を示す図である。図6に示すように、ロボット1は、頭部制御部15が首関節部42を駆動することにより、頭部4を胴体部2に対して回転させ、CCDカメラ7a, 7bを前方以外の方向（図6では、右斜め前方）に向けている場合であっても、超音波センサ9によって前方側にある物体を検出することができる。

10

20

30

40

50

【0078】

[前後移動時の腕振り動作]

続いて、ロボット1が前後に移動するときの腕振り動作について説明する（以下、適宜図1～図5参照）。

図7は、ロボットの前後移動時の腕振り動作を説明するための図であり、（a）は腕部を最も前に出した状態を横から見た図、（b）は腕部を最も前に出した状態を上から見た図である。図8は、ロボットの前後移動時の腕振り動作を説明するための図であり、（a）は腕部を最も後に引いた状態を横から見た図、（b）は腕部を最も後に引いた状態を上から見た図である。

ロボット1は、脚部制御部17が脚部6、6の各関節部を駆動することにより、前進移動および後進移動を行う。このとき、ロボット1は、腕部制御部16が腕部5、5の各関節部を駆動することにより、図7および図8に示す範囲内で、腕部5、5および手部58R、58Lを振る。すなわち、腕部制御部16は、超音波センサ9、9a～9eの検出範囲a、B1～B5外で腕部5、5および手部58R、58Lを振るように制御する。したがって、腕部5、5および手部58R、58Lが超音波センサ9、9a～9eの検出範囲a、B1～B5に入ることがないため、ロボット1は、前後への移動時において腕部5、5および手部58R、58Lの動作に阻害されることなく超音波センサ9、9a～9eによる検出を行うことができる。

【0079】

[腕部および手部の位置と超音波センサによる検出との関係]

続いて、腕部5、5および手部58R、58Lの位置と超音波センサ9、9a～9eによる検出との関係について説明する。

図9（a）は、ロボットがジェスチャを行った例を正面から見た図、図9（b）は、ロボットがジェスチャを行った例を横から見た図である。

図9（a）（b）に示すように、ロボット1がジェスチャを行ったときなどに、腕部5、5または手部58R、58Lが超音波センサ9、9a～9eの検出範囲a、B1～B5内に位置することがある。図9（a）（b）の場合には、超音波センサ9の検出範囲aのうち、下側の検出範囲a1は検出可能であるが、上側の検出範囲a2は手部58R、58Lがあるため良好な検出ができない状態となっている。

このような場合などには、ロボット1の制御部14は、予め記憶された超音波センサ9、9a～9eの設置位置、検出範囲a、B1～B5の大きさ、および各リンクの長さと、腕部制御部16による腕部5の駆動状態とに基づいて、腕部5または手部58R、58Lが超音波センサ9、9a～9eの検出範囲a、B1～B5に入っているか否かを判定し、検出範囲に入っていると判定したときに、センサ情報処理部13を介して、対応する超音波センサ（ここでは、超音波センサ9）による検出を中止する。

また、ロボット1の制御部14は、腕部5、5および手部58R、58Lが検出範囲a、B1～B5外に出たと判定したときに、センサ情報処理部13を介して、対応する超音波センサ（ここでは、超音波センサ9）による検出を再開させる。

したがって、ロボット1は、超音波センサ9、9a～9eによる検出が良好に行われないうちに、超音波センサ9、9a～9eによる検出を中止することができ、データ処理の量を低減することができる。

【0080】

[左右移動時の物体の検出]

続いて、ロボット1が左右に移動するときの物体の検出について説明する。

図10は、ロボットの右方向移動時における物体の検出を説明するための図であり、（a）は上から見た図、（b）は正面から見た図である。

図10（a）（b）に示すように、ロボット1は、脚部制御部17が脚部6、6の各関節部、特に股関節部63R、63Lを駆動することにより、右方向に移動する。このとき、ロボット1は、頭部制御部15が首関節部42を駆動することにより、頭部4を胴体部2に対して回転させ、CCDカメラ7a、7bを移動方向すなわち右方向に向ける。そし

10

20

30

40

50

て、ロボット1は、CCDカメラ7a, 7bにより移動方向を撮像しつつ、右方向に移動する。ロボット1が左方向に移動する場合も同様である。この際、ロボット1は、超音波センサ9, 9a~9eによる検出を中止してもよい。

したがって、ロボット1が左右に移動するときであっても、移動方向の物体を検出（撮像）することができる。

また、ロボット1が前後に移動するときには、図4に示すように、CCDカメラ7a, 7bによる撮像と超音波センサ9, 9a~9eによる検出を行う。

したがって、ロボット1は、その移動の態様に応じた検出（撮像）を行うことができる。

【0081】

10

[透明な物体の認識]

続いて、ロボット1による透明な物体の認識について説明する。

図11(a)は、ロボットの前面側に配置したCCDカメラの撮像範囲および超音波センサの検出範囲に物体（壁）がある状態を示す平面図、図11(b)は、ロボットの前面側に配置したCCDカメラの撮像範囲および超音波センサの検出範囲に物体（ガラス窓）がある状態を示す平面図である。

図11(a)に示すように、ロボット1の前方に壁（透明ではない）W3がある場合には、ロボット1は、CCDカメラ7a, 7bにより壁W3を撮像するとともに超音波センサ9により壁W3を検出する。

しかし、図11(b)に示すように、ロボット1の前方にガラス窓（透明）W4がある場合には、ロボット1は、超音波センサ9によりガラス窓W4を検出するが、CCDカメラ7a, 7bによりガラス窓W4を良好に検出することができない。

20

【0082】

制御部14は、画像情報処理部12から送られたCCDカメラ7a, 7bによる撮像データと、自律移動制御部11による各関節部の駆動状態とに基づいて、CCDカメラ7a, 7bにより撮像された物体のロボット1に対する位置を算出する。

また、制御部14は、センサ情報処理部13から送られた超音波センサ9, 9a~9eによる検出データと、自律移動制御部11による各関節部の駆動状態とに基づいて、超音波センサ9, 9a~9eにより検出された物体のロボット1に対する位置を算出する。

そして、制御部14は、算出された物体の位置に基づいて、CCDカメラ7a, 7bにより撮像された物体と超音波センサ9, 9a~9eにより検出された物体とが同一の物体であるか否かを判定する。

30

そして、ロボット1の制御部14は、超音波センサ9, 9a~9eのいずれかにより検出され、超音波センサ9, 9a~9eのいずれかと同一領域を検出したCCDカメラ7a, 7bにより検出されなかった物体（ガラス窓W4）を、透明な物体であると認識する。

したがって、ロボット1は、CCDカメラ7a, 7bによる撮像結果と超音波センサ9, 9a~9eによる検出結果との違いを利用して、周囲環境をより正しく認識することができる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

40

【図1】本発明の実施形態に係るロボットを示す正面図。

【図2】(a)は、本実施形態に係るロボットに備えた前面側の2つのCCDカメラの撮像範囲と、背面側の5個の超音波センサの検出範囲を示す平面図、(b)は、その側面図。

【図3】本発明の本実施形態に係るロボットの動作制御装置の構成を示すブロック図。

【図4】(a)は、ロボットの前面側に配置したCCDカメラの撮像範囲に物体（障害物）がある状態を示す平面図、(b)は、ロボットの背面側に配置した超音波センサによる検出範囲に物体（人間）がいる状態を示す平面図。

【図5】図1のロボットの駆動構造を模式的に示す斜視図。

【図6】ロボットの頭部が右斜め前方に向いている状態を示す図。

50

【図 7】ロボットの前後移動時の腕振り動作を説明するための図であり、(a) は腕部を最も前に出した状態を横から見た図、(b) は腕部を最も前に出した状態を上から見た図。

【図 8】ロボットの前後移動時の腕振り動作を説明するための図であり、(a) は腕部を最も後に引いた状態を横から見た図、(b) は腕部を最も後に引いた状態を上から見た図。

【図 9】(a) は、ロボットがジェスチャを行った例を正面から見た図、(b) は、ロボットがジェスチャを行った例を横から見た図。

【図 10】ロボットの右方向移動時における物体の検出を説明するための図であり、(a) は上から見た図、(b) は正面から見た図。

10

【図 11】(a) は、ロボットの前面側に配置した CCD カメラの撮像範囲および超音波センサの検出範囲に物体（壁）がある状態を示す平面図、(b) は、ロボットの前面側に配置した CCD カメラの撮像範囲および超音波センサの検出範囲に物体（ガラス窓）がある状態を示す平面図。

【符号の説明】

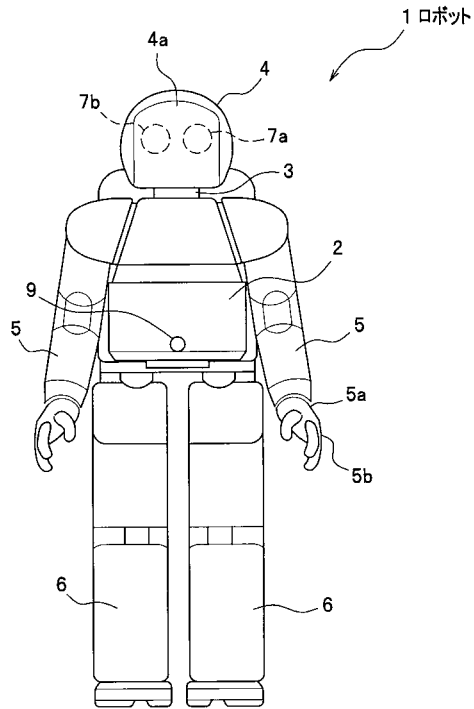
【0084】

- 1 ロボット（自律移動ロボット）
- 2 胴体部
- 3 首部
- 4 頭部
- 5 腕部
- 6 脚部
- 7 a, 7 b CCD カメラ（第 1 検出手段）
- 9 超音波センサ（第 2 の超音波センサ）
- 9 a, 9 b, 9 c, 9 d, 9 e 超音波センサ（第 2 検出手段）
- 10 動作制御装置
- 11 自律移動制御部
- 12 画像情報処理部
- 13 センサ情報処理部
- 14 制御部
- 15 頭部制御部
- 16 腕部制御部
- 17 脚部制御部
- 58 L, 58 R 手部

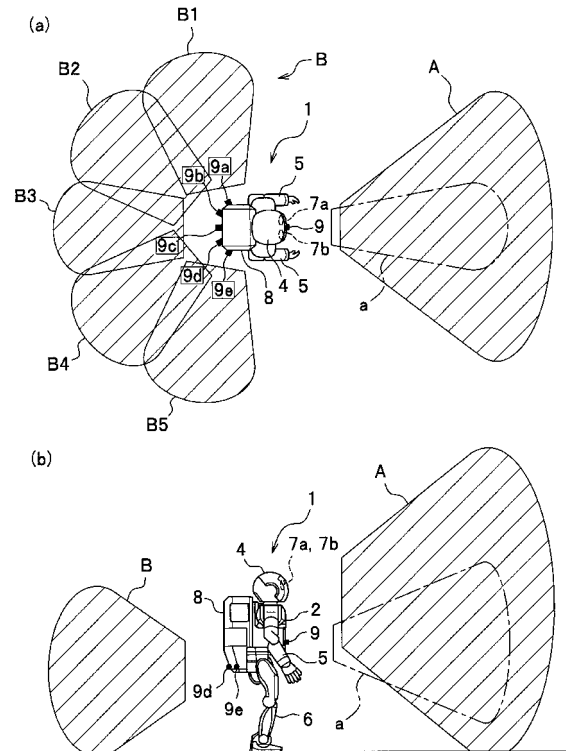
20

30

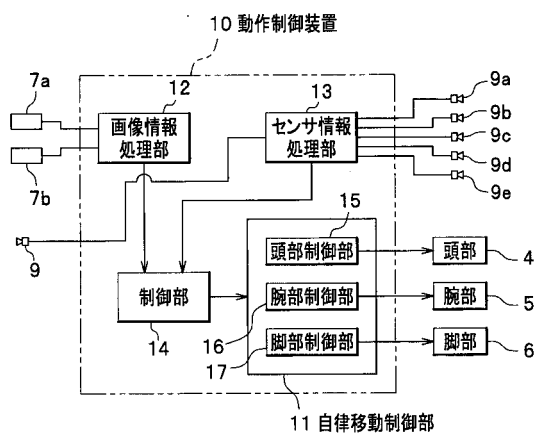
【図 1】



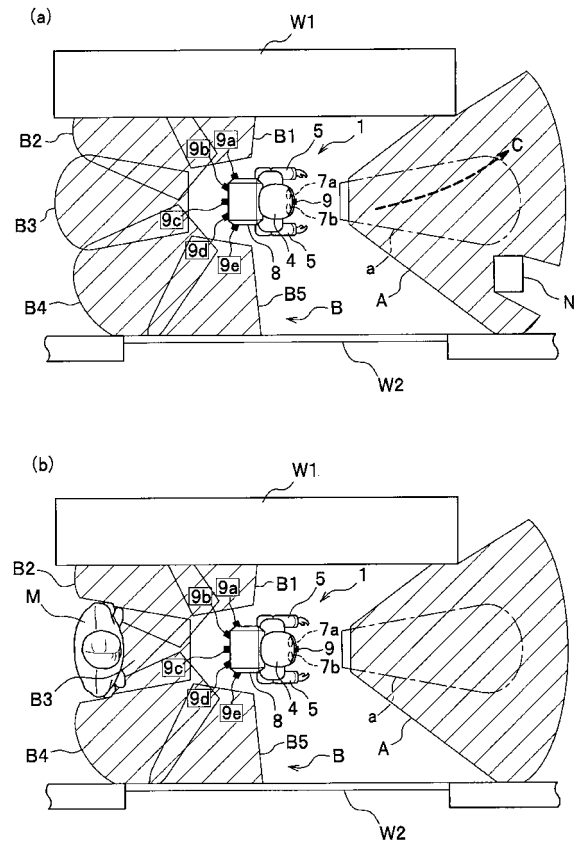
【図 2】



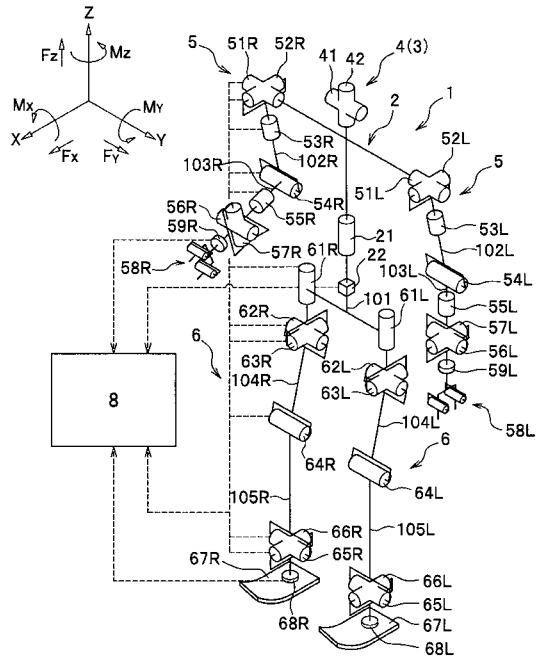
【図 3】



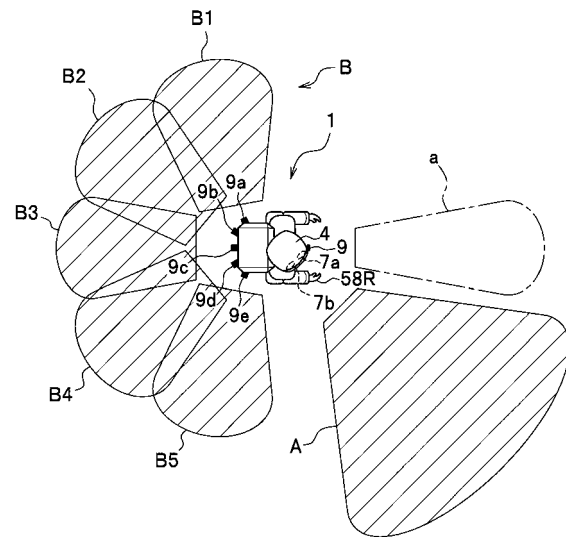
【図 4】



【図 5】

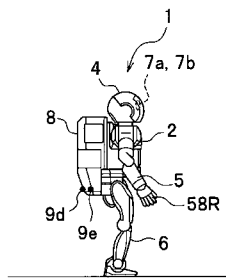


【図 6】

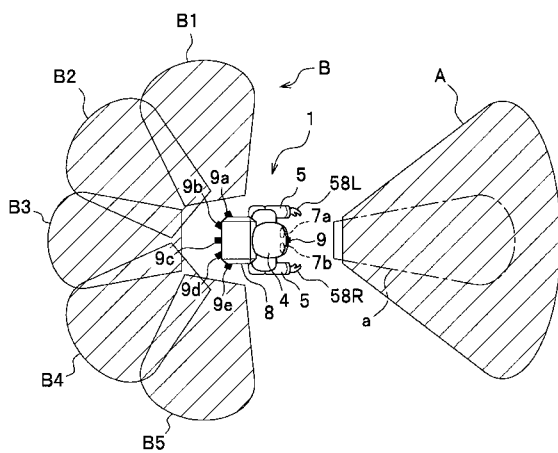


【図 7】

(a)

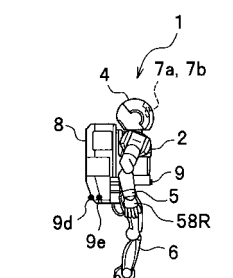


(b)

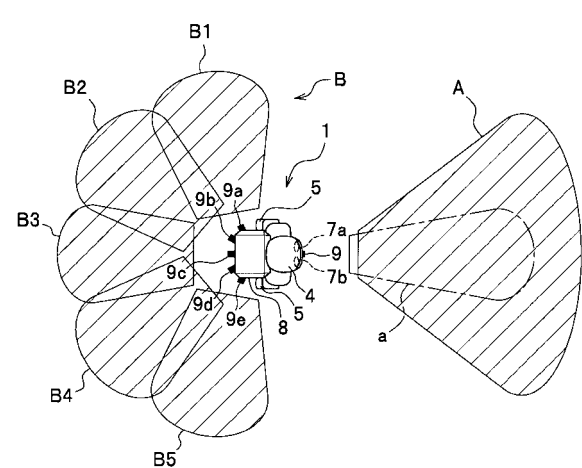


【図 8】

(a)

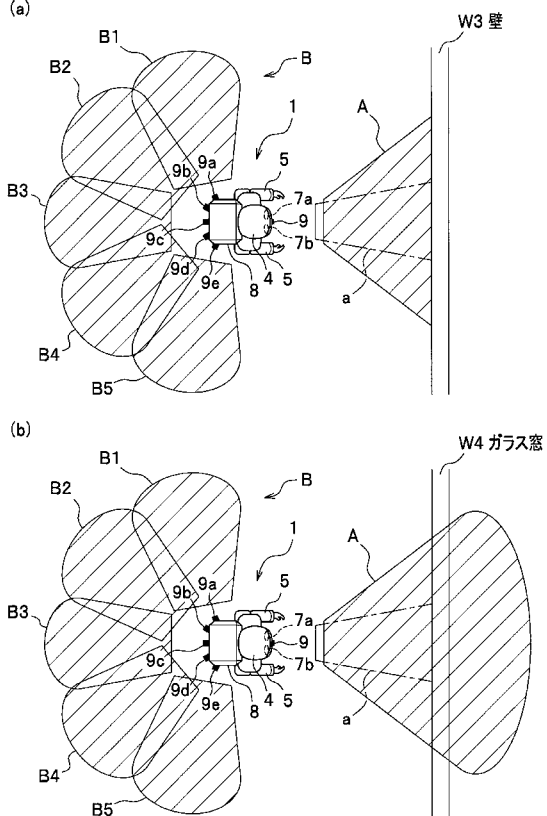
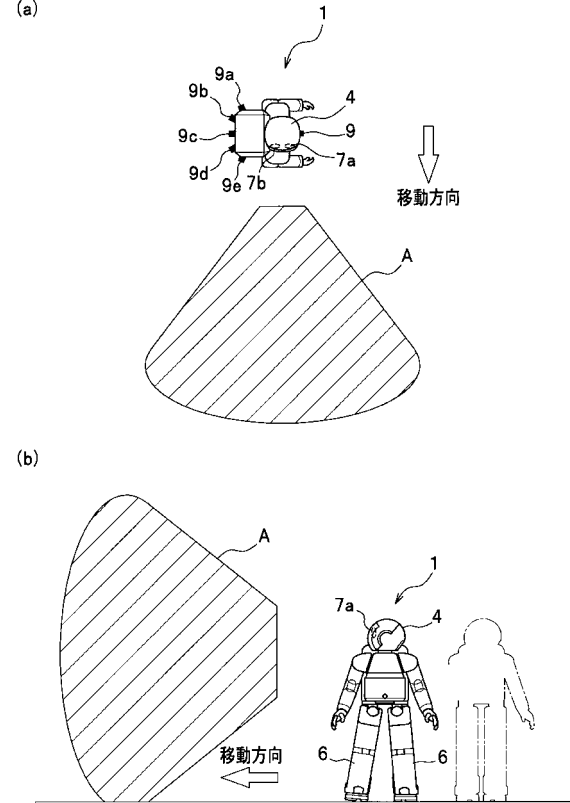


(b)



【 図 1 0 】

(a)



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C150 CA01 DA04 DA26 DA28 DK10 EF16
3C007 BS27 CS08 KS12 KT03 KV18 KX02 MS07 WA03 WA13