

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：93106652

※ 申請日期：93.3.12

※IPC 分類：G05D 1/02

B 25J 5/00

一、發明名稱：(中文/英文)

自發移動機器人/AUTONOMOUS MOVING ROBOT

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

松下電工股份有限公司/MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.

代表人：(中文/英文) 畠中 浩一/HATANAKA, KOICHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國大阪府門真市大字門真 1048 番地/1048, OAZA-KADOMA,
KADOMA-SHI, OSAKA, JAPAN

國 籍：(中文/英文) 日本/JP

三、發明人：(共 6 人)

姓 名：(中文/英文)

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1. 酒井龍雄/SAKAI, TATSUO | 4. 北野幸彥/KITANO, YUKIHIKO |
| 2. 中原智治/NAKAHARA, TOMOHARU | 5. 山根剛志/YAMANE, TSUYOSHI |
| 3. 北野齊/KITANO, HITOSHI | 6. 藤井裕之/FUJII, HIROYUKI |

國 籍：(中文/英文)

- | | |
|----------|----------|
| 1. 日本/JP | 4. 日本/JP |
| 2. 日本/JP | 5. 日本/JP |
| 3. 日本/JP | 6. 日本/JP |

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

受理國家（地區）：日本/JP

申請日：2003/03/14

申請案號：特願 2003-070728

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

一、【發明所屬之技術領域】

本發明係關於可迴避障礙物而移動至目的地之自發移動機器人。

二、【先前技術】

傳統上，利用雷射雷達或聲納等之距離感測器檢測障礙物並實施行進控制之自發移動機器人為大家所熟知。為了使自發移動機器人能夠安全行進，不但需要檢測障礙物，尚需要實施用以辨識檢測到之物之控制。而辨識檢測到之物時，必須針對 3 次元空間全域實施精密之距離計測。此時，利用從以攝影機取得之影像所得到之空間資訊來實施行進之控制係大家所熟知。例如，利用距離資訊及影像資訊實施行進之機器人(參照美國專利第 5525882 號)、及利用 CCD 攝影機及超音波感測器來檢測障礙物之側向位置之技術(參照日本特開 2000-123298 號公報)為大家所熟知。

又，利用 2 台攝影機之影像檢測人物之頭部及正面臉部，並實施人物辨識且移動之機器人亦為大家所熟知(參照日本特開 2002-56388 號公報)。該文獻係利用立體影像來計算對象物之距離，然而，檢測到之物的距離太近時誤差會較大，故採用距離感測器之距離資訊。又，從立體攝影機之影像檢測人物之臉部並計算至人物為止之距離之自發行動之機器人亦為大家所熟知(參照日本特開 2000-326274 號公報)。

三、【發明內容】

然而，上述之美國專利第 5525882 號所示之技術，係以具有成為行進障礙之物體面之障礙物為對象，並未在判斷物體為何情形下實施行進控制。又，日本特開 2000-123298 號所示之技術，只單純辨識障礙物之橫向寬度而已，也未在判斷物體為何情形下實施控制。又，日本特開 2002-56388 號及日本特開 2000-326274 號所示之技術，主要係只利用立體影像資訊來檢測人物，故檢測精度較低，而容易出現障礙物之錯誤檢測。

為了解決上述課題，本發明之目的係在提供一種自發移動機器

人，利用可檢測至物體之距離及方向之雷射雷達或超音波感測器(聲納)等距離計測機構所檢測到之距離資訊求取之物體形狀資訊、及具有和影像處理所得之人體部位相關之屬性之區域資訊進行整合，判斷檢測到之物為人，實現高信賴性之障礙物辨識，而可安全且順利的行進。

為了達成上述課題，本發明之一邊迴避障礙物一邊行進之自發移動機器人具有：用以儲存行進區域之地圖資訊、及以行進為目的之各種參數之記憶機構；用以將目的地及行進指令輸入至前述記憶機構之輸入指示機構；用以產生至目的地為止之行進路徑之路徑產生機構；用以取得包含障礙物之物體在內之行進路徑上之環境資訊之環境資訊取得機構；用以實施行進之行進機構；用以依據前述環境資訊取得機構取得之資訊及前述地圖資訊來辨識自己位置之自己位置辨識機構；以及用以控制前述行進機構，在一邊利用前述自己位置辨識機構辨識自己位置一邊迴避障礙物並到達目的地之行進控制機構。

前述環境資訊取得機構具有：用以攝取行進路徑上之環境影像之攝影裝置；用以實施前述攝取之影像資料之演算處理，並析出具有和人體部位相關之屬性之區域之影像辨識處理機構；用以檢測存在於行進路徑上之環境內之物體，並計測該物體之距離及方向之距離計測裝置；用以實施前述計測到之物體之距離資料之演算處理來求取物體形狀，並從該形狀辨識出物體係『疑似人』之距離資訊解析機構；以及用以比較具有以前述圖像辨識處理機構析出之前述屬性之區域之位置、及以前述距離資訊解析機構辨識成『疑似人』之物體之位置，且在兩者一致時將該物體辨識成人之環境辨識機構。

依據本發明，利用計測精度較高之距離資料求取物體形狀，並將依該形狀辨識成『疑似人』之位置資訊、及利用可得到寬廣區域之環境資訊之影像資訊獲得具有人體部位相關屬性之區域之位置資訊進行組合，若兩位置資訊為一致時，可判斷檢測到有人，故可實現高信賴性之人之檢測。進而，實現自發移動機器人之安全且順利之行進動作。上述位置資訊亦包括方向在內。

上述本發明中，影像辨識處理機構只要針對距離資訊解析機構求

取之物體方向實施影像資料之演算處理即可，而環境辨識機構只要針對對應該物體方向之部份實施辨識處理即可。因此，因為未對不存在障礙物之區域進行處理，故可減少影像辨識之計算量。又，因為可以利用影像只針對存在障礙物之部份實施辨識處理，故可實施高信賴性之環境辨識。

上述距離計測裝置只針對利用前述影像辨識處理機構析出之區域之方向實施距離計測即可，而前述環境辨識機構只針對對應前述析出之區域方向之部份實施辨識處理即可。因此，可消除無用之距離資訊取得處理。尤其是，存在眾多與想利用距離資訊識別之物具有相同形狀者時，例如，想要將人檢測、識別成柱狀物時、或存在眾多柱或桌腳等時，因為只要利用影像資訊取得機構取得之障礙物之候補區域取得距離資訊，故可有效率的實施距離資訊取得處理。

上述距離計測裝置可以採用以預先設定之各角度掃描行進路面之平行面內並計測至障礙物為止之距離之雷射雷達。因此，可得到高位置計測精度之計測資料而可實施障礙物之形狀辨識。又，因為知道計測平面上之障礙物之形狀，故可當做用以推定障礙物之資料。

上述距離資訊解析機構只要利用距離資料之演算處理所求取之物體寬度位於預定之範圍內即將該物體辨識成『疑似人』即可。因此，一般而言，人站立時之人腳、或人坐在椅子上時之人或椅子之腳會被假定成柱狀，故利用計測平面上之障礙物之形狀解析很容易即可推定障礙物是否為人。

上述距離資訊解析機構只要在計測到之至物體為止之距離和儲存於地圖上之至物體為止之距離為不一致時，將檢測到之物體辨識成『疑似人』即可。因此，因為很容易將地圖上所沒有之物體判斷成人，故很簡單即可實現人之檢測。可消除將張貼於牆壁上之人的相片等誤認為人之錯誤辨識。

上述攝影裝置係設置於自發移動機器人之攝影機，只要能將利用其攝取之影像座標變換成自發移動機器人之基準座標系即可。因此，因為固定設置於特定之方向而使構成較為簡單，而實現低成本之攝影

裝置。

上述影像辨識處理機構至少包含用以從攝取之影像資料檢測出特定色區域之特定色區域檢測部、及用以針對利用前述檢測到之特定區域之形狀實施演算處理之形狀特徵處理部，只要檢測到之特定色區域滿足預定之形狀特徵條件時，將該特定色區域辨識成『疑似人』即可。因此，利用影像上可充分代表人之特徵之特定色區域，例如，利用膚色區域、及人之形狀特徵之雙方，即可實施高信賴性之人之檢測。

上述環境辨識機構只要求取影像中檢測到有人之膚色區域之面積、及依自發移動機器人至人之距離而預定之該距離之人之膚色區域之面積之比，並將該比與預定之閾值進行比較，再依此判斷檢測到之人是否注意到自發移動機器人即可。因此，因為不但可判斷是否有人，尚可辨識檢測到之人是否注意到自發移動機器人之該人之狀態，故可依據人之狀態資訊而實現安全且順利之移動動作。

上述行進控制機構只要以下述方式控制行進機構即可，亦即，被辨識成人之物體位於自發移動機器人之前進方向且位於預定之距離內時即停止，自發移動機器人之前進方向沒有被辨識成人之物體但有障礙物，則迴避，若無障礙物則繼續行進。因此，可確保人的安全。

上述行進控制機構亦可以如下所示之方式控制行進機構，亦即，被辨識成人之物體位於自發移動機器人之前進方向時，以隔著預定之距離迴避被辨識成人之物體並行進。因此，在有人而必須迴避人並繼續向目的地行進時，可在確保人之安全之情形下執行動作。亦即，因為對於檢測到之物體不是人時無需以保持距離之方式進行迴避，而可縮短迴避距離，故可以良好效率實現自發移動機器人之通行。

上述行進控制機構只要以下述方式控制行進機構即可，亦即，被辨識成人之物體位於預定之距離內時，對應該距離、或距離及角度來控制移動速度。因此，可以在不會有令人產生不安感之動作下，實施效率良好之移動。又，檢測到之物體不是人時，無需降低速度，而可以良好效率實現自發移動機器人之運行。

上述行進控制機構亦可以下述方式控制行進機構，亦即，判斷檢

測到之人注意到自發移動機器人時會繼續接近，未注意到時，則和檢測到之人保持大於預定之距離以上之距離。因此，自發移動機器人不會接近未注意到自發移動機器人之人，而不會威脅到人。

上述行進控制機構亦可以在通過檢測到之人之附近時，採取引起人注意之喚起注意行動。因此，對於人而言，可提高自發移動機器人之親和性。

上述影像資訊取得機構只要可對檢測到之人實施攝影並將該影像儲存於記憶機構、或將影像傳送至遠程站即可。因此，可使自發移動機器人具有監視機能，而獲得安全效果及防犯效果。

四、【實施方式】

以下，參照圖面，針對本發明之一實施形態之自發移動機器人進行說明。第1圖係本裝置之方塊構成。自發移動機器人1具有：用以儲存行進區域之地圖資料、及以行進為目的之各種參數之記憶機構2；用以對記憶機構2輸入目的地及行進指令之輸入指示機構3；用以產生至目的地為止之行進路徑之路徑產生機構41；用以取得包含障礙物之物體在內之行進路徑上之環境資訊之環境資訊取得機構6；用以實施行進之行進機構5；用以依據環境資訊取得機構6取得之資訊、及儲存之地圖資料辨識自己位置之自己位置辨識機構42；以及用以控制利用上述自己位置辨識機構42持續辨識自己位置並迴避障礙物之行進機構5之行進控制機構4。

又，環境資訊取得機構6具有：用以攝取行進路徑上之環境影像之攝影裝置71；用以實施前述攝取之影像資料之演算處理並析出具有預定之屬性之物體之影像辨識處理機構72(上述2者構成影像資訊取得機構7)；用以檢測存在於行進路徑上之環境內之物體，並計測至該物體之距離及物體之方向之距離計測裝置81；用以實施前述計測到之距離資料之演算處理之距離資訊解析機構82(上述2者構成距離資訊取得機構8)；以及用以依據影像辨識處理機構72所得到之具有預定之屬性之物體之資訊、及距離資訊解析機構82所得到之距離資訊來辨識環境資訊之環境辨識機構9。環境辨識機構9將行進路徑上之環境資訊輸出

至行進控制機構 4。

自己位置辨識機構 42 利用例如裝設於行進機構 5 之編碼器或內建陀螺儀等，推定行進中之自己位置位於地圖上之那一個位置，並利用環境資訊取得機構 6 取得之自己位置資訊實施自己位置推定值之補正。

將環境資訊取得機構 6 所得到之自己位置資訊以例如環境資訊取得機構 6 可辨識之標幟預先設置於行進環境內，又，將該標幟登錄於地圖資料，行進中辨識該標幟即成為自己位置資訊。行進控制機構 4 依據以自己之推定位置為基準而傳送過來之相對位置之標幟位置資訊，檢索地圖上之登錄標幟。檢測到標幟時，可以該標幟之位置為基準而從前述相對位置資訊實施自己位置辨識。檢測到 2 個以上之標幟時，則可確定自己位置。

又，環境資訊取得機構 6 在行進中會檢測障礙物，將該位置資訊傳送至行進控制機構 4，行進控制機構 4 則以迴避該障礙物之方式修正行進路徑，並將控制輸出傳送至行進機構 5。如此，自發移動機器人 1 可持續辨識自己位置並迴避障礙物而沿著行進路徑行進至指示之目的地。

第 2 圖係自發移動機器人 1 之外觀。此自發移動機器人 1 具有當做距離資訊取得機構 8 之距離計測裝置 81 使用之雷射雷達(雷射測距器)83，且具有當做影像資訊取得機構 7 之攝影裝置 71 使用之設置於可相對自發移動機器人本體 10 進行旋轉(水平旋轉)之旋轉機構 70a 上之攝影機 70。又，此裝置係例如利用電池驅動車輪 52 而行進者，利用監視車輪 52 之旋轉來計測行進距離，並將其視為自己位置辨識之資訊。以下，依序從影像資訊取得機構開始詳細說明本裝置。

(影像資訊取得機構之構成)

本發明之自發移動機器人 1 將利用雷射雷達或聲納等距離計測機構所得到之部份障礙物檢測結果、及影像處理所得到之障礙物檢測結果之 2 種障礙物資訊進行整合，判斷障礙物為何。首先，針對影像處理所得到之障礙物檢測結果進行說明。第 3 圖及第 4 圖係影像資訊取得機構 7 之方塊構成。影像辨識處理機構 72 利用 A/D 轉換器 61 實施

彩色攝影機(攝影裝置)70 輸入之影像信號之數位化，並以數位影像將其儲存於記憶體 62。對影像實施演算處理之 CPU 64 會從程式記憶體 63 呼叫記載著處理演算法之軟體，CPU 64 使用該軟體以以下所示之處理步驟對數位影像實施人之檢測處理。影像處理結果則以通訊控制部 65 經由環境辨識機構 9 傳送至行進控制機構 4。

又，為了使操作者能在自發移動機器人本體 10 操作自發移動機器人本體 10 之機器來局部執行影像資訊取得機構 7(攝影機 70 及影像辨識處理機構 72)之操作及顯示處理結果，亦可如第 4 圖所示，使影像辨識處理機構 72 具有鍵盤控制部 66、鍵盤 67、顯示控制部 68、以及顯示部 69。又，亦可經由通訊控制部 65 從外部控制影像資訊取得機構 7 之操作。

(攝影裝置)

針對攝影裝置 71 進行說明。第 5 圖 A 及第 5 圖 B 係由 1 架固定攝影機所構成之攝影裝置 71，第 5 圖 C 係利用其攝取之影像。此攝影機 70 係固定於自發移動機器人本體 10，以影像 11 之方式攝取自發移動機器人本體 10 之前進方向 10a 前方之景象。此攝影機 70 之座標系係與固定定義於自發移動機器人本體 10 之基準座標系連動。

(影像辨識處理機構)

針對利用影像辨識處理機構 72 對攝影裝置 71 取得之影像資料實施演算處理並檢測人及特定物體之方法進行說明。此處，人體部位相關屬性係使用人之頭部，尤其是臉部之膚色。第 6 圖係從影像辨識人之整體處理流程(人辨識處理流程)。利用攝影裝置 71 之彩色攝影機攝取自發移動機器人之週邊狀況，例如，攝取前進方向前方(S101)，利用 A/D 轉換器 61 實施該類比影像信號之數位化(S102)，將由色之 3 成分 R、G、B(紅、綠、藍)所構成之各色成分數位影像儲存於記憶體 62(S103)。

其次，CPU 64 會以色之 3 成分之平均亮度 $I=(R+G+B)/3$ 作成影像，並將該亮度影像儲存於記憶體 62(S104)。其次，實施影像中之膚色區域之檢測處理(S105)，對檢測到之膚色區域內實施依據邊緣影像之頭部形狀檢測處理(S106)。將檢測到之頭部位置當做人辨識結果並輸出至

環境辨識機構 9。

上述之處理流程利用處理對象之影像來進行說明。第 7 圖 A 級輸入影像，第 7 圖 B 級膚色區域檢測結果之影像，第 7 圖 C 級邊緣影像上之膚色區域之影像，第 7 圖 D 級輸出之辨識結果之影像。首先，從輸入影像 21 檢測膚色區域 24~26(影像 23)，因為只針對檢測到之膚色區域 24~26 在邊緣影像 27 上實施頭部形狀檢測處理，故可實現效率良好之處理。

針對影像之膚色區域檢測所使用之標準化 $r-g$ 空間進行說明。第 8 圖係標準化 $r-g$ 空間(平面)。彩色影像之 R 成分、G 成分係利用各像素之彩色成分之亮度值 R、G、B，以計算式 $r=R/(R+G+B)$ 、 $g=G/(R+G+B)$ 實施標準化，得到實施標準化之 r、g 值。一般而言，人的膚色如第 8 圖所示，因為在 $r-g$ 平面上形成 1 個區域 20，故依據彩色影像之各像素所求取之標準化 r、g 值是否位於該區域 20 內，即可判定該像素是否為膚色。此膚色區域 20 係預先依據眾多影像之膚色資料來作成者。

針對膚色區域之檢測處理進行詳細說明。第 9 圖係膚色區域檢測處理流程。首先，CPU 64 實施記憶體 62 之用以儲存膚色區域之膚色影像部份之初始化(S201)。其次，針對輸入影像之 1 個像素，利用計算式 $r=R/(R+G+B)$ 、 $g=G/(R+G+B)$ 實施 R 成分、G 成分之標準化(S202)。檢查此標準化之 R 成分、G 成分之 r、g 值是否存在於膚色區域 20 內(S203)，若存在於膚色區域內，則判斷該像素係膚色(S203 之是)，在對應膚色影像之位置標記膚色旗標(S204)。對輸入影像之全部像素結束前述處理後(S205 之是)，在膚色影像上實施標記著膚色旗標之像素之群組化，依據該群組，作成例如由矩形區域所構成之膚色區域。對此膚色區域實施標示處理，實施各區域之區別，而得到前述第 7 圖 B 所示之膚色區域 24~26(S206)。

針對從檢測到之膚色區域利用投票處理來檢測頭部形狀之方法進行說明。第 10 圖 a 級用以限定投票處理所使用之投票範圍之投票框，第 10 圖 b 級該投票框之使用方法。頭部形狀之檢測上，係利用頭部具有大致圓形之形狀。例如，在人之臉部影像上實施邊緣析出之影像處

理(例如，針對影像亮度之微分處理)之邊緣影像 34，可得到代表臉部輪廓之邊緣像素集合 35。設定著將此邊緣影像 34 之各像素點當做投票盒(投票箱)之投票空間。又，針對邊緣像素集合 35 之各像素，以例如相對於像素 36 之亮度梯度方向 36a 之方式，對各像素決定亮度梯度方向。一般而言，人之臉部及其背景之影像會有濃淡變化，臉部輪廓之邊緣像素之亮度梯度方向係從臉部中心向外、或從外向內。

將以包含檢測對象之頭部大小在內之方式設定之棒狀投票框 31 之中央點 32，例如配合邊緣像素 36 將投票框 31 之方向當做該邊緣像素 36 之亮度梯度方向 36a，投票至和投票框 31 之各投票盒 33 重疊之投票空間之全部投票盒。針對代表臉部輪廓之邊緣像素集合 35 之全部像素實施此投票後，如星記號 39 所示，臉部中心之投票盒之投票會多於其他投票盒。如此，因為沿著頭部外形之投票處理之結果會集中於頭部之中心部，故有投票值大於投票空間內預定之閾值之投票盒時，則判定存在著以該投票盒為中心之頭部。

針對頭部形狀之檢測處理進行詳細說明。第 11 圖係頭部形狀檢測處理流程。首先，CPU 64 實施例如對應膚色區域 24 之亮度影像之微分，作成亮度梯度影像及邊緣影像(S301)。其次，針對用以儲存投票值之記憶體空間之投票空間實施初始化(S302)。其次，針對膚色區域 24 內之全部邊緣像素，對各邊緣像素之亮度梯度方向配置著棒狀投票範圍框之選取之投票空間之各投票盒實施投票(S303)。結束對膚色區域 24 內之全部邊緣像素之投票後(S304)，調查是否存在投票值為預定之閾值以上之投票盒，存在前述投票盒時(S305 之是)，將該膚色區域之中心位置當做頭部位置，並經由通訊控制部 65 輸出至環境辨識機構 9(S306)。針對全部膚色區域實施上述處理，結束頭部形狀檢測處理(S307)。前述之第 7 圖 D 時，膚色區域 24、25、26 當中，膚色區域 24 會被檢測成頭部形狀，星記號 29 之位置即為頭部位置。

針對影像上從膚色區域檢測成頭部位置之位置之用以特定實空間之存在方向之方法進行說明。實空間之人存在方向之特定上，係利用影像辨識處理機構 72 實施。

攝影裝置 71 為前述第 5 圖所示之攝影機 70 時，可以從影像上之臉部大小、及影像上之臉部位置可以計算出人所在位置之概略方向。以如上所示方式特定之人所在位置之概略方向，會成為人存在方向之候補。利用影像辨識處理機構 72 辨識成人存在方向之候補之相關結果，和影像上之頭部位置檢測結果相同，會被從通訊控制部 65 傳送至環境辨識機構 9。若有複數之辨識結果，則會傳送全部結果。

(距離資訊解析機構)

針對利用雷射雷達實施障礙物之位置辨識進行說明。第 12 圖 A 係利用雷射雷達 83 實施障礙物之距離計測，第 12 圖 b 係利用同雷射雷達之距離計測結果。距離計測裝置 81 採用雷射雷達 83 時，例如，以各一定角度 $\Delta\theta$ 發射雷射光束並受光，實施特定角度範圍之水平掃描。利用雷射雷達 83 所得到之距離資料，係由沒有反射光之受光或雷射光反射物體位於特定距離之遠方時之距離 L 以上之資料、及利用障礙物 0 之反射光所得到之障礙物 0 之距離 L_1, L_2 等所構成。若利用以例如 0.5° 之一定角度 $\Delta\theta$ 實施檢測之一連串距離資料，則可辨識特定形狀物之位置(參照日本特開 2002-202815 號公報)。

利用距離資訊解析機構 82 針對前述距離資料實施演算處理，若檢測到之障礙物寬度係位於預定之範圍內之物體(特定形狀物)時，則將該物體辨識成例如人之腳而視為人之候補。如此，判斷檢測到預先設定於記憶部 2 之寬度以下、或預先設定之寬度範圍內之物體之位置上，可能存在人(之腳)或椅子。該特定形狀物之(分布)位置如後面所述，利用該寬度之掃描所必要之測定點數 j 、以及該寬度內之物體距離及掃描角度組 $D(i), \theta(i), 0 \leq i < j$ 來實施辨識。此距離及方向資料會從距離資訊解析機構 82 傳送至環境辨識機構 9。

環境辨識機構 9 則實施從利用影像辨識處理機構 72 之影像辨識結果所得到之例如人存在之候補方向、及從利用距離資訊解析機構 82 所得到之人可能存在之方向進行比較。兩者大致一致時，則判斷該方向係人之存在方向，將該方向及距離傳送至行進控制機構 4。

又，利用距離計測裝置 81 之雷射雷達 83 所得到之特定形狀物(人

之候補位置)之資料 $D(i)$ 、 $\theta(i)$ ，係雷射雷達 83 之座標系(感測器座標系)之資料。此處，如後述之第 21 圖所示，距離資訊解析機構會實施特定形狀物之位置之座標轉換，並以自發移動機器人本體 10 之座標系(XR、VR)表現。

(特定形狀物之檢測)

針對利用雷射雷達實施特定形狀物之位置辨識進行說明。第 13 圖 A 係利用雷射雷達實施距離計測之情形，第 13 圖 B 係利用雷射雷達之距離計測結果。距離計測裝置 81 採用雷射雷達 83 時，例如，以各一定角度 $\Delta\theta$ 發射雷射光束並受光，實施特定角度範圍之水平掃描，可得到如第 13 圖 B 所示之雷射反射物體 OB1、OB2、及代表雷射源之距離 $D(i)$ 之一連串資料。從角度 $\theta=0$ 開始第 i 個掃描之距離資料係 $D(i)$ 。以下之說明中，係在特定之掃描角度範圍實施 N 次之距離計測($0 \leq i < N$)。

針對實施特定形狀物掃描前後之距離資料之特性進行說明。第 14 圖 A 係至特定形狀物為止之距離資料 $D(i)$ 圖，第 14 圖 B 係同距離資料之差分 $\Delta D(i)$ 圖(這些圖皆為一般的圖，圖中之參數 n 為 $n=m$ 時，和前述第 13 圖之測定結果一致)。一般而言，檢測到障礙物時，在該障礙物之範圍內，距離資料 $D(i)$ 會呈現較低之值($i=m, m+1, \dots, n+2$ 之點)。又，檢測到之距離資料 $D(i)$ 在障礙物之前後會呈現遠-近-遠之距離變化，故距離之差分 $\Delta D(i)$ 在障礙物之境界會呈現正負之峰值($i=m, n+3$ 之點)。

此處，距離之差分值圖中，可利用預定之閾值 DR 、 $-DR$ 來檢測特定形狀物之境界。又，相對於和雷射雷達 83 相對之特定形狀物表面之距離變化，而決定最大值之閾值 dd 、 $-dd$ 並判定特定形狀物之縱深。例如，指定之特定形狀物係柱狀物體，必須檢測之柱狀物當中之最大寬度為 $rr \times 2$ 時，可設定成 $dd=rr$ 。

又，附與至特定形狀物為止之距離之代表值之資料號碼 H 係採用附與特定形狀物境界之距離資料之資料號碼，例如，第 14 圖 A 時，號碼 m 係利用 $(n+2)$ 而為 $H=\text{int}(m+(n+2))/2$)。此處， $\text{int}(X)$ 係附與不超

過 X 之最大整數之函數。特定形狀物之檢測流程會儲存附與該距離之代表值之號碼 H、該號碼之距離資料 D(H)、以及角度資料 $\theta(H)$ 。又，若需要考慮之特定形狀物為複數時，則儲存該複數資料。

又，事先針對特定形狀物之距離計測值之連續點個數上限決定閾值 DN，檢測對象物之距離計測值被視為特定形狀物之距離計測點之點個數 C 為閾值 DN 以下時($C < DN$)，將該檢測對象物判定成特定形狀物。DN 之值亦可以為固定之值。又，例如，可以 1 個距離資料推定之檢測物大小假設為 $D(i) \times \sin(\Delta\theta)$ ，則推定特定形狀之大小為 $D(i) \times \sin(\Delta\theta) \times C$ 。亦可預先假設特定形狀之大小，並針對各距離改變 DN 之值。亦即，若特定形狀物之最大寬度為 0_{max} ，則可以使 $D(m)$ 之 DN 成為例如 $0_{max}/(D(m) \times \sin(\Delta\theta))$ 以上之最小整數。

針對利用測定資料辨識特定形狀物之處理流程進行說明。第 15 圖係特定形狀辨識處理流程。係利用第 13 圖所示之測定結果進行說明。針對各處理常式實施資料號碼 i 之 1 之遞增(S402)，調查相鄰之距離資料之差 $\Delta A(i, i-1)=D(i)-D(i-1)$ 之大小(S405)。第 13 圖所示之實例中， $i=m$ 時，因為 $\Delta(m, m-1) < -DR$ 而進入步驟 S407，而成為 $C=1$ 、 $m=i$ 。其次， $i=m+1$ 時，因為 $|\Delta(m+2, m+1)| \leq DR$ 、且 $D(m+1)-D(m) < dd$ ，故處理會經由步驟 S408、S409、S410 而成為 $C=2$ 。

又， $i=m+2$ 時，因為 $|\Delta(m+2, m+1)| \leq DR$ 、且 $D(m+2)-D(m+1) < dd$ ，故經由相同步驟而成為 $C=3$ 。

此外， $i=m+3$ 時，因為 $\Delta(m+3, m+2) > DR$ ，故處理會經由步驟 S412、S413、S414。又，int(x)係用以回到不超過 x 之最大整數之函數。

如此，可判斷 $D(m)、D(m+1)、D(m+2)$ 係 1 個特定形狀物反射所得到之距離資料，至複數特定形狀物之第 j 個特定形狀物為止之距離，係以 $H(j)=int((m+m+2)/2)=(m+1)$ 個距離資料來表示(S414)。又，步驟 S411、S415 中會以 $C=0$ 來實施 C 之重設。

針對距離計測裝置 81 採用可測距之超音波感測器時進行說明。超音波感測器較為便宜，可以在自發移動機器人本體 10 之周圍進行複數設置。前述影像辨識處理機構 72 判斷某方向可能有人存在時，距離資

訊解析機構 82 對在該方向具有檢測區域之超音波感測器之檢測結果(距離)，判斷該檢測結果是否檢測到牆壁。判斷不是牆壁時，將該『疑似人』視為人。例如，利用超音波感測器計測到之至物體為止之距離和至儲存於地圖上之物體(牆壁)為止之距離不一致時，距離資訊解析機構 82 將檢測到之物體辨識成『疑似人』。因為距離資訊解析機構 82 極可能將地圖上沒有之物體判斷成人，故可實現簡單之人檢測。將超音波感測器之檢測結果整合至影像辨識處理機構 72 之判斷結果，不會出現將張貼於牆壁上之人相片等誤認成人之錯誤辨識。至儲存於地圖上之物體(牆壁)為止之距離計算如後面所述。

(行進控制機構)

針對行進控制進行說明。行進控制機構 4 從環境資訊取得機構 6 接收到被辨識成人之對象物體之方向及距離時，被辨識成人之物體位於自發移動機器人本體 10 之前進方向且位於預定之距離內時，會控制行進機構 5 執行停止動作，可確保人的安全。又，行進控制機構 4 在被辨識成人之物體未位於自發移動機器人本體 10 之前進方向時，會以若有其他障礙物則迴避、若無其他障礙物則繼續行進之方式控制行進機構 5。

針對人檢測停止區域進行說明。第 16 圖係依據超音波感測器 84 之人檢測停止區域 43。又，第 17 圖 A 係檢測到有人時之停止動作，第 17 圖 B 係檢測到有人以外之物體時之迴避動作。如第 16 圖所示，將從自發移動機器人 1 之距離 D1、相對於前進方向 10a 之方向之各 $\pm\phi$ 內之區域視為人檢測停止區域 43，判斷在該區域 43 檢測到之物為人 M 時，如第 17 圖 A 所示，自發移動機器人 1 會停止。因為採用超音波感測器 84，故設定此人檢測停止區域 43 十分便宜。判斷不是人時，如第 17 圖 B 所示，自發移動機器人 1 偏離特定行進路徑 44，沿著迴避障礙物 0 之行進路徑 45 繼續朝目的地 T 移動。

又，行進控制機構 4 控制行進機構 5 使自發移動機器人本體 10 行進之其他方法，亦可以依據雷射雷達之距離計測資訊，以例如 TangentBug(The International Journal of Robotics Research,

Vol. 17, No. 9, September 1998, pp. 934-953)等之方法，迴避障礙物並繼續朝目的地移動。

針對迴避檢測到之物體之其他方法進行說明。第 18 圖 A 級檢測到有人以外之物體時之迴避動作，第 18 圖 B 級檢測到有人之時之迴避動作。行進控制機構在被辨識成人之物體位於自發移動機器人本體之前進方向時，以和該被辨識成人之物體隔著預定之距離進行迴避並行進之方式控制行進機構。此時，亦可變更檢測到之物體辨識成人時、及判斷不是人時之迴避該檢測到之物體之方法。例如，距離計測裝置 81 採用雷射雷達 83，且設定成障礙物 0 不會進入設定之檢測區域 46 範圍內之路徑時，切換預先設定之 2 種檢測半徑 R1、R2。

判斷檢測到之物體不是人時，如第 18 圖 A 所示，使用較小之檢測半徑 R1，判斷成人時，如第 18 圖 B 所示，使用較大之檢測半徑 R2。即使有人而必須迴避人並繼續向目的地行進時，可在確保人之安全之情形執行行進動作。亦即，因為對於檢測到之物體不是人時無需以保持距離之方式進行迴避，而可縮短迴避距離，故可以良好效率實施自發移動機器人之通行。

針對檢測到有人時之對應方法進行說明。行進控制機構 4 在被辨識成人之物體位於預定之距離內時，亦可以使其成為對應該距離、或距離及角度之移動速度之方式控制行進機構 5。環境資訊取得機構 6 傳送被辨識成人之對象之方向及距離時，行進控制機構 4 可依據該距離變更移動速度。無障礙物之通常行進狀態所使用之移動速度設定成速度 v 時，行進控制機構 4 可以利用迴避碰撞演算法以下式計算迴避碰撞時之速度 v1。

$$V1 = f(h) \times v$$

此處， $h \geq d$ 時， $f(h)=1$ ， $h < d$ 時， $0 \leq f(h) < 1$ 。判定值 d 級預先設定之距離，變數 h 級至被辨識成人之檢測物體為止之最短距離。函數 $f(h)$ 亦可以為定數。

又，亦可藉由進一步考量被辨識成人之檢測物體與自發移動機器人之前進方向所形成之角度之絕對值 δ 的函數 $g(h, \delta)$ 來取代函數

$f(h)$ 。此時，迴避碰撞時之速度 v_2 可以次式求取。

$$v_2 = g(h, \delta) \times v$$

此處， $h \geq d$ 時， $g(h, \delta) = 1$ ， $h < d$ 時， $0 \leq g(h, \delta) < 1$ 。例如， $h < d$ 、 $\delta \leq 90^\circ$ 時，可以採用下式，

$$g(h, \delta) = 0.5 \times (1 - 0.2 \times (90 - \delta)/90)$$

如此，採用對應被辨識成人之物體之距離及角度之移動速度，可以不會令人感到不安之動作實現良好效率之自發移動機器人之移動。又，檢測到之物體不是人時，無需降低速度，故可以良好效率實施自發移動機器人之通行。

針對檢測到有人時之其他對應方法進行說明。第 19 圖 A 係針對已注意到自發移動機器人之人的迴避動作，第 19 圖 B 係針對未注意到同裝置之人之停止動作。行進控制機構 4 以下述方式控制行進機構，亦即，；判斷被檢測到之人注意到自發移動機器人時會繼續接近，判斷成未注意到自發移動機器人時，則和被檢測到之人保持預定之距離以上。當注意到自發移動機器人 1 之資訊從環境資訊取得機構 6 傳送至行進控制機構 4 時，如第 19 圖 A 所示，行進控制機構 4 會控制行進機構 5 持續執行迴避動作並繼續朝目的地 T 行進。若未注意到自發移動機器人時，則如第 19 圖 B 所示，為了和人 M 保持預定之距離 D2 以上而執行停止控制。利用此種控制，在人未注意到時，可避免因為自發移動機器人接近而威脅到人的情形。被檢測到之人是否注意到自發移動機器人，係以後述之方法進行判斷。

進一步針對檢測到有人時之其他對應方法進行說明。第 20 圖 A 及第 20 圖 B 係自發移動機器人針對人實施之喚起注意行動。自發移動機器人通過被檢測到之人之附近時，會對人採取行動。例如，自發移動機器人本體 10 上部之旋轉部份設置著監視畫面 47 時，依據環境資訊取得機構傳送之被辨識成人之檢測物之方向角 α 旋轉其旋轉部份，使監視畫面 47 朝向該方向。在該監視畫面 47 顯示例如類似人之臉部之圖案等之喚起注意顯示，可使周圍的人知道自發移動機器人 1 係在注意到人之情形下行進。又，亦可同時對人傳送聲音信號來喚起注意。

通過被檢測到之人之附近時，行進控制機構 4 若對人採取喚起注意行動，可提高人對自發移動機器人之親和性。

進一步針對檢測到有人時之其他對應方法進行說明。針對被檢測到之人，將攝取機構攝取之影像儲存於記憶機構、或利用自發移動機器人載置之通訊機構將影像傳送至遠程站，可使自發移動機器人具有監視機能，而可應用於安全或防範上。

針對雷射雷達採用距離計測裝置時之座標間關係進行說明。第 21 圖 A 及第 21 圖 B 為自發移動機器人 1 之座標配置。固定於自發移動機器人 1 之座標之基準座標系 XR-YR 為垂直座標系，而原點位於雷射雷達 83 之掃描中心之座標系 XS-YS 亦為垂直座標系。XR-YR 平面及 XS-YS 平面係位於同一平面內，XR 軸及 XS 軸位於同一方向，YR 軸及 YS 軸則互相偏離了距離 dS。位於雷射雷達 83 之掃描中心之距離 D3、方向角 β 之位置之 XS-YS 平面內之物體 03 之位置座標，在座標系 XS-YS 為

$$XS = D3 \times \sin(\beta)$$

$$YS = -D3 \times \cos(\beta) \text{，在座標系 XR-YR 則為}$$

$$XR = XS + dS$$

$$YR = YS。$$

針對標準化影像座標系及自發移動機器人之基準座標系之關係進行說明。第 22 圖為自發移動機器人 1 之基準座標系及標準化影像座標系之關係。將距離資訊取得機構取得之 3 次元空間中之點 M1 視為標準化影像上之點 m1 進行觀測時，可以自發移動機器人 1 之基準座標系、攝影機座標系、數位影像座標系、以及標準化影像座標系之觀測位置來表現。若自發移動機器人 1 之基準座標系之點 M1 之座標為 (XR, YR, ZR)、標準化影像座標系之點 m1 之座標為 (u, v)，則可以利用式(8)從點 M1 之座標計算點 m1 之座標。

利用此種轉換，可將雷射雷達計測結果投影於影像上。上式中，S 為定數，f 為焦點距離，ku、kv 為以標準化影像座標為基準時之 u、v 軸之單位，u0、v0 為數位影像座標系之標準化影像座標原點之座標， θ 為 u 軸及 v 軸之夾角，r11 等為自發移動機器人 1 之基準座標系及攝影

機座標系間之旋轉矩陣， t_1 、 t_2 、 t_3 為自發移動機器人 1 之基準座標系及攝影機座標系間之旋轉矩陣(rotating matrix)。這些參數可預先以攝影機校準來求取。此式(8)之導出係十分基本之物，例如，「電腦視覺技術評論及將來展望」(新技術傳達)之第 6 章電腦視覺之核幾何即有導出實例。

(依據雷射雷達計測結果之影像處理)

針對參照距離資訊取得機構 8 之計測結果在影像資訊取得機構 7 實施人之辨識並辨識環境之實例進行說明。此實例中，距離資訊取得機構 8 之距離計測裝置 81 係使用雷射雷達 83。利用雷射雷達 83 實施距離計測，距離資訊解析機構 82 從該計測資料檢測到對應人之大小之寬度之物體時，將該物體視為『疑似人』。影像資訊取得機構 7 則在對應該『疑似人』位置之影像中實施人辨識。

第 23 圖係參雷射雷達計測結果實施照辨識處理之影像，第 24 圖係參照雷射雷達計測結果實施『疑似人』檢測之處理流程。利用雷射雷達計測物體距離(S501)，距離資訊解析機構 82 則利用距離計測資料檢索『疑似人』(S502)。不存在『疑似人』時(S503 之否)，將不存在有人之結果輸出至環境辨識機構 9(S504)，存在『疑似人』時(S503 之是)，將該位置從雷射雷達座標系轉換成自發移動機器人之基準座標系(S505)。

接著，利用前述式(8)將『疑似人』之位置從自發移動機器人之基準座標系轉換成標準化影像座標系(S506)，求取標準化影像座標上之位置，如第 23 圖所示，投影於影像 21 上之『疑似人』位置 22 之週邊，對應檢測對象之人之大小設定著預定之人檢測區域 90(S507)。環境辨識機構 9 在人檢測區域 90 內實施人檢測處理(S508)，檢測到『疑似人』時，判定雷射雷達檢測到之『疑似人』係人(S509 之是)，將雷射雷達之檢測結果視為正確地檢測到有人，並將該信號輸出至行進控制機構 4(S510)。針對全部『疑似人』實施以上之處理(S511)。如此，可依據雷射雷達之計測結果而限制用以執行影像處理之人檢測處理之區域，故可提高處理之效率並提高人檢測之信賴性。

(依據影像處理結果之雷射雷達計測)

以下之實例係和上述不同之實例，針對參照影像資訊取得機構 7 之處理結果以距離資訊取得機構 8 取得『疑似人』之距離資訊並實施環境之辨識之實例進行說明。第 25 圖 A 及第 25 圖 B 係依據影像處理結果之雷射雷達計測，第 25 圖 C 係計測結果之影像。第 26 圖係參照影像處理結果之利用雷射雷達計測之人檢測之處理流程。此實例中，影像資訊取得機構 7 之攝影裝置 71 係採用全方位攝影機 74，距離資訊取得機構 8 之距離計測裝置 81 則採用雷射雷達 83。如圖所示，全方位攝影機 74 之攝影機座標系 XC-YC-ZC、及雷射雷達之座標系 XL-YL-ZL 之各軸方向為一致。以使攝影機座標系之原點為在雷射雷達座標系之 ZL 軸上朝上方位移之位置來設置全方位攝影機 74。

首先，利用全方位攝影機 74 取得之全方位影像 19，以影像辨識處理機構 72 實施『疑似人』之檢測(S601)。不存在『疑似人』時(S602 之否)，將不存在有人之結果輸出至環境辨識機構 9(S603)，存在『疑似人』時(S602 之是)，則計算檢測到之『疑似人』之頭部位置方向、及攝影機座標之 XC 軸之夾角 ϕ (S604)。其次，利用雷射雷達 83 計測從雷射雷達座標之 XL 軸至角度 ϕ 之方向之角度週邊(S605)，利用距離資訊解析機構 82 及環境辨識機構 9 檢索對應人之大小之寬度之物體(S606)，若檢測到『疑似人』(S607 之是)，則將檢測到有人之結果輸出至行進控制機構 4(S609)。針對實施影像之處理而得到之全部『疑似人』實施以上之處理(S609)。

(用以判斷人是否注意到自發移動機器人之判斷處理)

針對人是否注意到自發移動機器人之判斷方法進行說明。第 27 圖 A 係人注意到同裝置時之影像，第 27 圖 B 係未注意到時之影像，第 28 圖係至人為止之距離、及臉部膚色面積之關係圖。影像辨識處理機構 72 依據距離資訊取得機構 8 之資訊實施人辨識後，利用影像辨識處理機構 72 判斷該人是否注意到自發移動機器人 1。影像辨識處理機構 72 至少包含從攝取之影像檢測膚色區域之膚色區域檢測部、及針對檢測到之膚色區域之形狀實施演算處理之形狀特徵處理部，檢測到之膚色

區域滿足預定之形狀特徵條件時，影像辨識處理機構 72 將該膚色區域辨識成『疑似人』。

其次，人之正面愈朝向自發移動機器人時，判定注意程度較高，相反的，愈朝向側面時，則判定注意程度愈低。又，臉部面對自發移動裝置之程度，係以頭部區域之膚色區域面積之大小來判定。如第 27 圖所示，一般而言，愈是朝向正面時，膚色面積會增加。又，假設人之頭部之大小沒有個人差異而為一定之大小。因此，如第 28 圖所示，朝向正面之標準臉部之膚色面積 S_i 可以從自發移動機器人至人為止之距離 D_i 之函數來表示。此從自發移動機器人至人為止之距離 D_i 、及臉部標準膚色面積 S_i 之關係，可以預先以實驗求取。

針對包含人是否注意到自發移動機器人之判斷處理在內之處理流程進行說明。第 29 圖係人檢測處理流程。此實例中，係針對距離資訊取得機構 8 之距離計測裝置 81 採用雷射雷達 83、影像資訊取得機構 7 之攝影裝置 71 採用固定攝影機 70 時進行說明。此處理流程之步驟 S701 ~ S709 係和前述第 24 圖之利用雷射雷達計測結果之影像處理流程之步驟 S501 ~ S509 相同，故省略其說明。步驟 S709 中，若檢測到『疑似人』(S509 之是)，則實施判斷該檢測到之人是否注意到自發移動機器人之處理(S710)，其後，在人之檢測輸出判定人是否注意到自發移動機器人，並將代表該判定結果之屬性、及雷射雷達檢測到之『疑似人』係人之判定結果輸出至環境辨識機構 9(S711)。針對全部『疑似人』實施以上之處理(S712)。

針對上述之步驟 S710 之檢測到之人是否注意到自發移動機器人之判定處理進行詳細說明。第 30 圖係人是否注意到自發移動機器人之判斷處理流程。影像辨識處理機構 72 利用例如像素數計測檢測到有人之膚色區域 24 之面積 s_{mi} (S801)。其次，依據利用雷射雷達所得之人之計測距離 d_i 、以及從自發移動機器人至人為止之距離及朝向正面之人之臉部之膚色面積之關係(第 28 圖)，求取標準膚色面積 s_i (S802)。其次，求取膚色區域內之面積 s_{mi} 及標準膚色面積 s_i 之比 s_{mi}/s_i ，並和預定之閾值 TH 進行比較(S803)。比較結果若為 $s_{mi}/s_i > TH$ (S803 之

是)，則判定人注意到自發移動機器人(S804)，若為 $smi/si < TH$ (S803 之否)，則判定人未注意到自發移動機器人(S805)。

又，本發明並未限制必須為上述構成，可以為各種變形。如第 31 圖 A、第 31 圖 B、第 31 圖 C 所示，可以將攝影裝置及距離計測裝置進行組合。第 31 圖 A 之自發移動機器人 1 具有 1 台雷射雷達 83、及旋轉機構 70a 上之 2 台攝影機 70，第 31 圖 B 之自發移動機器人 1 具有 2 台雷射雷達 83、及旋轉機構 70a 上之 2 台攝影機 70，第 31 圖 C 之自發移動機器人 1 則具有 1 台雷射雷達 83、1 組超音波感測器 84、以及旋轉機構 70a 上之 2 台攝影機 70。

又，本專利申請依據 2003 年 3 月 14 日之專利申請主張優先權。該專利申請整體內容皆可參照並組入本專利申請。

五、【圖式簡單說明】

圖 1 係本發明一實施形態之自發移動機器人之方塊構成圖。

圖 2 係同上裝置之外觀斜視圖。

圖 3 係同上裝置之影像辨識處理機構之方塊構成圖。

圖 4 係同上裝置之影像辨識處理機構之其他實例之方塊構成圖。

圖 5A 係同上裝置之平面圖，第 5 圖 B 係側面圖，第 5 圖 C 係同上裝置之攝影裝置所攝取之影像圖。

圖 6 係同上裝置之影像辨識處理機構之人辨識處理流程圖。

圖 7A 係同上裝置之人辨識處理之對象之輸入影像圖，第 7 圖 B 係同處理之膚色區域檢測結果之影像圖，第 7 圖 C 係包含同處理之膚色區域之邊緣影像圖，第 7 圖 D 係同處理之人辨識結果之邊緣影像圖。

圖 8 係同上裝置所採用之標準化色空間之概念圖。

圖 9 係同上裝置之人辨識處理流程所包含之膚色區域檢測處理之流程圖。

圖 10A 係同上裝置之人辨識處理流程所包含之利用投票之頭部形狀檢測處理之投票範圍圖，第 10 圖 B 係用以說明利用投票之頭部檢測之概念圖。

圖 11 紹同上裝置之人辨識處理流程所包含之利用投票之頭部形狀檢測處理之流程圖。

圖 12A 紹用以說明同上裝置之雷射雷達之障礙物距離計測之平面圖，圖 12B 紹同雷射雷達之距離計測結果圖。

圖 13A 紹用以說明同上裝置之雷射雷達之特定形狀物距離計測之平面圖，圖 13B 紹同雷射雷達之距離計測結果圖。

圖 14A 紹同上裝置之雷射雷達之特定形狀物之距離計測結果圖，圖 14B 紹同距離計測值之差分之圖。

圖 15 紹同上裝置之特定形狀辨識處理之流程圖。

圖 16 紹用以說明同上裝置之人檢測停止區域之平面圖。

圖 17A 紹同上裝置檢測到有人時之停止動作之平面圖，圖 17B 紹檢測到有人以外之物體時之迴避動作之平面圖。

圖 18A 紹同上裝置檢測到有人以外之物體時之迴避動作之平面圖，圖 18B 紹檢測到有人時之迴避動作之平面圖。

圖 19A 紹同上裝置針對注意到同裝置之人之迴避動作之平面圖，圖 19B 紹針對注意到同裝置之人之停止動作之平面圖。

圖 20A、圖 20B 紹用以說明同上裝置對人實施之喚起注意行動之斜視圖。

圖 21A 紹用以說明同上裝置之距離計測裝置之座標轉換之斜視圖，圖 21B 紹同平面圖。

圖 22 紹同上裝置之自發移動機器人之基準座標系、及標準化影像座標系之關係說明圖。

圖 23 紹參照同上裝置之雷射雷達計測結果實施影像處理之影像圖。

圖 24 紹參照同上裝置之雷射雷達計測結果實施影像處理之流程圖。

圖 25A 紹參照同上裝置之影像處理結果實施雷射雷達計測之裝置之平面圖，圖 25B 紹同側面圖，圖 25C 紹計測結果之影像圖。

圖 26 紹參照同上裝置之影像處理結果實施雷射雷達計測處理之流程圖。

圖 27A 紹同上裝置判斷人注意到同裝置時之影像圖，圖 27B 紹判斷人

未注意到同裝置時之影像圖。

圖 28 係同上裝置所使用之至人之距離、及臉部之膚色面積之關係圖。

圖 29 係同上裝置之人檢測處理之流程圖。

圖 30 係同上裝置之人是否注意到同裝置之判斷處理之流程圖。

圖 31A、圖 31B、圖 31C 係用以說明同上裝置之攝影裝置及距離計測裝置之組合之斜視圖。

【主要元件符號說明】

- 1 自發移動機器人
- 2 記憶機構
- 3 輸入指示機構
- 4 行進控制機構
- 5 行進機構
- 6 環境資訊取得機構
- 7 影像資訊取得機構
- 8 距離資訊取得機構
- 9 環境辨識機構
- 10 自發移動機器人本體
- 10a 前進方向
- 11 影像
- 20 區域
- 21 影像
- 22 『疑似人』位置
- 23 影像
- 24 膚色區域
- 25 膚色區域
- 26 膚色區域
- 27 邊緣影像

- 27 邊緣影像
- 29 星記號
- 31 投票框
- 32 中央點
- 33 投票盒
- 34 邊緣影像
- 35 邊緣像素集合
- 36 邊緣像素
- 36a 亮度梯度方向
- 41 路徑產生機構
- 42 自己位置辨識機構
- 43 人檢測停止區域
- 44 行進路徑
- 45 行進路徑
- 46 檢測區域
- 47 監視畫面
- 51 電池
- 52 車輪
- 61 A/D 轉換器
- 62 記憶體
- 63 程式記憶體
- 64 CPU
- 65 通訊控制部
- 66 鍵盤控制部
- 67 鍵盤
- 68 顯示控制部
- 69 顯示部

- 70 攝影機
- 70a 旋轉機構
- 71 攝影裝置
- 72 影像辨識處理機構
- 81 距離計測裝置
- 82 距離資訊解析機構
- 83 雷射雷達
- 84 超音波感測器
- 90 人檢測區域
- T 目的地
- O 障礙物
- M 人

五、中文發明摘要：

自發移動機器人(1)利用環境資訊取得機構(6)持續辨識障礙物及自己位置，並在迴避障礙物之情形下行進。該環境資訊取得機構(6)具有：用以攝取行進路徑上之環境影像之攝影裝置(71)；用以實施攝取之影像之演算處理，並析出具有和人體部位相關之屬性之區域之影像辨識處理機構(72)；用以計測至存在於行進路徑上之環境內之物體為止之距離及其方向之距離計測裝置(81)；用以實施得到之距離資訊之演算處理來求取物體形狀，並從其辨識出物體係『疑似人』之距離資訊解析機構(82)；以及用以辨識行進路徑上之環境資訊之環境辨識機構(9)。該環境辨識機構(9)則將影像辨識處理機構(72)析出之具有前述屬性之區域之方向、及距離資訊解析機構(82)被辨識成『疑似人』之物體之方向進行比較，兩者為一致時，則將該物體辨識成人。如此，自發移動機器人可判斷障礙物為何，並對應障礙物實施安全且順利之行進。

六、英文發明摘要：

An autonomous moving robot (1) travels while recognizing its position and an obstacle via environment information acquiring means (6) to avoid the obstacle. This environment information acquiring means (6) comprises an image capturing device (71) for capturing an image of environment on the traveling path, image recognition processing means (72) for processing the captured image to extract a region having an attribute concerning a part of human body, a distance measuring device (81) for determining a distance to an object existing in the environment on the traveling path and a direction thereof, distance data analyzing means (82) for processing the acquired distance data to determine the shape of the object, then recognizing that the object is possibly a person, and environment recognizing means (9) for

recognizing environment information on the traveling path. This environment recognizing means (9) compares the direction of the region having the attribute that is extracted by the image recognition processing means (72) with the direction of the object recognized to be possibly a person by the distance data analyzing means (82), and if the two directions coincide with each other, the means (9) recognizes that the object is a person. In such a manner, the autonomous moving robot determines what an obstacle is, so that it can travel safely and smoothly in response to the obstacle.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 自發移動機器人
- 2 記憶機構
- 3 輸入指示機構
- 4 行進控制機構
- 5 行進機構
- 6 環境資訊取得機構
- 7 影像資訊取得機構
- 8 距離資訊取得機構
- 9 環境辨識機構
- 41 路徑產生機構
- 42 自己位置辨識機構
- 51 電池
- 71 攝影裝置
- 72 影像辨識處理機構
- 81 距離計測裝置
- 82 距離資訊解析機構

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

十、申請專利範圍：

1、一種自發移動機器人，係可一邊迴避障礙物一邊行進，其特徵為具有：

記憶機構，用以儲存行進區域之地圖資訊、及以行進為目的之各種參數；

輸入指示機構，用以將目的地及行進指令輸入至該記憶機構；

路徑產生機構，用以產生至目的地為止之行進路徑；

環境資訊取得機構，用以取得包含障礙物之物體在內之行進路徑上之環境資訊；

行進機構，用以實施行進；

自己位置辨識機構，用以依據該環境資訊取得機構取得之資訊及該地圖資訊來辨識自己位置；以及

行進控制機構，用以控制該行進機構，俾一邊藉由該自己位置辨識機構辨識自己位置一邊迴避障礙物以到達目的地；且，

該環境資訊取得機構具有：

攝影裝置，用以攝取行進路徑上之環境影像；

影像辨識處理機構，用以實施該攝取之影像資料之演算處理，並析出具有和人體部位相關之屬性之區域；

距離計測裝置，用以檢測存在於行進路徑上之環境內之物體，並計測該物體之距離及方向；

距離資訊解析機構，用以實施該計測到之物體之距離資料之演算處理來求取物體形狀，並從該形狀辨識出物體係『疑似人』；以及

環境辨識機構，用以比較具有以該影像辨識處理機構析出之該屬性之區域之位置、及以該距離資訊解析機構辨識成『疑似人』之物體之位置，且在兩者一致時將該物體辨識成人。

2、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該影像辨識處理機構係針對該距離資訊解析機構求取之物體方向實施影像資料之演算處理，該環境辨識機構則係針對對應該物體方向之部份實施辨識處理。

3、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該距離計測裝置係針對該影像辨識處理機構析出之區域之方向實施距離計測，該環境辨識機構則係針對對應於該析出之區域方向之部份實施辨識處理。

4、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該距離計測裝置係採用以預先設定之各角度掃描行進路面之平行面內並計測至障礙物為止之距離之雷射雷達。

5、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該距離資訊解析機構係利用距離資料之演算處理所求取之物體寬度位於預定之範圍內即將該物體辨識成『疑似人』。

6、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該距離資訊解析機構在計測到之至物體為止之距離和儲存於地圖上之至物體為止之距離為不一致時，將檢測到之物體辨識成『疑似人』。

7、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該攝影裝置係設置於自發移動機器人之攝影機，且可將利用其攝取之影像座標轉換成自發移動機器人之基準座標系。

8、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該影像辨識處理機構至少包含：用以從攝取之影像資料檢測出特定色區域之特定色區域檢測部、及用以針對利用檢測到之特定色區域之形狀實施演算處理之形狀特徵處理部，檢測到之特定色區域滿足預定之形狀特徵條件時，將該特定色區域辨識成『疑似人』。

9、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該環境辨識機構係求取影像中檢測到有人之膚色區域之面積、及依自發移動機器人至人之距離而預定之該距離之人之膚色區域之面積之比，並將該比與預定之閾值進行比較，再依此判斷檢測到之人是否注意到自發移動機器人。

10、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該行進控制機構以下述方式控制行進機構，亦即，被辨識成人之物體位於自發移動機器人之前進方向且位於預定之距離內時即停止；

自發移動機器人之前進方向沒有被辨識成人之物體但有障礙物，則迴避；若無障礙物則繼續行進。

11、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該行進控制機構係以下述方式控制行進機構：當被辨識成人之物體位於自發移動機器人之前進方向時，即以隔著預定之距離迴避該被辨識成人之物體並行進。

12、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該行進控制機構係以下述方式控制行進機構：當被辨識成人之物體位於預定之距離內時，即對應於該距離、或距離及角度來控制移動速度。

13、如申請專利範圍第9項之自發移動機器人，其中：

該行進控制機構係以下述方式控制行進機構：當判斷檢測到之人注意到自發移動機器人時，即繼續接近；若未注意到時，則和檢測到之人保持大於於預定之距離以上之距離。

14、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該行進控制機構在通過檢測到之人之附近時，採取引起人注意之喚起注意行動。

15、如申請專利範圍第1項之自發移動機器人，其中：

該影像資訊取得機構可對檢測到之人實施攝影並將該影像儲存於該記憶機構、或將影像傳送至遠程站。

圖式

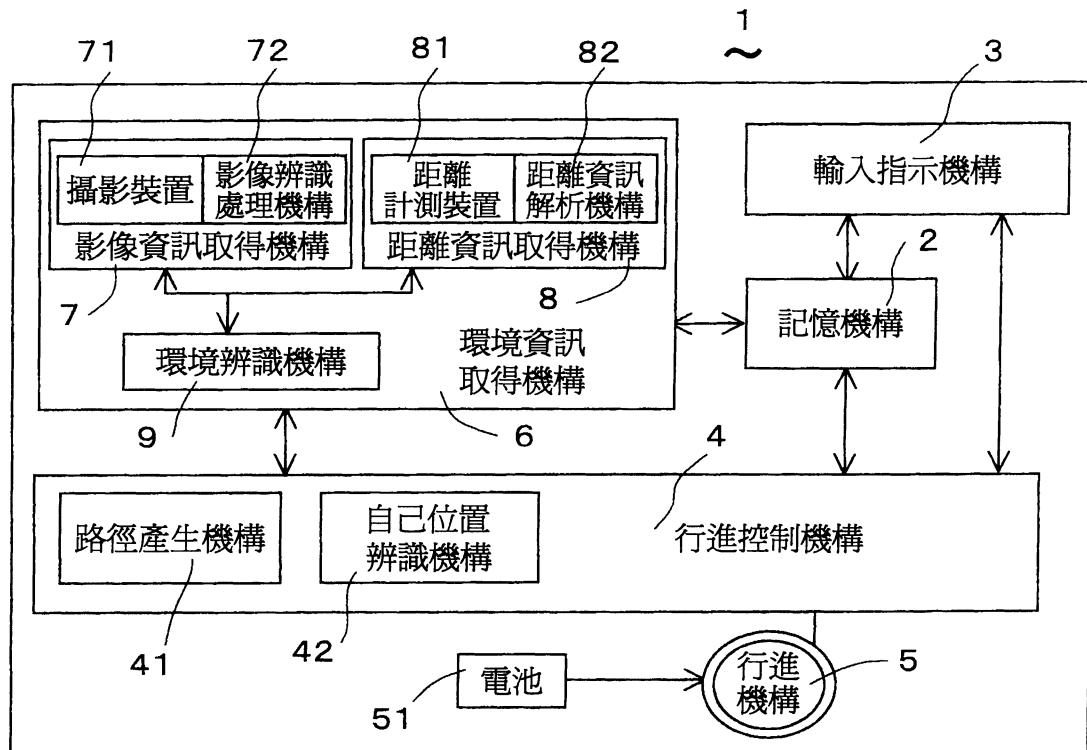


圖 1

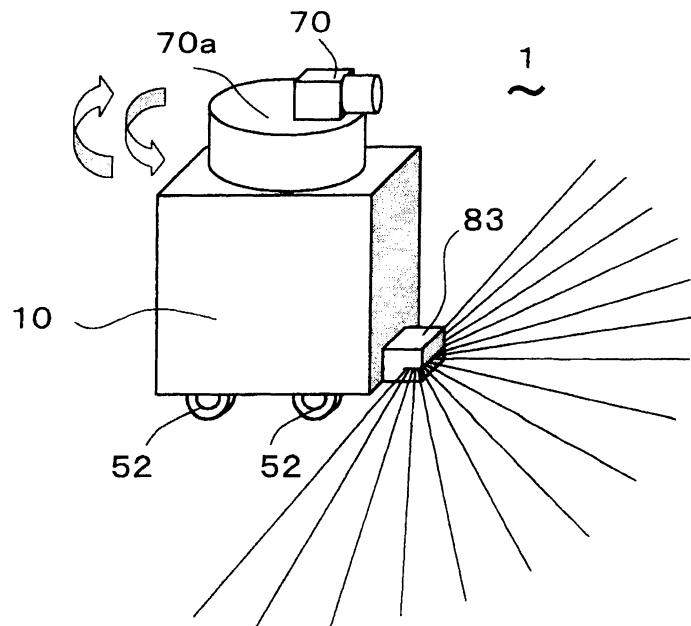


圖 2

圖式

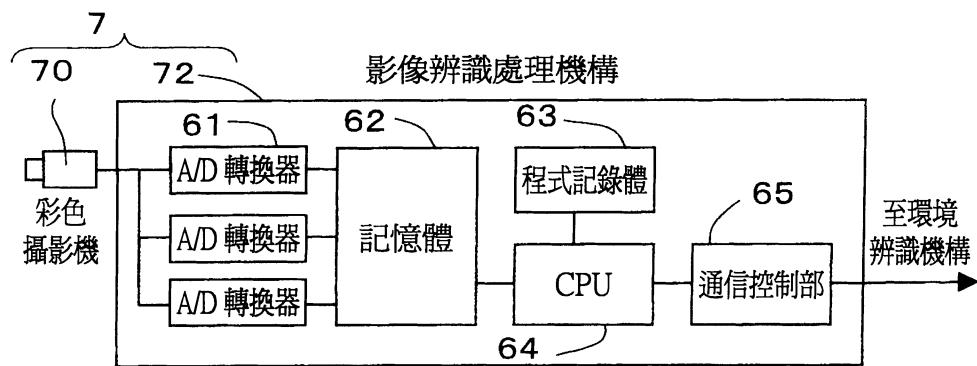


圖 3

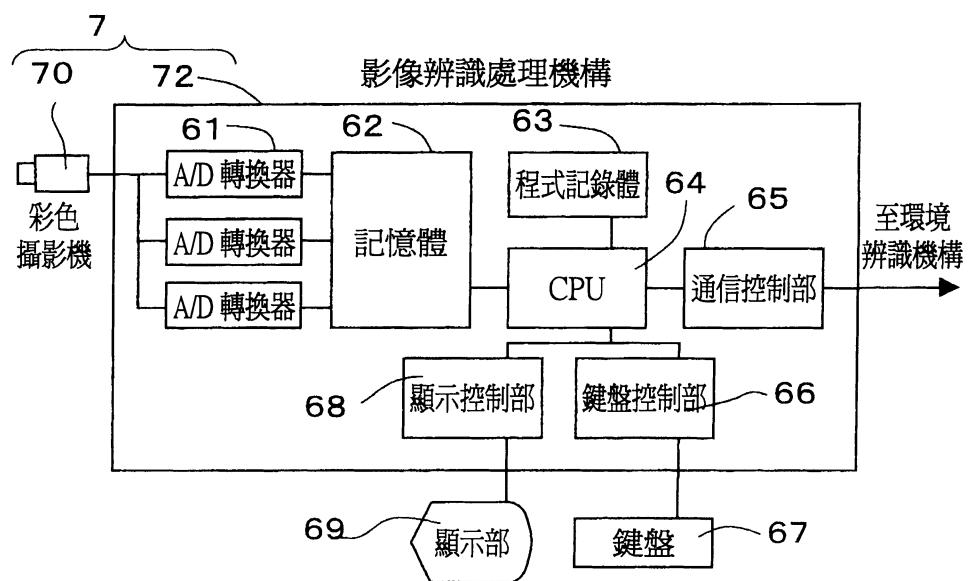


圖 4

圖式

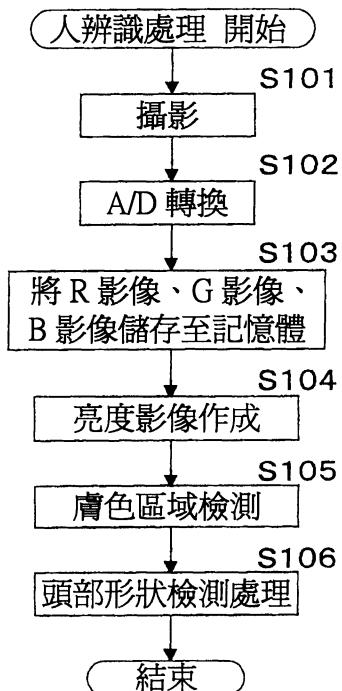
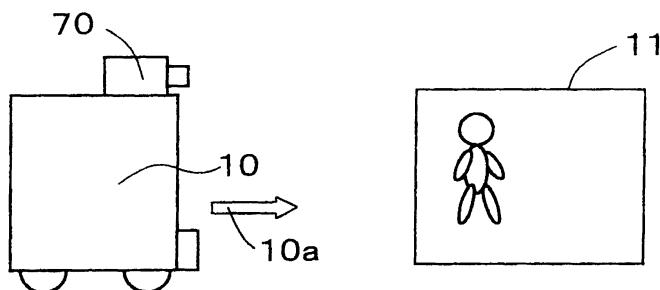
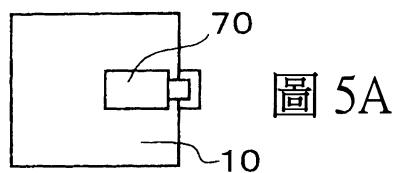
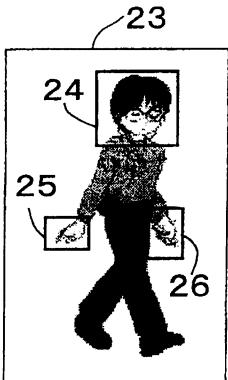


圖 6

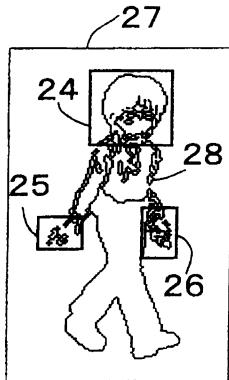
圖式



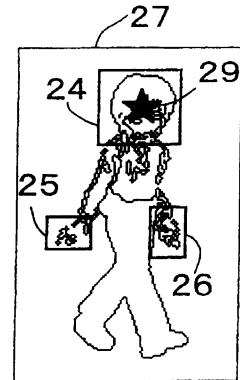
輸入影像



膚色區域
檢測結果



邊緣影像上之
膚色區域



人辨識結果

圖 7A

圖 7B

圖 7C

圖 7D

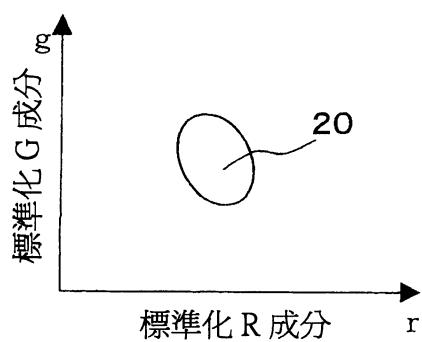


圖 8

圖式

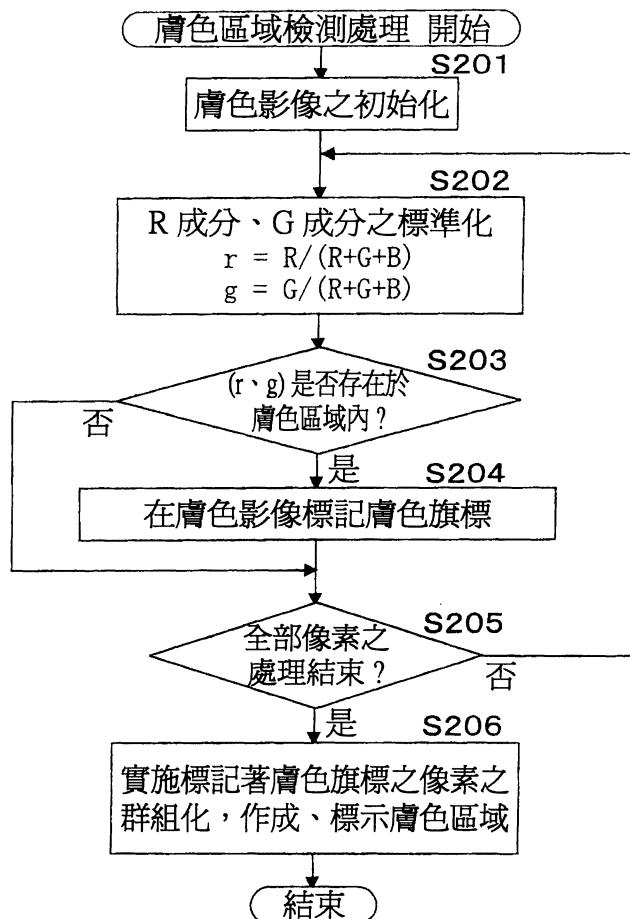


圖 9

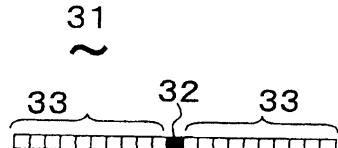


圖 10A

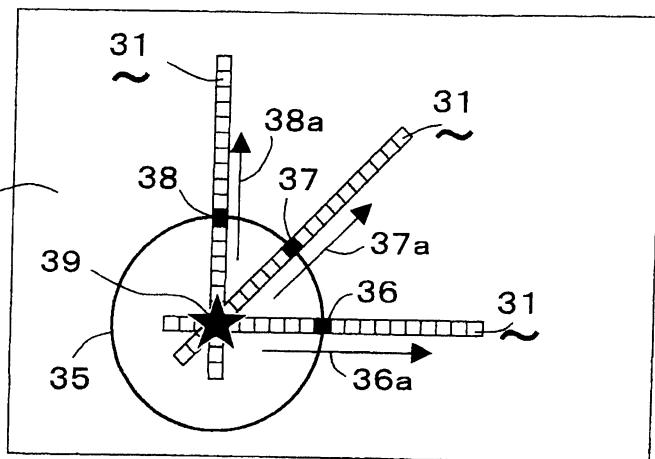


圖 10B

圖式

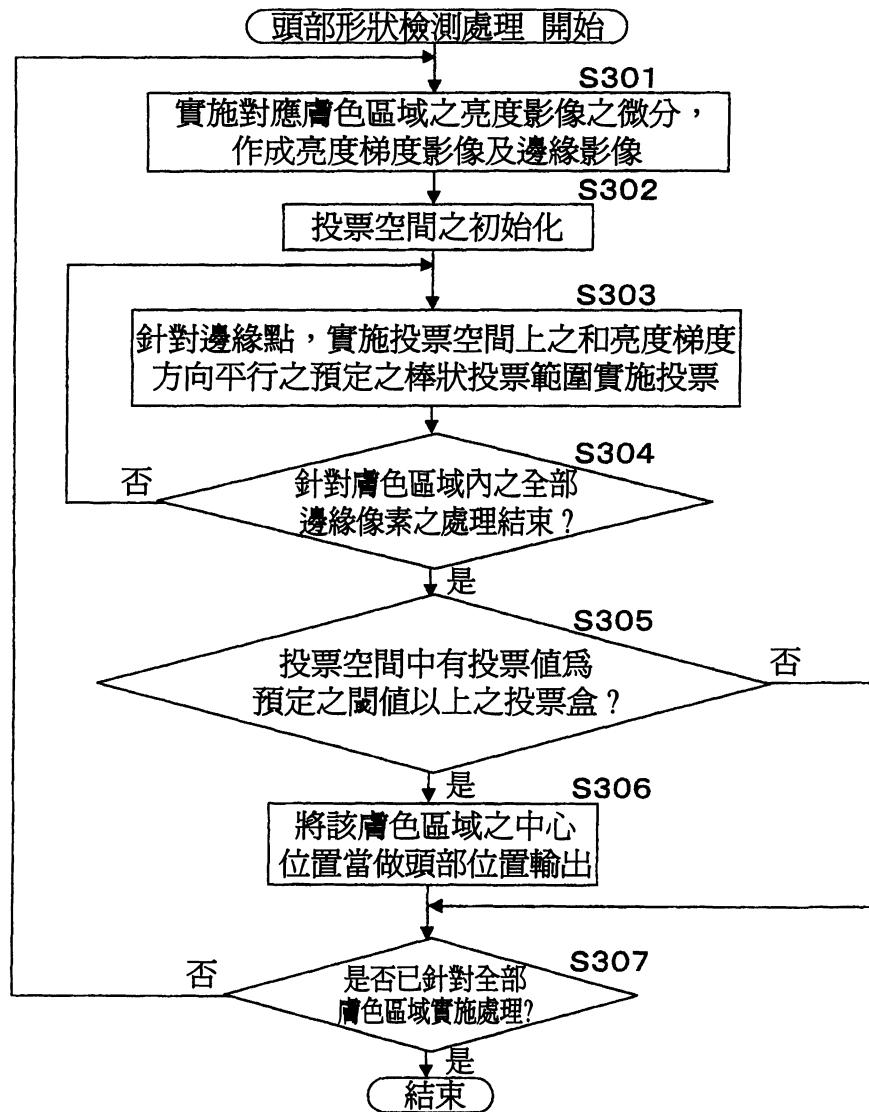
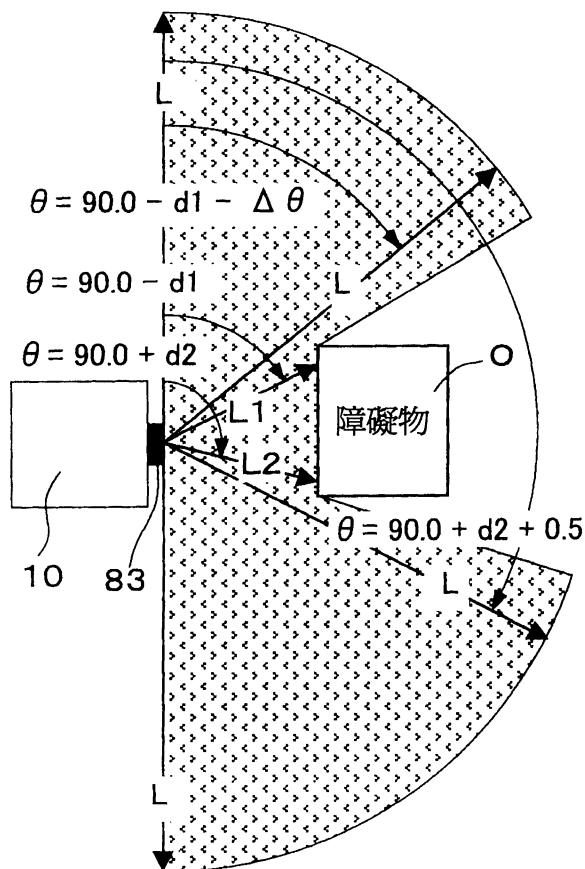


圖 11

圖式



i	角度 $\theta(i)$ (°)	距離 d(i)
0	0.0	L以上
1	$\Delta\theta$	L以上
2	$2 \times \Delta\theta$	L以上
:	$3 \times \Delta\theta$	L以上
:	$4 \times \Delta\theta$	L以上
:	:	:
	$90.0 - d_1 - \Delta\theta$	L以上
	$90.0 - d_1$	L1
	:	:
	$90.0 + d_2$	L2
	$90.0 + d_2 + \Delta\theta$	L以上
:	:	:
	$180.0 - 4 \times \Delta\theta$	L以上
:	$180.0 - 3 \times \Delta\theta$	L以上
:	$180.0 - 2 \times \Delta\theta$	L以上
:	$180.0 - \Delta\theta$	L以上
n	180.0	L以上

圖 12B

圖 12A

圖式

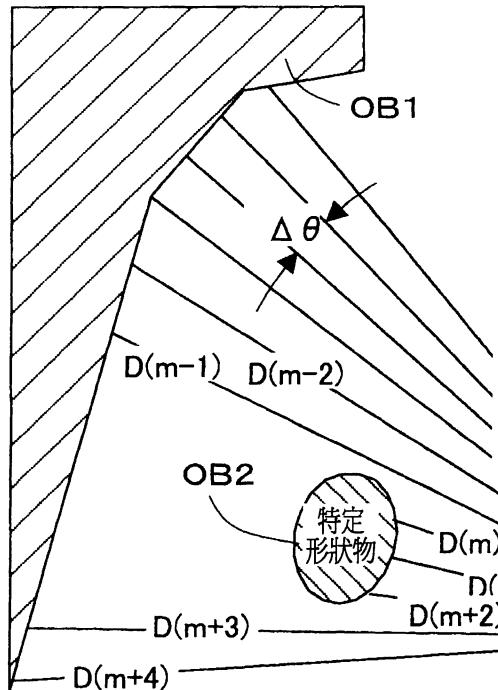
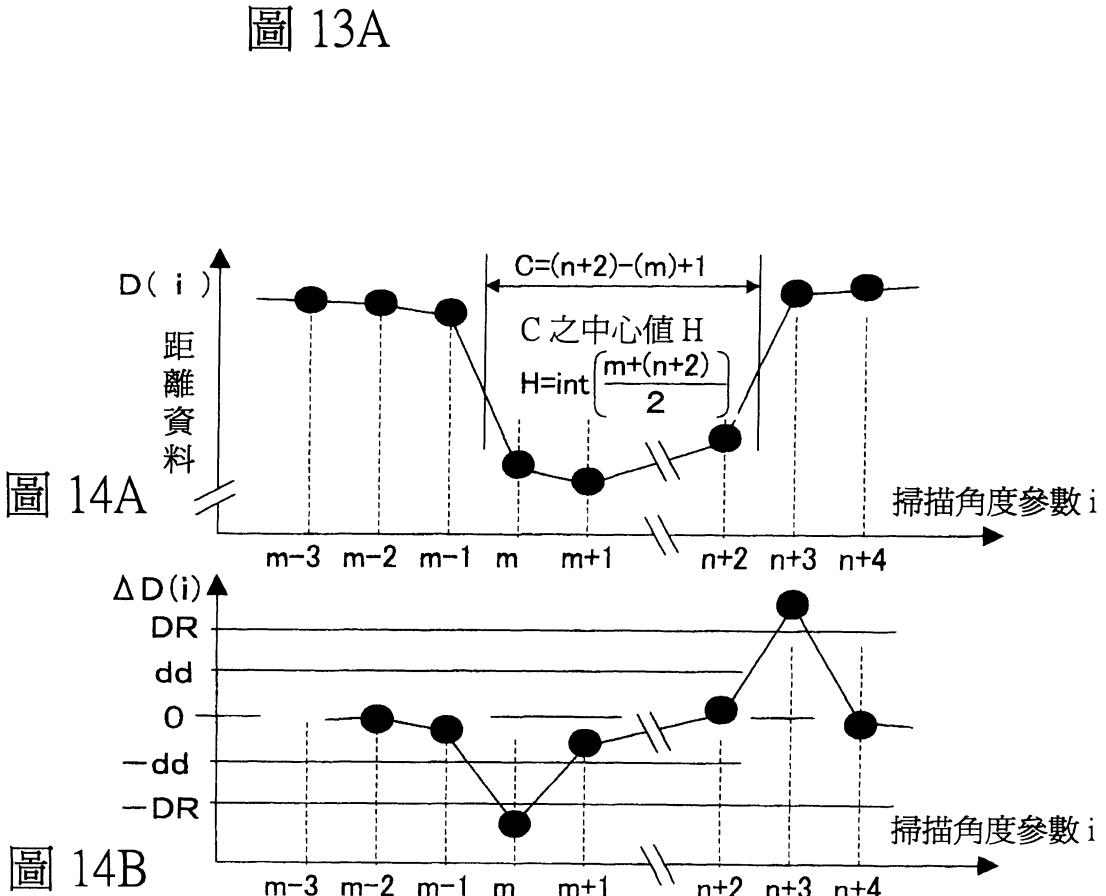


圖 13A

i	$\theta(i)$	距離	$\Delta D = D(i) - D(i-1)$
0	0	$D(0)$:
:		:	
$m-2$	$i \times \Delta \theta$	$D(m-2)$	$\Delta D=0, \Delta D < DR$
$m-1$	$i \times \Delta \theta$	$D(m-1)$	$\Delta D < 0, \Delta D < DR$
m	$i \times \Delta \theta$	$D(m)$	$\Delta D < 0, \Delta D > DR$
$m+1$	$i \times \Delta \theta$	$D(m+1)$	$\Delta D < 0, \Delta D < DR$
$m+2$	$i \times \Delta \theta$	$D(m+2)$	$\Delta D > 0, \Delta D < DR$
$m+3$	$i \times \Delta \theta$	$D(m+3)$	$\Delta D > 0, \Delta D > DR$
$m+4$	$i \times \Delta \theta$	$D(m+4)$	$\Delta D > 0, \Delta D < DR$
:		:	
$N-1$	$(N-1) \times \Delta \theta$	$D(N-1)$:

圖 13B



圖式

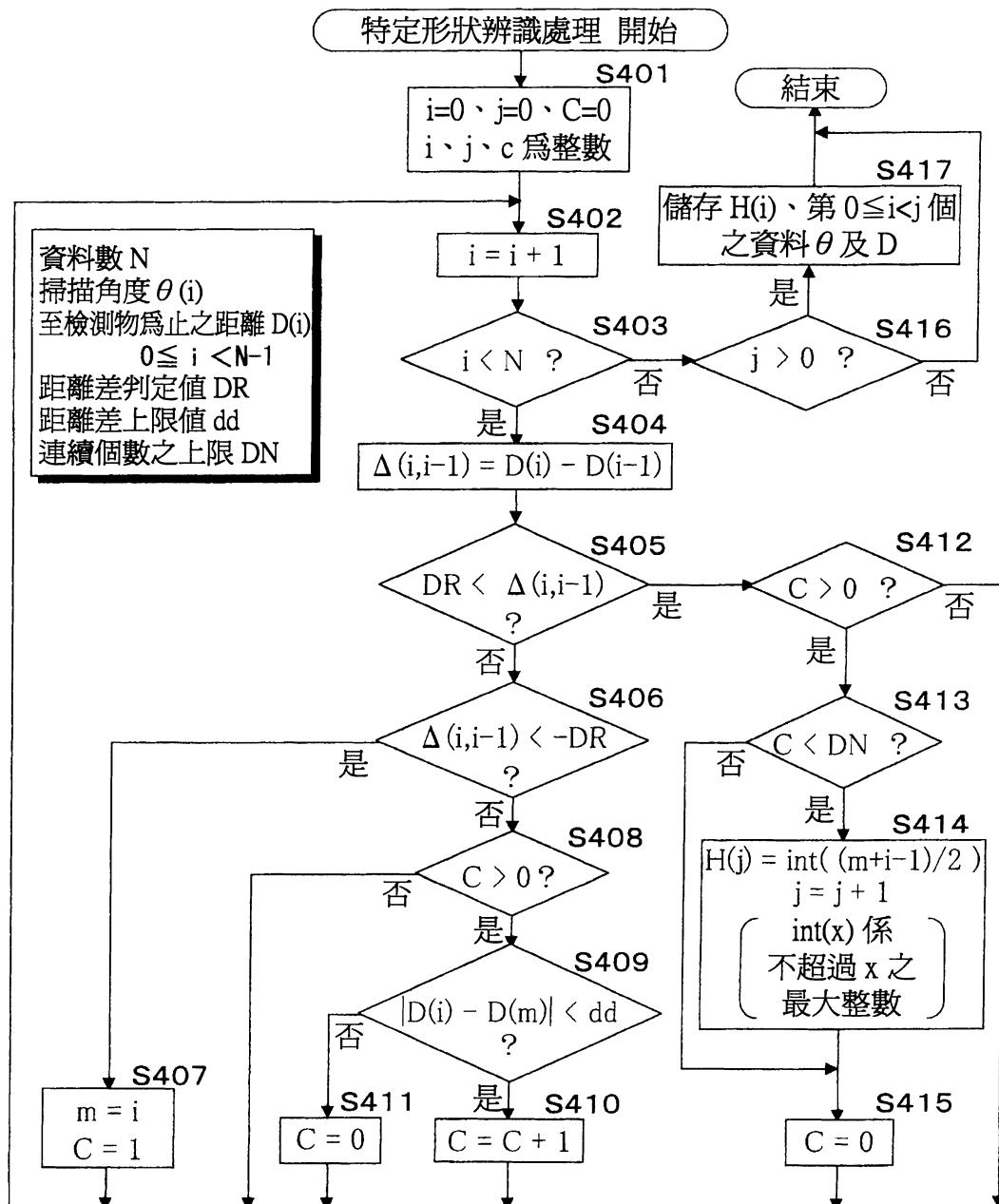


圖 15

圖式

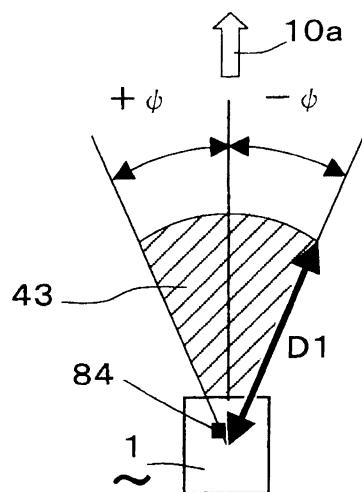


圖 16

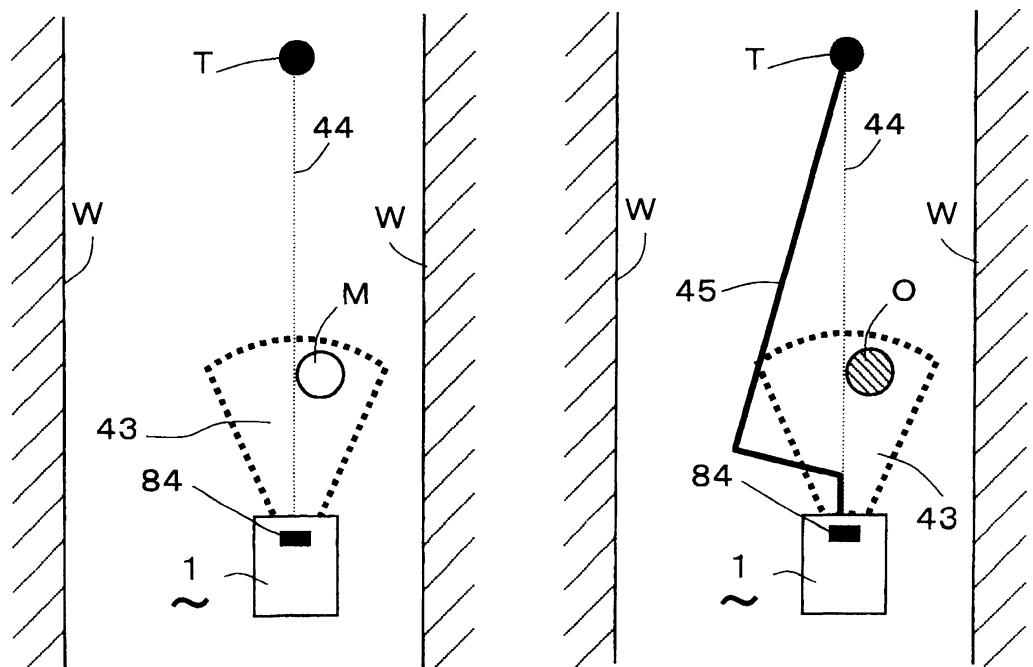


圖 17A

圖 17B

圖式

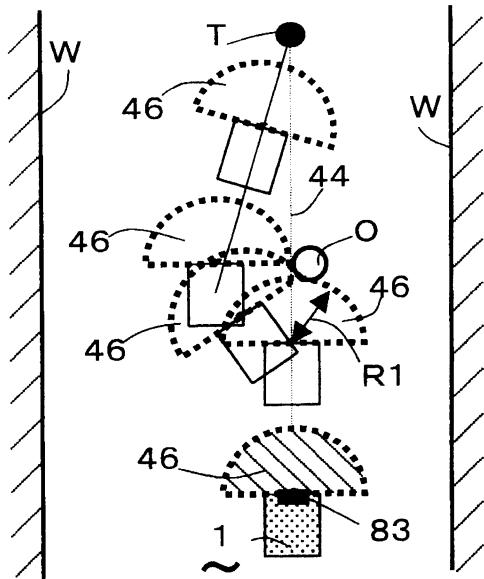


圖 18A

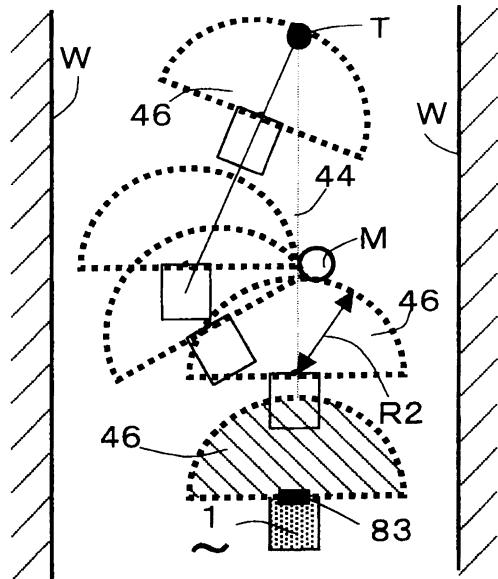


圖 18B

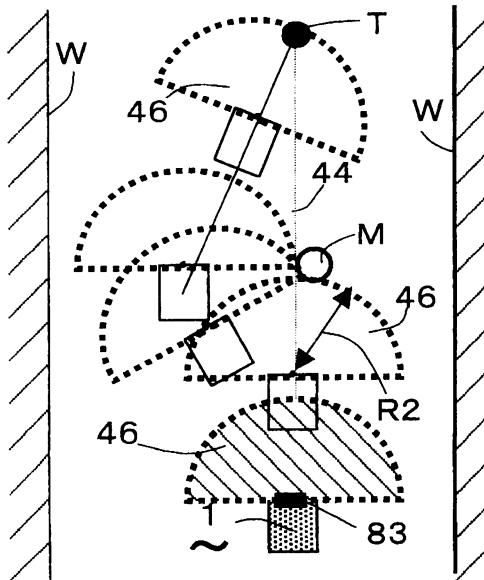


圖 19A

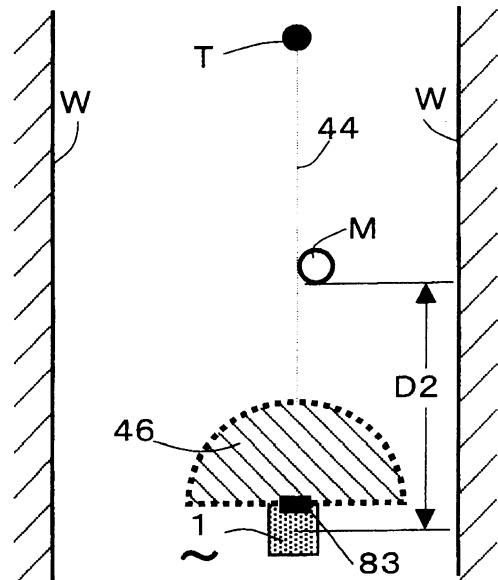


圖 19B

圖式

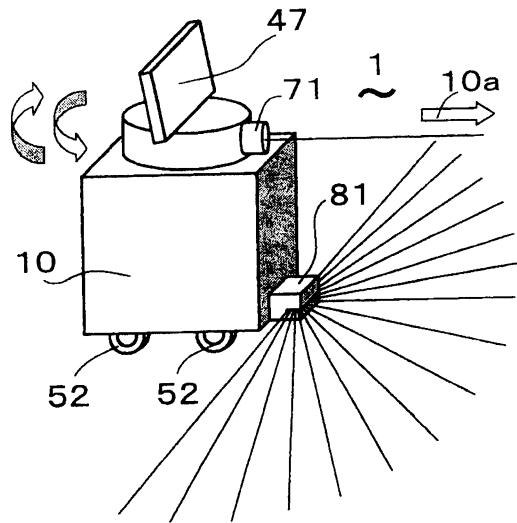


圖 20A

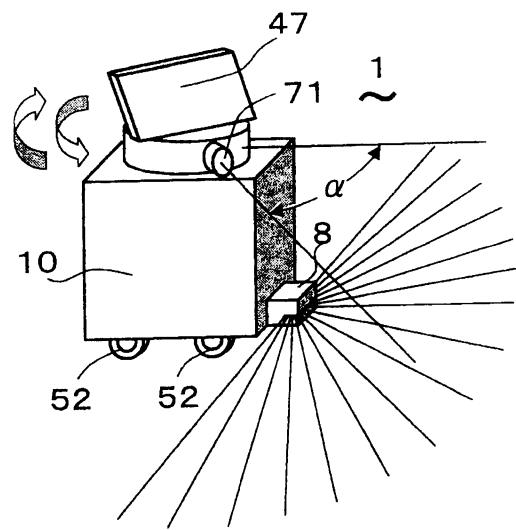


圖 20B

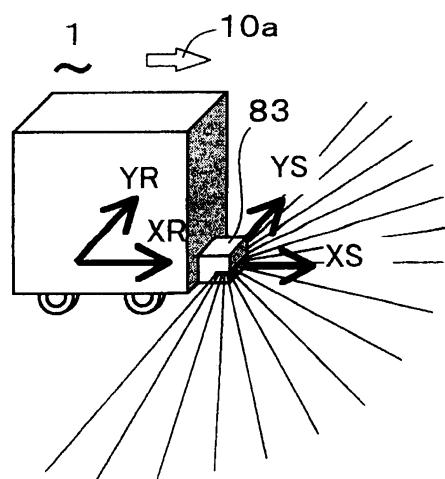


圖 21A

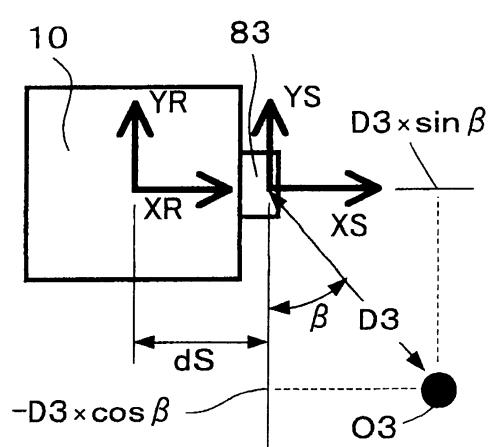


圖 21B

圖式

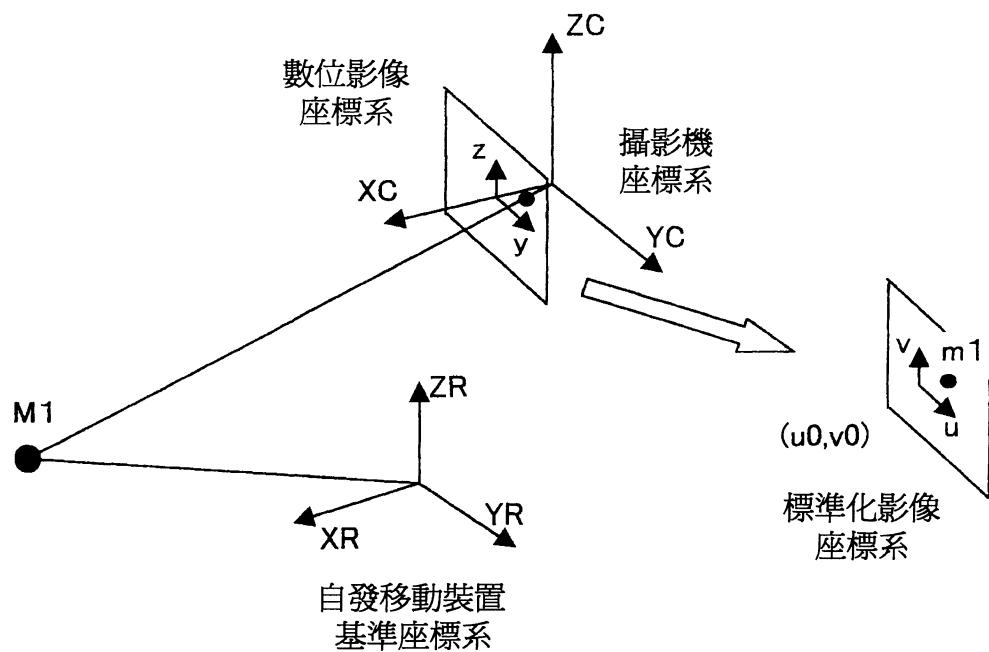


圖 22

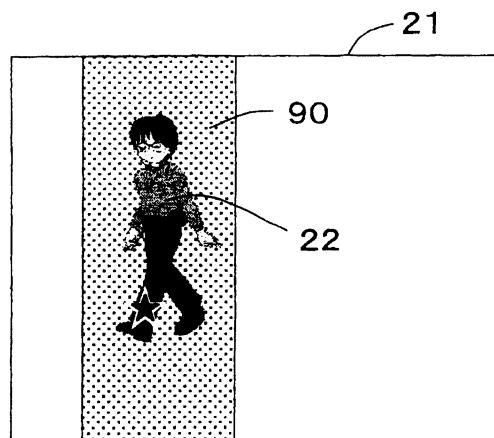


圖 23

圖式

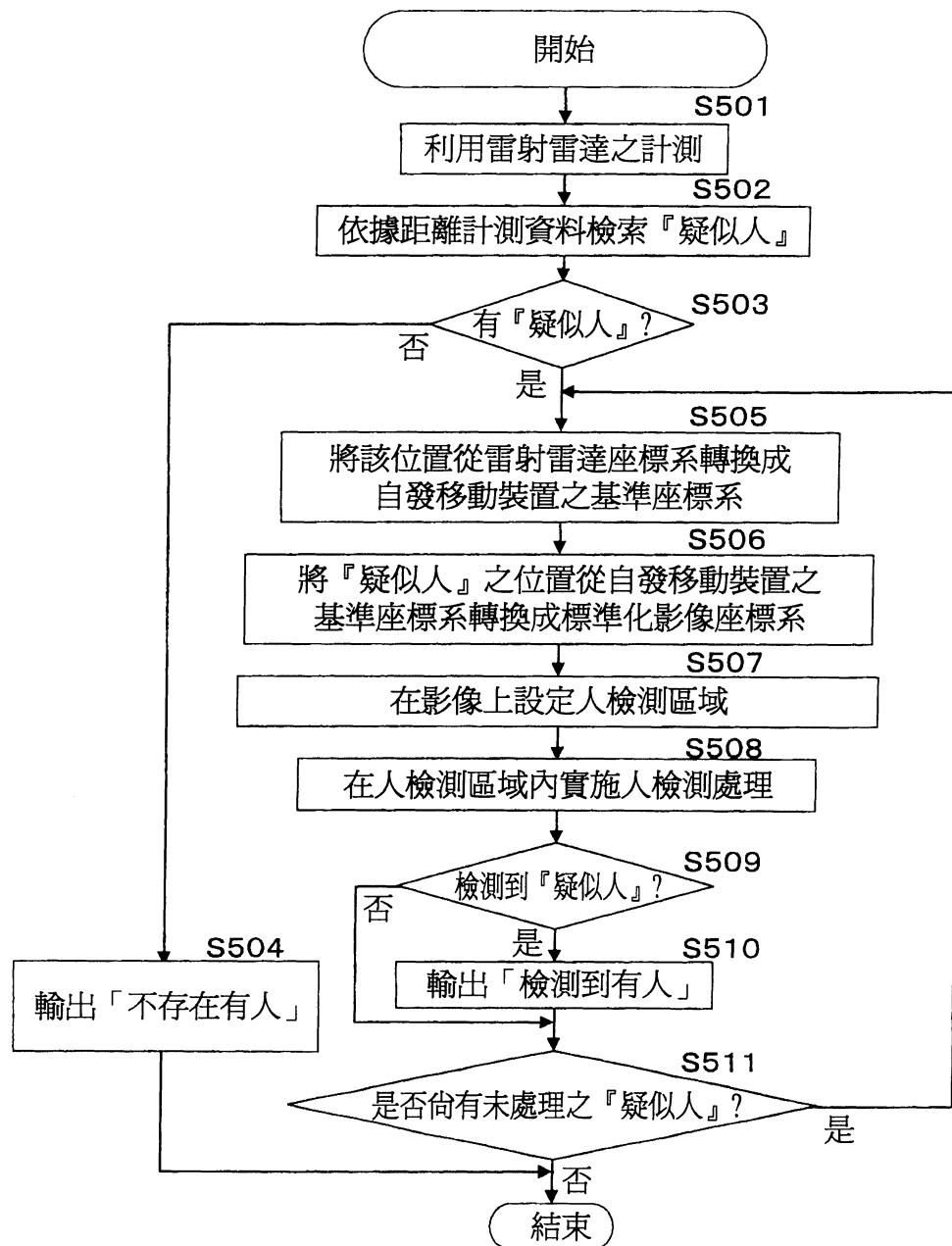


圖 24

圖式

圖 25A

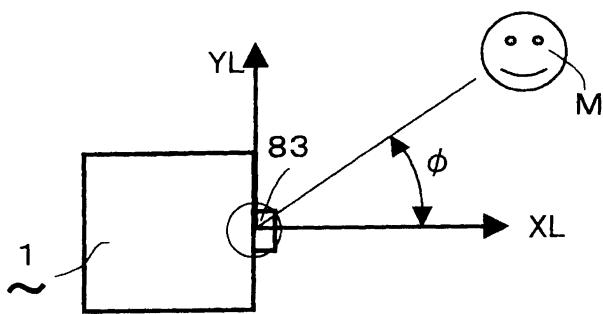


圖 25B

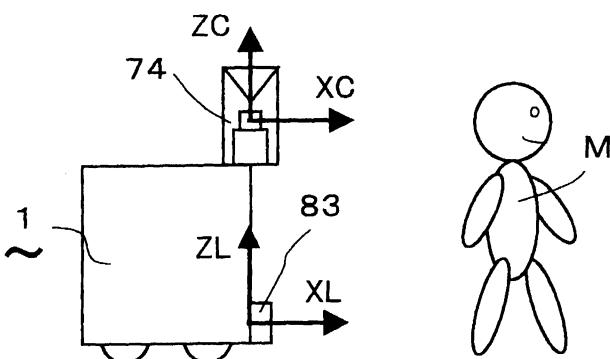


圖 25C

