

明 細 書

発明の名称：監視方法、監視装置及びコンピュータ記憶媒体

技術分野

[0001] 本開示は、監視方法、監視装置及びコンピュータ記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、床部に取り外し可能な床面が配置されたクリーンルームの内部を監視するためのクリーンルームの監視装置が開示されている。この監視装置は、作業員が通行可能な通路の上記床面を撮像する監視カメラを備える。さらに、監視装置は、監視カメラで得られた画像信号から上記床面が取り外された開口部の有無を検出し、開口部が有る場合は当該開口部に接近する作業員の有無を監視カメラの画像信号から検出し、作業員が検出された際に警報信号を出力する監視部と、監視部から警報信号を受け、警報を発する警報発生手段と、を具備する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6018821号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示にかかる技術は、クリーンルーム内のフロアタイルが外されて開口した際にカメラを用いずに作業員の安全性を向上させる。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、床部に取り外し可能なフロアタイルが配置されたクリーンルーム内を監視するための監視方法であって、電磁波を用いた測距結果から生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記フロアタイルが取り外された開口を検知する工程を含み、前記検知する工程は、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて予め決定された基準高さと、監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データ

で示される前記クリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、前記開口の有無を判定する工程を含む。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、クリーンルーム内のフロアタイルが外されて開口した際にカメラを用いずに作業員の安全性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1実施形態にかかる監視装置を有する監視システムの概略構成を示すブロック図である。

[図2]LiDARユニットを説明するための図である。

[図3]LiDARユニットを説明するための図である。

[図4]クリーンルーム内の三次元データに基づく監視に関する監視装置の制御部の機能ブロック図である。

[図5]表示制御部により表示部に表示される画像の一例を示す図である。

[図6]視覚化処理部により処理されたデータから得られる画像の一部分を示す図である。

[図7]監視装置による基準高さの決定フローの一例を説明するためのフローチャートである。

[図8]監視装置による監視フローの一例を説明するためのフローチャートである。

[図9]監視装置による監視フローの一例を説明するためのフローチャートである。

[図10]第2実施形態にかかる監視装置の制御部の機能ブロック図である。

[図11]第2実施形態にかかる監視フローにおける警報発生フローの一例を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0008] 従来から、例えば半導体装置を製造するための半導体製造ラインでは、基板処理装置等の多数の半導体製造装置が、清浄雰囲気とされたクリーンルーム内に配設されている。このようなクリーンルームでは、多数の格子状の通

気部を有するフロアタイル（グレーチングと呼ばれることもある）が床部分に配設されている。また、フロアタイルの下部空間には配管や各種電気機器、ポンプ類、薬液タンク等が収容されている。例えばこれら配管や各種電気機器、ポンプ類等の設置や保守、故障時には、作業員がフロアタイルの下部空間に降りて作業をする必要があるため、フロアタイルは取り外し自在となっている。

[0009] このようにクリーンルームにおいてはフロアタイルを取り外した状態で、フロアタイルの下部空間に作業員が降りて作業を行えるようになっている。しかしながらフロアタイルを取り外した場合、多数のフロアタイルによって形成されているクリーンルームの床面に開口部が存在することになるため、作業員がこの開口部から下部空間へと落下する危険性がある。とりわけフロアタイル上で他の作業を行なっている作業員にとっては、開口部が形成されていることを知らずに作業をしていることがあり、従来から作業員に注意を促すことが行われている。

[0010] 特許文献 1 に記載の技術は、フロアタイル面を撮像する監視カメラと、当該監視カメラで得られた画像信号に基づいて、フロアタイルが取り外された開口部の有無を検出し、作業員がいる場合には、警報信号を出力して警報発生手段から警報を発するようにしている。

[0011] かかる技術によって、作業員の安全性は向上したが、秘密漏洩やプライバシーの観点等から、監視カメラの使用が認められない場所もある。

[0012] そこで、フロアタイルが取り外された開口部の有無をカメラを用いずに検出できる技術を本開示は提供する。

[0013] 以下、本実施形態にかかる監視方法及び監視装置を、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0014] （第 1 実施形態）

<監視システム>

図 1 は、第 1 実施形態にかかる監視装置を有する監視システムの概略構成

を示すブロック図である。図2及び図3は、後述のLiDAR (Light Detection and Ranging) ユニットを説明するための図である。

[0015] 図1の監視システム1は、クリーンルーム内を監視するための監視装置10と、LiDARユニット20とを、有する。

[0016] 監視装置10は、本体部11、表示部12、警報部13及び入力部14を有する。

[0017] 本体部11は、例えばCPU等のプロセッサやメモリ等を備えたコンピュータであり、記憶部11aと、制御部11bとを有する。

記憶部11aは、各種情報を記憶するものであり、RAM等のメモリやHDD等のストレージデバイスを有する。記憶部11aには、後述の監視フローを実行するための指令を含むプログラム及び後述の基準高さの決定フローを実行するための指令を含むプログラム等が記憶されている。上記プログラムは、コンピュータに読み取り可能な記憶媒体Hに記録されていたものであって、当該記憶媒体Hから本体部11にインストールされたものであってもよい。また、上記記憶媒体Hは、一時的に記憶するものであっても非一時的に記憶するものであってもよい。

[0018] 表示部12は、各種画像を表示するものであって、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ等から構成されている。

[0019] 警報部13は、光または音の少なくともいずれか一方により警報を発する。音による警報は、警報音を発する形態であっても、音声によって警告メッセージを読み上げる形態であってもよい。

警報部13は例えば監視対象のクリーンルーム内の半導体製造装置としての基板処理装置PA（図2参照）に設けられる。

[0020] 入力部14は、作業員が指示を入力するためのものであり、例えば、タッチパネルやキーボードを含む。

[0021] LiDARユニット20は、三次元データ生成部の一例である。

[0022] LiDARユニット20で例示される三次元データ生成部は、電磁波を用いた測距結果からクリーンルーム内の三次元データを生成する。具体的には

、三次元データ生成部は、出力部と、検出部すなわちセンサと、演算部と、を含む。三次元データ生成部において、出力部は電磁波を出力し、検出部は出力部から出力された電磁波の反射波を検出する。また、三次元データ生成部の演算部は、検出部での検出結果に基づいてクリーンルーム内の各測定点までの距離を算出すると共に算出結果に基づいて各測定点の座標値（ x 、 y 、 z 座標値）を算出し、これにより、クリーンルーム内の三次元データとして、クリーンルーム内の形状を示す点群データを生成する。三次元データ生成部の演算部は例えばマイクロコントローラにより構成される。

[0023] LiDARユニット20は、上記電磁波として、レーザ光を用い、具体的には、近赤外光のレーザ光を用いる。三次元データ生成部の出力部としてのLiDARユニット20の出力部は、レーザを発生させるレーザ発振器と、レーザ発振器を駆動させるドライバと、を含む。また、三次元データ生成部の検出部としてのLiDARユニット20の検出部は、レーザ光を受光するフォトダイオードを含む。

[0024] LiDARユニット20は、図2に示すように、電磁波（具体的にはレーザ光）を照射可能な領域（すなわち三次元データとしての点群データを生成可能な領域）AR1内に、フロアタイルFTが着脱自在に取り付けられるクリーンルームの床部Yが位置するように、配設されている。具体的には、LiDARユニット20は、少なくとも、電磁波を照射可能な領域（以下、電磁波照射領域という。）AR1内に、クリーンルームの床部Yにおける半導体製造装置としての基板処理装置PAが載置されない領域すなわち作業員が通行する領域が位置するように、固定されている。

[0025] LiDARユニット20は、当該LiDARユニットの軸Pの方向から見て、環状の電磁波照射領域AR1と、同方向から見て、電磁波照射領域AR1に囲われる、電磁波を照射しない非照射領域AR2と、を有する場合がある。この場合、LiDARユニット20は、軸Pが基板処理装置PAに向くように配設されてもよい。具体的には、軸Pが基板処理装置PAに向き、且つ、クリーンルームの床部Yが電磁波照射領域AR1内に位置し非照射領域

AR 2内に位置しないように、LiDARユニット20が固定されてもよい。例えばLiDARユニット20が基板処理装置PAの上部に取り付けられる場合、非照射領域AR 2内に基板処理装置PAが入るよう、LiDARユニット20が斜め下方に向くように取り付けられてもよい。

[0026] また、LiDARユニット20は、基板処理装置PAの全周の点群データを生成できるよう、すなわち、図2に示すように基板処理装置PAの全周が電磁波照射領域AR 1で囲われるよう、複数（図の例では2つ）配置される。なお、以下の説明では、2つのLiDARユニット20のうち、一方を第1LiDARユニット20₁、他方を第2LiDARユニット20₂ということがある。

[0027] 例えば、LiDARユニット20は、クリーンルームの天井に取り付けられる。また、LiDARユニット20は、基板処理装置PAに取り付けられてもよい。この場合、例えば、LiDARユニット20は、図3に示すように、取付部材30を介して、基板処理装置PAから若干離間した位置に取り付けられる。また、LiDARユニット20は、クリーンルームの床部に載置された支持部材としての架台（図示せず）に支持されてもよい。

[0028] このLiDARユニット20が生成すなわち取得したクリーンルーム内の三次元データ（具体的にはクリーンルーム内の形状を示す点群データ）は、監視装置10に出力され記憶部11aに記憶される。

[0029] 監視装置10は、LiDARユニット20毎に生成されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、クリーンルームの監視を行う。監視装置10による監視中、各LiDARユニット20は上記三次元データを順次生成する。また、各LiDARユニット20は、後述の基準高さを決定するために、監視装置10による監視前に、少なくとも1回、上記三次元データデータを生成する。

[0030] <監視装置10の制御部11b>

図4は、クリーンルーム内の三次元データに基づく監視に関する監視装置10の制御部11bの機能ブロック図である。図5は、後述の表示制御部1

50により表示部12に表示される画像の一例を示す図である。図6は、後述の視覚化処理部160により処理されたデータから得られる画像の一部分を示す図である。

[0031] 制御部11bは、図4に示すように、CPU等のプロセッサが記憶部11aに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより実現される、取得部100と、検知部110と、基準高さ決定部120と、警報制御部130と、開口位置特定部140と、表示制御部150と、視覚化処理部160と、を有する。

[0032] 取得部100は、記憶部11aに記憶された、LiDARユニット20が順次生成したクリーンルーム内の三次元データの中から、監視中に検知部110が検知に用いるデータ等を取得する。取得部100は、監視中に検知部110が検知に用いるデータとして、例えば、少なくとも、最も新しい上記三次元データを取得し、具体的には、LiDARユニット20毎に、少なくとも、最も新しい上記三次元データを取得する。

[0033] 検知部110は、クリーンルーム内の三次元データに基づいて、フロアタイルFTが取り外された開口を検知する。具体的には、検知部110は、取得部100に取得されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、上記開口を検知する。検知部110は、判定部111を有する。

[0034] 判定部111は、基準高さTsを用いる。基準高さTsは、検知部110による検知前に予め生成されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、上記検知前に予め決定されるものである。判定部111は、この基準高さTsと、監視中に生成されたクリーンルーム内の三次元データで示されるクリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、開口の有無を判定する。具体的には、判定部111は、基準高さTsと、取得部100に取得されたクリーンルーム内の三次元データで示されるクリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、開口の有無を判定する。

[0035] 判定部111は、例えば、クリーンルーム内に、その高さが基準高さTs

より閾値 T_{h1} 以上低い部分がある場合に、開口があると判定し、すなわち、開口が検知されたと判定する。上記閾値 T_{h1} は例えばフロアタイル F_T の厚みよりも大きい値が設定される。具体的には、上記閾値 T_{h1} は例えば 10 cm である。

判定部 111 は、クリーンルーム内にその高さが基準高さ T_s より閾値 T_{h1} 以上低い部分があり、且つ、上記低い部分の塊の平面視における面積が閾値 T_{h2} より大きい場合に、開口があると判定してもよい。上記面積は、例えば、点群データにおいて基準高さ T_s より閾値 T_{h1} 以上低い z 座標値を有する点の XY 座標の集まりから決定される。上記閾値 T_{h2} は例えばフロアタイル F_T の面積に基づいて設定される。具体的には、上記閾値 T_{h2} は、例えば、フロアタイル F_T の面積の 25% 以上である。

このように面積を利用することにより、フロアタイル F_T 間のギャップを開口として検知する等の開口の誤検知を低減することができる。

[0036] 基準高さ決定部 120 は、検知部 110 による検知の前に、すなわち、監視装置 10 による監視を開始する前に、予め生成されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、基準高さ T_s を予め決定する。具体的には、基準高さ決定部 120 は、判定部 111 による判定を開始する前に生成されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、上記判定前に基準高さ T_s を決定する。

例えば、基準高さ決定部 120 は、上記クリーンルーム内の三次元データ中の高さのうち出現頻度が最も多い高さ（具体的には点群データ中の z 座標値）を、基準高さに自動的に決定する。このように決定するのは、フロアタイル F_T の上面すなわち床面の高さが、クリーンルーム内で最も頻出する高さであるため、である。

[0037] 警報制御部 130 は、検知部 110 により開口が検知された場合に、警報部 13 から警報を発させる。具体的には、警報制御部 130 は、検知部 110 の判定部 111 が開口があると判定した場合に、警報部 13 を制御し、警報を発させる。

また、警報制御部 130 は、警報部 13 から警報を発させた後、検知部 110 により開口が検知されなくなった場合に、警報部 13 からの警報を停止させる。

[0038] 開口位置特定部 140 は、検知部 110 により開口が検知された場合に、監視中に生成されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、開口の位置を特定する。具体的には、開口位置特定部 140 は、検知部 110 により開口が検知された場合に、取得部 100 に取得されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、開口の位置を特定する。例えば、開口位置特定部 140 は、その高さが基準高さ T_s より閾値 T_{h1} 以上低い部分の塊の重心位置（具体的には水平方向にかかる重心位置すなわち重心の x 座標値及び y 座標値）を算出し、当該重心位置を開口の位置として特定する。

[0039] 表示制御部 150 は、開口位置特定部 140 で特定された開口の位置を示す画像を表示部 12 に表示させる。上記画像は、例えば、図 5 に示すように、床部を上面視したものを模式的に示す上面視画像 $Im1$ であり、開口に対応する領域 $R1$ を強調して示している。上面視画像 $Im1$ は、例えば、複数の領域に分割されており、開口の位置に対応する位置の領域 $R1$ を強調して示している。開口の位置と上面視画像 $Im1$ 内の上記領域の位置とを対応付ける情報は記憶部 11a に記憶され、上面視画像 $Im1$ の生成時に表示制御部 150 によって参照される。

なお、上面視画像 $Im1$ は、基板処理装置 PA を模した画像 $Im11$ も含む。これにより、開口と基板処理装置 PA の相対的な位置関係を作業者が容易に把握することができる。

また、上面視画像 $Im1$ は、開口が形成されていることを示す警告文 $Im12$ を含んでもよい。

[0040] 視覚化処理部 160 は、クリーンルーム内の三次元データを視覚化可能に処理する。具体的には、視覚化処理部 160 は、 $L i D A R$ ユニット 20 により生成されたクリーンルーム内の三次元データを、図 6 に一部を示すクリーンルーム内の疑似点描画像 $Im2$ を示すデータに変換する。疑似点描画像

Im2は、LiDARユニット20の位置から見えるクリーンルーム内の様子を点描したような画像であり、画像中の各点は三次元データとしての点群データの各点に対応する。

視覚化処理部160は省略してもよい。

[0041] <基準高さの決定フロー>

次に、監視装置10による監視フローの一例を説明する前に、監視装置10による基準高さの決定フローの一例を、図7を用いて説明する。図7は、監視装置10による基準高さの決定フローの一例を説明するためのフローチャートである。上記決定フローは、上記監視フローに先立って、実行される。

[0042] (ステップS1: 第1LiDARユニット20₁の点群データ取得)

まず、取得部100が、記憶部11aに記憶された点群データであって、監視装置10による監視の開始前に第1LiDARユニット20₁が生成したデータを、基準高さ決定用の第1LiDARユニット20₁の点群データとして取得する。

[0043] (ステップS2: 第1LiDARユニット20₁の基準高さ決定)

次に、基準高さ決定部120が、取得部100が取得した、基準高さ決定用の第1LiDARユニット20₁の点群データに基づいて、第1LiDARユニット20₁の基準高さTsを決定する。

[0044] 例えば、基準高さ決定部120は、基準高さ決定用の第1LiDARユニット20₁の点群データ中のz座標値のうち出現頻度が最も多いz座標値を、第1LiDARユニット20₁の基準高さTsに自動的に決定する。

[0045] 基準高さ決定部120による第1LiDARユニット20₁の基準高さTsの決定は以下のように行われてもよい。

すなわち、まず、基準高さ決定部120が、基準高さ決定用の第1LiDARユニット20₁の点群データ中のz座標値のうち出現頻度が最も多いz座標値を、第1LiDARユニット20₁の基準高さTsの候補に決定する。それと共に、視覚化処理部160が、基準高さ決定用の第1LiDARユニッ

ト20₁の点群データを視覚化可能に処理し、前述のクリーンルーム内の疑似点描画像1m2を示すデータを生成する。これら基準高さ決定部120による決定結果と視覚化処理部160による処理結果とに基づいて、表示制御部150が、クリーンルーム内の疑似点描画像1m2であって、第1LiDARユニット20₁の基準高さTsの候補と高さが一致する部分を強調して示す画像を、表示部12に表示させる。そして、この表示中に、作業員から入力部14に入力された結果に基づいて、基準高さ決定部120が、第1LiDARユニット20₁の基準高さTsの候補を、第1LiDARユニット20₁の基準高さTsに決定してもよい。これにより、基準高さTsと、フロアタイルFTの上面すなわち床面の高さとを、より確実に合わせることができる。

[0046] (ステップS3: 第2LiDARユニット20₂の点群データ取得)

また、取得部100が、記憶部11aに記憶された点群データであって、監視装置10による監視の開始前に第2LiDARユニット20₂が生成したデータを、基準高さ決定用の第2LiDARユニット20₂の点群データとして取得する。

[0047] (ステップS4: 第2LiDARユニット20₂の基準高さ決定)

次に、基準高さ決定部120が、取得部100が取得した、基準高さ決定用の第2LiDARユニット20₂の点群データに基づいて、第2LiDARユニット20₂の基準高さTsを決定する。

第2LiDARユニット20₂の基準高さTsのより具体的な決定方法は、第1LiDARユニット20₁の基準高さTsと同様である。

[0048] このように、基準高さTsはLiDARユニット20毎に決定される。

[0049] <監視フロー>

続いて、監視装置10による監視フローの一例を、図8及び図9を用いて説明する。図8及び図9は、監視装置10による監視フローの一例を説明するためのフローチャートである。

[0050] (ステップS11: 第1LiDARユニット20₁の点群データ取得)

まず、取得部100が、記憶部11aに記憶された、第1LiDARユニット20₁が生成した点群データのうち、例えば、最も新しいものを、監視用の第1LiDARユニット20₁の点群データとして取得する。

[0051] (ステップS12: 第1LiDARユニット20₁を用いた監視範囲における開口の有無の判定)

次に、判定部111が、取得部100が取得した、監視用の第1LiDARユニット20₁の点群データで示されるクリーンルーム内の各点の高さと、第1LiDARユニット20₁の基準高さ T_s と、を比較し、比較結果に基づいて、第1LiDARユニット20₁を用いた監視範囲における開口の有無を判定する。

[0052] 例えば、判定部111は、以下の条件(A)及び(B)を満たす、互いに隣接する点の集合すなわち点の塊を、監視用の第1LiDARユニット20₁の点群データが含む場合に、第1LiDARユニット20₁を用いた監視範囲内に開口があると判定する。

(A) 各点の高さが第1LiDARユニット20₁の基準高さ T_s より閾値 T_{h1} 以上低い。

(B) 点の集合の $x-y$ 平面への投影面積が閾値 T_{h2} より大きい。

[0053] (ステップS13: 第2LiDARユニット20₂の点群データ取得)

また、取得部100が、記憶部11aに記憶された、第2LiDARユニット20₂が生成した点群データのうち、例えば、最も新しいものを、監視用の第2LiDARユニット20₂の点群データとして取得する。

[0054] (ステップS14: 第2LiDARユニット20₂を用いた監視範囲における開口の有無の判定)

次に、判定部111が、取得部100が取得した、監視用の第2LiDARユニット20₂の点群データで示されるクリーンルーム内の各点の高さと、第2LiDARユニット20₂の基準高さ T_s と、を比較し、比較結果に基づいて、第2LiDARユニット20₂を用いた監視範囲における開口の有無を判定する。

[0055] 例えば、判定部111は、以下の条件(C)及び前述の条件(B)を満たす、互いに隣接する点の集合すなわち点の塊を、監視用の第2LiDARユニット20₂の点群データが含む場合に、第2LiDARユニット20₂を用いた監視範囲内に開口があると判定する。

(C) 各点の高さが第2LiDARユニット20₂の基準高さT_sより閾値T_{h1}以上低い。

[0056] そして、第1LiDARユニット20₁を用いた監視範囲及び第2LiDARユニット20₂を用いた監視範囲のうちのいずれにも開口が存在しない場合(ステップS15、NOの場合)、すなわち、ステップS12及びステップS14のいずれでも開口があると判定されない場合、監視フローはステップS11に戻される。

一方、第1LiDARユニット20₁を用いた監視範囲及び第2LiDARユニット20₂を用いた監視範囲のうちの少なくともいずれか一方に開口が存在する場合(ステップS15、YESの場合)、すなわち、ステップS12及びステップS14の少なくともいずれか一方で開口があると判定された場合、監視フローはステップS16以降のステップに進められる。

[0057] (ステップS16：警報)

ステップS16では、警報制御部130が、警報部13から警報を発生させる。

[0058] (ステップS17：開口位置特定)

また、開口位置特定部140が、開口の位置を特定する。

例えば、開口位置特定部140は、監視用の第1LiDARユニット20₁の点群データに含まれる前述の点の集合、及び、監視用の第2LiDARユニット20₂の点群データに含まれる前述の点の集合のうち、存在するものについて、当該集合の重心位置(より具体的には重心のx座標値及びY座標値)を算出する。開口位置特定部140は、算出した重心位置を、開口の位置として特定する。

[0059] (ステップS18：上面視画像表示)

次いで、表示制御部 150 が、開口位置特定部 140 に特定された開口の位置に基づいて、開口の位置を示す前述の上面視画像 1 m 1 を表示部 12 に表示させる。

ステップ S 17 及びステップ S 18 は、ステップ S 16 の前に行われてもよいし、ステップ S 16 と平行して行われてもよい。

[0060] ステップ S 16 ～ S 18 の後、前述のステップ S 11 ～ S 14 と同様のステップ S 19 ～ ステップ S 22 が行われる。

[0061] 第 1 L i D A R ユニット 20₁ を用いた監視範囲及び第 2 L i D A R ユニット 20₂ を用いた監視範囲のうちの少なくともいずれか一方に依然として開口が存在する場合（ステップ S 23、Y E S の場合）、すなわち、ステップ S 20 及びステップ S 22 の少なくともいずれか一方で開口があると判定された場合、監視フローはステップ S 16 ～ ステップ S 18 に戻される。

一方、第 1 L i D A R ユニット 20₁ を用いた監視範囲及び第 2 L i D A R ユニット 20₂ を用いた監視範囲のうちのいずれにも開口が存在しなくなった場合（ステップ S 23、N O の場合）、すなわち、ステップ S 20 及びステップ S 22 のいずれでも開口があると判定されない場合、監視フローはステップ S 24 以降のステップに進められる。

[0062] （ステップ S 24：警報停止）

ステップ S 24 では、警報制御部 130 が、警報部 13 を制御し、警報を停止させる。

[0063] （ステップ S 25：上面視画像表示停止）

また、表示制御部 150 が、表示部 12 を制御し、開口の位置を示す前述の上面視画像 1 m 1 の表示を停止させる。

ステップ S 25 は、ステップ S 24 の前に行われてもよいし、ステップ S 24 と平行して行われてもよい。

[0064] ステップ S 24、S 25 の後、監視フローはステップ S 1 に戻される。

[0065] <第 1 実施形態の主な効果>

上述のように、本実施形態にかかる、床部にフロアタイル F T が配置され

たクリーンルーム内を監視するための監視方法は、クリーンルーム内の三次元データに基づいて、フロアタイルF Tが取り外された開口を検知する工程を含む。そして、検知する工程は、予め生成されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて予め決定された基準高さT sと、監視中に生成されたクリーンルーム内の三次元データで示されるクリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、開口の有無を判定する工程を含む。

したがって、開口が存在する場合、警報を発すること等により、作業員が、開口が生じていることを認識することができ、作業員の安全性を向上させることができる。また、本実施形態では、開口の検知に用いられるクリーンルーム内の三次元データは、電磁波を用いた測距結果から生成されたものである。すなわち、本実施形態では、開口の検知に、カメラは不要である。したがって、秘密漏洩やプライバシーの観点でカメラの使用が認められない場合でも、作業性の安全性を向上させることができる。

[0066] (第2実施形態)

図10は、第2実施形態にかかる監視装置の制御部の機能ブロック図である。

本実施形態において、制御部11A bは、図10に示すように、取得部100、検知部110、基準高さ決定部120、警報制御部130、開口位置特定部140、表示制御部150及び視覚化処理部160に加えて、物体位置特定部170を有する。視覚化処理部160は省略されてもよい。物体位置特定部170は、取得部100等と同様、CPU等のプロセッサが記憶部11aに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより実現される

[0067] 物体位置特定部170は、監視中に生成されたクリーンルーム内の三次元データに基づいて、クリーンルーム内における基準高さT sより高い部分の位置を特定する。物体位置特定部170は、その高さが基準高さT sより閾値T h 3以上高い部分の塊の重心位置（具体的には水平方向にかかる重心位置すなわち重心のx座標値及びy座標値）を算出し、当該重心位置を、基準高さT sより高い部分（以下、物体）の位置として特定する。閾値T h 3は

、例えば60cmである。

[0068] 本実施形態では、警報制御部130は、物体の位置と開口の位置との距離に応じた警報を、警報部13から発させる。

例えば、警報制御部130は、開口から所定の範囲内に物体が位置する場合、通常時（すなわち開口から所定の範囲内に物体が存在しない時）より大音量の警報、または、通常時と異なる音の警報を、警報部13から発させる。

これにより、作業者の安全性をより向上させることができる。

[0069] <警報発生フロー>

次に、本実施形態にかかる監視フローにおける警報発生フローの一例を、図11を用いて説明する。図11は、本実施形態にかかる警報発生フローの一例を説明するためのフローチャートである。

[0070] 本実施形態では、開口が存在する場合、前述のステップS17が行われる。すなわち、ステップS12及びステップS14の少なくともいずれか一方で開口があると判定された場合、開口位置特定部140が開口の位置を特定する。

[0071] (ステップS31：物体位置特定)

また、物体位置特定部170が、物体の位置を特定する。

例えば、物体位置特定部170は、監視用の第1LiDARユニット20₁の点群データに含まれる以下の条件(D)を満たす点の集合、及び、監視用の第2LiDARユニット20₂の点群データに含まれる以下の条件(E)を満たす点の集合のうち、存在するものについて、当該集合の重心位置（より具体的には重心のx座標値及びY座標値）を算出する。物体位置特定部170は、算出した重心位置を、物体の位置として特定する。

(D) 各点の高さが第1LiDARユニット20₁の基準高さTsより閾値Th3以上高い。

(E) 各点の高さが第2LiDARユニット20₂の基準高さTsより閾値Th3以上高い。

[0072] ステップS 3 1 は、ステップS 1 7 の前の行われてもよいし、ステップS 1 7 と平行に行われてもよい。

[0073] <ステップS 3 2 : 位置判定>

その後、警報制御部 1 3 0 が、開口から所定の範囲内に物体が位置するかどうか判定する。

例えば、警報制御部 1 3 0 は、まず、ステップS 1 7 で特定された開口の位置と、ステップS 3 1 で特定された物体の位置とから、開口から物体までの距離を算出する。次いで、算出した距離が所定の閾値 T h 4 以下かどうか判定する。警報制御部 1 3 0 は、算出した距離が所定の閾値 T h 4 を超える場合、開口から所定の範囲内に物体が位置しないと判定し、所定の閾値 T h 4 以下の場合、開口から所定の範囲内に物体が位置すると判定する。

[0074] <ステップS 3 3 : 通常時の警報>

開口から所定の範囲内に物体が位置しない場合（ステップS 3、N O の場合）、警報制御部 1 3 0 が警報部 1 3 から通常時の警報を発生させる。

[0075] <ステップS 3 4 : 通常時の警報>

開口から所定の範囲内に物体が位置する場合（ステップS 3 2、Y E S の場合）、警報制御部 1 3 0 が警報部 1 3 から非常用の警報を発生させる。

非常用の警報は、通常時の警報より大音量の警報であってもよいし、通常時の警報と異なる音の警報であってもよい。また、非常用の警報は、通常時の警報より大音量且つ通常時の警報と音が異なる警報であってもよい。

[0076] <第 2 実施形態の変形例>

警報制御部 1 3 0 は、開口から所定の範囲内に物体が位置する場合において、物体が開口に近いほど、大きい音量で警報部 1 3 から警報を発させてもよい。これによれば、物体位置特定部 1 7 0 が物体の位置を繰り返し特定した際に開口から所定の範囲内に物体が位置し続ける場合において、物体が開口に近づくにつれて、警報部 1 3 からの警報の音量が大きくなり、物体が開口から遠ざかるにつれて、警報部 1 3 からの警報の音量が小さくなる。

[0077] 開口から所定の範囲内に物体が位置する場合において、上記物体の位置が

一定時間変化しないときは、警報制御部 130 は、警報部 13 からの警報を通常時のものに戻させてもよい。

[0078] また、物体位置特定部 170 は、開口から所定の範囲内に位置する物体について、当該物体が、開口周りに設置が推奨されるコーンまたはバーであるか否かを判定してもよい。この判定は、例えば、予め取得されたコーンまたはバーの形状の情報に基づいて、パターンマッチングにより行われる。さらに、この判定は、L i D A R ユニット 20 が生成した点群データを用いた機械学習により予め作成されたモデルに基づいて行われてもよい。これにより判定精度を向上させることができる。

[0079] 警報制御部 130 は、開口から所定の範囲内に位置する物体がコーンまたはバーであると判定された場合、通常時の警報を警報部 13 から発させ、コーンまたはバーであると判定されなかった場合、通常時より大音量の警報または通常時とは異なる音の警報を、警報部 13 から発させてもよい。

[0080] さらに、開口から所定の範囲内に物体が位置する場合、上記物体の位置が一定時間変化せず、且つ、上記物体がコーンまたはバーであると判定されたときのみ、警報制御部 130 は、警報部 13 からの警報を通常時のものに戻させてもよい。

[0081] <その他の変形例>

開口の有無の判定及び基準高さ T_s の決定に際し、これらのうちの少なくともいずれか一方にクリーンルーム内の所定の部分のみの三次元データが利用されるよう、三次元データがマスキング処理されてもよい。このマスキング処理はマスキング部によって行われる。マスキング部は、C P U 等のプロセッサが記憶部 11 a に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより実現される。マスキング部は、基準高さ決定部 120 及び開口位置特定部 140 のうちの少なくともいずれか一方が兼ねてもよい。また、クリーンルーム内の所定の部分のみの三次元データとは、具体的には、例えば、クリーンルーム内における L i D A R ユニット 20 から所定の距離内に位置する

部分のみの三次元データである。L i D A Rユニット20が生成する三次元データは、L i D A Rユニット20から近い部分の方が正確であるため、上述のようにすることで、開口の有無の判定をより正確にすることができ、また、より正確な基準高さT sを得ることができる。

その他の用途で用いる三次元データについても、同様に、マスキング部によりマスキング処理されてもよい。

[0082] なお、クリーンルームの床部に取り付けられるフロアタイルF Tが透明な場合がある。透明なフロアタイルF Tが取り付けられた状態と取り外され開口が形成された状態とで、L i D A Rユニット20が生成する三次元データにおける変化が小さいときがある。具体的には、L i D A Rユニット20が照射した電磁波を、透明なフロアタイルF Tが透過してしまうときは、上記変化が小さい。したがって、透明なフロアタイルF Tには以下の偏光フィルムを張り付けてもよい。すなわち、L i D A Rユニット20が照射した電磁波をL i D A Rユニット20に向けて反射するが、透明グレーチングに正対する作業員の位置からの可視光は透過させる、偏光フィルムを、透明なフロアタイルF Tに貼り付けてもよい。これにより、L i D A Rユニット20が生成した三次元データに基づいて監視を行ったときに、透明なフロアタイルF Tによる開口を、より確実に検知することができる。

[0083] 以上では、電磁波として光（具体的には近赤外光）を用いるL i D A Rユニット20を、三次元データ生成部の一例に挙げていたが、これに限られない。例えば、三次元データ生成部は、電磁波としてミリ波を用いるものであってもよい。

[0084] また、以上では、設置されるL i D A Rユニット20の台数が2台であったが、3台以上（例えば4台）であってもよい。台数を増やすことにより、開口の検出精度を向上させることができる。

[0085] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。例

えば、上記実施形態の構成要件は任意に組み合わせることができる。当該任意の組み合わせからは、組み合わせにかかるそれぞれの構成要件についての作用及び効果が当然に得られるとともに、本明細書の記載から当業者には明らかな他の作用及び他の効果が得られる。

[0086] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0087] なお、以下のような構成例も本開示の技術的範囲に属する。

(1) 床部に取り外し可能なフロアタイルが配置されたクリーンルーム内を監視するための監視方法であって、電磁波を用いた測距結果から生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記フロアタイルが取り外された開口を検知する工程を含み、

前記検知する工程は、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて予め決定された基準高さと、監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データで示される前記クリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、前記開口の有無を判定する工程を含む、監視方法。

(2) 前記検知する工程の前に、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記基準高さを決定する工程をさらに含む、前記(1)に記載の監視方法。

(3) 前記判定する工程は、前記クリーンルーム内に、その高さが前記基準高さより閾値以上低い部分がある場合に、前記開口が有ると判定する、前記(1)または(2)に記載の監視方法。

(4) 前記検知する工程で前記開口が検知された場合に、警報を発する工程をさらに含む、前記(1)～(3)のいずれか1に記載の監視方法。

(5) 前記警報を発した後、前記開口が検知されなくなった場合に、前記警

報を停止する工程をさらに含む、前記（４）に記載の監視方法。

（６）前記検知する工程で前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を特定する工程をさらに含む、前記（１）～（５）のいずれか１に記載の監視方法。

（７）前記特定する工程で特定された前記開口の位置を示す画像を表示する工程をさらに含む、前記（６）に記載の監視方法。

（８）前記画像を表示した後、前記開口が検知されなくなった場合に、前記画像の表示を停止する工程をさらに含む、前記（７）に記載の監視方法。

（９）前記基準高さの決定及び前記開口の有無の判定のうちの少なくともいずれか一方に前記クリーンルーム内の所定の部分のみの三次元データが用いられるよう、前記三次元データをマスキング処理する工程をさらに含む、前記（１）～（８）のいずれか１に記載の監視方法。

（１０）前記検知する工程で前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を特定する工程と、

前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記クリーンルーム内における前記基準高さより高い部分の位置を特定する工程をさらに含む、

前記警報を発する工程は、前記基準高さより高い部分から前記開口までの距離に応じた内容の前記警報を発する、前記（４）または（５）に記載の監視方法。

（１１）前記三次元データを視覚化可能に処理する工程を含む、前記（１）～（１０）のいずれか１に記載の監視方法。

（１２）床部に取り外し可能なフロアタイルが配置されたクリーンルーム内を監視するための監視装置であって、

電磁波を用いた測距結果から生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記フロアタイルが取り外された開口を検知する検知部を備

え、

前記検知部は、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて予め決定された基準高さと、監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データで示される前記クリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、前記開口の有無を判定する判定部を有する、監視装置。

(13) 前記検知部による検知の前に、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記基準高さを決定する基準高さ決定部をさらに備える、前記(12)に記載の監視装置。

(14) 前記判定部は、前記クリーンルーム内に、その高さが前記基準高さより閾値以上低い部分がある場合に、前記開口が有ると判定する、前記(12)または(13)に記載の監視装置。

(15) 前記検知部により前記開口が検知された場合に、警報部に警報を発させる警報制御部をさらに備える、前記(12)～(14)のいずれか1に記載の監視装置。

(16) 前記検知部により前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を特定する開口位置特定部をさらに備える、前記(12)～(15)のいずれか1に記載の監視装置。

(17) 前記開口位置特定部で特定された前記開口の位置を示す画像を表示部に表示させる表示制御部をさらに備える、前記(16)に記載の監視装置。

(18) 前記基準高さの決定及び前記開口の有無の判定のうちの少なくともいずれか一方に前記クリーンルーム内の所定の部分のみの三次元データが用いられるよう、前記三次元データをマスキング処理するマスキング部をさらに備える、前記(12)～(17)のいずれか1に記載の監視装置。

(19) 前記検知部により前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を

特定する開口位置特定部と、
前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、
前記クリーンルーム内における前記基準高さより高い部分の位置を特定する
物体位置特定部をさらに備え、
前記警報制御部は、前記基準高さより高い部分から前記開口までの距離に応
じた内容の前記警報を発させる、前記（１５）に記載の監視装置。
（２０）床部に取り外し可能なフロアタイルが配置されたクリーンルーム内
を監視するための監視方法を監視装置によって実行させるように、当該監視
装置を制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読
み取り可能なコンピュータ記憶媒体であって、
前記監視方法は、電磁波を用いた測距結果から生成された前記クリーンル
ーム内の三次元データに基づいて、前記フロアタイルが取り外された開口を検
知する工程を含み、
前記検知する工程は、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元デー
タに基づいて予め決定された基準高さと、監視中に生成された前記クリーン
ルーム内の三次元データで示される前記クリーンルーム内の各部の高さと、を
比較し、比較結果に基づいて、前記開口の有無を判定する
工程を含む、コンピュータ記憶媒体。

符号の説明

- [0088] １０ 監視装置
 １１ｂ、１１Ａｂ 制御部
 １１０ 検知部
 １１１ 判定部
 ＦＴ フロアタイル
 Ｙ 床部

請求の範囲

- [請求項1] 床部に取り外し可能なフロアタイルが配置されたクリーンルーム内を監視するための監視方法であって、
電磁波を用いた測距結果から生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記フロアタイルが取り外された開口を検知する工程を含み、
前記検知する工程は、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて予め決定された基準高さと、監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データで示される前記クリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、前記開口の有無を判定する工程を含む、監視方法。
- [請求項2] 前記検知する工程の前に、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記基準高さを決定する工程をさらに含む、請求項1に記載の監視方法。
- [請求項3] 前記判定する工程は、前記クリーンルーム内に、その高さが前記基準高さより閾値以上低い部分がある場合に、前記開口が有ると判定する、請求項1に記載の監視方法。
- [請求項4] 前記検知する工程で前記開口が検知された場合に、警報を発する工程をさらに含む、請求項1に記載の監視方法。
- [請求項5] 前記警報を発した後、前記開口が検知されなくなった場合に、前記警報を停止する工程をさらに含む、請求項4に記載の監視方法。
- [請求項6] 前記検知する工程で前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を特定する工程をさらに含む、請求項1～5のいずれか1項に記載の監視方法。
- [請求項7] 前記特定する工程で特定された前記開口の位置を示す画像を表示する工程をさらに含む、請求項6に記載の監視方法。
- [請求項8] 前記画像を表示した後、前記開口が検知されなくなった場合に、前記

画像の表示を停止する工程をさらに含む、請求項 7 に記載の監視方法。

[請求項9] 前記基準高さの決定及び前記開口の有無の判定のうちの少なくともいずれか一方に前記クリーンルーム内の所定の部分のみの三次元データが用いられるよう、前記三次元データをマスキング処理する工程をさらに含む、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の監視方法。

[請求項10] 前記検知する工程で前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を特定する工程と、
前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記クリーンルーム内における前記基準高さより高い部分の位置を特定する工程をさらに含み、
前記警報を発する工程は、前記基準高さより高い部分から前記開口までの距離に応じた内容の前記警報を発する、請求項 4 または 5 に記載の監視方法。

[請求項11] 前記三次元データを視覚化可能に処理する工程を含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の監視方法。

[請求項12] 床部に取り外し可能なフロアタイルが配置されたクリーンルーム内を監視するための監視装置であって、
電磁波を用いた測距結果から生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記フロアタイルが取り外された開口を検知する検知部を備え、
前記検知部は、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて予め決定された基準高さと、監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データで示される前記クリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、前記開口の有無を判定する判定部を有する、監視装置。

[請求項13] 前記検知部による検知の前に、予め生成された前記クリーンルーム内

の三次元データに基づいて、前記基準高さを決定する基準高さ決定部をさらに備える、請求項 1 2 に記載の監視装置。

[請求項14] 前記判定部は、前記クリーンルーム内に、その高さが前記基準高さより閾値以上低い部分がある場合に、前記開口が有ると判定する、請求項 1 2 に記載の監視装置。

[請求項15] 前記検知部により前記開口が検知された場合に、警報部に警報を発させる警報制御部をさらに備える、請求項 1 2 に記載の監視装置。

[請求項16] 前記検知部により前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を特定する開口位置特定部をさらに備える、請求項 1 2 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の監視装置。

[請求項17] 前記開口位置特定部で特定された前記開口の位置を示す画像を表示部に表示させる表示制御部をさらに備える、請求項 1 6 に記載の監視装置。

[請求項18] 前記基準高さの決定及び前記開口の有無の判定のうちの少なくともいずれか一方に前記クリーンルーム内の所定の部分のみの三次元データが用いられるよう、前記三次元データをマスキング処理するマスキング部をさらに備える、請求項 1 2 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の監視装置。

[請求項19] 前記検知部により前記開口が検知された場合に、前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記開口の位置を特定する開口位置特定部と、
前記監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記クリーンルーム内における前記基準高さより高い部分の位置を特定する物体位置特定部をさらに備え、
前記警報制御部は、前記基準高さより高い部分から前記開口までの距離に応じた内容の前記警報を発させる、請求項 1 5 に記載の監視装置。

[請求項20] 床部に取り外し可能なフロアタイルが配置されたクリーンルーム内を監視するための監視方法を監視装置によって実行させるように、当該監視装置を制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体であって、

前記監視方法は、電磁波を用いた測距結果から生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて、前記フロアタイルが取り外された開口を検知する工程を含み、

前記検知する工程は、予め生成された前記クリーンルーム内の三次元データに基づいて予め決定された基準高さと、監視中に生成された前記クリーンルーム内の三次元データで示される前記クリーンルーム内の各部の高さと、を比較し、比較結果に基づいて、前記開口の有無を判定する

工程を含む、コンピュータ記憶媒体。