

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3660190号
(P3660190)

(45) 発行日 平成17年6月15日(2005.6.15)

(24) 登録日 平成17年3月25日(2005.3.25)

(51) Int.Cl.⁷

F 1 6 P 3/12

F I

F 1 6 P 3/12

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-60217(P2000-60217)
 (22) 出願日 平成12年3月6日(2000.3.6)
 (65) 公開番号 特開2001-248789(P2001-248789A)
 (43) 公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)
 審査請求日 平成13年10月4日(2001.10.4)

特許法第30条第1項適用 平成11年9月9日～9月
 11日 社団法人日本ロボット学会開催の「第17回日
 本ロボット学会学術講演会」において文書をもって発表

(73) 特許権者 501213860
 独立行政法人産業安全研究所
 東京都清瀬市梅園1-4-6
 (73) 特許権者 599110393
 ビルツジャパン株式会社
 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目5番9
 号
 (74) 代理人 100082669
 弁理士 福田 賢三
 (74) 代理人 100095337
 弁理士 福田 伸一
 (74) 代理人 100061642
 弁理士 福田 武通

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広大領域用の安全確認システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の作業者が進入又は退出する広大領域（以下「安全確保領域」と呼ぶ）と、安全確保領域内に設置された一台又は二台以上の機械と、安全確保領域の周辺に設けた固定ガードと、安全確保領域内への作業者の進入又は退出を可能とするために固定ガードの一部に設けた開口部と、作業者の安全確認領域内への進入又は退出を監視するために開口部に設置した監視装置と、全てのキーが差し込まれているときは作業者が領域内に進入していないと判断して機械の自動（高速）運転を可能とする作業者の人数分の外部キーボックスと、何れかのキーが差し込まれているときは機械の手動（低速）運転を可能とする作業者の人数分の内部キーボックスと、該キーボックスに差し込むことができる作業者の人数分のキーと、安全確保領域の外部に設けられたリセット装置と、監視装置およびキーボックスからの情報を入力として機械に運転命令を与える制御装置と、前記監視装置からの情報に基づいて前記制御装置が確認した安全確保領域内の作業者数と、前記外部、内部キーボックスからの情報に基づいて前記制御装置が確認した安全確保領域内のキーの数との比較を行い、この結果に基づいてシステムが正常、危険側誤り及び安全側誤りの何れの状態にあるかを判定するとともに、システムが正常の場合は機械に運転命令を与え、危険側誤りの場合は如何なる場合でも機械に対して運転命令を与えず、安全側誤りの場合は前記リセット装置の操作に続けて再起動操作を行ったときに限って機械に対して運転命令を与える制御装置とを具備したことを特徴とする広大領域用の安全確認システム。

【請求項2】

請求項 1 記載のシステムにおいて、安全確保領域の外側に設定した警報領域と、固定ガードに代えて安全確保領域と警報領域の境界に設置した第一の人体検出装置と、警報領域の外周又は内部に設置した第二の人体検出装置又は垂れ幕と、第二の人体検出装置からの情報に基づいて作業者に警告を与える警報装置と、第一の人体検出装置が作業者を検出したときは機械に運転命令を与えず、第二の人体検出装置が作業者を検出したときは警報装置に発報命令を与える制御装置を具備していることを特徴とする広大領域用の安全確認システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載のシステムにおいて、制御装置が確認した安全確保領域内のキーの数がゼロであるときは機械に自動運転命令を与え、安全確保領域内のキーの数がゼロでないときは内部キーボックスにキーが差し込まれている機械だけに手動運転命令を与える制御装置を具備していることを特徴とする広大領域用の安全確認システム。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 2 記載のシステムにおいて、異種冗長化されたプログラマブル・コントローラと、フェールセーフな論理積演算素子及び自己診断装置を含む制御装置とを具備していることを特徴とする広大領域用の安全確認システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の作業者が進入又は退出する広大領域内の安全確認を自動的に行い、機械に運転命令を与える広大領域用の安全確認システムに関する。

20

【0002】

【従来の技術】

産業現場では、作業者が誤つて機械の危険な可動部と接触すると、重大な災害を引き起こす場合が多い。このため、実際の現場では、あらかじめ機械の危険な可動部が動作する領域を定めておき、この領域の周囲に固定ガードを設けて作業者と機械の接触を防止する。しかし、大規模生産システムのように機械が広大な領域を占有するシステムでは、段取り、トラブル処理、保守・点検、補修、清掃等のように、作業者が固定ガードの内部領域に入っていくなければならない作業も多い。

【0003】

30

上記のような作業では、作業者が固定ガードの中の広大領域に進入するときの安全対策として、キーボックスを設ける場合が多い。このスイッチを用いた対策には、例えば、次のようなものがある。

- 1) 領域内への作業者の進入又は退出を可能とするために固定ガードの一部分に開口部 4 を設ける。
- 2) 開口部に隣接して外部キーボックスを設ける。
- 3) 機械に直接または隣接して内部キーボックスを設ける。
- 4) 外部キーボックスにキーが差し込まれているときは、作業者が領域内に進入していないと判断され、機械の自動（高速）運転が可能となる。
- 5) 作業者が段取り、トラブル処理、保守・点検、補修等の作業を領域の内部で行うときは、外部キーボックスに差し込まれたキーを抜いた上で領域内に進入する。
- 6) 作業者が領域内に進入して内部キーボックスにキーを差し込むと、機械の手動（低速）運転が可能となる。
- 7) 外部キーボックスと内部キーボックスの何れにもキーが差し込まれていないときは、機械は自動運転と手動運転のいずれも行わない。

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような対策では、作業者がキーを抜かないで領域内に進入すると、当該領域内に作業者が存在しているにもかかわらず、誤って「存在していない」と判断されて、機械が運転を開始してしまうという問題があった。

50

また、この対策では、キーの数は一つであり、複数の作業者が進入又は退出する広大領域に対しては適用できないという問題があった。

【 0 0 0 5 】

さらに、この対策では、仮に複数の作業者による進入又は退出に対応できるようにキーの数を作業者の人数分設けたとしても、二人以上の作業者がキーを一個だけ抜いて一緒に領域内に進入したり、一人の作業者がキーを二個以上抜いて領域内から退出したりしたときは、当該領域内に作業者が存在しているにもかかわらず、誤って「存在していない」と判断されて、機械が運転を開始してしまうという問題があった。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明の広大領域用の安全確認システムは前記した問題点を達成せんとするもので、その請求項 1 の手段は、複数の作業者が進入又は退出する広大領域（以下「安全確保領域」と呼ぶ）と、安全確保領域内に設置された一台又は二台以上の機械と、安全確保領域の周辺に設けた固定ガードと、安全確保領域内への作業者の進入又は退出を可能とするために固定ガードの一部分に設けた開口部と、作業者の安全確認領域内への進入又は退出を監視するために開口部に設置した監視装置と、全てのキーが差し込まれているときは作業者が領域内に進入していないと判断して機械の自動（高速）運転を可能とする作業者の人数分の外部キーボックスと、何れかのキーが差し込まれているときは機械の手動（低速）運転を可能とする作業者の人数分の内部キーボックスと、該キーボックスに差し込むことができる作業者の人数分のキーと、安全確保領域の外部に設けられたリセット装置と、監視装置およびキーボックスからの情報を入力として機械に運転命令を与える制御装置と、前記監視装置からの情報に基づいて前記制御装置が確認した安全確保領域内の作業者数と、前記外部、内部キーボックスからの情報に基づいて前記制御装置が確認した安全確保領域内のキーの数との比較を行い、この結果に基づいてシステムが正常、危険側誤り及び安全側誤りの何れの状態にあるかを判定するとともに、システムが正常の場合は機械に運転命令を与え、危険側誤りの場合は如何なる場合でも機械に対して運転命令を与えず、安全側誤りの場合は前記リセット装置の操作に続けて再起動操作を行ったときに限って機械に対して運転命令を与える制御装置とを具備したことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、請求項 2 の手段は、請求項 1 記載のシステムにおいて、安全確保領域の外側に設定した警報領域と、固定ガードに代えて安全確保領域と警報領域の境界に設置した第一の人体検出装置と、警報領域の外周又は内部に設置した第二の人体検出装置又は垂れ幕と、第二の人体検出装置からの情報に基づいて作業者に警告を与える警報装置と、第一の人体検出装置が作業者を検出したときは機械に運転命令を与えず、第二の人体検出装置が作業者を検出したときは警報装置に発報命令を与える制御装置を具備していることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 3 の手段は、請求項 1 記載のシステムにおいて、制御装置が確認した安全確保領域内のキーの数がゼロであるときは機械に自動運転命令を与え、安全確保領域内のキーの数がゼロでないときは内部キーボックスにキーが差し込まれている機械だけに手動運転命令を与える制御装置を具備していることを特徴とし、さらに、請求項 4 の手段は、請求項 1 乃至 2 記載のシステムにおいて、異種冗長化されたプログラマブル・コントローラと、フェールセーフな論理積演算素子及び自己診断装置を含む制御装置とを具備していることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る広大領域用の安全確認システムの実施の形態を図面と共に説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態を示している。

このシステムは、複数の作業者が進入又は退出する広大領域（以下、安全確保領域という）1 と、安全確保領域 1 内に設置された一台又は二台以上の機械 2 と、安全確保領域 1 の

10

20

30

40

50

周辺に設けた固定ガード 3 と、安全確保領域 1 内への作業者の進入又は退出を可能とするために固定ガードの一部分に設けた開口部 4 と、作業者の安全確保領域 1 内への進入又は退出を監視するために開口部 4 に設置した監視装置 5 と、安全確保領域 1 の外部に設けた作業者の人数分のキーボックス 6 と、安全確保領域 1 の内部に設けた作業者の人数分のキーボックス 7 と、キーボックスに差し込むことができる作業者の人数分のキー 8 と、安全確保領域 1 の外部に設けたりセット装置 9 と、監視装置 5 及びキーボックス 7 からの情報を入力として機械に運転命令を与える制御装置 10 を備えている。

【0011】

ただし、図では作業者数は 4 人としているが、当然他の人数でも良い。また、図では監視装置 5 にマットスイッチを使用しているが、当然、光線式安全装置や超音波センサのような他の装置でも良い。さらに、図ではリセット装置 9 を 2 カ所に設置しているが、この装置の数や設置場所は広大安全確保領域の全域を確実に確認できるように安全確保領域の広さや死角等を考慮して定める。

【0012】

次に、前記した構成に基づいて動作を説明するに、監視装置 5 からの情報に基づいて制御装置 10 が確認した安全確保領域 1 内の作業者数 N_H と、キーボックス 6, 7 からの情報に基づいて制御装置 10 が確認した安全確保領域 1 内のキーの数 N_K の比較を行い、この結果に基づいてシステムが正常、危険側誤り及び安全側誤りのいずれの状態にあるかを判定するとともに、システムが正常の場合は機械 2 に対して運転命令を与え、危険側誤りの場合は如何なる場合でも機械 2 に対して運転命令を与えず、安全側誤りの場合はリセット装置 9 の操作に続けて再起動操作を行ったときに限って機械に対して運転命令を与える制御装置 10 を備えている。

【0013】

このときの判定は次のようになる。

1) 正常状態 ($N_H = N_K$ の場合)

これは、作業者とキーが一对一の対応関係を保ちながら、安全確保領域 1 への進入または安全確保領域 1 からの退出を行っている状態である。

2) 危険側誤り ($N_H > N_K$ の場合)

これは、作業者がキーを抜かないで安全確保領域 1 内に進入したり、二人以上の作業者がキーを一個だけ抜いて一緒に安全確保領域 1 内に進入したり、一人の作業者がキーを二個以上抜いて安全確保領域 1 内から退出する場合などに発生する。この場合、安全確保領域 1 内には作業者が存在しているにもかかわらず、誤って「存在していない」と判断されてしまうことから、止めるべき機械が停止できなくなる。これを危険側誤りと呼んでいる。

3) 安全側誤り ($N_H < N_K$ の場合)

これは、作業者がキーを抜かないで安全確保領域 1 内から退出したり、二人以上の作業者がキーを一個だけ抜いて一緒に安全確保領域 1 内から退出したり、一人の作業者がキーを二個以上抜いて安全確保領域内に進入する場合などに発生する。この場合、安全確保領域内には作業者が存在していないにもかかわらず、誤って「存在している」と判断されて機械が停止したままとなる。これを安全側誤りと呼んでいる。

【0014】

以上のうち、労働災害防止上問題となるのは危険側誤りである。そこで、本発明では、危険側誤りを防止するための安全確認システムを次のように構成した。

1) すべての作業者について「外部キーボックス 6 からキー 8 を抜く」→「一定時間内に図 1 の監視装置 5 であるマットスイッチを α , β , γ の順序で踏む」→「一定時間内に作業者が動かしたい機械 2 の内部キーボックス 7 にキー 8 を差し込む」という進入行動が正常に行われ、かつ、作業者が「内部キーボックス 7 からキー 8 を抜く」→「一定時間内にマットスイッチを γ , β , α の順序で踏む」→「一定時間内に作業者が対応する外部キーボックス 6 にキー 8 を差し込む」という退出行動が正常に行われたときに限って、機械に運転命令を与える。

2) 作業者が安全確保領域に出入りするのは、図 1 の監視装置 5 が設置してある開口部 4

10

20

30

40

50

だけとする。この開口部 4 の幅は、二人以上の作業者が同時に安全確保領域 1 に進入できない幅（例えば、50 cm 以内）にするとともに、一人しか乗れない（たとえば、40 cm 正方の）マットスイッチ 3 を設ける。

3) 外部キーボックス 6 のキーを抜いても、一定時間（たとえば、10 秒）以内でなければ機械に運転命令を与えないようにする。

4) 安全確認システムの電源が切られた状態で、作業者が安全確保領域 1 に進入すると、作業者が安全確保領域 1 内に存在しているにもかかわらず、存在していないと判断する危険側誤りを生じる。そこで、機械 2 の電源を遮断した後でも安全確認システムだけは監視を継続できるように通電を継続する。

【0015】

10

次に、安全側誤りでは、機械 2 が停止したままの状態を解除するためにリセット装置の操作を必要とする。しかし、この操作を一般の作業者に委ねると、せっかくの安全確認システムの効果がなくなる。そこで、本発明では、特定のタグ（キー）を持った作業主任者が、このキーによってだけ開けられるリセット装置 9 を設け、この装置内のスイッチを操作しなければリセットを行えないように安全確認システムを構成した。このスイッチは、例えば、図 1 の前記開口部 4 と安全確保領域 1 の外側の 2 カ所に設置し、一定時間以内に外側のリセット装置 9 → 開口部 4 のリセット装置 9 の順序でスイッチ操作を行わなければリセット操作と見なさない。

【0016】

次に、安全確認領域 1 内のキーボックス 7 に対するキー 8 の数 N_H がゼロであるときは機械 2 に自動運転命令を与え、安全確保領域 1 内のキー 8 の数 N_H がゼロでないときは内部キーボックス 6 にキー 8 が差し込まれている機械 2 だけに手動運転命令を与える制御装置 10 を備えている。このときの判定は次のようになる。

20

1) $N_H = 0$ の場合

この場合は、安全確保領域 1 内に作業者が存在していないとみなして、機械 2 に自動運転命令を与える。これによりて機械 2 は高速運転を行うことができる。

2) $N_H \neq 0$ の場合

この場合は、安全確保領域 1 内に作業者が存在しているとみなして、内部キーボックス 6 にキー 8 が差し込まれている機械 2 だけに手動運転命令を与える。これによって、トラブル処理や保守・点検等の作業時には低速運転を行うことができる。

30

【0017】

前記した実施の形態にあっては、安全の制御がきわめて複雑となるためにプログラマブル・コントローラ（以下「PLC」と略記する）を使用するしか方法がなかった。しかし、従来の PLC は記憶装置の制御がフェールセーフでなかったために、故障時には誤った運転命令を発生するという問題があった。また、記憶装置以外のハードウェアに故障が発生したり、制御プログラム（ソフトウェア）にバグが含まれていたりしたときでも、誤った運転命令を発生するという問題があった。

【0018】

そこで、本発明では、異種のソフトウェア及びハードウェアを持つ PLC の多重化（異種冗長化）を行い、これらの多重化された PLC の演算結果がすべて一致する場合に、機械 2 に運転命令を与えるシステムを開発することによって、この問題の解決を図ることとした。

40

【0019】

すなわち、この実施の形態における広大領域用の安全確認システムは、前記した実施の形態における制御装置 10 に、異種冗長化されたプログラマブル・コントローラと、フェールセーフな論理積演算素子及び自己診断装置を付加することにより解決した。

【0020】

さらに、他の実施の形態を図 2 と共に説明する。

このシステムは、異種冗長化（異なった種類の CPU による冗長化をいう。以下「ダイバシティ構造」と呼ぶ）された 3 種類の PLC 11 ~ 13 と、フェールセーフな論理積

50

演算素子 14 及び自己診断装置 15 を備えており、PLC 11 ~ 13 の演算結果が全て同一であるときに限って論理積演算素子 14 の信号出力である運転命令をオンとする制御装置 10 を備えている。

【0021】

この3種類の PLC 11 ~ 13 はハードウェア構造が異なっているために、3種類の PLC 11 ~ 13 が同時に同じ個所だけハードウェア故障を起こす可能性はきわめて少ない。また、各 CPU 上で処理されるソフトウェアも異なっているために、ソフトウェアのバグによって誤って運転許可信号が出力される可能性もきわめて少ない。さらに、PLC 11 ~ 13 を使用したシステムでは、メモリの異常による誤動作が問題となるが、本システムでは個々の CPU 11 ~ 13 毎に多重化してメモリを持つとともに、自己診断装置 15 によって、システムの始動時及び運用時に、定期的に全メモリの同一性を確認している。また、このシステムで使用する論理積演算素子はフェールセーフなものであるから、故障時に誤ってオン信号を出力することはない。

10

【0022】

以上のように、本システムでは、PLC のハードウェア、ソフトウェア、メモリ等の異常や故障、及び論理積演算素子の故障に対しても、誤って運転許可信号を出力しないフェールセーフなシステムを実現できる。なお、従来のフェールセーフ化対策では、種類の同じ CPU の多重化を図るという方式が一般的に採用されているが、この方式は多重化されたハードウェアやソフトウェアの処理方式が同一であることから、異種冗長化方式と比較して同時多重故障の発生確率がきわめて高くなるという欠点を持っている。したがって、本システムによる作業のように、故障の発生が直ちに重大な災害に結びつく恐れのあるシステムでは、ハードウェアやソフトウェアの多重化はダイバシティ構造によるものでなければならない。

20

【0023】

前記した何れの実施の形態にあっても、安全確保領域 1 の周囲が固定ガード 3 で囲われているために、機械 2 の運転状況やトラブルの発生状況等を容易に視認できないという問題があった。また、地震・火災等の緊急時には固定ガード 3 の開口部 4 を通ってでなければ避難できないという問題があった。

【0024】

そこで、本実施の形態は以上の問題を包括的に解決できる広大安全確保領域用の安全確認システムとした。

30

前記した第 1 の実施の形態において、安全確保領域 1 の外側に設定した警報領域 16 と、固定ガード 3 に代えて安全確保領域 1 と警報領域 16 の境界に設置した第一の人体検出装置 17 と、警報領域 16 の外周又は内部に設置した第二の人体検出装置 18 又は文垂れ幕 19 と、第二の人体検出装置 18 からの情報に基づいて作業者に警告を与える警報装置 20 と、第一の人体検出装置 17 が作業者に運転命令を与えず、第二の人体検出装置 18 が作業者を検出したときは警報装置 20 に発報命令を与える制御装置 10 を備えており、このようなシステムの構成をもって前述した従来の課題を解決するための手段としている。

【0025】

前記実施の形態にあっては、第一及び第二の人体検出装置 17、18 に光線式安全装置を使用しているが、当然他の人体検出装置を使用しても良い。また、警報装置 20 には音響ブザーを設置しているが、他に回転式パトライトなどを使用してもよい。なお、垂れ幕 19 の目的は、作業者が警報領域 16 に進入したときはこれと接触するようにして、作業者が安全確保領域 1 に進入するのを防止するためのものである。そのために、人体と確実に接触するような寸法と設置位置を定める。

40

【0026】

このシステムにおける処理は次のようになる。

1) 作業者が警報領域に進入した場合

この場合は、警報装置 20 のブザーやパトライトが作動するか、又は垂れ幕 19 が人体と接触して、作業者が安全確保領域 1 に進入しないように警報を与える。

50

２）作業者が安全確保領域に進入した場合

上記の警告にも係わらず作業者が安全確保領域１に進入した場合は、直ちに機械２を停止させる。

【００２７】 本発明は、安全確保領域１内に人体又はその一部が入る機械設備ならば、ほとんど全てに適用が可能である。

例えば、製造業の場合でいえば、自動倉庫に股けられているスタッカクレーンの走行範囲、無人搬送車の走行範囲、ＦＭＳやＣＩＭ等の広大領域を有する生産システムの内部領域、産業用ロボット、大型プレス機械、コンベア等の可動範囲に対しても適用が可能である。

【００２８】

10

また、建設業の場合でいえば、ビル自動施工システムの内部領域や、建設用機械又は建設用ロボットの可動範囲に対しても適用が可能である。

さらに、港湾荷役業の場合でいえば、ガントリークレーンやストラドルキャリヤなどの走行範囲内に対しての適用が可能である。

【００２９】

【発明の効果】

本発明は前記したように、安全確保領域の内部及び外部に作業者の人数分のキーボックスを設け、かつ、固定ガードの開口部に安全確保領域への作業者の進入又は退出を監視する監視装置を設けたので、複数の作業者が安全確保領域へ進入又は退出する場合でも、作業者の安全を確実に確保できるものである。

20

【００３０】

また、本発明では、監視装置及びキーボックスからの情報に基づいてシステムが正常、危険側誤り及び安全側誤りのいずれの状態にあるかを判定できるので、各々の状態に応じた最適な機械の安全制御を実現できるものである。

【００３１】

さらに、本発明では、異種冗長化されたプログラマブル・コントローラと、フェールセーフな論理積演算素子及び自己診断装置を含む制御装置を備えているので、ハードウェア（記憶装置を含む）の故障や断線、制御プログラム（ソフトウェア）のバグ等が発生したときでも、誤って運転命令を出力しない等の効果を有するものである。

【図面の簡単な説明】

30

【図１】本発明における広大領域用の安全確認システムの構成図である。

【図２】本発明における異種冗長化された制御装置の構成図である。

【図３】図１のシステムで固定ガードを人体検出装置に置き換えたシステムの構成図である。

【符号の説明】

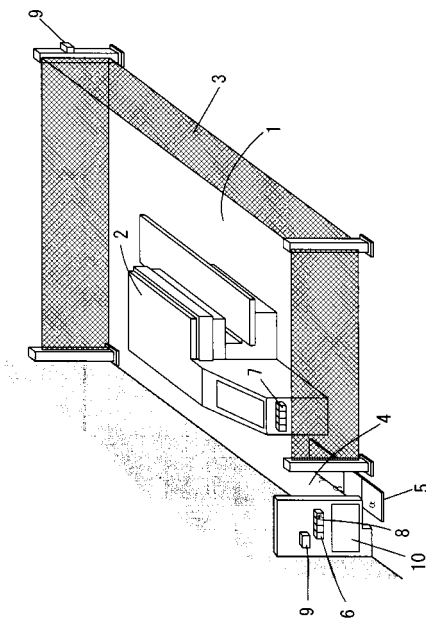
- １ 安全確保領域
- ２ 機械
- ３ 固定ガード
- ４ 開口部
- ５ 監視装置
- ６ 外部キーボックス
- ７ 内部キーボックス
- ８ キー
- ９ リセット装置
- １０ 制御装置
- １１ ＰＬＣ
- １２ ＰＬＣ
- １３ ＰＬＣ
- １４ 論理積演算素子
- １５ 自己診断装置

40

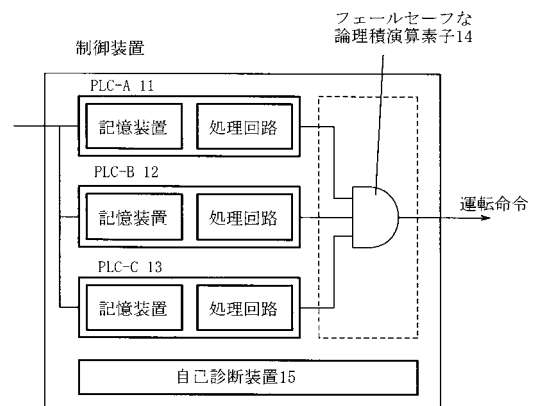
50

- 1 6 警報領域
- 1 7 第一の人体検出装置
- 1 8 第二の人体検出装置
- 1 9 垂れ幕
- 2 0 警報装置

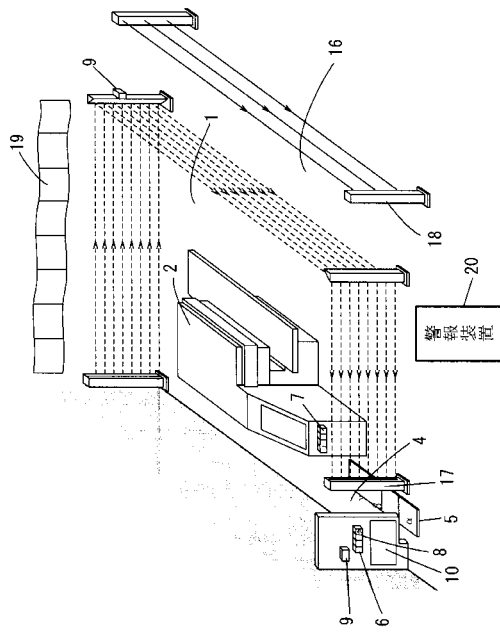
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 梅崎 重夫

東京都清瀬市梅園1丁目4番6号 労働省産業安全研究所内

(72)発明者 三平 律雄

神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目20番5号スリーワンビル7階 ピルツジャパン株式会社内

審査官 田合 弘幸

(56)参考文献 特開平10-103589(JP,A)

特開昭61-238500(JP,A)

特開平11-143729(JP,A)

特開平08-020394(JP,A)

特開平07-229596(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F16P3/00-3/24; B21D55/00