

参考資料1 生産システムで使用される安全手段の仕様調査

表1 生産システムで使用される安全手段の一覧表

大分類	小分類	安全手段の概要	適用例
1 固定ガード	防護囲い	機械の危険な部分を完全に囲うことにより、人体が危険な部分に接近することを防止する固定ガード。	回転軸、歯車、ベルト、チェーン等の囲い
	防護柵	機械の危険な部分を完全に囲うことはないが、危険な部分からの距離を確保することによって、人体が危険な部分に接近することを防止する固定ガード。	ロボットやプレーナの安全柵
	調節ガード	作業者の操作によって、防護長さや防護位置を変更できる半固定ガード。	ボール盤の調節ガード
	トンネルガード	ガードがトンネルの形状をしているために、開口部から手指等を入れても、手指等が危険な部分に到達しない固定ガード。	コンベヤのトンネルガード
5 可動ガード	ヒンジ式可動ガード	ヒンジ式のガードを閉じない限りは機械が起動せず、機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。	一般工作機械、ロボット、食品機械、搬送機械、印刷機械、成型機等の扉インタロック
	スライド式可動ガード	スライド式のガードを閉じない限り機械が起動せず、機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転を停止する構造の可動ガード。	
	安全プラグ付き可動ガード	安全プラグを挿入しない限り機械が起動せず、機械の運転中に安全プラグを引き抜いたときは直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。	
	電磁ロック式可動ガード	ガードが電磁的にロックされない限り機械が起動せず、機械が完全に停止しない限りは、電磁ロックが解除されないためにガードが開かない構造の可動ガード。	
	9 電磁ロック式可動ガード(キー付き)	第三者が誤って機械を起動しないように、キーを取り付けた電磁ロック式可動ガード。	
	10 ボルト式可動ガード	作業者が可動ガードに取り付けられた作動ボルトを回すと、ボルトの移動によって安全スイッチの接点が強制的に引き離されて、直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。	
	11 近接式可動ガード	近接センサが取り付けられたガードを閉じない限りは機械が起動せず、機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。	

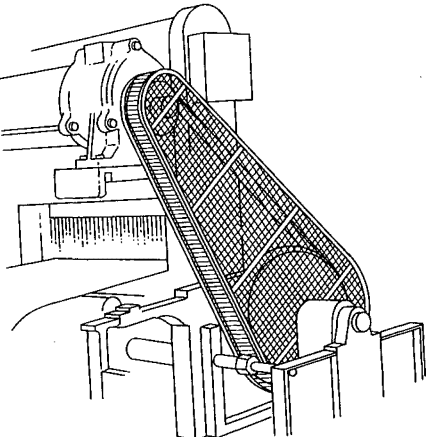
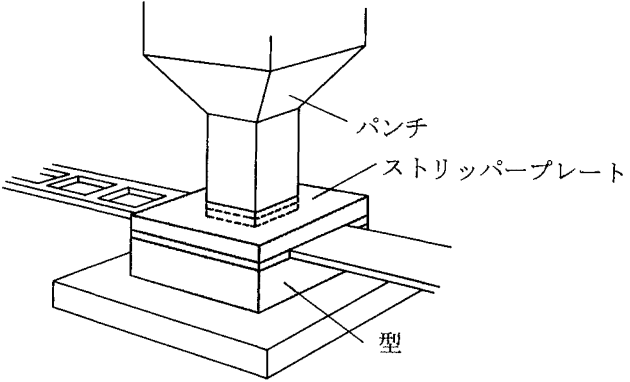
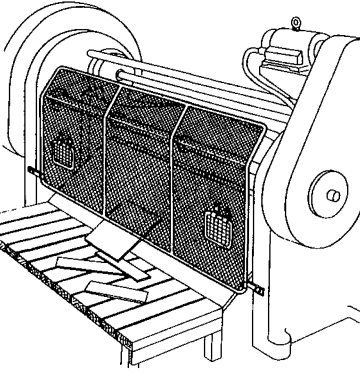
(続き)

大分類	小分類	安全手段の概要	適用例		
12	安全装置	光線式安全装置	人間や物体の存在を検知するために、光を検出手段として用いる方式の安全装置。	プレス機械やロボットの光線式安全装置	
13		レーザー式エリアセンサ	光より遠方に到達しやすいレーザー光を用いて広大領域（エリア）を監視するセンサ。	一般工作機械やロボットのエリアセンサ	
14		マットスイッチ	マットに作用する圧力の変化を利用して、人体や物体の存在を検知する方式の安全装置。	ロボットの動作領域への侵入防止装置	
15		セーフティエッジ	エッジ部分に人体が接触していないときに限り、運転許可信号を出力する接触式の安全装置。	自動ドア等の接触防止装置	
16		回転確認センサ	機械の危険な可動部の回転が完全に停止したことや、回転があらかじめ定められた低速範囲内にあることを確認するセンサ。	モータ等の回転する可動部を持つ機械	
17	リレー、スイッチ、電磁弁等の部品類	強制ガイド式安全リレー	a接点が溶着を起こしたときは、対となるb接点を強制的に引き離しできるように強制ガイドを持つリレー。	既存の電磁リレーに代替できる	
18		モニタ付き安全リレー	電磁リレーに接点溶着が生じたことを検出できるモニタ機構を持つリレー。		
19		可動ガード用安全リレー	可動ガードが閉じているときに限って、コンタクタ、マグネットスイッチ等をオン状態にする安全リレー。		
20		両手操作式起動装置用安全リレー	両手操作式起動装置が同時に押されているときに限って、コンタクタ、マグネットスイッチ等をオン状態にする安全リレー。		
21		非常停止装置用安全リレー	非常停止装置が押されていないときに限って、コンタクタ、マグネットスイッチ等をオン状態にする安全リレー。		
22		リミットスイッチ	アーム等に作用する力によって、スイッチの接点を直接切り離す構造のスイッチ。		既存のリミットスイッチに代替できる
23		モニタ付き複式電磁弁	一方の電磁弁に固着が生じたときは、これをモニタ機構で検出できる構造の複式電磁弁。		既存の電磁弁に代替できる
24		ワイヤ式緊急停止装置	人体がワイヤと接触したときに、安全スイッチを作動させる方式の緊急停止装置。		コンベヤへの接触防止装置など
25	セーフティドライバ	スイッチ類の導通故障を検出できるモニタ機能を持つとともに、スイッチ間のオン/オフの順序付けによって、導通故障時の電流遮断能力を向上させた装置。	メインスイッチ及び運転スイッチに適用できる		
26	ロック解除用タイマ・ユニット	停止信号が与えられた後にタイマが作動を開始し、タイマの設定時間後に電磁ロックの解除許可信号を出力する。	可動ガードに適用できる		

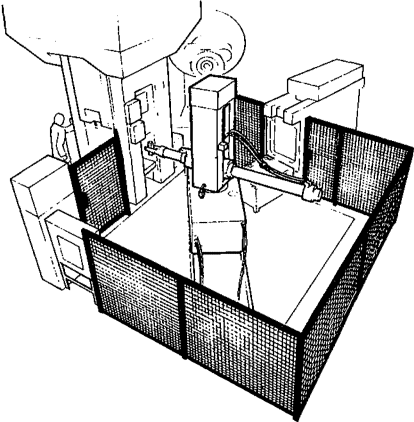
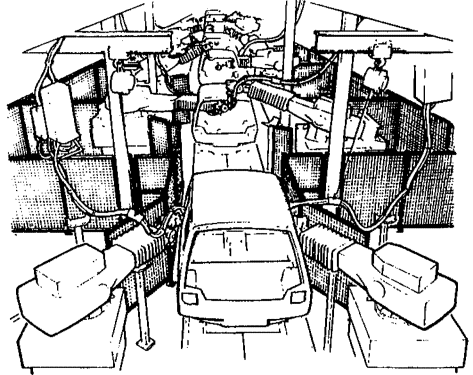
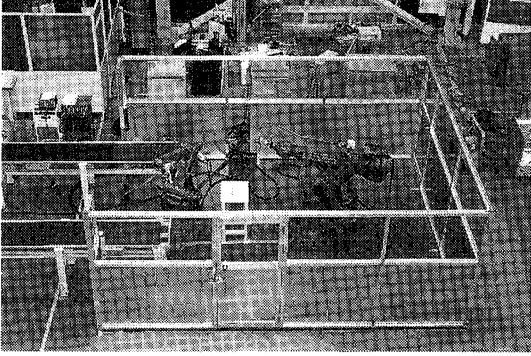
(続き)

大分類	小分類	安全手段の概要	適用例	
27	論理ゲート	フェールセーフ ANDゲート	インタロック信号の論理積演算を行う素子で、故障時に安全情報を出力しないフェールセーフなもの。	既存のANDゲートに代替できる
		フェールセーフ ウィンドウコンパレータ	センサ等のレベル検定を行う素子で、故障時に安全情報を出力しないフェールセーフなもの。	既存のウィンドウ・コンパレータに代替できる
		フェールセーフ 自己保持回路	トリガされた信号をリセット信号が入力するまで保持する素子で、故障時に安全情報を出力しないフェールセーフなもの。	既存の自己保持回路に代替できる
		フェールセーフ オンディレイ回路	入力信号を一定時間だけ遅らせて出力する素子で、故障時に安全情報を出力しないフェールセーフなもの。	既存のオンディレイに代替できる
		フェールセーフ 整流回路	倍電圧整流回路のうち、故障時に安全情報を出力しないフェールセーフなもの。	安全情報の出力側に適用
		フェールセーフ アナログアンプ	小信号を増幅する素子で、故障時には増幅度が増大しない。	既存のアナログ増幅回路に代替できる
		フェールセーフ 出力アンプ	小型リレーを駆動するための電力増幅素子で、故障時にはリレーを駆動しない。	フェールセーフ I C を使用する回路
		インタロック用 基本電子デバイス	複数のフェールセーフな論理素子を持つ基本電子デバイス。	各種機械類の安全制御回路
28	プログラム可能な電子制御装置	非対称誤り特性を持つプログラマブル・コントローラ	異なった種類のCPUシステムを三重化しているために、きわめて高い非対称誤り特性を持つプログラマブル・コントローラ。	既存のPLCに代替できる
29	その他の装置	三位置式のイネーブルスイッチ	スイッチの押し込み状態が適切な範囲にあるときに限って、運転許可信号を出力する装置。	手動モードで機械を使用する場合に利用できる
		トルクロック式ブレーキ	交流モータに直流電圧を印加したときに、モータの動きがロックされて急停止する現象を応用したブレーキ。	小型ボール盤
		ロックアウト	作業者が機械の可動範囲内に入るときは、必ず鍵をかけ、全員が鍵を外さない限り、電源の投入を許可しない機構。	機械の電源遮断器

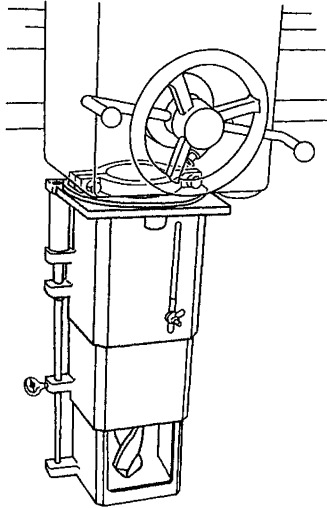
(1) 防護囲い

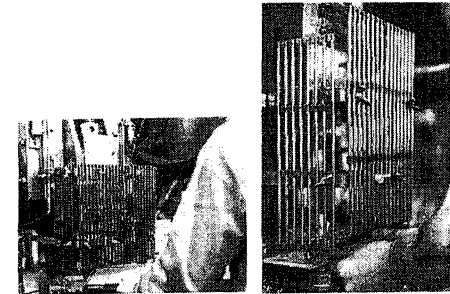
仕 様		適 用 例	
名称	防護囲い	 <p>図1 ベルトの防護囲い</p>  <p>図2 プレス金型の防護囲い (型は完全に囲われているため、型の中に手指等が入ることはない)</p>	
機能	機械の危険な可動部を完全に囲うことで、人体が危険な可動部に接近することを防止する固定ガード。		
留意事項	<p>① 機械の危険な可動部を完全に囲うか、または覆うものであること。</p> <p>② 囲いが棧や格子状のものである場合は、作業者の手指が棧や格子の間隙を通して危険な可動部に到達しないように、隙間の大きさや幅を適切に設計すること。</p> <p>③ 製品の通過等のためにやむを得ず開口部を設ける場合は、必要最小限の大きさとすること。なお、開口部には、可能であればトンネルガードや人体検出用の安全装置を併設することが望ましい。</p> <p>④ 溶接等によって機械本体と一体構造になっているか、または特殊なボルト（菊ネジボルト等）で固定されており、特殊な工具を使用しなければ取り外しできないこと。</p> <p>⑤ 鋭利な角や突起がないこと。</p> <p>⑥ 運転中に受ける力や周囲から受ける力に耐えられるように、囲い本体とその取り付け箇所は、必要な強度を有すること。</p>		
適用例	プレス機械の金型囲いや安全囲い。フライホイール、回転軸、歯車、ベルト、チェーン等の囲い。	 <p>図3 シャーの背面の防護</p> <p style="text-align: right;">文献2)～4) 参照</p>	

(2) 防護柵

仕 様		適 用 例	
名称	防護柵	 	
機能	機械の危険な可動部を完全に囲うことはないが、危険な可動部からの距離を確保することによって、人体が危険な可動部に接近することを防止する固定ガード。		
留意事項	<p>① 上肢が柵の上方を乗り越えて可動部に到達しないように、防護柵は適切な高さとする。</p> <p>② 清掃等のために、柵の下端と床面の間に隙間を設ける場合は、この隙間を通過して下肢が危険な可動部に到達しないように、防護柵下端の高さを適切に設計すること。</p> <p>③ 棧や格子状の防護柵では、上肢や下肢が棧や格子の隙間を通過して可動部に到達しないように、隙間の大きさや幅を適切に設計すること。</p> <p>④ 可視性の確保のために一部透明板を使用する場合は、加工物等が飛来したときの衝撃によって透明板が破損しないように、必要な強度を持たせること。</p> <p>⑤ 溶接等によって機械本体と一体構造になっているか、または特殊なボルト（菊ネジボルト等）で固定されており、特殊な工具を使用しなければ取り外しできないこと。</p> <p>⑥ 鋭利な角や突起がないこと。</p> <p>⑦ 運転中に受ける力や周囲から受ける力に耐えられるように、防護柵本体とその取り付け箇所は必要な強度を有すること。</p>		
適用例	産業用ロボットやプレーナ等の周辺の防護柵。	<p>図1 ロボット周辺の防護柵（文献1から引用）</p>  <p>写真1 当所の設備に適用した防護柵</p> <p>図2 ロボットの防護柵（文献1から引用） （各々のロボット毎に柵を設けている）</p> <p>文献5）参照</p>	

(3) 調節ガード

仕 様		適 用 例	
名称	調節ガード		
機能	人の操作によって防護長さ、防護位置等を変更できる半固定ガード。		
留意事項	<p>調節ガードには次のようなものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 長さ調節式 (図1 参照) 人の操作によって防護長さを調節する。 ② 位置調節式 (写真1 参照) 人の操作によって防護位置を調節する。 ③ 着脱式 (写真2 参照) 開口部の大きさを容易に変更できるように開口部に取り付け可能な着脱式のアタッチメントを持つ。 		
適用例	小型汎用ボール盤、プレス機械など		



(a) 作業状況 (b) 拡大写真

写真1 プレス機械の調節ガード

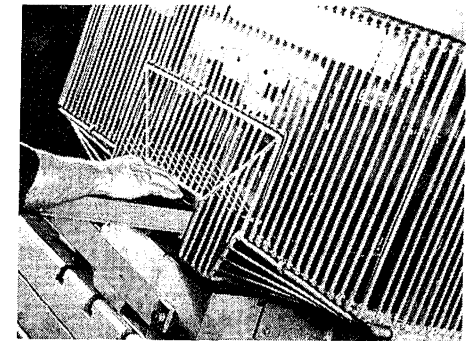


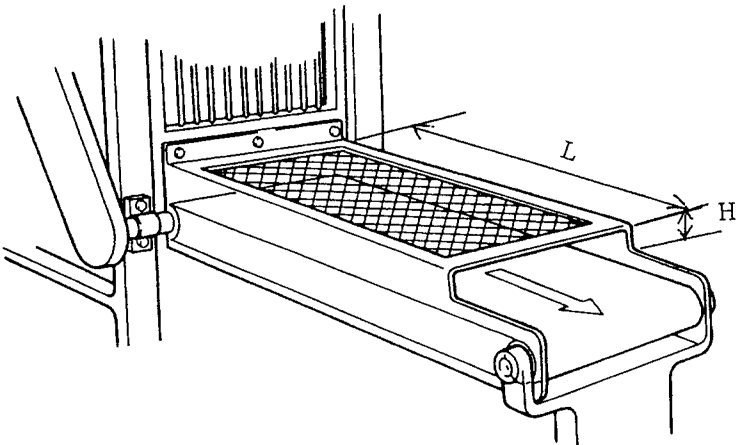
写真2 プレス機械の着脱式ガード

- ① ドリルを下降させて行くと、まず調節ガードが治工具（万力等）と接触する。
- ② ドリルをさらに下降させて行くと、調節ガードが長さ方向に縮み、ドリルが加工物と接触する。
- ③ 切り屑の処理やドリル交換のため、調節ガードは前方に開くようになっている。
- ④ ガードが閉じていないと、起動動作を行っても機械が運転を開始しないよう、インタロック機構が設けられている。

図1 ボール盤の調節ガード

文献2), 3), 4), 6) 参照

(4) トンネルガード

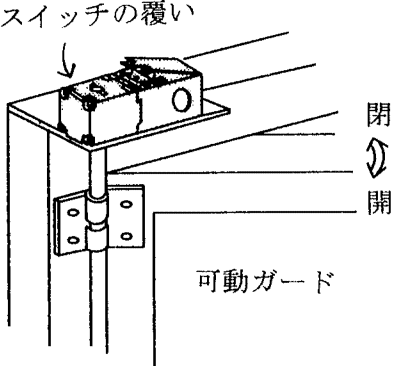
仕 様			適 用 例	
名称	トンネルガード		 <p>トンネルの底部にベルトコンベアヤを設け、上部を金網にして見やすくする。</p> <p>図1 加工機械の製品搬出口に設けられたトンネルガード</p>	
機能	ガードの開口部から手を入れても、ガードが十分な長さを持っているために、手指等が機械の危険な可動部に到達しない構造の固定ガード。製品の搬入・搬出部や、手工具の出入口等に適用可能である。			
留意事項	種 類	開口高さ H (mm)		トンネルガードの 長さ L (mm)
	コンベヤの トンネル ガード (図1)	4 以下		2
		4 ~ 6		10
		6 ~ 8	20	
8 ~ 10		80		
	10 ~ 12	100		
	12 ~ 20	120		
	20 ~ 120	850		
	120 以上	適用できない		
適用例	コンベヤのトンネルガード。			

文献7) 参照

(5) ヒンジ式可動ガード

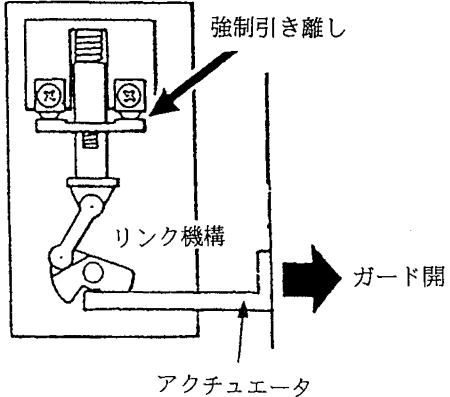
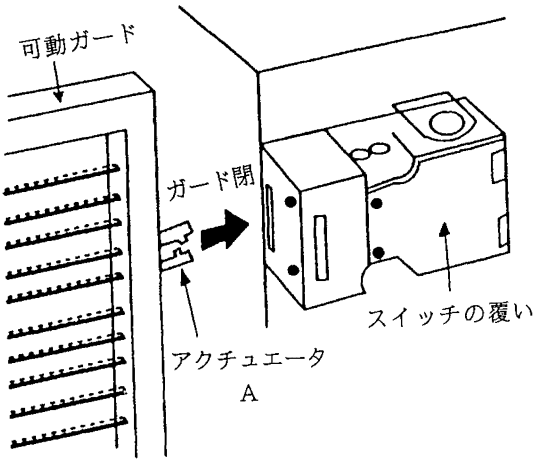
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	ヒンジ式可動ガード	<ul style="list-style-type: none"> ・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。 ・ガード内に人体全部が入るおそれのない機械。 ・直ちに停止して問題のない機械。 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>ガード開</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ガード閉</p> </div> </div> <p>ガードを開くと，シャフトに直結したカムが回転し，スイッチの位置を↓印の方向に押す。これにより接点が強制的に引き離されて，機械が停止する。</p> <p>図2 ヒンジ式可動ガードのスイッチの構造</p>
機能 または 特徴	ヒンジ式のガードを閉じない限り機械が起動せず，機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。		
構造 または 動作	<ol style="list-style-type: none"> ① 可動ガードを開くと，シャフトに直結したカムが回転しスイッチを押す。これにより，接点が強制的に引き離されて，機械が停止する。 ② 仮にスイッチの接点が溶着したり，バネが破損したときでも，作業者がガードを開くときの力によって接点を強制的に引き離すことが可能。 ③ 作業者がスイッチを意図的に無効化できないように，スイッチは蓋で完全に覆われており，蓋は特殊な工具を用いなければ，開けることができない。 ④ 接点間の短絡を防止するために，接点間は遮蔽板で隔離されている。 	<p>図1 ヒンジ式可動ガードの適用例</p>	
仕様	接点定格：100V, 5A (AC-15) 接点構成：2NC (安全接点) + 1NO (補助接点) 機械的寿命：100万回以上 保護構造：IP66 温度範囲：-25～80℃		
適合規格	EN1088, EN292, EN60947, EN60204		

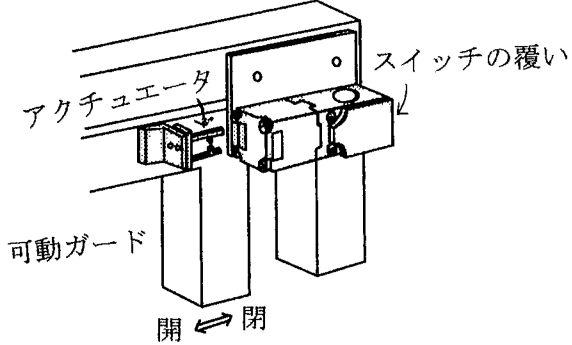
文献8)，9)，10) 参照

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	ヒンジ式可動ガード (コンパクト型)	<p>・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。 ・ガード内に人体全部が入るおそれのない機械。 ・直ちに停止して問題のない機械。</p>  <p>図1 ヒンジ式可動ガードの適用例</p>	前頁に同じ。
機能 または 特徴	ヒンジ式のガードを閉じない限り機械が起動せず，機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。取り付けスペースが小さい機械に使用する。		
構造 または 動作	<p>① 可動ガードを開くと，シャフトに直結したカムが回転しスイッチを押す。これにより，接点が強制的に引き離されて，機械が停止する。</p> <p>② 仮にスイッチの接点が溶着したり，バネが破損したときでも，作業者がガードを開くときの力によって接点を強制的に引き離すことが可能。</p> <p>③ 接点間の短絡を防止するために，接点間は遮蔽板で隔離されている。</p> <p>④ アクチュエータの挿入部を90度づつ回すことによって4カ所の挿入位置を選択できる。</p>		
仕様	<p>接点定格：100V, 5A (AC-15) 接点構成：1NC(安全接点) + 1NO(補助接点) 機械的寿命：100万回以上 保護構造：IP67 温度範囲：-25～80℃</p>		
適合規格	EN1088, EN292, EN60947, EN60204		

文献8)，9)，11) 参照

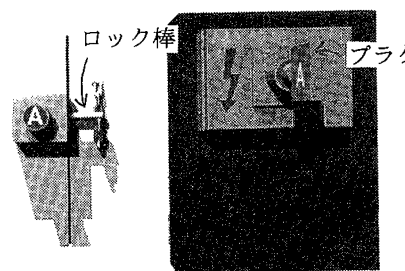
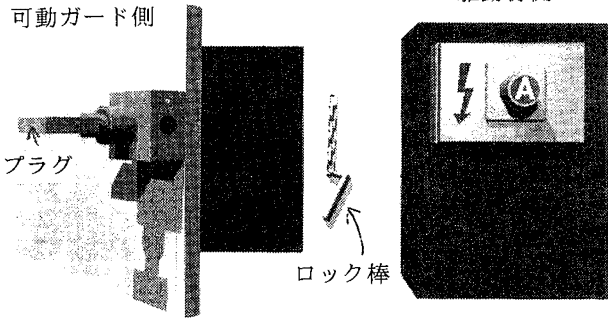
(6) スライド式可動ガード

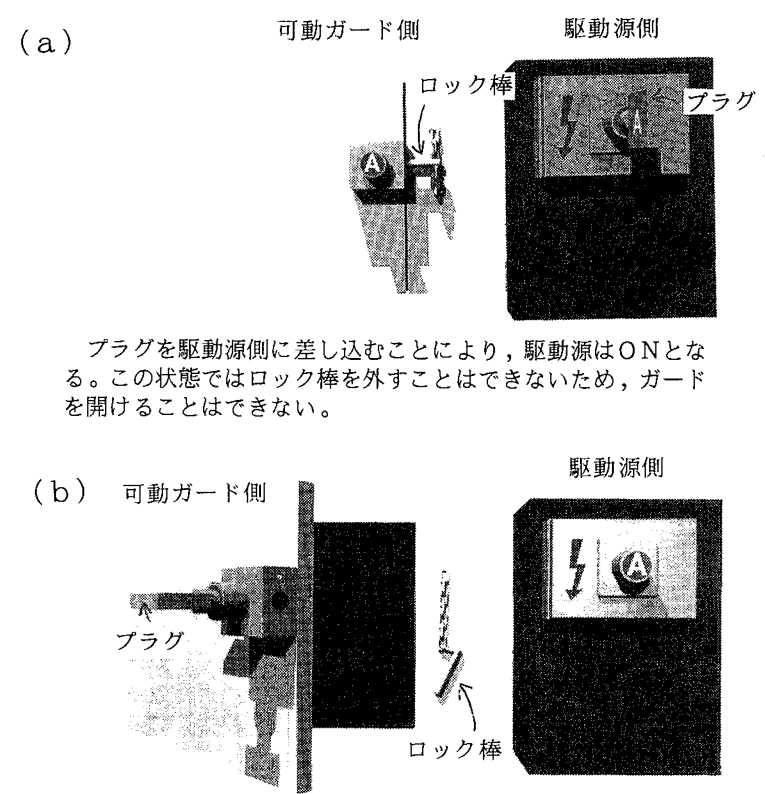
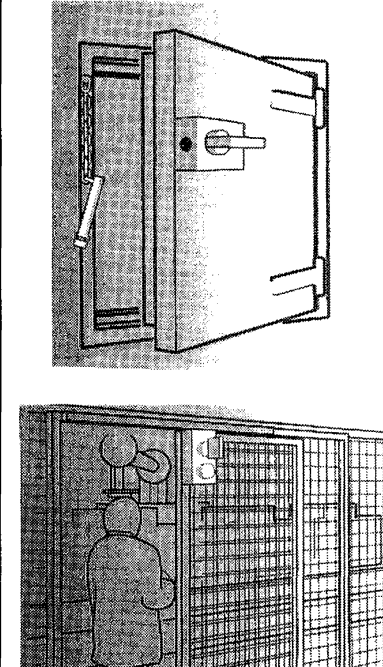
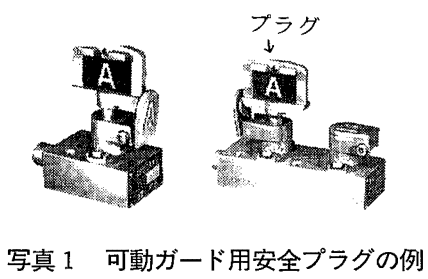
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	スライド式可動ガード	<ul style="list-style-type: none"> ・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。 ・ガード内に人体全部が入るおそれのない機械。 ・直ちに停止して問題のない機械。 	 <p>図2 スライド式可動ガードのスイッチの構造</p> <p>ガードを開くと，リンク機構の動作によって接点が強制的に引き離され，機械が停止する。</p>
機能 または 動作	スライド式のガードを閉じない限り機械が起動せず，機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転を停止させる構造の可動ガード。水平方向だけでなく，斜め方向や垂直方向へのスライドを含む。		
構造 または 動作	<ol style="list-style-type: none"> ① ガードを閉じると，アクチュエータと呼ばれる作動片（図1のA）がスイッチ内に入るとして接点を閉とする。これにより，機械の運転が可能となる。 ② ガードを開くと，図2のようなリンク機構の動作によって，接点が強制的に引き離され，機械が停止する。 ③ スwitchの接点が溶着したり，バネが破損したときでも，作業者がガードを開くときの力によって接点を強制的に引き離すことが可能。 ④ 接点は専用のアクチュエータでなければ作動させることができず，ドライバ等で意図的に接点を閉とできない。 ⑤ 作業者がスイッチを意図的に無効化できないように，スイッチは蓋で覆われ，特殊な工具を用いなければ開けられない。また，接点間は短絡防止のために遮蔽板で隔離されている。 	 <p>図1 スライド式可動ガードの適用例</p>	
仕様	接点定格：100V, 5A (AC-15) 接点構成：2NC(安全接点) + 1NO(補助接点) 機械的寿命：100万回以上 保護構造：IP67 温度範囲：-25～80℃		
適合規格	EN1088, EN292, EN60947, EN60204		文献8), 9), 12) 参照

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	スライド式可動ガード (コンパクト型)	<ul style="list-style-type: none"> ・一般工作機械, 産業用ロボット, 食品機械, 搬送機械, 印刷機械, 成形機等のガードインタロック。 ・ガード内に人体全部が入るおそれのない機械。 ・直ちに停止して問題のない機械。  <p style="text-align: center;">図 1 スライド式可動ガードの適用例</p>	前頁に同じ。
機能 または 動作	<p>スライド式のガードを閉じない限り機械が起動せず, 機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転を停止させる構造の可動ガード。</p> <p>水平方向だけでなく, 斜め方向や垂直方向へのスライドを含む。取り付けスペースが小さい機械に使用する。</p>		
構造 または 動作	<ol style="list-style-type: none"> ① ガードを閉じると, アクチュエータと呼ばれる作動片がスイッチ内に入るとして接点を閉とする。これにより, 機械の運転が可能となる。 ② ガードを開くと, リンク機構の動作によって, 接点が強制的に引き離され, 機械が停止する。 ③ スwitchの接点が溶着したり, バネが破損したときでも, 作業者がガードを開くときの力によって接点を強制的に引き離すことが可能。 ④ 接点は専用のアクチュエータでなければ作動させることができず, ドライバ等で意図的に接点を閉とできない。 ⑤ 接点間は, 短絡防止のために遮蔽板で隔離されている。 		
仕様	<p>接点定格: 100V, 5A (AC-15)</p> <p>接点構成: 1NC (安全接点) + 1NO (補助接点)</p> <p>機械的寿命: 100万回以上</p> <p>保護構造: IP67</p> <p>温度範囲: -25~80℃</p>		
適合規格	EN1088, EN292, EN60947, EN60204		

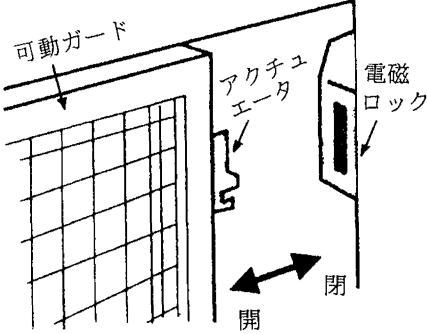
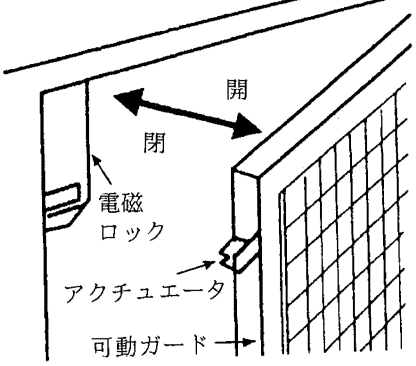
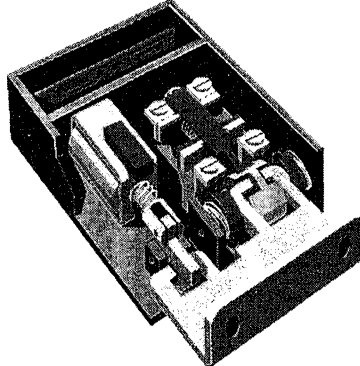
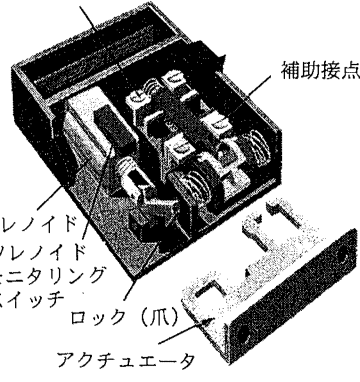
文献 8), 9), 11) 参照

(7) 安全プラグ付き可動ガード

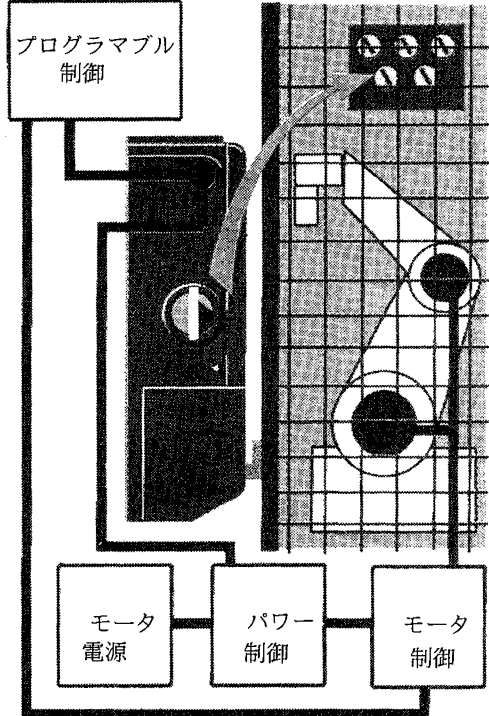
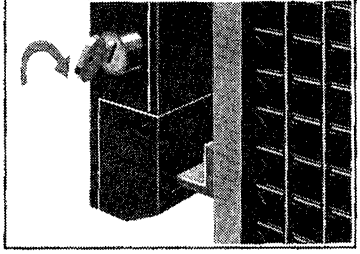
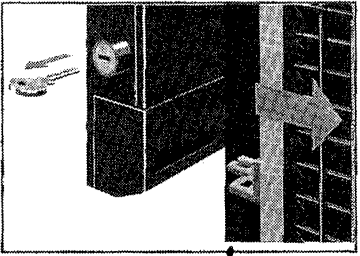
仕 様		主な使用場所と適用事例	構 造 図	
名称	安全プラグ付き可動ガード	<ul style="list-style-type: none"> ・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。 ・自動車製造ライン，鉄鋼プラント，化学プラント等のインタロック ・ガード内に人体全部が入るおそれのある機械。 	<p>(a) 可動ガード側 駆動源側</p>  <p>ロック棒 プラグ</p> <p>プラグを駆動源側に差し込むことにより，駆動源はONとなる。この状態ではロック棒を外すことはできないため，ガードを開けることはできない。</p>	
機能 または 特徴	<p>安全プラグを挿入しない限り機械が起動せず，機械の運転中に安全プラグを引き抜いたときは直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。</p> <p>鍵の異なる複数の安全プラグを持っているため，複数の可動ガードを持った機械に使用できる。</p>			
構造 または 動作	<p>① 安全プラグは，作業者がプラグの電極間を故意に短絡して無効化できないように，覆い等が設けられたものとなっている。</p> <p>② 個々のプラグは鍵となっており，別のプラグを持ってきても鍵が合わないために，機械が作動しない。</p>	<p>(b) 可動ガード側 駆動源側</p>  <p>プラグ</p> <p>ロック棒</p> <p>プラグを駆動源側から引き抜くと，駆動源はOFFとなる。プラグをガード側に差し込んで回転させることにより，ロック棒が外れ，ガードが開く。</p>		
仕様	<p>接点構成：2NC(安全接点) +2NO(補助接点)</p> <p>機械的寿命：100万回以上</p> <p>保護構造：IP65</p> <p>温度範囲：-10～40℃</p>	<p>図2 安全プラグ付き可動ガードのプラグの構造</p> <p>文献8)，9)，13) 参照</p>		
適合規格	EN1088, EN292, EN60947, EN60204			



(8) 電磁ロック式可動ガード

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	電磁ロック式可動ガード	・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。 ・ガード内に人体全部が入るおそれのない機械。 スライド式可動ガード  ヒンジ式可動ガード 	(a) ガードが閉じているとき  (b) ガードが開いているとき 
機能または特徴	ガードが電磁的にロックされない限り機械が起動せず，機械が完全に停止しない限りは，電磁ロックが解除されないためガードが開かない構造の可動ガード。		
構造または動作	① 安全が確認できると，安全情報の持つエネルギーによって電磁ロック機構のソレノイドが励磁されて，ロックが解除される。 ② 安全が確認できないときは，安全情報の生成が停止するためにソレノイドが無励磁となり，ガードがロックされる。 ③ 電磁ロック機構に断線等の故障が起きたときも，ソレノイドが無励磁となるためガードはロックされる。 ④ ガードを開くことにより，接点は強制的に引き離される。 ⑤ 接点は，専用のアクチュエータによって作動させることができ，ドライバやナイフ等で意図的に接点を閉とできない。 ⑥ 作業者がスイッチを意図的に無効化できないように，スイッチは蓋で完全に覆われており，蓋は特殊な工具を用いなければ開けることができない。		
仕様	接点定格：(AC-13) 接点構成：1NC(安全接点) +1NO(補助接点) 機械的寿命：100万回以上 保護構造：IP65 温度範囲：-10～60℃	図1 電磁ロック式可動ガードの適用例	図2 電磁ロック式可動ガードの接点部の構造 文献8)，9)，14) 参照
適合規格	EN1088, EN292, EN60497, EN60204		

(9) キー付き電磁ロック式可動ガード

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	キー付き電磁ロック式可動ガード	<p>・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。 ・ガード内に人体全部が入るおそれのある機械。</p> 	<p>(a)</p>  <p>ガードを開き，キーをUNLOCK状態とした後は，ガードを閉めても機械は起動しない。</p> <p>(b)</p>  <p>キーはUNLOCKの位置にあるときに限り，抜くことができる。</p> <p>図2 キー付き電磁ロック式可動ガードの構造の例</p> <p>文献8)，9)，15) 参照</p>
機能または特徴	第3者が誤って機械を起動しないように，キーを取り付けた電磁ロック式可動ガード。		
構造または動作	<p>① 機械が運転できるのは，ガードが閉じており，かつ，キーがLOCK状態にあるときである。</p> <p>② キーがUNLOCK状態のときは，ガードを閉めても機械は起動しない。</p> <p>③ キーは，UNLOCKの位置にあるときに限り，抜くことができる。</p>		
仕様	<p>接点定格：(AC-15) 接点構成：2NC(安全接点) +1NO(補助接点) 機械的寿命：100万回以上 保護構造：IP65 温度範囲：-10～60℃</p>		
適合規格	EN1088, EN292, EN60497, EN60204	<p>図1 キー付き電磁ロック式可動ガードの適用例</p>	

(10) ボルト式可動ガード

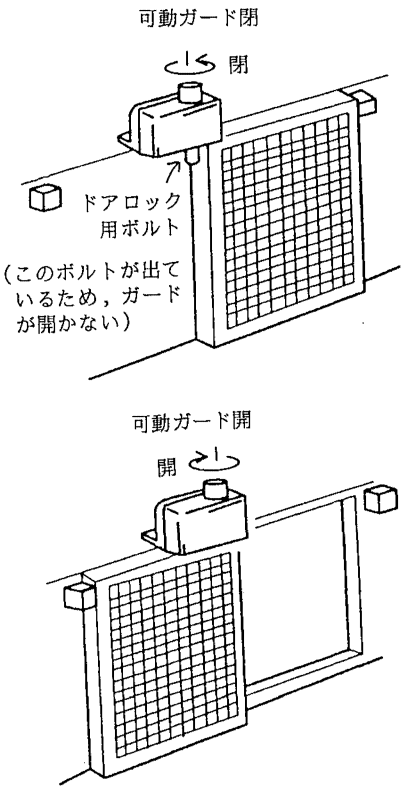
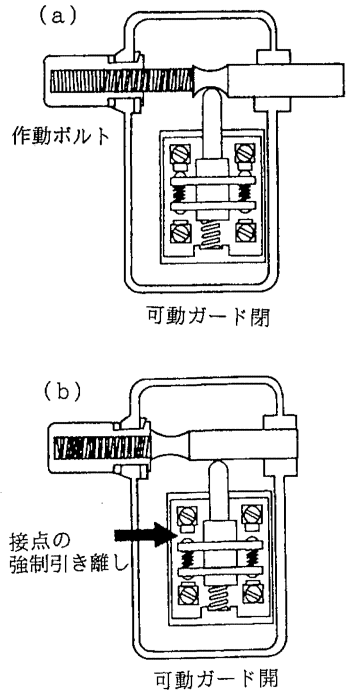
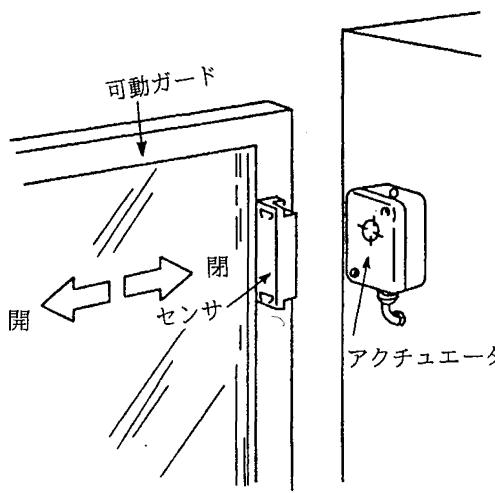
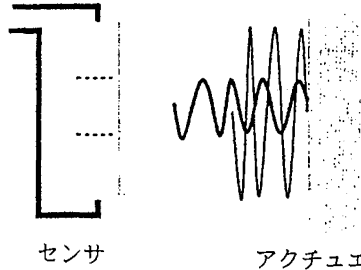
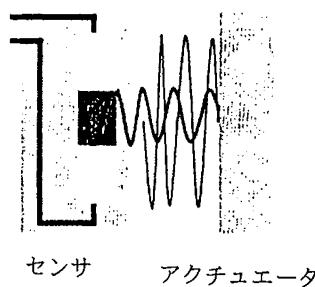
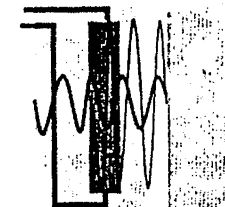
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	ボルト式可動ガード	<p>・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。 ・ガード内に人体全部が入るおそれのない機械。</p>  <p>可動ガード閉 閉 ドアロック用ボルト (このボルトが出て いるため、ガード が開かない)</p> <p>可動ガード開 開</p>	 <p>(a) 作動ボルト 可動ガード閉</p> <p>(b) 接点の 強制引き離し 可動ガード開</p> <p>作動ボルトを回すことによって接点を強制的に引き離し，機械の駆動源を遮断する。その後，作動ボルトが最短になるまで回し終えた状態で初めてガードが開くため，惰性運転のある機械でも，駆動源を遮断してからガードを開くまでには時間がかかり，安全を確保できる。</p>
機能 または 特徴	作業者が可動ガードに取り付けられた作動ボルトを回すと，ボルトの移動によってスイッチの接点が強制的に引き離されて，直ちに機械の駆動源を遮断する構造の可動ガード。		
構造 または 動作	<p>① ガードを開きたいときは，作動ボルトを回すことにより，ボルトが移動していく。この移動の途中で接点が開いて，機械の駆動源を遮断する。</p> <p>② 作動ボルトが最短になるまで回し終えた状態で初めてガードが開くため，惰性運転のある機械でも，駆動源を遮断してからガードが開くまでは時間がかかり，安全を確保できる。</p> <p>③ 接点は，作動ボルトを回すことにより，強制的に引き離される。</p> <p>④ 作業者がスイッチを意図的に無効化できないように，スイッチは蓋で完全に覆われており，蓋は特殊な工具を用いなければ開けることができない。</p> <p>⑤ 接点間の短絡を防止するために，接点間は遮蔽板で隔離されている。</p>		
仕様	<p>接点定格：100V，5A (AC-15) 接点構成：1NC(安全接点) + 1NO(補助接点) 機械的寿命：100万回以上 保護構造：IP65 温度範囲：-25～80℃</p>		
適合規格	EN1088, EN292, EN60947, EN60204		

図1 ボルト式可動ガードの適用例

図2 ボルト式可動ガードの接点部の構造

文献8)，9)，16)参照

(11) 近接式可動ガード

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	近接式可動ガード	<p>・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等のガードインタロック。</p> <p>・作業者によるスイッチの意図的無効化が特に問題となる箇所に使用する。</p>  <p>図1 近接式可動ガードの適用例</p>	 <p>ガードは開の状態であるため，接点はOFFとなる。</p>
機能 または 特徴	近接センサが取り付けられたガードを閉じない限り機械が起動せず，機械の運転中にガードを開いたときは直ちに機械の運転が停止する構造の可動ガード。		 <p>ガードを閉じて行く途中で，最初にマグネット部がセンシングする。</p>
構造 または 動作	<p>① 共振トランスとマグネットの両方のセンサを持っており，これら2つのセンサが同時に作動したとき，初めて接点が閉じる。</p> <p>② 構成部品の故障をセルフ・チェックによって常時監視し，故障が検出されたときは，接点を開いて機械を停止させる。</p> <p>③ 作業者がスイッチを意図的に無効化できないように，スイッチは蓋で完全に覆われており，蓋は特殊な工具を用いなければ，開けることができない。</p> <p>④ 接点間の短絡を防止するために，接点間は遮蔽板で隔離されている。</p>		 <p>ガードが完全に閉じると，共振トランスもセンシングし，両方のセンサが働き接点をONとする。</p>
仕様	<p>入力定格電圧：DC24V±15%</p> <p>接点定格：100V, 0.5A (AC-13)</p> <p>接点構成：1NC(安全接点) +1NO(補助接点)</p> <p>機械的寿命：500万回以上</p> <p>保護構造：IP67</p> <p>温度範囲：-10～55℃</p>		<p>適合規格 EN1088, EN292, EN60947, EN60204 EN50081, EN50082</p>

(12) 光線式安全装置

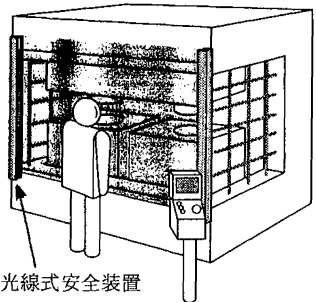
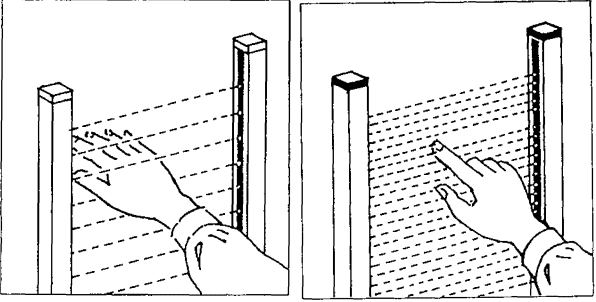
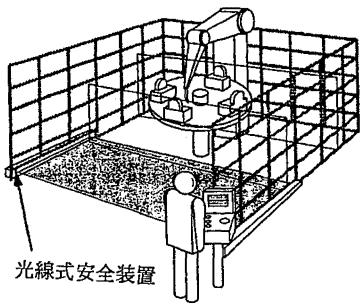
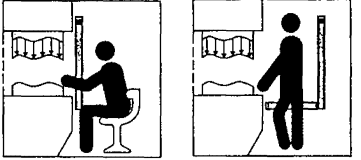

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	フェールセーフな光線式安全装置	プレス機械、一般工作機械、産業用ロボット、食品機械、搬送機械、印刷機械、成型機等の安全装置として使用できる。
機能 または 特徴	<p>プレス機械等の危険な機械に不意に侵入する人体の存在を遮光によって検出する光線式安全装置。</p> <p>ダイナミックフェールセーフ信号処理による単一チャンネル技法で安全確認型の光線式安全装置として構成され、故障した場合は安全側となる。</p>	
構造 または 動作	<p>① 投光器から、スキャンニングする赤外線ビーム光を発光する。</p> <p>② ビームを受光器で受け、増幅/レベル検定をする。</p> <p>③ 種々のチェック信号と受光信号を、フェールセーフ・ウィンドウコンパレータで安全確認する。</p> <p>④ プレス制御回路とのインターフェース出力として、2重系の安全リレーをを動作させ、その不一致を検出する。</p> <p>⑤ 無接点出力として、交番信号を出力する。</p>	<p style="text-align: center;">構 造 図</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">機能ブロック</p> </div>
仕様	<p>防護高さ：280mm～1,240mm</p> <p>検出距離：100～8,000mm</p> <p>光軸数：8～32</p> <p>動作電源：AC100V/AC220V</p> <p>出力接点：AC230V, 3A (2回路)</p> <p>温度条件：0～50℃</p> <p>運動時間：25ms以下</p>	
適合規格	IEC61496, プレス機械又はシャーの安全装置構造規格, EN規格によるカテゴリ4を取得	

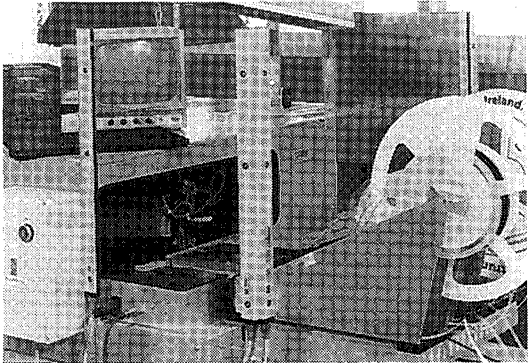
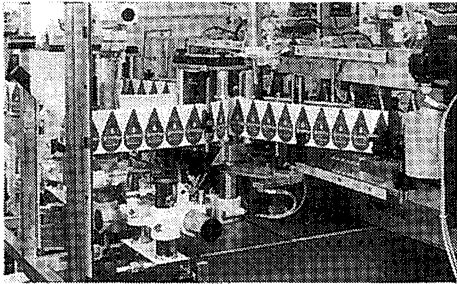
図1 本装置の基本構成

《フェールセーフなウィンドウ・コンパレータにおけるダイナミック信号処理の方法》

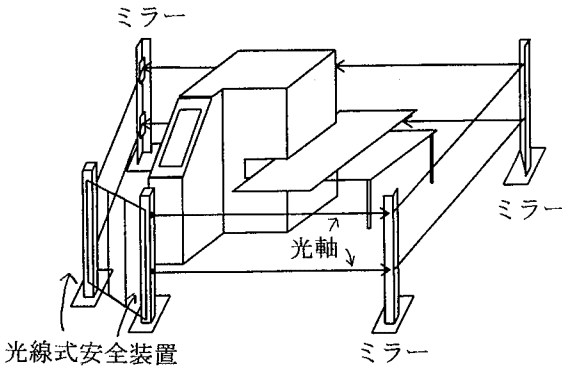
- ① 信号の増幅には交流増幅回路を使用する。このような処理を必要とするのは、交流増幅回路の故障時には出力の遮断、低下、直流出力への固定等が起って故障検知が可能となるからである。
- ② 信号出力には倍電圧整流回路を使用する。この回路では、運転許可信号を「V_{cc}+一定電圧」、運転禁止信号を「V_{cc}」に割り当てる。このような処理を必要とするのは、万一、電源 (V_{cc}) との混触が起ったときでも誤って運転許可信号を出力させないためである。

文献18) 参照

仕 様		主な使用場所と適用事例	構 造 図
名称	光線式安全装置(光軸間隔小,防護高さ大)	PSDI, プレス機械やロボット等の複合生産システム, 広大な可動範囲を持つ機械への適用が可能。	(a) 従来の光線式安全装置 (b) 光軸間隔を狭くした安全装置
機能 または 特徴	<p>プレス機械等の危険な機械に不意に侵入する人体の存在を遮光によって検出する光線式安全装置。</p> <p>光軸間隔が7.5mmと狭いため, 指先でも敏感に感知する。また, 連続遮光幅が14mmであるため, 安全距離に付加する追加距離は不要である(図2参照)。</p> <p>さらに, センサの防護高さが最大で1800mmあるために, 大型の機械設備や広大な作業領域を持つ機械等にも適用可能である。主光軸と一体化した補助光軸が準備されている(図3参照)。</p>	 <p>光線式安全装置</p>	 <p>光軸間隔が広いため, 光軸と光軸の間から手が入り込むだけ安全距離を長くする必要がある</p> <p>光軸間隔が狭く, 光軸と光軸の間から手が入り込まないために, 安全距離を短縮できる</p>
構造 または 動作	<p>① 制御回路が2チャンネル・クロスチェック回路(2重化された相互監視回路)となっているため, 一方の回路に異常が発生したときでも, 誤って運転許可信号を出力することはない。</p> <p>② 人体が検出されたときでなく, 投光器や受光器の故障時にも, 運転許可信号はOFFとなり機械が停止する。</p>	 <p>光線式安全装置</p>	<p>図2 光軸間隔と安全距離の関係</p>  <p>光軸を遮光しなければ, 危険領域に入れないように配置する。</p>
仕様	<p>防護高さ: 300mm~1800mm (150mm毎に10種類)</p> <p>動作電源: DC24V</p> <p>出力接点: 半導体出力(最大負荷500mA)</p> <p>保護構造: IP65</p> <p>温度条件: 0~55℃</p> <p>運動時間: 25ms以下</p>		
適合規格	EN50100, EN61496, IS061496, IEC61496, BG, UL, CSA, プレス機械又はシャーの安全装置構造規格, EN規格によるカテゴリ4	<p>図1 光線式安全装置の使用例</p>	<p>図3 光線式安全装置の接地法</p> <p>文献19) 参照</p>

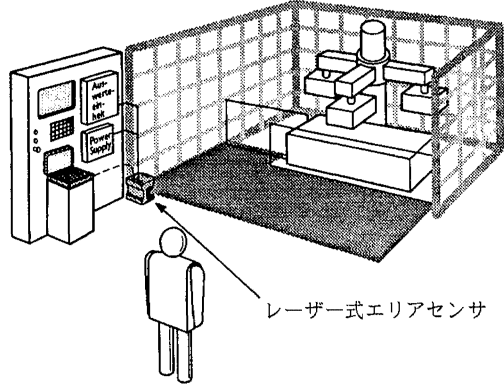
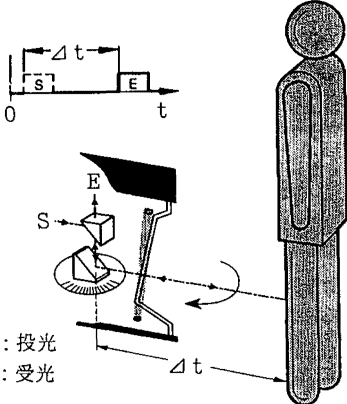
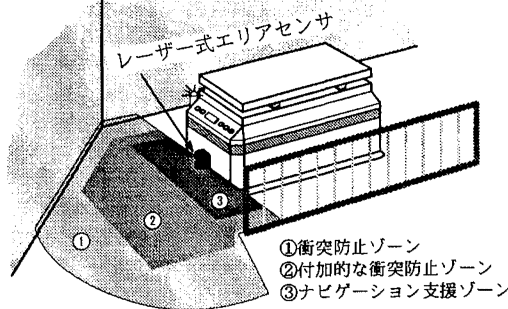
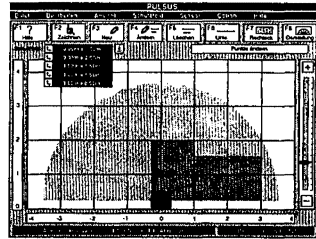
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	光線式安全装置 (超薄型)	<p>・欧州規格ではカテゴリ2の分類に入るので、プレス機械には不向だが、その他の一般加工機械の侵入防護に最適。</p>  <p>図1 材料巻き取り装置への適用事例</p>  <p>図2 ラベル印刷機への適用事例</p>
機能 または 特徴	<p>危険な機械に不意に侵入する人体の存在を、遮光によって検出する光線式安全装置。</p> <p>超薄型のセンサ (本体の厚みが10mm, 幅が30mm) なので、小型機械や狭い場所に光線式安全装置を取り付ける時に有効である。また、コントローラBOXとの組み合わせでブランキング機能 (光軸の一部無効) が実現できる。</p>	
構造 または 動作	<p>① 人体が検出されたときだけでなく、装置の故障時にも、運転許可信号の出力がOFFとなり、機械が停止する。</p> <p>② メインリレーと補助リレーの二つのリレーが装備され、リレー接点の溶着等の故障対策が施されている。</p>	
仕様	<p>防護高さ：155～905mm (150mm間隔で6種類)</p> <p>検出距離：0～6m</p> <p>連続遮光幅：30mm</p> <p>動作電源：DC24V</p> <p>出力接点：リレー出力 (AC250V, 4A)</p> <p>保護構造：IP65 (本体), IP54 (コントロールボックス)</p>	
適合規格	EN50100, EN61496, ISO61496, IEC61496 EN規格によるカテゴリ2を取得。	

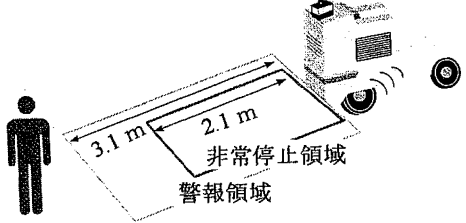
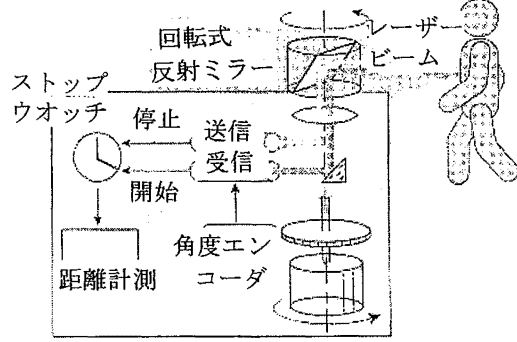
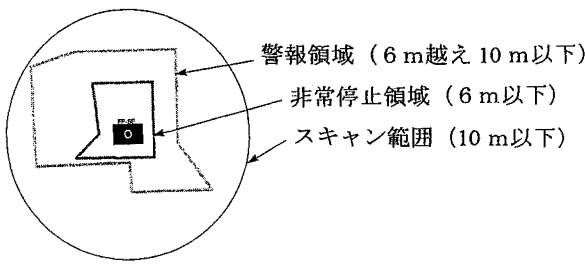
文献20) 参照

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	広大領域用の光線式安全装置	<p>・一般の汎用機械やシステム化された機械等に適用できる。</p> <p>・パンチングプレスマシン，レーザー加工機，大型加工ロボット，マシニングセンター等に適用できる。</p>  <p>図1 コーナーミラーを使用した全周囲防護</p>
機能	<p>長距離型の光線式安全装置を反射ミラーと組み合わせることによって，機械システム全体を光線の柵で囲み，機械システムに進入する人体を検出する。防護柵の代用として用いる。</p> <p>リセットスイッチは，領域の外で，かつ機械システムの内部領域全体が確認できる位置に設ける必要がある。</p>	
特徴(例)	<p>① 防護するシステムが占有する領域の広さや機械の高さにあわせて，光軸間隔を選定できる。50mmから500mmまで様々なものがある。</p> <p>② 防護するシステムが占有する領域の広さや機械の高さにあわせて，防護高さを選定できる。240mmから1100mmまで様々なものがある。</p> <p>③ 検出有効距離が20mから70mと長い。</p> <p>④ 投光器と受光器にコーナーミラーを組み合わせ，複雑な形状の領域を検知領域に設定できる。</p>	
仕様	<p>防護高さ：240～1100mm</p> <p>検出距離：20mと70m</p> <p>光軸数：2～12光軸</p> <p>連続遮光幅：</p> <p>動作電源：DC24V</p> <p>保護構造：IP65</p> <p>温度条件：0～55℃</p>	
適合規格	<p>EN50100, EN61496, ISO61496, IEC61496</p> <p>EN規格によるカテゴリ-4を取得</p>	

文献2 1) 参照

(13) レーザー式エアリセンサ

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	レーザー式エアリセンサ(180度検出形)	<p>・一般工作機械、産業用ロボット、自動倉庫、無人搬送車、無人走行リフト等のエアリセンサとして使用できる。特に、大型プレス機械のボルスター内部の人体検出等に有効である。</p>  <p style="text-align: center;">レーザー式エアリセンサ</p>	 <p>S : 投光 E : 受光</p> <p>投光されたレーザーパルスは、回転鏡により屈折されて、半円の光の面を形成する。この半円の内部に人体や物体が存在すると、レーザーパルスが反射光として受光される。この投受光間の時間差が相対的な距離となる。</p>
機能 または 特徴	<p>光よりも遠方に到達しやすいレーザー光を用いて広大な検知領域を形成し、人体の存在を検出するセンサ。</p> <p>最大50mまでの検知領域を形成でき、警告領域（センサが機械に対して警報信号を与える領域）と停止領域（センサが機械に対して停止信号を与える領域）の階層化設定が可能。また、投受光の時間差計測によって、位置や距離の検出も可能。さらに、パソコンによって任意の領域を形成できるので、異形の領域や検知したくない領域を自由に設定できる。</p>		
構造 または 動作	<p>① レーザースキャン方式と投受光の時間差計測によって、人体や物体までの距離を計測する拡散反射形（反射板や反射マークが不要）。</p> <p>② 設定領域内の人体を検出した時だけでなく、安全装置自体の故障時も、出力信号がOFFとなり機械が停止する。</p>	 <p>①衝突防止ゾーン ②付加的な衝突防止ゾーン ③ナビゲーション支援ゾーン</p>	<p>図2 レーザー式エアリセンサの内部構造</p>  <p>監視エリアは図のように画面表示され、コンピュータ側で設定変更が可能である。</p>
仕様	<p>半導体レーザー：赤外光(クラス1) スキャンニング時間：80ms 検出距離：停止領域は半径4m 警告領域は半径15m 検出可能領域は半径50m</p> <p>検出角度：最大180° 分解能：0.5° (361分割) 最小検出物体：直径70mm, 反射率1.8% 動作電源：DC24V 出力接点：半導体出力(最大負荷499mA) 保護構造：IP65 温度条件：0～50℃</p>	<p>図1 レーザー式エアリセンサの使用例</p>	<p>図3 防護エリアの表示 文献2 2) 参照</p>
適合規格	EN50100, EN61496, ISO61496, IEC61496 EN規格によるカテゴリ-3を取得。		

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	レーザー式エリアセンサ(300度検出形)	<p>・一般工作機械、産業用ロボット、自動倉庫、無人搬送車、無人走行リフト等のエリアセンサとして使用できる。特に、大型プレス機械のボルスター内部の人体検出等に有効である。</p> 	
機能 または 特徴	<p>光よりも遠方に到達しやすいレーザー光を用いて広大な検知領域を形成し、人体の存在を検出するセンサ。 センサヘッドが回転するために、300度方向にわたって物体の検出が可能である。また、センサから6mの位置にテスト用の物体を設置し、この検出によってセンサの正常性を常時確認している。 さらに、パソコンによって任意の領域を形成できるので、異形の領域や検知したくない領域を自由に設定できる。</p>		
仕様	<p>スキャンニング時間：80ms 検出距離：停止領域は半径6m 警告領域は半径10m 検出角度：最大300° 分解能：0.35° (10m離れた位置に設置された約70mmの物体の検出が可能) 最小検出物体：直径70mm, 反射率1.8% 動作電源：DC24V 応答時間：200ms (リレーの遅れ時間を含む) 出力接点：半導体出力(最大負荷499mA) 保護構造：IP65 温度条件：0～50℃</p>		
適合規格	EN50100, EN61496, ISO61496, IEC61496 EN規格によるカテゴリ-3を取得。	<p>図1 レーザー式エリアセンサの検出範囲</p>	<p>図2 レーザー式エリアセンサの基本構成</p>

文献21) 参照

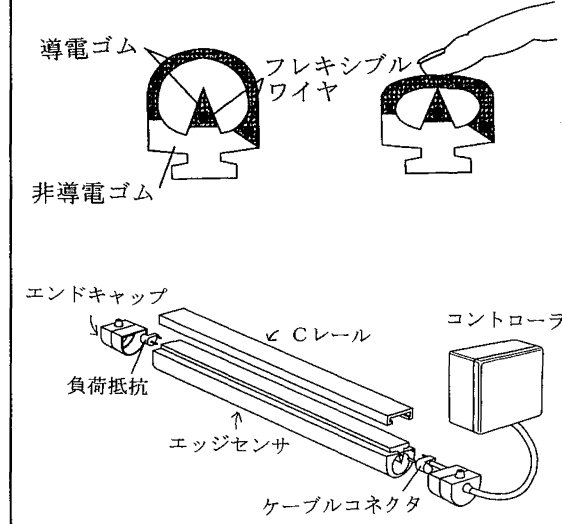

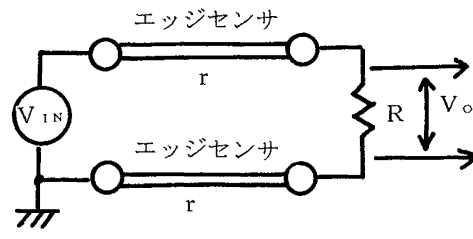
(14) マットスイッチ

仕 様		使 用 例
名称	マットスイッチ・センサユニット	<p>電極(上) 電極(下) 4線式マットスイッチ</p> <p>送信電流 受信電流</p> <p>SRSM60</p> <p>送信器 短絡モニタ 大きさOK 電極間静電容量モニタ</p> <p>24V 0V</p> <p>短絡あり 変化なし注1) 静電容量の大きさとその変化をモニタする</p> <p>接触良好/不良判定 電極正常 作業者不在かつ電極正常</p> <p>プリセットスイッチ (電源投入後一度だけ操作) プリセットスイッチON側 故障対策</p> <p>注1)変化のないことを通報する カテゴリ4認証済みの 回転停止センサと同じ原理</p> <p>SRDV50 カテゴリ4 運転制御ユニット</p> <p>負荷</p> <p>ダブルバルブ デュアル電磁開閉器</p> <p>運転鉗</p> <p>【動作】</p> <p>プリセット</p> <p>踏圧状況 非踏圧 踏圧</p> <p>静電容量モニタ出力 変化なし 踏圧 変化あり</p> <p>短絡モニタ出力 短絡あり 短絡せず</p> <p>判定出力 電極正常 接触不良</p> <p>出力 安全通報 ロックアウト</p> <p>文献23), 24) 参照</p>
機能及び構造	<p>本装置は、マットスイッチの内部電極のトラブル(断線、短絡、接触不良)を検出する機能を備え、マットにトラブルが発生していないこと及びマットが踏まれていないことを確認して、安全を通報する装置である。</p> <p>機械周辺に設置されるマットスイッチは、マット上に作業者が存在しないときに限って安全を通報し、機械の運転を許可するセンサである。電線対の一方から電流(エネルギー)を送り、他方でこれを受取るという信号の受渡し方法は、安全に係わる設計原則の一つである。この方法は、電線が断線しても電線間が短絡しても受取側に電流(エネルギー)が与えられない特性を備える(電線間が短絡すると電流が短絡部を流れ受取側に供給されないため)。マットスイッチは、このような信号の受渡し方法を用いており、電流通経路にマット内部のスイッチを介在させ、マットが踏まれるとその圧力でスイッチが短絡する(作業者が危険な領域に進入したとき、電流の伝達を抑制する)。しかし、マットスイッチの内部電極に錆を生じると、マットが踏まれても電極が接触不良となって電流の伝達が抑制されないおそれがある。</p> <p>接触不良は、電極の故障モードとして本質的に除外できないトラブルである。この特徴は、①接触不良を生じている部分が踏まれてはじめて発見される、②発見しても放置すると潜在化するという点である。</p> <p>本装置は、マットスイッチ内部の電極間距離の変化を電極間静電容量の変化として検出し、マットスイッチの踏圧状況を監視する。マットスイッチが正常な場合、マットスイッチが踏まれると電極間距離が変化した後電極間が短絡する。接触不良が発生している場合、電極間距離が変化しても電極間は短絡しない。本装置は、この危険事象が一旦発生すると、以後マットスイッチの踏圧状況にかかわらず安全通報をしない構成をとる。</p>	
仕様	<p>供給電圧：DC24V 出力：交番信号出力(ダイナミック・フェールセーフ信号)</p>	
適合安全規格と安全性の立証	<ul style="list-style-type: none"> 故障に対する安全確保能力：prEN954-1 カテゴリ4 安全確認型システムに基づき、電子回路はカテゴリ4として認証済のダイナミック・フェールセーフ信号処理を利用。 誤使用に対する安全確保能力：予見可能な誤使用で生じる故障を配慮する(ISO/CD12100)、機器無効化の可能性を最小化する設計(EN1088)。 本装置は、マット電極間静電容量の大きさを連続的にモニタし、マット送信線と受信線の短絡に対する防護機能を備える。 	

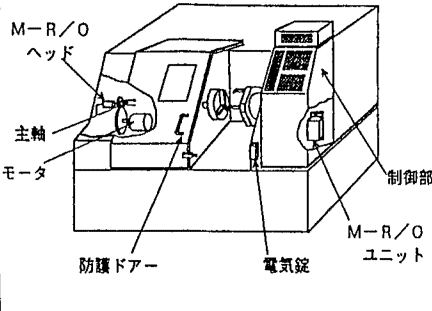
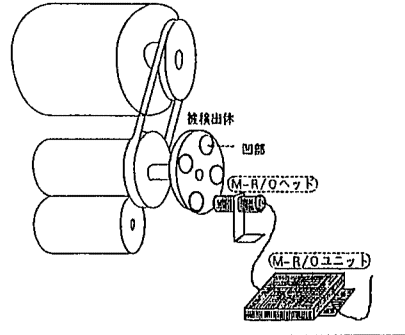
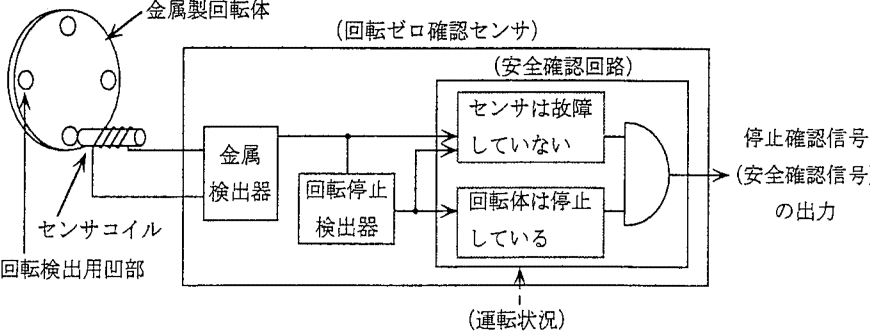
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	光ファイバーを利用したマットスイッチ	・一般工作機械，トランスファーライン，ハンドリング工程等に適用できる。	<p>図2 マットスイッチの構造</p>
機能 または 構造	<p>マットに人体や物体が乗ると，マット内に埋め込んだファイバー内を通過する光が減衰する。この変化を利用して，人体や物体の存在を検知する方式の安全装置。</p> <p>装置の正常性を確認するためのテスト入力機能付きであり，高度な耐薬品性と耐油性を持つ。また，使用環境に応じて表面材質の変更が可能。</p>	<p>回転機械</p> <p>加工機械</p> <p>ロボット</p> <p>搬送装置</p> <p>図1 マットスイッチの使用例</p>	
仕様	<p>供給電圧：AC115/230V，DC24V 応答時間：25m s 最小検出重量：30Kg 保護構造：IP67（マット部）</p>		
適合規格	<p>EN1760，EN954-1 欧州規格のカテゴリリー3を取得</p>		文献21) 参照

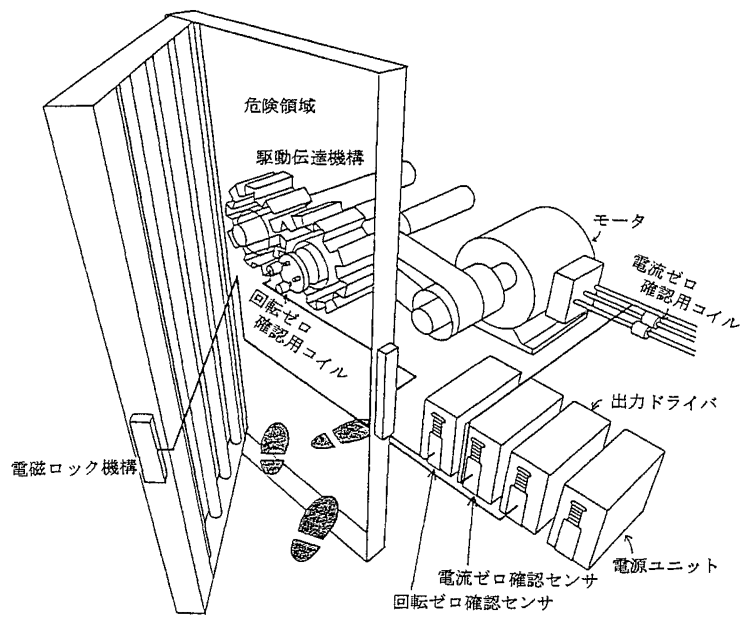
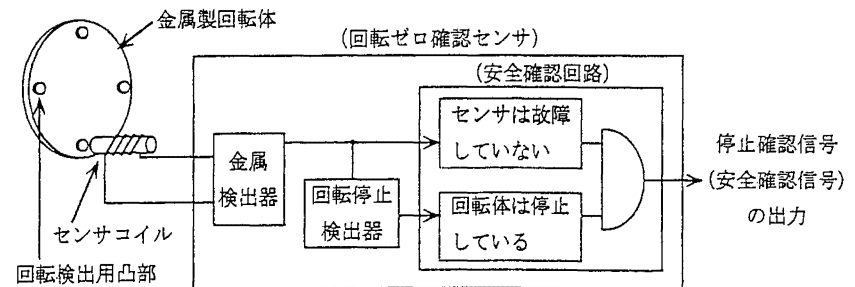
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図
名称	鋼板の接触を利用したマットスイッチ	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車製造ライン，産業用ロボット等の安全装置。 ・防護範囲が広大な機械設備のうち，可動ガードを取り付けにくい場合の安全対策に適用可能。  <p style="text-align: center;">図1 マットスイッチの適用例</p>	文献25) 参照
機能 または 特徴	マットに圧力が加えられたときに装置内の2枚の鋼板が接触することを利用して，人体や物体の存在を検知する方式の安全装置。フォークリフト等の重量物を通る箇所でも使用できる耐荷重圧型の構造になっている。また，水洗い可能であり，塩酸やエチルアルコールが存在する環境にも対応できる。		
構造 または 動作	<ol style="list-style-type: none"> ① 起動時にコントローラ内部の回路動作をチェックし，接点溶着による誤動作を防いでいる。 ② マットスイッチからの入力信号，コントローラからの出力信号及びコンタクタ等からの接点信号を常時監視し，これらの信号の関係が正常であるときに限って出力信号を生成する。このため，人体や物体がマットに乗ったときだけでなく，接続線の断線や接点溶着等の故障発生時にも，出力信号がOFFとなり機械が停止する。 ③ マット本体は2枚の鋼板（導電板）と絶縁ゴムで構成されており，面状で圧力を検知する。これにより，従来のような線状で検知する構造と比べて不感帯部分がなくなり，機械的強度と耐荷重圧性が大幅に向上した。また，線状検出によって起こる接点溶着や断線の問題も同時に解決した。 		
仕様	出力接点の定格：AC250V，2A(AC-15) 出力接点の構成：2NO(安全接点) +1NC(補助接点) 電氣的寿命：10万回以上 保護構造：IP65 使用温度範囲：-10～55℃		
適合規格	EN1760, EN50081, EN50082, EN954		

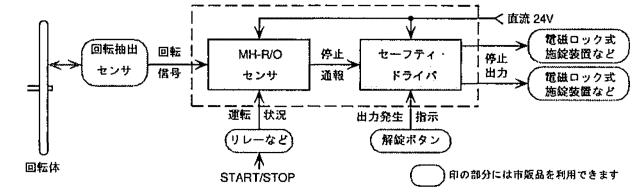
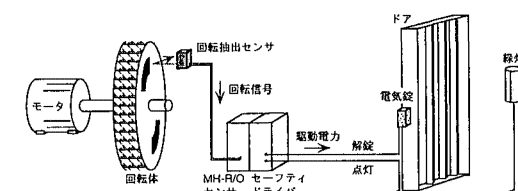
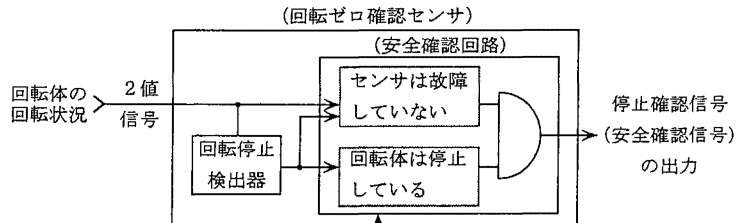
(15) セーフティエッジ

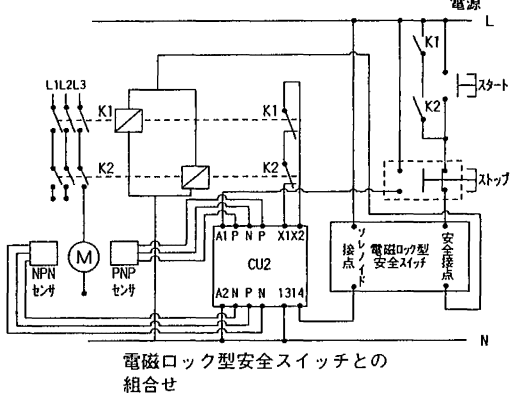
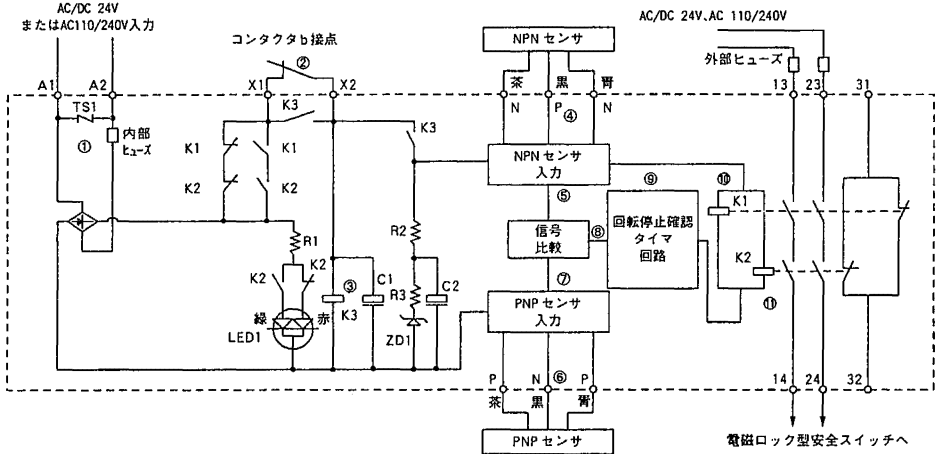
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	構 造 図	
名称	エッジ感知システム	・ 自動ドア, 電動シャッター等に適用できる。	 <p>図2 エッジ感知システムの構成</p>	
機能または特徴	エッジ部分に人体が接触していないときに限り, 運転許可信号を出力する接触式の安全装置。	 <p>図1 エッジ感知システムの適用例</p>		
構造または動作	<p>① エッジには, 図2のような形状の導電ゴム ((+)極と(-)極) が設置されている。</p> <p>② エッジ部分に人体が接触していないときは, 図3の回路でセンサ出力 $V_o \equiv V_{in}$ となり, 運転許可信号が出力される。</p> <p>③ エッジ部分に人体が接触したときは, 図3の回路で $V_o \equiv 0$ となり, 運転許可信号は出力されない。</p> <p>④ センサが故障したときも $V_o \equiv 0$ となり, 運転許可信号は出力されない。</p>			<p>図3 エッジ感知システムの回路</p>  <p>r : フレキシブルワイヤの抵抗 (≈ 0) R : 負荷抵抗</p>
仕様	<p>接点定格: AC250V, 2A(AC-15)</p> <p>接点構成: 2NO(安全接点) + 1NC(補助接点)</p> <p>電氣的寿命: 10万回以上(220V, 4A)</p> <p>保護構造: IP40</p> <p>温度条件: $-10 \sim 55^{\circ}\text{C}$</p>			文献26) 参照
適合規格	<p>EN1760, EN954, EN61000, IEC801, EN61000, ENV50204, EN55014, EN55022</p> <p>欧州規格のカテゴリ3を取得</p>			

(16) 回転確認センサ

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例	
名称	低速回転確認用センサ	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>工作機械 —防護ドアの開閉制御—</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>回転体を有する機械 —回転体への接近許可—</p>  </div> </div>	
機能	<p>機械の可動部の回転が所定の回転数以下であることを確認して低速確認信号を出力するセンサ。センサに故障が生じて、低速確認信号を誤生成することがない。</p>	構 造 図	
構造及び動作	<p>機械の危険な可動部の周囲を柵、囲い等で囲うのは、安全対策の基本である。そして可動部の停止が確認できたときに限り、囲いを開けて可動部への作業者の接近を許可する仕組みがとられる。この場合、可動部が動作している状態を停止状態と誤判定してしまうと災害が起きる可能性が高いため、停止確認には高い安全性が要求される。一方、工作機械等では工具や被加工物の位置合わせ等のために、停止中だけでなく低速回転中も可動部に接近する必要がある。</p> <p>本センサは、機械装置の回転体の回転数をセンサヘッドを用いて常時検出・監視し、回転体が所定の回転数以下(停止も含む)であるときに低速確認信号を出力する。一方、回転体が所定の回転数以上であるときは、低速確認信号は消滅する。また、万一センサに故障が生じたり、ユニット間の配線に短絡・断線等が起きても、可動部の回転中に誤って低速確認信号が出力されることはない。さらに、センサヘッドが回転体を監視していない場合(故意の取り外し等)でも、回転体減速時のセンサヘッド出力信号の変化パターンを検定することで、低速確認信号の誤った生成を防止できる。</p> <p>なお、可動部の運転状況を示す信号を入力することで、低速確認の安全性をさらに高めることができる。</p>	 <p style="text-align: right;">停止確認信号 (安全確認信号) の出力</p> <p style="text-align: right;">文献 27), 28) 参照</p>	
仕様	<p>低速検出回転数：50, 100, 150, 200 (rpm) のいずれか一つを選択 低速確認出力：DC24V, 1W, 1CH</p>		
適合安全規格と安全性の立証	<ul style="list-style-type: none"> 故障に対する安全確保能力：prEN954-1カテゴリー 4 安全確認型システムに基づき、電子回路はダイナミック・フェールセーフ信号処理を利用して構成。 誤使用に対する安全確保能力：通常予見可能な誤使用に対する配慮 (ISO/CD12100), 機器無効化可能性の最小化設計 (EN1088) 回転体減速時のセンサヘッド出力信号の変化パターンを検定することで、センサヘッドの取り外しなどに対する防護機能を備える。 TUVプロダクト・サービスより、国際安全規格類 (欧州規格 prEN954-1のカテゴリー 4 など) への適合認証取得済。 		

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	回転ゼロ確認用センサ（電磁ロック併用形）	
機能	機械の可動部の回転が完全に停止したことを確認して停止確認信号を出力するセンサ。センサに故障が生じて、停止確認信号を誤生成しない。電磁ロック式可動ガードと併用する。	
構造及び動作	<p>機械の危険な可動部の周囲を柵、囲い等で囲うのは、安全対策の基本である。そして、可動部の停止を確認できたときに限り、囲いを開けて可動部への作業者の接近を許可する仕組みがとられる。この場合、可動部が動作している状態を停止状態と誤判定してしまうと災害が起きる可能性が高いため、停止確認には高い安全性が要求される。</p> <p>本センサは、回転する可動部の停止を確認して停止確認信号を出力するセンサである。万一、センサに故障が生じたり、ユニット間の配線に短絡・断線が起きても、停止確認信号が可動部の回転中に誤って出力されることはない。また、センサヘッドが回転体を監視していない場合（故意の取り外し等）でも、停止確認信号は生成されない。さらに、ユニット間の配線の接続、切り離しや、ケースの分解が容易に出来ない構造になっている。</p> <p>出力ドライバは停止確認信号を受けて電磁ロックへ解錠電力を供給する。回転が検出されると、停止確認信号は出力されず、電磁ロックは解錠されない。また、モータ電流が零であることを確認する電流ゼロ確認センサを付加できる。</p>	
仕様(例)	<p>回転停止検出：12rpm以下（ただし、被検出用凸部が複数の場合は、その数をnとして12/n rpm以下）</p> <p>適用可能電磁ロック：電力7VA以下、駆動時間30ms以下（解錠駆動時）、電力1.2VA以下（解錠保持時）</p> <p>インピーダンス：60Ω以上</p>	
適合安全規格と安全性の立証	<ul style="list-style-type: none"> 故障に対する安全確保能力：prEN954-1のカテゴリ-4。電子回路はダイナミック・フェールセーフ信号処理を利用した安全確認形。 誤使用に対する安全確保能力：通常予見可能な誤使用に対する配慮（ISO/TR12100）、機器無効化可能性の最小化設計（EN1088） 回転体（金属製）とセンサヘッドとの距離を常時監視することで、センサヘッドの取り外し等に対する防護機能を備える。 TUVプロダクト・サービスより、国際安全規格類（欧州規格prEN954-1のカテゴリ-4 適合認証取得済）。 	
	 <p style="text-align: right;">文献29), 30) 参照</p>	

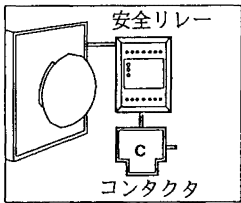
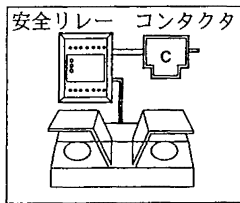
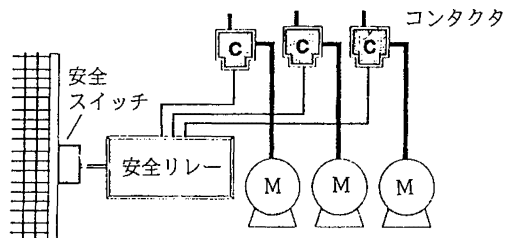
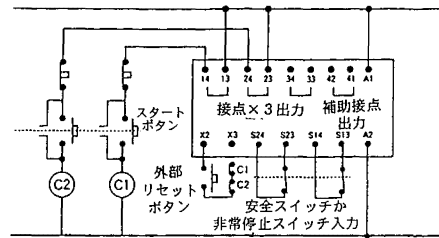
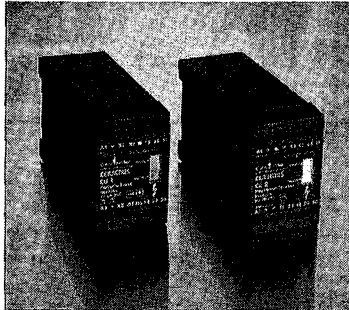
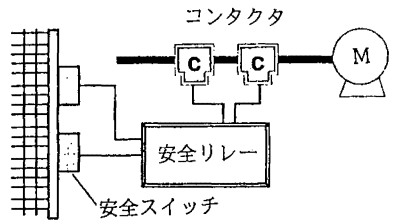
仕 様		標準的なシステム構成
名称	回転ゼロ確認用センサ（光電スイッチ等併用形）	
機能	<p>機械の回転部が停止したことを確認して停止確認信号を出力するセンサ。センサのトランスデューサとしては、市販の光電スイッチや近接スイッチ等を利用できる。センサに故障が生じて、停止確認信号を誤って生成することがない。出力ユニットと併用する。</p>	
構造及び動作	<p>機械の危険な可動部の周囲を柵、囲い等で囲うのは、安全対策の基本である。そして、可動部の停止を確認できたときに限り、囲いを開けて可動部へ作業者の接近を許可する仕組みがとられる。この場合、可動部が動作している状態を停止状態と誤判定してしまうと災害が起きる可能性が高いため、停止確認には高い安全性が要求される。</p> <p>本センサは、機械装置の回転体の回転数を常時監視し、回転体が停止したことを確認して停止確認信号を出力する。この場合、回転を検出すると停止確認信号は消滅する。また、回転体の回転状況は、回転抽出センサ(光電センサや近接センサ等の市販のセンサ)によって回転体の回転数に比例した周波数の2値(1/0)信号で本センサへ伝達される。なお、回転体の運転状況は無電圧接点信号によって別途センサに入力される。万一、センサに故障が生じたり、ユニット間の配線に短絡や断線が起きても、停止確認信号が可動部の回転中に誤って出力されることはない。また、回転抽出センサの出力信号の回転体減速時における変化パターンを検証することで、回転抽出センサが回転体を監視していない場合(故意の取り外し等)の停止確認信号の誤った生成を防止している。さらに、ユニット間配線の接続、切り離しやケースの分解が容易に出来ない構造になっている。なお、停止確認信号は、併用の出力ユニットに伝達される。このユニットは、柵、囲い等に取り付けられた電磁ロック式施錠装置を同時に2台まで駆動できる。</p>	<p>主な使用場所：回転する可動部を有する機械</p> <p>[回転体への接近許可] MH-R/Oセンサが回転停止を確認して停止確認信号を生成すると、ドアに取り付けられた電気錠の解錠操作や緑灯の点灯操作がセーフティ・ドライバ（出力ユニット）によって行われ、作業者に安全が通報される。</p> 
仕様	<p>入力：NPNオープンコレクタ 回転停止検出：30/n(rpm) (n：回転体回転数60rpmでの回転抽出センサの出力信号周波数(Hz)) 停止確認信号：交番信号出力(ダイナミック・フェールセーフ信号)×1ch</p>	<p>構 造 図</p>  <p style="text-align: right;">文献31) 参照</p>
適合安全規格と安全性の立証	<ul style="list-style-type: none"> 故障に対する安全確保能力：prEN954-1のカテゴリ-4。電子回路はダイナミック・フェールセーフ信号処理を利用した安全確認形。 誤使用に対する安全確保能力：通常予見可能な誤使用に対する配慮 (ISO/TR12100)、機器無効化可能性の最小化設計 (EN1088) 回転体減速時の回転抽出センサの出力信号の変化パターンを検証することで、回転抽出センサの取り外しなどに対する防護機能を備えている。 	

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	回転停止検出ユニット	・一般工作機械，産業用ロボット，半導体製造装置，成形機等に適用できる。
機能 または 特徴	二重系のセンサによって回転体をモニタし，回転体が停止した時点で，電磁ロックスイッチのロックを解除する信号を出力する装置。	 <p style="text-align: center;">電磁ロック型安全スイッチとの 組合せ</p>
構造 または 動作	<ol style="list-style-type: none"> ① センサは2重系で，1つのセンサが故障しても，他のセンサにて回転停止の検出が可能。 ② コンタクタのb接点信号をモニタすることにより，コンタクタの接点溶着が起こった場合，回転停止時に装置の出力接点を閉じない。 ③ 内部安全リレーの接点をモニタし，接点溶着が起こった場合，装置の出力接点を閉じない。 	構 造 図
仕様	定格入力電圧：AC/DC 24V, AC110V, 230V 接点構成：2NO(安全接点) + 1NC(補助接点) 接点定格：250V, 4A 電氣的寿命：50万回以上(AC250V 2A) 保護構造：IP40 温度条件：-10～55℃	 <p style="text-align: right;">電磁ロック型安全スイッチへ</p>
適合規格	EN292, EN954, EN60204-1, EN50081, EN50082	文献 3 3) 参照

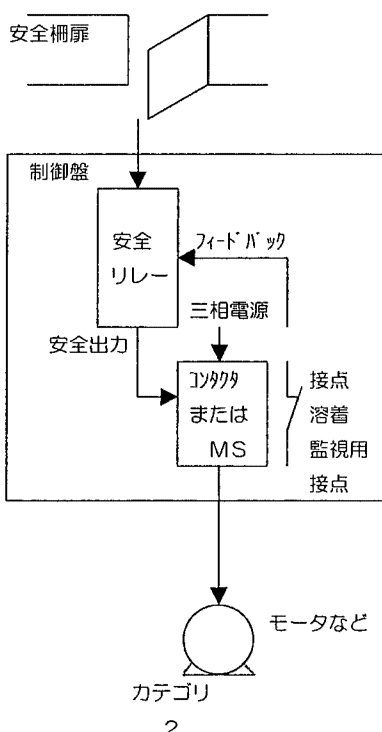
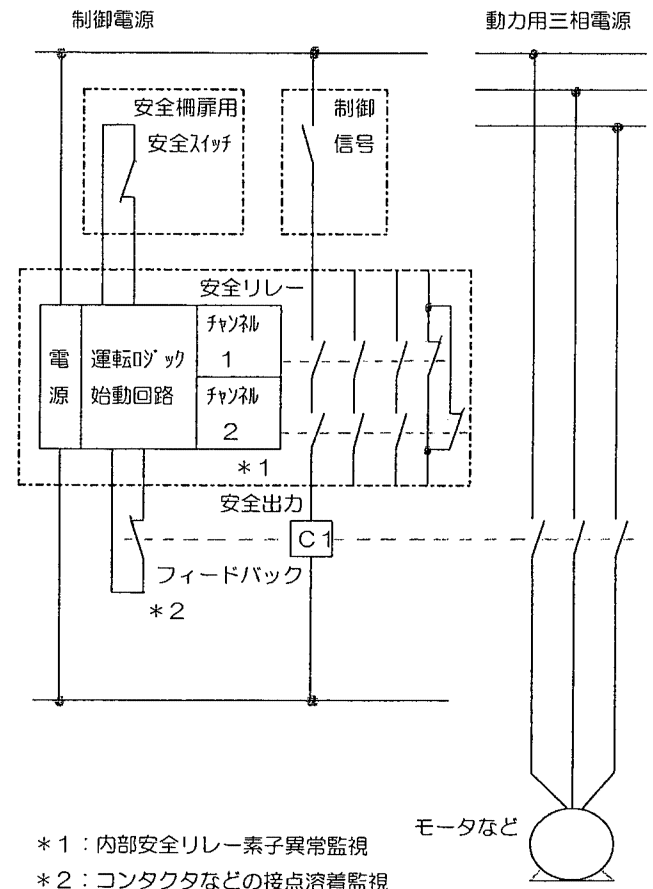
(17) 強制ガイド式安全リレー

仕 様		主 な 使 用 場 所	構 造 図
名称	強制ガイド式安全リレー	・プレス機械、昇降装置、鉄道信号、ロボット等のインタロック	
機能 または 特徴	万一 a 接点が溶着を起こしても、対となる b 接点を強制的に引き離しできるように、強制ガイドを持つリレー。		
構造 または 動作	<p>① 異なる接点間の短絡を防止するために、接点は遮蔽板によって遮蔽されているか、または遮蔽室等に収納された構造である。</p> <p>② 万一 a 接点が溶着しても、対となる b 接点を強制的に引き離しできるように強制ガイドを持つ。</p> <p>③ ②のとき、b 接点の接点間ギャップは 0.5 mm 以上を確保できる。</p>		
仕様(例)	<p>操作コイル定格電圧：DC24V 操作コイル定格電流：30mA 操作コイルの抵抗：800Ω 接点定格：AC240V, 3A(抵抗負荷) DC24V, 3A(抵抗負荷) AC240V, 3A(誘導負荷) DC24V, 1A(誘導負荷)</p> <p>接点構成：4a2b/3a3b 電氣的寿命：10万回以上 機械的寿命：1000万回以上 消費電力：約0.8W 耐電圧：AC2500V, 50/60Hz, 1min 温度範囲：-25～70℃</p>		
適合規格	IEC60255, prEN50205, UL508, CSA		<p>図1 強制ガイド式安全リレーの回路例</p> <p>図2 強制ガイド式安全リレーの構成</p> <p>文献 3 4) 参照</p>

(18) モニタ付き安全リレー

仕 様		主 な 使 用 場 所	構 造 図
名称	モニタ付き安全リレー	・プレス機械，昇降装置，鉄道信号，ロボット等のインタロック (a) 非常停止ボタン  (b) 両手操作式ボタン  (c) 安全スイッチ  3つの独立した回路のコンタクタをモニタする。	 内部リレーは，強制引き離し式の独立した2重化接点となっている。 図2 モニタ付き安全リレーの構造
機能または特徴	電磁リレーに接点溶着が生じたことを検出できるモニタ機構を持つリレー。		
構造または動作	入力信号，出力信号，コンタクタからのフィードバック信号等を基に接点動作のモニタリングを行い，接点溶着が検出されたときは，運転許可信号を出力しない。  写真1 モニタ付き安全リレーの外観の例	 2重化されたコンタクタをモニタする。 図1 モニタ付き安全リレーの使用方法	
仕様(例)	入力定格電圧：AC/DC24V 接点定格：250V, 4A 接点構成：3NO(安全接点) +1NC(補助接点) 電氣的寿命：50万回以上(AC250V, 2A) 保護構造：IP40 温度条件：-25~70℃		
適合規格	EN292, EN954, EN60204, EN50081, EN50082		文献35) 参照

(19) 可動ガード用安全リレー

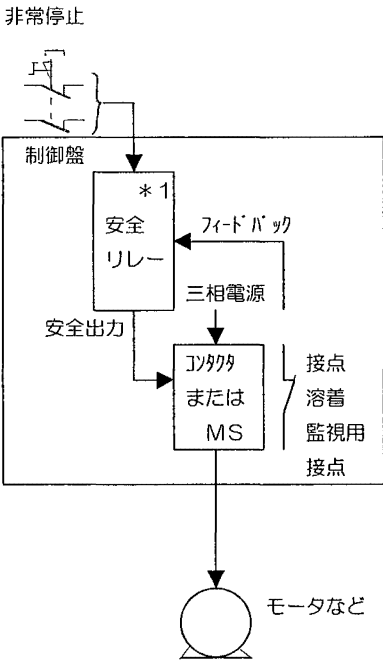
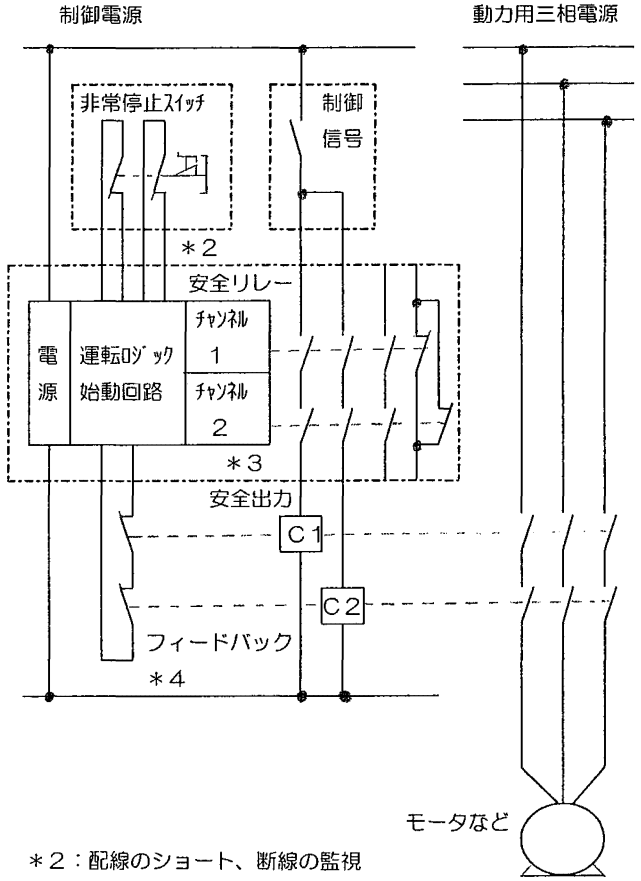
仕 様		主な使用場所と適用事例	構 造 図
名称	可動ガード用安全リレー (カテゴリ2)	<p>・一般工作機械, 産業用ロボット, 食品機械, 搬送機械印刷機械, 成形機等の可動ガード用安全リレー</p>  <p>安全柵扉</p> <p>制御盤</p> <p>安全リレー</p> <p>フィードバック</p> <p>三相電源</p> <p>安全出力</p> <p>接触点溶着またはMS</p> <p>監視用接点</p> <p>モータなど</p> <p>カテゴリ 2</p>	 <p>制御電源</p> <p>動力用三相電源</p> <p>安全柵扉用安全スイッチ</p> <p>制御信号</p> <p>安全リレー</p> <p>電源</p> <p>運転ストップ</p> <p>始動回路</p> <p>常閉 1</p> <p>常開 2</p> <p>*1</p> <p>安全出力</p> <p>フィードバック</p> <p>*2</p> <p>モータなど</p> <p>*1 : 内部安全リレー素子異常監視</p> <p>*2 : 接触点などの接点溶着監視</p> <p>モータなど</p> <p>文献36) 参照</p>
機能または特徴	機械や装置に設置された可動ガードが閉じているときに限って, コンタクト, マグネットスイッチ等をオン状態にする安全リレー。カテゴリ2の故障対策が施されている。		
構造または動作	<p>① 可動ガードが閉じているときは, 外部周辺機器及び内部構成部品の正常性を確認した上で, 安全出力をオンにする。このオン信号によって, コンタクト, マグネットスイッチ等をオン状態にする。</p> <p>② 可動ガードを開いたときは, 安全出力をオフにする。このオフ信号によって, コンタクト, マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p> <p>③ 入力ショート, 断線, コンタクトの接点溶着等を検出したときも, 安全出力信号はオフとなるので, コンタクト, マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p>		
仕様	<p>動作電源: DC24V, AC24V, AC110V, AC120V, AC230V</p> <p>接点定格: AC250V・6A・1500V, AC250V・5A・1250V, DC24V・4A・100W</p> <p>保護構造: ケースIP40, 端子IP20</p> <p>温度条件: -10~+55℃</p>		
適合規格	EN 60204, VDE0113, IEC204, BG, UL, CSA		

仕 様		主な使用場所と適用事例	構 造 図	
名称	可動ガード用安全リレー (カテゴリ3または4)	<p>・一般工作機械，産業用ロボット，食品機械，搬送機械，印刷機械，成形機等の可動ガード用安全リレー</p>		
機能または特徴	機械や装置に設置された可動ガードが閉じているときに限って，コンタクト，マグネットスイッチ等をオン状態にする安全リレー。カテゴリ3または4の故障対策が施されている。			
構造または動作	<p>① 可動ガードが閉じているときは，外部周辺機器及び内部構成部品の正常性を確認した上で，安全出力をオンにする。このオン信号によって，コンタクト，マグネットスイッチ等をオン状態にする。</p> <p>② 可動ガードを開いたときは，安全出力をオフにする。このオフ信号によって，コンタクト，マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p> <p>③ 入力のショート，断線，コンタクトの接点溶着等を検出したときも，安全出力信号はオフとなるので，コンタクト，マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p>			
仕様	<p>動作電源：DC24V, AC24V, AC110V, AC120V, AC230V</p> <p>接点定格：AC250V・6A・1500V, AC250V・5A・1250V, DC24V・4A・100W</p> <p>保護構造：ケースIP40, 端子IP20</p> <p>温度条件：-10～+55℃</p>		<p>*1：配線のショート、断線の監視 安全スイッチの異常動作監視 カテゴリ3の場合、2入力1コモンが良い</p> <p>*2：内部安全リレー素子異常監視</p> <p>*3：コンタクトなどの接点溶着監視</p> <p>文献36) 参照</p>	
適合規格	EN 60204, VDE0113, IEC204, BG, UL, CSA			

(20) 両手操作装置用安全リレー

仕 様		主な使用場所と適用事例	構 造 図
名称	両手操作装置用安全リレー (カテゴリ4)	<p>・プレス機械，産業用ロボット，食品機械，成形機，組立装置等の両手操作式起動装置用安全リレー</p>	<p>*1：配線のショート、断線の監視 スイッチの異常動作監視 両手操作すれ検出(0.5秒以内は正常)</p> <p>*2：内部安全リレー素子異常監視</p> <p>*3：コンタクタなどの接点溶着監視</p> <p>文献36) 参照</p>
機能 または 特徴	機械や装置に設置された両手操作装置が同時に押されているときに限って、コンタクト，マグネットスイッチ等をオン状態にする安全リレー。カテゴリ4の故障対策が施されている。		
構造 または 動作	<p>① 両手操作装置が同時に押されているときは，外部周辺機器及び内部構成部品の正常性を確認した上で，安全出力をオンにする。このオン信号によって，コンタクト，マグネットスイッチ等をオン状態にする。</p> <p>② 両手操作装置の一方が押されていないときは，安全出力をオフにする。このオフ信号によって，コンタクト，マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p> <p>③ 入力ショート，断線，コンタクトの接点溶着等を検出したときも，安全出力信号はオフとなるので，コンタクト，マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p>		
仕様	<p>動作電源：DC24V，AC24V，AC110V，AC120V，AC230V</p> <p>接点定格：AC250V・5A・1250V DC24V・2A・48W</p> <p>保護構造：ケースIP40，端子IP20</p> <p>温度条件：-10～+55℃</p>		
適合規格	EN60204，EN574，VDE0113，IEC204 BG，UL，CSA		

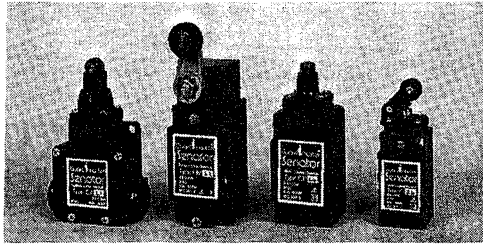
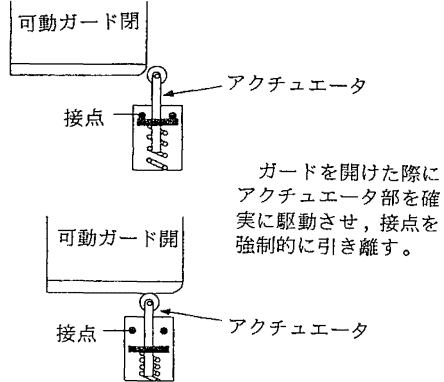
(21) 非常停止装置用安全リレー

仕 様		主な使用場所と適用事例	構 造 図
名称	非常停止装置用安全リレー (カテゴリ3または4)	<p>・一般工作機械、産業用ロボット、食品機械、搬送機械、印刷機械、成形機等の非常停止装置用安全リレー</p> 	 <p>*2 : 配線のショート、断線の監視 非常停止スイッチの異常動作監視 カテゴリ3の場合、2入力1コモンが良い</p> <p>*3 : 内部安全リレー素子異常監視</p> <p>*4 : コンタクタなどの接点溶着監視</p> <p>文献36) 参照</p>
機能 または 特徴	機械や装置に設置された非常停止装置が押されていないときに限って、コンタクタ、マグネットスイッチ等をオン状態にする安全リレー。カテゴリ3または4の故障対策が施されている。		
構造 または 動作	<p>① 非常停止装置が押されていないときは、外部周辺機器及び内部構成部品の正常性を確認した上で、安全出力をオンにする。このオン信号によって、コンタクタ、マグネットスイッチ等をオン状態にする。</p> <p>② 非常停止装置が押されたときは、安全出力をオフにする。このオフ信号によって、コンタクタ、マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p> <p>③ 入力のショート、断線、コンタクタの接点溶着等を検出したときも、安全出力信号はオフとなるので、コンタクタ、マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p>		
仕様	<p>動作電源：DC24V, AC24V, AC110V, AC120V, AC230V</p> <p>接点定格：AC250V・6A・1500V AC250V・5A・1250V DC24V・4A・100W</p> <p>保護構造：ケースIP40, 端子IP20</p> <p>温度条件：-10～+55℃</p>		
適合規格	EN 60204, VDE0113, IEC204, BG, UL, CSA		

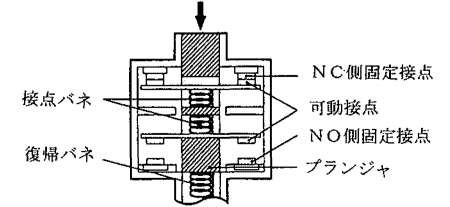
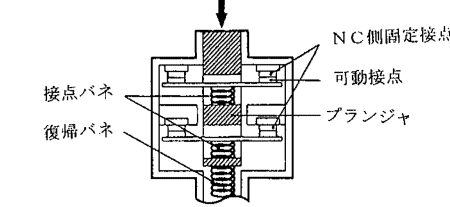
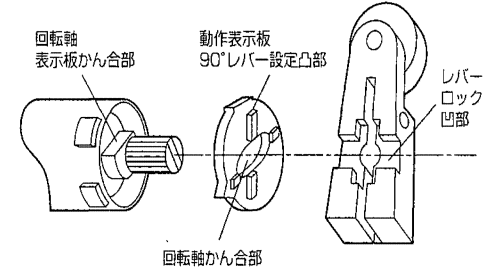
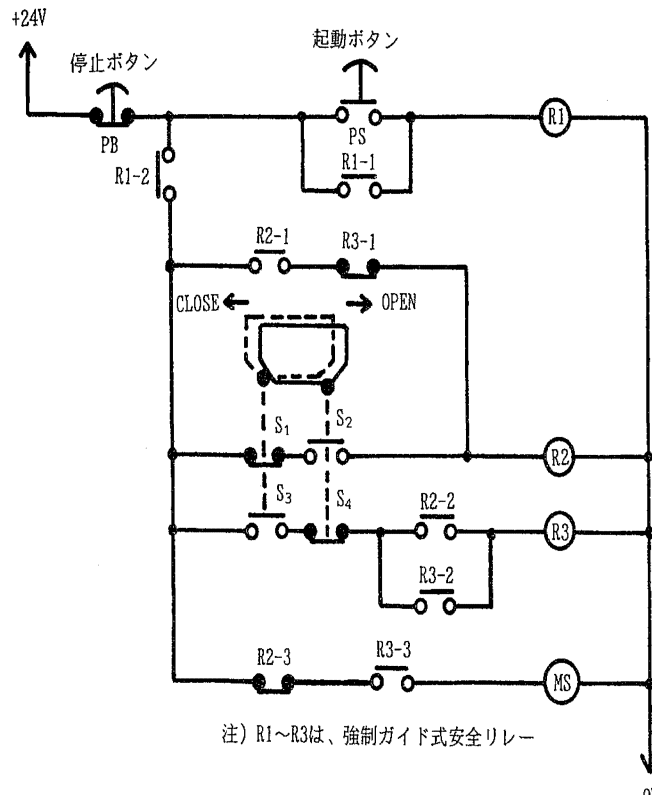
仕 様		主な使用場所と適用事例	構 造 図
名称	オフディレータイマ付き非常停止装置用安全リレー (カテゴリ 2, 3, 4)	・一般工作機械, 産業用ロボット, 食品機械, 搬送機械, 印刷機械, 成形機等の非常停止装置用安全リレー	<p>制御電源</p> <p>動力用三相電源</p> <p>非常停止スイッチ</p> <p>制御信号</p> <p>*1</p> <p>安全リレー</p> <p>電源</p> <p>運転ストップ</p> <p>始動回路</p> <p>フィードバック</p> <p>安全出力</p> <p>安全リレー</p> <p>フィードバック</p> <p>三相電源</p> <p>安全出力</p> <p>マグネットスイッチ</p> <p>接点</p> <p>溶着</p> <p>監視用</p> <p>接点</p> <p>MS</p> <p>電磁ロック</p> <p>ランプ</p> <p>モータなど</p> <p>C1 C2 C3 C4</p> <p>C1 C2 C3 C4</p> <p>フィードバック *3</p> <p>(非常停止 or 運転停止)</p> <p>電磁ロック</p> <p>ランプ</p> <p>(電源オンでロック解除)</p> <p>モータなど</p> <p>C3 C4</p> <p>電磁ロック</p> <p>ランプ</p> <p>(電源オフでロック解除)</p> <p>モータなど</p> <p>制御電源</p> <p>(電源の取扱に注意)</p> <p>文献 3 6) 参照</p>
機能 または 特徴	機械や装置に設置された非常停止装置が押されたときは, あらかじめ設定された時間の経過後にコンタクタ, マグネットスイッチ等をオフ状態にする安全リレー。カテゴリ 2, 3 または 4 の故障対策が施されている。		
構造 または 動作	<p>① 非常停止装置が押されていないときは, 外部周辺機器及び内部構成部品の正常性を確認した上で, 安全出力をオンにする。このオン信号によって, コンタクタ, マグネットスイッチ等をオン状態にする。</p> <p>② 非常停止装置が押されたときは, あらかじめ設定された時間の経過後に, 安全出力をオフにする。このオフ信号によって, コンタクタ, マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p> <p>③ 入力のショート, 断線, コンタクタの接点溶着等を検出したときも, 安全出力信号はオフとなるので, コンタクタ, マグネットスイッチ等はオフ状態となる。</p>		
仕様	<p>動作電源: DC24V</p> <p>接点定格: AC250V・5A・1250V</p> <p>DC24V・4A・100W</p> <p>保護構造: ケース IP40, 端子 IP20</p> <p>温度条件: -10 ~ +55℃</p>		
適合規格	EN 60204, VDE0113, IEC204, BG		

- * 1 : 配線のショート, 断線の監視
非常停止スイッチの異常動作監視(カテゴリ 4 のみ)
カテゴリ 2 の場合, 1 入力, 1 出力で良い
- * 2 : 内部安全リレー素子異常監視
- * 3 : コンタクタなどの接点溶着監視

(22) リミットスイッチ

仕 様		主 な 使 用 場 所	構 造 図
名称	リミットスイッチ	<ul style="list-style-type: none"> ・行き過ぎ防止用のリミットスイッチ ・ガードインタロック用のリミットスイッチ  <p>写真1 リミットスイッチの例</p>	 <p>図1 リミットスイッチの構造</p> <p>可動ガード閉</p> <p>接点</p> <p>アクチュエータ</p> <p>ガードを開けた際にアクチュエータ部を確実に駆動させ、接点を強制的に引き離す。</p> <p>可動ガード開</p> <p>接点</p> <p>アクチュエータ</p>
機能 または 特徴	アームに作用する力によって、スイッチの接点を強制的に引き離す構造のリミットスイッチ。		
構造 または 動作	<ul style="list-style-type: none"> ① 強制引き離し式のb接点を持っている。 ② 接点間の短絡を防止するために、接点は遮蔽板で隔離されている。 		
仕様(例)	接点定格：AC100V, 5A (AC-15) 接点構成：1NC/1NO, 2NC (NC側は強制引き離し) 伝記的寿命：100万回以上 機械的寿命：100万回以上 保護構造：IP65 温度条件：-25～70℃		
適合規格	EN60947		

文献37) 参照

仕様		主な使用場所	構造図
名称	リミットスイッチ	<ul style="list-style-type: none"> 行き過ぎ防止用のリミットスイッチ ガードインタロック用のリミットスイッチ 	<p>(a) 1NC/1NO接点</p>  <p>(b) 2NC接点</p>  <p>図2 強制引き離し機構</p>  <p>注1.レバーに大きな力が加わっても空転しないように、凹凸のかみ合わせとなっていますので、レバーの逆取り付けはできません。 注2.スプリングロッドタイプはセーフティスイッチとして使えません。</p> <p>図3 形状ロック機構 文献38) 参照</p>
機能または特徴	アームに作用する力によって、スイッチの接点を強制的に引き離す構造のリミットスイッチ。	 <p>注) R1~R3は、強制ガイド式安全リレー</p>	
構造または動作	<ol style="list-style-type: none"> 強制引き離し式のb接点を持っている(図2参照)。 接点溶着時などにアクチュエータに大きな力が加わっても変形したり、外れたりしないように、強制引き離し機構に関連する構成部品は、弾性のない凹凸形状の部品によってかみ合わせを行っている(図3参照)。 		
仕様(例)	接点定格：400V, 2A (AC-15) 接点構成：1NC/1NO, 2NC (NC側は強制引き離し) 絶縁抵抗：100MΩ以上 接触抵抗：25mΩ以下 電気的寿命：15万回以上 機械的寿命：1500万回以上 保護構造：IP65 温度条件：-25~70℃		
適合規格	EN60947		
			<p>図1 正ガードと負ガードのリミットスイッチを組み合わせたガードインタロック用の回路</p>

(23) モニタ付き複式電磁弁

仕 様		構 造 図	
名称	モニタ付き複式電磁弁 (空圧用)	<p>(1) 中立位置 下図に示す位置では、ソレノイド1, 2は非通電状態であり、ソレノイド電機子3, 4は圧力バネ5, 6に支えられて環状ダクト7, 8を覆っている。制御ダクト8は環状ダクト9に、制御ダクト7は環状ダクト10に各々つながっている。弁体11とピストン12, 13の間にすき間があるため、制御ダクト7, 8が加圧される。制御ピストン14, 15内部の空気は、ダクト16, 17または18, 19を介して各々吐き出される。ピストン12はダクト20, 21を、ピストン13はダクト22, 23を各々閉じる。</p> <p>(2) 作動位置 ソレノイド1, 2の通電で、ソレノイド電機子3, 4がバネ5, 6に抗して図の位置に引き寄せられる。ダクト17, 19が閉じ、ダクト7, 8が開く。このため、ピストン14の上側がダクト16, 7, 21を介して加圧され、ピストン15の上側がダクト18, 8, 23を介して加圧される。これにより、ピストン14, 12または13, 15は図の位置に移動する。ポートPはピストン12(ダクト21, 22)またはピストン13(ダクト23, 20)を介してポートAにつながる。</p> <p>(3) 切換不良 (一方の電磁弁が故障) 左図に示す切換位置の場合、ソレノイド1は通電状態で、ソレノイド2は非通電状態であると仮定する。ソレノイド1の通電で、ソレノイド電機子3はバネ5に抗して図の位置に引き寄せられる。ダクト17が閉じ、ダクト7が開く。このため、ピストン14の上側がダクト16, 7, 21を介して加圧される。これにより、ピストン14, 12が図示の位置に移動する。ダクト21はポートPにつながれ、ポートAへの増圧がピストン13によって防がれる。ダクト23内部の空気は、ダクト20を介してポートA又はRに吐き出される。パイロットコントロールに導くダクト8内部の空気も吐き出される。よってピストン15の加圧はありえない。なお、電磁弁は切換動作の都度自己監視を行っている。</p>	
機能 または 特徴	一方の電磁弁に固着が生じたときは、これをモニタ機構で検出できる構造の複式電磁弁。		
構造 または 動作	<p>① 電磁弁は複式、ノーマルクローズ型で、プレッシャリターン型である。</p> <p>② 複式の一方の電磁弁に固着が生じたとき、これを検出できるモニタ機構を持つ。</p> <p>③ 複式の一方の電磁弁に固着が生じたときでも、他方の電磁弁の遮断時間は、ほとんど影響を受けない。</p> <p>④ クラッチ、プレーキ及びパイロットへの空気圧は、各々クロスフロー機構によって供給される。</p> <p>⑤ 再起動するには、故障がなくなった状態で両方の電磁弁を開放しなければならない。</p>		
仕様	使用電圧：DC24V, AC100V 切換頻度：165回/分 温度範囲：-10~60℃		
適合規格	EN692		

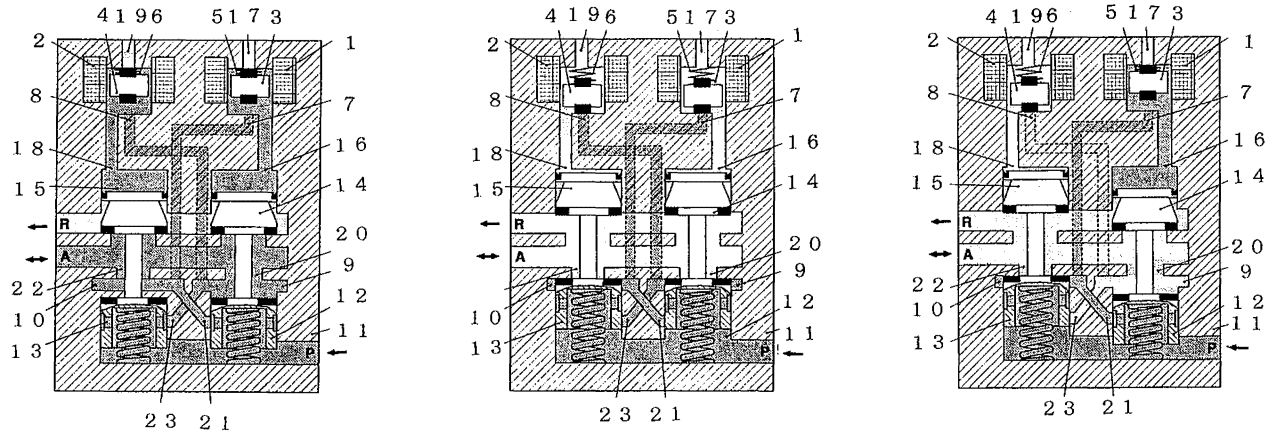


図1 電磁弁の動作

文献39) 参照

仕 様		構 造 図
名称	モニタ付き複式電磁弁 (油圧用)	<p>(1) 休止位置 パイロット弁3, 4のソレノイド1, 2は非通電状態にある。ピストン5, 6は、液圧とバネ7, 8の力との組合せ動作でセンタ位置に保持されている。圧力ポートPは閉じている。作業ポートAは、タンクポートTにつながっている。</p> <p>(2) 切替位置 パイロット弁3, 4のソレノイド1, 2は通電状態にある。ピストン5, 6は、バネ側で開放状態にある。ポンプ圧力が増加すると、これらのピストンはバネ7, 8の力に抗して外方向に押される。ポンプポートPは作業ポートAにつながっている。接続口A-TとP-Tはブロックされている。</p> <p>(3) 不良切替位置 ソレノイド1は通電状態で、ソレノイド2は非通電状態にある。ピストン6はスプリング側の作動油で加圧されている。そのため、両ピストンはセンタ位置を越えて左側位置に移動する。ポンプポートPは閉じている。作業ポートAはタンクポートTにつながっている。このことは、PとAの間に残留圧力がないことを意味する。弁をその休止位置に戻すには、ポンプポートPをタンクポートTにつながなければならない。なお、電磁弁は切替動作の都度自己監視を行っている。</p>
機能 または 特徴	一方の電磁弁に固着が生じたときは、これをモニタ機構で検出できる構造の複式電磁弁。	
構造 または 動作	<p>① 電磁弁は複式、ノーマルクローズ型で、バネリターン型である。</p> <p>② 複式の一方の電磁弁に固着が生じたとき、これを検出できるモニタ機構を持つ。</p> <p>③ 複式の一方の電磁弁に固着が生じたときでも、他方の電磁弁の遮断時間は、ほとんど影響を受けない。</p> <p>④ クラッチ、ブレーキ及びパイロットへの空気圧は、各々クロスフロー機構によって供給される。</p> <p>⑤ 再起動するには、故障がなくなった状態で油圧の圧力を0にしなければならない。</p> <p>⑥ 切替え時間が短い。</p> <p>⑦ 残留圧力がない。</p>	
仕様	使用電圧：DC24V, AC100V 切替頻度：250回/分 流体温度：最大70℃	
適合規格	EN692	

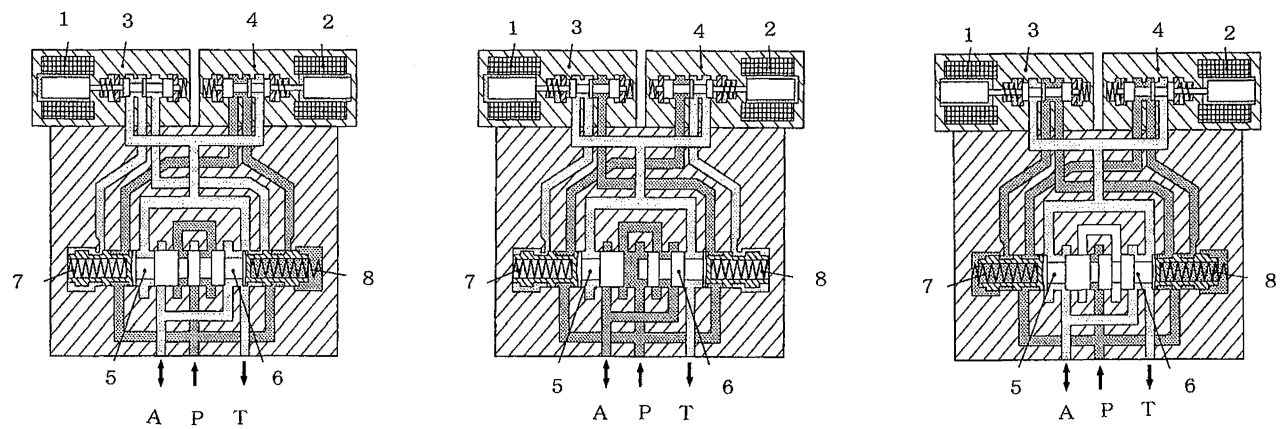
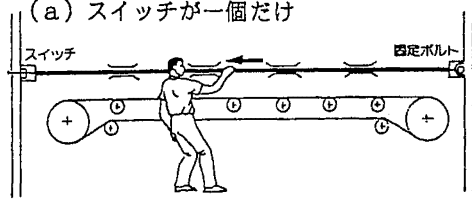
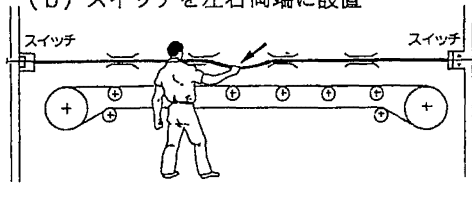
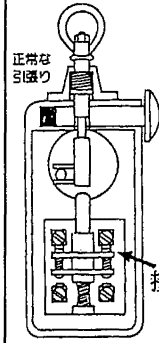
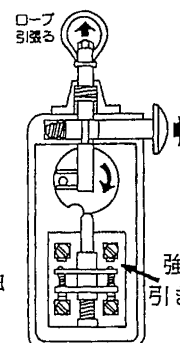
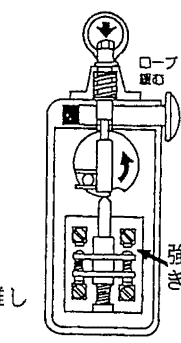


図1 電磁弁の動作

文献40) 参照

(24) ワイヤ式緊急停止装置

仕 様		主 な 使 用 場 所	構 造 図
名称	ワイヤ式緊急停止装置	・コンベヤ等の緊急停止装置	
機能 または 特徴	人体がワイヤと接触したときにスイッチを作動させる方式の緊急停止装置。		
構造 または 動作	<p>① ロープが正常な引っ張り状態にあるときは、カムに作用するバネ力とロープの引っ張り力が釣り合っており、カムは中立点の位置（スイッチをONする位置）で停止を維持する。</p> <p>② 作業者がワイヤを引っ張ると、これに連動してカムが時計方向に回転し、スイッチを押す。これにより接点が強制的に引き離されて機械が停止する。</p> <p>③ ワイヤが切れたときや緩んだときには、スイッチ自身に組み込まれたバネの力によってカムが反時計方向に回転し、接点が強制的に引き離される。</p> <p>④ 接点間の短絡を防止するために、絶縁バリアにて隔離されている。</p>	<p>(a) スイッチが一個だけ</p>  <p>(b) スイッチを左右両端に設置</p>  <p>① ロープは危険領域全体を防護できるように、適切な長さのものを選定すること。</p> <p>② ロープの設置高さは、人間の手の進入高さを基本としながら、作業毎に実際にシミュレートして、最適な高さを選定する必要がある。また作業によっては、何本かのロープを異なる高さに設置することも必要である。</p> <p>③ ロープの長さが約2mを越えると、ロープの一端を固定ボルトで止めただけでは、スイッチが作動しないことがある。そこで、ロープの長さが2mを超える場合や、2m以下であってもスイッチの作動を確実にしたい場合は、ロープの両端に一個づつスイッチを設置する。</p> <p>図1 ワイヤ式緊急停止装置の使用法</p>	<p>人がロープを引いていない状態</p>  <p>構造の①参照</p> <p>人がロープを引っ張った状態</p>  <p>構造の②参照</p> <p>ロープが切れたときや緩んだとき</p>  <p>構造の③参照</p> <p>図2 ワイヤ式緊急停止装置のスイッチの構造</p> <p>文献41) 参照</p>
仕様	<p>接点定格：100, 5A (AC-15)</p> <p>接点構成：2NC (安全接点) + 1NO (補助接点)</p> <p>動作寿命：100万回以上</p> <p>保護構造：IP66</p> <p>温度範囲：-20～80℃</p>		
適合規格	EN418, ISO/IEC13850, EN60947		

(25) セーフティドライバ

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	セーフティドライバ	
機能	スイッチ類の導通故障を検出できるモニタ機能を持つとともに、スイッチ間のオン／オフの順序付けによって、導通故障時の電流遮断能力を向上させた装置。	
構造及び動作	<p>機械を駆動する電機機器（モータ等）の電流通電経路には、メインスイッチと運転スイッチが設けられている。これらのスイッチによって機械を起動するときは、メインスイッチをオンして通電経路を形成した後に、運転スイッチをオンして電流を通電する。また、機械を停止するときは、運転スイッチをオフして電流を遮断した後に、メインスイッチをオフして通電経路を遮断する。この場合、電流の入切は運転スイッチが行い、メインスイッチは通電経路の入切りを行って電流の入切に関わらない。</p> <p>この方式の特徴は、（利点）運転スイッチのオン側故障で電流を遮断できない時には、メインスイッチで電流を遮断できるためにメインスイッチは大切に扱われ、そのオフ機能が維持されること、すなわち、メインスイッチのオフ機能は真に安全に関する機能として扱い、運転スイッチはオフできないという誤りを認めて安全に関係しない機能として扱っていること、（欠点）運転スイッチのオン側故障（オフ能力の喪失を意味する）はスイッチをオフしてみないとわからないから、運転スイッチのオフ能力確認の時間間隔は機械の起動／停止のサイクルに依存してしまうことである。</p> <p>本装置は、装置内部の半導体を運転スイッチとして機能させるとともに、装置内部のリレー接点をメインスイッチとして機能させて、上記の利点を利用した順序操作を行う運転制御ユニットである。また、上記の欠点を補うために、装置内部の半導体のオフ能力を電流通電中であっても連続的に検査し、オフ能力の喪失時は直ちにリレー接点で電流遮断を行う。なお、万一ドライバに故障が生じたときや、ユニット間の配線に短絡・断線が起きたときでも、負荷電流が誤って出力されることはない。</p>	<p style="text-align: center;">構 造 図</p>
仕様	<p>適用負荷：プレス用ダブルバルブ、電気錠（2箇所）、強制ガイド式電磁開閉器（2箇所）</p> <p>出力容量：DC24V、0.6A（2チャンネル）</p> <p>入力：各種安全機器類（光線式安全装置、マットスイッチ、回転停止センサ等）の交番出力信号（ダイナミック・フェールセーフ信号）</p> <p>オプション：電子式タイマー（オンディレイ）機能</p>	<p style="text-align: right;">文献 4 2）、4 3）参照</p>
適合安全規格と安全性の立証	<p>故障に対する安全確保能力：prEN954-1カテゴリー 4。ダイナミック・フェールセーフ信号処理を利用した安全確認型システム。</p> <p>停止機能（エネルギー供給停止機能）：停止機能分類カテゴリ 0。国際規格は、非常停止機能として電流通電経路が遮断された状態（メインスイッチのオフ状態、同規格カテゴリ 0 が含まれる）を要求している。本装置はメインスイッチに該当する電磁リレー接点がオフできる能力をカテゴリ 4 で保証し、非常停止機能の要求を満足する。</p>	

(26) ロック解除用タイマユニット

仕 様		主な使用場所と適用事例
名称	ロック解除用タイマユニット	<p>・機械で使用している電磁ロック式の可動ガードに適用できる。</p> <p>電磁ロック型安全スイッチと2つのコンタクタとの組合せ</p> <p>DC24V電源ライン(小容量)にて電磁ロック型安全スイッチとの組合せ</p>
機能または特徴	停止信号が与えられた後にタイマが作動を開始し、タイマの設定時間後に電磁ロックの解除許可信号を出力する。	
構造または動作	<p>① デイップスイッチおよびポテンショメータによって、1秒から41分までのタイマ設定が可能。</p> <p>② コンタクタのb接点信号をモニターすることによって、コンタクタの接点溶着が起こった場合、再起動時にユニットのタイマは作動しない。したがって、電磁ロックは解除されない。</p> <p>③ 内部安全リレーの接点をモニターし、接点溶着が起こった場合、設定時間後でもユニットの出力接点を閉じない。</p>	
仕様	<p>入力定格電圧：AC/DC24V, AC110V, 230V</p> <p>接点構成：2NO(安全接点) +1NC(補助接点)</p> <p>接点定格：250V, 4A</p> <p>電氣的寿命：50万回以上(AC250V, 2A)</p> <p>保護構造：IP40</p> <p>温度条件：-10~55℃</p>	<p>構 造 図</p> <p>文献33) 参照</p>
適合規格	EN292, EN954, EN60204, EN50081, EN50082	

(27) 論理ゲート

仕 様		機 能
名称	フェールセーフ I C	
機能	故障時には出力がOFFとなる制御用の I Cで、次のようなものがある。 ① ANDゲート ② ウィンドウ・コンパレータ ③ 自己保持回路 ④ オンディレー ⑤ 整流回路 ⑥ アナログアンプ ⑦ 出力アンプ 等	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>(a) ANDゲート</p> <p>故障時、必ず出力がOFFとなる。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>(c) 自己保持回路</p> <p>故障時、必ず出力がOFFとなる。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>(b) ウィンドウ・コンパレータ</p> <p>W_H : 入力の上限 W_L : 入力の下限 故障時、必ず出力がOFFとなる。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>(d) ONディレー</p> <p>故障時、立ち上がり出力が遅れる</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">注) フェールセーフ I Cの出力は、故障時出力との区別をするために、原則として、交流出力としている。また、電源ラインとの混解をさけるために、入出力電圧は、原則として、倍電圧に設定しているが、これらは細部に関する事項であるので、図1の記載から省いた。</p>
構造	ここに示すフェールセーフ I Cは、以下の要件を満足する構造を持つ。 ① いずれの I Cも、故障時には必ず出力がOFFとなる。 ② 入出力信号が電源電圧より高いために、信号線と電源線が混触しても誤って安全情報を生じない。 ③ 出力信号は、予測される最大の環境ノイズよりも有意に大きなエネルギーを持つ。 ④ アナログアンプでは、故障時に増幅度が增大しない。 ⑤ オンディレーでは、故障時には必ず出力がOFFとなるか、または信号出力が遅れる側となる。	
適用例	既存の論理ゲートと代替できる。	

図1 フェールセーフ I Cの機能

文献4 3) ~ 4 7) 参照

機 能 (続 き)

表1 インタロック用基本電子デバイス (I) の各ブロックの機能内容

論理積機能	論理積機能を用いた各種機能
A4	入力端子 I1 と I2 の両方共所定レベル内にあるとき出力を生成する (窓をもつ)。
A5	上の A4 と同じ機能をもつ。他に自己保持機能をつくることができる。
A6	自己保持機能をもつ。他に、立上り遅延機能をつくることができる。遅れ時間は短くならない (フェールセーフ特性), かつ、外部認定可能。
A7	A4 の機能をもつ。他に、立上り遅延機能をつくることができる。遅れ時間は短くならない (フェールセーフ特性), かつ外部認定可能。

(注: I9, I10, I11, I12 は重ね合わせ電位の入力端子)

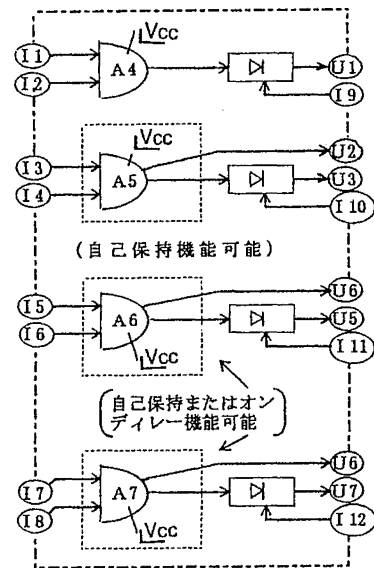


図2 インタロック用基本電子デバイス (I) の構成

文献52) 参照

表2 インタロック用基本電子デバイス (II) の各ブロックの機能内容

ブロック	機 能 内 容
レベル検出機能 (1)(2)	アナログの直流入力信号を含めて、入力レベルのレベル検定を行う。入力レベルの窓検定も可能。
論理積機能 (A1)	レベル検出機能(1)及び(2)の出力が共にあるときのみ出力を発生し、次の自己保持機能のホールド入力となる。
論理積機能 (A2)	ホールド入力があるとき、入力端子 I3の入力をトリガ入力として自己保持の機能をもつ。起動/再起動インタロック機能となる。
論理積機能 (A3)	自己保持機能の出力と入力端子 I4, I5の2入力があるときのみ出力を生じる。
立上り遅延機能	論理積機能 A3の出力を所定時間その立上りを遅らせる機能。遅れ時間は短くならない特性(フェールセーフ特性)をもち、外部設定可能。
増幅器 (1)(2)	半導体のスイッチ素子 Q1, Q2と共に、各々2チャンネルの固体スイッチ要素を構成する。
オン故障検出機能 (1)(2)	固体スイッチ要素(スイッチ素子 Q1, Q2)にON側の故障がないか否かを検出するための回路。内部発振器の出力(出力端子 U5)を入力端子 I9, I10に入力すれば、固体スイッチ要素が正常であるとき出力端子 U3, U6に各々それを示す出力が生じる。
リレー b 接点チェック機能	このインタロック用基本電子デバイス(I)の出力を用いて電磁リレーを駆動する場合、その a 接点のOFF機能確認を機械起動時に行うための機能。
内部発振器	必要に応じて交流信号を生成するための交流信号発生器

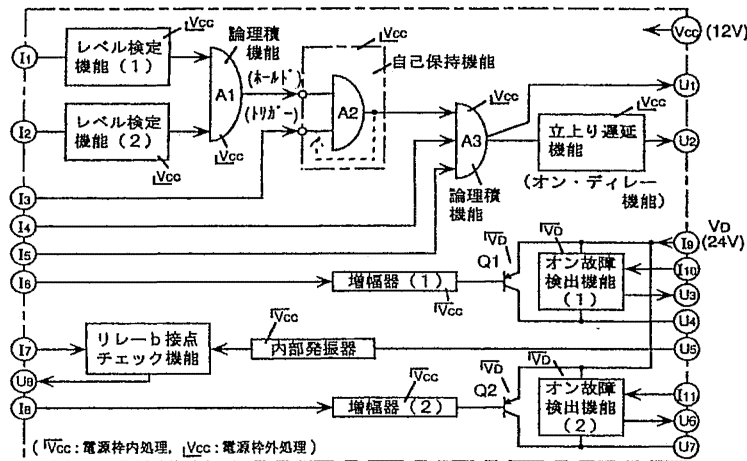


図3 インタロック用基本電子デバイス (II) の構成

文献52) 参照

(28) プログラム可能な電子制御装置

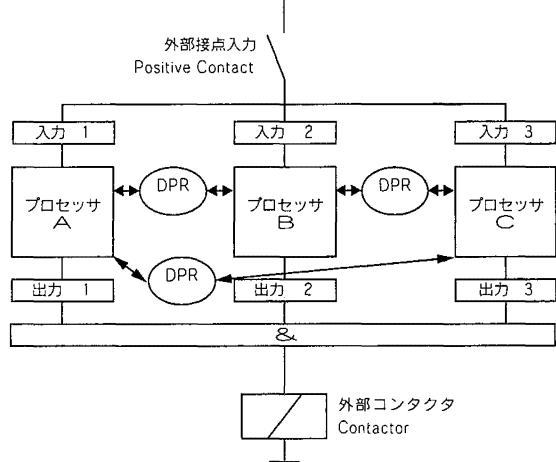
仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	非対称誤り特性を持つプログラマブル・コントローラ	<p>・プレス機械のPSDIシステムおよび自動車等の溶接ロボットの安全システムの制御などに使用可能。</p> <p>・搬送設備，ケーブルカー，信号機，射出成形機，化学プラント，舞台装置，印刷機械等の安全システムに使用可能。</p>  <p>図1 プログラム可能な電子制御装置の基本構成</p>
機能	異なった種類のCPUシステムを三重化しているために，きわめて高い非対称誤り特性を持つプログラマブル・コントローラ（以下「PLC」と略記する）。カテゴリ4の故障対策が施されている。	
構造及び動作	<p>① 異なった種類のCPUシステムを三重化し，3種類のCPUシステムの処理結果が同一であるときに限って，運転許可信号を出力するPLC。なお，異なった種類のCPUによる多重化をダイバシティ構造と呼ぶ。</p> <p>② 各CPUのハードウェア構造が異なっているために，3つのPLCが同時にハードウェア故障を起こす可能性はきわめて少ない。</p> <p>③ 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（誤り）によって，誤って運転許可信号が出力される可能性はきわめて少ない。</p> <p>④ 単一のCPUシステムで，ハードウェア故障やソフトウェアのバグによって異常な処理が発生したときは，他のCPUシステムの出力と比較を行って，異常処理を検出できる。</p> <p>④ 定期的な自己診断によって，全データエリア（メモリ）の同一性を確認している。</p> <p>注）異なった種類のCPUによる三重化を「3 of 3」，二重化を「2 of 2」と呼ぶ。以後，異なった種類のCPUによる多重化をダイバシティ構造と呼ぶ。 これに対し，同一の種類CPUによる三重化を「3 out of 3」，二重化を「2 out of 2」と呼ぶ。</p>	
定格等	<p>動作電源：DC24V, AC115V, AC230V(50/60Hz)</p> <p>安全に関する情報の入出力：32点～288点</p> <p>機能に関する情報の入出力：768点（最大）</p> <p>保護構造：IP20</p> <p>温度条件：0～+60℃</p>	
適合規格	<p>欧州規格のカテゴリ4を取得</p> <p>DINV19250, AK6, UL508</p>	

表1 各CPUシステムの比較

不 具 合 内 容	3 of 3	2 of 2	3 out of 3
ハードウェアの設計ミス	○	△	×
ソフトウェアのバグ	○	△	×
ノイズによる誤動作	○	△	×
ポータの故障	○	△	△
メモリデータの書き換え	○	△	×

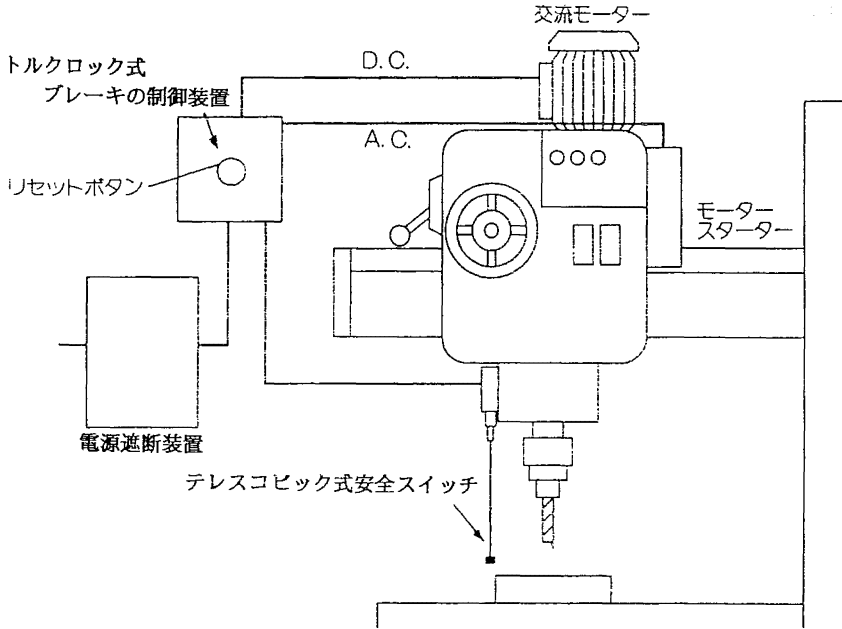
注1) ○：安全確保が可能，△：安全確保に条件がある，×：安全確保が難しい

注2) ポータとは，各CPUからの処理結果を基に運転許可信号が発生する回路等のことをいう。

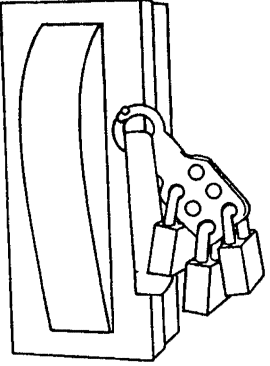
文献48)，49) 参照

(29) その他の装置

仕 様		主 な 使 用 場 所 と 適 用 事 例
名称	三位置式のイネーブルスイッチ	・ 手動モードで危険区域内での作業を行う場合に適用できる。
機能 または 特徴	スイッチの押し込み位置が適切な範囲内にあるときに限って運転許可信号を出力し、作業者がスイッチから手を離れたときや、適切な位置を越えてスイッチを押し込んでしまったときは、運転許可信号を出力しない構造のスイッチ。	
構造 または 動作	<p>① 三段階のスイッチ構造になっている。</p> <p>《第一段階》 オフ状態（スイッチを押していない状態）</p> <p>《第二段階》 オン状態（イネーブル状態、スイッチを適切な位置まで押した状態）</p> <p>《第三段階》 オフ状態（適切な位置を完全に越えてスイッチを押し込んだ状態）</p> <p>② スイッチが第三段階から第一段階へ戻る際は、ON状態に入らない構造となっている。</p> <p>③ スイッチのケーブルは、短絡監視を行うために、個々の導体にシールドが処されている。このシールドは、機械アースと接続されなくてはならない。もしも、ケーブルが押しつぶされた場合は、短絡が検知され、直ちに短絡保護装置が作動して電源が切れる。</p>	<p style="text-align: center;">構 造 図</p> <p>バージョン I : 1 NC 1 NO 1 強制分離NC</p> <p>白 青 灰 茶 赤 黒</p> <p>接点 E1 E2 E3</p> <p>① 強制分離NC接点</p> <p>Ⓣ トリガーポイント</p> <p>トリガーポイントの所で親指で保持した状態のときに限り、機械は動作する。トリガーポイントから親指で更に押し込むか、親指を離すか、どちらでも機械は停止する。</p> <p>三段階に押し込んだ後に一段階に復帰する際、トリガーポイントを通しても機械は起動しない（E2の接点はオープンのままである）。</p> <p>接点 □ 開 ■ 閉</p> <p>接点 E1 E3 E2 a</p> <p>接点 E1 E3 E2 b</p> <p>図 1 三位置スイッチの構成</p> <p>文献 50) 参照</p>
仕様	定格電流：AC230V, 4A 保護構造：IP67 温度条件：-5℃～+60℃	
適合規格	VDI2853, VDI2854	

仕 様		機 能
名称	トルクロック式ブレーキ	 <p data-bbox="1272 1109 1702 1141">図1 トルクロック式ブレーキの構成</p>
機能	交流モータに直流電圧を印加したときに、モータの動きがロックされて急停止する現象を応用したブレーキ。	
構造	<p data-bbox="369 494 940 662">① 交流モータに直流を印加すると、モータの動きが急激にロックされる現象が知られている。本装置は、この現象を利用した急停止装置であり、交流モータに一定時間だけ直流を印加し、これによって生じる制動力を利用して、ドリルの回転を急停止させる。</p> <p data-bbox="369 662 940 742">② 実際の適用にあたっては、人間の手を直接検出するテレスコピック式安全スイッチと併用する場が多い（図1参照）。</p>	

文献51) 参照

仕 様		機 能
名称	ロックアウト	 <p>この例では、3人の作業者がまだ南京錠を掛けたままにしている。従って、各自が身に付けているキーで南京錠を外さない限り、第三者による電源の投入はできない。</p>
機能	機械の起動装置に鍵をかけることで、第三者による起動操作を防止する。	
構造	<p>① 動力源には、第三者による起動を防止するための止め金を有すること。</p> <p>② 止め金は、危険領域に入る可能性がある作業者の、人数分以上の錠前が掛けられること。</p>	

文献1) 参照

記号の説明

1) IPコード (IEC529参照)

IPコードの10の桁は個体異物の進入に対する保護等級を表す。また、1の桁は水の進入に対する保護等級を表す。

すなわち、IPXYにおいて

① X (個体異物の進入に対する防護) の意味

0 : 無保護

1 : 50mm以上の直径の異物 (手の甲に相当)

2 : 12.5mm以上の直径の異物 (指に相当)

3 : 2.5mm以上の直径の異物 (工具に相当)

4 : 1.0mm以上の直径の異物 (ワイヤに相当)

5 : 防塵保護 (安全を損なわない程度の粉塵, ワイヤに相当)

6 : 防塵耐久 (粉塵が内部に進入しない, ワイヤに相当)

② Y (水の進入に対する防護) の意味

0 : 無保護

1 : 垂直落下の水滴 (1mm/分で10分)

2 : 15° 方向から落下する水滴 (3mm/分, 15° 傾斜, 4方向2.5分)

3 : 水しぶき (0.07リットル/分のスプレィ ±60° 20cm距離で10分, または10リットル/分のスプレィで5分)

4 : 水はね (±180°, 3と同条件で)

5 : 水の噴射 (6.3mのノズル, 3mの距離で3分)

6 : 強力な水の噴射 (12.5mのノズル, 3cmの距離で3分)

7 : 一時的な水の進入 (水深1mで30分耐える)

8 : 連続した進入 (客先と決めた条件の水中で常時使用できる)

2) 開閉容量に関する用途カテゴリ (EN60947-5-1参照)

① 交流

AC-12 : 抵抗負荷及びフォトカプラで絶縁された半導体負荷の制御

AC-13 : 変圧器で絶縁された半導体負荷の制御

AC-14 : 小容量電磁負荷 (≤72VA) の制御

AC-15 : 電磁負荷 (>72VA) の制御

② 直流

DC-12 : 抵抗負荷及びフォトカプラで絶縁された半導体負荷の制御

DC-13 : 電磁負荷の制御

DC-14 : 回路内に経済抵抗を持つ電磁負荷の制御

参考文献

- 1) 産業安全研究所安全資料, NIIS-SD-NO.13
- 2) 欧州安全規格prEN953 (1993)
- 3) 英国安全規格BS5304 (1988年版)
- 4) プレス作業と安全, 中央労働災害防止協会 (1991) P.93
- 5) M.C. Bonny and Y.F. Yong, Robot Safety, IFS Ltd, UK (1985) pp.217-222
- 6) Accident Prevention Manual for Industrial Operations (Ninth Edition—Occupational Safety and Health Series), R.R. Donnelly & Sons, USA (1989) P.267
- 7) 西島, 安全管理のソフト学, 中央労働災害防止協会 (1986) P.168
- 8) Guard Master, Machine Safety Devices
- 9) Guard Master CATALOGUE (1995)
- 10) (株) 山武商会の製品カタログ, ヒンジドア形安全スイッチ (ロータカム)
- 11) (株) 山武商会の製品カタログ, 超コンパクト形安全スイッチ (エルフ/スプライト)
- 12) (株) 山武商会の製品カタログ, スライド形安全スイッチ (トロージャン)
- 13) EJAの製品カタログ, メカニカルインタロックシステム (プロセーフ)
- 14) (株) 山武商会の製品カタログ, 電磁ロック式安全スイッチ (アトラス)
- 15) (株) 山武商会の製品カタログ, キー付き電磁ロック式安全スイッチ
- 16) (株) 山武商会の製品カタログ, ボルト形安全スイッチ (センチュリオン)
- 17) (株) 山武商会の製品カタログ, リード形安全スイッチ (フェローガード)
- 18) 理研オプティック (株) の製品カタログ, 光線式安全装置 (RFS形)
- 19) (株) 小森安全機研究所及びジック・オプティック・エレクトリック社の製品カタログ, 光線式安全装置 (FGS)
- 20) (株) 小森安全機研究所及びジック・オプティック・エレクトリック社の製品カタログ, 光線式安全装置 (LGT)
- 21) 山武ハネウエル (株) からの提供資料
- 22) (株) 小森安全機研究所及びジック・オプティック・エレクトリック社の製品カタログ, 光線式安全装置 (PLS)
- 23) 日本信号 (株) の製品カタログ, マットスイッチ・センサユニット (SRSM60)
- 24) 日本信号 (株) の解説書, 圧力検知マットSRSM60

- の特徴とその動作原理
- 25) (株) 山武商会の製品カタログ, 安全マット (ゾーンガード)
 - 26) (株) 山武商会の製品カタログ, エッジ感知システム (セーフエッジ)
 - 27) 日本信号 (株) の製品カタログ, 低速回転確認用センサ (M-R/Oセンサ)
 - 28) 白井・蓬原, フェールセーフな低速回転確認センサ, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (1995) pp.268-271
 - 29) 日本信号 (株) の製品カタログ, 回転ゼロ確認センサ (R/Oセンサ)
 - 30) 坂井・蓬原・鈴木・杉本, 回転停止確認に基づく安全作業システムの一構成法, 機論, C, Vol.60, No.576 (1993) pp.240-247
 - 31) 日本信号 (株) の製品カタログ, 回転ゼロ確認センサ (光電スイッチ等併用形, MH-R/Oセンサ)
 - 32) 白井・蓬原, フェールセーフな低速回転確認センサの一構成法, 平成8年電気学会全国大会予稿集 No.4 (1996) pp.338-339
 - 33) (株) 山武商会の製品カタログ, 安全コントロールユニット (タイマユニットCU1/回転停止検出ユニットCU2)
 - 34) 日本ヘンクストラ (株) の製品カタログ
 - 35) (株) 山武商会の製品カタログ, モニタリング安全リレーユニット
 - 36) ピルツジャパン (株) の製品カタログ (安全リレー)
 - 37) (株) 山武商会の製品カタログ, リミット安全スイッチ (セナター)
 - 38) オムロン (株) の製品カタログ, 安全スイッチ類
 - 39) 理研オプティック (株) 及びヘリオン社の製品カタログ, 空気圧式電磁バルブ
 - 40) 理研オプティック (株) の製品カタログ, 油圧式電磁バルブ
 - 41) (株) 山武商会の製品カタログ, ロープ形非常停止スイッチ (ライフライン)
 - 42) 日本信号 (株) の製品カタログ, セーフティドライバ
 - 43) 日本信号 (株) の製品カタログ, フェールセーフデバイスFSシリーズ
 - 44) M Kato et al ; LSI Implimentation and Safety Verification of Window Comparator Used in Fail-Safe Multiple-Valued Logic Operations, IEICE Trans. Electron., Vol.E76-C, No.3 (1993)
 - 45) 蓬原・向殿, 窓特性を持つフェールセーフ論理素子を使ったインタロックシステムの一構成法, 電学論, C, Vol.109-C, No.9 (1989)
 - 46) 小野里・坂井・蓬原, モノリシック差動増幅器を用いた演算発振器の三重故障解析結果, 平成8年電気学会全国大会予稿集No.4 (1996) pp.346-347
 - 47) 加藤・蓬原, フェールセーフ・ウィンドウコンパレータ/ANDゲートとその応用, 日本信号技法, Vo.15, No.2 (1991) pp.9-18
 - 48) ピルツジャパン (株) の製品カタログ (フェールセーフPLC)
 - 49) 三平, PSDIでいま何が起きているか, プレス技術, Vol.35, No.10 (1997) pp.116-121
 - 50) (株) ソルトンの製品カタログ (イネーブルスイッチ)
 - 51) (株) 山武商会の製品カタログ (トルクロック式ブレーキ)
 - 52) 坂井・白井・蓬原, 国際標準適合を考慮したインタロック用基本電子デバイスの開発とその応用 (1998)