(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-166735
(P2012-166735A)
(43)公開日　平成24年9月6日(2012.9.6)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
B61L 21/04 (2006.01)	B61L 21/04	

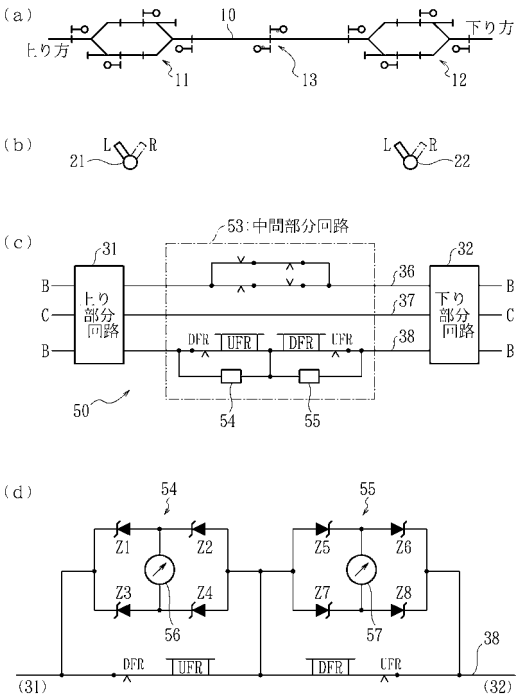
審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2011-30592(P2011-30592)
(22)出願日　平成23年2月16日(2011.2.16)

(71)出願人　000207470
大同信号株式会社
東京都港区新橋六丁目１７番１９号
(74)代理人　100106345
弁理士　佐藤　香
(72)発明者　牧島　亜紀雄
東京都大田区仲池上２丁目２０番２号　大同信号株式会社内

(54)【発明の名称】単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路

(57)【要約】　（修正有）
【課題】半導体ダイオードの使用を前提として整流部の回路構成を改良したり周りの回路部材がリレーであること等を利用して運転方向回路全体の信頼性を高める。
【解決手段】上り方の停車場１１に置く上り部分回路３１と、下り方の停車場１２に置く下り部分回路３２と、単線区間線路１０の閉そく信号機１３の中間信号器具箱に置く中間部分回路５３と、運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲを直列接続して両部分回路３１，３２に至る電線３８と、リレーＵＦＲ，ＤＦＲにそれぞれ並列接続された整流部５４，５５とを備えた運転方向リレー回路５０において、整流部５４，５５の整流素子にツェナーダイオードを用いる。ツェナーダイオードＺ１～Ｚ４，Ｚ５～Ｚ８を直並列接続する。その中間接続部間に電源不要な検電部材５６，５７を介挿接続して異常検出まで容易化する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
上り方の停車場の信号機器室に設置されて上り方向設定時にはリレー駆動電流を供給する上り部分回路と、下り方の停車場の信号機器室に設置されて下り方向設定時にはリレー駆動電流を供給する下り部分回路と、上り運転方向リレーと下り運転方向リレーとを具備しており前記両停車場間の単線区間の閉そく信号機の中間信号器具箱に設置される中間部分回路と、前記両リレーの電磁コイルを直列接続するとともに一端部が前記上り部分回路のリレー駆動電流供給部に接続され他端部が前記下り部分回路のリレー駆動電流供給部に接続された電線とを備えた単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路において、前記上り運転方向リレーの電磁コイルに対して並列に接続されていて前記下り部分回路から前記上り部分回路へ向かうリレー駆動電流は通過させるが逆向きは阻止する第１整流部と、前記下り運転方向リレーの電磁コイルに対して並列に接続されていて前記上り部分回路から前記下り部分回路へ向かうリレー駆動電流は通過させるが逆向きは阻止する第２整流部とのうち、何れか一方または双方が整流素子にツェナーダイオードを用いたものであることを特徴とする単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路。
【請求項２】
前記第１整流部と前記第２整流部とのうち何れか一方または双方が、複数の整流素子を整流方向同一状態で直列接続した第１直列回路と、別の複数の整流素子を整流方向同一状態で直列接続した第２直列回路とを、整流方向同一状態で並列接続したものであることを特徴とする請求項１記載の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路。
【請求項３】
二端子間の電位差または電流に感応する検電部材が設けられ、前記検電部材の一方の端子が前記第１直列回路の中間接続部に接続され、前記検電部材の他方の端子が前記第２直列回路の中間接続部に接続されていることを特徴とする請求項２記載の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路。
【請求項４】
前記検電部材が二端子間の電位差または電流だけで動作しうるものであることを特徴とする請求項３記載の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路。
【請求項５】
前記整流素子がツェナーダイオード以外の半導体ダイオードであることを特徴とする請求項２乃至請求項４の何れかに記載された単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、鉄道における停車場間の単線区間に用いられる自動閉そく装置に関し、詳しくは「自動閉そく式（自動Ａ）」の自動閉そく装置の運転方向リレー回路に関する。
なお、停車場は、単線区間の端に位置していて上り列車と下り列車との入換えや折り返しが可能な場所を意味し、駅が代表例であるが、信号場や操作場も該当する。
【背景技術】
【０００２】
従来の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路３０の構成について（非特許文献１参照）、本願発明の説明に役立つ部分を、図面を引用して説明する。図５は、（ａ）が単線区間の線路図、（ｂ）が運転方向てこ２１，２２の模式図、（ｃ）が運転方向リレー回路３０のブロック図である。
【０００３】
自動閉そく式（自動Ａ）の自動閉そく装置が設置される単線区間線路１０は（図５（ａ）参照）、一端部に上り方の停車場１１が存在し、他端部に下り方の停車場１２が存在し、両停車場１１，１２の間に閉そく信号機１３が設置されている。閉そく信号機１３は、上り列車の制御に用いられるものと、下り列車の制御に用いられるものとが、設置されて

いる。また（図５（ｂ）参照）、排他制御のために手動操作される一対の運転方向てこ２１，２２も設けられており、そのうち一方の運転方向てこ２１は上り方の停車場１１の信号機器室に置かれ、他方の運転方向てこ２２は下り方の停車場１２に置かれていて、運転方向てこ２１，２２が共に左側Ｌに来ていれば上り方向設定の状態であり、運転方向てこ２１，２２が共に右側Ｒに来ていれば下り方向設定の状態である。

【０００４】

そのような単線区間線路１０に適合している自動閉そく装置の運転方向リレー回路３０は（図５（ｃ）参照）、停車場１１の信号機器室に設置される上り部分回路３１と、停車場１２の信号機器室に設置される下り部分回路３２と、両停車場１１，１２の間で単線区間線路１０に付設された閉そく信号機１３の中間信号器具箱の中に設置される中間部分回路３３と、何れも一端部が上り部分回路３１のリレー駆動電流供給部に接続され他端部が下り部分回路３２のリレー駆動電流供給部に接続された三本の電線３６，３７，３８とを具えている。そのうち、電線３６，３７，３８は、何れも例えば直流２４Ｖで正側Ｂから負側Ｃへ供給されるリレー駆動電流を低抵抗で流すことができるものであり、相互絶縁されてから一本のケーブルに纏められ、単線区間線路１０に沿って敷設されて、上り部分回路３１から中間部分回路３３を経由して下り部分回路３２に至っている。

【０００５】

上り部分回路３１及び下り部分回路３２の詳細な説明は割愛するが（詳しくは非特許文献１参照）、何れも、サージに強いリレーを主体とする回路からなる。そして、単線区間線路１０への進行を停車場１２から停車場１１へ向かう上り列車に限定する上り方向設定時には、上り部分回路３１が電線３６，３７，３８を介するリレー駆動電流の供給を行い、下り部分回路３２は電線３６，３７，３８を短絡させることで介助は行うがリレー駆動電流の供給は行わない。また、単線区間線路１０への進行を停車場１１から停車場１２へ向かう下り列車に限定する下り方向設定時には、下り部分回路３２が電線３６，３７，３８を介するリレー駆動電流の供給を行い、上り部分回路３１は電線３６，３７，３８を短絡させることで介助は行うがリレー駆動電流の供給は行わないようになっている。

【０００６】

中間部分回路３３は、電線３６に介挿接続された幾つかのリレー接点からなり両停車場１１，１２の信号機の現示に応じてリレー駆動電流の供給を適切な時期に限定する部分と、電線３７の連続性を維持する部分と、電線３８に介挿接続された上り運転方向リレーＵＦＲ及び下り運転方向リレーＤＦＲと、電線３８に並列接続された第１整流部３４及び第２整流部３５とを具えている。そのうち、電線３８に係る回路を詳述すると、両運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲは、両者の電磁コイルが直列接続された状態で電線３８に介挿接続されるとともに、下り運転方向リレーＤＦＲのリレー接点が上り運転方向リレーＵＦＲの電磁コイルの上り方で電線３８に介挿接続され、上り運転方向リレーＵＦＲのリレー接点が下り運転方向リレーＤＦＲの電磁コイルの下り方で電線３８に介挿接続されている。

【０００７】

第１整流部３４は、一個の整流素子で構成されており、その整流素子には、半導体ダイオードからなるスイッチングダイオードＤ１が用いられている。スイッチングダイオードＤ１は、アノードが運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲの電磁コイルの間で電線３８に接続され、カソードが下り運転方向リレーＤＦＲのリレー接点の上り方で電線３８に接続されたことで、上り運転方向リレーＵＦＲの電磁コイルと下り運転方向リレーＤＦＲのリレー接点との直列回路に対して並列に接続されている。そして、電線３８を介して下り部分回路３２から上り部分回路３１へ向かうリレー駆動電流は上り運転方向リレーＵＦＲの電磁コイルや下り運転方向リレーＤＦＲのリレー接点の状態に拘わらずそれらをバイパスさせる状態で通過させるが、逆向きのリレー駆動電流の通過は阻止するものとなっている。

【０００８】

第２整流部３５も、一個の整流素子で構成されており、その整流素子には、半導体ダイオードからなるスイッチングダイオードＤ２が用いられている。スイッチングダイオードＤ２は、アノードが運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲの電磁コイルの間で電線３８に接続さ

れ、カソードが上り運転方向リレーＵＦＲのリレー接点の下り方で電線３８に接続されたことで、下り運転方向リレーＤＦＲの電磁コイルと上り運転方向リレーＵＦＲのリレー接点との直列回路に対して並列に接続されている。そして、電線３８を介して上り部分回路３１から下り部分回路３２へ向かうリレー駆動電流は下り運転方向リレーＤＦＲの電磁コイルや上り運転方向リレーＵＦＲのリレー接点の状態に拘わらずそれらをバイパスさせる状態で通過させるが、逆向きのリレー駆動電流の通過は阻止するものとなっている。

【０００９】

このような運転方向リレー回路３０について、その使用態様及び動作を（詳細は非特許文献１参照）、図面を引用して説明する。図６，図７は、（ａ）が運転方向てこ２１，２２の模式図、（ｂ）が運転方向リレー回路３０のブロック図であり、そのうち図６は上り方向設定時の運転方向リレー回路３０の動作状態を示し、図７は下り方向設定時の運転方向リレー回路３０の動作状態を示している。また、図８は、落雷時の運転方向リレー回路３０の動作状態を示し、（ａ），（ｂ）何れも運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲ及び整流部３４，３５の回路図である。

【００１０】

列車を下り方の停車場１２から単線区間線路１０に進行させて上り方の停車場１１まで走行させるときには、予め、両停車場１１，１２で運転方向てこ２１，２２を共に左側Ｌに操作して、運転方向を上りに設定しておく（図６（ａ）参照）。

この上り方向設定時には（図６（ｂ）参照）、上り部分回路３１が電線３６，３７，３８を介して中間部分回路３３にリレー駆動電流を供給し、下り部分回路３２が電線３６，３７，３８を短絡させる。

【００１１】

そのため、中間部分回路３３では、第１整流部３４が通電阻止状態・遮断状態になるのに対し第２整流部３５が通電許容状態・導通状態になり、それに伴って、上り運転方向リレーＵＦＲが動作するのに対し下り運転方向リレーＤＦＲが落下する。

そして、それに応じて状態を切り替える図示しない軌道回路送受電回路によって、閉そく信号機１３のうち上り列車に向けた信号機は単線区間線路１０での列車進行を許可する現示を行える状態になるが、閉そく信号機１３のうち下り列車に向けた信号機は無条件での停止現示となる。

【００１２】

これに対し、列車を上り方の停車場１１から単線区間線路１０に進行させて下り方の停車場１２まで走行させるときには、予め、両停車場１１，１２で運転方向てこ２１，２２を共に右側Ｒに操作して、運転方向を下りに設定する（図７（ａ）参照）。この下り方向設定時には（図７（ｂ）参照）、下り部分回路３２が電線３６，３７，３８を介して中間部分回路３３にリレー駆動電流を供給し、上り部分回路３１が電線３６，３７，３８を短絡させるので、中間部分回路３３では、第２整流部３５が通電阻止状態・遮断状態になるのに対し第１整流部３４が通電許容状態・導通状態になり、それに伴って、下り運転方向リレーＤＦＲが動作するのに対し上り運転方向リレーＵＦＲが落下する。

【００１３】

そして、それに応じて、軌道回路送受電回路によって、閉そく信号機１３のうち下り列車に向けた信号機は単線区間線路１０での列車進行を許可する現示を行える状態になるが、閉そく信号機１３のうち上り列車に向けた信号機は無条件での停止現示となる。

こうして、単線区間線路１０への列車進行が、運転方向てこ２１，２２及び運転方向リレー回路３０を備えた自動閉そく式（自動Ａ）の自動閉そく装置によって排他制御され、上り方向と下り方向のうち何れか選択された一方だけに限定される。

【００１４】

ところで、電線３６，３７，３８は単線区間線路１０に沿って長距離に亘り屋外配線されているため落雷や地絡のおそれがあるところ、整流部３４，３５では整流素子が互いに逆向きで直列接続された状態になっており、それらと並列接続された運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲの電磁コイルが落雷等でのサージに対しては高抵抗を示すことから、例えば電

線３８のうち上り方の所に落雷した場合には第１整流部３４のスイッチングダイオードＤ１がブレークダウン・降伏し（図８（ａ）参照）、電線３８のうち下り方の所に落雷した場合には第２整流部３５のスイッチングダイオードＤ２がブレークダウンするので（図８（ｂ）参照）、スイッチングダイオードＤ１，Ｄ２は逆耐電圧の高いのが望ましい。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【００１５】

【非特許文献１】鉄道技術者のための電気概論　信号シリーズ２「閉そく装置」　社団法人日本鉄道電気技術協会　平成16年4月30日改訂版発行　P.33～53

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１６】

もっとも、上述した従来の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路３０では、整流部３４，３５のスイッチングダイオードＤ１，Ｄ２に半導体ダイオードのうち整流用シリコンダイオードが使用されており、そのようなスイッチングダイオードＤ１，Ｄ２は、周りの電磁リレーに比べると、高電圧の逆耐電圧に限りがあり、高圧のサージに弱く、架線地絡事故や耐雷性に脆弱で、雷害などで損傷しやすい。そのため、運転方向リレー回路のうちでは整流部３４，３５が落雷等に最も弱いところとなっていた。

【００１７】

そして、この場合、運転方向リレー回路３０の信頼性を向上させるには、整流部３４，３５の整流素子の逆耐電圧を高めることが直截的な対策と言える。

しかしながら、整流素子に半導体ダイオード以外の部材を採用するのは、原価や流通性等から現実的でない。また、スイッチングダイオードそのものを改良して逆耐電圧を高めるのは、自力での解決が困難であり、半導体メーカーでの改良を待たざるを得ない。

そこで、半導体ダイオードの使用を前提として整流部の回路構成を改良したり周りの回路部材がリレーであること等を利用して運転方向回路全体の信頼性が高まるよう工夫することが基本的な技術課題となる。

【００１８】

また、運転方向リレー回路３０では、スイッチングダイオードＤ１，Ｄ２が損傷して完全なショート（短絡）故障やオープン（断線）故障の状態になったときでも、故障の有無が外見では判り難く、ダイオード不良の発見に多大な時間を費やしてしまうことが多々ある。スイッチングダイオードＤ１，Ｄ２の特性が徐々に劣化してきた場合も、劣化の有無が外見では判り難く、劣化が進んでダイオードとしての機能が完全に損なわれてスイッチングダイオードＤ１，Ｄ２ばかりか運転方向リレー回路３０の動作が異常になって初めて劣化が顕在化する。スイッチングダイオードＤ１，Ｄ２が方向回線の一部として機能していて、ダイオード機能が多少劣化しても従来回路では劣化の検出ができるようになっていなかったためである。そこで、顕在化した故障はもとより潜在的な故障でも容易に検出することができるよう工夫を凝らすことが更なる技術課題となる。

【課題を解決するための手段】

【００１９】

本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路は（解決手段１）、このような課題を解決するために創案されたものであり、上り方の停車場の信号機器室に設置されて上り方向設定時にはリレー駆動電流を供給する上り部分回路と、下り方の停車場の信号機器室に設置されて下り方向設定時にはリレー駆動電流を供給する下り部分回路と、上り運転方向リレーと下り運転方向リレーとを具備しており前記両停車場間の単線区間の閉そく信号機の中間信号器具箱に設置される中間部分回路と、前記両リレーの電磁コイルを直列接続するとともに一端部が前記上り部分回路のリレー駆動電流供給部に接続され他端部が前記下り部分回路のリレー駆動電流供給部に接続された電線とを備えた単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路において、前記上り運転方向リレーの電磁コイルに対して並列に接続されていて前記下り部分回路から前記上り部分回路へ向かうリレー駆動電流

は通過させるが逆向きは阻止する第１整流部と、前記下り運転方向リレーの電磁コイルに対して並列に接続されていて前記上り部分回路から前記下り部分回路へ向かうリレー駆動電流は通過させるが逆向きは阻止する第２整流部とのうち、何れか一方または双方が整流素子にツェナーダイオードを用いたものであることを特徴とする。

【００２０】

また、本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路は（解決手段２）、上記解決手段１の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路であって、前記第１整流部と前記第２整流部とのうち何れか一方または双方が、複数の整流素子を整流方向同一状態で直列接続した第１直列回路と、別の複数の整流素子を整流方向同一状態で直列接続した第２直列回路とを、整流方向同一状態で並列接続したものであることを特徴とする。

【００２１】

さらに、本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路は（解決手段３）、上記解決手段２の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路であって、二端子間の電位差または電流に感応する検電部材が設けられ、前記検電部材の一方の端子が前記第１直列回路の中間接続部に接続され、前記検電部材の他方の端子が前記第２直列回路の中間接続部に接続されていることを特徴とする。

【００２２】

また、本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路は（解決手段４）、上記解決手段３の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路であって、前記検電部材が二端子間の電位差または電流だけで動作しうるものであることを特徴とする。

【００２３】

また、本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路は（解決手段５）、上記解決手段２～４の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路であって、前記整流素子がツェナーダイオード以外の半導体ダイオードであることを特徴とする。

【発明の効果】

【００２４】

このような本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路にあっては（解決手段１）、逆方向特性に優れたツェナーダイオードを中間部分回路の整流部の整流素子に採用したことにより、サージが順方向ばかりか逆方向でも素通りに近い形で整流素子を抜けてサージの負荷や影響が周りのリレー回路に転嫁されることから、運転方向リレー回路において最も弱かった回路部分に係る逆耐圧が恰も強化されたかのような状態になるので、運転方向リレー回路全体の性能については、落雷や地絡等による不所望なサージ電圧やサージ電流に対する耐性が改善されて、信頼性が向上する。

【００２５】

また、本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路にあっては（解決手段２，解決手段２引用の解決手段５）、運転方向リレー回路において最も弱かった整流部について、整流素子を複数化し更には整流方向を揃えて直並列接続したことにより、落雷等による不所望なサージ電圧が直列接続の複数素子に分圧されるとともに不所望なサージ電流が並列接続の複数素子に分流されるので、整流素子が損傷し難くなる。しかも、それだけにとどまらず、一部の整流素子が故障しても故障部位や態様によっては整流部が正常に機能しうる冗長性まで付加されるので、不所望なサージにて整流素子が損傷してもそれが一部分にとどまるうちは全体動作に異常が生じない。そのため、信頼性が向上する。

【００２６】

さらに、本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路にあっては（解決手段３，解決手段３引用の解決手段５）、整流素子の直並列回路の中間接続部間に検電部材を介挿接続したことにより、一部の整流素子が故障して又は劣化して中間接続部間の電位差や電流が変化すると、それに検電部材が感応して指針振れや検出値といった検出結果が変わるので、異常検出が可能になる。

【００２７】

また、本発明の単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路にあっては（解決手段

４，解決手段４引用の解決手段５）、検電部材に二端子間の電位差や電流だけで動作しうるものを採用したことにより、外部給電線の追加配線といった給電用の追加改造を行わなくても異常を検出することができるので、現場に設置しやすい。

【図面の簡単な説明】

【００２８】

【図１】本発明の実施例１について、「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の構造を示し、（ａ）が線路図、（ｂ）が運転方向てこの模式図、（ｃ）が運転方向リレー回路のブロック図、（ｄ）が運転方向リレー及び整流部の回路図である。

【図２】上り方向設定時の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の動作状態を示し、（ａ）が運転方向てこの模式図、（ｂ）が運転方向リレー回路のブロック図、（ｃ）と（ｄ）が運転方向リレー及び整流部の回路図である。

【図３】下り方向設定時の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の動作状態を示し、（ａ）が運転方向てこの模式図、（ｂ）が運転方向リレー回路のブロック図、（ｃ）と（ｄ）が運転方向リレー及び整流部の回路図である。

【図４】故障時の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の動作状態を示し、（ａ）～（ｃ）何れも運転方向リレー及び整流部の回路図である。

【図５】従来の単線区間を示し、（ａ）が線路図、（ｂ）が運転方向てこの模式図、（ｃ）が運転方向リレー回路のブロック図である。

【図６】上り方向設定時の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の動作状態を示し、（ａ）が運転方向てこの模式図、（ｂ）が運転方向リレー回路のブロック図である。

【図７】下り方向設定時の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の動作状態を示し、（ａ）が運転方向てこの模式図、（ｂ）が運転方向リレー回路のブロック図である。

【図８】落雷時の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の動作状態を示し、（ａ），（ｂ）何れも運転方向リレー及び整流部の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【００２９】

このような本発明の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」について、これを実施するための具体的な形態を、以下の実施例１により説明する。

図１～４に示した実施例１は、上述した解決手段１～５（出願当初の請求項１～５）を総て具現化したものである。

なお、それらの図示に際し従来と同様の構成要素には同一の符号を付して示したので、また、それらについて背景技術の欄で述べたことは以下の実施例についても共通するので、重複する再度の説明は割愛し、以下、従来との相違点を中心に説明する。

【実施例１】

【００３０】

本発明の「単線区間の自動閉そく装置の運転方向リレー回路」の実施例１について、その具体的な構成を、図面を引用して説明する。図１は、（ａ）が単線区間の線路図、（ｂ）が運転方向てこ２１，２２の模式図、（ｃ）が運転方向リレー回路５０のブロック図、（ｄ）が運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲ及び整流部５４，５５の回路図である。

【００３１】

この運転方向リレー回路５０が従来の運転方向リレー回路３０と相違するのは（図１（ａ）～（ｃ）参照）、中間部分回路３３が一部改造されて中間部分回路５３になった点であり、上り部分回路３１と下り部分回路３２と電線３６，３７，３８は従来と同じままである。単線区間線路１０の自動閉そく装置に組み込まれて、停車場１１の運転方向てこ２１や停車場１２の運転方向てこ２２と共に用いられることも従来と同じである。

【００３２】

中間部分回路５３が既述した従来の中間部分回路３３と相違するのは（図１（ｃ），（ｄ）参照）、ダイオードのツェナー化やブリッジ化などによって、第１整流部３４が第１

整流部５４になり、第２整流部３５が第２整流部５５になったことである。
第１整流部５４は、四個のツェナーダイオードＺ１～Ｚ４を整流素子として具備するとともに検電部材５６も具備しており、第２整流部５５は、別の四個のツェナーダイオードＺ５～Ｚ８を整流素子として具備するとともに別の検電部材５７も具備している。
【００３３】
ツェナーダイオードＺ１～Ｚ８は、何れも、運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲの駆動電圧より降伏電圧の高いものが採用されて、降伏電圧が例えば既述したリレー駆動電圧２４Ｖの倍の４８Ｖ程度になっている。この降伏特性や最大サージ尖頭逆電力などの逆方向特性には優れていることがサージ対策の観点から望ましいが、順方向特性については、半導体ダイオードであれば一般に電磁リレーとの協動に不足は無いので、特別な選定条件が付加されるものではなく、従来のスイッチングダイオードＤ１，Ｄ２より多少なら劣っていても良い。
【００３４】
検電部材５６，５７は、何れも、二端子間の電位差または電流に感応して二端子間の電気的アンバランスを検出できるものであれば電圧計でも電流計でも良く、電気的アンバランスが正負いずれの向きでも検出できるものが好ましい。さらに、二端子間の電位差または電流だけで動作しうるものは、電力供給が不要なので、より好ましい。例えば、そのような条件を満たす直流用で高感度の電流計としては、指針がトートバンド支持方式で支持されていて両振れするアナログパネルメータ等が挙げられる。
【００３５】
このような検電部材５６とツェナーダイオードＺ１～Ｚ４を具備した第１整流部５４では、ツェナーダイオードＺ１のアノードとツェナーダイオードＺ２のカソードとが接続されて複数の整流素子Ｚ１，Ｚ２を整流方向同一状態で直列接続した第１直列回路Ｚ１＋Ｚ２が構成されており、ツェナーダイオードＺ３のアノードとツェナーダイオードＺ４のカソードとが接続されて別の複数の整流素子Ｚ３，Ｚ４を整流方向同一状態で直列接続した第２直列回路Ｚ３＋Ｚ４が構成されている。
【００３６】
しかも、ツェナーダイオードＺ１のカソードとツェナーダイオードＺ３のカソードが共に下り運転方向リレーＤＦＲのリレー接点の上り方で電線３８に接続されるとともに、ツェナーダイオードＺ２のアノードとツェナーダイオードＺ４のアノードが共に運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲの電磁コイルの間で電線３８に接続されることで、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ４がブリッジ接続されたものになるとともに、第１直列回路Ｚ１＋Ｚ２と第２直列回路Ｚ３＋Ｚ４とが整流方向同一状態で並列接続されたものになる。
【００３７】
そして、このような第１整流部５４は、上り運転方向リレーＵＦＲの電磁コイルに対して並列に接続されていて下り部分回路３２から電線３８を介して上り部分回路３１へ向かうリレー駆動電流は通過させて逆向きは阻止するものとなっているが、それにとどまらず、検電部材５６の検電用二端子のうち一方の端子が第１直列回路Ｚ１＋Ｚ２の中間接続部すなわちツェナーダイオードＺ１とツェナーダイオードＺ２との接続部に接続され、検電部材５６の検電用二端子のうち他方の端子が第２直列回路Ｚ３＋Ｚ４の中間接続部すなわちツェナーダイオードＺ３とツェナーダイオードＺ４との接続部に接続されていて、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ４の電気的アンバランスを検出しうるものとなっている。
【００３８】
また、上述したような検電部材５７とツェナーダイオードＺ５～Ｚ８を具備した第２整流部５５では、ツェナーダイオードＺ５のカソードとツェナーダイオードＺ６のアノードとが接続されて複数の整流素子Ｚ５，Ｚ６を整流方向同一状態で直列接続した第１直列回路Ｚ５＋Ｚ６が構成されており、ツェナーダイオードＺ７のカソードとツェナーダイオードＺ８のアノードとが接続されて別の複数の整流素子Ｚ７，Ｚ８を整流方向同一状態で直列接続した第２直列回路Ｚ７＋Ｚ８が構成されている。
【００３９】

しかも、ツェナーダイオードＺ６のカソードとツェナーダイオードＺ８のカソードが共に上り運転方向リレーＵＦＲのリレー接点の下り方で電線３８に接続されるとともに、ツェナーダイオードＺ５のアノードとツェナーダイオードＺ７のアノードが共に運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲの電磁コイルの間で電線３８に接続されることで、ツェナーダイオードＺ５～Ｚ８がブリッジ接続されたものになるとともに、第１直列回路Ｚ５＋Ｚ６と第２直列回路Ｚ７＋Ｚ８とが整流方向同一状態で並列接続されたものになる。

【００４０】

そして、このような第２整流部５５は、下り運転方向リレーＤＦＲの電磁コイルに対して並列に接続されていて上り部分回路３１から電線３８を介して下り部分回路３２へ向かうリレー駆動電流は通過させて逆向きは阻止するものとなっているが、それにとどまらず、検電部材５７の検電用二端子のうち一方の端子が第１直列回路Ｚ５＋Ｚ６の中間接続部すなわちツェナーダイオードＺ５とツェナーダイオードＺ６との接続部に接続され、検電部材５７の検電用二端子のうち他方の端子が第２直列回路Ｚ７＋Ｚ８の中間接続部すなわちツェナーダイオードＺ７とツェナーダイオードＺ８との接続部に接続されていて、ツェナーダイオードＺ５～Ｚ８の電気的アンバランスを検出しうるものとなっている。

【００４１】

この実施例１の運転方向リレー回路５０について、その使用態様及び動作を、図面を引用して説明する。図２，図３は、（ａ）が運転方向てこ２１，２２の模式図、（ｂ）が運転方向リレー回路５０のブロック図、（ｃ）が通常時の運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲ及び整流部５４，５５の回路図、（ｄ）が落雷時の運転方向リレーＵＦＲ，ＤＦＲ及び整流部５４，５５の回路図であり、そのうち図２は上り方向設定時の運転方向リレー回路５０の動作状態を示し、図３は下り方向設定時の運転方向リレー回路５０の動作状態を示している。

【００４２】

列車を下り方の停車場１２から単線区間線路１０に進行させて上り方の停車場１１まで走行させるときには、従来と同じく、両停車場１１，１２で運転方向てこ２１，２２を共に左側Ｌに操作して、運転方向を上りに設定する（図２（ａ）参照）。この上り方向設定時には（図２（ｂ）参照）、上り部分回路３１が電線３６，３７，３８を介して中間部分回路５３にリレー駆動電流を供給し、下り部分回路３２が電線３６，３７，３８を短絡させるので、中間部分回路５３では、第１整流部５４が通電阻止状態・遮断状態になるのに対し第２整流部５５が通電許容状態・導通状態になり、それに伴って、上り運転方向リレーＵＦＲが動作するのに対し下り運転方向リレーＤＦＲが落下する。そして、それに応じて状態を切り替える図示しない軌道回路送受電回路によって、閉そく信号機１３のうち上り列車に向けた信号機は単線区間線路１０での列車進行を許可する現示を行える状態になるが、閉そく信号機１３のうち下り列車に向けた信号機は無条件での停止現示となる。

【００４３】

このように、上り方向設定時における運転方向リレー回路５０等の定常動作は、整流部５４，５５それぞれを一纏まりしてみれば従来とほぼ同様であるが、整流部５４，５５に含まれているツェナーダイオードＺ１～Ｚ８や検電部材５６，５７の部材レベルで微視的にみると（図２（ｃ）参照）、第１整流部５４においてはツェナーダイオードＺ１～Ｚ４が総て通電阻止状態・遮断状態になり検電部材５６には電流が流れないのに対し、第２整流部５５においては、ツェナーダイオードＺ５～Ｚ８が総て通電許容状態・導通状態になり、電線３８から供給されたリレー駆動電流が第１直列回路Ｚ５＋Ｚ６と第２直列回路Ｚ７＋Ｚ８とに分かれて流れ、さらにツェナーダイオードＺ５～Ｚ８のブリッジのバランス状態に応じた電流が検電部材５７に流れるので、ツェナーダイオードＺ５～Ｚ８が総て正常であればブリッジのバランスがとれて検電部材５７には電流が流れない。

【００４４】

また、雷の影響が電線３６，３７，３８に及んだような異常事態では、例えば電線３８のうち上り方の所に落雷した場合には（図２（ｄ）参照）、第１整流部５４のツェナーダイオードＺ１～Ｚ４が総て速やかにブレークダウン・降伏するうえ、各ダイオードの降伏

電圧が選定値の４８Ｖ程度からさほど上がらないので、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ４にかかるサージ電圧の負担がスイッチングダイオードＤ１より軽減される。しかも、サージ電流が第１直列回路Ｚ１＋Ｚ２と第２直列回路Ｚ３＋Ｚ４に分かれて流れることから、各ダイオードに流れるサージ電流が半減するので、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ４にかかるサージ電流の負担もスイッチングダイオードＤ１より軽減される。第２整流部５５のツェナーダイオードＺ５～Ｚ８にかかるサージ電流の負担も同様に半減される。

【００４５】

一方、列車を上り方の停車場１１から単線区間線路１０に進行させて下り方の停車場１２まで走行させるときは、やはり従来と同じく、両停車場１１，１２で運転方向てこ２１，２２を共に右側Ｒに操作して、運転方向を下りに設定する（図３（ａ）参照）。この下り方向設定時には（図３（ｂ）参照）、下り部分回路３２が電線３６，３７，３８を介して中間部分回路５３にリレー駆動電流を供給し、上り部分回路３１が電線３６，３７，３８を短絡させるので、中間部分回路５３では、第１整流部５４が通電許容状態になるのに対し第２整流部５５が通電阻止状態になり、それに伴って、下り運転方向リレーＤＦＲが動作するのに対し上り運転方向リレーＵＦＲが落下する。そして、それに応じて状態を切り替える図示しない軌道回路送受電回路によって、閉そく信号機１３のうち下り列車に向けた信号機は単線区間線路１０での列車進行を許可する現示を行える状態になるが、閉そく信号機１３のうち上り列車に向けた信号機は無条件での停止現示となる。

【００４６】

このように、下り方向設定時も、運転方向リレー回路５０等の定常動作は、整流部５４，５５それぞれを一纏まりしてみれば従来とほぼ同様であるが、整流部５４，５５に含まれているツェナーダイオードＺ１～Ｚ８や検電部材５６，５７の部材レベルで微視的にみると（図３（ｃ）参照）、第２整流部５５においてはツェナーダイオードＺ５～Ｚ８が総て通電阻止状態・遮断状態になり検電部材５７には電流が流れないのに対し、第１整流部５４においては、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ４が総て通電許容状態・導通状態になり、電線３８から供給されたリレー駆動電流が第１直列回路Ｚ１＋Ｚ２と第２直列回路Ｚ３＋Ｚ４とに分かれて流れ、さらにツェナーダイオードＺ１～Ｚ４のブリッジのバランス状態に応じた電流が検電部材５６に流れるので、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ４が総て正常であればブリッジのバランスがとれて検電部材５６には電流が流れない。

【００４７】

また、雷の影響が電線３６，３７，３８に及んだような異常事態では、例えば電線３８のうち下り方の所に落雷した場合には（図３（ｄ）参照）、第２整流部５５のツェナーダイオードＺ５～Ｚ８が総て速やかにブレークダウン・降伏するうえ、各ダイオードの降伏電圧が選定値の４８Ｖ程度からさほど上がらないので、ツェナーダイオードＺ５～Ｚ８にかかるサージ電圧の負担がスイッチングダイオードＤ２より軽減される。しかも、サージ電流が第１直列回路Ｚ５＋Ｚ６と第２直列回路Ｚ７＋Ｚ８に分かれて流れることから、各ダイオードに流れるサージ電流が半減するので、ツェナーダイオードＺ５～Ｚ８にかかるサージ電流の負担もスイッチングダイオードＤ２より軽減される。第１整流部５４のツェナーダイオードＺ１～Ｚ４にかかるサージ電流の負担も同様に半減される。

【００４８】

なお、繰り返しとなる詳細な説明は割愛するが、下り方向設定時に電線３８のうち上り方の所に落雷した場合や，上り方向設定時に電線３８のうち下り方の所に落雷した場合も、同様にして、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ８にかかるサージの負担がスイッチングダイオードＤ１，Ｄ２よりも軽減されることとなる。

しかも、そのような落雷や架線地絡事故さらには経年変化などに起因して、ツェナーダイオードＺ１～Ｚ８の何れかに不具合たとえばオープン故障（断線）やショート故障（短絡）が発生した場合、その不具合が一部のツェナーダイオードにとどまっていれば、整流部５４，５５ひいては運転方向リレー回路５０の機能が正常に維持されとともに、そのような不具合の有無を検電部材５６，５７の検出結果に基づいて知ることができる。

【００４９】

下り方向設定時の具体例を挙げて詳述すると（図４参照）、例えば第１整流部５４のツェナーダイオードＺ１と第２整流部５５のツェナーダイオードＺ５にオープン故障が発生した場合（図４（ａ）参照）、第２整流部５５は、通電阻止状態・遮断状態が正常状態であるところ、ツェナーダイオードＺ５が適合状態のオープン故障なので、第２整流部５５の動作が正常に維持される。また、第１整流部５４は、通電許容状態・導通状態が正常状態であるところ、ツェナーダイオードＺ１が不適合状態のショート故障であっても、他のツェナーダイオードＺ２～Ｚ４によって第１整流部５４の動作も正常に維持される。さらに、ツェナーダイオードＺ１がオープン故障したため、その程度が完全断線状態なら勿論のこと順方向抵抗の異常増大であっても、不具合の程度に応じて第１直列回路Ｚ１＋Ｚ２と第２直列回路Ｚ３＋Ｚ４とのバランスが崩れ、その不平衡度に対応して検電部材５６の電流が増減するので、検電部材５６の検出結果の変動に基づいて第１整流部５４における不具合の有無を確認することができる。

【００５０】

これに対し、例えば第１整流部５４のツェナーダイオードＺ３と第２整流部５５のツェナーダイオードＺ７にショート故障が発生した場合（図４（ｂ）参照）、第２整流部５５は、通電阻止状態・遮断状態が正常状態であるところ、ツェナーダイオードＺ７が不適合状態のショート故障であっても、他のツェナーダイオードＺ６，Ｚ８によって第１整流部５４の動作が正常に維持される。また、第１整流部５４は、通電許容状態・導通状態が正常状態であるところ、ツェナーダイオードＺ３が適合状態のショート故障なので、第１整流部５４の動作も正常に維持される。さらに、ツェナーダイオードＺ３がショート故障したため、その程度が完全短絡状態なら勿論のこと順方向抵抗の異常減少であっても、不具合の程度に応じて第１直列回路Ｚ１＋Ｚ２と第２直列回路Ｚ３＋Ｚ４とのバランスが崩れ、その不平衡度に対応して検電部材５６の電流が増減するので、検電部材５６の検出結果の変動に基づいて第１整流部５４における不具合の有無を確認することができる。

【００５１】

また、上述したオープン故障とショート故障が同時に発生した場合でも（図４（ｃ）参照）、上述の動作が部分的に重畳しながらも並列に行われるので、第１整流部５４は通電許容状態・導通状態で正常に動作し、第２整流部５５は通電阻止状態・遮断状態で正常に動作するので、一部のツェナーダイオードＺ１，Ｚ３，Ｚ５，Ｚ７が故障しても、その不具合が直ちに全体動作に影響するわけではない。そして、この場合も、第１整流部５４における不具合の有無が検電部材５６の検出結果の変動に基づいて確認される。

なお、繰り返しとなる詳細な説明は割愛するが、上り方向設定時にも、整流部５４，５５の不具合がツェナーダイオードＺ１～Ｚ８のうち一部のものにとどまっていれば、整流部５４，５５が正常に動作することが期待できるうえ、そのような不具合の有無を検電部材５７の検出結果に基づいて知ることができる。

【００５２】

さらに、この実施例の運転方向リレー回路５０では検電部材５６，５７が指針を振る電流計なので、例えば定期点検や緊急点検などで、閉そく信号機１３の中間信号器具箱を開けたとき、その中に検電部材５６，５７が設置されているのを確認してから、下り方向設定時であれば検電部材５６の指針の振れ具合を目視でチェックすることで第１整流部５４の不具合を知ることができ、上り方向設定時であれば検電部材５７の指針の振れ具合を目視でチェックすることで第２整流部５５の不具合を知ることができる。単線区間線路１０に進行予定の列車が無いことを確認したうえで、両停車場１１，１２の信号機器室の者に連絡して運転方向てこ２１，２２の操作を依頼して、運転方向の設定を上りと下りで切り替えてもらえば、第１整流部５４と第２整流部５５を何れも確認することができる。

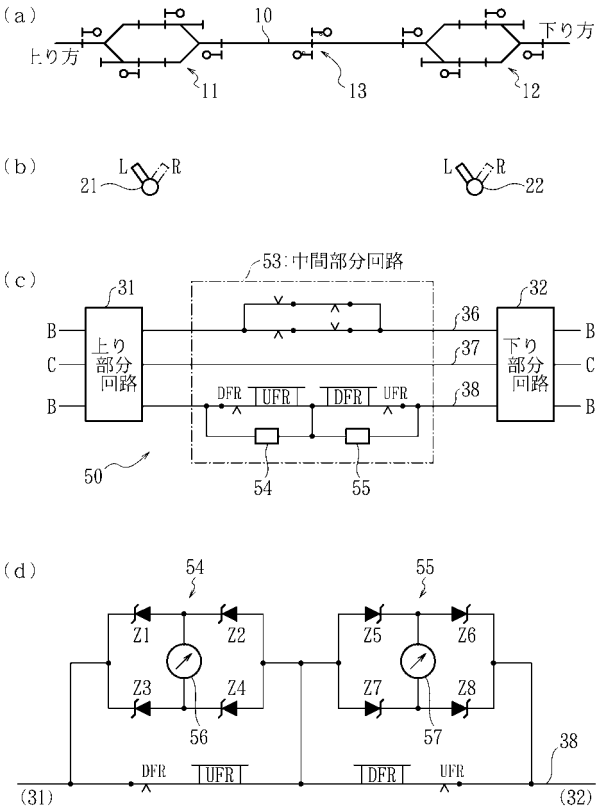
【００５３】

［その他］

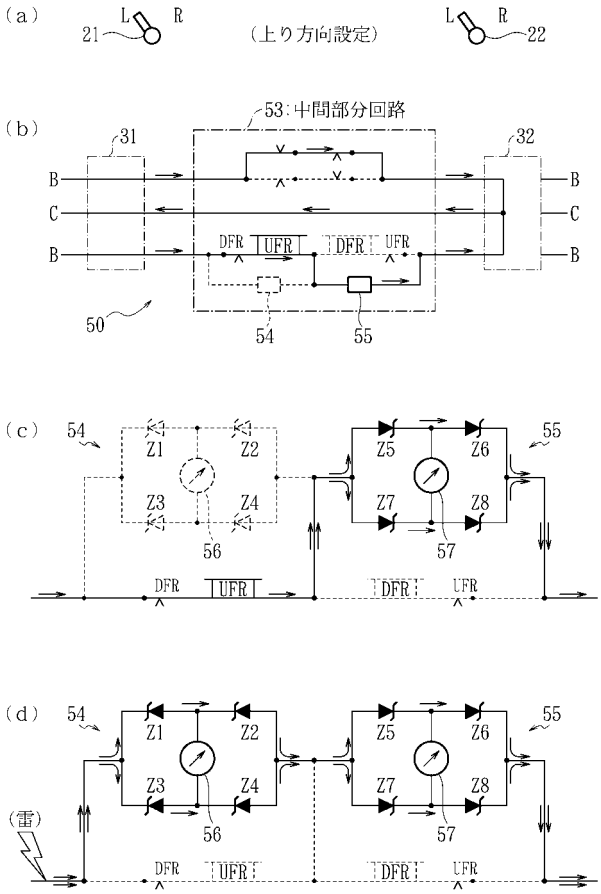
上記実施例では、整流部５４，５５の整流素子が総てツェナーダイオードであったが、全部の整流素子または一部の整流素子にツェナーダイオード以外の半導体ダイオードが採用されていても良く、そのようにした場合でも、ダイオードのブリッジ化やアンバランス

検出による不具合発見の作用効果は享受することができる。
　また、上記実施例では、検電部材５６，５７に電源不要のものが用いられたが、既設ケーブルの信号線に余裕がある場合や，信号線の追加敷設に支障がない場合，電線３６，３７，３８を流れるリレー駆動電流の一部を流用できる場合などには、動作電力を必要とするものを検電部材５６，５７に採用しても良い。
【００５４】
　さらに、既設ケーブルの信号線に余裕がある場合や，信号線の追加敷設に支障がない場合，無線での信号電送が容易な場合，電線３６，３７，３８に周波数弁別等で不都合なく信号を重畳できる場合などには、検電部材５６，５７の検出結果を停車場１１，１２の信号機器室などに送信して、目視や自動で遠隔診断できるようにしても良い。
　また、上記実施例では、整流部５４，５５が何れも整流素子を四個ずつ含んでおり、そのような四個ずつ又はその倍数が実施しやすいが、整流素子の個数はそれに限られるわけでなく四個以上の整数個ずつ含まれていても良い。検電部材５６，５７の二端子が接続される第１，第２直列回路の中間接続部の電圧や電流状態についても、上記実施例のように正常時にバランスがとれている方が実施しやすいが、バランスの変化に基づいて不具合の有無を検知することができれば、正常時からアンバランスであっても良い。
【符号の説明】
【００５５】
１０…単線区間線路、１１…停車場（上り方）、
１２…停車場（下り方）、１３…閉そく信号機、
２１…運転方向てこ（上り方）、２２…運転方向てこ（下り方）、
３０…運転方向リレー回路、
３１…上り部分回路、３２…下り部分回路、３３…中間部分回路、
３４…第１整流部、３５…第２整流部、３６，３７，３８…電線、
５０…運転方向リレー回路、５３…中間部分回路、
５４…第１整流部、５５…第２整流部、５６，５７…検電部材、
ＵＦＲ…上り運転方向リレー、ＤＦＲ…下り運転方向リレー、
Ｄ１，Ｄ２…スイッチングダイオード（半導体ダイオード，整流素子）、
Ｚ１～Ｚ８…ツェナーダイオード（半導体ダイオード，整流素子）

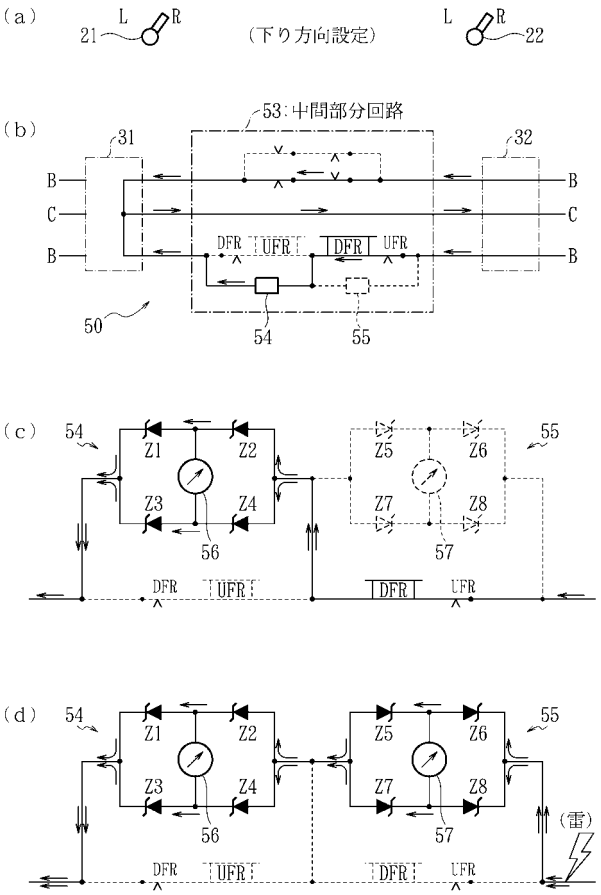
【図１】


(a)
上り方
10
下り方
11
13
12
(b)
21
L
R
22
(c)
53:中間部分回路
31
32
B
C
B
上り部分回路
下り部分回路
36
37
38
DFR
UFR
DFR
UFR
50
54
55
(d)
54
55
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
56
57
38
DFR
UFR
DFR
UFR
(31)
(32)

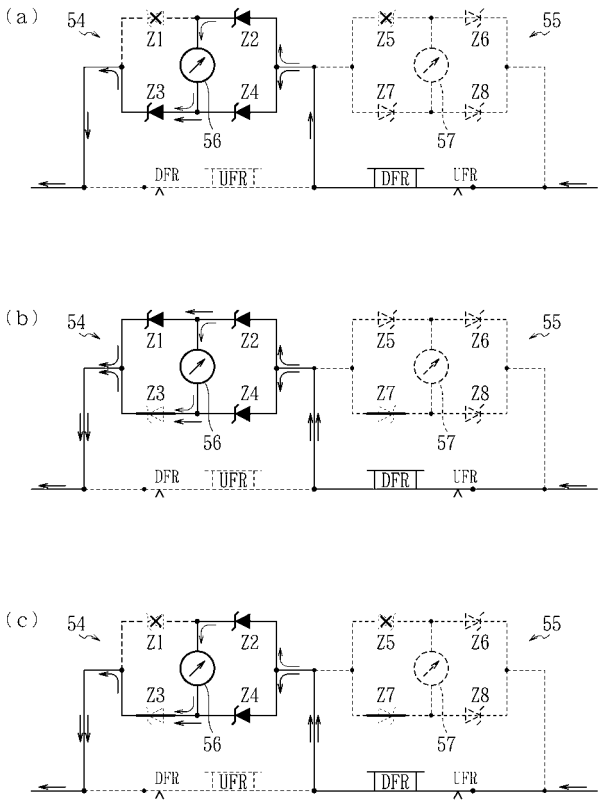
【図２】


(a)
21
L
R
(上り方向設定)
L
R
22
(b)
53:中間部分回路
31
32
B
C
B
DFR
UFR
DFR
UFR
50
54
55
(c)
54
55
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
56
57
DFR
UFR
DFR
UFR
(d)
54
55
(雷)
DFR
UFR
DFR
UFR

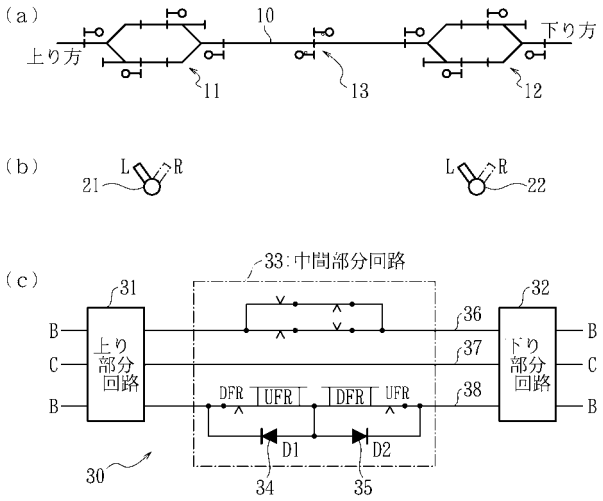
【図３】


(a)
21
L
R
(下り方向設定)
L
R
22
(b)
53:中間部分回路
31
32
B
C
B
DFR
UFR
DFR
UFR
50
54
55
(c)
54
55
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
56
57
DFR
UFR
DFR
UFR
(d)
54
55
(雷)
DFR
UFR
DFR
UFR

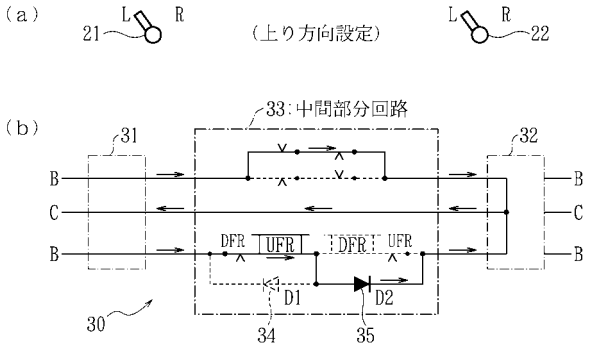
【図４】


(a)
54
55
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
56
57
DFR
UFR
DFR
UFR
(b)
54
55
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
56
57
DFR
UFR
DFR
UFR
(c)
54
55
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
56
57
DFR
UFR
DFR
UFR

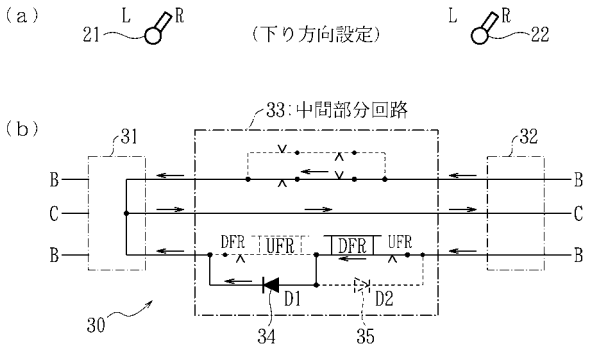
【図５】


(a)
上り方
10
下り方
11
13
12
(b)
21
L
R
22
(c)
33:中間部分回路
31
32
B
C
B
上り部分回路
下り部分回路
36
37
38
DFR
UFR
D1
D2
30
34
35

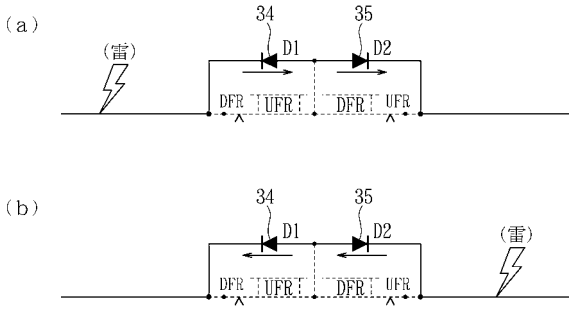
【図６】


(a)
21
L
R
(上り方向設定)
22
(b)
33:中間部分回路
31
32
B
C
B
DFR
UFR
D1
D2
30
34
35

【図７】


(a)
21
L
R
(下り方向設定)
22
(b)
33:中間部分回路
31
32
B
C
B
DFR
UFR
D1
D2
30
34
35

【図８】


(a)
34
35
D1
D2
(雷)
DFR
UFR
(b)
(雷)