

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ G01R 31/02		(45) 공고일자 1999년 12월 15일	
		(11) 등록번호 10-0235364	
		(24) 등록일자 1999년 09월 22일	
(21) 출원번호	10-1992-0006717	(65) 공개번호	특1992-0020219
(22) 출원일자	1992년 04월 22일	(43) 공개일자	1992년 11월 20일
(30) 우선권주장	P4113316.1 1991년 04월 24일 독일(DE)		
(73) 특허권자	로베르트 보쉬 게엠베하 클라우스 포스 독일연방공화국 데-70442 스투트가르트 포스트파흐 30 02 20 로베르트 보쉬 게엠베하 게오르그 윌러 독일연방공화국 데-70442 스투트가르트 포스트파흐 30 02 20		
(72) 발명자	헬무트덴쯔 독일연방공화국 7000 스투트가르트 1 리덴스퓌에르 스트라쎬 18 베르너메쯔게르 독일연방공화국 7101 에버스타트 윌스타이게 16 요한네스디터 비흐테리히 독일연방공화국 7251 헤밍겐 헤겔 스트라쎬 6 에른스트발트 독일연방공화국 7141 오베리엑싱겐 베르너 스트라쎬 20/6 요아힘하임즈 독일연방공화국 7141 에버딩겐 하크 스트라쎬 4 오이겐유스 독일연방공화국 7149 프라이베르크 루가우프 스트라쎬 23 로타르라프 독일연방공화국 7148 램잭 3 부넨스타인 스트라쎬 24 에버하르트슈나이벨 독일연방공화국 7241 헤밍겐 호흐스테터 스트라쎬 1/5		
(74) 대리인	이병호		

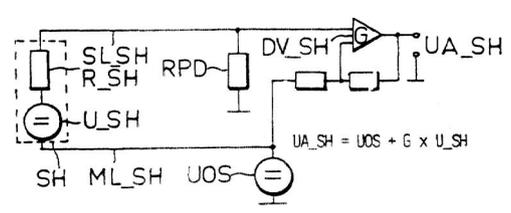
심사관 : 김재문

(54) 램다 프로브를 내연 기관의 제어 장치에 연결하기 위한 연결 회로 및 연결 회로의 테스트 방법

요약

측정 시스템은 전위차가 없는 램다 프로브(SH), 접지선(ML_SH), 신호선(SL_S H) 및 접지에 비례하는 소정값까지 전위차를 높이기 위하여 접지선에 연결된 오프셋 전압원(UOS)을 포함한다. 이러한 종류의 프로브 연결 회로에 의하여, 신호선에서 측정된 전위가 오프셋 전압 이하로 떨어졌을 때, 접지와 단락을 즉시 인지할 수가 있다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

램다 프로브를 내연 기관의 제어 장치에 연결하기 위한 연결 회로 및 연결 회로의 테스트 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 하나의 프로브, 오프셋 전압원 및 풀다운 저항기를 가진 본 발명의 일실시예인 제1측정 시스템의 개략 회로도.

제2도는 하나의 람다 프로브와, 보조 및 오프셋 전압원을 가진 본 발명의 일실시예인 제2측정 시스템의 개략 회로도.

제3도는 두 개의 람다 프로브 및 공통 오프셋 전압원을 가진 본 발명의 일실시예인 제3측정 시스템의 개략 블록도.

제4도는 발명을 예증하는 방법의 단계를 도시하는 플로우차트.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

UOS : 오프셋 전압원 SV : 전방 람다 프로브

RPD : 풀다운 저항기 DV_SH : 차동 증폭기

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 측정 시스템에 관한 것으로서, 특히 람다 프로브(lambda probe)를 결합한 시스템과 이 시스템에서 고장(폴드)을 검출하기 위한 방법, 특히 시스템의 신호선 또는 접지선의 단락이나 절단을 검출하기 위한 방법에 관한 것이다.

차량에서 람다(lambda)를 조절하기 위한 촉매 변환기 기술에 있어서 초기부터 사용되고 가까운 장래에 계속해서 사용되리라 보는 네른스트 타입(Nernst type)의 람다 프로브는 매우 급준한(steep) 특성을 가진다. 농후 또는 희박 혼합물을 측정하는 경우, 람다 프로브 전압은 혼합물 농도가 농후한지 또는 희박한지에 따라서 거의 변화하지 않으나, 농후 혼합물에서 희박 혼합물로 전이할 때 매우 좁은 혼합물 범위내에서 약 100 밀리볼트의 변화가 있게 된다. 프로브 전압은 통상 농후 혼합물을 측정하는 동안에는 약 850 밀리볼트, 그리고 희박 혼합물을 측정하는 동안에는 약 100 밀리볼트이다. 그러나 실제 측정된 전압은 람다 프로브간 다소 변동한다. 이처럼 한 람다 프로브는 예를 들어 농후 혼합물의 측정간 거의 1 볼트를 나타내며, 다른 프로브는 희박 혼합물의 측정간 약 -80 밀리볼트까지 나타낸다.

이러한 람다 프로브 특성은 엔진 조정 절차를 위해서는 중요하지 않은데, 이는 예를 들어 람다 프로브 전압이 450 밀리볼트 이상 또는 이하인지 만이 관심사이기 때문이다. 그러나, 고장을 검출하기 위해 람다 프로브 연결 회로를 체크할 때, 특히 접지와 단락하는 고장에 대해서 체크할 때, 람다 프로브 특성은 문제를 초래할 수 있다. 접지와 단락되는 경우, 제로 전압이 측정된다. 그러나, 이것은 또한 의사 측정치이다. 왜냐하면 이는 앞서 기술한 바와 같이 희박 혼합물 범위에서 측정된 전압은 제로 전압 또는 그 이하가 될 수 있기 때문이다. 사실상 부(negative)의 전압은 종래 계산 회로(evaluating circuit)에 의해서 계산되지 않으며, 또한 이 경우 측정된 제로 전압이 표시된다.

확실하게 접지와 단락을 검출하기 위하여, 람다 프로브 전압이 소정 주기보다 긴 주기동안 제로 볼트 값을 전달할 때, 연료 및 공기의 혼합물이 어느 정도까지 임의적으로 농후해진다는 것이 통상의 절차이다. 람다 프로브 신호가 이러한 농후에 반응하지 않으면, 이는 단락 회로가 존재한다는 어떤 표시이다. 그러나, 이것은 혼합물이 농후해져야만 하는 시험 방법에서는 단점이며, 이는 유독 배기 가스를 증대시키며 다른 단점을 가진다.

람다 프로브는, 주로 촉매 변환기가 장착될 때 촉매 변환기 앞에 있는 배기 시스템의 배기 가스 조성을 확인하기 위해 설치된다. 또한 예를 들어 촉매 변환기의 변환 능력을 감시하기 위하여 촉매 변환기 뒤에 추가 람다 프로브를 배치한 구성이 독일 특허 공부 제 23 04 622 호와 미합중국 명세서 제 4,622,809호에 개시되고 있다. 촉매 변환기가 만족스럽게 기능을 하는 한, 매우 균일한 조성의 기체 혼합물이 촉매 변환기 뒤에 배치한 람다 프로브를 흐른다. 람다값 1로 조정된 엔진의 경우, 약 450 밀리볼트의 전압은 람다 프로브의 비교적 급준한 특성에도 불구하고 계속해서 측정되는데, 이는 촉매 변화기 뒤에서 람다값이 계속해서 정확히 1이기 때문이다. 이것은 촉매 변환기 뒤에서 람다 프로브의 기능성을 감시하는데 있어서 어려움을 초래하는데, 촉매 변환기 뒤에 놓인 후방 프로브의 연결 회로가 결함이 있는지 혹은 변화가 발생하지 않도록 효율적으로 촉매 변환기가 변환되고 있는지 여부는 프로브 전압이 일정한 경우 불명확하기 때문이다. 람다값 1에서 벗어난 혼합물이 연장된 주기동안 임의적으로 유도되는 경우에서도 감시가 가능하다. 그러나, 이것은 이미 언급한 단점을 가진다.

본 발명의 목적은 측정 시스템의 기능성을 감시할 수 있게 하는, 특히 람다 프로브에 의하여 조절된 공기-연료 혼합물의 조성이 임의적으로 변화되지 않는 람다 프로브의 연결 회로의 기능성을 감시할 수 있게 하는 것이다.

본 발명의 제1형태에 따르면, 전위차가 없는 람다 프로브와, 람다 프로브에 연결된 접지선과, 람다 프로브에 연결된 신호선과, 접지 선에 연결된 오프셋 전압원을 포함하는 측정 시스템이 제공되어, 접지에 대해 소정치까지 전위를 올리도록 구성되어 있다.

이러한 측정 시스템의 경우, 접지에 대해 가장 낮게 측정된 신호선의 전위는 프로브 연결 회로가 기능적으로 정돈되어 있다면, 오프셋 전압의 전위 보다 결코 낮은 값을 갖지 않는다. 그 전위가 실제로 오프셋 전압 이하로 떨어지면, 접지에 단락된 회로가 존재함이 분명하다. 이러한 고장은 발생 즉시 그리고 사전에 혼합물이 농후하지 않아도 검출됨으로써, 종래 방법과 연관된 지연이 없게 된다.

본 발명의 제2형태에 따르면, 전위차가 없는 람다 프로브와, 람다 프로브에 연결된 신호선과, 접지선을 포함하는 측정 시스템의 고장 검출 방법이 제공되며, 이 방법은 접지 전위에 대해 소정 오프셋 전압까지 접지선의 전위를 올리는 단계와, 람다 프로브가 최대로 증폭된 부의 전압과 오프셋 전압 사이의 차이와 같은 임계치 이하로 접지 전위에 대한 신호선의 전위가 떨어지는지 여부를 체크하는 단계와, 신호선 전위가 임계치 이하인 것이 확인되면 고장 신호를 내보내는 단계를 포함한다.

접지와 단락, 선의 절단, 선 연결을 검출하기 위해서는, 신호선을 풀다운 저항기를 거쳐서 접지에 연결하는 것이 좋다. 이러한 이점은 특히 램다 프로브가 촉매 변환기 뒤에 배열된 측정 시스템에서 응용 가능하다. 변환기 앞에 배열된 램다 프로브의 경우, 램다 프로브 전압이 계속해서 특정치로 유지되면, 종래 방법으로 절단을 검출할 수 있다.

이후, 첨부된 도면을 참조로 하여 보다 상세한 설명을 하기로 한다.

다음 설명은 주로 저장 및 전압원에 대해서 행해진다. 이 경우, 이들 구성 요소의 표시는 구성 요소들의 저항치 또는 전압치에 대응한다. 따라서, 예를 들어 UOS는 구성 요소로서 오프셋 전압원과 이 오프셋 전압원의 전압을 가르킨다. 동일하게, R_{SV}는 저항 구성 요소에 대한 표시이고, 여기서는 촉매 변환기 앞에 있는 램다 프로브의 저항치이며, 이 구성 요소의 저항값에 대한 표시이다.

지금부터는 도면과 관련하여, 제1도 및 제2도에 대해 상세히 설명하기 전에, 제3도에 대해 전반적으로 설명할 것이다. 제3도에는, 램다 프로브 SV가 촉매 변환기 (도시하지 않음) 앞에 배열되고, 촉매 변환기 뒤에 배열된 램다 프로브 SH가 신호선 SL_{SV} 및 SL_{SH}와 접지선 ML_{SV}, ML_{SH}를 거쳐 연결된 장치 SG가 도시되어 있다. 두 개의 접지선은 동일하게 제어 장치에 접속된다. 이 제어 장치에 내부에는 오프셋 전압원 UOS가 연결되어 있다. 이 전압원에 의하여, 두 개의 접지선이 제어 장치 접지에 대해 고정항에서 전위 UOS까지 높아진다. 두 램다 프로브의 신호는 마이크로 프로세서 yC에 공급된다. 각 램다 프로브의 연결회로는 제어 장치에 연결되는 신호 및 접지선과 마이크로 프로세서 앞에 있는 제어 장치에 배열된 기능적 그룹을 포함한다.

제1도는 후방 램다 프로브 SH의 연결 회로에 대한 기본 회로도이고, 제2도는 전방 램다 프로브 SV의 연결 회로에 대한 기본 회로도이다. 그러나 구성이 이에 한정되는 것만은 아니다. 이처럼 제1도의 회로는 전방 램다 프로브에 대해 사용되고 제2도의 회로는 후방 램다 프로브에 대해 사용된다.

제1도 및 제2도에 도시된 관계는 이후 설명으로 분명해 진다.

제1도에 따른 회로에 있어서, 후방 램다 프로브 SH의 접지선 ML_{SH}과 신호선 SL_{SH}은 증폭을 G를 가진 차동 증폭기 DV_{SH}에 연결된다. 신호선은 풀다운 저항기 RPD를 거쳐 접지와 연결된다. 접지선 ML_{SH}의 전위는 오프셋 전압원 UOS에 의하여 접지에 대해 정전위 UOS까지 올려진다. 이처럼 출력 전압 UA_{SH}은 UOS+G×U_{SH}와 동일하며, 여기서 U_{SH}는 후방 램다 프로브 SH 공급하는 전압이다. 이것은 후방 램다 프로브 SH의 등가 회로로부터 분명하다. 즉, 등가 전압원 U_{SH}과 등가 내부 램다 프로브 저항 R_{SH}에 대한 등가 회로이다.

제2도에 있어서, 전방 램다 프로브 SV는 신호선 SL_{SV}과 접지선 ML_{SV}를 거쳐서 증폭을 G를 가진 차동 증폭기 DV_{SV}와 연결된다. 다시 접지선의 전위는 오프셋 전압원 UOS에 의해서 접지에 대해 전위 UOS까지 올려진다. 램다 프로브 SV는 등가 전압원 U_{SV}과 등가 저항 R_{SV}을 포함한 등가 회로도 표현된다. 램다 프로브 전압은 저항 RA 양단간 탭 오프되며, 저항은 램다 프로브와 병렬인 전압원 UM과 직렬 연결된다. 전압원 UM에 의해 발생된 전압 UM은 램다 프로브가 약 1의 램다값을 가진 배기 가스 성분을 측정할 때 도출된 평균 전압이다. 프로브 출력 전압 UA_{SV}은 $UOS+G \times (UM+RA \times (U_{SV}-UM)/(RA+R_{SV}))$ 와 동일하다.

램다 프로브가 냉각되면, 램다 프로브의 등가 또는 내부 저항 R_{SV}은 매우 커지며, 이 경우 프로브 출력 전압은 대략 UOS+G×UM 값을 가진다.

제3도에 도시한 특정 저항값은, 차동 증폭기 DV_{SH}와 DV_{SV}가 4배의 증폭율을 가지며, 전압원 UM이 450 밀리볼트의 전압을 발생하고, 오프셋 전압원 UOS의 연산 증폭기가 도출하는 오프셋 전압 UOS이 750 밀리볼트가 되도록 선택된다. 이미 언급한 구성 요소와 기능적 그룹과는 별개로, 제3도의 회로는 차동 증폭기 DV_{SH} 및 DV_{SV}와 마이크로컴퓨터 사이의 각각의 아날로그 대 디지털 변환기와, 정전압원 KS를 포함한다.

제4도와 관련하여 램다 프로브 연결 회로의 고장 검출 방법에 대해서 설명하기로 한다. 특히 제3도의 램다 프로브 연결 회로의 고장 검출 방법에 대해서 설명하기로 한다. 가장 중요한 고장만이 설명된다. 특히 오프셋 전압 UOS의 도움으로 검출되는 고장에 대해서 설명하기로 한다.

제4도의 고장 검출 방법을 시작한 후, 두 램다 프로브중 어느 하나의 출력 전압, 즉 UA_{SV} 또는 UA_{SH} 중 어느 하나가 4.8 볼트 이상인지가 단계 S1에서 체크된다. 배터리 전압 UB가 신호선 또는 접지선이 단락되면, 이같이 될 것이다. 이것이 실제로 확인되면, 대응 고장 보고가 단계 S2에서 이루어진다. 고장 보고는 기억 장치에 저장되거나, 가시적 또는 음향적으로 표시된다. 다음에 제1단계로 복귀한다.

배터리 전압과의 단락이 검출되지 않으면, 램다 프로브 전압 UA_{SV} 또는 UA_{SH} 중 하나가 임계 전압 USW 보다 작은지 여부가 단계 S3에서 검사되고, 임계 전압은 최대 증폭된 부의 램다 프로브 전압 USV 또는 UHS(이 실시예에서는 -80밀리볼트의 4배)보다 작은 오프셋 전압 UOS(이 실시예에서 750 밀리볼트)과 동일하다. 이것이 두 램다 프로브중 하나에 대한 것이면, 단계 S4에서 접지와 이 램다 프로브가 단락되었다고 보고된다. 신호선에 풀다운 저항기가 설치된 램다 프로브에 대한 고장이 확인되면, 접지선 또는 신호선이 절단된 것이다. 제1도 내지 제3도에 있어서, 풀다운 저항기는 후방 프로브에 대한 회로도 도시된다. 이러한 풀다운 저항기는 또한 전방 램다 프로브 SV의 신호선에 연결될 수 있다. 이것은 출력 전압 UA_{SV0} 오프셋 전압 UOS 이하로 떨어질 때 즉시 절단이 발생함을 확인할 수 있는 이점을 수반한다. 이러한 종류의 풀다운 저항기가 없으면, 신호선 SL_{SV} 또는 접지선이 절단되었을 때 제2도의 회로의 출력에는 출력 전압 UOS+G×UM이 나타난다. 전방 램다 프로브 SV로부터의 신호의 시간에 따른 동작에 의해, 수십초 이상의 긴 기간동안 언급한 일정치로 유지하기란 불가능하다. 이런 식으로, 전방 램다 프로브 SV에 대해 절단 고장이 확인될 수 있다. 그러나, 후방 램다 프로브의 경우, 언급한 일정치는 그럴듯한 측정치인데, 이 후방 램다 프로브와 연관된 절단 고장이 풀다운 저항기 RPD의 도움으로만 확인될 수 있다는 이유에 기인한다.

단계 S3에서 상기 고장이 확인되고, 대응 고장 보고가 단계 S4에서 행해지면, 다음에 고장 검출 방법은

단계 S1로 복귀한다.

고장 보고를 받지 않고 단계 S1과 S3를 거치면, 현재의 기간 tSW 보다 긴 기간동안 오프셋 전압 UOS와 실제로 프로브의 출력 전압 UA_SV 또는 UA_SH 대응하는지가 단계 S5에서 체크된다. 시간 주기 tSW는 비교적 짧게 규격화되는데, 수초 정도에서, 전방 램다 프로브의 연결 회로가 감시되고, 수십초 정도에서, 후방 램다 프로브의 연결 회로가 감시된다. 전압 대응이 확인되면, 후방 램다 프로브의 전방에서 연결 회로에 단락이 존재하며 다시 고장 검출 방법은 단계 S1로 복귀함을 알리기 위해 단계 S6에서 고장 보고가 행해진다.

고장 보고 없이 단계 S1, S3 및 S5를 거치게 되면, 전방 램다 프로브의 출력 전압 UA_SV이 실제로 현재 기간 tSW2 보다 긴 주기동안 값 $G \times UM + UOS$ 에 대응하는지가 단계 S7에서 조사된다. 필요한 기간은 단지 수십초에 달한다. 그 대응이 검출되면, 전방 프로브 SV의 연결 회로에서 절단이 존재하고 고장 검출 방법은 단계1로 복귀함을 알리기 위해 단계 S8에서 고장 이 보고된다. 단계 S7에서 고장이 없음이 확인되면, 냉각(coId) 램다 프로브로, 이 램다 프로브의 출력 전압 UA_SV이 보조 전압원의 전압치 UM를 가지는지가 단계 S9에서 조사된다. 상기한 바와 같이, 출력 전압은 램다 프로브의 고 내부 저항에 대해 $UOS + G \times UM$ 이 되어야 하며, 이는 램다 프로브가 냉각된 경우이다. 그러나, 출력 전압이 단지 $G \times UM$ 이면, 이것은 오프셋 전압원 UOS과 접지선 사이의 접촉이 절단되었다는 신호이다. 이러한 고장은 제1도의 후방 램다 프로브 연결회로에서 보조 전압원 UM 없이 검출하기란 어렵기 때문에, 전방 램다 프로브 SV의 접지선 ML_SV에 대한 것과 동일한 제어 장치 SG와의 연결로 후방 램다 프로브의 접지선 ML_SH를 접속하는 것이 좋다. 오프셋 전압원과의 절단은 단계 S9에서 두 램다 프로브에 대해 함께 행해진다. 단계 S9에서 체크된 전압치가 확인되면, 대응 고장 보고가 단계 S10에서 행해지고, 고장 검출 방법은 다시 단계 S1로 복귀한다.

고장이 확인되면, 각 경우에 있어 고장 보고를 발하고, 긴급 엔진 주행 절차를 개시하는 것이 좋다.

모든 고장 검출 단계가 고장 검출없이 지나가면, 절차를 종결할 것인지 여부를 최종 단계 S11에서 물어 오게 되는데, 그 이유는 엔진 점화가 스위치 오프되어 고장 검출이 스위치 오프 다음에 오는 체크 단계에서 계속되지 않기 때문이다. 그 절차가 계속되면 단계 S1 로부터의 질문이 개시된다.

전술한 실시예에서는 네른스트형 산화 지르콘 프로브를 사용한 2 포인트 램다 조정 기능을 가진 엔진에 관한 것이다. 물론 실시예를 상이한 프로브에 적용하는 것이 가능하며 특정 회로 구성 및 조성 절차에서 시간을 소비하고 지연하는 것 또한 가능한데, 이는 동일 크기내에서 적용되는 것이 필요하기 때문이다. 접지선이 접지 전원에 대해서 전위 변이를 겪는 것이 중요하나, 신호선에 풀다운 저항기를 설치하는 것이 좋다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

램다 프로브(SV, SH)를 제어 장치 접지선을 가진 제어 장치(SG)에 접속하기 위한 연결회로에서, 상기 램다 프로브는 상기 램다 프로브 접지선(ML_SV, ML_SH)과 램다 프로브의 신호를 전달하기 위한 램다 프로브 신호선(SL_SV, SL_SH)을 가지며, 상기 연결회로는, 상기 제어 장치 접지선과 상기 램다 프로브 접지선에 연결되며, 상기 램다 프로브 접지선의 전위를 상기 제어 장치 접지선에 대해 소정치까지 올리기 위한 오프셋 전압원 수단(UOS)을 포함하는 연결 회로.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 오프셋 전압원 수단(UOS)은 고임피던스 전압원 수단인 연결회로.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 오프셋 전압원 수단이 발생하는 전압은 상기 램다 프로브 수단이 최대로 가능하게 증폭된 부의 전압 보다 크며, 상기 최대로 가능하게 증폭된 부의 전압을 얻기 위해 상기 신호선상의 상기 램다 프로브의 신호를 증폭하기 위한 증폭(DV_SH) 수단을 더 포함하는 연결 회로.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 램다 프로브의 상기 신호선과 상기 제어 장치 접지선 사이에 연결된 풀다운 저항기(RPD)를 더 포함하는 연결 회로.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 램다 프로브 수단은 서로 연결된 각각의 접지선(ML_SV, ML_SH)을 갖는 2개의 램다 프로브(SV, SH)를 구비하므로써 상기 소정의 접지 전위를 상기 접지선상의 전위와 같게 하고, 상기 오프셋 전압원 수단은 상기 접지선에 연결되어 상기 두 접지선상의 상기 소정의 전위를 접지에 대해서 상기 소정치로 변경하는 연결 회로.

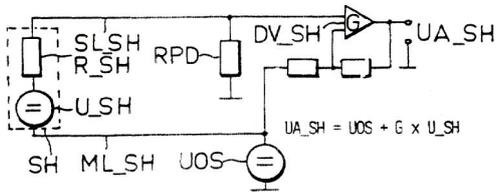
청구항 6

램다 프로브(SV, SH)를 제어 장치 접지선을 가진 제어 장치(SG)에 접속하기 위한 연결회로를 테스트하기 위한 방법에서, 상기 램다 프로브는 상기 램다 프로브의 신호를 전달하기 위한 램다 프로브 신호선(SL_SV, SL_SH)과 램다 프로브 접지선(ML_SV, ML_SH)을 가지며, 상기 방법은, 접지 전위에 대해서 접지선의 전위를 소정의 오프셋 전압까지 올리는 단계와, 최대로 가능하게 증폭된 부의 프로브 전압을 얻도록 상기 램다 프로브 신호선상의 신호를 증폭하기 위한 단계와, 상기 신호선 전위가 상기 오프셋 전압과 최대로 가능하게 증폭된 부의 프로브 전압간의 차이와 거의 같게 되는 임계치 이하인지를 결정하도록 접지에 대해서 신호선의 신호선 전위를 측정하는 단계와, 상기 신호선 전위가 상기 임계치 이하인지

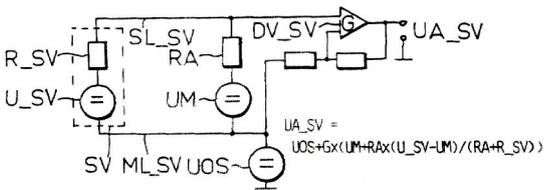
를 결정하여 신호선 전위가 임계치 이하이면, 고장(폴트) 신호를 내보내는 단계를 포함하는 연결 회로의 테스트 방법.

도면

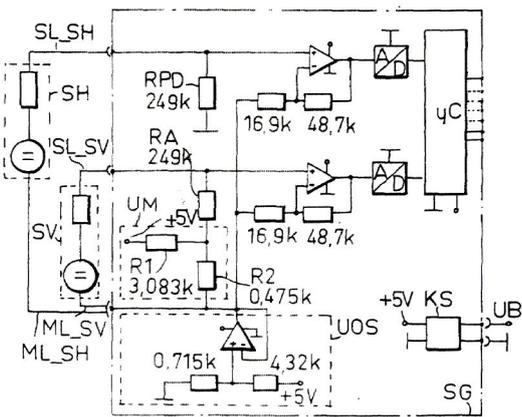
도면1



도면2



도면3



도면4

