



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0050571  
(43) 공개일자 2011년05월13일

(51) Int. Cl.

G01R 31/02 (2006.01) G01R 27/18 (2006.01)  
H02H 3/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7009885(분할)

(22) 출원일자(국제출원일자) 2005년01월31일

심사청구일자 2011년04월29일

(62) 원출원 특허 10-2010-7004629

원출원일자(국제출원일자) 2005년01월31일

심사청구일자 2010년04월01일

(85) 번역문제출일자 2011년04월29일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/001361

(87) 국제공개번호 WO 2006/035519

국제공개일자 2006년04월06일

(71) 출원인

오노 다케미

일본, 가나가와 요코하마 호도케야구 곤다사카 3-3-1-313

가시라모도 요리가쓰

일본, 도쿄 나가노구 마쓰가오카 1-3-6

아토찌 도요쓰구

일본, 가나가와켄 가와사끼시 다마구 스키 203-2-1-29

(72) 발명자

아토찌 도요쓰구

일본, 가나가와켄 가와사끼시 다마구 스키 203-2-1-29

미야자와 기요시

일본국 가나가와켄 야마토시 미나미린칸 8-15-5

(74) 대리인

특허법인태평양

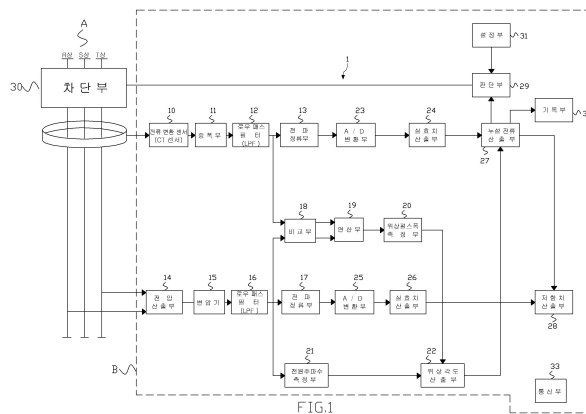
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 누설전류검출장치와 방법

(57) 요약

대지절연저항에 기인하는 누설전류(Igr)만을 검출하는 누설전류검출장치와 방법을 제공한다. 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류(I<sub>0</sub>)를 검출하고, 피측정 전선로에 발생하고 있는 전압(V)을 검출하고, 누설전류(I<sub>0</sub>)와 전압(V)으로부터 위상차를 검출하고, 전압(V)에 기초하여, 피측정 전선로에 발생하고 있는 전원 주파수를 산출하고, 위상차와 전원 주파수에 기초하여, 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류의 위상각도(θ)를 산출하고, 누설전류(I<sub>0</sub>)와 위상각도(θ)에 기초하여, 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류(I<sub>0</sub>)에 포함되어 있는 대지절연저항에 기인하는 누설전류성분(Igr)을 산출한다.

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류를 검출하는 누설전류검출부와,  
 상기 누설전류검출부에 의해 검출된 누설전류를 전압으로 변환하는 변환부와,  
 상기 변환부에 의해 변환된 전압을 증폭하는 증폭부와,  
 상기 증폭부에서 증폭된 전압에 포함되어 있는 고조파성분을 제거하는 제1 고조파성분 제거부와,  
 상기 피측정 전선로에 발생하고 있는 전압을 검출하는 전압검출부와,  
 상기 전압검출부에서 검출된 전압에 포함된 고조파성분을 제거하는 제2 고조파성분 제거부와,  
 상기 제1 고조파성분 제거부에 의해 고조파성분이 제거된 전압의 신호 파형과, 상기 제2 고조파성분 제거부에 의해 고조파성분이 제거된 전압의 신호파형으로부터 위상차를 검출하는 위상차검출부와,  
 상기 제2 고조파성분 제거부에 의해 고조파성분이 제거된 전압의 신호파형에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 발생하고 있는 전원 주파수를 산출하는 주파수산출부와,  
 상기 위상차검출부에 의해 검출된 위상차와 상기 주파수산출부에서 산출된 전원 주파수에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류의 위상각도를 산출하는 위상각도산출부와,  
 상기 누설전류검출부에 의해 검출된 누설전류와, 상기 위상각도산출부에 의해 산출된 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류의 위상각도에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류에 포함되어 있는 대지 절연저항에 기인하는 누설전류성분을 산출하는 대지절연저항 누설전류성분 산출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 누설전류검출장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 누설전류를 계측하는 누설전류검출장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

- [0002] 일상생활 속에서 전기의 존재를 의식하는 일은 흔치 않지만 주지의 사실과 같이 에너지원(源)으로서 또는 정보나 통신을 필두로 하여 여러 분야에 이용되어 우리 사회에 있어서 없어서는 아니 될 존재가 된 것이다.
- [0003] 한편 전기의 이용은 편리한 반면 적절한 관리나 사용을 잘못해서는 크나큰 위험에 처할 측면도 함께 지니고 있다. 전기화재나 감전사고 등의 중대한 사고를 일으킬 가능성도 적지 않다.
- [0004] 이를테면 그런 중대한 사고원인의 하나로서 전로나 기기의 절연불량에 깊게 관련되어 있는 것이 누설전류이다. 그러나 이런 누설전류를 밝히는 데는 많은 시간이 걸리는 것에 더해 정전을 시키고 절연불량만의 수치를 절연저항계에 의하여 측정할 필요가 있다.
- [0005] 그러함에도 현재의 사회현상에서는 컴퓨터가 사회의 각 방면에 이용되어 인텔리전트빌딩의 보급 확대와 공장의 FA(팩터리 오토메이션)화에 의해 24시간 연속가동 하는 시스템이 구축되어져서 누설전류를 계측하기 위해서 일 시적이라도 정전상태가 될 수 없는 상황이 되었다.
- [0006] 따라서 현재로서는 이러한 고도 정보화에 의한 사회의 무정전화(無停電化)의 요청으로 전로 및 기기의 절연 불량관리가 정전을 함께해야 하는 절연저항계에 의한 방법에서 벗어나 전기를 끊지 않고 측정할 수 있는 누설전류 측정 방법으로 바뀌어 누설전류 차단기나 누설전류 화재경보기 등에 의하여 누설전류를 측정하여 절연 상태를 관리하는 통전 중의 예방책이 이따금 제안되고 있다.(예를 들어, 특개 2001-215247호 공보 및 특개 2002-98729호 공보참조.)
- [0007] 그런데 누설전류 I 에는 대지정전용량에 기인하는 누설전류(Igc)와 절연저항에 직접 관여하고 있는 대지절연저

항에 기인하는 누설전류(Igr) 등이 포함되어 있다.

- [0008] 상술한 누전화재 등을 유발시키는 원인은 절연저항의 존재이며 이런 절연저항에 기인하는 누설전류(Igr)만을 정확하게 검출할 수 있게 된다면 회로의 절연 상태를 체크 할 수 있게 되어 누전화재 등의 대참사를 피할 수 있게 된다.
- [0009] 그렇지만 공장 등에 사용 되어지는 전기기기는 기기끼리 결선하는 사이에 전선의 길이가 길게 되는 일이 있어 이런 전선로가 길어지는 것에 의해 대지정전용량이 커지게 되어 그것에 따라서 대지정전용량에 기인하는 누설전류(Igc)가 커지고 만다.
- [0010] 또 이와 같은 전기기기는 전력용 반도체 소자를 응용한 인버터를 탑재하고 있다. 전기기기에서는 이렇게 탑재하고 있는 인버터를 고속의 전자스위치로서 사용하고 있으므로 필연적으로 상업 전원의 기본 주파수인 50Hz 또는 60Hz의 정수배의 정현파인 고조파 왜곡 전류가 발생한다. 고조파 왜곡 전류에는 높은 주파수 성분이 포함되어 있기 때문에, 전선로에 자연 분포해 있는 대지정전용량을 통과해서 전선로에 흘러들어 버리고, 전선로에 흘러든 고조파 왜곡 전류에 의해 누설전류 I의 값이 크게 되고 만다.
- [0011] 따라서 절연의 양부에 직접 관계되는 대지절연저항에 기인하는 누설전류(Igr)가 전선로의 장거리화 및 인버터 등에 의한 고조파 왜곡 전류의 영향을 받아서 정확히 검출할 수 없게 된다.
- [0012] 또 부품이 고밀도로 장치된 기기, 이를테면 전화기, 팩시밀리, 프린터 및 복합기 등에서는 절연개소를 밝혀내기 위하여 절연저항계 등에 의한 측정을 실행하는 경우 주입하는 측정 전압에 따라 전자회로가 영향을 받게 되는 위험이 있다. 따라서 이 같은 기기에서는 기능파괴가 초래되는 위험이 있기 때문에, 절연저항의 측정 자체가 불가능한 기기도 다수 존재한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 따라서 본 발명은 상술한 문제를 감안하여 안출(案出)된 것으로, 누설전류를 계측하고, 검출을 위하여 전로 및 기계설비 등을 정전시키지 않고 또한 피측정 전선로에 접속되어있는 기기의 기능을 파괴치 않고, 외부에서 간단하고 안전하게 절연의 양부에 직접 관계되는 대지절연저항에 기인하는 누설전류(Igr)만을 검출하는 누설전류검출장치 및 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 본 발명에 관한 누설전류검출장치는, 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류를 검출하는 누설전류검출부와, 상기 피측정 전선로에 발생하고 있는 전압을 검출하는 전압검출부와, 상기 누설전류검출부에 의해 검출된 누설전류와, 상기 전압검출부에 의해 검출된 전압으로부터 위상차를 검출하는 위상차검출부와, 상기 전압검출부에 의해 검출된 전압에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 발생하고 있는 전원 주파수를 산출하는 주파수산출부와, 상기 위상차검출부에 의해 검출된 위상차와 상기 주파수산출부에서 산출된 전원 주파수에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류의 위상각도를 산출하는 위상각도산출부와, 상기 누설전류검출부에 의해 검출된 누설전류와, 상기 위상각도산출부에 의해 산출된 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류의 위상각도에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류에 포함되어 있는 대지절연저항에 기인하는 누설전류성분을 산출하는 대지절연저항 누설전류성분 산출부를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 관한 누설전류검출방법은, 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류를 검출하는 누설전류검출단계와, 상기 피측정 전선로에 발생하고 있는 전압을 검출하는 전압검출단계와, 상기 누설전류검출단계에 의해 검출된 누설전류와, 상기 전압검출단계에 의해 검출된 전압으로부터 위상차를 검출하는 위상차검출단계와, 상기 전압검출단계에 의해 검출된 전압에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 발생하고 있는 전원 주파수를 산출하는 주파수산출단계와, 상기 위상차검출단계에 의해 검출된 위상차와 상기 주파수산출단계에서 산출된 전원 주파수에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류의 위상각도를 산출하는 위상각도산출단계와, 상기 누설전류검출단계에 의해 검출된 누설전류와, 상기 위상각도산출단계에 의해 산출된 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류의 위상각도에 기초하여, 상기 피측정 전선로에 흐르고 있는 누설전류에 포함되어 있는 대지절연저항에 기인하는 누설전류성분을 산출하는 대지절연저항 누설전류성분 산출단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 목적, 본 발명에 의해서 얻어지는 구체적 이점은, 아래와 같이 설명되는 실시예의 설명에서

한층 더 밝혀질 것이다.

**발명의 효과**

- [0017] 본 발명은 정확한 누설전류의 위상각도를 산출할 수 있고, 또한, 정확한 위상각도와, 대지절연저항만에 기인하는 누설전류를 산출할 수 있다. 그러므로, 본발명은 피측정 전선로의 장대화에 의해, 또는 인버터에 의한 고조파 왜곡 전류에 의한 영향을 받아서 대지정전용량이 증가하여도, 누전 화재 등의 대참사를 초래하는 대지절연저항만에 기인하는 누설전류만을 검출할 수 있다.
- [0018] 또, 본 발명은 누설전류를 계측 검출하기 위하여 전로(電路), 기계설비 등을 일시적 정전상태로 하지 않고, 간단하고 안전하게 Igr을 측정할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0019] 도 1은 본 발명에 관한 누설전류검출장치의 구성을 나타내는 블럭도이다.
- 도 2는 전원이 단상의 경우와 3상의 경우에 있어서의 누설전류(Igr)와 누설전류(Igc)의 위상차를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 관한 누설전류검출장치에 갖추어진 차단부의 구성을 나타내는 도이다.
- 도 4는 본 발명에 관한 누설전류검출장치에 의해 이루어지는, 누설전류의 검출 모습을 파형으로 나타낸 도이다.
- 도 5는 본 발명에 관한 누설전류검출장치에 의해 이루어지는, 누설전류의 검출 모습을 벡터로서 나타낸 도이다.
- 도 6은 본 발명에 관한 누설전류검출장치의 동작에 대하여 설명하는 플로우차트이다.
- 도 7은 본 발명에 관한 누설전류검출장치에 의한 전선로를 실제로 측정했을 때의 제1의 데이터의 예를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명에 관한 누설전류검출장치에 의해 전선로를 실제 측정했을 때의 제2의 데이터 예를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 비교부에 입력된 변환 후 전압(V1)과 전압(V2)의 위상차를 나타내는 도면이다.
- 도 10A는 비교부에 입력되었을 때의 변환 후 전압(V1)의 파형과, 변환 후 전압(V1)에 바탕을 둔 방형파(方形波)로 변환했을 때의 파형을 나타낸 도면이다.
- 도 10B는 비교부에 입력되었을 때의 전압(V2)의 파형과, 전압(V2)에 바탕을 둔 방형파로 변환했을 때의 파형을 나타낸 도면이다.
- 도 11은 도 10에서 나타낸 변환 후의 전압(V1)에 바탕을 둔 방형파로 변환했을 때의 파형과 전압(V2)에 바탕을 둔 방형파로 변환 했을 때의 파형에 따라 EXOR를 실행했을 때에 형성되는 파형을 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 이하, 본 발명의 실시 형태로서의 누설전류검출장치 및 방법을 응용한 일 실시예인 누설전류차단장치 및 방법에 대하여 설명한다. 덧붙여, 누설전류차단장치 및 방법은 하나의 실시예이고, 본 발명은 이 실시예에 한정되지 않는다.
- [0021] 누설전류차단장치(1)는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 피측정 전선로(A)의 전체에 클램프(clamp)되어 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(I)를 검출하는 전류 변환(Current Transformer) 센서(이하 CT센서라 칭한다)부(10)와, CT센서부(10)에 의해 검출된 누설전류(I)를 전압으로 변환해서 변환후의 전압(이하 ‘변환후 전압’이라 칭한다)(V1)을 증폭시키는 증폭부(11)와, 증폭후의 변환후 전압(V1)에서 고조파성분을 제거하는 로-패스-필터(이하 LPF라 칭한다)(12)와, LPF(12)에서 고조파성분이 제거된 변환후 전압(V1)을 정류하는 전파(全波) 정류부(13)와, 피측정 전선로(A)의 전압전로에서 전압(V2)를 검출하는 전압검출부(14)와, 전압검출부(14)에서 검출된 전압(V2)를 소정의 변압비(比)가 되도록 변압하는 변압기(15)와, 변압기(15)에서 소정의 전압 값으로 변압된 전압(V2)으로부터 고조파성분을 제거하는 LPF(16)와, LPF(16)에서 고조파성분이 제거된 전압(V2)를 정류(整流)하는 전파정류부(17)와, LPF(12)에 의해 고조파성분이 제거된 변환후 전압(V1)의 신호 파형(S1)과, LPF(16)에 의해 고조파성분이 제거된 전압(V2)의 신호파형(S2)을 비교하는 비교부(18)와, 비교부(18)에 의해 비교된 결과에 따라서 소정의 연산을 행하는 연산부(19)와, 연산부(19)에 의한 연산결과에 따라서 위상펄스폭을 측정하는 위상

필스폭측정부(20)과, LPF(16)에 의해 고조파성분이 제거된 전압(V2)의 신호에서 피측정 전선로(A)의 전압선로에 발생하고 있는 전원주파수를 측정하는 전원주파수측정부(21)와, 위상필스폭측정부(20)에서 측정된 위상필스와 전원주파수측정부(21)로 측정된 전원주파수로부터 피측정 전선로(A)에 흐르는 누설전류(I)의 위상각도를 산출하는 위상각도산출부(22)와, 전파정류부(13)에서 정류된 변환후 전압(V1)을 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환부(23)와, A/D 변환부(23)에서 디지털 신호로 변환된 변환후 전압(V1)의 실효치를 산출하는 실효치산출부(24)와, 전파정류부(17)에서 정류된 전압(V2)를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환부(25)와, A/D 변환부(25)에서 디지털 신호로 변환된 전압(V2)의 실효치를 산출하는 실효치산출부(26)와, 위상각도산출부(22)에서 산출된 누설전류(I)의 위상각도와 실효치산출부(24)에서 산출된 변환후 전압(V1)의 실효치로부터 대지절연저항에 기인한 누설전류(I<sub>gr</sub>)를 산출하는 누설전류산출부(27)와, 위상각도산출부(22)에서 산출된 누설전류(I)의 위상각도와 실효치산출부(26)에서 산출된 전압(V2)의 실효치로부터 대지절연저항의 저항치를 산출하는 저항치산출부(28)와, 누설전류산출부(27)에서 산출된 누설전류(I<sub>gr</sub>)가 임의의 값을 넘는지 여부를 판단하는 판단부(29)와, 판단부(29)에 의한 판단에 따라서 피측정 전선로(A)를 차단하는 차단부(30)와, 외부기와 통신하는 통신부(33)를 갖춘다. 또한 차단부(30)는, 기존의 누전 브레이커에 준(準)해 있으며, 차단 스피드는 대개 2사이클(50Hz의 경우에는 0.04초) 내지 5사이클(50Hz의 경우에는 0.1초)정도이다. 또한, 본 발명에 따르는 누설전류차단장치(1)에서는 도 1중에서 B부분을 칩화(chip 化)하여, 기존의 브레이커에 있어서 I<sub>0</sub>의 검출을 행하는 블록(회로)을 치환하여 구성되는 것을 상정(想定)하고 있다.

[0022] CT센서부(10)는, 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류성분에서 생기는 자기를 검출하여 그 검출한 자기로부터 전류를 생성한다. CT센서부(10)는, 생성된 전류를 누설전류(I)로서 증폭부(11)에 공급한다. 한편 CT센서(10)에 의해 생성된 누설전류(I)는 대지전용량에 기인하는 누설전류(I<sub>gc</sub>)와, 절연저항에 직접관여하고 있는 대지절연저항에 기인하는 누설전류(I<sub>gr</sub>)가 포함되어있다. 또한 누설전류(I<sub>gc</sub>)는 피측정 선로의 길이에 따라서 용량이 증가할 뿐 아니라, 전기기기에 사용되고 있는 인버터 또는 노이즈필터 등에 기인하는 고조파 왜곡 전류에 의해서도 용량이 증대한다.

[0023] 증폭부(11)은, CT센서부(10)로부터 공급된 누설전류(I)를 전압으로 변환하여 변환후 전압(V1)을 소정의 레벨까지 증폭한다. 또 증폭부(11)는 이를테면 CT센서부(10)에서 공급된 누설전류(I)가 0mA~10mA인 때에는 이단(二段)으로 증폭하며, 또 CT센서부(10)에서 공급된 누설전류(I)가 10mA~300mA인 때에는 1단으로 증폭한다. 증폭부(11)은 증폭후의 변환후 전압(V1)을 LPF(12)에 공급한다. LPF(12)는 변환후 전압(V1)에 포함된 고조파성분을 제거한다. LPF(12)는 고조파성분이 제거된 변환후 전압(V1)을 전파정류부(13)과 비교부(18)에 공급한다. 전파정류부(13)는 공급된 변환후 전압(V1)을 정류해서 정류후의 변환후 전압(V1)을 A/D 변환부(23)에 공급한다.

[0024] 전압검출부(14)는 피측정 전선로(A)에 전압프로브를 접속하는 것에 의해 전압선로에 발생하고 있는 전압을 검출한다. 또한 전압검출부(14)는 피측정 전선로(A)의 전기방식이 삼상3선식(三相3線式; 델타결선으로 이루어지는 방식)의 경우에는 S상(접지) 이외의 R상과 T상간의 전압을 검출한다. 또 전압검출부(14)는 피측정 전선로(A)의 전기방식이 삼상4선식(스타-결선으로 이루어지는 방식)의 경우에는 접지선 이외의 상간(相間)에서 전압을 검출한다. 또, 전압검출부(14)는 피측정 전선로(A)의 전기방식이 단상(單相)2선식의 경우에는 N상과 L상간의 전압을 검출한다.

[0025] 그리고 전압검출부(14)는 피측정 전선로(A)에서 검출한 전압(V2)에서 기준점을 구하여 전압(V2)를 변압기(15)에 공급한다. 이를테면, 전압검출부(14)는 피측정 전선로(A)에서 검출한 전압(V2)의 0 교차점(点)을 기준점으로 한다.

[0026] 변압기(15)는 공급된 전압(V2)를 소정의 전압치로 변압시켜 변압후의 전압(V)를 LPF(16)에 공급한다. 변압기(15)는 이를테면 전압비가 20:1이 되도록 변압을 행한다. LPF(16)은 공급된 전압(V2)에 포함된 고조파성분을 제거한다. LPF(16)은 고조파성분을 제거한 전압(V2)를 전파정류부(17)와, 비교부(18)와, 전원주파수측정부(21)에 공급한다. 전파정류부(17)는, 공급된 전압(V2)를 정류해서 정류후의 전압(V2)를 A/D 변환부(25)에 공급한다.

[0027] 비교부(18)에서는, LPF(12)에서 공급된 변환후 전압(V1)의 0V 교차점(点)을 취하고 방형과 변환을 행하여 방형과 변환후의 신호를 연산부(19)에 공급한다. 또한 비교부(18)에서는, LPF(16)에서 공급된 전압(V2)의 0V 교차점을 취하고 방형과 변환을 행하여, 방형과 변환후의 신호를 연산부(19)에 공급한다.

[0028] 연산부(19)는 비교부(18)에서 공급된 신호에 따라 소정의 연산을 행하여 연산후의 신호를 위상필스폭측정부(20)에 공급한다. 연산부(19)는 이를테면 EXOR(배타적 논리합) 회로로 이루어지고, 비교부(18)에서 공급되어온 2개의 방형과 변환후의 신호에 대해 EXOR 연산을 실행한다.

[0029] 위상펄스폭측정부(20)는 연산부(19)에서 공급되는 연산결과에 따라서 변환후 전압(V1)과 전압(V2)의 위상펄스폭을 검출한다. 여기에서 위상펄스폭측정부(20)의 동작에 관하여 설명한다.

[0030] 전기방식이 단상인 경우에는 도 2A에 나타내는 바와 같이 누설전류 (Igr)의 위상각(θ)은 0° 이고, 누설전류 (Igc)의 위상각(θ)은 90° 가 된다. 따라서 누설전류(Igr)와 누설전류(Igc)의 위상차는, 90° (1/4 사이클)가 된다. 또 전원이 삼상인 경우에는 도 2B에서 나타낸 바와 같이 누설전류(Igr)의 위상각(θ)은 60° 이고, 누설전류 (Igc)의 위상각(θ)은 0° 가 된다. 따라서 누설전류(Igr)와 누설전류(Igc)의 위상차는 60° (1/6 사이클)가 된다. 여기에서 위상펄스폭측정부(20)는 전원이 단상인 경우이건 삼상의 경우이건 대응할 수 있도록 위상펄스폭이 1사이클의 1/4 이하인 것만을 대상으로 한다.

[0031] 더불어, 위상펄스폭측정부(20)은 연산부(19)에서 공급되는 연산결과에 따라서 산출된 1사이클의 1/4이하의 위상펄스폭을 위상각도산출부(22)에 출력한다. 또한 전원주파수가 60Hz의 경우에는 1사이클이 16.6ms이므로, 위상펄스폭은 4.15ms 이하가 되며, 또, 전원주파수가 50Hz의 경우에는 1사이클이 20ms이므로, 5ms 이하가 된다.

[0032] 전원주파수측정부(21)은 LPF(16)에서 공급되는 전압(V2)에 따라서 전원주파수를 측정하여 그 측정결과를 위상각도산출부(22)에 공급한다. 한편 피측정 전선로(A)가 상용전원일 때에는, 전원주파수측정부(21)의 측정결과를 50Hz 또는 60Hz가 된다. 또 전원주파수측정부(21)는 LPF(16)에서 공급된 전압(V2)에 따라서 50Hz 또는 60Hz의 어느 것을 판단하는 구성이어도 좋다.

[0033] 위상각도산출부(22)는 위상펄스폭측정부(20)에서 공급되는 위상펄스폭(W)과, 전원주파수측정부(21)에서 공급된 전원주파수(F)에 따라서 하기(下記)1식에 의해 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(I)의 위상각도(θ)를 산출한다.

$$\theta = 360 \times W \times F$$

[0034] . . . (1)

[0035] 위상각도산출부(22)는 산출한 위상각도(θ)를 누설전류산출부(27)에 공급한다.

[0036] A/D 변환부(23)은 전과정류부(13)에서 공급된 정류후의 변환후 전압(V1)을 디지털 신호로 변환해 변환후의 신호를 실효치산출부(24)에 공급한다. 실효치산출부(24)는 A/D 변환부(23)에서 공급된 신호에 따라서 하기(2)식에 의해 변환후 전압(V1)의 실효치를 산출한다. 한편 실효치산출부(24)에 공급되는 신호는 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(I)를 전압으로 변환한 변환후 전압(V1)에 따른 것으로 편의적으로 I<sub>0</sub> 라 한다.

$$I_0 = I \times (\pi/2) / \sqrt{2}$$

[0037] . . . (2)

[0038] 실효치산출부(24)는 산출된 실효치(I<sub>0</sub>)를 누설전류산출부(27)에 공급한다.

[0039] 또 A/D 변환부(25)는 전과정류부(17)에서 공급된 정류후의 전압(V2)를 디지털 신호로 변환해 변환후의 신호를 실효치산출부(26)에 공급한다. 실효치산출부(26)는 A/D 변환부(25)에서 공급된 신호에 따라서 하기(3)식에 의해 전압(V2)의 실효치(V<sub>0</sub>)를 산출한다.

$$V_0 = V \times (\pi/2) / \sqrt{2}$$

[0040] . . . (3)

[0041] 실효치산출부(26)는 산출된 실효치(V<sub>0</sub>)를 저항치산출부(28)에 공급한다.

[0042] 누설전류산출부(27)은 위상각도산출부(22)에서 공급된 위상각도(θ)와 실효치산출부(24)에서 공급된 I<sub>0</sub>에 따라서 누설전류(Igr)를 산출하여 산출한 누설전류(Igr)를 저항치산출부(28)에 공급한다. 또한 전원이 단상전원인 경우에는, 하기(4)식에 따라 누설전류(Igr)를 산출하고, 전원이 삼상전원인 경우에는 하기(5)식에 의해 누설전류(Igr)를 산출한다.

$$I_{gr} = I_0 \times \cos\theta \quad \dots (4)$$

$$I_{gr} = (I_0 \times \sin\theta) / \cos 30^\circ \quad \dots (5)$$

한편 누설전류산출부(27)은 전원이 단상전원인지 삼상전원인지를 로터리 스위치의 선택상태에 맞추어서 판단하기로 한다.

저항치산출부(28)는 실효치산출부(26)에서 공급된 실효치( $V_0$ )와 누설전류산출부(27)에서 공급된 누설전류( $I_{gr}$ )에 따라서 하기(6)식에 의해 Gr을 산출한다.

$$Gr = V_0 / I_{gr} \quad \dots (6)$$

판단부(29)는 누설전류산출부(27)에서 산출된 누설전류( $I_{gr}$ )가 임의의 값을 넘었을 경우에는, 소정의 차단신호( $Sc$ )를 생성하고, 생성한 차단신호( $Sc$ )를 차단부(30)에 공급한다.

차단부(30)은 판단부(29)에서 공급된 차단신호( $Sc$ )에 따라서 피측정 전선로(A)를 차단한다. 또, 차단부(30)은 도 3에 나타낸 바와 같이 트리거 코일( $Tc$ )등에 의해 구성되어 있고, 판단부(29)에서 공급된 차단신호( $Sc$ )에 따라서 피측정 전선로(A)를 차단한다.

또한 누설전류차단장치(1)은 임의의 값을 설정하는 설정부(31)을 갖추어 누설전류산출부(27)에서 산출된 누설전류( $I_{gr}$ )가 설정부(31)에서 설정된 임의의 값을 넘었는지 여부를 판단부(29)에서 판단하는 구성이라도 좋다. 또 이 같은 구성의 경우, 설정부(31)는 이미 정해져 있는 복수의 값을 로터리 스위치로 선택할 수 있는 구성이라도 좋다. 또 값은 이를테면 10mA 스텝으로 설정되어 있다.

또 누설전류차단장치(1)는 누설전류산출부(27)에 의해 산출된 누설전류( $I_{gr}$ )를 기록하는 기록부(32)를 갖추는 구성이라도 좋다. 기록부(32)에서는 누설전류산출부(27)에 의해 산출된 누설전류( $I_{gr}$ )를 경과시간마다 기록하는 것이며, 사용자는 누설전류( $I_{gr}$ )의 시간적 변화의 모습을 파악할 수 있게 된다.

이를테면 사용자는 통신커넥터를 통하여 모니터 장치를 누설전류차단장치(1)에 접속해서 기록부(32)에 기억된 데이터의 액세스를 한다. 또한 누설전류차단장치(1)에는 이미 고유의 식별번호를 셋트해 둔다.

모니터 장치는 통신커넥터를 통하여, 누설전류차단장치(1)로부터, 실효치산출부(24)에서 산출된 실효치( $I_0$ )와 누설전류산출부(27)에서 산출된 누설전류( $I_{gr}$ )와 전압검출부(14)에서 검출한 피측정 전선로(A)의 전압치(V)와 전원주파수측정부(21)로 측정된 주파수와 누설전류차단장치(1)의 식별번호를 읽어낸다. 또 모니터 장치는 통신부(33)와 접속되는 커넥터의 형상을 환형(丸形)커넥터로 하고, 통신부(33)와의 접촉불량을 없애기 위해 접속분리 방지기구를 갖추고 있다.

기록부(32)에 기록되어 있는 데이터를 참조해 누설전류( $I_{gr}$ )의 시간적 변화의 모습으로부터 이를테면 순간에 누설전류( $I_{gr}$ )가 임의의 값에 이르렀음을 파악한 경우에는, 누설전류( $I_{gr}$ )가 임의의 값에 이르렀을 때 기동시킨 기기, 또는 기동중인 기기가 누전의 원인이라는 의심이 강하므로, 이것에 근거하여 누전 개소의 특징이 가능하다.

또 누설전류( $I_{gr}$ )의 시간적인 변화의 모습에서 이를테면 서서히 누설전류( $I_{gr}$ )가 증가 되는 것을 파악했을 경우에는 기동중인 기기를 검사하는 것에 의해 누전의 원인이 되는 기기를 조기에 발견할 수 있게 된다.

상술한 바와 같이 구성되는 본 발명에 관한 누설전류차단장치(1)에서는 이를테면 피측정 전선로(A)의 전원이 삼상식의 경우 전원을 단상식과 같이 처리가 가능한 구성으로 되어있다. 여기에서 본 발명에 관한 누설전류차단장치(1)의 원리에 대하여 기술한다.

CT센서부(10)는 피측정 전선로(A)를 클램프하여 도 4A에서 나타낸 바와 같이 위상이 120° 만큼씩 다른 R상-S상간, S상-T상간 및 T상-R상간의 파형을 검출한다. 또한 도 4A에서는 편의상 각각의 파형을 나타내고 있으나 CT

센서부(10)에서 검출된 파형은 합성 파형이다. CT센서부(10)에 의하여 검출된 합성 파형은 증폭부(11), LPF(12) 및 비교부(18)를 거쳐서 연산부(19)에 입력된다.

- [0058] 또 전압검출부(14)는 R상 및 T상에 전압프로브를 접촉해 R상-T상간의 전압을 검출하고, 검출한 전압을 도 4B에 나타낸 바와 같이 반전시킨다. 전압검출부(14)는 검출한 전압의 소정 장소에서 0 교차하는 점을 기준점 a로서 결정한다. 이처럼 기준점 a가 정해진 전압 V2는 변압기(15), LPF(16) 및 비교부(18)를 거쳐서 연산부(19)에 입력된다.
- [0059] 이를테면 피측정 전선로(A)의 R상에 누설전류(Igr)(이하 'R상 Igr'이라 한다)만이 발생하거나, 또는, T상에 누설전류(Igr)(이하 'T상 Igr'이라 한다)만이 발생하고 있는 경우에는, 도 4C에 나타낸 바와 같이, R상 Igr은 기준점 a로부터 120°의 위상차가 생기고, T상 Igr은 기준점 a로부터 60°의 위상차가 생긴다.
- [0060] 또 피측정 전선로(A)의 R상에 누설전류(Igc)(이하 'R상 Igc'라 한다)만이 발생하거나, 또는 T상에 누설전류(Igc)(이하 'T상 Igc'라 한다)만이 발생하고 있는 경우에는, 도 4D에 나타낸 바와 같이, R상 Igc와 T상 Igc의 합성 파형의 기준점 a로부터의 위상차는 180°(0°)이다.
- [0061] 더욱이, 피측정 전선로(A)의 R상에 누설전류(Igr)와 누설전류(Igc)가 발생하고, T상에 누설전류(Igr)와 누설전류(Igc)가 발생하고 있는 경우에는 도 4E에 나타낸 바와 같다.
- [0062] 또 상술한 설명을 벡터로 표시하면 이하와 같이 된다. 피측정 전선로(A)가 삼상식이므로 도 5A에 나타낸 바와 같이 된다. 그리고 전압검출부(14)로 R상-T상간의 전압을 검출하고, 검출한 전압으로부터 기준점 a를 구하면, 도 5B에 나타낸 바와 같이, 단상식의 벡터도가 된다. 또한 상술한 바와 같이 R상 Igr과 기준점 a와의 위상차는 60°이며, 또한 T상 Igr과 기준점 a와의 위상차는 120°이다.
- [0063] 또 단상식의 경우에는, 도 2A를 써서 기술한 바와 같이, 누설전류(Igr)와 누설전류(Igc)의 위상차는 90°이므로, R상 Igr로부터 90°돌아간 위치에 R상 Igc를 구할 수 있고, 또한, T상 Igr로부터 90°돌아간 위치에 T상 Igc를 구할 수 있다. 더욱이, 기준점 a로부터 180°(0°)의 위치에 R상 Igc와 T상 Igc의 합성 벡터 Igc를 구할 수 있다(도 5C).
- [0064] 따라서, 이를테면 피측정 전선로(A)에 R상 Igr만이 발생하고 있는 경우에는, R상 Igr과 Igc의 합성 벡터, 즉 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(I<sub>0</sub>)는 도 5D와 같이 표시할 수가 있다. 또한 도 5D에서 R상 Igr을 산출하는 식으로서, 상술한 (5)식을 이끌어 낼 수가 있다. 또 누설전류(I<sub>0</sub>)의 위상차(θ)는 R상 Igr 및 Igc의 크기에 따라 변화하고, 변화의 폭은 기준점 a로부터 60°~180°이다.
- [0065] 또한, 이를테면 피측정 전선로(A)에 T상 Igr만이 발생하고 있는 경우에는, T상 Igr와 Igc의 합성 벡터, 즉 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(I<sub>0</sub>)는, 도 5E와 같이 표시할 수가 있다. 또한 도 5E에서 T상 Igr을 산출하는 식으로서, 상술한 (5)식을 이끌어 낼 수가 있다. 또 누설전류(I<sub>0</sub>)의 위상차(θ)는 T상 Igr 및 Igc의 크기에 따라 변화하고, 변화의 폭은 120°~180°이다.
- [0066] 여기서 위에 나타낸 바와 같이 본 발명에 따르는 누설전류차단장치(1)에 의해, 피측정 전선로(A)에 흐르는 누설전류(Igr)를 검출하고, 검출한 누설전류(Igr)에 따라서 피측정 전선로(A)를 차단하는 동작에 대하여 도 6에 나타낸 플로우 차트를 가지고 설명한다. 또한 누설전류차단장치(1)는 기존의 누전 브레이커 속에 수납(收納)하는 것을 상정하고 있으나, 수납이 되지 않는 경우에는 겉에 부착해도 좋다.
- [0067] 스텝(ST1)에 있어서 사용자는 피측정 전선로(A)의 종류(단상2선식, 삼상3선식등)에 응하여 누설전류차단장치(1)에 도시하지 않은 로터리 스위치를 절환한다. 또한 스텝(ST1)의 공정에서는 피측정 전선로(A)는 차단상태이다.
- [0068] 스텝(ST2)에 있어서 사용자는 설정부(31)을 조작해서 임의의 값을 설정한다.
- [0069] 스텝(ST3)에 있어서 사용자는 누설전류차단장치(1)를 통전상태로 한다.
- [0070] 그 후에 누설전류차단장치(1)는 누설전류산출부(27)에 의해 피측정 전선로(A)의 누설전류(Igr)의 산출을 행하고, 판단부(29)에 의해 누설전류(Igr)가 임의의 값에 이르렀는지 여부를 판단하게 된다. 그리하여 누설전류차단장치(1)는 판단부(29)에 의해 임의의 값에 이르렀다고 판단한 경우에는 차단부(30)에 의해 피측정 전선로(A)를 차단한다.
- [0071] 여기에서 본 발명에 관한 누설전류차단장치(1)에 의하여 실제로 피측정 전선로에서 누설전류성분을 측정된 제1



의 결과를 도 7에 나타낸다. 도 7은 옥상 수배전(受配電) 큐비클(cubicle; 고압수전설비)의 동력반(전원주파수:50Hz, 전압:200V, 피측정 저전압전로의 종류:삼상3선식, 150KVA, 실온(室溫):41℃, 습도:43%)를 측정대상으로 삼아 행하여진 것이다.

[0072] 또 실험에서는 측정개시에서 6분 경과시 ~ 9분 경과 전(3분간)에 의사(擬似)절연저항으로서 R상에 20kΩ을 접지하고, 측정개시에서 9분 경과시에서 ~ 11분 경과 전(2분간)에 의사절연저항으로서 T상에 20kΩ을 접지하고, 측정개시에서 11분 경과시 ~ 12분 경과 전(1분간)에 의사절연저항을 떼어내고(접지해제), 측정개시에서 12분 경과시 ~ 13분 경과 전(1분간)에 의사절연저항으로서 R상에 10kΩ을 접지하고, 측정개시에서 13분 경과시 ~ 15분 경과 전(2분간)에 의사절연저항으로서 T상에 10kΩ을 접지하고, 측정개시에서 15분 경과 후에 의사절연저항을 떼어낸다.

[0073] 예를 들어, 의사절연저항으로서 R상에 20kΩ의 저항을 접지한 경우에는, 이론적으로 의사절연저항성분의 전류로서,

$$I_{gr} = V/R = 200 / (20 \times 10^3) = 10mA \quad \dots (5)$$

[0075] \*의 전류가 피측정 전선로에 가산되어 흐른다.

[0076] 누설전류차단장치(1)은 도 7에 나타낸 바와 같이, 시간이 6분 경과시에 의사절연저항으로서 R상에 20kΩ의 저항을 접지하면, 12.3mA의 누설전류(Igr)를 검출한다. 의사절연저항을 접지하지 않았을 때 (측정개시에서 6분 경과 전, 측정개시에서 11분 경과시 ~ 12분 경과 전 및 측정개시에서 15분 경과 후)의 누설전류(Igr)가 2mA이므로, R상에 20kΩ의 의사저항을 접지한 후의 누설전류(Igr)로부터 2mA를 빼내면 10.3mA가 된다. 따라서 본 발명에 따르는 누설전류차단장치(1)는 10.3mA의 변화를 측정할 수 있게 된다. 이런 값은 상술한 이론치(10mA)와 거의 일치하고 있다. 또 R상의 의사절연저항을 20kΩ 접지했을 때 접지 전의 저항치(GR≒105.46kΩ(측정개시에서 6분 경과 전까지의 Gr 평균치))와의 합성저항치는

$$Gr = (20 \times 10^3 \times 105.46 \times 10^3) / (20 \times 10^3 + 105.46 \times 10^3) \approx 16.3k\Omega$$

[0078] 가 된다. 누설전류차단장치(1)은 도 7에 나타낸 바와 같이, 측정개시에서 6분 경과시의 저항(Gr)은 17.2kΩ을 나타내고 있어 상술한 이론치(16.3kΩ)와 거의 일치하고 있다.

[0079] 또 의사절연저항으로서 T상에 20kΩ의 저항을 접지했을 경우에도 상술과 같이

[0080] 이론적으로는 의사절연저항성분의 전류는 10mA증가한다. 누설전류차단장치(1)에서는 도 7에 나타낸 바와 같이 측정개시에서 9분 경과시 11분 경과 전에 검출한 누설전류(Igr)는 거의 12.4mA가 되고, 이 수치로부터 2mA를 빼어내면 10.4mA가 되어 거의 이론치(10mA)와 일치한다.

[0081] 또 T상에 의사절연저항을 20kΩ 접지했을때의 합성저항치(Gr)는 상술한 바와 같이 이론적으로는 16.3kΩ이다. 측정치는 17.4kΩ를 표시하고 있어 거의 이론치와 일치하고 있다.

[0082] 또 누설전류차단장치(1)는 도 7에 나타낸 바와 같이, 의사절연저항으로서 R상 또는 T상에 10kΩ을 접지했을 때의 누설전류(Igr, Gr)도 이론치와 실측치가 거의 일치하고 있다. 더욱이, 누설전류차단장치(1)는 측정개시에서 11분 경과 후에서 12분 경과 전, 및 15분 경과시에 의사절연저항의 접지상태를 해제한 경우, 누설전류(Igr, I0 및 Gr)의 값이 접지 이전(측정개시에서 1분~5분)의 상태로 돌아간다.

[0083] 또 본 발명에 따른 누설전류차단장치(1)에 의해 실제로 피측정 전선로에서 누설전류성분을 측정한 제2의 결과로도 도 8에 표시한다. 도 8은 수배전 큐비클(고압수전설비)의 동력반(전원주파수 : 50Hz, 전압 : 200V, 피측정 저전압전로의 종류 : 삼상3선식, 150KVA)를 측정대상으로 행하여진 것이다.

[0084] 또 실험은 측정개시에서 1분 경과시~4분 경과 전(3분간)에 의사정전용량으로서 R상 및 T상에 0.22μF를 접지하고, 측정개시에서 3분 경과시~4분 경과 전(1분간)에 의사절연저항으로서 T상에 20kΩ을 접지하고, 측정개시에서 4분 경과 후에 의사정전용량 및 의사절연저항을 떼어내고 실시하였다. 따라서 측정개시에서 3분 경과시 ~ 4분 경과 전은, R상 및 T상에 의사정전용량을 접지하고 또한 T상에 의사절연저항을 접지하고 실시하였다.

[0085] 이를테면 의사정전용량으로서 R상 및 T상에 0.22μF의 용량을 접지했을 경우에는, 용량성 리액턴스X는

- [0086]  $X = 1/2 \pi fC = 1/(2 \pi \times 50 \times (0.22 \times 10^{-6} + 0.22 \times 10^{-6})) \approx 7.23 \times 10^3$
- [0087] 이된다.
- [0088] 따라서 피측정 전선로에는
- [0089]  $I = V/X = 200/7.23 \times 10^3 \approx 27.6\text{mA}$
- [0090] 의 전류가 가산되어 흐른다.
- [0091] 또 절연저항으로서 T상에 20kΩ의 저항을 접지했을 경우에는, 이론적으로 의사절연저항성분의 전류로서
- [0092]  $I = V/R = 200/(20 \times 10^3) = 10\text{mA}$
- [0093] 의 전류가 피측정 전선로에 가산되어 흐른다.
- [0094] 누설전류차단장치(1)는 도 8에 나타낸 바와 같이, 시간이 측정개시에서 1분 경과 시에 의사정전용량으로서 R상 및 T상에 0.22μF의 정전용량이 접지되어 있을 때는, 7.8mA의 누설전류(Igr)를 검출하고 또한 100.8mA의 I<sub>0</sub>를 검출한다. 한편 I<sub>0</sub>는 상술한 바와 같이 절연저항에 기인하는 누설전류(Igr)와 정전용량에 기인하는 누설전류(Igc)의 합성전류이다. 의사정전용량을 접지하지 않을 때의 누설전류(Igr)는 도 8에 나타낸 바와 같이 7.6mA(측정개시에서 1분 경과 전의 누설전류(Igr))이므로, R상 및 T상에 의사정전용량을 접지했을 경우 누설전류(Igr)의 변화는 거의 없다.
- [0095] 한편 의사정전용량을 접지하고 있지 않을 때의 I<sub>0</sub>는 75.9mA(측정개시에서 1분 경과 전의 I<sub>0</sub>)이다. 의사정전용량 접지 후의 I<sub>0</sub>(100.8mA)에서 의사정전용량 접지 전의 I<sub>0</sub>(75.9mA)를 빼내면 24.9mA가 되고 이것이, 가산된 누설전류(Igc)이다. 이 가산된 누설전류(Igc)는 이론치(27.6mA)와 거의 같다.
- [0096] 또 누설전류차단장치(1)는 도 8에 나타내는 바와 같이, R상 및 T상에 의사 정전용량이 접지되고, 또한 T상에 의사절연저항이 접지되어 있을 때(측정개시에서 3분 경과시~4분 경과 전)에 21.0mA의 누설전류(Igr)를 검출하고, 또한 107.0mA의 I<sub>0</sub>를 검출한다.
- [0097] T상에 절연저항을 접지한 뒤의 누설전류(Igr; 21mA)에서 절연저항을 접지하기 전의 누설전류(Igr; 8mA(측정개시에서 3분 경과시의 누설전류(Igr)))를 빼내면 13mA로 되어 이론치(10mA)와 거의 같게 된다.
- [0098] 또 R상에 의사절연저항으로서 10kΩ를 접지했을 때의 비교부(18)와 연산부(19)의 동작에 대하여, 도 9 ~ 도 11을 써서 설명한다.
- [0099] 비교부(18)는 도 9에 나타낸 바와 같이, LPF(12)로부터 변환후 전압(V1)이 입력되고, LPF(16)로부터 전압(V2)가 입력된다. 변환후 전압(V1)과 전압(V2)의 위상차는 120°이다. 비교부(18)는 도 10A에 나타낸 바와 같이, LPF(12)로부터 입력된 변환후 전압(V1)을 방형파로 변환시키고, 변환후의 신호를 연산부(19)에 출력한다. 또 비교부(18)는 도 10B에 나타낸 바와 같이, LPF(16)로부터 입력된 전압(V2)을 방형파로 변환해서 변환후의 신호를 연산부(19)에 출력한다.
- [0100] 연산부(19)는 도 11에 나타낸 바와 같이, 변환후 전압(V1)의 방형파신호와 전압(V2)의 방형파신호에 따라서 EXOR 연산을 실행한다. 연산부(19)는 EXOR 연산 후의 신호에 따라서 1사이클의 1/4이하의 위상펄스폭을 구하고, 구해진 위상펄스폭을 위상각도산출부(22)에 출력한다.
- [0101] 스텝(ST6)에 있어서는 사용자는 측정이 종료되면 누전류검출장치(1)의 전원을 OFF로 한다.
- [0102] 이같이 구성되는 본 발명에 따라서 누설전류차단장치(1)는 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(I)를 검출하고, 검출된 누설전류(I)를 전압으로 변환하고, 변환후의 전압에서 고조파성분을 제거하고, 고조파성분을 제거한 변환후 전압(V1)과, 피측정 전선로(A)의 전압선로에서 전압(V2)를 검출하고 그 검출한 전압(V2)에서 고조파성분을 제거해 고조파성분을 제거한 전압(V2)에 따라서 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(I)의 위상각도(θ)를 정확히 구하고, 그 정확한 위상각도(θ)와 고조파성분이 제거된 변환후 전압(V1)의 실효치(I<sub>0</sub>)에서부터 대지절연저항에 기인하는 누설전류(Igr)만을 산출하고, 산출한 누설전류(Igr)를 감시하여 누설전류(Igr)가 임의의 값을 넘었을 경우에 피측정 전선로(A)를 차단한다. 따라서 본 발명에 따른 누설전류차단장치(1)는 피측

정 전선로(A)의 장거리화에 의하거나 또는 고조파 왜곡 전류를 출력하는 인버터 등에 의해 대지정전용량에 기인한 누설전류(Igc)가 증가하여도 mA단위로 확실히 대지절연저항에 기인한 누설전류(Igr)만을 검출할 수가 있기 때문에, 누설전류(Igr)를 감시하여 누설전류(Igr)가 임의의 값을 넘었을 경우에만 피측정 전선로(A)를 차단시키도록 동작하게 된다.

[0103] 뿐만 아니라 본 발명에 따르는 누설전류차단장치(1)는 누설전류(Igr) 이외의 요소(누설전류(Igc)의 증대)에 의해 누설전류가 증가하더라도 종래 장치처럼 피측정 전선로(A)를 차단하지 않게 된다.

[0104] 또 본 발명에 따른 누설전류차단장치(1)는 전로(電路)·기계설비 등을 일시적으로 정전시키지 않고 누설전류(Igr)의 검출을 행할 수가 있으며 또한, 누전화재 등의 대참사에 이르기 전에 누전개소를 발견하는데 역할을 할 수 있다.

[0105] 또 본 발명에 따른 누설전류차단장치(1)는 주파수 주입식과 같이 기준점을 달리 가져오는 게 아니라 기준점을 전송선로에 발생하고 있는 전압에서 얻어내기 때문에 피측정 전선로(A)에 흐르고 있는 누설전류(Igr)를 정확히 측정하게 된다.

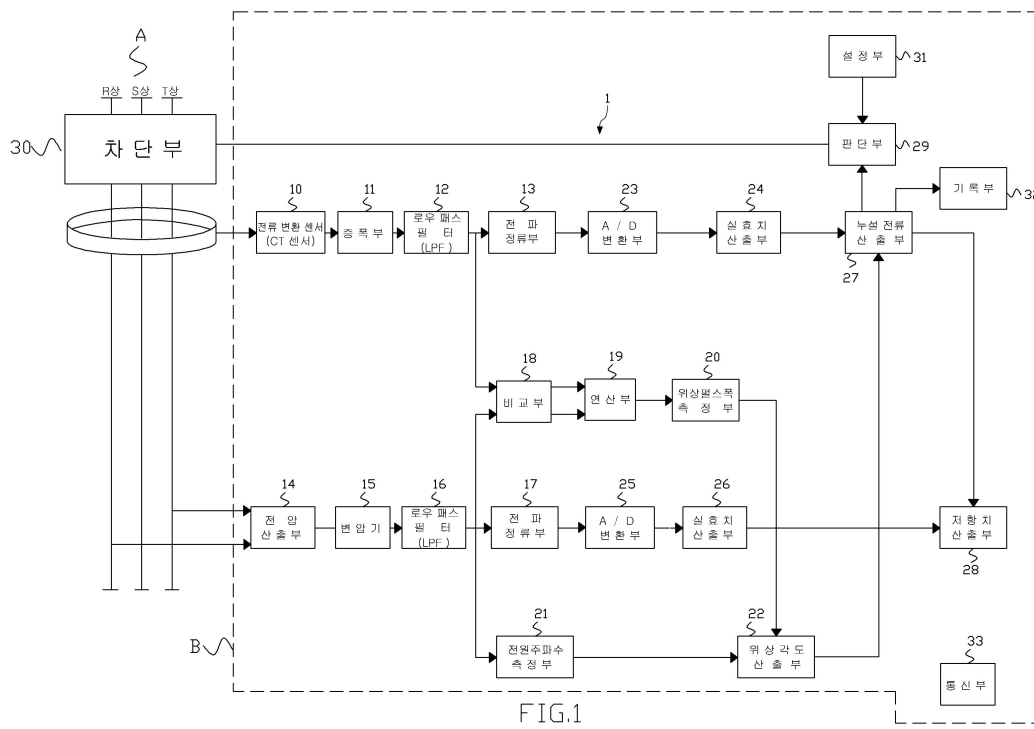
[0106] 더 나아가 본 발명은 도면을 참조하며 설명한 상술의 실시예에 한정되지 않고 첨부한 청구의 범위 및 그 주(主)된 뜻을 이탈함이 없이 여러 가지 변경, 치환(바꿔치기) 또는 그와 동등한 것을 행할 수 있음은 당업자로서는 명확한 것이다.

### 부호의 설명

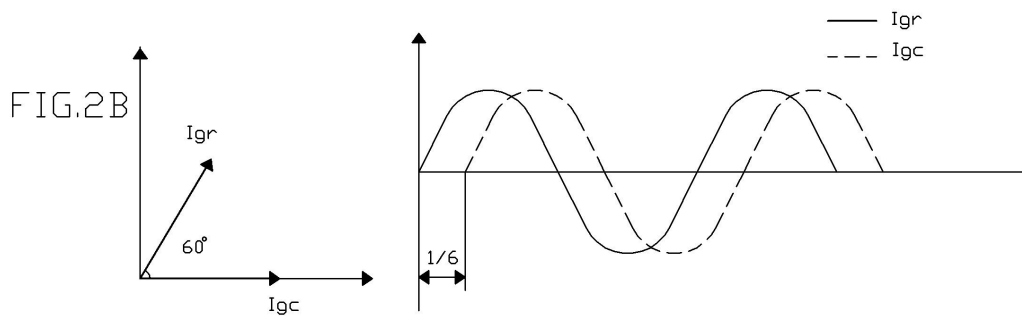
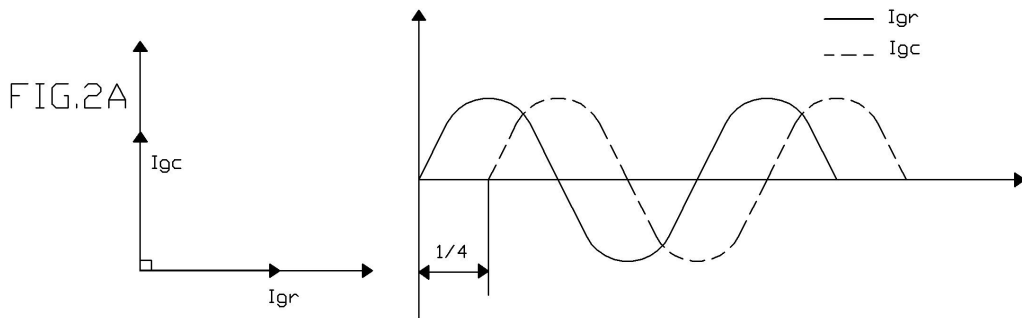
- [0107] 10 ... 전류 변환센서  
 14 ... 전압 검출부  
 20 ... 위상펄스폭 측정부  
 21 ... 전원주파수 측정부  
 22 ... 위상각도 산출부  
 24,26 ... 실효치 산출부  
 27 ... 누설전류 산출부  
 29 ... 판단부  
 30 ... 차단부

도면

도면1



도면2



도면3

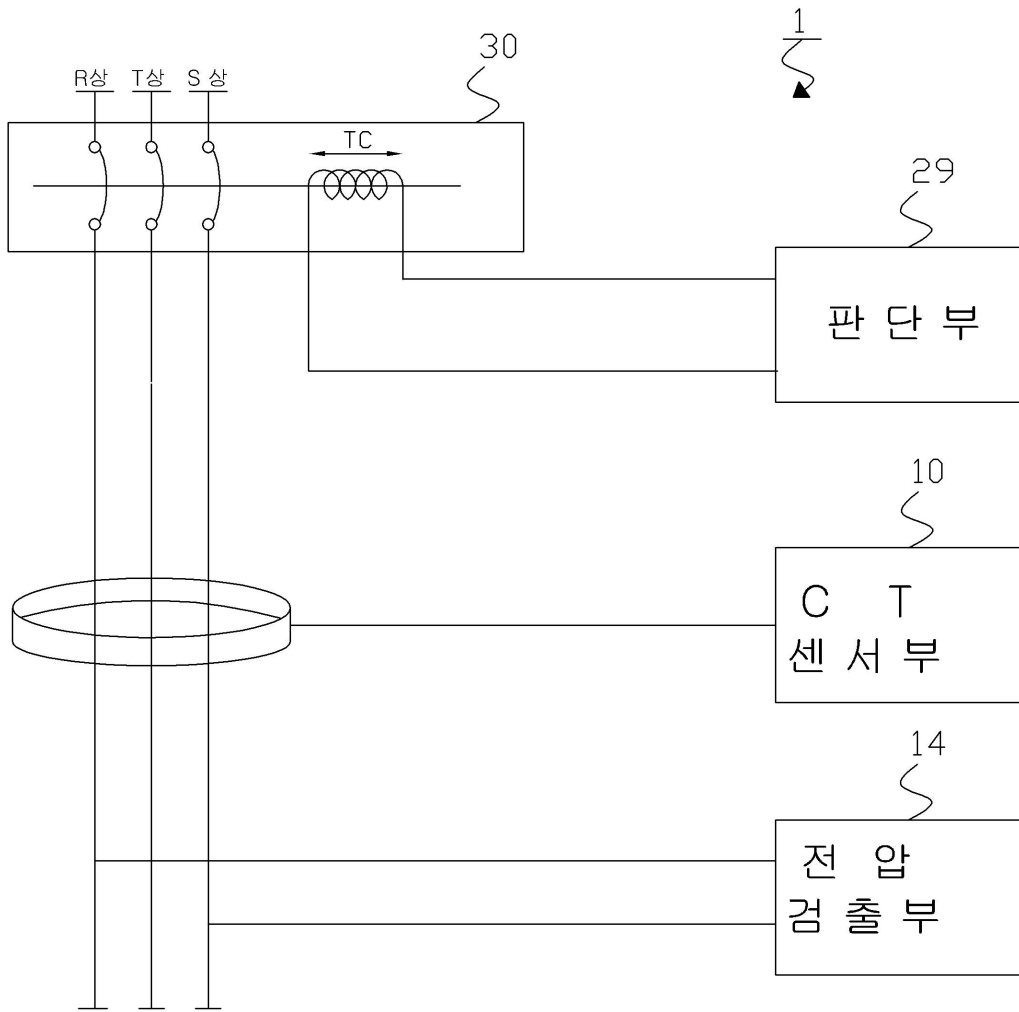
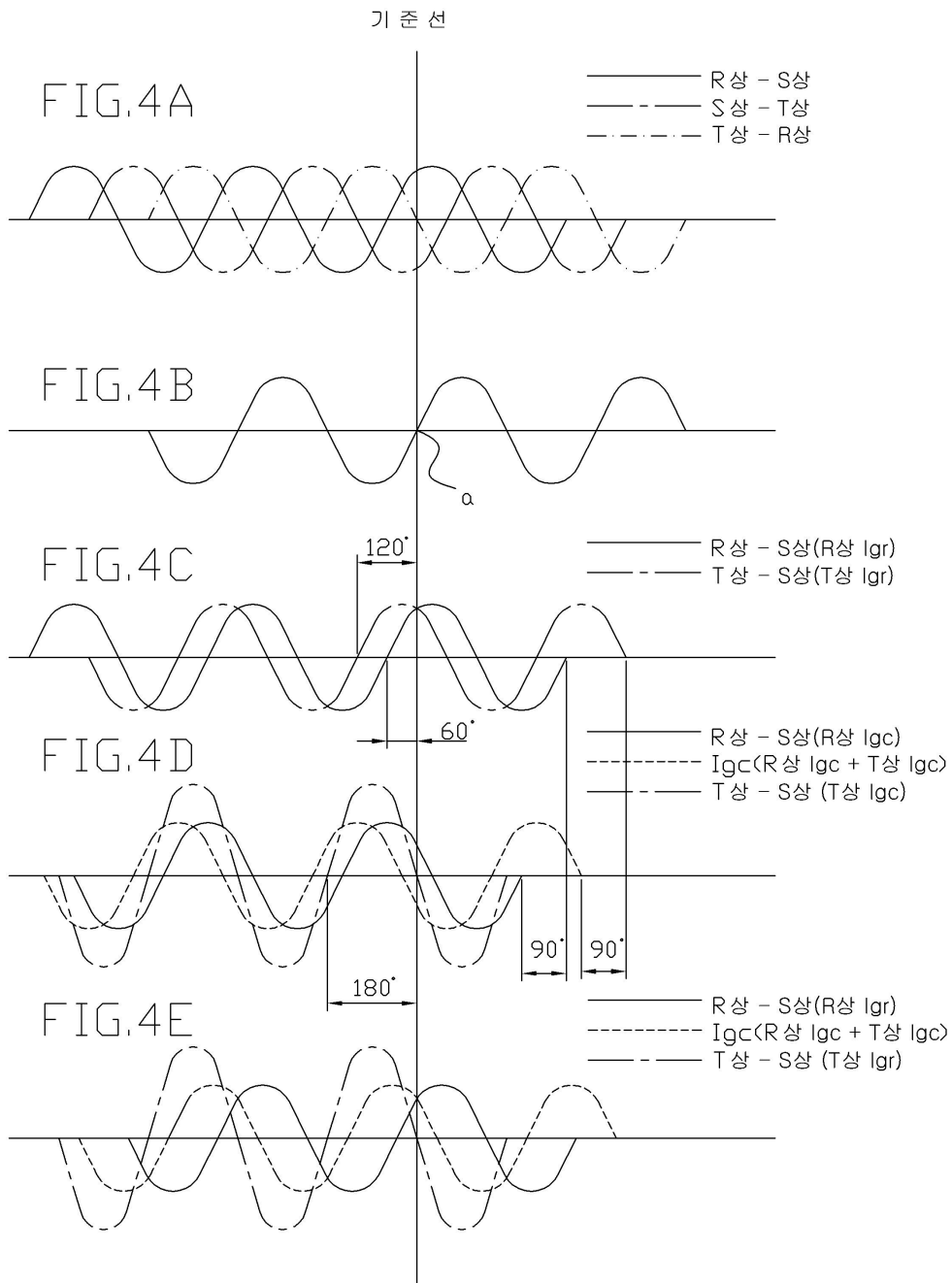


FIG.3

도면4



도면5

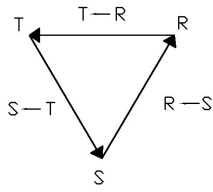


FIG.5A

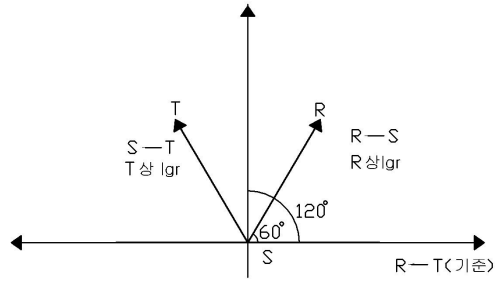


FIG.5B

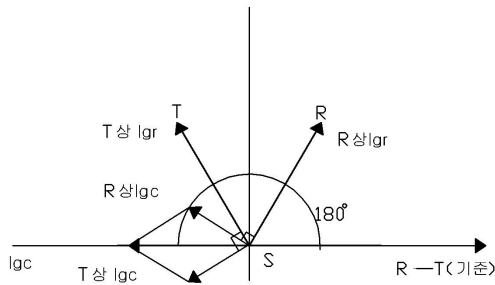


FIG.5C

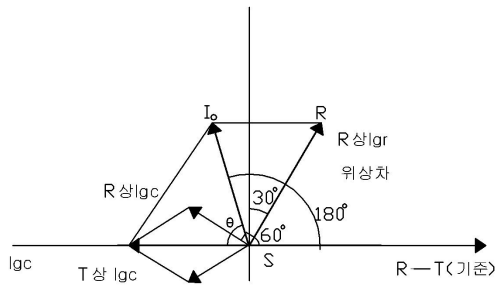


FIG.5D

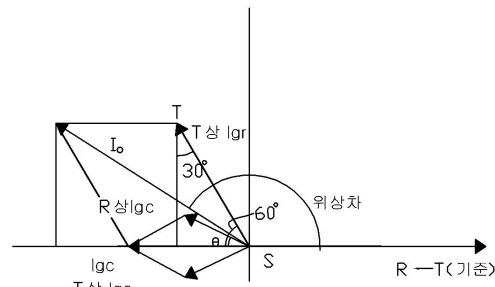


FIG.5E

도면6

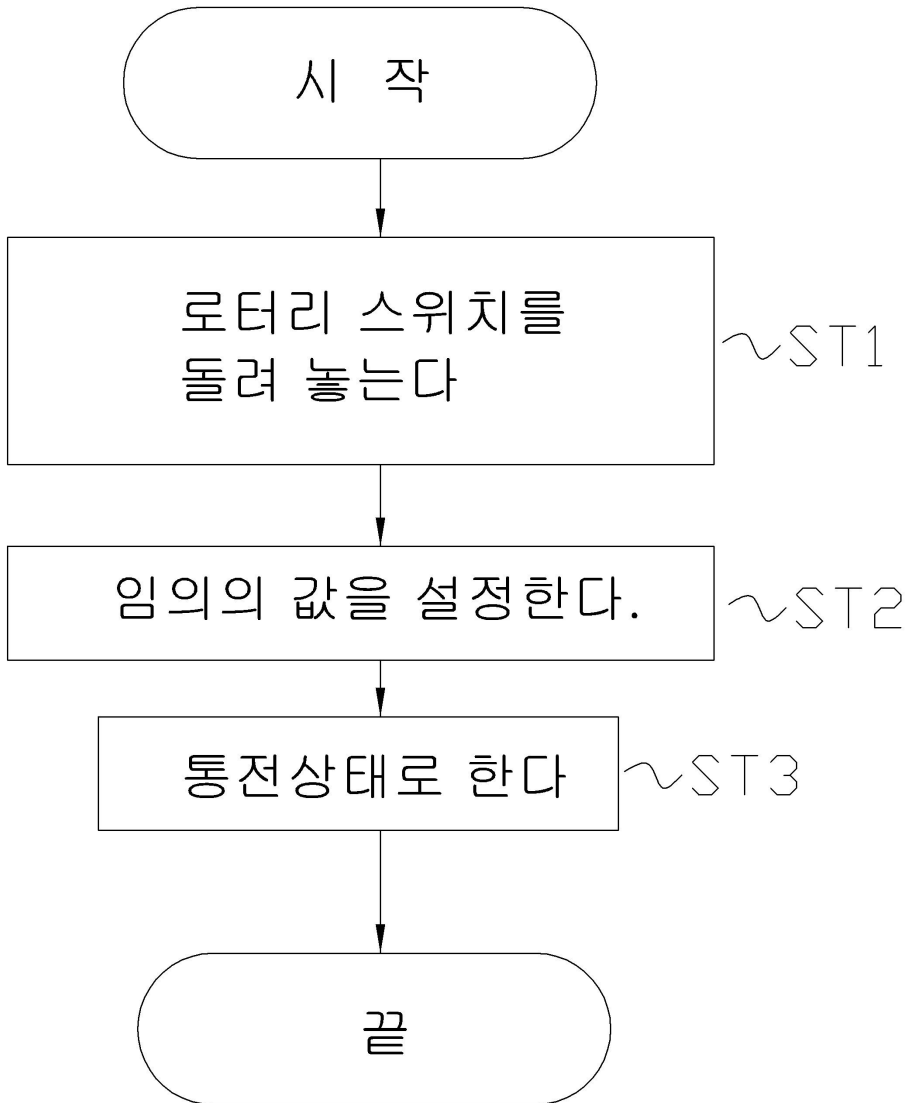


FIG.6



도면7

시간(분)	I <sub>ch</sub>			시험내용
	I <sub>gr</sub> (mA)	I <sub>g</sub> (mA)	Gr(kΩ)	
1	2	9.3	106.7	접지없음
2	2	9.3	107.4	접지없음
3	2	9.4	106.9	접지없음
4	2	9.3	106.5	접지없음
5	2	9.5	105.3	접지없음
6	12.3	11.4	17.2	R상에 직연직항20 kΩ 접지
7	12.4	11.4	17.2	R상에 직연직항20 kΩ 접지
8	12.4	11.4	17.2	R상에 직연직항20 kΩ 접지
9	12.3	17.8	17.4	T상에 직연직항20 kΩ 접지
10	12.4	17.9	17.4	T상에 직연직항20 kΩ 접지
11	2	9.3	104.3	접지해제
12	22.7	19.6	9.5	R상에 직연직항10 kΩ 접지
13	23	27.9	9.2	T상에 직연직항10 kΩ 접지
14	23.2	28.1	9.2	T상에 직연직항10 kΩ 접지
15	2	9.4	105.9	접지해제

FIG7

도면8

시간(분)	I <sub>ch</sub>			시험내용
	I <sub>gr</sub> (mA)	I <sub>μ</sub> (mA)	Gr(kΩ)	
1	7.6	75.9	27.8	접지 없음
2	7.8	100.8	27	R상, T상에 정전용량 0.22μF 접지
3	8.0	101.1	26.5	R상, T상에 정전용량 0.22μF 접지
4	21.0	107.0	10.1	R상, T상에 정전용량 0.22μF 접지 + T상에 필연저항 20 kΩ접지
5	7.7	75.5	27.4	접지 해제

FIG8

도면9

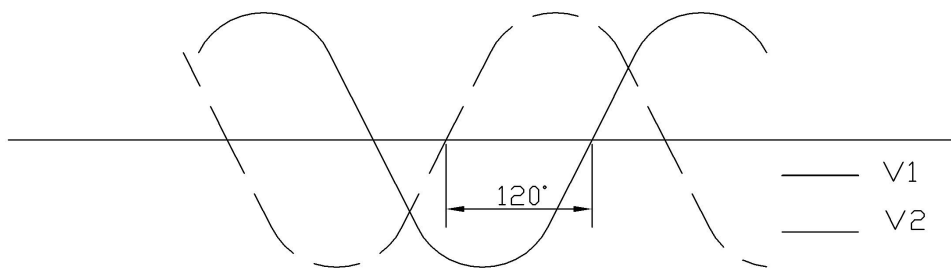


FIG.9

도면10

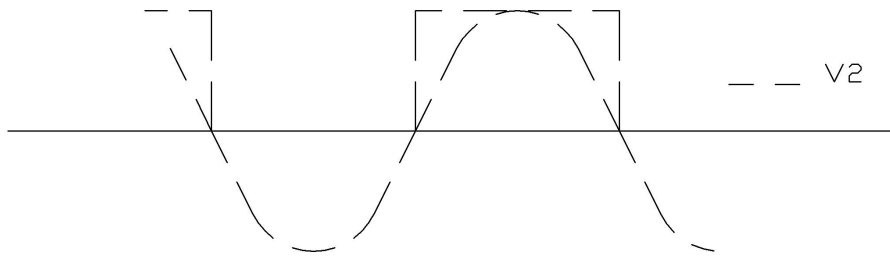


FIG.10A

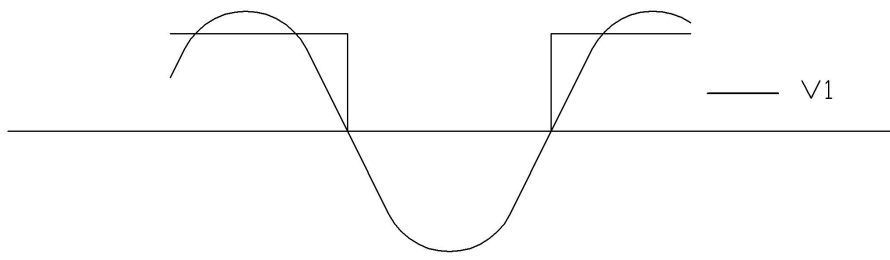


FIG.10B

도면11

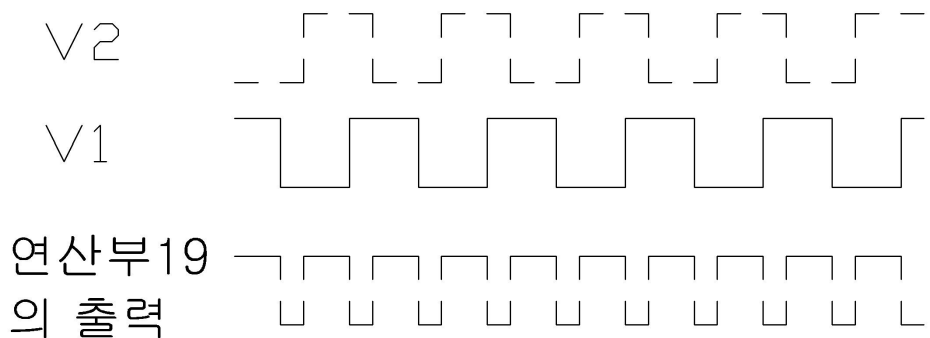


FIG.11