



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0143200
(43) 공개일자 2015년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 25/04 (2006.01) G01N 27/04 (2006.01)
G01N 27/20 (2006.01) G01R 27/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0072424
(22) 출원일자 2014년06월13일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
조명기
서울특별시 금천구 독산로78다길 52, 동아아파트
101동 605호 (독산동)
(72) 발명자
조명기
서울특별시 금천구 독산로78다길 52, 동아아파트
101동 605호 (독산동)
문동석
서울특별시 금천구 시흥대로 36길 45 중앙하이츠
빌라 4동 205호
(뒷면에 계속)

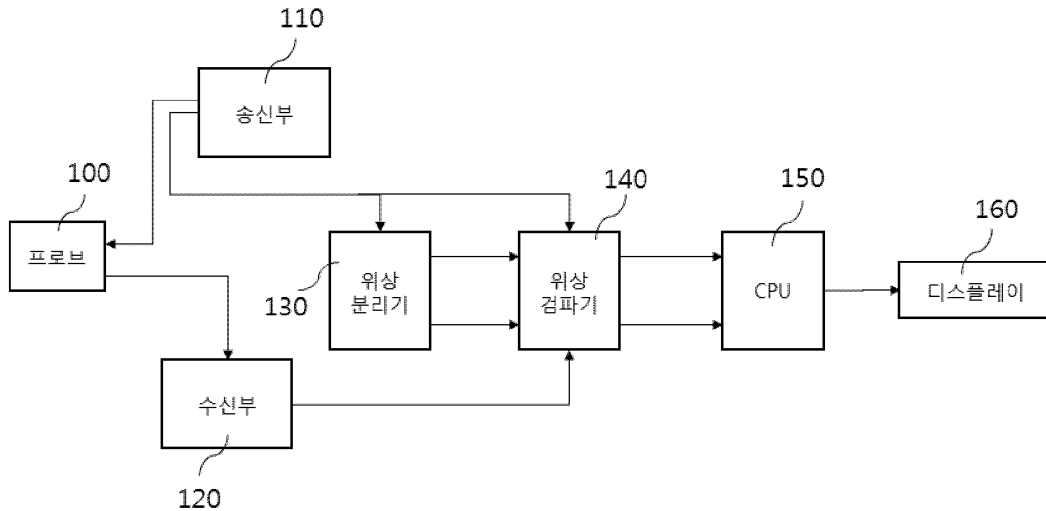
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 금속 전기 전도도 측정기의 위상각 측정 장치 및 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 비자성 금속 재료의 와전류 탐상 방법에 따른 전도도 측정 시, 교류 신호의 위상각 변화를 DC 전압으로 변환시켜 DC 전압의 변화를 측정함으로써, 위상각의 변화를 정확하게 읽어 들일 수 있도록 한 금속 전기 전도도 측정기의 위상각 측정 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 시험편에 접촉하여 측정을 수행하는 프로브(100)와, 와전류를 발생시키기 위한 교류 발전기 (110)와, 프로브에서 수신한 신호를 증폭하는 수신기(120)와, 교류의 위상을 0° 와 90° 로 분리시켜 디지털 신호로 출력하는 위상 분리기 (130)와, 위상 차이를 DC 전압으로 변환시키는 위상 검파기 (140)와, 전도도 값을 계산하여 출력하는 CPU(150)와, 결과를 보여주는 디스플레이(160)로 구성된다. 이러한 본 발명은 비자성 금속 재료의 전기 전도도 값을 측정할 때 기존의 브릿지 회로를 사용하여 임피던스 변화를 측정하는 방식보다 더 정확한 값을 측정을 할 수 있는 특징이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

추영규

경기도 안양시 동안구 평촌대로427번길 50, 새한빌
라 101호

이원

경기도 과천시 별양로 13 주공아파트2단지 226동
506호

강호성

경기도 광명시 하안로 284 하안주공12단지아파트
1218-705

윤인식

경기도 화성시 봉담읍 수영로82번길 4 신창아파
트 201동 1701호

선상원

대전광역시 유성구 가정로 43 삼성한울아파트
102동 301호

명세서

청구범위

청구항 1

시험편에 접촉하여 신호를 주고받을 수 있는 코일로 된 프로브(100);
 프로브에 신호를 주기 위하여 교류 신호를 발생시키는 송신부(110);
 측정할 때 수신되는 신호를 증폭 출력하는 수신부(120);
 송신 신호를 기준으로 0° 와 90° 두 종류 디지털 신호를 만드는 위상 분리기(130);
 측정한 송신 신호와 수신 신호의 위상 차이를 두 종류의 DC 전압으로 출력하는 위상 검파기(140);
 두 종류의 DC 전압을 계산하여 측정값으로 변환시켜 주는 CPU(150); 및
 측정값을 표시하는 디스플레이부(160);
 를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 위상 분리기는,
 교류 신호를 비교기(131)를 통해 디지털 신호로 변환시킨 후, 래치 회로(132), (133)에서 0° 와 90° 위상이 지연된 두 종류의 디지털 신호(134)를 출력하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 위상 검파기는,
 내부의 스위치 1(141)은 위상 분리기(130)의 0° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 지연되지 않는 0° 의 아날로그 신호(143)를 출력하고, 또한 스위치 2(142) 역시 위상 분리기(130)의 90° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 90° 지연되는 아날로그 신호(144)를 출력한 후, 정류기(145), (146)를 통해 DC 전압을 출력하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 CPU는, 정류기(145), (146)를 통해 입력된 두 종류의 DC 전압의 차이를 계산하여 이것을 전도도 값으로 변환하여 출력하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 장치.

청구항 5

시험편에 접촉하여 신호를 주고받을 수 있는 코일로 된 프로브에 신호를 주기 위하여 송신부에 의해 교류 신호를 발생시키는 단계;
 측정할 때 수신되는 신호를 수신부에 의해 증폭 출력하는 단계;
 송신 신호를 기준으로 위상 분리기에 의해 0° 와 90° 두 종류 디지털 신호를 만드는 단계;
 위상 검파기에 의해, 측정한 송신 신호와 수신 신호의 위상 차이를 두 종류의 DC 전압으로 출력하는 단계;
 CPU에 의해 두 종류의 DC 전압을 계산하여 측정값으로 변환시켜 주는 단계; 및
 디스플레이부에 의해 측정값을 표시하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

위상 분리기에 의해, 교류 신호를 비교기를 통해 디지털 신호로 변환시킨 후 래치 회로에서 0° 와 90° 위상이 지연된 두 종류의 디지털 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

위상 검파기에 의해, 위상 분리기의 0° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 지연되지 않는 0° 의 아날로그 신호를 내부의 스위치 1에서 출력하고, 역시 위상 분리기의 90° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 90° 지연되는 아날로그 신호를 또한 스위치 2에서 출력한 후, 정류기를 통해 DC 전압을 출력하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

CPU에 의해, 정류기를 통해 입력된 두 종류의 DC 전압의 차이를 계산하여 이것을 전도도 값으로 변환하여 출력하는 것을 특징으로 하는, 전도도 측정기의 위상각 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은, 금속 전기 전도도 측정기의 위상각 측정 장치 및 측정 방법에 관한 것이다. 특히 본 발명은, 비자성 금속 재료의 와전류 탐상 방법에 따른 재질 시험에서 비자성체 금속 재질의 전기 전도도를 측정하기 위한 것으로서, 특히 와전류 탐상에서 전압과 전류 사이에 존재하는 위상 차이가 곧 전도도 값에 해당하므로, 정확한 측정을 위하여 위상 차이를 DC 전압으로 변환시킨 후 그 값의 변화를 측정함으로써, 전도도의 값을 기존의 방식보다 더 정확하고 안정적으로 측정하기 위한 전도도 측정기에서의 위상각 측정 장치 및 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

금속 등의 도체에 교류를 사용하여 자속을 적용시키면 도체 내부에 와전류가 유도된다. 와전류 탐상 검사는 이 와전류의 변화를 이용해서 금속의 결함이나 전도도, 열처리 상태 등의 재질 검사를 수행한다. 일반적으로 널리 사용되고 있는 와전류 탐상 검사는 임피던스 브릿지 회로를 사용하고 있는데, 이는 주파수가 1 MHz 이하의 교류를 코일에 흘려 자속을 발생하고, 이 코일에 시험품을 근접시키면 코일 임피던스의 변화 또는 코일에 일어나는 전압 변화를 검출해서 검사하는 방법이다. 이를 위하여 가장 기본적인 브릿지 회로[또는 휘스톤 브릿지(wheatstone bridge)라고도 함]를 사용하고 있다(특허 문헌 1; 국내 특허 10-0934615-0000; 와전류 검사 장치 및 방법) 그러나 이 기술은 아래와 같은 세 가지 변수를 분리할 수 없기 때문에 측정 시 오차가 발생한다.

[0003]

코일에 전류를 흘리면 세 가지 변수 즉 전도성, 투자성, 치수 변화가 자기적 특성과 전기적 특성으로 임피던스 변화와 함께 출력에 동시에 나타난다. 첫째로 전도성은 측정하고자 하는 전도율로서 이것은 파라미터 상의 정규화 주파수(F) 중에 주파수(f)와의 곱으로 나타나며, 또 침투 깊이에 대해서도 주파수와 같은 효과를 지닌다. 둘째로 투자성은 비자성체이면 그 변화가 영향을 주지 않지만, 측정 물체에 미량이라도 자성체가 혼입되면 투자율이 달라지므로 코일 임피던스에 큰 영향을 주게 된다. 셋째로 도체의 치수 변화인데, 프로브형 코일을 사용할 경우에 코일과 시험체면의 거리(Lift-off)가 임피던스에 영향을 준다. 임피던스 시험법을 사용하는 기존의 측정 방식에서는 이 세 가지 변수가 임피던스 변화와 함께 출력 지시에 동시에 나타나므로, 임피던스 시험법으로는 어느 변수가 임피던스의 변화에 얼마만큼의 영향을 주고 있는지 분리할 수 없기 때문에 정확한 값을 측정하는데 어려움이 있다. 따라서 변수를 분리하기 위해서는 다른 연관 관계를 찾을 필요가 있는데, 그 관계가 바로 코일의 전압과 전류 사이에 존재하는 위상각의 변화를 이용하는 것이다.

[0004]

코일에서 임피던스가 변하면 전류도 변한다. 또한 전압도 중앙의 어떤 값을 기준으로 상하로 변하며 이것은 주

파수에 따라 일정 시간의 주기를 갖는다. 전압이 변할 때 전류도 역시 변하며, 전압과 전류는 동상(同相 in-phase)이다. 그런데 위상 분석은 코일에서 전류가 전압에 대해 90° 위상이 지연되는 이상(異相 out of phase)을 기초로 하는 것이다. 재료의 시험편에 코일을 접촉하면 코일의 자장이 변하게 되고 동시에 임피던스도 변하며 전류와 전압 사이의 지연량(위상각)도 변하게 된다. 따라서 측정하고자하는 시험편의 특성(전도도)이 바뀌면 위상각도 변하게 되는데, 이 지연되는 위상각은 시험편의 특성에 따라 다르므로 이 위상각이 얼마인지를 측정한다면 시험편의 전도도 값을 알 수 있게 된다. 그런데 수심에서 수백 kHz 교류 신호의 위상각이 얼마인지를 CPU(중앙처리장치)에서 바로 읽어 처리하려면 분해능이 ps(pico second) 단위로 매우 뛰어난 대형 고성능 컴퓨터가 필요하므로 현실적이지 않다. 따라서 다른 방법으로 위상각을 측정하지 않으면 안 된다.

[0005] 또한, 국내 특허출원 10-2008-66563(특허 문헌 2; 4 점접 전기전도도 측정을 위한 시편-전극 장착 장치 Specimens-Probes Mounting Holder for Four-Probe Conductivity Measurement)에는, 4 포인트 점접을 금속 표면에 접촉하여 바깥쪽 두 개의 탐침에는 전류를 흘려주고 안쪽 두 개의 탐침으로 전위차 전압을 측정하여 저항값을 얻은 다음 전도도 값으로 환산하는 것에 대하여 개시되어 있다.

[0006] 그러나, 특허 문헌 2의 4 점접 전기전도도 측정을 위한 시편-전극 장착 장치는 금속 표면의 전류의 흐름을 측정하게 되므로 표면이 깨끗하고 탐침이 확실하게 접촉될 때만 신뢰할 만한 측정값을 얻을 수 있어 현장에서 사용하기에는 어려움이 많았다. 즉, 표면의 전류를 사용하므로 표면이 오염되었거나 도금되었을 경우 원재료의 전도도를 측정하는 것이 불가능하였고, 또한, 4개의 탐침이 일정 간격을 유지해야 하므로 작거나 굴곡진 검사물은 측정이 불가능하였다. 실제 측정에서는 전류 발생, 전압 측정, 탐침 거리, 탐침 접촉 단면적 등의 오차 모두 불확도에 기인하는 요소가 된다. 또한, 정밀도를 높이기 위해 고해상도 전류 발생 장치, 전압 측정기를 사용해야 하므로 장비가 커져 휴대하기가 어려웠다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 국내 특허 10-0934615-0000
(특허문헌 0002) 국내 특허출원 10-2008-66563

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 이루어진 것으로서, 본 발명의 제1 목적은, 전도도 측정 시 프로브 코일의 교류 전압과 전류의 위상 차이를 DC 전압으로 출력하여 시험편의 전도도를 정확하게 측정하도록 제공하기 위한 것이다.

[0009] 또한, 본 발명의 제2 목적은, 두 개의 DC 전압의 차이를 CPU(중앙처리장치)에서 계산한 후, 그 값을 시험편의 전도도 값으로 변환하여 디스플레이하므로 소형 경량으로서 휴대가 가능하며 검사 현장에서 간편하게 사용할 수 있는 측정기를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 전도도 측정기의 위상각 측정 장치는,
[0011] 시험편에 접촉하여 측정하는 코일로 된 프로브;
[0012] 교류 신호를 발생시키는 발진기와 증폭기를 가진 송신부;
[0013] 프로브에서 수신된 신호를 증폭하는 수신부;
[0014] 두 종류 디지털 신호를 만드는 위상 분리기;
[0015] 측정값의 위상 차이를 두 종류의 DC 전압으로 출력하는 위상 검파기;
[0016] 두 종류의 DC 전압을 계산하여 측정값으로 변환시켜 주는 CPU; 및

- [0017] 측정값을 표시하는 디스플레이부;
- [0018] 를 포함하는 구성으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 위상 분리기는, 교류 신호를 비교기를 통해 디지털 신호로 변환시킨 후, 래치(latch) 회로에서 0°와 90° 위상이 지연된 두 종류의 디지털 신호를 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 위상 검파기는, 내부의 스위치 1은 위상 분리기의 0° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 지연되지 않는 0°의 아날로그 신호를 출력하고, 또한 스위치 2 역시 위상 분리기의 90° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 90° 지연되는 아날로그 신호를 출력한 후, 정류기를 통해 DC 전압을 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 전도도 측정기의 위상각 측정 방법은,
- [0022] 시험편에 접촉하여 신호를 주고받을 수 있는 코일로 된 프로브에 신호를 주기 위하여 송신부에 의해 교류 신호를 발생시키는 단계;
- [0023] 측정할 때 수신되는 신호를 수신부에 의해 증폭 출력하는 단계;
- [0024] 송신 신호를 기준으로 위상 분리기에 의해 0°와 90° 두 종류 디지털 신호를 만드는 단계;
- [0025] 위상 검파기에 의해, 측정된 송신 신호와 수신 신호의 위상 차이를 두 종류의 DC 전압으로 출력하는 단계;
- [0026] CPU에 의해 두 종류의 DC 전압을 계산하여 측정값으로 변환시켜 주는 단계; 및
- [0027] 디스플레이부에 의해 측정값을 표시하는 단계;
- [0028] 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한, 위상 분리기에 의해, 교류 신호를 비교기를 통해 디지털 신호로 변환시킨 후 래치 회로에서 0°와 90° 위상이 지연된 두 종류의 디지털 신호를 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 또한, 위상 검파기에 의해, 위상 분리기의 0° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 지연되지 않는 0°의 아날로그 신호를 내부의 스위치 1에서 출력하고, 역시 위상 분리기의 90° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 90° 지연되는 아날로그 신호를 또한 스위치 2에서 출력한 후, 정류기를 통해 DC 전압을 출력하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, CPU에 의해, 정류기를 통해 입력된 두 종류의 DC 전압의 차이를 계산하여 이것을 전도도 값으로 변환하여 출력하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0032] 계측 장비는 무엇보다도 측정값이 정확하고 안정되어야 가치가 있다. 이에 따라 안출된 상기와 같은 본 발명은 다음과 같은 효과들을 갖는다.
- [0033] 첫째, 본 발명은 종래의 계측 장비들과는 달리 위상각을 정확하게 읽을 수 있도록 그 값을 DC 전압으로 만들었기 때문에 계측의 정확성과 안정도를 갖게 된다.
- [0034] 둘째, 본 발명은 비단 전도도 측정 장비만이 아니라 위상각을 알아내기 위한 여러 많은 계측 분야에도 활용할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명이 적용되는 교류 신호의 위상각 변화 측정 장치 상세 구성도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 송신기의 상세 구성도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 위상 분리기의 상세 구성도이다.
- 도 4는 도 1에 도시된 위상 검파기의 상세 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하면 다음과 같다.

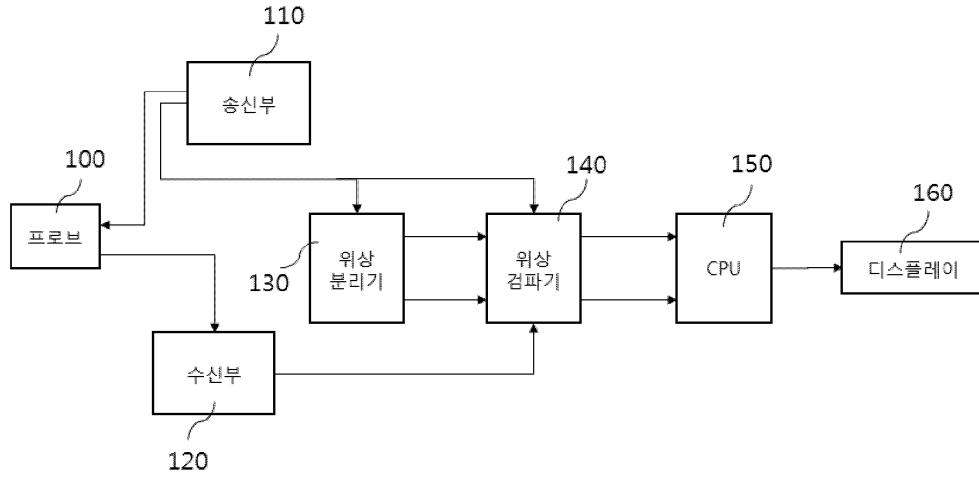
- [0037] 도 1은 본 발명이 적용되는 교류 신호의 위상각 변화 측정 장치 상세 구성도이다. 도 1에 있어서, 코일로 이루어진 프로브(100)는 시험편에 접촉하여 신호를 주고받을 수 있는 것이며, 송신부(110)는 상기 프로브(100)에 신호를 주기 위하여 교류 신호를 발생시키는 것이며, 수신부(120)는 측정할 때 수신되는 신호를 증폭 출력한다. 위상 분리기(130)는 송신 신호를 기준으로 0° 와 90° 두 종류의 디지털 신호를 생성한다. 위상 검파기(140)는 측정된 송신 신호와 수신 신호의 위상 차이를 두 종류의 DC 전압으로 출력한다. CPU(150)는 두 종류의 DC 전압을 계산하여 측정값으로 변환시켜 주게 된다. 디스플레이부(160)는 산출된 측정값을 표시하도록 구성된다.
- [0038] 그리고, 상기 위상 분리기(130)는, 교류 신호를 비교기(131)를 통해 디지털 신호로 변환시킨 후, 래치 회로(132), (133)에서 0° 와 90° 위상이 지연된 두 종류의 디지털 신호(134)를 출력한다.
- [0039] 또한, 상기 위상 검파기(140)는, 내부의 스위치 1(141)은 위상 분리기(130)의 0° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 지연되지 않는 0° 의 아날로그 신호(143)를 출력하고, 또한 스위치 2(142) 역시 위상 분리기(130)의 90° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여 측정 신호의 위상이 90° 지연되는 아날로그 신호(144)를 출력한 후, 정류기(145), (146)를 통해 DC 전압을 출력한다.
- [0040] 또한, 상기 CPU(150)는, 정류기(145), (146)를 통해 입력된 두 종류의 DC전압의 차이를 계산하여 이것을 전도도 값으로 변환하여 출력한다.
- [0041] 다음에, 본 발명의 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 전도도 측정기의 위상각 측정 장치 및 측정 방법에 대하여 보다 상세히 설명한다.
- [0042] 먼저, 도 1의 프로브(100)에서 측정된 수신 신호는 수신부(120) 내부의 증폭기를 통해 적절한 크기로 만들어진 후, 위상 검파기(140)로 보내진다.
- [0043] 도 2는 송신부(110)의 내부 구성도로서, 발진기(111)에서 교류 신호를 발생시키고 필터(112)를 통해 잡음을 제거한 후, 증폭기(113)를 사용하여 적절한 크기의 신호를 프로브(100)로 출력한다.
- [0044] 그리고 도 3은 위상 분리기(130)의 상세 구성도로서, 송신되는 아날로그 신호 출력을 비교기(131)를 통해 디지털 신호로 변환시킨 후, 래치 회로(132), (133)에서 0° 와 90° 위상이 지연된 두 종류의 디지털 신호(134)를 출력한다.
- [0045] 도 4는 위상 검파기(140)의 상세 구성도로서, 먼저 내부의 스위치 1(141)은 위상 분리기(130)의 0° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여, 측정 신호의 위상이 지연되지 않는 0° 의 아날로그 신호(143)를 출력한다. 또한 스위치 2(142) 역시 위상 분리기(130)의 90° 신호를 콘트롤 신호로 사용하여, 측정 신호의 위상이 90° 지연되는 아날로그 신호(144)를 출력한다. 이 두 가지 신호들은 정류기(145), (146)를 통해 DC 전압을 출력한다.
- [0046] 0° 의 아날로그 신호(143)을 정류한 DC 1과, 90° 지연되는 아날로그 신호(144)을 정류한 DC 2의 전압차이가 곧 위상각에 해당하는데, 언제나 DC 1의 값이 DC 2보다 높게 나오기 때문에 DC 1의 값에서 DC 2의 값을 빼면 위상각의 값이 나온다.
- [0047] 도 1의 CPU(150)는 DC 1과 DC 2를 받아들인 후 이 값의 차이를 계산하고, 그 결과를 전도도 값으로 변환한 후 디스플레이(160)를 통해 표시한다.
- [0048] 전술한 바와 같이, 첫째, 본 발명은 종래의 계측 장비들과는 달리 위상각을 정확하게 읽을 수 있도록 그 값을 DC 전압으로 만들었기 때문에 계측의 정확성과 안정도를 갖게 된다.
- [0049] 둘째, 본 발명은 비단 전도도 측정 장비만이 아니라 위상각을 알아내기 위한 여러 많은 계측 분야에도 활용할 수 있는 이점이 있다.

부호의 설명

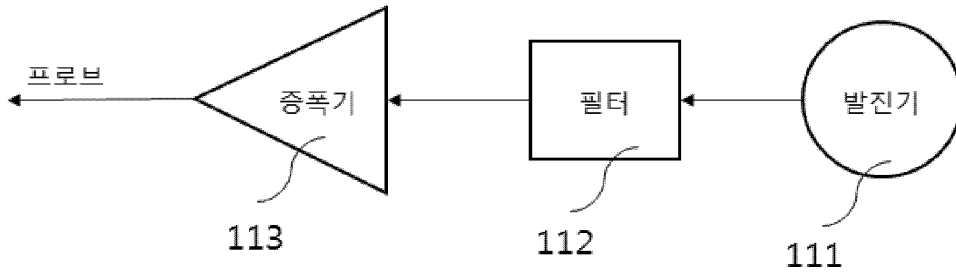
- [0050] 100 : 프로브 110 : 송신기 120 : 수신기
- 130 : 위상 분리기 140 : 위상 검파기 150 : CPU
- 160 : 디스플레이

도면

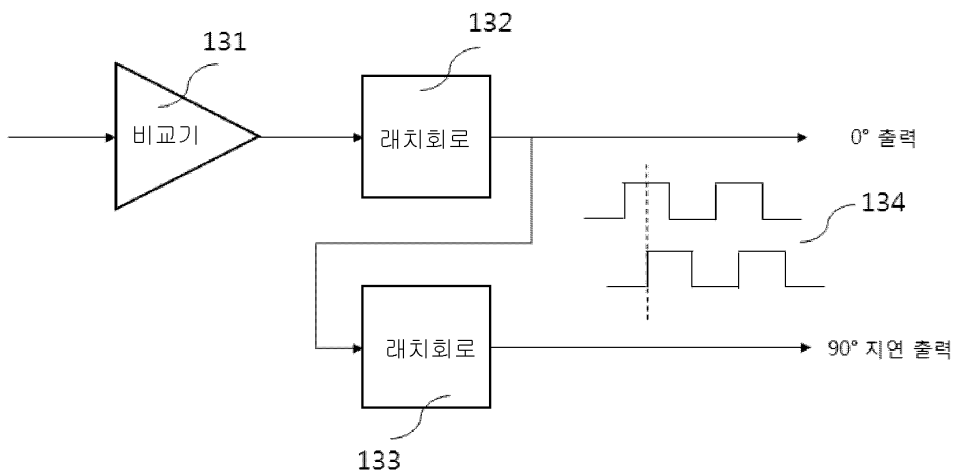
도면1



도면2



도면3



도면4

