(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월21일
(11) 등록번호 10-1203041
(24) 등록일자 2012년11월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 19/04 (2006.01) *A61B 5/04* (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0108575
(22) 출원일자 2011년10월24일
심사청구일자 2011년10월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP2002196025 A
KR1020050098577 A
KR100351017 B1
JP2009014432 A

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
백종철
경기도 성남시 분당구 분당로 289, 301동 103호 (분당동, 신안시네하우스)
오동인
경기도 수원시 영통구 영통동 벽적골 주공아파트 835동 1304호
우응제
경기도 성남시 분당구 금곡로 39, 하얀마을 삼익빌라 106동 104호 (구미동)
(74) 대리인
문기상, 문두현

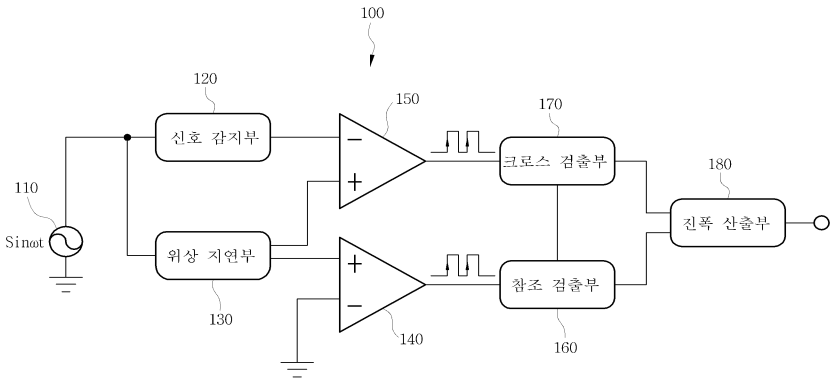
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 오경환

(54) 발명의 명칭 **위상차를 이용한 정현파 진폭 측정 방법 및 그 장치**

(57) 요 약

위상차를 이용한 정현파 진폭 측정 방법이 제공된다. 상기 정현파 진폭 측정 방법은 외부로부터 인가되는 정현파 신호를 수신하는 단계와, 상기 정현파 신호와 동일한 기지의(known) 주기를 가짐과 아울러서, 상기 정현파 신호와 기지의 위상차를 갖는 정현파로 출력되는 참조 신호를 생성하는 단계와, 상기 참조 신호와 기준 레벨 간의 비교에 따라 동기하는 참조 구형파(square wave)를 생성하는 단계와, 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호에 따라 동기하는 비교 구형파를 생성하는 단계와, 상기 참조 구형파에서 상기 참조 신호와 상기 기준 레벨이 동일한 경우에 해당하는 참조 에지(edge) 시간을 검출하는 단계와, 상기 참조 에지 시간 이후에, 상기 비교 구형파에서 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호가 동일한 경우에 해당하는 제 1 크로스 시간을 검출하는 단계 및 상기 주기, 상기 기지의 위상차 및 상기 제 1 크로스 시간에 근거하여, 상기 정현파 신호의 진폭을 산출하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20110000404
부처명	교육과학기술부
연구사업명	기초연구사업-리더연구자지원사업-창의적연구지원사업
연구과제명	다축적 뇌신경 이온전도 영상화 연구단
주관기관	경희대학교
연구기간	2011.03.01 ~ 2012.02.29

특허청구의 범위

청구항 1

외부로부터 인가되는 정현파 신호를 수신하는 단계;

상기 정현파 신호와 기지의(known) 동일한 주기를 가짐과 아울러서, 상기 정현파 신호와 기지의 위상차를 갖는 정현파로 출력되는 참조 신호를 생성하는 단계;

상기 참조 신호와 기준 레벨 간의 비교에 따라 동기하는 참조 구형파(square wave)를 생성하는 단계;

상기 정현파 신호와 상기 참조 신호에 따라 동기하는 비교 구형파를 생성하는 단계;

상기 참조 구형파에서 상기 참조 신호와 상기 기준 레벨이 동일한 경우에 해당하는 참조 에지(edge) 시간을 검출하는 단계;

상기 참조 에지 시간 이후에, 상기 비교 구형파에서 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호가 동일한 경우에 해당하는 제 1 크로스 시간을 검출하는 단계; 및

상기 주기, 상기 기지의 위상차 및 상기 제 1 크로스 시간에 근거하여, 상기 정현파 신호의 진폭을 산출하는 단계를 포함하는 정현파 진폭 측정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 정현파 신호 및 상기 참조 신호 중 적어도 하나가 오프셋(offset)된 신호인 경우에,

상기 정현파 신호의 진폭을 산출하는 단계 전에, 상기 참조 에지 시간 이후에, 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호가 동일한 경우에 해당하면서, 상기 제 1 크로스 시간과 다른 제 2 크로스 시간을 검출하는 단계를 더 포함하고,

상기 정현파 신호의 진폭을 산출하는 단계는 상기 주기, 상기 기지의 위상차, 제 1 크로스 시간 및 상기 제 2 크로스 시간에 근거하여 상기 진폭을 산출하는 정현파 진폭 측정 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 정현파 신호는 대상물의 특성을 센싱하는 센서로부터 출력되되, 상기 센서는 상기 정현파 신호와 동일한 주파수와 위상을 갖는 여기(exitation) 신호가 상기 센서를 통해 상기 대상물에 인가되어 출력된 상기 정현파 신호를 수신하는 정현파 진폭 측정 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 참조 신호는 상기 여기 신호로부터 파생되어 상기 여기 신호의 위상보다 지연된 위상을 갖거나, 상기 여기 신호와 독립적으로 생성되어 상기 여기 신호의 위상보다 지연된 위상을 갖는 정현파 진폭 측정 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 대상물은 생체 조직인 정현파 진폭 측정 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 참조 에지 시간을 검출하는 단계는 참조 상승 에지(rising edge) 또는 참조 하강 에지(falling edge)를 검출하는 것이되, 상기 제 1 크로스 시간을 검출하는 단계는 상기 참조 에지 시간 이후에, 상기 참조 구형파의 1

주기 내에 존재하거나 상기 참조 구형파의 2 주기 이상에 존재하는 비교 구형파의 비교 상승 에지 또는 비교 하강 에지를 검출하는 정현파 진폭 측정 방법.

청구항 7

외부로부터 인가되는 정현파 신호를 수신하는 신호 감지부;

상기 정현파 신호와 기지의(known) 동일한 주기를 가짐과 아울러서, 상기 정현파 신호와 기지의 위상차를 갖는 정현파로 출력되는 참조 신호를 생성하는 참조 신호 생성부;

상기 참조 신호와 기준 레벨 간의 비교에 따라 동기하는 참조 구형파(square wave)를 생성하는 제 1 비교부;

상기 정현파 신호와 상기 참조 신호 간의 비교에 따라 동기하는 비교 구형파를 생성하는 제 2 비교부;

상기 참조 구형파에서 상기 참조 신호와 상기 기준 레벨이 동일한 경우에 해당하는 참조 에지(edge) 시간을 검출하는 참조 검출부;

상기 참조 에지 시간 이후에, 상기 비교 구형파에서 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호가 동일한 경우에 해당하는 제 1 크로스 시간을 검출하는 크로스 검출부; 및

상기 주기, 상기 기지의 위상차 및 제 1 크로스 시간에 근거하여, 상기 정현파 신호의 진폭을 산출하는 진폭 산출부를 포함하는 정현파 진폭 측정 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 정현파 진폭 측정 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 출력되는 정현파 신호와 참조 신호 간의 위상차를 이용한 정현파 진폭 측정 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 대상물의 특성 내지는 물성을 파악하기 위해, 전기적, 기계적, 화학적 방법이 사용될 수 있으며, 전기적 방법으로서, 대상물에 전기적 신호를 인가하여 상기 신호의 변화량으로부터 특성 등을 분석하는 방법이 적용될 수 있다. 이러한 대상물은 생체 조직, 기계, 토목 구조물 등일 수 있다.

[0003] 한편, 생체 조직에서의 생체 신호의 측정 방식으로는 생체 내 신호원으로부터 발생하는 신호를 외부에서 검출하는 방식(심전도, 뇌전도, 근전도 등)과 생체 내에 존재하지 않는 전기적 신호를 인가하여 생체 내 생리적 현상 및 조직의 변형, 변화에 변조(modulation)되어 변형된 신호를 측정하는 방식이 있다. 전자의 경우에는 신호가 작고(1mV 이하정도), 생체 내 매우 많은 신호원이 존재하여 이를 분리하는 것이 매우 곤란하다. 따라서 후자와 같은 방식, 즉 상술한 방법을 이용하여 전기적 신호의 강도를 높이고, 생체 내 신호원으로부터의 잡음을 제거할 수 있다.

[0004] 아울러, 기계, 토목 구조물의 경우에는, 이들에 인가되는 전기적 신호의 변화량으로부터 진동 측정 또는 변위 측정을 수행할 수 있다. 또한, 시료의 팽창과 수축에 의한 크기변화(dimension changes)를 측정하기 위한 변위 측정자기센서(LVDT; Linear Variable Differential Transformer)에서도 상기 방법이 응용될 수 있다.

[0005] 이상에서 열거한 방법은 특정 주파수의 정현파를 인가하여, 이의 변형된 신호를 검출하여 사용할 수 있고, 이에 따르면, 대상물을 통과한 정현파 진폭의 변화를 측정함으로써 대상물의 특성을 이해할 수 있다.

[0006] 정현파 진폭의 변화 측정은 종래에 위상 감응 복조법(phase-sensitive demodulation technique)을 주로 이용하고 있으며, 정현파 진폭의 변화 측정은 종래의 위상 감응 복조법을 주로 이용하고 있으며, 이 방법을 구현하기 위해서는 통상 ADC(Analog to Digital Converter)를 사용한다. 그러나, Successive Approximation Register 방식의 ADC이나, Sigma Delta 방식의 ADC는 전부 온도 변화에 민감하며, 특히 DNL(Differential Nonlinearity) 에러를 최소화 하는데 한계를 가지고 있으므로, 이는 위상 감응 복조법의 한계로 작용한다. 이에 따라, 이와 같은 위상 감응 복조법은 정현파 진폭의 측정에 있어서, 낮은 정밀도를 갖는다.

[0007] 또한, 대상물의 다수의 부분에서 동시에 출력되는 각 정현파 진폭의 측정, 즉 다채널 측정 구성의 경우에, 위상 감응 복조법은 보다 많은 연산을 요구하고 있으므로, 다채널 측정에서는 극히 부적합한 방법이다. 더욱이, 위상 감응 복조법은 삼각함수 곱셈과 삼각함수의 적분 연산을 요구하므로, 수백채널 이상 시스템 구현시 막대한 계산

량이 요구되는 단점이 있다. 아울러, 수백채널 이상 시스템 구현시 ADC 간 편차 문제도 발생한다.

[0008] 따라서, 온도에 대한 민감성이 감소되고, 다채널 측정 구성에 보다 적합한 정현파 진폭의 측정 방법 및 장치에 관하여, 지속적으로 연구되고 있는 실정이다. 더욱이, 최근 유비쿼터스 헬스케어 시스템의 개념과 개발이 확산되면서, 일상생활 중에서 다양한 생체신호를 모니터링하고, 분석하고자 하는 시도가 늘어나고 있음에 따라, 다채널의 생체 신호 획득이 요구되며, 장시간 이동 중 측정 가능한 측정방식의 구현이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 온도 민감성에 견고하여(robust) 진폭 측정의 정밀도를 향상시키고, 대상물의 다수의 부분에서 동시에 출력되는 각 정현파 진폭의 측정을 위한 다채널 측정 구성에 최적화된 정현파 진폭 측정 방법 및 그 장치를 제공하는데 있다.

[0010] 보다 구체적으로는, 본 발명은 기존의 아날로그-디지털 변환 방식에 비해 구조가 간단하면서, 계산량이 현저히 감소되어, 다채널, 저전력, 소형 생체 신호 측정 시스템을 구현하는데 적합하다.

[0011] 본 발명의 목적은 이상에서 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 양태에 따르면, 위상차를 이용한 정현파 진폭 측정 방법은 외부로부터 인가되는 정현파 신호를 수신하는 단계와, 상기 정현파 신호와 기지의(known) 동일한 주기를 가짐과 아울러서, 상기 정현파 신호와 기지의 위상차를 갖는 정현파로 출력되는 참조 신호를 생성하는 단계와, 상기 참조 신호와 기준 레벨 간의 비교에 따라 동기하는 참조 구형파(square wave)를 생성하는 단계와, 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호 간의 비교에 따라 동기하는 비교 구형파를 생성하는 단계; 상기 참조 구형파에서, 상기 참조 신호와 상기 기준 레벨이 동일한 경우에 해당하는 참조 에지(edge) 시간을 검출하는 단계와, 상기 참조 에지 시간 이후에, 상기 비교 구형파에서 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호가 동일한 경우에 해당하는 제 1 크로스 시간을 검출하는 단계 및 상기 주기, 상기 기지의 위상차 및 상기 제 1 크로스 시간에 근거하여, 상기 정현파 신호의 진폭을 산출하는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 다른 양태에 따르면, 정현파 진폭 측정 장치는 외부로부터 인가되는 정현파 신호를 수신하는 신호 감지부와, 상기 정현파 신호와 기지의(known) 동일한 주기를 가짐과 아울러서, 상기 정현파 신호와 기지의 위상차를 갖는 정현파로 출력되는 참조 신호를 생성하는 참조 신호 생성부와, 상기 참조 신호와 기준 레벨 간의 비교에 따라 동기하는 참조 구형파를 생성하는 제 1 비교부와, 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호 간의 비교에 따라 동기하는 비교 구형파를 생성하는 제 2 비교부와, 상기 참조 구형파에서 상기 참조 신호와 상기 기준 레벨이 동일한 경우에 해당하는 참조 에지(edge) 시간을 검출하는 참조 검출부와, 상기 참조 에지 시간 이후에, 상기 비교 구형파에서 상기 정현파 신호와 상기 참조 신호가 동일한 경우에 해당하는 제 1 크로스 시간을 검출하는 크로스 검출부 및 상기 주기, 상기 기지의 위상차 및 상기 제 1 크로스 시간에 근거하여, 상기 정현파 신호의 진폭을 산출하는 진폭 산출부를 포함한다.

[0014] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 기존의 아날로그-디지털 변환 방식에 비해 구조가 간단하면서, 계산량이 현저히 감소되어, 다채널, 저전력, 소형 생체 신호 측정 시스템을 구현하는데 적합하다. 이에 따라, 본 발명에 의해, 온도 민감성에 견고하여 진폭 측정의 정밀도가 현저히 향상되고, 대상물의 다수의 부분에서 동시에 출력되는 각 정현파 진폭의 정확한 측정을 위한 다채널 측정 구성에 최적화될 수 있다.

[0016] 아울러, 정현파 신호가 이와 동일한 주파수와 위상을 갖는 여기 신호에 기초하여 출력되고, 참조 신호가 동일한 여기 신호로부터 기초하여 여기 신호와 서로 다른 위상을 갖도록 출력되는 경우에, 참조 신호와 정현파 신호가 동일한 여기 신호를 공유하고 있으므로, 잡음 면역성이 강한 노이즈(noise) 특성을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치의 구성도이다. 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기 위한 다이어그램이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기 위한 다이어그램이다.

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치의 구성도이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기 위한 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부한 도면들 및 후술되어 있는 내용을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급되지 않는 한 복수형도 포함된다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자가 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0019] 이하, 도 1, 도 3 및 도 4을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치에 대하여 상세히 설명하기로 한다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치의 구성도이고, 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기 위한 다이어그램이다.

[0020] 정현파 진폭 측정 장치(100)는 외부로부터 인가되는 정현파 신호를 수신하여 이에 대한 진폭을 측정하는 장치이다. 외부로부터 인가되는 정현파 신호는 대상물의 특성을 센싱하는 센서로부터 출력되는 신호일 수 있으며, 대상물은 생체 조직, 기계, 고체 시료, 토목 구조물 등일 수 있다. 대상물이 생체 조직인 경우에는, 센서를 포함하는 정현파 진폭 측정 장치(100)를 이용하여, 일종의 저항성 소자로 간주할 수 있는 생체 조직에서 특정 증상으로 각종 암의 유무가 판단될 수 있다, 고체 시료인 경우에는, 정현파 진폭 측정 장치(100)는 시료의 팽창과 수축에 의한 크기변화를 측정하기 위한 변위측정자기센서(LVDT; Linear Variable Differential Transformer)에 응용될 수 있다.

[0021] 본 실시예에서는 여기 전원(110)의 여기 신호가 신호 감지부(120)에 입력되어, 신호 감지부(120)와 전기적으로 접속된 대상물에 인가되고, 이후에 대상물을 통과한 신호를 신호 감지부(120)를 통해 출력하여, 출력된 신호의 진폭을 측정하는 것을 예로 들어 설명하기로 한다. 즉, 이하에서 설명되는 본 실시예에서의 신호 감지부(120)가 센서로 기능한 것을 위주로 설명하나, 본 실시예는 전술한 사항에 제한되지 않고, 특허청구범위로부터 도출되는 균등한 기술적 사상까지 확장될 수 있으며, 예컨대 센서 출력이 아닌 다양한 형태에 의해 외부로부터 수신되는 정현파 신호의 진폭 측정에 적용될 수 있다.

[0022] 정현파 진폭 측정 장치(100)는 정현파의 여기 신호를 생성하는 여기 전원(110), 여기 신호를 대상물에 인가하고, 이로부터 출력된 정현파 신호를 제공하는 신호 감지부(120), 여기 전원(110)과 전기적으로 연결되어 이와 다른 기지의(known) 위상으로 전이된 참조 신호를 생성하는 참조 신호 생성부를 포함한다.

[0023] 여기 전원(110)은 소정의 각주파수(ω)와 위상을 갖는 정현파의 여기 신호, 예컨대 $\sin\omega t$ (Vpp=1)를 생성하여 신호 감지부(120)와 위상 지연부(130)에 인가할 수 있다. 여기 신호는 설명의 편의상 위상 0도인 정현파 전압 신호로 기술하나, 이와 다른 위상의 정현파 전압 신호 또는 소정 위상의 정현파 전류 신호일 수 있다.

[0024] 신호 감지부(120)는 여기 신호를 입력받아 대상물에 인가하고, 이로부터 출력한 정현파 신호(도 3, 도 4의 10 참조)를 출력 신호로 채용할 수 있다. 만약, 대상물이 생체 조직이라면, 신호 감지부(120)는 생체 신호 센서로 기능될 수 있으며, 생체 조직에 낮은 주파수의 여기 정현파 신호를 인가했을 때, 생체 조직은 유도성 및 용량성 성분을 무시할 수 있을 정도로 미소하게 갖고 있는 바, 실질적으로 갖지 않는 것으로 간주하여도 무방하고, 대체로 저항성 성분을 갖고 있는 바, 출력 정현파 신호(10)는 여기 신호와 실질적으로 동일하거나 이보다 작은 진폭을 가질 뿐, 여기 신호와 동일한 각주파수(ω)와 위상을 갖도록 출력될 수 있다. 즉, 출력 정현파 신호(10)는 여기 신호와 동일한 주기와 위상을 갖는 바, 여기 신호가 $\sin\omega t$ (Vpp=1)인 경우에, 출력 정현파 신호(10)는 $X\sin\omega t$ ($0<X\leq 1$)일 수 있다.

[0025] 참조 신호 생성부는 여기 전원(110)과 연결되어 여기 신호와 다른 기지의 위상으로 전이된 참조 신호(도 3, 도 4의 12 참조)를 생성한다. 예컨대, 참조 신호 생성부는 도 1에 도시된 바와 같이, 위상 지연부(130)를 사용할 수 있다. 만약, 여기 신호가 $\sin\omega t$ (Vpp=1)이라면, 참조 신호(12)는 여기 신호와 지연된 기지의 위상차($\phi>0$, 예컨대 45도)를 갖도록 $\sin(\omega t-\phi)$일 수 있다. 물론, 전술한 참조 신호 생성부는 여기 신호보다 앞선 기지의 위상차를 갖는 참조 신호를 생성할 수 있다. 다른 구현예로서, 위상 지연부(130)는 신호 감지부(120)의 출력단과 연결되어, 출력 정현파 신호로부터 지연된 위상을 갖는 참조 신호를 생성할 수도 있다. 상기 참조 신호(12)는 크로스 시간을 검출하기 위한 기준 신호로 작용하기 위해 생성된 신호이다.

[0026] 또한, 정현파 진폭 측정 장치(100)는 위상 지연부(130)로부터 출력된 참조 신호(12)와 기준 레벨 간의 비교에 따라 동기하는 참조 구형파(square wave)(도 3, 도 4의 14 참조)를 생성하는 제 1 비교부(140) 및 신호 감지부(120)로부터의 출력 정현파 신호(10)와 참조 신호(12) 간의 비교에 따라 동기하는 비교 구형파(도 4의 16 참조)를 생성하는 제 2 비교부(150)를 포함한다.

[0027] 구체적으로, 제 1 비교부(140)는 참조 신호(12)와 기준 레벨, 예컨대 접지 전압인 제로 레벨을 입력받아, 참조 신호(12)가 제로 레벨보다 큰 경우에 일정한 제 1 양값을 갖고, 참조 신호(12)가 제로 레벨보다 작은 경우에 일정한 제 1 음값을 갖는 참조 구형파(14)를 생성할 수 있다. 참조 구형파의 제 1 양값과 제 1 음값의 절대값은 Vpp=1을 갖도록 출력될 수 있다. 또한, 제 1 비교부(140)는 공지의 회로 구성으로 설계될 수 있다.

[0028] 제 2 비교부(150)는 출력 정현파 신호(10)와 참조 신호(12)를 입력받아, 출력 정현파 신호(10)가 참조 신호(12)보다 큰 경우에 일정한 제 2 양값을 갖고, 출력 정현파 신호(10)가 참조 신호(12)보다 작은 경우에 일정한 제 2 음값을 갖는 비교 구형파(16)를 생성할 수 있다. 비교 구형파의 제 2 양값과 제 2 음값의 절대값은 Vpp=1을 갖도록 출력될 수 있다. 또한, 제 2 비교부(150)는 공지의 회로 구성으로 설계될 수 있다.

[0029] 이와 같이, 제 1 및 제 2 비교부(140, 150)을 통해 정현파를 구형파(14, 16)로 바꾸는 이유는 고속 디지털 마이크로프로세서의 시간 정밀도를 이용하기 위함이다. 예를 들어, 1GHz 클럭속도의 마이크로프로세서나 FPGA(Field Programmable Gate Array)의 디지털 신호 시분해능은 1/1GHz = 1nsec 이다. 위상차는 곧 시간차이기에 높은 시분해능을 가진 디지털 소자의 장점을 이용하고자 정현파를 구형파로 바꾼다.

[0030] 이에 더하여, 정현파 진폭 측정 장치(100)는 참조 구형파(14)에서 참조 신호(12)와 제로 레벨이 동일한 경우에 해당하는 참조 에지(edge) 시간(도 4의 t_r 참조)을 검출하는 참조 검출부(160), 참조 에지 시간(t_r) 이후에, 비교 구형파(16)에서 출력 정현파 신호(10)와 참조 신호(12)가 동일한 경우에 해당하는 제 1 크로스 시간(도 4의 t_c 참조)을 검출하는 크로스 검출부(170) 및 여기 신호의 각주파수(ω), 참조 신호(12)의 기지의 위상(ϕ), 제 1 크로스 시간(t_c)에 근거하여, 신호 감지부(120)로부터 출력된 정현파 신호(10)의 진폭을 산출하는 진폭 산출부(180)를 포함한다.

[0031] 구체적으로, 참조 검출부(160)는 참조 구형파(14)에서 소정의 참조 하강 에지(falling edge)를 검출함으로써, 참조 신호(12)가 제로 레벨인 것으로 추정할 수 있으며, 참조 구형파(14)에서 참조 하강 에지에 해당하는 시간인 참조 에지 시간(t_r)을 산출할 수 있다.

[0032] 또한, 크로스 검출부(170)는 참조 에지 시간(t_r)을 참조하여, 이 시간(t_r) 이후에, 참조 구형파(14)의 소정 주기 내에 존재하는 비교 구형파(16)의 비교 하강 에지를 검출함으로써, 출력 정현파 신호(10)와 참조 신호(12)가 Vc로 동일한 것으로 추정할 수 있으며, 비교 구형파(16)에서 비교 하강 에지에 해당하는 제 1 크로스 시간(t_c)을 산출할 수 있다. 참조 검출부(160)가 참조 구형파(14)에서 참조 상승 에지(rising edge)를 검출하는 경우에, 크로스 검출부(170)는 참조 상승 에지에 해당하는 시간을 참조하여, 참조 구형파(14)의 소정 주기 내에서 비교 구형파(16)의 비교 상승 에지를 검출함으로써, 제 1 크로스 시간(t_c)을 산출할 수 있다.

[0033] 진폭 산출부(180)는 여기 신호의 각주파수(ω), 참조 신호(12)의 기지의 위상(ϕ) 및 제 1 크로스 시간(t_c)에 근거하여, 신호 감지부(120)로부터 출력된 정현파 신호(10)의 진폭인 X를 산출할 수 있으며, 이에 대한 구체적인 알고리즘은 후술하기로 한다. 한편, 본 실시예에서 설명한 참조 검출부(160), 크로스 검출부(170) 및 진폭 산출부(180)는 마이크로프로세서 또는 FPGA에 의해 소프트웨어적으로 구현될 수 있다.

[0034] 본 발명에 따른 정현파 진폭 측정 장치는 종래의 위상 감응 복조법(phase-sensitive demodulation)에 의한 진폭 측정 장치에 비해, 회로 구조가 단순화되게 설계됨으로써, 구현시에 유발되는 온도 민감성에 견고하고(robust), 대상물의 다수의 부분에서 동시에 출력되는 각 정현파 진폭의 측정을 위한 다채널 측정에서 최적화되면서 정확

한 측정이 가능하다. 즉, 본 발명의 진폭 측정 장치는 기존의 아날로그-디지털 변환 방식에 비해 구조가 간단하면서, 계산량이 현저히 감소되어, 다채널, 저전력, 소형 생체 신호 측정 시스템을 구현하는데 적합하다.

[0035] 아울러, 출력 정현파 신호(10) 및 참조 신호(12)가 공통된 여기 전원(110)의 여기 신호에 기초하여 출력됨으로써, 여기 신호나 출력 정현파 신호(10) 등에 노이즈가 있더라도, 이러한 노이즈에 면역성이 강한 특성을 가질 수 있다.

[0036] 한편, 도 2를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치에 대하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치의 구성도이다.

[0037] 본 발명의 다른 실시예는 참조 신호를 생성하는 구성을 제외하고, 도 1에 도시된 실시예와 실질적으로 동일한 구성을 포함하는 바, 도 1의 실시예와 상이한 구성을 위주로 기술한다. 구체적으로, 여기 전원(210), 신호 감지부(220), 제 1 및 제 2 비교부(240, 250), 참조 검출부(260), 크로스 검출부(270) 및 진폭 산출부(280)는 도 1를 통해 설명된 여기 전원(110), 신호 감지부(120), 제 1 및 제 2 비교부(140, 150), 참조 검출부(160), 크로스 검출부(170) 및 진폭 산출부(180)와 실질적으로 동일한 기능을 담당한다. 다른 실시예는 도 1의 실시예에 언급된 참조 신호 생성부인 위상 지연부(130)를 구비하지 않는 대신에, 참조 신호(22)가 여기 전원(210)과 독립적인 참조 전원(230)으로부터 출력되는 신호로서, 여기 전원(210)의 전원 신호와 동일한 각주파수(ω)를 가짐과 아울러서, 여기 신호와 상이한 기지의 위상차(ϕ)를 갖도록 출력될 수 있다. 이 경우에, 참조 신호(22)는 여기 신호보다 지연된 위상, 예컨도 45도의 지연 위상을 갖도록 생성될 수 있다.

[0038] 이하에서는, 다시 도 1, 도 3, 도 4를 참조하여, 도 1에 도시된 정현파 진폭 측정 장치(100)를 이용하여 본 발명의 일 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기로 한다. 후술할 실시예는 도 1의 정현파 진폭 측정 장치(100)를 위주로 설명하나, 도 2의 정현파 진폭 측정 장치(200)에도 참조 신호를 여기 신호와 독립적으로 생성함으로써, 물론 적용가능하다. 설명의 편의상, 신호 감지부(120)가 도 1의 실시예를 통해 설명된 센서이고, 센서가 감지하는 대상물은 저항성 성분을 가진 생체 조직 등일 수 있으며, 여기 전원(110)의 여기 신호와 신호 감지부(120)의 출력 정현파 신호(10)는 정현파 전압 신호로서, 각각 $\sin\omega t$ (Vpp=1) 및 $X\sin\omega t$ ($0<X\leq 1$)인 것을 예로 들어 설명한다.

[0039] 여기 신호가 대상물, 예를 들면 생체 조직 등에 인가되어 출력된 정현파 신호(10)는 신호 감지부(120)로부터 출력되고, 위상 지연부(130)는 여기 신호와 동일한 각주파수(ω)이지만 여기 신호와 기지의 위상차(ϕ)를 갖는 $\sin(\omega t-\phi)$ (Vpp=1)인 참조 신호(12)를 생성할 수 있다.

[0040] 이어서, 제 1 비교부(140)는 참조 신호(12)와 기준 레벨인 제로 레벨를 입력받아, 도 3에 도시된 바와 같이, 이들 간의 비교에 따라 동기하는 참조 구형파(14)를 생성하고, 제 2 비교부(150)는 출력 정현파 신호(10)와 참조 신호(12)를 입력받아, 도 4에 도시된 바와 같이, 이들 간의 비교에 따라 비교 구형파(16)를 생성할 수 있다. 이 경우에, 제 1 및 제 2 비교부(140, 150)의 구형파(14, 16)는 서로 동일한 절대값(Vpp=1)을 갖도록 출력될 수 있다.

[0041] 다음으로, 참조 검출부(160)는 참조 구형파(14)를 입력받아, 이로부터 소정의 참조 하강 에지(falling edge)를 검출함으로써, 참조 구형파(14)에서 참조 신호(12)가 제로 레벨인 것으로 추정하고, 이에 의해 도 3에 도시된 바와 같이, 참조 하강 에지에 해당하는 시간인 참조 에지 시간(t_r)을 산출할 수 있다. 계속해서, 크로스 검출부(170)는 참조 에지 시간(t_r) 이후에, 참조 구형파(14)의 1 주기(도 4의 화살표 참조) 내에 존재하는 비교 구형파(16)의 비교 하강 에지를 검출함으로써, 출력 정현파 신호(12)와 참조 신호(12)가 Vc로 동일한 것으로 추정하고, 이에 의해 도 4에 도시된 바와 같이, 비교 구형파(16)에서 비교 하강 에지에 해당하는 제 1 크로스 시간(t_c)을 산출할 수 있다.

[0042] 다음으로, 진폭 산출부(180)는 여기 신호의 각주파수(ω), 참조 신호(12)의 기지의 위상(ϕ) 및 제 1 크로스 시간(t_c)에 근거하여, 신호 감지부(120)로부터 출력된 정현파 신호(10)의 진폭인 X를 하기의 수식 (1)에 의해 산출할 수 있다. 이로부터 진폭 X가 산출이 가능한 것은 각주파수(ω), 위상(ϕ) 및 제 1 크로스 시간(t_c)는 이미 알고 있기 때문이다.

[0043] $$\sin(\omega t_c-\phi) = X\sin\omega t_c = Vc \qquad (1)$$

[0044] 본 발명에 따른 정현파 진폭 측정 방법은 종래의 위상 감응 복조법에 의한 진폭 측정법에 비해, 알고리즘이 단순화됨으로써, 이를 구현하는 회로에서 유발되는 온도 민감성에 견고하도록 설계될 수 있으므로, 정현파 진폭

측정의 정밀도가 향상되고, 다채널 측정이 보다 간이하게 산출됨으로써, 대상물의 다수 부분에서 센싱되는 진폭의 측정이 정확하게 도출될 수 있다.

[0045] 아울러, 출력 정현파 신호(10) 및 참조 신호(12)가 공통된 여기 전원(110)의 여기 신호에 기초하여 출력됨으로써, 여기 신호나 출력 정현파 신호(10) 등에 노이즈가 있더라도, 이러한 노이즈에 면역성이 강한 특성을 가질 수 있다.

[0046] 한편, 도 1 및 도 5를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기로 한다. 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기 위한 다이어그램이다. 후술할 실시예는 도 1의 정현파 진폭 측정 장치(100)를 위주로 설명하나, 도 2의 정현파 진폭 측정 장치(200)에도 참조 신호를 여기 신호와 독립적으로 생성함으로써, 물론 적용가능하다.

[0047] 본 발명의 다른 실시예는 도 3과 도 4의 실시예에 도시된 출력 정현파 신호(10)보다 작은 출력 정현파 신호(20)의 진폭을 측정하는 경우와 아울러서, 도 3, 도 4의 실시예와 상이한 방법을 이용하여 비교 구형파로부터 제 1 크로스 시간을 검출하는 경우에 대하여 설명한다.

[0048] 먼저, 작은 출력 정현파 신호(20)의 진폭을 측정하는 경우에서는, 도 3, 도 4의 측정 방법과 실질적으로 동일한 방법으로 진행되나, 도 1의 제 2 비교부(150)가 출력하는 비교 구형파(26)의 생성 과정이 상이하다. 구체적으로, 제 2 비교부(150)는 작은 출력 정현파 신호(20)와 참조 신호(22)를 입력받아, 도 5에 도시된 바와 같이, 이들 간의 비교에 따라 비교 구형파(26)를 생성할 수 있다. 이 경우에, 제 2 비교부(150)의 비교 구형파(26)는 제 1 비교부(140)의 참조 구형파(24)와 서로 동일한 절대값(Vpp=1)을 갖도록, 출력 정현파 신호(20)보다 큰 값으로 증폭되어 출력될 수 있다.

[0049] 종래의 정현파 진폭 측정법에 비해, 알고리즘이 단순화됨으로써, 이에 따른 측정 방법과 관련된 실시예는 미소한 진폭의 출력 정현파(20)를 측정하는 경우일지라도, 이를 구현하는 회로에서 유발되는 온도 민감성에 견고하도록 설계될 수 있고, 다채널 측정이 보다 간이하면서도 정확하게 산출될 수 있다.

[0050] 다음으로, 이상의 설명에서 언급된 측정 방법과 상이한 방법으로 제 1 크로스 시간을 검출하는 것을 설명하면, 도 3, 도 4에서 설명된 방법과 실질적으로 동일하게 진행되나, 도 1의 크로스 검출부(150)가 제 1 크로스 시간(t_h)을 산출하는 과정이 상이하다. 이러한 과정은 출력 정현파 신호(20)와 참조 신호(22)가 시불변 상태(Wide Sense Stationary; WSS)를 가급적 유지하는 경우에 더욱 정확한 측정을 가능하게 한다. 크로스 검출부(150)는 참조 에지 시간(t_r) 이후에, 참조 구형파(24)의 2 주기(30) 또는 그 이상의 주기 내에 존재하는 비교 구형파(26)의 비교 하강 에지를 검출함으로써, 출력 정현파 신호(20)와 참조 신호(22)가 Vc로 동일한 것으로 추정하고, 이에 의해 도 5에 도시된 바와 같이, 비교 구형파(26)에서 비교 하강 에지에 해당하는 제 1 크로스 시간(t_h)을 산출할 수 있다. 산출된 제 1 크로스 시간(t_h)을 상기 수식 (1)에 대입함으로써, 출력 정현파 신호(20)의 진폭을 측정할 수 있다.

[0051] 이에 따른 측정 방법과 관련된 실시예는 비교 구형파(26)의 비교 에지 등이 노이즈로 인하여 제 1 크로스 시간(t_h) 등의 측정에 오류가 유발되는 것을 방지할 수 있다. 더욱이, 시불변 상태(WSS)가 유지되는 상황이라면, 참조 에지 시간(t_r)으로부터 더 많은 주기로 이격되어 제 1 크로스 시간(t_h) 등을 측정한다면, 높은 SNR(Signal to Noise Ratio)을 획득할 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따르면, 미소한 진폭과 높은 주파수의 주기를 갖는 출력 정현파 신호(20)의 진폭도 정밀하게 측정할 수 있다.

[0052] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치 및 측정 방법에 대하여 도 6 및 도 7을 참조하여 설명한다. 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치의 구성도이고, 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기 위한 다이어그램이다.

[0053] 먼저, 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 장치는 크로스 시간을 검출하는 구성을 제외하고, 도 1 및 도 2에 도시된 실시예와 실질적으로 동일한 구성을 포함하는 바, 이들 실시예 중 도 1의 실시예와 상이한 구성을 위주로 기술한다. 구체적으로, 도 1을 통해 설명된 여기 전원(110), 신호 감지부(120), 위상 지연부(130), 제 1 및 제 2 비교부(140, 150), 참조 검출부(160) 및 진폭 산출부(180)와 실질적으로 동일한 기능을 담당하고, 크로스 검출부(170)는 이하와 같은 구성을 가질 수 있다.

[0054] 크로스 검출부(170)는 참조 에지 시간(도 7의 t_r 참조) 이후에, 비교 구형파(도 7의 38 참조)에서 출력 정현파 신호(도 7의 32 참조)와 참조 신호(도 7의 34 참조)가 동일한 경우에 해당하는 제 1 크로스 시간을 검출하는 제

1 크로스 시간 검출부(172) 및 참조 에지 시간(t_r) 이후에, 출력 정현파 신호(32)와 참조 신호(34)가 동일한 경우에 해당하면서, 제 1 크로스 시간과 다른 제 2 크로스 시간을 검출하는 제 2 크로스 시간 검출부(174)를 포함할 수 있다.

[0055] 구체적으로, 출력 정현파 신호(32) 및 참조 신호(34) 중 적어도 하나가 오프셋된(offset) 신호인 경우에, 제 1 및 제 2 크로스 시간 검출부(172, 174)를 포함하는 크로스 검출부(170)를 이용하여 출력 정현파 신호(32)의 진폭을 측정할 수 있다. 여기서, 출력 정현파 신호(32)와 참조 신호(34)가 오프셋되는 것은 예를 들면, 여기 전원(110)의 여기 신호와 대상물을 통과하여 출력되는 신호 감지부(120)의 신호에 각각 노이즈 전압 등과 같은 별도의 신호가 부가되는 것에 기인될 수 있다. 이러한 오프셋 신호(V_{offset})는 도 7에 도시된 출력 정현파 신호(32)의 경우로 예를 들면, 출력 정현파 신호(32)의 최대값 및 최소값에 실질적으로 동일하게 반영될 수 있다. 정리하면, 출력 정현파 신호(32)와 참조 신호(34)에 의도하지 않게 부가된 오프셋 신호와 상관없이, 출력 정현파 신호(32)의 진폭을 정확하게 측정하기 위해, 제 1 및 제 2 크로스 시간 검출부(172, 174)가 구비된다.

[0056] 제 1 크로스 시간 검출부(170)는 참조 검출부(160)에서 출력된 참조 에지 시간(t_r)을 참조하여, 이 시간(t_r) 이후에, 참조 구형파(36)의 소정 주기 내에 존재하는 비교 구형파(38)의 비교 하강 에지를 검출함으로써, 출력 정현파 신호(32)와 참조 신호(34)가 Vc_1로 동일한 것으로 추정할 수 있으며, 제 1 크로스 시간 검출부(172)는 비교 구형파(38)에서 상기 비교 하강 에지에 해당하는 제 1 크로스 시간(t_{c1})를 산출할 수 있다.

[0057] 제 2 크로스 시간 검출부(174)는 참조 에지 시간(t_r) 이후에 있는 참조 구형파(36)의 소정 주기 내에 존재하면서, 제 1 크로스 시간(t_{c1}) 이후에 존재하는 비교 구형파(38)의 비교 상승 에지를 검출하여, 제 2 크로스 시간 검출부(174)는 비교 구형파(38)에서 상기 비교 상승 에지에 해당하는 제 2 크로스 시간(t_{c2})를 산출할 수 있다.

[0058] 진폭 산출부(180)는 여기 신호의 각주파수(ω), 참조 신호(34)의 기지의 위상(φ), 제 1 크로스 시간(t_{c1}) 및 제 2 크로스 시간(t_{c2})에 근거하여, 신호 감지부(120)로부터 출력된 정현파 신호(32)의 진폭을 산출할 수 있으며, 이에 대한 구체적인 알고리즘은 후술하기로 한다.

[0059] 이하에서는, 다시 도 1, 도 6 및 도 7을 참조하여, 도 1과 도 6에 도시된 정현파 진폭 측정 장치(100)를 이용하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법을 설명하기로 한다. 도 2의 정현파 진폭 측정 장치(200)에도 참조 신호를 여기 신호와 독립적으로 생성함으로써, 물론 적용가능하다. 설명의 편의상, 신호 감지부(120)가 도 1의 실시예를 통해 설명된 센서이고, 센서가 감지하는 대상물은 저항성 성분을 가진 생체 조직 등일 수 있으며, 여기 전원(110)의 여기 신호는 $\sin\omega t$ (Vpp=1)이고, 위상 지연부(130)의 참조 신호(34)는 여기 신호와 동일한 각주파수(ω)이지만 여기 신호와 기지의 위상차(φ; 예컨대, φ>0로서 45도)를 갖는 $\sin(\omega t-\phi)$ (Vpp=1)이고, 신호 감지부(120)의 출력 정현파 신호(32)는 V_{offset} 만큼 오프셋된 정현파 전압 신호로서 $X\sin\omega t+V_{offset}$ ($0<X\leq 1$)인 것을 예로 들어 설명한다. 즉, 출력 정현파 신호(32)만 오프셋된 경우을 예로 들어 기술하기로 한다.

[0060] 출력 정현파 신호(32), 참조 신호(34) 및 참조 구형파(36), 비교 구형파(38) 및 참조 하강 에지에 해당하는 시간인 참조 에지 시간(t_r)은 신호 감지부(120), 위상 지연부(130), 제 1, 제 2 비교부(140, 150) 및 참조 검출부(160)를 통해, 도 1, 도 3, 도 4에서 설명된 본 발명의 일 실시예에 따른 정현파 진폭 측정 방법과 실질적인 과정으로 생성, 획득될 수 있으므로, 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.

[0061] 이어서, 제 1 크로스 시간 검출부(172)는 참조 검출부(160)에서 출력된 참조 에지 시간(t_r)을 참조하여, 이 시간(t_r) 이후에, 참조 구형파(36)의 소정 주기, 예컨대 2 주기 내에 존재하는 비교 구형파(38)의 비교 하강 에지를 검출함으로써, 출력 정현파 신호(32)와 참조 신호(34)가 V_{C1}로 동일한 것으로 추정할 수 있으며, 도 7에 도시된 바와 같이, 제 1 크로스 시간 검출부(172)는 비교 구형파(38)에서 상기 비교 하강 에지에 해당하는 제 1 크로스 시간(t_{c1})를 산출할 수 있다.

[0062] 계속해서, 제 2 크로스 시간 검출부(174)는 참조 에지 시간(t_r) 이후에 있는 참조 구형파(36)의 소정 주기, 예컨대 2 주기 이상 내에 존재하면서, 제 1 크로스 시간(t_{c1}) 이후의 비교 구형파(38)의 1 주기 내에 존재하는 비

교 상승 에지를 검출하여, 제 2 크로스 시간 검출부(174)는 비교 구형파(38)에서 비교 하강 에지에 해당하는 제 2 크로스 시간(t_{c2})를 도 7에 도시된 바와 같이, 산출할 수 있다.

[0063] 다음으로, 진폭 산출부(180)는 여기 신호의 각주파수(ω), 참조 신호(34)의 기지의 위상(ϕ), 제 1 크로스 시간(t_{c1}) 및 제 2 크로스 시간(t_{c2})에 근거하여, 신호 감지부(120)로부터 출력된 정현파 신호(32)의 진폭인 X를 하기의 수식 (2)~(4)에 의해 산출할 수 있다. 이로부터 진폭 X가 산출이 가능한 것은 각주파수(ω), 위상(ϕ), 제 1 크로스 시간(t_{c1}) 및 제 2 크로스 시간(t_{c2})은 이미 알고 있고, V_{offset}은 알 수 없더라도, 하기 (4)식과 같이, 소거되기 때문이다.

[0064] $$\sin(\omega t_{c1}-\phi) = X\sin\omega t_{c1} + V_{offset} = V_{C1} \qquad (2)$$

[0065] $$\sin(\omega t_{c2}-\phi) = X\sin\omega t_{c2} + V_{offset} = V_{C2} \qquad (3)$$

[0066] $$X = [\sin(\omega t_{c1}-\phi) - \sin(\omega t_{c2}-\phi)] / [\sin\omega t_{c1} - \sin\omega t_{c2}] \qquad (4)$$

[0067] 이상에서는 출력 정현파 신호(32)만이 오프셋된 신호인 것으로 설명하였으나, 본 실시예는 출력 정현파 신호(32)와 참조 신호(34)가 서로 다른값으로 전부 오프셋되더라도, 오프셋은 통상적으로 각 신호(32, 34)의 최대, 최소값에 실질적으로 동일하게 포함됨에 따라, 수식 (2)~(4)에 의해, 양 신호(32, 34)에 존재하는 오프셋이 제거될 수 있으므로, 전부 오프셋된 경우에도 적용가능하다.

[0068] 본 발명에 따른 정현파 진폭 측정 장치는 종래의 진폭 측정 방법에 비해, 회로 구조가 단순화되게 설계됨으로써, 구현시에 유발되는 온도 민감성에 견고하고, 대상물의 다수의 부분에서 동시에 출력되는 각 정현파 진폭의 측정을 위한 다채널 측정에서 최적화되면서 정확한 측정이 가능하다. 또한, 본 실시예에 따르면, 출력 정현파 신호(32)와 참조 신호(34)에 의도하지 않게 오프셋 신호가 부가되더라도, 이에 의해 영향을 받지 않고, 출력 정현파 신호(32)의 진폭을 정확하게 측정할 수 있는 알고리즘이 구현될 수 있다.

[0069] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

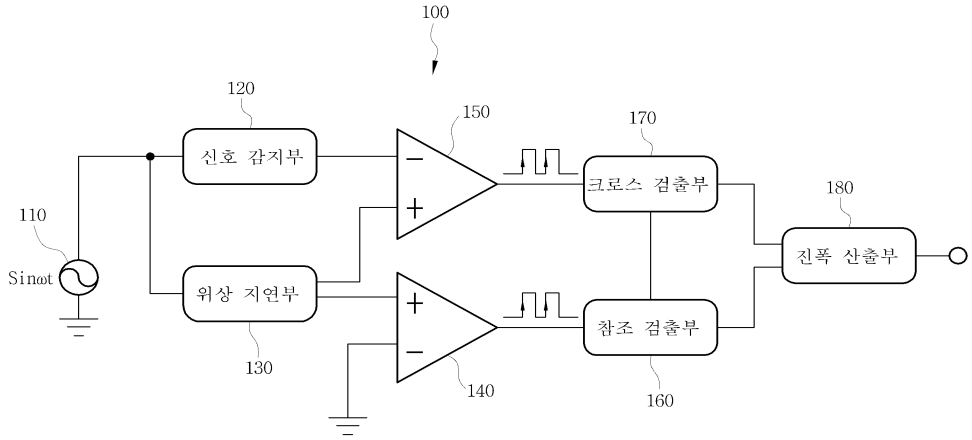
부호의 설명

[0070]

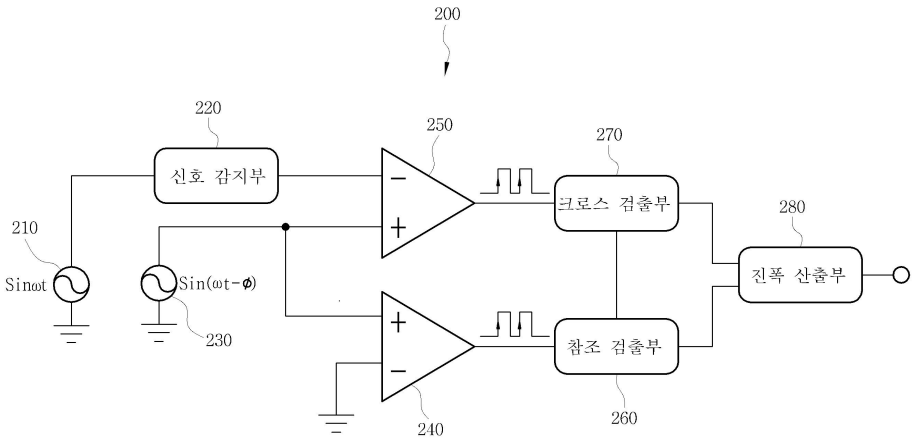
100:	정현파 진폭 측정 장치	110:	여기 전원
120:	신호 감지부	130:	위상 지연부
140:	제 1 비교부	150:	제 2 비교부
160:	참조 검출부	170:	크로스 검출부
180:	진폭 산출부	230:	참조 전원

도면

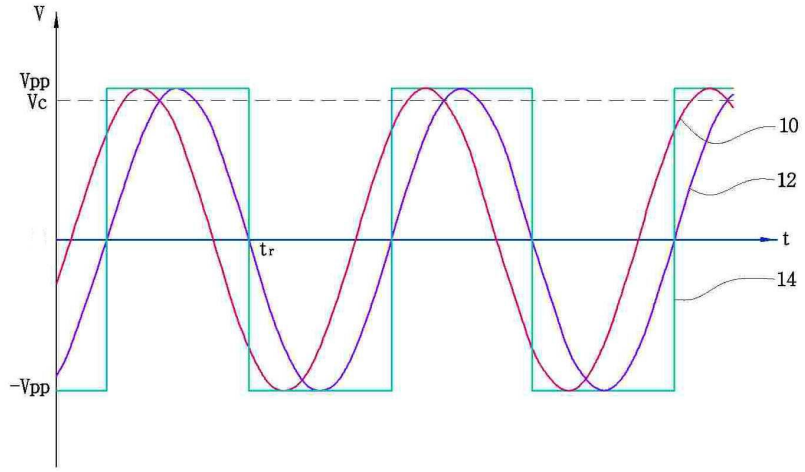
도면1


100
120
150
170
180
110
신호 감지부
크로스 검출부
진폭 산출부
Sinωt
위상 지연부
참조 검출부
130
140
160

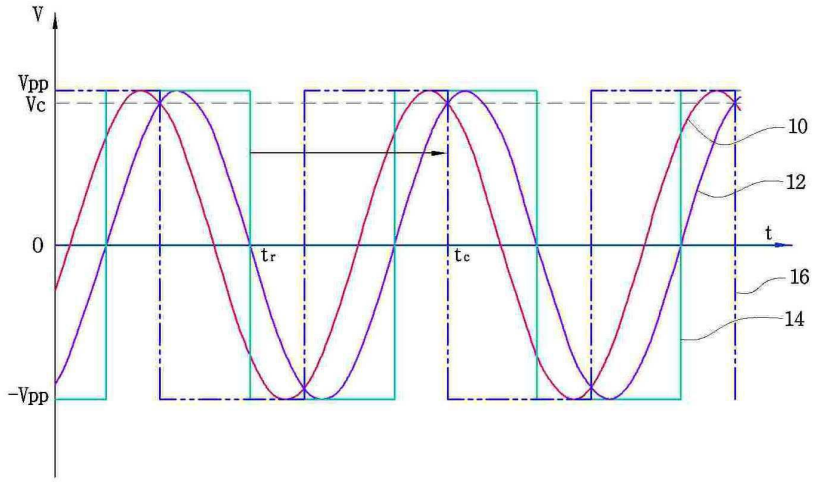
도면2


200
220
250
270
280
210
신호 감지부
크로스 검출부
진폭 산출부
Sinωt
Sin(ωt-ϕ)
230
참조 검출부
240
260

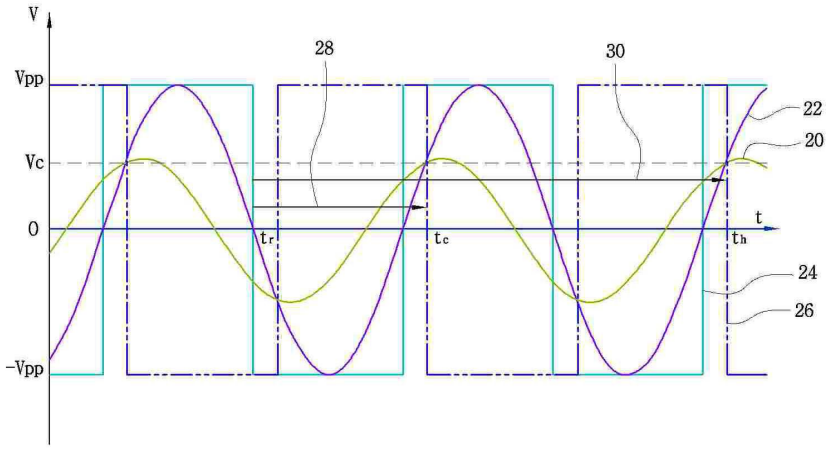
도면3


V
Vpp
Vc
10
12
t
tr
14
-Vpp

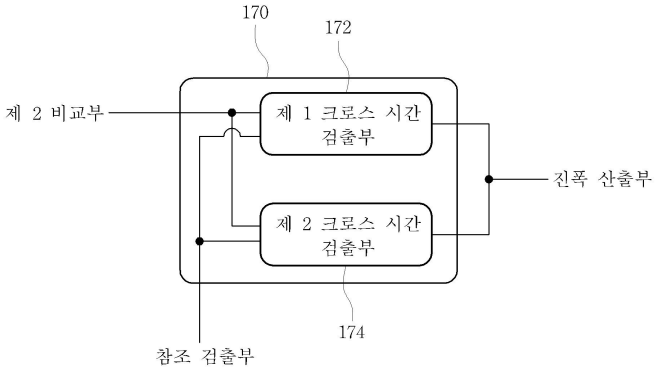
도면4


V
Vpp
Vc
10
12
0
t
tr
tc
16
14
-Vpp

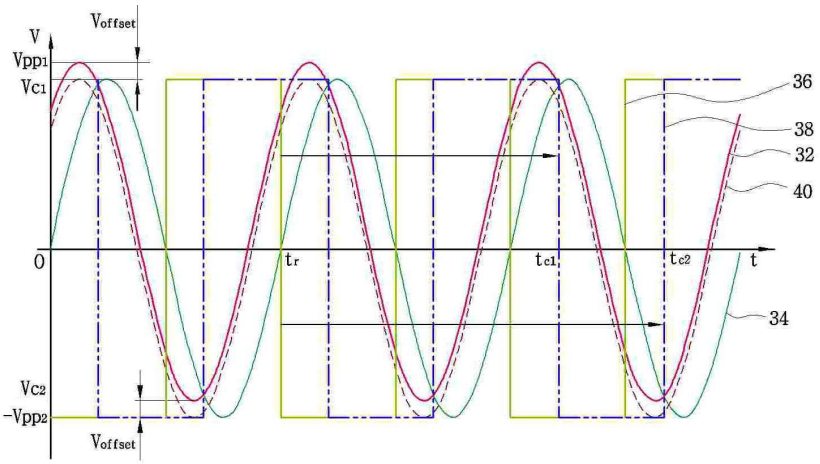
도면5


V
28
30
Vpp
22
20
Vc
0
t
tr
tc
th
24
26
-Vpp

도면6


170
172
제 2 비교부
제 1 크로스 시간 검출부
진폭 산출부
제 2 크로스 시간 검출부
174
참조 검출부

도면7


V
Voffset
Vpp1
Vc1
36
38
32
40
0
tr
tc1
tc2
t
34
Vc2
-Vpp2
Voffset