



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월28일
(11) 등록번호 10-1548083
(24) 등록일자 2015년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 27/26 (2006.01) A61B 8/14 (2006.01)
G01N 29/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0112410
(22) 출원일자 2014년08월27일
심사청구일자 2014년08월27일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005102811 A
KR101427598 B1
JP2006043348 A
JP2004267332 A

(73) 특허권자
동국대학교 경주캠퍼스 산학협력단
경상북도 경주시 석장동 707
(72) 발명자
강범주
대전 서구 둔산북로 160, 103동 1001호 (둔산동, 한마루아파트)
김양수
대구광역시 달서구 달서대로 67, 105동 1501호(유천동, 유천포스코더샵아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오경환

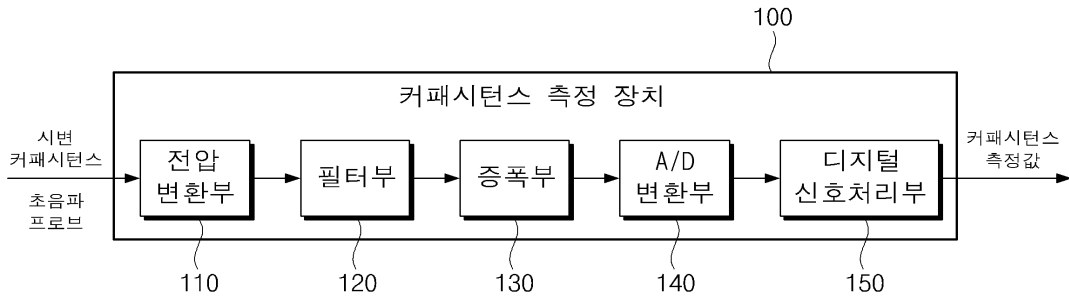
(54) 발명의 명칭 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 다중 채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치를 이용한 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법에 있어서, 상기 초음파 프로브의 각 채널 별로 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값에 대응하는 전압 값을 측정하는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



단계와, 상기 측정된 전압 값을 디지털 전압 값으로 변환하는 단계, 및 디지털 전압과 커패시턴스에 해당하는 두 변수 간의 선형 관계를 정의하는 전압-커패시턴스 변환 함수 상에 상기 변환된 디지털 전압 값을 대입하여 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값을 추정하는 단계를 포함하는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법을 제공한다.

상기 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치에 따르면, 채널이 가지는 커패시턴스에 대응하는 전압을 디지털 전압으로 변환한 다음 이를 전압-커패시턴스 변환 함수에 대입하여 측정하는 방식으로 구현됨에 따라, 커패시턴스 측정이 용이할 뿐만 아니라 회로 구성을 간소화 및 소형화할 수 있는 이점이 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 K-2013-A0013-00005

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업청

연구사업명 산학연 첫걸음기술개발사업

연구과제명 의료용 초음파 프로브 수리를 위한 자가 검증 기술 및 제품 개발

기여율 1/1

주관기관 동국대학교 경주캠퍼스 산학협력단

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치를 이용한 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법에 있어서,

상기 초음파 프로브의 각 채널 별로 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값에 대응하는 전압 값을 측정하는 단계;

상기 측정된 전압 값을 디지털 전압 값으로 변환하는 단계; 및

디지털 전압과 커패시턴스에 해당하는 두 변수 간의 선형 관계를 정의하는 전압-커패시턴스 변환 함수 상에 상기 변환된 디지털 전압 값을 대입하여 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값을 추정하는 단계를 포함하는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 측정된 전압 값의 리플을 제거하여 평탄화하는 단계; 및

상기 리플이 제거된 전압 값의 크기를 증폭하는 단계를 더 포함하는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전압-커패시턴스 변환 함수는,

N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플과 그에 대응하는 N개의 디지털 전압 샘플을 각각 y 변수 및 x 변수로 하여, 두 변수 간의 선형 관계를 최소 자승법으로 도출하여 얻어진 1차 함수($y=ax+b$)인 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 전압-커패시턴스 변환 함수는,

상기 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플과 상기 N개의 디지털 전압 샘플을 선형 보간(Linear Interpolation)하여 샘플의 수를 증가시킨 다음 상기 최소 자승법을 사용하여 도출한 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 커패시턴스 측정 장치는,

상기 다중채널을 L개의 채널로 변환하는 L개의 믹스채널에 연결되어 상기 믹스채널 단위로 커패시턴스 측정을 수행하고,

상기 전압-커패시턴스 변환 함수는,

상기 L개의 믹스채널 별로 상기 전압-커패시턴스 변환 함수를 구성하는 상기 1차 함수의 a와 b 값이 개별적으로 도출되어 사용되는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법.

청구항 6

초음파 프로브의 각 채널 별로 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값에 대응하는 전압 값을 측정하는 전압 변환부;

상기 측정된 전압 값을 디지털 전압으로 변환하는 A/D 변환부; 및

디지털 전압과 커패시턴스에 해당하는 두 변수 간의 선형 관계를 정의하는 전압-커패시턴스 변환 함수 상에 상기 변환된 디지털 전압 값을 대입하여 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값을 추정하는 디지털 신호처리부를 포함하는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 측정된 전압 값의 리플을 제거하여 평탄화하는 필터부; 및

상기 리플이 제거된 전압 값의 크기를 증폭하는 증폭부를 더 포함하는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 전압-커패시턴스 변환 함수는,

N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플과 그에 대응하는 N개의 디지털 전압 샘플을 각각 y 변수 및 x 변수로 하여, 두 변수 간의 선형 관계를 최소 자승법으로 도출하여 얻어진 1차 함수($y=ax+b$)인 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 전압-커패시턴스 변환 함수는,

상기 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플과 상기 N개의 디지털 전압 샘플을 선형 보간(Linear Interpolation)하여 샘플의 수를 증가시킨 다음 상기 최소 자승법을 사용하여 도출한 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 커패시턴스 측정 장치는,

상기 다중채널을 L개의 채널로 변환하는 L개의 믹스채널에 연결되어 상기 믹스채널 단위로 커패시턴스 측정을 수행하고,

상기 전압-커패시턴스 변환 함수는,

상기 L개의 믹스채널 별로 상기 전압-커패시턴스 변환 함수를 구성하는 상기 1차 함수의 a와 b 값이 개별적으로 도출되어 사용되는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스를 측정하여 고장 여부를 진단할 수 있는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 초음파 진단 장비는 초음파 프로브가 접속되어 사용된다. 초음파 프로브는 피검체에 초음파 신호를 전달하고 피검체로부터 반사되는 에코 신호를 수신하여 초음파 진단 장비에 전달한다. 초음파 진단 장비는 이 에코 신호에 기반하여 피검체의 내부 상태를 영상 이미지로 생성하고 그 결과를 화면에 제공한다.

- [0003] 이러한 초음파 프로브는 일반적으로 다중채널의 와이어가 내장된 케이블과, 케이블의 양단에 구비되는 초음파 헤드 및 커넥터를 포함하는 형태를 가진다. 초음파 헤드는 실제로 피검체에 접촉되어 피검체를 스캔하며 커넥터는 초음파 진단 장비에 직접 접속된다.
- [0004] 초음파 프로브의 고장 진단을 위한 방법으로는 초음파 프로브를 구성하는 각 채널의 커패시턴스를 측정하는 방법이 있다. 여기서 기존의 일반적인 DVM(digital volt meter)은 초음파 프로브의 고장 진단이 불가능하기 때문에 주로 고가의 LCR 측정기(LCR Meter)를 이용하여 고장 여부를 진단하고 있다. 그런데 이러한 LCR 측정기는 단순히 커패시턴스(C) 값을 측정하는 것이 아니라 인덕턴스(L) 및 레지스턴스(R) 등의 특성 임피던스를 측정하는 장비로서, 회로 구성이 복잡하며 장비의 소형화가 힘들고 제품이 고가인 단점이 있다.
- [0005] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2014-0097614호(2014.08.07 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 커패시턴스의 측정이 용이하며 장비를 소형화할 수 있는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명은, 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치를 이용한 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법에 있어서, 상기 초음파 프로브의 각 채널 별로 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값에 대응하는 전압 값을 측정하는 단계와, 상기 측정된 전압 값을 디지털 전압 값으로 변환하는 단계, 및 디지털 전압과 커패시턴스에 해당하는 두 변수 간의 선형 관계를 정의하는 전압-커패시턴스 변환 함수 상에 상기 변환된 디지털 전압 값을 대입하여 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값을 추정하는 단계를 포함하는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법을 제공한다.
- [0008] 여기서, 상기 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법은, 상기 측정된 전압 값의 리플을 제거하여 평탄화하는 단계, 및 상기 리플이 제거된 전압 값의 크기를 증폭하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0009] 또한, 상기 전압-커패시턴스 변환 함수는, 임의의 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플과 그에 대응하는 N개의 디지털 전압 샘플을 각각 y 변수 및 x 변수로 하여, 두 변수 간의 선형 관계를 최소 자승법으로 도출하여 얻어진 1차 함수($y=ax+b$)일 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 전압-커패시턴스 변환 함수는, 상기 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플과 상기 N개의 디지털 전압 샘플을 선형 보간(Linear Interpolation)하여 샘플의 수를 증가시킨 다음 상기 최소 자승법을 사용하여 도출할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 커패시턴스 측정 장치는, 상기 다중채널을 L개의 채널로 변환하는 L개의 믹스채널에 연결되어 상기 믹스채널 단위로 커패시턴스 측정을 수행하고, 상기 전압-커패시턴스 변환 함수는, 상기 L개의 믹스채널 별로 상기 전압-커패시턴스 변환 함수를 구성하는 상기 1차 함수의 a와 b 값이 개별적으로 도출되어 사용될 수 있다.
- [0012] 그리고, 본 발명은, 초음파 프로브의 각 채널 별로 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값에 대응하는 전압 값을 측정하는 전압 변환부와, 상기 측정된 전압 값을 디지털 전압으로 변환하는 A/D 변환부, 및 디지털 전압과 커패시턴스에 해당하는 두 변수 간의 선형 관계를 정의하는 전압-커패시턴스 변환 함수 상에 상기 변환된 디지털 전압 값을 대입하여 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값을 추정하는 디지털 신호처리부를 포함하는 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치를 제공한다.
- [0013] 여기서, 상기 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치는, 상기 측정된 전압 값의 리플을 제거하여 평탄화하는 필터부, 및 상기 리플이 제거된 전압 값의 크기를 증폭하는 증폭부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따른 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치에 따르면, 채널이 가지는 커패시턴스에 대응하는 전압을 디지털 전압으로 변환한 다음 이를 전압-커패시턴스 변환 함수에 대입하여 측정하는 방식으로 구현됨에 따라, 커패시턴스 측정이 용이할 뿐만 아니라 회로 구성을 간소화 및 소형화할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치의 구성도이다.
- 도 2는 도 1을 이용한 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법의 흐름도이다.
- 도 3은 초음파 프로브의 다중채널에 대해 도 1의 장치가 연결된 개념도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에서 믹스 채널 별로 변환 함수를 도출하는 개념도이다.
- 도 5는 도 3에 도시된 6개의 믹스 채널별로 얻어진 전압-커패시턴스 변환 함수의 실례를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0017] 본 발명은 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 다중채널을 가지는 초음파 프로브의 각 채널별로 커패시턴스 값을 측정하고 이를 바탕으로 초음파 프로브의 고장 여부를 진단할 수 있는 방법을 제공한다.
- [0018] 일반적으로 초음파 프로브는 다수의 와이어를 외피부에 내장하여 다중 채널(ex, 통상의 128 채널수, 192 채널수)을 가지는 케이블과, 케이블의 일단에 구비되는 초음파 헤드, 그리고 케이블의 타단에 구비되는 커넥터를 포함하는 형태를 가진다. 초음파 헤드는 실제로 피검체에 접촉되어 피검체를 스캔하는 부분이며, 커넥터는 초음파 진단 장비나 커패시턴스 측정 장비에 직접 접속되는 부분이다.
- [0019] 만일 케이블을 구성하는 일부 와이어 채널에 단선이나 손상이 발생하게 되면 해당 전송 경로에 대해서는 커패시턴스 값이 감소하게 된다. 이와 같이 커패시턴스 값이 감소하면 영상 이미지에 오류나 왜곡 등을 발생시킬 수 있으며 이는 오진 및 의료 사고를 유발하는 요인이 된다.
- [0020] 따라서, 본 발명의 실시예에는 초음파 프로브의 케이블을 구성하는 각각의 와이어 채널 별로 커패시턴스 값을 검출하고 이를 통해 초음파 프로브의 성능과 고장 여부를 점검하는 방법을 제시한다.
- [0021] 본 발명의 실시예에서는 기존과 같이 직접적으로 커패시턴스를 측정하기보다는 초음파 채널이 가지는 미지의 커패시턴스를 그에 대응하는 주파수로 변환하고 이 변환된 주파수를 전압으로 다시 변환한 다음, 변환된 전압을 미리 유도된 전압-커패시턴스 변환 함수에 대입하여 커패시턴스를 획득하는 방법을 제공한다. 이하에서는 상기의 구성에 관하여 보다 상세히 설명한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치의 구성도이고, 도 2는 도 1을 이용한 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법의 흐름도이다.
- [0023] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치(100)는 전압 변환부(110), 필터부(120), 증폭부(130), A/D 변환부(140), 디지털 신호처리부(150)를 포함한다.
- [0024] 먼저, 전압 변환부(110)는 초음파 프로브의 각 채널 별로 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값에 대응하는 전압 값을 측정한다(S210).
- [0025] 측정 대상물이 가진 커패시턴스를 그에 대응하는 전압으로 변환하여 커패시턴스를 추정할 수 있게 하는 기술은 이미 널리 알려져 있다. 따라서 S210 단계는 기존의 기술을 이용하여 구현할 수 있다.
- [0026] 그 예로서, 상기의 S210 단계는 측정 대상물이 가지는 커패시턴스를 주파수로 변환한 다음 이 변환된 주파수를 다시 전압으로 변환하여 출력하는 방식인 CAV444 IC 칩을 사용하여 구현할 수 있다.
- [0027] 이후 필터부(120)는 상기 측정된 전압 값의 리플을 제거하고 평탄화한다(S220). 이러한 필터부(120)는 LPF(Low Pass Filter)로 구현될 수 있다.
- [0028] 앞서의 S210 단계에서 커패시턴스가 전압으로 변환되는 과정에서 순간적으로 평균보다 높거나 낮은 크기의 아날로그 전압 값이 발생할 수 있는데, S220 단계는 이들을 평균에 가까운 전압으로 만들어주는 역할을 한다.
- [0029] 이후, 증폭부(130)는 상기 필터링된 전압 값의 크기를 다시 증폭한다(S230). 이러한 증폭 과정은, 전압 변환부(110)의 동작 범위와 A/D 변환부(140)의 동작 범위가 서로 다르기 때문에 전압 변환부(110)의 출력을 A/D 변환

부(140)의 동작 범위에 부합하도록 증폭하여 주는 역할을 한다.

- [0030] A/D 변환부(140)는 상기 증폭된 전압 값을 디지털 전압 값으로 변환한다(S240). A/D 변환부(140)는 전단에서 출력된 아날로그 전압 값을 디지털 전압으로 변환하여 디지털 신호처리부(150)로 전달한다.
- [0031] 본 실시예의 주요 기술은 디지털 신호처리부(150)의 기능에 포함되어 있으며 상기 변환된 디지털 전압을 다시 커패시턴스 값으로 변환하는 기술에 해당된다. 이를 위해 본 실시예에서는 디지털 전압과 커패시턴스에 해당하는 두 변수 간의 선형 관계를 정의한 '전압-커패시턴스 변환 함수'(Voltage to capacitance 변환 함수)를 사용한다.
- [0032] 즉, S240 단계 이후, 디지털 신호처리부(150)는 상기 전압-커패시턴스 변환 함수 상에, 상기 변환된 디지털 전압 값을 대입하여, 상기 채널이 가지는 커패시턴스 값을 추정한다(S250).
- [0033] 이하에서는 전압-커패시턴스 변환 함수에 관하여 상세히 설명한다. 이러한 전압-커패시턴스 변환 함수는 디지털 전압 값(x)에 대응하는 커패시턴스 값(y)을 제공하는 1차 함수($y=ax+b$)의 형태를 가진다.
- [0034] 전압-커패시턴스 변환 함수의 유도 과정은 다음과 같다. 우선, 측정하고자 하는 커패시턴스 측정 범위에 부합하는 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플들($y_1, y_2, y_3, \dots, y_N$)을 선정한다. 또한, N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플들에 대응하는 디지털 전압 샘플들($x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$)을 획득한다.
- [0035] N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플들($y_1, y_2, y_3, \dots, y_N$)은 커패시턴스 값을 미리 알고 있는 샘플에 해당되며 서로 균등한 샘플값 간격으로 선정될 수 있다. 또한 이 레퍼런스 커패시턴스 샘플에 대응하는 디지털 전압 샘플들($x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$)은 본 실시예에 따른 전압 변환부(110) 내지 A/D 변환부(140)의 회로를 이용하여 획득할 수 있다.
- [0036] 전압-커패시턴스 변환 함수는 상기의 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플($y_1, y_2, y_3, \dots, y_N$)과 그에 대응하는 N개의 디지털 전압 샘플($x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$)을 각각 y 변수 및 x 변수로 하여, 두 변수 간의 선형 관계를 최소 자승법(method of least squares)으로 도출하여 얻어지며, 1차 함수($y=ax+b$)의 형태를 가진다.
- [0037] 최소 자승법을 이용하면, N개의 레퍼런스 커패시턴스 y_i ($i=1, 2, 3, \dots, N$)와, 전압-커패시턴스 변환함수 값 $f(x_i)$ 과의 오차를 자승한 것에 대한 총합이 최소가 되도록 하는 하나의 전압-커패시턴스 변환 함수 $y=f(x)$ 를 탐색할 수 있게 된다.
- [0038] 상기 오차를 자승한 것에 대한 총합 S_E 는 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학적 식 1

$$S_E = \sum_{i=1}^N \{y_i - f(x_i)\}^2$$

[0039]

여기서, $f(x)=ax+b$ 형태로서, 수학적 식 1의 S_E 는 수학적 식 2로 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$S_E = \sum_{i=1}^N (y_i - ax_i - b)^2$$

[0041]

- [0042] 결과적으로 최소 자승법을 이용한 전압-커패시턴스 변환 함수의 유도란 상기 S_E 를 최소화할 수 있는 a와 b를 구하는 것을 의미한다. S_E 를 최소화하기 위한 a와 b를 구하기 위해서는 S_E 를 a와 b에 대해 각각 편미분한 값이 제

로가 되면 된다. 이를 수학식으로 나타내면 다음과 같다.

수학식 3

$$\frac{dS_E}{da} = -2 \sum_{i=1}^N (y_i - ax_i - b) x_i = 0$$

$$\frac{dS_E}{db} = -2 \sum_{i=1}^N (y_i - ax_i - b) = 0$$

수학식 3은 변수가 a, b인 두 개의 방정식으로 간략하게 정리될 수 있으며 그 결과는 아래의 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$a \sum_{i=1}^N x_i^2 + b \sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N x_i y_i$$

$$a \sum_{i=1}^N x_i + bN = \sum_{i=1}^N y_i$$

마지막으로 수학식 4의 a와 b는 Cramer 법칙에 의해 수학식 5와 같이 정리될 수 있다.

수학식 5

$$a = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 \sum_{i=1}^N y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N x_i y_i}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

이상과 같이, 본 발명의 실시예에서는 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플들($y_1, y_2, y_3, \dots, y_N$)과 N개의 디지털 전압 샘플들($x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$)이 주어졌을 때, y_i 와 $f(x_i)$ 간의 오차의 총합을 최소화하는 변수 a와 b를 수학식 5를 통하여 구할 수 있으며, 구하여진 a와 b를 이용하여 전압-커패시턴스 변환 함수 $y=ax+b$ 를 획득할 수 있다.

한편, 실제로 상기 전압-커패시턴스 변환 함수와 상기 레퍼런스 커패시턴스 샘플 값 간의 오차를 최소화하기 위

해서는 레퍼런스 커패시턴스 샘플들의 수를 증가시켜야 한다. 하지만 변환 함수의 구성 시 초기에 많은 양의 레퍼런스 커패시턴스를 제공하는 데는 한계가 있기 때문에, 본 실시예에서는 소수의 샘플들을 선형 보간하여 이들의 샘플들에 대하여 최소 자승법을 이용하여 변환 함수를 유도할 수 있다.

[0053] 즉, 본 발명의 실시예에서는 소수의 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플과 N개의 디지털 전압 샘플들에 대하여 선형 보간(Linear Interpolation)을 취하여 샘플의 수를 증가시킨 다음 상기 최소 자승법을 사용하여 상기 전압-커패시턴스 변환 함수를 도출할 수 있다. 물론 이와 같이 샘플들의 수를 늘려서 변환 함수를 유도할 경우는 그렇지 않은 경우에 비하여 커패시턴스의 측정 정확도를 높일 수 있다.

[0054] 이상과 같은 본 실시예는 기존의 커패시턴스-전압 변환 기술을 이용하여 채널이 가지는 커패시턴스를 전압으로 변환한 후, 변환된 전압의 디지털 값을 다시 커패시턴스로 변환하는 알고리즘을 통하여 초음파 프로브의 각 채널별 커패시턴스를 측정할 수 있다.

[0055] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 커패시턴스 측정 장치는 초음파 프로브의 다중채널을 L개의 채널로 변환하는 L개의 믹스채널에 대해 연결되어 상기 믹스채널 단위로 커패시턴스 측정을 수행한다. 이와 관련하여 도 3을 참조로 하면 다음과 같다.

[0056] 도 3은 초음파 프로브의 다중채널에 대해 도 1의 장치가 연결된 개념도이다. 도 3은 192 개의 채널로 구성된 초음파 프로브에 대해 6개의 믹스 채널이 연결된 경우를 예시하고 있다. 물론 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0057] 총 192 채널의 초음파 프로브는 6개의 믹스 채널과 연결되어 있으며, 초음파 프로브의 32 채널마다 1개의 믹스가 연결된다. 따라서, 6개의 믹스 채널은 초음파 프로브의 192 채널을 6 채널로 변환한다. 믹스가 많이 사용될수록 채널이 분산되어 동시에 많은 신호를 처리할 수 있고 신호 처리 효율을 높인다.

[0058] 믹스 블럭 다음에는 전압 변환 회로 블럭이 구성된다. 전압 변환 회로 블럭은 전압 변환부(110)와 증폭부(130)를 포함하는 부분이며, 이들 또한 믹스 채널 단위마다 구성되어 있다. 물론 전압 변환 회로에는 필터부(120)의 구성이 추가될 수 있다.

[0059] 전압 변환 회로 블럭 다음에는 디지털 신호처리부 블럭이 구성된다. 디지털 신호처리 블럭은 앞단에서 출력된 아날로그 전압을 디지털 전압으로 변환하는 A/D 변환부(140)(ADC)와, 변환된 디지털 전압을 다시 커패시턴스 값으로 변환하는 디지털 신호처리부(150)(DSP)를 포함하여 구성된다. 여기서 ADC 또한 6개 채널로 구성되어 있으며 DSP는 각각의 ADC 채널에서 변환된 디지털 전압을 커패시턴스로 변환 처리하도록 한다. 유저 인터페이스는 디지털 신호처리부 블럭과 연결되어 있어 처리 결과를 화면으로 표시하고 관리자 단말 등에게 제공한다.

[0060] 이상과 같이 본 발명의 실시예에 따른 장치는 각각의 믹스 채널 단위로 커패시턴스를 측정하도록 한다. 다만, 측정의 정확도 및 신뢰도를 향상시키기 위하여, 본 실시예의 경우, 각각의 믹스 채널 별로 전압-커패시턴스 변환 함수를 개별적으로 도출한다. 따라서, 전압-커패시턴스 변환 함수는, 상기 L개의 믹스채널 별로 상기 전압-커패시턴스 변환 함수를 구성하는 1차 함수($y=ax+b$)의 a와 b 값이 개별적으로 도출되어 사용된다.

[0061] 이는 각각의 믹스 채널 별로 아날로그 회로(초음파 프로브 커넥터, 믹스 회로, 전압 변환기, 필터부, 증폭부 등)의 특성이 다르며 그로 인하여 각 믹스 채널 별로 내재하고 있는 커패시턴스 값이 일정치 않기 때문이다. 다시 말해서, 동일한 회로 구성이라 하더라도 소자 간의 오차가 있기 때문에, 본 실시예는 이를 보정하기 위하여 믹스채널 별로 전압-커패시턴스 변환 함수를 개별적으로 도출하고 커패시턴스 측정의 정확도를 높인다.

[0062] 도 4는 본 발명의 실시예에서 믹스 채널 별로 변환 함수를 도출하는 개념도이다. 초음파 프로브의 각 채널 대신에, 미리 알고 있는 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플을 본 실시예의 장치(전압 변환부 내지 V/C 변환부 구성)에 사전에 적용하면 상기 N개의 레퍼런스 커패시턴스 샘플에 대응하는 N개의 디지털 전압 샘플을 각각의 믹스 채널 별로 얻을 수 있다. 결과적으로 각각의 믹스 채널 별로 변환 함수를 개별적으로 유도할 수 있다.

[0063] 이와 같이, 초기에 믹스 채널별로 변환 함수를 도출한 다음, 이 변환 함수를 DSP 칩에 부합하도록 코딩하여 포팅하면, 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치의 구현이 완료된다.

[0064] 도 5는 도 3에 도시된 6개의 믹스 채널별로 얻어진 전압-커패시턴스 변환 함수의 실패를 나타낸다. 여기서 가로 축(x축)은 디지털 전압 값이고, 세로 축(y축)은 커패시턴스 값(pF)을 나타낸다.

[0065] 도 5의 결과를 참조하면, 6개의 믹스 채널별로 도출된 변환 함수는 모두 동일하지 않은 것을 알 수 있다. 즉, 1차 함수를 구성하는 a, b 값이 모두 동일하지는 않으며 각 채널 별로 a와 b 값들에 미세한 차이들이 존재하는 것

을 알 수 있다.

[0066] 이와 같이 믹스 채널별 변환 함수가 모두 동일하지 않은 이유는 앞서와 같이 A/D 변환부(140) 이전의 아날로그 회로들의 특성이 믹스 채널 별로 상이하기 때문이다. 본 실시예에서는 이러한 점을 고려하여 믹스 채널 별로 그에 맞는 최적의 1차 함수를 도출하여 사용하기 때문에, 각 채널별로 측정되는 커패시턴스 값의 측정 오차를 줄일 수 있다.

[0067] 대부분의 초음파 프로브는 케이블까지 포함해도 커패시턴스가 1000pF을 초과하지 않는데, 이와 같은 본 실시예를 이용할 경우, 기존의 C/V(capacitance to voltage) 변환기술을 이용하여 커패시턴스를 전압으로 먼저 변환한 후에 그 디지털전압을 커패시턴스로 변환하는 알고리즘을 통하여 2000pF 이하의 커패시턴스를 측정할 수 있다. 물론 기존의 C/V(capacitance to voltage) 변환 기술에서 2000pF 이하의 커패시턴스를 측정하는 범위를 그 이상의 커패시턴스도 측정가능한 C/V 변환회로를 적용한다면, 본 발명의 실시예는 커패시턴스의 측정 용량 범위에 상관이 없이 커패시턴스 측정기술로의 확장이 가능하다.

[0068] 한편, 상기와 같은 변환 함수의 도출에 있어서, 본 실시예에서는 도출된 변환 함수의 정확도 판단을 위하여, 두 변수(x,y) 간의 상관 계수(r)를 선형 회귀 분석에 기반하여 연산하는 과정을 수행할 수 있다. 두 변수 간의 선형 관계가 높을수록 r=1에 근접한 값을 가지는 것은 자명한 것이다. 이러한 상관 계수의 연산을 이용한 선형 관계 분석은 기 공지된 방법으로서 그 상세한 설명은 생략한다.

[0069] 이상과 같은 본 발명에 따른 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 방법 및 그 장치에 따르면, 초음파 프로브의 커패시턴스를 직접적으로 측정하는 기존의 방식과 달리, 커패시턴스에 대응하는 전압을 디지털 전압으로 변환한 다음 이를 미리 유도된 전압-커패시턴스 변환 함수에 대입하여 측정하는 방식으로 구현됨에 따라, 커패시턴스 측정이 용이할 뿐만 아니라 회로 구성을 간소화 및 소형화할 수 있는 이점이 있다.

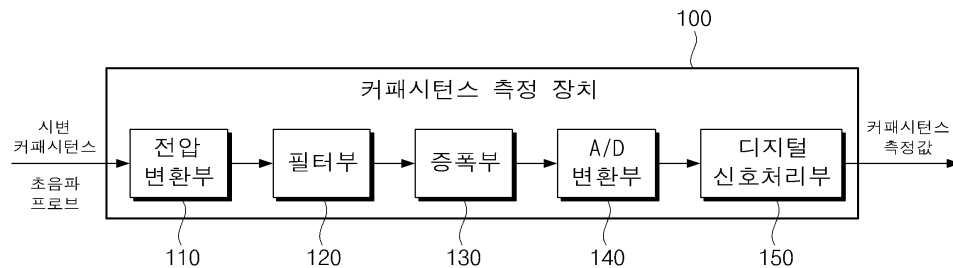
[0070] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

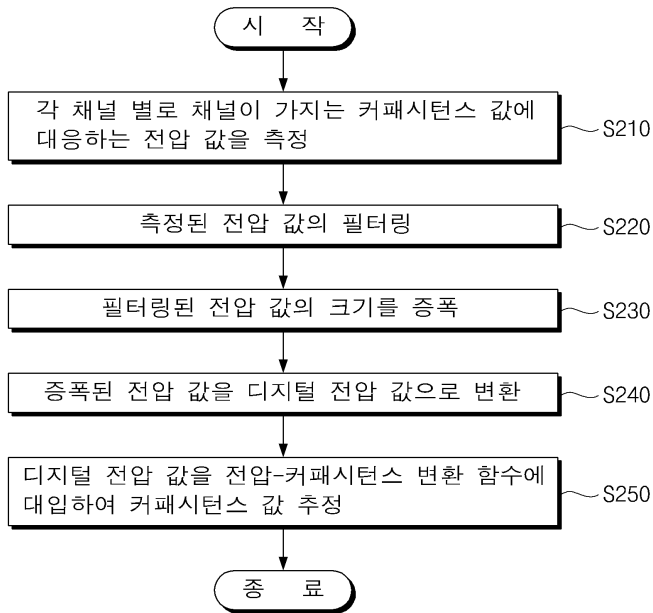
- [0071] 100: 다중채널 초음파 프로브의 커패시턴스 측정 장치
- 110: 전압 변환부
- 120: 필터부
- 130: 증폭부
- 140: A/D 변환부
- 150: 디지털 신호처리부

도면

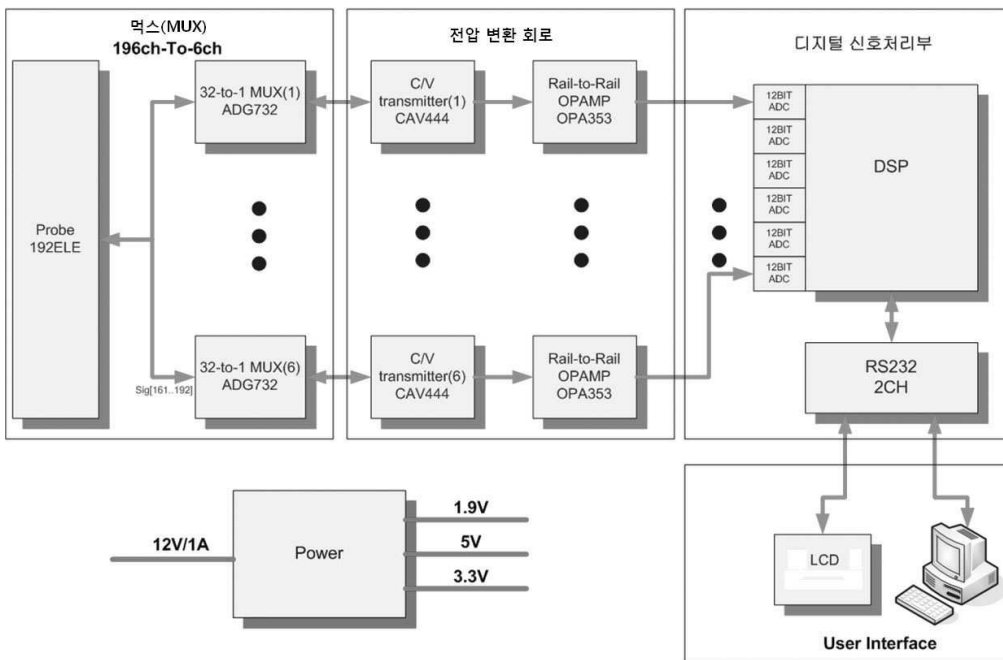
도면1



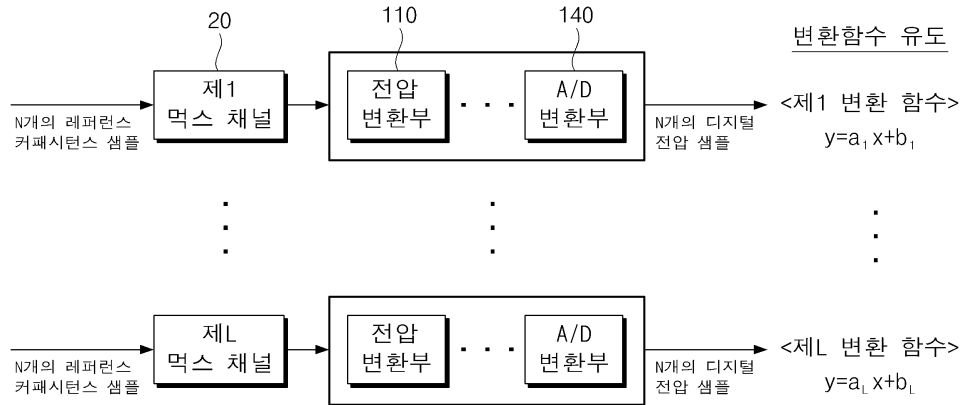
도면2



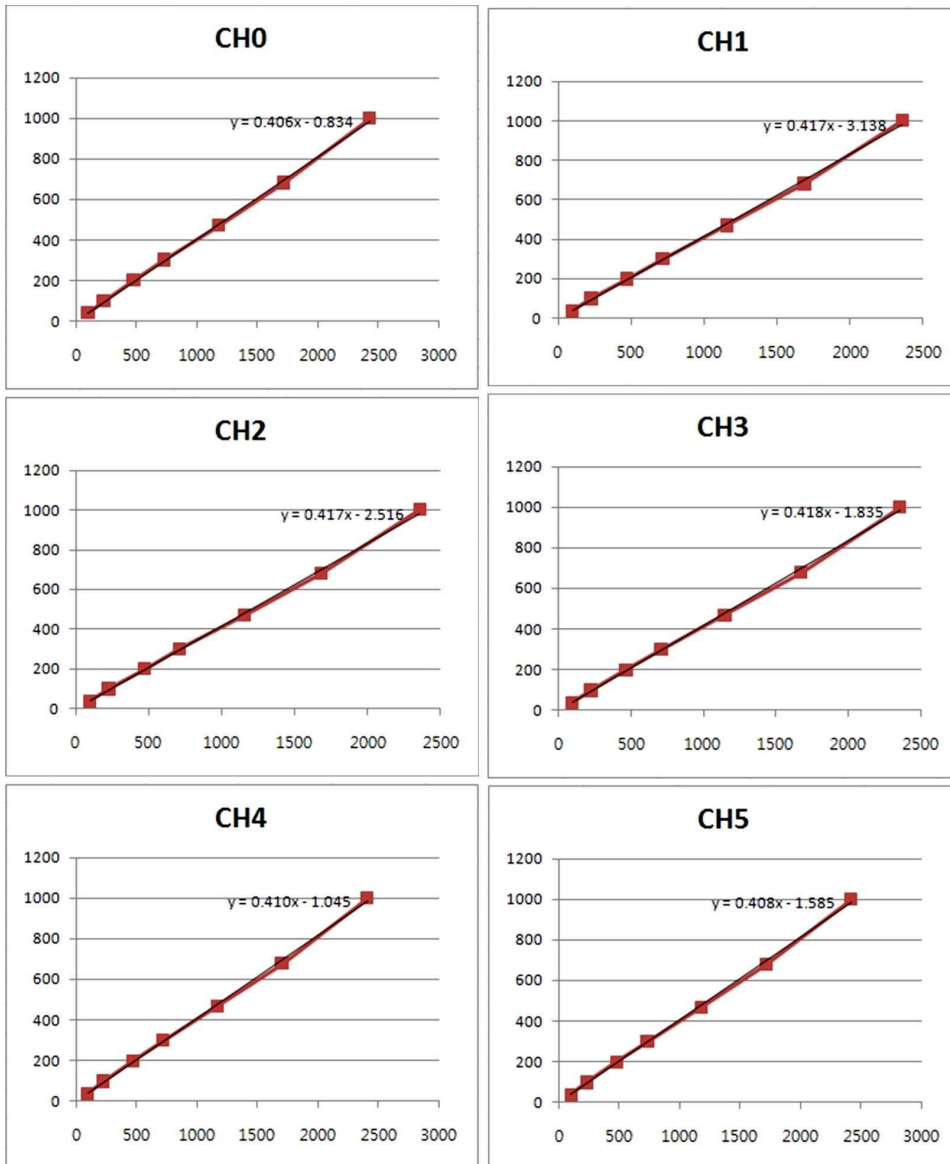
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	用于测量多通道超声探头的电容的方法和装置		
公开(公告)号	KR101548083B1	公开(公告)日	2015-08-28
申请号	KR1020140112410	申请日	2014-08-27
[标]申请(专利权)人(译)	东国大学校庆州校区产学协力团		
申请(专利权)人(译)	100000000亿周东国大学校园学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	100000000亿周东国大学校园学术合作		
[标]发明人	KANG BUB JOO 강법주 KIM YANG SU 김양수		
发明人	강법주 김양수		
IPC分类号	G01R27/26 A61B8/14 G01N29/24		
CPC分类号	A61B8/14 G01N29/24 G01R27/26 G01R27/2605 G01R27/2623		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于测量多通道超声探头的电容的方法及其设备。根据本发明，用于测量多通道超声探头的电容的方法使用多通道超声探头的电容测量设备，并且包括以下步骤：测量对应于每通道的通道的电容值的电压值。超声波探头的每个通道；将测得的电压值转换成数字电压值；通过将转换后的数字电压值代入定义为与数字电压和电容相对应的两个变量之间的线性关系的电压-电容转换函数，来估计通道的电容值。根据用于测量多通道超声探头的电容的方法及其设备，根据与通道的电容相对应的电压，可以容易地测量电容，并且可以简化电路配置并实现紧凑性。将其转换为数字电压，然后将转换后的数字电压值替换为电压电容转换函数，以测量电容。

