(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월11일
(11) 등록번호 10-1817965
(24) 등록일자 2018년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 27/26 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0152120(분할)
(22) 출원일자 2013년12월09일
심사청구일자 2017년06월12일
(65) 공개번호 10-2014-0073457
(43) 공개일자 2014년06월16일
(62) 원출원 특허 10-2012-0140840
원출원일자 2012년12월06일
심사청구일자 2012년12월06일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005140657 A
JP08304488 A
JP2010540961 A
JP2002090401 A

(73) 특허권자
주식회사 지2터치
경기도 성남시 분당구 판교로255번길 35, 비동 203호 (삼평동, 판교실리콘파크)
(72) 발명자
이성호
경기 화성시 영통로27번길 35, 308동 1201호 (반월동, 신영통현대3차아파트)
(74) 대리인
특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 김려원

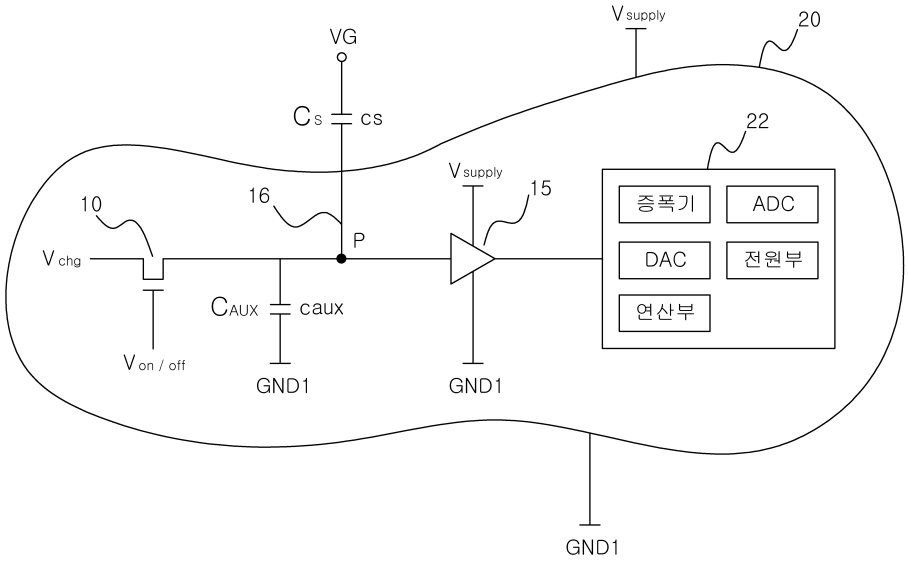
(54) 발명의 명칭 **AC 전원에 연동한 커패시턴스 검출 수단 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 검출시스템에 인가되는 AC 전압이 교번할 때 검출시스템에 접속된 센서커패시터 및 보조커패시터에 인가되는 전압의 차이로 인해 발생하는 전하공유현상에 기초하여 센서커패시턴스를 검출하는 새로운 방식의 AC 전원에 연동한 커패시턴스 검출수단 및 검출방법에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도6



본 발명에 따른 커패시턴스 검출수단은, 오브젝트(18)의 접근에 의해 센서커패시턴스(CS)가 발생하는 것을 감지하는 검출수단에 있어서, 상기 오브젝트(18)와의 사이에서 센서커패시터(cs)를 형성하는 센서(14); 상기 센서(14)에 일측이 연결되고 타측으로는 시스템그라운드(GND1)에 연결된 보조커패시터(caux); 상기 센서커패시터(cs) 및 상기 보조커패시터(caux)의 충전을 단속하는 스위칭소자(10); 및 외부그라운드(VG)에 연결된 상기 오브젝트(18)와 상기 센서(14) 사이에 상기 센서커패시터(cs)가 형성될 때 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기 변화에 동기되어 상기 센서(14)에 전압이 형성되고 이 전압을 검출하는 신호검출부(22);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 검출시스템에서 검출되는 신호의 감도가 향상되므로 안정적으로 센서커패시턴스의 크기나 변화량을 획득하는 효과가 있다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

고정 커패시턴스를 갖는 고정 커패시터;

가변 커패시턴스를 생성하는 가변 커패시터;

상기 고정 커패시터와 상기 가변 커패시터를 DC 전압으로 충전하거나, 상기 고정 커패시터와 상기 가변 커패시터를 충전 이후 플로팅 상태로 유지하는 스위칭 소자; 및

상기 고정 커패시터와 상기 가변 커패시터 사이를 흐르는 전하에 의한 전압 변화를 검출하는 신호 검출부를 포함하되,

상기 신호 검출부는, 상기 고정 커패시터에 인가되는 교류(AC) 전압에 동기하여 상기 전압 변화를 검출하고, 상기 검출된 전압 변화에 기초하여 상기 가변 커패시턴스를 획득하며,

상기 고정 커패시터는, 상기 교류 전압과의 일정한 전압 차이를 유지하는 동위상의 제1 접지에 접속되고, 상기 가변 커패시터는, 센서에 부착되고, 상기 가변 커패시턴스는, 외부 오브젝트가 상기 센서에 접촉 또는 접근할 때 생성되는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가변 커패시턴스는, 상기 센서와 상기 외부 오브젝트 간의 대향 거리 또는 대향 면적에 상응하여 변하는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 고정 커패시터는, 상기 신호 검출부와의 연결에 의해 생성되는 부유 커패시터의 커패시턴스와, 상기 전하를 저장하는 스토리지 커패시터의 커패시턴스에 대응되는 등가 커패시턴스를 가지는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 접지는, 상기 교류 전압과 동일한 위상의 주파수와 일정한 크기의 진폭 차를 유지하고,

상기 고정 커패시터에는, 상기 제1 접지에 기준하여 DC 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가변 커패시터는, 제2 접지에 접속되고,

상기 제2 접지는, DC 전압이 제로(zero)인 대지 그라운드 또는 일정한 크기의 DC 전압인 것을 특징으로 하는 가

변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 신호 검출부에서 검출 결과를 출력할 때,

상기 제1 접지와 상기 제2 접지는, 상호 접속되고, 상기 교류 전압은, 일정한 크기의 DC전압을 유지하는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 접지와 상기 교류 전압은,

제 1 지속 기간의 제 1 주파수와 제 2 지속 기간의 제 2 주파수를 가지되,

상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수는, 서로 다른 주파수이고,

상기 제1 지속 기간과 상기 제2 지속 기간은, 서로 교번되는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 센서는, 서로 대향되는 복수의 센싱 면을 가지고,

상기 복수의 센싱 면에 각각 접근 또는 접촉하는 복수의 외부 오브젝트와의 가변 커패시턴스를 생성하는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 장치.

청구항 9

고정 커패시턴스를 갖는 고정 커패시터;

가변 커패시턴스를 생성하는 가변 커패시터;

상기 고정 커패시터와 상기 가변 커패시터를 DC 전압으로 충전하거나, 상기 고정 커패시터와 상기 가변 커패시터를 충전 이후 플로팅 상태로 유지하는 스위칭 소자; 및

상기 가변 커패시턴스를 검출하는 신호 검출부를 포함하는 장치에 있어서,

상기 고정 커패시터와 상기 가변 커패시터 사이에 플로팅 하는 전하에 의한 전압 변화를, 상기 신호 검출부에 의해, 검출하는 동작; 및

상기 전압 변화에 기반하여, 상기 가변 커패시턴스를, 상기 신호 검출부에 의해, 획득하는 동작을 포함하되,

상기 고정 커패시터는, 교류(AC) 전압이 인가되며, 상기 교류(AC) 전압과의 일정한 전압 차이를 유지하는 동위상의 제1 접지에 접속되고,

상기 가변 커패시터는, 센서에 부착되고, 상기 가변 커패시턴스는, 외부 오브젝트가 상기 센서에 접촉 또는 접근할 때 생성되는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 접지는, 상기 교류 전압과 동일한 위상의 주파수와 일정한 크기의 진폭 차를 유지하고,

상기 고정 커패시터에는, 상기 제1 접지에 기준하여 DC 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 가변 커패시턴스를 검출하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 커패시터의 크기 즉, 커패시턴스를 검출하는 수단 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 커패시턴스의 크기 또는 변화량을 검출하는 검출시스템에 인가된 AC 전원의 크기가 변할 때, 피 측정 커패시터에 인가되는 전압에 변화가 발생하여 전하의 충방전이 발생하고, 피 측정 커패시터와 동일점에 접속된 보조커패시터와 상호 발생하는 전하공유현상에 기초하여 커패시턴스의 크기 또는 변화량을 검출하는 수단 및 검출방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 두 도전체 사이에 유전율을 갖는 어떤 물질이 있을 때, 두 도전체 양단에 전압이나 전류를 인가하면 커패시터가 형성되어 전하를 축적하는 능력인 커패시턴스(Capacitance)를 생성 되고, 커패시턴스의 크기는 두 도전체 사이의 유전체의 유전율과 두 도전체의 대향면적 및 대향거리와 상관관계를 갖는다.

[0003] 이러한 원리를 이용하여 제조한 상업적인 커패시터들은 세라믹 커패시터, 전해 커패시터, 마일러 커패시터 등 다양한 종류가 있다.

[0004] 이러한 상용 커패시터의 커패시턴스는 통상 1pF(Pico Farad), 1nF(Nano Farad) 또는 1uF(Micro Farad) 또는 그 이상의 크기를 가지며, 멀티미터(Multi Meter)와 같은 계측기로 쉽게 커패시턴스를 측정하는 것이 가능하다.

[0005] 그러나 커패시턴스가 1pF(Pico Farad) 이하인 경우에는, 멀티미터와 같은 단순 계측기로 측정할 시 계측기 오차로 인해 정밀한 측정을 할 수 없으며, 계측기를 이용하여 측정할 수 없는 조건, 즉, 사람의 손과 엘리베이터 버튼 사이에 형성된 커패시턴스의 크기를 측정하려는 경우와 같이, 계측기로 커패시턴스를 측정하는 것이 불가능한 경우도 있다.

[0006] 이러한 경우에, 간접적으로 커패시턴스를 측정하는 것이 가능하며 도 1은 이러한 방법에 대한 일 예를 보여 준다.

[0007] 도 1을 참조하면, 사람의 손과 엘리베이터 버튼사이에 형성된 커패시터의 경우와 같이, 커패시턴스의 크기를 모르고 충전되지 않은 커패시터 c1이 커패시턴스 검출시스템의 P1점에 접속되어 있고, 도 1의 검출시스템을 이용하여 커패시터 c1의 커패시턴스인 C1의 크기를 알려고 한다. 도 1의 신호검출부는 P1점의 전압을 검출하는 검출부로서, 도 1의 신호검출부에서 P1점의 전압을 검출하면 연산에 의해 커패시터 c1의 커패시턴스인 C1의 크기를 알 수 있다.

[0008] V1이라는 크기의 전압으로 충전된 커패시터 c2의 커패시턴스인 C2를 알고 있고, 도 1의 스위치 SW를 턴 온하여 커패시터 c2가 P1점에 접속되면 P1점의 전위 Vp1은 다음의 <수식 1>에 의해 결정된다.

$$Vp1=V1\frac{C2}{C2+C1}$$

[0009] <수식 1>

[0010] 알고자 하는 커패시터 c1의 커패시턴스 C1은 다음의 <수식 2>와 같다.

$$C1=C2\left(\frac{V1}{Vp1}-1\right)$$

[0011] <수식 2>

[0012] 도 1의 신호검출부에서 검출된 <수식 1>의 Vp1의 전위가 5V라고 하고, C2는 1pF, V1은 10V라고 가정하면 <수식 2>의 연산을 통해 C1의 크기는 1pF임을 알 수 있다. 따라서 도 1과 같은 커패시턴스 검출시스템을 구성하면, 계측기를 사용하지 않고서도 커패시턴스의 크기를 알 수 있다.

[0013] 두 물체간의 거리변화 즉, 변위를 검출하는 검출시스템에, 도 1의 실시예와 같은 커패시턴스를 검출하는 시스템이 적용되면, 커패시턴스의 크기를 검출하는 것이 가능하고 검출된 커패시턴스를 이용하여 변위를 검출하는 것도 가능하다.

[0014] 도 2는 변위를 검출하는 센서에 관한 일 실시예로서, 플라스틱이나 유리 또는 가상의 실린더내부에 두 피스톤이 일정거리로 대향하고 있다. 도 2를 참조하면, 실린더 내부에 "S"라고 하는 동일한 면적을 갖는 두 개의 피스톤이 최초 "d1"의 거리로 대향하고 있다. 상단 피스톤에 힘을 가하여 상단 피스톤이 하단 피스톤과 가까워지고 상하단 피스톤 거리가 "d2"로 변하였을 때, 상단 피스톤이 움직인 거리인 "d1-d2"는 도 1에 제시한 검출시스템을 이용하여 알 수 있다.

[0015] 도 2를 참조하면, 도 2의 피스톤 사이에는 유전율이 "ε1"인 물질로 채워져 있고 대향면적 "S" 및 대향거리 "d"인 경우에, 피스톤 양단에 형성되는 커패시터 c4의 커패시턴스 CVR은 다음과 같이 정의된다.

$$CVR=\varepsilon 1\frac{S}{d}$$

[0016] <수식 3>

[0017] 알려진 최초거리 "d1"과 알려진 대향면적 "S"와 알려진 유전율 "ε1"을 <수식 3>에 대입하면 최초거리 "d1"일 때, 도 2의 두 개의 피스톤사이에 형성된 커패시턴스의 크기인 "CVR1"을 알 수 있다. 또한 도 1의 커패시턴스 검출시스템 및 <수식 1>, <수식 2>의 연산을 통하여, 임의의 "d2"에 의해 만들어진 "CVR2"를 추출할 수 있고 이를 <수식 3>에 대입하면 "d2"를 알 수 있으므로, "d1-d2"의 연산에 의해 도 2 상단 피스톤의 이동거리를 알 수 있다.

[0018] 도 3은 도 1에서 예시한 커패시턴스 검출시스템을 더 구체화한 커패시턴스 검출시스템에 관한 실시예이다. 도 3을 참조하면, 도 2의 구성에 의해 생성된 커패시터 c4의 일측은 도 3의 P2점에 연결되었으며, c4의 타측은 도 3을 구성하는 시스템의 그라운드(Ground)에 연결되어 있다. c2와 c3은 도 3의 검출시스템에서 발생하는 기생커패시터(Parasitic Capacitor)이다. 예를 들어, c2는, 도 3의 신호검출부가 IC에 내장되었고 스위칭소자(SW1)와 신호검출부 입력단에 이르는 P2점의 배선이 IC 내부의 어떤 신호선과 미소한 간격으로 배선되거나 교차하는 등의 layout에 의해 형성된 것일 수도 있으며, c3는 도 3의 신호검출부를 구성하는 회로소자의 입력부인 게이트(gate)와 시스템그라운드 사이에 형성되는 기생커패시터를 모델링한 것일 수도 있다. 이러한 기생커패시터는 한정할 수 없으며, 검출시스템의 구성에 따라 다양하게 분포한다.

[0019] 도 3의 스위치 SW2가 오프(off)된 상태에서 스위치 SW1이 턴 온(turn on) 되어 P2점에 "Vchg"라고 하는 충전전압이 공급되면, P2에 접속된 커패시터들 즉, c2/c3/c4는"Vchg"로 충전되고, 커패시터 c1은 스위치 "SW2"의 오프(off)로 인해 P2점과 단선된 상태라고하면 "Vchg"의 영향을 받지 않는다(소문자 c2/c3/c4는 커패시터이며 대문자 C1/C2/C3/C4는 각 커패시터의 커패시턴스임). 이후, 도 3의 스위치 "SW2"가 턴 온 되어 "V2"로 충전된 커패시터 c1이 "P2"점에 접속되면, 도 3의 신호검출부에서 검출되는 전위 "Vp2"는 다음의 <수식 4>와 같다.

$$Vp2=Vchg+V2\frac{C1}{C1+C2+C3+CVR}$$

[0020] <수식 4>

[0021] <수식 4>에서 Vp2는 도 3의 신호검출부에서 검출되어 크기를 알 수 있고, V2 및 Vchg, C1/C2/C3의 크기를 모두

알고 있다면, CVR의 크기는 연산을 통하여 추출하는 것이 가능하다. 또한 CVR을 상기 <수식3>에 대입하면 "d2"의 크기를 아는 것이 가능하다. 따라서, "d1"을 미리 알고 있다면 도 2의 상측 피스톤의 변위량인 "d1-d2"를 알 수 있다.

[0022] 그러나 이와 같은 모델링(Modeling)을 가진 시스템에서, 도 2의 상측 피스톤의 변위에 따라 CVR 변화량을 검출하는 것은 몇가지 문제점이 있다.

[0023] 예를 들어, <수식 4>에서 C1=C2=C3=10pF, CVR=1pF, Vchg=1V, V2=10V라고 가정할 시 Vp2=4.2258V이다. 도 2의 상측 피스톤의 변위에 의해 CVR이 1pF에서 0.9pF으로 0.1pF만큼 변하면, 도 3의 신호검출부에서 검출된 Vp2는 4.2362V이므로 CVR이 0.1pF 변할 때 Vp2의 변화량은 4.2362-4.2258=0.0104V, 즉, 10.4mV밖에 되지 않는다. 도 3의 신호검출부에는 도시되지는 않았으나 신호검출부에서 검출된 전압인 아날로그값을 디지털로 변환하는 ADC가 사용되고 있다. 검출된 Vp2가 4.2V 근처이므로 Vp2의 크기를 검출하기 위한 신호검출부의 ADC는 3.5V~4.5V 정도를 검출대역으로 설정하였다. 검출부에 10Bit ADC를 사용한다고 가정할 시, 10Bit ADC로 4.5V-3.5V 즉, 1V를 검출해야 하므로 ADC의 분해능은 "1V/1024bit"으로서, bit당 분해능은 대략 1mV정도가 된다. 이로 인해 도 2의 변위센서의 신호 변화량이 10.4mV인 경우, 1024bit의 분해능을 가지는 10bit ADC가 가진 성능의 1%정도만을 사용하는 것에 불과하다.

[0024] 통상적으로, 시스템의 잡음 대 노이즈이 비(Ratio)인 SNR(Signal to Noise Ratio)이 1%인 것은 좋은 시스템에 해당되며, Noise는 신호의 수 %를 초과하는 것이 일반적이다. 따라서 검출된 신호의 크기가 1%정도 밖에 되지 않으면 노이즈가 수 %인 경우에 신호와 노이즈를 구분하는 것이 어려우므로, 검출된 신호는 신뢰성이 떨어진다.

[0025] 따라서 이러한 시스템에서 검출된 커패시턴스(CVR)의 크기 변화가 미소할 때 검출된 신호를 신뢰할 수 없다는 문제가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0026] 본 발명은 상기와 같은 종래 커패시턴스의 크기를 검출하는 시스템의 문제를 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 커패시턴스를 검출하는 검출시스템에 사용되는 시스템전원으로 AC 전원을 인가하고, AC 전원의 크기가 변할 때 피검출 커패시터에 인가된 전압의 변화로 인해 피검출 커패시터 및 피검출 커패시터와 접속된 커패시터들과 전하공유가 발생하며, 전하공유에 기초한 전압의 차이를 검출하여 피검출 커패시터의 커패시턴스의 크기나 커패시턴스 변화량을 추출하는 검출수단 및 검출방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0027] 오브젝트(18)의 접근에 의해 센서커패시턴스(CS)가 발생하는 것을 감지하는 검출수단에 있어서, 상기 오브젝트(18)와의 사이에서 센서커패시터(cs)를 형성하는 센서(14); 상기 센서(14)에 일측이 연결되고 타측으로는 시스템그라운드(GND1)에 연결된 보조커패시터(caux); 상기 센서커패시터(cs) 및 상기 보조커패시터(caux)의 충전을 단속하는 스위칭소자(10); 및 외부그라운드(VG)에 연결된 상기 오브젝트(18)와 상기 센서(14) 사이에 상기 센서커패시터(cs)가 형성될 때 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기변화에 동기되어 상기 센서(14)에 전압이 형성되고 이 전압을 검출하는 신호검출부(22);를 포함하여 구성된다.

[0028] 일 실시예에 따르면, 상기 시스템전원은 양(Positive)의 시스템전원(Vsupply)과 상기 시스템그라운드(GND1)로 구성되며, 상기 양의 시스템전원(Vsupply)은 상기 시스템그라운드(GND1)를 기준으로 DC 전압이다.

[0029] 다른 일 실시예에 따르면, 상기 양의 시스템전원(Vsupply)과 상기 시스템그라운드(GND1)는 동위상(Same Phase)이며, 대지 그라운드를 기준으로 교번하는 AC 전압이다.

[0030] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 AC 전압의 크기가 변하는 변곡점에 DC 영역을 포함한다.

[0031] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 DC 영역에서 센서(14) 및 센서(14)와 연결된 커패시터를 충전하거나 검출시스템(20)에서 연산된 결과를 외부로 출력한다.

[0032] 또 다른 일 실시예에 따르면, 검출시스템(20)의 연산결과를 외부로 출력할 때, 시스템그라운드(GDN1)와 외부그라운드가 상호 접속된다.

[0033] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 검출시스템에 인가되는 시스템전원의 크기변화에 기초하여 상기 센서(14)에서 검출되는 전압은, 보조커패시터(caux)와 센서커패시터(cs)의 전하공유현상에 기초하여 크기가 변한다.

[0034] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 전하공유현상 발생 시 상기 보조커패시터(caux)는 상기 센서커패시터(cs)가 필요로 하는 전하를 공급하거나 상기 센서커패시터가 방출한 전하를 충전한다.

[0035] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 보조커패시터(caux)는 스토리지 커패시터(cst)이다.

[0036] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 스토리지 커패시터(cst)는 검출시스템(20)의 내부에 형성된다.

[0037] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 보조커패시터(caux)는 부유 커패시터(cp)이다.

[0038] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 부유 커패시터는 상기 신호검출부(22)의 입력단에서 관측되는 모든 부유 커패시터들의 등가 커패시터이다.

[0039] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 시스템전원의 크기변화에 영향을 받지 않는다.

[0040] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 대지 그라운드이다.

[0041] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 DC 전압이다.

[0042] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 시스템에 인가되는 AC 전압에 영향을 받지 않는다.

[0043] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22) 입력단의 전압은 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기변화에 동기되어 크기가 변한다.

[0044] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)는 센서커패시터(cs) 미발생시 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원에 기초하여 센서(14)에서 전압을 검출하고, 오브젝트(18)가 센서(14)에 대향하여 센서커패시터(cs)가 부가될 때 센서(14)에서의 전압을 검출하고, 검출된 두 전압의 차(Difference)를 이용하여 오브젝트(18)와 센서(14)의 대향거리 또는 대향면적을 추출한다.

[0045] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 센서(14)를 충전전압(Vchg)으로 충전하고, 상기 센서커패시터(cs) 미발생시 신호검출부(22)에서 검출된 전압은 다음의 <수식 1>에 의해 결정되고, 상기 오브젝트(18)가 센서(14)에 접근하여 센서커패시터(cs)가 부가될 때 상기 센서(14)를 충전전압(Vchg)으로 충전하고 신호검출부(22)에서 검출된 전압은 다음의 <수식 2>에 의해 결정되며, 상기 전압의 차(Difference)는 <수식 1>과 <수식 2>의 차이에 의해 발생한다.

[0046] <수식 1>

$$Vp = Vsupply + Vchg$$

[0047] <수식 2>

$$Vp = (Vsupply + Vchg) \cdot Vsupply \frac{CS}{CAUX + CS}$$

[0048] (여기서, Vp는 센서(14)에서 검출되는 전압의 크기이며, Vsupply는 시스템전원의 교번하는 전압의 크기이고, Vchg는 대지 그라운드를 기준으로 하는 충전전압이며, CAUX는 보조 커패시터(caux)의 커패시턴스이며, CS는 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 발생하는 센싱커패시터(cs)의 커패시턴스임)

[0049] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 오브젝트(18)가 복수일 때 복수의 오브젝트와 복수의 센서(14) 사이에 형성된 복수의 센서커패시턴스(CSn)가 신호검출부(22) 입력단에 부가될 때, 상기 센서를 충전전압(Vchg)으로 충전한 후 신호검출부(22)에서 검출되는 전압은 다음의 <수식 3>에 의해 결정된다.

[0050] <수식 3>

$$Vp = (Vsupply + Vchg) \cdot Vsupply \frac{CS1 + CS2 + \cdots + CSn}{CAUX + CS1 + CS2 + \cdots + CSn}$$

[0051] (여기서, Vp는 센서(14)에서 검출되는 전압의 크기이며, Vsupply는 시스템전원이 교번하는 전압의 크기이며, Vchg는 대지 그라운드를 기준으로 하는 충전전압이며, CAUX는 보조 커패시터(caux)의 커패시턴스이며, CS는 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 발생하는 센싱커패시터(cs)의 커패시턴스이며, n은 센서커패시터의 개수임)

[0052] 또 다른 일 실시예에 따르면, 하나 또는 복수의 정적오브젝트 및 하나의 동적오브젝트(18)에 의해 신호검출부(22)에서 검출된 전압(Vp)의 시차(Time difference)별로 발생한 차이에 기초하여, 동적오브젝트 및 대향하는 센서(14) 사이에 형성된 센싱커패시턴스(CS)의 시차(Time difference)별로 발생한 커패시턴스 변화량을 추출한다.

[0053] 또 다른 일 실시예에 따르면, 센서(14)의 전압 검출시에 상기 신호검출부(22)의 입력단은 적어도 1MΩ 이상의 하이 임피던스 상태이다.

[0054] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)는 ADC를 포함한다.

[0055] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)의 입력단에 접속된 모든 커패시터들의 커패시턴스는 "스윙 미달 요소"의 분모에 위치한다.

[0056] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)의 입력단에 접속된 모든 커패시터들 중 타측이 상기 시스템그라우드(GND1)에 연결된 고정커패시터의 커패시턴스는 "스윙 미달 요소"의 분모에 위치한다.

[0057] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)의 입력단에 접속된 모든 커패시터들 중 타측이 상기 외부그라운드(VG)에 연결된 가변커패시터의 커패시턴스는 "스윙 미달 요소"의 분자에 위치한다.

[0058] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 고정커패시터는 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기가 변하여도 초기 전하량을 유지한다.

[0059] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 가변커패시터는 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원이 외부그라운드 전위를 기준으로 커지면 더 많은 전하를 축적하고, 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원이 외부그라운드 전위를 기준으로 작아지면 축적했던 전하를 방출한다.

[0060] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 고정커패시터는 상기 가변커패시터가 더 많은 전하의 축적이 가능할 시 상기 전하를 공급하고, 상기 가변커패시터의 축적전하 방출 시 이를 저장한다.

[0061] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기변화는 검출시스템(20)의 Up 또는 Down 신호에 동기하여 이루어 진다.

[0062] 또 다른 일 실시예에 따르면, 하나의 센서신호선(16)에 연결된 하나의 센서(14)를 구성하는 두 개의 면에 ,서로 다른 오브젝트(18)와 대향하여 센서커패시턴스(CS)가 형성된다.

[0063] 오브젝트(18)의 접근에 의해 센서커패시턴스(CS)가 발생하는 것을 감지하는 검출방법에 있어서, (a) 외부그라운드(VG)에 연결된 상기 오브젝트(18)와 센서(14)가 대향하여 그 사이에서 형성된 센서커패시터(cs)가 부가되는 단계; (b) 일측이 센서(14)와 공통 접속되고 타측이 시스템그라운드(VG)에 연결된 보조커패시터(caux)에 충전전압(Vchg)을 인가하는 단계; (c) 상기 센서(14)가 연결된 검출시스템(20)에 교번하는 시스템전원을 인가하고 신호검출부(22)가 상기 센서(14)에서 전압을 검출하여 센서커패시터의 크기나 크기변화량을 검출하는 단계;를 포함한다.

[0064] 일 실시예에 따르면, 상기 시스템전원은 양(Positive)의 시스템전원(Vsupply)과 상기 시스템그라운드(GND1)로 구성되며, 상기 양의 시스템전원(Vsupply)은 상기 시스템그라운드(GND1)를 기준으로 DC 전압이다.

[0065] 다른 일 실시예에 따르면, 상기 양의 시스템전원(Vsupply)과 상기 시스템그라운드(GND1)는 동위상(Same Phase)이며, 대지 그라운드를 기준으로 교번하는 AC 전압이다.

[0066] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 AC 전압의 크기가 변하는 변곡점에 DC 영역을 포함한다.

[0067] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 DC 영역에서 센서(14) 및 센서(14)와 연결된 커패시터를 충전하거나 검출시스템(20)에서 연산된 결과를 외부로 출력한다.

[0068] 또 다른 일 실시예에 따르면, 검출시스템(20)의 연산결과를 외부로 출력할 때, 시스템그라운드(GDN1)와 외부그

라운드가 상호 접속된다.

[0069] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 검출시스템에 인가되는 시스템전원의 크기변화에 기초하여 상기 센서(14)에서 검출되는 전압은, 보조커패시터(caux)와 센서커패시터(cs)의 전하공유현상에 기초하여 크기가 변한다.

[0070] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 전하공유현상 발생 시 상기 보조커패시터(caux)는 상기 센서커패시터(cs)가 필요로 하는 전하를 공급하거나 상기 센서커패시터가 방출한 전하를 충전한다.

[0071] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 보조커패시터(caux)는 스토리지 커패시터(cst)이다.

[0072] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 스토리지 커패시터(cst)는 검출시스템(20)의 내부에 형성된다.

[0073] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 보조커패시터(caux)는 부유 커패시터(cp)이다.

[0074] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 부유 커패시터는 상기 신호검출부(22)의 입력단에서 관측되는 모든 부유 커패시터들의 등가 커패시터이다.

[0075] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 시스템전원의 크기변화에 영향을 받지 않는다.

[0076] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 대지 그라운드이다.

[0077] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 DC 전압이다.

[0078] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 외부그라운드(VG)는 시스템에 인가되는 AC 전압에 영향을 받지않는 AC 전압이다.

[0079] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22) 입력단의 전압은 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기변화에 동기되어 크기가 변한다.

[0080] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)는 센서커패시터(cs) 미발생시 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원에 기초하여 센서(14)에서 전압을 검출하고, 오브젝트(18)가 센서(14)에 대향하여 센서커패시터(cs)가 부가될 때 센서(14)에서의 전압을 검출하고, 검출된 두 전압의 차(Difference)를 이용하여 오브젝트(18)와 센서(14)의 대향거리 또는 대향면적을 추출한다.

[0081] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 센서(14)를 충전전압(Vchg)으로 충전하고, 상기 센서커패시터(cs) 미발생시 신호검출부(22)에서 검출된 전압은 다음의 <수식 4>에 의해 결정되고, 상기 오브젝트(18)가 센서(14)에 접근하여 센서커패시터(cs)가 부가될 때 상기 센서(14)를 충전전압(Vchg)으로 충전하고 신호검출부(22)에서 검출된 전압은 다음의 <수식 5>에 의해 결정되며, 상기 전압의 차(Difference)는 <수식 4>과 <수식 5>의 차이에 의해 발생한다.

[0082] <수식 4>

$$Vp = Vsupply + Vchg$$

[0083] <수식 5>

$$Vp = Vsupply + Vchg + Vsupply \frac{CS}{CAUX + CS}$$

[0084] (여기서, Vp는 센서(14)에서 검출되는 전압의 크기이며, Vsupply는 시스템전원의 교번하는 전압의 크기이고, Vchg는 대지 그라운드를 기준으로 하는 충전전압이며, CAUX는 보조 커패시터(caux)의 커패시턴스이며, CS는 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 발생하는 센싱커패시터(cs)의 커패시턴스임)

[0085] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 오브젝트(18)가 복수일 때 복수의 오브젝트와 복수의 센서(14) 사이에 형성된 복수의 센서커패시턴스(CSn)가 신호검출부(22) 입력단에 부가될 때, 상기 센서를 충전전압(Vchg)으로 충전한 후 신호검출부(22)에서 검출되는 전압은 다음의 <수식 6>에 의해 결정된다.

[0086] <수식 6>

$$Vp = Vsupply + Vchg + Vsupply \frac{CS1 + CS2 + \cdots + CSn}{CAUX + CS1 + CS2 + \cdots + CSn}$$

[0087] (여기서, Vp는 센서(14)에서 검출되는 전압의 크기이며, Vsupply는 시스템전원이 교번하는 전압의 크기이며, Vchg는 대지 그라운드를 기준으로 하는 충전전압이며, CAUX는 보조 커패시터(caux)의 커패시턴스이며, CS는 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 발생하는 센싱커패시터(cs)의 커패시턴스이며, n은 센서커패시터의 개수임)

[0088] 또 다른 일 실시예에 따르면, 하나 또는 복수의 정적오브젝트 및 하나의 동적오브젝트(18)에 의해 신호검출부(22)에서 검출된 전압(Vp)의 시차(Time difference)별로 발생한 차이에 기초하여, 동적오브젝트 및 대향하는 센서(14) 사이에 형성된 센싱커패시턴스(CS)의 시차(Time difference)별로 발생한 변화량을 추출한다.

[0089] 또 다른 일 실시예에 따르면, 센서(14)의 전압 검출시에 상기 신호검출부(22)의 입력단은 적어도 1MΩ 이상의 하이 임피던스 상태이다.

[0090] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)는 ADC를 포함한다.

[0091] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)의 입력단에 접속된 모든 커패시터들의 커패시턴스는 "스윙 미달 요소"의 분모에 위치한다.

[0092] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)의 입력단에 접속된 모든 커패시터들 중 타측이 상기 시스템 그라운드(GND1)에 연결된 고정커패시터의 커패시턴스는 "스윙 미달 요소"의 분모에 위치한다.

[0093] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 신호검출부(22)의 입력단에 접속된 모든 커패시터들 중 타측이 상기 외부그라운드(VG)에 연결된 가변커패시터의 커패시턴스는 "스윙 미달 요소"의 분자에 위치한다.

[0094] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 고정커패시터는 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기가 변하여도 초기 전하량을 유지한다.

[0095] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 가변커패시터는 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원이 외부그라운드 전위를 기준으로 커지면 더 많은 전하를 축적하고, 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원이 외부그라운드 전위를 기준으로 작아지면 축적했던 전하를 방출한다.

[0096] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 고정커패시터는 상기 가변커패시터가 더 많은 전하의 축적이 가능할 시 상기 전하를 공급하고, 상기 가변커패시터의 축적전하 방출 시 이를 저장한다.

[0097] 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원의 크기변화는 검출시스템(20)의 Up 또는 Down 신호에 동기하여 이루어진다.

[0098] 또 다른 일 실시예에 따르면, 하나의 센서신호선(16)에 연결된 하나의 센서(14)를 구성하는 두 면에, 서로 다른 오브젝트(18)와 대향하여 센서커패시턴스(CS)가 형성된다.

발명의 효과

[0099] 본 발명의 AC 전원에 연동한 커패시턴스 검출수단 및 검출방법에 따르면, 커패시턴스 검출시스템에 인가된 시스템전원의 크기가 변할 때, 커패시턴스의 크기나 변화량을 검출하고자 하는 피검출 커패시터에 인가된 전압의 크기 변화가 발생하여 피검출 커패시터에 축적된 전하량에 변화가 발생하고, 전하량의 변화에 따라 검출부에서 검출되는 전압에 차이가 발생하는 현상을 이용하여 커패시턴스의 크기 또는 커패시턴스 변화량의 검출을 가능하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0100] 도 1은 간접적으로 커패시턴스를 측정하는 기존 실시예에 관한 도면

도 2는 변위를 검출하는 센서에 관한 실시예

도 3은 도 1에서 예시한 커패시턴스 검출시스템을 더 구체화한 실시예

도 4는 두 피스톤으로 구성된 변위센서의 실시예

도 5는 본 발명에 따른 커패시턴스 검출시스템의 기본구조를 보인 회로도

도 6은 본 발명의 센서커패시턴스를 검출하는 회로의 일 실시예

도 7은 크기와 위상이 규칙적으로 교번하는 교류전압에 관한 도면

도 8은 크기와 위상이 비규칙적으로 교번하는 교류전압에 관한 도면

도 9는 복수의 오브젝트가 본 발명의 커패시턴스 검출시스템에 사용된 실시예

도 10은 복수의 센서커패시턴스가 검출가능한 검출시스템의 회로도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0101] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면 및 실시예를 참조하여 상세히 설명한다.

[0102] 우선, 본 발명은 AC 전원에 연동한 커패시턴스의 검출수단 및 검출방법에 관한 것으로서, 커패시터를 구성하는

두 도전체간의 거리가 변하거나, 두 도전체간의 대향면적 변화에 의해 커패시터의 커패시턴스가 변할 때, 이를 용이하게 검출하는 수단 및 방법에 관한 것이다.

[0103] 본 발명은 손가락이나 이와 유사한 전기적 특성을 갖는 도전체(이하 오브젝트라고함)와 센서사이에 형성되는 커패시턴스를 검출한다. 여기서 "비접촉 입력"이라 함은 오브젝트(Object)와 센서가 소정 거리 이격된 상태에서 커패시턴스가 형성됨을 의미한다. 오브젝트가 센서를 덮고 있는 기판의 외면에 대하여는 접촉될 수 있다. 하지만 이 경우에도 오브젝트와 센서는 비접촉 상태를 유지한다. 따라서, 센서에 대한 오브젝트의 접촉은 "접근"이라는 용어로 표현될 수 있다. 한편, 센서를 덮고 있는 기판의 외면에 대하여는 오브젝트가 접촉된 상태일 수 있으므로, 본 명세서에서 "접근"과 "접촉"은 통용된다.

[0104] 또한, 이하에서 설명되는 "~부"와 같은 구성들은 어떤 역할들을 수행하는 구성요소이며, 버퍼(Buffer)로 이루어진 신호입력부같이 단위 역할을 수행하거나 소프트웨어 또는 FPGA(Field-Programmable Gate Array)나 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성요소를 의미한다. 또한, "~부"는 더 큰 구성요소 또는 "~부"에 포함되거나, 더 작은 구성요소들 및 "~부"들을 포함할 수 있다. 또한, "~부"는 자체적으로 독자적인 CPU를 가질 수도 있다.

[0105] 이하의 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께나 영역을 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면부호를 사용하였다. 층, 영역 등의 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상면" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우 뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

[0106] 또한, 본 명세서에 기재된 "신호"는 특별한 언급이 없는 한, 전압 또는 전류를 총칭한다.

[0107] 또한, 본 명세서에서 "커패시턴스(Capacitance)"는 전하를 축적할 수 있는 능력을 나타내며,"커패시터(Capacitor)"는 커패시턴스를 갖는 소자(Element)를 지칭한다. 본 명세서에서 커패시터는 영문 소문자로 표시하며 커패시턴스는 영문 대문자로 표시한다. 예를들어 c1/C1은, c1이라는 커패시터의 커패시턴스가 C1이라는 의미이다.

[0108] 본 발명에서의 스위칭소자는 예를 들어, 릴레이(Relay), MOS(Metal Oxide Semiconductor) 스위치, BJT(Bipolar Junction Transistor), FET(Field Effect Transistor), MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), TFT(Thin Film Transistor), OPAMP일 수 있으며, 이들끼리의 동종간 또는 이종간의 결합에 의해 형성될 수도 있다. 스위칭소자는 입출력 단자의 갯수에 상관없이 입출력을 온/오프할 수 있는 수단에 의해 입출력이 온/오프되는 모든 소자가 사용될 수 있다.

[0109] 한편, 스위칭소자의 일예로서, CMOS 스위치는 PMOS와 NMOS의 상호 조합에 의해 형성되며, 입출력 단자는 상호 연결되어 있으나, 온/오프 제어단자는 개별적으로 존재하여 동일한 제어신호에 같이 연결되거나 개별적인 제어신호에 별도로 연결되어 온/오프 상태가 결정된다. 릴레이(Relay)는 제어단자에 전류를 인가하면 입력단자에 인가된 전압이나 전류가 손실 없이 출력되는 소자이며, BJT는 베이스(Base)의 문턱전압(Threshold voltage)보다 높은 전압을 베이스에 인가한 상태에서 베이스단자에 전류를 흘리면, 일정량 증폭된 전류가 콜렉터(Collector)에서 에미터(Emitter)로 흐르는 소자이다. 또한 TFT는 LCD나 AMOLED등의 표시장치를 구성하는 화소부에 사용되는 스위칭소자로서 제어단자인 게이트(Gate)단자, 입력단자인 소스(Source)단자 및 출력단자인 드레인(Drain)단자로 구성되며, 게이트단자로 드레인단자에 인가된 전압보다 문턱전압 이상되는 전압을 가하면, 도통되면서 게이트단자에 인가된 전압의 크기에 종속되는 전류가 입력단자에서 출력단자로 흐르는 소자이다.

[0110] 또한, 본 명세서에서"신호(signal)를 인가(forcing)"한다는 의미는, 이미 어떤 상태를 유지하고 있던 신호의 레벨(Level)이 바뀌거나, 현재의 플로팅(Floating) 상태에서 어떤 신호에 접속된다는 의미이다. 예를 들어, 스위칭소자의 온/오프 제어단자에 신호를 인가한다는 의미는, 기존의 로우(Low) 레벨 전압이 하이(Hi)레벨로 바뀐다는 의미로 사용되기도 하며, 아무런 신호도 없이 플로팅된 상태의 스위칭소자의 온/오프 제어단자에 스위칭소자를 턴 온 / 턴 오프를 하기 위해 어떤 전압을 인가한다는 의미로도 사용될 수 있다.

[0111] 또한 본 발명은 센서와 도전체 사이에 형성되는 커패시턴스의 크기나 커패시턴스의 변화량을 검출하며, 커패시턴스의 크기나 커패시턴스는 동일한 의미로 사용된다. 또한 커패시턴스의 크기나 커패시턴스의 변화량을 검출하고자 하는 커패시터를 "피검출 커패시터"로 통칭한다.

[0112] 본 명세서에서 사용된 검출시스템은 집적회로인 IC나, 다양한 회로부품이 PCB에서 상호 연결된 "회로물"이거나, IC의 일부분 또는 "회로물"의 일부분일 수 있다. 예를들어 검출시스템에 AC 전원이 인가된다는 의미는 IC 전체

또는 회로물 전체에 AC 전원이 인가되거나, IC의 일부분 또는 회로물의 일부분에만 AC 전원이 인가된다는 의미이다.

[0113] 또한 본 명세서에서 대지 그라운드(Ground) 또는 절대 그라운드(Ground)는 대지전위인 0(zero)V이며 대지 그라운드와 절대 그라운드 그리고 대지전위는 같은 의미로 사용된다.

[0114] 검출시스템에는 검출시스템이 가진 자체 그라운드 전위를 기준으로 하는 전원이 공급되며, 검출시스템의 그라운드와 전원을 통칭하여 시스템전원이라고 한다. 또한 시스템전원은 양(Positive)의 시스템전원 및 시스템 그라운드로 분리하여 사용하며 양의 시스템전원은 시스템 그라운드를 기준으로 검출시스템에 공급되는 전압이다.

[0115] 또한 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한 모든 전압이나 전위는 대지전위를 기준으로 크기가 결정된다. 예를 들어, 양의 시스템전원이 20V라고 할 때 대지전위를 기준으로 크기가 20V임을 의미하며, 양의 시스템전원이 시스템그라운드를 기준으로 5V다고할 때 양의 시스템전원과 시스템 그라운드의 전위차가 5V임을 의미한다.

[0116] 또한 본 명세서에서 전압(Voltage)과 전위(Potential)는 대등한 의미로 사용되며 특정한 크기를 갖는 전압을 전위로 표현하였다.

[0117] 또한 검출시스템에 공급되는 시스템전원은 내부전원이다. 따라서 내부전원이 아닌 모든 전원은 외부전원 또는 외부전위라고 한다. 대지 그라운드도 외부전위이다.

[0118] 본 발명의 검출시스템에 인가되는 AC 전압은 건전지를 이용하여 만들 수 있다. 건전지의 그라운드는 플로팅(floating) 그라운드이므로, 건전지의 그라운드와 대지 그라운드가 상호 접속되지 않으면 건전지로 만들어진 본 발명의 AC 전압은 대지전위를 기준으로 절대크기를 정의할 수 없다. 따라서 건전지와 같은 플로팅 그라운드를 이용하여 생성된 AC 전압의 절대 크기를 언급하기 위해 대지전위를 기준으로 할시, 대지전위와 건전지의 그라운드와 같은 플로팅 그라운드는 접지되었다고 가정한다.

[0119] 또한 본 명세서에서 P점의 전위와 센서(14)에서 검출된 전위 또는 신호검출부(22)에서 검출된 전위나 버퍼(15) 입력단에서 검출된 전위는 모두 동일한 의미이다.

[0120] 또한 본 명세서에서 전압의 크기를 나타내는 심볼인 Vsupply나 VG는 전압의 크기 또는 특정 전압을 지칭하는 심볼로 사용되기도 한다. 예를들어 Vsupply는 양의 시스템전원을 표시하는 심볼이며, 20V의 교번전압을 나타내는 전압의 크기로 사용된다.

[0121] 본 발명의 구체적인 실시예에 대하여 설명하기에 앞서, 두 피스톤으로 구성된 변위센서의 실시예인 도 4를 참조하여 본 발명에서 커패시턴스를 검출하는 원리에 대하여 간략하게 설명한다. 도 4는 유리나 플라스틱으로 만들어지거나 또는 가상의 바디(Body) 내부에 2개의 대향하는 피스톤으로 구성된 실린더이다. 실 사용예에 있어서 피스톤의 형상은 제한이 없으며 다양한 기하학적인 모양을 갖는다. 예를 들어, 피스톤은 원형이거나 사각형 또는 다양한 다각형으로 구성된다. 대향하는 피스톤은 서로 동일한 기하학적인 모양을 갖출 수도 있으나 서로 다른 기하학적인 형상을 가질 수 있다. 이러한 점에서 두 개의 피스톤을 지지하는 바디는 가상의 바디이며, 실린더 상측의 피스톤이나 하측의 피스톤은 외부에서 인가되는 힘에 의해 ,또는 독자적인 에너지에 의해 위치가 바뀌거나 대향 면적이 바뀔 수 있다.

[0122] 두 개의 피스톤 사이에는 소정의 유전율을 가지는 물질로 채워져 있다. 예를 들어 공기의 유전율은 1이며 유리는 5나 6정도의 유전율을 갖는다. 또한 두 개의 피스톤에는 각 각 소정의 전압이 인가될 수 있다. 제 4도의 실시예에서 상단의 피스톤에는 Vf라고 하는 전압이 인가되었으며, 하단의 피스톤에는 0(zero)V가 인가되었다.

[0123] 도 4의 실시예와 같이, 두 피스톤으로 구성되고 두 피스톤사이에 형성된 커패시턴스의 변화를 이용하여 두 피스톤의 변위를 검출하려고 하는 시도는 본 발명의 훌륭한 실시예이다. 또는, 전자식 엘리베이터의 버튼(Button)에 사람의 손가락을 접근시키고 버튼과 사람의 손가락사이에 형성된 커패시터의 커패시턴스를 검출하여 손가락과 버튼사이의 거리를 측정하고 이에 기초하여 엘리베이터를 구동하는 엘리베이터 시스템도 본 발명의 또 다른 실시예이다.

[0124] 본 발명의 실시예인 도 4를 참조하면, 두 개의 도전체가 대향면적 "S"와 대향거리"d"로 마주하고 있으며, 두 개의 도전체 사이에 유전율이 "ε"인 유전체가 충전되어 있다. 도 4의 우측 등가회로 및 수식에서 보듯이, 두개의 도전체 사이에는 커패시터가 형성되며 형성된 커패시터는 도 4의 우측 수식에 정의된 커패시턴스 C를 갖는다.

[0125] 커패시턴스 "C"를 가지는 두 도전체에 전압이나 전류를 공급하면 커패시터에는 V=Q/C라는 관계식에 따른 전하를 축적한다. 여기에서 V는 커패시터에 인가되는 전압의 크기이며 C는 생성된 커패시턴스이며 Q는 커패시터에 축적

되는 전하량이다.

[0126] "V=Q/C"라고 하는 수식을 참조하면, 커패시터에 인가되는 전압의 변화에 의해 동일한 커패시턴스를 갖는 커패시터에 축적되는 전하량이 변하며, 또는 커패시터에 인가되는 전압은 동일할지라도 커패시턴스의 크기가 변하면 커패시터에 저장되는 전하량에 차이가 발생한다.

[0127] 이러한 원리를 도 4에 적용하면 다음과 같다. 도 4의 상호 대향하는 피스톤의 거리가 일정하게 유지될 때, 피스톤의 일측에 인가되는 전압(Vf)의 크기가 커지면 대향하는 피스톤 사이에 형성된 커패시터에 축적되는 전하량은 많아지며, 상단의 피스톤이 이동하여 두 피스톤의 거리가 좁혀지면 도 4에서 검출되는 커패시턴스는 커지므로 동일한 인가전압 Vf에 의해 피스톤사이에 축적되는 전하량은 늘어날 것이다.

[0128] 이때, Vf라고 하는 전압이 인가되는 피스톤과 대향하는 피스톤에는 전류의 이동을 위한 그라운드가 접속된다. 그라운드는 0(zero)V 전위이거나 1V 또는 100V와 같은 DC 전압이거나 크기 및 위상이 변하는 AC 전압이다.

[0129] 도 5는 본 발명에 따른 커패시턴스 검출시스템의 기본적인 구조를 보인 회로도이다. 도 5를 참조하면, 스위칭소자(10), 센서(14), 센서신호선(16), 스토리지 커패시터(cst), 부유 커패시터(cp) 및 하이(Hi) 임피던스 입력소자(12)로 구성된 기본적인 구조를 갖는다.

[0130] 스위칭소자(10)는 스위치 온/오프 제어단자(10-3)에 하이(Hi) 전압인 Von이 인가될 때 턴 온(Turn on) 되어, 스위치 입력단자(10-1)에 연결된 충전전압(Vchg)을 스위치 출력단자(10-2)로 출력하고, 센서(14) 및 이와 접속된 모든 커패시터에 일정시간 충전전압을 인가하여 이들을 "Vchg"의 크기로 충전시킨다. 충전이 완료되면 스위치 온/오프 제어단자(10-3)에 로우(Low)의 Voff 전압을 인가하여 스위칭소자(10)를 턴 오프(Turn off) 시키고, 이로 인해 P점에 접속된 커패시터에 충전되는 충전전압(Vchg)이 제거되고 P점은 충전전압을 유지한다. 스위칭소자(10)에서 P점에 접속된 커패시터까지 이르는 경로 및 하이임피던스입력소자(12)까지의 경로에는 일정크기의 저항성분이 있으며 이로 인해 충전시간의 지연이 발생하지만 본 명세서에는 저항성분이 없다고 가정하였다.

[0131] 본 발명에서 P점의 전위를 검출하기 위해 하이 임피던스 입력소자(12)가 사용되어야 한다. 하이 임피던스(Hi Impedance, 이하 Hi-z) 입력소자(12)는 버퍼(Buffer)나 오피앰프(OPAMP) 또는 MOS/FET등의 Gate단자가 사용된다. 이후의 명세서에서, Hi-z 입력소자(12)는 버퍼(15)로 혼용 사용하였다. 버퍼(15)나 Hi-z입력소자(12)는 신호검출부(22)를 구성하는 요소로서, 도 6의 신호검출부(22) 내부에 도시되어야 하나, 도 6에서는 Hi-z 입력임을 강조하기 위하여 신호검출부(22)와 버퍼(15)를 분리하여 도시하였다.

[0132] P점이 충전전압(Vchg)으로 충전된 후 스위칭소자(10)가 오프되면, 도 5의 P점에 연결된 커패시터들의 방전이 개시되며, 방전을 최소화 하기 위하여 P점에 접속된 스위칭소자(10) 및 버퍼(15)는 Hi-z 상태인 것이 바람직하다. Hi-z 상태의 입력소자의 임피던스는 적어도 1MΩ 이상이다. 또한 P점에서 검출되는 스위칭소자(10)의 오프상태 임피던스도 적어도 1MΩ 이상이다.

[0133] 후술하게 될 전하공유현상에 의해 신호검출부(22)는 P점의 전압을 검출하여 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 형성된 커패시턴스를 연산하며, 연산중이거나 연산이 완료된 이후에 P점을 다시 Vchg로 충전하고 전하공유현상에 기초한 P점의 전압을 검출하는 프로세스를 반복하게 된다.

[0134] cst는 스토리지(Storage) 커패시터로서, 도 5의 센서커패시터(cs)에 전하를 공급하거나 센서커패시터(cs)가 방출한 전하를 충전하는 역할을 한다. 스토리지 커패시터(cst)는 후술하게 될 검출시스템(20) 내부에 만들어 지거나 검출시스템 외부에 부착될 수 있다.

[0135] cp는 부유 커패시터(Parasitic Capacitor)로서, 도 5의 P점에서 관측되는 모든 부유 커패시터의 총합 즉, 등가 커패시터이다. 예를 들어, 도시하지는 않았으나, 스위칭소자(10)의 출력단자(10-2)와 스위치 on/off 제어단자(10-3) 사이에도 부유 커패시터가 존재하며, Hi-z 입력소자(12)의 입력단에도 부유 커패시터가 존재한다. 또한 센서(14)가 복수개 사용되는 경우 복수개의 센서신호선(16)이 상호 인접하여 배선되면 그들과의 사이에서도 부유 커패시터가 존재한다.

[0136] 검출시스템(20)에서는 cst가 반드시 필요하므로 검출시스템(20) 내부에 cst를 형성 할 수 있으며, 또는 자연적으로 형성되는 cp를 이용하여 스토리지 커패시터의 역할을 수행할 수도 있다. 도 5의 cst나 cp를 살펴보면, 동일하게 P점에 접속되어 있으며 동일한 그라운드로 연결되어 있다. 따라서, 단순한 회로지식에 의해 cst와 cp는 하나의 등가회로로 구성할 수 있으며, 이후 이를 보조커패시터(caux) 및 보조커패시턴스(CAUX)로 표기한다. 보조커패시터(caux)는 후술하게 될 전하공유현상에서 후술하게 될 가변 커패시터에 전하를 공급하거나 가변커패시터가 방출한 전하를 축적하는 역할을 한다.

[0137] cs는 센서(14)와 오브젝트(18) 및 그들 사이의 유전체를 매개로 하여 형성된 센서커패시터로서 "CS"라는 크기의 커패시턴스를 갖는다. 오브젝트(18)는 엘리베이터의 key를 터치하는 손가락을 예로 들 수 있으며, 사람마다 손가락의 크기가 다르고 시간의 추이에 따라 대향면적과 대향거리에 변화가 생기므로 센서커패시턴스의 크기는 수시로 변하는 특징을 갖는다.

[0138] 본 발명에서 오브젝트(18)에는 시스템전원이 아닌 외부전원이 그라운드로 사용되며, 외부전원은 도 4의 하측 실린더에 연결된 그라운드처럼 오브젝트(18)에 직접 연결되기도 하고, 대지에 서있는 사람이 대지전위와 가상으로 연결된 것과 같이 오브젝트(18)와 가상으로 연결될 수 있다. 본 명세서에서 오브젝트(18)에 그라운드로 연결된 외부전원은 외부그라운드라고도 하며, 가상그라운드(Virtual Ground, 이하 VG)로 표시하였다.

[0139] 가상그라운드(VG)는 대지 그라운드이거나 대지 그라운드를 기준으로 하는 DC 전압 또는 AC 전압이다. 예를 들어 사람이 3파장 형광등을 한손으로 잡고 다른 한 손으로 엘리베이터의 key를 누를 때 VG는 3파장 형광등에서 출력되는 교류전압이 될 것이다. 가상그라운드(VG)는 건전지의 그라운드와 같은 플로팅 그라운드가 사용될 수도 있다. 플로팅 그라운드가 사용될 때 검출시스템의 모든 전압은 플로팅 그라운드를 기준으로 크기가 정의 된다. 본 명세서에서 대지 그라운드는 플로팅 그라운드를 포함하며 같은 의미로 사용되기도 한다.

[0140] 도 6은 본 발명의 센서커패시턴스를 검출하는 회로의 일 실시예로서, 도 6을 이용하여 센서 커패시터(cs)의 커패시턴스(CS)를 검출하는 방법을 설명하면 다음과 같다. 도 6의 타원으로 둘러싸인 부분은 검출시스템(20)이다. 검출시스템(20)은 신호검출부(22)를 포함하며, 시스템전원인 AC 전압을 생성하거나, CPU를 포함할 수 있다. 시스템전원은 검출시스템(20)에서 생성되기도 하며 외부에서 공급할 수도 있다.

[0141] 검출시스템(20)에서 센서커패시터(cs)의 센서커패시턴스(CS)를 검출하기 위하여 사용되는 AC전원을 시스템전원 또는 시스템전압이라고 하며, 시스템전원은 양의 시스템전원인 Vsupply와 시스템그라운드(GND1)로 구성되어 있다.

[0142] 양의 시스템전원인 Vsupply는 시스템그라운드인 GND1을 기준으로 DC 전압이다. 예를 들어, Vsupply는 GND1을 기준으로 3.3V DC 전압이다.

[0143] Vsupply가 GND1을 기준으로는 DC 전압이지만, Vsupply는 대지 그라운드를 기준으로는 크기와 위상이 변하는 AC 전압이다. 예를들어, Vsupply는 대지 그라운드를 기준으로 소정의 주기로 10V 상승하거나 10V 하강할 수 있다. 또는 어떤 시점에는 15V로 상승 및 하강하거나 어떤 시점에는 20V로 상승하거나 하강 할 수 있다. 본 명세서에서 시스템전원이 소정의 전압으로 상승하거나 하강하는 것을 교번(Swing)한다고 한다.

[0144] 또한 시스템전압으로 사용되는 AC 전압은, 일 실시예로 10uS에 10V를 상승하거나 하강하며 20uS에 10V를 상승하거나 하강이 가능한 바와 같이 위상도 변할 수 있다.

[0145] Vsuppy와 GND1이 상호 일정 크기의 전압차를 유지하는 DC 전압이면서 Vsupply가 대지 그라운드를 기준으로 크기와 위상이 변하는 AC 전압이므로 GND1도 Vsupply와 같이 대지 그라운드를 기준으로 크기와 위상이 변하는 AC 전압이다.

[0146] 검출시스템(20)에 사용되는 시스템전원이 대지 그라운드를 기준으로 AC 전원이기는 하나 GND1을 기준으로는 DC 전압이므로, 검출시스템(20)의 신호검출부(22)의 연산을 위한 전압으로 시스템전원을 사용하는 것이 가능하다.

[0147] 신호검출부(22)에서 연산한 어떤 값을 외부로 출력하기 위하여 시스템그라운드(GND1)와 신호를 받아들이는 외부 구성체의 그라운드는 상호 연결되는 것이 바람직하다. 이때 신호검출부(22)에 인가된 AC 전압은 교번하지 않는 DC 전압의 파형을 유지하는 것이 바람직하다. 이는 도 8의 t1 시점이나 t2 시점이며, AC 전압은 교번의 변곡점에서 소정 시간동안 일정 크기를 유지하는 DC 영역을 포함한다. AC 전압에 포함된 DC 영역은 후술하게 될 충전시간을 확보하거나 신호검출부의 신호를 외부로 전송하기 필요한 영역이다. 예를들어, 도 8 영역1의 t2 시점에 신호검출부(22)에서 어떠한 연산이 완료되어 이를 도시되지 않은 외부로 출력하기 위해서 25V인 GND1은 대지 그라운드나 검출시스템(20)이 포함된 상위 시스템의 그라운드와 연결될 수 있으며, 상위 시스템은 DC battery가 사용되는 플로팅(Floating) 그라운드를 가질 수도 있다.

[0148] 신호검출부(22)를 기준으로 외부의 의미는, 신호검출부(22)가 포함된 IC나 신호검출부(22)가 포함된 PCB의 외부일 수 있으나, 한편으로는 IC의 내부 또는 PCB의 내부에서 신호검출부(22)를 제외한 다른 영역일 수 있다. 예를 들어, IC 내부에 신호검출부(22)와 도 4의 피스톤을 구동하는 구동부가 다른 영역에 존재하며 구동부의 그라운드와 신호검출부(22)에서 사용하는 시스템그라운드(GND1)가 서로 다를 때 동일 IC내에 존재하는 구동부도 외부로 표현할 수 있다.

[0149] 도 6의 보조커패시터(caux)는 스토리지 커패시터(cst)와 부유커패시터(cp)의 등가 커패시터이다. 또한 센서커패시터(cs)는 도 5의 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 형성된 커패시터이며 커패시턴스의 크기는 CS이다.

[0150] 센서(14)는 센서신호선(16)에 연결되어 검출시스템(20)에서 멀리 이격될 수 있다. 또한 복수의 검출시스템(20)이 사용될 때 복수의 센서(14)는 소정거리 이격되어 배치될 수 있으며 이때 센서(14)와 연결된 센서신호선(16)이 상호 인접하면 센서신호선(16) 사이에서 부유커패시터(cp)가 발생하며 부유커패시턴스는 도 6의 보조커패시턴스(CAUX)에 포함된다.

[0151] 본 발명에서 오브젝트(18)를 제외한 스위칭소자(10)나 버퍼(15) 또는 신호검출부(22)부등 검출시스템(20)에는 시스템 전원이 인가된다. 시스템전원은, 양의 시스템전압인 "Vsupply"와 시스템그라운드인 "GND1"으로 이루어지, Vsupply는 GND1에 대하여 DC이나 대지 그라운드에 대해서는 교류이다. 예를 들어, Vsupply와 GND1은 상호 5V의 전위차를 유지하는 DC 전압이다. 그러나 시스템전압은 후술하게 될 도 7이나 도 8의 실시예와 같이, 대지 그라운드에 대해서는 AC이다.

[0152] 검출시스템(20)은 집적회로(Integrated Circuit, 이하 IC)로 구현되거나 PCB에 실장된 회로로 구현될 수 있으며, 구현의 방법은 한정되지 않는 다양한 부품의 조합으로 구성된다. 만일 검출시스템(20)이 IC나 PCB의 일부영역만을 사용한다면 교류전압은 IC나 PCB의 일부영역인 검출시스템(20)에만 공급될 수 있다. 또는, 회로 구성에 따라 IC의 전 영역이나 PCB 전체의 회로에 공급될 수도 있다.

[0153] 시스템전원인 AC전압은 크기(Amplitude)와 위상(Phase)이 규칙적으로(Regular) 교번하는 전압이거나 크기와 위상이 비 규칙적으로(Non Regular) 변동되는 전압이다. 도 7과 도 8을 이용하여 교류전압에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0154] 도 7은 크기와 위상이 규칙적으로 교번하는 교류전압에 관한 도면이며 도 8은 크기와 위상이 비 규칙전인 교류전압에 관한 도면이다. 먼저 도 7을 이용하여 규칙적인 크기와 위상을 갖는 교류전압의 경우를 설명하면 다음과 같다.

[0155] 도 7은 대지전위를 기준으로 Max 전압이 30V이고 Min 전압이 10V로서 교번전압의 크기(Amplitude)가 20V인 AC 전압이다. 따라서 Vsupply는 대지전위를 기준으로 20V 교번한다. 시스템그라운드인 GND1은 Vsupply와 5V를 유지한다. 따라서, 시스템그라운드인 GND1도 대지전위를 기준으로 Max 전압이 25V이며 Min 전압이 5V로서 20V의 크기로 교번하는 AC 전원이다. 이로 인해, 시스템전원(Vsuppy)은 대지전위를 기준으로는 AC 전압이지만, GND1을 기준으로(즉, GND1을 그라운드로 할 시) DC전압인 5V이다. 또한 AC 전압의 주기가 60Hz로서 위상(Phase)도 규칙적이다.

[0156] 도 7과 같이 대지전위를 기준으로 그 크기와 위상이 규칙적인 AC 전압이 시스템전압으로 인가될 수 있으나, 크기와 위상이 비 규칙적인 AC전압이 시스템전원으로 인가될 수 있으며 도 8은 이에 관한 일 실시예이다.

[0157] 도 8을 참조하면, 시스템그라운드(GND1)를 기준으로 양의 시스템전원(Vsupply)의 크기는 5V이므로, GND1을 기준으로 Vsupply는 DC 전압이다. 도 8 영역1의 AC 전압의 변동폭은 20V이며, 영역2의 AC 전압의 변동폭은 15V이고 영역3의 AC 전압의 변동폭 또는 크기는 25V이다. 영역1의 AC 전압은 상승주기와 하강주기가 서로 같으며, 영역2의 AC 전압은 상승주기와 하강주기가 서로 다르되, 상승시에는 시간의 지연없이 상승하며 하강시에 소정의 주기로 하강하는 경우이다. 영역3의 AC전압은 상승 및 하강시에 수직 상승 및 수직하강을 하는 경우의 실시예이다. 이와같이 크기와 위상이 비 규칙적인 AC 전압이 시스템전원으로 사용될 수 있다.

[0158] 실 사용예에 있어서, 영역1 내지 영역3에서 예시된 것과 같은 다양한 AC 전압이 시스템전원으로 혼용되지 않으며, 하나의 패턴을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 몇 가지 패턴이 사전에 프로그램된 순서(Sequence)에 의해 순차적으로 사용될 수 있다.

[0159] 도 8의 실시예와 같은 시스템전원의 구성은 비 규칙적이기는 하나, 대지전위를 기준으로 할 시 그 크기가 변하는 전압이므로, 본 발명에서 이러한 전압도 AC 전압(또는 교류전압)이라고 정의하며, 이러한 비 규칙적인 AC 파형은, 주기나 상승 패턴 또는 하강 패턴의 기울기를 임의로 결정할 수 있다는 장점이 있다.

[0160] 도 8의 교번전압은 원하는 시점에 전압의 상승 및 전압의 하강을 구현할 수 있다. 사전에 프로그램된 시스템전원의 상승 및 하강에 대한 패턴은 검출시스템(20)에서 제공하는 UP 또는 Down 신호에 동기하여 발생한다.

[0161] 오브젝트(18)가 사람의 손가락이고, 손가락으로 엘리베이터의 버튼을 누를 때, 사람의 몸은 대지전위에 접지되어 있다고 모델링 할 수 있으므로, 이러한 경우에 도 6의 VG는 0(zero)V이며 크기가 변하지 않는다. 그러나 시스템전원은 대지전위를 기준으로 그 크기가 교번하는 교류전압이므로, 시스템전원의 크기가 변할 때 도 6의 P점

의 전위는 시스템전원에 동기하여 교번한다. P점의 전위가 교번하므로 센서신호선(16)을 통하여 센서(14)에 인가되는 전원도 P점과 동일하게 교번하는 전압이다.

[0162] 오브젝트(18)의 그라운드는 크기가 변하지 않는 0V의 대지전위인 경우, 센서(14)에 인가되는 시스템전원의 크기가 변할 때 오브젝트(18)와 센서(14) 사이에 형성된 센서커패시터(cs)에 인가되는 전압의 크기도 시스템전원에 동기하여 변하게 된다.

[0163] 동일한 커패시턴스를 갖는 커패시터에 인가되는 전압이 변하면 Q=CV라고 하는 수식에 의해 충전되는 전하량에 차이가 발생하게 된다. 이와 같이 센서커패시터(cs)에 인가되는 전압에 차이가 발생하면 센서커패시터에 충전되는 전하량의 차이가 발생하는 현상을 이용하여 센서커패시터의 커패시턴스를 검출하는 것이 가능하며 상세한 방법은 후술하기로 한다.

[0164] 오브젝트(18)에 인가된 외부전위(VG)는 대부분 대지 그라운드인 경우가 많으며 이는 절대크기가 0(zero)V이며 DC인 경우이다. 또한 검출시스템이 포함된 상위 시스템의 그라운드가 접속될 수 있으며 상위 시스템의 그라운드는 DC battery의 플로팅 그라운드일 수 있다. 외부그라운드는, 어떠한 경우에는 DC이면서 시스템전원보다 높거나 낮은 전압을 가질 수 있다. 도 7에서 VG=50V의 경우 시스템전원보다 높으며 VG=0인 경우 시스템전원보다 낮다. AC 전원이 오브젝트(18)에 그라운드(VG)로 사용될 수 있으며, AC 전압은 오브젝트(18)에 직접 연결되거나, 오브젝트(18)가 3파장 형광등이 인접하고 있어서 전자기적으로 영향을 받는 경우와 같이 AC 전압은 간접적으로 오브젝트(18)에 인가될 수 있다. AC전원이 오브젝트의 그라운드로 사용되는 경우, 검출시스템(20)에 인가되는 AC전원과 연관성을 가지지 않는다. 이후에 언급되는 AC 전원은 검출시스템(20)에 인가되는 AC 전원이다.

[0165] 시스템전원이 AC 전압일 때, 도 6의 버퍼(15)에는 시스템전원인 AC 전압이 인가되고 스위칭소자(10)의 on/off 제어단자나 입력단자(10-1)에는 시스템전원을 고려한 적절한 전압이 인가되어야 하며, 이러한 전압을 인가하기 위해 시스템전원인 AC 전압에 DC 구간이 필요하다.

[0166] 일 실시예로, AC 전원은 도 8의 영역1 내지 영역3의 상승과 하강 또는 하강과 상승이 구분되는 변곡지점에서 DC 구간을 갖는다.

[0167] AC 전원의 DC구간에서 센서(14)와 공통접속된 모든 커패시터를 충전한다. 또한 AC전원의 DC 구간에서 신호검출부(22) 또는 검출시스템(20)의 연산이 이루어지거나 외부로 어떠한 신호가 출력되거나 외부의 신호를 받아들인다. 신호검출부(22)나 검출시스템(20)과 신호를 주고 받는 외부구성체는 CPU이거나 신호의 입출력과 연관된 회로소자이다. 외부구성체의 그라운드는 검출시스템의 그라운드와 같거나 다를 수 있다.

[0168] 외부구성체의 그라운드가 검출시스템(20)의 그라운드와 다른 경우, 외부구성체의 그라운드와 검출시스템(20)의 그라운드를 상호 연결한 상태에서 검출시스템(20)과 외부구성체의 신호 입출력을 발생시키는 것이 바람직하다.

[0169] 본 발명의 센서커패시턴스(CS)를 검출하기 위한 AC 전압은, 상승하거나 하강하는 모든 영역에서 센서커패시턴스(CS)를 검출하는 것이 가능하며, 하강하는 영역을 사용하기 위해서는 AC 전압은 미리 상승이 되어야 하며, 상승하는 영역을 사용하기 위해서는 AC 전압은 미리 하강해 있어야 한다.

[0170] Vchg를 이용한 도 6의 P점에 대한 충전은 AC 전압의 DC 구간에서 이루어지는 것이 바람직하나, AC 전압의 하강을 위해 미리 상승하는 구간이나 AC 전압의 상승을 위해 미리 하강하는 구간에서도 충전이 이루어 질 수 있다.

[0171] 본 발명의 일 실시예에 대한 도 6의 회로에서, P점의 전위는 다음의 <수식 5>에 의해 결정된다.

[0172] <수식 5>

$$V_p=(V_{supply}+V_{chg})-V_{supply}\frac{CS}{C_{AUX}+CS}$$

[0173] 위 <수식 5>에서 Vp는 버퍼(15)에 입력되는 P점의 전위이며, Vsupply는 양의 시스템전압이 교번하는 전압의 크기로서 도 7의 경우에는 20V이며 도 8의 영역1은 20V, 도 8의 영역 2는 15V이다. Vchg는 대지 그라운드를 기준으로 하는 충전전압이며 CAUX는 스토리지 커패시터(cst) 또는 부유 커패시터(cp)의 등가 커패시터의 커패시턴스이다. CS는 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 발생하는 센싱커패시터(cs)의 커패시턴스이다.

[0174] <수식 5>에서 양의 시스템전원(Vsupply)이 상승하는 경우에 Vsupply는 양의 값이며 Vsupply가 하강하는 경우에 Vsupply는 음의 값이다. 예를 들어, 도 6의 Vchg는 6V이고 도 6의 P점이 6V로 충전된 이후 스위칭소자(10)가 턴

오프되어 P점이 Hi-z가 되면 Vsupply의 10V 상승에 의해 통상의 경우에, <수식 5>의 $Vp=(Vsupply+Vchg)$ 의 항만 작

용하여 P점의 전압은 16V가 된다. 그러나 본 발명에서 추가된 $\frac{CS}{CAUX+CS}$ 가 0.1이라고 가정하면 <수식 5>의 Vp는 15V이며, 이는 16V로 상승하여야 하는 P점이 15V밖에 상승하지 못했음을 의미한다. 후술하겠지만, 상승하

지 못한 1V는 "스윙 미달 요인"이라고 하는 $Vsupply\frac{CS}{CAUX+CS}$ 의 항(Term)으로 결정되며 CAUX를 미리 알고 있다면 CS를 검출할 수 있으며 또는 시간의 추이에 따른 CS의 변화량을 검출하는 것이 가능하다.

[0175] 한편, <수식 5>에서 시스템전원이 하강하는 경우 Vsupply의 크기는 -10V를 사용하여야 한다. 일 실시예로, Vchg는 16V이며 P점이 충전 및 Hi-z상태를 유지하는 상태에서 시스템전원이 10V 하강하면 일반적으로 도 6의 P점은

6V가 된다. 그러나 $\frac{CS}{CAUX+CS}$ 가 0.1이라고 가정하면 <수식 5>의 Vp는 다음과 같다.

[0176] $Vp=(16V-10V)+(-10V)\times0.1=7V$. 이는 P점이 6V가 되어야 하나 1V만큼 하강하지 못했다는 의미이며 1V는 센서커패시턴스의 크기에 좌우되므로 이를 통해 센서커패시턴스의 크기를 알 수 있다.

[0177] 도 7이나 도 8의 시스템전압에 관한 파형을 참조하면, 양의 시스템전압(Vsuuply)과 시스템 그라운드(GND1)는 상호 일정 DC 전압을 유지하고 있으므로, 대지 그라운드를 기준으로 하는 시스템 그라운드(GND1)도 양의 시스템전압(Vsupply)이 교번하는 교번전압과 크기와 동일하다. 따라서 <수식 5>는 아래의 <수식 6>과 같이 표현할 수 있다.

[0178] $Vp=(GND1+Vchg)-GND1\frac{CS}{CAUX+CS}$ <수식 6>

[0179] 이하의 명세서에서, 수식에 포함된 Vsupply는 GND1과 동일한 교번크기를 가지므로 <수식>의 Vsupply와 GND1은 같은 의미로 사용할 수 있으나 Vsupply를 대표로 사용한다. 따라서, 수식에는 비록 Vsupply가 사용되었으나 GND1으로 대체하여 사용하는 것이 가능하다.

[0180] 만일, 도 5에서 오브젝트(18)가 없다면 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에는 센서 커패시터 cs가 형성되지 않고 CS는 0(zero)이므로, <수식 6>은 아래의 <수식 7>과 같이 표현된다.

[0181] $Vp=Vsupply+Vchg$ <수식 7>

[0182] <수식 5>는 오브젝트(18)가 있을 때 신호검출부(22)에서 검출된 P점의 전위이고, <수식 7>은 오브젝트(18)가 없

을 때 신호검출부(22)에서 검출된 P점의 전위이므로, <수식 7>에서 <수식 5>를 차감한 값에 기초하여오브젝트(18)가 센서에 접근하였는지 여부를 판단할 수 있다.

[0183] 본 발명은 이와 같이 센서(14)에 접근한 오브젝트(18)의 존재 유무를 판별하는 것도 가능하지만, 오브젝트(18)와 센서(14)의 대향거리 변화 또는 대향면적의 변화를 검출하는 것도 가능하다.

[0184] 오브젝트(18)와 센서(14)의 대향거리 변화 또는 대향면적의 변화를 검출하는 일 실시예로, 도 4의 수식을 인용하면, 오브젝트(18)와 센서(14)의 대향거리나 대향면적의 변화가 발생하면, 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 형성된 커패시턴스 크기의 변화가 발생한다. 따라서, 센서(14)와 오브젝트(18)가 소정의 대향거리나 대향면적을 가질때 검출된 P점의 전위를 Vp1이라고 하고, 센서(14)와 오브젝트(18)의대향거리나 대향면적의 변화에 따른 P점의 전위를 Vp2라고 하면, <수식 5>에서 검출된 Vp1과 Vp2의 차(difference)에 의해 오브젝트(18)와 센서(14)의 대향거리 변화 또는 대향면적의 변화를 검출하는 것이 가능하다.

[0185] <수식 5>의 $\frac{CS}{CAUX+CS}$ 항을 참조하면, 아래와 같이 정리할 수 있다.

[0186] (정리 1) P점에 접속된 모든 커패시터들의 커패시턴스는 분모에 위치한다.

[0187] (정리 2) 시스템 그라운드(GND1)에 연결되지 않은 커패시터의 커패시턴스는 분자에 위치한다.

[0188] (정리 3) 시스템그라운드(GND1)에 연결된 커패시터의 커패시턴스는 분모에 위치한다.

[0189] 전술한 바와 같이 CAUX는 일측이 도 6의 P점에 연결되고 타측이 시스템 그라운드(GND1)에 연결된 복수개의 커패시턴스의 등가회로이므로, CAUX는 하나의 커패시턴스로 보일지라도 실제로는 많은 커패시터의 커패시턴스로 이루어져 있다. 또한 도 6을 기반으로 하는 <수식 5>에서는, 외부전원에 그라운드가 연결된 커패시터가 하나이지만, 다른 실시예에서는 복수개가 존재할 수 있다.

[0190] 센서커패시터(cs)의 센서커패시턴스(CS)는 시스템전원인 AC 전원이 상승하거나 하강하는 모든 경우에 검출이 가능하며, AC 전원의 상승 또는 하강에 기초한 센서커패시턴스(CS)의 검출에 관한 상세한 실시예는 다음과 같다.

[0191] **<u>*시스템 전원이 상승하는 경우의 실시예</u>**

[0192] 시스템 전원이 상승하는 경우에 센서커패시턴스를 검출하는 일 실시예로, 도 6을 적용한 검출시스템(20)에서 도 8의 AC 전원을 시스템전원으로 사용하는 경우를 설명하면 다음과 같다. 도 8의 영역1 직전의 t1에서 검출시스템(20)의 P점을 충전하되 충전전압인 Vchg는 6V이고, CAUX=20pF, CS=1pF이라고 가정하자, Vsupply가 Min에서 Max로 20V 교번(Swing)할 때 Vsupply의 값이 커지는 것이므로 <수식 5>의 Vsupply= +20V이다. 교번이 완료된 후 P점에서 검출되는 전압의 크기는 다음과 같다.

$$Vp=20+6-20\times\frac{1}{21}=25.0476V$$

[0193] <계산식 1>

[0194] <계산식 1>에서 센서커패시턴스(CS)가 없다고 가정하면 Vp의 크기는 26V가 된다. 이는 6V로 충전된 P점을 검출시스템이 20V만큼 상승시키면 26V가 된다는 의미이다. 그러나 CS가 존재하고 그 크기가 1pF이라고 가정하면 26V에 0.9524V만큼 미달했다는 의미가 된다. 본 발명에서는 이러한 미달 전압을 검출하여 센서 커패시터가 존재하는지, 즉, 손가락과 엘리베이터 버튼의 실시예에서 보여주듯이 손가락이 버튼을 누르고 있는지를 알 수 있다. 또한, 이러한 미달 전압의 크기 변화를 검출하여 센서(14)와 오브젝트(18)가 얼마의 거리로 대향하고 있는지 또는 대향면적이 얼마인지를 검출하는 것이 가능하며 이러한 값들의 변화량을 추적하면 대향거리의 변화나 대향면적의 변화를 검출하는 것이 가능하다. 도 4의 수식을 참조하면, 오브젝트(18)와 센서(14)의 대향거리나 대향면적이 변하면 커패시턴스가 변하므로, 대향거리나 대향면적이 동시에 변하게 되면 무엇에 의해 커패시턴스가 변하는지를 확인하는 것은 불가능하다. 따라서, 실제로는 대향거리는 일정한 경우에 대향면적의 변화를 검출하거나 또는 대향면적은 일정하게 시스템을 구성하고 대향거리가 변하는 경우의 대향거리의 크기나 변화량을 검출하는 것이 바람직하다.

[0195] **<u>*시스템 전원이 하강하는 경우의 실시예</u>**

[0196] 도 6의 검출시스템 및 도 8의 AC전원을 사용하여, 시스템전원이 하강하는 경우에 커패시턴스를 검출하는 방법은 다음과 같다. 먼저 도 6의 P점을 충전한다. 도 8의 영역1의 DC 영역인 t2 시점에서 대지전위를 기준으로 GND1의 전압의 크기는 25V이다. 따라서, 도 8 영역1의 t2시점에서 도 6의 P점에 GND1을 기준으로 Vchg를 1V를 충전하는 것은, 대지 그라운드를 기준으로 Vchg를 26V로 충전하는 것과 동일한 의미이다. 도 6의 P점은 26V인 Vchg에 의해 충전되었고, CAUX는 20pF, CS=1pF이라고 가정하자. 도 8의 영역1의 후반부의 실시예와 같이, Vsupply가 Max에서 Min로 20V 하강 할 때, Vsupply는 -20V이다. 따라서, <수식 5>에 의해, 시스템전원이 20V 하강한 후 P점에서 검출되는 전압의 크기는 다음과 같다.

$$Vp=(26-20)-(-20)\times\frac{1}{21}=6.9524V$$

[0197] <계산식 2>

[0198] <계산식 2>를 참조하면, 26V로 충전된 P점이 시스템전원이 20V 하강함으로 인해 6V가 되어야 하나 센서커패시터(cs)로 인해 0.9524V 만큼 미달되었음을 의미한다. 이 값을 참조하면, <수식 5>의 동일한 파라메터(Parameter)에 대해 시스템전원이 상승하거나 하강하는 경우에 경우에 목표값에 미달된 값은 동일한 것을 보여준다.

[0199] 도 6이나 <수식 5>에서는 외부 그라운드에 접속된 오브젝트(18)가 하나인 경우를 예로 들었으나, 어떤 시스템은 복수의 오브젝트(18)가 존재하며, 각 오브젝트(18)는 크기가 서로 같거나 다른 외부 그라운드에 연결된다. 본 명세서에서 복수의 외부 그라운드를 VG1과 VG2로 표시하였으며 VG1과 VG2는 크기가 서로 같거나 서로 다른 경우를 모두 포함한다.

[0200] 도 9는 복수의 오브젝트가 본 발명의 커패시턴스 검출시스템(20)에 사용된 경우의 실시예로서, 도 9a는 두 개의 오브젝트(18-1, 18-2)가 고정되어 있고 센서(14)가 이동하는 경우로서, 센서(14)의 이동에 의해 d1과 d2가 모두 변하는 경우이다. d1은 센서(14)와 오브젝트1(18-1)과의 대향거리이며 d2는 센서(14)와 오브젝트2(18-2)와의 대향거리이다. 센서(14)와 각 오브젝트(18-1,18-2)의 대향면적은 동일하다고 가정하였다. 센서(14)에는 센서(14)를 움직일 수 있는 물체가 센서신호선(16)과 같이 구성되어 있으며, 센서 신호선(16)의 이동으로 센서(14)와 오브젝트(18-1, 18-2)들 사이에는 변위가 발생한다. 오브젝트1(18-1)에는 외부 그라운드1(VG1)이 스프링 선(Spring wire)에 의해 접속되었고, 오브젝트2(18-2)에는 외부 그라운드2(VG2)가 스프링 선으로 연결되었다. 센서(14)와 오브젝트1(18-1) 사이에는 센서 커패시터1(cs1)이 커패시턴스 CS1의 크기로 형성되었으며, 센서(14)와 오브젝트2(18-2) 사이에도 cs2/CS2가 형성되어 있다. 센서(14)가 움직임에 따라 CS1 및 CS2의 크기가 변하게 된다.

[0201] 도 9b는 센서(14) 및 오브젝트2(18-2)는 고정되어 있으나 오브젝트(18-1)의 이동에 의해 오브젝트1(18-1)과 센서(14) 사이의 거리가 변하는 경우의 실시예이다. 도 9b를 참조하면, 오브젝트1(18-1)을 이동시킬 수 있는 물체에는 오브젝트1(18-1)과 연결된 외부그라운드1(VG1)이 같이 연결되어 있다. 오브젝트2(18-2)에는 외부 그라운드2(VG2)가 연결되어 있다. 도 9b와 같은 실시예에서 센서(14) 및 오브젝트2(18-2)는 고정되어 있으므로 이들 사이의 거리 d2는 고정되어 있고 이들 사이에 형성된 커패시턴스인 CS2의 크기도 고정되어 있다. 그러나 센서(14)의 타측에는 오브젝트1과 형성되는 커패시턴스 CS1이 있으며 오브젝트1(18-1)의 이동에 의해 이들 사이에 형성된 커패시턴스인 CS1의 크기는 변하게 된다.

[0202] 도 9a과 도 9b는 비록 두 개의 오브젝트인 경우에 대하여 설명하였으나 더 많은 센서(14) 및 그 센서들과 대향하여 커패시터를 만드는 많은 오브젝트들을 포함하는 시스템이 구현될 수 있다. 본 명세서에서는 비록 두 개의 오브젝트에 대한 것만을 예로 하였으나 그 이상의 오브젝트에 대해서도 본 발명의 원리가 적용될 수 있다.

[0203] 도 10은 복수의 센서커패시턴스가 검출 가능한 검출시스템의 회로도이다. 도 10을 참조하면, 두 개의 센서(14)와 대향하는 두 개의 오브젝트(18-1, 18-2)가 있으며, 두개의 센서(14)는 하나의 센서의 양면이거나, 서로 다른 센서이다. 두개의 센서커패시턴스(CS1, CS2)를 검출하는 검출시스템(20)에 Vsupply의 크기로 교번하는 AC 전원이 공급될 때 P점에서 검출되는 신호는 다음과 같다.

$$V_p=(V_{supply}+V_{chg})+V_{supply}\frac{CS1+CS2}{CAUX+CS1+CS2}$$

[0204] <수식 8>

[0205] 위 <수식 8>에서 Vp는 버퍼(15)에 입력되는 P점의 전위이며, Vsupply는 시스템전압이 교번하는 전압의 크기이며, Vchg는 대지 그라운드를 기준으로 하는 충전전압이다. CAUX는 스토리지커패시터(cst) 또는 부유 커패시터(cp)의 등가 커패시터의 커패시턴스 또는 cs 및 cp의 등가 커패시터의 커패시턴스이다. CS는 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 발생하는 센서 커패시터(cs)의 커패시턴스이며 CS1은 센서(14)와 오브젝트1(18-1) 사이에 형성된 커패시턴스이며 CS2는 센서(14)와 오브젝트2(18-2) 사이에 형성된 커패시턴스이다.

[0206] 위 <수식 8>에서, 도 9a과 같이 d1 및 d2가 같이 변경되는 경우에는 d1과 d2를 개별적으로 연산하는 것이 쉽지 않다. 그러나, 도 9b와 같이 d2가 고정되어 있는 경우에는 CS1의 변화량만 발생하므로 CS1에 기초하여 d1의 크기나 오브젝트1(18-1)과 센서(14)와의 대향면적의 크기 또는 대향면적의 크기 변화를 검출하는 것이 가능하다.

[0207] 복수의 센서커패시턴스를 검출하는 경우에도 (정리 1) 내지 (정리 3)이 동일하게 적용된다.

[0208] <수식 8>은 두 개의 오브젝트(18-1, 18-2)에 대해 P점에서 검출되는 신호의 수식이나, 외부그라운드에 연결된 오브젝트가 두 개 이상의 경우, 도 10의 P점에서 검출되는 신호의 수식을 일반화 하면 다음의 <수식 9>와 같다.

$$V_p=(V_{supply}+V_{chg})+V_{supply}\frac{CS1+CS2+\ldots+CSn}{CAUX+CS1+CS2+\ldots+CSn}$$

[0209] <수식 9>

[0210] 위 <수식 9>에서 Vp는 버퍼(15)에 입력되는 P점의 전위이며, Vsupply는 시스템전압이 교번하는 전압의 크기이며, Vchg는 대지 그라운드를 기준으로 하는 충전전압이다. CAUX는 스토리지커패시터(cst) 또는 부유 커패시터(cp)의 등가 커패시터의 커패시턴스이다. CS는 센서(14)와 오브젝트(18) 사이에 발생하는 센서 커패시터(cs)의 커패시턴스로서, CS1은 센서(14)와 오브젝트1(18-1) 사이에 형성된 커패시턴스이며 CS2는 센서(14)와 오브젝트2(18-2) 사이에 형성된 커패시턴스이다. 또한 n은 외부 그라운드에 접속되어 센서(14)와 대향하는 복수의 오브젝트의 개수이며, 하나일 때는 1, 두 개일 때는 2, 세 개 일 때는 3과 같이 오브젝트의 개수에 비례한다. n이 1일 때의 <수식 9>는 <수식 5>이고, n이 2일때 <수식 9>는 <수식 8>이다.

[0211] 복수의 오브젝트(18)에 대해서도 (정리 1) 내지 (정리 3)이 동일하게 적용된다.

[0212] 복수의 센서 커패시터(cs)가 검출시스템(20)에 사용되는 경우, 하나의 센서(14)에 복수의 오브젝트가 대향 할 수 있고, 하나의 센서에 하나의 오브젝트가 대향 할 수도 있다.

[0213] <수식 9>와 (정리 1) 내지 (정리 3)을 참조하면, 복수의 오브젝트(18)로 인해 생성된 복수의 센서커패시턴스(CSn)가 검출시스템(20)의 신호검출부(22)에 공통접속되어 있다. 복수의 센서커패시터(csn)에는 외부그라운드(VG)가 접속되어 있으므로 복수의 센서커패시터(csn)는 가변커패시터로 동작하고 고정커패시터와 전하공유를 유발하는 것은 전술한 바와 동일하다. 그러나 복수의 센서커패시터(csn)를 구성하는 복수의 오브젝트와 복수의 센서(14)에서 변위발생 또는 대향면적의 변화가 발생한다면 어떠한 오브젝트(18)와 센서(14) 사이에서 대향면적이나 대향거리의 변화가 발생하였는지 알수가 없다. 따라서, 복수의 센서커패시터(csn)를 구성하는 복수의 오브젝트(18)중에서 하나의 오브젝트에만 대향하는 센서(18) 사이에서 변위나 대향면적의 변화가 발생해야 센서커패시턴스(CS)의 변화를 유발하는 오브젝트를 알아낼 수 있다.

[0214] 복수의 오브젝트에서 센서커패시턴스(CS)의 변화를 유발하는 오브젝트를 동적 오브젝트(Dynamic Object)라고 정의하고, 변화를 유발하지 않는 오브젝트를 정적 오브젝트(Static Object)라고 정의하면, 동적오브젝트에 의해 센서커패시턴스의 변화가 발생하므로 <수식 9>에서 Vp가 변화되는 것을 검출할 수 있으나, 정적 오브젝트는 <수식 9>의 센서커패시턴스(CS)의 변화를 유발하지 않으므로 <수식 9>에서 정의된 Vp의 변화가 발생하지 않는다.

[0215] 본 발명은 이러한 원리를 이용하여 복수의 가변커패시턴스로 구성된 검출시스템에서 하나의 동적오브젝트로 인해 발생하는 가변커패시턴스의 변화량을 추출하는 것이 가능하다.

[0216] <수식 9>를 참조하면, 임의의 시점에 동적오브젝트 및 가변오브젝트로 인해 검출된 Vp를, 도시되지 않은 검출시

스템의 메모리에 저장하고 일정시간 경과 후 Vp를 재 검출 한 후, 이미 검출하여 메모리에 저장한 Vp와 이후의 Vp의 차이를 분석하면 ,동적오브젝트로 인해 크기변화가 유발된 센서커패시턴스(CS)의 크기변화를 알 수 있다.

[0217] 만일 오브제트와 센서의 거리가 고정되어 있다고 가정하면, 도 4의 수식에 센서커패시턴스의 크기변화량을 대입하면 동적오브젝트와 센서와의 면적변화량을 추출하는 것이 가능하므로, 동적오브젝트와 센서와의 면적변화량에 기인한 2차 동작, 예를들어, 엘리베이터의 이동속도를 변화시키는것과 같은 연관된 동작을 시행하는 것이 가능하게 된다.

[0218] <수식 9>를 이용한 한 번의 신호 검출로, <수식 9>의 복수의 오브젝트(18)와 센서(14) 사이에 형성되는 복수의 커패시턴스(CSn)를 검출하는 것은 불가능하며, 하나의 센서커패시턴스를 제외한 나머지 센서커패시턴스는 고정인 상태에서 커패시턴스가 고정되지 않은 하나의 센서커패시턴스를 검출하는 것이 보다 바람직한 방법이다.

$$V_{supply}\frac{CS1+CS2+\cdots+CSn}{CAUX+CS1+CS2+\cdots+CSn}$$

[0219] 한편, <수식 9>의 항(term)을 "스윙 미달 요소"라고 정의하면, 스윙 미달 요소는 시스템전원이 교번하는 크기에 비례하며 센서커패시턴스(CS)의 크기와도 비례하는 것을 알 수 있다. "스윙 미달 요소"는 <계산식 1>이나 <계산식 2>를 참조하면, 시스템전원이 교번할 때 센서(14)에서 교번하는 전압이 시스템전원의 변화량과 동일한 크기로 교번하지 못하는 값을 결정하는 인자이다.

[0220] "스윙 미달 요소"는 도 6 또는 도 10의 P점 즉, 신호검출부(22) 입력부에 공통으로 접속된 커패시터들 상호간의 전하공유 현상에 기초하여 발생하며, 본 발명의 전하공유 현상은 다음과 같이 정리 할 수 있다.

[0221] (정리 4) 동일한 검출시스템(20)의 신호검출부(22) 입력단(15)에 공통으로 접속된 커패시터들은 소정의 전하량을 축적하고 있다. 이를 위해, 입력단(15)은 Vchg로 충전되며, Vchg로 인해 각 커패시터가 축적한 전하량을 초기 전하량이라고 정의한다.

[0222] (정리 5) 정리 4의 커패시터의 일부에는 외부 그라운드가 접속되어 있다. 외부그라운드에 접속된 커패시터를 "가변커패시터"라고 명칭한다. 센서커패시터(cs)는 가변커패시터이다.

[0223] (정리 6) 정리 4의 커패시터의 일부에는 시스템 그라운드(GND1)가 접속되어 있다. 시스템그라우운드에 접속된 커패시터를 "고정커패시터"라고 명칭한다. 보조커패시터(caux)는 고정커패시터이다.

[0224] (정리 7) 시스템전원이 AC 전원이므로, 시스템 전원이 상승 또는 하강의 교번 작용을 할 때, (정리 5)의 가변커패시터에 인가되는 전압은 시스템전원에 동기되어 크기가 변한다. Q=CV의 원리에 의해, 동일한 커패시턴스를 갖는 커패시터에 인가되는 전압의 변화에 의해 커패시터가 축적하는 전하량에 차이가 발생하므로, 가변 커패시터에 인가되는 전압이 커지면 초기 전하량보다 더 많은 전하를 축적하며, 가변 커패시터에 인가되는 전압이 낮아지면 축적된 전하를 방출하므로 초기 전하량보다 적은 전하를 축적한다.

[0225] (정리 8) 고정 커패시터는 시스템 그라운드에 접속되어 있으므로, 시스템전원의 교번에 의해 P점이 동기되어 똑같은 크기로 교번하더라도, 교번하는 시스템 그라운드의 영향으로 고정 커패시터에 인가되는 전압의 크기는 변하지 않는다. 따라서 고정 커패시터의 초기 전하량은 시스템전압의 교번이 발생해도 계속 유지된다.

[0226] (정리 9) 가변 커패시터에서 방출된 전하는 고정 커패시터들에 분배되어 축적되며, Q=CV의 원리에 의해 고정 커패시터의 전압이 상승한다.

[0227] (정리 10) 가변 커패시터가 더 많은 전하를 축적할 수 있을 때, 고정 커패시터들은 변동 커패시터로 전하를 방출하며, Q=CV의 원리에 의해 고정 커패시터의 전압은 하강한다.

[0228] (정리 11) 시스템 그라운드(GND1)을 기준으로 하는 P점의 전압은 고정 커패시터에 인가된 전압의 크기로 결정되므로 (정리 9) 및 (정리 10)에 의해 시스템 그라운드를 기준으로 하는 P점의 전압의 크기 변화가 발생한다.

[0229] (정리 12) 시스템 그라운드(GND1)를 기준으로 (정리 11)의 전압의 크기변화를 검출하면 변동 커패시턴스의 크기 또는 크기변화를 알 수 있다.

[0230] 이와 같은 정리에 기초하여, 시스템전원의 교번에 의해 전하공유현상이 발생하는 실시예를 도 8 및 도 10을 인용하여 설명하면 다음과 같다. 아래의 설명에서 도 9b의 실시예를 인용하였으며, 이로 인해 하나의 센서(14)에 두 개의 오브젝트가 대향하고 있다. 오브젝트2(18-2)와 센서(14)는 고정되어 있으므로 CS2도 크기가 변하지 않

는다. 또한, 센서(14)와 오브젝트1(18-1) 사이에 형성된 센서커패시턴스1(CS1)은, 동일한 대향면적을 유지하며 대향거리가 변하거나, 동일한 대향거리를 유지하며 대향면적이 변하는 경우에 대해 센서커패시턴스1(CS1)의 크기가 변하는데, 본 실시예에서는 동일한 대향거리(도 9의 d1)를 유지하며 대향면적이 변하여 CS1의 크기가 변하는 것을 예시하였다. 그러나 이러한 방법은 단지 일 실시예이며, 센서(14)와 오브젝트1(18-1)의 대향면적이 일정하나 대향거리(d1)가 변하는 경우에도 CS1이 변하는 것은 당업자로서 당영한 사실이다.

[0231] 본 발명은 오브젝트1(18-1)의 존재여부를 검출하는 것도 가능하며, 오브젝트1(18-1)과 센서(14)의 대향면적 변화량을 검출하는 것도 가능하다. 예를 들어, 도 9b에서 임의의 시점에 센서(14)와 오브젝트1(18-1)의 대향면적에 의해 발생하는 P점의 전위 Vp를 검출하고 시간의 경과에 따라 Vp의 변화량을 검출하면 오브젝트1(18-1)과 센서의 대향면적의 변화량을 검출할 수 있다. 예를 들어, <수식 9>에서 임의의 시점에 Vp의 크기가 25V이며 일정시간 경과 후 Vp의 크기가 24V라고 가정하면, 이는 CS1의 크기가 증가했다는 의미이므로, 일정시간 경과 후 오브젝트1(18-1)과 센서(14)의 대향면적은 증가하였다는 것을 의미한다.

[0232] 다음은 시스템전원의 상승이나 하강에 기초하여 센서커패시턴스(CS)를 검출하는 보다 상세한 실시예이며 상기의 정리에 적용한 실시예이다.

[0233] *시스템전원의 상승에 기초한 센서커패시턴스 검출에 관한 실시예

[0234] 1. (정리 4)의 실시 예

[0235] 도 10에서 오브젝트1(18-1)이 센서(14)와 소정의 고정거리 및 가변면적으로 대향하여 CS1라고 하는 크기의 가변 커패시턴스가 형성되었고 CS2도 외부그라운드가 연결된 가변 커패시턴스이나 커패시턴스의 크기는 고정이다.

[0236] 오브젝트1(18-1)의 그라운드인 VG1은 대지전위라고 가정하고 오브젝트2(18-2)의 그라운드인 VG2는 대지전위를 기준으로 4V DC라고 가정한다. 대지전위를 기준으로 하는 Vchg가 6V라고 하면, 도 8의 "t1" 시점에 스위칭소자(10)가 턴 온 될 때 도 10의 P점은 6V로 충전된다. 따라서 도 10의 P점은 대지전위를 기준으로 6V이나, 도 8의 t1 시점에 크기가 5V인 GND1을 기준으로 하는 도 10의 P점의 크기는 1V이다.

[0237] 도 10의 P점이 Vchg의 전압으로 충전됨에 따라, 도 10의 P점에 접속된 커패시터에는 자신의 또 다른 일측에 인가된 전위를 기준으로 전압이 형성된다. 예를 들어, 보조 커패시터인 caux에는 시스템그라운드(GND1)가 연결되었고, 도 8의 t1 시점에 시스템 그라운드(GND1)의 크기가 5V이므로, caux에 형성된 초기전압의 크기는 시스템그라운드(GND1)을 기준으로 1V이다. 보조커패시터(caux)의 초기전압을 시스템그라운드(GND1)을 기준으로 하는 이유는, 보조커패시터(caux)에는 시스템그라운드(GND1)이 연결되었기 때문이며 외부그라운드로 연결된 센서커패시터의 기준전압은 외부그라운드(VG)를 기준으로 설정된다.

[0238] 센서커패시터1(cs1)과 접속된 VG1은 0(zero)V이고 P점이 6V이므로, VG1을 기준으로 하는 센서커패시터1(cs1)에는 6V가 형성되며, VG1을 기준으로 cs1의 초기전압은 6V이다. 또한 VG2는 4V이고 P점은 6V이므로 VG2를 기준으로 하는 센서커패시터2(cs2)의 초기전압은 2V이다.

[0239] 한편, Q=CV라고 하는 물리량에 의해 각 커패시터에는 커패시터의 커패시턴스 및 형성된 전압에 따라 소정의 전하량이 축적된다. 예를 들어, cs1에는 커패시턴스 CS1 및 초기전압 6V에 따른 소정의 전하량이 충전되고, 보조커패시터(caux)에는 커패시턴스 CAUX 및 초기전압 1V에 해당하는 전하량이 충전된다.

[0240] 이와 같이 P점에 접속된 모든 커패시터에는 커패시터의 커패시턴스 및 전압에 해당하는 전하가 충전되어 있으며 시스템전원의 교번이 발생하기 전에 충전된 전하량을 초기전하량이라고 한다.

[0241]

[0242] 2. (정리 5) 및 (정리 7)의 실시 예

[0243] 도 10의 오브젝트1(18-1)에는 시스템 그라운드(GND1)가 아닌 외부그라운드 VG1이 연결되어 있으며, 도 10의 오브젝트2(18-2)에도 외부그라운드 VG2가 연결되어 있다. 도 10의 검출시스템(20)에 인가되는 시스템 전원이 도 8의 영역1의 전반부와 같이 20V 상승할 때, 도 10의 P점도 시스템전원에 동기하여 20V 상승한다. 시스템전원이 20V 상승하더라도 시스템전원이 아닌 외부그라운드 VG1과 VG2의 크기는 변하지 않으므로, P점이 20V 상승함으로 인해 cs1과 cs2에 인가되는 전압의 크기도 20V 변하게 된다. 즉, P점이 점차 상승함에 따라 cs1의 초기전압인 6V는 26V가 되면 cs2의 초기전압인 2V는 22V가 된다(실제로는 전하공유 현상에 미달 전압이 발생하지만, 가변커패시터와 고정커패시터가 전하공유를 하지 않는 경우에 한정됨).

[0244] 시스템전압이 상승함에 다라 cs1 및 cs2에 형성되는 전압도 커지고, Q=CV라고 하는 수식에 의해 cs1 및 cs2에

축적되는 전하량도 커지게 된다. cs1의 초기전압이 6V에서 26V로 변경되었고 CS1의 크기에 변화가 없다면 ,즉, 오브젝트1(18-1)과 센서(14)의 대향면적 및 대향거리의 변화가 없다면, cs1의 초기전압인 6V에 비해 20V가 더 커진 26V시에는 20V의 차이에 비례하는 더 많은 전하를 축적하는 것이 가능하다.

[0245] 또한 cs2의 초기전압이 2V이고 시스템전원이 상승함에 의해 cs2에 인가되는 전압은 22V로 상승하게 되므로 cs2도 시스템전압의 상승분인 20V에 비례하는 더 많은 전하를 축적하는 것이 가능하다.

[0246] 3. (정리 6) 및 (정리 8)의 실시 예

[0247] 도 10의 보조커패시터(caux)에는 시스템 그라운드(GND1)가 연결되어 있다. 따라서, 도 10의 검출시스템(20)에 인가되는 시스템전원이 도 8 영역1의 전반부의 패턴에 의해 20V 상승할 때, 시스템 그라운드(GND1)도 같이 상승하므로, 보조커패시터(caux)에 인가되는 전압의 크기는 변하지 않는다(단, 가변 커패시터의 영향을 받지 않는다고 가정했을 경우임).

[0248] 보조커패시터 caux에 인가되는 초기전압이 시스템그라운드(GND1)을 기준으로 1V이고, 시스템전압이 20V 상승하여도 시스템그라운드(GND1)이 20V 상승하므로 caux에 인가되는 전압은 초기전압인 1V인 상태를 유지한다. 따라서, 시스템 그라운드와 연결된 보조커패시터의 전압은 시스템전원이 상승하여도 변하지 않고 축전된 전하량의 변화도 발생하지 않는다.

[0249] 4. (정리 9),(정리 10), (정리 11)의 실시예

[0250] 도 10을 참조하면, 시스템전원의 교번이 완료되고 전하공유현상이 완료되어 검출시스템(20)이 P점의 전압을 검출할 때, 스위칭소자(10)는 오프상태이고 버퍼(15) 입력단은 Hi-z 상태이므로 P점은 Hi-z 상태 또는 플로팅(floating)상태이다. Hi-z 상태 또는 플로팅상태에서는 검출시스템(20)의 외부에서 P점으로 전하를 공급하는 것이 불가능하며, 전하보존의 법칙에 의해 P점에서 전하의 총량은 보존된다.

[0251] 가변커패시터(cs1, cs2)는 더 많은 전하를 축적할 수 있으므로 가변커패시터가 필요로 하는 전하는 시스템그라운드(GND1)에 연결된 보조커패시터(caux)에서 공급한다. 시스템전원이 상승하여도 보조커패시터(caux)의 축적전하량에는 변화가 없으므로, 보조커패시터의 전하를 가변커패시터로 공급하면 보조커패시터의 전하량은 감소하며 Q=CV의 원리에 의해 보조커패시터에 형성된 전압의 크기는 작아지게 된다. 즉, 보조커패시턴스(CAUX)의 크기는 변화가 없는 상태이므로 전하량 Q가 감소하면 전압 V가 낮아지게 된다.

[0252] 보조커패시터는 P점과 시스템 그라운드(GND1) 사이에 연결되어 있으므로 보조커패시터의 전압이 낮아진다는 의미는, 시스템 그라운드(GND1)를 기준으로 P점의 전압이 낮아진다는 의미이다. 따라서 6V인 Vchg로 충전된 P점이 도 8의 전반부와 같이 20V 상승하는 시스템전원에 의해 26V가 되어야 하나 26V에 도달하지 못하게 되며 26V에 미달된 전압의 크기는 <수식 9>의 "스윙 미달 요소"에 기초하여 결정된다.

[0253] 5. (정리 12)의 실시예

[0254] <수식 8>을 참조하면, 오브젝트1(18-1)이 없으면 CS1도 없으므로 이때 검출된 전압 Vp1을 알고 있고, 오브젝트1(18-1)의 출현에 의해 소정의 CS1이 형성되어 그때 <수식 8>에 의해 검출된 전압 Vp2를 알고 있으면 Vp1과 Vp2의 차이를 연산하여 오브젝트1(18-1)의 출현여부를 확인 할 수 있다. 이러한 원리를 이용하여, 엘리베이터 버튼에 손가락이 닿았음을 감지하면 엘리베이터를 동작시키는 것이 가능할 것이다.

[0255] 또한, 오브젝트1(18-1)과 센서(14)와의 대향면적이 변화화면, 도 4의 수식에 따라 CS1의 크기가 변하고 변화된 CS1의 크기는 <수식 5>을 통해 알수 있으므로, 오브젝트와 센서와의 대향면적의 변화를 검출하는 것이 가능하다(대향면적이 고정되어 있으면 대향거리의 변화를 검출할 수 있다). 예를 들어, <수식 8>에서, 고정된 CS2 및 가변하는 임의의 CS1에 대해 검출된 Vp1을 기초로 하여, CS1의 크기가 변하였을 때 검출된 Vp2의 크기 변화인 "Vp1-Vp2"를 통해 CS1의 크기변화를 검출하는 것이 가능하다. 이로 인해, 엘리베이터 버튼에 사람의 손가락이 시간이 지날수록 더 많이 눌리는 경향에 의해, 버튼과 손가락의 접촉면적이 점차 증가하는 것을 검출하면 엘리베이터의 속도를 빠르게 하고, 손가락과 버튼의 접촉면적이 점차 감소하면 엘리베이터의 속도를 느리게 하는 제어를 하는 것이 가능할 것이다.

[0256] 이상의 일 실시예는 오브젝트가 2개인 도 10을 참조하여 설명하였으나, 오브젝트가 2개 이상인 경우에도 <수식 9>를 인용하여 일반화하여 설명하는 것이 가능하다.

[0257] *시스템전원의 하강에 기초한 센서커패시턴스 검출에 관한 실시예

[0258] 시스템전원이 도 8 영역1의 후반부의 패턴과 같이 하강하는 경우에도, 전하공유현상에 기초하여 센서커패시턴스(CS)의 절대크기나 크기변화를 검출하는 것이 가능하다.

[0259] 시스템전원이 도 8 영역1의 t2 시점에서 충전을 완료한 후 하강하는 경우에, 가변커패시터에 인가되는 전압이 감소하고, 이에따라 가변커패시터(cs)에 축적되는 전하량이 감소하게 된다. 가변커패시터의 축적전하량의 감소로 인해 방출된 전하는 고정커패시터에 축적되며, 이는 고정커패시터(caux)의 전압을 상승시키므로 P점의 전압은 상승하게 된다. 따라서 시스템전원이 하강하게 되면, P점은 시스템전원이 하강한 만큼 내려오지 못하는 미달전압이 발생하고, 미달전압의 크기는 <수식 9>의 "미달 전압 요소"에 기초하여 결정되는 것은 앞서 설명한 시스템전원이 상승하는 경우의 실시예와 동일하다.

[0260] 시스템전원이 하강하는 경우, 센서커패시턴스(CS1)를 검출하는 일 실시예로, 도 10에서 대지전위를 기준으로 하는 Vsupply는 30V, GND1은 25V, Vchg는 26V, VG1은 0V, VG2는 4V 라고 하면, Vchg는 GND1에 대해 1V 큰것을 의미한다. P점을 Vchg로 충전하고 스위칭소자(10)를 턴 오프 한 상태에서 도 8의 영역 1의 Down 신호에 의해 시스템전원이 20V하강하면, P점의 전위는 6V가 되어야 하나, P점에 공통접속된 커패시터들의 전하공유현상에 의해 6V에 다다르지 못하여 6V보다 높은전압이 되며, 6V에 미달하는 전압의 미달전압의 크기는 <수식 9>의 "미달 전압 요소"에 기초하여 결정된다.

[0261] AC인 시스템전원에 연동한 커패시턴스의 검출법은 도 10의 P점에서 검출되는 검출신호를 높게해서 SNR을 좋게하는 효과가 있다.

[0262] 만일 <수식 5>에서 오브젝트(18)와 센서(14) 사이에 CS는 1pF이라고 하는 커패시턴스가 형성되면, <계산식 2>에서 Vp=6.95238V이다. 만일 오브젝트(18)와 센서(14) 사이의 대향거리나 대향면적의 변화가 발생하여 CS=0.9pF이 되었다고 하면 <계산식 2>의 값은 Vp=6.86124V가 된다. CS의 0.1pF에 의한 Vp의 차이는 91mV가 된다. 이는, 1V를 검출범위로 하는 10bit ADC에 인가할 시 약 9% 정도의 분해능을 가지므로, ADC에 수%의 noise가 있어도 검출이 가능한 수준이 된다. 기존의 실시예에서는 1% 정도의 분해능밖에 안되어서 SNR이 낮고 이로 인해 신호를 신뢰할 수 없다는 문제가 있었으나 AC 전원에 연동한 커패시턴스의 검출수단에 따르면, 검출시스템(20)에서 검출되는 신호는 9배정도 신호레벨이 높아지는 효과가 있으므로 SNR이 향상되어 검출신호를 신뢰할 수 있다는 장점이 있다.

[0263] 검출 시스템 내부에는 신호검출부(22)가 내장되어 있다. 신호검출부(22) 내부에는 ADC부, DAC부, 증폭부, 전원부 및 신호 검출에 필요한 회로 요소들이 포함된다. DAC은 P점의 전위를 검출하는데 사용되며 검출된 전위는 증폭부에서 증폭되어 ADC에 입력된다. ADC부에서 디지털로 변환된 신호는 연산부에 전달되어 cs의 커패시턴스를 연산하거나 CS의 변화량을 연산하게 된다. 이러한 프로세스는 하나의 일 실시예이며 또 다른 실시예가 가능한 것은 당업자로서는 당연한 일이다. 또한 신호검출부(22)에는 도시되지 않은 또 다른 회로들이 첨부 될 수 있다.

[0264] 이와같이 본 발명의 AC전원에 연동한 커패시턴스 검출장치는, 검출하려고 하는 커패시턴스의 변화가 검출 수식의 분자에 위치하고 이로인해 검출감도가 향상되므로, 안정적으로 신호를 검출하는 것이 가능하다는 장점이 있다.

[0265] 이와 같이 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

부호의 설명

[0266] 10 : 스위칭소자 10-1 : 스위치입력단자

10-2 ; 스위치출력단자 10-3 : 스위치 on/off 제어단자

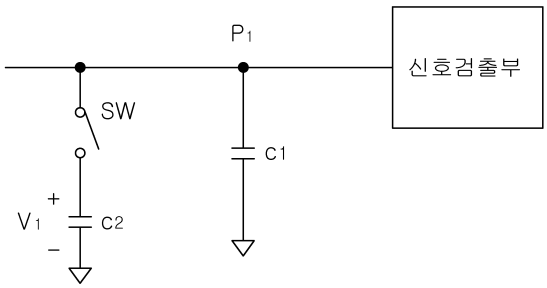
12 : 하이임피던스 입력소자 14 : 센서

16 : 센서 신호선 18 : 오브젝트

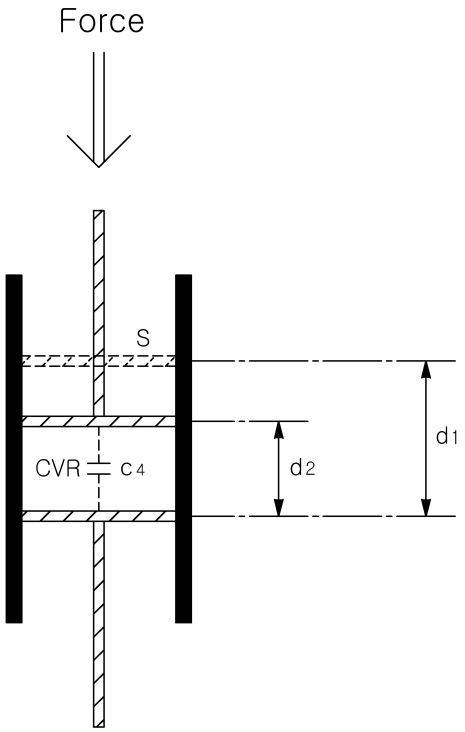
20 : 검출시스템 22 : 신호검출부

도면

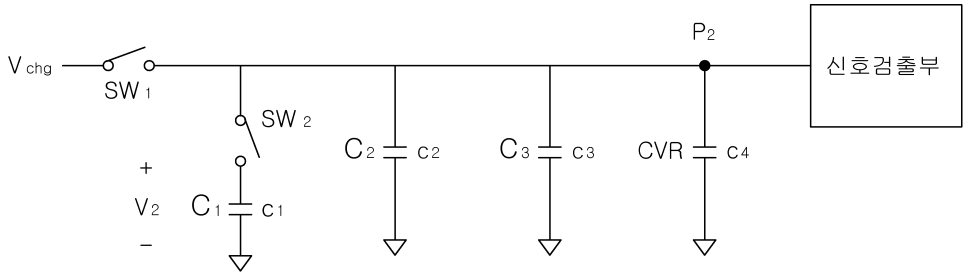
도면1



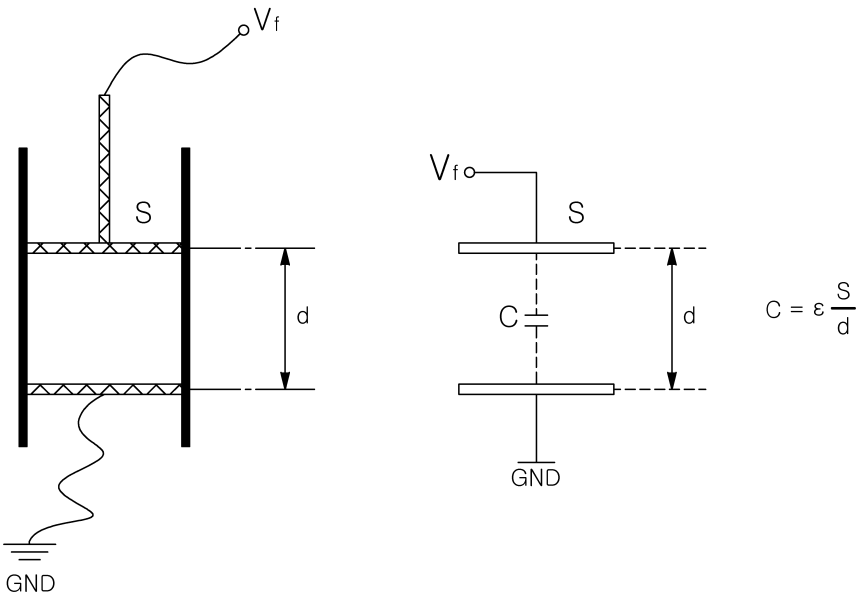
도면2



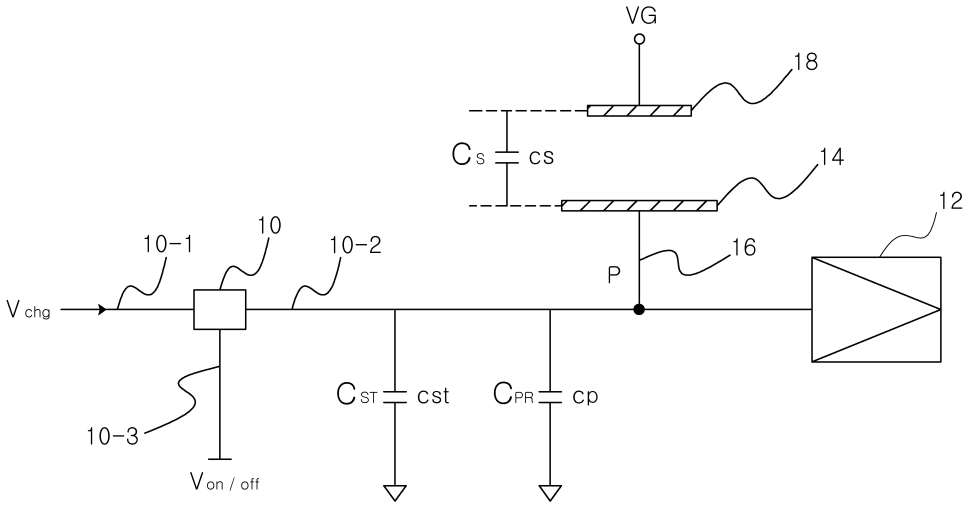
도면3



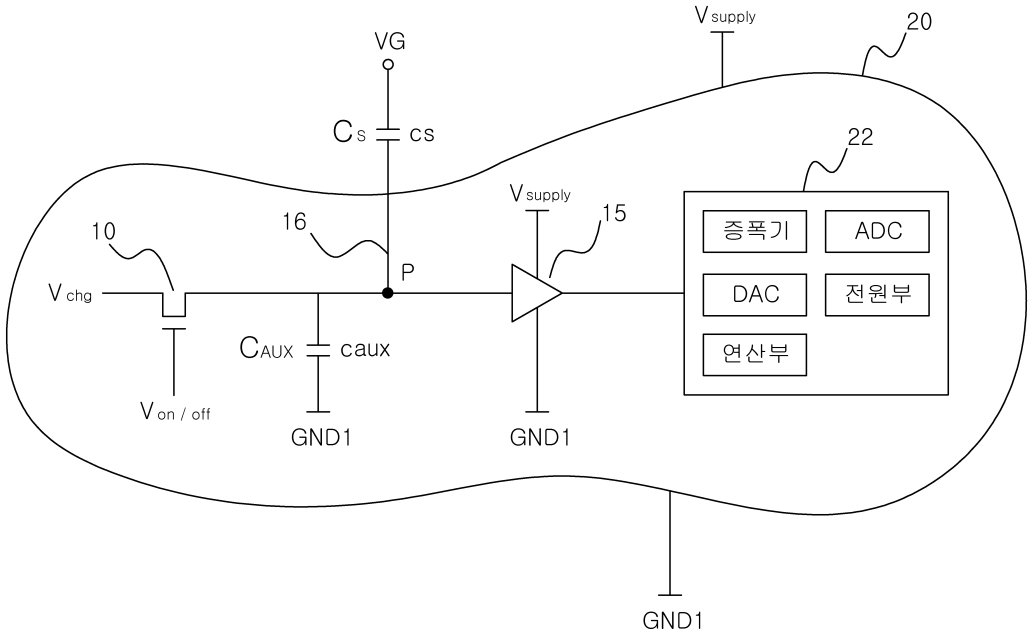
도면4


Vf
S
d
GND
Vf
S
C
d
GND
C = ε S/d

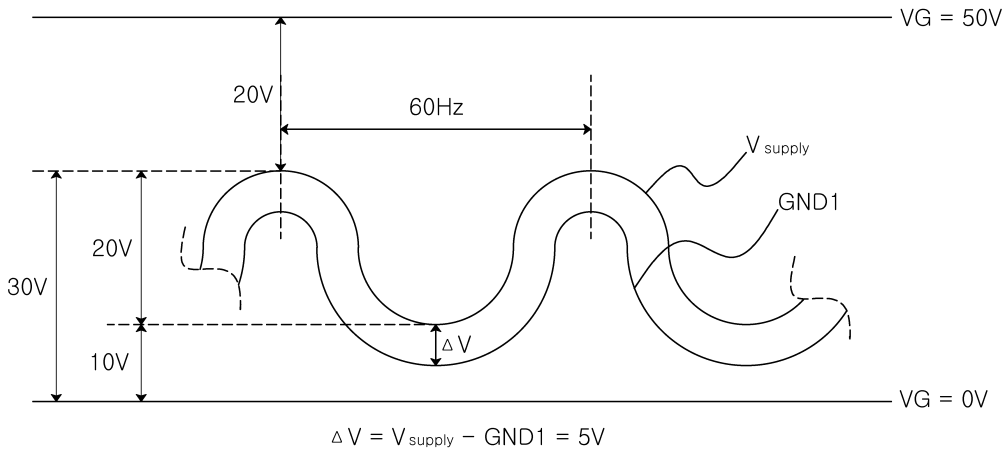
도면5


VG
18
Cs
cs
14
12
10-1
10
10-2
16
P
Vchg
10-3
CST
cst
CPR
cp
Von / off

도면6

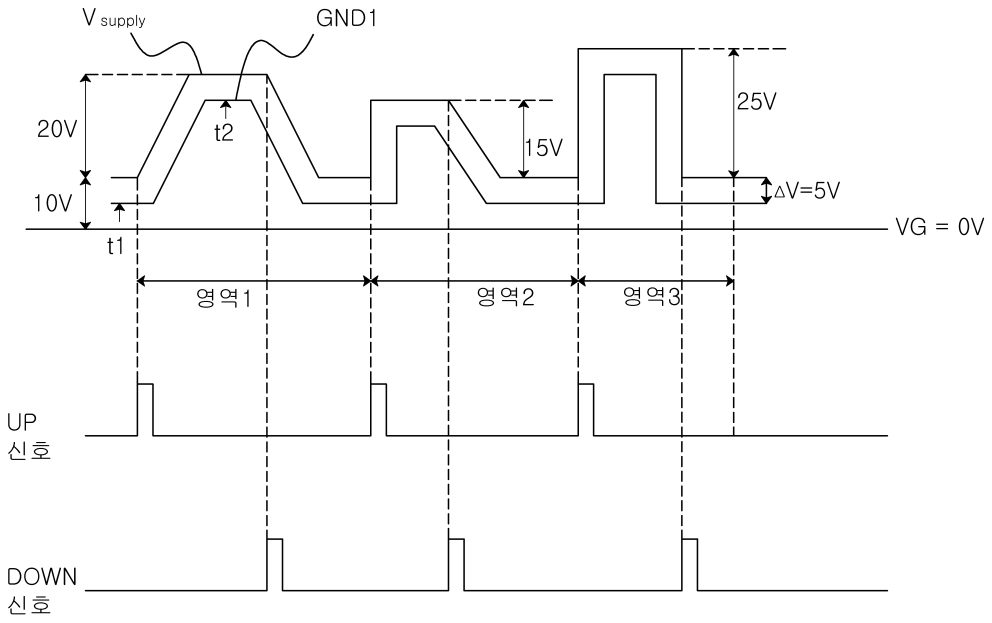


도면7

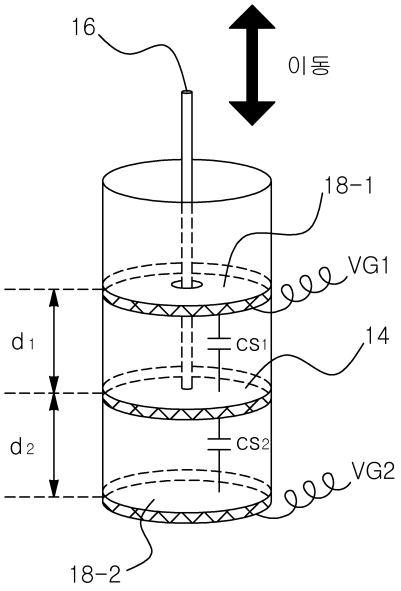


△V = Vsupply − GND1 = 5V

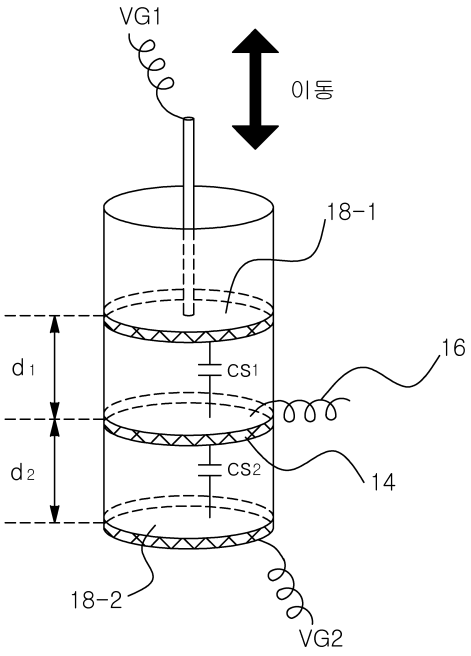
도면8


V supply
GND1
20V
10V
t1
t2
15V
25V
ΔV=5V
VG = 0V
영역1
영역2
영역3
UP
신호
DOWN
신호

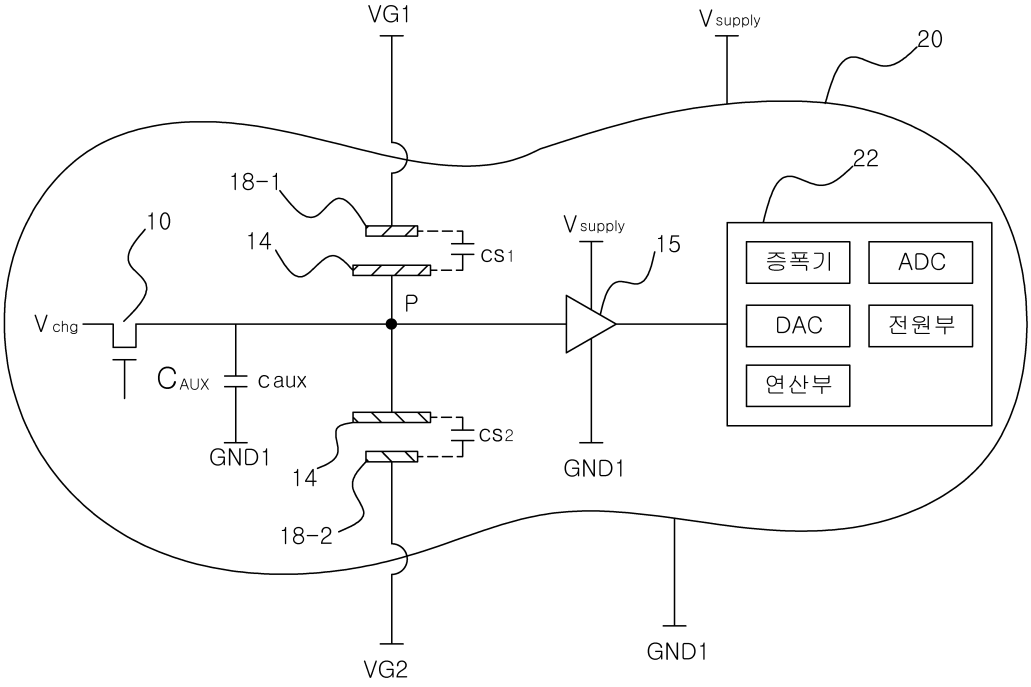
도면9a


16
이동
18-1
VG1
d1
cs1
14
d2
cs2
VG2
18-2

도면9b


VG1
이동
18-1
16
d1
cs1
d2
cs2
14
18-2
VG2

도면10


VG1
Vsupply
20
22
18-1
10
14
cs1
Vsupply
15
증폭기
ADC
P
Vchg
DAC
전원부
CAUX
caux
연산부
GND1
cs2
GND1
14
18-2
VG2
GND1