

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G01C 9/06

G01C 9/20

(45) 공고일자 1995년 12월 15일

(11) 공고번호 특 1995-0014819

(21) 출원번호 특 1987-0700860

(22) 출원일자 1987년 09월 22일

(86) 국제출원번호 PCT/GB 87/000042

(86) 국제출원일자 1987년 01월 23일

(65) 공개번호 특 1988-0700924

(43) 공개일자 1988년 04월 13일

(87) 국제공개번호 WO 87/04515

(87) 국제공개일자 1987년 07월 30일

(30) 우선권주장 8601586 1986년 01월 23일 영국(GB)

(71) 출원인 더 스탠리 워어크스 토마스 제이 윌리암즈

미합중국 코네티컷주 뉴우 브리튼시 스탠리 드라이브 1000

(72) 발명자 폴 토마스 라이언

영국 캠브리지셔 오우버 메도우 레인 23

콜린 필립 와이즈맨

영국 노오쌤튼셔 코우젠후우 오춰드 웨이 35

찰스 윌리암 와이어트-밀링턴

영국 캠브리지셔 피아이아이 18 0 디이에프 헉팅顿 페리 암스트롱 클로우즈 3

(74) 대리인 차윤근, 차순영

**심사관 : 윤정열 (책자공보 제4249호)****(54) 경사 측정 장치****요약**

내용 없음.

**대표도****도1****명세서**

[발명의 명칭]

경사 측정 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 이 발명의 일실시예의 센서 캡슐 형성 부분의 사시도.

제2도는 제1도의 II-II 선 단면도.

제3도는 제1도의 III-III 선 분해 단면도.

제4a,b도는 캡슐이 서로 다른 경사각도에 있는 것을 나타내는 단면도.

제5a,b도는 제1-4도에 도시된 캡슐에 사용될 감지 회로의 기본 구조를 나타내는 개략도.

제6도는 감지 회로의 일반 구조를 나타내는 블록선도.

제7도는 제5도에 도시된 회로의 영위(零位) 측정 구조를 나타내는 개략도.

제8도는 다른 범위의 각도들을 측정하는데 사용하기 위한 제5-7도의 감지 회로의 다른 배열을 나타내는 개략도.

제9도는 센서의 각도 범위를 나타내는 도면이다.

[발명의 상세한 설명]

이 발명은 전자식 수준기 또는 경사 게이지와 같은 경사 측정 장치에 관한 것으로, 특히 그러한 장치용의 센서에 관한 것이다.

### [배경 기술]

알콜 수준기로 통상 불리는 광학적 수준기가 널리 알려져 있고, 그 수준기는 액체가 충전된 유리병내의 기포가 항상 유리병의 최고 지점에 위치하려고 하는 원리에 기초하여 표면이 수평인지 여부를 광학적으로 표시해준다. 그 유리병은 약간 만곡되어 있어, 수평위치에 있을 때 기포가 항상 평행 위치를 취하도록 한다. 그러한 기포 수준기는 적절한 프레임에 놓인 때 표면이 수직인지의 여부를 표시해주는 데에 사용될 수 있다.

그러나, 그러한 알콜 수준기는 수평 또는 수직으로부터 매우 한정된 범위의 밖에 있는 편차들은 측정할 수가 없다. 또한, 그러한 수준기는 수평 또는 수직의 측정이 기포의 위치를 측정하는 사용자의 능력에 의존하므로 정확하게 판독하는 것이 어려울 수 있다. 불충분한 조명 또는 불량한 시야와 같은 요소들이 분명히 이런 판독에 영향을 미친다.

전도성 액체로 부분적으로 채워진 캡슐을 사용하는 전자식 수준기가 미합중국 특허 제4,167,818호에 제안된 바 있다. 여러개의 전극들이 캡슐내에 배치되고, 이 전극들 사이의 저항이 캡슐내 액체의 위치에 따라 변하고, 이 액체 위치는 캡슐의 경사에 따라 변한다. 수평 및 수직으로부터의 경사각들이 디지털 값으로 판독된다. 그러나, 이 수준기도 수평 또는 수직으로부터 제한된 범위의 각도 편차에 대해서만 사용될 수 있다.

EP 35840호에 개시된 바와 같은 용량성 장치들이 제안되기도 했다. EP 35840호의 장치는 액체로 부분 충전된 대략 원통형의 캡슐을 포함하고, 이 액체는 캡슐의 나머지 부분의 것과는 다른 유전율을 가진다. 이 캡슐에는 4개의 전극들이 제공되고, 만일 1차 전극이 캡슐의 한 끝표면에 배치되고, 다른 3개의 2차 전극들은 다른 끝표면에 배치되어 있다. 3개의 발진기를 포함하는 3개의 감지 회로들이 1차 전극과 3개의 2차 전극들 사이의 커패시턴스를 감지하도록 제공한다.

그러나, 3개의 2차 전극들 각각은 별도의 처리 회로를 필요로 한다. 각 처리 회로는 자신의 개별적인 특성을 갖는 경향이 있어, 이에 대한 보상도 역시 필요하다. 이런 요인으로 인하여 추가적인 측정 비용이 든다.

### [발명의 개시]

이 발명의 제1양태에 따라 제공되는 경사 측정 자치용 센서는, 액체로 부분 충전된 캡슐 ; 캡슐내에 있는 제1 및 제2전극들로 구성된 제1전극 수단으로서, 액체에 제1 및 제2전극들이 잠기는 상대적 정도가 제1각도 범위내에서 기준 축선을 중심으로한 그리고 제1기준 각도에 대한 캡슐의 경사각을 나타내는 상기 제1전극 수단 ; 그리고 캡슐내에 있는 제3 및 제4전극들로 구성된 제2전극 수단으로서, 액체에 제3 및 제4전극들이 잠기는 상대적 정도가 제2각도 범위내에서 상기 기준 축선을 중심으로한 그리고 상기 제1기준 각도와 다른 제2기준 각도에 대한 캡슐의 경사각을 나타내는 제2전극 수단으로 구성되고, 제1 및 제2전극 수단들은, 상기 기준 축선을 중심으로한 캡슐의 어떤 경사 각도가 상기 제1범위와 제2범위중 적어도 한 범위내에 포함되고 상기 제1기준 각도와 제2기준 각도는 상기 제1 및 제2전극 수단들의 전극들이 각각 액체에 거의 똑같이 잠기는 각도들이도록 배치되어 있다.

이 발명의 제2양태에 따라 제공된 경사 측정 장치는, 액체로 부분 충전된 캡슐로서, 캡슐내 액체의 위치가 기준 축선을 중심으로 한 캡슐의 회전 각도를 나타내도록 된 캡슐, 상기 위치를 일정 각도 범위내에서 감지하기 위해 캡슐 안에 배치된 다수의 전극들, 여기원, 감지 회로, 그리고 상기 위치를 함께 나타내는 액체의 여러 전기 특성들을 순차로 측정하는 다수의 배열들로 상기 전극들을 상기 감지 회로 및 상기 여기원에 접속시키는 스위칭 수단으로 구성된다.

첨부한 도면들을 참조하여 이 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

### [발명의 최선 실시형태]

제1-3도를 참고하면, 경사도 측정을 위한 센서(1)가 나타나 있다. 이 센서(1)는 대략 원통형의 캡슐(3)로 구성된다. 이 캡슐(3)은 2개의 맞물려있고 비전도성이며 화학적으로 불활성인 플라스틱 성형물들(5,7)로 형성되고, 이 성형물들은 강도와 안정성을 주도록 15-20%의 유리 구슬들로 보강된 열가소성 폴리에스터[가령, VALOX와 같은 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT)]로 형성되는 것이 바람직하다.

플라스틱 성형물들(5),(7)은 함께 초음파 용접되어 밀폐되며, 그들의, 단부면(9)(11)은 후술하는 바와 같이 캡슐(3)내의 압력 변화에 응하여 탄성 변형될 수 있도록 하는 두께로 되어 있다.

그 플라스틱 성형물들(5)(7)내에는, 니켈로 형성된 전극들(A,B) (C,D)이 각자 배치되어 있다. 각 전극(A-D)은 대략 반원형이고, (다른 전극 형성 방법들이 채용될 수도 있다고 생각되나) 바람직하게는 진공 증착 또는 고온 포일 블록킹(hot foil blooming)에 의해 각각의 플라스틱 성형물(5) (7)상에 형성된다. 전극들(A, B) 또는 (C, D)은 가느다란 간격(8) 또는 (10)에 의해 서로 분리되고, 그래서 전극들(A, B) 또는 (C, D)은, 직접 전기접촉하여 있지는 않다. 간격들(8) (10)은 좁아야하고, 바람직하게 0.5mm 미만이어야 한다. 전극들(A, D)에의 접속은 전도성 플라스틱 물질로 형성된 리벳들에 의해 제공되고, 이 리벳들은 케이스 절반부들에 바람직하게는 초음파 용접에 의해 결합되는 것이 바람직하고, 전극(A, B)을 위한 리벳들(13) (15)이 제2도에 나타나 있다.

또 다른게는, 이 캡슐은 2개의 동일한 플라스틱 원판으로 형성될 수 있고, 전극들이 실크 스크린 인쇄에 의해 원판들 위에 형성되고, 그 다음에 각 디스크가 중공의 원통형 플라스틱 스페이서의 축방향 개방 단부에 접속되어 캡슐을 형성하고, 이 디스크들은 서로에 대해 90° 만큼 회전되어 있어 제1도에 도시된 바와 같은 소망의 전극 배치를 제공한다.

전극들(A)(B)은 후술하는 바와 같이 360°에 걸쳐 각도 측정을 할 수 있도록 전극들(C), (D)에 대해 캡슐의 기준 축선(0)을 중심으로 90° 만큼 회전되어 있다. 전도성 액체(17)가 캡슐(3)내에 채워져 있고, 바람직하게는 증류수와 메탄올 및 소금의 혼합물, 예를들면 초산 나트륨 3 수화물( $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )이 상온

및 정상 기압(NTP)으로 캡슐(3) 용적의 절반까지 채워진다. 캡슐의 나머지는 공기 또는 아르곤과 같은 불활성 기체로 채워진다.

캡슐의 일반 작동 모드가 제4a 및 4b도를 참고로해서 설명되는데, 감지 전극들로서 전극들(A, B)을 사용하는 측정이 예시되어 있다. 제4a 및 4b도를 개략적으로 도시된 장착대(19)에 있는 캡슐(3)을 예시하고, 장착대(19)의 가장자리(21)가 경사도를 측정할 표면에 달아있다. 이 경우에 1쌍의 전극들(C, D)이 서로 연결되어 공통 전극을 형성하고, 교류 전압이 전극(A) 또는 (B)에 차례로 인가된다. 임피던스와, 더 자세하게는 전극들(C, D)과 전극(A) 또는 (B) 사이 경로의 저항은 전도성 액체(17)에 전극(A) 또는 (B)이 잠기는 정도에 따라 변하고, 많이 잠길수록 경로의 저항이 낮아진다.

그리하여, 두 경로들, 즉 전극들(C, D)과 전극(A) 사이와 전극들(C, D)과 전극(B) 사이의 저항들을 측정함으로써 센서의 경사각( $\theta$ )이 계산될 수 있다.

더 자세히 말하자면, 제4a도와 제4b도의 비교에 의해 알 수 있는 바와 같이 전극(A), (B)의 전체 습윤 면적은 항상 거의 일정하고, 그래서 크로스 임피던스는 무시한다.

$$\frac{1}{Z_r} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \quad \dots \dots \dots \quad (1a)$$

여기서  $Z_T$  = 캡슐의 전체 저항

$Z_1$  = 경로 CD-A의 저항

$Z_2$  = 경로 CD-B의 저항

$$Z_2 = \frac{180}{90 - \theta} \cdot Z_r \quad \dots \dots \dots \quad (1c)$$

그래서, 저항  $Z_1$ ,  $Z_2$ 의 비( $R$ )는 다음과 같다.

R의 예시적인 값들은 표 1에 나타난 바와 같다 :

[豆 1]

$\theta$	$R = \frac{Z_1}{Z_2}$
-90	$\infty$
-50	3.5
-45	3
0	1
+45	0.33
+50	0.286
90	0

다음, 저항  $Z_1$ ,  $Z_2$ 를 측정하는 회로를 제5도를 참조하여 설명한다. 제5도에서는 연산 증폭기(107)가 역전 모드에 있고, 피아드백 저항기( $R_F$ )가 연산 증폭기(107)의 역전 입력 단자와 출력 단자 사이에 접속되어 있다.

단자들(C), (D)이 모두 연산 증폭기(107)의 단자(105)에 공통으로 접속되고, 제5a도에서 단자(A)가 교류 전원(120)에 접속되는 한편, 단자(B)가 접지에 접속되고, 이 단자들은 제5b도에서 바꾸어진다.

제5a도를 참조하여,  $V_{IN} = 1$  볼트라고 하면

그리고, 제5b도에서,

여기서, A는 연산 증폭기(107)의 개방 루우프 이득이다.

(4)식과 (5)식을 조합하면,

$V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_{IN}$ 은 피이크 크기이다.

그래서 단자들(A), (B)을 교환하면  $V_{01}$  과  $V_2$ 가 측정되고, 그로부터 ROI 계산되어 (3)식에 의해  $\Theta$  값이 주어질 수 있다.

이 변수들 각각에 대응하는 디지털 값을 발생하는 회로가 제6도에 도시되어 있고 이 회로는 전극들(A-D)에 접속된 특정 용도 집적회로(Application Specific Integrated Circuit : ASIC)의 일부로서 바람직하게 형성된 스위치 매트릭스(100)를 포함한다. 이 스위치 매트릭스(100)는 대역 필터(130)를 거쳐 신호 발생기(120)로부터 인가되는  $\sin(2\pi ft)$  [ $t$ =시간(초),  $f$ =주파수(Hz)] 형태의 구동 입력 파형을 지닌 입력 단자, 접지부(130), 및 연산 증폭기(107)에 접속된 출력 단자에 접속된다. 스위치 매트릭스(100)의 스위칭 기능은 제어 버스(151)를 거쳐 제어 논리 회로(150)에 의해 제어된다. 전극 배치 명령은 MODE 라인들을 거쳐 연산 회로(도시안됨)로부터 제어 논리 회로에 보내진다. 제5b도에 도시된 것과 대등한 접속부들이 가상선으로 도시되어 있다.

스위치 매트릭스를 사용하게 되면 공통의 여기원(excitation source)과 감지 회로가 모든 전극 배치(아래에 설명됨)에 대해 사용될 수 있고, 그래서 전위 여기 및 감지 회로의 부정확성이 감소된다.

연산 증폭기(107)의 출력이 승산기(143)에 공급된다. 이 승산기(143)는, 승산기의 출력을 적분하고 적분된 신호를 14비트 디지털 신호로 변환하는 적분 아날로그 대 디지털 변환기(152)에 접속되고, 이 디지털 신호는 경사각의 계산을 위한 연산 회로(도시안됨)로 출력된다.

승산기(143)에는 또한 신호 발생기(120)로부터의 기준 신호가 공급된다. 이 기준 신호는 주파수가 구동 파형과 동일하나 위상이 서로  $90^\circ$  차이나는 2개의 출력들(Phase 및 Quad)[ $\sin(2\pi ft)$ ,  $\cos(2\pi ft)$ ]로 구성된다. Phase 및 Quad는 구동 신호와 동일 위상일 필요가 없다. 이들 신호는 제어 논리 회로(150)에 의해 제어되는 스위치(154)를 통해 승산기(143)에 교대로 공급된다.

승산기는 연산 증폭기(107)로부터의 파형 입력(대개  $A \sin(2\pi ft + \phi)$ 의 형태인)을 선택된 기준 신호만 큼 배율시키는 기능을 한다. 그리하여 그의 출력은 차례로 다음과 같다.

식(12a) 및 (12b)로 표현된 신호들은 적분기(152)에 의해 신호 파형의 N 사이클(N은 정수임)에 걸쳐 시간에 대해 적분되면 다음과 같다.

K=상수

이 회로는 상기 값들에 비례하는 14비트 출력을 제공한다. 보시다시피, 식(13a)와 (13b)를 각각 제공하여 더하면,

$$K^2 V_0^2 \cos^2 \psi + K^2 V_0^2 \sin^2 \psi = K^2 V_0^2 \quad \dots \dots \dots \quad (14)$$

로 된다. 위 값은  $V_0^2$ 에 비례하고, 따라서 승산기(143)에의 신호 입력의 진폭의 제곱에 비례한다.

승산기는 논리로 대체될 수 있는데, 이 논리는 연산 증폭기(107)에서 나온 입력 신호를 기준 신호로 게이트한다. 이 기준 신호는 구동 신호  $\sin(2\pi ft)$ 의 절반 사이클 간격마다 펄스를 내고 안내고 한다. 이와 같이 입력 신호를 게이트하면, 이 입력 신호에 조파와 D.C. 값이 실질적으로 없는 경우에 구동 신호와 동일한 주파수의 정현파 신호를 입력 신호를 배율하는 것과 같은 효과가 있다.

입력 신호를  $90^\circ$  위상차가 나는 2개의 기준 신호들로 교대로 게이트 하면 식(12a) 및 (12b)로 표시되는 2개의 출력들이 얻어질 것이다.

다른 배열에 있어서, 구동신호( $\sin 2\pi ft$ )와 위상이 같은 단일 기준 신호( $\sin 2\pi ft$ )가 승산기(143)에 인가될 수도 있다. 그로인해 배율된 출력은 연산 증폭기(107)로부터의 파형 입력 성분들만을 포함하고, 이 성분들은 임의의 위상(이 측정에서는 효과적으로  $\psi=0$ 이다)과 무관하고, 그래서 식(13a)를 참조하여 적분된 출력은  $KV_0 \cos 0 = KV_0$ 일것이고, 그래서 구적(求積) 측정은 불필요하다.

회로에 존재하는 D.C. 오프셋과, 간섭성 소음 픽업을 보상하기 위해서, 제어 논리는 각 저항 측정전에

이 오프셋을 측정하는 교정(즉, NULL) 모드에서 작동할 수도 있다. 이를 위해, 회로는 제7도에 나타난 대로 배열되는데, 이때 단자들(A, B) 모두 접지 또는 다른 알려진 전위에 접속되고 오프셋  $V_{01n}$ (또는  $V_{01n}$ 과 대등한  $V_{02n}$ )이 적절한 값으로 측정된다.

모두, 다음 순서의 사건들(연산회로에서부터 시작 신호(START)에 응하여 개시되는) 이 한가지 경사 측정에 요구된다.

[표 2]

측정	측정된 양
NULL	$V_{01N}$
$Z_1$ Phase	$V_{01P} + V_{01N}$
$Z_1$ Quad	$V_{01Q} + V_{01N}$
NULL	$V_{01N}$
$Z_2$ Phase	$V_{02P} + V_{02N}$
$Z_2$ Quad	$V_{02Q} + V_{02N}$

또다르게는, 구동 신호와 기준 신호가 동일 위상이면,  $Z_1$  Phase,  $Z_2$  Phase 및 NULL의 측정만이 필요하다.

측정이 끝나면, 제어 논리는 데이터 레디(DR)라인에 의해 연산 회로에 신호를 보낸다.

제4a 및 b도에 도시된 배치에서 전극들(A, B)는 수평으로부터  $+50^\circ$  까지의 각도들을 감지하는데 쓰인다. 이 한계보다 더 큰 경사각들에 대해서는, 전극들(A, B)이 공통 전극이 되고 직교배치된 전극들(C, D)이 감지 전극이 되도록 제어 논리가 전극들을 재구성하고 센서가 이런 배열에서 수직으로부터  $\pm 50^\circ$  범위의 각도들을 측정한다. 오프셋 배열과 함께 이런 측정들을 위해 전극 배열들이 제8a-8c도에 나타나 있다. 이런 배열의 전극들로 경사각을 측정하는 일련의 사건들은 표 2를 참고로 하여 이미 설명한 사건들과 유사하다.

이와같은 전극 스위칭을 이용하면, 제9도에 도시된 바와같이  $360^\circ$  전체의 경사각이 수직 또는 수평으로부터의 편차로 측정되고, 이때 전극 배열은 센서의 경사각에 따라 연산 및 제어 회로에 의해 선택된다. 경사 측정이 개시되면, 처리 회로가 제5a, 5b 및 7도에 도시된 대로 공통 쌍으로 선택된 임의 쌍의 전극들, 가령 전극들(C, D)로 측정을 실행한다. 연산 회로에 의해 계산된 비(R)가  $\pm 50^\circ$ 에 상응하는 허용 범위(표 1참조)내에 있을 경우, 측정이 계속되는 반면에, 측정된 비가 허용범위 밖에 있으며 배열이 제8도에 도시된 배열로 바뀌어 측정이 다시 수행된다.

개시된 센서가 어떤 측정상의 부정확성을 갖게 되는데, 이것이 측정각( $\theta'$ )과 실제각( $\theta$ )으로 다음과 같이 표현될 수 있다. 즉,

$$\theta = a \cdot \theta' + b$$

여기서,  $a \cdot$ 는 다른 인자들로서 전극들(A)(B)사이 또는 (C)(D)사이의 간격 치수들과 스위치 메트릭스에서의 스위치 저항값이 포함되기는 하나 주로 측정 전극들에 대한 초기 액체 수준의 어떤 변화에 따라 달라지고,  $b$ 는 제조 공차에 의존한다.

$\theta'$ 는 2개의 감지 전극들이 액체내에 똑같이 잠길 때 효과적으로 0이고, 그래서 캡슐이 이 위치에서 최대의 고유 정확도를 가지게 된다. 전극쌍(C, D)에 대해 전극쌍(A, B)이 직교하여 배치되면, 캡슐은 2개의 최대 정확도 위치들을 가지는데, 그 위치들은 설명된 실시예에서 수평과 수직이도록 선택되고, 그래서 전극쌍들의 배치가 특정 적용을 위한 다른 최대 정확도 위치들을 주도록 선택될 수는 있으나 가장 자주 측정되는 각도 위치들에서 최대 정확도 측정이 달성될 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

액체로 부분충전된 캡슐 ; 상기 캡슐내에 놓인 제1 및 제2전극들로 구성된 제1전극 수단으로서, 상기 액체에 상기 제1 및 제2전극들이 잠기는 상대적 정도가 제1각도 범위에서 기준 축선을 중심으로한 그리고 제1기준 각도에 대한 상기 캡슐의 경사각을 나타내는 제1전극 수단 ; 그리고 상기 캡슐내에 놓인 제3 및 제4전극들로 구성된 제2전극 수단으로서, 상기 액체에 상기 제3 및 제4전극들이 잠기는 상대적 정도가 제2각도 범위에서 상기 기준 축선을 중심으로한 그리고 상기 제1기준 각도와 다른 제2기준 각도에 대한 상기 캡슐의 경사각을 나타내는 제2전극 수단으로 구성되고, 상기 제1 및 제2전극 수단들은, 상기 기준 축선을 중심으로 한 캡슐의 어떤 경사 각도가 상기 제1 및 제2범위들중 적어도 한 범위내에 포함되고 상기 제1 및 제2기준 각도들은 제1 및 제2 전극 수단들의 전극들이 각자 액체에 똑같이 잠기는 그런 각도 들이도록 배치되는 경사 측정 장치용 센서.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2기준 각도들이 직교하여 배치되는, 경사 측정 장치용 센서.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2전극들이 반원형이고 상기 기준 축선을 중심으로 서로 떨어져 있는, 경사 측정 장치용 센서.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제3 및 제4전극들이 반원형이고 상기 기준 축선을 중심으로 서로 떨어져 있는, 경사 측정 장치용 센서.

#### 청구항 5

제1항에 따른 센서를 포함하는 경사 측정 장치로서, 상기 센서는 상기 기준 축선에 평행한 측정 표면에 대해 장착되어, 이 측정 표면의 경사에 따라 센서 캡슐이 경사지도록된 경사 측정 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 캡슐에 인가될 구동 신호를 발생하는 구동원, 상기 캡슐로부터의 출력 신호를 처리하는 처리 수단, 상기 전극들중 어느 한 전극을 선택하고 선택된 전극을 상기 구동원에 접속시키도록 배치되어, 상기 선택된 전극과 공통 전극 사이 액체의 임피던스로서, 액체내 상기 선택된 전극의 잠김 정도에 의존하는 상기 임피던스에 의해 변형되어 출력 신호를 형성하는 상기 구동 신호가 상기 선택된 전극을 통해 캡슐에 인가되도록 하는 스위치 수단, 그리고 상기 스위치 수단의 작동을 제어하는 제어 수단을 더 포함하는 경사 측정 장치.

#### 청구항 7

제5항에 있어서, 상기 스위치 수단은, 상기 선택된 전극을 포함하지 않는 전극 수단의 전극들이 함께 접속되어 공통 전극을 형성하도록 전극들을 구성하게 배치되는 경사 측정 장치.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 상기 스위치 수단은, 상기 한 전극 수단의 전극들중 한 전극을 그리고나서 다른 전극을 상기 선택된 전극으로 선택하고 상기 한 전극 수단의 선택안된 전극을 접지에 접속시키도록 배치되는 경사 측정 장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 구동원이 교번 전기 구동 신호를 발생하는 경사 측정 장치.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 처리 수단이, 상기 출력 신호를 증폭하는 증폭기 수단 ; 상기 구동 신호와 동일한 주파수를 갖는 성분을 포함하고 서로  $90^{\circ}$  위상차가 나는 제1 및 제2기준 신호들로 상기 증폭된 신호를 순차로 곱하여 제1 및 제2승산된 신호들을 발생하는 승산기 수단 ; 상기 승산된 신호의 소정 사이클 수에 대해 각 승산된 신호를 적분하여 제1 및 제2적분된 신호들을 발생하는 적분 수단 ; 상기 적분 수단에 응하여, 상기 순차로 선택된 전극들과 관련된 상기 적분된 신호들로부터 경사각을 유도해내는 계산 수단으로 구성되는 경사 측정 장치.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 승산기 수단은 상기 구동 신호의 절반 사이클 간격들마다 각기 펄스를 발생했다가 꺼지는 기준 신호들에 따라 상기 증폭된 신호를 게이트하는 경사 측정 장치.

#### 청구항 12

제9항에 있어서, 상기 처리 수단이, 상기 변형된 신호를 증폭하는 증폭기 수단 ; 상기 구동 신호와 동일한 주파수를 가지고 위상이 같은 성분을 포함하는 기준 신호로 상기 증폭된 신호를 곱하여 승산된 신호를 형성하는 승산기 수단 ; 상기 신호의 소정 갯수의 사이클들에 대해 상기 승산기 수단의 출력을 적분하여 적분된 신호들을 형성하는 적분 수단 ; 그리고 상기 적분 수단에 응하여, 상기 순차로 선택된 전극들과 관련된 상기 적분된 신호들로부터 경사각을 유도하는 계산 수단으로 구성되는 경사 측정 장치.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 승산기 수단은 상기 구동 신호의 절반 사이클 간격들마다 펄스를 내다 꺼지는 상기 기준신호로 상기 증폭된 신호를 게이트하는, 경사 측정 장치.

#### 청구항 14

제10항에 있어서, 상기 측정 수단은 상기 적분 수단의 출력을 디지털 신호로 변환하는 아날로그 대 디지탈 변환기를 더 포함하는 경사 측정 장치.

#### 청구항 15

제10항에 있어서, 상기 제어 수단이 처리 수단에 응하여 상기 제1 또는 제2전극 수단의 전극들을 선택하고, 그래서 측정되는 경사각이 상기 제1 또는 제2전극 수단의 개개의 범위내에 있도록 하는 경사 측정 장치.

**청구항 16**

제7항에 있어서, 상기 스위치 수단이, 상기 제1 및 제2전극들이나 제3 및 제4 전극들이 서로 접속되어 공통 전극을 형성하고 이 공통 전극이 상기 측정 수단에 접속되고 상기 공통 접속되지 않은 전극들이 기지의 전위로 세트되는 오프셋 측정 배열로 상기 전극들을 재구성하는 경상 측정 장치.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 상기 스위치 수단은 매번의 전극 선택 사이에 DC 오프셋 측정 배열로 재구성되도록 배치되는 경상 측정 장치.

**청구항 18**

액체로 부분 충전된 캡슐로서 캡슐내 액체의 위치가 기준 축선을 중심으로 한 캡슐의 회전각을 나타내는 상기 캡슐, 상기 캡슐내에 배치되어 상기 위치를 일정 각도 범위 안에서 감지하는 다수의 전극들, 여기 원, 감지 회로, 그리고 상기 위치를 함께 나타내는 액체의 여러가지 전기적 특성들을 순차로 측정하는 다수의 배열로 상기 전극들을 상기 감지 회로 및 상기 여기원에 접속시키는 스위치 수단으로 구성되는 경사 측정 장치.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 상기 스위치 수단이 스위치 매트릭스로 구성되는 경사 측정 장치.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 상기 스위치 매트릭스가 직접 회로의 일부를 형성하는 경사 측정 장치.

**청구항 21**

제18항에 있어서, 상기 스위치 수단은 상기 전극들중 어느 하나를 선택하고 이 선택된 전극을 상기 여기원에 접속하도록 배치되어, 감지 회로에 접속되어 출력 신호를 형성하는 공통 전극과 상기 선택된 전극 사이의 액체 임피던스로서 상기 선택된 전극이 액체에 잠기는 정도에 의존하는 상기 임피던스에 의해 변형되는 구동 신호가 상기 선택된 전극을 통해 캡슐에 인가되도록된 경사 측정 장치.

**청구항 22**

제21항에 있어서, 상기 다수의 전극들은 제1쌍의 전극들과 제2쌍의 전극들을 포함하고, 상기 스위치 수단은, 상기 선택된 전극을 포함하지 않은 쌍의 전극들이 함께 접속되어 공통 전극을 형성하고 그렇게 형성된 공통 전극을 상기 감지 회로에 접속시키도록 전극들을 구성하게 배치된 경사 측정 장치.

**청구항 23**

제21항에 있어서, 상기 스위치 수단은, 상기 한 전극쌍 중 한 전극을 상기 선택된 전극으로서 선택하고 나서 다른 전극을 선택하고 상기 전극쌍의 선택안된 전극을 접지에 접속시키도록 배치된 경사 측정 장치.

**청구항 24**

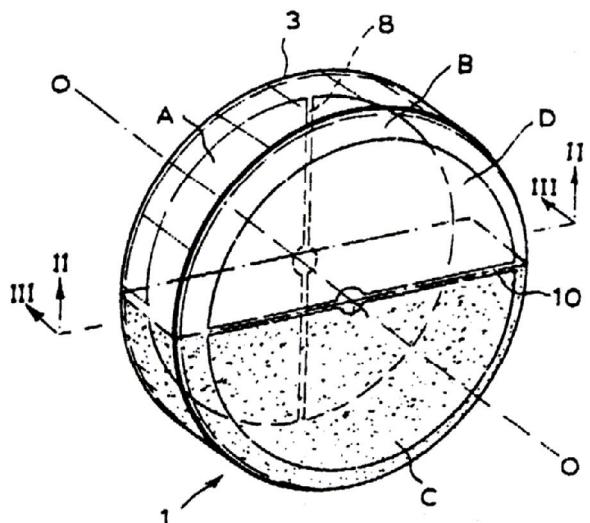
제18항에 있어서, 상기 다수의 전극들이 각기 반원형이고 쌍으로 배열되며, 각 쌍의 전극들이 상기 기준 축선을 중심으로 서로 떨어져 있는 경사 측정 장치.

**청구항 25**

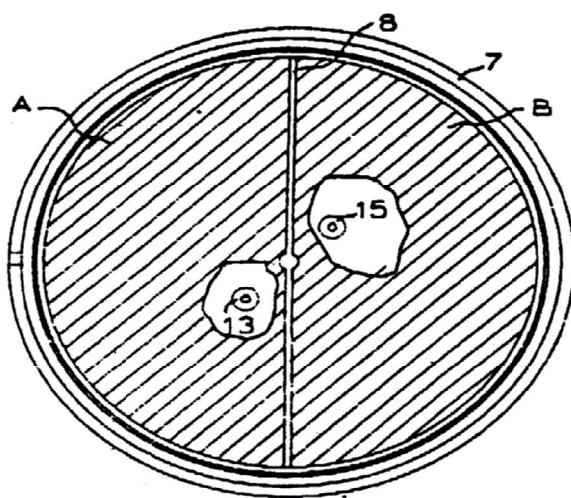
제18항에 있어서, 상기 각도 범위가  $360^{\circ}$  인 경사 측정 장치.

**도면**

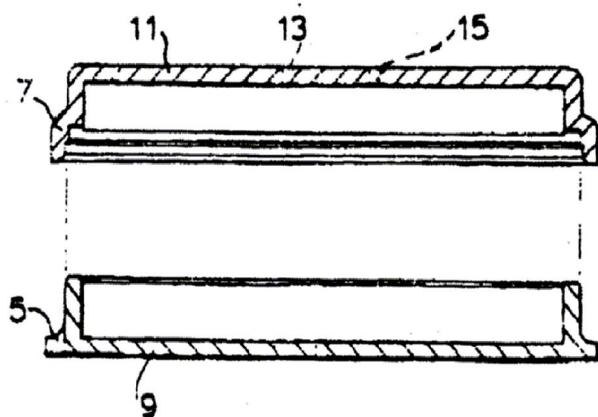
도면1



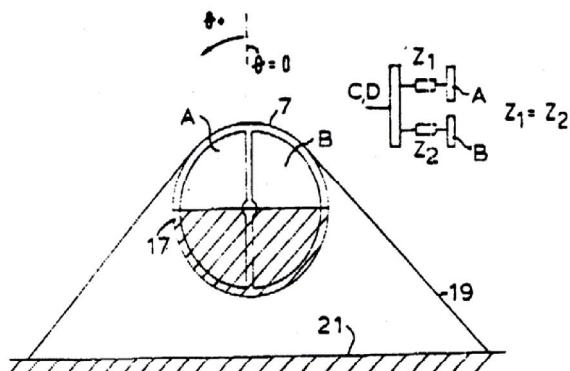
도면2



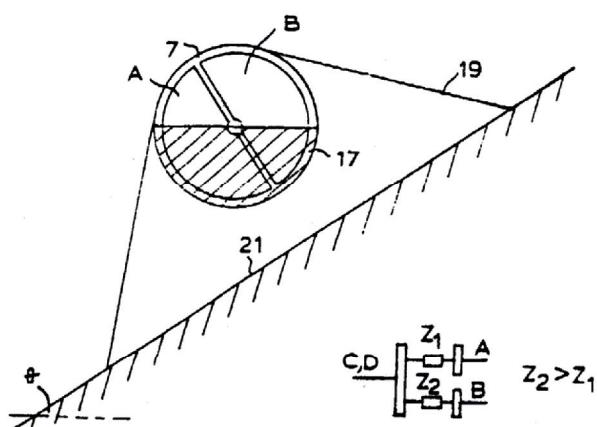
도면3



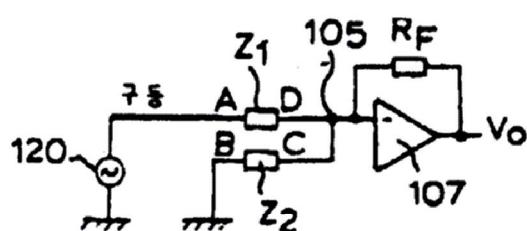
도면4a



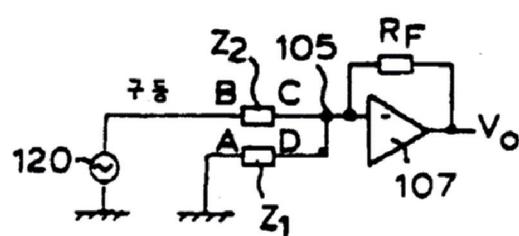
도면4b



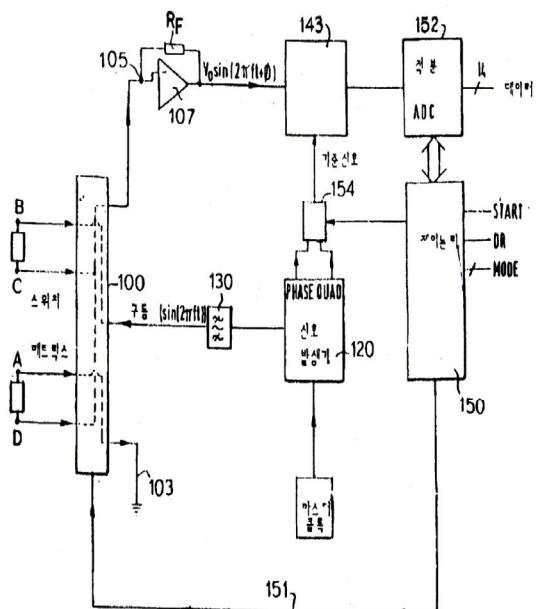
도면5a



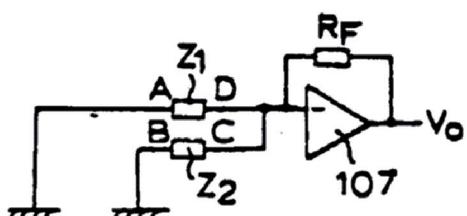
도면5b



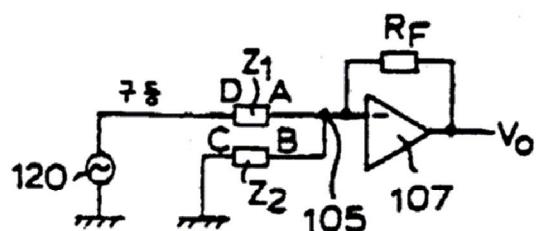
도면6



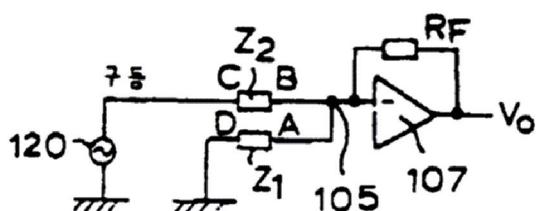
도면7



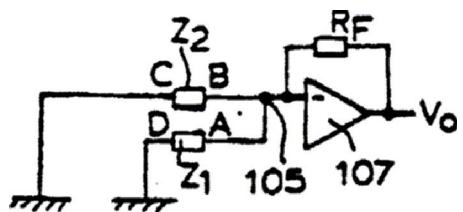
도면8a



도면8b



도면8c



도면9

