



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월08일
(11) 등록번호 10-1020271
(24) 등록일자 2011년02월28일

(51) Int. Cl.

G01D 5/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7006630

(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년10월15일

심사청구일자 2008년06월13일

(85) 번역문제출일자 2005년04월15일

(65) 공개번호 10-2005-0083773

(43) 공개일자 2005년08월26일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2003/004457

(87) 국제공개번호 WO 2004/036148

국제공개일자 2004년04월29일

(30) 우선권주장 0224100.8 2002년10월16일 영국(GB)

(56) 선행기술조사문현

JP12292205 A

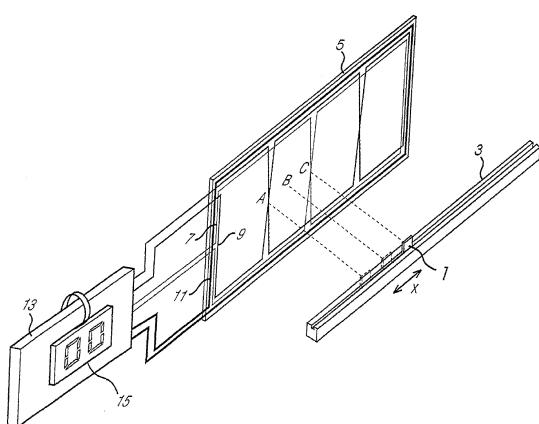
전체 청구항 수 : 총 30 항

심사관 : 김혜원

(54) 감지장치와 감지방법

(57) 요 약

본 발명은 위치와 같은 파라미터를 감지하는 감지장치에 관한 것으로서, 코일(7, 9)과 같은 여기권선과, 여진신호를 발생시킬 수 있고 발생된 여기신호를 여기권선에 인가하도록 정렬된 신호발생기(41, 42, 43)와, 신호발생기에 의해 여기권선에 인가되는 여기신호에 응답하여 감지기에 의해서 측정되는 파라미터의 값을 나타내는 주기적인 전기신호가 발생되도록, 여기권선에 전자기적으로 결합될 수 있는 감지코일(11)과, 및 측정되는 파라미터값을 결정하기 위해 감지기권선에 발생된 주기적 전기신호를 처리하는 신호처리기(108)를 포함하며, 상기 신호처리기는 여기신호의 주파수와 약간 다른 주파수를 갖는 제 2 신호(f1)을 발생시키도록 정렬되고, 또한 제 2 신호와 감지코일로부터 수신된 신호를 합성하여 여기신호의 주파수와 제 2 신호의 주파수 차와 동일한 주파수 성분(f0-f1)을 갖는 제 3 신호를 생성하도록 정렬되며, 그 다음에 신호처리기는 제 3 신호의 위상으로부터 파라미터를 결정하는 것이다.

대 표 도

(72) 발명자

실스, 코린 스튜어트

영국 캠브리지 CB2 5GG 하아스톤 하아스톤밀 센소
패드테크놀러지스 리미티드

호워드, 마아크 안토니

영국 캠브리지 CB2 5GG 하아스톤 하아스톤밀 센소
패드테크놀러지스 리미티드

특허청구의 범위

청구항 1

파라미터를 감지하는 감지기에 있어서,

- (i) 상이한 공간 함수를 갖는 복수의 코일로 이루어진 여기권선과,
- (ii) 제1 주파수를 갖는 여기신호를 발생시키고, 상기 여기권선에 상기 발생된 여기신호를 인가하도록 정렬된 신호발생기와,
- (iii) 상기 신호발생기에 의해 상기 여기권선에 인가되는 상기 여기신호에 응답하여, 상기 감지기에 의해 측정되는 상기 파라미터값을 지시하는 위상을 갖는 주기적인 전기 신호가 감지코일에 발생되도록, 상기 여기권선에 전자기적으로 결합될 수 있는 감지코일과,
- (iv) 상기 감지코일에 발생된 상기 주기적인 전기 신호를 처리하여, 측정되는 상기 파라미터를 나타내는 값을 결정하는 신호처리기를 포함하고,

상기 신호처리기는 상기 제1 주파수와 소량 상이한 제2 주파수의 제 2 신호를 생성하고, 상기 제 2 신호를 상기 감지코일로부터 수신된 신호와 합성하여, 상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수의 차이와 같은 제3 주파수의 주파수 성분을 갖는 제 3 신호를 발생시키고, 상기 제 3 신호의 위상으로부터 상기 파라미터의 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 감지코일은 중간장치를 통해 상기 여기권선에 전자기적으로 결합될 수 있는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 중간장치는 규정된 투자율 또는 유전율을 갖는 물체로 이루어진 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 중간장치는 상기 여기신호의 주파수와 실질적으로 같은 공진주파수를 갖는 공진기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 공진기는 수동 LC 회로로 이루어지는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 공진기는 양호도가 적어도 10인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 7

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정되는 파라미터는 1차원 이상에서 상기 중간장치의 위치인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감

지기.

청구항 8

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정되는 파라미터는 상기 중간장치의 방위인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 9

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정되는 파라미터는 온도인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 10

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정되는 파라미터는 습도인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 11

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 중간장치의 위치를 2차원 이상에서 결정하기 위해 적어도 2개의 여기권선과 적어도 2개의 감지코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 공진기의 위치를 3차원에서 결정하기 위해 적어도 3개의 여기권선과 적어도 3개의 감지코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 13

제 4 항에 있어서,

상기 신호발생기는, 상기 감지코일에 의해 포착된 배경잡음을 상기 감지기가 결정하도록, 상기 공진기의 공진주파수와 상이한 주파수를 갖는 여기신호를 주기적으로 발생시키는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 여기권선은 복수의 루프가 정렬된 코일로 이루어지고,

상기 여기권선을 통해 흐르는 전류는, 하나의 루프를 흐르는 전류가 적어도 다른 하나의 루프를 흐르는 전류와 반대 방향으로 흐르는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 여기권선은 각 코일에서의 같은 전류 흐름이 직교관계로 자계를 생성하도록 공간 직교로 정렬된 한 쌍의 코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 여기권선의 한 코일은 자계의 한 성분의 크기가 기준점으로부터 거리에 대해 정현적으로 변하는 자계를 생성하도록 정렬되는 반면, 상기 여기권선의 다른 한 코일은 상기 기준점으로부터 거리에 대해 여현적으로 크기가

변하는 같은 방향의 자기장 성분을 생성하도록 정렬된 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 여기신호의 주파수와 상기 제 2 신호의 주파수 사이의 차이는 상기 여기신호 주파수의 30% 이하인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 여기신호의 주파수와 상기 제 2 신호의 주파수 차이는 상기 제 2 신호의 10% 이하인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 여기신호는 시간 직교에 있는 한 쌍의 발진신호로 이루어지고, 상기 각 발진신호는 상기 코일들 중 하나에 인가되는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 신호발생기는 상기 발진신호 중 하나를 반전시킬 수 있고, 상기 신호처리기는 상기 반전 및 비반전 발진신호 둘 다로부터 결정된 양을 처리하여 상기 파라미터의 값을 결정할 수 있는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 신호처리기는 상기 여기신호의 주파수와 상기 제 2 신호의 주파수 사이의 차이보다 더 높은 주파수를 갖는 제 3 신호의 성분을 제거하기 위해 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 22

제 1 항에 있어서,

상기 신호처리기는 상기 제 3 신호의 주파수 성분과 동일한 주파수의 기준신호를 생성할 수 있고, 상기 기준신호에 대한 상기 제 3 신호의 위상은 결정할 상기 파라미터의 값을 결정하기 위해 참조되는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 23

제 1 항에 있어서,

상기 신호처리기는 상기 제 3 신호의 교차점(cross-over point)을 판정하는 비교기를 포함하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 신호처리기는 상기 제 3 신호의 교차점을 판정하는 비교기와, 상기 기준신호의 전환점을 판정하는 비교기와, 및 상기 제 3 신호와 상기 기준신호 사이의 위상차를 측정하는 타이머를 포함하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 25

제 1 항에 있어서,

상기 여기권선과 감지코일은 보통 동일 평면상에 있는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 26

제 1 항에 있어서,

상기 신호발생기는 디지털 여기신호를 발생시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 27

제 1 항에 있어서,

상기 여기신호는 적어도 100KHz의 주파수를 갖는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 28

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 신호의 주파수 성분은 100Hz에서 100KHz의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 29

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 신호의 위상을 상기 파라미터의 측정값으로 변환하기 위한 보정 데이터를 저장하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 감지기.

청구항 30

파라미터를 감지하는 방법에 있어서,

제1 주파수의 여기신호를 여기권선에 인가하는 단계와,

측정하는 상기 파라미터를 나타내는 값을 결정하기 위해, 상기 여기권선에 인가된 상기 여기신호에 응답하여, 상기 여기권선에 전자기적으로 결합된 감지코일에 발생된 신호를 처리하는 단계를 포함하고,

상기 처리단계는,

상기 제1 주파수와 다른 제2 주파수를 갖는 제 2 신호를 발생하는 단계와,

상기 제 2 신호와 상기 감지코일로부터 수신한 상기 신호를 합성하여, 상기 제1 주파수와 제2 주파수 차이와 같은 제3 주파수를 갖는 주파수 성분을 갖는 제 3 신호를 생성하고, 상기 제 3 신호의 위상으로부터 상기 파라미터의 값을 결정하는 단계인 것을 특징으로 하는 파라미터를 감지하는 방법.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 파라미터의 값을 감지하는 감지장치 및 감지방법에 관한 것이며, 특정적으로는 한 구성요소의 위치를 측정하는 것에 관한 것이다, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0002]

본 발명은 특히 2개 멤버의 상대적인 위치를 감지하는 위치감지기에 관련이 있으나 그에 한정되지 않는 감지장치 및 감지방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

다양한 형태의 유도형 감지기가 상대적으로 이동가능한 2개의 멤버들의 위치를 나타내는 신호를 발생하는데 사용되어 왔다. 일반적으로, 한 멤버가 여기권선(excitation winding)과 2개 이상의 감지코일을 보유하는 반면, 다른 멤버는 공진회로를 보유한다. 공진회로와 각 감지코일 간의 자계 결합은 위치에 따라 변하며, 그리하여 공진회로의 공진주파수를 갖는 발진신호를 여기권선에 인가함으로써 상기 공진주파수에서 발진하고 그 진폭이

상기 2개 멤버의 상대적인 위치 함수로서 변하는 신호가 각 감지코일에 유도된다.

[0004] 유도형 감지기의 다른 형태가 출원 계류 중인 국제특허출원 PCT GB02/1204에 개시되어 있으며, 여기서는 여기신호(excitation signal)가 하위 저주파 신호에 의해 진폭 변조된 반송파 신호를 포함하고, 상기 구성요소의 위치를 결정하기 위해 신호처리 유닛에서 감지코일에 유도된 신호가 복조된다. 이와 같은 시스템은, 반송파 신호가 상대적으로 높은 주파수를 갖기 때문에, 감지코일에 유도된 신호들이 패러데이 법칙에 따라 상대적으로 큰 진폭을 갖는 반면, 동시에 상기 복조된 신호는 낮은 주파수를 갖기 때문에, 이후의 신호처리가 상대적으로 간단하고 저렴한 전자장치에 의해 수행될 수 있도록 하는 장점을 갖는다. 여기권선 및 감지코일은, 감지코일에 의해 수신된 신호를 증폭하는 효과를 갖는 공진기에 의해, 일반적으로는 상기 반송파 신호의 주파수와 같은 공진주파수를 갖는 간단한 수동 LC 공진회로에 의해, 결합된다.

[0005] 그러나, 이 시스템은 측정 대역이 상대적으로 낮은 변조 주파수에 의해 제한되는 단점이 있다. 변조된 여기신호의 주파수 스펙트럼은, 반송파 주파수의 한 쪽에 하나씩 반송파 주파수로부터 변조 주파수만큼 다른 2개의 측대역과 함께, 반송파 주파수의 성분을 포함한다. 상기 여기신호의 변조 주파수가 증가되면, 측정 대역을 증가시키기 위해, 상기 측대역들은 반송파 대역으로부터 더 멀리 떨어져 이동하고 공진회로와 공진하지 않으며, 그에 의해 여기권선과 감지코일의 결합(coupling)을 감소시킨다. 따라서 한편으로는 여기신호의 변조주파수와 측정대역 간에 타협이 필요하고, 다른 한편으로는 공진회로의 양호도와 상기 권선들 사이의 결합 간에 타협이 필요하다. 이러한 타협은 단일 세트의 전자장치에 의해 제어되어 이용가능한 측정 대역을 공유하는 많은 감지기를 병합하는 시스템에서는 큰 문제될 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0006] 일 측면에 의하면, 본 발명은 파라미터를 감지하는 감지기를 제공하며, 상기 감지기는,

[0007] (i) 상이한 공간 함수를 갖는 복수의 코일로 이루어진 여기권선과,

[0008] (ii) 제1 주파수를 갖는 여기신호를 발생시키고, 상기 여기권선에 상기 발생된 여기신호를 인가하도록 정렬된 신호발생기와,

[0009] (iii) 상기 신호발생기에 의해 상기 여기권선에 인가되는 상기 여기신호에 응답하여, 상기 감지기에 의해 측정되는 상기 파라미터값을 지시하는 위상을 갖는 주기적인 전기 신호가 감지코일에 발생되도록, 상기 여기권선에 전자기적으로 결합될 수 있는 감지코일과,

[0010] (iv) 상기 감지코일에 발생된 상기 주기적인 전기 신호를 처리하여, 측정되는 상기 파라미터를 나타내는 값을 결정하는 신호처리기를 포함한다.

[0011] 여기서, 상기 신호처리기는 상기 제1 주파수와 소량 상이한 제2 주파수의 제 2 신호를 생성하고, 상기 제 2 신호를 상기 감지코일로부터 수신된 신호와 합성하여, 상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수의 차이와 같은 제3 주파수의 주파수 성분을 갖는 제 3 신호를 발생시키고, 상기 제 3 신호의 위상으로부터 상기 파라미터의 값을 결정한다.

[0012] 또 다른 측면에 의하면, 본 발명은 파라미터를 감지하는 방법을 제공하며, 상기 방법은,

[0013] 제1 주파수의 여기신호를 여기권선에 인가하는 단계와,

[0014] 측정하는 상기 파라미터를 나타내는 값을 결정하기 위해, 상기 여기권선에 인가된 상기 여기신호에 응답하여, 상기 여기권선에 전자기적으로 결합된 감지코일에 발생된 신호를 처리하는 단계를 포함하고,

[0015] 상기 처리단계는,

[0016] 상기 제1 주파수와 다른 제2 주파수를 갖는 제 2 신호를 발생하는 단계와,

[0017] 상기 제 2 신호와 상기 감지코일로부터 수신한 상기 신호를 합성하여, 상기 제1 주파수와 제2 주파수 차이와 같은 제3 주파수를 갖는 주파수 성분을 갖는 제 3 신호를 생성하고, 상기 제 3 신호의 위상으로부터 상기 파라미터의 값을 결정하는 단계인 것을 포함한다.

[0018] 삭제

- [0019] 본 발명에 의한 감지기와 감지방법은, 여기신호가 변조되지 않은 신호일 수 있고 그에 의해 단일 주파수 성분을 갖기 때문에 상대적으로 높은 양호도를 갖는 공진기가, 측정되는 파라미터의 측정 대역을 감소시키지 않으면서 전자기 결합을 개선하기 위해, 채용될 수 있는 점에서 유리하다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 신호는 여기권선에 의해 발생된 자계를 변경하는 중간 장치를 통해 상기 여기권선과 감지코일 사이에 커플링된다. 상기 중간 장치는 페라이트나 도전성의 재료와 같은 높은 투자율을 갖는 재료로 형성된 많은 장치들 중 어떤 것으로 이루어진다. 또는, 예를 들면 능동 또는 수동 대역통과 장치와 같은 전기 장치들이 사용될 수 있다(이하, 공진기로 지칭한다). 공진기는 여기신호의 주파수와 거의 같은 공진주파수를 갖는 것이 바람직하다. 이런 방법으로, 원치않는 높은 고조파들이 여기권선과 공진기 사이의 전자기 결합에 의해 효과적으로 제거될 수 있다. 공진기는 상대적으로 높은 양호도 예를 들면 적어도 5 특수하게는 적어도 10을 가지며, 양호도의 상한은 근본적으로, 온도와 습도 같은 환경의 변화에 대해, 그리고 상기 소자들의 전기적 파라미터의 값에서의 허용오차에 대해 안정한 공진주파수를 보장하는 능력에 의해 설정된다.
- [0021] 예를 들어 일차원에서의 위치와 같이 단일 파라미터가 측정된다면, 단일의 여기권선과 감지코일만이 존재할 필요가 있다. 그러나 원한다면 하나 이상의 여기권선 및/또는 감지코일이 채용될 수 있다. 예를 들어 한 구성요소의 위치가 2차원에서 측정된다면 2개의 이와 같은 권선들이 채용되고, 3차원에서 한 위치가 결정된다면 3개의 권선이 채용된다. 또는, 상기 신호의 진폭이 또한 채용되면 2차원 이상에서의 위치 측정에 사용된 권선들의 수는 감소될 수도 있다.
- [0022] 여기권선의 코일은, 코일을 통해서 흐르는 전류가 코일의 하나의 루프를 돌아 흐르는 전류와 다른 루프를 돌아 흐르는 전류의 방향과 반대로 흐르도록 정렬된, 예를 들면 한 파장의 정현코일의 경우에서 2개의 루프와 같은 복수의 루프를 포함한다. 여기권선은 보통 다른 공간 함수들을 갖는 복수의 코일(보통 2개)로 이루어진다. 일 실시예에서, 여기권선은 공간 직교(space quadrature)로 정렬된 한 쌍의 코일을 포함하며, 그리하여 각 코일에 흐르는 동일한 전류는 상기 코일 사이에 커플링을 제거하거나 감소시키기 위해 선호되는 공간 직교관계의 자계를 생성한다. 이와 같이, 상기 여기권선의 한 코일은 그 크기가 기준점으로부터 거리의 정현값으로 변하는 자계를 생성하도록 정렬되는 반면, 상기 여기권선의 다른 코일은 그 크기가 상기 기준점으로부터의 거리에 대한 코사인값으로 변하는 자계를 생성하도록 정렬된다.
- [0023] 여기신호는, 시간 직교(time quadrature)에 있는 한 쌍의 발진신호를 포함하며, 각각은 상기 코일의 하나에 인가된다. 상기 신호들은 시간 직교에 있고, 상기 2개 코일은 공간 직교에 있기 때문에, 2개의 신호는 시간과 루프를 따른 위치 모두에 대해서 회전하는 합성자계를 형성한다. 공진기는 그 위상이 상기 여기권선을 따른 공진기의 위치에 따라 변하는 신호를 감지코일에 유도한다.
- [0024] 상기 감지코일에 유도된 신호는, 여기신호와 제 2 신호의 주파수의 합 및 주파수의 차와 동일한 제3 주파수를 갖는 주파수 성분을 갖는 제 3 신호를 형성하기 위해, 여기권선에 인가된 신호의 주파수와 다른, 바람직하게는 여기권선의 주파수와 단지 소량만큼 예를 들면, 여기신호의 제1 주파수의 30% 이하, 특히 10% 이하 만큼 다른 제2 주파수의 제 2 신호와 합성된다. "비트(beats)"를 포함하는 그 결과 신호는 필터링되어 고주파 성분이 제거되고 예를 들면 적어도 100Hz의 주파수를 갖는 특히 100Hz에서 100KHz 범위의 주파수를 갖는 저주파 성분만을 남기며, 그 위상편이는 공진기의 위치에 비례한다. 이 신호는 구형파 신호를 생성하기 위해 비교기에 전달될 수 있고, 전환점이 결정된다. 신호처리기는 고정된 위상 기준을 제공하기 위해, 상기 감지된 신호의 비트 주파수와 같은 주파수의 기준 신호를 발생할 수 있고, 상기 감지된 신호와 기준신호 사이의 위상차는 공진기의 위치를 지시한다.
- [0025] 원한다면 공진기의 공진주파수와 다른 주파수를 갖는 여기신호를 주기적으로 발생시키는 것이 가능하다. 이것은 감지 코일에 의해 발생한 백그라운드 노이즈를 판정하고 고려할 수 있도록 한다.
- [0026] 여기서 사용된 "사인(sine: 정현)"과 "코사인(cosine: 여현)"은 엄격하게 삼각함수로서 해석되기를 의도하는 것은 아니며, 서로 직교관계에 있는 모든 상보적 함수를 포함하는 것을 의도한다. 예를 들면, 여기권선에 채용된 파형은 구형파와 같은, 디지털 신호발생기로부터 직접 생성된(필요한 곳에서 증폭 후) 디지털 신호일 수 있다.
- [0027] 이제 본 발명에 의한 위치감지기의 한 형태가 첨부한 도면을 참조하여 실시예로서 설명될 것이다.

실시예

- [0046] 도 1은 감지기 구성요소(1)의 위치를 검출하는 위치감지기를 개략적으로 도시하는 도면이고, 감지기 구성요소

(1)는 지지대(3)에 미끄러질 수 있도록 장착되어 측정방향(도 1에서 X방향)을 따라 직선 운동을 허용한다. 인쇄회로기판(PCB)(5)은 지지대(3)에 인접하여 상기 측정방향을 따라 연장하고, 사인코일(7), 그 위에는 코사인코일(9) 및 감지코일(11)을 구성하는 도전성 트랙이 인쇄되며, 상기 코일 각각은 제어유닛(13)에 연결된다. 또한 지지대(3)를 따른 감지기 구성요소(1)의 위치를 나타내는 숫자를 표시하기 위해 표시장치(15)가 제어유닛(13) 연결된다.

[0047] 도 1에 도시된 바와 같이, 일반적으로 PCB(5)의 형상은 길이방향축이 측정방향으로 정렬되고 너비방향축이 상기 측정방향에 수직인 직사각형이다. 사인코일(7), 코사인코일(9) 및 감지코일(11)은 상기 PCB(5)의 길이방향 가장자리를 경유해서 제어유닛에 연결되고, 상기 길이방향 가장자리는 x의 위치값이 0에 해당하며, x가 0에 해당하는 길이방향 가장자리로부터 상기 PCB(5)의 길이를 따라 상기 위치값은 증가한다.

[0048] 이제 도 1에 도시된 위치감지기의 동작에 대한 개요를 도 2를 참조해서 설명한다. 제어유닛(13)은 정위상 신호(in-phase signal)(I(t))와 직교신호(quadrature signal)(Q(t))를 각각 다른 출력에서 발생시키는 직교신호발생기(21)를 포함한다. 상기 정위상신호(I(t))는 주파수가 f_0 인 발진신호이며, 본 실시예에서는 f_0 가 1MHz이다.

[0049] 마찬가지로, 직교신호(Q(t))도 주파수가 f_0 인 발진신호이며 상기 제 1 신호와 위상이 $\pi/2$ 라디안 (90°) 다른 제 2 신호이다.

[0050] 정위상신호(I(t))는 사인코일(7)에 인가되고 직교신호(Q(t))는 코사인코일(9)에 인가된다.

[0051] 사인코일(7)은, 그것에 흐르는 전류가, 그 자계강도 성분이 PCB(5)에 수직한 다음과 같은 함수에 의해 상기 측정방향을 따라 정현적으로 변하는 제 1 자계(B_1)를 생성시키는 패턴으로, 구성된다. 다만, 제 2 자계는 제 1 자계(B_1)와 $\pi/2$ 라디안(90°)위상차가 있다.

수학식 1

$$B_1 = B \sin(2\pi x/L)$$

[0052] 여기서 L은 x 방향에서 상기 사인코일의 주기이다.

[0053] 마찬가지로, 코사인코일(9)은, 그것에 흐르는 전류가, PCB(5)에 수직하게 정해진 그 자계강도 성분이 역시 다음과 같은 함수에 의해 상기 측정방향을 따라 정현적으로 변하는 제 2 자계(B_2)를, 생성시키는 패턴으로, 구성된다. 다만, 제 2 자계는 제 1 자계(B_1)와 $\pi/2$ 라디안(90°)위상차가 있다.

수학식 2

$$B_2 = B \cos(2\pi x/L)$$

[0054] 이와 같이, 상기 측정방향을 따라 임의의 위치에서 발생된 전체 자계(B_T)는 제 1 자계(B_1)로부터의 제 1 성분과 제 2 자계(B_2)로부터의 제 2 성분으로 구성되고, PCB(5)에 수직인 제 1 및 제 2 성분의 크기는 측정방향을 따라 변한다.

[0055] 만일 정위상 발진신호(I(t))가 각주파수(ω_0 (= $2\pi f_0$)로 사인코일(7)에 인가되고, 이와 동일한 주파수의 직교관계의 발진신호(Q(t))가 코사인코일(9)에 인가되면, 여기원선에 의해 생성된 결과적인 복합자계의 PCB(5)에 수직한 성분은 다음과 같은 수식의 크기를 갖게 될 것이다:

수학식 3

$$\sin(\omega_0 t) \sin(2\pi x/L) + \cos(\omega_0 t) \cos(2\pi x/L) = \cos(\omega_0 t - 2\pi x/L)$$

[0056] 상기 합성 신호는 사실상 그 방향이 상기 여기원선을 따라 시간과 위치 모두에 대해서 회전하는 듯한 자계를 생성할 것이다.

[0057] 본 실시예에서, 감지기 구성요소(1)는 주파수(f_0)와 사실상 같은 공진주파수를 갖는 공진회로를 포함한다. 따라

서 전체 자계성분(B_T)은 측정방향에 따른 감지기 구성요소(1)의 위치에 종속하는 위상을 갖고 반송파 주파수(f_0)에서 발진하는 전기 신호를 공진회로에 유도한다. 상기 공진회로에 유도된 전기 신호는 차례로 감지코일(11)에서 감지된 전기신호($S(t)$)를 유도하는 자계를 발생시킨다.

[0061] 이제 도 1에 도시된 위치감지기의 개별 소자들을 보다 자세히 설명할 것이다.

도 3A에 도시된 바와 같이, 사인코일(7)은 보통 측정방향으로 PCB(5)를 따라 중간의 교차점으로부터 떨어져서 PCB(5)의 주변부 둘레를 연장하는 도전성 트랙으로 구성되며, 상기 교차점에서 PCB(5)의 각 너비방향 가장자리의 도전성 트랙은 PCB(5)의 대응하는 반대 너비방향 가장자리의 도전성 트랙으로 교차한다. 이와 같이, 제 1 전류 루프(21a)와 제 2 전류 루프(21b)가 유효하게 구성된다. 신호가 사인코일(7)에 인가되었을 때, 전류가 제 1 전류루프(21a)와 제 2 전류루프(21b)를 통해서 반대방향으로 흐르기 때문에, 제 1 전류루프(21a)를 흐르는 전류는 제 2 전류루프(21b)에 의해서 발생된 자계와 다른 극성을 갖는 자계를 발생시킨다. 그 결과, 수학식 1로 주어진 PCB(5)에 수직한 제 1 자계(B_1) 성분의 자계강도가 정현적(sinusoidal)으로 변한다.

[0063] 구체적으로, 사인코일(7)의 레이아웃은, 사인코일(7)에 흐르는 전류에 의해서 발생된, PCB(5)에 수직하게 정해진 제 1 자계(B_1) 성분의 자계강도가, 측정방향을 따라서 x가 0인 지점에서 대략 0에서부터, x가 L/4인 지점에서 최대값으로(도 3A에서 A), 다음에 x가 L/2인 지점에서(도 3A에서 위치 C) 다시 0으로, 다음에 x가 3L/4인 지점에서 최대값(A지점에서의 최대값과 극성이 반대임)으로, 다음에 x가 L인 점에서 다시 0으로 변하도록, 이루어진다. 이와 같이, 사인코일(7)은 사인 함수의 한 주기에 따라 변화하는 PCB(5)에 수직한 자계 성분을 발생시킨다.

[0064] 도 3B에 도시된 바와 같이, 코사인코일(9)은, 2개의 교차점으로부터 분리되어 PCB(5)의 주변 둘레로 보통 연장하는 도전성 트랙으로 구성되며, 상기 교차점들은 각각 측정방향으로 PCB(5)를 따라가는 경로의 1/4 지점과 3/4 지점에 위치한다. 이와 같이, 3개의 루프(23a, 23b, 23c)가 형성되며, 외측 루프(23a, 23c)는 내측 루프(23b) 크기의 반이다. 신호가 코사인코일(9)에 인가될 때, 전류가 외측 루프(23a, 23c)에서 한 방향으로 흐르고, 내측 루프(23b)에서 반대 방향으로 흐른다. 이와 같이, 내측 루프(23b)를 흐르는 전류에 의해 발생된 자계는 외측 루프(23a, 23c)에 흐르는 전류에 의해서 발생된 자계와 반대 극성을 갖는다. 그 결과, 수학식 2로 주어진, PCB(5)에 수직한 제 2 자계(B_2) 성분의 자계강도가 여현적으로 변한다.

[0065] 구체적으로, 코사인코일(9)의 레이아웃은, 코사인코일(9)에 흐르는 전류에 의해서 발생된 PCB(5)에 수직한 제 2 자계(B_2) 성분의 자계강도가, 측정방향을 따라서, x가 0인 지점에서 최대값으로, x가 L/4인 지점(도 3B에서 위치 A)에서 0으로, 다음에 x가 L/2인 지점(도 3B에서 위치 C)에서 다시 최대값(x가 0인 지점에서의 최대값과 극성이 반대임)으로, 다음에 x가 3L/4인 지점에서 다시 0으로, 그리고 다음에 L지점에서 다시 최대값(x가 0인 지점에서의 최대값과 극성이 같음)으로 변하도록, 이루어진다. 이와 같이, 코사인코일(9)은 코사인 함수의 한 주기에 따라 변화하는 PCB(5)에 수직한 자계 성분을 발생시킨다.

[0066] 도 3C에 도시된 바와 같이, 감지코일(11)은 보통 PCB(5)의 가장자리를 따라서 연장하는 단일 루프를 형성하는 도전성 트랙으로 구성된다.

[0067] 사인코일(7)의 레이아웃은, 제 1 전류 루프(21a)를 흐르는 전류에 의해 감지코일(11)에 유도된 전류가 제 2 전류 루프(21b)에 흐르는 전류에 의해서 감지코일(11)에 유도된 전류에 의해서 거의 상쇄되도록 구성된다. 마찬가지로, 코사인코일(9)에 대해서는 외측 루프(23a, 23c)에 의해 감지코일(11)에 유도된 전류가 내측 루프(23b)에 의해서 감지코일(11)에 유도된 전류에 의해서 상쇄된다. 이와 같은 벨런스 코일을 사용하는 것은, 사인코일(7)과 코사인코일(9)로부터의 전자기 방출이 단일의 평면 권선보다 더 빠른 비율로 거리에 따라 감소한다는 점에서 더욱 유리하다. 이는 전자기 방출에 대한 규정 사항을 만족시키면서 더 큰 구동신호를 사용할 수 있도록 한다. 이것은 전자기 방출에 대한 규정 사항이 점점 엄격해지기 때문에 특히 중요하다.

[0068] 도 4는 감지기 구성요소(1)을 더욱 상세하게 도시한다. 도시된 바와 같이, 본 실시예에서 감지기 구성요소(1)는 그 종단이 캐패시터(33)을 통해서 함께 연결되는 코일(31)을 포함한다. 코일(31)은 연합 인덕턴스(associated inductance)를 갖기 때문에, 코일(31)과 캐패시터(33)는 함께 공진회로를 구성한다. 본 실시예에서, 상기 공진회로는, 실제 공진주파수가 온도와 습도 같은 환경 인자에 의해 변하지만 1MHz(상기 반송파 주파수 f_0 와 같음)의 명목상 공진주파수(f_{res})를 갖는다.

[0069] 상기한 바와 같이, 발진 구동신호가 사인코일(7)과 코사인코일(9)의 어느 하나 또는 둘 다에 인가될 때, 동일

주파수의 발진신호가 감지기 구성요소(1)의 공진회로에 유도된다. 그러나, 상기 구동신호와 상기 유도된 신호 사이에는 위상지연이 일어나고, 상기 위상지연의 양은 상기 구동신호의 주파수와 상기 공진회로의 공진주파수 사이의 관계에 따른다. 도 5A에 도시된 바와 같이, 상기 위상지연은 공진회로의 공진주파수 근처에서 가장 빠르게 변하며, 상기 공진주파수에서의 위상지연은 $\pi/2$ 라디안(90°)이다. 공진회로의 양호도(quality factor)가 높아질수록 공진주파수 근처에서의 위상은 더욱 빠르게 변한다. 그러나, 도 5B에 도시된 바와 같이, 공진회로의 양호도가 더 높아질수록 공진기가 신호를 증폭하는 주파수 대역은 더욱 좁다.

[0070] 상기한 바와 같이, 공진회로에 의한 위상 편이가 전혀 발생되지 않은 것으로 가정하면, 측정방향의 각 위치 x에 대해서 정위상신호($I(t)$)와 4분신호($Q(t)$)가 인가될 때 위치에 관계된 위상편이 $\phi(x)$ 가 발생하고, 역위상신호($-I(t)$)와 직교신호($Q(t)$)가 인가될 때 위치에 관계된 위상편이 $-\phi(x)$ 가 발생한다. 실제로, 상기 공진회로는 위상편이(ϕ_{RC})를 발생시키지만, 상기 위상편이(ϕ_{RC})는 사인코일(7)에 정위상 신호($I(t)$)가 인가되든 역위상 신호($-I(t)$)가 인가되든 보통 같다. 이것은 처리하는 전자소자에 의해서 발생된 다른 위상 편이에도 역시 적용된다. 따라서, 본 실시예에서는 역위상 신호($-I(t)$)가 인가할 때 측정된 위상 편이를 정위상 신호($I(t)$)를 인가할 때 측정된 위상 편이에서 감해지며, 그 결과, 상기 공진회로에 의해 발생된 위상 편이(ϕ_{RC})는 상쇄되어 상기 위치-종속되는 위상 편이 $\phi(x)$ 의 2배에 해당하는 위상이 된다.

[0071] 도 5C에 도시된 바와 같이, PCT 국제출원 제 GB02/01204호에 채용된 진폭변조된 여기신호(excitation signal)의 주파수 스펙트럼은 상기 여기신호의 반송주파수에서 피크(34)를 갖고, 상기 변조신호의 주파수만큼 상기 피크로부터 멀어진 반송주파수 피크(34)의 양측에 측대역(36)을 갖는다. 상기 공진기의 위치에 관계된 정보를 포함하는 것은 측대역(36)이다. 상기 여기신호의 변조주파수가 측정 대역폭을 개선하기 위해 증가되면, 측대역(36)의 위치는 화살표로 표시된 바와 같이 반송파 대역(34)로부터 멀리 이동할 것이며, 그 결과, 상기 측대역들은 더 이상 높은 Q의 공진기 통과대역 내에 머무르지 않게 된다. 따라서, 진폭변조된 여기신호를 가지고, 공진기의 양호도와 여기신호의 변조 주파수 사이에 항상 절충점을 찾아야 한다.

[0072] 이제 상기에서 언급한 감지기의 결점들을 극복하는 유도형 위치감지기의 동작의 원리를 도 6 내지 10을 참조하여 설명할 것이다.

[0073] 도 6은 주파수가 1MHz인 변조되지 않은 신호(200)를 도시하며, 이 주파수는 공진기로부터 상대적으로 큰 응답을 발생시키기에 충분히 높은 주파수이다. 이 도면은 또한 감지코일(11)에 의해 감지되고 상기 원래 신호에 대해서 작은 위상 지연을 갖는 신호(201)를 도시하며, 여기서 상기 위상 지연은 $0.1\mu s$ 이다. 1MHz의 주파수에서 상기 위상 지연은 $1\mu s$ 또는 그 이하가 될 것이므로, 결국, 공진기의 위치를 정확하게 판정하기 위해서는 위상 지연을 1 내지 10ns로 하여야 할 필요가 있는 것이며, 이는 상당히 어려운 문제다. 그러나 감지된 신호가 약간 낮거나 또는 높은 주파수를 갖는 제 2 신호와 합성되면, 원래 신호보다 높은 주파수의 신호를 포함하는 도 7에 도시된 바와 같은 신호가, 1MHz 주파수의 원래 신호와 함께 그리고 상기 감지된 신호와 제 2 신호 사이의 주파수 차이에 해당하는 주파수에서 "비트(beats)"를 갖는 하위 주파수 신호와 함께 발생된다. 이 신호는 높은 주파수 신호와 다른 신호들을 제거하고 도 8에 도시된 바와 같은 비트 정현파 신호(120)를 남기기 위해 필터링 될 수 있다. 상기 신호(120)는 공진기의 위치와 관련된 위상 지연을 가지며, 그리하여 상기 공진기의 위치를 결정하기 위해 동일한 주파수의 기준신호(122)와 비교된다. 도 8로부터 알 수 있듯이, 결과적인 비트 신호의 위상 지연은 훨씬 더 긴 시간에 해당하며, 결과적으로 상대적으로 저렴한 회로가 사용될 수 있다.

[0074] 도 9는 마이크로프로세서(41), 아나로그 드라이버(40)를 통해 사인코일(7)과 코사인코일(9)에 보내지는 신호를 발생시키는 여기신호 발생기(42), 그리고 감지코일(11)에 의해 수신된 신호를 처리하는 신호처리기(44)를 포함하는 위치감지기를 개략적으로 도시한다.

[0075] 마이크로프로세서(41)는 주파수 f_0 의 2배 주파수(즉, 2MHz)를 갖는 구형파 신호를 발생시키는 제 1 구형파 발진기(112)를 포함한다. 이 구형파 신호는 마이크로프로세서(41)로부터 출력되고, 상기 구형파를 2로 나누어 주파수 f_0 의 정위상 디지털 신호(+I), 동일한 주파수의 역위상 디지털 신호(-I), 및 역시 동일한 주파수의 직교디지털신호(+Q)를 형성하는 직교분할기유닛(quadrature divider unit) (63)에 입력된다.

[0076] 그 다음 주파수 f_0 의 직교신호는 아나로그 코일 드라이버회로(83)에 보내져 증복되고, 증폭된 신호는 코사인코일(9)로 출력된다. 마찬가지로, 상기 정위상 신호(+I)나 역위상 신호(-I)는 아나로그 코일 드라이버회로(85)로 보내져 증폭되고 사인코일(7)로 출력된다.

[0077] 사인코일(7)과 코사인코일(9)에 인가된 상기 구동신호의 디지털 생성은 고주파 하모닉 노이즈를 발생시킨다.

그러나, 코일드라이버(83, 85)는 이 고주파 하모닉 노이즈의 일부를 제거하여 사인코일(7) 및 코사인코일(9)의 주파수 응답 특성을 양호하게 한다. 또한, 감지기 구성요소(1) 내의 공진회로는 상기 공진주파수 보다 아주 높은 신호에 응답하지 않을 것이므로 상기 공진회로는 원치 않는 고주파 하모닉 노이즈의 일부를 필터링할 수도 있을 것이다.

[0078] 상기한 바와 같이, 사인코일(7)과 코사인코일(9)에 인가된 신호는 감지기 구성요소(1)의 공진회로에 전기 신호를 유도하고, 차례로 감지코일(11)에 다음과 같은 형태의 감지된 신호($S(t)$)를 유도한다:

수학식 4

$$\cos(\omega_0 t - 2\pi x/L)$$

[0079] [0080] 감지신호($S(t)$)는, 수신된 신호를 증폭하고 낮은 주파수의 노이즈(예를 들면 50Hz의 주전원으로부터의)와 임의의 DC 읍셋을 제거하는 2가지 기능을 하는 고역통과필터 증폭기(93)를, 통과한다. 증폭된 신호는 그 다음에 믹서(95)에 입력되고, 거기서 제 2 주파수(f_1)를 갖는 신호와 합성된다. 주파수가 f_1 인 제 2 신호는 정현파 신호이거나 또는 정현파 특성을 갖는 디지털 신호일 수 있으며, 직교분할기(63)와 관련된 디지털 성분에 의해서 발생되거나 또는 구형파 발진기(112)로부터 간접적으로 발생될 수 있다. 중요한 것은 제 2 신호(f_1)는 주파수가 f_0 인 원래 신호보다 다소 높거나 더 낮은 기본주파수를 가지며, 그리하여 상기 혼합된 신호는 $f_0 + f_1$ 과 $f_0 - f_1$ 의 주파수를 갖는 성분을 포함할 것이다. 이 신호는 $f_0 - f_1$ 주파수의 저주파 정현신호에 중첩된 $f_0 - f_1$ 주파수의 정현신호를 포함한다. 상기 신호의 일반적인 형태는 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$\cos((\omega_0 + \omega_1)t - 2\pi x/L) + \cos((\omega_0 - \omega_1)t - 2\pi x/L)$$

[0081] [0082] 그 다음에 이 신호는 저역통과 증폭필터(97)에 보내져 고주파 성분 즉 $f_0 + f_1$ 주파수의 성분이 필터링되고 도 8에 도시된 신호가 남는다.

[0083] 제 2 신호(f_1)는, $f_0 - f_1$ 주파수를 갖는 결과 신호의 성분이 상기 신호의 임의의 다른 성분보다 훨씬 낮은 주파수를 갖도록 그리고 상기 고주파 성분이 보다 용이하게 아나로그 필터에 의해 제거될 수 있도록, 보통 원래 주파수(f_0)의 25% 이하 특히 10% 이하로 f_0 와 다른 주파수를 가질 것이다. 상기 필터링 된 신호는 그 다음에 통과 대역의 중심주파수가 $f_0 - f_1$ 인 대역통과필터 증폭기(99)에 입력되며 그 후 도 8에 도시된 바와 같은 정현파 제 3 신호(120)가 보통 형성된다. 도시된 바와 같이, 상기 감지신호와 원래 신호 주파수의 95%의 주파수를 갖는 신호의 합성에 의해서 형성된 결과 신호는 50KHz의 주파수를 가지며, 이는 20 μ s의 기간에 해당하고, 따라서 상대적으로 간단하고 저렴한 회로장치를 사용하여 처리하는 것이 상대적으로 용이하다. 도 8은 또한 임의의 위상 편이에 영향을 받지 않는 같은 주파수의 대응하는 기준신호(122)를 도시한다.

[0084] 그 결과 신호(120)는 수학적으로 다음과 같이 표현될 수 있으므로,

$$\cos[(\omega_0 - \omega_1)t - 2\pi x/L]$$

[0085] [0086] 상기 여기권선을 따른 공진기의 거리(x)에 비례하는 위상각을 갖는다. 신호는 그 다음에 도 9에 도시된 구형파 신호(124)로 상기 신호를 변환하는 비교기(101)에 입력되며, 상기 구형파 신호는 도 8의 정현신호(120)의 0 교차점에 대응하는 상승에지와 하강에지를 갖는다. 도 11D에 도시된 바와 같은 결과적인 구형파 신호(115)는 디지털 신호발생기에 의해 또는 마이크로프로세서(41)에 의해 직접 발생된 다른 구형파 신호(V_{ref})와 함께 타이머(104)에 입력된다. 상기 신호(V_{ref})는 구형파 신호(115)와 동일한 주파수를 갖고 임의의 0 위상을 가지며, 상기 감지신호의 위상은 상기 0 위상과 비교된다.

[0087] 타이머(104)의 출력은 처리유닛(108)에 의해 검지되어 저장되고, 그에 따라 타이머(104)에 의해 발생된 값에 관련된 공진기의 위치가 디스플레이 제어기(110) 수단에 의해 표시된다.

[0088] 도 10은 상기 아나로그 처리 소자들을 좀더 상세히 도시한다. 도시된 바와 같이, 감지코일(11)의 한 단은, 공급전압과 "참" 그라운드 사이에 직렬로 접속되어 실제 그라운드 전압레벨 V_{AG} 를 설정하는 2개의 저항($R1, R2$) 사

이에 연결된다. 구체적으로, 본 실시예에서 상기 공급전압은 5V이고, 2.5V의 실제 그라운드 전압레벨을 제공하기 위해 저항기 R1의 저항은 저항기 R2의 저항과 같다. 믹서의 입력(+I, -I)은 신호발생기에 의해서 f₁의 주파수로 발생된다. 도 11A는 상기 신호발생기로부터 타이머(104)로 보내진 동기화 신호(V_{ref})를 도시하고 도 11B와 도 11C는 필터링 전후의 감지신호를 도시한다. 그 결과 신호는 필터(95, 97, 99)에 의한 필터링 따른 D.C 옵셋을 갖는다. 도 11D는 필터링 된 신호(113)와 비교기(101)에 의해 출력된 구형파 신호(115)를 함께 도시한다.

[0089] 본 실시예에서, 비교기(101)는 대역통과필터 증폭기(99)로부터 출력된 신호(113)가 기준전압 레벨 아래일 때 그 출력이 하이(즉 5V)이고 대역통과필터 증폭기의 출력 신호(113)가 상기 기준전압 레벨 위일 때 그 출력이 로우(즉 0V)인 반전 비교기이다. 도 11D에서 알 수 있는 바와 같이, 기준전압 레벨(V_{offset})은 실제 그라운드 전압 레벨(V_{AG})이 아니고, 실제 그라운드 전압 레벨(V_{AG})과 상기 참 그라운드보다 낮은 전압이다. 이것은 비교기(101)가 소량의 노이즈 외에는 대역통과필터 증폭기(99)로부터 출력이 전혀 없는 경우에 스피리어스 신호를 발생시키는 것을 방지한다. 그러나, 이것은 또한 비교기(101)에 의해 출력된 신호의 선단과 미단이, 대역통과필터 증폭기(99)에 의해 출력된 신호(113)가 실제 그라운드 전압레벨(V_{AG})을 교차하는 점과 일치하지 않는 것을 의미한다. 이것이 위상 오차를 발생시키는 것을 피하기 위해, 비교기(101)에 의해 출력된 신호(115)의 시간은 선단과 미단의 중간점의 시간으로부터 결정된다. 구체적으로, 도 11D에 도시된 바와 같이 상기 미단이 시간 t₁이고 상기 선단이 시간 t₂이면, 측정된 시간은 (t₁ + t₂)/2에 해당한다.

[0090] 도 12는 공진기의 위치를 결정하는 단계를 도시하는 흐름도이다. 초기에, 단계 S1에서, 처리유닛(108)은, 코사인코일(9)와 사인코일(7) 각각을 위한 코일 드라이버(83, 85)에 직교신호(Q(t))와 정위상 신호(I(t))를 출력함으로써 반응하는 신호발생기(42)에, 제어신호를 보낸다. 그 다음에 처리유닛(108)은 단계 S3에서 비교기(101)로부터의 디지털화된 저주파 신호와 기준신호(V_{ref}) 사이의 위상각을 측정하며, 이하 순방향각으로 지칭한다.

[0091] 도 13은 상기 순방향각을 측정하기 위해 수행된 주요 단계들을 도시한다. 먼저, 처리유닛(108)은 단계 S21에서 대역통과필터 증폭기(99)에 의해 출력된 신호(113)가 기준전압(V_{offset})을 양의 방향으로 교차하는 때에 해당하는 시간을 식별한다. 다음, 처리유닛(108)은 단계 S23에서 대역통과필터 증폭기(99)에 의해 출력된 신호(113)가 기준전압(V_{offset})을 음의 방향으로 교차하는 때에 해당하는 시간을 식별한다.

[0092] 순방향각을 측정한 후, 처리유닛(108)은, 직교신호(Q(t))와 역위상 정현신호(-I(t))가 코사인코일(9)와 사인코일(7)에 각각 인가되도록, 여현신호와 마이너스 정현신호를 출력함으로써 반응하는 신호발생기(42)에, 제어신호를 보낸다. 그 다음 처리유닛(108)은 단계 S7에서 비교기(101)로부터의 디지털화된 저주파신호와 기준신호(V_{ref}) 사이에 역방향 위상각을 측정하며, 이하 역방향각으로 지칭된다.

[0093] 그 다음 처리유닛(108)은, 단계 S25에서, 시간 t₁이 시간 t₂보다 더 큰지를 판정하며, 이것은 신호(115)와 기준전압(V_{ref}) 사이의 위상차에 따라 발생한다. 만일 시간 t₁이 t₂보다 더 큰 것으로 판정되면, 처리유닛(108)은 단계 S27에서, 상기 신호의 주기(T)의 반을 t₂에 더한다. 그 다음 처리유닛은 프레임의 시작부터 t₁과 t₂의 중간점까지의 타이밍에 해당하는 순방향각을 상기 시간을 평균하여 결정한다.

[0094] 처리유닛은 그 다음에 단계 S31에서, 상기 순방향각이 360° 보다 더 큰지를 판정하며, 이는 신호(115)의 타이밍에 따라 발생할 수 있고, 상기 순방향각이 360° 보다 더 큰 경우, 상기 순방향각으로부터 360° 를 뺀다.

[0095] 도 14는 상기 역방향각을 측정하기 위해 수행된 주요 단계들을 도시한다. 먼저, 처리유닛은 단계 S41에서 상기 양으로 0을 교차하는 웨尔斯의 시간(t₁)과 단계 S43에서 음으로 0을 교차하는 웨尔斯의 시간(t₂)을 판정한다. 처리유닛은 그 다음에 단계 S45에서 t₁이 t₂보다 더 큰지를 판정하고, 큰 경우에는, 단계 S47에서 주기(T)의 반을 t₂에 더한다.

[0096] 처리유닛은 그 다음에, 단계 S49에서, 프레임의 종단으로부터 t₁과 t₂의 중간점까지의 시간에 해당하는 역방향각을 설정한다. 그 다음 처리유닛(108)은 단계 S51에서, 상기 역방향각이 0° 보다 작은지 여부를 확인하고, 작은 경우에는 단계 S53에서 상기 역방향각에 360° 를 더한다.

[0097] 그 다음 처리유닛(108)은 단계 S9에서, 역방향각과 순방향각의 평균을 구하면, 상술한 바와 같이 공진기 회로에 의해 발생된 고정 위상 편이(ϕ_{RC})와 감지기 구성요소(1) 내의 전자장치 및 처리소자들로부터의 임의의 다른 위

상 오차들을 제거하여, 상기 감지기 구성요소(1)의 위치를 나타내는 평균각을 제공한다. 그 다음 처리유닛(108)은 단계 S11에서, 평균각과 스케일링 인자를 곱하여 상기 평균각을 위치값으로 변환한다. 상기 위치값은 그 다음에 표시장치(15)에 디스플레이 된다.

[0098] 변형물과 추가적인 실시예

상술한 바와 같이, 감지기 구성요소(1) 내의 공진기회로에 의해서 발생된 위상편이(ϕ_{RC})는, 측정 사이에 반전되는 사인코일(7)에 인가된 신호의 진폭에 의해 두 번의 위치 측정을 효과적으로 수행함으로써, 제거된다. 다른 실시예에서 상기 반전 측정은, 상기 순방향각으로부터 감산되어야 하는 위상편이(ϕ_{RC})에 대한 값을 결정하기 위해 간헐적으로 수행될 필요가 있을 뿐이라는 것을 알 수 있을 것이다. 이것은 측정 간격을 향상시키는 장점이 있다. 또는, 원시보정(factory calibration)에 의해 결정된 위상편이(ϕ_{RC})에 대한 소정의 값이 단일 위상 측정으로부터 감산될 수 있다. 그러나, 이 후자의 대안은 공진회로의 공진주파수(f_{res})와 양호도에 영향을 미치는 환경 인자들을 허용할 없고 따라서 위상편이(ϕ_{RC})를 변화시킬 수 있기 때문에 선호되지 않는다.

역방향각이 순방향각에 가산되지 않고 감산된다면, 위치-종속적인 위상편이($\phi(x)$)가 제거되어 상기 위상편이(ϕ_{RC})의 2배에 해당하는 값을 남길 수 있다. 위상편이(ϕ_{RC})가 환경 인자에 의해 변하기 때문에, 위상편이(ϕ_{RC})의 측정은 환경 인자의 지시자가 될 수 있다. 따라서, 상기한 유도형 감지기는 예를 들면 온도감지기나 습도감지기로서 사용될 수도 있다. 일반적으로, 이것은 측정된 위상편이(ϕ_{RC})와 상기 환경 인자의 해당하는 값 사이의 원시보정을 상기 유도형 감지기의 제어 회로소자에 저장하는 것에 관련된다.

본 발명의 일 실시예에서, 상기한 유도형 감지기는 용기 내의 액체의 온도를 원격 검출하는데 사용된다. 구체적으로, 감지기 구성요소(1)는, 사인코일(7), 코사인코일(9), 그리고 감지코일(11)이 용기의 외부에 인접하여 배치되는 반면, 액체 속에 잠기도록 용기내에 배치된다. 순방향각과 역방향각이 상술한 바와 같이 계산되고, 그 다음에 감산되어 위상편이(ϕ_{RC})를 나타내는 값을 제공한다. 그 다음 처리유닛(108)은, 상기 측정된 위상편이(ϕ_{RC})와 온도 사이의 원시보정을 저장하는 참조 테이블을 액세스 하며, 그리하여 온도 값이 얻어진다. 또한 유도형 감지기를 사용하는 장점은 상기 감지기 구조로부터 전기 신호를 얻기 위해 용기에 구멍을 냄 필요가 없다는 것을 알 수 있을 것이다.

본 발명에 따른 유도형 감지기의 또 다른 응용은 의복 건조기의 습도를 검출하는 것이며, 이는 건조 사이클을 최적화하는데 유용하다.

상대적으로 이동가능한 2개 멤버들의 상대적인 위치를 검출하는 대신에 또는 그에 추가하여, 환경 인자들의 검출이 수행될 수 있음을 알 것이다.

상기한 실시예에서, 사인코일(7)과 코사인코일(9)은, PCB(5)에 수직인 전체 자제성분에 대한 그것들의 상대적인 기여가 측정 방향을 따른 위치에 따라 변하도록, 정렬된다. 구체적으로, 사인코일과 코사인코일은 교대로 꼬인 루프 구조를 갖는다. 그러나, 아주 다양한 상이한 여기권선 구조들이, 궁극적으로 검출된 합성 신호에서 나타나는 제 1 및 제 2 전송신호의 상대적인 비율이 측정방향에서 상기 감지기 구성요소의 위치에 종속하도록 하는 목적을 달성하는 전송 공중선을 구성하는데, 사용될 수 있다는 것이 당업자에게는 자명할 것이다.

상기한 실시예에서는 여기권선이 인쇄회로기판의 도전성 트랙에 의해 형성되지만, 다른 평평한 기판 상에 구성될 수도 있으며, 충분히 견고하다면, 자유롭게 서 있어도 된다. 또한, 여기권선은, 예를 들면 감지기 구성요소가 그 원통형 축을 따라 이동하는 원통형 권선도 또한 사용될 수 있기 때문에, 반드시 평면일 필요는 없다.

유도형 감지기가 온도나 습도와 같은 환경 인자만을 측정하는데 사용된다면, 자계의 위상이 위치에 따라 변해야 할 필요는 없기 때문에 하나의 전송 공중선만이 사용될 수 있다. 온도뿐만 아니라 습도도 이런식으로 측정될 수 있다. 예를 들면 상기 시스템은 그 전도성, 투자율 또는 유전율이 공진기의 공진에 영향을 미치는 대상의 위치(또는 존재)를 측정하는데 사용될 수 있다.

상기한 실시예에서, 수동형 공진기가 사용된다. 그러나, 다른 환경에서는, 공진기에 유도된 신호가 크게 증폭되어 신호처리 회로소자에 대한 필요가 줄어들도록 전력 공급형 공진기를 사용하는 것이 유리할 것이다. 이것은 예를 들면 좁은 대역통과 필터를 연산증폭기와 함께 사용하는 것에 의해 간단히 달성될 수 있다.

- [0108] 상기한 실시예에서, 유도형 감지기는 직선을 따라 측정 방향에서 제 2 멤버(즉 PCB(5))에 대한 제 1 멤버(즉 감지기 구성요소(1))의 직선 위치를 측정하는데 사용된다. 또는, 유도형 감지기는, 당업자에게 자명한 방법으로 사인코일과 코사인코일의 레이아웃을 변경함으로써, 예를 들면 원과 같은 곡선을 따른 직선 위치를 측정하도록 (즉 회전형 위치 감지기) 변경될 수 있다. 이와 같이 감지기는, 여기권선을 원통형 구조로 형성함으로써, 각 위치(angular position)를 측정하는데 사용될 수 있다. 유도형 감지기는 또한 알고있는 시간에 제 2 멤버에 대한 제 1 멤버의 상대적인 위치를 연속적으로 측정함으로써 속도검출기로서 사용될 수도 있다. 또한, GPS센서, 관성 자이로스코프, 나침반 등과 같은 좌표측위시스템(co-ordinate position system)에 대한 제 2 멤버의 상대위치를 감지하는 위치 감지 장치를 추가로 포함함으로써, 상기 좌표측위시스템에서 제 1 멤버의 위치가 결정될 수 있다.
- [0109] 일부 실시예에서, 제 1 멤버는 공진회로보다 상당히 크다. 이 경우에, 제 1 멤버의 움직임을 정확하게 확인하는 것은 어려울 수 있다. 예를 들면, 상기 공진회로는, 제 1 멤버의 움직임이 회전 성분을 포함하는 반면, 직선으로 움직일 수 있다. 제 1 멤버의 움직임에 대한 보다 정밀한 정보는 2개의 공진회로를 사용함으로써 얻어질 수 있으며, 각각은 별도의 다른 공진주파수를 가지고 각각 제 1 멤버의 다른 위치에 부착된다. 각 공진회로의 위치는 상기 주파수(f_0)를 상기 공진회로에 대한 공진주파수에 튜닝함으로써 개별적으로 측정될 수 있으며, 상기 2개의 위치가 처리되어 제 1 멤버의 위치와 방위에 대한 보다 정밀한 정보를 제공할 수 있다.
- [0110] 상기한 바와 같이, 유도형 감지기는 위치 외에 환경 인자들을 측정하는데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 감지기는 다른 공진주파수를 갖고 함께 배치된 공진기를 포함하며, 그 중 한 공진기는 환경 인자에 상대적으로 영향을 받지 않아서 그 공진주파수가 상대적으로 안정한 반면, 다른 공진기는 공진주파수가 환경 인자에 의해 상대적으로 민감하게 변한다. 이런 식으로, 위상편이(ϕ_{RC})에 대한 보정없이 각 공진회로에 대한 위치 측정값을 얻어서, 상기 위치 측정값 사이의 차가 환경 파라미터(예를 들면 일정한 습도에서 온도 또는 일정한 온도에서 습도)의 측정을 형성할 수 있다. 또한, 상기 2개의 공진회로는, 측정 방향에서 또는 방향들에서 그들의 상대적인 위치가 알려진다면, 반드시 함께 배치되어야 할 필요는 없다.
- [0111] 예를 들어 외부장치로부터 발생된 원치않는 노이즈에 대한 영향을 최소화하기 위해 하나 이상의 추가적인 루프 가 그것의 벨런스를 유지하기 위해 감지코일의 기본적인 구조에 추가될 수도 있다. 이와 같은 추가적인 루프는, 이것에 의해 수신된 신호가 상기 이동가능한 멤버의 상대적인 위치에 따라 변하지 않도록 측정경로에 획단하는 방향으로 배치되는 것이 바람직하다.
- [0112] 상기한 실시예에서, 측정경로는 2개의 전송 코일(즉, 사인코일(7)과 코사인코일(9))의 공간적 변화의 단일 주기 동안에만 연장한다. 그러나, 이것은 꼭 필요한 것은 아니며 측정경로는 상기 전송코일의 공간적 변화의 단일 주기 이상이거나 이하 동안 연장할 수도 있다. 그와 같은 경우, 주기 모호성(즉, 합성된 신호의 정보 운반 성분의 기본위상은 전송코일의 상이한 공간 주기에서 대응하는 같은 위치에 대해 동일할 것이라는 사실)을 결정하는 메커니즘을 포함하는 것이 바람직하다. 채용될 수 있는 공간적인 주기 모호성을 극복하는 메커니즘은 예를 들면 단일 지점 위치감지기 의해(예를 들면, 상기 여기권선에 추가할 다른 주파수의 제 3 전송 신호를 전송하는 단일 국지 전송코일을 가짐으로써, 또는 광-스위치를 사용함으로써) 검출된 단일 기준위치를 제공하는 것과, 그 후 상기 기준위치로부터 주기들을 카운팅하는 것과, 감지기 구성요소가 현재 위치하는 특정 주기의 마이크로 프로세서 내의 레지스터에 레코드를 유지하는 것을 포함한다. 또는 다른 주파수로 전송하는(또는 시간 다중화 방식으로 전송하는) 추가적인 여기권선은, 약간 다른 공간 주파수를 가지고 버니어 스케일(vernier scale) 효과를 제공하거나, 또는 크게 다른 공간 주파수를 가지고 큰 스케일의 여기권선을 사용하여 정밀하지 않은 위치 검출과, 작은 스케일의 여기권선을 사용하여 정밀한 위치 검출을 제공하기 위해, 사용될 수 있다.
- [0113] 상술한 실시예에서, 단일 공진 회로는 감지지 구성요소(1) 상에 형성되고, 사인코일(7)과 코사인코일(9)에 대한 상기 감지기 구성요소(1)의 상대적인 방위는 고정된다. 상기 방위는 측정의 일관성을 위해 고정되거나 알려지는 것이 바람직하지만, 특정 방위가 필수적인 것은 아니다.
- [0114] 일부 응용들에서는 감지기 구성요소(1)의 방위에 어떤 제약을 가하지 않는 것이 바람직하다. 예를 들면, 감지기 구성요소가 액체의 상부에서 부동하는 액체 레벨 센서(예를 들면 세제 등을 저장하는 용기 내의 액체 레벨 센서)에 있어서는, 상기 감지기 구성요소의 움직임에 대한 제약이 가해지면, 감지기 구성요소는 장기의 사용 후에 곤란한 상태에 빠지게 될 수도 있으며, 그리하여 상기 액체 레벨에 대한 진정한 표시를 제공하지 않는다. 이와 같은 응용에서, 바람직하게는 감지기 구성요소는 액체의 상부에서 자유롭게 부동하고 방위가 각각 다른 복수의 공진회로를 포함하고, 그리하여 상기 감지기 구성요소의 위치가 그 방위에 관계없이 검출될 수 있다. 원한다면, 각 공진회로에 대한 공진주파수는 다르게 만들어질 수 있으며, 그리하여 상기 감지기 구성요소의 방위

가 모든 가능한 공진주파수를 스캐닝하고, 수신된 신호들의 세기 및/또는 위상들을 측정함으로써 또한 검출될 수 있다.

[0115] 전술한 실시예의 유리한 점은 감지기 구성요소의 위치를 결정하기 위해 필요한 디지털 처리가 아주 간단하기 때문에 기존의 마이크로프로세서 칩에 의해 실행되는 하나의 짧은 코드에 의해 수행될 수 있다는 점이다. 그러므로 아주 어렵고 시간을 소비하는 일인, 응용에 특유한 집적회로의 개발이 필요가 없다. 전용 마이크로프로세서는 필요없고 그리하여 부가적인 기능 예를 들면, 가전제품을 제어하는 기능들을 수행하는 마이크로프로세서가 사용될 수 있다.

[0116] 상기한 실시예에서, 1MHz의 주파수가 사용된다. 더 높은 주파수를 사용하는 것은 감지기 구성요소를 작게 만드는 것을 용이하게 한다. 그러나, 일부 응용에서 예를 들면, 한 장의 스테인레스 강이 감지기 구성요소를 여기 권선 및 감지기권선으로부터 분리시키면, 100KHz 이하의 주파수를 사용하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 스테인레스 강의 표면깊이(skin depth)는 낮은 주파수에서 더 크기 때문이다.

[0117] 상기한 실시예에서, 여기권선(즉, 사인코일(7)과 코사인코일(9))은 공진회로를 경유해서 감지코일(즉, 감지코일(11))에 전자기적으로 결합된다. 또는 여기권선은 투과성의 또는 도전성의 구성요소 또는 하모닉 구성요소(예를 들어 여기신호의 고조파 신호들을 발생하는 자기구속 구성요소와 같은)를 경유해서 감지코일에 결합될 수 있다. 또한, 여기권선과 감지코일 사이에 중간 결합 소자를 사용하는 것은, 상기 이동가능한 부분에 전기적인 접속이 이루어질 필요가 있기 때문에 선호되는 것은 아니지만, 필수적인 것은 아니다. 일 실시예에서, 감지코일은 상기 이동가능한 부분에 공진회로의 일 부분을 형성한다.

[0118] 상술한 바와 같이 단지 단일 공진회로만이 채용된다. 그러나, 특정 공진기를 식별하기 위해 다수의 공진주파수 중 임의의 주파수를 갖는 하나 이상의 공진 회로를 채용하는 것이 가능하다. 부가해서 또는 대신에, 상기 공진기의 방위가 그것을 식별하기 위해 채용될 수 있다. 공진기 주파수 및/또는 방위는 사용자에 의해 설정되거나 또는 예를 들면 장비 제조자에 의해 설정된다. 이와 같이, 예를 들면 계기판(fascia panel)과 같은 장치의 하부소자들은, 문제의 하부소자를 장치가 질의에 의해 식별하기 위해, 소정의 공진주파수 및/또는 방위를 갖는 공진기를 병합할 수도 있다. 또는, 다른 공진주파수를 갖는 공진기들이 하나 이상의 공진기가 존재하는 곳에 채용될 수 있다. 예를 들면, 공진기들은, 이것들로부터 파라미터 값을 결정하기 위해, 여기권선에 의해 교대로 여기된다. 공진기의 방위가 결정되어야 할 곳에서, 상기 여기권선 및/또는 감지코일은 필요하면 원통형 구조를 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 위치감지기의 사시도를 개략적으로 도시하는 도면이고,

[0029] 도 2는 도 1에 도시된 위치감지기의 주요 소자들을 개략적으로 도시한 도면이고,

[0030] 도 3A는 도 1에 도시된 위치감지기의 일부를 구성하는 사인코일(sine coil)의 레이아웃(lay-out)을 도시하는 도면이고,

[0031] 도 3B는 도 1에 도시된 위치감지기의 일부를 구성하는 코사인코일(cosine coil)의 레이아웃을 도시하는 도면이고,

[0032] 도 3C는 도 1에 도시된 위치감지기의 일부를 구성하는 감지코일(sense coil)의 레이아웃을 도시하는 도면이고,

[0033] 도 4는 도 1에 도시된 위치감지기의 일부를 구성하는 감지기 구성요소(sensor element)를 도시하는 도면이고,

[0034] 도 5A는 도 4에 도시된 감지기 구성요소의 일부를 구성하는 공진회로에 유도된 신호의 위상이 구동신호의 주파수에 따라서 어떻게 변하는지를 도시하는 도면이고,

[0035] 도 5B는 도 4에 도시된 감지기 구성요소의 일부를 구성하는 공진회로에 유도된 신호의 진폭이 구동신호의 주파수에 따라 어떻게 변하는지를 도시하는 도면이고,

[0036] 도 5C는 PCT출원 제 GB02/1204호에 채용된 진폭변조 반송파 신호의 주파수 대역을 도 5B와 같은 스케일로 도시하는 개략도이고,

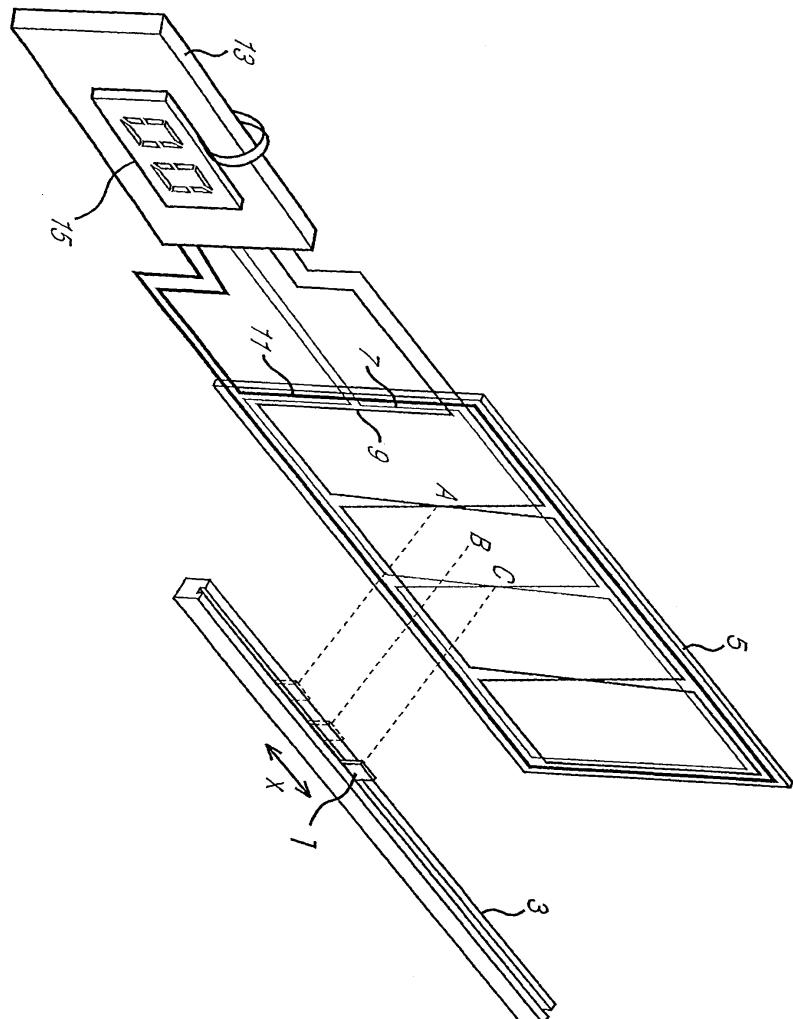
[0037] 도 6은 본 발명의 감지기에 의해서 발생된 변조되지 않은 신호 및 감지된 신호를 도시하는 도면이고,

[0038] 도 7은 제 2 주파수를 합성(mixing)한 후 본 발명의 감지코일에서 감지된 신호의 일부를 도시하는 도면이고,

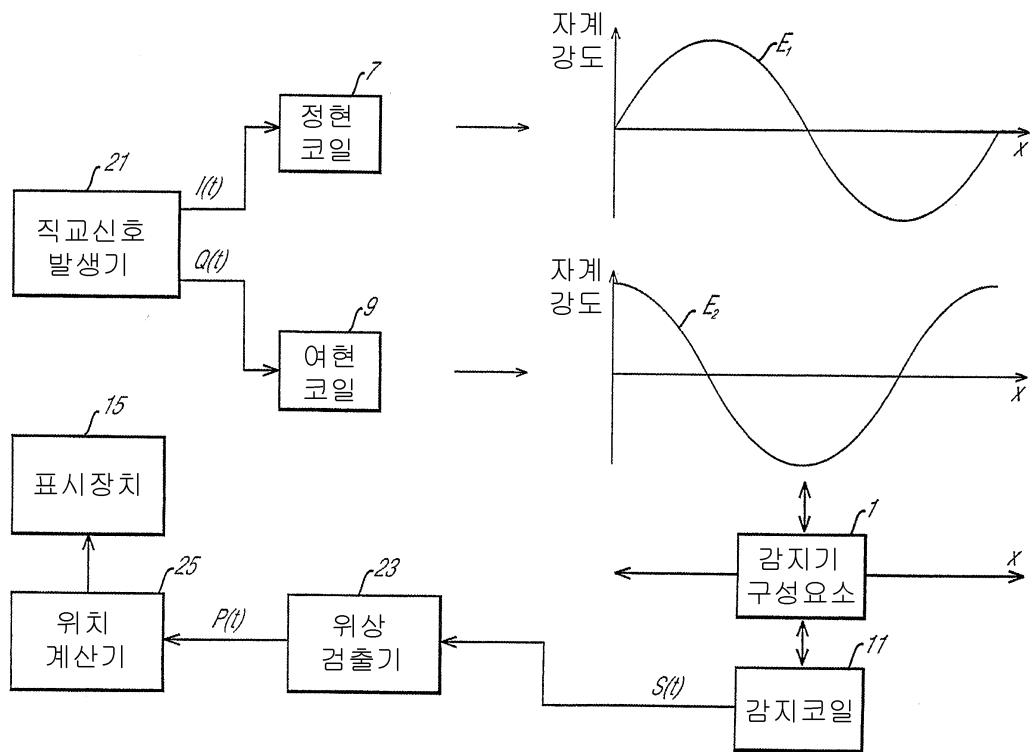
- [0039] 도 8은 필터링 후 도 7에 도시된 신호의 일부를 기준신호와 함께 도시하는 도면이고,
- [0040] 도 9는 본 발명에 따른 감지기의 주요 구성요소를 도시하는 개략적인 블럭도이고,
- [0041] 도 10은 도 9에 도시된 회로의 일부를 보다 상세하게 도시하는 회로도이고,
- [0042] 도 11A ~ 11D는 도 9에 도시된 처리회로 내의 다양한 신호들을 도시하는 타이밍도이고,
- [0043] 도 12는 도 1에 도시된 위치감지기의 감지기 구성요소의 위치를 계산하기 위해 수행되는 동작들을 도시하는 흐름도이고,
- [0044] 도 13은 도 1에 도시된 위치감지기의 감지기 구성요소의 위치를 계산하기 위해 사용된 순방향각(forward angle)을 계산하기 위해 수행되는 동작을 더욱 상세하게 도시하는 흐름도이고,
- [0045] 도 14는 도 1에 도시된 위치감지기의 감지기 구성요소의 위치를 계산하기 위해 사용된 역방향각(reverse angle)을 계산하기 위해 수행되는 동작을 더욱 상세하게 도시하는 흐름도이다.

도면

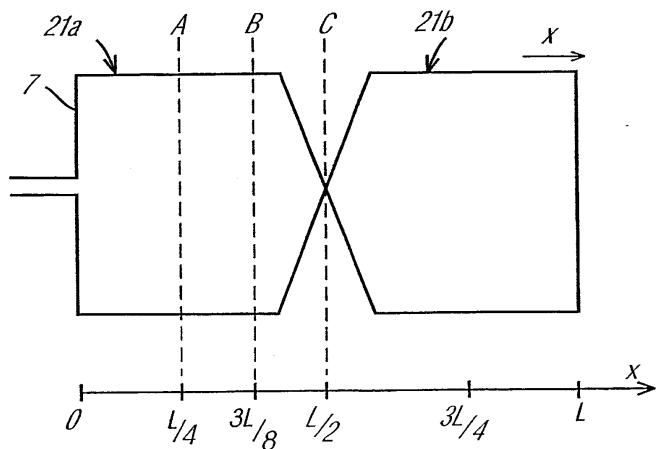
도면1



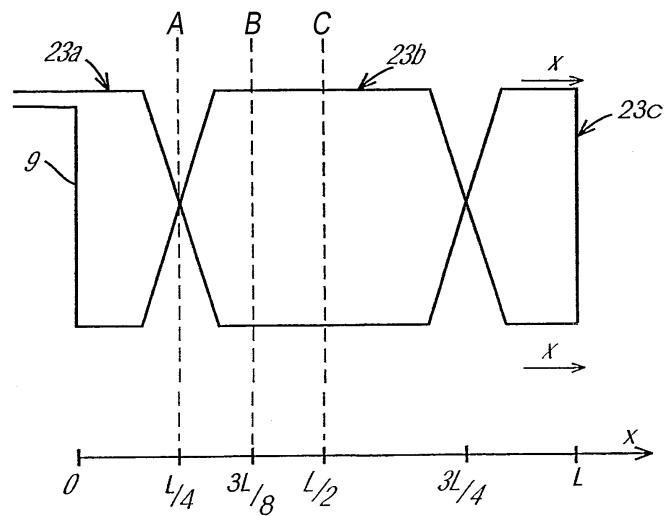
도면2



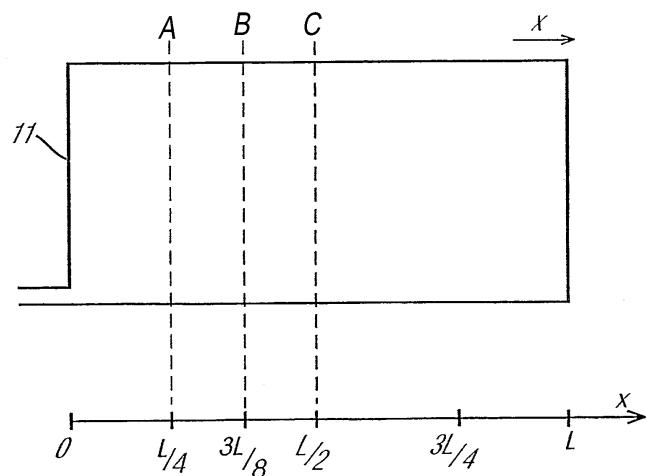
도면3a



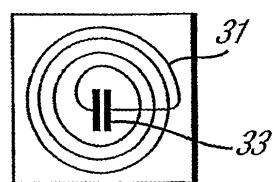
도면3b



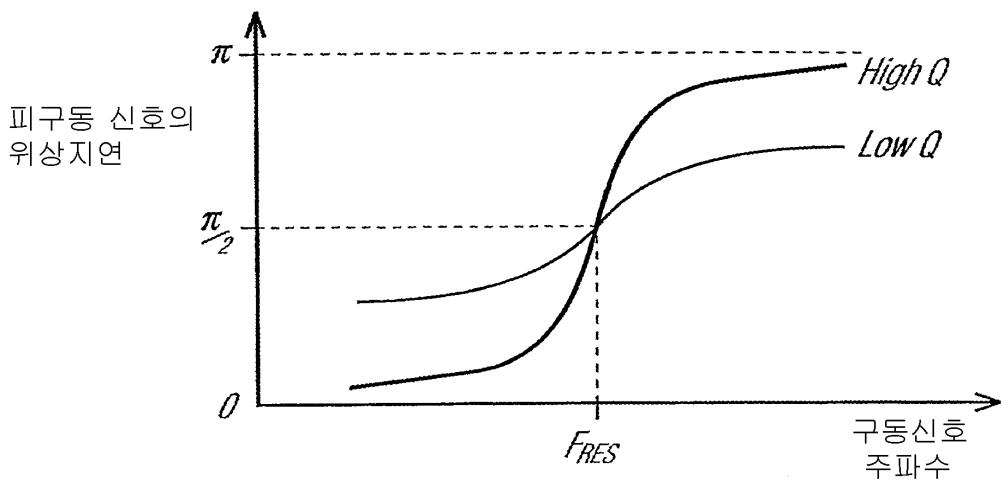
도면3c



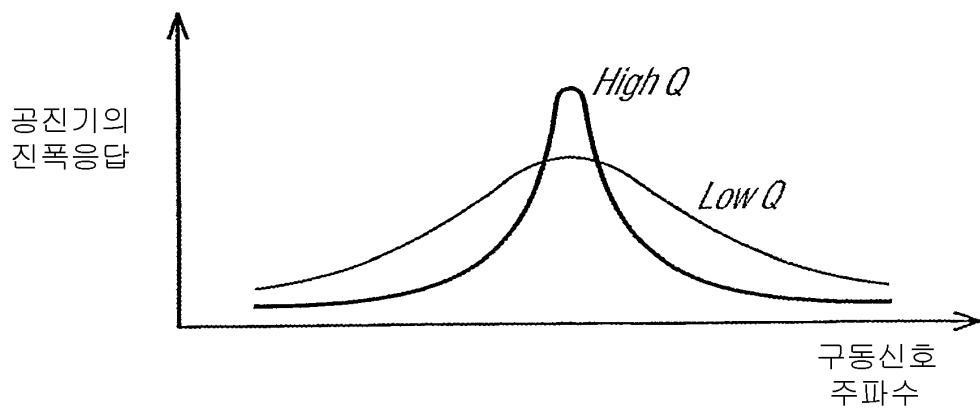
도면4



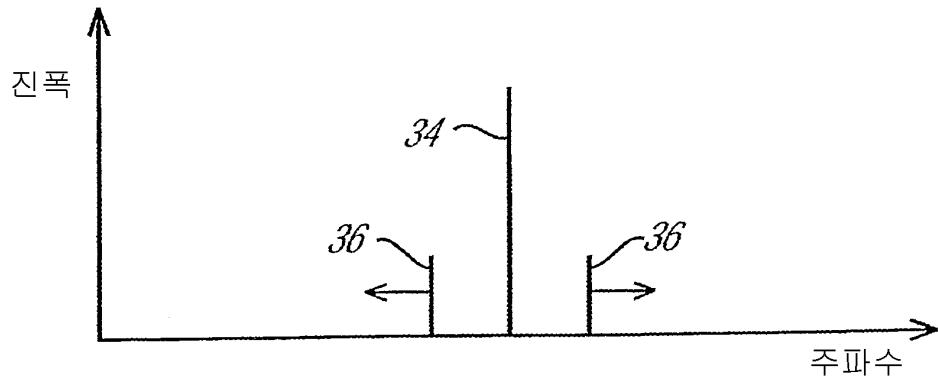
도면5a



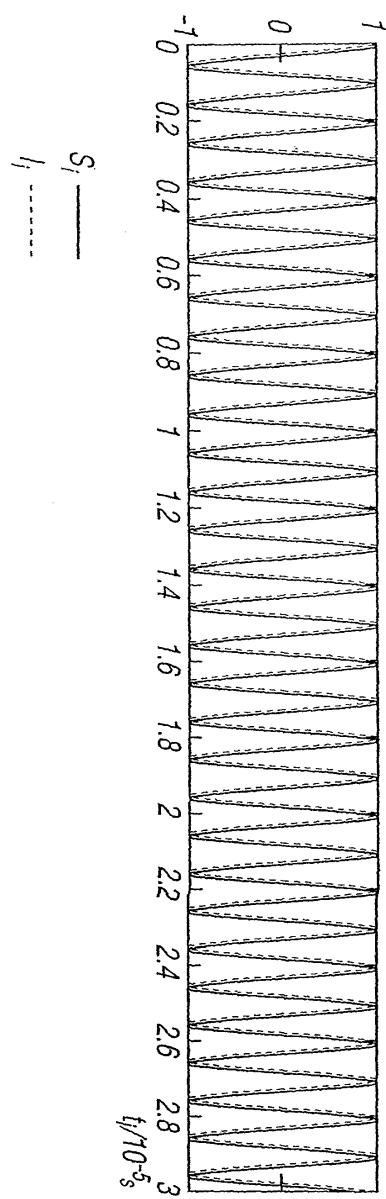
도면5b



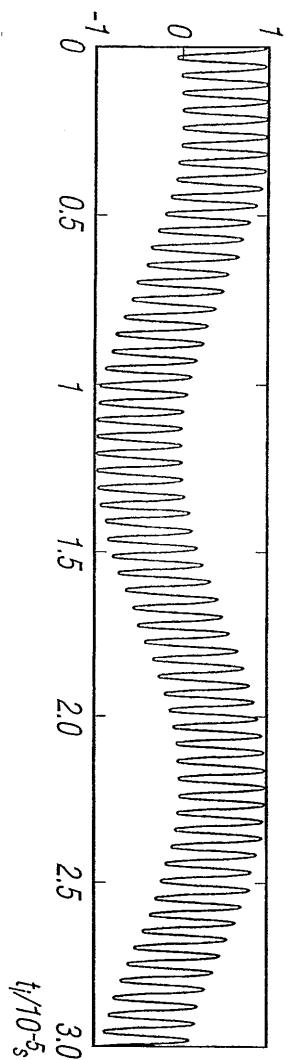
도면5c



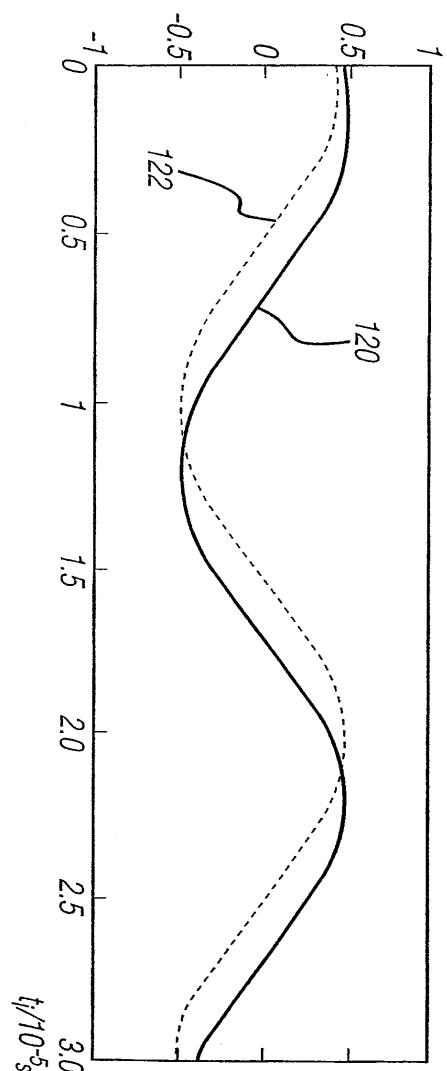
도면6



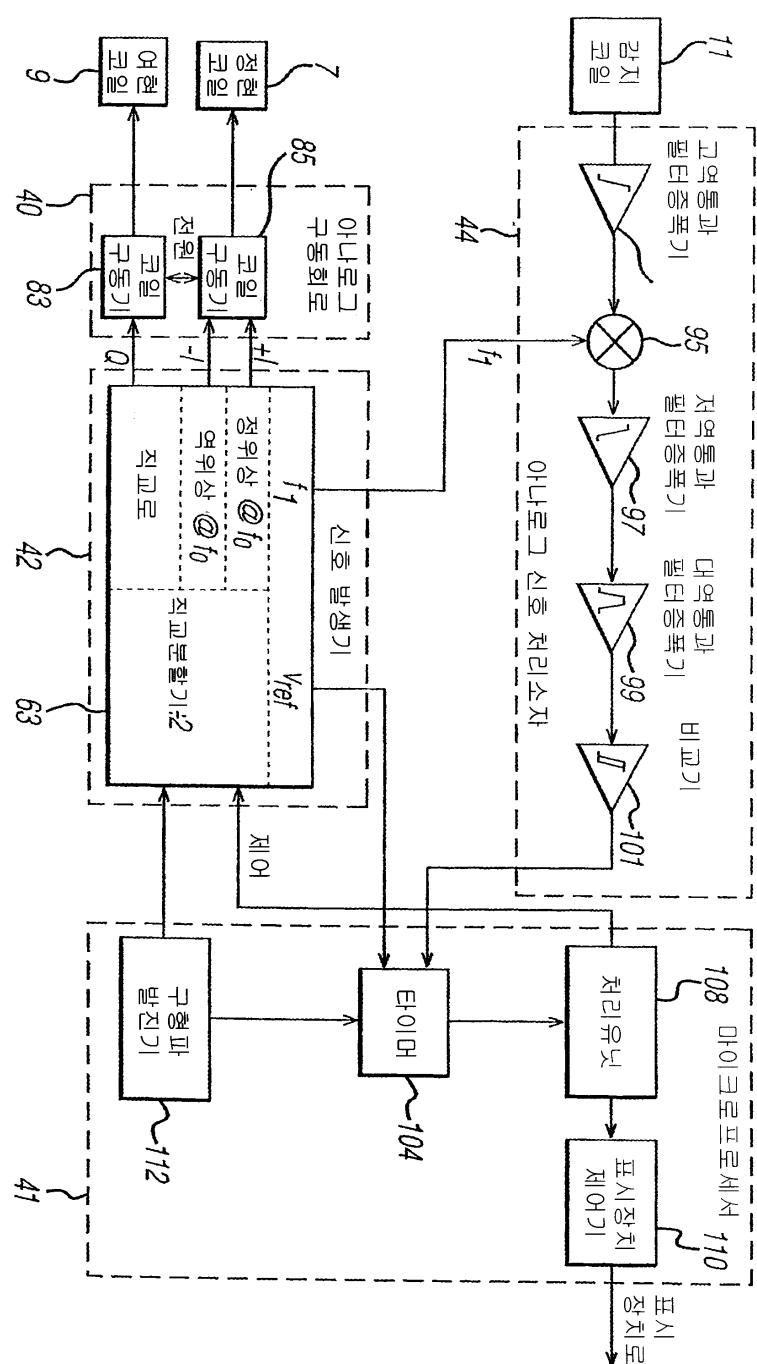
도면7



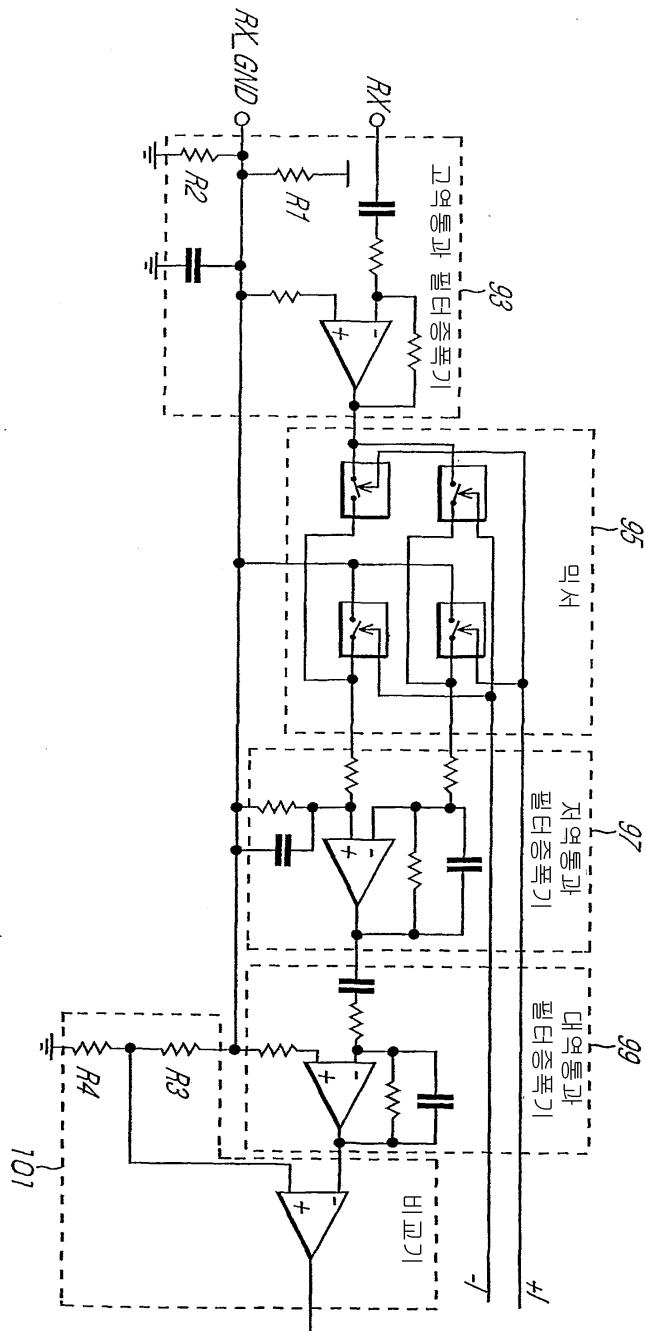
도면8



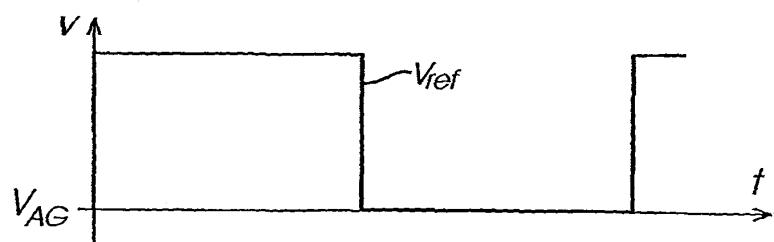
도면9



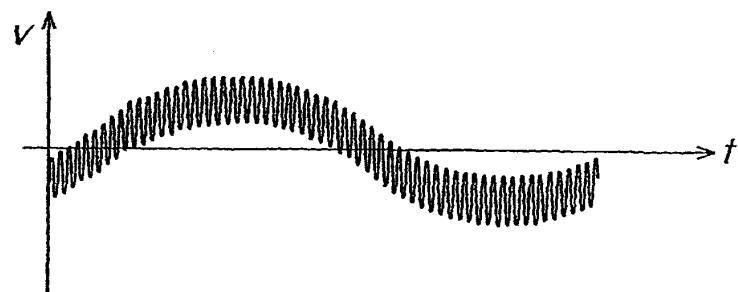
도면10



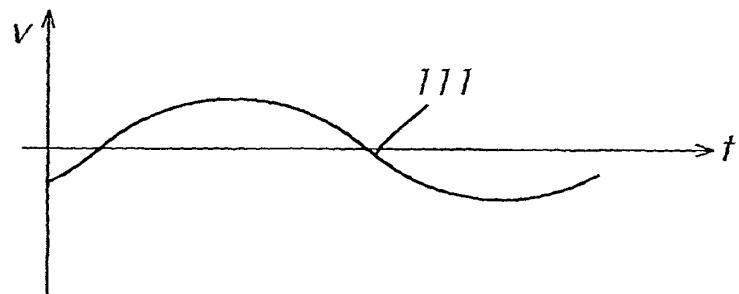
도면11a



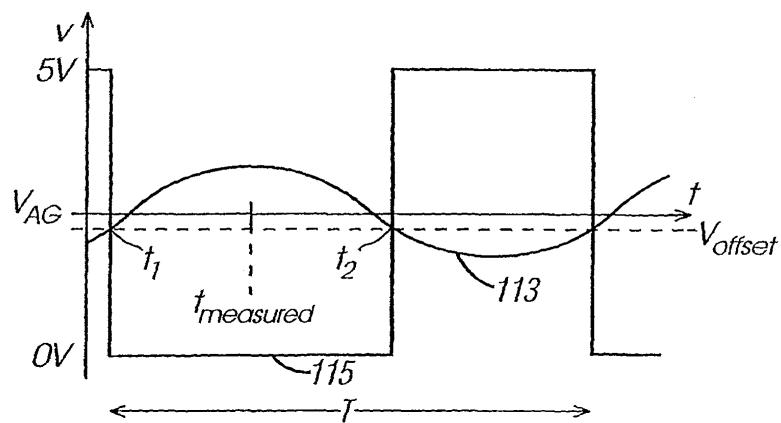
도면 11b



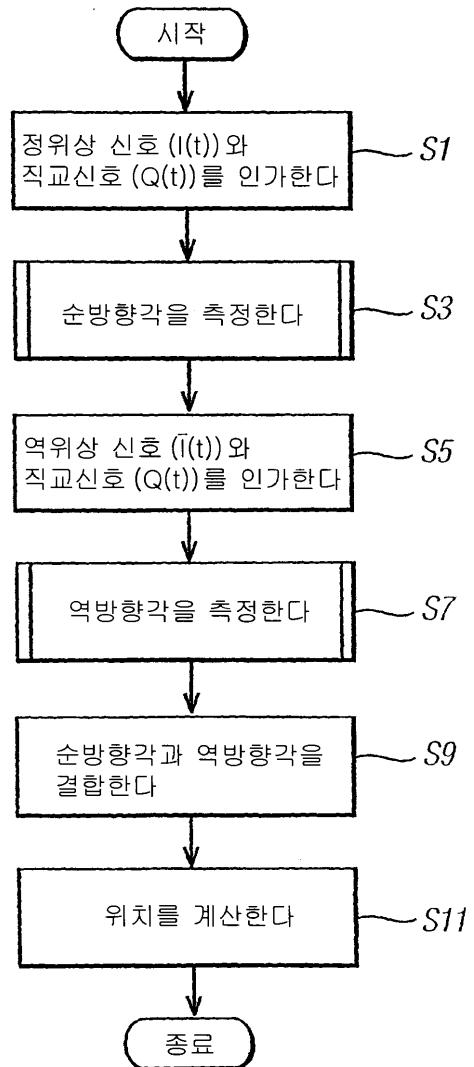
도면11c



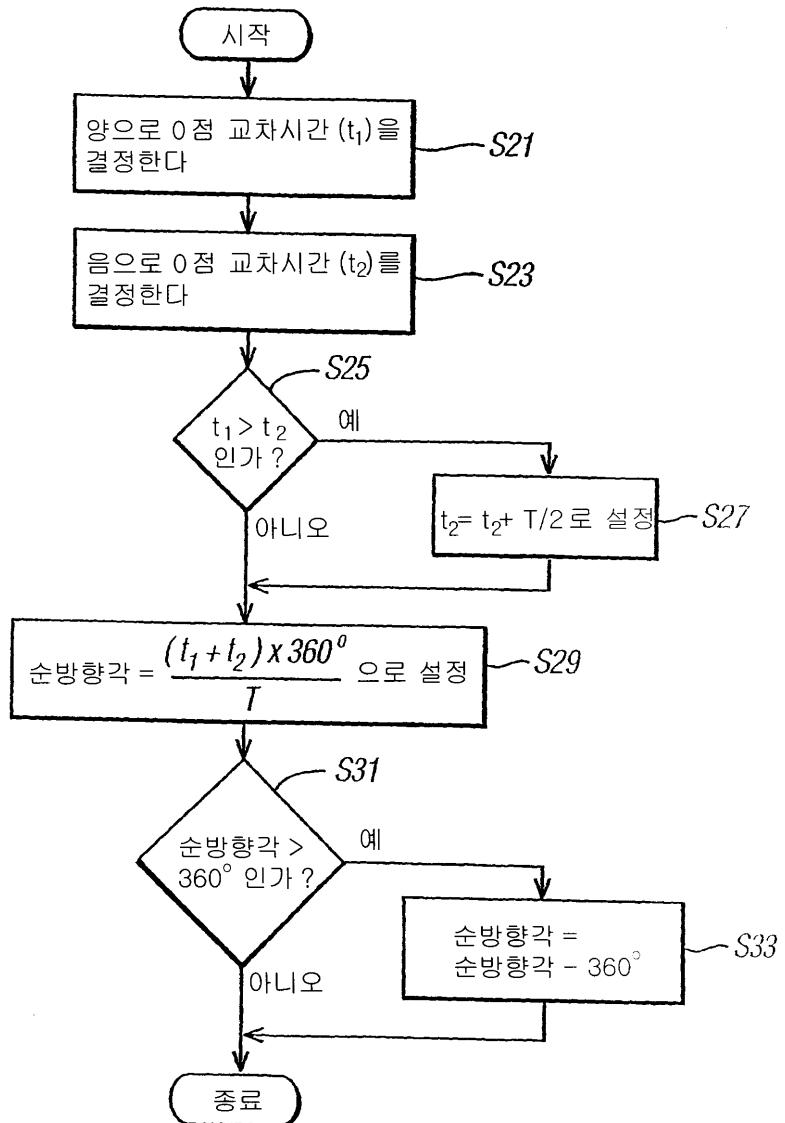
도면11d



도면12



도면13



도면14

