



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월28일  
(11) 등록번호 10-1539556  
(24) 등록일자 2015년07월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01C 3/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0005881

(22) 출원일자 2014년01월17일

심사청구일자 2014년01월17일

(65) 공개번호 10-2015-0085917

(43) 공개일자 2015년07월27일

(56) 선행기술조사문헌

KR100780259 B1

JP2011247717 A

JP09218266 A

KR1019950019772 A

(73) 특허권자

여태운

충청남도 서천군 장항읍 장항로 140-1

주식회사 에스엔케이테크놀러지스

경기도 의왕시 오전공업길 5, 2층(오전동)

(72) 발명자

여태운

충청남도 서천군 장항읍 장항로 140-1

(74) 대리인

고영갑, 권정기, 임상엽

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 홍정훈

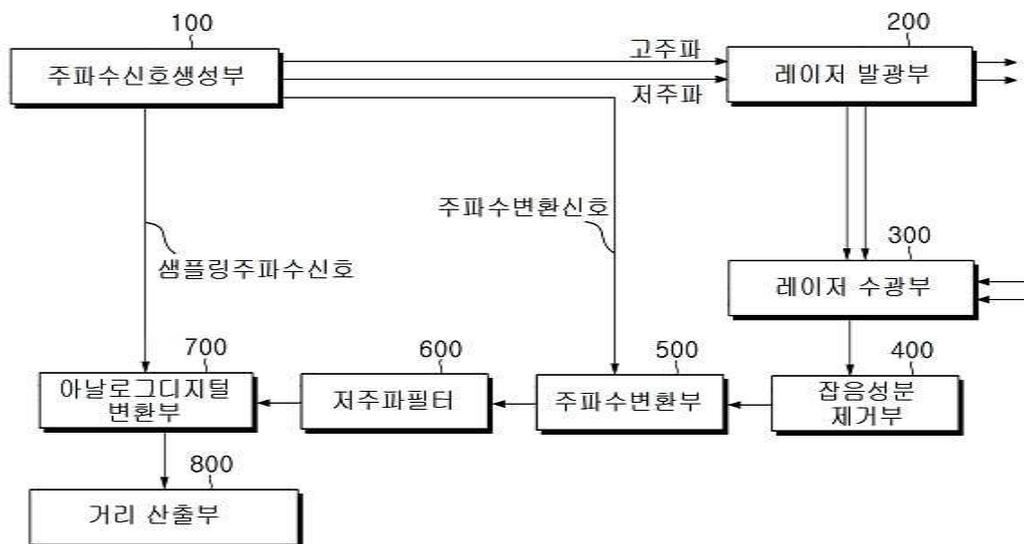
(54) 발명의 명칭 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치

(57) 요약

본 발명은 고주파 레이저와 저주파 레이저를 사용하여 보다 정밀하게 거리를 측정하는 장치에 관한 것으로, 기준 주파수로부터 고주파신호와 저주파신호와 주파수변환신호와 샘플링주파수신호를 생성하는 주파수신호생성부와, 고주파신호에 의한 고주파레이저빔과 저주파신호에 의한 저주파레이저빔을 교번하여 방사하는 레이저빔

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



발광부와, 측정대상으로부터 반사된 수신고주파레이저빔과 수신저주파레이저빔을 순차적으로 수신하여 고주파수신신호와 저주파수신신호를 출력하는 레이저빔 수광부와, 고주파수신신호와 저주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거하는 잡음성분제거부와, 잡음성분제거부의 출력 중 고주파수신신호에 대해 주파수변환신호를 사용하는 주파수 가감 연산을 수행하여 다운주파수신호를 출력하는 주파수변환부와, 주파수변환부의 출력 중 다운주파수신호에서 고주파성분을 제거하는 저주파필터와, 저주파필터의 출력 중 다운주파수신호를 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제1디지털신호로 변환하고, 저주파필터의 출력 중 저주파수신신호를 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제2디지털신호로 변환하는 아날로그디지털변환부와, 제2디지털신호의 제2위상과 기준위상 간의 차이로부터 제1거리 값을 산출하고, 제1디지털신호의 제1위상과 기준위상 간의 차이로부터 제2거리 값을 산출하는 거리 산출부를 포함하여 구성되는 것이 특징인 발명이다.

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

기준주파수로부터 고주파신호와 저주파신호와 주파수변환신호와 샘플링주파수신호를 생성하는 주파수신호생성부;  
 상기 고주파신호에 의한 고주파레이저빔과 상기 저주파신호에 의한 저주파레이저빔을 교번하여 방사하는 레이저  
 빔 발광부;

측정대상으로부터 반사된 수신고주파레이저빔과 수신저주파레이저빔을 순차적으로 수신하여 고주파수신신호와 저  
 주파수신신호를 출력하는 레이저빔 수광부;

상기 고주파수신신호와 상기 저주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거하는 잡음성분제거부;

상기 잡음성분제거부의 출력 중 상기 고주파수신신호에 대해 상기 주파수변환신호를 사용하는 주파수 가감 연산  
 을 수행하여 다운주파수신호를 출력하는 주파수변환부;

상기 주파수변환부의 출력 중 상기 다운주파수신호에서 고주파성분을 제거하는 저주파필터;

상기 저주파필터의 출력 중 상기 다운주파수신호를 상기 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제1디지털신호로 변환  
 하고, 상기 저주파필터의 출력 중 상기 저주파수신신호를 상기 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제2디지털신호로  
 변환하는 아날로그디지털변환부;

상기 제2디지털신호의 제2위상과 기준위상 간의 차이로부터 제1거리 값을 산출하고, 상기 제1디지털신호의 제1  
 위상과 기준위상 간의 차이로부터 제2거리 값을 산출하는 거리 산출부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는  
 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 기준주파수를 생성하는 주파수생성부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거  
 리 측정장치.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 거리 산출부는,

상기 제2디지털신호로부터 산출되는 상기 제1거리 값을 상기 측정대상까지의 근사거리로 판정하고, 상기 제1디  
 지털신호로부터 산출되는 상기 제2거리 값을 상기 측정대상까지의 확정거리로 판정하는 것을 특징으로 하는 듀  
 얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 레이저빔 발광부는,

상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 교번하여 생성하는 레이저드라이버와,

상기 레이저드라이버에서 생성된 상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 상기 측정대상의 방향으로 방사  
 하는 제1레이저다이오드와,

상기 제1레이저다이오드의 방사 타이밍에 동기되어 상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 상기 레이저  
 빔 수광부로 방사하는 제2레이저다이오드를 구비하는 것을 특징으로 하는 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측  
 정장치.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

상기 레이저빔 수광부는,

상기 수신고주파레이저빔과 상기 수신저주파레이저빔을 순차적으로 수신함과 동시에 상기 제2레이저다이오드에서 방사된 상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 순차적으로 더 수신하는 것을 특징으로 하는 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 잡음성분제거부는,

상기 제2레이저다이오드에서 상기 레이저빔 수광부로 수신되는 상기 고주파레이저빔에 의해 생성되는 고주파신호를 사용하여 상기 고주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거하고, 상기 제2레이저다이오드에서 상기 레이저빔 수광부로 수신되는 상기 저주파레이저빔에 의해 생성되는 저주파신호를 사용하여 상기 저주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거하는 것을 특징으로 하는 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

상기 주파수변환부의 출력에 대한 이득을 가감하여 출력하는 이득제어부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 레이저를 이용한 거리 측정장치에 관한 것으로, 특히 고주파 레이저와 저주파 레이저를 사용하여 보다 정밀하게 거리를 측정하는 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 거리 측정장치는 빔을 측정대상으로 방사한 후 그 측정대상으로부터 반사된 빔의 시간지연으로부터 거리를 계산하게 된다.

[0003] 이러한 거리 측정에서는 기준신호의 위상과 저주파수 측정신호의 위상의 차이가 측정대상과의 거리를 계산하는 파라미터가 되는데, 저주파수 측정신호를 사용함에 따라 거리 측정의 정확도가 떨어지는 문제가 있다.

[0004] 그에 따라, 정확한 거리 측정을 위해 고주파수 측정신호를 사용하게 되는데, 그 경우에는 고주파수 측정신호의 신호처리를 위한 논리적 구성이 복잡해지는 것은 물론 장치의 제작 비용이 비싸지게 되는 문제가 있다.

[0005] 결국 종래 기술에서는 정확한 거리 측정과 장치의 복잡도 및 저비용에 대한 적절한 타협이 요구되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명의 목적은 상기한 점을 감안하여 안출한 것으로, 특히 정확한 거리 측정을 위해 고주파수 측정신호를 사용하되 그 고주파수 측정신호를 저주파화하여 신호처리를 수행하는 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치를 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치의 특징은, 기준주파

수로부터 고주파신호와 저주파신호와 주파수변환신호와 샘플링주파수신호를 생성하는 주파수신호생성부와, 상기 고주파신호에 의한 고주파레이저빔과 상기 저주파신호에 의한 저주파레이저빔을 교번하여 방사하는 레이저빔 발광부와, 측정대상으로부터 반사된 수신고주파레이저빔과 수신저주파레이저빔을 순차적으로 수신하여 고주파수신신호와 저주파수신신호를 출력하는 레이저빔 수광부와, 상기 고주파수신신호와 상기 저주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거하는 잡음성분제거부와, 상기 잡음성분제거부의 출력 중 상기 고주파수신신호에 대해 상기 주파수변환신호를 사용하는 주파수 가감 연산을 수행하여 다운주파수신호를 출력하는 주파수변환부와, 상기 주파수변환부의 출력 중 상기 다운주파수신호에서 고주파성분을 제거하는 저주파필터와, 상기 저주파필터의 출력 중 상기 다운주파수신호를 상기 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제1디지털신호로 변환하고, 상기 저주파필터의 출력 중 상기 저주파수신신호를 상기 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제2디지털신호로 변환하는 아날로그디지털변환부와, 상기 제2디지털신호의 제2위상과 기준위상 간의 차이로부터 제1거리 값을 산출하고, 상기 제1디지털신호의 제1위상과 기준위상 간의 차이로부터 제2거리 값을 산출하는 거리 산출부를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0008] 바람직하게, 상기 기준주파수를 생성하는 주파수생성부를 더 포함할 수 있다.
- [0009] 바람직하게, 상기 거리 산출부는 상기 제2디지털신호로부터 산출되는 상기 제1거리 값을 상기 측정대상까지의 근사거리로 판정하고, 상기 제1디지털신호로부터 산출되는 상기 제2거리 값을 상기 측정대상까지의 확정거리로 판정할 수 있다.
- [0010] 바람직하게, 상기 레이저빔 발광부는 상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 교번하여 생성하는 레이저드라이버와, 상기 레이저드라이버에서 생성된 상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 상기 측정대상의 방향으로 방사하는 제1레이저다이오드와, 상기 제1레이저다이오드의 방사 타이밍에 동기되어 상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 상기 레이저빔 수광부로 방사하는 제2레이저다이오드를 구비할 수 있다.
- [0011] 보다 바람직하게, 상기 레이저빔 수광부는 상기 수신고주파레이저빔과 상기 수신저주파레이저빔을 순차적으로 수신함과 동시에 상기 제2레이저다이오드에서 방사된 상기 고주파레이저빔과 상기 저주파레이저빔을 순차적으로 더 수신할 수 있다.
- [0012] 보다 바람직하게, 상기 잡음성분제거부는 상기 제2레이저다이오드에서 상기 레이저빔 수광부로 수신되는 상기 고주파레이저빔에 의해 생성되는 고주파신호를 사용하여 상기 고주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거하고, 상기 제2레이저다이오드에서 상기 레이저빔 수광부로 수신되는 상기 저주파레이저빔에 의해 생성되는 저주파신호를 사용하여 상기 저주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거할 수 있다.
- [0013] 바람직하게, 상기 주파수변환부의 출력에 대한 이득을 가감하여 출력하는 이득제어부를 더 구비할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0014] 본 발명에 따르면, 고주파수 측정신호를 사용하되 그 고주파수 측정신호를 저주파화하여 신호처리를 수행하기 때문에, 장치의 논리적 구성의 복잡도나 제작 비용의 상승 없이 정확한 거리 측정이 가능해 지는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치의 구성을 나타낸 블록다이어그램이고,  
 도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치의 구성을 나타낸 다이어그램이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0016] 본 발명의 다른 목적, 특징 및 이점들은 첨부한 도면을 참조한 실시 예들의 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예의 구성과 그 작용을 설명하며, 도면에 도시되고 또 이것에 의해서 설명되는 본 발명의 구성과 작용은 적어도 하나의 실시 예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해서 상기한 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지는 않는다.
- [0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치의 바람직한 실시 예를 자세히 설명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치의 구성을 나타낸 블록다이어그램이고, 도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 듀얼 주파수 레이저를 이용한 거리 측정장치의 구성을 나타낸 다이어그램이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 본 발명의 장치는 주파수신호생성부(100), 레이저빔 발광부(200), 레이저빔 수광부(300), 잡음성분제거부(400), 주파수변환부(500), 저주파필터(600), 아날로그디지털변환부(700), 그리고 거리 산출부(800)로 구성된다.

[0021] 주파수신호생성부(100)는 기준주파수를 생성하는 주파수생성부(110)를 구비하며, 주파수생성부(110)에서 생성되는 기준주파수로부터 고주파신호와 저주파신호와 주파수변환신호와 샘플링주파수신호를 생성한다. 일 예로, 기준주파수는 160MHz, 고주파신호는 76MHz, 저주파신호는 2MHz, 주파수변환신호는 74MHz, 그리고 샘플링주파수신호는 8MHz일 수 있다. 기준주파수를 생성하는 주파수생성부(110)는 열안정 제너레이터일 수 있다.

[0022] 레이저빔 발광부(200)는 주파수신호생성부(100)에서 생성된 고주파신호에 의한 고주파레이저빔과 저주파신호에 의한 저주파레이저빔을 교번하여 방사한다.

[0023] 다음의 수학적 식 1은 주파수신호생성부(100)에서 생성된 고주파신호(Uc1)와 저주파신호(Uc2)를 나타낸 것이다.

**수학적 식 1**

[0024] 
$$Uc1 = A_c \sin(2\pi f_1 T)$$

[0025] 
$$Uc2 = A_c \sin(2\pi f_2 T)$$

[0026] 일 예로, 수학적 식 1의  $f_1$ 은 76MHz이고,  $f_2$ 는 2MHz일 수 있다.

[0027] 레이저빔 발광부(200)는 레이저드라이버(210)를 구비하며, 그 레이저드라이버(210)가 주파수신호생성부(100)에서 생성된 고주파신호를 사용하여 고주파레이저빔을 생성하고, 주파수신호생성부(100)에서 생성된 저주파신호를 사용하여 저주파레이저빔을 생성한다. 레이저드라이버(210)는 생성된 고주파레이저빔과 저주파레이저빔을 교번하여 생성할 수 있다.

[0028] 레이저빔 발광부(200)는 제1 및 2 레이저다이오드(220,230)를 구비한다.

[0029] 제1레이저다이오드(220)는 레이저드라이버(210)에서 생성된 고주파레이저빔과 저주파레이저빔을 측정대상의 방향으로 교번하여 방사한다.

[0030] 제2레이저다이오드(230)는 레이저드라이버(210)에서 생성된 고주파레이저빔과 저주파레이저빔을 레이저빔 수광부(300)로 방사한다. 제2레이저다이오드(230)는 제1레이저다이오드(220)의 방사 타이밍에 동기되어 레이저빔을 방사한다. 제2레이저다이오드(230)로부터 방사된 고주파레이저빔과 저주파레이저빔은 레이저빔 수신단에서 잡음성분을 제거하는데 사용될 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 주파수신호생성부(100)에서 출력되는 고주파신호와 저주파신호를 스위칭하여 레이저드라이버(210)로 출력하는 스위치(120)를 더 구비할 수 있으며, 그 스위치(120)는 주파수신호생성부(100)에서 출력되는 고주파신호가 전달되는 신호라인과 저주파신호가 전달되는 신호라인 간의 스위칭을 실시한다.

[0032] 레이저빔 수광부(300)는 제1레이저다이오드(220)에서 방사되어 측정대상으로부터 반사된 수신고주파레이저빔과 수신저주파레이저빔을 순차적으로 수신하여 고주파수신신호와 저주파수신신호를 출력한다. 동시에, 레이저빔 수광부(300)는 제2레이저다이오드(230)에서 방사된 고주파레이저빔과 저주파레이저빔을 순차적으로 더 수신할 수 있다. 일 예로, 레이저 수광부(300)는 편 다이오드일 수 있다.

[0033] 고주파수신신호(Uc1)와 저주파수신신호(Uc2)는 다음의 수학적 식 2와 같다.

수학식 2

$$Uc1 = B_c \sin(2\pi f_1 T + \varphi_0 + \varphi_1)$$

$$Uc2 = B_c \sin(2\pi f_2 T + \varphi_0 + \varphi_2)$$

상기한 수학식 2에서  $\varphi_1$  은 고주파에서 거리에 따른 위상차이고  $\varphi_2$  는 저주파에서 거리에 따른 위상차이다.

또한  $\varphi_0$  는 장치 내부의 회로 및 환경적인 요인으로 인한 위상 변화를 나타낸다.

잡음성분제거부(400)는 레이저빔 수광부(300)에서 출력되는 고주파수신신호와 저주파수신신호에서 위상잡음성분을 제거한다. 잡음성분제거부(400)는 제2레이저다이오드(230)에서 방사되어 레이저빔 수광부(300)로 수신된 고주파레이저빔과 저주파레이저빔의 의한 고주파신호와 저주파신호를 위상잡음성분을 제거하는데 사용될 수 있다.

이와 같이, 잡음성분제거부(400)의 위상잡음성분의 제거 원리는 고주파수신신호 및 저주파수신신호와 동일한 값의 신호를 제2레이저다이오드(230)에서 방사된 고주파레이저빔과 저주파레이저빔으로부터 생성하여 잡음성분을 제거하는 것이다.

수학식 3

$$Uc1 = B_c \sin(2\pi f_1 T + \varphi_1)$$

$$Uc2 = B_c \sin(2\pi f_2 T + \varphi_2)$$

상기한 수학식 3은 잡음성분제거부(400)의 출력을 나타낸 것이다.

주파수변환부(500)는 잡음성분제거부(400)의 출력에서 고주파신호 부분을 저주파화하여 출력한다. 즉, 주파수변환부(500)는 잡음성분제거부(400)의 출력 중 고주파수신신호에 대해 주파수신호생성부(100)에서 출력된 주파수 변환신호( $f_3$ )를 사용하여 주파수 가감 연산을 수행한다. 그로 인해 고주파신호 부분에 대해서만 주파수가 하향 처리된 다운주파수신호를 출력한다.

한편, 본 발명의 일 실시 예에서는 주파수변환부(500)의 출력에 대한 이득(C)을 가감하여 출력하는 이득제어부(510)를 더 구비할 수 있다.

고주파수신신호에 대해 주파수 하향 처리된 출력 이후 다운주파수신호와 저주파수신신호에 대해 이득 제어된 출력은 다음의 수학식 4일 수 있다.

수학식 4

$$Uc1 = 1/2C^* B_c [\sin(2\pi(f_1 + f_3)T + \varphi_1) + \sin(2\pi(f_1 - f_3)T + \varphi_1)]$$

$$Uc2 = C^* B_c \sin(2\pi f_2 T + \varphi_2)$$

상기한 수학식 4에서  $f_1 - f_3$ 는  $f_2$ 와 동일한 주파수일 수 있다.

[0048] 저주파필터(600)는 주파수변환부(500)의 출력 중 다운주파수신호에서 고주파성분을 제거한다.

[0049] 저주파필터(600)의 출력은 다음의 수학식 5일 수 있다.

**수학식 5**

[0050] 
$$Uc1 = 1/2C^* B_c [\sin(2\pi(f_1 - f_3)T + \phi_1)] = 1/2C^* B_c [\sin(2\pi f_2 T + \phi_1)]$$

[0051] 
$$Uc2 = C^* B_c \sin(2\pi f_2 T + \phi_2)$$

[0052] 아날로그디지털변환부(700)은 저주파필터(600)의 출력 중 다운주파수신호를 주파수신호생성부(100)에서 출력된 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제1디지털신호로 변환하고, 저주파필터(600)의 출력 중 저주파수신호를 그 샘플링주파수신호로 샘플링하여 제2디지털신호로 변환하여 출력한다. 일 예로, 8MHz의 샘플링주파수신호를 사용하여 12비트 디지털신호로 변환할 수 있다.

[0053] 아날로그디지털변환부(700)의 출력은 다음의 수학식 6일 수 있다.

**수학식 6**

[0054] 
$$Uc1(t = T_\delta k) = A_C \sin(2\pi f_c T_\delta k + \phi_1)$$

[0055] 
$$Uc2(t = T_\delta k) = A_C \sin(2\pi f_c T_\delta k + \phi_2)$$

[0056] 상기한 수학식 6에서  $T_\delta$  는 샘플링 주기일 수 있다.

[0057] 거리 산출부(800)는 제2디지털신호의 제2위상과 기준위상 간의 차이로부터 제1거리 값을 산출하고, 제1디지털신호의 제1위상과 기준위상 간의 차이로부터 제2거리 값을 산출한다.

[0058] 한편, 거리 산출부(800)는 제2디지털신호로부터 산출되는 제1거리 값을 측정대상까지의 근사거리로 판정하고, 제1디지털신호로부터 산출되는 제2거리 값을 측정대상까지의 확정거리로 판정할 수 있다. 여기서, 확정거리는 측정대상까지의 정확한 거리 값으로 정의될 수 있다.

**수학식 7**

[0059] 
$$\Delta \phi_1 = \phi_1 - \phi_{onp}$$

[0060] 
$$\Delta \phi_2 = \phi_2 - \phi_{onp}$$

[0061] 상기한 수학식 7은 제1위상과 기준위상( $\phi_{onp}$ )간의 차이 값과 제2위상과 기준위상 간의 차이 값을 나타낸 것이며, 수학식 8은 기준신호를 나타낸 것이다.

수학식 8

$$U_{o1}(t=T_{\partial}k) = A_o \sin(2\pi f_c T_{\partial}k + \varphi_{omp})$$

$$U_{o2}(t=T_{\partial}k) = A_o \cos(2\pi f_c T_{\partial}k + \varphi_{omp})$$

거리 산출부(800)는 아날로그디지털변환부(700)의 출력인 제1디지털신호와 제2디지털신호에 기준신호를 순차적으로 논리곱 연산하여 다음의 수학식 9와 같이 sin과 cos으로 표현되는 결과 값을 산출한다.

수학식 9

$$\frac{1}{2} A_{c1} A_o \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi_{omp})$$

$$\frac{1}{2} A_{c1} A_o \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_{omp})$$

수학식 10

$$\frac{1}{2} A_{c2} A_o \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_{omp})$$

$$\frac{1}{2} A_{c2} A_o \cdot \cos(\varphi_2 - \varphi_{omp})$$

전술된 수학식 9 및 10의 값들을 sin과 cos 값으로 나누어 도 7에 도시된 위상 차를 다음 수학식 11의 역탄젠트(arctg)로 나타낼 수 있다.

수학식 11

$$\Delta\varphi = \text{arctg}\left(\frac{U_1}{U_2}\right)$$

본 발명에서는 디지털신호와 기준신호와의 연산을 통해 산출된 값을 sin과 cos 값으로 나누어 tan 값으로 표현하기 때문에 신호의 진폭에 대한 값을 배제하여도 위상 차를 구할 수 있다.

거리 산출부(800)는 저주파로부터 생성되는 제2디지털신호로부터 측정대상까지의 근사한 거리 값을 산출하며, 고주파로부터 생성되는 제1디지털신호로부터 측정대상까지의 정확한 거리 값을 산출한다.

상기한 거리 산출부(800)는 ARM 컨트롤러일 수 있다.

지금까지 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가

진 자는 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위 내에서 변형된 형태로 구현할 수 있을 것이다.

[0075]

그러므로 여기서 설명한 본 발명의 실시 예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 상술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

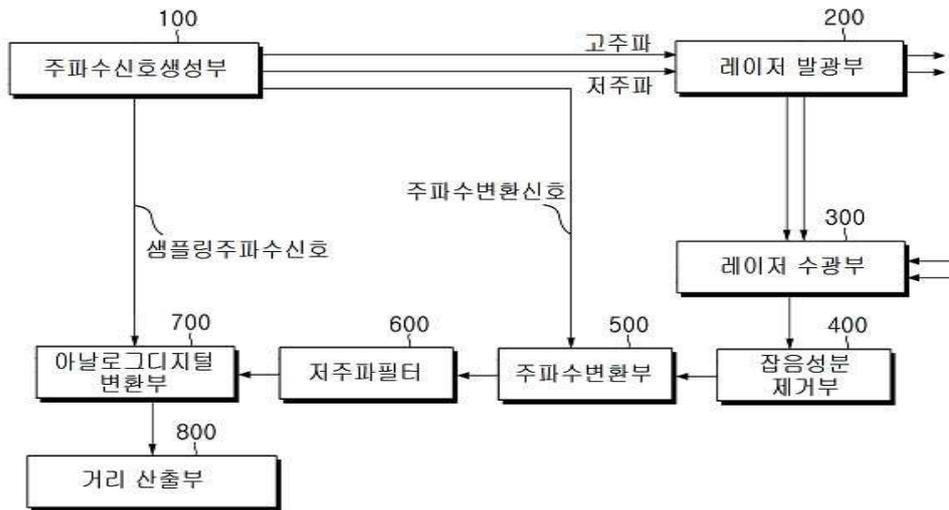
**부호의 설명**

[0076]

- 100: 주파수신호생성부      200: 레이저빔 발광부
- 300: 레이저빔 수광부      400: 잡음성분 제거부
- 500: 주파수변환부      600: 저주파필터
- 700: 아날로그디지털변환부      800: 거리 산출부

**도면**

**도면1**



도면2

