(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월28일
(11) 등록번호 10-1580571
(24) 등록일자 2015년12월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 17/10 (2006.01) *H04B 15/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7002447
(22) 출원일자(국제) 2012년07월12일
심사청구일자 2014년04월23일
(85) 번역문제출일자 2014년01월28일
(65) 공개번호 10-2014-0056248
(43) 공개일자 2014년05월09일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/063696
(87) 국제공개번호 WO 2013/010913
국제공개일자 2013년01월24일
(30) 우선권주장
1112256.1 2011년07월15일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
US7184130 A
US20100141824 A1
WO2009079789 A1
US20070120989 A1

(73) 특허권자
소프트키네틱 센서스 엔브이
벨기에 브뤼셀 비-1050 플렝란 15
(72) 발명자
반 데르 템펠 바르트
벨기에 비-2812 무이젠 레우벤세스텐베크 274
그루탼스, 리에메르
벨기에 비-2000 안트베르펜 톨스트라트 50
(74) 대리인
리앤목특허법인

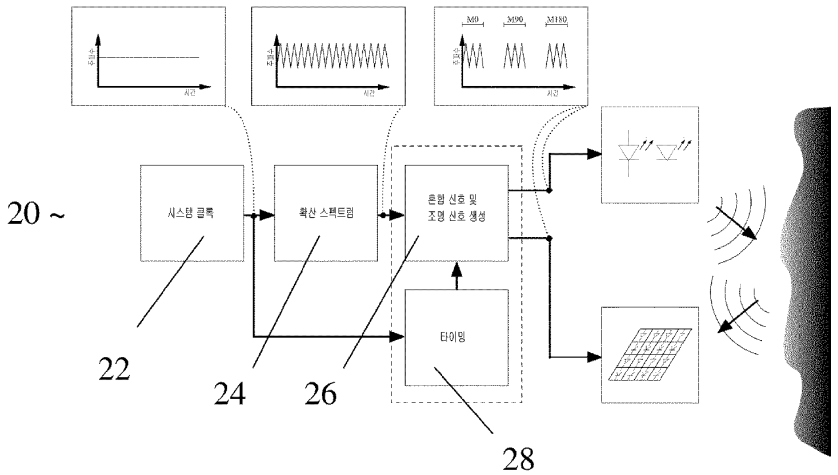
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 변영석

(54) 발명의 명칭 **거리 정보를 제공하는 방법 및 타임 오브 플라이트 카메라**

(57) 요 약

본 발명은 타임 오브 플라이트(time-of-flight) 카메라(1)를 가지고 특정 씬의 거리 정보를 제공하는 방법에 관한 것이며, 상기 씬의 거리 정보 제공 방법은, 상기 씬을 향해 변조된 광 펄스를 방출하는 단계, 상기 씬으로부터 상기 변조된 광 펄스의 반사들을 수신하는 단계, 상기 수신된 상기 변조된 광 펄스의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 단계, 및 상기 수신된 상기 변조된 광 펄스의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하는 단계를 포함하고, 확산 스펙트럼 신호는 상기 광 펄스의 변조 신호의 기저 주파수에 가해지며, 상기 타임 오브 플라이트 정보는 상기 광 펄스의 변조 신호의 기저 주파수에 가해진 확산 스펙트럼 신호를 고려하여 평가된다. 본 발명은 또한 특정 씬으로부터 거리 정보를 제공하는 타임 오브 플라이트 카메라(1)에 관한 것이며 상기 타임 오브 플라이트 카메라(1)는 위의 씬의 거리 정보 제공 방법을 수행한다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

타임 오브 플라이트(time-of-flight) 센서 또는 카메라(1)를 가지고 특정 씬의 거리 정보를 제공하는 방법으로서,

상기 씬의 거리 정보 제공 방법은,

섭동(攝動; perturbation) 주파수 및 주기(period)를 갖는 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍에 기반한 변조 신호에 따라 상기 씬을 향해 주기적인 광신호를 방출하는 단계;

상기 씬으로부터 상기 주기적인 광신호의 반사들을 수신하는 단계;

상기 변조 신호에 따라 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 단계; 및

상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하는 단계;

를 포함하며, 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들의 각각의 측정 지속기간은 섭동 주기의 정수배 또는 섭동 주기의 정수배의 절반이고 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 평균 기저 주파수가 일정하게 유지되는, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들 중 하나의 측정 지속기간에 걸쳐 취해진 변조 신호는 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들 중 다른 어떤 측정 지속기간에 걸쳐 취해진 변조 신호와 동일한 스펙트럼 콘텐츠를 지니는, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 단계는 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들 중 각각의 측정 지속기간에 걸쳐 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들을 적분하고, 상기 결과들을 조합하는 단계를 포함하는, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 불연속 섭동 변조가 가해지는, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 씬의 거리 정보 제공 방법은,

상기 섭동 주파수를 동적으로 증가 또는 감소시키는 단계;

를 더 포함하는, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 씬의 거리 정보 제공 방법은,

상기 주기적인 광신호의 전력을 낮추고 상기 섭동 주파수를 감소시키는 단계;

를 더 포함하는, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 주기적인 광신호는 펄스 신호 또는 정현파 신호인, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 섭동 주파수는 상기 변조 신호의 기저 주파수의 +/- 5% 구간 내에 존재하는, 씬의 거리 정보 제공 방법.

청구항 9

특정 씬(scene)으로부터 거리 정보를 제공하는 거리 측정 장치로서, 상기 거리 측정 장치는 상기 특정 씬을 향해 주기적인 광신호를 방출하는 광원과 함께 사용하기 위한 것이며,

상기 거리 측정 장치는,

섭동(攝動; perturbation) 주파수 및 주기(period)를 갖는 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍에 기반하여 상기 광원에 변조 신호를 제공하는 변조 유닛(3);

수신기 유닛(7), 평가 유닛(8) 및 처리 유닛(9)을 지니는 수신 그룹(6)으로서, 수신 그룹(6)이 상기 변조 신호를 수신하도록 상기 변조 유닛에 접속되어 있는, 수신 그룹(6);

를 포함하며,

상기 평가 유닛(8)은 상기 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍에 따라 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 상기 씬으로부터 수신된 반사들로부터의 타임 오브 플라이트 정보를 평가하도록 구성되고,

상기 처리 유닛(9)은 상기 평가 유닛(8)에 의해 제공되는 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하도록 구성되며 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들 중 각각의 측정 지속기간은 상기 섭동 지속기간의 정수배 또는 상기 섭동 주파수의 정수배의 절반이고 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 평균 기저 주파수가 일정하게 유지되는, 거리 측정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 거리 측정 장치는,

제2항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 씬의 거리 정보 제공 방법을 수행하도록 구성되는, 거리 측정 장치.

청구항 11

특정 씬(scene)을 향해 주기적인 광신호를 방출하는 광원과 함께 사용하는 타임 오브 플라이트(time-of-flight) 센서용 타이밍 모듈로서, 상기 센서는 특정 씬으로부터 거리 정보를 제공하기 위한 것이며,

상기 타이밍 모듈은,

섭동(攝動; perturbation) 주파수 및 주기(period)를 갖는 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍을 가지고 상기 광원에 변조 신호를 제공하는 변조 유닛(3);

을 포함하며,

상기 변조 유닛은 상기 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍에 따라 한 세트의 복수의 측정 지속기간에 걸쳐 상기 변조 신호를 제공하도록 구성되고,

상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들 중 각각의 측정 지속기간은 상기 섭동 주기의 정수배 또는 상기 섭동 주기의 정수배의 절반이며 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 평균 기저 주파수가 일정하게 유지되는, 타이밍 모듈.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 타임 오브 플라이트(time-of-flight) 센서 또는 타임 오브 플라이트(time-of-flight) 카메라와 같은 거리 측정 장치를 가지고 특정 씬(scene)의 거리 정보를 제공하는 방법에 관한 것이며, 상기 씬의 거리 정보 제공 방법은 상기 씬을 향해 변조된 광 펄스를 방출하는 단계, 상기 씬으로부터 상기 변조된 광 펄스의 반사들을 수신하는 단계, 상기 수신된 상기 변조된 광 펄스의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 단계, 및 상기 수신된 상기 변조된 광 펄스의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하는 단계를 포함한다. 또한, 본 발명은 위의 씬의 거리 정보 제공 방법에 따라 특정 씬으로부터 거리 정보를 제공하는 타임 오브 플라이트 센서 또는 타임 오브 플라이트 카메라와 같은 거리 측정 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 또한 TOF 카메라로서 언급되는 타임 오브 플라이트 카메라는 일반적으로 변조된 광 펄스들을 방출하는 광원 또는 방출기 유닛, 상기 변조된 광 펄스들의 반사들을 캡처하는 수신기 유닛, 상기 수신된(캡처된) 상기 변조된 광 펄스들의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 평가 유닛, 및 상기 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하는 계산 유닛을 포함하는 카메라이다. 상기 거리 정보는 또한 심도(depth)로서 언급된다. 상기 방출기 유닛은 특정 씬을 향해 변조된 광 펄스를 방출하고, 그럼으로써 상기 변조된 광 펄스가 상기 씬에 존재하는 물체들로부터 상기 수신기 유닛을 향해 반사하게 된다. 상기 TOF 카메라에서 상기 물체들에 이르기까지의 거리에 의존하여, 상기 반사들은 상기 방출된 상기 변조된 광 펄스에 대해 지연된 채로 수신된다. 이러한 지연은 또한 타임 오브 플라이트(time-of-flight)로서 언급되며, 상기 평가 유닛에 의해 평가되고 상기 물체들의 거리를 획득하도록 상기 계산 유닛에 의해 부가적으로 처리된다.

[0003] 상기 수신기 유닛은 또한 픽셀로서 언급되는 여러 수광점, 및 광학 시스템을 포함하여, 서로 다른 픽셀들이 동시에 서로 다른 물체들로부터의 반사들을 수신할 수 있게 한다. 상기 픽셀들 각각은 상기 변조된 광 펄스들의 반사들을 독립적으로 수신한다. 또한, 상기 타임 오브 플라이트 정보 및 거리 정보는 각각의 픽셀에 대해 개별적으로 처리됨으로써, 상기 거리 정보가 전체 씬에 대해 동시에 제공되게 한다.

[0004] 상기 거리 정보는 전송 및 수신된 변조된 광 신호들 간의 시간 지연 또는 위상차를 측정함으로써 간접적인 방식으로 픽셀마다 측정된다. 전형적으로는, 상기 변조가 펄스 변조, 정현파 변조, 의사-잡음 변조 등등일 수 있다. 이때, 상기 전송 및 수신된 변조된 광 신호들의 위상차가 상기 시간 지연에 대한 측정치를 제공한다.

[0005] 거리 정보를 고정밀도로 제공할 수 있는 TOF 카메라를 제공하기 위해, 한정된 상승 및 하강 시간을 지니는 것이 바람직한 명확하게 정의된 펄스들이 사용된다. 이러한 요건 때문에, 전자 광원(electronic light source)들의 광 출력을 변조하는데 사용되는 전자 변조 신호의 스펙트럼 콘텐츠는 도 1의 대표적인 스펙트럼에 도시된 바와 같이, 상당한 에너지를 갖는 여러 고조파를 포함한다.

[0006] 또한, 변조 주파수는 일반적으로 잘 정의되어 있는데, 그 이유는 위상 측정으로부터 거리 측정으로의 변환이 정확한 변조 주파수 지식을 필요로 한다. 이 때문에, 상기 스펙트럼의 피크(peak)들은 협소하지만 높은 경향이 있다.

[0007] TOF 카메라들이 다른 전자 장치들과 공존해야 하기 때문에 문제가 생길 수 있다. 고조파들에서의 다량의 에너지는 상기 장치의 전자기 적합성(electromagnetic compliance; EMC)을 방해할 수 있다. 일반적으로 이러한 장치는 서로 다른 기준들을 따라야 한다. 전자기 적합성(EMC)에 대한 관련 기준들은 FCC(미국), EC(유럽) 또는 CCC(중국) 표준들에 준하여 이용할 수 있다. 따라서, TOF 카메라들의 사용은 제한될 수 있으며 그리고/또는 TOF 카메라들의 정확도는 EMC 요건들을 충족시키도록 하는 요구에 의해 간접적으로 제한될 수 있다. 관련 고조파들을 생성하는 전형적인 변조 주파수들은 10MHz 내지 100MHz이다.

[0008] 전자 장치로부터 방사되는 EMI의 양을 감소시키는 것이 제조 단가들을 낮추려는 욕구에서 해결해야 할 가장 어려운 과제들 중 하나이다. 적합성 규격에 맞는 장치를 제조하는 것은 필요한 단계들이 설계 시간에 취해지지 않는 경우에 비용이 매우 많이 들 수 있다. 신제품의 개발 비용의 40% 내지 50%가 경제 생산에 적합한 적합성 규격에 맞는 제품의 추구에 소비될 수 있는 가능성이 있다.

[0009] 클록 발진기는 고속 디지털 시스템들에서 시간 조절하기 위해 사용되는 고정 주파수를 갖는 구형파(square wave) 신호를 생성한다. 이러한 클록의 주파수는 고정된 것으로 가정되어 있으며 주파수의 역을 취하면 상기 클록의 주기가 제공된다. 상기 클록의 주기는 상승 구간 상의 시점에서부터 바로 다음 클록의 상승 구간 상의 정확히 동일한 시점에 이르기까지의 시간이다. 이상적인 클록은 어떤 측정가능한 지터도 갖지 않게 되며 각각의

클록 사이클의 주기는 항상 정확히 동일하게 된다. EMI가 낮은 클록 발진기 또는 확산 스펙트럼 클록은 종래의 클록 생성기 출력들과 비교해 볼 때 낮은 EMI를 제공하는 특정 타입의 디지털 클록이다. 기저 주파수(base frequency)가 변조되고 넓은 주파수 스펙트럼에 걸쳐 에너지가 확산됨으로써, 어느 한 주파수에 포함되는 피크 에너지가 감소하게 된다. 기본 주파수 및 고조파 주파수의 피크들에 있어서 상대적인 강도는 낮다. 기저 주파수 클록 신호의 고조파들에 원래부터 있던 에너지의 총량은 전혀 없어지지 않고 오히려 더 넓은 주파수 대역에 걸쳐 분산된다. 클록의 주파수를 변화시킴으로써, 이러한 클록의 주기 또한 변경되는데, 이는 지터(jitter)를 제공하는 것과 동일한 것이다. 따라서 사이클-투-사이클(cycle-to-cycle) 지터가 이러한 클록에 추가된다. 지터는 거리를 측정함에 있어서 거리 측정용 타임 오브 플라이트 장치들의 정밀도를 감소하게 한다.

발명의 내용

[0010] 그러므로, 본 발명의 목적은 타임 오브 플라이트 센서 또는 타임 오브 플라이트 카메라와 같은 거리 측정 장치를 가지고 특정 씬(scene)의 거리 정보를 제공하는 변형적인 방법과 아울러, 위의 씬의 거리 정보 제공 방법에 따라 특정 씬으로부터의 거리 정보를 제공하도록 구성된 타임 오브 플라이트 센서 또는 타임 오브 플라이트 카메라와 같은 변형적인 거리 측정 장치를 제공하는 것이다.

[0011] 이러한 목적은 첨부한 독립청구항들에 의해 달성된다. 바람직한 실시예들은 첨부한 종속청구항들에 구체화되어 있다. 방법 및 타임 오브 플라이트 센서 또는 타임 오브 플라이트 카메라와 같은 거리 측정 장치의 실시예들의 이점은 EMI를 감소시키면서 거리 정보가 고정밀도로 획득된다는 점이다. 따라서, 본 발명에 따른 방법 및 타임 오브 플라이트 센서 또는 타임 오브 카메라와 같은 거리 측정 장치의 실시예들의 이점은 고정밀도를 유지하면서 EMC 표준들에 준한다는 점이다.

[0012] 따라서, 상기 목적은 타임 오브 플라이트 센서 또는 타임 오브 플라이트 카메라와 같은 거리 측정 장치를 가지고 특정 씬의 거리 정보를 제공하는 방법에 의해 달성되는데, 상기 씬의 거리 정보 제공 방법은, 일련의 광 펄스들과 같은 주기적인 광신호를 상기 씬을 향해 방출하는 단계, 상기 씬으로부터 상기 주기적인 광신호의 반사들을 수신하는 단계, 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 단계, 및 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하는 단계를 포함하고, 상기 주기적인 광신호가 변조 신호의 기저 주파수에 따라 방출됨으로써 주파수 변조로서 상기 변조 신호의 기저 주파수에 섭동(攝動; perturbation)이 가해진다. 그리하여, 이와 같은 주파수 섭동 변조 신호는 상기 주기적인 광신호를 생성하는데 사용되고 또한 검출기가 상기 타임 오브 플라이트 정보를 결정하기 위해 반사된 광을 수신하는 방식으로 기준 신호로서 사용된다. 이는 픽셀 단위로 행해질 수 있다. 이러한 거리 정보와 아울러 상기 씬의 이미지로부터, 3D 이미지가 생성될 수 있다.

[0013] 따라서, 본 발명의 한 실시태양에서는, 특정 씬의 거리 정보를 제공하는 방법이,

[0014] 섭동(攝動; perturbation) 주파수 및 주기(period)를 갖는 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍에 따라 상기 씬을 향해 주기적인 광신호를 방출하는 단계,

[0015] 상기 씬으로부터 상기 주기적인 광신호의 반사들을 수신하는 단계,

[0016] 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍에 따라 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 단계, 및

[0017] 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하는 단계

[0018] 를 포함하며, 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들의 각각의 측정 지속기간은 섭동 주기의 정수배 또는 섭동 주기의 정수배의 절반이고 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 평균 기저 주파수가 일정하게 유지된다.

[0019] 상기 주기적인 광신호는 구형파 펄스들과 같은 펄스들일 수도 있고 또한 정현파 신호들과 같은 다른 파형들일 수도 있다.

[0020] 상기 목적은 또한 특정 씬으로부터의 거리 정보를 제공하기 위한 타임 오브 플라이트 센서 또는 타임 오브 플라이트 카메라와 같은 거리 측정 장치에 의해 달성되고, 상기 타임 오브 플라이트 카메라는 위의 씬의 거리 정보 제공 방법을 수행한다.

[0021] 따라서, 본 발명의 다른 한 실시태양에서는, 특정 씬을 향해 주기적인 광신호를 방출하기 위한 광원과 함께 사용하는 타임 오브 플라이트 센서가 제공되며, 상기 센서는 상기 씬으로부터의 거리 정보를 제공하기 위한 것이

고, 상기 센서는,

[0022] 기저 주파수가 섭동 주파수 및 주기를 갖는 주기적인 섭동에 의해 확산되게 하는 클록 타이밍에 기반하여 상기 광원에 변조 신호를 제공하는 변조 유닛,

[0023] 수신 유닛, 평가 유닛 및 처리 유닛을 지니는 수신 그룹을 포함하며, 상기 수신 그룹은 상기 변조 신호를 수신하도록 상기 변조 유닛에 접속되어 있고, 상기 평가 유닛은 기준 신호로서 상기 주기적인 섭동에 의해 확산되게 하는 클록 타이밍에 따라 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 상기 씬으로부터 수신된 반사들로부터의 타임 오브 플라이트 정보를 평가하도록 구성되며, 상기 처리 유닛은 상기 평가 유닛에 의해 제공되는 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하도록 구성되고, 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들의 각각의 측정 지속기간은 상기 섭동 주기의 정수배 또는 상기 섭동 주기의 정수배의 절반이며 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 평균 기저 주파수가 일정하게 유지된다.

[0024] 상기 변조 신호는 구형파 펄스들과 같은 펄스들일 수도 있고 또한 정현파 신호들과 같은 다른 파형들일 수도 있다.

[0025] 본 발명은 또한 특정 씬을 향해 주기적인 광신호를 방출하기 위한 광원과 함께 사용하는 타임 오브 플라이트 센서용 타이밍 모듈을 제공하는데, 상기 센서는 특정 씬으로부터의 거리 정보를 제공하기 위한 것이며, 상기 타이밍 모듈은 기저 주파수가 섭동 주파수 및 주기를 갖는 주기적인 섭동에 의해 확산되게 하는 클록 타이밍에 기반하여 상기 광원에 변조 신호를 제공하는 변조 유닛(3)을 포함하고,

[0026] 상기 변조는 상기 주기적인 섭동에 의해 기저 주파수가 확산되게 하는 클록 타이밍에 따라 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 상기 변조 신호를 제공하도록 구성되며,

[0027] 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들의 각각의 측정 지속기간은 상기 섭동 주기의 정수배 또는 상기 섭동 주기의 정수배의 절반이고 상기 한 세트의 측정 지속기간들에 걸쳐 평균 기저 주파수는 일정하게 유지된다.

[0028] 상기 광원들에 가해지는 변조 신호는 구형파 펄스들과 같은 펄스들일 수도 있고 정현파 신호들과 같은 다른 파형들일 수도 있다.

[0029] 본 발명의 한 실시태양은 광 변조의 기저 주파수에 주기적인 주파수 섭동들을 가하고 이러한 섭동을 고려하여 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 것이고, 한 위상차 값을 결정하는데 필요한 한 세트의 복수의 측정 지속기간들의 각각의 측정 지속기간이 상기 섭동 주기의 정수배 또는 상기 섭동 주기의 정수배의 절반이다. 그 외에도, 평균 기저 주파수는 상기 섭동에 불구하고 한 위상차 값을 결정하는데 필요한 전체 측정 지속기간들 중 각각의 측정 지속기간에 걸쳐 일정하게 유지된다. 상기 주기적인 섭동은, 비록 동일한 평균 주파수를 제공하지만 동일한 스펙트럼 콘텐츠를 지니지 않게 되는 주파수의 임의 섭동(random perturbation)들을 배제한다. 상기 섭동은 기저 주파수에서나 상기 기저 주파수에 집중되는 다른 주파수 시퀀스에서의 연속 발진 변화일 수 있다.

[0030] 어느 정도 유효한 지터를 도입하는 주기적인 광신호의 기저 주파수의 섭동에 불구하고, 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보의 평가는 고정밀도로 행해질 수 있다. 상기 씬에 존재하는 물체들은 신뢰성 있게 검출될 수 있으며 적합한 거리 정보가 이러한 물체들에 대해 제공될 수 있다. 상기 가해진 주파수 섭동은 TOF 센서 또는 TOF 카메라와 같은 거리 측정 장치의 전자기 적합성을 개선한다. 이는 일부 고-에너지 기본 또는 고조파 피크들이 더 이상 스펙트럼에서 명확하게 정의된 주파수들에 위치해 있지 않게 하는 효과를 지닌다. 상기 피크들의 에너지는 더 큰 스펙트럼 영역에 걸쳐 확산되어, 스펙트럼 에너지 밀도가 낮아지게 함으로써, 상기 EMC가 개선되게 한다. 이러한 기법은 "확산 스펙트럼(spread spectrum)" 기법이 상기 주기적인 광신호에 적용되는 결과를 초래함과 아울러 한 위상차 값을 결정하는데 필요한 상기 한 세트의 복수의 측정 지속기간들에 걸쳐 스펙트럼 콘텐츠를 일정하게 유지한다. 주기적인 클록 타이밍 섭동들을 갖는 확산 스펙트럼 클록들은 쉽게 이용가능하지만 어느 정도의 지터를 도입시킨다. 상기 확산 스펙트럼 클록들은 본 발명의 실시예들의 신규한 변형예들로 TOF 센서들 또는 TOF 카메라들 내에 합체될 수 있다.

[0031] 상기 수신된 반사들의 타임 오브 플라이트 정보는 상기 수신된 주기적인 광신호 및 상기 기준 신호 간의 시간 지연 또는 위상 변화를 측정함으로써 결정되며, 상기 수신된 주기적인 광신호 및 상기 기준 신호 양자 모두는 동일한 섭동에 직면해 있다. 이러한 호모다인(homodyne) 측정 원리에 기인하여, 상기 섭동은 상기 타임 오브 플라이트 측정에 영향을 주지 않는다. 상기 방출된 펄스 및 상기 수신된 펄스의 오버랩(overlap) 때문에 상관되거나 혼합되는 상기 수신된 반사들은 상기 타임 오브 플라이트 정보에 대하여 쉽게 평가될 수 있으며 상기 거리 정보는 이러한 타임 오브 플라이트 정보로부터 쉽게 획득될 수 있다. 한 실시예에서는, TOF 센서 또는 TOF 카메

라, 바람직하게는 확산 스펙트럼 클록 또는 단일 시스템 클록은 단일 섭동 클록과 함께 상기 주기적인 광신호를 생성하기 위해 그리고 또한 타임 오브 플라이트 정보를 평가함에 있어서 상기 변조 신호를 생성하는데 사용된다. 상기 섭동은 주기적인 신호인데, 예컨대 상기 섭동은 상기 변조 신호의 기저 주파수에 비하여 낮은 주파수를 갖는 신호이다.

[0032] 본 발명의 바람직한 실시예에 의하면, 상기 변조 신호의 기저 주파수에 상기 섭동을 가하는 것은 상기 변조 신호의 기저 주파수의 +/- 5% 구간 내에서, 바람직하게는 상기 변조 신호의 기저 주파수의 +/- 1.5% 구간 내에서, 좀더 바람직하게는 상기 변조 신호의 기저 주파수의 +/- 0.1% 구간 내에서 상기 변조 신호의 기저 주파수를 변경하는 것을 포함한다. 상기 구간의 크기는 상기 고조파들의 에너지가 스펙트럼에서 얼마나 강력하게 확산되는지에 영향을 주고 결과적으로는 주파수 스펙트럼에서의 스파이크(spike)들의 에너지 밀도에 영향을 준다. 그 구간이 클수록 상기 고조파들의 에너지 밀도가 낮아진다. 이는 상기 TOF 센서 또는 상기 TOF 카메라가 보다 쉽게 EMC 규제들에 순응할 수 있는 결과를 초래한다.

[0033] 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 특정 씬의 타임 오브 플라이트 정보가 포착 시퀀스에서 측정된다. 이러한 서로 다른 포착들의 조합은 주변광 영향의 제거 및 물체 반사 및 타임 오브 플라이트 측정을 방해하는 다른 소스들의 제거를 허용한다. 상기 포착들의 결과는 방출 광 및 수신 광 간의 시간 지연 또는 위상 변화의 결정이다. 이러한 포착을 위한 단계들은 적어도 2번 소정의 순서에 따라 순차적으로 수행되는, 상기 씬을 향해 주기적인 광신호를 방출하는 단계 및 상기 씬으로부터 상기 주기적인 광신호의 반사들을 수신하는 단계를 포함하고, 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 평가하는 단계는 상기 씬으로부터 상기 주기적인 광신호의 반사들을 수신하는 단계의 모든 수행들에 걸쳐 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들을 적분하는 단계를 포함한다. 상기 반사된 주기적인 광신호의 지속기간에 걸쳐 상기 수신된 상기 주기적인 광신호의 반사들을 적분함으로써, 타임 오브 플라이트가 좀더 정밀하게 평가될 수 있다. 멀리 떨어져 있는 물체들로부터의 반사들은, 비록 상기 물체로부터의 주기적인 광신호의 반사가 단지 낮은 강도만을 갖는다 하더라도 쉽게 검출될 수 있다. 따라서, 근접한 물체들뿐만 아니라 멀리 있는 물체들을 갖는 "심도 있는(deep)" 씬이 적용될 수 있다. 또한, 적분 평가는 고립된 오류들을 회피하는 지속기간에 걸쳐 수신된 주기적인 광신호의 반사들의 평균을 내는 결과를 초래한다. 바람직하게는, 상기 적분은 상기 주기적인 광신호를 방출하는 단계 및 상기 씬으로부터 상기 반사들을 수신하는 단계를 3번 수행하는 반사들에 걸쳐 수행된다. 한 타임 오브 플라이트 거리 측정에 대한 측정 주기에 걸쳐 상기 주기적인 광신호의 스펙트럼 콘텐츠가 변할 때 문제들이 생긴다. 이러한 이유 때문에 본 발명의 방법들 및 기기들은 한 거리 측정의 포착에 필요한 전체 측정 주기에 걸쳐 스펙트럼 콘텐츠를 동일하게 유지하도록 이루어진다.

[0034] 먼저, 본 발명의 바람직한 실시예에 의하면, 타임 오브 플라이트 측정에 필요한 모든 포착들은 동일한 평균 주파수를 사용하여 획득된다. 상기 평균 주파수는 가해진 섭동 때문에 기저 주파수가 변경되는 주파수인 것이 바람직하다. 이는 밸런스 조정되거나 중심 확산된 섭동을 필요로 한다. 본질적으로 동일한 평균 기저 주파수는 유효한 심도 정보로 상기 수신된 상기 방출된 주기적인 광신호의 반사들의 정밀한 처리를 허용한다.

[0035] 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 타임 오브 플라이트 측정에 필요한 각각의 포착이 기저 주파수 신호의 동일한 섭동을 포함하는, 동일한 주기적인 광신호에 직면한다. 이는 각각의 포착에 대해 동일한 스펙트럼 콘텐츠를 획득하는 결과를 초래한다. 상기 섭동은 알려져 있고 반복되는 기저 주파수의 변경 시퀀스일 수 있으며, 이러한 알려져 있는 섭동 시퀀스는 ToF 측정에서의 모든 포착에 대하여 동일한 방식으로 상기 기저 주파수에 가해진다. 따라서, 주파수 섭동이 주기적이고 측정 지속기간이 섭동 주기들의 정수배 또는 섭동 주기들의 정수배의 절반이므로, 주기적인 광신호의 방출은 항상 섭동 주기 내에서나 절반 주기 오프셋을 가지고 섭동 신호의 동일 위치에서 항상 개시된다. 절반 주기에 주기들의 정수배를 더한 것이 주기들의 정수배에 주기의 절반을 더한 것과 동일하므로, 이 또한 순수 정수(pure integer number)와 같은 스펙트럼 콘텐츠를 제공한다.

[0036] 유도된 오차가 매우 작으므로 기저 주파수 및 섭동 주파수 간의 주파수 차가 클 때 섭동 주기 및 기저 주파수의 주기 간의 동기(synchronisation)가 필요하지 않다. 따라서, 동일한 "스펙트럼 콘텐츠"는 "정확히 동일한 스펙트럼 콘텐츠"와 동의어가 아니다. 차이가 있다면 시스템의 잡음 플로어(noise floor)보다 작은 것이 바람직하다. 예를 들면, 0.1% 또는 0.01%보다 작은 정도의 차이들이 허용될 수 있다. 섭동 주기 및 기저 주파수의 주기 간의 동기는 추가 정밀도에 필요한 경우에 본 발명으로부터 배제되지 않는다.

[0037] 바람직하게는, 연속 섭동 신호가 사용될 수 있다. 본 발명의 다른 한 실시예에 의하면, 상기 섭동은 상기 주기적인 광신호의 기저 주파수에 가해지는 불연속 변조이다. 섭동 변조가 주기적으로 반복된 신호이고 결과적으로 얻어지는 섭동 신호의 평균 주파수가 알려져 있음이 단지 요구될 뿐이다. 상기 평균 주파수가 중심 주파수인 것

이 바람직하다.

[0038] 본 발명의 바람직한 실시예들은 첨부도면들에 예시되어 있다. 이러한 실시예들은 단지 대표적인 것들뿐이다. 다시 말하면, 본 발명의 바람직한 실시예들은 첨부된 청구항들의 내용 및 범위를 한정하도록 의도된 것이 아니다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 타임 오브 플라이트 카메라의 EMC 측정을 보여주는 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 변조 신호 및 하측 주파수 섭동 신호의 시간 도표를 보여주는 도면이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 변조 신호의 시간 도표를 보여주는 도면이다.

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 타임 오브 플라이트 카메라를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 타임 오브 플라이트 카메라에 대한 타이밍 모듈을 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 TOF 카메라의 구현예를 개략적으로 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 지금부터 본 발명이 몇몇 도면들을 참조하여 특정 실시예들에 대하여 설명될 것이다. 그러나 본 발명은 이러한 설명에 한정되지 않고 단지 청구항들의 기재에 의해서만 한정된다. 설명되는 도면들은 단지 개략적인 것들이고 이에 한정되지 않는다. 이러한 도면들에서는, 요소들 중 일부 요소들의 크기는 과장된 것일 수 있으며 예시를 위해 비례해서 나타낸 것이 아니다. 단수 명사를 언급할 때 부정관사 또는 정관사, 예컨대, "한" 또는 "어떤", "그"가 사용되는 경우에, 다른 어떤 것이 특별히 언급되지 않는 한, 이는 그 명사의 복수 형태를 포함한다. 서로 다른 도면들에서는, 동일한 참조 부호들이 동일하거나 유사한 요소들을 언급한다. 이러한 도면들의 예시들은 개략적인 것들이다.

[0041] 첨부된 청구항들에서 사용된 "포함하는"이라는 용어는 이후에 기재되는 수단에 국한되는 것으로 해석되어선 아니 되는데, 그 이유는 첨부된 청구항들에서 사용된 "포함하는"이라는 용어가 다른 요소들 또는 단계들을 배제하는 것을 나타내지 않기 때문이다. 따라서, "수단 A 및 수단 B를 포함하는 장치"라는 표현의 범위는 구성요소들 A 및 B로만 이루어진 장치들에 한정되어서는 아니 된다. 이것이 의미하는 것은 본 발명에 대하여 상기 장치의 단지 관련 구성요소들이 A 및 B임을 의미하는 것이다.

[0042] 더군다나, 본원의 구체적인 내용에서 그리고 청구항들의 기재에서의 제1, 제2, 제3 등등의 용어들은 유사한 요소들을 구분 짓기 위해 사용된 것들이고 반드시 순차적이거나 발생순의 순서를 설명하기 위해 사용된 것들이 아니다. 여기서 이해해야 할 점은 이와 같이 사용된 용어들이 적합한 환경들 하에서는 상호교환가능하며 본원 명세서에 기재된 본 발명의 실시예들이 본원 명세서에 기재되거나 예시된 것들과는 다른 시퀀스들로 동작가능하다는 점이다.

[0043] 더욱이, 본원의 구체적인 내용 및 첨부된 청구항들의 기재에서의 "상부", "하부", "위에", "아래에" 등등의 용어들은 설명을 위해 사용된 것들이며 반드시 상대적인 위치들을 설명하기 위해 사용된 것들이 아니다. 여기서 이해해야 할 점은 이와 같이 사용된 용어들이 적합한 환경들 하에서는 상호교환가능하며 본원 명세서에 기재된 본 발명의 실시예들이 본원 명세서에 기재되거나 예시된 것들과는 다른 방향들로 동작가능하다는 점이다.

[0044] 지금부터 본 발명이 TOF 카메라를 참조하여 설명될 것이다. 그러나, 본 발명은 또한 타임 오브 플라이트 원리로 작동하는 거리 측정 장치, 예컨대, 단지 하나의 픽셀을 갖는 TOF 센서 등등의 어떤 종류의 것들의 설비도 포함한다. 더욱이, 상기 TOF 카메라 또는 상기 TOF 센서는 반드시 일체형 광원으로 실현될 필요가 없다. 상기 광원 및 상기 광원의 에너지 공급원 및 구동기들은 별도로 설치될 수 있으며 상기 카메라 또는 센서는 단지 상기 광원을 변조하기 위한 신호들을 제공하도록 하는 회로를 포함하기만 하면 된다.

[0045] 지금부터 본 발명의 한 실시예는 TOF 카메라와 함께 사용될 수 있는 타이밍 모듈(20)을 개략적으로 보여주는 블록도인 도 5를 참조하여 설명될 것이다. 이러한 실시예는 클린 시스템 클록(22)을 지니며, 상기 클린 시스템 클록(22)은 예컨대 10 내지 320 MHz 범위에서 예를 들면 80 MHz로 구동되며 이하에서는 '클린 클록'이라 지칭될 것이다. 상기 클린 클록(22)의 클록 신호는 확산 스펙트럼 블록(24)에 전송되며, 상기 확산 스펙트럼 블록(24)은 '섭동(perturbation) 주파수 변조 신호'라 지칭되는 주기적인 확산 함수를 사용하여 이러한 클록 신호의 스펙트럼을 확산한다. 옵션으로는, 필터들, 파형 정형기(wave shaper)들, 주파수 변환기들, 위상 동기 루프(phase

locked loop)들 등등과 같은 다른 구성요소들이 상기 클린 클록(22) 및 상기 확산 스펙트럼 블록(24) 사이에 배치될 수 있다. 이러한 확산 스펙트럼 블록의 출력은 '확산 클록 신호'라 지칭된다. 옵션으로는, 예컨대, 정현파와 같은 원하는 파형을 가진 변조 신호를 생성하기 위해 상기 확산 스펙트럼 블록 다음에 필터들 및 파형 정형기들과 같은 다른 구성요소들이 배치될 수 있다.

[0046] 상기 섭동 주파수는 상기 변조 신호의 기저 주파수의 +/- 5% 내에 있을 수도 있고, 상기 변조 신호의 기저 주파수의 구간 +/-5 또는 +/- 1.5% 내에 있을 수도 있으며, 상기 변조 신호의 기저 주파수의 구간 +/- 0.1% 내에 있을 수도 있다. 주기적인 섭동은 예를 들면 정현파 또는 삼각파 파형 또는 톱니파 형태를 지닐 수 있다.

[0047] 상기 타이밍 모듈(20)은 상기 광원에 불연속 변조를 공급하도록 구성될 수 있다.

[0048] 상기 확산 클록 신호는 혼합 신호 및 조명 신호 생성 블록(26)에 의해 사용되며, 상기 혼합 신호 및 조명 신호 생성 블록(26)은 전형적으로 아마도 2 또는 4배의 하측 주파수들에서 필요한 TOF 광원 구동 신호들을 생성한다. 이러한 TOF 신호들은 "광 변조 신호"라 지칭되는 상기 광원을 변조하는데 사용된 신호와 아울러, 상기 씬에 의해 반사된 착신 광을 복조할 수 있도록 상기 센서에 의해 요구되는 혼합 신호들을 포함한다. 따라서, 동일한 TOF 타이밍 신호들은 광원들을 포함하는 조명 유닛과 아울러 수신된 반사 광을 검출하기 위해 사용되는 검출기 양자 모두에 전송된다. 옵션으로는, 예컨대, 정현파와 같은 원하는 파형을 가진 변조 신호를 생성하기 위해 상기 혼합 신호 및 조명 신호 생성 블록(26) 다음에 필터들 및 파형 정형기들과 같은 다른 구성요소들이 배치될 수 있다.

[0049] 타임 오브 플라이트 원리가 유효하게 되기 위해, 이러한 TOF 신호들은 주파수 변조될 수 있지만, 상기 TOF 신호들의 평균 주파수는 알려져 있어야 한다. 더욱이, 각각의 단일 TOF 거리 측정이 여러 포착 주기로부터 획득되는 다중 적분으로부터 이루어지기 때문에, 이러한 평균 주파수는 이러한 다중 적분시 동일하여야 한다. 이는 다중 적분이 시간에 맞춰 연속적으로 취해지는 경우에 중요한 요건이 된다. 그러한 경우에, 상기 평균 주파수가 다중 측정시 동일하게 유지되지 않는 경우에, 결과적으로 획득되는 계산된 거리가 잘못되게 되거나 그에 대한 계산이 매우 어렵게 되거나 정밀하지 않게 된다.

[0050] 타이밍 블록(28)은 평균 주파수가 다중 적분시 동일하게 되게 하는 기능을 수행한다. 본 발명의 한 실시태양에서는 이는 적분 시간이 정확히 섭동 주파수 변조 신호의 주기들의 정수이게 함으로써 이루어지게 된다. 섭동 주파수 변조 신호가 (정현파 또는 삼각파와 같은) 대칭 신호인 경우에, 적분 시간이 또한 섭동 주파수 변조 신호의 주기 시간의 절반의 정수배로서 취해질 수 있다. 상기 타이밍 블록(28)은 각각의 적분 시간이 상기 광원들에 가해지는 동일한 개수의 펄스들임, 결과적으로는 평균 주파수가 일정함을 결정하는데 상기 타이밍 블록(28)에 의해 사용되는 상기 시스템 클록(22)로부터의 클린 클록 신호를 수신하는 것이 바람직하다.

[0051] 더군다나, 한 세트의 적분 시간들 또는 측정 지속기간들 중 하나의 적분 시간 또는 측정 지속기간에 걸쳐 취해지는 상기 광원들에 가해지는 주기적인 신호는 상기 한 세트의 적분 시간들 또는 측정 지속기간들 중 다른 어떤 적분 시간 또는 측정 지속기간에 걸쳐 취해진 주기적인 신호와 동일한 스펙트럼 콘텐츠를 지닌다.

[0052] 더군다나, 상기 씬에 존재하는 배경 광(예컨대, 태양 광, 주변 광)은 획득된 심도 측정의 효력을 감소시키거나 무효로 할 수 있으므로, 정확히 동일한 배경 광량이 연속 적분들 각각 동안 상기 센서에 의해 수신되는데 특별한 주의가 기우려 지는 것이 바람직하다. 그러므로, 상기 연속적인 적분들 동안 사용된 TOF 신호들은 동일한 스펙트럼 콘텐츠를 지녀야 하며, 상기 연속적인 적분들 동안 사용된 TOF 신호들은 상기 배경 광과 일치되어야 하는 것이 바람직하다.

[0053] 양자 모두의 요건들이 상기 타이밍 블록(28)에 의해 충족될 수 있는데, 상기 타이밍 블록(28)은 상기 클린 클록 신호를 사용하여 각각의 적분 위상 동안 평균 주파수가 동일하게 되게 하고 상기 적분 위상들이 상기 주변 광과 완전히 일치되게 한다. 예를 들면, 전형적으로 50Hz 또는 60Hz의 선로 주파수가 사용되기 때문에, 램프들로부터의 배경 광이 이러한 2가지 공통 주파수에 대한 주파수 성분들을 갖게 된다. 50Mz의 배경 점등은 60Hz의 배경 점등에 비하여 다른 최적 타이밍 설정을 지닌다.

[0054] 확산 스펙트럼의 적용은, 시스템 잡음(지터(jitter)) 성능에 나쁜 영향을 적게 미치면서 시스템 전체의 EMI 성능에 좋은 영향을 미친다. 유리한 점으로는, 혼합 블록(26)이 섭동 주파수의 동적 증가 또는 감소를 허용하여, 확산 스펙트럼 영향을 사실상 증가 또는 감소하도록 구성되는 경우에 위에서 설명한 구성이 확장될 수 있다는 점이다. 이러한 특징은 공장이나 현장에서의 교정에 유용하다. 본 발명의 실시예들에서 채용된 바와 같이, 여전히 EMI 한도 범위에서 수행하는 동안, 확산 스펙트럼 영향이 최소로 된다.

[0055] 부가적인 실시예에 의하면, 섭동 변조가 상기 광원들에 공급되는 전력에 따라 설정될 수 있다. EM을 적게 방사

하게 하는 저전력 모드에서는, 이러한 모드에 최적의 타협점(tradeoff)을 제공하기 위해 하측 주파수 변조 알고리즘이 상기 혼합 블록(28)에 의해 사용될 수 있다.

[0056] 도 4를 지금부터 참조하면, 도 4에는 본 발명의 한 실시예에 따른, TOF 카메라(1)로서 또한 언급되는 타임 오브 플라이트 카메라(1)가 예시되어 있다. 상기 타임 오브 플라이트 카메라(1)는 상기 광원들의 특성들에 의존하여 파장 및 주파수를 지니는 변조된 광 펄스들과 같은 주기적인 신호인 광신호를 특정 씬(scene)을 향해 방출하기 위한, 본 발명의 이러한 실시예에서는 LED인 적어도 하나의 광원(2)을 갖는 조명 유닛을 포함한다. OLED들, 레이저 다이오드들, 레이저들 등등과 같은 다른 광원들이 사용될 수 있다.

[0057] 상기 광원(2)은 상기 광원의 변조를 위해 상기 광원에 섭동 변조 신호를 제공하는 변조 유닛(3)에 접속되어 있다. 상기 변조 유닛(3)은 상기 섭동 변조 신호의 신뢰성 있는 제어를 이루기 위해 온-칩 구현으로서 제공될 수 있다.

[0058] 상기 타임 오브 플라이트 카메라는 변조 클록 또는 "클린 클록"(4) 및 섭동 클록(5)을 더 포함하며, 상기 변조 클록 또는 "클린 클록"(4) 및 섭동 클록(5)은 양자 모두 상기 변조 유닛(3)에 접속되어 있다. 상기 변조 클록(4)은 도 2의 상측 시간 척도에서 볼 수 있는 바와 같이, 주파수 변조에 대한 기저 주파수로서 변조 유닛(3)에 클록 신호를 제공하고 상기 섭동 클록(5)은 상기 변조 유닛(3)에 섭동 신호로서 부가적인 클록 신호를 제공한다. 상기 섭동 클록(5)은 상기 주파수 변조에 대한 기저 주파수보다 낮은 섭동 주파수를 갖는 섭동 신호를 제공한다.

[0059] 상기 클록들(4,5) 및 상기 변조 유닛(3) 사이에는 필터들, 파형 정형기들, 주파수 변환기들, 위상 동기 루프들 등등과 같은 다른 구성요소들이 배치될 수 있다. 구형파 또는 정현파와 같은 주기적인 신호를 생성하기 위해 필터들, 또는 파형 정형기들과 같은 다른 구성요소들이 상기 변조 유닛(3) 다음에 배치될 수 있다.

[0060] 상기 변조 유닛(3)에서의 상기 변조의 기저 주파수에 가해지는 섭동은 상기 변조의 기저 주파수의 +/- 5% 구간 내에서, 바람직하게는 상기 변조의 기저 주파수의 +/- 1.5% 구간 내에서, 더 바람직하게는 상기 변조의 기저 주파수의 +/- 0.1% 구간 내에서, 상기 변조의 기저 주파수를 변경한다. 도 2에 도시된 바와 같이, t_1, t_2, t_3 및 t_4로 표시된 시점들에서는, 상기 섭동의 위상이 0° 로부터 90° , 180° , 및 270° 로 각각 바뀐다.

[0061] 본 발명의 이러한 대표적인 실시예에서는, 광원(2), 변조 유닛(3), 변조 클록(4), 및 섭동 클록(5)이 타임 오브 플라이트 카메라(1)의 개별 구성요소들이지만, 변형 실시예들에서는 위에서 언급한 구성요소들 중 적어도 2개의 구성요소들을 포함하는 기능 그룹들로도 또한 제공될 수 있다.

[0062] 상기 타임 오브 플라이트 카메라(1)는 수신기 유닛(7), 평가 유닛(8) 및 처리 유닛(9)을 갖는 수신 그룹(6)을 더 포함한다. 상기 수신 그룹(6)은 옵션으로 상기 섭동 신호를 수신하도록 상기 섭동 클록(5)에 접속되어 있다. 상기 수신 그룹(6)은 또한 기준 신호로서 상기 변조 유닛(3)의 출력에 접속되어 있다. 비록 본 발명의 이러한 대표적인 실시예에서 수신기 유닛(7), 평가 유닛(8) 및 처리 유닛(9)이 상기 수신 그룹(6)을 형성하도록 함께 제공되어 있지만, 본 발명의 변형 실시예들에서는 상기 수신기 유닛(7), 평가 유닛(8) 및 처리 유닛(9)이 좀더 작은 기능 그룹들의 개별 기능 유닛들로서 제공될 수 있다.

[0063] 상기 수신기 유닛(7)은 도 4의 도면에 명시적으로 도시되어 있지 않고 또한 픽셀들로서 언급되는 여러 수광 위치를 포함할 수 있다. 상기 TOF 카메라(1)는 도 4에 도시되지 않은 광학 시스템을 더 포함한다. 상기 광학 시스템을 통해, 상기 광원(2)으로부터 방출된 주기적인 광신호가 상기 씬을 향해 안내되고 상기 씬의 물체들의 반사들은 상기 수신기 유닛(7)의 서로 다른 픽셀들을 향해 안내된다. 따라서, 서로 다른 픽셀들은 서로 다른 물체들로부터의 반사들을 독립적으로 그리고 동시에 수신할 수 있다.

[0064] 상기 평가 유닛(8)은 상기 변조 유닛의 출력 및/또는 상기 섭동 클록(5)으로부터 제공되는 섭동 신호를 고려하여 상기 수신기 유닛(7)의 각각의 픽셀에 대해 개별적으로 상기 수신된 반사들의 타임 오브 플라이트를 평가한다.

[0065] 상기 처리 유닛(9)은 각각의 픽셀 또는 픽셀 그룹에 대하여 상기 평가 유닛(8)에 의해 제공되는 타임 오브 플라이트 정보로부터 거리 정보를 획득하고 도 4에 도시되지 않은 인터페이스를 통해 사용자에게나 또는 부가적인 처리 장치에 이러한 정보를 제공한다.

[0066] 지금부터 상기 씬의 거리 정보를 제공하는 방법이 구체적으로 설명될 것이다.

[0067] 상기 방법은 상기 광원(2)으로부터 변조된 광 펄스들과 같은 주기적인 광신호를 상기 씬을 향해 방출하는 단계

로부터 개시된다. 상기 변조된 광 펄스들과 같은 주기적인 광신호는 상기 변조 유닛(3)에 의해 제공된 변조 신호를 사용하여 생성된다. 도 3에는 섭동 클록(5)의 주파수 신호의 예(상측 그래프) 및 상기 변조 유닛(3)으로부터 상기 광원(2)으로의 변조 신호의 예(하측 그래프)가 개략적으로 도시되어 있다. 도 3의 도면 중 상측 부분은 가해진 섭동에 따라 시간 경과에 따른 상기 변조 유닛(3)으로부터의 변조 신호의 주기적인 광신호의 주파수의 변화를 나타낸 것이다. 도 3의 도면 중 하측 부분에 도시된 바와 같이, 상기 변조 신호의 펄스들은 (주기적인 광신호를 형성하도록) 결과적으로 가변 주파수 및 길이를 가지고 상기 광원(2)에 제공된다.

[0068] 다음으로는, 상기 주기적인 광신호, 예컨대, 광 펄스들의 반사들이 상기 씬으로부터 상기 광학 시스템을 통해 상기 수신기 유닛(7)에 의해 수신된다. 상기 반사들은 상기 씬에 존재하는 물체들에 의해 생성된다.

[0069] 변조된 광 펄스들과 같은 주기적인 광신호를 방출하는 단계 및 상기 씬으로부터 상기 반사들을 수신하는 단계는 반복되며 상기 수신된 반사들은 상기 평가 유닛(8)에 의해 적분된다. 도 2의 도면 중 하측 부분에 나타낸 바와 같이, 상기 변조된 광 펄스들부터의 반사들의 수신은 t_1, t_2, t_3 및 t_4로서 나타낸 시점들에서 개시된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 주기적인 광신호, 예컨대 변조된 광 펄스들의 반사들을 수신하는 것이 이러한 예에서는 항상 섭동 주파수 변조 신호의 피크에서, 결과적으로는 섭동 주파수 변조 신호의 동일 위치에서 개시된다. 상기 수신은 섭동 변조 신호의 6개의 완전 주기와 같은 정수에 따른 측정 시간 동안 수행되며 이들 중 첫 번째 측정 시간은 "measure"로 표시되어 있다. 따라서, 상기 씬으로부터 상기 주기적인 광신호, 예컨대 변조된 광 펄스들의 반사들을 수신하는 단계는 동일 개수의 완전 섭동 주기들에 따른 각각의 수행 동안 생성되고, 도 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 섭동 주기의 길이는 광 펄스를 각각 수신하는 측정 시간보다 짧다. 더욱이, 이러한 동작은 변조된 광 펄스들과 같은 주기적인 광신호를 상기 씬을 향해 방출하는 단계의 모든 수행에서, 상기 광원(2)에 제공되는 변조 신호의 평균 주파수가 본질적으로 동일하다는 조건을 정해두고 있다.

[0070] 본 발명의 이러한 대표적인 실시예에서는, "measure"로서 표시된 4개의 적분 구간들이 순차적으로 평가된다. 변형 실시예들에서는, 상기 수신된 반사들이 상기 수신 유닛(7)에서 모두 동시에 적분될 수 있다.

[0071] 상기 평가 유닛(8)은 상기 주기적인 광신호의 기저 주파수에 가해진 섭동을 고려하여 상기 수신된 상기 변조된 광 펄스들과 같은 주기적인 광신호의 반사들에 대한 타임 오브 플라이트 정보를 모든 픽셀들에 대해 평가하고 상기 처리 유닛(9)에 상기 타임 오브 플라이트 정보를 제공한다. 상기 처리 유닛(9)은 제공된 타임 오브 플라이트 정보로부터 모든 픽셀들 또는 픽셀 그룹들에 대한 거리 정보를 획득하고 부가적인 처리를 위해 이러한 정보를 상기 씬의 거리 정보로서 제공한다. 그러므로, 상기 씬의 거리 정보는 상기 4개의 적분 구간에 걸쳐 평균으로서 제공된다. "readout"으로서 표시된 시간은 상기 수신된 반사들을 처리하기 위해 수신 그룹(6)에 의해 사용된다.

[0072] 본 발명의 이러한 실시예에 따른 타임 오브 플라이트 카메라(1)에 대한 EMC 측정의 결과적으로 획득되는 스펙트럼은 주파수 범위 중 적어도 일부에 걸쳐 좀더 균일하게 제공된 피크 에너지들을 지닌다.

[0073] 도 6에는 본 발명에 따른 TOF 카메라 또는 거리 측정 시스템의 다른 한 실시예가 도시되어 있다. 상기 거리 측정 시스템은 주기적인 광(51)이 반사되는 관심 영역 상에 집중되는 것이 바람직한 씬(55) 상에 주기적인 광(51)을 방출하는 광원(49)을 포함한다. 상기 거리 측정 시스템은 반사된 광을 수신하기 위한 적어도 하나의 픽셀(31)을 더 포함한다. 상기 광원(49)이 변조된 광을 방출하기 위해, 신호 생성기(43)이 제공된다. 상기 신호 생성기(43)는 미리 결정된 평균 주파수에서, 예컨대 약 10MHz에서 지속적으로 발진하는 것이 바람직한 제1 확산 스펙트럼 섭동 클록 신호 또는 변조 신호를 노드(48) 상에 생성한다. 이러한 신호 생성기(43)는 또한 상기 섭동 주기에 대하여 노드(48) 상의 제1 클록 신호와 0°, 180°, 90° 및 270° 위상 관계를 각각 지니는 노드들(44, 45, 46, 47) 상에 공급되는 유사한 제2 내지 제5 확산 스펙트럼 섭동 클록 신호들(예컨대 단일 확산 스펙트럼 클록 생성기(43)로부터 획득됨)을 생성한다. 당업자라면 또한 동작 스킴에 다른 또는 더 많은 클록 위상들을 사용하여 더 많은 클록 위상들이 좀더 긴 측정 시간 대신에 더 양호한 측정 정밀도로 이끄는 것을 고려할 수 있다. 섭동 주파수는 기저 주파수의 +/-5% 구간 내에 있을 수도 있고 바람직하게는 기저 주파수의 +/-5% 또는 +/-1.5% 구간 내에 있을 수도 있으며, 변조 신호의 기저 주파수의 +/-0.1% 구간 내에 있을 수도 있다. 상기 주기적인 섭동은 예를 들면 정현파 파형 또는 삼각파 파형을 지닐 수 있다.

[0074] 상기 신호 생성기(43)는 또한 변조 신호 대체 수단이 상기 변조 신호를 변경하게 하는 것을 결정하는 제어 신호(41), 예컨대 선택기(58)가 상기 제2 내지 제5 확산 스펙트럼 섭동 클록 신호들 중에서, 즉 상기 클록 신호의 서로 다른 위상들 중에서 선택하게 하는 것을 결정하는 제어 신호(41)를 생성할 수 있다.

[0075] 선택기(58)는 순차적으로 노드들(44, 45, 46, 47) 상에 제2 내지 제5 클록 신호들과 검출기 및 믹서 스테이지

(200)의 믹서(29)의 입력 노드(42)를 접속하는 이러한 4개의 위상 사이로 순차적으로 스위칭한다. 이러한 위치들 각각에서는, 선택기(58)가 예컨대 약 1 ms의 완화 시간 동안 접속 상태에 있게 할 수 있다.

[0076] 부가적인 제어 신호는 측정들의 개시 및 정지가 발생하는 펄스 시퀀스의 위치를 결정하도록 생성될 수 있다. 변형적으로는, 시스템은 각각의 적분 시간 동안 상기 섭동 신호의 정확히 동일한 개수의 주기들이 사용되게 한다. 측정들이 상기 섭동 신호의 동일한 순간(위상)에서 개시될 수 있는데, 그 이유는 상기 측정이 정수의 절반 주기들에 걸쳐 이루어지는 동안 스펙트럼 콘텐츠가 영향을 받지 않기 때문이다.

[0077] 버퍼(50)는 씬(55), 바람직하게는 관심 영역 상에 집중되는 씬(55) 상에 자신의 광(51)을 방출하는 광원(49)을 구동시킨다. 이러한 광의 일부는 반사되어, 반사된 광(52)을 생성하게 된다. 이와 같이 반사된 광(52)은 그 후 렌즈(56)와 같은 광학 집속 시스템에 도달하게 되고, 상기 렌즈(56)와 같은 광학 집속 시스템을 통해 상기 반사된 광(52)이 픽셀(31) 내의 검출기(28) 상에 이미지화되거나 집속되는데, 입사 부분은 반사된 변조 광(modulated light; ML)(37)이라 지칭된다.

[0078] 간접 광(53) 및 직접 광(54)은 양자 모두 TOF 측정용으로 의도되지 않은 보조 광원(30)으로부터 유래된 것들이며, 또한 상기 씬에 존재하게 되고, 상기 광학 집속 시스템(56)에 영향을 줌으로써 상기 검출기(28) 상에 집속된다. 이러한 광 중 검출기(28)에 진입하게 되는 부분은 배경 광(background light; BL)(26)이라 지칭되게 된다. BL을 생성하는 광원들(30)은 백열 등, TL 등, 태양 광, 주간 광, 또는 상기 씬 상에 존재하고 TOF 측정을 위해 상기 광원(49)으로부터 발생하지 않은 다른 광이면 어떤 것이든지 포함한다. 본 발명의 목적은 심지어 BL(26)로부터의 신호가 존재한다 하더라도 유효한 TOF 측정들을 달성하는 것이다.

[0079] ML(27) 및 BL(26)이 광검출기(28)에 영향을 주고, 상기 영향을 주는 BL(26) 및 ML(27)에 대한 광 유도 전류 응답들인 ML-전류 및 BL-전류를 각각 생성한다. 검출기(28)는 입력 노드(42) 상의 위상 시프트된 클록 신호와 상기 영향을 주는 BL(26) 및 ML(27)에 대한 전류 응답들을 혼합하기 위해 이러한 전류들을 후속의 혼합 수단, 예컨대 믹서(29)에 출력한다. 앞서 이미 언급한 바와 같이, 이러한 BL(26)은 TOF 측정들을 위해 수신된 ML(27)에 의해 유도된 ML-전류보다 큰 6 자리수(6 orders of magnitude)에 이르기까지의 BL-전류를 유도할 수 있다.

[0080] 검출기 및 믹서 스테이지(200)를 형성하는 검출기(28) 및 믹서(29)는 또한 예를 들면 문헌 EP1513202A1에 기재되어 있는 바와 같이 하나의 단일 장치로서 구현될 수 있는데, 이 경우에는 광-생성 전하들이 혼합 생성 전류(mixing product current)을 즉시 생성하도록 혼합된다.

[0081] 상기 검출기 및 믹서 스테이지(200)는 위상 시프트된 클록 신호들을 가지고 상기 영향을 주는 BL(26) 및 ML(27)에 대한 전류 응답들의 혼합 생성물들을 생성하게 되며 이러한 신호들은 예를 들면, 용량이 작게 유지되는 것이 바람직한 커패시터(25), 예컨대 주변 트랜지스터들의 기생 커패시턴스로 구현되는 적분기에 의해 노드(38) 상에서 적분된다. 적분시, 적분기 노드(38) 상에서의 믹서 출력 신호의 자동 리셋(automatic reset)이 수행된다.

[0082] 이는, 노드(38) 상의 믹서 출력 신호가 기준값(Vref)에 이르게 될 때마다 노드(38) 상의 믹서 출력 신호가 자동으로 리셋됨으로써 포화 상태를 이루지 않게 하기 위해 예를 들면 리셋 스위치, 예컨대 리셋 트랜지스터(32)를 트리거하는 비교기(33)에 의해 구현될 수 있다.

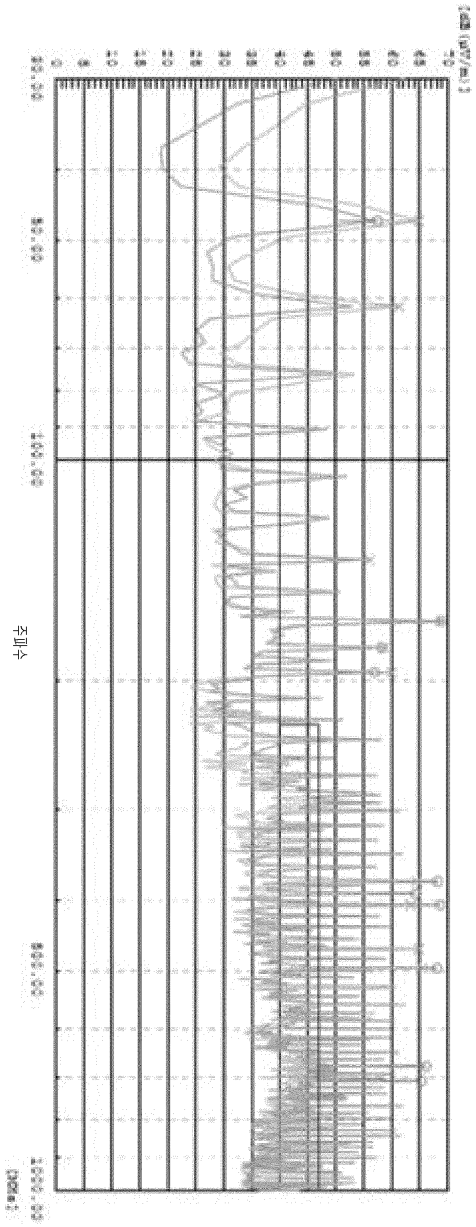
[0083] 첨부도면들에 예시되어 있지 않은 변형 실시예들에서는, 상기 적분기 노드(38) 상의 믹서 출력 신호의 자동 리셋이 다른 여러 방식으로 구현될 수 있다. 이들 중 한가지 방식은 커패시터(25)에 고정된 전하량을 추가하여 어느 정도의 복잡성의 가미를 희생으로 양호한 잡음 성능을 제공하도록 상기 리셋 스위치(32) 대신에 전하 펌프를 트리거하는 것이다.

[0084] 믹서 출력 신호를 형성하는 혼합 생성물들은 적분기 노드(38)에서, 본 예에서는 선택기(58)로 예시된 변조 신호 교체 수단과 동기되는 순차적인 형태로 이용가능하다. 출력 구동기(24), 예컨대 버퍼는 출력 노드(23)에서 강한 출력 신호를 제공하도록 실질적으로 1인 전압 이득 및 전류 증폭을 제공한다.

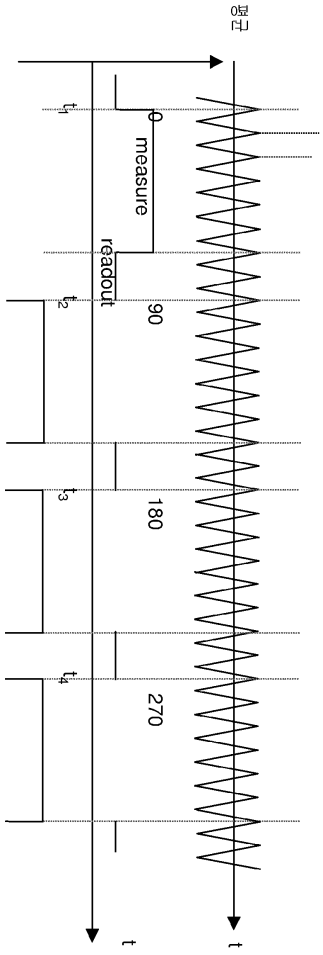
[0085] 광 펄스들에 불연속 섭동 변조를 가하는 것과 같은 여러 변형예가 본 발명의 범위 내에 포함된다. 또한, 시스템은 상기 섭동 주파수를 동적으로 증가 또는 감소시키도록 구성될 수 있다. 또한, 광 펄스들의 전력이 낮아질 때, 섭동 주파수가 감소될 수 있다.

도면

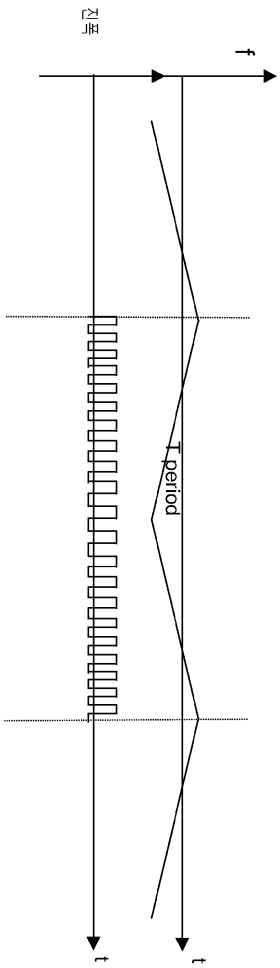
도면1



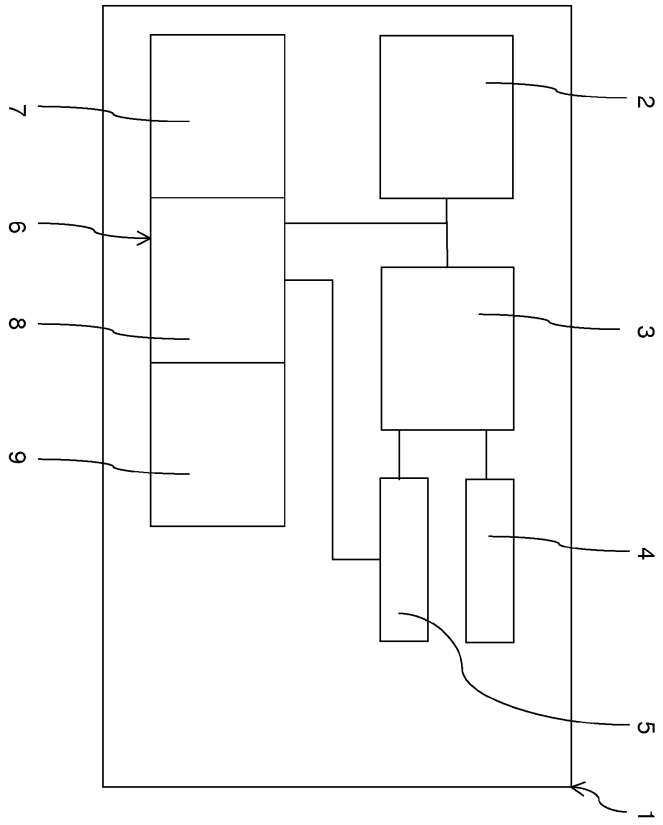
도면2



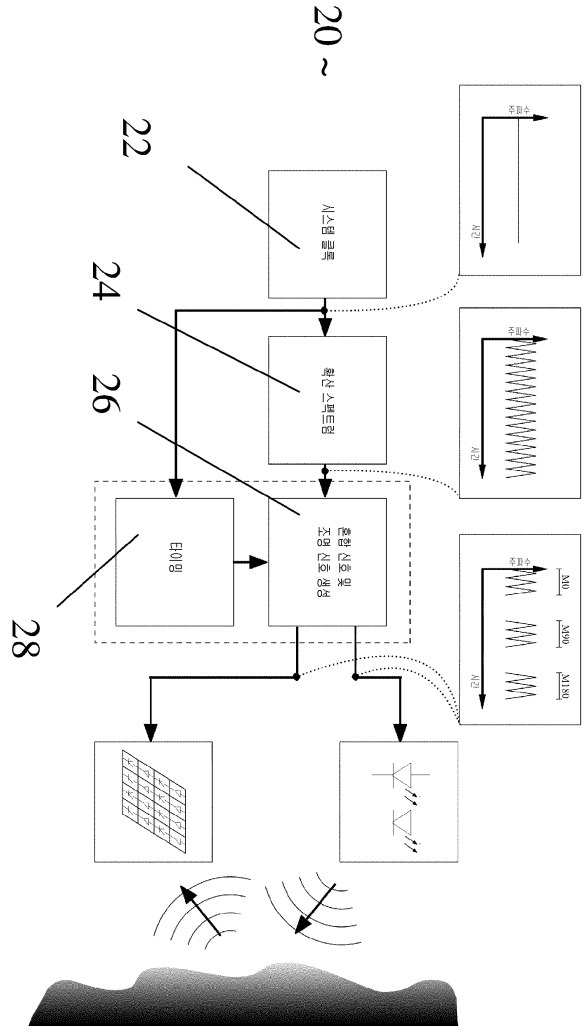
도면3



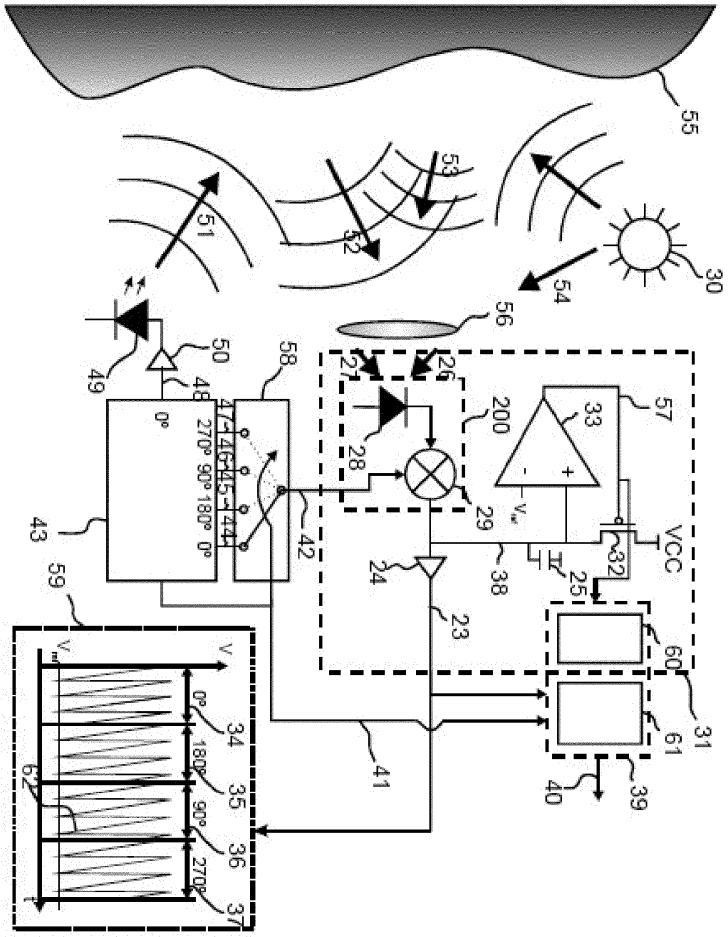
도면4



도면5



도면6


55
53
52
51
54
30
56
50
49
48
58
27
26
200
57
33
28
29
43
42
24
38
32
VCC
25
23
59
60
31
61
41
40
39
34
35
36
37
62
0°
180°
90°
270°