(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0116369
(43) 공개일자 2021년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/18 (2006.01) *G02B 26/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/18 (2019.05)
G02B 26/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0117019(분할)
(22) 출원일자 2021년09월02일
심사청구일자 2021년09월02일
(62) 원출원 특허 10-2019-0136262
원출원일자 2019년10월30일
심사청구일자 2019년10월30일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김완진
서울특별시 성동구 왕십리로 410 센트라스 102동 1601호
(74) 대리인
이은철

전체 청구항 수 : 총 9 항

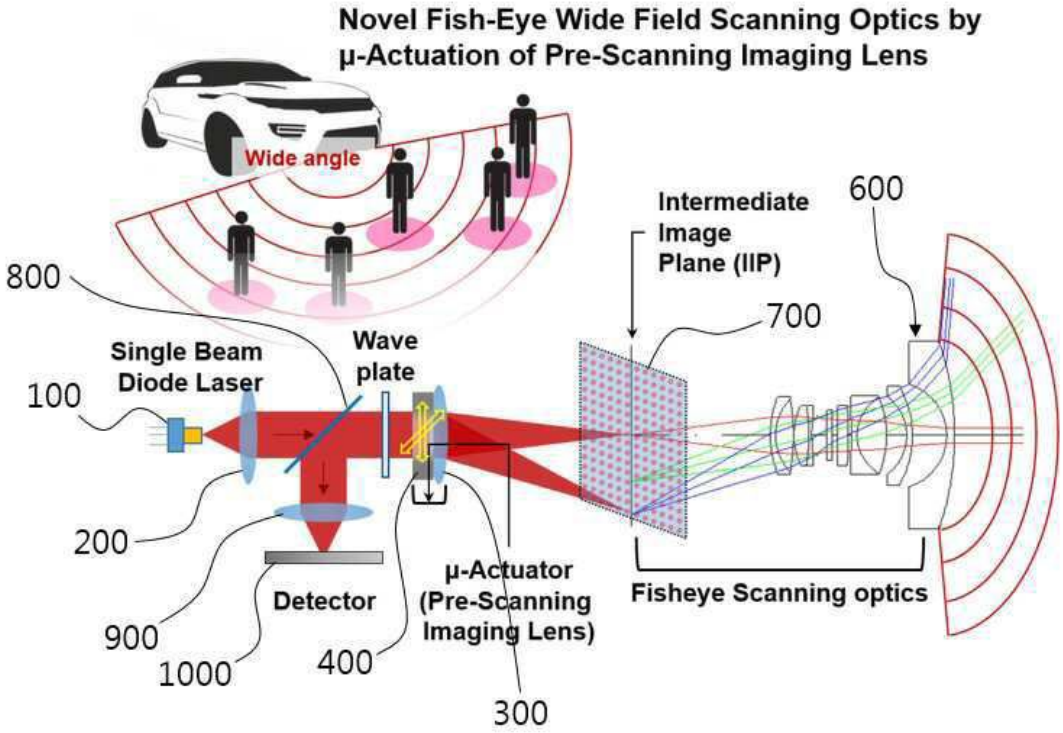
(54) 발명의 명칭 **간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템**

(57) 요 약

본 발명은 FOV(Field of View) 및 측정거리 등의 솔리드스테이트(Solid-state) 라이다 센서의 기술적 한계를 극복하여 초광각 공간 검출이 가능하도록 하는 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템에 관한 것이다. 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템은 광원부, 제1

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



집광렌즈, 광스티어링부, 구동부, 배율조정 광학부 및 광각렌즈부를 포함한다. 상기 광원부는 레이저 광을 조사하고, 상기 제1 집광렌즈는 광원부로부터 조사되는 광의 경로 상에 마련되어 상기 레이저 광이 광축에 평행하게 되도록 변환하거나 상기 레이저 광이 방사되는 각도를 줄여준다. 상기 광스티어링부는 제1 집광렌즈를 통해 변환된 광 경로 상에 설치되어 상기 레이저 광이 결상되는 위치를 조절한다. 상기 구동부는 광스티어링부를 구동한다. 상기 배율조정 광학부는 광스티어링부를 통해 광 경로가 변경된 레이저 광이 미리 설정된 광각렌즈부의 이미지면에 위치하도록 확대 또는 축소하여 결상한다. 상기 광각렌즈부는 레이저 광의 스캔 영역 및 FOV(Field of View)를 증대하기 위해 상기 이미지면을 통과한 레이저 광을 미리 설정된 각도 및 영역으로 방사한다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

레이저 광을 조사하는 광원부;

상기 광원부로부터 조사되는 광의 경로 상에 마련되어 상기 레이저 광이 광축에 평행하게 되도록 변환하거나 상기 레이저 광이 방사되는 각도를 줄여주는 제1 집광렌즈;

상기 제1 집광렌즈를 통해 변환된 광 경로 상에 대물렌즈가 탑재된 렌즈 쉬프트 액츄에이터가 설치되어 상기 레이저 광이 중간 가상 결상면 상에 결상되는 위치를 조절하는 광스티어링부;

상기 광스티어링부를 구동하는 구동부;

상기 광스티어링부를 통해 광 경로가 변경된 레이저 광이 미리 설정된 광각렌즈부의 이미지면에 위치하도록 확대 또는 축소하여 결상하는 배율조정 광학부; 및

상기 레이저 광의 스캔 영역 및 FOV(Field of View)를 증대하기 위해 상기 이미지면을 통과한 레이저 광을 미리 설정된 각도 및 영역으로 방사하는 광각렌즈부;를 포함하며,

상기 대물렌즈가 탑재된 렌즈 쉬프트 액츄에이터는 상기 대물렌즈의 위치를 상하좌우 2차원으로 조절하여 대물렌즈에 의한 초점의 위치를 상하좌우 2차원으로 조절하되, 순차적으로 변화시키는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광스티어링부는 렌즈의 위치를 제어하여 입사되는 광의 편향각을 조절할 수 있는 제2 집광렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 구동부는 상기 제2 집광렌즈의 위치를 상하좌우 2차원으로 조절하여 상기 중간 가상 결상면 상의 이미지를 2차원적으로 조절하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 구동부는 2차원 VCM(Voice Coil Motor) 액츄에이터 또는 2차원 선형 액츄에이터를 포함하고, 상기 2차원 VCM(Voice Coil Motor) 액츄에이터 또는 2차원 선형 액츄에이터를 이용하여 상기 제2 집광렌즈의 위치를 상하좌우 2차원으로 조절하여 상기 중간 가상 결상면 상의 이미지를 2차원적으로 조절하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 광각렌즈부는 어안렌즈(Fish Eye Lens)를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 레이저 광이 측정대상(Object)으로부터 반사된 반사광을 디텍터로 가이드하는 광속분할소자;

상기 광속분할소자와 디텍터 사이에 구비되어 상기 광속분할소자로부터 반사된 광속을 집광하여 디텍터로 전송하는 제3 집광렌즈;

상기 반사광을 수신하여 상기 측정대상을 감지하는 디텍터 및

상기 제1 집광렌즈와 광스티어링부의 사이에 파장판(Wave Plate)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광원부에서 조사된 레이저 광이 광각렌즈부의 이미지면을 통과할 수 있도록 구동부를 제어하는 컨트롤러를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 컨트롤러는 레이저 광이 광각렌즈부의 이미지면을 통과할 수 있도록 가상의 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane) 영역을 설정하고, 상기 광원부에서 조사된 레이저 광이 가상의 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane) 영역으로 투사되도록 구동부를 제어하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 배율조정 광학부는 상기 광스티어링부를 통해 광 경로가 변경된 레이저 광이 미리 설정된 광각렌즈부의 이미지면에 평행하게 입사되도록 레이저 광의 방사 각도를 변환하여 전송하는 것을 특징으로 하는 주사광학시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 FOV(Field of View) 및 측정거리 등의 솔리드스테이트(Solid-state) 라이다 센서의 기술적 한계를 극복하여 초광각 공간 검출이 가능하도록 하는 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 라이다(Light detection and ranging, LiDAR) 센서는 레이저 광원을 통해 타겟까지의 거리를 측정하는 측량기술로 광원에서 조사된 빛의 비행시간(Time of flight, TOF)을 계산함으로써 타겟의 디지털 3D 형상을 측량할 수 있다. 라이다(LiDAR) 센서는 우주선 및 탐사 로봇에 장착되어 카메라 기능을 보완하기 위한 수단으로

활용되어 왔으며, 최근에는 미래 무인자동차의 3D 영상 카메라의 핵심기술로 활용되며 중요성이 점차 증가되고 있다.

[0003] 현재 무인 자동차의 3D 영상 모델링을 위해 개발된 라이다(LiDAR) 센서는 레이저에서 조사된 빛을 회전 스캐닝 함으로써 영상정보를 수집하는 3D 레이저 스캐너(Laser scanner) 타입과, 레이저 빔을 확장 조사 후 반사되는 빛을 다중 배열 수신소자를 통해 수신하여 실시간 영상정보를 획득하는 3D Flash 타입으로 분류된다. 3D 레이저 스캐너 타입은 스캐닝 모듈로 인한 크기 및 안정성이, 3D Flash 타입은 해상도와 시야각 확보를 위한 수신기 개발이 문제가 되고 있다.

[0004] 한편, 라이다(LiDAR) 센서를 실제 상용차의 자율주행환경에 적용하기 위해서는 양산에 적용할 수 있도록 라이다(LiDAR) 센서의 시스템 코스트(System cost)를 낮추는 것이 매우 중요하다. 이를 위하여 스캔(Scan) 대응각이 작은 복수개의 소형 라이다 센서를 차량의 사방에 배치하여 공간을 분해하는 연구가 활발하게 진행 중에 있다.

[0005] Solid-state 라이다 센서는 기구 구동부가 없거나 최소화하는 장점으로 소형화에 큰 이점이 있어 OSLAM 사를 비롯한 전세계의 일류(Top Tier) 전장부품업체에서 활발하게 개발하고 있다. 그러나 광속을 편향(Deflection)하는 광기전 소자와 물체로부터 산란된 광속을 검출하는 다중배열수신소자(Focal Plane Array) 등의 작동특성이 온도, 습도, 진동, 충격 등의 구동환경에 민감하며, 측정대응영역(FOV)이 40㎐ 이하 수준으로 좁고, 50m 이상의 거리 측정을 위해 극히 높은 출력을 갖는 광원을 필요로 하기 때문에 아직까지 실제 자율주행테스트에 활발하게 적용되지 않고 있다.

[0006] 운전자의 개입 없이 주행하는 레벨(Level) 4 이상의 자율주행기술을 구현하고 있는 여러 완성차 업체에서는 회전기구부를 소형화한 라이다(LiDAR) 센서를 적용하여 우수한 자율주행성과를 거두고 있다. 그러나 이 경우 복수의 고출력 광원과 고관성 회전기구부를 필요로 하여 센서를 더욱 소형화하는 것이 어렵고, 센서 단가가 높아 복수의 센서를 적용해야 하는 것을 감안할 때 다양한 차종에 적용하기 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1773020호(2017년 09월 12일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 종래의 단점을 해결한 것으로서, 차량의 주행환경 변화에 따른 온도, 진동 및 충격 등의 센서 구동조건 변화에 따른 검출위치 오차를 실시간으로 인지하고 보상할 수 있는 구동 메커니즘을 가지며, FOV 및 측정거리 등 솔리드스테이트(Solid-state) 라이다 센서의 기술적 한계를 극복하여 초광각(>150㎐) 공간 검출이 가능한 라이다 센서를 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사 광학시스템은 광원부, 제1 집광렌즈, 광스티어링부, 구동부, 배율조정 광학부, 광각렌즈부, 광속분할소자, 제3 집광렌즈, 디텍터 및 컨트롤러를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 광원부는 레이저 광을 조사한다. 상기 제1 집광렌즈는 상기 광원부로부터 조사되는 광의 경로 상에 마련되어 상기 레이저 광이 광축에 평행하게 되도록 변환하거나 상기 레이저 광이 방사되는 각도를 줄여준다. 또한, 상기 광스티어링부는 상기 제1 집광렌즈를 통해 변환된 광 경로 상에 설치되어 상기 레이저 광이 중간 가상 결상면 상에 결상되는 위치를 조절한다.

[0011] 상기 구동부는 상기 광스티어링부를 구동한다. 상기 배율조정 광학부는 광스티어링부를 통해 광 경로가 변경된 레이저 광이 미리 설정된 광각렌즈부의 이미지면에 위치하도록 확대 또는 축소하여 결상한다. 또한, 상기 광각렌즈부는 레이저 광의 스캔 영역 및 FOV(Field of View)를 증대하기 위해 상기 이미지면을 통과한 레이저 광을 미리 설정된 각도 및 영역으로 방사한다.

[0012] 상기 광속분할소자는 레이저 광이 측정대상(Object)으로부터 반사된 반사광을 디텍터로 가이드한다. 상기 제3 집광렌즈는 광속분할소자와 디텍터 사이에 구비되어 상기 광속분할소자로부터 반사된 광속을 집광하여 디텍터로 전송한다. 상기 디텍터는 상기 반사광을 수신하여 전기로 변환함으로써 상기 측정대상을 감지한다.

[0013] 상기 컨트롤러는 광원부, 제1 집광렌즈, 배율조정 광학부, 광각렌즈부, 광속분할소자, 제3 집광렌즈 및 디텍터를 제어하며, 상기 레이저 광의 방사 범위를 설정하고, 상기 방사 범위에 따른 레이저 광의 각도를 판단하여 상기 광원부에서 조사된 레이저 광이 광각렌즈부의 이미지면을 통과할 수 있도록 구동부를 제어한다.

[0014] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템은 광원부, 제1 집광렌즈, 맴스미러(MEMS Mirror), 구동부, 주사렌즈부 및 광각렌즈부를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 광원부는 레이저 광을 조사한다. 상기 제1 집광렌즈는 광원부로부터 조사되는 광의 경로 상에 마련되어 상기 레이저 광이 광축에 평행하게 되도록 변환하거나 상기 레이저 광이 방사되는 각도를 줄여준다. 또한, 상기 맴스미러(MEMS Mirror)는 제1 집광렌즈를 통과한 광 경로 상에 설치되어 제1 집광렌즈로부터 입사되는 광속을 2차원적으로 변경하여 주사한다.

[0016] 상기 주사렌즈부는 맴스미러(MEMS Mirror)를 통해 주사되는 광속이 맴스미러(MEMS Mirror)에 의한 주사 각도에 따라 광각렌즈부의 초점면 상에서 초점을 형성한 후 상기 광각렌즈부의 입사면 내로 전송되도록 상기 광속을 광각렌즈부의 초점면 상에 이미징한다. 또한, 상기 광각렌즈부는 레이저 광의 스캔 영역 및 FOV(Field of View)를 증대하기 위해 상기 입사면을 통과한 레이저 광을 미리 설정된 각도 및 영역으로 방사한다.

발명의 효과

[0017] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템은 간단한 구동원리를 통해 수평 및 수직방향으로 순차적으로 광속을 주사함으로써 검출거리 및 FOV(Field of View)를 개선하여 순비용(Net cost)이 낮고 소형인 라이다 센서(LiDAR Sensor)를 구현할 수 있으며, 제어가 용이한 구동 메커니즘을 확보하고 있어 차량구동환경에 대한 구동안정성을 확보함으로서 안정적으로 자율주행 차량을 위한 고해상도 및 실시간 영상정보를 획득할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 주사광학시스템을 나타내는 개념도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 주사광학시스템을 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 주사광학시스템을 나타내는 구성도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명에서 액체 렌즈를 이용하여 광의 각도를 조절하는 것을 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다중 전극 액체 렌즈를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 주사광학시스템을 나타내는 구성도이다.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 중간 가상 결상면(Intermediate Image Plane, IIP)을 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 주사광학시스템을 나타내는 블록도이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 주사광학시스템을 나타내는 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면부호를 붙였다.

[0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "…부", "…기", "…모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하

드웨어나 또는 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0022] 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템을 나타내는 개념도이고, 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템을 나타내는 블록도이다.

[0024] 본 발명의 일 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 광원부(100), 제1 집광렌즈(200), 광스티어링부(300), 구동부(400), 배율조정 광학부(500) 및 광각렌즈부(600)를 포함할 수 있다.

[0025] 광원부(100)는 레이저 광을 조사할 수 있다. 바람직하게는 광원부(100)는 단일 레이저 광을 조사하는 레이저 다이오드(Laser Diode)를 포함할 수 있다. 제1 집광렌즈(200)는 광원부(100)로부터 조사되는 광의 경로 상에 마련되어 상기 레이저 광이 평행하게 되도록 평행 광으로 변환하거나, 상기 레이저 광이 방사되는 방사 각도를 줄여줄 수 있다. 여기에서, 제1 집광렌즈(200)는 콜리메이터(collimator) 렌즈가 사용될 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시 예에 따라 제1 집광렌즈(200)를 통과한 레이저 광의 각도를 변경하여 중간 가상 결상면(IIP)(700) 상의 이미지를 이동하기 위해 다음의 2가지 방법이 사용할 수 있다.

[0027] 하나는, 구동부(400)를 통해 대물렌즈(Objective Lens)의 위치를 2차원으로 조절함으로써 대물렌즈(Objective Lens)에 의한 중간 가상 결상면(IIP)(700)에서의 결상 위치를 2차원적으로 조절하여 광각렌즈를 통해 수평 및 수직방향으로의 방사각도를 조정할 수 있다.

[0028] 다른 하나는, 구동부(400)를 제어하여 액체렌즈의 렌즈 표면 곡률반경(Radius of curvature)을 변화시킴으로써 중간 가상 결상면(IIP)(700) 상의 이미지 위치를 이동할 수 있다.

[0029] 일반적으로 액체 렌즈(Liquid Lens)는 광의 디포커스(de-focus)를 보상하는데 사용되지만, 액체 렌즈에 대한 편향된 광의 입사는 출사되는 광의 편향을 발생하고, 중간 가상 결상면(IIP)(700) 상의 이미지를 이동할 수 있다. 또한, 액체 렌즈의 곡률 반경을 조정함으로써 입사되는 광의 편향 각도 및 초점거리를 제어할 수 있다.

[0030] 또한, 일반적으로 수평 방향의 스캔은 용이한 반면에 수직 방향의 스캔이 어려운 라이다(LiDAR) 센서의 단점을 극복하기 위해 본 발명의 실시 예에 따른 주사광학시스템(10)은 광스티어링부(300) 및 구동부(400)를 구성하고, 각각 수평 방향과 수직 방향의 광각도 조절을 위해 구동부(400)를 제어할 수 있다.

[0031] 광스티어링부(300)는 제1 집광렌즈(200)를 통과한 레이저 광의 경로 상에 설치되어 상기 레이저 광이 중간 가상 결상면(700) 상에 결상되는 위치를 조절할 수 있다. 광스티어링부(300)는 액체렌즈 모듈(310)과 제2 집광렌즈(320)를 포함할 수 있다.

[0032] 액체렌즈 모듈(310)은 적어도 하나의 액체 렌즈(Liquid Lens)를 포함하고, 제2 집광렌즈(320)는 대물렌즈(Objective Lens) 또는 일반렌즈를 포함한다. 상기 액체 렌즈(Liquid Lens)는 연속 전압을 이용하여 미세한 공간 분해능을 얻을 수 있다. 또한, 제2 집광렌즈(320)는 상기 대물렌즈 또는 일반렌즈의 위치를 제어하여 입사되는 광의 편향각을 조절할 수 있다.

[0033] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 주사광학시스템을 나타내는 구성도이고, 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시 예에 따른 주사광학시스템에서 액체 렌즈를 이용하여 광의 각도를 조절하는 것을 나타내는 도면이다. 즉, 도 3은 액체렌즈 모듈(310)을 이용하여 제1 집광렌즈(200)를 통과한 레이저 광의 각도를 변경하는 것을 나타내는 도면이다. 도 3의 4개 액체렌즈 중 우측 2개의 액체렌즈는 x축의 각도를 조절하고, 좌측 2개의 액체렌즈는 y축의 각도를 조절할 수 있다.

[0034] 또한, 도 4a는 도 3에서 광이 렌즈의 정점을 지나는 액체렌즈(311, 313)와 광의 중심축으로부터 편심된 액체렌즈(312, 314)가 각각 쌍을 이루어 광의 각도를 변경하는 것을 나타내는 도면이고, 도 4b는 도 4a에서 편심된 액체렌즈(312)의 곡률반경(Radius of curvature)을 조절하여 초점거리를 변경하는 것을 나타내는 도면이다.

[0035] 액체렌즈를 이용하여 광의 각도를 변경하는 경우에는 1쌍(2개)의 액체렌즈 각각의 곡률반경(Radius of curvature)을 조정하여 1차원의 스캐닝을 구현하고, 2차원의 스캐닝 구동을 위해서는 1쌍(2개)의 액체렌즈가 더 필요하다.

[0036] 본 발명의 일 실시 예에 따른 액체렌즈 모듈(310)은 4개의 액체 렌즈(Liquid Lens)로 이루어질 수 있다. 4개의 액체 렌즈는 각각 2개씩 쌍을 이루며, 두 쌍의 액체렌즈 중 어느 1쌍의 액체렌즈(311, 312)를 이용하여 광의 수직(Vertical, y축) 방향 각도를 조절하고, 다른 1쌍의 액체 렌즈(313, 314)를 이용하여 광의 수평(Horizontal, x축) 방향 각도를 조절할 수 있다.

[0037] 즉, 액체렌즈 각각의 곡률반경(Radius of curvature)을 조절하여 원하는 각도로 광의 각도를 변경할 수 있다. 도 4a에서 도시된 바와 같이 2개의 액체렌즈로 이루어지는 각 쌍의 액체렌즈에서 어느 하나의 액체렌즈(312, 314)는 광축으로부터 중심축이 소정거리 편심되도록 구성되어 상기 액체렌즈(312, 314)의 곡률반경을 변경함으로써 광의 주사각을 변화시킬 수 있다.

[0038] 이때 중심축으로부터 편심된 액체렌즈(312, 314)의 굴절력 변화로 인해 초점위치가 달라지게 될 수 있다. 즉, 도 4b에서 상단의 액체렌즈(312)는 중간 가상 결상면(700) 상에 초점이 형성되고 있지만, 곡률반경(Radius of curvature)을 변경된 하단의 액체렌즈(312)는 초점 거리가 증대되어 중간 가상 결상면(700) 상에 초점이 형성되지 않는다.

[0039] 이를 보상하기 위해 입사광속이 렌즈의 정점을 지나는 또 다른 액체렌즈(311, 313)를 구성하고, 상기 정점 액체렌즈(311, 313)의 곡률반경을 조정하여 광의 초점(focusing)을 맞출 수 있다. 이를 통해, 액체렌즈 모듈(310)은 2차원 평면상의 원하는 위치로 레이저 광의 각도를 조절할 수 있다.

[0040] 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다중 전극(Multiple Electrodes)을 갖는 액체 렌즈를 나타내는 도면이다. 도 5에서 도시된 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 액체렌즈 모듈(310)은 다중 전극(Multiple Electrodes)을 이용하여 액체 렌즈(Liquid Lens)의 입력 전극으로부터 유도되는 전류의 방향과 전압을 조정함으로써 입사되는 레이저 광의 출사각도 및 초점거리를 조정할 수 있다.

[0041] 즉, 광스티어링부(300)는 다중 전극(Multiple Electrodes)을 갖는 2개의 액체렌즈(Liquid Lens)로 이루어질 수 있다. 이때, 구동부(400)에는 다중 전극(Multiple Electrodes)에 각각 독립적으로 전압을 인가할 수 있는 전압공급 모듈(410)이 포함된다.

[0042] 또한, 전압공급 모듈(410)로부터 상기 다중 전극(Multiple Electrodes)을 갖는 액체렌즈(Liquid Lens)의 각 다중 전극에 각각 독립적으로 인가되는 입력전압을 조정하여 서로 다른 굴절률을 갖는 이종 액체 계면의 곡률과 계면 정점(Vertex Point)의 위치를 변경함으로써 광스티어링부(300)로부터 출사되는 레이저 광의 출사각도 및 초점거리를 제어할 수 있다.

[0043] 예를 들어, 도 5의 좌측 도면에서 상단의 제1전압(310c)을 하단의 제2전압(310d)보다 상대적으로 높게 인가하는 경우에 오일(Oil)(310a)과 물(Water)(310b)의 경계면으로 이루어지는 굴곡면(310e)이 상층보다 하층에 두껍게 형성됨으로써 입사되는 레이저 광은 상대적으로 하향 출사된다. 반대로, 도 5의 우측 도면에서 상단의 제1전압(310c)보다 하단의 제2전압(310d)을 상대적으로 높게 인가하는 경우에는 오일(Oil)(310a)과 물(Water)(310b)로 이루어지는 굴곡면(310e)이 하층보다 상층에 두껍게 형성됨으로써 입사되는 레이저 광은 상대적으로 상향 출사된다.

[0044] 도 5의 다중 전극을 갖는 액체렌즈는 액체 사이의 계면 곡률과 정점을 동시에 변경함으로써 하나의 소자(액체렌즈)로 한 축 방향의 빔 스티어링(beam steering)을 구현할 수 있다. 따라서, 도 3의 경우는 4개의 액체렌즈를 이용하여 레이저 광의 출사각도 및 초점거리를 제어하는 반면, 도 5의 다중 전극(Multiple Electrodes)을 갖는 액체 렌즈(Liquid Lens)는 2개의 소자(액체렌즈)만을 사용하여 수평 및 수직 스티어링(steering)을 구현하고, 레이저 광의 출사각도 및 초점거리를 제어할 수 있다.

[0045] 이와 같이 다중 전극(Multiple Electrodes)을 갖는 액체 렌즈(Liquid Lens)를 이용함으로써 레이저 광의 출사각도 및 초점거리를 제어하기 위한 액체 렌즈의 수를 줄일 수 있다.

[0046] 한편, 제1 집광렌즈(200)와 광스티어링부(300)의 사이에는 파장판(wave plate)이 더 포함될 수 있다. 또한, 광스티어링부(300)와 배율조정 광학부(500)의 사이에는 프리즘(Prism)이 더 포함될 수 있다. 이를 통해 광원부(100)로부터 조사되는 광을 필터링하여 직선 편광을 추출할 수 있다.

[0047] 구동부(400)는 광스티어링부(300)를 구동하여 상기 레이저 광을 2차원 중간 가상 결상면(IIP)(700) 상에 선택적으로 이미징할 수 있다. 즉, 구동부(400)에는 액체렌즈 모듈(310)을 구동하기 위해 각 액체렌즈에 선택적으로 전압을 공급하는 전압공급 모듈(410)이 포함된다.

[0048] 전압공급 모듈(410)은 컨트롤러(1100)의 제어에 따라 동작 되어 액체렌즈 모듈(310)에 선택적으로 전압을 공급

한다. 즉, 액체렌즈 모듈(310)이 단일 전극을 갖는 4개의 액체렌즈로 이루어지는 경우 컨트롤러(1100)는 전압공급 모듈(410)을 제어하여 각 액체렌즈의 단일 전극에 전압을 공급한다.

[0049] 또한, 액체렌즈 모듈(310)이 다중 전극(Multiple Electrodes)을 갖는 2개의 액체렌즈(Liquid Lens)로 이루어지는 경우 컨트롤러(1100)는 전압공급 모듈(410)을 제어하여 각 액체렌즈의 다중 전극에 각각 독립적으로 전압을 인가할 수 있다.

[0050] 구동부(400)는 상기 액체 렌즈(Liquid Lens) 중 적어도 어느 하나를 구동하여 중간 가상 결상면(700) 상에 이미징되는 광의 수직 방향 각도 또는 수평 방향 각도를 조절할 수 있다.

[0051] 또한, 구동부(400)는 액츄에이터(actuator)(420)를 포함할 수 있다. 바람직하게는 광스티어링부(300)의 정밀한 제어를 위해 마이크로 엑츄에이터(μ-actuator)(421)(미도시)가 이용될 수 있다. 또한, 구동부(400)는 AO(Adaptive Optics) 액츄에이터, EO(Electroosmotic) 액츄에이터, VCM(Voice Coil Motor) 액츄에이터 및 선형 액츄에이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0052] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)을 나타내는 구성도이다. 즉, 도 6은 도 1의 구성을 더욱 구체화하기 위한 실시 예로서 배율조정 광학부(500)를 이용하여 광속이 중간 가상 결상면(IIP)(700) 상에 위치하도록 조절하는 것을 나타내는 도면이다.

[0053] 도 6에서 도시된 바와 같이 제2 집광렌즈(320)를 이용하여 제1 집광렌즈(200)를 통과한 레이저 광의 레이저 광의 초점위치를 순차적으로 변화시킬 수 있다.

[0054] 또한, 도 6에서 도시된 바와 같이 구동부(400)는 제2 집광렌즈(320)의 위치를 상하좌우 2차원으로 조절하여 제2 집광렌즈(320)에 의한 초점의 위치를 상하좌우 2차원으로 변경할 수 있다. 즉, 구동부(400)를 이용하여 평행한 광속이 입사되는 제2 집광렌즈(320)를 광축에 수직한 2차원 방향으로 구동시킴으로써 제2 집광렌즈(320)에 의한 초점의 위치를 상하좌우 2차원적으로 변경할 수 있다.

[0055] 제2 집광렌즈(320)를 구동하는 구동부(400)는 VCM(Voice Coil Motor) 액츄에이터(actuator) 및 PZT(Piezoelectric) 액츄에이터(actuator) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 제2 집광렌즈(320)는 대물렌즈(Objective Lens) 또는 일반렌즈가 될 수 있다.

[0056] 일반적으로 광각렌즈부(600)의 입사면(센서면) 크기는 광스티어링부(300)를 통해 각도가 변경된 광의 이미지 영역 크기와 동일하지 않다. 만약에 광각렌즈부(600)의 입사면(센서면) 크기를 상기 광의 이미지 영역 크기와 동일하도록 광각렌즈부(600)를 설계하는 경우에는 배율조정 광학부(500)가 사용되지 않을 수 있어 주사광학시스템(10)의 크기를 혁신적으로 줄일 수 있다.

[0057] 그러나 이 경우에는 종래에 개발되어 있는 광각렌즈를 사용할 수 없는 단점이 있다. 따라서, 배율조정 광학부(500)는 광스티어링부(300)를 통해 광 경로가 변경된 레이저 광의 이미지 영역 크기를 광각렌즈부(600)의 입사면(센서면) 크기에 대응되도록 변경할 수 있다.

[0058] 배율조정 광학부(500)는 광스티어링부(300)를 통해 광 경로가 변경된 레이저 광을 미리 설정된 광각렌즈부(600)의 이미지면 또는 입사면에 위치하도록 확대 또는 축소하여 결상할 수 있다. 또한, 배율조정 광학부(500)는 광스티어링부(300)를 통해 광 경로가 변경된 레이저 광이 미리 설정된 광각렌즈부(600)의 이미지면에 평행하게 입사되도록 레이저 광의 방사 각도를 변환하여 전송할 수 있다.

[0059] 즉, 배율조정 광학부(500)는 광스티어링부(300)를 통해 광 경로가 변경된 광이 위치할 수 있는 영역의 크기를 확대 또는 축소하여 미리 센서의 크기가 정해진 광각렌즈부(600)의 입사면(센서면) 영역으로 광을 결상할 수 있다. 또는, 광각렌즈부(600)의 입사면으로 입사되는 광이 수평하게 입사되도록 조절할 수 있다. 이때, 배율조정 광학부(500)는 다수의 렌즈로 구성되는 릴레이 광학계로 구성할 수 있다.

[0060] 여기에서, 광속이 광각렌즈부(600)의 이미지면에 평행하게 입사되도록 변환하는 것은 광각렌즈부(600)를 통해 레이저 광속이 공간상으로 주사될 때 광속의 손실을 최소화하여 주사하는 각도별 광량 편차를 억제하고, 검출 광량을 높일 수 있는 효과가 있다.

[0061] 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 자율주행 차량을 위한 라이다(Light detection and ranging, LiDAR)에 적용될 수 있다. 라이다(LiDAR) 센서는 공간을 통해 근적외선 파장의 광을 조사하고, 측정대상물로부터 산란된 광의 비행시간(Time of Flight, TOF)을 측정하여 동작한다.

[0062] 일반적으로 라이다(LiDAR)의 성능에 영향을 미치는 요소는 광원의 세기(Power) 및 파장(wavelength)과, 센서(Sensor)의 감도(Sensitivity) 및 다이나믹 레인지(Dynamic range)와, 광학(Optical) 시스템의 FOV 및 공간 해상도이다. 이러한 요소 중에서 라이다 센서의 FOV 관점에서 만약 광원이 종래의 광대역 필드 광학의 이미지 평면(Image plane)에 할당되면 넓은 FOV를 갖는 3D 공간을 스캔할 수 있다. 그러나 이미지 평면에 여러 개의 레이저를 적용하기는 어렵다.

[0063] 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 광스티어링부(300)를 통한 레이저 광을 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane)(700) 상에 선택적으로 이미징함으로써 중간 가상 결상면(700) 상에 2차원 광원이 있는 것과 같은 어레이 광원 효과를 구현할 수 있다.

[0064] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 중간 가상 결상면(Intermediate Image Plane, IIP)을 나타내는 도면이다. 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 광각렌즈부(600)의 입사면에 가상의 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane)(700) 영역을 설정하고, 광원부(100)로부터 조사되는 광이 광스티어링부(300)를 통해 상기 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane)(700) 영역에 선택적으로 이미징되도록 함으로써 가상의 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane)(700)에 2차원 광원이 있는 것과 같은 효과를 나타낼 수 있다.

[0065] 중간 가상 결상면(IIP)(700) 또는 광각렌즈부(600)의 이미지면을 통과한 레이저 광은 광각렌즈부(600)에 입사되어 미리 설정된 각도 및 영역으로 방사된다. 광각렌즈부(600)에는 어안렌즈(Fish Eye Lens)(610)가 포함될 수 있다. 광각렌즈부(600)는 레이저 광의 넓은 스캔 영역 및 FOV(Field of View)를 확보하기 위한 것으로 180도 이상의 화각을 제공할 수 있다.

[0066] 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 광속분할소자(800), 제3 집광렌즈(900) 및 디텍터(1000)를 더 포함할 수 있다.

[0067] 광속분할소자(800)는 상기 레이저 광이 측정대상(Object)으로부터 반사된 반사광을 디텍터(1000)로 가이드할 수 있다. 제3 집광렌즈(900)는 광속분할소자(800)와 디텍터(1000) 사이에 구비되어 광속분할소자(800)로부터 반사된 광속을 집광하여 디텍터(1000)로 전송할 수 있다.

[0068] 디텍터(1000)는 상기 반사광을 수신하여 전기로 변환함으로써 상기 측정대상을 감지할 수 있다. 즉, 디텍터(1000)는 레이저 광이 측정대상에 반사되어 형성되는 반사광을 획득하여 상기 측정대상을 감지할 수 있다. 디텍터(1000)는 SPAD(Single Photon Avalanche Detector)를 활용하여 검출신호 특성을 분석할 수 있다.

[0069] 컨트롤러(1100)는 상기 레이저 광의 방사 범위를 설정하고, 상기 방사 범위에 따른 레이저 광의 각도를 판단하여 구동부(400)를 제어할 수 있다. 즉, 컨트롤러(1100)는 구동부(400)를 제어하여 광스티어링부(300)를 조절함으로써 광각렌즈부(600)의 입사면 또는 이미지면에 입사되는 레이저 광의 각도를 조절할 수 있다.

[0070] 또한, 컨트롤러(1100)는 광원부(100)에서 조사된 레이저 광이 광각렌즈부(600)의 이미지면을 통과할 수 있도록 구동부(400)를 제어할 수 있다. 또한, 컨트롤러(1100)는 가상의 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane) 영역을 설정하고, 광원부(100)에서 조사된 레이저 광이 설정된 2차원 중간 가상 결상면(IIP, Intermediate Image Plane) 영역으로 투사되도록 구동부(400)를 제어할 수 있다.

[0071] 또한, 컨트롤러(1100)는 광원부(100), 제1 집광렌즈(200), 배율조정 광학부(500) 및 디텍터(1000)를 제어할 수 있다.

[0072] 표1. 초정밀 광각 공간분해가 가능한 Compact LiDAR Sensor

Components Spec.			
Light Source	905 nm Laser Diode (1ea)		
Optics for Wide FOV Scanning	1 Col. Lens + 1 PBS/QWP + 1 Actuated Lens + Relay Optics + Fisheye Optics (Material: Glass, Transmittance @ 905 nm> 99 %)		
Optics for Wide FOV Detection	Additional Sensor Lens and a SPAD(1 segment) (SPAD: Single Photon Avalanche Detector)		
μ-Actuator	Moving Range	-0.5~+0.5 mm (total 1.0 mm) @100 Hz	
	Unit Displacement (Position Accuracy)	3 μm in 2 μsec (±0.5 μm)	
Expected LIDAR Sensor Spec.			
Horizontal FOV	150 deg.	Horizontal Angular Resolution	0.25 deg.
Horizontal FOV	8 deg.	Vertical Angular Resolution	0.40 deg.
Measurement Range	100 m	Horizontal Angular Resolution	0.30 m
Operating Range	-40° to 85° C	Image Refresh Rate	100 Hz

[0073]

[0074] 상기 표1은 본 발명의 실시 예에 따른 주사광학시스템(10)이 적용되어 초정밀 광각 공간분해가 가능한 컴팩트 라이다 센서(Compact LiDAR Sensor)를 나타낸다. 표1에서 나타낸 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)을 이용하여 수평방향화각(HFOV) 150ㄹㅎ, 수직방향화각(VFOV) 8ㄹㅎ이상의 공간에 대한 물체 측위가 가능하다.

[0075] 또한, 단일 고출력 레이저를 활용하여 각 공간상의 위치마다 순차적으로 정보를 취득함으로써 종래의 기구부 회전식 라이다(LiDAR)와 동등한 수준으로 100m 이상의 측정거리를 구현할 수 있다. 또한, 구동부(400)를 이용하여 광스티어링부(300)를 좌우 ㅁ50㎜로 구동시 150ㄹㅎ이상의 FOV를 구현할 수 있다.

[0076] 종래의 기구부 회전식 라이다는 단일 반사면을 갖는 회전체의 정속 구동을 이용하므로 서로 기울어져 입사하는 다중 레이저 광속에 의하여 수직방향 공간을 분해하기 때문에 온도, 습도, 진동 및 충격 등 차량의 주행환경 변화 시 수평 및 수직 방향으로 주사 대응각에 오차가 발생하는 것을 보상할 수 없다.

[0077] 그러나 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 컴팩트(Compact)하며 우수한 응답특성을 갖는 저가의 액츄에이터(actuator)를 구동부(400)에 적용하여 광스티어링부(300)를 2차원으로 구동할 수 있다. 또한, 단일 레이저에서 출사된 광속을 공간상에 순차적으로 주사함으로써 주사되는 광속의 수평 및 수직방향 각도 정보를 직접적으로 알 수 있고, 단일 세그먼트(Segment)를 갖는 검출소자를 활용하여 각 주사각에 대한 TOF(Time of Flight)를 검출할 수 있어 시스템을 보다 컴팩트(Compact)하게 구현할 수 있는 효과가 있다.

[0078] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 주사광학시스템(10)을 나타내는 블록도이고, 도 9는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 주사광학시스템(10)을 나타내는 구성도이다. 즉, 도 8 및 도 9는 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)를 이용하여 제1 집광렌즈(200)를 통과한 레이저 광의 각도를 변경하는 것을 나타내는 도면이다.

[0079] 본 발명의 실시 예에 따른 주사광학시스템(10)은 평행하게 입사되는 광속을 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)를 이용하여 여러 방향으로 스캐닝(주사)한 후, 광학적인 필드(Field)를 플렛(Flat)하게 만들어 주는 주사렌즈부(1300)를 이용하여 중간 가상 결상면(700) 상에 직접적으로 결상함으로써 광각 스캐닝을 구현할 수 있다.

[0080] 도 8 및 도 9에서 도시된 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 주사광학시스템(10)은 광원부(100), 제1 집광렌즈(200), 맴스미러(MEMS Mirror)(1200), 구동부(400), 주사렌즈부(1300) 및 광각렌즈부(600)를 포함할 수 있다.

[0081] 광원부(100)는 레이저 광을 조사할 수 있다. 제1 집광렌즈(200)는 광원부(100)로부터 조사되는 광의 경로 상에 마련되어 상기 레이저 광이 광축에 평행하게 되도록 평행 광으로 변환하거나 상기 레이저 광이 방사되는 방사각도를 줄여준다.

[0082] 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)는 제1 집광렌즈(200)를 통과한 광의 경로 상에 설치되어 제1 집광렌즈(200)로부터 입사되는 광속을 2차원적으로 변경하여 주사한다. 구동부(400)는 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)를 구동하여 광의

각도를 제어할 수 있다.

[0083] 주사렌즈부(1300)는 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)를 통해 각도가 변경되어 주사되는 광속이 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)에 의한 주사 각도에 따라 광각렌즈부(600)의 중간 가상 결상면(IIP)(700) 또는 초점면 상에서 초점을 형성한 후 광각렌즈부(600)의 이미지면 또는 입사면 내로 전송되도록 상기 광속을 광각렌즈부(600)의 중간 가상 결상면(IIP)(700) 또는 초점면 상에 이미징할 수 있다.

[0084] 또한, 광각렌즈부(600)는 상기 레이저 광의 스캔 영역 및 FOV(Field of View)를 증대하기 위해 상기 이미지면 또는 입사면을 통과한 레이저 광을 미리 설정된 각도 및 영역으로 방사할 수 있다.

[0085] VCM(Voice Coil Motor) 액츄에이터(actuator)를 이용한 제2 집광렌즈(320)나 액체렌즈를 이용한 액체렌즈 모듈(310)은 구동량이 커지면 구동주파수를 크게 구현할 수 없어 광스티어링부(300)를 통한 이미지 위치 변동량이 적다. 따라서, 액체렌즈 모듈(310)이나 제2 집광렌즈(320)는 광각렌즈부(600)의 입사면에 이미지를 형성하기 위해서는 배율조정 광학부(500)가 필요하지만, 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)는 구동주파수가 높아 배율조정 광학부(500)가 필요하지 않다.

[0086] 따라서, 맴스미러(MEMS Mirror)(1200)를 이용한 주사광학시스템(10)은 주사렌즈부(1300)를 이용하여 직접적으로 광각렌즈부(600)의 입사면에 결상할 수 있는 장점이 있다.

[0087] 이와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 다중 레이저 광원 및 다중 수광소자를 이용하여 수직방향의 공간을 분해하는 종래의 기구부 회전형 라이다 대비 고가의 요소부품을 현격히 줄일 수 있고, 최근 활발히 연구되고 있는 솔리드스테이트(Solid-state) 라이다 센서의 기술적 취약점인 좁은 FOV, 짧은 검출거리, 고가의 2차원 FPA를 사용해야 하는 문제점을 극복할 수 있다.

[0088] 또한, 광스티어링부(300)의 2차원 변위에 대한 위치 제어를 통하여 주행환경(온도, 습도, 진동, 충격 등) 변화에 따른 센서의 측위 오차를 최소화하여 종래의 라이다 센서 대비 구동 안정성을 확보할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 광각 이미징시 발생할 수 있는 왜곡과 화각별 광량의 불균형을 해결할 수 있는 광학/이미지 처리 솔루션을 통해 초광각 공간분해 특성을 확보할 수 있는 효과가 있고, 온도 및 습도 변화에 따른 광스티어링부(300)의 초정밀 제어기술을 통해 구동환경에 강건한 작동특성을 확보할 수 있는 효과가 있다.

[0089] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 간단한 대물렌즈위치 순차제어를 통한 2차원 주사광학시스템(10)은 지속적인 전압 조절을 통해 미세한 공간 분해능을 구현할 수 있는 광속 편향식 액체 렌즈로 이루어지는 액체렌즈 모듈(310)과, 어안렌즈(610)를 활용하여 FOV를 개선할 수 있는 효과가 있다.

[0090] 이상으로 본 발명에 관한 바람직한 실시 예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시 예로부터 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의한 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경을 포함한다.

부호의 설명

[0091] 10 : 주사광학시스템 100 : 광원부

200 : 제1 집광렌즈 300 : 광스티어링부

310 : 액체렌즈 모듈 310a : 오일(Oil)

310b : 물(Water) 310c : 제1전압

310d : 제2전압 310e : 굴곡면

311 : 제1 액체렌즈 312 : 제2 액체렌즈

313 : 제3 액체렌즈 314 : 제4 액체렌즈

320 : 제2 집광렌즈 400 : 구동부

410 : 전압공급 모듈 420 : 액츄에이터

500 : 배율조정 광학부 600 : 광각렌즈부

610 : 어안렌즈 700 : 중간 가상 결상면(IIP)

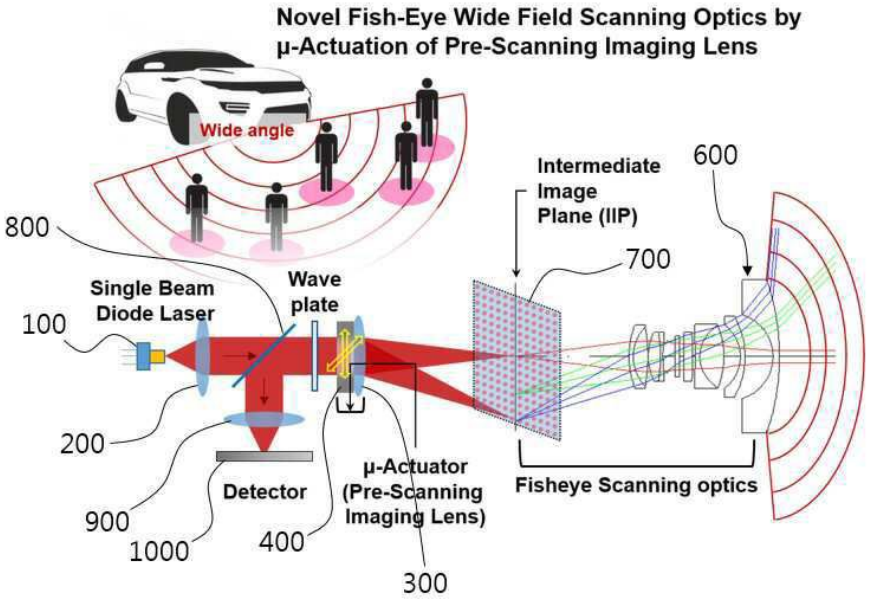
800 : 광속분할소자 900 : 제3 집광렌즈

1000 : 디텍터 1100 : 컨트롤러

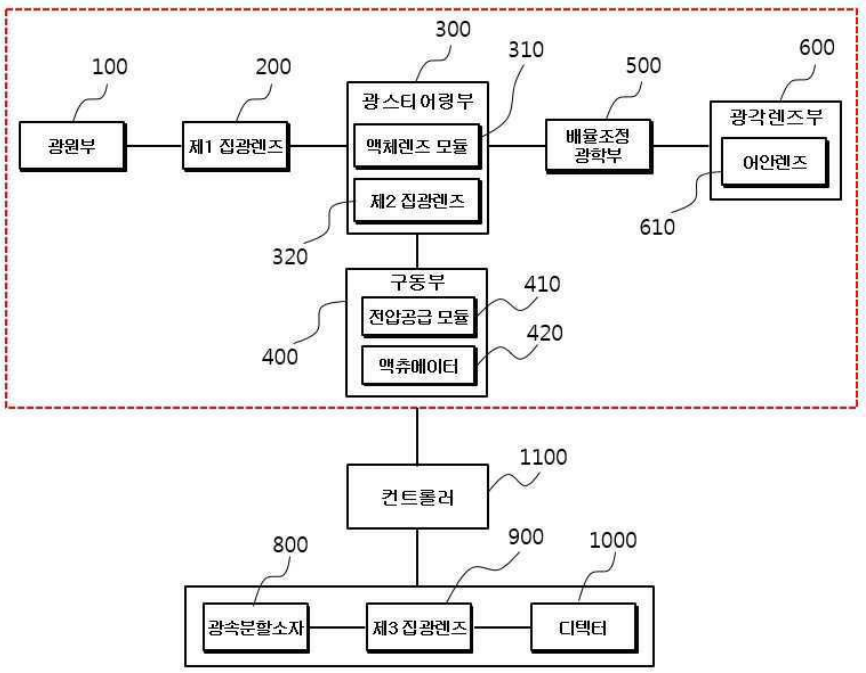
1200 : 맴스미러(MEMS Mirror) 1300 : 주사렌즈부

도면

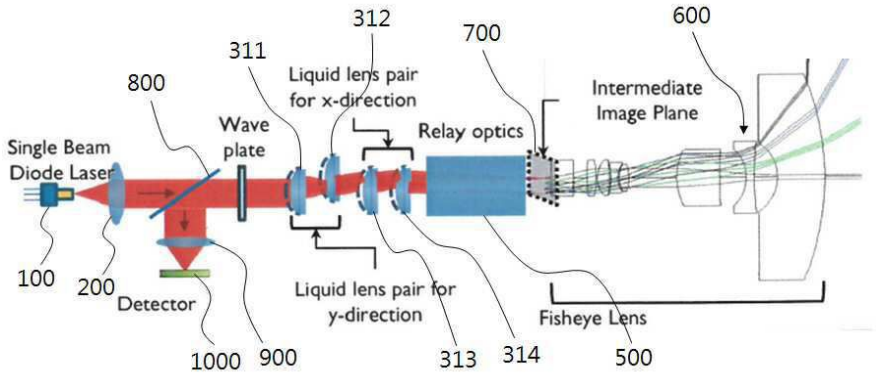
도면1



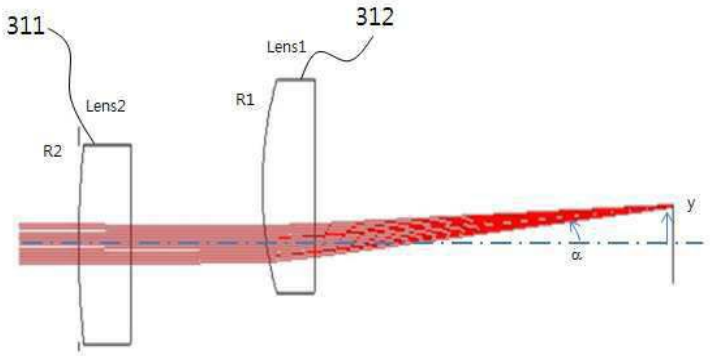
도면2



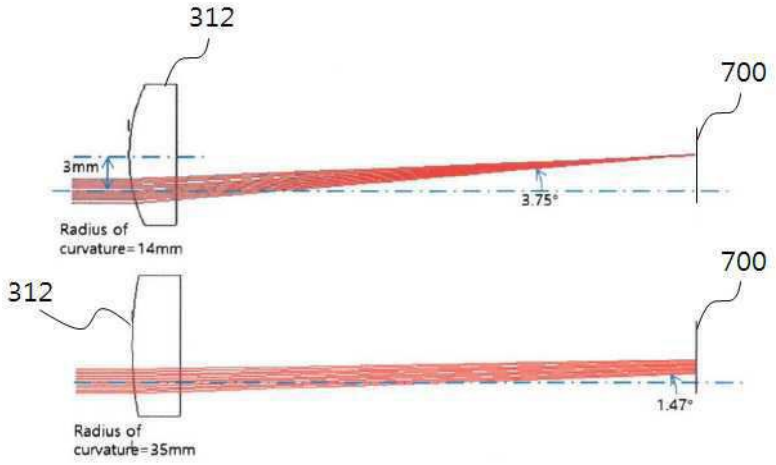
도면3



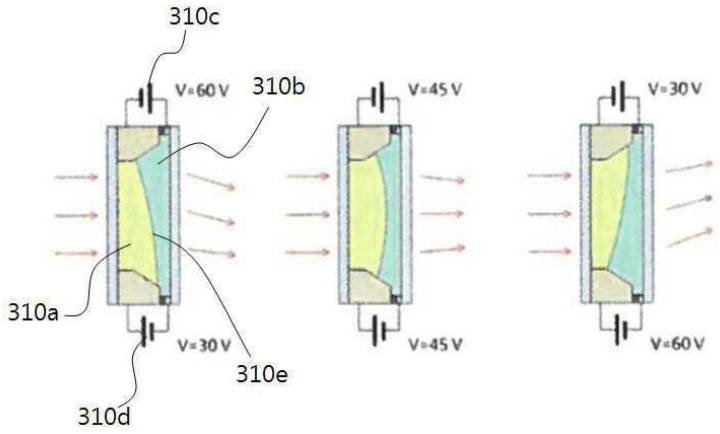
도면4a



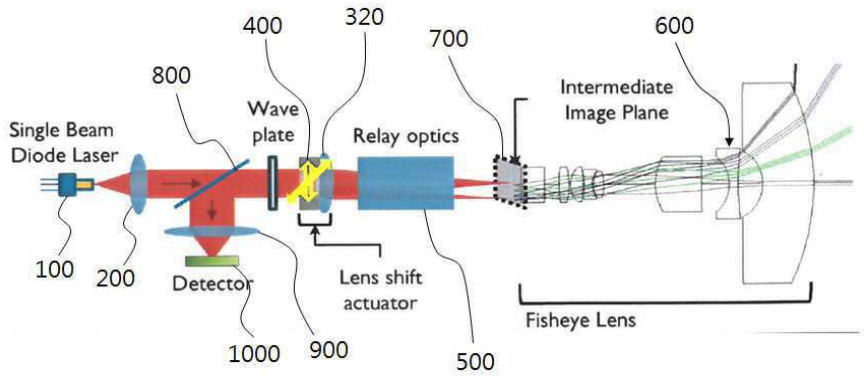
도면4b



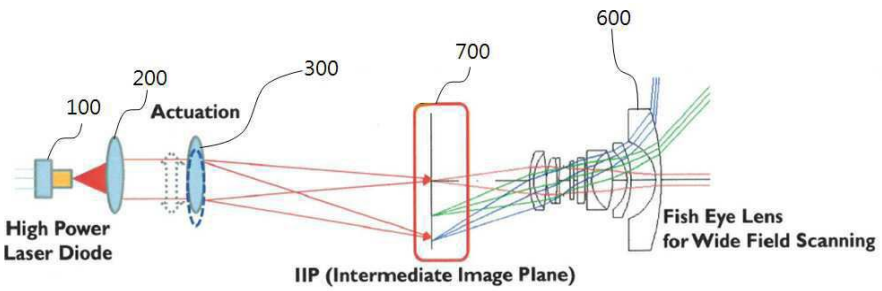
도면5


310c
V=60 V
310b
V=45 V
V=30 V
310a
V=30 V
V=45 V
V=60 V
310e
310d

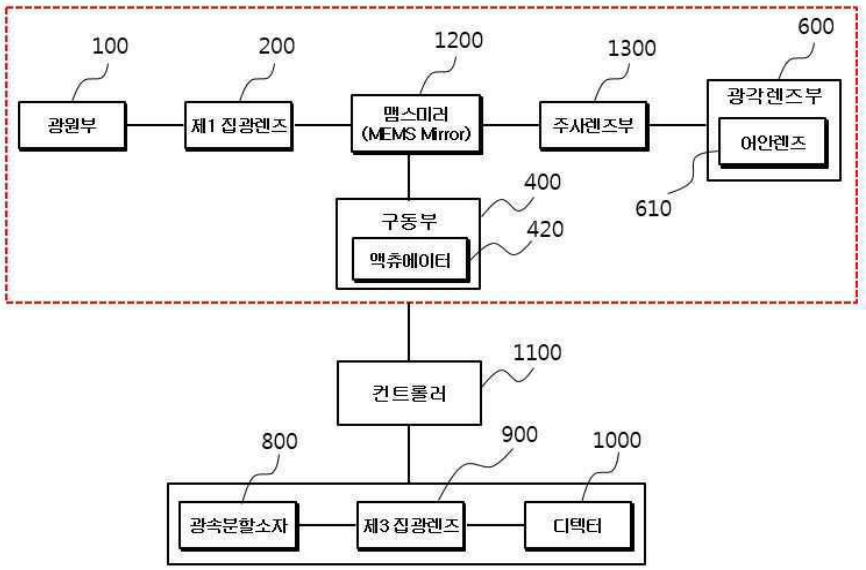
도면6


400
320
700
600
800
Wave plate
Relay optics
Intermediate Image Plane
Single Beam Diode Laser
100
200
Detector
Lens shift actuator
Fisheye Lens
1000
900
500

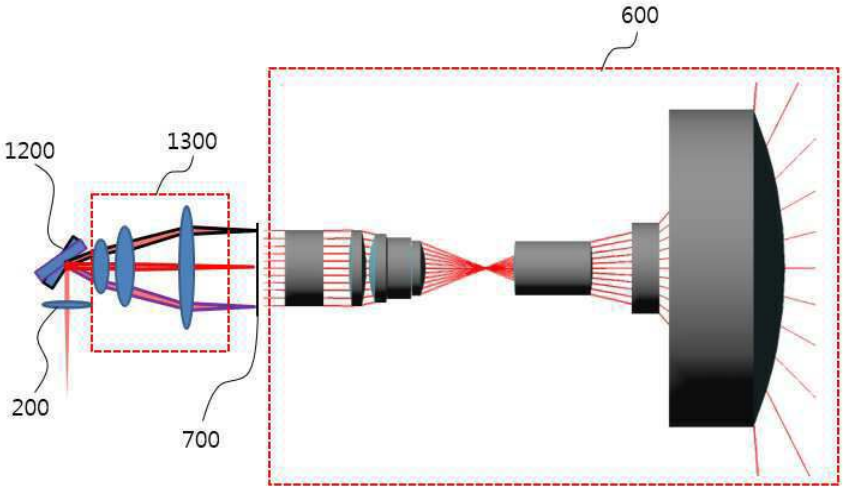
도면7


600
700
300
200
100
Actuation
High Power Laser Diode
Fish Eye Lens for Wide Field Scanning
IIP (Intermediate Image Plane)

도면8


100
200
1200
1300
600
광원부
제1 집광렌즈
맴스미러
(MEMS Mirror)
주사렌즈부
광각렌즈부
어안렌즈
610
400
구동부
420
액츄에이터
1100
컨트롤러
800
900
1000
광속분할소자
제3 집광렌즈
디텍터

도면9


600
1200
1300
200
700