



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0004108
(43) 공개일자 2023년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01B 11/26 (2006.01) G01D 5/26 (2006.01)
G01J 4/00 (2006.01) G02B 27/28 (2020.01)
G02B 5/30 (2022.01) H04N 23/00 (2023.01)
H04N 25/70 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G01B 11/26 (2013.01)
G01D 5/26 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0085959

(22) 출원일자 2021년06월30일

심사청구일자 2021년06월30일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

주기남

광주광역시 광산구 산월로 81 부영아파트
1104-1202

정효빈

광주광역시 광산구 비아로62번길 7 중흥아파트
106동 803호

박종규

전라북도 군산시 공포2로 25 e편한세상디오션시티
105동 2705호

(74) 대리인

특허법인지원

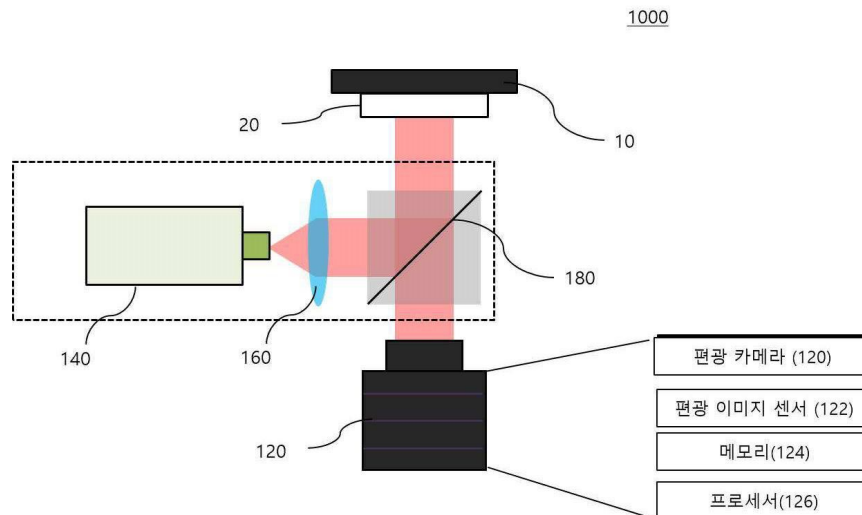
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 회전체의 회전 운동 모션을 측정하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치에 관한 것이다. 일 실시 예에 의하면, 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 전자 장치는 상기 편광기를 통하여 상기 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하고, 상기 선형 편광 광이 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화에 기초하여, 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 편광 카메라; 를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01J 4/00 (2013.01)
G02B 27/28 (2013.01)
G02B 5/3025 (2013.01)
H04N 23/54 (2023.01)
H04N 25/79 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711132522
과제번호	2021R1A2C1008661
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구
연구과제명	편광 메타 렌즈 기반 단일 영상 파면 측정, 분석 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 전자 장치에 있어서,
상기 편광기를 통하여 상기 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하고, 상기 선형 편광 광이 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화에 기초하여, 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 편광 카메라; 를 포함하는 전자 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전자 장치는
무편광의 광을 발생시키는 광원;
상기 광원에서 발생된 광을 평행하게 출력하는 콜리메이터; 및
상기 콜리메이터에서 평행하게 출력된 광을 투과 및 반사시키는 광 분할부; 를 더 포함하고,
상기 편광 카메라는
상기 광 분할부에서 반사된 광이 상기 회전체에 부착된 상기 편광기에 의해 반사됨에 따라 생성되는 선형 편광 광 또는 상기 회전체 및 상기 회전체에 부착된 편광기를 투과함에 따라 생성되는 선형 편광 광을 상기 광 분할부를 통하여 획득하는, 전자 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 편광 카메라는
상기 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 통과한 상기 선형 편광 광을 센싱하는 편광 이미지 센서;
하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및
상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고,
상기 적어도 하나의 프로세서는
상기 이미지 센서의 센싱 값에 기초하여 상기 선형 편광 광이 상기 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화를 결정하는 것을 특징으로 하는, 전자 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 편광 이미지 센서는
상기 선형 편광 광이 입사되는 마이크로 렌즈 어레이;
상기 마이크로 렌즈 어레이를 통과한 상기 선형 편광 광을 상기 소정의 편광 패턴에 따라 필터링하는 편광 필터; 및
상기 편광 패턴에 따라 필터링된 선형 편광 광들을 센싱하는 픽셀 어레이; 를 포함하는 것을 특징으로 하는, 전자 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 편광 필터는
상기 소정의 편광 패턴에 따라 서로 다른 투과축을 가지는 4가지 타입의 단위 필터들이 배열되는 복수의 단위 격자 필터들을 포함하고,
상기 단위 필터들 각각은 상기 마이크로 렌즈 어레이 내 단위 렌즈와 상기 픽셀 어레이 내 단위 픽셀 각각과 대

응되는 것을 특징으로 하는, 전자 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 편광 이미지 센서의 센싱 값에 기초하여, 상기 4가지 타입의 단위 필터들의 편광 패턴 별로, 4가지 타입의 편광 이미지들을 획득하고,

상기 편광 패턴에 따라 서로 다른 정도로 변화된 상기 선형 편광 광의 광량 변화를, 상기 획득된 4가지 타입의 편광 이미지들 각각에 대한 광량 값들로 결정하고,

상기 4가지 타입의 편광 이미지들 각각에 대해 결정된 광량 값들의 차이 값에 기초하여 상기 회전체의 운동 각도를 결정하는 것을 특징으로 하는, 전자 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 마이크로 렌즈 어레이를 통과한 선형 편광 광의 방향 및 상기 선형 편광 광이 통과하는 상기 편광 필터 내 상기 단위 필터들의 편광 패턴을 나타내는 투과축의 방향의 차이 값에 기초하여, 상기 편광 이미지들 각각에 대한 광량을 결정하는 것을 특징으로 하는, 전자 장치.

청구항 8

전자 장치가 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법에 있어서,

상기 편광기를 통하여 상기 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하는 단계;

소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 이용하여 상기 선형 편광 광을 필터링하는 단계; 및

상기 편광 필터를 통과한 상기 선형 편광 광의 광량의 변화량에 기초하여 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 선형 편광 광을 획득하는 단계는

무편광의 광을 발생시키는 단계;

상기 발생된 광을 평행화 하는 단계;

상기 평행화된 광을 상기 전자 장치의 광 분할부에 의해 반사시킴으로써 상기 회전체에 부착된 편광기로 입사시키는 단계;

상기 회전체에 부착된 편광기에 의해 반사됨에 따라 생성되는 선형 편광 광 또는 상기 회전체 및 상기 회전체에 부착된 편광기를 투과함에 따라 생성되는 선형 편광 광을, 상기 광 분할부로 투과시키는 단계; 및

상기 광 분할부를 투과한 선형 편광 광을 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 회전 운동 각도를 결정하는 단계는

상기 편광 필터를 통과함에 따라 필터링된 상기 선형 편광 광을 센싱 하는 편광 이미지 센서로부터 센싱 값을 획득하는 단계;

상기 센싱 값에 기초하여 상기 선형 편광 광이 상기 소정의 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 광량의 변화에 기초하여 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 편광 이미지 센서는

상기 선형 편광 광이 입사되는 마이크로 렌즈 어레이;

상기 마이크로 렌즈 어레이를 통과한 상기 선형 편광 광을 상기 소정의 편광 패턴에 따라 필터링하는 상기 편광 필터; 및

상기 편광 패턴에 따라 필터링된 선형 편광 광들을 센싱하는 픽셀 어레이; 를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 편광 필터는

상기 소정의 편광 패턴에 따라 서로 다른 투과축을 가지는 4가지 타입의 단위 필터들이 배열되는 복수의 단위 격자 필터들을 포함하고,

상기 단위 필터들 각각은 상기 마이크로 렌즈 어레이 내 단위 렌즈와 상기 픽셀 어레이 내 단위 픽셀 각각과 대응되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 광량의 변화를 결정하는 단계는

상기 편광 이미지의 센서의 센싱 값에 기초하여, 상기 4가지 타입의 단위 필터들의 편광 패턴 별로, 4가지 타입의 편광 이미지들을 획득하는 단계; 및

상기 편광 패턴에 따라 서로 다른 정도로 변화된 상기 선형 편광 광의 광량 변화를, 상기 획득된 4가지 타입의 편광 이미지들 각각에 대한 광량 값들로 결정하는 단계; 를 포함하고,

상기 회전 운동 각도를 결정하는 단계는

상기 획득된 4가지 타입의 편광 이미지들 각각에 대해 결정된 광량 값들의 차이 값에 기초하여 상기 회전체의 운동 각도를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 편광 이미지들 각각에 대한 광량 값들로 결정하는 단계는

상기 마이크로 렌즈 어레이를 통과한 선형 편광 광의 방향 및 상기 선형 편광 광이 통과하는 상기 편광 필터 내 단위 필터들의 편광 패턴을 나타내는 투과축의 방향의 차이 값에 기초하여, 상기 편광 이미지들 각각에 대한 광량 값들을 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 15

전자 장치가 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법에 있어서,

상기 편광기를 통하여 상기 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하는 단계;

소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 이용하여 상기 선형 편광 광을 필터링하는 단계; 및

상기 편광 필터를 통과한 상기 선형 편광 광의 광량의 변화량에 기초하여 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 회전체의 회전 운동 모션을 측정하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 이미지 기반 회전 운동 모션을 측정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적인 회전 센서들은 회전체의 중심축과 회전 센서의 중심축을 일대일로 연결하여 회전량을 측정하기 때문에 여러 회전체의 회전 변위를 측정하기 위해서는 다수의 회전 센서가 필요한 한계가 있다.
- [0003] 다수의 회전체의 회전 각도를 측정하기 위한 광학식 영상 방법은 복잡한 영상 처리 기법이 필요하고, 이와 더불어 빛의 편광 성질을 이용한 광학식 센서의 경우 단순히 광량의 변화를 통해 회전 각도를 측정하기 때문에 배경광과 같은 환경 요인에 의해 크게 영향을 받을 수 있는 문제점이 있다.
- [0004] 따라서, 배경광과 같은 환경 요인에 영향을 받지 않으면서, 동시에 다수의 회전체의 회전 각도를 측정하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 1937394 호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 일 실시 예에 따르면, 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 장치 및 방법이 제공될 수 있다.
- [0007] 또한, 일 실시 예에 의하면, 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광이 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화에 기초하여 회전 운동 각도를 측정하는 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따라, 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 전자 장치는 상기 편광기를 통하여 상기 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하고, 상기 선형 편광 광이 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화에 기초하여, 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 편광 카메라; 를 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시 예에 의하면, 상기 전자 장치는 무편광의 광을 발생시키는 광원; 상기 광원에서 발생된 광을 평행하게 출력하는 콜리메이터; 및 상기 콜리메이터에서 평행하게 출력된 광을 투과 및 반사시키는 광 분할부; 를 더 포함하고, 상기 편광 카메라는 상기 광 분할부에서 반사된 광이 상기 회전체에 부착된 상기 편광기에 의해 반사됨에 따라 생성되는 선형 편광 광 또는 상기 회전체 및 상기 회전체에 부착된 편광기를 투과함에 따라 생성되는 선형 편광 광을 상기 광 분할부를 통하여 획득할 수 있다.
- [0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치가 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법은 상기 편광기를 통하여 상기 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하는 단계; 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 이용하여 상기 선형 편광 광을 필터링하는 단계; 및 상기 편광 필터를 통과한 상기 선형 편광 광의 광량의 변화량에 기초하여 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0011] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치가 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법에 있어서, 상기 편광기를 통하여 상기 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하는 단계; 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 이용하여 상기 선형 편광 광을 필터링하는 단계; 및 상기 편광 필터를 통과한 상기 선형 편광 광의 광량의 변화량에 기초하여 상기 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0012] 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 편광기가 부착된 다수의 회전체의 회전 모션을 함께 측정할 수 있다.
- [0013] 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 편광 이미지 별 광량 변화에 기초하여 회전체의 운동 각도를 효과적으로 측정

할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 일 실시 예에 따른 전자 장치가, 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 과정을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법의 흐름도이다.
- 도 3은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 편광 이미지 별 광량 값들에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 구체적인 방법의 흐름도이다.
- 도 4는 일 실시 예에 따른 전자 장치 내 편광 카메라의 동작을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 선형 편광된 광이 편광 카메라 내 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 다수의 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 예를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0016] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0017] 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 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0018] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시 예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0019] 도 1은 일 실시 예에 따른 전자 장치가, 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 과정을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 회전체를 촬영한 이미지를 이용하여 회전체의 운동 각도를 측정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 편광기가 부착된 적어도 하나의 회전체를, 편광 카메라를 이용하여 촬영함으로써 편광 이미지들을 획득하고, 획득된 편광 이미지들의 광량 값에 기초하여 회전체의 운동 각도를 결정할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 편광기가 부착된 회전체를 촬영함으로써, 회전체의 회전 운동 각도, 회전체의 회전 변위, 회전 모션 중 적어도 하나를 측정할 수 있다. 회전체(10)에 부착된 편광기는 무편광 또는 임의 편광된 광을 특정 방향의 편광 상태를 나타내는 광으로 변환하는 편광기(POLARIZER)일 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 측정하는 회전 운동 각도는 회전하는 물체가 회전 축을 기준으로 회전한 각도를 의미할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 측정하는 회전체의 회전 운동 각도는 소정의 회전 축을 기준으로 상기 회전체가 회전 이동한 변위 또는 회전량에 대응될 수 있다.
- [0022] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 기존의 일반적인 회전 측정 센서와는 달리, 편광 카메라를 통해 회전체(예컨대 시편, SPECIMEN)에서 반사 또는 투과되는 선형 편광된 광을 센싱함으로써, 선형 편광 광의 광량 변화를 통해 회전체의 회전량을 측정하기 때문에, 별도의 광원을 사용하지 않고도 자연광을 이용하여 회전체의 회전

각도를 측정할 수 있는 장점이 있다. 보다 상세하게는, 전자 장치(1000)는 편광 카메라를 이용하여, 편광기를 통하여 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득하고, 상기 선형 편광 광이 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다.

[0023] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)의 편광 카메라(120)는 편광 이미지 센서(122), 메모리(124) 및 프로세서(126)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 편광 이미지 센서(122)는 선형 편광 광을 결상시키는 마이크로 렌즈 어레이, 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터 또는 편광 필터를 통과함에 따라 필터링된 선형 편광 광을 센싱하는 픽셀 어레이 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(124)는 회전체의 회전 운동 각도를 측정하기 위해 필요한 하나 이상의 인스트럭션들을 저장할 수 있다. 프로세서(126)는 메모리(124)에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 수행함으로써 전자 장치 내 광원, 콜리메이터, 광 분할부, 마이크로 렌즈 어레이, 편광 필터 중 적어도 하나의 동작을 제어함으로써, 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법을 수행할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 편광 카메라(120) 내 메모리 및 프로세서(126)는 편광 카메라 외부에서, 전자 장치 내의 구성으로 마련될 수도 있다.

[0024] 본 개시의 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 편광 카메라(120)외에, 광원(140), 콜리메이터(160, 예컨대 시준 렌즈) 및 광 분할부(180)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원(140)은 무편광의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 포함할 수 있다. 상기 광원(140)에서 발생된 무편광의 광은 콜리메이터(160)를 통하여 평행광화 될 수 있다. 콜리메이터는 광원에서 발생된 광을 평행화 하고, 평행화된 광들을 광 분할부(180)로 전달할 수 있다.

[0025] 일 실시 예에 의하면, 광 분할부(180)는 콜리메이터에서 획득되는 평행화된 광들을 투과 및 반사시킬 수 있다. 일 실시 예에 의하면 광 분할부(180)는 빔 스플리터로 마련될 수 있다. 예를 들어, 광 분할부(180)는 콜리메이터에서 출력되는 평행화된 광을 반사시킴으로써 회전체(10)에 부착된 편광기(20)로 입사시킬 수 있다. 광 분할부(180)에서 반사됨으로써 편광기(20)로 입사된 광은, 회전체에 부착된 편광기에 의해 반사됨에 따라 생성되는 선형 편광될 수 있다. 편광기에 의해 반사됨에 따라 생성되는 선형 편광 광은 광 분할부(180)를 투과할 수 있다. 또한, 회전체(10)가 투명한 재질로 마련되는 경우, 편광기(20)가 부착된 타측 방향에서 회전체(10)를 투과한 광들이 편광기(20)로 입사될 수 있으며, 편광기(20)로 입사된 광들은 선형 편광되어, 역시 광 분할부(180)를 투과할 수 있다.

[0026] 일 실시 예에 의하면, 광 분할부(180)는 회전체(10)에 부착된 편광기(20)에 의해 반사됨으로써 생성된 선형 편광 광 또는 상기 회전체 및 상기 회전체(10)에 부착된 편광기(20)를 투과함에 따라 생성되는 선형 편광 광을 투과시킬 수 있으며, 광 분할부(180)를 투과한 선형 편광 광들은 편광 카메라(120)로 전달될 수 있다. 편광 카메라(120)는 광 분할부(180)를 투과하는 선형 편광 광을 획득함으로써 선형 편광 이미지들을 생성할 수 있다.

[0027] 일 실시 예에 의하면, 편광 카메라(120)는 편광 이미지 센서(122)를 이용하여 선형 편광 광을 센싱할 수 있다. 보다 상세하게는, 편광 카메라(120)는 마이크로 렌즈 어레이를 통하여 선형 편광 광을 결상 시키고, 결상된 선형 편광 광을 소정의 편광 패턴이 형성되는 편광 필터를 이용하여 필터링하며, 필터링된 선형 편광 광을 픽셀 어레이를 이용하여 센싱할 수 있다. 편광 카메라(120)는 편광 이미지 센서의 센싱 값에 기초하여 선형 편광 광이 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화를 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 선형 편광 광이 편광 필터를 통과함에 따라 나타내는 광량의 변화를, 편광 이미지 별 광량 값으로 식별할 수 있다. 전자 장치(1000)는 편광 이미지 별 광량 값의 차이 값에 기초하여, 회전체(10)의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다.

[0028] 도 2는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 표면의 적어도 일부에 편광기가 부착된 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 방법의 흐름도이다.

[0029] S210에서, 전자 장치(1000)는 편광기를 통하여 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 편광 광을 획득할 수 있다. S220에서, 전자 장치(1000)는 소정의 편광 패턴을 나타내는 편광 필터를 이용하여 선형 편광 광을 필터링할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)내 편광 카메라는 소정의 편광 패턴에 따라 서로 다른 투과축을 가지는 4가지 타입의 단위 필터들이 배열되는 복수의 단위 격자 필터들을 포함하는 편광 필터를 가질 수 있다. 편광 카메라는 편광 필터를 이용하여 마이크로 렌즈 어레이를 통하여 결상된 선형 편광 광들을 필터링할 수 있다.

[0030] S230에서, 전자 장치(1000)는 편광 필터를 통과한 선형 편광 광의 광량의 변화량에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 마이크로 렌즈 어레이를 통하여 결상된 선형 편광 광은 편광 필터를 통과 시, 선형 편광 광의 편광 방향과 편광 카메라 내부 편광 필터의 투과축 방향이 이루는 각도에 따라 서로 다른 정도로 광량이 변화될 수 있다. 전자 장치(1000)는 편광 필터를 통과한 선형 편광 광의 광량의 변화량에 기

초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다.

[0031] 도 2에는 도시되지 않았지만, 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 광원을 이용하여 무편광의 광을 발생시키고, 상기 발생된 무편광의 광을 콜리메이터를 이용하여 평행화시킬 수 있다. 전자 장치(1000)는 콜리메이터를 통하여 평행화된 광을 광 분할부(예컨대 빔 스플리터)로 입사시키고, 광 분할부를 통하여 평행화된 광을 편광기가 부착된 회전체로 입사시킬 수 있다. 전자 장치(1000)는 회전체에 부착된 편광기에 의해 반사됨에 따라 생성되는 선형 편광 광 또는 회전체 및 상기 회전체에 부착된 편광기를 투과함에 따라 생성되는 선형 편광 광을 광 분할부로 투과시킬 수 있다. 전자 장치(1000)는 광 분할부를 투과한 상기 선형 편광 광들을 편광 카메라로 획득할 수 있다.

[0032] 전자 장치(1000)는 편광 이미지 센서를 이용하여 선형 편광 광들을 센싱할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 편광 이미지 센서는 선형 편광 광이 입사되는 마이크로 렌즈 어레이, 상기 마이크로 렌즈 어레이를 통과한 선형 편광 광을 소정의 편광 패턴에 따라 필터링하는 편광 필터 및 편광 패턴에 따라 필터링된 선형 편광 광들을 센싱하는 픽셀 어레이를 포함할 수 있다. 구체적으로, 전자 장치(1000)는 편광 카메라 내 마이크로 렌즈 어레이를 이용하여 선형 편광 광을 결상시키고, 결상된 선형 편광 광들을 편광 필터를 이용하여 필터링할 수 있다. 전자 장치(1000)는 편광 이미지 센서의 센싱 값, 구체적으로는, 편광 필터를 통과함에 따라 필터링된 선형 편광 광을 센싱하는 픽셀 어레이로부터의 센싱 값들을 획득하고, 획득된 센싱 값에 기초하여 선형 편광 광이 소정의 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화를 결정할 수 있다.

[0033] 전자 장치(1000)는 상기 선형 편광 광이 소정의 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)가 소정의 편광 필터를 통과함에 따른 선형 편광 광의 광량의 변화에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 방법은 후술하는 도 3 내지 4를 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0034] 도 3은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 편광 이미지 별 광량 값들에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

[0035] S310에서, 전자 장치(1000)는 편광 이미지의 센서의 센싱 값에 기초하여 4가지 타입의 단위 필터들의 편광 패턴 별로, 4가지 타입의 편광 이미지들을 획득할 수 있다. 전자 장치(1000)는 픽셀 어레이의 센싱 값에 기초하여 단일의 이미지를 획득할 수 있다. 그러나, 본 개시에 따른 전자 장치(1000) 단일의 이미지로부터 편광 필터 내 단위 필터 별 타입에 따른 편광 이미지들을 재조합할 수 있다.

[0036] S320에서, 전자 장치(1000)는 편광 패턴에 따라 서로 다른 정도로 변화된 선형 편광 광의 광량 변화를, 상기 획득된 4가지 타입의 편광 이미지들 각각에 대한 광량 값들로 결정할 수 있다. 예를 들어, 편광 카메라로 획득된 선형 편광 광은 편광 필터 내 편광 투과축이 0도, 45도, 90도, 135도인 단위 필터들을 통과할 수 있다. 4가지 타입의 단위 필터들은 단위 격자 필터를 구성할 수 있고, 편광 필터는 복수의 단위 격자 필터들을 포함할 수 있다. 즉, 단위 격자 필터들은 소정의 편광 패턴에 따라 서로 다른 투과축을 가지는 4가지 타입의 단위 필터들을 포함할 수 있다. 전자 장치(1000)는 선형 편광 광의 편광 방향과, 편광 카메라 내부 단위 필터들의 투과축 방향이 이루는 각도에 기초하여, 편광 이미지 별 광량을 결정할 수 있다.

[0037] 일반적으로 선형 편광된 광은 임의의 각도 ϕ 의 투과축을 가지는 단위 필터(예컨대 편광기)를 투과하면 빛의 광량은 말루스 법칙에 의해 하기 수학적 식 1과 같이 나타날 수 있다.

수학적 식 1

$$I_{\phi} = I_0 \cos^2 \phi$$

[0038]

[0039] 여기서 I_0 는 단위 필터 투과 전 광의 광량이고, ϕ 는 단위 필터의 투과축 방향이며, I_{ϕ} 는 소정의 투과축 방향을 나타내는 단위 필터를 통과한 후의 광의 광량을 의미할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 편광 카메라 내 편광 필터는 편광 투과축이 0도, 45도, 90도, 135도인 단위 필터들이 소정의 패턴으로 배열된 편

광기 어레이 필터일 수 있다. 4가지 타입의 단위 필터들을 투과한 광의 광량은 하기 수학식 2에 의해 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$I_{0^{\circ}} = I_0 \cos^2 \phi = (I_0/2)[1 + \cos(2\phi)]$$

$$I_{45^{\circ}} = I_0 \cos^2(45^{\circ} - \phi) = (I_0/2)[1 + \sin(2\phi)]$$

$$I_{90^{\circ}} = I_0 \cos^2(90^{\circ} - \phi) = (I_0/2)[1 - \cos(2\phi)]$$

$$I_{135^{\circ}} = I_0 \cos^2(45^{\circ} + \phi) = (I_0/2)[1 - \sin(2\phi)]$$

상기 수학식 2에서, I_0 는 단위 필터를 통과하기 전 광의 광량이고, ϕ 는 회전체에서 반사한 선형 편광 광의 방향과 편광 필터 내 단위 필터가 나타내는 투과축 방향의 차이일 수 있다. 또한, $I_{0^{\circ}}$ 는 편광 필터 내 0도 투과축을 가지는 단위 필터들을 통과한 광들에 기초하여 생성된 제1 편광 이미지의 광량이고, $I_{45^{\circ}}$ 는 편광 필터 내 45도 투과축을 가지는 단위 필터들을 통과한 광들에 기초하여 생성된 제2 편광 이미지의 광량이며, $I_{90^{\circ}}$ 는 편광 필터 내 90도 투과축을 가지는 단위 필터들을 통과한 광들에 기초하여 생성된 제3 편광 이미지의 광량이고, $I_{135^{\circ}}$ 는 편광 필터 내 135도 투과축을 가지는 단위 필터들을 통과한 광들에 기초하여 생성된 제4 편광 이미지의 광량을 나타낼 수 있다.

즉, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 상기 수학식 2에 의해, 마이크로 렌즈 어레이를 통과한 선형 편광 광의 위상과 상기 선형 편광 광이 통과하는 단위 필터들의 편광 패턴을 정의하는 투과축의 방향에 의한 위상의 차이 값에 기초하여, 편광 이미지들 각각에 대해 광량을 결정할 수 있다.

S330에서, 전자 장치(1000)는 획득된 4가지 타입의 편광 이미지들 각각에 대해 결정된 광량 값들의 차이 값에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 하기 수학식 3에 의해, 회전체의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다.

수학식 3

$$\frac{I_{45^{\circ}} - I_{135^{\circ}}}{I_{0^{\circ}} - I_{90^{\circ}}} = \frac{\sin(2\phi)}{\cos(2\phi)} = \tan(2\phi)$$

$$\phi = \left[\tan^{-1} \left(\frac{I_{45^{\circ}} - I_{135^{\circ}}}{I_{0^{\circ}} - I_{90^{\circ}}} \right) / 2 \right] \times \frac{180}{\pi}$$

상기 수학식 3에서, $I_{0^{\circ}}$, $I_{45^{\circ}}$, $I_{90^{\circ}}$ 및 $I_{135^{\circ}}$ 는 편광 필터 내 0도, 45도, 90도, 135도 투과축을 가지는

단위 필터들을 통과한 광들 각각에 기초하여 생성된 4가지 타입의 편광 이미지들의 광량이고, ϕ 는 회전체에서 반사한 선형 편광 광의 방향과 편광 필터 내 단위 필터가 나타내는 투과축 방향의 차이 값을 의미한다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 상기 수학식 3에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 결정할 수 있다.

[0046] 즉, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 위상 추출 방법에 의해, 회전체의 회전 운동 각도를 결정하기 때문에 일반적인 말투스 법칙과는 달리 배경광의 영향을 받지 않고, 회전체의 회전 운동 각도를 정확하게 측정할 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 회전체(예컨대 시편)에서 반사 또는 투과되는 선형 편광된 광과 편광 카메라를 통해 발생하는 광량 변화에 기초하여 회전량을 측정하기 때문에, 별도의 광원을 사용하지 않고도 자연 광을 이용하여 회전 운동 각도를 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0047] 또한, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 기존의 회전 측정 센서들과는 달리 편광 카메라를 통해 시편의 편광별 영상을 획득하고, 이때 시편에 부착된 편광기에 의해 발생하는 편광 이미지 사이의 광량 차이를 통해 회전 운동 각도를 결정하기 때문에 다수의 물체의 회전 운동 각도를 한번에 측정할 수 있는 장점이 있고, 실시간으로 모니터링이 가능한 효과가 있다.

[0048] 도 4는 일 실시 예에 따른 전자 장치 내 편광 카메라의 동작을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0049] 일 실시 예에 의하면 전자 장치(1000)는 편광 카메라(410)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 편광 카메라(410)는 마이크로 렌즈 어레이(420), 복수의 단위 격자 필터들이 배치되는 편광 필터(430)(예컨대 편광기 어레이) 및 필터링된 광들을 센싱하는 픽셀 어레이(450)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 편광 필터(430)는 소정의 편광 패턴에 따라 서로 다른 투과축을 가지는 4가지 타입의 단위 필터들이 배열되는 복수의 단위 격자 필터(440)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 단위 격자 필터(440)내 단위 필터 별 투과축의 방향에 따른 편광 패턴은 도 4에 기재된 예에 한정되는 것은 아니며, 변경될 수 있음은 물론이다.

[0050] 일 실시 예에 의하면, 단위 격자 필터(440)는 0도 투과축, 45도 투과축, 90도 투과축 및 135도 투과축을 가지는 4가지 타입의 단위 필터를 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 편광 필터(430) 내 하나의 단위 필터는, 마이크로 렌즈 어레이(420) 내 단위 렌즈, 픽셀 어레이 내 단위 픽셀(450)과 각각 대응될 수 있다. 전자 장치(1000)는 픽셀 어레이(450)의 센싱 값을 이용하여 단일 이미지(452)를 획득할 수 있다. 그러나 또 다른 실시 예에 의하면, 단위 필터가 4가지 타입으로 마련되는 경우, 전자 장치(1000)는 획득된 단일 이미지 내 픽셀 정보들을 재조합함으로써, 4가지 타입의 편광 이미지들(442, 444, 446, 448)을 생성할 수 있다.

[0051] 또한, 전자 장치(1000)는 4가지 타입의 편광 이미지들에 대해 상기 수학식 2에 기초하여 각각 광량을 결정할 수 있다. 상기 수학식 2에 의해 결정되는 편광 이미지 별 광량은, 편광 카메라로 입사된 선형 편광 광의 위상 및 편광 필터 내 선형 편광 광이 투과하게 되는 단위 필터의 투과축의 방향에 기초하여 변화한 결과 값을 나타낼 수 있다. 즉, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 편광 패턴에 따라 서로 다른 정도로 변환된 상기 선형 편광 광의 광량 변화를, 4가지 타입의 편광 이미지들 각각에 대한 광량 값들로 획득할 수 있다.

[0052] 따라서, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 회전체의 편광기에 의해 선형 편광된 광이 편광 필터를 통과함에 따라, 상기 편광 필터 내 편광 패턴에 따라 서로 다른 정도로 변화하는 선형 편광 광의 광량 변화를 편광 이미지 별로 측정하고, 편광 이미지 별로 측정된 광량 값들의 차이에 기초하여 회전체의 운동 각도를 측정하기 때문에, 환경 변화에 관계 없이 정확하게 회전체의 운동을 모니터링할 수 있다.

[0053] 도 5는 선형 편광된 광이 편광 카메라 내 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화를 나타내는 도면이다.

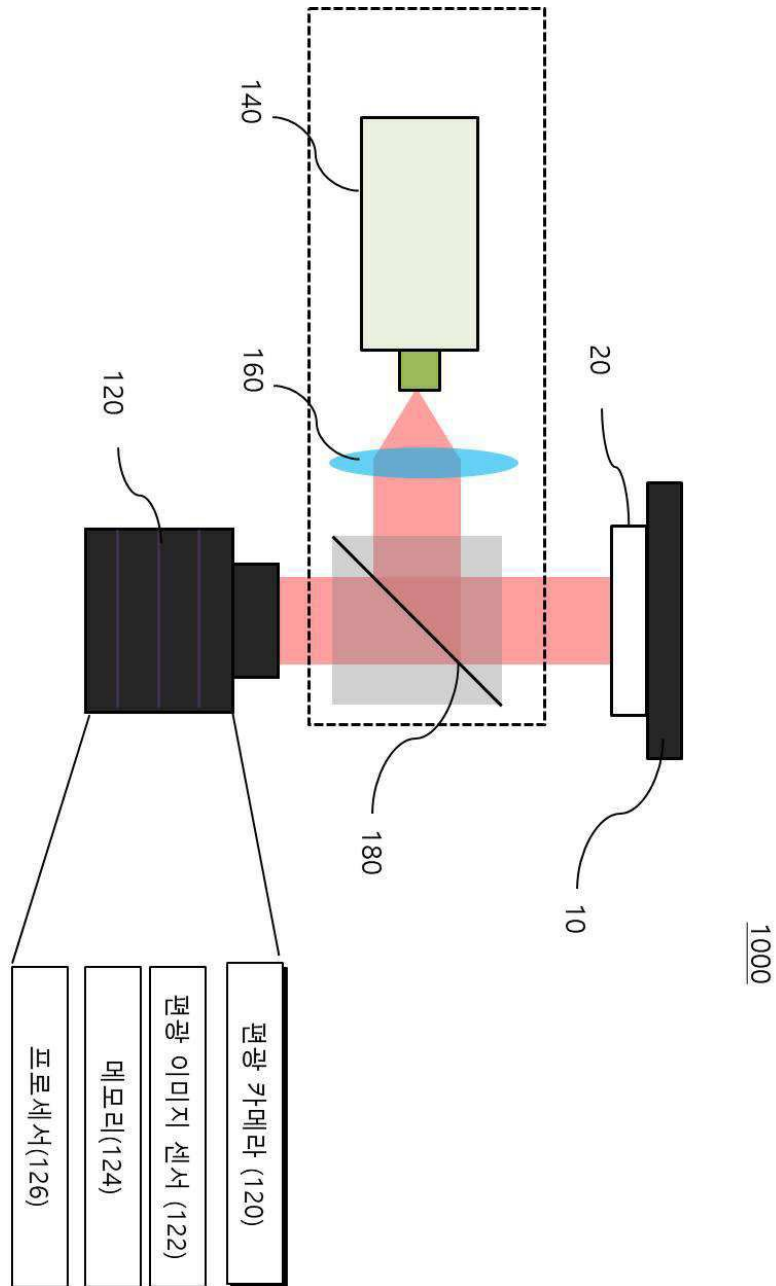
[0054] 도 5를 참조하면 0도, 45도, 90도, 135도로 회전된 선형 편광 광(510)이 편광 카메라 내부의 편광 필터(512)를 투과한 이후의 광량(514)이 도시된다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)내 편광 필터(512)는 소정의 투과축에 따른 편광 패턴을 나타내는 4가지 타입의 단위 필터들을 포함할 수 있다. 도 5를 참조하면, 편광 필터를 투과한 이후의 광의 광량은, 편광기를 통하여 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 광의 편광 방향과 편광 필터 내 단위 필터들의 투과축 방향이 이루는 각도에 따라 달라질 수 있음을 확인할 수 있다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 편광기를 통하여 회전체로부터 투과되거나 반사된 선형 광이 편광 필터를 통과함에 따른 광량의 변화의 결과를, 4가지 편광 이미지 별 광량 값들로 획득하고, 획득된 4가지 편광 이미지 별 광량 값들의 차이에 기초하여 회전체의 회전 운동 각도를 정확하게 결정할 수 있다.

[0055] 도 6은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 다수의 회전체의 회전 운동 각도를 측정하는 예를 설명하기 위한 도면이다.

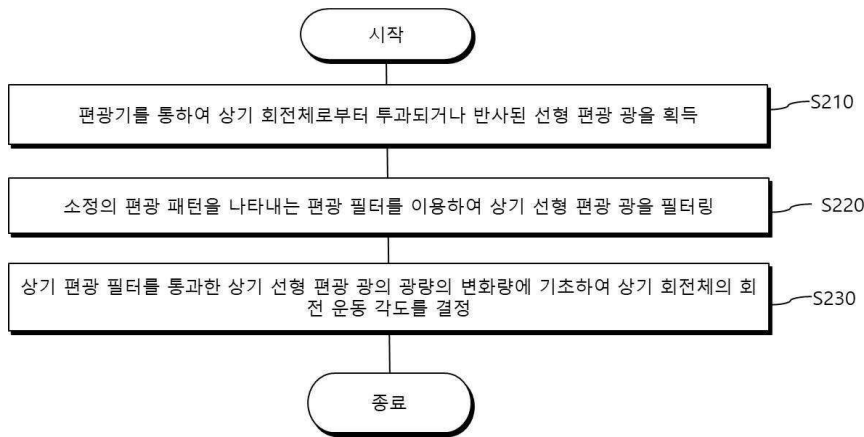
- [0056] 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 4개의 서로 다른 투과축을 가지는 단위 필터들을 포함하는 편광 필터를 통해, 편광 이미지 별 광량 값을 획득할 수 있다. 전자 장치(1000)가 획득한 편광 이미지 각각에서의 회전체의 회전 운동 각도는 사인, 코사인 함수들의 위상에 포함되어 있으며, 상기 수학식 3에서와 같은 방법으로 계산되기 때문에 일반적인 말루스 법칙과는 달리 배경광의 영향을 받지 않는 장점이 있다.
- [0057] 또한, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)의 편광 카메라(610)는 회전체에 부착된 편광기(642, 644, 646)를 통하여 회전체(예컨대 시편)에서 반사 또는 투과되는 선형 편광 광을 획득하고, 획득된 선형 편광 광을 이미징 렌즈(620)를 통해 결상 시키며, 결상된 선형 편광 광이 편광 필터를 통과함에 따른 광량 변화에 기초하여 회전체의 회전량을 측정하기 때문에 도 4에 도시된 바와 같이, 별도의 광원을 사용하지 않고도 자연광을 이용하여 회전체의 회전 운동 각도를 측정할 수 있는 장점이 있다.
- [0058] 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 기존의 회전 측정 센서들과는 달리, 편광 카메라(610)를 통해 회전체의 편광별 이미지를 획득하고, 이때 회전체에 부착된 편광기에 의해 발생하는 편광 이미지 별 광량 값들의 차이에 기초하여 회전 운동 각도를 결정하기 때문에 다수의 회전체(630, 632, 634, 636, 638, 640)의 회전 운동 각도를 하나의 센서로 한번에 측정할 수 있고 실시간 모니터링이 가능한 장점이 있다.
- [0059] 일 실시 예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 개시를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0060] 또한, 상기 일 실시 예에 다른 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 기록매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 장치가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0061] 이상에서 본 개시의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 개시의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 개시의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 개시의 권리범위에 속한다.

도면

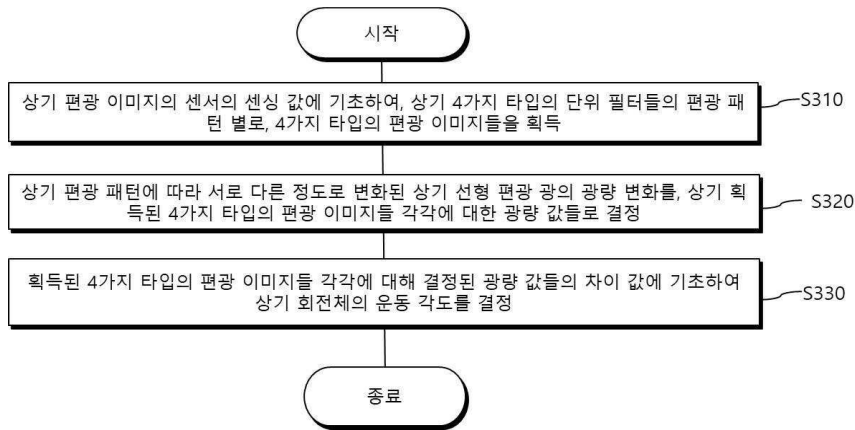
도면1



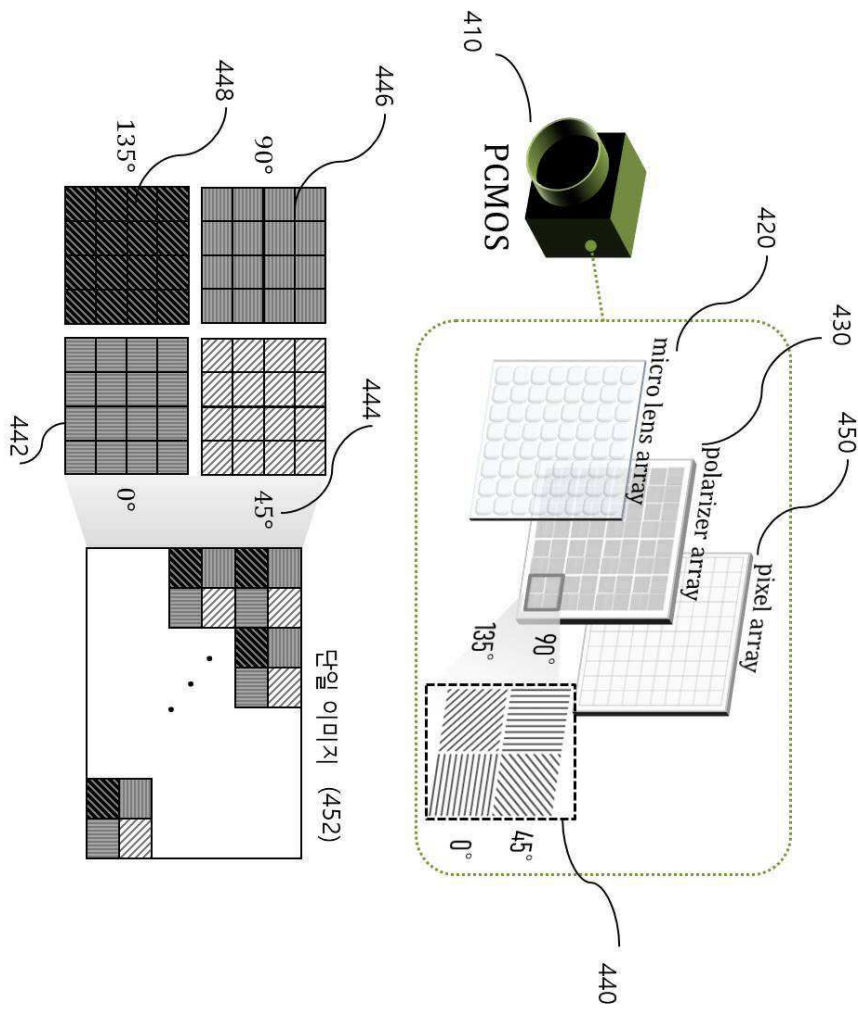
도면2



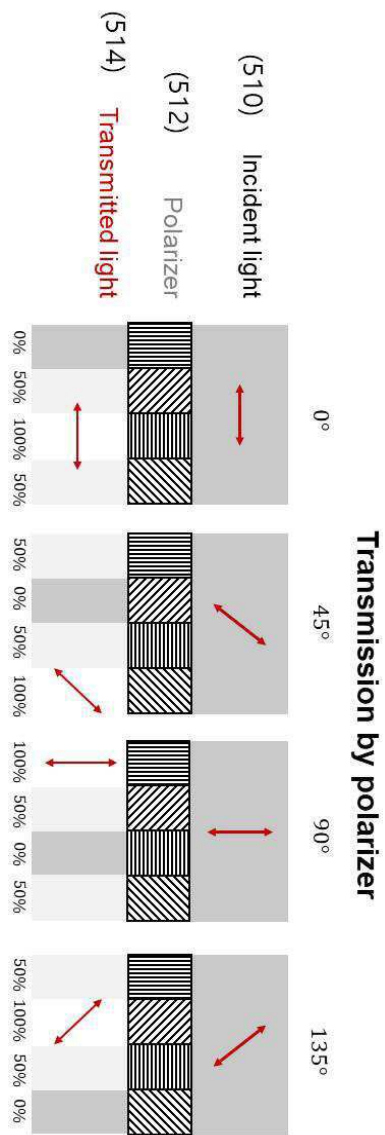
도면3



도면4



도면5



도면6

