



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0076432  
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 3/14 (2006.01) G02B 1/02 (2006.01)

G02B 3/00 (2022.01) G02B 7/04 (2021.01)

(52) CPC특허분류

G02B 3/14 (2013.01)

G02B 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0163352

(22) 출원일자 2021년11월24일

심사청구일자 2021년11월24일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

전성찬

서울특별시 종로구 진흥로 438-10, 2동 401호 (구 기동, 동진스위트빌라)

박세원

서울특별시 양천구 목동동로 100, 1328동 1201호 (신정동, 목동신시가지아파트13단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인이름리온

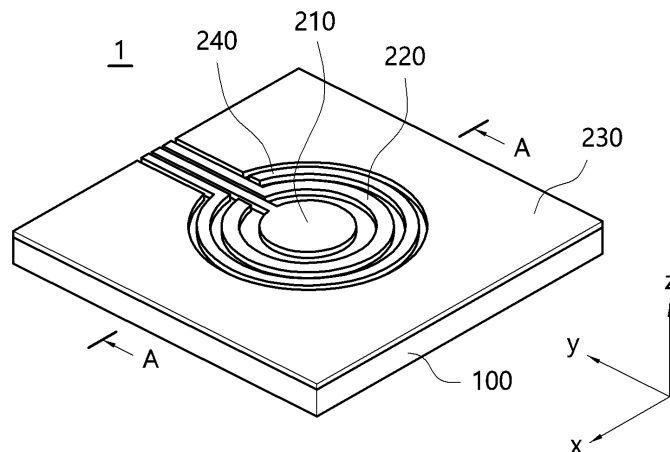
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 가변 초점 렌즈

(57) 요약

가변 초점 렌즈가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈는 판상의 투명 기관; 상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제1 영역에 적층되는 제1 렌즈층; 상기 제1 영역으로부터 이격되어 상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제2 영역에 적층되는 제2 렌즈층; 상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층에 연결되어 상기 제2 렌즈층을 기초로 상기 제1 렌즈층에 제1 전압을 인가할 수 있는 전원부;를 포함하고, 상기 전원부는 상기 제1 전압을 조절하여 상기 투명 기관의 타면으로 입사되어 상기 투명 기관의 일면 측으로 투과되는 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02B 3/0062 (2013.01)

G02B 7/04 (2021.01)

(72) 발명자

**황윤지**

서울특별시 서대문구 연희로5길 16-13, 708호 (연희동)

**리청이**

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 법원학사 313호 (신촌동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415173534  
과제번호 20013621  
부처명 산업통상자원부  
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원  
연구사업명 산업기술거점센터육성시범사업  
연구과제명 초임계 소재 산업기술거점센터  
기 여 율 1/4  
과제수행기관명 연세대학교 산학협력단  
연구기간 2021.03.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485018004  
과제번호 ARQ202101038001  
부처명 환경부  
과제관리(전문)기관명 한국환경산업기술원  
연구사업명 환경기술개발사업  
연구과제명 유해인자 DB구축 및 IoT기반 공기포집-농축-전처리-상시진단 연계기술개발  
기 여 율 1/4  
과제수행기관명 연세대학교 산학협력단  
연구기간 2021.04.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711135294  
과제번호 2017M3A7B4041988  
부처명 과학기술정보통신부  
과제관리(전문)기관명 한국연구재단  
연구사업명 원천기술개발사업  
연구과제명 나노 융복합 소재를 이용한 어레이 기반 VOCs 센싱  
기 여 율 1/4  
과제수행기관명 연세대학교  
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711109897  
과제번호 2019R1A2C2090443  
부처명 과학기술정보통신부  
과제관리(전문)기관명 한국연구재단  
연구사업명 중견연구지원사업  
연구과제명 비등방성 열전 이온 확산을 통한 필름형 자가 열충전 슈퍼캐패시터  
기 여 율 1/4  
과제수행기관명 연세대학교  
연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

판상의 투명 기관;

상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제1 영역에 적층되는 제1 렌즈층;

상기 제1 영역으로부터 이격되어 상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제2 영역에 적층되는 제2 렌즈층;

상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층에 연결되어 상기 제2 렌즈층을 기초로 상기 제1 렌즈층에 제1 전압을 인가할 수 있는 전원부; 를 포함하고,

상기 전원부는 상기 제1 전압을 조절하여 상기 투명 기관의 타면으로 입사되어 상기 투명 기관의 일면 측으로 통과되는 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층은 상기 투명 기관의 일면으로부터 외측으로 교번으로 적층되는 적어도 하나의 그래핀층 및 적어도 하나의 TMDC층을 포함하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제1 영역은 원형 고리 형상으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 제1 영역은 원형으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 제1 영역은 테두리부가 중앙부와 분할되고,

상기 제1 영역의 테두리부는 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 7

제2 항에 있어서,

상기 TMDC층은 화학식이  $MX_2$ 인 물질을 포함하되 상기 M은 전이금속 4, 5 및 6족 중 어느 하나의 족에 속하는 원소이고, 상기 X는 칼코겐족에 속하는 원소인, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 8

제2 항에 있어서,

상기 TMDC층은  $\text{MoS}_2$ ,  $\text{MoSe}_2$ ,  $\text{MoTe}_2$ ,  $\text{WS}_2$ ,  $\text{WSe}_2$ ,  $\text{WTe}_2$  중 어느 하나를 포함하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제3 영역에 적층되는 제3 렌즈층; 을 더 포함하고,

상기 전원부는 상기 제3 렌즈층에도 연결되어 상기 제2 렌즈층을 기초로 상기 제3 렌즈층에 제2 전압을 인가할 수 있고, 상기 제1 전압과 상기 제2 전압을 조절하여 상기 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성되고,

상기 제3 영역은 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 제1 영역과 상기 제2 영역의 사이에 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 제3 영역은 폭 방향으로 복수 겹의 띠로 분할되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 12

관상의 투명 단자;

상기 투명 단자의 일면에 적층되는 투명 기관;

상기 투명 단자의 타면에 형성되는 제1 영역에 순차적으로 적층되는 제1 절연층 및 제1 렌즈층;

상기 제1 영역으로부터 이격되어 상기 투명 단자의 타면에 형성되는 제2 영역에 순차적으로 적층되는 제2 절연층 및 제2 렌즈층;

상기 제1 렌즈층, 상기 제2 렌즈층 및 상기 투명 단자에 연결되어 상기 투명 단자를 기초로 상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층에 각각 제1 전압 및 제2 전압을 인가할 수 있는 전원부; 를 포함하고,

상기 전원부는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 조절하여 상기 투명 단자의 일면으로 입사되어 상기 투명 단자의 타면 측으로 투과되는 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층은 상기 투명 단자의 타면으로부터 외측으로 교번으로 적층되는 적어도 하나의 그래핀층 및 적어도 하나의 TMDC층을 포함하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 14

제12 항에 있어서,

상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 제1 영역은 원형 고리 형상으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 16

제14 항에 있어서,  
상기 제1 영역은 원형으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 17

제14 항에 있어서,  
상기 제1 영역은 테두리부가 중앙부와 분할되고,  
상기 제1 영역의 테두리부는 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 18

제13 항에 있어서,  
상기 TMDC층은 화학식이  $MX_2$ 인 물질을 포함하되 상기 M은 전이금속 4, 5 및 6족 중 어느 하나의 족에 속하는 원소이고, 상기 X는 칼코겐족에 속하는 원소인, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 19

제13 항에 있어서,  
상기 TMDC층은  $MoS_2$ ,  $MoSe_2$ ,  $MoTe_2$ ,  $WS_2$ ,  $WSe_2$ ,  $WTe_2$  중 어느 하나를 포함하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 20

제12 항에 있어서,  
상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 투명 단자의 타면에 형성되는 제3 영역에 순차적으로 적층되는 제3 절연층 및 제3 렌즈층; 을 더 포함하고,  
상기 전원부는 상기 제3 렌즈층에도 연결되어 상기 투명 단자를 기초로 상기 제3 렌즈층에 제3 전압을 인가할 수 있고, 상기 제1 전압, 상기 제2 전압 및 상기 제3 전압을 조절하여 상기 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점 거리를 조절하는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 21

제20 항에 있어서,  
상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성되고,  
상기 제3 영역은 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 제1 영역과 상기 제2 영역의 사이에 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성되는, 가변 초점 렌즈.

#### 청구항 22

제21 항에 있어서,  
상기 제3 영역은 폭 방향으로 복수 겹의 띠 로 분할되는, 가변 초점 렌즈.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 가변 초점 렌즈에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 분할된 렌즈층을 복수의 영역으로 분할하고, 분할된 영역에 각기 다른 전압을 인가하여 초점거리를 변환할 수 있는 가변 초점 렌즈에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 프레넬 렌즈는 볼록 렌즈와 같은 작용을 하는 대신 두께를 감소시킨 렌즈이다. 렌즈의 두께를 줄이기 위해서,

프레넬 렌즈(Fresnel Lens)는 렌즈를 복수의 띠 모양으로 분할한다. 이러한, 프레넬 렌즈는 등대, 자동차 미등, 카메라, 광학계 투영기기, 태양 전지 등 다양한 분야에 활용되고 있으며, 수 미터(m)에서 수백 마이크로미터( $\mu$  m)까지 다양한 크기를 갖는다.

- [0003] 일반적인 프레넬 렌즈는 복수개의 원형의 띠가 주기적으로 형성되어 있다. 프레넬 렌즈는 중심에 위치한 원을 기준으로 먼 곳에 위치한 원들 간에는 간격이 좁아지는 구조를 갖는다. 이러한 구조를 갖는 프레넬 렌즈의 초점은 고정된 위치에 형성되어 있으므로, 초점의 위치를 변화시킬 수 없는 문제점이 있었다.
- [0004] 최근 이러한 문제를 해결하기 위하여, 프레넬 렌즈를 그래핀으로 형성하고 그래핀에 전압을 인가함으로써 그래핀으로 인가되는 빛의 굴절률을 변경하여 복수의 초점 거리를 제공할 수 있는 가변 초점 렌즈가 개발되고 있다. 하지만, 그래핀의 높은 투과율에 따른 초점 효율이 낮다는 문제가 있었다.
- [0005] 이에 따라, 전압을 통해 초점거리를 쉽게 제어할 수 있으면서도 그래핀에 의한 낮은 초점 효율을 극복할 수 있는 가변 초점 렌즈에 대한 필요성이 대두되고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은, 하나의 렌즈로 복수의 초점 거리를 형성할 수 있는 가변 초점 렌즈를 제공하는데 목적이 있다.
- [0007] 본 발명은 굴절률 변경 범위를 넓힐 수 있는 가변 초점 렌즈를 제공하는데 목적이 있다.
- [0008] 본 발명은 렌즈의 크기를 최소화할 수 있는 가변 초점 렌즈를 제공하는데 목적이 있다.
- [0009] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0010] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따른 가변 초점 렌즈는, 판상의 투명 기관; 상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제1 영역에 적층되는 제1 렌즈층; 상기 제1 영역으로부터 이격되어 상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제2 영역에 적층되는 제2 렌즈층; 상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층에 연결되어 상기 제2 렌즈층을 기초로 상기 제1 렌즈층에 제1 전압을 인가할 수 있는 전원부;를 포함하고, 상기 전원부는 상기 제1 전압을 조절하여 상기 투명 기관의 타면으로 입사되어 상기 투명 기관의 일면 측으로 투과되는 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절할 수 있다.
- [0011] 이 때, 상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층은 상기 투명 기관의 일면으로부터 외측으로 교번으로 적층되는 적어도 하나의 그래핀층 및 적어도 하나의 TMDC층을 포함할 수 있다.
- [0012] 이 때, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성될 수 있다.
- [0013] 이 때, 상기 제1 영역은 원형 고리 형상으로 형성될 수 있다.
- [0014] 이 때, 상기 제1 영역은 원형으로 형성될 수 있다.
- [0015] 이 때, 상기 제1 영역은 테두리부가 중앙부와 분할되고, 상기 제1 영역의 테두리부는 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성될 수 있다.
- [0016] 이 때, 상기 TMDC층은 화학식이  $MX_2$ 인 물질을 포함하되 상기 M은 전이금속 4, 5 및 6족 중 어느 하나의 족에 속하는 원소이고, 상기 X는 칼코겐족에 속하는 원소일 수 있다.
- [0017] 이 때, 상기 TMDC층은  $MoS_2$ ,  $MoSe_2$ ,  $MoTe_2$ ,  $WS_2$ ,  $WSe_2$ ,  $WTe_2$  중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0018] 이 때, 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 투명 기관의 일면에 형성되는 제3 영역에 적층되는 제3 렌즈층;을 더 포함하고, 상기 전원부는 상기 제3 렌즈층에도 연결되어 상기 제2 렌즈층을 기초로 상기 제3 렌즈층에 제2 전압을 인가할 수 있고, 상기 제1 전압과 상기 제2 전압을 조절하여 상기 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절할 수 있다.

- [0019] 이 때, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성되고, 상기 제3 영역은 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 제1 영역과 상기 제2 영역의 사이에 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성될 수 있다.
- [0020] 이 때, 상기 제3 영역은 폭 방향으로 복수 겹의 띠로 분할될 수 있다.
- [0021] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 측면에 따른 가변 초점 렌즈는, 관상의 투명 단자; 상기 투명 단자의 일면에 적층되는 투명 기관; 상기 투명 단자의 타면에 형성되는 제1 영역에 순차적으로 적층되는 제1 절연층 및 제1 렌즈층; 상기 제1 영역으로부터 이격되어 상기 투명 단자의 타면에 형성되는 제2 영역에 순차적으로 적층되는 제2 절연층 및 제2 렌즈층; 상기 제1 렌즈층, 상기 제2 렌즈층 및 상기 투명 단자에 연결되어 상기 투명 단자를 기초로 상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층에 각각 제1 전압 및 제2 전압을 인가할 수 있는 전원부;를 포함하고, 상기 전원부는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압을 조절하여 상기 투명 단자의 일면으로 입사되어 상기 투명 단자의 타면 측으로 투과되는 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절할 수 있다.
- [0022] 이 때, 상기 제1 렌즈층 및 상기 제2 렌즈층은 상기 투명 단자의 타면으로부터 외측으로 교번으로 적층되는 적어도 하나의 그래핀층 및 적어도 하나의 TMDC층을 포함할 수 있다.
- [0023] 이 때, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성될 수 있다.
- [0024] 이 때, 상기 제1 영역은 원형 고리 형상으로 형성될 수 있다.
- [0025] 이 때, 상기 제1 영역은 원형으로 형성될 수 있다.
- [0026] 이 때, 상기 제1 영역은 테두리부가 중앙부와 분할되고, 상기 제1 영역의 테두리부는 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성될 수 있다.
- [0027] 이 때, 상기 TMDC층은 화학식이  $MX_2$ 인 물질을 포함하되 상기 M은 전이금속 4, 5 및 6족 중 어느 하나의 족에 속하는 원소이고, 상기 X는 칼코겐족에 속하는 원소일 수 있다.
- [0028] 이 때, 상기 TMDC층은  $MoS_2$ ,  $MoSe_2$ ,  $MoTe_2$ ,  $WS_2$ ,  $WSe_2$ ,  $WTe_2$  중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0029] 이 때, 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 투명 단자의 타면에 형성되는 제3 영역에 순차적으로 적층되는 제3 절연층 및 제3 렌즈층;을 더 포함하고, 상기 전원부는 상기 제3 렌즈층에도 연결되어 상기 투명 단자를 기초로 상기 제3 렌즈층에 제3 전압을 인가할 수 있고, 상기 제1 전압, 상기 제2 전압 및 상기 제3 전압을 조절하여 상기 빛의 굴절률을 변화시킴으로써 초점거리를 조절할 수 있다.
- [0030] 이 때, 상기 제2 영역은 상기 제1 영역의 테두리부로부터 이격되어 상기 제1 영역을 둘러싸도록 형성되고, 상기 제3 영역은 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역으로부터 이격되어 상기 제1 영역과 상기 제2 영역의 사이에 소정의 폭을 가지는 띠 형상으로 형성될 수 있다.
- [0031] 이 때, 상기 제3 영역은 폭 방향으로 복수 겹의 띠로 분할될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈는, 하나의 렌즈로 제어 가능한 복수의 초점 거리를 형성할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈는, 그래핀, TMDC로 이루어진 제1 렌즈층 및 제2 렌즈층을 구비함으로써 굴절률 변경 범위를 넓힐 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈는, 인가되는 전압을 제어하여 굴절률을 변경함으로써, 렌즈의 크기를 최소화할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 설명 또는 청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 배선도이다.

도 3은 도 1의 A-A 부분을 도시한 단면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예의 일 변형예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예의 다른 변형예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 사용상태를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다.

도 8은 도 7의 B-B 부분을 도시한 단면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 배선도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.
- [0038] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 단어와 용어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정 해석되지 않고, 자신의 발명을 최선의 방법으로 설명하기 위해 발명자가 용어와 개념을 정의할 수 있는 원칙에 따라 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0039] 그러므로 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 해당하고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것이 아니므로 해당 구성은 본 발명의 출원시점에서 이를 대체할 다양한 균등물과 변형예가 있을 수 있다.
- [0040] 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 설명하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0041] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "상부" 또는 "하부"에 있다는 것은 특별한 사정이 없는 한 다른 구성 요소와 바로 접하여 "상부" 또는 "하부"에 배치되는 것뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 구성 요소가 배치되는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소와 "연결"되어 있다는 것은 특별한 사정이 없는 한 서로 직접 연결되는 것뿐만 아니라 간접적으로 서로 연결되는 경우도 포함한다.
- [0042] 도면에서 구성의 특징을 명확하게 표현하기 위하여 두께나 크기를 과장하여 나타내었으며, 도면에서 나타난 구성의 두께나 크기가 실제와 같아야 하는 것은 아니다. 이하에서는 도 1의 X축은 좌측, Y축은 전방 측, Z축은 상방 측으로 규정하여 설명한다.
- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 배선도이다. 도 3은 도 1의 A-A 부분을 도시한 단면도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예의 일 변형예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다. 도 5는 본 발명의 일 실시예의 다른 변형예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 사용상태를 나타내는 도면이다.
- [0044] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈(1)는, 투명 기관(100), 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230), 제3 렌즈층(220) 및 전원부(400)를 포함한다.
- [0045] 도 1에 도시된 바와 같이, 투명 기관(100)은 소정의 두께를 가지는 판 형상으로 형성된다. 투명 기관(100)의 크기에는 제한이 없다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈(1)가 사용되는 환경에 따라 크기가 다양하게 설계될 수 있다. 예를 들면, 가변 초점 렌즈(1)가 카메라의 렌즈로 사용되는 경우나 디스플레이의 렌즈로 사용되는 경우 해상도에 따라 크기가 달라질 수 있다. 투명 기관(100)의 형상은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 정사각형으로 형성될 수 있으나, 이에 제한이 있는 것은 아니다.
- [0046] 투명 기관(100)은 유리, 투명 플라스틱 등 빛이 투과될 수 있는 재질로 형성된다. 투명 기관(100)은 빛(2)이 투명 기관(100)을 투과하는 과정에서 빛(2)이 굴절이 되지 않는 판 형상으로 형성될 수 있으나, 후술하는 제1 렌



즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)을 지지할 수 있으면, 형상에 제한이 있는 것은 아니다.

- [0047] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 렌즈층(210)은 투명 기관(100)의 일면에 적층된다. 이 때, 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 렌즈층(210)은 투명 기관(100)의 일면 중 제1 영역(110)에 적층된다. 즉, 제1 렌즈층(210)은 제1 영역(110)의 형상과 동일한 형상으로 형성된다. 제1 렌즈층(210)과 제1 영역(110)의 형상이 동일하므로, 이하에서는 도면의 제1 렌즈층(210)의 형상으로 통하여 제1 영역(110)의 형상을 설명한다.
- [0048] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 영역(110)은 투명 기관(100)의 일면의 중앙부에 형성된다. 이 때, 제1 영역(110) 및 제1 렌즈층(210)의 형상에는 제한이 없다. 일 예로, 제1 영역(110)은 소정의 면적을 가지는 도형으로 형성될 수 있다. 이 때, 제1 영역(110)은 원형 또는 원형 고리형으로 형성될 수 있다. 즉, 제1 영역(110)은 투명 기관(100)의 일면에 위치하는 중심점을 중심으로 대칭적으로 형성될 수 있다. 이를 통해, 빛을 굴절시키는 과정에서 빛이 일 방향으로 치우쳐져 굴절되지 않고, 제1 영역(110)의 중심을 기준으로 Z축 방향으로 초점을 조절할 수 있게 된다.
- [0049] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예의 일 변형예에 따른 가변 초점 렌즈(1)의 제1 영역(110)은 중심부에 소정의 면적을 가지는 원이 배치되고 원의 테두리로부터 이격되어 원형 고리가 배치되며 원과 원형 고리의 일측이 연결되는 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예의 다른 변형예에 따른 가변 초점 렌즈(1)의 제1 영역(110)은 중심부에는 원이 배치되고, 원의 테두리로부터 외측으로 이격되는 복수의 원형 고리가 배치되고 원과 복수의 원형 고리의 일측이 연결되는 형상으로 형성될 수 있다. 도 4 및 도 5에서와 같이, 제1 영역(110)이 분할되어 형성됨으로써 빛(2)의 굴절률을 조절할 수 있는 범위가 넓어지게 된다.
- [0050] 이 때, 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 렌즈층(210)은 제1 그래핀층(211)과 제1 TMDC층(212)이 교번으로 적층되어 형성될 수 있다. 이 때, 제1 그래핀층(211)과 제1 TMDC층(212)이 적층되는 수는 목표로 하는 굴절률의 범위에 따라 다르게 설계될 수 있고, 제한이 있는 것은 아니다.
- [0051] 그래핀은 0.2nm 정도로 두께가 얇고, 물리적 또는 화학적 안정성이 우수하며, 아울러 전기 전도성까지 우수하다. 특히, 그래핀에 인가되는 전압의 크기를 조절하면 그래핀의 전기 전도성(Electrical conductivity) 및 굴절률이 변한다. 이러한 성질을 이용하여, 그래핀에 인가되는 전압을 조절하여 초점 거리를 조절할 수 있게 된다.
- [0052] 다만, 그래핀만으로 회절 렌즈를 제조할 시 빛의 높은 투과율이 따라 초점 효율이 낮아지는 문제가 있다. 이 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈(1)에서와 같이, 그래핀에 2차원 물질로서 TMDC(Transition Metal DiChalcogenides)를 적층하여 렌즈의 막힌 부분에서 제1 렌즈층(210)을 투과하는 불필요한 빛을 차단할 수 있게 된다. 다시 말해, 그래핀과 TMDC를 적층될 경우 DBR 효과에 의해 훌륭한 반사 효율을 보여준다. 이에 따라, 보강 간섭이 강화되어 초점 효율을 높일 수 있게 된다.
- [0053] 이 때, TMDC를 보다 상세하게 설명하면, TMDC는 화학식이  $MX_2$ 인 물질을 의미하며, M은 전이금속 4, 5 및 6족 중 어느 하나의 족에 속하는 원소이고, 상기 X는 칼코젠족에 속하는 원소이다. 예를 들면, TMDC는  $MoS_2$ ,  $MoSe_2$ ,  $MoTe_2$ ,  $WS_2$ ,  $WSe_2$ ,  $WTe_2$  등 일 수 있다. 제1 렌즈층(210)은 상술한 TMDC로 형성되거나 TMDC를 포함할 수 있다.
- [0054] 한편, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 렌즈층(230)은 제1 렌즈층(210)과 같이 투명 기관(100)의 일면에 적층된다. 이 때, 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 렌즈층(230)은 투명 기관(100)의 일면 중 제2 영역(120)에 적층된다. 즉, 제2 렌즈층(230)은 제2 영역(120)의 형상과 동일한 형상으로 형성된다. 제2 렌즈층(230)과 제2 영역(120)의 형상이 동일하므로, 이하에서는 도면의 제2 렌즈층(230)의 형상으로 통하여 제2 영역(120)의 형상을 설명한다.
- [0055] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 영역(120)은 제1 영역(110)으로부터 외측으로 이격되어 배치될 수 있도록 형성된다. 보다 상세하게는, 제2 영역(120)은 제1 영역(110)의 테두리부로부터 소정의 간격을 가지고 이격된 채로 제1 영역(110)을 감싸도록 형성된다. 이 때, 제2 영역(120)은 제1 영역(110)과 제1 영역(110)으로부터 이격된 공간을 제외한 투명 기관(100)의 일면을 커버하도록 형성될 수 있다.
- [0056] 제2 영역(120)의 형상에는 제한이 없다. 예를 들면 도 2에 도시된 바와 같이 제1 영역(110)이 원형인 경우, 제1 영역(110)보다 소정의 크기만큼 큰 원형 영역이 제거된 형상일 수 있다.
- [0057] 제2 영역(120)은 제1 영역(110)과 같이, 제2 그래핀층(231)과 제2 TMDC층(232)이 교번으로 적층되어 형성될 수

있다. 이 때, 제2 그래핀층(231)과 제2 TMDC층(232)이 적층되는 수는 목표로 하는 굴절률의 범위에 따라 다르게 설계될 수 있고, 제한이 있는 것은 아니다.

- [0058] 제2 그래핀층(231)과 제2 TMDC층(232)은 각각 제1 그래핀층(211)과 제1 TMDC층(212)과 두께가 같게 형성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0059] 제2 그래핀층(231)과 제2 TMDC층(232)은 제1 그래핀층(211)과 제1 TMDC층(212)과 재질이 동일하고, 적층에 따른 효과도 동일하므로 이에 대한 설명은 제1 그래핀층(211) 및 제1 TMDC층(212)에 대한 설명으로 대체한다.
- [0060] 한편, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 제3 렌즈층(220)은 제1 렌즈층(210) 및 제2 렌즈층(230)과 같이 투명 기관(100)의 일면에 적층된다. 이 때, 도 3에 도시된 바와 같이, 제3 렌즈층(220)은 투명 기관(100)의 일면 중 제3 영역(130)에 적층된다. 즉, 제3 렌즈층(220)은 제3 영역(130)의 형상과 동일한 형상으로 형성된다. 제3 렌즈층(220)과 제3 영역(130)의 형상이 동일하므로, 이하에서는 도면의 제3 렌즈층(220)의 형상으로 통하여 제3 영역(130)의 형상을 설명한다.
- [0061] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 제3 영역(130)은 제1 영역(110)으로부터 외측으로 이격되고 제2 영역(120)으로부터 내측으로 이격되어 배치될 수 있도록 형성된다. 보다 상세하게는, 제3 영역(130)은 제1 영역(110)의 외측 테두리로부터 소정의 간격을 가지고 이격되고 제2 영역(120)의 내측 테두리로부터 소정의 간격을 가지고 이격된 채로 제1 영역(110)을 감싸는 띠 형상으로 형성된다.
- [0062] 제3 영역(130)의 형상에는 제한이 없다. 예를 들면 도 2에 도시된 바와 같이 제1 영역(110)이 원형인 경우, 원형 고리 형상일 수 있다. 다만, 후술하는 전원부(400)에 연결되기 위하여 일측이 개방된 원형 고리 형상일 수 있다.
- [0063] 제3 렌즈층(220)은 제1 영역(110)과 같이, 제3 그래핀층(221)과 제3 TMDC층(222)이 교번으로 적층되어 형성될 수 있다. 이 때, 제3 그래핀층(221)과 제3 TMDC층(222)이 적층되는 수는 목표로 하는 굴절률의 범위에 따라 다르게 설계될 수 있고, 제한이 있는 것은 아니다. 제3 렌즈층(220)의 제3 그래핀층(221)의 개수와 제3 TMDC층(222)의 개수는 제1 렌즈층(210) 및 제2 렌즈층(230)과 같을 수 있다. 제3 그래핀층(221)과 제3 TMDC층(222)은 각각 제1 그래핀층(211)과 제1 TMDC층(212)과 두께가 같게 형성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0064] 제3 그래핀층(221)과 제3 TMDC층(222)은 제1 그래핀층(211)과 제1 TMDC층(212)과 재질이 동일하고, 적층에 따른 효과도 동일하므로 이에 대한 설명은 제1 그래핀층(211) 및 제1 TMDC층(212)에 대한 설명으로 대체한다.
- [0065] 본 발명의 일 실시예의 일 변형예에 따른 가변 초점 렌즈(1)의 제3 렌즈층(220)은 폭 방향으로 복수 겹의 띠로 분할되어 형성될 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 2겹으로 형성될 수도 있고, 도 5에 도시된 바와 같이 3겹으로 형성될 수도 있다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 초점 렌즈(1)는 도 1 내지 도 2에 도시된 바와 같이, 제4 렌즈층(240)을 더 포함할 수 있다. 나아가 필요에 따라 제4 렌즈층(240)은 복수 개로 형성될 수 있다. 이 때, 제4 렌즈층(240)은 제3 렌즈층(220)과 형상이 동일하고 그에 따른 효과도 동일하므로 제3 렌즈층(220)의 설명으로 생략한다.
- [0067] 한편, 도 2에 도시된 바와 같이, 전원부(400)는 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)에 전압을 인가한다. 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)에 전압을 인가하는 방식에는 제한이 없으며, 전원을 공급하기 위한 공지된 다양한 방법이 적용될 수 있다.
- [0068] 전원부(400)는 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)에 전압을 인가하기 위하여, 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)은 각각 전원부(400)의 제1 단자(410), 제2 단자(420) 및 제3 단자(430)에 통전 가능하게 연결된다.
- [0069] 이 때, 전원부(400)는 투명 기관(100)의 일면의 최외각에 배치되어 가장 큰 면적으로 투명 기관(100)의 일면을 커버하는 제2 렌즈층(230)을 기준으로 하여 전압을 인가한다. 즉, 제1 렌즈층(210)에 인가되는 전압의 크기는 제1 렌즈층(210)과 제2 렌즈층(230)의 전위차이고, 제3 렌즈층(220)에 인가되는 전압의 크기는 제3 렌즈층(220)과 제2 렌즈층(230)의 전위차이다. 이 때, 제1 렌즈층(210)에 인가되는 전압을 제1 전압이라고 하고, 제3 렌즈층(220)에 인가되는 전압을 제2 전압이라고 한다.
- [0070] 전원부(400)는 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 전압과 제2 전압의 크기를 조절함으로써 가변 초점 렌즈(1)를 통과하는 빛(2)의 굴절률을 다양하게 조절하여 초점( $f_1$ ,  $f_2$ ) 거리를 변경할 수 있게 된다.
- [0071] 이 때, 상술한 바와 같이, 제4 렌즈층(240)이 부가되는 경우, 전원부(400)는 부가된 제4 렌즈층(240)에도 연결

될 수 있다. 이에 따라, 제4 렌즈층(240)에 인가되는 전압까지 조절할 수 있게 되면서, 초점 거리를 보다 다양하게 조절할 수 있게 된다.

- [0072] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변 초점 렌즈의 사시도이다. 도 8은 도 7의 B-B 부분을 도시한 단면도이다.
- [0073] 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변 초점 렌즈(1)는, 투명 기관(100), 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230), 제3 렌즈층(220), 기초 전극층(300), 제1 절연층(213), 제2 절연층(233), 제3 절연층(223), 및 전원부(400)를 포함한다. 본 발명의 다른 실시예는 본 발명의 일 실시예와 투명 기관(100), 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)에 대한 설명이 동일하므로, 이하에서는 중복되는 설명은 생략한다.
- [0074] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 기초 전극층(300)은 소정의 두께를 가지는 판 형상으로 형성된다. 기초 전극층(300)은 투명 기관(100)의 일면에 적층된다. 이에 따라, 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이 기초 전극층(300)은 투명 기관(100)을 커버할 수 있도록 형성될 수 있으나, 크기나 형상에 제한이 있는 것은 아니다.
- [0075] 기초 전극층(300)은 유리, 투명 플라스틱 등 빛이 투과될 수 있는 재질로 형성된다. 투명 기관(100)은 빛(2)이 투명 기관(100)을 투과하는 과정에서 빛(2)이 굴절이 되지 않는 판 형상으로 형성될 수 있으나, 후술하는 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)을 지지할 수 있으면, 형상에 제한이 있는 것은 아니다.
- [0076] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 기초 전극층(300)은 빛이 투과될 수 있고, 전기전도성이 있으면, 재질에 제한이 있는 것은 아니다. 예를 들면, ITO(Indium Tin Oxide), 그래핀, TCO (transparent conductive oxide), conductive polymers, metal grid, carbon nanotubes, nanowire meshes, ultras thin metal films 등 일 수 있다.
- [0077] 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변 초점 렌즈(1)의 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)은 본 발명의 일 실시예와 달리, 각각 기초 전극층(300)의 타측에 형성되는 제1 영역(110), 제2 영역(120) 및 제3 영역(130)에 배치된다. 즉, 기초 전극층(300)은 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)과 투명 기관(100) 사이에 배치된다.
- [0078] 이 때, 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)과 기초 전극층(300) 사이에는 각각 제1 절연층(213), 제2 절연층(233) 및 제3 절연층(223)이 적층된다. 제1 절연층(213), 제2 절연층(233) 및 제3 절연층(223)은 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)이 각각 기초 전극층(300)과 직접 통전되지 않도록 한다.
- [0079] 이 때, 전원부(400)는 도 9에 도시된 바와 같이, 전원부(400)는 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230), 제3 렌즈층(220) 및 기초 전극층(300)에 전압을 인가한다. 전원부(400)가 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230), 제3 렌즈층(220) 및 기초 전극층(300)에 전압을 인가하는 방식에는 제한이 없으며, 전원을 공급하기 위한 공지된 다양한 방법이 적용될 수 있다.
- [0080] 전원부(400)는 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230), 제3 렌즈층(220) 및 기초 전극층(300)에 전압을 인가하기 위하여, 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230), 제3 렌즈층(220) 및 기초 전극층(300)은 각각 전원부(400)의 제1 단자(410), 제2 단자(420), 제3 단자(430) 및 제5 단자(450)에 통전 가능하게 연결된다.
- [0081] 이 때, 전원부(400)는 기초 전극층(300)을 기준으로 하여 전압을 인가한다. 즉, 제1 렌즈층(210)에 인가되는 전압의 크기는 제1 렌즈층(210)과 기초 전극층(300)의 전위차이고, 제2 렌즈층(230)에 인가되는 전압의 크기는 제2 렌즈층(230)과 기초 전극층(300)의 전위차이고, 제3 렌즈층(220)에 인가되는 전압의 크기는 제3 렌즈층(220)과 기초 전극층(300)의 전위차이다. 이 때, 제1 렌즈층(210)에 인가되는 전압을 제1 전압이라고 하고, 제2 렌즈층(230)에 인가되는 전압을 제2 전압이라고 하고, 제3 렌즈층(220)에 인가되는 전압을 제3 전압이라고 한다.
- [0082] 이와 같이, 기초 전극층(300)을 구비함으로써, 가변 초점 렌즈(1)의 좌우측 크기를 늘리지 않으면서도 보다 많은 전위차 조합을 형성할 수 있게 된다. 전원부(400)가 인가하는 전압의 크기에 따라, 굴절률이 바뀌는데 전압 크기의 종류가 다양할수록 바꿀 수 있는 굴절률의 범위가 넓어지게 된다.
- [0083] 또한, 기초 전극층(300)은 제1 렌즈층(210), 제2 렌즈층(230) 및 제3 렌즈층(220)과 거리가 동일하여 전위를 유지하거나 제어하기 용이할 뿐만 아니라, DBR효과를 높일 수 있게 된다.
- [0084] 이상에서 본 발명의 여러 실시예에 따른 가변 초점 렌즈에 대하여 설명하였으나, 본 실시예에 따른 가변 초점

렌즈는 디스플레이에만 적용될 수 있는 것은 아니며, 카메라 등 초점 거리를 변화시킬 수 있는 렌즈가 필요한 장치로 사용될 수도 있음을 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

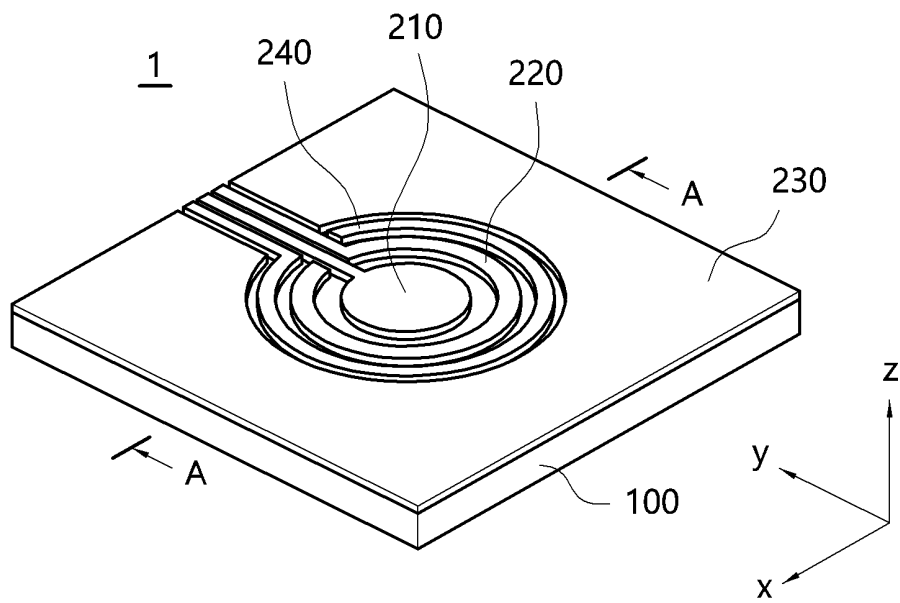
[0085] 이상과 같이 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 살펴보았으며, 앞서 설명된 실시예 이외에도 본 발명이 그 취지나 범주에서 벗어남이 없이 다른 특정 형태로 구체화될 수 있다는 사실은 해당 기술에 통상의 지식을 가진 이들에게는 자명한 것이다. 그러므로, 상술한 실시예는 제한적인 것이 아니라 예시인 것으로 여겨져야 하고, 이에 따라 본 발명은 상술한 설명에 한정되지 않고 첨부된 청구항의 범주 및 그 동등 범위 내에서 변경될 수도 있다.

## 부호의 설명

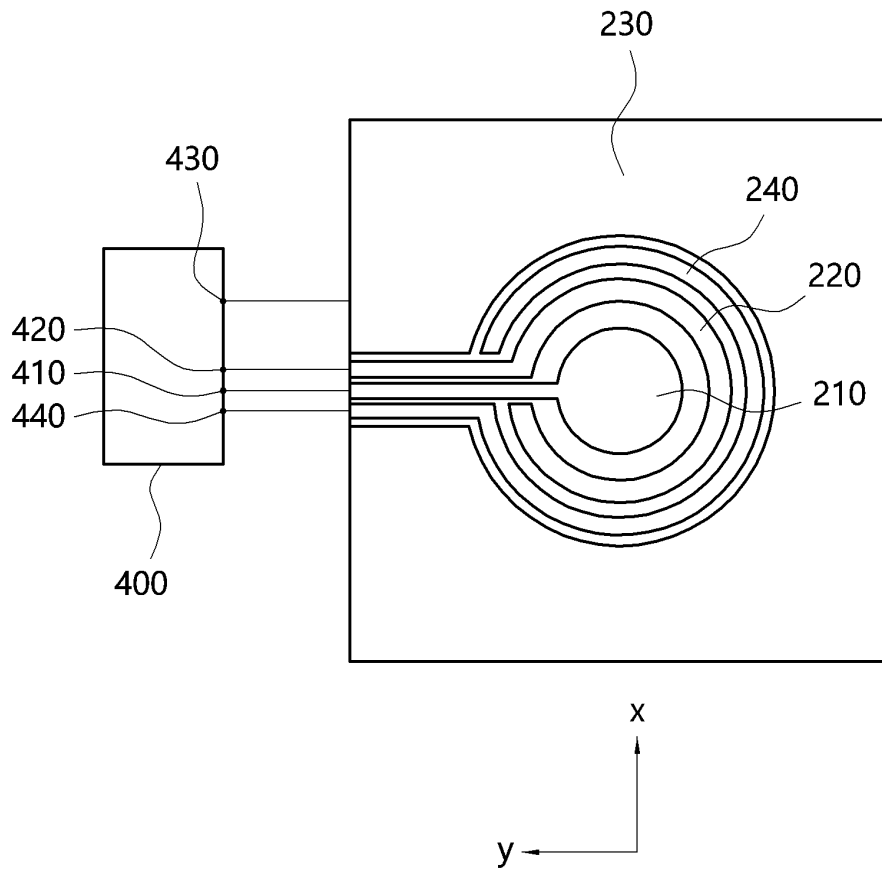
[0086] 1 가변 초점 렌즈 230 제2 렌즈층  
2 빛 231 제2 그래핀층  
100 투명 기관 232 제2 TMDC층  
110 제1 영역 233 제2 절연층  
120 제2 영역 240 제4 렌즈층  
130 제3 영역 241 제4 그래핀층  
140 제4 영역 242 제4 TMDC층  
150 제5 영역 243 제4 절연층  
210 제1 렌즈층 300 기초 전극층  
211 제1 그래핀층 400 전원부  
212 제1 TMDC층 410 제1 단자  
213 제1 절연층 420 제2 단자  
220 제3 렌즈층 430 제3 단자  
221 제3 그래핀층 440 제4 단자  
222 제3 TMDC층 450 제5 단자  
223 제3 절연층

도면

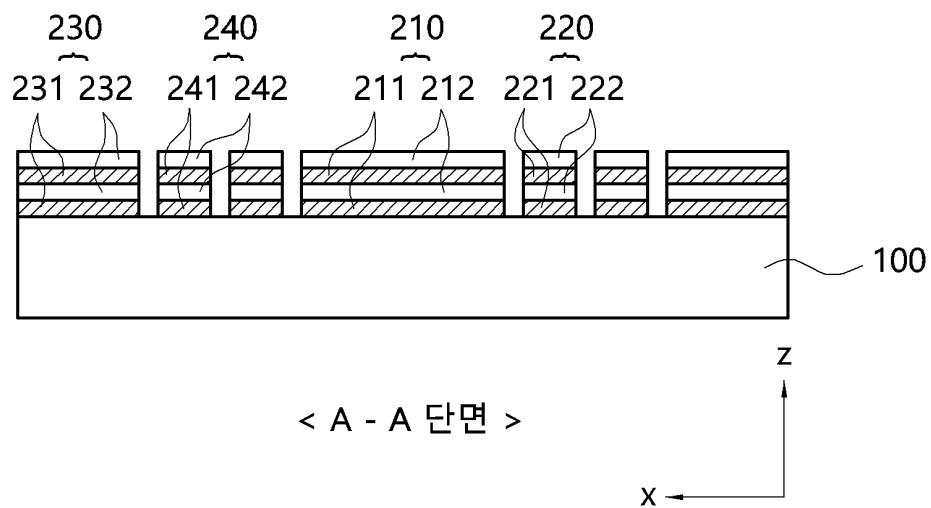
도면1



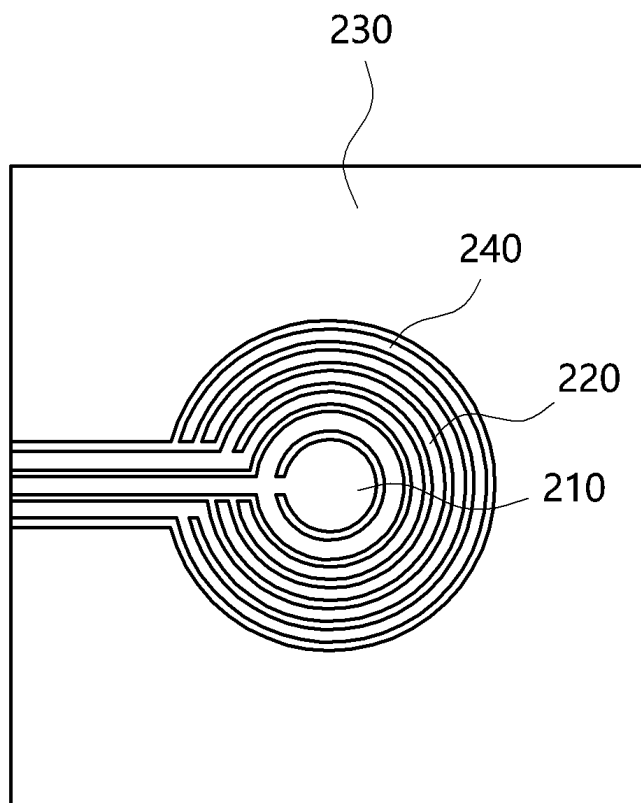
도면2



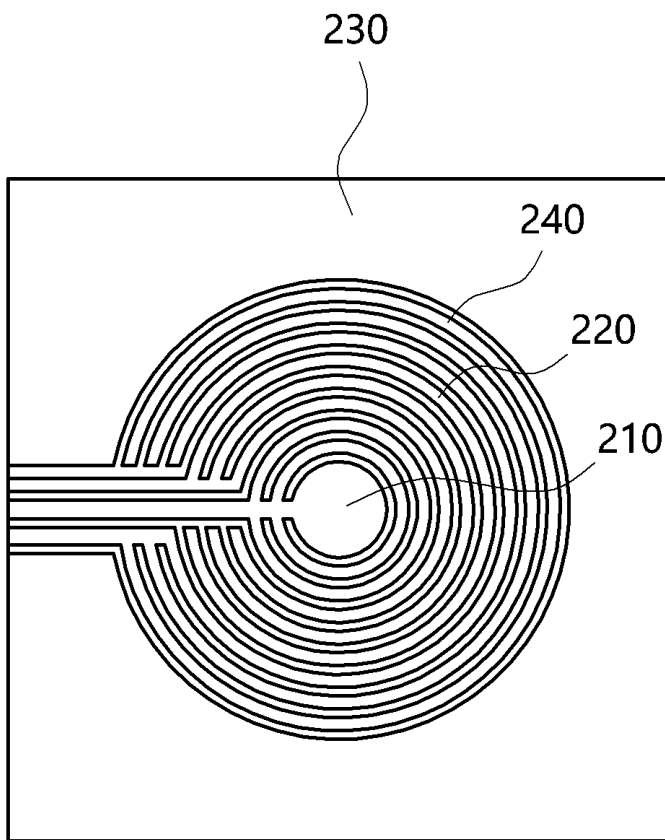
도면3



도면4

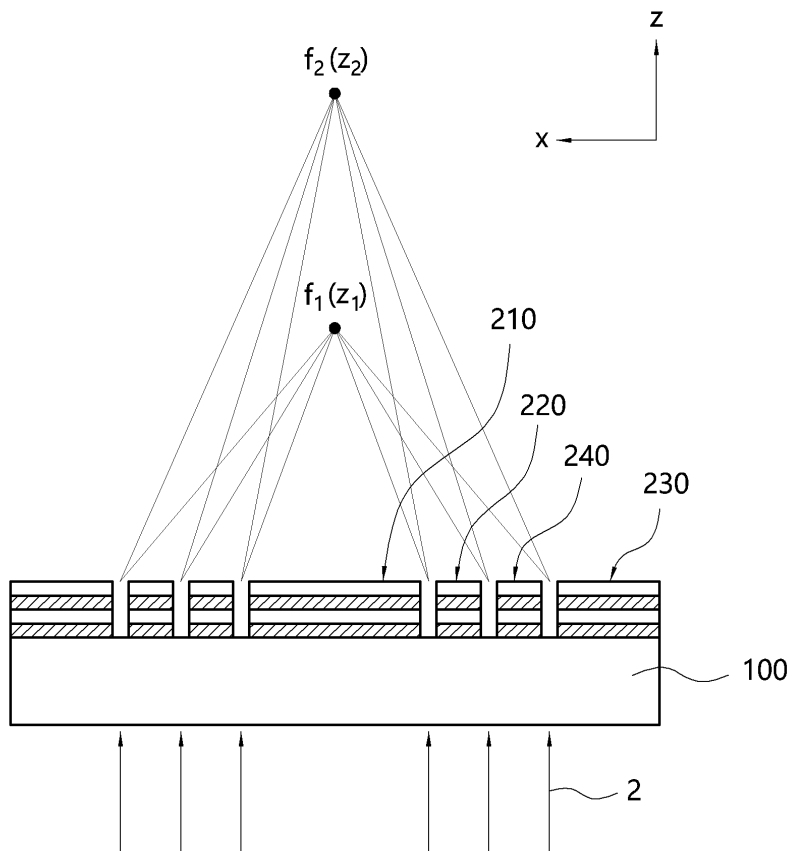


도면5

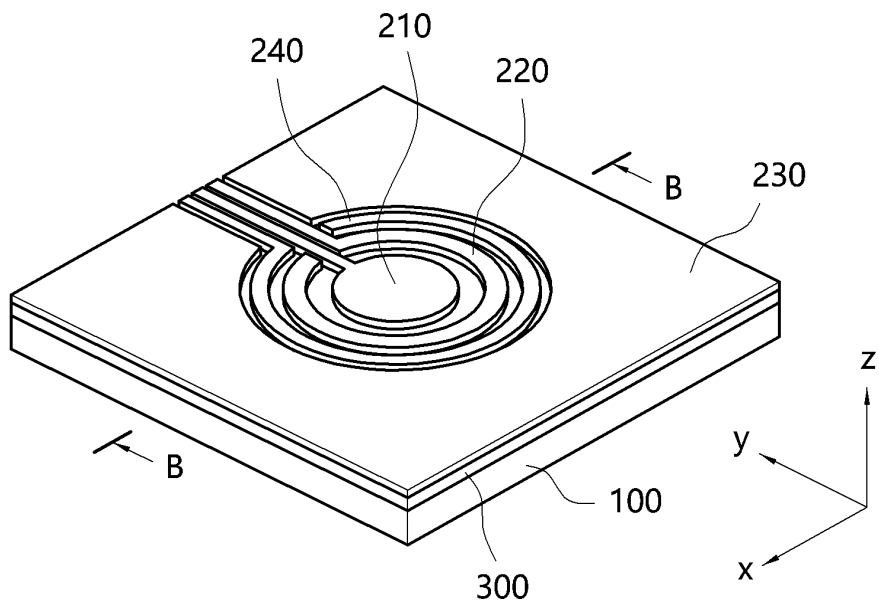




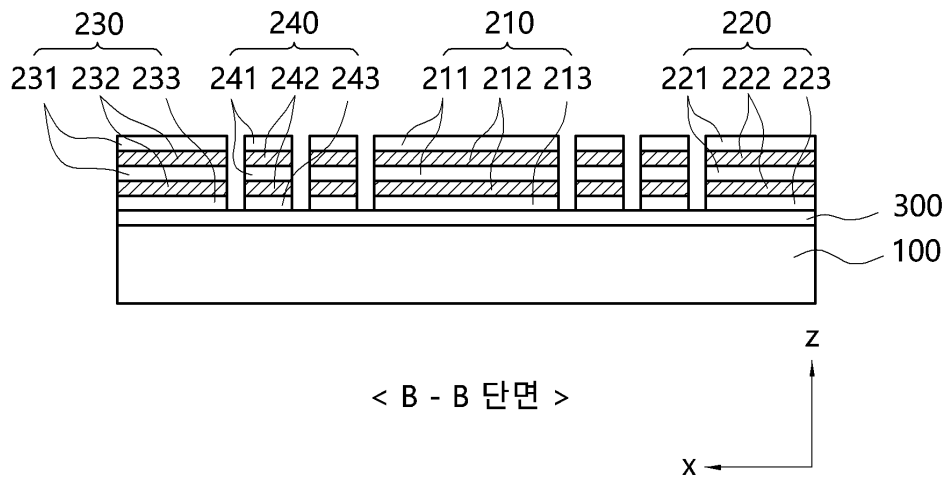
도면6



도면7



도면8



도면9

