



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월16일
(11) 등록번호 10-2432529
(24) 등록일자 2022년08월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/00 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/0006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0092781
(22) 출원일자 2020년07월27일
심사청구일자 2020년07월27일
(65) 공개번호 10-2021-0012974
(43) 공개일자 2021년02월03일
(30) 우선권주장
1020190091201 2019년07월26일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR100205972 B1*
KR101816480 B1*
KR1020180022398 A*
WO2013035392 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 그래핀랩
경기도 화성시 동탄산단4길 9-13 (방교동)
(72) 발명자
유병욱
경기도 남양주시 도농로 34 부영그린타운 308동 504호
권용덕
경기도 광명시 하안로 320 하안10단지고층주공아파트 1012동 302호
(74) 대리인
특허법인태동

전체 청구항 수 : 총 3 항

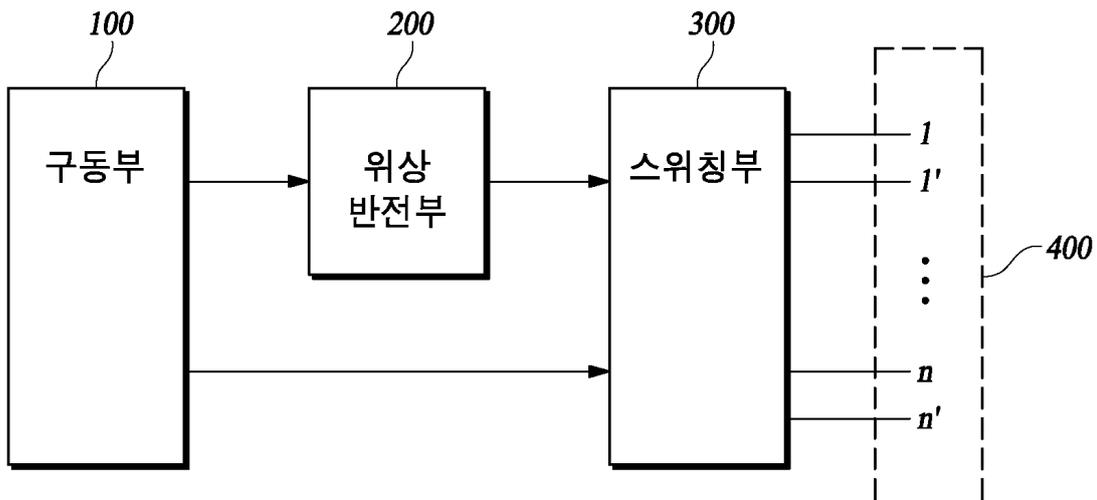
심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치

(57) 요약

전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치가 개시된다. 본 발명의 실시 예에 따른 기상오염물질 제거장치는, 서로 다른 위상차를 가지도록 배열되는 한 쌍의 전극이 복수개 배치되는 전극부, 고주파 및 전압을 공급하는 구동부, 구동부로부터 공급되는 고주파를 이용하여 한 쌍의 전극의 위상을 반전시키는 위상 반전부, 및 구동부에서 공급되는 고주파 및 위상 반전부로부터 공급되는 고주파를 스위칭하여 전극부로 전달하는 스위칭부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

장승채

경기도 안양시 동안구 관평로138번길 63 초원부영
아파트 701동 606호

문종택

경기도 성남시 분당구 미금로 184 까치마을1단지대
우아파트 112동 1201호

원무연

서울특별시 성북구 길음로 74 길음뉴타운 510동
802호

명세서

청구범위

청구항 1

서로 다른 위상차를 가지도록 배열되는 한 쌍의 전극이 복수개 배치되는 전극부;
 고주파 및 전압을 공급하는 구동부;
 상기 구동부로부터 공급되는 고주파를 이용하여 상기 한 쌍의 전극의 위상을 반전시키는 위상 반전부; 및
 상기 구동부에서 공급되는 고주파 및 상기 위상 반전부로부터 공급되는 고주파를 스위칭하여 상기 전극부로 전달하는 스위칭부;를 포함하고,
 상기 전극은,
 제1 베이스 절연층;
 상기 베이스 절연층의 상부에 적층되는 연결전극층;
 상기 연결전극층의 상부에 적층되는 그래핀층; 및
 상기 그래핀층의 상부에 적층되는 제2 베이스 절연층;을 포함하며,
 상기 제2 베이스 절연층은, 두께를 조절하여 일측으로 기울어지는 경사가 생기는 형상인 것을 특징으로 하는 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 구동부는,
 전압을 인가받아 상기 전압을 승압하는 전압 승압기;
 상기 전극부로 고주파를 인가하는 고주파 발전기; 및
 상기 전압 및 고주파의 인가를 제어하는 PWM 제어기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 2 항에 있어서,
 상기 구동부는, 상기 전극부로 상기 고주파를 인가하는 동작, 상기 전극부 내의 전극들의 배치순서에 따라 고주파를 인가하는 동작, 및 상기 PWM 제어기를 구동하는 동작을 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치.

발명의 설명

기술분야

본 발명은 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 전계 효과를 발생시켜 우적 및 김서림과 같은 기상 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있는 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치에

[0001]

관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 방법, 교통 통제와 같은 다양한 목적에 의해 도로와 같은 야외에 카메라가 많이 설치되고 있다. 이러한 야외에 설치되는 카메라의 경우에는 렌즈 혹은 렌즈 커버가 외부에 노출되어 있기 때문에, 기상 현상의 영향을 받게 된다.
- [0003] 보다 구체적으로, 비가 오거나 눈이 내리는 등의 기상 현상이 발생한 경우에, 카메라의 렌즈 혹은 렌즈 커버에는 빗물이 맺히거나 김서림 현상이 생길 수 있는데, 이 경우 카메라는 흐려진 렌즈로 인해 정확한 촬영이 불가능하게 된다.
- [0004] 또한, 기상 현상의 영향을 받는 다른 예로, 자동차의 사이드 미러를 들 수 있다. 자동차의 사이드 미러의 경우에는 운전자가 차선을 변경할 때 매우 중요한 역할을 하는 것이나, 비가 오거나 눈이 오는 등의 기상 현상 발생 시 운전자의 시야 확보에 어려움이 생긴다.
- [0005] 그러므로, 자동차의 사이드 미러에 빗물이나 눈 등이 맺히게 되면, 운전자는 다른 차량을 정확하게 인지하지 못한 채 차선을 변경하는 등의 행위를 하게 될 수 있으며, 이는 자칫 교통사고로 이어질 수 있다.
- [0006] 야외에 설치된 카메라 혹은 야외에서 사용되는 자동차 미러 등은 기상 현상의 직접적인 영향을 받는 것이지만, 실내의 경우에도 공기중의 습도와 온도 차이로 인해 유리 및 미러 등에 김서림 현상이 발생할 수 있다.
- [0007] 상술한 문제점을 해결하기 위한 방안으로, 유리 혹은 미러에 접촉되는 발열선을 설치하여 성에, 및 김서림 현상 등을 빠른 시간 내에 해소하도록 하는 장치가 사용되고 있다.
- [0008] 그런데, 유리 혹은 미러에 접촉되어 설치되는 발열선은 내외부의 온도차이에 의해 생긴 성에 등을 해소하는데 효과적이기는 하나, 빗물이 직접적으로 맺혀져 있는 경우에는 그 효과가 매우 미미하다. 특히, 발열선이 금속으로 형성되는 경우, 그 성질이 불투명하여 자동차 유리 혹은 카메라 등에 적용시 사용자(혹은 운전자)의 시야에 방해되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 국내공개특허 제2013-0007155호(2013. 01. 18. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 전술한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 간단한 구성에 의해 시야를 확보해야 하는 장비에 발생한 기상 오염물질을 신속하게 제거함으로써, 안전성 및 신뢰성을 확보할 수 있는 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치를 제시하는 데 있다.
- [0011] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 전술한 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명의 실시 예에 따른 기상오염물질 제거장치는, 서로 다른 위상차를 가지도록 배열되는 한 쌍의 전극이 복수개 배치되는 전극부, 고주파 및 전압을 공급하는 구동부, 구동부로부터 공급되는 고주파를 이용하여 한 쌍의 전극의 위상을 반전시키는 위상 반전부, 및 구동부에서 공급되는 고주파 및 위상 반전부로부터 공급되는 고주파를 스위칭하여 전극부로 전달하는 스위칭부를 포함한다.
- [0013] 바람직하게, 구동부는, 전압을 인가받아 전압을 승압하는 전압 승압기, 전극부로 고주파를 인가하는 고주파 발전기, 및 전압 및 고주파의 인가를 제어하는 PWM 제어기를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한 바람직하게, 전극은, 제1 베이스 절연층, 베이스 절연층의 상부에 적층되는 연결전극층, 연결전극층의 상

부에 적층되는 그래핀층, 그래핀층의 상부에 적층되는 제2 베이스 절연층을 포함할 수 있다.

[0015] 또한 바람직하게, 제2 베이스 절연층은, 두께를 조절하여 일측으로 기울어지는 경사가 생기는 형상일 수 있다.

[0016] 또한 바람직하게, 구동부는, 전극부로 고주파를 인가하는 동작, 전극부 내의 전극들의 배치순서에 따라 고주파를 인가하는 동작, 및 PWM 제어를 구동하는 동작을 반복적으로 수행할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 전계 효과를 이용하는 간단한 구조에 의해, 자동차의 사이드 미러 및 카메라 렌즈 등과 같이 기상 현상에 영향을 받는 장치들에 발생하는 우적 및 김서림 현상을 신속하게 제거할 수 있는 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치를 제공하는 효과가 있다.

[0018] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치의 개략적인 기능 블록도,

도 2는 도 1에 도시한 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치의 구체적인 기능 블록도,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치의 회로도,

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전극의 구조를 도시한 도면,

도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전극의 구조를 도시한 도면,

도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치에서 기상에 따른 오염물질을 제거하는 방법을 설명하기 위한 도면, 그리고,

도 7은 우적 및 김서림 제거를 위한 구동부의 반복 동작을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시 예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0021] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0022] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시 예들은 그것의 상보적인 실시 예들도 포함한다.

[0023] 또한, 제1 엘리먼트(또는 구성요소)가 제2 엘리먼트(또는 구성요소) 상(ON)에서 동작 또는 실행된다고 언급될 때, 제1 엘리먼트(또는 구성요소)는 제2 엘리먼트(또는 구성요소)가 동작 또는 실행되는 환경에서 동작 또는 실행되거나 또는 제2 엘리먼트(또는 구성요소)와 직접 또는 간접적으로 상호 작용을 통해서 동작 또는 실행되는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0024] 어떤 엘리먼트, 구성요소, 장치, 또는 시스템이 프로그램 또는 소프트웨어로 이루어진 구성요소를 포함한다고 언급되는 경우, 명시적인 언급이 없더라도, 그 엘리먼트, 구성요소, 장치, 또는 시스템은 그 프로그램 또는 소프트웨어가 실행 또는 동작하는데 필요한 하드웨어(예를 들면, 메모리, CPU 등)나 다른 프로그램 또는 소프트웨어(예를 들면 운영체제나 하드웨어를 구동하는데 필요한 드라이버 등)를 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0025] 또한, 어떤 엘리먼트(또는 구성요소)가 구현됨에 있어서 특별한 언급이 없다면, 그 엘리먼트(또는 구성요소)는 소프트웨어, 하드웨어, 또는 소프트웨어 및 하드웨어 어떤 형태로도 구현될 수 있는 것으로 이해되어야 할 것이다.

다.

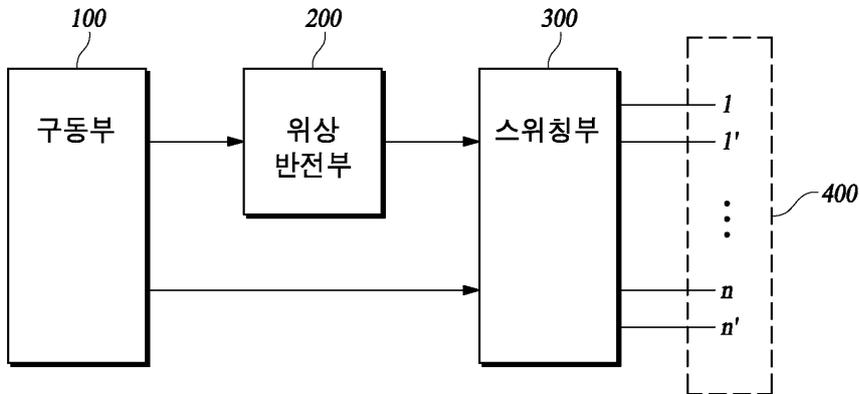
- [0026] 또한, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치의 개략적인 기능 블록도이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치는 구동부(100), 위상 반전부(200), 스위칭부(300), 및 전극부(400)를 포함한다.
- [0029] 구동부(100)는 전극부(400)에 고주파 및 전압을 공급하여 진동 발생 및 열을 발생시키기 위한 것이다. 구동부(100)에 관하여는 후술하는 도 2에서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [0030] 위상 반전부(200)는 구동부(100)로부터 공급되는 고주파를 이용하여 전극부(400)의 위상을 반전시킨다.
- [0031] 스위칭부(300)는 구동부(100)에서 공급되는 고주파 및 위상 반전부(200)로부터 공급되는 고주파를 스위칭하여, 전극부(400)로 전달한다. 스위칭부(300)의 스위칭 회로는 후술하는 도 3에 보다 상세히 도시하였다.
- [0032] 전극부(400)는 서로 다른 위상차를 가지도록 배열되는 한 쌍의 전극이 복수개 배치된다. 전극부(400)를 구성하는 전극은 그래핀층을 포함하여 여러 종류의 필름이 적층된 구조일 수 있으며, 전극에 관하여는 후술하는 도 4 및 도 5에서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [0033] 도 2는 도 1에 도시한 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치의 구체적인 기능 블록도이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 구동부(100)는 전압 승압기(110), 고주파 발전기(120), 및 PWM 제어기(130)를 포함한다. 구동부(100)가 동작하기 위해서는 전원을 인가받아야 하는데, 별도의 배터리(500)로부터 전원을 공급받을 수 있다. 본 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치가 자동차에 설치되는 경우, 배터리(500)는 자동차에 기구비되어 있는 배터리 장비일 수 있다.
- [0035] 전압 승압기(110)는 배터리(500)로부터 전압을 인가받아 전압을 승압한다. 전압 승압기(110)에서 전압을 승압시키는 이유는, 높은 주파수의 고전압으로 높은 전류를 보내기 위함이다.
- [0036] 또한, 전극으로 그래핀을 사용하였을 경우에도 전압 승압기(110)에 의한 전압의 승압이 필요하다. 그래핀의 저항은 현재 기술 상황에서 다층으로 구성할 경우에도 면저항은 100Ω/sg 이상이고, 향후 기술이 발전하여 면저항을 50Ω/sg 정도로 낮출 수 있다고 가정하더라도, 발열을 위한 전류 인가시 전압을 승압하여야 한다.
- [0037] 고주파 발전기(120)는 전압 승압기(110)로부터 승압된 전압을 전달받아 고주파를 발생시키며, 이 고주파를 위상 반전부(200) 및 PWM 제어기(130)로 제공한다.
- [0038] PWM 제어기(130)는 전압 및 고주파의 인가를 제어한다. 보다 구체적으로, PWM 제어기(130)는 전극부(400)에 인가되는 전압 및 고주파를 제어하여 발열이 되도록 하는 것으로, 스위칭부(300)를 제어하여 전극부(400)로 전달되는 전압 및 고주파를 제어할 수 있다.
- [0039] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치의 회로도이다.
- [0040] 도시한 바와 같이, 전극부(400)는 n쌍의 전극을 포함한다. 본 실시예에서는 3쌍의 전극을 예시하였는데, 1-1', 2-2', 및 3-3'의 전극이 배치되었음을 알 수 있다.
- [0041] 3쌍의 전극은 각각 스위칭부(300)의 스위치와 연결된다. 전극 1은 1번 스위치와, 전극 1'는 1'번 스위치와, 전극 2는 2번 스위치와, 전극 2'는 2'번 스위치와 전극 3은 3번 스위치와, 전극 3'는 3'번 스위치와 연결되었다.
- [0042] 전극 1, 2, 3이 연결된 1번, 2번, 3번 스위치는 하나의 전선으로 제1 위상 반전기(210)에 연결되고, 전극1', 2', 3'가 연결된 1'번, 2'번, 3'번 스위치는 하나의 전선으로 제2 위상 반전기(220)에 연결된다.
- [0043] 또한, 제1 위상 반전기(210) 및 제2 위상 반전기(220)는 구동부(100)와 연결된다. 구동부(100)의 구조는 도 2에서 설명한 바와 같이, 전압 승압기(110), 고주파 발전기(120), 및 PWM 제어기(130)를 포함한다.
- [0044] 이러한 회로 구성에 의한 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치에서 기상에 의한 오염물질 예를 들면, 우적, 혹은 김서림과 같은 현상이 발생하였을 때, 고주파 및 고전류에 의해 오염물질을 제거하게 된다. 이러한 원리에

관하여는 후술하는 도 6a 내지 도 6d에서 보다 상세히 설명하도록 한다.

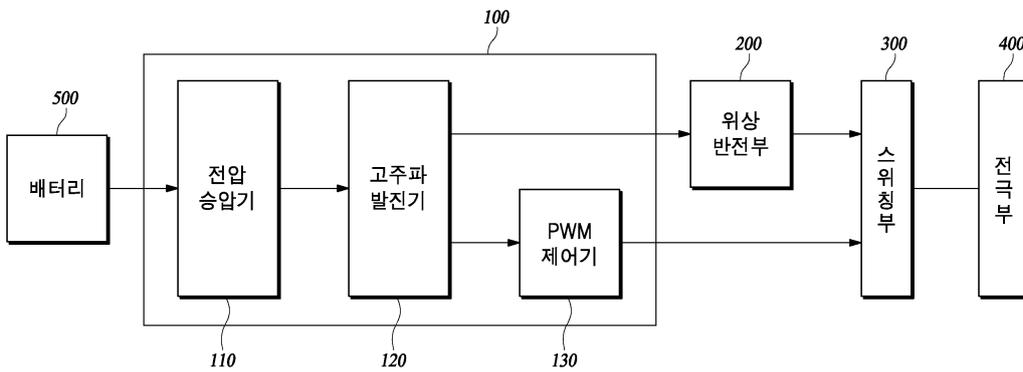
- [0045] 도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전극의 구조를 도시한 도면이다.
- [0046] 도 4를 참조하면, 최하부에 제1 절연 베이스층(411)이 배치되고, 제1 절연 베이스층(411)의 상부에 연결 전극층(412)이 배치되며, 연결 전극층(412)의 상부에 그래핀층(413)이 배치되며, 그래핀층(413)의 상부에 제2 절연 베이스층(414)이 적층된다.
- [0047] 제1 절연 베이스층(411) 및 제2 절연 베이스층(414)에는 통상의 PI(Polyimide), 혹은 PET(Poly Ethylene Terephthalate)의 필름 형태를 적용할 수 있다.
- [0048] 도시한 바와 같이, 그래핀층(413) 및 연결 전극층(412)이 스위칭부(300)를 구성하는 어느 하나의 스위칭 회로에 연결된다.
- [0049] 본 실시예에서 전극이 그래핀층(413)을 포함하는 것을 예시하였다. 그래핀은 현존하는 물질 중 가장 높은 $5.300\text{W/m}\cdot\text{k}$ 의 열전달율을 가지고 있으며, 이 수치는 CNT의 1.5배에 해당한다. 또한, 그래핀은 발열된 이후 전원이 제거되었을 때 원래의 온도로 복원하는 성능도 매우 우수하다.
- [0050] 따라서, 발열효율이 높은 그래핀으로 카메라 렌즈와 같이 작은 면적에 대해 높은 온도로 신속하게 온도를 올려 발열을 시키게 되면, 렌즈 상에 형성된 습윤을 신속하게 제거할 수 있으며, 이러한 성능은 다른 물질에 비하여 매우 우수하다.
- [0051] 또한, 그래핀은 원래 온도로 복원하는 성능이 우수함에 따라, 카메라와 같은 전자 모듈에 적용되었을 경우에도 전자 모듈 등의 성능에 아무런 영향을 주지 않고 습윤을 제거할 수 있는 효과를 가진다.
- [0052] ITO 계열이나 금속 혹은 AgNw, CNT 등은 나노섬유로 인한 특성 때문에 Ohmic contact 현상이 발생한다. 따라서, 고열 발생이 장시간 지속되는 경우 저항이 증가할 가능성이 높다. 경우에 따라서는, 일정한 저항의 구현과 유지가 어려워 제품으로의 적용이 불가능한 경우도 있다. 이에, 원자 1개 층으로 구성되는 CVD 그래핀을 전극에 적용하게 되면, 본 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치의 구현에 매우 유리하다.
- [0053] 카메라 렌즈의 특성상 야간 및 주간에 빛에 의한 번짐, 금속성분에 의한 빛반사, 및 모아레 현상이 존재하면 안 된다는 점에서도 그래핀은 매우 유리한 물질이다. 또한, 그래핀은 90% 정도의 투과율을 나타내므로, 운전자 혹은 사용자의 시야를 방해하지 않고 우적 및 김서림 제거 효과를 거둘 수 있다.
- [0054] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전극의 구조를 도시한 도면이다.
- [0055] 도 4에서는 그래핀을 포함하는 전극의 구조를 설명하였다. 본 실시예에서는 도 4에서와 달리 변형된 형태의 전극의 구조를 예시하였는데, 그 형태가 다를 뿐 기능면에서는 동일하므로, 동일된 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0056] 최하부에 제1 절연베이스층(411')이 배치되고, 그 위에 제1 절연베이스층(411')을 덮는 형태로 연결 전극(412')을 위한 배선이 설치되고, 그 위에 그래핀층(413')이 위치한다.
- [0057] 최종적으로, 그래핀(413')의 위에 제2 절연베이스층(414')이 적층된다. 이때, 제2 절연베이스층(414')은 하부의 다른 구조들을 덮는 형태로 적층되고, 상부에서 소정 각도로 기울어지는 경사(I)가 생기도록 한다.
- [0058] 이와 같이, 제2 절연베이스층(414')에 경사(I)를 형성함으로써, 물방울이 쉽게 굴러떨어지도록 구성한다. 이와 같은 구성에 의해, 구동부(100)의 동작에 의해 진동 및 열에 의해 우적 및 김서림을 제거함에 있어 부가적인 도움을 줄 수 있도록 한다.
- [0059] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전계 방식에 의한 기상오염물질 제거장치에서 기상에 따른 오염물질을 제거하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0060] 도 6a에 전극부(400)의 전기적 극성을 간략하게 나타내었다. 절연체(제1 절연 베이스층(411) 및 제2 절연 베이스층(414) 중 어느 하나)의 일면에 교번적으로 '-', 및 '+' 극성을 갖는 전극이 스위칭부(300)와 연결되어 있음을 간략하게 도시하였다. 절연체의 상부에는 우적 및 김서림에 의한 물 분자(10)를 도시하였다.
- [0061] 이와 같이 전극 사이에 우적이 형성되어 있는 경우, 도 6b에 도시한 바와 같이, $t=0$ 에서 전극 1, 2, ..., n에 대해 $V_1(t)=V_2\cos(2\pi f_1t)$ 를 인가하고, 전극 1', 2', ..., n'에 대해서는 위상을 π 만큼 반전시킨 $V_1(t)=V_2\cos(2\pi f_1t+\pi)$ 를 인가한다. 이때, $V_2\cos(2\pi f_1t)$ 및 $V_2\cos(2\pi f_1t+\pi)$ 는 동시에 인가되어야 한다. 또한, 주파수 f 는 30MHz 내지 300GHz로 매우 높은 고주파 신호의 주파수이다.

도면

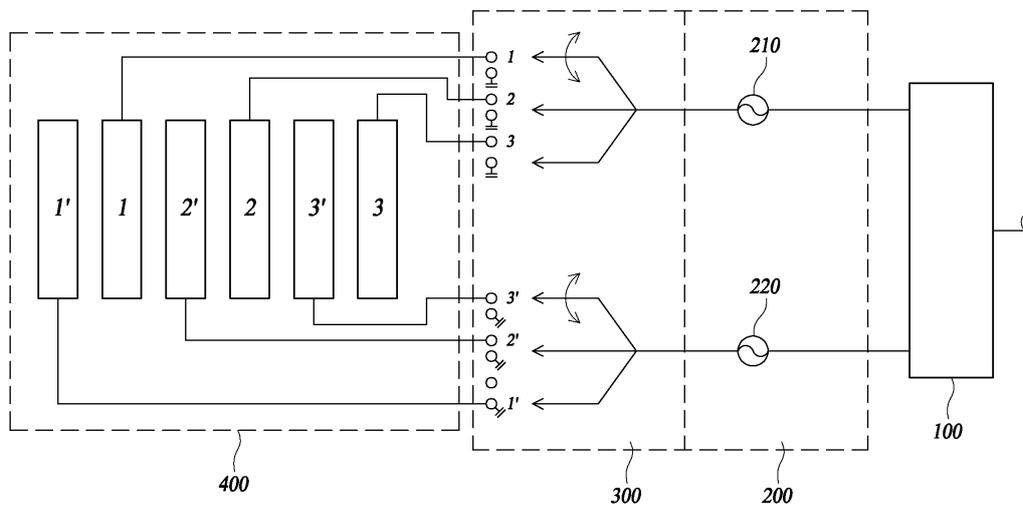
도면1



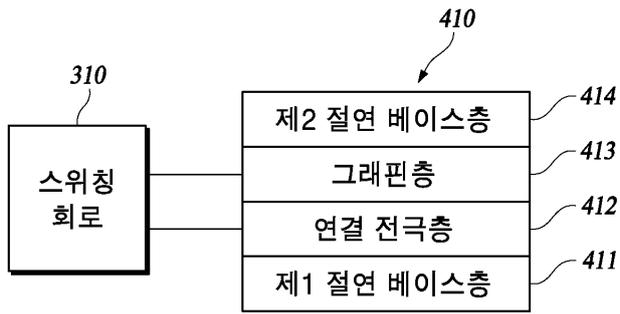
도면2



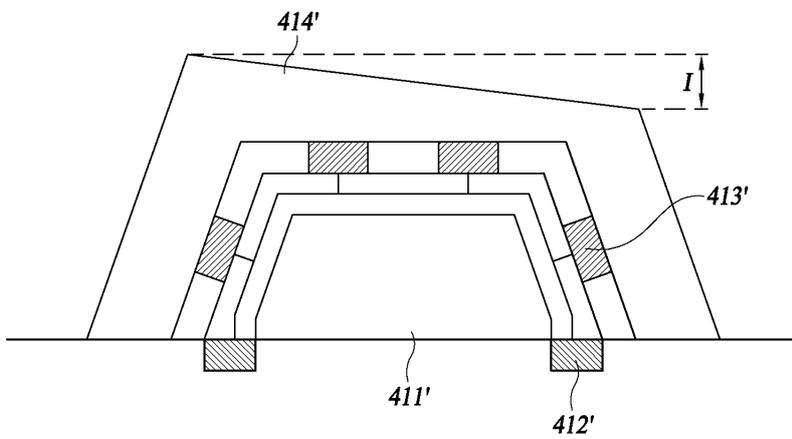
도면3



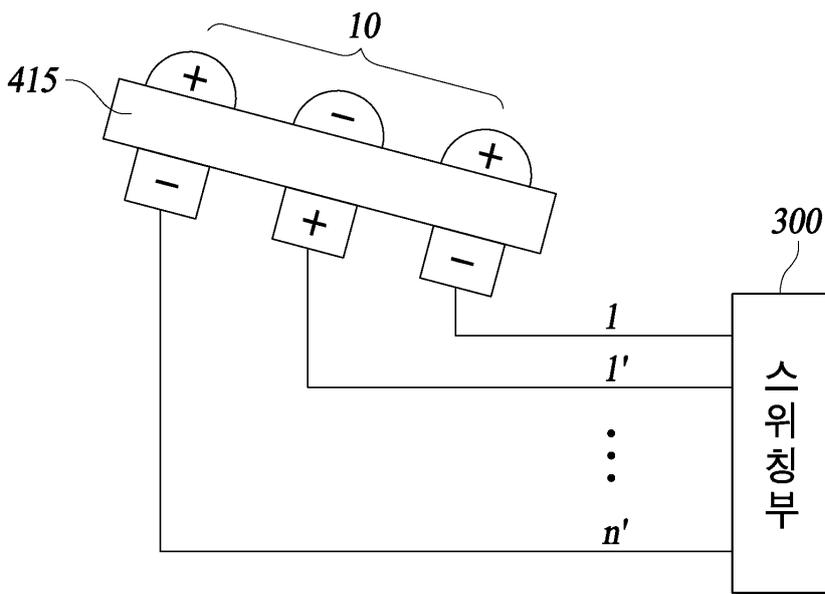
도면4



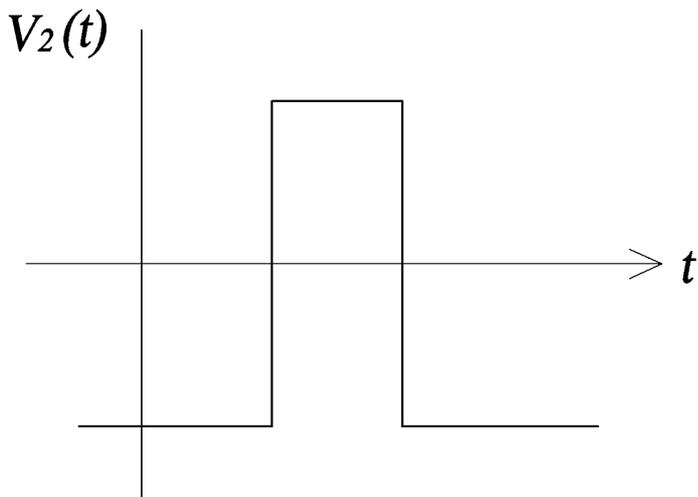
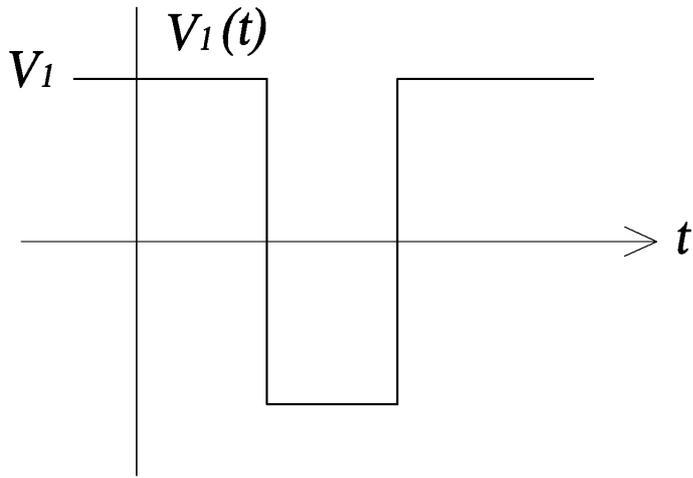
도면5



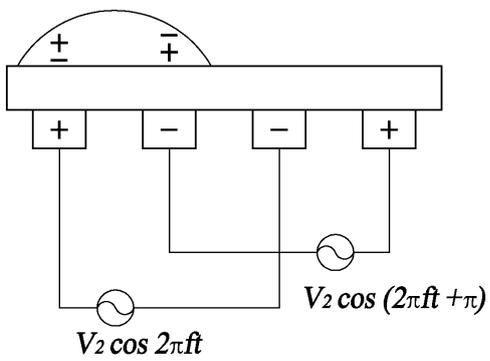
도면6a



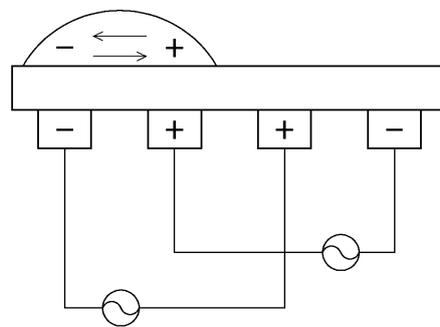
도면6b



도면6c

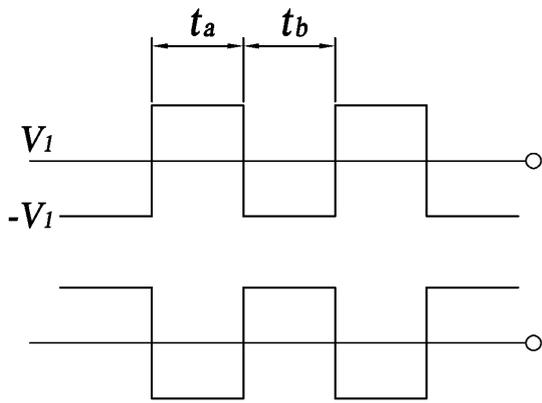


(a)



(b)

도면6d



도면7

