



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0040934
(43) 공개일자 2024년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 11/00 (2006.01) B25J 19/00 (2006.01)
B25J 9/00 (2006.01) B25J 9/14 (2006.01)
B63B 35/32 (2006.01) B63G 8/00 (2006.01)
C02F 1/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B25J 11/00 (2013.01)
B25J 19/005 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0119864

(22) 출원일자 2022년09월22일

심사청구일자 2022년09월22일

(71) 출원인

한국과학기술연구원

서울특별시 성북구 화랑로14길 5 (하월곡동)

한양대학교 산학협력단

서울특별시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

송가혜

서울특별시 성북구 화랑로14길 5

장윤정

서울특별시 성동구 왕십리로 222 한양대학교 신소재공학관 311호

김혜정

서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 창의관 313호

(74) 대리인

김영철, 김 순 영

전체 청구항 수 : 총 16 항

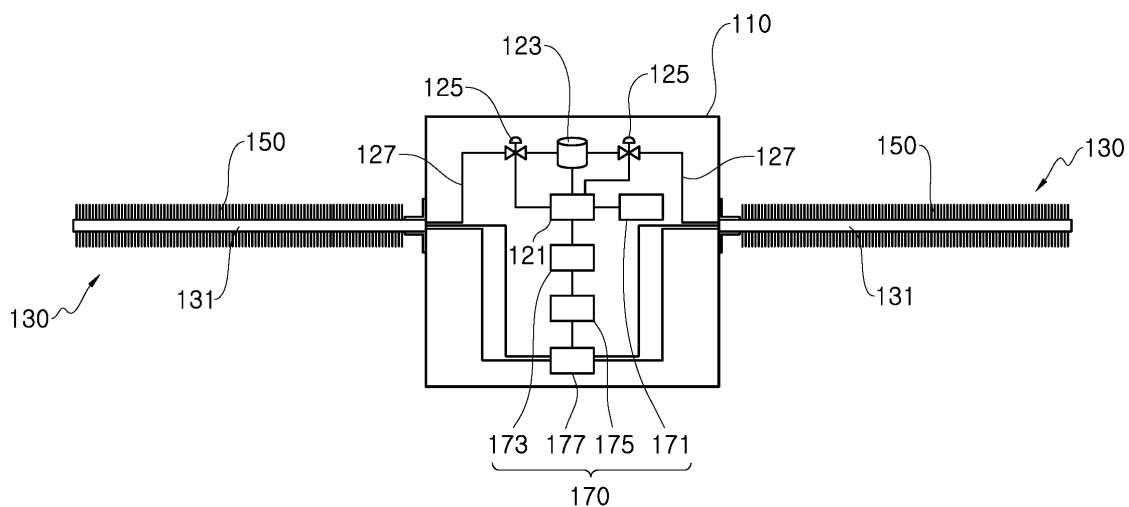
(54) 발명의 명칭 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇

(57) 요약

본 발명은 수상 및 수중을 유영하는 로봇에 관한 것으로서, 특히 지느러미를 통해 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하여 분해할 수 있게 구성한 것이다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇은 수상 및 수중을 유영하는 유영 로봇 본체와, 본체의 측부에 장착되어 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하여 촉매 분해하는 한 개 이상의 지느러미를 포함하는 것을 기술적 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B25J 9/0012 (2013.01)

B25J 9/14 (2013.01)

B63B 35/32 (2013.01)

C02F 1/40 (2013.01)

B63G 2008/002 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711173300
과제번호	2E31560
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국과학기술연구원
연구사업명	한국과학기술연구원연구운영비지원(주요사업비)
연구과제명	노약자 생활지원을 위한 Connected Active Space(CAS) 기술개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국과학기술연구원
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711159480
과제번호	2021R1F1A1063146
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	촉매의 표면 개질 및 삼상계면 제어를 통한 전기화학적 암모니아 생산 효율 향상 연

구

기 여 율	1/2
과제수행기관명	한양대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

수상 및 수중을 유영하는 유영 로봇 본체와,

본체의 측부에 장착되어 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하여 축매 분해하는 한 개 이상의 지느러미를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 2

제1항에 있어서,

지느러미는 공압에 의해 휘어지거나 펼쳐지는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

지느러미는 공압에 의해 휘고 공압이 제거되면 펼쳐지도록 작동하는 액추에이터와,

액추에이터에 장착되며 미세 플라스틱을 수거하여 분해하는 미세 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 4

제3항에 있어서,

액추에이터는 2장의 패드 가장자리가 밀봉된 구조이며, 액추에이터의 길이방향으로 복수의 챔버들이 형성되도록 한 개 이상의 폴딩 라인이 액추에이터의 폭방향으로 간격을 두고 형성되고, 복수의 챔버들 중 어느 한 챔버에 호스가 연결되어 액추에이터의 내부로 에어를 주입하면 액추에이터가 휘고 호스를 통해 액추에이터 내부의 에어가 배기되면 액추에이터는 펼쳐지는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 5

제4항에 있어서,

본체의 측부에는 브래킷이 고정되고, 액추에이터의 일측이 브래킷에 고정되며 액추에이터의 일측에 형성된 챔버에는 피트가 장착되어 호스가 피트에 연결되는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 6

제4항에 있어서,

폴딩 라인은 액추에이터의 폭방향으로 간격을 두고 형성됨에 따라 폴딩 라인의 간격에 의해 형성된 통로를 통해 에어가 복수의 챔버로 주입 및 배기되는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 7

제4항에 있어서,

2장의 패드 중 어느 한 쪽의 패드는 탄성이 다른 한 쪽의 패드보다 커서 액추에이터에 에어를 주입하면 탄성이 작은 패드가 위치한 방향으로 액추에이터가 휘어지는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유연 로봇.

청구항 8

제7항에 있어서,

패드는 탄성체와 지지체가 적층되어 층을 이루는 구조로서,

어느 한 쪽의 패드는 탄성체와 지지체가 교번하여 복수 층으로 적층되고, 다른 한 쪽의 패드는 어느 한 쪽의 패드의 복수 층보다 작은 수의 층으로 적층되어 탄성이 상대적으로 작은 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유연 로봇.

청구항 9

제8항에 있어서,

탄성체는 TPU(Thermoplastic Poly Urethane)이고, 지지체는 섬유층인 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유연 로봇.

청구항 10

제7항에 있어서,

지느러미는 2개의 액추에이터가 마주하게 병렬 고정된 구조로서, 각 액추에이터에서 탄성이 작은 패드는 바깥쪽에 위치하는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유연 로봇.

청구항 11

제7항에 있어서,

지느러미는 4개의 액추에이터가 4각으로 직각으로 배치 고정된 구조로서, 각 액추에이터에서 탄성이 작은 패드는 바깥쪽에 위치하는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유연 로봇.

청구항 12

제11항에 있어서,

마주하는 액추에이터는 탄성체로 연결된 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유연 로봇.

청구항 13

제2항에 있어서,

유연 로봇 본체의 내부에는 공기를 압축 공급하는 에어 펌프와, 에어 펌프에 지느러미로 연장된 호스와, 유연 로봇 본체의 내부에 장착되어 호스를 통해 지느러미로 공급되는 에어를 제어하는 솔레노이드 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유연 로봇.

청구항 14

제3항에 있어서,

미세 모는,

표면에 형성된 전기촉매층과,

전기촉매층의 내부에 위치한 전극층과,

전기촉매층과 전극층의 사이에 형성된 절연층을 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 15

제14항에 있어서,

미세 모의 중심에는 절연 코어가 형성되고, 절연 코어의 둘레를 전극층이 감싸 형성된 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

청구항 16

제14항에 있어서,

유영 로봇 본체에 장착된 배터리의 전원을 이용하여 전극층에 정전기를 형성하고 정전기력에 의해 미세 플라스틱이 미세 모에 흡착되는 것을 특징으로 하는 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수상 및 수중을 유영하는 로봇에 관한 것으로서, 특히 지느러미를 통해 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하여 분해할 수 있게 구성한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 목적을 위해 수상 및 수중을 유영하는 무인 유영 로봇이 개발되고 있다. 대표적으로는 무인 유영 로봇은 심해 탐사를 목적으로 개발되거나 해상 오염도를 측정 및 오염을 감시하기 위해 개발되고 있다.

[0003] 한편, 석유화학 물질로 제작된 플라스틱은 제품의 사용 및 자연력 등에 의해 미세 플라스틱으로 부서지고 결국 해상으로 배출되어 해상에 부유하게 된다.

[0004] 해상에 부유하는 미세 플라스틱은 해양 생태계를 교란할 뿐만 아니라, 먹이사슬을 통해 수생생물의 몸에 축적되고, 이는 인간에게까지 도달하게 되어 결국 인간의 몸속에 축적된다. 이와 같이 미세 플라스틱이 몸에 축적될 경우 암, 섬유증, 소화기계 장애, 생식독성 등의 심각한 질환을 일으킬 수 있다.

[0005] 이와 같은 문제점 때문에 해상 즉 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하고 제거함으로써, 해양 생태계 및 인간의 건강을 지킬 수 있는 방안이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2012-0076001호(공개일자 2012년07월09일)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0068430호(공개일자 2013년06월26일)

(특허문헌 0003) US 8,944,253

(특허문헌 0004) US 2009/0094765

(특허문헌 0005) CN 1888996(2007.01.03.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 앞에서 설명한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 발명된 것으로서, 수상 및 수중을 유영하며 미세 플라스틱을 지느러미로 수거하여 분해함으로써, 미세 플라스틱에 의한 환경 파괴를 막을 수 있는 유영 로봇을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇은 수상 및 수중을 유영하는 유영 로봇 본체와, 본체의 측부에 장착되어 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하여 축매 분해하는 한 개 이상의 지느러미를 포함하는 것을 기술적 특징으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 지느러미는 공압에 의해 휘어지거나 펼쳐진다.

[0010] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 지느러미는 공압에 의해 휘고 공압이 제거되면 펼쳐지도록 작동하는 액추에이터와, 액추에이터에 장착되며 미세 플라스틱을 수거하여 분해하는 미세 모듈을 포함한다.

[0011] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 액추에이터는 2장의 패드 가장자리가 밀봉된 구조이며, 액추에이터의 길이방향으로 복수의 챔버들이 형성되도록 한 개 이상의 폴딩 라인이 액추에이터의 폭방향으로 간격을 두고 형성되고, 복수의 챔버들 중 어느 한 챔버에 호스가 연결되어 액추에이터의 내부로 에어를 주입하면 액추에이터가 휘고 호스를 통해 액추에이터 내부의 에어가 배기되면 액추에이터는 펼쳐진다.

[0012] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 본체의 측부에는 브래킷이 고정되고, 액추에이터의 일측이 브래킷에 고정되며 액추에이터의 일측에 형성된 챔버에는 피트가 장착되어 호스가 피트에 연결된다.

[0013] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 폴딩 라인은 액추에이터의 폭방향으로 간격을 두고 형성됨에 따라 폴딩 라인의 간격에 의해 형성된 통로를 통해 에어가 복수의 챔버로 주입 및 배기된다.

[0014] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 2장의 패드 중 어느 한 쪽의 패드는 탄성이 다른 한 쪽의 패드보다 커서 액추에이터에 에어를 주입하면 탄성이 작은 패드가 위치한 방향으로 액추에이터가 휘어진다.

[0015] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 패드는 탄성체와 지지체가 적층되어 층을 이루는 구조로서, 어느 한 쪽의 패드는 탄성체와 지지체가 교번하여 복수 층으로 적층되고, 다른 한 쪽의 패드는 어느 한 쪽의 패드의 복수 층보다 작은 수의 층으로 적층되어 탄성이 상대적으로 작다.

[0016] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 탄성체는 TPU(Thermoplastic Poly Urethane)이고, 지지체는 섬유층이다.

[0017] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 지느러미는 2개의 액추에이터가 마주하게 병렬 고정된 구조로서, 각 액추에이터에서 탄성이 작은 패드는 바깥쪽에 위치한다.

[0018] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 지느러미는 4개의 액추에이터가 4각으로 직각으로 배치 고정된 구조로서, 각 액추에이터에서 탄성이 작은 패드는 바깥쪽에 위치한다.

[0019] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 마주하는 액추에이터는 탄성체로 연결된다.

[0020] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 유영 로봇 본체의 내부에는 공기를 압축 공급하는 에어 펌프와, 에어 펌프에 지느러미로 연장된 호스와, 유영 로봇 본체의 내부에 장착되어 호스를 통해 지느러미로 공급되는 에어를 제어하는 솔레노이드 밸브를 포함한다.

[0021] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 미세 모는, 표면에 형성된 전기축매층과, 전기축매층의 내부에 위

치한 전극층과, 전기촉매층과 전극층의 사이에 형성된 절연층을 포함한다.

[0022] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 미세 모의 중심에는 절연 코어가 형성되고, 절연 코어의 둘레를 전극층이 감싸 형성된다.

[0023] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 유영 로봇 본체에 장착된 배터리의 전원을 이용하여 전극층에 정전기를 형성하고 정전기력에 의해 미세 플라스틱이 미세 모에 흡착된다.

발명의 효과

[0024] 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇은 수상 및 수중을 유영하면서 지느러미가 뱀당되거나 펼쳐지면서 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하고, 지느러미의 미세 모들 사이에서 수거된 미세 플라스틱을 촉매 반응으로 분해하여 해양 생태계를 건강하게 유지할 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇을 나타낸 사시도이고,
 도 2는 도 1에 도시된 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇의 구성을 설명하기 위한 개념도이다.
 도 3a는 도 1에 도시된 지느러미의 종단면도이고,
 도 3b는 도 3a에 도시된 지느러미의 평면도이며,
 도 4는 도 3a에 도시된 지느러미의 작동관계를 나타낸 개념도이다.
 도 5는 지느러미의 변형 예를 나타낸 종단면도이고,
 도 6은 도 5에 도시된 지느러미의 작동관계를 나타낸 개념도이다.
 도 7은 지느러미의 다른 변형 예를 나타낸 개념도이고,
 도 8은 도 7에 도시된 지느러미가 대각선 방향으로 휘는 것을 나타낸 측면도이다.
 도 9는 지느러미의 외표면에 장착된 미세 모를 나타낸 개념도이고,
 도 10은 미세 모의 단면도이며,
 도 11은 미세 모의 촉매반응을 통해 미세 플라스틱을 분해하는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 아래에서는 본 발명에 따른 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇의 양호한 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다.

[0027] 도면에서, 도 1은 본 발명에 따른 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇을 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시된 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇의 구성을 설명하기 위한 개념도이다. 그리고 도 3a는 도 1에 도시된 지느러미의 종단면도이고, 도 3b는 도 3a에 도시된 지느러미의 평면도이며, 도 4는 도 3a에 도시된 지느러미의 작동관계를 나타낸 개념도이며, 도 5는 지느러미의 변형 예를 나타낸 종단면도이고, 도 6은 도 5에 도시된 지느러미의 작동관계를 나타낸 개념도이며, 도 7은 지느러미의 다른 변형 예를 나타낸 개념도이고, 도 8은 도 7에 도시된 지느러미가 대각선 방향으로 휘는 것을 나타낸 측면도이다.

[0028] 그리고 도 9는 지느러미의 외표면에 장착된 미세 모를 나타낸 개념도이고, 도 10은 미세 모의 단면도이며, 도 11은 미세 모의 촉매반응을 통해 미세 플라스틱을 분해하는 모식도이다.

[0029] 본 발명에 따른 유영 로봇은 도 1에 보이듯이, 유영 로봇 본체(110)와, 본체(110)의 측부에 장착되어 휘거나 펼쳐지는 작동을 반복하면서 수상 또는 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거 분해하는 하나 이상의 지느러미(130)를 포함한다.

[0030] 아래에서는 이와 같이 구성된 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0031] 유영 로봇의 본체(110)는 유선형 구조인 것이 바람직하며, 자체 추진장치에서 발생하는 추력에 의해 전진한다. 본체(110)에는 운항 및 추진에 필요한 구성을 포함하고 있으며, 본체(110)는 기존 유영 로봇과 같은 구조 및 구

성을 갖는다.

- [0032] 한편, 유영 로봇의 본체(110) 측부에는 지느러미(130)의 일단을 고정하기 위한 브래킷(111)이 장착되며, 브래킷(111)에 지느러미(130)의 일단이 고정된다.
- [0033] 지느러미(130)는 도 2에 도시된 바와 같이, 본체(110) 내부의 에어 펌프(123)에서 연장된 호스(127)가 연결되며, 에어 펌프(123)의 작동에 의해 유동하는 에어에 의해 평편하게 펼쳐지거나 일방향 또는 다방향으로 휘게 된다.
- [0034] 도 2에 도시된 바와 같이, 본체(110)의 내부에 지느러미를 작동시키기 위한 제어부(121)가 내장되고, 본체(110) 내부에 장착된 에어 펌프(123) 및 솔레노이드 밸브(125)가 제어부(121)에 의해 작동 제어된다. 보다 구체적으로 에어 펌프(123)에서 연장된 호스(127)는 솔레노이드 밸브(125)에 연장되고, 솔레노이드 밸브(125)에서 연장된 호스(127)는 본체(110)를 빠져나와 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이 지느러미(130)에 연결된다. 따라서 제어부(121)에 의해 에어 펌프(123)와 솔레노이드 밸브(125)가 작동하면, 호스(127)를 통해 에어가 지느러미(130)로 공급되거나 또는 지느러미(130)에 공급되었던 에어가 솔레노이드 밸브(125)를 통해 외부로 배기된다.
- [0035] 아래에서는 이와 같이 구성된 지느러미(130)의 구성에 대해 설명한다.
- [0036] 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 지느러미(130)는 평판 구조의 액추에이터(131)를 포함하며, 액추에이터(131)는 2장의 패드(133A 133B) 가장자리가 상호 밀봉된 구조로서, 액추에이터(131)의 길이방향으로 복수의 챔버(141)가 구획되고, 일측 챔버(141)에 에어를 주입하면 에어는 액추에이터(131)의 타측 챔버까지 순차적으로 챔버들 내에 공급되어 에어에 의한 공압이 발생하게 된다.
- [0037] 보다 구체적으로, 상호 마주하게 위치한 2장의 패드(133A 133B)는 그 가장자리가 열융착 또는 초음파 용착을 통해 밀폐된 구조이며, 복수의 챔버(141)를 구획하도록 액추에이터(131)의 길이를 따라 등간격으로 폴딩 라인(folding line)(143)이 형성된다. 여기에서 폴딩 라인(143)은 액추에이터(131)의 폭방향으로 간격을 두고 열융착 또는 초음파 용착시킴으로써, 폴딩 라인(143)의 용착부와 용착부의 사이로 유로가 형성되어 챔버(141)들 전체에 에어가 공급되어 팽창하거나 챔버(141)에서 에어가 솔레노이드 밸브(125) 쪽으로 배기되어 수축하게 된다.
- [0038] 한편, 액추에이터(131)를 구성하는 2장의 패드(133A 133B)는 각각 그 두께가 다르게 구성된다.
- [0039] 도 3a 및 도 3b에 보이듯이, 일측에 형성된 제1패드(133A)는 복수의 층으로 구성되고, 타측에 형성된 제2패드(133B)는 단일 층으로 구성되면서 양측 패드(133A 133B)의 두께가 다르게 구성된다. 여기에서 한 층은 탄성체인 TPU(Thermoplastic Poly Urethane)(135)와 지지체인 섬유층(137)이 적층된 구조이다.
- [0040] 따라서 복수 층으로 구성된 액추에이터(131)의 제1패드(133A)는 TPU(135)와 섬유층(137)이 교번하여 복수 적층된 구조이고, 단일 층으로 구성된 액추에이터(131)의 제2패드(133B)는 TPU(135)와 섬유층(137)이 단층으로 적층된 구조이다. 그리고 제1패드(133A)와 제2패드(133B)의 외측면에는 TPU(135)가 각각 적층된 구조를 갖는다.
- [0041] 상술하고 있는 액추에이터(131)의 구성은 한 예로서, 제1패드(133A)의 두께가 제2패드(133B)의 두께보다 두껍게 구성하기 위해 제1패드(133A)는 복수 층, 그리고 제2패드(133B)는 단일 층으로 구성한 것에 특징이 있을 뿐, 다른 예로서 제1패드(133A)와 제2패드(133B)를 모두 복수 층으로 구성하되 제1패드(133A)의 층수가 제2패드(133B)의 층수보다 많게 적층 구성하여 제1패드(133A)의 두께가 더 두껍게 구성할 수도 있다.
- [0042] 이와 같이 제1패드(133A)와 제2패드(133B)의 두께가 다르게 구성됨에 따라 각 패드에 위치하는 TPU(135)의 장수 또한 다르며, 탄성을 갖는 TPU(135)의 장수가 많을수록 액추에이터(131)에 에어가 공급되어 공압이 발생할 경우 탄성력이 큰 패드 쪽의 탄성변형이 탄성력이 작은 패드 쪽의 탄성변형보다 작게 된다.
- [0043] 즉 액추에이터(131)의 내부에 공기를 주입하게 되면 복수 층으로 구성된 제1패드(133A)는 폴딩 라인(143)을 기준으로 부풀어지는 정도가 작지만, 단일 층으로 구성된 제2패드(133B)는 폴딩 라인(143)을 기준으로 부풀어지는 정도가 크게 된다. 따라서 액추에이터(131)에 에어를 주입하면, 폴딩 라인(143)들 사이에서 제1패드(133A)는 곡률반경이 큰 형태로 팽창함에 반해 제2패드(133B)는 곡률반경이 작은 형태로 팽창하게 되면서, 도 4에 보이듯이 액추에이터(131)는 단일 층의 제2패드(133B)가 위치한 방향으로 휘게 된다.
- [0044] 액추에이터(131)에 에어를 주입하거나 액추에이터(131)의 에어가 외부로 배기할 수 있도록 액추에이터(131)에 형성된 복수의 챔버(141) 중 브래킷(111)에 고정된 쪽에 위치한 챔버(141)에는 엘보 피트(elbow fit)(145)가 장착되고, 엘보 피트(145)에 호스(127)가 연결된다.
- [0045] 한편, 에어 펌프(123)에서 공급된 에어는 솔레노이드 밸브(125)의 작동에 의해 호스(127) 및 엘보 피트(145)를

통해 액추에이터(131) 내부로 주입되고, 에어가 액추에이터(131)에 주입되면 앞서 설명한 바와 같이 액추에이터(131)는 두께가 얇은 제2패드(133B)가 위치한 방향으로 휘게 된다.

[0046] 이 상태에서 솔레노이드 밸브(125)가 작동하여 호스(127)의 공기를 외부로 배기하게 되면 액추에이터(131) 내부의 에어 또한 호스(127)를 통해 솔레노이드 밸브(125) 외부로 배기되어 액추에이터(131)는 평편한 형태로 펼쳐지게 된다.

[0047] 한편, 앞서 설명한 액추에이터(131) 2장을 병렬로 부착 고정하여 양방향 중 어느 한 방향으로 휘거나 펼쳐지도록 구성할 수 있다.

[0048] 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 2장의 액추에이터(131)를 병렬로 상호 부착한 상태에서 브래킷(111)에 일단을 고정한다. 이때 각 액추에이터(131) 중 상대적으로 얇은 제2패드(133B)가 바깥방향을 향하도록 배치시킨 상태로 2장의 액추에이터(131)는 병렬 부착 고정한다.

[0049] 그리고 2장의 액추에이터(131) 각각에 위치한 엘보 피트(145)를 통해 어느 한 쪽의 액추에이터(131)에 에어를 주입하면 에어가 주입된 액추에이터(131)에 공압이 가해지면서 에어가 주입된 액추에이터(131)가 위치한 방향으로 휘어지게 된다. 이 상태에서 솔레노이드 밸브(125)를 통해 액추에이터(131)에 주입된 에어를 배기하면 다시 2장의 액추에이터(131)는 평편하게 펼쳐지게 되고, 다른 한 쪽의 액추에이터(131)에 에어를 주입하면 에어가 주입된 액추에이터(131) 쪽으로 휘게 된다.

[0050] 이와 같이 2장의 액추에이터(131)는 병렬 배치한 상태에서는 양방향 중 어느 한 방향으로 액추에이터(131)가 휘어지거나 펼쳐지도록 구성할 수 있다.

[0051] 앞서 설명한 지느러미(130)들은 액추에이터(131)의 개수 및 배치 구조에 따라 2차원적 즉 일방향 또는 양방향으로만 휘어지도록 구성된 것이다.

[0052] 아래에서 설명한 지느러미(130)는 3차원적인 작동이 가능하며, 따라서 액추에이터(131)들을 통해 스컬링(sculling) 동작이 가능함에 따라 지느러미를 통해 유영 로봇 지느러미의 수거 방향 전환 및 추진력 발생 또한 가능하다.

[0053] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 4장의 액추에이터(131)가 사각 구조로 배치 고정된 상태에서 본체(110)에 고정된 브래킷(111)에 4장의 액추에이터(131)를 각각 고정한다.

[0054] 이때 각 액추에이터(131)에서 상대적으로 얇은 두께의 제2패드(133B)는 외측에 위치하도록 4장의 액추에이터(131)를 사각으로 연결하여 고정한다.

[0055] 그리고 마주하는 액추에이터(131)를 도 7에 도시된 바와 같이 고무줄과 같은 탄성체(147)로 연결한다.

[0056] 이와 같이 사각으로 배열된 4장의 액추에이터(131)에 있어서, 직각을 이루는 2개의 액추에이터(131)에 에어를 주입하면, 도 8에 점선으로 표시된 바와 같이 4장의 액추에이터(131)는 에어가 주입된 2개의 액추에이터(131)가 위치한 대각선 방향으로 휘어진다.

[0057] 또한 사각으로 배열된 4장의 액추에이터(131)에 있어서, 어느 한 쪽의 액추에이터(131)에만 에어를 주입하면, 에어가 주입된 액추에이터가 위치한 외측 방향으로 휘어진다.

[0058] 따라서 도 8에 도시된 사각 구조의 액추에이터(131)는 3차원적으로 휘어지거나 펼쳐짐으로써, 지느러미(130)가 스컬링과 같은 특정 동작으로 휘어지거나 펼쳐지는 것이 가능하며 그에 따라 유영 로봇 지느러미의 수거 방향 전환 및 추진력을 발생시킬 수도 있다.

[0059] 아래에서는 앞서 설명한 액추에이터(131)의 외표면에 부착 고정되는 미세 모(150)에 대해 설명한다. 지느러미(130)가 휘어질 경우 미세 모(150)들 사이의 간격이 벌어지게 되고, 미세 플라스틱이 미세 모(150)들 사이로 진입해 들어오게 되며, 이 상태에서 지느러미(130)가 평편하게 펼쳐지거나 또는 미세 플라스틱이 진입하는 방향으로 지느러미(130)가 휘어지면서 미세 모(150)들 사이로 진입한 미세 플라스틱이 미세 모(150)들 사이에 갇히게 되고, 미세 모(150)에 갇힌 미세 플라스틱은 미세 모(150)에서 발생한 정전기력에 의해 미세 모(150)에 흡착된다. 그리고 이 상태로 촉매 반응을 통해 미세 플라스틱은 이산화탄소와 물로 분해된다.

[0060] 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 미세 모(150)는 원기둥의 형태로서, 중심에는 절연 코어(151)가 형성되고, 절연 코어(151)의 둘레를 전극층(153)이 감싼다. 그리고 전극층(153)의 외측 둘레를 절연층(155)이 감싸며, 절연층(155)의 외측 둘레를 전기촉매층(157)이 감싸는 구조를 갖는다.

- [0061] 그리고 미세 모(150)들은 베이스(159)의 상면에 형성되며, 베이스(159)는 액추에이터(131)의 표면에 부착 고정된다.
- [0062] 한편 전기촉매층(157)과 전극층(153)은 케이블(161)이 연결되며, 케이블(161)은 본체(110) 내부로 연장되어 본체(110) 내부에 장착된 전원공급부(170)에 연결된다. 전원공급부(170)는 배터리(Battery)(171), 컨버터(Converter)(173), 증폭기(Amplifier)(175) 및 H브리지(H bridge)(177)를 포함하며, 배터리(171)에서 공급된 전원은 증폭되고 극이 소정의 주기로 전환되는 형태로 고전압이 전극층(153)에 인가되고, 저전압이 전기촉매층(157)에 인가된다.
- [0063] 전극층(153)에 인가된 고전압의 전류는 정전기를 형성하게 되어 미세 플라스틱이 미세 모(150)에 정전기력에 의해 흡착되며, 미세 모(150)에 포집된 미세 플라스틱은 전기촉매층(157)에 인가되는 저전압 전류에 의해 도 11에 보이듯이 이산화탄소(CO₂)와 물(H₂O)로 분해되어 제거된다.
- [0064] 여기에서 배터리(171)는 본체(110)에 장착된 엔진에서 발생한 동력을 이용하여 발전 후 전원을 충전하거나 수상에서 태양에너지를 전기에너지로 변환하여 충전할 수 있다.
- [0065] 이와 같이 본 발명에 따른 미세 플라스틱 수거 및 분해를 위한 유영 로봇은 수상 및 수중을 유영하면서 지느러미(130)가 뻗어지거나 펼쳐지면서 수상 및 수중에 부유하는 미세 플라스틱을 수거하고, 지느러미(130)의 미세 모(150)들 사이에서 수거 흡착된 미세 플라스틱을 촉매 반응으로 분해하여 해양 생태계를 건강하게 유지할 수 있다.

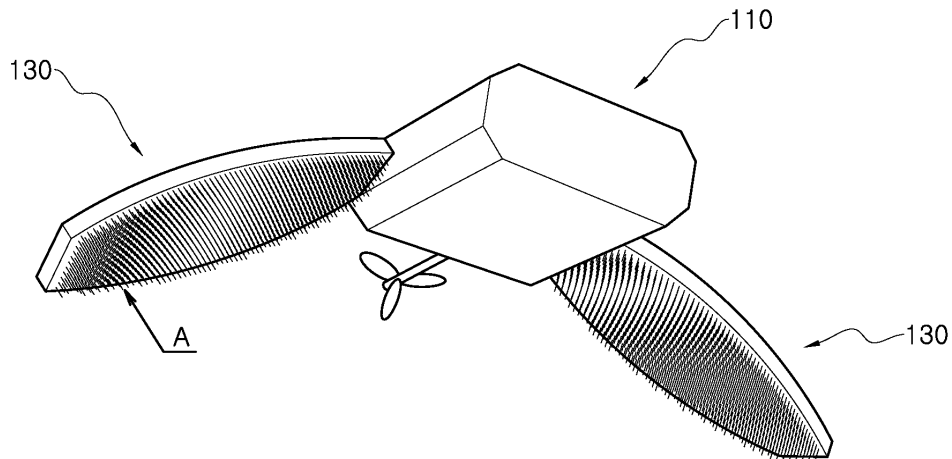
부호의 설명

- [0066] 110 : 유영 로봇 본체
 111: 브래킷
 121 : 제어부
 123 : 에어 펌프
 125 : 솔레노이드 밸브
 127 : 호스
 130 : 지느러미
 131 : 액추에이터
 133A, 133B : 패드
 135 : TPU(Thermoplastic Poly Urethane)
 137 : 섬유층
 141 : 챔버
 143 : 폴딩 라인
 147 : 탄성체
 150 : 미세 모
 151 : 절연 코어
 153 : 전극층
 155 : 절연층
 157 : 전기촉매층
 159 : 베이스
 161 : 케이블
 170 : 전원공급부

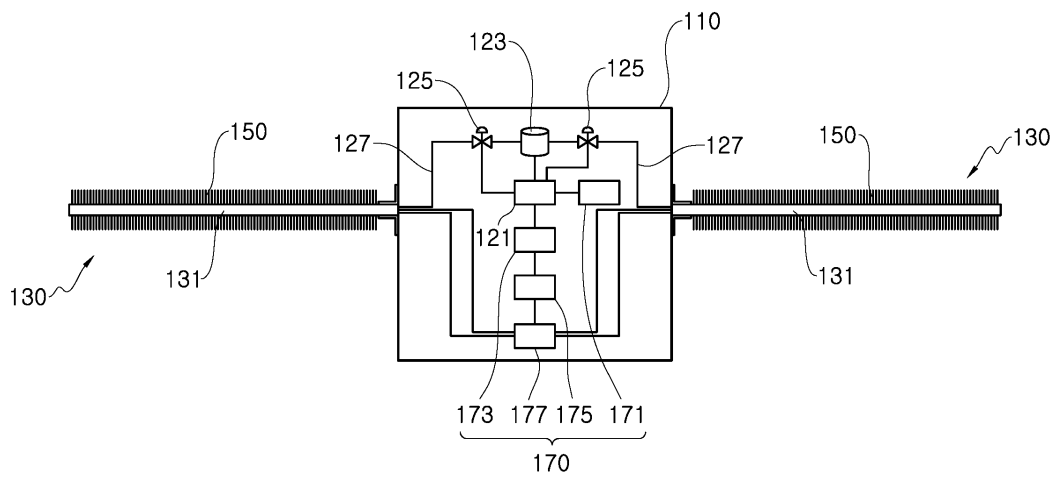
- 171 : 배터리
- 173 : 컨버터
- 175 : 증폭기
- 177 : H브리지

도면

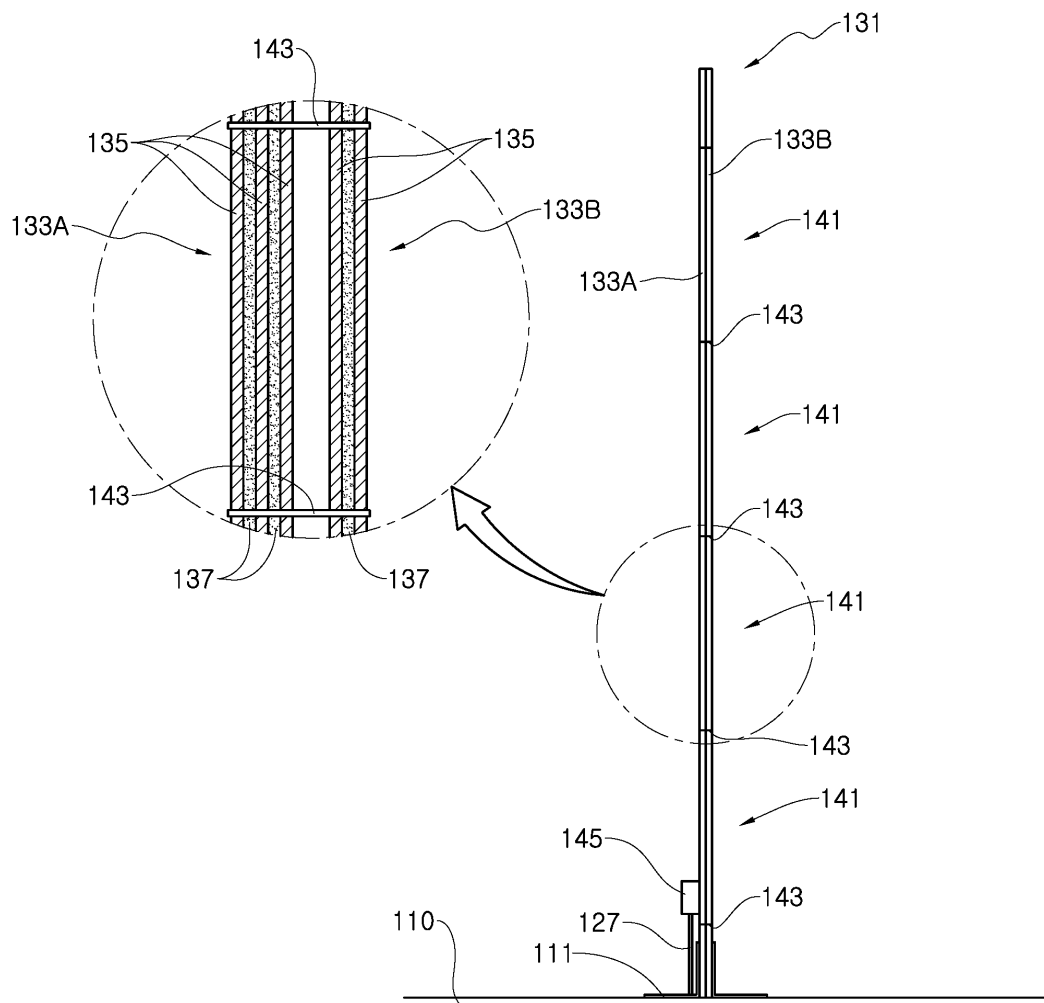
도면1



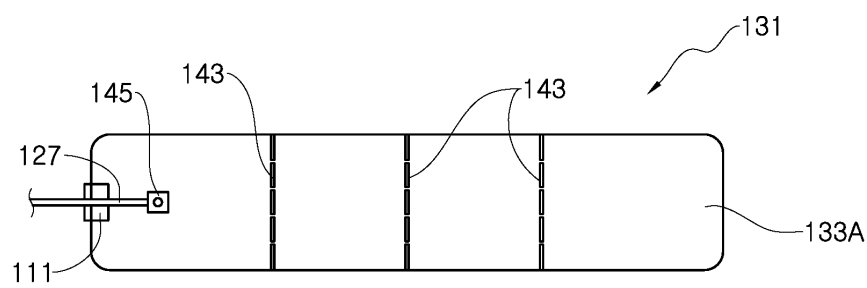
도면2



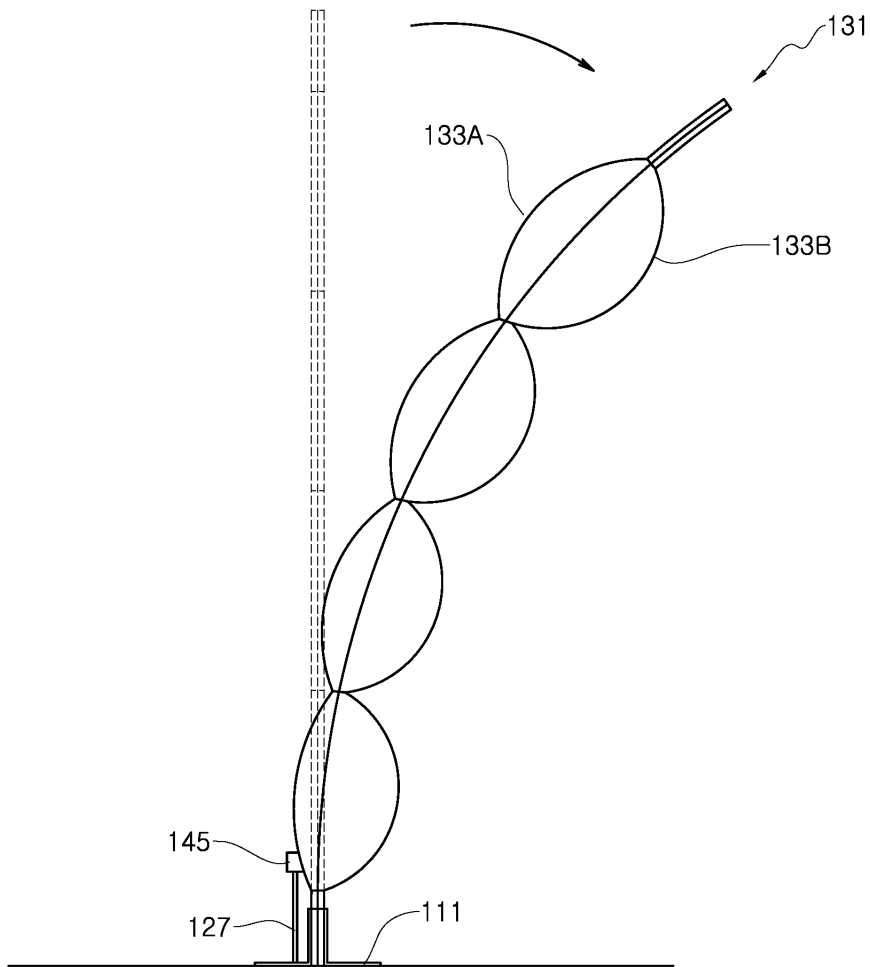
도면3a



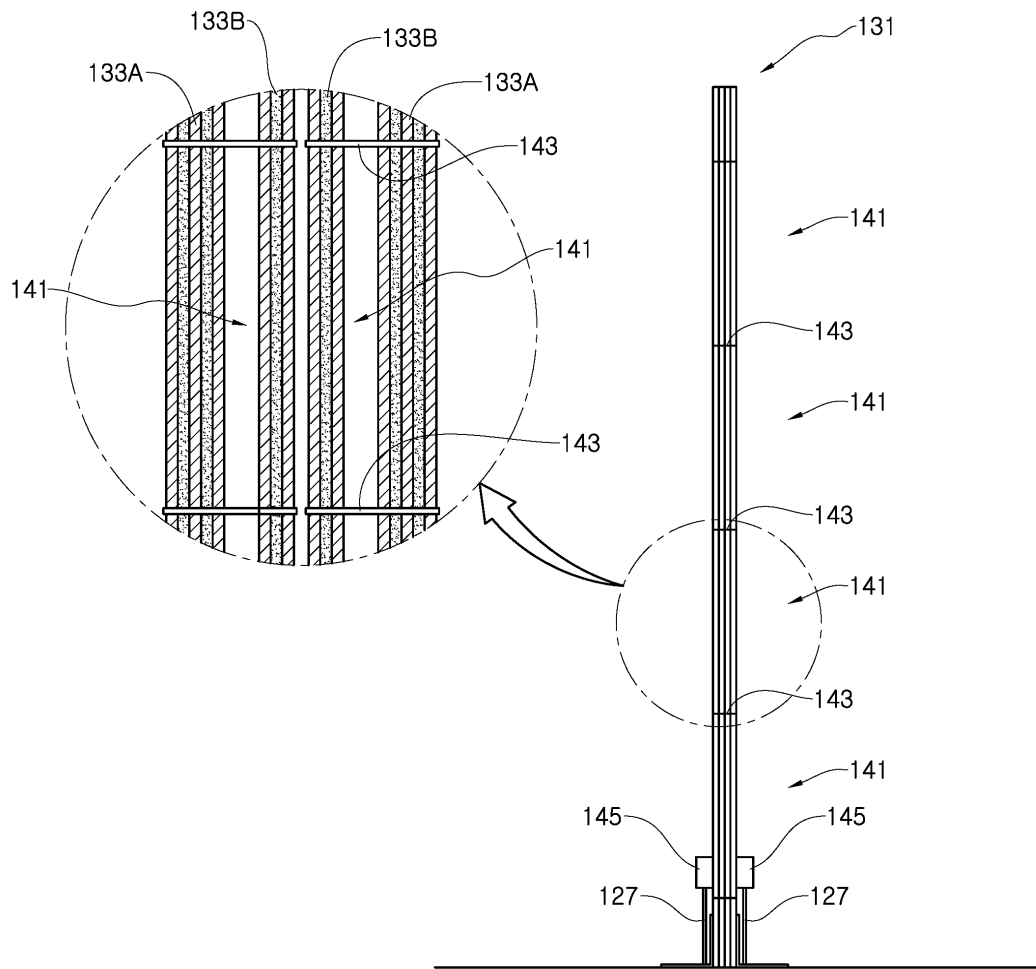
도면3b



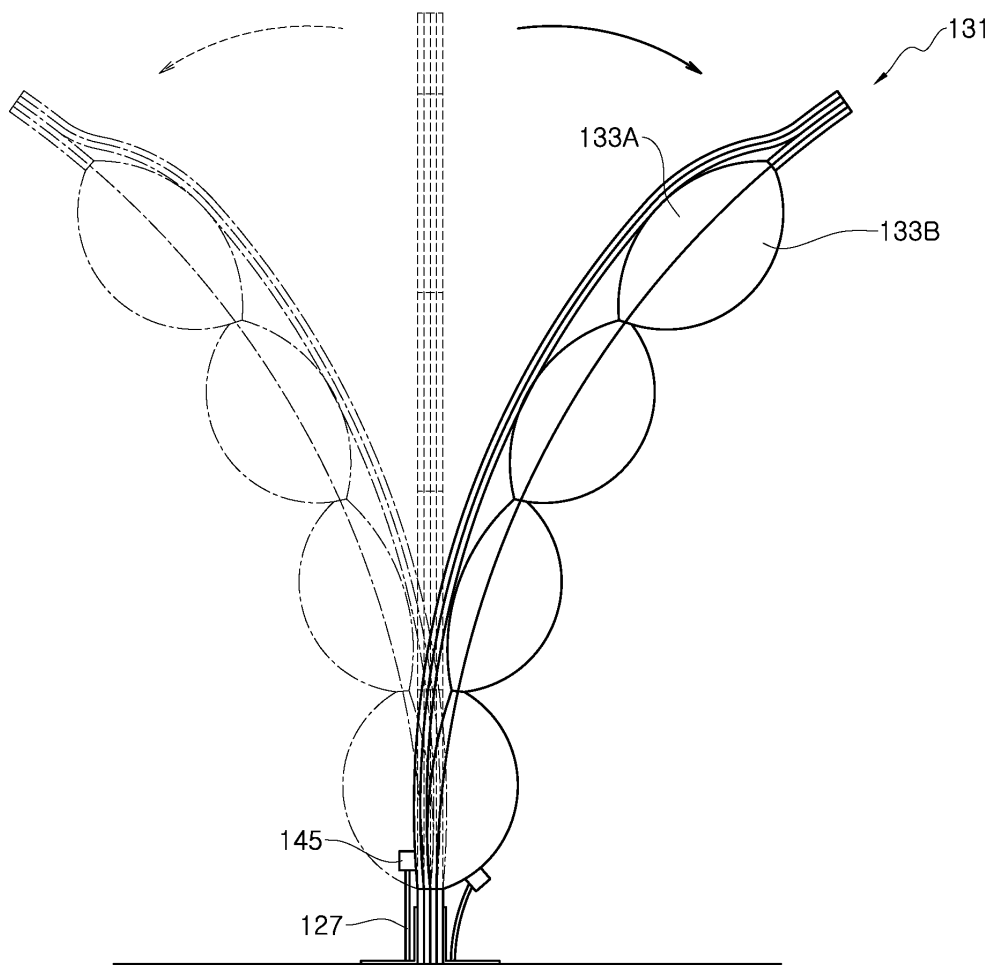
도면4



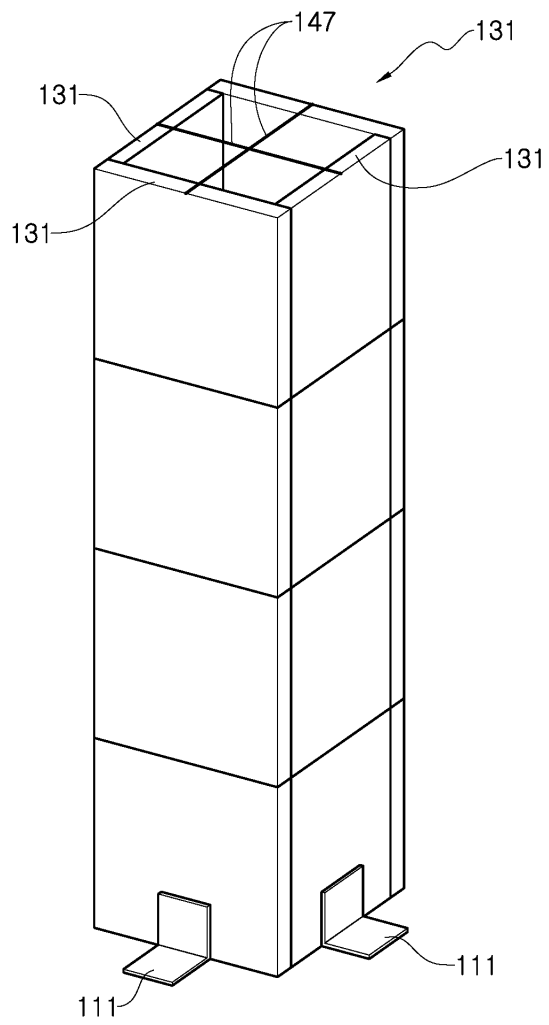
도면5



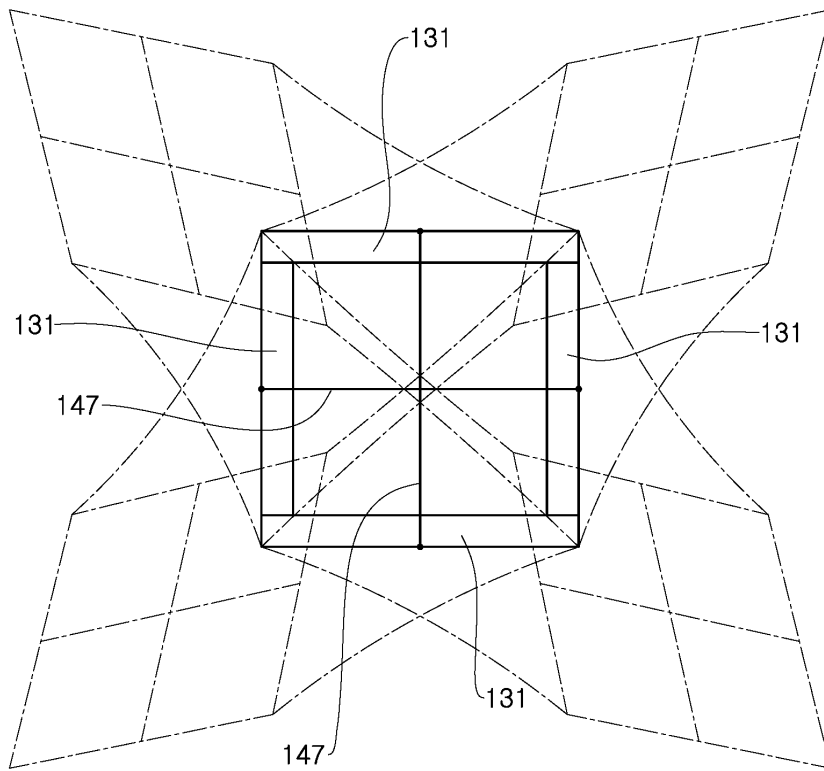
도면6



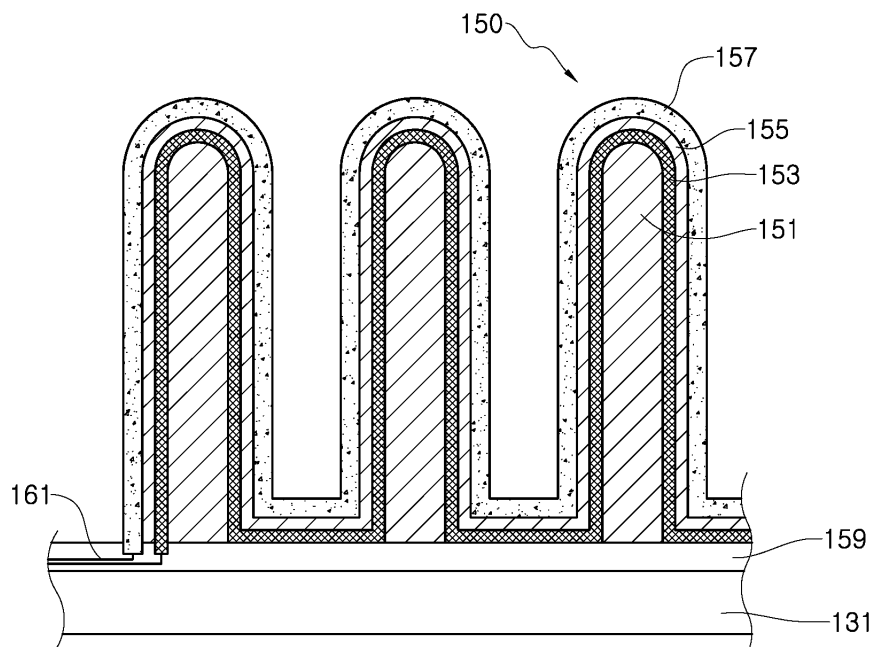
도면7



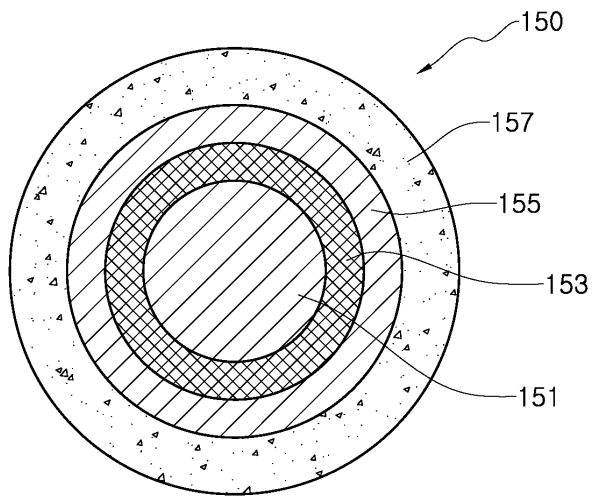
도면8



도면9



도면10



도면11

