



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월17일

(11) 등록번호 10-2180092

(24) 등록일자 2020년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 9/08 (2006.01) *B25J 15/00* (2006.01)

H01F 1/44 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B25J 9/08 (2013.01)

B25J 15/0023 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0056845

(22) 출원일자 2019년05월15일

심사청구일자 2019년05월15일

(56) 선행기술조사문헌

US07892630 B1*

US10286560 B1*

US20050116194 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 다우에프에이

충청남도 천안시 서북구 백석공단1로 10, 엠동
417호-425호(백석동)

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한
국기술교육대학교내)

한국교통대학교산학협력단

충청북도 충주시 대소원면 대학로 50

(72) 발명자

황혜숙

대전광역시 유성구 학하로 33, 109동 2404호(계산
동, 학하리슈빌 학의뜰아파트)

진경복

경기도 수원시 영통구 태장로71번길 19, 204동
1301호(망포동, 망포마을동수원엘지빌리지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

모아특허법인

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 이성수

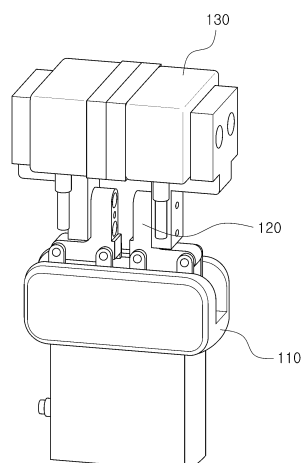
(54) 발명의 명칭 패턴화된 형상적응 모듈 및 이를 포함하는 그리퍼

(57) 요약

본 발명은 패턴화된 형상적응 모듈 및 이를 포함하는 그리퍼에 관한 것으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴화된 형상적응 모듈은 강성이 가변적으로 제어될 수 있는 자기유변 탄성체 및 자기유변 탄성체에 인가되는 자기장을 제어하는 구동부를 포함하고, 자기유변 탄성체는 베이스 폴리머에 자성 입자가 첨가되어 형성되며, 자성 입자는 베이스 폴리머에서 서로 이격되는 복수의 영역에 배치된다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류
B25J 15/0028 (2013.01)
H01F 1/44 (2013.01)

(72) 발명자
김상연
 서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호(도곡동, 도곡렉슬아파트)

양태현
 충청북도 충주시 대소원면 대학로 50, 403호(한국교통대학교 중앙정보관)

신은재
 충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 406호

김태훈
 경기도 시흥시 함송로 63, 102동 1002호(정왕동, 보성아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1077643
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업핵심기술개발사업
연구과제명	비정형 다물체 피킹이 가능한 형상적응형 전기접착식(Electro-Adhesion) 그리퍼 개발

발

기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)다우에프에이
연구기간	2017.04.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

비정형 물체를 피킹하기 위한 그리퍼의 형상적응 모듈로서,
강성이 가변적으로 제어될 수 있는 자기유변 탄성체 및
상기 자기유변 탄성체에 인가되는 자기장을 제어하는 구동부를 포함하고,
상기 자기유변 탄성체는 베이스 폴리머에 자성 입자가 첨가되어 형성되고,
상기 자성 입자는 상기 베이스 폴리머에서 서로 이격되는 복수의 영역에 배치되어 상기 복수의 영역에서 각기 자성 입자군을 형성하는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 자성 입자가 배치되는 상기 복수의 영역은 각기 스트립 형태로 형성되는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 자성 입자가 배치되는 상기 복수의 영역은 각기 라운드 형태로 형성되는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 크기가 서로 다른 적어도 두 종류의 입자를 포함하는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 투자율이 서로 다른 적어도 두 종류의 입자를 포함하는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 구동부는 구동자석부를 포함하고,
상기 구동자석부가 상기 자기유변 탄성체와 이격되는 경우 상기 자기유변 탄성체는 낮은 강성을 가져 외부 물체의 형상에 따라 형상이 변화할 수 있고, 상기 구동자석부가 상기 자기유변 탄성체에 인접하여 위치하는 경우 상기 자기유변 탄성체의 강성이 증가하여 형상이 유지되는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 구동부는 전자석을 더 포함하고,
상기 전자석에 전류가 흐를 때 발생하는 자기력을 이용하여 상기 구동자석부와 상기 자기유변 탄성체 사이의 간격을 제어하는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 구동부는 상기 구동자석부에 연결되는 스프링을 더 포함하고,

상기 구동자석부가 상기 자기유변 탄성체에 인접하여 위치한 상태로 이동한 후 원래의 위치로 복귀할 때, 상기 스프링의 탄성에 의해 상기 구동자석부의 복귀 속도가 향상되는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 9

비정형 물체를 피킹하기 위한 그리퍼의 형상적응 모듈로서,

강성이 가변적으로 제어될 수 있고 서로 이격 배치되어 각각의 사이에 빈 공간이 형성되는 복수의 자기유변 탄성체,

상기 복수의 자기유변 탄성체의 상부 및 하부에 배치되어, 각각의 사이에 빈 공간을 두고 서로 이격 배치되는 상기 복수의 자기유변 탄성체를 연결하는 시트부 및

상기 복수의 자기유변 탄성체에 인가되는 자기장을 제어하는 구동부를 포함하고,

상기 복수의 자기유변 탄성체는 베이스 폴리머에 자성 입자가 첨가되어 형성되는,

패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 시트부는 상기 복수의 자기유변 탄성체보다 강성이 낮은 재질로 형성되는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 복수의 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 크기가 서로 다른 적어도 두 종류의 입자를 포함하는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 복수의 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 투자율이 서로 다른 적어도 두 종류의 입자를 포함하는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 구동부는 구동자석부를 포함하고,

상기 구동자석부가 상기 복수의 자기유변 탄성체와 이격되는 경우 상기 복수의 자기유변 탄성체는 낮은 강성을 가져 외부 물체의 형상에 따라 형상이 변화할 수 있고, 상기 구동자석부가 상기 복수의 자기유변 탄성체에 인접하여 위치하는 경우 상기 복수의 자기유변 탄성체의 강성이 증가하여 형상이 유지되는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 구동부는 전자석을 더 포함하고,

상기 전자석에 전류가 흐를 때 발생하는 자기력을 이용하여 상기 구동자석부와 상기 복수의 자기유변 탄성체 사이의 간격을 제어하는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 구동부는 상기 구동자석부에 연결되는 스프링을 더 포함하고,

상기 구동자석부가 상기 복수의 자기유변 탄성체에 인접하여 위치한 상태로 이동한 후 원래의 위치로 복귀할 때, 상기 스프링의 탄성에 의해 상기 구동자석부의 복귀 속도가 향상되는, 패턴화된 형상적응 모듈.

청구항 16

비정형 물체를 피킹하기 위한 그리퍼이며,

제1항 또는 제9항에 따른 패턴화된 형상적응 모듈 및 피킹 로봇의 암에 연결되는 몸체를 포함하고,

상기 패턴화된 형상적응 모듈은 상기 몸체 상에 배치되는, 그리퍼.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 패턴화된 형상적응 모듈 상에 배치되는 전기접착 모듈을 더 포함하고,

상기 전기접착 모듈은 절연체와 상기 절연체 상에 배치되는 도전체를 포함하여, 상기 도전체에 전압이 인가될 때 발생하는 정전기력에 의해 외부 물체와 접촉할 수 있는, 그리퍼.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 도전체는, 상기 전기접착 모듈이 상기 패턴화된 형상적응 모듈 상에 배치된 상태에서, 상기 패턴화된 형상적응 모듈의 상기 자기유변 탄성체에서 상기 자성 입자가 배치되는 상기 복수의 영역과 중첩되지 않도록 배치되는, 그리퍼.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 패턴화된 형상적응 모듈 및 이를 포함하는 그리퍼에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 강성을 가변적으로 제어하여 다양한 형상, 크기, 재질을 갖는 비정형 물체를 피킹하기 위한 패턴화된 형상적응 모듈 및 이를 포함하는 그리퍼에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 로봇은 산업의 제조 현장에서 용접, 조립, 도장 등의 다양한 작업을 수행하기 위하여 널리 이용된다. 또한, 로봇은 인간의 생활 주변에서 제반 서비스를 제공하는 개인 서비스 영역, 의료 등 전문화된 서비스를 제공하기 위한 전문 서비스 영역을 포함한 전 산업 및 서비스 분야에 걸쳐 그 활용 영역을 점차 넓혀가고 있다.

[0003] 특히, 최근에는 물류 시장의 급격한 성장에 따라 물류 자동화를 통해 처리 속도를 높이는 것이 매우 중요하게 되었으며, 이러한 요구에 의해 화물을 집기 위한 피킹 로봇, 화물을 이송하기 위한 이송 로봇 등의 개발이 활발히 진행되고 있다.

[0004] 이 중 피킹 로봇에서는 물류 자동화를 실현하기 위하여 비정형 물체, 즉 다양한 형상, 크기, 재질을 갖는 물체를 피킹할 수 있는 그리퍼가 필수적이다.

[0005] 그리퍼에는 유압 내지 공압으로 구동하는 복수의 핑거를 구비하여 기계적으로 물체를 집을 수 있는 기계식 그리퍼와 물체와의 접촉면에 진공을 발생시켜 물체를 집을 수 있는 진공 그리퍼가 있다. 또한, 도전체에 전류가 흐를 때 발생하는 정전기력을 이용하여 물체를 접촉하는 방식의 전기접착 그리퍼도 알려져 있다.

[0006] 하지만, 종래 그리퍼에서는 물체와 접촉하는 부분이 다양한 물체의 형상에 대응하여 유연하게 변형될 수 없었기 때문에 그리퍼와 물체 사이의 충분한 접촉 면적이 보장되지 않아 그리퍼가 물체를 안전하게 피킹하는데 어려움이 있었다. 또한, 종래 그리퍼에서는 물체와 접촉하는 부분이 높은 강성으로 형성되어, 이보다 낮은 강성을 갖

는 물체를 그리퍼가 피킹할 때 물체에 손상이 발생하는 문제가 있었다.

[0007] 이처럼, 여전히 비정형 물체를 피킹할 수 있는 그리퍼의 개발이 요구되는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 미국특허출원공보 제2016/0318190호(2016.11.03)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제를 해결하기 위한 것으로서, 기존 그리퍼의 한계를 극복하면서도 간단한 구조와 쉬운 메커니즘으로 비정형 형상의 물체를 집을 수 있는 형상적응 모듈 및 이를 포함하는 그리퍼를 제공하는 것에 그 목적이 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 그리퍼에서 물체와 접촉하는 형상적응부의 초기 강성을 현저하게 낮춤으로써 강성 변화폭을 크게 하여 물체를 안정적으로 집을 수 있는 형상적응 모듈 및 이를 포함하는 그리퍼를 제공하는 것에 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 인가되는 자기장의 세기에 따른 형상적응부의 강성 변화 속도를 빠르게 하여 물체를 보다 신속하게 집거나 놓을 수 있는 형상적응 모듈 및 이를 포함하는 그리퍼를 제공하는 것에도 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴화된 형상적응 모듈은 비정형 물체를 피킹하기 위한 그리퍼의 형상적응 모듈로서, 강성이 가변적으로 제어될 수 있는 자기유변 탄성체 및 자기유변 탄성체에 인가되는 자기장을 제어하는 구동부를 포함한다. 여기서, 자기유변 탄성체는 베이스 폴리머에 자성 입자가 첨가되어 형성되고, 자성 입자는 베이스 폴리머에서 서로 이격되는 복수의 영역에 배치된다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자성 입자가 배치되는 복수의 영역은 각기 스트립 형태로 형성되거나 라운드 형태로 형성될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 크기가 서로 적어도 두 종류의 입자를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 투자율이 서로 다른 적어도 두 종류의 입자를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 구동부는 구동자석부를 포함하고, 구동자석부가 자기유변 탄성체와 이격되는 경우 자기유변 탄성체는 낮은 강성을 가져 외부 물체의 형상에 따라 형상이 변화할 수 있고, 구동자석부가 자기유변 탄성체에 인접하여 위치하는 경우 자기유변 탄성체의 강성이 증가하여 형상이 유지될 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 구동부는 전자석을 더 포함하고, 전자석에 전류가 흐를 때 발생하는 자기력을 이용하여 구동자석부와 자기유변 탄성체 사이의 간격을 제어할 수 있다. 또한, 구동부는 구동자석부에 연결되는 스프링을 더 포함하고, 구동자석부가 자기유변 탄성체에 인접하여 위치한 상태로 이동한 후 원래의 위치로 복귀할 때, 스프링의 탄성에 의해 구동자석부의 복귀 속도가 향상될 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 실시예에 따른 패턴화된 형상적응 모듈은, 강성이 가변적으로 제어될 수 있고 서로 이격되어 배치되는 복수의 자기유변 탄성체, 복수의 자기유변 탄성체의 상부 및 하부에 배치되어 복수의 자기유변 탄성체를 연결하는 시트부 및 복수의 자기유변 탄성체에 인가되는 자기장을 제어하는 구동부를 포함한다. 여기서, 복수의 자기유변 탄성체는 베이스 폴리머에 자성 입자가 첨가되어 형성된다.

[0019] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 시트부는 복수의 자기유변 탄성체보다 강성이 낮은 재질로 형성될 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 복수의 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 크기가 서로 다른 적어도 두

종류의 입자를 포함할 수 있다.

- [0021] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 복수의 자기유변 탄성체에 포함되는 자성 입자는 투자율이 서로 다른 적어도 두 종류의 입자를 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 구동부는 구동자석부를 포함하고, 구동자석부가 복수의 자기유변 탄성체와 이격되는 경우 복수의 자기유변 탄성체는 낮은 강성을 가져 외부 물체의 형상에 따라 형상이 변화할 수 있고, 구동자석부가 복수의 자기유변 탄성체에 인접하여 위치하는 경우 복수의 자기유변 탄성체의 강성이 증가하여 형상이 유지될 수 있다.
- [0023] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 구동부는 전자석을 더 포함하고, 전자석에 전류가 흐를 때 발생하는 자기력을 이용하여 구동자석부와 복수의 자기유변 탄성체 사이의 간격을 제어할 수 있다. 또한, 구동부는 구동자석부에 연결되는 스프링을 더 포함하고, 구동자석부가 복수의 자기유변 탄성체에 인접하여 위치한 상태로 이동한 후 원래의 위치로 복귀할 때, 스프링의 탄성에 의해 구동자석부의 복귀 속도가 향상될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼는 비정형 물체를 피킹하기 위한 그리퍼로서, 상술한 패턴화된 형상적응 모듈 및 피킹 로봇의 암에 연결되는 몸체를 포함하며, 패턴화된 형상적응 모듈은 몸체 상에 배치될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼는 패턴화된 형상적응 모듈 상에 배치되는 전기접착 모듈을 더 포함할 수 있고, 전기접착 모듈은 절연체와 절연체 상에 배치되는 도전체를 포함하여, 도전체에 전압이 인가될 때 발생하는 정전기력에 의해 외부 물체와 접촉할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도전체는, 전기접착 모듈이 패턴화된 형상적응 모듈 상에 배치된 상태에서, 패턴화된 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체에서 자성 입자가 배치되는 복수의 영역과 중첩되지 않도록 배치될 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴화된 형상적응 모듈과 이를 포함하는 그리퍼는 간단한 구조와 쉬운 메커니즘으로 형상적응 모듈의 강성을 가변적으로 제어함으로써 다양한 형상, 크기, 재질을 가진 비정형 물체를 집을 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 형상적응 모듈의 초기 강성과 종기 강성 사이의 강성 변화폭이 넓기 때문에 물체와 접촉할 때에는 낮은 초기 강성을 가져 물체의 외형에 더욱 유연하게 변형될 수 있으며, 물체를 파지할 때에는 충분한 강성을 가져 물체를 안정적으로 파지할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴화된 형상적응 모듈의 강성은 인가되는 자기장의 세기에 따라 빠르게 증가하거나 감소하여 물체를 보다 신속하게 집거나 놓을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체의 평면도 및 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체의 강성이 인가되는 자기장의 세기에 따라 변화하는 모습을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체를 제조하기 위한 금형을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체를 제조하는 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예의 변형예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체의 평면도 및 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 구동부의 단면도이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체의 평면도 및 단면도이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈과 형상적응 모듈 상에 배치되는 전기접착 모듈의 사시도이다.

다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체와 형상적응 모듈 상에 배치되는 전기접착 모듈의 평면도 및 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세하게 설명한다.
- [0032] 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 본 발명과 관계없는 부분의 설명은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0033] 본 명세서에서 하나의 구성요소가 다른 구성요소의 "위"에 있다는 것은 하나의 구성요소가 다른 구성요소 "바로 위"에 위치하는 경우 뿐만 아니라 이들 사이에 또 다른 구성요소가 존재하는 경우도 포함하며, 두 개의 구성요소가 연결된다는 것은 이들이 직접 맞닿아 이어지는 것뿐만 아니라 다른 구성요소를 통하여 서로 이어지는 것도 포함하는 의미로 사용된다.
- [0034] 또한, 도면에서 나타난 각 구성요소의 크기, 두께, 위치 등은 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다. 즉, 명세서에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 일 실시예로부터 다른 실시예로 변경되어 구현될 수 있으며, 개별 구성요소의 위치 또는 배치도 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [0035] 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 행하여지는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 특허청구범위의 청구항들이 청구하는 범위 및 그와 균등한 모든 범위를 포괄하는 것으로 받아들여져야 한다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼를 나타내는 도면이다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼(100)는 피킹 로봇의 엔드 이펙터로서 물체를 피킹하여 운반하는데 이용되며, 몸체(110), 핑거부(120) 및 형상적응 모듈(130)을 포함한다.
- [0038] 몸체(110)는 피킹 로봇의 단부에 연결되어 피킹 로봇의 제어에 의해 병진 운동 내지 회전 운동을 하는 부분으로서, 충분한 강성을 갖는 재질로 형성될 수 있다.
- [0039] 몸체(110)에는 핑거부(120)가 장착되고, 핑거부(120)에 형상적응 모듈(130)이 장착되어 접촉한 물체를 들어올리거나 내려놓는 기능을 수행한다. 본 실시예에서는 핑거부(120)가 두 개의 핑거를 포함하는 것으로 도시되어 있으나, 핑거의 수는 이에 한정되지 않는다.
- [0040] 형상적응 모듈(130)은 피킹 대상 물체와 접촉할 때 그 물체의 형상에 순응하여 형상이 변형될 수 있는 부재로서, 형상적응 모듈(130)은 강성의 제어가 가능하도록 구성되어 물체와 접촉할 때에는 낮은 강성을 가져 물체의 형상에 따라 그 형상이 변형되고, 형상이 변형된 이후에는 강성을 높여 변형된 형상을 유지할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼(100)는 형상적응 모듈(130)을 통해 물체를 안전하게 파지하고 지정된 장소로 운반할 수 있다.
- [0041] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈(130)을 더욱 상세하게 설명하도록 한다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 사시도로서, 도 2를 참조하면 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈(130)은 자기유변 탄성체(131)와 구동부(133)를 포함한다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈(130)의 자기유변 탄성체(131)(MRE, Magneto-rheological Elastomer)는 형상적응 모듈(130)의 단부, 즉 물체와 접촉하는 부분에 형성된다. 자기유변 탄성체(131)는 실리콘 등의 베이스 폴리머에 자성 입자가 첨가되어 이루어지며, 자기장이 인가될 때 자성 입자가 방향성을 갖고 배열되면서 강성이 증가하는 성질을 갖는다. 즉, 자기유변 탄성체(131)는, 자기장이 인가되지 않은 상태에서는 낮은 강성을 가져 물체와 접촉하면 물체의 형상에 따라 변형되고, 자기장이 인가되면 강성이 증가하여 그 형상이 유지된다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈(130)은 이러한 자기유변 탄성체(131)의 특성을 이용하여 비정형 물체의 외형을 감싸고 안전하게 파지할 수 있다.

- [0045] 한편, 자기장이 인가되지 않은 상태에서의 자기유변 탄성체(131)의 강성(이하, '초기 강성'이라고 함)은, 형상 적응 모듈(130)이 물체와 접촉하여 변형될 때 물체와의 접촉 면적을 최대한 넓히기 위하여 가능한 낮게 설정되는 것이 바람직하다. 이와 동시에, 자기장이 인가된 상태에서의 자기유변 탄성체(131)의 강성(이하, '종기 강성'이라고 함)은, 물체를 안정적으로 파지하기 위하여 사전 설정된 강성 이상으로 설계되는 것이 바람직하다. 다만, 자기유변 탄성체(131)는 기본적으로 철가루와 같은 자성 입자를 포함하기 때문에, 자기유변 탄성체(131)의 초기 강성은 실리콘과 같은 베이스 폴리머만으로 이루어진 탄성체의 강성보다는 상대적으로 높다.
- [0046] 이에, 본 발명의 일 실시예에서는 자기유변 탄성체(131)가 물체의 형상에 순응하여 충분히 변형될 수 있도록 자기유변 탄성체(131)의 초기 강성을 낮출 수 있는 방안을 안출하였다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상 적응 모듈의 자기유변 탄성체의 평면도 및 단면도로서, 도 3을 참조하면, 자기유변 탄성체(131)에서 자성 입자는 베이스 폴리머(131b)에서 서로 이격되는 복수의 영역(131a)에 배치된다. 구체적으로, 자기유변 탄성체(131) 내의 복수의 영역(131a)은 베이스 폴리머(131b)에서 서로 일정한 간격으로 이격되어 배열되는 스트립(strip) 형태로 형성되고, 자성 입자는 스트립 형태의 복수의 영역(131a)에 모여 자성 입자군을 형성한다. 즉, 자기유변 탄성체(131)에서 자성 입자는 패턴화된 복수의 영역(131a)에 배치된다.
- [0048] 이처럼, 본 실시예에 따르면, 자기유변 탄성체(131) 내에 자성 입자가 일부 영역에만 배열되어 있어, 자성 입자가 전체적으로 배열되어 있는 경우와 비교할 때 자기유변 탄성체(131)가 상대적으로 낮은 초기 강성을 갖게 된다.
- [0049] 한편, 본 실시예에서 자기유변 탄성체(131)에 포함되는 자성 입자는 크기가 서로 다른 적어도 두 종류의 입자를 포함할 수 있다. 이를 통해, 자기장이 인가될 때 크기가 작은 자성 입자가 크기가 큰 자성 입자 사이사이에 배열되어 종기 강성을 높일 수 있다.
- [0050] 또한, 본 실시예에서 자기유변 탄성체(131)에 포함되는 자성 입자는 투자율이 서로 다른 적어도 두 종류의 입자, 예를 들어 강자성 입자와 연자성 입자를 포함할 수 있다. 이를 통해, 상대적으로 약한 자기장이 인가될 때에도 연자성 입자의 배열로 인해 강성이 증가하기 시작하며, 상대적으로 큰 자기장이 인가되면 강자성 입자도 배열되어 종기 강성을 크게 할 수 있다. 즉, 종기 강성을 크게 하면서도 강성 변화의 응답을 빠르게 할 수 있다.
- [0051] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 형상 적응 모듈의 자기유변 탄성체의 강성이 인가되는 자기장의 세기에 따라 변화하는 모습을 나타내는 그래프이다. 도 4에서 X축은 자기유변 탄성체에 인가되는 자기장의 세기(B)를 나타내고, Y축은 자기유변 탄성체의 강성(S)을 나타낸다. 그리고 도 4에서의 점선은 비교예, 즉 자성 입자가 베이스 폴리머에 균일하게 배열되어 있는 자기유변 탄성체의 자기장의 세기에 따른 강성의 변화를 나타내고, 실선은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 탄성체의 자기장의 세기에 따른 강성의 변화를 나타낸다.
- [0052] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 탄성체의 초기 강성(S_{i2})은 자성 입자가 패턴화된 복수의 영역(131a)에 배치되어 비교예에 따른 자기유변 탄성체의 초기 강성(S_{i1}) 보다 낮다. 이에 따라 자기유변 탄성체가 물체와 접촉할 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 탄성체는 비교예에 따른 자기유변 탄성체에 비하여 물체의 외형에 유연하게 변형하여 더 넓은 면적에 걸쳐 접촉이 이루어지게 된다.
- [0053] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 탄성체의 경우 비교예에 따른 자기유변 탄성체에 비하여 자기장의 세기에 따라 강성이 빠르게 변화한다.
- [0054] 이처럼, 실시예에 따른 형상 적응 모듈은 넓은 강성 변화폭을 가져 물체를 보다 안정적으로 파지할 수 있을 뿐만 아니라, 인가되는 자기장의 세기에 따라 강성이 빠르게 변화하기 때문에 물체를 집고 놓는 속도가 빨라져 신속하고 효율적으로 피킹 작업을 도모할 수 있게 된다.
- [0055] 한편, 도 4에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 탄성체와 비교예에 따른 자기유변 탄성체의 종기 감성은 서로 같은 것으로 도시하였으나, 본 실시예에서는 크기 및/또는 투자율이 서로 다른 적어도 두 종류의 자성 입자를 사용함으로써 종기 강성을 높일 수 있음은 상술한 바와 같다.
- [0056] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 형상 적응 모듈의 자기유변 탄성체를 제조하기 위한 금형을 나타내는 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상 적응 모듈의 자기유변 탄성체를 제조하는 과정을 나타내는 도면으로서, 이들 도면을 참조하여 패턴화된 복수의 영역에 자성 입자가 배치되는 자기유변 탄성체의 제조 방법을 설

명한다.

- [0057] 우선, 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 형상적응 모듈(130)의 자기유변 탄성체(131)를 제조하기 위한 금형(200)은 상부 금형(210)과 하부 금형(220)으로 구성된다. 상부 금형(210) 및 하부 금형(220)에는 각각 복수의 막대 자석(211, 221)이 일정한 간격으로 배열되어 있으며, 이들은 상부 금형(210)과 하부 금형(220)이 체결된 상태에서 서로 대향하도록 배치된다.
- [0058] 도 6을 참조하면, 베이스 폴리머에 자성 입자를 첨가한 혼합물(M)을 상술한 하부 금형(220)에 도포하고, 상부 금형(210)을 하부 금형(220)에 체결하여 혼합물(M)을 경화한다. 이때, 상부 금형(210)과 하부 금형(220)의 막대 자석(211, 221)이 서로 대향하여 배치되고, 막대 자석(211, 221)에 의해 발생하는 자기장의 영향으로 자성 입자들이 막대 자석(211, 221)이 배치된 영역에 모이게 된다. 이에 따라, 혼합물(M)의 경화가 완료되면, 도 3에 도시된 바와 같이, 자성 입자가 스트립 패턴을 갖는 복수의 영역(131a)에 배치된 자기유변 탄성체(131)가 형성된다.
- [0059] 한편, 자성 입자가 배치되는 영역의 패턴은 스트립 형상 이외에도 자기유변 탄성체(131)의 초기 강성을 낮추고 강성 변화 속도를 높일 수 있는 다양한 형태로 변경이 가능하다.
- [0060] 도 7은 본 발명의 일 실시예의 변형예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체의 평면도 및 단면도로서, 도 7에 도시된 바와 같이 자성 입자가 배치되는 영역(131a')은 서로 이격되어 있는 라운드(round) 형태로 형성될 수 있다. 즉, 본 변형예에 따르면 자성 입자는 자기유변 탄성체(131')의 베이스 폴리머(131b')에서 복수의 원통 모양의 영역(131a')에 배치될 수 있다. 이러한 형태의 자기유변 탄성체(131') 역시 도 4 및 도 5를 통해 설명한 방식과 동일한 방식으로 형성하되, 라운드 형상의 자석이 복수 배열된 상부 금형과 하부 금형을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈(130)의 구동부(133)는 자기유변 탄성체(131)에 대한 자기장 인가 여부 및 인가되는 자기장의 세기를 제어하는 기능을 수행한다.
- [0062] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈의 구동부의 단면도로서, 도 8을 참조하면 본 실시예에 따른 구동부(133)는 하우징(133a), 구동자석부(133b), 전자석(133c) 및 스프링(133d)을 포함할 수 있다.
- [0063] 하우징(133a)은 구동부(133)의 외관을 형성하는 부분으로, 그 내부에 구동자석부(133b), 전자석(133c) 및 스프링(133d)을 수용할 수 있다.
- [0064] 구동자석부(133b)는 자기장을 인가하여 자기유변 탄성체(131)의 강성을 제어하기 위한 것으로서, 하우징(133a) 내부의 중앙부에 배치된다. 구동자석부(133b)는 적어도 하나의 영구자석을 포함할 수 있으며, 영구자석으로는 네오디뮴 자석을 사용할 수 있다. 영구자석의 크기, 배치, 종류 등은 특정한 실시 형태로 제한되지 않으며, 구동자석부(133b)가 자기유변 탄성체(131)에 인접하여 위치할 때 자기유변 탄성체(131)에 충분한 강성을 부여할 수 있는 자기장이 형성될 수 있는 다양한 형태로 변경할 수 있다.
- [0065] 전자석(133c)은 구동자석부(133b)의 위치를 제어하는 기능을 수행하는 것으로서, 전자석(133c)은 구동자석부(133b)를 기준으로 자기유변 탄성체(131)의 맞은 편에 배치된다. 전자석(133c)은 코어와 코어를 감고 있는 솔레노이드 코일을 포함하여, 솔레노이드 코일에 전압이 인가될 때 형성되는 자기력으로, 즉 영구자석과의 사이에 발생하는 척력 또는 인력으로 영구자석을 포함하는 구동자석부(133b)의 위치, 즉 구동자석부(133b)와 자기유변 탄성체(131) 사이의 간격을 제어한다.
- [0066] 스프링(133d)은 구동자석부(133b)가 전자석(133c)에 의해 자기유변 탄성체(131) 쪽으로 이동한 후 자기력이 제거될 때 탄성에 의해 원래의 위치로 복귀하도록 한다. 도시된 바와 같이, 스프링(133d)은 일단과 타단이 각각 구동자석부(133b)와 자기유변 탄성체(131) 측의 하우징(133a)에 고정적으로 연결된다. 이에 따라, 구동자석부(133b)가 전자석(133c)에 의해 자기유변 탄성체(131) 쪽으로 이동할 때에는 스프링(133d)이 압축되고, 이후 전자석(133c)이 구동자석부(133b)를 자기유변 탄성체(131) 쪽으로 미는 자기력이 제거될 때 스프링(133d)의 탄성 복원력에 의해 구동자석부(133b)가 원래의 위치로 복귀하게 된다.
- [0067] 위와 같은 구동부(133)의 구성에 따라, 구동자석부(133b)를 자기유변 탄성체(131)에 인접한 위치로 이동시키고자 하는 경우에는 전자석(133c)과 구동자석부(133b) 사이에 척력이 작용하도록 전자석(133c)의 솔레노이드 코일에 일 방향으로 전류를 흐르게 한다. 반대로 구동자석부(133b)를 원래 위치로 복귀시키고자 하는 경우에는 전자석(133c)에 전압 인가를 해제하여 스프링(133d)의 탄성력에 의해 구동자석부(133b)가 원래의 위치로 돌아가게 한다. 구동자석부(133b)를 원래 위치로 복귀시킬 때 전자석(133c)과 구동자석부(133b) 사이에 인력이 작용하도

록 전자석(133c)의 솔레노이드 코일에 전류를 흐르게 할 수도 있다. 이 경우, 스프링(133d)의 탄성에 의해서만 구동자석부(133b)가 복귀하는 경우에 비하여 빠른 속도로 구동자석부(133b)를 복귀시킬 수 있어, 그리퍼가 물체를 집었다 놓는 속도, 즉 물체의 탈착 속도를 증가시키는 속도를 증가시킬 수 있다.

- [0068] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 형상적응 모듈의 자기유변 탄성체의 평면도 및 단면도이다. 본 실시예에 따른 형상적응 모듈은 전술한 실시예와 자기유변 탄성체의 형상 및 구조에서 차이가 있으며, 형상적응 모듈이 작동하는 원리, 구동부의 구조 등은 동일하다. 따라서, 이하의 설명에서는 동일한 구성에 대하여는 그 설명을 생략하도록 한다.
- [0069] 도 9를 참조하면, 형상적응 모듈(230)에서 물체와 접촉하는 부분인 형상적응부는 복수의 자기유변 탄성체(231)와 시트부(232)를 포함한다. 본 실시예에서 자기유변 탄성체(231)는 베이스 폴리머에 적어도 한 종류의 자성 입자를 첨가하고, 이를 로드(rod) 형상으로 경화하여 형성될 수 있다. 시트부(232)는 물체와 접촉하는 부분인 상부 시트(232a)와 구동부와 연결되는 부분인 하부 시트(232b)를 포함하며, 이들은 자성 입자를 포함하지 않은 베이스 폴리머로 이루어질 수 있다.
- [0070] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 복수의 자기유변 탄성체(231)는 서로 이격되어 배치되며, 이들 사이에는 빈 공간이 형성된다. 그리고 시트부(232)의 상부 시트(232a)와 하부 시트(232b)가 이격 배치되는 복수의 자기유변 탄성체(231)를 연결하는 역할을 한다.
- [0071] 이처럼, 본 실시예에 따른 형상적응 모듈(230)에서는 물체와 접촉하는 부분에 강성이 낮은 탄성체로 이루어지는 상부 시트(232a)를 두고, 복수의 자기유변 탄성체(231) 사이사이에 빈 공간이 형성되어, 초기 강성을 더욱 낮출 수 있다. 이에 따라, 본 실시예에 따른 형상적응 모듈은 물체에 접촉할 때 더욱 유연하게 변형되어 물체의 형상에 순응하여 접촉 면적을 넓힐 수 있고, 자기장 인가에 따른 강성 변화폭을 크게 할 수 있다.
- [0072] 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼는 형상적응 모듈 외에 물체를 안정적으로 파지하기 위한 구성을 더 포함할 수 있다.
- [0073] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈과 형상적응 모듈 상에 배치되는 전기접착 모듈의 사시도이고, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈과 형상적응 모듈 상에 배치되는 전기접착 모듈의 평면도 및 단면도로서, 이하에서는 이들 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 형상적응 모듈 상에 전기접착 모듈이 추가적으로 배치되는 구조를 설명한다. 후술하는 전기접착 모듈은 앞서 설명한 실시예들 및 변형예에 모두 적용될 수 있다.
- [0074] 도 10 및 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 그리퍼는 형상적응 모듈(130) 상에 배치되는 전기접착 모듈(140)을 더 포함할 수 있다. 형상적응 모듈(130) 상에 배치되는 전기접착 모듈(140)은 절연체(141) 및 절연체(141) 상에 설치되는 도전체(142)를 포함하여, 도전체(142)에 전압이 인가될 때 외부 물체에 반대 극성이 유도되어 발생하는 정전기력을 이용하여 물체를 집착시킬 수 있다. 전기접착 모듈(140)의 절연체(141)는 폴리우레탄, PDMS, 폴리이미드 등의 유연하고 변형이 가능한 소재로 이루어질 수 있으며, 도전체(142)는 금속, 카본, 도전성 폴리머 등의 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0075] 이에 따라, 본 실시예에 따른 그리퍼로 물체를 집기 위해 전기접착 모듈(140)이 물체와 접촉하면, 양자 사이에 발생하는 정전기력에 의해 절연체(141)의 표면이 외부 물체 표면과 밀착하면서 접촉 면적이 넓어지게 되어 전기접착력과 파지력을 극대화할 수 있다.
- [0076] 전기접착 모듈(140)의 도전체(142)의 패턴은 도시된 바에 한정되지 않으며, 물체와의 전기접착력이 극대화될 수 있는 다양한 형태로 변경될 수 있다.
- [0077] 다만, 본 발명의 일 실시예에서는, 전기접착 모듈(140)이 형상적응 모듈(130) 상에 배치된 상태에서, 전기접착 모듈(140)의 도전체(142)가 자기유변 탄성체(131)의 자성 입자가 배치되는 영역(131a)과 중첩되지 않도록 배치된다. 이는, 전기접착 모듈(140)에 전기접착력을 부여하기 위해 도전체(142)에 전압을 인가할 때, 전류의 흐름에 따라 발생하는 자기장에 의해 형상적응 모듈(130)의 구동부(133)에서 인가되는 자기장이 상쇄되지 않도록 하기 위함이다.
- [0078] 이상 본 발명을 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예에 의해 설명하였으나, 위 실시예는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다.
- [0079] 따라서, 본 발명의 사상은 앞서 설명된 실시예들에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아

나라 이 청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

100: 그리퍼

110: 몸체

120: 핑거부

130, 230: 형상적응 모듈

131, 231: 자기유변 탄성체

133: 구동부

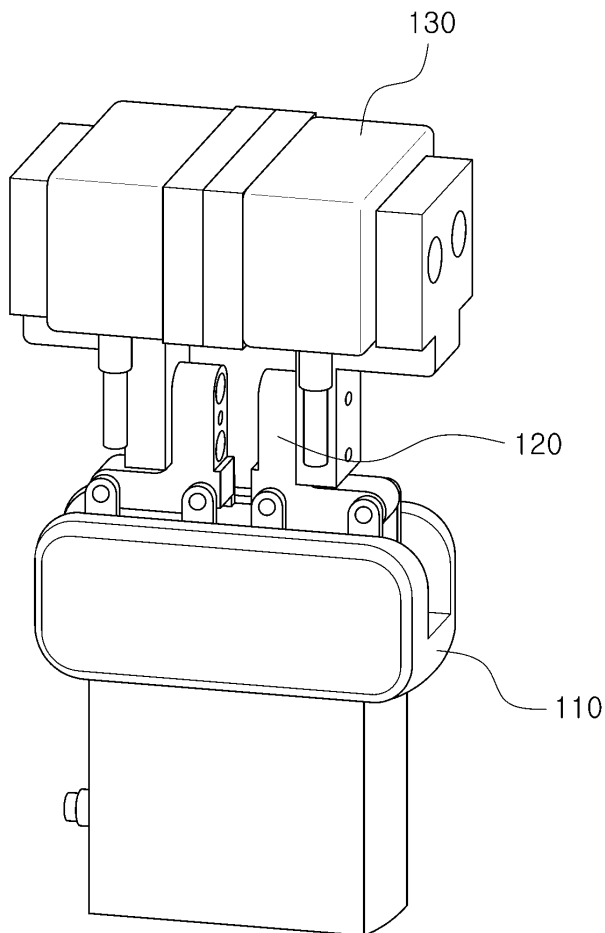
140: 전기접착 모듈

232: 시트부

도면

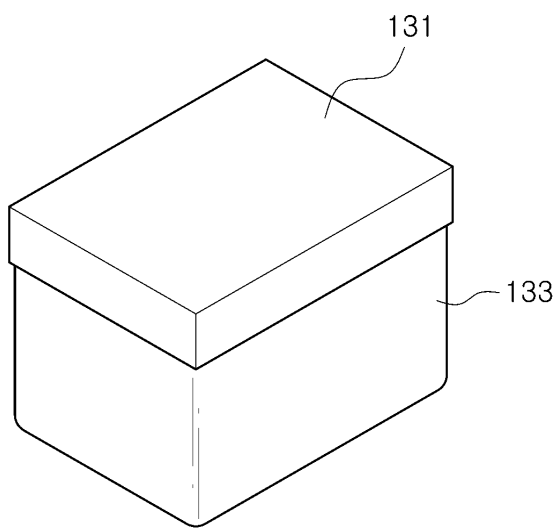
도면1

100



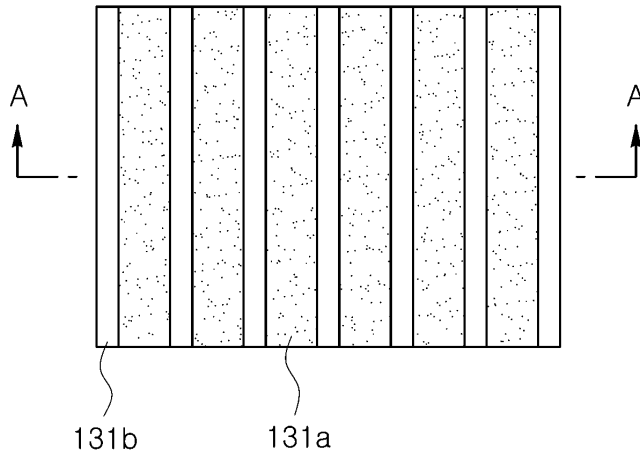
도면2

130



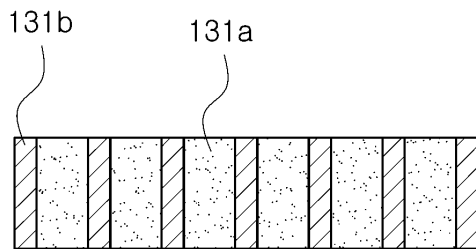
도면3

131



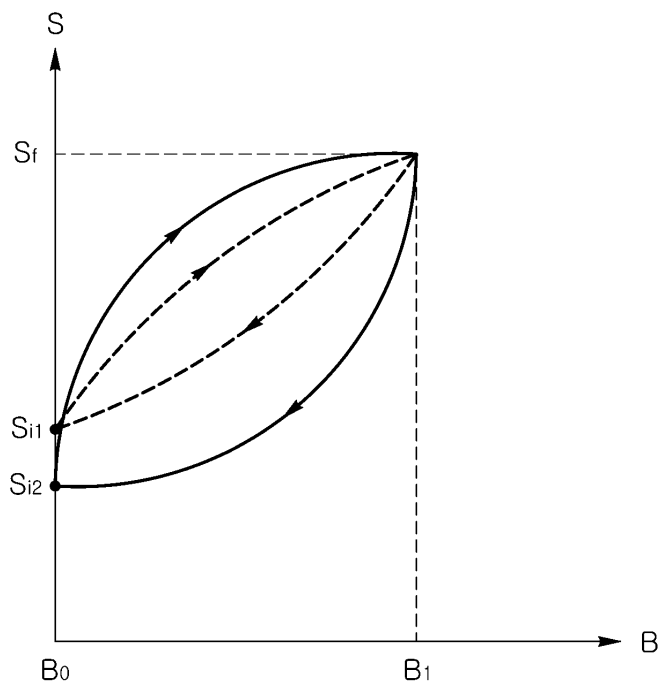
(a)

131

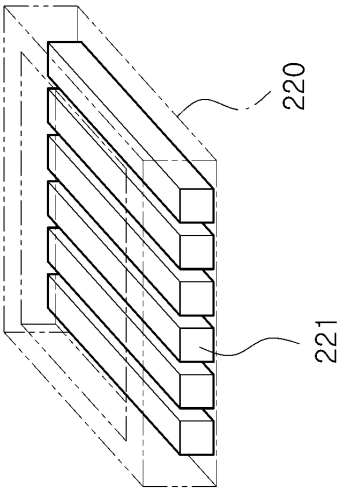
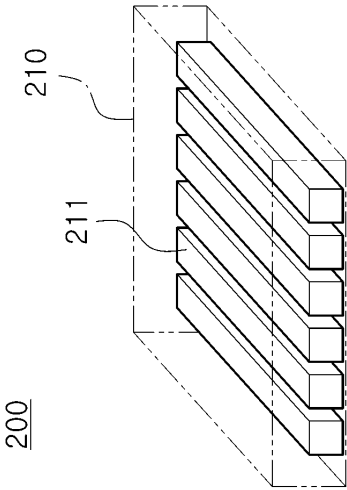


(b)

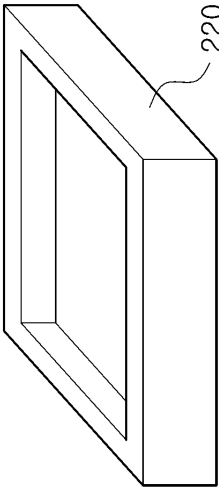
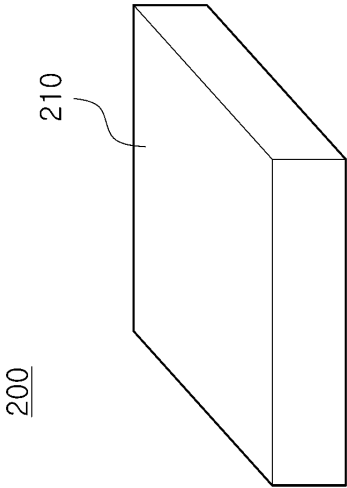
도면4



도면5

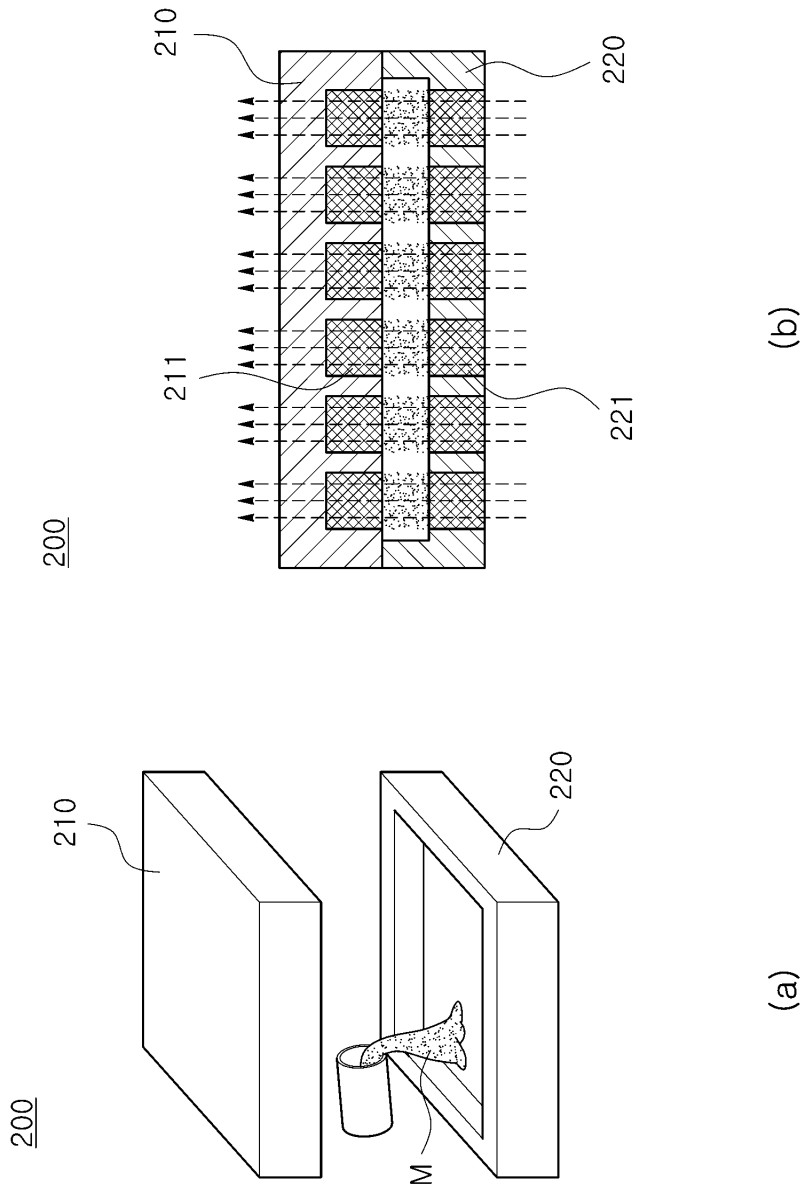


(b)

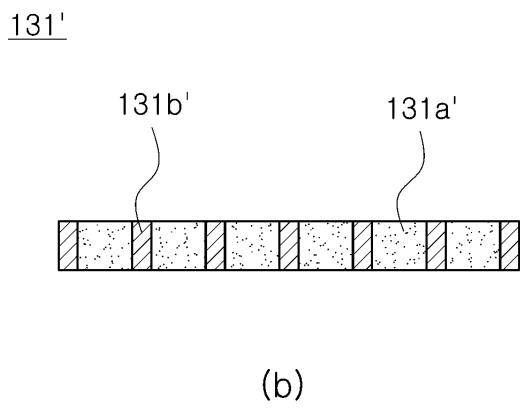
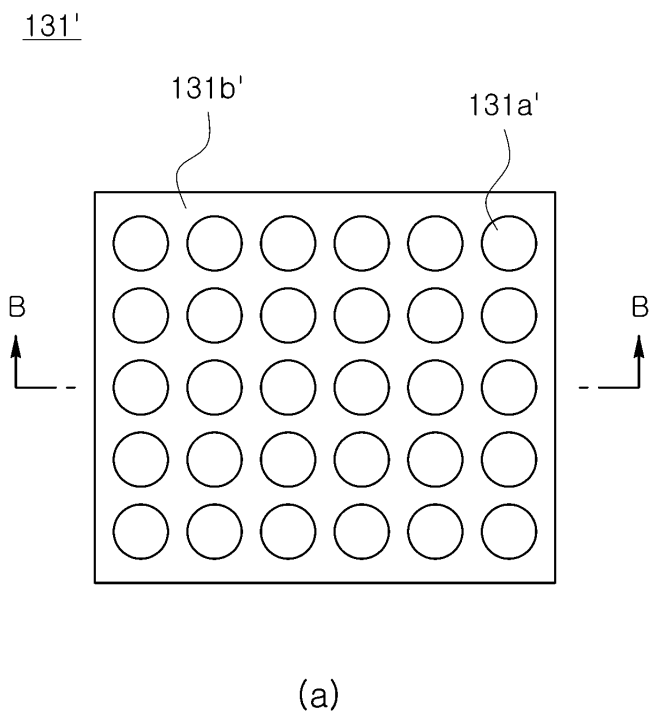


(a)

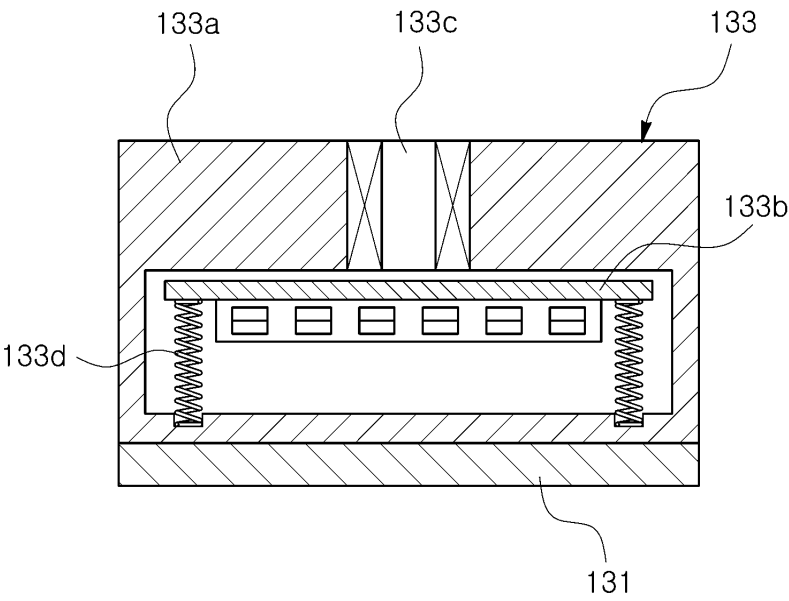
도면6



도면7

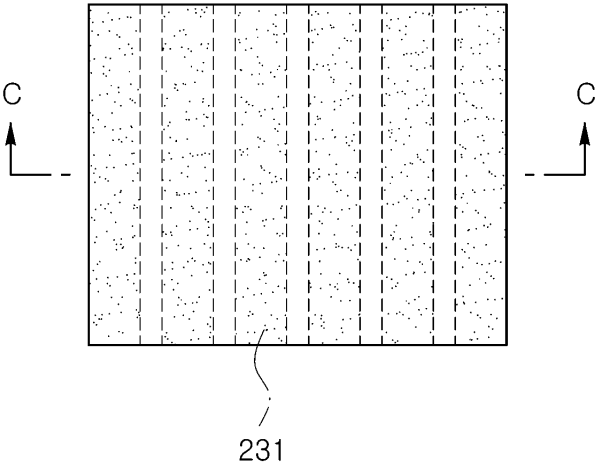


도면8



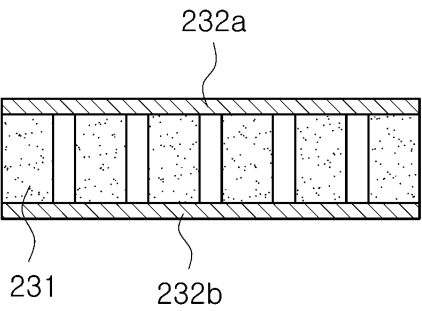
도면9

230



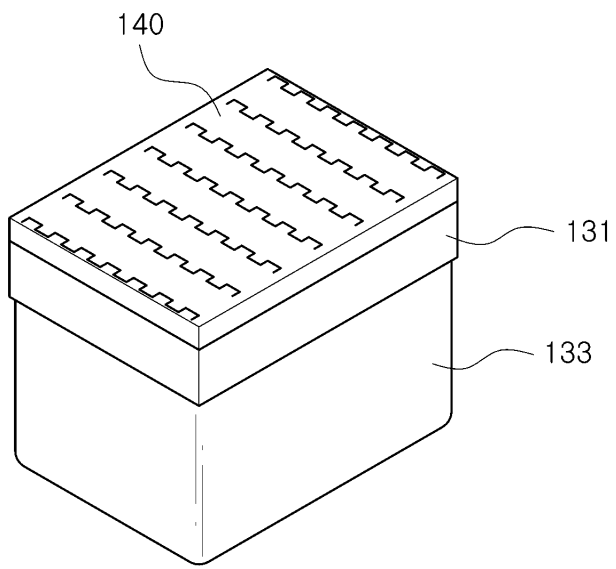
(a)

230

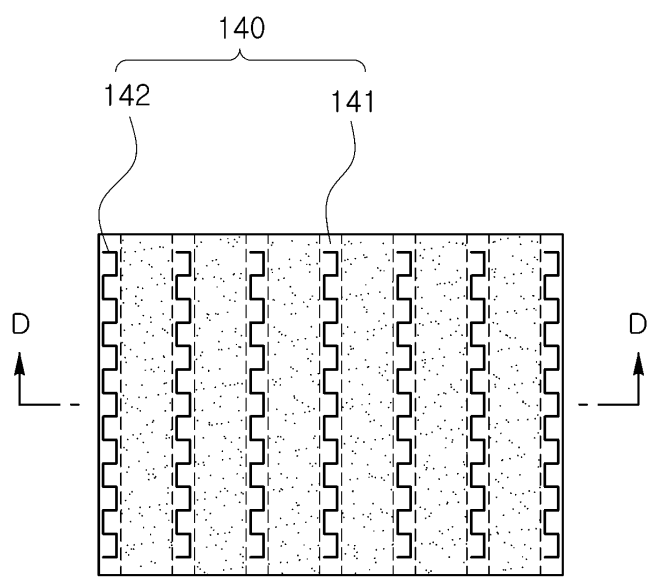


(b)

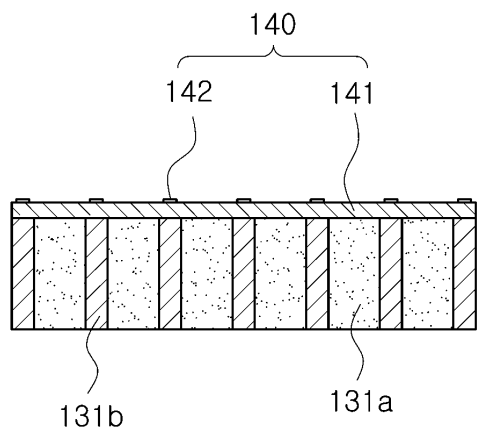
도면10



도면11



(a)



(b)