



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0054807  
 (43) 공개일자 2017년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H05K 1/02* (2006.01) *C08L 67/03* (2006.01)  
*C08L 79/08* (2006.01) *H05K 1/03* (2006.01)  
*H05K 3/06* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*H05K 1/0283* (2013.01)  
*C08L 67/03* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-0157417  
 (22) 출원일자 2015년11월10일  
 심사청구일자 2015년11월10일

(71) 출원인  
**광주과학기술원**  
 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)  
 (72) 발명자  
**이종호**  
 광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과  
 학기술원 기전공학부  
**곽표**  
 광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과  
 학기술원 기전공학부  
 (74) 대리인  
**김기문**

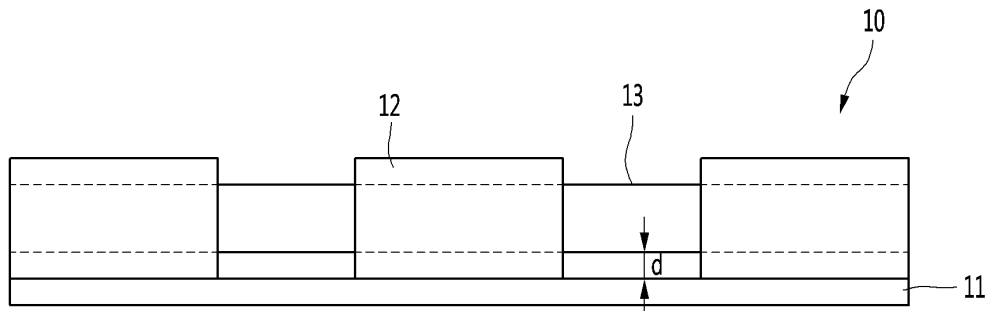
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **자가변형 플렉서블 필름 및 이의 제조 방법**

**(57) 요약**

본 발명의 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름은 플렉서블 전자소자가 접합되며, 플렉서블한 성질을 갖는 기관, 상기 기관의 일측면에 마련되는 형상 기억 합금 및 상기 형상 기억 합금을 상기 기관에 고정시키는 감광제를 포함하고, 상기 형상 기억 합금은 복수개의 라인 형태로 상기 기관 상에 배열되고, 상기 감광제는 각각의 형상 기억 합금의 연장 방향을 따라 복수개가 배치되며, 상기 형상 기억 합금은 상기 기관과 소정의 거리만큼 이격된 채로 상기 감광제 내부에 고정될 수 있다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

*C08L 79/08* (2013.01)

*H05K 1/0313* (2013.01)

*H05K 3/06* (2013.01)

*H05K 2201/0145* (2013.01)

*H05K 2201/0154* (2013.01)

*H05K 2201/0308* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NN14800

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원 부설 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신·방송연구개발사업

연구과제명 창의소재 활용이 가능한 3D 프린팅 콘텐츠 형상관리 시뮬레이터 연구

기여율 1/1

주관기관 광주과학기술원

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

플렉서블 전자소자가 접합되며, 플렉서블한 성질을 갖는 기판;

상기 기판의 일측면에 마련되는 형상 기억 합금; 및

상기 형상 기억 합금을 상기 기판에 고정시키는 감광제를 포함하고,

상기 형상 기억 합금은 복수개의 라인 형태로 상기 기판 상에 배열되고,

상기 감광제는 각각의 형상 기억 합금의 연장 방향을 따라 복수개가 배치되며, 상기 형상 기억 합금은 상기 기판과 소정의 거리만큼 이격된 채로 상기 감광제 내부에 고정되는 자가변형 플렉서블 필름.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 감광제는 육면체 형상이며, 상기 기판 상에서 행렬을 이루도록 패터닝되는 자가변형 플렉서블 필름.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 감광제 각각은 가로, 세로 및 높이가 서로 동일하며, 가로 및 세로 방향으로 이격된 거리가 동일한 자가변형 플렉서블 필름.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 형상 기억 합금은 부분적으로 상기 감광제 내부에 삽입된 형태로 고정되는 자가변형 플렉서블 필름.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 기판은 PI (Polyimide), PET (polyethylene terephthalate), PEN (polyethylene naphthalate) 중에서 어느 하나로 선택되는 자가변형 플렉서블 필름.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 감광제는 SU-8 또는 INTERVIA인 자가변형 플렉서블 필름.

#### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 형상 기억 합금은 니켈과 티타늄의 합금인 니티놀인 자가변형 플렉서블 필름.

#### 청구항 8

플렉서블한 성질을 가지는 기판을 준비하는 단계;

상기 기판 상에 제1 감광제를 도포하고 패터닝 하는 단계;

패터닝된 제1 감광제 상에 형상 기억 합금을 배열하는 단계;

상기 형상 기억 합금을 뒤흔도록 기관 상에 제2 감광제를 도포하는 단계; 및  
 상기 제2 감광제를 하부의 제1 감광제와 동일한 형상으로 패터닝하는 단계;  
 를 포함하는 자가변형 플렉서블 필름의 제조 방법.

**청구항 9**

제 8항에 있어서,

상기 제1 감광제는 상기 기관 상에 일정한 높이를 갖는 육면체 형상이며, 소정 개수의 행과 열로 이루어지도록 복수개로 패터닝되는 자가변형 플렉서블 필름의 제조 방법.

**청구항 10**

제 8항에 있어서,

상기 제1 감광제는 상기 형상 기억 합금을 부분적으로 고정시키도록 소정의 간격만큼 이격되도록 패터닝되는 자가변형 플렉서블 필름의 제조 방법.

**청구항 11**

제 8항에 있어서,

상기 제1 감광제와 제2 감광제는 동일한 물질로 이루어지는 자가변형 플렉서블 필름의 제조 방법.

**청구항 12**

제 9항에 있어서,

상기 형상 기억 합금은 라인 형태로 하나의 감광제에 의해 고정되며, 패터닝된 상기 제1 감광제의 행 방향 또는 열 방향을 따라 복수개가 배치되는 자가변형 플렉서블 필름의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 자가변형 플렉서블 필름 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 플렉서블 디스플레이, 플렉서블 태양전지, 플렉서블 터치 패널 등과 같은 플렉서블 전자소자에 결합되면서 플렉서블 전자소자의 변형 특성을 향상시킬 수 있는 자가변형 플렉서블 필름 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 나노기술, 생명공학기술, 정보통신기술, 에너지환경기술 등 이종 기술 간의 융복합화가 가속화되면서, 착용형 컴퓨터, 실감형 디스플레이, 인체 친화형 헤드마운트 디스플레이, 전자종이, 유연성 디스플레이와 같은 휘고 접을 수 있고 인체 적용이 가능한 고성능 전자소자의 연구개발이 빠르게 진행되고 있다.

[0003] 특히 플렉서블 전자소자는 의료·건강, 안전, 에너지, 환경문제 등 미래 인간의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 새로운 형태의 기술과 서비스에 대한 사회·문화적 요구에 발맞추어 전자산업을 주도할 수 있는 기술 중의 하나로 인식되고 있다. 플렉서블 전자소자는 미래지향적인 기술로서 직선의 기술을 곡선의 기술로, 2차원의 기술을 3차원의 기술로 변화 발전시킬 수 있는 인간 친화형 기술이라 볼 수 있다.

[0004] 종래의 플렉서블 전자소자는 스스로 변형이 가능하지 않았으며 외력을 가해주어야 그 형상이 변형되었으나, 최근 들어서는 형상 기억 합금과 같은 액츄에이터를 결합하여 자가변형이 가능한 플렉서블 전자소자들이 개발되고 있다.

[0005] 자가변형이 가능한 플렉서블 전자소자를 구성하는 자가변형 플렉서블 필름은 유연성을 지닌 기관과 형상기억합금이 결합된 형태로 제작되는데, 외력을 통해 필름을 기관 안쪽으로 굽혀지도록 하면, 형상기억합금 또한 굽혀지는 동시에 형상기억합금 또한 굽혀지는 동시에 인장되는 변형이 생기게 된다. 형상기억합금은 변형이 일어난 후에도 특정 온도에서 기억된 형상으로 복원되는 특성을 가진다.

[0006] 이 때, 형상기억합금의 변형률이 클수록 복원력이 커지게 되므로, 우수한 자가변형 플렉서블 전자소자의 제작을

위해서는 형상기억합금의 변형이 가능한 크게 일어날 수 있는 구조로 제작되는 것이 중요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 실시예는 형상 기억 합금의 변형률을 크게 할 수 있는 자가변형 플렉서블 필름의 구조를 통해서, 우수한 자가변형 플렉서블 특성을 갖는 자가변형 플렉서블 전자소자를 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름은 플렉서블 전자소자가 접합되며, 플렉서블한 성질을 갖는 기관; 상기 기관의 일측면에 마련되는 형상 기억 합금; 및 상기 형상 기억 합금을 상기 기관에 고정시키는 감광제를 포함하고, 상기 형상 기억 합금은 복수개의 라인 형태로 상기 기관 상에 배열되고, 상기 감광제는 각각의 형상 기억 합금의 연장 방향을 따라 복수개가 배치되며, 상기 형상 기억 합금은 상기 기관과 소정의 거리만큼 이격된 채로 상기 감광제 내부에 고정될 수 있다.

[0009] 그리고, 상기 감광제는 육면체 형상이며, 상기 기관 상에서 행렬을 이루도록 패터닝될 수 있으며, 상기 감광제 각각은 가로, 세로 및 높이가 서로 동일하며, 가로 및 세로 방향으로 이격된 거리가 동일할 수 있다.

[0010] 그리고, 상기 형상 기억 합금은 부분적으로 상기 감광제 내부에 삽입된 형태로 고정될 수 있다.

[0011] 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 제조 방법은 플렉서블한 성질을 가지는 기관을 준비하는 단계; 상기 기관 상에 제1 감광제를 도포하고 패터닝 하는 단계; 패터닝된 제1 감광제 상에 형상 기억 합금을 배열하는 단계; 상기 형상 기억 합금을 덮도록 기관 상에 제2 감광제를 도포하는 단계; 및 상기 제2 감광제를 하부의 제1 감광제와 동일한 형상으로 패터닝하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 형상 기억 합금은 라인 형태로 하나의 감광제에 의해 고정되며, 패터닝된 상기 제1 감광제의 행 방향 또는 열 방향을 따라 복수개가 배치될 수 있다.

**발명의 효과**

[0013] 본 발명에 따른 자가변형 플렉서블 필름은 종래에 비해 형상기억합금의 변형이 더 크게 일어날 수 있는 구조로 형성되기 때문에, 원래의 형상으로 복원되는 힘을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0014] 본 발명의 자가변형 플렉서블 필름이 포함된 자가변형 플렉서블 전자소자는 외력에 의해 변형되는(굽혀지는) 정도가 종래에 비해 커지므로, 이후 원래의 형상으로 복원시 더욱 잘 퍼질 수 있는(복원될 수 있는) 구조로 설계될 수 있다.

[0015] 본 발명의 자가변형 플렉서블 필름 제조 방법은 반영구적으로 사용이 가능한 감광제를 포토리소그래피 공정을 통해 패터닝하므로 비교적 간단한 공정으로 변형률이 개선된 플렉서블 필름을 제조할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1은 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름을 나타낸 도면
- 도 2는 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 변형과 복원을 나타낸 도면
- 도 3은 종래와 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 변형률을 비교한 도면
- 도 4는 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름을 나타낸 도면
- 도 5는 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 전자소자를 나타낸 도면
- 도 6은 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 제조방법을 나타낸 도면

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세하게 설명하지만, 본 발명의 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대해 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위해 생략될 수 있다.

[0018] 도 1은 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름을 나타낸 도면이다.

[0019] 도 1을 참조하면, 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름(10)은 기관(11)과 형상 기억합금(13)이 결합된 형태이며, 형상 기억 합금(13)을 고정시키기 위한 감광제(13)가 기관상에 마련될 수 있다.

[0020] 실시예의 자가변형 플렉서블 필름(10)에 구비되는 기관에는 변형 및 복원을 위한 형상 기억 합금이 배열 및 고정될 수 있다. 상기 형상 기억 합금은 기관 상에서 복수개의 라인 형태로 배열될 수 있으며 도 1에서는 그 중 하나의 형상 기억 합금에 대한 위치관계를 나타내었다.

[0021] 실시예에서 상기 감광제(12)는 형상 기억 합금(13)의 연장 방향을 따라 복수개가 배치되며, 상기 형상 기억 합금은 상기 기관과 소정의 거리(d)만큼 이격된 채로 상기 감광제 내부에 고정되도록 형성될 수 있다. 상기 감광제(12)는 형상 기억 합금(13)을 고정시킬 수 있을 정도의 길이로 분할되어 상기 기관 상에 배치되며, 이에 상기 감광제(12)의 사이사이로 형상 기억 합금(13)의 일부가 노출될 수 있다.

[0022] 자가변형 플렉서블 필름(10)은 외력에 의해 특정 부분이 접어지거나 휘어지도록 제작되며, 이를 위해 자가변형 플렉서블 필름을 구성하는 부재들은 모두 유연성을 가지는 물질들로 구성될 수 있다.

[0023] 실시예에서 기관(11)은 외력에 의해 변형 및 복원이 탄력적으로 수행될 수 있는 PI(Polyimide), PET(Polyethylene terephthalate), PEN(Polyethylene naphthalate)등이 사용됨이 바람직하며, 각 물질에 대한 영률을 표 1에 나타내었다.

**표 1**

[0024]

	PI	PET	PEN
영률(Young's Modulus)	2.5GPa	2~4GPa	5.0~5.5GPa

[0025] 영률(Young's Modulus)은 물질의 늘어나는 정도를 나타내는 물질의 고유한 특성으로, 물체를 양쪽에서 늘일 때 물체의 늘어나는 정도와 변형되는 정도를 나타내는 탄성률을 말한다. 상기 PI, PET, PEN의 영률은 약 2~5GPa로 실시예와 같이 플렉서블 전자소자의 기관으로 사용되기에 적합하다.

[0026] 실시예에서 감광제(12)는 반영구적으로 사용될 수 있는 물질이며, SU-8, INTERVIA 등이 사용됨이 바람직하다. SU-8, INTERVIA의 영률은 표 2와 같다.

**표 2**

[0027]

	SU-8	INTERVIA
Young's Modulus	2 GPa	4 GPa

[0028] 상기 SU-8, INTERVIA의 영률은 2~4GPa로 실시예와 같이 플렉서블 전자소자에서 기관을 접착시키는 물질로 사용되기에 적합하다.

[0029] 그리고 실시예에서 형상 기억 합금은 니켈과 티타늄의 합금인 니티놀이 사용될 수 있으며, 니티놀의 물성을 표 3에 나타내었다.

**표 3**

[0030]

Maximum Recovery Force (MPa)	600
Maximum Deformation Ratio (%)	8
Young's Modulus (GPa)	28 (Martensite), 81 (Austenite)

[0031] 니티놀의 물성을 살펴보면, 변형이 일어나는 상온에서의 형상 기억 합금(Martensite)의 영률은 28GPa이고, 가열된 상태의 형상 기억 합금(Austenite)의 영률은 81GPa로 다소 높은값을 가진다. 영률은 물질 고유의 특성으로 물질의 형태에 따라 변하지 않으나, 실시예와 같이 얇은 와이어 형태로 제조된 형상 기억 합금은 같은 조건에서 더 쉽게 변형이 가능하다.

[0032] 도 2는 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 변형과 복원을 나타낸 도면이다.

[0033] 도 2를 참조하면, 자가변형 플렉서블 필름에 외력을 가하여 굽혔을 때 변형이 일어난 상태와, 형상 기억 합금의 특성에 의해서 특정 온도에서 원래의 형상대로 자가변형 플렉서블 필름이 복원된 상태를 나타내고 있다.

[0034] 자가변형 플렉서블 필름에 외력을 주어 형상 기억 합금 보다 기판이 내측에 위치하는 방향으로 굽혀지도록 하면, 형상 기억 합금 또한 굽혀지는 동시에 인장되는 변형이 생기게 된다. 상기 형상 기억 합금이 평평한 모양으로 형상이 기억되어 있다고 가정하면, 변형된 형상 기억 합금은 특정 온도에서 기억된 형상으로 복원되며 이에 자가변형 플렉서블 필름 전체가 본래의 평평한 모양으로 복원될 수 있다.

[0035] 실시예는 도 1에서와 같이 상기 감광제의 사이에 형상 기억 합금의 일부가 노출된 부분에서 변형의 정도가 기준에 비해 더 커질 수 있으며, 형상 기억 합금이 기판과 소정의 거리만큼 이격된 구조로 형성됨으로써 상기 노출된 부분에서의 변형률이 더 커지게 됨을 기대할 수 있다.

[0036] 실시예에서 사용되는 감광제는 형상 기억 합금을 부분적으로 고정시키는 구조이기 때문에 감광제와 형상 기억 합금 간의 접촉 특성을 고려할 필요가 있다. 실시예에 사용된 감광제가 SU-8인 경우 니켈, 티타늄, 크롬, 구리, 금에 대한 접착력을 테스트하여 표 4에 나타내었다.

표 4

	Ti	Cr	Ni	Cu	Au
Adhesion strength	77.83 kPa	76.79 kPa	44.86 kPa	46.97 kPa	70.99 kPa

[0038] 표 4를 참조하면, 니켈, 티타늄, 크롬, 구리, 금에 대한 접착력(Adhesion strength)은 44.86~77.83kPa의 범위를 가지는 것으로 나타났다. 상기의 범위에 해당하는 접착력은 자가변형 플렉서블 필름의 반복적인 변형 및 복원에 의해서도 형상 기억 합금이 감광제에서 이탈하지 않고 고정될 수 있는 범위이며, 실제 자가변형 플렉서블 필름의 제작 과정에서 여러 번의 동작을 통해 확인한 결과이다.

[0039] 형상 기억 합금은 니티놀(니켈과 티타늄의 합금)이 사용될 수 있는데, 표 4와 같이 니켈과 티타늄의 감광제에 대한 접착력이 플렉서블 소자의 변형 및 복원시 이탈되지 않는 접착력을 나타내므로, 실시예의 자가변형 플렉서블 필름에 구비되는 형상 기억 합금이 감광제와 안정적으로 고정될 수 있음을 판단할 수 있다.

[0040] 도 3은 종래와 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 변형률을 비교한 도면이다.

[0041] 도 3을 참조하면, 종래의 자가변형 플렉서블 필름(10)은 기판과 형상 기억 합금이 직접적으로 접촉 및 고정되어 있는 구조이며, 실시예의 자가변형 플렉서블 필름(20)은 기판과 형상 기억 합금이 감광제에 의해 일정한 간격을 두고 고정되어 있는 구조로 형성되어 있다.

[0042] 상기 두 구조를 일정한 각도로 휨 상태에서의 형상 기억 합금의 변형률을 비교하면, 기판이 동일 위치에 있다고 가정할 때 실시예의 자가변형 플렉서블 필름은 형상 기억 합금이 더 상측에 위치하게 되며, 기판을 같은 각도로 휘었을 때 실시예의 자가변형 플렉서블 필름에 구비된 형상 기억 합금의 변형률이 더 커지는 것을 확인할 수 있다.

[0043] 형상 기억 합금의 변형률이 더 클수록 추후 원래대로 복원되는 과정에서의 복원력이 더 높기 때문에 더 우수한 품질의 자가변형 플렉서블 전자소자를 제작할 수 있다. 실시예의 자가변형 플렉서블 필름의 구조는 형상 기억 합금의 변형률을 최대화하기 위한 구조이며, 도 3에서와 같이 형상 기억 합금이 기판과 이격되어 있는 구조는 밀착되어 있는 구조보다 변형률이 더 큰을 도식적으로 확인할 수 있으며 이는 추후 복원력이 더 높아 우수한 자가변형 플렉서블 소자로 활용될 수 있음을 의미한다.

[0044] 도 4는 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름을 나타낸 사시도이다.

[0045] 도 4를 참조하면, 기판(11) 상에 라인(와이어) 형태의 형상 기억 합금 네개가 소정의 간격으로 이격되어 배치되며, 각각의 형상 기억 합금의 연장 방향을 따라 네개의 감광제가 소정의 거리만큼 이격되면서 기판에 고정된 채로 배치되어 있다. 상기 각각의 감광제는 일정한 높이에서 형상 기억 합금을 감싸고 있으며, 형상 기억 합금은 전체적으로 기판에서 소정 거리만큼 이격되어 고정된다. 특히, 각각의 감광제 사이에 위치하는 영역을 통해 형상 기억 합금과 기판이 일정 거리 이격된 것을 확인할 수 있다.

[0046] 상술한 자가변형 플렉서블 필름의 구조는 하나의 예시이며, 적용되는 디스플레이의 구조에 따라 상기 형상 기억

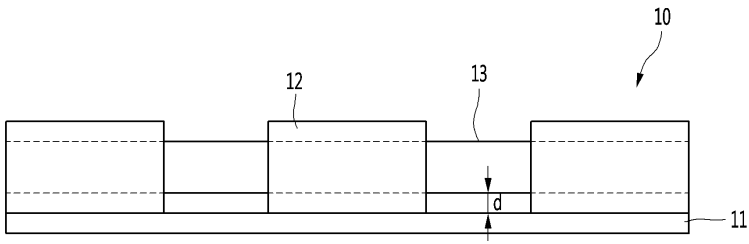
합금 및 감광제의 개수, 형상 기억 합금 간의 거리, 감광제 간의 거리는 다양하게 변경될 수 있다.

- [0047] 도 5는 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 전자소자를 나타낸 도면이다.
- [0048] 도 5를 참조하면, 상술한 자가변형 플렉서블 필름에 소자층을 결합하여 자가변형 플렉서블 전자소자를 제작한 것을 나타낸다. 기관(11)을 경계로 하여 기관의 일면에는 실시예와 같은 자가변형 플렉서블 필름이 부착되며, 기관의 타면에는 플렉서블 디스플레이와 같은 플렉서블 전자소자가 결합될 수 있다.
- [0049] 도 6은 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 제조방법을 나타낸 도면이다.
- [0050] 도 6의 (a)를 참조하면, 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름의 제조 방법은 우선 플렉서블 필름이 외력을 받을시 안정적으로 휘어질 수 있는 유연성을 가진 기관(11)을 준비한다. 그리고, 기관 상면에 액체 상태의 제1 감광제를 스핀코팅을 통해 도포하고 포토리소그래피 공정을 실시하여, (b)와 같이 제1 감광제를 고체 상태의 일정한 높이를 갖는 다수개의 육면체 형상으로 패터닝한다. 각각의 제1 감광제는 가로, 세로 및 높이가 서로 동일하며, 기관 상에서 소정 개수의 행과 열로 이루어지도록 패터닝될 수 있다. 그리고, 상기 제1 감광제는 상기 형상 기억 합금을 부분적으로 고정시키도록 소정의 간격만큼 이격되도록 패터닝될 수 있다.
- [0051] (c)를 참조하면, 상기와 같이 배열된 감광제 상에 라인 형태의 형상 기억 합금을 배치하게 되는데, 상기 형상 기억 합금은 어느 한 행 또는 한 열의 감광제를 모두 포함하며 각 감광제의 중심을 지나도록 위치할 수 있다. 형상 기억 합금을 배치시킨 후에는 임시적인 고정을 위해 양끝을 접착수단으로 고정한다.
- [0052] (d)를 참조하면, 현재 노출되어 있는 형상 기억 합금이 전부 덮이도록 제2 감광제를 기관 상에 스핀코팅을 통해 도포한다. 상기 제2 감광제는 (b) 과정에서 사용된 동일한 감광제가 사용될 수 있다. 그리고 포토리소그래피 공정을 통해 (b)의 과정에서 형성된 육각형 형태의 제1 감광제와 동일하게 패터닝하여 고체상태로 남긴다. 이 때, 제1 감광제와 제2 감광제의 높이는 상이할 수 있다.
- [0053] (d)의 과정을 거치면, 라인 형상의 형상 기억 합금은 부분적으로 감광제 내부에 포함되며, 형상 기억 합금과 기관과 소정의 거리만큼 이격되면서 고정된 플렉서블 필름이 형성될 수 있다.
- [0054] 상술한 바와 같이 제조된 자가변형 플렉서블 필름의 변형률을 확인하기 위해, 다른 비교예들과의 실험을 실시하였다. 우선, 기관에 형상 기억 합금을 배치하고 감광제를 상부에 도포하여 고정시킨 비교예 1, 기관에 형상 기억 합금을 배치하고 감광제를 상부에 도포한 후에 부분적으로 패터닝한 비교예 2, 기관에 감광제를 도포한 후 부분적으로 패터닝을 실시한 후에 그 상부에 형상 기억 합금을 배치한 후 다시 동일한 형상의 감광제를 패터닝한 실시예에 대한 비교를 실시하였다.
- [0055] 동일한 곡률 반지름(3mm)로 굽힘 변형을 시도한 결과, 비교예 1은 플렉서블 필름이 전체적으로 뺏뺏하여 일정 각도만큼 다시 펴지게 되었다. 비교예 2는 비교예 1에 비해 굽혀진 정도가 더 크게 나타났는데, 이는 감광제의 패터닝으로 인해 부분적으로 형상 기억 합금을 고정시켰으므로, 형상 기억 합금이 노출된 부분에서 더 많은 변형이 일어났음을 알 수 있다.
- [0056] 실시예는 비교예 2보다도 굽혀진 정도가 더 크게 나타났으며, 이는 실시예에 따른 플렉서블 필름의 구조가 비교예들에 비해 기관과 감광제의 변형 즉, 더 많이 굽혀진 상태를 더 효과적으로 유지할 수 있다는 것이라 판단할 수 있다. 즉, 실시예의 플렉서블 필름은 비교예에 비해 동일한 외력에 대해 더 큰 변형을 유지할 수 있고, 이는 내부의 형상 기억 합금이 더 크게 변형되었다는 것을 의미하며 변형률과 대응되는 복원력 또한 커지므로 원래 형상으로의 복원 또한 용이한 구조라는 것을 알 수 있다.
- [0057] 상술한 바와 같이 실시예에 따른 자가변형 플렉서블 필름 및 이를 이용한 자가변형 플렉서블 전자소자는 내부에 구비된 형상 기억 합금이 외력에 의해 변형되는(굽혀지는) 정도가 종래에 비해 커지므로, 이후 원래의 형상으로 복원시 더욱 잘 펴질 수 있는(복원될 수 있는) 구조로 설계되므로, 태양전지 또는 플렉서블 형상이 구현되어야 하는 소자에 적용이 가능하다.
- [0058] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

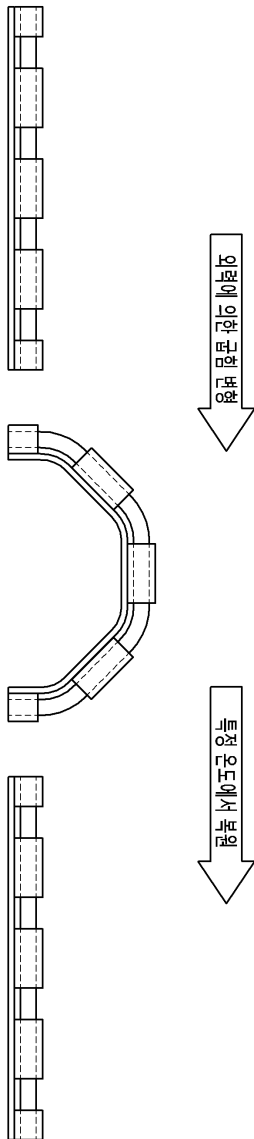


도면

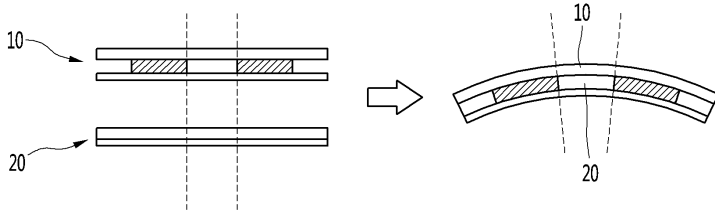
도면1



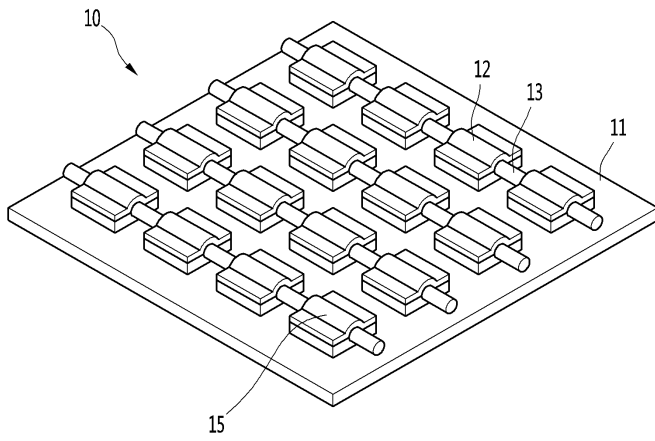
도면2



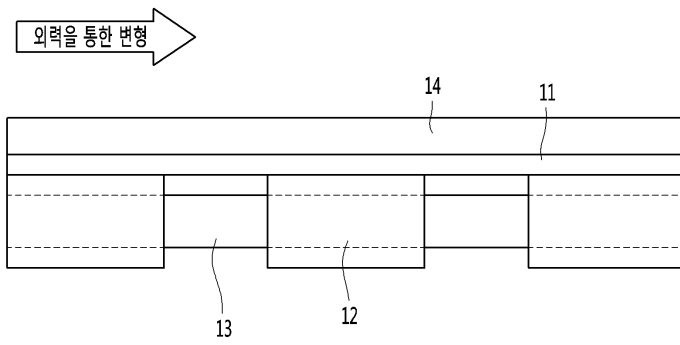
도면3



도면4



도면5



도면6

