



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월29일
(11) 등록번호 10-2392846
(24) 등록일자 2022년04월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 32/168 (2017.01) C09J 201/00 (2006.01)
C09J 7/20 (2018.01)
- (52) CPC특허분류
C01B 32/168 (2017.08)
C09J 201/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7029911
- (22) 출원일자(국제) 2017년04월28일
심사청구일자 2020년01월31일
- (85) 번역문제출일자 2018년10월16일
- (65) 공개번호 10-2019-0002453
- (43) 공개일자 2019년01월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/016904
- (87) 국제공개번호 WO 2017/191812
국제공개일자 2017년11월09일
- (30) 우선권주장
62/330,670 2016년05월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2014084255 A*
KR1020130115399 A*
WO2016080526 A1
US20120085970 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
린텍 가부시카가이샤
일본 도쿄도 이따바시꾸 혼쵸 23-23
린텍 오브 아메리카, 인크.
미국 75081 텍사스주 스위트 840 리차드슨 엔. 바우저 로드 990
- (72) 발명자
우에다 다카히로
일본 도쿄도 이따바시꾸 혼쵸 23-23 린텍 가부시카가이샤 나이
이토 마사하루
미국 85048 애리조나주 피닉스 사우스 48번 스트리트 15930 스위트 110 린텍 오브 아메리카, 인크. 씨/오
이노우에 간잔
미국 85048 애리조나주 피닉스 사우스 48번 스트리트 15930 스위트 110 린텍 오브 아메리카, 인크. 씨/오
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 김수미

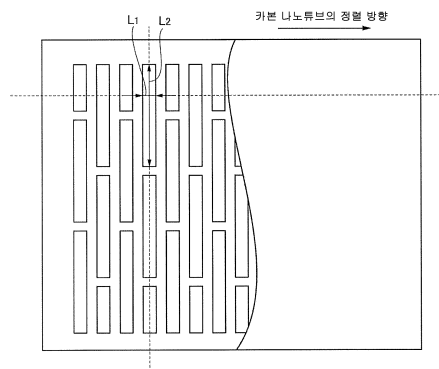
(54) 발명의 명칭 **카본 나노튜브 시트의 개질 방법, 개질된 카본 나노튜브 시트, 점착 시트의 제조 방법, 및 점착 시트**

(57) 요약

구조체와, 카본 나노튜브 시트를 재치하는 재치부를 갖고, 상기 재치부는, 상기 카본 나노튜브 시트와는 접촉하지 않는 비접촉부 및 상기 카본 나노튜브 시트와 접촉하는 접촉부를 갖고, 상기 비접촉부와 상기 접촉부의 경계와, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 평행하고, 또한 비접촉부를 걸치는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



직선의, 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L1 로 하고, 상기 비접촉부와 상기 접촉부의 경계와, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 교차하고, 또한 비접촉부를 결치는 직선의, 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L2 로 했을 때, L1 이 L2 보다 큰 경우, 적어도 L2 는 0 mm 초과 10 mm 미만이고, L1 이 L2 보다 작은 경우, 적어도 L1 은 0 mm 초과 10 mm 미만이고, L1 과 L2 가 동등한 경우, L1 및 L2 는 0 mm 초과 10 mm 미만인, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

(52) CPC특허분류

C09J 7/20 (2018.01)

명세서

청구범위

청구항 1

카본 나노튜브 시트의 개질 방법으로서,

구조체 상에 일 또는 복수의 카본 나노튜브 시트를 재치하는 공정과,

상기 구조체 상의 카본 나노튜브 시트를 상온에서 액체인 물질의 증기 또는 입자에 노출시키는 공정을 포함하고,

상기 카본 나노튜브 시트는, 복수의 카본 나노튜브가, 시트면 내의 일방향으로 우선적으로 정렬된 구조를 갖고,

상기 구조체는, 상기 카본 나노튜브 시트를 재치하는 재치부를 갖고,

상기 재치부는, 상기 카본 나노튜브 시트와는 접촉하지 않는 비접촉부 및 상기 카본 나노튜브 시트와 접촉하는 접촉부를 갖고,

상기 비접촉부와 상기 접촉부의 경계와, 상기 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 평행하고, 또한 상기 비접촉부를 걸치는 직선의, 상기 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L_1 로 하고, 상기 비접촉부와 상기 접촉부의 경계와, 상기 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 교차하고, 또한 상기 비접촉부를 걸치는 직선의, 상기 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L_2 로 했을 때,

L_1 이 L_2 보다 큰 경우, 적어도 L_2 는 0 mm 초과 10 mm 미만이고,

L_1 이 L_2 보다 작은 경우, 적어도 L_1 은 0 mm 초과 10 mm 미만이고,

L_1 과 L_2 가 동등한 경우, L_1 및 L_2 는 0 mm 초과 10 mm 미만인, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 비접촉부 및 상기 접촉부 중 적어도 어느 것은, 독립적으로 복수 존재하는, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 비접촉부 및 상기 접촉부 모두가, 연속되어 있는, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 구조체는, 상기 비접촉부가 미세공을 갖는, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 구조체는, 상기 접촉부로서, 용기 구조를 갖는, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 구조체는, 상기 최장 거리 L_1 이 0 mm 초과 10 mm 미만인, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 구조체는, 연속된 복수의 접촉부와, 연속된 복수의 비접촉부를 갖고, 상기 연속된 복수의 접촉부와 상기 연속된 복수의 비접촉부가, 호상 구조를 형성하고, 상기 호상 구조가, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 대해 상기 평면에서 볼 때에 있어서 교차하여, 또한, 이웃하는 연속된 접촉부의, 서로 대향하는 각각의 단부에 있어서, 일방의 단부의 임의의 1 점에 대해, 타방의 단부의 가장 근접한 점까지의 거리가 항상 10 mm 미만이 되도록 형성되어 있는, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

복수의 상기 카본 나노튜브 시트를 상기 구조체 상에서 적층하고, 그 후, 상기 구조체 상의 복수의 상기 카본 나노튜브 시트를, 상온에서 액체인 물질의 증기 또는 입자에 노출시키는 공정을 실시하는, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

개질된 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율이 70 % 이상인, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법, 개질된 카본 나노튜브 시트, 점착 시트의 제조 방법, 및 점착 시트에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 카본 나노튜브를 사용한 시트가 알려져 있다. 이와 같은 카본 나노튜브 시트는, 도전성, 발열성, 및 면 내의 이방성 등의, 다른 재료에 없는 특징을 갖고 있다.

[0003] 예를 들어, 특허문헌 1 에는, 카본 나노튜브를 포함하는 나노파이버 시트가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 공표특허공보 2008-523254호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 그런데, 카본 나노튜브 시트를 용도에 따라 개질하기 위해서, 예를 들어, 카본 나노튜브 시트를 액체 증기에 노출시키는 것 등의 처리가 실시되는 경우가 있다.
- [0006] 그러나, 프리 스탠딩 (자립) 의 상태에서 이와 같은 처리를 실시한 경우, 카본 나노튜브 시트가, 평면에서 볼 때에 있어서 섬유 축 (카본 나노튜브의 정렬 방향) 과 직교하는 방향 (폭 방향) 으로 수축된다는 문제가 있었다.
- [0007] 본 발명의 목적은, 액체 증기에 노출시키는 것 등의 처리시의 카본 나노튜브 시트의 폭 방향의 수축을 방지하는 개질 방법을 제공하는 것이다. 또, 본 발명의 다른 목적은, 당해 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트를 제공하는 것이다. 또, 본 발명의 다른 목적은, 당해 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트를 사용한 점착 시트의 제조 방법을 제공하는 것이다. 또, 본 발명의 다른 목적은, 당해 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트를 사용한 점착 시트를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 양태에 의하면, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법으로서, 구조체 상에 일 또는 복수의 카본 나노튜브 시트를 재치 (載置) 하는 공정과, 상기 구조체 상의 카본 나노튜브 시트를 상온에서 액체인 물질의 증기 또는 입자에 노출시키는 공정을 포함하고, 상기 카본 나노튜브 시트는, 복수의 카본 나노튜브가, 시트면 내의 일 방향으로 우선적으로 정렬된 구조를 갖고, 상기 구조체는, 상기 카본 나노튜브 시트를 재치하는 재치부를 갖고, 상기 재치부는, 상기 카본 나노튜브 시트와는 접촉하지 않는 비접촉부 및 상기 카본 나노튜브 시트와 접촉하는 접촉부를 갖고, 상기 비접촉부와 상기 접촉부의 경계와, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 평행하고, 또한 비접촉부를 걸치는 직선의, 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L_1 로 하고, 상기 비접촉부와 상기 접촉부의 경계와, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 교차하고, 또한 비접촉부를 걸치는 직선의, 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L_2 로 했을 때, L_1 이 L_2 보다 큰 경우, 적어도 L_2 는 0 mm 초과 10 mm 미만이고, L_1 이 L_2 보다 작은 경우, 적어도 L_1 은 0 mm 초과 10 mm 미만이고, L_1 과 L_2 가 동등한 경우, L_1 및 L_2 는 0 mm 초과 10 mm 미만인, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법이 제공된다.
- [0009] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 있어서, 상기 비접촉부 및 상기 접촉부 중 적어도 어느 것은, 독립적으로 복수 존재하는 것이 바람직하다.
- [0010] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 있어서, 상기 비접촉부 및 상기 접촉부 모두가, 연속되어 있는 것도 바람직하다.
- [0011] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 있어서, 상기 구조체는, 상기 비접촉부가 미세공을 갖는 것이 바람직하다.
- [0012] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 있어서, 상기 구조체는, 상기 접촉부로서, 용기 구조를 갖는 것도 바람직하다.
- [0013] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 있어서, 상기 구조체는, 상기 최장 거리 L_1 이, 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다.
- [0014] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 있어서, 상기 구조체는, 연속된 복수의 접촉부와, 연속된 복수의 비접촉부를 갖고, 상기 연속된 복수의 접촉부와 상기 연속된 복수의 비접촉부가, 호상 (縞狀) 구조를 형성하고, 상기 호상 구조가, 상기 카본 나노튜브의 정렬 방향에 대해 상기 평면에서 볼 때에 있어서 교차하여, 또한, 이웃하는 연속된 접촉부의, 서로 대향하는 각각의 단부 (端部) 에 있어서, 일방의 단부의 임의의 1 점에 대해, 타방의 단부의 가장 근접한 점까지의 거리가 항상 10 mm 미만이 되도록 형성되어 있는 것도 바람직하다.
- [0015] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에서는, 복수의 상기 카본 나노튜브 시트를 상기 구조체 상에서 적층하고, 그 후, 상기 구조체 상의 복수의 상기 카본 나노튜브 시트를, 상온에서 액체인 물질의 증기 또는 입자에 노출시키는 공정을 실시해도 된다.

- [0016] 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에서는, 개질된 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율이 70 % 이상인 것이 바람직하다.
- [0017] 또, 본 발명의 다른 일 양태에 의하면, 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트이고, 상기 개질된 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율은 70 % 이상인, 개질된 카본 나노튜브 시트가 제공된다.
- [0018] 또, 본 발명의 다른 일 양태에 의하면, 점착 시트의 제조 방법으로서, 점착제를 함유하는 점착제층에 카본 나노튜브 시트를 적층하는 공정을 포함하고, 상기 카본 나노튜브 시트로서, 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트를 사용하고, 상기 개질된 카본 나노튜브 시트의 점착제층측의 면과는 반대의 면을 피착체에 첩부하여 측정된 상기 점착 시트의 점착력이 8 N/25 mm 이상인, 점착 시트의 제조 방법이 제공된다.
- [0019] 또, 본 발명의 다른 일 양태에 의하면, 점착 시트로서, 상기 점착 시트는, 카본 나노튜브 시트와, 점착제를 함유하는 점착제층을 갖고, 상기 카본 나노튜브 시트는, 본 발명의 일 양태에 관련된 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트이고, 상기 개질된 카본 나노튜브 시트의 점착제층측의 면과는 반대의 면을 피착체에 첩부하여 측정된 상기 점착 시트의 점착력이 8 N/25 mm 이상인, 점착 시트가 제공된다.
- [0020] 본 발명에 의하면, 액체 증기에 노출시키는 것 등의 처리시의 카본 나노튜브 시트의 폭 방향의 수축을 방지하는 개질 방법을 제공할 수 있다. 또, 본 발명에 의하면, 당해 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트를 제공할 수 있다. 또, 본 발명에 의하면, 당해 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트를 사용한 점착 시트의 제조 방법을 제공할 수 있다. 또, 본 발명에 의하면, 당해 개질 방법에 의해 얻어지는 개질된 카본 나노튜브 시트를 사용한 점착 시트를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1 은 제 1 실시형태에 관련된 구조체의 일례를 나타내는 개략도이다.
- 도 2 는 제 1 실시형태에 관련된 구조체의 다른 일례를 나타내는 개략도이다.
- 도 3 은 도 2 에 있어서의 III-III 단면도이다.
- 도 4 는 제 1 실시형태의 개질 방법을 실시한 카본 나노튜브 시트의 현미경 사진이다.
- 도 5 는 제 1 실시형태의 점착 시트의 단면 개략도이다.
- 도 6 은 제 2 실시형태에 관련된 구조체의 일례를 나타내는 개략도이다.
- 도 7 은 도 6 에 있어서의 VII-VII 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] [제 1 실시형태]
- [0023] [개질 방법]
- [0024] 이하, 본 실시형태의 카본 나노튜브 시트의 개질 방법 (이하, 「본 개질 방법」이라고 하는 경우도 있다) 을 설명한다.
- [0025] 본 개질 방법은, 구조체 상에 일 또는 복수의 카본 나노튜브 시트를 재치하는 공정 (이하, 편의상 「재치 공정」이라고 하는 경우도 있다) 과, 상기 구조체 상의 카본 나노튜브 시트를 상온에서 액체인 물질의 증기 또는 입자에 노출시키는 공정 (이하, 편의상 「노출 공정」이라고 하는 경우도 있다) 을 포함한다.
- [0026] 이하, 먼저 본 실시형태에 관련된 카본 나노튜브 시트에 대해 설명하고, 그 후, 본 개질 방법의 각 공정에 대해 설명한다.
- [0027] (카본 나노튜브 시트)
- [0028] 본 실시형태에 관련된 카본 나노튜브 시트는, 복수의 카본 나노튜브가, 시트면 내의 일방향으로 우선적으로 정렬된 구조를 갖는다.
- [0029] 본 명세서에 있어서, 「카본 나노튜브가 시트면 내의 일방향으로 정렬된 구조」란, 카본 나노튜브가 시트면 내

의 일방향을 따라 정렬된 상태를 말하며, 예를 들어, 카본 나노튜브의 장축이, 시트면 내의 일방향과 평행해지도록 정렬된 상태를 들 수 있다.

- [0030] 또, 본 명세서에 있어서, 「우선적으로 정렬된 상태」란, 당해 정렬된 상태가 주류인 것을 의미한다. 예를 들어, 상기와 같이, 카본 나노튜브의 장축이, 시트면 내의 일방향과 평행해지도록 정렬된 상태인 경우, 당해 정렬 상태가 주류이면, 일부의 카본 나노튜브는, 카본 나노튜브의 장축이 시트면 내의 일방향과 평행해지도록 정렬된 상태가 아니어도 된다.
- [0031] 카본 나노튜브 시트는, 예를 들어, 카본 나노튜브의 포레스트 (카본 나노튜브를, 기관의 주변에 대해 수직 방향으로 배향되도록, 기관 상에 복수 성장시킨 성장체를 말하며, 「어레이」라고 칭해지는 경우도 있다)로부터, 분자간력에 의해 집합된 카본 나노튜브를 시트의 상태에서 인출하여 기관으로부터 떼어 놓음으로써 얻어진다.
- [0032] (재치 공정)
- [0033] 재치 공정에서는, 구조체 상에, 카본 나노튜브 시트를 재치한다. 이 때, 적층되어 있지 않은 단일의 카본 나노튜브 시트를 재치해도 되고, 복수의 카본 나노튜브 시트가 미리 적층된 시트를 재치해도 된다.
- [0034] 본 개질 방법에 관련된 구조체는, 카본 나노튜브 시트를 재치하는 재치부를 갖는다.
- [0035] 구조체의 재치부는, 카본 나노튜브 시트와는 접촉하지 않는 비접촉부 및 카본 나노튜브 시트와 접촉하는 접촉부를 갖는다. 비접촉부와 접촉부의 경계와, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 카본 나노튜브의 정렬 방향에 평행하고, 또한 비접촉부를 걸치는 직선의, 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L_1 로 하고, 비접촉부와 상기 접촉부의 경계와, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 카본 나노튜브의 정렬 방향에 교차하고, 또한 비접촉부를 걸치는 직선의, 비접촉부에 있어서의 교점 사이의 최장 거리를 L_2 로 했을 때, L_1 이 L_2 보다 큰 경우, 적어도 L_2 는 0 mm 초과 10 mm 미만이다. L_1 이 L_2 보다 작은 경우, 적어도 L_1 은 0 mm 초과 10 mm 미만이다. L_1 과 L_2 가 동등한 경우, L_1 및 L_2 는 0 mm 초과 10 mm 미만이다.
- [0036] 본 실시형태에 있어서, L_1 이 L_2 보다 큰 경우, 적어도 L_2 는, 10 μm 초과 5 mm 이하인 것이 바람직하고, 50 μm 이상 2 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 100 μm 이상 1.5 mm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0037] 본 실시형태에 있어서, L_1 이 L_2 보다 작은 경우, 적어도 L_1 은, 10 μm 초과 5 mm 이하인 것이 바람직하고, 50 μm 이상 2 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 100 μm 이상 1.5 mm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0038] 본 실시형태에 있어서, L_1 과 L_2 가 동등한 경우, L_1 및 L_2 는, 10 μm 초과 5 mm 이하인 것이 바람직하고, 50 μm 이상 2 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 100 μm 이상 1.5 mm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0039] 본 실시형태에서는, 상기 비접촉부 및 상기 접촉부 중 적어도 어느 것은, 독립적으로 복수 존재한다.
- [0040] 구조체의 재치부가, 독립된 복수의 비접촉부를 갖는 경우, 비접촉부의 형상은 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어, 정방형, 장방형, 사각형, 원상, 타원상, 허니콤상, 빗살상, 직선상, 곡선상, 파선상 (정현파 곡선 등), 및 다각형상의 망목상 등이고, 혹은 부정형의 형상이어도 된다. 또, 후술하는 바와 같이 비접촉부가 미세공을 갖고 있어도 된다.
- [0041] 구조체의 재치부가, 독립된 복수의 접촉부를 갖는 경우, 독립된 복수의 접촉부는, 각각, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 시트면 내의 이웃하는 (근접하는) 다른 접촉부와의 최단 거리 (양 접촉부의 단부의 최근접 거리)가 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다. 카본 나노튜브 시트에 있어서, 시트면 내의 일방향으로 우선적으로 정렬된 복수의 카본 나노튜브는, 후술하는 노출 공정에 있어서, 그 방향을 축으로 하여, 번들링된다. 이 방향에 있어서, 개개의 독립된 복수의 접촉부끼리가 긴밀하게 존재함으로써, 카본 나노튜브가 번들링될 때의, 접촉부에 의해 고정된 시트의 양단부의 간격의 거리가 짧아진다. 그 결과, 번들링되는 카본 나노튜브의 수가 적당해지고, 카본 나노튜브의 균일한 분포가 유지되기 쉽다. 독립된 복수의 접촉부는, 각각, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 이웃하는 다른 접촉부와의 최단 거리가 10 μm 초과 5 mm 이하인 것이 바람직하고, 50 μm 이상 2 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 100 μm 이상 1.5 mm 이하인 것이 더욱 바람직하다. 접촉부의 형상도 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어, 정방형, 장방형, 사각형, 원상, 타원상, 곡선상, 파선상 (정현파 곡선 등), 및 다각형상 등이고, 혹은 부정형의 형상이어도 된다.
- [0042] 여기서, 본 명세서에 있어서 「번들링」이란, 카본 나노튜브 시트를 구성하는 카본 나노튜브에 대해, 근접하는

복수의 카본 나노튜브가 다발 (섬유상으로 집합된 구조) 이 된 상태로 하는 것이다.

- [0043] 또한, 이하, 카본 나노튜브 시트가 갖는 카본 나노튜브를 번들링하는 처리를 「번들링 처리」라고 한다.
- [0044] 본 개질 방법에 관련된 구조체는, 최장 거리 L_2 가, 카본 나노튜브 시트에 있어서의 카본 나노튜브의 정렬 방향에 대해, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서 $60 \sim 90^\circ$ 의 각도를 이루어 교차하는 직선 상에 있고, 또한 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 실질적으로 직교 ($80 \sim 90^\circ$ 의 각도를 이루어 교차) 하는 직선 상에, 최장 거리 L_2 가 있고 (90° 인 경우에 대해서는 도 1 참조), 당해 최장 거리 L_2 가 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다.
- [0045] 본 개질 방법에 관련된 구조체는, 최장 거리 L_1 이 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 보다 바람직하다. 즉, 구조체는, 카본 나노튜브의 정렬 방향에 있어서, 인접하는 접촉부 사이의 최장 거리 (양 접촉부의 단부의 가장 이간된 거리) 가, 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다. 즉, 구조체 표면에 있어서 임의로 그어진, 카본 나노튜브의 정렬 방향과 평행한 직선 상에 존재하는 접촉부에 대해, 인접하는 접촉부 사이의, 당해 직선의 선분의 길이가 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다 (도 1 참조). 카본 나노튜브 시트에 있어서 시트면 내의 일방향으로 우선적으로 정렬된 복수의 카본 나노튜브는, 후술하는 노출 공정에 있어서, 그 방향을 축으로 하여, 번들링된다. 이 방향에 있어서, 인접하는 접촉부 사이의 거리가 10 mm 보다 작음으로써, 복수의 카본 나노튜브가 번들링될 때의, 접촉부에 의해 고정된 시트의 양단부의 간격의 거리가 짧아진다. 그 결과, 번들링되는 카본 나노튜브의 수가 적당해지고, 카본 나노튜브의 균일한 분포가 유지되기 쉽다. 카본 나노튜브의 정렬 방향에 있어서의, 인접하는 접촉부 사이의 최장 거리는, 10 μm 초과 5 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 50 μm 이상 2 mm 이하인 것이 더욱 바람직하고, 100 μm 이상 1.5 mm 이하인 것이 보다 더 바람직하다.
- [0046] 또, 후술하는 바와 같이, 노출 공정에 있어서, 접촉부에 대응하는 카본 나노튜브 시트에서는, 카본 나노튜브의 번들링이 이루어지지 않는다. 그 때문에, 카본 나노튜브 시트 전체에 있어서의 번들링 처리가 끝난 부분의 면적의 비율을 크게 하기 위해서는, 구조체에 있어서의 접촉부의 면적을 상대적으로 작게 할 필요가 있다. 이와 같은 관점에서, 카본 나노튜브의 정렬 방향에 있어서, 인접하는 비접촉부 사이의 거리가, 0 mm 초과 5 mm 미만인 것이 바람직하다. 즉, 구조체 표면 (재치부를 갖는 면) 에 있어서 임의로 그어진, 카본 나노튜브의 정렬 방향과 평행한 직선 상에 존재하는 비접촉부에 대해, 인접하는 비접촉부 사이의, 당해 직선의 선분의 길이가 0 mm 초과 5 mm 미만인 것이 바람직하다. 카본 나노튜브의 정렬 방향에 있어서, 인접하는 비접촉부 사이의 거리는, 10 μm 초과 2 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 50 μm 이상 1 mm 이하인 것이 더욱 바람직하고, 100 μm 이상 500 μm 이하인 것이 보다 더 바람직하다.
- [0047] 또한, 여기서 말하는 「구조체 표면에 있어서 임의로 그어진, 카본 나노튜브의 정렬 방향과 평행한 직선 상에 존재한다」란, 발명의 효과가 얻어지는 한, 구조체 표면의 일부에 있어서만, 임의로 그어진, 카본 나노튜브의 정렬 방향과 평행한 직선 상에 존재하는 것을 포함한다.
- [0048] 본 개질 방법에 관련된 구조체는, 최장 거리 L_1 및 최장 거리 L_2 모두가, 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다.
- [0049] 본 개질 방법에 관련된 구조체로는, 예를 들어, 비접촉부가 미세공을 갖는 구조체가 사용된다.
- [0050] 여기서, 본 명세서에 있어서 「미세공」이란, 구멍의 개구경 (구멍의 최소경) 이 10 mm 미만인 구멍을 말한다. 비접촉부가 미세공을 갖는 구조체는, 후술하는 제 2 실시형태에 있어서도 채용할 수 있지만, 본 실시형태에 있어서 이와 같은 구조체를 채용함으로써, 상기 비접촉부 및 상기 접촉부 중 적어도 어느 것이 독립적으로 복수 존재하는 구조체를 용이하게 얻을 수 있다. 카본 나노튜브 시트의 폭 방향의 수축을 방지하는 관점에서, 본 실시형태에 있어서, 미세공의 개구경은, 5 mm 이하인 것이 바람직하고, 2 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 1.5 mm 이하인 것이 더욱 바람직하다. 미세공의 개구경의 하한값은 특별히 한정되지 않으며, 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율 및 점착력 등을 고려하여 적절히 설계하면 되는데, 통상 1 μm 이상이고, 5 μm 이상이 바람직하고, 10 μm 이상이 보다 바람직하다.
- [0051] 미세공의 개구부의 형상은 특별히 한정되지 않는다.
- [0052] 미세공은, 최대경이 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다.
- [0053] 본 개질 방법에 관련된 구조체는, 복수의 미세공과, 연속된 접촉부를 갖는 구조체여도 되고, 복수의 미세공과, 독립된 복수의 접촉부를 갖는 구조체여도 된다.

- [0054] 여기서, 본 명세서에 있어서 「연속된 접촉부」란, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 접촉부가 비접촉부에 의해 폐쇄되어 있지 않은 것을 말한다. 또, 「연속된 비접촉부」란, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서, 비접촉부가 접촉부에 의해 폐쇄되어 있지 않은 것을 말한다.
- [0055] 본 실시형태에 관련된 구조체로는, 예를 들어, 메시상, 네트상, 편칭상, 엠보스상, 격자상, 혹은 이것들을 조합한 구조체 등을 들 수 있다. 보다 구체적으로는, 예를 들어, 복수의 미세공과, 연속된 접촉부를 갖는 구조체로서, 스펀지, 매크로포러스 재료 (예를 들어, 부석, 및 매크로포러스 세라믹 등), 허니콤 다공 구조체, 그리고 편칭 가공된 금속박 등을 들 수 있다. 이들 구조체에 있어서는, 미세공을 갖는 비접촉부는 독립되어 있다.
- [0056] 또 예를 들어, 복수의 미세공과, 독립된 복수의 접촉부를 갖는 구조체로서, 금속 메시, 및 평면적인 구 (球) 충전 구조체 등을 들 수 있다. 이들 구조체에 있어서는, 미세공을 갖는 비접촉부는 연속되어 있다.
- [0057] 또한, 3D 프린터 등의 공지된 수단에 의해, 미세공을 갖는 구조체를 형성해도 된다.
- [0058] 도 2 는, 제 1 실시형태에 관련된 구조체의 다른 일례를 나타내는 개략도이고, 메시상의 구조체 (1A) 에 지지된 카본 나노튜브 시트 (5A) 의 일부를 파단하여 도시하고 있다.
- [0059] 메시상의 구조체 (1A) 는, 격자상 패턴의 복수의 미세공 (2A) 을 갖는다. 도 2 에 있어서, L_1 이 미세공 (2A) 의 최소경 (미세공 (2A) 의 개구경) 이 된다. 메시상의 구조체 (1A) 는, 메시를 구성하는 실이 패턴화된 용기 구조를 갖고 있고, 카본 나노튜브 시트 (5A) 가 재치되는 측의 용기 구조가, 카본 나노튜브 시트 (5A) 와의 접촉부 (3A) 가 된다 (도 3 참조).
- [0060] (노출 공정)
- [0061] 노출 공정에서는, 메시상의 구조체 (1A) 상에 재치한 카본 나노튜브 시트 (5A) 를 상온에서 액체인 물질의 증기 또는 입자 (에어로졸) 에 노출시킨다.
- [0062] 노출 공정에 의해, 카본 나노튜브 시트 (5A) 의 카본 나노튜브를 번들링할 수 있다.
- [0063] 또한, 본 명세서에 있어서 「상온」이란, 25 ℃ 의 온도를 말한다.
- [0064] 본 실시형태에 관련된 상온에서 액체인 물질로는, 예를 들어, 물, 및 유기 용매 등을 들 수 있다. 유기 용매로는, 예를 들어, 알코올류, 케톤류, 및 에스테르류 등을 들 수 있다. 알코올류로는, 예를 들어, 에탄올, 메탄올, 및 이소프로필알코올 등을 들 수 있다. 케톤류로는, 예를 들어, 아세톤, 및 메틸에틸케톤 등을 들 수 있다. 에스테르류로는, 예를 들어 아세트산에틸 등을 들 수 있다.
- [0065] 메시상의 구조체 (1A) 상에 재치한 카본 나노튜브 시트 (5A) 를 상온에서 액체인 물질의 증기 또는 입자 (에어로졸) 에 노출시키는 방법으로는, 예를 들어, 메시상의 구조체 (1A) 상의 카본 나노튜브 시트 (5A) 에 상온에서 액체인 물질을 분무하는 방법, 및 초음파 가슴기 등을 사용하여 상온에서 액체인 물질의 에어로졸을 발생시킨 후, 발생시킨 에어로졸 중에, 카본 나노튜브 시트 (5A) 를 메시상의 구조체 (1A) 께 노출시키는 방법 등을 들 수 있다.
- [0066] 상온에서 액체인 물질의 입자에 의해 노출 공정을 실시하는 경우, 입자를 카본 나노튜브 시트 (5A) 의 내부에 비집고 들어가기 쉽게 하는 관점에서, 당해 상온에서 액체인 물질의 입자경 (카본 나노튜브 시트 (5A) 에 부착된 입자를 무작위로 10 점에서 추출하여 광학 현미경으로 관찰하고, 측정한, 입자의 장경의 평균) 은, 5 nm 이상 200 μm 이하인 것이 바람직하고, 7.5 nm 이상 100 μm 이하인 것이 보다 바람직하고, 10 nm 이상 50 μm 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0067] 광선 투과성의 향상 및 면저항 저하의 관점에서, 카본 나노튜브가 섬유상으로 집합된 구조의 평균 직경 (복수의 구조의 직경의 평균) 은, 바람직하게는 1 μm 이상 300 μm 이하이고, 보다 바람직하게는 3 μm 이상 150 μm 이하이고, 더욱 바람직하게는 5 μm 이상 50 μm 이하이다.
- [0068] 또한, 본 명세서에 있어서, 카본 나노튜브가 섬유상으로 집합된 구조의 평균 직경이란, 당해 구조의 외측의 원주의 평균 직경을 가리킨다.
- [0069] 본 개질 방법에 의하면, 메시상의 구조체 (1A) 에 있어서의 메시를 구성하는 실이 패턴화된 용기 구조를 형성한 부분인 접촉부 (3A) 와 카본 나노튜브 시트 (5A) 가 접촉하기 때문에, 접촉부 (3A) 와 접촉하고 있는 카본 나노튜브 시트 (5A) 의 부분의 카본 나노튜브는 번들링되지 않고, 접촉하고 있지 않은 지점 (메시상의 구조체 (1A))

의 미세공 (2A) 및 메시를 구성하는 실의 융기 구조의 루트에 닿는 부분에 대응하는 지점)의 카본 나노튜브 시트 (5A)의 카본 나노튜브는 번들링된다 (도 4 참조). 프리 스탠딩 상태 (카본 나노튜브 시트를 어떠한 지지 구조에 실지 않고, 자립한 상태)에서 카본 나노튜브 시트에 번들링 처리를 하는 경우에는, 폭 방향의 수축이 현저해진다. 본 개질 방법에 의하면, 재치부 (4A)의 평면에서 볼 때에 있어서 복수의 미세공 (소정의 개구경을 갖는 비접촉부) (2A)을 갖는 메시상의 구조체 (1A)상에 있어서 카본 나노튜브 시트 (5A)에 번들링 처리를 함으로써, 카본 나노튜브 시트 (5A)의 폭 방향의 수축이 방지된다.

[0070] 본 개질 방법에 의하면, 근접하는 복수의 카본 나노튜브가 다발이 되는 결과, 카본 나노튜브 시트 (5A)중에 공극이 생기고, 그 결과, 카본 나노튜브 시트 (5A)의 광선 투과성이 향상된다. 또, 면저항이 저하되는 것 등의 효과가 얻어진다.

[0071] 한편, 카본 나노튜브 시트를 비접촉부를 갖지 않는 지지 구조에 배치하여 액체 증기에 노출시키는 것 등의 처리를 실시하는 경우, 카본 나노튜브 시트의 지지 구조측의 면 전체가 지지 구조와 접촉한다. 그 때문에, 처리를 실시해도, 카본 나노튜브 시트는 지지 구조측 (카본 나노튜브 시트의 두께 방향)으로 이동할 뿐이고, 카본 나노튜브끼리는 섬유상으로 집합되지 않는다. 그 때문에, 광선 투과율의 향상, 및 면저항의 저하 등의 효과는 얻어지지 않는다.

[0072] 또, 본 개질 방법에 의하면, 메시상의 구조체 (1A)의 미세공 (2A)을 갖는 비접촉부의 패턴에 맞추어, 번들링 처리된 부분과 되어 있지 않은 부분을 카본 나노튜브 시트에 형성할 수 있다.

[0073] [개질된 카본 나노튜브 시트]

[0074] 본 개질 방법에 의하면, 예를 들어, 광선 투과성, 및 면저항 등이 개질된 카본 나노튜브 시트가 얻어진다. 개질된 카본 나노튜브 시트는, 광선 투과율은 70 % 이상인 것이 바람직하다. 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율이 70 % 이상이면, 예를 들어, 시인성이 요구되는 승용차의 창, 및 조영 (造影)의 선명성이 요구되는 거울 등에 바람직하게 사용된다. 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율은, 예를 들어, 카본 나노튜브 시트 중의 공극을 많이 함으로써 향상시킬 수 있다. 카본 나노튜브 시트 중의 공극을 많이 하려면, 예를 들어, 구조체에 있어서의 미세공의 개구경을 크게 하는 것 등에 의해, 비접촉부의 면적을 늘리면 된다.

[0075] 개질된 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율은, 바람직하게는 70 % 이상 100 % 이하이고, 보다 바람직하게는 80 % 이상 99.9 % 이하이다.

[0076] 또한, 광선 투과율은, 예를 들어, 가시-자외광원 및 분광기를 사용한 광학 투과율 측정기 등을 사용하여 측정할 수 있다.

[0077] [점착 시트]

[0078] 이하, 본 실시형태에 관련된 점착 시트를 설명한다.

[0079] 도 5 에는, 본 실시형태의 점착 시트 (10)의 단면 개략도가 나타나 있다.

[0080] 도 5 에 나타나 있는 바와 같이, 본 실시형태에 관련된 점착 시트 (10)는, 카본 나노튜브 시트 (11)와, 점착제를 함유하는 점착제층 (12)을 갖는다. 본 실시형태에 관련된 점착 시트 (10)는, 카본 나노튜브 시트 (11)의 제 1의 면 (11a) (이하, 「제 1 시트면 (11a)」이라고 하는 경우도 있다)과, 점착제층 (12)의 제 1의 면 (12a) (이하, 「제 1 점착면 (12a)」이라고 하는 경우도 있다)이 인접하고 있다.

[0081] 카본 나노튜브 시트 (11)는, 상기 서술한 본 실시형태의 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 의해 얻어지는 번들링 처리가 실시된 카본 나노튜브 시트이다. 그 때문에, 카본 나노튜브 시트 (11)의 광선 투과성을 향상시킬 수 있다.

[0082] 카본 나노튜브 시트 (11)의 두께 t_{11} (도 5 참조)은, 점착 시트 (10)의 용도에 따라 적절히 결정된다. 예를 들어, 카본 나노튜브 시트 (11)를 피착체와 점착제층 (12) 사이에 개재시켜 점착 시트 (10)를 피착체에 붙이는 경우의 점착성의 관점, 및 점착 시트 (10)의 광선 투과율을 높이는 것을 보다 용이하게 하는 관점에서, 카본 나노튜브 시트 (11)의 두께 t_{11} 은, 0.01 μm 이상 100 μm 이하인 것이 바람직하고, 0.05 μm 이상 75 μm 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0083] (점착제층)

[0084] 점착제층 (12)을 구성하는 점착제는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 점착제로는, 아크릴계 점착제,

우레탄계 점착제, 고무계 점착제, 폴리에스테르계 점착제, 실리콘계 점착제, 및 폴리비닐에테르계 점착제 등을 들 수 있다. 점착제층 (12) 을 구성하는 점착제는, 아크릴계 점착제, 우레탄계 점착제, 및 고무계 점착제로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 어느 것인 것이 바람직하고, 아크릴계 점착제인 것이 보다 바람직하다.

- [0085] 아크릴계 점착제는, 아크릴 중합체를 포함한다. 아크릴 중합체는, 예를 들어, 직사슬의 알킬기 또는 분기사슬의 알킬기를 갖는 알킬(메트)아크릴레이트에서 유래하는 구성 단위, 및 고리형 구조를 갖는 (메트)아크릴레이트에서 유래하는 구성 단위 등을 포함한다. 여기서 「(메트)아크릴레이트」란, 「아크릴레이트」 및 「메타크릴레이트」의 쌍방을 나타내는 말로서 사용하고 있으며, 다른 유사 용어에 대해서도 동일하다.
- [0086] 보다 구체적으로는, 아크릴계 중합체의 구성 단위로는, 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기를 갖는 알킬(메트)아크릴레이트 (a1') (이하, 「단량체 성분 (a1')」라고도 한다) 에서 유래하는 구성 단위 (a1), 관능기 함유 모노머 (a2') (이하, 「단량체 성분 (a2')」라고도 한다) 에서 유래하는 구성 단위 (a2), 및 단량체 성분 (a1') 와 단량체 성분 (a2') 를 제외한 그 외의 단량체 성분 (a3') 에서 유래하는 구성 단위 (a3) 을 들 수 있다.
- [0087] 전술한 아크릴계 중합체는, 적어도 구성 단위 (a1) 또는 (a2) 중 어느 것을 포함하고, 구성 단위 (a1) ~ (a3) 에서 선택되는 2 종 이상을 포함하는 공중합체로 할 수 있다. 이 경우, 공중합의 형태로는 특별히 한정되지 않으며, 블록 공중합체, 랜덤 공중합체, 또는 그래프트 공중합체 중 어느 것이어도 된다.
- [0088] 단량체 성분 (a1') 가 갖는 알킬기의 탄소수로는, 점착 특성의 향상의 관점에서, 바람직하게는 1 ~ 18, 보다 바람직하게는 2 ~ 14, 더욱 바람직하게는 4 ~ 12 이다. 단량체 성분 (a1') 가 갖는 알킬기의 탄소수가 이와 같은 범위에 있으면, 아크릴계 중합체의 주사슬끼리의 상호 작용이 저해되면서, 측사슬의 결정화의 영향도 작다. 그 때문에, 아크릴계 중합체의 유리 전이 온도가 낮게 유지되고, 점착제의 점착성이 향상되기 쉽다. 따라서, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 점착제층 (12) 이 인접하는 면과는 반대의 면 (제 2 의 면 (11b) (이하, 「제 2 시트면 (11b)」이라고 하는 경우도 있다)) 을 피착체에 접부하여 측정된 점착 시트 (10) 의 점착력을, 후술하는 범위로 조정하는 것이 용이해진다.
- [0089] 단량체 성분 (a1') 로는, 예를 들어, 메틸(메트)아크릴레이트, 에틸(메트)아크릴레이트, 프로필(메트)아크릴레이트, n-부틸(메트)아크릴레이트, 이소부틸(메트)아크릴레이트, 2-에틸헥실(메트)아크릴레이트, n-옥틸아크릴레이트, 이소옥틸(메트)아크릴레이트, 데실(메트)아크릴레이트, 라우릴(메트)아크릴레이트, 트리데실(메트)아크릴레이트, 및 스테아릴(메트)아크릴레이트 등을 들 수 있다. 이들 단량체 성분 (a1') 중에서도, n-부틸(메트)아크릴레이트, 이소부틸(메트)아크릴레이트, 2-에틸헥실(메트)아크릴레이트, n-옥틸아크릴레이트, 이소옥틸(메트)아크릴레이트, 데실(메트)아크릴레이트, 및 라우릴(메트)아크릴레이트가 바람직하고, n-부틸(메트)아크릴레이트 및 2-에틸헥실(메트)아크릴레이트가 보다 바람직하다.
- [0090] 아크릴계 중합체가, 적어도 구성 단위 (a1) 을 포함하고, 추가로 구성 단위 (a2) 및 (a3) 중 어느 1 종 이상을 포함하는 아크릴계 공중합체인 경우에는, 구성 단위 (a1) 의 함유량은, 상기 아크릴계 공중합체의 전체 구성 단위 (100 질량%) 에 대해, 바람직하게는 50 질량% 이상 99.5 질량% 이하, 보다 바람직하게는 55 질량% 이상 99 질량% 이하, 더욱 바람직하게는 60 질량% 이상 97 질량% 이하, 보다 더 바람직하게는 65 질량% 이상 95 질량% 이하이다.
- [0091] 단량체 성분 (a2') 로는, 예를 들어, 하이드록시기 함유 모노머, 카르복시기 함유 모노머, 에폭시기 함유 모노머, 아미노기 함유 모노머, 시아노기 함유 모노머, 케토기 함유 모노머, 및 알콕시실릴기 함유 모노머 등을 들 수 있다. 이들 단량체 성분 (a2') 중에서도, 하이드록시기 함유 모노머 및 카르복시기 함유 모노머가 바람직하다.
- [0092] 하이드록시기 함유 모노머로는, 예를 들어, 2-하이드록시에틸(메트)아크릴레이트, 2-하이드록시프로필(메트)아크릴레이트, 2-하이드록시부틸(메트)아크릴레이트, 3-하이드록시부틸(메트)아크릴레이트, 및 4-하이드록시부틸(메트)아크릴레이트 등을 들 수 있고, 2-하이드록시에틸(메트)아크릴레이트가 바람직하다.
- [0093] 카르복시기 함유 모노머로는, 예를 들어, (메트)아크릴산, 말레산, 푸마르산, 및 이타콘산 등을 들 수 있고, (메트)아크릴산이 바람직하다.
- [0094] 에폭시기 함유 모노머로는, 예를 들어 글리시딜(메트)아크릴레이트 등을 들 수 있다. 아미노기 함유 모노머로는, 예를 들어 디아미노에틸(메트)아크릴레이트 등을 들 수 있다. 시아노기 함유 모노머로는, 예를 들어 아크릴로니트릴 등을 들 수 있다.
- [0095] 아크릴계 중합체가, 적어도 구성 단위 (a2) 를 포함하고, 추가로 구성 단위 (a1) 및 (a3) 중 어느 1 종 이상을

포함하는 아크릴계 공중합체인 경우에는, 구성 단위 (a2) 의 함유량은, 상기 아크릴계 공중합체의 전체 구성 단위 (100 질량%) 에 대해, 바람직하게는 0.1 질량% 이상 50 질량% 이하, 보다 바람직하게는 0.5 질량% 이상 40 질량% 이하, 더욱 바람직하게는 1.0 질량% 이상 30 질량% 이하, 보다 더 바람직하게는 1.5 질량% 이상 20 질량% 이하이다.

[0096] 단량체 성분 (a3') 로는, 예를 들어, 고리형 구조를 갖는 (메트)아크릴레이트, 아세트산비닐, 및 스티렌 등을 들 수 있다. 고리형 구조를 갖는 (메트)아크릴레이트로는, 예를 들어, 시클로헥실(메트)아크릴레이트, 벤질(메트)아크릴레이트, 이소보르닐(메트)아크릴레이트, 디시클로펜타닐(메트)아크릴레이트, 디시클로헥테닐(메트)아크릴레이트, 디시클로헥테닐옥시에틸(메트)아크릴레이트, 이미드(메트)아크릴레이트, 및 아크릴로일모르폴린 등을 들 수 있다.

[0097] 아크릴계 중합체가, 적어도 구성 단위 (a1) 또는 (a2) 를 포함하고, 추가로 구성 단위 (a3) 을 포함하는 아크릴계 공중합체인 경우에는, 구성 단위 (a3) 의 함유량은, 상기 아크릴계 공중합체의 전체 구성 단위 (100 질량%) 에 대해, 바람직하게는 0 질량% 보다 크고 40 질량% 이하, 보다 바람직하게는 0 질량% 보다 크고 30 질량% 이하, 더욱 바람직하게는 0 질량% 보다 크고 25 질량% 이하, 보다 더 바람직하게는 0 질량% 보다 크고 20 질량% 이하이다.

[0098] 또한, 상기 서술한 단량체 성분 (a1') 는, 단독으로 또는 2 종 이상을 조합하여 사용해도 되고, 상기 서술한 단량체 성분 (a2') 는, 단독으로 또는 2 종 이상을 조합하여 사용해도 되고, 상기 서술한 단량체 성분 (a3') 는, 단독으로 또는 2 종 이상을 조합하여 사용해도 된다.

[0099] 아크릴계 중합체의 중량 평균 분자량은, 50,000 이상 2,500,000 이하인 것이 바람직하고, 100,000 이상 1,500,000 이하인 것이 보다 바람직하다. 일반적으로는, 아크릴계 중합체의 중량 평균 분자량이 낮을수록, 점착제가 연화되고, 점착제의 점착성이 향상되는 경향이 있다. 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첩부하여 측정된 점착 시트 (10) 의 점착력을, 후술하는 범위로 조정할 때에는, 아크릴계 중합체의 중량 평균 분자량을 이와 같은 범위 내에서 조정하여, 상기 점착력을 제어하기 쉽게 할 수 있다.

[0100] 아크릴계 중합체는 가교되어 있어도 된다. 가교제로는, 예를 들어, 공지된 에폭시계 가교제, 이소시아네이트계 가교제, 아지리딘계 가교제, 및 금속 킬레이트계 가교제 등을 사용할 수 있다. 아크릴계 중합체를 가교하는 경우에는, 단량체 성분 (a2') 에서 유래하는 관능기를, 가교제와 반응하는 가교점으로서 이용할 수 있다. 구성 단위 (a2) 만으로는, 아크릴계 중합체의 물리 특성의 제어가 용이하지 않은 경우도 있기 때문에, 이 경우에는, 아크릴계 중합체를, 구성 단위 (a2) 와, 적어도 구성 단위 (a1) 및 (a3) 중 어느 것을 포함하는 아크릴계 공중합체로 하는 것이 바람직하다. 일반적으로는, 가교제의 첨가량이 적을수록 점착제가 연화되고, 점착제의 점착성이 향상되는 경향이 있다. 가교제의 첨가량은 아크릴계 공중합체 100 질량부에 대해, 0.01 질량부 이상 15 질량부 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05 질량부 이상 10 질량부 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첩부하여 측정된 점착 시트 (10) 의 점착력을, 후술하는 범위로 조정할 때에는, 가교제의 첨가량을 이와 같은 범위 내에서 조정하여, 상기 점착력을 제어하기 쉽게 할 수 있다.

[0101] 점착제층 (12) 을 구성하는 점착제층 형성용 조성물에는, 본 발명의 효과를 저해하지 않는 범위에서, 그 밖의 성분이 포함되어 있어도 된다. 점착제층 형성용 조성물에 포함될 수 있는 그 밖의 성분으로는, 예를 들어, 유기 용매, 난연제, 점착 부여제, 자외선 흡수제, 산화 방지제, 방부제, 방미제 (防霉劑), 가소제, 소포제, 및 젖음성 조정제 등을 들 수 있다. 점착 부여제를 사용한 경우에는, 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첩부하여 측정된 점착 시트 (10) 의 점착력을 후술하는 범위로 조정하는 것이 용이해진다. 점착 부여제는, 아크릴계 점착제 100 질량부에 대해, 1 질량부 이상 300 질량부 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0102] 점착제층 (12) 의 두께 t_{12} (도 5 참조) 는, 점착 시트 (10) 의 용도에 따라 적절히 결정된다. 일반적으로는, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 1 시트면 (11a) 에 형성된 점착제층 (12) 의 두께 t_{12} 는, 3 μm 이상 150 μm 이하, 바람직하게는 5 μm 이상 100 μm 이하의 범위에서 조정된다. 예를 들어, 점착 시트 (10) 전체의 두께를 작게 함과 함께, 충분한 점착성을 얻는 관점에서, t_{12} 는, 1 μm 이상 20 μm 이하인 것이 바람직하고, 2 μm 이상 9 μm 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0103] 점착 시트 (10) 는, 피착체에 대한 충분한 고정을 위한 관점, 및 점착 시트의 점착성에 의해, 오염 물질 등의 대상물을 제거하는 경우의 제거 성능의 관점에서, 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첩부하여 측정된 점착력이 8 N/25 mm 이상인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 9 N/25 mm 이상, 더욱 바람직하게는, 9.5 N/25 mm 이

상이다. 또, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첨부하여 측정된 점착력의 상한은 특별히 한정되지 않지만, 통상 35 N/25 mm 이하 정도이다.

[0104] 또한, 본 명세서에 있어서의 점착력은, JIS Z0237 : 2000 에 기초하여, 180 ° 필링법에 의해, 인장 속도 300 mm /분, 시트 폭 25 mm 로, 첨부하고 나서 30 분 후의 점착력에 대해 측정된 값이다.

[0105] 여기서, 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첨부하여 측정된 점착 시트 (10) 의 점착력은, 점착 시트 (10) 가 지지체를 갖지 않는 경우에는, 그대로 측정된 것에서는, 통상, 점착제층 (12) 의 신장의 영향을 받는다. 따라서, 이 경우의 상기 점착력은, 점착제층 (12) 의 카본 나노튜브 시트 (11) 가 인접하는 면과는 반대의 면 (제 2 의 면 (12b) (이하, 「제 2 점착면 (12b)」이라고 하는 경우도 있다)) 에 지지체로서 두께 25 μm 의 폴리에틸렌테레프탈레이트 필름을 첩합 (貼合) 하여 얻은 시료에 대해 측정한다. 본 발명에서는, 상기 개질 방법에 의해, 근접하는 복수의 카본 나노튜브가 다발이 되는 결과, 카본 나노튜브 시트 중에 공극이 생긴다. 이로써, 제 2 시트면 (11b) 에 있어서는, 그 공극에 있어서 점착제층의 점착제가 노출되기 쉬워진다. 이 때문에, 점착 시트 (10) 의, 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첨부하여 측정된 점착력을 상기 범위로 조절하는 것이 용이하다.

[0106] [점착 시트의 제조 방법]

[0107] 본 실시형태의 점착 시트 (10) 의 제조 방법은, 점착제를 함유하는 점착제층에 카본 나노튜브 시트를 적층하는 공정을 포함한다. 그 이외의 공정은 특별히 한정되지 않는다.

[0108] 예를 들어, 점착 시트 (10) 는, 다음과 같은 공정을 거쳐 제조된다.

[0109] 먼저, 공지된 방법에 의해, 실리콘 웨이퍼 등의 기판 상에 카본 나노튜브의 포레스트를 형성한다. 다음으로, 형성한 포레스트의 단부를 비틀고, 핀셋 등으로 인출함으로써, 카본 나노튜브 시트를 제조한다. 그리고, 제조한 카본 나노튜브 시트에 대해, 본 실시형태에 관련된 개질 방법을 실시함으로써, 카본 나노튜브 시트 (11) 를 얻는다.

[0110] 카본 나노튜브 시트 (11) 와는 별개로, 점착제층을 제조한다. 먼저, 박리 시트 상에 점착제를 도포하여, 도막을 형성한다. 다음으로, 도막을 건조시켜, 점착제층 (12) 을 제조한다.

[0111] 제조한 점착제층 (12) 의 제 1 점착면 (12a) 에, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 1 시트면 (11a) 을 첩합한다 (적층한다). 그 후, 박리 시트를 벗기면, 점착 시트 (10) 가 얻어진다.

[0112] 본 실시형태의 점착 시트 (10) 이면, 카본 나노튜브 시트의 취급성이 양호해지고, 여러 가지 용도에 용이하게 적용 가능하게 된다.

[0113] [제 2 실시형태]

[0114] 제 2 실시형태는, 카본 나노튜브 시트의 개질 방법에 관련된 구조체로서, 제치부가 연속된 접촉부와, 연속된 비접촉부를 갖는 구조체를 사용하는 점에서, 제 1 실시형태와는 상이하다.

[0115] 제 2 실시형태는, 그 밖의 점에 있어서 제 1 실시형태와 동일하기 때문에, 설명을 생략 또는 간략화한다.

[0116] 본 실시형태의 개질 방법에 관련된 구조체의 바람직한 형태로는, 복수의 연속된 접촉부 (이하, 「복수의 지지부」라고 하는 경우도 있다) 와, 복수의 연속된 비접촉부를 갖고, 이것들이 호상 구조를 형성하고 있는 형태를 들 수 있다. 복수의 지지부 (예를 들어, 호상 구조) 는, 카본 나노튜브 시트에 있어서의 카본 나노튜브의 정렬 방향에 대해, 제치부의 평면에서 볼 때에 있어서 교차, 바람직하게는 60 ~ 90 ° 의 각도를 이루어 교차, 보다 바람직하게는 실질적으로 직교 (80 ~ 90 ° 의 각도를 이루어 교차) 하고, 또한 이웃하는 연속된 접촉부의, 서로 대향하는 각각의 단부에 있어서, 일방의 단부의 임의의 1 점에 대해, 타방의 단부의 가장 근접한 점까지의 거리가 항상 10 mm 미만이 되도록 형성되어 있다. 호 (綫) 를 구성하는 선은, 직선이어도 되고, 예를 들어, 곡선, 곡선, 및 절곡선 등이어도 된다.

[0117] 카본 나노튜브 시트의 폭 방향의 수축을 방지하는 관점에서, 본 실시형태에 있어서, 이웃하는 연속된 접촉부의, 서로 대향하는 각각의 단부에 있어서, 일방의 단부의 임의의 1 점에 대해, 타방의 단부의 가장 근접한 점까지의 거리가 항상 5 mm 이하인 것이 바람직하고, 2 mm 이하인 것이 보다 바람직하고, 1.5 mm 이하인 것이 더욱 바람직하다. 각각의 복수의 지지부 사이의 최장의 거리의 하한값은 특별히 한정되지 않으며, 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율 및 점착력 등을 고려하여 적절히 설계하면 되는데, 통상 10 μm 이상이고, 50 μm 이상이 바람직하고, 100 μm 이상이 보다 바람직하다.

- [0118] 본 실시형태에 있어서도, 제 1 실시형태에 대해 상기 서술한 바와 같이, 구조체는, 최장 거리 L_1 이, 0 mm 초과 10 mm 미만인 것이 바람직하다. 이와 같은 구성은, 복수의 지지부와, 연속된 비접촉부가 호상 구조를 형성하고 있는 경우에 있어서, 이웃하는 연속된 접촉부의, 서로 대향하는 각각의 단부에 있어서, 일방의 단부의 임의의 1 점에 대해, 타방의 단부의 가장 근접한 점까지의 거리가 항상 10 mm 미만이고, 복수의 지지부가, 카본 나노튜브 시트에 있어서의 카본 나노튜브의 정렬 방향에 대해, 재치부의 평면에서 볼 때에 있어서 실질적으로 직교함으로써 용이하게 실현된다.
- [0119] 도 6 은, 제 2 실시형태에 관련된 구조체의 일례를 나타내는 개략도이고, 복수의 연속된 접촉부 (2B) 를 갖는 구조체 (1B) 에 지지된 카본 나노튜브 시트 (5B) 의 일부를 과단하여 도시하고 있다.
- [0120] 본 실시형태의 개질 방법에 관련된 구조체 (1B) 는, 복수의 연속된 접촉부 (2B) 와, 연속된 비접촉부 (3B) 를 갖고 있다. 복수의 접촉부 (2B) 는, 카본 나노튜브 시트 (5B) 에 있어서의 카본 나노튜브의 정렬 방향에 대해, 재치부 (4B) (도 7 참조) 의 평면에서 볼 때에 있어서 직교한다. 인접하는 접촉부 (2B) 사이의 거리 L_1 은, 상기 서술한 바와 같다. 구조체 (1B) 상에 재치한 카본 나노튜브 시트 (5B) 는, 접촉부 (2B) 와 접촉한다 (도 7 참조).
- [0121] [실시형태의 변형]
- [0122] 본 발명은, 상기 실시형태 (제 1 실시형태 및 제 2 실시형태) 중의 예시에 한정되지 않으며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위에서의 변형 및 개량 등은, 본 발명에 포함된다. 또한, 이하의 설명에서는, 상기 실시형태에서 설명한 부재 등과 동일하면, 동일 부호를 붙여 그 설명을 생략 또는 간략한다.
- [0123] 예를 들어, 제 1 실시형태에 있어서, 카본 나노튜브 시트를 재치하는 구조체는, 독립된 복수의 접촉부로서의 용기 구조와, 연속된 비접촉부를 갖는 구조체여도 된다. 이와 같은 구조체로서, 구체적으로는, 예를 들어, 복수의 침상의 구조, 주상의 구조, 및 완만한 경사를 갖는 용기 구조 등이 기체 (基體) 에 세워 형성된 구조 등을 들 수 있다. 이 경우, 카본 나노튜브 시트와의 접촉부인 용기 구조 등의 선단부는, 평탄하거나 만곡되어 있는 것이 바람직하다. 바늘 또는 기둥의 형상으로는, 예를 들어, 원주상 및 원뿔상 등을 들 수 있다.
- [0124] 또 예를 들어, 카본 나노튜브 시트를 재치하는 구조체는, 샌드블라스트 또는 충전재의 첨가에 의해 요철이 형성된 필름, 및 엠보스 필름 등이어도 된다. 또, 상기 서술한 바와 같이, 금속 메시 및 평면적인 구 충전 구조체 등과 같은, 복수의 미세공과, 독립된 복수의 접촉부를 갖는 구조체도 용기 구조를 갖고 있다.
- [0125] 이 외에, 카본 나노튜브를 재치하는 구조체가, 이상에 든 것과 같은 미세공을 갖는 구조체, 및 용기 구조를 갖는 구조체 외에, 엠보스 필름으로서, 연속된 평탄한 미처리부를 접촉부로서 갖고, 복수의 독립된 패임을 비접촉부로서 갖는 구조체도 제 1 실시형태에 포함된다.
- [0126] 또 예를 들어, 상기 실시형태의 개질 방법에 있어서는, 일 또는 적층이 끝난 복수의 카본 나노튜브 시트를 구조체 상에 재치한 후, 노출 공정을 실시했지만, 재치 공정에 있어서, 상기 구조체 상에서 카본 나노튜브 시트를 복수 장 적층하고, 그 후, 노출 공정을 실시해도 된다. 카본 나노튜브 시트를 복수 적층한 경우, 카본 나노튜브 시트의 폭 방향의 수축 방지의 효과가 더욱 얻어진다.
- [0127] 또 예를 들어, 카본 나노튜브 시트를 복수 적층하는 경우, 하나의 카본 나노튜브 시트에 대해 재치 공정 및 노출 공정을 실시하여 처리를 실시하고, 당해 처리를 실시한 카본 나노튜브 시트를 복수 적층한 적층체에 대해, 추가로 재치 공정 및 노출 공정을 실시해도 된다. 이 경우에도, 당해 처리를 실시한 카본 나노튜브 시트를, 재치 공정에 있어서 구조체 상에서 적층해도 된다.
- [0128] 또 예를 들어, 카본 나노튜브 시트를 복수 적층하는 경우, 하나의 카본 나노튜브 시트를 구조체 상에 재치한 후, 노출 공정을 실시하고, 추가로 그 카본 나노튜브 시트에 다른 1 장의 카본 나노튜브 시트를 적층하여 노출 공정을 실시하고, 이 순서를 반복하여 축차적으로 적층체에 노출 공정을 실시해도 된다.
- [0129] 또 예를 들어, 상기 실시형태의 점착 시트 (10) 에 있어서, 점착제층 (12) 은, 경화성이어도 된다. 점착제층 (12) 이 경화됨으로써, 내충격성이 향상되고, 충격에 의한 점착제층 (12) 의 변형을 방지할 수 있다.
- [0130] 또 예를 들어, 점착제층 (12) 이 경화성을 갖고 있지 않고, 점착제층 (12) 그 자체가 시트 형상을 유지할 수 있는 성질을 갖고 있지 않은 경우에는, 상기 실시형태의 점착 시트 (10) 에 있어서, 점착 시트 (10) 가 지지체를 갖고 있는 것이 바람직하다.
- [0131] 이 경우, 제 2 점착면 (12b) 에, 지지체가 적층되어 있어도 되고, 점착 시트 (10) 의 피착체에 대한 충분한 고

정을 위한 관점, 및 점착 시트 (10) 의 점착성에 의해 오염 물질 등의 대상물을 제거하는 경우의 제거 성능의 관점에서, 제 2 시트면 (11b) 을 피착체에 첩부하여 측정된 점착력을 상기 서술한 범위로 하는 것이 바람직하다.

[0132] 또 예를 들어, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 2 시트면 (11b) 에, 지지체가 적층되어 있어도 된다. 이 경우에는, 번들링 처리한 카본 나노튜브 시트 (11) 의 공극에 노출된 점착제의 영향에 의해, 제 2 시트면 (11b) 에 발현되는 점착성에 의해 지지체를 카본 나노튜브 시트 (11) 와 점착할 수 있다.

[0133] 지지체로는, 예를 들어, 종이, 수지 필름, 경화성 수지의 경화물, 금속박, 및 유리 필름 등을 들 수 있다. 수지 필름으로는, 예를 들어, 폴리에스테르계, 폴리카보네이트계, 폴리이미드계, 폴리올레핀계, 폴리우레탄계, 및 아크릴계 등의 수지 필름을 들 수 있다.

[0134] 지지체의, 점착제층 (12) 또는 카본 나노튜브 시트 (11) 가 인접하는 면과는 반대의 면에는, 보호성을 강화하기 위해서, 자외선 경화성 수지 등을 사용한 하드 코트 처리 등이 실시되어 있어도 된다.

[0135] 또 예를 들어, 상기 실시형태에 있어서, 점착제층 (12) 의 제 2 점착면 (12b) 상에 박리제가 적층되어 있는 점착 시트여도 된다. 점착 시트는, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 2 시트면 (11b) 상에 적층된 박리제를 추가로 구비하고 있어도 된다. 점착 시트는, 점착제층 (12) 의 제 2 점착면 (12b) 상과, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 2 시트면 (11b) 상의 양방에 적층된 박리제를 구비하고 있어도 된다. 또, 점착 시트는, 점착제층 (12) 의 제 2 점착면 (12b) 상 및 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 2 시트면 (11b) 상의 어느 일방에 박리제를 구비하는 경우에, 타방에 상기 서술한 지지체를 갖고 있어도 된다.

[0136] 박리제로는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 취급 용이성의 관점에서, 박리제는, 박리 기재와, 박리 기재 상에 박리제가 도포되어 형성된 박리제층을 구비하는 것이 바람직하다. 또, 박리제는, 박리 기재의 편면에만 박리제층을 구비하고 있어도 되고, 박리 기재의 양면에 박리제층을 구비하고 있어도 된다. 박리 기재로는, 예를 들어, 종이 기재, 이 종이 기재에 폴리에틸렌 등의 열가소성 수지를 라미네이트한 라미네이트지, 그리고 플라스틱 필름 등을 들 수 있다. 종이 기재로는, 글라신지, 코트지, 및 캐스트 코트지 등을 들 수 있다. 플라스틱 필름으로는, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 및 폴리에틸렌나프탈레이트 등의 폴리에스테르 필름, 그리고 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌 등의 폴리올레핀 필름 등을 들 수 있다. 박리제로는, 예를 들어, 올레핀계 수지, 고무계 엘라스토머 (예를 들어, 부타디엔계 수지, 및 이소프렌계 수지 등), 장사슬 알킬계 수지, 알키드계 수지, 불소계 수지, 그리고 실리콘계 수지 등을 들 수 있다.

[0137] 박리제의 두께는 특별히 한정되지 않는다. 통상, 20 μm 이상 200 μm 이하이고, 25 μm 이상 150 μm 이하인 것이 바람직하다.

[0138] 박리제층의 두께는 특별히 한정되지 않는다. 박리제를 포함하는 용액을 도포하여 박리제층을 형성하는 경우, 박리제층의 두께는, 0.01 μm 이상 2.0 μm 이하인 것이 바람직하고, 0.03 μm 이상 1.0 μm 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0139] 박리 기재로서 플라스틱 필름을 사용하는 경우, 당해 플라스틱 필름의 두께는, 3 μm 이상 50 μm 이하인 것이 바람직하고, 5 μm 이상 40 μm 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0140] 또 예를 들어, 점착 시트 (10) 는, 점착제층 (12) (이하, 편의상 「제 1 의 점착제층」 이라고 하는 경우도 있다) 에 더하여, 카본 나노튜브 시트 (11) 의 제 2 시트면 (11b) 상에도, 추가로 점착제층 (이하, 편의상 「제 2 의 점착제층」 이라고 하는 경우도 있다) 을 갖고 있어도 된다. 이 경우, 제 1 의 점착제층이 함유하는 점착제와, 제 2 의 점착제층이 함유하는 점착제는, 동일해도, 유사해도, 완전히 상이해도 된다. 제 1 의 점착제층 및 제 2 의 점착제층 중 어느 일방의, 카본 나노튜브 시트 (11) 가 인접하는 면과는 반대의 면에, 지지체가 형성되어 있어도 된다.

[0141] 제 1 의 점착제층의 두께 t_{21} , 및 제 2 의 점착제층의 두께 t_{22} 는, 각각 독립적으로, 3 μm 이상 150 μm 이하인 것이 바람직하고, 5 μm 이상 100 μm 이하인 것이 보다 바람직하다. 또, 제 1 의 점착제층의 두께 t_{21} 과 제 2 의 점착제층의 두께 t_{22} 의 합계값 (점착제층의 총 두께) 은, 10 μm 이상 300 μm 이하가 바람직하고, 20 μm 이상 200 μm 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0142] 제 1 의 점착제층 및 제 2 의 점착제층의 각각에, 추가로 박리제가 적층되어도 된다.

[0143] 실시예

- [0144] 이하, 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명은 이들 실시예에 조금도 한정되지 않는다.
- [0145] [평가]
- [0146] [카본 나노튜브 시트의 광선 투과율 측정]
- [0147] 실시예 1 ~ 3 및 비교예 1 ~ 3 에서 얻은 각각의 카본 나노튜브 시트에 대해, 헤이즈미터 (닛폰 전색 공업 (주) 제조, NDH2000) 를 사용하여, JIS K7361 에 준거하여 광선 투과율을 측정하였다. 또한, 비교예 4 ~ 6 에 대해서는, 카본 나노튜브 시트의 수축성 평가의 결과가 불량이었기 때문에, 본 시험을 실시하지 않았다. 결과를 표 1 에 나타낸다.
- [0148] [CNT 시트의 수축성 평가]
- [0149] 실시예 1 ~ 3 및 비교예 4 ~ 6 에서 얻은 각각의 카본 나노튜브 시트의 폭을 번들링 처리 전후에서 측정하고, 이하의 계산식으로 수축률을 산출하였다. 또한, 비교예 1 ~ 3 에 대해서는, 번들링 처리를 실시하지 않았기 때문에, 수축률을 0 % 로 하였다. 결과를 표 1 에 나타낸다.
- [0150] 수축률 = (Wi - Wt)/Wi
- [0151] Wi : 번들링 처리 전의 카본 나노튜브 시트의 폭 (평면에서 보아, 카본 나노튜브 시트에 있어서의 카본 나노튜브의 정렬 방향에 직교하는 방향의 길이의 평균)
- [0152] Wt : 번들링 처리 후의 카본 나노튜브 시트의 폭 (평면에서 보아, 카본 나노튜브 시트에 있어서의 카본 나노튜브의 정렬 방향에 직교하는 방향의 길이에 있어서, 가장 수축된 지점의 길이)
- [0153] [점착력 측정]
- [0154] 실시예 1 ~ 3, 비교예 1 ~ 3, 및 참고예 1 의 각각의 점착 시트에 대해, JIS Z0237 : 2000 에 기초하여, 180 ° 필링법에 의해, 인장 속도 300 mm/분, 시트 폭 25 mm 로, 첩부 30 분 후의 점착력을 측정하였다. 측정시에는, 카본 나노튜브 시트의 점착제층이 인접하는 면과는 반대의 면을 피착체에 첩부하였다. 또한, 비교예 4 ~ 6 에 대해서는, 점착 시트를 제조하지 않았기 때문에, 본 시험을 실시하지 않았다. 결과를 표 1 에 나타낸다.
- [0155] [실시예 1]
- [0156] [카본 나노튜브 시트의 개질]
- [0157] (1) 카본 나노튜브 포레스트의 조제 및 카본 나노튜브 시트의 제조
- [0158] 캐리어 가스로서 아르곤 가스, 탄소원으로서 아세틸렌을 사용한, 3 개의 노 (爐) 를 구비하는 열 CVD 장치를 사용하고, 촉매 화학 기상 성장법에 의해, 실리콘 웨이퍼 상에 카본 나노튜브 포레스트를 형성하였다. 카본 나노튜브 포레스트의 높이는 300 μm 였다.
- [0159] 형성한 카본 나노튜브 포레스트의 단부를 비틀고, 핀셋으로 인출함으로써, 폭 50 mm 의 카본 나노튜브 시트를 제조하였다.
- [0160] (2) 카본 나노튜브 시트의 개질
- [0161] 카본 나노튜브 시트를 금속 메시 (격자 형상, 격자를 구성하는 금속 와이어의 굵기 50 μm, 격자에 있어서의 정방형의 개구부의 1 변의 길이 700 μm) 의 패턴화된 용기 구조를 갖는 표면에 부착시켰다. 그리고, 카본 나노튜브 시트측으로부터, 카본 나노튜브 시트에 이소프로필알코올을 스프레이함으로써, 카본 나노튜브 시트가 이소프로필알코올의 에어로졸에 노출되었다. 이렇게 하여, 금속 메시의 패턴화된 용기 구조에 접하고 있지 않은 영역이 번들링 처리된 카본 나노튜브 시트를 얻었다.
- [0162] [점착 시트의 제조]
- [0163] (1) 점착성 조성물의 조제
- [0164] 주재 수지로서, 아크릴산에스테르 수지 (n-부틸아크릴레이트 (BA)/아크릴산 (AAc) = 90.0/10.0 (질량비), 중량 평균 분자량 : 60 만, 용제 : 아세트산에틸, 고형분 농도 : 33.6 질량%) 100 질량부 (고형분비), 가교제로서, 이소시아네이트계 가교제 (닛폰 폴리우레탄사 제조, 제품명 「코로네이트 L」, 고형분 농도 : 75 질량%) 2.23

질량부 (고형분비) 를 배합하고, 아세트산에틸을 첨가하여, 균일하게 교반하여, 고형분 농도 31 질량% 의 점착성 조성물의 용액을 조제하였다.

[0165] (2) 점착 시트의 제조

[0166] 폴리에틸렌테레프탈레이트 수지로 이루어지는 두께 50 μm 의 기재의 편면 상에, 상기와 같이 조제한 점착성 조성물의 용액을 도포하여 도포막을 형성하고, 도포막을 건조시켜, 막두께가 25 μm 인 점착제층을 형성하였다.

[0167] 다음으로, 형성한 점착제층의 표면에, 상기한, 번들링 처리된 금속 메시 상의 카본 나노튜브 시트를 가압 압착하여 접합하고, 점착 시트를 제조하였다. 또한, 점착 시트를 금속 메시로부터 박리한 후에, 카본 나노튜브 시트의 점착제층을 접합한 면과는 반대의 면에, 실리콘 박리 처리한 두께 38 μm 의 폴리에틸렌테레프탈레이트 필름 (린텍 주식회사 제조, SP-PET381031) 의 박리 처리면을 접합하여, 박리 필름을 형성하였다.

[0168] [실시예 2]

[0169] 실시예 1 에 있어서의 카본 나노튜브 시트의 제조와 동일하게 하여 카본 나노튜브 시트를 제조하였다. 이 새로운 카본 나노튜브 시트를 금속 메시 상의 개질 전의 카본 나노튜브 시트 상에 추가로 중첩시키는, 즉 카본 나노튜브 시트를 1 층 적층함으로써 층수를 2 층으로 한 후에, 카본 나노튜브 시트의 개질을 실시한 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하게 하여, 실시예 2 에 관련된 점착 시트를 제조하였다.

[0170] [실시예 3]

[0171] 실시예 1 에 있어서의 카본 나노튜브 시트의 제조와 동일하게 하여 카본 나노튜브 시트를 제조하였다. 이 새로운 카본 나노튜브 시트를 금속 메시 상의 개질 전의 카본 나노튜브 시트 상에 추가로 중첩시키는, 즉 카본 나노튜브 시트를 2 층 적층함으로써 층수를 3 층으로 한 후에, 카본 나노튜브 시트의 개질을 실시한 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하게 하여, 실시예 3 에 관련된 점착 시트를 제조하였다.

[0172] [참고예 1]

[0173] 점착제층의 표면에, 카본 나노튜브 시트를 접합하지 않았던 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하게 하여, 참고예 1 에 관련된 점착 시트를 제조하였다.

[0174] [비교예 1]

[0175] 카본 나노튜브 시트를 금속 메시에 부착시키는 대신에, 평판 상에 놓여진 박리 필름 (린텍 주식회사 제조, SP-PET381031) 에 부착시켰다. 이 박리 필름 상의 카본 나노튜브 시트를, 번들링 처리를 실시하지 않고 점착제층과 가압 압착하여 접합한 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하게 하여, 비교예 1 에 관련된 점착 시트를 제조하였다.

[0176] [비교예 2]

[0177] 실시예 1 에 있어서의 카본 나노튜브 시트의 제조와 동일하게 하여 카본 나노튜브 시트를 제조하였다. 이 새로운 카본 나노튜브 시트를 박리 필름 상의 카본 나노튜브 시트 상에 추가로 중첩시키는, 즉 카본 나노튜브 시트를 1 층 적층함으로써 층수를 2 층으로 한 것 이외에는, 비교예 1 과 동일하게 하여, 비교예 2 에 관련된 점착 시트를 제조하였다.

[0178] [비교예 3]

[0179] 실시예 1 에 있어서의 카본 나노튜브 시트의 제조와 동일하게 하여 카본 나노튜브 시트를 제조하였다. 이 새로운 카본 나노튜브 시트를 박리 필름 상의 카본 나노튜브 시트 상에 추가로 중첩시키는, 즉 카본 나노튜브 시트를 2 층 적층함으로써 층수를 3 층으로 한 것 이외에는, 비교예 1 과 동일하게 하여, 비교예 3 에 관련된 점착 시트를 제조하였다.

[0180] [비교예 4]

[0181] 카본 나노튜브 시트를 금속 메시에 부착시키는 대신에, 2 개의 평행한 봉에 프리 스탠딩 상태에서 카본 나노튜브 시트를 걸고, 걸린 카본 나노튜브 시트에 이소프로필알코올을 스프레이하여 번들링 처리를 실시한 것 이외에는, 실시예 1 과 동일하게 하여 실시예 1 의 [카본 나노튜브 시트의 개질] 을 실시하고, 번들링 처리된 카본 나노튜브 시트를 얻었다. 번들링 처리에 의해 카본 나노튜브 시트가 수축되었기 때문에, 점착 시트는 제조하지 않았다.

[0182] [비교예 5]

[0183] 실시예 1 에 있어서의 카본 나노튜브 시트의 제조와 동일하게 하여 카본 나노튜브 시트를 제조하였다. 이 새로운 카본 나노튜브 시트를 2 개의 평행한 봉에 걸린 개질 전의 카본 나노튜브 시트 상에 추가로 중첩시키는, 즉 카본 나노튜브 시트를 1 층 적층함으로써 층수를 2 층으로 한 후에, 번들링 처리를 실시한 것 이외에는, 비교예 4 와 동일하게 하여, 비교예 5 에 관련된 번들링 처리된 카본 나노튜브 시트를 얻었다. 번들링 처리에 의해 카본 나노튜브 시트가 수축되었기 때문에, 점착 시트는 제조하지 않았다.

[0184] [비교예 6]

[0185] 실시예 1 에 있어서의 카본 나노튜브 시트의 제조와 동일하게 하여 카본 나노튜브 시트를 제조하였다. 이 새로운 카본 나노튜브 시트를 2 개의 평행한 봉에 걸린 개질 전의 카본 나노튜브 시트 상에 추가로 중첩시키는, 즉 카본 나노튜브 시트를 2 층 적층함으로써 층수를 3 층으로 한 후에, 번들링 처리를 실시한 것 이외에는, 비교예 4 와 동일하게 하여, 비교예 6 에 관련된 번들링 처리된 카본 나노튜브 시트를 얻었다. 번들링 처리에 의해 카본 나노튜브 시트가 수축되었기 때문에, 점착 시트는 제조하지 않았다.

표 1

	카본 나노튜브 시트의 층수	번들링 처리의 유무	카본 나노튜브 시트의 투과율 (%)	카본 나노튜브 시트의 수축률 (%)	점착력 (N/25mm)
실시예1	1	있음	94.87	0	13.9
실시예2	2	있음	90.48	0	12.1
실시예3	3	있음	86.61	0	10.3
참고예1	0	-	-	-	14.5
비교예1	1	없음	65.66	0	5.6
비교예2	2	없음	58.93	0	0.8
비교예3	3	없음	51.95	0	0.7
비교예4	1	있음	-	18.4	-
비교예5	2	있음	-	34.2	-
비교예6	3	있음	-	55.3	-

[0186]

[0187] 표 1 에 나타내는 바와 같이, 실시예 1 ~ 3 에서는, 번들링 처리를 하지 않았던 비교예 1 ~ 3 에 비해, 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율이 향상되어 있다. 또, 참고예 1 의 카본 나노튜브 시트를 형성하지 않았던 경우와 비교해도, 점착력의 저하가 작아, 피착체에 강고하게 점착하는 것이 가능한 것을 알 수 있다.

[0188] 또, 실시예 1 ~ 3 에서는, 본 발명의 개질 방법에 의해 번들링 처리를 실시하였기 때문에, 어느 적층수에서도 폭 방향의 수축은 볼 수 없었다. 한편, 비교예 4 ~ 6 에서는, 프리 스탠딩 상태에서 번들링 처리를 실시하였기 때문에, 카본 나노튜브 시트의 폭 방향의 수축이 발생하였다. 수축은, 적층수가 늘어날수록 커졌다.

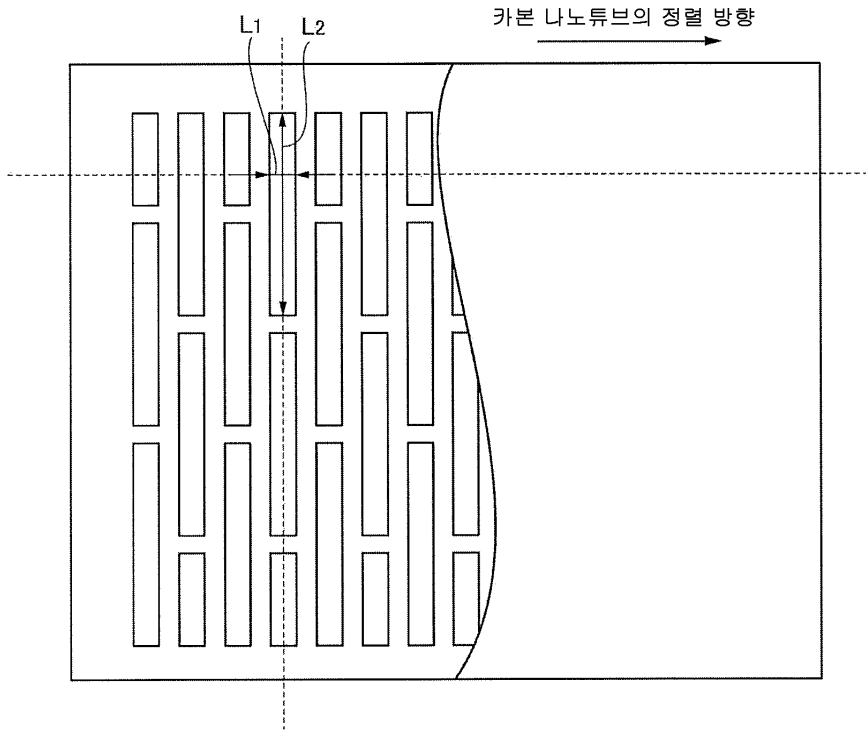
[0189] 산업상 이용가능성

[0190] 본 발명은, 예를 들어, 카본 나노튜브 시트의 광선 투과율을 향상시키거나, 저항을 저하시키거나 하는 것 등, 카본 나노튜브 시트를 개질할 때에 이용할 수 있다.

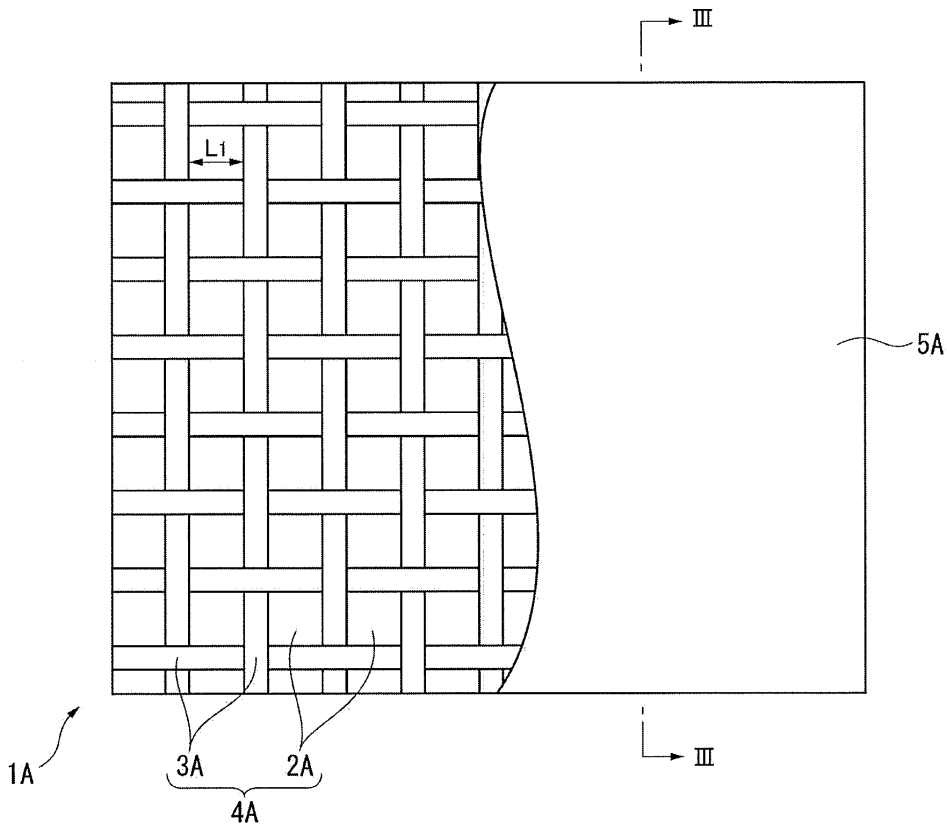
[0191] 또, 본 개질 방법에 의해 얻어진 카본 나노튜브 시트를 사용한 본 발명의 점착 시트는, 카본 나노튜브 시트의 우수한 전기 전도성에 의해, 히터 등으로서 바람직하게 사용할 수 있다.

도면

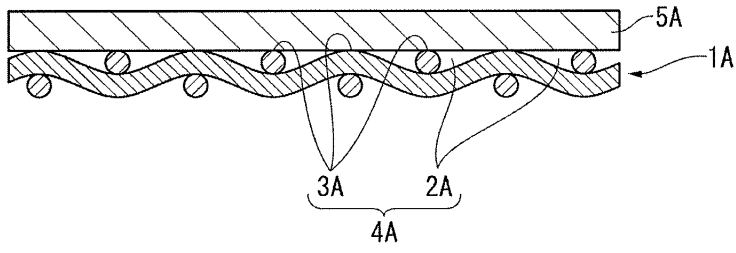
도면1



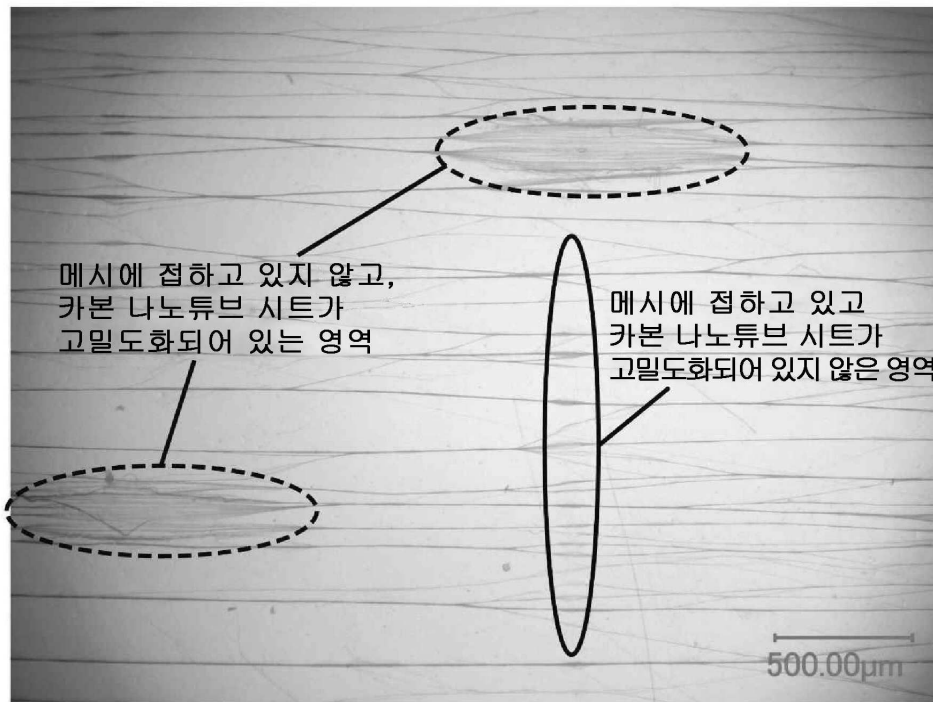
도면2



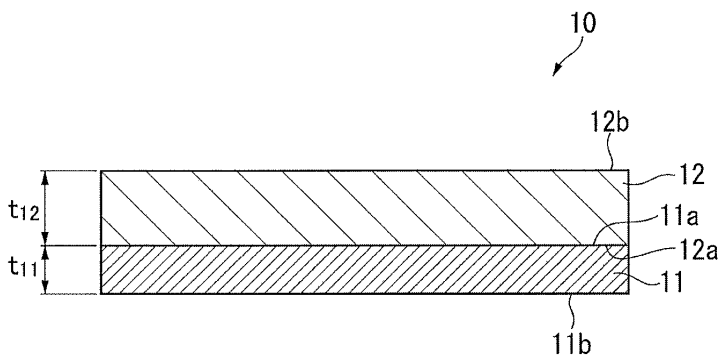
도면3



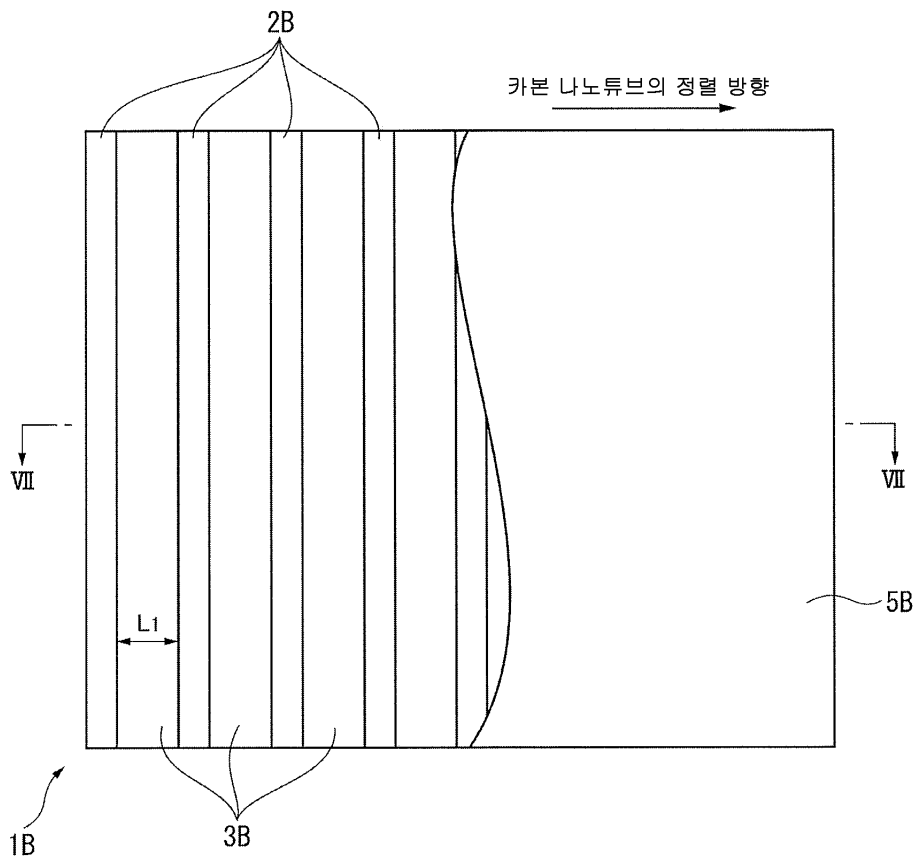
도면4



도면5



도면6



도면7

