



등록특허 10-2109473



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월12일  
(11) 등록번호 10-2109473  
(24) 등록일자 2020년05월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G02B 5/02* (2006.01) *F21V 8/00* (2016.01)  
*G02F 1/1335* (2019.01)
- (52) CPC특허분류  
*G02B 5/0268* (2013.01)  
*G02B 5/0221* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7016167
- (22) 출원일자(국제) 2013년11월19일  
심사청구일자 2018년11월14일
- (85) 번역문제출일자 2015년06월17일
- (65) 공개번호 10-2015-0086519
- (43) 공개일자 2015년07월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/070721
- (87) 국제공개번호 WO 2014/081693  
국제공개일자 2014년05월30일

(30) 우선권주장  
61/728,868 2012년11월21일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP2010224427 A\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 1 항

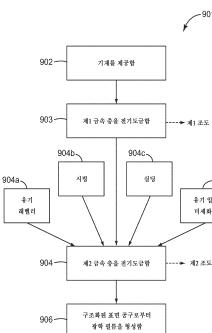
심사관 : 경천수

## (54) 발명의 명칭 광학 확산 필름 및 이를 제조하는 방법

## (57) 요약

광학 확산 필름이 구조화된 표면 공구로부터 미세복제에 의해 제조된다. 공구는 2-부분 전기도금 공정을 사용하여 제조되며, 여기서 제1 전기도금 절차가 제1 주 표면을 가진 제1 금속 층을 형성하고, 제2 전기도금 절차가 제1 금속 층 상에 제2 금속 층을 형성하며, 제2 금속 층은 제1 주 표면의 평균 조도보다 작은 평균 조도를 가진 제2 주 표면을 갖는다. 제2 주 표면은 공구의 구조화된 표면으로서 기능할 수 있다. 이어서 이러한 표면의 복제물이 광 확산 특성을 제공하기 위해 광학 필름의 주 표면 내에 제조될 수 있다. 구조화된 표면 및/또는 그의 구성 구조체는 광학 탁도, 광학 투명도, 직교 평면내 방향을 따른 토포그래피의 푸리에 파워 스펙트럼, 단위 면적 당 리지 길이, 등가 원 직경(ECD), 및/또는 종횡비와 같은 다양한 파라미터에 관하여 특징지어질 수 있다.

## 대 표 도



(52) CPC특허분류

*G02B 5/0278* (2013.01)

*G02B 6/0051* (2013.01)

*G02F 1/133606* (2013.01)

(72) 발명자

**장 하이안**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**아론손 조셉 티**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**리프 마이클 알**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**보이드 캐리 티**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**존슨 니콜라스 에이**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**왕 칭펭**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(56) 선행기술조사문현

JP2003270413 A\*

JP2006352073 A

JP2008163382 A

JP2009175380 A

JP2011209676 A

WO1994006037 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

구조화된 표면을 제조하는 방법으로서,

금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착(electrodepositing)시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도(roughness)를 갖는 제1 층의 제1 주 표면을 생성하는 단계; 및

금속을 유기 입자 미세화제를 포함하는 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 주 표면 상에 전착시킴으로써 제1 층의 제1 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 제2 주 표면을 생성하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 광학 필름(optical film)에 관한 것으로, 특히 공구(tool)로부터 미세복제(microreplication)에 의해 제조될 수 있는 그러한 필름에 적용되며, 여기서 공구는 제어된 양의 광학 확산(optical diffusion) 및 우수한 공간적 균일성을 가진 광학 투명도(optical clarity)를 필름에 제공하도록 용이하게 맞추어질 수 있다.

### 배경 기술

[0002] 액정 디스플레이(liquid crystal display, LCD) 시스템과 같은 디스플레이 시스템은 예를 들어 컴퓨터 모니터, 개인 휴대 정보 단말기(personal digital assistant, PDA), 휴대폰, 소형 음악 플레이어 및 박형 LCD 텔레비전과 같은 다양한 응용 및 구매 가능한 장치에 사용된다. 많은 LCD는 액정 패널, 및 액정 패널을 조명하기 위한, 흔히 백라이트(backlight)로 지칭되는 대면적 광원(extended area light source)을 포함한다. 백라이트는 전형적으로 하나 이상의 램프, 및 예를 들어 도광체, 미러 필름, 광 방향전환 필름(회도 향상 필름을 포함함), 지연기 필름, 광 편광 필름 및 확산 필름과 같은 다수의 광 관리 필름을 포함한다. 확산 필름은 전형적으로 광학 결함을 숨기고 백라이트에 의해 방출되는 광의 회도 균일성을 개선하기 위해 포함된다. 확산 필름은 또한 디스플레이 시스템 외의 응용에 사용될 수 있다.

### 논의

[0004] 몇몇 확산 필름이 광 확산을 제공하기 위해 비드형 구성(beaded construction)을 사용한다. 예를 들어, 광학 필름이 필름의 하나의 표면에 부착되는 미세한 비드의 층을 가질 수 있고, 비드 표면에서의 광의 굴절이 필름의 광 확산 특성을 제공하도록 작용할 수 있다. 비드형 확산 필름의 예는 본 명세서에서 "희박 분포된 비드형 확산기(sparsely distributed beaded diffuser)" 또는 "SDB 확산기"로 지칭되는, 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)에 의해 제품명 TBEF2-GM으로 판매되는, 희박 분포된 비드의 무광택 표면을 가진 선형 프리즘형 회도 향상 필름; 본 명세서에서 "조밀 패킹된 비드형 확산기(densely-packed beaded diffuser)" 또는 "DPB 확산기"로 지칭되는, 쓰리엠 컴퍼니에 의해 제품명 DBEF-D3-340으로 판매되는, 비드형 확산기 층을 가진 반사 편광 필름; 및 본 명세서에서 "상용 커버 시트 확산기(commercial cover sheet diffuser)" 또는 "CCS 확산기"로 지칭되는, 상용 디스플레이 장치 내에 포함되는 확산 커버 시트를 포함한다. 도 1은 CCS 확산기의 비드형 표면의 대표적인 부분의 주사 전자 현미경(scanning electron microscope, SEM) 이미지를 도시하고, 도 1a는 단면에서의 그러한 표면의 SEM 이미지를 도시한다. 도 2 및 도 3은 각각 DPB 확산기 및 SDB 확산기의 대표적인 부분의 SEM 이미지를 도시한다.

[0005] 다른 확산 필름은 광 확산을 제공하기 위해 비드형 층 외의 구조화된 표면을 사용하며, 여기서 구조화된 표면은 구조화된 공구로부터 미세복제에 의해 제조된다. 그러한 확산 필름의 예는 미국 특히 출원 공개 제2012/0113622호(아론슨(Aronson) 등), 미국 특히 출원 공개 제2012/0147593호(야펠(Yapel) 등), 국제 출원 공개 WO 2011/056475호(바비(Barbie)), 및 국제 출원 공개 WO 2012/0141261호(아론슨 등)에 기술된 바와 같이, 커터로 공구로부터 재료를 제거함으로써 제조된 대응하는 구조체를 갖는 공구로부터 미세복제된 둥글게 된 또는

만곡된 구조체를 가진 필름(본 명세서에서 "타입 I 미세복제된" 확산 필름으로 지칭됨); 및 미국 특허 출원 공개 제2010/0302479호(아론슨 등)에 기술된 바와 같이, 전기도금 공정에 의해 제조된 대응하는 구조체를 갖는 공구로부터 미세복제된 평평 패싯형(flat-faceted) 구조체를 가진 필름(본 명세서에서 "타입 II 미세복제된" 확산 필름으로 지칭됨)을 포함한다. 타입 I 미세복제된 확산 필름의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지가 도 4에 도시되고, 타입 II 미세복제된 확산 필름의 유사한 이미지가 도 5에 도시된다. 또 다른 미세복제된 확산 필름은, 공구 표면이 샌드블라스팅(sandblasting) 절차에 의해 구조화되도록 제조되고 이어서 구조화된 표면이 공구로부터 미세복제에 의해 필름에 부여되는 필름을 포함한다. 예컨대 미국 특허 제7,480,097호(나가하마(Nagahama) 등)를 참조한다.

### 발명의 내용

[0006]

비드형 구성을 갖는 확산 필름의 경우에, 비드는 제조 비용을 증가시킨다. 비드형 필름은 또한 웨브 하류(downweb), 웨브 교차(crossweb) 및 로트간(lot-to-lot) 변동성에 민감하다. 또한, 예컨대 필름을 개별 시트로 절단하거나 변환시킬 때 개별 비드가 필름으로부터 제거될 수 있고, 제거된 비드는 확산 필름이 그의 일부인 시스템, 예컨대 디스플레이 또는 백라이트에서 원하지 않는 마멸을 야기할 수 있다. 타입 I 미세복제된 확산 필름의 경우에, 주어진 크기의 공구를 절단하는 데 요구되는 시간은 구조화된 표면 상의 구조체의 특징부 크기가 감소됨에 따라 급격히 증가한다. 필름이 현대의 디스플레이 시스템에 사용될 때 "스파클(sparkle)" 또는 입상도(granularity)로 알려진 광학 아티팩트(optical artifact)를 회피하기 위해 평균 약 15 또는 10 마이크로미터 미만의 특징부 크기가 바람직하고, 타입 I 미세복제된 확산 필름에 대해 그러한 작은 특징부 크기를 갖는 공구를 절단하는 데 요구되는 시간이 길어지거나 과도해질 수 있으며, 제조 비용을 증가시킬 수 있다. 또한, 절단 접근법은 구조화된 표면에 측정가능한 평면내 공간적 주기성을 도입하는 경향이 있을 수 있으며(표면 상의 구조체가 무작위로 배향되는 것으로 보이더라도), 이는 디스플레이 응용에서 무아레(moire) 효과를 일으킬 수 있다. 타입 II 미세복제된 확산 필름의 경우에, 제조 공정이 다양한 수준의 광학 탁도(optical haze)를 가진 필름을 제공하도록 맞추어질 수 있지만, 그러한 필름의 광학 투명도는 상대적으로 높은(예컨대, 타입 I 미세복제된 확산 필름에 비해) 경향이 있으며, 이는 때때로 불리한 것으로 여겨지는데, 왜냐하면 주어진 양의 광학 탁도에 대해, 더 높은 광학 투명도를 가진 확산 필름이 더 낮은 광학 투명도를 가진 유사한 필름만큼 잘 결함을 숨기지 못하기 때문이다. 이것이 도 6의 광학 투명도 대 광학 탁도 그래프에 개략적으로 도시되며, 여기서 영역(610)은 매우 대략적으로 타입 I 미세복제된 확산 필름의 근사 설계 공간을 나타내고, 영역(612)은 매우 대략적으로 타입 II 미세복제된 확산 필름의 근사 설계 공간을 나타낸다. (광학 탁도 및 광학 투명도가 아래에서 더욱 상세히 논의된다.) 구조화된 표면이 샌드블라스팅 절차를 사용하여 제조되는 미세복제된 확산 필름의 경우에, 그러한 필름은 샌드블라스팅 제트(jet) 또는 노즐이 공구의 연장된 표면을 가로질러 스캐닝할 때 샌드블라스팅 제트 또는 노즐에 의해 취해지는 경로의 결과인 검출가능한 공간적 불균일부, 예컨대 패턴 또는 아티팩트를 갖는 경향이 있다.

[0007]

전술한 어려움들 또는 문제들 중 하나, 일부 또는 전부를 극복할 수 있는 일 군의 광학 확산 필름 및 그러한 필름을 제조하는 방법을 개발하였다. 필름은 구조화된 표면을 갖는 공구를 제조하고, 구조화된 표면을 광학 필름의 주 표면으로서 미세복제함으로써 제조될 수 있다. 공구의 제조는 상대적으로 높은 평균 조도(roughness)를 가진 제1 주 표면을 생성하는 조건 하에서 금속의 제1 층을 전착(electrodepositing)시킨 다음에, 상대적으로 더 낮은 평균 조도, 즉 제1 주 표면의 평균 조도보다 낮은 평균 조도를 갖는 제2 주 표면을 생성하는 조건 하에서, 제1 층 상에 동일한 금속의 제2 층을 전착시킴으로써 제1 층을 완전히 덮는 것을 수반할 수 있다. 제2 주 표면은, 광학 필름의 구조화된 주 표면을 형성하도록 복제될 때, 광학 탁도 및 광학 투명도의 원하는 조합을, 필름이 디스플레이 내의 다른 구성요소와 조합될 때, 예컨대 무아레, 스파클, 입자성(graininess), 및/또는 다른 관찰가능한 공간적 패턴 또는 마크(mark)와 같은 아티팩트를 회피하는 데 유리할 수 있는 구조화된 표면의 토포그래피(topography)와 관련된 다른 특성과 함께, 필름에 제공하는 구조화된 토포그래피를 갖는다. 미세복제 전에, 제2 주 표면은 추가로 처리될 수 있으며, 예컨대 부동태화 또는 보호의 목적을 위한 것과 같이 상이한 금속의 얇은 층으로 코팅될 수 있지만, 그러한 코팅은 바람직하게는 제2 층의 제2 주 표면과 실질적으로 동일한 평균 조도 및 토포그래피를 유지하기에 충분히 얇다. 구조화된 표면을 다이아몬드 공구 등에 의한 기재의 절단을 필요로 하는 기술보다는 전착 기술을 사용하여 형성함으로써, 대면적 공구 표면이 실질적으로 더 적은 시간 내에 그리고 감소된 비용으로 준비될 수 있다.

[0008]

이미 언급된 바와 같이, 광학 필름의 구조화된 주 표면은 원하는 양의 광학 탁도 및 광학 투명도를 필름에 제공한다. 구조화된 주 표면은 또한 바람직하게는 위에 언급된 아티팩트들 중 하나 이상을 회피하거나 감소시키는 물리적 특성을 갖는다. 예를 들어, 구조화된 표면의 토포그래피는 제1 및 제2 직교 평면내 방향 각각을 따라

공간 주파수의 함수로서 초저 주기성(ultra-low periodicity), 즉 푸리에 스펙트럼(Fourier spectrum) 내의 임의의 현저한 주기성 피크의 실질적인 부재에 의해 특징지어지는 표면 프로파일의 일정 정도의 불규칙성 또는 무작위성을 가질 수 있다. 또한, 구조화된 표면은 예컨대 별개의 공동(cavity) 및/또는 돌출부 형태의 식별가능한 구조체를 포함할 수 있고, 구조체는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한될 수 있다. 주어진 구조체의 크기는 평면도에서 등가 원 직경(equivalent circular diameter, ECD)에 관하여 표현될 수 있고, 구조체는 예를 들어 15 마이크로미터 미만, 또는 10 마이크로미터 미만, 또는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 가질 수 있다. 몇몇 경우에, 구조체는 더 작은 구조체와 조합되는 더 큰 구조체의 이봉 분포(bimodal distribution)를 가질 수 있다. 구조체는 밀집 패킹되고(closely packed) 불규칙하게 또는 불균일하게 분산될 수 있다. 몇몇 경우에, 구조체의 일부, 대부분, 또는 실질적으로 전부가 만곡되거나, 둥글게 된 또는 달리 만곡된 기부 표면을 포함할 수 있다. 몇몇 경우에, 구조체의 일부가 피라미드형 형상이거나, 달리 실질적으로 평평한 패싯에 의해 한정될 수 있다. 구조체는 적어도 몇몇 경우에 구조체의 깊이 또는 높이를 구조체의 특성 횡방향 치수, 예컨대 ECD로 나눈 종횡비(aspect ratio)에 의해 특징지어질 수 있다. 구조화된 표면은 예를 들어 인접한 밀집 패킹된 구조체의 접속부에 형성될 수 있는 리지(ridge)를 포함할 수 있다. 그러한 경우에, 구조화된 표면(또는 그의 대표적인 부분)의 평면도가 단위 면적당 총 리지 길이에 관하여 특징지어질 수 있다. 광학 확산 필름의 광학 탁도, 광학 투명도 및 다른 특성이 구조화된 표면에서의 또는 그 상에서의, 또는 광학 필름 내의 다른 곳에서의 임의의 비드의 사용 없이 제공될 수 있다.

[0009]

따라서, 본 출원은 구조화된 표면을 제조하는 방법을 개시한다. 방법은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 제1 주 표면을 생성하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 주 표면 상에 전착시킴으로써 제1 층의 제1 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 제2 주 표면을 생성하는 단계를 포함한다.

[0010]

제1 전기도금 공정은 제1 전기도금 용액을 사용할 수 있고, 제2 전기도금 공정은 제2 전기도금 용액을 사용할 수 있으며, 제2 전기도금 용액은 적어도 유기 레벨러(organic leveler) 및/또는 유기 입자 미세화제(organic grain refiner)의 첨가만큼 제1 전기도금 용액과 상이할 수 있다. 제2 전기도금 공정은 시빙(thieving) 및/또는 실딩(shielding)을 포함할 수 있다. 방법은 또한 기부 평균 조도를 갖는 기부 표면을 제공하는 단계를 포함할 수 있고, 제1 층은 기부 표면 상에 형성될 수 있으며, 제1 평균 조도는 기부 평균 조도보다 클 수 있다. 금속은 구리 또는 다른 적합한 금속일 수 있다. 제1 전기도금 공정은 많아야 미량의 유기 레벨러를 함유하는 제1 전기도금 용액을 사용할 수 있으며, 예를 들어 제1 전기도금 용액은 100 또는 75 또는 50 ppm 미만의 유기 탄소의 총 농도를 가질 수 있다. 제1 전기도금 공정은 제1 전기도금 용액을 사용할 수 있고, 제2 전기도금 공정은 제2 전기도금 용액을 사용할 수 있으며, 제2 전기도금 용액 내의 유기 레벨러의 농도 대 제1 전기도금 용액 내의 임의의 유기 레벨러의 농도의 비는 50 또는 100 또는 200 또는 500 이상일 수 있다. 제1 층을 형성하는 단계는 복수의 불균일하게 배열된 제1 구조체를 포함하는 제1 주 표면을 생성할 수 있고, 제1 구조체는 평평한 패싯을 포함할 수 있다. 제2 층을 형성하는 단계는 복수의 불균일하게 배열된 제2 구조체를 포함하는 제2 주 표면을 생성할 수 있다. 방법은 또한 제2 금속을 제2 금속의 전기도금 용액을 사용하여 전착시킴으로써 제2 주 표면 상에 제2 금속의 제3 층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 금속은 크롬을 포함할 수 있다.

[0011]

또한, 그러한 방법을 사용하여 제조되는 미세복제 공구를 개시하며, 이로써 미세복제 공구는 제2 주 표면에 대응하는 공구 구조화된 표면을 갖는다. 공구 구조화된 표면은 제2 주 표면의 역 형태(inverted form) 또는 제2 주 표면의 비-역 형태(non-inverted form)에 대응할 수 있다. 미세복제 공구는 금속의 제1 층, 금속의 제2 층, 및 제2 층 상에 형성되는 제2 금속의 제3 층을 포함할 수 있다.

[0012]

또한, 그러한 미세복제 공구를 사용하여 제조되는 광학 필름을 개시하며, 이로써 필름은 제2 주 표면에 대응하는 구조화된 표면을 갖는다. 필름의 구조화된 표면은 제2 주 표면의 역 형태 또는 제2 주 표면의 비-역 형태에 대응할 수 있다.

[0013]

또한, 밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면 - 밀집 패킹된 구조체는 리지가 인접한 구조체들 사이에 형성되도록 배열됨 - 을 포함하는 광학 필름을 개시하며, 구조체는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한된다. 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼(Fourier power spectrum)에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 가질 수 있고, (a) 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수(zero frequency)에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선(baseline)을 한정하는 2개의 인접한 밸리(valley)에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크(frequency peak)를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비(peak ratio)를 가질 수 있고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1

기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며, (b) 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 가질 수 있고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하다. 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만, 또는  $150 \text{ mm/mm}^2$  미만, 또는 10 내지  $150 \text{ mm/mm}^2$  범위 내의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어질 수 있다.

[0014] 제1 피크비는 0.5 미만일 수 있고, 제2 피크비는 0.5 미만일 수 있다. 구조화된 주 표면은 5% 이상 및 95% 미만의 광학 탁도를 제공할 수 있다. 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어질 수 있고, 구조체는 15 마이크로미터 미만, 또는 10 마이크로미터 미만, 또는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 가질 수 있다. 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않을 수 있다. 밀집 패킹된 구조체의 적어도 일부, 또는 대부분, 또는 실질적으로 전부가 만곡된 기부 표면을 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하는 광학 필름을 개시하며, 구조화된 주 표면은 기준 평면 및 기준 평면에 수직한 두께 방향을 한정한다. 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 가질 수 있고, (a) 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 가질 수 있고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며, (b) 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 가질 수 있고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하다. 밀집 패킹된 구조체는 기준 평면 내의 등가 원 직경(ECD) 및 두께 방향을 따른 평균 높이에 의해 특징지어질 수 있고, 각각의 구조체의 종횡비는 구조체의 평균 높이를 구조체의 ECD로 나눈 값과 동일할 수 있으며; 구조체의 평균 종횡비는 0.15 미만일 수 있다.

[0016] 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만, 또는  $150 \text{ mm/mm}^2$  미만, 또는 10 내지  $150 \text{ mm/mm}^2$  범위 내의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어질 수 있다. 제1 피크비는 0.5 미만일 수 있고, 제2 피크비는 0.5 미만일 수 있다. 구조화된 주 표면은 5% 이상 및 95% 미만의 광학 탁도를 제공할 수 있다. 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어질 수 있고, 구조체는 15 마이크로미터 미만, 또는 10 마이크로미터 미만, 또는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 가질 수 있다. 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않을 수 있다. 밀집 패킹된 구조체의 적어도 일부, 또는 대부분, 또는 실질적으로 전부가 만곡된 기부 표면을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 만곡된 기부 표면을 갖는 밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하는 광학 필름을 개시한다. 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 가질 수 있고, (a) 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 가질 수 있고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며, (b) 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 가질 수 있고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하다. 또한, 구조화된 주 표면은 95% 미만, 또는 90% 미만, 또는 80% 미만, 또는 20 내지 80% 범위 내의 광학 탁도를 제공할 수 있다.

[0018] 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어질 수 있다. 제1 피크비는 0.5 미만일 수 있고, 제2 피크비는 0.5 미만일 수 있다. 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어질 수 있고, 구조체는 15 마이크로미터 미만, 또는 10 마이크로미터 미만, 또는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 가질 수 있다. 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않을 수 있다.

[0019] 또한, 밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하는 광학 필름을 개시한다. 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는

토포그래피를 가질 수 있고, (a) 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 가질 수 있고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며, (b) 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 가질 수 있고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하다. 구조화된 주 표면은 10 내지 60% 범위 내의 광학 탁도 및 10 내지 40% 범위 내의 광학 투명도, 또는 20 내지 60% 범위 내의 광학 탁도 및 10 내지 40% 범위 내의 광학 투명도, 또는 20 내지 30% 범위 내의 광학 탁도 및 15 내지 40% 범위 내의 광학 투명도를 제공할 수 있다.

[0020] 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어질 수 있다. 제1 피크비는 0.5 미만일 수 있고, 제2 피크비는 0.5 미만일 수 있다. 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어질 수 있고, 구조체는 15 마이크로미터 미만, 또는 10 마이크로미터 미만, 또는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 가질 수 있다. 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않을 수 있다.

[0021] 또한, 더 큰 제1 구조체 및 더 작은 제2 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하는 광학 필름을 개시하며, 제1 및 제2 구조체 둘 모두는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한된다. 제1 구조체는 주 표면 상에 불균일하게 배열될 수 있고, 제2 구조체는 밀집 패킹되고 제1 구조체들 사이에 불균일하게 분산될 수 있으며, 제1 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 초과일 수 있고, 제2 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 미만일 수 있다.

[0022] 제1 구조체의 평균 크기는 제1 구조체의 평균 등가 원 직경(ECD)일 수 있고, 제2 구조체의 평균 크기는 제2 구조체의 평균 등가 원 직경(ECD)일 수 있다. 제1 구조체의 평균 크기는 20 내지 30 마이크로미터 범위 내에 있을 수 있다. 제2 구조체의 평균 크기는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내에 있을 수 있다. 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 가질 수 있고, (a) 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 가질 수 있고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며, (b) 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 가질 수 있고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하다. 제1 비는 0.5 미만일 수 있고, 제2 비는 0.5 미만일 수 있다. 제1 구조체는 평평-폐쇄형 구조체일 수 있고, 제2 구조체는 만곡된 구조체일 수 있다. 제1 구조체는 주 표면 내의 제1 공동일 수 있고, 제2 구조체는 주 표면 내의 제2 공동일 수 있다. 구조화된 주 표면은 구조화된 표면의 구조체의 등가 원 직경(ECD)의 이봉 분포에 의해 특징지어질 수 있고, 이봉 분포는 제1 및 제2 피크를 가지며, 더 큰 제1 구조체는 제1 피크에 대응하고, 더 작은 제2 구조체는 제2 피크에 대응한다. 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않을 수 있다.

[0023] 또한, 도광체, 도광체로부터의 광에 의해 백라이팅되도록 구성되는 디스플레이 패널, 도광체와 디스플레이 패널 사이에 배치되는 하나 이상의 프리즘형 휘도 향상 필름, 및 도광체와 하나 이상의 프리즘형 휘도 향상 필름 사이에 배치되는 광 확산 필름을 포함하는 디스플레이 시스템을 개시한다. 광 확산 필름은 80% 이상의 탁도를 가질 수 있고, 광 확산 필름은 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되는 제1 구조화된 주 표면을 가질 수 있으며, 공구 구조화된 표면은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 층 상에 전착시킴으로써 제1 층의 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제2 층의 주 표면은 공구 구조화된 표면에 대응한다.

[0024] 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 가질 수 있고, (a) 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 가질 수 있고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며, (b) 제2

푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 가질 수 있고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하다. 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 리지가 인접한 구조체들 사이에 형성되도록 배열되는 밀집 패킹된 구조체를 포함할 수 있고, 구조체는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며, 제1 구조화된 주 표면은 평면도에서 200 mm/mm<sup>2</sup> 미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어질 수 있다. 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 밀집 패킹된 구조체를 포함할 수 있고, 구조화된 주 표면은 기준 평면 및 기준 평면에 수직한 두께 방향을 한정하며, 밀집 패킹된 구조체는 기준 평면 내의 등가 원 직경(ECD) 및 두께 방향을 따른 평균 높이에 의해 특징지어질 수 있고, 각각의 구조체의 종횡비는 구조체의 평균 높이를 구조체의 ECD로 나눈 값과 동일할 수 있으며; 구조체의 평균 종횡비는 0.15 미만일 수 있다.

[0025]

광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 만곡된 기부 표면을 갖는 밀집 패킹된 구조체를 포함할 수 있고, 제1 구조화된 주 표면은 95% 미만의 광학 탁도를 제공할 수 있다. 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 더 큰 제1 구조체 및 더 작은 제2 구조체를 포함할 수 있고, 제1 및 제2 구조체 둘 모두는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며; 제1 구조체는 제1 구조화된 주 표면 상에 불균일하게 배열될 수 있고; 제2 구조체는 밀집 패킹되고 제1 구조체들 사이에 불균일하게 분산될 수 있으며; 제1 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 초과일 수 있고, 제2 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 미만일 수 있다. 광 확산 필름은 제1 구조화된 주 표면에 대향하는 제2 구조화된 주 표면을 가질 수 있고, 제2 구조화된 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되며, 제2 공구 구조화된 표면은 금속을 제3 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제3 층을 형성하여 제3 평균 조도를 갖는 제3 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제4 전기도금 공정을 사용하여 제3 층 상에 전착시킴으로써 제4 층의 주 표면을 생성하여 제4 층을 형성하여 제4 평균 조도를 갖는 제4 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제4 층의 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면에 대응한다. 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 디스플레이 패널을 향할 수 있고, 확산 필름의 제2 구조화된 주 표면은 도광체를 향할 수 있으며, 제1 구조화된 주 표면은 제1 탁도와 관련될 수 있고, 제2 구조화된 주 표면은 제2 탁도와 관련될 수 있으며, 제1 탁도는 제2 탁도보다 클 수 있다.

[0026]

또한, 제2 구조화된 주 표면에 대향하는 제1 구조화된 주 표면을 포함하는 광학 필름을 개시하고, 제1 구조화된 주 표면은 제1 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되며, 제1 공구 구조화된 표면은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 층 상에 전착시킴으로써 제1 층의 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제2 층의 주 표면은 제1 층의 주 표면에 대응한다.

[0027]

제2 구조화된 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조될 수 있고, 제2 공구 구조화된 표면은 금속을 제3 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제3 층을 형성하여 제3 평균 조도를 갖는 제3 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제4 전기도금 공정을 사용하여 제3 층 상에 전착시킴으로써 제3 층의 주 표면 상에 금속의 제4 층을 형성하여 제3 평균 조도보다 작은 제4 평균 조도를 갖는 제4 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제4 층의 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면에 대응한다. 제1 구조화된 주 표면은 제1 탁도와 관련될 수 있고, 제2 구조화된 주 표면은 제2 탁도와 관련될 수 있으며, 제1 탁도는 제2 탁도보다 클 수 있다.

[0028]

또한, 디스플레이 시스템으로서, 도광체, 도광체로부터의 광에 의해 백라이팅되도록 구성되는 디스플레이 패널, 및 디스플레이 시스템의 전방에 배치되는 광 확산 필름 - 이로써 디스플레이 패널이 도광체와 광 확산 필름 사이에 있게 됨 - 을 포함하는 디스플레이 시스템을 개시한다. 광 확산 필름은 10 내지 30% 범위 내의 탁도를 가질 수 있고, 광 확산 필름은 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되는 제1 구조화된 주 표면을 가질 수 있으며, 공구 구조화된 표면은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 층 상에 전착시킴으로써 제1 층의 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제2 층의 주 표면은 공구 구조화된 표면에 대응한다.

[0029]

광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 가질 수 있고, (a) 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 가질 수 있고, 제1 피크비는

제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며, (b) 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크 비를 가질 수 있고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하다. 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 리지가 인접한 구조체들 사이에 형성되도록 배열되는 밀집 패킹된 구조체를 포함할 수 있고, 구조체는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며, 제1 구조화된 주 표면은 평면도에서 200  $\text{mm}/\text{mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어질 수 있다. 제1 구조화된 주 표면은 밀집 패킹된 구조체를 포함할 수 있고, 구조화된 주 표면은 10 내지 40% 범위 내의 광학 투명도를 제공할 수 있다. 제1 구조화된 주 표면은 디스플레이 시스템의 전방을 향할 수 있다. 제1 구조화된 주 표면은 디스플레이 시스템의 최전방 표면일 수 있다.

[0030] 관련 방법, 시스템 및 물품이 또한 논의된다. 예를 들어, 개시된 필름을 통합하는 백라이트 및 디스플레이가 또한 개시된다.

[0031] 본 출원의 이들 및 다른 태양이 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 상기의 개요는 청구된 발명 요지에 대한 제한으로서 해석되어서는 안 되며, 그 발명 요지는 절차 수행 동안 보정될 수 있는 첨부된 청구범위에 의해서만 한정된다.

### 도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 CCS 확산기(광학 탁도 = 72%, 광학 투명도 = 9.9%)의 비드형 표면의 일부분의 SEM 이미지이고, 도 1a는 단면에서의 그러한 표면의 SEM 이미지.

도 2는 DPB 확산기(광학 탁도 = 97.5%, 광학 투명도 = 5%)의 비드형 표면의 일부분의 SEM 이미지.

도 3은 SDB 확산기(광학 탁도 = 67%, 광학 투명도 = 30%)의 비드형 표면의 일부분의 SEM 이미지.

도 4는 타입 I 미세복제된 확산 필름(광학 탁도 = 91.3%, 광학 투명도 = 1.9%)의 구조화된 표면의 일부분의 SEM 이미지.

도 5는 타입 II 미세복제된 확산 필름(광학 탁도 = 100%, 광학 투명도 = 1.3%)의 구조화된 표면의 일부분의 SEM 이미지.

도 6은 타입 I 및 타입 II 미세복제된 확산 필름에 대한 근사 설계 공간을 도시한, 광학 투명도 대 광학 탁도의 그래프.

도 7은 구조화된 표면을 갖는 광학 확산 필름의 개략적인 측면도 또는 단면도.

도 8은 다양한 광학 필름을 포함한, 액정 디스플레이 시스템의 개략적인 분해도.

도 9는 구조화된 표면 공구 및 구조화된 표면 광학 필름을 포함한, 구조화된 표면 물품을 제조하기 위해 사용되는 단계를 도시한 개략적인 흐름도.

도 10은 실린더 또는 드럼 형태의 구조화된 표면 공구의 개략적인 사시도.

도 11a는 도 10의 공구의 일부분의 개략적인 측면도 또는 단면도.

도 11b는 광학 확산 필름의 구조화된 표면을 제조하기 위해 사용되는 미세복제 절차 동안의 도 11a의 공구 부분의 개략적인 측면도 또는 단면도.

도 11c는 도 11b에 도시된 미세복제 절차로부터 생성된 제조된 광학 확산 필름의 일부분의 개략적인 측면도 또는 단면도.

도 12는 휘도 향상을 위해 대향하는 주 표면 상에 선형 프리즘을 또한 포함하는 광학 확산 필름의 개략적인 사시도.

도 13은 광학 투명도 대 광학 탁도의 그래프로서, 그래프 상의 각각의 점은 도 9에 따른 공정을 사용하여 제조된 상이한 광학 확산 필름 샘플을 도시함.

도 14는 "502-1"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지이고, 도 14a는 단면에서의 502-1 샘플의 SEM 이미지.

도 15는 "594-1"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 16은 "599-1"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 17은 "502-2"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 18은 "RA22a"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 19는 "RA13a"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 20은 "N3"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 21은 "593-2"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 22는 "597-2"로 지칭되는 광학 확산 필름 샘플의 구조화된 표면의 대표적인 부분의 SEM 이미지.

도 23은 파워 스펙트럼 밀도 대 공간 주파수의 그래프로서, 그래프는 주어진 평면내 방향을 따른 구조화된 표면의 불규칙성 또는 무작위성의 정도가 어떻게 그러한 평면내 방향과 관련된 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는지를 보여주기 위해 사용되는 가상 곡선을 포함함.

도 24a는 타입 I 미세복제된 확산 필름(광학 탁도 = 91.3%, 광학 투명도 = 1.9%)의 샘플에 대한 웨브 하류 방향으로의 파워 스펙트럼 밀도 대 공간 주파수의 그래프이고, 도 24b는 동일한 샘플에 대한, 하지만 수직(웨브 교차) 평면내 방향으로의 유사한 그래프.

도 25a는 광학 확산 필름 샘플 502-1에 대한 웨브 하류 방향으로의 파워 스펙트럼 밀도 대 공간 주파수의 그래프이고, 도 25b는 동일한 샘플에 대한, 하지만 웨브 교차 방향으로의 유사한 그래프.

도 26은 등가 원 직경(ECD)의 개념을 보여주는, 구별가능한 구조체를 가진 가상 구조화된 표면의 일부분의 개략적인 평면도.

도 27은 구조화된 표면의 개별 구조체의 외측 경계 또는 에지를 나타내는 어두운 형상이 그 상에 중첩된, 공초점 현미경을 통한 CCS 확산기의 사진의 합성 이미지.

도 28은 구조화된 표면의 개별 구조체의 외측 경계 또는 에지를 나타내는 어두운 형상이 그 상에 중첩된, 공초점 현미경을 통한 타입 I 미세복제된 확산 필름 샘플(광학 탁도 = 91.3%, 광학 투명도 = 1.9%)의 사진의 합성 이미지.

도 29는 도 27 및 도 28과 유사하지만 광학 확산 필름 샘플 594-1에 대한 합성 이미지.

도 30은 도 27 내지 도 29와 유사하지만 광학 확산 필름 샘플 502-1에 대한 합성 이미지.

도 31은 광학 확산 필름 샘플 502-1의 대표적인 샘플링된 영역에 대한 정규화 카운트(normalized count) 대 ECD의 그래프.

도 32는 최대 높이 또는 깊이의 개념을 보여주는, 구별가능한 구조체를 가진 가상 구조화된 표면의 일부분의 개략적인 측면도 또는 단면도.

도 33은 구조화된 표면 상의 리지의 존재를 결정하기 위해 사용되는 기준을 보여주는, 구조화된 표면 상의 가상 개별 구조체의 개략적인 평면도.

도 34a는 구조화된 표면 상에서 검출되었던 리지를 나타내는 어두운 라인 세그먼트가 그 상에 중첩된, 공초점 현미경을 통한 광학 확산 필름 샘플 594-1의 사진의 합성 이미지.

도 34b는 단지 도 34a의 어두운 라인 세그먼트만을, 즉 단지 검출된 리지만을 반전 인쇄(명/암이 반전됨)로 도시한 이미지.

도 35a 및 도 35b는 각각 도 34a 및 도 34b와 유사하지만 DPB 확산기에 대한 이미지.

도면들에서, 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 지시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 도 7은 개시된 공정으로 제조될 수 있는 대표적인 확산 광학 필름(720)의 일부분을 개략적인 측면도 또는 단면도로 도시한다. 필름(720)은 제1 주 표면(720a) 및 제2 주 표면(720b)을 갖는 것으로 도시된다. 입사 광(73

0)이 제2 표면(720b)에서 필름(720)에 입사하는 것으로 도시된다. 광(730)은 필름을 통과하고, 주 표면(720a)의 거칠게 된 또는 구조화된 토포그래피에서의 굴절(및 일정 정도의 회절)로 인해 산란되거나 확산되어, 산란 또는 확산 광(732)을 생성한다. 따라서, 주 표면(720a)을 대안적으로 구조화된 표면(720a)으로 치환할 수 있다. 물론, 입사 광(730)에 대한 필름(720)의 배향은 광(730)이 초기에 구조화된 표면(720a)에 충돌하도록 변화될 수 있으며, 이러한 경우에 구조화된 표면에서의 굴절은 역시 산란 또는 확산 광을 생성한다.

[0034] 구조화된 표면(720a)은 대체로 국소 직교 x-y-z 좌표계를 한정하기 위해 사용될 수 있는 직교 평면내 방향을 따라 연장된다. 이때 구조화된 표면(720a)의 토포그래피는 구조화된 표면(720a)에 평행하게 놓인 기준 평면(x-y 평면)에 대한, 두께 방향(z-축)을 따른 편차에 관하여 표현될 수 있다. 많은 경우에, 구조화된 표면(720a)의 토포그래피는 별개의 개별 구조체가 식별될 수 있도록 형성된다. 그러한 구조체는 구조화된 표면 공구 내의 대응하는 공동으로부터 제조되는 돌출부, 또는 구조화된 표면 공구 내의 대응하는 돌출부로부터 제조되는 공동의 형태일 수 있다. 구조체는 전형적으로 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며, 즉 구조화된 표면(720a)을 평면도에서 볼 때, 개별 구조체가 전형적으로 임의의 평면내 방향을 따라 선형 방식으로 무한히 연장되지 않는다. 돌출부이든지 공동이든지 간에, 구조체는 또한 몇몇 경우에 밀집 패킹될 수 있으며, 즉 많은 또는 대부분의 인접한 구조체의 경계의 적어도 일부분이 실질적으로 만나거나 일치하도록 배열될 수 있다. 구조체는 또한 전형적으로 구조화된 표면(720a) 상에 불규칙하게 또는 불균일하게 분산된다. 몇몇 경우에, 구조체의 일부, 대부분, 또는 실질적으로 전부(예컨대, > 90%, 또는 > 95%, 또는 > 99%)가 만곡되거나, 둑글게 된 또는 달리 만곡된 기부 표면을 포함할 수 있다. 몇몇 경우에, 구조체의 적어도 일부는 피라미드형 형상이거나, 달리 실질적으로 평평한 패싯에 의해 한정될 수 있다. 주어진 구조체의 크기는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 관하여 표현될 수 있고, 구조화된 표면의 구조체는 예를 들어 15 마이크로미터 미만, 또는 10 마이크로미터 미만, 또는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 가질 수 있다. 구조화된 표면 및 구조체는 또한 본 명세서의 다른 곳에서 논의되는 바와 같은 다른 파라미터로, 예컨대 깊이 또는 높이 대 ECD와 같은 특성 횡방향 치수의 종횡비, 또는 평면도에서 단위 면적당 표면 상의 리지의 총 길이에 의해 특징지어질 수 있다. 광학 확산 필름의 광학 탁도, 광학 투명도 및 다른 특성이 구조화된 표면에서의 또는 그 상에서의, 또는 광학 필름 내의 다른 곳에서의 임의의 비드의 사용 없이 제공될 수 있다.

[0035] 필름(720)은 2-층 구성: 패턴화된 층(724)을 지지하는 기재(722)를 갖는 것으로 도시된다. 구조화된 표면(720a)은 바람직하게는 아래에서 추가로 설명되는 바와 같이, 구조화된 표면 공구로부터 미세복제에 의해 패턴화된 층(724)에 부여된다. 기재(722)는 예를 들어 그 상에 패턴화된 층(724)이 주조되고 경화된 캐리어 필름일 수 있다. 층(724)을 형성하기 위해 사용되는 재료의 경화는 자외선(UV) 방사선으로, 열로, 또는 임의의 다른 알려진 방식으로 수행될 수 있다. 주조 및 경화에 대한 대안으로서, 구조화된 표면(720a)은 열가소성 재료를 충분한 열 및 압력으로 엠보싱함으로써 공구로부터 패턴화된 층(724)에 부여될 수 있다.

[0036] 필름(720)은 도 7의 2-층 구성을 가져야 하는 것이 아니라, 대신에 2개 초과의 층을 포함할 수 있거나, 이는 단지 하나의 층만으로 구성되는 단일 구성일 수 있다. 전형적으로, 광학 확산 필름을 구성하는 층 또는 층들은 광에 대해, 적어도 가시 스펙트럼의 대부분에 걸친 광에 대해 고도로 투과성이다. 따라서, 그러한 층 또는 층들은 전형적으로 그러한 광에 대해 낮은 흡수를 갖는다. 캐리어 필름 또는 기재(722)로서 사용하기 위한 예시적인 재료는 광 투과성 중합체, 예컨대 폴리아크릴레이트 및 폴리메타크릴레이트, 폴리카르보네이트, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리스티렌, 사이클로 올레핀 중합체, 및 이들 중합체 종류의 광 중합체 또는 조합을 포함한다. 패턴화된 층(724)으로서 사용하기 위한 예시적인 재료는 광 투과성 중합체, 예컨대 아크릴레이트 및 에폭시 수지를 포함한다. 그러나, 다른 중합체 재료 및 비-중합체 재료가 또한 사용될 수 있다. 층 또는 층들은 예를 들어 1.4 내지 1.8, 또는 1.5 내지 1.8, 또는 1.5 내지 1.7 범위 내의 임의의 적합한 굴절률을 가질 수 있지만, 이러한 범위 밖의 값이 또한 사용될 수 있다. 굴절률은 550 nm에서 또는 다른 적합한 설계 파장에서 규정될 수 있거나, 이는 가시 파장 범위에 걸친 평균일 수 있다. 또한, 원한다면, 층들 중 하나 이상이 필름에 전체 목표 투과율, 색 또는 색조를 제공하기 위해 하나 이상의 염료(들), 안료(들) 및/또는 다른 흡수제를 포함할 수 있다. 원한다면 유리 또는 세라믹 미소구체와 같은 비드 또는 다른 산란제가 또한 포함될 수 있지만, 개시된 광학 확산 필름은 임의의 상당한 수의 비드의 사용 없이, 예컨대 임의의 비드 없이 원하는 양의 탁도 및 투명도를 제공할 수 있다.

[0037] 언급된 바와 같이, 광학 확산 필름(720)은 2개 이상의 층을 가질 수 있다. 예를 들어, 기재(722)는 광을 과장, 입사각 및 편광의 함수로서 선택적으로 투과시키고 반사하기 위해 상이한 굴절률의 수십 개, 수백 개, 또는 수천 개의 개별 미세층이 광학 반복 단위(예컨대, 교변하는 A B A B 패턴)로 배열되는 다층 광학 필름이거나 그것을 포함할 수 있다. 다층 광학 필름은 예를 들어 반사 편광기일 수 있다. 기재(722)는 또한 광학적으로 투명

한 접착제 또는 다른 적합한 접합 재료로 다른 광학 필름 또는 기재에 라미네이팅될 수 있다. 기재(722)는 예컨대 저-프로파일 응용에 요구되는 바와 같은 최소 두께를 가진 얇은 가요성 중합체 시트이거나 그것을 포함할 수 있거나, 이는 몇몇 경우에 기계적 안정성 또는 지지를 제공할 수 있는 강성 플레이트를 포함하는 비교적 두꺼운 층이거나 그것을 포함할 수 있다. 주 표면(720b)은 도시된 바와 같이 실질적으로 평평하고 매끄러우며 공기에 노출될 수 있거나, 이는 평평하지 않고 매끄럽지 않을 수 있다. 예를 들어, 이는 아래의 도 12에 도시된 선형 프리즘과 같은 프리즘형 패턴을 가질 수 있다.

[0038] 다른 실시예에서, 광학 확산 필름(720)은 하나의 주 표면뿐만 아니라 두 대향 주 표면들도 또한 본 명세서에 개시된 방법(아래의 도 9 참조)에 의해 형성되는 구조화된 표면이도록 구성될 수 있으며, 여기서 광학 필름의 주어진 구조화된 주 표면은 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되며, 공구 구조화된 표면은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 층 상에 전착시킴으로써 제1 층의 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제2 층의 주 표면은 공구 구조화된 표면에 대응한다. 예를 들어, 패턴화된 층(724)과 동일하거나 유사한 제2 패턴화된 층이 표면(720b)에서 광학 확산 필름(720)의 다른 면 상에 추가될 수 있다. 그러한 광학 확산 필름의 대향 주 표면들을 제조하기 위해 사용되는 구조화된 표면 공구는 별개로 각각의 주 표면에 의해 제공되는 탁도가 대략 동일하도록 동일하거나 유사할 수 있다. 대안적으로, 필름의 대향 주 표면들을 제조하기 위해 사용되는 구조화된 표면 공구는 (별개로) 하나의 주 표면에 의해 제공되는 탁도가 (별개로) 다른 하나의 주 표면에 의해 제공되는 탁도보다 실질적으로 크도록 실질적으로 상이할 수 있다. 어느 경우든, 전체적으로 광학 필름의 전체 탁도 및 투명도는 대향 주 표면들과 관련된 (각각) 개별 탁도 및 투명도의 조합이다.

[0039] 광학 확산 필름의 구조화된 표면(720a)은 전형적으로 광이 그의 표면에서 상이한 방향으로 굴절되도록 공기에 노출되지만, 다른 실시예에서, 코팅 또는 다른 층이 구조화된 표면(720a)에 적용될 수 있다. 하나의 그러한 코팅은 패턴화된 층(724)과 공기의 굴절률 사이의 굴절률을 가질 수 있는 1/4-파 반사-방지(anti-reflective, AR) 코팅이다. 그러한 AR 코팅은 구조화된 표면의 토포그래피를 실질적으로 유지시키기에 충분히 얇을 수 있으며, 이에 의해 투과된 광에 대한 광 확산 특성(탁도 및 투명도)이 실질적으로 변화되지 않는다. 더 두꺼운 코팅 및 층이 또한 구조화된 표면(720a)이 패턴화된 층(724)과 편광 층 사이에 매립되도록 적용될 수 있지만; 편광 층은 바람직하게는 원하는 양의 탁도 및 투명도를 제공하기 위해 표면(720a)에서 적절한 굴절이 일어나도록 패턴화된 층의 굴절률과 실질적으로 상이한 굴절률을 갖는다. 패턴화된 층(724)과 편광 층 사이의 굴절률 차이를 증가시킴으로써 굴절 및 탁도가 최대화되거나 증가될 수 있다. 이는 초저 굴절률을 달성하기 위해 나노공극형 모폴로지(nanovoided morphology)를 가질 수 있는 초저 굴절률(ultra-low index, ULI) 재료로부터 편광 층을 제조함으로써 달성될 수 있다. 그러한 나노공극형 ULI 재료는 1.4 미만, 또는 1.3 미만, 또는 1.2 미만, 또는 1.15 내지 1.35 범위 내의 굴절률을 가질 수 있다. 많은 그러한 ULI 재료가 다공성 재료 또는 층으로서 기술될 수 있다. 나노공극형이 아니고 1.5 초과 또는 1.6 초과와 같은 실질적으로 더 높은 굴절률을 갖는 더 통상적인 광학 중합체 재료와 조합되어 사용될 때, 매립된 구조화된 표면을 가로질러 비교적 큰 굴절률 차이  $\Delta n$ 이 제공될 수 있다. 적합한 ULI 재료가 예컨대 본 명세서에 참고로 포함되는 국제 출원 공개 WO 2010/120864호(하오(Hao) 등) 및 국제 출원 공개 WO 2011/088161호(월크(Wolk) 등)에 기술되어 있다.

[0040] 주어진 광학 확산 필름의 광학 거동을 특징짓기 위해 사용될 수 있는 다양한 파라미터들 중에서, 2가지 주요 파라미터는 광학 탁도 및 광학 투명도이다. 광 확산 또는 산란이 "광학 탁도", 또는 간단히 "탁도"에 관하여 표현될 수 있다. 수직 입사 광 빔에 의해 조명되는 필름, 표면 또는 다른 물체에 대해, 물체의 광학 탁도는 본질적으로 예를 들어 ASTM D1003에 기술된 절차에 따라 헤이즈-가드 플러스(Haze-Gard Plus) 탁도계(미국 메릴랜드 주 컬럼비아 소재의 비와이케이-가드너(BYK-Gardner)로부터 입수가능함)를 사용하여, 또는 실질적으로 유사한 기구 및 절차로 측정된 바와 같은 총 투과된 광에 대한 수직 방향으로부터 4도 초과만큼 벗어난 투과된 광의 비를 지칭한다. 역시 비와이케이-가드너로부터의 헤이즈-가드 플러스 탁도계에 의해 측정되는 광학 투명도가 광학 탁도와 관련되지만, 여기서 기구에는 환상 링 센서(annular ring sensor) 내에 중심설정된 원형 중간 센서를 갖는 이중 센서가 설치되며, 광학 투명도는 비  $(T_1-T_2)/(T_1+T_2)$ 를 지칭하고, 여기서  $T_1$ 은 중간 센서에 의해 감지된 투과된 광이고,  $T_2$ 는 링 센서에 의해 감지된 투과된 광이며, 중간 센서는 샘플에 수직한 축에 대해 0 내지 0.7도의 각도로 마주 대하고 샘플의 시험 부분 상에 중심설정되며, 링 센서는 그러한 축에 대해 1.6 내지 2도의 각도로 마주 대하며, 여기서 샘플이 존재하지 않는 경우에 입사 광 빔은 중간 센서를 과충전하지만 링 센서를 조명하지 않는다(링 센서를 0.2도의 반각만큼 저충전함).

[0041] 개시된 공정으로 제조될 수 있는 광학 확산 필름은 매우 다양한 가능한 최종-용도 응용에 사용될 수 있다. 특

히 관심 있는 하나의 응용은 전자 디스플레이 시스템이다. 하나의 그러한 디스플레이 시스템인 액정 디스플레이(802)가 도 8에 개략적으로 도시된다. 디스플레이(802)는 그것이 개시된 광학 확산 필름 및 구조화된 표면을 통합할 수 있는 다수의 상이한 구성요소를 보여주기 때문에 유익하다. 디스플레이(802)는 도면에 도시된 바와 같이 배열되는 도광체, 저부 확산기, 프리즘형 휘도 향상 필름(BEF 필름), 액정 디스플레이(LCD) 패널 및 전방 필름을 포함한다. 디스플레이(802)는 또한 전형적으로 광을 도광체 내로 주입하기 위해 도광체에 근접하게 배치되는 하나 이상의 가시 광원(예컨대, 백색 LED(들), 또는 적색/녹색/청색 LED(들), 또는 백색 CCFL(냉음극 형광) 광원)(미도시)을 포함한다. 사용자(801)가 디스플레이가 발생시키는 이미지를 관찰하기 위해 디스플레이(802)의 전방에 배치된다. 디스플레이(802)는 도 8에 도시된 모든 구성요소를 포함할 필요가 없으며, 이는 추가의 구성요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 대안적인 실시예에서, 디스플레이(802)는 저부 확산기, 또는 BEF 필름들 중 하나 또는 둘 모두, 또는 전방 필름을 생략할 수 있다. 대안적인 실시예는 또한 예를 들어 다수의 상이한 유형의 전방 필름, 또는 반사 편광 필름, 또는 고 반사율 미러 필름(도광체 후방에 배치하기 위한)과 같은 추가의 구성요소를 통합할 수 있다.

[0042] 본 명세서에 개시된 바와 같은 하나 이상의 광학 확산 필름이 독립형 구성요소로서, 예컨대 도 7에 도시된 것과 같은 필름으로서, 하나의 평평한 주 표면 및 광을 확산시키는 대향하는 구조화된 주 표면을 갖고서, 또는 두 대향 주 표면들이 광을 확산시키는 구조화된 표면인 상태로, 디스플레이(802) 내에 포함될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 본 명세서에 개시된 바와 같은 하나 이상의 광학 확산 필름이 예컨대 아래에서 도 12와 관련하여 도시되고 기술되는 바와 같은 프리즘형 BEF 필름과 조합될 때, 다른 구성요소 또는 필름의 일부로서 디스플레이(802) 내에 포함될 수 있다.

[0043] 본 명세서에 개시된 광학 확산 필름의 하나의 용도는 디스플레이(802) 내의 저부 확산기로서의 용도이다. 저부 확산기가 도광체에 근접함으로 인해, 그리고 도광체가 예컨대 도광체의 출력 표면 상에 제공되는 이산된 추출기 도트(extractor dot)들로 인해 그들의 출력 표면에 걸쳐 휘도에 있어서 고도로 공간적으로 불균일할 수 있기 때문에, 저부 확산기가 높은 탁도, 예컨대 80% 초과 또는 90% 초과의 탁도를 갖는 것이 흔히 바람직하다. 그러나, 저부 확산기는 대안적으로 이를 범위 밖의 탁도를 가질 수 있다.

[0044] 몇몇 경우에, 예컨대 저부 확산기에 높은 전체 탁도를 제공하기 위해, 필름의 두 대향 주 표면들이 본 명세서에 개시된 방법에 의해 형성되는 구조화된 표면이도록 광학 확산 필름을 설계하는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 두 주 표면은 원하는 양의 광 확산을 (별개로) 제공하기 위해 본 명세서에 기술된 바와 같이 구조화될 수 있으며, 그러면 (예컨대, 탁도 및 투명도에 관하여) 필름에 의해 제공되는 전체 광 확산은 이를 표면에 의해 제공되는 광 확산의 조합이다. 주 표면은 유사한 방식으로 구조화될 수 있으며, 예컨대 이들은 유사한 평균 조도를 가질 수 있고, 유사한 양의 탁도와 개별적으로 관련될 수 있다. 대안적으로, 주 표면은 실질적으로 상이한 방식으로 구조화될 수 있으며, 예컨대 이들은 실질적으로 상이한 평균 조도를 가질 수 있고, 실질적으로 상이한 양의 탁도와 개별적으로 관련될 수 있다. 그러한 대안적인 실시예에서, 광학 확산 필름은 도광체와 디스플레이 패널 사이의 저부 확산기로서 사용될 때 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면이 디스플레이 패널을 향하고 확산 필름의 제2 구조화된 주 표면이 도광체를 향하도록, 그리고 제1 구조화된 주 표면이 제1 탁도와 관련되고 제2 구조화된 주 표면이 제2 탁도와 관련되도록 배향될 수 있으며, 제1 탁도는 제2 탁도보다 크다. 즉, 디스플레이 패널을 향하는 구조화된 주 표면이 도광체를 향하는 구조화된 주 표면보다 큰 평균 조도를 가질 수 있다. 도광체를 향하는 구조화된 표면에 의해 제공되는 조도는 광학 확산 필름이 도광체와 접촉하여 배치될 때 웨트-아웃 아티팩트(wet-out artifact)를 회피하는 데 도움을 줄 수 있다. 도광체를 향하는 구조화된 주 표면이 디스플레이 패널을 향하는 구조화된 주 표면보다 큰 평균 조도를 갖는 반대 배향이 또한 고려된다.

[0045] 본 명세서에 개시된 바와 같은 광학 확산 필름의 다른 용도는 디스플레이(802) 내의 BEF 필름들 중 하나 이상과 조합되는 용도이다. 광학 확산 필름은 BEF 필름들 중 단지 하나 상의, 또는 둘 모두 상의 배면 코팅으로서 사용될 수 있다. 예시적인 구성에서, 광학 확산 필름은 단지 디스플레이(802)의 전방에 가장 가까운 BEF 필름 상의 배면 코팅으로서 사용될 수 있다. 광학 확산 필름을 BEF 필름 상의 배면 코팅으로서 사용하는 것이 아래에서 도 12와 관련하여 기술된다. BEF 필름과 조합되어 사용될 때, 확산 필름이 낮은 탁도, 예컨대 10% 이하의 탁도를 갖는 것이 흔히 바람직하다. 그러나, 확산 필름은 대안적으로 이러한 범위 밖의 탁도를 가질 수 있다.

[0046] 본 명세서에 개시된 바와 같은 광학 확산 필름의 또 다른 용도는 디스플레이(802) 내의 하나 이상의 전방 필름과 조합되는 용도이다. 단지 하나의 전방 필름만이 도 8에 도시되지만, 다수의 전방 필름이 사용될 수 있다. 전방 필름(들)은 LCD 패널과 사용자(801) 사이에 배치된다. 하나의 유용한 전방 필름은 LCD 패널에 의해 형성된 이미지가 인식될 수 있는 관찰 각도의 원추를 제한하는 프라이버시 필름(privacy film)이다. 다른 유용한 전방 필름은 반사-방지(AR) 필름이다. 반사-방지 필름은 광학 간섭의 메커니즘에 의해 표면 반사를 감소시키기

위해 1/4-파 저 굴절률 코팅, 또는 더 복잡한 다층 간섭 코팅을 통합할 수 있다. 또 다른 유용한 전방 필름은 눈부심-방지 필름(anti-glare film)이다. 눈부심-방지 필름은 광학 산란 또는 확산의 메커니즘을 통해 눈부심을 감소시킨다. 또 다른 유용한 필름은 보호 필름이다. 보호 필름은 필름 상에 하드 코트를 통합함으로써 내스크래치성 또는 내마멸성을 제공할 수 있다. 전방 필름 기능성은 조합될 수 있으며, 예컨대 단일 전방 필름이 눈부심-방지 및 프라이버시 기능성 둘 모두를 제공할 수 있다. 개시된 광학 확산 필름의 구조화된 주 표면은 디스플레이(802) 내에 포함될 수 있는 전방 필름들 중 임의의 하나 이상에 사용될 수 있다. 전방 필름에 또는 전방 필름으로서 사용될 때, 확산 필름이 중저(medium low) 탁도, 예컨대 10 내지 30% 범위 내의 탁도를 갖는 것이 흔히 바람직하다. 그러나, 이러한 범위 밖의 탁도 값이 또한 사용될 수 있다. 광학 확산을 제공하는 개시된 구조화된 주 표면은 최전방의 전방 필름의 최전방 주 표면으로서 사용될 수 있다. 즉, 사용자(801)가 예를 들어 손가락 또는 스타일러스로 용이하게 터치할 수 있는, 사용자(801)가 바로 접근 가능한 디스플레이의 주 표면이 본 명세서에 개시된 광-확산 구조화된 표면을 통합할 수 있다.

[0047] 광학 확산 필름이 예컨대 디스플레이(802)에서와 같이 다른 필름 및 구성요소와 조합되어 사용될 때, 바람직하지 않은 광학 아티팩트가 발생할 수 있다. 달리 말해서, 상이한 설계의 2개의 상이한 광학 확산 필름이 둘 모두 동일한 광학 탁도 및 투명도 값을 갖도록 맞추어지는 경우, 그럼에도 불구하고 그들 필름은 광학 디스플레이 또는 다른 시스템 내에 배치될 때 매우 상이한 시각적 결과를 제공할 수 있다. 이러한 시각적 결과는 "스파클" 및 무아레로 알려진 것을 포함하는 광학 아티팩트에 관하여 상이할 수 있다. "스파클"은 광학 필름이 그 주 표면이 어떤 방식으로 패턴화된 제2 필름, 층 또는 물체 위에 또는 그에 대항하여 놓일 때 발생할 수 있다. "스파클"은 무작위 패턴인 것으로 보이는 것에서 명 및 암 휘도의 작은 영역들로 이루어진 입자가 거친 텍스처(grainy texture)(텍스처 무라(texture mura))로서 나타나는 광학 아티팩트를 지칭한다. 명 및 암 영역들의 위치는 관찰 각도가 변화함에 따라 변할 수 있으며, 이는 텍스처가 관찰자에게 특히 눈에 띄게 하고 거부감이 들게 한다. 스파클은 몇몇 유형의 매끄럽지 않은 표면과 그에 근접한 다른 구조체 사이의 광학적 상호작용으로 인해 나타날 수 있다. 스파클 아티팩트를 회피하기 위해, < 100 마이크로미터인, 또는 매우 작은 주기성을 갖는, 또는 근접 구조체의 마이크로-이미지를 형성하지 않는, 또는 이를 속성의 임의의 조합인 표면 상의 구조체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0048] 무아레 패턴은 통상적으로 중첩 원도우 스크린 등과 관련된 알려진 광학 아티팩트이지만, 무아레 패턴은 또한 광학 필름을 어떤 방식으로 패턴화된 제2 필름, 층 또는 물체와 조합할 때 발생할 수 있다. 현대의 디스플레이에서, 액정 디스플레이 패널 그 자체가 픽셀화되고, 하나의 주기적 패턴을 갖는다. BEF 필름이 또한 흔히 디스플레이 내에 포함되고, 이들은 또한 선형 프리즘의 피치 또는 간격과 관련된 주기성을 갖는다. 광학 확산 필름과 같은 광학 필름이 디스플레이 내로 삽입되는 경우, 광학 필름이 갖는 임의의 공간적 주기성이 디스플레이 패널의 주기성, BEF 필름의 주기성, 또는 시스템 내의 임의의 다른 구성요소의 주기성과 상호작용하여 무아레 패턴(들)을 생성할 수 있다. 그러한 패턴은 디스플레이 응용에서 매우 바람직하지 않다. 따라서, 구조화된 표면으로부터 제조된 광학 확산 필름에서, 구조화된 표면이 공간적 주기성을 거의 또는 전혀 갖지 않는 것이 바람직하다.

[0049] 고성능 광학 확산 필름을 제조하기에 매우 적합한 구조화된 표면을 형성하기 위해 사용될 수 있는 공정을 개발하였다. 이러한 공정은 미세복제 공구 내에 상당한 표면적, 예컨대 적어도 전형적인 데스크톱 컴퓨터 디스플레이 스크린의 표면적만큼 큰 표면적의 구조화된 표면을, 기재 내에 절단 공구로 특징부를 절단함으로써 동일한 면적과 유사한 특징부 크기의 구조화된 표면을 생성하는 데 걸릴 시간에 비해 짧은 기간 내에 생성할 수 있다. 이는 이러한 공정이 구조화된 표면을 생성하기 위해 절단 기술보다는 전기도금 기술을 채용할 수 있기 때문이다. (그러나, 아래에서 추가로 기술되는 몇몇 경우에, 전기도금이 절단에 더하여 사용될 수 있다.) 이러한 공정은 매우 높은 탁도(및 낮은 투명도)를 제공하는 구조화된 표면, 매우 낮은 탁도(및 높은 투명도)를 제공하는 구조화된 표면, 및 이들 극단들 사이의 구조화된 표면을 포함하는 매우 다양한 구조화된 표면을 생성하도록 맞추어질 수 있다. 이러한 공정은 예비 구조화된 표면이 생성되는 제1 전기도금 절차를 이용할 수 있으며, 예비 구조화된 표면은 실질적으로 위에서 논의된 타입 II 미세복제된 확산 필름의 그것에 대응한다. 도 6과 관련하여, 타입 II 미세복제된 확산 필름이 비교적 높은 광학 투명도를 갖는 일반 설계 공간을 커버하는 것을 상기하자. 예비 구조화된 표면을 제2 전기도금 절차를 사용하여 제2 전착된 층으로 덮음으로써, 제2 구조화된 표면이 얻어지고, 제2 구조화된 표면이 공정 조건에 따라 높은, 낮은 또는 중간 탁도의 확산 필름을 생성할 수 있지만; 제2 구조화된 표면으로부터 제조된 확산 필름이 예비 구조화된 표면으로부터 제조된 그것과 상이한 것을 알게 되었다. 특히, 흥미롭게도, 제2 구조화된 표면으로부터 제조된 확산 필름은 타입 II 미세복제된 확산 필름에 대한 설계 공간보다 실질적으로 낮은 투명도(탁도의 중간 값에 대해)를 갖는 일반 설계 공간 내에 속한다. 이는 개발된 공정에 따라 제조된 광학 확산 필름과 관련하여 도시될 것이다. 광학 확산 필름의 적어도 일부가

또한 공간적 주기성이 거의 또는 전혀 없음에 의해 특징지어지는 토포그래피 및 15 마이크로미터 미만 또는 10 마이크로미터 미만의 평균 특징부 크기를 포함하는 다른 바람직한 특성을 갖는 것으로 도시된다.

[0050] 도 9는 공정의 예시적인 버전(901)을 도시한다. 공정의 단계(902)에서, 금속 층이 그 상에 전기도금될 수 있는 기초로서 역할할 수 있는 기부 또는 기재가 제공된다. 기재는 수많은 형태들 중 하나의 형태, 예컨대 시트, 플레이트 또는 실린더의 형태를 취할 수 있다. 원형 실린더가 이들이 연속 롤 제품을 생성하기 위해 사용될 수 있다는 점에서 유리하다. 기재는 전형적으로 금속으로 제조되고, 예시적인 금속은 니켈, 구리 및 황동을 포함한다. 그러나, 다른 금속이 또한 사용될 수 있다. 기재는 전착된 층이 후속 단계에서 그 상에 형성될 노출된 표면("기부 표면")을 갖는다. 기부 표면은 매끄럽고 평평하거나 실질적으로 평평할 수 있다. 매끄러운 폴리싱된 실린더의 만곡된 외측 표면이 특히 실린더의 표면 상의 임의의 주어진 점 부근의 작은 국소 영역을 고려할 때 실질적으로 평평한 것으로 고려될 수 있다. 기부 표면은 기부 평균 조도에 의해 특징지어질 수 있다. 이와 관련하여, 기부 표면의 표면 "조도", 또는 본 명세서에 언급된 다른 표면의 "조도"는 평균 조도( $R_a$ ) 또는 제곱 평균 제곱근 조도( $R_{rms}$ )와 같은 임의의 일반적으로 인정된 조도 측정치를 사용하여 정량화될 수 있고, 조도는 고려 중인 표면의 전체 관련 영역을 적절히 대표하기에 충분히 큰 영역에 걸쳐 측정되는 것으로 가정된다.

[0051] 공정(901)의 단계(903)에서, 금속의 제1 층이 제1 전기도금 공정을 사용하여 기재의 기부 표면 상에 형성된다. 이러한 단계가 개시되기 전에, 기재의 기부 표면은 접착을 촉진시키기 위해 프라이밍(primed)되거나 달리 처리될 수 있다. 금속은 기부 표면을 구성하는 금속과 실질적으로 동일할 수 있다. 예를 들어, 기부 표면이 구리를 포함하는 경우, 단계(903)에서 형성된 제1 전기도금된 층이 또한 구리로 제조될 수 있다. 금속의 제1 층을 형성하기 위해, 제1 전기도금 공정은 제1 전기도금 용액을 사용한다. 제1 전기도금 용액의 조성, 예컨대 용액에 사용되는 금속 염의 유형, 및 전류 밀도, 도금 시간 및 기재 속도와 같은 다른 공정 파라미터는 제1 전기도금된 층이 매끄럽고 평평하게 형성되는 것이 아니라 대신에 구조화된 그리고 불규칙한 평평-폐식형 특징부에 의해 특징지어지는 제1 주 표면을 갖도록 선택된다. 불규칙한 특징부의 크기 및 밀도는 전류 밀도, 도금 시간 및 기재 속도에 의해 결정되는 한편, 제1 전기도금 용액에 사용되는 금속 염의 유형은 특징부의 기하학적 구조를 결정한다. 이에 관한 추가의 교시 내용을 미국 특히 출원 공개 제2010/0302479호(아론슨 등)에서 찾아볼 수 있다. 제1 도금 공정은 제1 전기도금된 층의 제1 주 표면이 기재의 기부 평균 조도보다 큰 제1 평균 조도를 갖도록 수행된다. 대표적인 제1 주 표면의 구조화된 특징부 및 조도를 타입 II 미세복제된 확산 필름의 구조화된 표면을 도시한 도 5의 SEM 이미지에서 볼 수 있으며, 필름은 단계(903)에 따라 제조된 제1 전기도금된 층의 제1 주 표면으로부터 미세복제된다.

[0052] 단계(903)에서 금속의 제1 전기도금된 층이 제1 평균 조도의 그의 구조화된 주 표면을 갖고서 제조된 후에, 단계(904)에서 금속의 제2 전기도금된 층이 제2 전기도금 공정을 사용하여 형성된다. 금속의 제2 층은 제1 전기도금된 층을 덮고, 이들의 조성이 실질적으로 동일할 수 있기 때문에, 2개의 전기도금된 층은 더 이상 구별가능하지 않을 수 있으며, 제1 층의 제1 주 표면은 실질적으로 없어질 수 있고 더 이상 검출가능하지 않을 수 있다. 그럼에도 불구하고, 제2 전기도금 공정은 제2 전기도금된 층의 노출된 제2 주 표면이 비록 구조화되고 평평하지 않지만 제1 주 표면의 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖도록 하는 방식으로 제1 전기도금 공정과 상이하다. 제2 전기도금 공정은 제1 주 표면에 비해 감소된 조도를 가진 제2 주 표면을 제공하기 위해 여러 가지 측면에서 제1 전기도금 공정과 상이할 수 있다.

[0053] 몇몇 경우에, 단계(904)의 제2 전기도금 공정은 적어도 박스(904a)로 도시된 유기 레벨러(leveler)의 첨가만큼 단계(903)의 제1 전기도금 용액과 상이한 제2 전기도금 용액을 사용할 수 있다. 유기 레벨러는 작은 표면 불규칙부의 깊이 또는 높이의 궁극적인 감소를 갖고서 침착물을 작은 리세스(recess) 내에 상대적으로 더 두껍게 그리고 작은 돌출부 상에 상대적으로 더 얇게 생성하는 능력을 도금욕(plating bath)에 도입하는 재료이다. 레벨러에 의해, 도금된 부분이 기저 금속보다 큰 표면 평활도를 가질 것이다. 예시적인 유기 레벨러는 술폰화, 황화 하이드로카빌 화합물; 아릴 술폰산; 다양한 종류의 폴리에틸렌 글리콜; 및 바이티오카바메이트 또는 티오우레아 및 이들의 유도체를 비롯한 티오카바메이트를 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 제1 전기도금 용액은 많아야 미량의 유기 레벨러를 함유할 수 있다. 제1 전기도금 용액은 100 또는 75 또는 50 ppm 미만의 유기 탄소의 총 농도를 가질 수 있다. 제2 전기도금 용액 내의 유기 레벨러의 농도 대 제1 전기도금 용액 내의 임의의 유기 레벨러의 농도의 비는 예를 들어 50 또는 100 또는 200 또는 500 이상일 수 있다. 제2 주 표면의 평균 조도는 제2 전기도금 용액 내의 유기 레벨러의 양을 조절함으로써 맞추어질 수 있다.

[0054] 단계(904)의 제2 전기도금 공정은 또한 또는 대안적으로 그 효과가 제1 주 표면에 비해 제2 주 표면의 조도를 감소시키는 것인 적어도 하나의 전기도금 기술 또는 특징을 제2 단계(904)에 포함시킴으로써 단계(903)의 제1

전기도금 공정과 상이할 수 있다. 시빙(박스(904b)) 및 실딩(박스(904c))이 그러한 전기도금 기술 또는 특징의 예이다. 또한, 유기 레벨러에 더하여 또는 그 대신에, 하나 이상의 유기 입자 미세화제(박스(904d))가 제2 주 표면의 평균 조도를 감소시키기 위해 제2 전기도금 용액에 첨가될 수 있다.

[0055] 단계(904)가 완료된 후에, 제1 및 제2 전기도금된 층을 가진 기재는 광학 확산 필름을 형성하기 위한 원 공구 (original tool)로서 사용될 수 있다. 몇몇 경우에, 공구의 구조화된 표면, 즉 단계(904)에서 생성된 제2 전기도금된 층의 구조화된 제2 주 표면은 제2 금속 또는 다른 적합한 재료로 부동태화되거나 달리 보호될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 전기도금된 층이 구리로 구성되는 경우, 구조화된 제2 주 표면은 크롬의 얇은 코팅으로 전기도금될 수 있다. 크롬 또는 다른 적합한 재료의 얇은 코팅은 바람직하게는 구조화된 제2 주 표면의 토포그래피 및 평균 조도를 실질적으로 보존하기에 충분히 얇다.

[0056] 광학 확산 필름의 제조에 원 공구 그 자체를 사용하기보다는, 원 공구의 구조화된 제2 주 표면을 미세복제함으로써 하나 이상의 복제 공구가 제조될 수 있고, 이어서 이러한 복제 공구(들)가 광학 필름을 제조하기 위해 사용될 수 있다. 원 공구로부터 제조된 제1 복제물이 구조화된 제2 주 표면에 대응하지만 그의 역 형태인 제1 복제 구조화된 표면을 가질 것이다. 예를 들어, 구조화된 제2 주 표면 내의 돌출부가 제1 복제 구조화된 표면 내의 공동에 대응한다. 제2 복제물이 제1 복제물로부터 제조될 수 있다. 제2 복제물은 원 공구의 구조화된 제2 주 표면에 대응하고 그의 비-역 형태인 제2 복제 구조화된 표면을 가질 것이다.

[0057] 단계(904) 후에, 즉 구조화된 표면 공구가 제조된 후에, 단계(906)에서 원 또는 복제 공구로부터 미세복제에 의해 동일한 구조화된 표면(원 공구에 대해 역이든지 비-역이든지 간에)을 갖는 광학 확산 필름이 제조될 수 있다. 광학 확산 필름은 예컨대 예비성형된 필름을 엠보싱하는 공정, 또는 경화성 층을 캐리어 필름 상에 주조 및 경화시키는 공정을 비롯한 임의의 적합한 공정을 사용하여 공구로부터 형성될 수 있다.

[0058] 이제 도 10을 참조하면, 실린더 또는 드럼 형태의 구조화된 표면 공구(1010)의 개략도가 도시된다. 공구(1010)는 적절히 구조화된 표면을 갖도록 도 9의 방법에 따라 처리된 것으로 가정하는 연속 주 표면(1010a)을 갖는다. 공구는 폭(w)과 반경(R)을 갖는다. 공구는 미세복제에 의해 광학 확산 필름을 제조하기 위해 연속 필름 제조 라인에 사용될 수 있다. 공구(1010), 또는 동일한 공구의 작은 부분(P)이 도 11a에 개략적으로 도시된다.

[0059] 도 11a에, 공구(1010)와 동일한 것으로 가정되는 구조화된 표면 공구(1110)가 개략적인 단면으로 도시된다. 도 9의 공정에 의해 제조되었기 때문에, 공구(1110)는 기재(1112), 구조화된 제1 주 표면(1114a)을 갖는 금속의 제1 전기도금된 층(1114), 및 금속의 제2 전기도금된 층(1116)을 포함하는 것으로 도면에 도시되며, 제2 층(1116)은 공구(1110)의 구조화된 주 표면(1110a)과 일치하는 구조화된 제2 주 표면(1116a)을 갖는다. 도 9의 교시 내용에 따라, 제2 주 표면(1116a)은 구조화되거나 매끄럽지 않으며, 이는 제1 주 표면(1114a)의 평균 조도보다 작은 평균 조도를 갖는다. 제1 주 표면(1114a) 및 별개의 층(1114, 1116)은 참고 목적을 위해 도 11a에 도시되지만, 위에 언급된 바와 같이, 제2 전기도금된 층(1116)을 제1 전기도금된 층(1114) 위에 형성하는 것은 제1 주 표면(1114a) 및 층들(1114, 1116) 사이의 차이를 검출할 수 없게 만들 수 있다.

[0060] 도 11b에서, 광학 확산 필름(1120)의 구조화된 표면을 제조하기 위해 사용되는 미세복제 절차 동안의 도 11a의 공구(1110)의 개략도를 도시한다. 도 11a와 동일한 도면 부호가 동일한 요소를 가리키고, 추가로 논의될 필요가 없다. 미세복제 동안, 필름(1120)은 공구의 구조화된 표면이 높은 충실도로 필름에 전사되도록(역 형태로) 공구(1110)에 대항하여 가압된다. 이러한 경우에, 필름은 기부 필름 또는 캐리어 필름(1122) 및 패턴화된 층(1124)을 갖는 것으로 도시되지만, 다른 필름 구성이 또한 사용될 수 있다. 패턴화된 층은 예를 들어 경화성 재료, 또는 엠보싱에 적합한 열가소성 재료일 수 있다. 미세복제 공정은 패턴화된 층(1124)의 주 표면(1124a)과 일치하는 광학 필름(1120)의 주 표면(1120a)이 공구의 구조화된 주 표면(1110a)에 대응하는 방식으로 구조화되거나 거칠게 되게 한다.

[0061] 도 11c에, 도 11b의 미세복제 절차로 제조된 광학 필름(1120)이 공구(1110)로부터 분리되어 도시된다. 도 7의 광학 확산 필름(720)과 동일하거나 유사할 수 있는 필름(1120)은 이제 광학 확산 필름으로서 사용될 수 있다.

[0062] 개시된 광학 확산 필름은 도 7 및 도 11c의 도면에 의해 제안되는 바와 같이 독립형 확산 필름일 수 있거나, 이들은 추가의 기능성을 제공하기 위해 다른 광학 필름 또는 구성요소와 조합될 수 있다. 도 12에서, 본 명세서에 개시된 바와 같은 구조화된 표면을 갖는 배면 코팅 형태의 광학 확산 필름이 이중 기능 광 방향전환 광학 필름(1200)을 제공하기 위해 선형 프리즘형 BEF 필름과 조합된다. 그러한 실시예의 광학 확산 필름 또는 배면 코팅은 전형적으로 비교적 적은 양의 탁도, 예컨대 10% 이하의 탁도를 제공한다.

[0063] 광학 필름(1200)은 y-방향을 따라 연장되는 복수의 프리즘 또는 다른 미세구조체(1250)를 포함하는 제1 주 표면

(1210)을 포함한다. 광학 필름(1200)은 또한 제1 주 표면(1210)에 대향하는 그리고 도 9의 방법에 따라 구조화되는 제2 주 표면(1220)을 포함한다. 제2 주 표면(1220)은 개별 미세구조체(1260)를 포함할 수 있다.

[0064] 광학 필름(1200)은 또한 주 표면들(1210, 1220) 사이에 배치되는 그리고 제1 주 표면(1272) 및 대향하는 제2 주 표면(1274)을 포함하는 기재 층(1270)을 포함한다. 광학 필름(1200)은 또한, 기재 층의 제1 주 표면(1272) 상에 배치되고 광학 필름의 제1 주 표면(1210)을 포함하는 프리즘 층(1230), 및 기재 층의 제2 주 표면(1274) 상에 배치되고 광학 필름의 제2 주 표면(1220)을 포함하는 패턴화된 층(1240)을 포함한다. 패턴화된 층(1240)은 주 표면(1220)에 대향하는 주 표면(1242)을 갖는다.

[0065] 광학 필름(1200)은 3개의 층(1230, 1270, 1240)을 포함한다. 그러나, 일반적으로, 광학 필름(1200)은 하나 이상의 층을 가질 수 있다. 예를 들어, 몇몇 경우에, 광학 필름은 각각의 제1 및 제2 주 표면(1210, 1220)을 포함하는 단일 층을 가질 수 있다. 다른 예로서, 몇몇 경우에, 광학 필름(1200)은 많은 층을 가질 수 있다. 예를 들어, 그러한 경우에, 기재(1270)는 다수의 층을 가질 수 있다.

[0066] 미세구조체(1250)는 주로 광학 필름의 주 표면(1220)에 입사하는 광을 원하는 방향을 따라, 예컨대 양의 z-방향을 따라 방향전환시키도록 설계된다. 예시적인 광학 필름(1200)에서, 미세구조체(1250)는 프리즘형 선형 구조체이다. 일반적으로, 미세구조체(1250)는 예를 들어 입사 광의 일부분을 굴절시키고 입사 광의 상이한 부분을 재순환시킴으로써 광을 방향전환시킬 수 있는 임의의 유형의 미세구조체일 수 있다. 예를 들어, 미세구조체(1250)의 단면 프로파일이 만곡된 및/또는 구분적으로 선형인 부분이거나 그것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 경우에, 미세구조체(1250)는 y-방향을 따라 연장되는 선형 실린더형 렌즈일 수 있다.

[0067] 각각의 선형 프리즘형 미세구조체(1250)는 꼭지각(1252) 및 예를 들어 주 평면 표면(1272)과 같은 공통 기준 평면으로부터 측정된 높이(1254)를 포함한다. 광학 결합 또는 웨트-아웃을 감소시키고/시키거나 광학 필름의 내구성을 개선하는 것이 바람직할 때와 같은 몇몇 경우에, 프리즘형 미세구조체(1250)의 높이는 y-방향을 따라 변화할 수 있다. 예를 들어, 프리즘형 선형 미세구조체(1251)의 프리즘 높이는 y-방향을 따라 변한다. 그러한 경우에, 프리즘형 미세구조체(1251)는 y-방향을 따라 변하는 국소 높이, 최대 높이(1255) 및 평균 높이를 갖는다. 몇몇 경우에, 선형 미세구조체(1253)와 같은 프리즘형 선형 미세구조체는 y-방향을 따라 일정한 높이를 갖는다. 그러한 경우에, 미세구조체는 최대 높이 및 평균 높이와 동일한 일정한 국소 높이를 갖는다.

[0068] 광학 결합 또는 웨트-아웃을 감소시키는 것이 바람직할 때와 같은 몇몇 경우에, 선형 미세구조체의 일부는 더 짧고 선형 미세구조체의 일부는 더 길다. 예를 들어, 선형 미세구조체(1253)의 높이(1256)는 선형 미세구조체(1257)의 높이(1258)보다 작다.

[0069] 꼭지각 또는 이면각(dihedral angle)(1252)은 응용에 바람직할 수 있는 임의의 값을 가질 수 있다. 예를 들어, 몇몇 경우에, 꼭지각(1252)은 약 70도 내지 약 110도, 또는 약 80도 내지 약 100도, 또는 약 85도 내지 약 95도 범위 내에 있을 수 있다. 몇몇 경우에, 미세구조체(150)는 예를 들어 90도와 같은, 약 88 또는 89도 내지 약 92 또는 91도 범위 내에 있을 수 있는 동일한 꼭지각을 갖는다.

[0070] 프리즘 층(1230)은 응용에 바람직할 수 있는 임의의 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들어, 몇몇 경우에, 프리즘 층의 굴절률은 약 1.4 내지 약 1.8, 또는 약 1.5 내지 약 1.8, 또는 약 1.5 내지 약 1.7 범위 내에 있다. 몇몇 경우에, 프리즘 층의 굴절률은 약 1.5 이상, 또는 약 1.55 이상, 또는 약 1.6 이상, 또는 약 1.65 이상, 또는 약 1.7 이상이다.

[0071] 광학 필름(1200)이 액정 디스플레이 시스템에 사용될 때와 같은 몇몇 경우에, 광학 필름(1200)은 디스플레이의 휘도를 증가시키거나 개선할 수 있다. 그러한 경우에, 광학 필름은 1보다 큰 유효 투과율 또는 상대 이득을 갖는다. 이와 관련하여, 유효 투과율은 필름이 디스플레이 시스템 내의 적소에 있는 디스플레이 시스템의 휘도 대 필름이 적소에 없는 디스플레이의 휘도의 비를 지칭한다.

[0072] 도 12의 그것에 대한 대안적인 실시예에서, 프리즘 층(1230)은 패턴화된 층(1240)과 동일하거나 유사할 수 있는 제2 패턴화된 층으로 대체될 수 있다. 그러면, 패턴화된 층(1240) 및 제2 패턴화된 층 둘 모두는 도 9의 방법에 따라 제조되는 구조화된 표면을 가질 수 있다. 구조화된 표면은 동일하거나 실질적으로 동일한, 또는 실질적으로 상이한 각각의 탁도 값을 (별개로) 제공하도록 구성될 수 있다.

[0073] 예

[0074] 다수의 광학 확산 필름 샘플을 도 9에 도시된 바와 같은 방법에 따라 제조하였다. 따라서, 각각의 경우에, 구조화된 표면 공구를 일 세트의 공정 조건 하에서 제조하였으며, 이어서 공구의 구조화된 표면을 미세복제하여

대응하는 구조화된 표면(역 형태)을 광학 필름의 주 표면으로서 형성하였다. (각각의 광학 필름의 대향하는 주 표면은 평평하고 매끄러웠다.) 구조화된 표면은 각각의 광학 필름에 주어진 양의 광학 탁도 및 광학 투명도를 제공하였다. 각각의 광학 확산 필름 샘플의 탁도 및 투명도를 비와이케이-가드너로부터의 헤이즈-가드 플러스 탁도계로 측정하였다. 하기의 표는 아래에서 추가로 설명되는 바와 같이, 다양한 샘플의 제조 동안 사용된 화학 용액의 일부를 기재한다:

[0075]

[표 1]

사용된 일부 용액

요소	성분	공급업체	양
알칼리성 세정제	25% 수산화나트륨(NaOH)	호킨스 케미칼(Hawkins Chemical) (미국 미네소타주 미니애폴리스)	30% v/v
	16% 탄산나트륨	호킨스 케미칼	3.5% v/v
	트리톤(Triton) X-114	다우 케미칼 컴퍼니 (Dow Chemical Company) (미국 미시간주 미들랜드)	0.9% v/v
	메이요퀘스트(Mayoquest) L-50	벌컨 퍼포먼스 케미칼즈 (Vulcan Performance Chemicals) (미국 앨라배마주 버밍엄)	0.9% v/v
	다우팩스(Dowfax) C6L	다우 케미칼 컴퍼니	1.4% v/v
	탈이온(DI) 수(15 - 18 메가옴)		잔부
시트르산 용액	시트르산 15% 용액	호킨스 케미칼	33% v/v
	DI 수		잔부
황산 용액	황산 96% 시약 등급	맬린크로트 베이커(Mallinckrodt Baker) (미국 뉴저지주 필립스버그)	1% v/v
	DI 수		잔부
제 1 구리 용액	액체 황산구리(68.7 g/L 구리)	유니버티컬(Univertical) (미국 임디애나주 앙글라)	구리로서 53.5 g/L
	황산 96% 시약 등급	맬린크로트 베이커	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 로서 60 g/L
	염산 37% 시약	맬린크로트 베이커	Cl <sup>-</sup> 로서 60 mg/L
	DI 수		잔부
제 2 구리 용액	액체 황산구리(68.7 g/L 구리)	유니버티컬	구리로서 53.5 g/L
	황산 96% 시약 등급	맬린크로트 베이커	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 로서 60 g/L
	염산 37% 시약	맬린크로트 베이커	Cl <sup>-</sup> 로서 60 mg/L
	입자 미세화제 큐플렉스(Cuflex) 321	아토텍 유에스에이(Atotech USA) (미국 사우스캐롤라이나주 록 힐)	1.4% v/v
	DI 수		잔부
크롬 용액	액체 크롬산(440 g/L CrO <sub>3</sub> )	아토텍 유에스에이	CrO <sub>3</sub> 로서 250 g/L
	황산 96% 시약 등급	맬린크로트 베이커	2.5 g/L
	3 가 크롬		0 - 20 g/L 부산물
	DI 수		잔부

[0076]

예비 공구

[0077]

16 인치의 직경 및 40 인치의 길이를 갖는 구리-코팅된 실린더를 공구의 구성을 위한 기부로서 사용하였다. 공구 - 이는 도 9에 도시된 전기도금 단계들 중 단지 하나만을 사용하여 제조되었기 때문에 여기서 예비 공구로 지칭됨 - 를 우선 순한 알칼리성 세정 용액으로 탈지하였고, 황산 용액으로 탈산하였으며, 이어서 탈이온수로 헹구었다. 알칼리성 세정제의 조성 및 다른 관련 용액의 조성을 표 1에 나타낸다. 이어서 예비 공구를 습윤되어 있는 동안 구리 도금 탱크(데이트와일러 Cu 마스터 주니어 18(Daetwyler Cu Master Junior 18))로 이송하였다. 이를 도금 사이클의 시작 시에 대략 1 리터의 황산 용액으로 헹구어 표면 산화물을 제거하였다. 이어서 예비 공구를 제1 구리 용액 내에 50% 수준으로 침지하였다. 욕 온도는 25°C였다. 구리온을 탄소-충전된 캐니스터(canister)로 처리하여 유기 오염물을 제거하였다. 이러한 처리의 유효성을, 5분 동안 5 암페어로 도금되고 회도의 부족에 대해 평가되는 1000 mL 황동 헬셀 패널(Hull Cell panel)의 사용에 의한 것, 및 과황산염 TOC 분석기를 사용하는 TOC(총 유기 탄소) 분석에 의한 것 둘 모두로 확인하였다. TOC 수준은 45 백만분율(ppm) 미만인 것으로 결정되었다. 예비 공구를 20 rpm으로 회전되는 동안 제곱 피트당 60 암페어의 전류 밀도로(시작 시에 5초의 램프 업 시간(ramp up time)을 갖고서) 45분 동안 DC-도금하였다. 도금 동안 애노드로부터 공구 상의 가장 가까운 점까지의 거리는 대략 45 mm였다. 도금이 완료되었을 때, 제1 구리 층으로 지칭하는 도금된 구리의 두께는 대략 30 마이크로미터였다. 제1 구리 층은 다수의 평평한 패싯을 가진 거칠게 된 노출된 구조화된 표면을 가졌다.

[0078]

제1 구리 층을 더 작은 평균 조도의 전기도금된 제2 구리 층으로 덮기(도 9에 따라)보다는, 참고 목적을 위해, 이러한 예비 공구, 특히 제1 구리 층의 구조화된 표면을 사용하여 타입 II 미세복제된 확산 필름을 제조하였다. 이는 예비 공구를 세정하는 것 및 제1 구리 층의 구조화된 표면 상에 크롬 코팅을 전기도금하는 것을 수반하였다. 크롬 코팅은 제1 구리 층 구조화된 표면의 토포그래피를 실질적으로 보존하기에 충분히 얇았다.

- [0080] 따라서, 제1 구리 층의 구조화된 표면이 여전히 노출된 예비 공구를 구리 표면의 산화를 방지하기 위해 탈이온 수 및 약산 용액으로 세척하였다. 이어서, 예비 공구를 클래스(Class) 100 청정실로 이동시켰고, 세정 탱크 내에 배치하였으며, 20 rpm으로 회전시켰다. 예비 공구를 시트르산 용액을 사용하여 탈산하였고, 이어서 알칼리 성 세정제로 세척하였다. 그 후에, 이를 탈이온수로 헹구었고, 다시 시트르산 용액으로 탈산하였으며, 탈이온 수로 헹구었다.
- [0081] 예비 공구를 습윤되어 있는 동안 크롬 도금 탱크로 이송하였고, 탱크 내에 50% 침지하였다. 옥 온도는 124°F였다. 공구를 예비 공구가 90 미터/분의 표면 속도로 이동되는 동안 제곱 데시미터당 25 암페어의 전류 밀도를 사용하여 크롬으로 DC-도금하였다. 도금을 400초 동안 계속하였다. 도금의 완료시, 예비 공구를 탈이온수로 헹구어 임의의 잔류 크롬 용액을 제거하였다. 크롬 코팅은 산화를 방지하기 위해 구리를 보호하는 역할을 하고, 인급된 바와 같이, 이는 제1 구리 층 구조화된 표면의 토포그래피를 실질적으로 보존하기에 충분히 얇았다.
- [0082] 예비 공구를 세정 탱크로 이송하였고, 거기에서 이를 10 rpm으로 회전시켰으며, 주위 온도에서 1 리터의 탈이온 수로 세척하였고, 이어서 전체 공구 표면을 커버하도록 느리게 적용되는 1.5 리터의 변성 알코올(SDA-3A, 주위 온도에서 시약 등급)로 세척하였다. 이어서 공구 회전 속도를 20 rpm으로 증가시켰다. 이어서 이를 공기 건조 시켰다.
- [0083] **타입 II 미세복제된 광학 확산 필름**
- [0084] 일단 예비 공구가 건조되었으면, 프라이밍된 PET 필름 상에 코팅된 UV-경화성 아크릴레이트 수지를 사용하여 공구로부터 핸드-스프레드(hand-spread) 필름을 제조하였다. 이러한 절차는 제1 구리 층의 구조화된 표면을 미세 복제하여 필름의 경화된 수지 층 상에 대응하는 구조화된 표면(그러나 예비 공구의 그것에 대해 역임)을 생성하였다. 그의 구성 방법으로 인해, 필름은 타입 II 미세복제된 광학 확산 필름이었다. 필름의 구조화된 표면의 주사 전자 현미경(SEM) 이미지가 도 5에 도시된다. 필름의 광학 탁도 및 투명도를 비와이케이 가드너(미국 매릴랜드주 컬럼비아)로부터의 헤이즈-가드 플러스 시스템으로 측정하였고, 각각 100% 및 1.3%인 것으로 밝혀졌다.
- [0085] **제1 공구**
- [0086] 이어서, 여기서 제1 공구로 지칭되는 다른 구조화된 표면 공구를 제조하였다. 예비 공구와는 달리, 제1 공구를 도 9에 도시된 두 전기도금 단계를 사용하여 제조하였으며, 따라서 제1 구리 층을 더 작은 평균 조도의 전기도금된 제2 구리 층으로 덮었다.
- [0087] 제1 공구를 크롬 도금 단계까지 예비 공구와 동일한 방식으로 준비하였다. 이어서 이러한 제1 공구를, 그의 구조화된 표면이 비교적 큰 평균 조도를 갖는 그의 제1 구리 층(실질적으로 도 5의 역 베전)과 함께, 건조 전에 추가의 도금을 위한 구리 도금 탱크 장비로 이송하였다. 제1 공구를 제2 도금 사이클의 시작 전에 대략 1 리터의 황산 용액으로 헹구어, 공구를 탱크 내에 로딩하는 동안 발생된 표면 산화물을 제거하였다. 이어서 제1 공구를 데이트와일러 Cu 마스터 주니어 18 탱크 내의 제2 구리욕 내에 50% 침지하였다. 옥 온도는 25°C였다. 제2 구리욕을 예비 공구에 대해 전술된 바와 같이 탄소 처리하여 유기 오염물을 제거하였다. 탄소 처리 후에, 제2 구리욕을 유기 입자 미세화제(14 밀리리터/리터의 농도의 컷플렉스(Cutflex) 321)로 재충전하였으며, 이로써 제2 구리욕은 위에서 표 1에 나타낸 조성을 가졌다. 제2 구리욕의 조성은 유기 입자 미세화제의 첨가만큼 제1 구리욕의 조성과 상이하였다. 애노드를 제1 공구로부터 대략 45 mm의 거리에 위치시켰다. 이어서 제1 공구를 20 rpm으로 회전되는 동안 제곱 피트당 60 암페어의 전류 밀도를 사용하여 제2 구리욕 내에서 12분 동안 DC 도금하였다. 전류 램프 시간(ramp time)은 약 5초였다. 이는 제1 구리 층을 덮는 제2 전기도금된 구리 층을 생성하였으며, 제2 구리 층은 제1 구리 층의 평균 조도보다 작은 평균 조도의 구조화된 표면을 가졌다. 제2 구리 층의 두께는 8 마이크로미터였다.
- [0088] 이어서 제1 공구를 세정 탱크로 이송하였다. 이를 스프레이 노즐을 가진 호스를 사용하여 주위 온도에서 대략 1 리터의 탈이온수로 세척하면서 분당 10 내지 12회 회전수로 회전시켰다. 주위 온도에서 1 내지 2 리터의 시트르산 용액을 사용하여 두 번째 세척을 행하였다. 이어서 제1 공구를 스프레이 노즐을 가진 호스를 사용하여 대략 3 리터의 탈이온수로 세척하여서 초과 시트르산을 제거하였다. 이어서 건조를 돋기 위해 전체 공구 표면을 커버하도록 주위 온도에서 느리게 적용되는 대략 2 리터의 변성 알코올(시약 등급의 SDA 3A)로 제1 공구를 헹구었다. 이어서 제1 공구를 공기 건조시켰다. 이어서, 제1 공구를 예비 공구에 행했던 바와 동일한 방식으로 클래스 100 청정실로 이동시켰고, 세정하였으며, 크롬 도금하였다. 크롬 도금은 제2 구리 층의 구조화된 표면의 토포그래피를 실질적으로 유지시켰다.

[0089] 샘플 502-1

공기 건조 후에, 제1 공구를 사용하여 핸드 스프레드를 통해 필름을 제조하였다. 이는 또한 예비 공구에 행했던 바와 동일한 방식으로 행하였고, 이는 제2 구리 층의 구조화된 표면에 대응하는(그러나 그에 대해 역임) 미세복제된 구조화된 표면을 필름의 경화된 수지 층 상에 갖는 광학 확산 필름(본 명세서에서 샘플 지정 번호 502-1로 지칭됨)을 생성하였다. 필름의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 14에 도시된다. 표면이 구조화되지만, 표면의 평균 조도가 도 5의 구조화된 표면의 평균 조도보다 작은 것을 볼 수 있다. 502-1 샘플의 단면의 SEM 이미지가 도 14a에 도시된다. 이러한 광학 확산 필름 샘플 502-1의 광학 탁도 및 투명도를 비와이케이 가드너(미국 메릴랜드주 컬럼비아)로부터의 헤이즈-가드 플러스 시스템으로 측정하였고, 각각 92.8% 및 6.9%인 것으로 밝혀졌다. 이를 값이 아래의 표 2에 열거된다.

[0091] 제2 공구

여기서 제2 공구로 지칭되는 다른 구조화된 표면 공구를 제조하였다. 제2 구리의 조성이 상이하였던 것, 즉 단지 하나보다는 2개의 유기 입자 미세화제(14 밀리리터/리터의 농도의 커플렉스 321 및 70 밀리리터/리터의 농도의 커플렉스 320H)가 사용되었다는 것을 제외하고는, 제2 공구를 제1 공구와 실질적으로 동일한 방식으로 제조하였다. 그러나, 제2 구리 도금 단계를 역시 12분 내에 완료하였으며, 이는 그의 두께가 8 마이크로미터인 제2 전기도금된 구리 층을 생성하였다. 제2 구리 층의 구조화된 표면을 크롬 도금한 후에, 제2 공구는 광학 필름에 대한 미세복제를 위해 사용될 준비가 되었다.

[0093] 샘플 594-1

이어서 제2 공구를 사용하여 핸드 스프레드를 통해 필름을 제조하였다. 이는 또한 제1 공구에 행했던 바와 동일한 방식으로 행하였고, 이는 제2 구리 층의 구조화된 표면에 대응하는(그러나 그에 대해 역임) 미세복제된 구조화된 표면을 필름의 경화된 수지 층 상에 갖는 광학 확산 필름(본 명세서에서 샘플 지정 번호 594-1로 지칭됨)을 생성하였다. 필름의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 15에 도시된다. 표면이 구조화되지만, 표면의 평균 조도가 도 5의 구조화된 표면의 평균 조도보다 작은 것을 볼 수 있다. 이러한 광학 확산 필름 샘플 594-1의 광학 탁도 및 투명도를 비와이케이 가드너(미국 메릴랜드주 컬럼비아)로부터의 헤이즈-가드 플러스 시스템으로 측정하였고, 각각 87.9% 및 6.9%인 것으로 밝혀졌다. 이를 값이 아래의 표 2에 열거된다.

[0095] 제3 공구

여기서 제3 공구로 지칭되는 다른 구조화된 표면 공구를 제조하였다. 제2 구리 도금이 12분보다는 18분 내에 완료되었으며, 이것이 그의 두께가 약 12 마이크로미터인 제2 전기도금된 구리 층을 생성하였다는 것을 제외하고는, 제3 공구를 제2 공구와 실질적으로 동일한 방식으로 제조하였다. 제2 구리 층의 구조화된 표면을 크롬 도금한 후에, 제3 공구는 광학 필름에 대한 미세복제를 위해 사용될 준비가 되었다.

[0097] 샘플 593-2

이어서 제3 공구를 사용하여 핸드 스프레드를 통해 필름을 제조하였다. 이는 또한 제1 및 제2 공구에 행했던 바와 동일한 방식으로 행하였고, 이는 제2 구리 층의 구조화된 표면에 대응하는(그러나 그에 대해 역임) 미세복제된 구조화된 표면을 필름의 경화된 수지 층 상에 갖는 광학 확산 필름(본 명세서에서 샘플 지정 번호 593-2로 지칭됨)을 생성하였다. 필름의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 21에 도시된다. 표면이 구조화되지만, 표면의 평균 조도가 도 5의 구조화된 표면의 평균 조도보다 작은 것을 볼 수 있다. 이러한 광학 확산 필름 샘플 593-2의 광학 탁도 및 투명도를 비와이케이 가드너(미국 메릴랜드주 컬럼비아)로부터의 헤이즈-가드 플러스 시스템으로 측정하였고, 각각 17.1% 및 54.4%인 것으로 밝혀졌다. 이를 값이 아래의 표 2에 열거된다.

[0099] 제4 공구

여기서 제4 공구로 지칭되는 다른 구조화된 표면 공구를 제조하였다. 이러한 제4 공구를 제조하기 위해, 2개의 도금 용액을 준비하였다. 제1 도금 용액을 60 g/L의 황산(미국 뉴저지주 필립스버그 소재의 제이.티.베이커 케미칼 컴퍼니(J.T.Baker Chemical Company)) 및 217.5 g/L의 황산구리(미국 인디애나주 앙골라 소재의 유니버티컬 케미칼 컴퍼니(Univertical Chemical Company))로 구성하였다. 제2 도금 용액을 제1 도금 용액의 내용물과 함께, 모두 아토텍 유에스에이(Atotech USA)로부터 입수가능한 첨가제 큐프라시드(CUPRACID) HT 레벨러(0.05 부피%), 큐프라시드 HT 미세 그레이너(fine grainer)(0.1 부피%), 및 큐프라시드 HT 습윤제(0.3 부피%)로 구성하였다. 두 용액을 탈이온수로 제조하였다. 8 인치 × 8 인치 구리 시트를 제1 도금 용액을 수용한 탱크 내에 배치하였다. 탱크 크기는 36 인치(길이) × 24 인치(폭) × 36 인치(깊이)였다. 시트를 순환 펌프를 사용하여

생성한 분당 8 갤런의 유량으로 제곱 피트당 10 암페어의 전류 밀도를 사용하여 24시간 동안 21°C에서 도금하였다. 이러한 제1 도금 단계는 비교적 거친 구조화된 표면을 갖는 제1 전착된 구리 층을 생성하였으며, 전착된 층의 두께는 약 330 마이크로미터였다. 플레이트를 제1 도금 용액으로부터 제거하였고, 행구었으며, 건조시켰다. 이어서 제1 전기도금된 층을 가진 구리 시트를 1.5 인치 × 8 인치 섹션으로 절단하였다. 섹션의 배면을 접착 테이프로 차폐시켰고, 제2 도금 용액을 함유한 4-리터 비커 내에 배치하였으며, 제곱 피트당 35 암페어의 전류 밀도로 35분 동안 25°C에서 도금하였다. 이러한 제2 도금 단계는 제1 구리 층을 덮는 제2 전착된 구리 층을 생성하였고, 제2 구리 층은 그의 평균 조도가 제1 구리 층의 평균 조도보다 작은 구조화된 표면을 가졌다. 제2 구리 층의 두께는 약 28 마이크로미터였다. 제2 도금 단계 후에, 제4 공구로 지칭되는 섹션을 행구었고, 건조시켰다. 제1, 제2 및 제3 공구와는 달리, 제4 공구의 제2 구리 층을 크롬으로 도금하지 않았다. 대신에, 제2 구리 층의 노출된 구조화된 표면을 직접 광학 필름의 미세복제를 위해 사용하였다.

[0101]

본 명세서에 개시된 다른 광학 확산 필름 샘플을 제조하기 위해 사용되는 공구와 대조적으로, 제4 공구를 제조하기 위해 출발 재료로서 사용되는 구리 시트가 평평함으로부터 상당히 벗어나고, 특히, 이는 실질적으로 선형의 주기적 파상부(undulation)를 포함하는 것을 알게 되었다. 이를 파상부는 제1 및 제2 구리 층의 구조화된 표면까지 이어졌으며, 이로써 제2 구리 층의 구조화된 표면이 전기도금 단계에 기인하는 거친 부분뿐만 아니라, 전착된 구리 층이 그 상에 형성되는 기부 구리 시트로부터 유래되는 파상부도 또한 포함하였다.

[0102]

샘플 RA13a

[0103]

이어서 제4 공구를 사용하여 핸드 스프레드를 통해 필름을 제조하였다. 이를 uv-경화성 아크릴레이트 수지를 가진 폴리에스테르 필름 기재를 제4 공구에 적용함으로써 행하였다. 수지를 알피씨 인더스트리즈(RPC Industries)(미국 일리노이주 플레이엔필드)로부터의 uv-프로세서를 사용하여 분당 50 피트의 라인 속도로 경화시켰다. 이어서 필름을 제4 공구의 구조화된 표면으로부터 제거하였다. 필름은 제2 구리 층의 구조화된 표면에 대응하는(그러나 그에 대해 역임) 미세복제된 구조화된 표면을 필름의 경화된 수지 층 상에 갖는 광학 확산 필름(본 명세서에서 샘플 지정 번호 RA13a로 지칭됨)이었다. 필름의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 19에 도시된다. 도면에 나타난 희미한 주기적 수직선은 구리 시트 출발 재료 내의 주기적 파상부의 결과이며, 2개의 구리 전기도금 단계에 의해 도입되지 않았다. 이러한 광학 확산 필름 샘플 RA13a의 광학 탁도 및 투명도를 다른 샘플과 마찬가지로 측정하였고, 각각 25.9% 및 19.4%인 것으로 밝혀졌다. 이를 값이 아래의 표 2에 열거된다.

[0104]

샘플 507-1, 600-1, 554-1, 597-1, 551-1 및 599-1

[0105]

이들 광학 확산 필름 샘플을 제조하기 위해 사용되는 공구를 다음, 즉 사용되는 유기 레벨러의 양, 전류 밀도, 및 도금 시간 중 하나 이상이 제2 전기도금 단계에 대해 달라진 것을 제외하고는, 위의 샘플 502-1 및 594-1에 대한 공구와 동일한 방식으로 제조하였다. 이어서 샘플 그 자체를 샘플 502-1 및 594-1과 동일한 방식으로 핸드 스프레드를 통해 그들 각각의 공구로부터 제조하였고, 탁도 및 투명도를 다른 샘플과 마찬가지로 측정하였다. 측정된 값이 아래의 표 2에 열거된다. 필름 샘플 599-1의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 16에 도시된다.

[0106]

샘플 502-2, 554-2, 551-2, 597-2 및 600-2

[0107]

이들 광학 확산 필름 샘플을 제조하기 위해 사용되는 공구를 다음, 즉 사용되는 유기 레벨러의 양, 전류 밀도, 및 도금 시간 중 하나 이상이 제2 전기도금 단계에 대해 달라진 것을 제외하고는, 위의 샘플 593-2에 대한 공구와 동일한 방식으로 제조하였다. 이어서 샘플 그 자체를 샘플 593-2와 동일한 방식으로 핸드 스프레드를 통해 그들 각각의 공구로부터 제조하였고, 탁도 및 투명도를 다른 샘플과 마찬가지로 측정하였다. 측정된 값이 아래의 표 2에 열거된다. 필름 샘플 502-2의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 17에 도시된다. 필름 샘플 597-2의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 22에 도시된다.

[0108]

샘플 RA13c, RA13b, RA22a, L27B, RA14b, RA24a, RA24b, N3 및 N2

[0109]

이들 광학 확산 필름 샘플을 제조하기 위해 사용되는 공구를 (i) 출발 재료로서 사용되는 구리 시트가 평평하고 매끄러웠으며 주기적 파상부를 포함하지 않은 것, 및 (ii) 다음, 즉 전류 밀도 및 도금 시간 중 하나 이상이 제1 또는 제2 전기도금 단계에 대해 달라진 것을 제외하고는, 위의 샘플 RA13a에 대한 공구(즉, 제4 공구)와 동일한 방식으로 제조하였다. 이어서 샘플 그 자체를 샘플 RA13a와 동일한 방식으로 핸드 스프레드를 통해 그들 각각의 공구로부터 제조하였고, 탁도 및 투명도를 다른 샘플과 마찬가지로 측정하였다. 측정된 값이 아래의 표 2에 열거된다. 필름 샘플 RA22a의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 18에 도시된다. 필름 샘플 N3의 구조화된 표면의 SEM 이미지가 도 20에 도시된다.

[0110]

[표 2]

측정된 광학 탁도 및 투명도

샘플	탁도(%)	투명도(%)
600-2	1.57	88.3
597-2	2.5	83.1
551-2	5.3	72.5
RA24b	7.41	56.8
N2	8.2	76.6
554-2	11.7	41.1
RA24a	12.1	40.4
RA14b	13.9	57.8
L27B	14	51.1
593-2	17.1	54.4
N3	24.9	32.1
RA13a	25.9	19.4
RA22a	54.6	15.5
502-2	67.3	9
599-1	72.4	8.4
RA13b	72.5	9.1
551-1	79.4	10
RA13c	80	9.5
597-1	85.6	8.6
554-1	87.4	7.3
594-1	87.9	6.9
502-1	92.8	6.9
600-1	95	6.8
507-1	96.4	6.1

[0111]

[0112]

표 2에 열거된 각각의 광학 확산 필름 샘플을 도 9에 따른 공정을 사용하여 제조하였다. 이 표의 측정된 탁도 및 측정된 투명도 값이 도 13의 광학 투명도 대 광학 탁도 그래프에 플로팅된다. 그래프 상의 점은 표 2의 샘플 지정 번호에 따라 라벨링된다. 표 2에 열거된 샘플 중에서, 구조화된 표면의 SEM 이미지가 샘플 502-1 (도 14, 도 14a); 샘플 594-1 (도 15); 샘플 599-1 (도 16); 샘플 502-2 (도 17); 샘플 RA22a (도 18); 샘플 RA13a (도 19); 샘플 N3 (도 20); 샘플 593-2(도 21); 및 샘플 597-2(도 22)에 대해 제공된다. 이들 이미지의 검토는 다음 중 하나 이상을 보여준다:

[0113]

- 구조화된 표면에서 볼 수 있는 식별 가능한 개별 구조체(예컨대, 별개의 공동 및/또는 돌출부의 형태);

[0114]

- 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되는 개별 구조체;

[0115]

- 밀집 패킹된 개별 구조체;

[0116]

- 둥글게 되거나 만곡된 개별 구조체(만곡된 기부 표면을 가진 크레이터형(crater-like) 또는 돔형(dome-like));

[0117]

- 피라미드형이거나 평평-패싯형인 개별 구조체; 및

[0118]

- 불균일하게 배열된 더 큰 구조체 및 이러한 더 큰 구조체들 사이에 불균일하게 분산된 밀집 패킹된 더 작은 구조체의 조합.

[0119]

이들 샘플의 일부를 디스플레이에서 평가하였다. 예를 들어, 샘플 551-2 및 593-2를 디스플레이 내의 배면 확산기(예컨대 도 8 및 도 12 참조)로서 사용하였고, 샘플 599-1, 551-1, 597-1, 554-1, 594-1, 502-1, 600-1 및 507-1을 디스플레이 내의 저부 확산기(예컨대 도 8 및 도 7 참조)로서 사용하였다. 무아레 아티팩트가 관찰되지 않았고, 스파클 및 입자성이 매우 약하였다. (입자성 및 스파클은 위에서 논의된 바와 같이 액정 패널의 조명의 원하지 않는 공간적 변화를 야기할 수 있다. 입자성은 이미지 상에 원하지 않는 노이즈를 생성할 수 있는

한편, 스파클은 관찰 각도에 따라 변하는 그러한 노이즈의 추가의 아티팩트를 갖는다.)

#### [0120] 추가 논의 - 구조화된 표면 특징화

[0121] 단독이든지 다른 특성과 조합되든지 간에, 도 9의 방법에 의해 제조된 구조화된 표면의 적어도 일부를 특징짓기 위해 사용될 수 있는 구조화된 표면의 특성을 식별하기 위해, 그리고/또는 적어도 일부의 그러한 구조화된 표면을 다른 광학 확산 필름, 예컨대 SDB 확산기, DPB 확산기, CCS 확산기, 타입 I 미세복제된 확산 필름, 및 타입 II 미세복제된 확산 필름의 그것과 구별하기 위해 추가의 분석 작업을 수행하였다. 이와 관련하여 다음을 비롯한 여러 가지 특징화 파라미터를 검토하였다:

[0122] • 공간적 불규칙성 또는 무작위성의 척도로서, 직교 평면내 방향을 따른 토포그래피의 파워 스펙트럼 밀도(PSD);

[0123] • 구조화된 표면을 구성하는 개별 구조체의 식별(평면도에서), 및 그러한 구조체의 평면내 크기 또는 횡방향 치수(예컨대 ECD)의 측정;

[0124] • 구조체의 평면내 크기에 대한 깊이 또는 높이의 비; 및

[0125] • 구조화된 표면 상의 리지의 식별, 및 단위 면적당 리지 길이의 측정(평면도에서).

[0126] 이제 이러한 추가의 분석 작업이 논의될 것이다.

#### [0127] 파워 스펙트럼 밀도(PSD) 분석

[0128] 분석 작업의 일부를 구조화된 표면의 토포그래피에 중점을 두었고, 표면의 공간적 불규칙성 또는 무작위성의 정도를 결정하려고 하였다. 토포그래피는 구조화된 표면이 그를 따라 연장되는 기준 평면에 대해 한정될 수 있다. 예를 들어, 필름(720)의 구조화된 표면(720a)(도 7 참조)은 대체로 x-y 평면 내에 놓이거나 대체로 x-y 평면을 따라 연장된다. x-y 평면을 기준 평면으로서 사용하면, 구조화된 표면(720a)의 토포그래피는 기준 평면내의 위치의 함수로서 기준 평면에 대한 표면(720a)의 높이, 즉 (x,y) 위치의 함수로서 표면의 z-좌표로서 기술될 수 있다. 이러한 방식으로 구조화된 표면의 토포그래피를 측정하면, 토포그래피 함수의 공간 주파수 성분을 분석하여 표면의 공간적 불규칙성 또는 무작위성의 정도를 결정할(또는 구조화된 표면 내에 존재하는 공간적 주기성을 식별할) 수 있다.

[0129] 일반적인 접근법은 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT) 함수를 사용하여 공간 주파수 성분을 분석하는 것이었다. 토포그래피가 2개의 직교 평면내 방향(x 및 y)을 따라 높이 정보를 제공하기 때문에, 표면의 공간 주파수 성분은 평면내 방향 각각을 따라 공간 주파수 성분을 분석함으로써 완전히 특징지어진다. 구조화된 표면의 충분히 크고 대표적인 부분에 걸쳐 토포그래피를 측정하고 각각의 평면내 방향에 대해 푸리에 파워 스펙트럼을 계산함으로써 공간 주파수 성분을 결정하였다. 이어서 2개의 생성된 파워 스펙트럼을 파워 스펙트럼 밀도(PSD) 대 공간 주파수의 그래프 상에 플로팅할 수 있었다. 생성된 곡선이 임의의 국소 주파수 피크(제로 주파수에 대응하지 않는)를 포함하면, 그러한 피크의 크기는 도 23과 관련하여 아래에 추가로 기술되는 "피크비"에 관하여 표현될 수 있다.

[0130] 일반적인 접근법의 기술하였으므로, 이제 PSD 분석에 대한 접근법을 더욱 상세히 기술한다. 주어진 광학 확산 필름 샘플에 대해, 샘플의 약  $1 \times 1 \text{ cm}$  피스를 샘플의 중심 부분으로부터 절단하였다. 샘플 피스를 현미경 슬라이드 상에 장착하였고, 그의 구조화된 표면을 Au-Pd 스퍼터-코팅하였다(sputter-coated). 구조화된 표면의 2개의 높이 프로파일을 공초점 주사 레이저 현미경(confocal scanning laser microscopy, CSLM)을 사용하여 얻었다. 가능할 때마다, 토포그래피의 우수한 샘플링 및 존재하는 임의의 주기성을 제공하도록 시야를 선택하였다. 2차원(2D) 파워 스펙트럼 밀도(PSD)를 각각의 2D 높이 프로파일에 대해 계산하였다. 2D PSD는 2D 높이 프로파일의 2D 공간 푸리에 변환의 크기의 제곱이다. MATLAB을 사용하여 MATLAB의 고속 푸리에 변환(FFT) 함수를 사용해서 PSD를 계산하였다. FFT를 사용하기 전에, 2D 높이 프로파일의 유한 공간 치수에 의해 야기되는 FFT의 링잉(ringing)을 감소시키는 데 도움을 주기 위해 2D 해밍 윈도우(Hamming window)를 2D 높이 프로파일에 적용하였다. 2D PSD를 x-방향으로 합하여 y-방향(웨브 하류 방향)으로 1차원(1D) PSD를 제공하였다. 마찬가지로, 2D PSD를 y-방향으로 합하여 x-방향(웨브 교차 방향)으로 1D PSD를 제공하였다.

[0131] 이제 공간 주파수 피크에 관한 1D PSD의 분석을 도 23과 관련하여 기술할 것이다. 그 도면에, 가상 푸리에 파워 스펙트럼 곡선이 예시적인 목적을 위해 도시된다. 위에서 논의된 1D PSD 함수(x 또는 y) 중 어느 하나를 나

타낼 수 있는 곡선은 파워 스펙트럼 밀도(PSD) 대 공간 주파수의 그래프 상에 나타난다. 수직축(PSD)은 0에서 시작하여 선형 스케일로 플로팅되는 것으로 가정된다. 곡선은 (a) 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 (b) 기준선을 한정하는 2개의 인접한 뱘리에 의해 경계지어지는 주파수 피크를 갖는 것으로 도시된다. 2개의 인접한 뱘리는 공간 주파수  $f_1$ 에서의 점  $p_1$ 과 공간 주파수  $f_2$ 에서의  $p_2$ 에 의해 식별된다. 주파수  $f_1$ 은 피크가 시작되는 주파수로 고려될 수 있고, 주파수  $f_2$ 는 피크가 종료되는 주파수로 고려될 수 있다. 기준선은  $p_1$ 과  $p_2$ 를 연결하는 직선 선분(파선)이다. 수직축(PSD)이 0에서 시작하여 선형 스케일인 것에 유념하여, 피크의 크기는 그래프 상의 면적 A 및 B에 관하여 표현될 수 있다. 면적 A는 주파수 피크와 기준선 사이의 면적이다. 면적 B는 기준선 아래의 또는 밑의 면적이다. 즉,  $B = (PSD(f_1) + PSD(f_2)) * (f_2 - f_1) / 2$ 이다. 합 A+B는 주파수 피크 아래의 또는 밑의 면적이다. 이들 정의가 주어지면, 이제 피크의 크기는 다음과 같이 상대 피크 진폭 또는 "피크비"에 관하여 정의될 수 있다:

[0132]  $\text{피크비} = A / (A + B)$ .

[0133] 실제로, 평가한 각각의 샘플에 대해 2개의 1D PDS(2개의 푸리에 파워 스펙트럼 - 하나는 x-방향에 대해, 하나는 y-방향에 대해)를 구하였고, 푸리에 파워 스펙트럼이 임의의 주파수 피크를 포함하였으면, 각각의 곡선에 대한 가장 현저한 피크를 식별하였다. 이어서 각각의 곡선에 대한 가장 현저한 피크에 대해 전술된 피크비를 계산하였다. 가장 현저한 피크를 측정하였기 때문에, 계산된 피크비는 주어진 푸리에 파워 스펙트럼 내에 존재할 수 있는 모든 피크에 대한 상한치이다.

[0134] 이들 PSD 측정을 도 9의 방법에 따라 제조된 광학 확산 필름뿐만 아니라 2개의 타입 I 미세복제된 확산 필름 샘플에도 또한 수행하였다. 2개의 타입 I 미세복제된 확산 필름 샘플을 일반적으로 위에서 인용된 참고 문헌인 '622 아론슨 등, '593 야펠 등, '475 바비, 및 '261 아론슨 등의 교시 내용에 따라 제조하였고, 이들 2개의 샘플을 본 명세서에서 "타입 I 미세-1" 및 "타입 I 미세-4"로 지칭하였다. 이들 샘플을 상이한 조건 하에서 제조하였고, 상이한 탁도 값을 가졌다. 특히, 타입 I 미세-1 샘플은 91.3%의 탁도 및 1.9%의 투명도를 가졌고, 타입 I 미세-4 샘플은 79.1%의 탁도 및 4.5%의 투명도를 가졌다. 도 4의 SEM 이미지는 타입 I 미세-1 샘플의 사진이다.

[0135] 도 24a 및 도 24b는 타입 I 미세-1 샘플에 대한 파워 스펙트럼 밀도 대 공간 주파수의 각각 웨브 하류 및 웨브 교차 평면내 방향에 대한 그래프이다. 각각의 그래프에서, " $f_1$ " 및 " $f_2$ "는 가장 현저한 피크가 각각 시작되고 종료되는 것으로 결정된 주파수이다. 이들 그래프가 파워 스펙트럼 밀도(PSD)에 대해 로그 스케일을 사용하지만, 피크비의 계산을 위해 사용되는 A 및 B 값을 위의 설명과 일관되게 선형 PSD 스케일에 기초하여 계산하였다.

[0136] 도 25a 및 도 25b는 광학 확산 필름 샘플 502-1에 대한 파워 스펙트럼 밀도 대 공간 주파수의 각각 웨브 하류 및 웨브 교차 방향에 대한 그래프이다. 라벨 " $f_1$ " 및 " $f_2$ "는 이들 도면에서 도 23, 도 24a 및 도 24b에서와 동일한 의미를 갖는다. 로그 스케일이 도 25a 및 도 25b에 사용되지만, 피크비를 계산하기 위해 사용되는 A 및 B 값을 선형 PSD 스케일에 기초하였다.

[0137] 도 9의 방법에 따라 제조된 7개의 광학 확산 필름에 대한 그리고 2개의 타입 I 미세복제된 확산 필름 샘플에 대한 계산된 PSD 피크비가 표 3에 열거된다.

[0138] [표 3]

측정된 PSD 피크비		
샘플	측정된 피크비(웨브 하류)	측정된 피크비(웨브 교차)
502-1	0.24	0.15
594-1	0.12	0.23
502-2	0.10	0.17
593-2	0.19	0.12
RA22a	0.21	0.11
RA13a	0.14	0.76
N3	0.08	0.21
타입 I 미세-1	0.94	0.19
타입 I 미세-4	0.99	0.84

[0139] 표 3의 결과를 검토하면, 도 9에 따라 제조된 광학 확산 필름 각각에 대해, 두 평면내 방향(웨브 하류 및 웨브

교차)에 대한 피크비가 0.8 미만이고, 대부분의 경우에, 0.8보다 훨씬 작은 것을 볼 수 있다. 이에 비해, 타입 I 미세-1 샘플이 웨브 교차 방향으로 0.19의 피크비를 가졌지만, 모든 다른 경우에, 시험된 타입 I 미세복제된 확산 필름이 0.8 초과의 피크비를 가졌다. 따라서, 시험된 타입 I 미세복제된 확산 필름들 중 어느 것도 두 평면내 방향에 대한 피크비가 0.8 미만인 조건을 충족시키지 못한다.

[0141] 표 3의 결과를 검토하면, 또한 도 9에 따라 제조된 시험된 필름 샘플들 중 하나를 제외하고는 모두가 또한 두 평면내 방향에 대한 피크비가 0.5 또는 0.4 또는 0.3 미만인 더 엄격한 조건을 충족시키는 것을 볼 수 있다. 두 평면내 방향으로의 피크비에 대한 비교적 작은 값은 구조화된 표면 내의 초저 공간적 주기성을 암시한다. 그러나, 샘플 RA13a는 이러한 더 엄격한 조건을 충족시키지 못한다. 도 9에 따라 제조된 모든 시험된 필름 샘플 중에서, RA13a 샘플은 웨브 교차 방향으로 단연코 최고의 측정된 피크비, 즉 0.76의 비를 갖는다. 직교 평면내 방향으로, RA13a 샘플은 훨씬 더 작은 0.14 피크비를 갖는다. 위의 설명으로부터, RA13a 샘플이 주기적 파상부를 포함하는 구리 시트 출발 재료로 제조되었고, 이를 주기적 파상부가 미세복제 동안 RA13a 샘플의 구조화된 주 표면에 전사되었음을 상기하자. 이에 비추어 볼 때, RA13a에 대한 기재가 파상부 없이 실질적으로 평평한 경우, 웨브 교차 방향으로의 피크비가 0.14의 웨브 하류 피크비에 더 근사하였을 것으로 결론짓는 것이 타당하다. 달리 말하면, 도 9에 따라 제조되는 공구가 밑에 있는 구조체를 갖지 않는 평평한 기재를 사용하여 제조되면, 그러한 공구(및 공구로부터 제조된 임의의 광학 필름)는 두 평면내 방향으로 0.8 또는 0.5 또는 0.4 또는 0.3 미만의 PSD 피크비를 갖기 쉽다.

[0142] 유사하게, 도 9에 따라 제조되는 공구가 상당한 밑에 있는 구조체(주기적 파상부이든지 프리즘형 BEF 구조화된 표면과 같은 더욱 한정된 구조체이든지 간에)를 갖는 기재를 사용하여 제조되면, 그러한 공구(및 공구로부터 제조된 임의의 광학 필름)는 적어도 하나의 평면내 방향에 대해 파워 스펙트럼 밀도 곡선의 상당한 또는 큰 피크를 보이기 쉽고, 그러한 평면내 방향으로 상당한 또는 큰 PSD 피크비를 갖기 쉽다. 그러한 경우에, PSD 측정의 더욱 심충적인 분석에 관여시킴으로써, 특히 원 기재(original substrate) 내의 밑에 있는 구조체에 관한 정보가 입수 가능한 경우, 공구를 형성하기 위해 사용되는 기재의 밑에 있는 구조체에 기인하는 파워 스펙트럼 밀도 곡선의 피크와, 전기도금 단계(도 9의 단계(903, 904) 참조)로 인해 형성되었던 구조체에 기인하는 피크를 구별할 수 있다. 그렇게 구별하는 것은 복잡할 수 있는데, 왜냐하면 밑에 있는 구조체의 공간적 주기성(들)이 전기 도금된 구조체의 임의의 공간적 주기성(들)과 상당히 상이할 필요가 없기 때문이며, 실제로, 이들 상이한 구조체 유형의 공간적 주기성은 적어도 몇몇 경우에 실질적으로 중첩할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 그렇게 구별하는 데 성공하는 경우에, 밑에 있는 구조체에 기인하는 파워 스펙트럼 밀도 곡선의 임의의 피크가 무시되면, 두 평면내 방향으로의 PSD 피크비가 0.8(또는 0.5 또는 0.4 또는 0.3) 미만인 구조화된 표면에 대한 조건이 상당한 밑에 있는 구조체를 가진 기재를 사용하여 도 9에 따라 제조되었던 구조화된 표면에 의해 여전히 충족될 수 있다.

[0143] 존재하는 경우에 파워 스펙트럼 밀도 곡선의 가장 현저한 피크를 식별함으로써 표 3에 주어진 결과를 얻었다. 또한, 도 24a 내지 도 25b에서 볼 수 있는 바와 같은 파워 스펙트럼 밀도 곡선에 대한 데이터가 대략  $1 \text{ mm}^{-1}$  내지 거의  $2000 \text{ mm}^{-1}$ 의 공간 주파수 범위에 걸쳐 확장되었으며, 따라서 그러한 범위 전반에 걸쳐 존재할 수 있는 임의의 피크가 어느 피크가 가장 현저한지를 결정하는 데 있어 후보이고, 이들은 또한 두 평면내 방향으로의 PSD 피크비가 0.8(또는 0.5 또는 0.4 또는 0.3) 미만인 기준에 관한 후보이다. 실제로, 파워 스펙트럼 밀도 곡선의 피크가 이들 분석을 위해 그에 걸쳐 고려되는 공간 주파수 범위를 제한하는 것이 유리할 수 있다. 예를 들어, 두 평면내 방향으로의 PSD 피크비가 그에 걸쳐 0.8(또는 0.5 또는 0.4 또는 0.3) 미만이도록 규정되는 공간 주파수 범위를, 그의 상한치가 1000 또는 500 또는  $100 \text{ mm}^{-1}$ 이고 그의 하한치가 1 또는 2 또는  $5 \text{ mm}^{-1}$ 인 주파수 범위로 제한하는 것이 유리할 수 있다.

#### 횡방향 치수 또는 크기(ECD) 분석

[0144] 별개의 개별 구조체가 식별될 수 있는 구조화된 표면에 대해, 구조화된 표면은 구조체의 특성 크기, 예컨대 횡방향 또는 평면내 치수에 관하여 기술될 수 있다. 각각의 구조체는 예를 들어 최대 횡방향 치수, 최소 횡방향 치수 및 평균 횡방향 치수를 갖는 것으로 특징지어질 수 있다. 개별 구조체가 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되는 경우, 예컨대 임의의 평면내 방향을 따라 선형 방식으로 무한히 연장되지 않으면, 각각의 구조체는 등가 원 직경("ECD")을 갖는 것으로 특징지어질 수 있다. 주어진 구조체의 ECD는 그의 평면도에서의 면적 이 구조체의 평면도에서의 면적과 동일한 원의 직경으로 정의될 수 있다. 예를 들어, 도 26을 참조하면, 가상 구조화된 표면(2620a)의 평면도가 도시된다. 구조화된 표면은 돌출부 또는 공동일 수 있는 구별가능한 구조체(2621a, 2621b, 2621c, 2621d)를 포함한다. 원(2623a)이 구조체(2621a)에 중첩되며, 원은 이 평면도에서 구조

체(2621a)의 면적과 동일한 면적을 갖는 것으로 추정된다. 원(2623a)의 직경(ECD)이 구조체(2621a)의 등가 원 직경(ECD)이다. 구조화된 표면의 대표적인 부분 내의 모든 구조체에 대해 ECD 값을 평균함으로써, 그러면 구조화된 표면 또는 그의 구조체가 평균 등가 원 직경  $ECD_{avg}$ 를 갖는다고 말할 수 있다.

[0146] 다수의 광학 확산 필름에 대한 구조체 크기의 체계적 분석에 착수하였다. 주어진 광학 확산 필름 샘플에 대해, 샘플의 약  $1 \times 1 \text{ cm}$  피스를 샘플의 중심 부분으로부터 절단하였다. 샘플 피스를 현미경 슬라이드 상에 장착하였고, 그의 구조화된 표면을 Au-Pd 스퍼터-코팅하였다. 구조화된 표면의 2개의 높이 프로파일을 공초점 주사레이저 현미경(CSLM)을 사용하여 얻었다. 가능할 때마다, 토포그래피의 우수한 샘플링을 제공하도록 시야를 선택하였다. 샘플에서 어떤 유형의 구조체가 지배적인지에 따라, 퍼크 또는 밸리 중 어느 하나의 크기를 측정하였다. 구조화된 표면 상에서 식별되는 개별 구조체의 크기를 측정하기 위해 일관되고 반복가능한 방법론을 확립하였다. 도 27 내지 도 30의 합성 이미지는 이것이 어떻게 행해졌는지를 지시한다. 이를 합성 이미지에서, 어두운 윤곽 형상이 공초점 현미경을 통해 구조화된 표면의 사진에 중첩된다. 어두운 윤곽 형상은 구조화된 표면의 개별 구조체의 계산된 외측 경계 또는 에지이다. 도 27은 CCS 확산기에 대한 그러한 합성 이미지이다. 도 28은 위에서 논의된 타입 I 미세-1 샘플에 대한 것이다. 도 29는 광학 확산 필름 샘플 594-1에 대한 것이다. 도 30은 광학 확산 필름 샘플 502-1에 대한 것이다. 그러한 이미지 및 기술을 사용하여, 전형적으로 수백 개의 그리고 몇몇 경우에 수천 개의 구조체의 ECD를 주어진 구조화된 표면에 대해 계산하였다. ECD 측정치 및 측정 통계치가 다음과 같이 요약된다:

[표 4]

측정된 ECD 통계치

샘플	ECD 평균(um)	ECD 중간값(um)	ECD 시그마(um)
502-1	10.3	9.7	3.6
594-1	6.1	6.1	2.6
593-2	5.8	5.5	2.5
RA13a	58.3	58.5	17.5
N3	6.3	6.0	3.3
타입 I 미세-1	15.0	15.8	4.7
타입 I 미세-2	15.3	17.3	5.6
타입 I 미세-3	16.5	17.8	4.6
타입 I 미세-4	16.8	17.5	3.5
타입 I 미세-5	17.6	18.1	3.5
타입 I 미세-6	17.5	18.3	4.2
타입 II 미세	9.2	8.8	2.8
CCS 확산기	3.6	3.0	2.0

[0148]

[0149] 샘플 타입 I 미세-2, 타입 I 미세-3, 타입 I 미세-5, 및 타입 I 미세-6은 일반적으로 위에서 인용된 참고 문헌인 '622 아론슨 등, '593 야펠 등, '475 바비, 및 '261 아론슨 등의 교시 내용에 따라 제조되었던 추가의 타입 I 미세복제된 확산 필름 샘플이다. 타입 I 미세-2 샘플은 90.7%의 탁도 및 2.9%의 투명도를 가졌고, 타입 I 미세-3 샘플은 84.8%의 탁도 및 4.7%의 투명도를 가졌으며, 타입 I 미세-5 샘플은 73.9%의 탁도 및 5.5%의 투명도를 가졌고, 타입 I 미세-6 샘플은 68.2%의 탁도 및 4.9%의 투명도를 가졌다. 표 4의 타입 II 미세 샘플은 도 5에 도시된 타입 II 미세복제된 확산 필름과 유사한 광학 확산 필름이었지만, 표 4의 타입 II 미세 샘플은 91.1%의 탁도 및 9.8%의 투명도를 가졌다.

[0150] 표 4의 결과를 검토하면, RA13a 샘플을 제외하고는, 도 9에 따라 제조된 광학 확산 필름 각각이 15 마이크로미터 미만의 평균(average)(평균(mean)) ECD를 가졌고, 대부분이 10 마이크로미터 미만, 또는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 가졌음을 볼 수 있다. 이는 대체로 적어도 15 마이크로미터 이상이었던 타입 II 미세복제된 확산 필름 샘플의 평균 ECD와 대조적이었다. RA13a 샘플은 도 9에 따라 제조된 다른 필름들 중 임의의 것보다 상당히 더 높은 평균 ECD를 가졌다. 위에서 논의된 RA13a 샘플의 주기적 파상부가 이러한 큰 차이의 이유인 것으로 여겨진다. 즉, RA13a에 대한 기재가 파상부 없이 실질적으로 평평한 경우, 평균 ECD가 다른 유사하게 제조된 필름의 그것에 더욱 근사하였을 것으로, 예컨대 15 마이크로미터 미만 및 10 마이크로미터 미만이었을 것으로 결론짓는 것이 타당하다.

[0151]

도 9의 방법에 의해 제조된 샘플의 일부의 구조화된 표면이 밀집 패킹된 더 작은 구조체가 그 사이에 불규칙하게 분산된 불규칙하게 배열된 더 큰 피라미드형 구조체의 조합을 포함하는 것으로 관찰되었다. 하나의 그러한 샘플은 502-1이었다. 구조화된 표면의 분석을 행하였고, 도 31의 그래프에 곡선(3110)으로 도시된 결과는 표면이 구조체 크기의 이봉 분포를 갖는 것을 보여준다. 도 31의 그래프는 마이크로미터 단위의 ECD의 함수로서 정규화 카운트(빈(bin)당 퍼센트 단위)를 플로팅한다. 곡선(3110)은 더 큰 피크(3110a) 및 더 작은 피크(3110b)를 갖는 것으로 보인다. 더 큰 피크(3110a)는 약  $ECD = 8$  마이크로미터에 위치되고, 구조화된 표면의 더 작은 구조체에 대응한다. 더 작은 피크(3110b)는 약  $ECD = 24$  마이크로미터에 위치되고, 더 큰 피라미드형 구조체에 대응한다. 따라서, 더 작은 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 미만 및 10 마이크로미터 미만이고, 더 큰 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 초과 및 20 마이크로미터 초과이다. 더 큰 구조체의 더 적은 개수(population)로 인해, 구조화된 표면 상의 모든 구조체(큰 것 및 작은 것)에 대한 평균 ECD가 표 4에 보고된 바와 같이 10.3 마이크로미터이다.

[0152]

높이 대 횡방향 치수(ECD)의 종횡비 분석

[0153]

도 9의 방법에 의해 제조된 필름의 일부는 개별 구조체가 밀집 패킹되고 몇몇 경우에 구조체가 또한 만곡되거나 만곡된 기부 표면을 갖는 구조화된 표면을 가졌다. 구조체의 평면내 또는 횡방향 치수(예컨대, ECD)와 구조체의 평균 높이 사이의 관계를 조사하기로 결정하였다. 일반적으로, 용어 "높이"는 돌출부의 높이뿐만 아니라 공동의 깊이도 또한 지칭하기에 충분히 광범위하다. 비교 목적을 위해, 조밀 패킹된 비드형 표면을 갖는 DPB 확산기를 조사에 포함시켰다.

[0154]

예시적인 구조체의 높이가 도 32의 가상 구조화된 표면의 도면에 예시된다. 이 도면에서, 광학 확산 필름(3220)이 구조화된 주 표면(3220a)을 가진 패턴화된 층(3222)을 포함한다. 구조화된 표면(3220a)은 식별 가능한 개별 구조체(3221a, 3221b)를 포함한다. 구조화된 표면은 x-y 평면을 따라 연장되거나 x-y 평면을 한정한다. x-y 평면에 평행한 3개의 기준 평면, 즉 RP1, RP2 및 RP3가 도시된다. 기준 평면 RP1, RP3는 구조체(3221a)의 (각각) 최고 및 최저 부분에 관하여 한정될 수 있다. 기준 평면 RP2는 0 또는 거의 0의 곡률에 대응하는 위치에 위치될 수 있으며, 즉 그 위치에서의 표면은 피크의 상부에서와 같이 내향으로 만곡되지도 않고 공동의 저부에서와 같이 외향으로 만곡되지도 않는다. 이들 기준 평면이 주어지면, RP1과 RP2 사이의 높이  $h_1$  및 RP2와 RP3 사이의 높이  $h_2$ 를 한정할 수 있다.

[0155]

주어진 구조화된 표면 상의 구조체의 종횡비를 결정하는 체계적 분석에 착수하였으며, 종횡비는 구조체의 높이를 ECD로 나눈 값이다. 구조체의 높이에 대해, 실질적으로 도 32에 도시된  $h_1$ 에 대응하는 값을 사용하기로 선택하였다. 주어진 광학 확산 필름 샘플에 대해, 샘플의 약  $1 \times 1 \text{ cm}$  피스를 샘플의 중심 부분으로부터 절단하였다. 샘플 피스를 현미경 슬라이드 상에 장착하였고, 그의 구조화된 표면을 Au-Pd 스퍼터-코팅하였다. 구조화된 표면의 2개의 높이 프로파일을 공초점 주사 레이저 현미경(CSLM)을 사용하여 얻었다. 가능할 때마다, 토포그래피의 우수한 샘플링을 제공하도록 시야를 선택하였다. 구조화된 표면 내의 벨리(공동)의 크기를 측정하였지만; DPB 확산기의 구조화된 표면을 평가할 때, 계산의 용이성을 위해, 크기 측정 전에 구조화된 표면의 높이 프로파일을 역전시켜 피크를 벨리로 변환시켰다. 전술된 ECD 측정에 행해졌던 바와 같이, 구조화된 표면 상에서 식별되는 개별 구조체의 크기를 측정하기 위해 일관되고 반복가능한 방법론을 확립하였다. 이어서 이러한 방법론을 높이 대 직경 종횡비(Hmean/ECD)의 측정을 추가하도록 변형시켰다. 이러한 비를 각각의 구조체(벨리 영역)에 대해 계산하였다. 높이 Hmean은 구조체(벨리 영역)의 주연부 상의 평균 높이에서 구조체(벨리 영역) 내의 최소 높이를 뺀 것이다. 벨리 영역 내의 높이 맵을 높이를 측정하기 전에 주연부 상의 데이터 점을 사용하여 경사 보정하였다. 시험된 샘플에 대한 평균 종횡비를 계산하였으며, 표 5에 나타낸다.

[0156]

[표 5]

종횡비	
샘플	평균 종횡비
502-1	0.078
594-1	0.069
597-2	0.006
DPB 확산기	0.210

[0157]

표 5의 결과를 검토하면, 도 9의 방법에 의해 제조된 샘플이 종횡비에 기초하여 DPB 확산기와 용이하게 구별될 수 있는 것을 볼 수 있다. 예를 들어, 전자의 샘플의 평균 종횡비는 0.15 미만 또는 0.1 미만이다.

## [0159] 리지 분석

위에 언급된 바와 같이, 도 9의 방법에 의해 제조된 필름의 일부는 개별 구조체가 밀집 패킹된 구조화된 표면을 가졌다. 밀집 패킹된 구조체는 리지형 특징부를 생성하는 경향이 있지만, 리지형 특징부는 또한 밀집 패킹된 구조체가 없을 때에도 발생할 수 있다. 구조화된 표면 상의 리지의 양상을 조사하기로 결정하였다. 특히, 리지가 구조화된 표면 상에 존재하는 정도를 조사하였다. 이를 평면도에서 구조화된 표면의 단위 면적당 총 리지 길이를 계산함으로써 정량화하였다. 이를 도 9의 방법에 따라 제조된 샘플들 중 많은 것에 대해 행하였고, 비교 목적을 위해, 또한 수개의 비드형 확산기, 즉 SDB 확산기, CCS 확산기 및 DPB 확산기를 포함시켰다.

[0161] 리지가 도 33의 가상 구조화된 표면의 도면에 예시된다. 이 도면에서, 광학 확산 필름이 구조화된 주 표면 (3320a)을 포함한다. 구조화된 표면(3320a)은 식별가능한 개별 구조체(3321a, 3321b, 3321c)를 포함한다. 구조화된 표면은 x-y 평면을 따라 연장되거나 x-y 평면을 한정한다. 긴, 첨예한, 피크형 영역으로 기술될 수 있는 리지가 적어도 구조체(3321a, 3321b)의 경계가 합쳐지는 짧은 세그먼트를 따라 형성된다. 리지 또는 세그먼트는 점(p1, p2, p3)을 포함한다. 이들 점 각각에서의 국소 기울기 및 곡률이, 알려진 토포그래피에 기초하여, 구배에 평행하고 리지에 수직한 방향(축 a1, a2, a3 참조)을 따라, 그리고 구배에 수직하고 리지에 평행한 방향(축 b1, b2, b3 참조)을 따라 계산될 수 있다. 그러한 곡률 및 기울기는 점이 긴, 첨예한 피크형 영역 상에 놓이는 것을 확인하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 리지 상의 점은 2개의 수직 방향(예컨대, a1, b1)을 따른 충분히 상이한 곡률; 리지에 수직한(예컨대, a1) 첨예한 곡률; 평균 기울기보다 작은 구배 방향으로의(예컨대, 리지를 따른, b1 참조) 기울기; 및 충분히 긴 세그먼트 길이에 의해 식별될 수 있다.

[0162] 전술한 원리를 사용하여 주어진 구조화된 표면 상의 단위 면적당 리지 길이를 결정하는 체계적 분석에 착수하였다. 주어진 광학 확산 필름 샘플에 대해, 샘플의 약  $1 \times 1 \text{ cm}$  피스를 샘플의 중심 부분으로부터 절단하였다. 샘플 피스를 현미경 슬라이드 상에 장착하였고, 그의 구조화된 표면을 Au-Pd 스퍼터-코팅하였다. 구조화된 표면의 2개의 높이 프로파일을 공초점 주사 레이저 현미경(CSLM)을 사용하여 얻었다. 가능할 때마다, 토포그래피의 우수한 샘플링을 제공하도록 시야를 선택하였다. 리지 분석을 위의 원리에 따라 높이 프로파일을 분석하기 위해 사용하였다.

[0163] 이러한 리지 분석은 2D 높이 맵 상의 리지의 피크를 식별하였고, 단위 샘플 면적당 리지의 총 길이를 계산하였다. 구배 방향 및 구배 방향을 가로지르는 방향을 따른 곡률을 각각의 픽셀에 대해 계산하였다. 곡률 및 기울기에 대한 임계화(thresholding)를 수행하여 리지를 식별하였다.

[0164] 다음은 리지 분석에 사용되었던 리지의 정의이다.

[0165] 1. 곡률 정의: (a) gcurvature는 구배 방향을 따른 곡률이고; (b) tcurvature는 구배 방향을 가로지르는(수직한) 방향을 따른 곡률이며; (c) gcurvature는 구배를 따른 3개의 점을 사용하고 이러한 3개의 점에 외접하는 원을 계산함으로써 계산되고;  $\text{gcurvature} = 1 / R$ 이며, 여기서  $R$ 은 이러한 원의 반경이고; (d) tcurvature는 구배를 가로지르는 방향을 따른 3개의 점을 사용하고 이러한 3개의 점에 외접하는 원을 계산함으로써 계산되고;  $\text{gcurvature} = 1 / R$ 이며, 여기서  $R$ 은 이러한 원의 반경이고; (e) 곡률은 이들 3개의 점의 중심 점에 할당되며; (f) 3개의 점의 간격은 관심 없는 미세 특징부에 의한 기여를 감소시키기에 충분히 크게, 하지만 관심 있는 특징부에 의한 기여가 보존되도록 충분히 작게 선택된다.

[0166] 2. 리지 상의 점의 곡률은 2개의 수직 방향들 사이에서 충분히 상이하다. (a) gcurvature 및 tcurvature는 적어도 2배만큼 상이하다(어느 하나가 더 클 수 있음).

[0167] 3. 리지는 대부분의 벨리보다 더 첨예하다. (a) 곡률은 gcurvature 분포의 1 백분위수 점의 절대값보다 크다 (gcurvature의 1%가 1 백분위수 점보다 낮음).

[0168] 4. 기울기는 평균 기울기보다 낮다. (a) 리지 상의 gslope(구배를 따른 기울기)는 표면의 평균 gslope보다 작다. (b) 리지의 상부의 기울기는 전형적으로 그것이 높은 기울기의 표면 상에 있지 않는 한 거의 0이다.

[0169] 5. 리지는 충분히 길다. (a) 잠재적인 리지는 그의 총 길이(브랜치(branch)를 포함함)가 잠재적인 리지 상부를 따른 평균 곡률 반경보다 짧은 경우 리지로 고려되지 않는다; (b) 잠재적인 리지는 그의 총 길이가 잠재적인 리지의 평균 폭의 3배보다 짧은 경우 리지로 고려되지 않는다; (c) 이들 치수가 대략 측정되는 것에 유의한다.

[0170] 6. 브랜치는 충분히 길다. (a) 리지의 중간 섹션으로부터의 브랜치는 그것이 리지의 평균 폭의 1.5배보다 긴 경우 리지의 연속체로 고려된다. 그렇지 않으면, 그것은 제거된다; (b) 이들 치수가 대략 측정되는 것에 유의한다.

[0171] 도 34a 및 도 35a의 합성 이미지는 체계적인 리지 식별이 어떻게 행해졌는지의 지시를 제공한다. 이들 합성 이미지에서, 어두운 라인 세그먼트가 공초점 현미경을 통해 구조화된 표면의 사진에 중첩된다. 어두운 라인 세그먼트는 리지로 식별된 구조화된 표면의 영역이다. 도 34a는 594-1 샘플에 대한 그러한 합성 이미지이다. 도 35a는 DPB 확산기에 대한 것이다. 도 34b는 도 34a에 대응하지만, 단지 어두운 라인 세그먼트(즉, 검출된 리지)만을, 하지만 반전 인쇄로 보여주어, 리지를 더 쉽게 볼 수 있다. 도 35b도 마찬가지로 도 35a에 대응하지만, 단지 어두운 라인 세그먼트만을 반전 인쇄로 보여준다.

[0172] 리지를 식별한 후에, 높이 맵 내의 모든 리지의 총 길이를 계산하였고, 높이 맵의 면적으로 나누었다. 이러한 분석을 또한 분석을 진행하기 전에 높이 맵을 역전시킴으로써 빨리 리지를 식별하기 위해 반복하였다. DPB 샘플을 역전시켜 시작하였음에 유의한다. 그러한 이미지 및 기술을 사용하여, 면적당 리지 길이를 시험된 구조화된 표면에 대해 계산하였다. 이들 측정의 결과가 다음과 같이 요약된다:

[표 6]

측정된 면적당 리지 길이	
샘플	면적당 리지 길이(mm/mm <sup>2</sup> )
502-1	47.3
507-1	48.3
551-1	29.7
554-1	111.8
594-1	109.5
597-1	44.2
599-1	89.3
600-1	116.8
502-2	32.3
551-2	18.8
554-2	35.2
593-2	36.4
597-2	1.1
600-2	0.1
N3	50.5
L27B	0.3
RA24a	0.2
RA13a	0.0
SDB 확산기	2.2
CCS 확산기	4.4
DPB 확산기	244.8

[0174]

[0175] 표 6의 결과를 검토하면, 도 9의 방법에 의해 제조된 비-비드형 샘플의 전부 또는 대부분이 평면도에서 200 mm/mm<sup>2</sup> 미만, 및 150 mm/mm<sup>2</sup> 미만, 및 10 내지 150 mm/mm<sup>2</sup> 범위 내의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어지는 구조화된 표면을 갖는 것을 볼 수 있다.

[0176] 달리 지시되지 않는 한, 명세서 및 청구범위에서 사용되는 양, 특성의 측정치 등을 표현하는 모든 수는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 달리 지시되지 않는 한, 명세서 및 청구범위에 기재된 수치 파라미터는 본 출원의 교시 내용을 이용하여 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다. 청구범위의 범주에 대한 등가물의 원칙의 적용을 제한하려고 시도함이 없이, 각각의 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효 숫자의 수의 관점에서 그리고 통상의 반올림 기법을 적용하여 해석되어야 한다. 본 발명의 넓은 범주를 기재하는 수치 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 임의의 수치 값이 본 명세서에 기술된 특정 예에 기재되는 경우, 이들은 가능한 한 합리적으로 정확히 보고된다. 그러나, 임의의 수치 값은 시험 또는 측정 한계와 관련된 오차를 분명히 포함할 수 있다.

[0177] 하기는 본 개시 내용에 따른 예시적인 실시예이다:

[0178] 항목 1. 구조화된 표면을 제조하는 방법으로서,

[0179] 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층

의 제1 주 표면을 생성하는 단계; 및

[0180] 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 주 표면 상에 전착시킴으로써 제1 층의 제1 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 제2 주 표면을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

[0181] 항목 2. 항목 1의 방법으로서, 제1 전기도금 공정은 제1 전기도금 용액을 사용하고, 제2 전기도금 공정은 제2 전기도금 용액을 사용하며, 제2 전기도금 용액은 적어도 유기 레벨러의 첨가만큼 제1 전기도금 용액과 상이한 방법.

[0182] 항목 3. 항목 1의 방법으로서, 제2 전기도금 공정은 시빙을 포함하는 방법.

[0183] 항목 4. 항목 1의 방법으로서, 제2 전기도금 공정은 실딩을 포함하는 방법.

[0184] 항목 5. 항목 1의 방법으로서, 제1 전기도금 공정은 제1 전기도금 용액을 사용하고, 제2 전기도금 공정은 제2 전기도금 용액을 사용하며, 제2 전기도금 용액은 적어도 유기 입자 미세화제의 첨가만큼 제1 전기도금 용액과 상이한 방법.

[0185] 항목 6. 항목 1의 방법으로서,

[0186] 기부 평균 조도를 갖는 기부 표면을 제공하는 단계를 추가로 포함하고,

[0187] 제1 층은 기부 표면 상에 형성되고, 제1 평균 조도는 기부 평균 조도보다 큰 방법.

[0188] 항목 7. 항목 1의 방법으로서, 금속은 구리인 방법.

[0189] 항목 8. 항목 1의 방법으로서, 제1 전기도금 공정은 많아야 미량의 유기 레벨러를 함유하는 제1 전기도금 용액을 사용하는 방법.

[0190] 항목 9. 항목 8의 방법으로서, 제1 전기도금 용액은 100 또는 75 또는 50 ppm 미만의 유기 탄소의 총 농도를 갖는 방법.

[0191] 항목 10. 항목 1의 방법으로서, 제1 전기도금 공정은 제1 전기도금 용액을 사용하고, 제2 전기도금 공정은 제2 전기도금 용액을 사용하며, 제2 전기도금 용액 내의 유기 레벨러의 농도 대 제1 전기도금 용액 내의 임의의 유기 레벨러의 농도의 비는 50 또는 100 또는 200 또는 500 이상인 방법.

[0192] 항목 11. 항목 1의 방법으로서, 제1 층을 형성하는 단계는 복수의 불균일하게 배열된 제1 구조체를 포함하는 제1 주 표면을 생성하는 방법.

[0193] 항목 12. 항목 11의 방법으로서, 제1 구조체는 평평한 패싯을 포함하는 방법.

[0194] 항목 13. 항목 11의 방법으로서, 제2 층을 형성하는 단계는 복수의 불균일하게 배열된 제2 구조체를 포함하는 제2 주 표면을 생성하는 방법.

[0195] 항목 14. 항목 13의 방법으로서,

[0196] 제2 금속을 제2 금속의 전기도금 용액을 사용하여 전착시킴으로써 제2 주 표면 상에 제2 금속의 제3 층을 형성하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0197] 항목 15. 항목 14의 방법으로서, 제2 금속은 크롬을 포함하는 방법.

[0198] 항목 16. 항목 1에 따른 방법을 사용하여 제조되는 미세복제 공구로서, 이로써 미세복제 공구는 제2 주 표면에 대응하는 공구 구조화된 표면을 갖는 미세복제 공구.

[0199] 항목 17. 항목 16의 미세복제 공구로서, 공구 구조화된 표면은 제2 주 표면의 역 형태 또는 제2 주 표면의 비-역 형태에 대응하는 미세복제 공구.

[0200] 항목 18. 항목 16의 미세복제 공구로서, 미세복제 공구는 금속의 제1 층, 금속의 제2 층, 및 제2 층 상에 형성되는 제2 금속의 제3 층을 포함하는 미세복제 공구.

[0201] 항목 19. 항목 16의 미세복제 공구를 사용하여 제조되는 광학 필름으로서, 이로써 필름은 제2 주 표면에 대응하는 구조화된 표면을 갖는 광학 필름.

[0202] 항목 20. 항목 19의 광학 필름으로서, 필름의 구조화된 표면은 제2 주 표면의 역 형태 또는 제2 주 표면의 비-

역 형태에 대응하는 광학 필름.

[0203] 항목 21. 광학 필름으로서,

밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면 - 밀집 패킹된 구조체는 리지가 인접한 구조체들 사이에 형성되도록 배열됨 - 을 포함하고, 구조체는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며,

구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 갖고,

제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 갖고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,

제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 갖고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,

구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어지는 필름.

[0209] 항목 22. 항목 21의 필름으로서, 단위 면적당 총 리지 길이는  $150 \text{ mm/mm}^2$  미만인 필름.

[0210] 항목 23. 항목 22의 필름으로서, 단위 면적당 총 리지 길이는 10 내지  $150 \text{ mm/mm}^2$  범위 내에 있는 필름.

[0211] 항목 24. 항목 21의 필름으로서, 제1 피크비는 0.5 미만이고, 제2 피크비는 0.5 미만인 필름.

[0212] 항목 25. 항목 21의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 5% 이상 및 95% 미만의 광학 탁도를 제공하는 필름.

[0213] 항목 26. 항목 21의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어지고, 구조체는 15 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0214] 항목 27. 항목 26의 필름으로서, 구조체는 10 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0215] 항목 28. 항목 26의 필름으로서, 구조체는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0216] 항목 29. 항목 21의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않는 필름.

[0217] 항목 30. 항목 21의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체의 적어도 일부는 만곡된 기부 표면을 포함하는 필름.

[0218] 항목 31. 항목 30의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체의 대부분은 만곡된 기부 표면을 포함하는 필름.

[0219] 항목 32. 항목 31의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체의 실질적으로 전부는 만곡된 기부 표면을 포함하는 필름.

[0220] 항목 33. 광학 필름으로서,

[0221] 밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하고, 구조화된 주 표면은 기준 평면 및 기준 평면에 수직한 두께 방향을 한정하며,

[0222] 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 갖고,

[0223] 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 갖고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,

[0224] 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 갖고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,

[0225] 밀집 패킹된 구조체는 기준 평면 내의 등가 원 직경(ECD) 및 두께 방향을 따른 평균 높이에 의해 특징지어지고,

각각의 구조체의 종횡비는 구조체의 평균 높이를 구조체의 ECD로 나눈 값과 동일하며,

[0226] 구조체의 평균 종횡비는 0.15 미만인 필름.

[0227] 항목 34. 항목 33의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어지는 필름.

[0228] 항목 35. 항목 34의 필름으로서, 단위 면적당 총 리지 길이는  $150 \text{ mm/mm}^2$  미만인 필름.

[0229] 항목 36. 항목 35의 필름으로서, 단위 면적당 총 리지 길이는 10 내지  $150 \text{ mm/mm}^2$  범위 내에 있는 필름.

[0230] 항목 37. 항목 33의 필름으로서, 제1 피크비는 0.5 미만이고, 제2 피크비는 0.5 미만인 필름.

[0231] 항목 38. 항목 33의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 5% 이상 및 95% 미만의 광학 탁도를 제공하는 필름.

[0232] 항목 39. 항목 33의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어지고, 구조체는 15 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0233] 항목 40. 항목 39의 필름으로서, 구조체는 10 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0234] 항목 41. 항목 39의 필름으로서, 구조체는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0235] 항목 42. 항목 33의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않는 필름.

[0236] 항목 43. 항목 33의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체의 적어도 일부는 만곡된 기부 표면을 포함하는 필름.

[0237] 항목 44. 항목 43의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체의 대부분은 만곡된 기부 표면을 포함하는 필름.

[0238] 항목 45. 항목 44의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체의 실질적으로 전부는 만곡된 기부 표면을 포함하는 필름.

[0239] 항목 46. 광학 필름으로서,

[0240] 만곡된 기부 표면을 갖는 밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하고,

[0241] 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 갖고,

[0242] 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 갖고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,

[0243] 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 갖고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,

[0244] 구조화된 주 표면은 95% 미만의 광학 탁도를 제공하는 필름.

[0245] 항목 47. 항목 46의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 90% 미만의 광학 탁도를 제공하는 필름.

[0246] 항목 48. 항목 47의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 80% 미만의 광학 탁도를 제공하는 필름.

[0247] 항목 49. 항목 47의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 20 내지 80% 범위 내의 광학 탁도를 제공하는 필름.

[0248] 항목 50. 항목 46의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어지는 필름.

[0249] 항목 51. 항목 46의 필름으로서, 제1 피크비는 0.5 미만이고, 제2 피크비는 0.5 미만인 필름.

[0250] 항목 52. 항목 46의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어지고, 구조체는 15 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0251] 항목 53. 항목 52의 필름으로서, 구조체는 10 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.

[0252] 항목 54. 항목 52의 필름으로서, 구조체는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 갖는 필름.

- [0253] 항목 55. 항목 46의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않는 필름.
- [0254] 항목 56. 광학 필름으로서,
- [0255] 밀집 패킹된 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하고,
- [0256] 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 갖고,
- [0257] 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 갖고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,
- [0258] 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 갖고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,
- [0259] 구조화된 주 표면은 10 내지 60% 범위 내의 광학 탁도 및 10 내지 40% 범위 내의 광학 투명도를 제공하는 필름.
- [0260] 항목 56의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 20 내지 60% 범위 내의 광학 탁도 및 10 내지 40% 범위 내의 광학 투명도를 제공하는 필름.
- [0261] 항목 58. 항목 57의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 20 내지 30% 범위 내의 광학 탁도 및 15 내지 40% 범위 내의 광학 투명도를 제공하는 필름.
- [0262] 항목 59. 항목 56의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어지는 필름.
- [0263] 항목 60. 항목 56의 필름으로서, 제1 피크비는 0.5 미만이고, 제2 피크비는 0.5 미만인 필름.
- [0264] 항목 61. 항목 56의 필름으로서, 밀집 패킹된 구조체는 평면도에서 등가 원 직경(ECD)에 의해 특징지어지고, 구조체는 15 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.
- [0265] 항목 62. 항목 61의 필름으로서, 구조체는 10 마이크로미터 미만의 평균 ECD를 갖는 필름.
- [0266] 항목 63. 항목 62의 필름으로서, 구조체는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내의 평균 ECD를 갖는 필름.
- [0267] 항목 64. 항목 56의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않는 필름.
- [0268] 항목 65. 광학 필름으로서,
- [0269] 더 큰 제1 구조체 및 더 작은 제2 구조체를 포함하는 구조화된 주 표면을 포함하고, 제1 및 제2 구조체 둘 모두는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며,
- [0270] 제1 구조체는 주 표면 상에 불균일하게 배열되고,
- [0271] 제2 구조체는 밀집 패킹되고, 제1 구조체들 사이에 불균일하게 분산되며,
- [0272] 제1 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 초과이고, 제2 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 미만인 필름.
- [0273] 항목 66. 항목 65의 필름으로서, 제1 구조체의 평균 크기는 제1 구조체의 평균 등가 원 직경(ECD)이고, 제2 구조체의 평균 크기는 제2 구조체의 평균 등가 원 직경(ECD)인 필름.
- [0274] 항목 67. 항목 65의 필름으로서, 제1 구조체의 평균 크기는 20 내지 30 마이크로미터 범위 내에 있는 필름.
- [0275] 항목 68. 항목 65의 필름으로서, 제2 구조체의 평균 크기는 4 내지 10 마이크로미터 범위 내에 있는 필름.
- [0276] 항목 69. 항목 65의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 갖고,
- [0277] 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 갖고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로

나눈 값과 동일하며,

- [0278] 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 갖고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일한 필름.
- [0279] 항목 70. 항목 69의 필름으로서, 제1 비는 0.5 미만이고, 제2 비는 0.5 미만인 필름.
- [0280] 항목 71. 항목 65의 필름으로서, 제1 구조체는 평평-폐식형 구조체이고, 제2 구조체는 만곡된 구조체인 필름.
- [0281] 항목 72. 항목 65의 필름으로서, 제1 구조체는 주 표면 내의 제1 공동이고, 제2 구조체는 주 표면 내의 제2 공동인 필름.
- [0282] 항목 73. 항목 65의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 구조화된 표면의 구조체의 등가 원 직경(ECD)의 이봉 분포에 의해 특징지어지고, 이봉 분포는 제1 및 제2 피크를 가지며, 더 큰 제1 구조체는 제1 피크에 대응하고, 더 작은 제2 구조체는 제2 피크에 대응하는 필름.
- [0283] 항목 74. 항목 65의 필름으로서, 구조화된 주 표면은 비드를 실질적으로 전혀 포함하지 않는 필름.
- [0284] 항목 75. 광학 필름으로서, 제2 구조화된 주 표면에 대향하는 제1 구조화된 주 표면을 포함하고, 제1 구조화된 주 표면은 제1 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되며, 제1 공구 구조화된 표면은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 층 상에 전착시킴으로써 제1 층의 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제2 층의 주 표면은 공구 구조화된 표면에 대응하는 필름.
- [0285] 항목 76. 항목 75의 필름으로서, 제2 구조화된 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되고, 제2 공구 구조화된 표면은 금속을 제3 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제3 층을 형성하여 제3 평균 조도를 갖는 제3 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제4 전기도금 공정을 사용하여 제3 층 상에 전착시킴으로써 제3 층의 주 표면 상에 금속의 제4 층을 형성하여 제3 평균 조도보다 작은 제4 평균 조도를 갖는 제4 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제4 층의 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면에 대응하는 필름.
- [0286] 항목 77. 항목 76의 필름으로서, 제1 구조화된 주 표면은 제1 탁도와 관련되고, 제2 구조화된 주 표면은 제2 탁도와 관련되며, 제1 탁도는 제2 탁도보다 큰 필름.
- [0287] 항목 78. 디스플레이 시스템으로서,
- [0288] 도광체;
- [0289] 도광체로부터의 광에 의해 백라이팅되도록 구성되는 디스플레이 패널;
- [0290] 도광체와 디스플레이 패널 사이에 배치되는 하나 이상의 프리즘형 휘도 향상 필름; 및
- [0291] 도광체와 하나 이상의 프리즘형 휘도 향상 필름 사이에 배치되는 광 확산 필름을 포함하고,
- [0292] 광 확산 필름은 80% 이상의 탁도를 가지며,
- [0293] 광 확산 필름은 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되는 제1 구조화된 주 표면을 갖고, 공구 구조화된 표면은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 층 상에 전착시킴으로써 제1 층의 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제2 층의 주 표면은 공구 구조화된 표면에 대응하는 디스플레이 시스템.
- [0294] 항목 79. 항목 78의 디스플레이 시스템으로서, 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 갖고,
- [0295] 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 갖고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,

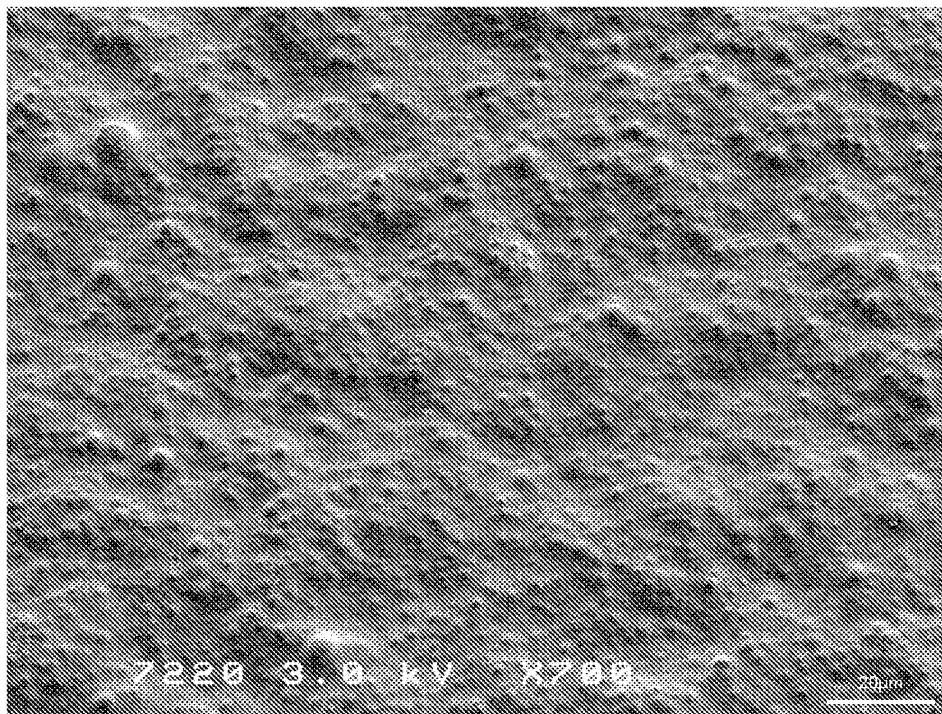
- [0296] 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 벨리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 갖고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일한 디스플레이 시스템.
- [0297] 항목 80. 항목 79의 디스플레이 시스템으로서,
- [0298] 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 리지가 인접한 구조체들 사이에 형성되도록 배열되는 밀집 패킹된 구조체를 포함하고, 구조체는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며,
- [0299] 제1 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어지는 디스플레이 시스템.
- [0300] 항목 81. 항목 79의 디스플레이 시스템으로서,
- [0301] 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 밀집 패킹된 구조체를 포함하고, 구조화된 주 표면은 기준 평면 및 기준 평면에 수직한 두께 방향을 한정하며,
- [0302] 밀집 패킹된 구조체는 기준 평면 내의 등가 원 직경(ECD) 및 두께 방향을 따른 평균 높이에 의해 특징지어지고, 각각의 구조체의 종횡비는 구조체의 평균 높이를 구조체의 ECD로 나눈 값과 동일하며,
- [0303] 구조체의 평균 종횡비는 0.15 미만인 디스플레이 시스템.
- [0304] 항목 82. 항목 79의 디스플레이 시스템으로서,
- [0305] 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 만곡된 기부 표면을 갖는 밀집 패킹된 구조체를 포함하고,
- [0306] 제1 구조화된 주 표면은 95% 미만의 광학 탁도를 제공하는 디스플레이 시스템.
- [0307] 항목 83. 항목 78의 디스플레이 시스템으로서, 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 더 큰 제1 구조체 및 더 작은 제2 구조체를 포함하고, 제1 및 제2 구조체 둘 모두는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며,
- [0308] 제1 구조체는 제1 구조화된 주 표면 상에 불균일하게 배열되고,
- [0309] 제2 구조체는 밀집 패킹되고 제1 구조체들 사이에 불균일하게 분산되며,
- [0310] 제1 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 초과이고, 제2 구조체의 평균 크기는 15 마이크로미터 미만인 디스플레이 시스템.
- [0311] 항목 84. 항목 78의 디스플레이 시스템으로서, 광 확산 필름은 제1 구조화된 주 표면에 대향하는 제2 구조화된 주 표면을 갖고, 제2 구조화된 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되며, 제2 공구 구조화된 표면은 금속을 제3 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제3 층을 형성하여 제3 평균 조도를 갖는 제3 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제4 전기도금 공정을 사용하여 제3 층 상에 전착시킴으로써 제3 층의 주 표면 상에 금속의 제4 층을 형성하여 제3 평균 조도보다 작은 제4 평균 조도를 갖는 제4 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제4 층의 주 표면은 제2 공구 구조화된 표면에 대응하는 디스플레이 시스템.
- [0312] 항목 85. 항목 84의 시스템으로서, 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 디스플레이 패널을 향하고, 확산 필름의 제2 구조화된 주 표면은 도광체를 향하며, 제1 구조화된 주 표면은 제1 탁도와 관련되고, 제2 구조화된 주 표면은 제2 탁도와 관련되며, 제1 탁도는 제2 탁도보다 큰 시스템.
- [0313] 항목 86. 디스플레이 시스템으로서,
- [0314] 도광체;
- [0315] 도광체로부터의 광에 의해 백라이팅되도록 구성되는 디스플레이 패널;
- [0316] 디스플레이 시스템의 전방에 배치되는 광 확산 필름 - 이로써 디스플레이 패널이 도광체와 광 확산 필름 사이에 있게 됨 - 을 포함하고,
- [0317] 광 확산 필름은 10 내지 30% 범위 내의 탁도를 가지며,
- [0318] 광 확산 필름은 공구 구조화된 표면으로부터 미세복제에 의해 제조되는 제1 구조화된 주 표면을 갖고, 공구 구조화된 표면은 금속을 제1 전기도금 공정을 사용하여 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하여 제1 평균 조도

를 갖는 제1 층의 주 표면을 생성하고, 금속을 제2 전기도금 공정을 사용하여 제1 층 상에 전착시킴으로써 제1 층의 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성하여 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 주 표면을 생성함으로써 제조되며, 제2 층의 주 표면은 공구 구조화된 표면에 대응하는 디스플레이 시스템.

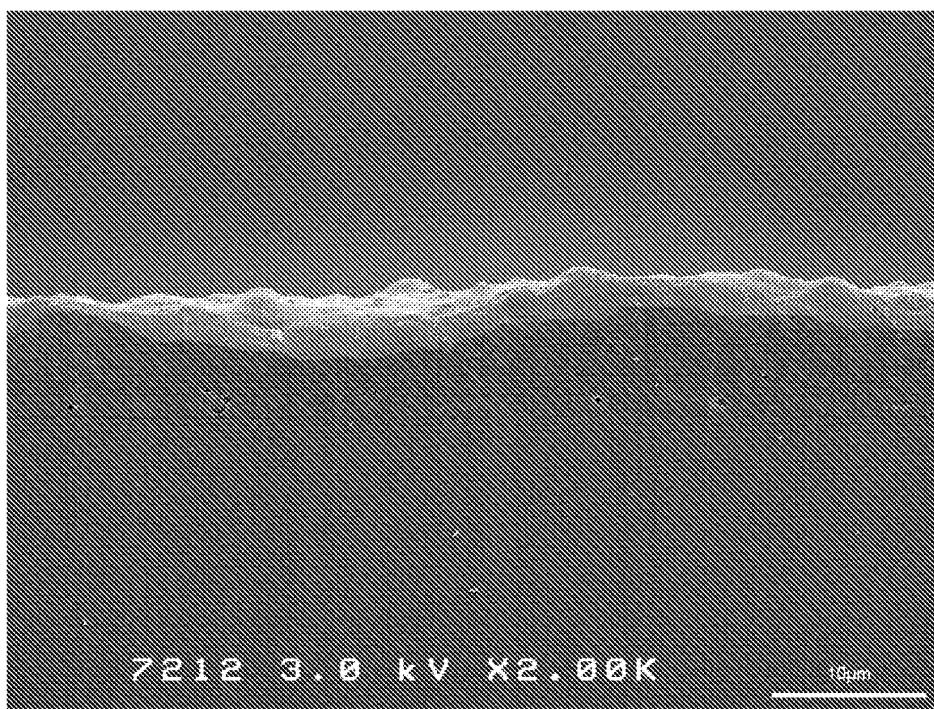
- [0319] 항목 87. 항목 86의 디스플레이 시스템으로서, 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 각각의 제1 및 제2 직교 평면내 방향과 관련된 제1 및 제2 푸리에 파워 스펙트럼에 의해 특징지어질 수 있는 토포그래피를 갖고,
- [0320] 제1 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제1 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제1 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제1 주파수 피크는 0.8 미만의 제1 피크비를 갖고, 제1 피크비는 제1 주파수 피크와 제1 기준선 사이의 면적을 제1 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일하며,
- [0321] 제2 푸리에 파워 스펙트럼이 제로 주파수에 대응하지 않는 그리고 제2 기준선을 한정하는 2개의 인접한 밸리에 의해 경계지어지는 하나 이상의 제2 주파수 피크를 포함하면, 임의의 그러한 제2 주파수 피크는 0.8 미만의 제2 피크비를 갖고, 제2 피크비는 제2 주파수 피크와 제2 기준선 사이의 면적을 제2 주파수 피크 아래의 면적으로 나눈 값과 동일한 디스플레이 시스템.
- [0322] 항목 88. 항목 87의 디스플레이 시스템으로서,
- [0323] 광 확산 필름의 제1 구조화된 주 표면은 리지가 인접한 구조체들 사이에 형성되도록 배열되는 밀집 패킹된 구조체를 포함하고, 구조체는 2개의 직교 평면내 방향을 따라 크기가 제한되며,
- [0324] 제1 구조화된 주 표면은 평면도에서  $200 \text{ mm/mm}^2$  미만의 단위 면적당 총 리지 길이에 의해 특징지어지는 디스플레이 시스템.
- [0325] 항목 89. 항목 87의 디스플레이 시스템으로서, 제1 구조화된 주 표면은 밀집 패킹된 구조체를 포함하고, 구조화된 주 표면은 10 내지 40% 범위 내의 광학 투명도를 제공하는 디스플레이 시스템.
- [0326] 항목 90. 항목 86의 디스플레이 시스템으로서, 제1 구조화된 주 표면은 디스플레이 시스템의 전방을 향하는 디스플레이 시스템.
- [0327] 항목 91. 항목 90의 디스플레이 시스템으로서, 제1 구조화된 주 표면은 디스플레이 시스템의 최전방 표면인 디스플레이 시스템.
- [0328] 본 발명의 다양한 수정 및 변경이 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 당업자에게는 명백할 것이며, 본 발명이 본 명세서에 기재된 예시적인 실시예로 제한되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 개시된 투명 전도성 물품은 또한 반사-방지 코팅 및/또는 보호 하드 코트를 포함할 수 있다. 독자는, 달리 지시되지 않는 한, 하나의 개시된 실시예의 특징이 모든 다른 개시된 실시예에 또한 적용될 수 있음을 추정해야 한다. 또한, 본 명세서에서 언급된 모든 미국 특허, 특허 출원 공개, 및 기타 특허 및 비특허 문헌이, 전술된 개시 내용과 모순되지 않는 정도까지 참고로 포함된다는 것을 이해하여야 한다.

도면

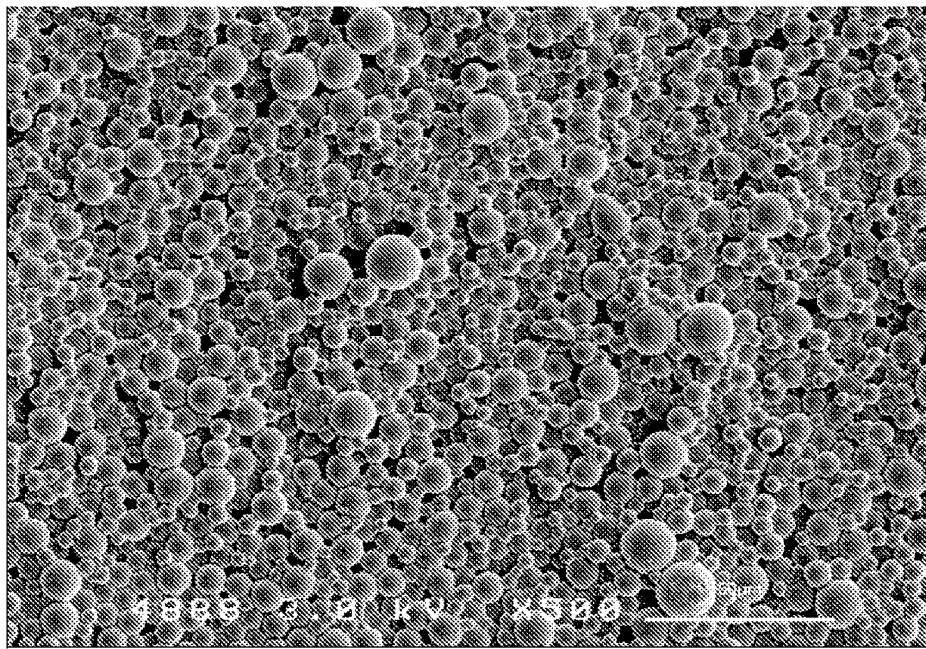
도면1



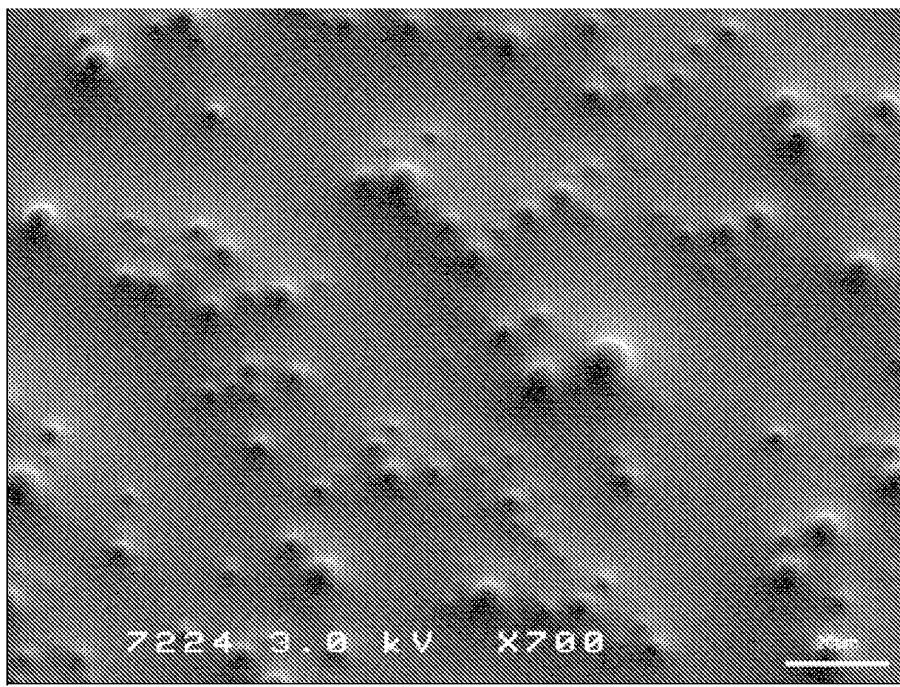
도면1a



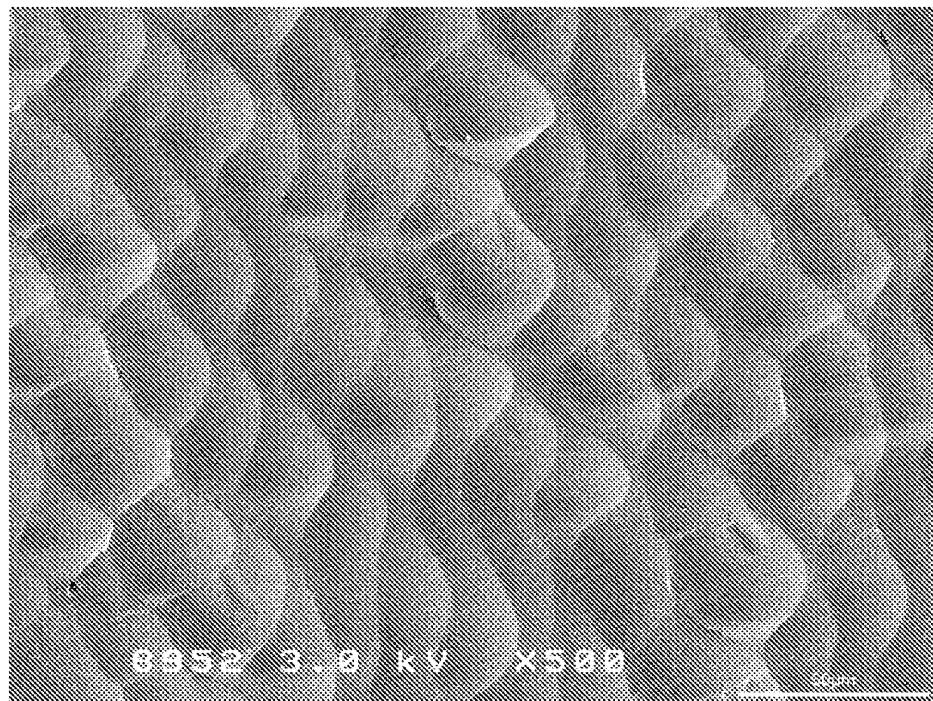
도면2



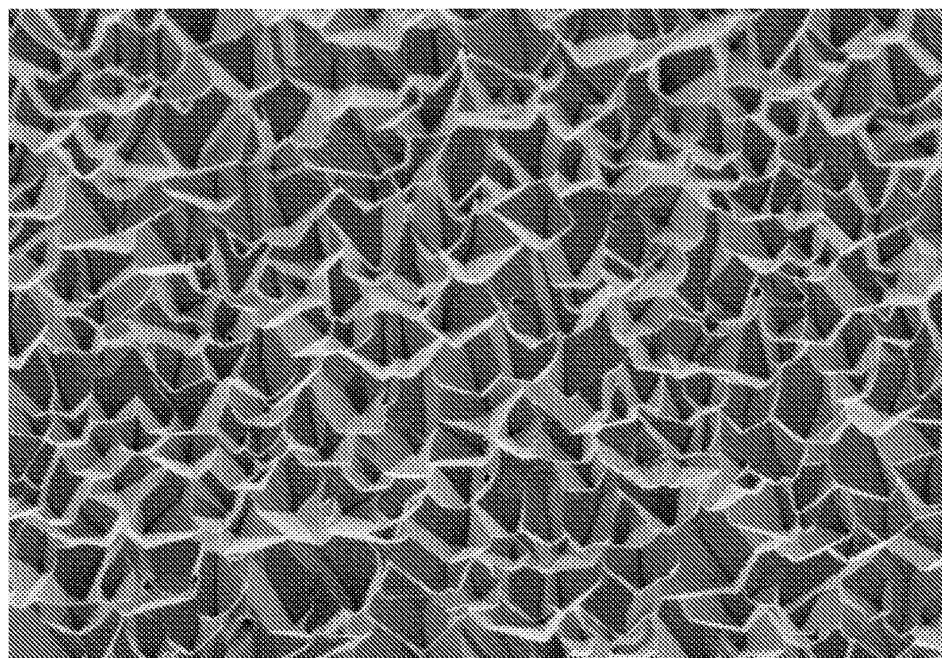
도면3



도면4

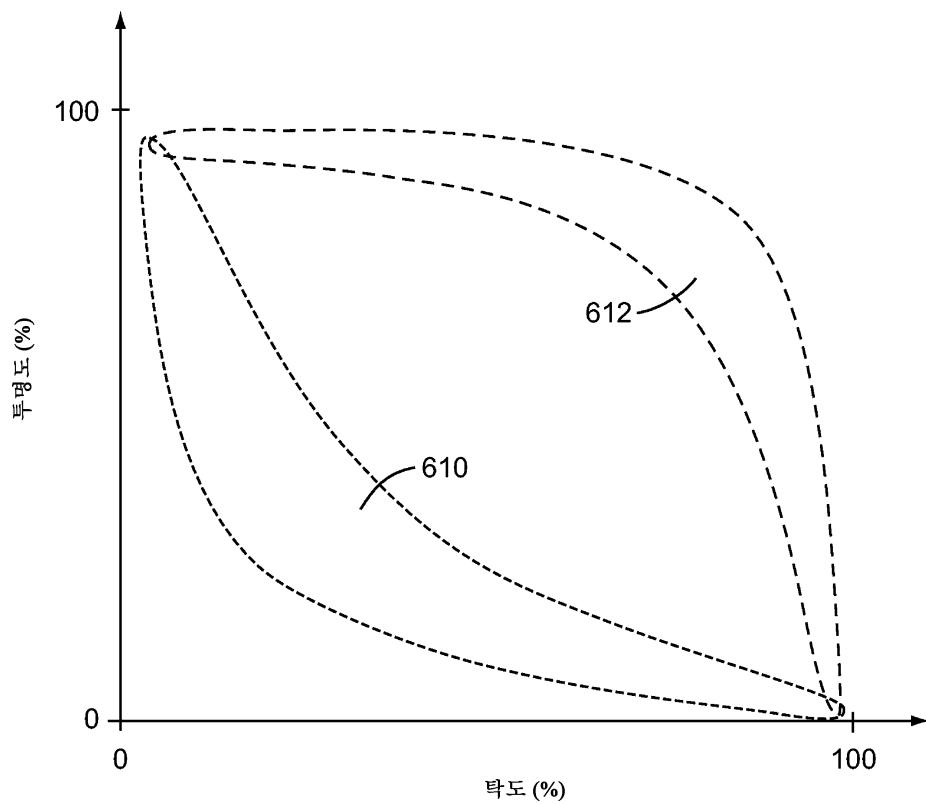


도면5

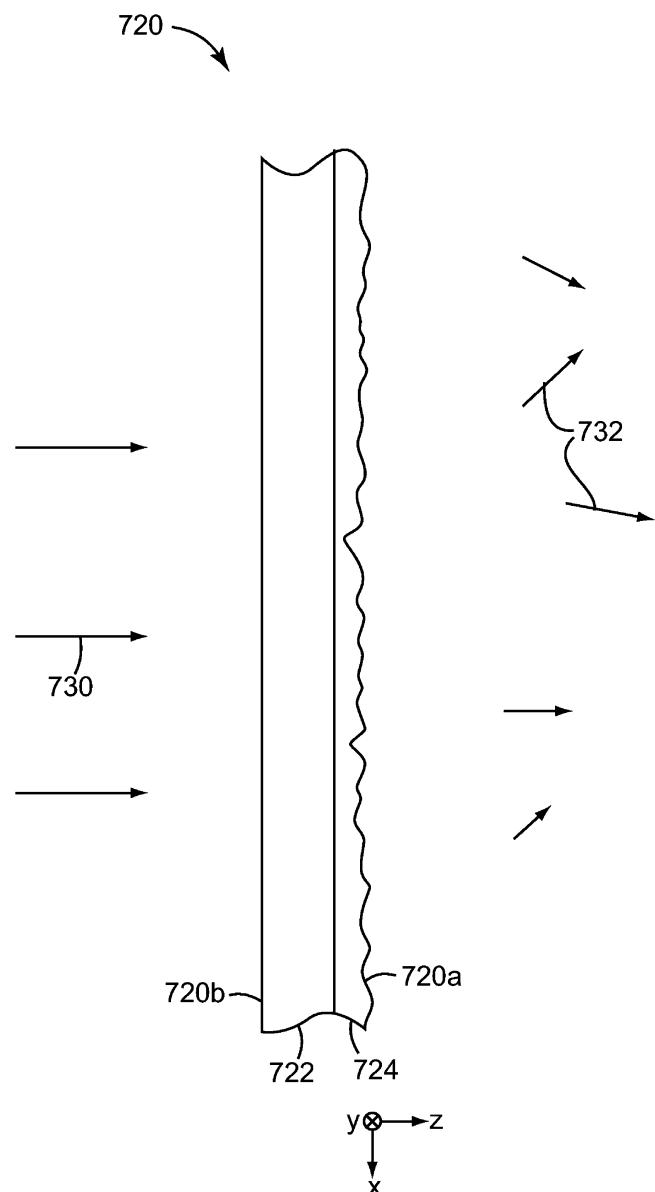


50.0  $\mu\text{m}$

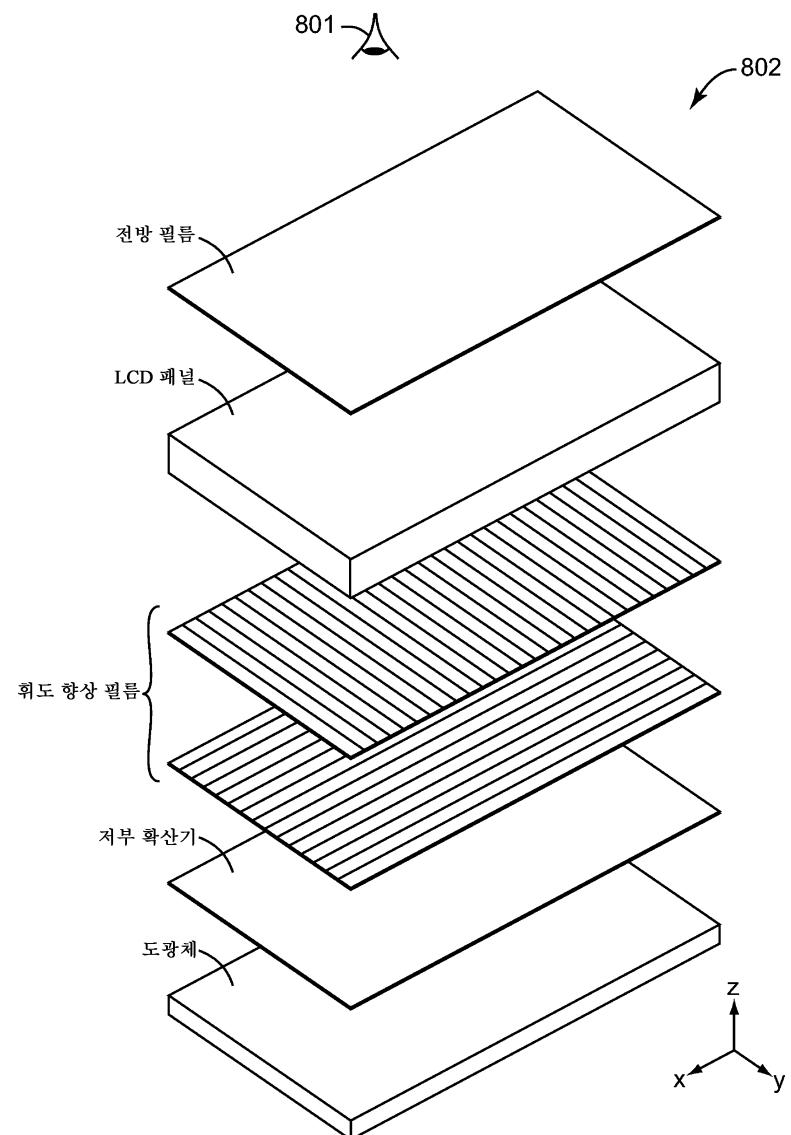
도면6



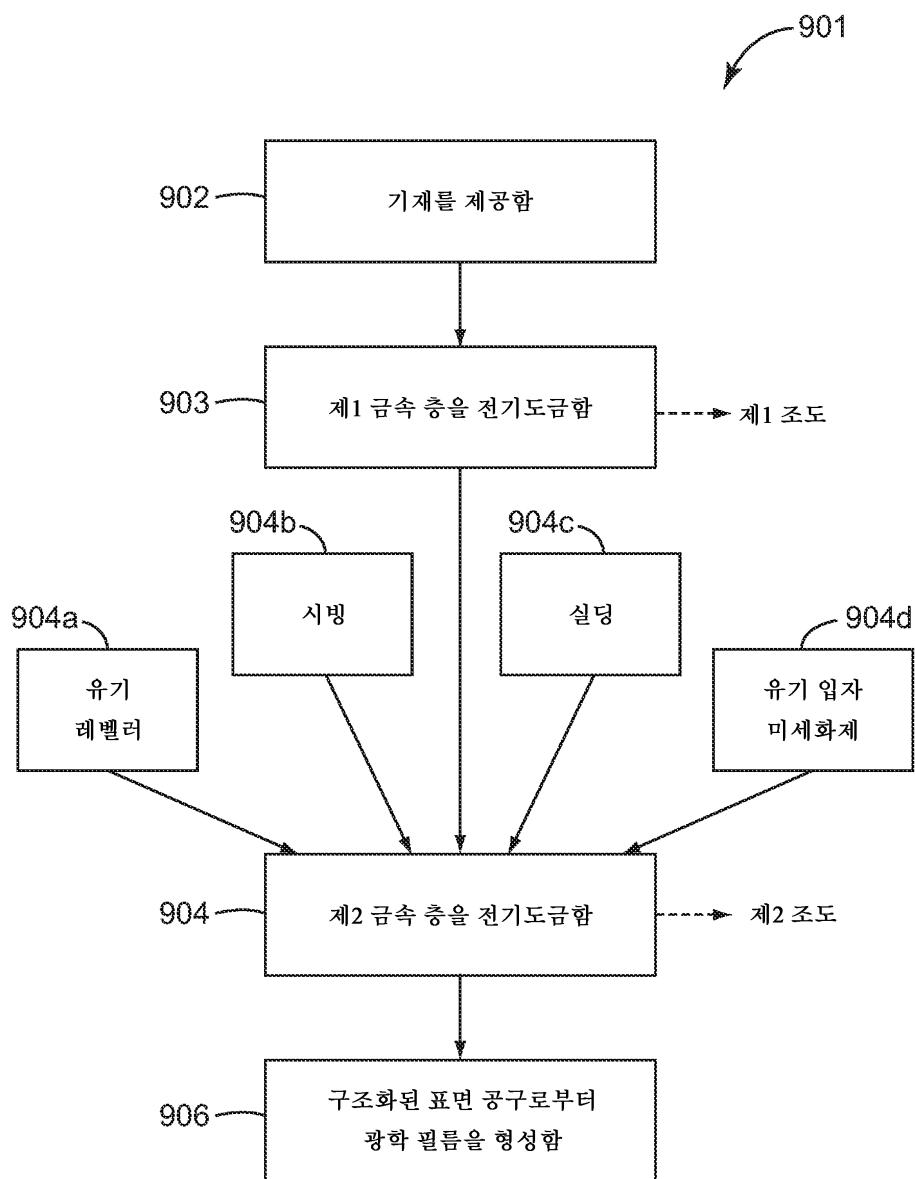
도면7



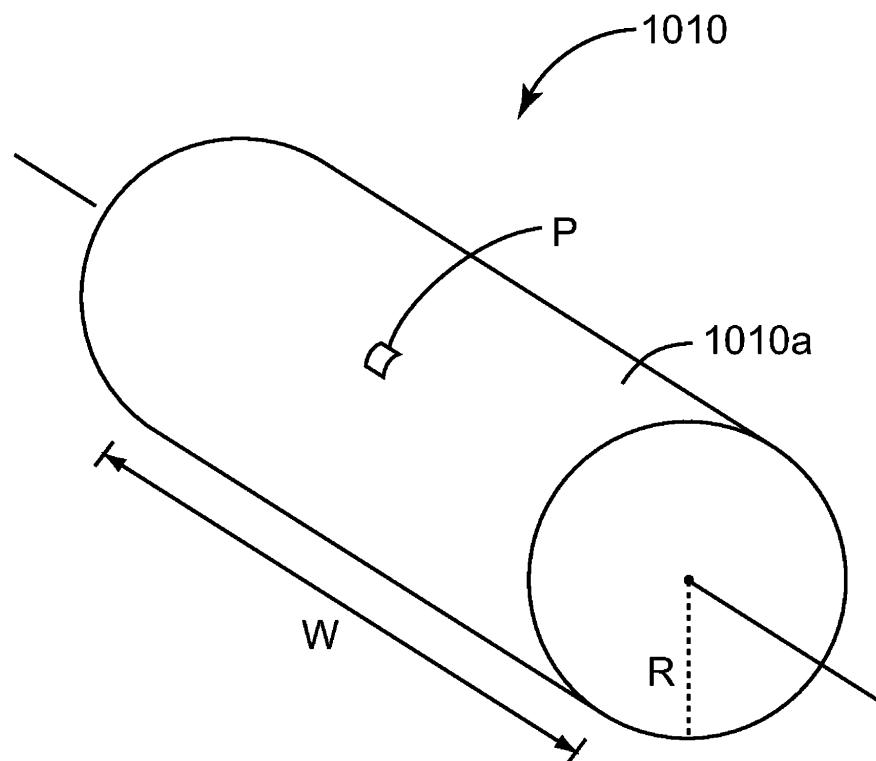
## 도면8



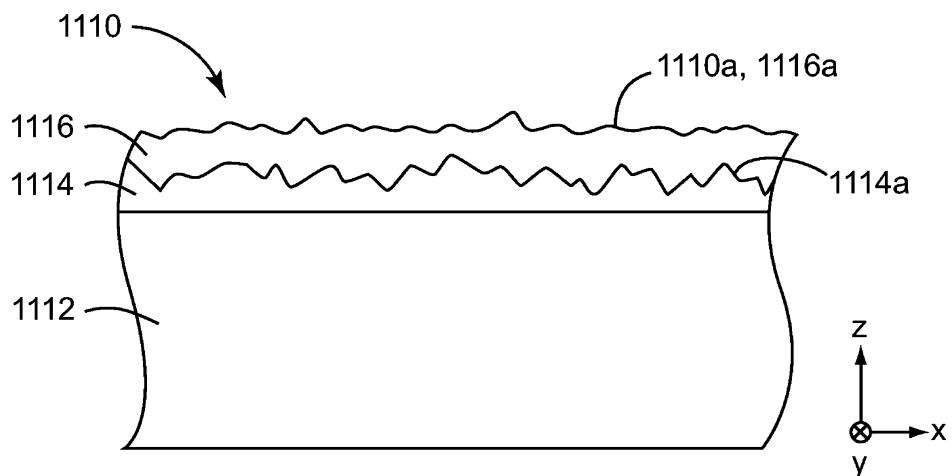
## 도면9



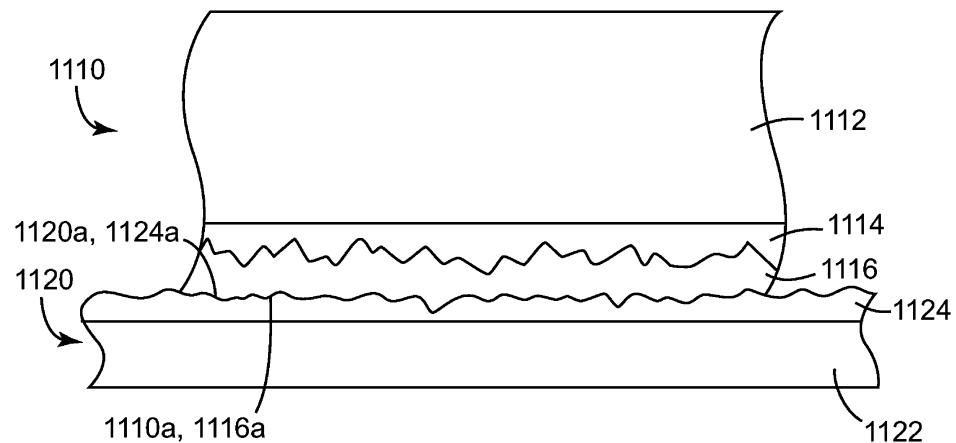
도면10



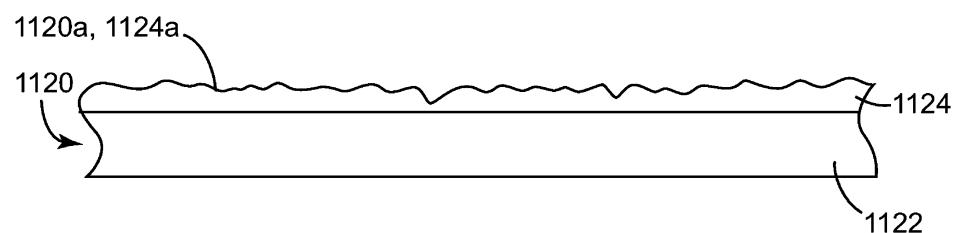
도면11a



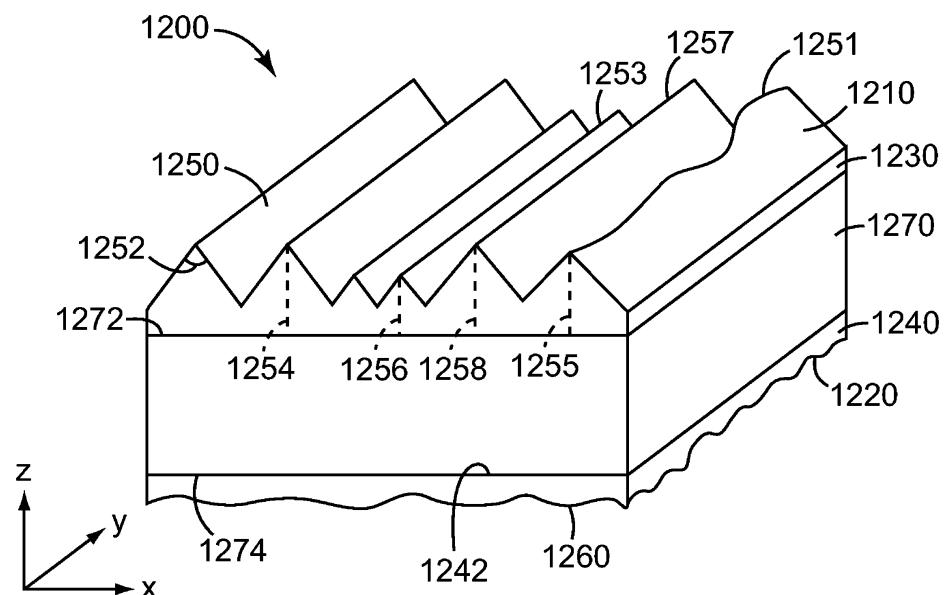
도면11b



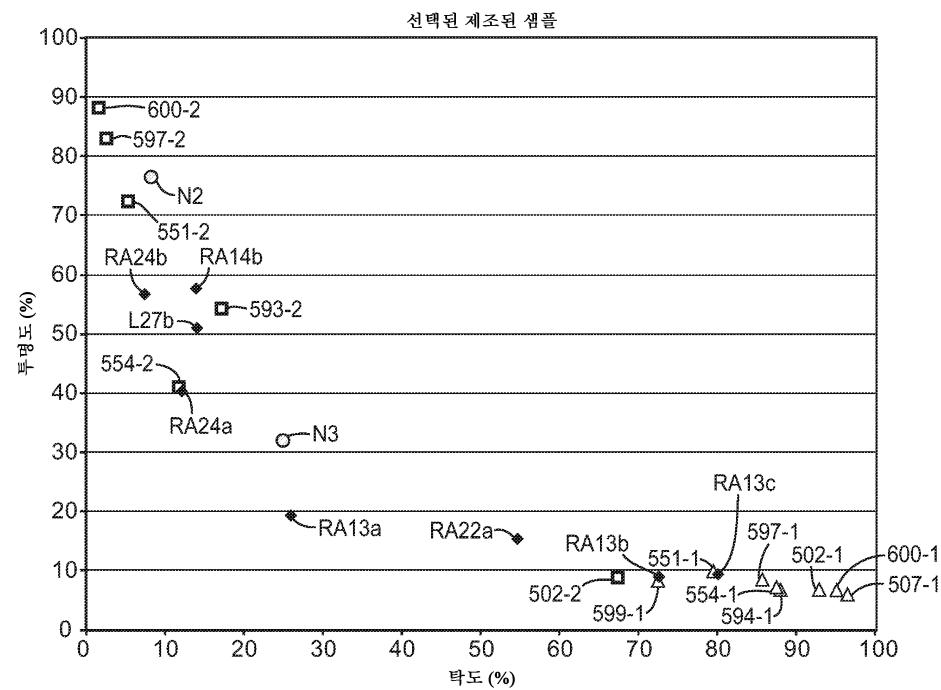
도면11c



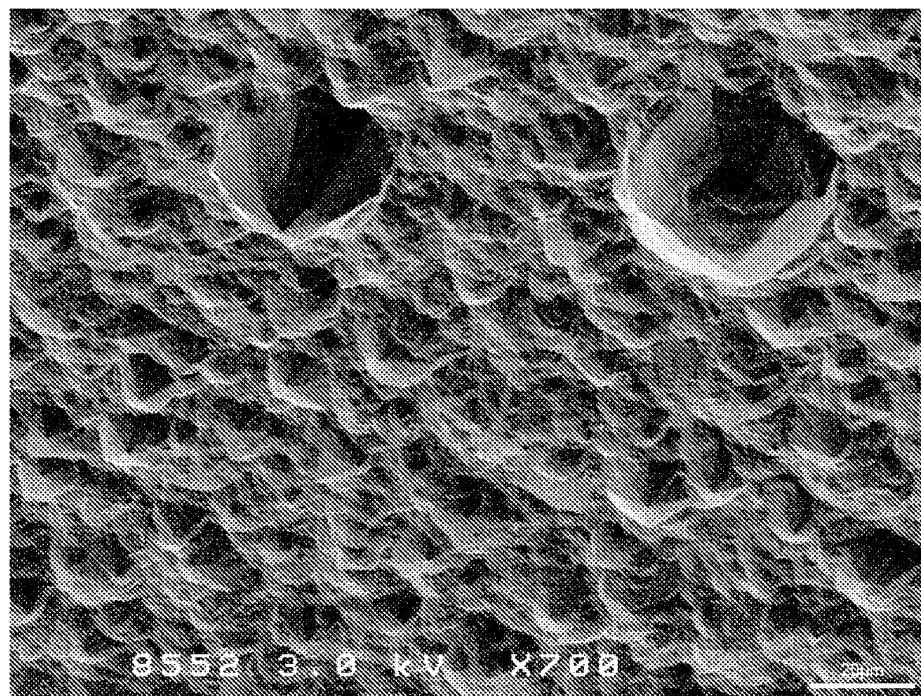
도면12



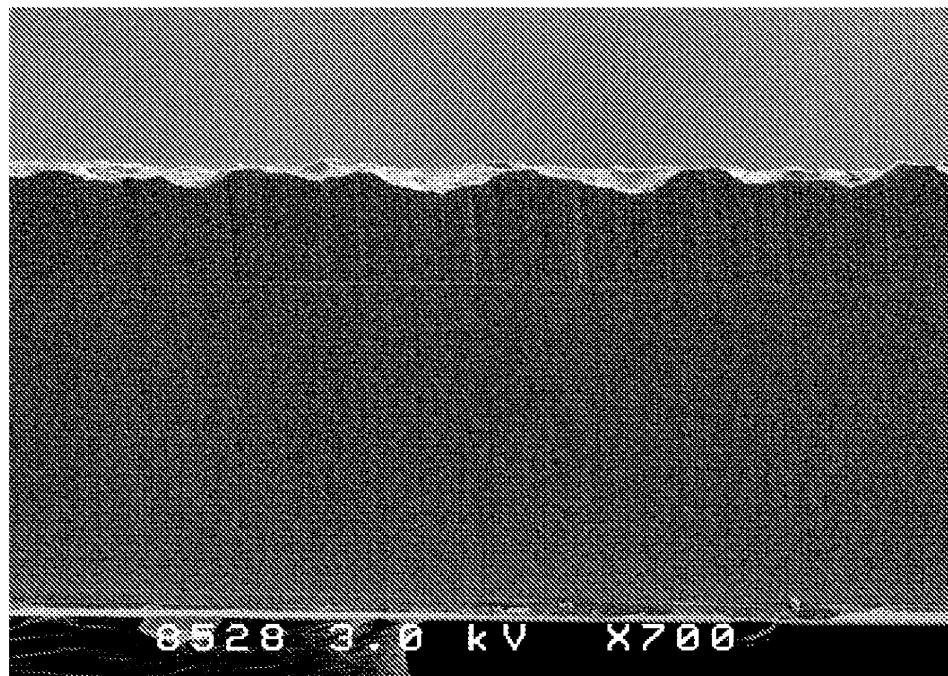
도면13



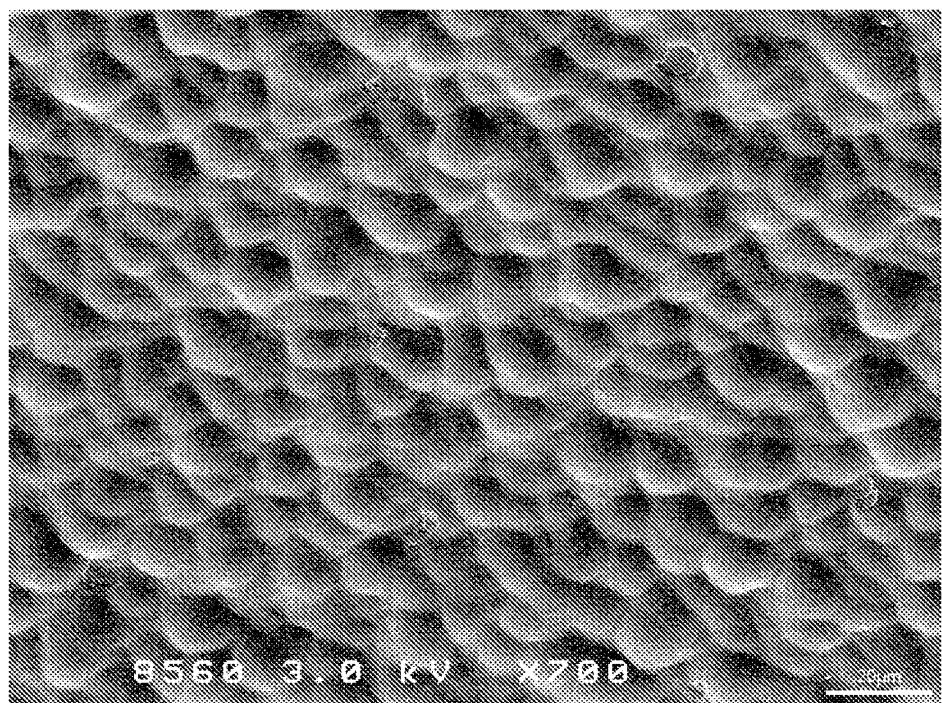
도면14



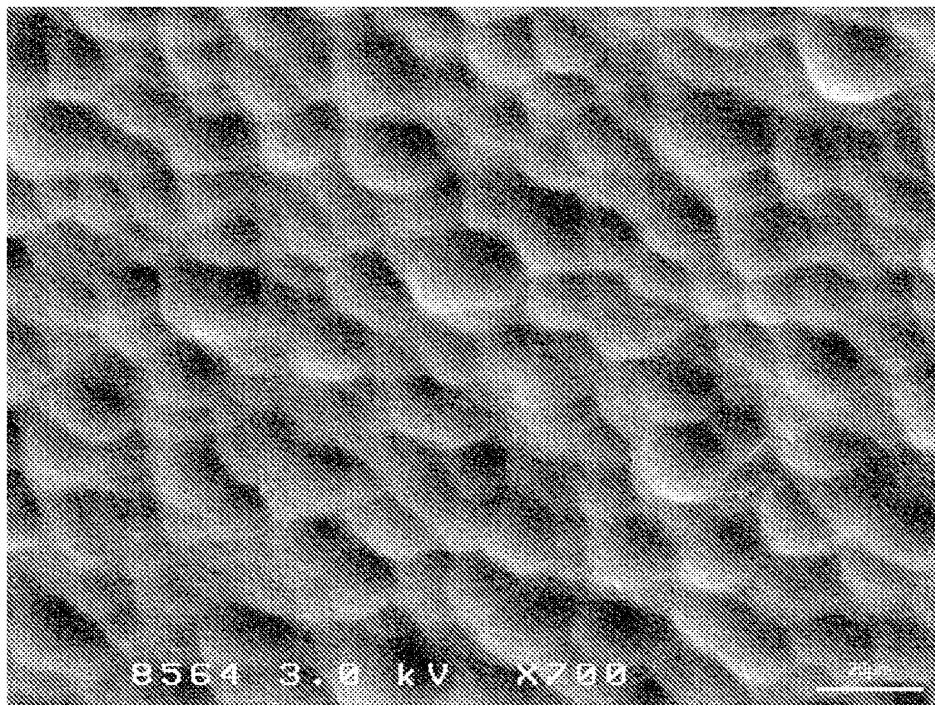
도면14a



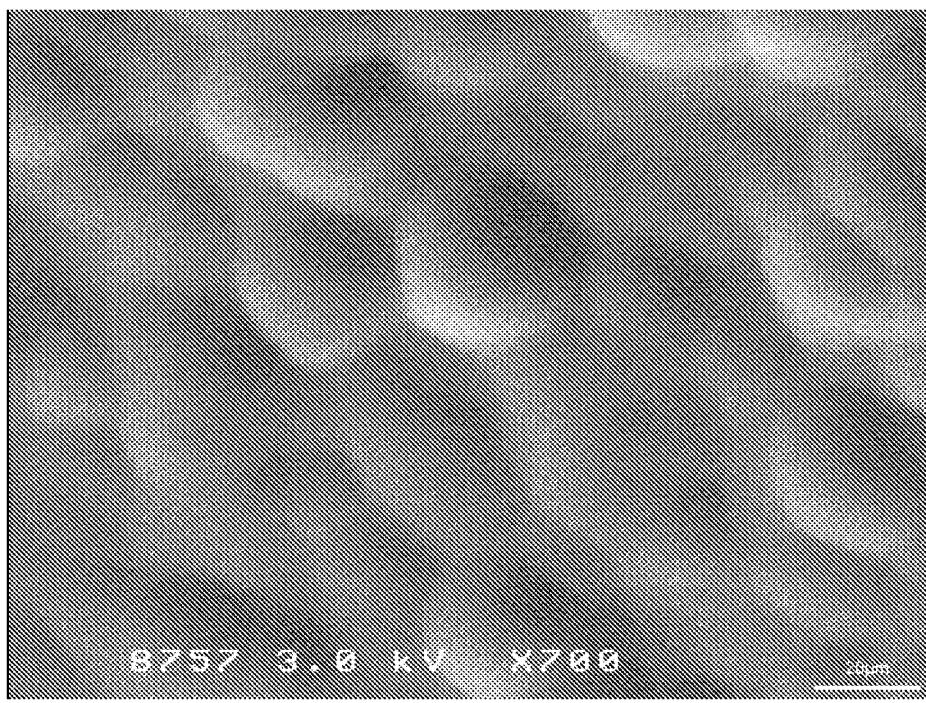
도면15



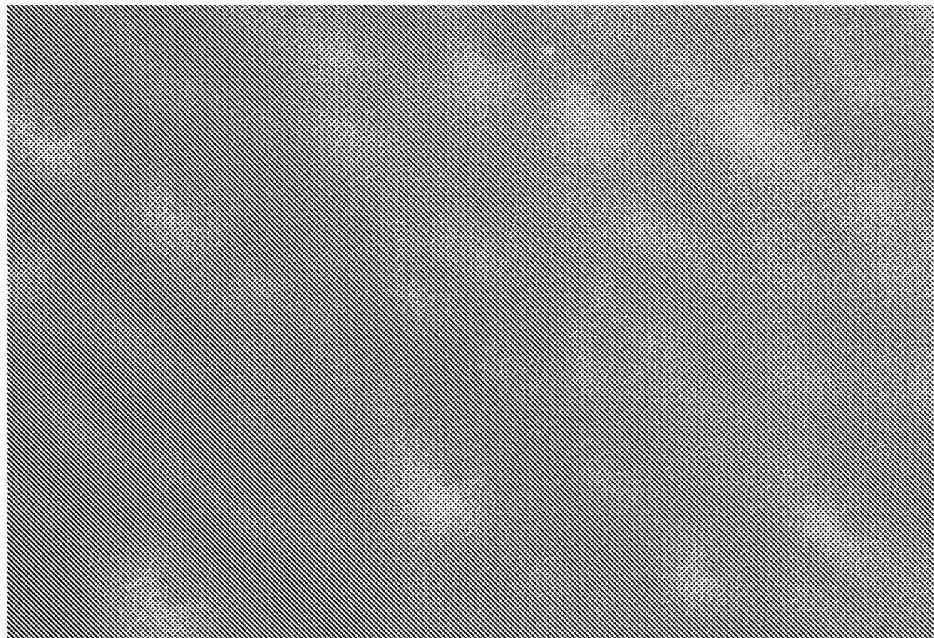
도면16



도면17

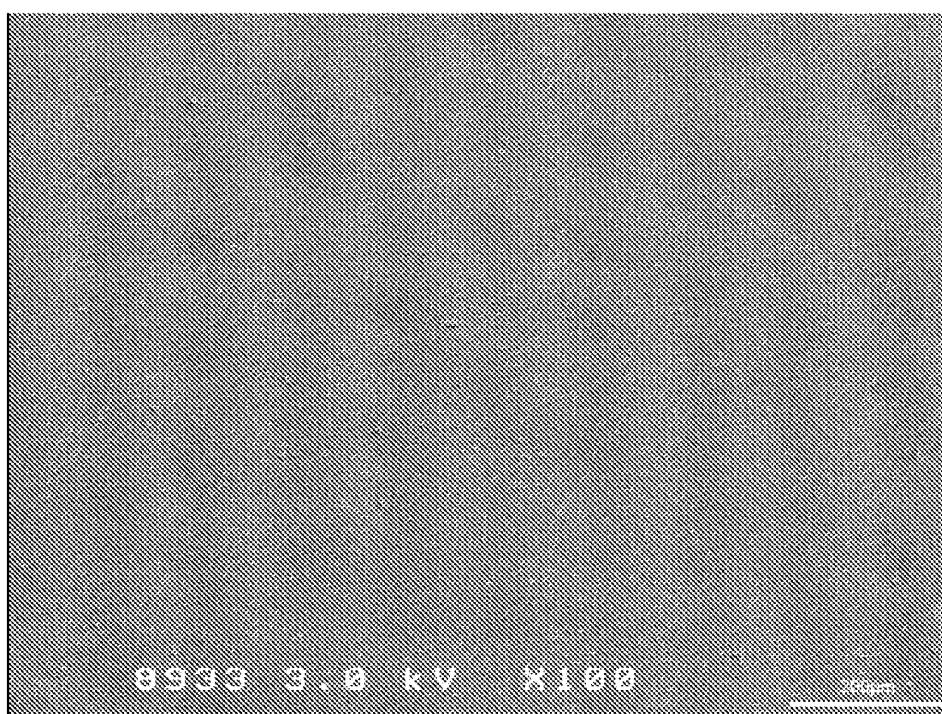


도면18

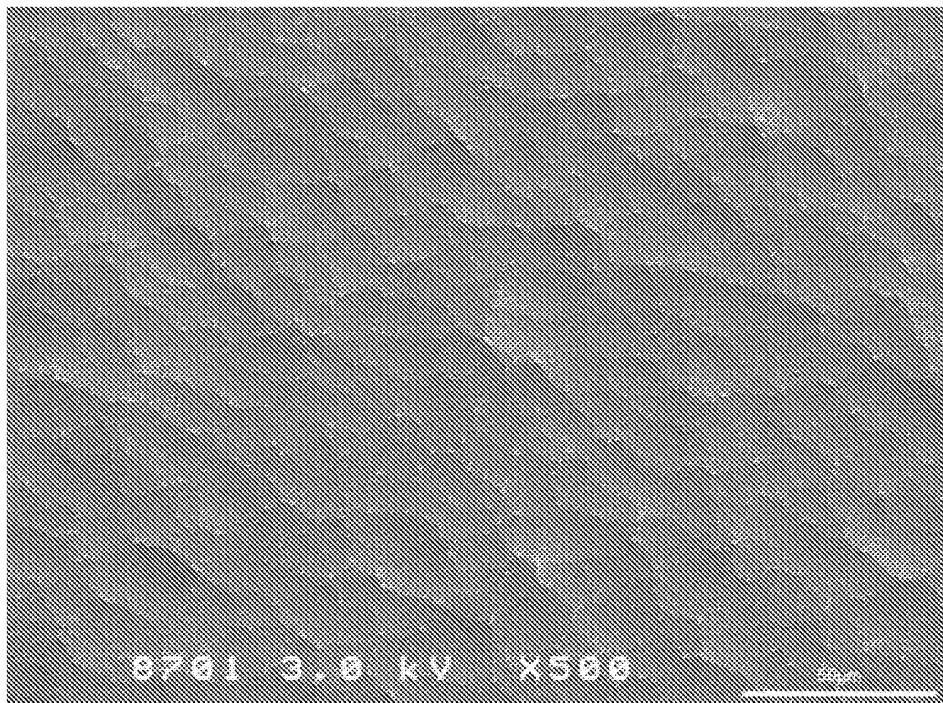


200 μm

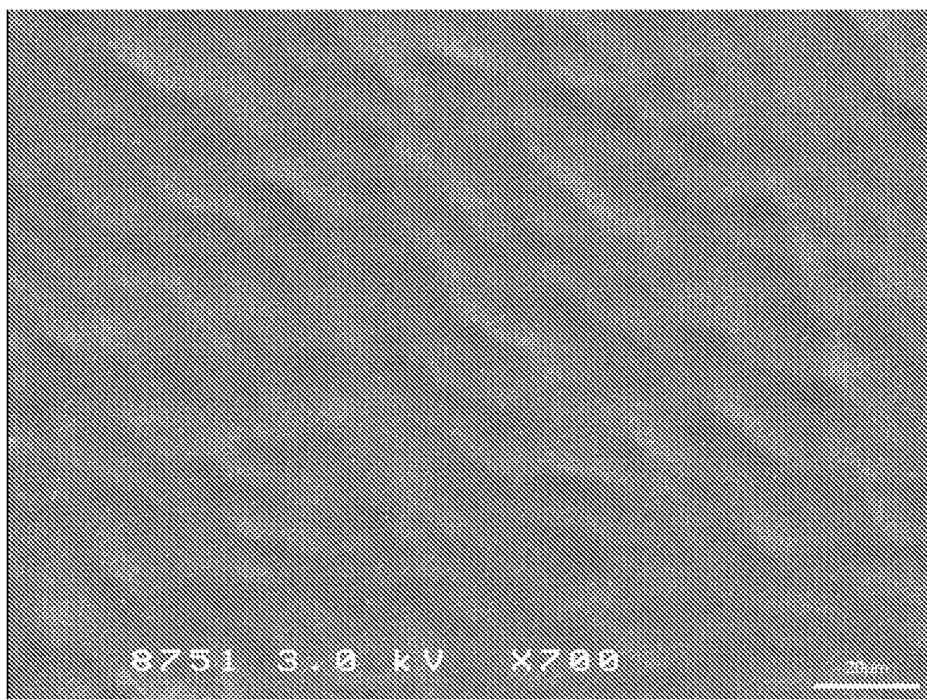
도면19



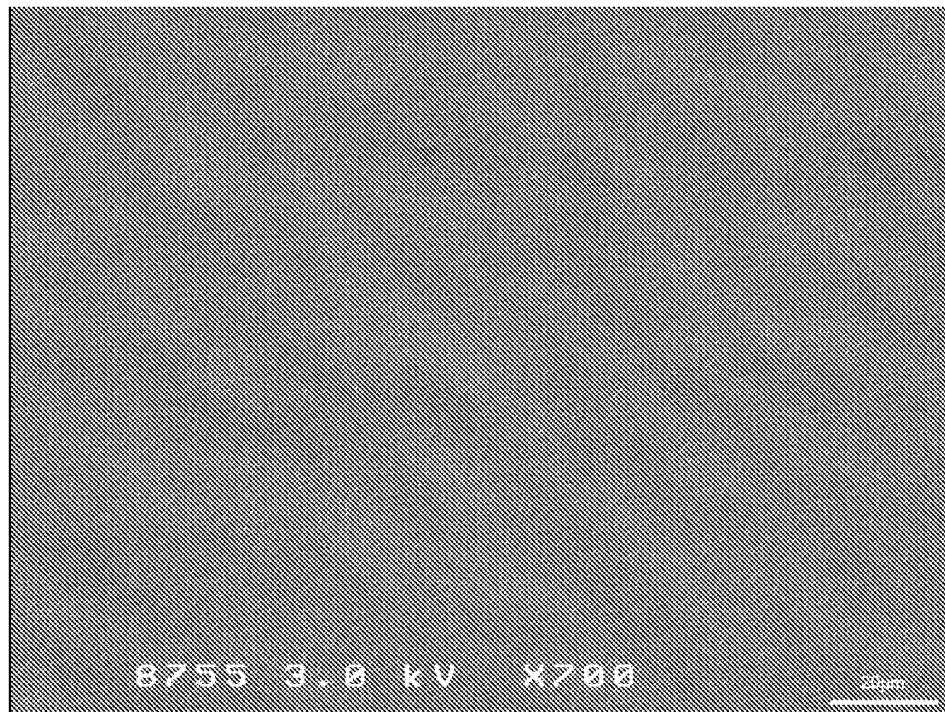
도면20



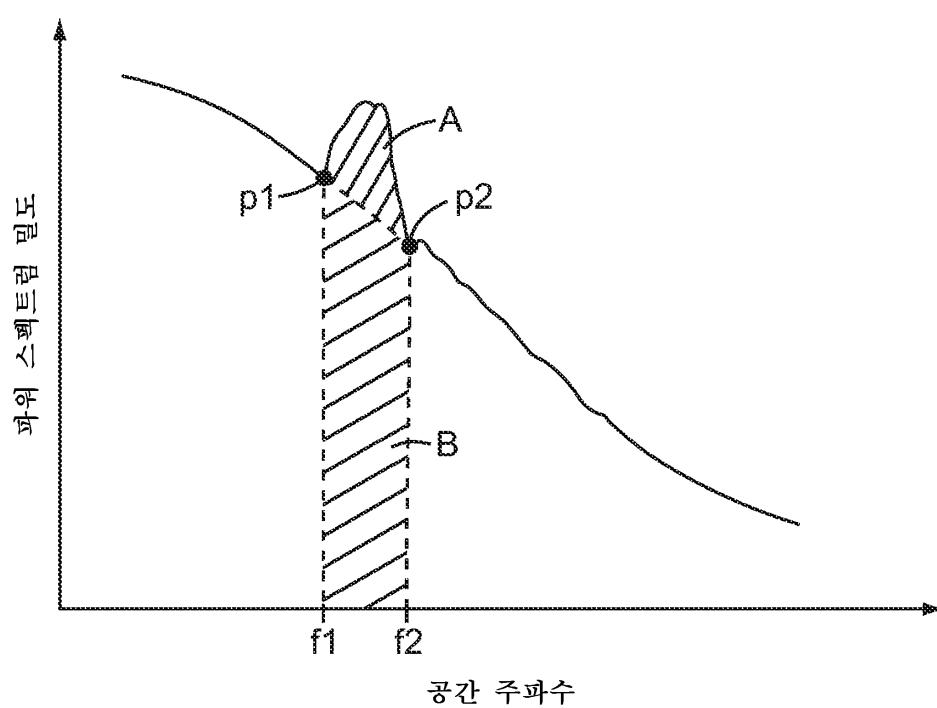
도면21



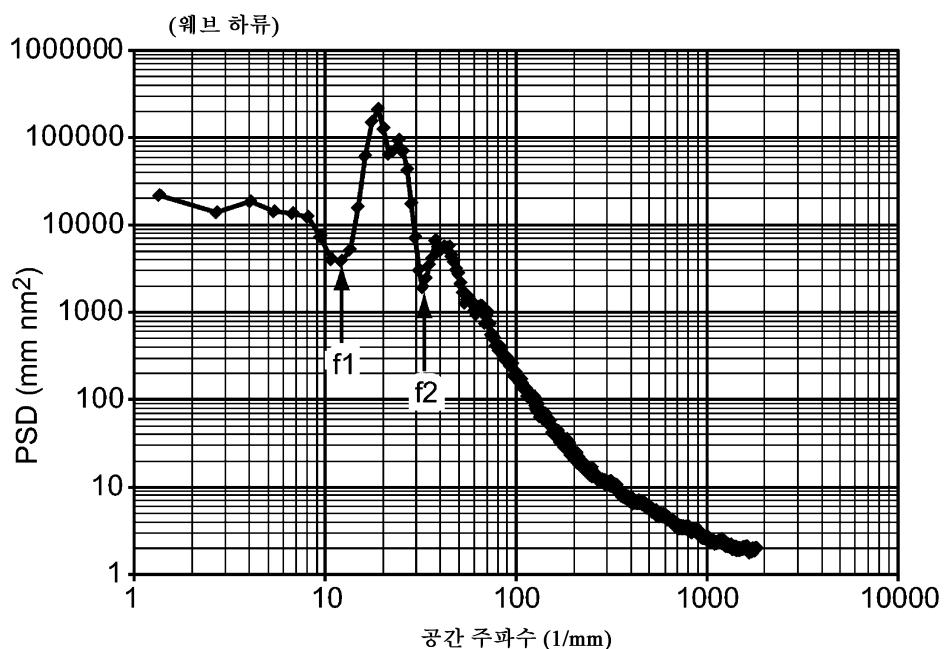
도면22



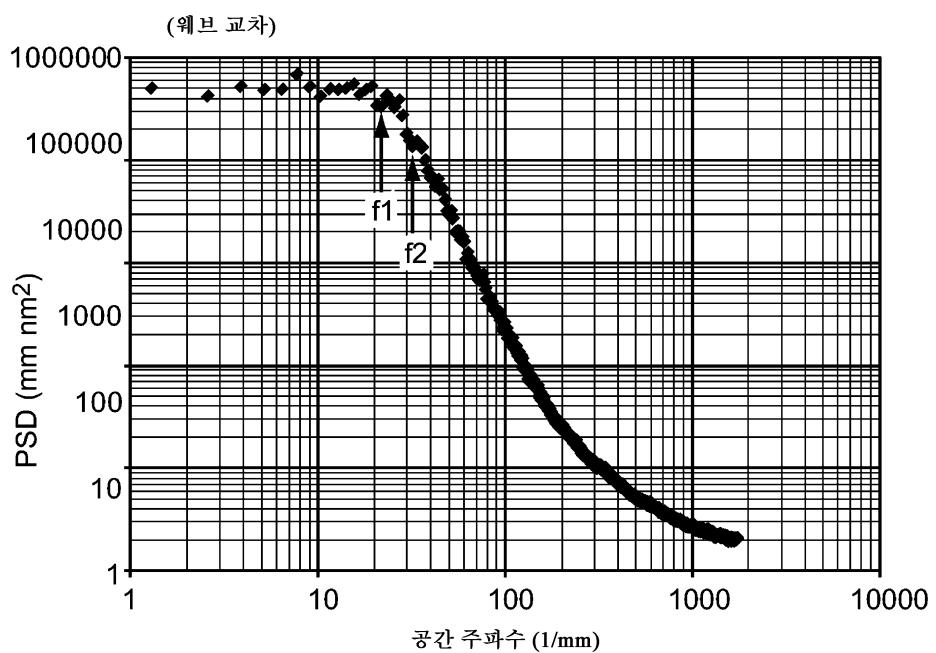
도면23



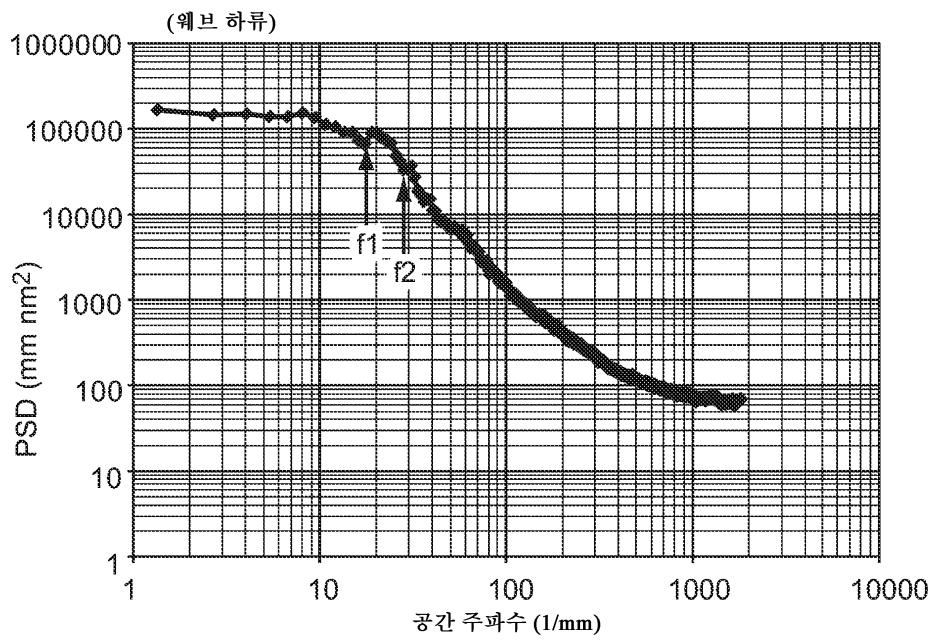
도면24a



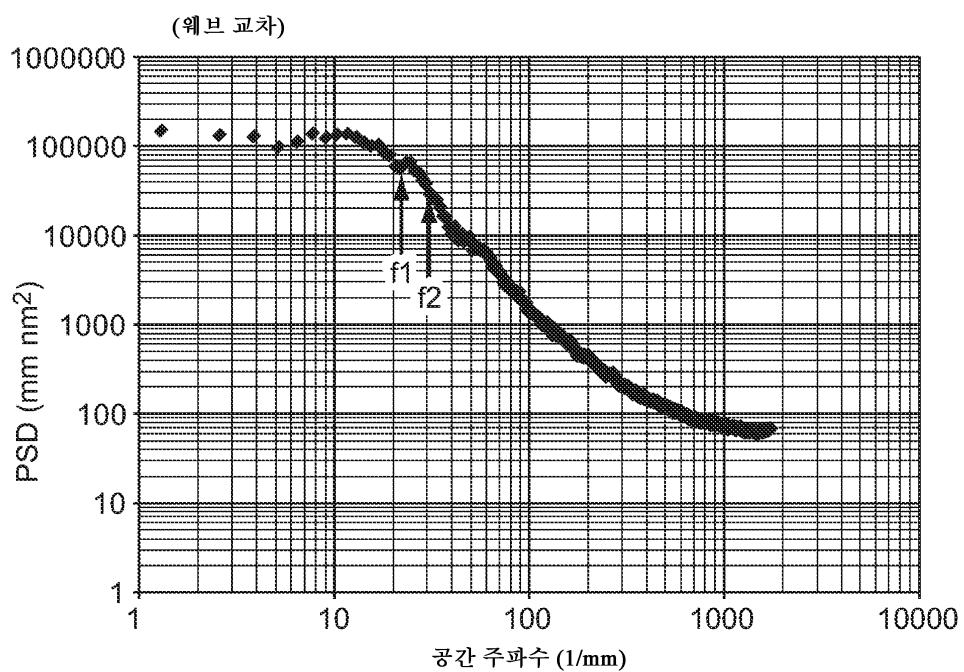
도면24b



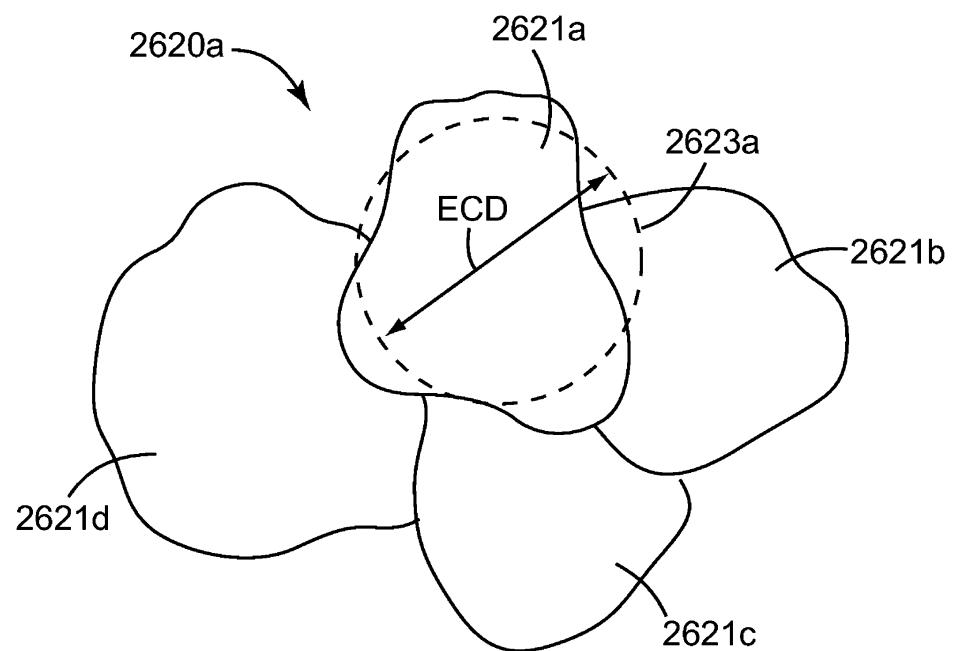
도면25a



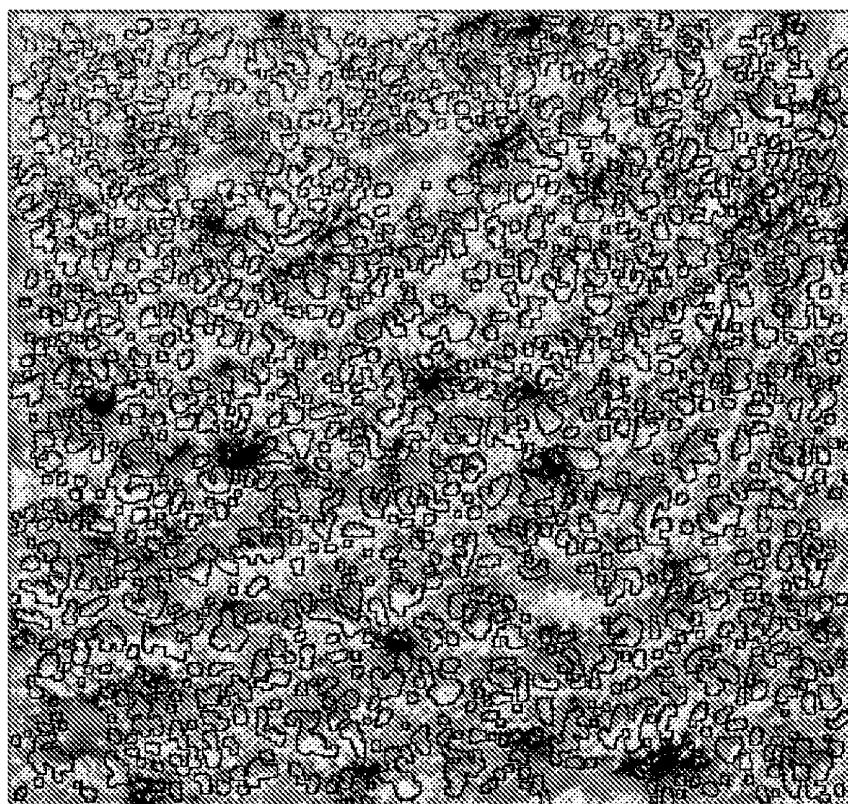
도면25b



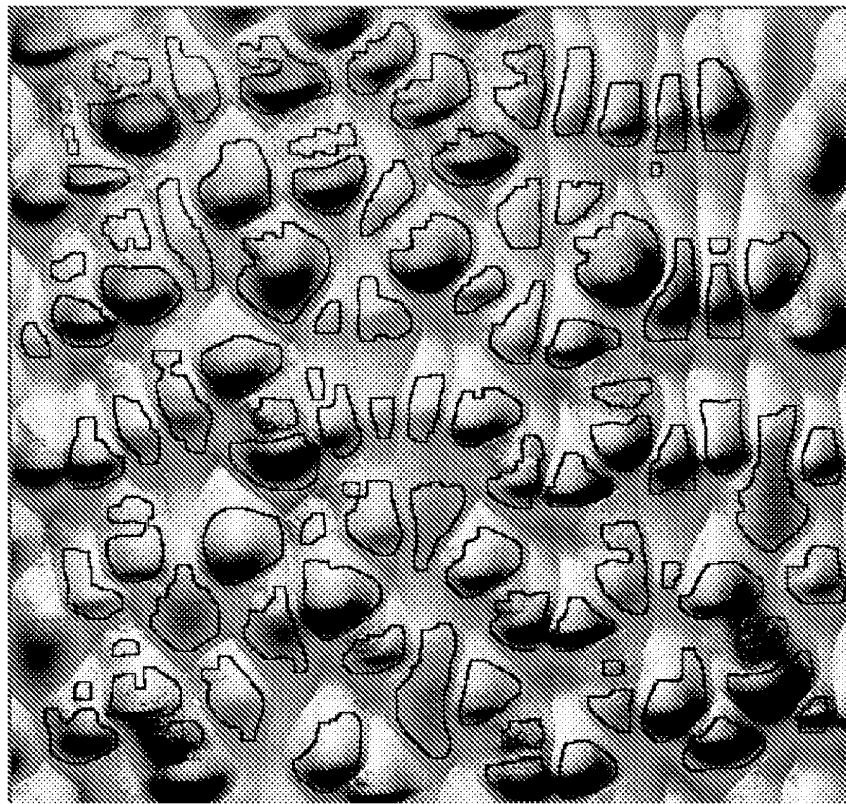
도면26



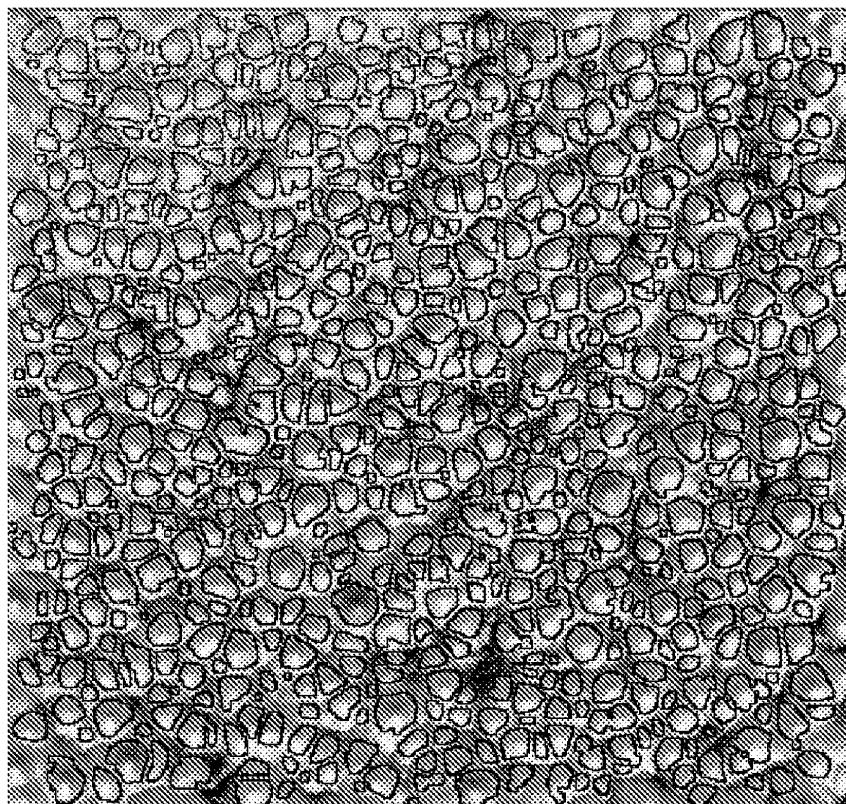
도면27



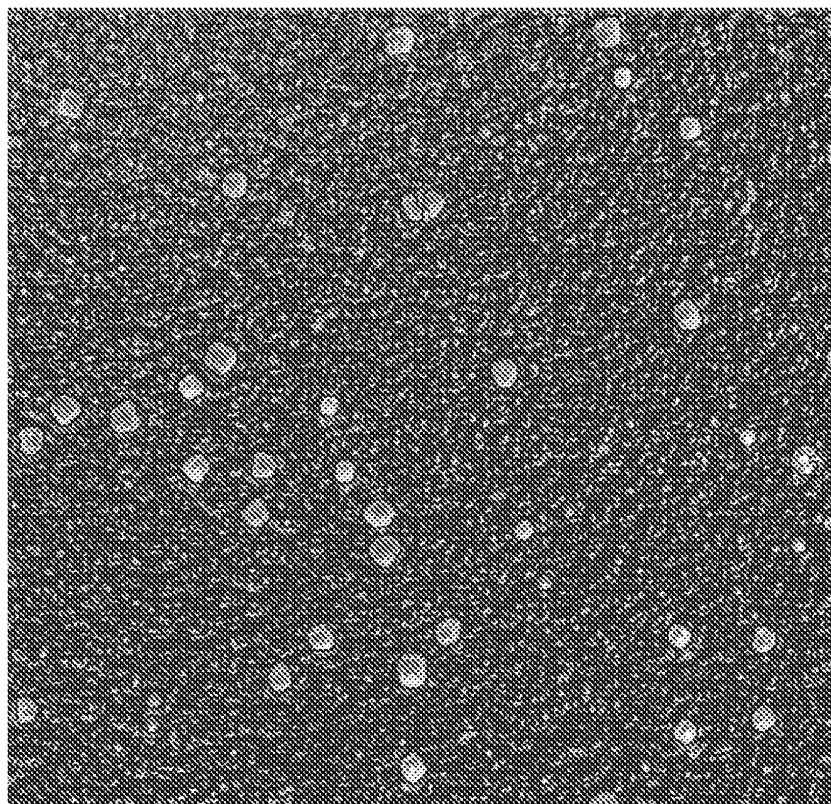
도면28



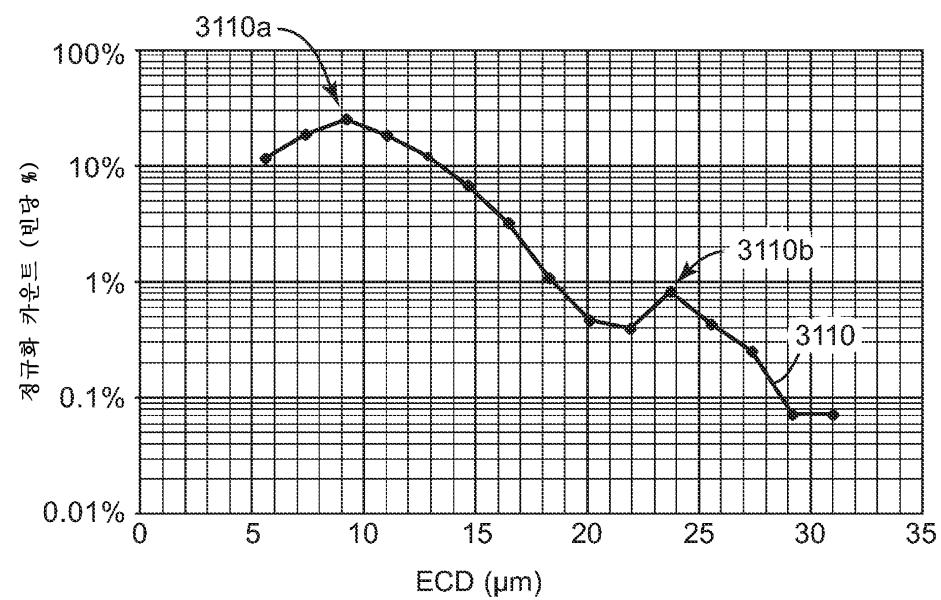
도면29



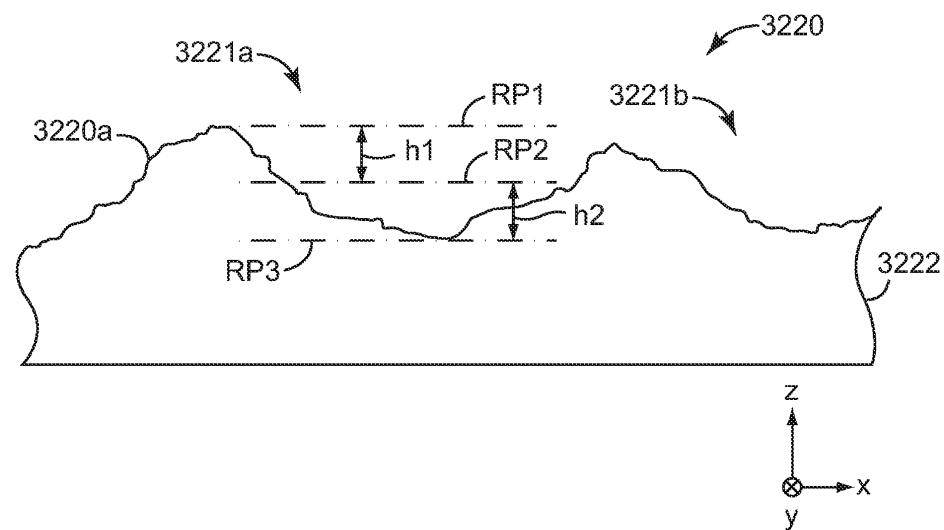
도면30



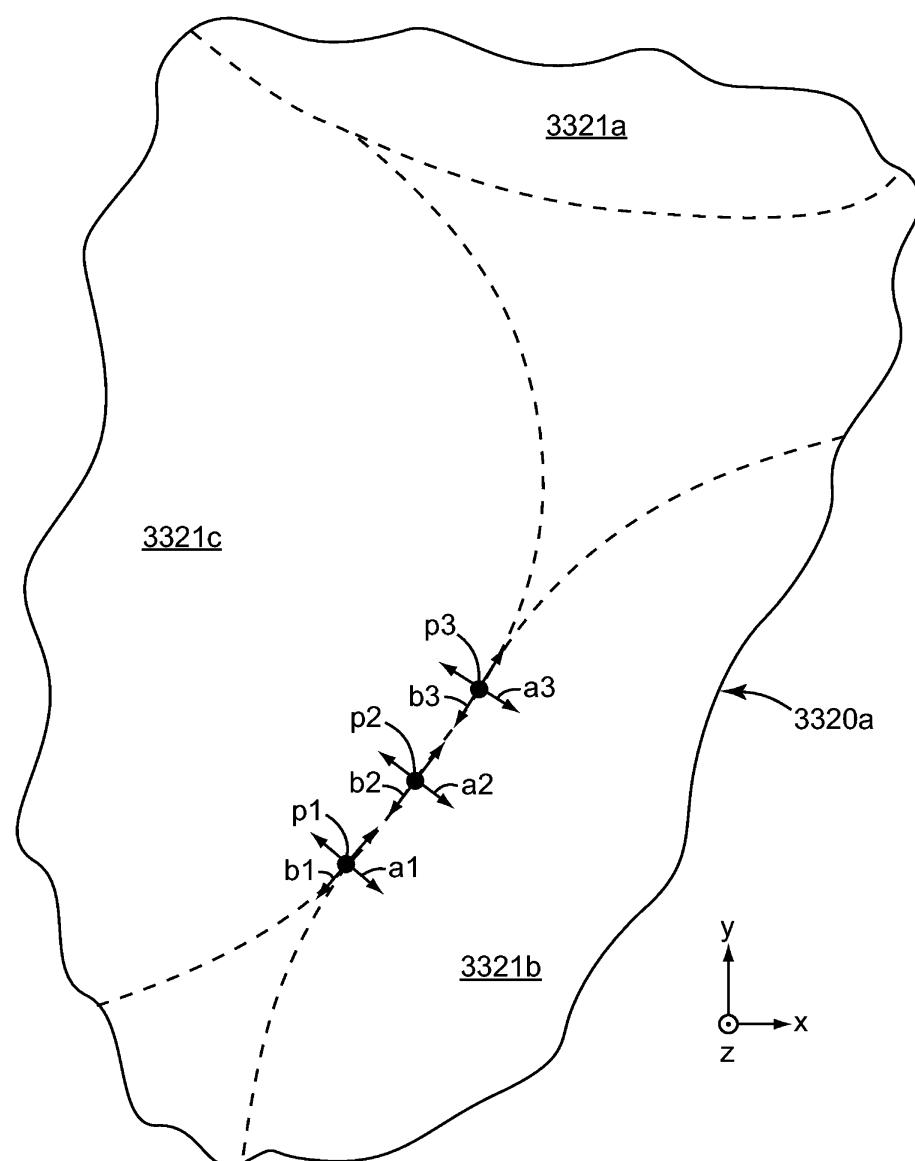
도면31



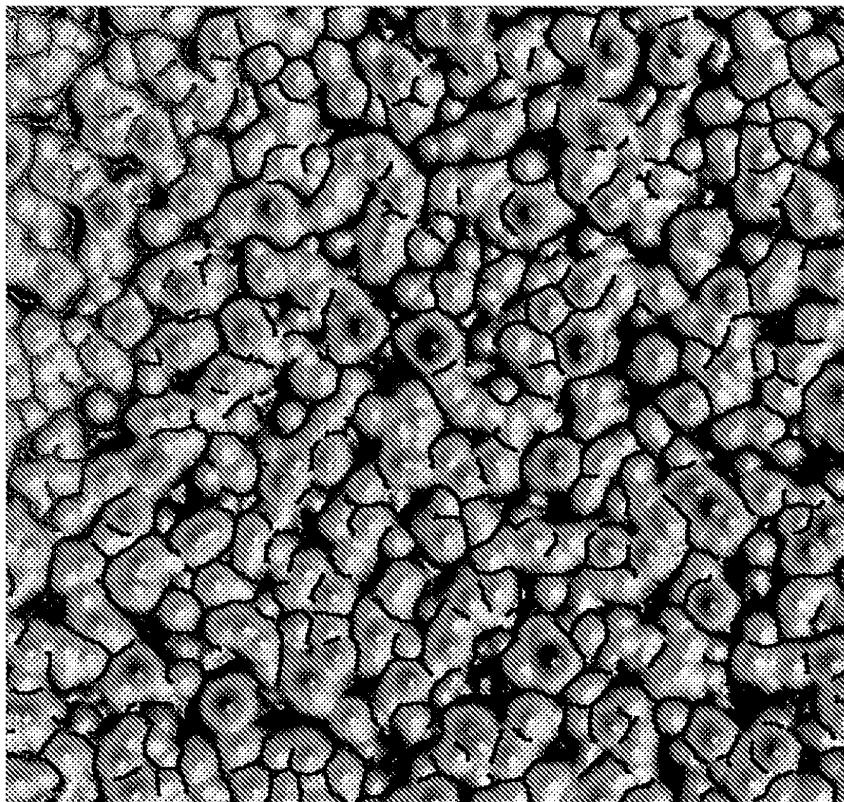
도면32



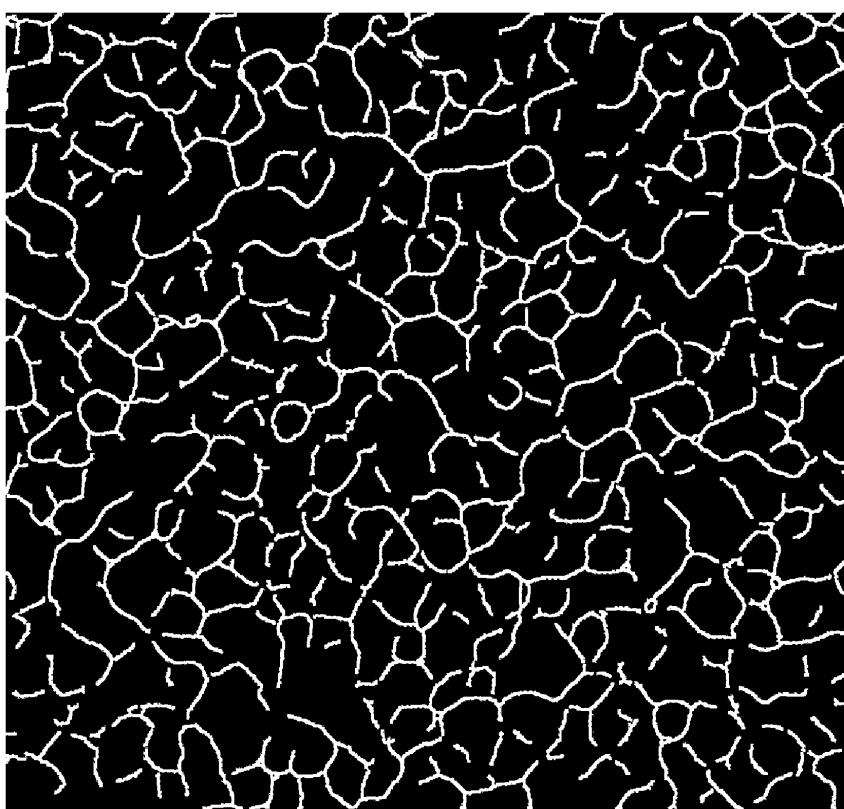
도면33



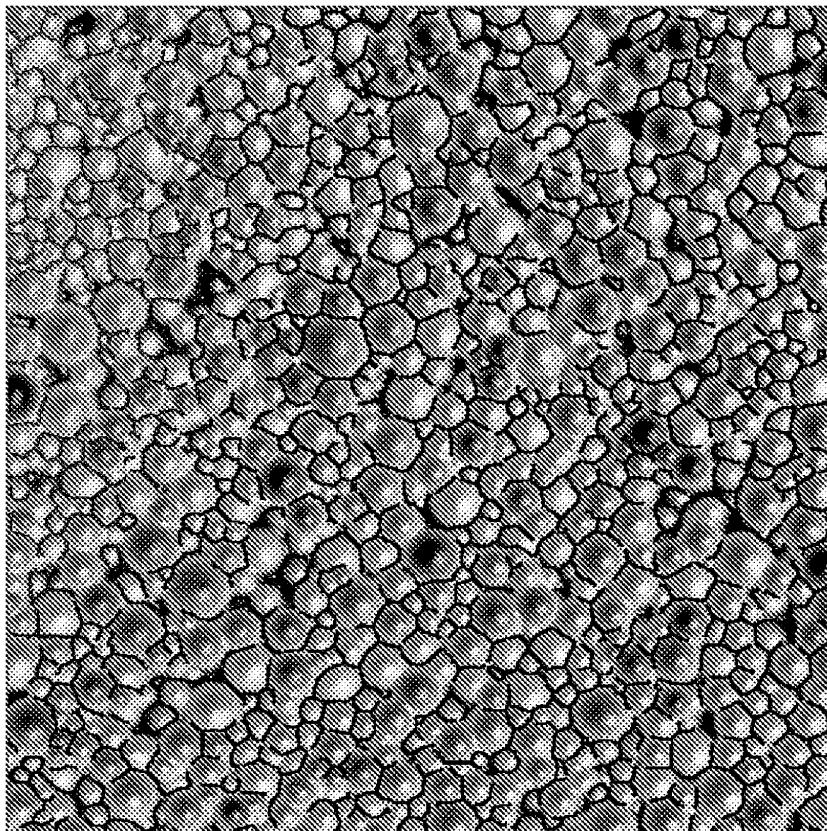
도면34a



도면34b



도면35a



도면35b

