



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월26일
(11) 등록번호 10-2481656
(24) 등록일자 2022년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 21/10 (2006.01) B64F 5/00 (2017.01)
F15D 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64C 21/10 (2013.01)
B64F 5/10 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2016-0026139
(22) 출원일자 2016년03월04일
심사청구일자 2021년02월09일
(65) 공개번호 10-2016-0131869
(43) 공개일자 2016년11월16일
(30) 우선권주장
14/705,547 2015년05월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013506097 A*
US20110262705 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
더 보잉 컴파니
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자
(72) 발명자
다이앤 씨. 롤링스
미국, 98108, 워싱턴주, 투킬라, 메일코드 42-27,
디벨롭멘탈 센터
티모디 브로이 윌리엄스
미국, 98108, 워싱턴주, 투킬라, 9725 이 마르지
널 웨이 에스
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
강철중, 김윤배

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 탁현석

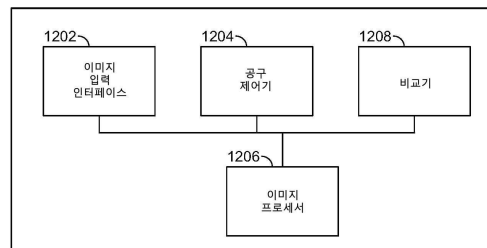
(54) 발명의 명칭 공기역학적 미세구조물들을 위한 광학적 효과들

(57) 요약

서브-미세구조물을 갖는 공기역학적 미세구조물들이 본 명세서에서 공개된다. 공개된 하나의 예시적인 장치는 운송수단의 외부 표면을 획정하는 공기역학적 미세구조물 및 이미지의 표현을 전하기 위하여 미세구조물상에 부가되는 서브-미세구조물들의 패턴을 포함한다.

대표도 - 도12

1200



(52) CPC특허분류

F15D 1/0035 (2013.01)

(72) 발명자

제임스, 씨. 맥가비

미국, 98124-2207, 워싱턴주, 시애틀, 피.오. 박스
3707 맥 43-15, 더 보잉 컴파니

제임스 엠. 케이스넬

미국, 98124-2207, 워싱턴주, 시애틀, 피.오. 박스
3707 맥 43-15, 더 보잉 컴파니

알란 지 버그

미국, 98108, 워싱턴주, 시애틀, 9725 이스트 마르
지널 웨이 사우스

명세서

청구범위

청구항 1

운송수단(vehicle)의 외부 표면(external surface)을 획정하는(defining) 공기역학적 미세구조물(aerodynamic microstructure); 및

상기 공기역학적 미세구조물에 의해 초래되는 반사도(reflectiveness) 및 반사율(reflectivity) 중 적어도 하나의 변화를 제어함으로써 그래픽의 표현(representation)을 전하기(convey) 위해 상기 공기역학적 미세구조물상에 부가된(superimposed) 서브-미세구조물(sub-microstructure)들의 패턴(pattern);을 포함하고,

서브-미세구조물들의 패턴은 제1 반사 속성을 가진 서브-미세구조물들의 제1 그룹 및 상기 제1 반사 속성과 상이한 제2 반사 속성을 가진 서브-미세구조물들의 제2 그룹을 포함하며, 서브-미세구조물들의 제2 그룹은 서브-미세구조물들의 제1 그룹과 비교하여 상이한 형상 또는 지향(orientation)을 가지는 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

서브-미세구조물들의 제2 그룹은 서브-미세구조물들의 제1 그룹과 비교하여 상이한 이격간격(spacing)을 가지는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

서브-미세구조물들의 상기 패턴은 상기 외부 표면의 상대적으로 평평한 부분(relatively flat portion)들 및 서브-미세구조물들을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

서브-미세구조물들의 상기 패턴의 서브-미세구조물들 간의 이격간격들은 빛(light)의 파장과 동일한 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

서브-미세구조물들의 상기 패턴의 서브-미세구조물들의 표면들은 반사 코팅(reflective coating)으로 코팅되어(coated) 있는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

서브-미세구조물들의 상기 패턴의 서브-미세구조물들 간의 이격간격들은 0.4 미크론(micron)보다 작은 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 외부 표면에 근접한(proximate) 컬러층(color layer)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8

미세구조물의 외부 표면에 제1 반사 속성을 가진 서브-미세구조물들의 제1 그룹을 제공하는 단계; 및

상기 외부 표면 상에 또는 상기 외부 표면에 근접하게 상기 제1 반사 속성과 상이한 제2 반사 속성을 가진 서브-미세구조물들의 제2 그룹을 제공하는 단계;를 포함하고,

서브-미세구조물들의 제2 그룹은 상기 미세구조물에 의해 초래되는 반사도(reflectiveness) 및 반사율(reflectivity) 중 적어도 하나의 변화를 제어함으로써 광학적 효과(optical effect)를 생성하기 위하여 서브-미세구조물들의 제1 그룹과 비교하여 상이한 형상 또는 지향(orientation)을 가지는 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 외부 표면은 복수의 미세구조물들에 걸쳐 있는(span) 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서

서브-미세구조물들의 제1 그룹 또는 제2 그룹을 제공하는 것은 상기 외부 표면에 서브-미세구조물들을 엠보싱가공(embossing)하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서,

서브-미세구조물들의 제1 그룹을 제공하기 위하여 공구(tool)를 정렬하는(aligning) 단계; 및

서브-미세구조물들의 제2 그룹을 제공하기 위하여 공구를 재정렬(re-aligning) 또는 이동(moving)하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서,

서브-미세구조물들의 제1 그룹 또는 제2 그룹의 서브-미세구조물들 간의 거리들은 0.4 미크론과 0.7 미크론 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 미세구조물(microstructure)들에 관한 것이며, 더욱 구체적으로는 공기역학적 미세구조물(aerodynamic microstructure)들을 위한 광학적 효과(optical effect)들에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 미세구조물들은 통상적으로 항공기의 비행 특성(flight characteristics) 및/또는 역학(dynamics)을 변경시키기 위해 항공기상에서 이용된다. 특히, 리블렛(riblet)들과 같은 미세구조물들은 항공기의 항력 및/또는 항력 계수를 감소시키기 위하여 항공기 날개(wing), 안정판(fin), 또는 동체(fuselage)의 표면들상에서 이용하는데, 이것은 전체적인 연료 절약 및/또는 이산화탄소 배출 감소 등의 결과를 낳을 수 있다. 하지만, 리블렛들 및 다른 미세구조물들은 또한 그 기하학적 구조를 기초로 해서 높은 반사율(high reflectivity), 지향성 반사(directional reflectiveness), 및/또는 항공기의 미감(aesthetics)에 대한 다른 잠재적인 효과들을 포함하여 모종의 광학적/미적/시각적 효과들을 초래하거나 막을 수 있다. 높은 반사율 및 관련 지향성 반사는 흔히 반짝임(glitter)이라고 지칭되는데, 이것은 항공기의 가시성(visibility) 및/또는 미적 외관(aesthetic look)에 영향을 줄 수 있다. 리블렛들은 전형적인 항공기 표면들(예컨대, 날개 표면들, 동체 표면들 등)에 비해서 그 기하학적 구조들, 형상들, 및/또는 특징들로 인하여 무정형의 방향(atypical direction)들로 반짝임을 초래할 수 있다.

[0003] 몇몇 상황들에 있어서, 항공기 표면들의 반사율 및/또는 전체 외관(appearance)은 항공기 표면들의 상이한 부분들로부터의 반사율 및/또는 반사각(reflection angle)들을 조정함으로써 제어될 수 있다. 항공기 표면들의 외관에 영향을 주기 위한 몇몇 알려진 해결책들은 고른 블랙 페인트(flat black paint) 또는 다층 필름 코팅(multilayer film coating)과 같은 저반사율 광학적 코팅(low reflectivity optical coating)들을 포함한다. 항공기의 반사율 및/또는 외관을 변경하기 위한 다른 알려진 해결책들은 데칼(decals)들을 포함하지만, 이들을 리블렛들과 같은 공기역학적 표면들에 적용하는 것은 리블렛들의 공기역학적 속성들에 부정적인 영향들을 줄 수 있어서, 리블렛 유효성(effectiveness)을 감소시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 예시적인 장치는 운송수단(vehicle)의 외부 표면(external surface)을 획정하는(defining) 공기역학적 미세구조물(aerodynamic microstructure), 및 이미지의 표현(representation)을 전하기(convey) 위해 미세구조물상에 부가된(superimposed) 서브-미세구조물(sub-microstructure)들의 패턴(pattern)을 포함한다.

[0005] 예시적인 방법은 미세구조물의 외부 표면상에 서브-미세구조물들의 제1 그룹을 제공하는 단계를 포함한다. 예시적인 방법은 또한 외부 표면 상에 또는 외부 표면에 근접하게 서브-미세구조물들의 제2 그룹을 제공하는 단계를 포함하고, 서브-미세구조물들의 제2 그룹은 광학적 효과(optical effect)를 생성하기 위하여 서브-미세구조물들의 제1 그룹과는 상이하게 지향되거나(oriented), 이격되거나(spaced), 형상화되거나(shaped), 정렬된다(aligned).

[0006] 다른 예시적인 방법은 공기역학적 미세구조물의 표면에 적용될 이미지를 수신하는 단계, 및 수신된 이미지를 기초로 하여 표면에 상기 수신된 이미지의 표현을 생성하기 위해 서브-미세구조물들의 패턴을 표면들에 제공하는 단계를 포함한다.

[0007] 다른 예시적인 장치는 항공기의 외부 표면을 획정하는 공기역학적 미세구조물을 포함한다. 예시적인 공기역학적 미세구조물은 공기역학적 미세구조물상에 부가된 제1 서브-미세구조물 그룹을 포함한다. 예시적인 공기역학적 미세구조물은 또한 공기역학적 미세구조물상에 부가된 제2 서브-미세구조물 그룹을 포함하고, 제2 서브-미세구조물 그룹은 제1 서브-미세구조물 그룹과는 상이하며, 제1 서브-미세구조물 그룹과 제2 서브-미세구조물 그룹의 조합은 이미지의 표현을 전한다(convey).

[0008] 본 발명의 하나의 실시예는, 운송수단의 외부 표면을 획정하는 공기역학적 미세구조물; 및 이미지의 표현을 전하기 위해 미세구조물상에 부가된 서브-미세구조물들의 패턴;을 포함하는 장치를 포함한다. 서브-미세구조물들

의 패턴은 서브-미세구조물들의 제1 그룹 및 제2 그룹을 포함할 수 있고, 서브-미세구조물들의 제2 그룹은 서브-미세구조물들의 제1 그룹과 상이하다. 서브-미세구조물들의 제2 그룹은 서브-미세구조물들의 제1 그룹과 비교하여 상이한 형상, 이격간격(spacing), 또는 지향(orientation)을 가질 수 있다. 서브-미세구조물들의 패턴은 외부 표면의 상대적으로 평평한 부분(relatively flat portion)들 및 서브-미세구조물들을 포함할 수 있다. 서브-미세구조물들의 패턴의 서브-미세구조물들 간의 이격간격들은 성능을 향상시키기 위하여 빛(light)의 파장과 거의(approximately) 동일할 수 있다. 서브-미세구조물들의 패턴의 서브-미세구조물들의 표면들은 반사 코팅(reflective coating)으로 코팅되어(coated) 있을 수 있다. 특정 상태들하에서의 성능을 보장하기 위하여, 서브-미세구조물들의 패턴의 서브-미세구조물들 간의 이격간격들은 약 0.4 마이크로(micron)보다 작을 수 있다. 장치는 또한 외부 표면에 근접한 컬러층(color layer)을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예는, 미세구조물의 외부 표면상에 서브-미세구조물들의 제1 그룹을 제공하는 단계; 및 외부 표면 상에 또는 외부 표면에 근접하게 서브-미세구조물들의 제2 그룹을 제공하는 단계;를 포함하는 방법으로, 서브-미세구조물들의 제2 그룹은 광학적 효과를 생성하기 위하여 서브-미세구조물들의 제1 그룹과는 상이하게 지향되거나, 이격되거나, 형상화되거나, 정렬되는 방법을 포함한다. 외부 표면은 복수의 미세구조물들에 걸쳐 있을(span) 수 있다. 서브-미세구조물들의 제1 그룹 또는 제2 그룹을 제공하는 것은 외부 표면상에 서브-미세구조물들을 엠보싱가공(embossing)하는 것을 포함할 수 있다. 본 방법은 또한 서브-미세구조물들의 제1 그룹을 제공하기 위하여 공구(tool)를 정렬하는(aligning) 단계; 및 서브-미세구조물들의 제2 그룹을 제공하기 위하여 공구를 재정렬(re-aligning) 또는 이동(moving)하는 단계;를 포함할 수 있다. 제1 또는 제2 서브-미세구조물 그룹들의 서브-미세구조물들 간의 거리들은 약 0.4 마이크로와 0.7 마이크로 사이일 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예는, 공기역학적 미세구조물의 표면에 적용될 이미지를 수신하는 단계; 및 수신된 이미지를 기초로 하여 표면에 상기 수신된 이미지의 표현을 생성하기 위해 서브-미세구조물들의 패턴을 표면들에 제공하는 단계를 포함하는 방법을 포함한다. 서브-미세구조물들을 제공하는 것은 표면상의 상이한 포지션(position)들에서 상이한 치수의 서브-미세구조물들을 제공하도록 공구에게 지시하는 것을 포함할 수 있다. 서브-미세구조물들의 패턴의 서브-미세구조물들은 포물선형(parabolic) 형상, 삼각형(triangular) 형상, 그루브된(grooved) 형상, 사인파형(sinusoidal) 형상, 원뿔(cone) 형상, 원통형(cylindrical) 형상, 또는 복수의 인덴테이션(indentation)들 중의 하나 이상을 가질 수 있다. 서브-미세구조물들의 패턴의 서브-미세구조물들 간의 거리들은 약 0.4 마이크로와 0.7 마이크로 사이일 수 있다.

[0011] 본 발명의 다른 실시예는 항공기의 외부 표면을 획정하는 공기역학적 미세구조물을 포함하는 장치를 포함하고, 공기역학적 미세구조물은: 공기역학적 미세구조물상에 부가된 제1 서브-미세구조물 그룹; 및 공기역학적 미세구조물상에 부가된 제2 서브-미세구조물 그룹;을 포함하고, 제2 서브-미세구조물 그룹은 제1 서브-미세구조물 그룹과는 상이하며, 제1 서브-미세구조물 그룹과 제2 서브-미세구조물 그룹의 조합은 이미지의 표현을 전한다. 제2 서브-미세구조물 그룹은 서브-미세구조물들의 제1 그룹과 비교하여 상이한 형상, 이격간격, 또는 지향을 가질 수 있다. 장치는 또한 적어도 부분적으로 표현을 전하기 위하여 공기역학적 미세구조물의 평평한 부분을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 명세서에서 공개된 예시적인 방법들 및 장치를 구현하는 데에 이용될 수 있는 예시적인 항공기를 도시한다.

도 2는 본 명세서에서 공개된 예들이 구현될 수 있는 도 1의 예시적인 항공기의 외부 표면에서의 예시적인 리블렛 미세구조물이다.

도 3은 본 발명의 교시(teaching)들에 따라서 부가된(superimposed) 서브-미세구조물을 가진 예시적인 미세구조물의 단면도이다.

도 4는 빛의 파장보다 더 작을 수 있는 부가된 서브-미세구조물을 가진 다른 예시적인 미세구조물의 예시적인 표면 섹션(surface section)을 도시한다.

도 5a 내지 도 5f는 미세구조물들뿐만 아니라 미세구조물들상에 부가될 수 있는 서브-미세구조물들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 예시적인 형상들을 도시한다.

도 6은 예시적인 미세구조물의 베이스 표면(base surface)상에 부가된 서브-미세구조물들을 가진 다른 예시적인 미세구조물의 도면이다.

도 7은 예시적인 미세구조물의 베이스 표면에 추가된 서브-미세구조물들 및 경계면에서의 추가적인 서브-미세구조물들을 가진 다른 예시적인 미세구조물의 도면이다.

도 8a는 본 발명의 교시들에 따라서 서브-미세구조물들에 의해 형성되는 예시적인 표시(indicia)를 도시한다.

도 8b는 도 8a의 예시적인 표시의 상세도이다.

도 8c는 도 8b의 도면의 일부의 상세도이다.

도 8d는 도 8a 내지 도 8c의 예시적인 표시의 상세 등축도(isometric view)이다.

도 9는 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 예시적인 롤-성형 시스템(roll-forming system)을 도시한다.

도 10은 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 예시적인 엠보싱가공 시스템(embossing system)을 도시한다.

도 11은 도 10의 예시적인 엠보싱가공 시스템의 상세도이다.

도 12는 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 시스템의 개략도이다.

도 13은 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 예시적인 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 14는 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 다른 예시적인 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 15는 도 13 및 14의 예시적인 방법들을 구현하기 위하여 머신 판독가능 인스트럭션(machine readable instruction)들을 실행할 수 있는 예시적인 프로세서 플랫폼(processor platform)의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 가능한 어느 곳에서든, 도면(들) 및 수반하여 글로 표시된 설명에서 동일하거나 유사한 부품들을 지칭하기 위하여 동일한 참조번호들이 이용될 것이다. 본 명세서에서 사용될 때, 임의의 부품이 어떤 방식으로든 다른 부품상에 배치된다(예컨대, ~상에 배치됨(positioned on), ~상에 위치해 있음(located on), ~상에 배열됨(disposed on), 또는 ~ 상에 형성됨(formed on) 등)는 서술은 언급된 부품이 다른 부품과 접촉하고 있는 것 또는 언급된 부품이 그 사이에 놓인 하나 이상의 중간 부품(intermediate part)(들)을 가지고 다른 부품 위에 있는 것을 의미한다. 임의의 부품이 다른 부품과 접촉하고 있다는 서술은 두 부품들 사이에 아무런 중간 부품이 존재하지 않는다는 것을 의미한다.

[0014] 공기역학적 미세구조물들을 위한 광학적 효과들이 본 명세서에서 공개된다. 예컨대, 항공기의 전체적인 항력을 감소시키도록 비행 특성을 변경 및/또는 향상시키기 위하여, 예컨대, 리블렛들과 같은 미세구조물들이 항공기의 공기역학적 표면들상에서 전형적으로 이용되고, 그래서, 전체적인 연료 절약 및/또는 이산화탄소 배출 감소 등의 결과를 낳을 수 있다. 하지만, 이러한 리블렛들 및 다른 공기역학적 미세구조물들은 또한 특정 각도들 및/또는 시야각(viewing angle)들에서 반사율을 변화시키는 것을 포함하여 모종의 연관된 및/또는 의도하지 않은 광학적/시각적 효과들을 초래할 수 있어서, 잠재적으로 원하지 않는 반짝임들 및/또는 항공기의 미감에 대한 다른 잠재적인 효과들(예컨대, 광택(gloss), 컬러 효과(color effect)들, 컬러 왜곡(color distortion)들 등)을 초래할 수 있다.

[0015] 항공기 및/또는 리블렛들과 같이 항공기와 연관된 외부 미세구조물들은 마감된(finished), 매끄러운(smooth), 및/또는 폴리싱된(polished) 표면들을 가질 수 있는데, 이들은 높은 반사율을 가지며, 반짝임들을 초래할 수 있는 프레넬 반사(Fresnel reflection)들을 낳을 수 있고, 및/또는 항공기의 전체 외관에 영향을 줄 수 있다. 하지만, 본 발명의 교시에 따라서, 리블렛들의 상이한 반사하는 표면(reflective surface)들 및/또는 반사하는 인접한 표면들은, 표면들의 상이한 부분(들)이 패턴으로 인하여 서로 다르게 반사하는 광학적 효과를 통해서 이미지(image) 및/또는 표시(indicia)의 표현을 전하는 패턴의 모양을 나타내는(define) 데에 이용될 수 있다.

[0016] 본 명세서에서 공개되는 예들은, 예컨대, 미세구조물들에 의해 초래될 수 있는 반사도(reflectiveness)의 변화 정도(varying degree)들 및/또는 반사들(예컨대, 프레넬 반사들 등)을 제어하기 위하여 미세구조물들(예컨대, 외부 공기역학적 미세구조물들)상에 또는 아래에 추가되는, 나노 크기(nano-scale)일 수도 있고 아닐 수도 있는(예컨대, 치수(들)에 있어서 거의(approximately) 10^{-9} 미터의 크기임), 서브-미세구조물들(예컨대, 나노구조물

(nanostructure)들) 및/또는 서브-미세구조물 패턴들을 이용한다. 특히, 서브-미세구조물들(예컨대, 산재된(interspersed) 상대적으로 평평한 부분(relatively flat portion)들 및/또는 상이한 서브-미세구조물 부분들을 가지거나 가지지 않은 서브-미세구조물들)의 패턴들이 이러한 제어를 위해 이용될 수 있다. 몇몇 예들에서, 예들이 구현되는 미세구조물들은 운송수단(vehicle)(예컨대, 항공기, 육상 기반 운송수단(land based vehicle), 잠수함 등)에 적용되는 리블렛들이다. 이 리블렛들은 운송수단의 항력 계수 감소를 위해 이용된다. 몇몇 예들에서, 상대적으로 평평한 부분들을 따라서 존재하는 서브-미세구조물들은 예시적인 미세구조물들이 제공되는 운송수단(예컨대, 항공기)의 특징들 또는 표면들의 광학(optics) 및/또는 미감(aesthetics)을 커스터마이징하는(customize) 데에 이용된다.

[0017] 본 명세서에서 공개된 예들은, 원하는 광학적 효과들을 달성하기 위하여, 운송수단 표면들의 특정 영역들에서의 반사도를 포함한 시각적 외관(visual appearance)의 제어에 의해서 다양한 위치(location)들 또는 포지션(position)들로부터의 반사들 및/또는 반짝임을 감소 또는 증가시키는 가능하게 한다. 본 명세서에서 공개된 예들은 또한 운송수단들에 대한 커스터마이징된 광학적 효과들의 구현을 가능하게 한다. 특히, 몇몇 예들은 예컨대, 운송수단의 보이는 외부 표면(viewable external surface)의 부분들에 대하여 특정 포지션(position)들 및/또는 시야각들에서의 반사율(reflectivity) 또는 투과율(transmissivity)을 제한하거나 증가시킴으로써, 이미지, 표시, 및/또는 컬러층(color layer)과 같은 특정한 미적 특징들이 임의의 미리 정의된 각도들로부터 보이는 것을 가능하게 한다. 컬러층이 이용되는 예들에서, 컬러층은 상이한 장식적(decorative) 및/또는 반사적(reflective) 효과들을 위해 미세구조물들에 기계적으로 결합될(mechanically coupled) 수 있고, 미세구조물들과 통합될 수 있고, 및/또는 서브-미세구조물들과 함께 이용될 수 있다. 몇몇 예들에서, 컬러층 및/또는 미세구조물들은 미세구조물들 및/또는 미세구조물들 내에 임베딩된(embedded) 층들(예컨대, 컬러층들)로부터의 빛 반사 효과(light refractive effect)들 및/또는 회절 효과(diffraction effect)들과 같은 상이한 광학적, 미적, 및/또는 장식적 효과들을 위해 컬러층과 미세구조물들 사이에서 경계면 피처(interface feature)들(예컨대, 텍스처링된 표면(textured surface))을 가질 수 있다.

[0018] 몇몇 예들에서, 미세구조물의 외관을 변형하기 위해서, 서브-미세구조물들 및/또는 서브-미세구조물들의 그룹들은 기계가공(machining) 또는 임의의 다른 적절한 처리에 의해서 미세구조물에 제공된다. 특히, 서브-미세구조물들은 예컨대, 롤-성형(roll-forming) 또는 엠보싱가공 프로세스들을 통해서 미세구조물상에 형성될 수 있다. 본 명세서에서 공개된 예들 중의 몇몇에서, 서브-미세구조물들은 미세구조물이 압출성형될(extruded) 때 미세구조물상에 형성된다(예컨대, 인라인 세컨더리 프로세스(inline secondary process)). 서브-미세구조물들을 제공하는 것 및/또는 생성하는 것은 직접적인 표면 변형(surface modification)을 통해서 일어나거나, 압출성형 몰딩(extrusion molding), 캐스팅(casting), 스프레이(spraying), 에칭(etching) 등에 의해서 또는 롤-성형이나 엠보싱가공을 위한 공구의 생성을 통해서 간접적으로 일어날 수 있다.

[0019] 본 명세서에서 사용될 때, "미세구조물(microstructure)"이라는 용어는, 거의 10-200 마이크로미터(micron)의 사이즈들을 갖는 전형적으로 75-125 마이크로미터의 사이즈를 갖는 기하학적 피처들, 기하학적 피처(geometric feature)들(예컨대, 주기적인 거리들, 높이들 및/또는 폭들 등) 간의 치수들 및/또는 거리들을 지칭할 수 있다. 본 명세서에서 사용될 때, "서브-미세구조물(sub-microstructure)"이라는 용어는 기하학적 피처들(예컨대, 주기적인(periodic) 또는 비주기적인(non-periodic) 거리들, 높이들 및/또는 폭들 등)이 미세구조물보다 현저히 더 작은 기하학적 피처들, 치수들 및/또는 거리들을 지칭할 수 있다. 이 예들에서, 서브-미세구조물들은 거의 0.1-10 마이크로미터의 사이즈들을 가질 수 있다. 때때로 "나노구조물들(nanostructures)"이라고 지칭되는 몇몇 서브-미세구조물들은 사이즈 및/또는 거리(예컨대, 주기적인 거리)가, 약 0.4-0.7 마이크로미터, 가시광선(visible light)의 파장과 거의 같거나 가시광선의 파장보다 더 작은 범위에 있을 수 있다. 그래서, "서브-미세구조물(sub-microstructure)"이라는 용어는 약 0.4 마이크로미터보다 더 작은 치수들을 지칭할 수 있다. 그래서, 본 명세서에서 사용될 때, "미세구조물" 및 "서브-미세구조물"이라는 용어에 대해서, "거의 빛의 파장(approximately a wavelength of light)"이라는 문구는 약 0.1-10 마이크로미터의 범위에 있을 수 있는 치수를 의미한다.

[0020] 도 1은 본 명세서에서 공개된 예들이 구현될 수 있는 예시적인 항공기(100)를 도시한다. 도시된 예의 항공기(100)는 도살 페어링(dorsal fairing)(104)에 인접한 수직안정판(vertical fin)(102)을 포함하는 꼬리(tail) 섹션(101), 수평안정판(horizontal stabilizer)들(106), 기수(nose) 섹션(예컨대, 조종실(cockpit) 섹션)(110) 및 동체(fuselage)(114)에 부착된 날개(wing)들(112)을 포함한다. 본 명세서에서 기술된 예들은 꼬리 섹션(101), 기수 섹션(110), 안정판들(106), 날개들(112) 및/또는 동체(114), 또는 임의의 다른 외부(exterior) 또는 아웃보드(outboard) 구조물(예컨대, 날개 버팀대(wing strut), 엔진 버팀대(engine strut), 커나드안정판(canard stabilizer) 등) 및/또는 표면 중의 임의의 것의 표면(surface)들 및/또는 피처(feature)들(예컨대,

리블렛들)에 적용될 수 있다.

[0021] 도 2는 본 명세서에서 공개된 예들이 구현될 수 있는 도 1의 예시적인 항공기(100)의 외부 표면에서의 예시적인 미세구조물(200)이다. 도시된 예의 미세구조물(200)은 서로 이격된 리지(ridge)들(202) 및 리지들(202)을 서로 이격시키는 베이스 표면(base surface)들(예컨대, 골부(valley)들, 항공기 표면들 등)(204)을 포함한다. 이 예에서, 리지들(202)의 프로파일(profile)들은 일반적으로 삼각형이어서, 대체로 삼각형의 단면들을 갖는 리지들을 형성한다(defining). 미세구조물(200)의 프로파일은 미세구조물(200)(예컨대, 미세구조물(200)의 정의된 볼륨(defined volume))을 형성하도록 압출성형된다. 예시적인 미세구조물(200)은 이 예에서 압출성형되지만, 예시적인 미세구조물(200)은 엠보싱가공(embossing), 캐스팅(casting), 프레싱(pressing), 열-성형(thermo-forming), 기계가공(machining) 등에 의해서 형성될 수 있다. 다른 예들에서, 베이스 표면들(204)은 반짝임을 제어하기 위하여 리지들(202)보다 더 작은 리지들을 가질 수 있다(예컨대, 리지들(202)의 높이의 3분의 1보다 작음).

[0022] 이 예에서, 미세구조물(200)은 항공기(100)의 리블렛이고, 예컨대, 항공기(100)의 전체적인 항력을 감소시킴으로써 항공기(100)의 공기역학적 특성들을 변경하는 데에 이용되며, 항공기(100)의 임의의 외부 표면상에 위치해 있을 수 있다. 도시된 예의 미세구조물(200)은 난류 경계층(turbulent boundary layer)들을 제어함으로써 및/또는 항공기(100)의 외부 표면 근처의 공기에서의 난류 경계층과 연관된 크로스-플로우(cross-flow)들을 방지함으로써 공기역학적 항력을 감소시키는 데에 이용된다. 특히, 예시적인 미세구조물(200)은 리지들(202)을 가지며, 항공기(100)의 외부 표면상에 설치되고, 원하는 공기흐름 방향에 맞춰 정렬된다. 이 정렬은, 인라인 난류 공기흐름(in-line turbulent airflow)을 증가시키고 외부 표면으로부터의 표면마찰(skin friction)을 감소시켜서 항공기(100)의 전체적인 항력을 감소시키기 위하여, 외부 표면 근처의 래터럴 공기흐름 운동(lateral airflow motion)들을 방해하고 감소시키는 작은 펜스(fence)들 또는 가이드(guide)들로서 리지들(202)이 작용하는 것을 가능하게 한다. 몇몇 예들에서, 미세구조물(200)은 항공기(100)의 제조 동안 또는 제조 후에 외부 표면상에 부착되거나 설치되지 않고, 오히려, 외부 표면과 통합된다. 예를 들어, 미세구조물(200)은 외부 표면에 결합(예컨대, 기계적으로 부착)되는 대신, 외부 표면 안으로 또는 외부 표면에 미리 형성될 수 있다(예컨대, 스킨 표면(skin surface)상에 기계가공되거나 몰딩됨, 복합재 경화 부품(composite cured part) 안에 내장됨, 로봇식으로 배치됨(robotically placed) 등).

[0023] 미세구조물(200)의 전체적인 기하구조는 일반적으로는 지향성(예컨대, 전방산란(forward scattering) 또는 후방산란(back-scattering)) 반사들 및/또는 반짝임으로 알려져 있는 광학적 현상을 초래할 수 있는데, 이것은 항공기(100)의 전체 외관에 영향을 줄 수 있다. 반짝임은, 광(light)이 표면 근처의 특정 각도들(예컨대, 표면 법선으로부터 먼 입사각들)에서 표면에 부딪쳐서 광선들로 하여금 미세구조물(200) 및 항공기(100)에 대한 특정 시야각들 및/또는 포지션들을 향해 미세구조물(200)의 표면들 및/또는 패싯(facet)들로부터 진행방향으로(onward) 반사하도록(예컨대, 전방 산란) 초래할 때 가장 흔히 일어난다. 입사광(incident light)은 직접 조명(illumination)으로부터 또는 다른 표면에서의 반사로부터 표면에 부딪칠 수 있다. 몇몇 예들에서, 이 반사율(reflectance)은 미세구조물(200)에 대한 특정 시야각들 및/또는 포지션들에서 반짝임을 초래할 수 있고, 그래서 항공기(100)의 전체 외관에 영향을 줄 수 있다. 도 2의 도면에서 보이는 바와 같이, 입사 광선(incident light ray)들(206)은 리지 표면에 거의 평행하게 리지들(202) 중의 하나에 부딪칠 수 있어서, 반사(208)는 반사된 광선(208)이 흡수, 투과, 또는 반사될 수 있는 베이스 표면들(204)을 향해 진행방향으로 이동한다. 유사하게, 광선(210)은, 예를 들어, 리지들(202) 중의 하나의 표면을 향한, 베이스 표면들(204)로부터의 반사(212)를 낳을 수 있다. 반사들(208, 212)은 표면을 스치는(법선으로부터 떨어진 각도들로 표면에 부딪치는) 입사 광선들로부터 초래되는 반사들이기 때문에 때때로 스침각 광 반사(grazing angle light reflection)들이라고 지칭되며, 원하지 않는 및/또는 의도하지 않은 항공기(100)의 외관을 초래할 수 있다.

[0024] 도 3은 본 발명의 교시들에 따라서 부가된 서브-미세구조물들(예컨대, 나노리지(nanoridge)들, 서브-미세구조물 패턴들 등)을 갖는 미세구조물(예컨대, 리블렛, 압출성형된 리블렛)(300)의 단면도이다. 도시된 예의 미세구조물(300)은 상이한 부분들을 포함하는데, 이들은 선단(tip)(305)을 가진 원위 부분(distal portion)(304), 중간 부분(intermediate portion)(306), 및 베이스 부분(base portion)(308)을 포함한다. 이 예에서, 원위 부분(304)은 전이 부분(transition portion)(310)에 의해서 중간 부분(306)과 구별되는데(separated), 여기에서 서브-미세구조물들은 하나의 사이즈에서 다른 사이즈로 전이될 수 있다(예컨대, 점진적으로 전이됨(gradually transition)). 전이 부분(310)은 서브-미세구조물들(312)을 가지고, 중간 부분(306)은 서브-미세구조물들(314)을 가진다. 마찬가지로, 도시된 예의 베이스 부분(308)은 서브-미세구조물들(316)을 가진다. 몇몇 예들에서, 선단(305)은 선단(305)상에 부가되는 서브-미세구조물들을 가지기에는 너무 작을 수 있다. 하지만, 몇몇

예들에서, 나노 크기의(nano-scale) 서브-미세구조물들이 선단(305)에 근접하게(proximate) 및/또는 선단(305) 상에 부가될 수 있다.

[0025] 도시된 예의 서브-미세구조물들(312, 314, 316) 각각은 특징적인 피쳐(characteristic feature)들을 가진다. 예를 들어, 서브-미세구조물(314)은 베이스 표면들(예컨대, 골부들)(318), 이격간격(spacing)(예컨대, 주기적, 비주기적)(320), 피크(peak) 높이들(322), 및 경사(slope) 각도들(예컨대, 미세구조물(300)의 표면 또는 패킷에 대한 각도)(324)을 포함하는 특징적인 피쳐들을 가진다. 이 예에서, 광선(330)은 중간 부분(306)을 향하고 있는 것으로 도시된다. 이 예에서, 광선(330)의 파장은 거리(320)와 유사하고, 광선(330)이 서브-미세구조물들(314)을 향해 이동할 때, 광선(330)의 일부는 베이스 표면들(318) 중의 하나로 전달되고, 광선(330)의 다른 일부는 서브-미세구조물들(314)로부터 반사된다. 광선(330)의 파장은 사이즈가 이격간격(320)과 거의 유사하기 때문에, 광선(330)의 상당한 부분이 서브-미세구조물들(314)에 의해 흡수되어서, 서브-미세구조물들(314)로부터 반사되는 광선(330)의 부분은 상당히 감소 및/또는 제거되어, 광선(330)에 의해 생성되는 반사들 및/또는 반짝임을 감소시킨다. 역으로, 서브-미세구조물들(314)로부터 반사되는 광선(330)의 부분을 증가시키기 위하여 서브-미세구조물들(314) 간의 이격간격이 특정 부분들에서 증가될 수 있다. 추가적으로, 서브-미세구조물들(314)은 베이스 표면들(318)을 향해 상대적으로 부드럽게 증가하는 리지 폭(예컨대, 서브-미세구조물들(314)은 그 반사 선단(respective tip)들에 비하여 그 베이스에서 더 넓은) 및 대략 가시광선의 파장 가량의 거리들을 가진 리지들을 가지기 때문에, 이들은 미세구조물(300)의 표면상에 굴절률 구배(refractive index gradient)를 생성한다. 대안적으로, 베이스 표면들(318)을 향한 미세구조물들(314)의 전체 폭 변화 형상(overall width varying shape)은 광성분(light component)들이 미세구조물(314)로부터 반사되는 것(예컨대, 프레넬 반사들)을 용이하게 한다.

[0026] 전이 부분(310)의 원위 부분(304)의 예시적인 서브-미세구조물들(312)은 서브-미세구조물들(314) 및/또는 서브-미세구조물들(316)에 비하여 상대적으로 더 작은 피크 높이들 및 이격간격 거리(spacing distance)들(예컨대, 주기적인 거리들)을 가진다. 그래서, 상술한 서브-미세구조물들(314)과 유사하게, 예시적인 예의 서브-미세구조물들(312)은 입사 광선들로 인하여 생기는 반사들 또는 반짝임을 감소 및/또는 최소화한다. 이 예에서, 서브-미세구조물들(312)은 미세구조물(300)의 소정의 공기역학적 매끈함(smoothness)을 유지하기(retain) 위해서 서브-미세구조물들(314)에 비하여 상대적으로 더 작고 더 밀도있게 뭉쳐 들어찬다(packed together). 특히, 선단(305) 근처 및/또는 전이 영역(transition region)(310)에서의 더 큰 서브-미세구조물들은 증가된 항력(drag) 및/또는 난류(turbulence)를 초래할 수 있다. 이 예에서, 서브-미세구조물들(312)은 미세구조물(300)의 내구성(durability) 문제들, 손상(damage), 및/또는 조기의 구조 파괴(premature structural failure)를 방지하기 위하여 선단(305) 안으로 연장되지 않는다. 게다가, 몇몇 예들에서, 미세구조물의 원위단(distal end) 근처 또는 이 원위단 근처의 전이 영역 근처에 위치해 있는 서브-미세구조물들은 더 큰 제조용이성(ease of manufacturability)을 위하여 및/또는 제조 제약사항(manufacturing constraint)들을 기초로 하여 상대적으로 더 작다(예컨대, 높이 및/또는 주기적인 거리(들) 등).

[0027] 이 예에서, 서브-미세구조물들(316)은 서브-미세구조물들(314)과 유사한 피크 높이들 및 거리들을 가진다. 대안적으로, 서브-미세구조물들(316)의 피크 높이들 및/또는 거리들은 서브-미세구조물들(314) 및/또는 서브-미세구조물들(312)에 비해 달라질 수 있다. 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물들(316)은 몇몇 위치들에서 서브-미세구조물들(314)과 상이할 수 있지만, 전이 기울기(transition gradient)를 가지는데, 이 전이 기울기에서는 서브-미세구조물들(314)에 인접한 서브-미세구조물들(316)이 서브-미세구조물들(314)과 유사한 치수적 특성들(dimensional characteristics)을 가지되 서브-미세구조물들(314)로부터 더 달라진다. 마찬가지로, 서브-미세구조물들(314)은 서브-미세구조물들(312)까지 전이 기울기를 가질 수 있고, 그 반대의 경우도 가능하다(vice-versa).

[0028] 서브-미세구조물들(312, 314, 316)은 몇몇 위치들에서 미세구조물(300)의 표면들에 대해 대체로 수직으로 돌출하게 도시되지만, 서브-미세구조물들(312, 314, 316) 중의 임의의 것은, 이들이 연장되어 나오는 미세구조물(300)의 각각의 표면들에 대해서 각을 이루거나(angled) 및/또는 형상을 이룰(shaped) 수 있다(예컨대, 이들은 기울어져(slanted) 있을 수 있다). 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물들(312, 314, 316)의 이러한 앵글링(angling)은 서브-미세구조물들(312, 314, 316)의 제조용이성을 증가시킨다(예컨대, 기계가공, 캐스팅, 또는 몰딩 프로세스들 등에서의 공구 제거(tool removal)). 게다가, 미세구조물(300)의 표면들에 대한 서브-미세구조물들(312, 314, 316)의 앵글링은 미세구조물(300)상에 입사하는 광선들에 대해 상이한 시각적 효과들 및/또는 반사 각도들을 가능하게 할 수 있다. 몇몇 예들에서, 이러한 앵글링 및/또는 형상화(shaping)는 미세구조물(300)에 대한 특정 각도들(예컨대, 시야각들)에서만 반사들이 보이게 하는 것도 가능하게 할 수 있다.

- [0029] 예시적인 서브-미세구조물들(312, 314, 316)은 또한 개개의 서브-미세구조물들 간에 상당히 규칙적인 패턴들(예컨대, 개개의 서브-미세구조물들 간의 거리들이 비교적 유사함) 및/또는 비교적 균일한 높이들을 가지는 것으로 도 3에서 도시되지만, 서브-미세구조물들(312, 314, 316)의 특성들은 미세구조물(300)의 부분(portion)들에 대해서 달라질 수 있다. 특히, 서브-미세구조물들(312, 314, 316) 중의 임의의 것이 서브-미세구조물들(312, 314, 316) 내의 또는 서브-미세구조물들(312, 314, 316) 간의 변화를 기초로 하여 패턴들의 모양을 나타낼 수 있다(define). 예를 들어, 패턴의 모양을 나타내기 위하여(define), 서브-미세구조물들(314)의 거리(예컨대, 주기적인 거리)(320)는 베이스 부분(308)에서부터 선단(305)까지 변할 수 있다(예컨대, 거리(320)의 길어짐 또는 짧아짐 및/또는 피크 높이들(322)의 길어짐 또는 짧아짐). 추가적으로 또는 대안적으로, 부가된 서브-미세구조물들의 전체적인 형상, 기하구조 및/또는 구조(들)는 패턴(예컨대, 부가된 패턴)의 모양을 나타내기 위하여(define) 미세구조물(300)의 상이한 부분들에 대해서 달라질 수 있다(예컨대, 미세구조물의 한 부분에서는 리지-형상(ridge-shaped) 서브-미세구조물들이고, 다른 부분에서는 원뿔-형상(cone-shaped) 서브-미세구조물들임). 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물들에 인접해 있거나 서브-미세구조물들 근처에 있는 상대적으로 평평한 부분들을 따라 미세구조물상에 부가되는 서브-미세구조물들의 변화(variation)는 시각적 및/또는 미적 효과들을 가능하게 하는 패턴들을 정의하는 데에 이용될 수 있다. 결과적으로, 이미지들 및/또는 표시는 서브-미세구조물들의 패턴(예컨대, 부가된 서브-미세구조물들의 패턴)을 통해서 전해질 수 있는데, 여기서 서브-미세구조물들은 상이한 미세구조물들 및/또는 미세구조물의 부분들 사이에서 달라진다. 예를 들어, 각각의 그룹이 상이한 높이들, 이격 간격 및/또는 지향을 갖는 상이한 서브-미세구조물 그룹들은 구체적으로 정의된 미적 외관 또는 이미지를 보이는/전하는 데에 이용될 수 있다. 이와 달리, 상대적으로 평평한 표면(relatively flat surface)들을 따라서 존재하는 서브-미세구조물들의 패턴이 이미지들 및/또는 표시를 전하는(convey) 데에 이용될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 서브-미세구조물들(312, 314, 316) 중의 임의의 것은 개개의 서브-미세구조물들 간에 랜덤하게 분포된(randomly distributed) 피크 높이들 및/또는 공간(space)들을 가질 수 있다.
- [0030] 예시적인 예의 미세구조물(300)은 리지-형상(ridge-shaped)이지만, 미세구조물(300)은 도 5a 내지 도 5f와 관련하여 이하에서 기술된 형상들 중의 임의의 것 및/또는 형상들의 임의의 조합을 포함하여 임의의 적절한 형상 또는 기하구조일 수 있다. 마찬가지로, 서브-미세구조물들(312, 314, 316)은 도 3에서 실질적으로 삼각형의 리지 형상 프로파일 또는 단면을 가지는 것으로 도시되지만, 이들은 이하에서 보이는 도 5a 내지 도 5f와 연관된 형상들 중의 임의의 것 및/또는 형상들 또는 기하학적 구조들의 임의의 조합을 포함하여 임의의 적절한 형상일 수 있다.
- [0031] 몇몇 예들에서, 코팅(coating)들이 미세구조물(300) 및/또는 서브-미세구조물들(312, 314, 316) 중의 임의의 것에 적용될 수 있다. 예를 들어, 미세구조물(300) 및/또는 서브-미세구조물들(312, 314, 316)은 그 전체에서 반사방지 코팅(anti-reflective coating), 반사 코팅(reflective coating), 및/또는 착색 코팅(colored coating)들(예컨대, 페인트, 잉크, 또는 염료 주입(dye infusion))로 코팅될 수 있고, 및/또는 미리 정의된 방향 및/또는 시야각(들)에서 빛의 반사를 제어해서 미세구조물(300)의 외관의 모양을 나타내기 위하여 한쪽면(single side) 또는 패킷상에 부분적으로 코팅될 수 있다. 몇몇 예들에서, 코팅들은 미세구조물(300)의 부분들(예컨대, 베이스 부분(308), 중간 부분(306) 및/또는 원위 부분(304)) 및/또는 서브-미세구조물들(312, 314, 316)의 부분들(예컨대, 서브-미세구조물들(314)의 상향면(upwardly facing surface)들 등)에만 적용된다.
- [0032] 도 4는 표면(404)상에 부가된 서브-미세구조물들(예컨대, 나노구조물들)(402)을 가진 예시적인 미세구조물(400)을 도시한다. 이 예에서, 미세구조물(400) 및 부가된 서브-미세구조물들(402) 양쪽 모두는 폴리머(polymer)이고, 그래서 입사 광선들에 대한 공기-폴리머 경계면(air-polymer interface)(406)을 확정한다(define). 도 3과 관련하여 앞서 기술된 서브-미세구조물들(312, 314, 316)과 비교하여, 예시적인 예의 서브-미세구조물들(402)은 때때로 모스아이 기하구조(motheye geometry)라고 지칭되는 라운딩된 원뿔형 돌출부(rounded cone-like protrusion)들을 가진다. 표면(404)에 대해 대체로 수직하게 연장되는 예시적인 서브-미세구조물들(402)은, 입사광의 파장과 유사하거나 대략 입사광의 파장 가량(예컨대, 빛의 파장보다 더 작음)의 연관된 특징적인 치수들을 가지거나(예컨대, 거리들만큼 떨어짐(separated by distances), 상응하는 피치 거리들(corresponding pitch distances)을 가짐 등), 및/또는 미세구조물상에 부가되는 서브-미세구조물들의 거리들과 높이들 사이에서 정의되는 종횡비(aspect ratio)들을 가진다.
- [0033] 이 예에서, 화살표(408)는 서브-미세구조물들(402)을 향하는 입사 광선의 일반적인 방향을 나타낸다. 서브-미세구조물들(402)을 향해 지향된 결과로서, 예시적인 입사 광선은 화살표(410)로 표시되는 더 작은 반사된(reflected) 부분과, 물질 속성들을 기초로 하여 물질 안으로 커플링되는(coupled), 화살표(412)로 표시되는 더 큰 투과된(transmitted) 및/또는 흡수된(absorbed) 부분으로 나누어진다. 예시적인 예의 화살표들(408, 410,

412)은 또한 표면(404)에 대해 도시된 화살표들(416, 418, 420)에 의해 각각 표시된다. 이 예에서, 화살표(418)는 반사되고(reflected), 화살표(420)는 투과(transmitted) 및 굴절된다(refracted). 하지만, 예시적인 예의 서브-미세구조물들(402)은 공기(air)로부터 미세구조물(400)의 물질로의 굴절률(refractive index)의 점진적인 변화(gradual change)를 생성함으로써 프레넬 반사(들)의 세기(intensity)를 현저하게 감소시키고, 그래서 표면(404)의 외관에 영향을 줄 수 있다. 특히, 예컨대, 상이한 위치들에서 서브-미세구조물들(402)(예컨대, 서브-미세구조물들(402)의 높이들, 이격간격, 지향, 및/또는 형상들)을 다르게 하는 것(예컨대, 상이한 서브-미세구조물 특성들을 갖는 서브-미세구조물 그룹들을 정의하는 것)은 이미지가 전해지는(conveyed) 것을 가능하게 할 수 있다.

[0034] 도 5a-5g는 미세구조물들뿐만 아니라 미세구조물들상에 부가될 수 있는 서브-미세구조물들(예컨대, 나노구조물들)을 위해서 이용될 수 있는 기하학적 구조들(예컨대, 형상들)의 예들을 도시한다. 도 5a-5g의 예시적인 형상들은 또한 미세구조물들 및 서브-미세구조물들 양쪽 모두를 위해 이 형상들 및/또는 임의의 다른 적절한 형상의 임의의 조합으로서 이용될 수 있다. 특히, 도 5a-5g에서 도시된 형상들은 서로의 위에 부가될 수 있다(예컨대, 미세구조물상에 부가된 서브-미세구조물들 같은 것 등). 예를 들어, 도 5e의 예시적인 돌출부(540)는 도 5g의 예시적인 돌출부(562) 또는 갭(gap)(564)상에 서브-미세구조물로서 부가될 수 있고, 그 반대의 경우도 가능하다(vice-versa). 몇몇 예들에서, 도 5a 내지 5g의 형상들과 같은 상이한 형상들이 이미지 및/또는 표시를 전하기 위하여 조합해서 이용된다.

[0035] 도 5a는 본 명세서에서 기술된 예시적인 미세구조물들 및/또는 서브-미세구조물들을 구현하기 위해서 이용될 수 있는 예시적인 돌출부(예컨대, 범프(bump), 베이스 표면으로부터의 돌출부 등) 형상(500)을 도시한다. 예시적인 돌출부 형상(500)은 또한 상응하는 범프 프로파일(bump profile)(예컨대, 단면 형상)(504)을 가지는데, 이것은 복수의 방향들을 따라서 달라질 수 있고, 사인파형(sinusoidal), 포물선형(parabolic), 삼각형(triangular), 또는 임의의 다른 적절한 기하구조일 수 있다. 포물선-형상(parabolic-shaped) 프로파일을 가진 예시적인 미세구조물들에서, 서브-미세구조물들은 삼각형-형상(triangular-shaped) 미세구조물과는 대조적으로 미세구조물의 선단에 더 가까운 포물선-형상 미세구조물상에 부가될 수 있다. 몇몇 예들에서, 삼각형-형상 미세구조물의 선단 근처에 배치되는 서브-미세구조물들은 구조적인 취약함(structural weakness)을 초래할 수 있고, 및/또는 제조 제약사항들로 인하여 가능하지 않을 수 있다(예컨대, 공구는 선단 근처의 서브-미세구조물들에 손상을 주지 않으면서 삼각형-형상 미세구조물로부터 풀 어웨이(pull away)하지 못할 수 있다).

[0036] 도 5b는 예시적인 기하학적 구조들을 도시하고, 이것은 개개의 형상들로서 도시되고, 미세구조물들 또는 서브-미세구조물들에 적용될 수 있다. 예시적인 기하학적 구조들은 삼각형 형상(510), 원통형 형상(512), 직사각형 형상(514), 및 사인파형 및/또는 포물선형 형상(516)을 포함한다. 삼각형 형상(510)은 예컨대, 원뿔, 피라미드형(pyramidal) 형상, 또는 삼각형 리지(triangular ridge)일 수 있다. 일반적으로, 도 5b의 예시적인 기하학적 구조들은 상응하는 깊이들을 가진 형상 프로파일들(예컨대, 연장되거나(extended) 돌출되도록(extruded) 정의된 깊이를 가진 2차원적 형상) 또는 원뿔과 같은 3차원적 형상일 수 있다. 예를 들어, 포물선형 형상(516)이 단면(cross-section)으로서 돌출/연장될 수 있거나, 3차원의 포물선형 형상을 가지도록 축 둘레로 회전될 수 있다.

[0037] 도 5c는 미세구조물들 또는 서브-미세구조물들에 적용될 수 있는, 변하는 높이들을 가진 예시적인 기하구조(520)를 도시한다. 예시적인 예의 기하구조(520)는 피크(peak)들(522) 및 서브-피크(sub-peak)들(524)을 포함하고, 이들은 상대적으로 규칙적인 패턴(relatively regular pattern)으로 배치될 수도 있고(예컨대, 교호 패턴(alternating pattern)), 규칙적인 패턴(regular pattern)으로 배치되지 않을 수도 있다(예컨대, 랜덤 분포(random distribution)). 대안적으로, 미리 정의된 수의 서브-피크(sub-peak)들(524)이 피크들(522)간의 경간(span)들에 위치해 있을 수 있다(예컨대, 하나 이상의 방향들에서의 피크들(522) 간의 세 개의 서브-피크들(524) 등). 이러한 예들 중의 임의의 것에서, 서로에 대한 피크들(522) 및 서브-피크들(524)의 배치는 이미지를 전하기 위한 상이한 광학적 효과들 및/또는 반짝임 감소를 가능하게 할 수 있다. 몇몇 예들에서, 서브-피크들(524)은 미세구조물들 또는 서브-미세구조물들일 수 있다.

[0038] 도 5d는 향상된 및/또는 원하는 광학적 효과들 및/또는 예컨대 단순화된 공구 해제(tool release)를 통한 더 큰 제조 용이성(greater manufacturing ease)을 가능하게 할 수 있는 2차원 또는 3차원의 예시적인 기울어진 기하구조(slant geometry)(530)를 도시한다. 예시적인 예의 기울어진 기하구조(530)는 미세구조물 또는 서브-미세구조물로서 구현될 수 있다. 예를 들어, 기울어진 기하구조를 가진 서브-미세구조물은 기울어진 기하구조를 갖는 미세구조물상에 부가될 수 있다.

[0039] 도 5e는 표면으로부터 연장되는(예컨대, 돌출하는) 패턴(pattern)을 가진 3차원의 돌출부(540)들을 도시한다.

이 예에서, 돌출부(540)들은 원뿔형(cone-like) 형상을 가진다. 예시적인 예의 돌출부(540)들은 직사각형 패시들을 가질 수 있고, 및/또는 원형의 단면들을 갖는 원뿔들일 수 있다. 도 5e의 예시적인 예는 원뿔형 형상들을 도시하지만, 본 명세서에서 공개된 예들에서 도시된 것들을 포함하여 임의의 적절한 형상이 이용될 수 있다. 몇몇 예들에서, 3차원 포물선 함수들(예컨대, 회전된 포물선 함수(revolved parabolic function)들)이 3차원의 돌출부들을 정의하는 데에 이용될 수 있다.

[0040] 도 5f는 표면상의 3차원의 인덴테이션(indentation)들(550)을 도시한다. 예시적인 인덴테이션들(550)은 본 명세서에서 도시된 것들을 포함하여 임의의 적절한 형상일 수 있다. 예를 들어, 인덴테이션들은 타원형(oval-like) 또는 원형의 인덴테이션들(예컨대, 범프 인덴테이션(bump indentation)들), 홀(hole)들, 리지들 및/또는 그루브(groove)들 등일 수 있다. 몇몇 예들에서, 도 5e의 원뿔형 기하구조(540)와 같은 원뿔형 돌출부들 및 3차원의 인덴테이션들(550)의 조합이 고유한 광학적 특성들을 가진 미세구조물 또는 서브-미세구조물의 형상을 정의하는 데에 이용될 수 있다.

[0041] 도 5g는, 돌출부들(예컨대, 삼각형 리지들)(562)이 갭들(예컨대, 평면의 갭(planar gap)들)(564)에 의해 분리된 패턴(560)을 도시하며, 이것은 도 2의 미세구조물(200)과 유사하다. 이 예에서, 돌출부들(562)은 서로에 대해 실질적으로 유사하거나 동일한 거리들로 이격된다(spaced). 하지만, 다른 예들에서, 돌출부들(562) 간의 이격간격들은 특정한 원하는 광학적 효과들을 위해서 및/또는 제조성(예컨대, 공구 분리(tool separation))을 향상시키기 위해서 변할 수 있다(예컨대, 불규칙적일 수 있다). 몇몇 예들에서, 갭들(564)은 굽어 있거나(curved), 복수의 세그먼트(segment)들을 가지거나, 및/또는 윤곽선이 이루어진다(contoured).

[0042] 도 6은 다른 예시적인 미세구조물(600)의 도면이고, 이 예에서는 리블렛이다. 예시적인 미세구조물(600)은 리지(602)의 표면(예컨대, 패시들)(606) 및 대체로 삼각형-형상인 선단(604)을 가진 미세구조물 리지(예컨대, 리블렛 리지)(602)를 포함한다. 예시적인 미세구조물(600)은 리블렛 리지(602)와 다른 인접한 리블렛 리지 사이에서(예컨대, 사이에 걸쳐 있음(span)) 미세구조물(600)의 베이스를 가로질러(across) 뻗어 있는 서브-미세구조물 리지들(610)을 포함한다. 이 예에서, 서브-미세구조물 리지들(610)은 미세구조물(600)의 베이스상에 제공되는 서브-미세구조물들이고, 또한 리지들(610)의 확정 피크(defining peak)들 및 서로에 대해 인접한 리지 표면들(예컨대, 패시들)(612, 614)을 포함한다. 몇몇 예들에서, 리지 표면들(612, 614)은 서로에 대한 수직선으로부터 상이한 경사 각도들로 존재한다(예컨대, 리지 표면들(612, 614)은 도 6에서 도시된 수직선에 대한 상이한 각도들로 존재한다). 예시적인 예의 미세구조물(600) 및 서브-미세구조물 리지들(610)은 컬러층(620)에 인접한다(adjacent).

[0043] 이 예에서, 리블렛 리지(602) 및 서브-미세구조물 리지들(610)은 서로에 대해 대체로 수직인 방향들로 뻗어 있다. 다른 예들에서, 예시적인 서브-미세구조물 리지들(610)은 리블렛 리지(602)에 대해 실질적으로 평행하거나 일정한 각도를 이룰 수 있다. 몇몇 예들에서, 리지(602)와 인접 리지 사이에 걸쳐 있는(span) 표면은, 상대적으로 평평하거나(flat), 굽어 있거나(curved), 및/또는 리블렛 리지(602)와 인접 리블렛 에지(edge) 간에 각도를 이룰(angled) 수 있는 윤곽선(contour)들을 가지고, 그래서 서브-미세구조물 리지들(610)은 이러한 윤곽선들을 따라 나 있을 수 있다(follow). 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물 리지들(610)은 반짝임 감소 효과들(예컨대, 예시적인 미세구조물(600)에 대한 시야각들의 특정 범위에 대해서 반짝임 감소 등)을 포함하여 상이한 광학적 효과들을 위해서 리블렛 리지(602)에 대해 상이한 각도들로 지향되어서 이미지 또는 표시를 전하고, 및/또는 착색되는(colored)(예컨대, 미리 착색됨) 또는 칼라 주입되는(color infused) 물질로부터 제조될 수 있다.

[0044] 예시적인 예의 미세구조물(600)은 컬러층(620)에 기계적으로 결합되거나 및/또는 부착된다. 몇몇 예들에서, 컬러층(620)은 미세구조물(600)과 통합된다. 몇몇 예들에서, 컬러층(620)은 세컨더리 프로세스(예컨대, 레이어링 프로세스(layering process) 등) 동안 미세구조물(600)에 추가되거나 및/또는 착색되는(예컨대, 코팅되는 등) 미세구조물의 부분일 수 있다.

[0045] 도 6의 예시적인 예에서, 미세구조물(600)은 세미-반투명하거나(semi-translucent), 완전히 반투명하거나(fully translucent), 투명하다(transparent). 특히, 예시적인 미세구조물 리지(602) 및 서브-미세구조물 리지들(610)은 빛의 적어도 일부분이 이를 통과해서 이동하는 것을 가능하게 할 수 있는데, 빛이 통과해서 이동하는 경계면들에서의 입사각들 및 매질들의 빛 굴절률(refractive light index)을 기초로 하여 빛의 다른 일부분을 반사하면서 이를 가능하게 할 수 있다. 이 예에서, 입사 광선(630)은 미세구조물 리지(602)의 표면(606)을 향해 겨냥된다. 예시적인 예의 입사 광선(630)은 리지(602)를 통과해서 이동하거나 및/또는 리지(602)에 흡수되는 결과적으로 전달되는 성분(resulting transmitted component)(632)을 가진다. 입사 광선은 또한 서브-미세구조물 리지들(610)을 향해 겨냥되는 반사된 성분(reflected component)(634)을 가진다. 몇몇 예들에서, 입사 광선

(630)은 표면(606)상에 부가되는 서브-미세구조물들(예컨대, 서브-미세구조물들(312, 314, 316, 402))을 통해서 미세구조물 리지(602)에 적어도 부분적으로 흡수된다. 상이한 위치들에서 광선들이 흡수되는 정도를 다르게 하는 것은 이미지의 표현이 관측자(observer)에게 전해지는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0046] 예시적인 예의 반사된 성분(634)은 서브-미세구조물 리지들(610)상으로의 입사 광선이다. 입사 광선(634)은 서브-미세구조물 패킷(614)에 부딪쳐서, 미세구조물 표면(606)으로 도로 겨냥되는 다른 반사된 광선(reflected ray)(635)을 생성하는데, 이것은 산란되거나, 통과해서 투과되거나, 및/또는 흡수될 수 있어서, 예시적인 미세구조물(600)의 외관에 영향을 미칠 수 있다. 게다가, 결과적으로 전달되는 성분(resulting transmitted component)(636)은 미세구조물 베이스층(microstructure base layer) 안으로 커플링되고, 컬러층(620)을 향해 겨냥되는데, 이후, 반사 부분(reflection portion)(638)은 표면들(612, 614)을 향해 반사될 수 있고, 다른 부분(640)은 미세구조물(600)의 베이스 내에서 흡수되거나 산란될 수 있다. 이러한 흡수 및/또는 산란은 이 부분(640)을 복수의 방향으로 재지향시킴(re-directing)으로써 예시적인 미세구조물(600)의 외관에 추가로 영향을 미칠 수 있다. 몇몇 예들에서, 반사된 부분들을 다른 서브-미세구조물들(예컨대, 표면(606)상의 서브-미세구조물들)을 향해 지향시키는 것(directing)도 외관에 추가로 영향을 미칠 수 있다(예컨대, 반사된 광선분들을 서브-미세구조물들을 향해 보냄(routing)).

[0047] 상술한 바와 같이, 몇몇 예들에서, 예를 들어, 표면(606)상의 서브-미세구조물들은 서브-미세구조물 리지들(610)의 상이한 포지션들에서 서브-미세구조물 리지들(610)을 향해 반사되는 빛의 양을 변화시키도록 제어될 수 있다. 몇몇 예들에서, 리지들(610) 및/또는 표면들(612, 614)은 그 위에 부가된 서브-미세구조물들을 가진다. 몇몇 예들에서, 리지들(610) 및/또는 표면들(612, 614)은, 미세구조물(600)의 외관에 영향을 주고 및/또는 관측자에게 이미지 및/또는 표시를 전하기 위하여 상이한 서브-미세구조물들의 그룹들을 복수로 가진다.

[0048] 추가적으로 또는 대안적으로, 표면들(612, 614) 중의 임의의 것이 반사하는(예컨대, 미러링되는(mirrored)) 표면(reflective surface)일 수 있고, 및/또는 반사되는 빛의 크기(magnitude) 및 방향을 제어하기 위하여 반사하는 부분(reflective portion)들을 가질 수 있어서, 미감을 추가로 제어하고 및/또는 이미지를 전하기 위한 추가적인 능력들을 제공한다. 이 예에서, 리지들(610)은 서브-미세구조물들이지만, 이들은 미세구조물들(예컨대, 본 명세서에서 기술된 바와 같은 서브-미세구조물들보다 더 큰 치수들을 가짐)일 수 있고, 이러한 경우에도 미세구조물(600)에 비하여 상대적으로 여전히 더 작다. 프라이머리 미세구조물(primary microstructure)들의 이격간격(spacing) 및/또는 사이즈의 거의 3분의 1이되, 프라이머리 미세구조물들 사이(예컨대, 사이의 베이스 표면들)에 배치된 상대적으로 더 작은 세컨더리 미세구조물(secondary microstructure)들 또한 미세구조물(600)의 전체적인 외관에 영향을 주기 위하여 반짝임을 제어하고 및/또는 감소시킬 수 있다는 것을 알아냈다. 그래서, 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물 리지들(610)은 대신에 미세구조물들일 수 있고, 이들은 그 위에 부가된 서브-미세구조물들을 가질 수도 있고 가지지 않을 수도 있다. 이러한 미세구조물들은, 반짝임을 효과적으로 제어하고 미세구조물(600)의 전체 외관을 변경하기 위하여, 미세구조물 리지(602)의 높이 또는 폭의 거의 3분의 1의 높이와 같은(또는 더 작은) 치수들(예컨대, 높이들, 베이스 표면 아래 또는 위의 높이들)을 가질 수 있다.

[0049] 도 7은 표면들(705, 707)을 포함하는 리지들(704) 및 리지(702)를 가진 다른 예시적인 미세구조물(700)의 도면이다. 예시적인 예의 미세구조물(700)은 도 6의 예시적인 미세구조물(600)과 유사하지만, 도 6의 예시적인 미세구조물(600)에서 도시된 바와 같이 상대적으로 평평한 경계면 대신에 컬러층(706)과 미세구조물(700)의 나머지 사이의 텍스처링된 경계면(textured interface)을 획정하는 서브-미세구조물들(708)을 가진 텍스처링된 컬러층(textured color layer)(706)을 대신 가진다. 몇몇 예들에서, 컬러층(706)은 리블렛 선단(702) 안으로 뻗어 있거나 및/또는 부분적으로 뻗어 있는 부분(예컨대, 연장부(extension), 돌출부(protrusion) 등)(709)을 가진다. 이 예에서, 전달된 광선(transmitted ray)(710)은 리지(702)의 표면으로부터 반사되고, 이후, 예를 들어 서브-미세구조물 표면(705)을 통해서 베이스층(base layer) 안으로 전달된 것은 서브-미세구조물들(708)에 의해 흡수 및/또는 산란될 수 있다. 특히, 서브-미세구조물들(708)은 가시광선의 파장과 유사한 거리로 이격될 수 있다. 이 예에서, 리지(702)의 안으로 뻗어 있는 컬러층(706)의 부분(709)은 산란 및/또는 흡수되는 빛의 양에 영향을 주거나, 컬러층(706)이 뷰어(viewer)에게 보이는 방식에 영향을 줄 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 유사한 방식으로, 예컨대, 컬러층(706)은 리지들(704) 안으로 뻗어 있을 수 있다(예컨대, 리지들(704)의 윤곽선들에 적어도 부분적으로 일치한다(match)). 몇몇 예들에서, 컬러층(706)은 경계면에서 텍스처링된 경계면을 가지고, 여기에서 컬러층(706)은 리블렛 선단(702) 및/또는 리지들(704) 안으로 뻗어 있다. 텍스처링된 경계면은 빛이 컬러층(706)으로부터 반사되는 방식에도 영향을 주어서, 관측자에 대한 미세구조물(700)의 외관에 영향을 줄 수 있다.

[0050] 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물들(708) 및/또는 서브-미세구조물들(708)과 연관된 거? (roughness)은 미세구조

물 베이스 컬러층(706)에 대한 결합(coupling) 및/또는 빛이 컬러층(706)으로부터 반사되는 정도를 향상시키는 데에 이용된다. 특히, 서브-미세구조물들(708)은 컬러층(706)과 미세구조물(700) 간의 접촉 표면 영역(contact surface area)을 증가시킴으로써 미세구조물(700)에 대한 광학적 및 기계적 결합을 향상시킨다. 몇몇 예들에서, 표면들(705, 707)은 빛을 반사하는 것일 수 있다(reflective)(예컨대, 미러링됨). 추가적으로 또는 대안적으로, 표면들(705)만이 빛을 반사하는 것일 수 있고, 표면들(707)은 적어도 세미-반투명(semi-translucent)(예컨대, 반투명, 투명 등)한 것일 수 있으며, 그 반대의 경우도 가능하다(vice-versa). 표면들의 일부만이 빛을 반사하게(reflective) 만드는 것은 상이한 시야각들로부터의 빛 흡수 및/또는 반사율의 제어를 가능하게 하고, 이미지 또는 표시를 전하는 데에 이용될 수 있다. 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물들(708)은 서브-미세구조물들이 아닐 수 있고, 대신에 대략 미세구조물 치수들 가량의 더 큰 텍스처링된 피쳐들일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 서브-미세구조물들(708)은 빛을 스펙트럼으로(spectrally) 분산시키는 것(예컨대, 무지개-타입(rainbow-type) 효과를 생성하기 위하여 복수의 컬러들로 펼침)을 포함하여 원하는 광학적 및/또는 미적 효과들을 생성하기 위하여(예컨대, 이미지들을 전하기 위하여) 빛을 특정한 컬러(color)들 및/또는 각도들로 회절시킬 수 있다.

[0051] 도 8a는 본 발명의 교시들에 따라서, 서브-미세구조물들의 그룹들에 의해 형성된 예시적인 표시(예컨대, 로고(logo), 문자(letter)들, 심벌(symbol)들 등)(800)를 도시한다. 이 예에서, 표시(800) 및 상응하는 레터링(lettering)(801)은 운송수단 표면의 상대적으로 평평한 영역들 및/또는 상이한 서브-미세구조물 그룹들의 조합에 의해 모양이 나타나는(defined) 패턴에 의해서 형성된다. 몇몇 예들에서, 이미지들은 미세구조물들의 표면(들)을 가로질러서 또는 미세구조물들의 표면들 아래의 다른 가시적인 경계면(visible interface)들에서 상이한 서브-미세구조물들(예컨대, 나노구조물들)을 부가함으로써 미세구조물들상에 투사될(projected) 수 있다. 몇몇 예들에서, 단일한 서브-미세구조물 그룹(예컨대, 특정 사이즈 및/또는 형상의 서브-미세구조물들)이 이미지 및/또는 표시의 표현을 전하기 위하여 상대적으로 평평한 영역들과 조합해서 이용된다.

[0052] 도 8b는 도 8a의 예시적인 표시(800)의 상세도이다. 도 8b의 도면에서, 표시(800)는 상대적으로 평평한 부분(relatively flat portion)(802), 제1 서브-미세구조물 부분(804), 및 제2 서브-미세구조물 부분(806)을 포함한다. 이 예에서, 제1 및 제2 서브-미세구조물 부분들(804, 806)의 조합은 관측자에게 시각적으로 지각가능한(perceptible) 이미지를 생성한다. 이 이미지는 제1 및 제2 서브-미세구조물 부분들(804, 806) 간의 상이한 반사 속성들로 인하여 지각된다. 특히, 상이한 반사 속성들은 서브-미세구조물 부분들(804, 806) 간의 정렬(예컨대, 리지 정렬(ridge alignment)) 및/또는 이격간격의 차이로 인한 결과이다. 이 예에서는 로고가 도시되지만, 본 명세서에서 공개된 예들은 상대적으로 복잡한 이미지들(예컨대, 그래픽(graphic)들, 사진(photo)들 등), 회절 효과, 및/또는 홀로그래프(holographic) 효과를 생성하는 데에 이용될 수 있다. 몇몇 예들에서, 상대적으로 평평한 부분(802)은 대조를 이루는(contrasting) 피쳐 또는 컬러들을 제공함으로써, 및/또는 관측자에게 전해지는 이미지의 지각되는 깊이(perceived depth)를 향상시킴으로써 서브-미세구조물 부분들(804, 806)에 의해 생성되는 시각적 효과를 향상시키는 데에 이용된다. 이와 달리, 몇몇 예들에서, 이미지는 상이한 서브-미세구조물 그룹들 간의 이격간격, 높이, 형상 및/또는 지향의 차이에 의해서 주로 전해질 수 있다.

[0053] 도 8c는 도 8b의 도면의 일부분의 상세도이다. 이 예에서, 서브-미세구조물 부분(804)은 서브-미세구조물 부분(804) 도처에 뻗어 있는 리지들(예컨대, 서브-미세구조물 리지들)(805)에 의해 획정 및/또는 부분적으로 획정된다. 도 8c의 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 미세구조물 리지들(808)은 서브-미세구조물 부분들(804, 806) 및 상대적으로 평평한 부분(802)을 가로질러(across) 뻗어 있고, 그래서, 도시된 예의 미세구조물 리지들(808)은 리지들(808)이 서브-미세구조물 부분들(804, 806) 및/또는 상대적으로 평평한 부분(802)을 통과하여(through) 뻗을 때 방해받지(interrupted) 않는다. 이 예에서, 미세구조물 리지들(808)은 서브-미세구조물 부분들(804, 806), 리지들(805), 및 상대적으로 평평한 영역들(예컨대, 패턴들이 없는 영역들)(802)을 가지고 패턴이 형성된(patterned) 표면들 위에 투사한다(project).

[0054] 도 8d는 도 8a 내지 도 8c의 예시적인 표시(800)의 등측 상세도이다. 도 8d의 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 베이스 부분들(예컨대, 베이스 표면들)(810)은 미세구조물 리지들(808) 사이에 위치해 있다. 이 예에서, 서브-미세구조물 부분들(804, 806) 및 상대적으로 평평한 부분(802)은 베이스 부분들(810)상에 부가되고, 리지들(808)상에 부가되지 않는다. 그래서, 이 예에서, 서브-미세구조물 부분들(804, 806)의 서브-미세구조물들은 리지들(808)상으로 뻗어 있지 않다. 추가적으로 또는 대안적으로, 서브-미세구조물들은 예컨대 광학적 효과를 달성하기 위하여(예컨대, 이미지 또는 표시, 회절 효과를 전하기 위하여) 및/또는 반짝임을 감소시키기 위하여 리지들(808)상에 부가될 수 있다. 몇몇 예들에서, 미세구조물(예컨대, 미세구조물 리지들)뿐만 아니라 베이스 부분들상에 부가되는 서브-미세구조물들의 조합은 이미지 또는 표시의 표현을 전하는 데에 이용된다.

[0055] 도 9는 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는, 롤-성형(roll-forming)을 이용하는, 예시

적인 성형 시스템(forming system)(900)을 도시한다. 예시적인 롤-성형 시스템(roll-forming system)(900)은 서브-미세구조물 성형 그루브(microstructure forming groove)들(904)을 가진 롤러(roller)(902)를 포함한다. 도 9의 예시적인 예에서, 롤-성형 시스템(900)은 미세구조물(예컨대, 리블렛)(910)의 리지들(909)상에 서브-미세구조물들(예컨대, 모스아이 서브-미세구조물들, 서브-미세구조물 리지들 등)(908)을 형성(예컨대, 엠보싱가공)하는 데에 이용되고 있다. 이 예에서, 롤-성형 시스템(900)은 도 8의 예시적인 표시(800)와 관련하여 상술한 바와 같은 미세구조물(910)상에 복수의 서브-미세구조물 그룹들을 형성하는 데에 이용될 수 있다.

[0056] 롤-성형 시스템(900)의 작동 동안에, 롤러(902)가 화살표(914)에 의해 일반적으로(generally) 표시된 방향으로 회전하는 동안, 미세구조물(910)은 화살표(912)에 의해 일반적으로 표시된 방향으로 움직인다. 이 예에서, 리지들(909)상에 서브-미세구조물들(908)을 형성하기 위한 모스아이 성형 구조물(motheye forming structure)들은 그루브들(904) 내에 있고(예컨대, 서브-미세구조물들(908)을 형성하는 데 이용되는 툴링(tooling) 형상들 및/또는 기하구조), 이들은 또한 리지들(909)을 수용하기(receive) 위한 상보적 인덴테이션(complementary indentation)들을 가진다. 그루브들(904)에서의 모스아이 성형 구조물들은 예컨대 미세구조물 리지들(909)의 선단 근처에서는 더 작은 서브-미세구조물들을 형성하면서 미세구조물 리지들(909) 상의 다른 곳에서는 더 큰 서브-미세구조물들을 형성하도록 사이즈가 변할 수 있다(도 3 참조). 몇몇 예들에서, 롤러(902)를 통해 미세구조물(910)에 가해지는 힘은 서브-미세구조물들(908)이 미세구조물(910)상에 형성되는 각도를 변경시키도록 조정된다. 추가적으로 또는 대안적으로, 미세구조물(910)이 기계가공 시스템(machining system)(900)에 대해 움직이는 선속도(line speed) 및/또는 롤러(902)의 회전속도(rotational speed)는 미세구조물(910)상에 서브-미세구조물들(908)을 형성하는 프로세스(process) 및/또는 서브-미세구조물들(908)이 미세구조물(910)상에 형성되는 정도(degree)를 제어하도록 조정된다. 몇몇 예들에서, 롤러 표면(902)은 미세구조물 리지들(909) 사이의 미세구조물 베이스 영역들(918) 안으로 서브-미세구조물들(예컨대, 리지들)을 형성(예컨대, 엠보싱가공)하기 위한 구조물들(916)을 가질 수 있다.

[0057] 도 10은 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 예시적인 성형 시스템(1000)을 도시한다. 예시적인 성형 시스템(1000)은 정렬 픽스처(alignment fixture)들(1004)이 설치된 엠보싱 리그(embossing rig)(1002)를 포함한다. 픽스처들(1004) 각각은 미세구조물(1010)상에 서브-미세구조물들을 형성(예컨대, 엠보싱가공)하기 위한 성형 롤러(forming roller)들(예컨대, 점점 가늘어지는 엠보싱가공 롤러(tapered embossing roller)들)(1006, 1008)을 가진다.

[0058] 작동시, 미세구조물(1010)이 화살표(1012)에 의해 일반적으로 표시된 방향으로 압출성형될 때, 예시적인 예의 성형 시스템(예컨대, 세컨더리 프로세스 시스템(secondary process system))(1000)은 미세구조물(1010)상에 서브-미세구조물들을 형성한다. 이 예에서, 미세구조물(1010)은 압출성형되는 리블렛(예컨대, 리블렛 서브스트레이트(ribblet substrate))이다. 엠보싱 리그(1002)의 작동 동안에, 엠보싱 리그(1002)는 양쪽 화살표(1016)에 의해 일반적으로 표시된 위쪽 방향 또는 아래쪽 방향으로 이동할 수 있다. 미세구조물(1010)상에 서브-미세구조물들 및/또는 서브-미세구조물 그룹들을 형성 및/또는 추가하기 위하여, 예시적인 예의 롤러들(1006, 1008)은 화살표들(1020, 1022)에 의해 일반적으로 표시된 방향으로 각각 회전한다.

[0059] 도 11은 도 10의 예시적인 성형 시스템(1000)의 상세도이다. 상술한 바와 같이, 예시적인 롤러들(1006, 1008)은 미세구조물(1010)상에 서브-미세구조물들을 형성한다. 롤러들(1006, 1008)의 회전 동안, 미세구조물(1010)이 롤러들(1006, 1008)에 대해 이동할 때, 표면 피처(surface feature)들(1106)이 미세구조물(1010)상에 서브-미세구조물들(1108)을 엠보싱가공하는 데에 이용된다. 특히, 표면 피처들(1106)은 미세구조물(1010)상에 서브-미세구조물들(1108)을 엠보싱가공하기 위하여 모스아이 서브-미세구조물들 및/또는 모스아이-성형 구조물들 또는 임의의 다른 적절한 서브-미세구조물-성형 구조물들(예컨대, 리지들)을 포함할 수 있다. 몇몇 예들에서, 성형 시스템(1000)에 대해 미세구조물(1010)이 이동할 때 미세구조물(1010)에 대한 압력을 변화시키거나 롤러들(1006, 1008)을 이동시킴으로써(예컨대, 위로(upward) 또는 아래로(downward), 옆으로(sideways)), 서브-미세구조물들(1108)의 높이들은 미세구조물(1010)의 압출되는 깊이(extruded depth)를 따라 변할 수 있다. 이 예에서, 미세구조물(1010)의 각각의 리지는 치수(1110)에 의해 표시된 바와 같이 거의 50-100 마이크로미터 이격되고, 각각의 리지 높이는 치수(1112)에 의해 표시된 바와 같이 거의 30-60 마이크로미터이고, 각각의 리지는 치수(1114)에 의해 표시된 바와 같이 베이스에서 거의 5-30 마이크로미터 넓이다. 이 예에서, 미세구조물(1010)의 각각의 리지의 피크들 간의 이격간격은 거의 75-100 마이크로미터이다. 상술한 치수들 및/또는 파라미터들은 단지 예시일 뿐이며, 애플리케이션, 운송수단이 통과해서 이동하고 있는 유체의 유체 속성들, 및/또는 예상되는 주위환경 작동 상황들(predicted environmental operating conditions)에 따라 달라질 수 있다.

[0060] 도 12는 복수의 미세구조물들을 가진 표면 및/또는 미세구조물상에 광학적/미적 효과들 및/또는 이미지 배치(예

컨대, 이미지의 표현의 배치)를 생성하는 데에 이용될 수 있는 서브-미세구조물 이미징 시스템(sub-microstructure imaging system)(1200)의 개략도이다. 예시적인 서브-미세구조물 이미징 시스템(1200)은 예시적인 이미지 입력 인터페이스(image input interface)(1202), 예시적인 공구 제어기(tool controller)(1204), 예시적인 이미지 프로세서(image processor)(1206), 및 예시적인 비교기(comparator)(1208)를 포함한다. 이 예에서, 미세구조물 이미징 시스템(1200)은 예컨대 서브-미세구조물들의 패턴들 및/또는 서브-미세구조물들의 복수의 그룹들을 정의함으로써 미세구조물상에 이미지를 배치하거나 및/또는 이미지의 모양을 나타내는 데에 이용된다.

[0061] 도시된 예의 이미지 입력 인터페이스(1202)는 이미지 및/또는 이미지 파일(예컨대, JPEG 파일)을 수신하는(receive) 데에 이용된다. 이 예에서, 이미지 프로세서(1206)는 이미지 입력 인터페이스(1202) 및 맵(map)들로부터 이미지 및/또는 이미지 파일을 수신하고, 및/또는 서브-미세구조물 및/또는 서브-미세구조물들의 그룹들이 광학적 효과를 생성하기 위하여(예컨대, 미세구조물로부터의 이미지의 표현을 전하기 위하여) 어디에 배치될지, 형성될지, 및/또는 형상화될지(shaped)를 정의한다. 몇몇 예들에서, 이미지 입력 인터페이스(1202)는 서브-미세구조물 그룹들의 서로에 대한 포지셔닝 및/또는 상대적 포지셔닝을 정의할 수 있고, 이로써 관측자에게 지각되는 깊이(perceived depth)를 생성할 수 있다. 이 예에서, 이미지 프로세서(1206)는 맵핑(mapping) 및/또는 정의된(defined) 서브-미세구조물 그룹 배치(들)를 공구 제어기(1204)에 제공해서, 공구 제어기(1204)는 복수의 미세구조물들을 가진 표면 및/또는 미세구조물상에 서브-미세구조물들을 제공(예컨대, 부가)하는 데에 이용될 수 있어서(예컨대, 서브-미세구조물들을 엠보싱가공(emboss)함, 공구에게 지시함(direct) 등), 관측자에게 보일 수 있는 광학적 효과 및/또는 이미지를 그 위에 생성할 수 있다.

[0062] 몇몇 예들에서, 비교기(1208)는 예컨대 카메라를 이용한 시각적 검사에 의해서 공구 제어기(1204)를 통해 제공되는 서브-미세구조물들을 확인한다. 특히, 비교기(1208)는, 예컨대 이미지의 표현이 미세구조물상으로의 서브-미세구조물들의 배치를 통해 미세구조물에 의해 제공된다는 것을 확인하기 위하여, 미세구조물의 검출된 이미지에 대해 이미지 입력 인터페이스(1202)에 제공된 이미지를 이용할 수 있다.

[0063] 도 12의 서브-미세구조물 이미징 시스템(1200)을 구현하는 예시적인 방식이 도 13 및 14에서 도시되지만, 도 12에 도시된 엘리먼트(element)들, 프로세스(process)들, 및/또는 디바이스(device)들 중의 하나 이상이 다른 방식으로 결합, 분리, 재배치, 생략, 제거, 및/또는 구현될 수 있다. 게다가, 도 12의 예시적인 이미지 입력 인터페이스(1202), 예시적인 공구 제어기(1204), 예시적인 이미지 프로세서(1206), 예시적인 비교기(1208) 및/또는, 더욱 일반적으로, 예시적인 서브-미세구조물 이미징 시스템(1200)은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 및/또는 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어의 임의의 조합에 의해서 구현될 수 있다. 그래서, 예컨대, 도 12의 예시적인 이미지 입력 인터페이스(1202), 예시적인 공구 제어기(1204), 예시적인 이미지 프로세서(1206), 예시적인 비교기(1208) 및/또는, 더욱 일반적으로, 예시적인 서브-미세구조물 이미징 시스템(1200) 중의 임의의 것은 하나 이상의 아날로그 또는 디지털 회로(들), 논리 회로들, 프로그래머블 프로세서(programmable processor)(들), ASIC(application specific integrated circuit)(들), PLD(programmable logic device)(들), 및/또는 FPLD(field programmable logic device)(들)에 의해서 구현될 수 있을 것이다. 순순하게 소프트웨어 및/또는 펌웨어 구현을 커버하기 위해 본 특허의 장치 또는 시스템 청구항들 중의 임의의 것을 읽을 때, 예시적인 이미지 입력 인터페이스(1202), 예시적인 공구 제어기(1204), 예시적인 이미지 프로세서(1206), 및/또는 예시적인 비교기(1208) 중의 적어도 하나는 소프트웨어 및/또는 펌웨어를 저장하는 메모리, DVD(digital versatile disk), CD(compact disk), 블루레이 디스크 등과 같은 유형의 컴퓨터 판독가능 저장 장치(tangible computer readable storage device) 또는 저장 디스크(storage disk)를 포함하는 것이라고 본 명세서의 이 부분에서 명시적으로 정의된다. 게다가, 도 12의 예시적인 미세구조물 이미징 시스템(1200)은 도 13 및 14에서 도시된 것들에 추가하여 또는 대신하여 하나 이상의 엘리먼트들, 프로세스들, 및/또는 디바이스들을 포함할 수 있고, 및/또는 실례로든 엘리먼트들, 프로세스들, 및/또는 디바이스들 중의 임의의 것의 하나 이상 또는 전부를 포함할 수 있다.

[0064] 도 12의 서브-미세구조물 이미징 시스템(1200)을 구현하기 위한 예시적인 방법들을 나타내는 흐름도들이 도 13 및 14에서 도시된다. 이 예들에서, 방법들은 도 15와 관련하여 이하에서 설명되는 예시적인 프로세서 플랫폼(1500)에서 도시되는 프로세서(processor)(1512)와 같은 프로세서에 의한 실행을 위한 프로그램을 포함하는 머신 판독가능 인스트럭션(machine readable instruction)들을 이용해서 구현될 수 있다. 이 프로그램은 프로세서(1512)와 연계되어 있는 CD-ROM, 플로피 디스크, 하드 드라이브(hard drive), DVD(digital versatile disk), 블루레이 디스크, 또는 메모리와 같은 유형의(tangible) 컴퓨터 판독가능 저장 매체상에 저장된 소프트웨어로 구체화될 수 있지만, 전체 프로그램 및/또는 그 일부들은 이와 달리 프로세서(1512)가 아닌 다른 디바이스에 의

해 실행되거나, 및/또는 펌웨어 또는 전용 하드웨어로 구체화될 수 있을 것이다. 게다가, 예시적인 프로그램은 도 13 및 14에 도시된 흐름도들을 참조하여 기술되지만, 이와 달리 예시적인 서브-미세구조물 이미징 시스템(1200)을 구현하는 여러 다른 방법들이 이용될 수 있다. 예를 들어, 블록들의 실행 순서는 바뀔 수 있으며, 및/또는 블록들 중의 몇몇은 변경되거나, 제거되거나, 결합될 수 있다.

[0065] 상술한 바와 같이, 도 13 및 14의 예시적인 방법들은 임의의 지속기간 동안(예컨대, 연장된 시간 기간(extended time periods)동안, 영구적으로(permanently), 짧은 순간(brief instances) 동안, 일시적인 버퍼링(temporarily buffering) 동안, 및/또는 정보의 캐싱(caching of the information) 동안) 정보가 저장되는 하드 디스크 드라이브(hard disk drive), 플래시 메모리(flash memory), ROM(read-only memory), CD(compact disk), DVD(digital versatile disk), 캐시(cache), RAM(random-access memory) 및/또는 임의의 다른 저장 장치 또는 저장 디스크와 같은 유형의(tangible) 컴퓨터 판독가능 저장 매체상에 저장되어 있는 코딩된 인스트럭션들(coded instructions)(예컨대, 컴퓨터 및/또는 머신 판독가능 인스트럭션들)을 이용해서 구현될 수 있다. 본 명세서에서 사용될 때, 유형의(tangible) 컴퓨터 판독가능 저장 매체라는 용어는 임의의 타입의 컴퓨터 판독가능 저장 장치 및/또는 저장 디스크를 포함하는 것이고, 전파되는 신호(propagating signal)들 및 전송 매체(transmission media)를 배제하는 것이라고 명시적으로 정의된다. 본 명세서에서 사용될 때, "유형의 컴퓨터 판독가능 저장 매체(tangible computer readable storage medium)"와 "유형의 기계 판독가능 저장 매체(tangible machine readable storage medium)"는 상호교체가능하게(interchangeably) 사용된다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도 13 및 14의 예시적인 방법들은 임의의 지속기간 동안(예컨대, 연장된 시간 기간(extended time periods)동안, 영구적으로(permanently), 짧은 순간(brief instances) 동안, 일시적인 버퍼링(temporarily buffering) 동안, 및/또는 정보의 캐싱(caching of the information) 동안) 정보가 저장되는 하드 디스크 드라이브, 플래시 메모리, ROM(read-only memory), CD(compact disk), DVD(digital versatile disk), 캐시, RAM(random-access memory) 및/또는 임의의 다른 저장 장치 또는 저장 디스크와 같은 비일시적인(non-transitory) 컴퓨터 및/또는 기계 판독가능 저장 매체상에 저장되어 있는 코딩된 인스트럭션들(예컨대, 컴퓨터 및/또는 머신 판독가능 인스트럭션들)을 이용해서 구현될 수 있다. 본 명세서에서 사용될 때, 비일시적인 컴퓨터 판독가능 매체라는 용어는 임의의 타입의 컴퓨터 판독가능 저장 장치 및/또는 저장 디스크를 포함하는 것이고, 전파되는 신호들 및 전송 매체를 배제하는 것이라고 명시적으로 정의된다. 본 명세서에서 사용될 때, "적어도(at least)"라는 문구는 청구항의 전제부(preamble)에서 연결부(transition term)로서 사용되고, "포함하는(comprising)"이라는 문구가 개방형(open ended)인 것과 동일한 방식으로 개방형이다.

[0066] 도 13은 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 예시적인 방법을 나타내는 흐름도이다. 예시적인 방법은 블록 1300에서 시작되는데, 여기에서 미세구조물(예컨대, 미세구조물들(300, 400, 600, 700, 1010))이 형성(예컨대, 압출성형 및/또는 기계가공)되고 있고, 도 12의 이미지 입력 인터페이스(1202)와 같은 이미지 입력 인터페이스에 의해 수신될 수 있는 및/또는 사람에 의해 지각될 수 있는 이미지의 표현을 전하는 패턴(예컨대, 미세구조물상에 부가되는 서브-미세구조물들의 패턴)의 모양을 나타내기 위하여(define), 미세구조물의 하나 이상의 표면상에 부가되는 서브-미세구조물들 및/또는 복수의 서브-미세구조물 그룹들을 수용하도록(receive) 준비되고 있다(블록 1300).

[0067] 공구는 도 12의 이미지 프로세서(1206)와 같은 이미지 프로세서로부터의 데이터를 기초로 하여 미세구조물의 표면과 정렬된다(블록 1302). 예를 들어, 실린더(902)와 같은 롤 성형 실린더(roll forming cylinder)가 도 12의 공구 제어기(1204)와 같은 공구 제어기에 의해 미세구조물(예컨대, 미세구조물(906))에 정렬된다. 예시적인 예의 공구는 시각적 수단들 및/또는 기계적 바이어싱(mechanical biasing)(예컨대, 미세구조물이 압출성형되고 있을 때 미세구조물에 대해 로딩되는(loaded) 스프링 등)을 통해서 정렬될 수 있다. 몇몇 예들에서, 미세구조물은 공구에 대해서 적절하게 정렬되도록 이동 및/또는 배치된다. 다른 예들에서, 미세구조물이 압출성형되고 있을 때, 엠보싱 리그(1002)와 같은 엠보싱 리그의 기계가공 롤러(machining roller)들(예컨대, 롤러들(1006, 1008))은 시각적 및/또는 기계적 수단들을 통해서 미세구조물에 정렬된다(예컨대, 서브-미세구조물들을 형성하기 위한 인라인 세컨더리 프로세스).

[0068] 다음으로, 공구는 미세구조물상에 서브-미세구조물들의 제1 그룹을 제공한다(블록 1304). 이 예에서, 서브-미세구조물들의 제1 그룹은 엠보싱가공에 의해서 미세구조물상에 형성된다. 몇몇 예들에서, 엠보싱가공 공구(embossing tool)상에 가해지는 힘은 미세구조물이 엠보싱되는 정도 및/또는 미세구조물이 미세구조물의 상이한 위치들에서 엠보싱되는 정도를 조절하도록 변화된다. 몇몇 예들에서, 미세구조물의 선속도 및/또는 엠보싱가공 롤러(embossing roller)(예컨대, 롤러(902))의 회전속도는 예컨대 미세구조물의 상이한 위치들에서 서브-미세구조물들이 미세구조물에 제공되는 정도를 제어하도록 변화된다.

- [0069] 다음으로, 공구는 도 12와 관련하여 상술한 공구 제어기(1204)와 같은 공구 제어기에 의해 다른 포지션으로 이동되고 및/또는 정렬된다(예컨대, 미세구조물의 다른 부분과 정렬된다)(블록 1306). 일단, 공구가 재정렬되고(re-aligned) 및/또는 이동되면, 공구는 미세구조물상에 서브-미세구조물들의 제2 그룹을 제공하는 데에 이용된다(블록 1308). 이와 달리, 서브-미세구조물들의 제2 그룹을 미세구조물에 제공하는 데에 추가적인 공구가 이용될 수 있다. 몇몇 예들에서, 서브-미세구조물들의 제2 그룹은 광학적 효과를 생성하기 위하여 서브-미세구조물들의 제1 그룹과 상이하게 정렬되고 및/또는 형상화될 수 있다.
- [0070] 다음으로, 추가적인 서브-미세구조물 그룹(additional sub-microstructure group)들이 추가될지 여부가 결정된다(블록 1310). 이 결정은 예컨대 이미지를 전하기 위하여 얼마나 많은 미세구조물에 서브-미세구조물들이 제공될 필요가 있는지를 판단함으로써 이루어질 수 있다. 특히, 비교기(1208)와 같은 비교기는, 추가적인 서브-미세구조물들 및/또는 서브-미세구조물들 그룹들이 추가될 필요가 있는지 여부를 판단하기 위하여, 미세구조물상에 존재하는 서브-미세구조물들을 전해질(to be conveyed) 이미지와 비교하는 데에 이용될 수 있다. 만일 추가적인 서브-미세구조물들이 추가될 것이라면(블록 1310), 프로세스는 반복되고 제어는 블록 1300으로 되돌아간다. 만일 추가적인 서브-미세구조물들이 추가되지 않을 것이라면(블록 1310), 프로세스는 종료된다(블록 1312).
- [0071] 도 14는 본 명세서에서 공개된 예들을 구현하는 데에 이용될 수 있는 다른 예시적인 방법을 나타내는 다른 흐름도이다. 본 프로세스는 블록 1400에서 시작되는데, 상대적으로 평평한 부분들을 따라 존재하는 미세구조물들을 갖는 표면에 의해 이미지(예컨대, 로고를 나타내는 이미지)가 표현되어야 한다. 우선, 표면에 적용되는 이미지가 도 12와 관련하여 상술한 이미지 입력 인터페이스(1202)와 같은 이미지 인터페이스(image interface)에 의해 수신된다(블록 1404). 다음으로, 서브-미세구조물들의 그룹들(예컨대, 서브-미세구조물들의 패턴)이 도 12의 공구 제어기(1204)와 같은 공구 제어기 및/또는 이미지 프로세서(1206)와 같은 이미지 프로세서로부터의 인스트럭션들을 기초로 하여 표면에 또는 표면에 근접하게 제공된다(블록 1406).
- [0072] 서브-미세구조물들 및/또는 서브-미세구조물 그룹들이 확인된다(verified)(1408). 몇몇 예들에서, 카메라-기반 시스템(camera-based system)과 같은 검사 시스템(inspection system)은 (예컨대, 시각적 확인(visual verification)에 의해서) 서브-미세구조물들 및/또는 서브-미세구조물 그룹들이 미세구조물에 적절하게 제공되어 있다는 것을 확인한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 서브-미세구조물들이 표면에 제공(예컨대, 엠보싱)된 정도가 판단 및/또는 확인된다(예컨대, 커버된(covered) 미세구조물의 표면 영역, 서브-미세구조물들의 높이 및/또는 깊이 등).
- [0073] 다음으로, 추가적인 이미지(additional image)들 또는 이미지들의 추가적인 부분들이 표면에 제공될지 여부가 결정된다(블록 1410). 이 결정은 예컨대 이미지를 전하기 위하여 얼마나 많은 미세구조물에 서브-미세구조물들이 제공될 필요가 있는지를 판단함으로써 이루어질 수 있다. 특히, 비교기(1208)와 같은 비교기는, 추가적인 이미지들이 표면에 추가될 필요가 있는지 여부를 판단하기 위하여, 존재하는 서브-미세구조물들을 이미지와 비교하는 데에 이용될 수 있다. 만일 추가적인 이미지들 또는 이미지들의 일부들이 표면에 추가될 것이라면(블록 1410), 프로세스는 반복되고 제어는 블록 1400으로 되돌아간다. 만일 추가적인 이미지들이 표면에 추가되지 않을 것이라면(블록 1410), 프로세스는 종료된다(블록 1412).
- [0074] 도 15는 도 12의 서브-미세구조물 이미징 시스템(1200)을 구현하기 위하여 도 13 및 14의 방법들을 구현하기 위한 인스트럭션들을 실행할 수 있는 예시적인 프로세서 플랫폼(1500)의 블록도이다. 프로세서 플랫폼(1500)은 예컨대, 서버, 퍼스널 컴퓨터, 모바일 장치(mobile device)(예컨대, 셀폰(cell phone), 스마트폰(smart phone), iPadTM와 같은 태블릿), PDA(personal digital assistant), 인터넷 어플라이언스(Internet appliance), 디지털 비디오 레코더(digital video recorder), 셋톱 박스(set top box), 또는 임의의 다른 타입의 컴퓨팅 장치일 수 있다..
- [0075] 도시된 예의 프로세서 플랫폼(1500)은 프로세서(1512)를 포함한다. 도시된 예의 프로세서(1512)는 하드웨어이다. 예를 들어, 프로세서(1512)는 임의의 원하는 패밀리(family) 또는 제조자(manufacturer)로부터의 하나 이상의 집적 회로(integrated circuit)들, 논리 회로들, 마이크로프로세서들, 또는 제어기들에 의해 구현될 수 있다.
- [0076] 도시된 예의 프로세서(1512)는 로컬 메모리(local memory)(1513)(예컨대, 캐시(cache))를 포함한다. 이 예에서, 프로세서(1512)는 또한 이미지 입력 인터페이스(1202), 공구 제어기(1204), 이미지 프로세서(1206), 및 비교기(1208)를 포함한다. 도시된 예의 프로세서(1512)는 버스(bus)(1518)를 통하여 휘발성 메모리(volatile memory)(1514) 및 비휘발성 메모리(non-volatile memory)(1516)를 포함하는 메인 메모리(main memory)와 통신

한다. 휘발성 메모리(1514)는 SDRAM(Synchronous Dynamic Random Access Memory), DRAM(Dynamic Random Access Memory), RDRAM(RAMBUS Dynamic Random Access Memory) 및/또는 임의의 다른 타입의 RAM(random access memory) 장치에 의해서 구현될 수 있다. 비휘발성 메모리(1516)는 플래시 메모리 및/또는 임의의 다른 원하는 타입의 메모리 장치에 의해서 구현될 수 있다. 메인 메모리(1514, 1516)에 대한 액세스는 메모리 제어기(memory controller)에 의해 제어된다.

[0077] 도시된 예의 프로세서 플랫폼(1500)은 또한 인터페이스 회로(interface circuit)(1520)를 포함한다. 인터페이스 회로(1520)는 이더넷 인터페이스(Ethernet interface), USB(universal serial bus), 및/또는 PCI 익스프레스 인터페이스(express interface)와 같은 임의의 타입의 인터페이스 표준에 의해 구현될 수 있다.

[0078] 도시된 예에서, 하나 이상의 입력 장치들(1522)이 인터페이스 회로(1520)에 연결된다. 입력 장치(들)(1522)은 사용자로 하여금 프로세서(1512) 안으로 데이터 및 명령을 입력하는 것을 가능하게 한다. 입력 장치(들)는 예컨대 오디오 센서(audio sensor), 마이크로폰(microphone), 카메라(스틸 카메라 또는 비디오 카메라), 키보드, 버튼, 마우스, 터치스크린, 트랙패드(track-pad), 트랙볼(trackball), 이소포인트(isopoint), 및/또는 음성 인식 시스템에 의해서 구현될 수 있다.

[0079] 하나 이상의 출력 장치들(1524) 또한 도시된 예의 인터페이스 회로(1520)에 연결된다. 출력 장치들(1524)은 예컨대 디스플레이 장치들(예컨대, LED(light emitting diode), OLED(organic light emitting diode), LCD(liquid crystal display), 터치스크린, 촉각 출력 장치(tactile output device), 프린터, 및/또는 스피커들)에 의해서 구현될 수 있다. 그래서, 도시된 예의 인터페이스 회로(1520)는 전형적으로 그래픽 드라이버 카드(graphics driver card), 그래픽 드라이버 칩(graphics driver chip), 또는 그래픽 드라이버 프로세서(graphics driver processor)를 포함한다.

[0080] 도시된 예의 인터페이스 회로(1520)는 또한 네트워크(1526)(예컨대, 이더넷 연결, DSL(digital subscriber line), 전화선, 동축 케이블, 셀룰러 텔레폰 시스템(cellular telephone system) 등)를 통하여 외부 머신(예컨대, 임의의 종류의 컴퓨팅 디바이스들)과의 데이터 교환을 용이하게 하기 위하여 트랜스미터(transmitter), 리시버(receiver), 트랜시버(transceiver), 모뎀, 및/또는 네트워크 인터페이스 카드(network interface card)와 같은 통신 장치를 포함한다.

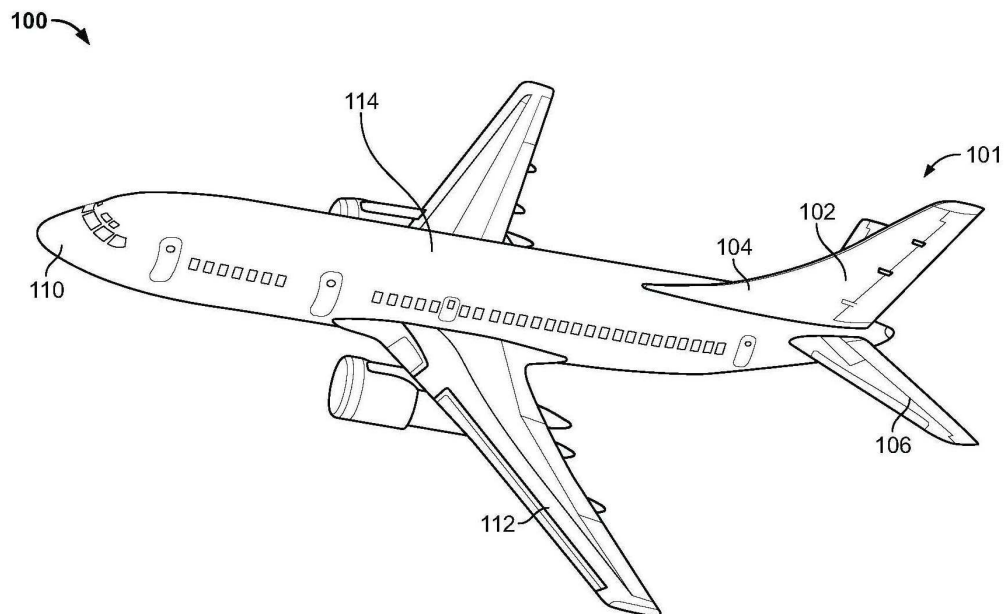
[0081] 도시된 예의 프로세서 플랫폼(1500)은 또한 소프트웨어 및/또는 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 대용량 저장 장치(mass storage device)(1528)들을 포함한다. 이러한 대용량 저장 장치(1528)들의 예들은 플로피 디스크 드라이브들, 하드 드라이브 디스크들, 블루레이 디스크 드라이브들, RAID 시스템들, 및 DVD(digital versatile disk) 드라이브들을 포함한다.

[0082] 도 13 및 14의 방법들을 구현하기 위해 코딩된 인스트럭션들(1532)은 대용량 저장 장치(1528)에, 휘발성 메모리(1514)에, 비휘발성 메모리(1516)에, 및/또는 CD 또는 DVD와 같은 제거가능한(removable) 유형의(tangible) 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 저장될 수 있다.

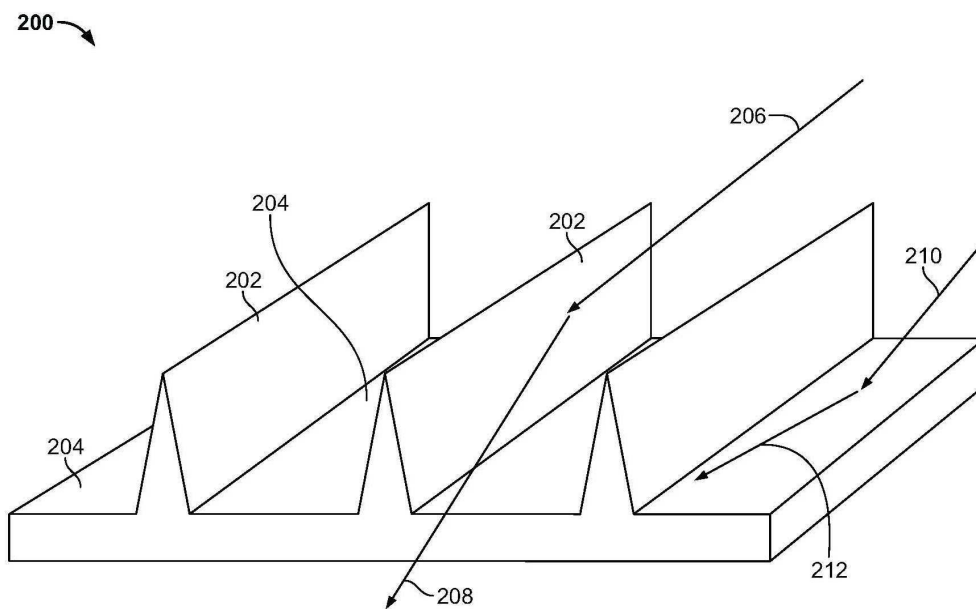
[0083] 특정한 예시적인 방법들, 장치, 및 제조 물품들이 본 명세서에서 공개되었지만, 본 특허의 권리 범위는 이에 한정되지 않는다. 그와는 반대로, 본 특허는 본 특허의 청구항들의 범위 내에 타당하게 들어가는 모든 방법들, 장치, 제조 물품들에 미친다. 항공기가 기술되었지만, 예시적인 방법들 및 장치는 다른 운송수단(vehicle)들, 선박(watercraft), 공기역학적 구조물(aerodynamic structure)들 등에 적용될 수 있다.

도면

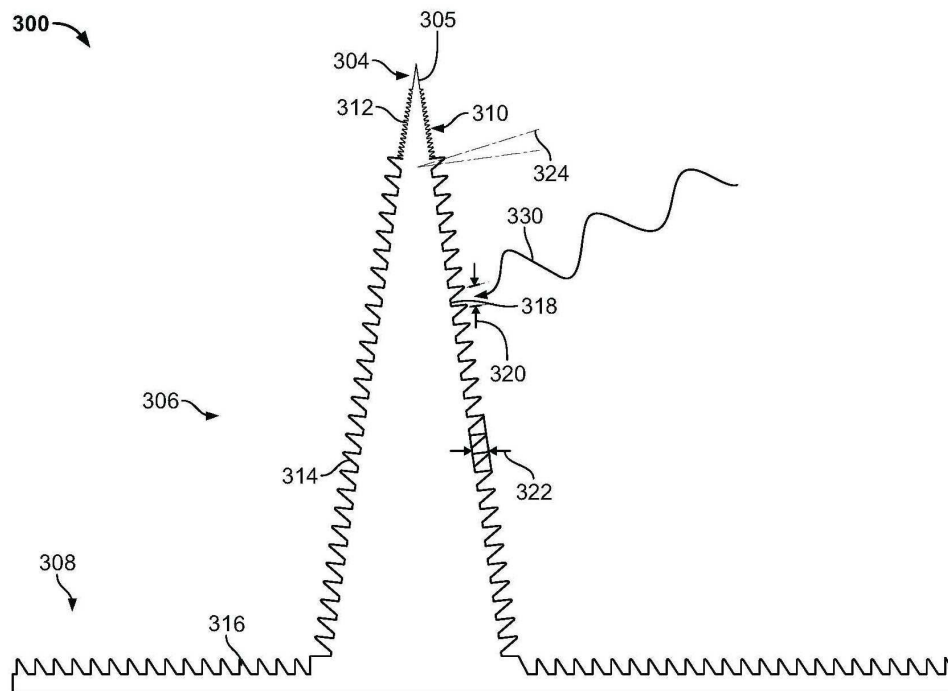
도면1



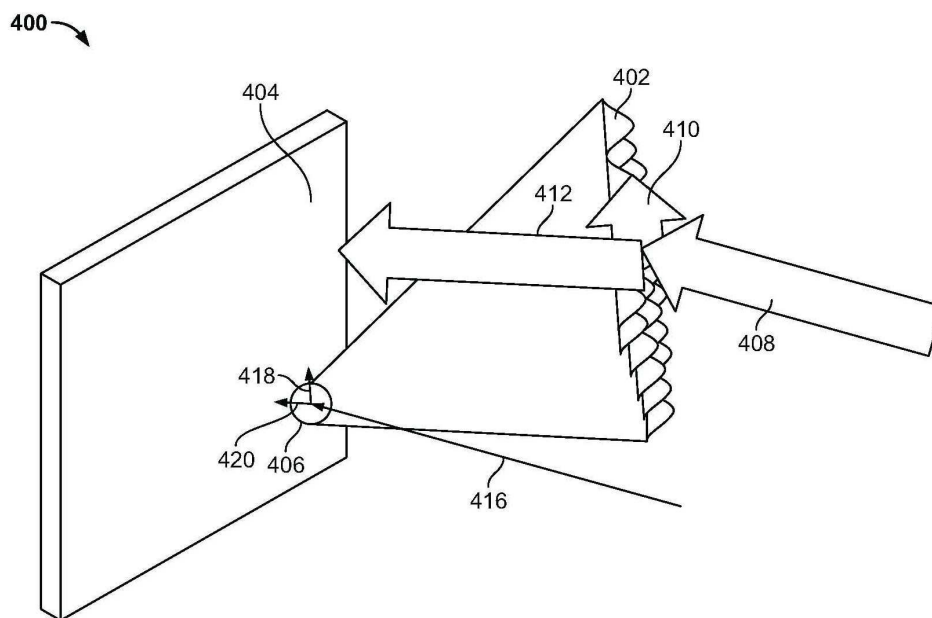
도면2



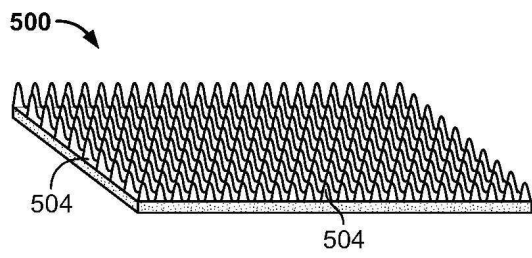
도면3



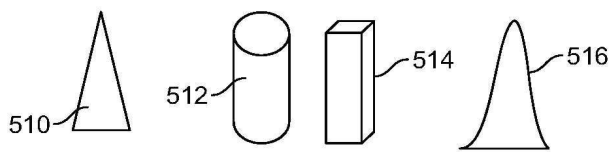
도면4



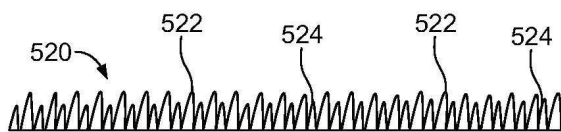
도면5a



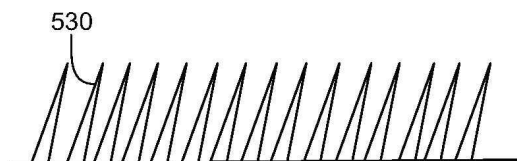
도면5b



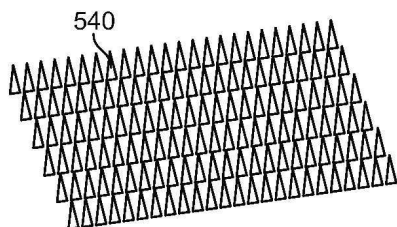
도면5c



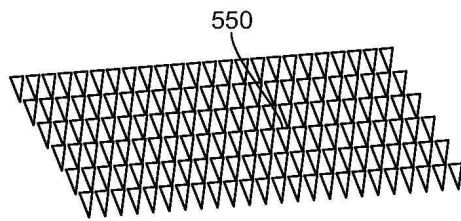
도면5d



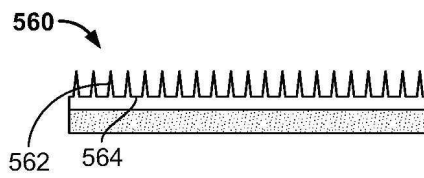
도면5e



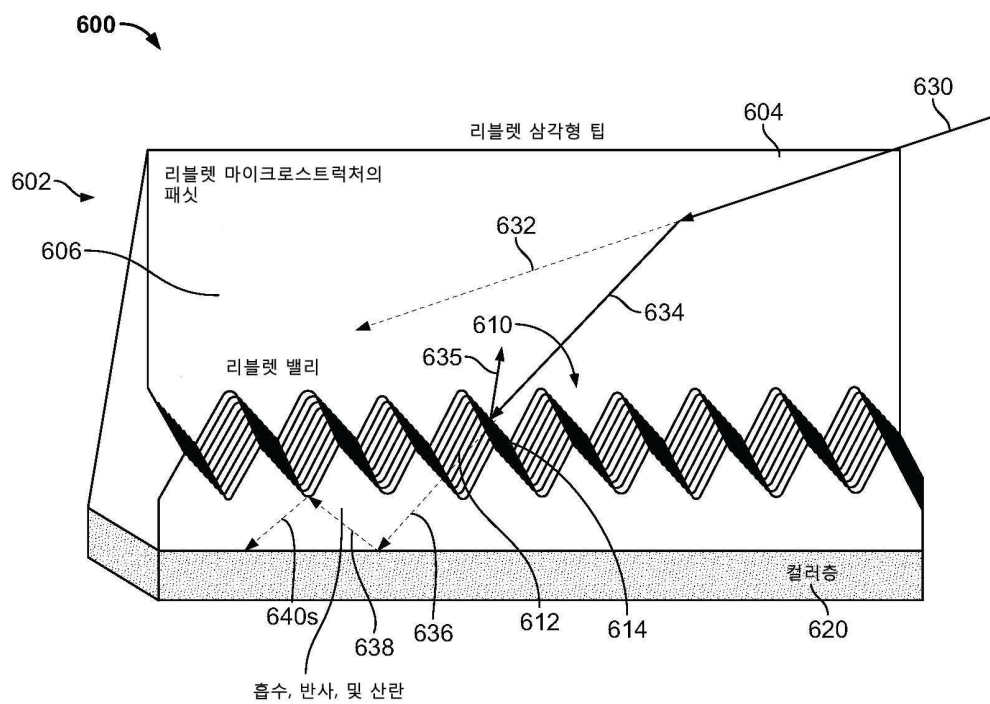
도면5f



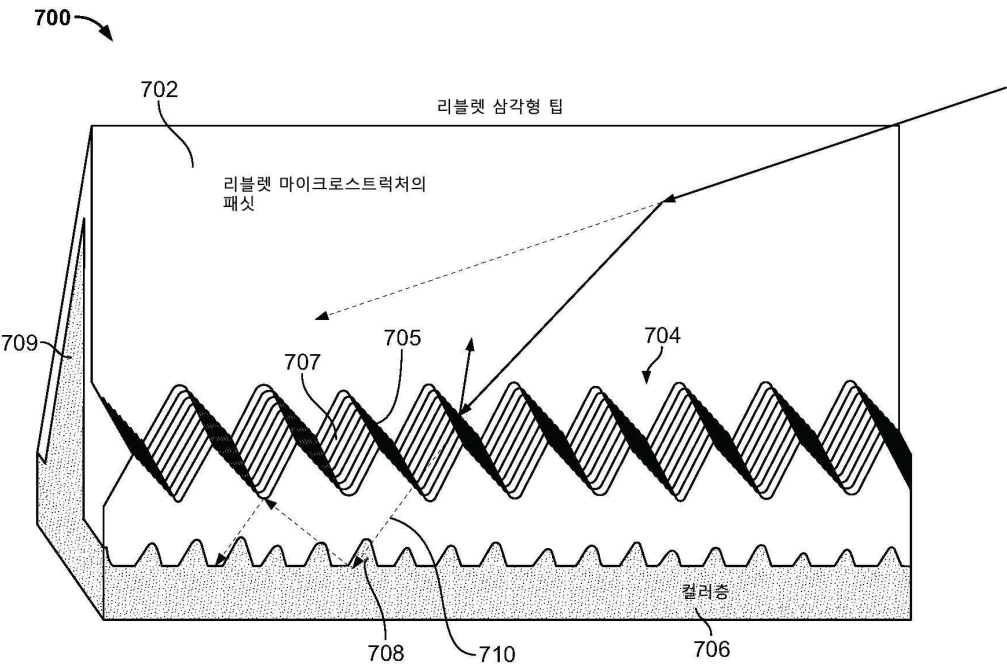
도면 5g



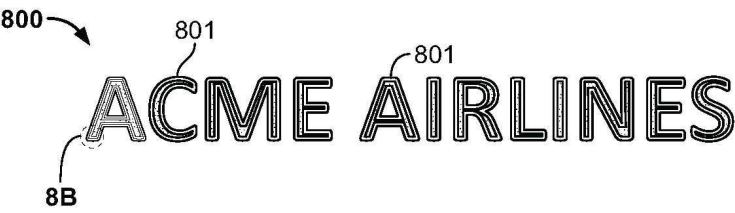
도면6



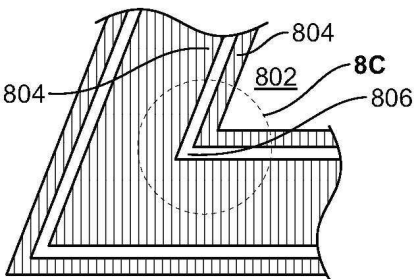
도면7



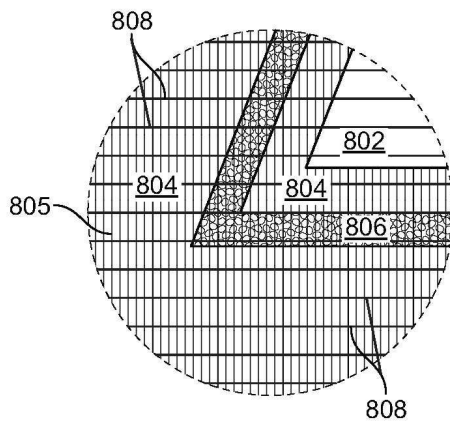
도면8a



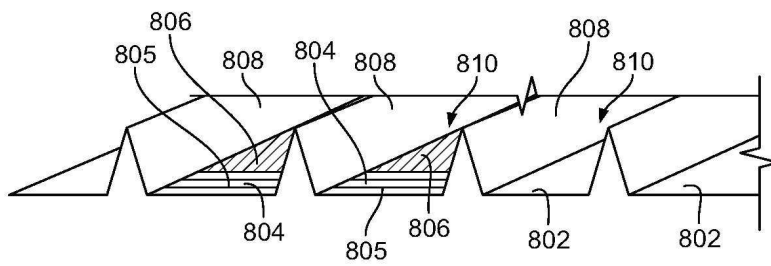
도면8b



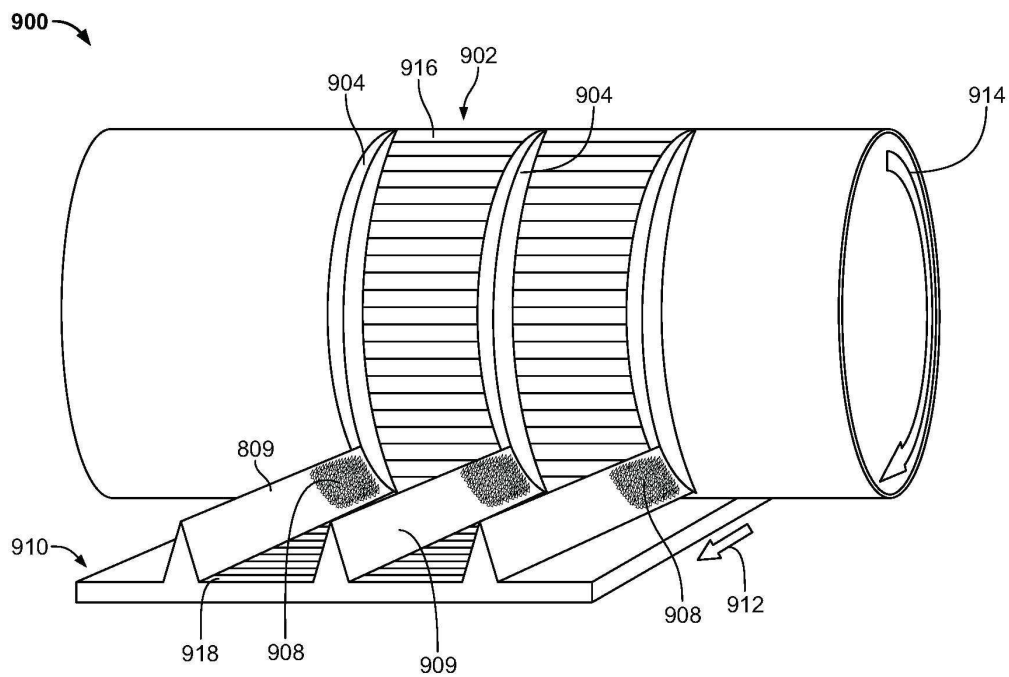
도면8c



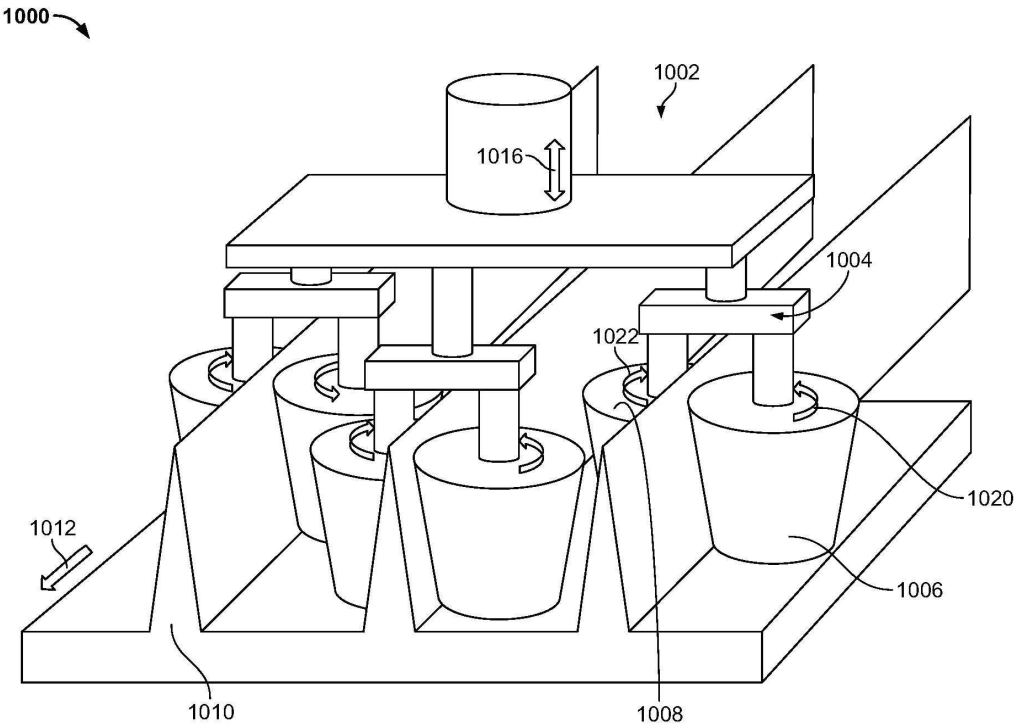
도면8d



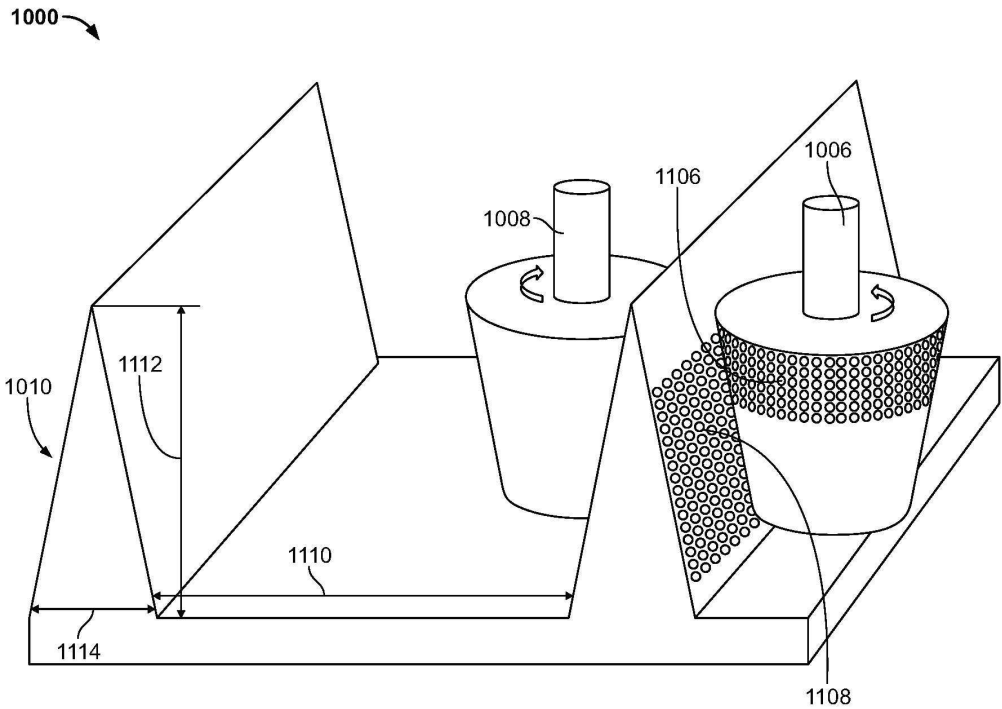
도면9



도면10

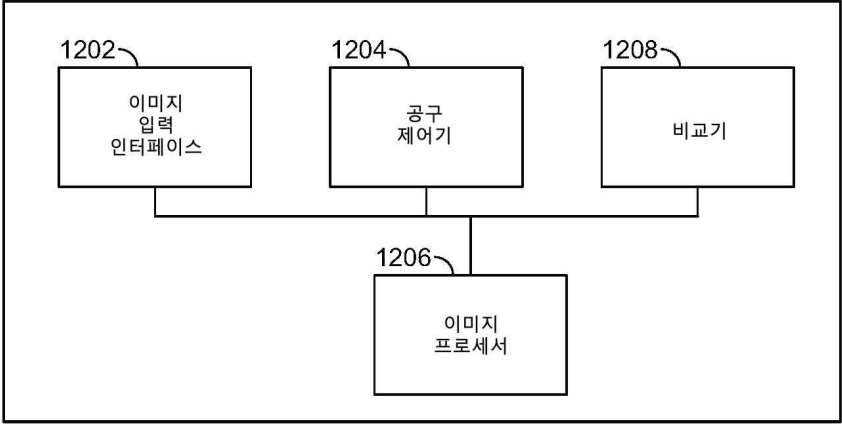


도면11

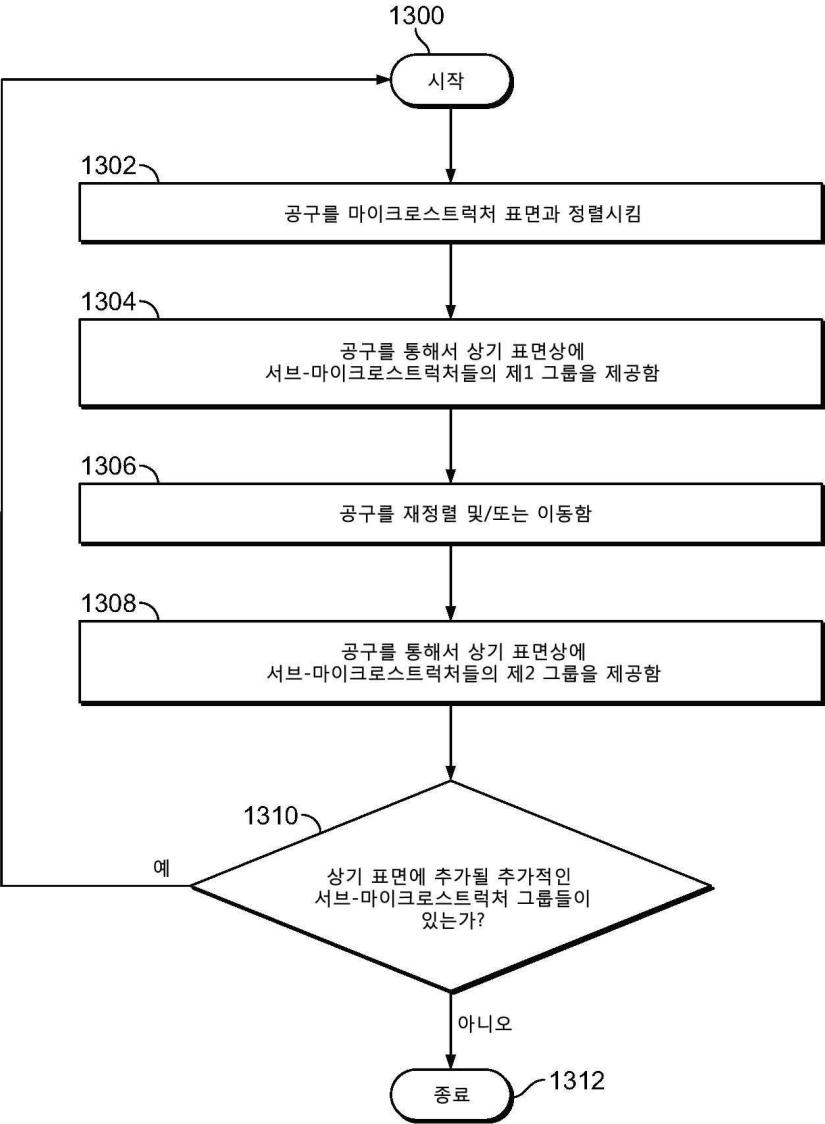


도면12

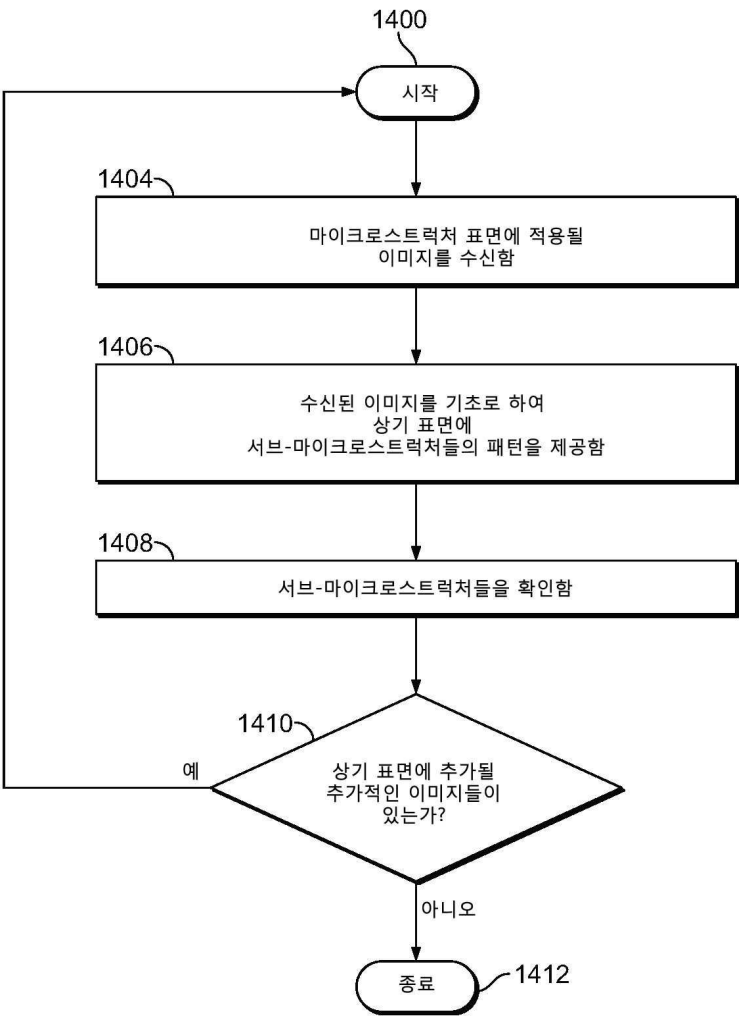
1200 ↗



도면13



도면14



도면15

