



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0033892
(43) 공개일자 2020년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21B 1/22 (2006.01) B21B 31/20 (2006.01)
B21B 37/30 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21B 1/227 (2013.01)
B21B 31/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7004645
(22) 출원일자(국제) 2018년07월20일
심사청구일자 2020년02월18일
(85) 번역문제출일자 2020년02월18일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/043047
(87) 국제공개번호 WO 2019/018740
국제공개일자 2019년01월24일
(30) 우선권주장
62/535,345 2017년07월21일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
노벨리스 인크.
미국 30326 조지아주 슈트 2000 애틀란타 레녹스
로드 3560
(72) 발명자
샤피에이 메흐디
미국 48335 미시건주 파밍턴 힐스 에이퍼티 204
우드리지 드라이브 24920
호비스 앤드류 제임스
캐나다 케이0에이치 1취0 온타리오 배쓰 엠파이어
코트 7
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 윤정호

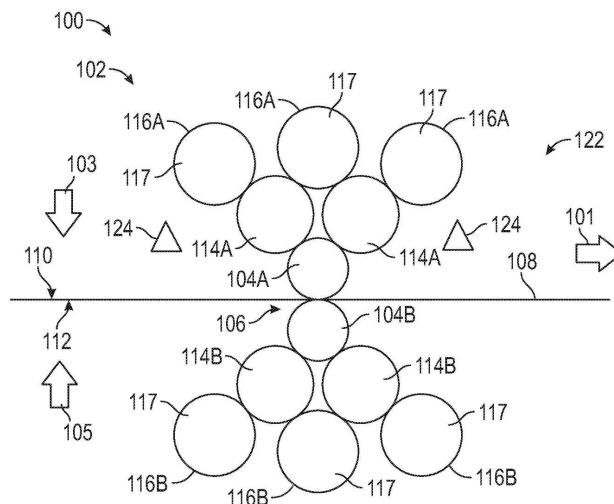
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 저압 압연으로 금속 기재의 표면 텍스처화를 제어하기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

기재(108) 상에 텍스처를 적용하는 시스템 및 방법은 코일-투-코일 공정(100)의 작업 스탠드(102)로 기재(108)에 텍스처를 적용하는 단계를 포함한다. 작업 스탠드(102)는 상부 작업 롤(104A) 및 상부 작업 롤과 수직으로 정렬되는 하부 작업 롤(104B)을 포함한다. 상부 작업 롤(104A) 및 하부 작업 롤(104B) 중 적어도 하나는 텍스처를 포함한다. 텍스처를 적용하는 단계는 상부 작업 롤(104A) 및 하부 작업 롤(104B)에 의해, 기재(108)의 상부 표면(110) 및 하부 표면(112) 상에 작업 롤 압력을 인가하는 단계를 포함한다. 본 방법은 기재의 전체 두께가 실질적으로 일정하게 유지되면서 작업 스탠드가 기재(108)의 폭에 걸친 원하는 접촉 압력 분포 및 기재의 에지의 원하는 두께 프로파일을 제공하도록 작업 스탠드(102)의 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계를 추가로 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B21B 37/30 (2013.01)
B21B 2001/228 (2013.01)
B21B 2261/14 (2013.01)
B21B 2265/12 (2013.01)
B21B 2267/10 (2013.01)

(72) 발명자

갠스바우어 데이비드 앤써니

미국 30305 조지아주 애틀랜타 엔.이. 이. 페이지
 즈 페리 로드 720

게호 제프리 에드워드

미국 30066 조지아주 마리에타 웨이본 코트 760

믹 스티븐 엘.

미국 26554 웨스트버지니아주 페어몬트 닉슨 스퀘
 로드 87

(30) 우선권주장

62/535,341	2017년07월21일	미국(US)
62/535,349	2017년07월21일	미국(US)
62/551,296	2017년08월29일	미국(US)
62/551,292	2017년08월29일	미국(US)
62/551,298	2017년08월29일	미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

기재 상에 텍스처를 적용하는 방법으로서,

코일-투-코일 공정의 작업 스탠드로 기재에 텍스처를 적용하는 단계로서, 상기 작업 스탠드는 상부 작업 롤 및 상기 상부 작업 롤과 수직으로 정렬되는 하부 작업 롤을 포함하고, 상기 상부 작업 롤 및 상기 하부 작업 롤 중 적어도 하나는 상기 텍스처를 포함하며, 상기 텍스처를 적용하는 단계는:

상기 상부 작업 롤에 의해, 상기 기재의 상부 표면 상에 제1 작업 롤 압력을 인가하는 단계; 및

상기 하부 작업 롤에 의해, 상기 기재의 하부 표면 상에 제2 작업 롤 압력을 인가하는 단계를 포함하는, 상기 텍스처를 적용하는 단계;

센서로 상기 기재의 폭에 걸쳐 상기 제1 작업 롤 압력 및 상기 제2 작업 롤 압력 중 적어도 하나의 접촉 압력 분포를 측정하는 단계;

상기 센서로부터 처리 장치에서 데이터를 수신하는 단계; 및

상기 작업 스탠드가 상기 기재의 상기 폭에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 제공하고 상기 텍스처가 적용된 후에 상기 기재의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되도록 상기 작업 스탠드의 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상기 기재 상의 상기 텍스처의 적어도 하나의 특성을 조절하고, 상기 적어도 하나의 특성은 상기 텍스처의 높이, 상기 텍스처의 깊이, 상기 텍스처의 형상, 상기 텍스처의 크기, 상기 텍스처의 분포, 상기 텍스처의 조도, 또는 상기 텍스처의 밀집도 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 25% 미만의 상기 기재의 상기 폭에 걸친 접촉 압력 변화를 갖는 상기 원하는 접촉 압력 분포를 제공하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 원통도의 변화가 10 μm 미만이도록 상기 작업 롤의 원통도를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 작업 스탠드는 상기 상부 작업 롤을 지지하는 상부 중간 롤을 추가로 포함하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 작업 롤은 작업 롤 직경을 갖고, 상기 중간 롤은 중간 롤 직경을 가지며, 상기 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상기 작업 롤 직경 및 상기 중간 롤 직경 중 적어도 하나를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 작업 스탠드는 상기 상부 중간 롤을 따라 상부 베어링 세트를 추가로 포함하고, 각각의 상부 베어링은 상기 상부 중간 롤이 상기 상부 작업 롤이 상기 기재 상에 상기 제1 작업 롤 압력을 인가하게 하도록 상기 상부 중간 롤에 베어링 하중을 인가하는, 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 인접 상부 베어링들 사이의 간격을 조절하는 단계, 상기 상부 베어링 세트 중 적어도 하나의 상부 베어링의 베어링 치수를 조절하는 단계, 상기 상부 베어링 각각의 크라운 또는 챔퍼 높이를 감소시키는 단계, 모든 상부 베어링에 의해 상기 상부 중간 롤 상에 인가되는 상기 베어링 하중을 증가시키는 단계, 또는 상기 상부 베어링에 의해 상기 상부 중간 롤 상에 인가되는 상기 베어링 하중을 조절하여 상기 베어링 하중의 분포를 조절하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 상부 베어링 각각은 상기 상부 중간 롤에 대해 개별적으로 조절가능하고, 상기 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상기 상부 베어링 중 적어도 하나에 의해 상기 상부 중간 롤 상에 인가되는 상기 베어링 하중을 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 상부 베어링 세트는 내부 단부 및 외부 단부를 갖는 최외부 상부 베어링을 포함하고, 상기 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상기 기재의 에지에 대해 상기 최외부 상부 베어링을 조절하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 기재의 상기 폭에 걸친 두께의 변화는 상기 텍스처가 적용된 후에 2% 미만인, 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 작업 스탠드는 제1 작업 스탠드이고, 상기 상부 작업 롤은 제1 상부 작업 롤이며, 상기 텍스처는 제1 텍스처이고, 상기 하부 작업 롤은 제1 하부 작업 롤이며, 상기 방법은:

상기 코일-투-코일 공정의 제2 작업 스탠드로 기재에 제2 텍스처를 적용하는 단계를 추가로 포함하되,

상기 제2 작업 스탠드는 제2 상부 작업 롤 및 상기 제2 상부 작업 롤과 수직으로 정렬되는 제2 하부 작업 롤을 포함하고, 상기 제2 상부 작업 롤 및 상기 제2 하부 작업 롤 중 적어도 하나는 상기 제2 텍스처를 포함하며,

상기 제2 텍스처를 적용하는 단계는:

상기 제2 상부 작업 롤에 의해, 상기 기재의 상기 상부 표면 상에 제3 작업 롤 압력을 인가하는 단계; 및

상기 제2 하부 작업 롤에 의해, 상기 기재의 하부 표면 상에 제4 작업 롤 압력을 인가하는 단계를 포함하고,

상기 기재의 상기 두께는 상기 제2 텍스처가 적용된 후에 실질적으로 일정하게 유지되는, 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 기재의 상기 두께는 상기 텍스처가 적용된 후에 1% 이하만큼 감소하는, 방법.

청구항 14

코일-투-코일 가공 시스템으로서,

기재의 상부 표면 상에 제1 작업 롤 압력을 인가하도록 구성되는 상부 작업 롤; 및

상기 상부 작업 롤과 수직으로 정렬되고 상기 기재의 하부 표면 상에 제2 작업 롤 압력을 인가하도록 구성되는 하부 작업 롤을 포함하고,

상기 상부 작업 롤 및 상기 하부 작업 롤 중 적어도 하나는 상기 상부 작업 롤 및 상기 하부 작업 롤 중 적어도 하나가 상기 제1 작업 롤 압력을 인가하거나 상기 제2 작업 롤 압력을 인가함으로써 상기 기재 상에 텍스처를 부여하게 구성되도록 상기 텍스처를 포함하는, 작업 스탠드;

상기 기재의 폭에 걸쳐 상기 제1 작업 롤 압력 및 상기 제2 작업 롤 압력 중 적어도 하나의 접촉 압력 분포를 측정하도록 구성되는 센서;

상기 센서로부터 데이터를 수신하도록 구성되는 처리 장치; 및

접촉 압력 파라미터로서, 상기 접촉 압력 파라미터는 상기 기재의 상기 폭에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 달성하기 위해 상기 측정된 접촉 압력 분포에 기초하여 조절가능하고, 상기 기재의 두께는 상기 텍스처가 적용된 후에 실질적으로 일정하게 유지되는, 상기 접촉 압력 파라미터를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 작업 스탠드는:

상기 상부 작업 롤을 지지하는 상부 중간 롤; 및

상기 상부 중간 롤을 따른 상부 베어링 세트를 추가로 포함하되,

각각의 상부 베어링은 상기 상부 중간 롤이 상기 상부 작업 롤이 상기 기재 상에 상기 제1 작업 롤 압력을 인가하게 하도록 상기 상부 중간 롤에 베어링 하중을 인가하도록 구성되는, 코일-투-코일 가공 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 접촉 압력 파라미터는 인접 상부 베어링들 사이의 간격, 상기 상부 베어링 세트 중 적어도 하나의 상부 베어링의 베어링 치수, 베어링 직경 및 베어링 폭, 또는 약 50 μm 미만인 상기 상부 베어링 또는 상기 하부 베어링 각각의 크라운 또는 챔퍼 높이 중 적어도 하나를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 상부 베어링 각각은 상기 상부 중간 롤에 대해 개별적으로 조절가능하고, 상기 접촉 압력 파라미터는 상기 상부 베어링 중 적어도 하나에 의해 상기 상부 중간 롤 상에 인가되는 상기 베어링 하중을 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 상부 베어링 세트는 내부 단부 및 외부 단부를 갖는 최외부 상부 베어링을 포함하고, 상기 접촉 압력 파라미터는 상기 기재의 에지에 대한 상기 최외부 상부 베어링의 위치를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 상부 작업 롤은 수직으로 조절가능하고, 상기 하부 작업 롤은 단지 상기 상부 작업 롤만이 작동가능하도록 수직으로 고정되는, 코일-투-코일 가공 시스템.

청구항 20

제14항에 있어서, 상기 기재의 상기 폭에 걸친 두께의 변화는 상기 텍스처가 적용된 후에 2% 미만이고, 상기 제1 작업 롤 압력 및 상기 제2 작업 롤 압력은 상기 기재의 항복 강도 미만인, 코일-투-코일 가공 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

관련 출원에 대한 참조

[0002]

본 출원은 모두 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는, 2017년 7월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING SURFACE TEXTURING OF A METAL SUBSTRATE WITH LOW PRESSURE ROLLING"인 미국 가출원 제62/535,345호; 2017년 7월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "MICRO-TEXTURED SURFACES VIA LOW PRESSURE ROLLING"인 미국 가출원 제62/535,341호; 2017년 7월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING FLATNESS OF A METAL SUBSTRATE WITH LOW PRESSURE ROLLING"인 미국 가출원 제62/535,349호; 2017년 8월 29일자로 출원되고 발명의 명칭이 "SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING SURFACE TEXTURING OF A METAL SUBSTRATE WITH LOW PRESSURE ROLLING"인 미국 가출원 제62/551,296호; 2017년 8월 29일자로 출원되고 발명의 명칭이 "MICRO-TEXTURED SURFACES VIA LOW PRESSURE ROLLING"인 미국 가출원 제62/551,292호; 및 2017년 8월 29일자로 출원되고 발명의 명칭이 "SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING

FLATNESS OF A METAL SUBSTRATE WITH LOW PRESSURE ROLLING"인 미국 가출원 제62/551,298호의 이익을 청구한다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 출원은 코일-투-코일 공정(coil-to-coil process)에서 저압 압연(low pressure rolling)으로 금속 기재의 표면 텍스처화(surface texturing)를 제어하기 위한 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 코일-투-코일 공정 동안, 금속 스트립, 스톡(stock), 플레이트 또는 기재(본 명세서에서 "금속 기재")가 한 쌍의 롤을 통과한다. 일부 경우에, 코일-투-코일 가공 동안 금속 기재의 표면에 텍스처(texture) 또는 패턴을 적용하는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 텍스처화 공정 동안 롤에 의해 금속 기재에 인가되는 힘이 금속 기재의 특성 및/또는 금속 기재 상의 패턴을 왜곡시킬 수 있다.

발명의 내용

[0006] 본 특허에 사용된 용어 "발명", "해당 발명", "이 발명" 및 "본 발명"은 본 특허의 모든 기술요지 및 아래의 특허 청구 범위를 광범위하게 지칭하는 것으로 의도된다. 이들 용어를 포함하는 진술은 본 출원에 설명된 기술요지를 제한하거나 하기 특허 청구 범위의 의미 또는 범위를 제한하는 것으로 이해되어서는 안된다. 본 특허에 의해 커버되는 본 발명의 실시형태는 이 요약이 아니라 아래의 청구 범위에 의해 정의된다. 이 요약은 본 발명의 다양한 실시형태의 개괄적인 개요이며, 아래의 상세한 설명 섹션에서 추가로 설명되는 개념 중 일부를 소개한다. 이러한 요약은 청구된 기술요지의 중요 특징 또는 본질적 특징을 식별하기 위한 것이 아니고, 청구된 기술요지의 범위를 제한하기 위해서 분리되어 사용되도록 의도된 것도 아니다. 기술요지는 이러한 특허의 전체 명세서, 임의의 또는 모든 도면, 그리고 각각의 청구항의 적절한 부분을 참조함으로써 이해되어야 한다.

[0007] 본 개시의 소정 양태 및 특징은 기재 상에 텍스처를 적용하는 방법에 관한 것이다. 일부 실시예에서, 기재는 금속 기재(예컨대, 금속 시트 또는 금속 합금 시트) 또는 비-금속 기재일 수 있다. 예를 들어, 기재는 알루미늄, 알루미늄 합금, 강, 강계 재료, 마그네슘, 마그네슘계 재료, 구리, 구리계 재료, 복합재, 복합재에 사용되는 시트, 또는 임의의 다른 적합한 금속, 비-금속, 또는 재료들의 조합을 포함할 수 있다.

[0008] 일부 양태에서, 기재는 금속 기재이다. 하기의 설명이 금속 기재를 참조하여 제공되지만, 이러한 설명이 다양한 다른 유형의 금속 또는 비-금속 기재에 적용가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 다양한 실시예에 따르면, 금속 기재 상에 텍스처를 적용하는 방법은 코일-투-코일 가공 시스템의 작업 스탠드(work stand)로 금속 기재에 텍스처를 적용하는 단계를 포함한다. 작업 스탠드는 상부 작업 롤 및 상부 작업 롤과 수직으로 정렬되는 하부 작업 롤을 포함한다. 상부 작업 롤과 하부 작업 롤은 중간 롤에 의해 지지된다. 베어링이 중간 롤을 따라 제공되고, 중간 롤 상에 베어링 하중을 부여하도록 구성된다. 상부 작업 롤 및 하부 작업 롤 중 적어도 하나는 텍스처를 포함한다. 텍스처를 적용하는 단계는 상부 작업 롤에 의해, 금속 기재의 상부 표면 상에 제1 작업 롤 압력을 인가하는 단계 및 하부 작업 롤에 의해, 금속 기재의 하부 표면 상에 제2 작업 롤 압력을 인가하는 단계를 포함한다. 본 방법은 또한 센서로 금속 기재의 폭에 걸쳐 제1 작업 롤 압력 및 제2 작업 롤 압력 중 적어도 하나의 접촉 압력 분포를 측정하는 단계 및 센서로부터 처리 장치에서 데이터를 수신하는 단계를 포함한다. 본 방법은 작업 스탠드가 금속 기재의 폭에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 제공하고 텍스처가 적용된 후에 금속 기재의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되도록 작업 스탠드의 압력 파라미터를 조절하는 단계를 추가로 포함한다.

[0009] 기재의 항복 강도는 기재의 두께 또는 게이지의 일부분을 통해 소성 변형이 발생하는 응력 또는 압력의 양(예컨대, 금속 기재의 두께 또는 게이지의 일부분에서 영구적인 변화를 일으킬 수 있는 응력 또는 압력의 양)을 지칭한다. 텍스처화 공정 동안, 금속 기재의 두께가 감소되지 않도록 방지하기 위해(예컨대, 금속 기재의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되고, 금속 기재의 두께가 실질적으로 감소하지 않음), 베어링은 중간 롤 상에 베어링 하중을 부여하도록 구성된다. 중간 롤은 이어서 하중을 작업 롤에 전달하여, 금속 기재가 작업 롤들 사이를 통과함에 따라 작업 롤이 금속 기재의 항복 강도보다 낮은 작업 롤 압력을 금속 기재 상에 부여하게 한다. 접촉 압력 분포는 기재가 작업 롤들 사이를 통과함에 따라 기재의 표면에 걸친 그리고 그의 폭에 걸친 작업 롤 압력의 분포를 지칭한다. 작업 롤에 의해 금속 기재 상에 부여되는 작업 롤 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 낮기 때문에, 금속 기재의 두께는 실질적으로 일정하게 유지된다(예컨대, 금속 기재의 두께가 실질적으로 감소하지 않음).

[0010] 작업 롤에 의해 인가되는 작업 롤 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 낮지만, 작업 롤 상의 텍스처는 금속 기재

가 작업 롤들 사이를 통과함에 따라 국소 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 높은 국소 영역을 금속 기재의 표면 상에 생성하는 토포그래피(topography)를 가질 수 있다. 이들 국소 영역은 금속 기재의 원하는 응용 또는 사용에 따라 임의의 적합한 높이, 깊이, 형상, 또는 크기의 금속 기재의 표면 상의 돌출부 또는 함입부인 다양한 돌기(asperity) 또는 스큐(skew)를 형성할 수 있다. 바꾸어 말하면, 작업 롤은 이들 국소 영역에서 금속 기재의 항복 강도를 극복하기에 충분히 높을 수 있는 국소 압력을 돌기 접촉부(asperity contact)에서 생성할 수 있다. 이들 국소 영역에서, 텍스처에 의해 생성되는 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 크기 때문에, 텍스처는 금속 기재의 표면 상에 국소 부분 소성 변형 영역을 생성하고 금속 기재의 표면 상에 다양한 표면 텍스처, 특징부, 또는 패턴을 인상(impressing)함과 동시에 금속 기재의 나머지 부분을 변형되지 않은 상태로 그대로 둔다(예컨대, 텍스처는 금속 기재의 두께가 금속 기재를 따라 실질적으로 일정하게 유지되는 동안 금속 기재의 표면 상의 특정 위치에서 소성 변형을 일으킴). 일부 실시예에서, 국소 영역에서 텍스처에 의해 생성되는 국소 압력은 다양한 텍스처, 특징부, 또는 패턴이 표면 상에 인상될 수 있도록 항복 강도보다 크지만, 작업 롤 압력은 국소 영역에서 금속 기재의 두께를 실질적으로 감소시키기에 충분하지 않다. 일례로서, 국소 영역에서 텍스처에 의해 생성되는 국소 압력은 다양한 텍스처, 특징부, 또는 패턴이 표면 상에 인상될 수 있도록 금속 기재의 항복 강도보다 크지만, 금속 기재의 폭에 걸쳐 또는 그의 길이를 따라 금속 기재의 두께를 실질적으로 감소시키지 않는다. 일례로서, 압력은 금속 기재의 폭에 걸쳐 또는 그의 길이를 따라 금속 기재의 두께를 1% 미만으로 감소시킬 수 있다. 따라서, 일부 실시예에서, 작업 롤은 금속 기재의 전체 두께를 변화시키지 않고 금속 기재의 표면 상에 국소 소성 변형 영역을 생성하기 위해(즉, 텍스처를 작업 롤로부터 금속 기재의 표면에 전사하기 위해) 사용될 수 있다.

[0011] 일부 실시예에서, 금속 기재의 표면 상에 상이한 텍스처, 패턴, 또는 특징부를 인상하는 것은 금속 기재가 예를 들어, 증가된 윤활제 보유, 증가된 디-스태킹(de-stacking) 능력, 증가된 저항 스폿 용접성, 증가된 접착력, 감소된 골링(galling), 향상된 광학 특성, 마찰 균일성 등을 비롯한 향상된 특성을 갖게 할 수 있다.

[0012] 이들 이점은 특히 흔히 금속 시트 또는 플레이트 형태의 금속 기재가 자동차 부품, 음료 캔 및 병, 및/또는 임의의 다른 고도로-성형된(highly-formed) 금속 제품으로 더욱 용이하고 효율적으로 추가로 가공되도록 허용할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 기술된 다양한 텍스처를 갖는 표면을 갖는 금속 기재의 개선된 마찰학적 특성은 형성되는 텍스처화된 금속 기재의 마찰 특성이 재료의 상이한 배치(batch)들 사이에서 그리고/또는 금속 기재의 동일한 스트립을 따라 더욱 일관되고 등방성이기 때문에 대량의 자동차 부품의 더욱 신속하고 더욱 안정된 가공을 가능하게 할 수 있다. 또한, 음으로 편향된(negatively skewed) 표면 텍스처(예컨대, 금속 기재의 표면 상의 미세-딴플(micro-dimple))를 도입하는 것은 함께 적층되는 윤활된 금속 기재들 사이의 표면 장력을 방해하는데 도움을 주어, 디-스태킹 능력을 개선할 수 있다. 또한, 금속 기재의 표면이 윤활제를 보유하는 개선된 능력은 성형 다이와 시트 금속 표면 사이의 마찰력을 추가로 감소 및/또는 안정시켜, 감소된 이어링(earing), 주름 형성 및 인열을 갖는 더욱 우수한 성형성; 더욱 빠른 가공 속도; 감소된 골링, 향상된 공구 수명 및 성형 부품의 개선된 표면 품질을 가져올 수 있다.

[0013] 본 개시에서 설명된 다양한 구현예들은 추가적인 시스템들, 방법들, 특징들 및 장점들을 포함할 수 있고, 이는 반드시 명시적으로 개시될 수는 없지만, 이하의 상세한 설명 및 첨부 도면들을 검토하면 당업자에게 명백할 것이다. 이러한 모든 시스템, 방법, 특징 및 장점은 본 개시에 포함되고 첨부된 청구 범위에 의해 보호되도록 의도된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 이하의 도면의 특징 및 컴포넌트는 본 개시의 전반적인 원리를 강조하기 위해 예시된다. 도면 전체에 걸쳐 대응하는 특징 및 컴포넌트는 일관성 및 명확성을 위해 참조 문자를 매칭함으로써 지정될 수 있다.

도 1은 본 개시의 양태에 따른 코일-투-코일 가공 시스템의 스탠드의 개략도이다.

도 2는 도 1의 스탠드의 다른 개략도이다.

도 3은 도 2의 스탠드의 확대도이다.

도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 3개의 금속 기재에 대한 작업 롤의 접촉 압력 분포의 그래프이다.

도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 3개의 금속 기재에 대한 작업 롤의 다른 접촉 압력 분포의 그래프이다.

도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른 3개의 금속 기재에 대한 작업 롤의 다른 접촉 압력 분포의 그래프이다.

도 7은 본 개시의 양태에 따른 작업 스탠드의 개략도이다.

도 8은 도 7의 작업 스탠드의 개략적인 단부도이다.

도 9는 본 개시의 양태에 따른 작업 스탠드의 개략도이다.

도 10은 도 9의 작업 스탠드의 개략적인 단부도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명의 실시예의 기술요지는 본 출원에서 법적 요건을 충족시키기 위해 구체적으로 설명되지만, 본 설명은 청구 범위의 범위를 제한하도록 의도된 것은 아니다. 청구된 기술요지는 다른 방법으로 구현될 수 있으며, 다른 엘리먼트 또는 단계를 포함할 수 있고 다른 기존 또는 미래의 기술과 함께 사용될 수 있다. 본 설명은 개별 단계들의 순서 또는 엘리먼트들의 배열이 명시적으로 설명된 경우를 제외하고 다양한 단계들 또는 엘리먼트들 사이 또는 중의 임의의 특정 순서 또는 배열을 암시하는 것으로 해석되어서는 안된다.
- [0016] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 시스템의 구성요소의 길이는 일반적으로 도 2에 예시된 방향(201)으로 연장되는 구성요소의 치수를 지칭한다. 시스템의 구성요소의 폭은 일반적으로 방향(201)을 가로지르는 방향(203)으로 연장되는 그 구성요소의 치수를 지칭한다.
- [0017] 본 개시의 소정 양태 및 특징은 기재 상에 텍스처를 적용하는 방법에 관한 것이다. 일부 실시예에서, 기재는 금속 기재(예컨대, 금속 시트 또는 금속 합금 시트) 또는 비-금속 기재일 수 있다. 예를 들어, 기재는 알루미늄, 알루미늄 합금, 강, 강계 재료, 마그네슘, 마그네슘계 재료, 구리, 구리계 재료, 복합재, 복합재에 사용되는 시트, 또는 임의의 다른 적합한 금속, 비-금속, 또는 재료들의 조합을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 기재는 금속 기재이다. 하기의 설명이 금속 기재를 참조하여 제공되지만, 이러한 설명이 다양한 다른 유형의 금속 또는 비-금속 기재에 적용가능하다는 것을 알 수 있을 것이다.
- [0018] 본 개시의 소정 양태 및 특징은 금속 기재의 표면에 걸쳐 그리고 그의 폭에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 제공하기 위해 하나 이상의 압력 파라미터(예컨대, 금속 기재에 대한 작업 물의 작업 물 압력에 영향을 미치는 파라미터)를 제어하기 위한 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다. 일부 경우에, 원하는 접촉 압력 분포는 금속 기재의 두께가 코일-투-코일 공정으로 냉간 압연 동안 실질적으로 일정하게 유지되도록 압력 변화를 최소화하고 가공으로부터 금속 기재의 에지 효과를 감소시킨다. 접촉 압력 분포를 제어함으로써, 텍스처의 균일성(예컨대, 텍스처 크기, 깊이, 높이, 형상, 조도(coarseness), 분포, 밀집도(concentration) 등의 일관성)이 또한 제어/개선될 수 있다. 다양한 경우에, 압력 파라미터를 조절하거나 맞추기 위한 제어 시스템의 사용은 개선된 텍스처 일관성을 갖는 금속 기재를 생성한다.
- [0019] 코일-투-코일 공정은 적어도 하나의 스탠드를 포함하고, 일부 실시예에서, 코일-투-코일 공정은 다수의 스탠드를 포함할 수 있다. 냉간 압연은 기재가 사람의 감각에 뜨겁게 느껴지더라도, 변형-경화(strain-hardening)가 일어나기에 충분히 낮은 임의의 온도에서 금속을 압연하는 것을 지칭한다. 하나의 비제한적인 예로서, 일부 경우에, 코일-투-코일 공정에서 기재의 개시 온도는 약 50℃ 내지 약 100℃일 수 있고, 코일-투-코일 공정을 떠나는 기재의 온도는 최대 약 200℃일 수 있다. 변형 경화가 일어나기에 충분히 낮은 다양한 다른 온도가 이용될 수 있다.
- [0020] 각각의 스탠드는 수직으로 정렬되는 한 쌍의 작업 물을 포함한다. 작업 물은 중간 물에 의해 지지되고, 베어링이 중간 물을 따라 제공되어 중간 물 상에 베어링 하중을 부여한다. 물 갭이 작업 물들 사이에 한정되고, 가공 동안, 금속 기재는 물 갭을 통과한다. 금속 기재가 물 갭을 통과함에 따라, 작업 물은 금속 기재 상에 작업 물 압력을 인가한다. 일부 실시예에서, 작업 물 중 적어도 하나는 작업 물이 금속 기재 상에 작업 물 압력을 인가함에 따라, 텍스처가 금속 기재의 표면 상에 전사되도록 상기 텍스처를 포함한다.
- [0021] 텍스처화 공정 동안, 금속 기재의 두께가 감소되지 않도록 방지하기 위해(예컨대, 금속 기재의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되고, 금속 기재의 두께가 실질적으로 감소하지 않음), 베어링은 기재의 항복 강도보다 낮은 베어링 하중을 중간 물 상에 부여하도록 구성된다. 중간 물은 하중을 작업 물에 전달하여, 금속 기재가 작업 물들 사이를 통과함에 따라 작업 물이 금속 기재의 항복 강도보다 낮은 작업 물 압력을 금속 기재 상에 부여하게 한다. 작업 물에 의해 금속 기재 상에 부여되는 작업 물 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 낮기 때문에, 금속 기재의 두께는 실질적으로 일정하게 유지된다(예컨대, 금속 기재의 두께가 실질적으로 감소하지 않음).
- [0022] 작업 물에 의해 인가되는 작업 물 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 낮지만, 작업 물 상의 텍스처는 금속 기재

가 작업 롤들 사이를 통과함에 따라 작업 롤에 의해 인가되는 국소 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 높은 국소 영역을 금속 기재의 표면 상에 생성하는 토포그래피를 가질 수 있다. 바꾸어 말하면, 금속 기재의 항복 강도보다 작은 작업 롤 압력과 조합하여 텍스처의 표면 프로파일은 금속 기재의 표면에 대한 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 큰 영역을 생성할 수 있다. 이들 국소 영역에서, 텍스처에 의해 생성되는 압력이 금속 기재의 항복 강도보다 크기 때문에, 텍스처는 금속 기재의 나머지 부분을 변형되지 않은 상태로 그대로 두는 국소 부분 소성 변형 영역을 기재의 표면 상에 생성한다(예컨대, 텍스처는 금속 기재의 두께가 금속 기재의 나머지 부분을 따라 실질적으로 일정하게 유지되도록 허용하면서 금속 기재의 표면 상의 특정 위치에서 소성 변형을 일으킴). 따라서, 일부 실시예에서, 작업 롤은 금속 기재의 두께를 변화시킴이 없이 금속 기재의 표면 상에 국소 소성 변형 영역을 생성하기 위해(즉, 텍스처를 작업 롤로부터 금속 기재의 표면에 전사하기 위해) 사용될 수 있다.

[0023] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 코일-투-코일 공정(100)은 적어도 하나의 스탠드(102)를 포함한다. 스탠드(102)는 상부 작업 롤(104A) 및 상부 작업 롤(104A)과 수직으로 정렬되는 하부 작업 롤(104B)을 포함한다. 상세히 후술되는 바와 같이, 금속 기재(108)의 텍스처화 동안 금속 기재(108)를 수용하도록 구성되는 갭(106)이 상부 작업 롤(104A)과 하부 작업 롤(104B) 사이에 한정된다. 다른 실시예에서, 기재는 다양한 다른 금속 또는 비-금속 기재일 수 있다. 가공 동안, 상부 작업 롤(104A) 및 하부 작업 롤(104B)은 금속 기재(108)가 갭(106)을 통과함에 따라 금속 기재(108)의 상부 표면(110) 및 하부 표면(112)과 접촉하고 그에 작업 롤 압력을 인가하도록 구성된다.

[0024] 금속 기재(108)의 이동 방향(101)을 가로지르는 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐, 금속 기재(108)는 일반적으로 에지 부분(즉, 이동 방향(101)으로 연장되는 금속 기재(108)의 최외부 에지 근처의 부분) 및 비-에지 부분(즉, 에지 부분들 사이의 부분)을 갖는다. 일부 실시예에서, 텍스처화 전에 금속 기재(108)의 가공으로 인해 에지 부분의 두께 프로파일이 비-에지 부분에 대해 상이할 수 있다. 일반적으로, 비-에지 부분의 텍스처 균일성은 금속 기재(108)의 폭에 걸친 작업 롤 압력의 변화를 최소화하는 접촉 압력 분포를 제공함으로써 증가된다. 그러나, 에지 부분 및 비-에지 부분의 잠재적으로 상이한 두께 프로파일 때문에, 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐 균일한 텍스처를 제공하기 위해 에지 부분에 필요한 작업 롤 압력은 비-에지 부분에 필요한 작업 롤 압력과 상이할 수 있다. 따라서, 텍스처 균일성을 개선하는 접촉 압력 분포는 금속 기재(108)의 에지 부분 및 비-에지 부분 둘 모두에서의 작업 롤 압력 요구를 고려하여야 한다.

[0025] 작업 롤(104A, 104B)은 소정 원형도(roundness) 또는 원통도(cylindricity)를 갖는 대체로 원통형이고, 강, 황동, 및 다양한 다른 적합한 재료와 같은 다양한 재료로부터 구성된다. 작업 롤(104A, 104B) 각각의 원형도 또는 원통도는 작업 롤(104A, 104B)의 폭을 따라 다수의 지점에 위치되는 다양한 다이얼 게이지(dial gauge) 및/또는 다른 지시계를 사용하여 결정될 수 있다. 각각의 작업 롤(104A, 104B)은 작업 롤 직경을 갖는다. 작업 롤 직경은 약 20 mm 내지 약 200 mm일 수 있다. 각각의 작업 롤(104A, 104B)의 제1 단부로부터 제2 단부까지의 거리는 작업 롤 폭으로 지칭되며, 이는 일반적으로 가공 동안 금속 기재(108)의 이동 방향(101)을 가로지르는 방향이다. 작업 롤(104A, 104B)은 작업 롤(104A, 104B)을 구동시키고 작업 롤(104A, 104B)을 회전시키기 위한 모터 또는 다른 적합한 장치에 의해 구동될 수 있다. 작업 롤(104A, 104B)은 작업 롤 폭을 따라 가공 동안 금속 기재(108)에 압력을 인가한다. 작업 롤에 의해 생성되는 전체 압력은 작업 롤 압력으로 지칭된다. 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 작업 롤 압력은 전술된 바와 같이 금속 기재(108)의 항복 강도보다 낮다. 예를 들어, 작업 롤 압력은 약 1 MPa 내지 대략 금속 기재(108)의 항복 강도일 수 있다.

[0026] 작업 롤을 따른 국소 영역은 작업 롤을 따른 다른 국소 영역과 동일하거나 상이할 수 있는 국소 압력을 생성한다. 따라서, 압력은 작업 롤 폭을 따라 변할 수 있다. 접촉 압력 분포는 금속 기재(108)가 작업 롤(104A, 104B)들 사이를 통과함에 따라 기재의 표면에 걸쳐 그리고 작업 롤(104A, 104B)의 폭을 따라 각각의 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 압력의 분포를 지칭한다. 각각의 작업 롤(104A, 104B)에 대한 접촉 압력 분포는 작업 스탠드(102)의 베어링(116A, 116B)에 인가되는 하중 프로파일의 결과로서 각각의 작업 롤(104A, 104B)의 폭을 따른 국소 굽힘 분포에 기초하여 계산될 수 있다. 접촉 압력 분포의 계산은 기재(108)를 형성하는 재료 및 금속 또는 재료의 강성을 추가로 고려한다.

[0027] 상세히 후술되는 바와 같이, 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되는 동안 금속 기재(108)의 폭(에지 부분 및 비-에지 부분 둘 모두를 포함함)에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 달성하기 위해 금속 기재(108)의 가공 동안 다양한 압력 파라미터가 제어될 수 있다.

[0028] 다양한 실시예에서, 작업 롤(104A, 104B) 중 하나 또는 둘 모두는 롤의 외부 표면을 따라 하나 이상의 텍스처를 포함한다. 텍스처화 동안, 하나 이상의 텍스처는 금속 기재(108)가 갭(106)을 통과함에 따라 금속 기재(108)의

표면(110, 112) 중 하나 또는 둘 모두 상에 적어도 부분적으로 전사된다. 다양한 실시예에서, 작업 롤(104A)은 전기-방전 텍스처화(electro-discharge texturing, EDT), 전착 텍스처화(electrodeposition texturing), 전기 융착 코팅(electrofusio coating), 전자 빔 텍스처화(electron beam texturing, EBT), 레이저 빔 텍스처화(laser beam texturing), 및 다양한 다른 적합한 기술을 이에 제한됨이 없이 포함하는 다양한 텍스처화 기술을 통해 텍스처화될 수 있다. 금속 기재(108) 상의 하나 이상의 텍스처는 다양한 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 텍스처는 크기, 형상, 깊이, 높이, 조도, 분포, 및/또는 밀집도를 가질 수 있다. 텍스처의 균일성은 작업 롤(104A, 104B)에 의해 금속 기재(108)에 전사되는 텍스처의 특성 중 적어도 하나가 금속 기재의 길이 및 폭 내에서 일관성을 위해 사전결정된 공차 내에 있음을 지칭하고, 일반적으로 접촉 압력 분포와 상관된다.

[0029] 텍스처화 동안, 금속 기재(108)는 작업 롤(104A, 104B)이 회전함에 따라 갭(106)을 통과한다. 작업 롤(104A, 104B)은 텍스처가 작업 롤(104A, 104B) 중 적어도 하나로부터 금속 기재(108)의 표면(110, 112) 중 적어도 하나에 전사되도록 금속 기재(108) 상에 작업 롤 압력을 인가한다. 다양한 실시예에서, 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 작업 롤 압력의 양은 상세히 후술되는 바와 같이, 원하는 접촉 압력 분포를 제공하기 위해 다양한 압력 파라미터를 최적화함으로써 제어될 수 있다. 접촉 압력 분포를 제어함으로써, 금속 기재(108)의 텍스처의 균일성(예컨대, 크기, 깊이, 높이, 형상, 조도, 분포, 밀집도 등의 일관성)이 또한 제어될 수 있다.

[0030] 다양한 실시예에서, 작업 롤(104A, 104B)에 의해 금속 기재(108)에 인가되는 작업 롤 압력은 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되도록 한다(예컨대, 금속 기재(108)의 전체 두께가 실질적으로 감소하지 않음). 일례로서, 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 작업 롤 압력은 금속 기재(108)의 두께가 약 0% 내지 약 1%만큼 감소하게 할 수 있다. 예를 들어, 금속 기재(108)의 두께는 금속 기재(108)가 갭(106)을 통과함에 따라 약 0.5% 미만만큼 감소할 수 있다.

[0031] 보다 구체적으로, 작업 롤(104A, 104B)은 금속 기재(108)의 항복 강도보다 낮은 작업 롤 압력을 인가하며, 이는 금속 기재(108)가 갭(106)을 통과함에 따라 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 감소되지(예컨대, 1%를 초과하여 감소되지) 않도록 방지할 수 있다. 기재의 항복 강도는 기재(108)의 실질적으로 전체 두께 또는 게이지를 통해 소성 변형이 발생하는 강도 또는 압력의 양(예컨대, 기재(108)의 실질적으로 전체 두께 또는 게이지의 실질적으로 영구적인 변화를 일으킬 수 있는 강도 또는 압력의 양)을 지칭한다. 텍스처화 동안, 금속 기재의 두께가 감소되지 않도록 방지하기 위해, 금속 기재(108)가 갭(106)을 통과함에 따라 작업 롤(104A, 104B)이 금속 기재(108)의 항복 강도보다 낮은 작업 롤 압력을 금속 기재(108) 상에 부여하도록 하중이 작업 롤(104A, 104B)에 부여된다. 작업 롤(104A, 104B)에 의해 금속 기재(108) 상에 부여되는 작업 롤 압력이 금속 기재(108)의 항복 강도보다 낮기 때문에, 금속 기재(108)의 두께는 실질적으로 일정하게 유지된다(예컨대, 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되고, 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 감소하지 않음).

[0032] 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 작업 롤 압력이 금속 기재(108)의 항복 강도보다 낮지만, 작업 롤(104A, 104B) 상의 텍스처는 금속 기재(108)가 작업 롤(104A, 104B)들 사이를 통과함에 따라 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 압력이 금속 기재(108)의 항복 강도보다 높은 국소 영역을 금속 기재(108)의 표면 상에 생성하는 토포그래피를 가질 수 있다. 바꾸어 말하면, 작업 롤은 이들 국소 영역에서 금속 기재(108)의 항복 강도를 극복하기에 충분히 높을 수 있는 국소 압력을 돌기 접촉부에서 생성할 수 있다. 이들 국소 영역에서, 텍스처에 의해 생성되는 국소 압력이 금속 기재(108)의 항복 강도보다 크기 때문에, 텍스처는 금속 기재(108)를 변형되지 않은 상태로 그대로 두는 국소 부분 소성 변형 영역을 금속 기재(108)의 표면 상에 생성한다(예컨대, 텍스처는 금속 기재(108)의 두께가 금속 기재(108)를 따라 실질적으로 일정하게 유지되면서 금속 기재(108)의 표면(110 및/또는 112) 상의 특정 위치에서 소성 변형을 일으킴). 따라서, 일부 실시예에서, 작업 롤(104A, 104B)은 금속 기재(108)의 두께를 변화시키지 없이(예컨대, 전체 금속 기재(108)의 두께를 감소시키지 없이) 금속 기재(108)의 표면(110 및/또는 112) 상에 국소 소성 변형 영역을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 다양한 실시예에서, 텍스처화 공정의 결과로서 금속 기재의 폭에 걸친 두께의 변화는 텍스처가 적용된 후에 대략 1% 미만이다. 다양한 실시예에서, 텍스처화 공정 및 코일-투-코일 가공 동안의 압연 둘 모두의 결과로서 금속 기재의 폭에 걸친 두께의 변화는 대략 2% 미만이다.

[0033] 일부 실시예에서, 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 작업 롤 압력은 금속 기재(108)가 갭(106)을 통과함에 따라 금속 기재(108)의 길이가 실질적으로 일정하게 유지되도록(예컨대, 금속 기재(108)의 길이가 실질적으로 신장되거나 증가하지 않도록) 한다. 일례로서, 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 작업 롤 압력은 금속 기재(108)의 길이가 대략 0% 내지 대략 1%만큼 증가하게 할 수 있다. 예를 들어, 금속 기재(108)의 길이는 금속 기

재(108)가 갱(106)을 통과함에 따라 약 0.5% 미만만큼 증가할 수 있다.

[0034] 도 1 내지 도 3에 예시된 바와 같이, 상부 작업 롤(104A)은 상부 중간 롤(114A)에 의해 지지되고, 하부 작업 롤(104B)은 하부 중간 롤(114B)에 의해 지지된다. 2개의 상부 중간 롤(114A) 및 2개의 하부 중간 롤(114B)이 예시되지만, 각각의 작업 롤(104A, 104B)을 지지하는 상부 중간 롤(114A) 및 하부 중간 롤(114B)의 수는 변할 수 있다. 다양한 실시예에서, 중간 롤(114A, 114B)은 금속 기재(108)가 갱(106)을 통과함에 따라 작업 롤(104A, 104B)이 분리되지 못하도록 방지하는 데 도움을 주기 위해 제공된다. 중간 롤(114A, 114B)은 작업 롤(104A, 104B)이 작업 롤 압력을 금속 기재(108)에 인가하도록 각각 베어링(116A, 116B)으로부터 작업 롤(104A, 104B)에 베어링 하중을 전달하기 위해 추가로 제공된다.

[0035] 작업 롤(104)과 유사하게, 중간 롤(114A, 114B)은 소정 원형도 또는 원통도를 갖는 대체로 원통형이다. 중간 롤(114A, 114B) 각각의 원형도 또는 원통도는 중간 롤(114A, 114B)의 폭을 따라 다수의 지점에 위치되는 다양한 다이얼 게이지 및/또는 다른 지시계를 사용하여 결정될 수 있다. 중간 롤(114A, 114B)은 강, 황동, 및 다양한 다른 적합한 재료와 같은 다양한 재료로부터 구성될 수 있다. 각각의 중간 롤(114A, 114B)은 중간 롤 직경을 한정한다. 중간 롤 직경은 약 20 mm 내지 약 300 mm일 수 있다. 일부 실시예에서, 중간 롤 직경은 작업 롤 직경보다 크지만, 반드시 그러할 필요는 없다.

[0036] 도 1 내지 도 3에 예시된 바와 같이, 스탠드(102)는 또한 복수의 베어링(116A, 116B)을 포함한다. 상부 베어링(116A)은 상부 중간 롤(114A)을 따라 제공되고, 상부 중간 롤(114A) 상에 베어링 하중을 인가하도록 구성되며, 이러한 상부 중간 롤(114A)은 이어서 하중을 상부 작업 롤(104A)에 전달하여, 상부 작업 롤(104A)이 금속 기재(108)의 표면(110)에 작업 롤 압력을 인가하게 한다. 유사하게, 하부 베어링(116B)은 하부 중간 롤(114B)을 따라 제공되고, 하부 중간 롤(114B) 상에 베어링 하중을 인가하도록 구성되며, 이러한 하부 중간 롤(114B)은 이어서 하중을 하부 작업 롤(104B)에 전달하여, 하부 작업 롤(104B)이 금속 기재(108)의 표면(112)에 작업 롤 압력을 인가하게 한다. 예를 들어, 다양한 경우에, 베어링(116A, 116B)은 금속 기재(108)가 이동 방향(101)으로 수평으로 이동할 때 수직 베어링 하중을 인가한다. 일부 실시예에서, 베어링 하중은 약 2 kgf 내지 약 20,000 kgf이다. 일부 실시예에서, 베어링(116A, 116B) 중 적어도 일부는 작업 롤(104A, 104B)의 폭을 따른 별개의 위치에 서의 국소 압력이 독립적으로 제어될 수 있도록 각각의 작업 롤(104A, 104B)에 대해 독립적으로 조절가능하다. 다른 실시예에서, 2개 이상의 베어링(116A, 116B)이 동시에 조절될 수 있다.

[0037] 일부 경우에, 텍스처화 동안, 상부 작업 롤(104A)은 대체로 화살표(103)에 의해 표시된 방향으로 작동될 수 있고, 하부 작업 롤(104B)은 대체로 화살표(105)에 의해 표시된 방향으로 작동될 수 있다. 그러한 실시예에서, 작업 롤은 금속 기재(108)의 상부 표면(110) 및 하부 표면(112) 둘 모두에 맞대어져 작동된다. 그러나, 다른 실시예에서는, 스탠드(102)의 일측만이/작업 롤(104A, 104B) 중 하나만이 작동될 수 있고, 화살표(103)에 의해 표시된 작동 또는 화살표(105)에 의해 표시된 작동은 생략될 수 있다. 그러한 실시예에서, 텍스처화 동안, 일측의 베어링은 작업 롤(104A, 104B) 중 하나가 작동되지 않도록(즉, 금속 기재에 대한 작동이 금속 기재의 일측으로부터만 이루어지도록) 정지될 수 있고/있거나 모두 생략될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 하부 베어링(116B)은 하부 작업 롤(104B)이 정지되도록(그리고 화살표(105)에 의해 표시된 방향으로 작동되지 않도록) 정지될 수 있다. 다른 실시예에서, 하부 베어링(116B)은 하부 작업 롤(104B)이 정지되도록 생략될 수 있다.

[0038] 각각의 베어링(116A, 116B)은 대체로 원통형이고, 공구강(tool steel) 및/또는 다양한 다른 적합한 재료로부터 구성될 수 있다. 각각의 베어링(116A, 116B)은 또한 베어링 직경을 갖는다. 일부 실시예에서, 베어링 직경은 작업 롤 직경보다 크지만, 반드시 그러할 필요는 없다. 도 3을 참조하면, 각각의 베어링(116A, 116B)은 제1 에지(118) 및 제1 에지(118)에 대향하는 제2 에지(120)를 포함한다. 제1 에지(118)로부터 제2 에지(120)까지의 거리는 베어링 폭(119)으로 지칭된다. 일부 실시예에서, 베어링 폭(119)은 약 55 mm 내지 약 110 mm이다. 하나의 비제한적인 실시예에서, 베어링 폭(119)은 약 100 mm이다. 일부 실시예에서, 각각의 베어링(116A, 116B)은 베어링 폭(119)에 걸쳐 크라운(crown) 또는 챔퍼(chamfer)를 갖는 프로파일을 가지며, 여기에서 크라운은 일반적으로 베어링(예컨대, 베어링은 배럴형(barrel-shaped)임)의 에지(118, 120)와 중심선 사이의 직경의 차이를 지칭한다. 크라운 또는 챔퍼는 높이가 약 0 μ m 내지 약 50 μ m일 수 있다. 하나의 비제한적인 실시예에서, 크라운은 약 30 μ m이다. 다른 비제한적인 실시예에서, 크라운은 약 20 μ m이다.

[0039] 복수의 베어링(116A, 116B)이 제공되는 일부 실시예에서, 베어링(116A, 116B)은 하나 이상의 열로 배열될 수 있다. 그러나, 베어링(116A, 116B)의 수 또는 구성은 본 개시를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다. 도 2 및 도 3을 참조하면, 베어링(116A, 116B)의 각각의 열 내에서, 인접 베어링(116A, 116B)은 인접 베어링(116A, 116B)의 인접 단부들 사이의 거리인 베어링 간격(121)만큼 이격된다. 다양한 실시예에서, 베어링 간격(121)은

약 1 mm 내지 대략 각각의 베어링의 폭이다. 소정 양태에서, 작업 롤(104A, 104B)의 특정 부분에 작용하는 베어링(116A, 116B) 또는 다수의 베어링의 밀도는 작업 롤(104A, 104B)을 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 작업 롤(104A, 104B)의 에지 영역에서의 베어링(116A, 116B)의 수는 작업 롤(104A, 104B)의 중심 영역에서의 베어링(116A, 116B)의 수와 상이할 수 있다.

[0040] 다양한 실시예에서, 베어링 하중을 제어하도록 수직으로 조절가능한 것에 더하여, 베어링(116A, 116B)은 또한 각각의 작업 롤(104A, 104B)에 대해 측방향으로 조절가능할 수 있으며, 이는 각각의 작업 롤(104A, 104B)의 폭을 따른 베어링(116A, 116B)의 위치가 조절될 수 있음을 의미한다. 예를 들어, 베어링(116A, 116B)이 적어도 하나의 열로 배열되는 예에서, 열은 베어링(116A, 116B)의 열의 최외부 베어링(116A, 116B)인 2개의 에지 베어링(117)을 포함한다. 일부 실시예에서, 적어도 에지 베어링(117)은 측방향으로 조절가능하다.

[0041] 일부 실시예에서, 베어링(116A, 116B)의 특성은 작업 롤의 폭을 따른 특정 베어링(116A, 116B)의 원하는 위치에 따라 조절되거나 제어될 수 있다. 하나의 비제한적인 예로서, 작업 롤의 에지에 근접한 베어링(116A, 116B)의 크라운 또는 챔퍼는 작업 롤의 중심 쪽에 있는 베어링(116A, 116B)의 크라운 또는 챔퍼와 상이할 수 있다. 다른 양태에서, 직경, 폭, 간격 등은 베어링(116A, 116B)의 특정 특성이 위치에 따라 동일하거나 상이할 수 있도록 제어되거나 조절될 수 있다. 일부 양태에서, 작업 롤의 중심 영역 내의 베어링과 비교하여 작업 롤의 에지 영역 내의 상이한 특성을 갖는 베어링은 텍스처화 동안 균일한 압력 또는 다른 원하는 압력 프로파일을 추가로 허용할 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 베어링은 금속 기재(108)의 평탄도(flatness) 및/또는 텍스처를 의도적으로 변화시키도록 제어될 수 있다. 일부 예로서, 베어링(116A, 116B)은 의도적으로 에지 웨이브(edge wave)를 생성하도록, 더 얇은 에지를 생성하도록, 기타 등등을 생성하도록 제어될 수 있다. 다양한 다른 프로파일이 생성될 수 있다.

[0042] 밀(100)은 금속 기재(108)에 대한 작업 롤(104A, 104B)의 접촉 압력 분포에 영향을 미치는 다양한 압력 파라미터를 포함한다. 이들 압력 파라미터는 작업 롤(104A, 104B) 및/또는 중간 롤(114A, 114B)의 원통도, 작업 롤 직경, 중간 롤 직경, 베어링 직경, 베어링 폭(119), 베어링 크라운, 베어링 간격(121), 베어링 하중, 베어링 하중 분포(즉, 롤의 폭을 따른 베어링 하중의 인가된 하중 프로파일 또는 분포), 및 금속 기재(108)의 에지에 대한 에지 베어링(117) 위치를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 이들 압력 파라미터 중 일부는 제어 시스템(122)의 제어를 통해 조절 및 제어될 수 있고/있거나, 밀(100)의 조작자 또는 사용자에게 의해 조절 및 제어될 수 있다. 다양한 실시예에서, 압력 파라미터는 새로운 밀(100)과 함께 설치하기 위해 선택되고 사전결정될 수 있다. 다른 실시예에서, 압력 파라미터는 기존 밀(100)을 개조하도록 조절 및 제어될 수 있다.

[0043] 다양한 실시예에서, 작업 롤(104A, 104B) 및/또는 중간 롤(114A, 114B)의 원형도 또는 원통도는 사전결정된 원형도 또는 원통도의 작업 롤(104A, 104B) 및/또는 중간 롤(114A, 114B)을 선택함으로써 또는 밀(100) 내에 이미 설치된 작업 롤(104A, 104B) 및/또는 중간 롤(114A, 114B)을 제거하고 그들을 상이한, 사전결정된 원형도 또는 원통도를 갖는 대체 작업 롤(104A, 104B) 및/또는 대체 중간 롤(114A, 114B)로 대체함으로써 조절될 수 있다. 대체 롤은 원하는 접촉 압력 분포를 제공하기 위해 시스템의 요구에 따라 더 둥글거나 덜 둥글 수 있다. 위에 언급된 바와 같이, 롤 각각의 원형도 또는 원통도는 각각의 롤의 폭을 따라 다수의 지점에 위치되는 다양한 데이터 포인트 및/또는 다른 지시계를 사용하여 결정될 수 있다. 다양한 실시예에서, 롤의 원형도 또는 원통도는 원통도의 변화가 롤의 폭을 따라 약 10 μm 미만하도록(즉, 롤의 폭을 따른 약 0 μm 내지 약 10 μm 의 변화) 조절된다.

[0044] 일부 실시예에서, 작업 롤 직경, 중간 롤 직경, 및/또는 베어링 직경은 사전결정된 직경의 작업 롤(104A, 104B), 중간 롤(114A, 114B), 및/또는 베어링(116A, 116B)을 선택함으로써 또는 밀(100) 내에 이미 설치된 작업 롤(104A, 104B), 중간 롤(114A, 114B), 및/또는 베어링(116A, 116B)을 제거하고 그들을 상이한, 사전결정된 직경을 갖는 대체 작업 롤(104A, 104B), 대체 중간 롤(114A, 114B), 및/또는 대체 베어링(116A, 116B)으로 대체함으로써 조절될 수 있다. 대체 작업 롤(104A, 104B), 대체 중간 롤(114A, 114B), 및/또는 대체 베어링(116A, 116B)은 원하는 접촉 압력 분포를 제공하기 위해 시스템의 요구에 따라 증가된 직경 또는 감소된 직경을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 작업 롤 직경, 중간 롤 직경, 및/또는 베어링 직경은 접촉 압력 분포의 변화를 감소시키기 위해 1.5배만큼 감소될 수 있다. 다른 실시예에서, 작업 롤 직경, 중간 롤 직경, 및/또는 베어링 직경은 접촉 압력 분포의 변화를 감소시키기 위해 2배만큼 증가된다. 다양한 실시예에서, 직경이 증가함에 따라, 접촉 압력 분포의 압력 변화는 감소하지만, 금속 기재(108) 상의 별개의 위치에서의 작업 롤 압력(즉, 상이한 국소 압력)을 제어하는 능력도 또한 감소되며, 그에 따라서 에지 효과가 증가한다.

[0045] 다양한 경우에, 베어링 폭(119)과 베어링 간격(121)은 사전결정된 베어링 폭(119)의 베어링(116A, 116B)을 선택

하고 그들을 사전결정된 베어링 간격으로 이격시킴으로써 그리고/또는 밀(100) 내에 이미 설치된 베어링(116A, 116B)을 제거하고 그들을 상이한, 사전결정된 베어링 폭(119) 및/또는 상이한, 사전결정된 베어링 간격(121)을 갖는 대체 베어링(116A, 116B)으로 대체함으로써 조절될 수 있다. 일부 경우에, 대체 베어링(116A, 116B)의 폭은 증가 또는 감소될 수 있다. 일부 실시예에서, 사전결정된 베어링 폭(119)은 약 20 mm 내지 약 400 mm이다. 예를 들어, 일부 경우에, 베어링 폭(119)은 약 55 mm 내지 약 110 mm이다. 다양한 실시예에서, 사전결정된 베어링 폭(119)은 약 100 mm이다. 베어링 폭(119)은 원하는 접촉 압력 분포를 제공하기 위해 시스템의 요구에 따라 증가 또는 감소될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 베어링 폭(119)은 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐 그리고 그의 에지에서 텍스처 균일성을 감소시키는 데 도움을 주기 위해 증가될 수 있다. 다른 실시예에서, 베어링 폭(119)은 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐 그리고 그의 에지에서 텍스처 균일성을 증가시키는 데 도움을 주기 위해 감소될 수 있다.

[0046] 다양한 실시예에서, 대체 베어링(116A, 116B)은 중간 롤(114A, 114B)에 대한 베어링(116A, 116B)의 측방향 위치가 유지되도록 설치된다. 대체 베어링(116A, 116B)이 증가된 베어링 폭(119)을 갖는 경우, 인접 베어링(116A, 116B)들 사이의 베어링 간격(121)은 감소될 수 있다. 일부 실시예에서, 사전결정된 베어링 간격(121)은 약 34 mm의 최소 베어링 간격(121)이다. 반대로, 대체 베어링(116A, 116B)이 감소된 베어링 폭(119)을 갖는 경우, 인접 베어링(116A, 116B)들 사이의 베어링 간격(121)은 증가될 수 있다. 다른 실시예에서, 대체 베어링(116A, 116B)은 중간 롤(114A, 114B)에 대한 베어링(116A, 116B)의 위치가 측방향으로 조절되도록 설치된다. 예를 들어, 대체 베어링(116A, 116B)은 베어링 간격(121)을 증가시키거나 감소시키도록 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 사전결정된 베어링 간격(121)은 약 34 mm의 최소 베어링 간격(121)이다. 다른 실시예에서, 베어링 간격(121)은 약 1 mm 내지 대략 베어링의 폭이다. 다양한 경우에, 베어링 간격(121)을 조절하는 것은 각각 중간 롤(114A, 114B)을 따라 일렬로 동일한 수의 베어링(116A, 116B)을 유지하는 것을 포함한다. 일부 추가의 실시예에서, 베어링 간격(121)을 증가시키는 것은 각각 중간 롤(114A, 114B)을 따라 일렬로 베어링(116A, 116B)의 수를 감소시키는 것을 추가로 포함할 수 있다. 반대로, 다른 선택적인 실시예에서, 베어링 간격(121)을 감소시키는 것은 각각 중간 롤(114A, 114B)을 따라 일렬로 베어링(116A, 116B)의 수를 증가시키는 것을 추가로 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 더 작은 폭(119) 및/또는 감소된 베어링 간격(121)을 갖는 베어링은 접촉 압력 분포의 압력 변화를 감소시키고, 기판 에지에서의 작업 롤 압력 및 텍스처의 균일성을 개선하는 데 도움을 줄 수 있다.

[0047] 베어링(116A, 116B)의 크라운은 사전결정된 크라운을 갖는 베어링(116A, 116B)을 선택함으로써 또는 밀(100) 내에 이미 설치된 베어링(116A, 116B)을 제거하고 그들을 상이한, 사전결정된 크라운을 갖는 대체 베어링(116A, 116B)으로 대체함으로써 조절될 수 있다. 예를 들어, 증가된 크라운을 갖는 베어링(116A, 116B)이 접촉 압력 분포의 압력 변화를 증가시키기 위해 제공될 수 있다. 감소된 크라운을 갖는 베어링(116A, 116B)이 접촉 압력 분포의 압력 변화를 감소시키기 위해 제공될 수 있다. 다양한 실시예에서, 사전결정된 베어링 크라운은 약 0 μm 내지 약 50 μm 이다.

[0048] 베어링 하중은 베어링 하중 프로파일(즉, 작업 롤(104A, 104B)의 폭을 따른 베어링 하중의 분포), 및 그에 따른 작업 롤 압력이 국소 영역에서 조절되도록(즉, 특정 영역에서의 국소 압력이 조절되도록) 베어링(116A, 116B) 중 하나 이상을 그들 각각의 작업 롤(104A-B)에 대해 수직으로 조절함으로써 조절될 수 있다. 일부 실시예에서, 각각 작업 롤(104A, 104B)에 대한 베어링(116A, 116B)의 수직 위치는 제어기를 통해 제어될 수 있다. 다른 실시예에서는, 조작자가 베어링(116A, 116B)의 수직 위치를 제어할 수 있다. 일부 실시예에서, 베어링(116A, 116B) 또는 베어링(116A, 116B)의 서브세트(subset)는 베어링 하중을 감소시켜 그에 따라 국소 영역에서 금속 기재(108)에 대한 작업 롤 압력을 감소시키기 위해(즉, 특정 영역 또는 영역들에서의 국소 압력이 감소됨) 각각의 작업 롤(104A, 104B)로부터 멀어지게 수직으로 조절된다. 다른 실시예에서, 베어링(116A, 116B) 또는 베어링(116A, 116B)의 서브세트는 베어링 하중을 증가시켜 그에 따라 국소 영역에서 금속 기재(108)에 대한 작업 롤 압력을 증가시키기 위해(즉, 특정 영역 또는 영역들에서의 국소 압력이 증가됨) 각각의 작업 롤(104A, 104B)을 향해 수직으로 조절된다. 베어링(116A, 116B) 또는 베어링(116A, 116B)의 서브세트는 각각의 베어링(116A, 116B)에 대한 하중이 약 2 kgf 내지 약 20,000 kgf이도록 조절될 수 있다. 하나의 비제한적인 예로서, 각각의 베어링(116A, 116B)에 대한 하중은 약 300 kgf 내지 약 660 kgf일 수 있다. 일부 실시예에서, 베어링(116A, 116B), 또는 베어링(116A, 116B)의 서브세트는 하나 이상의 국소 영역에서의 작업 롤 압력이 약 610kgf이도록 조절된다. 다양한 실시예에서, 각각의 베어링(116A, 116B)에 대한 하중은 베어링의 치수, 기재(108)의 경도, 및/또는 원하는 텍스처에 의존할 수 있다.

[0049] 위에 언급된 바와 같이, 베어링(116A, 116B) 각각이 개별적으로 조절될 수 있거나, 또는 베어링(116A, 116B)의

세트가 함께 조절될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 베어링(116A, 116B)을 수직으로 조절하는 것은 모든 베어링(116A, 116B)을 수직으로 조절하는 것을 포함한다. 다른 실시예에서, 각각의 베어링(116A, 116B)은 개별적으로 조절된다. 예를 들어, 일부 경우에, 에지 베어링(117)은 금속 기재(108)의 에지 부분에서 국소 압력을 조절하기 위해 금속 기재(108)의 에지에 대해 수직으로 조절된다. 에지 베어링(117)의 수직 조절은 금속 기재(108)의 비-에지 부분에 하중을 간접적으로 인가하는 다른 베어링(116A, 116B)의 수직 조절과 상이할 수 있다. 에지 베어링(117)을 수직으로 조절하는 것은 금속 기재(108)의 에지 부분에서 국소 압력을 증가시키기 위해 에지 베어링(117)을 작업 롤(104A, 104B)을 향해 수직으로 이동시키는 것을 포함할 수 있다. 에지 베어링(117)을 수직으로 조절하는 것은 또한 금속 기재(108)의 에지 부분에서 국소 압력을 감소시키기 위해 에지 베어링(117)을 작업 롤(104A, 104B)로부터 멀어지게 수직으로 이동시키는 것을 포함할 수 있다.

[0050] 금속 기재(108)의 에지에 대한 에지 베어링(117) 측방향 위치는 또한 제어기 또는 조작자를 통해 조절될 수 있다. 놀랍게도, 에지 베어링(117)의 제1 에지(118) 및 제2 에지(120)에 대한 금속 기재(108)의 에지 부분의 위치를 제어함으로써, 에지 효과가 제어될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 일부 실시예에서, 에지 베어링(117)은 금속 기재(108)의 에지가 제1 에지(118)와 제1 에지(118)와 제2 에지(120) 사이의 중간 위치 사이에 있도록 측방향으로 조절된다. 다른 실시예에서, 에지 베어링(117)은 금속 기재(108)의 에지가 제2 에지(120)와 제1 에지(118)와 제2 단부(120) 사이의 중간 위치 사이에 있도록 측방향으로 조절된다. 다양한 실시예에서, 에지 베어링(117)은 금속 기재(108)의 에지가 제2 에지(120)로부터 측방향으로 외부에 있도록(즉, 금속 기재(108) 중 적어도 일부가 에지 베어링(117)을 지나 연장되도록) 측방향으로 조절된다.

[0051] 밀(100)의 위의 압력 파라미터 중 하나 이상을 조절함으로써, 금속 기재(108)에 대한 작업 롤(104A, 104B)의 원하는 접촉 압력 분포가 제공되어 금속 기재(108)의 표면에 걸쳐 그리고 그의 폭에 걸쳐 개선된 텍스처 일관성, 또는 더욱 균일한 텍스처를 갖는 금속 기재(108)를 생성할 수 있다. 일부 실시예에서, 압력 파라미터는 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되도록 조절되고 제어된다. 다양한 실시예에서, 하나 이상의 압력 파라미터는 압력 변화를 최소화하고 텍스처화 동안 발생하는 금속 기재(108)의 에지 효과를 감소시키는 원하는 접촉 압력 분포를 제공하도록 제어된다.

[0052] 일부 실시예에서, 제어 시스템(122)은 임의의 적합한 처리 장치일 수 있는 제어기(도시되지 않음), 및 하나 이상의 센서(124)를 포함한다. 도 1에 도시된 센서(124)의 수 및 위치는 단지 예시 목적을 위한 것이며, 원하는 대로 달라질 수 있다. 센서(124)는 압연기(rolling mill)(100) 및/또는 스탠드 가공 조건을 모니터링하도록 구성된다. 예를 들어, 일부 경우에, 센서(124)는 금속 기재(108)에 대한 작업 롤(104A, 104B)의 접촉 압력 분포를 모니터링한다. 감지된 접촉 압력 분포에 따라, 하나 이상의 압력 파라미터가 원하는 접촉 압력 분포를 제공하도록(제어기 및/또는 밀 조작자를 통해 또는 다른 방법으로) 조절된다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 압력 파라미터는 금속 기재(108)의 두께를 변화시키지 않고 압력 변화 및 에지 효과가 최소화되도록 조절된다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 압력 파라미터는 금속 기재(108)의 더욱 균일한 텍스처가 달성되도록 조절된다.

[0053] 다양한 실시예에서, 금속 기재(108)에 텍스처를 적용하는 방법은 금속 기재(108)를 갭(106)을 통해 통과시키는 단계를 포함한다. 금속 기재(108)가 갭(106)을 통과함에 따라, 작업 롤(104A, 104B)은 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되는 동안 하나 이상의 작업 롤(104A, 104B)의 텍스처가 금속 기재(108)에 전사되도록 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐 금속 기재(108)의 상부 표면(110) 및 하부 표면(112)에 작업 롤 압력을 인가한다. 일부 실시예에서, 본 방법은 적어도 하나의 센서(124)로 금속 기재(108)의 폭에 걸친 접촉 압력 분포를 측정하는 단계 및 제어 시스템(122)의 처리 장치에서 센서로부터 데이터를 수신하는 단계를 포함한다. 다양한 실시예에서, 본 방법은 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐 작업 롤(104A, 104B)에 의해 인가되는 작업 롤 압력이 금속 기재(108)의 폭에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 제공하고 금속 기재(108)의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되도록 밀(100)의 적어도 하나의 압력 파라미터를 유지하거나 조절하는 단계를 포함한다.

[0054] 일부 실시예에서, 압력 파라미터 중 적어도 하나는 소정 백분율 미만인 접촉 압력 분포의 압력 변화를 금속 기재(108)의 표면에 걸쳐 그리고 그의 폭에 걸쳐 제공하도록 조절된다. 예를 들어, 일부 경우에, 압력 파라미터 중 적어도 하나는 금속 기재(108)의 폭에 걸친 접촉 압력 분포의 압력 변화가 약 25% 미만이도록 조절된다. 다른 경우에, 압력 파라미터 중 적어도 하나는 금속 기재(108)의 폭에 걸친 접촉 압력 분포의 압력 변화가 약 13% 미만이도록 조절된다. 또 다른 실시예에서, 압력 파라미터 중 적어도 하나는 금속 기재(108)의 폭에 걸친 접촉 압력 분포의 압력 변화가 약 8% 미만이도록 조절된다. 금속 기재(108)의 폭에 걸친 접촉 압력 분포의 변화를 감소시킴으로써, 금속 기재(108)에 전달되는 텍스처는 더 큰 변화를 갖는 접촉 압력 분포 하에서 적용되는 텍스처와 비교하여 적어도 하나의 텍스처 특성에 대해 더욱 균일하다.

- [0055] 전술된 하나 이상의 압력 파라미터는 금속 기재(108)의 전체 두께가 실질적으로 일정하게 유지되면서 금속 기재(108)를 따라 더욱 균일한 텍스처를 제공하기 위해 압력 변화를 최소화하고 가공으로부터 금속 기재(108)의 에지 효과를 감소시키는 원하는 접촉 압력 분포를 제공하도록 조절될 수 있다. 하나의 비제한적인 예로서, 원하는 접촉 압력 분포를 제공하기 위해, 본 방법은 작업 롤 직경 및/또는 중간 롤 직경을 증가시키는 단계, 베어링 간격(121)을 최소 베어링 간격(121)으로 감소시키는 단계, 및 금속 기재(108)의 에지가 에지 베어링(117)의 제2 에지(120)를 지나 연장되도록 에지 베어링(117)을 위치시키는 단계 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다른 비제한적인 예로서, 원하는 접촉 압력 분포를 제공하기 위해, 인가된 하중 프로파일(즉, 롤 구성의 폭을 따른 베어링에 대한 하중의 분포)은 기재(108)의 폭에 걸쳐 원하는 작업 롤 압력 및 텍스처를 얻기 위해 조절된다.
- [0056] 도 4 내지 도 6은 접촉 압력 분포에 미치는 2가지 예시적인 압력 파라미터(롤 직경 및 금속 기재(108)의 에지에 대한 에지 베어링(117)의 위치)를 조절하는 영향의 예를 예시한다. 도 4 내지 도 6 각각에서, 선(402)은 금속 기재(108)의 에지가 제1 에지(118)와, 제1 에지(118)와 제2 에지(120) 사이의 중간 위치 사이에 있는 금속 기재의 압력 분포를 나타낸다. 도 4 내지 도 6 각각의 선(404)은 금속 기재(108)의 에지가 제2 에지(120)와, 제1 에지(118)와 제2 에지(120) 사이의 중간 위치 사이에 있는 금속 기재의 압력 분포를 나타낸다. 도 4 내지 도 6 각각의 선(404)은 금속 기재(108)의 에지가 제2 에지(120)로부터 외향으로 연장되는 금속 기재의 압력 분포를 나타낸다.
- [0057] 도 4 내지 도 6 모두의 선(402)에 대해, 8개의 베어링이 예시된다. 베어링 1 내지 6에 대해, 각각의 베어링에 의해 인가된 국소 압력은 610 kgf였다. 베어링 7에 대해, 인가된 국소 압력은 610/4 kgf였다. 베어링 8은 y 방향으로 고정되었으며, 이는 국소 압력이 인가되지 않았음을 의미한다.
- [0058] 선(404)에 대해, 도 4 내지 도 6 모두에서, 8개의 베어링이 예시된다. 베어링 1 내지 6에 대해, 각각의 베어링에 의해 인가된 국소 압력은 610 kgf였다. 베어링 7에 대해, 인가된 국소 압력은 610/2 kgf였다. 베어링 8은 y 방향으로 고정되었으며, 이는 국소 압력이 인가되지 않았음을 의미한다.
- [0059] 선(406)에 대해, 도 4 내지 도 6 모두에서, 8개의 베어링이 예시된다. 베어링 1 내지 7에 대해, 각각의 베어링에 의해 인가된 국소 압력은 610 kgf였다. 베어링 8은 y 방향으로 고정되었으며, 이는 국소 압력이 인가되지 않았음을 의미한다.
- [0060] 도 4에서, 금속 기재 각각에 작업 롤 압력을 인가하는 작업 롤의 직경은 동일하다. 도 5에서, 작업 롤 직경은 도 4의 작업 롤 직경에 비해 1.5배만큼 증가된다. 도 6에서, 작업 롤 직경은 도 4의 작업 롤 직경에 비해 2배만큼 증가된다.
- [0061] 일반적으로, 임의의 선(402, 404, 또는 406)에 대해, 도 4는 접촉 압력 분포의 증가된 변화 및 증가된 에지 효과(예컨대, 베어링(7)에서 시작하는 압력 변화에 의해 표시됨)를 예시한다. 임의의 선(402, 404, 또는 406)에 대해, 도 6은 압력 변화의 최상의 제어(즉, 접촉 압력 분포의 변화가 최소화됨)를 예시하지만, 에지 효과는 증가된다. 도 4 내지 도 6 중에서, 임의의 선(402, 404, 또는 406)에 대해, 도 5는 접촉 압력 분포에서 에지 효과를 감소시키면서 최소화된 압력 변화의 최상의 조합을 예시한다.
- [0062] 따라서, 개시된 시스템은 에지 효과를 감소시키면서 압력 변화를 최소화하는 접촉 압력 분포를 생성하도록 하나 이상의 압력 파라미터를 조절함으로써 금속 기재 상에 더욱 균일한 텍스처를 달성하기 위해 사용될 수 있다. 원하는 접촉 압력 분포를 생성하기 위해 압력 파라미터를 최적화함으로써, 개선된 텍스처 균일성을 갖는 금속 기제가 생산될 수 있다.
- [0063] 일부 실시예에서, 작업 스탠드의 일측은 스탠드의 일측만이 작동되도록(즉, 스탠드가 방향(103)으로만 또는 방향(105)으로만 작동되도록) 정지될 수 있다. 그러한 실시예에서, 하부 작업 롤(104B)의 수직 위치는 일정하고, 고정되며, 그리고/또는 금속 기재에 대해 수직으로 이동하지 않는다.
- [0064] 베어링이 스탠드의 상측 및 하측 둘 모두에 포함되는 일부 양태에서, 작업 스탠드의 일측은 한 세트의 베어링이 작동되지 않도록 그들을 제어함으로써 정지될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 하부 베어링(116B)은 하부 작업 롤(104B)이 방향(105)으로 작동되지 않도록 정지될 수 있다. 다른 실시예에서, 하부 베어링(116B)은 하부 작업 롤(104B)이 정지되도록 생략될 수 있다. 다른 실시예에서, 스탠드의 일측이 정지되도록 다양한 다른 메커니즘이 이용될 수 있다. 예를 들어, 도 7 및 도 8은 일측이 정지된 작업 스탠드의 추가의 실시예를 예시하고, 도 9 및 도 10은 일측이 정지된 작업 스탠드의 또 다른 실시예를 예시한다. 작업 스탠드의 일측을 정지시키면서 작업 스탠드의 정지된 측에 필요한 지지를 제공하기 위한 다양한 다른 적합한 메커니즘 및/또는 롤 구성이 이용될 수 있다.

- [0065] 도 7 및 도 8은 작업 스탠드(702)의 다른 실시예를 예시한다. 작업 스탠드(702)는 작업 스탠드(702)가 하부 베어링(116B) 대신에 고정 백업 롤(725)을 포함하는 것을 제외하고는 작업 스탠드(102)와 실질적으로 유사하다. 이러한 실시예에서, 고정 백업 롤(725)은 수직으로 작동되지 않으며, 따라서 작업 스탠드(702)는 단지 방향(103)으로만 작동된다. 선택적으로, 백업 롤(725)은 스탠드(723) 또는 원하는 대로 다른 적합한 지지부 상에 지지된다. 선택적으로, 스탠드(723)는 백업 롤(725)을 따라 하나 이상의 위치에서 각각의 백업 롤(725)을 지지한다. 도 7 및 도 8의 실시예에서는, 3개의 백업 롤(725)이 제공되지만; 다른 예에서는, 임의의 원하는 수의 백업 롤(725)이 제공될 수 있다. 이들 실시예에서, 백업 롤(725)이 수직으로 고정되기 때문에, 하부 작업 롤(104B)은 정지되며, 이는 하부 작업 롤(104B)이 일정하고, 고정되며, 그리고/또는 금속 기재에 대해 수직으로 이동하지 않음을 의미한다. 그러한 실시예에서, 텍스처화 동안 스탠드(702)에서의 작동은 스탠드(702)의 일측으로부터만 이루어진다(즉, 작동은 상부 작업 롤(104A)을 갖는 스탠드의 상측으로부터만 이루어짐).
- [0066] 도 9 및 도 10은 작업 스탠드(902)의 다른 실시예를 예시한다. 작업 스탠드(902)는 중간 롤 및 액추에이터가 생략되고, 하부 작업 롤(104B)의 직경이 상부 작업 롤(104A)의 직경보다 큰 것을 제외하고는 작업 스탠드(102)와 실질적으로 유사하다. 이러한 실시예에서, 작업 스탠드(1202)는 단지 방향(103)으로만 작동된다. 일부 양태에서, 더 큰 직경의 하부 작업 롤(104B)은 텍스처화 동안 금속 기재(108)의 원하는 프로파일이 생성되도록 작동에 대한 필요한 지지를 제공한다. 다른 실시예에서, 중간 롤 및/또는 다양한 다른 지지 롤이 하부 작업 롤(104B)과 함께 제공될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 추가의 실시예에서, 하부 작업 롤(104B)은 상부 작업 롤(104A)과 유사한 직경을 가질 수 있고, 작업 스탠드는 일측이 정지될 때 하부 작업 롤(104B)에 필요한 지지를 제공하기 위해 임의의 원하는 수의 중간 롤 및/또는 지지 롤을 추가로 포함한다.
- [0067] 본 명세서에 기재된 개념들에 따라 다양한 실시형태 유형들의 추가 설명을 제공하는, 적어도 일부가 "ECs"(Example Combinations; 예시 조합)로 명시적으로 열거된 예시적인 실시형태들의 집합이 아래에 제공된다. 이 실시예들은 상호 배타적이거나, 총망라한 것이라거나, 제한적인 의도로 기재된 것이 아니며; 본 발명은 이러한 예시적인 실시형태들에 한정되지 않으며 오히려 당해 청구범위 및 그 균등물의 범위 내의 모든 가능한 수정 및 변형을 포함한다.
- [0068] EC 1. 기재 상에 텍스처를 적용하는 방법으로서, 코일-투-코일 공정의 작업 스탠드로 기재에 텍스처를 적용하는 단계로서, 작업 스탠드는 상부 작업 롤 및 상부 작업 롤과 수직으로 정렬되는 하부 작업 롤을 포함하고, 상부 작업 롤 및 하부 작업 롤 중 적어도 하나는 텍스처를 포함하며, 텍스처를 적용하는 단계는: 상부 작업 롤에 의해, 기재의 상부 표면 상에 제1 작업 롤 압력을 인가하는 단계, 및 하부 작업 롤에 의해, 기재의 하부 표면 상에 제2 작업 롤 압력을 인가하는 단계를 포함하는, 상기 텍스처를 적용하는 단계; 센서로 기재의 폭에 걸쳐 제1 작업 롤 압력 및 제2 작업 롤 압력 중 적어도 하나의 접촉 압력 분포를 측정하는 단계; 센서로부터 처리 장치에서 데이터를 수신하는 단계; 및 작업 스탠드가 기재의 폭에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 제공하고 텍스처가 적용된 후에 기재의 두께가 실질적으로 일정하게 유지되도록 작업 스탠드의 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0069] EC 2. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 기재 상의 텍스처의 적어도 하나의 특성을 조절하는, 방법.
- [0070] EC 3. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 적어도 하나의 특성은 텍스처의 높이, 텍스처의 깊이, 텍스처의 형상, 텍스처의 크기, 텍스처의 분포, 텍스처의 조도, 또는 텍스처의 밀집도를 포함하는, 방법.
- [0071] EC 4. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 25% 미만의 기재의 폭에 걸친 접촉 압력 변화를 갖는 원하는 접촉 압력 분포를 제공하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0072] EC 5. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 기재의 폭에 걸친 접촉 압력 변화는 13% 미만인, 방법.
- [0073] EC 6. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 기재의 폭에 걸친 접촉 압력 변화는 8% 미만인, 방법.
- [0074] EC 7. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 원통도의 변화가 10 μm 미만이도록 작업 롤의 원통도를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.

- [0075] EC 8. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 작업 스탠드는 상부 작업 롤을 지지하는 상부 중간 롤 및 하부 작업 롤을 지지하는 하부 중간 롤을 추가로 포함하는, 방법.
- [0076] EC 9. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 원통도의 변화가 10 μm 미만이도록 중간 롤의 원통도를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0077] EC 10. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 작업 롤은 작업 롤 직경을 갖고, 중간 롤은 중간 롤 직경을 가지며, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 작업 롤 직경 및 중간 롤 직경 중 적어도 하나를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0078] EC 11. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 작업 롤 직경은 약 20 mm 내지 약 200 mm이고, 중간 롤 직경은 약 20 mm 내지 약 300 mm인, 방법.
- [0079] EC 12. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 작업 롤 직경 및 중간 롤 직경 중 적어도 하나를 1.5배만큼 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0080] EC 13. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 작업 롤 직경 및 중간 롤 직경 중 적어도 하나를 2배만큼 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0081] EC 14. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 상부 중간 롤은 제1 상부 중간 롤이고, 하부 중간 롤은 제1 하부 중간 롤이며, 작업 스탠드는: 상부 작업 롤을 지지하는 제2 상부 중간 롤; 및 하부 작업 롤을 지지하는 제2 하부 중간 롤을 추가로 포함하는, 방법.
- [0082] EC 15. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 작업 스탠드는: 상부 중간 롤을 따른 상부 베어링 세트로서, 각각의 상부 베어링은 상부 중간 롤이 상부 작업 롤이 기재 상에 제1 작업 롤 압력을 인가하게 하도록 상부 중간 롤에 베어링 하중을 인가하는, 상기 상부 베어링 세트; 및 하부 중간 롤을 따른 하부 베어링 세트로서, 각각의 하부 베어링은 하부 중간 롤이 하부 작업 롤이 기재 상에 제2 작업 롤 압력을 인가하게 하도록 하부 중간 롤에 베어링 하중을 인가하는, 상기 하부 베어링 세트를 추가로 포함하는, 방법.
- [0083] EC 16. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 상부 베어링 세트는 상부 베어링의 적어도 2개의 열을 포함하고, 하부 베어링 세트는 하부 베어링의 적어도 2개의 열을 포함하는, 방법.
- [0084] EC 17. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 인접 상부 베어링들 사이의 간격을 조절하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0085] EC 18. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 간격을 조절하는 단계는 인접 상부 베어링에 대한 상부 베어링 중 적어도 하나의 측방향 위치를 변화시킴으로써 인접 상부 베어링들 사이의 간격을 감소시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0086] EC 19. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 간격을 감소시키는 단계는 간격을 약 1 mm의 최소 간격으로 감소시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0087] EC 20. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 간격을 감소시키는 단계는 상부 중간 롤을 따라 상부 베어링의 수를 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0088] EC 21. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상부 베어링 세트 중 적어도 하나의 상부 베어링의 베어링 치수를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0089] EC 22. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 베어링 치수를 조절하는 단계는 베어링 폭 또는 베어링 직경 중 적어도 하나를 변화시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0090] EC 23. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 베어링 폭은 약 20 mm 내지 약 400 mm이고, 베어링 직경은 약 20 mm 내지 약 400 mm인, 방법.
- [0091] EC 24. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 베어링 폭은 약 100 mm인, 방법.
- [0092] EC 25. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 베어링 치수를 조절하는 단계는 상부 베어링의 측방향 위치를 유지하면서 베어링 폭을 증가시키는 단계를 포함하고, 베어링 폭을 증가시키는 단계는 인접 상부 베어링들 사이의 간격을 감소시키는, 방법.
- [0093] EC 26. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 베어링 폭을 증가시키는 단계는 상부

중간 물을 따라 상부 베어링의 수를 감소시키는 단계를 포함하는, 방법.

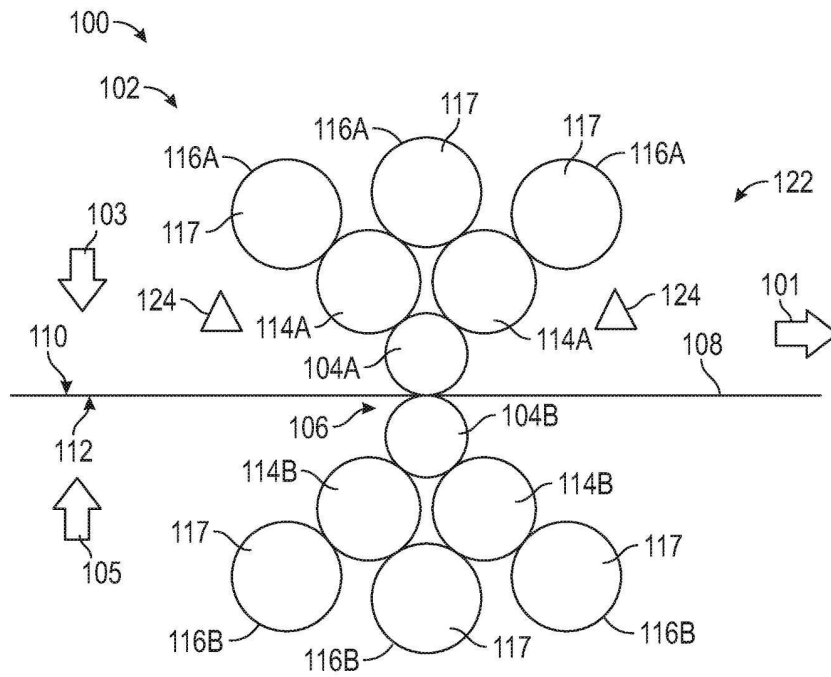
- [0094] EC 27. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상부 베어링 또는 하부 베어링 각각의 크라운 또는 챔퍼 높이를 약 50 μm 미만으로 감소시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0095] EC 28. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상부 베어링 또는 하부 베어링 각각의 크라운 또는 챔퍼 높이를 약 20 μm 로 감소시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0096] EC 29. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 상부 베어링 각각은 상부 중간 물에 대해 개별적으로 조절가능하고, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상부 베어링 중 적어도 하나에 의해 상부 중간 물 상에 인가되는 베어링 하중을 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0097] EC 30. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 모든 상부 베어링에 의해 상부 중간 물 상에 인가되는 베어링 하중을 증가시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0098] EC 31. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 상부 베어링 세트는 내부 단부 및 외부 단부를 갖는 최외부 상부 베어링을 포함하고, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 기재의 에지에 대해 최외부 상부 베어링을 조절하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0099] EC 32. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 최외부 상부 베어링을 조절하는 단계는 기재의 에지가 최외부 상부 베어링의 내부 단부와 중간 위치 사이에 있도록 최외부 상부 베어링을 이동시키는 단계를 포함하고, 중간 위치는 외부 단부와 내부 단부 사이에 있는, 방법.
- [0100] EC 33. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 최외부 상부 베어링을 조절하는 단계는 기재의 에지가 최외부 상부 베어링의 외부 단부와 중간 위치 사이에 있도록 최외부 상부 베어링을 이동시키는 단계를 포함하고, 중간 위치는 외부 단부와 내부 단부 사이에 있는, 방법.
- [0101] EC 34. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 최외부 상부 베어링을 조절하는 단계는 기재의 에지가 최외부 상부 베어링의 외부 단부로부터 축방향 외향으로 연장되도록 최외부 상부 베어링을 이동시키는 단계를 포함하는, 방법.
- [0102] EC 35. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 최외부 상부 베어링을 조절하는 단계는 최외부 상부 베어링에 의해 상부 중간 물에 인가되는 베어링 하중을 증가시켜 상부 작업 물이 기재의 에지에서의 작업 물 압력을 증가시키게 하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0103] EC 36. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 제1 작업 물 압력 및 제2 작업 물 압력은 약 1 MPa 내지 대략 기재의 항복 강도인, 방법.
- [0104] EC 37. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 기재의 폭에 걸친 두께의 변화는 텍스처가 적용된 후에 2% 미만인, 방법.
- [0105] EC 38. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 작업 스탠드는 제1 작업 스탠드이고, 상부 작업 물은 제1 상부 작업 물이며, 텍스처는 제1 텍스처이고, 하부 작업 물은 제1 하부 작업 물이며, 상기 방법은: 코일-투-코일 공정의 제2 작업 스탠드로 기재에 제2 텍스처를 적용하는 단계로서, 제2 작업 스탠드는 제2 상부 작업 물 및 제2 상부 작업 물과 수직으로 정렬되는 제2 하부 작업 물을 포함하고, 제2 상부 작업 물 및 제2 하부 작업 물 중 적어도 하나는 제2 텍스처를 포함하며, 제2 텍스처를 적용하는 단계는: 제2 상부 작업 물에 의해, 기재의 상부 표면 상에 제3 작업 물 압력을 인가하는 단계, 및 제2 하부 작업 물에 의해, 기재의 하부 표면 상에 제4 작업 물 압력을 인가하는 단계를 포함하는, 상기 제2 텍스처를 적용하는 단계를 추가로 포함하고, 기재의 두께는 제2 텍스처가 적용된 후에 실질적으로 일정하게 유지되는, 방법.
- [0106] EC 39. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 제1 작업 물 압력 및 제2 작업 물 압력은 기재의 항복 강도 미만인, 방법.
- [0107] EC 40. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법으로부터 형성되는 기재.
- [0108] EC 41. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 기재의 두께는 텍스처가 적용된 후에 1% 이하만큼 감소하는, 방법.

- [0109] EC 42. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 기재의 두께는 텍스처가 적용된 후에 0.5% 이하만큼 감소하는, 방법.
- [0110] EC 43. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 제1 작업 롤 압력 및 제2 작업 롤 압력은 실질적으로 동일한, 방법.
- [0111] EC 44. 코일-투-코일 가공 시스템으로서, 작업 스탠드로서, 기재의 상부 표면 상에 제1 작업 롤 압력을 인가하도록 구성되는 상부 작업 롤; 및 상부 작업 롤과 수직으로 정렬되고 기재의 하부 표면 상에 제2 작업 롤 압력을 인가하도록 구성되는 하부 작업 롤을 포함하고, 상부 작업 롤 및 하부 작업 롤 중 적어도 하나는 상부 작업 롤 및 하부 작업 롤 중 적어도 하나가 제1 작업 롤 압력을 인가하거나 제2 작업 롤 압력을 인가함으로써 기재 상에 텍스처를 부여하게 구성되도록 텍스처를 포함하는, 상기 작업 스탠드; 및 기재의 폭에 걸쳐 제1 작업 롤 압력 및 제2 작업 롤 압력 중 적어도 하나의 접촉 압력 분포를 측정하도록 구성되는 센서; 센서로부터 데이터를 수신하도록 구성되는 처리 장치; 및 접촉 압력 파라미터로서, 접촉 압력 파라미터는 기재의 폭에 걸쳐 원하는 접촉 압력 분포를 달성하기 위해 측정된 접촉 압력 분포에 기초하여 조절가능하고, 기재의 두께는 텍스처가 적용된 후에 실질적으로 일정하게 유지되는, 상기 접촉 압력 파라미터를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0112] EC 45. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 접촉 압력 파라미터는 작업 롤의 원통도를 포함하고, 작업 롤은 작업 롤의 폭을 따라 약 10 μm 미만의 원통도의 변화를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0113] EC 46. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 작업 스탠드는 상부 작업 롤을 지지하는 상부 중간 롤 및 하부 작업 롤을 지지하는 하부 중간 롤을 추가로 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0114] EC 47. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 접촉 압력 파라미터는 중간 롤의 원통도를 포함하고, 중간 롤은 중간 롤의 폭을 따라 약 10 μm 미만의 원통도의 변화를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0115] EC 48. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 작업 롤은 작업 롤 직경을 갖고, 중간 롤은 중간 롤 직경을 가지며, 접촉 압력 파라미터는 작업 롤 직경 및 중간 롤 직경 중 적어도 하나를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0116] EC 49. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 작업 롤 직경은 약 20 mm 내지 약 200 mm이고, 중간 롤 직경은 약 20 mm 내지 약 300 mm인, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0117] EC 50. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 상부 중간 롤은 제1 상부 중간 롤이고, 하부 중간 롤은 제1 하부 중간 롤이며, 작업 스탠드는: 상부 작업 롤을 지지하는 제2 상부 중간 롤; 및 하부 작업 롤을 지지하는 제2 하부 중간 롤을 추가로 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0118] EC 51. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 작업 스탠드는: 상부 중간 롤을 따른 상부 베어링 세트로서, 각각의 상부 베어링은 상부 중간 롤이 상부 작업 롤이 기재 상에 제1 작업 롤 압력을 인가하게 하도록 상부 중간 롤에 베어링 하중을 인가하도록 구성되는, 상기 상부 베어링 세트; 및 하부 중간 롤을 따른 하부 베어링 세트로서, 각각의 하부 베어링은 하부 중간 롤이 하부 작업 롤이 기재 상에 제2 작업 롤 압력을 인가하게 하도록 하부 중간 롤에 베어링 하중을 인가하도록 구성되는, 상기 하부 베어링 세트를 추가로 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0119] EC 52. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 상부 베어링 세트는 상부 베어링의 적어도 2개의 열을 포함하고, 하부 베어링 세트는 하부 베어링의 적어도 2개의 열을 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0120] EC 53. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 접촉 압력 파라미터는 인접 상부 베어링들 사이의 간격을 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0121] EC 54. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 간격은 약 34 mm인, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0122] EC 55. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 접촉 압력 파라미터는 상부 베어링 세트 중 적어도 하나의 상부 베어링의 베어링 치수를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.

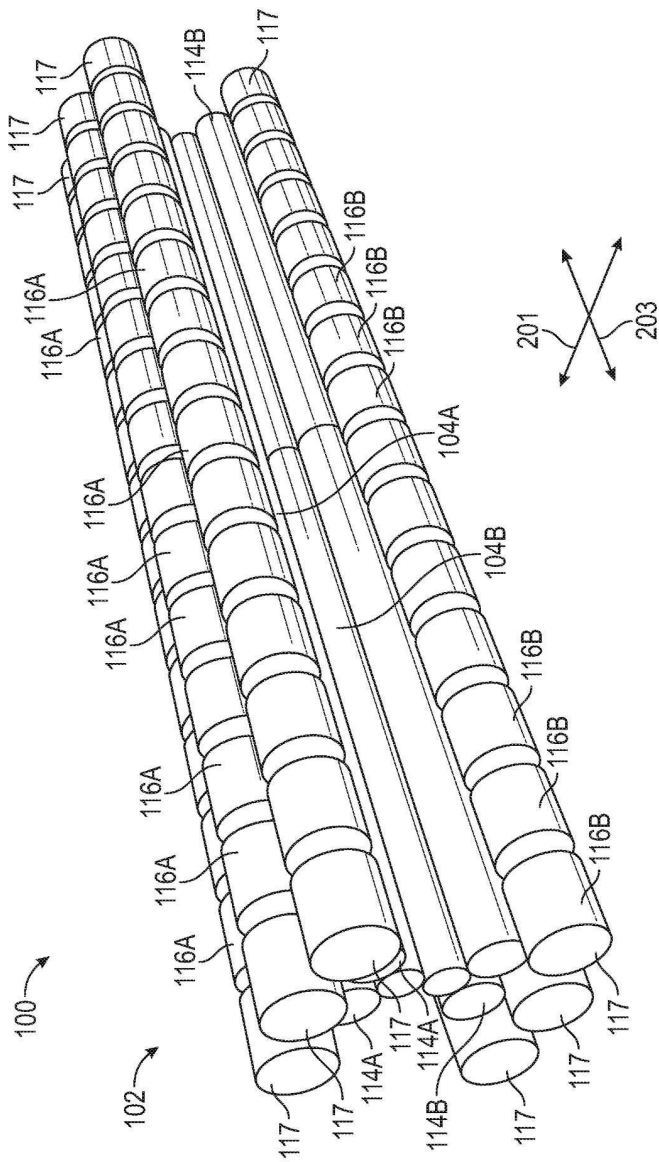
- [0123] EC 56. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 베어링 치수는 베어링 직경 및 베어링 폭을 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0124] EC 57. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 베어링 직경은 약 20 mm 내지 약 400 mm이고, 베어링 폭은 약 20 mm 내지 약 400 mm인, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0125] EC 58. 청구항 56의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 베어링 폭은 약 100 mm인, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0126] EC 59. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 접촉 압력 파라미터는 상부 베어링 또는 하부 베어링 각각의 크라운 또는 챔퍼 높이를 약 50 μm 미만으로 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0127] EC 60. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 상부 베어링 또는 하부 베어링 각각의 크라운은 약 20 μm 인, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0128] EC 61. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 상부 베어링 각각은 상부 중간 롤에 대해 개별적으로 조절가능하고, 접촉 압력 파라미터는 상부 베어링 중 적어도 하나에 의해 상부 중간 롤 상에 인가되는 베어링 하중을 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0129] EC 62. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 접촉 압력 파라미터는 모든 상부 베어링에 의해 상부 중간 롤 상에 인가되는 베어링 하중을 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0130] EC 63. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 상부 베어링 세트는 내부 단부 및 외부 단부를 갖는 최외부 상부 베어링을 포함하고, 접촉 압력 파라미터는 기재의 에지에 대한 최외부 상부 베어링의 위치를 포함하는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0131] EC 64. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 최외부 상부 베어링은 기재의 에지가 최외부 상부 베어링의 내부 단부와 중간 위치 사이에 있도록 위치되고, 중간 위치는 외부 단부와 내부 단부 사이에 있는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0132] EC 65. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 최외부 상부 베어링은 기재의 에지가 최외부 상부 베어링의 외부 단부와 중간 위치 사이에 있도록 위치되고, 중간 위치는 외부 단부와 내부 단부 사이에 있는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0133] EC 66. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 최외부 상부 베어링은 기재의 에지가 최외부 상부 베어링의 외부 단부로부터 축방향 외향으로 연장되도록 위치되는, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0134] EC 67. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 기재의 폭에 걸친 두께의 변화는 텍스처가 적용된 후에 2% 미만인, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0135] EC 68. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 코일-투-코일 가공 시스템에 있어서, 제1 작업 롤 압력 및 제2 작업 롤 압력은 기재의 항복 강도 미만인, 코일-투-코일 가공 시스템.
- [0136] EC 69. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 접촉 압력 파라미터를 조절하는 단계는 상부 베어링에 의해 상부 중간 롤 상에 인가되는 베어링 하중을 조절하여 베어링 하중의 분포를 조절하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0137] EC 70. 선행하거나 후속하는 실시예 중 임의의 실시예의 시스템 또는 방법에 있어서, 상부 작업 롤은 수직으로 조절가능하고, 하부 작업 롤은 단지 상부 작업 롤만이 작동가능하도록 수직으로 고정되는, 시스템 또는 방법.
- [0138] 상술한 양태들은 구현예들의 가능한 예일 뿐이며, 본 개시의 원리를 명확하게 이해하기 위해 제시된 것이다. 본 개시의 사상 및 원리로부터 실질적으로 벗어나지 않으면서 상술한 실시예(들)에 대해 많은 변형예 및 수정예들이 이루어질 수 있다. 이러한 모든 수정예 및 변형예는 본 개시의 범위 내에 포함되며, 개별적인 양태들 또는 엘리먼트 또는 단계의 조합에 대한 모든 가능한 청구 범위는 본 개시에 의해 지지되도록 의도된다. 게다가, 하기의 청구 범위 뿐만 아니라 본 출원에서 특정 용어가 사용되지만, 이들은 포괄적이고 설명적인 의미로만 사용되며, 설명된 발명을 제한하기 위한 목적은 아니고, 이하의 청구 범위를 제한하기 위한 목적도 아니다.

도면

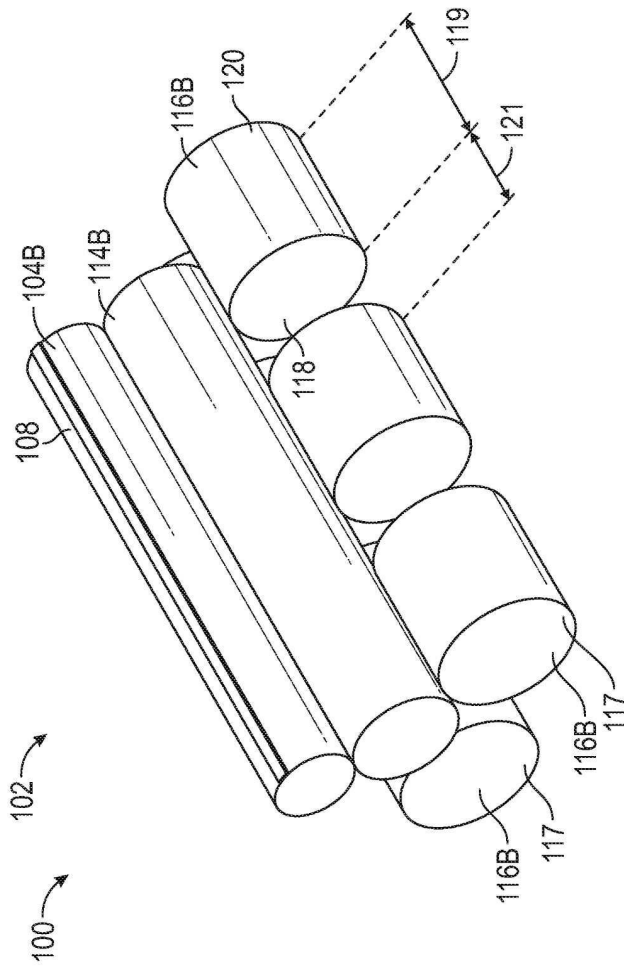
도면1



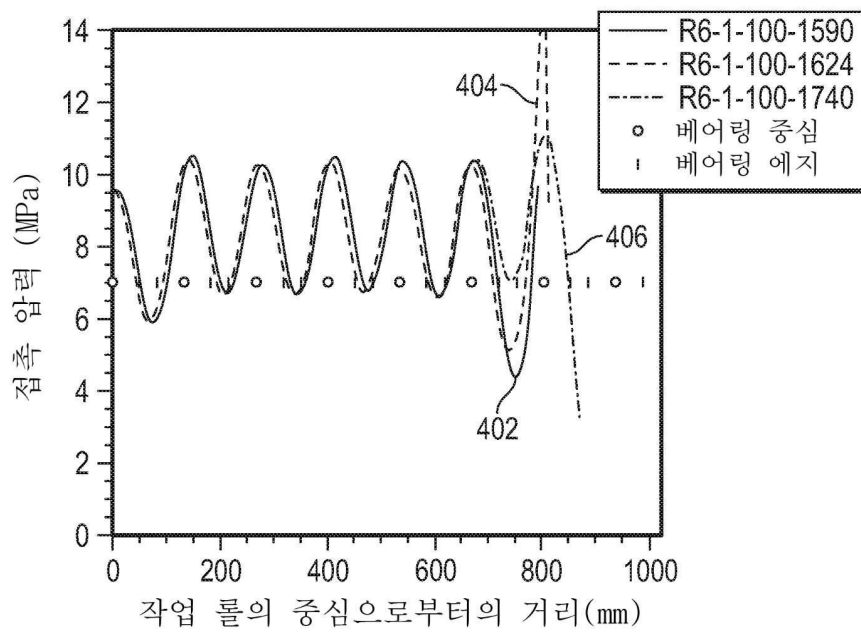
도면2



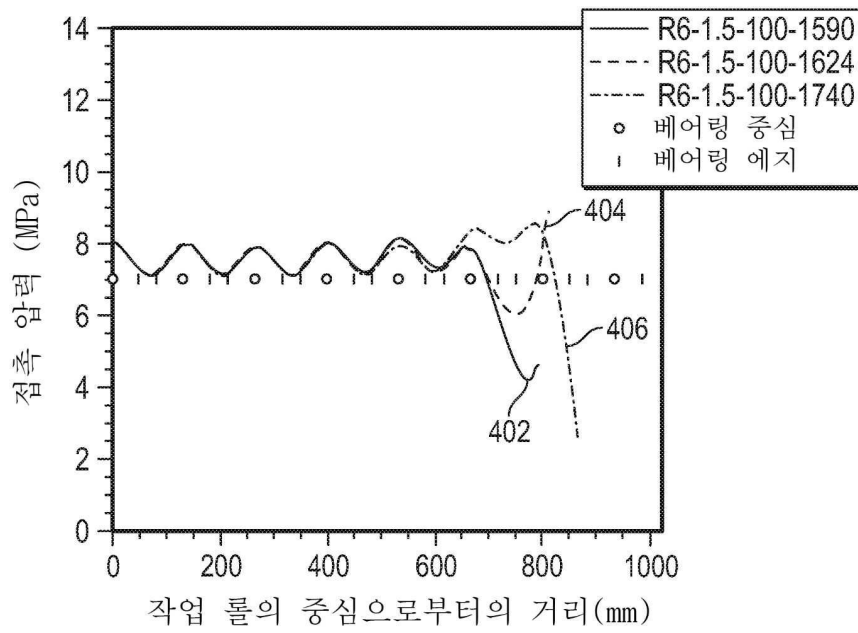
도면3



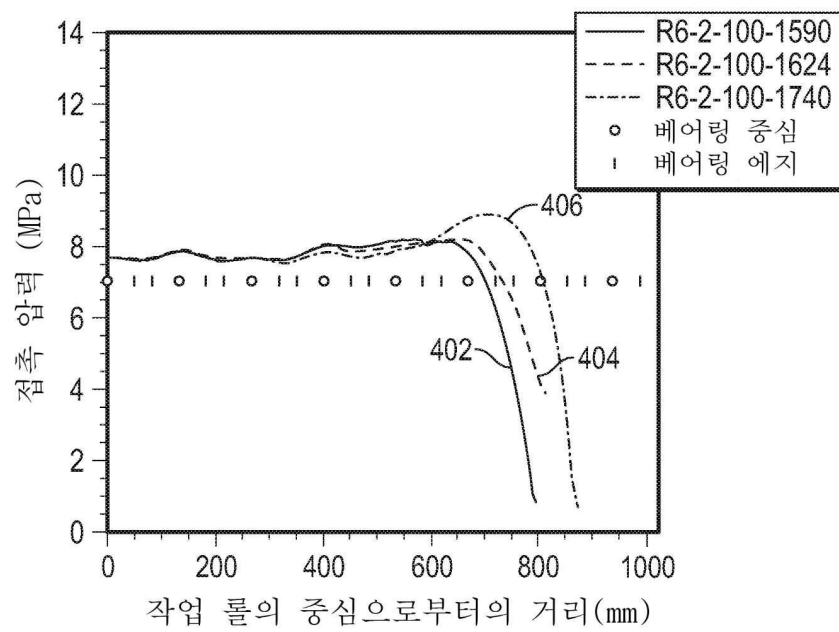
도면4



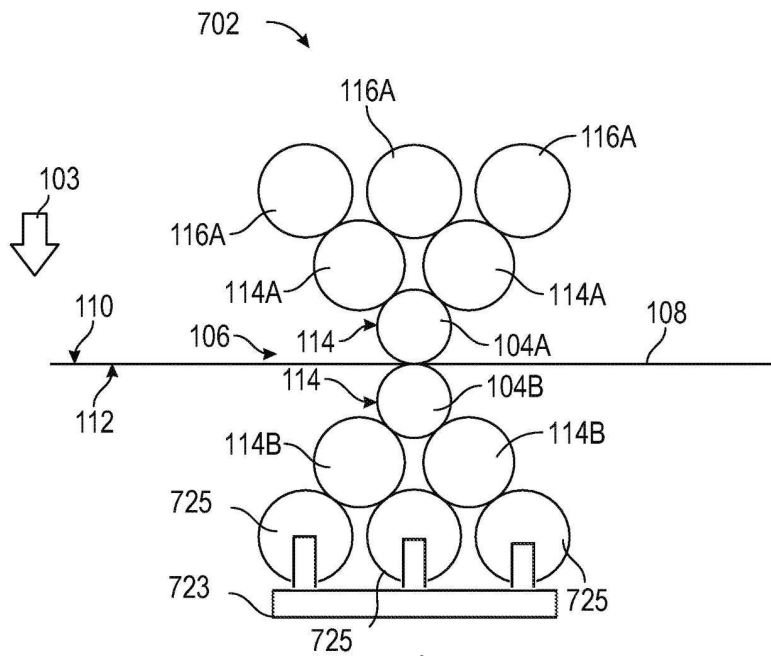
도면5



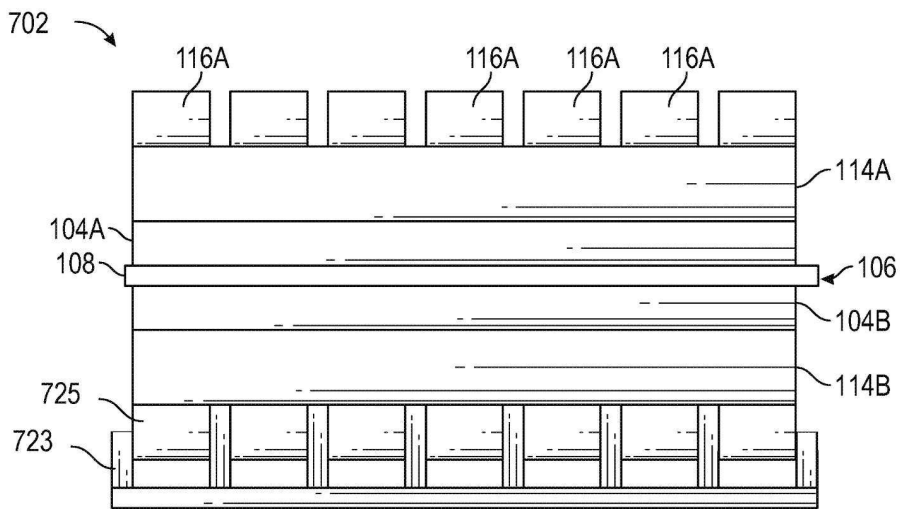
도면6



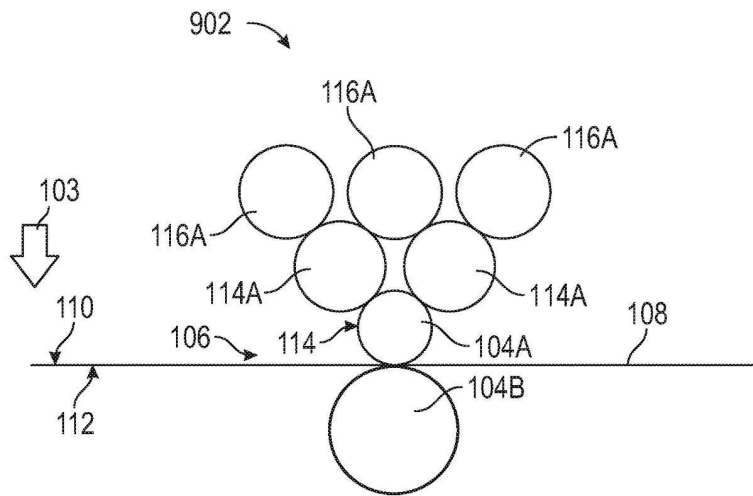
도면7



도면8



도면9



도면10

