



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월26일
(11) 등록번호 10-1689565
(24) 등록일자 2016년12월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21J 15/02 (2006.01) B21J 15/04 (2006.01)
B21J 15/26 (2006.01) B23K 20/12 (2006.01)
F16D 27/112 (2006.01) F16D 63/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21J 15/027 (2013.01)
B21J 15/043 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7003899
(22) 출원일자(국제) 2013년07월12일
심사청구일자 2015년02월13일
(85) 번역문제출일자 2015년02월13일
(65) 공개번호 10-2015-0036616
(43) 공개일자 2015년04월07일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2013/051875
(87) 국제공개번호 WO 2014/009753
국제공개일자 2014년01월16일
(30) 우선권주장
1212538.1 2012년07월13일 영국(GB)
1215341.7 2012년08월29일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
JP03189042 A*
KR1020110112209 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
헨롭 리미티드
영국 시에이치5 2엔엑스 플랜트서 디싸이드 인터
스트리얼 파크 존 2 세컨드 애버뉴
(72) 발명자
블래킷 스튜어트 에드먼드
오스트레일리아 4520 퀸즐랜드 클로스번우즈로드
28
고스틸라 우제이에치
오스트레일리아 4300 퀸즐랜드 카미라튜더스트리
트 4
(74) 대리인
김남식, 이인행

전체 청구항 수 : 총 23 항

심사관 : 김선락

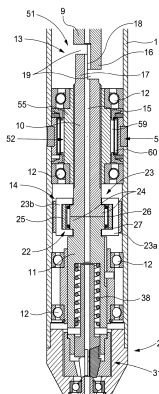
(54) 발명의 명칭 블라인드 리벳 장치 및 방법들

(57) 요약

블라인드 리벳 장치(1)는, 모터(3) 및 블라인드 리벳의 맨드릴을 잡기 위한 클램프(31)를 포함하고, 상기 클램프는 실질적으로 상기 맨드릴의 축을 따라서 이동 가능하다. 상기 장치는, 체결되면 모터(3)의 회전 운동을 클램프(31)에 전달하도록 구성된 제1 트랜스미션(51); 및 체결되면 상기 모터(3)의 회전 운동을 클램프(31)의 선형

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



운동으로 변환함으로써 상기 맨드릴을 당기게 클램프(31)를 후퇴시키도록 구성된 제2 트랜스미션(52)를 더 포함한다. 트랜스미션 제어 장치는, 제1 및 제2 트랜스미션들(51, 52) 중 적어도 하나의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성되고, 상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 브레이크 또는 클러치(58)를 포함한다. 블라인드 리벳 방법들 및 블라인드 리벳 장치의 다른 부분들이 또한 개시된다.

(52) CPC특허분류

B21J 15/26 (2013.01)

B23K 20/125 (2013.01)

F16D 27/112 (2013.01)

F16D 63/008 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

모터;

블라인드 리벳의 맨드릴에 회전 연결되도록(rotationally engage) 구성된 맨드릴 구동기(mandrel driver);

상기 블라인드 리벳의 몸체에 회전 연결되도록 구성된 몸체 구동기(body driver);

체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 맨드릴 구동기에 전달하도록 구성된 제1 트랜스미션;

체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 몸체 구동기에 전달하도록 구성된 제2 트랜스미션; 및

상기 제1 및 제2 트랜스미션들 중 적어도 하나의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성되고, 상기 맨드릴 구동기 및 상기 몸체 구동기의 상대 회전을 제어하는 트랜스미션 제어 장치;

를 포함하는, 블라인드 리벳 장치.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 모두의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 29

제 27 항 또는 제 28 항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 체결 정도를 상기 트랜스미션의 작동 가능한 범위 내의 어떠한 체결 정도든 선택적으로 조정하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 30

제 27 항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는, 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이에서, 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 31

제 27 항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 맨드릴 구동기와 상기 몸체 구동기를 직접적으로 또는 간접적으로 회전 연결함으로써 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 32

제 27 항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 클러치를 포함하는, 블라인드 리벳 장치.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 가변 영향 클러치는, 상기 클러치에 의해 회전 연결될 구성 요소들 사이의 공간(cavity)에 수용된 일정량의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동적(electro-rheological) 유체를 포함하고,

상기 클러치는, 상기 유체의 점성을 변화시키기 위해 상기 일정량의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동적(electro-rheological) 유체에 전기장 또는 자기장을 선택적으로 인가하도록 구성된 전기장 또는 자기장 발생기를 더 포함하는, 블라인드 리벳 장치.

청구항 34

제 32항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 가변 영향 클러치에 의하여 허용된 슬립(slip)의 양을 제어함으로써 상기 제2 트랜스미션의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 35

제 27 항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 브레이크 시스템을 포함하는, 블라인드 리벳 장치.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 가변 영향 브레이크 시스템은, 회전 가능하게 고정된 구성 요소와 회전 가능한 구성 요소 사이의 공간(cavity)에 수용된 일정량의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동(electro-rheological) 유체를 포

함하고,

상기 가변 영향 브레이크 시스템은, 상기 유체의 점성을 변화시키기 위해 상기 일정량의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동(electro-rheological) 유체에 전기장 또는 자기장을 선택적으로 인가하도록 구성된 전기장 또는 자기장 발생기를 더 포함하는, 블라인드 리벳 장치.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 가변 영향 브레이크 시스템에 의하여 허용된 슬립(slip)의 양을 제어함으로써 상기 제2 트랜스미션의 상기 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 38

제 27 항에 있어서,

상기 블라인드 리벳 장치는, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 상기 블라인드 리벳 장치의 성능을 모니터링하도록 구성된 제어부를 더 포함하는, 블라인드 리벳 장치.

청구항 39

제 27 항에 있어서,

상기 블라인드 리벳 장치는, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 상기 블라인드 리벳 장치의 상태 또는 동적 성능에 대한 피드백을 수집하고, 상기 블라인드 리벳 장치의 상기 상태 또는 상기 동적 성능에 대한 실시간 조정을 계산하거나 및/또는 실행하도록 구성된 제어부를 더 포함하는, 블라인드 리벳 장치.

청구항 40

삭제

청구항 41

제 27 항에 있어서,

체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 몸체 구동기의 선형 운동으로 변환하도록 구성된 제3 트랜스미션을 더 포함하고,

상기 트랜스미션 제어 장치는 또한 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 42

제 41 항에 있어서,

상기 제3 트랜스미션은, 상기 모터에 연결된 제1 나사 부재 및 상기 몸체 구동기에 연결된 제2 나사 부재를 포함하고,

상기 제2 나사 부재에 대한 상기 제1 나사 부재의 회전을 상기 제2 나사 부재의 선형 운동으로 변환하기 위하여, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 나사들이 직접적으로 또는 간접적으로 서로 작용하도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 43

블라인드 리벳의 맨드릴을 맨드릴 구동기에 회전 연결(rotationally engaging)하고, 상기 블라인드 리벳의 몸체를 몸체 구동기에 회전 연결하는 단계;

상기 리벳을 가공대상체에 접촉시키는 단계;

제1 트랜스미션의 작용 하에서 상기 맨드릴 구동기를 회전시키는 단계로서, 상기 제1 트랜스미션은, 체결되면, 모터의 회전 운동을 상기 맨드릴 구동기에 전달하는, 상기 단계;

제2 트랜스미션의 작용 하에서 상기 몸체 구동기를 상기 맨드릴 구동기와 일체로(in unison) 회전시키는 단계로서, 상기 제2 트랜스미션은, 체결되면, 상기 모터의 회전 운동을 상기 몸체 구동기에 전달하는, 상기 단계;

상기 블라인드 리벳을 상기 가공대상체 내로 삽입(driving)하는 단계; 및

상기 맨드릴 구동기 및 상기 몸체 구동기의 상대 회전을 제공함으로써 상기 블라인드 리벳의 상기 맨드릴을 상기 몸체에 대해 회전시키고 상기 리벳을 엮짓시키는 단계

를 포함하고,

상기 맨드릴 구동기 및 상기 몸체 구동기의 상기 상대 회전은 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 중 적어도 하나의 체결 정도를 선택적으로 조정하는 트랜스미션 제어 장치에 의하여 제공되는, 블라인드 리벳 방법.

청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 트랜스미션들 모두의 체결 정도는, 상기 트랜스미션 제어 장치에 의하여 선택적으로 조정되는, 블라인드 리벳 방법.

청구항 45

제 43 항 또는 제 44 항에 있어서,

상기 맨드릴 구동기 및 몸체 구동기는, 하기 시점(a), 시점(b) 및 시점(c) 중 적어도 한 시점에 일체로(in unison) 회전되는, 블라인드 리벳 방법.

- (a) 상기 블라인드 리벳이 상기 가공대상체에 접촉하기 전
- (b) 상기 블라인드 리벳이 상기 가공대상체에 접촉함과 동시에
- (c) 상기 블라인드 리벳이 상기 가공대상체에 접촉한 후.

청구항 46

제 43 항에 있어서,

상기 블라인드 리벳 방법에 사용되는 장치의 성능은, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 제어부에 의하여 모니터링되는, 블라인드 리벳 방법.

청구항 47

제 43 항에 있어서,

상기 블라인드 리벳 방법에 사용되는 장치의 상태 또는 동적 성능에 대한 피드백은, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 제어부에 의하여 수집되고,

상기 제어부는 상기 장치의 상기 상태 또는 상기 동적 성능에 대한 실시간 조정을 계산하거나 및/또는 실행하는, 블라인드 리벳 방법.

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

제품을 제조하는 방법으로서,

상기 방법은 제 27 항의 장치를 이용하여 가공대상체의 둘 또는 그 이상의 층들을 함께 고정하는(fastening) 단계를 포함하는 방법.

청구항 52

제 51 항에 있어서,

상기 제품은 차량인, 방법.

청구항 53

제 42 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 나사 부재들의 상기 나사들은, 그들 사이의 마찰 저항을 통하여 상기 제1 및 제2 나사 부재들을 회전 연결함으로써 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도를 감소시키도록 구성되고,

상기 나사들은, 상기 나사들의 축 방향 하중의 변화에 대응하여 발생된 마찰 저항의 정도(degree)를 변화시키도록 구성된, 블라인드 리벳 장치.

청구항 54

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 블라인드 리벳 장치 및 방법들에 관련된다.

배경 기술

[0002] 마찰 교반 점 용접은 가공대상체의 둘 또는 그 이상의 금속 층들을 함께 점 접합(spot-joining)하는 방법이다. 단부에 솔더 프로브(shouldered probe)를 가지는 원통형 펀치가, 접합될 층들 내로 회전하면서 삽입(driven)된다. 상기 프로브와 가공대상체 층들 간의 슬라이딩 마찰은 상기 층들을 용융시키지 않으면서 연화 및 가소화시키고(plasticise), 상기 프로브의 회전은 상기 물질을 이동시키고 상기 두 개의 층들의 가소화된 부분을 혼합시킨다. 상기 펀치가 후퇴되고 상기 가공대상체가 냉각되면, 혼합된 가소화된 부분이 경화되어 상기 두 개의 층들 사이에 용접부를 형성한다.

[0003] 최근에, 마찰 교반 메커니즘을 통한 물질의 연화는 블라인드 리벳과 관련하여 사용되어 왔다. 리벳을 위한 구멍을 미리 형성하지 않고, 상기 리벳을 가공 대생체 내로 회전 및 삽입시켜, 물질을 마찰 교반 연화시킨다. 이어서, 상기 리벳은 상기 가공대상체를 관통하고, 상기 물질이 냉각되면 상기 리벳은 일반적인 방식으로 업셋(upset) 된다.

[0004] 상술한 바와 같은 마찰 교반 연화를 사용하는 현재의 점 접합 기계들 및 방법들은, 블라인드 리벳 또는 용접 펀치의 요구되는 회전을 제공하는 적어도 하나의 액추에이터(모터)를 사용한다. 문제되는 공정에 따라, 상기 펀치의 단부(tip)를 가공대상체 내로 삽입하거나 블라인드 리벳의 맨드릴을 당겨서 그것을 업셋(upset)하는 데 필요한 운동을 일으키도록 제2 액추에이터가 사용된다. 두 개의 액추에이터들의 사용은 장치의 비용을 증가시킬 뿐만 아니라 장치의 크기와 무게를 현저하게 증가시킨다. 추가되는 무게는, 일부의 로봇 암이 상기 장치를 들어 올리는데 필요한 힘을 유지할 수 없으므로, 상기 장치가 장착되는 로봇 암들의 선택을 제한할 수 있고, 추가되는 크기는 장치가 작은 공간에 진입하는 것을 방해할 수 있다. 또한, 두 개의 액추에이터들의 사용은 장치의 수명 및/또는 유지 비용에 또한 나쁜 영향을 미칠 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 상술한 단점들의 적어도 하나를 제거하거나 완화하기 위한 것이고, 및/또는 개선된 또는 대안적인(alternative) 마찰 교반 블라인드 리벳 장치 또는 마찰 교반 블라인드 리벳을 수행하는 개선된 또는 대안적인 방법을 제공하는 것이다

과제의 해결 수단

[0006] 본 명세서에서, "포함하는" 또는 "포함한다"는 특정한 구성 요소(들)를 포함하는 것을 의미하지 다른 것들의 존재를 배제하는 것은 아니다.

[0007] 본 명세서에 개시된 선택적인 및/또는 바람직한 특징들은 적절한 경우 특히 첨부된 청구항들에 개시된 바와 같이 개별적으로 또는 서로 조합되어 사용될 수 있다. 본 명세서에서 개시된 본 발명의 각각의 측면들에 대한 선택적인 및/또는 바람직한 특징들은, 적절한 경우, 본 발명의 다른 측면들에 적용될 수 있다.

[0008] 본 발명의 제1 측면에 따르면, 블라인드 리벳 장치가 제공된다. 상기 블라인드 리벳 장치는, 모터; 블라인드 리벳의 맨드릴(mandrel)을 잡기 위한 클램프(clamp)로서, 상기 클램프는 상기 맨드릴의 축을 따라서 이동 가능한, 상기 클램프; 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 클램프에 전달하도록 구성된 제1 트랜스미션(transmission); 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 클램프의 선형 운동으로 변환함으로써 상기 맨드릴을 당기게 상기 클램프를 후퇴시키도록 구성된 제2 트랜스미션; 및 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 중 적어도 하나의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성되고, 가변 영향 브레이크 또는 클러치를 포함하는 트랜스미션 제어 장치(transmission control apparatus);를 포함한다.

[0009] 상기 리벳의 회전 운동 및 상기 클램프의 선형 운동을 함께 제공할 수 있는 단일 모터를 가지는 상기 장치는, 많은 장점들을 가지고 있다. 단일 모터와 결합하는 것은 두 개의 모터들을 가지는 동급의 장치에 비하여 상기 장치를 저렴할 뿐만 아니라 가볍고 크기가 작게 할 수 있다. 감소된 무게는 더 가볍게 만들어지고 덜 강력한 로봇 암들 또는 다른 형태의 자동화기기(automation)를 사용할 수 있게 하고, 이에 따라 그 자체가 더 저렴하고 가볍고/가볍거나 크기가 작아질 수 있다. 크기가 더 작은 장치는 좁은 공간에 들어갈 수 있는 장점도 있을 수 있다. 또한, 단일 모터를 포함하는 상기 장치는 수명을 증가시키거나 단순하게 하고 및/또는 장치의 유지 비용을 감소시킬 수 있다. 또한, 단일 모터의 사용은 장치의 제어를 단순화하는 장점을 가질 수 있다. 예를 들어, 장치가 컴퓨터로 제어되는 경우에는, 제어 알고리즘은 다수의 개별 모터들을 제어해야 하는 경우와 비교하여 크기 및/또는 복잡성이 감소될 수 있다. 이는, 다수의 모터들의 작용들을 조화시켜야(co-ordinate) 하는 상황(예를 들어, 그들의 속도를 빠르게 하거나 느리게 하는 것과 관련하여, 또는 한 모터의 작용이 다른 모터에 가해지는 하중을 변화시키는 경우)에서 특히 유용할 수 있다.

[0010] 의심할 여지를 제거하기 위하여, 블라인드 리벳의 맨드릴의 축은 그것의 길이 방향의 축, 즉 길이 방향의 중심선이다.

[0011] 상기 용어 '가변 영향' 클러치 또는 브레이크 시스템은, 상기 브레이크 또는 클러치가 허용하는 슬립의 양이 상기 브레이크 또는 클러치를 얼마나 세게 작동시키는지에 따라서 변화할 수 있는 클러치 또는 브레이크 시스템으로 해석되어야 한다. 다시 말하면, 그것이 가하는 제동력 또는 체결력(braking or coupling force)이 단순히 온/오프(on/off)보다 넓은 정도로 제어될 수 있다. 그러나, 가변 영향 클러치 또는 브레이크 시스템은, 그것이 두 개의 다른 수준의 슬립만을 허용할 수 있도록(슬립을 전혀 허용하지 않거나 슬립을 전혀 제한하지 않는 것과 같음) 트랜스미션 제어 장치에 의하여 제어될 수 있다. 또한, 상기 가변 영향 클러치 또는 브레이크는 상기 트랜스미션 제어 장치에 의하여 블라인드 리벳 공정(blind-riveting operation) (예를 들어, 하기에 설명한 바와 같음) 내내 단일한 값으로 미리 설정될 수 있다.

[0012] 상기 트랜스미션 제어 장치는 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 모두의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될

수 있고, 및/또는 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 상기 체결 정도를 상기 트랜스미션의 상기 작동 가능한 범위 내의 어떠한 체결 정도로든 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있고, 및/또는 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이에서 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 트랜스미션은, 상기 모터에 연결된 제1 나사 부재 및 상기 클램프에 연결된 제2 나사 부재를 포함하고, 상기 제2 나사 부재에 대한 상기 제1 나사 부재의 회전을 상기 제2 나사 부재의 선형 운동으로 변환하기 위하여, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 나사들(threads)은 직접적으로 또는 간접적으로 서로 작용하도록 구성된다.

[0014] 상술한 실시예에 있어서, 상기 트랜스미션 제어 장치는, 제1 및 제2 나사 부재들 사이의 상대 회전을 제한하도록 그것들을 회전 연결함으로써 상기 제1 트랜스미션을 체결하도록 구성되고, 또한, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 상대 회전이 발생하도록 상기 제2 나사 부재의 회전을 제한함으로써 상기 제2 트랜스미션을 체결하도록 구성될 수 있다.

[0015] 본 명세서에서 부재들의 회전 연결(rotational coupling)은 한 부재의 회전이 다른 부재의 회전을 일으키는 것을 지칭한다. 두 개의 회전 연결된 부재들은 동일한 방향 및/또는 동일한 각속도로 회전하거나 회전하지 않을 수 있다.

[0016] 상기 트랜스미션 제어 장치는 일 방향 클러치 및/또는 가변 영향 브레이크 시스템을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 가변 영향 브레이크 시스템은, 회전 가능하게 고정된(rotationally fixed) 구성 요소와 회전 가능한 구성 요소 사이의 공간(cavity)에 수용된 일정량의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동(electro-rheological) 유체를 포함할 수 있고, 상기 가변 영향 브레이크 시스템은, 상기 유체의 점성을 변화시키기 위해, 상기 일정량의 유체에 전기장 또는 자기장을 선택적으로 인가하도록 구성된 전기장 또는 자기장 발생기(generator)를 더 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 가변 영향 브레이크 시스템에 의하여 허용된 슬립(slip)의 양을 제어함으로써, 상기 제2 트랜스미션의 상기 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다.

[0018] 상기 장치는, 상기 블라인드 리벳에 체결되도록(engage with) 구성된 노즈편(nose piece)을 더 포함할 수 있고, 상기 클램프는, 상기 노즈를 회전 구동(rotationally driving)함으로써 상기 리벳을 회전시키도록 구성될 수 있다.

[0019] 상기 장치는 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 상기 장치의 성능을 모니터링하도록 구성된 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0020] 상기 장치는, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 상기 장치의 상태 또는 동적 성능에 대한 피드백(feedback)을 수집하고 상기 장치의 상기 상태 또는 상기 동적 성능에 대한 실시간 조정을 계산하거나 및/또는 실행하도록 구성된 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0021] 삭제

- [0022] 상기 장치의 상기 제1 트랜스미션은, 상기 제2 트랜스미션의 상기 구성 요소들을 모두 포함할 수 있다. 이는 상기 제1 트랜스미션이 상기 제2 트랜스미션의 구성 요소들 모두, 또는 그것의 기능에 거의 또는 전혀 영향이 없는 하나 또는 그 이상의 구성 요소들을 제외한 상기 제2 트랜스미션의 모든 구성 요소들을 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 대안적으로, 상기 제2 트랜스미션은 상기 제1 트랜스미션의 모든 구성 요소들을 포함할 수 있다. 다른 대안적인 경우에서, 어느 트랜스미션도 다른 것의 모든 상기 구성 요소들을 포함하지 않을 수 있다.
- [0023] 상기 제1 트랜스미션 및 상기 제2 트랜스미션은 동일한 개체일 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 있어서, 상기 블라인드 리벳 장치는, 상기 블라인드 리벳의 몸체를 지지하도록 구성된 노즈 팁(nose tip); 및 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 적어도 상기 노즈 팁의 선형 운동으로 변환하도록 구성된 제3 트랜스미션;을 더 포함할 수 있고, 상기 트랜스미션 제어 장치는 상기 트랜스미션 제어 장치는 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도를 또한 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다. 상기 노즈팁은 상술한 노즈편(nose piece)의 형상을 가지거나 가지지 않을 수 있다.
- [0025] 상술한 실시예에 있어서, 상기 제2 트랜스미션은 상기 제3 트랜스미션 내에 포함될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 상기 제2 트랜스미션 및 상기 제3 트랜스미션은 실질적으로 동일한 개체일 수 있다.
- [0026] 상기 제2 트랜스미션과 관련하여 본 명세서에 개시된 선택적인 특징들은 상기 제3 트랜스미션에 적용될 수 있고, 그 역도 성립한다(vice versa).
- [0027] 상술한 실시예에 있어서, 상기 제3 트랜스미션은, 상기 모터에 연결된 제1 나사 부재 및 상기 노즈 팁에 연결된 제2 나사 부재를 포함할 수 있고, 상기 제2 나사 부재에 대한 상기 제1 나사 부재의 회전을 상기 제2 나사 부재의 선형 운동으로 변환하기 위하여, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 나사들이 직접적으로 또는 간접적으로 서로 작용하도록 구성될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 제2 측면에 따르면, 블라인드 리벳 방법이 제공된다. 상기 블라인드 리벳 방법은, 블라인드 리벳의 맨드릴을 클램프에 고정하는(securing) 단계로서, 상기 클램프는 실질적으로 상기 맨드릴의 축을 따라 이동 가능한, 상기 단계; 상기 리벳을 가공대상체(workpiece)에 접촉시키는 단계; 제1 트랜스미션의 작용 하에서 상기 리벳을 회전시키는 단계로서, 상기 제1 트랜스미션은, 체결되면, 모터의 회전 운동을 상기 리벳에 전달하는, 상기 단계; 상기 리벳을 상기 가공대상체 내로 삽입(driving)하는 단계; 및 제2 트랜스미션의 작용 하에서 상기 클램프를 후퇴시키는 단계로서, 상기 제2 트랜스미션은, 체결되면, 모터의 회전 운동을 상기 클램프의 선형 운동으로 변환함으로써 상기 맨드릴을 당기고 상기 리벳을 업셋시키는, 상기 단계;를 포함하고, 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 중 적어도 하나의 체결 정도는, 가변 영향 브레이크 또는 가변 영향 클러치의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성된 트랜스미션 제어 장치에 의하여 선택적으로 조정될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 상기 제1 측면에 관련되어 상술한 상기 장점들에 추가하여, 본 발명의 상기 제2 측면의 방법은 추가 개선을 제공할 수 있다. 예를 들어, 종래의 블라인드 리벳 방법에 요구되는 사전 천공(pre-drilling) 필요를 약하게 함으로써 얻어지는 시간 절약뿐만 아니라, 마찰열을 통하여 상기 가공대상체를 연화시키도록 상기 리벳을 회전시키는 것은, 경제적으로 사전 천공되기에는 너무 단단하거나 너무 부스러지기 쉬운 가공대상체 재료들에 블라인드 리벳을 사용할 수 있게 한다. 또한, 상기 리벳의 일부분 또는 전부는 마찰열에 의하여 또한 연화될 수 있다. 이에 따라, 상온에서 업셋되기에는 너무 단단하거나 부스러지기 쉬운 재료로 이루어진 리벳들이 사용될 수 있다. 이러한 리벳 재료의 선택에서 유연성이 이렇게 크기 때문에 강도, 가벼움 또는 부식 저항과 같은 리벳의 다른 특성들을 더 완전히 최적화할 수 있다.
- [0030] 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 모두의 상기 체결 정도는, 상기 트랜스미션 제어 장치에 의하여 선택적으로 조정

될 수 있다.

- [0031] 상기 블라인드 리벳은, 상기 가공대상체에 접촉하기 전에, 및/또는 접촉함과 동시에, 및/또는 접촉한 후에, 회전될 수 있다.
- [0032] 상기 클램프는, 노즈편(nose piece)을 회전 구동(rotationally driving)함으로써 상기 블라인드 리벳을 회전시키고, 상기 노즈편은 상기 블라인드 리벳을 회전 구동시킬 수 있다.
- [0033] 상기 방법에 사용되는 장치의 성능은, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 제어부에 의하여 모니터링될 수 있다.
- [0034] 상기 방법에 사용되는 장치의 상태 또는 동적 성능에 대한 피드백은, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 제어부에 의하여 수집되고, 상기 제어부는 상기 장치의 상기 상태 또는 상기 동적 성능에 대한 실시간 조정을 계산하거나 및/또는 실행할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 제3 측면에 따르면, 블라인드 리벳 장치가 제공된다. 상기 블라인드 리벳 장치는, 모터; 블라인드 리벳의 맨드릴에 회전 연결되도록 구성된 맨드릴 구동기(mandrel driver); 상기 블라인드 리벳의 몸체에 회전 연결되도록 구성된 몸체 구동기(body driver); 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 맨드릴 구동기에 전달하도록 구성된 제1 트랜스미션; 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 몸체 구동기에 전달하도록 구성된 제2 트랜스미션; 및 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 중 적어도 하나의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성되고, 상기 맨드릴 구동기 및 상기 몸체 구동기의 상대 회전을 제어하는 트랜스미션 제어 장치;를 포함한다.
- [0036] 본 발명의 상기 제3 측면은 본 발명의 상기 제1 측면과 관련하여 설명된 하나 또는 그 이상의 장점들을 제공할 수 있다. 추가적으로, 회전력 및 회전 운동들(rotational forces and motions)만을 인가하는 장치는 그것이 큰 축 방향 힘들(high axial forces)을 받는 것을 피할 수 있고 이에 따라 더 작고, 더 가볍고, 더 저렴하고, 및/또는 잦은 유지 관리가 필요하지 않을 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 상기 모터로부터의 회전 운동을 상기 맨드릴의 선형 운동으로 변환하는 메커니즘을 내부에 포함할 필요가 없으므로, 상기 장치는 기계적으로 단순할 수 있고, 이에 따라 더 작고, 더 가볍고, 더 저렴하고, 및/또는 잦은 유지 관리가 필요하지 않을 수 있다.
- [0037] 상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 모두의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있고, 및/또는 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 상기 체결 정도를 상기 트랜스미션의 상기 작동 가능한 범위 내의 어떠한 체결 정도로든 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있고, 및/또는 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이에서, 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 상기 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다.
- [0038] 상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 맨드릴 구동기와 상기 몸체 구동기를 직접적으로 또는 간접적으로 회전 연결함으로써 상기 트랜스미션 또는 트랜스미션들의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다.
- [0039] 상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 클러치를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 가변 영향 클러치는, 상기 클러치에 의해 회전 연결될 구성 요소들 사이의 공간(cavity)에 수용된 일정량

의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동적(electro-rheological) 유체를 포함할 수 있고, 상기 클러치는, 상기 유체의 점성을 변화시키기 위해 상기 일정량의 유체에 전기장 또는 자기장을 선택적으로 인가하도록 구성된 전기장 또는 자기장 발생기를 더 포함할 수 있다.

[0041] 상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 가변 영향 클러치에 의하여 허용된 슬립(slip)의 양을 제어함으로써 상기 제2 트랜스미션의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다.

[0042] 상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 브레이크 시스템을 포함할 수 있다.

[0043] 상기 가변 영향 브레이크 시스템은, 회전 가능하게 고정된 구성 요소와 회전 가능한 구성 요소 사이의 공간(cavity)에 수용된 일정량의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동(electro-rheological) 유체를 포함할 수 있고, 상기 가변 영향 브레이크 시스템은, 상기 유체의 점성을 변화시키기 위해 상기 일정량의 유체에 전기장 또는 자기장을 선택적으로 인가하도록 구성된 전기장 또는 자기장 발생기를 더 포함할 수 있다.

[0044] 상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 가변 영향 브레이크 시스템에 의하여 허용된 슬립(slip)의 양을 제어함으로써 상기 제2 트랜스미션의 상기 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다.

[0045] 상기 장치는, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 상기 장치의 성능을 모니터링하도록 구성된 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0046] 상기 장치는, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 상기 장치의 상태 또는 동적 성능에 대한 피드백을 수집하고, 상기 장치의 상기 상태 또는 상기 동적 성능에 대한 실시간 조정을 계산하거나 및/또는 실행하도록 구성된 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0047] 상기 장치는, 어떠한 합리적인(reasonable) 공정 프로파일에도 필요할 수 있는 상기 힘/운동 타이밍들(force/motion timings)을 수용할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0048] 상기 장치는, 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 몸체 구동기의 선형 운동으로 변환하도록 구성된 제3 트랜스미션을 더 포함하고, 상기 트랜스미션 제어 장치는 또한 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도를 선택적으로 조정하도록 구성될 수 있다. 상기 제3 트랜스미션은, 상기 모터에 연결된 제1 나사 부재 및 상기 몸체 구동기에 연결된 제2 나사 부재를 포함할 수 있고, 상기 제2 나사 부재에 대한 상기 제1 나사 부재의 회전을 상기 제2 나사 부재의 선형 운동으로 변환하기 위하여, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 나사들이 직접적으로 또는 간접적으로 서로 작용하도록 구성될 수 있다.

[0049] 본 발명의 제4 측면에 따르면, 블라인드 리벳 방법이 제공된다. 상기 블라인드 리벳 방법은, 블라인드 리벳의 맨드릴을 맨드릴 구동기에 회전 연결(rotationally engaging)하고, 상기 블라인드 리벳의 몸체를 몸체 구동기에 회전 연결하는 단계; 상기 리벳을 가공대상체에 접촉시키는 단계; 제1 트랜스미션의 작용 하에서 상기 맨드릴 구동기를 회전시키는 단계로서, 상기 제1 트랜스미션은, 체결되면, 모터의 회전 운동을 상기 맨드릴 구동기에 전달하는, 상기 단계; 제2 트랜스미션의 작용 하에서 상기 몸체 구동기를 상기 맨드릴 구동기와 일체로(in unison) 회전시키는 단계로서, 상기 제2 트랜스미션은, 체결되면, 상기 모터의 회전 운동을 상기 몸체 구동기에 전달하는, 상기 단계; 상기 블라인드 리벳을 상기 가공대상체 내로 삽입(driving)하는 단계; 및 상기 맨드릴 구동기 및 상기 몸체 구동기의 상대 회전을 제공함으로써 상기 블라인드 리벳의 상기 맨드릴을 상기 몸체에 대해 회전시키고 상기 리벳을 엮어시키는 단계를 포함하고, 상기 맨드릴 구동기 및 상기 몸체 구동기의 상기 상대 회

전은 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 중 적어도 하나의 체결 정도를 선택적으로 조정하는 트랜스미션 제어 장치에 의하여 제공할 수 있다.

[0050] 본 발명의 상기 제4 측면은 본 발명의 상기 제2 또는 제3 측면들에 관련되어 설명된 하나 또는 그 이상의 상기 장점들을 제공할 수 있다.

[0051] 상기 제1 및 제2 트랜스미션들 모두의 상기 체결 정도는, 상기 트랜스미션 제어 장치에 의하여 선택적으로 조정될 수 있다.

[0052] 상기 맨드릴 구동기 및 몸체 구동기는, 상기 블라인드 리벳이 상기 가공대상체에 접촉하기 전에, 및/또는 접촉함과 동시에, 및/또는 접촉한 후에, 일체로(in unison) 회전될 수 있다.

[0053] 상기 블라인드 리벳 방법에 사용되는 장치의 성능은, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 제어부에 의하여 모니터링될 수 있다.

[0054] 상기 블라인드 리벳 방법에 사용되는 장치의 상태 또는 동적 성능에 대한 피드백은, 하나 또는 그 이상의 센서들을 통하여 제어부에 의하여 수집되고, 상기 제어부는 상기 장치의 상기 상태 또는 상기 동적 성능에 대한 실시간 조정을 계산하거나 및/또는 실행할 수 있다.

[0055] 본 발명의 상술한 측면들에 있어서, 트랜스미션은 제1 및 제2 나사 부재들을 포함하고, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 상기 나사들은, 그들 사이의 마찰 저항을 통하여 상기 제1 및 제2 나사 부재들을 회전 연결함으로써 상기 트랜스미션의 체결 정도를 감소시키도록 구성되고, 상기 나사들은, 상기 나사들의 축 방향 하중의 변화에 대응하여 발생된 마찰 저항의 정도(degree)를 변화시키도록 구성될 수 있다.

[0056] 일 실시예에 있어서, 상기 장치는, 상기 나사 부재들 중 하나 또는 둘 다의 상기 나사들에 하중을 인가하도록 구성된 탄성(resilient) 부재 및/또는 상기 제2 나사 부재의 축 방향 운동에 저항하고 상기 제1 및 제2 나사 부재들 중 하나 또는 둘 다의 상기 나사들에 하중을 인가하도록 구성된 선형 브레이크(linear brake)를 더 포함할 수 있다.

[0057] 제1 및 제2 나사 부재들을 포함하는 모든 트랜스미션에 있어서, 상기 트랜스미션은, 상기 제1 및 제2 나사 부재들 모두에 각각 나사 연결된 하나 또는 그 이상의 중간 나사 부재들(intermediate threaded members)을 더 포함할 수 있고, 상기 제1 및 제2 나사 부재들은 상기 하나 또는 그 이상의 중간 나사 부재들을 통하여 서로 작용되도록 구성된다. 이러한 배열에 있어서, 상기 나사 부재들 중 하나 또는 둘 다의 나사들에 하중을 인가하도록 구성된 탄성 부재는 상기 중간 나사 부재들에 직접적으로 또는 간접적으로 작용할 수 있다. 상기 탄성 부재는 상기 제1 및/또는 제2 나사 부재들에 대하여 축 방향으로, 상기 제1 또는 제2 나사 부재를 향하여 반경 방향으로, 또는 어떤 적합한 방향으로든, 상기 중간 나사 부재들을 밀어냄으로써 상기 나사들에 하중을 인가하도록 구성될 수 있다.

[0058] 본 발명의 제5 측면에 따르면, 제품을 제조하는 방법이 제공되고, 상기 방법은, 본 발명의 상기 제1 및/또는 제3 측면들의 상기 장치를 이용하여 가공대상체의 둘 또는 그 이상의 층들을 함께 고정하는 단계를 포함한다.

[0059] 본 발명의 제6 측면에 따르면, 제품이 제공되고, 상기 제품은 본 발명의 상기 제1 및/또는 제3 측면들의 장치를 이용하여 및/또는 본 발명의 상기 제2, 제4 및/또는 제5 측면들의 방법을 이용하여 함께 고정된 둘 또는 그 이상의 층들로 이루어진 가공대상체를 포함한다.

[0060] 본 발명의 상기 제5 및 제6 측면들과 관련하여, 상기 제품은 운송수단(모터사이클, 자동차, 밴(van), 화물트럭(lorry) 또는 비행기와 같은)일 수 있다. 가공대상체의 층들의 예들은 차량의 새시(chassis), 열/음향 차단 패널들 및 차체(bodywork) 패널을 포함할 수 있다.

[0061] 상술되고 예시된 실시예들은 한정적인 것이 아니라 예시적인 성격으로 간주되어야 하며, 단지 바람직한 실시예들이 개시되고 설명되었으며, 청구항들에 정의된 바와 같은 본 발명의 범위 내에 속하는 모든 변화와 변형이 보호되기를 요구됨을 이해하여야 한다. 상세한 설명에서 "바람직하다", "바람직하게는", "바람직한" 또는 "더 바람직한"과 같은 단어의 사용이 그렇게 표현된 특징이 바람직하다는 것을 암시하지 필수적이라는 것을 의미하지 않을 수 있으며, 이러한 특징을 갖지 않는 실시예들도 첨부된 청구항에서 정의된 본 발명의 범위 내에 있다고 간주될 수 있음을 이해하여야 한다. 청구항들과 관련하여, 단수로서("a," "an,"), "적어도 하나의," 또는 "적어도 하나의 부분"과 같은 용어들은 한 특징에 선행하도록 사용된 것이지 청구항들에서 구체적으로 반대 의미로 개시되지 않은 한 그러한 하나의 특징으로 청구항을 한정하려는 의도는 없다. "적어도 일부" 및/또는 "부분"과 같은 용어가 사용되는 경우에, 구체적으로 반대 의미로 개시되지 않은 한 그것은 부분 및/또는 전체를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0062] 본 발명은 개선된 또는 대안적인(alternative) 마찰 교반 블라인드 리벳 장치 또는 마찰 교반 블라인드 리벳을 수행하는 개선된 또는 대안적인 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0063] 본 발명의 구체적인 실시예들을, 단지 예시를 위해 첨부된 도면들을 참조하여 설명하기로 한다.

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예의 장치의 절개 측면도이다.

도 3은 제1 실시예의 일 방향 마찰 클러치의 기본 레이아웃을 도시하는 예시적인 도면이다.

도 4는 제1 실시예의 노즈(nose)의 확대된 절개 측면도이다.

도 5는 제1 실시예에 따른 방법에서의 단계들의 절개 측면도들로서, 블라인드 리벳 및 가공대상체만을 도시한다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예의 장치의 절개 측면도이다.

도 7은 본 발명의 제3 실시예의 장치의 절개 측면도이다.

도 8은 '자기 업셋(self-upsetting)' 블라인드 리벳의 절개 측면도이다.

도 9는 본 발명의 제4 실시예의 장치의 절개 측면도이다.

도 10은 본 발명의 제5 실시예의 장치의 절개 측면도이다.

도 11은 제5 실시예의 비제한 커플링(non-restraining coupling)의 부분 단면 측면도이다.

도 12는 본 발명의 제6 실시예의 장치의 절개 측면도이다.

도 13은 본 발명의 사용에 적합한 롤러 스크류 메커니즘의 절개 측면도이다.

도 14는 본 발명의 사용에 적합한 다른 롤러 스크류 메커니즘의 사시도이다.

도 15는 본 발명의 제6 실시예의 변형예의 절개 측면도이다.

도 16은 상기 제6 실시예의 변형예의 일부분의 절개 측면도이다.

도 17은 본 발명의 상기 제3 실시예의 변형예의 절개 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0064] 도면들을 참조하면, 도 1은 본 발명의 제1 실시예의 블라인드(blind) 리벳 장치의 레이아웃(layout)을 도시한다. 상기 제1 실시예는 본 발명의 제1 및 제2 측면들의 실시예이다. 상기 장치는, 로봇 암(robotic arm) (미도시)의 단부에 설치되고 노즈(nose)(2)까지 이어지는 하우징(1)을 포함한다. 노즈(2)로부터 먼 쪽의 하우징(1) 단부에는, 풀리들(pulleys)(4) 및 구동 벨트(5)에 의하여 상기 하우징 내의 상기 구성 요소들과 연결된 모터(3)가 있다.
- [0065] 도 2는 하우징(1)을 관통하는 단면도이다. 상기 장치는 구동 샤프트(drive shaft)(9), 중간 샤프트(intermediate shaft)(10) 및 말단 샤프트(distal shaft)(11)를 포함한다. 상기 세 개의 샤프트들(9, 10, 11)은 동축으로(coaxially) 배열되고 베어링들(12) 내에서 회전할 수 있다. 중간 샤프트(10) 및 말단 샤프트(11)는 축 방향으로 움직일 수 있으나, 풀리들(미도시)을 통하여 모터(미도시)에 의해 구동되는 구동 샤프트(9)는 축 방향으로 고정된다. 도 2는 중간 및 말단 샤프트들(10, 11)이 축 방향 이동의 말단 한계 지점(distal limit)에 있는 것(즉, 상기 장치가 도시된 방향으로 위치할 때 최하단 위치)을 도시한다. 중간 샤프트(10)는 비제한 커플링(non-restraining coupling)(13)에 의하여 구동 샤프트(9)에 연결되고, 제한 커플링(restraining coupling)(14)에 의하여 말단 샤프트(11)에 연결된다. 중앙 구멍(bore)(15)은 상기 세 개의 샤프트들(9, 10, 11) 및 상기 두 개의 커플링들(13, 14)에 제공되는데, 이를 통하여 전에 삽입된(previously driven) 블라인드 리벳들(미도시)의 맨드릴들의 분리된 부분들이 노즈(2)로부터 이동할 수 있다. 중앙 구멍(15)은, 상기 분리된 맨드릴 부분들이 제거되기 전에 저장되는 수집통(collection bin)(미도시)까지 이어진다.
- [0066] 상기 비제한 커플링(13)은 구동 샤프트(9)와 중간 샤프트(10)로부터 연장된 서로 맞물리는 축 방향 돌출부들(axial projections)을 포함한다. 상기 제1 실시예의 상기 장치에 있어서, 상기 구동 샤프트(9)는 단일 축 방향 돌출부(16)를 가지고 중간 샤프트(10) 또한 단일 축 방향 돌출부(17)를 가진다. 각각의 축 방향 돌출부(16, 17)는 반원형(semicircular) 프리즘의 형상을 가진다. 상기 돌출부들의 평평한 쪽들은 서로 접촉하고 커플링 접촉부(coupling interface)(18)를 정의한다. 각 샤프트(9, 10)와 다른 샤프트의 돌출부(16, 17)의 말단부 사이에는 축 방향 간극(19)이 존재한다. 필요한 경우, 이 간극은, 중간 샤프트(10)가 구동 샤프트(9)를 향하여 축 방향으로 움직일 수 있게 한다(하기에 설명함).
- [0067] 상기 제한 커플링(14)은 일 방향 클러치(22) 및 제한(restraint) 하우징(23)을 포함한다. 제한 하우징(23)은 중간 샤프트(10)와 말단 샤프트(11)의 상대 회전을 허용하나 상기 샤프트들의 단부들 상의 반경 방향 플랜지(flange)들(24) 위에 있으므로 상기 샤프트들이 실질적으로 축 방향으로 분리되는 것을 방지한다. 제한 하우징(23)은, 원형 밴드(25)에 의하여 함께 클램프된 두 개의 대각선 방향으로 대향하는 절반들(23a, 23b)을 포함한다. 제한 커플링(14)은 축 방향으로 움직일 수 있으므로, 중간 및 말단 샤프트들(10, 11)이 분리되는 것이 방지되는 반면, 그것들이 축 방향으로 함께 움직이는 것이 방지되지는 않는다. 일 방향 클러치(22)는 중간 샤프트(10)를 양쪽 방향으로 회전시킬 수 있도록 구성되지만, 상기 중간 샤프트가 한 쪽 방향으로 회전되면 상기 중간 샤프트의 운동을 말단 샤프트(11)로 전달할 뿐이다. 명확함을 위하여, 이하의 설명에서, 말단 샤프트(11)로 전달되는 방향으로의 중간 샤프트(10)의 회전은 '앞으로(전방으로(forwards))'로 지칭되고, 그 반대 방향은 '뒤로(후방으로(backwards))'로 지칭될 것이다.
- [0068] 도 3은 일 방향 클러치(22)의 단순화된 단면도를 도시한다. 중간 샤프트(10)는, 그 자체가 회전 가능한 클러치 하우징(28) 내에 고정되는, 컵(27) 내에 수용된다. 컵(27) 내측에는 많은 볼러들(26)을 가지는 케이지(cage) (미도시)가 있고, 각 볼러는 상기 컵의 경사부(ramped portion)(29)에 인접하여 위치한다. 각 볼러(26)는 또한, 상기 볼러가 상기 중간 샤프트(10)에 접촉할 때까지(즉, 상기 컵의 외측 가장자리로부터 가장 먼 경사(ramp)의 단부까지), 대응하는 경사부(29)를 따라 상기 볼러를 편향시키는(biases) 스프링(30)에 연결된다. 도 3이 컵(27)에 부착된 스프링들(30)을 도시하지만, 다른 실시예들에서는 상기 스프링들(30)은 상기 케이지(미도시)에 부착되거나 그와 일체형(integral) 수 있다. 도 3의 시계방향과 상응하여, 샤프트(10)가 앞으로 회전하면, 상기 샤프트는 볼러들(26)을 경사부들(29)을 따라 더 위로 굴린다. 이에 따라 볼러들(26)이 중간 샤프트(10)와 컵(27) 사이에 꼭 끼게 되므로, 상기 샤프트가 회전을 계속함에 따라 상기 컵은 상기 볼러들을 통하여 상기 샤프트에 의하여 구동되고 유사하게 회전한다. 추가적으로, 중간 샤프트(10)의 작용 하에서 볼러들(26)이

경사부들(29)을 올라감에 따라, 그들은 또한 말단 샤프트(11)(이는 또한 도 2에 도시된 바와 같이 상기 롤러들 사이의 공간으로 돌출함)와 구동 체결(driving engagement)된다. 따라서 중간 샤프트(10)가 회전함에 따라 롤러들(26), 컵(27), 하우징(28) 및 말단 샤프트(11) 모두가 유사하게 회전한다.

[0069] 중간 샤프트(10)가 뒤로 회전하면(도 3에서 반시계방향임), 롤러들(26)은 스프링들(30)의 편향을 거슬러 경사들(ramps)(29)을 굴러 내려온다. 이에 따라, 컵(27)과 하우징(28)이 회전하지 않은 상태에서, 롤러들(26)에 의하여 가볍게 지지된 채로, 중간 샤프트(10)가 '자유 회전(freewheel)'할 수 있다. 추가적으로, 롤러들(26)이 중간 샤프트(10)의 작용 하에서 경사들(29)을 내려옴에 따라, 그것들은 또한 말단 샤프트(11)로부터 멀어진다. 따라서 말단 샤프트(11)는 회전하게 되지 않는다.

[0070] 이제 도 4를 참조하면, 상기 도구(tool)의 노즈(nose) 내의 구성 요소들이 더 상세하게 도시되어 있다. 말단 샤프트(11)는, 상기 블라인드 리벳을 업셋(upset)하도록 맨드릴의 축을 따라서 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)을 당기도록 구성된, 클램프(clamp)(31)에 회전 가능하되 축 방향으로 고정된다. 클램프(31)는 클램프 블록(33) 내에 수용된 복수의 조들(jaws)(32)을 포함한다. 클램프 블록(33)은, 절두원추형(frustro-conical) 클램프 폐쇄면(clamp closing surface)(34)을 포함하는데, 클램프 폐쇄면(34)은, 조들(32)에 대한 클램프 블록의 축 방향의 후진 운동(구동 샤프트(9)를 향함)으로 인해 상기 클램프 폐쇄면이, 상기 조들이 서로를 향하도록 캠 운동(cam)하게 배치된다. 또한, 말단 샤프트(11)는, 상기 말단 샤프트의 캐비티 내에서 축 방향으로 슬라이딩 가능하고 해제 스프링(release spring)(38)에 의하여 조들(32)을 향하여 편향되는, 클램프 해제 블록(clamp release block)(37)을 포함한다. 클램프 해제 블록(37)은 클램프 개방면(clamp opening surface)(39)을 포함하는데, 클램프 개방면(39)은, 조들(32)에 대한 상기 클램프 해제 블록의 축 방향의 전진 운동(구동 샤프트(9)로부터 멀어짐)으로 인해 상기 클램프 개방면이, 상기 조들이 서로 멀어지도록 캠 운동하게 배치된다. 또한, 중앙 구멍(15)은 클램프 해제 블록(37)을 통하여 연장된다.

[0071] 상기 장치의 노즈(2)의 단부에는, 축 방향으로 고정되되 자유롭게 회전 가능한 노즈 편(nose piece)(40)이 있다. 노즈 편(40)은, 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)이 조들(32)에 삽입될 수 있게 하는 중앙 구멍(41), 및 리벳 몸체(47)의 헤드(46)를 지지하는 헤드 체결면(head engagement surface)(45)을 포함한다. 또한, 노즈 편(40)은 베어링(12)에 의하여 지지된다.

[0072]

[0073] 도 2를 다시 참조하면, 상기 제1 실시예의 상기 장치의 제1 트랜스미션(transmission)(51)은, 트랜스미션 제어 장치(transmission control apparatus)에 의하여 상기 제1 트랜스미션이 체결될 때 상기 모터의 회전 운동을 상기 클램프에 전달함으로써 클램프(31)를(따라서 조들(jaws)에 고정된 블라인드 리벳(43)도) 회전시킬 수 있도록 구성된다. 제1 트랜스미션(51)은 구동 샤프트(9), 비제한 커플링(non-restraining coupling)(13), 중간 샤프트(10) 및 말단 샤프트(11)를 포함한다. 클램프(31)를 회전시키기 위해, 구동 샤프트(9) 및 중간 샤프트(10)(비제한 커플링(13)에 의하여 이미 회전 가능하게 체결됨)는 말단 샤프트(11)에 회전 가능하게 체결되어 상기 구동 샤프트의 회전이 상기 클램프를 회전시킨다. 의심할 여지를 제거하기 위하여, 회전 가능하게 체결된 두 개의 물체는, 그들 중 한 물체의 회전이 다른 물체가 회전하도록 구동하는 방식으로 체결된 물체들을 지칭한다. 이러한 구동 관계가 양 방향에 적용될 필요는 없다 (즉, 제1 물체의 회전이 제2 물체가 회전하도록 구동한다면, 상기 제2 물체의 회전이 상기 제1 물체가 회전하도록 구동할 필요는 없다).

[0074] 본 실시예의 상기 장치의 제2 트랜스미션(52)은, 상기 모터의 회전 운동을 상기 클램프의 선형 운동으로 변환함으로써 클램프(31)를 축 방향으로(즉, 상기 맨드릴(42)의 축이기도 한, 상기 입력, 중간 및 말단 샤프트들(9, 10, 11)의 축을 따라) 움직이게 할 수 있도록 구성된다. 제2 트랜스미션(52)은, 리드 스크류 메커니즘(lead screw mechanism)을 형성하도록 서로 나사 체결된(threadedly engaged) 중간 샤프트(10) 및 너트(nut)(55)를 포함한다. 중간 샤프트(10) 및 너트(55)의 나사들은, 상기 중간 샤프트가 상기 너트에 대하여 회전할 때 그것의 회전 운동에 추가하여 상기 중간 샤프트의 축 방향 운동을 발생시키도록 서로 직접적으로 서로 작용하게 구성된다. 상기 제1 실시예의 제2 트랜스미션(52)은, 상기 회전 운동에 추가하여 선형 운동을 제공함으로써 중간 샤프트(10)의 회전 운동을 클램프(31)의 선형 운동으로 변환한다. 이에 따라, 중간 샤프트(10)의 회전 운동은

제2 트랜스미션(52)의 체결 정도에 의하여 변화하지 않는다.

- [0075] 상기 너트는 가변 영향 브레이크 시스템(variable-influence brake system)(58) 내에 수용된다. 가변 영향 브레이크 시스템(58)은, 회전하는 구성 요소, 이 경우 너트(55), 주위에 배치된 회전 가능하게 고정된 브레이크 패드들(59)의 어레이를 포함한다. 브레이크 패드들(59)의 상기 너트로부터 먼 쪽에는 공기나 기름과 같은 유체가 유입될 수 있는 유체 포트(미도시)를 구비한 신축성 블래더(bladder)(60)가 있다. 블래더(60)에 유체가 유입되면 블래더가 확장됨으로써 브레이크 패드들(59)이 너트(55)에 마찰 연결(frictional engagement)되게 한다.
- [0076] 상기 제1 실시예의 트랜스미션 제어 장치는 일 방향 클러치(22) 및 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 포함한다. 클램프(31)의 회전 운동은 상기 일 방향 클러치(22)를 통하여 제어되고 상기 클램프의 선형 운동은 상기 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 통하여 제어된다. 하기에 설명하는 바와 같이, 가변 영향 브레이크 시스템(58) 및 일 방향 클러치(22)를 통하여, 상기 트랜스미션 제어 장치는 제1 및 제2 트랜스미션들(51, 52)의 체결 정도를 선택적으로 조정할 수 있다.
- [0077] 중간 샤프트(10)가 전방으로 회전하면(상기 모터가 회전하고 이에 따라 구동 샤프트(9)가 전진함) 일 방향 클러치(22)를 통하여 중간 샤프트(10)와 말단 샤프트(11)를 회전 가능하게 체결함으로써 제1 트랜스미션(51)이 체결된다. 클램프(31)는 말단 샤프트(11)에 회전 가능하게 고정되므로, 중간 샤프트(10)의 회전은 클램프(31)의 회전을 일으킨다.
- [0078] 중간 샤프트(10)의 회전 방향을 제어함으로써 (상기 모터의 회전 방향을 제어함), 제1 트랜스미션(51)의 체결 정도는 선택적으로 변화될 수 있다. 일 방향 클러치(22)에 의하여 허용되는 슬립(slip)의 양(따라서 제1 트랜스미션(51)의 체결 정도)은 슬립이 전혀 허용되지 않는 경우와 슬립이 전혀 제한되지 않는 경우 사이에서만 변화될 수 있다. 중간 샤프트(10)가 전방으로 회전하면 클러치(22)는 슬립을 허용하지 않으므로, 상기 제1 트랜스미션은 완전히 체결되고 클램프(31)는 중간 샤프트(10)와 동일한 속도로 회전한다. 중간 샤프트(10)가 후방으로 회전하면 클러치(22)는 슬립을 전혀 제한하지 않으므로, 상기 제1 트랜스미션은 완전히 해제되고 클램프(31)는 전혀 회전하지 않는다.
- [0079] 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 작동하면 너트(55)의 회전이 제한됨으로써 제2 트랜스미션(52)가 체결된다. 이에 따라 너트(55)와 중간 샤프트(10) 사이에 상대적인 회전이 일어나고, 이는 상기 중간 샤프트의 선형 운동을 일으킨다. 상술한 바와 같이, 말단 샤프트(11) 및 제한 커플링(14)을 통하여 클램프(31)가 중간 샤프트(10)에 축 방향으로 고정된다. 이에 따라, 중간 샤프트(10)의 선형 운동은 클램프(31)의 선형 운동을 일으킨다. 상기 선형 운동의 방향은 너트(55) 및 중간 샤프트(10)의 나사들의 방향에 의존한다(이러한 구성 요소들의 상대적인 회전의 방향임). 본 실시예에 있어서, 해제 스프링(38)은, 중간 샤프트(10)에 대하여 상대적으로 회전을 야기하는 너트(55)의 회전 관성(rotational inertia)(또는 이의 결핍)에 의하여 발생하는 말단 샤프트(11)의 의도하지 않는 축 방향 운동에 저항한다. 예를 들어, 해제 스프링(38)의 작용이 없으면, 중간 샤프트(10)는 회전을 시작하고 너트(55)는 가속되지 않았을 때 의도하지 않는 축 방향 운동이 발생할 수 있다.
- [0080] 블래더(60) 내에 유체의 양을 제어함에 의하여, 브레이크 패드들(59)을 너트(55)에 사이에 허용되는 슬립의 양을 제어하고 나아가 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도를 제어하기 위해, 브레이크 패드들(59)을 너트(55)에 대하여 가압하는 힘은 선택적으로 변화될 수 있다. 브레이크 시스템(58)에 의하여 허용되는 슬립의 양(나아가 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도)은 슬립이 전혀 허용되지 않는 경우로부터 슬립이 전혀 제한되지 않는 경우까지 변화할 수 있고, 또는 그 사이의 어느 곳일 수 있다. 슬립이 전혀 허용되지 않으면, 제2 트랜스미션(52)는 완전히 체결되고, 중간 샤프트(10)의 일 회전은 상기 나사들의 리드(lead)와 동일한 거리 만큼 그 것을 축 방향으로 움직이게 한다. 슬립이 전혀 제한되지 않으면, 상기 제2 트랜스미션은 완전히 해제되고, 너트(55)와 중간 샤프트(10) 사이에 상대적인 회전이 없으므로, 상기 중간 샤프트는 축 방향으로 움직이지 않는다.

- [0081] 상기 제1 실시예의 방법을 설명하기로 한다. 이 방법은 상술한 장치를 사용하고, 및 상응하는 참조 부호들이 사용되지만, 다른 방법들은 상기 제1 실시예의 범위 밖의 장치를 사용할 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0082] 상술한 바와 같이, 상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 브레이크 시스템(58) 및 일 방향 클러치(22)를 통하여 제1 및 제2 트랜스미션들(51, 52)의 체결 정도를 선택적으로 조정한다. 상기 트랜스미션 제어 장치는 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이의 어느 상태로든 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도를 조정할 수 있고, 제1 트랜스미션(51)의 체결 정도를 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이에서만 조정할 수 있다.
- [0083] 도 5는 상기 제1 실시예의 방법을 도 5a 내지 도 5e에 도시된 단계들로 도시하되, 리벳(43) 및 가공대상체(63)만을 도시한다. 도 2 및 도 4와 함께 도 5a를 참조하면, 가공대상체(63) 내로 블라인드 리벳(43)을 삽입하기 위해, 하기에 설명하는 바와 같이 리벳의 맨드릴(42)은 클램프(31) 내에 장착된다. 가공대상체(63)는 노즈(2) 및 블라인드 리벳(43)의 앞에 위치하는데, 이후 이들은 맨드릴(42)의 벌브(bulb)(49)가 상기 가공대상체에 접촉할 때까지 로봇 암(arm)에 의하여 또는 별도의 액츄에이터(미도시)에 의하여, 전체 장치와 함께 전진한다.
- [0084] 브레이크 패드들(59)이 너트(55)의 운동을 제한하지 않도록 신축성 블래더(60)로부터 유체를 배출함으로써 상기 트랜스미션 제어 장치의 가변 영향 브레이크 시스템(58)은 제한되지 않은 슬립을 허용한다. 이에 따라, 제2 트랜스미션(52)는 완전히 해제되므로 상기 모터의 회전은 클램프(31)의 축 방향 운동을 발생시키지 않는다. 이어서, 상기 모터가 구동되어(energised) 구동 샤프트(9)를 전방으로 회전시킨다(상술한 바와 같음). 구동 샤프트(9)의 상기 회전은 비제한 커플링(13)을 통하여 중간 샤프트(10)에 전달된다. 중간 샤프트(10)가 전방으로 회전함에 따라, 이 회전은 상기 트랜스미션 제어 장치의 일 방향 클러치(22)에 의하여 말단 샤프트(11)에 전달되고, 이에 따라 제1 트랜스미션(51)은 완전히 체결된다. 말단 샤프트(11)의 회전은 클램프(31)를 회전시키고, 이어서 블라인드 리벳(43)을 회전시킨다(도 5b에 도시됨). 블라인드 리벳(43)과 가공대상체(63) 사이의 슬라이딩 마찰에 의하여 발생한 열은 상기 리벳 주위에서 상기 가공대상체를 가열하고 연화한다.
- [0085] 블라인드 리벳(43)이 회전을 계속함에 따라, 상기 로봇 암 또는 별도의 액츄에이터는 상기 장치를 더 전진시킴으로써(도 5c에 도시됨), 리벳(43)의 헤드(46)가 상기 가공대상체의 표면에 접촉할 때까지 리벳(43)을 상기 가공대상체(63)에 삽입한다(driving). 이것은 도 5d에 도시되어 있다. 이어서, 상기 모터가 정지되어 리벳(43)은 더 이상 회전하지 않으며, 필요에 따라 가공대상체(63)는 냉각된다.
- [0086] 블라인드 리벳(43)을 업셋(upset)하도록, 가변 영향 브레이크 조립체(58)는, 제2 트랜스미션(52)에 완전히 체결되도록, 완전히 체결된다. 이어서, 상기 모터는 구동 샤프트(9)를 후방으로 회전시키도록 구동된다. 구동 샤프트(9)의 회전은 비제한 커플링(13)을 통하여 중간 샤프트(10)에 전달된다. 중간 샤프트(10)가 후방으로 회전함에 따라, 이 회전은 일 방향 클러치(22)에 의하여 말단 샤프트(11)에 전달되지 않는다. 이에 따라, 상기 제1 트랜스미션은 상기 트랜스미션 제어 장치에 의하여 완전히 해제된다. 제2 트랜스미션(52)가 체결된 경우 상기 중간 샤프트의 후방으로의 회전이 상기 중간 샤프트를 구동 샤프트(9)를 향해 이동시키도록(비제한 커플링(13) 내의 간극들(gaps)(19)의 크기를 줄임), 중간 샤프트(10) 및 너트(55)의 나사들이 구성된다. 중간 샤프트(10)의 축 방향 운동은 제한 하우징(23)을 통하여 말단 샤프트(11)에 전달된다. 이에 따라, 말단 샤프트(11)(와 그에 따라 클램프(31))는 구동 샤프트(9)를 향하여 움직인다. 클램프 블록(33)이 구동 샤프트(9)를 향하여 움직이면, 클램프 폐쇄면(34)은 조들(jaws)(32)이 폐쇄되도록 캠 운동함으로써(cams the jaws 32 together), 이들이 맨드릴(mandrel)을 강하게 둘러싸게 한다(tightening them around the mandrel). 이에 따라, 상기 맨드릴은 그의 축을 따라서 구동 샤프트(9)를 향하여 클램프(31)와 함께 이동한다. 맨드릴(42)이 구동 샤프트(9)를 향하여 당겨지는 동안, 상기 블라인드 리벳의 몸체(47)는 노즈편(nose piece)(40)의 헤드 체결면(head engagement surface)(45)에 의하여 축 방향으로 제한된다. 블라인드 리벳(43)의 몸체(47)가 정지되어 있는 동안 맨드릴(42)을 축 방향으로 당기면, 상기 맨드릴의 벌브(49)가 상기 블라인드 리벳의 헤드(46)를 향하여 움직

이게 됨으로써, 리벳 몸체(47)를 뒤틀리게 하고 상기 리벳을 업셋한다(도 5e에 도시됨).

[0087] 블라인드 리벳(43)이 업셋된 후 클램프(31)가 맨드릴(42)을 계속 당김에 따라, 상기 맨드릴은 그 장력에 따라 파괴된다(도 5f에 도시됨). 이에 따라 접합 공정이 완료되고, 이어서 상기 장치는, 다른 블라인드 리벳(43)이 장착될 수 있도록, 상기 로봇 암 또는 별도의 액추에이터에 의하여 가공대상체(63)로부터 멀어진다.

[0088] 도 2 및 도 4를 다시 참조하면, 후속 블라인드 리벳(43)을 장착하려면, 클램프(31)는, 제2 트랜스미션(52)이 체결된 상태로 중간 샤프트(10)를 전방으로 회전시킴으로써 구동 샤프트(9)로부터 다시 멀어진다. 구동 샤프트(9)로부터 멀어지게 클램프(31)를 이동하는 것은 조들(jaws)(32)을 노즈편(40)에 접촉하게 하고, 이에 따라 상기 조들은 클램프 폐쇄면(34)으로부터 해제된다(release). 이어서, 상기 조들은 클램프 해제 블록(37)의 클램프 개방면(39)의 캠 운동에 의하여 개방된다(cammed open). 조들(32)이 개방됨에 따라, 새 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)이 상기 노즈편의 구멍(41)을 통하여 그들 사이에 삽입될 수 있다. 새로 삽입된 맨드릴(42)은, 상기 수집통(collection bin)(미도시)를 향하여 중앙 구멍(48)을 따라서 이전(previous) 리벳의 분리된(detached) 맨드릴 부분(미도시)을 가압한다. 가변 영향 브레이크 시스템(58)이 체결된 상태로 중간 샤프트(10)를 전방으로 회전하면 클램프(31)를 구동 샤프트(9)를 향하여 후진된다. 이에 따라, 클램프 폐쇄면(34)은 조들(32)을 다시 폐쇄함으로써(moves the jaws 32 together again), 맨드릴(42)을 클램프(31) 내에 장착하고 상기 장착 공정을 완료한다.

[0089] 도 6은 본 발명의 제2 실시예의 장치를 도시한다. 상기 제2 실시예는 본 발명의 상기 제1 및 제2 측면들의 다른 실시예이다. 상기 제1 실시예의 상기 장치와 마찬가지로, 본 실시예의 상기 장치는 구동 샤프트(6), 비제한 커플링(13), 가변 영향 브레이크 시스템(58)에 의하여 작용되도록(acted on) 배치된 너트(55), 및 클램프 폐쇄면(34)을 가진 클램프 블록(33)과 조들(32)을 포함하는 클램프(31)를 가진다. 또한, 상기 제2 실시예의 상기 장치는 클램프 개방면(39)을 가지는 클램프 해제 블록(37), 상기 클램프 해제 블록에 작용하도록 배치된 해제 스프링(38), 베어링들(12) 및 상기 제1 실시예와 마찬가지로 중앙 구멍(15)을 가진다. 상기 제2 실시예의 상기 장치는 또한 로봇 암(미도시)에 장착된다. 상술한 특징들 및 그들의 기능에 관한 설명은 본 실시예와 관련하여서 반복하지 않는다.

[0090] 본 실시예에 있어서 중간 샤프트 또는 제한 커플링이 없다. 이를 대신하여, 말단 샤프트(11)는 클램프(31)로부터 구동 샤프트(9)까지 내내 연장되고, 너트(55)와 나사 연결되고 비제한 커플링(13)에 의하여 상기 구동 샤프트와 연결되는 것은 말단 샤프트이다. 추가적으로, 상기 장치는, 구동 샤프트(9)를 향하여 클램프(31)(또한 이에 따라 말단 샤프트(11)도)를 편향시키도록 구성된, 버퍼(buffer) 스프링(65)을 포함한다. 버퍼 스프링(65)은 스러스트(thrust) 베어링(66)을 통하여 클램프 블록(33)에 작용한다.

[0091] 상기 제1 실시예와 마찬가지로, 상기 제2 실시예의 제1 트랜스미션(51)은, 트랜스미션 제어 장치에 의하여 상기 제1 트랜스미션이 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 클램프에 전달함으로써 클램프(31)(와 그에 따라 블라인드 리벳(43))를 회전시킬 수 있도록 구성된다. 상기 제2 실시예의 제1 트랜스미션(51)은 구동 샤프트(9), 비제한 커플링(13) 및 말단 샤프트(11)를 포함한다. 본 실시예에 있어서, 제1 트랜스미션(51)은 영구적으로 완전히 체결되고, 따라서 클램프(31)는 상기 모터에 영구적으로 회전 가능하게 체결된다.

[0092] 본 실시예의 제2 트랜스미션(52)은, 상기 제1 실시예와 유사하게, 상기 모터의 회전 운동을 상기 클램프의 선형 운동으로 변환함으로써 클램프(31)를 선형적으로 움직일 수 있도록 구성된다. 제2 트랜스미션(52)은, 서로 나사 연결되어 리드(lead) 스크류 메커니즘을 형성하는, 말단 샤프트(11) 및 너트(55)를 포함한다. 말단 샤프트(11) 및 너트(55)의 나사들은, 상기 중간 샤프트가 상기 너트에 대하여 회전할 때, 그것의 회전 운동에 추가하여 상기 중간 샤프트의 축 방향 운동을 발생시키도록 서로 직접적으로 작용하게 구성된다. 상기 제2 실시예의 제2 트랜스미션(52)은, 상기 샤프트의 상기 회전 운동을 감소시키지 않은 채, 선형 운동을 추가로 제공한다.

이에 따라, 말단 샤프트(11)의 회전 운동은 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도에 의해 변화되지 않는다.

[0093] 본 실시예의 상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 클램프의 선형 운동을 제어하도록 구성된 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 포함한다. 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 통하여, 상기 트랜스미션 제어 장치는 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도를 완전히 해제된 상태(fully disengaged)(즉, 상기 제2 트랜스미션이 영향을 주지 않고 상기 클램프가 축 방향으로 이동하지 않음) 및 완전히 체결된 상태(fully engaged)(즉, 상기 말단 샤프트가 회전할 때마다 그것이 상기 나사의 리드(lead)와 동일한 거리만큼 축 방향으로으로 이동함) 사이의 어느 정도로든 선택적으로 조정할 수 있다.

[0094] 상기 제2 실시예에 있어서, 클램프(31)의 조들(jaws)(32)은 이동되어 노즈편(nose piece)(40)과 구동 가능하게 체결될 수 있다. 이것은 조들(32)이 노즈편(40)을 회전시키도록 허용한다. 노즈편(40)의 헤드 체결면(45)과 블라인드 리벳(43)의 헤드(46)에 서로 맞물려 구동 가능하게 체결되는 특징들(interlocking driving engagement features)(미도시)을 제공함으로써, 상기 블라인드 리벳은 클램프(31)에 의하여 회전 구동하여 상기 노즈편을 통과할 수 있다. 상기 제2 실시예의 구동 가능하게 체결되는 특징들(driving engagement features)은, 리벳(43)의 헤드(46)에 있는 상보적인 직경 방향 리지들(complementary radial ridges)과 체결되는, 노즈편(40) 상에 있는 일련의 직경 방향 그루브들(grooves)이다. 본 실시예에 있어서, 조들(32)은, 그들의 말단 한계 지점에서, 즉 리벳(43)의 맨드릴(42)을 잡지 않을 때(클램프 해제 블록(37)의 작용 하에서 개방되어 유지되므로), 노즈편(40)과 구동 가능하게 체결된다. 이에 따라, 블라인드 리벳(43)은 노즈편(40)만 통과하도록 클램프(31)에 의하여 구동된다. 그러나, 다른 실시예들에 있어서, 클램프(31)는, 리벳(43)의 상기 맨드릴을 잡고 있는 상태에서 노즈편(40)과 구동 가능하게 체결될 수 있다. 이러한 실시예들에 있어서, 상기 리벳은 클램프에 의해 직접적으로 및 간접적으로 구동되어 노즈편(40)을 통과할 수 있다. 클램프(31)는, 상기 클램프가 상기 맨드릴을 잡지 않고 있는 동안에 상기 리벳이 상기 클램프로부터 낙하하는 것을 방지하기 위해 자석(magnet) 또는 볼 디텐트(ball detent)와 같은 보유 메카니즘(retention mechanism)(미도시)을 가진다. 다른 실시예들에 있어서, 조들(32)은, 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)을 둘러싸서 폐쇄되어 유지되는 동안, 노즈편(40)과 구동 가능하게 체결될 수 있다. 이러한 실시예들에 있어서, 상기 블라인드 리벳의 맨드릴(42)과 몸체(47)는 모두 동시에 구동되어 그것을회전시킨다.

[0095] 상기 제2 실시예의 방법을 설명하기로 한다. 본 방법은 상술한 장치를 사용하고, 상응하는 참조 부호들이 사용되지만, 다른 방법들은 상기 제2 실시예의 범위 밖의 장치를 사용할 수 있음을 이해하여야 한다.

[0096] 사용에 있어서, 상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 통하여 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도를 선택적으로 조정한다. 상기 트랜스미션 제어 장치는 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도를 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이에서 어느 정도로도 조정할 수 있으나 제1 트랜스미션(51)의 체결 정도를 변화시키지 않는다. 제1 트랜스미션(51)은 내내 완전히 체결되어 있다.

[0097] 블라인드 리벳(43)을 가공대상체 내로 삽입하기 위하여, 하기에 설명한 바와 같이, 조들(32)이 개방되어 있는 상태에서 상기 리벳이 클램프(31)에 장착된다. 상기 가공대상체는 노즈(3) 및 블라인드 리벳(43)의 앞쪽에 위치하는데, 그것들은 맨드릴(42)의 벌브(49)가 상기 가공대상체에 접촉할 때까지 로봇 암이나 또는 별도의 액츄에이터(미도시)에 의하여 전진한다(상기 전체 장치와 함께).

[0098] 슬립을 전혀 제한하지 않도록 상기 트랜스미션 제어 장치의 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 완전히 해제함으로써(fully disengaging), 너트(55)는 말단 샤프트(11)와 함께 회전할 수 있는데, 이는 상대적인 회전이 발생하지 않고 선형 운동이 발생하지 않음을 의미한다. 이에 따라, 제2 트랜스미션(52)은 완전히 해제되므로 상기 모터의 회전은 클램프(31)의 축 방향 운동을 발생시키지 않는다. 이어서, 상기 모터가 구동되어 구동 샤프트(33)를 제1 방향으로 회전시킨다. 구동 샤프트(33)는 말단 샤프트(11)를 회전시키고, 이에 따라 클램프(31)가 회전된다. 클램프(31)의 조들(32)은 노즈편(40)을 회전시키고(상술한 바와 같음), 이에 따라 블라인드 리벳(43)

의 몸체(47)가 회전된다. 몸체(47)와 맨드릴(42)은, 벌브(49)가 가공대상체에 접촉할 때에도 그것들이 함께 회전하도록 보장하기 위해 스플라인(spline)들과 같은 체결 특징들(engagement features)을 가질 수 있고, 또는 상기 두 개의 구성 요소들 사이의 마찰이 이러한 목적에 충분하도록 구성될 수 있다. 회전하는 블라인드 리벳(43)과 상기 가공대상체 사이의 슬라이딩 마찰에 의해 발생한 열은 상기 리벳 주위에서 상기 가공대상체를 가열하고 연화시킨다.

[0099] 상기 너트에 대한 상기 샤프트의 상기 제1 방향으로의 회전이 구동 샤프트(9)로부터 상기 샤프트를 선형적으로 멀어지게 하도록, 말단 샤프트(11) 및 너트(55)의 나사들이 구성된다. 말단 샤프트(11)가 축 방향으로 자유롭게 움직일 수 있다면, 마찰 저항에 의해 상기 너트가 감속됨에 따라 상기 샤프트와 너트(55) 사이의 어느 정도의 상대적인 회전이 발생할 수 있다. 그러나, 구동 샤프트(9)를 향하여 말단 샤프트(11)를 편향(bias)시키는 버퍼 스프링(65)은 이 마찰 저항이 상기 말단 샤프트를 상기 말단 샤프트로부터 멀어지게 하는 것을 방지한다. 또한, 버퍼 스프링(65)의 작용은, 말단 샤프트(11)와 너트(55)의 서로에 대한 속도의 변화에 의한 관성 효과(inertial effect)에 따른, 클램프(31)의 의도하지 않은 축 방향 운동을 상쇄한다(counteracts).

[0100] 블라인드 리벳(43)이 상기 가공대상체에 접촉한 채 회전을 계속함에 따라, 상기 로봇 암 또는 별도의 액츄에이터는 상기 장치를 더 전진시킴으로써, 헤드(46)가 상기 가공대상체의 표면에 접촉할 때까지 리벳을 상기 가공대상체에 삽입한다. 이어서, 상기 모터가 정지되고 리벳(43)은 더 이상 회전하지 않으며, 필요에 따라 상기 가공대상체는 냉각될 수 있다.

[0101] 블라인드 리벳(43)을 업셋(upset)하도록, 가변 영향 브레이크 조립체(58)는, 너트(55)의 회전을 방지하도록 완전히 체결됨으로써, 제2 트랜스미션(52)에 완전히 체결된다. 이어서, 상기 모터는, 상술한 상기 제1 방향과는 반대인 제2 방향으로 구동 샤프트(9)를 회전시키도록 구동된다. 구동 샤프트(9)의 회전은 비제한 커플링(13)을 통하여 말단 샤프트(11)에 전달된다. 너트(55)에 대하여 말단 샤프트(11)가 상기 제2 방향으로 회전함에 따라 상기 말단 샤프트가, 그에 따라 클램프(31)도, 구동 샤프트(9)를 향하여 움직인다(제1 트랜스미션(51)이 항상 완전히 체결되어 있으므로, 상기 말단 샤프트가 계속 회전하는 동안).

[0102] 클램프 블록(33)이 구동 샤프트(9)를 향하여 움직임에 따라, 클램프 폐쇄면(34)은 조우들(32)이 폐쇄되도록 캠 운동함으로써, 이들이 맨드릴(43)을 강하게 둘러싸게 한다. 이에 따라, 맨드릴(42)은 클램프(31)와 함께 구동 샤프트(9)를 향하여 이동한다. 맨드릴(42)이 구동 샤프트(9)를 향하여 당겨지는 동안, 상기 블라인드 리벳의 몸체(47)는 노즈 편(40)의 헤드 체결면(45)에 의하여 축 방향으로 제한된다. 블라인드 리벳(43)의 몸체(47)가 정지되어 있는 동안 맨드릴(42)을 당기면, 상기 맨드릴의 벌브(49)가 상기 블라인드 리벳의 헤드(46)를 향하여 움직이게 됨으로써, 리벳 몸체(47)를 뒤틀리게 하고 상기 리벳을 업셋(upset)한다. 리벳(43)이 업셋된 후 클램프(31)가 맨드릴(42)을 계속 당김(및 회전시킴)에 따라, 상기 맨드릴은 그 장력에 따라 파괴된다. 이에 따라 접합 공정이 완료되고, 이어서 상기 장치는, 다른 블라인드 리벳(43)이 장착될 수 있도록, 상기 로봇 암 또는 상기 별도의 액츄에이터에 의하여 상기 가공대상체로부터 멀어진다.

[0103] 후속의 블라인드 리벳(43)을 장착하려면, 클램프(31)는, 제2 트랜스미션(52)이 체결된 상태로 말단 샤프트(11)를 상기 제1 방향으로 회전시킴으로써 구동 샤프트(9)로부터 멀어진다. 구동 샤프트(9)로부터 멀어지게 클램프(31)를 이동하는 것은 조들(32)을 노즈편(40)에 접촉하게 하고, 이에 따라 그것들이 클램프 폐쇄면(32)으로부터 해제된다(release)(상기 제1 실시예와 관련하여 설명됨). 또한, 이에 따라, 상술한 바와 같이, 조들(32)이 노즈편(40)과 구동 가능하게 체결된다. 클램프 폐쇄면(32)의 작용으로부터 해제되었으므로, 상기 조들은 클램프 해제 블록(37)의 클램프 개방면(39)의 캠 운동에 의하여 개방된다(cammed open). 조들(32)이 개방됨에 따라, 새 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)이 노즈편(40)의 구멍(41)을 통하여 그들 사이에 삽입될 수 있다. 새로 삽입된 맨드릴(42)은, 상기 수집통(collection bin)(미도시)를 향하여 중앙 구멍(15)을 따라서 이전(previous) 리벳의 분리된(detached) 맨드릴 부분(67)을 가압한다. 상기 제1 실시예에서 조들(32)이 이어서 맨드릴(42)을 둘러싸도록 폐쇄되지만, 상기 제2 실시예에서는 그것들은 개방되어 있다. 새로 삽입된 블라인드 리벳(43)은 자석 또는 볼 디텐트와 같은 보유 메카니즘(미도시)에 의하여 클램프(31)의 개방된 조우들(32) 내에 고정된다(held in

the open jaws).

- [0104] 도 7은 본 발명의 제3 실시예의 장치를 도시한다. 상기 제3 실시예는 본 발명의 상기 제1 및 제2 측면들의 다른 실시예이다. 상기 제3 실시예의 상기 장치의 상기 구조 및 기능은 특히 상기 제2 실시예와 유사하고, 이에 따라 차이점들만 설명하기로 한다.
- [0105] 상기 제3 실시예에 있어서, 구동 샤프트(9)를 말단 샤프트(11)에 연결하는 비제한 커플링이 없다. 이를 대신하여, 구동 샤프트(9)는 너트(55)를 통하여 말단 샤프트(11)에 연결된다. 너트(55)는, 구동 샤프트에 의해 구동될 수 있도록 구동 샤프트(9)에 회전 가능하되 축 방향으로 고정되고, 말단 샤프트(11)에 나사 연결된다. 상기 제2 실시예와 마찬가지로, 제2 트랜스미션(52)은, 리드 스크류 메커니즘을 형성하는, 구동 샤프트(9), 너트(55) 및 말단 샤프트(11)를 포함한다. 상기 제3 실시예의 상기 리드 스크류 메커니즘에 있어서, 너트(55)와 말단 샤프트(11)의 상대적인 회전은 상기 너트 내에서 상기 샤프트의 선형 운동으로 변환된다. 클램프(31)는, 상기 말단 샤프트에 축 방향으로 고정되므로, 말단 샤프트(11)와 선형적으로 움직이도록 구성된다.
- [0106] 상기 제3 실시예의 상기 장치의 제1 트랜스미션(51)은 구동 샤프트(9), 너트(55) 및 말단 샤프트(11)를 포함한다. 이에 따라, 제1 트랜스미션(51)은 제2 트랜스미션(52)의 모든 상기 구성 요소들을 포함하고, 특히, 상기 제1 및 제2 트랜스미션들은 동일한 개체이다. 구동 샤프트(9)에 회전 가능하게 연결된 너트(55)는, 제1 트랜스미션(51)에 연결되도록 상기 너트 및 상기 말단 샤프트의 연결된 나사들에서의 마찰을 통하여 말단 샤프트(11)에 회전 가능하게 연결될 수 있다.
- [0107] 상기 제3 실시예의 상기 트랜스미션 제어 장치는 상기 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 포함한다. 상기 제2 실시예와 같이 너트(55)에 작용하는 대신에, 본 실시예의 가변 영향 브레이크 시스템(58)은 축 방향으로 고정된 회전 슬리브(69)를 통하여 말단 샤프트(11)에 작용한다. 말단 샤프트(11)는 슬리브(69) 내에서 축 방향으로 이동할 수 있으나 그것에 회전 가능하게 연결되므로, 상기 슬리브의 슬립을 제한하는 브레이크(58)는 상기 말단 샤프트의 회전을 또한 제한한다. 브레이크(58)가 슬리브(69)의 슬립을 제한하는 경우에는, 너트(55)와 말단 샤프트(31)의 상대적인 회전이 일어난다. 이에 따라 제1 트랜스미션(51)의 체결이 약해지고(decrease) 제2 트랜스미션(52)의 체결은 강해진다(increase).
- [0108] 제1 트랜스미션(51)과 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도는 상기 트랜스미션 제어 장치의 가변 영향 브레이크 시스템(58)에 의하여 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이에서 어느 정도로도 변화할 수 있다. 제1 트랜스미션(51)의 체결 정도는 말단 샤프트(11)가 너트(55)와 함께 회전하는 정도에 의하여 결정되고, 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도는 상기 말단 샤프트와 상기 너트의 상대적인 회전의 양에 의하여 결정된다. 이에 따라 상기 제1 및 제2 트랜스미션들의 체결 정도는 반비례, 즉 한 트랜스미션이 완전히 체결되면 다른 트랜스미션은 완전히 해제되고, 한 트랜스미션이 거의 완전히 해제되면 다른 트랜스미션은 거의 완전히 체결되는 등, 한다.
- [0109] 상기 제3 실시예의 방법을 설명하기로 한다. 이러한 방법은 상술한 장치를 사용하고, 상응하는 참조 부호들이 사용되지만, 다른 방법들은 상기 제3 실시예의 범위 밖의 장치를 사용할 수 있음을 이해하여야 한다. 상술한 바와 같이, 상기 제3 실시예의 상기 장치의 상기 구조 및 기능이 특히 상기 제2 실시예와 유사하므로, 그 사용에서의 차이들에 대하여만 설명하기로 한다.
- [0110] 상기 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 통하여 제1 트랜스미션(51)의 체결 정도 및 제2 트랜스미션(52)의 체결 정도를 선택적으로 조정한다. 상기 트랜스미션 제어 장치는 트랜스미션들(51, 52) 모두의 체결 정도를, 완전히 체결된 상태 및 완전히 해제된 상태 사이의 어느 정도로도 조정할 수 있다.

- [0111] 블라인드 리벳(43)을 회전시키기 위해, 가변 영향 브레이크 시스템(58)은 말단 샤프트(11)의 슬립을 제한하지 않는다. 이에 따라 제1 트랜스미션(51)이 완전히 체결되고 제2 트랜스미션(52)이 완전히 해제된다. 이어서, 상기 모터가 구동되어 구동 샤프트(9)와 이에 따라 너트(55)를 제1 방향으로 회전시킨다(상기 제2 실시예와 관련하여 언급된 상기 제1 방향과 동일한 방향일 수도 있고 아닐 수도 있음). 너트(55)와 말단 샤프트(11)의 상기 나사들 내의 마찰은 상기 말단 샤프트(및 이에 따라 클램프(31) 및 리벳(43))을 유사하게 회전시킨다. 상기 제2 실시예와 마찬가지로, 말단 샤프트(11)의 의도하지 않은 축 방향 운동은 버퍼 스프링(65)의 편향력(biasing force)에 의하여 저항을 받는다.
- [0112]
- [0113] 상기 가공대상체가 연화되고 상기 리벳이 구동된 후에 리벳(43)을 업셋하도록, 가변 영향 브레이크 시스템(58)은 회전 슬리브(rotational sleeve)(69)의 슬립을 제한함으로써 말단 샤프트(11)의 슬립을 제한하도록 적용된다. 이에 따라 제1 트랜스미션(51)은 완전히 해제하고, 제2 트랜스미션(51)은 완전히 체결된다. 이어서, 상기 모터는 상기 제1 방향과 반대인 제2 방향으로 구동 샤프트(9) (및 이에 따라 너트(55))를 회전시키도록 구동된다. 이것은, 상술한 바와 같이, 말단 샤프트(11)의, 이에 따라 리벳(43)의 클램프(31) 및 맨드릴(42)의, 구동 샤프트(9)를 향한 축 방향 운동을 일으키고, 상기 리벳을 고정(set)한다.
- [0114] 후속 블라인드 리벳(43)을 장착하려면, 클램프(31)는, 제2 트랜스미션(52)이 체결된 상태로 너트(55)를 상기 제1 방향으로 회전시킴으로써 구동 샤프트(9)로부터 다시 멀어진다(말단 샤프트(11)의 슬립을 제한하는 브레이크(58)에 의함). 이에 따라, 상술한 바와 같이, 후속 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)을 수용하도록 조우들(32)이 개방되고, 상기 조우들이 노즈편(40)에 구동 가능하게 체결된다(driving engagement).
- [0115] 본 발명의 제4 실시예의 장치를 설명하기로 한다. 상기 제4 실시예는 본 발명의 상기 제3 및 제4 측면들의 실시예이다. 본 발명의 상기 제1 및 제2 측면들의 상기 상술한 실시예들이, 상기 리벳의 상기 맨드릴을 축 방향으로 당김으로써 업셋되는 블라인드 리벳과 함께 사용되도록 의도된 반면, 본 발명의 제3 및 제4 측면들의 실시예들은, 상기 맨드릴을 상기 몸체에 대하여 회전함으로써 업셋되는 '자기 업셋(self upsetting)' 블라인드 리벳들과 함께 사용되도록 의도된다.
- [0116] 도 8은 예시적인 자기 업셋(self-upsetting) 블라인드 리벳(70)의 단면도이다. 일반적인 블라인드 리벳들과 마찬가지로, 상기 리벳은 헤드(46)를 가지는 몸체(47) 및 벌브(49)를 가지는 맨드릴(42)을 포함한다. 또한, 자기 업셋 리벳(43)은 맨드릴(42)과 몸체(47) 사이의 나사 접촉부(threaded interface)(71), 상기 맨드릴 벌브(49)에 대한 상기 맨드릴의 대향 단부(72) 상의 구동 체결 프로파일(drive engagement profile)(미도시), 및 상기 리벳의 헤드(46) 상의 구동 체결 특징들(drive engagement features)(미도시)을 포함한다. 맨드릴(42)의 상기 구동 체결 프로파일 및 헤드(46)의 상기 구동 체결 특징들은, 하기에 설명하는 바와 같이, 맨드릴과 몸체(47)의 회전이 독립적으로 제어될 수 있게 한다. 맨드릴(42)을 몸체(47)에 대하여 회전함으로써, 나사 접촉부(71)는 이러한 상대적인 회전을 상기 맨드릴의 축 운동으로 변환한다. 이 축 운동은 헤드(46)를 향하여 벌브(49)를 움직임으로써, 몸체(47)를 변형하고 상기 리벳을 업셋한다. 상기 구동 체결 프로파일로 맨드릴(42)의 단부(72)를 더 회전시키면 상기 맨드릴이 파괴된다.
- [0117] 자기 업셋 블라인드 리벳(70)의 몸체(47)는 일체형 구조(one-piece design)를 가지고 있고, 두께 감소부(73)를 포함하는 줄기(stem)를 가진다. 두께 감소부(73)는 리벳(70)을 업셋하는 데 필요한 힘을 감소시킬 수 있다. 일반적으로, 상기 줄기는 상기 줄기의 나머지 부분에 비하여 변형이 잘되는 부분을 가질 수 있다. 이 영역의 크기, 형상 및/또는 위치는, 리벳이 업셋될 때 취하는 형태를 조정하도록 선택될 수 있다. 리벳(70)의 벌브(49)는, 상기 리벳이 삽입되는 동안 내부에 가공대상체 재료를 수용하도록 배치된 캐비티(74)를 가진다. 캐비티(74)는 리벳(70)에 의하여 이동되는 가공대상체 재료의 플러그(plug)를 유지하도록 형상을 가지고 배치됨으로써, 상기 플러그가 분리되어 상기 완성된 구성 요소의 기능을 방해하는 것을 방지한다.
- [0118] 본 발명의 상기 제4 실시예의 장치가 도 9에 도시되어 있다. 본 발명의 이전 실시예들과 같이, 상기 제4 실시

예의 상기 장치는 노즈(2), 모터(미도시)에 의하여 구동되는 폴리(4), 지지 베어링들(12), 및 가변 영향 브레이크 시스템(58)을 포함한다. 또한, 상기 장치는 로봇 암 (미도시) 상에 장착된다.

- [0119] 긴 원통형 샤프트 형상인 맨드릴 구동기(driver)(75)는 축 방향으로 고정되지만, 폴리(4)를 통하여 상기 모터에 의하여 회전 구동될 수 있다. 맨드릴 구동기(75)는, 이전 실시예들의 중앙 구멍과 유사하게, 먼저 삽입된 블라인드 리벳들의 맨드릴들(67)의 분리된 부분들이 노즈(2)로부터 이동할 수 있는 길이 방향 구멍(76)을 가진다. 길이 방향 구멍(76)은, 분리된 맨드릴 부분들(67)이 버러지기 전에 저장되는, 수집통(미도시)까지 이어진다.
- [0120] 맨드릴 구동기(75)의 단부(즉, 폴리(4))에 대한 상기 맨드릴 구동기의 대향 단부)에서 길이 방향 구멍(76)의 적어도 일부분은 삽입될 자기 업셋 리벳(70)의 맨드릴(42)의 상기 구동 체결 프로파일에 상보적 프로파일을 가진다. 또한, 이 부분은 구멍(76)에 삽입된 맨드릴(42)이 낙하하는 것을 방지하는 자석 또는 볼 디텐트와 같은 보유 메카니즘(미도시)을 가진다.
- [0121] 맨드릴 구동기(75)의 상기 단부는 회전 가능한 몸체 구동기(80)의 튜브 형상 부분(78) 및 노즈편(79) 내에 동심적으로(concentrically) 수용된다. 튜브 형상 부분(78) 및 노즈편(79)은 서로 축 방향으로 고정되되 회전 가능하게 고정된다. 노즈편(79)의 단부 표면은 자기 업셋 블라인드 리벳(70)의 헤드(46)에 있는 상보적 구동 체결 특징들(미도시)에 체결된 구동 체결 특징들(미도시)을 가진다. 상기 제4 실시예에 있어서, 상기 제2 및 제3 실시예들과 마찬가지로, 상기 구동 체결 특징들은, 리벳(70)의 헤드(46) 상에 있는 상보적 직경 방향 리지들(complementary radial ridges)에 체결된, 노즈편(79) 상의 일련의 직경 방향 그루브들이다. 또한, 노즈편(79)의 상기 단부는, 맨드릴(42)이 맨드릴 구동기(75)의 길이 방향 구멍(76)에 수용되도록 돌출할 수 있는, 구멍(82)을 가진다. 몸체 구동기(80)의 튜브 형상 부분(78)은, 하기에 설명하는 바와 같이, 가변 영향 브레이크 시스템(58)에 의하여 작용되도록 구성된다.
- [0122] 상기 제4 실시예의 제1 트랜스미션(84)은, 체결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 맨드릴 구동기에 전달하도록 구성된 것으로서, 폴리(4)를 포함한다(상기 폴리는, 미도시된 상기 모터 및 연결 구동 벨트(connecting drive belt)에 연결되고). 구동 벨트에 슬립이 없다고(또한, 상기 모터에 부착된 상기 폴리에 슬립이 없다고) 가정하면, 폴리(4)가 맨드릴 구동기(75)에 회전 가능하게 고정되므로, 제1 트랜스미션(84)은 영구적으로 완전히 체결된다.
- [0123] 상기 제4 실시예의 제2 트랜스미션은, 연결되면 상기 모터의 회전 운동을 상기 몸체 구동기로 전달하도록 구성되는 것으로서, 폴리(4)(및 상기 모터 및 상기 연결 구동 벨트에 부착된 폴리), 맨드릴 구동기(75) 및 가변 영향 클러치(variable-influence clutch)(88)를 포함한다. 상기 제2 트랜스미션의 체결 정도는, 하기에 설명한 바와 같이, 선택적으로 변화될 수 있다.
- [0124] 상기 제4 실시예의 트랜스미션 제어 장치는 가변 영향 브레이크(58) 및 가변 영향 클러치(88)를 포함한다. 본 실시예에 있어서, 제1 트랜스미션(84)은, 상술한 바와 같이, 언제나 완전히 체결되어 있다. 이에 따라, 상기 트랜스미션 제어 장치는 제2 트랜스미션(85)의 체결 정도 만을 선택적으로 변화시키도록 구성된다.
- [0125] 가변 영향 브레이크 시스템(58)은, 상기 몸체 구동기의 회전을 제한하도록 몸체 구동기(80)의 튜브 형상 부분(78)에 작용하도록 구성된다. 이것은, 상기 리벳을 업셋하기 위하여 상기 맨드릴과 상기 몸체 사이의 상대적인 회전이 요구될 때에, 리벳(70)의 맨드릴(42)이 상기 리벳의 몸체(47)를 직접적으로 구동하는 것을 방지하기 위하여 필요할 수 있다. 이는 또한 제2 트랜스미션(85)이 해제된 후에 몸체 구동기(80)가 관성에 의하여 계속 회전하는 것을 방지하는 데 필요할 수 있다. 다른 실시예들과 관련하여 상기 가변 영향 브레이크 시스템의 상기 구조 및 기능이 설명되어 있으므로, 더 상세한 설명은 생략한다.

- [0126] 가변 영향 클러치(88)는, 상기 맨드릴 구동기의 회전이 클러치 연결 블록(89)을 회전하게 하도록 맨드릴 구동기(75)에 회전 가능하게 고정된 실질적으로 고리형 구성 요소인, 클러치 연결 블록(89)을 포함한다. 마찰 플레이트(90)는 핀들(pins)(91)에 의하여 클러치 연결 블록(89)에 부착되는데, 핀들(91)은 상기 클러치 연결 블록에 대한 마찰 플레이트(90)의 축 방향 운동을 허용하지만 상기 마찰 플레이트와 상기 클러치 연결 블록 사이의 실질적으로 상대적인 회전을 방지한다. 마찰 플레이트(90)는 마찰면(93)을 가지는데, 이는 몸체 구동기(80)(축 방향으로 고정됨) 상의 대향 마찰면(94)에 대향한다. 클러치 스프링(95)은 마찰면들(93, 94)을 이격시키기 위해 클러치 연결 블록(89)을 향하여 마찰 플레이트(90)를 편향(bias)시킨다. 클러치 스프링(95)의 편향을 거슬러, 마찰면들(93, 94)을 클러치(19)에 접촉 및 체결시키도록 마찰 플레이트(90)를 끌어당기기 위해 전자석(96)을 선택적으로 자화시킬 수 있다.
- [0127] 클러치(88)가 체결되면, 마찰 플레이트(90)를 통하여 클러치 연결 블록(89)을 몸체 구동기(80)에 회전 연결함으로써 제2 트랜스미션(85)이 체결된다. 클러치 연결 블록(89)은, 상기 모터에 의하여 구동되는 맨드릴 구동기(75)에 회전 가능하게 연결됨으로써, 클러치(88)가 체결되면 몸체 구동기(80)가 상기 모터에 회전 연결된다. 전자석(96)의 자화 정도를 제어함으로써, 자석(96)으로부터의 인력은, 클러치(88)의 마찰면들(93, 94) 사이에서 허용되는 슬립의 양을 제어하고, 나아가 제1 트랜스미션(84)의 체결 정도를 제어기 위하여, 선택적으로 변화될 수 있다. 클러치(88)에 허용되는 슬립의 양 및 이에 따른 제1 트랜스미션(84)의 체결 정도(상기 브레이크가 완전히 해제되는 것으로 가정함)는, 슬립이 전혀 허용되지 않는 경우와 슬립이 전혀 제한되지 않는 경우, 또는 그 사이의 어느 곳에서 변화될 수 있다. 제1 트랜스미션(84)이 완전히 체결되면, 몸체 구동기(80)는 상기 맨드릴 구동기와 일체로 회전하도록 밀리며, 상기 제1 트랜스미션이 완전히 해제되면, 상기 몸체 구동기가 전혀 회전하지 않을 수 있다. 제1 트랜스미션(84)이 부분적으로 체결되면, 몸체 구동기(80)는 회전하도록 밀리지만, 맨드릴 구동기(75)에 비하여 느리게 회전할 수 있다(또는 상기 몸체 구동기의 회전에 대한 저항에따라서는, 전혀 회전하지 않을 수 있음).
- [0128] 제4 실시예의 방법이 설명된다. 이러한 방법은 상술한 장치를 사용하고, 및 상응하는 참조 부호들이 사용되지만, 그러나, 다른 방법들은 제4 실시예의 범위 밖의 장치를 사용할 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0129] 상술한 바와 같이, 상기 트랜스미션 제어 장치는, 가변 영향 브레이크 시스템(58)과 가변 영향 클러치(88)을 통하여 제2 트랜스미션(85)의 체결 정도를 선택적으로 조정하지만, 제1 트랜스미션(84)의 체결 정도를 조정하지 않는다. 상기 트랜스미션 제어 장치는 제2 트랜스미션(85)의 체결 정도를, 완전히 해제된 상태와 완전히 체결된 상태 사이의 어느 정도로도 조정될 수 있다.
- [0130] 자기 업셋 리벳(70)을 장착하기 위하여, 상기 리벳의 맨드릴(42)이 몸체 구동기(80) 내의 구멍(82)을 통하여 상기 맨드릴 구동기의 길이 방향 구멍(76)에 삽입된다. 맨드릴(42)은 상기 수집통(미도시)를 향하여 길이 방향 구멍(76)을 따라서 이전에 삽입된 리벳의 맨드릴 부분들(67)을 밀어낸다. 리벳(70)이 삽입되면, 맨드릴(42)과 길이 방향 구멍(76)의 상보적인 구동 체결 프로파일들은 맨드릴 구동기(75) 및 맨드릴을 회전 연결한다. 이와 유사하게, 몸체 구동기(80)와 리벳(70)의 헤드(46)의 상보적 구동 체결 특징들은 상기 몸체 구동기 및 상기 리벳의 몸체(47)를 회전 연결한다. 다시 말하면, 상기 리벳의 몸체(47)와 몸체 구동기(80)와 마찬가지로, 리벳(70)의 맨드릴(42)과 맨드릴 구동기(75)는 회전 연결된다. 리벳(70)은 상기 맨드릴 구동기의 상기 단부 내에 상기 보유 메카니즘(미도시)에 의하여 유지되고, 상기 로봇 암 또는 별도의 액츄에이터는, 상기 리벳의 벌브(49)가 상기 가공대상체를 접촉할 때까지 가공대상체(미도시)를 향하여 상기 장치의 노즈(2)를 부착된 리벳(70)과 함께 전진시킨다.
- [0131] 자기 업셋 블라인드 리벳(70)이 상기 가공대상체와 접촉하면, 가변 영향 브레이크 시스템(58)은 해제되므로 상기 브레이크는 상기 몸체 구동기의 회전을 제한하지 않고, 클러치(88)의 전자석(96)은 완전히 자화된다(energised). 이에 따라, 상기 클러치 내의 슬립을 제거하고 상기 제2 트랜스미션과 완전히 체결되도록, 마찰

면들(93, 94)이 함께 최대 힘으로 가압된다. 제2 트랜스미션(85)(및 제1 트랜스미션(84))이 완전히 체결되면, 상기 모터는 구동된다. 이것은 맨드릴 구동기(75) 및 몸체 구동기(80)를, 및 이에 따라 맨드릴(42) 및 리벳(70)의 몸체(47)를, 일체로 회전시킨다. 리벳(70)과 상기 가공대상체 사이의 슬라이딩 마찰에 의하여 발생한 열은 상기 리벳의 주위에서 상기 가공대상체를 연화시킨다.

[0132] 리벳(70)이 회전을 계속함에 따라, 상기 로봇 암 또는 별도의 액츄에이터는 상기 장치를 더 전진시킴으로써, 상기 리벳의 헤드(46)가 상기 가공대상체의 표면에 접촉할 때까지 상기 리벳을 상기 가공대상체 내로 삽입한다.

[0133] 리벳(70)의 헤드(46)가 상기 가공대상체의 표면에 접촉하면, 전자석(96)은 자화가 중지된다(ceases to be energised). 이어서, 클러치 스프링(95)은 마찰면들(93, 94)을 이격시켜 상기 클러치를 해제하고, 이에 따라 상기 제2 트랜스미션(84)을 완전히 해제한다. 이와 동시에, 브레이크(58)가 인가되어 몸체 구동기(80)의 회전을 느리게 함으로써, 그것을 정지시키고 더 이상 회전하지 않게 한다.

[0134] 몸체 구동기(80)(이에 따라 리벳(70)의 몸체(47))가 정지된 상태로 유지되면, 맨드릴 구동기(75)(이에 따라 맨드릴(42))는 상기 모터에 의하여 회전을 계속한다. 몸체(47)에 대한 맨드릴(42)의 상대적인 회전은 나사 접촉부(71)가 상기 맨드릴을 축 방향을 따라 상측으로(도 9의 시점에서) 가압한다. 이에 따라 리벳(70)의 헤드(46)를 향하여 벌브(49)가 이동됨으로써, 몸체(47)가 변형되어 상기 리벳이 업셋된다.

[0135] 상기 리벳이 업셋됨에 따라, 상기 몸체에 의하여 상기 맨드릴에 인가되는 토션 저항(torsion resistance)이 증가된다. 리벳(70)이 업셋된 후 맨드릴(42)이 회전을 계속함에 따라, 상기 맨드릴 내에 인가되는 토크(torque)가 그것을 파괴되게 하고, 상기 맨드릴의, 벌브(49)로부터 가장 먼 부분이 제거되어 상기 리벳 공정이 종료된다. 이어서, 상기 장치는 상기 로봇 암 또는 상기 별도의 액츄에이터에 의하여 상기 가공대상체로부터 멀어지고, 다른 자기 업셋 블라인드 리벳(70)이 장착될 수 있다.

[0136] 상기 상술한 실시예들은 상기 장치를 전진시켜 리벳을 가공대상체 내로 삽입하는데 사용되는 로봇 암 또는 별도의 액츄에이터에 관련하여 설명하였다. 그러나, 본 발명은, 이에 대신하여, 상기 모터의 회전 운동을, 삽입 과정에서 상기 리벳의 몸체를 지지하는 도구(tool)의 적어도 일부분(이 부분은 이하에서 상기 노즈 팁(nose tip)으로 지칭함)의 선형 운동으로 변환하는, 제3 트랜스미션을 사용할 수 있다. 상기 모터의 회전 운동을 노즈 팁의 선형 운동으로 변형함으로써, 상기 모터는, 상기 리벳을 회전시키고 그것을 업셋하기 위해 맨드릴을 후퇴시키는 것 뿐만 아니라 상기 리벳을 삽입하는 데에도 사용될 수 있다.

[0137] 도 10은 제3 트랜스미션을 사용하는 본 발명의 제5 실시예를 도시한다. 상기 제5 실시예의 구조는 상기 제2 실시예의 변형임이 명백하므로, 차이들에 대하여만 상세하게 설명하기로 한다.

[0138] 도 6에 도시된 상기 제2 실시예의 상기 구성 요소들이 상기 제6 실시예의 운동 부분(movable portion)(100)을 형성한다. 상기 운동 부분은 고정 부분(fixed portion)(102)에 대하여 축 방향으로 움직일 수 있다. 본 실시예에 있어서, 운동 부분(100)은 고정 부분(102) 내에 슬라이딩 가능하게 수용된다. 운동 부분(100)은 고정 부분(102) 내에서 키 홈들(keyways)(106) 내에 수용된 쉼쇠들(keys)(104)을 포함하는데, 이는 상기 운동 부분과 고정 부분의 상대적인 회전을 방지하되 축 방향의 상대적인 운동은 허용한다. 고정 부분(102)은 C 프레임(C-frame)(108)의 형상인 힘 반응 프레임(force reaction frame)의 일 단부에 장착되는데 다른 단부는 가공대상체(63)를 지지하는 플랫폼(110)을 가진다.

[0139] 운동 부분(100)은 제3 트랜스미션(112)를 통하여 플랫폼(110)을 향하여 고정 부분(102)에 대하여 상대적으로 움직일 수 있고, 하기에 설명한 바와 같이, 이에 따라 상기 노즈 팁(본 실시예에 있어서는 노즈편(40)임)에 장착

된 블라인드 리벳(43)이 제3 트랜스미션(112)에 체결된 상기 트랜스미션 제어 장치에 의하여 상기 플랫폼 상에 있는 가공대상체(63)를 향하여 또한 가공대상체(63) 내로 선택적으로 구동될 수 있다.

[0140] 제3 트랜스미션(112)은 구동 샤프트(9)(상기 제2 실시예와는 달리 나사를 가짐), 구동 너트(114) 및 비제한 커플링(13)을 포함한다. 상기 트랜스미션 제어 장치는 구동 브레이크(116)를 (상기 제2 실시예와 관련하여 설명된 구성 요소들과 함께) 더 포함한다. 본 실시예에 있어서 상기 구동 브레이크는 가변 영향 브레이크이고(상술한 바와 같음), 실제로 가변 영향 브레이크 시스템(58)과 실질적으로 동일하므로 그에 관한 상세한 설명은 생략한다.

[0141] 제3 트랜스미션(112)은 제2 트랜스미션(52)과 동일한 방식으로 기능한다. 구동 너트(114)와 구동 샤프트(9)는 서로 나사 연결되어 리드 스크류 메커니즘을 형성하고, 그에 따라 상기 구동 너트에 대한 상기 구동 샤프트의 회전은 상기 구동 샤프트를 축 방향으로 움직이게 한다(회전 속도를 늦추지 않은 채). 이와 유사하게, 구동 브레이크(116)는 가변 영향 브레이크 시스템(58)과 동일한 방식으로 기능한다. 제3 트랜스미션(112)을 완전히 체결하도록, 구동 브레이크(116)는 구동 너트(114)의 슬립(즉, 회전)을 방지하도록 인가되어, 상기 구동 너트 내에서 구동 샤프트(9)의 상대적인 회전을 최대화하고 그에 따라 상기 샤프트의 선형 운동을 최대화한다. 제3 트랜스미션(112)을 완전히 해제하도록, 구동 브레이크(116)는 완전히 해제되고, 구동 너트(114)가 구동 샤프트(9)와 함께 회전함으로써 상기 구동 샤프트의 상대적인 회전이 없다(따라서 선형 운동도 없음).

[0142] 도 11에 더 상세하게 도시된 바와 같이, 비제한 커플링(13)은, 구동 샤프트(9)의 일부분인 상기 커플링의 축 방향 부분(16) 내에 한 쌍의 핀들(pins)(118)(그 중 하나 만이 가상선으로 도시됨)을 포함하도록 변형되었다. 핀들(118)은 중앙 구멍(15)을 폐쇄하지 않도록 측부에 위치한다. 각각의 핀(118)은, 말단 샤프트(11)의 일부분인 커플링(13)의 축 방향 부분(17) 내에 상응하는 슬롯(120) (그 중 하나 만이 가상선으로 도시됨) 내에 슬라이딩 가능하게 수용된다. 슬롯들(120) 내의 핀들(118)의 이동 가능 범위가 제한되므로 비제한 커플링(13)의 축 방향 자유도도 제한됨으로써, 구동 샤프트(9)에 대한 말단 샤프트(11)의 운동의 자유도도 제한된다.

[0143] 도 10을 다시 참조하면, 상기 제5 실시예에 있어서, 하우징(1)은 단부 부분(125)을 포함하고, 말단 샤프트(11)는 숄더(shoulder)(124)까지 이어지는(terminates in) 키 홈(keyway)(122)을 가진다. 상기 키 홈(122)은, 운동 부분(100)에 대하여 축 방향으로 고정되 그 내부에서 회전 가능한 췌기(123)를 슬라이딩되게 수용한다. 추가적으로, 의심할 여지를 제거하기 위하여, 구동 샤프트(9)는, 구동 샤프트가 축 방향으로 움직일 때 상기 모터가 상기 구동 샤프트를 계속 회전시킬 수 있게 하는 커플링에 의하여 상기 모터에 장착된다. 대안적인 구성에 있어서, 상기 모터는 구동 샤프트(9)와 함께 축 방향으로 이동 가능하도록 장착될 수 있다.

[0144] 도 10 및 도 11을 참조하여, 상기 제5 실시예의 상기 장치를 이용한 블라인드 리벳 방법을 설명하기로 한다. 블라인드 리벳 방법을 시작하려면, 블라인드 리벳(43)은, 그 몸체(47)가 노즈편(40)에 의하여 지지되도록 상기 장치 내에 배치되고(상술한 바와 같음) 가공대상체(63)는 플랫폼(110) 상에 배치된다. 이는 운동 부분(100)을 후퇴시킨(즉, 플랫폼(110)으로부터 축 방향 단부로) 상태에서 이루어진다. 이 때, 비제한 커플링(13)은 최대한 연장된 상태, 즉 말단 샤프트(11)가, 핀들(118)이 허용하는 한 구동 샤프트(9)로부터 가장 멀리 있는 상태에 있다.

[0145] 운동 부분(100)을 플랫폼(110)을 향하여 전진시킴으로써, 가공대상체(63)를 향하여 리벳(43)을 전진시키려면, 가변 영향 브레이크 시스템(58)이 해제되어 제2 트랜스미션(52)을 완전히 해제한다(이에 따라 말단 샤프트(11)는 운동 부분(100) 내에서 축 방향으로 움직일 수 없음). 이어서 제3 트랜스미션(112)을 완전히 체결되도록 구동 브레이크(116)가 인가되고, 상기 제1 방향으로 구동 샤프트(9)를 회전하도록 상기 모터가 구동된다(상술한 바와 같음). 구동 브레이크(116)에 의하여 구동 너트(114)가 움직이지 않도록 고정된 상태에서, 구동 샤프트(9)는 상기 구동 너트 내에서 회전하여 상기 플랫폼을 향하여 움직인다.

- [0146] 구동 샤프트(9)가 또한 비제한 커플링(13)을 통하여 말단 샤프트(11)가 회전하도록 구동하더라도, 제2 트랜스미션(52)이 완전히 해제되므로, 상기 말단 샤프트의 축 방향 운동은 일어나지 않는다. 이에 따라, 구동 샤프트(9)의 축 방향 이동의 시작 시, 운동 부분(100)은 정지된 채로 유지되고 구동 샤프트는 말단 샤프트(11)에 더 접근한다. 이러한 상대적인 운동을 수용하도록 핀들(118)은 슬롯들(120) 내에서 움직인다. 핀들(118)이 슬롯들(120)의 단부들에 도달하면, 구동 샤프트(9)는 말단 샤프트(11)에 더 접근할 수 없다. 따라서 구동 샤프트(9)가 축 방향 운동을 계속하는데, 이에 따라 말단 샤프트(11) (및 따라서 운동 부분(100))를 그것과 함께 축 방향으로 움직이게 된다. 이에 따라, 블라인드 리벳(43)은 가공대상체(63)를 향하여 전진한다.
- [0147] 상술한 운동 과정에서, 제2 트랜스미션(52)이 부분적으로 체결되는 경우(예를 들어, 너트(55)가 케이싱(1)에 장착되는 베어링들(15) 내의 마찰이 상기 너트의 회전을 제한하는데 충분하여 말단 샤프트(11)가 그 내부에서 회전함), 말단 샤프트(11)는 운동 부분(100) 내에서 가공대상체(63)를 향하여 움직일 수 있다. 그러나, 이러한 운동은 버퍼 스프링(65)에 의하여 및/또는 하우징(1)의 단부 부분(125)에 접촉하는 클램프 블록(33)에 의하여 제한될 수 있다. 이에 따라, 필요한 경우, 운동 부분(100)은 궁극적으로 말단 샤프트(11)와 함께 움직일 수 있다.
- [0148] 구동 샤프트(9)(및 이에 따라 운동 부분(100) 및 리벳(43))가, 상기 리벳이 가공대상체(63)에 접촉하는 지점까지 움직였을 때, 구동 브레이크(116)를 해제함으로써 제3 트랜스미션(112)이 해제된다. 이에 따라, 구동 샤프트(9)는 축 방향으로 움직이지 않은 채 회전하고, 말단 샤프트(11)(및 이에 따라 클램프(31), 노즈편(40) 및 리벳(43))은 유사하게 회전한다. 상술한 바와 같이, 가공대상체(63)의 상기 표면 상에서 회전하는 블라인드 리벳(43)은 상기 가공대상체의 마찰 교반 연화를 일으킨다.
- [0149] 블라인드 리벳(43)을 연화된 가공대상체(63) 내로 삽입하도록, 제3 트랜스미션(112)이 다시 체결된다. 이에 따라, 구동 샤프트(9) 및 운동 부분(100)은 플랫폼(110)을 향하여 축 방향으로 움직이고, 블라인드 리벳(43)은 가공대상체(63) 내로 삽입된다. 이어서 상기 모터는 정지된다.
- [0150] 맨드릴(42)을 당기고 블라인드 리벳(43)을 업셋하기 위하여 클램프(31)를 후퇴시키기 위해, 상기 모터가 구동되어 제3 트랜스미션(112)이 여전히 체결되고 제2 트랜스미션(52)은 해제된 상태에서 상기 제2 방향(상술한 바와 같음)으로 구동 샤프트(9)를 회전시킨다. 이에 따라, 구동 샤프트(9)는 말단 샤프트(11)로부터 축 방향으로 멀어지고, 비제한 커플링(13)은 이러한 상대적인 운동을 허용하도록 다시 연장한다. 상기 모터가 구동 샤프트(9)를 상기 제2 방향으로 계속 회전시키는 동안, 제3 트랜스미션(112)이 해제되고 제2 트랜스미션(52)은 체결된다. 이에 따라 말단 샤프트(11)(및 이에 따라 클램프(31))가 상기 운동 부분 내에서 플랫폼(110)으로부터 멀어져서 상기 (축 방향으로 움직이지 않는) 구동 샤프트를 향하여 축 방향으로 움직이게 된다. 상술한 바와 같이, 말단 샤프트(11)가 케이싱(1) 내에서 후 방향으로 움직임에 따라, 상기 클램프가 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)을 잡는다. 클램프(31) 및 이에 따라 블라인드 리벳(43)의 맨드릴(42)이 가공대상체(63)로부터 멀어지고 상기 리벳의 몸체(47)는 노즈편(40)에 의하여 상기 가공대상체에 대하여 축 방향으로 움직이지 않도록 고정된 상태에서, 상술한 바와 같이 상기 리벳은 업셋된다.
- [0151] 상기 리벳이 업셋된 후에, 상기 장치(tool)를 후퇴시키기 위해, 상기 모터가 구동 샤프트(9)를 상기 제2 방향으로 계속 회전시키는 동안, 제2 트랜스미션(52)이 해제되고 제3 트랜스미션(112)이 체결된다. 이에 따라, 구동 샤프트(9)는 말단 샤프트(11)로부터 멀어지도록 상측 방향으로(도 10 및 도 11의 시점에서) 움직이고 비제한 커플링(13)을 연장시킨다. 상기 비제한 커플링이 완전히 연장하면(슬롯(120) 내의 핀들(118)의 이동에 의하여 제한됨), 말단 샤프트(11) 역시 상측으로 당겨진다. 제2 트랜스미션(52)이 해제됨에 따라, 상기 가공대상체로부터 멀어지는 말단 샤프트(11)의 운동은 운동 부분(100) 전체를 후퇴시킨다. 상기 운동 부분이 완전히 후퇴되었을 때, 다른 리벳(43)이 상기 장치 내에 배치될 수 있고 다른 가공대상체(63)가 플랫폼(110) 상에 배치될 수 있고, 상기 상술한 공정이 반복될 수 있다.

- [0152] 상기 운동 부분(100)이 후퇴하는 동안, 상기 제2 트랜스미션이 부분적으로 연결된 경우(예를 들어, 상술한 바와 같이 베어링들(15) 내의 마찰을 포함), 말단 샤프트(11)는 운동 부분(100) 내에서 가공대상체(63)로부터 멀어질 수 있다. 그러나, 이러한 운동은 쉐기(123)에 인접한 말단 샤프트(11) 내의 키 홈(122)의 숄더(shoulder)(124)에 의하여 제한될 수 있다. 이에 따라, 필요한 경우, 운동 부분(100)은 궁극적으로 말단 샤프트(11)와 함께 움직일 수 있다.
- [0153] 도 12는 본 발명의 제6 실시예의 장치를 도시한다. 상기 제6 실시예의 이러한 장치는 상기 제5 실시예와 유사하고, 이하에서는 차이들에 대하여만 설명하기로 한다.
- [0154] 상기 제6 실시예의 상기 장치에 있어서, 상기 비제한 커플링은 제거되고 상기 구동 샤프트 및 말단 샤프트는 단일한 샤프트, 즉 분리된 두 샤프트들의 기능을 수행하는 결합 샤프트(combined shaft)(128)를 형성한다. 추가적으로, 상기 제6 실시예에 있어서, 상기 제2 트랜스미션 및 제3 트랜스미션은 동일한 개체이고, 결합 트랜스미션(combined transmission)(130)의 형태를 가진다. 다른 실시예들에 있어서, 상기 제3 트랜스미션은 상기 제2 트랜스미션을 포함할 수 있을 뿐만 아니라 상기 제2 트랜스미션의 일부분이 아닌 추가적인 다른 특징들 (상기 노즈 팁에 운동을 전달하는 연결부와 같음)을 포함할 수 있다.
- [0155] 결합 트랜스미션(130)은 결합 샤프트(128) 및 결합 너트(combined nut)(131)를 포함하고, 결합 브레이크(combined brake)(132)에 의하여 제어된다. 결합 브레이크(132)는 상기 제5 실시예의 상기 가변 영향 브레이크 시스템 및 상기 구동 브레이크를 대체하고, 본 실시예의 상기 트랜스미션 제어 장치를 형성한다.
- [0156] 상기 제6 실시예에 있어서, 케이싱(1)의 단부 부분(125)이, 이 경우 슬라이딩 가능하게, 상기 케이싱에 대하여 움직일 수 있다. 단부 부분(125)과 케이싱(1)은 코일 스프링(136)의 형상을 가지는 탄성 부재에 의하여, 또한 버퍼 스프링(65)에 의하여 밀려서 이격된다. 케이싱(1)에 대한 단부 부분(125)의 운동은 상기 케이싱으로부터 돌출하고(projecting) 단부 부분의 길이 방향 슬롯(140)에 수용되는 핀(138)에 의하여 제한된다.
- [0157] 도 12를 참조하여, 상기 제6 실시예의 상기 장치를 이용한 블라인드 리벳 방법을 설명하기로 한다. 블라인드 리벳 삽입(blind riveting)을 시작하려면, 운동 부분(110)을 후퇴시킨 상태에서, 블라인드 리벳(43)은 그 몸체(47)가 노즈편(40)에 의하여 지지되도록 상기 장치 내에 배치되고(상술한 바와 같음), 가공대상체(63)는 플랫폼(110) 상에 배치된다.
- [0158] 운동 부분(100)을 플랫폼(110)을 향하여 전진시킴으로써 가공대상체(63)를 향하여 리벳(43)을 전진시키기 위해, 결합 트랜스미션(130)이 완전히 체결되도록 결합 브레이크(132)가 인가된다. 상기 제1 방향으로 결합 샤프트(128)를 회전하도록 상기 모터가 구동된다. 결합 브레이크(132)에 의하여 결합 너트(131)가 움직이지 않게 고정된 상태에서, 결합 샤프트(128)는 상기 결합 너트 내에서 회전하여 상기 플랫폼을 향하여 움직인다. 결합 샤프트(128)는, 버퍼 스프링(65)의 복원력에 의하여, 및/또는 단부 부분(125)에 접촉하는 클램프 블록(33)에 의하여, 케이싱(1) 내에서 하측 방향으로(도 12의 시점에서) 특정 지점을 넘어서 이동하는 것이 방지된다. 이에 따라, 운동 부분(100)은 플랫폼(110)을 향하여 움직인다.
- [0159] 운동 부분(100)(및 이에 따라 노즈편(40) 및 블라인드 리벳(43))이 상기 리벳이 가공대상체(63)와 접촉하는 지점까지 이동하였을 때, 결합 브레이크(132)를 해제함으로써 결합 트랜스미션(130)이 해제된다. 이에 따라, 리벳(43)은 가공대상체(63)의 상기 표면 상에서 회전하여 마찰 교반 연화를 일으킨다.

- [0160] 블라인드 리벳(43)을 연화된 가공대상체(63) 내로 삽입하도록, 결합 트랜스미션(130)이 다시 체결된다. 이에 따라, 결합 샤프트(128)와 운동 부분(100)은 플랫폼(110)을 향하여 축 방향으로 움직이고 블라인드 리벳(43)은 가공대상체(63) 내로 삽입된다.
- [0161] 상기 제5 실시예를 사용하는 리벳 삽입 방법과는 다르게, 상기 제6 실시예를 사용할 때 리벳(43)이 가공대상체(63) 내로 완전히(fully) 삽입되면, 상기 모터는 결합 트랜스미션(130)이 체결된 상태에서 결합 샤프트(128)를 계속 회전시킨다. 이에 따라 운동 부분(100)이 가공대상체(63)에 대향하도록 밀리고, 그에 따라 스프링들(65, 136)의 편향을 거슬러 단부 부분(25)이 케이싱(1)에 대향하도록 밀린다. 상기 단부 부분이 케이싱(1)을 향하여 더 이동할 수 없으면(핀(138)이 슬롯(140)의 단부에 핀(138)이 도달함에 따라), 이어서 상기 모터가 정지된다.
- [0162] 맨드릴(42)을 당기고 블라인드 리벳(43)을 업셋하기 위해 클램프(31)를 후퇴시키기 위하여, 상기 모터가 구동되어 결합 트랜스미션(130)이 여전히 체결된 상태에서 상기 제2 방향으로 결합 샤프트(128)를 회전시킨다. 이에 따라, 결합 샤프트(128)는 가공대상체(63)로부터 축 방향으로 멀어진다. 스프링들(65, 132)의 작용 때문에, 및/또는 썸(123)과 접촉하는 키 홈(122)의 슬더(124) 때문에, 상기 결합 샤프트가 상측 방향으로 움직일 때 운동 부분(100)이 그것과 함께 움직인다. 그러나, 운동 부분(100)이 상측 방향으로(도 12의 시점에서) 움직임에 따라, 단부 부분(125)(및 이에 따라 리벳(43)의 몸체(47))이 스프링들(65, 136)의 작용 하에서 상기 가공대상체의 상기 표면에 대향한 채로 고정된다. 상기 리벳의 몸체(47)가 노즈핀(40)에 의하여 움직이지 않게 고정되는 동안 결합 샤프트(128)(및 이에 따라 블라인드 리벳(43)의 클램프(31) 및 맨드릴(42))가 상기 가공대상체로부터 멀어지고, 상기 리벳은 업셋된다.
- [0163] 상기 리벳이 업셋되면, 운동 부분(100)이 상측 방향으로(도 12의 시점에서) 계속 움직임에 따라, 단부 부분(125)은 케이싱(1)으로부터 멀어지는 방향의 이동의 종점에 도달하고, 상측 방향으로 또한 이동을 시작한다. 이에 따라, 상기 장치는 후퇴되고 상기 사이클을 반복하도록 다시 장착된다.
- [0164] 상기 상술한 실시예들이 블라인드 리벳의 상기 맨드릴을 축 방향으로 당기도록 구성된 장치 내에서 제3 트랜스미션의 사용을 설명하였다고 하여도, 자기 업셋 블라인드 리벳의 상기 맨드릴을 몸체에 대하여 회전시키도록 구성된 장치가 제3 트랜스미션을 또한 사용할 수 있다. 이러한 장치에 있어서, 상기 제3 트랜스미션은 적어도 상기 몸체 구동기(및 바람직하게는 상기 맨드릴 구동기 또한)에 연결될 수 있다. 이에 따라, 상기 제3 트랜스미션(상기 트랜스미션 제어 장치의 제어 하에 있음)은 상기 몸체 구동기를 선형적으로 구동함으로써 상기 리벳을 가공대상체 내로 삽입할 수 있다. 상술한 바와 같이, 이어서 상기 맨드릴 구동기 및 몸체 구동기 사이의 상대적인 회전은 상기 리벳을 업셋하도록 사용될 수 있다.
- [0165] 일부의 경우에 있어서, 상기 제3 트랜스미션의 상기 나사들 내의 마찰 저항이 상기 제1 및 제2 나사 부재들을 회전 연결함으로써 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도를 감소시키도록, 제1 및 제2 나사 부재들을 포함하는 제3 트랜스미션을 가지는 장치를 적용하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들면, 그런 장치는, 구동 너트(114) 및 구동 샤프트(9)의 나사들이 마찰 회전 연결을 제공하도록 구성된(도 10을 참조), 상기 제5 실시예의 장치에 상응할 수 있다. 이러한 장치의 사용의 일 예에 있어서, 상기 구동 샤프트(및 이에 따라 노즈핀(40) 및 리벳(43))가 상기 가공대상체를 향하여 전진하도록, 구동 브레이크(116)가 인가되어 제3 트랜스미션(112)이 체결된다. 이에 따라, 구동 샤프트(9)는 블라인드 리벳(43)을 회전시켜 가공대상체(63)를 향하여 전진시킨다. 블라인드 리벳(43)이 가공대상체(63)와 접촉하면, 제3 트랜스미션(112)의 상기 나사들 사이의 축 방향 하중은 급격하게 증가된다. 이러한 축 방향 하중 증가는 상기 제3 트랜스미션의 상기 나사들 내의 마찰을 급격하게 증가시킨다. 이러한 마찰의 증가는 구동 브레이크(116)의 효과를 부분적으로 무력화하고(override) 구동 너트(114)를 회전하게 하는데, 이는 제3 트랜스미션(112)을 부분적으로 해제하고 구동 샤프트(9)(및 이에 따라 블라인드 리벳(43))의 축 방향 운동을 느리게 한다. 이어서, 구동 브레이크(116)가 완전히 해제되고(released entirely)(제3 트랜스미션(112))이 완전히 해제됨(fully disengaging)), 블라인드 리벳(43)은, 상기 가공대상체가 충분히 연화

될 때까지 가공대상체(63)의 표면에서 회전한다. 이 때에, 구동 브레이크(116)가 가볍게 다시 인가되고(즉, 상기 브레이크는 어느 정도의 슬립을 허용하지만, 제3 트랜스미션(112)에 부분적으로 체결됨), 블라인드 리벳(43)은 회전하면서 가공대상체(63) 내로 삽입된다.

[0166]

장치의 상기 제3 트랜스미션의 상기 제1 및 제2 나사 부재들 사이의 회전 연결이 상기 제3 트랜스미션의 상기 나사들 내의 마찰에 의하여 발생하면, 상술한 예와 같이, 구동 브레이크(116)는 블라인드 리벳(43)의 삽입 내내 중간 정도의 체결로 미리 설정될 수 있다(이것은 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도를 선택적으로 조정하는 예임). 이에 따라 상기 리벳에 의하여 관통되는 상기 가공대상체(63)의 상기 영역에서 이루어지는 연화의 정도가 상기 리벳 삽입 속도를 결정하도록 할 수 있다. 상술한 바와 같이, 제3 트랜스미션(112)의 상기 나사들 내의 증가된 축 방향 하중은 상기 나사들 사이의 마찰을 증가시키고, 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도를 감소시킨다(즉, 구동 샤프트(9)의, 나아가 블라인드 리벳(43)의, 상기 축 방향 속도를 감소시킴). 블라인드 리벳(43)이 가공대상체(63)에 처음 접촉되었을 때 상기 가공대상체로부터의 축 방향 저항이 크므로 상기 리벳은 선형 운동은 거의 또는 전혀 하지 않은 채 주로 회전 운동을 하게 된다(상기 구동 브레이크(116)의 효과는 상기 나사들을 통한 회전 연결에 의하여 대체로 또는 전체적으로 무시되고(overridden), 의도치 않은 선형 운동은 모두 버퍼 스프링(65)에 의해 상쇄됨(counteracted)). 이에 따라, 블라인드 리벳(43)은 가공대상체(63)의 표면에서 회전하고 상기 물질을 가열한다. 가공대상체(63)의 표면의 물질이 마찰열에 의하여 연화될 때, 상기 가공대상체에 의한 축 방향 저항은 감소되고, 따라서 제3 트랜스미션(112)의 상기 나사들 내의 마찰은 유사하게 감소된다. 이에 따라, 블라인드 리벳(43)의 선형 운동은 증가되고(구동 브레이크(116)의 효과가 더 이상 무시되지 않으므로), 상기 리벳은 가공대상체(63) 내로 삽입된다. 블라인드 리벳(43)이 가공대상체(63)를 더욱 관통해 감에 따라, 더 차갑고 단단한 물질을 접촉할 수 있는데 그 시점에서는 상기 축 방향 하중이 증가되고, 상기 물질이 충분히 연화될 때까지 상기 리벳이 축 방향으로 느려진다. 다시 말하면, 제3 트랜스미션(112)의 체결 정도는 상기 가공대상체의 변형에 대한 저항에 의해 가공대상체(63)에 의하여 리벳(43)에 작용하는 힘들의 변화에 대응하여 변동된다. 그러나, 이러한 변동은 추가적으로 제어될 수 있다. 예를 들어, 탄소 섬유 복합체의 층을 포함하는 가공대상체의 경우에는, 리벳이 상기 층의 표면에서 회전하는 것을 방지하여(가공 대상체가 연화되는 동안) 상기 탄소 섬유 가닥들(threads)을 헤어지게 하는 것을 방지하기 위해, 상기 가공대상체가 완전히 연화될 때까지 상기 펀치의 축 방향 운동을 억제하는 것이 바람직할 수 있다.

[0167]

상기 가공대상체가 제공하는 축 방향 저항을 이용하여 상기 제3 트랜스미션의 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 나사들 사이의 마찰을 통해 상기 제1 및 제2 나사 부재들을 회전 연결하는 어떤 구조에서도, 상기 제3 트랜스미션의 체결 정도는 상기 블라인드 리벳 및 상기 가공대상체의 특성들에 의하여 영향을 받을 수 있음을 유의한다. 상기 블라인드 리벳이 상기 가공대상체와 접촉함으로써, 회전 운동에 대한 저항은 선형 운동에 대한 저항(상기 나사들 내의 축 방향 하중을 일으키는 것임)에 추가하여 발생할 수 있다. 상기 나사들의 축 방향 하중이 상기 리벳을 더 빠르게 회전시키도록, 증가된 축 방향 하중 때문에 상기 블라인드 리벳에 인가되는 추가적인 회전력은, 상기 리벳 및 가공대상체에 의하여 제공되는 회전 운동에 대한 저항에 의하여 완전히 상쇄될 수는 없다. 상기 리벳 및 가공대상체에 의하여 제공된 축 방향 및 회전 운동에 대한 저항은 그들의 재료들과 형상(또한 온도)에 의존한다.

[0168]

상기 제3 트랜스미션의 나사들을 통하여 회전 연결을 사용하는 장치에 있어서, 충분한 회전 연결이 발생하도록 보장하기 위해 상기 나사들 사이의 추가적인 마찰을 제공하는 것이 바람직할 수 있고, 또는 사용 중에 마모가 발생하더라도 나사 사이의 마찰이 허용 가능한 수준으로 유지되도록 상기 장치를 변형하는 것도 바람직할 수 있다. 예를 들어, 이러한 목적으로, 상기 제3 트랜스미션의 나사들에는 예비 하중(pre-loading)이 가해질 수 있다(즉, 상기 펀치에 하중이 가해지지 않을 때 상기 제3 트랜스미션의 나사 연결된 구성 요소들의 일부가 이들 사이의 힘을 전달하도록 구성될 수 있음).

[0169]

도 13은 예비 하중이 가해진 나사들을 포함하는 롤러 스크류 메커니즘의 부분 단면도이다. 특히, 상기 롤러들은, 하기에 설명한 바와 같이, 상기 롤러 너트 튜브에 대하여 편향된다. 종래의 롤러 스크류 메커니즘에서와 같이, 이러한 배열은 롤러 너트 튜브(144) 내에 동심적으로 수용되는 롤러 스크류(142), 둘 사이에 위치하고 둘

다에 나사 연결된 나사 볼러들(146)의 원주형 어레이를 포함한다. 나사 볼러들(146)은 축 방향 최말단에서 케이지들(cages)(148)(그 중 하나만 도시됨)에 의하여 서로 상대적으로 지지된다(held). 상술한 상기 리드 스크류 메커니즘들을 대신하여, 본 발명에 따른 장치 내의 제3 트랜스미션과 같은 메커니즘이 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 모터는 볼러 너트 튜브(144)에 연결될 수 있고 상기 노즈편은 볼러 스크류(142)에 연결될 수 있다. 그러므로, 볼러 스크류(142)와 볼러 너트 튜브(144) 사이의 상대적인 회전은 상기 노즈 팁의 선형 운동(즉, 상기 제3 트랜스미션이 체결될 수 있음)을 일으키고, 그들 사이의 완전한 회전 연결은 상기 볼러 스크류 메커니즘 전체를 함께 회전시킨다(즉, 상기 제3 트랜스미션은 해제될 수 있음).

[0170] 볼러들(146)의 축 방향 위치가 볼러 스크류(142) 또는 볼러 너트 튜브(144)에 대해 고정되는 종래의 구조들과는 달리, 이러한 배열에 있어서 상기 볼러들은 양자(both)에 대하여 축 방향으로 편향된다(도 13의 시점에서 하측으로). 본 예에서, 상기 볼러들은, 케이지들(148) 중 하나와 리테이너(retainer) 고리(152) 사이에 압축되어 유지되는, 코일 스프링들(150) 형태의 탄성 요소들에 의하여 편향된다. 본 예에서, 상기 볼러들은 볼러 너트 튜브(144)에 대하여 축 방향으로 고정된다(즉, 볼러 스크류(142)는 볼러들(146)에 대하여 축 방향으로 이동 가능함). 이에 따라, 상기 리테이너 고리(152)는 볼러 너트 튜브(144)에 대하여 축 방향으로 고정된다. 이러한 배열의 변형에 있어서, 상기 메커니즘은 볼러들이 (외부 하중에 의해) 상기 스프링의 편향을 거슬러, 스프링이 손상되거나 기능을 잃을 정도에 이르기까지 상측으로 힘을 받는 것을 방지하도록 배치된 정지 부재를 또한 가질 수 있다. 예를 들어, 각각의 스프링은 그들의 중량을 지나는 봉(rod)을 가질 수 있는데, 상기 봉은 볼러들이 상측으로 힘을 받는 경우 스페이서로서 작용하여 상기 스프링들이 더 이상 압축되는 것을 방지할 수 있다. 의심할 여지를 제거하기 위하여, 상기 볼러들(146)이 볼러 너트 튜브(144)에 대하여 축 방향으로 고정되더라도 상기 볼러 너트 튜브(상기 모터에 연결됨)의 회전 운동이 상기 볼러 스크류(상기 노즈 팁에 연결됨)의 선형 운동 및/또는 회전 운동으로 여전히 변환될 수 있으므로 본 발명의 기능을 저해하지 않을 수 있다.

[0171] 볼러 너트 튜브(144)에 대하여 편향된 볼러들(146)은, 이러한 구성 요소들의 나사들의 메쉬 부분들의 표면들을 서로를 향하여 가압하는 힘을 증가시킨다. 상기 나사들의 표면들이 함께 힘을 받으므로 그들 사이의 마찰 저항을 증가시키도록 더 강하게 작동하고, 따라서 상기 볼러 스크류 메커니즘의 나사 연결의 상기 마찰 저항은 전체적으로 증가된다. 상기 볼러 스크류 및 볼러 너트 튜브 중 하나에 모터를 연결하고 다른 하나에 상기 노즈 팁을 연결함으로써, 상기 볼러 스크류 메커니즘이 상기 모터와 볼러 스크류(142)와 회전 연결되는 경향은 증가될 수 있다(즉, 상기 제3 트랜스미션의 체결을 감소시킴).

[0172] 상기 볼러 스크류 메커니즘의 상기 구성 요소들에 인가되는 외부 축 방향 힘이 없는 경우에도 상술한 사항이 적용되는 한편, 이러한 외부 하중은 상기 스프링들(150)의 영향을 상쇄할 수 있다. 그러나, 이러한 하중의 존재는 상기 나사들 사이의 마찰을 내재적으로 증가시키고, 따라서 상기 스프링들의 영향을 상쇄한다. 예를 들어, 볼러 너트 튜브(144)에 대하여 상측으로(도 13의 시점에서) 볼러 스크류(142)가 밀리면 상기 볼러 스크류는 스프링들(150)의 편향을 거슬러 볼러들(146)을 상측으로 올리고, 상기 볼러들 및 상기 볼러 너트 튜브 사이의 나사 연결 내의 마찰이 감소될 것이다. 그러나, 상기 볼러 스크류 및 상기 볼러들 사이의 나사 연결의 마찰은 이에 상응하여 증가될 수 있다. 이에 따라, 상기 볼러 스크류 메커니즘 내의 마찰은 전체적으로 허용될 수 있는 수준으로 유지된다.

[0173] 상기 노즈 팁이 상기 볼러 스크류(142)에 연결되고 상기 모터가 상기 볼러 너트 튜브(144)에 연결된 것으로 상술되었지만, 다른 배열은 그러한 메커니즘을 다른 방식으로 사용할 수 있다. 예를 들어, 볼러 스크류(142)는 축 방향으로 고정되(stationary) 상기 모터에 의하여 회전하도록 구동될 수 있고, 볼러 너트 튜브(144)는 상기 노즈 팁에 연결되어 상기 볼러 스크류를 따라서 축 방향으로 움직일 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 볼러들(146)은, 볼러 너트 튜브(144) 대신 볼러 스크류(142)에 대하여 축 방향으로 고정될 수 있다(이 경우 상기 리테이닝(retaining) 고리(152)는, 상기 볼러 너트 튜브 대신 상기 볼러 스크류에 대하여 축 방향으로 고정될 수 있음). 다시 말하면, 상기 볼러 스크류 메커니즘은 네 가지 다른 구성을 가지고 작동할 수 있다: 축 방향으로 움직이는 볼러 스크류를 가지는 축 방향으로 고정된 볼러 너트 튜브 및 볼러들, 축 방향으로 움직이는 볼러들 및 볼러 스크류를 가지는 축 방향으로 고정된 볼러 너트 튜브, 축 방향으로 고정된 볼러 스크류를 가

는 축 방향으로 움직이는 롤러 너트 튜브 및 롤러들, 및 축 방향으로 고정된 롤러들 및 롤러 스크류를 가지는 축 방향으로 움직이는 롤러 너트 튜브이다. 의심할 여지를 제거하기 위하여, 다른 롤러 스크류 메커니즘들(하기에 설명한 바와 같음)도 상술한 구성들을 가지고 작동할 수 있다.

[0174] 예를 들어, 도 13의 상기 롤러 스크류 메커니즘을 사용하여 상기 제3 트랜스미션의 상기 나사들에 예비 하중을 가하는 것 (pre-loading)은, 롤러들(146)을 롤러 너트 튜브(144)에 대하여(이 경우에는) 축 방향으로 밀어냄으로써, 이러한 구성 요소들의 마모가 상기 장치의 기능에 미치는 영향이 최소화되는 이점을 제공할 수 있다. 실제로, 일부의 배열들은, 주어진 외부 하중에 따른 나사들의 마찰이 상기 메커니즘의 통상적인 마모 내내 실질적으로 일정한 수준으로 유지되게 한다. 종래의 나사들은 마모에 의하여 느슨해져서 나사들의 표면들 간에 큰 유격을 발생시키고 결과적으로 그들 사이에 마찰을 줄이는 반면, 스프링들(150)은 롤러들(146)과 롤러 너트 튜브(144)의 메쉬(meshed) 나사들 사이의 긴밀한(tight) 접촉을 유지하도록 작용하고, 이에 따라 그들 사이의 충분한 마찰을 유지한다. 상기 나사들에 예비 하중을 가하는 것은 상기 나사들의 유격(play)을 감소시켜서 백래시(backlash)를 감소시킨다.

[0175] 도 14는 예비 하중이 가해진(pre-loaded) 롤러 스크류 메커니즘의 다른 배열을 도시한다. 다시 말하면, 상기 배열은 롤러 스크류(142), 롤러 너트 튜브 (미도시), 및 케이지(148) (그 중 하나만 도시됨) 내의 축 방향 단부 각각에 유지된 롤러들(146)의 어레이를 포함한다. 그러나 이러한 경우에 있어서, 각각의 케이지(148)는 복수의 부분들(154)로 구성된다. 나선형 스프링(156)(텐세이터(tensator) 스프링과 같음)이 각 케이지(148) 원주를 둘러싸고, 케이지들(148)의 상기 부분들(154), 나아가 롤러들(146)을 상기 롤러 스크류(142)를 향해 반경 방향을 따라(radially) 내측으로 밀도록 작용한다. 상기 롤러들(146)이 롤러 스크류(142)를 거슬러 반경 방향으로 밀리면 도 13의 배열과 같이 동일한 방식으로 나사 연결에서 마찰이 증가된다. 상술한 예에서 각각의 롤러가 개별 케이지(148) 개별 부분(154)을 가지지만, 다른 배열들에서 하나 또는 그 이상의 롤러들이 공통 부분을 공유할 수 있다. 다른 예들에 있어서, 상기 케이지들(148) 중 하나만 분할될 수 있다. 이와 유사하게, 본 예에서는, 상기 롤러들(146)이 롤러 스크류(142)를 향하여 반경 방향을 따라 내측으로 편향되지만, 다른 실시예들에서는, 그들이 상기 롤러 너트 튜브(미도시)를 향하여 외측으로 편향될 수 있다. 이것은, 상기 스프링이 상기 롤러 너트 튜브를 향하여 외측으로 상기 롤러들을 밀어낸다면 원심력이 상기 스프링의 효과를 강화(compound)할 수 있는 반면, 도 14의 배열에서 롤러들(146)이 롤러 스크류(142)를 중심으로 회전함에 따라 원심력이 상기 스프링(156)부터의 힘의 일부 또는 모두를 상쇄(counteract)할 수 있는 점에서 이점이 있다.

[0176] 상기 케이지들의 반경 방향 외측 부분에서 상기 스프링들이 차지하는 공간으로 인해, 도 14에 도시된 메커니즘은 상기 롤러들이 롤러 너트 튜브(144)에 대하여 축 방향으로 고정된 경우에 더 적합할 수 있다. 이에 따라 상기 롤러들이 상기 롤러 너트 튜브의 내측에 체결되고 상기 스프링들이 상기 롤러 너트 튜브를 접촉하지 않고 그 내부에 설치될 필요가 없어질 수 있는데, 그 이유는 상기 스프링들이 상기 롤러 너트 튜브의 축 방향 최 말단에 위치할 수 있기 때문이다.

[0177] 도 15는 본 발명의 상기 제6 실시예의 변형 예를 도시하는데, 결합 트랜스미션(130)(상술한 바와 같이 상기 제3 트랜스미션으로서 기능함)의 리드 스크류 메커니즘이, 그것의 나사들에 예비 하중이 가해지도록 적용되었다. 도 16에 도시된 바와 같이, 결합 너트(131)는 그 내부의 캐비티들 내에 수용된 복수의 압력 패드들(160)을 가진다. 본 실시예에 있어서, 상기 압력 패드들은 결합 샤프트(128)와 연결되도록 나사가 형성된다(그러나 다른 실시예들에서는 아닐 수 있음). 압력 패드들(160)은 코일 스프링들(162) 형태의 탄성 부재들에 의하여, 결합 샤프트(128)에 대해, 반경 방향을 따라 내측으로 밀린다. 상술한 바와 같이, 결합 샤프트(128)가 상기 모터에 의하여 회전하도록 구동되는 상태에서, 상기 가변 영향 브레이크 시스템(20)이 너트(131)의 회전을 억제하도록 체결함으로써, 상기 결합 샤프트는 상기 너트에 대하여 회전하고 따라서 축 방향으로 이동한다. 너트(131)가 샤프트(128)와 함께 회전한다면, 상대적인 회전이 없으므로 축 방향 운동은 일어나지 않는다. 결합 샤프트(128)에 대해 압력 패드들(70)이 밀리면 이러한 구성 요소들 사이의 나사 연결에 예비 하중이 가해지고, 상기 리드 스크류 메커니즘 내의 마찰을 증가시키고, 따라서 너트(131) 및 샤프트(128)가 함께 회전할 수 있는 정도를 증가시킨다. 대안적인 구성에 있어서, 상기 압력 패드들은 상기 너트 내의 긴 슬롯들(slots) 내에 수용될 수 있

고, 축 방향으로 밀릴 수 있다. 다른 대안적인 구성에 있어서, 상기 압력 패드들은 상기 너트의 외측 원주 주위에 위치할 수 있고, 내부에서 상기 너트가 회전 가능한, 상기 하우징에 대해 반경 방향을 따라 외측으로 밀릴 수 있다(본 예에서의 상기 구동 브레이크와 같음).

[0178] 예비 하중이 가해진 리드 스크류 메커니즘의 다른 예에 있어서, 상기 너트는, 가까워지거나 멀어지도록 밀리는, 두 개의 축 방향으로 이격된 부분들로부터 형성될 수 있다(각각은 완전한 너트의 형상을 가질 수 있음). 이러한 배열에 있어서, 축 방향 하중이 인가되면(즉, 상기 너트와 샤프트가 서로에 대해 축 방향으로 움직이도록 미치는 하중), 상기 샤프트와 상기 너트의 한 부분 사이의 마찰은 감소될 수 있으나, 상기 샤프트와 상기 너트의 다른 부분 사이의 마찰은 증가될 수 있다. 실제로, 상기 하중은 상기 두 개의 부분들을 편향시켜 이격시키는 힘을 완전히 상쇄하기에 충분할 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 상기 전체 하중은 상기 부분들 중 하나에 의하여 지지될 수 있다. 하나의 대안적인 배열에 있어서, 상기 리드 스크류 메커니즘의 상기 나사들은 예비 하중이 가해져서, 두 개의 축 방향으로 이격된 부분들을 서로에 대하여 회전하도록 밀 수 있다. 다른 대안적인 배열에 있어서, 상기 너트의 단지 원주 부분만이 두 개의 축 방향으로 이격된 부분들로부터 형성된다. 또 다른 대안적인 배열에 있어서, 상기 너트는, 사이에 간격을 가지는 복수의 원주 방향으로 이격된 부분들로부터 형성되고, 상기 원주 방향으로 이격된 부분들은 반경 방향을 따라 내측으로 밀린다(예를 들면, 텐세이터 스프링에 의함).

[0179] 상기 제3 트랜스미션의 상기 나사들은 외측으로 예비 하중이 가해질 수 있다(즉, 상기 제3 트랜스미션에 포함되지 않는 구성 요소에 의함). 예를 들어, 도 10을 다시 참조하면, 상기 제5 실시예의 상기 장치에 있어서, 버퍼 스프링(65)에 의하여 제공된 말단 샤프트(11)의 선형 운동에 대한 저항은(상술한 바와 같이) 제3 트랜스미션(112)에 예비 하중을 가할 수 있다. 이와 유사하게, 도 12를 참조하면, 상기 제6 실시예의 스프링들(65, 136)은 유사한 방식으로 결합 트랜스미션(130)의 상기 나사에 예비 하중을 가할 수 있다. 실제로, 어느 경우든, 상기 스프링 또는 스프링들은, 그것/그것들이 변형되어 복원력을 일으키는, 리벳 삽입 과정 상의 단계들이, 및/또는 형성된 복원력의 크기가, 예비 하중을 가하는 데 요구되는 조건에 따라 조정되도록(customized), 변형될 수 있다. 대안적인 구성들에 있어서, 추가적인 탄성(resilient) 부재들이 예비 하중을 가하는 목적으로 상기 장치의 다른 위치에 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 10을 다시 참조하면, 상기 제5 실시예는, 고정 부분(102)에서 쉘기들(104)의 최상부들과 키 홈들(106)의 최상부들 사이에 연장된(stretched) 인장 스프링들(tensile springs)을 포함하도록 변형될 수 있다. 이 스프링들은, 운동 부분(110)을 상측 방향으로(도 10의 시점에서) 밀어냄으로써 구동 너트(114) 내에서 구동 샤프트(9)를 상측 방향으로 밀어내고 그들 사이의 나사 연결에서의 마찰을 증가시켜서 제3 트랜스미션(112)의 나사들에 예비 하중을 가할 수 있다.

[0180] 제3 트랜스미션의 나사들에 예비 하중을 가하는 것의 다른 예에 있어서, 하나 또는 그 이상의 탄성 부재들의 복원력을 대신하여, 마찰 저항이 상기 나사들(및 이에 따라 상기 나사 부재들 사이의 마찰)을 통하여 전달되는 힘을 증가하도록 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 10을 참조하면, 상기 제5 실시예는, 쉘기들(104)이 상기 운동 부분의 케이싱(1) 내에서 반경 방향으로 이동 가능하고, (예를 들면) 압축 스프링들에 의하여 반경 방향을 따라 외측으로 밀리도록 변형될 수 있다. 이에 따라 쉘기들(104)은, 키 홈들(106) 내에서, 고정 부분(102)에 대해 가압됨으로써 고정 부분(102)과 운동 부분(100) 사이의 마찰을 증가시킨다. 이에 따라, 스프링 키들(sprung keys)은, 운동 부분(100)(및 그에 따라 구동 샤프트(9))의 선형 운동을 저지하는(opposes) 선형 브레이크(즉, 적어도 선형 운동에 저항하도록 구성된 브레이크)를 형성한다. 구동 샤프트(9)의 운동에 대한 이 저항은, 운동 부분(100)이 축 방향으로 움직일 때마다 제3 트랜스미션(112)의 나사들 내의 하중을 증가시킨다. 상기 운동 부분이 움직이지 않는 경우 예비 하중이 부족하더라도 상기 장치의 기능에 해롭지 않은데, (상기 모터가 구동된 것으로 전제함) 이는 제3 트랜스미션(112)이 완전히 해제되었을 때 상기 운동 부분이 단지 축 방향으로만 정지되고, 이는 추가적인 회전 연결이 필요하지 않음을 의미하기 때문이다.

[0181] 상기 제3 트랜스미션의 나사들에 예비 하중을 가하는 것과 함께 또는 그 대신, 어떤 장치가 나사 부재들을 포함하는 제2 트랜스미션을 가지는 경우 이것들은 상기 나사들에 예비 하중이 가해지도록 변형될 수 있다. 상술한 바와 같이, 그 안에서의 회전 연결은 상기 가변 영향 브레이크 (및/또는 클러치)를 상술한 바와 같이 미리 설정되게 할 수 있다(이것은 상기 제2 트랜스미션의 체결 정도를 선택적으로 조정하는 일 예임). 도 17은 제2 트랜

스미션(52)이 예비 하중이 가해진 나사들을 가지는, 본 발명의 상기 제3 실시예의 변형을 도시한다. 코일 스프링(166) 형태인 탄성 부재는 구동 샤프트(9)와 말단 샤프트(11)의 서로 대향하는 단부 면들 사이에서 압축되어 고정된다. 스프링(166)은 구동 샤프트(9)(및 그에 따라 너트(55))와 말단 샤프트(11)를 밀어서 이격시키도록 작용함으로써, 상기 나사들에 예비 하중을 가한다. 이러한 방식으로 상기 나사들에 예비 하중을 가하는 것은, 가변 영향 브레이크 시스템(58)이 완전히 해제된 때에, 너트(55)와 말단 샤프트(11) 사이의 마찰이 그것들이 일체로 회전하는 것(즉, 제1 트랜스미션(51)이 완전히 체결되고 제2 트랜스미션(52)은 완전히 해제됨)을 보장하기에 충분하도록 보장한다. 또한, 이러한 구조는 상기 말단 샤프트 내의 중앙 구멍(15)과 정렬된 구멍(170)을 가지는 삽입체(insert)(168)를 포함한다. 삽입체(158)는 중앙 구멍(15) 내의 간극을 최소화하도록 배치됨으로써, 이전에 업셋된 리벳들의 맨드릴들이 상기 장치를 따라 올라가다가 그 구멍 부분 밖으로 낙하하는 것을 방지한다.

[0182] 의심할 여지를 제거하기 위하여, 상술한 배열들은 단지 예시적이며, 상기 제2 또는 제3 트랜스미션의 내부 또는 외부의 예비 하중 인가는 어떤 적합한 방식으로든 수행될 수 있다. 예를 들어, 편향 스프링 및/또는 선형 브레이크가 다른 적합한 위치에 배치되고, 및/또는 상기 장치의 다른 적합한 구성 요소에 작용할 수 있다. 추가적으로, 상기 제3 트랜스미션의 나사들에 예비 하중을 가하는 것과 관련하여 설명된 하나 또는 그 이상의 상기 특징들은 상기 제2 트랜스미션에 예비 하중을 가하는 것과 관련하여 적용될 수 있고, 그 역도 성립한다.

[0183] 상술한 장치 및 방법들의 많은 변형들이 첨부된 청구항에 의하여 정의된 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 구현될 수 있다. 예를 들어, 상기 장치를 로봇 암(robotic arm)에 장착하는 대신 고정된 자동 장치, 받침대 상에 장착하거나 상기 장치의 위치를 수동으로 조정하도록 배치된 역균형 빔(counterbalanced beam) 상에 장착할 수 있다.

[0184] 제3 트랜스미션을 포함하는 상술한 배열들이 힘 반응 프레임(force reaction frame)을 사용하는 반면 제3 트랜스미션을 가지지 않은 것들은 그렇지 않더라도, 상황에 따라 힘 반응 프레임은 본 발명에 따른 어떤 구조에서도 사용되거나 사용되지 않을 수 있음을 이해하여야 한다. 예를 들어, 힘 반응 프레임은, 리벳을 가공대상체 내로 삽입하기에 충분한 힘을 형성해야 하는 대신에(또는 그것이 제3 트랜스미션 또는 별도의 액추에이터에 의하여 이루어지는 경우의 힘에 저항해야 함), 이 경우 상기 장치를 올리고 움직이게만 하면 되므로, 힘 반응 프레임의 사용은 덜 강력한 자동화 장치를 사용 할 수 있게 한다. 그러나, 힘 반응 프레임으로 인해 추가된 크기는 상기 장치가 좁은 공간들 속에 들어가야 하는 경우에는 그 사용이 적합하지 않게 할 수 있다. 추가적으로, 힘 반응 프레임은, 가공대상체의 반대쪽(reverse)(즉, 상기 리벳이 삽입되는 쪽의 반대쪽 면)이 접근 불가능하거나 요구되는 하중을 지지할 수 없으면, 적합하지 않을 수 있다. 예를 들어, 비행기 날개의 경우에는, 리벳이 삽입되는 표면 층 부분들의 반대쪽 면이 접근 불가능할 수 있고, 및/또는 상기 날개가 힘 반응 프레임의 플랫폼 상에서 지지된다면, 리벳이 삽입되는 동안 쥐어짜는 힘(squeezing force) 날개를 파손(buckle)할 수 있다.

[0185] 상기 제1, 제2, 제3, 제5 또는 제6 실시예들의 상기 제1 트랜스미션 또는 상기 제4 실시예의 상기 제2 트랜스미션은 상술한 상기 구성 요소들 전체보다 적게 포함할 수 있고, 상술한 구성 요소 대신 또는 그에 더하여 추가 구성 요소들을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 트랜스미션은, 예를 들어 동축 또는 방사상의 오프셋 단순 기어 장치(offset simple gearbox), 유성 기어장치(epicyclic gearbox), 폴리 조립체, 또는 하모닉 드라이브(harmonic drive)와 같은 어떤 적합한 형상이든 취할 수 있다. 상기 제1, 제2, 제3, 제5 또는 제6 실시예들의 상기 제2 트랜스미션, 상기 제4 실시예의 상기 제1 트랜스미션, 또는 상술한 실시예들의 상기 트랜스미션 제어 장치는 상술한 상기 구성 요소들 전체보다 적게 포함할 수 있고, 또는 대체하여 또는 추가하여 다른 구성 요소들을 포함할 수 있다.

[0186] 상기 제1, 제2, 제3, 제5 및 제6 실시예들의 상기 제2 트랜스미션이 리드 스크류를 포함하지만, 볼 스크류, 롤러 스크류 또는 다른 적합한 구동 메커니즘을 그 대신 포함할 수 있다. 상술한 실시예들이 리드 스크류를 사용하는 것처럼, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 나사들은 직접적으로 서로 작용한다. 그러나, 다른 실시예들에 있어서, 상기 나사들은 간접적으로 서로 작용할 수 있다. 예를 들어, 볼 스크류 또는 롤러 스크류를 사용하는

실시예들에 있어서, 상기 제1 및 제2 나사 부재들의 나사들은 상기 볼들/롤러들을 통하여 간접적으로 서로 작용한다. 의심할 여지를 제거하기 위하여, 예를 들어, 상기 볼들을 축 방향으로 또는 반경 방향으로 밀어냄으로써(예를 들어, 롤러 스크류 메커니즘의 케이지와 관련하여 상술한 개념 중 하나를, 상기 볼 스크류의 볼 궤도에 적용함) 볼 스크류 메커니즘의 나사들에 예비 하중을 가할 수 있다.

[0187] 상술한 장치의 설명에서, 다양한 구성 요소들의, 상기 구동 샤프트에 대한 선형 운동이 설명되었다. 이것은 이러한 구성 요소들과 상기 구동 샤프트 사이의 추가적인 기능적 관계를 암시하는 것으로 의도된 것은 아니다. 상기 구동 샤프트에 관련된 운동에 대한 언급은 축 방향 운동에 관련하여 일관된 프레임(frame of reference)을 제공하도록 사용된 것 뿐이다.

[0188] 상기 비제한 커플링은 각 샤프트로부터의 하나 이상의 돌출부를 포함할 수 있다. 각각의 돌출부는, 상술한 바와 같이, 원형 부분일 수 있고, 또는 다른 단면 형상을 가질 수 있다. 추가적으로, 상기 비제한 커플링은 다른 적합한 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 하나의 샤프트는 다른 샤프트 내에 상보적인 형상으로 이루어지되(complimentarily shaped) 서로 이격된 구멍들에 수용된 하나 또는 그 이상의 축 방향 돌출부들을 가질 수 있다. 또한, 상기 제1 실시예의 상기 제한 커플링은 다른 적합한 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 제한 하우징을 사용하는 대신에, 한 샤프트는, 두 개의 샤프트들의 분리를 방지하도록 다른 샤프트 상의 플랜지들(flanges) 또는 그루브들(grooves)과 체결되는 갈고리형(hooked)의 또는 미늘형(barbed) 돌출부들을 가질 수 있다.

[0189] 상기 제1 실시예의 상기 제한 커플링은, 일 방향 클러치를 대신하여, 가변 영향 클러치(variable-influence clutch)를 포함할 수 있다. 상기 가변 영향 클러치는, 상기 중간 샤프트가 전방으로 회전할 때 상기 중간 샤프트의 운동을 상기 말단 샤프트에 전달하기만 하도록 제어될 수 있다.

[0190] 상기 제1 실시예에 있어서, 상기 중간 및 말단 샤프트들이 상기 제한 하우징에 모두 접촉되므로, 상기 중간 샤프트가 상기 제한 하우징을 회전하게 할 수 있고, 그에 따라 상기 말단 샤프트를 회전하게 할 수 있다. 상기 제1 실시예에 있어서, 상기 말단 샤프트의 후방 회전은 상기 클램프의 상기 조들 내의 상기 블라인드 리벳의 상기 맨드릴의 뒤틀림 저항(torsional resistance)에 의하여 방지된다. 그러나, 다른 실시예들에 있어서, 상기 말단 샤프트는 제2 일 방향 클러치를 통과할 수 있다. 이러한 클러치는 상기 일 방향 클러치와 반대되는 구성을 가질 수 있고 회전이 가능하게 고정된 컵을 가질 수 있다. 이러한 실시예에 있어서, 상기 말단 샤프트가 전방으로 회전하면, 상기 제2 일 방향 클러치의 상기 롤러들은 경사들(ramps)을 굴러서 내려가서 상기 샤프트를 회전하게 할 것이다. 그러나, 상기 샤프트가 후방으로 구동하면, 상기 롤러들은 상기 경사들을 굴러 올라가서 상기 말단 샤프트와 상기 회전 가능하게 고정된 컵 사이에 꼭 끼게 된다. 이에 따라, 상기 샤프트는 회전이 방지될 수 있다.

[0191] 상기 제1, 제2, 제3, 제5 또는 제6 실시예들의 상기 클램프의 상기 조들은, 블라인드 리벳의 상기 맨드릴을 더 잘 잡기 위하여(better purchase), 치 형상(teeth) 또는 텍스처된(textured) 영역과 같은 모양있는 부분들을 가질 수 있다. 상술한 실시예들에 있어서, 상기 클램프가 상기 클램프 해제 블록에 의하여 개방된다고 하여도, 다른 실시예들은 상기 클램프를 개방하기 위한 다른 메커니즘을 사용할 수 있다. 예를 들어, 상기 노즈편에는 클램프 개방면이 구비되어, 상기 조들이 이동하여 그것에 접촉될 때 캠 운동하여 그것들을 개방하게 할 수 있다.

[0192] 상술한 설명이, 상기 해제 스프링(release spring), 버퍼 스프링(buffer spring), 클러치 스프링(clutch spring) 또는 나사 부재들에 예비 하중을 가하는 스프링과 같은 스프링을 언급하 경우, 이 스프링은, 그에 대신하여, 탄성(resilient) 부재의 형태일 수 있음을 이해하여야 한다. 탄성 부재들의 예들은 리프(leaf) 스프링들, 벨레빌 워셔들(Belleville washers), 코일 스프링들, 볼루트(volute) 스프링들, 텐세이터 스프링들, 가스 스프링들, 및 탄성 중합체 튜브들(elastomeric tubes), 봉들(rods), 시트들(sheets) 및 블록들(blocks)을

포함한다. 대안적으로, 하나 또는 그 이상의 상기 스프링들(또는 다른 형태의 탄성 부재)은 솔레노이드 또는 전자석과 같은 액츄에이터로 대체될 수 있다. 이러한 액츄에이터는 상기 장치의 작동 내내 일정한 힘을 발생하도록 구성될 수 있고, 또는 능동적으로 제어될 수 있다(예를 들어, 솔레노이드는 예비 하중을 가하는 데 사용될 수 있고 상기 나사들을 통한 회전 연결이 요구되는 경우에만 활성화될 수 있음).

[0193] 일부 실시예들은 상기 클램프의 상기 조들을 먼저 능동적으로 개방하여 블라인드 리벳을 받지 않고 블라인드 리벳을 장착(load)할 수 있다. 예를 들어, 블라인드 리벳의 맨드릴은 상기 폐쇄된 조들에 대해 상측으로 가압될 수 있다. 이에 따라 상기 조들이 상기 구동 샤프트를 향하여 움직임으로써, 상기 클램프 블록의 상기 클램프 폐쇄면으로부터 그것들을 해제하고 상기 클램프 해제 블록의 상기 클램프 개방면에 대해 그것들을 가압한다. 상기 리벳 맨드릴을 통하여 상기 조들에 힘을 가하는 것은, 상기 맨드릴이 그것들 사이에서 슬립(slip)할 때까지 캠 운동하여 상기 조들을 개방할 수 있다(cam the jaws apart).

[0194] 상기 장치의 상기 노즈 상에 블라인드 리벳들을 장착하는 것은 어떤 적합한 방식으로든 수행될 수 있다. 예를 들어, 그들은 굳건한(rigid) 튜브들 및/또는 신축성 호스들을 따라서 벌크 저장소(bulk storage)로부터의 공기압 하에서 불어질 수 있고(blowed), 픽 앤 플레이스 기계(pick and place machine)에 의하여 상기 장치의 상기 노즈 내로 삽입될 수 있다.

[0195] 상기 상술한 실시예들의 상기 가변 영향 브레이크 시스템은 어레이된 복수의 패드들을 대신하여 단일 브레이크 패드를 포함할 수 있다. 또한, 상기 브레이크는 전자석 발전기 또는 전기-기계식으로 작동되는 포장된(electromechanically activated wrapped) 스프링 브레이크의 형상을 가질 수 있고, 또는 대신하여 회전 가능하게 고정된 표면 및 회전하는 구성 요소 사이의 공간(cavity)에 수용된 일정량의 자기-유동(magneto-rheological) 또는 전기-유동(electro-rheological) 유체를 포함할 수 있고, 상기 브레이크의 슬립(slip)에 대한 저항은 상기 유체에 자기장 또는 전기장을 인가하여 상기 유체의 점성을 변화시킴으로써 제어될 수 있다. 대안적으로, 상기 가변 영향 브레이크 시스템은 어떤 다른 적합한 형상이든 가질 수 있다.

[0196] 상기 제4 실시예(또는 어떤 다른 배열이든)의 상기 가변 영향 클러치는 일정량의 자기-유동 또는 전기-유동 유체를 사용할 수 있다. 상기 유체는 상기 모터에 회전 가능하게 연결된 구성 요소와 상기 리벳에 회전 가능하게 연결된 구성 요소 사이의 공간(cavity)에 수용될 수 있다. 상기 클러치의 슬립에 대한 저항은 상기 유체에 자기장 또는 전기장을 인가하여 상기 유체의 점성 및 그에 따른 클러치의 허용된 슬립의 정도를 변화시킴으로써 제어할 수 있다. 일부 실시예들은 축 방향으로 서로 인접한 일정량의 자기-유동 또는 전기-유동 유체를 각각 사용하는 가변 영향 브레이크 및 가변 영향 클러치를 가질 수 있다. 상기 제4 실시예의 변형에 있어서, 예를 들어, 상기 클러치는, 상술한 바와 같은, 마찰면들을 사용할 수 있으나 상기 클러치의 상기 마찰면들은, 평평한 형상이고 상기 튜브 형상 부분(또는 대안적인 구성 요소)의 단부에 작용하는 대신, 튜브 형상이고 상기 몸체 구동기 (또는 대안적인 구성 요소)의 튜브 형상 부분의 원주에 작용할 수 있다. 대신하여, 또는 상술한 바에 추가하여, 가변 영향 클러치는 전자기 저항을 사용할 수 있다. 이러한 클러치의 로터(rotor) 및 전기자(armature) 권선들(또는 균등한 특징들)은 평평하고 상기 튜브 형상 부분(또는 다른 구성 요소)의 단부에 작용하거나, 튜브 형상이고 상기 튜브 형상 부분 (또는 대안적인 구성 요소)의 원주에 작용할 수 있다.

[0197] 상기 응용에서 브레이크 또는 클러치의 '슬립'을 지칭하는 경우, 전자기 저항 또는 자기-유동 또는 전기-유동 유체를 사용하는 브레이크 또는 클러치에서 상기 브레이크 또는 클러치의 '슬립'은 상기 브레이크 또는 클러치에서 허용하는 상기 구성 요소들의 상대적인 운동의 정도(degree)를 지칭함을 이해하여야 한다.

[0198] 본 발명의 상기 제2, 제4 또는 제5 측면들의 대체적인 실시예들에 있어서, 상기 리벳은, 상기 리벳이 상기 가공 대상체에 접촉하기 전에 회전을 시작할 수 있다. 이는 상기 리벳이 상기 가공대상체에 접촉하기 전에 필요한 회전 속도에 도달할 수 있게 하고, 이는 상기 공정 사이클 시간을 빠르게 할 수 있다. 다른 대안적인 실시예들

에 있어서, 상기 리벳은 상기 리벳이 상기 가공대상체와 접촉함과 동시에 회전을 시작할 수 있다.

[0199] 상기 상술한 실시예들에서, 상기 블라인드 리벳이 업셋될 때, 상기 제2 트랜스미션이 완전히 체결되었으나, 그 대신 그 시점에서단지 부분적으로 체결될 수 있다. 이것은 상기 클램프 또는 맨드릴 구동기의 속도, 나아가 업셋 속도를 감소시킬 수 있으므로, 상기 모터의 속도를 조정할 필요가 없다. 이에 따라 더 단순하고 밋/또는 더 저렴한 모터 제어 시스템들이 사용될 수 있다.

[0200] 상기 제2, 제3, 제4, 제5 및 제6 실시예들의 상기 구동 체결 특징들은 상기 리벳 헤드에 있는 상보적인 (complimentarily) 방사상 리지들과 맞물리는 상기 노즈편의 방사상 그루브들이지만, 어떤 다른 적합한 접촉 수단들이라도 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 리벳의 상기 헤드는 방사상 그루브들을 가지고 상기 노즈편은 방사상 리지들을 가질 수 있거나 상기 노즈편 및 리벳은 단일 형상 돌기 및 오목부 (필립스(Phillips), 헥스(hex) 또는 토룩스(torx) 드라이브와 같은)를 통해 접촉될 수 있고, 또는 복수의 상보적인 형상으로 이루어지되 (complimentarily shaped) 서로 이격된 돌기 및 오목부를 통하여 접촉될 수 있다. 이와 유사하게, 상술한 실시예들에서의 상기 조들과 상기 노즈편 사이의 구동 체결, 또는 상기 제4 실시예의 상기 리벳 맨드릴 및 상기 길이 방향 구멍의 구동 체결 프로파일들은 상술한 어느 형태든 가질 수 있고, 또는 어떤 다른 적합한 접촉 메커니즘이든 사용할 수 있다.

[0201] 상기 노즈편과 상기 리벳의 상기 구동 체결 특징들의 체결을 유지하기 위하여, 자석 또는 볼 디텐트를 사용하는 대신, 상기 리벳은 임시 접촉제에 의하여 위치에 유지될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 그것은 스프링 편향 조들(spring biased jaws)과 같은 기계적 수단들에 의하여 위치에 유지될 수 있고, 또는 그것이 상기 노즈편에 체결되도록 압축 공기를 불어줌에 의하여(또는 진공으로 빨아들임에 의하여) 상기 노즈편을 향하여 편향되도록 할 수 있다. 상기 보유 메커니즘(retention mechanism)은, 존재하는 경우, 상기 노즈편과 같은 상기 장치의 다른 구성 요소 상에 위치할 수 있다.

[0202]

[0203] 상기 제1, 제2, 제3, 제5 또는 제6 실시예들의 상기 노즈편은 도시된 바와 같이, 양 방향으로 자유롭게 회전 가능할 수 있고, 또는 한 방향으로만 (예를 들어, 그것이 일 방향 클러치(one-directional clutch)에 연결될 수 있음) 회전할 수도 있다. 상기 노즈편이 한 방향으로만 회전 가능한 경우, 이는 자기 업셋 리벳들을 구동하는데 유용할 수 있다. 이러한 일 실시예에 있어서, 상기 리벳은 그것의 맨드릴에 의하여 구동되지만, 상기 노즈편은 상기 리벳 몸체에 회전 가능하게 연결된다. 상기 맨드릴이, 상기 노즈편이 회전할 수 있는 방향으로 먼저 회전되고, 그에 따라 상기 리벳(및 상기 노즈편)의 상기 몸체와 맨드릴이 함께 회전할 수 있고 상기 리벳은 가공대상체 내로 삽입될 수 있다. 그 후에 상기 노즈편이 회전할 수 없는 방향으로 상기 맨드릴을 회전함으로써, 상기 맨드릴은 회전하지만 상기 리벳 몸체는, 상기 노즈편에 의하여 회전하는 것이 방지된다. 이에 따라 상기 맨드릴과 상기 리벳 몸체 사이의 상대적인 회전이 일어나는데 이에 따라, 그들 사이의 내부 나사를 통하여, 상기 리벳이 업셋된다.

[0204] 상기 제3 실시예(예를 들면)에서 상기 트랜스미션 제어 장치가 가변 영항 브레이크 시스템을 포함하지만, 다른 실시예들에서는, 그 대신, 상기 제1 실시예와 관련되어 설명되었던(그러나 그에 포함되지 않음) 것과 같은 회전 가능하게 고정된 컵을 가지는 일방향 클러치를 포함할 수 있다. 이 클러치는 상기 말단 샤프트가 상기 제1 방향으로 회전하여 상기 리벳을 회전시키게 할 수 있으나, 상기 말단 샤프트가 상기 제2 방향으로 회전하는 것을 방지할 수 있다. 상기 말단 샤프트가 상기 제2 방향으로 회전하는 것이 방지되므로 상기 제2 트랜스미션이 체결되고 상기 맨드릴을 당기고 상기 리벳을 업셋하는 데 필요한 상기 축 방향 운동이 생성된다.

[0205] 의심할 여지를 제거하기 위하여, 한 종류의 자기 업셋 블라인드 리벳이 기술되었다고 하여도, 본 발명의 상기 제3 및 제4 측면들은 이러한 종류의 리벳만 구동하는 것으로 한정되지 않는다. 상기 맨드릴과 상기 리벳의 상기 몸체 사이의 상대적인 회전에 의하여 업셋되는 어떠한 블라인드 리벳이라도 적합할 수 있다.

- [0206] 본 발명의 제3, 제4 및 제5 측면들의 대안적인 실시예들에 있어서, 상기 트랜스미션 제어 장치는 상기 제1 트랜스미션의 체결 정도를 또한 선택적으로 조정할 수 있다(가변 영향 클러치 또는 다른 적합한 배열을 사용함). 이에 따라, 두 트랜스미션을 해제함으로써, 상기 가공대상체가 냉각될 수 있게 하는 점에서 바람직할 수 있는, 상기 공정 프로파일(하기에 설명함)에 중지가 생길 수 있고다. 상기 제1 트랜스미션도 해제할 능력이 없는 경우, 상기 공정 프로파일의 중지는 상기 모터가 재시동되기 전에 정지되게 해야 하고, 이는 많은 양의 에너지를 낭비하고 및/또는 상기 장치에 과도한 변형을 일으킬 수 있다.
- [0207] 본 발명의 상기 제3 측면의 대안적인 실시예들은 가변 영향 브레이크 시스템의 사용을 요구하지 않을 수 있다. 그 대신, 상기 리벳의 상기 헤드는 충분한 힘을 가지고 상기 가공대상체의 표면 내로 가압됨으로써, 상기 맨드릴이 회전을 계속하는 동안 상기 헤드 및 상기 가공대상체의 마찰이 상기 리벳 몸체를 움직이지 않게 고정한다. 이 방법이 사용되는 경우, 상기 리벳 헤드의 하측(underside)에는, 상기 헤드와 상기 가공대상체 사이의 마찰을 증가시키는 특징들이 유용하게 구비될 수 있다.
- [0208] 본 발명의 상기 제4 측면의 다른 실시예들에 있어서, 자기 업셋 블라인드 리벳을 업셋하기 위하여 상기 리벳 몸체가 회전을 계속하는 동안 회전이 방지되는 것은 상기 맨드릴일 수 있다.
- [0209] 상기 리벳 회전력 또는 업셋 힘(upsetting force)(즉, 상기 제1, 제2, 제3, 제5 및 제6 실시예들에서 상기 클램프의 축 방향 운동 또는 오직 상기 제4 실시예에서 상기 맨드릴의 회전)의 일부 또는 전부를 제공하도록 상기 모터의 토크(torque) 대신 상기 장치의 운동 에너지가 사용될 수 있음을 유의해야 한다. 예를 들어, 상기 제1 실시예에 있어서, 상기 펀치와 리벳이 상기 가공대상체를 향하여 선형적으로 전진하는 동안 구동, 중간 및 말단 샤프트들은 점점 속도가 빨라져서 각운동량(angular momentum)을 얻을 수 있다. 상기 리벳이 상기 가공대상체와 접촉하고 그의 운동에 대하여 저항을 받는 경우, 상기 모터로부터의 힘을 보완(또는 대체)하도록 상기 회전하는 샤프트들(spining shafts)의 운동 에너지(kinetic energy)가 상기 리벳에 전달될 수 있다. 업셋 힘 또는 회전력의 적어도 일부를 제공하기 위한 운동 에너지의 사용은 덜 강력한 모터들(및, 사용되는 경우, 기어들)이 사용되게 할 수 있고, 더 저렴하거나 및/또는 가볍거나, 및/또는 더 적은 전력을 소비할 수 있다. 운동 에너지를 사용하는 실시예들은 플라이휠(flywheel)을 사용함으로써 필요한 운동 에너지를 저장할 수 있다.
- [0210] 대안적으로 또는 추가적으로, 상기 모터의 토크는 상기 회전력 또는 업셋 힘의 일부 또는 전부를 직접적으로 제공할 수 있다. 예를 들어, 상기 공정 프로파일(하기에 설명함) 내에서 중지가 필요한 경우에는, 상기 장치를 멈추기 위하여 상기 장치의 상기 운동 에너지의 소실(dissipation)이 필요할 수 있고, 상기 운동 에너지는 이러한 중지가 종료된 후 다시 축적된다. 초과 운동 에너지의 소실과 축적은 상기 장치의 변형을 야기할 수 있고(더 육중하게 만들어지거나 더 잦은 점검이 요구됨) 또는 상기 리벳 삽입 공정을 느리게 할 수 있다. 이에 따라, 일부 실시예들에 있어서, 필요한 힘을 모두 제공하고 상기 장치에 축적될 수 있는 운동 에너지를 최소화하기 위하여 상기 모터로부터 직접 전달되는 토크를 사용하는 것이 바람직할 수도 있다.
- [0211] 상기 상술한 공정은, 또는 본 명세서에서 설명된 다른 어떤 방법이든, 예를 들어, 상기 가변 영향 브레이크 및/또는 가변 영향 클러치의 작동과 동시에 또는 그에 순차적으로 그의 속도/토크 프로파일을 변화시킴으로써, 모터 특성들의 조정을 통하여 더욱 제어될 수 있다.
- [0212] 특정한 예들과 설명들이 상술되었지만, 본 발명은 어느 공정 프로파일이든 사용되는 블라인드 리벳의 방법들에 사용되거나 적용되기에 적합하다. 다시 말하면, 본 발명은 상기 블라인드 리벳 또는 자기 업셋 블라인드 리벳(또는 그들의 부분들)에 회전 및/또는 축 방향 운동들 또는 힘들을 인가할 수 있다. 상기 운동들/힘들은 어떠한 크기이든 가능하고, 어떤 조합이든지 그리고 어떤 시간 순서로든 가능하다. 상기 장치는 모터 속도 및/또는 가속도 제어를 사용할 수 있고, 예를 들어, 서보(servo) 제어 기술을 사용할 수 있다. 본 발명에 따른 공정 프로

파일의 어느 단계의 다른 예는(상술한 바를 넘어), 상기 리벳이 회전하지도 않고 축 방향으로 움직이지도 않는, 리벳 구동 중지가 있다. 이러한 중지들은 언제든지 이루어질 수 있다. 이러한 중지는 마찰 열이 발생하기 전에 또는 후에 상기 가공대상체에 외부 열을 인가하기 위한 시간을 허용하도록 사용될 수 있고, 가공대상체 층들 사이에 위치한 접착제가 펼쳐지는 시간을 허용하도록 사용될 수 있다. 공정 프로파일의 다른 단계는, 상기 가공대상체의 둘 또는 그 이상의 층들이 접합되기 전에 함께 가압되도록, 상기 가공대상체의 표면에 접촉한 후에 상기 리벳의 연장된 축 방향 운동(회전하거나 그렇지 않음)일 수 있다. 예를 들어, 상기 리벳은 회전하지 않은 채 가공대상체의 최상층 상으로 전진할 수 있고, 그 후 하부층(들) 내로 상기 최상층을 가압하도록 축 방향 운동을 계속할 수 있다. 그러면 상기 리벳은 회전하여 상기 가공대상체 내로의 운동을 시작할 수 있다.

[0213] 본 명세서에 설명된 상기 실시예들이 블라인드 리벳들(자기 엷셋 또는 그 외)을 특정하여 지칭하더라도, 상기 용어 '블라인드 리벳'은 팬드릴을 축 방향으로 이동시킴으로써 엷셋되는 (가공대상체 내의 구멍에 고정(secure)하기 위해) 블라인드 리벳 너트들 또는 스터드들(studs)과 같은 구성 요소들을 포함하는 것으로 의도됨을 이해하여야 한다. 다른 형태의 패스너(fastener)가 구동되는 경우, 상기 리벳(상기 가공대상체 등과 접촉하는 것과 관련되어)에 대한 설명은 상기 다른 형태의 패스너와 관련된 것으로 읽혀야 한다.

[0214] 상기 작동과 무관하게, 상기 장치는 상기 가공대상체를 죄기(clamp) 위하여 상기 장치의 노즐을 사용할 수 있다. 이것은 더 균일한 접합 영역을 형성할 수 있다(고정(fastening)이 수행되는 동안 상기 대상체의 뒤틀림(distortion) 및/또는 분리(separation)을 제어함으로써, 및/또는 상기 층들 사이에 배치된 접착제를 펼침으로써). 대안적으로 또는 추가적으로, 그것은 상기 리벳 삽입 공정의 마찰 교반 단계 동안 생성되는 플래쉬(flash)의 역제를 도울 수 있다. 블라인드 리벳을 삽입하고/하거나 엷셋하기 전에, 후에 및/또는 그 중 어느 시점에 도 이러한 조임(clamping) 동작이 인가될 수 있다.

[0215] 상기 모터에 대한 설명은 전기 모터를 특정하여 지칭하는 것으로 해석되어서는 안 되며, 유압(hydraulic) 또는 공압(pneumatic) 모터와 같은 모든 회전 액추에이터의 형태를 지칭하는 것으로 해석되어야 한다.

[0216] 본 명세서에 설명된 모든 상기 실시예들은 상기 리벳이 상기 가공대상체로 전진하도록 설명되어 있으나, 다른 실시예들에는 상기 리벳은 축 방향으로 움직이지 않고 상기 가공대상체가 상기 리벳으로 전진할 수 있다.

[0217] 상기 상술한 실시예들은 상기 제1 트랜스미션이 선택적으로 조정될 수 있는 특정한 방식(예를 들어, 제3 실시예의 경우와 같이, 완전히 해제된 상태에서부터 완전히 체결된 상태까지의 체결 정도를 선형 제어함)을 기술한다. 그러나, 상기 제1 트랜스미션이 선택적으로 조정될 수 있는 방식은 어떤 다른 적합한 형태든 취할 수 있음을 이해하여야 한다. 예를 들어, 그것은 두 개의 체결 정도(완전히 해제된 경우 및 완전히 체결된 경우) 사이에서만 조정될 수 있다. 다른 예에 있어서, 그것은 복수의 다양한 부분적인 체결 정도들 사이에서만 조정될 수 있다. 또 다른 예에 있어서, 하나 또는 그 이상의 상기 트랜스미션들은 리벳 삽입 공정 내내 특정한 체결 정도로 미리 설정될 수 있다. 상술한 점은 상기 제2 및 제3 트랜스미션들에 적용될 수 있다. 어떤 두 개의 트랜스미션들의 체결 정도는 서로 반비례할 수 있고(상기 제3 실시예의 상기 제1 및 제2 트랜스미션들의 경우와 같음), 완전히 독립적일 수 있고, 또는 다른 적합한 상호 관련성 가질 수 있다.

[0218] 본 발명에 따른 상기 방법들 및/또는 장치는 자동 제어 또는 모니터링에 적합할 수 있다. 특히, 상기 트랜스미션 제어 장치는, 상기 장치 내에 구비된, 힘 센서들, 토크 센서들, 온도 센서들 또는 (회전 또는 선형) 리졸버들(resolvers) 또는 위치 인코더들(position encoders)과 같은 하나 또는 그 이상의 피드백 장치들 또는 센서들을 포함할 수 있다. 이러한 센서들로부터의 정보는, 상기 리벳 삽입 공정을 모니터링하거나 또는 품질 보증 또는 성능 모니터링을 위한 데이터를 수집하기 위해 컴퓨터와 같은 제어부에 의하여 사용될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 이러한 센서들로부터의 정보는, 상기 장치의 상기 상태 또는 동적 성능(dynamic performance)(예를 들어, 상기 리벳에 현재 가해지는 힘들 및 운동들 또는 상기 가공대상체의 온도)과 관련하여 상기 제어부에 피드백을 제공하도록 사용될 수 있다. 이러한 피드백으로부터, 상기 제어부는 실시간 조정을 계산하거나 및

/또는 실행할 수 있다.

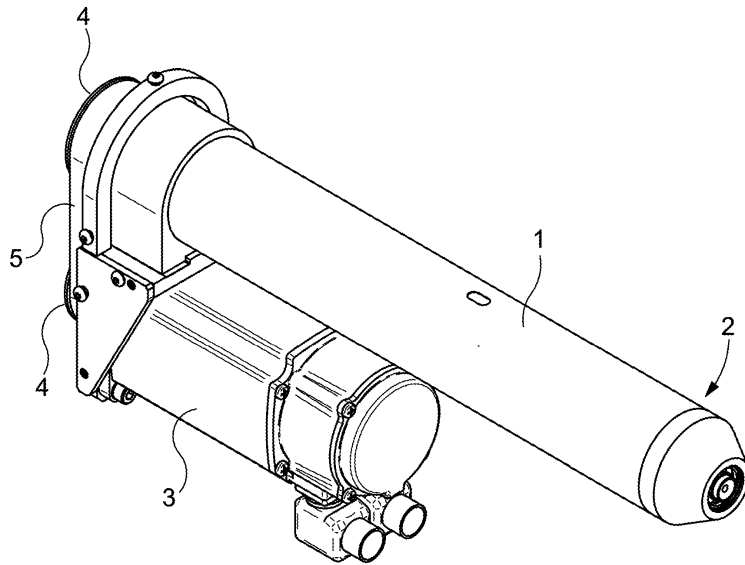
- [0219] 제어부 및 센서들의 일 사용예에서, 토크 센서들 및 축 방향 힘 센서들로부터의 데이터가 품질 보증을 위하여 수집될 수 있다. 예를 들어, 비정상적으로 높은 피크(peak) 토크 또는 피크 축 방향 힘은 상기 가공대상체 물질이 한계를 벗어나서 필요 이상으로 단단하다는 것을 나타낼 수 있고, 또는 상기 리벳이 기형(misshapen)이라는 것을 나타낼 수 있다. 또한, 위치 인코더들은, 상기 편치의 축 방향 위치를 감지하고 상기 리벳의 관통 깊이를 계산할 수 있도록 상기 제어부에 피드백을 줄 수 있다. 이어서, 그것은 상기 리벳이 나아감에 따라 실시간 조정들을 한다. 예를 들어, 제어부는, 축 방향 위치 정보로부터 상기 리벳의 상기 헤드가 상기 가공대상체 표면에 접촉하였다는 것을 확인(determine)한 경우, 상기 제어부는 리벳 업셋을 시작할 수 있다.
- [0220] 제어부 및 센서들의 다른 사용례에 있어서, 상기 제어부는, 결합있는 접합부의 생성을 감지하기 위해 상기 편치의 최대 축 방향 변위를 모니터링할 수 있다. 이 경우, 비정상적으로 높은 최대 변위는 리벳이 상기 가공대상체 내로 너무 많이 삽입되었음을 나타낼 수 있고, 또는 비정상적으로 낮은 최대 변위는 상기 리벳 삽입 공정이 성공적으로 완료되지 않았음을 나타낼 수 있다. 또한, 상기 제어부는 토크 센서와 축 방향 힘 센서들로부터의 피드백을 실시간 공정 제어를 위해 사용할 수 있다. 예를 들어, 리벳이 상기 가공대상체에 접촉되고 회전을 시작한 후, 상기 제어부는, 상기 리벳을 회전하는 데 필요한 토크가 특정한 값 밑으로 떨어진 후 (가공 대상체가 충분히 연화되었음을 나타냄) 로봇 암 또는 별도의 트랜스미션에 상기 리벳을 삽입하라는 신호를 보낼 수 있다.
- [0221] 제어부 및 센서들의 제3 사용례에 있어서, 축 방향 운동 및 회전력의 측정 결과(measurements)는 공정 제어 및 품질 보증을 위하여 각각 사용될 수 있다.
- [0222] 공정 제어를 위한 실시간 조정을 계산할 때에, 또는 품질 보증을 위한 기준으로부터의 편차 값을 계산할 때에, 상기 제어부는 수집된 값을 평균 값과 비교할 수 있는데, 상기 평균 값은 상기 제어부가 과거의 작동으로부터 수집한 데이터를 이용하여 상기 제어부에 의하여 계산된 것이다. 대안적으로, 미리 설정된 이상적인 값, 최대 값 또는 최소값에 대하여 상기 값을 비교할 수 있다.
- [0223] 다른 배열들은 힘 센서들, 토크 센서들, 온도 센서들, (회전 또는 선형) 리졸버들(resolvers) 또는 (회전 또는 선형) 위치 인코더들(encoders) 또는 다른 적합한 구성 요소와 같은 하나 또는 그 이상의 피드백 장치들 또는 센서들을 사용할 수 있다. 상기 센서들로부터의 정보는 공정 모니터링, 품질 보증, 공정 제어, 통계 데이터 수집, 기계 진단 목적 또는 다른 적합한 목적으로 사용될 수 있다.
- [0224] 상기 장치는 상기 가공대상체로부터 또는 상기 브레이크, 클러치, 또는 상기 장치의 다른 구성 요소로부터 충분한 방열을 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 냉각이 필요한 상기 구성 요소들은 서로 이격되고, 및/또는 충분한 대류 및 방사 냉각을 허용하는 핀들(fins) 및 구멍들(apertures)을 포함할 수 있다. 상기 장치는, 이를 대신하여 또는 추가적으로 팬들(fans) 또는 냉매(refrigerant) 순환 시스템들과 같은 능동 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 상술한 냉각 특징들 및 시스템들은 개별적으로 또는 조합하여 사용될 수 있고, 복수의 구성 요소들은 공통 특징들 또는 시스템들을 사용하여 냉각될 수 있다. 이와 유사하게, 본 발명에 따른 방법들은 상기 가공대상체, 브레이크, 클러치 또는 다른 구성 요소에 적용되는 냉각 공정들을 포함할 수 있다. 이러한 공정들은 하나 또는 그 이상의 상술한 냉각 특징들 또는 시스템들을 사용할 수 있다. 예를 들면, 상기 공정은, 상기 리벳 및 가공대상체의 최대 온도를 특정한 값(point) 밑으로 유지함으로써 그들 위의 코팅층 (부식 방지층과 같은)의 손상을 방지하도록 제어될 수 있다. 하나 또는 그 이상의 온도 센서들은 상기 가공대상체 및/또는 리벳의 온도를 모니터링하도록 사용될 수 있다.
- [0225] 어떤 상황에서, 상기 모터를 상기 구동 샤프트 및/또는 말단 샤프트의 길이 방향 축과 일직선으로(in line with) 배열되는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 상기 모터 샤프트는 상기 구동 샤프트로서 직접적으로 기

능할 수 있고, 또는 상기 모터 샤프트와 상기 구동 샤프트는 유성 기어 박스(planetary gearbox), 하모닉 드라이브(harmonic drive), 클러치, 또는 어떤 다른 적합한 배열에 의해서도 연결될 수 있다. 상기 모터가 이렇게 장착되므로 더 작은(compact) 장치 또는 힘 반응 프레임 상에 더 용이하게 장착될 수 있는 장치가 제공될 수 있다.

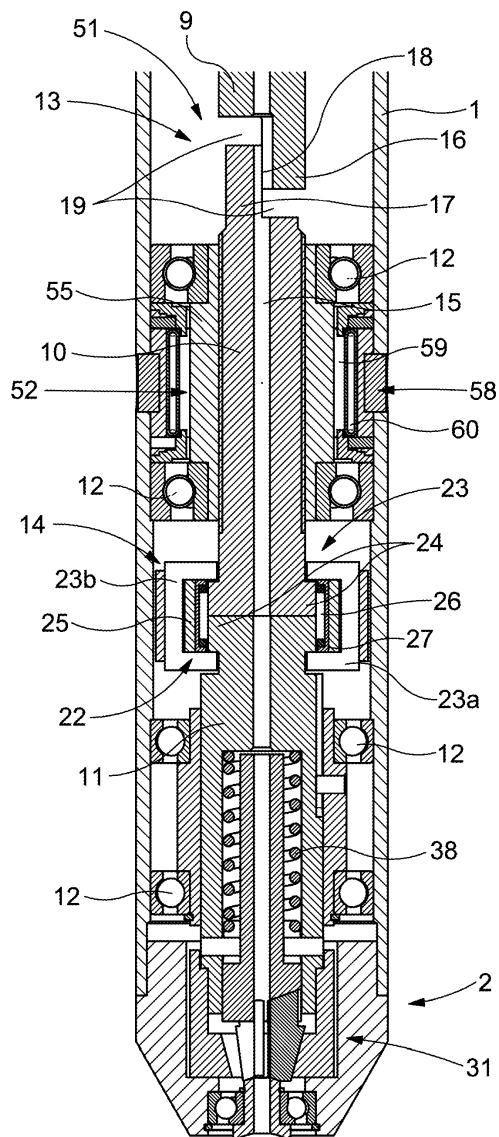
[0226] 의심할 여지를 제거하기 위하여, 상술한 변형들이, 적절한 경우, 본 발명의 다른 어떤 측면들에도 적용될 수 있음을 이해하여야 한다.

도면

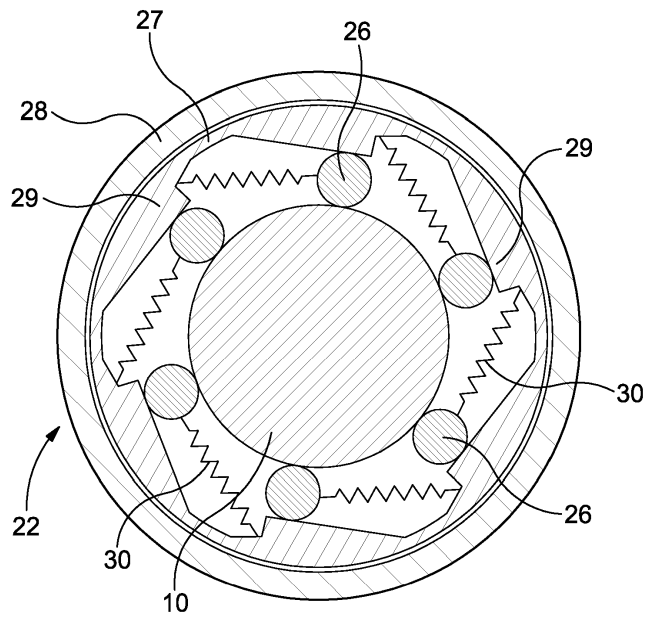
도면1



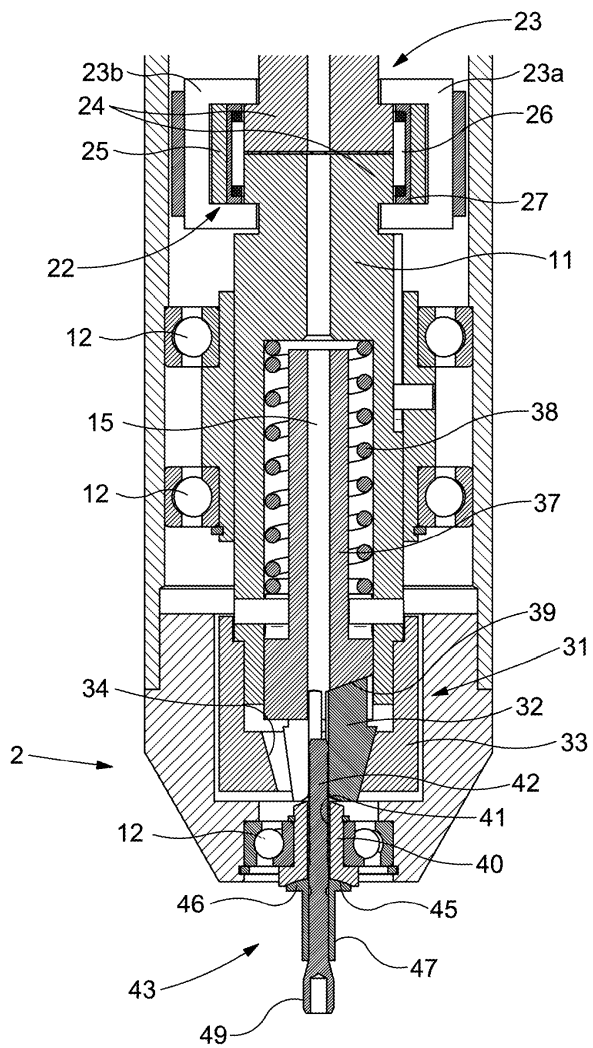
도면2



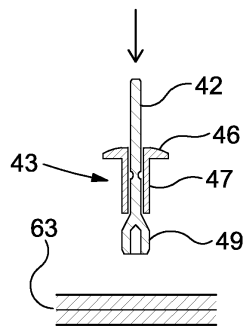
도면3



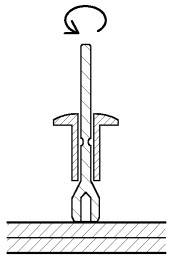
도면4



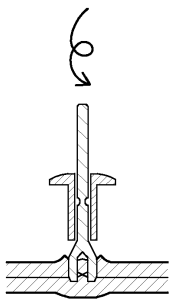
도면5a



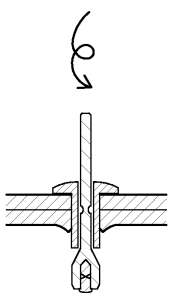
도면5b



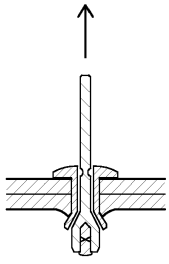
도면5c



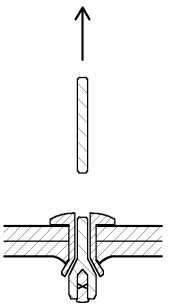
도면5d



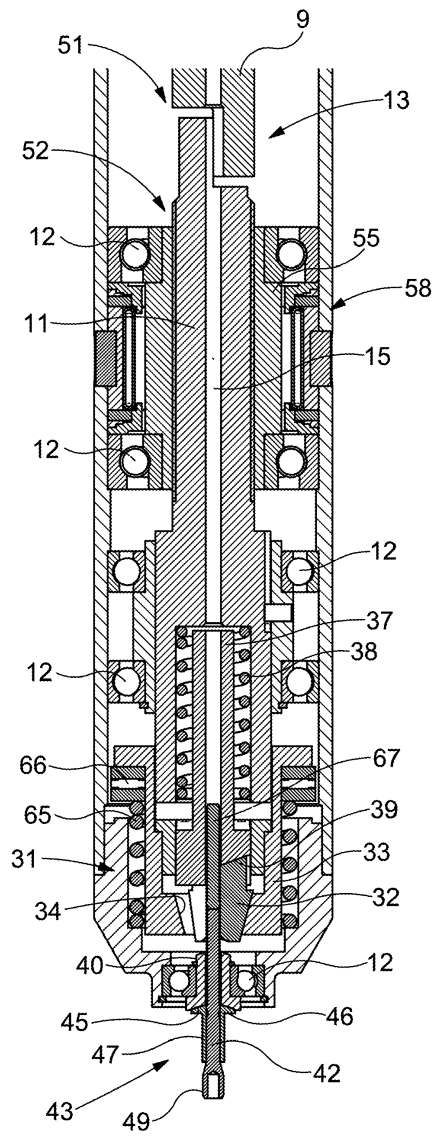
도면5e



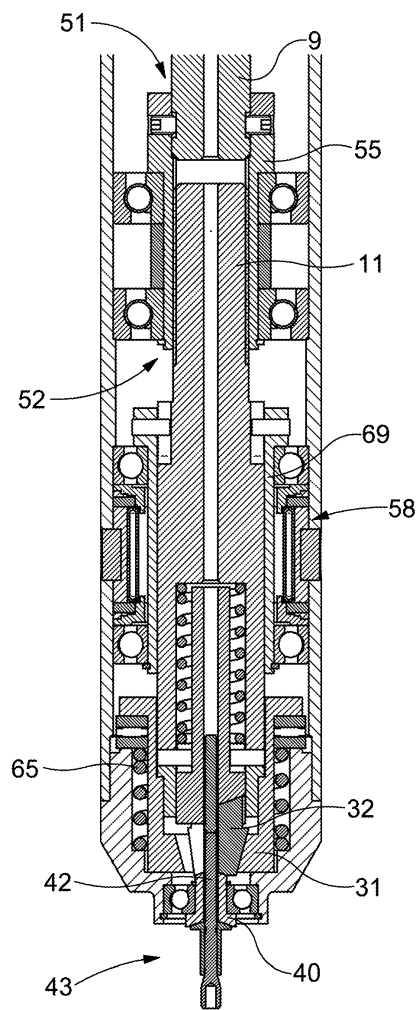
도면5f



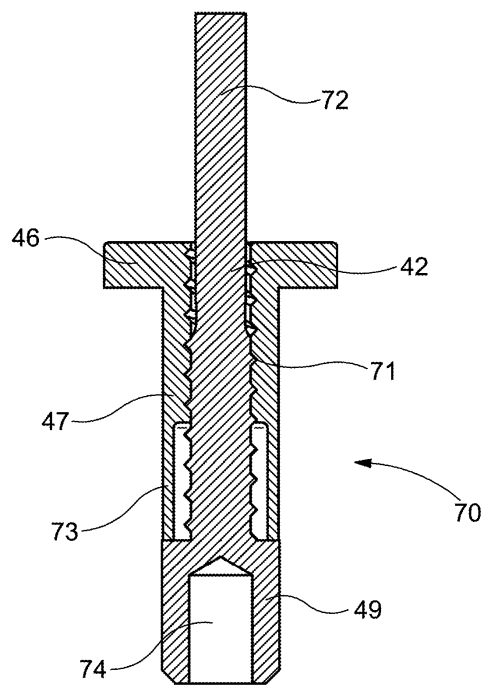
도면6



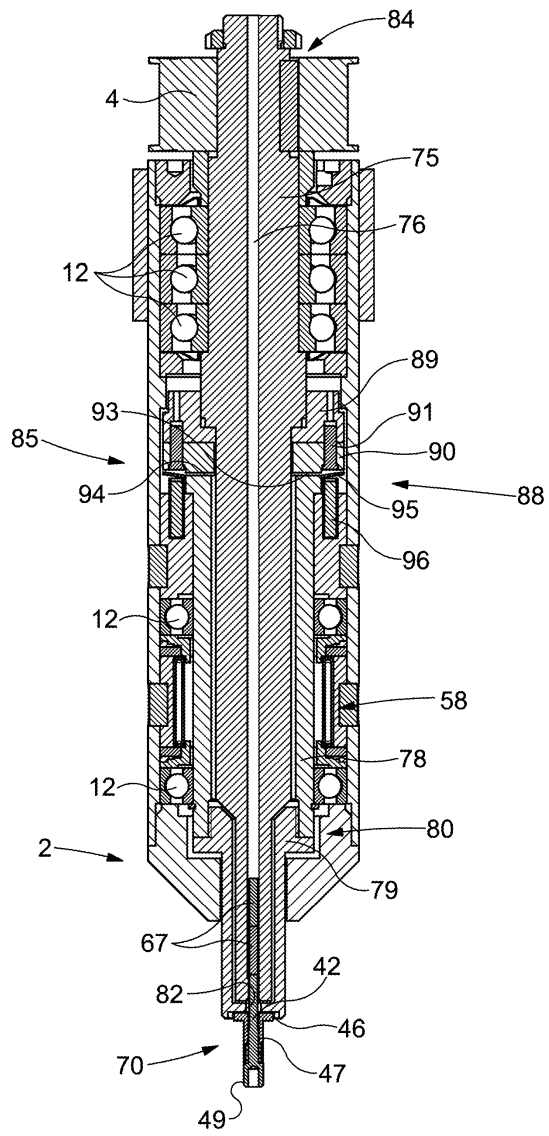
도면7



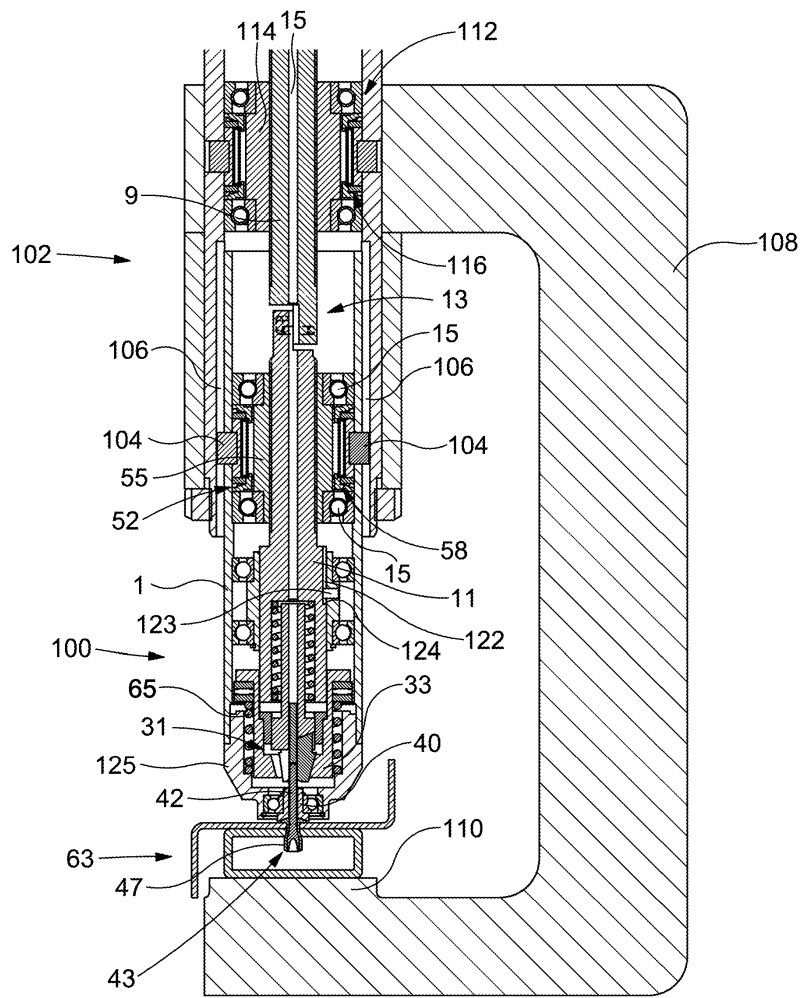
도면8



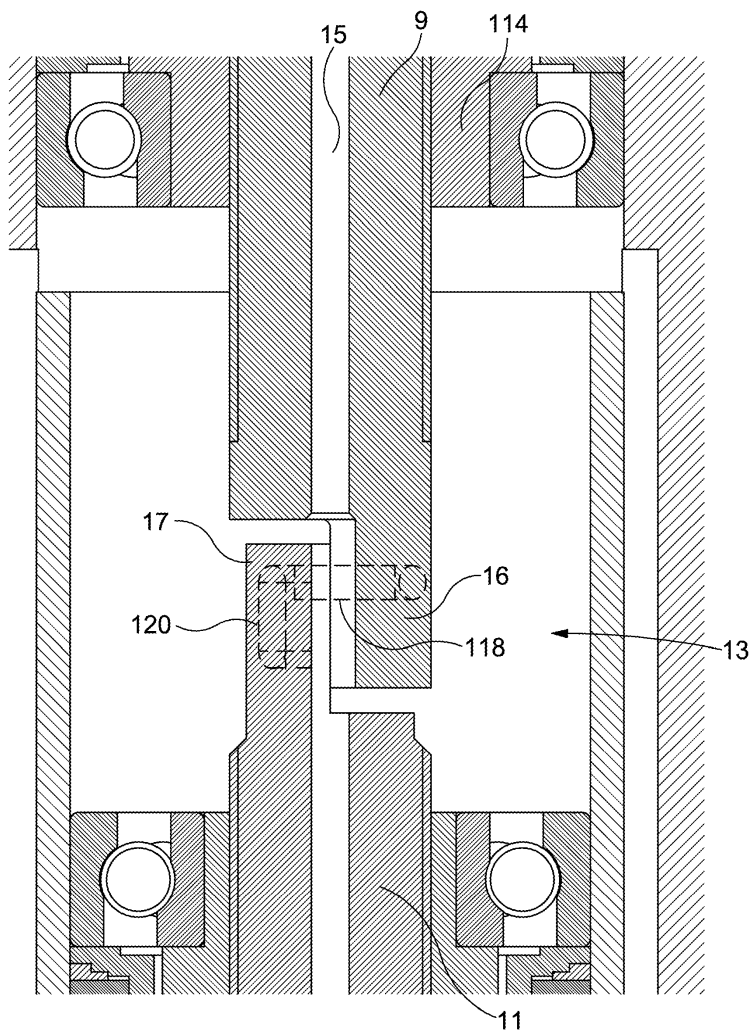
도면9



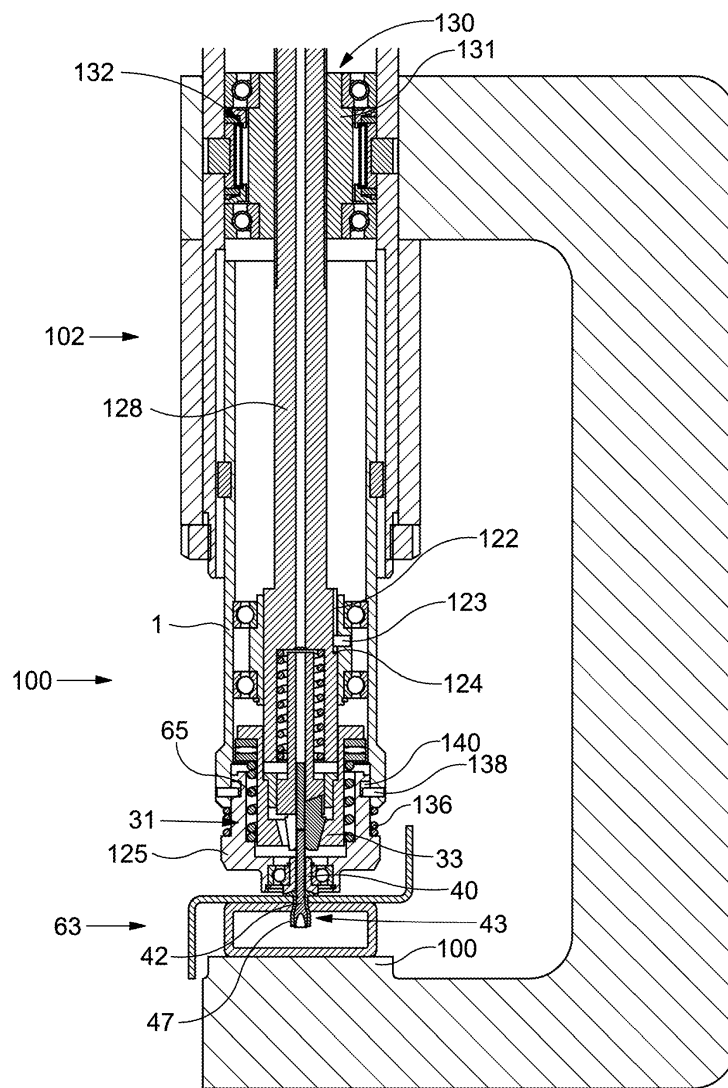
도면10



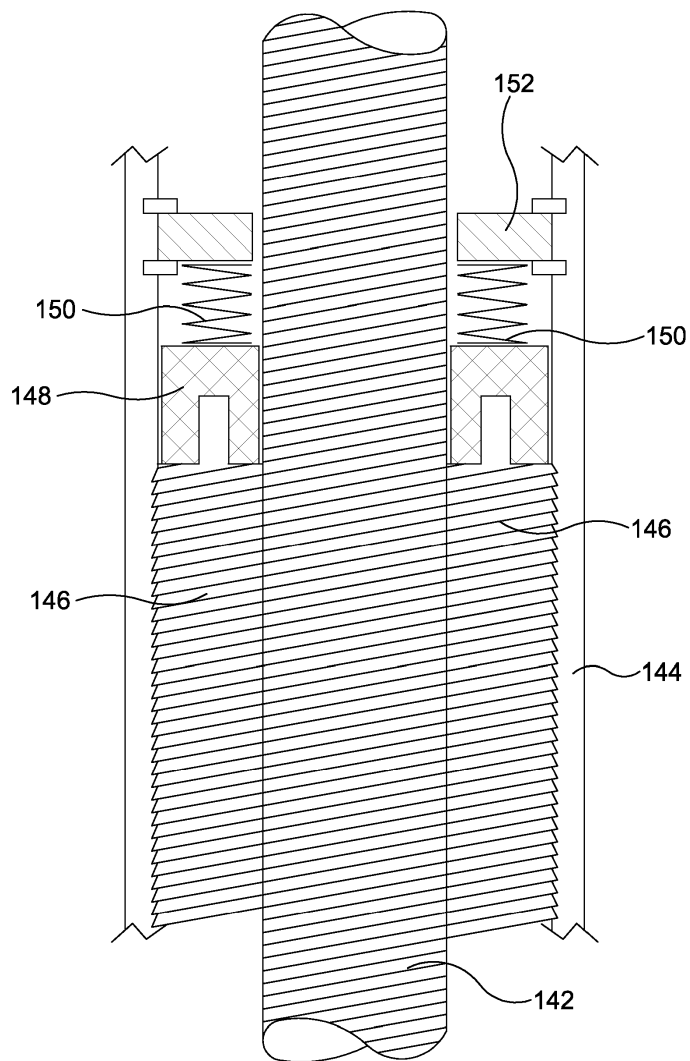
도면11



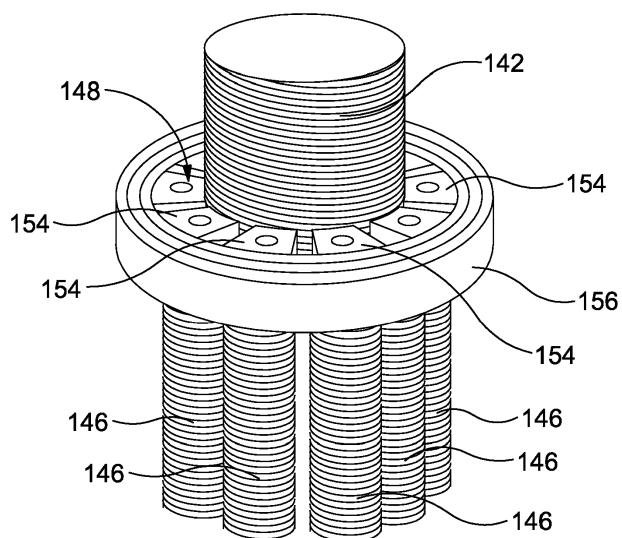
도면12



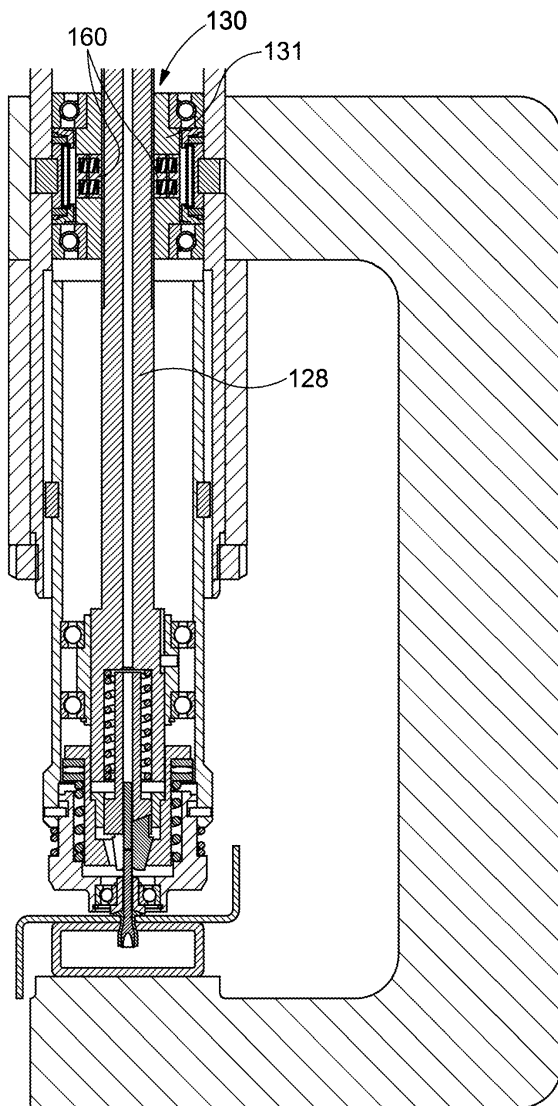
도면13



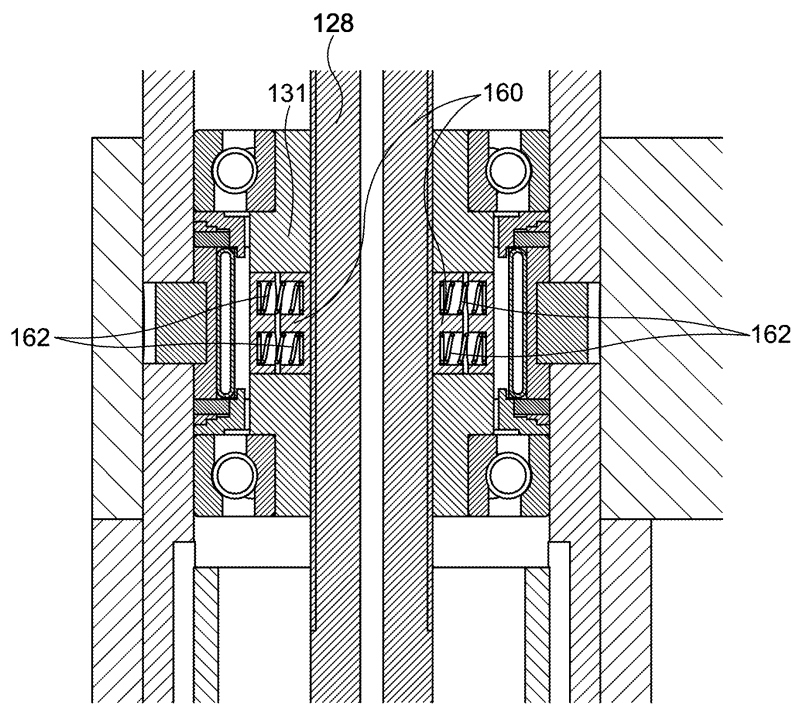
도면14



도면15



도면16



도면17

