



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0042042
(43) 공개일자 2008년05월14일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>C23C 14/35</i> (2006.01) <i>C23C 14/34</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2007-7028833</p> <p>(22) 출원일자 2007년12월10일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2007년12월10일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2006/018854
국제출원일자 2006년05월15일</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2006/135528
국제공개일자 2006년12월21일</p> <p>(30) 우선권주장
11/150,337 2005년06월10일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
어플라이드 머티리얼스, 인코포레이티드
미국, 캘리포니아 95054, 산타 클라라, 피.오.박스 50839, 바우어스 로드 3050</p> <p>(72) 발명자
말라스쥬스키, 레스체
미국, 캘리포니아 94598, 월넛 크리크, 클라이보네 드라이브 1234
가우어, 올라프, 게르트
독일, 드레스덴 01328, 에듀아드-스터에블러-스트라세 7비</p> <p>(74) 대리인
박경재</p> |
|---|--|

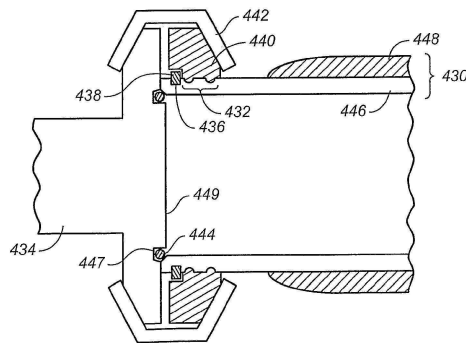
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 원통형 마그네트론용의 개조 가능한 부착부

(57) 요약

원통형 타겟의 단부에 형성된 원형 홈은 리테이너 링과 플랜지 링이 타겟에 부착되도록 한다. 타겟은 단부 블록에 클램프될 수 있다. 나사 결합식으로 구성된 타겟은 이러한 방식으로 클램프 부착용으로 변환될 수 있다. 나사 결합식으로 구성된 단부 블록은 스핀들을 변경하거나 교체하고 클램프 링을 추가함으로써 타겟을 클램프하도록 변경된다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

단부 블록에 원통형 타겟을 부착하기 위한 방법이며,
 타겟의 단부 부분(end portion)에 원형 홈을 형성하는 단계와,
 상기 타겟을 둘러싸며 상기 타겟의 외경과 동일하거나 외경보다 큰 내경을 갖는 플랜지 링을 위치 설정하는 단계와,
 상기 타겟에 대해 연장하는 리테이너 링을 상기 홈 내에 삽입하는 단계와,
 스핀들과 플랜지 링에 대해 클램프 링을 위치시킴으로써 스핀들에 타겟을 클램핑하는 단계를 포함하고, 상기 플랜지 링 위치는 상기 리테이너 링에 의해 타겟의 축을 따라 고정되는 부착 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 클램프 링은 반경 방향 내향과 상기 타겟의 축을 따르는 내향으로 힘을 가하도록 조여지는 부착 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 타겟의 단부 부분은 쓰레드부를 포함하고, 상기 홈은 쓰레드부와 상기 타겟의 단부(end) 사이에 형성되는 부착 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 타겟의 대향 단부를 다른 단부 블록에 유사하게 부착하는 단계를 더 포함하는 부착 방법.

청구항 5

원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템이며,
 외부 원통 표면 상에 타겟 재료를 갖고 단부 부분에 위치한 홈을 갖는 원통형 타겟과,
 상기 홈 내에 위치되고, 단부 부분의 직경보다 작은 내경과 단부 부분의 직경보다 큰 외경을 갖는 리테이너 링과,
 상기 타겟을 둘러싸고, 상기 단부 부분의 외경보다 큰 내경을 갖지만 상기 리테이너 링의 외경보다 작아서 리테이너 링을 통과하지 못하며, 외주를 갖는 플랜지 링과,
 외주를 갖는 스핀들과,
 상기 플랜지 링의 외주와 상기 스핀들의 외주를 둘러싸는 클램프 링을 포함하는 원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 스핀들과 상기 타겟 사이를 밀봉하는 O링을 더 포함하는 원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 타겟은 상기 홈에 인접한 쓰레드부를 갖는 원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템.

청구항 8

원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템에 타겟 재료를 스퍼터링하기 위한 원통형 타겟 조립체이며,
 외부 원통 표면 상에 타겟 재료를 갖고 단부 부분에 위치한 원형 홈을 갖는 타겟과,
 상기 홈 내에 위치되고, 단부 부분의 직경보다 작은 내경과 단부 부분의 직경보다 큰 외경을 갖는 리테이너 링

과,

상기 타겟을 둘러싸고, 상기 단부 부분의 외경보다 큰 내경을 갖지만 상기 리테이너 링의 외경보다 작아서 리테이너 링을 통과하지 못하는 플랜지 링을 포함하는 원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템.

청구항 9

플랜지를 갖는 원통형 타겟과 함께 작동하도록 쓰레드 단부를 갖는 원통형 타겟용으로 구성된 원통형 마그네트론을 변경시키는 방법이며,

스핀들 주위에서 연장되고 쓰레드 내부 표면을 갖는 쓰레드 칼라를 단부 블록으로부터 제거하는 단계와,

외주를 갖는 어댑터 플랜지를 스핀들에 부착하는 단계와,

어댑터 플랜지의 외주에 대해, 그리고 타겟의 제1 단부에 부착된 플랜지에 대해 클램프 링을 위치시키는 단계와,

반경 방향 내향으로 그리고 상기 타겟의 축을 따르는 내향으로 힘을 가하도록 상기 클램프 링을 조이는 단계를 포함하는 변경 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 대향 단부 블록으로부터 대향 쓰레드 칼라를 제거하는 단계와, 상기 대향 단부 블록으로부터 대향 스핀들을 제거하는 단계와, 상기 대향 스핀들을 개조된 스핀들로 교체하는 단계를 더 포함하는 변경 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 개조된 스핀들은 대향 스핀들로부터 제조되지만, 상기 대향 스핀들에 포함되지 않은 부가의 재료를 포함하는 변경 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 원통형 마그네트론 시스템의 단부 블록에 대한 원통형 타겟의 커플링에 관한 것이다.

배경기술

<2> 건축용 유리 시트와 같은 대형 기관은 광학, 열적 및 미적인 품질을 변경시키기 위해 다양한 재료로 코팅될 수 있다. 예를 들어, 광학 코팅은 가시광의 투과를 감소시키기 위해(태양열 제어 코팅), 에너지 흡수를 감소시키기 위해(저복사성 코팅) 또는 반사율을 감소시키기 위해(반사 방지 코팅) 사용될 수 있다. 그 전체 내용이 참조로써 본원에 함체된 발명의 명칭이 "Anti-Reflection Coatings and Associated Methods"인 미국 특허 제 6,589,657호와, 발명의 명칭이 "Optical Coatings and Associated Methods"인 미국 특허 출원 공개 제 2003/0043464호는 유리 기관의 광학 특성에 영향을 미치는 코팅의 형성과 사용을 기술한다.

<3> 건축용 유리와 같은 대형 기관의 코팅은 특별한 문제점을 나타낸다. 건축용 유리는 일반적으로 3.2 m X 6 m(126 인치 X 236 인치)에 달하는 대형 시트로 제조된다. 이러한 시트는 취급하기 어렵다. 코팅 시스템(코터)은 일반적으로 직렬로 배열된 다중 프로세스 모듈(챔버)로 구성되어 기관은 하나의 프로세스 모듈로부터 다음의 모듈로 통과할 수 있다. 기관은 일반적으로 기관을 지지하는 롤러에 의해 이동된다. 기관은 일반적으로 일 단부(end)에서 코터로 진입하고 상이한 재료로 코팅되는 다중 프로세스 모듈을 통과한다. 기관은 수평면으로 배향되고 수직 또는 거의 수직인 배향으로 배열된 다른 시스템 기관을 통해 수평면을 따라 이동된다. 도 1은 기관(104)이 하나의 프로세스 모듈로부터 다음의 프로세스 모듈로 순차적으로 통과하도록 배열된 다중 프로세스 모듈(102a 내지 102e)을 갖는 코터(100)의 예를 도시한다. 프로세스 모듈 내에서, 이들은 상이한 프로세스를 수행하는 다중 구획 또는 베이 일 수 있다.

<4> 하나의 일반적인 코팅 프로세스는 기관이 타겟을 통과하여 이동됨에 따라 원통형 타겟으로부터 기관 상으로 타겟 재료를 스퍼터링하는 것이다. 스퍼터링은 일반적으로 진공 환경에서 수행된다. 원통형 마그네트론을 이용하는 대형 유리 시트와 같은 대형 기관의 코팅은 특정한 문제점이 존재한다. 대형 기관은 타겟이 회전하여 타

겟 재료가 스퍼터링되면서 진공 하에서 타겟을 통과하여 이동하여야 한다. 이는 스퍼터링을 위해 진공 환경을 유지하여야 할 뿐만 아니라 진공 환경 내에서 부품을 이동시키는 것이 요구된다. 추가로, 스퍼터링을 위해서는 높은 전력이 필요하고, 과도한 가열을 방지하기 위해 냉각수가 필요하다. 이러한 방식으로 재료를 증착하기 위한 시스템과 방법은 전체 내용이 본원에서 참조로 합체된 발명의 명칭이 "Cylindrical AC/DC Magnetron with Compliant Drive System and Improved Electrical and Thermal Isolation"인 미국 특허 제6,736,948호에 개시되어 있다.

- <5> 도 2는 도 1의 프로세스 모듈(102a)의 구획의 단면도이다. 도 2는, 단면에 수직한 방향으로 프로세스 모듈(102a)을 통하여 이동될 때, 롤러(206)에 의해 지지되는 기관(104)을 도시한다. 롤러는 일반적으로 기관을 지지하고 코터를 통해 이동시킨다. 상기 기관(104)은 타겟(208)이다. 타겟(208)은 원통형 형상이고 그 외주(원통형) 표면에 타겟 재료를 갖는다. 타겟 재료는 타겟(208)으로부터 스퍼터링되고, 스퍼터링된 재료의 일부가 기관(104)에 증착된다. 타겟 재료가 스퍼터링됨에 따라, 타겟(208)은 타겟 재료가 타겟(208) 주위에 균일하게 부식되도록 회전된다.
- <6> 단부 블록(210, 212)은 양단부에서 타겟(208)을 지지한다. 단부 블록(210, 212)은 또한 타겟(208) 내측의 영구 자석의 어레이를 지지한다. 단부 블록(210, 212)은 또한 타겟(208)을 회전시키도록 회전력을 제공하고, 스퍼터링을 달성하도록 타겟(208)에 전력을 제공한다. 추가로, 단부 블록(210, 212)은 타겟 재료를 스퍼터링하기 위해 이용되는 높은 전력으로 인해 과열되는 것을 방지하도록 타겟(208)의 내측으로 유동하는 냉각수를 제공한다. 이러한 단부 블록의 상세한 설명은 미국 특허 제6,736,948호에 제공된다.
- <7> 단부 블록에 타겟을 고정하는 것에는 몇 가지 문제점이 존재한다. 타겟과 단부 블록 사이의 밀봉부는 타겟의 내측을 통해 냉각수가 유동하고 누출되면 손상을 일으킬 수 있기 때문에 방수이어야 한다. 밀봉부는 타겟이 이용 중에 고온으로 되기 때문에 고장없이 온도 범위에서 견뎌야 한다. 부착부는 타겟을 지지하고 타겟을 회전시키기 위한 회전력을 전달하는데 충분한 강성을 가져야 한다. 부착부는 과도하게 복잡하지 않고 전기적으로 도전성으로 단부 블록에 대한 타겟의 부착 및 탈거를 허용한다. 제조 환경에서, 타겟은 타겟 재료가 부식됨에 따라 주기적으로 교환되어야 한다. 정지시간(downtime)을 최소화하기 위해, 타겟을 가능한 신속하게 교환하여야 한다. 또한, 특별한 공구 또는 특별한 훈련없이 타겟을 교환할 수 있는 것이 바람직하다. 단부 블록에 타겟을 부착하기 위한 다양한 시스템이 사용된다.
- <8> 소정의 시스템에서, 타겟은 쓰레드 커플링에 의해 부착된다. 도 3은 스펀들(spindle)(314)과 타겟(316) 사이의 이러한 나사 결합 커플링의 단면을 도시한다. 타겟(316)은 타겟 튜브(318)의 외부 표면의 일부 상에 오버레이된(overlying) 타겟 재료(320)를 갖는 타겟 튜브(318)를 포함한다. 타겟(316)의 외부 표면은 단부 근방에 쓰레드부(322)를 갖는다. 스펀들(314)은 타겟(316)의 쓰레드부(322)와 커플링되는 쓰레드 내부 표면을 갖는 스펀들링(324)에 의해 둘러싸여진다. 스프링(326)은 스펀들 링(324)과 타겟(316) 사이에 삽입되어, 스펀들 링(324)과 타겟(316)의 쓰레드부를 결합시킨다. 스펀들 링(324)과 타겟(316)은 함께 나사 결합되고, 스펀들(314)과 타겟(316)은 함께 0링(328)을 압박하여 밀봉을 형성한다. 이러한 형식의 시스템의 예는 미국 특허 제5,591,314호(모건 특허)에 개시된다.
- <9> 다른 나사 결합 부착 시스템은 칼라(collar)와 결합하도록 타겟 상에 형성된 릿지를 이용한다. 칼라는 스펀들의 후방에 위치된 리테이너 링과 결합하기 위한 쓰레드 내부 표면을 갖는다. 리테이너 링과 칼라를 함께 나사 결합함으로써, 스펀들과 타겟은 함께 0링(328)을 압박하여 밀봉을 형성한다. 이러한 형식의 시스템의 예는 미국 특허 제6,375,815호(린 특허)에 개시된다.
- <10> 이들 예에 사용되는 쓰레드 커플링은 몇가지 단점을 갖는다. 쓰레드 표면은 고가이고 사용이 어려운 정밀한 기계 가공을 필요로 한다. 특히, 타겟이 기계 가공하기 어려운 재료이면, 쓰레드 표면을 형성하는 것은 고비용일 것이다. 또한, 쓰레드 커플링은 타겟과 스펀들 사이의 밀봉을 항상 제공할 수는 없다. 0링이 균일하게 가압되지 않으면, 커플링이 밀착된 것처럼 보이더라도 소정의 지점에서 누출이 발생할 수 있다. 이러한 시스템에서 스펀들과 타겟 사이에서 오정렬이 발생할 수 있어서, 타겟은 타겟축과 동심이 아닌 축에 대해 회전한다. 이러한 오정렬은 열악한 밀봉을 생성한다. 쓰레드 커플링을 이용하는 타겟의 일예는 Quick Change Target(QCT)으로써 일반적으로 판매된다.
- <11> 개선된 부착 시스템은 그 전체 내용이 본원에 참조로써 합체된 발명의 명칭이 "Cylindrical Magnetron with Self Cleaning Target"인 미국 특허 출원 공개 공보 제2004/0163943호 및 제2005/0051422호에 개시된다. 이들 시스템은 타겟의 쓰레드 표면 또는 쓰레드 링을 필요로 하지 않는 클램프를 이용한다. 이는 단순하고 저렴한 타겟의 구조를 제공하여, 타겟의 교환이 손쉽고 스펀들과 타겟 사이의 0링의 보다 균일한 가압에 의해 우수한

밀봉을 제공한다. 타겟과 스핀들의 집중성은 또한 개선된다. 클램핑 부착 시스템을 포함하는 상업적으로 성공적인 단부 블록은 Vacuum Coating Technologies Inc.의 VAC-MAG™이다.

<12> 쓰레드 커플링 대신에 클램프를 이용하는 시스템이 다수의 장점을 갖지만, 다수의 코터는 여전히 쓰레드 커플링을 갖는 것을 이용한다. 또한 부착부용의 쓰레드부를 갖지만 클램핑용으로 구성되지 않은 부착부를 갖는 다수의 타겟이 판매된다. 클램핑을 이용하는 신규한 기술을 설치한 사용자도 여전히 쓰레드 타겟이 필요한 코터를 갖고 있고, 쓰레드 타겟의 재고를 갖고 있을 것이다. 따라서, 클램핑 구성에 이들을 사용 가능하게 하는 쓰레드 타겟의 개조 방법이 필요하다. 또한 쓰레드 타겟용으로 구성된 단부 블록을 개조시켜서 타겟을 이러한 단부 블록에 클램핑시킬 수 있는 방법이 필요하다. 또한 이러한 개조에 적합한 장치가 필요하다.

발명의 상세한 설명

<13> 쓰레드 단부 블록 컴포넌트와 유사한 부착부용의 쓰레드부를 갖는 타겟이 클램핑 가능하도록 변형된다. 이러한 변형은 타겟의 단부 근방의 원형 홈을 형성하는 단계와 타겟의 단부를 둘러싸는 플랜지 링을 보유하도록 홈 내에 리테이너 링을 삽입하는 단계를 포함한다. 플랜지 링은 스핀들에 타겟을 클램핑하도록 그 위에 그리고 단부 블록 스핀들 상에 클램프 링이 끼워맞출 수 있도록 크기가 정해진다. 타겟은 클램핑용으로 구성된 단부 블록과 함께 사용될 수 있도록 이러한 방식으로 현장에서 변형될 수 있다. 플랜지 링과 리테이너 링은 제거 가능하고 타겟은 쓰레드부를 이용하여 부착될 수 있다. 원형 홈은 부착부의 쓰레드 시스템의 사용을 방해하지 않는다. 쓰레드부를 갖지 않는 타겟이 이러한 방식으로 부착될 수 있다. 소정의 경우, 상이한 타겟은 이들이 부착되는 스핀들에 상이한 0링 위치를 필요로 하고, 이들은 스핀들의 소정의 변형이 필요하다.

<14> 쓰레드 타겟용으로 구성된 단부 블록은 쓰레드 스핀들 링을 제거하고 어댑터 플랜지를 추가함으로써, 클램프 스타일의 부착부용으로 개조될 수 있다. 어댑터 플랜지는 어댑터 플랜지와 스핀들 사이의 0링 밀봉부와 존재하는 플랜지에 단순히 볼트 결합될 수 있다. 이는 일반적으로 모든 워터 단부 블록 스핀들에 개조되도록 요구되는 것이다. 어댑터 플랜지는 타겟에 대해 밀봉하는 0링을 보유하기 위한 원형 홈을 갖는다. 클램프 링은 타겟의 단부에서 타겟 플랜지와 플랜지에 대해 위치된다.

<15> 소정의 경우, 단부 블록은 타겟의 클램핑을 허용하도록 보다 변형이 필요할 수 있다. 소정의 구동 단부 블록은 타겟이 존재하지 않을 때 단순히 활주시킴으로써 제거 가능한 스핀들을 갖는다. 이러한 스핀들은 개조를 위해 쉽게 교체되거나 또는 제거된다. 스핀들은 보다 큰 전체 직경을 갖고 타겟에 대응하는 새로운 0링 위치가 사용되도록 변경될 수 있다.

실시예

<35> 제1 실시예에서, 대응하는 쓰레드 링을 갖는 단부 블록에 커플링하기 위해 그 단부 근방에 쓰레드부를 갖는 타겟은 클램핑 구성에 사용하기 위해 개조된다. 도 4는 그 외부 표면에 쓰레드부(432)를 갖는 타겟(430)을 도시한다. 타겟(430)은 본 발명의 실시예에 따른 어댑터 킷을 이용하여 스핀들(434)에 클램핑된다. 원형의 외주 홈(436)은 타겟(430)의 쓰레드부(432)와 타겟(320)의 단부 사이에 위치된다. 홈(436)은 타겟(430)이 상이한 부착 시스템과 이용 가능하도록 제조 중에 형성될 수 있다. 선택적으로, 홈(436)은 타겟이 사용되거나 저장되는 시설에서 형성될 수 있어서, 타겟은 필요한 상이한 단부 블록용으로 개조될 수 있다. C자 형상 또는 다른 형상의 리테이너 링(438)은 타겟(430)을 둘러싸도록 홈(436)에 위치된다. 리테이너 링의 예는 링 형상의 단일 금속편으로 형성된 분할 링이지만, 분할 링이 정 위치로 이동하기 위해 확장되도록 단부들 사이에서 분할된다. 플랜지 링(440)은 타겟(430) 주위에서 확장된다. 플랜지 링(440)의 위치는 리테이너 링(438)에 의해 성립된다. 클램프 링(442)은 스핀들(434)과 플랜지 링(440)에 대해 연장되고, 플랜지 링(440)과 스핀들(434)을 함께 압박한다. 리테이너 링(438)은 타겟(430)의 축을 따라 이동되는 플랜지 링(440)을 보유하기 때문에, 타겟(430)은 클램프 링(422)이 조여짐에 따라 스핀들(434)에 대해 압박된다. 0링(444)은 타겟(430)과 대면하는 스핀들(434)의 전방면(449)에 형성된 원형 홈(447)에 위치된다. 0링(444)은 타겟(430)과 스핀들(434)이 함께 압박되도록 타겟(430)이 스핀들(434)에 대면하도록 놓여지고, 0링(444)은 가압되어 타겟(430)과 스핀들(434) 사이의 밀봉을 형성한다. 타겟(430)과 스핀들(434) 사이의 힘은 우수한 밀봉이 형성되도록 0링(444) 주위에 균일하게 분배된다. 플랜지 링(440)과 리테이너 링(438)이 없으면, 타겟(430)은 종래 기술에서 개시된 쓰레드 칼라와 함께 사용될 수 있다. 원형 홈(436)의 추가는 쓰레드 부착 시스템의 쓰레드부(432)의 사용을 방지하지 않는다. 0링이 필요없고, 따라서 플랜지 링(440)과 스핀들(434) 사이에 밀봉이 형성되지 않는다는 것에 주의한다. 또한 이러한 구성에서는 플랜지 링(440)과 타겟(430) 사이에 밀봉이 필요없다. 따라서, 플랜지 링(440)과 리테이너 링

(438)은 높은 정밀도로 제조되지 않고, 높은 연마 밀봉 표면이 요구되지 않는다.

<36> 도 5는 타겟 재료(448)에 의해 커버되는 타겟 튜브(446)의 일부(550)와 타겟 재료(448)로 커버되지 않는 타겟 튜브(446)의 노출부(552)를 갖는 타겟(430)의 단부를 도시한다. 나선 홈(554)은 쓰레드부(432)를 형성하는 타겟 튜브(446)의 노출부(552)에 위치된다. 나선 홈(554)이 타겟 튜브(446)에 대해 360도를 약간 초과하는 각도로 연장되지만, 다른 구성도 가능하다. 원형 홈(436)은 나선 홈(554)과 타겟(430)의 단부에 위치된다. 종래 기술의 부착 시스템에 따라 형성된 쓰레드부를 갖는 타겟은 쓰레드부와 타겟 튜브의 단부 사이에 홈이 기계 가공될 수 있는 충분한 공간이 있다는 것이 발견되었다. 타겟 표면의 이러한 부분은 달리 이용되지 않고, 이러한 영역에 홈을 기계 가공하는 것은 타겟에 악영향을 미치지 않는다. 이러한 예의 원형 홈(436)은 타겟(430)의 단부로부터 고정된 거리로 타겟 주위에서 완전히(360도) 연장한다. 플랜지 링과 리테이너 링은 타겟(430)에 쉽게 부착 및 탈거될 수 있다. 따라서, 동일한 타겟이 어떤 형식의 단부 블록이 요구되더라도 사용되도록 개조될 수 있다.

<37> 도 6a는 타겟(660)의 축(668)을 따라 분해된 타겟(660), 플랜지 링(662), 리테이너 링(664) 및 스핀들(666)의 분해도를 도시한다. 플랜지 링(662)과 리테이너 링(664)은 제거 가능하고, 타겟(660)에 영구적으로 부착되지 않는다. 클램프 구성으로의 전환은 신속하게, 그리고 특별한 지식 또는 설비가 필요없이 수행될 수 있다. 플랜지 링(662)은 타겟(660) 상에서 활주되고 타겟(660)의 단부(670)로부터 밀어내어진다. 통상적으로, 플랜지 링(662)은 작은 간극을 갖고 이러한 지점에서 타겟(660) 상에 끼워맞춘다. 그러나, 플랜지 링(662)은 도시된 바와 같이 타겟 재료(672)에 의해 타겟(660)을 따라 더 이동하는 것을 방지할 수 있다. 타겟(660)은 그 외부면의 일부에서 타겟 재료(672)를 갖는 타겟 튜브(674)(배킹 튜브)를 구비한다. 그러나, 다른 타겟 구조가 또한 사용된다. 예를 들어, 전체 타겟이 타겟 재료로 형성될 수 있다. 상이한 재료의 칼라가 타겟의 단부 근방에 추가될 수 있다. 플랜지 링(662)이 타겟(660)의 단부(670)로부터 밀어내어지면, 홈(675)은 노출되고, 리테이너 링(664)은 홈(675) 내로 삽입될 수 있다. 리테이너 링(664)은 스틸 또는 다른 금속과 같은 스프링형의 재료로 제조된다. 리테이너 링(664)은 타겟(660) 주위로 연장되고 타겟(660)을 보유하기 위해 스프링으로써 작용하기 때문에 정위치에 유지된다. 리테이너 링은 완전하게 360도로 또는 360에 근접하게 연장될 수 있다. 리테이너 링은 360도 이상으로 연장될 수 있어서 리테이너 링의 단부 부분은 서로 오버랩될 수 있다. 리테이너 링(664)이 정위치에 있으면, 플랜지 링(662)은 리테이너 링(664)에 의해 정지되는 타겟(660)의 단부(670) 쪽으로 이동될 수 있다. 타겟(660)은 타겟(660)의 단부(670)를 0링(676)과 정렬하도록 스핀들(666)에 대해 정위치로 이동된다. 클램프 링(클램프)은 플랜지 링(662)과 스핀들(666) 둘레에 위치된다. 클램프 링은 플랜지 링(662)(및 타겟)이 스핀들(666) 쪽으로 압박되도록 조여져서, 0링(676)을 가압하고 타겟(660)과 스핀들(666) 사이의 간극을 밀봉한다. 이러한 시스템이 쓰레드 타겟을 개조하도록 사용되지만, 쓰레드부가 없는 다른 타겟에도 이용 가능하다. 단부 블록에 타겟을 부착하기 위한 이러한 방법은 다른 부착 시스템용으로 설계된 타겟에 이용 가능하거나, 또는 이러한 부착 방법에만 사용하도록 특별하게 설계된 타겟과 함께 이용될 수 있다.

<38> 도 6b는 도 6a의 타겟(660)의 단부 부분의 확대도를 도시한다. 타겟(660)은 단부 블록에 쓰레드 커플링하기 위한 나선 홈(678)을 갖는다. 원형 홈(675)은 나선 홈(678)과 타겟(660)의 단부(670) 사이에 위치된다. 타겟(660)의 단부(670)는 타겟(660)의 축에 직각인 표면이다. 단부(670)는 타겟(660)과 스핀들(666) 사이에 밀봉하도록 밀봉 표면을 제공한다. 밀봉 표면은 0링 또는 유사한 밀봉부가 접촉하고 0링이 가압되는 표면이다. 통상적으로, 밀봉 표면은 매우 매끄러워야 하고, 바람직한 평탄도를 달성하도록 높은 수준으로 연마될 수 있다. 타겟(660)은 원래 쓰레드 커플링에 사용하도록 제조된 타겟의 예지만, 나중에 홈을 형성함으로써 클램프 커플링에 사용하도록 개조된다.

<39> 도 6c는 나선 홈을 갖지 않는 다른 타겟(680)의 단부 부분을 도시한다. 타겟(680)은 타겟(660)과 유사하게 리테이너 링을 보유하기 위한 타겟(680)의 단부 부근에 위치된 원형 홈(682)을 갖는다. 타겟(680)의 단부는 타겟(680)의 축에 직각인 표면(684)을 갖는다. 타겟(680)은 쓰레드 커플링과 함께 사용되도록 제조되지 않고 따라서 나선 홈이 없는 타겟의 예이다. 이러한 타겟은 클램핑에 의해 커플링되도록 설계될 수 있거나, 또는 소정의 다른 커플링 시스템용으로 설계되고 클램핑용으로 나중에 변경될 수 있다.

<40> 도 6d는 또 다른 타겟(686)의 단부 부분을 도시한다. 타겟(686)은 원형 홈(688)을 갖지만 나선 홈 또는 쓰레드부를 갖지 않는다. 타겟(686)은 챔퍼 가공된(chamfered) 단부를 가져서, 챔퍼 표면(690)은 타겟(686)의 내측 개구 주위에 연장되어 제공된다. 챔퍼 표면(690)은 스핀들과 함께 밀봉하는 밀봉 표면을 형성할 수 있다. 챔퍼 표면(690)은 챔퍼 가공되지 않은 (타겟(680)의 표면(684)과 같은) 단부 표면보다 적게 노출되고, 챔퍼 표면(690)은 따라서 타겟(686)이 취급될 때 손상에 덜 취약하다. 챔퍼 표면(690)의 치수 및 마감은 사용되는 스핀들에 따라 결정될 수 있다. 챔퍼 표면이 제공되면, 다른 표면은 밀봉하도록 사용될 수 있다. 따라서, 타겟

(686)의 두 표면(690 또는 692)은 밀봉 표면일 수 있다. 표면(690)과 표면(692)은 타겟(686)이 부착되는 스핀들에 따라 대체 밀봉 표면으로써 사용될 수 있다. 타겟(686)과 같은 타겟의 다른 표면은 또한 밀봉 표면으로써 사용될 수 있다.

- <41> 미국 특허 출원 제2005/0051422호에 개시된 바와 같이, 칼라는 타겟의 수명을 개선시키기 위해 원통형 타겟의 일부로써 사용될 수 있다. 일 예에서, 플랜지 링은 타겟의 칼라 커버부일 수 있다. 다른 예에서, 플랜지 링은 타겟의 전용 부품일 수 있고, 및/또는 코팅 프로세스 용도의 일체부일 수 있다. 일반적으로, 상기 예에서 사용되는 부착 방법은 칼라를 갖는 것을 포함하는 넓은 범위의 원통형 타겟 및 부착부의 다른 특징부를 이미 갖는 타겟과 함께 이용 가능하다.
- <42> 도 7a는 도 4 및 도 5의 리테이너 링(438)과 타겟(430)의 확대 단면도이다. 리테이너 링(438)은 이러한 지점에서의 타겟(430)의 직경보다 작은 내경을 갖기 때문에, 홈(436) 내에 보유된다. 리테이너 링(438)의 외경은 이러한 지점에서 타겟(430)의 직경보다 커서, 리테이너 링(438)은 플랜지 링이 이러한 지점을 통과하는 것을 방지시키도록 타겟(430)의 표면 너머로 연장된다.
- <43> 도 7b는 대체 홈과 리테이너 링 설계를 도시한다. 여기서 원형 홈(794)은 단면이 반원형이고 리테이너 링(796)은 단면이 원형이다. 이러한 설계는 홈(794)의 형성에 의해 야기된 타겟 튜브(798)의 응력을 감소시킨다. 통상적으로 원형 홈의 형성은 10밀(0.01 인치)의 정밀도 이하로 기계 가공할 필요가 없다. 따라서, 홈의 형성은 과도하게 비싸거나 또는 복잡하지 않다.
- <44> 도 7c는 다른 대체 리테이너 링 설계를 도시한다. 리테이너 링(701)은 단면이 도시된 두 개의 부분(701a, 701b)을 갖는다. 이는 360도 이상으로 연장하는 리테이너 링의 예이고, 리테이너 링의 단부는 서로 오버랩된다. 도시된 도면은 오버랩부(701a, 701b)의 단면이다. 타겟의 축을 따라 포획되고, 플랜지 링에 배리어를 제공하는 리테이너 링을 제공하기 위한 다른 설계 또한 사용될 수 있다. 도 7a, 도 7b 및 도 7c는 캠퍼 단면을 도시하지만, 다양한 단부 표면이 도시된 상이한 리테이너 링과 조합될 수 있다.
- <45> 도 4 내지 도 7은 (VAC-MAGTM와 같은) 클램핑을 이용하는 단부 블록에 부착하도록 구성된 (QCT 부착되도록 구성된 타겟과 같은) 쓰레드 타겟의 전환을 도시한다. 소정의 경우, 단부 블록은 부착된 타겟의 형식에 따라 일부 변형될 필요가 있을 수 있다. 예를 들어, 도 4 내지 도 7에 도시된 타겟이 이들이 클램프되도록 변형되더라도, 이들 타겟은 부착되는 단부 블록의 0링에 대응하는 위치에 있지 않은 밀봉 표면을 가질 수 있다. 도 7c는 캠퍼 표면(703)과 단부 표면(705)을 포함하는 밀봉 표면의 위치를 도시한다. 타겟의 밀봉 표면은 0링 위치에 대응하지 않으면, 0링 홈은 0링이 제공되고 밀봉이 이루어질 수 있도록 대응 위치에서 단부 블록 스핀들에 형성되어야 한다. 스핀들은 필요하다면 홈과 같이 기계 가공에 의해 개조될 수 있고, 또는 대체 스핀들이 원하는 홈 위치에 삽입될 수 있다. 개조 가능한 스핀들은 상이한 타겟의 위치에서 0링용의 홈을 갖는다. 예를 들어, 스핀들의 내부 원형홈은 QCT형 타겟의 밀봉 표면에 대응하여 위치될 수 있지만, 동일한 스핀들의 외부 원형 홈은 VAC-MAGTM 타겟의 밀봉 표면에 대응하여 위치된다.
- <46> 전술한 설명은 타겟에 커플링되는 단일 단부 블록에 관한 것이다. 그러나, 대부분의 경우에, 타겟의 양 단부는 유사한 형상을 갖고, 마그네트론의 두 단부 블록은 유사한 커플링 컴포넌트를 갖는다. 따라서, 타겟의 하나의 단부가 클램핑용으로 변경되면, 일반적으로 다른 단부 또한 동일한 방식으로 변경된다. 정위치에 나사 고정된 타겟의 일단부와 정위치에 클램프된 타단부를 갖는 것이 가능하지만, 이는 일반적으로 바람직하지 않다. 유사하게, 동일한 코터에서 상이한 타겟에 상이한 부착 구조를 갖는 것이 가능하지만, 일반적으로 전체 코터는 단일의 부착 시스템을 사용한다.
- <47> 도 4 내지 도 7에 도시된 바와 같은 타겟을 변환시키기 위한 어댑터 키트는 두 개의 플랜지 링과 두 개의 리테이너 링을 포함하고, 플랜지 링과 리테이너 링은 타겟의 각각의 단부용이다. 홈이 타겟의 각각의 단부에 형성되면, 타겟은 언제든지 클램핑되도록 구성된다. 타겟은 단순히 리테이너 링을 제거하여 플랜지링을 활주시키므로써 쓰레드 부착부용으로 재구성될 수 있다.
- <48> 다른 실시예에서, 단부 블록은 원래 구성된 것과 상이한 타겟과 함께 작동하도록 개조된다. 코팅 업계에서 쓰레드 타겟용으로 구성된 다수의 설치된 단부 블록이 있기 때문에, 이를 교체하는 대신에 이러한 단부 블록을 변환시키는 것이 종종 바람직하다. 이러한 단부 블록이 정위치에서 타겟을 나사 고정하는 대신 타겟을 클램핑하도록 변환함으로써, 클램핑된 타겟의 몇몇 장점이 단부 블록의 교체 시간 및 비용없이 얻어질 수 있다.
- <49> 도 3에 도시된 것과 같은 스핀들과 쓰레드 스핀들 링을 갖는 단부 블록에서, 타겟이 제거되고 그 다음에 스핀들

링이 제거된다. 이는 스핀들 링을 절삭하거나 단부 블록을 부분적으로 분해하여야 할 수 있다. 소정의 설계에서, 스핀들은 스핀들의 축에 평행하게 연장하는 볼트에 의해 함께 볼트 결합되는 외부와 내부를 갖는다. 외부와 내부는 스핀들 링이 제거되도록 볼트 해제되고 분리될 수 있다. 외부와 내부 사이의 개스킷은 두 부분을 다시 함께 볼트 결합하기 전에 교체될 수 있다. 이들 볼트의 일부는 제거될 수 있고, 어댑터 플랜지가 제거된 볼트를 미리 보유하는 구멍을 이용하여 정위치에 볼트 결합될 수 있다. 동일한 볼트가 이러한 목적을 위해 재사용될 수 있고, 또는 긴 볼트가 어댑터 플랜지와 함께 사용될 수 있다. 일 예에서, 총 8개의 볼트 중 4개가 스핀들로부터 제거되고, 그 다음에 4개의 볼트가 어댑터 플랜지를 스핀들에 보유하도록 사용된다. 도 8은 도 3의 워터 스핀들(314)이 내부(314a)와 외부(314b)를 포함하는 예를 도시한다. 외부(314b)는 볼트 결합되는 어댑터 플랜지(807)를 갖는다. 스핀들(314)의 원형 홈(809) 내의 0링(328)은 스핀들(314)과 어댑터 플랜지(807) 사이를 밀봉한다. 볼트(813)는 우수한 밀봉을 제공하기 위해 0링(328)을 충분히 가압하도록 조여진다. 다른 원형 홈(815)은 타겟(811)과 대면하는 어댑터 플랜지(807)의 표면에 위치된다. 다른 0링(817)은 어댑터 플랜지(807)와 타겟(811) 사이를 밀봉하기 위해 홈(815) 내에 위치된다. 이러한 예에서, 타겟(811)은 클램핑을 용이하게 하기 위해 타겟 플랜지(819)를 갖는다. 타겟 플랜지는 타겟 튜브에 용접될 수 있거나 또는 타겟 튜브와 일체로 형성될 수 있다. 소정의 경우, 타겟 플랜지는 낮은 스퍼터링률을 갖는 재료로 제조된 칼라에 형성된다. 타겟 플랜지는 또한 전술한 바와 같이 리테이너 링에 의해 보유되는 플랜지 링일 수 있다. 클램프 링(821)은 어댑터 플랜지(807)와 타겟 플랜지(819)에 대해 위치된다. 클램프 링(821)이 조여짐에 따라, 타겟 플랜지(819)와 어댑터 플랜지(807)는 함께 압박되어, 0링(817)을 가압하고 우수한 밀봉을 제공한다. 이러한 가압은 나사 결합된 조립체보다 더 균일하여 누출이 감소된다. 또한 클램프 링(821)이 조여짐에 따라, 반경 방향 내향으로 힘이 인가되고, 타겟(811)이 스핀들(314)과 정렬되도록 압박한다.

<50> 도 8에 도시된 시스템은 쓰레드 부착부로부터 클램프 부착부로 단순한 변환을 제공한다. 이러한 변환은 특별한 훈련 또는 설비없이 그 자리에서(in-situ) 수행될 수 있다. 이는 상이한 형식의 타겟(예를 들어, QCT 호환 타겟)용으로 애초에 제조된 단부 블록과 함께 이용되도록 표준(예를 들어 VAC-MAG™ 호환 타겟)에 따라 타겟이 이용될 수 있다. 타겟과 플랜지 사이의 밀봉 위치는 타겟과 스핀들 사이의 원래 밀봉 위치와 상이하여 큰 0링(817)이 필요하다. 도 8은 어댑터 플랜지(807)의 개구(821)와 스핀들(314)을 도시한다. 개구(821)는 스핀들(314)과 타겟(811)의 내측 사이로 냉각수가 유동하도록 한다. 냉각수를 공급하는 단부 블록은 일반적으로 이러한 형식의 개구를 갖는 스핀들을 구비하고, 이는 워터 단부 블록이라고 지칭된다. 도면의 형상은 비례에 맞지 않고, 이러한 실시예는 도시된 특징부를 제한하지 않는다는 것이 이해될 것이다.

<51> 소정의 예에서, 도 8에 도시된 바와 같이 타겟을 보유하는 두 단부 블록의 스핀들에 플랜지를 부착하는 것이 가능할 수 있다. 그러나, 이는 항상 가능한 것은 아니다. 두 개의 이러한 플랜지가 삽입되기 위한 타겟의 축을 따른 충분한 공간이 없을 수 있다. 플랜지가 양단부에서 스핀들에 추가되면, 타겟은 부착용 플랜지 사이에 끼워맞춤될 수 없다. 또한, 소정의 예에서, 볼트만이 하나의 단부 블록(워터 단부 블록)의 스핀들에 제공된다. 이러한 상황에서의 클램프 부착 체계를 허용하도록, 스핀들은 클램프 구조와 호환되도록 교체 또는 재가공할 필요가 있다.

<52> 도 9는 종래 기술의 구동 단부 블록으로부터의 스핀들(931)을 도시한다. 이러한 스핀들은 도 3의 단면에 도시된 것과 유사한 단부 블록에 사용될 수 있다. 스핀들(931)은 스핀들(931)에 단부 블록을 통해 회전력의 결합을 허용하고 또한 스핀들(931)이 그 축을 따라 자유로운 운동을 허용하는 육각형 형상의 단부 부분(933)을 갖는다. 이는 타겟이 삽입됨에 따라 스핀들(931)이 다시 밀어내어지고 부착을 위해 타겟쪽으로 내향으로 이동하도록 한다. 스핀들(931)은 부가부(935)를 갖는 스핀들과 교체될 수 있거나 또는 스핀들은 스핀들(931)에 대해 부가부(935)를 용접하는 것과 같이 부착된 부가부(935)를 가질 수 있다. 부가부(935)는 타겟과 함께 밀봉하도록 위치한 원형 0링 홈을 포함한다. 현존하는 스핀들을 변경시키는 것의 대체안으로써, 교체 스핀들이 클램핑용의 적절한 치수를 갖고 스크래치로부터 제조될 수 있다.

<53> 도 10a 내지 도 10c는 이러한 스핀들이 클램프 구성과 호환성을 갖도록 변경되는 방법을 도시한다. 도 10a는 변경 전의 원래 상태의 스핀들(931)을 도시한다. 우선, 스핀들(931)의 외부는 도 10b에 도시된 바와 같이 제거된다. 다음에, 부가부(935)가 도 10c에 도시된 바와 같이 부가된다. 부가부(935)는 스핀들(931)의 직경으로 연장한다. 부가부(935)는 신규한 원형의 0링 홈(937)을 포함한다. 원형 0링 홈(937)은 클램프 타겟의 타겟 플랜지에 대해 밀봉되도록 선택된 직경을 갖고, 따라서 원래의 0링 홈(939)보다 큰 직경을 갖는다. 부가로, 0링 홈(937)의 위치는 타겟을 축을 따라 외향(타겟으로부터 이격)으로 이동된다. 이는 타겟을 삽입하기 위한 소정의 여분의 공간을 제공한다.

- <54> 통상적으로, 하나의 단부 블록이 신규한 타겟 형식용으로 개조되면, 동일한 마그네트론의 대향 단부 블록 또한 동일한 타겟 형식용으로 개조된다. 워터 단부 블록이 어댑터 플랜지 상에 볼트 결합함으로써 도 8에 도시된 바와 같이 개조되면, 구동 단부 블록은 도 10a 내지 도 10c에 도시된 바와 같이 변경될 수 있다. 도 8의 플랜지의 밀봉 표면은 종래의 밀봉 표면 위치로부터 타겟의 축을 따라 약간 내향으로 이동하지만, 도 10의 변경된 스핀들의 밀봉 표면은 원래 밀봉 표면의 위치로부터 타겟의 축을 따라 약간 외향으로 이동된다. 따라서, 이러한 밀봉 표면들 사이의 전체 거리는 동일하게 유지될 수 있거나 또는 필요한 만큼 변경될 수 있다. 이는 타겟을 삽입하기 위해 이들 표면 사이에 충분한 공간이 있다는 것을 의미한다.
- <55> 도 11은 본 발명의 다른 실시예와 함께 사용될 수 있는 클램프 링(1150)의 예를 도시한다. 클램프 링(1150)은 볼트(1156)에 의해 함께 부착된 두 개의 부품(1152, 1154)으로 제조된다. 볼트(1156)가 풀리면, 클램프 링(1150)은 플랜지 또는 플랜지 링 상에서 통과하도록 내부 개구(1158)를 갖는다. 클램프 링(1150)이 대향 플랜지 상에 위치되면, 볼트(1156)는 조여지고, 클램프 링(1150)의 내부 개구(1158)는 감소된다. 이는 플랜지의 반경 방향 내향으로 힘을 가하는 경향이 있고, 플랜지를 동심으로 압박한다. 클램프 링(1150)의 내부 표면은 경사지고, 동반하는 경사진 플랜지 표면과 접촉한다. 따라서, 클램프 링(1150)이 조여짐에 따라, 클램프 링(1150)은 또한 양측면으로부터 내향으로 힘을 가하고 두 플랜지를 함께 압박한다.
- <56> 도 12는 두 개의 플랜지(1260, 1262)를 함께 압박하는 클램프 링(1150)의 단면을 도시한다. 힘(1264)은 반경 방향 내향으로 가해지는 것으로 도시된다. 이는 플랜지(1260, 1262)를 동심으로 압박한다. 또한, 힘(1266)은 타겟의 축을 따라 내향 방향으로 가해지는 것으로 도시된다. O링(1268)은 힘(1266)에 의해 플랜지(1260, 1262) 사이에서 가압되는 것으로 도시된다. 어댑터 플랜지 또는 변경된 스핀들과 함께 사용되는 클램프 링은 교체되는 쓰레드 스핀들 링보다 큰 직경을 가질 것이다. 스핀들 링 주위에 차폐부가 제공되면, 차폐부는 클램프 링이 변경될 수 있도록 할 것이다. 통상적으로, 차폐부는 암 공간(dark space) 거리보다 적은 간극을 갖고 클램프 링 주위에서 유지될 수 있다.
- <57> 마그네트론의 두 개의 단부 블록을 변환시키기 위한 어댑터 키트는 워터 단부 블록용의 어댑터 플랜지와 구동 단부 블록용의 교체 스핀들을 포함할 수 있다. 단부 블록이 개조된 후 O링 크기가 상이하게 될 수 있기 때문에 두 개의 O링이 또한 포함될 것이다. 두 개의 클램프 링이 포함될 수 있다. 클램프 링 주변에 끼워맞춤부가 없는 스핀들 주위에 차폐부가 있으면, 교체 차폐부는 또한 클램프 링 주변에 끼워맞춤부를 포함할 수 있다.
- <58> 본 발명의 특정 실시예와 그 장점이 도시되고 설명되었지만, 첨부된 청구의 범위에서 한정된 바와 같이 본 발명의 사상과 범주로부터 벗어남없이 다양한 변경, 대체 및 개조가 이루어질 수 있음을 이해할 것이다.

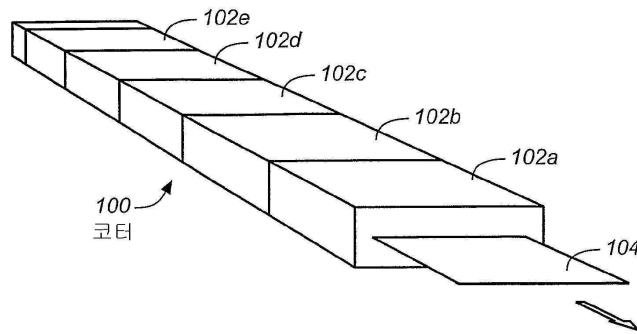
도면의 간단한 설명

- <16> 도 1은 프로세싱 동안 기판이 통과하는 다중 프로세스 모듈을 갖는 종래 기술의 코터를 도시한다.
- <17> 도 2는 종래 기술의 원통형 마그네트론 스퍼터링 시스템을 도시하는 도 1의 프로세스 모듈 내의 구획의 단면도이다.
- <18> 도 3은 종래 기술에 따른 대응하는 쓰레드 내부 표면을 갖는 스핀들 링과 타겟의 쓰레드부를 도시하는 도 2의 단부 블록에 대해 타겟의 부착부의 단면도이다.
- <19> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 리테이너 링과 플랜지 링을 이용하는 단부 블록에 대해 타겟의 부착부의 단면도이다.
- <20> 도 5는 나선 홈에 부가하여 타겟의 단부 근방의 원형 홈을 갖는 도 4의 타겟을 도시한다.
- <21> 도 6a는 타겟, 플랜지 링, 리테이너 링 및 스핀들의 분해도를 도시한다.
- <22> 도 6b는 도 6a의 타겟의 단부 부분(end portion)의 상세 확대도이다.
- <23> 도 6c는 나선 홈을 갖지 않는 다른 타겟의 단부 부분을 도시한다.
- <24> 도 6d는 챔퍼(chamfered) 가공된 표면을 갖는 또 다른 타겟의 단부 부분을 도시한다.
- <25> 도 7a는 도 4의 리테이너 링과 원형 홈의 확대도를 도시한다.
- <26> 도 7b는 대체 리테이너 링과 원형 홈의 확대도를 도시한다.
- <27> 도 7c는 다른 대체 리테이너 링의 확대도이다.

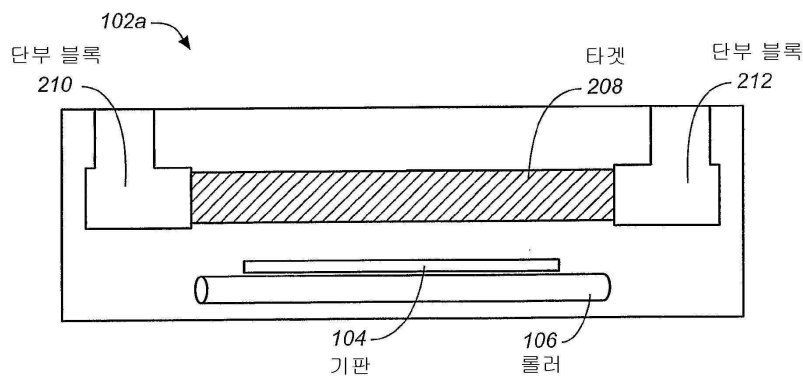
- <28> 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 어댑터 플랜지의 추가에 의해 타겟을 클램핑하도록 개조되는 스핀들을 도시한다.
- <29> 도 9는 스핀들에 신규한 부분을 추가함으로써 타겟을 클래핑하기 위한 스핀들의 개조를 도시한다.
- <30> 도 10a는 변경 전의 원래 상태의 도 9의 스핀들을 도시한다.
- <31> 도 10b는 변경 동안의 중간 상태의 도 9의 스핀들을 도시한다.
- <32> 도 10c는 타겟을 클램핑하도록 개조된 최종 상태의 도 9의 스핀들을 도시한다.
- <33> 도 11은 클램프 링을 도시한다.
- <34> 도 12는 클램프 링이 조여짐에 따라 클램프 링에 의해 둘러싸여지는 플랜지 상에 클램프 링에 의해 가해지는 힘을 도시한다.

도면

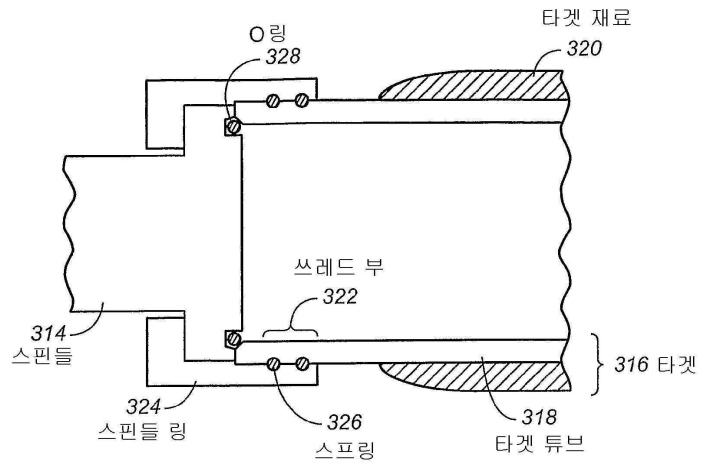
도면1



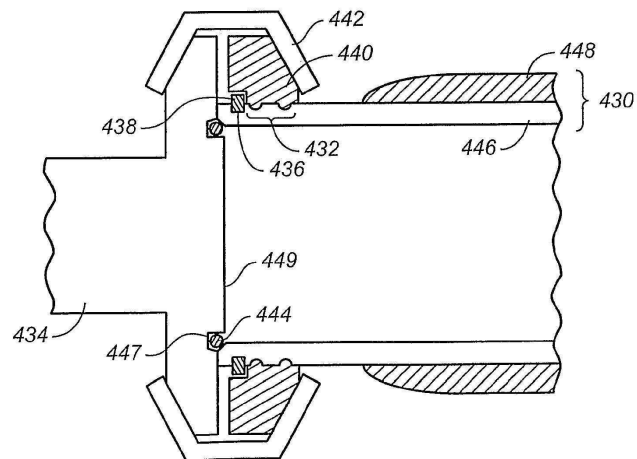
도면2



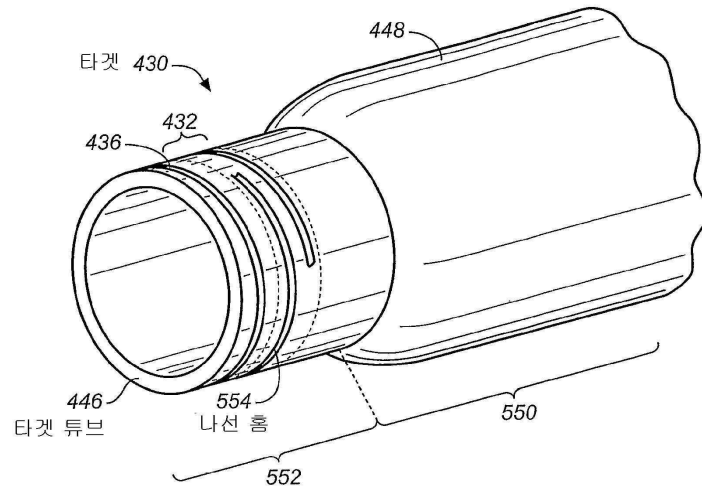
도면3



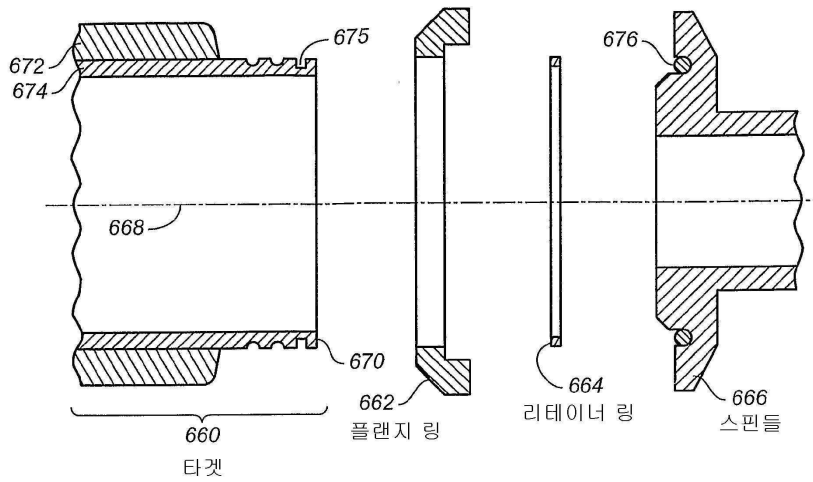
도면4



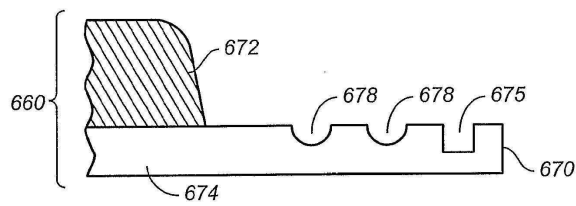
도면5



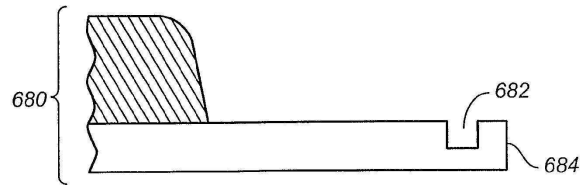
도면6A



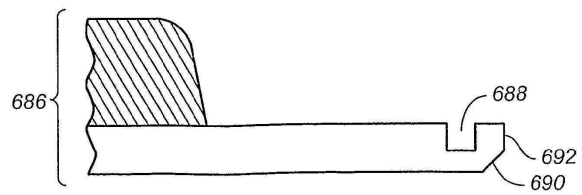
도면6B



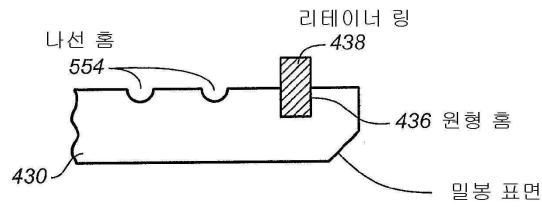
도면6C



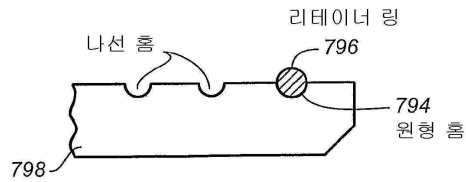
도면6D



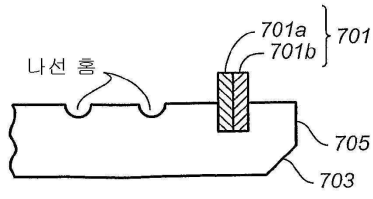
도면7A



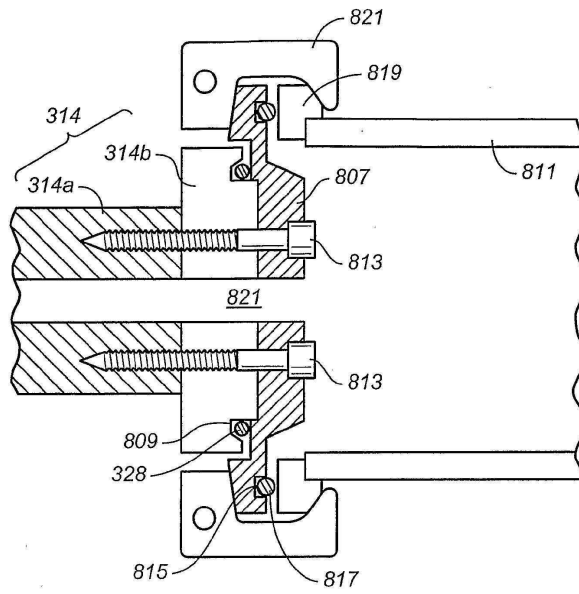
도면7B



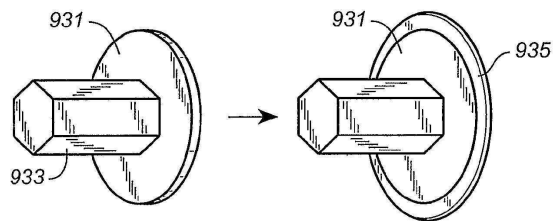
도면7C



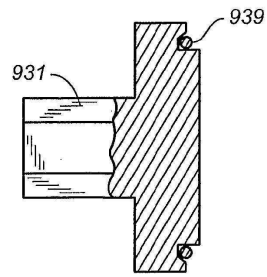
도면8



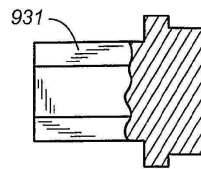
도면9



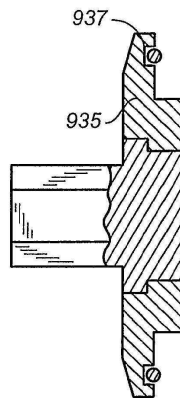
도면10A



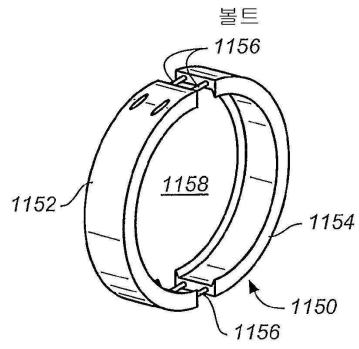
도면10B



도면10C



도면11



도면12

