



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0130996
(43) 공개일자 2015년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 24/08 (2006.01) B05D 3/02 (2006.01)
C23C 24/10 (2006.01) F16J 15/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 24/082 (2013.01)
B05D 3/0254 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7023073
(22) 출원일자(국제) 2014년02월07일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년08월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/015377
(87) 국제공개번호 WO 2014/124305
국제공개일자 2014년08월14일
(30) 우선권주장
61/761,726 2013년02월07일 미국(US)

(71) 출원인
인터페이스 퍼포먼스 메터리얼스 인코포레이티드
미국 펜실베이니아 17603 랭카스터 216 올슨 웨이
(72) 발명자
레이 브라이언 씨
미국 펜실베이니아 17603 랭카스터 휘포윌 드라이브
25
바랄 제프리 엘
미국 펜실베이니아 17543 리티즈 이스트 포스 애비
뉴 101
(74) 대리인
방해철, 김용인

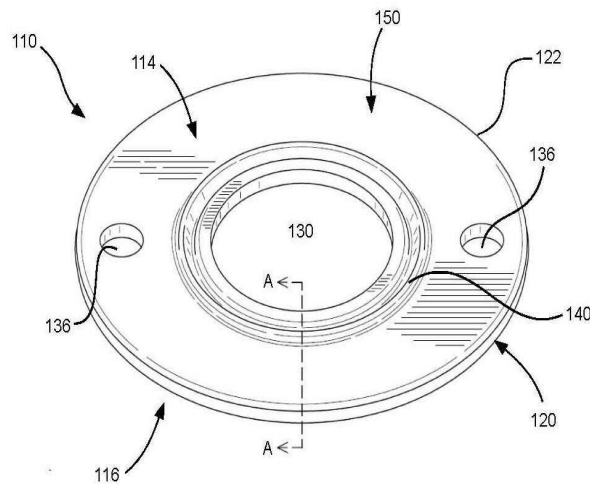
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 고온 코팅을 갖는 개스킷

(57) 요약

고온 코팅(150)을 갖는 개스킷(110)을 제조하는 방법은 금속 물질로부터 형성되고 개스킷의 형상을 갖는 기관(120)을 획득하는 단계, 기관(120)의 외부 표면(124, 126) 위에 나노입자 현탁액(suspension)을 도포하는 단계 및 기관(120)을 가열하거나 자가-산화 코팅(162)의 언더코트층(160)을 형성하도록 기관(120)을 제 1 승온으로 가열하는 단계를 포함한다. 방법은 또한, 언더코트층(160) 위에 질화 붕소를 포함하는 액체를 도포하는 단계 및 오버코트층(170)을 형성하도록 제 2 승온에서 질화 붕소 액체를 건조하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 24/10 (2013.01)

F16J 2015/0856 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

금속 물질로부터 형성되며 개스킷(gasket)의 형상을 갖는 기관;

상부 표면 및 하부 표면 중 적어도 하나의 표면 영역을 실질적으로 전부 덮는 언더코트층(undercoat layer);

개스킷이 약 600 °C를 초과하는 온도에 노출될 때 표면에 윤활성을 제공하는 언더코트층 위의 오버코트층(overcoat layer)을 포함하며,

상기 기관은 상부 표면, 하부 표면, 및 이들을 통하여 형성되는 개구(aperture)를 가지고,

상기 언더코트층은 자가-보호 산화 코팅(self-protective oxide coating)을 형성하도록 표면에 도포(apply)되고 제 1 승온(elevated temperature)으로 가열되는 복수의 나노입자로부터 형성되는 자가-보호 산화 코팅을 포함하며,

상기 오버코트층은 질화 붕소를 포함하는 고온 코팅을 갖는 개스킷.

청구항 2

제1항에 있어서,

언더코트층은 개스킷이 약 600 °C를 초과하는 온도에 노출될 때 기관의 표면의 과잉 산화를 방지하도록 구성되는 개스킷.

청구항 3

제1항에 있어서,

캐리어 유체에서 현탁(suspend)되는 복수의 나노입자를 포함하는 나노입자 현탁액에서 복수의 나노입자가 기관의 표면에 도포되는 개스킷.

청구항 4

제1항에 있어서,

복수의 나노입자는 약 50nm 미만의 평균 입자 크기를 갖는 개스킷.

청구항 5

제1항에 있어서,

복수의 나노입자는 약 20nm 미만의 평균 입자 크기를 갖는 개스킷.

청구항 6

제1항에 있어서,

복수의 나노입자는 약 10nm 미만의 평균 입자 크기를 갖는 개스킷.

청구항 7

제1항에 있어서,

복수의 나노입자는 산화 세륨 나노입자, 산화 티탄 나노입자, 산화 알루미늄 나노입자, 산화 규소 나노입자, 산화 스칸듐 나노입자, 산화 이트륨 나노입자, 산화 지르코늄 나노입자, 산화 니오브 나노입자, 산화 하프늄 나노입자, 산화 탄탈 나노입자, 및 산화 토륨 나노입자로 구성된 그룹으로부터 선택되는 개스킷.

청구항 8

제1항에 있어서,

오버코트층은 개구를 둘러싸고 상부 표면 및 하부 표면 중 적어도 하나로부터 바깥쪽으로 떨어져 연장되는 엠보싱부(embossment)에 밀접한(proximate) 영역으로 제한되는 개스킷.

청구항 9

금속 물질로부터 형성되며 개스킷(gasket)의 형상을 갖는 기관을 획득하는 단계;

상부 표면 및 하부 표면 중 적어도 하나의 표면 영역의 실질적으로 전부 위에 나노입자 현탁액을 도포(apply)하는 단계;

자가-보호 산화 코팅을 포함하는 언더코트층을 형성하도록 기관을 제 1 승온으로 가열하는 단계;

언더코트층의 적어도 일부 위에 질화 붕소를 포함하는 액체를 도포하는 단계;

언더코트층 위에 오버코트층을 형성하도록 기관을 제2 승압으로 가열하는 단계를 포함하며,

상기 기관은 상부 표면, 하부 표면 및 이들을 통하여 형성되는 개구(aperture)를 가지고,

상기 나노입자 현탁액은 캐리어 유체에서 현탁된 복수의 나노입자를 포함하며,

상기 오버코트층은 개스킷이 약 600 °C를 초과하는 온도에 노출될 때 언더코트층에 윤활성을 제공하도록 구성되는 고온 코팅을 갖는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

자가-보호 산화 코팅은 기관을 형성하는 금속 물질보다 더 높은 크롬 농도를 갖는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

복수의 나노입자는 약 50nm 미만의 평균 입자 크기를 갖는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

제 1 승온은 약 80 °C에서 약 600 °C 사이의 범위에 있는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

제 1 승온은 약 80 °C에서 약 200 °C 사이의 범위에 있는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

제 1 승온은 약 80 °C에서 약 100 °C 사이의 범위에 있는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 15

제9항에 있어서,

질화 붕소를 포함하는 액체를 도포하기 전에 건조된 캐리어 유체를 제거하기 위해 언더코트층을 형성한 후에 기관을 세척하는 단계를 더 포함하는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

기관을 세척하는 단계는 기관을 초음파 부품 세척기에서 세척하는 단계를 더 포함하는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 17

제9항에 있어서,

제 2 승온은 약 80 °C에서 약 200 °C 사이의 범위에 있는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 18

제9항에 있어서,

제 2 승온은 약 80 °C에서 약 100 °C 사이의 범위에 있는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 19

금속 물질로부터 형성되며 개스킷의 형상을 갖는 기관을 획득하는 단계;

상부 표면 및 하부 표면 중 적어도 하나의 표면 영역의 실질적으로 전부 위에 나노입자 현탁액을 도포하는 단계;

자가-보호 산화 코팅을 형성하도록 기관을 약 80 °C에서 약 200 °C 사이로 가열하는 단계;

건조된 캐리어 유체를 제거하도록 기관을 세척하는 단계;

자가-보호 산화 코팅의 적어도 일부 위에 질화 붕소를 포함하는 액체를 도포하는 단계; 및

질화 붕소를 포함하는 액체를 건조하고 오버코트층을 형성하도록 기관을 약 80 °C에서 약 200 °C 사이로 가열하는 단계를 포함하며,

상기 기관은 상부 표면, 하부 표면 및 이들을 통하여 형성되는 개구를 가지고,

상기 나노입자 현탁액은 캐리어 유체에서 현탁된 복수의 나노입자를 포함하는 고온 코팅을 갖는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

자가-보호 산화 코팅을 형성하도록 기관을 약 80 °C에서 약 100°C 사이로 가열하는 단계를 더 포함하는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

질화 붕소를 포함하는 액체를 건조하고 오버코트층을 형성하도록 기관을 약 80 °C에서 약 100 °C 사이로 가열하는 단계를 더 포함하는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 22

제19항에 있어서,

복수의 나노입자는 약 50nm 미만의 평균 입자 크기를 갖는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 23

제19항에 있어서,

캐리어 유체는 물과 계면활성제의 혼합물을 더 포함하는 개스킷을 제조하는 방법.

청구항 24

제19항에 있어서,

기관을 세척하는 단계는 기관을 초음파 부품 세척기에서 세척하는 단계를 더 포함하는 개스킷을 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원

[0002] 본 특허출원은 본 명세서에 전체로서 참조로 통합되는 발명의 명칭이 "고온 코팅을 갖는 개스킷(Gasket with High Temperature Coating)"인 2013년 2월 7일자 출원된 미국 가특허출원 제61/761,726호의 우선권을 주장한다.

배경 기술

[0003] 본 출원은 일반적으로 고온 응용(application)에 사용하기 위한 개스킷에 관한 것이며, 특히 일부 실시예에서 내연 엔진의 엔진 블록, 터보 충전기 및 촉매 변환기에서 발견되는 배기 포트 및 배기관 주변을 밀봉(seal)하기 위한 개스킷에 관한 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 트럭, 트랙터, 버스, 착정기(well-drilling machine), 보링 기계(boring machine), 휴대용 펌핑 유닛, 비상 전력 발전기 등과 같은 중부하(heavy duty)의 운송 및 비운송 응용을 위한 내연 엔진은 현저한 양의 열을 발생시키며 비-상업용 자동차 및 트럭에 의해 생성되는 배기 가스보다 더 뜨거운 배기 가스를 생성한다. 따라서, 이러한 엔진의 배기 매니폴드(manifold)를 위한 배기관 조인트(joint), 터보 충전기, EGR 시스템 및 촉매 변환기는 과도하게 뜨거워질 수 있다. 안타깝게도 비-상업용 자동차 및 트럭에서 발견되는 낮은 배기 가스 온도에 일반적으로 적합한 더욱 일반적인 스테인리스 합금으로부터 만들어진 배기관 개스킷은 종종 심한 산화 부식을 경험할 것이며, 이는 중부하의 고온 응용에서 그들의 외부 표면의 약화 및 조각(flake)화로 이어질 수 있다. 결과적으로, Iconel™ 물질 상표로 제조되고 판매되는 니켈-크롬 기반의 오스테나이트계(class of austenitic) 초합금과 같은 고비용의 외래 금속 합금으로부터 형성된 특수화 고온 개스킷이 요구될 수 있다.

[0005] 따라서, 더욱 일반적인 스테인리스강으로부터 만들어진 저비용의 개스킷 기관에 도포(apply)될 효과적인 처리 또는 코팅에 대한 필요가 존재하며, 이는 개스킷이 실질적인 산화 부식이나 고온 응용에서 그들의 외부 표면의 약화 및 조각화 없이 효과적으로 기능할 수 있도록 할 것이다. 본 명세서의 개시내용은 이러한 고온의 코팅 또는 처리에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 간단히 기술하면, 본 명세서의 일 실시예는 고온 코팅을 갖는 개스킷을 제조하는 방법을 포함한다. 방법은 금속 물질로부터 형성되고 개스킷의 형상을 갖는 기관을 획득하는 단계 및 나노입자 용액 또는 현탁액(suspension)을 기관의 외부 표면 위에 도포(apply)하는 단계를 포함한다. 나노입자 현탁액은 캐리어 유체에서 현탁된 복수의 나노입자를 포함하며, 여기에서 나노입자는 약 50 nm 이하의 평균 입자 크기를 가질 수 있다. 방법은 또한, 언더코트층(undercoat layer)을 형성하도록 기관을 약 80 °C에서 600 °C 사이에 있는 제 1 승온(elevated temperature)으로 가열하는 단계를 포함한다. 언더코트층은 자가-보호 산화 코팅(self-protective oxide coating)일 수 있고, 개스킷이 약 600 °C가 넘는 온도에 노출될 때 기관의 표면의 과잉 산화를 억제하도록 구성된다.

[0007] 기관 및 언더코트층을 식힌 후에, 방법은 언더코트층의 적어도 일부 위에 질화 붕소 코팅을 도포하는 단계 및 언더코트층 위의 오버코트층으로 코팅된 질화 붕소를 건조하기 위해 기관을 약 80 °C에서 200 °C 사이에 있는 제 2 승온으로 가열하는 단계를 더 포함한다. 오버코트층은 개스킷이 약 600 °C가 넘는 온도에 노출될 때, 언더코트층 및 기관에 윤활성(lubricity)을 제공하도록 구성된다.

[0008] 본 명세서의 다른 실시예는 고온 코팅을 갖는 개스킷을 포함한다. 개스킷은 금속 물질로부터 형성되며 개스킷의 형상을 갖는 기관을 포함하며, 기관은 상부 표면, 하부 표면 및 이들을 통하여 형성되는 개구(aperture)를 갖는다. 개스킷은 또한, 상부 표면 및 하부 표면 중 하나 또는 둘 다의 표면 영역을 실질적으로 전부 감싸는 언더코

트층을 포함하며, 언더코트층은 약 80 ℃에서 600 ℃ 사이에 있고, 바람직하게는 약 80 ℃에서 100 ℃ 사이에 있는 제 1 승온(elevated temperature)으로 기결정된 시구간 동안 가열되며 표면에 도포된 복수의 나노입자로부터 형성되는 자가-보호 산화 코팅을 포함한다. 개스킷은 개스킷이 약 600 ℃를 넘는 온도에 노출될 때 표면에 윤활성을 제공하기 위해 언더코트층 위의 오버코트층을 더 포함하며, 오버코트층은 일반적으로 질화 붕소를 포함한다.

[0009] 본 명세서의 다른 실시예는 고온 코팅을 갖는 개스킷을 제조하는 방법을 포함한다. 방법은 금속 물질로부터 형성되며 개스킷의 형상을 갖는 기관을 획득하는 단계 및 상부 표면 및 하부 표면 중 하나 또는 둘 다의 표면 영역의 실질적으로 전부 위에 나노입자 현탁액을 도포하는 단계를 포함하며, 상기 기관은 상부 표면, 하부 표면 및 이들을 통해 형성된 개구를 포함하고, 상기 나노입자 현탁액은 캐리어 유체에서 현탁된 복수의 나노입자를 포함한다. 방법은 또한, 자가-보호 산화 코팅을 형성하도록 약 80 ℃에서 약 200 ℃ 사이의 제 1 승온으로 기관을 가열하는 단계 및 그리고 나서 임의의 건조된 캐리어 유체를 제거하기 위해 기관을 세척하는 단계를 포함한다. 기관은 초음파 부품 세척기(ultra-sonic parts washer)에서 세척될 수 있다.

[0010] 방법은 또한, 자가-보호 산화 코팅의 적어도 일부 위에 질화 붕소 코팅을 도포하는 단계 및 그리고 나서 질화 붕소 코팅을 건조하고 오버코트층을 형성하도록 기관을 약 80 ℃에서 약 200 ℃ 사이에서 가열하는 단계를 포함한다. 자가보호 산화 코팅은 개스킷이 약 600 ℃를 넘는 온도에 노출될 때 기관의 표면의 과잉 산화를 억제하도록 구성될 수 있는 한편, 오버코트층은 개스킷이 약 600 ℃를 넘는 온도에 노출될 때 언더코트층 및 기관에 윤활성을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0011] 본 발명은 후술할 발명의 상세한 설명과 다음에서 간단히 설명할 첨부 도면들과 함께 검토할 때에 더욱 명확히 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 내용 중에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1a-1c는 종래 기술에서 발견되는 내연 엔진을 위한 다양한 대표적 배기 개스킷의 정면도이다.

도 2는 본 명세서의 대표적 실시예에 따른 고온 코팅을 갖는 배기 개스킷의 사시도이다.

도 3은 섹션 라인 A-A를 따라 취해진 도 2의 배기 개스킷의 단면도이다.

도 4는 본 명세서의 다른 대표적 실시예에 따른 고온 코팅을 갖는 다중-층 배기 개스킷의 사시도이다.

도 5는 본 명세서의 다른 대표적 실시예에 따른 도 2-3의 고온 코팅을 형성하는 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 6a-6b는 각각 800 ℃에서의 열노화(heat aging) 이전과 이후의 코팅이 없는 베어(bare) 스테인리스강 테스트 블랭크(test blank)의 사진이다.

도 7a-7b는 각각 800 ℃에서의 열노화 이전과 이후의 나노입자 코팅을 갖는 스테인리스강 테스트 블랭크의 사진이다.

도 8a-8b는 각각 800 ℃에서의 열노화 이전과 이후의 질화 붕소 코팅을 갖는 스테인리스강 테스트 블랭크의 사진이다.

도 9a-9b는 800 ℃에서의 열노화 이후의 나노입자 언더코트 및 질화 붕소 오버코트 둘 다를 갖는 스테인리스강 테스트 블랭크의 사진이다.

도 10은 도 6a-9b에 도시된 테스트 블랭크들 중 일부의 반-마찰력 성능을 상세히 보여주는 테이블이다.

도 11a-11b는 각각 도 8a-8b 및 도 9a-9b에 도시된 테스트 코팅의 밀봉성(sealability) 성능을 상세히 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 동일한 부분이 몇몇 뷰에 걸쳐 동일한 참조 번호로 식별되는 도면들을 보다 상세히 참조하면, 도 1a-1c는 각각 종래 기술에서 발견될 수 있는 내연 엔진을 위한 다양한 대표적 배기 개스킷(10, 20, 30)을 도시한다. 보여지는 것처럼 이들 배기 개스킷(10, 20, 30) 각각은 내연 엔진을 위한 배기 개스킷의 응용에 특히 적합한 복수의 공통

적 특징을 공유하는 한편, 그들의 특정 엔진 디자인에 맞춰진(tailored) 고유의 외부 형상 또는 프로필(12, 22, 32) 및 구조적 특징을 갖는다. 예컨대, 각각의 배기 개스킷(10, 20, 30)은 중앙 배기 개구(16, 26, 36) 및 둘 이상의 고정 개구(fastener aperture) 또는 볼트 개구(17, 27, 37)를 포함하게끔 편치되거나 절단된 하나 이상의 실질적으로 평면인 금속 기관(14, 24, 34)으로부터 형성된다. 배기 개스킷(10, 20, 30)은 또한, 전형적으로 배기 개구(16, 26, 36)를 둘러싸며 고열의 배기 가스가 개스킷 주위로부터 이탈하는 것을 방지하는 밀봉부를 제공하기 위해 배기 시스템 컴포넌트 및 배기 매니폴드 또는 배기관(도시되지 않음)의 매끄러운 밀봉 표면을 접촉하고 반대 방향으로 위치하는 융기된 매끄러운 표면을 제공하는 금속 기관 속에 형성된 임의의 형태의 엠보싱부(18, 28, 38; embossment)를 포함한다.

[0015] 도 1a-1c에 도시된 종래 기술의 배기 개스킷(10, 20, 30) 각각은 600 °C 미만의 작동 온도(working temperature)에서 더욱 전형적 배기 개스킷 응용에 사용되는 것이 적절할 수 있다. 하지만, 이러한 동일한 개스킷은 필수적인 성능 표준을 맞출 수 없으므로 600 °C를 통상적으로 초과하는 작동 온도에서 밀봉을 유지해야만 하는 배기 개스킷이 사용되는 고온 응용에 있어서는 적절하지 않을 수 있다. 예컨대, 600 °C를 초과하는 작동 온도에서 밀봉을 유지하도록 구성된 고온 배기 개스킷에 대한 성능 기준은 다른 요소들 외에 접착성(adhesion), 윤활성(lubricity) 및 밀봉성(sealability)을 포함할 수 있다.

[0016] 접착성은 일반적으로 개스킷이 그것의 외부 표면 특히, 외부 밀봉 표면의 구조적 완전성(structural integrity)을 유지하는 능력을 의미한다. 예컨대, 고온 테스트를 통해 기관의 외부 표면, 전형적 금속 개스킷의 표면 처리 또는 코팅은 승온에서 심각한 산화 부식을 겪을 수 있으며, 이는 일반적으로 바람직한 밀봉을 유지할 수 없는 불균형적인 표면을 형성하게끔 시간에 걸쳐 떨어져 나가는 조각들로 쪼개지고 균열이 생기는 두꺼운 산화 코팅을 낳게 된다.

[0017] 윤활성은 일반적으로 개스킷이 엔진 블록과 배기 시스템 및 배기관의 다양한 부분들 사이의 열-전도 운동을 수용하는 능력을 의미한다. 이러한 엔진 컴포넌트는 종종 상이한 열팽창 계수를 갖는 상이한 물질로부터 만들어질 수 있으며, 이는 예컨대, 엔진 블록의 배기 포트에서의 열-전도 운동으로 이어질 수 있다. 따라서, 배기 개스킷의 외부 표면은 엠보싱부의 융기된 접촉 표면 위의 코팅을 긁거나 찌르거나 떼어내지 않고 컴포넌트 밀봉 표면들 중 하나 또는 둘 다가 개스킷 위로 미끄러질 수 있도록 충분한 윤활성을 제공해야 한다. 일태양에서 배기 개스킷의 표면의 윤활성은 마찰 계수(coefficient of friction; COF)로 측정될 수 있고, 배기 포트에서 현저한 열-전도 운동을 보이는 고온 응용에서는 0.2보다 작은 COF가 바람직하다.

[0018] 밀봉성은 일반적으로 개스킷이 엠보싱부의 융기된 매끄러운 표면과 배기관 또는 배기 매니폴드의 플랜지(flange) 또는 엔진 블록의 일반적으로 평탄하고 매끄러운 밀봉 표면 사이의 인터페이스를 따라 배기 가스의 누설을 제한하는 능력을 의미한다. 엔진 배기 응용 온도는 일반적으로 탄력적이고 컨포멀(conformable)한 개스킷 물질의 사용을 억제하기 때문에, 스테인리스강과 같은 단단한(rigid) 물질이 요구되므로, 금속 개스킷과 엔진 컴포넌트의 밀봉 표면 사이의 금속-대-금속 접촉(metal-on-metal contact)을 낳는다. 이러한 이유로 모든 누설을 제거하는 완전한 밀봉을 확립하는 것은 통상적으로 가능하지 않다. 따라서, 개스킷의 밀봉성은 얼마나 허용 가능한 수준까지 개스킷이 누설 속도를 제한할 수 있는지에 대한 측정이다. 일태양에서 밀봉성은 어셈블리 이후, 하지만 작동 이전에 전체 배기 시스템의 누설 속도를 측정하는 가압 공기 테스트(pressurized air test)를 통해 측정될 수 있다. 테스트 고정물(fixture) 속에 설치된 단일 개스킷을 통한 누설을 측정하는 가압 공기 테스트도 또한 구현될 수 있다.

[0019] 일부 실시예에서 600 °C 미만의 전형적 작동 환경에서 대표적인 종래 기술의 배기 개스킷(10, 20, 30)의 금속 기관(14, 24, 34)은 개스킷이 배기 개스킷과 배기관 또는 배기 매니폴드의 플랜지(flange) 또는 엔진 블록의 매끄러운 밀봉 표면 사이의 직접적인 금속-대-금속 접촉을 통해서 이용가능한 보다 좋은 밀봉을 형성하도록 하는 표면 처리 또는 코팅과 함께 제공될 수 있다. 하지만, 이러한 동일한 종래 기술의 처리 또는 코팅은 중부하 내연 엔진 응용에서 접할 수 있는 600 °C를 초과하는 고온 응용에서 필요한 밀봉과 반-마찰 성능을 유지하지 못하는 것으로 나타났다.

[0020] 본 명세서의 대표적인 일실시예에 따라, 도 2 및 3은 금속 물질로부터 형성되는 기관(120)을 갖는 일반적으로 형상화된 개스킷(110)을 도시한다. 기관(120)은 진술한 단점을 극복하는 고온 코팅(150)과 함께 제공된다. 일태양에서, 기관(120)은 외부 가장자리(122), 상부 표면(124), 하부 표면(126) 및 상부 표면(124)으로부터 하부 표면(126)까지 기관(120)을 통해 형성되는 배기 개구(130)와 실질적으로 동일 평면상에 있을 수 있다. 배기 개구(130)는 개스킷(110)에 의해 밀봉되는 작동 유체(예컨대, 배기 가스)를 일반적으로 접촉하는 내부 가장자리(132)를 가질 수 있다. 기관(120)은 또한, 배기 개구(130)로부터 떨어져 배치된 하나 이상의 고정 개구

(fastener aperture) 또는 볼트 개구(136)를 포함할 수 있고, 이들을 통해 볼트 또는 유사한 고정구가 개스킷에 의해 밀봉되는 컴포넌트를 함께 끌어당기도록 연장될 수 있다. 기관(120)은 개구(130)를 둘러싸며 상부 표면(124) 및 하부 표면(126) 중 적어도 하나로부터 바깥쪽으로 떨어져 연장하는 엠보싱부(140)를 더 포함할 수 있다. 엠보싱부(140)는 작동 유체가 개스킷(110) 주위로부터 이탈하는 것을 방지하는 밀봉을 제공하기 위해 결합된 컴포넌트의 매끄러운 밀봉 표면의 반대쪽으로 위치하고 접촉하는 용기되고 매끄러운 최외곽(outermost) 표면(142)을 제공할 수 있다.

[0021] 도 2-3에 도시된 고온 코팅(150)을 갖는 개스킷(110)은 일반적으로 엔진 블록에서 배기 포트로부터 방출되는 배기 가스를 밀봉하기 위해 배기 시스템 컴포넌트 및 배기 매니폴드 또는 배기관(도시되지 않음) 사이에서의 응용을 위한 배기 개스킷으로서 구성된다. 하지만, 개스킷(110)과 코팅(150)은 매우 다양하고 상이한 고온 밀봉 응용과 다양한 작동 유체에 대한 밀봉에 적합할 수 있으며, 이들 각각은 본 명세서의 범위 내에 해당한다고 인식될 수 있다.

[0022] 개스킷의 기관(120)은 600 °C가 넘는 고온에서 그것의 체적 특성(bulk property)을 유지하는 스테인리스강 합금과 같은 금속 베이스 물질(121)로부터 일반적으로 형성될 수 있다. 스테인리스강 합금과 특히 페릭계(ferric) 스테인리스강 합금이 바람직한 실시예로 고려될 수 있는 한편, 기관은 또한, 알루미늄, 니켈 또는 티타늄과 같은 다른 고온-저항성 금속이나 세라믹과 같은 다른 온도-저항성 비금속 물질로부터 형성될 수도 있다.

[0023] 개스킷(110)의 고온 코팅(150)은 일반적으로 기관(120)의 상부 표면(124) 및 하부 표면(126)과 밀접하게 접촉하는 언더코트(160) 또는 제 1 층과 언더코트(160)를 덮는 오버코트(170) 또는 제 2 층을 포함하는 다중-층 코팅 시스템을 포함할 수 있다. 언더코트(160)는 기관(120)을 형성하는 베이스 합금(121) 위에 보호층을 제공할 수 있으므로, 그렇지 않으면 고온 응용에서 기관(120)의 외부 표면(124, 126) 상에 발생할 수 있는 심각한 산화 부식에 저항할 수 있다. 따라서, 언더코트(160)는 개스킷(110)의 접촉 기준을 충족하고, 그것의 외부 표면(124, 126)의 구조적 완전성을 유지하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 오버코트(170)는 전형적으로 결합된 컴포넌트의 밀봉 표면을 접촉하는 반-마찰층 또는 윤활층이며, 개스킷(110)의 윤활성 및 밀봉성 기준 둘 다를 충족하는 특징을 일반적으로 제공할 수 있다.

[0024] 일반적으로, 언더코트(160)와 오버코트(170) 둘 다 기관(120)을 형성하는 베이스 합금(121)에 최대한의 보호를 제공하기 위해 기관(120)의 외부측 및 내부측 가장자리(122, 132) 뿐만 아니라 상부 표면(124) 및 하부 표면(126)을 실질적으로 전부 덮는다. 하지만 개스킷(110) 및 결합된 컴포넌트의 밀봉 표면 사이의 주요 접촉 영역은 엠보싱부(140)의 용기된 접촉 표면(142)에 밀접하게 위치할 수 있으므로, 일부 태양에서 오버코트(170)는 기관(120)의 외부 표면(124, 126)의 다른 부분에는 도포하지 않고, 엠보싱부(142)에만 밀접하게 또는 국지적으로 도포되는 것을 고려할 수 있다.

[0025] 제 1 층 또는 언더코트(160)는 용액 또는 현탁액(더욱 정확하게는 이하에서 "나노입자 현탁액" 또는 "현탁액"이라 함)에서 기관(120)의 외부 표면 (및 가장자리)에 도포된 복수의 나노입자로부터 형성되는 보호 코팅을 포함할 수 있다. 현탁액은 기관에 압연(roll)되거나 분무 또는 브러쉬(brush)되거나, 혹은 기관(120)이 현탁액 속에서 딥코팅(dip coat)될 수 있다. 일태양에서 나노입자 현탁액의 단일 도포가 기관(120)의 표면(122, 124, 126, 132) 위에 소정 양의 나노입자를 배치하기에 일반적으로 충분할 수 있다. 하지만, 다른 태양에서 나노입자 현탁액은 기관의 표면에 배치된 물질이 그들이 원하는 커버리지(coverage)와 농도에 도달할 때까지 많은 횟수에 걸쳐 도포되고 건조될 수 있으며, 기관은 주변 온도에서 공기 건조(air dry)되거나 일반적으로 100 °C보다 낮은 온도에서 열건조된다. 기관(120) 및 도포된 나노입자는 그리고 나서 기관(120)의 표면(122, 124, 126, 132) 상에 그러지 않으면 발생할 심각한 산화 부식을 저지하는 보호성 언더코트(160)를 형성하도록 기결정된 시구간 동안 제 1 승온으로 함께 가열될 수 있다.

[0026] 일태양에서, 나노입자의 평균 크기는 50nm 이하일 수 있다. 다른 태양에서, 나노입자의 평균 크기는 20nm 이하이거나 혹은 심지어 10nm 이하일 수 있다. 게다가, 나노입자는 일반적으로 산화 세륨 나노입자, 산화 티탄 나노입자, 산화 알루미늄 나노입자, 산화 규소 나노입자, 산화 스칸듐 나노입자, 산화 이트륨 나노입자, 산화 지르코늄 나노입자, 산화 니오브 나노입자, 산화 하프늄 나노입자, 산화 탄탈 나노입자, 및 산화 토륨 나노입자를 포함하지만 이들에 제한되지 않는 원소의 산화물일 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시예에서, 개별 나노입자는 연속적인 층을 형성하지 않고 기관의 표면 위에 넓게 산란(scatter)되거나 분산된다. 분산되고 산란된 나노입자는 그리고 나서 얇은 자가-보호 산화 코팅(162)을 형성하도록 제 1 승온으로 가열되는 동안 기관(120)의 베이스 합금(121)과 상호작용할 수 있다. 산화 코팅(162)은 2012년 6월 12일자로 등록된 미국 특허 제8,197,613호에 기술된 것처럼 기관의 표면을 실질적으로 완전히 감싸도록 성장하거

나 형성된다. 이 특허는 본 명세서에 모든 목적을 위해 전체로서 참조로 통합된다.

- [0028] 임의의 특정 메커니즘이나 이론에 결부되지 않고 기관의 표면 위에 산란되고 분산된 나노입자는 가열 프로세스 동안 베이스 합금(121)의 산화의 결과물로서 형성되는 미세 입자(fine grain)의 균일하고 안정적인 열 산화 코팅(162)의 발전 및 성장을 위한 핵생성 자리(nucleation site)로 기능한다고 생각된다. 일태양에서, 제 1 승온은 약 1분에서 약 48시간의 범위를 갖는 구간에서 약 600 °C 이상일 수 있다. 다른 추가 태양에서 제 1 승온은 약 1분에서 약 48시간의 범위를 갖는 구간에서 약 800 °C 이상일 수 있다.
- [0029] 대안적으로 실험 및 실시를 통해 자가-보호 산화 코팅은 앞서 고려되었던 이러한 승온보다 훨씬 낮은 온도에서도 형성될 수 있음이 발견되었다. 예컨대, 임의의 특정 메커니즘이나 이론에 또한 결부되지 않고, 기관은 얇은 자가-보호 산화 코팅(162)을 형성하게끔 200 °C 만큼 낮은 온도 또는 심지어는 80 °C에서 100 °C 만큼 낮은 온도에서 가열하는 것만이 요구될 수도 있다고 생각된다. 따라서, 대표적인 일실시예에서 자가-산화 코팅 또는 언더코트층을 생성하기 위한 제 1 승온은 약 80 °C에서 약 600 °C 사이의 범위에 있을 수 있는 한편, 다른 실시예에서 제 1 승온은 약 80 °C에서 약 200 °C 사이의 범위에 있을 수 있으며, 다른 추가 실시예에서 제 1 승온은 약 80 °C에서 약 100 °C 사이의 범위에 있을 수 있다. 위의 실시예에서, 나노입자 용액에서 코팅된 기관은 제조에서의 자가-보호 산화 코팅을 형성하는데 필요한 시간 및 비용을 감소시키도록 약 5분에서 약 30분 범위에 있는 시구간, 바람직하게는 상기 범위의 더 짧은 쪽에 가깝게 또는 약 5분 동안 제 1 승온에서 유지될 수 있다.
- [0030] 언더코트층(160)을 형성하는데 사용되는 나노입자의 현탁액은 톨루엔(toluene)과 같은 휘발성 캐리어 유체에서 현탁된 나노입자를 포함할 수 있으며, 휘발성 캐리어 유체는 기관(120)의 표면(124, 126, 122, 132) 위에 나노입자를 배치하게끔 상온에서 쉽게 증발될 수 있다. 이 실시예에서 캐리어 유체는 보호 언더코트를 형성하는 가열 단계 동안에 단순히 증발해버리거나 연소될 수 있다.
- [0031] 다른 실시예에서 캐리어 유체는 보호 언더코트를 생성하는데 사용되는 가열 단계 동안에 기관 위에 잔유물(residue)을 남길 수 있는 비누와 같은 계면활성제와 물의 혼합물을 포함할 수 있다. 계면활성제 잔유물은 보호 언더코트층과 윤활성 오버코트 층 사이의 결합에 영향을 줄 수 있으므로, 잔유물은 제 2 층 또는 언더코트(160) 위의 오버코트(170)를 도포하기 이전에 잔유물을 제거하기 위해 기관을 세척함으로써 기관으로부터 제거될 수 있다. 일태양에서, 기관은 깨끗한 물과 다른 세정제로 채워진 초음파 부품 세척기에서 세척될 수 있으며, 그리고 나서 제 2 층 또는 오버코트(170)의 도포 이전에 건조될 수 있다.
- [0032] 본 명세서의 다른 추가 실시예에서, 제 1 층 또는 언더코트(160)는 얇지만 측정가능한 두께를 갖는 실질적으로 연속적인 나노입자층을 형성하도록 충분한 양과 농도로 기관(120)의 외부 표면(124, 126) (및 가장자리)에 도포된 복수의 나노입자로부터 형성될 수 있다. 기관(120)과 도포된 나노입자는 그리고 나서 약 600 °C 이하일 수 있는 제 1 승온으로 가열된다. 또한, 임의의 특정 메커니즘이나 이론에 결부되지 않고, 연속적인 나노입자층이 보다 높은 작동 온도에서 심각한 산화로부터 베이스 합금(121)을 보호하고 감싸는 나노입자의 막(164) 또는 얇은 보호 코팅을 형성하기 위해 가열 프로세스 동안 건조되고 하소(calcinate)되는 것이 생각된다.
- [0033] 제 1 층 또는 언더코트(160)가 나노 입자의 도포 및 가열을 통해 기관(120)의 외부 표면(124, 126) 위에 형성된 후에 제 2 층 또는 오버코트(170)가 개스킷이 약 600 °C가 넘는 온도에 노출될 때 개스킷(110)의 외부 표면(114, 116)에 윤활성과 밀봉성을 제공하도록 언더코트(160) 위에 도포될 수 있다. 본 명세서의 일태양에서, 반-마찰 또는 윤활성 오버코트(170)는 도 3에 도시되는 것처럼 언더코트(160)의 표면 영역의 실질적 전부 위에 도포되거나 또는 기관(120) 속으로 형성될 수 있는 임의의 엠보싱부(140)의 융기된 접촉 표면(142)으로만 도포되는 것으로 제한될 수 있는 질화 붕소를 포함할 수 있다.
- [0034] 나노입자 용액과 마찬가지로 오버코트(170)는 기관 상에 압연, 분무되거나 혹은 브러쉬되거나 기관(120)이 그것을 통해 딥코팅될 수 있는 질화 붕소를 포함하는 용액과 같은 액체로서 기관(120)의 표면에 도포될 수 있다. 도포 후에 액체 오버코트는 그리고 나서 일태양에서 약 80 °C에서 약 200 °C 사이의 범위에 있을 수 있는 제 2 승온에서 열건조될 수 있다. 다른 태양에서, 제 2 승온은 약 80 °C에서 약 100 °C 사이의 범위에 있을 수 있다. 적어도 부분적으로 오버코트 층과 함께 코팅되는 자가-보호 언더코트층(160)을 갖는 기관은 제조 동안 반-마찰 또는 윤활성 오버코트(170)를 형성하는데 필요한 시간 및 비용을 줄이기 위해 약 5분에서 약 30분 범위에 있는 시구간, 바람직하게는 상기 범위의 더 짧은 쪽에 가깝게 또는 약 5분 동안 제 2 승온에서 유지될 수 있다. 일반적으로, 오버코트의 단일 도포는 자가-보호 언더코트층(160) 상에 윤활성 오버코트(170)를 생성하기에 충분할 수 있다. 하지만, 다중 도포가 또한 가능하며 본 명세서의 범위 내에 해당하는 것으로 인식된다.
- [0035] 본 명세서의 다른 추가 실시예에서, 제 1 층 또는 언더코트(160)를 형성하는 나노입자는 기관(120)의 표면(124,

126) (및 가장자리(122, 132))에 도포될 수 있고 그 이후 즉시, 나노 입자층 및 질화 붕소층을 외부 표면 위에 배치하기 위해 캐리어 유체를 증발시키는 것을 제외한 기관에 대한 임의의 현저한 가열 전에 제 2 층 또는 오버코트(170)를 형성하는 질화 붕소 코팅이 뒤따른다. 기관(120), 나노입자층 및 질화 붕소층은 그리고 나서 보호 언더코트(160) 및 밀봉가능한 반-마찰 오버코트(170)를 동시에 발생(develop)시키기 위해 제 1 승온에서 함께 가열되며, 따라서 다중-층의 고온 코팅(150)을 형성하도록 한다. 이 실시예에서, 질화 붕소층은 산소가 나노입자 및 베이스 합금(121)에 도달하여 반응하는 것을 방지하기 위한 장벽으로 동작할 수 있으므로, 보호성의 제 1 층 또는 언더코트(160)가 제 1 승온에서 가열 단계 동안 현저한 산소의 존재 없이도 발생하게 된다. 제 1 승온으로 개스킷(110)을 가열하는 마지막 단계는 정상적인 제조 프로세스 동안 제어된 환경에서 일어날 수 있거나, 혹은 대안적으로 전술한 엔진 배기 응용과 같은 그것의 응용물 속에 설치된 후에 개스킷(110)의 제 1 사용이 있는 동안 발생할 수 있다.

[0036]

도 4는 일반적으로 형상화된 배기 개스킷(210)이 링크 메커니즘(217, 219)으로 개스킷의 양단 근처에서 함께 링크된 복수의 기관(220, 230, 240)을 포함하는 본 명세서의 다른 대표적 실시예의 사시도이다. 링크 메커니즘(217, 219)은 기관(220, 230, 240) 사이의 제한된 상대적 운동을 허용하여, 배기 포트를 가로지르는 결합된 컴포넌트의 열-전도된 운동을 수용하도록 한다. 일태양에서, 두 개의 층으로 된 고온 코팅(250)이 상부 기관(220)의 상단 표면(224) 및 하단 표면(226) 각각에 도포되고, 중앙 기관(330)의 상단 표면(234) 및 하단 표면(236) 각각에 도포되고, 하부 기관(240)의 상단 표면(244) 및 하단 표면(246) 각각에 도포될 수 있다. 다른 태양에서, 두 개의 층으로 된 고온 코팅(250)은 오로지 개스킷(210)의 외부 표면에 즉, 상부 기관(220)의 상단 표면(224) 및 하부 기관(240)의 하단 표면(246)에만 도포될 수 있다. 오버코트(270)가 다른 기관 또는 엔진 블록 및 배기 매니폴드 또는 배기관과 같은 결합된 컴포넌트의 밀봉 표면과 미끄러지는 접촉을 경험하는 용기된 접촉 표면(228)에서 언더코트(260) 위에만 도포되는 한편, 보호성 언더코트(260)가 다중-기관 개스킷의 모든 표면에 도포되는 것과 같은 다른 구성들도 또한 가능하다.

[0037]

도 5는 본 명세서의 다른 대표적 실시예에 따른 도 2-3의 고온 코팅을 갖는 개스킷을 형성하기 위한 대표적 방법(300)을 도시하는 흐름도이다. 방법(300)은 상부 표면, 하부 표면 및 이들을 통하여 형성되는 개구를 갖고 개스킷의 형상을 가지며 금속 물질로부터 형성되는 기관을 획득(302)하는 단계를 포함한다. 방법(300)은 또한, 나노입자 현탁액이 캐리어 유체에서 현탁된 복수의 나노입자를 포함하는, 나노 입자 현탁액을 상부 표면 및 하부 표면 중 하나 또는 둘 다의 표면 영역의 실질적 전부 상에 도포(304)하는 단계를 포함한다. 선택적으로, 방법은 또한, 기관의 표면에 접촉하게끔 복수의 나노입자를 배치하도록 나노입자 현탁액을 건조 또는 증발시키는 단계를 포함할 수 있다. 적용가능하다면, 도포(304)하는 단계 및 나노입자 현탁액을 건조하는 단계는 소정 양의 나노입자가 기관의 표면 상에 분포될 때까지 여러번 수행될 수 있다.

[0038]

소정 양의 나노입자가 기관의 표면 상에 배치된 후, 기관과 나노입자 용액/나노입자는 언더코트층을 형성하도록 기결정된 시구간 동안 제 1 승온으로 가열(306)된다. 본 명세서의 일태양에서, 제 1 승온은 약 1분에서 약 48시간의 범위에 있는 시간 동안 약 80 °C에서 약 600 °C 사이의 범위에 있을 수 있다. 바람직한 실시예에서, 제 1 승온은 약 5분의 시간 동안 약 80 °C에서 약 100 °C 사이의 범위에 있을 수 있다. 이러한 온도 처리가 기관의 표면을 실질적으로 덮을 수 있는 얇은 자가-보호 산화 코팅이 베이스 합금으로부터 형성되도록 야기하고, 개스킷이 약 600 °C 이상의 온도에 노출될 때 기관의 표면의 과잉의 추가적 산화를 방지하게끔 구성되는 것이 생각된다.

[0039]

방법(300)은 질화 붕소를 포함하는 액체를 언더코트층의 적어도 일부 위에 도포(308)하는 단계 및 윤활성 오버코트층을 언더코트층 위에 형성하도록 기관을 제 2 승온으로 가열(310)하는 단계를 더 포함한다. 본 명세서의 일태양에서 제 2 승온은 약 1분에서 약 30분 사이의 범위에 있는 시간 동안 약 80 °C에서 약 100 °C 사이의 범위에 있을 수 있다. 이러한 온도처리는 언더코트층 위의 오버코트층 속의 질화 붕소 액체를 건조하며, 오버코트층은 개스킷이 약 600 °C가 넘는 온도에 노출될 때 언더코트층과 기관에 윤활성을 제공하도록 구성된다.

[0040]

도 6a 및 도 6b 내지 도 11a 및 도 11b는 전술한 코팅과 열 처리의 다양한 조합이 가해지며, 그리고 나서 고온 배기 개스킷을 위한 성능 기준, 즉 접착성, 윤활성 및 밀봉성에 따라 평가된 스테인리스강 테스트 블랭크에 대해 수행된 실험 테스트의 결과를 도시한다. 사진은 또한, 테스트 코팅의 접착 성능의 시각적 표시를 제공한다.

[0041]

우선, 도 6a-6b 및 도 7a-7b는 제어 및 베이스라인 목적을 위해 수행된 테스트를 도시한다. 예컨대, 도 6a는 베어(bare)하고 코팅이 없는 임의의 열처리 이전의 스테인리스강 테스트 블랭크(410)의 사진이다. 처리되지 않고 가열되지 않은 테스트 블랭크(410)의 표면(412)은 매끄럽고 광택이 나며, 0.20의 COF를 갖는다. 반면에, 도 6b는 또한 베어하고 코팅이 없으며, 테스트 오븐에서 100시간 동안 800 °C에서 열 노화가 가해진 유사한 스테인리

스강 테스트 블랭크(420)의 사진이다. 가열되지 않은 테스트 블랭크(410)와는 대조적으로, 열-노화된 테스트 블랭크(420)의 표면(422)은 광범위한 불균일한 산화를 특히 더 어두운 영역(424)에서 겪게 되어서, 둔탁하고 거칠며 밀봉을 형성하기에는 일반적으로 부적절하다. 열-노화된 테스트 블랭크는 또한, 0.55의 현저히 높은 COF를 갖는다. 도 6b는 더욱 높은 작동 온도에 노출될 때 보호되지 않은 스테인리스강에 발생할 수 있는 손상을 도시한다.

[0042] 도 7a는 임의의 열처리 전의 나노입자층으로 코팅된 스테인리스강 테스트 블랭크(510)의 사진이다. 가열되지 않은 테스트 블랭크(510)의 표면(512)은 나노입자들이 비가시적이므로 여전히 매끄럽고 광택이 나며, 개선된 0.16의 COF를 갖는다. 도 7b는 나노입자층으로 또한 코팅되고 그리고 나서 테스트 오븐에서 100시간 동안 800 °C에서 열 노화가 가해진 유사한 스테인리스강 테스트 블랭크(520)의 사진이다. 베어(bare)한 표면을 갖는 열 노화된 테스트 블랭크(420)와 대조적으로 나노입자층을 갖는 열-노화된 테스트 블랭크(520)의 외부 표면(522)은 비록 처리되지 않은 스테인리스강과 유사하게 높은 0.53의 COF를 갖지만, 전술한 바와 같은 미세-결정질의 균일하고 안정적인 열 산화 코팅으로의 산화를 겪는다.

[0043] 도 8a는 임의의 열 처리 전의 질화 붕소의 코팅을 받지만, 나노입자 언더코트층을 갖지 않는 스테인리스강 테스트 블랭크(610)의 사진이다. 가열되지 않은 테스트 블랭크(610)의 표면(612)은, 베이스 금속이 질화 붕소 코팅에 의해 감싸지며 더 이상 가시적이지 않으므로 여전히 매끄럽지만 더 이상 광택이 나지는 않는다. 가열되지 않은 질화 붕소-코팅된 테스트 블랭크(610)는 0.15의 COF를 갖는다. 도 8b는 질화 붕소 코팅을 받았지만 나노입자 언더코트층을 갖지는 않으며, 그리고 나서 100시간 동안 테스트 오븐에서 800 °C로 열 노화가 가해진 유사한 스테인리스강 테스트 블랭크(620)의 사진이다.

[0044] 도 8b에서 볼 수 있듯이 열-노화된 테스트 블랭크(620)의 외부 표면(622)은 실질적으로 온전히(intact) 남아있는 블랭크의 중앙 근처의 질화 붕소 코팅의 부분(624)을 포함하고, 상대적으로 낮은 0.22의 COF를 갖는다. 하지만, 코팅이 밑에 놓여진 기관에 접착하는 능력을 상실하고, 그 대신에 분해(degrade)되고 균열되며 조각나기 시작하는 블랭크(620)의 외부 가장자리 근처의 질화 붕소 코팅의 다른 영역(626)이 있다. 분해는 코팅 자체의 분해가 아니라 코팅이 기관에 접착하는 코팅의 능력을 상실하게끔 하는 질화 붕소 코팅을 갖는 경계 영역 근처의 스테인리스강 블랭크의 산화의 결과라고 생각된다.

[0045] 도 9a 및 9b는 나노입자 언더코트층과 질화 붕소 오버코트층 둘 다를 받고 나서 테스트 오븐에서 100시간 동안 800 °C에서 열 노화가 가해진 스테인리스강 테스트 블랭크(710, 720)의 사진이다. 도시되지는 않지만, 코팅된 테스트 블랭크는 열 노화 전의 도 8a의 테스트 블랭크(610)와 함께 도시된 것과 유사한 외형과 마찰 계수를 가졌다. 도 9b의 블랭크(720)는 스테인리스강 블랭크와 나노입자 언더코트층이 30분 동안 800 °C의 제 1 승온으로 중간 가열이 가해지고, 그리고 나서 질화 붕소 오버코트층이 도포되기 전에 냉각된다는 점에서 이전의 테스트와는 상이하다. 이러한 중간 가열은 도 9a의 테스트 블랭크(710)에는 적용되지 않았다.

[0046] 도 9a에서 보이듯이, 중간 가열 처리를 받지 않은 테스트 블랭크(710)의 표면(712)은 상대적으로 낮은 0.24의 COF를 갖는 온전한 중앙 부분(714)을 갖지만, 여전히 외부 가장자리에 근접한 영역(716)에서 어느 정도의 쪼개짐과 접착의 결핍을 보였다. 대조적으로 전반적으로 가장 좋은 결과는 중간 열 처리를 받은 테스트 블랭크(720)의 표면(722)에 의해 나타났다. 도시된 것처럼, 외부 표면(722)은 가장자리 영역(726)에서 그것의 완전성 및 접착을 둘 다를 유지하는 한편, 중앙 밀봉 부분(724) 근처에서 열 노화된 샘플 중에 가장 낮은 COF(0.21)를 제공하였다.

[0047] 도 10은 다수의 테스트 블랭크 또는 샘플에 대해 수행되었던 도 6a 및 6b 내지 도 9a 및 9b에 도시된 테스트 결과에 대한 수치 데이터를 보여주는 테이블(800)이다. 테이블(800)은 또한, 임의의 추가적인 테스트 블랭크가 오로지 16시간의 더 짧은 시구간 동안 열 노화된 후에 얻어진 테스트 데이터를 포함한다.

[0048] 도 11a는 나노입자 언더코트층과 질화 붕소 오버코트층 둘 다를 받고, 그리고 나서 테스트 오븐에서 16시간 동안 800 °C에서 열 노화가 가해진 테스트 블랭크에 대해 수행된 "전후" 밀봉성 테스트로부터의 결과에 대한 그래프(910)이다. 선(912)은 열 노화 전의 테스트 블랭크에 대해 수행된 질소 누설 테스트에 대한 결과를 도시하는 한편, 선(914)은 열 노화 후의 고온 코팅에 대한 밀봉성의 향상을 도시한다. 그래프(910)(도 11a)에서 평가된 테스트 블랭크는 전술한 중간 가열을 받지 않았다.

[0049] 도 11b는 나노입자 언더코트층, 중간 가열 및 질화 붕소 오버코트층을 받고, 그리고 나서 테스트 오븐에서 16시간 동안 800 °C로 열 노화가 가해진 테스트 블랭크에 대해 수행된 "전후" 밀봉성 테스트로부터의 결과에 대한 그래프(920)이다. 선(922)은 연장된 열 노화 전의 테스트 블랭크에 대해 수행된 질소 누설 테스트의 결과를 도

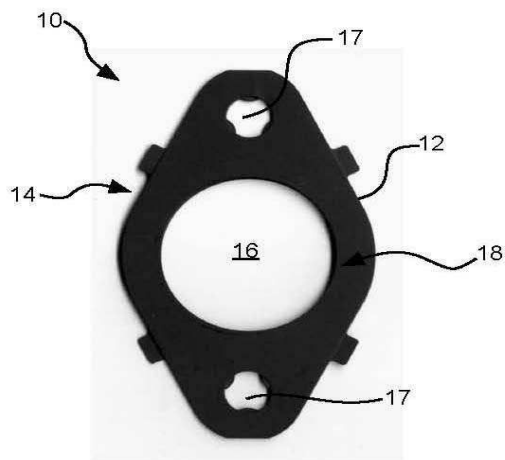
시하는 한편, 선(924)은 열 노화 후의 고온 코팅에 대한 밀봉성의 향상을 도시킨다. 따라서, 밀봉성에 관한 기준과 관련하여 나노입자 언더코트층 및 질화 붕소 오버코트층 둘 다를 받은 테스트 블랭크는 중간 가열의 있건 없건 유사하게 좋은 성능을 보였다.

[0050]

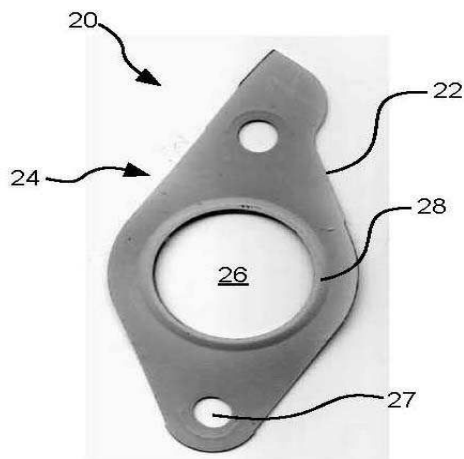
본 발명은 발명을 수행하기에 가장 좋은 모드를 표현하기 위해 발명자들에 의해 고려된 선호되는 실시예와 방법론으로 설명되었다. 본 발명의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 광범위하게 다양한 추가, 삭제 및 변형이 도출된 실시예에 대해 만들어질 수 있을 것이다. 예컨대, 개스킷의 기관에는 고온 코팅의 나노입자층을 도포하기 전에 샌드블라스팅(sandblasting) 및 산 에칭(acid etching)과 같은 다양한 표면 처리가 가해질 수 있다. 이러한 것들과 다른 수정들이 본 발명의 정신 및 범위에 벗어남이 없이 통상의 기술자에 의해 만들어질 수 있을 것이며, 오로지 이하의 청구항들에 의해서만 제한된다.

도면

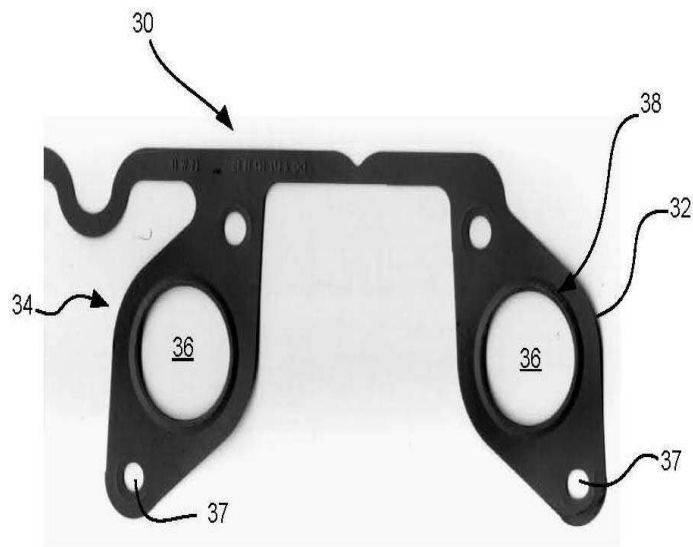
도면1a



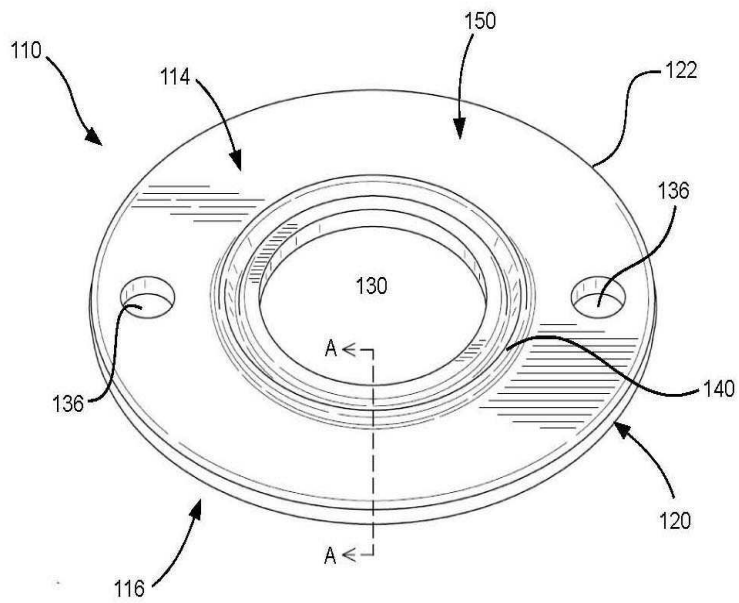
도면1b



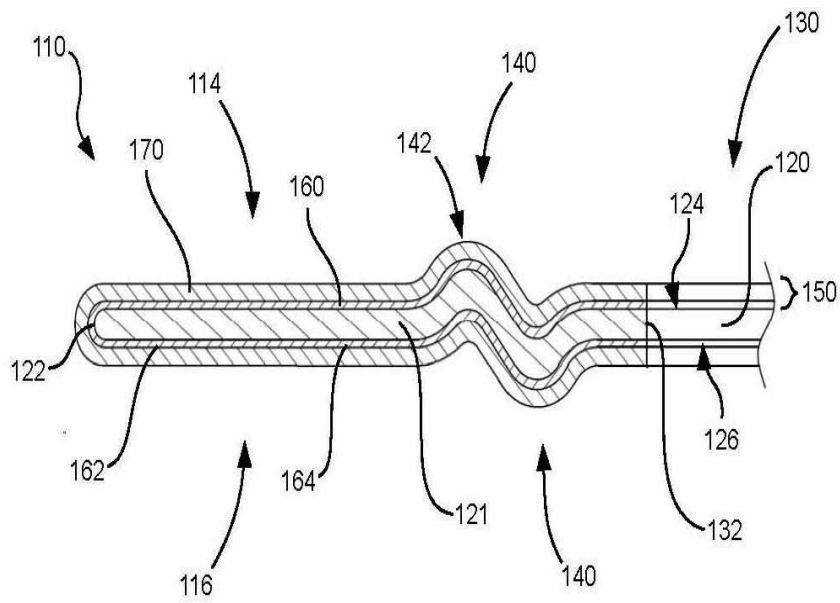
도면1c



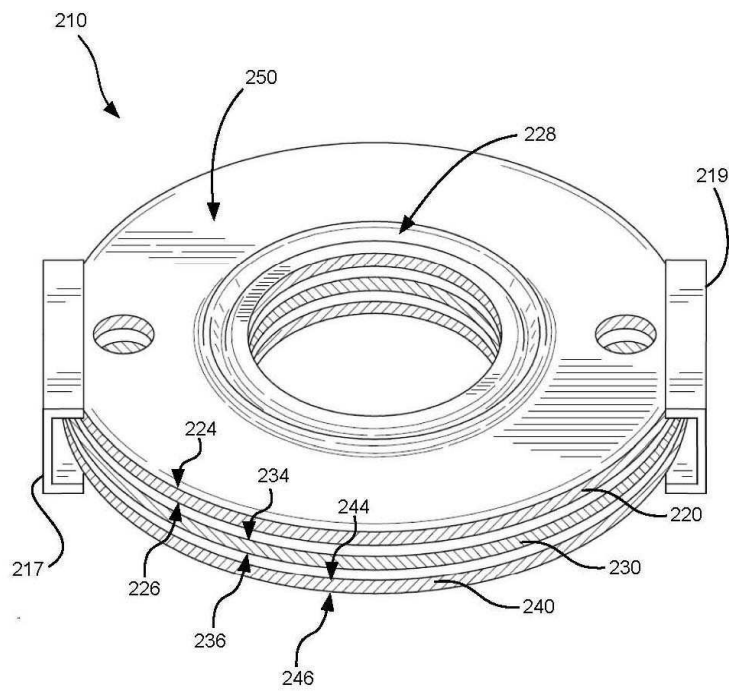
도면2



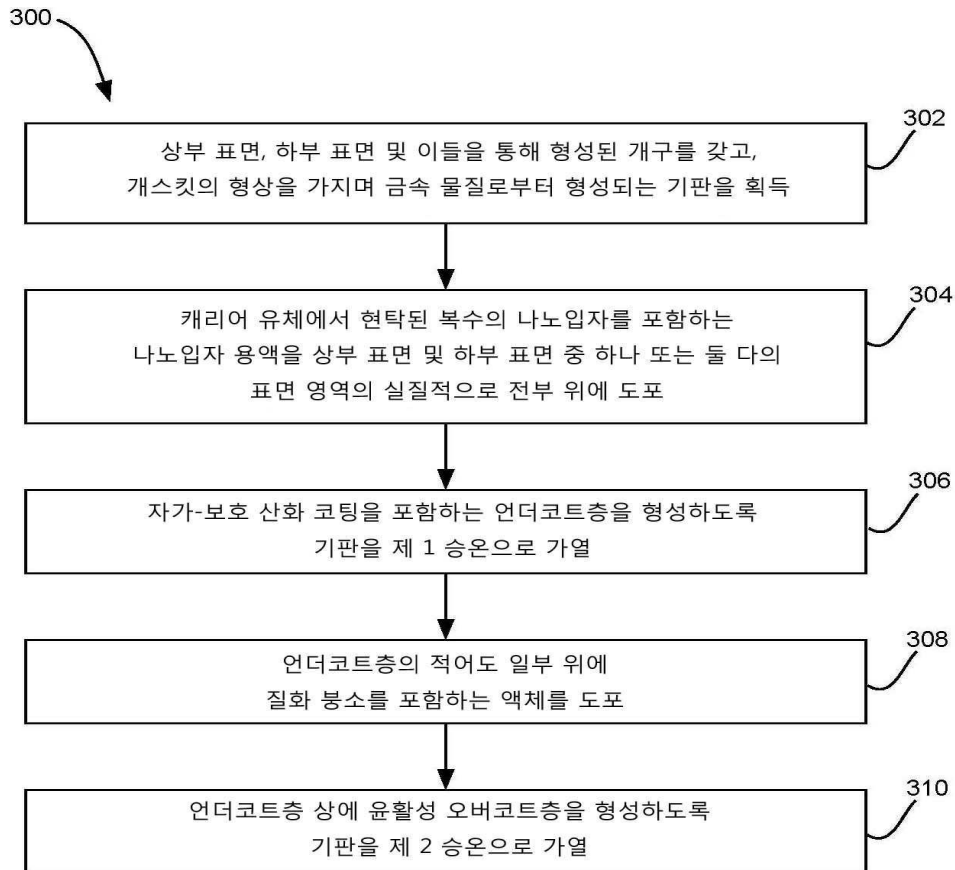
도면3



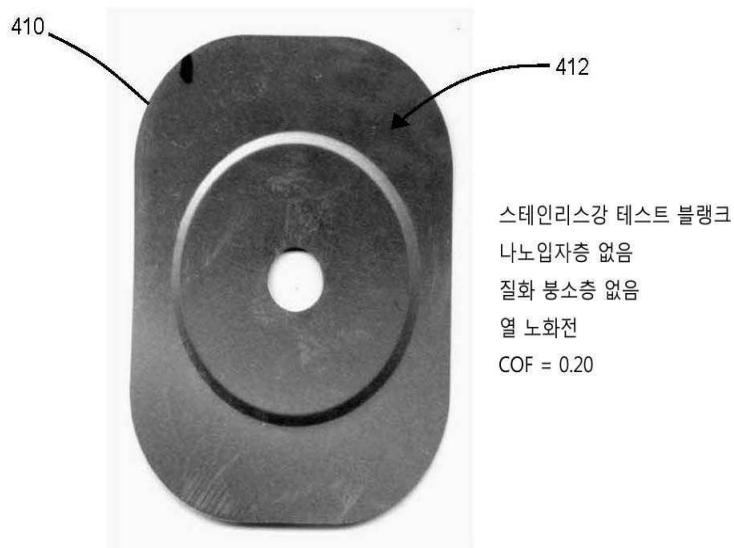
도면4



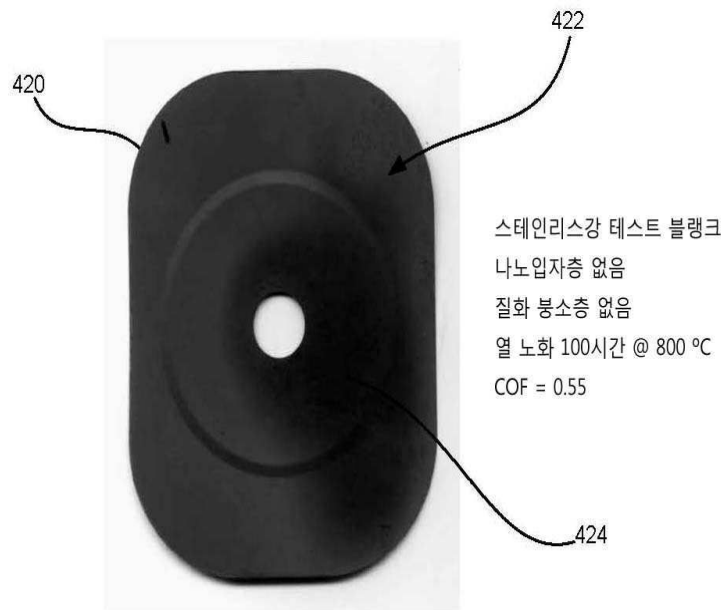
도면5



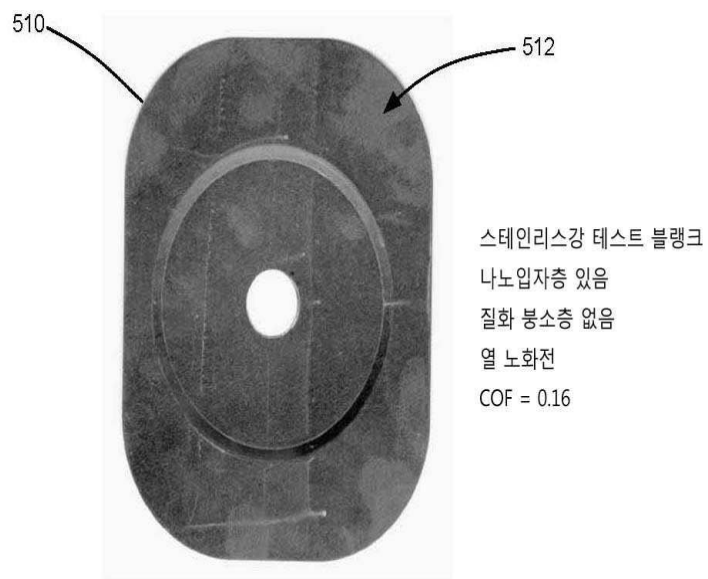
도면6a



도면6b



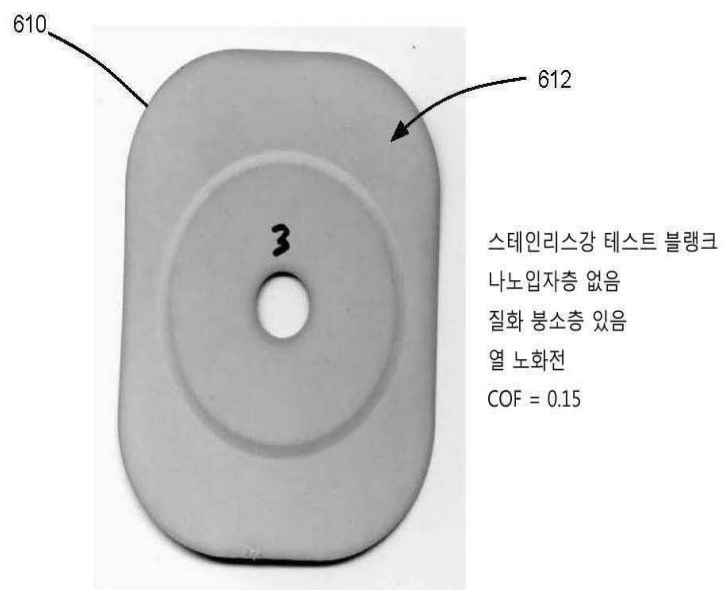
도면7a



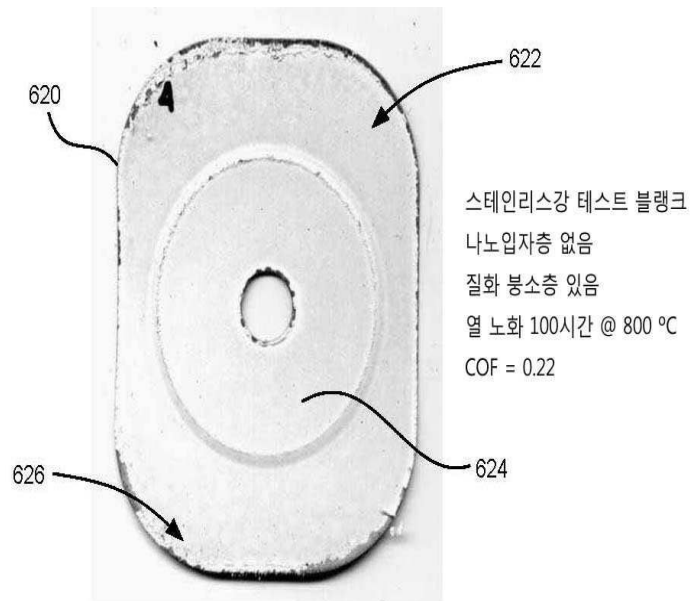
도면7b



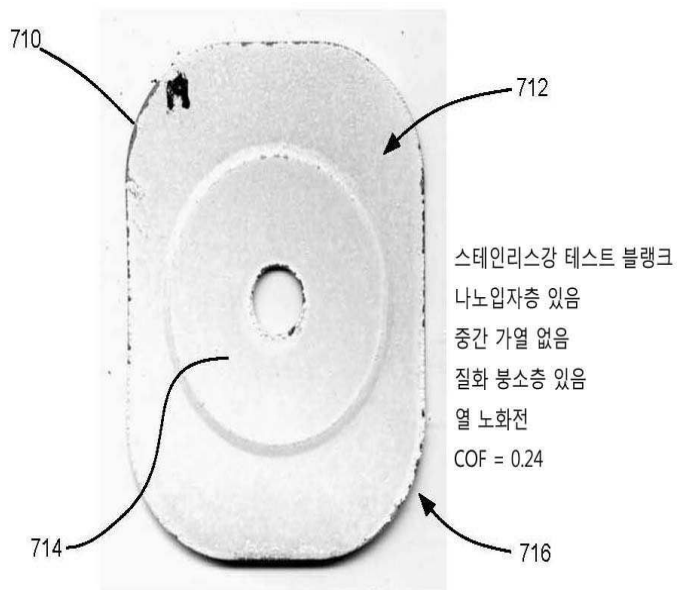
도면8a



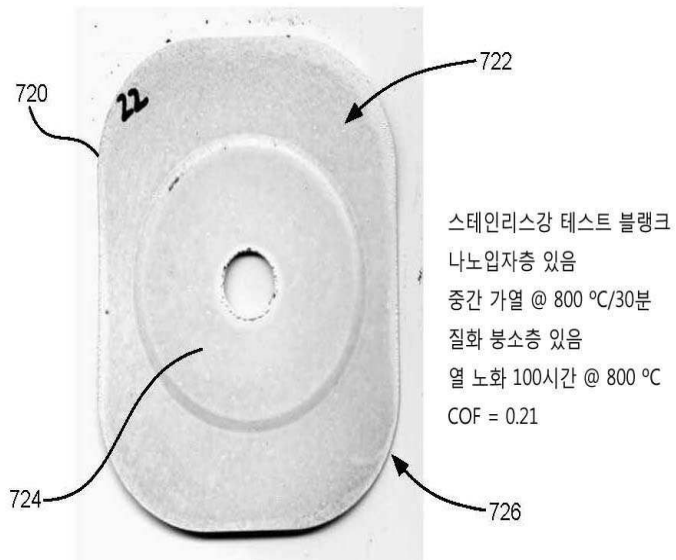
도면8b



도면9a

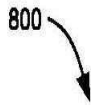


도면9b



도면10

800



개스킷		받음	800°C에서 100시간 후	800°C에서 100시간 후
참조: 플레인 301SS 나노입자층 없음 질화 붕소층 없음	피크	0.22	0.49	0.52
	슬라이딩	0.17	0.45	0.58
	평균	0.20	0.47	0.55
참조: 플레인 301SS 나노입자층 있음 질화 붕소층 없음	피크	0.17	0.38	0.54
	슬라이딩	0.14	0.38	0.52
	평균	0.16	0.38	0.53
컨셉 1A 나노입자층 없음 질화 붕소층 있음	피크	0.16	0.19	0.23
	슬라이딩	0.14	0.19	0.21
	평균	0.15	0.19	0.22
컨셉 1A 나노입자층 있음 질화 붕소층 있음	피크	0.19	0.18	0.23
	슬라이딩	0.17	0.18	0.24
	평균	0.18	0.18	0.24
컨셉 1B 나노입자층 있음 중간 가열 있음 질화 붕소층 있음	피크	0.19	0.18	0.22
	슬라이딩	0.17	0.17	0.20
	평균	0.18	0.17	0.21

922



912



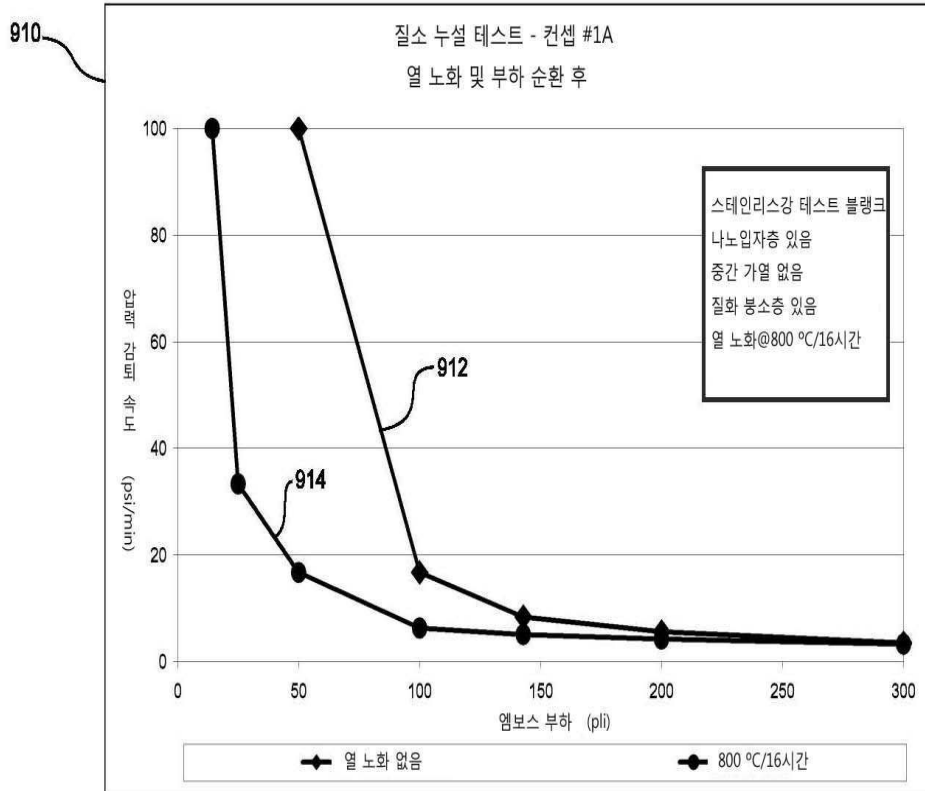
914



924



도면11a



도면11b

