(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0039661
(43) 공개일자 2014년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09D 5/00 (2006.01) *C09D 7/12* (2006.01)
F04C 18/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0106082
(22) 출원일자 2012년09월24일
심사청구일자 2012년09월24일

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
고려대학교 산학협력단
서울시 성북구 안암로 145 (안암동)
(72) 발명자
임영균
서울특별시 서초구 서초중앙로 242, 503동 1301호 (반포동, 삼호가든아파트)
배철직
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터 (양재동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박장원

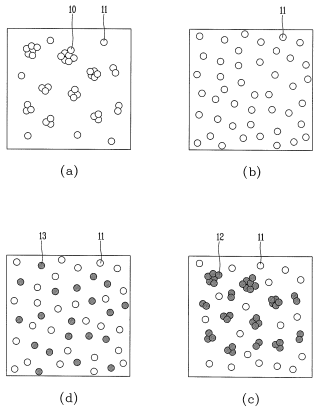
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **내마모성 표면처리제, 그 제조방법 및 그를 이용한 압축기**

(57) 요 약

본 발명은 내마모성 표면처리제, 그 제조방법 및 그를 이용한 압축기에 관한 것으로서, 본 발명의 일 측면에 의하면, 유기용매; 상기 유기용매에 분산되는 나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말; 및 상기 유기용매에 혼합되는 PFTE 용액;을 포함하며, 상기 유기용매는 아미드(amide) 계열 유기용매인 것을 특징으로 하는 표면처리제가 제공된다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이병철

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터 (양재동)

임대순

서울특별시 강남구 선릉로 8, 201동 105호 (개포동, 주공아파트)

이승구

서울특별시 송파구 송파대로 345, 49동 404호 (가락동, 시영아파트)

양은수

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터 (양재동)

박진성

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG서초센터 (양재동)

특허청구의 범위

청구항 1

유기용매;

상기 유기용매에 분산되는 나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말; 및

상기 유기용매에 혼합되는 PFTE 용액;을 포함하며,

상기 유기용매는 아미드(amide) 계열 유기용매인 것을 특징으로 하는 표면처리제.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말은 고형분 무게의 합이 PTFE 용액의 0.1 내지 5%인 것을 특징으로 하는 표면처리제.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말은 4:6 내지 6:4의 비율로 혼합되는 것을 특징으로 하는 표면처리제.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 아미드 계열의 유기용매는 DMF (N,N-dimethylformaide)를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면처리제.

청구항 5

나노 다이아몬드 분말을 용매에 분산시키는 제1 단계;

제조된 나노 다이아몬드 용액에 탄소 나노튜브 분말을 첨가하는 제2 단계;

나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말이 첨가된 용액에 분산재를 투입하는 제3 단계;

분산재가 투입된 용액에 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말을 분산시키는 제4 단계; 및

나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말이 분산된 분산용액을 PTFE 용액에 혼합하는 제5 단계;를 포함하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 단계는 나노 다이아몬드 분말을 극성용매에 투입하는 단계; 및

어트리션 밀링을 이용하여 나노 다이아몬드 분말을 극성용매 내에 분산시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

극성용매 100wt% 대해서 0.1 내지 5.0wt%의 나노 다이아몬드 분말이 투입되는 것을 특징으로 하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

어트리션 밀링 시에 나노 다이아몬드 분말이 입경 0.1 내지 1㎜를 갖도록 밀링되는 것을 특징으로 하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 제3 단계에서 상기 분산재는 탄소 나노튜브의 고형분 대비 1 내지 5 wt%가 투입되는 것을 특징으로 하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 분산재는 계면 활성제 계열, 고분자 코팅계열 또는 실란 커플링제 계열 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 제4 단계에서 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말은 초음파 분산기를 이용하여 분산되는 것을 특징으로 하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제4 단계는 초음파 분산기를 이용하여 1 내지 60분 동안 진행되는 것을 특징으로 하는 표면처리제의 제조방법.

청구항 13

케이싱;

상기 케이싱에 고정되며, 축 삽입공이 형성되는 메인 프레임;

상기 케이싱에 고정되며, 상기 메인 프레임의 상부에 배치되는 고정 스크롤;

상기 고정 스크롤과 함께 압축실을 형성하고, 저면에 보스부가 형성되는 선회 스크롤;

상기 축 삽입공에 삽입된 상태에서 단부가 상기 보스부 내에 삽입되어 고정되는 회전축; 및

상기 축 삽입공 또는 상기 보스부에 형성되는 윤활층을 구비하며,

상기 윤활층은 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 표면처리제를 도포한 후 소결하여 형성된 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 표면처리제는 스크린 프린팅, 스프레이법 또는 흘림코팅 등의 방법으로 도포되는 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 소결은 100 내지 300℃의 온도에서 수행되는 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기.

청구항 16

케이싱;

상기 케이싱에 고정되며, 축 삽입공이 형성되는 고정 스크롤;

상기 고정 스크롤의 상부에 배치되어 고정 스크롤과 함께 압축실을 형성하고, 보스부를 구비하는 선회 스크롤;

상단부가 상기 축 삽입공을 관통하여 상기 보스부 내에 삽입되어 고정되는 회전축; 및

상기 축 삽입공 또는 상기 보스부에 형성되는 윤활층을 구비하며,

상기 윤활층은 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 표면처리제를 도포한 후 소결하여 형성된 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 표면처리제는 스크린 프린팅, 스프레이법 또는 흘림코팅 등의 방법으로 도포되는 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 소결은 100 내지 300℃의 온도에서 수행되는 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 내마모성 표면처리제, 그 제조방법 및 그를 이용한 압축기에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 소정의 금속표면에 내마모층을 형성하기 위한 표면처리제, 그 제조방법 및 그를 이용한 내마모층이 형성된 압축기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 서로 상대운동을 하는 두 개의 표면 사이에서 발생되는 마찰을 줄이기 위해서, 종래부터 다양한 방법이 연구되어 왔다. 이러한 마찰을 줄이기 위한 방법으로서 두 개의 표면 사이에 윤활유를 공급하거나, 베어링을 개재하는 방법이 널리 사용된다. 이외에도, 베어링을 대신하여 두 개의 표면 중 어느 한 쪽 또는 양쪽 모두에 윤활성이 우수한 표면을 형성하는 방법도 사용되어 왔다.

[0003] 이러한 표면을 형성하기 위해서는 표면에 안착되어 윤활성을 제공하기 위한 표면처리제가 사용되는데, 대표적인 것으로 소위 테플론으로 불리우는 PTFE(Polytetrafluoroethylene)이 있다.

[0004] 상기 PTFE 소재는 특유의 저마찰 특성으로 인하여 기계, 공구류, 주방기구 등 산업 전반에서 사용되고 있다. 하지만 기계적 강도가 매우 약하기 때문에 단독으로는 사용되지 못하고 바인더 역할을 하는 이종의 플라스틱이나 카본블랙, 유-무기 안료 등과 혼합하여 사용되고 있다. 하지만 이러한 첨가물을 첨가할 경우에도 요구되는 물성에 미치지 못하고, 기계적 강도만을 강화시킬 목적으로 대량의 글라스 파이버 또는 카본 파이버와 혼합한 경우 마찰계수가 큰 폭으로 올라 그 사용이 제한되어 왔다.

[0005] 이러한 PTFE 소재의 단점을 보완하기 위한 방법의 하나로서, 대한민국 특허출원 제10-2009-0021770호(발명의 명칭 : PTFE 코팅제, 이의 제조방법 및 사용방법)과 같이 PTFE 소재 내에 나노 다이아몬드 분말을 첨가하여 사용하는 방법이 제시된 바 있다. 나노다이아몬드는 일반적으로 고온고압법, 충격파를 이용한 합성법, 화학증착법(CVD), 폭발법(detonation) 등을 통해 제조되며 그의 구조는 내부 결정질 다이아몬드상과 외부 비정질 탄소상으로 이루어져 있다. 상기 특허에서는 나노 다이아몬드 분말을 PTFE 소재 내에 첨가하는 것을 통해 생성된 윤활층의 강도향상을 꾀하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술에 비해서 높은 내마모성을 갖는 표면을 형성할 수 있고, PTFE 내에 첨가물들이 고르게 분산되어 균일한 물성을 갖는 표면을 얻을 수 있는 표면처리제를 제공하는 것을 기술적 과제로 삼고 있다.

[0007] 본 발명은 또한, 상기와 같은 표면처리제를 제조하기 위한 제조방법을 제공하는 것을 또 다른 기술적 과제로 삼고 있다.

[0008] 본 발명은 또한, 상기와 같은 표면처리제에 의해 형성된 윤활면을 갖는 압축기를 제공하는 것을 또 다른 기술적 과제로 삼고 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 의하면, 유기용매; 상기 유기용매에 분산되는 나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말; 및 상기 유기용매에 혼합되는 PFTE 용액;을 포함하며, 상기 유기용매는 아미드(amide) 계열 유기용매인 것을 특징으로 하는 표면처리제가 제공된다.

[0010] 여기서, 상기 나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말은 고형분 무게의 합이 PTFE 용액의 0.1 내지 5%일 수 있다.

[0011] 또한, 상기 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말은 4:6 내지 6:4의 비율로 혼합될 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 아미드 계열의 유기용매는 DMF (N,N-dimethylformaide)를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 나노 다이아몬드 분말을 용매에 분산시키는 제1 단계; 제조된 나노 다이아몬드 용액에 탄소 나노튜브 분말을 첨가하는 제2 단계; 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말이 첨가된 용액에 분산재를 투입하는 제3 단계; 분산재가 투입된 용액에 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말을 분산시키는 제4 단계; 및 나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말이 분산된 분산용액을 PTFE 용액에 혼합하는 제5 단계;를 포함하는 표면처리제의 제조방법이 제공된다.

[0014] 여기서, 상기 제1 단계는 나노 다이아몬드 분말을 극성용매에 투입하는 단계; 및 어트리션 밀링을 이용하여 나노 다이아몬드 분말을 극성용매 내에 분산시키는 단계;를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 극성용매 100wt% 대해서 0.1 내지 5.0wt%의 나노 다이아몬드 분말이 투입될 수 있다.

[0016] 또한, 어트리션 밀링 시에 나노 다이아몬드 분말이 입경 0.1 내지 1mm를 갖도록 밀링될 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 제3 단계에서 상기 분산재는 탄소 나노튜브의 고형분 대비 1 내지 5 wt%가 투입될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 분산재는 계면 활성제 계열, 고분자 코팅계열 또는 실란 커플링제 계열 중 어느 하나일 수 있다.

[0019] 그리고, 상기 제4 단계에서 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말은 초음파 분산기를 이용하여 분산될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 제4 단계는 초음파 분산기를 이용하여 1 내지 60분 동안 진행될 수 있다.

[0021] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 케이싱; 상기 케이싱에 고정되며, 축 삽입공이 형성되는 메인 프레임; 상기 케이싱에 고정되며, 상기 메인 프레임의 상부에 배치되는 고정 스크롤; 상기 고정 스크롤과 함께 압축실을 형성하고, 저면에 보스부가 형성되는 선회 스크롤; 상기 축 삽입공에 삽입된 상태에서 단부가 상기 보스부 내에 삽입되어 고정되는 회전축; 및 상기 축 삽입공 또는 상기 보스부에 형성되는 윤활층을 구비하며, 상기 윤활층은 상술한 표면처리제를 도포한 후 소결하여 형성된 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기가 제공된다.

[0022] 여기서, 상기 표면처리제는 스크린 프린팅, 스프레이법 또는 흘림코팅 등의 방법으로 도포될 수 있다.

[0023] 또한, 상기 소결은 100 내지 300℃의 온도에서 수행될 수 있다.

[0024] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 케이싱; 상기 케이싱에 고정되며, 축 삽입공이 형성되는 고정 스크롤; 상기 고정 스크롤의 상부에 배치되어 고정 스크롤과 함께 압축실을 형성하고, 보스부를 구비하는 선회 스크롤; 상단부가 상기 축 삽입공을 관통하여 상기 보스부 내에 삽입되어 고정되는 회전축; 및 상기 축 삽입공 또는 상기 보스부에 형성되는 윤활층을 구비하며, 상기 윤활층은 상술한 표면처리제를 도포한 후 소결하여 형성된 것을 특징으로 하는 스크롤 압축기가 제공된다.

발명의 효과

[0025] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 측면들에 의하면, 나노 다이아몬드가 갖는 고경도 및 고강도의 특성을 부가함과 동시에 PTFE 재질에 필러로서 탄소 나노튜브를 분말을 함께 첨가하는 것에 의해 코팅층의 전단 응력을 향상시킬 수 있어, 표면처리된 윤활층의 내마모성 및 수명을 향상시킬 수 있게 된다.

[0026] 아울러, 나노 다이아몬드 및 탄소 나노튜브가 갖는 강한 응집성으로 인해서 고른 분산효과를 얻기가 힘들었으나, 용매 내에 함께 투입한 상태에서 분산재와 함께 분산처리함으로써 분산재와의 반응을 용이하게 할 수 있고, 그에 따라 용매 내에 분말을 고르게 분산시킬 수 있게 된다.

[0027] 또한, 기존의 스크롤 압축기에 사용되던 베어링을 생략하고 표면처리제를 활용한 윤활층을 형성함으로써 베어링이 차지하던 공간을 활용할 수 있게 된다. 이러한 공간은 압축비를 향상시키는데 이용될 수도 있고, 압축기의 크기를 줄이는데 활용될 수도 있다. 아울러, 압축기의 설계 자유도 향상에도 기여하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명에 따른 표면처리제의 제조방법의 일 실시예에 다른 제조공정을 개략적으로 도시한 순서도이다.

도 2는 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말의 함량비에 따른 마찰계수의 변화를 도시한 그래프이다.

도 3은 본 발명에 따른 표면처리제의 일 실시예와 종래의 표면처리제의 내마모성능을 측정한 그래프이다.

도 4는 본 발명에 따른 표면처리제의 일 실시예가 적용된 스크롤 압축기의 내부구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 표면처리제의 일 실시예가 적용된 또 다른 형태의 스크롤 압축기의 내부구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 상술한 바와 같이, 기존의 PTFE 재질의 낮은 기계적 물성치를 보완하기 위해서, 나노 다이아몬드 등의 필러를 첨가하여 사용하려는 시도가 있어 왔지만, 나노 다이아몬드의 경우 입경이 4 ~ 10 nm이고, 나노입자가 갖는 넓은 비표면적으로 인해 수백 nm ~ 수 ㎛ 크기로 강하게 응집된 형태로 존재하여, 용매 내에 고르게 분산시키는 것이 쉽지 않은 문제가 있었다. 그리고, 나노 다이아몬드 첨가로 인해서 고강도 및 고경도 특성을 얻을 수 있었지만, 여전히 더욱 높은 성능을 갖는 윤활층을 형성할 수 있는 표면처리제가 요구되고 있는 실정이다.

[0030] 특히, 회전축을 지지하는 베어링의 경우 표면에 수직하게 작용하는 수직 방향 응력뿐만 아니라 표면과 평행하게 작용하는 전단응력에 대한 고려도 반드시 필요하지만 나노 다이아몬드 분말로는 이러한 전단응력에 대한 요구성능을 얻기가 쉽지 않은 문제가 있었다.

[0031] 이러한 요구에 부응하여, 본 발명자들이 연구한 결과 탄소 나노튜브 분말을 첨가하는 것을 통해서 전단응력을 향상시킬 수 있다는 것을 확인하게 되었다. 탄소나노튜브는 일반적으로 화학증착법(CVD)를 이용해 제조되고 있으며, 그 구조는 2차원으로 배열된 탄소원자가 원통형으로 말려있는 형태를 띈다. 탄소나노튜브는 말려져 있는 원통의 수에 따라 단일벽, 이중벽 및 다중벽 탄소나노튜브로 나눠진다. 탄소원자로 이루어진 탄소 나노튜브는 탄소원자의 강한 공유결합으로 인해서 현재 알려진 많은 재료들보다 높은 경도 및 강도를 가지고 있다.

[0032] 문제는 탄소 나노튜브의 경우 나노 다이아몬드보다 더욱 높은 응집성을 지니고 있어 고른 물성치를 얻는 것이 쉽지 않다는 것이다. 그러나, 본 발명자들의 연구결과 나노 다이아몬드 분말과 탄소 나노튜브 분말을 함께 혼합한 상태에서 분산을 실시하면 나노 다이아몬드 분말이 탄소 나노튜브 표면의 결합을 파괴, 변화시켜 분산을 용이하게 함을 발견하였다.

[0033] 도 1은 본 발명에 따른 표면처리제의 제조방법의 일 실시예에 다른 제조공정을 개략적으로 도시한 순서도이다. 첫 번째 단계는 나노 다이아몬드 분말을 유기용매에 분산시키는 단계이다. 도 1의 (a)와 같이 나노 다이아몬드 분말을 아미드 계열의 유기용매에 투입한 경우에는 입자들이 서로 응집되어 고르게 분산되지 못한다. 즉, 분산되지 않고 응집된 입자(10)와 분산된 입자(11)가 혼재하는 상태를 이루게 되고, 이러한 상태에서, 어트리션 밀링법을 이용하여 나노 다이아몬드 분말을 용매 내에 고르게 분산시킨다. 여기서, 아미드 계열의 유기용매로는 NMP (N-methylpyrrolidone) 또는 DMF (N,N-dimethylformaide) 등을 이용할 수 있다.

[0034] 여기서, 상기 어트리션 밀링 시에는 입경이 0.1 내지 1mm 인 비드를 이용하여 밀링되며, 나노 다이아몬드 분말

의 함량은 용매 100 중량부에 대하여 0.1 ~ 5.0 중량부 분산될 수 있으며, 0.1 중량부 이하에서는 나노 다이아몬드 분말의 함량이 불충분해 효과가 나타나지 않으며 5 중량부 이상에서는 밀링 비드와의 분리가 어렵다. 어트리션 밀링이 완료되면 도 1의 (b)와 같이 분산된 입자(11)가 용매 내에 고르게 분포하게 된다.

[0035] 두 번째 단계에서 상기 나노 다이아몬드 분말이 분산된 유기용매에 탄소 나노튜브 분말을 첨가한다(도 1의 (c)). 첨가된 탄소 나노튜브 분말은 응집된 입자(12)로서 존재하게 된다. 이때, 상기 나노 다이아몬드 분말과 탄소 나노튜브 분말의 첨가량은 4:6 내지 6:4의 비율로 첨가한다. 도 2는 나노 다이아몬드 분말과 탄소 나노튜브 분말의 함량비에 따른 윤활층의 마찰계수 변화를 도시한 그래프이다. 도시된 바와 같이 양자가 1:1의 비율로 혼합된 경우 가장 낮은 마찰계수를 갖게 되므로 가장 우수한 윤활성능을 갖게 되지만, 4:6 또는 6:4인 경우도 그와 거의 유사한 정도의 마찰계수를 가지고 있음을 알 수 있다. 함량비가 4:6 보다 작거나, 6:4 보다 큰 경우에는 마찰계수가 급격히 증가하므로 상기 비율범위의 내에서 첨가하도록 한다.

[0036] 세 번째 단계에서는 나노 다이아몬드 분말과 탄소 나노튜브 분말이 함유된 유기 용매에 분산재를 투입한다. 사용 가능한 분산재는 계면 활성제 계열, 고분자 코팅계열, 실란커플링제 계열이 사용 가능하며 탄소 나노튜브 분말의 고형분 대비 1 ~ 5 중량부 첨가한다. 분산재의 함량이 1 중량부 이하일 경우 충분한 분산효과가 나타나지 않으며, 5 중량부 이상일 경우 분산재에 의해 최종 생산품의 물성이 떨어지게 된다.

[0037] 네 번째 단계에서는 초음파 분산기를 이용하여 분산시킨다. 초음파에 의해 나노 다이아몬드 입자 및 탄소 나노튜브 입자는 진동하게 되고, 이러한 진동으로 인해 나노 다이아몬드 입자 및 탄소 나노튜브 입자가 서로 부딪히면서, 탄소 나노튜브 표면의 결합을 파괴, 변화시켜 분산재와의 반응을 용이하게 한다.

[0038] 초음파 분산 시간은 1분 ~ 60분이 적당하며, 1분 이하일 경우 분산 상태가 양호하지 못하고 60분 이상일 경우 탄소 나노튜브가 파괴되어 물성이 저하되게 된다. 초음파 분산이 완료되면, 용매 내에는 분산된 나노 다이아몬드 입자(11) 및 탄소 나노튜브 입자(13)가 고르게 분포하게 된다.

[0039] 이렇게 나노 다이아몬드 입자(11) 및 탄소 나노튜브 입자(13)가 고르게 분산된 유기용매를, 다섯 번째 단계에서 PTFE 코팅제와 혼합한다. 이때, 탄소 나노튜브 분말과 나노 다이아몬드 분말의 고형분 무게의 합이 PTFE 용액 무게의 0.1 내지 5 중량부가 되도록 한다. 0.1중량부 이하일 경우 강화효과가 나타나지 않으며 5중량부 이상일 경우 취성이 발생하게 된다.

[0040] 상기와 같은 제조과정을 통해서 하기의 조건으로 실시예를 제조하였다. 아울러, 비교예로서 PTFE 만을 첨가, 탄소 나노튜브 분말만을 첨가 및 나노 다이아몬드 분말만을 첨가한 표면처리제를 제조하였다.

[0041] - 실시예

[0042] 나노 다이아몬드 분말, 탄소 나노튜브 분말 및 유계 PTFE 용액을 준비한다. 나노다이아몬드를 NMP 200 ml에 0.25, 0.5, 0.75, 1g 씩 넣고 어트리션 밀링 공정을 수행한다. 여기서, 탄소 나노튜브 분말을 NMP 200 ml에 0.25, 0.5, 0.75, 1g 씩 넣고 초음파 분산기를 이용하여 분산을 수행한다. 상기 분산된 나노다이아몬드 및 탄소 나노튜브 분말의 총 합을 PTFE 코팅액 100 g 대비 0.5, 1, 1.5, 2 중량부로 섞고, mechanical stirring을 수행한다. 각각의 표면처리제를 스프레이 코팅법을 이용하여 회주철 기판 위에 도포한 후 250도에서 30분간 소성한다.

[0043] - 비교예 1

[0044] PTFE 코팅액을 스프레이코팅방법을 이용하여 회주철 기판 위에 도포한 후 250도에서 30분간 소성한다.

[0045] - 비교예 2

[0046] 탄소 나노튜브 분말을 NMP 200 ml에 0.5, 1, 1. 5, 2g 씩 넣고 초음파 분산기를 이용하여 분산을 수행한다. 그 후, 상기 분산된 탄소 나노튜브 분말의 총 합을 PTFE 코팅액 100 g 대비 0.5, 1, 1.5, 2 중량부로 섞고, mechanical stirring을 수행한다. 각각의 표면처리제를 스프레이 코팅법을 이용하여 회주철 기판 위에 도포한 후 250도에서 30분간 소성한다.

[0047] - 비교예 3

[0048] 나노다이아몬드를 NMP 200 ml에 0.25, 0.5, 0.75, 1g 씩 넣고 어트리션 밀링 공정을 수행하여 분산시킨다. 상기 분산된 나노 다이아몬드의 총 합을 PTFE 코팅액 100 g 대비 0.5, 1, 1.5, 2 중량부로 섞고, mechanical stirring을 수행한다. 각각의 표면처리제를 스프레이 코팅법을 이용하여 회주철 기판 위에 도포한 후 250도에서 30분간 소성한다.

[0049] 이렇게 제조된 각 예들을 대상으로 하여 하기의 조건으로 마모실험을 수행한 후 그 결과를 도 3에 나타내었다.

표 1

[0050]

상대제	스틸 볼($R_a \leq 0.01\mu m$)
하중	5 N
시간	60 min
속도	500 rpm
분위기	상온 / 대기환경
습도	40 %

[0051] 우선, 실시예에 있어서 나노 다이아몬드 분말 및 탄소 나노튜브 분말의 함량이 1.5wt%를 초과하는 경우에 내마모성 향상이 어느 정도 포화되는 것을 확인할 수 있다. 그리고, 비교예 1, 비교예 2 및 비교예 3에 의한 윤활층의 마모율에 비해 우수한 것을 확인하였다.

[0052] 이는 나노다이아몬드에 의한 전체 기재의 경화효과와 더불어 탄소 나노튜브 분말에 의한 인장강도와 전단강도의 강화 효과에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 또한 실시예와 비교예 2를 비교하여보면 탄소 나노튜브 분말만 넣은 비교예 2는 0.5중량부 첨가한 시편에서 가장 낮은 마모율을 보인 후 점차 효과가 감소하는 모습을 보이는데 이는 첨가량의 증가에 따라 분산성이 감소하기 때문이다. 반면에 탄소 나노튜브 분말과 나노 다이아몬드 분말을 혼합 사용한 시편의 경우 첨가물 함량이 높은 경우에도 높은 효과를 보이는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 분산시 나노 다이아몬드 분말을 첨가함으로서 기본적인 분산성 또한 향상되었음을 보여준다.

[0053] 아울러, 나노 다이아몬드 분말만을 넣은 비교예 3에 비해서도 우수한 내마모성을 지니고 있음을 확인할 수 있다.

[0054] 이렇게 제조된 표면처리제는 각종 기계 부품의 표면에 도포되어 윤활층을 형성하는데 활용될 수 있다.

[0055] 도 4는 본 발명에 따른 표면처리제의 일 실시예가 적용된 스크롤 압축기의 내부구조를 개략적으로 도시한 단면도이다. 도 4에서는 스크롤 압축기를 대상으로 한 것이지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니고 회전축과의 마찰저항을 줄이기 위해 베어링을 사용하는 임의의 형태의 압축기에도 적용될 수 있음은 자명하다. 도 4를 참조하면, 상기 스크롤 압축기(100)는 밀폐용기(110)의 내부에 메인프레임(120)과 서브프레임(130)이 설치되고, 상기 메인프레임(120)과 서브프레임(130) 사이에는 전동유닛인 구동모터(140)가 설치되며, 상기 메인프레임(120)의 상측에는 구동모터(140)에 결합되어 냉매를 압축하도록 고정스크롤(150)과 선회스크롤(160)로 된 압축유닛이 설치된다.

[0056] 상기 구동모터(140)는 코일이 감기는 고정자(141)와, 상기 고정자(141)에 회전 가능하게 삽입되는 회전자(142)와, 상기 회전자(142)의 중심에 압입되어 회전력을 압축기구부에 전달하는 회전축(143)으로 이루어진다. 상기 회전축(143)은 그 상단에 축의 회전중심에 대해 편심지게 구동핀부(144)가 돌출 형성된다.

[0057] 상기 압축기구부는 메인프레임(120)의 상면에 고정되는 고정스크롤(150)과, 상기 고정스크롤(150)에 맞물리도록 메인프레임(120)의 상면에 얹히는 선회스크롤(160)과, 상기 선회스크롤(160)과 메인프레임(120) 사이에 배치되어 상기 선회스크롤(160)의 자전을 방지시키는 올담링(170)을 포함한다.

[0058] 상기 고정스크롤(150)에는 나선형으로 감겨 후술할 선회랩(161)과 함께 압축실(P)을 이루는 고정랩(151)이 형성되고, 상기 선회스크롤(160)에는 나선형으로 감겨 상기 고정랩(151)과 맞물려 압축실(P)을 이루는 선회랩(161)이 형성된다. 그리고 상기 선회스크롤(160)의 저면, 즉 상기 선회랩(161)의 반대쪽 측면에는 상기 회전축(143)에 결합되어 회전력을 전달받도록 보스부(162)가 돌출 형성된다.

[0059] 상기 선회스크롤(160)의 보스부(162)의 내부에는 상기 회전축(143)의 구동핀부(144)의 외주면과 대향하게 배치되는 제1 베어링층(163)이 형성된다. 상기 제1 베어링층(163)은 상기 보스부(162)의 내면에 상술한 표면처리제를 도포하여 형성되며, 상기 회전축(143)과 상기 선회스크롤(160) 사이의 마찰을 줄이는 역할을 한다.

[0060] 구체적으로, 상기 보스부(162)의 내면에 스크린 프린팅, 스프레이법 또는 흘림코팅 등의 방법으로 표면처리제를 도포한 후에 100 내지 300℃의 온도에서 소결하여 베어링층을 형성한다.

[0061] 그리고, 상기 메인프레임(120)의 내측에도 제2 베어링층(122)이 형성되어 회전축과 메인프레임 사이의 마찰을 감소시키게 되며, 상기 서브프레임(130)의 내측에도 제3 베어링층(132)이 설치된다. 상기 제1 내지 제3 베어링층(122, 132, 163)에는 원활한 윤활작용이 이루어지도록 하기 위해서 오일이 공급되게 된다.

[0062] 상기 구동모터(140)에 전원을 인가하여 회전축(143)이 회전을 하면, 상기 회전축(143)에 편심 결합한 선회스크롤(160)이 일정한 궤적을 따라 선회운동을 하고, 상기 선회스크롤(160)과 고정스크롤(150) 사이에 형성되는 압축실(P)이 선회운동의 중심으로 연속적으로 이동하면서 체적이 감소하여 냉매를 연속적으로 흡입 압축하면서 토출한다.

[0063] 이러한 과정에서 상기 압축유닛을 구성하는 각각의 구성요소들 사이에서 발생되는 마찰을 줄이기 위해서는 적정량의 오일을 공급하여야 하며, 이러한 오일은 상기 밀폐용기(110)의 베이스(112)측에 주입되어 저장된다. 이렇게 주입된 오일은 상기 회전축(143)의 내부에 형성되는 오일유로(180)를 통해서 상기 압축유닛 내부 및 상기 제1 내지 제3 베어링층으로 공급될 수 있다.

[0064] 도면 중 미설명 부호인 152는 흡입구, 153은 토출구, SP는 흡입관, DP는 토출관이다.

[0065] 종래의 스크롤 압축기의 경우 상기 제1 내지 제3 베어링층을 대신하여, 링 형태의 저널 베어링을 사용하고 있는데, 이들은 대략 2㎜ 정도의 두께를 갖는다. 상기 제1 내지 제3 베어링층의 경우 대략 0.1㎜의 두께로도 충분한 내마모성 및 윤활효과를 거둘 수 있기 때문에 종래에 비해서 훨씬 얇은 두께를 가지고도 유사한 내마모성을 제공할 수 있는 것이다.

[0066] 이렇게 감소된 두께는 스크롤 압축기의 크기를 줄이는 것을 가능하게 하며, 동일 사이즈 대비 더 높은 압축비를 제공하도록 활용될 수 있다. 아울러, 스크롤 압축기의 경우 가스압으로 인해서 선회 스크롤이 후퇴하는 것을 방지하기 위해서 선회 스크롤의 배면에 배압을 가하여야 한다. 상기 배압은 압축실에 존재하는 압축 가스의 일부를 유입하여 가해지게 되는데, 종래의 베어링을 사용하는 경우에 이러한 배압공급구조로 인해서 베어링 사이즈를 원하는 만큼 증가시키는 것이 어려운 경우가 종종 발생하지만, 상기 실시예에 의하면 그러한 설계상의 제약도 없앨 수 있게 된다.

[0067] 한편, 본 발명은 메인 프레임을 생략하고 고정 스크롤이 메인 프레임의 역할을 겸하게 되는, 소위 "축관통" 형태의 스크롤 압축기에도 적용될 수 있다. "축관통"이라는 용어는 회전축이 고정 스크롤의 경판을 관통하도록 삽입되는 점을 감안하여 붙어진 것으로서, 도 4에 이러한 축관통 스크롤 압축기에 본 발명의 사상이 적용된 스크롤 압축기의 제2 실시예를 도시하였다.

[0068] 도 4를 참조하면, 상기 제2 실시예(200)는 상부 쉘(212)과 하부 쉘(214)로 이루어지는 케이싱(210)을 포함하며, 상기 상부 쉘과 하부 쉘은 상기 케이싱에 용접되어 케이싱과 함께 하나의 밀폐 공간을 형성하게 된다.

[0069] 상기 상부 쉘(212)의 상부에는 토출파이프(216)가 설치되어 있다. 상기 토출파이프(216)는 압축된 냉매가 외부로 배출되는 통로에 해당되며, 토출되는 냉매에 혼입된 오일을 분리하는 오일 세퍼레이터(미도시)가 상기 토출파이프(216)와 연결될 수 있다. 그리고, 상기 케이싱(210)의 측면으로 흡입파이프(218)가 설치된다. 상기 흡입파이프(218)는 압축될 냉매가 유입되는 통로로서, 도 5에서는 상기 흡입파이프(218)가 상기 케이싱(210)과 상부 쉘(212)의 경계면에 위치하고 있으나 그 위치는 임의로 설정할 수 있다. 아울러, 상기 하부 쉘(214)은 압축기가 원활하게 작동될 수 있도록 공급되는 오일을 저장하는 오일챔버로서도 기능하게 된다.

[0070] 상기 케이싱(210) 내부의 대략 중앙부에는 구동유닛으로서의 모터(220)가 설치된다. 상기 모터(220)는 상기 케이싱(210)의 내면에 고정되는 고정자(222)와 상기 고정자(222)의 내부에 위치하며, 고정자(222)와의 상호작용에 의해 회전되는 회전자(224)를 포함한다. 상기 회전자(224)의 중심에는 회전축(226)이 배치되어, 상기 회전자(224)와 회전축(226)은 함께 회전하게 된다.

[0071] 상기 회전축(226)의 중심부에는 오일유로(226a)가 회전축(226)의 길이방향을 따라서 연장되도록 형성되어 있고, 상기 회전축(226)의 하단부에는 상기 하부 쉘(214)에 저장되어 있는 오일을 상부로 공급하기 위한 오일펌프(226b)가 설치된다. 상기 오일펌프(226b)는 상기 오일유로의 내부에 나선형의 홈을 형성하거나 별도의 임펠러를

설치한 형태일 수 있고, 별도의 용적식 펌프를 설치할 수도 있다.

[0072] 상기 회전축(226)의 상단부에는 후술할 고정 스크롤에 형성되는 보스부 내부에 삽입되는 확경부(226c)가 배치된다. 상기 확경부는 다른 부분에 비해서 큰 직경을 갖도록 형성되고, 확경부의 단부에는 핀부(226d)가 형성되어 있다. 상기 핀부(226d)에는 편심 베어링층(228)이 위치한다.

[0073] 상기 케이싱(210)과 상부 쉘(212)의 경계부에 고정 스크롤(230)이 장착된다. 상기 고정 스크롤(230)은 그 외주면이 상기 케이싱(210)과 상부 쉘(212) 사이에 열박음 방식으로 압입되어 고정되거나, 케이싱(210)과 상부 쉘(212)와 함께 용접에 의해 결합될 수 있다.

[0074] 상기 고정 스크롤(230)의 저면에는 상술한 회전축(226)이 삽입되는 보스부(232)가 형성된다. 상기 보스부(232)의 상측면(도 4 기준)에는 상기 회전축(226)의 핀부(226d)가 관통될 수 있도록 하는 관통공이 형성되어 이를 통해 상기 핀부(226d)는 상기 고정 스크롤(230)의 경판부(234)의 상측으로 돌출되게 된다. 그리고, 상기 보스부(232)의 내면에는 회전축(226)과의 마찰을 저감시키기 위한 제1 베어링층(234)이 설치된다.

[0075] 상기 경판부(234)의 상부면에는 후술할 선회랩과 치합되어 압축실을 형성하는 고정랩(236)이 형성되어 있으며, 상기 경판부(234)의 외주부에는 후술할 선회 스크롤(240)을 수용하는 공간부를 형성하고, 상기 케이싱(210)의 내주면과 접하는 측벽부(238)가 형성된다.

[0076] 상기 고정 스크롤(230)의 상부에는 선회 스크롤(240)이 설치된다. 상기 선회 스크롤(240)는 대략 원형을 갖는 경판부(242) 및 상기 고정랩(236)과 치합되는 선회랩(144)이 형성된다. 그리고, 경판부(242)의 중심부에는 상기 편심 베어링층(228)이 회전가능하게 삽입 및 고정되는 대략 원형의 회전축 결합부(246)가 형성된다. 상기 회전축 결합부(246)의 외주부는 상기 선회랩과 연결되어 있어, 압축과정에서 상기 고정랩과 함께 압축실을 형성하는 역할을 하게 된다.

[0077] 한편, 상기 회전축 결합부(246)에는 상기 편심 베어링층(228)이 형성

[0078] 되어, 상기 회전축(226)의 단부가 상기 고정 스크롤의 경판부를 관통하여 삽입되고, 상기 선회랩, 고정랩 및 편심 베어링층(228)은 상기 압축기의 측방향으로 중첩되도록 설치된다. 압축시에는 냉매의 반발력이 상기 고정랩과 선회랩에 가해지게 되고, 이에 대한 반력으로서 회전축 지지부와 편심 베어링층 사이에 압축력이 가해지게 된다. 상기와 같이, 축의 일부가 경판부를 관통하여, 랩과 중첩되는 경우 냉매의 반발력과 압축력이 경판을 기준으로 하여 동일 측면에 가해지므로 서로 상쇄되게 된다. 이로 인해서, 압축력과 반발력의 작용에 의한 선회 스크롤의 기울어짐이 방지될 수 있다.

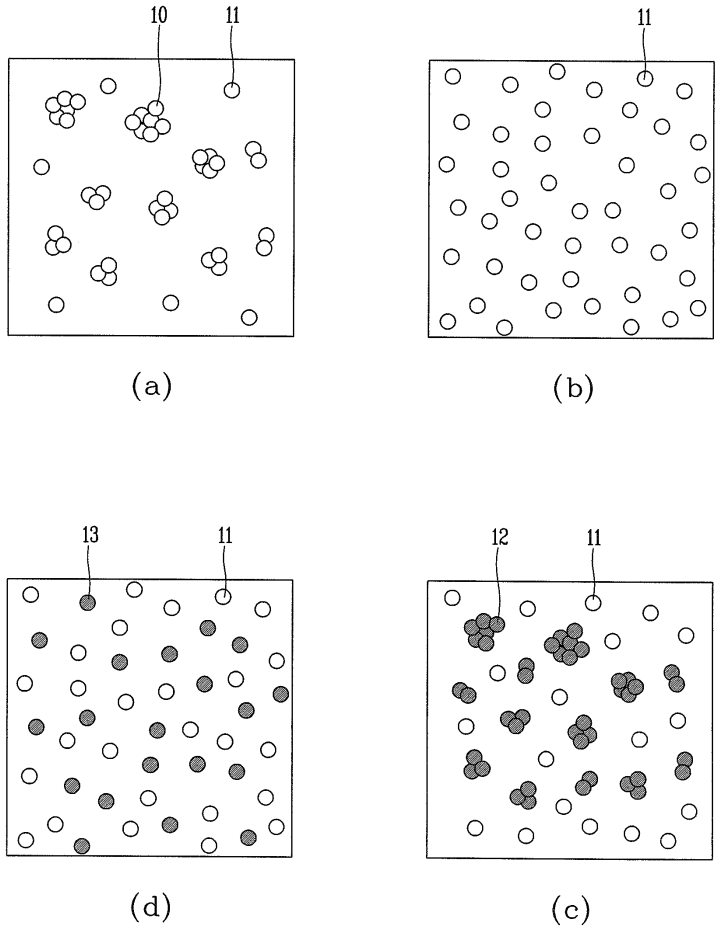
[0079] 그리고, 도시되지 않았으나 상기 경판부(242)에는 토출공이 형성되어 압축된 냉매가 상기 케이싱의 내부로 토출될 수 있도록 한다. 상기 토출공의 위치는 요구되는 토출압 등을 고려하여 임의로 설정할 수 있다.

[0080] 그리고, 상기 선회 스크롤(240)의 상측에는 상기 선회 스크롤의 자전을 방지하기 위한 올담링(250)이 설치된다. 한편, 상기 케이싱(210)의 하부에는 상기 회전축(226)의 하측을 회전가능하게 지지하기 위한 하부 프레임(260)이 설치되어 있고, 상기 선회 스크롤의 상부에는 상기 선회 스크롤과 상기 올담링(250)을 지지하는 상부 프레임(270)이 각각 설치된다. 상기 상부 프레임(270)의 중앙에는 상기 선회 스크롤(240)의 토출공과 연통되어 압축된 냉매를 상기 상부 쉘측으로 토출되도록 하는 홀이 형성된다.

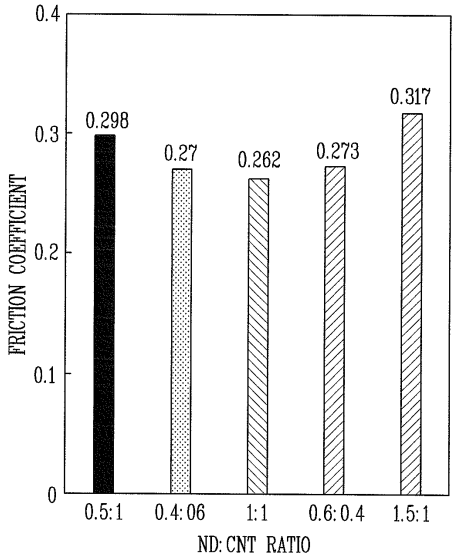
[0081] 상기와 같은 구성을 갖는 제2 실시예에서, 상기 편심 베어링층(228) 및 제1 베어링층(234)은 상기 제1 실시예에서와 같은 구조 및 재질을 갖는다. 특히, 제2 실시예에 있어서, 선회 스크롤의 중심부에 회전축 결합부가 위치하고 있어, 선회 스크롤의 경판부 중 압축공간으로 활용할 공간이 대폭적으로 축소되게 된다. 따라서, 축관통형 스크롤 압축기의 경우 그렇지 않은 압축기에 비해서 동일 압축비를 얻기 위해서는 그 크기가 증가되어야 하지만, 본 발명에 의하면 베어링의 두께를 종래에 비해서 대폭적으로 줄일 수 있으므로, 크기 증가를 최소화할 수 있게 된다.

도면

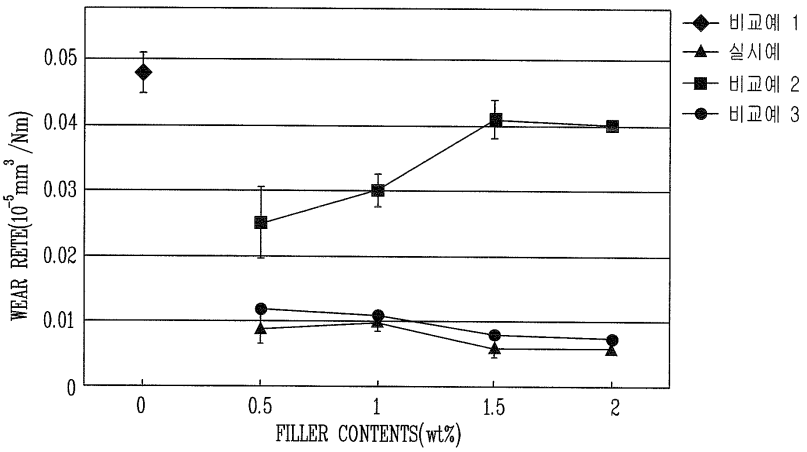
도면1


10
11
(a)
11
(b)
13
11
(d)
12
11
(c)

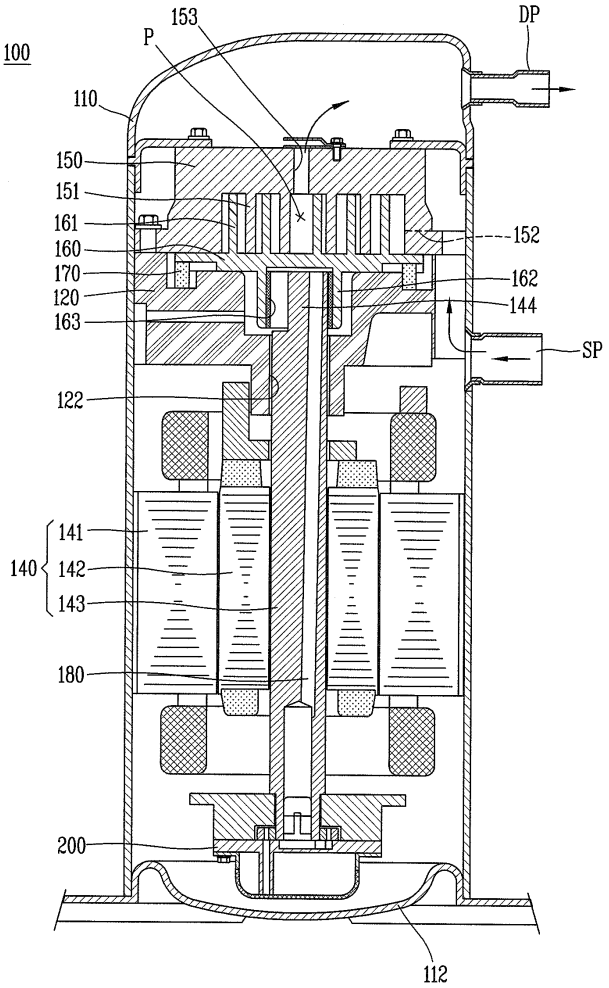
도면2


0.4
0.3
0.2
0.1
0
FRICTION COEFFICIENT
0.298
0.27
0.262
0.273
0.317
0.5:1
0.4:06
1:1
0.6:0.4
1.5:1
ND:CNT RATIO

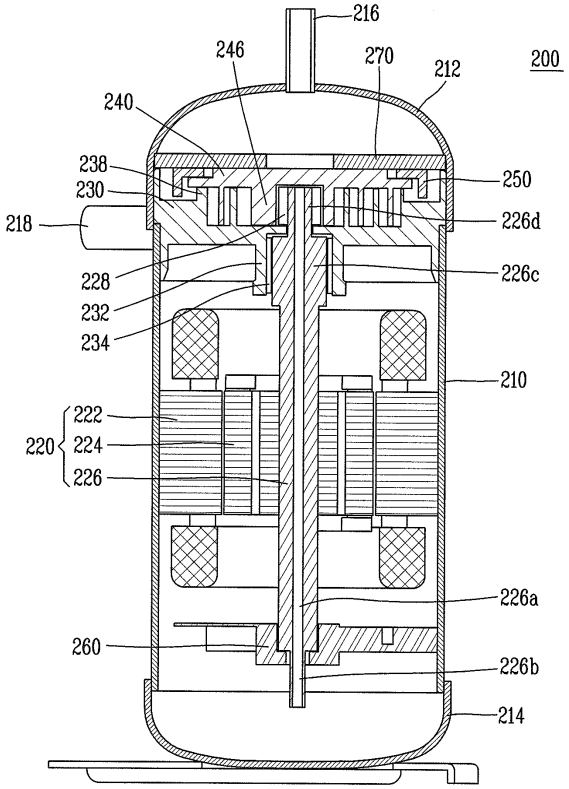
도면3


비교예 1
실시예
비교예 2
비교예 3
WEAR RETE(10^{-5}mm^3/Nm)
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0
0.5
1
1.5
2
FILLER CONTENTS(wt%)

도면4


100
153
P
DP
110
150
151
161
160
170
120
163
152
162
144
SP
122
141
140
142
143
180
200
112

도면5


216
246
270
212
200
240
238
230
250
218
226d
228
226c
232
234
210
222
220
224
226
226a
260
226b
214