



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0106440
(43) 공개일자 2017년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 1/057 (2006.01) **H01F 27/23** (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01F 1/057 (2013.01)

H01F 27/23 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7023159

(22) 출원일자(국제) 2016년01월21일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2017년08월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2016/014303

(87) 국제공개번호 WO 2016/118735

국제공개일자 2016년07월28일

(30) 우선권주장

14/603,027 2015년01월22일 미국(US)

(71) 출원인

메드트로닉 촘드 인코퍼레이티드

미국 플로리다주 32216 잭슨빌 사우스포인트 드라
이브 노스 6743

(72) 발명자

리옹, 춘 만, 앤런

미국 플로리다주 32216 잭슨빌 사우스포인트 드라
이브 노스 6743

베르트랑, 윌리엄, 제프리

미국 캘리포니아주 93117 글레타 크레모나 드라이
브 125

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김학제, 문혜정

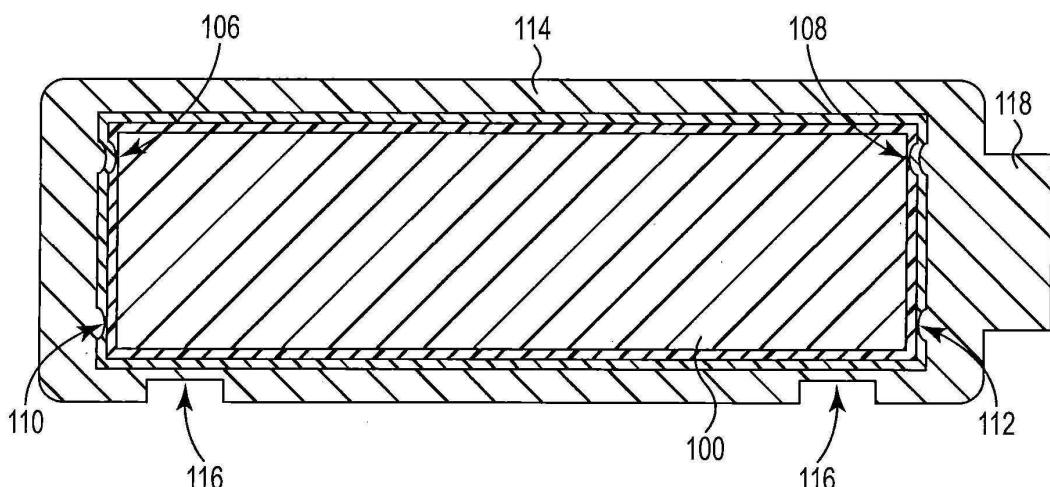
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 내부식성 자성체

(57) 요 약

본 발명은 폴리(테트라플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅 또는 적어도 약 430°C의 용점과 90% RH 및 37°C에서 0.5g·mm²/m²/일 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅으로부터 형성된 내부식성 배리어를 갖는 자성체에 관한 것으로, 컨포멀 코팅은 폴리실론 열가소성 오버레이어로 덮여 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01F 41/026 (2013.01)

(72) 발명자

아메리, 드류, 퍼웰

미국 플로리다주 32216 잭슨빌 사우스포인트 드라
이브 노스 6743

스페크만, 로리, 씨.

미국 캘리포니아주 93117 골레타 크레모나 드라이
브 125

시에로콕, 토마스, 제이.

미국 플로리다주 32216 잭슨빌 사우스포인트 드라
이브 노스 6743

명세서

청구범위

청구항 1

폴리설폰 열가소성 오버레이어(polysulfone thermoplastic overlayer)로 피복된 플루오르화 파릴렌 컨포멀 코팅(fluorinated polyimide conformal coating)을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 자성체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 자석은 적어도 28 메가 가우스 에르스텟(Mega Gauss Oersteds)의 최대 에너지 제품(Maximum Energy Product) BH_{max} , 적어도 10 킬로에르스텟(kiloOersteads)의 고유 보자력 H_{ci} 및 적어도 300°C의 퀴리 온도 T_c 를 갖는 자성체.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 자석은 적어도 32 메가 가우스 에르스텟의 최대 에너지 제품 BH_{max} , 적어도 35 킬로에르스텟의 고유 보자력 H_{ci} 및 적어도 310°C의 퀴리 온도 T_c 를 갖는 자성체.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 자석은 바(bar), 로드(rod), 링(ring), 부분 링 또는 플레이트(plate)를 포함하는 자성체.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 플루오르화 파릴렌은 플루오로 지방족기를 갖는 자성체.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 컨포멀 코팅은 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌)을 포함하는 자성체.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 플루오르화 파릴렌은 플루오로 방향족기를 갖는 자성체.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 컨포멀 코팅은 파릴렌 VT-4를 포함하는 자성체.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 컨포멀 코팅은 2 내지 $100\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 자성체.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 오버레이어는 폴리에테르설폰을 포함하는 자성체.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 오버레이어는 설폰화 폴리에테르설폰 또는 폴리페닐설폰을 포함하는 자성체.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 오버레이어는 0.5 내지 10mm의 평균 두께를 갖는 자성체.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 오버레이어는 가변 두께를 갖는 자성체.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 오버레이어는 오버몰딩(overmolding)인 자성체.

청구항 15

제1항에 있어서, 폴리설폰 융점이 파릴렌 융점보다 낮은 자성체.

청구항 16

제15항에 있어서, 폴리설폰 융점이 자석 퀴리 온도 T_c 보다 낮은 자성체.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 컨포멀 코팅은 0.5mm 미만의 두께를 갖고, 상기 오버 레이어는 0.5mm보다 큰 평균 두께를 갖는 자성체.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 자석 또는 오버레이어는 리세스 또는 돌출부를 갖는 자성체.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 리세스 또는 돌출부는 홈, 노치(notches), 디텐트(detents), 구멍(apertures), 스플라인(splines), 탭(tabs), 정지구(stops), 스텝(steps), 밀봉면(sealing surfaces), 피봇 포인트(pivot points), 축, 베어링 표면(bearing surfaces), 유체 흐름 또는 자화의 방향을 나타내는 표시기(indicators), 스프링 유지칼라(spring retaining collars), 밸브(valves) 또는 밸브 액추에이터(valve actuators)를 포함하는 자성체.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 자석은 37°C의 생리 식염수에 5일 동안 침지시킨 후 가시적인 부식을 나타내지 않는 자성체.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 자석은 87°C의 생리 식염수에 20일 동안 침지시킨 후 가시적인 부식을 나타내지 않고 전체 자기 강도를 유지하는 자성체.

청구항 22

적어도 약 430°C의 융점과 90% RH 및 37°C의 온도에서 약 $0.5\text{g-mm/m}^2/\text{일}$ 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 자성체로서, 상기 파릴렌 컨포멀 코팅은 폴리설론 열가소성 오버레이어로 덮여있는 자성체.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 컨포멀 코팅은 90% RH 및 37°C의 온도에서 약 $0.4\text{g-mm/m}^2/\text{일}$ 미만의 수증기 투과율을 갖는 자성체.

청구항 24

제22항에 있어서, 상기 컨포멀 코팅은 90% RH 및 37°C의 온도에서 약 $0.3\text{g-mm/m}^2/\text{일}$ 미만의 수증기 투과율을 갖는 자성체.

청구항 25

자석 위에 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 제공하기 위하여, NdFeB 자석 상에 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅의 하나 이상의 층 또는 층들을 중기 증착하는 단계, 및 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅 위에 용융된 폴리 설론을 도포하는 단계를 포함하는 코팅된 자성체 제조방법.

청구항 26

자석 위에 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 제공하기 위하여, NdFeB 자석 위에 적어도 약 430°C의 융점과 90% RH 및 37°C에서 약 $0.5\text{g-mm/m}^2/\text{일}$ 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅의 하나 이상의 층 또는 층들을 중기 증착하는 단계, 및 상기 파릴렌 컨포멀 코팅 위에 용융된 폴리 설론을 도포하는 단계를 포함하는 코팅된 자성체 제조방법.

청구항 27

폴리설론 열가소성 오버레이어로 피복된 폴리(테트라플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 코팅된 자성체를 포함하는 이식 가능한 의료 장치.

청구항 28

폴리실론 열가소성 오버레이어로 피복된, 적어도 약 430°C의 융점과 90 % RH 및 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/일 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 코팅된 자성체를 포함하는 이식 가능한 의료 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 2015년 1월 22일자로 출원된 "내부식성 자성체"라는 명칭의 미국 특허출원 제14/603,027호의 이익을 주장하며, 그 내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.
- [0002] 본 발명은 코팅된 자성체에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 미국특허공개공보 제US 2013/0345646 A1(Bertrand et al.)은 유체의 유동을 제어하기 위해 외부 조정기구와 내부 자기 회전자 조립체 사이의 자기 결합을 이용하는 이식 가능한 생리학적 션트 시스템(shunt system)을 기술한다. 션트 시스템은 강한 외부 자기장에 션트가 노출될 때 의도하지 않은 설정 변경을 방지하기 위한 잠금 기능을 포함할 수 있다. 이 특징은 수두증 환자의 뇌실로부터 뇌척수액(CSF)의 흐름을 제어하기 위해 사용되는 션트가 자기 공명 영상(MRI) 동안 외부 자기장에 노출될 때 특히 중요하다. 그러나, 션트 잠금이 설정되면, 내부 자석이 외부 자기장과 정렬되는 것을 방지할 수 있고, 충분히 강한 외부 자기장에서 자기장이 감소되거나 역자화될 수 있다. 이 경우에, 션트의 외과적 대체가 필요할 수 있다.
- [0004] 예를 들어, 3 테슬라 만큼의 외부 자기장이 일부 MRI 스캐너에서 생성된다. 그 강도의 자계는 사마륨 코발트(SmCo) 자기 재료를 탈자 또는 역자화할 수 있다. NdFeB(네오디뮴) 희토류 영구 자석들은 이러한 자계의 탈자 또는 역자화에 저항하기에 충분히 높은 보자력(H_{ci})을 갖지만, 또한 매우 낮은 내부식성을 갖는다. 자기 강도는 일반적으로 부식으로 인한 질량 손실에 정비례하여 손실된다. NdFeB 자석은 전형적으로 도금(예: 니켈 도금 또는 구리 및 니켈 도금의 층), 분말 코팅 또는 폐인트와 같은 보호 코팅을 적용함으로써 부식에 보다 내성을 갖게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 그러나, 이러한 보호 코팅된 NdFeB 자석을 수용성 식염수에 담그면 보호 코팅이 노출 시작 후 24 시간 이내에 파괴되는 경우가 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명은 한 양상에서, 폴리실론 열가소성 오버레이어(overlayer)로 덮힌 플루오르화된 파릴렌(parylene) 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 자성체를 제공한다.
- [0007] 개시된 발명은 다른 양상에서, 폴리실론 열가소성 오버레이어로 피복된, 적어도 약 430°C의 융점 및 90% RH 및 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/day 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 자성체를 제공한다.
- [0008] 개시된 발명은, 또 다른 양상에서, 자석 위에 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 제공하기 위하여, NdFeB 자석상에 플루오르화된 파릴렌 컨포멀 코팅의 층 또는 층들을 증기 증착하는 단계 및 컨포멀 코팅 위에 용융된 폴리실론을 도포하는 단계를 포함하는 코팅된 자성체를 제조하는 방법을 제공한다.
- [0009] 개시된 발명은 추가의 양상에서, 자석 위에 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 제공하기 위하여, NdFeB 자

석 상에 적어도 약 430°C의 융점 및 90% RH 및 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/day 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅의 층 또는 층들을 증기 증착하는 단계 및 컨포멀 코팅 위에 용융된 폴리솔폰을 도포하는 단계를 포함하는 코팅된 자성체를 제조하는 방법을 제공한다.

[0010] 개시된 발명은 다른 양상에서 폴리솔폰 열가소성 오버레이어로 덮힌 플루오르화 파릴렌 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 코팅된 자성체를 포함하는 이식 가능한 의료 장치를 제공한다.

[0011] 개시된 발명은 또 다른 양상에서, 폴리솔폰 열가소성 오버레이어로 덮힌, 적어도 약 430°C의 융점 및 90% RH 및 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/day 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 코팅된 자성체를 포함하는 이식 가능한 의료 장치를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅으로 코팅된 NdFeB 자석의 측단면도이다;

도 2는 폴리솔폰 열가소성 오버레이어로 덮힌 도 1에 의한 자석의 측단면도이다;

도 3a는 비포팅된(unpotted) 표면이 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅으로 코팅된, 부분적으로 포팅된(potted) NdFeB 자석의 측단면도이다;

도 3b는 폴리솔폰 열가소성 오버레이어를 갖는 도 3a에 의한 자석의 측단면도이다;

도 4a는 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅으로 부분적으로 코팅된, 부분적으로 포팅된 NdFeB 자석의 측단면도이다;

도 4b는 추가의 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅 및 폴리솔폰 열가소성 오버레이어를 갖는 도 4a에 의한 자석의 측단면도이다;

도 5는 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅으로 코팅된 NdFeB 고리 자석의 부분적으로 가상선인 사시도이다; 및

도 6은 폴리솔폰 열가소성 오버레이어로 덮인 도 5에 의한 자석의 부분적으로 가상선인 사시도이다.

도면의 다양한 도면들에서 유사한 참조 부호는 동일한 구성요소를 나타낸다. 도면에서 구성요소들은 축척에 따라 도시되지 않는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 다음의 상세한 설명은 특정 실시예들을 설명하는 것이고 제한적인 의미로 받아들여져서는 안된다. 하기 표시된 용어들은 다음과 같은 의미가 있다:

[0014] 종단점을 사용한 수치 범위의 기재는 그 범위 내에 포함된 모든 수를 포함한다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 5 등을 포함한다).

[0015] 용어 "a", "an", "the", "at least one" 및 "one or more" 는 상호 교환적으로 사용된다. 따라서, 예를 들어, "하나의" 층으로 코팅된 물품은 물품이 "하나 이상의" 층으로 코팅될 수 있음을 의미한다.

[0016] "꼭대기에(atop)", "위에(on)", "최상부에(uppermost)", "밑에(underlying)" 등과 같은 배향 단어들이 본원에 개시된 코팅된 제품의 다양한 요소들을 지칭하기 위해 사용되는 경우, 그들은 구성요소에 대하여 수평으로 배치된, 상향으로 향하는 기판 또는 지지체에 대한 구성요소의 상대적인 위치를 식별한다. 개시된 코팅 물품들이 제조 동안 또는 제조 이후 공간에서 임의의 특정 배향을 가져야하는 것은 아니다.

[0017] "배리어"라는 용어는 기판 또는 지지체 내부 또는 외부로의 기체(예: 산소, 공기 또는 수증기), 액체(예: 물) 또는 이온(예: 나트륨 또는 염소 이온)의 전파를 방해하는 물질의 층 또는 층들을 나타낸다.

[0018] "코팅"이라는 용어는 지지체 또는 기판의 적어도 일부분을 덮는 얇은(예를 들어, 0.5 mm 미만의 평균 두께) 층을 의미한다.

[0019] 용어 "응축(condensing)"은 지지체 또는 기판 상에 액체 또는 고체 상태의 기상 물질을 수집하는 것을

의미한다.

- [0020] "내부식성"이라는 용어는 NdFeB 자석 위의 배리어와 관련하여 사용되는 경우 자석이 37°C 일반 식염수 용액에 2 일 동안 담근 후 육안으로 부식을 나타내지 않는다는 것을 의미한다.
- [0021] "컨포멀(conformal)"이라는 용어는 기판 또는 지지체상의 코팅과 관련하여 사용되는 경우 코팅이 틈들, 점들 및 가장자리들과 같은 형상들을 포함하는 하부 기판 또는 지지체 지세(topography)와 동일한 형상을 갖는다는 것을 의미한다.
- [0022] 용어 "연속"은 기판 또는 지지체 상에 배리어, 코팅, 오버레이어 또는 오버몰딩(overmolding)과 관련하여 사용될 때, 배리어, 코팅, 오버레이어 또는 오버몰딩이 측정 가능한 갭(gaps), 균열(fissures), 핀-홀(pin-holes) 또는 다른 불연속성 없이 외부 기체(예: 대기) 또는 외부 유체(예: 이식가능한 의료 기기의 경우 체액)로 기판 또는 지지체를 직접 노출시키는 범위로 하부 기판 또는 지지체를 덮는다는 것을 의미한다.
- [0023] 용어 "실질적으로 연속적"은 배리어, 코팅, 오버레이어 또는 오버몰딩이 육안으로 볼 수 있는 커버리지에서의 갭, 균열 또는 다른 불연속성 없이 하부의 기판 또는 지지체를 덮는다는 것을 의미한다.
- [0024] 용어 "이량체"는 2개의 단량체의 조합인 올리고머를 의미한다.
- [0025] "밀폐형(hermetic)"이란 용어는 부식-유도량의 가스(예: 산소, 공기 또는 수증기) 및 유체(예: 물)의 전달에 대해, 개시된 자성체의 전형적인 예상 수명에 대하여 실질적으로 불투과성인 물질을 의미한다.
- [0026] "자석"이란 용어는 적어도 1mm³의 체적 및 자성 또는 자화 성질을 갖는 물품을 의미한다.
- [0027] 용어 "단량체"는 그 자체 또는 다른 단량체 또는 올리고머와 결합하여 다른 올리고머 또는 중합체를 형성할 수 있는 단일 단위 분자를 의미한다.
- [0028] 용어 "올리고머"는 2개 이상(전형적으로 2, 3 또는 4 내지 6 개까지)의 단량체의 조합이지만, 중합체로서의 자격을 얻기에 충분히 크지 않은 화합물을 지칭한다.
- [0029] 용어 "오버레이어"는 기판 또는 지지체 상부에 있는 얇은 두께(예를 들어, 0.5 mm 미만의 평균 두께) 또는 두꺼운 두께(예를 들어, 0.5 mm 이상의 평균 두께)의 물질층을 의미한다. 이러한 층은 예를 들어 열가소성 재료를 지지체 또는 기판 상에 용융 및 침지 코팅, 용융 및 분무 도포, 또는 용융 및 사출 성형함으로써 열가소성 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 오버레이어는 전술한 폴리(테트라 플루오로-p-크릴렌) 컨포멀 코팅과 같은 컨포멀 코팅 및 컨포멀 코팅의 상부 또는 하부의 하나 이상의 선택적인 추가 층에 의해 기판 또는 지지체로부터 분리될 수 있다. 오버레이어는 일정하거나 가변적인 두께를 가질 수 있다. 존재하는 경우, 지지체 또는 기판의 평균 두께보다 아래로 관통하거나 또는 이를 초과하여 돌출하는 지지체 또는 기판의 하나 이상의 특징으로부터 또는 피복 평균 두께보다 아래로 관통하거나 또는 이를 초과하여 돌출하는 오버레이어 내의 하나 이상의 특징으로부터 가변 두께가 발생할 수 있다. 예시적인 이러한 특징들은 흄, 노치(notches), 디텐트(detents), 구멍(apertures), 스플라인(splines), 탭(tabs), 정지구(stops), 스텝(steps), 밀봉면(sealing surfaces), 피봇 포인트(pivot points), 축, 베어링 표면(bearing surfaces), 방향(예를 들어 유체 흐름 또는 자화)을 나타내는 표시기(indicators), 스프링 유지 칼라(spring retaining collars), 밸브(valves), 밸브 액추에이터(valve actuators) 및 기타 리세스 또는 돌출부들을 포함할 수 있다.
- [0030] 용어 "오버몰딩(overmolding)"은 사출 성형으로 만들어진 오버레이어를 의미한다.
- [0031] 용어 "중합체"는 다수의 규칙적 또는 불규칙적으로 배열된 탄소-함유 단량체 또는 올리고머 반복 단위를 갖는 유기 분자를 의미한다.
- [0032] 용어 "바람직한" 및 "바람직하게"는 특정 상황 하에서 특정 이익을 제공할 수 있는 본 발명의 구현예들을 나타낸다.
- [0033] 그러나, 동일 또는 다른 환경하에서 다른 실시예가 또한 바람직할 수 있다. 또한, 하나 이상의 바람직한 실시예들의 기재는 다른 실시예들이 유용하지 않다는 것을 의미하지 않으며, 다른 실시예들을 본 발명의 범위로부터 배제하려는 것은 아니다.
- [0034] 도 1은 프리-스탠딩(free-standing) NdFeB 자석(100)의 측단면도이다. 자석(100)은 폴리(테트라 플루오로-p-크릴렌) 층들(102 및 104)로서 도 1에 도시된 상술한 컨포멀 코팅이 형성될 수 있는 기판 또는 지지체로서 작용한다. 설명의 목적상, 층들(102 및 104)은 과장된 두께로 도시된다. 층들(102 및 104)은 동일하거나 상이한 평균

두께를 가질 수 있고, 예를 들어 각각 적어도 약 1, 적어도 약 2, 적어도 약 5, 적어도 약 10 또는 적어도 약 20 마이크로미터 두께일 수 있고, 예를 들어 각각은 약 100 미만, 약 80 미만, 약 60 미만, 약 50 미만 또는 약 40 마이크로미터 미만이다. 층(102)의 부분에서 작은 불연속부(106, 108) 및 층(104)의 부분에서 작은 불연속부(110, 112)는 층(102 및 104)의 형성 중에 자석(100)을 지지하는 파지 고정구(도 1에 미도시)와의 접촉으로부터 발생하는 인공물(artifacts)이다. 불연속부(106, 108, 110 및 112)가 중첩없이 각각 층들(102 또는 104)의 작은 부분으로만 한정되는 것을 보장하기 위하여, 서로 다른 고정구, 서로 다른 그립 위치 또는 이 모두가 각각의 층을 형성하기 전에 바람직하게 사용되어 연속 컨포멀 코팅의 전체 형성을 가능하게 한다.

[0035] 도 2는 층(104)이 폴리실폰 열가소성 오버레이어(114)로 덮인 도 1의 자석(100)의 측단면도이다. 오버레이어(114)는 바람직하게 층(102 및 104)의 조합된 두께보다 적어도 수배 더 큰(예를 들어, 적어도 2X, 적어도 3X, 적어도 5X 또는 적어도 10X 더 큰) 평균 두께를 갖는다. 도 2에 도시된 바와 같이, 오버레이어(114)는 오버레이어(110)의 평균 두께 아래의 하부 리세스 및 돌출부를 각각 나타내는 특징들(features)(116 및 118)을 포함한다.

[0036] 도 3a 및 도 3b는 개시된 자성체의 다른 실시예의 측단면도이다. 도 3a에 도시된 바와 같이, NdFeB 자석(300)은 포팅 재료(potting material)(302) 내에 부분적으로 포팅되어 있다. 포팅 재료(302)는 예를 들면, 아연, 알루미늄 또는 다양한 경화성 유기 포팅 화합물을 포함하는 다양한 비자성 재료들로 형성될 수 있다. 포팅 재료(302)는 바람직하게는 충분히 두껍고 포팅 재료(302)에 의해 접촉된 자석(300)의 부분에 대하여 밀폐 구조를 제공하기에 적합한 재료로 제조된다. 또한, 포팅 재료(302)에서의 자석(300)의 포팅은 자석(300)의 자성 또는 자화가능한 특성들을 부당하게 저하시키지 않는 것이 바람직하다. 비충전된 자석 표면(304, 306, 308) 및 포팅 재료(302)의 상부면(310)은 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅의 층(312)으로 코팅되어 있다. 컨포멀 코팅(312)의 적용 동안, 자석(300)은 예를 들어 포팅 재료(302)를 파지함으로써 고정될 수 있고 따라서 단일층 코팅(312)의 적용은 자석(300)의 노출된 부분 위에 연속 코팅을 제공할 수 있다. 원한다면, 포팅 화합물(302)의 노출된 상부 표면의 일부 또는 전체는 코팅 물질(312)의 도포 전에 마스크될 수 있으며, 마스크는 후속 공정 전에 제거된다. 다른 실시예에서, 과량의 코팅 물질(312)은(예를 들어, 당업자에게 익숙한 용매, 연마제 또는 다른 기술을 사용하여) 코팅 물질(312)의 도포 후에 포팅 화합물(302)의 노출된 상부 표면의 일부 또는 전체로부터 제거될 수 있다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 마스크가 도포되지 않고 코팅 재료(312)가 제거되지 않으며, 결과적으로 층(312)의 일부는 자석(300)으로부터 멀리 연장되어 포팅 화합물(302) 위에 위치한다.

[0037] 도 3b에 도시된 바와 같이, 층(312)은 폴리실폰 열가소성 오버레이어(314)로 덮여 있다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 오버레이어(314)는 오버레이어(314)의 평균 두께보다 아래의 리세스 및 돌출부를 각각 나타내는 특징들(316 및 318)을 포함한다.

[0038] 도 4a 및 도 4b는 개시된 자성체의 다른 실시예의 측단면도이다. 도 4a에 도시된 바와 같이, NdFeB 자석(400)은 폴리(테트라 플루오로-p-자일렌) 컨포멀 코팅의 층(401)으로 부분적으로 코팅된다. 자석(400)의 코팅되지 않은 부분은 층(401)의 형성 동안 자석(400)을 지지하는 파지 고정구(도 4a에 미도시)와의 접촉으로부터 발생하는 인공물이다. 포팅 재료(402)는 층(401)의 잠긴 부분과 접촉한다. 포팅 재료(402)는 예를 들면, 아연, 알루미늄 또는 다양한 경화성 유기 포팅 화합물을 포함하는 다양한 비자성 재료들로, 바람직하게는 (예를 들어, 몰딩된) 폴리실폰으로 형성될 수 있다.

[0039] 도 4b에 도시된 바와 같이, 도 4a에서 노출된 자석(400) 및 층(401)의 부분들은 추가의 폴리(테트라 플루오로-p-자일렌) 컨포멀 코팅층(404)으로 덮여 있다. 또한, 도 4b에 도시된 바와 같이, 포팅 재료(402) 및 층(404)은 폴리실폰 열가소성 오버레이어(406)로 덮여 있다. 층(404)의 범위를 제한하고 층(404)이 도 4a에서 노출된 포팅 재료(402)의 부분들을 덮지 못하도록 마스크(도 4b에 나타내지 않음)가 사용되었다. 층(404)의 범위를 제한하고 층(404)이 도 4a에서 노출된 포팅 재료(402)의 부분들을 덮지 못하도록 마스크(도 4b에 미도시)가 사용되었다. 다양한 마스킹 기술들이 사용될 수 있고, 주의 깊게 층(401 및 404)이 합쳐져 명백하게 균일한 두께의 단일층을 제공하는 실시예들을 제공할 수 있다. 경계(408)는 포팅 재료(402)와 오버레이어(406) 사이의 접촉 영역을 나타낸다. 포팅 재료(402) 및 오버레이어(406)가 모두 폴리실폰으로 제조될 때, 경계(408)는 바람직하게 포팅 재료(402) 일부의 용융으로 인하여 식별가능하지 않고, 오버레이어(406)가 형성될 때 오버레이어(406)와 병합된다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 오버레이어(406)는 오버레이어(406)의 평균 두께보다 아래의 리세스 및 돌출부들을 각각 나타내는 특징들(410 및 412)을 포함한다.

[0040] 도 5 및 도 6은 개시된 자성체의 다른 실시예의 부분적으로 가상선인 사시도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, NdFeB 링 자석(500)은 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅(502)으로 코팅되어 있다. 자석(500)은 중심

구멍(504) 및 노치(506)를 포함한다. 화살표(508)는 자석(500)에 대한 자화의 방향을 나타낸다.

[0041] 도 6에 도시된 바와 같이, 도 5의 자석(500)은 폴리슬론 열가소성 오버레이어(610)로 덮여있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 오버레이어(610)는 자석(500)의 중앙을 관통하는 구멍(612), 자석(500)의 나머지 위에 돌출하는 스프링 유지 칼라(collar)(614) 및 자석(500)의 나머지 아래로 돌출하는 벨브 작동 텁(616)을 포함한다.

[0042] 다양한 NdFeB 자석이 개시된 자성체 및 이식 가능한 의료 장치를 제조하는데 사용될 수 있다. 자석은 예를 들어 선택된 NdFeB 합금을 몰딩 또는 기계가공함으로써 제조된 모놀리식(monolithic)의 균질한 고체 제품일 수 있다. 자석은 대신에 예를 들어 선택된 NdFeB 합금의 입자를 함께 소결하거나 적합한 바인더에서 이러한 입자를 성형함으로써 제조된 비-균일한 제품일 수 있다. 일부 실시예에서 고체 자석들이 자기 강도를 최대화하기 위해 바람직할 수 있다. 자석은 다양한 크기를 가질 수 있고, 예를 들어, 적어도 2, 적어도 5, 적어도 10 또는 적어도 25 mm³의 부피를 가질 수 있다.

[0043] 자석은 다양한 자기 특성을 가질 수 있으며, 예를 들어, 적어도 28, 적어도 30, 적어도 32 또는 적어도 35 메가 가우스 에르스텟(Mega Gauss Oersteds)(MGOe)의 자력(최대 에너지 제품 또는 BH_{max})을 가질 수 있다. 자석은 또한 적어도 10, 적어도 14, 적어도 20, 적어도 25, 적어도 30 또는 적어도 35 킬로 에르스텟(kOe)의 고유 보자력(H_{ci})을 가질 수 있다. 자석은 또한 적어도 300, 적어도 310, 적어도 320 또는 적어도 330°C의 퀴리 온도(T_c)를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 적어도 25, 적어도 30 또는 적어도 35의 H_{ci} 값은 MRI 필드와 같은 외부적으로 인가된 자기장으로 인한 탈자(demagnetization)의 가능성을 줄이기 위해 바람직할 수 있다. 두꺼운 사출-성형된 폴리슬론 오버레이어로 덮인 더 작은 부피의 자석들을 포함하는 일부 실시예에서, 오버레이어 형성 단계 동안 탈자의 가능성을 줄이기 위해 적어도 310, 적어도 320 또는 적어도 330°C의 T_c 값이 바람직할 수 있다. 자석은 바람직하게, 가공중에(예를 들어, 기계 가공을 용이하게 하기 위해 또는 자석 가공 중에 가해지는 열의 결과로서) 탈자될 수 있고, 나중에(예를 들어, 컨포멀 코팅 또는 오버레이어 형성 단계 이전, 사이 또는 이후에) 다시 자화될(remagnetized) 수 있다.

[0044] 자석은 볼, 바, 로드(예: 실린더), 링, 부분 링(예: 말굽) 및 플레이트(예: 직사각형)를 포함한 다양한 모양을 가질 수 있다. 자석은 주 평면 또는 주축을 가지며, 상기 주 평면 또는 주축은 상기 주 평면 또는 주축에 대하여 평행하거나 또는 주 평면 또는 주축에 대한 각도로 자기화의 극성을 갖는다. 예시적인 자성 재료 공급 업체는 Alliance, LLC, Dexter Magnetics, Magstar Technologies, Inc., Hitachi Corporation, Dailymag Motor (Ningbo) Limited, Ningbo Xinfeng Magnet Industry Co., Ltd., Shenzhen Feiya Magnet Co. 및 Yuyao Keyli Magnetics Co., Ltd 이다.

[0045] 개시된 자기 장치들은 다양한 컨포멀 코팅을 사용할 수 있다. 일부 실시예에서, 파릴렌은 예를 들어 방향족 고리(즉, 플루오로 방향족 기)상의 플루오로 원자, 방향족 고리 사이의 플루오로 지방족기 또는 이들 모두에 의해 플루오르화된다. 일부 이러한 실시예에서, 방향족 고리, 플루오로 지방족 기 또는 이들 모두는 퍼플루오르화(perfluorinated)되고, 따라서 수소 원자를 갖지 않는다. 적합한 플루오르화 된 파릴렌 컨포멀 코팅 재료는 일반명 파릴렌 AF-4로 얻어질 수 있는 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌)을 포함하며, 하기 화학식 I을 갖는다:



[0047] 예시적인 상업적으로 입수가능한 파릴렌 AF-4 물질은 Specialty Coating Systems, Inc.의 파릴렌 HTTM을 포함하는데, 제조사에 의하면 파릴렌 HTTM는 MP가 500°C보다 높고 상대 습도(RH) 100%와 38°C에서 MVT가 0.22인 것으로 알려져 있다. 또 다른 적합한 파릴렌 AF-4 물질은 Kisco Conformal Coating, LLC의 diX SFTM 파릴렌이며, 제조사에 의하면 MP가 450°C이고 37°C에서 MVT가 0.21인 것으로 알려져 있다. 다른 적합한 플루오르화된 파릴렌은 일반명 파릴렌 VT-4로 얻어질 수 있고, 하기 화학식 II로 표시된다:



[0049] 일부 실시예에서, 파릴렌은 적어도 약 430°C의 융점(MP) 및 90% RH 및 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/일 미만의 수증기 투과율(MVT)을 갖는다. 상술된 플루오르화된 파릴렌의 일부는 또한 이러한 조건들을 만족시킨다. 일부 실시예에서, 파릴렌은 적어도 약 450°C, 적어도 약 475°C 또는 적어도 약 500°C의 MP를 갖는다. 일부 실시예에서, 파릴렌은 또한 90% RH 및 37°C에서 약 0.4 미만 또는 약 0.3 g-mm/m²/일 미만의 MVT를 가질 수 있다. 적어도 약 430°C의 융점 및 90% RH 및 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/일 미만의 수증기 투과율을 갖는 적합한 파릴렌은 Kisco

Conformal Coating, LLC의 diX CFTM로서, 제조사에 의하면 434°C의 MP 및 37°C에서 0.28의 MVT인 것으로 알려져 있다. 이 파릴렌은 또한 플루오르화된 파릴렌일 수 있지만 제조사가 독점적인 화학식을 가지고 있다고 하여, 그 구조는 공개된 것으로 보이지 않는다.

[0050] 파릴렌을 사용하여 제조된 코팅은 공기 중에서 적어도 200°C, 적어도 250°C 또는 적어도 300°C의 온도 또는 산소가 없는 환경에서 적어도 300°C, 적어도 350°C 또는 적어도 400°C의 온도에서 열적으로 안정한 것으로 또는 연속 사용에 적합한 것으로 바람직하게 평가된다.

[0051] 파릴렌 컨포멀 코팅은 전형적으로 기화기(vaporizer) 및 열분해기(pyrolizer)를 사용하여 고체 파릴렌 이랑체를 증기상 파릴렌 라디칼로 전환시키고 라디칼을 적합한 증착 또는 코팅 챔버에서 NdFeB 자석의 노출된 표면 또는 표면들 상에 증착시킴으로써 형성된다.

[0052] 미국등록특허 제4,508,760호(Olson et al.), 제4,758,288호(Versic '288) 및 제 5,069,972호(Versic '972)에 기재된 컨포멀 코팅 절차가 이 목적을 위해 채택될 수 있으나, 이를 특허는 분리된 자석들보다는 미립자 또는 마이크로 캡슐 상에의 파릴렌 증착을 기술하고, 사용하는 비활로겐화 또는 염소화된 파릴렌들은 낮은 용점을 가지며 전술한 바와 같은 파릴렌들보다 더 낮은 이랑체 기화 온도를 가질 수 있음을 명심해야 한다. 추가적인 파릴렌 코팅 절차는 "SCS Parylene Properties"라는 제목의 Specialty Coating Systems, Inc. 사의 2007년 기술 브로셔 및 "SCS Medical Coatings"라는 제목의 Specialty Coating Systems, Inc. 사의 2011년 기술 브로셔에 기술된다.

[0053] 이와 같이 형성된 파릴렌 코팅 또는 코팅들은 옹스트롱에서 마이크로 미터 또는 밀(mils) 두께의 범위일 수 있고, 예를 들어 코팅층 또는 층들당 약 2 내지 100μm의 두께를 가질 수 있다. 피복될 표면 중 어느 하나를 덮지 않고 지지되거나 고정될 수 있는 자석에 대하여, 개시된 자성체들은 바람직하게는 적어도 하나의 컨포멀 코팅층을 갖는다. 피복될 표면의 일부를 덮는 지지체 또는 다른 고정구를 필요로 하는 자석들에 대하여, 개시된 자성체들은 적어도 두 개의 컨포멀 코팅층을 가질 수 있으며, 자석의 재배치 또는 재구성은 완전한 커버리지(full coverage)를 보장하도록 제1 및 후속 층 또는 층들의 적용 사이에서 수행된다. 표면 전처리 또는 프라이머 코팅들(예를 들어, 플라즈마 애칭 전처리 또는 용액으로부터 또는 증기 증착에 의해 도포된 유기 실란 프라이머들)이 파릴렌 컨포멀 코팅의 증착 이전 또는 코팅층들 사이에 사용될 수 있다. 파릴렌 컨포멀 코팅은 필요하다면 예를 들어, 검사를 용이하게 하고 연속적인 컨포멀 코팅층의 달성을 확인하는 염료, 지시약 또는 다른 보조제를 포함한다. 파릴렌 컨포멀 코팅은 필요하다면 결정성을 증가시키고 이에 의해 컷 스루(cut-through) 저항, 경도 또는 내마모성과 같은 물리적 성질을 향상시키기 위해 어닐링(예를 들어 파릴렌 AF-4 물질의 경우 약 300°C)될 수 있다.

[0054] 개시된 자기 장치는 다양한 폴리설휘 재료들을 사용할 수 있다. 예시적인 폴리설휘은 폴리에테르설휘(PES, PSU 또는 PESU), 설휘화된 폴리에테르설휘(SPES 또는 SPSF) 및 폴리페닐설휘(PPSF 또는 PPSU)과 같은 결정질 또는 무정형 재료를 포함한다. 예시적인 폴리설휘은 Solvay Plastics 사의 UDEL™ PSU, VERADEL™ PESU 및 RADEL™ PPSU, ACUDEL™ 변성 PPSU 및 EPISPIRE™ HTS 고온 설휘를 포함한다.

[0055] UDEL P-1700, UDEL P-1710, UDEL P-1750 MR, UDEL P-3700 HC PES, UDEL P-3703, VERADEL 3250 MR, VERADEL 3300 PREM, VERADEL 3400, VERADEL A-301, RADEL R-5000, RADEL R-5100, RADEL R-5600, RADEL R-5800, RADEL R-5900, RADEL R-5900 MR, RADEL R-7159, RADEL R-7300, RADEL R-7400, RADEL R-7535, RADEL R-7558 및 RADEL R-7625(모두 Solvay Plastics사 제품)와 같은 저점도 내지 중간 점도 또는 고유량 내지 중간 유량 사출 성형 등급이 일부 실시예들에서는 바람직하다. 개시된 이식 가능한 의료 장치는 바람직하게는 적용 가능한 규제 기관들에 의해 의료 장치에서의 사용이 승인된 폴리설휘 재료를 사용하여 제조된다.

[0056] 폴리설휘 오버레이어는 당업자에게 익숙한 다양한 기술을 사용하여 형성될 수 있으며, 일부 실시예에서는 원-샷(one-shot) 또는 멀티-샷(예를 들어, 2-샷) 프로세스를 사용하는 사출 성형이 바람직하며, 파릴렌 컨포멀 코팅을 캡슐화하거나 커버링하기에 충분한 딥 코팅, 파우더 코팅, 스프레이 코팅 또는 다른 기술들이 다른 실시예들에 대하여 바람직하다. 폴리설휘 오버레이어는 다양한 평균 두께를 가질 수 있으며, 예를 들어, 적어도 0.5mm, 적어도 1mm, 적어도 2mm 또는 적어도 5mm의 평균 두께를 가질 수 있다. 폴리설휘 오버레이어는 코팅된 자성체에서 충분한 자기 강도를 얻는 것과 동시에 바람직한 최대 평균 두께를 가질 수 있으며, 예를 들어 100mm 미만, 50mm 미만, 25mm 미만, 10mm 미만, 5mm 미만 또는 1mm 미만이다. 제안된 용융 또는 성형 온도는 전형적으로 선택된 자성 재료, 선택된 파릴렌, 선택된 폴리설휘 및 (사용시) 선택된 몰드를 포함하는 인자들에 따라 변할 것이다. 폴리설휘은 용융 또는 성형 전에 예를 들어, 건조된 생성물에서 약 0.1% 미만 또는 약 0.05% 미만의 수분 수준을 제공하도록 건조될 수 있다. 폴리설휘 용점 또는 성형 온도는 바람직하게는 파릴렌 용점보다 낮고, 보다

바람직하게는 자석 퀴리 온도 T_c 보다 작다. T_c 보다 높은 폴리설폰 용융 또는 성형 온도는 자력의 손실을 유발할 수 있다. 그러나 빠른 성형 사이클, 낮은 체적의 오버레이어 또는 높은 체적의 자석을 사용하면 강도의 손실을 개선할 수 있다. 재자기화(remagnetization)는 자기 강도를 회복하기 위해 오버레이어 형성 후에 사용될 수 있다. 예시적인 폴리설폰 건조 조건 및 용융 온도 또는 성형 온도는 예를 들어, "Quick Guide to Injection Molding Udel[®] PSU, Radel[®] PPSU, Veradel[®] PESU, Acudel[®] modified PPSU"라는 제목의 2013년 Solvay Technical Bulletin에 기재되어 있다.

[0057] 개시된 배리어는 가스(예를 들어, 산소, 공기 또는 수증기), 액체(예를 들어, 물, 혈액 또는 다른 체액) 또는 이온(예를 들어, 나트륨 또는 염소 이온)에 노출되기 때문에 자석의 부식을 감소시키는 것을 돋는다. 일부 실시 예들에서, 개시된 코팅된 자기 제품은 37°C의 생리 식염수에 5일, 10일 또는 20일 동안 침지한 후에 가시적인 부식을 나타내지 않는다. 일부 실시예들에서, 개시된 코팅된 자성체는 37°C의 생리 식염수에 5일, 10일 또는 20일 동안 침지한 후에 가시적인 부식을 나타내지 않는다. 개시된 자성체의 바람직한 실시 양태는 87°C의 생리 식염수에 5일, 10일, 20일 또는 심지어 28일 침지후에 이들의 전체 자기 강도를 유지하고 가시적인 부식을 나타내지 않는다. 그러한 침지후에 생리 식염수 용액의 유도 결합 플라즈마(ICP) 질량 분광 광도계 분석은 바람직하게는 침지된 자성체 없이 제조된 식염수 대조군들과 비교하여 검출 가능한 자성 요소들을 발견하지 못한다.

[0058] 개시된 자성체는 검출기, 액추에이터(actuator), 래치, 표시기(indicator) 또는 다른 기계적, 전기적 또는 다른 시스템의 일부일 수 있다. 내부 또는 보다 큰 장치에 수납된 경우, 자석은 그러한 장치 내부 또는 위에 고정되거나 움직일 수 있으며, 이동 가능한 경우 슬라이딩 가능, 퍼봇 가능 또는 회전 가능할 수 있다. 자석이 장치의 다른 부분을 감싸고(bear upon) 또는 이동시킬 수 있다. 자석은 그러한 장치 내부 또는 위에 있는 단일 자석 또는 다중 자석들일 수 있다. 상기 장치는 상술된 Bertrand et al.의 출원에 기술된 이식 가능한 CSF 션트 밸브(shunt valves), 미국등록특허 제7,223,228B2호(Timm et al.)에 개시된 것과 같은 요도 조절 장치, 미국등록특허 제8,512,013B2호(LaRose et al.)에 개시된 것과 같은 이식 가능한 혈액 펌프, 맥박 조정기, 이식 가능한 약물 펌프 및 의료 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 익숙한 다른 장치와 같은 이식 가능한 의료 장치일 수 있다. 이식 가능한 의료 기기의 일부인 경우 기기는 살균 포장 방식으로 판매될 수 있으며 일회용으로 사용할 수 있다. 예시적인 멸균 기술은 당업자에게 익숙할 것이며, 열, 증기, 화학적 방법(예를 들어, 산화 에틸렌, 이산화질소, 표백제 또는 각종 알데히드) 및 방사선(예를 들어, UV, 감마선 또는 전자 빔 처리)을 포함한다. 자석은 보청기, 외부 약 펌프(external drug pumps) 및 치과용 또는 치열 교정 장치(예: 브릿지, 플레이트, 틀니 및 교정용 교정 장치)를 포함하는 다양한 이식-불가능한 의료 기기의 일부일 수 있다. 자석은 또한 해양, 자동차 및 방위 시스템을 포함하는 용도를 위한 센서, 스위치, 밸브, 표시기 또는 신호 장치들을 포함하는 다양한 비-의료 장치의 일부일 수 있다.

[0059] 개시된 발명의 다른 실시예들은 다음을 포함한다:

[0060] – 적어도 약 430°C의 융점 및 90% RH, 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/일 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 자성체로서, 상기 파릴렌 컨포멀 코팅은 폴리 설폰 열가소성 오버레이어로 덮여있다, 또는

[0061] – 자석 위에 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 제공하기 위하여, NdFeB 자석 상에 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅의 층 또는 층들을 증기 증착하는 단계 및 폴리(테트라 플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅 위에 용융된 폴리설폰 오버레이어를 도포하는 단계를 포함하는 코팅된 자성체의 제조방법, 또는

[0062] – 자석 위에 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 제공하기 위하여, NdFeB 자석 상에 적어도 약 430°C의 융점 및 90% RH, 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/일 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅의 층 또는 층들을 증기 증착하는 단계 및, 파릴렌 컨포멀 코팅 위에 용융된 폴리설폰 오버레이어를 도포하는 단계를 포함하는 코팅된 자성체의 제조방법, 또는

[0063] – 폴리설폰 열가소성 오버레이어로 피복된 폴리(테트라플루오로-p-크실렌) 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖는 NdFeB 자석을 포함하는 코팅된 자성체를 포함하는 이식 가능한 의료 장치, 또는

[0064] – 폴리설폰 열가소성 오버레이어로 피복된, 적어도 약 430°C의 융점 및 90% RH, 37°C에서 약 0.5g-mm/m²/일 미만의 수증기 투과율을 갖는 파릴렌 컨포멀 코팅을 포함하는 실질적으로 연속적인 내부식성 배리어를 그 위에 갖

는 NdFeB 자석을 포함하는 코팅된 자성체를 포함하는 이식 가능한 의료 장치,

[0065] 및 개별적으로 또는 임의의 조합으로:

[0066] – 자석은 적어도 28 메가 가우스 에르스텟(Mega Gauss Oersteds)의 최대 에너지 제품 BH_{max} , 적어도 10 킬로에르스텟의 고유 보자력 H_{ci} 및 적어도 300°C의 퀴리 온도 T_c 를 갖는다, 또는

[0067] – 자석은 적어도 32 메가 가우스 에르스텟의 최대 에너지 제품 BH_{max} , 적어도 35 킬로에르스텟의 고유 보자력 H_{ci} 및 적어도 310°C의 퀴리 온도 T_c 를 갖는다, 또는

[0068] – 자석은 바, 로드, 링, 부분 링 또는 플레이트를 포함한다, 또는

[0069] – 컨포멀 코팅은 2 내지 100 μm 의 두께를 갖는다, 또는

[0070] – 오버레이어는 폴리에테르설폰을 포함한다, 또는

[0071] – 오버레이어는 설폰화된 폴리에테르설폰 또는 폴리페닐설폰을 포함한다, 또는

[0072] – 오버레이어는 평균 두께가 0.5 내지 10mm이다, 또는

[0073] – 오버레이어는 가변 두께를 갖는다, 또는

[0074] – 오버레이어는 오버 몰딩이다, 또는

[0075] – 폴리설폰 용점은 파릴렌 용점보다 낮다, 또는

[0076] – 폴리설폰 용점은 자석 퀴리 온도 T_c 보다 낮다, 또는

[0077] – 컨포멀 코팅은 0.5mm 미만의 두께를 갖고, 오버레이어는 0.5mm보다 큰 평균 두께를 갖는다, 또는

[0078] – 자석 또는 오버레이어는 리세스 또는 돌출부를 갖는다, 또는

[0079] – 리세스 또는 돌출부는 홈, 노치(notches), 디텐트(detents), 구멍(apertures), 스플라인(splines), 탭(tabs), 정지구(stops), 스텝(steps), 밀봉면(sealing surfaces), 피봇 포인트(pivot points), 축, 베어링 표면(bearing surfaces), 유체 흐름 또는 자화의 방향을 나타내는 표시기(indicators), 스프링 유지 칼라(spring retaining collars), 밸브(valves), 밸브 액추에이터(valve actuators)를 포함한다, 또는

[0080] – 37°C 생리 식염수에 5일 동안 침지한 후 자석이 가시적인 부식을 나타내지 않는다, 또는

[0081] – 자석은 87°C의 생리 식염수 용액에 20일 동안 침지한 후 가시적인 부식을 나타내지 않고 전체 자기 강도를 유지한다.

실시예 1

[0083] 32 메가 가우스 에르스텟 BH_{max} 값을 갖고, 도 5에 도시된 자석(500)과 같은 형상의 NdFeB 링 자석이 2개의 Specialty Pating Systems, Inc. 사의 파릴렌 HT의 17 μm 두께의 컨포멀 코팅층으로 코팅되었다. 컨포멀 코팅층을 적용하기 전에, 자석은 연속적인 컨포멀 코팅층의 적용을 보장하도록 상이한 고정 위치들에서 파지되었다. 이와 같이 코팅된 자석을 2-샷 사출 성형 공정을 사용하여 폴리에테르설폰으로 덮여 도 6에 도시된 것과 같은 캡슐화된 배리어-코팅 자석을 제조하였다. 자석을 87°C의 생리 식염수에 28일 동안 침지한 후 평가를 위해 제거하였다. 자석은 가시적인 부식을 나타내지 않았고, 험침 전 자기 강도를 유지하였다. 생리 식염수의 ICP (Inductively-Coupled Plasma) 질량 분광 광도계 분석은 침지된 자석 없이 준비된 식염수 대조군과 비교하여 이러한 침지 후 검출 가능한 자성 요소들을 발견하지 못하였다.

비교예 1

[0085] 실시예 1에서 사용된 것과 같은 NdFeB 링 자석은 Specialty Pating Systems, Inc.사의 파릴렌 C(-[CH₂(C₆H₅Cl)CH₂]_n-)를 사용하여 제조된 컨포멀 코팅으로 코팅될 수 있다. 파릴렌 C는 폴리에테르설폰보다 훨씬 낮은 용점(즉, 파릴렌 C의 경우 290°C 및 파릴렌 HT의 경우 약 360°C)을 갖는다. 폴리에테르설폰으로 오버 몰딩하는 것은 컨포멀 코팅을 파괴할 것으로 예상된다.

비교예 2

[0087]

실시예 1에서 사용된 것과 같은 NdFeB 링 자석은 Specialty Pating Systems, Inc.사의 파릴렌 N($-[\text{CH}_2(\text{C}_6\text{H}_4)\text{CH}_2]_n-$)을 사용하여 제조된 컨포멀 코팅으로 코팅될 수 있다. 파릴렌 N은 420°C의 융점을 갖고, 따라서 폴리에테르설폰으로 오버몰딩될 수 있다. 그러나 파릴렌 N은 또한 파릴렌 HT보다 내한성(temperature resistance)이 낫다(즉, 파릴렌 N의 경우 단기 사용 온도 등급 80°C, 파릴렌 HT의 경우 450°C 및 파릴렌 N의 경우 연속 사용 온도 등급 60°C 및 파릴렌 HT의 경우 350°C). 폴리에테르설폰으로 오버몰딩하는 경우 컨포멀 코팅을 손상시키지 않도록 특별한 주의가 필요하다. 파릴렌 N은 파릴렌 HT보다 높은 수증기 투과율을 나타낸다(즉, 파릴렌 C의 경우 90% RH 및 37°C에서 $0.59\text{g}\cdot\text{mm}/\text{m}^2/\text{일}$ 및 파릴렌 HT의 경우 100% RH 및 37°C에서 $0.22\text{g}\cdot\text{mm}/\text{m}^2/\text{일}$). 폴리에테르설폰으로 오버몰딩된 파릴렌 N을 사용하여 제조된 배리어는 실시예 1의 배리어보다 적은 내부식성을 제공할 것으로 기대된다.

[0088]

비교예 3

[0089]

실시예 1에서 사용된 것과 같은 NdFeB 링 자석은 Specialty Pating Systems, Inc.사의 파릴렌 D($-[\text{CH}_2(\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_2)\text{CH}_2]_n-$)를 사용하여 제조된 컨포멀 코팅으로 코팅될 수 있다. 파릴렌 D는 융점이 380°C이며 폴리에테르설폰보다 약간 높다. 파릴렌 D는 파릴렌 HT보다 내한성이 낫다(즉, 파릴렌 N은 120°C의 단기 사용 온도 등급과 100°C의 연속 사용 온도 등급을 가진다). 폴리에테르설폰으로 오버몰딩하는 경우 컨포멀 코팅을 손상시키지 않도록 특별한 주의가 필요하다.

[0090]

실시예 2

[0091]

실시예 1에 기술된 배리어 코팅된 자석은 전술한 Bertrand et al.의 출원에 나타난 것과 같은 센트 벨브에서 CSF 유체의 유동을 제어하기 위한 자기 회전자 어셈블리로서 사용될 수 있다. 초기 현장 시험에서, 개시된 배리어-코팅된 자석들 및 자기 회전자 어셈블리들을 포함하는 센트 벨브는 13명의 인간 환자에 성공적으로 외과적으로 이식되어 작동 가능함이 확인되었다. 회전자 어셈블리는 체액에 의한 부식뿐만 아니라 3 테슬라 MRI 필드에 노출되었을 때 회전자(즉, 압력) 설정, 탈자 및 재-자기화의 의도하지 않은 변화에도 견딜 수 있어야 한다.

[0092]

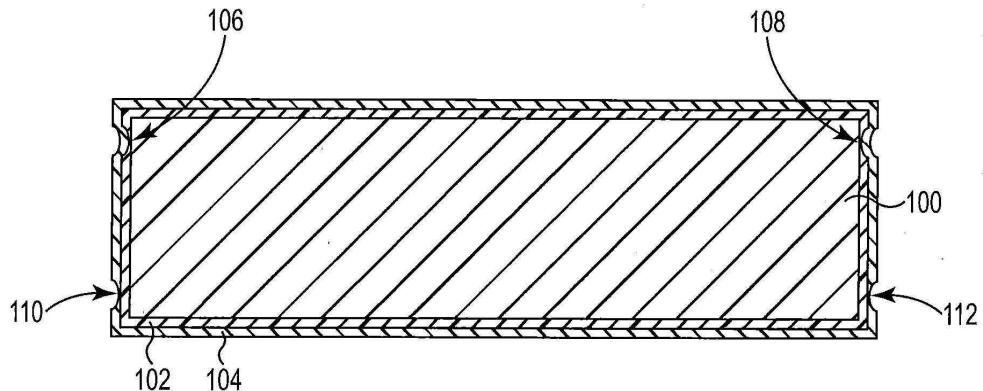
모든 인용된 특허들, 특히 출원들, 기술 공보 및 기타 공보의 완전한 개시는 개별적으로 통합된 것으로 본원에 참고로 포함된다.

[0093]

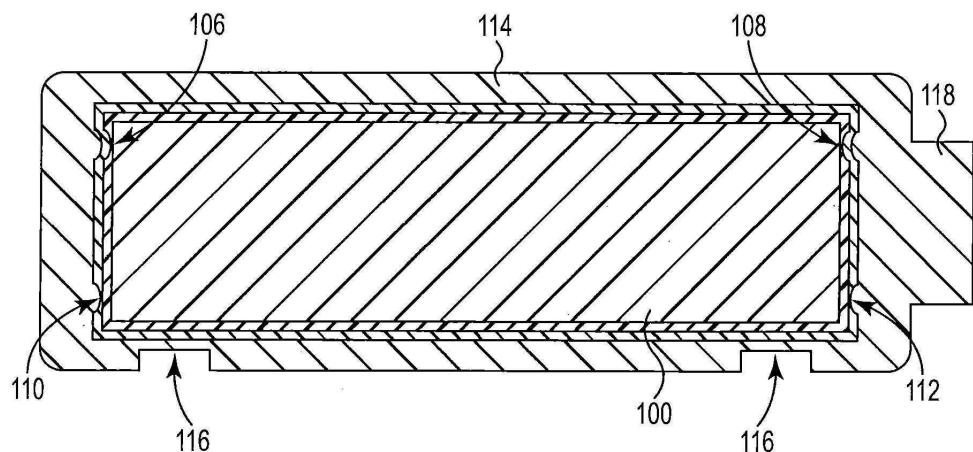
비록 특정한 몇몇 경우에서 바람직한 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 당업자라면 동일한 목적을 달성하기 위하여 다양한 대체 또는 동등한 실시예들이 도시되고 전술된 특정 실시예들을 대체할 수 있음을 알 것이다. 이 출원은 본원에서 논의된 실시예들의 그러한 개조 또는 변형들을 포괄한다. 따라서, 본 발명은 청구 범위 및 그 균등물에 의해서만 제한되는 것으로 명백하게 의도된다.

도면

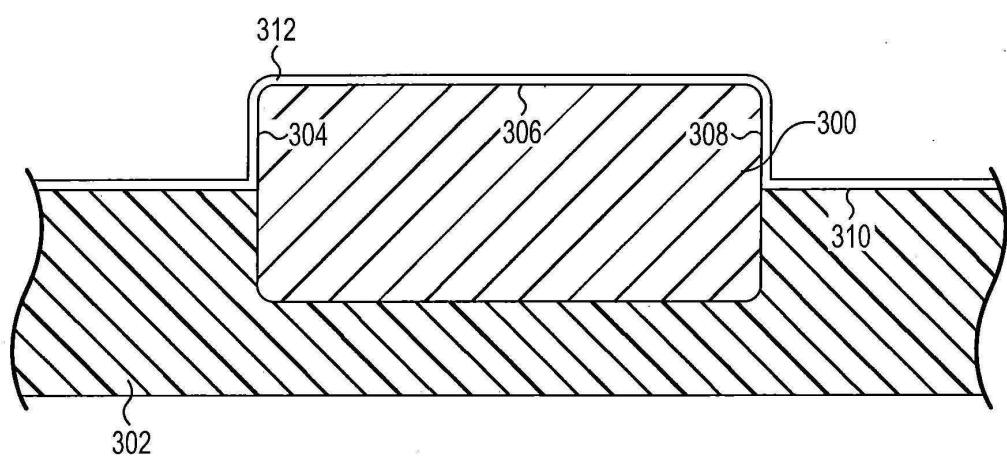
도면1



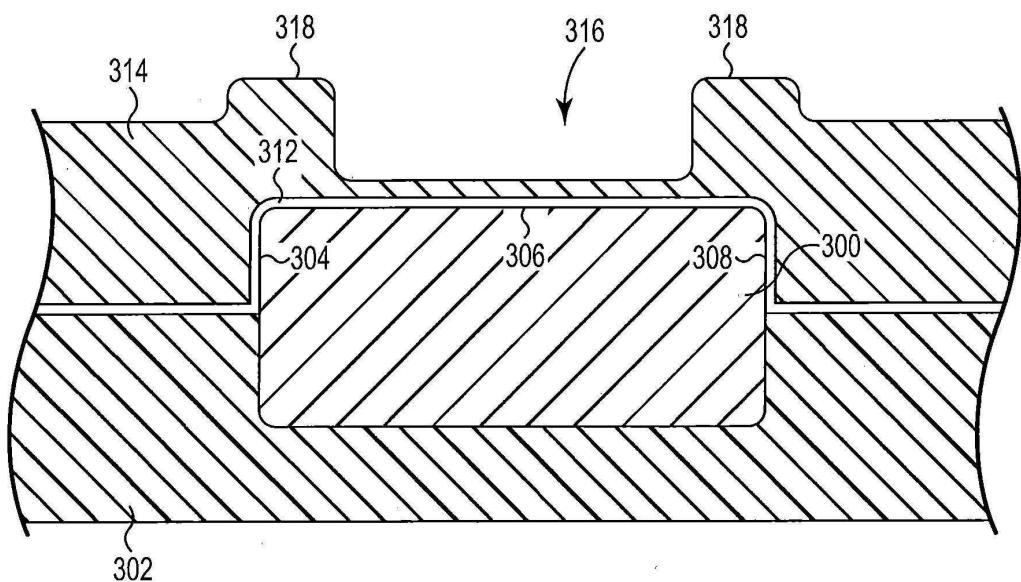
도면2



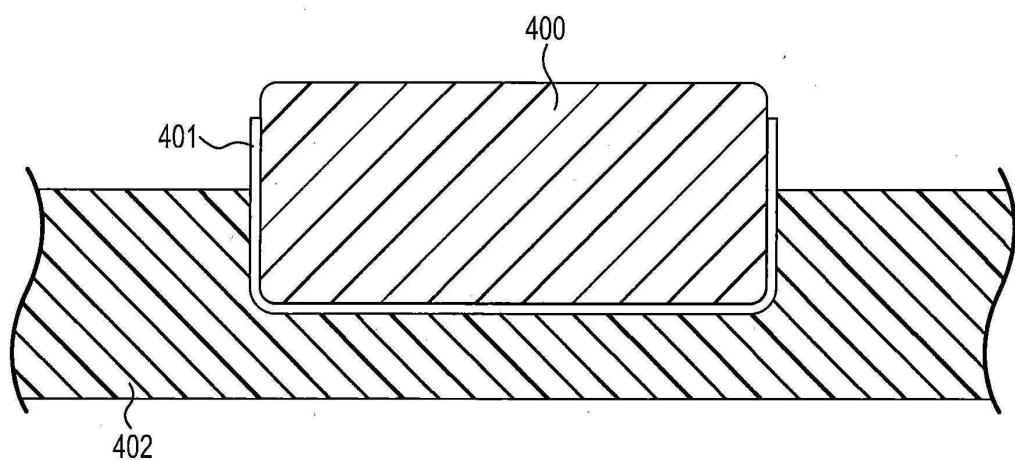
도면3a



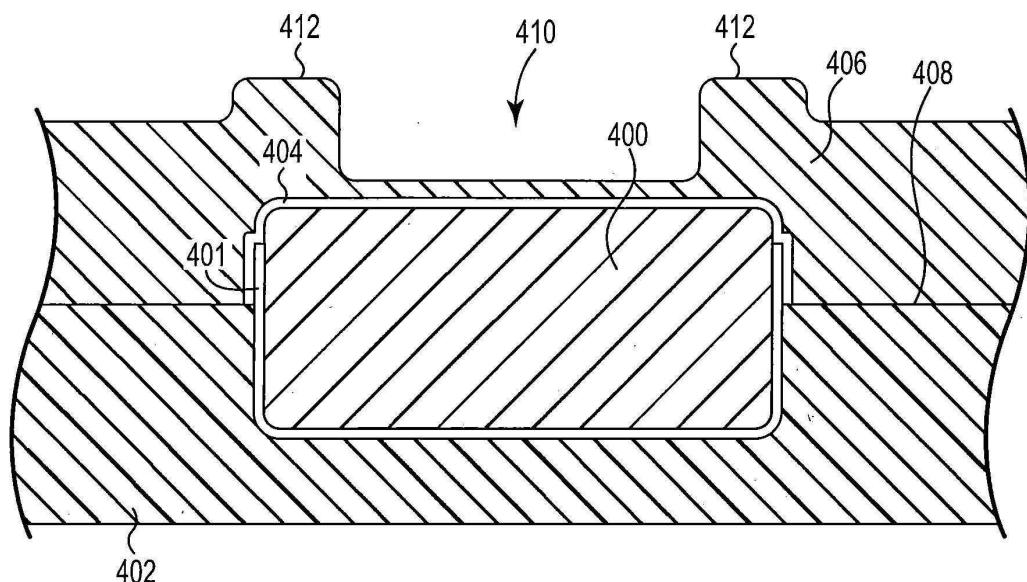
도면3b



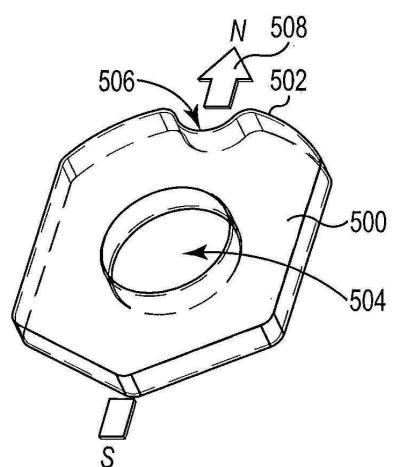
도면4a



도면4b



도면5



도면6

