



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월25일  
(11) 등록번호 10-0860274  
(24) 등록일자 2008년09월19일

(51) Int. Cl.

F04D 19/04 (2006.01) F04D 13/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0064907  
(22) 출원일자 2007년06월29일  
심사청구일자 2007년06월29일

(56) 선행기술조사문헌  
W01997005645 A1  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

포항공과대학교 산학협력단

경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학교내

주식회사 브이엠티

경북 포항시 남구 지곡동 601 포항테크노파크벤처동

(72) 발명자

하태균

경북 경주시 건천읍 조전리 319

정석민

경북 포항시 남구 지곡동 포항공과대학교 교수아파트 9동 701호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김일환

전체 청구항 수 : 총 6 항

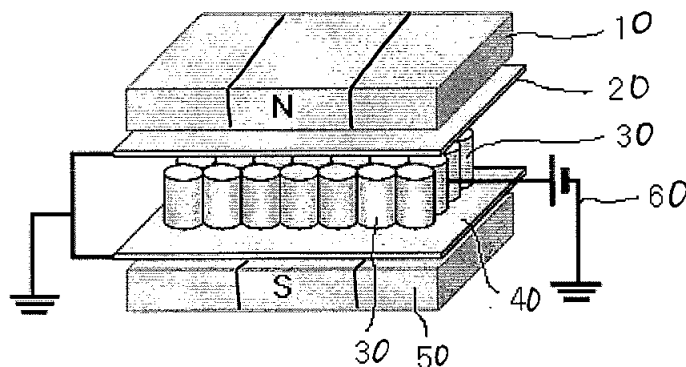
심사관 : 이정혜

(54) 저온 가열탈기체 처리 가능한 소형, 경량 초고진공용스퍼터 이온펌프 및 그제조방법

(57) 요약

본 발명은 NdFeB 네오디뮴 합금 영구자석을 적용하여 부피와 무게를 크게 줄인 소형, 경량의 스퍼터 이온펌프의 제작에 관한 것으로, ANSYS 시뮬레이션의 결과에 의하여 양극셀에 균일한 자기장을 형성시키는 다수의 네오디뮴 합금 자석의 조합에 관한 최적 배열을 도출하는 것과, 펌프 내부 벽면 및 부품에 대한 크롬산화막 표면처리를 통해 물 분자의 흡착량을 최소화 하여 이루어지는 것을 특징으로 한다. 따라서 스퍼터 이온펌프 내부로의 물 분자의 흡착량은 최소화 하고 소형, 경량의 네오디뮴 합금 영구자석을 사용하여 배기 성능은 최적화하고 부피와 무게는 감소시킴으로써 100 ℃의 낮은 온도에서의 가열탈기체 처리만으로 초고진공에 도달할 수 있는 소형, 경량의 스퍼터 이온펌프를 제작할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

**황운봉**

경북 포항시 남구 지곡동 교수아파트 8동 1803호

**김진곤**

경북 포항시 북구 용흥동 366번지 우방아파트  
108-1307

**김경동**

경남 진주시 상평동 199-16

**박종도**

경상북도 포항시 남구 지곡동 959번지 스틸 97호

(56) 선행기술조사문헌

US3827829 A\*

KR100583283 B1\*

KR1020060100095 A

KR1020040076316 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

크롬산화막 표면처리된 몸체와;

상기 몸체에 설치되는 한 쌍의 네오디뮴 합금 자석과;

상기 한 쌍의 자석 사이에 배치되는 한 쌍의 티타늄 음극판과;

상기 한 쌍의 음극판 사이에 배치되는 적어도 하나의 양극셀을 포함하고;

상기 한 쌍의 네오디뮴 합금 자석 각각은 복수의 작은 네오디뮴 합금 자석이 배열되어 형성된 것을 특징으로 하는 스퍼터 이온펌프.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 티타늄 음극판 및 양극셀 또한 크롬산화막 처리된 것을 특징으로 하는 스퍼터 이온펌프.

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 크롬산화막 표면처리는 450 °C의 온도에서 산소 분압  $1 \times 10^{-9}$  Torr로 24시간 유지시켜서 내부 표면에 크롬산화막을 형성시켜서 물분자의 흡착량을 감소시키도록 수행되는 것을 특징으로 하는 스퍼터 이온펌프.

### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 한 쌍의 네오디뮴 합금 자석 각각은 그 두께가 5mm인 것을 특징으로 하는 스퍼터 이온펌프.

### 청구항 6

티타늄 음극판과 양극셀을 펌프 몸체에 조립한 상태로 내부 표면에 크롬산화막을 형성시켜서 물분자의 흡착량을 감소시키는 제1단계와;

상기 제1단계 후에 상기 몸체에 각 측이 다수의 네오디뮴 합금 영구자석이 배열되어 이루어진 한 쌍의 네오디뮴 합금 자석을 장착시키는 제2단계를;

포함하여 구성되는 스퍼터 이온펌프 제작방법.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 크롬산화막 표면처리는 450 °C의 온도에서 산소 분압  $1 \times 10^{-9}$  Torr로 24시간 유지시켜서 이루어지는 것을 특징으로 하는 스퍼터 이온펌프 제작방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<10> 본 발명은 스퍼터 이온펌프의 제작에 관한 것으로, 보다 상세히 설명하면, 배기성능을 향상시키고 부피와 무게를 줄이는 한편, 물 분자의 흡착량을 최소화 하여  $10^{-11}$  Torr 이하의 초고진공에 이르기 위한 가열탈기체(baking) 처리의 온도를 100 °C 이하로 낮출 수 있는 방법 및 그 스퍼터 이온펌프에 관한 것이다.

- <11> 주지된 바와 같이 스퍼터 이온펌프는 1900년대 중반에 개발된 이 후 지속적으로 발전하여 최근에는 터보분자펌프 및 크라이오 펌프와 더불어 초고진공에서의 대표적인 진공펌프로써 널리 사용되고 있다. 터보분자펌프와는 달리 이온펌프는 외부와 완전하게 차단되는 진공 시스템을 구축할 수 있어서 안전하고, 기계적인 진동이 전혀 없으므로 원자현미경(STM)이나 분사선 에피택시(MBE) 등 정밀성을 요구하는 실험에도 적합하다. 또한 비교적 간단한 전자기적 원리에 의해 작동하므로 구동부나 복잡한 기계적 장치가 필요 없고 전력소모량도 적은 등의 여러 장점으로 첨단 연구에 없어서는 안 될 차세대 장치인 것이다.
- <12> 이러한 스퍼터 이온펌프의 구조는 도 1에 도시된 바와 같다. 도 1과 같이 스퍼터 이온펌프는 두 개의 티타늄 음극판(2, 4) 사이에 평행하게 배열된 원통형 양극셀(3)이 위치하는 구조로 이루어져있다. 양극셀(3)에 인가되는 수 천 V의 고전압과 두 개의 음극판(2, 4) 외부에 위치한 한 쌍의 영구자석(1, 5)에 의해 형성되는 수 백 ~ 수 천 G의 자기장이 서로 교차하는 자기장을 만들면서 전자는 양극셀(3) 외부로 도망가지 못하고 전자구름을 형성(페닝방전)한다. 양극셀(3) 내부로 진입한 기체 분자들은 이 전자구름에 의해 이온화되어 고속으로 음극판(2, 4)에 입사하게 된다. 이 때 충격에 의해 음극판(2, 4)을 이루고 있던 티타늄 원자가 스퍼터링 되어 양극셀(3) 내벽에 활성 증착 막을 형성하는데, 기체 분자들은 음극판에 입사하여 파묻히거나 이 활성 증착 막과 화학 결합하는 방식으로 공간으로부터 배기되는 것이다.
- <13> 페닝방전을 효과적으로 유지하기 위해서는 인가되는 전기장과 자기장의 최적 조합이 중요한데, 인가전압은 컨트롤러의 제작 단계에서 쉽게 조절이 가능한 반면 영구자석에 의해 형성되는 자기장의 세기는 조절하기 힘들다.
- <14> 현재 대부분의 이온펌프에는 가격이 저렴하고 제작이 용이한 페라이트 자석이 사용되고 있다. 이온펌프에 페라이트 자석을 사용하면 가격이 저렴하고, 비교적 높은 온도에서 사용이 가능하며 제조가 용이하다는 장점이 있다. 그러나, 페라이트 자석을 사용하면 무게고 부피가 크다는 단점이 있다.
- <15> 기존의 이온펌프에서 필요한 자기장을 형성하기 위해서는 페라이트 자석이 최소 25 mm 정도의 두께를 가져야 하는데, 이로 인해 펌프의 무게와 부피의 상당 부분을 영구 자석이 차지하게 된다.
- <16> 페라이트 영구 자석의 사용으로 인해 240 l/s 급 이상의 이온펌프의 경우 사람이 직접 장비에 장착하거나 위치를 이동시킬 때 많은 어려움이 따른다. 더욱이, 여성 과학자들의 비중이 빠르게 증가하고 있는 현실에서 소형, 경량의 이온펌프 개발은 시급한 과제이다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <17> 본 발명의 목적은 부피와 무게가 종래에 비해 감소된 소형, 경량의 스퍼터 이온펌프를 제작할 수 있는 방법 및 그 스퍼터 이온펌프를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <18> 또한, 물분자의 흡착량을 줄이고, 배기성능을 최적화한 스퍼터 이온펌프를 제작할 수 있는 방법 및 그 스퍼터 이온펌프를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <19> 아울러, 궁극적으로는, 100 ℃ 이하 저온에서의 가열탈기체 처리만으로도 10<sup>-11</sup> Torr 이하의 초고진공에 도달하는 한편 부피와 무게를 크게 감소시킨 소형, 경량의 스퍼터 이온펌프를 제작할 수 있는 방법 및 그 스퍼터 이온펌프를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**발명의 구성 및 작용**

- <20> 본 발명에 의한 스퍼터 이온펌프는, 크롬산화막 표면처리된 몸체와; 상기 몸체에 설치되는 한 쌍의 네오디뮴 합금 자석과; 상기 한 쌍의 자석 사이에 배치되는 한 쌍의 티타늄 음극판과; 상기 한 쌍의 음극판 사이에 배치되는 적어도 하나의 양극셀을; 포함하여 구성된다.
- <21> 위와 같은 본 발명은 네오디뮴(NdFeB) 합금 자석을 이용하여 자기장을 형성하는 것을 특징으로 한다. 그리고, 본 발명은 크롬산화막 표면처리되어 물분자의 흡착량을 감소시킨 것에 특징이 있다.
- <22> 네오디뮴 합금 자석은 잔류 자속밀도가 매우 커서 작은 크기를 사용하여도 스퍼터 이온펌프에 필요한 세기의 자기장을 만들 수 있다는 면에서 소형, 경량의 펌프 제작에 적합하다 할 수 있지만, 사용 온도가 낮고 상용 제품의 크기가 작다는 단점이 있다.
- <23> 초고진공용으로 사용되고 있는 스퍼터 이온펌프는 용기 내에 흡착되어 있는 물 분자를 제거하기 위해 200 ℃ 이상의 온도에서 시행되는 가열 탈기체 처리에 빈번하게 노출되어야 하는데 네오디뮴 합금 자석은 사용 온도가 80 ℃ ~ 200 ℃ 정도이어서 그대로 사용하기에는 문제가 있다. 이를 해결하기 위해서는 상기와 같은 네오디뮴 합금

자석의 사용 온도에서 시행될 수 있는 방법을 찾을 필요가 있었다.

- <24> 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 종래에 알려진 크롬산화막 처리 기법(대한민국 특허 10-0583283)을 적용하였다. 이와 같은 기술을 적용하여 낮은 온도로 baking 하더라도 높은 진공도를 얻을 수 있다. 이로 인해, 100 °C 이내의 저온에서도 baking 효과를 볼 수 있으며 스퍼터 이온펌프에 네오디뮴 자석을 장착하여 작동할 수 있게 된다.
- <25> 다만, 상기 크롬산화막 처리 기법은 오직 스테인레스강 재질의 용기 및 부품만을 표면처리하는 것으로 한정하고 있다.
- <26> 스퍼터 이온펌프 내부에 장착되는 티타늄 재질의 음극판(2, 4)도 표면처리될 필요가 있다.
- <27> 한편, 시판되고 있는 네오디뮴 합금 자석의 규격은 가로 50 mm, 세로 50 mm 정도가 최대 수준으로서 상용 규격으로 스퍼터 이온펌프의 음극판(100 mm × 150 mm) 전체에 축 방향의 균일한 자기장을 형성하기에는 부족할 수 있다. 따라서, 본 발명을 위해 작은 크기의 자석들을 적절히 배열하여 균일한 자기장을 형성시키는 연구를 수행하였다.
- <28> 이와 같은 연구의 일환으로 ANSYS 시뮬레이션을 수행하였으며, 그 결과에 의하여 양극셀에 균일한 자기장을 형성시키는 다수의 네오디뮴 합금 자석의 조합에 관한 최적 배열을 도출하였다.
- <29> 도 2는 100 mm × 150 mm × 5 mm (가로×세로×두께)크기의 네오디뮴 합금 영구자석 2 개에 의해 형성되는 자기장의 세기를 ANSYS 프로그램으로 시뮬레이션하여 계산한 결과를 도시하고 있다.
- <30> 또한, 도 3은 100 mm × 50 mm × 5 mm 크기의 희토류 영구자석 6 개에 의해 형성되는 자기장의 세기(20)를 도시하고 있다.
- <31> 그리고, 도4는 33 mm × 150 mm × 5 mm 크기의 네오디뮴 합금 영구자석 6 개에 의해 형성되는 자기장의 세기를 나타내고 있다.
- <32> ANSYS 시뮬레이션 결과에 의하면 도 4와 도3, 도 2의 경우의 순서로 자기장이 균일하게 형성되었으며, 그 세기는 두께 25 mm의 페라이트 영구자석에 의해 형성되는 자기장과 대등하였다.
- <33> 결과적으로, 도 3 또는 도 4의 배열로 네오디뮴 합금 자석을 장착할 경우 스퍼터 이온펌프의 몸체(12)의 설계시 영구자석을 끼우는 공간의 두께를 25 mm에서 5 mm로 감소시킬 수 있다.
- <34> 도5는 본 발명에 의한 스퍼터 이온펌프의 일례를 도시하고 있다. 도5에서 한 쌍의 자석(10, 50)은 모두 네오디뮴 합금 자석(10, 50)이다. 그리고, 상기 한 쌍 자석(10, 50)의 양 측은 각각 3개의 네오디뮴 자석(10, 50)이 배치되어 형성되고 있다. 이와 같은 한 쌍의 자석(10, 50)은 상기 도3에 도시된 배열이다.
- <35> 또한, 상기 한 쌍의 네오디뮴 합금 자석(10, 50) 사이에는 한 쌍의 티타늄 음극판(20, 40)이 배치되며, 상기 티타늄 음극판(20, 40) 사이에는 다수의 원통형 양극셀(30)이 배치된다.
- <36> 도 6은 본 발명에 의한 240 l/s 급의 스퍼터 이온펌프를 도시하고 있는데, 영구자석(10, 50)이 좌/우 양쪽에 각각 5 개씩 필요하므로 전체 높이가 100 mm 감소하여 부피와 무게가 20 % 이상 감소하게 된다. 본 발명에 의하여 제작된 스퍼터 이온펌프의 입구 부를 제외한 몸체의 크기는 415 mm × 220 mm × 215 mm로서 페라이트 자석(10, 50)을 사용한 동급의 스퍼터 이온펌프 395 mm × 215 mm × 335 mm에 비해 부피가 70 % 수준으로 소형화되었다.
- <37> 도 7은 본 발명에 의해 제작된 스퍼터 이온펌프를 네오디뮴 합금 영구자석(10, 50)의 사용 온도인 100 °C에서 약 30 시간 동안 가열탈기체 처리하였을 때 그 진공도가 10<sup>-11</sup> Torr에 도달한 실험결과를 도시하고 있다.
- <38> 도 7의 점선은 온도 변화를 나타내는 그래프로서 오른쪽 축의 눈금으로 읽으며 실선은 압력의 변화를 나타내는 그래프로서 왼쪽 축의 눈금으로 읽는다. 보다 상세히 설명하면, 배기 시작 후 45시간 동안은 70 l/s 배기 성능의 터보분자펌프로 배기를 하면서 약 30 시간 동안 100 °C의 온도로 가열탈기체 처리를 완료한다. 이 후 터보분자펌프로 연결되는 배기 라인을 차단하고 스퍼터 이온펌프를 단독으로 동작하여 10<sup>-11</sup> Torr 이하의 초고진공에 도달하였다.
- <39> 한편, 본 발명에 의한 스퍼터 이온펌프의 제작방법에 대해 설명하면 아래와 같다.
- <40> 먼저, 양극셀(30)과 티타늄 음극판(20, 40)의 조합인 셀 모듈을 몸체(12)에 완전히 조립한 다음 인용발명(대한민국 특허 10-0583283)에 의해 개시된 방법에 의해 450 °C에서 1×10<sup>-9</sup> Torr의 산소 분압으로 24시간 이상 유지

한 후 온도를 상온까지 낮추는 것으로 제 1 단계가 완성이 된다.

<41> 그리고, 본 발명의 제 2 단계 과정은 1 단계에서 내부 표면으로부터의 물분자 방출률이 감소된 스퍼터 이온펌프의 몸체에 네오디뮴 합금 영구자석(10, 50)을 장착하는 과정이다.

**발명의 효과**

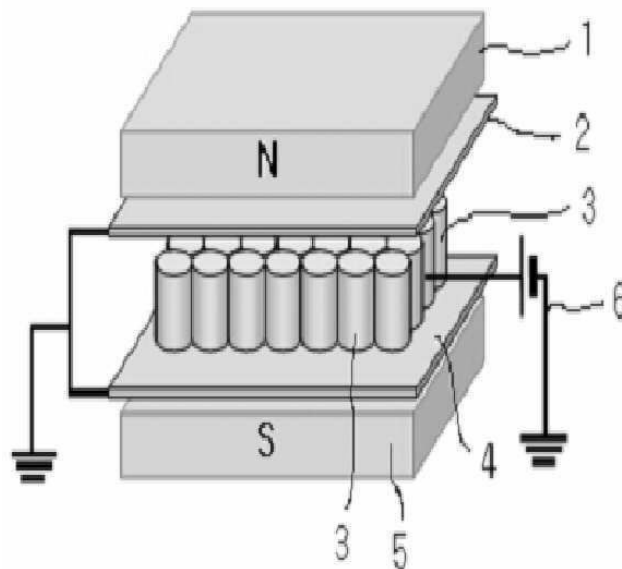
<42> 본 발명에 의하면 티타늄을 포함한 모든 부품이 조립된 스퍼터 이온펌프의 몸체에 크롬산화막 표면처리하여 물분자의 흡착량을 낮추고, 100 mm × 50 mm × 5 mm (가로/세로/두께)크기의 네오디뮴 합금 영구 자석들을 적합한 배열로 몸체에 장착하여 균일한 자기장을 형성시킴으로써 배기 성능을 극대화 하여, 동일한 성능의 기존 펌프에 비해 부피가 30 % 이상 감소한 소형, 경량의 초고진공용 스퍼터 이온펌프를 제작할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

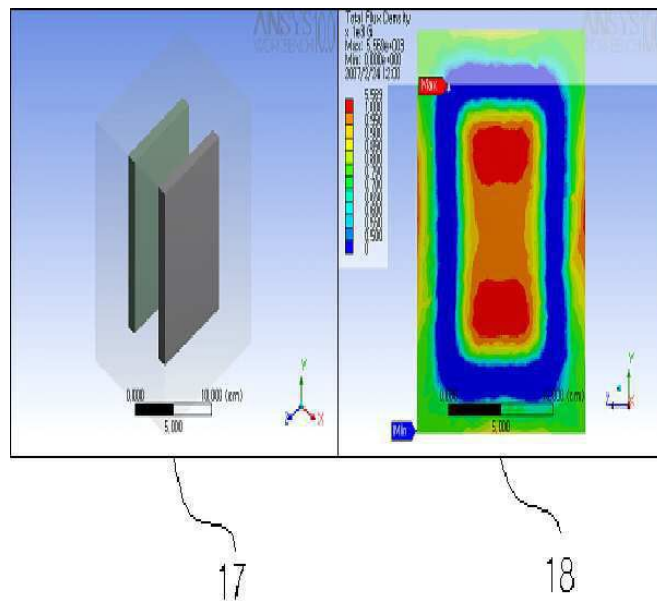
- <1> 도1은 스퍼터 이온펌프의 주요 작동부를 위한 개략적인 구조 도면이고,
- <2> 도2 내지 4는 네오디뮴 합금 영구자석의 배열에 따른 자기장의 균일도를 나타내는 도면이며,
- <3> 도5는 본 발명에 따르는 이온펌프의 주요 작동부에 대한 구조도이며,
- <4> 도6은 본 발명에 따르는 이온펌프를 도시하며,
- <5> 도7은 본 발명에 의한 스퍼터 이온펌프의 배기곡선을 나타내기 위한 도면이다.
- <6> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <7> 1, 5, 10, 50 : 영구 자석    2, 4, 20, 40 : 음극판
- <8> 3, 30 : 양극셀                120 : 이온펌프 몸체
- <9> 130, 140 : 영구 자석 커버

**도면**

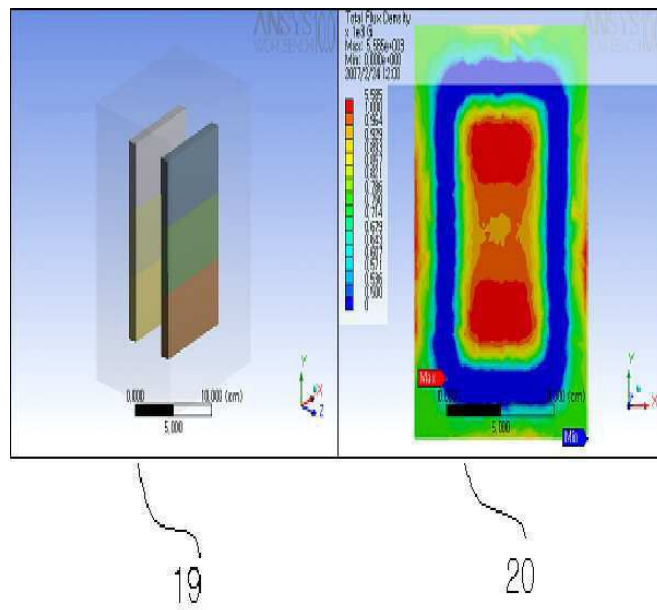
**도면1**



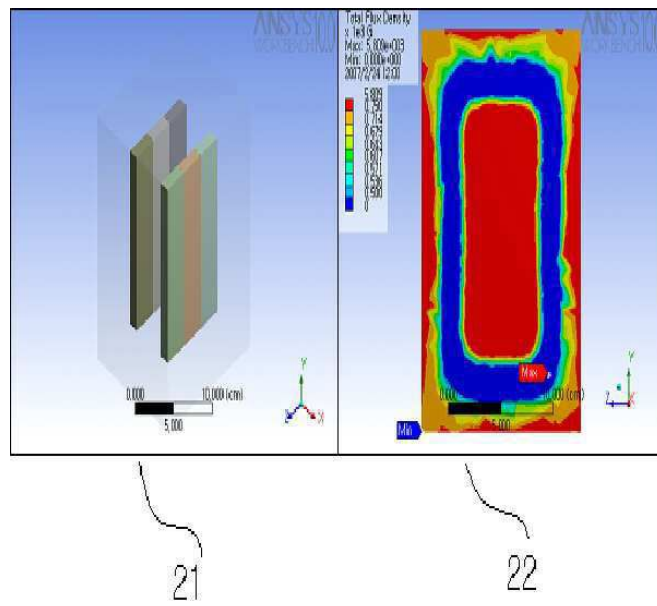
도면2



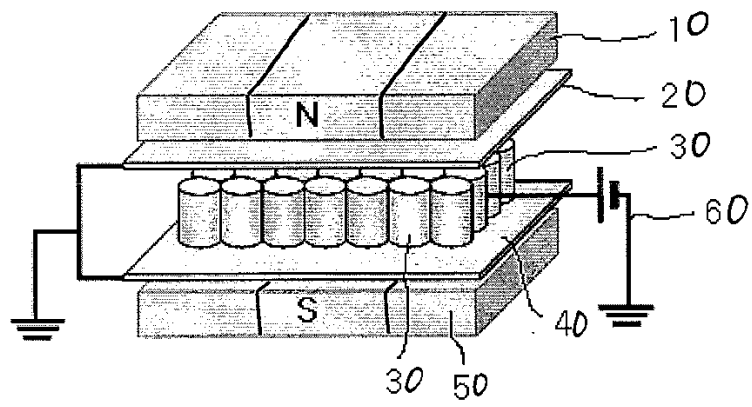
도면3



도면4

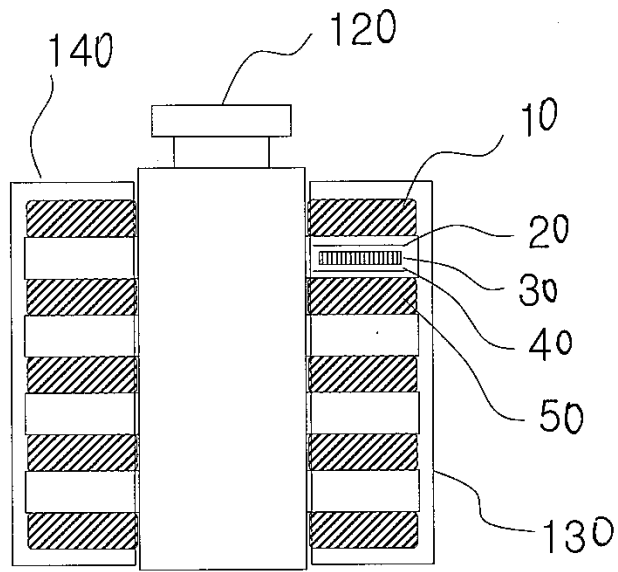


도면5





도면6



도면7

