



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0107499
(43) 공개일자 2016년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 46/00 (2006.01) B03C 3/155 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 46/0034 (2013.01)
B03C 3/155 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0030300
(22) 출원일자 2015년03월04일
심사청구일자 2015년03월04일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
조영민
경기도 용인시 수지구 용구대로2771번길 66, 201동 1101호 (죽전동, 벽산2단지아파트)
정상귀
서울특별시 강동구 천중로 254, 2동 705호 (길동) (뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 하나

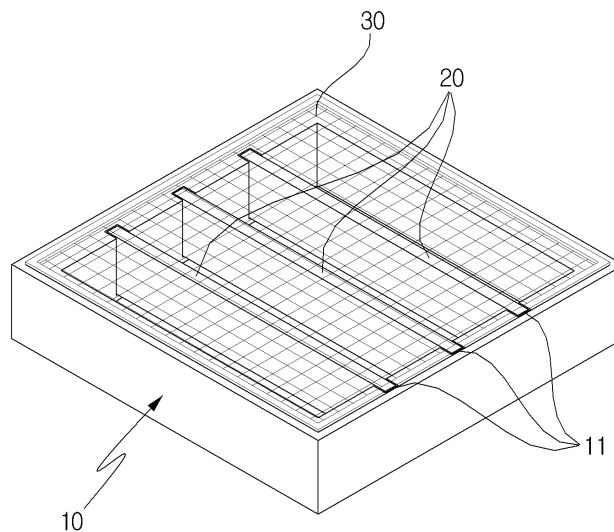
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 철 성분 미세분진 포집을 위한 자석 필터 유닛

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는 상호 대향하는 내측 벽에 복수의 홈이 형성된 제1 프레임; 상기 복수의 홈에 결합된 영구 자석부; 및 상기 제1 프레임의 상부에서 상기 영구자석부의 일면과 자석 결합된 금속망;을 포함하고, 상기 영구 자석부가 비자성 케이스와 상기 비자성 케이스 내부에 삽입된 영구자석을 구비하는 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛을 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김창희

경기도 안양시 동안구 학의로 268, 625호 로터스
엔지니어링

박해우

경기도 남양주시 호평로 94, 2106동 602호 (호평동, 금강아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0192092

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 (사)한국산학연합회

연구사업명 산학연공동기술개발 지원사업

연구과제명 자성면지입자의 고효율포집용 자성필터기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

상호 대향하는 내측 벽에 복수의 홈이 형성된 제1 프레임;

상기 복수의 홈에 결합된 영구자석부; 및

상기 제1 프레임의 상부에서 상기 영구자석부의 일면과 자석 결합된 금속망;을 포함하고,

상기 영구자석부가 비자성 케이스와 상기 비자성 케이스의 내부에 삽입된 영구자석을 구비하는 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 홈이 등간격으로 위치되는 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자석 필터 유닛이, 상기 제1 프레임과 힌지 결합되어 개폐되고, 폐쇄 시 상기 금속망의 면상 말단부를 고정하도록 상기 제1 프레임의 상에 위치되는 제2 프레임을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 프레임 및 제2 프레임의 상호 접촉하는 면에 금속망 고정 홈이 구비되는 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제1 프레임 및 제2 프레임이 비자성체로 이루어진 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 비자성체가 PVC 또는 아크릴인 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 금속망이 강자성체로 이루어진 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 강자성체가 철, 니켈, 코발트, 망간, 및 강자성 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나인 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 금속망의 평균 망목 크기(mesh size)가 100 내지 1,000 μ m인 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 비자성 케이스가 아크릴, 알루미늄, 또는 구리로 이루어진 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 철 성분 미세분진 포집을 위한 자석 필터 유닛에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 제철소, 발전소, 지하철 등의 장소에서는 철 성분을 함유하는 미세분진이 다량 발생하고, 특히 지하철 운행 공간에서는 철 성분을 함유하고 있는 미세분진이 50% 이상을 차지하고 있다. 이러한 미세분진은 유해한 중금속을 포함하고 있기 때문에 호흡을 통해 인체 내에 유입되는 경우 세포 독성을 야기하고, 그에 따른 각종 질병 발생의 근원이 되며, 대기 중으로 배출되는 경우 주변 환경을 오염시키는 원인이 된다.
- [0003] 이러한 발생원으로부터 미세분진을 포집하거나 제거하기 위해서는 이중 여과설비가 필요하다. 그러나 이중 여과설비는 높은 에너지 비용과 과도한 압력 손실 등으로 인해 정상적인 운전이 어려운 실정이다.
- [0004] 이 중, 지하철 터널에서는 미세분진을 열차 풍을 이용한 자연 배기구를 이용하여 외부로 배출시키고 있다. 다만, 열차 전면부에 형성된 양압으로 터널 내의 공기가 배기되더라도, 열차 후면부에 형성된 음압으로 인해 다시 유입되는 현상을 보이고 있다.
- [0005] 이러한 문제를 해결하기 위해, 역류되는 기류를 차단하는 댐퍼 또는 부유 먼지를 집진하는 필터링 방식 등이 도입되고 있으나, 댐퍼는 3~5분 간의 열차 유출에 따른 가동으로 오작동이 빈번하게 발생하고, 필터링 방식은 압력 손실에 의한 교체 주기의 단축으로 인해 유지 관리에 어려움이 있다.
- [0006] 또한, 지하철 터널의 공기가 외부로 배출될 때, 공기 중에 포함된 각종 이물질이 여과하여 정화된 공기가 외부로 배출되도록, 하우징 내에 망 형상이나 집진판 등의 공기 여과 부재를 포함하는 공기 정화 장치가 설치되기도 하나, 이는 고가의 필터를 사용해야 하는 비용상 한계점이 있다.
- [0007] 이에 대해, 한국등록특허 제10-1044319호는 지하철의 내부 공기가 외부로 순환되는 지하철 자연 배기 환풍구 통로에 설치되어, 순환되는 공기에 포함된 자성 미세분진을 포집하고, 자성 미세분진이 포집된 하니콧을 적정 시기마다 세정 작업을 통해 반영구적으로 사용할 수 있는, 자석 하니콧으로 구성된 부유 자성분진 제거 장치를 개시하고 있으나, 일정 주기로 자석 하니콧을 세정하여야 하므로 유지 보수가 불편하다는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 철 성분을 함유하는 미세분진을 배출하는 발생원에서 미세분진을 보다 효율적으로 포집하고, 적정 시기마다 자석 필터 유닛에 축적된 미세분진을 탈리시켜 세정 작업이 용이하고, 반영구적인 저정압 자석 필터 유닛을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 측면은 상호 대향하는 내측 벽에 복수의 홈이 형성된 제1 프레임; 상기 복수의 홈에 결합된 영구자석부; 및 상기 제1 프레임의 상부에서 상기 영구자석부의 일면과 자석 결합된 금속망;을 포함하고, 상기 영구자석부가 비자성 케이스와 상기 비자성 케이스의 내부에 삽입된 영구자석을 구비하는 것을 특징으로 하는, 자석 필터 유닛을 제공한다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 상기 복수의 홈이 등간격으로 위치될 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 자석 필터 유닛이, 상기 제1 프레임과 힌지 결합되어 개폐되고, 폐쇄 시 상기 금속망의 면상 말단부를 고정하도록 상기 제1 프레임의 상에 위치되는 제2 프레임을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프레임 및 제2 프레임의 상호 접촉하는 면에 금속망 고정 홈이 구비될 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프레임 및 제2 프레임이 비자성체로 이루어질 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 있어서, 상기 비자성체가 PVC 또는 아크릴일 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 금속망이 강자성체로 이루어질 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 있어서, 상기 강자성체가 철, 니켈, 코발트, 망간, 및 강자성 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나일 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 있어서, 상기 금속망의 평균 망목 크기(mesh size)가 100 내지 1,000 μ m일 수 있다.
- [0018] 일 실시예에 있어서, 상기 비자성 케이스가 아크릴, 알루미늄, 또는 구리로 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛은 영구자석 및 이에 결합, 자화되어 고구배 자기장을 형성하는 금속망을 구비함으로써, 철 성분을 함유하는 미세분진을 보다 효율적으로 포집할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛은 영구자석을 감싸는 비자성 케이스, 강자성체로 이루어진 금속망, 비자성체로 이루어진 프레임을 구비함으로써, 자석 필터 유닛 세정 작업의 편의성을 향상시킬 수 있고 유지 보수가 간편하다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛은 철 성분을 함유하는 미세분진의 포집이 영구자석 및 이에 의해 자화된 금속망을 통해 이루어짐으로써, 압력 손실을 감소시킬 수 있다.
- [0022] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛의 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛의 분해 사시도이다.

도 3은 도 1의 영구자석부의 분해 사시도이다.

도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 제2 프레임의 개방 시 자석 필터 유닛의 사시도이다.

도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 제2 프레임의 폐쇄 시 자석 필터 유닛의 사시도이다.

도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛의 자기장 형성구조를 나타낸 시뮬레이션이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 자석 필터 유닛의 중심부에서 자석의 세기에 따른 자기장의 강도를 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 자석 필터 유닛의 중심부로부터 2/5 위치에서 자석의 세기에 따른 자기장의 강도를 나타낸 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 자석 필터 유닛의 외측부에서 자기장의 강도를 나타낸 그래프이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛의 자기장의 세기를 종합적으로 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 자석 필터 유닛의 석탄 비산재(Fly ash PM₁₀)에 대한 포집 효율을 나타낸 그래프이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 자석 필터 유닛의 석탄 비산재(Fly ash PM_{2.5})에 대한 포집 효율을 나타낸 그래프이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 자석 필터 유닛의 지하철 미세분진(HVAC PM₁₀)에 대한 포집 효율을 나타낸 그래프이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따른 자석 필터 유닛의 지하철 미세분진(HVAC PM_{2.5})에 대한 포집 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0026] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛의 분해 사시도이며, 도 3은 도 1의 영구자석부의 분해 사시도이다.

[0028] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛이 상호 대향하는 내측 벽에 복수의 홈(11)이 형성된 제1 프레임(10); 상기 복수의 홈(11)에 결합된 영구자석부(20); 및 상기 제1 프레임(10)의 상부에서 상기 영구자석부(20)의 일면과 자석 결합된 금속망(30);을 포함하고, 상기 영구자석부(20)가 비자성 케이스(22)와 상기 비자성 케이스의 내부에 삽입된 영구자석(21)을 구비할 수 있다.

[0029] 상기 영구자석(21)은 상기 금속망(30)의 자화를 유도하여 상기 금속망을 구성하는 각각의 망목(mesh) 주변부에 자기장을 형성시킬 수 있다. 이에 따라, 영구자석(21) 및 유도 자기장이 형성된 금속망(30)에 의해 철 성분을 함유하는 미세분진이 영구자석(21) 단독으로 사용되는 경우보다 효율적으로 포집될 수 있다.

- [0030] 한편, 영구자석(21)은 적용 환경에 따라 크기와 강도가 상이하게 조절될 수 있다. 예를 들어, 철 성분의 함량이 상대적으로 많은 미세분진에 적용 시 영구자석의 세기를 증가시킬 수 있고, 상기 자석 필터 유닛이 설치될 설비의 크기에 따라 영구자석의 크기를 변경할 수 있다.
- [0031] 상기 영구자석부(20)의 일면은 상기 영구자석(21)에 의해 상기 금속망(30)과 자석 결합될 수 있고, 이에 따라 상기 금속망(30)이 상기 영구자석부(20) 상에 고정될 수 있다.
- [0032] 상기 복수의 홈(11)은 상기 영구자석부(20)를 상기 제1 프레임(10)에 고정시키 위한 것으로, 상기 영구자석(21)의 상호 간섭을 방지할 수 있다.
- [0033] 상기 복수의 홈(11)이 등간격으로 위치될 수 있다. 복수의 홈(11)이 등간격으로 위치되는 경우, 상기 영구자석(21)에 의해 유도되는 자기장이 상기 금속망(30) 전체에 균일하게 형성되어 철 성분을 함유하는 미세분진의 포집 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0034] 바람직하게는, 상기 복수의 홈(11)이 3쌍 이상으로 형성될 수 있다. 상기 복수의 홈(11)이 3쌍 미만이면 상기 금속망(30)에 형성되는 유도 자기장의 자속 밀도가 감소하여 철 성분을 함유하는 미세분진 포집 효율이 저하될 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 제1 프레임(10)은 프리필터(pre-filter)나 데미스터(demister)가 설치되는 위치에 이들을 대체하여 설치되거나, 싸이클론 등의 1차 처리장치의 후단에 설치될 수 있도록 미세분진 입자의 성분이나 크기, 현장의 유속과 유량 등에 따라 그 형태가 유동적으로 제작될 수 있다.
- [0036] 상기 금속망(30)이 강자성체로 이루어질 수 있다. 본 명세서에 사용된 용어 "강자성체"란, 외부에서 강한 자계가 주어졌을 때, 자계의 방향과 일치하는 방향으로 강하게 자화된 뒤 외부 자계가 사라지더라도 자기장 또는 자성이 잔류하는 물질을 의미한다.
- [0037] 강자성체로 이루어진 상기 금속망(30)이 상기 영구자석(21)에 의해 자화되어 고구배(high gradient) 자기장이 형성될 수 있고, 자기장의 유효 공간이 넓게 형성되어 영구자석(21)이 단독으로 사용되는 경우에 비해 미세분진 포집 효율이 향상될 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 자석 필터 유닛의 세정 작업 시 상기 영구자석부(20)와 상기 금속망(30)을 분리하여 상기 금속망(30)에 부착된 미세분진을 용이하게 탈리시킬 수 있다. 구체적으로, 상기 강자성체가 철, 니켈, 코발트, 및 망간으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나의 단원자 강자성체일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 한편, 상기 강자성체가 강자성 합금, 구체적으로, 비결정질 강자성 합금일 수 있다. 상기 비결정질 강자성 합금은 보자력(coercive force)과 히스테리시스 손실이 낮고 투자율과 비저항이 높은 성질을 가진다.
- [0040] 상기 비결정질 강자성 합금은 합금의 전체 중량을 기준으로 70중량% 내지 90중량%의 전이 금속과 잔여 준금속으로 구성된다. 본 명세서에 사용된 용어 "준금속"은, 금속과 비금속의 중간 성질을 가진 화학 원소 계열을 의미한다. 일반적으로, 붕소(B), 규소(Si), 게르마늄(Ge), 비소(As), 안티모니(Sb), 텔루륨(Te)의 6 원소를 준금속으로 분류하며, 경우에 따라 탄소(C), 알루미늄(Al), 셀레늄(Se), 폴로늄(Po), 아스탐틴(At)을 준금속으로 분류하기도 한다.
- [0041] 상기 금속망(30)의 평균 망목 크기(mesh size)가 100 내지 1,000 μ m일 수 있다. 상기 평균 망목 크기가 100 μ m 미만이면 세정 작업 시 상기 금속망(30)의 그물 눈에 견고하게 부착된 미세분진을 탈리시키기 어렵고, 1,000 μ m 초과이면 미세분진이 상기 금속망(30)을 통과하여 그대로 외부에 배출되므로 미세분진 포집 효율이 극히 저하될 수 있다.
- [0042] 상기 비자성 케이스(22)는 상기 영구자석(21)을 교환하는 경우, 철 성분을 함유하는 미세분진이 영구자석(21)의 표면에 직접 부착되는 것을 방지하여 영구자석(21)을 용이하게 탈착할 수 있고, 영구자석(21)의 상호 간섭을 방지할 수 있다.
- [0043] 또한, 상기 금속망(30)과 상기 영구자석(21)이 직접 자석 결합되는 것을 방지하고, 금속망(30)과 비자성 케이스(22)가 직접 부착되도록 하여, 일부 부품의 교환 시 해당 부품의 분리는 용이하게 하되, 자기장 유도 효과만을 향상시킬 수 있다. 구체적으로, 상기 비자성 케이스(22)가 아크릴, 알루미늄, 또는 구리로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0044] 도 4 및 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 자석 필터 유닛을 제2 프레임의 개폐 여부에 따라 각각 도식화한 것이다.
- [0045] 도 4 및 도 5를 참조하면, 상기 자석 필터 유닛이, 상기 제1 프레임(10)과 힌지 결합되어 개폐되고, 폐쇄 시 상기 금속망(30)의 면상 말단부를 고정하도록 상기 제1 프레임(10)의 상에 위치되는 제2 프레임(40)을 더 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 제2 프레임(40)은 상기 금속망(30)의 고정 효과를 향상시키기 위한 것으로, 상기 금속망(30)이 상기 영구자석부(20)와 자석 결합에 의해서만 고정되는 경우에 비해, 상기 금속망(30)의 고정력과 상기 자석 필터 유닛의 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [0047] 상기 제2 프레임(40)은 상기 제1 프레임(10)보다 얇은 두께로 제작되어 상기 자석 필터 유닛의 부피를 감소시켜 상기 자석 필터 유닛이 협소한 공간에도 적용될 수 있도록 할 수 있다.
- [0048] 한편, 상기 제1 프레임(10) 및 제2 프레임(40)의 상호 접촉하는 면에 금속망(30) 고정 홈이 구비될 수 있다. 상기 금속망(30) 고정 홈은 상기 금속망(30)을 보다 안정적으로 고정시킬 수 있어 상기 금속망(30)의 고정력과 상기 자석 필터 유닛의 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [0049] 바람직하게는, 상기 제1 프레임(10) 및 제2 프레임(40)이 비자성체로 이루어질 수 있다. 본 명세서에 사용된 용어 "비자성체"란, 자계에 영향을 받지 않아 자화가 되지 않는 물질을 의미한다.
- [0050] 상기 제1 프레임(10) 및 제2 프레임(40)이 비자성체로 이루어진 경우, 철 성분을 함유하는 미세분진이 상기 영구자석부(20)와 상기 금속망(30)에(만) 선택적으로 부착되어 포집 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0051] 또한, 상기 자석 필터 유닛에 대한 세정 작업을 하거나, 제1 프레임(10) 또는 제2 프레임(40)이 손상되어 교체가 필요한 경우에 자석 필터 유닛을 용이하게 분해할 수 있다. 구체적으로, 상기 비자성체가 PVC 또는 아크릴일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0052] 이하, 본 발명의 실시예에 관하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0053] 실시예 1
- [0054] PVC를 원료로 하고, 상호 대향하는 내측 벽에 등간격(4cm)으로 위치된 3쌍의 홈이 형성된 제1 프레임(외부: 16cm*16cm*1cm, 내부: 15cm*15cm*1cm)을 준비하였다. 또한, PVC를 원료로 하고, 제1 프레임보다 얇은 두께의 제2 프레임(외부: 16cm*16cm*0.5cm, 내부: 16cm*16cm*0.5cm)을 준비하였다. 이 때, 제1 프레임과 제2 프레임 각각의 단부를 힌지로 결합하여 제1, 2 프레임이 개폐될 수 있도록 하였고, 양 프레임이 상호 접촉하는 면에 금속망 고정 홈을 형성하였다.
- [0055] 한편, 알루미늄 판재를 성형하여 제조된 비자성 케이스의 내부에 영구자석을 삽입하여 영구자석부를 제조하고, 이를 상기 제1 프레임의 홈에 장착하였다. 이후, 평균 망목 크기가 100 μ m인 철 재질의 금속망(15.5cm*15.5cm)을 상기 제1 프레임 상에 위치시켜 상기 영구자석부의 일면과 금속망을 자석 결합시키고, 상기 제2 프레임을 폐쇄하여 금속망을 고정시킴으로써 자석 필터 유닛을 제작하였으며, 영구자석의 세기를 3,000gauss로 조절하였다.
- [0056] 실시예 2
- [0057] 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 자석 필터 유닛을 제작하되, 영구자석의 세기를 2,500gauss로 조절하였다.
- [0058] 실시예 3
- [0059] 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 자석 필터 유닛을 제작하되, 영구자석의 세기를 2,050gauss로 조절하였다.
- [0060] 실시예 4

- [0061] 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 자석 필터 유닛을 제작하되, 영구자석의 세기를 1,650gauss로 조절하였다.
- [0062] 비교예 1
- [0063] 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 자석 필터 유닛을 제작하되, 금속망을 제외하였다.
- [0064] 비교예 2
- [0065] 상기 실시예 2와 동일한 방법으로 자석 필터 유닛을 제작하되, 금속망을 제외하였다.
- [0066] 비교예 3
- [0067] 상기 실시예 3과 동일한 방법으로 자석 필터 유닛을 제작하되, 금속망을 제외하였다.
- [0068] 비교예 4
- [0069] 상기 실시예 4와 동일한 방법으로 자석 필터 유닛을 제작하되, 금속망을 제외하였다.
- [0070] 비교예 5
- [0071] 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 필터 유닛을 제작하되, 영구자석부를 제외하였다.
- [0072] 실험예 1 : 장치의 유형 및 영구자석의 세기에 따른 자기장의 강도 측정
- [0073] 유속 1.5m/s의 공기 흐름에 대하여 상기 실시예 1~4 및 비교예 1~4의 자석 필터 유닛의 영역별 자기장의 강도를 측정하였고, 그 결과를 도 7 내지 도 10에 나타내었다.
- [0074] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 실시예와 비교예의 자석 필터 유닛의 모든 영역에서 영구자석의 세기가 증가할수록 자기장의 강도가 증가함을 알 수 있다. 다만, 실시예 1의 자석 필터 유닛이 비교예 1에 비해 동일 영역, 일정 세기에서 자기장의 강도가 더 강한 것으로 나타났다. 또한, 자석 필터 유닛의 중심부에 가까워질수록 실시예와 비교예에서의 자기장 세기의 격차가 더 현저해짐을 알 수 있다.
- [0075] 도 10은 도 7 내지 도 9의 결과를 종합하여 나타낸 그래프이다. 도 10에서 "CFD_with mesh"와 "CFD_without mesh"는 각각 도 6의 시뮬레이션을 통해 산출되는 자기장 세기의 계산값(이상값, ideal value)이다. 도 10을 참조하면, 상기 실시예 1 내지 4에 따른 자석 필터 유닛의 영역별 자기장의 세기가 계산값과 유사한 경향을 보임을 알 수 있다.
- [0076] 실험예 2 : 장치의 유형에 따른 석탄 비산재에 대한 미세분진 포집 효율 측정
- [0077] 유속 1.5m/s의 공기 흐름에 대하여 상기 실시예 1~4의 자석 필터 유닛과 비교예 5의 필터 유닛의 석탄 비산재(철 성분 약 8.66% 함유)에 대한 포집 효율을 측정하였고, 그 결과를 도 11 및 도 12에 나타내었다.
- [0078] 도 11을 참조하면, 입자 크기가 10 μ m 이하인 석탄 비산재(Fly ash PM₁₀)에 대해, 비교예 5의 필터 유닛은 약 50% 미만의 불규칙적인 포집 효율을 가지는 반면에, 실시예 1~4의 자석 필터 유닛은 시간에 대한 포집 효율이 규칙적인 경향을 나타내었으며, 특히, 영구자석의 세기가 최대(3,000gauss)인 실시예 1의 자석 필터 유닛의 포집 효율이 가장 우수하였다.
- [0079] 또한, 도 12를 참조하면, 입자 크기가 2.5 μ m 이하인 석탄 비산재(Fly ash PM_{2.5})의 경우, 입자 크기가 10 μ m 이하인(Fly ash PM₁₀) 것에 비해 최대 포집 효율은 다소 감소하나, 그와 유사한 경향을 나타냄을 확인하였다.

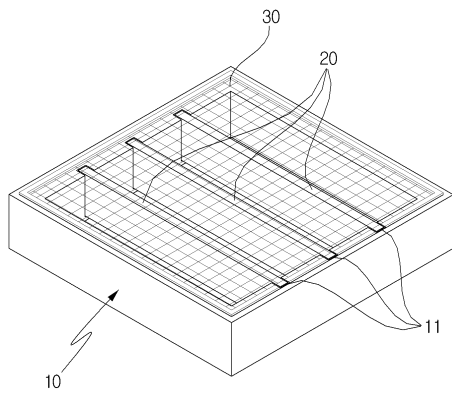
- [0080] 실험예 3 : 장치의 유형에 따른 지하철 미세분진(HVAC)에 대한 미세분진 포집 효율 측정
- [0081] 유속 1.5m/s의 공기 흐름에 대하여 상기 실시예 1~4의 자석 필터 유닛과 비교예 5의 필터 유닛의 지하철 미세분진(철 성분 약 30.24% 함유)에 대한 포집 효율을 측정하였고, 그 결과를 도 13 및 도 14에 나타내었다.
- [0082] 도 13을 참조하면, 입자 크기가 10 μ m 이하인 지하철 미세분진(HVAC PM₁₀)에 대해, 비교예 5의 필터 유닛은 약 60% 미만의 불규칙적인 포집 효율을 가지는 반면에, 실시예 1~4의 자석 필터 유닛은 시간에 대한 포집 효율이 규칙적인 경향을 나타내었으며, 특히, 영구자석의 세기가 최대(3,000gauss)인 실시예 1의 자석 필터 유닛의 포집 효율이 가장 우수하였다.
- [0083] 또한, 도 14를 참조하면, 입자 크기가 2.5 μ m 이하인 지하철 초미세분진(HVAC PM_{2.5})의 경우, 입자 크기가 10 μ m 이하인(HVAC PM₁₀) 것에 비해 최대 포집 효율은 다소 감소하나, 그와 유사한 경향을 나타냄을 확인하였다.
- [0084] 상기 실험예 2 및 실험예 3의 결과를 비교해보면, 실시예 1~4의 자석 필터 유닛은 석탄 비산재에 비해 지하철 미세분진에 대해 더 높은 포집 효율을 가지며, 이는 석탄 비산재에 비해 지하철 미세분진의 철 함유량이 많아 공간 자기장의 영향력이 상대적으로 크게 작용하였기 때문인 것으로 분석된다.
- [0085] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0086] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

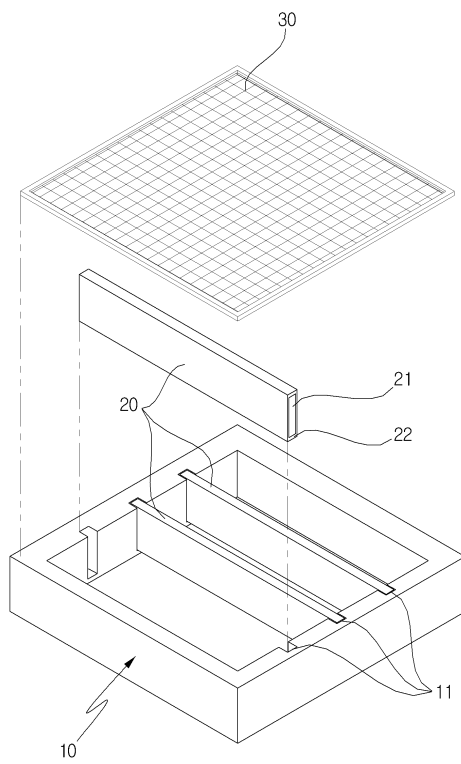
- [0087] 10: 제1 프레임
11: 복수의 홈
20: 영구자석부
21: 영구자석
22: 비자성 케이스
30: 금속망
40: 제2 프레임

도면

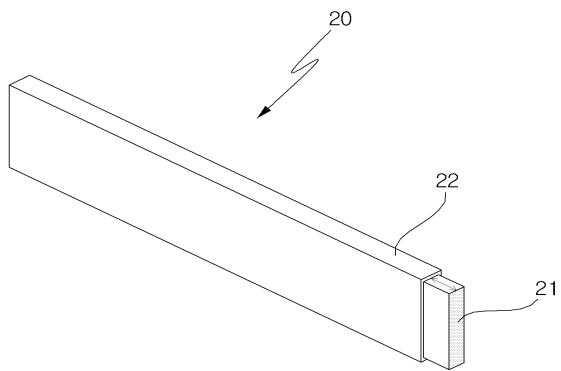
도면1



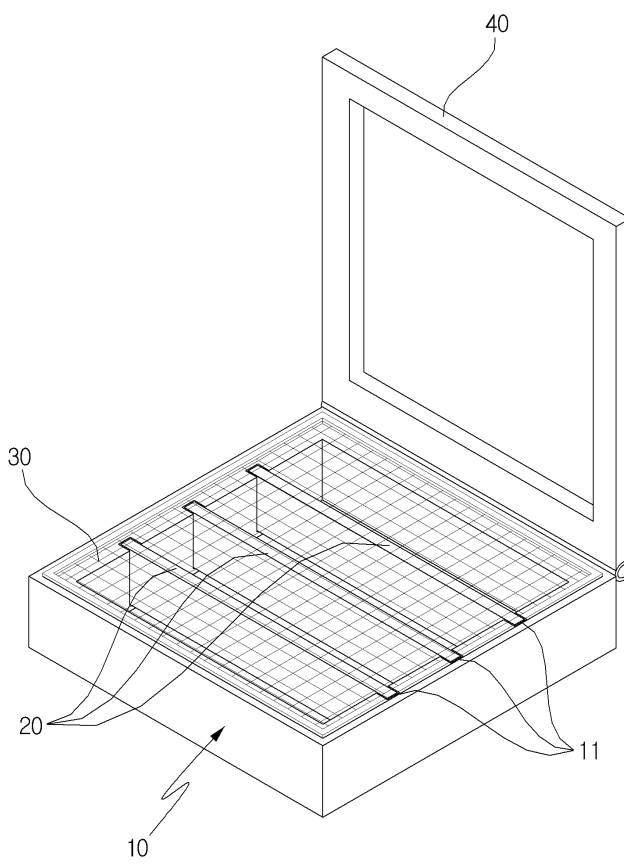
도면2



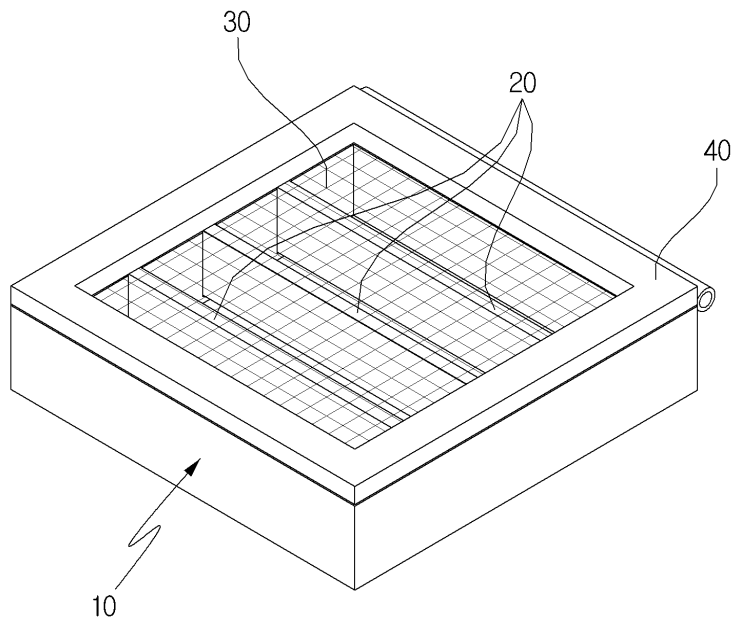
도면3



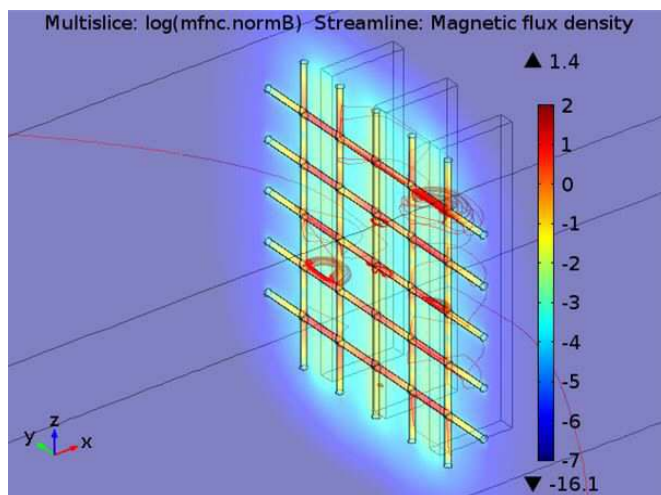
도면4



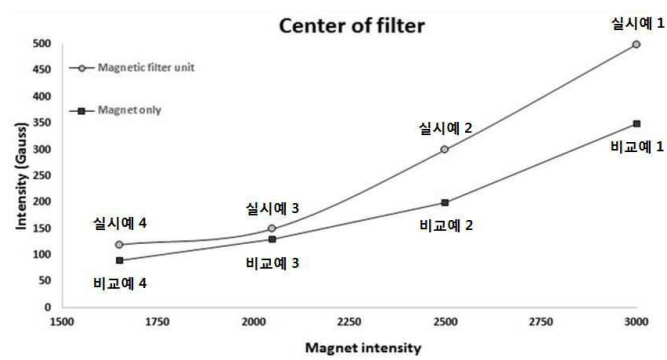
도면5



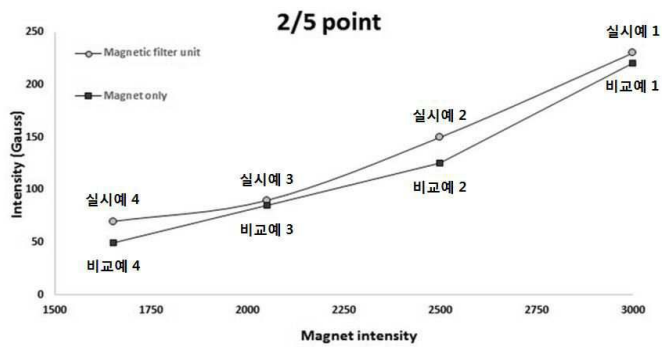
도면6



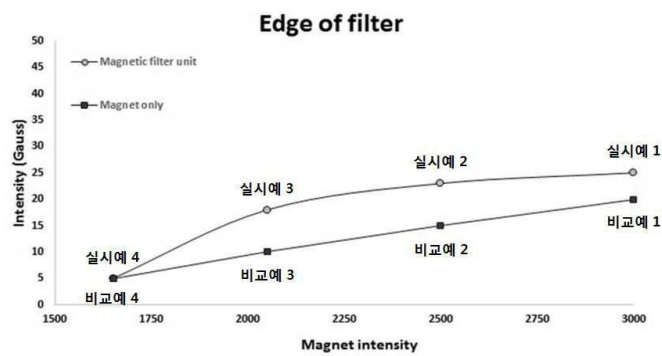
도면7



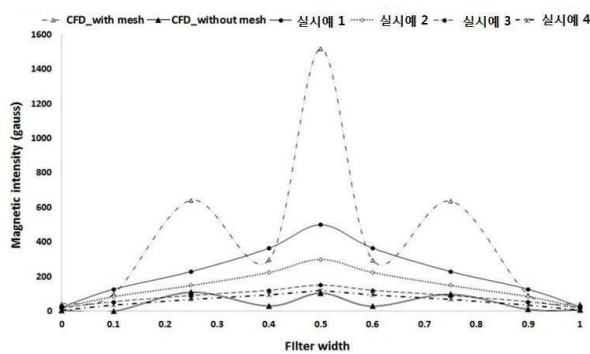
도면8



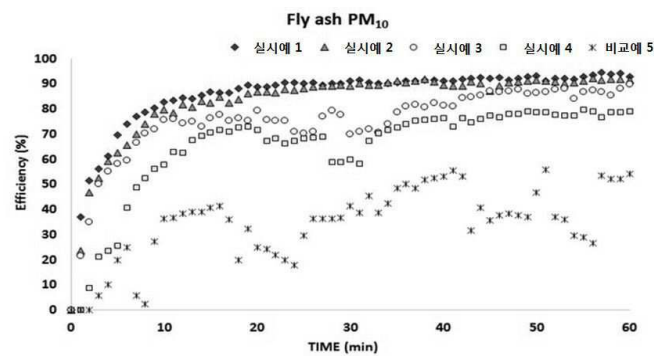
도면9



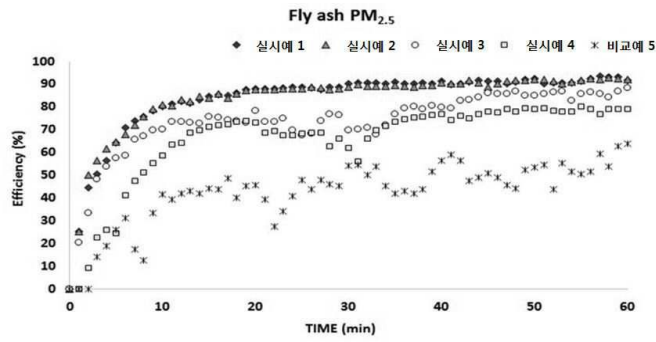
도면10



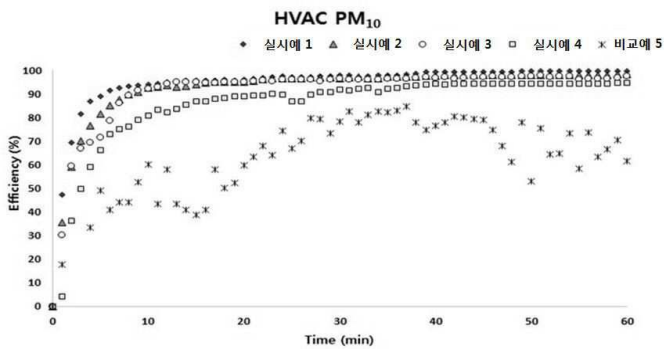
도면11



도면12



도면13



도면14

