



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년03월22일  
 (11) 등록번호 10-1715375  
 (24) 등록일자 2017년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B03C 1/10 (2006.01) B03B 5/28 (2006.01)  
 B09C 1/00 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 B03C 1/10 (2013.01)  
 B03B 5/28 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-0045151  
 (22) 출원일자 2015년03월31일  
 심사청구일자 2015년03월31일  
 (65) 공개번호 10-2016-0116840  
 (43) 공개일자 2016년10월10일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR101039835 B1  
 KR101287434 B1  
 KR101349307 B1  
 KR1020090044516 A

(73) 특허권자  
**한국광해관리공단**  
 강원도 원주시 세계로 2 (반곡동)  
 (72) 발명자  
**이상환**  
 서울특별시 서초구 효령로 84, 102동 1104호 (방배동, 대우효령아파트)  
**박미정**  
 충청남도 천안시 서북구 충무로 143-8, 102동 1804호 (쌍용동, 계룡푸른마을아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인 두성**

전체 청구항 수 : 총 4 항

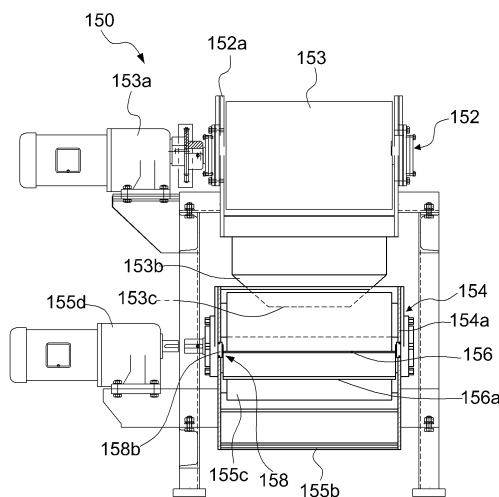
심사관 : 최경연

**(54) 발명의 명칭 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법**

**(57) 요약**

본 발명은, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 물과 함께 마찰시킨 후에, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 비중 차이를 이용하여 선별하고 후속 공정으로 공급하며, 설정 비중 이상의 토양 중에서 자력을 사용하여 토양과 중금속을 선별하는 제1선별부; 상기 제1선별부로부터 선별되어 공급되는 중금속을 강자성 광물과 약자성 광물로 선별하여 약자성 광물을 배출하는 제2선별부; 및 상기 제2선별부에 부착되는 강자성 광물을 상기 제2선별부로부터 분리시키는 제거부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*B09C 1/00* (2013.01)

(72) 발명자

**김윤수**

서울특별시 용산구 서빙고로 95길 7, 3층 302호 (보광동)

**지원현**

경기도 부천시 원미구 도약로 36, 2320동 705호 (상동, 라일락마을 신성미소지움)

**신동춘**

서울특별시 동대문구 답십리로 130, 105동 103호 (답십리동, 래미안위브아파트)

**김중원**

서울특별시 동대문구 한천로 248, 113동 706호 (휘경동, 주공아파트)

**박준형**

서울특별시 중랑구 면목로51길 9, 101호 (면목동)

**이영근**

인천광역시 남동구 구월로 73, 5동 1214호 (간석동, 금호아파트)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 물과 함께 마찰시킨 후에, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 비중 차이를 이용하여 선별하고 후속 공정으로 공급하며, 설정 비중 이상의 토양 중에서 자력을 사용하여 토양과 중금속을 선별하는 제1선별부;

상기 제1선별부로부터 선별되어 공급되는 중금속을 강자성 광물과 약자성 광물로 선별하여 약자성 광물을 배출하는 제2선별부; 및

상기 제2선별부에 부착되는 강자성 광물을 상기 제2선별부로부터 분리시키는 제거부를 포함하고,

상기 제1선별부는,

중금속이 접촉되도록 자력을 제공하고 제1구동부로부터 제공되는 동력이 전달되도록 벨트가 권취되는 제1자력드럼;

상기 제1자력드럼을 회전 가능하게 지지하고, 상기 벨트에 안착되어 이동되는 토양이 배출되는 배출경사면을 구비하며, 자력에 의해 상기 벨트에 부착되는 중금속이 배출되는 통과홀부를 구비하는 가이드패널; 및

상기 통과홀부로부터 떨어지는 중금속을 수납하고 상기 제2선별부로 중금속을 공급하도록 제1배출홀부가 구비되는 가이드팬을 포함하는 것을 특징으로 하는 중금속 오염 토양용 자력선별장치.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 제2선별부는,

중금속이 접촉되도록 자력을 제공하고 제2구동부로부터 동력을 전달받아 회전되는 제2자력드럼; 및

상기 제2자력드럼이 회전 가능하게 지지되고, 상기 제1배출홀부로부터 공급되는 중금속이 투입되도록 투입구를 구비하며, 약자성 광물이 상기 제2자력드럼의 회전력에 의해 떨어져 배출되는 제2배출홀부를 구비하고, 상기 제거부에 의해 상기 제2자력드럼부터 분리되는 강자성 광물이 배출되는 제3배출홀부를 구비하는 가이드케이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 중금속 오염 토양용 자력선별장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 제거부는,

상기 가이드케이스에 구비되는 슬라이드홀부를 따라 슬라이딩 가능하게 삽입되는 슬라이드블록;

상기 슬라이드블록에 착탈 가능하게 설치되고 상기 제2자력드럼에 접촉되는 제거날을 구비하는 본체부;

상기 슬라이드홀부의 입구를 개폐 가능하도록 상기 가이드케이스에 설치되는 마감블록; 및

상기 마감블록과 상기 슬라이드블록 사이에 개재되는 탄성부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 중금속 오염 토양용 자력선별장치.

**청구항 5**

(a) 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 물과 함께 마찰시킨 후에, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 비중 차이를 이용하여 선별하고 후속 공정으로 공급하며, 설정 비중 이상의 토양을 제1자력드럼에 의해 순환되는 벨트의 상면을 따라 통과시켜 중금속과 토양을 선별하는 중금속 선별단계;

(b) 상기 제1자력드럼에서 제공하는 자력에 의해 상기 벨트에 부착되어 이동되는 중금속을 회전되는 제2자력드럼 측으로 공급하여 약자성 광물은 상기 제2자력드럼의 회전력에 의해 떨어지도록 하는 약자성 광물 선별단계; 및

(c) 회전되는 상기 제2자력드럼의 둘레면에 제거날을 접촉시켜 상기 제2자력드럼으로부터 강자성 광물을 분리시켜 떨어뜨리는 강자성 광물 선별단계를 포함하고,

상기 (a) 단계는, 중금속이 접촉되도록 자력을 제공하고 제1구동부로부터 제공되는 동력이 전달되도록 벨트가 권취되는 제1자력드럼;

상기 제1자력드럼을 회전 가능하게 지지하고, 상기 벨트에 안착되어 이동되는 토양이 배출되는 배출경사면을 구비하며, 자력에 의해 상기 벨트에 부착되는 중금속이 배출되는 통과홀부를 구비하는 가이드패널; 및

상기 통과홀부로부터 떨어지는 중금속을 수납하고 제2선별부로 중금속을 공급하도록 제1배출홀부가 구비되는 가이드패널을 포함하는 제1선별부에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 중금속 오염 토양용 자력선별장치를 이용하는 선별방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 중금속 오염 토양을 강자성 광물, 약자성 광물 및 비자성 광물로 분류하면서 토양과 중금속을 선별할 수 있고, 강자성 광물을 선별장치로부터 용이하게 분리시킬 수 있으며, 제거부의 교체를 용이하게 행할 수 있는 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 토양오염은 폐기물 투기, 폐수처리 후 슬러지(오니), 유해물질 누출, 농약 및 비료 사용, 소각, 퇴적물(하천, 해양, 호수바다) 등 다양한 경로를 통하여 발생된다. 토양오염은 토양, 하천, 해양생태계의 혼란, 농작물의 오염, 오염물질의 인체흡수 등 여러 형태로 직접적인 문제를 야기할 뿐만 아니라, 지표수, 지하수, 어패류, 대기 오염을 유발시키는 오염원으로 작용한다. 특히, 중금속은 미나마타, 이타이이타이, 암 등을 유발하는 것으로 알려져 있으며, 오염방지 및 오염토양의 정화를 통하여 중금속에 의한 피해 저감에 많은 노력이 필요하다.

[0003] 최근 중금속 오염토양에 대한 정화 사업이 활발히 이루어지고 있으며, 주로 이용되는 정화방법은 토양세척, 동전기추출, 안정화 공법으로 이들 공법은 토양환경보전법에 명시된 복원목표 달성에 많은 한계를 지니고 있다.

[0004] 오염토양에 존재하는 초기 오염물질의 존재형태별로 보면, 친수성(water soluble), 치환성(exchangeable), 탄산염(carbonate), 철산화(Fe-oxide), 망간산화 (Mn-oxide), 유기성(organic), 잔류성(residual) 형태로 분류한다.

[0005] 토양으로부터 중금속의 존재형태별 함량비율은, 중금속의 거동과 독성을 좌우하여 정화공법 선정 및 적용, 그리고 모니터링에 주요 자료로 사용된다. 중금속 오염토양의 정화공법은 용출 및 토양 내에서 중금속의 독성과 이동성을 저감시키는 안정화 공법, 토양세척, 동전기 추출법 등으로 분류된다.

[0006] 그런데, 토양세척, 동전기 추출공법을 이용한 중금속 오염토양의 정화는, 광물형태로 존재하는 철과 망간 산화물과 잔류성 형태의 중금속 제거가 어려워 정화목표 달성에 실패하는 경우가 빈번히 발생한다.

[0007] 또한, 안정화 공법을 적용하여 토양을 복원하는 경우는 수용성과 치환성 형태의 중금속 안정화에 주안점을 갖고

있어, 복원효율의 영속성 확보가 어려운 단점이 있다. 즉, 중금속 함량이 높은 철 또는 망간 산화물 형태와 잔류성 형태로 구성된 점토함량이 높은 오염토양을 대상으로, 토양세척과 안정화 공법을 적용하는 경우, 제한적 추출 혹은 안정화의 효율 문제로 정화목표의 달성이 어려운 경우가 발생하고 있다.

[0008] 더욱이, 토양으로부터 비결정질 철 또는 망간 산화물 형태와 잔류성 형태의 중금속의 제거는 기존의 토양세척공법을 활용한 경우 추출력이 높은 용액을 사용하여야만 가능하다. 추출력이 높은 용액의 사용은 세척장비의 부식 문제와 폐수처리에 많은 비용이 소요되는 단점이 있다.

[0009] 본 발명의 배경기술은 대한민국 등록특허공보 제10-0977527호(2010년 08월 23일 공고, 발명의 명칭 : 자기장을 이용한 중금속 오염 미세토양 슬러리 정화 방법)에 개시되어 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 종래기술에 따른 정화방법은, 자력에 의해 광물입자를 제거하여 토양을 정화시키기 때문에 광물입자 중에 강자성 광물 및 약자성 광물을 별도로 분류하여 제거할 수 없으므로 각각의 광물 마다 필요한 정화공정을 행하기 어렵고, 강자성 광물을 분리한 후에 정화장치로부터 광물을 용이하게 배출하기 어려운 문제점이 있다.

[0011] 따라서 이를 개선할 필요성이 요청된다.

[0012] 본 발명은 중금속 오염 토양을 강자성 광물, 약자성 광물 및 비자성 광물로 분류하면서 토양과 중금속을 선별할 수 있고, 강자성 광물을 선별장치로부터 용이하게 분리시킬 수 있으며, 제거부의 교체를 용이하게 행할 수 있는 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 물과 함께 마찰시킨 후에, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 비중 차이를 이용하여 선별하고 후속 공정으로 공급하며, 설정 비중 이상의 토양 중에서 자력을 사용하여 토양과 중금속을 선별하는 제1선별부; 상기 제1선별부로부터 선별되어 공급되는 중금속을 강자성 광물과 약자성 광물로 선별하여 약자성 광물을 배출하는 제2선별부; 및 상기 제2선별부에 부착되는 강자성 광물을 상기 제2선별부로부터 분리시키는 제거부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명의 상기 제1선별부는, 중금속이 접촉되도록 자력을 제공하고 제1구동부로부터 제공되는 동력이 전달되도록 벨트가 권취되는 제1자력드럼; 상기 제1자력드럼을 회전 가능하게 지지하고, 상기 벨트에 안착되어 이동되는 토양이 배출되는 배출경사면을 구비하며, 자력에 의해 상기 벨트에 부착되는 중금속이 배출되는 통과홀부를 구비하는 가이드패널; 및 상기 통과홀부로부터 떨어지는 중금속을 수납하고 상기 제2선별부로 중금속을 공급하도록 제1배출홀부가 구비되는 가이드팬을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 상기 제2선별부는, 중금속이 접촉되도록 자력을 제공하고 제2구동부로부터 동력을 전달받아 회전되는 제2자력드럼; 및 상기 제2자력드럼이 회전 가능하게 지지되고, 상기 제1배출홀부로부터 공급되는 중금속이 투입되도록 투입구를 구비하며, 약자성 광물이 상기 제2자력드럼의 회전력에 의해 떨어져 배출되는 제2배출홀부를 구비하고, 상기 제거부에 의해 상기 제2자력드럼에서 분리되는 강자성 광물이 배출되는 제3배출홀부를 구비하는 가이드케이스를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 상기 제거부는, 상기 가이드케이스에 구비되는 슬라이드홀부를 따라 슬라이딩 가능하게 삽입되는 슬라이드블록; 상기 슬라이드블록에 착탈 가능하게 설치되고 상기 제2자력드럼에 접촉되는 제거날을 구비하는 본체부; 상기 슬라이드홀부의 입구를 개폐 가능하도록 상기 가이드케이스에 설치되는 마감블록; 및 상기 마감블록과 상기 슬라이드블록 사이에 개재되는 탄성부재를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명은, (a) 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 물과 함께 마찰시킨 후에, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기

기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 비중 차이를 이용하여 선별하고 후속 공정으로 공급하며, 설정 비중 이상의 토양을 제1자력드럼에 의해 순환되는 벨트의 상면을 따라 통과시켜 중금속과 토양을 선별하는 중금속 선별단계; (b) 상기 제1자력드럼에서 제공하는 자력에 의해 상기 벨트에 부착되어 이동되는 중금속을 회전되는 제2자력드럼 측으로 공급하여 약자성 광물은 상기 제2자력드럼의 회전력에 의해 떨어지도록 하는 약자성 광물 선별단계; 및 (c) 회전되는 상기 제2자력드럼의 둘레면에 제거날을 접촉시켜 상기 제2자력드럼으로부터 강자성 광물을 분리시켜 떨어뜨리는 강자성 광물 선별단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0018] 본 발명에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법은, 제1선별부에 의해 비자성 광물이 제거되고, 제2선별부에 의해 강자성 광물과 약자성 광물이 분류되어 제거되므로 중금속 오염 토양으로부터 강자성 광물과 약자성 광물을 분류하여 제거하므로 각 광물의 특성에 맞는 처리공정을 행하여 정화할 수 있는 이점이 있다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법은, 제2선별부에 의해 분리되는 강자성 광물을 제2선별부로부터 분리시키는 제거부가 구비되므로 강자성 광물의 제거를 용이하게 행할 수 있는 이점이 있다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법은, 마감블록을 착탈시키면서 제거날을 쉽게 착탈시킬 수 있으므로 자력선별장치를 장기간 사용하여 제거날을 교체할 때에 제거날 교체작업에 소요되는 시간 및 비용을 절감할 수 있는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치가 도시된 정면도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치가 도시된 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치의 제거부가 도시된 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치의 제거부 장착구조가 도시된 사시도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치의 제거부 장착구조가 도시된 분해 사시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법의 일 실시예를 설명한다.
- [0023] 이러한 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0024] 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로써, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다.
- [0025] 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치가 도시된 정면도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치가 도시된 단면도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치의 제거부가 도시된 사시도이다.
- [0027] 또한, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치의 제거부 장착구조가 도시된 사시도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치의 제거부 장착구조가 도시된 분

해 사시도이다.

- [0028] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치는, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 물과 함께 마찰시킨 후에, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 비중 차이를 이용하여 선별하고 후속 공정으로 공급하며, 설정 비중 이상의 토양 중에서 자력을 사용하여 토양과 중금속을 선별하는 제1선별부(152)와, 제1선별부(152)로부터 선별되어 공급되는 중금속을 강자성 광물과 약자성 광물로 선별하여 약자성 광물을 배출하는 제2선별부(154)와, 제2선별부(154)에 부착되는 강자성 광물을 제2선별부(154)로부터 분리시키는 제거부(158)를 포함한다.
- [0029] 중금속 오염 토양 중에 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 물과 함께 마찰시켜 세척하고, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별한 후에 비중 차이를 이용하여 설정 비중보다 비중이 큰 토양을 선별한 후에 본 실시예에 따른 자력선별장치에 투입하여 중금속과 토양을 분리하는 공정을 행한다.
- [0030] 비중 차이에 의해 선별되는 토양은 제1선별부(152)에 공급되어 중금속과 토양으로 분리되어 선별되고, 제1선별부(152)로부터 분리되어 배출되는 중금속은 제2선별부(154)에 의해 강자성 광물과 약자성 광물로 분리되어 배출된다.
- [0031] 토양 내에 포함되는 중금속에 대하여 자세히 살펴보면, 토양 내 산화철, 산화망간 및 잔류(residual) 형태의 중금속을 함유하는 광물은 상자성, 반강자성, 강자성의 자기적 특성으로 인해 일반적인 규산염(silicate) 광물에 비해 대자율(magnetic susceptibility)이 상대적으로 높다.
- [0032] 대자율이 높은 광물은 주변 자기장에 의해 광물이 쉽게 자화되는 특성을 갖으며, 석영, 카올나이트(kaolinite) 등의 반자성광물은 자기장을 이용한 분리가 어렵지만, 산화철, 산화망간 등 자기장의 강도와 자기구배(magnetic gradient)의 조절에 의해 토양에서 분리가 가능하다.
- [0033] 고구배자력분리기(high gradient magnetic separation; HGMS)는 강자성 매트릭스를 사용하여 자장을 교란시킴으로써 자기장의 강도 및 자기구배를 높여 자성물질의 분리효율을 높이게 됨으로써 비교적 자성이 약한 상자성 광물까지 분리가 가능한 것으로 알려져 있다.
- [0034] 특히, 2차 광물인 산화철, 산화망간은 비표면적이 크고, 중금속에 대한 화학적 친화도가 높아 오염토양 중금속의 60% 이상이 reducible 형태(산화철, 산화망간 형태, 2+와 3+의 중간형태) 이상의 결합력을 지니며, 흡착 또는 공침된 형태로 존재하는 것으로 알려져 있다.
- [0035] 중금속은 Fe<sup>3+</sup> 산화물이 형성될 때 철산화물의 표면흡착작용에 의해 함께 거동하거나, Fe<sub>3</sub>-XMXO<sub>4</sub> 형태로 변화하며 철 산화물을 형성하는 것으로 알려져 있고, 중금속은 적철석(hematite), 자철석(magnetite) 등의 철 산화물 및 망간 산화물과 함께 거동하면서 토양 내 대자율에 영향을 미치고 있는 것으로 알려져 있다.
- [0036] 또한 최근 대자율을 이용한 중금속 오염과 관련된 시험들이 많이 진행되고 있고, 대자율과 중금속이 서로 상관성이 높은 것으로 알려지고 있다.
- [0037] HGMS를 통해 광물의 자기적 특성(상자성, 반강자성, 강자성, 반자성)에 따른 자성광물과 비자성광물을 분리하여 광물학적 특성시험 및 저품위의 비금속광물(카올리나이트(kaolinite), 견운모(sericite), 석영(quartz), 몬모릴로나이트(montmorillonite)등) 내에 포함되어 있는 유색 불순물(산화철, 산화망간, 유색광물)의 제거를 통해 고품위의 비금속광물을 생산하는 시험이 진행되고 있다.
- [0038] HGMS를 이용한 오염정화기술은 폐수처리 기술로서 산화철을 이용해 수중의 중금속을 흡착하고, HGMS로 산화철을 제거하여 수중의 중금속을 제거하는 기술이 있다.
- [0039] 광물찌꺼기에서 발생하는 많은 중금속들은 안정한 산화물(oxide) 형태의 화합물로 변환되려는 성질을 가지며, 특히 철 같은 경우 철산화물(iron oxide)의 형태로 화합물이 생성되면서, 비소(As) 및 다른 중금속들과 결합하는 효과를 나타내는 경향이 있다.
- [0040] 이러한 철산화물(iron oxide)의 형태의 화합물은 자성을 가질 가능성이 매우 높기에 때문에 자력선별을 통한 분리가 가능하다.
- [0041] 광물 중에는 자성이 매우 센 것으로 부터 매우 약한 것에 이르기 까지 여러 가지가 있으며, 이러한 광물간의 자

화을 차이를 이용하여 분리하는 방법을 자력선별(Magnetic separation)이라고 한다.

- [0042] 본 실시예는, 자력선별을 행할 수 있도록 제1선별부(152), 제2선별부(154) 및 제거부(158)를 포함하는 자력선별 장치이며, 자철광, 티탄철광( $FeTiO_3$ ), 자류철광( $FenSn_{n+1}$ ) 등을 포함하는 강자성 광물과, 적철광, 갈철광, 능철광, 철망간중석( $Fe, Mn$ ) $WO_4$  등을 포함하는 약자성 광물과, 황철광, 섬아연광, 조암광물(석영, 장석, 운모 등)을 포함하는 비자성 광물을 분류할 수 있게 된다.
- [0043] 본 실시예는, 비중 차이에 의한 선별장치로부터 공급되는 중금속 오염 토양에서 자성물질을 분리하기 위한 장치이며, 강자성 광물과 약자성 광물을 분리하며, 광석 중에 함유된 철( $Fe$ ) 성분 입자 등을 선별 회수하게 된다.
- [0044] 또한, 본 실시예에 따른 자력선별장치는, 표면자성을 발생시켜 약자성체의 선별도 가능하도록 하며, 폐기물인 자성물질과 비자성 물질로 구분하여 배출되게 된다.
- [0045] 예를 들어, As의 존재형태 중 유비철석( $FeAsS$ ) 또는 황비동석( $Cu_3AsS_4$ ), 비철광( $FeAs_2$ )과 같은 형태의 토양을 대상으로 본 실시예를 활용하여 분급 이후 입경별 자력선별의 효율을 감안하여, 습식자력(10,000, 18,000 Gauss)을 수행할 수 있게 된다.
- [0046] 본 실시예의 제1선별부(152)는, 중금속이 접촉되도록 자력을 제공하고 제1구동부(153a)로부터 제공되는 동력이 전달되도록 벨트가 권취되는 제1자력드럼(153)과, 제1자력드럼(153)을 회전 가능하게 지지하고, 벨트에 안착되어 이동되는 토양이 배출되는 배출경사면(152b)을 구비하며, 자력에 의해 벨트에 부착되는 중금속이 배출되는 통과홀부(152c)를 구비하는 가이드패널(152a)과, 통과홀부(152c)로부터 떨어지는 중금속을 수납하고 제2선별부(154)로 중금속을 공급하도록 제1배출홀부(153c)가 구비되는 가이드팬(153b)을 포함한다.
- [0047] 가이드패널(152a)은 양측면에 격벽을 구비하여 제1자력드럼(153)의 회전축이 가이드패널(152a)의 양측면에 회전 가능하게 지지되고, 제1자력드럼(153)의 일측에 대향되도록 배출경사면(152b)이 구비된다.
- [0048] 따라서 제1자력드럼(153)에 권취되는 벨트를 따라 중금속 오염 토양이 이동되면 비자성체는 벨트를 따라 이동하다가 벨트 및 제1자력드럼(153) 외측으로 떨어지면서 배출경사면(152b)에 안착되어 슬라이딩되면서 배출되고, 자성체는 제1자력드럼(153)에서 제공되는 자력에 의해 벨트에 부착된 상태로 배출경사면(152b)을 통과하게 된다.
- [0049] 이후에, 벨트가 제1자력드럼(153)으로부터 먼 방향으로 이동되면 제1자력드럼(153)으로부터 제공되는 자력이 저하되어 벨트에 부착된 자성체가 하측으로 떨어지게 되고, 가이드패널(152a)의 하부에 구비되는 가이드팬(153b)에 자성체가 안착되며, 제2선별부(154) 측으로 경사지게 형성되는 가이드팬(153b)의 형상에 의해 자성체가 제2선별부(154) 측으로 공급된다.
- [0050] 제2선별부(154)는, 중금속이 접촉되도록 자력을 제공하고 제2구동부(155d)로부터 동력을 전달받아 회전되는 제2자력드럼(155c)과, 제2자력드럼(155c)이 회전 가능하게 지지되고, 제1배출홀부(153c)로부터 공급되는 중금속이 투입되도록 투입구(154b)를 구비하며, 약자성 광물이 제2자력드럼(155c)의 회전력에 의해 떨어져 배출되는 제2배출홀부(155a)를 구비하고, 제거부(158)에 의해 제2자력드럼(155c)부터 분리되는 강자성 광물이 배출되는 제3배출홀부(155b)를 구비하는 가이드케이스(154a)를 포함한다.
- [0051] 가이드케이스(154a)는 상부가 개방되어 투입구(154b)를 이루므로 가이드팬(153b)의 저면에 형성되는 제1배출홀부(153c)로부터 떨어지는 자성체가 투입구(154b)를 통해 가이드케이스(154a) 내부로 유입된다.
- [0052] 가이드케이스(154a)의 양측면에는 제2자력드럼(155c)의 회전축이 회전 가능하게 설치되고, 가이드케이스(154a)의 저면에는 제2배출홀부(155a) 및 제3배출홀부(155b)가 간격을 이루며 형성된다.
- [0053] 제2배출홀부(155a)는 제2자력드럼(155c)으로부터 먼저 떨어지는 약자성 광물이 배출되도록 가이드케이스(154a)의 일측에 구비되고, 제3배출홀부(155b)는 제2자력드럼(155c)으로부터 상대적으로 나중에 떨어지는 강자성 광물이 배출되도록 가이드케이스(154a)의 타측에 구비된다.
- [0054] 따라서 제1배출홀부(153c)로부터 떨어지는 자성체 중에 약자성 광물은 제2자력드럼(155c)의 회전력에 의해 제2자력드럼(155c)으로부터 먼저 분리되어 떨어져 제2배출홀부(155a)를 통해 가이드케이스(154a) 외부로 배출되고, 제2자력드럼(155c)에 부착된 상태로 회전되는 강자성 광물은 제거부(158)의 작동에 의해 제2자력드럼(155c)으로부터 분리되어 제3배출홀부(155b)를 통해 배출된다.
- [0055] 제거부(158)는, 가이드케이스(154a)에 구비되는 슬라이드홀부(154c)를 따라 슬라이딩 가능하게 삽입되는 슬라이



드블록(157)과, 슬라이드블록(157)에 착탈 가능하게 설치되고 제2자력드럼(155c)에 접촉되는 제거날(156a)을 구비하는 본체부(156)와, 슬라이드홀부(154c)의 입구를 개폐 가능하도록 가이드케이스(154a)에 설치되는 마감블록(158b)과, 마감블록(158b)과 슬라이드블록(157) 사이에 개재되는 탄성부재(158a)를 포함한다.

- [0056] 가이드케이스(154a) 양측면에는 제2자력드럼(155c)의 둘레면 방향으로 경사지게 슬라이드홀부(154c)가 형성되고, 슬라이드홀부(154c)에는 슬라이드블록(157)이 슬라이딩 가능하게 삽입된다.
- [0057] 슬라이드블록(157)에는 연결홈부(157a)가 형성되어 본체부(156)의 양단부로부터 측 방향으로 돌출되는 연결돌기부(156b)가 삽입되어 체결부재에 의해 결합된다.
- [0058] 따라서 본체부(156)의 양단부에는 각각 슬라이드블록(157)이 연결되고, 슬라이드블록(157)으로부터 상측 및 하측으로 돌출되는 레일(157b)은 슬라이드홀부(154c)에 형성되는 가이드홈부(154d)를 따라 슬라이딩 가능하게 삽입된다.
- [0059] 상기한 바와 같이 본체부(156)의 양단부에 설치되는 슬라이드블록(157)이 가이드케이스(154a)에 형성되는 슬라이드홀부(154c)에 슬라이딩 가능하게 삽입되므로 본체부(156)는 제2자력드럼(155c)의 둘레면 측으로 슬라이딩 가능한 상태로 가이드케이스(154a)에 결합된다.
- [0060] 제2자력드럼(155c)에 대향되는 본체부(156)의 내측 단부에는 제2자력드럼(155c)의 둘레면에 슬라이딩 가능하게 접촉되는 제거날(156a)이 구비되므로 제거날(156a)이 제2자력드럼(155c)의 둘레면에 밀착된 상태에서 제2자력드럼(155c)이 회전되면 제2자력드럼(155c)에 자력에 의해 부착되는 강자성 광물이 제거날(156a)에 의해 간섭되면서 제2자력드럼(155c) 외측으로 떨어지게 된다.
- [0061] 슬라이드홀부(154c)의 입구부에는 슬라이드홀부(154c)를 폐쇄하는 마감블록(158b)이 설치되고, 마감블록(158b)과 슬라이드블록(157) 사이에는 탄성부재(158a)가 개재되므로 슬라이드블록(157)을 제2자력드럼(155c) 측으로 가압하게 되어 제2자력드럼(155c)이 회전되면서 소정량 유동되어도 제거날(156a)이 제2자력드럼(155c)에 밀착된 상태를 유지하게 된다.
- [0062] 또한, 슬라이드블록(157)의 외측면에는 제1장착돌기(157c)가 상측 방향으로 경사지게 돌출되고, 마감블록(158b)의 내측면에는 제2장착돌기(158c)가 하측 방향으로 경사지게 돌출되어 슬라이드홀부(154c)를 따라 경사지게 배치되는 탄성부재(158a)의 양단부가 각각 삽입될 수 있게 된다.
- [0063] 상기와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치의 작동을 살펴보면 다음과 같다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에 따른 중금속 오염 토양용 자력선별장치를 이용하는 선별방법은, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 물과 함께 마찰시킨 후에, 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 후속 공정으로 공급하고, 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 비중 차이를 이용하여 선별하고 후속 공정으로 공급하며, 설정 비중 이상의 토양을 제1자력드럼(153)에 의해 순환되는 벨트의 상면을 따라 통과시켜 중금속과 토양을 선별하는 중금속 선별단계와, 제1자력드럼(153)에서 제공하는 자력에 의해 벨트에 부착되어 이동되는 중금속을 회전되는 제2자력드럼(155c) 측으로 공급하여 약자성 광물은 제2자력드럼(155c)의 회전력에 의해 떨어지도록 하는 약자성 광물 선별단계와, 회전되는 제2자력드럼(155c)의 둘레면에 제거날(156a)을 접촉시켜 제2자력드럼(155c)으로부터 강자성 광물을 분리시켜 떨어뜨리는 강자성 광물 선별단계를 포함한다.
- [0065] 스크린 피더에 의해 제1기준크기 미만의 입도를 가지는 토양을 선별하여 상대적으로 작은 입도의 토양을 후속 공정으로 공급하고, 스크린 피더로부터 공급되는 토양을 스크러버의 작동에 의해 물과 함께 혼합한 후에, 스크러버에서 공급되는 토양을 트롬벨의 작동에 의해 제1기준크기와 비교하여 상대적으로 작은 제2기준크기 미만의 입도를 가지는 토양으로 선별하여 상대적으로 작은 입도의 토양을 후속 공정으로 공급하고, 트롬벨에서 공급되는 토양을 비중선별부를 통과하면서 비중 차이에 의해 설정 비중 이상의 토양으로 선별하여 제1자력드럼(153)에 의해 순환되는 벨트의 상면을 따라 이동시킨다.
- [0066] 벨트를 따라 이동되는 토양 중에 비자성체는 벨트의 진행방향의 반대방향으로 전환되면 제1자력드럼(153) 외측으로 배출되어 가이드경사면을 따라 배출되고, 강자성 광물 또는 약자성 광물을 포함하는 중금속이 제1자력드럼(153)으로부터 제공되는 자력에 의해 벨트에 부착된 상태로 순환되면서 가이드경사면을 통과하게 된다.

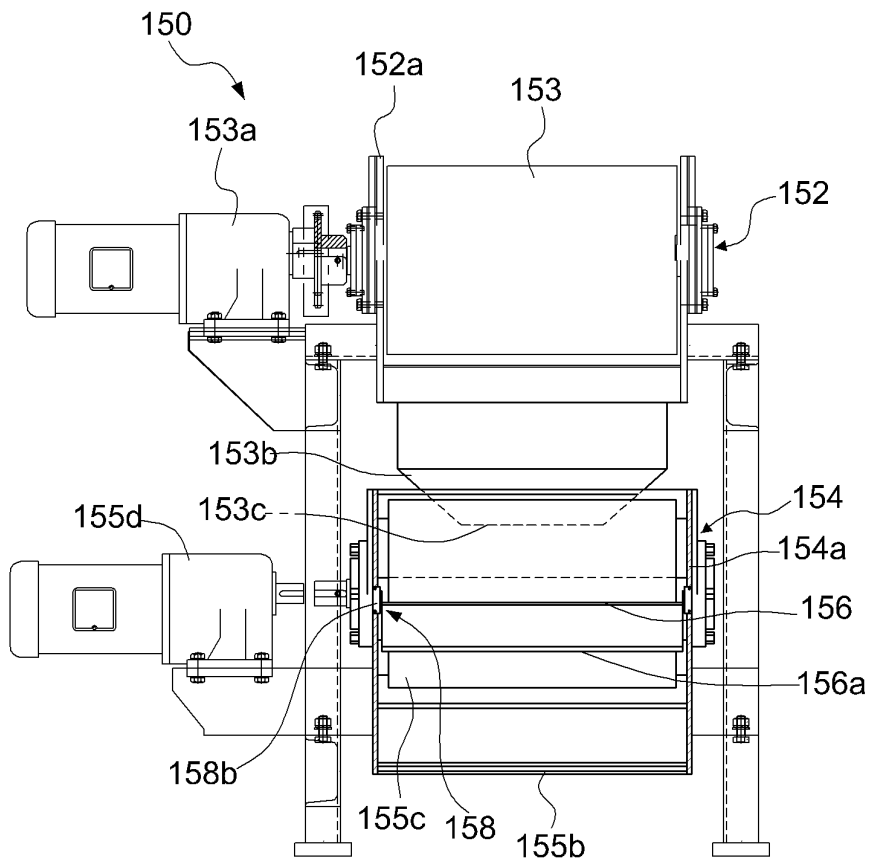
- [0067] 중금속이 안착되는 벨트의 상면이 제1자력드럼(153)의 회전운동에 의해 제1자력드럼(153)의 하부 측으로 이동되면 벨트의 상면에 안착된 중금속이 제1자력드럼(153)과 멀어지면서 자력의 영향을 받지 못하게 된다.
- [0068] 따라서 제1자력드럼(153)을 통과한 벨트의 저면으로부터 중금속이 떨어져 가이드팬(153b)에 안착되고, 가이드팬(153b)의 경사면을 따라 이동되어 제1배출홀부(153c)를 통해 배출되는 중금속은 제2자력드럼(155c)의 둘레면에 안착되어 자력에 의해 제2자력드럼(155c)에 부착된다.
- [0069] 제2자력드럼(155c)에 부착된 중금속 중에 약자성 광물은 제2자력드럼(155c)의 회전력에 의해 가이드케이스(154a)의 일측으로 떨어지게 되므로 제2배출홀부(155a)를 통해 배출되고, 제2자력드럼(155c)에 부착된 상태로 회전되는 강자성 광물은 제거날(156a)이 간섭되면서 제2자력드럼(155c)의 둘레면으로부터 강자성 광물을 떨어뜨려 제3배출홀부(155b)를 통해 배출된다.
- [0070] 이로써, 중금속 오염 토양용 강자성 광물, 약자성 광물 및 비자성 광물로 분류하면서 토양과 중금속을 선별할 수 있고, 강자성 광물을 선별장치로부터 용이하게 분리시킬 수 있으며, 제거부의 교체를 용이하게 행할 수 있는 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법을 제공할 수 있게 된다.
- [0071] 본 발명은 도면에 도시되는 일 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [0072] 또한, 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법을 예로 들어 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 중금속 오염 토양용 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법이 아닌 다른 제품에도 본 발명의 자력선별장치 및 이를 이용하는 선별방법이 사용될 수 있다.
- [0073] 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

**부호의 설명**

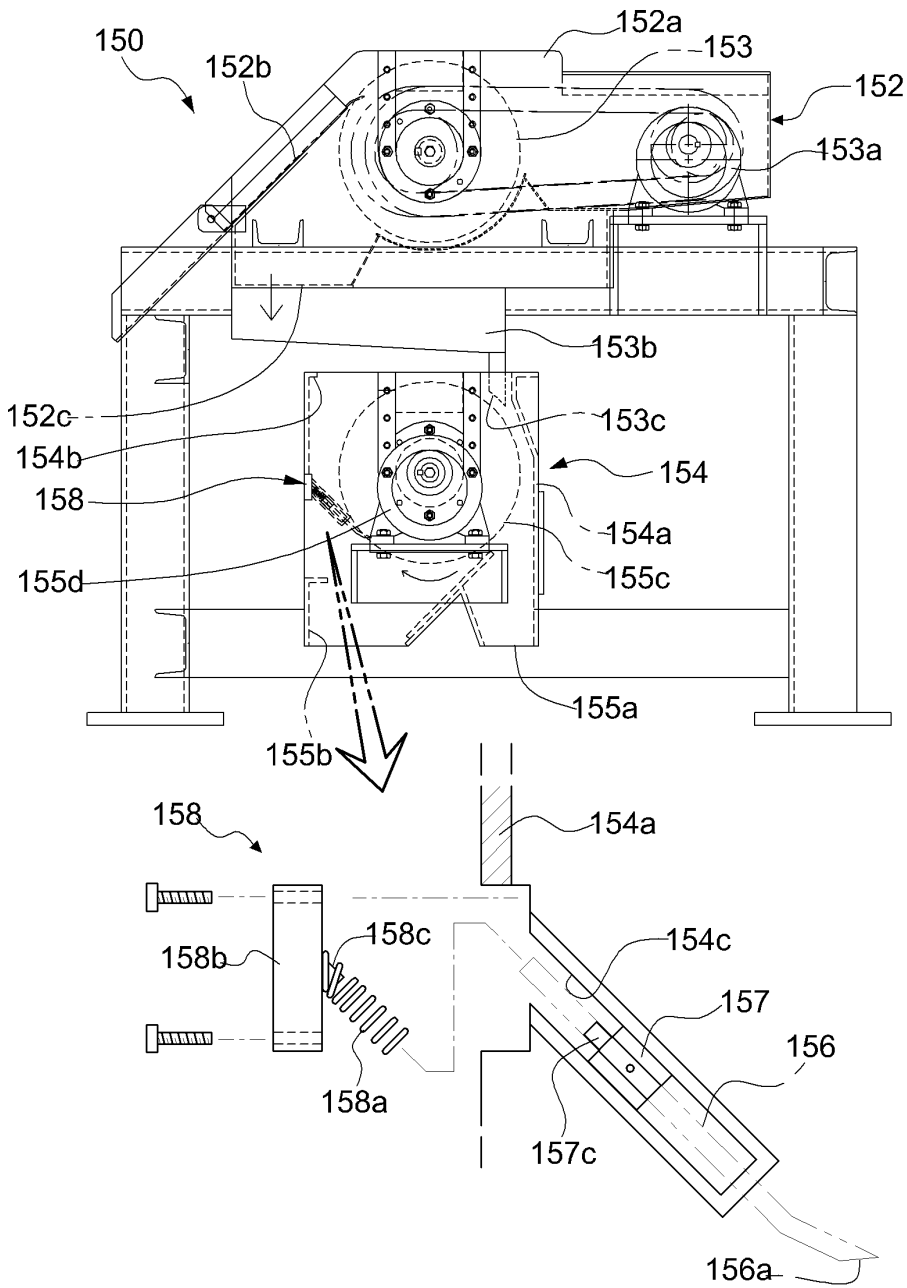
- [0074] 150 : 자력선별장치
- 152 : 제1선별부
- 152a : 가이드패널
- 152b : 배출경사면
- 152c : 통과홀부
- 153 : 제1자력드럼
- 153a : 제1구동부
- 153b : 가이드팬
- 153c : 제1배출홀부
- 154 : 제2선별부
- 154a : 가이드케이스
- 154b : 투입구
- 154c : 슬라이드홀부
- 154d : 가이드홈부
- 155a : 제2배출홀부
- 155b : 제3배출홀부
- 155c : 제2자력드럼
- 155d : 제2구동부
- 156 : 본체부
- 156a : 제거날
- 156b : 연결돌기부
- 157 : 슬라이드블록
- 157a : 연결홈부
- 157b : 레일
- 157c : 제1장착돌기
- 158 : 제거부
- 158a : 탄성부재
- 158b : 마감블록
- 158c : 제2장착돌기

도면

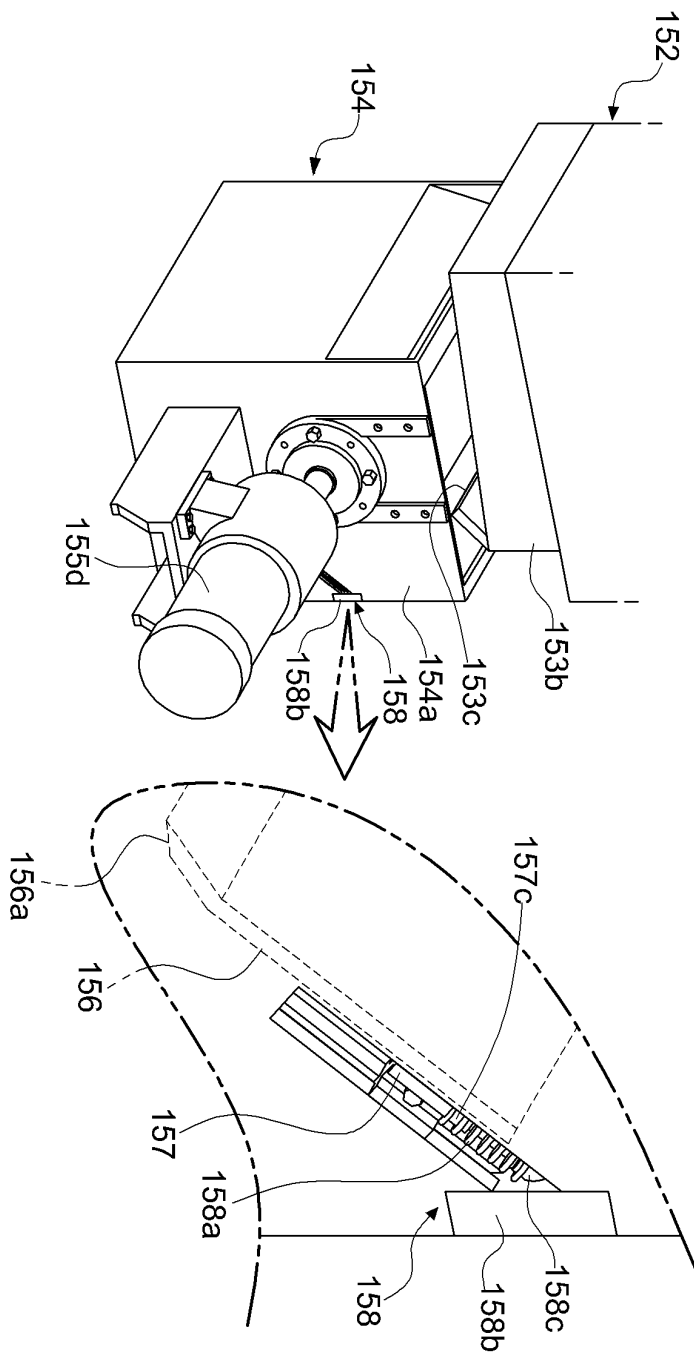
도면1



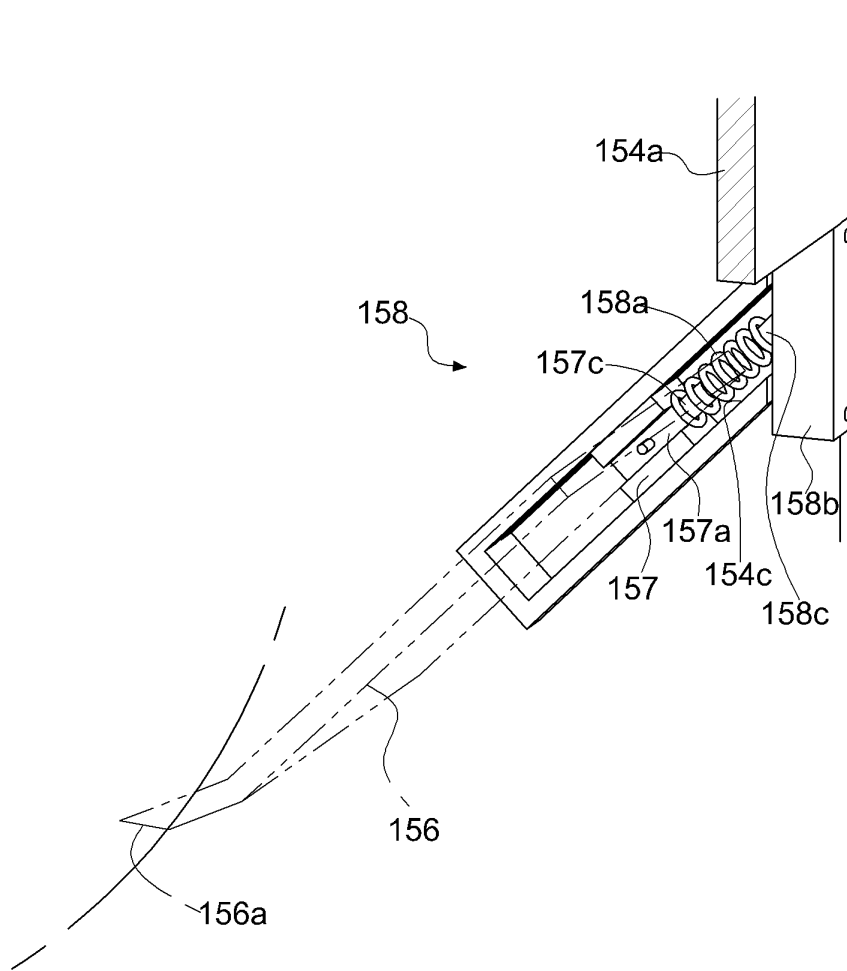
도면2



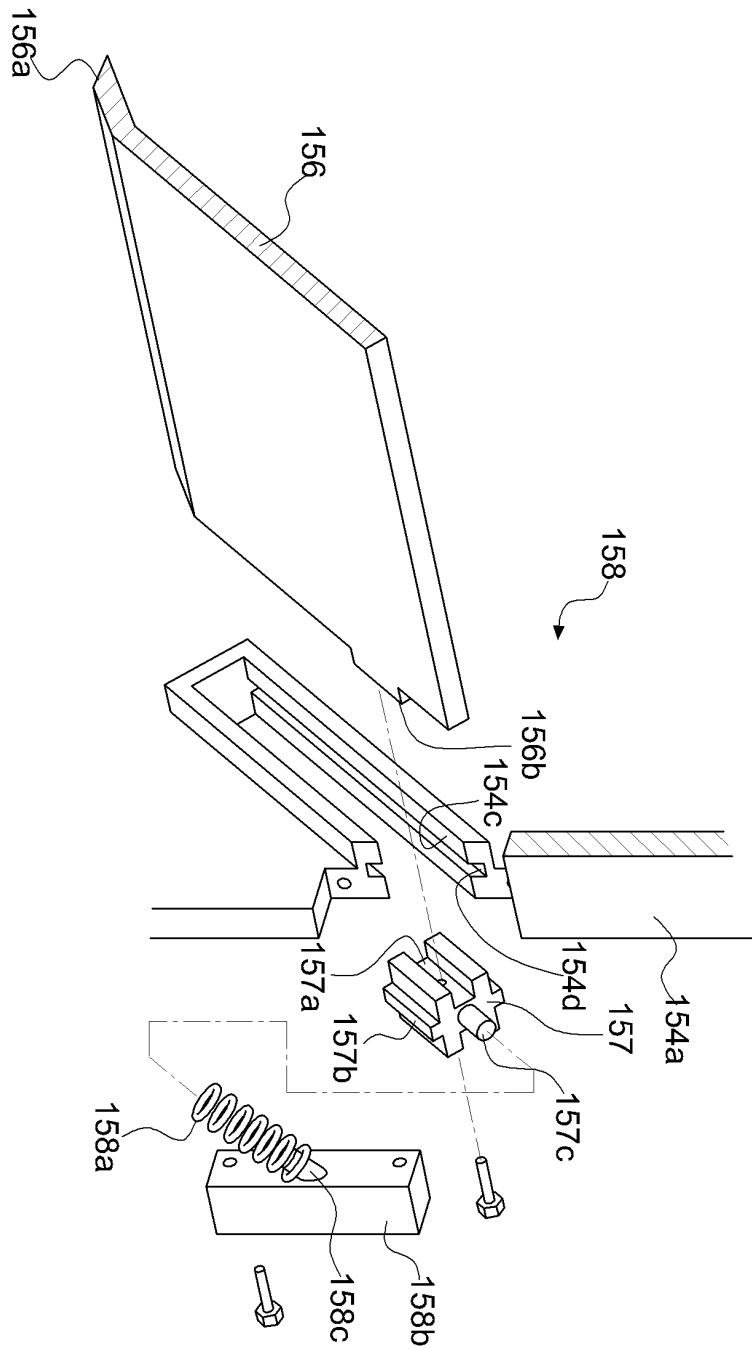
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항

【변경전】

상기 제2선별부

【변경후】

제2선별부