



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0056577
(43) 공개일자 2017년05월23일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
<i>B03B 9/06</i> (2006.01) <i>C22B 7/00</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
<i>B03B 9/061</i> (2013.01)
<i>C22B 7/006</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7008825</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년09월15일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2017년03월30일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/IB2015/057075</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2016/042469
국제공개일자 2016년03월24일</p> <p>(30) 우선권주장
14/58646 2014년09월15일 프랑스(FR)</p> | <p>(71) 출원인
비가렌 비지
프랑스 에프-64210 비다르 이자르벨 에스티아 II 테크노폴</p> <p>(72) 발명자
피 스테판
프랑스 에프-33800 보르도 튀 드 마르망드 96 오'셀리반 아쉴레
프랑스 에프-12200 빌프랑슈 드 루에르그 튀 드 라 트레조리 4</p> <p>(74) 대리인
리앤목특허법인</p> |
|---|---|

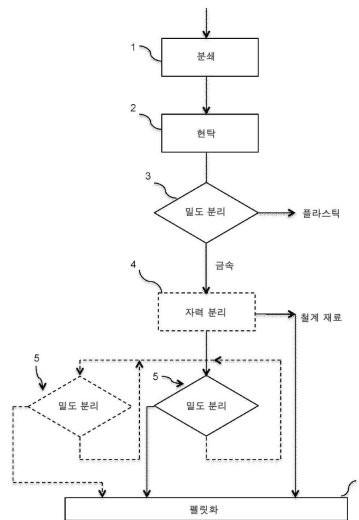
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 전자 폐기물에 포함된 부품 회수 목적을 위한 전자 폐기물 처리 및 제거 방법

(57) 요약

본 발명에 따르면, 전자 폐기물에 포함된 금속을 개별적으로 회수할 목적으로 전자 폐기물을 처리하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은: 폐기물의 다른 금속 구성 요소를 개별적으로 분리하기에 적절한 조건 하에서 폐기물을 분쇄하는 단계; 현탁액을 형성하기 위하여 분쇄된 폐기물을 액체와 혼합하는 단계; 금속의 대부분을 함유하는 가장 높은 밀도의 입자를 가장 낮은 밀도의 입자로부터 분리하기 위하여 현탁액을 중력적으로 분리시키는 단계; 및 개별적으로 분리된 금속을 함유하는 현탁액을 얻기 위하여 금속의 대부분을 함유하는 현탁액을 밀도적으로 분리하는 일련의 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

Y02P 10/234 (2015.11)

Y02W 30/524 (2015.05)

명세서

청구범위

청구항 1

전자 폐기물에 포함된 금속을 개별적으로 회수할 목적으로 전자 폐기물을 처리하기 위한 공정에 있어서, 하기의:

- 폐기물의 다양한 금속 구성 요소를 개별적으로 분리하기에 적절한 조건 하에서 폐기물을 분쇄하는 단계,
- 현탁액을 형성하기 위하여 분쇄된 폐기물을 액체와 혼합하는 단계,
- 금속의 대부분을 함유하는 가장 높은 밀도의 입자를 가장 낮은 밀도의 입자로부터 분리하기 위하여 현탁액을 중력에 의하여 분리하는 단계, 및
- 개별적으로 분리된 금속을 함유하는 현탁액을 얻기 위하여 금속의 대부분을 함유하는 현탁액을 밀도에 의하여 분리하는 일련의 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 2

제1항에 있어서, 분쇄 단계 후의 금속 입자의 평균 크기는 약 10 내지 100 μm , 더욱 바람직하게는 약 20 내지 50 μmm 인 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 분쇄 후에 금속 입자는 약 25 μm 내지 60 μm 의 분포 값(D80)을 갖는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 4

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 분쇄의 적어도 하나의 최종 단계는 마멸에 의하여 수행되는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 중력 분리 단계는 하이드로사이클론에 의하여 수행되는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 현탁액 내에서의 고형물의 비율은 약 5 내지 30중량%, 바람직하게는 약 8 내지 15중량%인 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 액체는 물이며, 현탁액은 부가적으로 습윤제를 함유하는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 8

제7항에 있어서, 습윤제는 비이온성인 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 밀도 분리 단계는 원심 중력 분리기, 밀도계 테이블, 부유선별형 분리기, 나선형 선별기 및 다중-중력 드럼 분리기를 포함하는 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 분리 기계에 의하여 수행되는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 10

제9항에 있어서, 직렬로 연결되고 다른 밀도 범위로 설정되는 한 세트의 분리 기계들을 포함하는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 밀도 분리 단계 전에 자력 분리 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 공정.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 액체의 제거 및 분리된 금속의 펠릿화를 포함하는 최종 포장 단계를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는, 공정.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 전자 폐기물을 형성하는 재료, 특히 이러한 폐기물의 생산에 사용된 금속을 회수하는 목적으로 하는, 플라스틱 재료 및 다양한 금속을 포함하는 물품, 특히 전자 폐기물의 처리에 관한 것이다.
- [0002] 이와 같은 폐기물은 회로 기관, 메모리 카드, 스마트 카드 및 임의의 다른 회로 또는 개별적인 또는 일체화된 전자 부품을 구비한 물품을 포함할 수 있다.

배경 기술

- [0003] 이와 같은 전자 폐기물은 본질적으로 두 가지 종류의 재료, 즉 한편으로는 폴리머 재료 그리고 다른 한편으로는, 일부 귀중하고 다른 것은 그렇지 않은 금속, 특히 (철저하게는 아니지만) 은, 구리, 철, 납, 주석, 금, 은, 알루미늄, 탄탈륨, 팔라듐 및 희토류 금속(란타넘 계열 원소)을 포함한다.
- [0004] 이들 금속의 회수는 오늘날 사용할 수 없거나 악화된 폐기물을 회수하고 재활용하는 것을 목표로 하는 환경적 동기 및 특정 금속의 증가하는 희귀성과 관련하여 대단히 중요한 도전이다.
- [0005] 따라서 폐기물로부터 재사용이 가능한 재료, 특히 금속을 회수하기 위하여 이와 같은 폐기물을 처리하는 면에서 경제적 이익뿐만 아니라 환경적 이익이 존재한다.
- [0006] 그러나, 이와 같은 처리는 하기의 현저한 어려움에 대해 직면한다:
- [0007] - 이와 같은 폐기물의 전체 무게 또는 전체 체적에 대하여 회수될 각 금속의 양은 상대적으로 작다;
- [0008] - 이와 같은 동일한 폐기물은 유사한 특성을 고려하여, 특히 특정 금속의 밀도 면에서 선형적으로 분리하기 어려운 다른 금속을 포함한다.
- [0009] - 폐기물 내에서의 폴리머 재료의 존재는 처리를 더 복잡하게 만든다.
- [0010] 따라서, 단일 유형의 금속만을 포함하는 폐기물 내의 금속을, 특히 정제 또는 용융에 의하여 회수하기 위한 공지된 기법은 이와 같은 응용에 직접적으로 사용될 수 없다.
- [0011] 따라서, 전자 폐기물에 함유된 다양한 금속을 회수하는 것을 목표로 하는 공정이 이미 개발되고 있다.
- [0012] 제1 공지된 공정에서, 건식 야금을 기초로 하여 폐기물은 연속적으로:
- [0013] - 금속원을 균질화(로스팅)시키기 위한 그리고 플라스틱과 내화 산화물을 분리하기 위한 열처리;
- [0014] - 분리할 수 있게 하는 산화; 및
- [0015] - 정제를 거친다.
- [0016] 이와 같은 공정은 특히 구리, 니켈 또는 아연을 회수하기 위하여 사용된다.
- [0017] 그러나, 이와 같이 공지된 공정은 특히 다음과 같은 문제점을 갖는다:
- [0018] - 플라스틱 재료 및 다른 가연성 재료를 소각하는 사실은 환경 면에서, 특히 푸란 및 다이옥신의 배출로 인하여

유해한 결과를 갖는다;

- [0019] - 이는 화학적 처리를 필요로 하며 그의 환경적 결과는 중요하다;
- [0020] - 이는 에너지 집약적이고 오랜 처리 시간을 필요로 한다;
- [0021] - 이는 특히 알루미늄, 철 및 탄탈륨을 제외한 특정 금속의 회수에 제한된다.
- [0022] 습식 제련 공정으로 지칭되는 공정은 또한 이미 제안되어 왔으며, 이 공정은 용매, 특히 산 또는 할로겐화물의 사용에 기초하고, 금속을 분리하고 농축시키기 위하여 분리 및 정제 공정, 예를 들어 불순물의 침전, 용매의 추출, 흡착 및 이온 교환에 의해 이어진다.
- [0023] 예를 들어, 황산에 의한 전자 폐기물의 산화는 구리 및 은의 침출을 할 수 있게 하는 반면에, 시안화는 금, 은, 팔라듐 그리고 소량의 구리를 회수하는 것을 가능하게 한다.
- [0024] 습식 제련 공정은 특히 알루미늄, 아연 및 구리뿐만 아니라 니켈, 크롬 및 망간에 사용된다.
- [0025] 그러나, 이와 같이 공지된 공정은 다량의 산을 사용하며, 이것은 환경 및 안전 면에서 큰 장애물이다.
- [0026] 박테리아 또는 곰팡이를 필요로 하는 생물공학적 공정 또한 공지된 방식으로 제안되고 있다.
- [0027] 그러나, 이들 공정은 아직 실험 단계에 있으며, 특히 경제 및 환경 기준과 관련하여 그 효과를 아직 입증하지 못하고 있다.
- [0028] 마지막으로, 습식-상 처리(하이드로사이클로닝, 부유 및 다중-중력 분리에 의한 사이징) 및 건식-상 처리(전기력 및 정전기적 분리)의 조합을 통하여 분쇄된 인쇄 회로 기판의 구성 요소를 한편으로는 가벼운 부분(본질적으로 플라스틱 재료)과 다른 한편으로는 무거운 부분(본질적으로 금속)으로 분리하는 것을 가능하게 하는 문헌 "폐기 인쇄 회로 기판으로부터의 가치 있는 금속의 회수를 위한 신규한 플로우시트(A Novel Flowsheet for the Recovery of Metal Values from Waste Printed Circuit Boards)"로부터 이 기법은 알려져 있다.
- [0029] 그러나, 이와 같은 공지된 공정은 평범한 분리 성능을 야기하며 금속들을 서로 분리할 수 없는 것으로 입증된다.
- [0030] 또한, 이와 같은 문헌의 교시는 효과적인 분리가 44 내지 100 μm 의 입자 크기에서만 발생한다는 점 그리고 보다 작은 입자는 제거되어야 한다는 점을 나타낸다(465쪽 표 1 참조). 또한, 이와 같은 문헌은 회로 기판의 분쇄가 다량의 비금속 미립자와 긴 형상의 금속 입자를 생성한다는 것을 나타내며, 이는 선형적으로 완전하게 기계화된 분리 공정을 복잡하게 만드는 것을 나타낸다.
- [0031] 따라서, 만족스러운 산업적 해결책의 부족으로, 금속의 작은 부분을 회수하도록 시도하기 위하여 전자 폐기물이 단순히 소각되는 세계의 많은 지역이 여전히 존재한다. 그러나 이들 공정은 환경 및 건강 면에서 재앙이며 궁극적으로 단지 최소한의 재료의 회수만을 가능하게 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0032] 본 발명은 선행 기술의 문제점의 전부 또는 일부를 극복하는 것을 목적으로 하고 열 입력 또는 반응 물질도 필요로 하지 않고 바람직하지 않은 배출물을 생성하지 않으면서도 전자 폐기물의 조성물에 포함된 다양한 금속을 만족할 만한 순도로 개별적으로 회수하는 것을 가능하게 하는 공정을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이는 특정 입자 크기 특성을 갖는 이와 같은 폐기물의 과쇄를 수행함에 의하여 폐기물의 구성 요소를 개별적으로 분리하는 것을 가능하게 하며, 분리 공정의 한 단부에서 다른 단부로 액체 매질 내의 이들 과편을 운반함에 의하여 반응 물질을 사용하지 않고 바람직하지 않은 배출물 없이 그리고 제한된 에너지 소비로 대단히 효과적인 기계적 분리 처리를 적용하는 것이 가능하였다는 사실의 발견에 기초한다.

과제의 해결 수단

- [0033] 따라서 이와 같은 폐기물에 포함된 금속을 개별적으로 회수할 목적으로 전자 폐기물을 처리하기 위한 공정이 제안되며, 이 공정은 일련의 하기의:
- [0034] - 폐기물의 다양한 금속 구성 요소를 개별적으로 분리하기에 적절한 조건 하에서 폐기물을 분쇄하는 단계;

- [0035] - 현탁액을 형성하기 위하여 분쇄된 폐기물을 액체와 혼합하는 단계;
- [0036] - 금속의 대부분을 함유하는 가장 높은 밀도의 입자를 가장 낮은 밀도의 입자로부터 분리하기 위하여 현탁액을 중력에 의하여 분리하는 단계,
- [0037] - 개별적으로 분리된 금속을 함유하는 현탁액을 얻기 위하여 금속의 대부분을 함유하는 현탁액을 밀도에 의하여 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 개별적으로 또는 당업자가 기술적으로 호환 가능한 것으로 확인할 임의의 조합으로 취해진, 이와 같은 공정의 어떠한 유리한 그러나 선택적인 특징은 다음과 같다:
- [0039] * 분쇄 단계 후의 금속 입자의 평균 크기는 약 10 내지 100 μm , 더욱 바람직하게는 약 20 내지 50 μm 이다;
- [0040] * 분쇄 후에 금속 입자는 약 25 μm 내지 60 μm 의 분포 값(D80)을 갖는다;
- [0041] * 분쇄의 적어도 하나의 최종 단계는 마멸에 의하여 수행된다;
- [0042] * 중력 분리 단계는 하이드로사이클로닝에 의하여 수행된다;
- [0043] * 현탁액 내에서의 고형물의 비율은 약 5 내지 30중량%, 바람직하게는 약 8 내지 15중량%이다;
- [0044] * 액체는 물이며, 현탁액은 부가적으로 습윤제를 함유한다;
- [0045] * 습윤제는 비이온성이다;
- [0046] * 밀도 분리 단계는 원심 중력 분리기, 밀도계 테이블, 부유선별형 분리기, 나선형 선별기 그리고 다중-중력 드럼 분리기를 포함하는 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 분리 기계에 의하여 수행된다;
- [0047] * 공정은 직렬(in cascade)로 연결되고 다른 밀도 범위로 설정된 한 세트의 분리 기계를 포함한다;
- [0048] * 공정은 밀도 분리 단계 전에 자력 분리 단계를 포함한다;
- [0049] * 공정은 액체의 제거 및 분리된 금속의 펠릿화를 포함하는 최종 포장 단계를 부가적으로 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0050] 본 발명은 비제한적인 예로서 주어진 그의 바람직한 실시예의 하기 설명을 고려하여 그리고 첨부된 도면을 참고하여 더 잘 이해될 것이며, 하나의 도면은 본 공정의 다양한 단계의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 도면을 참고하여, 본 발명의 공정의 다양한 단계 및 이들 단계를 수행하기 위한 수단이 이하에서 설명될 것이다.

[0052] 본 공정은 하기 단계를 포함한다.

[0053] 단계 1: 미분화

[0054] 이와 같은 단계는 바람직하게는 10 내지 100 μm , 더욱 바람직하게는 약 20 내지 50 μm 의 평균 크기를 갖는 입자 분말이 얻어질 때까지의 전자 폐기물(전체 기관, 스마트 카드 등)의 분쇄를 포함한다. 폐기물의 본질 및 그의 예상되는 그의 구성 요소에 따라 이와 같은 분쇄는 하나 이상의 단계로 수행될 수 있으며 선택적으로 과도하게 굵은 입자의 재분쇄가 하류 입자 크기 선별 작업에서 비롯된다.

[0055] 여기에서 목표로 하는 입자 크기는 금속의 입자 크기이며, 분쇄는 공정의 효율성을 손상시키지 않고 보다 굵은 크기의 비금속 입자(특히, 보다 가단성이 있는 플라스틱)를 생기게 할 수 있다.

[0056] 유리하게는, 분쇄 단계 후의 금속 입자의 평균 크기는 위에서 정의된 것과 같고 금속 입자의 크기 분포는 약 25 내지 60 μm 의 분포 값 D80을 갖도록 하는 조건 하에서 분쇄가 수행된다. 분포 값 D80은 입자의 80%가 이와 같은 값보다 낮은 크기를 갖는 입자의 크기라는 것이 본 명세서에서 상기될 것이다.

[0057] 여기서 지적되어야 할 점은 이와 같은 입자 크기로의 분쇄가, 설명될 바와 같이, 처리된 전자 제품의 다양한 구성 요소가 후속 분리 단계의 양호한 품질을 보증할 수 있을 정도로 충분히 개별적으로 잘 분리되도록 보장하는 것을 가능하게 한다는 것이다.

- [0058] 다양한 공급자, 특히 프랑스 베틴의 포이테밀 사(Poittemill), 이탈리아 사수올로의 맨프레디니 앤 스킨치안티 사(Manfredini & Schianti), 영국 코벤트리의 아트리로 사, 프랑스 아니체의 펄베리스 사(Pulveris) 그렇지 않으면 독일 아우그스버그의 호소카와 알파인(Hosokawa Alpine) 사는 다양한 분쇄 기술(볼 밀, 마멸 밀, 나이프 밀, 원심 밀 등)에 기초한 그리고 이와 같은 분쇄를 수행할 수 있는 기계를 판매한다.
- [0059] 더욱이, 비금속성 입자의 평균 크기보다 작은 금속 입자의 평균 크기를 부여하기 위하여 분쇄 유형이 선택되는 것이 유리하다. 이는 한편으로는 더 적은 시간을 소비하여 금속/비금속 분리를 가능하게 하며, 다른 한편으로는 서로로부터의 금속들의 분리 성능을 개선할 수 있게 한다.
- [0060] 마멸 분쇄는 특히 이와 같은 결과를 야기하는 것을 가능하게 한다.
- [0061] 단계 2: 수성 현탁
- [0062] 단계 1에서 미분화된 입자는 고형물의 약 8 내지 15중량%의 비율로 수성 매체, 바람직하게는 물 내로 도입된다; 이와 같은 현탁은 탱크 내에서의 교반에 의하여 수행될 수 있다; 필요하다면, 현탁을 용이하게 하기 위하여 바람직하게는 비이온성이고 비발포성인, 계면 활성제와 같은 습윤제가 수성 매질 내에 포함된다.
- [0063] 이와 같은 액체 매체는 모든 후속 단계에 걸쳐 미분화된 입자를 위하여 담체로 남아 있으며, 아래에 설명될 바와 같이 분리의 종료시 제거될 것이다.
- [0064] 단계 3: 금속/비금속 분리
- [0065] 이와 같은 단계는 바람직하게는 하이드로사이클론 유형의 분리 장치에 의하여 수행되어, 한편으로는 가장 높은 밀도의 입자(전형적으로 모든 금속), 그리고 다른 한편으로는 가장 낮은 밀도의 입자, 전형적으로 폴리머와 다른 비금속성 입자를 분리하는 것을 가능하게 한다. 그 자체로 공지된 방식으로, 가장 밀도가 큰 입자는 하이드로사이클론의 원뿔형 벽에 대하여 돌출되고 그의 하부 개구를 통해 하이드로사이클론으로부터 배출(언더플로우)되는 반면에, 더 가벼운 입자는 위로 향하는 2차 와류를 통해 상승하고 상부 개구부를 통하여 나오는 오버플로우로 지칭되는 흐름을 형성한다
- [0066] 사이클론의 직경, 사이클론의 길이 및 사이클론의 원뿔 각도, 와류 탐지기 내에서의 오버플로우의 출구 직경, 언더플로우의 스피곳(spigot)의 직경의 최적 선택에 의해, 밀도 임계 값의 미세 조정 가능성을 갖고서 가장 무거운 입자(금속)는 성공적으로 하부 개구부를 향하는 반면에, 용액 내 현탁액 중의 더 가벼운 재료(폴리머)는 상향 와류 내에서 상승하여 상부 개구를 통해 빠져 나간다.
- [0067] 예를 들어, 영국 첼텐햄의 솔더 사이클론 리미티드 사(Salter Cyclones Ltd.), 덴마크 발바이의 에프엘에스 스미스 앤 크레브스 사(FLSmidth & Krebs), 프랑스 로리엔트의 네이어텍 미네랄 사(Neyrtec Mineral), 그렇지 않으면, 남아프리카 요하네스버그의 몰토텍 사(Multotec)에 의하여 제조된 하이드로사이클론의 사용이 이루어진다.
- [0068] 단계 4: 자력 분리(선택적)
- [0069] 자성 금속, 전형적으로 철 금속을 다른 금속으로부터 분리하기 위하여, 하이드로사이클론으로부터 생긴, 본질적으로 액체 흐름 내의 현탁액 내 금속 입자로 이루어진 가장 조밀한 입자는 자력 분리를 받는다.
- [0070] 예를 들어, 네덜란드 엘 손의 리퀴소트 리사이클링 비. 브이. 사(Liquisort Recycling B.V.)에 의하여 상업적으로 제안된 공정을 수행하는 것이 가능하다.
- [0071] 여기서, 전자 폐기물의 유형에 따라 이와 같은 단계는 선택적이라는 점이 주목될 것이다. 특히, 페라이트형 재료는 또한, 적절하다면, 하기에 설명될 하류 밀도 분리 단계에 의해 회수될 수 있다.
- [0072] 단계 5: 밀도 분리
- [0073] 본질적으로 다양한 밀도의 금속(자력 분리로부터 생기는 비철 금속 또는 자력 분리가 제공되지 않을 때 선행 단계로부터 생기는 모든 금속 중 하나)으로 이루어진 입자는 그 후에 다양한 밀도의 금속들을 서로로부터 분리시키는 것을 목적으로 하는 밀도 분리 단계를 거친다. 분리 수단은 원심 중력 분리기, 밀도계 테이블 및 부유선별형 분리기 또는 나선형 선별기에서 선택될 수 있다. 폐기물의 본질, 분리될 금속의 개수 및 분리기의 유형에 따라, 분리 수단은 다양한 방식으로 배열될 수 있다. 유리하게는, 캐나다, 랭글리의 세프로 사(Sepro)에 의하여 판매된 팔콘 레인지(Falcon range)의 중력 선별기, 그렇지 않으면, 덴마크, 벨비의 에프엘스미스 앤 크레브스 상에 의하여 판매된 (넬슨(Knelson) 선별기) 중력 선별기, 그렇지 않으면, 바람직하게는 영국, 첼튼햄의 솔더

사이클론 상에 의하여 판매된 다중-중력 드럼 분리기 같은 중력 선별기가 이용된다.

- [0074] 바람직하게는, 분리될 입자를 운반하는 액체 매체의 흐름은 일련의 분리 장치를 통해 캐스케이드(cascade)되고, 각 장치는 특정 밀도를 갖는 금속을 전달한다. 분리의 유형에 따라, 증가하는 밀도에 따라 또는 감소하는 밀도(솔터 다중-중력 분리기로 밀도 감소)에 따라 진행되는 것이 여전히 가능하다.
- [0075] 선택적으로, 농도를 증가시키기 위하여 그리고 각 금속의 원하는 순도를 달성하기 위하여 각 분리는 반복된다.
- [0076] 또한, 처리될 액체 흐름에 대한 기계의 분리 용량에 따라, 주어진 금속의 분리를 위해, 병렬 또는 직렬(in cascade)로 작동하는 몇몇 기계를 제공하는 것이 가능하다.
- [0077] 전형적으로, 하기의 금속: 알루미늄, 구리, 철, 납, 주석, 금, 은, 탄탈륨의 금속 분리를 위하여 기계의 조정이 제공된다. 그러나 처리된 폐기물의 상류 특성(특히, 회로 기판의 질)에 따라 일부 금속을 무시하거나 다른 것을 추가하는 것을 결정하는 것이 가능하다.
- [0078] 유사한 밀도의 금속의 경우, 이들을 함께 분리하고 후속 차별화 처리를 제공하는 것이 부가적으로 가능하다.
- [0079] 상류에서, 가장 낮은 밀도의 금속, 특히 알루미늄을 분리하기 위하여 플라스틱 재료를 분리하기 위해 사용된 것과 동일한 유형의 하이드로사이클론 분리가 수행될 수 있다는 것이 또한 주목될 것이다.
- [0080] 단계 6: 최종 포장
- [0081] 여전히 액체 담체 내의 입자 형태로 있는, 이전 단계에서 분리된 다양한 금속은 전형적으로 여과 및 건조에 의해 액체가 제거되며, 그 후 회수된 금속 각각에 대해 압축을 통한 펠릿화와 같은 포장 처리를 받는다.
- [0082] 적절한 경우, 공정의 단계를 선택적으로 조정하기 위하여, 특히 하이드로사이클론의 그리고 밀도 분리의 매개 변수를 조정하기 위하여 처리될 폐기물의 상류 특성화를 임의의 공지된 분석 방법에 의하여 수행하는 것이 가능하다.
- [0083] 순도를 평가하고 여전히 존재하는 가능한 2차 금속을 확인하고 그리고 공정에서의 가능한 분리 문제를 감지하기 위하여 회수된 금속의 최종 특성화를 수행하는 것 또한 가능하다.
- [0084] 당연히, 본 발명은 기술한 설명에 결코 제한되지 않으나, 당업자는 그에 대한 다수의 변형 또는 변경을 도입하는 방법을 알 것이다.

도면

도면1

