

발명의 설명

발명의 명칭: 수직형 용매 추출 장치 및 복수의 수직형 용매 추출 장치를 포함하는 용매 추출 시스템

기술분야

- [1] 본 개시는 수직형 용매 추출 장치 및 복수의 수직형 용매 추출 장치를 포함하는 용매 추출 시스템에 관한 것이다. 상세하게는, 금속 이온을 포함하는 수상 용매에 유기 용매를 혼합하여 금속 이온과 불순물 이온을 분리한 후 수상 용매 및 유기 용매의 밀도 차에 의해 금속 이온을 분리해내는 수직형 용매 추출 장치 및 복수의 수직형 용매 추출 장치를 포함하는 용매 추출 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 용매 추출 장치는, 금속 이온을 포함하는 수상 용매에 대해 유기 용매를 혼합하여 이온을 선택적으로 추출함으로써 목적 금속 이온과 불순물 이온을 분리하는 장치이다. 금속 이온 및 불순물 이온의 분리에 관한 일정 규모 이상의 연속 반응을 구현하기 위해, 믹서-세틀러(Mixer-Settler)로 통칭되는 유수 분리 장치에서 작업이 수행된다.
- [3] 믹서 세틀러는 목적 금속의 종류에 따라, 다양한 형태와 구조를 갖는다. 예를 들어, (i) 탑 론더(top launder)에서 상 분리가 이루어진 이후, 아래의 세틀러(settler)로 이동하는 크랩스 믹서 세틀러(Krebs mixer settler), (ii) 론더가 세틀러의 사이드에 붙어, 용매가 믹서 반대편 끝까지 이동한 다음 세틀러로 유입되는 구조를 갖는 예비 유동 믹서 세틀러(Reserve flow mixer settler) 및 (iii) 세틀러 내부에 피켓 펜스(picket fence)가 있어 믹서에서 수상과 유기상의 혼합이 이루어진 직후 밀도가 높은 상태에서 상분리가 이루어지도록 설계된 오토컴푸 수직 평활 믹서 세틀러(Outokumpu VSF(vertical smooth flow) mixer settler) 등이 있다.
- [4] 용매 추출 장치에서 유체의 흐름은 기본적으로 믹서에서 수상 용매와 유기 용매를 일정시간 교반하여 목적 금속 이온을 추출한 이후 수상 용매와 유기 용매의 밀도 차에 의한 층분리를 위해 세틀러로 이송한다. 상기 언급된 일반적인 믹서 세틀러의 경우 믹서와 세틀러가 횡으로 위치하며, 믹서와 세틀러의 높이는 유사하거나 동일한 높이를 갖는다. 믹서 세틀러의 전체 크기 중, 믹서 세틀러의 전체 길이는 높이의 약 3배 이상인 것이 일반적이다.
- [5] 하지만, 종래의 장치들은 반응 수위를 일정하게 유지하면서 적게는 5단 많게는 100단 이상의 믹서 세틀러가 연속적으로 연결되어 유기적인 반응이 필요한 용매 추출 공정의 특성상, 실제 공정 구축에 소요되는 면적이 일반적인 습식제련 공정에 비해 크기 때문에 작업 효율성이 떨어지고, 초기 투자 비용이 증가한다는 단점이 있다.

발명의 내용

기술적 과제

- [6] 본 개시의 실시예들은 수직형 구조에 의해 축소된 단위 구조체의 설치 규모를 갖고, 수상 용매와 유기 용매의 분리도가 개선된 용매 추출 장치에 관한 것이다.
- 과제 해결 수단**
- [7] 본 개시의 일 측면은 용매 추출 장치의 실시예들을 제공한다. 대표적 실시예에 따른 용매 추출 장치는, 혼합 용기, 제1 용매 유입구, 제2 용매 유입구, 혼합 용매 배출구 및 임펠러를 포함하고, 상기 임펠러에 의해 서로 밀도가 상이한 제1 용매 및 제2 용매가 혼합되어 혼합 용매가 생성되는 혼합기, 침강 용기, 혼합 용매 유입구, 제1 용매 배출구 및 제2 용매 배출구를 포함하고, 상기 혼합 용매를 밀도 차에 따라 분리하는 침강기 및 상기 혼합기의 상기 혼합 용매 배출구와 상기 침강기의 상기 혼합 용매 유입구를 연결하는 연결 튜브를 포함하고, 상기 침강기의 상기 침강 용기는, 상면, 상기 상면의 반대측에 형성되는 하면 및 상기 상면과 상기 하면 사이에서 연장하는 측면을 포함하고, 상기 혼합 용매 유입구는 상기 침강 용기의 측면 또는 상기 침강 용기의 내부에 형성될 수 있다.
- [8] 일 실시예에 있어서, 상기 혼합 용매 유입구는, 상기 상면에서 이격된 위치에 형성될 수 있다.
- [9] 일 실시예에 있어서, 상기 혼합 용매 유입구는 상기 침강 용기의 높이의 0.3 지점 내지 0.7 지점 사이에 형성될 수 있다.
- [10] 일 실시예에 있어서, 상기 혼합기의 상기 혼합 용매 배출구는, 상기 침강기의 상기 혼합 용매 유입구보다 높은 위치에 배치될 수 있다.
- [11] 일 실시예에 있어서, 상기 침강기의 상기 혼합 용매 유입구는 상기 제1 용매 배출구 및 상기 제2 용매 배출구의 위치 사이에 배치될 수 있다.
- [12] 일 실시예에 있어서, 혼합 용매 유입구 및 연결 튜브의 사이에 배치되는 완충부를 더 포함하고, 상기 완충부는 상기 침강 용기의 측면의 전부 또는 일부를 둘러싸도록 배치될 수 있다.
- [13] 일 실시예에 있어서, 상기 침강기는, 상기 침강기의 높이 방향을 가로지르도록 상기 침강 용기의 내부에 배치되는 복수의 격막을 더 포함할 수 있다.
- [14] 일 실시예에 있어서, 상기 격막은, 그물망 구조로 형성될 수 있다.
- [15] 일 실시예에 있어서, 상기 격막은, 관통구를 포함하고, 상기 복수의 격막 중 서로 인접한 격막 간에 있어서, 상기 관통구의 위치는 상기 침강기의 높이 방향에서 보았을 때 서로 어긋나게 배치될 수 있다.
- [16] 일 실시예에 있어서, 상기 침강기의 높이 방향 길이는 상기 혼합기의 높이 방향 길이보다 클 수 있다.
- [17] 일 실시예에 있어서, 상기 침강기의 높이 방향 길이는, 상기 침강기의 폭 방향 길이보다 3배 이상 9배 이하일 수 있다.
- [18] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 용매는 유기상 용매이며, 상기 제2 용매는 수상 용매일 수 있다.

- [19] 본 개시의 일 측면은 용매 추출 시스템의 실시예들을 제공한다. 대표적 실시예에 따른 용매 추출 시스템은, 복수의 용매 추출 장치를 포함하고, 각각의 상기 용매 추출 장치는, 혼합 용기, 제1 용매 유입구, 제2 용매 유입구, 혼합 용매 배출구 및 임펠러를 포함하고, 상기 임펠러에 의해 서로 밀도가 상이한 제1 용매 및 제2 용매가 혼합되어 혼합 용매가 생성되는 혼합기, 침강 용기, 혼합 용매 유입구, 제1 용매 배출구 및 제2 용매 배출구를 포함하고, 상기 혼합 용매를 밀도 차에 따라 분리하는 침강기 및 상기 혼합기의 상기 혼합 용매 배출구와 상기 침강기의 상기 혼합 용매 유입구를 연결하는 연결 튜브를 포함하고, 상기 침강기의 상기 침강 용기는, 상면, 상기 상면의 반대측에 형성되는 하면 및 상기 상면과 상기 하면 사이에서 연장하는 측면을 포함하고, 상기 혼합 용매 유입구는 상기 침강 용기의 측면에 형성되며, 상기 각각의 용매 추출 장치는 서로 유기적으로 연결되어, 상기 제1 용매, 상기 제2 용매 및 상기 혼합 용매를 교환할 수 있다.
- [20] 일 실시예에 있어서, 상기 용매 추출 시스템은 제1 장치 및 제2 장치를 포함하고, 상기 제1 장치의 침강기에서 배출된 제1 용매는 상기 제2 장치의 혼합기로 유입되고, 상기 제2 장치의 침강기에서 배출된 제2 용매는 상기 제1 장치의 혼합기로 유입되며, 상기 제1 장치의 침강기에서 배출된 제2 용매 및 상기 제2 장치의 침강기에서 배출된 제1 용매는 각각 회수될 수 있다.

발명의 효과

- [21] 본 개시의 용매 추출 장치 및 용매 추출 시스템에 따르면, 수직형 구조에 의해 단위 구조체의 설치 규모를 감축시킬 수 있다. 나아가, 본 개시의 용매 추출 장치 및 용매 추출 시스템에 따르면 수상 용매와 유기 용매의 분리도를 개선시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 일 실시예에 따른 용매 추출 장치의 개략적인 정면도이다.
- [23] 도 2는 일 실시예에 따른 용매 추출 장치의 개략적인 평면도이다.
- [24] 도 3은 일 실시예에 따른 침강기의 내부 유체의 흐름을 도시한 개략적인 도면이다.
- [25] 도 4는 다른 실시예에 따른 침강기의 내부 유체의 흐름을 도시한 개략적인 도면이다.
- [26] 도 5는 또다른 실시예에 따른 침강기의 내부 유체의 흐름을 도시한 개략적인 도면이다.
- [27] 도 6은 다른 실시예에 따른 연결 튜브가 침강 용기의 내부로 삽입되어, 혼합 용매 유입구가 침강 용기의 내부에 형성되는 모습을 도시한 개략적인 도면이다.
- [28] 도 7은 일 실시예에 따른 용매 추출 시스템의 개략적인 평면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [29] 본 개시의 실시예들은 본 개시의 기술적 사상을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것이다. 본 개시에 따른 권리범위가 이하에 제시되는 실시예들이나 이들 실시예들에 대한 구체적 설명으로 한정되는 것은 아니다.
- [30] 본 개시에 사용되는 모든 기술적 용어들 및 과학적 용어들은, 달리 정의되지 않는 한, 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일반적으로 이해되는 의미를 갖는다. 본 개시에 사용되는 모든 용어들은 본 개시를 더욱 명확히 설명하기 위한 목적으로 선택된 것이며 본 개시에 따른 권리범위를 제한하기 위해 선택된 것이 아니다.
- [31] 본 개시에서 사용되는 "포함하는", "구비하는", "갖는" 등과 같은 표현은, 해당 표현이 포함되는 어구 또는 문장에서 달리 언급되지 않는 한, 다른 실시예를 포함할 가능성을 내포하는 개방형 용어(open-ended terms)로 이해되어야 한다.
- [32] 본 개시에서 기술된 단수형의 표현은 달리 언급하지 않는 한 복수형의 의미를 포함할 수 있으며, 이는 청구범위에 기재된 단수형의 표현에도 마찬가지로 적용된다.
- [33] 본 개시에서 사용되는 "제1", "제2" 등의 표현들은 복수의 구성요소들을 상호 구분하기 위해 사용되며, 해당 구성요소들의 순서 또는 중요도를 한정하는 것은 아니다.
- [34] 본 개시에서, "높이 방향" 또는 "길이 방향"은 도 1 내지 도 7의 Z축 방향을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 또한, 본 개시에서 "너비 방향"은 도 1 내지 도 7의 X축 및 Y축이 교차하는 평면 상의 어느 한 방향을 의미하는 것으로 해석될 수 있다.
- [35] 본 개시에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 경우, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수 있거나 접속될 수 있는 것으로, 또는 새로운 다른 구성요소를 매개로 하여 연결될 수 있거나 접속될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [36] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 개시의 실시예들을 설명한다. 첨부된 도면에서, 동일하거나 대응하는 구성요소에는 동일한 참조부호가 부여되어 있다. 또한, 이하의 실시예들의 설명에 있어서, 동일하거나 대응하는 구성요소를 중복하여 기술하는 것이 생략될 수 있다. 그러나, 구성요소에 관한 기술이 생략되어도, 그러한 구성요소가 어떤 실시예에 포함되지 않는 것으로 의도되지는 않는다.
- [37] 도 1은 일 실시예에 따른 용매 추출 장치(10)의 개략적인 정면도이다. 도 2는 일 실시예에 따른 용매 추출 장치(10)의 개략적인 평면도이다.
- [38] 도 1 및 도 2를 참조하면, 용매 추출 장치(10)는 혼합기(11), 침강기(12), 연결 튜브(13), 제2 용매 상승부(14) 및 완충부(15)를 포함할 수 있다. 용매 추출 장치(10)는 혼합기(11)(예: 믹서(mixer))에서 제1 용매 및 제2 용매를 혼합하여 화학 반응을 일으키고, 혼합기(11)에서 혼합된 혼합 용매를 침강기(12)(예: 세틀러(settler))로 전달하여 밀도 차에 의해 제1 용매 및 제2 용매를 분리함으로써 목적 이온을 추출하는 장치이다. 제1 용매 및 제2 용매는 서로 밀도가 상이한 용매일 수 있다.

예를 들어, 제1 용매의 밀도보다 제2 용매의 밀도가 더 클 수 있다. 예를 들어, 제1 용매는 유기상 용매(organic solvent)이고, 제2 용매는 수상 용매(aqueous solvent)일 수 있다.

[39] 일 실시예에서, 혼합기(11)는 제1 용매와 제2 용매를 혼합하여 혼합 용매를 생성하는 혼합 용기(111), 제1 용매 유입구(112), 제2 용매 유입구(113), 혼합 용매 배출구(114), 임펠러(115) 및 부원료 투입부(116)를 포함할 수 있다. 혼합 용기(111)는 원기둥 또는 각기둥의 형태로 구성될 수 있다. 혼합 용기(111)는 제1 용매 유입구(112)에서 유입된 제1 용매와 및 제2 용매 유입구(113)에서 유입된 제2 용매가 혼합되는 공간이다. 혼합 용기(111)는 특정 높이(L_M)를 가질 수 있다. 제1 용매 유입구(112)는 외부에서 제1 용매가 유입되는 입구이며, 혼합 용기(111)의 하부에 형성될 수 있다. 제2 용매 유입구(113)는 외부에서 제2 용매가 유입되는 입구이며, 혼합 용기(111)의 하부에 형성될 수 있다. 제1 용매 유입구(112) 및 제2 용매 유입구(113)는 혼합 용기(111)의 측면 상의 동일한 높이에 형성될 수 있다. 혼합 용매 배출구(114)는 혼합 용매가 혼합기(11)의 외부로 배출되는 출구이며, 혼합 용기(111)의 상부에 형성될 수 있다. 혼합 용매 배출구(114)가 혼합 용기(111)의 상부에 형성됨으로써 임펠러(115)에 의해 충분히 혼합이 된 혼합 용매가 혼합기(11)의 외부로 배출될 수 있다. 임펠러(115)는 임펠러의 상단에 위치한 모터(117)에 의해 회전할 수 있다. 임펠러(115)에 의해 혼합 용기(111) 내부의 제1 용매 및 제2 용매가 강제로 섞이는 과정에서, 제2 용매 내의 목적 성분이 제1 용매에 녹아드는 화학 반응이 일어날 수 있다. 부원료 투입부(116)는 제1 부원료 투입부(116a)와 제2 부원료 투입부(116b)를 포함할 수 있다. 부원료 투입부(116)를 통해 혼합 용기(111)의 내부로 투입되는 부원료는 혼합 용기(111)의 내부에서 일어나는 화학 반응을 보조하는 재료일 수 있다. 혼합 용기(111)의 내부에서 제1 용매 및 제2 용매가 혼합되는 과정에서, 부원료가 함께 혼합됨으로써, 제1 용매 및 제2 용매의 혼합에 의해 발생하는 화학 반응에 대한 상승 작용을 할 수 있다.

[40] 일 실시예에서, 침강기(12)는 혼합 용매의 분리가 일어나는 침강 용기(121), 혼합기(11)에서 혼합된 용매가 침강 용기(121)의 내부로 유입되는 혼합 용매 유입구(122), 침강 용기(121)에서 다시 분리된 제1 용매 및 제2 용매가 각각 배출되는 제1 용매 배출구(123) 및 제2 용매 배출구(124)를 포함할 수 있다. 침강 용기(121)는 원기둥 또는 각기둥의 형태로 구성될 수 있다. 침강 용기(121)는 혼합 용매 유입구(122)에서 유입된 혼합 용매가 각각의 용매의 밀도 차에 의해 분리되는 공간이다. 침강 용기(121)는 특정 높이(L_S) 및 특정 너비(W_S)를 가질 수 있다. 침강기(12)의 침강 용기(121)의 높이(L_S)는 혼합기(11)의 혼합 용기(111)의 높이(L_M)보다 클 수 있다. 침강 용기(121)의 높이(L_S)는 침강 용기(121)의 너비(W_S)보다 클 수 있다. 바람직하게는, 침강 용기(121)의 높이(L_S)는 침강 용기(121)의 너비(W_S)보다 3

배 이상 9배 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 침강 용기(121)의 높이(L_s)는 침강 용기(121)의 너비(W_s)보다 3배 이상 6배 이하일 수 있다.

- [41] 일 실시예에서, 침강 용기(121)는 상면(121a), 상면의 반대측에 형성되는 하면(121b) 및 상면(121a)과 하면(121b)의 사이에서 연장하는 측면(121c)을 포함할 수 있다. 침강 용기(121)가 원기둥 형태인 경우 측면(121c)은 단일한 곡면으로 형성되며, 침강 용기(121)가 각기둥 형태인 경우 측면(121c)은 각기둥의 각과 대응되는 개수의 평면을 포함할 수 있다. 혼합 용매 유입구(122)는 침강 용기(121)의 측면(121c)에 형성될 수 있다. 바람직하게는, 혼합 용매 유입구(122)는 침강 용기(121)의 측면(121c) 중 상면(121a)에서 이격된 위치에 형성될 수 있다. 더욱 바람직하게는, 혼합 용매 유입구(122)는 침강 용기(121)의 측면(121c)에 대해 침강 용기(121)의 높이(L_s)의 0.3 지점부터 0.7 지점 사이에 형성될 수 있다. 더더욱 바람직하게는, 혼합 용매 유입구(122)는 침강 용기(121)의 측면(121c)에 대해 침강 용기(121)의 높이(L_s)의 중앙 지점에 형성될 수 있다. 제1 용매 배출구(123)는 침강 용기(121)의 측면(121c)의 상부에 형성될 수 있다. 제2 용매 배출구(124)는 침강 용기(121)의 측면(121c)의 하부에 형성될 수 있다. 제1 용매의 밀도보다 제2 용매의 밀도가 더 큰 경우, 제1 용매는 상승하고 제2 용매는 하강하기 때문에, 제1 용매 배출구(123)는 침강 용기(121)의 상부에, 제2 용매 배출구(124)는 침강 용기(121)의 하부에 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 혼합 용매 유입구(122)는, 제1 용매 배출구(123) 및 제2 용매 배출구(124)의 사이에 배치될 수 있다. 혼합기(11)로부터 혼합 용매 유입구(122)를 통해 유입된 혼합 용매는, 밀도차에 의해 제1 용매와 제2 용매로 분리될 수 있다.
- [42] 일 실시예에서, 연결 튜브(13)는 혼합기(11)의 혼합 용매 배출구(114)와 침강기(12)의 혼합 용매 유입구(122)를 유체연통시킬 수 있다. 연결 튜브(13)를 따라 혼합기(11)에서 혼합된 혼합 용매가 침강기(12)로 이동할 수 있다. 연결 튜브(13)를 통해서 혼합 용매가 원활하게 이동하기 위해서는, 혼합기(11)의 혼합 용매 배출구(114)가 침강기(12)의 혼합 용매 유입구(122)보다 높은 위치에 배치되어야 중력에 의해 혼합 용매가 쉽게 이동할 수 있다.
- [43] 일 실시예에서, 제2 용매 상승부(14)는 상승 튜브(141), 상승 유입구(142) 및 상승 배출구(143)를 포함할 수 있다. 침강기(12)에서, 제1 용매 및 제2 용매는 밀도차에 의해 분리되므로, 두 용매 중 적어도 하나의 용매(예를 들어, 제2 용매)는 필연적으로 하강할 수 밖에 없다. 이 경우, 하강한 제2 용매를 다른 용매 추출 장치(예: 도 7의 용매 추출 장치(20))의 혼합기(예: 도 7의 혼합기(21))에 공급하기 위해서는, 용매를 상승시키는 장치가 필요하다. 침강기(12)의 제2 용매 배출구(124)로부터 배출된 제2 용매는 상승 유입구(142)로 유입되어, 상승 튜브(141)를 타고 중력의 반대 방향으로 이동할 수 있다. 이 때, 제2 용매는 상승 튜브(141)로 유입되는 제2 용매의 압력에 의해 상부로 밀려올라갈 수 있다. 또는, 제2 용매는 외력(예: 펌프)에 의해 상승 튜브(141)를 통해 상승할 수 있다. 제2 용매가 일정 높이

이상 상승하면, 적어도 하나의 상승 배출구(143)에서 배출되어 다른 용매 추출 장치로 공급될 수 있다.

- [44] 일 실시예에서, 완충부(15)는 연결 튜브(13) 및 혼합 용매 유입구(122)를 연결할 수 있다. 완충부(15)는 완충 튜브(151) 및 연결단(152)을 포함할 수 있다. 완충 튜브(151)는 침강 용기(121)의 측면(121c)의 전부 또는 일부를 둘러싸도록 배치될 수 있다. 완충 튜브(151)는 침강 용기(121)의 측면(121c)에서 일정 거리 이격되어 측면(121c)의 전부 또는 일부를 둘러싸도록 배치될 수 있다. 연결단(152)은 완충 튜브(151)와 침강기(12)의 혼합 용매 유입구(122)를 유체연통시킬 수 있다. 연결단(152)은 측면(121c)의 둘레를 따라 복수 개 배치될 수 있다. 연결단(152)은 측면(121c)의 둘레를 따라 일정 거리만큼 이격되어 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 연결단(152)은 측면(121c)의 둘레를 따라 4개가 배치되며, 90도 간격으로 배치될 수 있다. 완충부(15)는 혼합기(11)에서 배출된 혼합 용매가 혼합 용매 유입구(122)에 도달하기 전에, 혼합 용매가 일정 시간 머무르도록 함으로써, 1차적으로 밀도차에 의한 분리가 일어나도록 유도하고, 복수의 연결단(152)을 통해 침강 용기(121)의 측면(121c)을 둘러싼 여러 방향에서 동시에 혼합 용매가 유입되도록 함으로써 혼합 용매의 분리 효과를 극대화시킬 수 있다.
- [45] 도 3은 일 실시예에 따른 침강기(12)의 내부 유체의 흐름을 도시한 개략적인 도면이다.
- [46] 도 3을 참조하면, 침강기(12)의 혼합 용매 유입구(122)를 통해 침강 용기(121) 내부로 혼합 용매가 유입될 수 있다. 유입된 혼합 용매는, 침강 용기(121)의 내부에서 밀도 차에 의해 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)로 분리될 수 있다. 혼합 용매가 분리되는 과정에서, 상대적으로 낮은 밀도를 갖는 제1 용매(S1)는 상승하고, 상대적으로 높은 밀도를 갖는 제2 용매(S2)는 하강할 수 있다. 제1 용매(S1)는 침강 용기(121)의 상단부에 배치된 제1 용매 배출구(123)로 배출될 수 있다. 제2 용매(S2)는 침강 용기(121)의 하단부에 배치된 제2 용매 배출구(124)로 배출될 수 있다. 그러나, 혼합 용매 유입구(122)를 통해 침강 용기(121)의 내부로 유입되는 순간에는, 난류 및 중력에 의해 제1 용매(S1)가 일시적으로 하강할 수 있고, 동일한 원리에 의해 제2 용매(S2)도 일시적으로 상승할 수 있다. 이 때, 혼합 용매 유입구(122)에서 제2 용매 배출구(124)까지의 거리가 길면, 중력에 의한 제1 용매의 하강에 의해 제1 용매(S1)가 제2 용매 배출구(124)로 잘못 배출되거나, 제2 용매의 상승에 의해 제2 용매(S2)가 제1 용매 배출구(123)로 잘못 배출되는 현상을 최소화할 수 있다. 즉, 침강 용기(121)의 높이(예: 도 1의 침강 용기의 높이(L_s))가 길수록, 제1 용매 및 제2 용매의 비중차를 이용한 분리 효과를 극대화할 수 있다. 바람직하게는, 침강 용기(121)의 높이(L_s)는 침강 용기(121)의 너비(W_s)보다 3배 이상 9배 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 침강 용기(121)의 높이(L_s)는 침강 용기(121)의 너비(W_s)보다 3배 이상 9배 이하일 수 있다.

- [47] 도 4는 다른 실시예에 따른 침강기(12)의 내부 유체의 흐름을 도시한 개략적인 도면이다. 도 5는 또다른 실시예에 따른 침강기(12)의 내부 유체의 흐름을 도시한 개략적인 도면이다.
- [48] 도 4 및 도 5를 참조하면, 용매 추출 장치(10)의 침강기(12)는, 격막(16, 17)을 더 포함할 수 있다. 격막(16, 17)은 침강기(12)의 높이 방향을 가로지르도록 침강 용기(121)의 내부에 배치될 수 있다. 격막(16, 17)은 침강기(12)의 높이 방향을 따라 복수 개 배치될 수 있다. 혼합 용매가 침강 용기(121)의 내부에서 분리되는 과정에서, 격막(16, 17)이 용매들의 자유로운 흐름을 방해함으로써, 용매가 침강 용기(121)의 내부에 체류하는 시간을 증가시켜 분리도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [49] 도 4를 참조하면, 격막(16)은 액체를 통과시키지 않는 솔리드(solid) 재질로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 격막(16)은 관통구(161)를 포함할 수 있다. 관통구(161)는 격막(16)을 높이 방향(Z축 방향)으로 관통하도록 형성될 수 있다. 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)는 관통구(161)를 통해 각각 상승하거나 하강할 수 있다. 밀도가 낮은 제1 용매(S1)는, 침강 용기(121)의 내부로 유입되는 시점에 일시적으로 하강할 수 있으나, 혼합 용매 유입구(122)의 하부에 설치된 격막(16)에 부딪혀 다시 상승할 수 있다. 밀도가 높은 제2 용매(S2)는, 침강 용기(121)의 내부로 유입되는 시점에 일시적으로 상승할 수 있으나, 혼합 용매 유입구(122)의 상부에 설치된 격막(16)에 부딪혀 다시 하강할 수 있다. 계속하여 도 4를 참조하면, 격막(16)의 관통구(161)는, 서로 인접한 격막(16) 간에 있어서, 높이 방향(Z축 방향)에서 보았을 때 서로 어긋나게 배치될 수 있다. 예를 들어, 침강 용기(121)의 내부를 정면에서 보았을 때, 인접한 격막(16) 간에 설치된 관통구(161)는 서로 반대의 방향에 형성될 수 있다. 이러한 관통구(161)의 배치에 따라, 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)는 침강 용기(121)의 내부에서 상승 및 하강하며 구불구불하게 이동할 수 있다. 관통구(161)의 배치에 따라, 용매의 이동 경로를 인위적으로 길어지도록 형성함으로써, 용매가 침강 용기(121)의 내부에 체류하는 시간을 증가시켜 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)의 분리도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [50] 도 5를 참조하면, 격막(17)은 메쉬(mesh)로 형성될 수 있다. 격막(17)은 그물망 구조로 형성될 수 있다. 메쉬 또는 그물망 구조를 갖는 격막(17)은 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)를 통과시키지만, 용매의 흐름을 방해할 수 있다. 이러한 격막(17)에 의한 흐름 방해에 따라 용매가 침강 용기(121)의 내부에 체류하는 시간이 증가되어, 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)의 분리도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [51] 도 6은 다른 실시예에 따른 연결 튜브(13')가 침강 용기(121)의 내부로 삽입되어, 혼합 용매 유입구(122')가 침강 용기(121)의 내부에 형성되는 모습을 도시한 개략적인 도면이다.
- [52] 도 6을 참조하면, 혼합기(11)의 혼합 용매 배출구(114)는 혼합 용기(예: 도 1의 혼합 용기(111))로부터 더욱 길게 뻗어져 나와 연결 튜브(13')의 일단에 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 연결 튜브(13')는 침강 용기(121)의 상면(121a)을 관통하여 침강 용기(121)의 내부로 유입될 수 있다. 침강 용기(121)의 내부로 유입된 연결

튜브(13')는 침강 용기(121)의 높이 방향 아래로 연장할 수 있다. 침강 용기(121)의 내부에 배치되는 연결 튜브(13')의 타단에 혼합 용매 유입구(122')가 연결될 수 있다. 혼합 용매 유입구(122')는 침강 용기(121)의 상면(121a)으로부터 이격되어 배치될 수 있다. 바람직하게는, 혼합 용매 유입구(122')는 침강 용기(121)의 높이(L_s)의 0.3 지점부터 0.7 지점 사이에 형성될 수 있다. 더욱 바람직하게는, 혼합 용매 유입구(122')는 침강 용기(121)의 높이(L_s)의 중앙 지점에 형성될 수 있다. 계속하여 도 6을 참조하면, 혼합 용매 유입구(122')는 침강 용기(121)의 높이 방향을 가로지르는 방향으로 혼합 용매가 분사되도록 배치될 수 있다. 바람직하게는, 혼합 용매 유입구(122')는 침강 용기(121)의 높이 방향에 수직한 방향으로 혼합 용매가 분사되도록 배치될 수 있다. 혼합 용매 유입구(122')가 침강 용기(121)의 내부에 배치됨에 따라, 혼합 용매가 침강 용기(121)로 이동하는 과정에서 발생할 가능성이 있는 공정 상의 여러 문제들을 감소시킬 수 있고, 용매 추출 장치(예: 도 1의 용매 추출 장치(10)) 및 용매 추출 시스템(예: 도 7의 용매 추출 시스템(1))의 설비를 단순화할 수 있다.

- [53] 도 7은 일 실시예에 따른 용매 추출 시스템(1)의 개략적인 평면도이다.
- [54] 도 7을 참조하면, 용매 추출 시스템(1)은 복수의 용매 추출 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 용매 추출 시스템(1)은, 제1 장치(10'), 제2 장치(20'), 제3 장치(30') 및 제4 장치(40')를 포함할 수 있다. 제1 장치(10'), 제2 장치(20'), 제3 장치(30') 및 제4 장치(40')의 각각은, 도 1 내지 도 6을 참조하여 설명한 용매 추출 장치(10)의 구성 요소를 포함할 수 있다. 도 7에서, 용매 추출 시스템(1)은 총 4단의 용매 추출 장치를 포함하는 것으로 도시되어 있으나, 많게는 100단 이상의 용매 추출 장치를 포함할 수 있다. 제1 장치(10'), 제2 장치(20'), 제3 장치(30') 및 제4 장치(40')는 서로 유기적으로 연결되어, 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)를 교환할 수 있다. 예를 들어, 제1 용매(S1)와 제2 용매(S2)는 서로 역방향으로 흐르며 혼합 및 분리가 반복될 수 있다.
- [55] 도 7을 참조하면, 제1 용매(S1)는 제1 장치(10')의 혼합기(11)로 유입되어, 제1 장치(10'), 제2 장치(20'), 제3 장치(30') 및 제4 장치(40')에서 차례로 혼합 및 분리가 반복되어 최종적으로 제4 장치(40')의 침강기(42)에서 회수될 수 있다. 제2 용매(S2)는 제4 장치(40')의 혼합기(41)로 유입되어, 제4 장치(40'), 제3 장치(30'), 제2 장치(20') 및 제1 장치(10')에서 차례로 혼합 및 분리가 반복되어 최종적으로 제1 장치(10')의 침강기(12)에서 회수될 수 있다.
- [56] 계속하여 도 7을 참조하면, 실선의 화살표는 제1 용매(S1)의 흐름을 나타내고, 점선의 화살표는 제2 용매(S2)의 흐름을 나타내며, 일점 쇄선의 화살표는 혼합 용매(S3)의 흐름을 나타낸다. 예를 들어, 제1 용매(S1)의 흐름에 관하여 설명하면, 외부에서 공급된 제1 용매(S1)는 제1 장치(10')의 혼합기(11)의 제1 용매 유입구(112)로 유입될 수 있다. 제1 장치(10')의 혼합기(11)로 유입된 제1 용매(S1)는 혼합기(11) 내부의 제2 용매(S2)와 혼합되어 제1 장치(10')의 침강기(12)로 전달될 수 있다. 제1 장치(10')의 침강기(12)에서 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)는 다시 분

리되어 각각 제1 용매 배출구(123) 및 제2 용매 배출구(124)로 배출될 수 있다. 제1 용매 배출구(123)로 배출된 제1 용매(S1)는 제2 장치(20')의 혼합기(21)의 제1 용매 유입구(212)로 유입될 수 있다. 제1 용매(S1)는 복수의 용매 추출 장치에서 상기와 같은 흐름을 반복하며 최종 용매 추출 장치(도 7에서는 제4 장치(40'))의 침강기(42)에서 외부로 회수될 수 있다. 예를 들어, 제2 용매(S2)의 흐름에 관하여 설명하면, 외부에서 공급된 제2 용매(S2)는 제4 장치(40')의 혼합기(41)의 제2 용매 유입구(413)로 유입될 수 있다. 제4 장치(40')의 혼합기(41)로 유입된 제2 용매(S2)는 혼합기(41) 내부의 제1 용매(S1)와 혼합되어 제4 장치(40')의 침강기(42)로 전달될 수 있다. 침강기(42)에서 제1 용매(S1) 및 제2 용매(S2)는 다시 분리되어 각각 제1 용매 배출구(423) 및 제2 용매 배출구(424)로 배출될 수 있다. 제2 용매 배출구(424)로 배출된 제2 용매(S2)는 제3 장치(30')의 혼합기(31)의 제2 용매 유입구(313)로 유입될 수 있다. 제2 용매(S2)는 복수의 용매 추출 장치에서 상기와 같은 흐름을 반복하며 최종 용매 추출 장치(도 7에서는 제1 장치(10'))의 침강기(12)에서 외부로 회수될 수 있다. 이처럼, 용매 추출 시스템(1)이 서로 유기적으로 연결된 복수의 용매 추출 장치를 포함함으로써, 용매에 포함된 목적 금속 이온 및 불순물을 더욱 효과적으로 분리해낼 수 있다.

- [57] 이상 일부 실시예들과 첨부된 도면에 도시된 예에 의해 본 개시의 기술적 사상이 설명되었지만, 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 이해할 수 있는 본 개시의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 치환, 변형 및 변경이 이루어질 수 있다는 점을 알아야 할 것이다. 또한, 그러한 치환, 변형 및 변경은 첨부된 청구범위 내에 속하는 것으로 생각되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 혼합 용기, 제1 용매 유입구, 제2 용매 유입구, 혼합 용매 배출구 및 임펠러를 포함하고, 상기 임펠러에 의해 서로 밀도가 상이한 제1 용매 및 제2 용매가 혼합되어 혼합 용매가 생성되는 혼합기;
침강 용기, 혼합 용매 유입구, 제1 용매 배출구 및 제2 용매 배출구를 포함하고, 상기 혼합 용매를 밀도 차에 따라 분리하는 침강기; 및
상기 혼합기의 상기 혼합 용매 배출구와 상기 침강기의 상기 혼합 용매 유입구를 연결하는 연결 튜브를 포함하고,
상기 침강기의 상기 침강 용기는, 상면, 상기 상면의 반대측에 형성되는 하면 및 상기 상면과 상기 하면 사이에서 연장하는 측면을 포함하고, 상기 혼합 용매 유입구는 상기 침강 용기의 측면 또는 상기 침강 용기의 내부에 형성되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 혼합 용매 유입구는, 상기 상면에서 이격된 위치에 형성되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 혼합 용매 유입구는 상기 침강 용기의 높이의 0.3 지점 내지 0.7 지점 사이에 형성되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 혼합기의 상기 혼합 용매 배출구는, 상기 침강기의 상기 혼합 용매 유입구보다 높은 위치에 배치되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 침강기의 상기 혼합 용매 유입구는 상기 제1 용매 배출구 및 상기 제2 용매 배출구의 위치 사이에 배치되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
혼합 용매 유입구 및 연결 튜브의 사이에 배치되는 완충부를 더 포함하고,
상기 완충부는 상기 침강 용기의 측면의 전부 또는 일부를 둘러싸도록 배치되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 침강기는, 상기 침강기의 높이 방향을 가로지르도록 상기 침강 용기의 내부에 배치되는 복수의 격막을 더 포함하는,
용매 추출 장치.

- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 격막은, 그물망 구조로 형성되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 격막은, 관통구를 포함하고,
상기 복수의 격막 중 서로 인접한 격막 간에 있어서, 상기 관통구의 위치
는 상기 침강기의 높이 방향에서 보았을 때 서로 어긋나게 배치되는,
용매 추출 장치.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 침강기의 높이 방향 길이는 상기 혼합기의 높이 방향 길이보다 큰,
용매 추출 장치.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 침강기의 높이 방향 길이는, 상기 침강기의 폭 방향 길이보다 3배 이
상 9배 이하인,
용매 추출 장치.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 제1 용매는 유기상 용매이며, 상기 제2 용매는 수상 용매인,
용매 추출 장치.
- [청구항 13] 복수의 용매 추출 장치를 포함하고,
각각의 상기 용매 추출 장치는,
혼합 용기, 제1 용매 유입구, 제2 용매 유입구, 혼합 용매 배출구 및 임펠러
를 포함하고, 상기 임펠러에 의해 서로 밀도가 상이한 제1 용매 및 제2 용
매가 혼합되어 혼합 용매가 생성되는 혼합기;
침강 용기, 혼합 용매 유입구, 제1 용매 배출구 및 제2 용매 배출구를 포함
하고, 상기 혼합 용매를 밀도 차에 따라 분리하는 침강기; 및
상기 혼합기의 상기 혼합 용매 배출구와 상기 침강기의 상기 혼합 용매 유
입구를 연결하는 연결 튜브를 포함하고,
상기 침강기의 상기 침강 용기는, 상면, 상기 상면의 반대측에 형성되는
하면 및 상기 상면과 상기 하면 사이에서 연장하는 측면을 포함하고, 상기
혼합 용매 유입구는 상기 침강 용기의 측면 또는 상기 침강 용기의 내부에
형성되며,
상기 각각의 용매 추출 장치는 서로 유기적으로 연결되어, 상기 제1 용매,
상기 제2 용매 및 상기 혼합 용매를 교환하는,
용매 추출 시스템.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 용매 추출 시스템은 제1 장치 및 제2 장치를 포함하고,

상기 제1 장치의 침강기에서 배출된 제1 용매는 상기 제2 장치의 혼합기로 유입되고, 상기 제2 장치의 침강기에서 배출된 제2 용매는 상기 제1 장치의 혼합기로 유입되며,
상기 제1 장치의 침강기에서 배출된 제2 용매 및 상기 제2 장치의 침강기에서 배출된 제1 용매는 각각 회수되는,
용매 추출 시스템.