(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0029235
(43) 공개일자 2008년04월03일

(51) Int. Cl.
G21F 9/06 (2006.01) *G21F 9/20* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0095043
(22) 출원일자 2006년09월28일
심사청구일자 2006년09월28일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제캠퍼스내
(72) 발명자
박광헌
경기 수원시 영통구 영통동 청명마을 431-604
성진현
경기 성남시 중원구 상대원동 선경2차아파트 109-1109
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인다인

전체 청구항 수 : 총 15 항

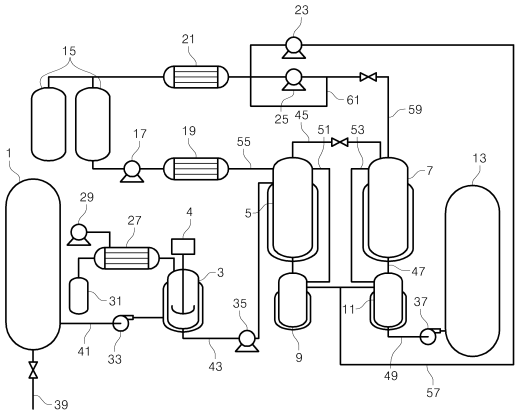
(54) 초임계용매를 이용한 폐유의 정제방법 및 그 정제장치

(57) 요 약

본 발명은 원자력산업에서 발생하는 방사성 폐유로부터 방사성 오염물질을 제염하거나 일반 산업에서 발생하는 폐유로부터 금속성분 등의 오염물질들을 분리하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 유분에 대한 용해력이 큰 초임계 용매를 이용하여 방사성 폐유 또는 일반 폐유를 정제하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

이와 같은 본 발명의 기술적 과제를 해결하기 위한 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법은 폐유를 밀도차에 의하여 상기 폐유 속에 함유된 밀도가 높은 이물질과 자유수분을 침강시키는 단계와, 상기의 밀도가 낮은 상층의 폐유를 가열하여 폐유 속에 함유된 수분을 증발시키는 탈수단계와, 상기 탈수된 폐유에 초임계상태의 용매를 공급하여 폐유 속에 함유된 유분을 상기 초임계상태의 용매에 용해시키는 단계와, 상기 유분이 용해된 용매를 가열하여 유분과 용매를 분리시키는 단계를 포함한다. 상기의 정제방법에 있어서, 상기 초임계상태의 용매는 클로로디플루오로메탄(R-22) 또는 상기의 클로로디플루오로메탄에 이산화탄소가 혼합된 것이 바람직하다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

길홍섭

인천 남동구 서창동 태평2차아파트 205-1103

유재룡

경남 함양군 휴천면 대천리 34-8

특허청구의 범위

청구항 1

폐유를 밀도차에 의하여 상기 폐유 속에 함유된 밀도가 높은 이물질과 자유수분을 침강시키는 단계와,

상기의 밀도가 낮은 상층의 폐유를 가열하여 폐유 속에 함유된 수분을 증발시키는 탈수단계와,

상기 탈수된 폐유에 초임계상태의 용매를 공급하여 폐유 속에 함유된 유분을 상기 초임계상태의 용매에 용해시키는 단계와,

상기 유분이 용해된 용매를 가열하여 유분과 용매를 분리시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 초임계상태의 용매는 클로로디플루오로메탄(R-22) 또는 상기의 클로로디플루오로메탄에 이산화탄소가 혼합된 것을 특징으로 하는 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 분리단계에서 분리된 유분을 가열하여 유분 속에 함유된 용매를 재분리 시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 용해단계에서 유분이 추출된 폐유인 잔사유에 포함된 용매를 분리시키기 위하여 잔사유를 가열하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기의 용해단계와, 재분리단계 및 잔사유가열단계에서 분리된 용매를 회수하여 초임계상태로 가압 및 가열한 후 상기의 탈수된 폐유에 공급하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 탈수단계는 70㎜Hg 이하의 압력상태에서 100~120℃의 온도로 가열하여 탈수 시키는 것을 특징으로 하는 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 용해단계는 100~120℃의 온도와 55~75bar의 압력조건을 갖는 초임계상태의 용매인 것을 특징으로 하는 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법.

청구항 8

폐유가 밀도차에 의하여 층간 분리되기 위하여 폐유를 저장하는 침강분리저장조와,

수분을 탈수시키기 위하여 상기 침강분리저장조의 상층에 저장된 저밀도 폐유를 수용하여 가열하는 탈수반응조와,

상기 탈수된 폐유에 포함된 유분이 초임계상태의 용매에 용해되기 위하여 초임계상태의 용매와 상기 탈수된 폐유를 수용하는 유분추출조와,

상기의 유분추출조에 초임계상태의 용매를 공급하는 초임계용매 공급장치와,

상기 유분이 용매에 용해된 용해액에서 용매와 유분을 분리시키기 위하여 상기 용해액을 수용하여 가열시키는 정제유분리조와,

상기 정제유분리조에서 분리된 유분을 수용하기 위하여 상기 정제유분리조와 연통된 제1 정제유저장조와,

상기 침강분리저장조에 수용된 상층의 저밀도 폐유가 상기 탈수반응조에 유입되도록 연결된 저밀도폐유이송관과,

상기 탈수반응조에서 탈수된 폐유가 상기 유분추출조에 유입되도록 연결된 탈수폐유이송관과,

상기 유분추출조에서 상기 용해액이 상기 정제유분리조에 유입되도록 연결된 용해액이송관을 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 정제유저장조는 상기 정제유분리조에 수용된 유분이 중력에 의하여 낙하되도록 상기 정제유분리조의 아래에 위치하며,

상기 정제유분리조와 상기 제1 정제유저장조의 압력이 동일하도록 상기 정제유분리조와 상기 제1 정제유저장조에 연결된 제1 동압관과,

상기 유분추출조의 탈수된 폐유에서 유분이 제거된 잔사유가 상기 유분추출조에서 중력에 의하여 낙하되도록 상기 유분추출조의 아래에 위치한 잔사유배출조와,

상기 유분추출조와 상기 잔사유배출조의 압력이 동일하도록 상기 유분추출조와 상기 잔사유배출조에 연결된 제2 동압관을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 정제유저장조는 수용된 상기의 용해액을 용매와 유분으로 분리하기 위하여 상기 용해액을 가열하기 위한 가열수단을 구비하며,

상기 제1 정제유저장소에 저장된 유분을 수용하는 제2 정제유저장조와,

상기 제1 정제유저장소에서 유분이 상기 제2 정제유저장조에 유입되도록 상기 제1 정제유저장조와 상기 제2 정제유저장조에 연결된 정제유이송관을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 잔사유배출조는 수용된 용해액을 용매와 유분으로 분리하기 위하여 상기 용해액을 가열하기 위한 가열수단을 구비하며,

상기 잔사유배출조와, 상기 정제유분리조와, 상기 제1 정제유수용조에서 분리된 용매가 상기 초임계용매공급장치에 유입되도록 연결된 용매회수관을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 탈수반응조는 수용된 저밀도 폐유를 교반시키는 교반기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 초임계용매공급장치는

용매를 저장하는 용매저장조와,

상기 용매저장조에 저장된 용매를 가압하는 용매가압펌프와,

상기 가압된 용매를 초임계상태로 만들기 위하여 가열시키는 용매가열기와,

상기 용매를 상기 유분추출조에 공급하기 위하여 상기 용매저장조와, 상기 용매가압펌프와, 상기 용매가열기와 상기 유분추출조에 연결된 용매공급관을 구비하는 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 초임계용매공급장치는 용매를 냉각시키기 위한 용매냉각기와,

상기 용매냉각기에 수용된 용매가 상기 용매저장조에 유입되기 위하여 상기 용매냉각기와 상기 용매저장조에 연결된 냉각용매이송관을 더 구비하며,

상기 용매회수관은 분리된 용매가 상기의 용매냉각기에 유입되도록 상기 용매냉각기에 연결된 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 용매회수관에서 이송되는 용매를 가압하여 상기 초임계용매공급에 공급하기 위한 가압부스터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<9> 본 발명은 원자력산업에서 발생하는 방사성 폐유로부터 방사성 오염물질을 제염하거나 일반 산업에서 발생하는 폐유로부터 금속성분 등의 오염물질들을 분리하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 유분에 대한 용해력이 큰 초임계 용매를 이용하여 방사성 폐유 또는 일반 폐유를 정제하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<10> 일반 산업에서 발생하는 폐유의 대표적인 정제 방법에는 이온교환법, 감압증류법, 고온열분해법이 있다. 이 중 이온교환법은 응집제를 투입하여 원심분리 방법으로 폐유를 정제하는 방법이며, 대다수의 폐유정제업체에서 활용하고 있는 대표적인 화학적 정제방법이다. 그러나 이온교환법은 정제유의 품질이 낮고 화학약품을 포함한 슬러지 등의 환경오염을 유발하는 2차 폐기물을 발생시킨다는 문제점이 있어서 환경부에서는 이온교환법에 의한 정제공정을 더 이상 권장하지 않는 실정이다.

<11> 감압증류법은 진공상태에서 가열하여 폐유를 정제하는 방법으로 많이 활용되고 있는 정제방법이다. 감압증류법은 정제유의 품질이 이온교환법에 비하여 월등하게 우수하나 250-300℃의 고온에서 운전된다. 따라서 운전온도가 120℃인 이온교환법의 비하여 에너지가 많이 사용되므로 에너지 효율이 낮으며, 폐유를 1차 정제하는 전처리 단계를 필요로 하고 있어서 초기 설비투자비용이 이온교환법에 비하여 훨씬 높다는 문제점이 있다.

<12> 고온열분해법은 상압 상태에서 온도를 500℃이상으로 가열하여 폐유를 정제하는 방법이다. 고온열분해법은 정제제품이 불안정하고 탄화에 의한 타르의 생성과 악취 등을 발생시킨다는 문제점이 있다. 또한 고온에서 사용되므로 기화된 증기유분에 의한 화재 및 폭발의 위험성이 높고 설비의 수명이 짧아 설비운전에 많은 주의가 필요하므로 실제로 활용하고 있는 정제업체는 거의 없는 편이다.

<13> 원자력산업에서 방사성 오염물질의 제염과 방사성 폐기물의 처리 및 처분은 매우 중요한 분야이다. 특히, 방사

성 오염물질의 처리와 제염을 하는 공정에서 보다 환경친화적이면서도 폐기물을 적게 발생시키는 효율적인 제염 공정의 개발이 요구되고 있다. 현재 방사성 폐유의 제염공정은 산업 폐유의 정제기술 중의 하나인 이온교환법을 활용하여 처리하므로 많은 양의 2차 폐기물이 발생할 뿐만 아니라 제염 효율도 낮으며, 또한 응집제 등의 화학약품으로 처리하므로 환경적으로도 바람직하지 못한 단점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<14> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 압력 및 온도 등의 간단한 조작에 의한 초임계 용매만으로 폐유로부터 오염되지 않은 순수한 유분을 추출하며, 또한 추출된 유분과 추출에 사용되었던 초임계 용매의 분리가 쉽도록 하여 추출된 유분만을 포집하고 추출에 사용되었던 초임계 용매는 재활용하거나 회수하여 저장하므로 2차 오염물이나 폐기물을 전혀 발생시키지 않는 환경친화적인 장점이 있어서 원자력산업에서 발생하는 방사성 폐유의 제염처리와 일반 산업에서 발생하는 폐유의 정제처리에 적합할 뿐만 아니라, 종래의 이온교환법, 감압증류법 및 고온열분해법에서 문제점들인 2차 폐기물 발생에 따른 환경오염, 고온에서의 운전에 따른 에너지 고비용과 악취와 화재위험에 따른 열악한 작업환경 등들의 해결을 제공하는 것이다.

<15> 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 기존의 제염방법보다 방사성 오염물질과 일반 오염물질의 분리제거 효율을 증대(원자력 산업폐유는 과학기술부에서 고시한 자체처분기준치 이하로 제염, 일반 산업폐유는 환경부에서 고시한 정제유 품질기준 이하로 정제)시켜 더욱 간단하면서도 효율적인 제염 및 정제공정을 제공할 뿐만 아니라 원자력산업과 일반 산업에서 발생한 폐유로부터 순수한 유분을 추출 분리하는 효율을 더욱 향상(정제전 폐유 부피의 90-95% 추출분리)시켜 추출 후 남는 폐유슬러지를 최소화(정제전 폐유 부피의 5-10% 잔류)할 수 있어서 잔사유 폐기물의 발생이 거의 없으므로 원전폐유의 고화처리비용과 산업폐유의 소각처리비용을 절감시키는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<16> 이와 같은 본 발명의 기술적 과제를 해결하기 위한 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법은 폐유를 밀도차에 의하여 상기 폐유 속에 함유된 밀도가 높은 이물질과 자유수분을 침강시키는 단계와, 상기의 밀도가 낮은 상층의 폐유를 가열하여 폐유 속에 함유된 수분을 증발시키는 탈수단계와, 상기 탈수된 폐유에 초임계상태의 용매를 공급하여 폐유 속에 함유된 유분을 상기 초임계상태의 용매에 용해시키는 단계와, 상기 유분이 용해된 용매를 가열하여 유분과 용매를 분리시키는 단계를 포함한다.

<17> 상기의 정제방법에 있어서, 상기 초임계상태의 용매는 클로로디플루오로메탄(R-22) 또는 상기의 클로로디플루오로메탄에 이산화탄소가 혼합된 것이 바람직하다.

<18> 상기의 정제방법에 있어서, 상기 분리단계에서 분리된 유분에는 소량의 용매가 함유될 수 있다. 따라서 유분의 정제를 향상시키기 위하여 상기 분리단계에서 분리된 유분을 가열하여 유분 속에 함유된 용매를 재분리 시키는 단계를 더 포함되는 것이 바람직하다.

<19> 또한, 상기의 정제방법에 있어서, 상기 용해단계에서 유분이 추출된 폐유인 잔사유에는 용매가 포함되어 있을 수 있다. 따라서 잔사유에 포함된 용매를 분리하여 재활용하기 위해서 잔사유를 가열하는 단계를 더 포함되는 것이 바람직하다.

<20> 또한, 상기의 정제방법에 있어서, 상기의 용해단계와, 재분리단계 및 잔사유가열단계에서 분리된 용매를 재활용하기 위하여 이를 회수하여 초임계상태로 가압 및 가열한 후 상기의 탈수된 폐유에 공급하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<21> 또한, 상기의 정제방법에 있어서, 상기 탈수단계는 70㎜Hg 이하의 압력상태에서 100~120℃의 온도로 가열하여 탈수 시키는 것이 바람직하다.

<22> 또한, 상기 용해단계는 100~120℃의 온도와 55~75bar의 압력조건을 갖는 초임계상태의 용매인 것이 바람직하다.

<23> 또한, 본 발명의 기술적 과제를 해결하기 위한 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제장치는 폐유가 밀도차에 의하여 층간 분리되기 위하여 폐유를 저장하는 침강분리저장조와, 수분을 탈수시키기 위하여 상기 침강분리저장조의 상층에 저장된 저밀도 폐유를 수용하여 가열하는 탈수반응조와, 상기 탈수된 폐유에 포함된 유분이 초임계상태의 용매에 용해되기 위하여 초임계상태의 용매와 상기 탈수된 폐유를 수용하는 유분추출조와, 상기의 유분추출조에 초임계상태의 용매를 공급하는 초임계용매 공급장치와, 상기 유분이 용매에 용해된 용해액에서 용매와 유분을 분리시키기 위하여 상기 용해액을 수용하여 가열시키는 정제유분리조와, 상기 정제유분리조에서 분리된 유

분을 수용하는 제1 정제유저장조와, 상기 침강분리저장조에 수용된 상층의 저밀도 폐유가 상기 탈수반응조에 유입되도록 연결된 저밀도폐유이송관과, 상기 탈수반응조에서 탈수된 폐유가 상기 유분추출조에 유입되도록 연결된 탈수폐유이송관과, 상기 유분추출조에서 상기 용해액이 상기 정제유분리조에 유입되도록 연결된 용해액이송관과, 상기 정제유분리조에 수용된 유분이 상기 제1 정제유저장조에 유입되도록 상기 정제유분리조와 상기 제1 정제유저장조에 연결된 제1 정제유이송관을 포함한다.

<24> 또한, 상기의 정제장치에 있어서, 상기 제1 정제유저장조는 수용된 유분에 함유된 용매를 분리하기 위하여 상기 유분을 가열하기 위한 가열수단을 구비하며, 상기 제1 정제유저장소에서 용매가 분리된 유분을 수용하는 제2 정제유저장조와, 상기 제1 정제유저장소에서 용매가 분리된 유분이 상기 제2 정제유저장조에 유입되도록 상기 제1 정제유저장조와 상기 제2 정제유저장조에 연결된 제2 정제유이송관을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<25> 또한, 상기의 정제장치에 있어서, 상기 제1 정제유저장조는 상기 정제유분리조에 수용된 유분이 중력에 의하여 낙하하도록 상기 정제유분리조의 아래에 위치하며, 상기 정제유분리조와 상기 제1 정제유저장조의 압력이 동일하도록 상기 정제유분리조와 상기 제1 정제유저장조에 연결된 제1 동압관과, 상기 유분추출조의 탈수된 폐유에서 유분이 제거된 잔사유가 상기 유분추출조에서 중력에 의하여 낙하하도록 상기 유분추출조의 아래에 위치한 잔사유배출조와, 상기 유분추출조와 상기 잔사유배출조의 압력이 동일하도록 상기 유분추출조와 상기 잔사유배출조에 연결된 제2 동압관을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<26> 또한, 상기의 정제장치에 있어서, 상기 잔사유배출조는 수용된 유분에서 상기 용매를 분리되도록 상기 유분을 가열하기 위한 가열수단을 구비하며, 상기 잔사유배출조와, 상기 정제유분리조와, 상기 제1 정제유수용조에서 분리된 용매가 상기 초임계용매공급장치에 유입되도록 연결된 용매회수관을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<27> 또한, 상기의 정제장치에 있어서, 상기 탈수반응조는 수용된 저밀도 폐유를 교반시키는 교반기를 더 구비하는 것이 바람직하다.

<28> 또한, 상기의 정제장치에 있어서, 상기 초임계용매공급장치는 용매를 저장하는 용매저장조와, 상기 용매저장조에 저장된 용매를 가압하는 용매가압펌프와, 상기 가압된 용매를 초임계상태로 만들기 위하여 가열시키는 용매가열기와, 상기 용매를 상기 유분추출조에 공급하기 위하여 상기 용매저장조와, 상기 용매가압펌프와, 상기 용매가열기와 상기 유분추출조에 연결된 용매공급관을 구비하는 것이 바람직하다.

<29> 또한, 상기의 정제장치에 있어서, 초임계용매공급장치는 용매를 냉각시키기 위한 용매냉각기와, 상기 용매냉각기에 수용된 용매가 상기 용매저장조에 유입되기 위하여 상기 용매냉각기와 상기 용매저장조에 연결된 냉각용매이송관을 더 구비하며, 상기 용매회수관은 분리된 용매가 상기의 용매냉각기에 유입되도록 상기 용매냉각기에 연결된 것이 바람직하다.

<30> 또한, 상기의 정제장치에 있어서, 상기 용매회수관에서 이송되는 용매를 가압하여 상기 초임계용매공급에 공급하기 위한 가압부스터를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<31> 이하에서는 본 발명에 따른 초임계 용매를 이용한 폐유의 정제방법 및 정제장치의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들에 의거하여 상세하게 설명한다.

<32> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치이다.

<33> 도 1에 도시된 정제장치는 침강분리저장조(1), 탈수반응조(3), 유분추출조(5), 정제유분리조(7), 잔사유배출조(9), 제1 정제유저장조(11), 제2 정제유저장조(13) 및 초임계용매공급장치를 구비하고 있다.

<34> 침강분리저장조(1)는 원자력산업에서 발생된 방사성 폐유 또는 일반 산업에서 발생된 폐유가 저장된다. 폐유는 침강분리저장조(1)에서 밀도차에 의하여 밀도가 높은 이물질과 일부의 자유수분은 침강되어 상층과 하층으로 분리된다. 상층의 저밀도 폐유는 탈수반응조(3)로 공급되며, 하층의 이물질과 자유수분은 배출밸브(39)를 통하여 배출된다.

<35> 침강분리저장조(1)는 저밀도폐유이송관(41)에 의하여 탈수반응조(3)와 연결된다. 저밀도폐유이송관(41)은 침강분리저장조(1)의 상층에 수용된 저밀도 폐유를 탈수반응조(3)에 공급시킨다. 저밀도 폐유를 탈수반응조(3)에 공급하기 위하여 저밀도폐유이송관(41)에는 폐유이송펌프(33)이 설치되는 것이 바람직하다. 또한, 저밀도폐유이송관(41)은 침강된 이물질과 자유수분이 탈수반응조(3)로 이송되지 않도록 침강분리저장조(1)의 최하부로부터 폐유 부피비 20%이상의 높이의 측면에 설치되는 것이 바람직하다.

<36> 탈수반응조(3)는 침강분리저장조(1)로부터 이송된 저밀도 폐유를 약 50 ㎜Hg의 저 압력에서 약 120℃의 온도로

가열하여 폐유 속에 남아있는 잔여 수분과 비점이 낮은 오염물을 증발시킨다. 또한, 탈수반응조(3)는 수분의 제거효율 증가와 저 압력에서 폐유의 부피 팽창을 감소시키기 위하여 교반기(4)를 구비하며, 탈수 공정 운전 중에 항상 교반기(4)를 사용하여 저속으로 폐유를 교반한다. 또한, 본 실시예에 따른 정제장치는 탈수반응조(3)에서 증발된 수증기와 저비점 오염물을 응축시켜 분리 저장할 수 있는 수증기 냉각기(27)와 응축수 저장조(31)를 갖추는 것이 바람직하다. 미설명 도면부호 29는 수증기와 저비점 오염물을 수증기 냉각기(27)에 유입시키기 위한 탈수조진공펌프이다.

<37> 상기의 탈수반응조(3)는 탈수폐수이송관(43)에 의하여 유분추출조(5)와 연결된다. 탈수폐수이송관(43)은 탈수반응조(3)에서 탈수된 상기의 폐유를 유분추출조(5)에 공급시킨다. 상기의 폐유를 유분추출조(5)에 공급하기 위하여 탈수폐수이송관(43)에는 폐유이송펌프(35)가 설치되는 것이 바람직하다. 폐유이송펌프(35)는 탈수반응조(3)에서 유분추출조(5)로 폐유를 이송하기 위하여 유분추출조(5) 내부의 압력 이상으로 폐유를 가압하여 유분추출조(5)에 공급하여야 한다.

<38> 유분추출조(5)는 탈수반응조(3)에 공급된 폐유와 초임계용매 공급장치에서 공급된 초임계상태의 용매를 수용한다. 초임계상태의 용매는 약 100 ℃와 60bar 상태의 클로로디플루오로메탄(R-22)이 바람직하며, 이산화탄소와 혼용하여 사용될 수 있다. 초임계상태의 용매와 폐유가 수용되면, 상기 용매에는 폐유 속에 함유된 유분만이 용해되며, 폐유는 유분이 추출되어 고점도의 물성을 지닌 슬러지 형태로 존재한다.

<39> 유분추출조(5)는 용해액이송관(45)에 의하여 정제유분리조(7)와 연결되며, 또한, 유분추출조(5)의 하부에는 잔사유배출조(9)가 유분추출조(5)와 연통된다. 유분추출조(5)에서 상기 용매에 폐유의 유분이 용해된 용해액은 용해액이송관(45)에 의하여 정제유분리조(7)로 이송된다.

<40> 잔사유배출조(9)는 유분추출조(5)와 동일한 압력을 유지하도록 제1 동압관(51)에 의하여 연결되어 있으며, 잔사유배출조(9)는 유분추출조(5)에서 유분이 추출되어 슬러지 형태로 존재하는 잔사유가 중력에 의하여 배출되도록 유분추출조(5)의 하부에서 유분추출조(5)에 연통된다. 따라서 잔사유배출조(9)에는 슬러지 형태의 잔사유가 저장된다. 다만, 잔사유배출조(9)는 유분추출조(5)와 제1 동압관(51)에 의하여 연통되어 있으므로, 잔사유 뿐만 아니라 소량의 용해액이 수용된다. 따라서 잔사유배출조(9)는 용해액을 용매와 유분으로 분리하기 위하여 수용된 용해액을 가열하는 가열수단(미도시)을 구비한다.

<41> 초임계상태의 용매에 유분이 용해된 용해액은 용해액이송관(45)에 의하여 유분추출조(5)에서 정제유분리조(7)로 이송된다. 정제유분리조(7)는 60bar로 이송된 용해액의 압력을 40bar로 낮추어 용해액에서 용매를 기화시켜 유분과 용매로 분리시킨다. 따라서 정제유분리조(7)에서 용해액이 유분으로 정제된다.

<42> 제1 정제유저장조(11)는 정제유분리조(7)와 동일한 압력을 유지하도록 제2 동압관(53)에 의하여 연결되어 있으며, 정제유분리조(7)에서 정제된 유분이 중력에 의하여 배출되도록 정제유분리조(7)의 하부에서 정제유분리조(7)에 연통된다. 따라서 제1 정제유저장조(11)에는 유분이 저장된다. 다만, 제1 정제유저장조(11)는 정제유분리조(7)와 제2 동압관(53)에 의하여 연통되어 있으므로, 유분 뿐만 아니라 정제유분리조(7)에 저장된 용해액도 함께 수용된다. 따라서 제1 정제유저장조(11)에는 수용된 용해액을 용매와 유분으로 분리하기 위하여 용해액을 가열하는 가열수단(미도시)을 구비한다.

<43> 제1 정제유저장조(11)는 정제유이송관(49)에 의하여 제2 정제유저장소(13)와 연결된다. 정제유이송관(49)은 제1 정제유저장소(11)에 수용된 유분을 제2 정제유저장조(13)에 이송시킨다. 유분을 제2 정제유저장조(13)에 이송시키기 위하여 정제유이송관(49)에는 정제유이송펌프(37)가 설치되는 것이 바람직하다.

<44> 제2 정제유저장소(13)는 초임계용매에 의하여 폐유로부터 정제된 유분이 저장된다. 따라서 제2 정제유저장소(13)에 저장된 유분을 재활용할 수 있다.

<45> 초임계용매 공급수단은 용매냉각기(21)와, 용매저장소(15)와, 용매가압펌프(17)와, 용매가열기(19)를 구비한다.

<46> 용매저장소(15)는 유분추출조(5)에 공급될 용매를 저장한다. 용매가압펌프(17)는 용매저장소(15)에 수용된 용매를 초임계상태로 유분추출조(5)에 공급하기 위하여 용매를 가압한다. 따라서 용매를 운전압력인 60bar까지 가압한다. 용매가열기(19)는 용매가압펌프(17)에 의하여 가압된 용매를 초임계상태로 만들기 위하여 가열한다. 따라서, 본 실시예에서는 용매를 운전온도인 100℃까지 가열한다. 용매저장소(15)에 저장된 용매는 용매가압펌프(17) 및 용매가열기(19)에 의하여 초임계상태로 유분추출조(5)에 공급된다.

<47> 또한, 초임계용매 공급수단은 잔사유배출조(9)와, 제1 정제유저장조(11) 및 정제유분리조(7)와 연결된다. 상기의 잔사유배출조(9)와, 제1 정제유저장조(11) 및 정제유분리조(7)에는 용매가 발생하므로 상기의 용매를 회수하

여 재활용하기 위함이다. 따라서 초임계용매 공급수단은 상기의 잔사유배출조(9)와, 제1 정제유저장조(11) 및 정제유분리조(7)에서 발생된 용매를 회수하여 재활용하기 위하여 추출용매냉각기(21)를 구비한다. 추출용매냉각기(21)는 상기의 회수된 용매를 냉각하여 용매저장소(15)에 공급하기 위하여 용매저장소(15)에 연결된다. 본 실시예에서는 발생한 용매를 추출용매냉각기(21)에 공급하기 위하여 잔사유배출조(9) 및 제1 정제유저장조(11)는 용매회수관(57)에 연결되며, 정제유분리조(7)는 용매회수관(59)에 연결되며, 용매회수를 용이하게 하기 위하여 용매회수가스부스터(23, 25)가 설치될 수 있다. 또한, 필요에 따라 용매회수가스부스터(25)를 통과하지 않고 직접 정제유분리조(7)에서 추출용매냉각기(21)에 공급되도록 용매회수관(61)에 설치될 수 있다.

<48> 용매의 재활용은 다양한 방법으로 할 수 있다. 도 2는 용매를 재활용하는 다른 실시예이다. 도 2에서는 잔사유배출조(9) 및 제1 정제유저장조(11)에서 발생된 용매는 추출용매냉각기(21)에 공급되도록 용매회수관(58)을 추출용매냉각기(21)에 연결하며, 정제유분리조(7)에서 발생된 용매는 유분추출조(5)로 바로 공급되도록 용매회수관에 공급되도록 용매회수관(60)을 유분출추기(5)에 연결하였다.

<49> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 초임계용매를 이용한 폐유의 정제방법이다.

<50> 원자력산업에서 발생된 방사성 폐유 또는 일반 산업에서 발생된 폐유를 밀도차에 의하여 이물질 및 자유수분을 침강시킨다(S10). 즉 상기의 폐유를 침강분리저장조에 수용하면 이물질 및 자유수분은 밀도차에 의하여 하층에 침강된다.

<51> 상층의 폐유를 탈수반응조에 공급한 후 가열하여 폐유에 포함된 수분을 탈수시킨다(S20). 수분의 탈수를 위하여 이 때, 교반기를 사용하여 교반시키는 것이 바람직하다. 상기의 수분탈수단계(S20)에서 수분이 탈수된 폐유에 초임계용매 공급장치를 사용하여 초임계상태의 용매를 공급하여 상기의 폐유에 포함된 유분을 용매에 용해시킨다(S30). 폐유에 포함된 유분은 용매에 용해되며, 폐유는 슬러지 형태의 잔사유로 남는다. 따라서 상기의 용매에 유분이 용해된 용해액과 잔사유를 분리하여, 유분을 정제하기 위하여 용해액을 용매와 유분으로 분리한다(S40). 유분과 용매 분리단계(S40)에서 용해액은 유분과 용매로 완전히 분리되어야 하지만, 처리공정상 분리되지 아니한 용해액이 포함되므로 용해액을 다시한번 유분과 용매로 재분리한다(S50). 또한, 폐유를 용해액과 잔사유로 분리시 잔사유에 용해액이 포함되므로 잔사유에 포함된 용해액을 유분과 용매로 분리하기 위하여 잔사유를 가열한다(S60). 상기의 유분·용매 분리단계(S40), 유분·용매 재분리단계(S50) 및 잔사유가열단계(S60)에서 분리된 용매를 재활용하기 위하여 용매를 회수하며, 회수된 용매를 초임계용매 공급장치에 공급한다.

발명의 효과

<52> 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 따른 폐유의 제염 및 정제방법과 공정장치는 각각의 적용 분야에 대하여 다음과 같은 특징을 갖는다.

<53> 본 발명에 따른 원자력산업에서 발생하는 방사성 폐유의 제염 방법은 폐유를 초임계 용매만을 이용하여 방사성 오염물질을 분리한 후 제거함으로서 자체처분이 가능한 방사선 기준치 이하로 제염하므로 정제된 유분은 일반적인 폐기물과 대등한 방법으로 처리할 수 있어 방사성 폐유의 처리 시간과 처리 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다.

<54> 본 발명에 따른 일반 산업에서 발생하는 폐유의 정제 방법은 폐유를 초임계 용매만을 이용하여 정제하므로 고품질의 정제유를 생산할 수 있으며, 이 정제유들은 연료유나 고부가가치의 윤활기유로 사용할 수 있어 경제적인 효과가 크며 또한 2차 폐기물이 전혀 발생하지 않기 때문에 환경오염을 유발하지 않으며, 저온에서 운전되므로 에너지 비용의 절감 효과도 크고 화재에 대하여서도 안전하며 타르나 악취 같은 이차물질이 발생되지 않아서 깨끗한 작업환경에서 조업할 수 있는 효과도 있다.

<55> 앞에서 설명되고 도면에 도시된 본 발명의 일 실시예는, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치의 일 실시예의 개념도,

<2> 도 2은 본 발명에 따른 초임계용매를 이용한 폐유의 정제장치의 다른 실시예의 개념도,

<3> 도 3은 본 발명에 따른 초임계용매를 이용한 폐유의 정제방법의 일 실시예의 개념도이다.

<4> <도면 부호의 간단한 설명>

<5> 1 : 침강분리저장조 3 : 탈수반응조

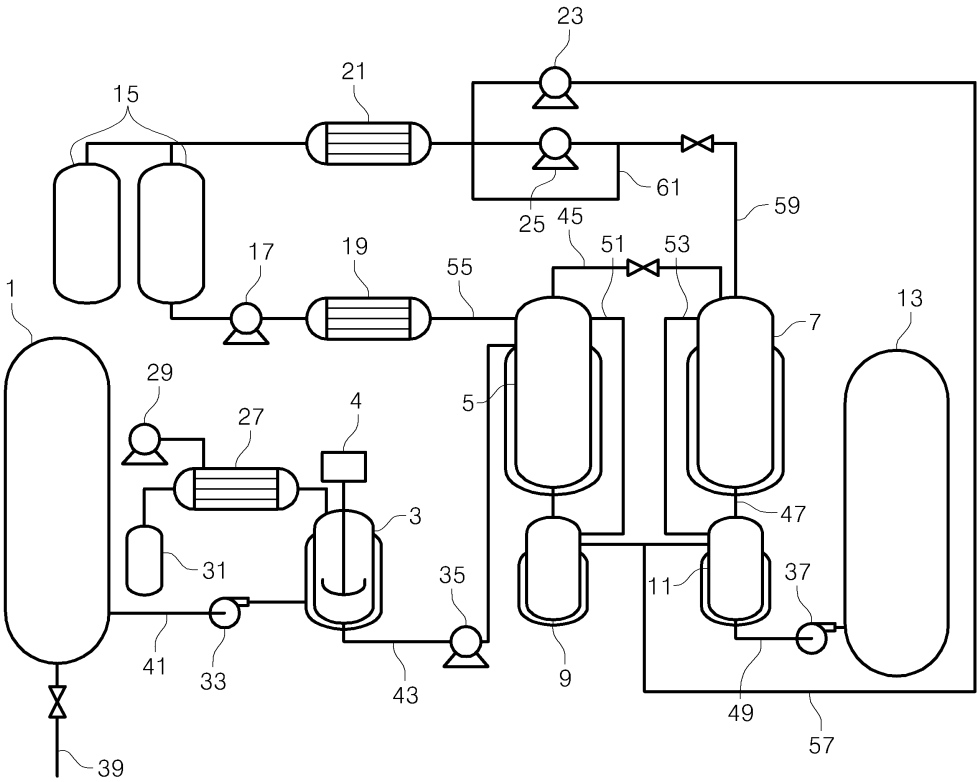
<6> 5 : 유분추출조 7 : 정제유분리조

<7> 9 : 잔사유배출조 11 : 제1 정제유저장조

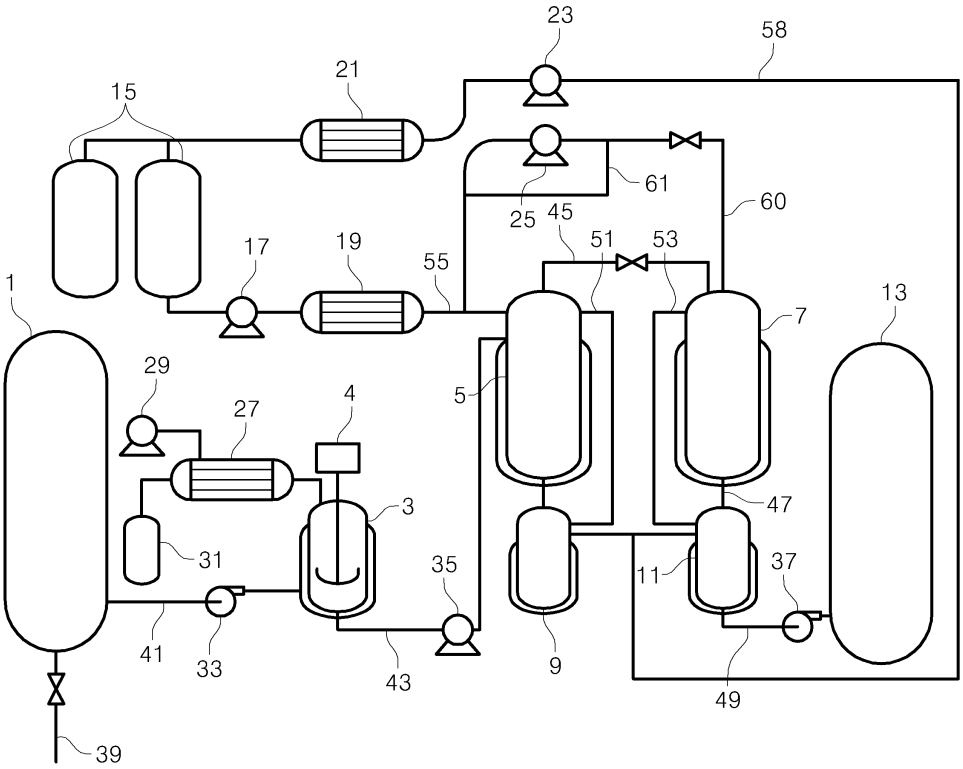
<8> 13 : 제2 정제유저장조 15 : 용매저장조

도면

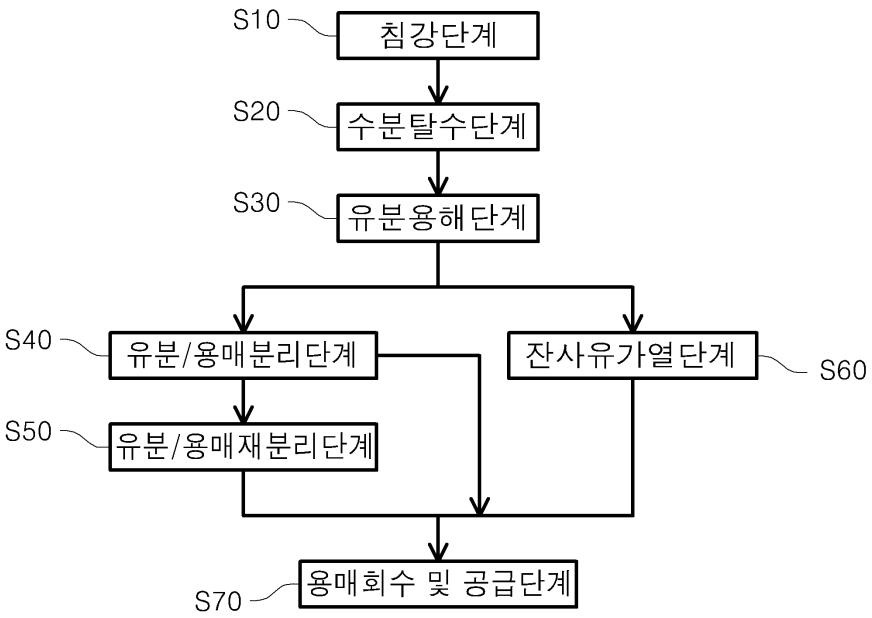
도면1



도면2


23
58
21
15
61
25
45
60
17
19
55
51
53
1
7
13
29
27
4
5
3
47
31
35
11
37
41
33
43
9
49
39

도면3


S10
침강단계
S20
수분탈수단계
S30
유분용해단계
S40
유분/용매분리단계
잔사유가열단계
S60
S50
유분/용매재분리단계
S70
용매회수 및 공급단계