



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

(45) 공고일자 2016년07월18일  
 (11) 등록번호 10-1640629  
 (24) 등록일자 2016년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B01J 19/18 (2006.01) H01M 4/02 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0057601  
 (22) 출원일자 2012년05월30일  
 심사청구일자 2014년07월31일  
 (65) 공개번호 10-2013-0134226  
 (43) 공개일자 2013년12월10일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020120015278 A\*  
 KR1019990046722 A\*  
 KR1020110071653 A  
 KR1020070049327 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 주식회사 엘지화학  
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
 (72) 발명자  
 조치호  
 경기 고양시 일산서구 현중로 13, 1303동 2101호  
 (탄현동, 탄현마을13단지아파트)  
 박홍규  
 대전 유성구 노은로 353, 301동 1306호 (하기동,  
 송림마을3단지아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 8 항

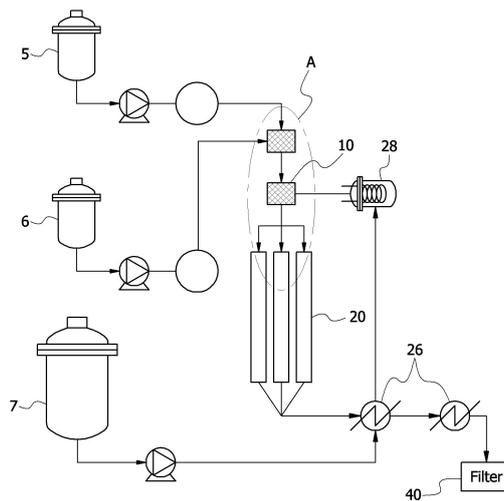
심사관 : 최중환

(54) 발명의 명칭 초임계 연속수열 합성 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 초임계 연속수열 합성 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 철(Fe)/인(P) 용액이 투입되는 철/인 용액 튜브가 중앙튜브를 관통하여 설치되며, 중앙튜브에는 리튬(Li) 용액이 투입되는 리튬 용액 튜브가 연결되는 프리믹서; 및 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 초임계수가 투입되는 초임계수 튜브가 중앙튜브와 연결되어 철/인 용액 및 리튬 용액이 혼합된 용액과 교반되는 다수개의 메인믹서를 포함하고, 메인믹서의 전단에는 차단밸브가 각각 설치되어 상기 메인믹서에 막힘 현상(clogging)이 발생하였을 때 차단시킬 수 있다. 이와 같은 본 발명에 의하면, 다수개의 메인믹서를 병렬로 배치하여 어떤 메인믹서 내 압력이 높아져도 다른 메인믹서에서의 합성은 유지하면서 공정을 지속적으로 진행할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**정왕모**

대전 서구 둔산북로 160, 8동 1301호 (둔산동, 한  
마루삼성아파트)

**오상승**

대전 유성구 반석서로 109, 703동 1402호 (반석동,  
반석마을7단지아파트)

**노현국**

대전 유성구 엑스포로 448, 209동 405호 (전민동,  
엑스포아파트)

**류지훈**

대전 서구 월평북로 11, 209동 1001호 (월평동, 주  
공아파트2단지)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

중앙튜브가 중앙을 관통하고, 철(Fe)/인(P) 용액이 투입되는 철/인 용액 튜브가 상기 중앙튜브를 관통하여 설치되며, 상기 중앙튜브에는 리튬(Li) 용액이 투입되는 리튬 용액 튜브가 연결되는 프리믹서; 및

상기 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 초임계수가 투입되는 초임계수 튜브가 상기 중앙튜브와 연결되어 상기 철/인 용액 및 리튬 용액이 혼합된 용액과 교반되는 다수개의 메인믹서를 포함하고,

상기 메인믹서는 다수개가 병렬로 배치되며,

상기 메인믹서의 전단에는 차단밸브가 각각 설치되고,

메인믹서 중 어느 하나에 막힘 현상(clogging)이 발생하는 것을 감지하면, 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서의 전단에 설치된 차단밸브를 닫고, 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서로는 초임계수만을 투입하는 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 장치.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 초임계수 튜브에는 차단밸브가 각각 설치된 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 장치.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 리튬 용액 튜브 및 초임계수 튜브는, 상기 중앙튜브의 양측에 각각 대칭되게 연결되는 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 장치.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 리튬 용액 튜브 및 초임계수 튜브는, 상기 중앙튜브의 연장 방향에 대해 경사지게 연결되는 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 장치.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

상기 리튬 용액 튜브 및 초임계수 튜브와, 상기 중앙튜브는 서로 예각을 형성하도록 연결되는 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 장치.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,

물 저장조;

상기 물 저장조로부터 공급된 물과 상기 메인믹서에서 혼합된 혼합용액을 열교환하여 고온의 상태로 만드는 열

교환기; 및

상기 열교환기를 통과한 물을 가열하여 초임계수로 만드는 히터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 장치.

**청구항 9**

중앙튜브가 중앙을 관통하고, 리튬(Li) 용액이 투입되는 리튬 용액 튜브가 상기 중앙튜브를 관통하여 설치되며, 상기 중앙튜브에는 철(Fe)/인(P) 용액이 투입되는 철/인 용액 튜브가 연결되는 프리믹서; 및

상기 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 초임계수가 투입되는 초임계수 튜브가 상기 중앙튜브와 연결되어 상기 철/인 용액 및 리튬 용액이 혼합된 용액과 교반되는 다수개의 메인믹서를 포함하고,

상기 메인믹서는 다수개가 병렬로 배치되며,

상기 메인믹서의 전단에는 차단밸브가 각각 설치되고,

메인믹서 중 어느 하나에 막힘 현상(clogging)이 발생하는 것을 감지하면, 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서의 전단에 설치된 차단밸브를 닫고, 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서로는 초임계수만을 투입하는 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 장치.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제 1 항에 따른 초임계 연속수열 합성 장치의 메인믹서 중 어느 하나에 막힘 현상(clogging)이 발생하는 것을 감지하는 단계;

상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서의 전단에 설치된 차단밸브를 닫는 단계; 및

상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서에 초임계수를 투입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초임계 연속수열 합성 방법.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 초임계 연속수열 합성 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다수개의 메인믹서를 사용하여 반응이 이루어짐으로써, 안정적인 연속합성과 즉각적인 유지가 용이한 초임계 연속수열 합성 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 모바일 기기와 같은 휴대용 전자기기에 대한 기술 개발과 수요가 증가함에 따라 에너지원으로서 이차전지의 수요가 급격히 증가하고 있으며, 이러한 이차전지 중 높은 에너지 밀도와 전압을 가지고, 사이클 수명이 길며, 자기 방전율이 낮은 리튬 이차전지가 상용화되어 널리 사용되고 있다.

[0003] 특히, 리튬 이차전지는 작동 전압이 3.6V 이상으로서, 휴대용 전자 기기의 전원으로 많이 사용되고 있는 니켈-

카드뮴 전지나, 니켈-수소 전지보다 3배나 높고, 단위 중량당 에너지 밀도가 높다는 측면에서 급속하게 신장하고 있는 추세이다.

- [0004] 또한, 리튬 이차전지는 리튬 이온의 삽입 및 탈리가 가능한 물질을 음극 및 양극으로 사용하고, 상기 양극과 음극 사이에 유기 전해액 또는 폴리머 전해액을 충전시켜 제조하며, 리튬 이온이 상기 양극 및 음극에서 삽입 및 탈리될 때의 산화, 환원 반응에 의하여 전기적 에너지를 생성한다.
- [0005] 이러한 리튬 이차 전지에서 양극 활물질로는 층상 혹은 스피넬 구조의 전이금속 산화물이 사용되고 있으며, 최근 안전성이 우수한 리튬 전이금속 포스페이트 양극 활물질이 널리 연구되고 있다.
- [0006] 리튬 전이금속 포스페이트 물질은 크게 나시콘(Nasicon) 구조인  $\text{Li}_x\text{M}_2(\text{PO}_4)_3$ 와 올리빈(Olivine) 구조의  $\text{LiMPO}_4$ 로 구분되고, 기존의  $\text{LiCoO}_2$ 에 비해서 고온 안정성이 우수한 물질로 연구되고 있다.
- [0007] 특히, 올리빈 구조의 리튬인산철( $\text{LiFePO}_4$ )는 리튬 대비 ~3.4 V의 다소 낮은 전압상의 불리함에도 불구하고 170 mAh/g의 높은 이론 용량과 우수한 고온 안정성, 저가의 Fe 사용 등의 장점으로 인해 향후 리튬 이차 전지 양극 활물질로의 적용 가능성이 있으며, 하이브리드 전기자동차(HEV)용 리튬 이온 이차 전지의 양극 활물질로서 많은 연구가 이루어지고 있다.
- [0008] 국내공개특허 제2012-0015278호에는 '무기화합물의 제조장치 및 이를 사용한 무기화합물의 제조방법'에 대하여 개시되어 있다.
- [0009] 그러나, 상기 선행문헌에 개시된 무기화합물의 제조장치에서는 초임계 연속수열 합성 시 안정적인 반응조건에서 배관의 스케일(scale)로 인한 압력 상승에 따라 원료의 공급 유량이 변하고 합성 pH 및 입자의 불균일성을 야기하는 문제가 있었다.
- [0010] 또한, 반응기에 막힘 현상(clogging)이 발생하였을 때 연속수열 합성을 중단해야 하는 문제도 있었다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0011] 따라서, 본 발명의 목적은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 다수개의 메인믹서를 병렬로 배치하여 메인믹서의 이상 시에도 연속수열 합성이 지속적으로 이루어질 수 있는 초임계 연속수열 합성 장치를 제공하기 위한 것이다.

#### 과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명은 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 철(Fe)/인(P) 용액이 투입되는 철/인 용액 튜브가 상기 중앙튜브를 관통하여 설치되며, 상기 중앙튜브에는 리튬(Li) 용액이 투입되는 리튬 용액 튜브가 연결되는 프리믹서; 및 상기 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 초임계수가 투입되는 초임계수 튜브가 상기 중앙튜브와 연결되어 상기 철/인 용액 및 리튬 용액이 혼합된 용액과 교반되는 다수개의 메인믹서를 포함하고, 상기 메인믹서의 전단에는 차단밸브가 각각 설치되어 상기 메인믹서에 막힘 현상(clogging)이 발생하였을 때 차단시킬 수 있다.
- [0013] 상기 메인믹서는 다수개가 병렬로 배치될 수 있다.
- [0014] 상기 초임계수 튜브에는 차단밸브가 각각 설치되어 상기 메인믹서에서 막힘 현상이 발생하였을 때 차단시킬 수 있다.
- [0015] 상기 리튬 용액 튜브 및 초임계수 튜브는, 상기 중앙튜브의 양측에 각각 대칭되게 연결될 수 있다.
- [0016] 상기 리튬 용액 튜브 및 초임계수 튜브는, 상기 중앙튜브의 연장 방향에 대해 경사지게 연결될 수 있다.
- [0017] 상기 리튬 용액 튜브 및 초임계수 튜브와, 상기 중앙튜브는 서로 예각을 형성하도록 연결될 수 있다.
- [0018] 상기 반응기에서 생성된 양극 활물질의 파우더를 필터링하기 위한 필터를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 물 저장조; 상기 물 저장조로부터 공급된 물과 상기 메인믹서에서 혼합된 혼합용액을 열교환하여 고온의 상태로 만드는 열교환기; 및 상기 열교환기를 통과한 물을 가열하여 초임계수로 만드는 히터를 더 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 리튬(Li) 용액이 투입되는 리튬 용액 튜브가 상기 중앙튜브를 관통하여 설치되며, 상기 중앙튜브에는 철(Fe)/인(P) 용액이 투입되는 철/인 용액 튜브가 연결되는 프리믹서; 및 상기 중앙튜브가 중앙을 관통하고, 초임계수가 투입되는 초임계수 튜브가 상기 중앙튜브와 연결되어 상기 철/인 용액 및 리튬 용액이 혼합된 용액과 교반되는 다수개의 메인믹서를 포함하고, 상기 메인믹서의 전단에는 차단밸브가 각각 설치되어 상기 메인믹서에 막힘 현상(clogging)이 발생하였을 때 차단시킬 수 있다.

[0021] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명은 초임계 연속수열 합성 장치의 메인믹서 중 어느 하나에 막힘 현상(clogging)이 발생하는 것을 감지하는 단계; 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서의 전단에 설치된 차단밸브를 닫는 단계; 및 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서에 초임계수를 투입하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명은 초임계 연속수열 합성 장치의 메인믹서 중 어느 하나에 막힘 현상(clogging)이 발생하는 것을 감지하는 단계; 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서의 전단에 설치된 차단밸브를 닫는 단계; 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서에 연결된 초임계수 튜브의 차단밸브를 닫는 단계; 및 상기 막힘 현상이 발생한 메인믹서에 세척용액을 투입하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 세척용액은 질산 용액일 수 있다.

**발명의 효과**

[0024] 본 발명에 의하면, 다수개의 메인믹서를 병렬로 배치하여 어떤 메인믹서 내 압력이 높아져도 다른 메인믹서에서의 합성은 유지하면서 공정을 지속적으로 진행할 수 있다.

[0025] 또한, 메인믹서 내의 압력 상승 시 물을 이용하여 스케일의 제거가 용이하고, 하나의 히터로 다수개의 메인믹서에 초임계수를 제공함으로써 생산성이 증대될 수 있다.

[0026] 또한, 메인믹서 내의 압력 상승 시 즉각적으로 원료의 공급을 중단함으로써 유량변화(pH 변동)로 인한 입자 불균일을 최소화할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초임계 연속수열 합성 장치를 보인 구성도.

도 2는 도 1의 'A'부분을 구체적으로 보인 구성도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0028] 이하에서는 본 발명에 의한 초임계 연속수열 합성 장치의 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초임계 연속수열 합성 장치를 보인 구성도이고, 도 2는 도 1의 'A'부분을 구체적으로 보인 구성도이다.

[0030] 이에 도시된 바에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초임계 연속수열 합성 장치는 철(Fe)/인(P) 용액과 리튬(Li) 용액이 혼합된 용액과 초임계수를 반응시켜 제조된다. 먼저, 철/인 용액 저장조(5)와 리튬 용액 저장조(6)에 각각 저장된 철/인 용액과 리튬 용액은 서로 다른 라인을 통해 프리믹서(10)로 투입된다.

[0031] 프리믹서(10, Pre-mixer)는 철/인 용액이 고온 상태인 초임계수로 인하여 용해도가 감소하여 Fe염이 라인 상에 석출되는 것을 방지하기 위해 철/인 용액과 리튬 용액을 미리 교반시키는 역할을 한다. 철/인 용액과 리튬 용액이 교반되면 독립된 Fe염이 발생하지 않고 FePO<sub>4</sub> 형태의 인산(Phosphrous) Fe염을 생성하게 된다. 인산 Fe염은 FeSO<sub>4</sub>에 비해 열에 대해 굳는 성질이 덜하고, 중온 영역(약 300℃)에서 석출되지 않기 때문에 용액 투입 라인이 Fe염에 의해 막히는 것을 방지할 수 있다. 즉, 프리믹서(10)에서는 철/인 용액과 리튬 용액을 미리 교반시켜 인산 Fe염을 만들어 이하에서 설명할 메인믹서(20)에서 초임계수와 만나도록 한다.

[0032] 그리고, 프리믹서(10)의 중앙에는 중앙튜브(11)가 관통하여 설치된다. 상기 중앙튜브(11)는 메인믹서(20)의 중앙도 관통하게 된다. 중앙튜브(11)는 프리믹서(10)의 내부로 투입된 철/인 용액 및 리튬 용액이 혼합되는 부분이다.

[0033] 또한, 중앙튜브(11)에는 철/인 용액 튜브(12)가 관통하여 설치된다. 철/인 용액 튜브(12)는 중앙튜브(11)를 관

통하여 메인믹서(20)의 입구까지 연장된다. 본 실시예에서 철/인 용액 튜브(12)를 중앙에 배치한 것은 철/인 용액이 열에 의해 용해도(Solubility)가 감소하여 Fe염이 석출되는 문제가 있기 때문에 이를 방지하기 위함이다. 즉, 철/인 용액 튜브(12)가 가운데 위치하고 리튬 용액 튜브(14)가 양측에 연결되도록 하여 초임계수로부터 전달되는 열에 의한 영향을 최소화하려고 한 것이다. 물론, 리튬 용액 튜브(14)가 가운데에 위치하고 철/인 용액 튜브(12)가 양측에 연결되는 구성도 가능하다.

[0034] 한편, 중앙튜브(11)의 양측에는 리튬 용액 튜브(14)가 대칭되게 연결된다. 물론, 리튬 용액 튜브(14)는 중앙튜브(11)의 일측에만 연결될 수도 있다. 또한, 리튬 용액 튜브(14)는 중앙튜브(11)의 연장 방향에 대해 경사지게 연결될 수 있고, 서로 예각을 형성하도록 연결됨이 바람직하다. 이와 같이 중앙튜브(11)와 리튬 용액 튜브(14)가 예각을 형성함으로써 리튬 용액 튜브(14)에 음압이 발생되어 중앙튜브(11) 측으로 잘 빨려 들어갈 수 있다.

[0035] 여기에서, 철/인 용액 및 리튬 용액은 상기 중앙튜브(11)에서 미리 혼합된 후에 메인믹서(20)로 투입되어야 한다. 철/인 용액과 리튬 용액이 교반되면 독립된 Fe염이 발생하지 않고  $FePO_4$  형태의 인산(Phosphrous) Fe염을 생성하게 된다. 인산 Fe염은  $FeSO_4$  에 비해 열에 대해 굳는 성질이 덜하고, 중온 영역(약  $300^{\circ}C$ )에서 석출되지 않기 때문에 용액 투입 라인이 Fe염에 의해 막히는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 본 실시예에서는 철/인 용액 및 리튬 용액이 미리 혼합되도록 한 것이고, 미리 혼합될 수 있도록 철/인 용액 튜브(12)는 중앙튜브(11)를 관통하며 리튬 용액 튜브(14)는 중앙튜브(11)와 연결되는 것이다. 참고로, 프리믹서(10)에서 철/인 용액 및 리튬 용액이 교반되면  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$  의 혼합용액이 생성될 수 있다.

[0036] 한편, 프리믹서(10)의 후단은 다수개의 메인믹서(20)와 연결된다. 본 실시예에서 메인믹서(20)는 다수개가 병렬로 연결되어 있어 어느 하나의 메인믹서(20)에서 막힘 현상(clogging)이 발생하더라도 정상적으로 운용되는 메인믹서(20)에서 공정이 계속 이루어지므로 지속적이고 안정적인 공정 유지가 가능하다. 즉, 기존에는 메인믹서(20) 내의 압력이 스케일(scale)로 인해 상승하면 연속합성을 종료하고 메인믹서(20) 내의 스케일을 제거해야만 했으나, 본 실시예에 의하면 지속적인 연속합성이 가능한 것이다.

[0037] 이를 위해 메인믹서(20)의 전단에는 각각 차단밸브(30)가 각각 설치되어 메인믹서(20)에 막힘 현상(clogging)이 발생하였을 때 차단시키는 역할을 수행한다. 예를 들어, 차단밸브(30)는 별도의 제어부(미도시)에 의해 제어되어 어느 하나의 메인믹서(20)에 막힘 현상이 발생하면 즉시 신호를 전달받아 단힘으로써 라인을 차단하게 된다. 이와 같이 된 상태에서 초임계수는 지속적으로 초임계수 튜브(22)를 통해 투입된다. 따라서, 막힘 현상이 발생한 메인믹서(20)의 내부로는 초임계수만 투입되면서 초임계수의 압력으로 메인믹서(20)의 막힘 현상을 야기한 스케일의 제거가 용이하다.

[0038] 또한, 아래에서 설명할 하나의 히터(28)로 다수개의 메인믹서(20)에 초임계수를 제공함으로써 생산성이 증대될 수 있고, 압력 상승시 즉각적으로 혼합용액의 투입을 종료함으로써 유량변화(pH변화)로 인한 입자 불균일을 억제할 수 있다.

[0039] 한편, 초임계수 튜브(22)의 일측에도 차단밸브(24)가 설치될 수 있다. 즉, 차단밸브(24)는 상기 차단밸브(30)와 함께 이상이 발생한 메인믹서(20)로 유입되는 초임계수를 차단하게 된다. 예를 들어, 메인믹서(20)에 막힘 현상이 과도하여 초임계수의 투입만으로도 스케일의 제거가 어려울 시에는 초임계수 튜브(22)를 차단하고 메인믹서(20)의 내부에 세척용액을 투입하는 것이다. 세척용액으로는 질산 용액 등이 사용될 수 있다.

[0040] 각각의 메인믹서(20)의 중앙에는 중앙튜브(11)가 연장되어 관통한다. 그리고, 중앙튜브(11)의 양측에는 초임계수 튜브(22)가 대칭되게 연결된다. 물론, 초임계수 튜브(22)는 중앙튜브(11)의 일측에만 연결될 수도 있다. 또한, 초임계수 튜브(22)는 중앙튜브(11)의 연장 방향에 대해 경사지게 연결될 수 있고, 서로 예각을 형성하도록 연결됨이 바람직하다. 이와 같이 중앙튜브(11)와 초임계수 튜브(22)가 예각을 형성함으로써 초임계수 튜브(22)에 음압이 발생되어 중앙튜브(11) 측으로 잘 빨려 들어갈 수 있다.

[0041] 다음으로, 메인믹서(20)에서 교반된 용액은 튜브를 따라 흐르면서 연속합성을 통해 초임계 반응이 이루어지고, 양극 활물질인 리튬인산철( $LiFePO_4$ )이 생성될 수 있다.

[0042] 한편, 물 저장조(7)에 저장된 물은 메인믹서(20)에서 혼합된 혼합물과 열교환기(26)를 거치면서 열교환하여 온도가 상승되어 히터(28)로 투입된다. 상기 히터(28)에서 초임계 반응에 필요한 온도(약  $385^{\circ}C$ )까지 상승이 되고 메인믹서(20) 측으로 이동된다.

[0043] 이와 같이 초임계수와 합류하기 전에 철/인 용액과 리튬 용액이 미리 혼합된 상태로 투입되기 때문에 고온 상태(약  $385^{\circ}C$ )인 초임계수와 만나더라도 중앙튜브(11)에 Fe염이 석출되지 않아 용액의 흐름을 방해하지 않고 정상

적으로 유동될 수 있도록 한다.

[0044] 다음으로, 한편, 초임계 반응을 통해 얻어진 생성물에는 과우더가 포함되어 있기 때문에 이를 필터링 하기 위해 필터(40)로 투입된다. 상기 필터(40)에서 과우더를 걸러진 생성물은 생성물 저장조(미도시)에 저장이 된다.

[0045] 또한, 본 실시예에서는 양극 활물질로써 리튬인산철을 예로 들어 설명하였으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고 올리빈 구조의  $LiMPO_4$  라면 어떠한 물질이라도 적용될 수 있음은 물론이다.

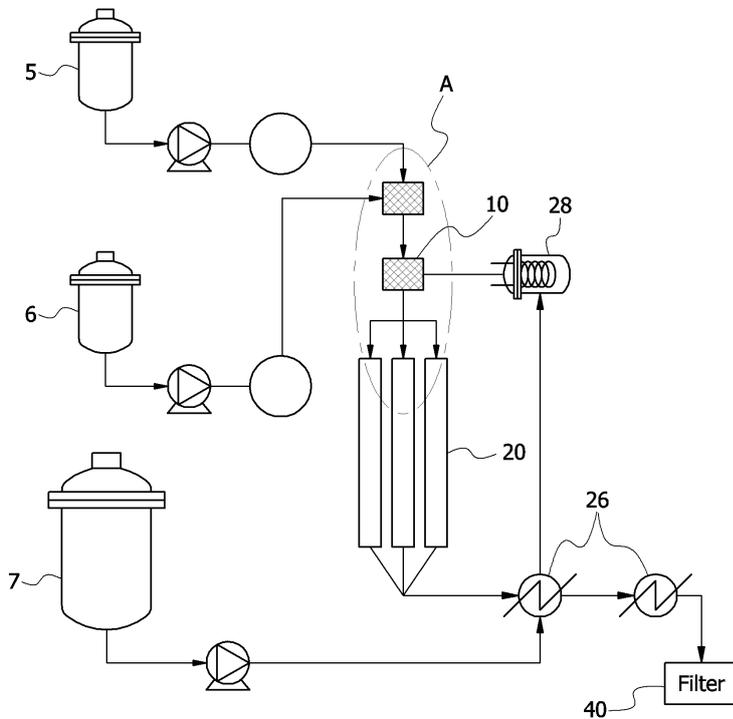
[0046] 본 발명의 권리범위는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

**부호의 설명**

- |        |                |               |
|--------|----------------|---------------|
| [0047] | 5 : 철/인 용액 저장조 | 6 : 리튬 용액 저장조 |
|        | 7 : 물 저장조      | 10 : 프리믹서     |
|        | 11 : 중앙튜브      | 12 : 철 용액 튜브  |
|        | 14 : 리튬 용액 튜브  | 20 : 메인믹서     |
|        | 22 : 초임계수 튜브   | 24 : 차단밸브     |
|        | 26 : 열교환기      | 28 : 히터       |
|        | 30 : 차단밸브      | 40 : 필터       |

**도면**

**도면1**



도면2

