



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월29일  
(11) 등록번호 10-1401319  
(24) 등록일자 2014년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G09B 23/24 (2006.01) B01D 3/32 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0012801  
(22) 출원일자 2013년02월05일  
심사청구일자 2013년02월05일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2005305434 A\*  
KR1020010001183 A\*  
KR1020100039923 A  
JP2001170401 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국기술교육대학교 산학협력단  
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한  
국기술교육대학교)  
(72) 발명자  
구자경  
서울 서초구 신반포로23길 31, 217동 804호 (잠원  
동, 신반포아파트)  
이영근  
강원 원주시 향교길 53, 102동 204호 (명륜동, 대  
성현대아파트)  
(74) 대리인  
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 2 항

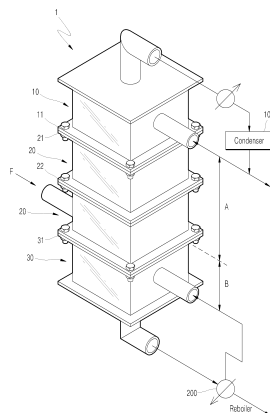
심사관 : 홍영욱

(54) 발명의 명칭 교육용 다단 증류탑

(57) 요약

교육용 다단 증류탑이 개시된다. 본 발명에 따른 교육용 다단 증류탑은, 응축기(condenser)와 순환 가능하게 연결되어, 내부에서 증발되어 배출된 증기가 응축된 후 회수되는 상부하우징; 재비등기(reboiler)와 순환 가능하게 연결되어, 내부에서 배출된 액체가 증발되어 재주입되는 하부하우징; 상부하우징과 하부하우징 사이에 구비되어 증기 및 액체가 상하 방향으로 이동하도록 이루어진 중앙하우징; 및 하부하우징과 중앙하우징 및 중앙하우징과 상부하우징 사이에 개재되고, 액체의 이동은 차단하되 증기의 이동은 허용하도록 소수성의 다공질 막으로 이루어진 경계막을 포함하고, 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징은, 내부를 관찰할 수 있도록 적어도 일부가 투명한 소재로 이루어지는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징을 이루는 각 단이 소수성의 다공질 막으로 구분되도록 하여 누수를 방지하면서 기체의 선택적 통과가 원활히 이루어지고, 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징이 사각형의 투명한 소재로서 조립가능하게 이루어지도록 하여 증류탑 내부의 모습이 왜곡되지 않은 상태에서 증류의 과정이 관찰될 수 있고 단수의 자유로운 조절에 따라 증류탑의 단수가 증류의 분리효율에 미치는 영향을 용이하게 확인할 수 있다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

응축기(condenser)와 순환 가능하게 연결되어, 내부에서 증발되어 배출된 증기가 응축된 후 회수되는 상부하우징; 재비등기(reboiler)와 순환 가능하게 연결되어, 내부에서 배출된 액체가 증발되어 재주입되는 하부하우징; 상기 상부하우징과 하부하우징 사이에 구비되어 증기 및 액체가 상하 방향으로 이동하도록 이루어진 중앙하우징; 및 상기 하부하우징과 중앙하우징 및 상기 중앙하우징과 상부하우징 사이에 개재되고, 액체의 이동은 차단하되 증기의 이동은 허용하도록 소수성의 다공질 막으로 이루어진 경계막을 포함하고,

상기 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징은, 내부를 관찰할 수 있도록 적어도 일부가 투명한 소재로 이루어지며,

상기 상부하우징의 하부판, 상기 하부하우징의 상부판, 상기 중앙하우징의 상부판 및 하부판에는 다수의 관통구가 형성되고,

상기 상부하우징의 하부판 상측에는 하부공간을 제1 저장공간과 제1 이동공간으로 구획하는 상단벽이 형성되고,

상기 중앙하우징의 하부판 상측에는 하부공간을 제2 저장공간과 제2 이동공간으로 구획하는 중앙벽이 형성되고,

상기 경계막은 상기 제1 저장공간 및 제2 저장공간에 대응된 면에 형성되며,

상기 상단벽과 중앙벽은, 상기 제1 이동공간을 거친 액체가 상기 제2 저장공간으로 이동하도록 위치하는 것을 특징으로 하는 교육용 다단 증류탑.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징은 횡단면이 서로 동일한 사각형태로 이루어지고 서로 조립가능한 것을 특징으로 하는 교육용 다단 증류탑.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 교육용 다단 증류탑에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 화학플랜트에서 증류탑의 작동원리를 확인할 수 있는 교육용 다단 증류탑에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 원료를 분리 정제하거나 반응기 등에서의 중간생성물을 고순도로 정제하여 상품화하는 과정의 대부분은 증류탑을 통하여 이루어지며, 이러한 증류탑은 플랜트에서 핵심적인 위치를 차지한다.

[0003] 증류탑(distillation column)은 섞여 있는 액체혼합물을 끓는점 차이에 의해 분리하는 방법인 분별증류의 원리를 이용한 장치이며, 원유의 분리를 비롯하여 다음과 같이 다양한 분야에 사용되고 있다.

[0004] 한국등록특허 제10-0871306호는 "부생 알코올류를 공업적으로 분리하는 방법"을 개시하며 구체적으로 디알킬카보네이트와 방향족 모노히드록시 화합물을, 촉매를 존재시킨 반응증류탑 내에서 에스테르 교환 반응을 실시하여, 방향족 카보네이트를 공업적 규모로 대량으로 제조할 때에 부생되는 알코올류를 함유하는 특정한 조성을 갖는 대량의 저비점 반응 혼합물 (1 톤/hr 이상)로부터, 그 알코올류를 효율적으로 장시간 안정적으로 분리할 수 있는 공업적 분리 방법을 개시하고 있다.

[0005] 한편, 한국등록특허 제10-0561738호는 "페 이소프로필 알코올 재생 장치 및 방법"을 개시하며, 구체적으로 TFT-LCD(박막트랜지스터 액정디스플레이) 제조공정, 반도체 제조공정, 솔-젤(Sol-Gel process) 공정, 알콕사이드

(alkoxide) 제조, 제약 및 유기합성 등에서 다량 발생하는 폐 이소프로필 알코올의 재생 장치 및 방법에 관한 것으로서, 폐액 이소프로필 알코올로 부터 물과 고비점 물질을 제거하여 순수 이소프로필 알코올을 생성하는 고비점 공비증류탑; 고비점 공비증류탑의 후단에 연결되어, 순수 이소프로필 알코올로 부터 수분을 흡착, 제거하여 무수 이소프로필 알코올을 생성하는 흡착탑; 흡착탑 후단에 연결되어, 무수 이소프로필 알코올에 포함된 저비점 물질을 제거하는 저비점 공비증류탑; 저비점 공비증류탑 후단에 연결되어, 저비점 물질이 제거된 무수 이소프로필 알코올에 포함된 이온 물질 및 입자상 물질을 제거하는 필터장치;를 포함하도록 하고 있다.

[0006] 상기 등록특허들에서 나타나는 바와 같이 증류탑을 이용한 플랜트 산업은 다양한 분야에 사용되고 있고, 많은 국내 기업들이 플랜트 관련 기술력 확보에 큰 힘을 기울이고 있는 등, 우리나라 산업발전의 근간이 되어 왔다.

[0007] 그리고 이러한 화학 플랜트 산업에서의 꾸준한 발전을 위하여는, 유체역학, 공정제어, 화공설계, 화공열역학, 물질전달과 같은 과목뿐만 아니라, 기계 및 전기전자와 같은 광범위한 분야에 대한 기본 개념을 섭렵한 우수한 인력이 요구된다.

[0008] 그러나 현재 플랜트 기술에 대한 교육은 이론적인 학습에만 치중되고 있어, 실제 공정의 운영을 이해하는 데는 한계가 있으므로, 플랜트 산업에의 인력에 대한 심각한 인재부족 현상을 겪고 있는 것이 현실이다.

[0009] 또한, 기존의 실습교육장비는 매우 고가이며 그 활용범위가 매우 한정되어 있으므로, 이들 교육실습 장비의 구입 및 활용이 어렵다는 문제가 있었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은, 플랜트 산업의 핵심 역할을 하는 증류탑의 작동 및 운전 원리를 쉽게 이해할 수 있는 교육용 장치를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적은, 응축기(condenser)와 순환 가능하게 연결되어, 내부에서 증발되어 배출된 증기가 응축된 후 회수되는 상부하우징; 재비전기(reboiler)와 순환 가능하게 연결되어, 내부에서 배출된 액체가 증발되어 재주입되는 하부하우징; 상기 상부하우징과 하부하우징 사이에 구비되어 증기 및 액체가 상하 방향으로 이동하도록 이루어진 중앙하우징; 및 상기 하부하우징과 중앙하우징 및 상기 중앙하우징과 상부하우징 사이에 개재되고, 액체의 이동은 차단되되 증기의 이동은 허용하도록 소수성의 다공질 막으로 이루어진 경계막을 포함하고, 상기 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징은, 내부를 관찰할 수 있도록 적어도 일부가 투명한 소재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 교육용 다단 증류탑에 의해 달성된다.

[0012] 그리고 상기 상부하우징의 하부판, 상기 하부하우징의 상부판, 상기 중앙하우징의 상부판 및 하부판에는 다수의 관통구가 형성되고, 상기 상부하우징의 하부판 상측에는 하부공간을 제1 저장공간과 제1 이동공간으로 구획하는 상단벽이 형성되고, 상기 중앙하우징의 하부판 상측에는 하부공간을 제2 저장공간과 제2 이동공간으로 구획하는 중앙벽이 형성되고, 상기 경계막은 상기 제1 저장공간 및 제2 저장공간에 대응된 면에 형성되며, 상기 상단벽과 중앙벽은, 상기 제1 이동공간을 거친 액체가 상기 제2 저장공간으로 이동하도록 위치할 수 있다.

[0013] 나아가 상기 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징은 횡단면이 서로 동일한 사각형태로 이루어지고 서로 조립 가능하게 이루어질 수 있다.

### 발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징을 이루는 각 단이 소수성의 다공질 막으로 구분되도록 하여 누수를 방지하면서 기체의 선택적 통과가 원활히 이루어지고, 상부하우징, 하부하우징 및 중앙하우징이 사각형의 투명한 소재로서 조립가능하게 이루어지도록 하여 증류탑 내부의 모습이 왜곡되지 않은 상태에서 증류의 과정이 관찰될 수 있고 단수의 자유로운 조절에 따라 증류탑의 단수가 증류의 분리효율에 미치는 영향을 용이하게 확인할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 교육용 다단 증류탑을 개략적으로 도시한 도면,

도 2는 도 1에 도시된 교육용 다단 증류탑에서 상부하우징 쪽에서의 작동을 나타내는 도면,  
 도 3은 도 1에 도시된 교육용 다단 증류탑에서 하부하우징 쪽에서의 작동을 나타내는 도면,  
 도 4는 에탄올과 물 사이의 평형조성 관계식을 나타낸 도면,  
 도 5 및 도 6은 도 1에 도시된 교육용 다단 증류탑의 내부를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 교육용 다단 증류탑(1)을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 교육용 다단 증류탑(1)에서 상부하우징(10) 쪽에서의 작동을 나타내는 도면이며, 도 3은 도 1에 도시된 교육용 다단 증류탑(1)에서 하부하우징(30) 쪽에서의 작동을 나타내는 도면이다.
- [0018] 본 발명에 따른 교육용 다단 증류탑(1)은 상부하우징(10), 하부하우징(30), 중앙하우징(20) 및 경계막(40)을 포함하여 이루어진다. 하부하우징(30), 중앙하우징(20) 및 상부하우징(10)은 다단 증류탑(1)의 각 단을 이루며, 대체로 동일한 구조로 이루어진다. 또한, 본 발명에서 중앙하우징(20)은 2 이상으로 구비될 수 있으며, 학습목적에 따라 다양한 조합으로 이루어질 수 있다.
- [0019] 본 발명에 따른 교육용 다단 증류탑(1)은 응축기(condenser, 100) 및 재비등기(reboiler, 200)와 연결되어 이루어진다. 구체적으로 상부하우징(10)은 응축기(100)와 순환 가능하게 연결되어 내부에서 증발되어 배출된 증기가 응축된 후 회수되도록 이루어지고, 하부하우징(30)은 재비등기(200)와 순환 가능하게 연결되어 내부에서 배출된 액체가 증발되어 재주입되도록 이루어진다.
- [0020] 그리고 중앙하우징(20)은 상부하우징(10)과 하부하우징(30) 사이에 구비되어 증기 및 액체가 상하 방향으로 이동하도록 이루어진다.
- [0021] 경계막(40)은 각 단 사이, 즉 하부하우징(30)과 중앙하우징(20) 사이 및 중앙하우징(20)과 상부하우징(10) 사이에 개재되고, 액체의 이동은 차단하되 증기의 이동은 허용하도록 소수성의 다공질 막으로 이루어지며, 특히 테플론(Teflon)막으로 이루어질 수 있다. 중앙하우징(20)이 2 이상의 단으로 이루어지는 경우에는, 경계막(40)이 중앙하우징(20) 사이에 개재됨은 물론이다.
- [0022] 증류탑(1)에서 원료(feed, F) 주입되는 단을 원료공급단(feed plate)으로 정할수 있으며, 원료공급단을 중심으로 그 상부와 하부를 각각 정류부(rectifying section, A) 및 탈거부(stripping section, B)로 정할 수 있다. 즉, 도 1에서 원료가 주입되는 중앙하우징(20)의 위쪽이 정류부(A), 아래쪽이 탈거부(B)에 해당될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이 원료의 공급은 중앙하우징(20) 쪽으로 이루어지도록 형성될 수 있고, 이와 달리 하부하우징(30) 쪽으로 이루어지도록 형성될 수 있다.
- [0023] 다단증류조작에서 적용되는 원리는 자연현상인 평형관계와 인위적인 운전인 조작관계로 이루어진다. 본 발명에서는, 이러한 두 가지 원리를 실험실습을 통해 이해하는 데에 있어서 물과 에탄올 간의 분리정제를 예로 하여 설명하기로 한다. 이하에서는, 이론적 계산 및 실험에 입각하여 증류탑(1)을 통한 성분 간의 분리정제를 이루는 원리에 대하여 우선 설명한다.
- [0024] 증류탑(1)을 통한 분리공정은 기-액 평형관계를 이용하여 이루어진다. 혼합물 중 상대적으로 휘발성이 큰 물질  $i$ 와 휘발성이 작은 물질  $j$ 의 혼합물은 평형을 이룰 수 있다. 성분  $i, j$ 의 기-액 평형관계는 상대휘발도를 도입하여 설명가능하며, 다음 식과 같다.

### 수학식 1

$$\alpha_{ij} = \frac{y_i/x_i}{y_j/x_j}$$

[0025]

[0026] 여기서 성분  $i$ 가 성분  $j$ 에 비해 휘발성이 큰 성분이며,  $x$  및  $y$ 는 각각 액상과 기상에서의 물분율로 정의한다. 그리고 수학식 1을 각 혼합물 내 성분의 기상 물분율 위주로 다시 정리하면 다음 식과 같다.

### 수학식 2

$$y = \frac{\alpha x}{1 + (\alpha - 1)x}$$

[0028] 증류탑(1)의 계산에서 위의 수학식 2를 평형선의 방정식이라고 한다. 수학식 2에 의하면 상대휘발도는 각 성분의 증기압의 비와도 같다. 여기에서 메탄올과 물간의 평형의 예를 들어 Antoine 표현식을 쓰면 다음과 같다.

### 수학식 3

$$\log P_1^{\text{vap}}(\text{kPa}) = 7.23029 - \frac{1595.671}{t(^{\circ}\text{C}) + 240.905}$$

### 수학식 4

$$\log P_2^{\text{vap}}(\text{kPa}) = 7.06252 - \frac{1650.270}{t(^{\circ}\text{C}) + 226.346}$$

[0031] 80℃에서 각 성분의 증기압을 구하면,  $P_1^{\text{vap}} = 181.08\text{kPa}$ ,  $P_2^{\text{vap}} = 47.38\text{kPa}$ 이다. 이로부터 두 성분 사이의 상대휘발도는  $3.82(181.08/47.38)$ 가 된다.

[0032] 인위적인 운전인 조작관계는 원료주입관, 정류부(A)(상부하우징(10) 쪽), 탈거부(B)(하부하우징(30) 쪽)의 조작선으로 표현되며 이에 대한 식은 아래와 같다.

[0033] 증류탑(1)으로 원료가 주입되는 원료 주입단에서의 물질 및 에너지 수지식을 세워 보면 다음의 수학식 5와 같아지고 이를 공급단의 방정식이라고 한다.

### 수학식 5

$$y = -\frac{1-f}{f}x + \frac{x_F}{f}$$

[0035]  $x_F$  : 원료 주입액의 조성,  $f$  : 원료 중 증기의 분율

[0036] 증류탑(1)에서 원료공급단 위쪽에 해당하는 정류부(A)(상부하우징(10) 쪽)를 도시한 도면이 도 2에 나타난다. 정류부(A)의 하부쪽(하부하우징(30) 쪽)에서 상승하는 증기는 각 단(중앙하우징(20) 및 상부하우징(10))을 거쳐 상승한 후 응축기(100)에서 응축 후 액화되며, 응축된 액체의 일부는 증류탑(1)의 첫 번째 단인 상부하우징(10)으로 재주입되고 나머지 일부는 제품(D)으로 배출된다.

[0037] 도 2에서 점선으로 표시한 부분에 대한 성분 물질수지식을 취해보면 수학식 6과 같아진다.

## 수학식 6

$$V_{n+1}y_{n+1} = Lx_n + Dx_D$$

[0038]

[0039]

여기에서 '증류탑(1) 내의 공정은 단열과정으로 이루어지며, 각 성분의 몰당 증발잠열이 서로 같다'는 가정을 전제한다.(McCabe-Thiele법의 기본적인 가정) 이 가정에 의하면 각 단에서 증발하는 량과 응축하는 양이 같으므로 정류부(A)(상부하우징(10) 쪽)의 각 단을 흐르는 증기와 액체의 몰 유량은 일정하다고 가정할 수 있다. 따라서 각 액체 및 기체유량의 하첨자를 생략하고 에 대해서 정리하면 수학식 7과 같이 쓸 수 있다.

## 수학식 7

$$y_{n+1} = \frac{L}{V} x_n + \frac{Dx_D}{V}$$

[0040]

[0041]

또한 도 2에서 일점쇄선으로 표시한 부분에 대해서 총괄물질수지를 취해 보면 수학식 8과 같아진다.

## 수학식 8

$$V = L + D$$

[0042]

[0043]

위의 식에서 L은 응축기(100)에 배출 유속 중 증류탑(1)의 상부하우징(10)으로 되돌아가는 유속을 의미하며, D는 응축기(100) 배출 유속 중 제품으로 배출되는 유속을 의미한다.

[0044]

여기에서 환류비(Reflux ratio)를 제품으로 배출되는 유속D 대비 증류탑(1)의 상부하우징(10) 단으로 되돌아가는 유속L의 비로서 정의하면 다음식과 같다.

## 수학식 9

$$R = \frac{L}{D}$$

[0045]

[0046]

위의 수학식 8과 수학식 9를 수학식 7에 대입해서 정리하면 다음과 같이 정류부(A)에 대한 조작선의 방정식을 얻는다.

## 수학식 10

$$y_{n+1} = \frac{R}{R+1} x_n + \frac{x_D}{R+1}$$

[0047]

[0048]

R : 환류비,  $x_D$  : 탑상 제품의 조성

[0049]

원료공급단 아래쪽을 의미하는 탈거부(B)(Stripping section)가 도 3에 도시된다.

[0050] 탈거부(B)의 상부(정류부(A), 상부하우징(10) 쪽)에서 하강하는 액체는 탈거부(B)의 각 단을 거쳐 하강한 후 그 일부가 재비등기(200)에서 증발하여 증류탑(1)의 하부하우징(30)으로 재주입되고 증발하지 않은 나머지는 제품으로 배출된다. 도 3에서 총괄물질수지를 취해 보면 수학적 식 11과 같다.

### 수학적 식 11

$$\overline{L} = \overline{V} + B$$

[0051]

[0052] 또한 도 3에서 점선으로 표시한 부분에 대한 성분 물질수지식을 취해보면 식 수학적 식 12와 같다.

### 수학적 식 12

$$\overline{L}_m x_m = \overline{V}_{m+1} y_{m+1} + B x_B$$

[0053]

[0054] 여기에서 정류부(A)에서도 적용되었던 McCabe-Thiele법의 가정을 다시 적용하여 액상 및 기상 유량의 유량에서 하첨자를 생략하고 수학적 식 12를 수학적 식 11에 대입하면 최종적으로 회수부에 대한 조작선의 방정식인 수학적 식 13을 얻는다.

### 수학적 식 13

$$y_{m+1} = \frac{\overline{L}}{\overline{L}-B} x_m - \frac{B x_B}{\overline{L}-B}$$

[0055]

[0056] 위 평형 및 조작관계를 한 도표로 표현하면 도 4와 같이 표현된다.

[0057] 도 4에 표현된 평형 및 조작단계가 단마다 반복 시행되면서 기상과 액상간의 지속적인 물질이동이 이루어지며, 결과적으로 휘발성 물질은 증류탑(1)의 위쪽 단에 농축되고, 비휘발성 물질은 증류탑(1)의 아래쪽 단에 농축된다.

[0058] 도 5 및 도 6은 도 1에 도시된 교육용 다단 증류탑(1)의 내부를 도시한 도면이다.

[0059] 본 발명에 따른 교육용 다단 증류탑(1)에서, 상부하우징(10), 하부하우징(30) 및 중앙하우징(20)은 동일한 직경의 4각형의 박스와 같은 형태로 이루어지고, 각각 상부판과 하부판이 구비된다. 상부하우징(10), 하부하우징(30) 및 중앙하우징(20)의 상부판(21, 31)과 하부판(11, 22)은 상하 방향에서 서로 조립될 수 있도록 이루어지며, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 볼트와 같은 결합수단(실시예에 따라 억지끼움, 자기력에 의한 결합 등 다양하게 이루어질 수 있음은 물론이다)에 의해 결합될 수 있다.

[0060] 상술한 바와 같이 중앙하우징(20)은 2 단 이상으로 구비될 수 있으며, 이에 따라 본 발명에 따른 교육용 다단 증류탑(1)은 4단 이상으로 이루어질 수 있다.

[0061] 상부하우징(10), 하부하우징(30) 및 중앙하우징(20)은 모두 아크릴과 같은 투명한 소재로 이루어져 내부를 쉽게 관찰할 수 있도록 이루어진다.

[0062] 상부하우징(10)의 하부판(11), 하부하우징(30)의 상부판(31), 중앙하우징(20)의 상부판(21) 및 하부판(22)에는 다수의 관통구(11a, 21a, 22a, 31a)가 형성된다. 즉, 각 단을 이루는 상부하우징(10), 중앙하우징(20) 및 하부하우징(30) 사이에서 액체 및 증기가 이동할 수 있도록 각 상부판(21, 31) 및 하부판(11, 22)에는 관통된 다수의 구멍이 형성된다.

[0063] 경계막(40)은 각 단의 상부판과 하부판 사이(31과 22 사이, 21과 11 사이)에서 안정되게 개재되어 지지될 수

있게 된다.

- [0064] 상부하우징(10)의 하부판(11) 상측에는 하부공간을 제1 저장공간(12)과 제1 이동공간(13)으로 구획하는 상단벽(14)이 형성되고, 중앙하우징(20)의 하부판(22) 상측에는 하부공간을 제2 저장공간(23)과 제2 이동공간(24)으로 구획하는 중앙벽(25)이 형성된다. 제1 저장공간(12)과 제2 저장공간(23)은 액체가 각 하부판(11, 22) 위쪽에서 저장(경계막(40)에 의해 이동 차단)될 수 있는 공간이며, 제1 이동공간(13)과 제2 이동공간(24)은 액체가 각 하부판(11, 22) 아래쪽으로 이동(관통구(11a, 21a, 22a, 31a)를 통해 이동)하는 공간이다.
- [0065] 상단벽(14)과 중앙벽(25)은 상하방향에서 동일한 위치에 형성되는 것이 아니고, 도 5에 도시된 바와 같이 서로 어긋나게 배열되며, 예컨대 제1 이동공간(13)을 거친 액체가 제2 저장공간(23)으로 이동할 수 있도록 형성된다.
- [0066] 이때, 경계막(40)은 상부하우징(10)과 중앙하우징(20) 사이 및 중앙하우징(20)과 하부하우징(30) 사이의 전체 면에 형성되는 것은 아니고, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 제1 저장공간(12) 및 제2 저장공간(23)에 대응된 면에만 형성된다.
- [0067] 증류탑(1)을 이루는 각 단은 도 6과 같은 원리로 작동하고 각 단은 상부판, 하부판 및 경계막(40)에 의해 나누어진다. 증류탑(1) 상부의 응축기(100)로부터 상부하우징(10)으로 주입되는 액체는 각 단에 일정시간 체류한 후 그 아랫단으로 하강하는 과정을 반복하고, 증류탑(1) 하부의 재비등기(200)에 이르러 액체의 일부가 기화된 후 증류탑(1)으로 돌아가며, 나머지 일부는 제품으로 배출된다. 각 단에서 액체는 일정한 깊이로 체류하며 그 깊이는 상단벽(14) 및 중앙벽(25)의 높이에 의해 결정된다.
- [0068] 상부에서 지속적으로 하강하는 액체는 하부판 위에 체류(경계막(40)에 의해 아래쪽으로 이동하지 못함)하다가 상단벽(14)과 중앙벽(25)을 넘는 만큼의 액체는 바로 아래의 단으로 하강한다. 재비등기(200)에서 증발한 기체는 증류탑(1)의 하부하우징(30)에 주입되며 각 단의 상부판 및 하부판 통해 상승(경계막(40)을 거쳐 위쪽으로 이동)하여 기포의 형태로 액체와의 기-액 접촉을 이룬다. 기-액 접촉을 이룬 이후의 기체는 그 윗단의 액체와 재차 기-액 접촉이 이루어지며, 이러한 기-액 접촉과정은 증류탑(1)의 상부하우징(10)을 거쳐 응축기(100)에서 응축, 액화되기 이전까지 반복적으로 이루어진다. 이러한 반복적인 기-액 접촉과정을 통하여 증류탑(1) 상부에서는 휘발성 물질이 농축되어 제품으로 배출되며, 증류탑(1) 하부에서는 비휘발성 물질이 농축되어 제품으로 배출된다.
- [0069] 이러한 과정을 쉽게 관찰할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명에서는 투명한 아크릴을 사용하여 상부하우징(10), 하부하우징(30) 및 중앙하우징(20)이 이루어지도록 하였으며, 기존의 원통형 구조가 아닌 4각 구조로 이루어지도록 함으로써 굴절을 통하여 증류탑(1) 내부의 모습이 왜곡되지 않은 상태에서 기포를 관찰할 수 있도록 하였다.
- [0070] 각 단 사이에는 소수성인 테플론 재질의 다공성 막인 경계막(40)이 구비되도록 하여, 액체의 누수현상을 최대한 억제하고 경계막(40) 위에 액체층이 원활히 형성된 채로 기체만 선택적으로 통과하도록 하였으며, 상단벽(14) 및 중앙벽(25) 또한 투명재질을 사용하여 액체의 하향 흐름이 명확하게 관찰할 수 있도록 하였다.
- [0071] 본 발명에 따른 교육용 다단 증류탑(1)은 또한 각 단이 조립될 수 있도록 하여 단수를 자유로이 조절할 수 있도록 하였으며, 이를 통하여 증류탑(1)의 단수가 증류에 의한 분리효율에 미치는 영향을 관찰, 평가할 수 있도록 하였다.
- [0072] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다. 따라서, 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 안되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

## 부호의 설명

- [0073]
- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1 : 교육용 다단 증류탑 | 10 : 상부하우징   |
| 12 : 제1 저장공간   | 13 : 제1 이동공간 |
| 14 : 상단벽       |              |
| 20 : 중앙하우징     | 23 : 제2 저장공간 |
| 24 : 제2 이동공간   | 25 : 중앙벽     |

30 : 하부하우징

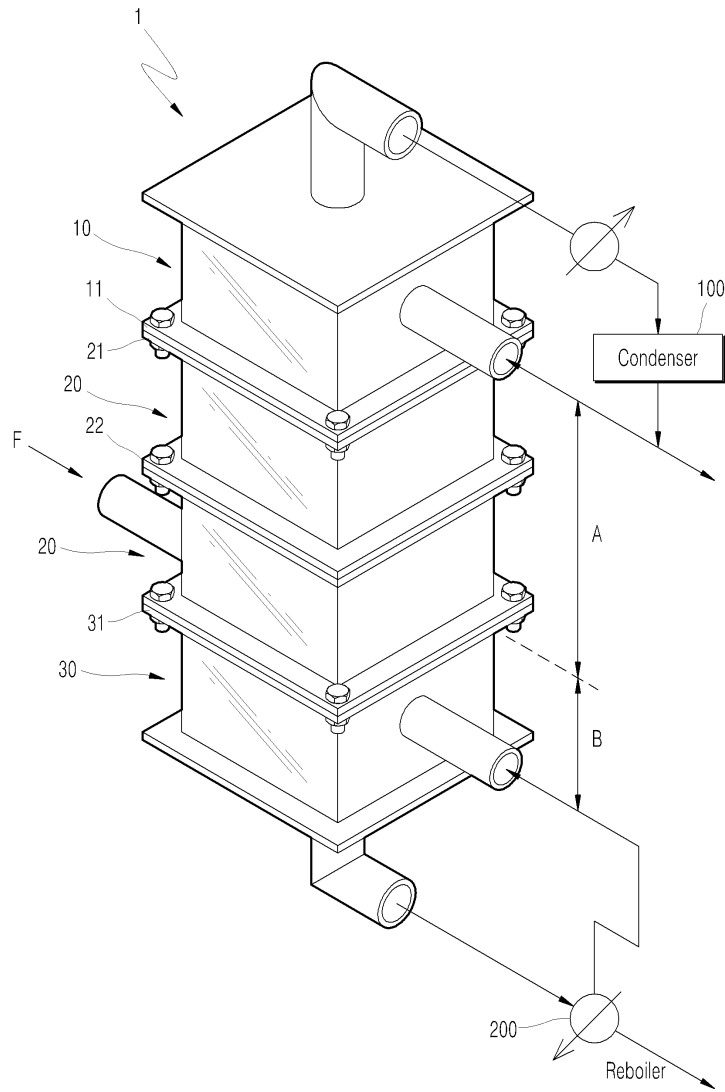
40 : 경계막

100 : 응축기

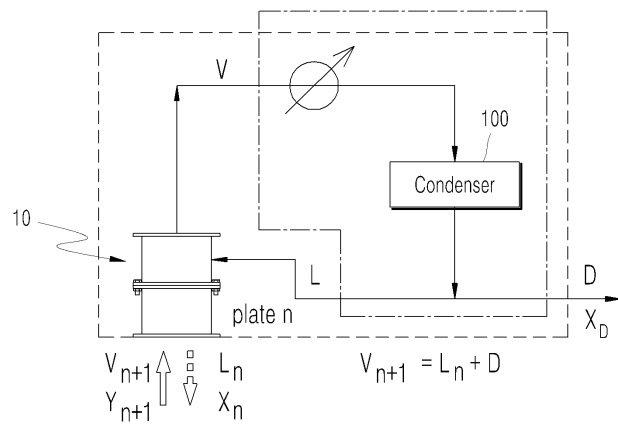
200 : 재비등기

도면

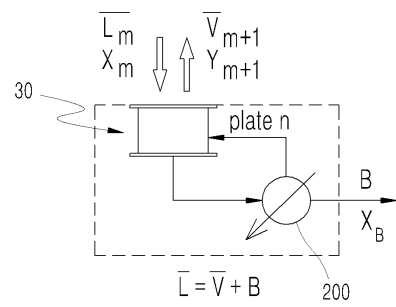
도면1



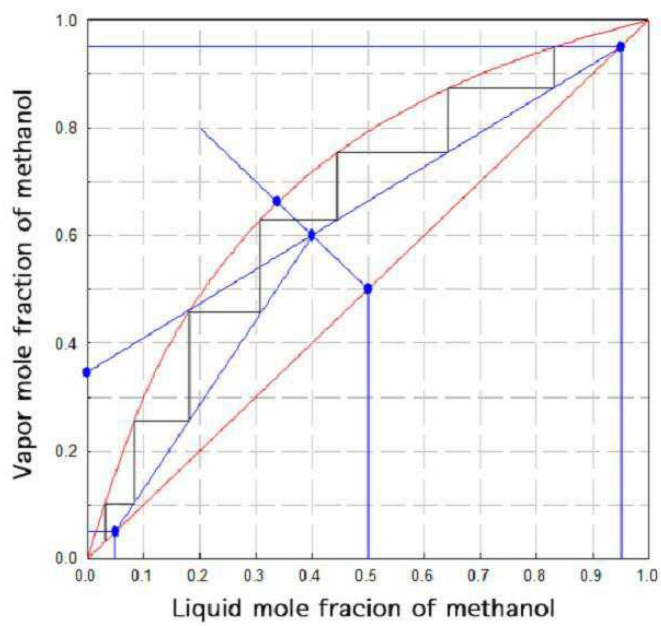
도면2



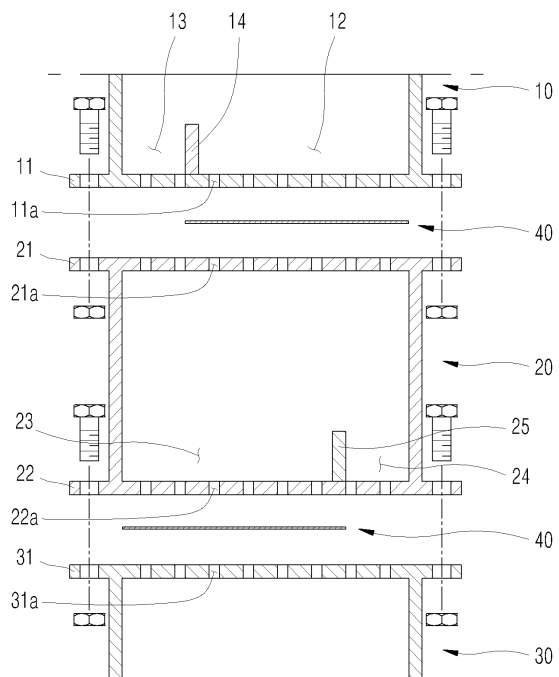
도면3



도면4



도면5



도면6

