

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
F28D 9/00

(45) 공고일자 1993년01월29일  
(11) 공고번호 특1993-0000656

(21) 출원번호	특1986-0002014	(65) 공개번호	특1986-0009281
(22) 출원일자	1986년03월19일	(43) 공개일자	1986년12월22일
(30) 우선권 주장	85/106540.9 1985년05월29일 EP0(EP)		
(71) 출원인	지그리 그레이트 레이크스 카본 게엠베하    오토 슈마커, 쥐르겐 세울러 독일연방공화국    데-6200 비스바덴 1라인가우스트라세 182		
(72) 발명자	쥐르겐 쿤젤 독일연방공화국 8851 티르하우프텐 호크베그 37 맨프레드 슈미드 독일연방공화국 8901 랑베이드 블룸엔스트라세 10 아돌프 스보질 독일연방공화국 8851 쾰렌탈 쉴로쓰베르그메그 9 게르하르트 올만 독일연방공화국 6080 그로쓰-게라우 잔-바레쓰-스트라세 9		
(74) 대리인	한규환		

**심사관 : 이양구 (특허공보 제3117호)**

**(54) 플레이트 열교환기와 이 플레이트 열교환기용 플레이트엘레먼트의 제조방법**

**요약**

내용 없음.

**대표도**

**도1**

**명세서**

[발명의 명칭]

플레이트 열교환기와 이 플레이트 열교환기용 플레이트엘레먼트의 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 플레이트 열교환기를 보이는 대략적인 사시도.

제2도는 플레이트 엘레먼트의 평면도.

제3도는 여러개의 플레이트 엘레먼트를 갖는 스택(stack)의 단면도이다.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1 : 플레이트 엘레먼트        | 2 : 골조(framework) |
| 3 : 구멍               | 4 : 주름부           |
| 5 : 플레이트 열교환기        | 6 : 전방 플레이트       |
| 7 : 후방 플레이트          | 8 : 스택드           |
| 9 : 프레임 또는 경계구역      | 10 : 홈            |
| 11 : 너브(knob)        | 12 : 림            |
| 13 : 플랫시일(flat seal) |                   |

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 플레이트 사이의 공간을 통하여 흐르는 열교환유체의 공급 및 배출용 수단을 구비하며 내식성의 재료로 분리형성되어 배치된 적어도 세개의 평행한 플레이트 엘리먼트로 이루어진 플레이트 열교환기에 관한 것이다.

필터 프레스의 원리를 따르면 종래의 플레이트 열교환기는 적어도 세개나 또는 일반적으로 다수의 플레이트 엘리먼트로 이루어지며, 플레이트 엘리먼트는 서로 서로 떨어져 배치되고, 서로 연합하여 스택을 형성시키는 도관을 갖고 있었다. 스택과 각 플레이트 엘리먼트는 플레이트 사이의 공간을 통하여 흐르는 열교환 유체의 공급 및 배출용 수단을 구비하고 있었다. 인접한 플레이트 사이의 간격은 각각의 두 플레이트 사이에 삽입된 스페이싱 호울더로 결정되었다. 유리하게 스페이싱 호울더는 예를들면 디이프 드로잉(deep drawing) (독일 실용신안 제82 08 878호)에 의해서 플레이트 엘리먼트의 가장자리로 선단이 펼쳐지고, 플레이트 엘리먼트의 면은 안정성을 증대하고 유체의 분포를 향상시키는 주름(corrugation), 벌집구조와 다른 표면구조를 구비하는 것이었다.

주름들을 재료 깊숙히 형성할 수 있으므로 주름들이 서로 접하여 인접한 플레이트 엘리먼트를 지탱하게 된다. 이 방법에 의해 매우 얇은 플레이트 엘리먼트를 사용할 수 있고, 특히 박판(sheet metal)과 박막(foils)을 사용할 수 있었으며 열가소성 수지도 사용할 수 있었다. 열가소성 수지의 플레이트 엘리먼트는 간단하게 제작되며 일반적으로 금속보다 부식매질에 대하여 저항력이 더 크다. 특히 플루오로 폴리머 (fluoro polymers) 예를들면 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF)의 경우에 내식성이 우수하다. 이 재료에 있어서 비교적 낮은 온도저항, 제한된 강도와 크리이프를 통한 형상변화는 불리한 단점이었다. 섬유비율을 30% 이상으로 하여 탄소섬유와 플라스틱을 혼합하여 PVDF의 특성을 향상시키는 것이 알려지고 있지만, 혼합물의 유동특성이 감소되어 일반적인 성형작업이 더 이상 불가능하게 된다(영국 특허 명세서 제1 324 424호). 결국 몸체 제작과정으로는 팽창된 그래파이트(graphite)와 PVDF같은 내식성 수지를 함유한 혼합물이 압착되는 것이 알려지고 있다(미국 특허 명세서 제4 199 628호). 그래파이트 입자는 플레이트 열교환기의 제작에 의해 결정되는 열유동 방향인 압착 방향에 직각인 면에 배치된 것이다. 그래파이트 조각의 비등방성 때문에 이 방향에서 고열저항의 플레이트를 필연적으로 이런 방법으로 얻을 수 있고, 따라서 나쁜 전달능력의 열교환기를 얻게 된다. 이런 형상의 몸체에는 내식성의 라이닝등과 같은 것을 반드시 사용해야 한다.

따라서 본 발명은 처음에 지적인 타입의 플레이트 열교환기를 제공하는 것이며, 이 플레이트 열교환기의 플레이트 엘리먼트는 간단히 제작되고 플루오로 폴리머와 같이 내식성을 가지며, 이들 수지보다 더 큰 역학적 안정성과 낮은 내열성을 구비한 것이다.

본 발명의 목적은 플레이트 열교환기의 플레이트 엘리먼트가 플루오로 폴리머와 결합된 그래파이트 몸체로 제작되며, 선단이 뻗쳐진 경계구역을 구비하며, 인접한 경계구역 사이에 유연하고 내식성이 있는 재료의 시일을 구비하게 한 것이다.

바람직한 실시예에서 플레이트 열교환기를 형성하는 플레이트 엘리먼트는 적어도 70%의 그래파이트 파우더와 최대한 30%의 플루오로 폴리머를 함유한다. 이 구성의 플레이트 엘리먼트는 매우 얇은 두께로 제작될 수 있으며 그래파이트만으로 만들어진 플레이트보다 부서짐이 적고, 형상의 가역 및 비가역 변경이 수지로 제작되고 수지로 채워진 플레이트 엘리먼트의 길이와 체적변화보다 더욱 작다. 플레이트 열교환기에 적합한 재료 특성은 플루오로 폴리머가 얇은 막의 형상으로 개개의 그래파이트 입자를 싸며 그래파이트 입자들을 서로 결합하는 것에 있고, 이 결합은 큰 전단강도를 갖는다. 테트라플루오로 에틸렌 또는 트리플루오로클로로 로에틸렌의 코폴리머, 폴리비닐플루오라이드, 폴리비닐리덴 플루오라이드와 같이 열가소성으로 가공될 수 있는 플루오로폴리머가 결합재로서 특히 적당하고, 이것은 그래파이트 파우더와의 혼합물에서 가공의 쉬움 때문에 결합재로서 바람직하다.

플루오로폴리머 그룹의 결합재와 그래파이트 파우더로 제작된 플레이트 엘리먼트의 역학적 및 열적 특성은 넓은 한계내에서 특별한 작동상태로 조정될 수 있고 형편에 따라서는 결합재의 양이나 또는 다른 제작변수의 변경에 의해서 조정될 수 있다. 특히 부피밀도가 2.0 내지 2.1g/cm<sup>3</sup>, 열전도율이 15 내지 20W/m·K, 인장강도가 20 내지 40MPa인 플레이트 엘리먼트가 유리하다. 이 타입의 플레이트 엘리먼트는 광범위하게 사용할 수 있고, 또한 표면적이 큰 엘리먼트는 충분한 강성률을 갖고 있다. 특별한 작동조건하에서, 예를들면 열교환 유체의 큰 연속하중하에서 플레이트 엘리먼트의 마모율은 그래파이트의 경도가 낮기 때문에 어떤 환경에서는 크게 증가될 수 있다. 마모가 감소되는 경우에 어떤 조건하에서 내마모성 입자가 분산된 플레이트 엘리먼트를 사용하는 것이 유리하다. 입자의 양은 플레이트 엘리먼트를 마모시키는 압박에 의해 결정되며, 입자의 크기는 열교환 플레이트 두께의 반 이하이다. 큰 경도와 더 적절한 열전도성으로 플레이트 엘리먼트의 내식성에 거의 영향을 미치지 않는 실리콘 카바이드 입자가 특히 적당하며 바람직하므로 중량의 50%까지 함유될 수 있다. 특별히 강한 부식 접촉에 대해서는 코우크스 입자의 부가가 바람직하다. 고압으로 작동되거나 또는 역학적으로 더 강하게 하중을 받는 열교환기에 있어서, 보강재로서 탄소섬유를 함유하고 있는 플레이트 엘리먼트가 유리하며, 탄소섬유는 2 내지 20%의 농도로 짧게 잘린 섬유이면 된다. 섬유보강이 플레이트의 편평한 면의 구역에서 더 효과가 있기 때문에 섬유는 플레이트 엘리먼트의 경계와 공급 및 배출구역에 축적되는 것이 좋다.

열교환기의 교환효율에 대해 더 중요한 변수는 열교환기내에 있는 유체의 분포율이다. 유체 유동의 제어에 대해서 플레이트 엘리먼트에는 일종의 스크린에 배열되며 유체의 공급구역에 집중된 너브(knob)가 형성된다. 가령 이 너브들은 유체의 유동방향에 가로지르는 방향으로 열을 지어 있다. 더욱이 끝이 잘린 원뿔형의 너브(knob)는 인접한 플레이트 엘리먼트에 접하므로 플레이트의 스택은 추가적인 보강을 얻게 된다. 다른 구조형에 있어서 보강엘리먼트는 단일 방향으로 또는 양방향으로 배열된 탄소섬유와 함께 웹 스트립(webs strips) 또는 프래프래그층(prepreg layer)와 같은 얇은 판자모양의 탄소섬유조직에 의해서 보강될 수 있다. 얇은 판자모양의 섬유조직은 플레이트 엘리먼트, 예를들면 용융된 폴리비닐클로라이드의 표면에 부착되거나 또는 엘리먼트의 제조중에 엘리먼트로 압착된다. 더욱이 너브가 분포되기 시작하는 플레이트 엘리먼트의 편평한 표면구역은 보강된다.

유연하고 내식성이 있는 재료의 시일, 예를들면 플루오로 폴리머의 시일이 두 플레이트 엘리먼트의 경계구역 사이로 삽입된다. 매우 적은 냉류(cold flow)를 갖는 그래파이트 박막의 시일이 바람직하

다. 부피밀도가 약 0.8 내지 1.2g/cm<sup>3</sup>에 달하는 팽창된 그래파이트로 제조되는 시일은 플레이트의 스택과 함께 압착됨으로써 0.1 내지 0.3mm의 두께로 함께 압착된다. 플레이트 엘레먼트의 경계에서 이들 시일의 안전성은 플루오로 폴리머의 코팅, 예를들면 테트라플루오로에틸렌 코폴리머를 함유한 플루오로폴리머의 분산으로 쉽게 이루어진다. 저 작동압력에서 충분한 내밀성은 분산과 같이 경계구역의 시일링 표면을 코팅함으로써 선택적으로 얻을 수 있다. 이런 구조형으로 시일링 표면에는 거칠어지거나 또는 홈과 같은 것이 형성된다.

플레이트 열교환기는 부식하도록 작용하는 물질에 대하여 그래파이트와 같은 내성을 갖고 있지만, 쉽게 깨어지므로 얇은 벽이 있는 그래파이트 엘레먼트의 제조와 사용은 사실상 가능하지 않다. 플레이트 엘레먼트의 크리프 강도는 단지 폴리머로만 이루어진 열교환기 보다 더 크다. 또한 미립이나 또는 섬유물질의 부가에 의해서 특별한 사용 목적으로 형상 및 특성을 간단히 조정할 수 있는 것과 열전도성이 큰 것은 매우 유리한 것이다.

플레이트 엘레먼트의 제조에 대해서 그래파이트 파우더는 95 : 5 내지 70 : 30의 비율로 플루오로 폴리머와 혼합된다. 혼합물의 그래파이트 성분은 편상 그래파이트 또는 토상 그래파이트와 같은 천연 그래파이트, 또는 인조 그래파이트로 이루어지며, 인조 그래파이트는 석유코크스, 니이들 코크스 또는 역청탄 타르피치 코크스에 의해 생성된다. 그래파이트 입자의 크기는 0.5mm이하이다. 공지의 방식에서 몇가지 입자분류, 예를들면 0 내지 0.063, 0.063 내지 0.1 그리고 0.1 내지 0.3mm의 분류는 한정된 패킹밀도로 적절히 조절되도록 서로 혼합된다. 플루오로폴리머도 마찬가지로 파우더로 공급되거나 또는 분산물의 형태로 혼합물에 가해진다. 파우더를 함유한 혼합물은 단지 200 내지 350℃의 온도에서 혼합되며, 혼합물은 실온이나 또는 실온보다 조금 높은 온도에서 분산물을 함유한다. 분산 수단의 냉각 또는 기화후에 혼합물을 구성하는 혼합재는 분쇄된다. 임의적으로 스테아린산 또는 메탈 소우프(metal soap)와 같은 보조물의 추가적인 압축후에 분쇄된 재료는 코어가 삽입된 압착주형을 채우게 된다. 코어는 압착다 이로써 형태가 이루어지며, 각 위치에서 코어와 주형표면 사이의 거리는 압착된 플레이트 엘레먼트의 두께에 비례한다. 열교환 표면의 두께에 대한 프레임 또는 경계 두께의 비가 4 : 1에 달하여 주형과 코어는 대응하는 위치에서 마찬가지로 4 : 1의 비율로 서로 이격된다. 따라서 주형과 코어 사이에 채워진 파우더층은 중간구역에 비해 모서리구역에서 4배 두께로 되며, 최종 크기로 압착할때 파우더는 각 위치에서 같은 크기로 압착된다. 주형압력은 적어도 200bar에 달하며, 주형온도는 적어도 200℃에 달한다. 압착시에 있어서, 경계구역, 열교환표면, 유체유동의 제어용 너브들이 서로 연결된다.

도면과 실시예에 의해서 다음과 같이 본 발명에 대해 상술한다.

제1도에 플레이트 엘레먼트(1)는 골조(2)내에서 이동할 수 있도록 배열되어 있다. 각 플레이트 엘레먼트는 열교환 유체를 플레이트 엘레먼트의 주름부(4)로 공급하는 구멍(3)을 구비하고 있다. 전방 플레이트(6)와 후방 플레이트(7)에 의해서 밀폐되는 플레이트 열교환기(5)를 형성하도록 몇개의 엘레먼트들이 함께 고정된다. 구멍(3)과 일치하여 스테드(8)가 전방플레이트(6)에 삽입되며, 열교환유체(F<sub>1</sub>), (F<sub>2</sub>)가 스테드 (8)를 통하여 공급되고 배출된다. 플레이트 엘레먼트, 전방플레이트와 후방플레이트는 도면에 보이지 않은 타이로드에 의해 함께 죄어 고정된다. 제2도에 보인 바와 같이 각 플레이트 엘레먼트는 프레임 또는 경계구역(9)과, 프레임으로 에워싸인 주름부(4)로 이루어진다. 경계 구역에서 홈(20)은 골조(2)내에서 안내용으로 준비된 것이며(제1도 참조), 유체 유동의 제어용 너브(11)는 구멍(3)과 주름부(4)사이에 배열되어 있다. 림 (12)은 마찬가지로 유체를 분포시키도록 작용한다. 제3도에 보인 바와 같이 플랫시일 (13)은 인접한 프레임 또는 경계구역(9)사이에 삽입되며, 유연한 내식성의 재료 특히 그래파이트 박막으로 이루어진다.

#### [실시예 1]

60 내지 200μm의 60%와 60μm이하의 40%로 이루어진 인조 그래파이트의 80부는 시그마 혼합공구를 구비한 혼합용기에서 폴리비닐리덴 플루오라이드 파우더의 20부와 혼합되며, 폴리비닐리덴 플루오라이드 파우더의 입자크기는 1μm이하이다. 혼합온도는 220℃에 달하며 혼합시간은 1시간에 이른다. 실온으로 냉각된 후에 혼합 생성물은 핀이 꽂힌 원판 분쇄기에서 0.3mm이하의 입자크기로 분쇄되며, 상술한 바와 같이 압착 주형을 채우게 되고, 하나의 완전한 플레이트 엘레먼트로 압착되는데 압착압력은 400 bar, 압착온도는 270℃, 잔류시간은 10분이다. 다음과 같은 재료의 양이 측정된다.

부피밀도	2.02g/cm <sup>3</sup>
굽힘강도	50MPa
인장강도	30MPa
열전도율	25W/m · k
투과계수	3 × 10 <sup>-6</sup> cm <sup>3</sup> /s

제1도에 보인 바와 같이 17개의 플레이트 엘레먼트는 인접한 프레임 사이로 삽입되는 0.3mm두께의 플랫시일을 구비하여 전방플레이트 및 후방 플레이트와 함께 죄어 고정된다. 플레이트 열교환기는 묽은 염산(대략 20%의 HC1)을 냉각시키는데에 이용되며, 묽은 염산은 유기용제(organic solvents)에 의해 불순물이 섞인 것을 나타낸다. 유체온도 즉 유입되는 산의 온도는 116℃, 유출되는 산의 온도는 52℃, 유입되는 냉각수의 온도는 7℃, 유출되는 냉각수의 온도는 40℃이다. 열전달계수는 2000 내지 3000 W/m · k에 달하며, 3.5bar의 작동압력에서는 부식손상과 누출이 발생하지 않는다.

#### [실시예 2]

실시예 1에서 설명한 60 내지 200μm의 그래파이트 파편의 반절이 50 내지 300μm의 입자크기로 된 실리콘 카아바이드 파우더로 대체되며, 혼합물은 상술한 바와 같이 다루어져서 플레이트 엘레먼트로 압착된다. 실리콘 카아바이드를 함유한 엘레먼트와 실리콘 카아바이드를 함유하고 있지 않은 엘레먼트의 내마모성은 비교하여 조사된다. 이 목적을 달성하기 위해 엘레먼트를 입자크기가 150 내지 200

$\mu\text{m}$ 이고 노즐직경이 8mm이며 출력이 30g/min인 파티클레이트 커랜덤(particulate corundum)으로 쓴다.

그리하여 제거된 양은 다음과 같다(단위 :  $\text{cm}^3$ )

제트각	실리콘 카아바이드를 함유한 샘플	실리콘카아바이드를 함유하지 않은 샘플
30°	0.08	0.12
90°	0.12	0.18

### [실시예 3]

최대 입자크기가 0.5mm인 천연 그래파이트 파우더의 60g은 상업적으로 유효한 테트라플루오로-에틸렌-퍼플루오로 알콕시에틸렌 코폴리머의 분산물의 40부와 혼합된다. 분산된 물질은 약 0.3 $\mu\text{m}$ 의 평균입자 크기를 가지며, 분산매체 비율은 50%에 달한다. 분산제를 기화시키기 위해 혼합물은 약 350℃로 가열되며, 얻어진 유동물질이 분쇄되고, 0.3mm이하의 입자들은 380℃의 온도에서 또 400bar의 압력에서 압착되어 플레이트 엘레ментом 된다.

다음과 같은 물질의 양이 얻어진다.

부피밀도	2.03g/ $\text{cm}^3$
굽힘강도	25MPa
열전도율	25W/m · k
투과계수	$5 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

일정한 간격을 두고 평행으로 배열되며 내식성 재료로 형성되는 적어도 세개의 평행한 플레이트 엘레먼트와, 플레이트들의 사이공간을 통과하여 흐르는 열교환 유체의 공급 및 배출용 수단으로 이루어진 플레이트 열교환기에 있어서, 플레이트 엘레먼트가 플루오로폴리머와 접촉된 그래파이트 몸체로부터 제작되며, 선단이 펼쳐진 경계구역을 가지고, 유연하고 내식성이 있는 재료의 시일이 두개의 인접한 경계구역의 사이로 삽입되는 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트가 적어도 70%의 그래파이트 파우더와 최대한 30%의 플루오로 폴리머를 함유한 몸체로부터 제조되는 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트가 결합재로서 폴리비닐리덴 플루오라이드를 함유한 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트의 부피밀도, 열전도율, 인장강도가 각각 2.0 내지 2.1g/ $\text{cm}^3$ , 15 내지 30W/m · k, 20 내지 50MPa인 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트가 내마모성 입자를 함유한 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트가 1 내지 50%의 실리콘 카아바이드 입자를 함유한 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트가 2 내지 20%의 탄소성유를 함유한 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트의 표면에 부분적으로 너브가 형성된 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 너브가 유체 유동을 제어하는 스크린을 형성한 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 플레이트 엘레먼트가 적어도 부분적으로는 얇은 조각모양의 탄소 섬유 시이트에 의해 보강된 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 시일이 0.1 내지 0.3mm의 두께인 그래파이트 박막으로 이루어진 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 그래파이트 박막이 플루오로 폴리머로 코팅된 것을 특징으로 하는 플레이트 열교환기.

#### 청구항 13

플레이트 열교환기용 플레이트 엘레먼트의 제조방법에 있어서, 0.5mm이하의 입자크기인 그래파이트 파우더가 200 내지 350℃의 온도에서 95 : 5 내지 70 : 30의 비율로 플루오로 폴리머와 혼합하고 ; 실온으로 냉각된 혼합물을 0.3mm이하의 입자크기로 분쇄하며, 분쇄된 제품이 적어도 200bar의 압력과 적어도 200℃의 온도에서 플레이트 엘레먼트로 압착되게 하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

#### 청구항 14

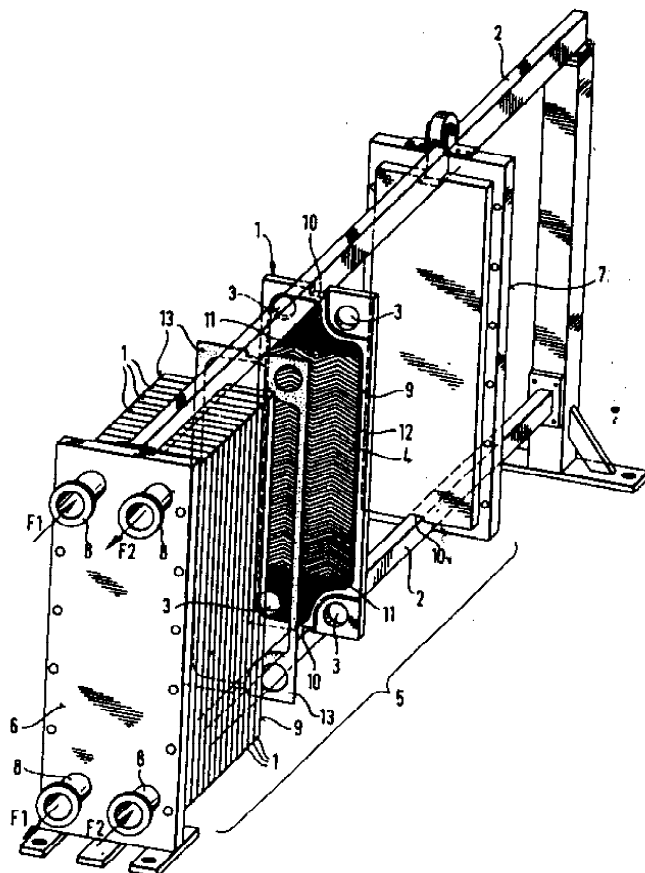
제13항에 있어서, 그래파이트 파우더가 미세하게 분류된 폴리비닐리덴 플루오라이드 파우더와 혼합되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

#### 청구항 15

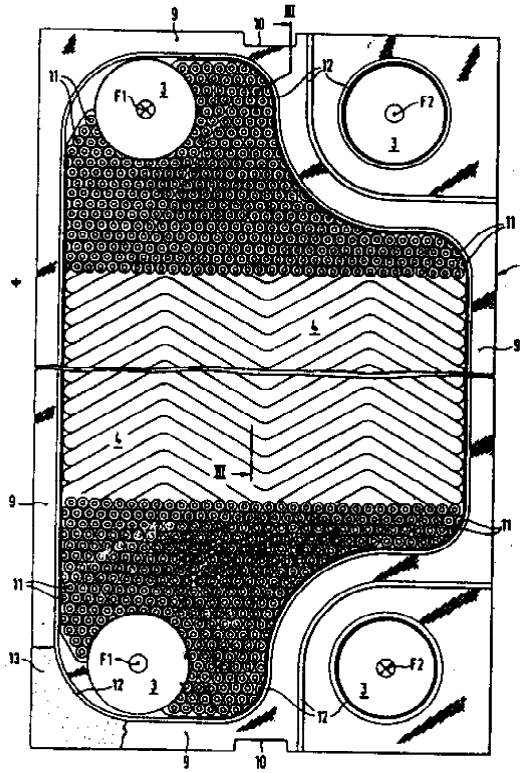
제14항에 있어서, 최대한 0.001mm의 입자 크기인 폴리비닐리덴 플루오라이드 파우더를 사용하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

#### 도면

##### 도면1



도면2



도면3

