

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
F28F 1/10

(11) 공개번호 특1999-0077862
(43) 공개일자 1999년10월25일

(21) 출원번호	10-1999-0008528
(22) 출원일자	1999년03월13일
(30) 우선권주장	98-063771 1998년03월13일 일본(JP) 98-114167 1998년04월08일 일본(JP)
(71) 출원인	산요 덴키 가부시키키가이샤 다카노 야스아키 일본 오사카후 모리구치시 게이한 혼도오리 2초메 5반 5고
(72) 발명자	다카하시히로유키 일본 가나가와켄 하타노시 히라사와65반지가부시끼 가이샤고베세이코쇼하타노고조내 사에끼찌까라 일본 가나가와켄 하타노시 히라사와65반지 가부시끼가이샤고베세이코쇼하타노고조내 후루카와마사히로 일본 군마켄 오오라군 오오이즈미마찌사까따1-1-1 산요덴키가부시키키가이샤도쿄고조내 이라미나가즈야스 일본 군마켄 오오라군 오오이즈미마찌사까따1-1-1 산요덴키가부시키키가이샤도쿄고조내
(74) 대리인	구영창, 주성민

심사청구 : 있음

(54) 강하 경막형 열교환기 관

요약

열교환기 관은, 상기 관의 내부 표면 상의 돌기에 형성되고 인접 리브들과의 사이에 적절한 거리를 갖고 나선형으로 연장되는 리브들과, 상기 관의 외부 표면 상에 형성되고 인접 요면들과의 사이에 적절한 거리를 갖고 나선형으로 연장되는 요면들과, 상기 관의 외부 표면 상에 형성되고 나선형으로 배치된 다수의 독립된 돌기들을 포함한다. 돌기들은 관의 내부 표면 상의 리브들과 정렬된 부분이 리브들 사이의 영역과 정렬된 부분보다 낮게 위치하는 방식으로 상부 표면 상에 형성된 리세스들을 갖는다. 또한, 상기 관의 외부 표면 상의 요면들과 관의 내부 표면 상의 리브들은 서로 정렬된 위치에 형성된다.

대표도

도1

색인어

열교환기, 관, 나선형 리브, 돌기, 면적비, 피치

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 실시예와 관련된 강하 경막형 열교환기 관의 일부를 도시한 사시도.

도2는 요면들의 피치(P)를 설명하기 위한 단면도.

도3은 리브의 리드각(lead angle)을 설명하기 위한 단면도.

도4는 본 발명의 다른 실시예와 관련된 강하 경막형 열교환기 관의 일부를 도시한 사시도.

도5는 관 축을 포함한 평면에서의 도4에 도시된 흡수식 열교환기 관의 단면도.

도6은 면적비(A)를 설명하기 위한 도면.

도7은 돌기의 평면도.

도8은 관 축에 직교하는 표면의 단면도.

도9는 열교환기 관의 성능을 시험하기 위해 사용되는 시험 장치를 도시한 개략도.

도 10은 전체 열전달 계수와 돌기들의 피치 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 11은 전체 열전달 계수와 면적비(A) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 12는 전체 열전달 계수와 요면들의 피치(P) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 13은 전체 열전달 계수와 리브의 리드각(θ) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 14는 전체 열전달 계수와 돌기의 높이(FH) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 15는 전체 열전달 계수와, 관 축에 대한 관의 외부 표면 상의 요면에 의해 형성된 각(θ) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 16은 전체 열전달 계수와, 돌기들 사이에 개재된 공간의 면적(AF2)에 대한 돌기의 에지 부분의 연장부의 면적(AF2)의 비율인 면적비(AF) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 17은 전체 열전달 계수와, 관 원주 방향으로의 돌기(4)의 피치(PR) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 18은 전체 열전달 계수와, 돌기의 바닥 표면의 면적에 대한 돌기의 상부 표면의 면적의 비율인 면적비(A) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 19는 전체 열전달 계수와, 관의 외부 표면 상의 요면의 원주 방향 길이 피치(P) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

도 20은 전체 열전달 계수와, 관 축과 직교하는 단면 상의 돌기의 피치(PF) 사이의 관계를 도시하는 그래프.

〈도면의 주요부분에 대한 부호의 설명〉

2, 4 : 요면

3 : 철면

5 : 리브

6 : 돌기

7 : 높은 부분

8 : 낮은 부분

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 관의 외부 표면 상에 형성된 냉각제(물)의 강하 경막과 이 관의 내부를 흐르는 물 사이에 열교환을 수행해서 상기 냉각제를 증발시키는 강하 경막 증발기용 열교환기 관과, 관의 외부 표면 상에 점적 또는 분산되는 흡수액막과 이 관의 내부를 흐르는 유체 사이에 열교환을 수행해서 흡수액을 냉각시키는 강하 경막 흡수기용 열교환기 관과 같은 강하 경막형 열교환기 관에 관한 것이다.

종래에는, 흡수식 급냉기와 같은 흡수식 열교환기는 열교환기의 내부가 진공 상태로 유지되고 관의 외부 표면상의 냉각제가 저온에서 증발되어 관 내의 물로부터 증발 잠열을 추출함으로써 관 내에 냉수를 얻는 방식으로 사용되어 왔다. 이와 같이 얻어진 냉수는 공조기용 등으로 사용된다.

상기 열교환기에 따르면 흡수기와 증발기는 하나의 본체 내에 함께 수용된다. 증발을 연속적으로 얻기 위해, 증발기에 의해 발생된 냉각제 증기는 열교환기 관의 표면 상에 분산된 흡수액 내로 흡수되고, 본체 내부는 일정한 정도의 진공이 유지된다. 따라서, 흡수식 급냉기의 냉각 용량을 향상시키기 위해서는 증발기 내에서 발생된 냉각제 증기량을 증대시키고 흡수량 또는 흡수 용량을 증대시켜야 한다. 열교환기 관의 성능을 향상시키는 가장 효과적인 수단은 흡수 용량을 증대시키는 것이다. 이러한 목적으로, 본 발명의 출원인은 관의 외부 표면 상에 관의 축방향으로 연장되는 요철을 제공함으로써 형성되는 독립 핀(fin)들을 갖는 열교환기 관을 제안했다(일본 특허 출원 공개 공보 (평)9-113066호).

또한, 흡수식 수냉각기와 같은 강하 경막형 증발기에 따르면, 열교환기 관의 외주면 상을 흘러내리는 냉각제와 상기 관의 내부를 통해 흐르는 물 등의 액체 간의 열교환을 수행함으로써 관 내의 물을 냉각시켰다. 열교환기 관 위를 흘러내리는 냉각제는 열교환기의 표면 상에서 전개된 다음에, 열교환기 관의 표면으로부터 열을 뺀 동시에 저압에서 증발됨으로써, 열교환기 관 내의 물을 냉각시킨다.

상술한 바와 같이, 증발기용 강하 경막형 열교환기 관에 따르면, 순수한 물 등의 냉각제는 관의 외부 표

면 상에서 분산되고 냉수는 관의 내부를 통해 흐른다. 그런 다음, 냉각제의 액막이 관의 외부 표면 상에 형성된다. 이 냉각제가 증발될 때 관 내부를 흐르는 냉수가 냉각된다. 이 경우, 열교환기의 표면을 적시고 그 위에 전개된 냉각제가 증발될 때, 열전달 표면으로부터 증발 잠열을 빼앗는다. 그러므로, 관 내부의 물을 효과적으로 냉각시키기 위해서는 열교환기 관과 냉각제 간의 접촉 면적, 즉 열전달 표면의 면적(관의 외부 표면)을 가능한 한 증대시킬 필요가 있다.

이러한 요건을 충족시키는 강하 경막형 열교환기 관을 제공하기 위해서, 본 발명의 출원인은 관의 외부 표면 상에 다수의 핀이 마련된 열교환기 관을 제안했다(일본 특허 출원 공개 공보 (평)7-71889호). 이러한 종래의 열교환기 관에 따르면, 관의 외부 표면 상에, 관 축방향과 직교하는 방향 또는 그에 대해 나선형으로 연장되는 핀들이 제공되고, 이들 핀과 더불어 핀의 상부에는 홈도 마련된다. 또한, 각 핀의 상측 절반부를 소정 피치로 횡단하는 요면이 마련된다. 각 홈의 양 측벽 사이에 형성되는 각은 70 내지 150 °의 범위 이내이다.

이러한 열교환기 관은 열전달 표면적이 커서 냉각제의 산포 특성(spreading property)이 우수하며, 그 결과 종래 기술의 열전달 성능에 비해 열전달 성능이 우수하다는 장점을 갖는다.

일본 특허 출원 공개 공보 (평)9-113066호에 기재된 상술한 종래의 흡수기용 열교환기 관은 관의 외부 표면 상에 3 내지 25의 비율(요면/관의 원주 길이)의 요면을 갖는다. 따라서, 이와 같은 관은 관 원주 방향으로 충분한 흡수액 산포 특성을 갖는다. 그러나, 다른 한편으로 관의 축방향으로는 산포 특성이 불량해서 흡수액이 증발기에 의해 발생된 증기를 흡수하기 전에 흡수액이 관의 표면을 떠나며, 그 결과 성능이 저하된다.

일본 특허 출원 공개 공보 (평)7-71889호에 기재된 상술한 종래의 흡수기용 열교환기 관은 초기에 의도한 목적은 달성했다. 그러나, 이러한 관의 열전달 성능은 이하에서 설명되는 바와 같이 최근에 점차적으로 고성능을 요구하는 흡수기용 열교환기 관으로서의 불충분하게 되었다. 이 종래의 열교환기 관에 따르면, 홈이 핀의 종방향으로 마련되고, 각 핀의 상측 절반부가 핀과 종방향과 직교하는 단면도에서 보았을 때 각 핀이 70 내지 150 °의 범위 내의 분할각으로 Y자형으로 2개로 분할된다. 이들 분할부는 단부에 위치한 핀들 사이에 형성된 홈을 폐쇄시키기 때문에 냉각제가 핀들 사이의 홈으로 분산되는 냉각제의 산포 특성이 불량하고 두꺼운 액막이 형성되므로 증발 성능을 저하시킨다.

또한, 핀들은 핀의 종방향과 직교하는 방향으로 연장된 요면에서 단락된다. 요면은 핀의 두께보다 작은 깊이를 갖기 때문에 관의 축방향으로 냉각제의 산포 특성이 불충분하다. 결과적으로, 액막이 두껍게 형성되어, 증발 성능이 저하된다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 관의 축방향으로 흡수액의 향상된 산포 특성을 갖는 강하 경막 흡수기용 열교환기 관과, 보다 얇은 냉각제에 의한 높은 증발 성능과 우수한 증발 열교환 성능을 갖는 강하 경막형 증발기용 열교환기 관을 포함하는 강하 경막형 열교환기 관을 제공하는 것이다.

본 발명에 따른 강하 경막형 열교환기 관은 관의 내부 표면 상의 돌기에 형성되고 인접 리브들과의 사이에 적절한 거리를 갖고 나선형으로 연장되는 리브들과, 관의 외부 표면 상에 형성되고 인접 요면들과의 사이에 적절한 거리를 갖고 나선형으로 연장되는 요면들과, 관의 외부 표면 상에 형성되고 나선형으로 배치된 다수의 독립된 돌기들을 포함한다. 상기 돌기들은 관의 내부 표면 상의 리브들과 정렬된 영역이 리브들 사이의 영역과 정렬된 영역보다 낮게 위치하는 방식으로 상부 표면 상에 형성된 리세스들을 갖는다.

이러한 강하 경막형 열교환기 관에 있어서, 관의 외부 표면 상의 요면들과 관의 내부 표면 상의 리브들은 서로 정렬되는 위치에 형성되는 것이 바람직하다. 각각의 돌기는 예를 들어, 0.20 내지 0.40 mm의 높이를 갖는 4각형 피라미드 형상으로 형성된다. 또, 각각의 돌기는 바닥 표면의 면적에 대한 상부 표면의 면적의 비율로서의 면적비(A)가 $0.25 \leq A \leq 0.40$ 의 범위 이내인 것이 바람직하다. 또한, 관 축과 직교하는 단면에서 보았을 때 독립된 돌기들의 상부 표면 상의 요면들의 피치(P)는 $5.75 \leq P \leq 6.75$ mm의 범위 이내인 것이 바람직하다. 그리고, 리브와 관 축방향에 의해 형성된 각(θ)은 $40^\circ \leq \theta \leq 44^\circ$ 의 범위 내에 있는 것이 바람직하다. 또한, 관의 축방향에서의 돌기들의 피치(PF)는 $0.89 \leq PF \leq 1.12$ mm의 범위 이내인 것이 바람직하다.

본 발명에 따르면, 4각형 피라미드 형상을 갖는 독립된 돌기들은 예를 들어, 관의 외부 표면 상에 나선형으로 배치되고, 돌기의 상부 표면은 관의 내부 표면 상의 리브의 영역에 대응하는 리세스를 갖는다. 돌기의 상부 표면은 높은 부분과 낮은 부분을 갖는다. 이러한 배열을 통해, 냉각제가 분산될 때, 높은 부분에서 냉각제는 표면 장력에 의해 낮은 부분으로 인입되고, 결과적으로 돌기의 높은 부분에서 냉각제의 막 두께가 감소되는데, 이는 증발 열전달 성능을 향상시킨다. 또한, 분산된 냉각제가 나선형으로 배치된 돌기들 사이의 영역을 따라 유동할 때, 냉각제는 관의 외부 표면 상에 형성된 요면들로 유도되어, 다른 부분에 존재하는 냉각제의 두께를 감소시키는데, 이는 증발 열전달 성능을 향상시킨다.

본 발명에 따르면, 관의 외부 표면 상에 서로 독립적으로 구비된 돌기는 그 에지가 관의 축방향으로 연장되도록 형성된다. 따라서, 관의 축방향으로 돌기 간의 거리는 관의 원주 방향을 따라 변화하여, 돌기들 사이에 개재된 공간의 크기가 변한다. 그 결과, 열교환기 관의 외부 표면 상에 점적 또는 분산되는 액체는 관의 원주 방향으로 매끄럽게 유동하지 못하고 관의 축방향으로 매끄럽게 유동하게 된다. 따라서, 관의 축방향으로의 액체 산포 특성이 향상된다.

열교환기 관은 일반적으로 구리 또는 구리 합금으로 제작되지만, 알루미늄, 알루미늄 합금, 강, 티타늄 등으로도 제작될 수 있다.

발명의 구성 및 작용

첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들이 아래에 상세히 설명될 것이다. 도1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 강하 경막형 열교환기의 부분 절개 개방 사시도이다. 도1은 관 영역의 일부분을 관 축방향과 관 원주 방향으로 도시하고 있다. 도1에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 열교환기 관(1)은 인접한 리브들 사이에 적절한 거리를 유지하면서 관 축방향에 대해 경사진 방향으로, 즉 나선 방향으로 연장되도록 관의 내부 표면 상에 형성되는 돌기 또는 리브(5)들을 구비한다. 관의 외부 표면 상에는, 나선형으로 연장된 요면(2)들이 유사한 방식으로 형성되어 있다. 관의 외부 표면 상의 요면(2)들과 관의 내부 표면 상의 리브(5)들은 서로 정렬된 위치에 배치된다. 요면(4)들은 관의 내부 표면 상의 리브(5)들 사이에 개재된 영역 내에 형성되고, 철면(3)들은 관의 외부 표면 상의 요면(2)들 사이에 개재된 영역 내에 형성된다.

관의 외부 표면 상에는, 나선형으로 점재된 독립된 돌기(6)들이 배치된다. 관 축방향에 대해 나선형으로 배치된 돌기(6)들의 경사각은 관 축방향에 대해 나선형으로 배치된 요면(2)들의 경사각과는 상이하고, 돌기(6)들의 배열 방향과 요면(2)들의 연장 방향은 상호 교차한다. 그러한 돌기(6)들 중에서, 요면(2)으로 일부 연장되도록 배치된 돌기(6)들은 상부 표면에 그러한 요면(2)들과 정렬된 위치에 리세스를 구비한다. 따라서, 이들 돌기(6) 각각은 철면(3) 상에 부분(7)과 요면(2) 상에 부분(8)을 구비하는데, 상기 부분(7)은 부분(8)보다 더 높아서 부분(7)과 부분(8) 사이에 단차가 형성된다.

도2는 도1에 도시된 열교환기 관(1)을 관 축방향에 직교하는 선을 따라 절단한 단면도이다. 관 원주 방향으로, 요면은 돌기(6)의 상부 표면 상에 요면(2) 자체 또는 리세스(부분, 8)로서 나타나 있다. 따라서, 관 원주 방향으로의 요면(2)들의 피치(P)는 도2에 도시된 화살표로 표시된다. 피치(P)는 돌기(6)들의 상부 표면 상의 외피에 놓인다.

도3은 도1에 도시된 열교환기 관(1)을 관 축방향을 따라 절단한 단면도이다. 도3에 도시된 바와 같이, 관 축방향에 대하여 나선형으로 연장되는 리브(5)의 연장 방향에 의해 형성되는 각은 θ 이다. 이 θ 는 관의 내부 표면 상의 리브(5)에 대하여 관 축과 평행하게 연장되는 선의 교차에 의해 형성되는 각이다. 관 축방향으로의 돌기들의 피치(PF)는 돌기들의 상부 중심 위치에서의 피치이다.

다음은 본 발명에 따른 전술한 구성의 증발기용 강하 경막형 열교환기 관의 작동에 대해 설명하기로 한다. 먼저, 물이 열교환기 관(1) 내로 유입되고, 냉각제(물)는 관의 외부 표면 상에서 흘러내려지거나 하방으로 분산된다. 그런 다음, 냉각제는 관의 외부 표면에 붙어서 액막을 형성한다. 액막 형태의 냉각제는 저압에서 기화되고, 열교환기 관 내로 유입되는 물은 냉각제가 기화될 때의 증발 잠열에 의해 냉각된다.

이러한 경우에, 관의 외부 표면 상에 나선형으로 배치된 일부 독립된 돌기(6)들은 돌기의 상부 표면 상에 높은 부분(7)과 낮은 부분(8)에 의해 형성되는 단차부를 갖는다. 따라서, 냉각제가 분산된 직후에, 높은 부분(7)에 위치한 냉각제는 표면 장력에 의해 낮은 부분의 냉각제로 인입되어, 높은 부분(7)의 냉각제는 보다 얇은 액막을 형성한다. 또한, 돌기(6)의 하부에서는, 돌기들 사이의 공간을 통해 냉각제가 유동한다. 그러나, 내부 표면 상의 리브(5)에 대응하는 관의 외부 표면의 부분들은 리세스를 갖는 요면(2)이므로, 냉각제는 요면(2)으로 안내되어 이들 요면(2)을 따라 유동한다. 결과적으로, 다른 부분에서의 냉각제의 막이 더 얇게 된다. 관의 외부 표면 상의 냉각제의 막이 더 얇으므로, 열전달 성능이 향상되고, 냉각제의 증발이 촉진된다.

돌기(6)들은 0.20 내지 0.40 mm의 범위 내의 높이를 갖는 4각형 피라미드로 형성되는 것이 바람직하다. 돌기(6)의 높이가 0.2 mm 이하로 되면, 돌기들의 높은 부분과 돌기들 간의 바닥 사이의 간극이 더 좁아진다. 이는 표면 장력에 의해 요면의 냉각제 층으로 인입되는 냉각제량을 감소시켜서, 돌기(6)들의 높은 부분(7)에 보다 두꺼운 막이 형성되게 하므로, 결과적으로 냉각 성능을 저하시킨다. 한편, 돌기들이 0.4 mm 이상이면, 돌기들의 높은 부분에서의 냉각제는 표면 장력에 의해 돌기들 사이의 공간으로 인입되고, 돌기들의 높은 부분에서의 냉각제 막은 더 얇아진다. 그러나, 냉각제가 돌기들 사이의 공간으로 너무 쉽게 인입되므로, 이 공간에서의 냉각제는 더 무거운 막이 되어 냉각 성능을 저하시킨다. 그러므로, 돌기(6)들의 높이가 0.20 내지 0.40 mm의 범위 내에 있는 것이 바람직하다.

돌기의 하단부의 외곽선에 의해 결정되는 돌기의 바닥 면적(S_2)에 대한 돌기(6)의 상부 면적(S_1)의 비(A), 즉 $A = S_1/S_2$ 는 0.25 내지 0.4의 범위 이내인 것이 바람직하다. 이들 면적(S_1 , S_2)은 표면의 돌출된 면적이다. 그러므로, S_1 과 S_2 각각은 요철면의 존재에 관계없이 변화하지 않는다. 면적비(A)가 0.25 이하일 경우, 핀 전방 단부의 면적은 감소되고 냉각제는 돌출 전방 단부에서 돌기들 사이의 공간으로 용이하게 유동한다. 따라서, 돌기 사이의 냉각제는 두꺼운 막을 형성하여 냉각 성능을 저하시킨다. 한편, 면적비(A)가 0.40를 초과할 경우, 돌기(6)들 사이의 거리는 협소해지고, 냉각제의 산포 특성은 발휘되지 않는다. 따라서, 면적비(A)는 0.25 내지 0.40의 범위 내의 값으로 설정된다.

요면(2)의 관 원주 방향으로 돌기의 상부 표면 상의 피치(P)는 5.75 내지 6.75 mm의 범위 내에 있는 것이 바람직하다. 요면(2)의 피치(P)가 5.75 mm 이하인 경우, 냉각제는 표면 장력에 의해 인입되지 않으며, 냉각제는 두껍게 되고, 냉각 효과가 없게 된다. 한편, 피치(P)가 6.75 mm를 초과할 경우, 요면은 표면 장력이 존재함에도 불구하고 감소하여 냉각 효과를 저하시킨다. 그러므로, 요면의 피치(P)는 5.75 내지 6.75 mm의 범위 이내인 것이 바람직하다.

관 축방향으로 요면(2)들에 의해 형성되는 각(θ)은 40° 내지 44° 의 범위 이내인 것이 바람직하다. 각(θ)이 40° 이하인 경우, 냉각제는 표면 장력에 의해 인입되지 않고, 냉각제 막은 두껍게 형성되어 냉각 효과를 보이지 않는다. 한편, 각(θ)이 44° 이상인 경우, 요면은 표면 장력이 존재함에도 불구하고 감소하여 냉각 효과는 떨어진다. 그러므로, 관 축방향으로 요면(2)에 의해 형성된 각(θ)은 40° 내지 44° 의 범위 내에 있는 것이 바람직하다.

또한, 관 축방향으로 관의 외부 표면의 돌기(6)의 피치(PF)는 $0.89 \leq PF \leq 1.12$ mm의 범위 이내인 것이 바

람직하다. 피치(PF)가 0.89 mm 이하이면, 냉각제는 돌기 사이의 공간으로 쉽게 유동하지 않고 관 표면 상의 냉각제의 산포 특성이 악화되어 냉각 성능이 떨어진다. 한편, 피치(PF)가 1.12 mm 이상이면, 냉각제는 돌기 사이의 공간으로 쉽게 유동하여 돌기 사이의 냉각제는 두껍게 형성되어 냉각 성능이 떨어진다.

도1에 도시된 형상의 열교환기 관은 다음과 같이 제조될 수 있다. 예를 들어, 외경 16 mm와 두께 0.7 mm의 인탈산동 관(phosphorous deoxidized copper tube)(JISH3300, C1201-1/2H)이 사용되며, 관의 외부 표면에 나선형 핀이 압연에 의해 관 축방향으로 일정한 피치로 형성되고, 나선형 핀은 기어 디스크에 의해 원주 방향으로 일정 피치로 가압되어, 도1에 도시된 바와 같이, 관의 외부 표면에 나선형으로 위치한 독립된 돌기들이 형성된다. 또한, 나선형 핀이 관의 외부 표면에 형성됨과 동시에 관의 내부 표면 상에 나선형 리브를 형성하기 위해, 관의 내부 표면에 나선 형상으로 홈이 형성되어 있는 맨드렐(mandrel)이 배치된다. 이로써, 도1에 도시된 열교환기 관이 제조될 수 있다.

사용할 본래 관은 인탈산동 관에 국한되지 않고, 동 합금, 알루미늄 합금, 강, 티타늄 등의 다양한 다른 재료가 이러한 관에 이용될 수 있다. 또한, 관 재료의 열 처리는 1/2H 정도에 국한되지 않고, 연화 가열 냉각 정도일 수 있다.

다음은 본 발명의 제2 실시예를 설명하기로 한다. 다음 실시예는 흡수기용 열교환기 관에 적합하다.

도4는 본 발명의 제2 실시예와 관련한 흡수기용 열교환기 관의 일부를 도시한 사시도이다. 도5는 관 축을 포함하는 평면에 의해 절단된 단면도이다. 도8은 관 축과 직교하는 평면에 의해 절단된 단면도이다. 열교환기 관(31)은 관 축 방향으로부터 벗어난 방향으로 나선형으로 연장하기 위해 내부 표면 상에 복수의 리브(32)가 형성되어 있다. 열교환기 관(31)의 외부 표면 상에는 리브(32)와 정렬된 영역 내에 나선형으로 연장된 요면(33)이 유사한 방식으로 형성되어 있다. 열교환기 관(31)의 외부 표면 상에는 상호 독립된 돌기(34)들도 구비되어 있다. 이들 돌기(34)는 기본적으로 4각형 피라미드 형상을 가지며, 이들 돌기(34)는 관 축방향에 평행한 각 돌기의 양측부 상에서 관 축방향으로 연장하여 형성되는 연장부(35)를 갖는다. 각 돌기(34)의 상부 표면에는 관의 외부 표면에 요면(33)과 정렬된 (또한 관의 내부 표면에 리브(32)와 정렬된) 영역에서 오목한 요면(36)이 형성된다.

상술한 구조를 갖는 흡수기용 열교환기 관에 있어서, 돌기(34)들은 관의 외부 표면 상에 상호 독립적으로 마련되고, 그 에지 부분은 관 축 방향으로 연장되어 연장부(35)를 제공하도록 형성된다. 따라서, 관 축방향으로 돌기 사이에서 개재된 공간은 관의 원주 방향에 대해 평탄하지 않게 된다. 이러한 구조는 관 축방향으로 열교환기 관의 외부 표면 상에 점적 또는 분산되는 흡수액(LiBr)의 흐름을 용이하게 하여, 흡수액의 산포 특성을 향상시킨다. 이러한 형태의 종래의 열교환기 관은 15.88 mm 직경의 관에 대해 약 1.2 mm 이상의 두께를 갖는다. 그러나, 본 실시예에 따르면, 관의 벽 두께는 개선된 관 처리 방법에 의해 0.75 mm 이하로 설정된다. 이러한 배열을 통해, 관의 내부 표면 상에 나선형 리브(32)의 부분들, 즉 관의 내부 표면 상에 돌출된 부분과 정렬된 관의 외부 표면의 영역에는 요면(33)들이 형성된다. 이러한 요면(33)의 생성에 의해, 관의 외부 표면 상에서의 흡수액의 관 원주 방향으로의 유동 속도는 요면(33)이 없는 경우에 비해 느리게 되어, 관 축방향으로의 흡수액의 산포 특성을 촉진한다.

이 경우에, 기본적으로 4각형 피라미드 형상인 독립된 돌기(34)들 각각이 이 돌기의 바닥 면적에 대한 상부 면적의 비율로서 0.25 이하의 면적비(A)를 가질 경우, 각 핀의 상부 표면의 면적은 감소된다. 따라서, 열교환기 관 상에 점적 및 분산되는 액체가 돌기들 사이의 개재된 공간으로 유동하는 것이 용이해지고, 마란고니(Marangoni) 대류는 일어나지 않게 된다. 또한, 면적비(A)가 0.40을 초과할 경우, 돌기 사이의 공간은 협소해져 흡수액은 이 공간으로 원활하게 유동하지 못하게 되어, 열 전달 성능이 떨어진다. 그러므로, 돌기의 바닥 면적에 대한 상부 면적의 면적비(A)는 0.25 내지 0.40의 범위 이내인 것이 바람직하다.

또한, 도8에 도시된 바와 같이, 관 축에 직교하는 단면에서, 돌기(34)의 상부 표면 상의 원주 길이로서의 요면(36)의 피치(P)가 5.75 mm 이하인 경우, 관의 원주 방향으로의 액체의 유속은 감소하고, 흡수액은 관의 외부 표면 상에 두껍게 형성되어 열 전달 성능이 저하된다. 한편, 피치(P)가 6.75 mm를 초과할 경우, 관의 원주 방향으로의 액체의 유속은 증가되고, 관의 축방향으로의 흡수액의 산포 특성은 불량해진다. 그러므로, 요면(36)의 피치(P)가 5.75 내지 6.75 mm의 범위 이내인 것이 바람직하다.

관의 축방향에 대하여 관의 외부 표면 상의 요면(33)에 의해 형성되는 각(θ)이 30° 이하이면, 관의 원주 방향으로의 흡수액의 유속은 감소되어, 열전달 성능이 떨어진다. 한편, 각(θ)이 50°를 초과할 경우, 관의 원주 방향으로의 용액의 유속은 증가하고, 관의 축방향으로의 산포 특성을 저하시킨다. 그러므로, 각(θ)은 30° 내지 50°의 범위 내의 값으로 설정되는 것이 바람직하다.

도5에 도시된 바와 같이, 관 축방향으로의 돌기(34)의 피치(PF)가 0.62 mm 이하이면, 돌기(34)들 간의 공간은 좁아지게 되고, 흡수액은 이 공간으로 매끄럽게 흐르지 못하게 되어, 열전달 성능을 저하시킨다. 한편, 피치(PF)가 1.33 mm를 초과할 경우, 돌기(34)들 간의 공간은 관의 축방향으로의 흡수액의 산포 특성을 저하시키기에는 너무 넓어지게 되어, 열전달 성능을 저하시킨다. 그러므로, 관 축방향으로의 돌기(34)의 피치(PF)는 0.62 내지 1.33 mm의 범위 내에 있는 것이 바람직하다.

또한, 도8에 도시된 바와 같이, 관의 원주 방향으로의 돌기의 피치(PR)가 0.50 mm 이하로 되면, 관의 축방향으로의 흡수액의 산포 특성이 저하되어, 열전달 성능이 떨어진다. 한편, 피치(PR)가 1.20 mm를 초과할 경우, 열교환기 관(31) 상에 점적 또는 분산되는 흡수액은 관의 원주 방향으로 용이하게 흐르게 되어, 흡수액의 산포 특성을 저하시킨다.

또한, 도6과 도7에 도시된 바와 같이, 돌기들의 에지 부분의 연장부(35)의 면적(AF1)에 대한 돌기(34)들 간의 공간의 면적(AF2)의 비, 즉 $AF=AF1/AF2$ 인 면적비(AF)가 0.05 이하로 되면, 열교환기 관 상에 점적 또는 분산되는 흡수액은 관의 원주 방향으로 용이하게 흐르게 되어, 흡수액의 분산 특성을 저하시킨다. 한편, 면적비(AF)가 0.65를 초과할 경우, 열교환기 관 상에 점적 또는 분산되는 용액은 돌기들 사이에서 매끄럽게 흐르지 않게 되어, 흡수액의 산포 특성을 저하시킨다. 그러므로, 면적비(AF)가 0.05 내지

0.65의 범위 내에 있는 것이 바람직하다.

제1 예

전술된 수치값 범위의 효과를 검증하기 위한 예가 본 발명의 청구 범위 청구항 4 내지 청구항 8의 범주로부터 벗어난 비교예들과 비교하여 이하에 나타나 있다.

[표 1]

No.	본래 관				핀 가공부					K_0	중간 열전달 계수	K_0
	D_0	T	DF	FH	FW	PF	A	P	θ			
예	A1	16.0	0.7	15.85	0.30	0.55	0.977	0.377	6.22	43	3200	2150
	A2	16.0	0.7	15.83	0.31	0.54	0.907	0.375	6.22	43	3180	2200
	A3	16.0	0.7	15.84	0.30	0.56	1.104	0.382	6.22	43	3110	2180
	A4	16.0	0.7	15.85	0.30	0.55	0.977	0.377	6.24	40	3195	2160
	A5	16.0	0.7	15.85	0.30	0.55	0.977	0.377	6.24	44	3180	2160
	A6	19.0	0.7	18.90	0.30	0.55	0.976	0.377	5.94	43	3205	2180
	A7	16.0	0.7	15.91	0.31	0.55	0.976	0.377	5.81	43	3198	2190
	A8	12.7	0.7	12.60	0.30	0.55	0.977	0.377	6.59	43	3203	2170
	A9	16.0	0.7	15.84	0.30	0.55	0.977	0.391	6.22	43	3185	2160
	A10	16.0	0.7	15.84	0.30	0.55	0.977	0.321	6.22	43	3183	2180
	A11	16.0	0.7	15.85	0.30	0.55	0.977	0.282	6.22	43	3190	2190
	A12	16.0	0.7	15.85	0.21	0.65	0.977	0.377	6.22	43	3185	2220
	A13	16.0	0.7	15.84	0.38	0.52	0.977	0.377	6.22	43	3203	2240
비교예	B1	16.0	0.7	15.85	0.31	0.55	0.847	0.375	6.22	43	2682	1610
	B2	16.0	0.7	15.84	0.30	0.55	0.877	0.375	6.22	43	2769	1670
	B3	16.0	0.7	15.84	0.31	0.55	1.175	0.375	6.22	43	2883	1620
	B4	16.0	0.7	15.84	0.30	0.56	1.337	0.375	6.22	43	2850	1680
	B5	16.0	0.7	15.85	0.30	0.54	0.976	0.249	6.22	43	2812	1640
	B6	16.0	0.7	15.85	0.31	0.55	0.976	0.410	6.22	43	2705	1680
	B7	16.0	0.7	15.85	0.30	0.56	0.976	0.377	5.53	43	2870	1640
	B8	16.0	0.7	15.84	0.29	0.55	0.977	0.376	5.64	43	2882	1640
	B9	16.0	0.7	15.86	0.31	0.55	0.976	0.377	7.11	43	2850	1630
	B10	16.0	0.7	15.84	0.30	0.56	0.976	0.378	6.92	43	2868	1640
	B11	16.0	0.7	15.85	0.30	0.54	0.976	0.376	6.22	38	2775	1660
	B12	16.0	0.7	15.84	0.31	0.54	0.977	0.376	6.22	39	2882	1630
	B13	16.0	0.7	15.84	0.30	0.55	0.975	0.377	6.22	45	2830	1620
	B14	16.0	0.7	15.86	0.19	0.67	0.977	0.377	6.22	43	2830	1670
	B15	16.0	0.7	15.85	0.43	0.50	0.977	0.377	6.22	43	2860	1630

위의 표1은 관의 외부 표면 및 내부 표면의 크기를 나타낸다. 표1에서, 각각의 기호는 다음과 같은 크기를 나타낸다.

D₀ : 본래 관의 외경(mm)

T : 본래 관의 벽 두께(mm)

DF : 핀 가공부의 최대 외경(mm)

FH : 돌기의 높이(mm)

FW : 바닥벽의 두께(mm)

PF : 돌기의 피치(mm)

A : 돌기의 면적비

P : 요면의 피치(mm)

θ : 관 축방향으로 리브에 의해 형성되는 각도(°)

K₀ : 전체 열전달 계수(kcal/m² · h °C)

도9는 이러한 열교환기 관의 성능을 평가하기 위해 사용되는 검사 장치를 도시한 것이다. 챔버(9)의 내부는 격벽(9a)에 의해 증발기와 흡수기의 2개의 챔버로 각각 분할된다. 분할된 각 챔버 내에는, 열교환

기 관(10)이 수평 배치되고, 각각 일렬로 연결된다. 증기가 격벽(9a)의 상부를 통해 흐를 수 있다.

증발기에서, 물은 물 유입구(11)로부터 열교환기 관(10) 내로 유입되고, 이 물은 상단부에서 열교환기 관(10)의 물 배출구(12)로부터 배출된다. 열교환기 관(10)의 상측부 상에는 냉각제를 챔버 내로 안내하기 위한 냉각제 유입구(13)가 마련된다. 냉각제(물)는 냉각제 유입구(13)로부터 상기 열교환기 관(10) 상으로 떨어진다. 냉각제 펌프(21)는 챔버 내에 고인 냉각제를 냉각제 배출구(24)로부터 냉각제 유입구(13)로 상방 펌핑한다.

한편, 흡수기에 있어서, 냉각수가 하단부에서 냉각수 유입구(17)로부터 열교환기 관(10) 내로 유입되고, 냉각수가 상단부에서 열교환기 관(10)으로부터 냉각수 배출구(18)를 통해 배출된다. LiBr 수용액을 챔버 내로 도입하기 위한 LiBr 수용액 유입구(15)가 열교환기 관(10) 상부에 마련되고, LiBr 수용액은 LiBr 수용액 유입구(15)로부터 열교환기 관(10) 위를 흘러내린다. 챔버(9) 바닥에 고인 LiBr 수용액은 펌프(22)에 의해 LiBr 용액 배출구(16)로부터 배출된다. 챔버(9) 내에는 디지털 압력계(20)와 챔버(9)로부터 가스를 배출하기 위한 밸브(19)도 마련된다.

증발기에 있어서, 냉각제의 증발에 의해 열교환기 관(10) 내부에서 흐르는 물을 냉각시킨 냉각제가 챔버의 바닥에 액체 상태로 일부 고이고, 나머지 냉각제는 증기로서 격벽(9a)의 상부를 거쳐 흡수기 내로 유입된다. 그후 냉각제 증기는 열교환기 관(10) 위를 흘러내리는 LiBr 수용액 중에 흡수된다.

증발기의 성능을 시험하기 위한 시험 조건은 다음과 같다.

증발압 : 6.0 mmHg

냉각제의 분산량 : 1.00 kg/m.min.

냉각수의 유속 : 1.50 m/s (관 단부의 단면을 기초로 설정)

배출구에서의 냉각수의 온도 : 7.0 °C

관 배열 : 1열 × 4단 (단 피치 24 mm)

통로의 개수 : 4 개의 통로

흡수기의 성능을 시험하기 위한 시험 조건은 다음과 같다.

증발압 : 6.0 mmHg

유입구에서의 LiBr 수용액의 밀도 : 63 중량 %

유입구에서의 LiBr 수용액의 온도 : 46 °C

냉각수의 유속 : 1.50 m/s

배출구에서의 냉각수의 온도 : 32 °C

관 배열 : 1열 × 6단 (단 피치 24 mm)

통로의 개수 : 6 개의 통로

계면 활성제 : 2-에틸헥사놀 첨가

LiBr 수용액의 흡수액 용량 : 0.027 kg/ms

전체 열전달 계수(K_0)는 다음의 식(1)을 기초로 얻은 측정값으로부터 계산된다.

$$K_0 : Q / (\Delta T / A_0)$$

여기서,

$$Q = G \cdot C_p \cdot (T_{in} - T_{out})$$

$$\Delta T_m = (T_{in} - T_{out}) / \ln \{ (T_{in} - T_e) / (T_{out} - T_e) \}$$

$$A_0 = \pi \cdot D_0 \cdot L \cdot N$$

Q : 증발기의 냉각 용량(kcal/h)

G : 증발기 내에서 물의 유속(kg/h)

C_p : 물의 비열(kcal/kg · °C)

T_{in} : 유입구에서 물의 온도(°C)

T_{out} : 유출구에서 물의 온도(°C)

ΔT_m : T_{in} 및 T_{out} 의 산술 평균 온도 편차(°C)

T_e : 냉매의 증발 온도(°C)

K_0 : 전체 열전달 계수(kcal/m²h°C)

A_0 : 본래 관의 표준 외부 표면적(m²)

D_0 : 본래 관의 외부 직경(m)

L : 관의 유효 길이(m)

N : 관의 개수(개)

도10은 상기 식(1)으로부터 얻은 전체 열전달 계수와 돌기의 피치(PF) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도11은 전체 열전달 계수와 면적비(A) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도12는 전체 열전달 계수와 요면의 피치(P) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도13은 전체 열전달 계수와 리브의 리드각(θ) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도14는 전체 열전달 계수와 돌기의 높이 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도10 내지 도14 및 표1에 도시된 바와 같이, 예(A1 내지 A13)의 전체 열전달 계수는 1.0 kg/m³s의 속도로 분산된 냉매에 대하여 비교예(B1 내지 B15)의 전체 열전달 계수보다 더 높다.

본 발명에 의하면, 냉매의 산포 특성이 개선되고 냉매 액막과 흡수액이 얇게 형성됨으로써 증발 성능 및 흡수 성능이 개선되는 효과가 제공된다. 예(A1 내지 A13)의 열교환 관은 우수한 증발 열전달 특성과 흡수 열전달 특성을 갖는다. 그러므로, 본 발명에 의하면, 동일한 종류의 열교환 관이 증발기와 흡수기 내에 조립될 수 있다.

제2 예

이하 도4 내지 도8에 도시된 본 발명의 제2 실시예의 효과를 증명하기 위해 실행된 시험의 결과를 설명하기로 한다.

다음의 표2와 표3은 관의 외부 표면 및 내부 표면의 크기를 나타내며, 표2는 본 발명의 예를 나타내고, 표3은 비교예를 나타낸다.

[표 2]

No.		변 개량부										열 전달 성능	
		본래 관		변 개량부								전체 열 전달 계수 (kcal/m ² · h · °C)	
예	D ₀	T	DF	FW	PF	A	P	PR	AF	θ	K ₀		
	C1	16.0	0.7	15.84	0.55	0.976	0.377	6.22	0.61	0.25	43	2501	
	C2	16.0	0.7	15.83	0.54	0.632	0.375	6.22	0.61	0.25	43	2580	
	C3	16.0	0.7	15.84	0.56	1.314	0.382	6.22	0.61	0.25	43	2510	
	C4	16.0	0.7	15.85	0.55	0.977	0.377	6.24	0.61	0.25	30	2595	
	C5	16.0	0.7	15.85	0.55	0.977	0.377	6.24	0.61	0.25	50	2580	
	C6	19.0	0.7	18.90	0.55	0.977	0.377	5.75	0.61	0.25	43	2505	
	C7	16.0	0.7	15.91	0.55	0.976	0.377	6.75	0.61	0.25	43	2598	
	C8	12.7	0.7	12.60	0.55	0.977	0.377	6.59	0.61	0.25	43	2503	
	C9	16.0	0.7	15.84	0.55	0.977	0.398	6.22	0.61	0.25	43	2583	
	C10	16.0	0.7	15.84	0.55	0.977	0.252	6.22	0.61	0.25	43	2590	
	C11	16.0	0.7	15.85	0.55	0.977	0.377	6.22	0.61	0.25	43	2590	
	C12	16.0	0.7	15.84	0.55	0.977	0.377	6.22	1.18	0.25	43	2590	
	C13	16.0	0.7	15.84	0.55	0.976	0.377	6.22	0.61	0.06	43	2515	
C14	16.0	0.7	15.84	0.55	0.976	0.377	6.22	0.61	0.63	43	2528		

[표 3]

	본래 관	핀 가공부										열 전달 성능	
												전체 열 전달 계수 (kcal/m ² · h · °C)	
No.	D ₀	T	DF	FW	FP	A	P	PR	AF	θ	K _a		
비교예													
D1	16.0	0.7	15.85	0.55	0.609	0.375	6.22	0.61	0.25	43	1982		
D2	16.0	0.7	15.84	0.55	0.594	0.375	6.22	0.61	0.25	43	2069		
D3	16.0	0.7	15.84	0.55	1.351	0.375	6.22	0.61	0.25	43	2083		
D4	16.0	0.7	15.84	0.56	1.437	0.375	6.22	0.61	0.25	43	1850		
D5	16.0	0.7	15.85	0.54	0.976	0.239	6.22	0.61	0.25	43	2012		
D6	16.0	0.7	15.85	0.55	0.976	0.417	6.22	0.61	0.25	43	2005		
D7	16.0	0.7	15.85	0.56	0.976	0.377	5.53	0.61	0.25	43	2070		
D8	16.0	0.7	15.84	0.55	0.977	0.378	5.64	0.61	0.25	43	2082		
D9	16.0	0.7	15.86	0.55	0.976	0.376	7.11	0.61	0.25	43	1950		
D10	16.0	0.7	15.84	0.56	0.976	0.377	6.92	0.61	0.25	43	2068		
D11	16.0	0.7	15.85	0.54	0.977	0.378	6.22	0.61	0.25	28	2075		
D12	16.0	0.7	15.84	0.55	0.975	0.377	6.22	0.61	0.25	53	2082		
D13	16.0	0.7	15.84	0.55	0.975	0.377	6.22	0.48	0.25	55	1880		
D14	16.0	0.7	15.85	0.55	0.977	0.377	6.22	1.25	0.25	43	2090		
D15	16.0	0.7	15.84	0.55	0.976	0.377	6.22	0.61	0.03	43	1890		
D16	16.0	0.7	15.84	0.55	0.976	0.377	6.22	0.61	0.03	43	2015		
D17	16.0	0.7	15.84	0.55	0.976	0.377	6.22	0.61	0.68	43	2028		

표2와 표3에서, 각각의 기호는 다음의 크기를 나타낸다.

D₀ : 본래 관의 외경(mm)

T : 본래 관의 두께(mm)

DF : 핀 가공부의 외경(mm)

FW : 바닥벽의 두께(mm)

A : 돌기의 면적비

P : 요면의 피치(P)

PR : 돌기의 관 원주 방향으로의 피치(mm)

AF : 돌기들 사이의 공간의 면적(AF2)에 대한 돌기의 에지 부분의 연장부의 면적(AF1)의 비율인 면적비(AF)

θ : 관 축에 대하여 관의 외부 면적 상의 요면(33)에 의해 형성되는 각도(θ)

시험 조건은 다음과 같다.

용기 내의 압력 : 6.0 mmHg

입구에서 LiBr 수용액의 밀도 : 63 중량 %

입구에서 LiBr 수용액의 온도 : 46 °C

냉각수의 유속 : 1.50 m/s

입구에서 LiBr 수용액의 유량 : 0.017 내지 0.035 kg/ms

표면 활성제 : 2-에틸헥사놀 첨가

관 배열 : 1열 × 6 단(단 피치 26 mm)

통로의 개수 : 6 개의 통로

냉각수의 유량은 관(본래 관)의 단부의 교차부에 근거하여 설정된다. 또한, LiBr 수용액의 유량은 관의 일측면을 따라 흘러내리는 흡수액의 양이다. 전체 열전달 계수(K_0)는 상기 식(1)에 근거하여 얻은 측정값으로부터 계산된다.

도15는 수식(1)으로부터 얻어진 전체 열전달 계수와 관 축에 대한 관의 외부 표면 상의 요면(33)에 의해 형성된 각(θ) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도16는 전체 열전달 계수와, 돌기들 사이의 공간의 면적(AF2)에 대한 돌기들의 에지 부분의 연장부(35)의 면적(AF1)의 비율인 면적비(AF) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도17은 전체 열전달 계수와 돌기(34)의 피치(PR) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도18은 전체 열전달 계수와 돌기(34)의 바닥면의 면적에 대한 돌기(34)의 상부 표면의 면적 비율인 면적비(A) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도19는 전체 열전달 계수와 관의 외부 표면 상의 요면(33)의 원주 길이 피치(P) 사이의 관계를 그래프이다. 도20은 전체 열전달 계수와 관 축에 직교하는 교차부 상의 돌기(34)의 피치(PF) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도15 내지 도20과 표2 및 표3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 청구 범위 청구항 9 내지 청구항 15를 만족시키는 예(C1 내지 C14)의 전체 열전달 계수는 비교예(D1 내지 D17)의 전체 열전달 계수보다 더 높다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 독립된 돌기의 에지가 연장부를 형성하는 관 축 방향으로 연장되고 요면이 관의 외부 표면에 제공되므로, 흡수액을 관 원주 방향 및 관 축 방향으로 확산시키는 특성을 향상시키고, 그 결과 흡수 열전달 성능을 향상시킨다. 이로써 고성능의 소형 장치를 제공할 수 있고, 열전달 관을 구성하는 재료의 양을 줄일 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

관의 외부 표면 상의 액막과 상기 관의 내부를 통해서 유동하는 액체 사이의 열교환을 촉진시키기 위한 강하 경막형 열교환기 관에 있어서,

상기 관의 내부 표면 상의 돌기에 형성되고 인접 리브들과의 사이에 적절한 거리를 갖고 나선형으로 연장되는 리브들과,

상기 관의 외부 표면 상에 형성되고 인접 요면들과의 사이에 적절한 거리를 갖고 나선형으로 연장되는 요면들과,

상기 관의 외부 표면 상에 형성되고 나선형으로 배치되며, 관의 내부 표면 상의 리브들과 정렬된 영역이 리브들 사이의 영역과 정렬된 영역보다 낮게 위치하는 방식으로 상부 표면 상에 형성된 리브들을 갖는 다수의 독립된 돌기들을 포함하는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 관의 외부 표면 상의 요면들과 관의 내부 표면 상의 리브들이 서로 정렬된 위치에 형성된 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 각각의 돌기가 4각형 피라미드 형상으로 형성된 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 4

제3항에 있어서, 각각의 돌기의 높이가 0.20 내지 0.40 mm의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 각각의 돌기는 바닥 표면의 면적에 대한 상부 표면의 면적의 비율인 면적비(A)가 $0.25 \leq A \leq 0.40$ 의 범위 내에 있는 면적비를 갖는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 관의 축과 직교하는 단면에서 보았을 때 개개의 돌기들의 상부 표면 상의 요면들의 피치(P)가 $5.75 \leq P \leq 6.75$ mm의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 관의 축방향에 대하여 리브에 의해 형성된 각(θ)이 $40^\circ \leq \theta \leq 44^\circ$ 의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 관의 축방향에서의 돌기들의 피치(PF)가 $0.89 \leq PF \leq 1.12$ mm의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 9

제1항에 있어서, 각각의 돌기의 에지가 관의 축방향으로 연장되고, 열교환기 관이 흡수 장치로서 사용되는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 10

제9항에 있어서, 각각의 돌기는 바닥 표면의 면적에 대한 상부 표면의 면적의 비율인 면적비(A)가 $0.25 \leq A \leq 0.40$ 의 범위 내에 있는 면적비를 갖는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서, 관의 축과 직교하는 단면에서 보았을 때 개개의 돌기들의 상부 표면 상의 요면들의 피치(P)가 $5.75 \leq P \leq 6.75$ mm의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 12

제9항 또는 제10항에 있어서, 관의 축방향에 대하여 관의 외부 표면 상의 요면들에 의해 형성된 각(θ)이 $30^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ 의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 13

제9항 또는 제10항에 있어서, 관의 축방향에서의 돌기들의 피치(PF)가 $0.62 \leq PF \leq 1.33$ mm의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 14

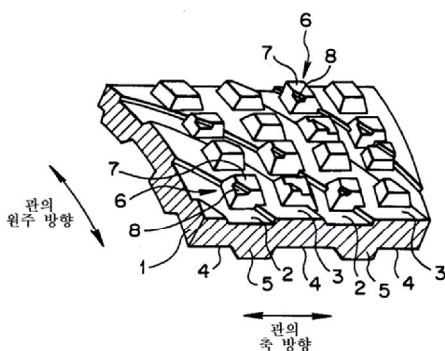
제9항 또는 제10항에 있어서, 관의 원주 방향에서의 돌기들의 피치(PR)가 $0.50 \leq PR \leq 1.20$ mm의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

청구항 15

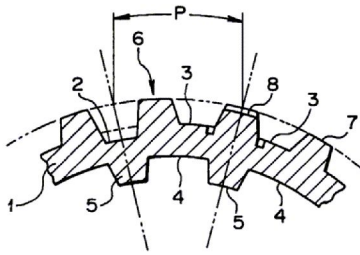
제9항 또는 제10항에 있어서, 돌기들 사이에 개재된 공간의 단면적(AF2)에 대한 돌기들의 에지 부분의 연장부 면적(AF1)의 면적비인 면적비(AF)가 $0.05 \leq AF \leq 0.65$ mm의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 강하 경막형 열교환기 관.

도면

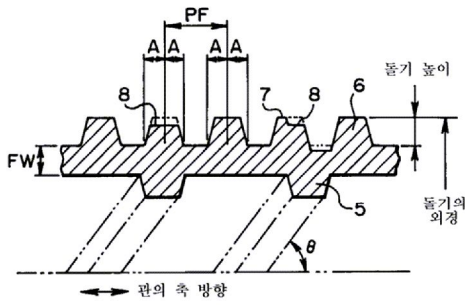
도면1



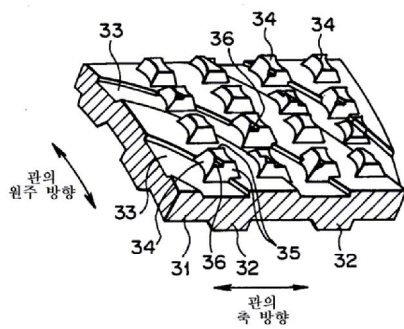
도면2



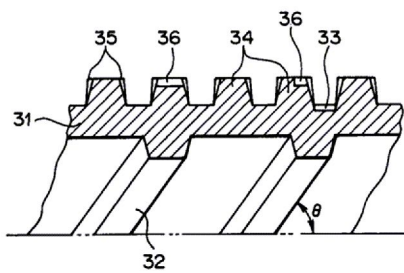
도면3



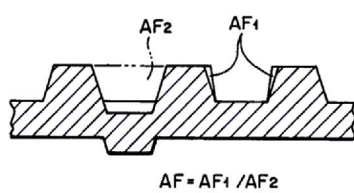
도면4



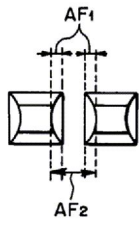
도면5



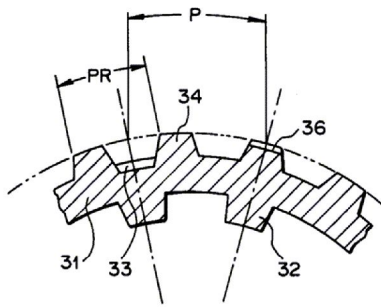
도면6



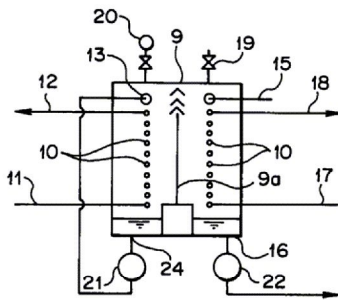
도면7



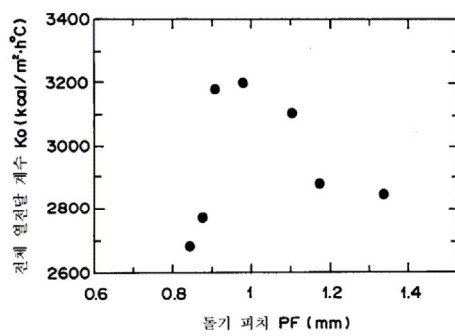
도면8



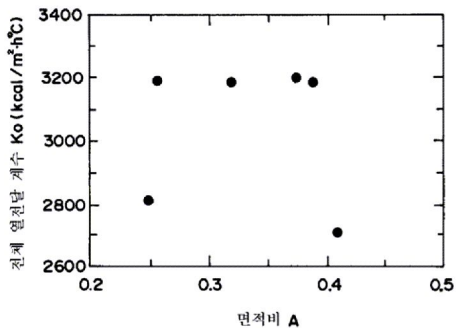
도면9



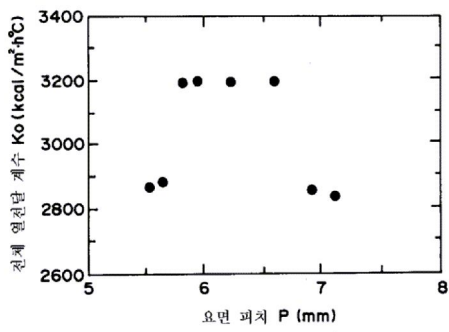
도면10



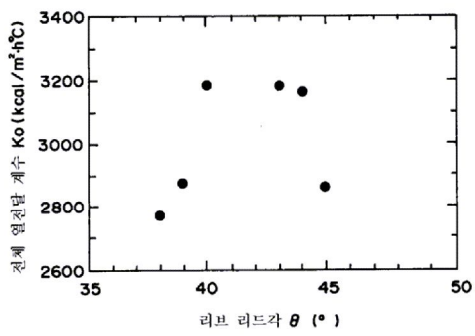
도면11



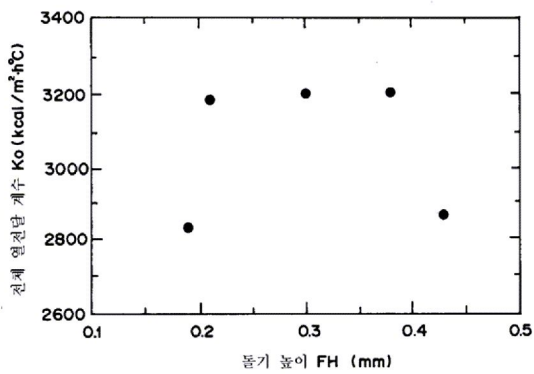
도면12



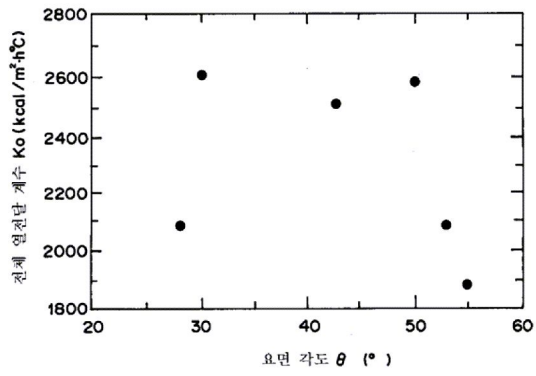
도면13



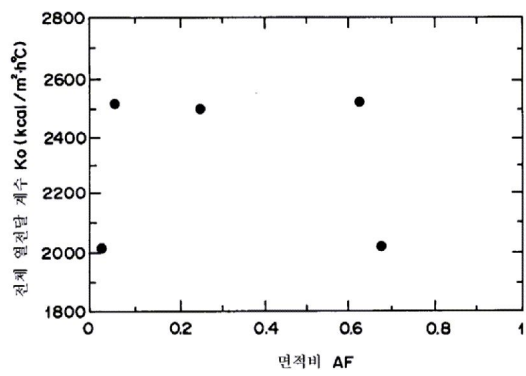
도면14



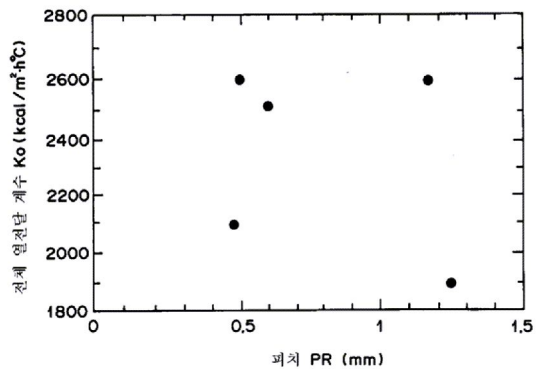
도면15



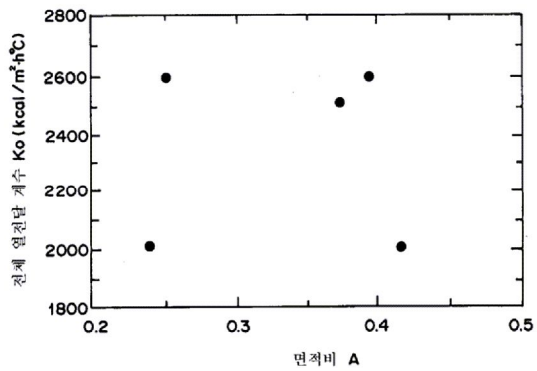
도면16



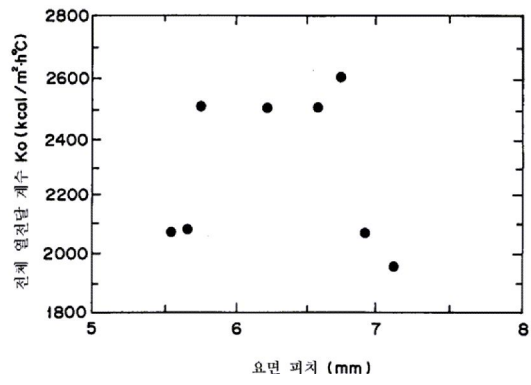
도면17



도면18



도면19



도면20

