



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0102136
(43) 공개일자 2017년09월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F01P 3/12 (2006.01) B64D 15/00 (2006.01)

F01D 25/12 (2006.01) F02C 7/12 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F01P 3/12 (2013.01)

B64D 15/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0024653

(22) 출원일자 2016년02월29일

심사청구일자 2016년02월29일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

김광용

서울특별시 서초구 남부순환로 2311-12 (방배동, 방배아트힐아파트) 105동 701호

김선민

인천광역시 연수구 먼우금로 302 105동 1003호 (연수동, 유천아파트)

(74) 대리인

이원희

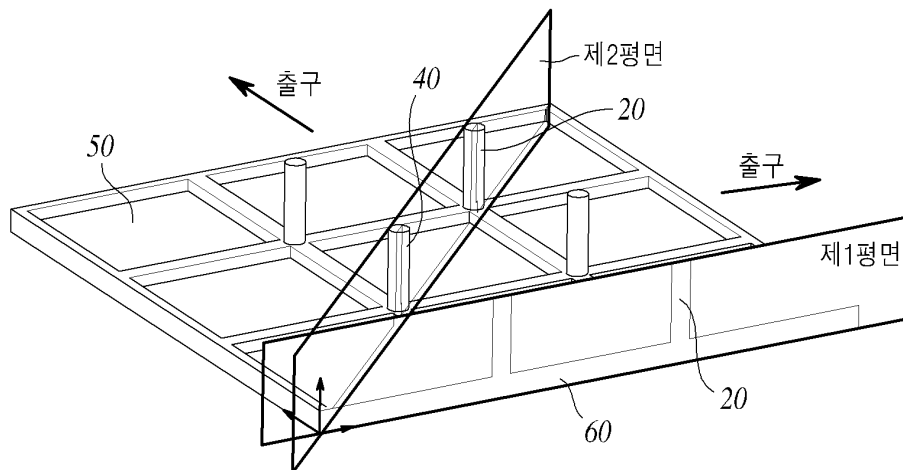
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 공동 영역 감소 방식의 층돌 제트 배열 냉각 시스템

(57) 요약

층돌 제트 배열을 이용한 냉각 시스템이 개시된다. 상기 층돌 제트 배열을 이용한 냉각 시스템은, 판; 일정 간격으로 이격되어 배치되는 복수의 층돌 제트; 상기의 복수의 층돌 제트와 일정 간격 이격되어 배치되는 복수의 유출 홀; 및 상기 층돌 제트와 유출 홀 사이의 공간을 감소하여 유체영역에 사각형 형상으로 함지되는 함지부를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

F01D 25/12 (2013.01)

F02C 7/12 (2013.01)

H05K 7/20218 (2013.01)

B64D 2700/62052 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

가열된 영역을 포함하는 판;

상기 판 상에 반복되어 합지되는 합지부; 및

상기 합지부 이외의 영역에 일정간격으로 이격되어 배치되는 복수의 충돌 제트를 포함하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기의 복수의 충돌 제트와 일정 간격 이격되어 배치되는 복수의 유출 홀을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 합지부는, 상기 충돌 제트와 유출 홀을 사이의 공간을 감소하여 유체영역에 형성되고, 사각형 형상으로 합지되는 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 충돌 제트는 9개인 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 충돌 제트는,

상기 판의 중심에 배치되는 제1충돌 제트;

상기 제1충돌 제트의 상하에 일정간격으로 배치되는 제2 및 제3충돌 제트;

상기 제1충돌 제트의 좌우에 일정간격으로 배치되는 제4및 제5충돌 제트; 및

상기 제2및 제3충돌 제트의 좌우에 일정 간격으로 배치되는 제6 내지 제9 충돌제트를 포함하는 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 유출 홀은 4개인 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 유출 홀은,

상기 제1충돌제트와 제6 내지 제9 충돌 제트를 각각 연결하여 형성되는 대각선의 중심에 배치되는 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 충돌 제트의 직경은 0.001mm 내지 10mm 인 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 유출 홀의 직경은 0.001mm 내지 10mm인 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 복수의 충돌 제트 사이의 피치는 1mm 내지 10mm인 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 11

제 2항에 있어서,

상기 복수의 유출 홀 사이의 피치는 1mm 내지 10mm인 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 판은 정사각형인 것을 특징으로 하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 충돌 제트는 고온/고발열의 기계 및 전자 부품에 냉각 유체를 분사함으로써 국소적으로 높은 냉각효과를 얻을 수 있는 냉각기술중의 하나이다.
- [0003] 실제 응용에 있어서는 넓은 면적에 여러 개의 충돌 제트를 함께 사용한다. 이를 충돌제트배열(Arrays of impinging jets)라고 한다. 충돌 제트는 국소적으로 높은 열전달 및 물질 전달 효과를 가진다. 이러한 이점 때문에 여러 분야에서 많이 이용 되고 있다.
- [0004] 따라서, 충돌 제트는 가열, 냉각, 그리고 제습 등을 위해 다양한 산업 현장에서 사용되어 왔다. 응용분야로 플라즈마 냉각, 가스터빈 블레이드 냉각, 항공기의 제빙, 금속이나 유리의 경도 조절, 마이크로 전자기기의 냉각, 그리고 직물이나 종이의 냉각 등의 여러 가지 분야들을 예로 들 수 있다.
- [0005] 특히, 충돌 제트는 높은 열전달율로 인해 화력이 매우 높은 곳에 사용된다.
- [0006] 예를 들어, 가스터빈 기관의 효율을 높이기 위해서는 터빈 입구 온도를 높이는 것이 필수적인데, 이는 재질에 의해 제한 받게 되고 이 때문에 효과적인 냉각 방법의 필요성이 대두 되었고 충돌 제트 냉각이 사용되었다.
- [0007] 제철 산업의 경우에도 제선, 제강, 연속 주조, 압연 등의 공정에서 고온의 쇳물이나 강괴를 다루게 되므로 접촉 요소의 수명 연장 및 사용 냉각수의 저감을 위하여 효과적인 냉각이 필요하였고, 때문에 충돌 제트 냉각이 사용되었다.
- [0008] 충돌제트를 이용한 냉각시스템에 관한 많은 연구가 있어 왔고, 사용된 유체를 제거하는 방법에 관한 연구도 몇몇 제기되었지만, 효율적으로 충돌제트를 사용하는 새로운 구조의 냉각시스템에 관한 연구는 전무한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 공동 영역 감소 방식을 사용하여 충돌 제트 배열냉각 시스템의 성능을 극대화시키는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템을 제공하는데 있다.
- [0010] 또한, 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 복수의 충돌 제트와 복수의 유출 홀을 이용한 충돌 제트 냉각 시스템에 공동 영역 감소 방식을 사용하여 열전달 성능과 압력 강하를 개선하는 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 충돌 제트 배열을 이용한 냉각 시스템은, 가열된 영역을 포함하는 판; 상기 판 상에 반복되어 함지되는 함지부; 및 상기 함지부 이외에 영역에 일정 간격으로 이격되어 배치되는 복수의 충돌 제트를 포함한다.
- [0012] 상기 충돌 제트는, 상기 판의 중심에 배치되는 제1충돌 제트; 상기 제1충돌 제트의 상하에 일정간격으로 배치되

는 제2 및 제3충돌 제트; 상기 제1충돌 제트의 좌우에 일정간격으로 배치되는 제4및 제5충돌 제트; 및 상기 제2 및 제3충돌 제트의 좌우에 일정 간격으로 배치되는 제6 내지 제9 충돌제트를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 유출 홀은, 상기 제1충돌제트와 제6 내지 제9 충돌 제트를 각각 연결하여 형성되는 대각선의 중심에 배치될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 충돌 제트 배열을 이용한 마이크로 냉각 시스템에 의하면, 열전달을 강화시킬 수 있고, 압력 저하를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도1a는 종래의 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템이다.
 도1b는본 발명의 일 실시예에 따른 함지부를 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템이다.
 도1c는 종래의 유출 홀을 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템이다.
 도1d는 본 발명의 일 실시예에 따른 유출 홀 및 함지부를 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템이다.
 도2는 본 발명에 따른 함지부를 나타내기 위한 사시도 이다.
 도3은 본 발명에 따른 유출 홀 및 함지부를 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템 전체 영역의 1/4을 나타내는 도면이다.
 도4a 내지 4d는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 누셀트 수 등분포선을 나타내는 도면이다.
 도5은 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 면적 평균 누셀트 수를 나타내는 그래프이다.
 도 6는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 최대 온도를 나타내는 그래프이다.
 도 7은 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 압력강하를 나타내는 그래프이다.
 도 8은 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 레이놀즈 수에 따른 면적 평균 누셀트수를 나타내는 그래프이다.
 도 9는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 레이놀즈 수에 따른 최대 온도를 나타내는 그래프이다.
 도 10는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 레이놀즈 수에 따른 압력강하를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명할 수 있다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면 상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 할 수 있다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 당 업자에게 자명 하거나 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.

[0017] 도 1a 내지 도1d는 충돌 제트 배열을 갖는 냉각 시스템의 4가지 다른 구성을 나타내는 도면이다.

[0018] 도1a는 종래의 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템이고, 도1c는 종래의 유출 홀을 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템이고, 도1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 함지부를 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템이며, 도1d는 본 발명의 일 실시예에 따른 유출 홀 및 함지부를 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시

시스템이다.

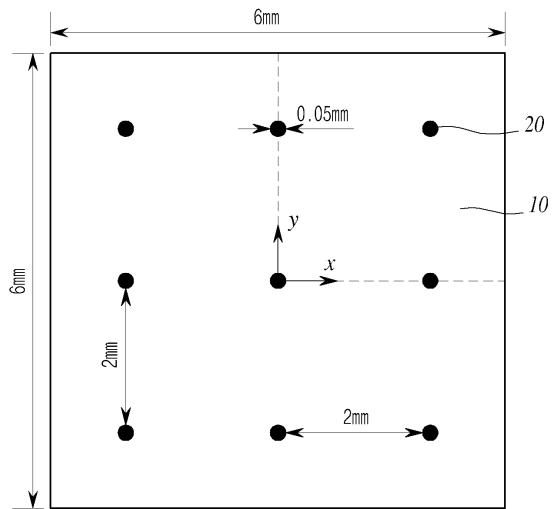
- [0019] 도 1b 및 도1d를 참조하면, 냉각 시스템은 판, 충돌제트(20) 및 합지부(10)을 포함할 수 있다. 또한, 마이크로 냉각 시스템은 복수의 유출 홀(40)을 더 포함할 수 있다. 마이크로 냉각 시스템일 이루는 각각의 구성요소에 대해 하기 보다 상세히 설명한다. 냉각 시스템은 공동 영역 감소 방식의 충돌 제트 배열 냉각 시스템으로서, 이와 같은 시스템은, 냉각 유체가 충돌 후 순환하게 되는 영역을 감소시킬 수 있다.
- [0020] 우선, 판은 일반적으로 사각형의 형태로 형성되나, 이에 제한되지는 않는다. 바람직하게, 판의 형태는 정사각형 일 수 있다.
- [0021] 또한, 여기서 판은 가열된 표면을 의미하며, 가열된 표면이면 어느 곳이든 판으로써의 역할을 할 수 있다.
- [0022] 다음, 합지부(10)는 판 상에 반복되어 합지될 수 있다. 또한, 합지부(10)는 사각형 형상으로 합지될 수 있으나, 이제 한정되는 것은 아니다.
- [0023] 또한, 판 상이 반복되어 합지됨에 따라, 합지되지 않은 합지부 이외의 영역(30)이 발생한다.
- [0024] 본 발명에서, 합지부(10)가 감소됨으로써, 열전달을 강화시키고, 압력을 저하시키는 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 냉각 유체가 충돌 후 순환하게 되는 영역을 감소시킬 수 있다.
- [0025] 다음, 충돌제트(20)는 판상에 일정 간격으로 이격되어 배치될 수 있다. 충돌제트(20)는 합지부 이외의 영역에 일정간격으로 이격되어 배치될 수 있다. 충돌 제트(20)는 복수개일 수 있다. 보다 상세하게, 충돌 제트(20)의 개수는 9개인 것이 바람직하나, 이에 제한되지는 않는다. 또한, 충돌 제트(20)는 기둥 형태로 연결되는 것이 바람직하나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0026] 또한, 충돌제트(20)는 다양한 배열의 형태를 가질 수 있다.
- [0027] 구체적으로 예를 들면, 충돌제트(20)는 판의 중심에 배치되는 제1충돌제트, 제1충돌 제트의 상하에 일정간격으로 배치되는 제2 및 제3충돌 제트, 제1충돌 제트의 좌우에 일정간격으로 배치되는 제4및 제5충돌 제트 및 제 2 및 제3충돌 제트의 좌우에 일정 간격으로 배치되는 제6 내지 제9 충돌제트를 포함할 수 있다.
- [0028] 이 때, 충돌 제트(20)의 직경은 0.001mm 내지 10mm일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 바람직하게, 충돌 제트(20)의 직경은 0.05mm일 수 있다.
- [0029] 또한, 복수의 충돌 제트(20) 사이의 피치는 1mm 내지 100mm 일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 바람직하게, 복수의 충돌 제트(20) 사이의 피치는 2mm일 수 있다.
- [0030] 다음, 유출 홀(40)은 복수의 충돌 제트(20)와 일정 간격으로 이격되어 배치될 수 있다. 또한 유출 홀(40)은 복수 개일 수 있다. 보다 상세하게, 유출 홀(40)은 4개인 것이 바람직하나, 이에 한정하지는 않는다.

- [0031] 또한, 유출 홀(40)이 배열되는 형태는 다양할 수 있다.
- [0032] 구체적으로 예를 들어 유출 홀(40)의 배열을 설명하면, 유출 홀(40)은 제1충돌제트와 제6 내지 제9충돌제트를 각각 연결하여 형성되는 대각선의 중심에 배치될 수 있다.
- [0033] 이 때, 유출 홀(40)의 직경은 0.001mm 내지 10mm 일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 바람직하게, 유출 홀(40)의 직경은 0.075mm일 수 있다.
- [0034] 또한, 복수의 유출 홀(40) 사이 피치는 1 mm 내지 100mm일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 바람직하게, 복수의 유출 홀(40) 사이 피치는 2mm일 수 있다.
- [0035] 도2는 함지부를 나타내기 위한 사시도이고, 도3은 유출 홀 및 함지부를 구비한 충돌제트배열을 포함하는 냉각 시스템 전체 영역의 1/4을 나타내는 도면이다.
- [0036] 도 2 및 도3을 참조하면, 냉각 유체는 충돌제트(20)를 통해 시스템에 들어오고 충돌면에 충돌하게 된다. 충돌 후 냉각 유체는 유출 홀이나 수평 출구를 통해 시스템을 나가게 된다.
- [0037] 또한, 도3을 참조하면, 전체 영역에서 대칭 조건을 사용하여 1/4만을 계산 영역으로 취한 형상이다. 왼쪽면과 아랫면은 대칭면이고, 오른쪽면과 윗면은 냉각 유체의 출구면일 수 있다.
- [0038] 도4a 내지 도 4d는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 누셀트 수 등분포선을 나타내는 도면이다.
- [0039] 도4a 내지 도4d를 참조하면, 유출 홀의 존재는 누셀트 수 분포에 대하여 거의 영향을 끼치지 않는다.
- [0040] 도5 은 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 면적 평균 누셀트 수를 나타내는 그래프이다.
- [0041] 도5을 참조하면, 유출 홀은 함지부가 없는 경우에는 1.156까지 누셀트 수를 감소시키나 (즉, 0.17% 감소), 함지부가 있는 경우에는 1.227 (즉, 0.73% 향상)까지 누셀트 수를 증가시킨다. 그러므로, 유출 홀은 함지부를 갖는 시스템에서 다소 효과적이다. 이는, 자연적으로 유출 홀을 통하여 배출되는 유량이 충돌 제트 홀을 통한 유량에 비교하여 매우 작기 때문이다.
- [0042] 함지부가 없는 경우, 충돌 제트 홀을 통해 냉각 시스템으로 들어오는 전체 유량은 5.498×10^{-5} kg/s인 반면, 유출 홀을 통해 시스템으로부터 유출되는 전체 유량은 산출영역에서 2.469×10^{-7} kg/s이었다.
- [0043] 한편, 함지부 구조는 열전달 성능을 상당히 향상시킨다(함지부를 구비하면서, 유출 홀이 없는 시스템에서의 누셀트 수는 5.18% 향상되고, 함지부를 구비하면서, 유출 홀을 갖는 시스템에서의 누셀트 수는 6.14% 향상됨).
- [0044] 유출 홀 및 함지부를 갖는 충돌 제트 배열은 가장 높은 면적 평균 누셀트 수를 나타낸다.

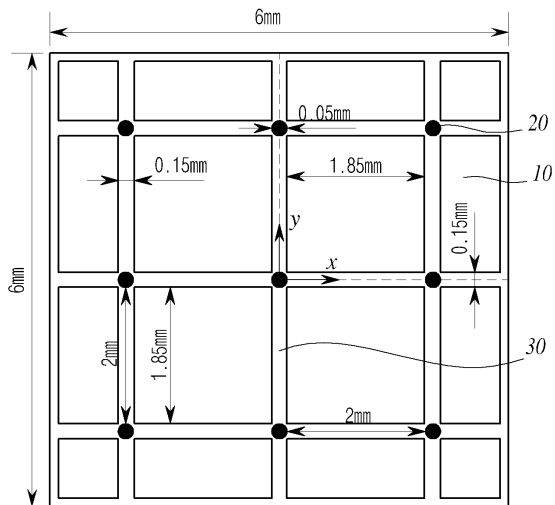
- [0045] 도 6는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 최대온도를 나타내는 그래프이다.
- [0046] 도 6를 참조하면, 유출 홀이 최대 온도에 미치는 영향력은 함지부의 유무와 관련 없이 미비하다. 이에 반해, 함지부를 구비한 경우, 최대 온도를 크게 낮춘다(함지부를 구비하면서, 유출 홀이 있는 경우에는 1.5K를 낮추고, 함지부를 구비하면서, 유출 홀이 없는 경우에는 1.4K를 낮춤).
- [0047] 도 7은 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템 구성에 대한 압력강하를 나타내는 그래프이다.
- [0048] 도 7을 참조하면, 함지부가 있는 경우와 없는 경우 둘 다에서, 유출 홀은 압력 강하를 상당히 증가시킨다(3 내지 5%).
- [0049] 한편, 함지부는 유출 홀이 있는 경우와 없는 경우의 시스템에서 각각 6.79% 및 5.44%까지 압력 강하 값을 감소시킨다. 그러므로, 함지부를 구비한 충돌 제트 배열이 가장 낮은 압력 강하를 나타낸다.
- [0050] 도 8은 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템에 대한 레이놀즈 수에 따른 면적 평균 누셀트수를 나타내는 그래프이다.
- [0051] 도8을 참조하면, 누셀트 수는 레이놀즈 수에 거의 비례한다. 함지부는 열전달 성능을 향상시킨다. 가장 낮은 레이놀즈수(=100)를 제외하고, 레이놀즈 수의 범위를 전체에 걸쳐, 균일하게 열전달 성능을 향상시킨다.
- [0052] 상기 누셀트 수는 유체와 고체 표면 사이에서 열을 주고받은 비율을 나타내는 수로써, 누셀트 수가 클수록 열전도속도에 분자의 운동이 미치는 영향은 작다.
- [0053] 도 9는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템에 대한 레이놀즈 수에 따른 최대온도를 나타내는 그래프이다.
- [0054] 도 9를 참조하면, 충돌면 상에서 최대 온도에 미치는 레이놀즈 수의 영향을 나타낸다. 최대 온도는 레이놀즈 수와 거의 반비례한다.
- [0055] 최대 온도가 일정 수준 이하로 감소하기 위해서는 더 높은 레이놀즈 수를 요구한다. 함지부 구조는 레이놀즈 수의 범위 전체에 걸쳐 최대 온도를 감소시킨다.
- [0056] 도 10는 도1a 내지 도1d의 냉각 시스템에 대한 레이놀즈 수에 따른 압력강하를 나타내는 그래프이다.
- [0057] 도 10를 참조하면, 압력 강하는 레이놀즈 수와 거의 비례한다. 유출 홀을 갖는 충돌 제트 배열은 가장 높은 압력 강하를 보여준다. 반면, 함지부를 갖는 충돌 제트 배열은 높은 레이놀즈 범위에서 가장 낮다.
- [0058] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

도면

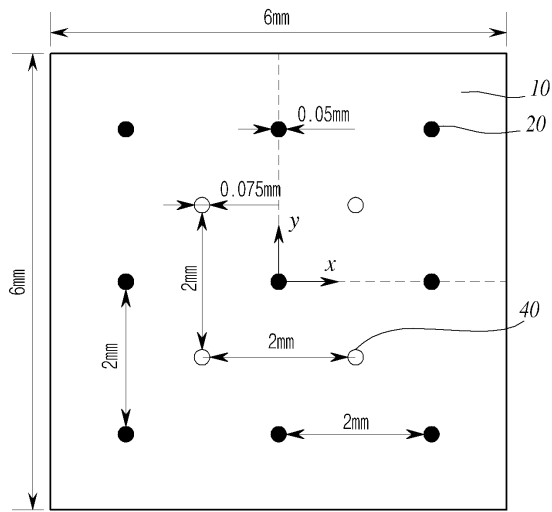
도면1a



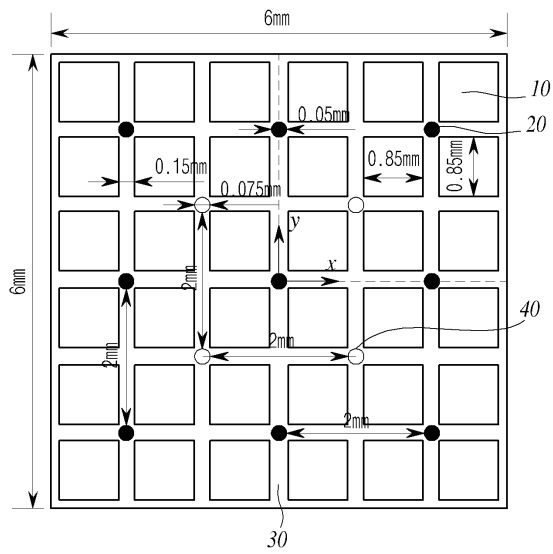
도면1b



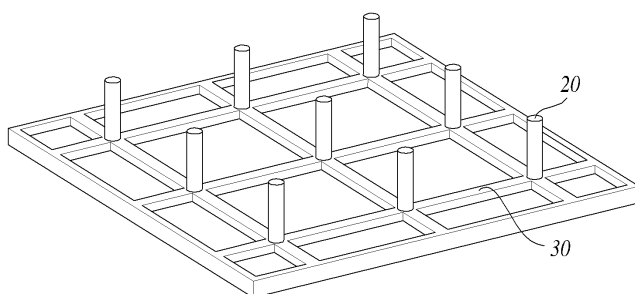
도면1c



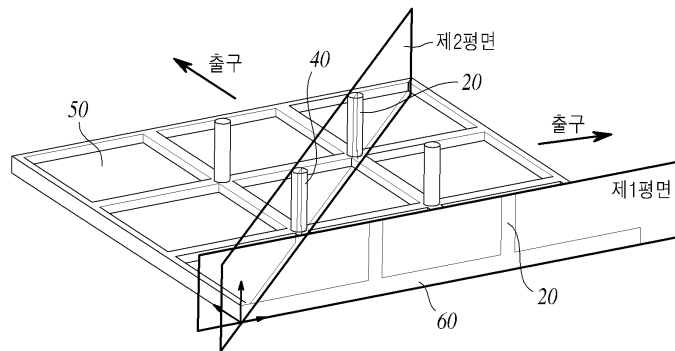
도면1d



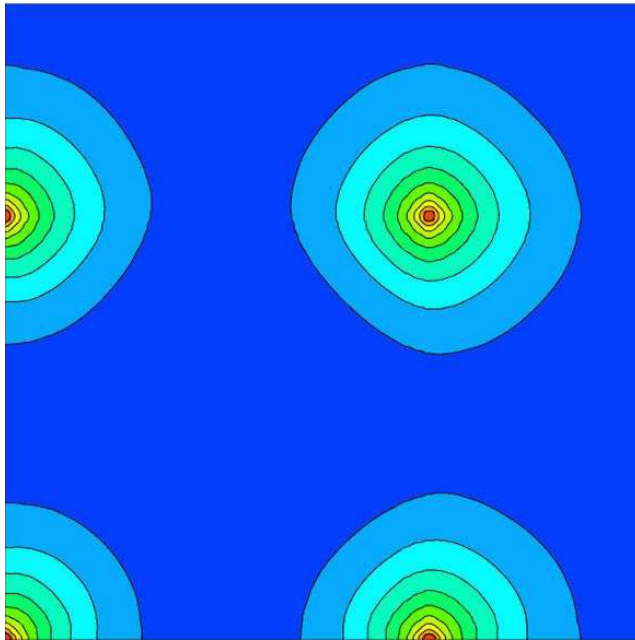
도면2



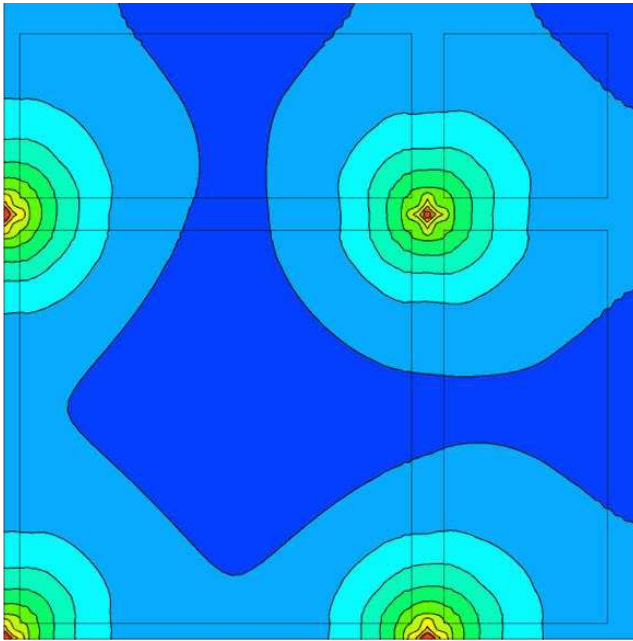
도면3



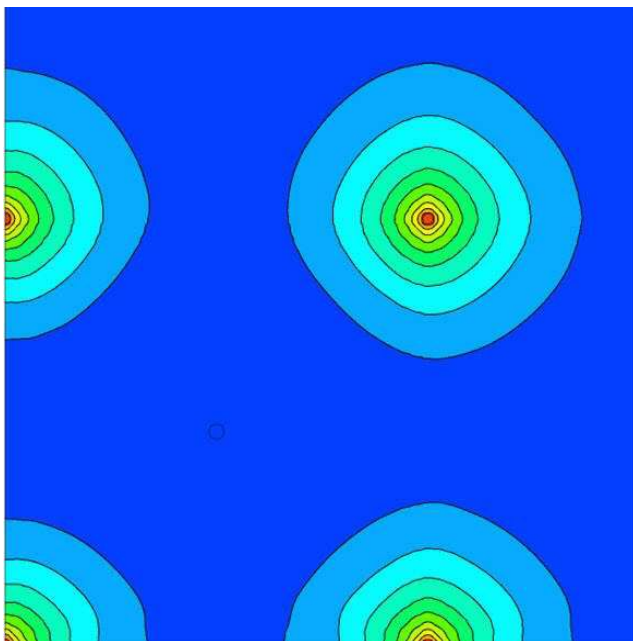
도면4a



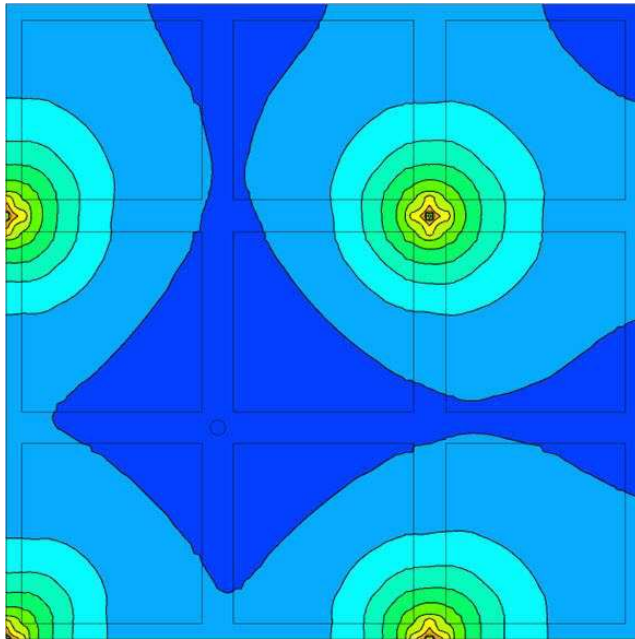
도면4b



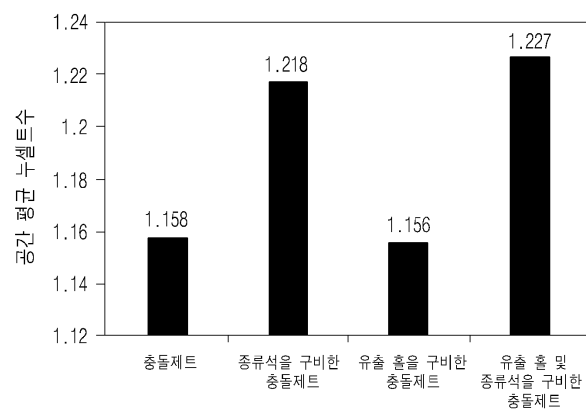
도면4c



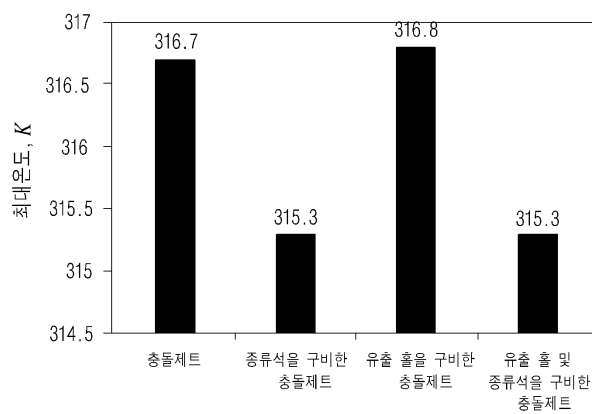
도면4d



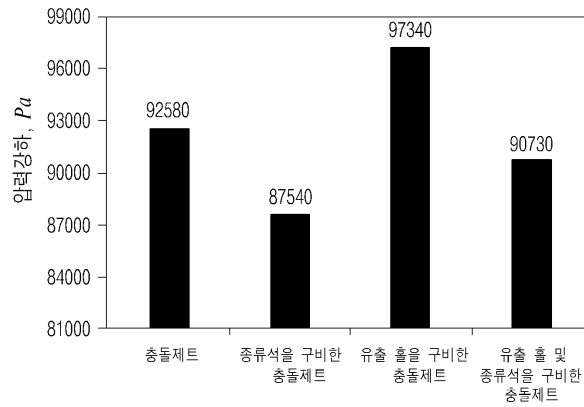
도면5



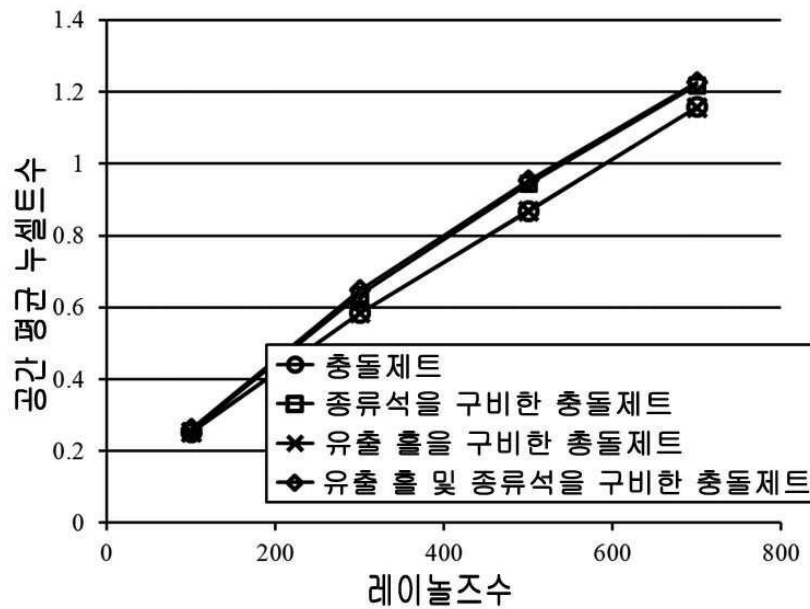
도면6



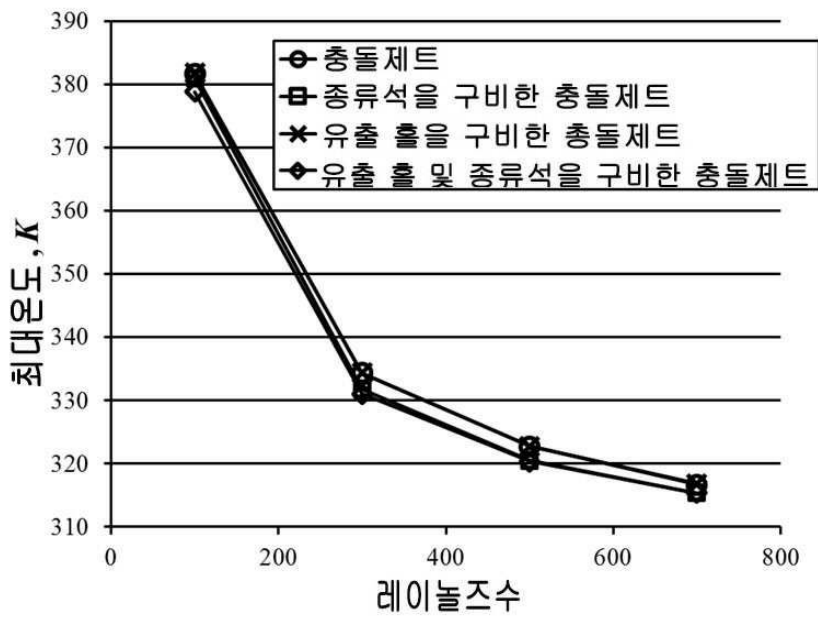
도면7



도면8



도면9



도면10

