



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0137328
(43) 공개일자 2024년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 23/473 (2006.01) H01L 23/367 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 23/473 (2013.01)
H01L 23/3675 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0030613
(22) 출원일자 2023년03월08일
심사청구일자 2023년03월08일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
박희성
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 53호관 302호
에테삼 알리
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 51호관 211-1호
따망 사전
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 51호관 211-1호
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

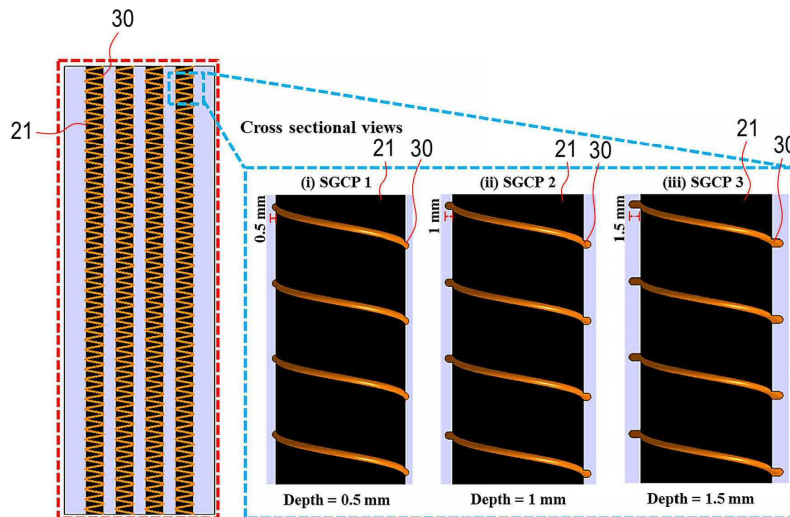
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기

(57) 요약

본 발명은 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 방열체에 접촉되어 상기 방열체를 냉각시키기 위한 방열판으로서, 상기 방열체에 결합되는 하우징; 및 상기 하우징 내에 형성되며 내부에 냉각매체가 유동되는 냉각유로;를 포함하고, 상기 냉각유로의 내면에는 나선형 홈이 형성되는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판에 관한 것이다.

대표도 - 도2b



(52) CPC특허분류

H05K 7/20927 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415176073
과제번호	2023-0056
부처명	산업자원통상부
과제관리(전문)기관명	(재)경남테크노파크
연구사업명	에너지인력양성
연구과제명	청정가스복합화력발전 핵심요소기술 및 국산화 전문인재양성
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2025.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711168022
과제번호	2023-0129
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	창원대학교 산학협력단
연구사업명	중견연구 (유형 1-1)
연구과제명	신개념 나노유체전극 기술개발 및 이를 응용한 에너지저장시스템 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2025.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

방열체에 접촉되어 상기 방열체를 냉각시키기 위한 방열판으로서,
상기 방열체에 결합되는 하우징; 및
상기 하우징 내에 형성되며 내부에 냉각매체가 유동되는 냉각유로;를 포함하고,
상기 냉각유로의 내면에는 나선형 홈이 형성되는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 냉각유로는
냉각매체가 유입되는 유입구과, 유동되어 열을 흡수한 냉각매체가 배출되는 토출구를 가지고, 원통형 냉각채널로 구성되는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 냉각유로의 원통형 냉각채널은 상기 하우징 내에서 지그재그로 배열되는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 4

제 3항에 있어서,
상기 냉각채널 내면에 형성되는 나선형 홈에 의해 열성능 계수가 증대되는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 5

제 4항에 있어서,
상기 냉각채널 내면에 형성되는 나선형 홈에 의해 마찰계수가 증가하고, Re수가 감소되는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 6

제 4항에 있어서,
상기 나선형 홈의 깊이는 0.5 ~ 1.5mm인 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 나선형 홈의 깊이는 0.9 ~ 1.1mm인 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 냉각채널의 직경은 16 ~ 18mm이고, 나선형 홈의 간격은 9 ~ 11mm인 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 냉각매체의 Re수는 6800 ~ 7200인 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판.

청구항 10

냉각장치로서,

제 1항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 따른 방열판;을 포함하는 것을 특징으로 하는 냉각장치.

청구항 11

반도체 소자를 냉각하기 위한 냉각기로서,

제 1항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 따른 방열판;을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 냉각기.

청구항 12

방열체에 접촉되는 방열판에 의해 상기 방열체를 냉각시키기 위한 방법으로서,

방열체의 발열부분에 방열판의 하우징을 결합하는 단계;

유입부를 통해 상기 하우징 내에 형성된 냉각채널의 내부로 냉각매체를 유입시키는 단계;

상기 냉각매체가 상기 냉각유로를 유동하며 방열체를 냉각하고 열을 흡수하는 단계; 및

유동되며 열을 흡수한 냉각매체가 토출구를 통해 배출되는 단계;를 포함하고,

상기 냉각유로의 내면에는 나선형 홈이 형성되어, 열성능 계수가 증대되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판을 이용한 냉각방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 냉각매체를 펌핑하는 펌프를 제어하여 유량을 조절하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는 펌프를 제어하여 상기 냉각매체의 Re수를 6800 ~ 7200범위로 조절하는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판을 이용한 냉각방법.

청구항 14

제 6항에 있어서,

상기 냉각채널의 직경은 16 ~ 18mm이고, 나선형 홈의 간격은 9 ~ 11mm일 때, 상기 나선형 홈의 깊이는 0.9 ~ 1.1mm인 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판을 이용한 냉각방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] HVDC는 1950 년대 이래 AC (교대 전류) 전력 시스템의 보완으로 구현된 기술이다. AC 시스템과 비교할 때 특성이 다르기 때문에 여러 측면에서 이들에 비해 큰 이점을 제공한다. 주요 장점 중 하나와 구현의 초기 목적 중 하나는 DC 링크를 통해 두 개의 동기화되지 않은 시스템을 상호 연결하는 기능이다. HVDC는 장거리를 통해 대량의 전력을 전송하는 데 효율성이 향상된다. HVDC 변속기는 무시할 수 없는 전기 손실로 장거리에 걸쳐 대량의 전기를 전달하도록 설계된 효율적인 기술이다. 연결 해야하는 AC 시스템은 동기화되어야한다. 이는 동일한 전압과 주파수로 작동해야하므로 달성하기가 어려울 수 있다. HVDC는 AC 시스템을 연결하는 데 사용된다. DC가 AC로 변환되면 많은 열이 생성되며 시간이 지남에 따라 시스템이 손상된다.

[0003] 일반적으로 고전압 직류송전(High Voltage Direct Current: HVDC)설비의 전력 변환기에는 다수의 전력 반도체 소자가 사용된다. 이러한 전력 반도체는 전력 변환 과정에서 열손실을 발생하는데, 대용량으로 될수록 발생하는 열손실이 매우 커지게 된다.

[0004] 이렇게 전력 반도체에서 발생하는 열손실은 반도체 자체의 온도 상승을 가져오게 되고, 이 온도 상승이 반도체의 동작 온도 한계를 초과하게 되면 반도체가 파손되는 문제가 발생할 수 있다.

[0005] 즉, 발열은 반도체 소자의 수명 및 성능을 감소시키는 주요 원인이며, 소자의 환경 온도와 특정 부위에서 발생하는 최대 온도 값의 컨트롤이 요구된다.

[0006] 따라서, 집약적이고 장기적인 운전이 필요한 전력 변환기의 작동 환경에 맞게 전력 반도체를 사용할 때는 온도 상승을 억제하기 위한 냉각장치가 필수적이다.

[0007] 즉, 열손실은 방열판 반도체 소자의 내구성, 성능 등을 하락할 수 있는 주요 요인뿐만 아니라 주변 부품의 열화 현상까지 일으킬 수 있다. 따라서 전력 변환기 작동환경에서 발열 반도체에 내구성 및 열화 현상으로부터 보호하고 장기적인 운전을 위해서는 방열 냉각이 상당히 중요한 기술이다. 발열 냉각 기술은 소자에 발생하는 온도를 가능한 사용 범위에 온도로 낮추고 냉각성능을 향상하는 것이 핵심이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2492324
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-0806942호
(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-1937179호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 방열판에 구비되는 냉각 유로의 내면에 나선형 홈을 형성하여 냉각효율을 향상시킬 수 있는, 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따르면, 길이 510mm, 폭 150mm, 높이 30mm인 방열판에 직경인 17mm인 원통형 냉각채널에 간격이 10mm인 나선형 홈을 형성하였을 때, 홈의 깊이가 1mm이고, Re수가 7000일 때 최대 열 성능 계수, 냉각효율을 가질 수 있는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0011] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 제1목적은 방열체에 접촉되어 상기 방열체를 냉각시키기 위한 방열판으로서, 상기 방열체에 결합되는 하우징; 및 상기 하우징 내에 형성되며 내부에 냉각매체가 유동되는 냉각유로;를 포함하고, 상기 냉각유로의 내면에는 나선형 홈이 형성되는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판으로서 달성될 수 있다.
- [0013] 그리고 상기 냉각유로는 냉각매체가 유입되는 유입구과, 유동되어 열을 흡수한 냉각매체가 배출되는 토출구를 가지고, 원통형 냉각채널로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0014] 또한 상기 냉각유로의 원통형 냉각채널은 상기 하우징 내에서 지그재그로 배열되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 그리고 상기 냉각채널 내면에 형성되는 나선형 홈에 의해 열성능 계수가 증대되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 또한 상기 냉각채널 내면에 형성되는 나선형 홈에 의해 마찰계수가 증가하고, Re수가 감소되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 그리고 상기 나선형 홈의 깊이는 0.5 ~ 1.5mm인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 또한 상기 나선형 홈의 깊이는 0.9 ~ 1.1mm인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 그리고 상기 냉각채널의 직경은 16 ~ 18mm이고, 나선형 홈의 간격은 9 ~ 11mm인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 또한 상기 냉각매체의 Re수는 6800 ~ 7200인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 제2목적은 앞서 언급한 제1목적에 따른 방열판;을 포함하는 것을 특징으로 하는 냉각장치로서 달성될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 제3목적은 반도체 소자를 냉각하기 위한 냉각기로서, 앞서 언급한 제 1목적에 따른 방열판;을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 냉각기로서 달성될 수 있다.
- [0023] 본 발명의 제4목적은, 방열체에 접촉되는 방열판에 의해 상기 방열체를 냉각시키기 위한 방법으로서, 방열체의 발열부분에 방열판의 하우징을 결합하는 단계; 유입부를 통해 상기 하우징 내에 형성된 냉각채널의 내부로 냉각매체를 유입시키는 단계; 상기 냉각매체가 상기 냉각유로를 유동하며 방열체를 냉각하고 열을 흡수하는 단계; 및 유동되며 열을 흡수한 냉각매체가 토출구를 통해 배출되는 단계;를 포함하고, 상기 냉각유로의 내면에는 나선형 홈이 형성되어, 열성능 계수가 증대되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판을 이용한 냉각방법으로서 달성될 수 있다.
- [0024] 그리고 상기 냉각매체를 펌핑하는 펌프를 제어하여 유량을 조절하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는 펌프를 제어하여 상기 냉각매체의 Re수를 6800 ~ 7200범위로 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 또한 상기 냉각채널의 직경은 16 ~ 18mm이고, 나선형 홈의 간격은 9 ~ 11mm일 때, 상기 나선형 홈의 깊이는 0.9 ~ 1.1mm인 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 실시예에 따른 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기에 따르면, 방열판에 구비되는 냉각 유로의 내면에 나선형 홈을 형성하여 냉각효율을 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0027] 본 발명의 실시예에 따른 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기에 따르면, 길이 510mm, 폭 150mm, 높이 30mm인 방열판에 직경인 17mm인 원통형 냉각채널에 간격이 10mm인 나선형 홈을 형성하였을 때, 홈의 깊이가 1mm이고, Re수가 7000일 때 최대 열 성능 계수, 냉각효율을 가질 수 있는 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판 및 그 방열판을 포함하는 반도체 소자 냉각기를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0028] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 히팅블록을 갖는 방열판의 사시도,

도 2a는 비교예(나선형 홈이 형성되지 않은 경우(PCP))에 따른 방열판의 단면도,

도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 방열판의 단면도, (a), (b) 0.5m 깊이의 나선형 홈이 형성된 경우(SGCP1), (c) 1.0m 깊이의 나선형 홈이 형성된 경우(SGCP2), (b) 1.5m 깊이의 나선형 홈이 형성된 경우(SGCP3),

도 3은 작동 유체의 열 물리학 적 특성. (a) 밀도, (b) 비열 용량, (c) 열전도율, (d) 점도,

도 4는 본 발명의 실험예에 따른 수치 시뮬레이션을 위해 생성된 메쉬(Poly-hexcore, Max skewness = 0.87, Nodes = 5540155),

도 5는 실험 및 수치 시뮬레이션 데이터 비교 그래프,

도 6은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서 유량에 대한 압력 강하의 변화 그래프,

도 7은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서 유량에 대한 마찰계수의 변화 그래프,

도 8은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 소용돌이 분포,

도 9는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 온도 분포 contours,

도 10 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 Nusselt 수 변화 그래프,

도 11은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 열저항 변화 그래프,

도 12는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 Reynolds 수에 대한 마찰계수 변화 그래프,

도 13은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 펌핑전력(Ppower) 변화 그래프,

도 14는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 Colburn J-Factor의 변화,

도 15는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow

rate)에 대한 열 성능 계수 변화 분포도,

도 16은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 Reynolds 수에 대한 열 성능 계수 변화 분포도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0031] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0032] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0033] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0034] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0036] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판의 구성, 기능 및 실험결과에 대해 설명하도록 한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판의 사시도를 도시한 것이다.
- [0038] 도 2a는 비교예(나선형 홈이 형성되지 않은 경우(PCP))에 따른 방열판의 단면도를 도시한 것이다. 또한 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 냉각장치의 단면도로서 (i) 0.5m 깊이의 나선형 홈이 형성된 경우(SGCP1), (ii) 1.0m 깊이의 나선형 홈이 형성된 경우(SGCP2), (iii) 1.5m 깊이의 나선형 홈이 형성된 경우(SGCP3),
- [0039] 본 발명의 실시예에 따른 방열판(100)은 방열체에 접촉되어 방열체를 냉각시키기 위한 것이다. 이러한 방열체는 반도체 소자가 될 수도 있으며 방열이 일어나서 냉각이 필요한 모든 소자일 수 있다. 도 1에서는 예를 들어, 카트리지 히터(42)가 구비된 블록(41)을 방열체(히터(40))로 하고, 이러한 히터(40)에 결합된 방열판(100)의 형태일 수 있다.
- [0040] 본 발명의 실시예에 따른 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판(100)은, 피냉각소자에 해당하는 방열체(히터(40))에 결합되는 하우징(10)과, 이러한 하우징(10) 내에 형성되며 내부에 냉각매체가 유동되는 냉각유로(20)를 포함하여 구성된다.
- [0041] 그리고 본 발명의 실시예에서는 도 2b에 도시된 바와 같이, 냉각유로(20)의 내면에는 나선형 홈(30)이 형성되게

된다.

- [0042] 본 발명의 실시예에 따른 냉각유로(20)는 냉각매체가 유입되는 유입구(22)과, 유동되어 열을 흡수한 냉각매체가 배출되는 토출구(23)를 가지고, 원통형 냉각채널(21)로 구성된다. 또한 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 냉각유로의 원통형 냉각채널(21)은 하우징(10) 내에서 지그재그로 배열될 수 있음을 알 수 있다.
- [0043] 후에 실험결과데이터에서 설명되는 바와 같이 본 발명의 실시예에서는 냉각채널(20) 내면에 형성되는 나선형 홈(30)에 의해 냉각효율, 열성능 계수가 증대되게 된다.
- [0044] 그리고 냉각채널(20) 내면에 형성되는 나선형 홈(30)에 의해 마찰계수가 증가하고, Re수가 감소된다.
- [0045] 또한 본 발명의 실시예에서 냉각매체를 펌핑하는 펌프를 제어하여 유량을 조절하는 제어부를 포함하며, 제어부는 펌프를 제어하여 상기 냉각매체의 Re수를 설정된 범위로 조절할 수 있다.
- [0046] 본 발명의 구체적 실시예에서는 원통형 냉각채널(21)의 직경은 16 ~ 18mm이고, 나선형 홈(30)의 간격은 9 ~ 11mm이며, 냉각매체의 Re수는 6800 ~ 7200일 수 있다. 그리고 본 발명의 구체적 실시예에서는 나선형 홈의 깊이는 0.5 ~ 1.5mm이며, 보다 바람직하게는 나선형 홈의 깊이는 0.9 ~ 1.1mm이다.
- [0048] 이하에서는 앞서 언급한 본 발명의 실시예에 따른 나선형 홈이 형성된 냉각유로를 갖는 방열판에 대한 실험예 및 실험결과데이터에 대해 설명하도록 한다.
- [0049] 본 발명의 실험예에 사용된 냉각매체는 물 (70%)과 프로필렌 글리콜 (30%)의 혼합물이다. 도 3은 작동 유체(냉각매체)의 열 물리학적 특성 (a) 밀도, (b) 비열 용량, (c) 열전도율, (d) 점도 그래프를 도시한 것이다.
- [0050] 본 발명의 실험예에서는 commercial code Ansys Fluent 2021 R1을 사용하여 HVDC 장치의 방열판 설계의 열 성능을 평가하기 위해 수치 시뮬레이션을 수행했다. 본 발명의 실험에서, 열전달 및 CFD 패키지는 방열판(냉각장치)의 유체 흐름 및 열 전달 공정을 조사하기 위해 결합되었다.
- [0051] 표준 K-epsilon 모델은 수치 시뮬레이션에 사용되었다. 시뮬레이션된 방열판 재료는 알루미늄으로 설정되었고 냉각매체는 프로필렌 글리콜(30%)과 물(70%)의 혼합물이다.
- [0052] 유입구(22)에서의 냉각매체 온도는 323.15 K로 고정시켰다. 실험 설정의 경계 조건을 충족시키기 위해 시뮬레이션된 방열판 표면에 2 개의 가열 블록(40)을 첨가하였다. 메시 품질을 향상시킴으로써 CFD의 정확도가 산출되었다. 즉, 수치 시뮬레이션을 위해 메시가 생성되었다. 도 4는 수치 시뮬레이션을 위해 생성된 메쉬를 도시한 것이다. Poly-hexcore이며, Max skewness = 0.87, Nodes = 5540155이다.
- [0053] 도 5는 실험 및 수치 시뮬레이션 데이터 비교 그래프로써, 도 5에 도시된 바와 같이, 수치 시뮬레이션은 실험결과와 거의 일치됨을 알 수 있다.
- [0054] 즉, ANSYS FLUENT 21 R1을 이용하여 방열판의 나선형 홈 깊이에 따른 냉각 효과를 분석하였다. 방열판의 크기는 510mm × 150mm × 30 mm, 채널의 직경은 17mm로 구성되어 있다. 채널의 구성은 직경 17mm인 기본 원형 채널에 간격이 10mm인 나선형 홈을 추가했으며, 홈의 깊이는 각각 0.5, 1, 1.5mm로 하여 총 3가지 case를 (그림 4) 분석하였다. 냉각수의 유량은 7~10L/min, 그리고 온도는 50℃를 적용하여 수치해석적으로 평가하였다.
- [0055] 도 6은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서 유량에 대한 압력 강하의 변화 그래프를 도시한 것이다. 유량이 증가될 수록 압력강하가 증가됨을 알 수 있다.
- [0056] 도 7은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서 유량에 대한 마찰계수의 변화 그래프를 도시한 것이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 나선형 홈의 형성에 의해 마찰계수는 증가되며, 유량은 감소되고, 유량에 따라 마찰계수는 감소됨을 알 수 있다.
- [0057] 도 8은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 소용돌이 분포를 도시한 것이고, 도 9는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 온도 분포 contours를 도시한 것이다. 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 나선형 홈이 형성되게 됨으로써, 냉각효율이 증대됨을 알 수 있다.
- [0058] 도 10 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 Nusselt 수 변화 그래프를 도시한 것이고, 도 11은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 열저항 변화 그래프를 도시한

것이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 나선형 홈의 형성에 의해 Nusselt 수는 증가되며, 열저항($R_{th}(K/W)$)은 감소됨을 알 수 있다.

[0059] 도 12는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 레이놀드수에 대한 마찰계수 변화 그래프를 도시한 것이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 나선형 홈의 형성에 의해 마찰계수는 증대되고, 레이놀드 수는 감소됨을 알 수 있다.

[0060] 도 13은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 펌핑전력(Ppower) 변화 그래프를 도시한 것이고, 도 14는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량에 대한 Colburn J-Factor의 변화를 도시한 것이다. 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이, 나선형 홈에 의해 펌핑전력이 증가하기는 하나 증가폭이 크지 않으며, J-Factor는 증가되며 나선형 홈의 깊이가 1mm이고 유량이 7L/min 일 때가 최대임을 알 수 있다.

[0061] 도 15는 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 유량(flow rate)에 대한 열 성능 계수 변화 분포도를 도시한 것이다. 도 16은 비교예(PCP) 및 본 발명의 실험예(SGCP1, SGCP2, SGCP3)의 서로 다른 냉각 채널 설계에서의 Reynolds 수에 대한 열 성능 계수 변화 분포도를 도시한 것이다. 도 15 및 도 16에 도시된 바와 같이, 나선형 홈의 형성에 의해 열 성능 계수는 증가되며 나선형 홈의 깊이가 1mm이고 유량이 7L/min, 레이놀드수가 7000일 때가 최대임을 알 수 있다.

[0062] 따라서 앞서 언급한 본 발명의 실시예에 따른 나선형 홈 냉각 유로를 적용한 방열판은 기존 원통형 형상과 비교하면 냉각 효율이 향상되었다는 것을 도 8 및 도 9의 온도 Contour 그래프로 관찰할 수 있다. 마찰 계수는 나선형 홈에 의해 유체 흐름에 교란으로 인해 원통형 채널보다 비교적으로 높아졌으며(도 7) 이는 적용 유체의 유량 값에 따라 하락하는 것을 분석되었다.

[0063] 그리고 방열판에 열 성능 계수는 모든 유량 값에 따라 지속적으로 감소하는 추세를 (도 15) 관찰할 수 있으며, 최대 열 성능 계수는 나선형 홈의 깊이는 1mm, 적용 유체의 유량은 7L/min 있을 때 가장 높게 1.55로 계산되었다. 이와 같은 열 성능 계수는 나선형 홈의 깊이 0.5mm, 1.5mm보다 각각 5%, 1.4%로 향상되었다.

[0065] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0066] 10:하우징, 히트싱크

20:냉각유로

21:원통형 냉각채널

22:유입구

23:토출구

30:나선형 홈

40:히터, 가열부재, 피냉각소자

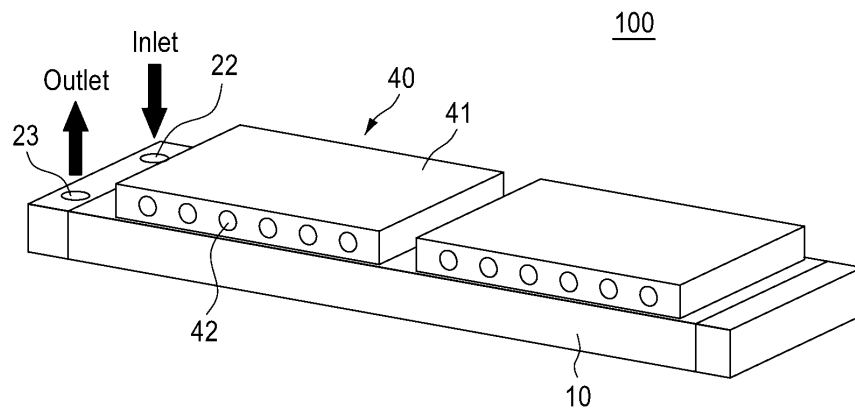
41:블록

42:카트리지 히터

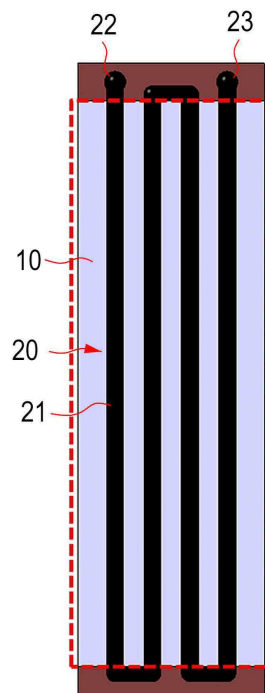
100:방열판, 냉각장치, 반도체 소자 냉각기

도면

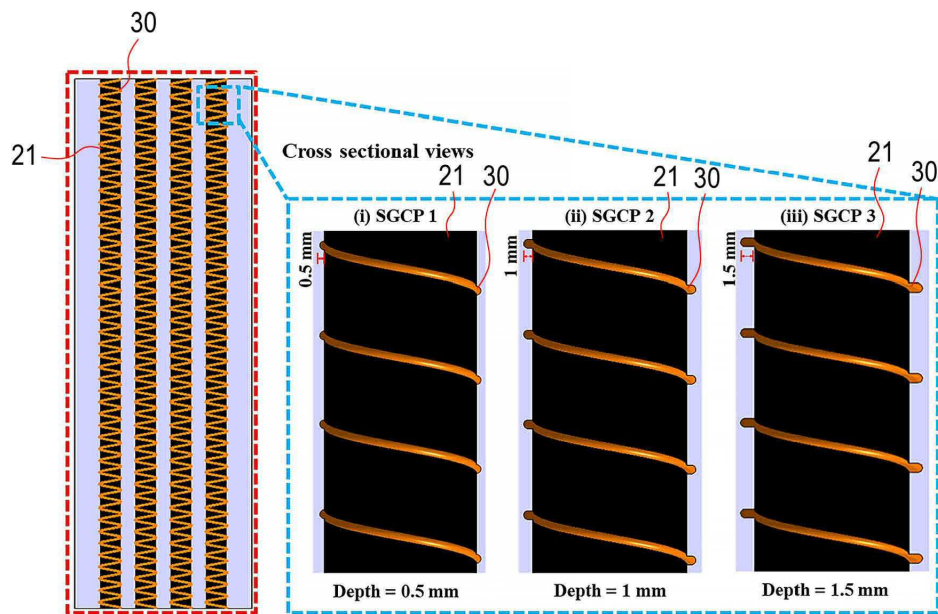
도면1



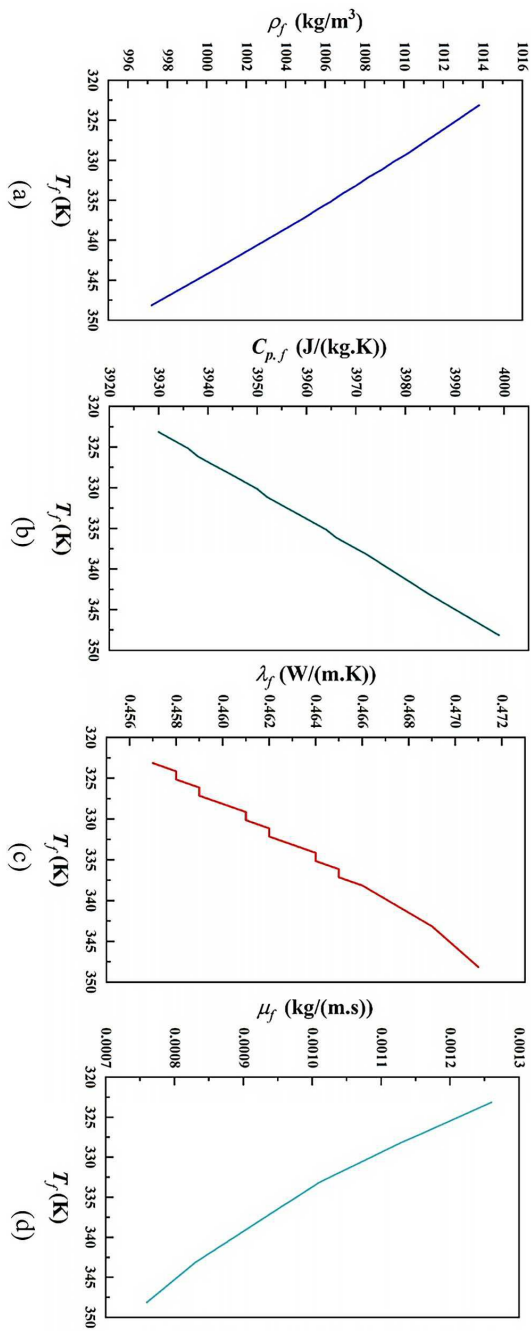
도면2a



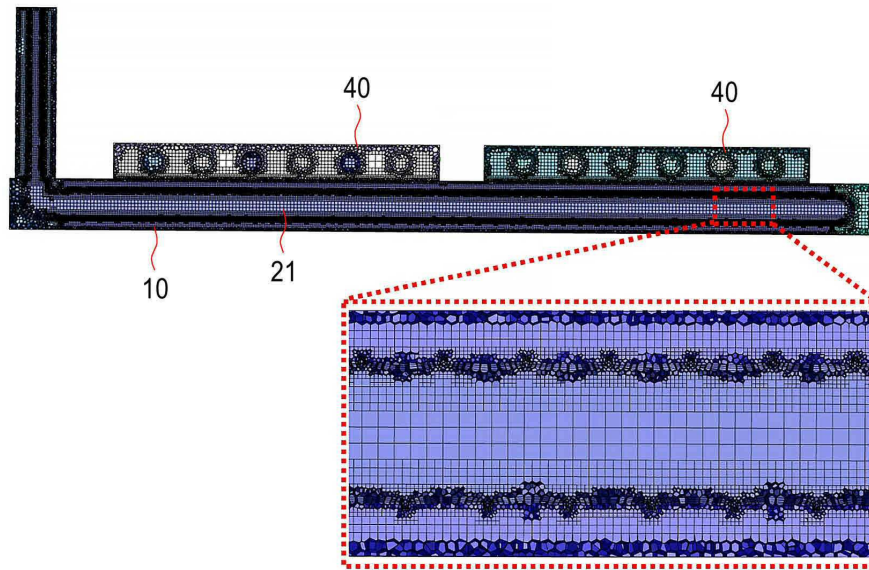
도면2b



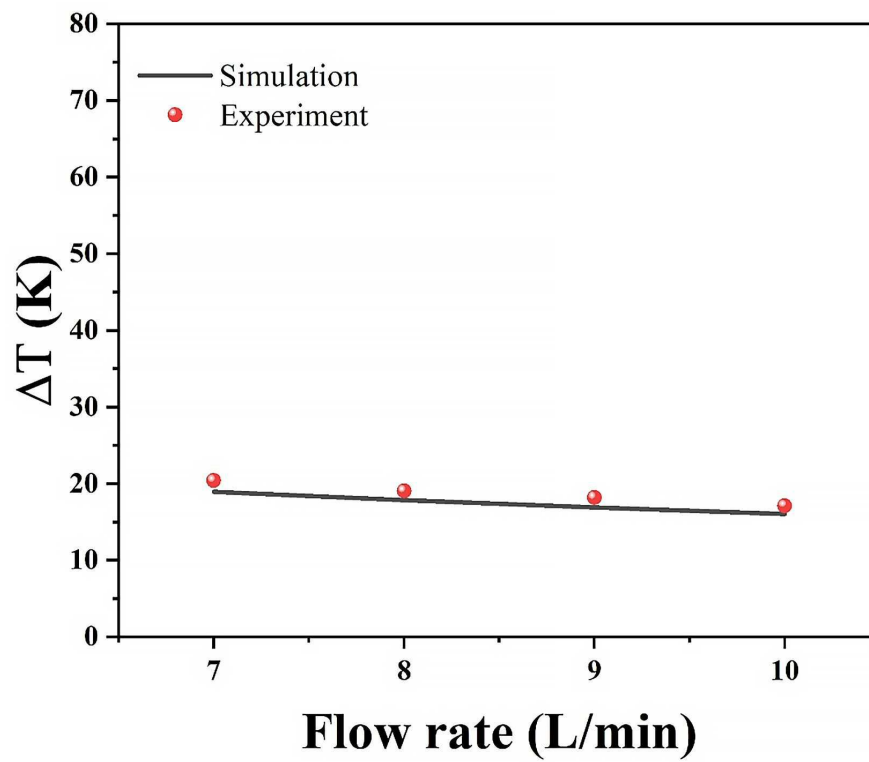
도면3



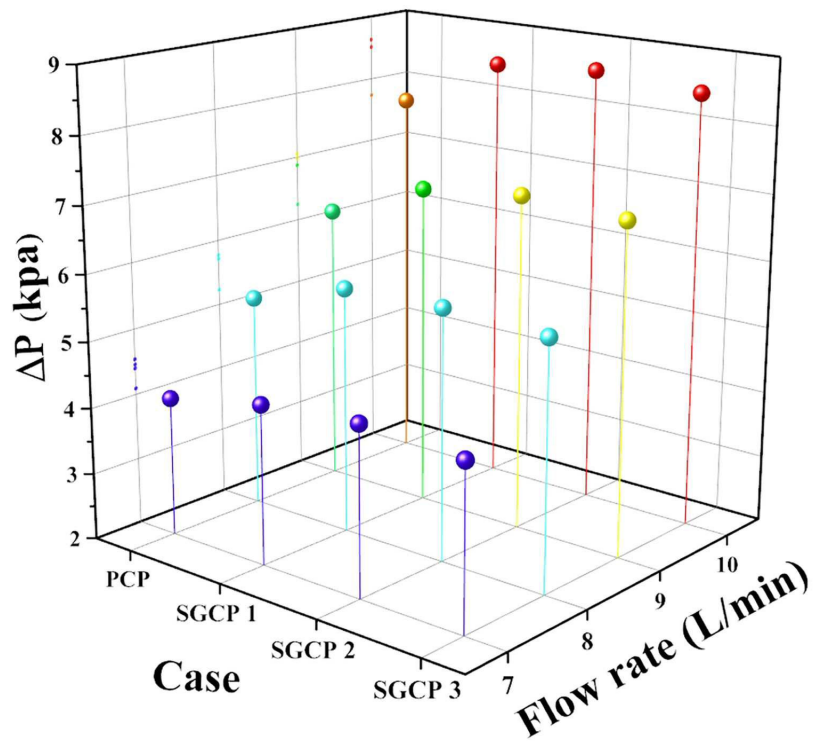
도면4



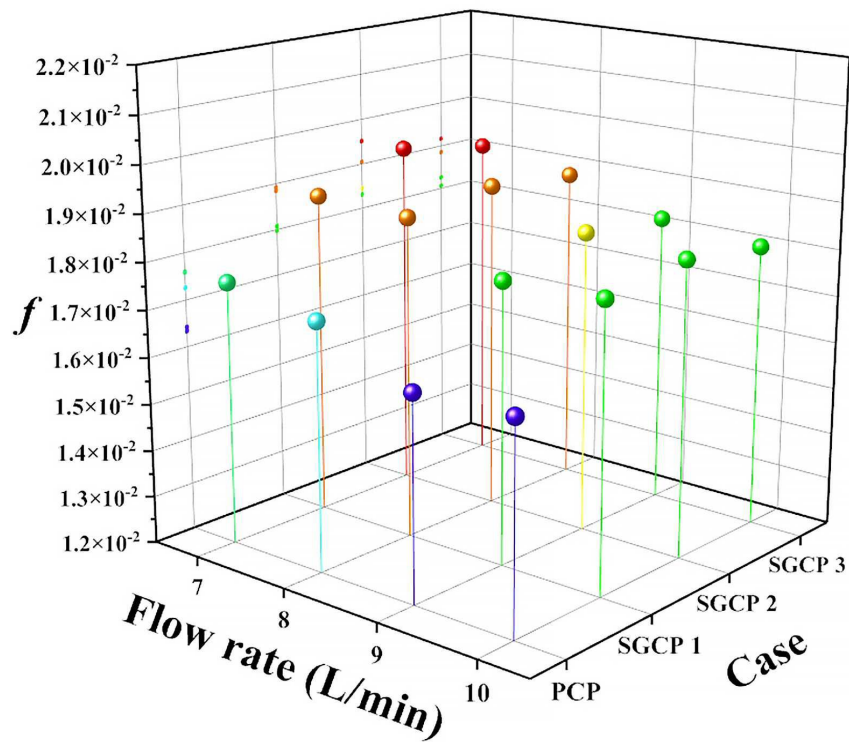
도면5



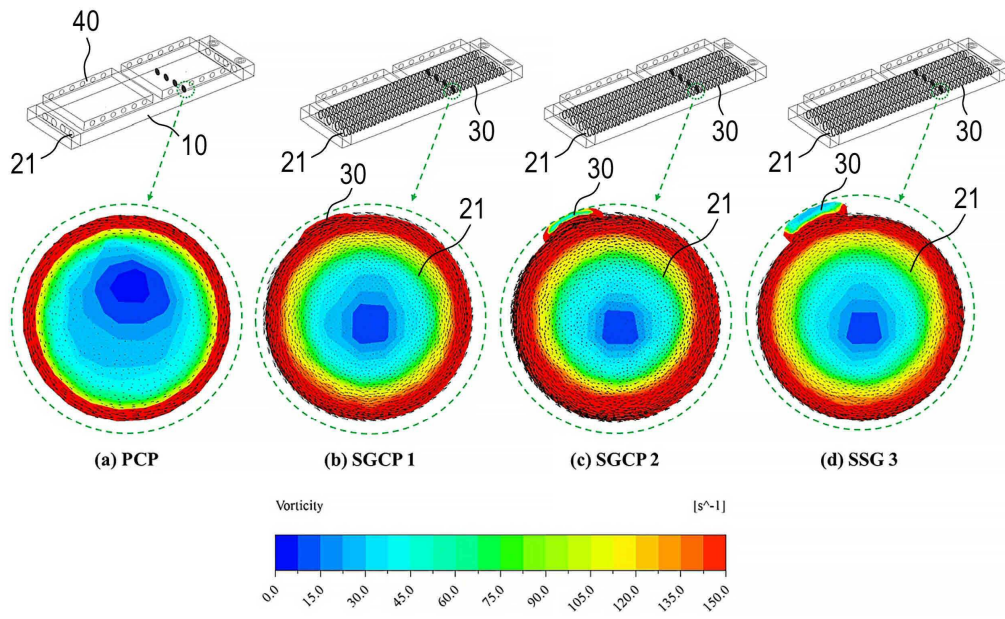
도면6



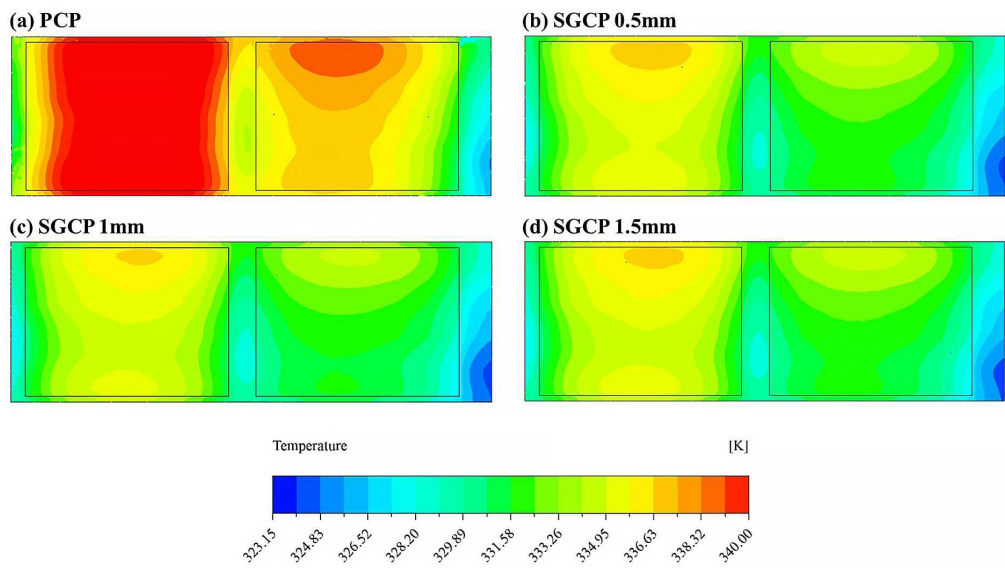
도면7



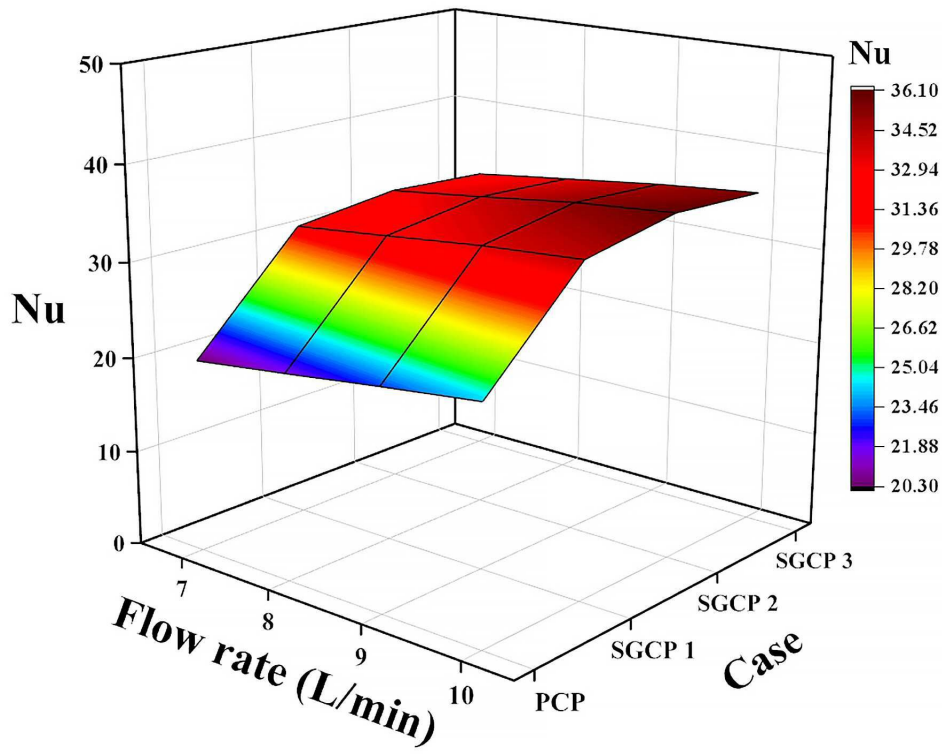
도면8



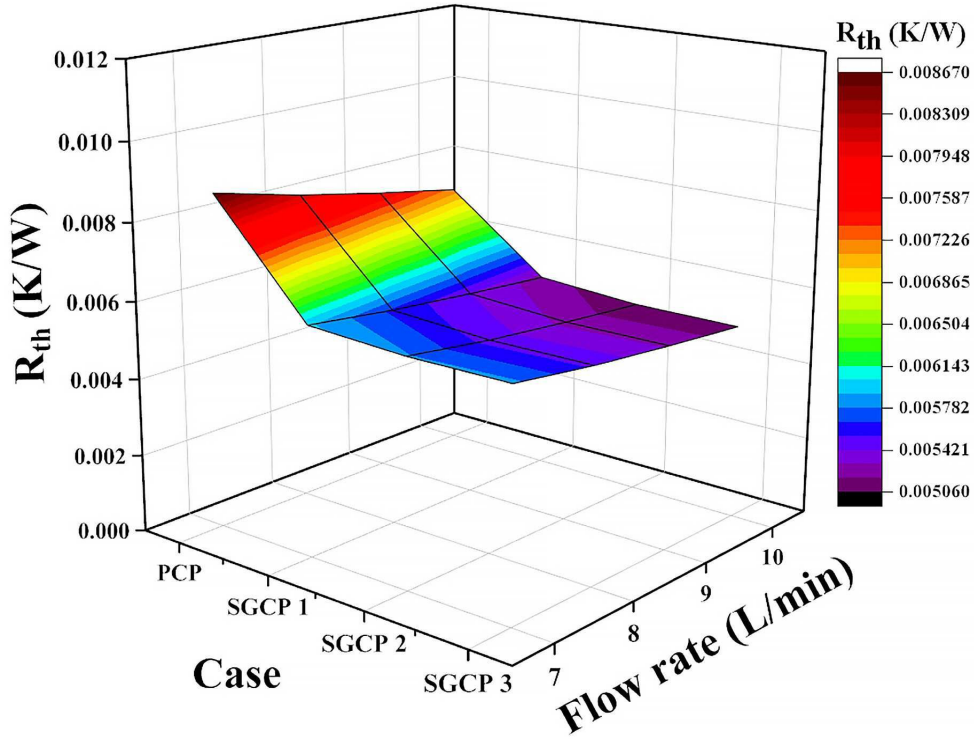
도면9



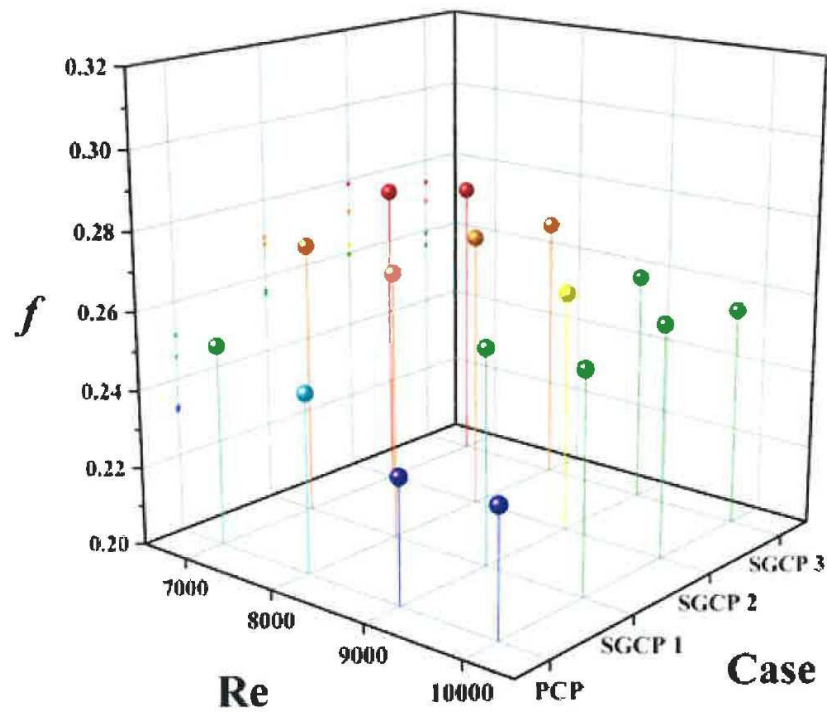
도면10



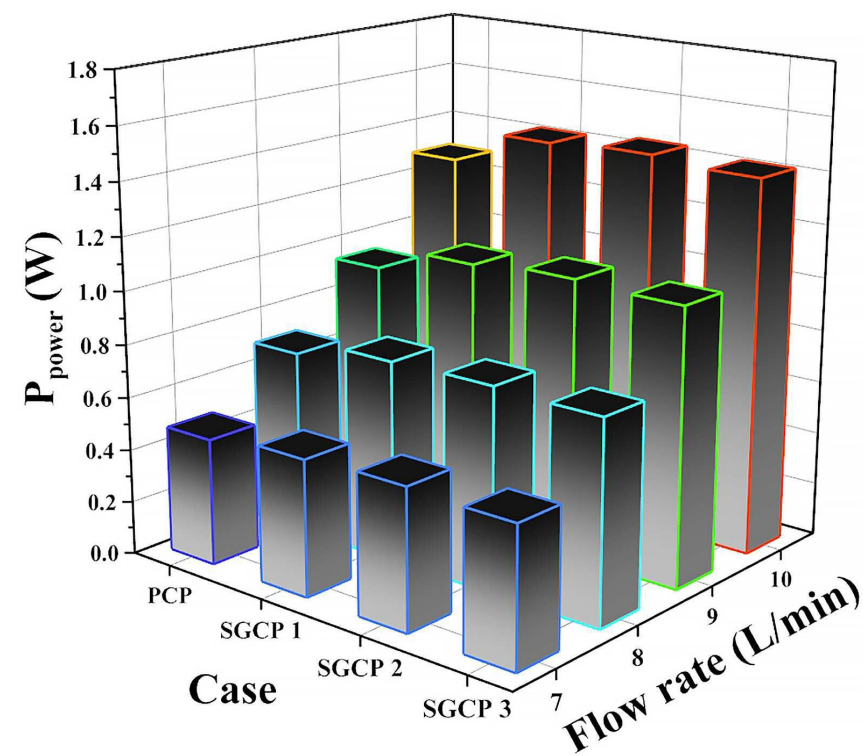
도면11



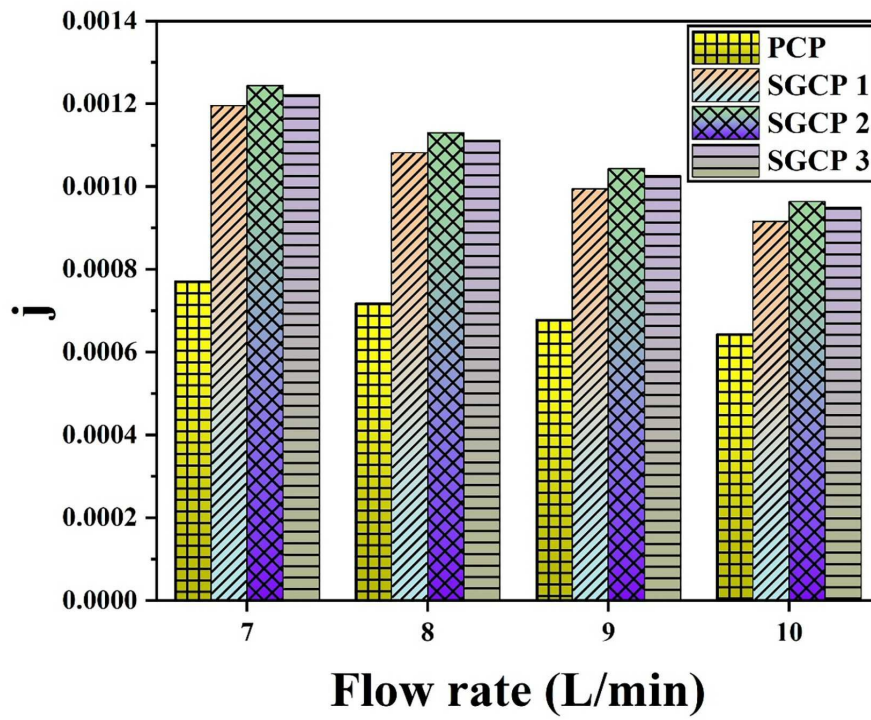
도면12



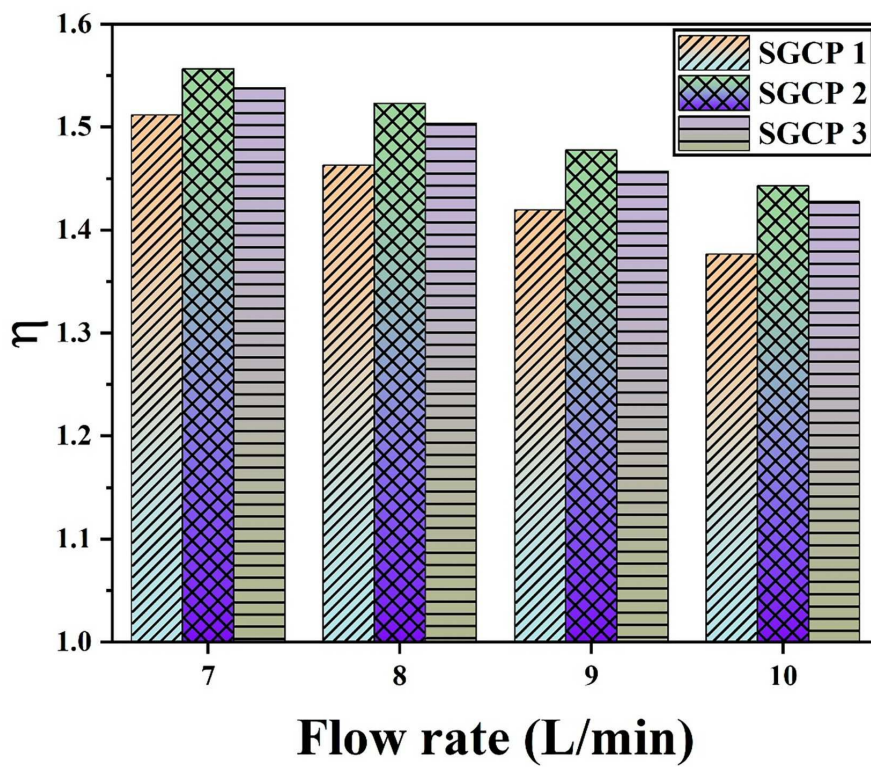
도면13



도면14



도면15



도면16

