



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년10월25일
 (11) 등록번호 10-0770487
 (24) 등록일자 2007년10월19일

(51) Int. Cl.

H01L 23/427(2006.01)

- (21) 출원번호 10-2002-7003243
- (22) 출원일자 2002년03월12일
 심사청구일자 2005년09월13일
 번역문제출일자 2002년03월12일
- (65) 공개번호 10-2002-0071847
 공개일자 2002년09월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2000/025360
 국제출원일자 2000년09월13일
- (87) 국제공개번호 WO 2001/20962
 국제공개일자 2001년03월22일
- (30) 우선권주장
 09/395,092 1999년09월13일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US04576012 A1
 US05718117 A1

- (73) 특허권자
 휴렛-팩커드 컴퍼니(델라웨어주법인)
 미합중국 캘리포니아주 (우편번호 94304) 팔로 알
 토 하노버 스트리트 3000
- (72) 발명자
 파텔찬드라칸트디
 미국캘리포니아주94536프레몬트길레트로드37432
 바쉬쿨렌
 미국캘리포니아주94131샌프란시스코28
 썬스트리트305
- (74) 대리인
 김창세, 장성구

전체 청구항 수 : 총 20 항

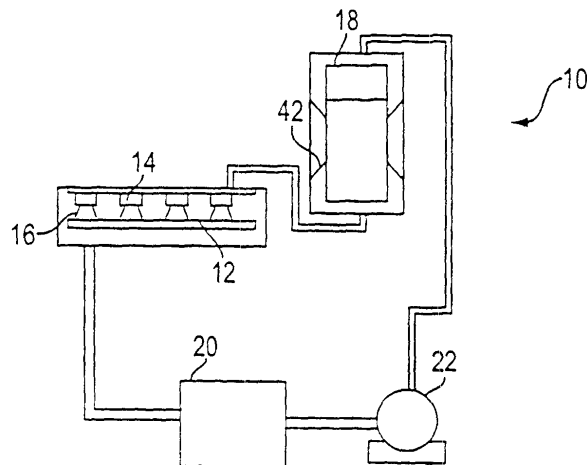
심사관 : 홍근조

(54) 스프레이 냉각 시스템

(57) 요약

본 발명은 반도체 디바이스용 스프레이 냉각 시스템에 관한 것이다. 잉크젯 유형의 스프레이 장치는 반도체 디바이스상에 냉각 유체의 액적들을 분사한다. 반도체 디바이스는 롤 본드 패널 또는 다른 열교환기를 지나고 스프레이 장치에 냉각 유체를 공급하는 스프링 장착 저장소내로 펌핑되는 액체를 증발시킨다.

대표도



(81) 지정국

국내특허 : 일본, 대한민국, 싱가포르

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일,
덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드,
이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투
갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스

특허청구의 범위

청구항 1

냉각 유체로 열원(heat source)을 냉각하기 위한 냉각 조립체에 있어서,
제어신호에 응답하여 상기 열원상에 증분적 양의 냉각 유체를 분출하도록 구성된 증분식 분사기와,
상기 제어신호를 상기 증분식 분사기에 전송하도록 구성된 제어기를 포함하고,
상기 증분식 분사기는, 냉각 유체의 체적을 유지하도록 구성된 챔버와 상기 챔버와 연통하는 오리피스를 규정하는 몸체와, 상기 챔버와 열적으로 연통하며 상기 챔버내에 유지되는 냉각 유체의 일부를 기화하도록 구성된 가열 요소를 포함하며,
상기 오리피스는 상기 가열 요소가 상기 챔버내의 냉각 유체의 일부를 기화시킬 때 냉각 유체를 상기 챔버로부터 상기 열원으로 지향시키도록 구성된
냉각 조립체.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 몸체는 박막 기관과 지지부(backing)를 포함하며,
상기 챔버는 상기 지지부에 의해 상기 박막 기관의 일 측면에 인접하게 형성되는 캐비티이며,
상기 오리피스는 상기 박막 기관을 관통하는 통로이며,
상기 가열 요소는 박막 레지스터인
냉각 조립체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 냉각 유체의 증분량은 단일 액적의 냉각 유체인
냉각 조립체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 증분식 분사기는 압전 노즐을 포함하는
냉각 조립체.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 증분식 분사기에 의해 분출된 후에 상기 열원에 의해 증발된 냉각 유체를 냉각 및 응축하도록 구성된 열교환기를 더 포함하는
냉각 조립체.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 열교환기는 롤 본드 패널인
냉각 조립체.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 증분식 분사기에 액체 냉각 유체를 제공하도록 구성된 저장소를 더 포함하는
냉각 조립체.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 증분식 분사기에 의해 분출된 후에 상기 열원에 의해 증발된 냉각 유체를 냉각 및 응축하도록 구성된 열교
환기와,
상기 증분식 분사기에 액체 냉각 유체를 제공하도록 구성된 저장소와,
상기 열교환기로부터 상기 저장소로 액체 냉각 유체를 펌핑하도록 구성된 펌프를 더 포함하는
냉각 조립체.

청구항 10

냉각형 회로기판에 있어서,
회로기판과,
상기 회로기판상에 장착된 반도체 디바이스와,
상기 반도체 디바이스를 냉각하도록 구성된 제 1 항에 따른 냉각 조립체를 포함하는
냉각형 회로기판.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
상기 증분식 분사기에 의해 분출된 후에 상기 반도체 디바이스에 의해 증발된 냉각 유체를 냉각 및 응축하도록
구성된 열교환기와,
상기 증분식 분사기에 액체 냉각 유체를 제공하도록 구성된 저장소와,
상기 열교환기로부터 상기 저장소로 액체 냉각 유체를 펌핑하도록 구성된 펌프를 더 포함하는
냉각형 회로기판.

청구항 12

냉각형 회로기판 조립체에 있어서,
제 10 항에 따른 다수의 냉각형 회로기판과,
상기 증분식 분사기에 의해 분출된 후에 상기 다수의 냉각형 회로기판의 각각의 반도체 디바이스에 의해 증발된
냉각 유체를 냉각 및 응축하도록 구성된 열교환기와,
상기 다수의 냉각형 회로기판 각각의 증분식 분사기에 액체 냉각 유체를 제공하도록 구성된 저장소와,
상기 열교환기로부터 상기 저장소로 액체 냉각 유체를 펌핑하도록 구성된 펌프를 포함하는
냉각형 회로기판 조립체.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 다수의 냉각형 회로기관은 각각 상기 증분식 분사기에 의해 분출된 후에 상기 반도체 디바이스에 의해 증발된 냉각 유체를 냉각 및 응축하도록 구성된 롤 본드 패널을 구비하는

냉각형 회로기관 조립체.

청구항 14

열원을 냉각하는 방법에 있어서,

증분식 분사기를 사용하여 상기 열원상에 증분적 양의 냉각 유체를 분출하는 단계와,

시간 증분적으로 상기 분출하는 단계를 반복하는 단계와,

상기 증분식 분사기내에 규정된 챔버에 냉각 유체를 제공하는 단계와,

상기 챔버와 열적으로 연통하는 가열 요소를 작동시켜서 상기 챔버내의 냉각 유체의 일부를 기화시키는 작동 단계를 포함하고,

상기 증분식 분사기는 상기 챔버와 연통하는 오리피스를 규정하며, 상기 오리피스는 상기 가열 요소가 상기 챔버내의 냉각 유체의 일부를 기화시킬 때 상기 챔버로부터 상기 열원으로 냉각 유체를 지향시키도록 구성된

열원 냉각 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 냉각 유체 제공 단계에서, 상기 챔버는 지지부내에 형성된 캐비티이고, 상기 캐비티는 박막 기재에 인접하며,

상기 오리피스는 상기 박막 기재를 관통하는 통로이고,

상기 가열 단계에서, 상기 가열 요소는 박막 레지스터인

열원 냉각 방법.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 열원의 온도를 감지하는 단계와,

상기 분사된 냉각 유체의 풀링을 감지하는 단계와,

상기 열원의 감지된 온도와 상기 분사된 냉각 유체의 풀링에 기초하여 상기 증분식 분사기에 의해 분출된 냉각 유체의 평균 유동 속도를 조절하는 단계를 더 포함하는

열원 냉각 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 평균 유동 속도는 상기 분출 단계가 반복되는 주파수를 조절함으로써 조절되는

열원 냉각 방법.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 반복 단계는 상기 분사된 냉각 유체의 풀링의 감지된 표시에 따라 변하는 주파수로 수행되는 열원 냉각 방법.

청구항 20

제 14 항에 있어서,

상기 열원의 온도를 감지하는 단계와,

풀링이 발생하는지 여부를 감지하는 단계와,

상기 감지된 온도 및 상기 풀링이 발생하는지에 대한 감지 결과에 근거하여 상기 반복 단계가 수행되는 주파수를 변경하는 단계를 더 포함하고,

상기 감지된 온도가 사전 결정된 최대 온도보다 크고 상기 풀링이 발생하는지에 대한 감지 결과가 풀링이 발생하고 있음을 나타내는 경우, 상기 반복 단계가 수행되는 주파수는 상기 변경 단계에서 작아지도록 변경되고,

상기 감지된 온도가 사전 결정된 최대 온도보다 크고 상기 풀링이 발생하는지에 대한 감지 결과가 풀링이 발생하고 있지 않음을 나타내는 경우, 상기 반복 단계가 수행되는 주파수는 상기 변경 단계에서 높아지도록 변경되는

열원 냉각 방법.

청구항 21

열원을 냉각하는 방법에 있어서,

상기 열원상에 냉각 유체를 분사하는 단계와,

상기 분사된 냉각 유체의 풀링이 발생하는지 여부를 감지하는 단계와,

풀링이 발생하는지에 대한 감지 결과에 따라 상기 분사의 유동 속도를 변경하는 단계를 포함하는

열원 냉각 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 열원의 온도를 감지하는 단계를 더 포함하고,

상기 변경 단계에서, 상기 유동 속도는 또한 감지된 온도에 근거하여 변경되는

열원 냉각 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 일반적으로 열발생 디바이스(heat-generating devices)용 냉각 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 스프레이 냉각 시스템 및 열원(heat source)을 냉각하기 위해 스프레이 냉각 시스템을 사용하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 점차적으로 큰 콤포넌트 밀도를 갖는 반도체 디바이스의 출현에 의해, 반도체 디바이스에 의해 발생된 열을 제거하는 것이 점차적으로 도전적인 기술적 문제로 되고 있다. 또한, 통상적인 프로세서 보드(processor board)는 일부 예에 있어서 다수의 CPU 모듈, 특정-응용(application-specific) 집적회로(IC) 및 정적 랜덤 액세스 메모리(static random access memory: SRAM)와 dc-dc 컨버터를 포함한다. 이러한 디바이스의 열소산 표면을 증

가시킴을 위해 히트 싱크(heat sink)가 사용될 수 있다. 그러나, 히트 싱크와 냉각되는 디바이스에 대한 히트 싱크의 계면은 열 유동을 방해할 수 있어 불균일한 냉각을 초래할 수 있다.

- <3> 반도체에 대한 공지된 냉각 방법은 자유-유동 및 강제 공기 대류, 자유-유동 및 강제 액체 대류, 풀 보일링(pool boiling)(즉, 침전된 디바이스의 액체 냉각 유체를 끓여서 제거함), 및 스프레이 냉각(즉, 액체로 분사되는 디바이스의 액체 냉각 유체를 끓여서 제거함)을 포함한다. 액체는 통상적으로 높은 증발 잠열(latent heat of vaporization)을 갖기 때문에, 후자의 두 방법은 높은 열전달 효율을 제공하여, 일정한 온도에서 많은 양의 열을 흡수한다. 통상적으로, 사용되는 냉각 유체는 비교적 낮은 비등점(유지 온도)을 가지며 열원에 대해 비활성이다. 반도체 디바이스에 대해서는, 3M 코포레이션(3M Corporation)에 의해 시판되는 FED.CIR.-72, 즉 Fluoinert(등록상표)가 많은 공지된 적합한 냉각 액체 중 하나이다.
- <4> 이들 끓임/기화 방법의 사용은 최대 파워 밀도, 임계 열유속(critical heat flux: CHF)에 제한된다. 보다 높은 밀도에서, 기화된 냉각 유체는 액체 냉각 유체로부터 디바이스를 격리시키는 증기 배리어를 형성하여, 디바이스의 벽 온도가 크게 증가하도록 한다. 이러한 현상은 풀링(pooling)으로 지칭된다. 냉각체가 적절히 분사되는 경우, 냉각체는 이러한 증기 층을 분산시킬 수 있으며, 그 임계 열유속은 풀 보일링 시스템의 임계 열유속보다 큰 크기의 정도 이상으로 양호할 수 있다. 이러한 높은 임계 열유속은 균일한 스프레이를 갖는 것에 의존한다. 따라서, 스프레이 냉각은 현재, 반도체 디바이스와 같은 열발생 디바이스에 대한 가장 효율적인 냉각을 제공한다.
- <5> 통상적으로 현재의 분사기(sprayer) 형태는 가압된 액체 분사나 가압된 공기 분무를 적용한다. 많은 인자가 스프레이 냉각의 성능에 영향을 주므로, 열전달 계수 h 및/또는 임계 열유속에 영향을 준다. 일반적으로 이들 인자중에는 분사되는 콤포넌트의 표면 거칠기 및 습윤성과 분사되는 표면의 배향이 포함된다고 알려져 있다. 특히, 가압 액체 스프레이를 사용할 때의 거친 표면에 대해 또한 가스 분무화를 사용할 때의 매끄러운 표면에 대해 h 가 보다 높다고 여겨진다. 감소된 습윤성을 갖는 표면은 h 의 한계 증가를 갖는다고 보여진다.
- <6> 일관되고 제어된 냉각에 중요한 것은 액체 냉각 유체를 소량의 분포, 유량 및 속도로 제어된 방식으로 인가하는 것이다. 예를 들면, 낮은 질량 유동 속도(mass flow rate)에서, 질량 유동 속도에 따라 임계 열유속 및 h 가 증가된다. 그러나, 임계 질량 유동 속도에서, 증가된 질량 유동 속도의 장점은 풀링 및/또는 단일 상 열전달(single phase heat transfer)로의 전이에 기인하여 감소된다. 따라서, 스프레이 냉각 시스템은 임계 질량 유동 속도에 도달하기 전의 일 지점에서 규정된 질량 유동 속도로 균일하게 작동되는 것이 바람직하다. 이들 모든 인자에 의해 분사기의 설계 즉, 노즐 및 그와 관련된 스프레이 장치의 설계가 중요하게 된다.
- <7> 냉각 시스템 설계에는 또한 작동 온도가 중요하다. 특히, 시스템이 높은 h 에서 작동하도록 형성하는 것이 바람직한데, 이는 비등 온도보다 높고 분사된 냉각체가 마르게 되는 온도보다 낮은 설계 온도에 의해 발생된다. 소산되는 열량은 임계 열유속보다 작아야 한다.
- <8> 압력-보조 분사에 있어서, 일관되고 제어된 분사는 유동 속도가 변동하는 경우에도 노즐을 통해 액체를 펌핑하는 정밀한 압력을 제공하는 하나 이상의 고압 펌프를 필요로 한다. 분사된 액체의 분배 및 유동 속도는 모두 구동 압력의 변동 및/또는 노즐 구조의 작은 변동에 의해 변경될 수 있다. 따라서, 냉각 시스템은 도전해 볼만한 민감하고 잠재적으로 고가인 장치이다.
- <9> 가스 분무화에 있어서, 일관되고 제어된 분사는 정밀한 방식으로 스프레이헤드 설계에 운반되는 가압된 가스를 요구한다. 가스는 냉각 유체와 별개로 가압되어야 하기 때문에, 이러한 시스템은 통상적으로 폐쇄형 시스템이 아니다. 가스는 응축기에 대해 흘러나와 효율적으로 주행하여야 한다. 또한, 냉각 유체의 분배 및 유동 속도는 모두 가스 압력의 변동에 따라 변할 수 있다. 따라서, 냉각 시스템은 도전해 볼만한 민감하고 잠재적으로 고가인 장치이다.
- <10> 따라서, 정확하고, 신뢰성있으며, 비용면에서 효율적인 스프레이 냉각 시스템에 대한 요구가 존재한다. 본 발명은 이러한 요구 및 다른 요구들을 만족시키며 더욱 관련된 장점을 제공한다.
- <11> 발명의 요약
- <12> 본 발명은 개선된 정확성, 신뢰성 및/또는 비용 효율성을 나타낼 수 있는 열원 냉각용 스프레이 냉각 시스템을 제공한다. 본 발명의 실시에는 통상적으로 열원상에 증분된 양의 냉각 유체를 분출하도록 구성된 증분식 분사기(incremental sprayer)를 특징으로 한다. 냉각 유체는 제어기에 의해 분사기에 보내지는 제어신호에 응답하여 분사된다.

- <13> 장점적으로, 이들 특징들은 정밀하고 제어가능한 속도로 냉각 유체를 정확하게 운반할 수 있다. 이러한 유형의 증분식 분사기에 대한 기술은 잉크젯 프린트 분야에서 양호하게 개발되어 있으며, 이것은 제조비용이 비교적 저렴하다. 또한, 설계는 모듈형으로, 신속하고 용이하게 대체가능한 유닛을 제공할 수 있다.
- <14> 본 발명은 또한 분사기 설계에 있어서 열방식 잉크젯 기술을 사용하는 것을 특징으로 한다. 특히, 본 발명의 실시예는 소정량의 냉각 유체를 유지하도록 구성된 챔버와 상기 챔버와 연통하는 오리피스를 규정하는 몸체를 가질 수 있다. 가열 요소는 챔버와 열적으로 연통하며, 챔버내에 유지되는 냉각 유체의 일부를 증발시키도록 구성된다. 오리피스는 가열 요소가 챔버내에 유지된 냉각 유체의 일부를 증발시킬 때 챔버로부터 열원으로 냉각 유체를 지향시키도록 구성된다.
- <15> 본 기술은 일반적으로 열원으로의 냉각 유체의 효율적인 운반을 제공한다. 일부 공지된 불활성 냉각 유체는 잉크젯 잉크와 유사한 점도 및 비등점을 가지며 잉크젯 분사기는 통상적으로 냉각 유체에 사용하기에 적합하다. 또한, 통상적인 잉크젯 잉크와는 달리, 냉각 유체는 시스템을 막을 수 있는 특별한 문제를 가지고 있지 않다. 따라서, 시스템은 설계에 신뢰성이 있으며 비용면에서 효율적이다.
- <16> 본 발명은 또한 많은 횟수의 증분에 걸쳐 이격된 증분식 분사기를 사용하여 열원상에 증분적인 양의 냉각 유체를 분출하는 것을 특징으로 한다. 증분 횟수 또는 분출된 양은 유동 속도를 최적의 레벨로 조절함으로써 변경될 수 있다. 시스템은 직접 또는 간접적으로 열원의 온도 및 풀링 또는 마름이 발생하는 경우 그 양을 모니터링함으로써 제어될 수 있다. 이것은 열원의 최적 냉각을 제공한다.
- <17> 본 발명의 다른 특징 및 장점은, 본 발명을 예시적으로 도시하는 첨부된 도면과 관련하여 기술된 이하의 양호한 실시예에 대한 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 상세한 설명

- <26> 본 발명에 따른, 열발생 반도체 디바이스(12) 냉각용 냉각 조립체(10)의 실시예가 도 1에 개략적으로 도시되어 있다. 본 조립체는 반도체 디바이스상에 바람직하게는 저장소(18)로부터의 액체 냉각 유체(16)의 증분적 양을 분사하여 반도체 디바이스를 증발적으로 냉각시키는 하나 이상의 증분식 분사기(14)를 포함한다. 조립체는 또한 증발된 냉각 유체로부터 열을 빼앗아 그것을 액화 또는 응축시키는 열교환기(20)를 포함한다. 조립체는 또한 액화된 냉각 유체를 다시 저장소내로 펌핑하는 펌프(22)를 포함하는데, 저장소는 냉각 유체를 분사기에 공급한다.
- <27> 본 발명의 일부로서 사용될 수 있는 분사기(14)는 압전 기술(즉, 압전 노즐)과 같은 다른 유형의 잉크젯 액적 분출 기술에 기초할 수도 있지만, 이것은 열방식 잉크젯 기술에 기초하는 것이 바람직하다. 이러한 기술의 예는 미국 특허 제 5,924,198 호 및 제 4,683,481 호를 포함하는 수많은 미국 특허에 논의되어 있으며, 이것은 본 명세서에 참조로 인용 합체된다. 다른 열방식 잉크젯 기술이 또한 본 발명에 사용되기에 적합할 수 있다. 열방식 증분식 분사기에 사용되기에 매우 바람직한 냉각 유체는 용이하게 현재의 열방식 잉크젯 기술에 적합하게 될 수 있는 3M Fluorinert(등록상표)인데, 이는 이것이 잉크젯 프린터에 통상적으로 사용되는 잉크와 유사한 점도 및 비등점을 갖기 때문이다.
- <28> 두 개의 예시적인 단순화된 증분식 분사기(14)를 도시하는 도 2를 참조하면, 각각의 분사기는 냉각 유체의 예정된 부분을 수용하는 챔버(30)와 냉각 유체의 일부를 기화시켜 분출되는 냉각 유체를 반도체 디바이스(12)(도 1)로 지향시키는 오리피스(34)를 통해 냉각 유체의 증분된 양을 분출하도록 압력을 생성하는 히터(32)를 규정하는 구조를 포함한다. 오리피스는 가요성 폴리머 테이프(36), 예컨대 3M 코로레이션으로부터 Kapton™ 테이프 로 상업적으로 입수가능한 테이프에 형성된다.
- <29> 테이프(36)의 후면(38)에 고정된 것은 히터(32)를 개별적으로 작동가능한 박막 레지스터의 형태로 내포하는 실리콘 기관(40)이다. 각각의 히터는 챔버의 오리피스(34)의 맞은 쪽에 챔버(30)의 일측상에 위치되는 것이 바람직하다. 냉각 유체는 잉크젯 유형의 장치에서 일반적인 바와 같은 모세관 작용에 의해 챔버내로 당겨져서 로딩되는 것이 바람직하다. 컴퓨터화된 제어기(도시안됨)가 히터를 작동시켜, 히터에 인접한 냉각 유체의 부분을 기화시킨다. 기화된 냉각 유체는 팽창하여 기화되지 않은 냉각 유체의 대부분을 오리피스 밖으로 통상적으로 단일 액적 형태로 분출시킨다.
- <30> 분사기의 형태에 따라, 분사기로부터 분사된 유체의 증분 양은 단일 액적 형태이거나 또는 다중 액적 형태로 될 수 있다. 다중 액적은 단일 히터에 대한 다수의 오리피스에 의해, 또는 보다 큰 챔버 체적과 액체의 증분 양을

액적 형태로 파열되도록 하는 적절한 형상의 오리피스 노즐을 갖는 분사기에 의해 생성될 수 있다. 챔버가 히터에 의해 발사된 후, 챔버는 다시 모세관 작용에 의해 다음 발사를 위해 로딩된다.

- <31> 증분식 분사기(14)로부터의 액체 분사는 매우 제어 가능하게 될 수 있다. 예를 들면, 분사기가 작동되는 주파수를 증가시키거나 감소시킴으로써 유량은 정확하게 조절될 수 있다. 또한, 분사기는 매우 적은 양의 냉각 유체를 운반하도록 구성될 수 있으며, 많은 수의 분사기가 작은 영역내에 결합될 수 있기 때문에, 당해 영역에 걸친 열 분포는 분사기의 일부를 다른 분사기보다 빠른 속도로 작동시킴으로써 정확하게 제어될 수 있다.
- <32> 도 1을 다시 참조하면, 증분식 분사기(14)에 냉각 유체를 제공하는데 있어서 저장소(18)를 돕기 위해, 저장소는 스프링 보조 기구(42)를 갖도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 저장소는 냉각 유체가 분사기(14)로 유동하는데 증력 보조를 받도록 위치될 수 있다. 저장소는, 액체 냉각 유체의 소스로서 작용하는 것에 부가하여, 응축기를 떠나는 가스를 분리시키는 작용을 한다. 시스템에 존재하는 넓은 레벨의 오염물질을 제거하기 위해, 필터(도시 안됨)가 저장소내에 또는 시스템의 다른 부분에 사용될 수 있다.
- <33> 펌프(22)는 저장소(18)를 보충하는 작용을 하며, 고압이나 일관되고 제어된 유동을 제공하지 않는 저가의 장치일 수 있다. 바람직하게는, 펌프는 트랩된 가스를 제거하도록 셀프 프라이밍(self priming)이어야 한다.
- <34> 콤포넌트의 정밀한 순서는 바뀔 수 있다. 예를 들면, 펌프(22)는 그것이 증기 및 유체를 모두 펌핑할 수 있는 한 열교환기(20) 전에 설치될 수 있다. 또한, 분사기의 유형에 따라, 저장소는 생략될 수 있으며 펌프가 직접 분사기(14)에 유체를 공급할 수 있다. 회로기관을 포함하는 전체 조립체(10)는 현장에서 교환가능한 유닛(field-replaceable unit)인 것이 바람직하다.
- <35> 도 3 및 도 4를 참조하면, 한 컴퓨터(또는 다른 장치)내의 다수의 냉각 시스템이 콤포넌트를 공유하도록 구성될 수 있다. 컴퓨터는 CPU와 같은 열발생 콤포넌트(52)를 지지하는 다수의 회로기관(50)을 내포할 수 있는데, 각각의 회로기관은 통상적으로 백 플레인(54)상에 장착된다. 증분식 분사기(56)는 콤포넌트들에 인접하게 위치되며, 냉각 유체로 콤포넌트들을 분사하도록 구성된다. 콤포넌트들과 분사기는 기화된 냉각 유체가 시스템을 빠져나가는 것을 방지하는 격실(compartment)(58)내에 내포된다. 롤 본드 패널(roll bond panel)(60)은 제 1 열교환기로서 작용하여, 증기의 일부 또는 전부를 응축시킨다. 롤 본드 패널은 밀봉된 격실의 벽으로 형성된다. 적합한 롤 본드 패널은 일본 도쿄 소재의 쇼화 알루미늄 코포레이션으로부터 또는 캐나다 토론토 소재의 알군스(Algoods)로부터 입수할 수 있다. 예컨대 3M Fluoinert(등록상표)와 같은 적합한 저 비등점의 작용 유체가 롤 본드 패널의 유체 채널내로 운반된다. 대안적으로, 하이드로플루오로에테르 또는 알콜과 같은 작용 유체가 사용될 수 있다.
- <36> 제 2 열교환기(62)는 또한 롤 본드 패널일 수 있으며 회로기관 격실(58)의 외측에 위치되어 기화된 냉각 유체의 부가적 응축을 제공한다. 제 2 열교환기는 각 회로기관(50)의 격실로부터 냉각 유체(액체 및 기화된 액체일 수 있음)를 수용한다. 냉각 유체가 제 2 열교환기에 의해 더욱 냉각된 후, 공통적으로 공유된 펌프(64)는 냉각 유체를 공통적으로 공유된 저장소(66)로 운반하며, 이 저장소(66)는 그 뒤 냉각 유체를 각 회로기관의 분사기(56)로 복귀시킨다.
- <37> 도 5를 참조하면, 전체 냉각 시스템이 단일 회로기관 조립체(70)에 포함될 수 있다. 회로기관 조립체는 통상적으로 회로기관(74)상에 장착된 CPU와 같은 열발생 콤포넌트(72)를 포함한다. 증분식 분사기(76)는 콤포넌트들에 인접하게 위치되며 냉각 유체로 콤포넌트들을 분사하도록 구성된다. 콤포넌트들과 분사기는 기화된 냉각 유체가 빠져나가는 것을 방지하는 밀봉된 격실내에 내포된다. 하나 또는 그 이상의 롤 본드 패널(80)이 하나 또는 그 이상의 격실에 포함되어 증기를 응축하고 또한 그것을 회로기관 조립체의 바닥에 있는 수집 저장소(82)내로 방출하도록 구성되는 것이 바람직하다. 풀이 또한 격실로부터 떨어지는 기화되지 않은 냉각제를 수용한다. 펌프(84)는 냉각 유체를 주 공급 저장소(86)(분사기 위에 있는 것이 바람직함)내로 펌핑하며, 주 공급 저장소(86)는 냉각 유체를 분사기에 제공한다. 저장소는 증력 공급 효과를 야기하도록 분사기 위에 위치되는 대신에, 스프링과 같은 가압 메카니즘의 유형을 포함할 수도 있다.
- <38> 일반적으로, 최적 효율로 기능하는 본 발명의 실시예를 위해서, 분사기의 질량 유동 속도(m_s)는 반도체 디바이스가 마르거나 침전되게 하는 것을 방지하도록 조절되어야 한다. 이러한 속도는 제어기가 열적인 체트가 발사되는 속도를 조절하도록 함으로써 제어된다. 최적의 질량 유동 속도는 반도체 장치의 열유속이 변경됨에 따라 변경될 수 있다. 따라서, 제어기가 질량 유동을 정확하게 제어하기 위해, 반도체 디바이스 및/또는 냉각 시스템의 파라미터가 감지될 필요가 있다.
- <39> 질량 유동 속도가 최적의 레벨인가를 결정하기 위해, 하나 또는 그 이상의 시스템 파라미터를 추적하는 센서가

사용될 수 있다. 사용될 수 있는 파라미터의 유형은 적용된 시스템의 유형에 따라 변한다. 예를 들면, 열교환기가 분사가 발생하는 챔버의 외부에 있다면, 액체와 증기는 (증기가 액체 통로내로 유입되는 것을 방지하는 저항성 메시의 도움으로) 별개의 통로를 통해 챔버로부터 제거될 수 있으며, 증기의 질량 유동(m_v) 및/또는 액체의 질량 유동(m_l)이 측정될 수 있다. 그러나, 이들은 열교환기가 도 5의 실시예에서와 같이 스프레이 챔버내에 있는 경우에는 측정될 수 없다. 대신에, 스프레이 챔버내의 증기 압력(P_v)과 반도체 디바이스의 접합 온도가 감지될 수 있다.

<40> 도 6은 스프레이 챔버(94) 외부에 열교환기(92)를 갖는 냉각 시스템(90)을 도시한다. 스프레이 챔버는 회로기판(100)상의 반도체 디바이스(98)상에 냉각 유체를 분사하는 증분식 분사기(96)를 내포한다. 반도체 디바이스의 온도에 따라, 냉각 유체의 일부가 증발하고, 일부가 흘러나와 풀을 형성할 수 있다. 증기는 증기 통로(104)를 통해 스프레이 챔버를 빠져나오며, 액체는 액체 통로(106)를 통해 빠져나온다. 증기가 액체 통로내로 유입되는 것을 방지하기 위해 메시(108)가 사용되며, 중력에 의해 액체가 증기 통로내로 유입되는 것이 방지된다. 증기 및 액체는 혼합되어 열교환기(92)내로 삽입되며, 열교환기는 증기로부터 열을 제거하여 증기를 액화시킨다. 펌프(110)는 냉각된 냉각 유체를 저장소(112)내로 펌핑하며, 냉각 유체는 저장소(112)에서 다시 분사기로 제공된다.

<41> 본 시스템에서 감지될 수 있는 잠재적으로 사용가능한 다수의 시스템 파라미터로는, 종종 다바이스내로부터 감지될 수 있는 반도체 디바이스의 온도(T_j)(즉, 접합 온도); 스프레이 격실내의 온도 및 압력 센서(114)를 사용하여 감지될 수 있는 스프레이 챔버(94)내의 증기 압력(P_v)과 주위 온도(T_a) 및 압력(P_a); 각각의 증기 및 액체 통로(120, 122)내의 적절한 센서(116, 118)를 사용하여 감지될 수 있는 증기의 질량 유동(m_v)과 액체의 질량 유동(m_l); 온도 센서에 의해 감지될 수 있는 열 펌프로부터 나오는 서브-냉각 액체의 온도(T_{sc}); 및 분사기에 의해 수용되는 액체의 온도(T_l)를 들 수 있다.

<42> 도 7을 참조하면, 도 6에 도시된 디바이스에 대한 분사기의 질량 유동 속도(m_s)를 조절하는 방법은 냉각 시스템을 시작하고(120) 분사기의 초기 질량 유동 속도를 초기 값($m_{s,init}$)으로 설정하는 단계(122)로 시작된다. 이 값은 통상적으로 본 시스템 또는 이러한 유형의 시스템에 의한 사전 경험에 근거하지만, 계산된 열발생 속도 및 냉각 속도에 근거할 수도 있다. 제한된 시간량(t)이 지난 후(124), 시스템이 기능을 시작하여 센싱 로직이 작동을 시작하는 것 즉, 냉각 시스템이 파라미터를 감지하고 모니터링하여 센서의 질량 유동 속도를 조절하는 것을 시작하는 것이 바람직하다.

<43> 특히, 반도체 디바이스(T_j)의 온도가 감지되며(126), 결과적인 센서 값이 선택된 최대값(T_{max})과 비교된다(128). 결과적인 센서 값이 선택된 최대값보다 작으면 어떤 작동도 일어나지 않으며 파라미터의 모니터링이 반복된다. 그러나, 반도체 디바이스가 선택된 최대값에 도달하면, 센서는 풀링이 발생하는지를 결정하는데 사용된다. 바람직하게는, 풀링을 검출하기 위해, 증기의 질량 유동(m_v)이 감지되어(130) 선택된 최소값($m_{v,min}$)과 비교하여 그것이 당해 값($m_{v,min}$)보다 큰지를 확인한다. 선택된 최소값($m_{v,min}$)은 통상적으로 본 시스템 또는 이러한 유형의 시스템에 의한 사전 경험에 근거하지만, 계산된 열발생 속도 및 냉각 속도에 근거할 수도 있다.

<44> 증기의 질량 유동(m_v)이 선택된 최소값보다 크다면 풀링은 문제가 되지 않으며, 분사기의 질량 유동 속도는 온도(T_j)를 감소시키도록 증가되어야 한다(134). 그러나, 증기의 질량 유동 속도가 최소값보다 크지 않으면, 풀링이 발생하고 있고 분사기의 질량 유동 속도는 냉각 시스템의 유효성을 증가시키도록 감소된다(136). 분사기의 질량 유동 속도가 상승 또는 하강되도록 증분적으로 조절된 후, 반도체 디바이스의 온도(T_j)를 다시 감지함으로써 모니터링이 계속된다. (중력에 대한) 분사된 표면의 배향은 풀링의 정확한 감지에 영향을 줄 수도 있으며, 따라서 선택된 최소값($m_{v,min}$)을 확인하거나 또한/또는 조절하는데 실험이 사용될 수 있다.

<45> 변형예에 있어서, 풀링이 발생하는지를 결정하는데 다른 센서가 사용될 수 있다. 예를 들면, 스프레이 챔버내의 증기 압력(P_v)이 풀링이 발생하는지에 대한 보다 직접적인 측정이다.

<46> 도 8은 도 5에 도시된 장치와 같은 내부 열교환기를 갖는 냉각 장치에 대한 분사기의 질량 유동 속도(m_s)를 조절하는 방법을 도시하는 플로우차트이다. 이 방법은 냉각 시스템을 시작하고(140) 분사기의 초기 질량 유동 속

도를 초기 값($m_{s,init}$)으로 설정하는 단계(142)로 시작된다. 이 값은 통상적으로 실험 및/또는 본 시스템 또는 이러한 유형의 시스템에 의한 사전 경험에 근거하지만, 온도 발생 속도 및 냉각 속도의 분석에 근거할 수도 있다. 센싱 로직의 작동을 시작하기에 앞서 제한된 시간량(t)이 지난 후(144) 시스템이 기능을 시작하는 것 즉, 냉각 시스템이 파라미터를 감지하고 모니터링하여 센서의 질량 유동 속도를 조절하기 시작하는 것이 바람직하다.

<47> 특히, 반도체 디바이스(T_j)의 온도가 감지되며(146), 결과적인 센서 값이 선택된 최대값(T_{max})과 비교된다(148). 결과적인 센서 값이 선택된 최대값보다 작으면 어떤 작동도 일어나지 않으며 파라미터의 모니터링이 반복된다. 그러나, 반도체 디바이스가 선택된 최대값에 도달하면, 센서는 풀링이 발생하는지를 결정하는데 사용된다. 바람직하게는, 풀링을 검출하기 위해, 스프레이 챔버내의 증기 압력(P_v)이 감지되고(130) 선택된 최소값($P_{v,min}$)과 비교되어, 그것이 선택된 최소값보다 크지를 확인한다. 증기 압력의 정확한 감지를 돕기 위해, 시스템은 대기압보다 낮은 내부 압력을 갖도록 구성되는 것이 바람직하다. 선택된 최소값($P_{v,min}$)은 계산하기가 용이하지 않으므로, 실험적으로 결정되는 것이 바람직하다.

<48> 스프레이 챔버내의 증기 압력(P_v)이 선택된 최소값보다 크다면 풀링은 문제가 되지 않으며, 분사기의 질량 유동 속도는 온도(T_j)를 감소시키도록 증가되어야 한다(154). 그러나, 증기 압력(P_v)이 최소값보다 크지 않으면, 풀링이 발생하고 있고 분사기의 질량 유동 속도는 냉각 시스템의 유효성을 증가시키도록 감소된다(156). 분사기의 질량 유동 속도가 상승 또는 하강되도록 증분적으로 조절된 후, 반도체 디바이스의 온도(T_j)를 다시 감지함으로써 모니터링이 계속된다.

<49> 보다 일반적으로, 직접 관독 또는 (열발생 속도가 알려져 있을 때의 열소산과 같은) 간접 관독을 포함하는 반도체 온도의 표시를 관독하는 임의의 센서가 냉각이 적절한지를 판단하는데 사용될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 증기 유동 속도, 액체 유동 속도, 증기 압력 등과 같은 풀링의 표시를 관독하는 임의의 센서가 스프레이 유동 속도를 증가시키거나 또는 감소시킴으로써 냉각이 개선되는지를 판단하는데 사용될 수 있다. 부가적으로, 감지와 결정의 순서가 시스템의 효율성에 기여하지만, 이것은 본 발명의 범위내에서 변경될 수 있음을 인식할 것이다. 예를 들면, 온도와 풀링은 비교에 앞서 감지될 수 있다. 또한, 반도체(또는 다른 열발생 디바이스) 온도를 감지하기에 앞서 풀링이 감지되어 기준값과 비교될 수 있다.

<50> 전술한 바로부터, 본 발명은 정확하고, 신뢰성있으며 비용면에서 효율적인 스프레이 냉각 시스템을 제공함을 인식할 것이다. 본 시스템은 제한된 증분으로 열발생 디바이스에 냉각 유체를 전달하도록 구성된 분사기를 포함한다. 바람직하게는, 분사기는 잉크젯 프린트 헤드와 유사한 방식으로 열적으로 구동된다.

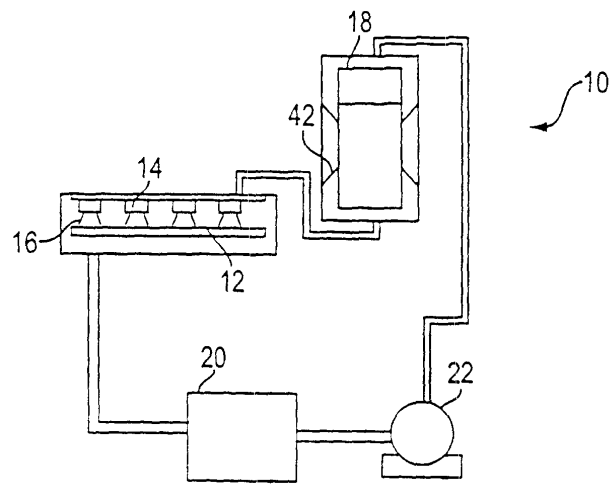
<51> 본 발명의 특정한 형태가 도시되고 기술되었지만, 본 발명의 사상 및 범위로 부터 벗어남없이 다양한 변형이 행해질 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명은 오직 양호한 실시예를 참조하여 상세히 기술되었지만, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자들은 본 발명으로부터 이탈됨없이 다양한 변형이 행해질 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명은 제한되도록 의도되지 않으며, 다음의 청구범위를 참조로 규정된다.

도면의 간단한 설명

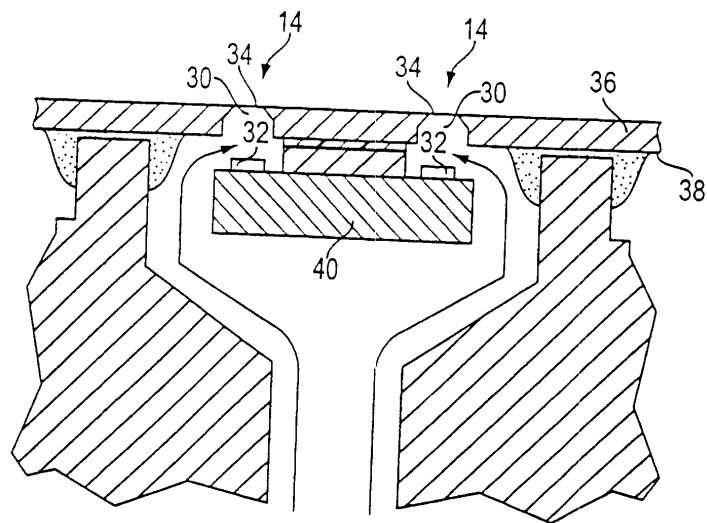
- <18> 도 1은 본 발명의 특정부를 나타내는 냉각 시스템의 개략도.
- <19> 도 2는 도 1에 도시된 냉각 시스템용 분사기의 단면도.
- <20> 도 3은 도 1에 도시된 냉각 시스템의 제 1 실시예에 대한 일부 절결 사시도.
- <21> 도 4는 도 3에 도시된 실시예의 단면도.
- <22> 도 5는 도 1에 도시된 냉각 시스템의 제 2 실시예에 대한 일부 절결 사시도.
- <23> 도 6은 도 1에 도시된 냉각 시스템의 제 3 실시예에 대한 단면도.
- <24> 도 7은 도 6에 도시된 실시예의 작동을 제어하는 제어 시스템 블록 다이어그램.
- <25> 도 8은 도 5에 도시된 실시예의 작동을 제어하는 제어 시스템 블록 다이어그램.

도면

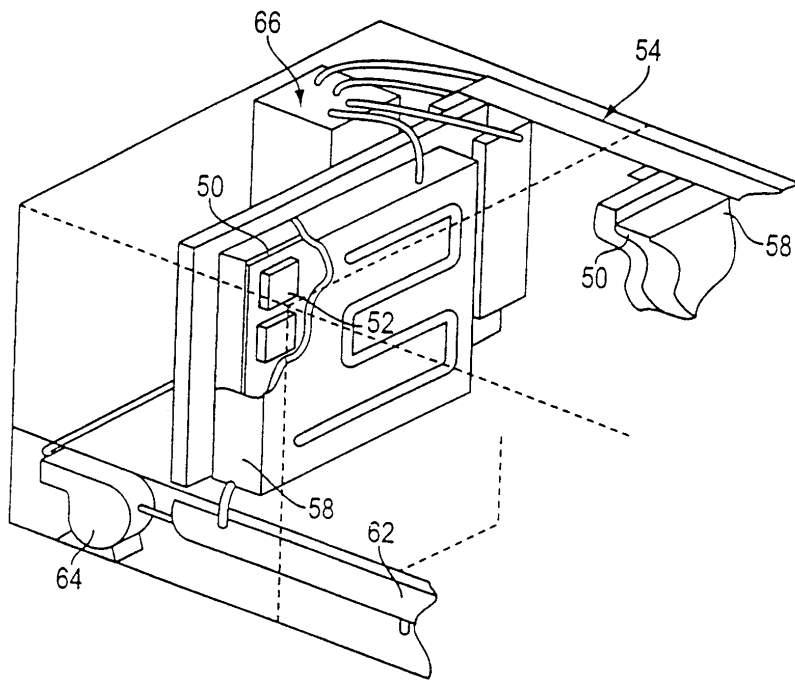
도면1



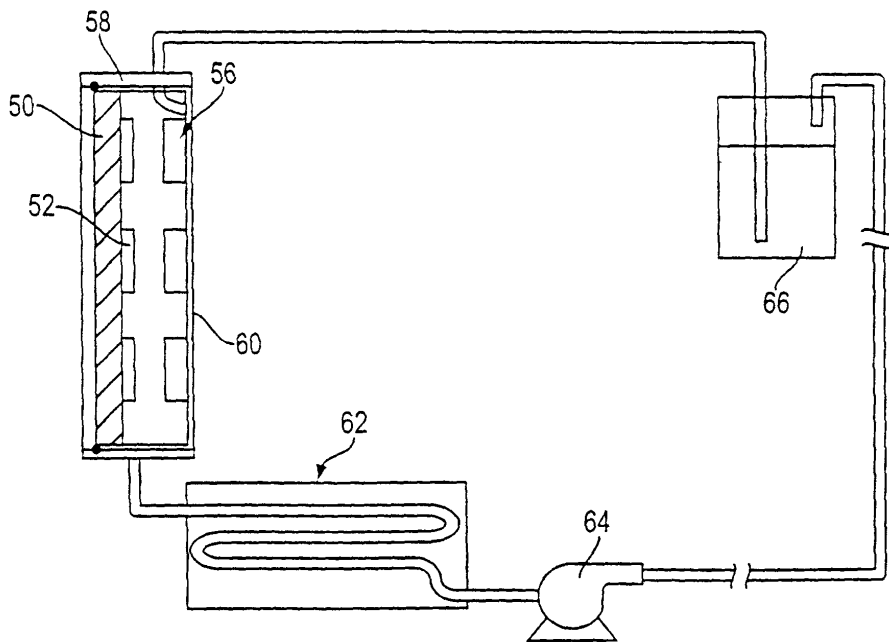
도면2



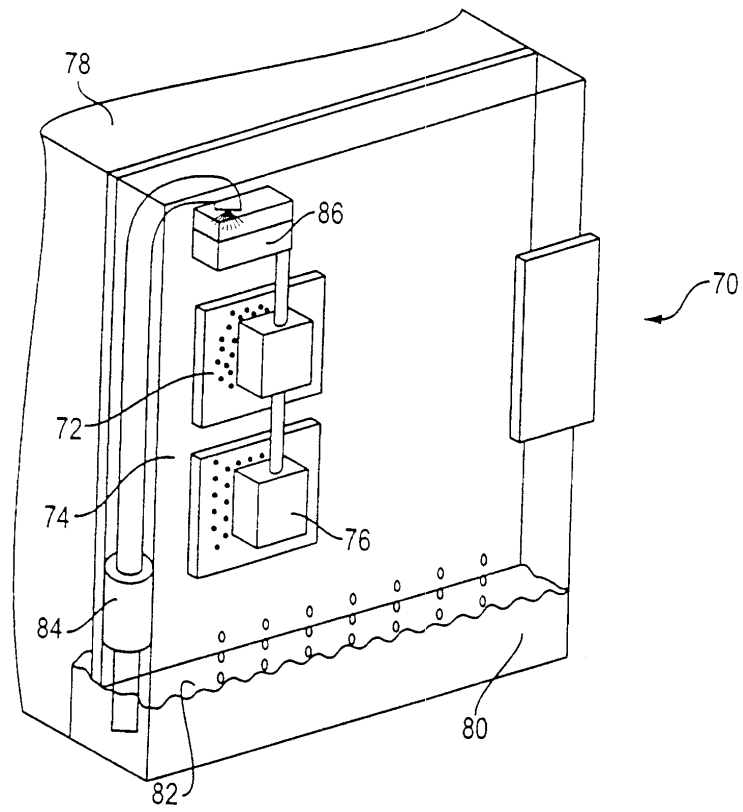
도면3



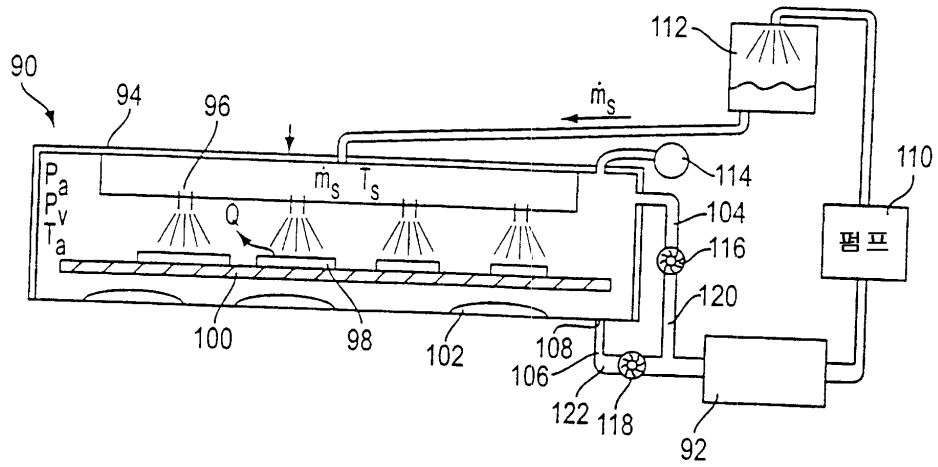
도면4



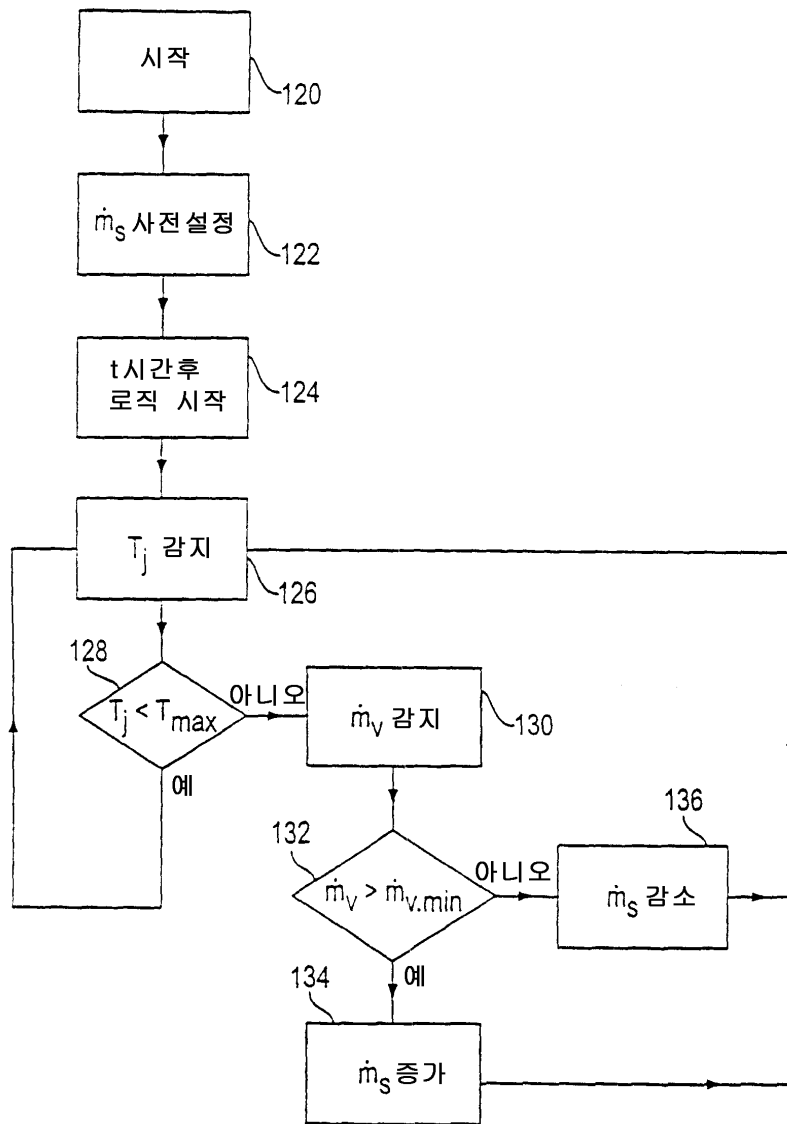
도면5



도면6



도면7



도면8

