(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0137619
(43) 공개일자 2023년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 7/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 7/20827 (2013.01)
H05K 7/20327 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0035257
(22) 출원일자 2022년03월22일
심사청구일자 2022년03월22일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
조진균
대전광역시 유성구 지족로190번길 16, 201동 602호
박병용
대전광역시 유성구 동서대로 125, N13동 303호
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

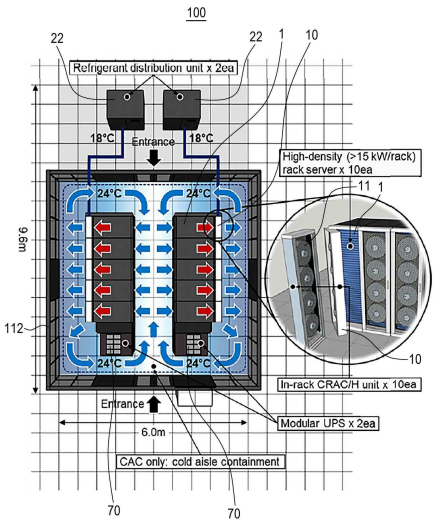
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템**

(57) 요 약

본 발명은 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 내부공간을 차폐시키기 위한 벽체모듈; 상기 내부공간에서 길이방향을 따라 연속적으로 연결된 복수의 랙-서버; 및 상기 랙-서버의 배기구 각각에 상기 랙-서버와 일체형으로 설치되어 상기 랙-서버의 발열로 인해 온도가 상승한 공기를 냉각시켜 냉각된 공기를 배출시키는 인-랙 냉각모듈;을 포함하고, 상기 인-랙 냉각모듈은 냉매와 공기의 열교환에 의해 상기 공기를 냉각시키는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템에 관한 것이다.

대 표 도 - 도7



(52) CPC특허분류
H05K 7/20745 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711172005
과제번호 2022R1F1A1068262
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 초고집적 하이퍼스케일 데이터센터의 IT운영환경 확보를 위한 랙-기반 냉각시스템 최적화 기술개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 한밭대학교
연구기간 2022.06.01 ~ 2025.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

데이터센터의 독립공조시스템로서,

내부공간을 차폐시키기 위한 벽체모듈;

상기 내부공간에서 길이방향을 따라 연속적으로 연결된 복수의 랙-서버; 및

상기 랙-서버의 배기구 각각에 상기 랙-서버와 일체형으로 설치되어 상기 랙-서버의 발열로 인해 온도가 상승한 공기를 냉각시켜 냉각된 공기를 배출시키는 인-랙 냉각모듈;을 포함하고,

상기 인-랙 냉각모듈은 냉매와 공기의 열교환에 의해 상기 공기를 냉각시키는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 냉매를 상기 랙-서버 각각에 일체화된 인-랙 냉각모듈 각각으로 분배시키는 냉매분배기;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 내부공간은 열복도 공간없이 냉복도 공간만이 존재하며, 공조유실과 재순환이 발생되지 않는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

냉매 사이클은 냉매펌프에 의해 순환동력이 제공되고, 냉매는 상기 냉매분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈 각각을 통과하며 가열된 냉매는 열교환기를 통과하며 냉수와 열교환되어 냉각되고 다시 냉매 분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈으로 유입되며 상변화되지 않는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 냉수는 냉동기에 의해 냉각되어 상기 열교환기를 통과하며 상기 냉매를 냉각시키는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템.

청구항 6

데이터센터의 통합설비관리시스템으로서,

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 따른 독립공조시스템;

벽체모듈에 의해 차폐된 내부공간에, 비상시 인-랙 냉각모듈에 전력을 공급하는 비상전력모듈;

상기 인-랙 냉각모듈에 의해 냉각된 공기가 배출되는 제1공간 일측에 구비되어 온도를 측정하는 제1온도센서; 및

랙-서버의 흡기부 측인 제2공간 일측에 구비되어 온도를 측정하는 제2온도센서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제1온도센서와 상기 제2온도센서에서 측정된 온도정보를 디스플레이 하는 디스플레이부; 및

상기 온도정보를 기반으로 상기 인-랙 냉각모듈, 냉매 사이클의 펌프, 냉수를 냉각시키는 냉동기의 구동을 제어하는 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제어부는, 메인 전력공급 중단시 상기 내부공간에 설치된 비상전력모듈을 통해 상기 인-랙 냉각모듈, 상기 펌프, 상기 냉동기에 전력을 공급하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템.

청구항 9

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 따른 독립공조시스템을 이용한 데이터센터 공조관리방법에 있어서,

냉배분배기를 통해 냉매가 랙-서버 각각에 일체화된 인-랙 냉각모듈 각각으로 분배되어 공급되는 단계;

벽체모듈에 의해 차폐된 내부공간에서 길이방향을 따라 연속적으로 연결된 복수의 랙-서버의 배기구 각각에 일체형으로 설치된 인-랙 냉각모듈로 상기 랙-서버의 발열로 인해 온도가 상승한 공기가 흡입되는 단계;

상기 인-랙 냉각모듈에 의해 상기 공기가 냉매에 의해 냉각되어 상기 랙-서버의 배기부 측인 제1공간으로 냉각된 공기가 배출되는 단계; 및

상기 냉각된 공기가 상기 랙-서버의 흡기부 각각으로 흡입되는 단계;를 포함하고,

상기 내부공간은 열복도 공간없이 냉복도 공간만이 존재하며, 공조유실과 재순환이 발생되지 않는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조관리방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

냉매 사이클은 냉매펌프에 의해 순환동력이 제공되고, 상기 냉매분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈 각각을 통과하며 가열된 냉매는 열교환기를 통과하며 냉동기에 의해 냉각된 냉수와 열교환되어 냉각되고 다시 냉매 분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈으로 유입되는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조관리방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

메인 전력공급 중단시 상기 내부공간에 설치된 비상전력모듈을 통해 상기 인-랙 냉각모듈, 상기 펌프, 상기 냉동기에 전력을 공급하도록 제어하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조관리방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

제1온도센서에 의해 상기 인-랙 냉각모듈에 의해 냉각된 공기가 배출되는 제1공간에 온도를 측정하는 단계;

제2온도센서에 의해 상기 랙-서버의 흡기부 측인 제2공간에 온도를 측정하는 단계; 및

제어부가 제1온도센서와 상기 제2온도센서에서 측정된 온도정보를 기반으로 상기 인-랙 냉각모듈, 냉매 사이클의 펌프, 냉수를 냉각시키는 냉동기의 구동을 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조관리방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 하이퍼스케일 데이터센터의 핵심요소인 초고밀도 IT전력에 대응 가능한 랙-기반 냉각시스템이 적용된 독립된 IT룸 설비모듈, 그 제어방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 데이터센터는 방송통신위원회 고시 제2012-29에 의해 정보통신서비스를 제공하기 위하여 컴퓨터장치 등 정보시스템 장비를 일정한 공간에 집중하여 관리하는 시설로서 주요시설(중앙감시실, 항온항습시설, 전산실, 전력감시실, 축전지설비, 자가발전설비, 수변전설비, 통신장비실 및 방재센터 등)을 포함하는 시설로 정의하고 있다.

[0003] 데이터센터는 서버·스토리지 등의 ICT 장비를 건물 내부공간에 중앙 집중식으로 집적시켜 IT 서비스 제공에 필요한 장비를 통합·관리하여 안정적으로 운영하고, 24시간 365일 무중단으로 운영되고 있다.

[0004] 데이터센터는 4차 산업인 ICBM의 구현 및 육성에 있어 가장 중요한 인프라이며, 국가정보화 전략 추진을 위한 핵심 기반시설이고 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 분석, 사물인터넷 구현, 전자정부, 스마트 오피스, 전자상거래 등의 산업에서 발생하는 모든 정보를 저장하고 처리하는 데이터 허브의 역할을 수행한다.

[0005] 데이터센터는 일반건물에 비해 약 40배 이상의 에너지를 사용하는 고밀도 에너지 다소비 건물군에 해당한다.

[0006] 이에 따라 데이터센터의 에너지 사용량은 지난 10년간 매 4년마다 두 배로 증가하였고, 증대되는 전력사용량에 따른 발열제거가 주요 해결 과제이다.

[0007] 종래에는 데이터센터에 설치된 서버 등에서 발생되는 발열 문제의 해결을 위해 바닥을 이격하여 설치하고, 바닥 하부의 이격 공간을 통해 냉각된 공기를 공급한 후 서버의 흡기 및 배기 시스템을 통해 서버 내부에서 발생되는 열을 제거하였다. 또한, 열 제거 과정에서 데워진 따뜻한 공기는 천정의 배기 시스템을 통해 상면 외부에 설치된 냉각기로 전달되어 공기 순환이 이루어졌다.

[0008] 다만 이러한 종래의 데이터센터 공조 시스템은 바닥에서 전달된 냉기가 서버 내부로 전달되지 못하고 천정의 배기부로 유입되어 발열 제거 효율이 떨어지는 문제가 있었고(도 2), 열 제거에 사용된 뜨거운 공기가 다시 서버로 유입되어 핫스팟이 발생되는 문제가 있었다(도 3).

[0009] 또한 데이터센터의 IT전력밀도는 데이터센터의 IT룸 레이아웃, 냉각설비 및 전력설비와 같은 다양한 방식으로 인프라 엔지니어링 선택을 결정하는 매우 중요한 기준이다. 특히, 랙당 전력밀도는 데이터센터 냉각 및 전력 프

로비저닝에서 반드시 고려되어야 한다. 과거의 데이터센터의 상면기준 일반적인 전력밀도는 540-2,200 W/m^2이다. 그리고 평균 10 kW/rack 이상을 소비하는 랙 서버를 구성할 경우 고밀도로 간주되었다. 그러나 2021년 기준, 500개 이상의 글로벌 데이터센터의 평균 IT전력밀도는 약 8.0 kW/rack으로 조사되었다. 평균 IT 전력밀도의 변화는 2011년 2.4 kW/rack, 2017년 5.6 kW/rack에서 최근까지 거의 4배 증가했다.

[0010] 도 4a에 도시된 바와 같이, 과반수의 데이터센터가 4~10 kW/rack의 IT전력밀도로 운영되고 있다. 그리고 10~20 kW/rack 수준의 데이터센터도 약 13%를 차지하고 있다. 20 kW/rack을 초과하는 데이터센터도 증가하고 있다. 30 MW급 이상의 대규모 데이터센터는 10~20 kW/rack 범위의 랙-서버가 5 kW/rack 미만의 랙-서버를 대신하여 적용되는 것이 일반적이다. 이 규모의 시설은 일반적으로 고성능 IT가 장착된 캐비닛을 선호하는 클라우드 및 하이퍼스케일 데이터센터에 해당한다.

[0011] 전력밀도와 PUE(Power Usage Effectiveness) 간에도 유사한 상관관계가 나타난다. PUE는 IT의 효율성을 파악하지 못하지만 IT장비에서 사용하는 전력 외에 데이터센터 시설에서 사용하는 전력의 양에 대한 유용한 프록시로 남아 있다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 데이터센터의 PUE는 지속적으로 향상되었고, 2018과 2021년 연간 평균 PUE는 각각 1.60과 1.57 로 데이터센터의 non-IT부문이 IT부문의 에너지사용에 약 60%를 사용했음을 의미한다. 그러나 2014년 이후 데이터센터의 PUE는 크게 향상되지 못하고 있다. 이것은 PUE가 1.60 이상인 데이터센터가 5 kW/rack 이하의 비교적 저밀도 랙-서버가 지배하기 때문이다. 평균 IT전력밀도가 높을수록 데이터센터가 보다 효율적으로 설계될 수 있을 가능성이 높다. PUE 1.3~1.6 범위의 PUE가 있는 대부분의 데이터센터 전력밀도는 5~10 kW/rack이다. 이 낮은 PUE 그룹의 15% 이상이 일반적으로 10 kW/rack 이상의 IT장비를 구성하고 있다. 따라서 새로운 하이퍼스케일 데이터센터 설계에서는 PUE 향상을 위해 효율적인 냉각방식이나 기술이 요구되고 있는 상황이다.

[0012] 즉, COVID-19 펜데믹, 비대면 산업성장과 4차 산업혁명의 인과관계에 의해 모든 사업이 디지털화되고 있으며, 데이터센터는 이러한 현상에서 가장 핵심적인 역할을 하고 있고, 향후 수요가 예상되는 하이퍼스케일 데이터센터는 IT 서비스 변화에 따른 신속한 대응뿐 아니라 무중단 운영의 안정성 확보를 위한 냉각시스템의 개발이 매우 중요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제2204641호

(특허문헌 0002) 일본 등록특허 제5243929호

(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 10-2016-012358

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 제1631115호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시 예에 따르면, 데이터센터에 설치되는 초고밀도 랙-서버의 독립적인 냉각과 독립적인 설비모듈 내에 최단 공기(이동) 경로를 형성할 수 있도록 하여 서버 발열 제거의 효율을 극대화할 수 있는, 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0015] 본 발명의 실시 예에 따르면, 총 IT 부하를 구현하기 위한 다수의 랙-서버의 발열을 직접처리하기 위해 랙-서버 후단 배기구에 일체화된 in-rack CRAC/H 유닛(computer room air conditioning/handling)(인-랙 냉각모듈)을 바로 설치하고, 비상시 상면공간의 수손(결로 및 배관파손)을 방지하기 위해 1차 냉수-2차 냉매-3차 공기의 다단계 열교환방식을 적용한, 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0016] 본 발명의 실시 예에 따르면, 복수의 랙-서버가 설치된 내부공간을 모두 차폐시키고, 2차측 냉매분배기는 1차측 냉열원을 이용한 중앙냉수식으로 총 IT부하에 맞게 열량공급 및 냉수와 열교환하여 냉매를 3차측 인-랙 냉각모

듈로 공급하여 다른 냉각방식과 다르게 열복도(hot aisle) 공간 없이 냉복도(cold aisl)만으로 구성되며 이동경로에서의 공조유실과 재순환이 이론적으로 발생되지 않는, 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0017] 그리고 본 발명의 실시 예에 따르면, 공기분배에서 열손실이 없기 때문에 인-랙 냉각모듈의 취출온도를 상향하여 취출할 수 있고, 이와 연계된 1차측 중앙냉수식 시스템의 공급온도도 상향이 가능한, 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0018] 또한 본 발명의 실시 예에 따르면, 독립모듈로 공급하는 총 전력부하는 IT장비와 냉각을 포함하며, IT룸 모듈의 독립성과 무정전 운영을 확보하기 위해서 IT장비와 냉각시스템의 백업이 가능한 총 전력부하와 동일하게 모듈러 UPS(비상전력모듈)이 적용되고, IT룸의 환경제어 및 관리체계인 DCIM(data center infrastructure managemen t)를 통해 IT룸 내부공간의 열관리를 위해 상면공간 뿐 아니라 랙-서버의 인입과 배출공기를 모니터링하는, 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0019] 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

[0020] 본 발명의 제1목적은 데이터센터의 독립공조시스템로서, 내부공간을 차폐시키기 위한 벽체모듈; 상기 내부공간에서 길이방향을 따라 연속적으로 연결된 복수의 랙-서버; 및 상기 랙-서버의 배기구 각각에 상기 랙-서버와 일체형으로 설치되어 상기 랙-서버의 발열로 인해 온도가 상승한 공기를 냉각시켜 냉각된 공기를 배출시키는 인-랙 냉각모듈;을 포함하고, 상기 인-랙 냉각모듈은 냉매와 공기의 열교환에 의해 상기 공기를 냉각시키는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템으로서 달성될 수 있다.

[0021] 그리고 상기 냉매를 상기 랙-서버 각각에 일체화된 인-랙 냉각모듈 각각으로 분배시키는 냉매분배기;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 또한 상기 내부공간은 열복도 공간없이 냉복도 공간만이 존재하며, 공조유실과 재순환이 발생되지 않는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 그리고 냉매 사이클은 냉매펌프에 의해 순환동력이 제공되고, 냉매는 상기 냉매분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈 각각을 통과하며 가열된 냉매는 열교환기를 통과하며 냉수와 열교환되어 냉각되고 다시 냉매 분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈으로 유입되며 상변화되지 않는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 냉수는 냉동기에 의해 냉각되어 상기 열교환기를 통과하며 상기 냉매를 냉각시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 본 발명의 제2목적은 데이터센터의 통합설비관리시스템으로서, 제1목적에 따른 독립공조시스템; 벽체모듈에 의해 차폐된 내부공간에, 비상시 인-랙 냉각모듈에 전력을 공급하는 비상전력모듈; 상기 인-랙 냉각모듈에 의해 냉각된 공기가 배출되는 제1공간 일측에 구비되어 온도를 측정하는 제1온도센서; 및 랙-서버의 흡기부 측인 제2공간 일측에 구비되어 온도를 측정하는 제2온도센서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템으로서 달성될 수 있다.

[0026] 그리고 상기 제1온도센서와 상기 제2온도센서에서 측정된 온도정보를 디스플레이 하는 디스플레이부; 및 상기 온도정보를 기반으로 상기 인-랙 냉각모듈, 냉매 사이클의 펌프, 냉수를 냉각시키는 냉동기의 구동을 제어하는 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0027] 또한 상기 제어부는, 메인 전력공급 중단시 상기 내부공간에 설치된 비상전력모듈을 통해 상기 인-랙 냉각모듈, 상기 펌프, 상기 냉동기에 전력을 공급하도록 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0028] 본 발명의 제3목적은 앞서 언급한 제1목적에 따른 독립공조시스템을 이용한 데이터센터 공조관리방법에 있어서, 냉배분배기를 통해 냉매가 랙-서버 각각에 일체화된 인-랙 냉각모듈 각각으로 분배되어 공급되는 단계; 벽체모듈에 의해 차폐된 내부공간에서 길이방향을 따라 연속적으로 연결된 복수의 랙-서버의 배기구 각각에 일체형으로 설치된 인-랙 냉각모듈로 상기 랙-서버의 발열로 인해 온도가 상승한 공기가 흡입되는 단계; 상기 인-랙 냉각모듈에 의해 상기 공기가 냉매에 의해 냉각되어 상기 랙-서버의 배기부 측인 제1공간으로 냉각된 공기가 배출

되는 단계; 및 상기 냉각된 공기가 상기 랙-서버의 흡기부 각각으로 흡입되는 단계;를 포함하고, 상기 내부공간은 열복도 공간없이 냉복도 공간만이 존재하며, 공조유실과 재순환이 발생되지 않는 것을 특징으로 하는 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조관리방법으로서 달성될 수 있다.

[0029] 그리고 냉매 사이클은 냉매펌프에 의해 순환동력이 제공되고, 상기 냉매분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈 각각을 통과하며 가열된 냉매는 열교환기를 통과하며 냉동기에 의해 냉각된 냉수와 열교환되어 냉각되고 다시 냉매 분배기를 통해 상기 인-랙 냉각모듈으로 유입되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0030] 또한 메인 전력공급 중단시 상기 내부공간에 설치된 비상전력모듈을 통해 상기 인-랙 냉각모듈, 상기 펌프, 상기 냉동기에 전력을 공급하도록 제어하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0031] 그리고 제1온도센서에 의해 상기 인-랙 냉각모듈에 의해 냉각된 공기가 배출되는 제1공간에 온도를 측정하는 단계; 제2온도센서에 의해 상기 랙-서버의 흡기부 측인 제2공간에 온도를 측정하는 단계; 및 제어부가 제1온도센서와 상기 제2온도센서에서 측정된 온도정보를 기반으로 상기 인-랙 냉각모듈, 냉매 사이클의 펌프, 냉수를 냉각시키는 냉동기의 구동을 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0032] 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비 관리시스템에 따르면, 데이터센터에 설치되는 초고밀도 랙-서버의 독립적인 냉각과 독립적인 설비모듈 내에 최단 공기(이동) 경로를 형성할 수 있도록 하여 서버 발열 제거의 효율을 극대화할 수 있는 효과를 갖는다.

[0033] 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비 관리시스템에 따르면, 총 IT 부하를 구현하기 위한 다수의 랙-서버의 발열을 직접처리하기 위해 랙-서버 후단 배기구에 일체화된 in-rack CRAC/H 유닛(인-랙 냉각모듈)을 바로 설치하고, 비상시 상면공간의 수손(결로 및 배관파손)을 방지하기 위해 1차 냉수-2차 냉매-3차 공기의 다단계 열교환방식을 적용한다.

[0034] 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비 관리시스템에 따르면, 복수의 랙-서버가 설치된 내부공간을 모두 차폐시키고, 2차측 냉매분배기는 1차측 냉열원을 이용한 중앙냉수식으로 총 IT부하에 맞게 열량공급 및 냉수와 열교환하여 냉매를 3차측 인-랙 냉각모듈로 공급하여 다른 냉각방식과 다르게 열복도 공간 없이 냉복도만으로 구성되며 이동경로에서의 공조유실과 재순환이 이론적으로 발생되지 않는 효과를 갖는다.

[0035] 그리고 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 따르면, 공기분배에서 열손실이 없기 때문에 인-랙 냉각모듈의 취출온도를 상향하여 취출할 수 있고, 이와 연계된 1차측 중앙냉수식 시스템의 공급온도도 상향이 가능한 장점이 있다.

[0036] 또한 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 따르면, 독립모듈로 공급하는 총 전력부하는 IT장비와 냉각을 포함하며, IT룸 모듈의 독립성과 무정전 운영을 확보하기 위해서 IT장비와 냉각시스템의 백업이 가능한 총 전력부하와 동일하게 모듈러 UPS(비상전력모듈)이 적용되고, IT룸의 환경제어 및 관리체계인 DCIM를 통해 IT룸 내부공간의 열관리를 위해 상면공간 뿐 아니라 랙-서버의 인입과 배출공기를 모니터링할 수 있다.

[0037] 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

[0038] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 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 종래 기술에 따른 데이터센터 공조 시스템의 구조도,

도 2 및 도 3은 종래 기술에 따른 데이터센터 공조 시스템의 문제점을 나타낸 도면,

도 4a는 평균 랙-서버 밀도(kW/rack)

도 4b는 글로벌 데이터센터의 평균 PUE,

도 5는 데이터센터 냉각의 기본개념과 데이터센터 전력밀도의 세분화 표,

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템의 사시도,

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템의 단면도,

도 8은 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리방법의 흐름도,

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템의 구성도,

도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 제어부의 신호흐름을 나타낸 블록도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시 예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0040] 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.

[0041] 본 명세서에서 기술하는 실시 예들은 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 실시 예들은 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 실시 예들에서 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 실시 예들은 그것의 상보적인 실시 예들도 포함한다.

[0042] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 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.

[0043] 아래의 특정 실시 예들을 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.

[0045] 이하에서는 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템의 구성, 기능 및 관리방법에 대해 설명하도록 한다.

[0046] 먼저, 데이터센터 냉각의 기본원칙과 기능은 CRAC/H 유닛(냉각 모듈)에서 각 IT장비 에 냉방공급 및 분배하여 발열을 효과적으로 제거하는 것이다. 냉각을 효율적으로 수행하기 위해 구성된 IT 전력밀도에 따라서 공간단위(room-based), 열-기반(row-based) 및 랙-기반(rack-based) 냉각방법이 구분할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 데이터센터의 집적도를 IT전력밀도를 기준으로 4개의 단계로 정의할 수 있다. 또한 전력밀도 수준에 따라서 보편적인 냉각방식을 제시하였다. 새로운 데이터센터의 냉각시스템 계획과 설계에 있어서, 보다 높은 IT전력밀도에 대응하기 위한 냉각용량 프로비저닝은 기존에 운용 중인 냉각방식이 담당하는 데에는 한계가 있을 수 있

다. 따라서 IT전력밀도에 부합하는 냉각방식을 선택하는 것이 최우선되어야 한다.

[0047] 공간단위 냉각은 5 kW/rack 이하의 저밀도 데이터센터에 주로 적용되고 최대 10 kW/rack까지 적용가능하다. 여러 대의 CRAC/H 유닛이 IT룸 전체를 담당하고 장비발열을 제거하기 위해 동시 운전된다. 공간단위 공기분배는 CRAC/H 유닛에서 공조공기를 실내로 직접 공급하거나 이중마루(raised floor) 하부공간과 천장 내 부공간을 사용하여 급기 및 환기를 할 수 있다. IT룸의 효율적인 공기흐름을 형성하기 위해 열복도와 냉복도를 구분하고 일정수준 이상의 IT전력밀도에서 열복도/냉복도 차폐(containment)를 적용한다. 공간단위의 냉각은 건축적 사항(상면면적, 천장높이, 이중마루 하부), 랙-서버 배치, CRAC/H 유닛 위치 및 각 IT장비의 배전 등에 큰 영향을 받는다. 또한 국부온도상승(hot spot)을 처리하기 위해 낮은 온도로 급기하여 정격 냉각용량이 증가하는 등 전반적인 냉각효율 저하의 문제가 발생할 수 있다.

[0048] 열-기반 냉각의 경우, 6~10 kW/rack 범위의 중간밀도 데이터센터에 주로 적용되고 최대 20 kW/rack까지 적용가능하다. 여러 대의 in-row CRAC/H 유닛을 랙-서버 사이에 설치하여 공간단위 냉각보다 공기분배 경로가 짧다는 장점이 있다. 공기분배 흐름을 단순하여 냉방유닛의 정격용량을 이하로 운전할 수 있다. 그리고 공기 분배 경로가 짧기 때문에 CRAC/H 유닛의 송풍 동력이 줄고 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다. 데이터센터는 공기분배를 위한 송풍 동력이 차지하는 비율이 높고 향후 확장성을 고려하여 아직 설치되지 않은 IT장비 까지 고려하여 큰 용량의 CRAC/H 유닛이 설치하고 일정기간 과대하게 운전되기 때문에 공간단위 냉각은 비 효율성이 커진다.

[0049] 마지막으로, 본 발명의 실시 예에서 적용되는 초고도밀 랙-서버(최대 50 kW/rack)까지 대응 가능한 랙-기반 냉각의 in-rack CRAC/H 유닛(이하 인-랙 냉각모듈)은 랙-서버와 일체화되어 설치된다. 따라서 공기분배 경로는 공간단위 또는 열-기반 냉각과 비교하여 더 짧고 단순하게 형성되므로 공기분배는 랙-서버 배치에서 제약조건이 없어 추후 변경에 대한 영향을 받지 않는 장점이 있다. 인-랙 냉각모듈은 정격용량을 기준으로 운전할 수 있고 실제 필요 냉각용량에 예비용량을 합하여 반영할 수 있다.

[0050] 랙-기반 냉각시스템은 높은 전력밀도로 운영되는 랙-서버의 효율적인 냉각을 위해서 냉각유닛이 IT장비가 설치되는 상면공간 안에 필연적으로 설치되어야 한다. 인-랙 냉각모듈이 중앙냉수식 열원으로 공급되는 냉수와 열교환하여 냉각된 공기를 상면공간으로 공급할 경우, 배관파손 등 비상시 상면공간의 수손(water damage), 결로를 원천적으로 방지하기 힘들다. 이는 데이터센터의 계획에 있어서 상면공간으로 수배관이 이동하는 것을 절대로 배재하는 이유이다. 따라서 본 발명의 실시 예에 따른 냉각시스템은 랙-기반 냉각분배를 위한 냉수-냉매-공기의 다단계 열교환 방식을 적용한다.

[0052] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템의 단면도를 도시한 것이다.

[0053] 또한 도 8은 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리방법의 흐름도를 도시한 것이다. 그리고 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템의 구성도를 도시한 것이다. 또한 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 제어부의 신호흐름을 나타낸 블록도를 도시한 것이다.

[0054] 본 발명의 실시 예에 따른 랙-기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템(100)은 먼저 도 6에 도시된 바와 같이, 벽체모듈(110)에 의해 내부공간이 차폐되며 이러한 차폐된 내부공간 내에 설치되어 짐을 알 수 있다. 벽체모듈(110)은 천장벽체(111)와 측면벽체(112)로 구성되며 측면벽체 전방 측에는 도어벽체(113)가 설치될 수 있다.

[0055] 랙-서버(1)는 내부공간에서 길이방향을 따라 연속적으로 연결되게 설치되며 본 발명의 실시 예에 따른 인-랙 냉각모듈(10)은 랙-서버(1)의 배기구 각각에 랙-서버(1)와 일체형으로 설치되어 랙-서버(1)의 발열로 인해 온도가 상승한 공기를 냉각시켜 냉각된 공기를 배출시키도록 구성된다. 이러한 인-랙 냉각모듈(10)은 냉매와 공기의 열교환에 의해 공기를 냉각시킨다.

[0056] 또한 냉매분배기(22)는 냉매를 랙-서버(1) 각각에 일체화된 인-랙 냉각모듈(10) 각각으로 분배시키도록 구성된다. 그리고 내부공간은 열복도 공간없이 냉복도 공간만이 존재하며, 공조유실과 재순환이 이론적으로 발생되지 않는다.

[0057] 본 발명의 구체적 실시 예에서는, 냉각시스템 방식의 타당성 평가의 전제조건을 바탕으로 150 kW급 IT룸의 설비

모듈을 도출하였다. 기본안의 장비구성과 건축요소를 결정하는 주요 인자는 고밀도인 15 kW/rack의 IT전력밀도와 여기에 종속되는 냉각 방식이 된다. 구체적 실시 예에서는 도 6에 도시된 바와 같이, 총 IT부하인 150 kW를 구현하기 위해서 10개의 랙-서버(1)가 설치된다. 냉각은 각각의 고밀도 랙-서버의 발열을 직접 처리하는 개념인 랙-기반 냉각 방식을 적용하여 랙-서버 후단 배기구에 일체화된 인-랙 냉각모듈(10)을 바로 설치하였다. 비상시를 대비한 장비 여유율은 N+1로 18 kW(5.2 RT)용량의 유닛을 서버의 수와 동일하게 10대를 적용하였다.

[0058] 또한 본 발명의 실시 예에서는, 비상시 상면공간의 수손을 방지하기 위해 냉수와 공기의 열교환이 아닌, 냉수-냉매-공기의 다단계 열교환 방식을 적용하였다. 또한 2차측 냉매분배기(RDU: refrigerant distribution unit)(22)는 1차측 냉열원을 이용한 중앙냉수식으로 총 IT부하에 맞게 150 kW(43 RT)의 열량 공급 및 냉수와 열교환하여 냉매를 3차측 인-랙 냉각모듈(10)로 공급한다. 냉매분배기(20)는 30% 안전율을 고려하여 100 kW의 용량으로 2대 설치하였다.

[0059] 도 7은 고밀도 IT부하 대응을 위한 랙-기반 냉각의 공기분배 개념을 보여준다. 상면공간은 파란색 영역인 냉복도(점선)만 해당되며, 다른 냉각방식과 다르게 열복도는 구성되지 않는다. 그리고 non-IT 설비의 유지관리 공간은 회색 영역이다. 상면공간 내의 공기분배는 고밀도 랙-서버(1)의 배기구에 인-랙 냉각모듈(10)을 설치하여 1:1로 직접 냉각을 담당한다. 랙-기반 냉각은 공조공기를 공급하는 인-랙 냉각모듈(10)과 IT장비가 일체화되어 열복도가 형성되지 않는다. 따라서 열복도 공간이 없이 냉복도로만 구성되고 이 공간을 모두 차폐하는 방식으로 구성되다. 이동경로에서의 공조유실(by-pass)과 재순환 (re-circulation)이 이론적으로는 발생하지 않는다.

[0060] 공기분배에서 열손실이 없기 때문에 인-랙 냉각모듈의 취출온도를 최대 24℃까지 상향하여 취출할 수 있다. 따라서 2차측 냉매온도는 최대 17℃까지 가능하고 이와 연계된 1차측 중앙냉수식 시스템의 공급온도는 최대 12℃까지 상향이 가능하다. 독립모듈로 공급하는 총 전력부하는 IT장비와 냉각을 포함하여 200 kW이며, 해당용량 1개의 배전반을 설치하여 전체 데이터센터 전력시스템과 연동하였다. IT장비로 전력을 분배하는 PDU(power distribution unit)는 각각의 열로 분배 가능하도록 75 kW급 2대를 설치하였다.

[0061] 또한 IT룸 모듈의 독립성과 무정전 운영을 확보하기 위해서 IT장비와 냉각시스템의 백업이 가능한 총 전력부하와 동일하게 100 kW의 모듈러 비상전력모듈(UPS)(70) 2대를 적용하였다. 전력 및 통신 케이블트레이는 도 6에 도시된 바와 같이, 이중바닥이 적용되지 않았기 때문에 상부트레이로 구성됨을 알 수 있다.

[0062] IT룸의 환경제어 및 관리체계인 DCIM(제어부)(80)은 IT룸 내부공간의 열관리를 위해 상면공간 뿐만 아니라 랙-서버(1)의 인입과 배출공기를 모리터링하는 것이 중요하다. 따라서 물리적으로 설치되는 장비의 수량에 비례하여 측정센서 수량이 결정된다.

[0063] 즉 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템(200)은, 벽체모듈(110)에 의해 차폐된 내부공간에, 비상시 인-랙 냉각모듈에 전력을 공급하는 비상전력모듈(70)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0064] 또한 제1온도센서(81)는 인-랙 냉각모듈(10)에 의해 냉각된 공기가 배출되는 제1공간 일측에 구비되어 취출온도를 실시간으로 측정하며, 랙-서버(1)의 흡기부 측인 제2공간 일측에 제2온도센서(82)가 구비되어 랙-서버(1) 내로 흡입되는 온도를 실시간으로 측정하게 된다.

[0065] 그리고 디스플레이부는 제1온도센서(81)와 제2온도센서(82)에서 측정된 온도정보를 디스플레이 하며, 제어부(80)는 온도정보를 기반으로 인-랙 냉각모듈(10), 중앙냉수식 시스템의 구동을 제어하게 된다.

[0066] 또한 제어부(80)는, 메인 전력공급 중단시 내부공간에 설치된 비상전력모듈(70)을 통해 인-랙 냉각모듈(10), 중앙냉수시스템에 전력을 공급하도록 제어하게 된다.

[0068] 이하에서는 냉수-냉매-공기 다단계 열교환방식의 본 발명의 실시 예에 대해 설명하도록 한다.

[0069] 냉매 사이클(20)은 도 7 및 도 9에 도시된 바와 같이, 냉매펌프(23)에 의해 순환동력이 제공되고, 냉매는 냉매분배기(22)를 통해 인-랙 냉각모듈(10) 각각을 통과하며 가열된 냉매는 열교환기(21)를 통과하며 냉수와 열교환되어 냉각되고 다시 냉매 분배기(22)를 통해 인-랙 냉각모듈(10)으로 유입되며, 순환 사이클에서 상변화되지 않는다. 따라서 냉매가 상변화 없이 현열을 통해서만 열교환되므로 상면공간에서 수손이 발생되지 않는다.

[0070] 또한 냉수 사이클(20)의 냉수는 냉동기(40)에 의해 냉각되어 열교환기(21)를 통과하며 냉매를 냉각시키게 된다. 냉동기(40)는 통상적인 냉각기와 같이, 증발기(41), 압축기(42), 응축기(43), 팽창밸브(44)를 포함하는 상변화

되는 냉매 사이클로 구성된다.

[0071] 냉수 사이클(20)은 냉수펌프(31)에 의해 순환동력이 제공되며, 기본적으로 냉동기(40)의 증발기(41)를 통해 냉수가 냉각되어 열교환기(21)로 순환되면서 냉매를 냉각시키도록 구성되며, 열교환기(21)를 통과한 냉수가 제2분기점(33)에서 일부는 이코노마이저(50)로 나머지는 냉동기(40)측으로 유입되도록 구성될 수 있으며, 이코노마이저를 거친 냉수는 제1분기점(32)에서 냉동기(40)의 증발기(41)를 거친 냉수와 합쳐져 열교환기(21)측으로 유입되도록 구성될 수 있다. 또한 도 9에 도시된 바와 같이, 제2냉수 사이클(60)은 쿨타워와 냉동기(40)의 응축기(43), 이코노마이저(50)를 순환하도록 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0072] 다음으로 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조관리방법에 대해 설명하도로 한다. 먼저 냉배분배기(22)를 통해 냉매가 랙-서버(1) 각각에 일체화된 인-랙 냉각모듈(10) 각각으로 분배되어 공급되게 된다(S1).

[0073] 그리고 벽체모듈(110)에 의해 차폐된 내부공간에서 길이방향을 따라 연속적으로 연결된 복수의 랙-서버(1)의 배기구 각각에 일체형으로 설치된 인-랙 냉각모듈(10)로 랙-서버(1)의 발열로 인해 온도가 상승한 공기가 흡입되게 된다(S2).

[0074] 그리고 인-랙 냉각모듈(10)에 의해 공기가 냉매에 의해 냉각되어 랙-서버(1)의 배기부 측인 제1공간으로 냉각된 공기가 배출되게 된다(S3).

[0075] 그리고 냉각된 공기가 랙-서버(1)의 흡기부 각각으로 흡입되게 된다(S4).

[0076] 따라서 이러한 랙-기반 냉각을 통해, 내부공간은 열복도 공간없이 냉복도 공간만이 존재하며, 이론적으로 공조유실과 재순환이 발생되지 않게 된다.

[0077] 그리고 앞서 언급한 바와 같이, 냉매 사이클(20)은 냉매펌프(23)에 의해 순환동력이 제공되고, 냉매분배기(22)를 통해 인-랙 냉각모듈(10) 각각을 통과하며 가열된 냉매는 열교환기(21)를 통과하며 냉동기(40)에 의해 냉각된 냉수와 열교환되어 냉각되고 다시 냉매 분배기(22)를 통해 상기 인-랙 냉각모듈(10)으로 유입되게 된다.

[0078] 또한 제어부(80)는 메인 전력공급 중단시 내부공간에 설치된 비상전력모듈(70)을 통해 인-랙 냉각모듈(10), 펌프(23, 31), 냉동기(40)에 전력을 공급하도록 제어하게 된다.

[0079] 그리고 제1온도센서(81)는, 인-랙 냉각모듈(10)에 의해 냉각된 공기가 배출되는 제1공간에 온도를 측정하고, 제2온도센서(82)는 랙-서버(1)의 흡기부 측인 제2공간에 온도를 측정하게 된다. 따라서 제어부(80)는 제1온도센서(81)와 제2온도센서(82)에서 측정된 온도정보를 기반으로 인-랙 냉각모듈(10), 냉매 사이클(20), 제냉수 사이클(60), 냉동기(40)의 구동을 제어하게 된다.

[0080] 엎서 언급한 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 따르면, 데이터센터에 설치되는 초고밀도 랙-서버의 독립적인 냉각과 독립적인 설비모듈 내에 최단 공기(이동) 경로를 형성할 수 있도록 하여 서버 발열 제거의 효율을 극대화할 수 있게 된다.

[0081] 그리고 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 따르면, 총 IT 부하를 구현하기 위한 다수의 랙-서버의 발열을 직접처리하기 위해 랙-서버 후단 배기구에 일체화된 인-랙 냉각모듈을 바로 설치하고, 비상시 상면공간의 수손(결로 및 배관파손)을 방지하기 위해 1차 냉수-2차 냉매-3차 공기의 다단계 열교환방식을 적용한다.

[0082] 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 따르면, 복수의 랙-서버가 설치된 내부공간을 모두 차폐시키고, 2차측 냉매분배기는 1차측 냉열원을 이용한 중앙냉수식으로 총 IT부하에 맞게 열량공급 및 냉수와 열교환하여 냉매를 3차측 인-랙 냉각모듈로 공급하여 다른 냉각방식과 다르게 열복도 공간 없이 냉복도만으로 구성되며 이동경로에서의 공조유실과 재순환이 이론적으로 발생되지 않게 된다.

[0083] 그리고 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 따르면, 공기분배에서 열손실이 없기 때문에 인-랙 냉각모듈의 취출온도를 상향하여 취출할 수 있고, 이와 연계된 1차측 중앙냉수식 시스템의 공급온도도 상향이 가능하다.

[0084] 또한 본 발명의 실시 예에 따른 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템 및 무중단 통합설비관리시스템에 따르면, 독립모듈로 공급하는 총 전력부하는 IT장비와 냉각을 포함하며, IT룸 모듈의 독립성과 무정전 운영을 확보하기 위해서 IT장비와 냉각시스템의 백업이 가능한 총 전력부하와 동일하게 모듈러 UPS

(비상전력모듈)이 적용되고, IT룸의 환경제어 및 관리체계인 DCIM(제어부, 80)를 통해 IT룸 내부공간의 열관리를 위해 상면공간 뿐 아니라 랙-서버의 인입과 배출공기를 모니터링할 수 있다.

[0086] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시 예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시 예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시 예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0087] 1:랙-서버

2:랙-서버 흡기구

3:랙-서버 배기구

10:인-랙 냉각모듈

11:팬

12:열교환부

20:냉매 사이클

21:열교환기

22:냉매분배기

23:냉매펌프

24:순환관

30:냉수 사이클

31:냉수펌프

32:제1분기점

33:제2분기점

40:냉동기

41:증발기

42:압축기

43:응축기

44:팽창밸브

50:이코노마이저

60:제2냉수 사이클

61:쿨타워

70:비상전력모듈(UPS)

80:제어부(DCIM)

81:제1온도센서

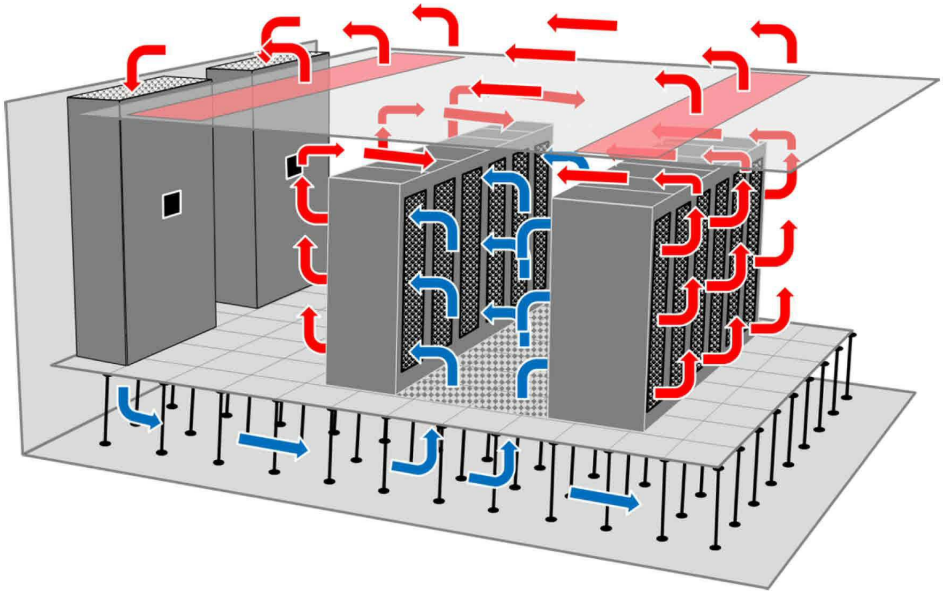
82:제2온도센서

100 : 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 독립공조시스템.

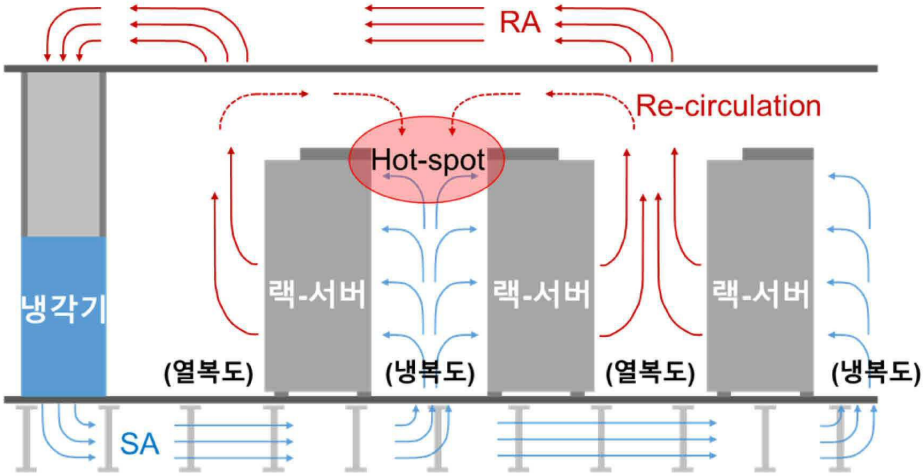
200 : 랙 - 기반 냉각을 이용한 초고밀도 데이터센터의 통합설비관리시스템

도면

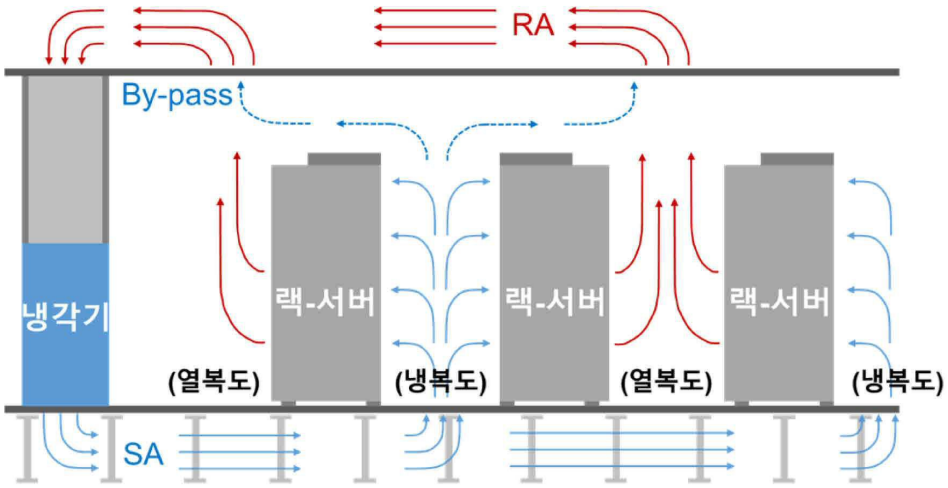
도면1



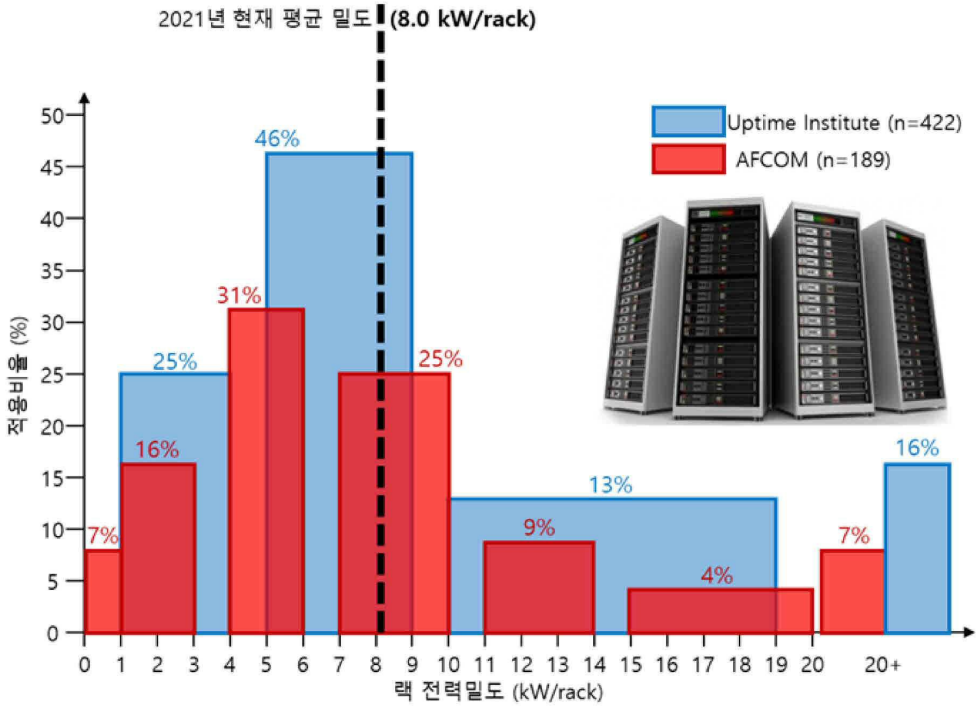
도면2



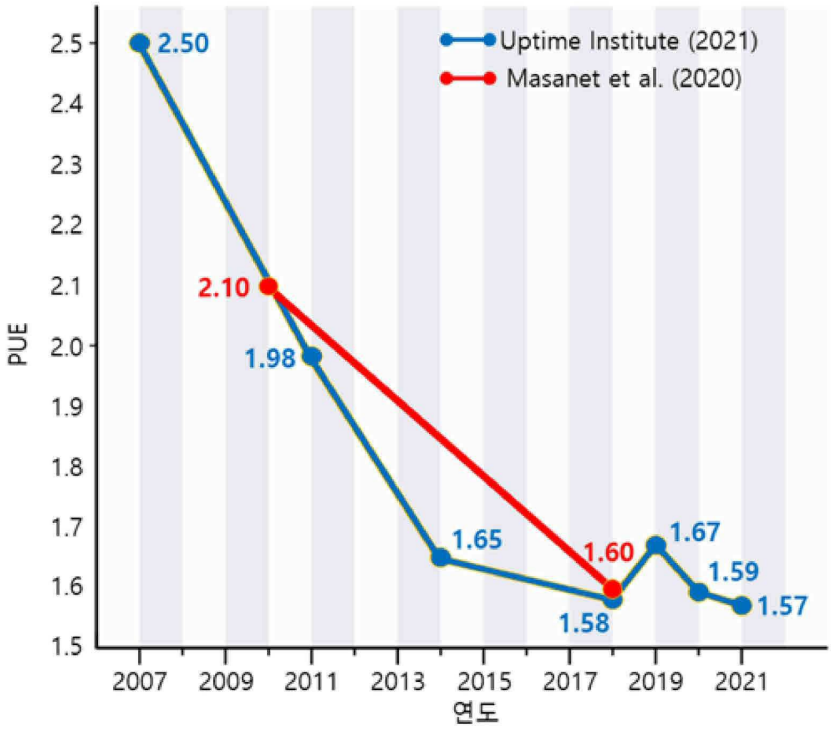
도면3


RA
By-pass
냉각기
랙-서버
랙-서버
랙-서버
(열복도)
(냉복도)
(열복도)
(냉복도)
SA

도면4a


2021년 현재 평균 밀도 (8.0 kW/rack)
Uptime Institute (n=422)
AFCOM (n=189)
적용비율 (%)
랙 전력밀도 (kW/rack)
46%
31%
25%
25%
16%
7%
13%
9%
4%
7%
16%

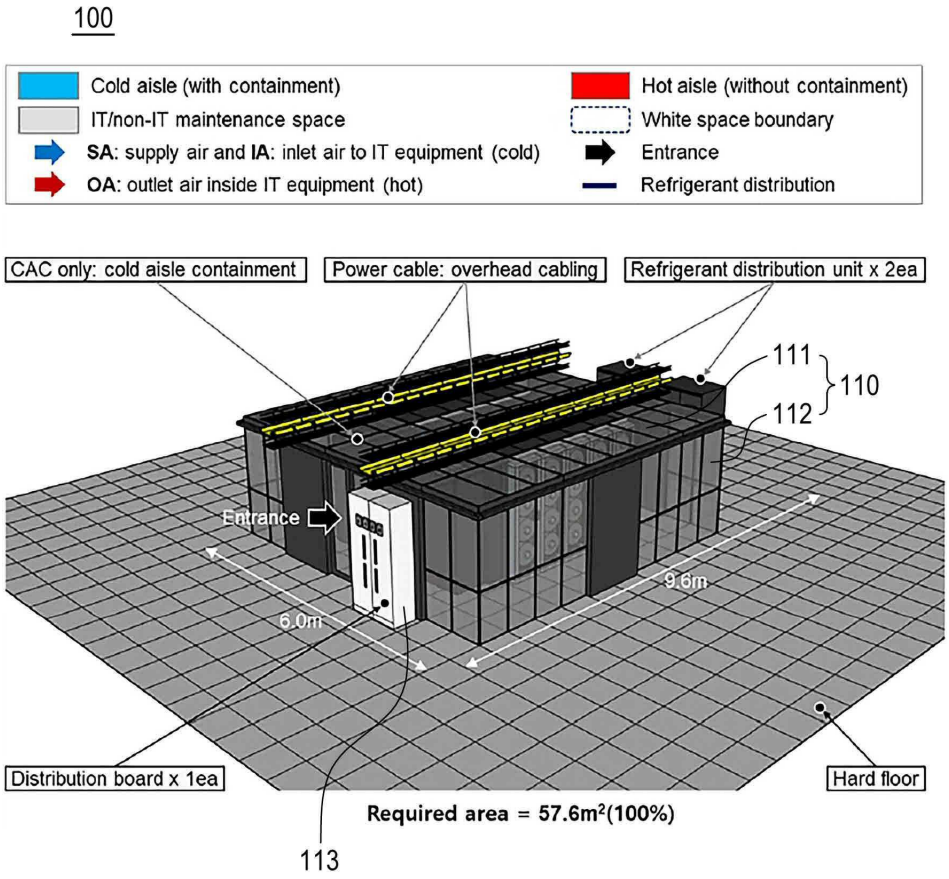
도면4b


Uptime Institute (2021)
Masanet et al. (2020)
PUE
연도
2.5
2.4
2.3
2.2
2.1
2.0
1.9
1.8
1.7
1.6
1.5
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2.50
2.10
1.98
1.65
1.60
1.58
1.67
1.59
1.57

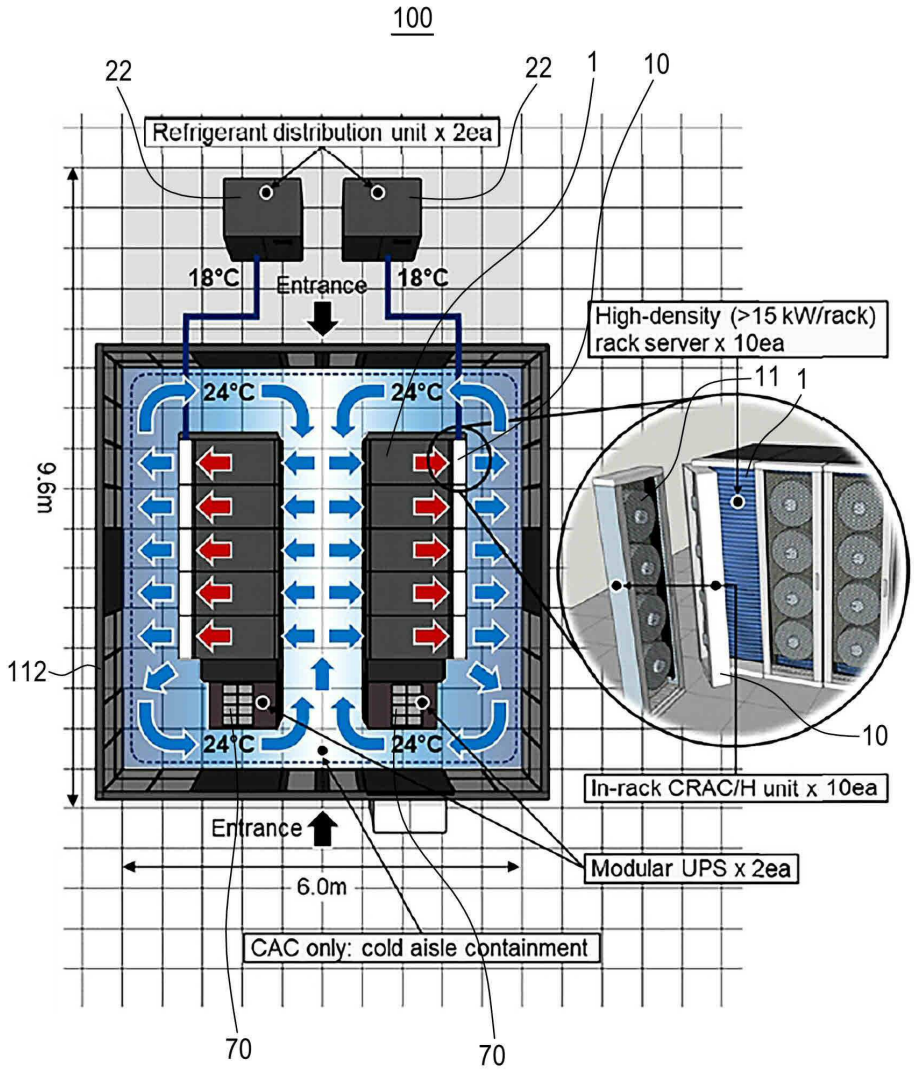
도면5

Categories	Data center cooling strategies		
	Room-based cooling	Row-based cooling	Rack-based cooling
Cooling and air distribution			
Low-density	● (up to 5 kW/rack)	X (Inefficient (over sizing))	X (Inefficient (over sizing))
Medium-density	● (6 to 10 kW/rack)	● (6 to 10 kW/rack)	X (Inefficient (over sizing))
High-density	X (Out of cooling capacity)	● (11 to 17 kW/rack)	● (11 to 17 kW/rack)
Extreme-density	X (Out of cooling capacity)	X (Out of cooling capacity)	● (over 17 kW/rack)

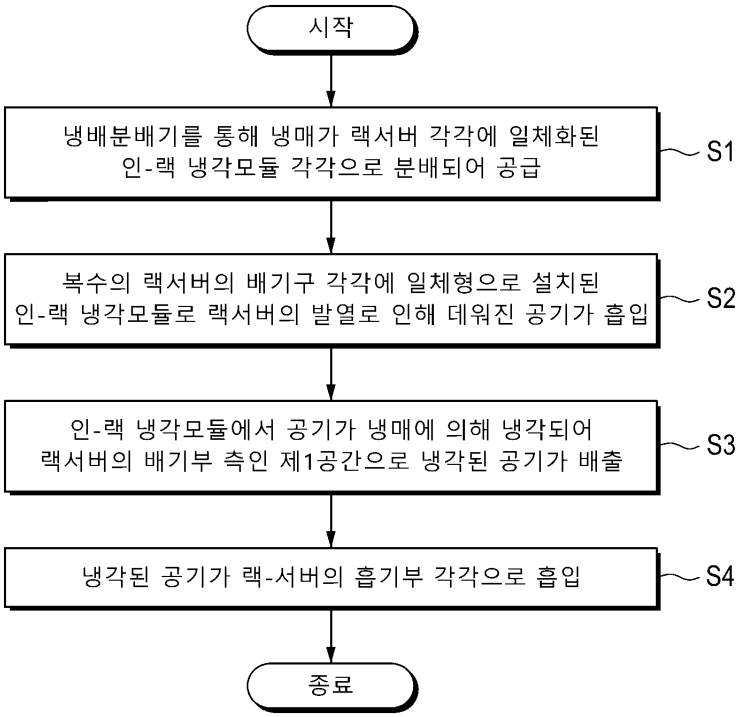
도면6


100
Cold aisle (with containment)
IT/non-IT maintenance space
SA: supply air and IA: inlet air to IT equipment (cold)
OA: outlet air inside IT equipment (hot)
Hot aisle (without containment)
White space boundary
Entrance
Refrigerant distribution
CAC only: cold aisle containment
Power cable: overhead cabling
Refrigerant distribution unit x 2ea
111
110
112
Entrance
9.6m
6.0m
Distribution board x 1ea
Hard floor
Required area = 57.6m²(100%)
113

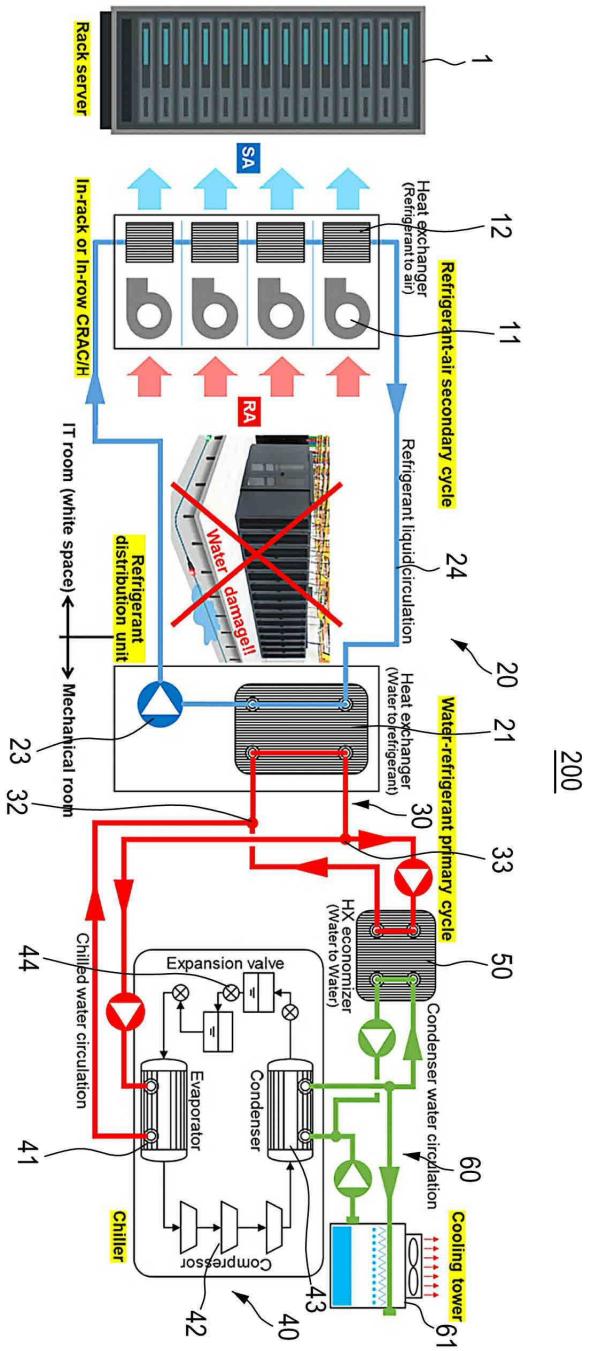
도면7


100
22
22
1
10
Refrigerant distribution unit x 2ea
18°C
Entrance
18°C
High-density (>15 kW/rack)
rack server x 10ea
11
1
24°C
24°C
9.6m
112
24°C
24°C
10
In-rack CRAC/H unit x 10ea
Entrance
Modular UPS x 2ea
6.0m
CAC only: cold aisle containment
70
70

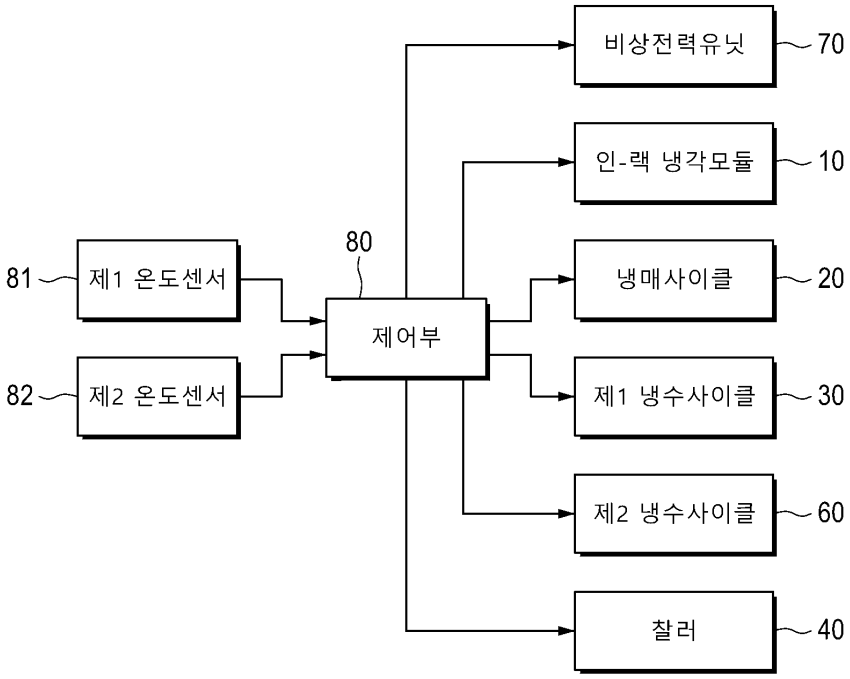
도면8


시작
냉배분배기를 통해 냉매가 랙서버 각각에 일체화된 인-랙 냉각모듈 각각으로 분배되어 공급
S1
복수의 랙서버의 배기구 각각에 일체형으로 설치된 인-랙 냉각모듈로 랙서버의 발열로 인해 데워진 공기가 흡입
S2
인-랙 냉각모듈에서 공기가 냉매에 의해 냉각되어 랙서버의 배기부 측인 제1공간으로 냉각된 공기가 배출
S3
냉각된 공기가 랙-서버의 흡기부 각각으로 흡입
S4
종료

도면9


Rack server
1
SA
In-rack or In-row CRAC/H
Heat exchanger (Refrigerant to air)
12
Refrigerant-air secondary cycle
11
RA
IT room (white space)
Refrigerant distribution unit
Water damage!!
Refrigerant liquid circulation
24
20
Heat exchanger (Water to refrigerant)
Water-refrigerant primary cycle
21
Mechanical room
23
32
30
33
200
HX economizer (Water to Water)
50
Condenser water circulation
Chilled water circulation
44
Expansion valve
Evaporator
Condenser
60
41
Chiller
Compressor
Cooling tower
43
42
40
61

도면10


비상전력유닛
70
인-랙 냉각모듈
10
80
81
제1 온도센서
냉매사이클
20
제어부
82
제2 온도센서
제1 냉수사이클
30
제2 냉수사이클
60
찰러
40