



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0078056
(43) 공개일자 2012년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01F 27/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0140220

(22) 출원일자 2010년12월31일

심사청구일자 2010년12월31일

(71) 출원인

동명대학교산학협력단

부산광역시 남구 신선로 428 (용당동)

한선화

경상남도 양산시 상북면 소토2길 32

(72) 발명자

김성대

부산광역시 수영구 남천동로 41, 코오롱 하늘채
아파트 107동 1503호 (남천동)

박일수

부산광역시 해운대구 대천로103번길 9, 대림2차
아파트 207동 103호 (좌동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김성현

전체 청구항 수 : 총 6 항

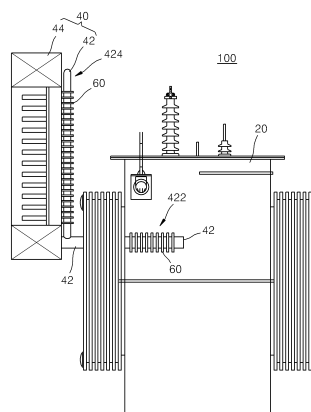
(54) 발명의 명칭 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기

(57) 요약

본 발명은 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에 관한 것이다. 이는 교류전원의 전원값을 변환시키게 되는 변압기 본체와; 변압기 본체와 연통되게 설치되는 냉각모듈을 포함하되, 냉각모듈은 열을 흡수하여 냉매가 증발되는 일단부가 변압기 본체의 내부에 배치되고, 열이 방출하여 냉매가 응축되는 타단부가 변압기 본체의 외부에 배치되는 히트파이프와; 변압기 본체의 외부에 배치되어 히트파이프의 타단부와 이웃하게 되되, 열을 흡수하는 흡열부가 히트파이프의 타단부와 이웃하여 히트파이프 타단부로부터 열을 흡수하면서 냉매가 응축되도록 하는 펠티어소자를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 이루어지는 본 발명의 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기는, 펠티어소자와 히트파이프가 서로 결합되어 하나의 모듈(module)을 이루는 냉각모듈의 제공으로 변압기의 냉각효율이 향상되도록 할 뿐만 아니라, 펠티어소자와 히트파이프로 이루어진 냉각모듈의 설치 및 유지보수도 간편하게 이루어지도록 한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

한대홍

경상남도 양산시 북정2길 6-10, 304호 (북정동,
스카이빌마운틴)

한선화

경상남도 양산시 상북면 소토2길 32

특허청구의 범위

청구항 1

교류전원의 전원값을 변환시키게 되는 변압기 본체와;

상기 변압기 본체와 연통되게 설치되는 냉각모듈을 포함하되,

상기 냉각모듈은 열을 흡수하여 냉매가 증발되는 일단부가 상기 변압기 본체의 내부에 배치되고, 열을 방출하여 냉매가 응축되는 타단부가 상기 변압기 본체의 외부에 배치되는 히트파이프와;

상기 변압기 본체의 외부에 배치되어 상기 히트파이프와 연통되되, 열을 흡수하는 흡열부가 상기 히트파이프의 타단부와 연통되어 상기 히트파이프 타단부로부터 열을 흡수하면서 냉매가 응축되도록 하는 펌터어소자를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 펌터어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 냉각모듈은 상기 펌터어소자의 흡열부와 상기 히트파이프의 타단부가 서로 이웃하면서 일체로 결합되면서 하나의 모듈(module)을 이루게 되는 것을 특징으로 하는 펌터어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 변압기 본체는 내부에 절연유(transformer oil)가 수용되도록 하고,

상기 히트파이프의 일단부는 상기 변압기 본체의 절연유와 접촉하게 되는 것을 특징으로 하는 펌터어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 냉각모듈은 상기 변압기 본체의 내부에 배치되는 상기 히트파이프의 일단부에 방열판이 결합되도록 하는 것을 특징으로 하는 펌터어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 냉각모듈은 상기 변압기 본체의 외부에 배치되는 상기 히트파이프의 타단부에 방열판이 결합되도록 하는 것을 특징으로 하는 펌터어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기.

청구항 6

제 3항에 있어서,

상기 절연유의 온도는 60℃ 이하로 유지되도록 하되,

상기 히트파이프와 펌터어소자는 각각 75~125W의 용량을 가지도록 하는 것을 특징으로 하는 펌터어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기.

명세서

기술분야

본 발명은 펌터어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에 관한 것으로, 좀더 구체적으로는 펌터어소자와 히트파이프가 서로 결합되어 하나의 모듈(module)을 이루는 냉각모듈의 제공으로 냉각효율

[0001]

이 향상되도록 하는 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 변압기(electric transformer)는 전자기유도현상을 이용하여 교류전원의 전원값(전압이나 전류)을 변환시키게 되는 장치로서, 변압기로 인가되는 전원에 의해 발열하여 온도가 상승하게 되는 것이 일반적이다. 특히, 고압의 교류전원을 저압의 교류전원으로 변환하게 되는 주상 변압기(pole transformer)와 같은 고압용 변압기의 경우, 변압기의 내부 발열량이 많아 변압기를 냉각시킬 필요가 있었다.
- [0003] 그리고, 수배전반은 전력을 필요로 하는 가정, 공장, 빌딩, 병원, APT단지 및 각종 산업시설 등에 한전과 같은 전력회사로부터 공급되는 특별고압(특고압)의 전력을 실제 사용하는 각종 설비 및 장비의 정격에 맞는 낮은 전압 및 정격 용량(고압 또는 저압)으로 변환하여 분배하는 설비로서, 이와 같은 배전반의 내부에도 변압기가 설치되므로, 변압기의 발열에 의한 수배전반의 온도 상승을 방지하기 위하여 배전반에 설치되는 변압기를 냉각시키기 위한 냉각장치가 수배전반에 설치될 필요도 있었다.
- [0004] 한편, 22.9kV급에서 사용되는 수배전반은 건축/토목현장에 설치되어 전원을 공급할 수 있는데, 이와 같이 건축/토목현장에 설치되는 수배전반은 현장의 가장 외진 장소나 지하실 등에 설치되는 경우가 많아, 관리 소홀에 따른 효율성 및 안전성 저하와 노후화로 인하여 전력이 낭비되고, 대형사고에 쉽게 노출되는 문제점이 있었다..
- [0005] 즉, 수배전반의 내부기기 노후화로 인하여 수배전반의 내부기기가 부식되면서 단락사고가 발생되거나, 수배전반 내부의 결로 현상으로 인하여 정전이 발생하거나, 이차적으로 화재가 발생하여 인명피해와 경제적 손실을 야기하는 경우가 종종 있었다. 또한, 사고발생시 복구작업에 많은 시간이 걸리었으며, 복구작업을 위한 인원 확보 및 유지에도 많은 비용과 번거로움이 발생하였다.
- [0006] 이에 따라, IT기술을 응용한 원격감시시스템을 수배전반 시스템에 적용하는 기술의 개발이 현재 이루어지고 있는데, 이와 같은 원격감시시스템을 수배전반에 적용할 경우, 수배전반의 소형화, 에너지효율 증대, 신뢰도 향상, 유지보수비용의 절감 등을 이룰 수 있는 반면, 수배전반의 제조원가가 상승하는 단점이 있었다.
- [0007] 따라서, 수배전반의 내부에 설치되는 변압기와 같은 각종 전기기기들의 온도와 습도를 최적화하고, 전기기기의 발열시 이를 효율적으로 냉각시킴으로써 수배전반의 효율성 및 안전성이 향상되도록 하는 기술의 개발이 필요한 실정이었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 이와 같은 기술 개발의 일환으로 창출된 것으로서, 펠티어소자와 히트파이프로 이루어진 냉각모듈에 의해 변압기 내부가 냉각되도록 함으로써 변압기의 냉각효율이 증대되도록 한 새로운 형태의 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기를 제공함에 목적이 있다.
- [0009] 또한, 본 발명은 펠티어소자의 흡열부와 냉매가 응축되는 히트파이프의 단부가 서로 이웃하여 일체로 결합되는 구성의 제공으로 변압기의 냉각효율이 더욱 향상되도록 한 새로운 형태의 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기를 제공함에 목적이 있다.
- [0010] 그리고, 본 발명은 절연유의 온도는 60℃ 이하로 유지되도록 하고, 히트파이프와 펠티어소자의 용량은 각각 75~125W를 가지도록 최적화함으로써 변압기의 냉각효율이 최대화될 수 있도록 한 새로운 형태의 펠티어소자-

히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기를 제공함에 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기는, 교류전원의 전원값을 변환시키게 되는 변압기 본체와; 상기 변압기 본체와 연통되게 설치되는 냉각모듈을 포함하되, 상기 냉각모듈은 열을 흡수하여 냉매가 증발되는 일단부가 상기 변압기 본체의 내부에 배치되고, 열을 방출하여 냉매가 응축되는 타단부가 상기 변압기 본체의 외부에 배치되는 히트파이프와; 상기 변압기 본체의 외부에 배치되어 상기 히트파이프와 연통되되, 열을 흡수하는 흡열부가 상기 히트파이프의 타단부와 연통되어 상기 히트파이프 타단부로부터 열을 흡수하면서 냉매가 응축되도록 하는 펄티어소자를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 이와 같은 본 발명에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에서 상기 냉각모듈은 상기 펄티어소자의 흡열부와 상기 히트파이프의 타단부가 서로 이웃하면서 일체로 결합되면서 하나의 모듈(module)을 이루게 된다.
- [0013] 이와 같은 본 발명에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에서 상기 변압기 본체는 내부에 절연유(transformer oil)가 수용되도록 하고, 상기 히트파이프의 일단부는 상기 변압기 본체의 절연유와 접촉하게 된다.
- [0014] 이와 같은 본 발명에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에서 상기 냉각모듈은 상기 변압기 본체의 내부에 배치되는 상기 히트파이프의 일단부에 방열판이 결합되도록 한다.
- [0015] 이와 같은 본 발명에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에서 상기 냉각모듈은 상기 변압기 본체의 외부에 배치되는 상기 히트파이프의 타단부에 방열판이 결합되도록 한다.
- [0016] 이와 같은 본 발명에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기에서 상기 절연유의 온도는 60℃ 이하로 유지되도록 하되, 상기 히트파이프와 펄티어소자는 각각 75~125W의 용량을 가지도록 한다.

발명의 효과

- [0017] 상기와 같이 이루어지는 본 발명의 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기는, 펄티어소자와 히트파이프가 서로 결합되어 하나의 모듈(module)을 이루는 냉각모듈의 제공으로 변압기의 냉각효율이 향상될 뿐만 아니라, 펄티어소자와 히트파이프로 이루어진 냉각모듈의 설치 및 유지보수도 간편하고 용이하게 이루어지는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기를 보여주는 도면;
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈의 구성을 보여주기 위한 블록도;
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈의 사시도;
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 펄티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기가 설치된

수배전반을 보여주기 위한 도면;

도 5는 10 ℓ의 절연유와 100W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프;

도 6은 10 ℓ의 절연유와 150W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프;

도 7은 10 ℓ의 절연유와 200W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프;

도 8은 15 ℓ의 절연유와 100W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프;

도 9는 15 ℓ의 절연유와 200W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프;

도 10은 20 ℓ의 절연유와 100W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프;

도 11은 20 ℓ의 절연유와 200W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면 도 1 내지 도 11에 의거하여 상세히 설명한다. 한편, 도면과 상세한 설명에서 일반적인 변압기, 냉각장치, 펌터소자, 히트파이프, 히트파이프형 냉각장치 등으로부터 이 분야의 종사자들이 용이하게 알 수 있는 구성 및 작용에 대한 도시 및 언급은 간략히 하거나 생략하였다. 특히 도면의 도시 및 상세한 설명에 있어서 본 발명의 기술적 특징과 직접적으로 연관되지 않는 요소의 구체적인 기술적 구성 및 작용에 대한 상세한 설명 및 도시는 생략하고, 본 발명과 관련되는 기술적 구성만을 간략하게 도시하거나 설명하였다.

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 펌터소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기를 보여주기 위한 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 펌터소자-히트파이프 결합형 냉각모듈의 구성을 보여주기 위한 블록도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 펌터소자-히트파이프 결합형 냉각모듈의 사시도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 펌터소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기가 설치된 수배전반을 보여주기 위한 도면이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 펌터소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기(100)는, 변압기 본체(20)와 냉각모듈(40)을 포함하여 이루어진다.

[0022] 변압기 본체(20)는 교류전원의 전원값을 변환시키게 되는 것으로, 이와 같은 변압기 본체(20)는 내부에 절연유(transformer oil)가 수용되어 변압기 본체(20)의 내부가 전기적으로 절연되고, 변압기 본체(20)의 내부 구성요소{철심, 권선 등}이 고전압에 견딜 수 있도록 한다.

[0023] 냉각모듈(40)은 변압기 본체(20)와 연통되게 설치되는 것으로, 이와 같은 냉각모듈(40)은 도 2에서와 같이 히트파이프(42)와 펌터소자(44)를 구비하여 이루어진다.

[0024] 히트파이프(heat pipe)(42)는 파이프의 내부 통로를 유동하는 냉매를 가진 것으로, 이와 같은 히트파이프(42)는 도 3에서와 같이 다수열을 이루며 형성된다. 본 발명의 실시예에 따른 히트파이프(42)의 일단부(422)는 변압기 본체(20)의 내부에 배치되고, 히트파이프(42)의 타단부(424)는 변압기 본체(20)의 외부에 배치된다. 이에 따라, 히트파이프(42)의 일단부(422)는 냉매가 증발되는 증발부로서 변압기 본체(20) 내부의 열을 흡수

하게 되고, 히트파이프(42)의 타단부(424)는 냉매가 응축되는 응축부로서 외부로 열을 방출하게 된다. 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 히트파이프(42)의 일단부(422)는 변압기 본체(20)의 절연유와 접촉하여 절연유를 냉각시키게 되는데, 히트파이프(42)의 일단부가 절연유 내부에 잠기도록 하는 것이 바람직하다.

[0025] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 히트파이프(42)는 변압기 본체(20)의 내부에 배치되는 히트파이프(42)의 일단부(422)에 방열판(60)이 결합되도록 하여 절연유와의 접촉면적을 넓히게 되는데, 이에 따라, 히트파이프(42)의 일단부(422)는 절연유로부터 보다 많은 열을 흡수하여 절연유에 대한 냉각효율이 증대될 수 있도록 한다. 여기서, 방열판(60)은 복수개가 열을 이루며 조밀하게 배치되도록 하고, 히트파이프(42)의 일단부(422) 외주면에 밀착되어 열전달 효율이 증대되도록 한다. 이와 같이 히트파이프(42)의 일단부(422)에 결합되는 방열판(60)도 변압기 본체(20)의 절연유 내부에 잠기도록 한다.

[0026] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 히트파이프(42)는 변압기 본체(20)의 외부에 배치되는 히트파이프(42)의 타단부(424)에도 방열판(60)이 결합되도록 하여 펠티어소자(44)와의 접촉면적을 넓히게 된다. 이에 따라, 히트파이프(42)의 타단부(424)는 펠티어소자(44)에 의해 신속하게 열을 방출할 수 있게 되어 히트파이프(42)의 타단부(424)를 통과하는 냉매가 신속하게 냉각되면서 응축되어 히트파이프(42)를 순환할 수 있게 된다. 이로써 다시 응축된 냉매가 히트파이프(42)의 일단부(422)로 신속하게 공급되어 다시 열을 흡수하여 증발할 수 있게 됨에 따라, 변압기 본체(20) 내부나 절연유에 대한 냉각효율이 증대될 수 있게 된다. 이와 같이 히트파이프(42)의 타단부(424)에 결합되는 방열판(60)도 복수개가 열을 이루며 조밀하게 배치되도록 하고, 히트파이프(42)의 타단부(424) 외주면에 밀착되어 열전달 효율이 증대되도록 한다.

[0027] 펠티어소자(peltier element)(44)는 변압기 본체(20)의 외부에 배치되어 히트파이프(42)의 타단부(424)와 연통되는 것으로, 본 발명의 실시예에 따른 펠티어소자(44)는 히트파이프(42)와 결합되어 일체를 이루게 된다. 이에 따라 열을 흡수하는 펠티어소자(44)의 흡열부(442)와 히트파이프(42)의 타단부(424)가 서로 이웃하며 결합되고, 열을 방출하는 펠티어소자(44)의 발열부(444)는 외측에 위치되어 외부로 열을 발산하게 된다. 이와 같이 펠티어소자(44)의 흡열부(442)와 히트파이프(42)의 타단부(424)가 서로 이웃하며 결합됨에 따라, 펠티어소자(44)는 히트파이프(42)의 타단부(424)로부터 열을 흡수하면서 히트파이프(42) 내부의 냉매가 응축되도록 하게 된다.

[0028] 여기서, 펠티어소자(44)의 발열부(444) 부위에는 팬(80)을 설치하여 열의 방출이 원활하게 이루어질 수 있도록 한다.

[0029] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 실시예에 따른 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기(100)는 펠티어소자(44)의 흡열부(442)와 냉매가 응축되는 히트파이프(42)의 타단부(424)가 서로 이웃하여 일체로 결합되어 펠티어소자(44)와 히트파이프(42)가 하나의 모듈(module)을 이루는 냉각모듈(40)이 제공됨에 따라, 변압기 본체(20)의 내부, 히트파이프(42), 펠티어소자(44)로 이어지는 열전달이 신속하고 효율적으로 이루어져 변압기 본체(20)에 대한 냉각효율이 증대되는 한편, 냉각모듈(40)의 설치 및 유지보수 작업도 간편하고 용이하게 이루어지게 되는 것이다.

[0030] 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 펠티어소자-히트파이프 결합형 냉각모듈을 가진 하이브리드 변압기(100)는 도 4에서와 같이 수배전반(200)에 적용될 수 있다.

[0031] 도 5는 10ℓ의 절연유와 100W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이고, 도 6은 10ℓ의 절연유와 150W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이며, 도 7은 10ℓ의 절연유와 200W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이고, 도 8은 15ℓ의 절연유와 100W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이며, 도 9는 15ℓ의 절연유와 200W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이고, 도 10은 20ℓ의 절연유와 100W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이며, 도 11은 20ℓ의 절연유와 200W 전력을 공급받는 히터를 내부에 설치한 조건에서 냉각장치별 온도 상승곡선 그래프이다.

[0032] 본 발명의 하이브리드 변압기(100)를 이루는 냉각모듈(40)의 냉각효율을 종래 히트파이프만을 사용한 냉각장치의 냉각효율과 비교하고, 냉각효율이 좋은 펠티어소자(44)와 히트파이프(42)의 용량을 결정할 필요가 있는데, 이를 위하여 변압기 본체(20)에 해당되는 정해진 크기의 용기 내부에 절연유와 히터를 설치하고, 히터를 작동시켜 변압기 본체(20) 내부의 발열을 시뮬레이션하며, 용기 내부에 히트파이프(42)의 일단부(422)를 배치시킨다.

[0033] 여기서, 변압기 본체(20)에 해당되는 용기 내부에 수용되는 절연유 양과 히터의 발열 용량을 변경시키면서 실험을 수행하는데, 수행된 실험에서의 절연유의 양과 히터의 발열 용량의 조합은 다음의 [표 1]에서 '0'로 표시된다.

표 1

	히터 100W	히터 150W	히터 200W
절연유 10 ℓ	0	0	0
절연유 15 ℓ	0		0
절연유 20 ℓ	0		0

[0035] 그리고, 절연유의 양과 히터의 발열 용량을 달리한 각 조합 조건에서 용기 내부에 히트파이프가 설치되지 않는 경우, 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 냉각장치로서 설치되는 경우, 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프 3개가 냉각장치로서 설치되는 경우, 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프 5개가 냉각장치로서 설치되는 경우, 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프 하나가 설치되고 용기 외부에 히트파이프와 결합되는 100W 용량의 펠티어소자가 설치되는 경우에 대하여, 발열되고 있는 히터에 의한 용기 내부의 온도변화를 측정한다.

[0036] 도 5 내지 도 11에는 상기와 같은 실험에서의 결과가 온도 상승곡선 그래프로 도시되어 있는데, 절연유 10 ℓ 히터 100W 조합에 관한 도 5에서는 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 5개 설치되는 경우의 냉각효율이 가장 좋으며, 100W용량의 히트파이프 하나와 100W용량의 펠티어소자가 설치되는 경우의 냉각효율이 그 다음으로 좋음을 확인할 수 있다.

[0037] 그리고, 절연유 10 ℓ 히터 150W 조합에 관한 도 6과 절연유 10 ℓ 히터 200W 조합에 관한 도 7 및 절연유 15 ℓ 히터 100W 조합에 관한 도 8에서는 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 5개 설치되는 경우의 냉각효율이 가장 좋으며, 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 3개 설치되는 경우의 냉각효율이 그 다음으로 좋으며, 100W용량의 히트파이프 하나와 100W용량의 펠티어소자가 설치되는 경우의 냉각효율이 세번째로 좋음을 확인할 수 있다. 또한, 절연유 15 ℓ 히터 200W 조합에 관한 도 9와 절연유 20 ℓ 히터 100W 조합에 관한 도 10에서는 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 5개 설치되는 경우의 냉각효율이 가장 좋으며, 100W용량의 히트파이프 하나와 100W용량의 펠티어소자가 설치되는 경우의 냉각효율이 그 다음으로 좋음을 확인할 수 있다.

[0038] 마지막으로, 절연유 20 ℓ 히터 200W 조합에 관한 도 11에서는 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 5개 설치되는 경우의 냉각효율이 가장 좋으며, 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 3개 설치되는 경우의 냉각효율이 그 다음으로 좋으며, 100W용량의 히트파이프 하나와 100W용량의 펠티어소자가 설치되는 경우의 냉각효율이 세번째로 좋음을 확인할 수 있다.

[0039] 상기와 같이 용기 내부에 100W 용량의 히트파이프가 5개 설치되는 경우의 냉각효율이 가장 좋으나, 히트파이프를 5개 설치해야 하는 것을 고려하는 한편, 100W용량의 히트파이프 하나와 100W용량의 펠티어소자가 설치되는 경우의 냉각효율이 두번째 또는 세번째로 좋은 실험결과를 살펴보면, 100W용량의 히트파이프 하나와 100W 용량의 펠티어소자로 이루어진 냉각모듈을 변압기에 설치하는 것이 바람직함을 확인할 수 있다.

[0040] 여기서, 절연유의 온도가 60℃를 초과하면 히트파이프의 성능이 크게 저하되므로, 절연유의 온도가 60℃ 이하로 유지되도록 하면서 냉각모듈(40)을 이루는 히트파이프(42)와 펠티어소자(44)가 각각 75~125W의 용량을 가지도록 하는 것이 바람직하다.

[0041] 이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정하지 않고, 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

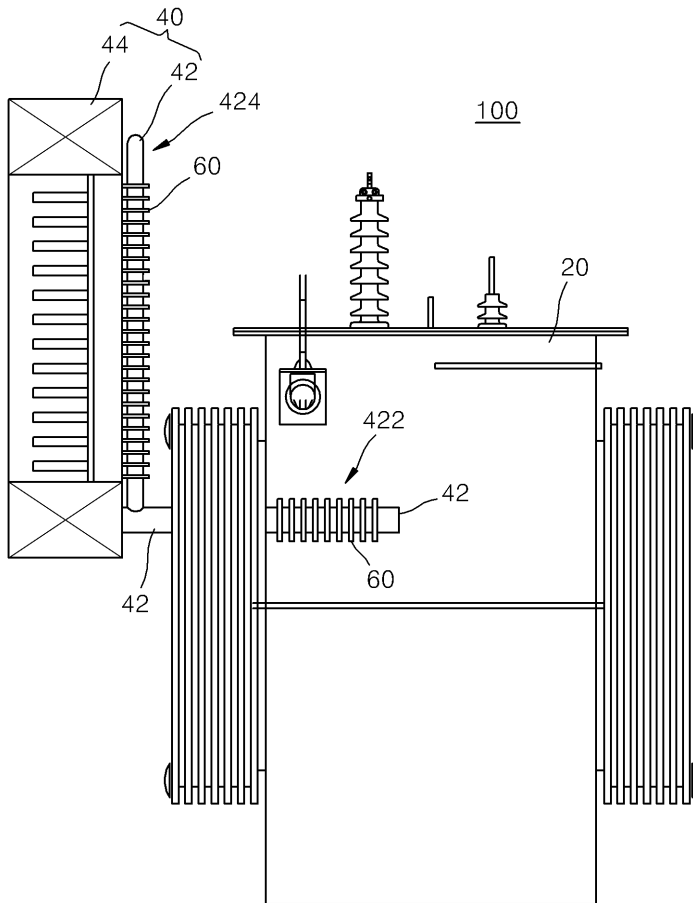
부호의 설명

[0042]

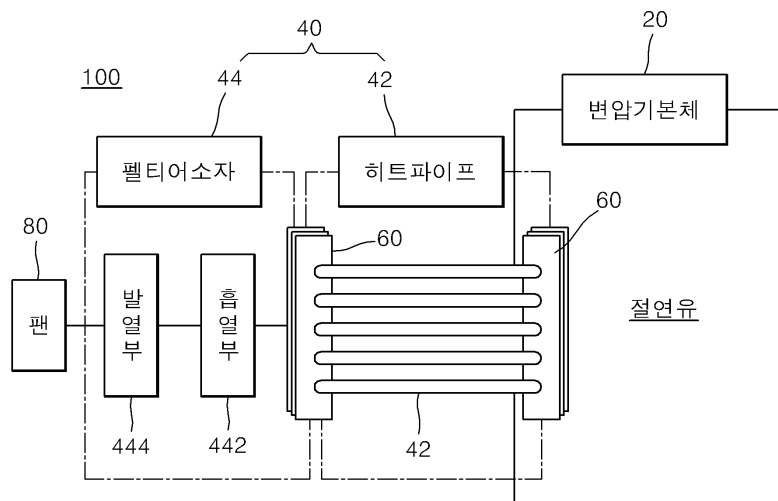
20 : 변압기 본체	40 : 냉각모듈
42 : 히트파이프	422 : 일단부
424 : 타단부	44 : 펠티어소자
442 : 흡열부	444 : 발열부
60 : 방열판	80 : 팬
100 : 변압기	200 : 수배전반

도면

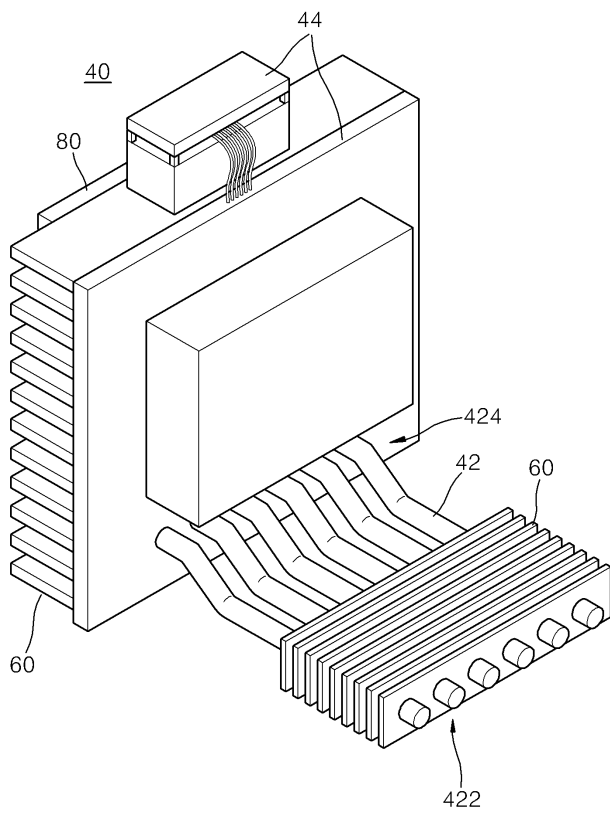
도면1



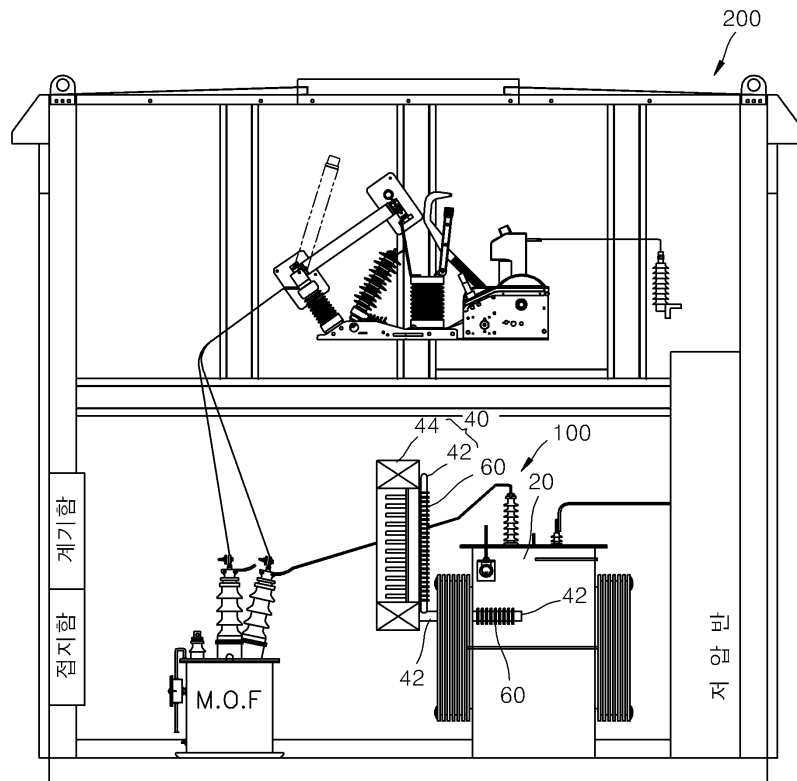
도면2



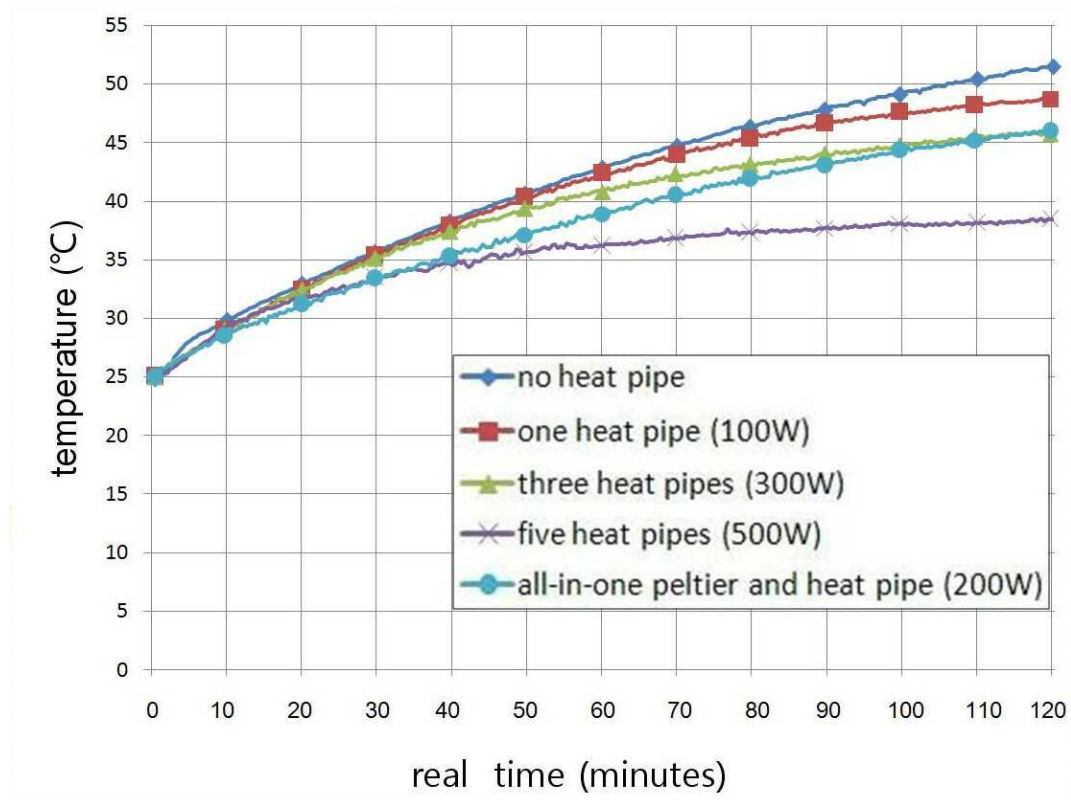
도면3



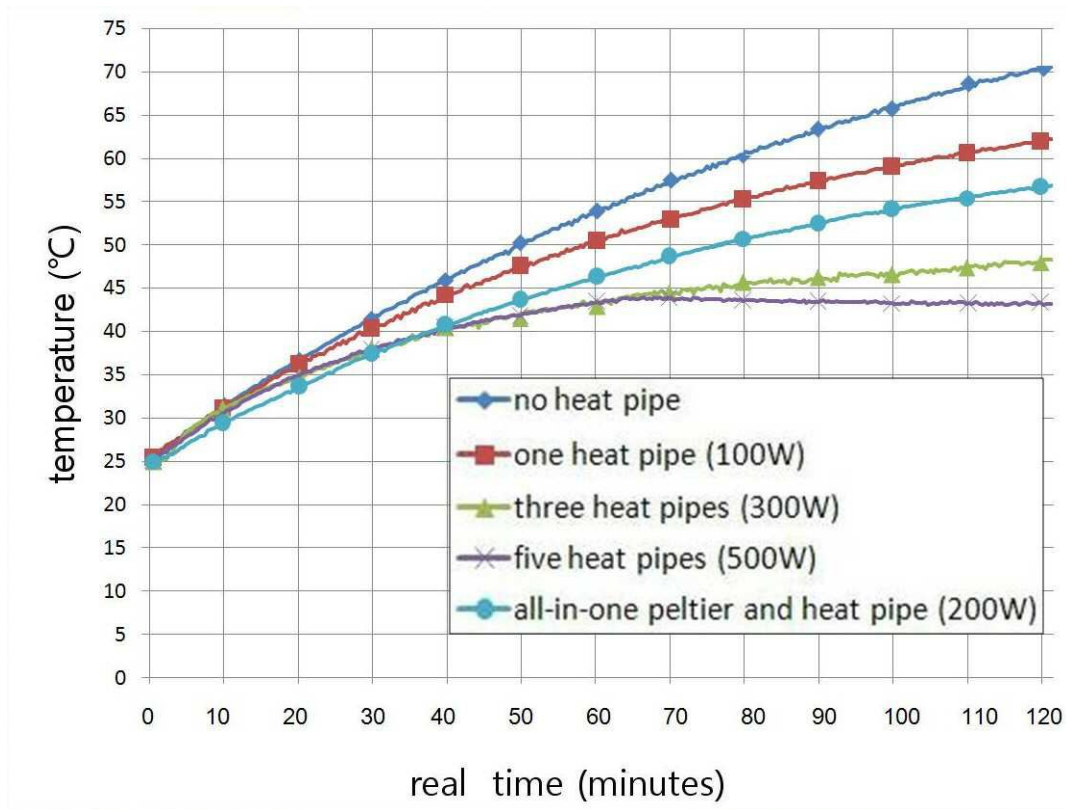
도면4



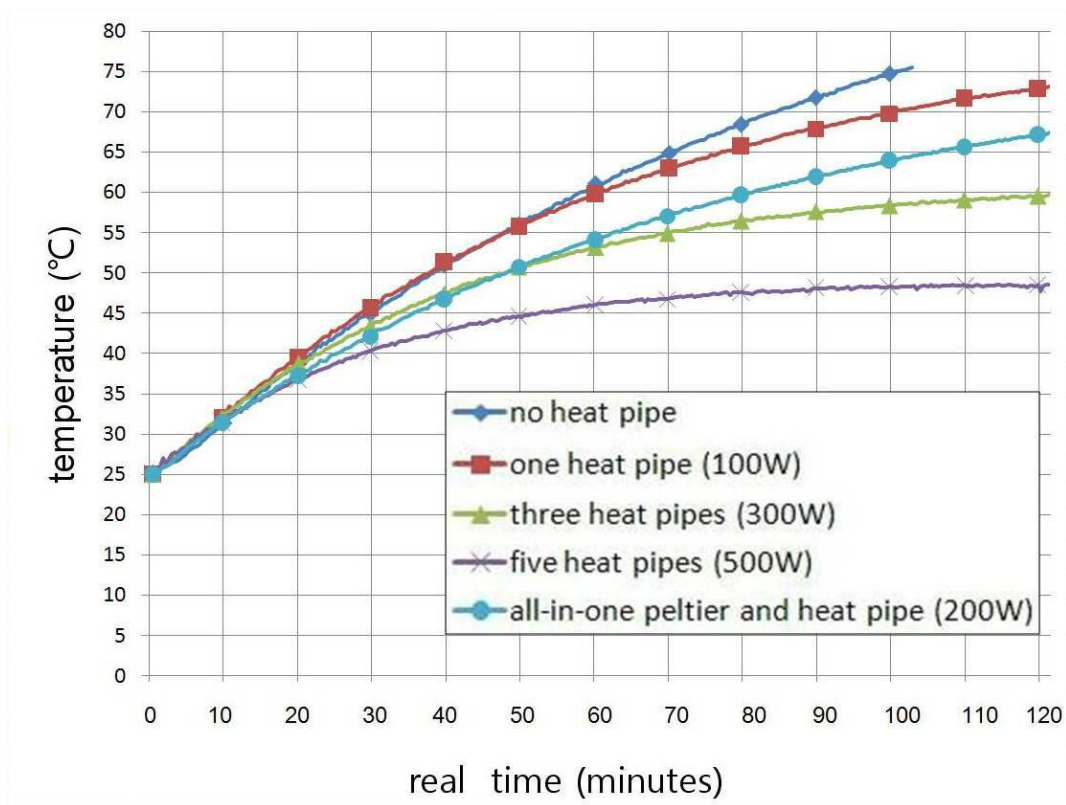
도면5



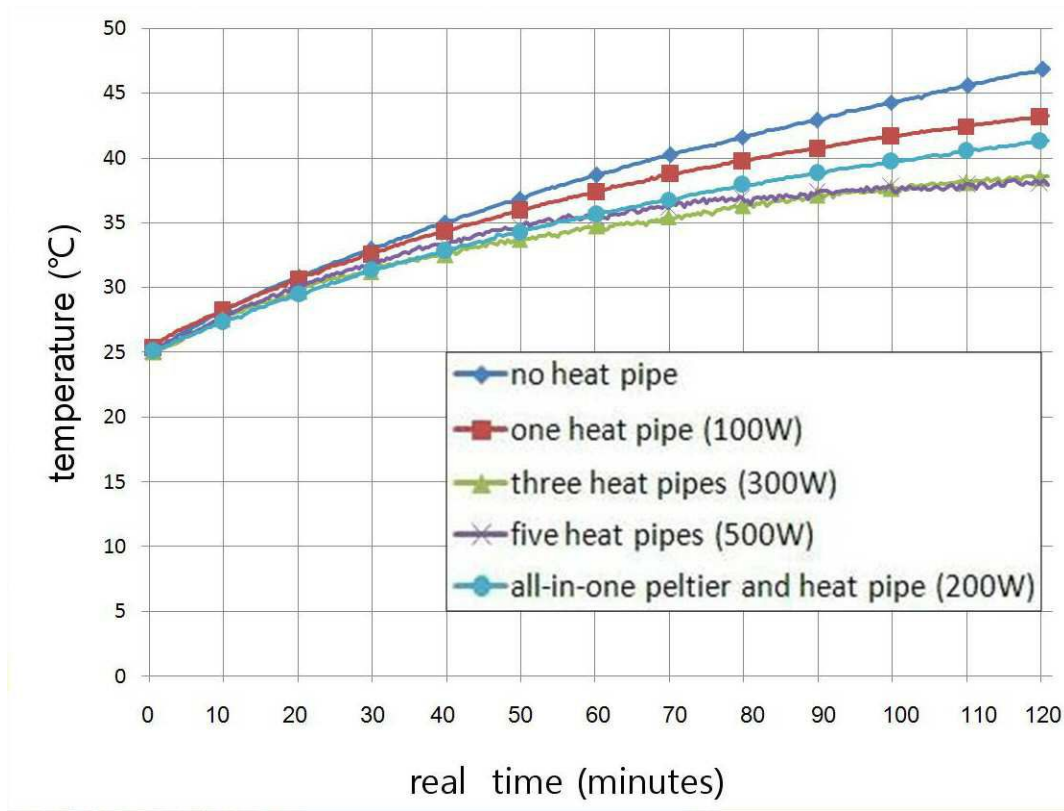
도면6



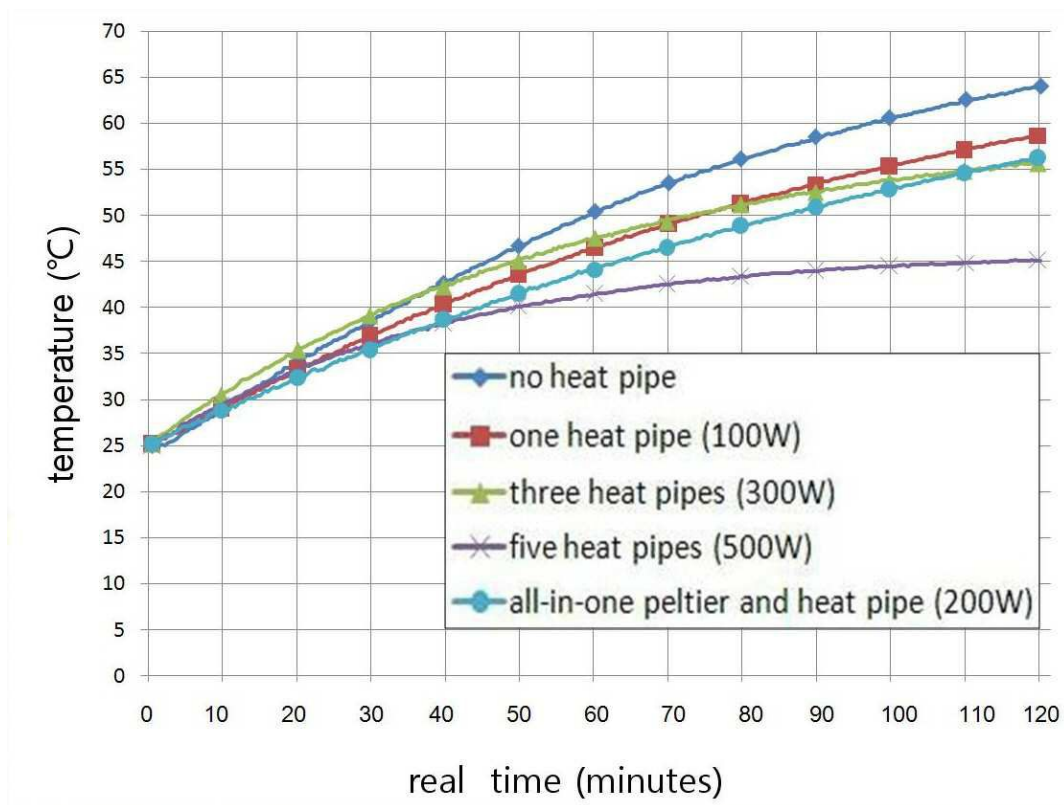
도면7



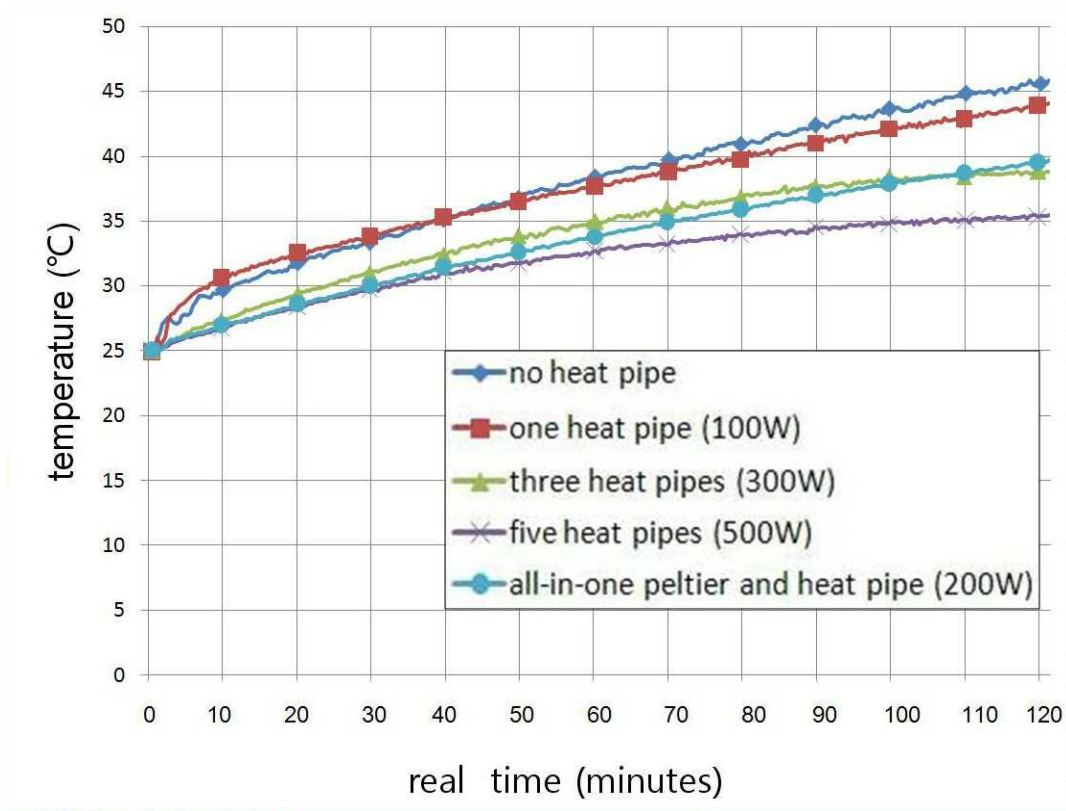
도면8



도면9



도면10



도면11

