



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0002926  
(43) 공개일자 2012년01월09일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.<br/><i>H01F 27/08</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-0063773</p> <p>(22) 출원일자 2011년06월29일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장<br/>10006813.9 2010년07월01일<br/>유럽특허청(EPO)(EP)</p> | <p>(71) 출원인<br/>에이비비 테크놀로지 아게<br/>스위스 체하-8050 쥐리히 알폴테른슈트라세 44</p> <p>(72) 발명자<br/>베버 벤자민<br/>독일, 빈터베르그 59955, 에네르스트트라세 16<br/>파텔 바메쉬<br/>독일, 브릴론 59929, 게르난드스트라세 21<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>문경진, 김학수</p> |
|--|---|

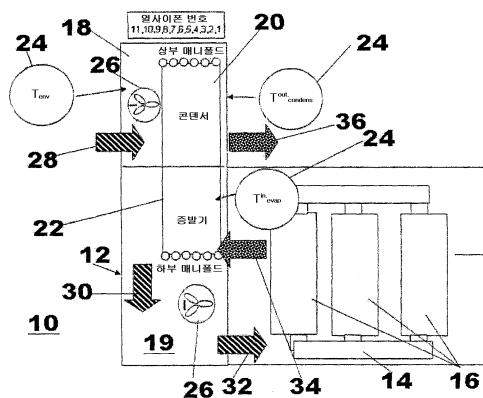
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 냉각 시스템의 기능 모니터링 및/또는 제어 방법, 및 대응하는 냉각 시스템

(57) 요약

본 발명은, 특히 변압기를 위한, 바람직하게는 건식 변압기를 위한 적어도 하나의 열사이폰을 갖고, 적어도 하나의 증발기 및 적어도 하나의 콘덴서를 구비하고, 증발될 수 있는 냉각제 및 열 운반자로서 기체 매질, 바람직하게는 공기를 이용하는 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법에 관한 것으로, 열 차이 방법 및/또는 열 교환기 유효성 방법은 열사이폰을 구비한 냉각 시스템의 기능 및 동작 신뢰도를 모니터링하는데 사용된다. 본 발명은 또한 적어도 하나의 열사이폰을 갖는 대응하는 냉각 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**테퍼 젠스**

독일, 브릴론 59929, 스프링스트라세 22

**아고스티니 브루노**

스위스, 디터콘 8953, 플로라스트라세 8베

**보크홀트 마르코스**

독일, 과테르보른 33104, 제르튀너 스트라세 22

**릭케이 미카엘**

독일, 마르스베르그 34431, 암 비젠라인 34

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

특히 변압기를 위한, 바람직하게는 건식 변압기를 위한 적어도 하나의 열사이폰(thermosyphon)을 갖고, 적어도 하나의 증발기 및 적어도 하나의 콘덴서를 구비하고, 증발될 수 있는 냉각제 및 열 운반자로서 기체 매질, 바람직하게는 공기를 이용하는 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법으로서, 열 차이(thermodifference) 방법 및/또는 열 교환기 유효성(effectiveness) 방법은 열사이폰을 구비한 냉각 시스템의 기능 및 동작 신뢰도를 모니터링하는데 사용되는, 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법에 있어서,

열 교환기 유효성 방법에서, 열사이폰 시스템의 범용 유효성( $\varepsilon$ )이 콘덴서 입구( $T_{env}$ ) 및 콘덴서 출구( $T_{condens}^{out}$ )에서의 온도 사이의 차이와 콘덴서 입구( $T_{env}$ ) 및 증발기 입구( $T_{evap}^{in}$ )에서의 온도 사이의 차이의 비율로부터 관

계식 (
$$\varepsilon = \frac{(T_{env} - T_{condens}^{out})}{(T_{env} - T_{evap}^{in})}$$
 또는 
$$\varepsilon = \frac{(T_{evap}^{in} - T_{evap}^{out})}{(T_{evap}^{in} - T_{env})}$$
) 을 이용하여 형성된다는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 열 차이 방법에서, 적어도 하나의 콘덴서 및 적어도 하나의 증발기에서의 냉각제 사이의 온도 차이(DT)가 형성되고, 수학적,

$$DT = T_{evap}^{manifold} - T_{condens}^{manifold}$$

여기서  $T_{evap}^{manifold}$  = 증발기에서의 온도

여기서  $T_{condens}^{manifold}$  = 콘덴서에서의 온도

을 이용하여 평가되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법.

**청구항 3**

제 2항에 있어서, 측정은 온도 특징 값을 기록하는데 필요한 측정 채널의 수를 감소시키기 위해 순차적으로 수행되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법.

**청구항 4**

제 2항 또는 제 3항에 있어서, 열사이폰 요소 상의 2가지 온도는 각 경우에 동시에 측정되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법.

**청구항 5**

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서, 교란의 경우에, 교란을 수정하기 위해, 기체 열 운반자의 흐름은 적어도 때때로 중단되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법.

**청구항 6**

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서, 교란의 경우에, 교란을 수정하기 위해, 기체 열 운반자의 흐름 방향은 적어도 때때로 반대로 되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템의 기능 모니터링 방법.

**청구항 7**

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서, 콘덴서 및 증발기는 가열되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템의

기능 모니터링 방법.

**청구항 8**

냉각 시스템으로서, 특히 변압기를 위한, 바람직하게는 건식 변압기를 위한 적어도 하나의 열사이폰을 갖고, 상기 적어도 하나의 열사이폰은, 하우징에 배치되고 적어도 하나의 증발기 및 적어도 하나의 콘덴서를 구비하고, 증발될 수 있는 냉각제 및 열 운반자로서 기체 매질, 바람직하게는 공기를 이용하는, 냉각 시스템으로서, 온도 센서는 관련 온도를 결정하기 위해 하우징에 제공되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

**청구항 9**

제 8항에 있어서, 팬 디바이스가 제공되고, 기체 매질의 흐름을 생성하는데 사용되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

**청구항 10**

제 8항 또는 제 9항에 있어서, 기체 매질의 흐름 방향은 팬 디바이스의 공급 방향을 변경시킴으로써 반대로 될 수 있는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

**청구항 11**

제 8항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 열원은 적어도 하나의 콘덴서 및 적어도 하나의 증발기를 고정시키는 하우징에 배치되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

**청구항 12**

제 11항에 있어서, 열원은 적어도 하나의 가열 요소에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는, 냉각 시스템.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 특히 변압기를 위한, 바람직하게는 건식 변압기를 위한 적어도 하나의 열사이폰(thermosyphon)을 갖고, 적어도 하나의 증발기 및 적어도 하나의 콘덴서(condenser)를 구비하고, 증발될 수 있는 냉각제 및 열 운반자로서 기체 매질, 바람직하게는 공기를 이용하는 냉각 시스템의 기능 모니터링 또는 제어 방법과, 이러한 방법을 수행하는 시스템에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 열사이폰이 설치된 냉각 시스템은 사실상 종래 기술로부터 알려져 있다. 열 운반자로서 물 및 공기 이외에, 이들은 또한 종종 중간 냉각 매질로서 냉각제를 이용한다.

[0003] 공기-공기(air-air) 및 공기-물 냉각 시스템에 현재 사용되고 있는 모니터링 기술은 열사이폰의 동작 방법을 신뢰성있게 예측하고 평가하는데 부적절하다.

[0004] 예를 들어, 열 운반자 매질을 가지고 시스템의 충전 레벨에 관련된 초기 진술을 하는 것은 불가능하다. 각 경우에 센서에 의해 측정되는 온도 및 압력 차이는 이러한 정보를 제공하는데 단독으로 적합하지 않다. 이들 센서는 냉각제 누출의 경우에서만 장애의 차후 식별을 초래할 수 있다.

[0005] 현재 기술, 예를 들어 공기-물 열 교환기, 공기-공기 열 교환기 및 라미네이트 튜브 번들(laminate tube bundle) 열 교환기가 사용되는 냉각 시스템에서, 기능 및 동작 신뢰도는 물 누출, 압력 차이 및 온도 센서에 의해 모니터링된다.

[0006] 물 누출 센서는 공기-물 냉각기에서의 과열을 검출하고, 이에 따라 하우징의 전기 기능 영역으로의 물의 유입을 방지하기 위해 해군에서 종종 사용된다.

[0007] 차이-압력 센서는 냉각 시스템의 팬 또는 공기 입구 및 공기 출구를 모니터링한다.

[0008] 온도 측정은 냉각 공기 및 와인딩(windings)의 온도를 모니터링하고, 가능하면 개선 조치를 개시하는데 사용된다.

[0009] 유럽 특허 출원 09015185.3은, 변압기를 냉각시키도록 의도되고 열사이폰 원리, 즉 열사이폰 기술의 장점을 이용하는 냉각 시스템을 기재한다.

[0010] 그러나, 이와 같은 시스템에 대한 어떠한 모니터링 및 진단 전략도 아직 존재하지 않고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 이러한 종래 기술의 배경에 대해, 본 발명의 목적은 처음에 언급한 유형의 방법 및 냉각 시스템을 제공하는 것이며, 이것은 가능한 한 간단한 방식으로 전류 시스템 상태에 관련된 신뢰성있고 유효한 진술이 이루어지도록 한다. 이것은 이른 장애 인식을 위한 새로운 논리 및 새로운 신호 처리 전략의 개발을 요구한다.

[0012] 본 발명에 따라, 이러한 목적은 제 1항의 특징부에 의해 달성된다.

**과제의 해결 수단**

[0013] 따라서, 본 발명은, 열사이폰을 구비하는 냉각 시스템의 기능 및 동작 신뢰도를 모니터링하는데 사용될 열 교환기 유효성(effectiveness) 방법 및/또는 열 차이(thermodifference) 방법을 제공한다.

[0014] 이 경우에, 열 차이 방법에서, 적어도 하나의 콘덴서 및 적어도 하나의 증발기에서의 냉각제 사이의 온도 차이(DT)는 다음의 수학적식, 즉

$$DT = T_{evap}^{manifold} - T_{condens}^{manifold}$$

[0016] 여기서  $T_{evap}^{manifold}$  = 증발기에서의 온도

[0017] 여기서  $T_{condens}^{manifold}$  = 콘덴서에서의 온도

[0018] 을 이용하여 유리하게 형성되고 평가된다.

[0019] 그러므로, 이 방법에서, 온도 차이는 콘덴서 컨테이너 및 증발기 컨테이너에서의 냉각제 사이에 형성된다. 이 수학적식은 물리적으로 다음과 같이 해석된다.

[0020] 통상적으로, 열사이폰에서의 압력 강하는 매우 낮은 값을 생성한다. 이 경우에, 압력 및 온도는 또한 도 4에 도시된 바와 같이, 2-상 냉각제(액체 및 기체)의 경우에 서로 결합된다. 컨테이너에서의 압력이 서로 단지 사소하게 차이가 나기 때문에, 온도 차이는 또한 사실상 제로(DT ~ 0)이다.

[0021] 그러나, 누출의 경우에, 열사이폰을 따르는 온도 경사도(gradient)는 더 이상 무시할 수 없는데, 그 이유는 증발기(온점)와 콘덴서(냉점) 사이의 열 저항이 매우 높기 때문인데, 즉  $DT \sim (T_{hot} - T_{cold})$ 이기 때문이다.

[0022] 냉각 시스템의 기능은 이에 따라 도 2에 도시된 논리도에 따라 모니터링된다.

[0023] 본 발명의 하나의 바람직한 전개는, 온도 특징 값을 기록하는데 필요한 측정 채널의 개수를 감소시키기 위해 측정이 순차적으로 수행되는 것을 제공한다.

[0024] 본 발명의 하나의 유리한 개선은, 열사이폰 요소의 2가지 온도가 각 경우에 동시에 측정되는 것을 특징으로 한다.

[0025] 열 교환기 유효성 방법은 대안 또는 보완적인 형태로 본 발명에 따른 제 2 측정 및 모니터링 방법으로서 제공된다. 이 방법은, 열사이폰 시스템의 범용 유효성( $\epsilon$ )이 콘덴서 입구( $T_{env}$ ) 및 콘덴서 출구( $T_{condens}^{out}$ )에서의 온도 사이의 차이와 콘덴서 입구( $T_{env}$ ) 및 증발기 입구( $T_{evap}^{in}$ )에서의 온도 사이의 차이의 비율로부터 관계식

$$\epsilon = \frac{(T_{env} - T_{condens}^{out})}{(T_{env} - T_{evap}^{in})}$$

( )을 이용하여 형성된다는 것을 제공한다.

- [0026] 예로서,  $C_{condens} > C_{evap}$  여기서  $C=cp*m$
- [0027] 이 경우에,  $cp$  = 일정한 압력에서의 공기의 비열 용량(specific thermal capacity)
- [0028]  $m$  = 공기 흐름.
- [0029]  $C_{condens} < C_{evap}$  여기서  $C=cp*m$ 인 경우에,
- [0030] 이 때:
- [0031] 
$$\varepsilon = \frac{(T_{evap}^{in} - T_{evap}^{out})}{(T_{evap}^{in} - T_{env})}$$
- [0032] 열사이폰 시스템의 범용 유효성은 콘덴서 입구( $T_{env}$ ), 증발기 입구( $T_{evap}^{in}$ ) 및 콘덴서 출구( $T_{condens}^{out}$ )에서 각각 결정된 온도 값에 의해 진술한 관계식을 이용하여 형성된다.
- [0033] 하나 이상의 열사이폰이 장애가 있는 경우, 콘덴서 출구 온도( $T_{condens}^{out}$ )는 반드시 장애가 있고, 증발기 입구 ( $T_{evap}^{in}$ )에서의 온도는 상승한다. 이것은 유효성 수(figure)에서의 감소를 초래한다. 이러한 감소는 결합있는 열 사이폰의 개수와 상관적(correlated)일 수 있다.
- [0034] 이러한 장애 상황을 커버하기 위해, 유효성 수( $eff\_1$ )에 대한 임계 하부값을 정의할 가치가 있다.
- [0035] 콘덴서 입구의 공기 부피 흐름이 예를 들어 증착으로 인해 공기 입구의 감소된 입구 단면에 따라 감소하면, 콘덴서 출구의 공기 온도는 상승한다. 대응하는 방식에서, 증발기 입구 온도가 일정하면, 유효성 수는 증가한다.
- [0036] 이러한 장애 상황을 커버하기 위해, 유효성 수( $eff\_u$ )에 대한 상한값을 정의할 만한 가치가 있다.
- [0037] 하나의 유리한 전개에 따라, 본 발명에 따른 방법은, 교란을 수정하기 위해, 예를 들어 "경고" 상태(도 2 및 도 3에서의 신호)와 같은 교란의 경우에, 기체 열 운반자의 흐름은 적어도 때때로 중단되거나, 필요시, 기체 열 운반자의 흐름 방향이 적어도 때때로 반대로 되는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 본 발명에 따른 방법의 추가로 유리한 개선은, 콘덴서 및 증발기가 예를 들어 관련 출구에서, 각 경우에 콘덴서 하우징에서의 응결 또는 콘덴서 열 교환기의 결빙을 방지하기 위해 열원으로부터 공급된 열에 의해 가열되는 것으로 이루어진다.
- [0039] 이미 진술한 바와 같이, 본 발명의 주제는, 또한 하우징에 배치되고 적어도 하나의 증발기 및 적어도 하나의 콘덴서를 구비한 적어도 하나의 열사이폰을 갖는 냉각 시스템, 특히 변압기를 위한, 바람직하게는 건식 변압기를 위한 냉각 시스템이며, 이러한 냉각 시스템은, 증발될 수 있는 냉각제 및 열 운반자로서 기체 매질, 바람직하게는 공기이고, 진술한 방법을 수행하는데 적합한 냉각제를 이용한다.
- [0040] 특히, 이와 같은 냉각 시스템은, 열 차이 방법 및/또는 열 운반자 유효성 방법에 요구된 특징 값을 결정하기 위해, 관련 온도를 결정하기 위한 온도 센서가 하우징에 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 본 발명에 따른 냉각 시스템의 하나의 바람직한 개선에 따라, 팬 디바이스가 제공되고, 기체 매질의 흐름을 생성하는데 사용된다.
- [0042] 이 경우에, 하나의 유리한 실시예에 따라, 기체 매질의 공급은 적어도 때때로 중단될 수 있다. 마찬가지로, 기체 매질의 흐름 방향이 팬 디바이스의 공급 방향을 변경시킴으로써 반대로 될 수 있다.
- [0043] 본 발명에 따른 냉각 시스템의 하나의 추가로 특히 유리한 개선은, 적어도 하나의 열원은 적어도 하나의 콘덴서 및 적어도 하나의 증발기를 고정시키는 하우징에 배치되고, 열원은 바람직하게 적어도 하나의 가열 요소에 의해 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 본 발명에 의해 구현된 모니터링 전략은 열사이폰의 기능을 진단하기 위해 온도의 정보만을 이용한다. 이것은 시스템에서 센서의 개수에서의 상당한 감소를 초래하는데, 이는 예를 들어 압력 센서 또는 압력 차이 센서가 필요 없기 때문이다.
- [0045] 본 발명의 이들 및 추가로 유리한 개선 및 향상은 종속항의 주제이다.

[0046] 본 발명, 본 발명의 유리한 개선 및 향상, 및 본 발명의 특정한 장점은 첨부 도면에 도시된 본 발명의 하나의 예시적인 실시예를 참조하여 더 구체적으로 설명되고 기재될 것이다.

**발명의 효과**

[0047] 본 발명은 열사이폰을 구비하는 냉각 시스템의 기능 및 동작 신뢰도를 모니터링하는데 사용될 열 교환기 유효성 방법 및/또는 열 차이 방법에 효과적이다

**도면의 간단한 설명**

- [0048] 도 1은 열사이폰 기술을 이용한 변압기를 개략적으로 도시한 단면도.
- 도 2는 열 차이 방법의 구현을 도시한 논리도.
- 도 3은 열 교환기 유효성 방법의 구현을 도시한 논리도.
- 도 4는 내부 냉각 회로의 압력 엔탈피를 도시한 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0049] 도 1은, 3개의 와인딩 장치(16)를 갖는 강철 코어(14), 및 그와 별개로, 각 경우에 하나의 콘덴서(20) 및 하나의 증발기(22)가 개별적인 챔버(18, 19)에 배치되는 하우징(12)을 갖는 변압기(10)를 개략적으로 도시한 단면도를 도시한다.

[0050] 총 5개의 온도 센서(24, 26)는 또한 하우징(12)에 배치되고, 이중 센서(24)는 한 편으로 유효성의 결정을 위한 요구된 특정 값을 결정하기 위해(열 교환기 유효성 방법), 그리고 다른 한 편으로 콘덴서(20)에서의 냉각제와 증발기(22)에서의 냉각제 사이의 열 차이의 결정을 위한 요구된 특정 값을 결정하기 위해(온도 차이 방법) 요구된다.

[0051] 더욱이, 화살표(28, 30, 32)(음영으로 되어 있음)는 하우징(12) 안으로 그리고 하우징(10) 내에서 흐르는 차가운 냉각 유체의 프로파일을 나타내는 한편, 화살표(34, 36)(점선의 격자로 되어 있음)는 하우징(12)으로부터의 열 손실로 로딩된 냉각 유체의 외부 흐름을 보여준다.

[0052] 화살표(28)로 표시된 바와 같이, 차가운 냉각 유체는 하우징(12)에서의 챔버(18)로 흐르고, 콘덴서(20)를 통해 흐른 후에, 콘덴서(20)에서 흡수된 열을 운반하는 제 1 부분은 외부로 흐르고, 다른 부분은 챔버(19)로 흐르고, 이로부터 강철 코어(14) 및 와인딩 장치(16)를 갖는 실제 변압기가 배치되는 영역으로 흐른다. 프로세스에서, 냉각 유체는 와인딩 장치로부터 방출된 열 손실을 흡수하고, 그런 후에 증발기(22)로 흐른다.

[0053] 도 2는 온도 차이 방법의 구현을 위한 개략적인 모니터링 논리 흐름도를 도시한다. 개별적인 단계는 각 경우에 도 2에 표시된다. 도 2에 표시된 개별적인 단계 및 조치는 다음에 설명될 것이다.

**도 3에 도시된 열 차이 방법 논리에 대한 설명**

[0055] 1. 모니터링은 증발기 입구에서의 온도(또는 와인딩 온도)를 미리 결정된 설계 온도와 비교한다. 임계값이 초과되지 않았으면, 시스템은 대기 상태에 있다: 어떠한 작동도 취해지지 않는다. 팬은 계속해서 실행되거나, 와인딩 또는 증발기 입구에서의 온도가 너무 낮으면 시작되지 않는다.

[0056] 2. 임계 온도가 단계 2에서 초과되고, 팬이 도 1에 도시된 바와 같이 스위치 오프되면, 이들 팬은 이제 시작되어야 한다. 이 경우에, 팬 회전 속도는 규칙적일 수 있다.

[0057] 3. 이러한 단계는 안정 상태를 기다린다. 콘덴서 및 증발기에서의 "매니폴드(manifold) 온도"가 측정된다. 차이는 "n" 열사이폰 사이에 형성된다.

[0058] 4. 차이는 임계값, 즉 DT 임계치와 비교된다.

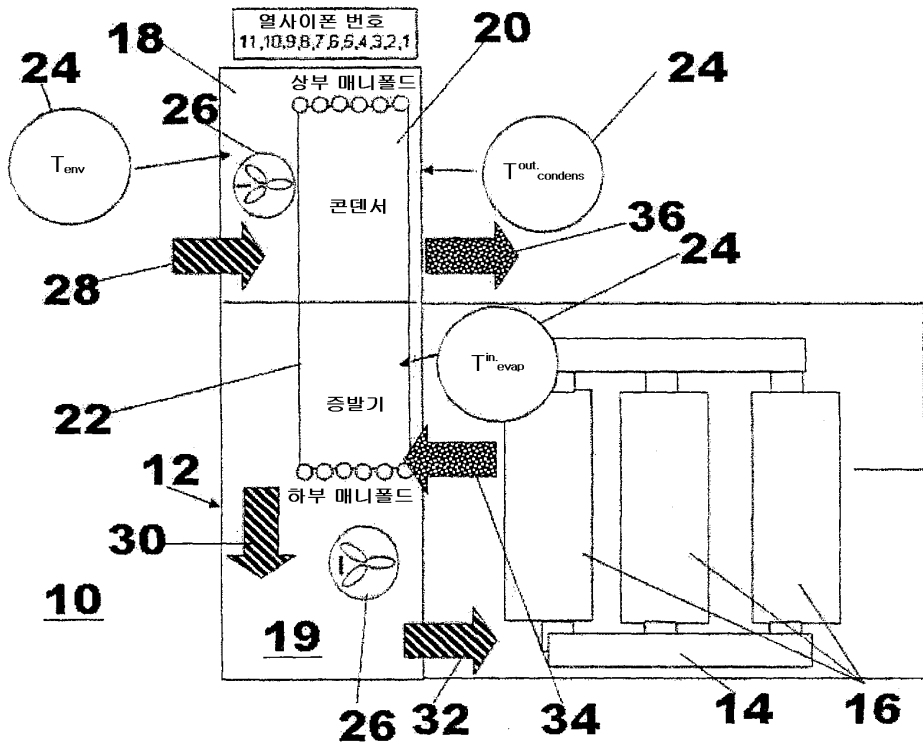
[0059] 5. 임계값이 초과된 상황에서, 카운터( $n_{error}$ )(진단)가 증분된다.

[0060] 6. 결함있는 열사이폰의 비율은 단계 6에서 형성되고, 2개의 임계값(예를 들어, 0.6 및 1)과 비교된다. 비율이 이 범위에 있으면, 많은 수의 열사이폰이 결함이 있고, 냉각 시스템의 기능이 위험 상태에 있다. 상태 서비스. 검사 및 수리가 필요하다.

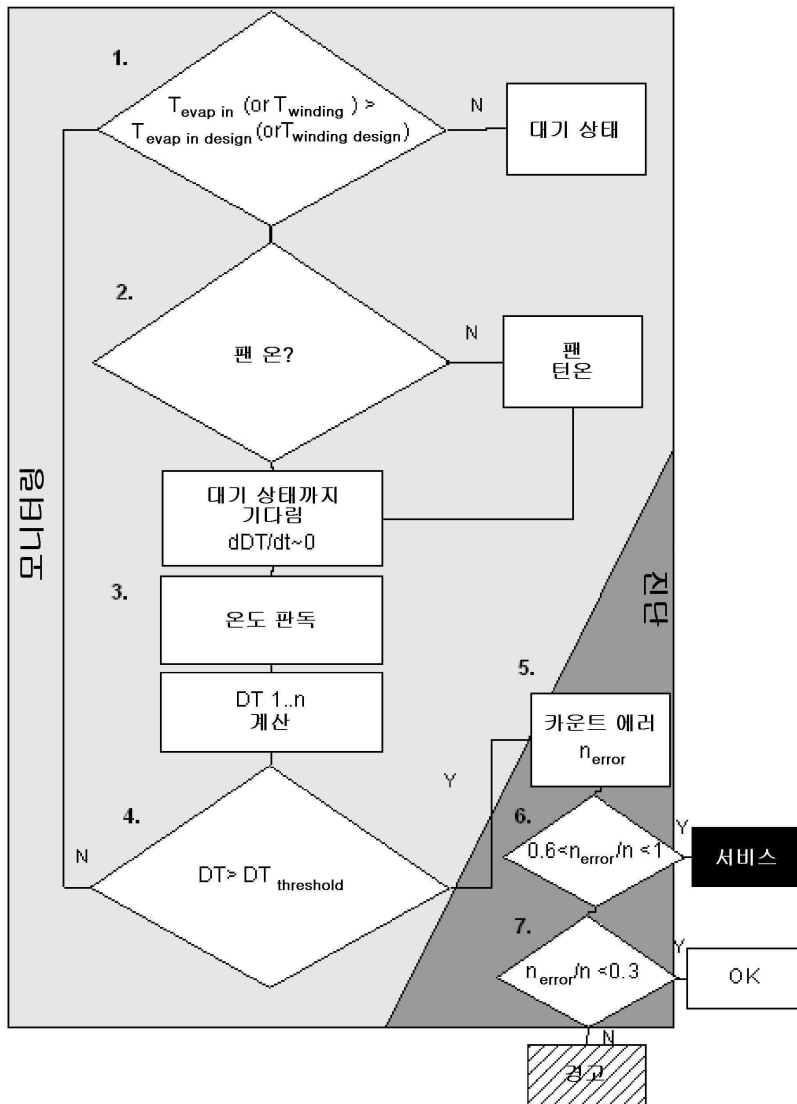


도면

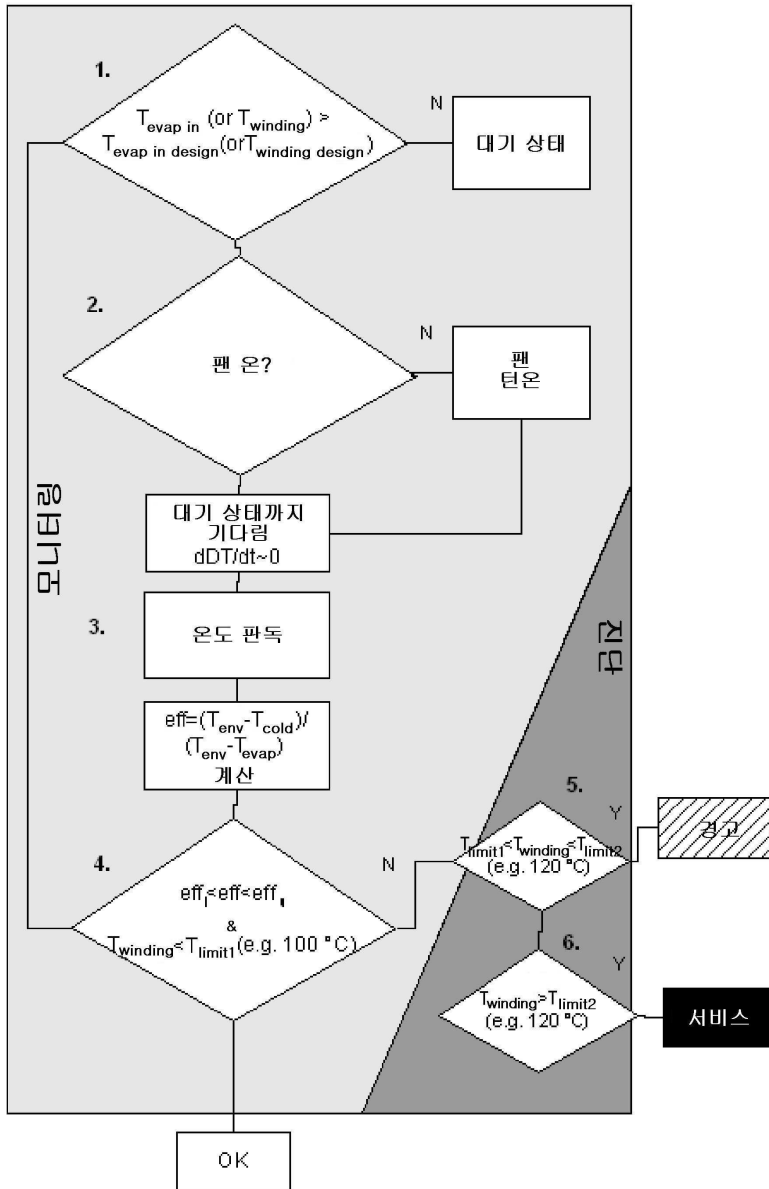
도면1



도면2



도면3



8.

도면4

