

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)(51) Int. Cl.³
H01F 27/08
F28D 21/00(45) 공고일자 1984년 10월 26일
(11) 공고번호 특 1984-0001976

(21) 출원번호	특 1980-0003951	(65) 공개번호	특 1983-0004591
(22) 출원일자	1980년 10월 14일	(43) 공개일자	1983년 07월 16일
(30) 우선권주장	122937 1980년 02월 21일 미국(US)		
(71) 출원인	웨스팅하우스 일렉트릭 코오폰레이션 죠오지 메크린 미합중국, 펜실바니아주 15222, 피츠버어그시, 게이트웨이 센터, 웨스팅하우스 빌딩		
(72) 발명자	데일 화이트 미합중국, 인디애나, 먼시, 더블유. 페티로우드 4211 데이비드 리이 아이어즈 미합중국, 인디애나, 웨스트 라파에트, 헨더슨 애비뉴 2718 알란 유진 리바 미합중국, 펜실바니아, 피츠버어그, 킹즈데일 로우드 134		
(74) 대리인	이필모		

심사관 : 유창희 (책자공보 제1004호)

(54) 저소음 역류식 열교환기

요약

내용 없음.

대표도

도 1

명세서

[발명의 명칭]

저소음 역류식 열교환기

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 원리에 따라 만들어진 열교환기의 일부가 절개된 투시도.

제2도는 제1도에 도시된 열교환기를 통해 유체와 공기의 유통을 도시한 개략도.

제3도는 제1도에 도시된 열교환기의 튜브 코어에 사용되는 핀 튜브의 투시도.

제4도는 제1도에 도시된 열교환기의 내벽에 붙여진 음향재료의 부분 단면투시도.

제5도는 제1도에 도시된 음향 분산 머플러(소음기)에 사용되는 음향 안내부재의 부분단면 투시도.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 일반적으로 열 교환기 혹은 냉각기에 관한 것으로 특히 전기 설비에 이용되는 전력 변압기 등의 전력장치를 냉각하기에 적합한 유체에서 공기로 열을 전달하는 냉각방식의 열 교환기에 관한 것이다.

지난 10년간 소음은 기술계에서 불가피한 결과가 아니고 불편하다고 점차 인식되어왔다. 이같이 인식함에 따라서 여러가지 국부 소음 규제법이 법령화된 것이다. 이들 법률에 의해 허용되는 비교적 낮은 소음의 방출은 전기 설비가 갖추어야 할 필수조건이다.

전력 변압기의 소음 방출은 변압기들이 종종 주거지역에 혹은 근처에 놓이기 때문에 설비에 상당히 중요한 것이다. 변압기 자체의 소리는 변압기의 한 면 혹은 여러 면에 음향 장벽을 세우므로써 감쇄될 수 있다. 이러한 소음 제어방식은 다년간 사용되었다. 그러나 변압기 냉각기(라디에이터)는 냉각기에 공기가 자유로이 유통되도록 이들 음향장벽의 외측에 놓여져야 한다.

변압기에 사용되는 냉각기에는 많은 종류가 있으나, 변전소 변압기에는 2가지만이 일반적으로 사용된다. 이중의 하나는 써머모 사이펀(열 흡수식) 냉각 혹은 오일 펌핑 냉각 혹은 강제 통풍 냉각을 하는 넓은

판으로된 핀 혹은 납작한 튜브로 만들어진다. 이들 냉각기들은 보통 라디에이터 혹은 튜브 냉각기라고 불려진다.

또 한가지 형태의 냉각기는 보통 밀접하게 묶여진 핀 튜브로 만들어진다. 오일은 항상 튜브를 통하여 펌핑되며, 공기는 항상 튜브를 가로지르게 불려 보내진다. 이들은 보통 FOA 냉각기라고 불려진다. 이 형태의 냉각기는 써어모사이핀 용량이 대단히 작다.

소음의 주원인은 모든 냉각기에서 팬이며, 따라서 써어모 사이핀 냉각은 낮은 소음을 원할때 제대로 선택한 것이다. 그러나 써어모사이핀 냉각기는 FOA냉각기와 비교할때 대단히 크다. 또한 변압기 내부의 열 전달도 효율적이지 못하며, 이것을 시정하기 위하여서는 변압기 자체의 크기가 커져야된다. 변압기들이 낮은 소음 규제에 맞아야 하는 곳에서 써어모 사이핀 냉각기의 사용은 경제적인 면에서 제한되는데, 그 이유는 이같은 지역의 지가가 비싸고 설비의 크기를 증가시키는 것이 적당하지 않기 때문이다.

반면에, FOA냉각기가 훨씬 작은 공간을 차지하면서도 변압기 코일 내부에서 더 효율적으로 열 전달을 하지만, 팬에 공급되어야만 하는 공기 유통이 많기 때문에 높은 소음을 발생한다.

현존하는 FOA변압기 오일 냉각기는 70dBA가 넘는 소음 수준이다. 이런 형태의 냉각기가 소음만 없다면 소음이 허용되지 않는 지역에 가장 적당하므로, 낮은 소음을 방출하는 새롭고 개선된 FOA냉각기를 공급하는 것이 바람직할 것이다.

요약해서, 본 발명은 오일 혹은 SF6냉각 전력 변압기와 같은 전기 전력 장치내의 유체를 낮은 소음을 내면서 냉각하기에 적합한 새롭고 개선된 유체에서 공기로 열 전달하는 열 교환기 혹은 냉각기에 관한 것이다. 이 새롭고 개선된 열 교환기는 작은 플로어(floor) 공간 혹은 부위에 큰 열 발산능력이 있고 한편 비슷한 정격의 선행 기술의 냉각기보다 훨씬 더 작은 소음을 내는 것이다. 이것은 중앙에 놓이는 튜브 코어와 공기 이송 장치의 상하에 배치되는 음향분산 머플러를 포함하는 부품들을 수직으로 부착하는 배열에 의해 이루어진다. 양호한 실시예에 있어서, 튜브 코어는 수직으로 상부와 하부로 분할되고, 평행으로 작동하는 2개의 팬은 그 상부와 하부 튜브 코어 사이의 공간에 놓여서 방출되는 소음을 더욱 감소시킨다. 튜브 코어의 각 부분은 V자 혹은 역 V자 구조로 되도록 굽혀져서, 냉각기 바닥 면적이 더 크게함이 없이, 그리고 냉각기 전체 높이를 심하게 높이지 않으면서, 튜브의 길이를 증가시킨다. 팬 평면 역시 V자 구조내에 배치되어서, 각 팬은 경사진 팬 평면위에 부착되어 2개의 팬 평면은 서로 교차하여 그사이에 미리 설정된 둔각이 설정된다. 튜브 코어의 상부와 하부 및 팬 평면의 V자형 구조는 유사하게 배향되고 포개어져서 이 장치의 높이를 감소시킨다. 열 교환기의 여러 부품들은 벽에 음향처리를 한 기다란 수직 외함내에 그리고 외함의 바닥 및 상부 근처의 공기구멍 주위에 부착된다. 공기는 외함의 수직 축에 수직인 하부 구멍을 통하여 구부러진 음향적으로 선이 되어진 90°굴곡을 경유하며 흡입된 다음 하부 머플러, 튜브 코어 그리고 상부 머플러를 통하여 수직 상방으로 향해진다. 그다음에 공기는 외함으로부터 구부러진 음향적으로 선이 되어진 90° 굴곡을 경유하여 상부 구멍을 통하여 나간다. 튜브 코어는, 외함의 최하부와 같이, 음향적으로 격리된 외함내의 격실내에 배치된 펌프를 경유하여, 냉각될 전기 전력 장치내의 유체와 유체 소통되게 쓰여진다.

첨부도면을 참조로한 다음의 실시예의 상세한 설명을 보면 본 발명이 더 잘 이해될 것이며 그 장점 및 용도가 명백해 질 것이다.

제1도를 보면, 전기 설비에 사용되는 전력 변압기 같은 대형 전기 전력장치(14)내의 유체(12)를 냉각기에 적합한 새롭고 개선된 유체에서 공기로 열 전달되는 열 교환기 혹은 냉각기가 도시되어 있다. 유체(12)는 오일 등의 액체나 SF6 같은 가스 혹은 어떤 다른 액체나 가스라도 된다. 일반적으로, 냉각기(10)는 전기 팬이 계속하여 튜브 코어에 공기를 유통시키면서 전기 등급의 광물유 같은 유체(12)가 펌프에 의해 열교환기 튜브 코어를 통해 지속적으로 순환되는 FOA 냉각기이다. 그 목적은 비슷한 정격의 종래 기술의 FOA냉각기 보다 결과적으로 소음 레벨이 낮게 제한된 4각형 부위내에서 설정된 열 발산용량을 제공하는 것이다.

예시의 목적으로, 냉각기(10)는 주위온도 40°C에서 열 분산용량이 200kW이고 유체 유입온도가 55°C이며 바닥 면적이 5피트×7피트를 넘지 않으며, 냉각기 상부에서 혹은 어느 쪽에서라도 6피트 거리에서 측정될 때 음향 레벨이 57dBA를 넘지않는 것으로 나타내고 있다. 규제가 바뀌면 상세 구조도 어느정도 변하지만, 본 발명은 냉각기의 주어진 바닥 면적에 최대 열 발산용량 및 낮은 음향레벨이 필요되는 어떠한 FOA냉각기에도 적용되는 새롭고 개선된 구성부품의 배열을 발표하고 있다.

낮은 음향 레벨의 FOA냉각기의 구조는 냉각기의 여러 부품들 사이에 일어나는 상호 작용에 의해 복잡하다. 예를들면, 음향 분산부들의 감쇄에 따라 증가된 음향 분산부를 통한 압력 강하는 증가된다. 이 증가된 압력 강하에 의해 공기이송수단은 더 큰 압력에 대비해 설계될 필요가 있다. 반대로 이것은 공기 이송수단의 소음을 증가시킨다. 열 교환기 부분과 공기 이송 수단을 위해 설계 파라미터의 추가적인 상호 작용이 있다. 이들 모든 상호 작용은 상기 냉각기(10)를 기준으로하여 모든 필요한 명세에 맞는 최적의 전체 배열이 된다. 본 발명은 다른 냉각기 파라미터를 변화시키는 최대의 자유를 허용하는 기본 구조를 택한다.

일반적으로, 냉각기(10)의 부속장치 혹은 내부 부품의 위치는 변적의 제한을 충족시키기 위해 수직으로 되어, 여러 부품들은 전체 냉각기의 체적을 축소시키고 소음을 최소화하며 소음 레벨의 필요조건을 만족시키기 위해 음향 처리공간을 충분히 허용하는 방식으로 결합된다.

좀더 구체적으로 말하면, 냉각기(10)에는 진동 격리 장치로 적절한 토대에 외부 장착을 위해 만들어진 외함(16)을 포함하고 있다. 외함(16)은 사각형의 가로(18)와 세로(20)를 한정된 횡단면의 사각형 구조로 된다. 상술한 바와같이, 기술될 예에서 가로(18)는 7피트이고, 세로(20)는 5피트이다. 특정예에서 설계의 또다른 규제는 냉각기(10)의 짧은 변이 유사 냉각기의 짧은 변에 대향되게 놓일 수 있게 되어야 하는 것이다. 왜냐하면 하나의 냉각기(10)는 특수한 전력 변압기의 단지 부분냉각만을 제공하기 때문이다. 본 예에서는 이와같이 외함(16)의 모든 공기 구멍은 가로(18)측에 있다.

이와같은 외함(16)에는 제각기 제1 및 제2의 긴면(22 및 24) 측 가로(18)를 가진 면이 있으며, 제1 및 제2의 짧은 면(26과 28)이 있으며, 저면부(30)와 상면부(32)가 포함된다. 기다란 수직 구조물의 세로 수직측은 34로 표시된다. 이 특정예에서 높이가 약 22인치에 달하므로, 이 외함은 수직으로 길다.

저면부(30)에서 시작하여 냉각기(10)에는 다음의 수직으로 배열된 주부품들이 포함된다. 흡기부(36), 하부 음향 분산 머플러부(40), 상부 음향 분산 머플러부(42) 및 배기부(44).

외함(16)은 면(22, 24, 26, 28)이 내면에 음향 처리부가 부착된 쉽게 고착되고 쉽게 해체되는 금속으로 된 측면 패널로 형성된 자유 부착 프레임(도시하지 않음)의 형태로 만드는 것이 좋다. 이같은 구조는 보수시 냉각기 부품에 쉽게 접근할 수 있게한다. 상술한 바와같이, 자유 부착 프레임은 진동격리 장치로 토대에 고착된다.

유체와 공기의 유통면에서 본 냉각기(10)의 기본 구조가 제2도에 개략적으로 도시되어 있다. 본 발명의 양호한 실시예에서, 열교환 반응부(40)는, 각 부분이 구부러져 V자 또는 역 V자 구조로된 하부 및 상부 열교환 튜우브 코어(46 및 48)로 분리되어 있다. 그러나 예로든 실시예에는 역 V자 구조가 포함되지만, 열교환 반응부(40)의 기술된 구조가 뒤집어 놓아도 똑같이 효율적이라는 것을 이해해야 한다. 하부와 상부 열교환 튜우브 코어(46과 48) 사이에는 미리 설정된 공간(47)이 마련되어 있다. 하부 열교환 튜우브 코어(46)에는 제1 및 제2 다리부(50과 52)가 각각 포함되며, 상부 열교환 튜우브 코어(48)에는 각각 제1 및 제2 다리부(54와 56)가 포함된다. 이 실시예에서 냉각될 유체는 흡입관(58)을 통해 상부 열교환 튜우브 코어부분으로 들어간다. 그 유체는 상부 열교환 튜우브 코어(48)의 두다리부(54와 56)를 횡단하여 도관(60)을 통해 하부 열교환 튜우브 코어부분으로 계속된다. 그리고나서, 그 유체는 하부 열교환 튜우브 코어(46)의 다리부(52와 50)를 횡단하여 파이프(64)를 거쳐 펌프(62)로 흐른다. 그리고 냉각된 유체는 배출관(66)을 거쳐 전기 전력장치(14)로 돌아온다.

하부와 상부 열교환 튜우브 코어(46과 48) 사이의 공간(47)에는 에어 포일 날개를 가진 축방향 팬과 같은 공기이송수단(70, 72)가 배치되어 있다. 공기이송수단(70과 72)는 병렬로 작동하고 공기가 화살표(68)로 표시된 방향으로 흐르게 배치된다. 수평 방향으로 흐르는 공기는 흡기부(36)를 통하여 외함(16)내로 들어가서 하부음향 분산 머플러부(38), 열교환 반응부(40) 및 상부 음향 분산머플러부(42)를 통해 위로 올라간다. 그리하여 공기는 수직방향의 공기흐름을 수평방향으로 바꾸는 배기부(44)를 통해 외함(16)을 빠져나간다. 제2도의 역흐름 배열을 주의하는 것이 중요하며, 이것은 액체가 상부 열교환 튜우브 코어(48)로 들어가서 하부 열교환 튜우브 코어(46)까지 하부로 흐르고 공기가 외함(16)의 저면부로 들어가서 상부로 흐르는 배열이 된다.

펌프(62)는 양호하게 외함(16)내부에 부착되며, 그리하여 펌프가 그다음에 음향 재료로 쉽게 둘러싸이기 때문이다. 접근을 용이하게 하기위해, 펌프(62)는 흡기부(36)에 부착되는 것이 좋다. 그러나 필요하다면 외함(16)내의 더 높은 곳, 즉 흡입관(58)과 상부 열교환 튜우브코어(48) 사이에 장착시킬 수 있다.

냉각기 외함(16)의 저면부와 상면부의 흡기부(36)와 배기부(44)의 구멍들은 제각기 두 긴면(22)와 (24)에 놓여있다. 이들 공기구멍들은 비가 들어가는 것을 막기위해 아래로 경사진 루우버(74 : 비늘살창)으로 차폐된다. 구멍들은 동물이나 새나 혹은 파편이 안으로 들어가지 못하도록 철망(76)이나 혹은 유사한 재료로 덮여진다.

먼저 내부 부품들의 열교환 반응부(40)를 보면, 튜우브 코어는 하나의 혹은 분리되지 않은 튜우브 코어로 팬이 위에 혹은 아래에 부착된다. 그러나, 소리를 최대한으로 감쇄하기 위하여, 튜우브 코어는 팬과 같은 공기 이송수단(70과 72)을 부착하기 위해 공간(47)이 마련되도록 하부와 상부 열교환 튜우브 코어(46과 48)로 나뉘어진다. 이 배열에 의해 팬의 소리가 가장 잘 격리된다. 튜우브 코어가 4개 혹은 그이상의 핀 튜우브의 수직층을 포함할때는 항상 튜우브 코어의 수직 분할이 가능하다. 팬에 추가로 소리를 격리시키는 이외에도, 튜우브 코어를 수직으로 분할하는 것에 의해 제2도에서 지적된 오일 순환의 배열이 가능해진다.

상부와 하부 열교환 튜우브 코어는 공기측에 열전도를 하기위해 많은 핀을 가진 대단히 많은 수의 튜우브로 만들어진다. 제3도는 사용되는 적절한 핀 튜우브(80)의 투시도이다. 핀 튜우브(82)는 관부(84)와 관부 주위에 부착된 다수의 핀(84)들을 포함한다. 핀(84)은 나선형으로 둘러싸인 원형 핀이나 혹은 판으로 된다. 핀(84)은 공기측 표면적을 증가시키지만, 핀의 밀도가 미리 설정된 범위내에 있는 것이 중요하다. 다시말해서, 핀의 밀도는 공기측 전도도가 높아지므로써 추가된 팬 소음의 이점이 증가된 압력강하에 의해 보상되는 점까지 증가될 수 있는 것이다. 벽두께 0.75인치이고 핀두께 0.012인치가 되는 0.625인치 0.0.구리 혹은 알루미늄 튜우브를 사용하며, 핀의 밀도 범위는 대략 인치당 8 내지 14가 된다. 공기유통과 압력강하의 좋은 구성으로는 인치당 11개의 핀이 좋다.

핀 튜우브(80)는 밀접하게 묶여진 층으로 배열된다. 예를들어 10개의 층이 본 발명의 실시예에서 필요하다면 5개의 층은 하부 열교환 튜우브 코어(46)에 그리고 5개의 층은 상부 열교환 튜우브 코어(48)에 배치된다.

주어진 바닥 면적에서 최대 열 발산용량을 얻기위해 튜우브코어 부분을 그 폭을 넓히거나 혹은 길이를 늘이기 위해 기울이는 것이 필요하다. 열교환 반응부(40)의 높이를 불필요하게 높이지 않고 이렇게 기울이므로써, 튜우브 코어는 그 중심에서 굽혀져서 미리 설정된 방향의 V자형, 예를들어 제1도와 2도의 역 V자 방향이나, 혹은 V자 방향으로 된다. 층당 핀 튜우브의 수보다 핀 튜우브의 길이를 최대한 하도록 튜우브를 기울이고 굽히는 것이 좋다.

이같은 배열은 오일 측의 전도 때문에 최소의 소음원이 된다.

5피트×7피트 면적에서 200kW의 열 발산용량을 위해, 하부, 상부 열교환 튜우브 코어(46과 48)에 각각 5개와 5개로 나누어서 10개의 핀 튜우브 층이 필요하다. 각층의 핀 튜우브의 세로측은 단이 지어져 38핀 튜우브를 제1, 제3 및 제5층에 제공하며, 37핀 튜우브를 제2 및 제4층에 제공한다. 제2도에서 경사 각(86)을, 예를들어 42°와 같이, 40°와 45° 사이의 범위내에서 선정하고 튜우브의 중점에서 흰 각(88)

을 96° 로 선정하여 핀 튜브(80)가 약 90인치의 길이를 갖게된다.

팬의 추가 소음 격리를 제공하기 위해서, 팬이 상부 및 하부 열교환 튜브 코어(48)와 (46) 사이에 묻히게하는 이외에도 튜브 코어를 수직으로 분리시키므로써 유체 순환에 이롭게되어 유체나 오일로부터 공기의 흐름으로의 열 전달을 높인다. 양호한 실시예에 있어서, 이 유리한 순환은 각 코어의 반에서 완전 병렬시스템이며, 이것은 유체 유통 속도를 최대로 한다. 유체가 튜브를 직렬로 유통되는 완전 직렬 시스템은 최소 유통 속도를 낸다. 튜브 코어의 동일 측에 2개의 헤더를 필요로하는 직 병렬 코어 시스템은 완전 병렬과 완전 직렬 시스템 사이의 유통속도를 제공한다. 본 발명에서 실시된 완전 병렬 시스템이 최저의 유체 속도를 갖는 한편, 이것은 적절한 속도를 제공하며 그리하여 적절한 유체 측면 전달성의 열전달 계수를 제공한다. 또한 병렬 배열에 의해 유체를 튜브 코어의 맞은편 단부에 분배하고 수집하는 간단하고 수평으로 이격된 박스헤더를 사용할 수 있게한다. 직렬 배열은 튜브 코어의 각단에 복귀 굴곡이 필요하며, 직 병렬 배열에는 튜브 코어의 일단에 복귀 굴곡이 필요하고, 흡입 및 배출오일 헤더는 나머지 부분에 있다.

특히, 병렬 튜브만을 가진 실시예에서, 하부 열교환 튜브 코어(46)는 제1 및 제2 박스 헤더(90 및 92)를 포함하며, 상부 열교환 튜브 코어(48)는 제1 및 제2의 수평박스 헤더(94 및 96)를 제각기 포함하고 있다. 예시한 실시예에서, 총당 미리 설정된 수의 핀 튜브(80)를 가진 다수의 수직으로 포개놓은 층에 배열된 핀 튜브(80)는 한 각(88)에 이를때까지 수평으로부터 경사각(86)으로 제1 헤더에서부터 상부로 연장된다. 그다음 핀 튜브는 수평과 같은 각도로 제2 헤더까지 하부로 연장된다. 유체 흡입관(58)은 상부 열교환 튜브 코어(48)의 제1 헤더(94)에 연결되어 전기 전력장치(14)로부터 유체 혹은 오일을 받아들인다. 유체는 상부 열교환 튜브 코어의 다수의 핀 튜브(80)를 통하여 평행하게 유통되어 그곳에서 모아진다. 모아진 유체는 상부 열교환 튜브 코어(48)의 제2 헤더(96)로부터 적당한 파이프 수단을 거쳐 하부 열교환 튜브 코어(46)의 제2 헤더까지 흐른다. 그 다음 유체는 평행하게 하부 열교환 튜브 코어의 다수의 핀 튜브(80)를 통하여 제1 헤더(90)까지 흘러서, 그곳에서 유체는 모아지고 파이프(64)를 거쳐서 펌프(62)로 향해진다. 펌프(62)는 유체를 배출관(66)을 통하여 전기 장치로 되돌려 보낸다.

예시한 실시예에서 공기이송수단(70과 72)은 0.4 내지 0.5인치의 수두상승에서 대략 10,000CFM의 공기를 공급하도록 선정되어야 한다. 공기이송수단은 적절한 진동 격리 설치대에 설치되는, 전기 구동 모우터에 직렬된 축방향의 것이어야 한다. 2개의 팬들의 공기이송수단이 직렬로 놓인다면, 낮은 유속이 유지되는 동안 날개 압력 하중이 대단히 적어질 수 있도록 그 허용크기는 아주 커지게된다. 완전 유통 작동을 위해 필요한 압력의 상승은 2개의 팬 사이로 분리될 것이다. 모우터 속도가 300rpm 미만이면 특수한 속도의 증가가 이용된다. 실제로 이용되는 모우터를 사용한다고 가정하면, 궁극적인 결과는 효율이 낮으며 팬 소음이 증가한다. 또한, 하나의 팬이 고장나서 하나의 팬으로 작동되는 것도 고려하여야 한다. 직렬로 작동되는 2개의 팬에서 하나의 팬만이 작동하면 성능에 상당한 문제가 생긴다.

주어진 팬 속도에서 하나의 팬에 부과되는 압력의 상승은 지나치게 된다. 이것은 상당히 공기 유통 속도를 감소시키며 팬이 설계외의 조건에서 격렬하게 작동되게 한다. 하나의 팬은 대단히 낮은 효율로 되는 저지된 유통 상태로 되며, 소음 레벨을 높인다. 이러한 이유때문에 팬의 병렬운전이 좋은 것이다.

공기이송수단(70과 72)의 직경의 크기를 증가시키기 위하여, 팬 평면은 수평으로 되는 대신에 가로(18)의 중점에서 구부러져서 수평과 설정각(100)(제2도 참조)을 이룬다. 튜브 코어에 역 V자 구조를 이용할때, 설정각은 수평 밑으로 대략 30° 가 줄으며, 이 각도는 공기이송수단(70)에 부착되는 제1 팬 평면을 형성하며 즉 공기이송수단(70)을 구동하는 모우터 샤프트의 축은 평면(102)에 수직으로 되며, 공기이송수단(72)가 부착되는 제2 팬 평면(104)를 형성한다. 이 2개의 팬 평면은 서로 교차하여 약 120° 의 둔각을 이룬다. 만일 튜브 코어의 2개의 반쪽에 V자 구조를 사용한다면, 미리 설정된 각도는 수평 위로 대략 30° 가 될 것이다. 다시 말해서, 굽혀진 팬 평면이 굽혀진 코어부분과 포개지도록 배향된다.

하나의 팬이 고장날 경우 공기의 재순환을 방지하기 위하여 공기이송수단(70과 72)은 팬 평면에서 제각기 공기이송수단(70과 72)을 둘러싸는 배플(조절판)(106과 108) 및 2개의 팬 평면의 곡부 혹은 교차부분에서 상부로 연장되는 수직 배플(110)에 의해 서로 격리된다.

공기이송수단(70과 72)으로는 한겹의 박판 금속 팬 날개보다는 에어포일 날개로 하는 것이 더 좋다. 선단 직경이 대략 35인치이고 허브의 직경이 대략 24인치이며 공칭600rpm의 속도로 회전하며 선단 경도가 0.8인 16개의 에어포일 날개의 팬이 공기이송수단(70 및 72)으로 적합하다. 또한 비대칭의 균형된 16개의 날개로 설계하는 것이 좋다. 비대칭적인 배열은 에너지를 스펙트럼에서의 더 높은 주파수로 변화시켜서 날개를 통과하는 음의 크기를 축소시킨다. 즉 600rpm의 속도에 대해 160Hz의 기본 음의 크기를 축소시킨다. 1/3옥타브 기저대에서의 10dB에 달하는 기본날개 통과음의 축소는 비대칭 날개의 특징이다.

열교환 반응부(40)는 열교환 튜브 코어와 팬을 둘러싸는 것 이외에도 반작용 머플러(소음기)로서 작용한다. 반작용 머플러는 그것을 통해 진행하는 소리 에너지에 대해 음향 임피던스 부정합을 일으킨다. 이 부정합(미스매치)은 소리에너지의 일부가 반사되어 음원으로 되돌아가게해서 소리 에너지가 머플러 외부로 전달되는 것을 막는다. 반작용 머플러내에 놓이는 작은 양의 흡수재료는 소리 에너지의 반사에 의해 올라가는 음압 때문에 소리를 상당히 흡수한다. 흡수재료가 입혀진 반작용 머플러는 분리시켜 생각한 감쇄와 반사 효과의 합보다 소리 에너지 전달을 크게 축소시킬 수 있다. 열교환 반응부(40)의 내벽을 위한 음향 감쇄 수단의 한 실시예가 제4도에 도시되며, 이것은 열교환 반응부(40)의 벽의 단면에 대한 일부 투시도이다. 이 벽(112)은 16게이지 강철 같은, 적절한 전달 손실의 금속 패널로 되어있다. 오웬스 코오닝 TIW(상표)형 II유리섬유 같은 3인치 두께의 음향흡수재(114) 혹은 그와 동등한 것이 벽 부분에 부착된다. 유리섬유의 노출면에는 먼지가 달라붙는 것을 막기위해 상표 마일러(Myler)로 매출되고 있는 폴리에스터 같은 0.001인치 두께의 필름이 붙여지는 것이 좋다.

유리 섬유를 더 보호하기 위해 마일러 필름 위에 구멍뚫린 혹은 다공 금속면(118)을 붙이는 것이 좋다. 다공면은 마일러 필름과 접촉되어야 하며, 마일러 필름은 다시 음향 흡수재와 접촉되어야 한다. 이런 경우, 이 면에 의해 소리를 효과적으로 흡수하는 적절한 크기의 리액턴스와 레지스턴스가 있다. 그러나,

소리 흡수 재료가 설계된 값 이상으로 압축되지않게 주의하여야 하는데 그 이유는 지나치게 압축되면 소리 흡수 특성이 감소되기 때문이다. 다공 면은 냉각기(10)의 음향분산머플러부(38과 42)를 설명할때 더욱 상세히 설명될 것이다.

음향분산머플러부(38과 42)는 같은 구조이므로, 하나의 음향분산머플러부(38)만이 상세하게 설명될 것이다. 그 목적이 소리를 흡수하여서 그 장치를 통해 전달되는 소리의 크기를 줄이는 에어덕트(Air duct)내에 놓이는 모든 장치를 음향분산머플러라고 한다. 이와같은 장치는 일반적으로 넓은 주파수 대역에 걸쳐 비교적 높은 감쇄 특성을 가진다. 이와같이, 그들은 광대역의 소음 스펙트럼을 발생하는 팬 같은 근원을 제어하는데 적용하기에 적합하다. 하나의 특수한 흡수 재료를 사용하여 모든 주파수를 감쇄시키기 위해 분산 머플러의 감쇄가 최적으로 될 수 없다. 냉각기(10)에는 125Hz 내지 1000Hz의 범위에서 비교적 높은 감쇄치가 필수적이다. 125Hz에서 다른 흡수 재료의, 재료의 밀도와 섬유 직경의 함수가 되는, 유통 비저항과의 감쇄의 변화는 이미 언급한바 있는 TIW형 II 유리섬유가 설명될 머플러 구조의 아주 낮은 주파수 감쇄를 크게 얻기 위한 가장 좋은 절충이라는 것을 표시한다. TIW형 II 유리섬유는 온도에 따라 형태의 보유가 나빠지면 안되는 결합되지 않는 유리섬유이다.

기본적으로, 음향분산머플러부(38)에는 나란히 이격되게 배치된 다수의 수직배플인 음향안내부재(120)가 포함된다. 압력 강하는 음향 안내부재(120)에 의해 차폐되는 공기 유통 면적의 백분율이 증가함에 따라 지수함수적으로 증가하며, 한편 음향적인 감쇄는 근본적으로 비례적으로 증가한다. 이와같이, 비교적 작은 유통의 차폐, 즉 개방면적이 큰 것은, 압력 강하를 작게하기 위해 필요하다. 그밖에도, 분산 머플러의 저주파 수 감쇄는 음향안내부재 공간이 증가함에 따라 증가한다. 그러나, 고주파에서는, 음파가 흡수되지 않고 머플러 통로를 통하여 "방사(bean)"되기 때문에 기대된 감쇄는 음향안내부재 간격의 증가에 따라 감소한다. 즉 파장이 음향안내부재 간격보다 작다. 실제 음향안내부재의 간격은 선정된 팬의 소음 스펙트럼에 의해 결정된다. 고주파음의 "방사"는 비슷한 횡파의 존재와 결합되어 음향안내부재의 고주파 성능을 제한한다.

제5도는 음향안내부재(120) 각각의 구조 실시예의 부분적인 투시도이다. TIW형 II 유리섬유(122)는 마일러 필름(124)으로 덮여진다. 마일러 필름은 기본적으로 소리를 통과시키지만, 그러나 저주파 범위에서는 추가적으로 감쇄를 한다. 다공 금속 면(126)은 외부 셸(shell)을 제공하며 유리섬유(122)를 지지하기 위해 필요한 강도를 제공한다. 다공 금속면(126)은 제1 및 제2의 주 평행표면(127과 129)을 제각기 형성하며, 이 평행 표면들은 음향안내부재의 상단부(131)에서 V자형 혹은 완만한 구조로, 그리고 하단부(133)에서 둥근 혹은 U자형 구조로 끝나서 음향안내부재 위로 유통되는 공기의 압력 강하를 최소화시킨다. 표면 재료가 흡수 재료의 감쇄에 대한 나쁜 영향을 막기위해 다공금속면(126)의 30% 개방 면적이 적절하다. 예를들면, 3/16인치 직경의 구멍이 중심이 5/16인치 엇갈린 것이 적당하다는 것이 발견되었다. 다공 금속면(126)은 부식을 방지하도록 적절히 처리된, 예를들어, 20게이지 판 금속이다.

하부 음향분산 머플러부(38)에 의한 압력 강하가 가장 중대하다. 만일 압력강하가 지나치게 높으면, 팬에 의한 추가 압력 전달은 팬 성능을 감소시키고 팬 소음 레벨을 증가시킨다. 낮은 압력 강하와 용납되는 머플러 길이를 위해 적절한 음향분산 머플러 배열은 배플 폭의 크기 130이 대략 4인치이고, 인접한 배플의 수직으로 평행한 경계면 사이의 간격이 대략 6.5인치이며, 이것은 8개의 개방 채널 혹은 공간을 만들고 머플러 길이는 수직방향으로 3.5피트가 된다. 이것은 물 0.041인치의 압력 강하를 일으킨다. 음향안내부재(120)는 이격된 안내부재 부분 사이의 개방 채널이 긴면(22)와 (24) 사이에 연장되게 배향되는 것에 주의해야 한다. 이 배향은 안내부재를 채널이 외함(16)의 긴면(26)과 (28) 사이에 연장되게 배향하는 것에 비해 흡기부와 배기부 공간부분의 유통 제한을 감소시키며 흡기부와 배기부의 공기 유통 분포를 개선시킨다.

음향안내부재(120)가 냉각기의 저면부와 상면부로 연장되는 한편, 흡기부와 배기구의 공간 체적의 결과적인 제거는 더 큰 안내부재를 사용함에 의해 어떠한 이득도 상쇄한다. 또한, 연장된 안내부재는 더 큰 압력 강하를 일으키고, 더 많은 재료를 사용하며 제조하기가 더욱 어렵다. 이와같이, 제1도에 도시된 안내부재 구조와 배열이 더 좋다.

머플러를 통해 방사될 고주파 음의 양을 감소하기 위해서, 음향안내부재(120)에 수직으로 그리고 사이에 배치되는 부분적인 부분 중앙분할대(132)가 구비된다.

분산 머플러의 성능은 음향안내부재(120)에 수직한 머플러 덕트 단부벽과 부분중앙 분할대(132)를 TIW형 II 유리 섬유유의 3인치 층과, 마일러 필름 및 다공 금속면으로 씌우므로써 개선된다.

머플러의 나머지 벽도 같은 식으로 씌우므로써 감쇄가 추가적으로 얻어진다.

흡기부(36)는 외함(16)에 들어가는 수평 방향 공기의 흐름을 수직방향 공기의 흐름으로 완만하게 변화시키는 90° 구부러진 곡부(134와 136)를 가지고 있다. 90° 곡부는 이미 언급된 TIW형 II 유리섬유를 마일러 필름으로 덮고 다공금속면으로 보호하여 만든 것 같은 흡수 재료로 씌워진다. 마찬가지로, 배기부(44)는 흡수 재료로 씌워진 90° 곡부(138과 140)를 가지고 있다. 90° 곡부(138과 140)를 가지고 있다. 90°의 곡부와 외함(16)의 양단의 흡수 라이닝(내장재)은 분산 머플러 통로를 통하여 방사되는 고주파 음을 차단하기 때문에 본 발명에 상당히 중요한 것이다. 덮여 씌워진 곡부의 감쇄도는 주로 흡수 라이닝 재료의 두께에 따른다. 1000Hz가 넘는 주파수의 감쇄에 적합한 대부분의 소리 흡수 재료는 대략 4인치가 적당하다.

상기 언급된 TIW형 II 유리섬유가 사용된다.

흡기부와 배기부 구멍은 냉각기(10)의 자유 횡단면적의 대략 반이되는 크기가 좋다. 이것은 공기가 분산 머플러를 떠날 때 공기의 흐름을 느리게하고 그 다음에 비늘살창 부위를 나갈 때 약간 속도를 높인다. 유통부위에서의 이같은 변화는 흡기부 및 배기부가 시스템 공기 압력강하를 크게 증가시키지 않고 작은 반응실로서 작용하게한다. 흡기부(36)와 배기부(42)에 있는 하향경사진 루우버(74)와 철망(76)은 제각기 공기의 유통을 안내하고 냉각기(10)로 비가 들어가는 것을 최소화하는 작용을 한다. 이들은 또한 전체 소음 감쇄가 약간 기여한다. 소음 감쇄에 대한 루우버의 효과는 주로 2KHz 이상의 주파수에 효과가 있

다.

요약해서 말하면, 전력 변압기 같은 대형 전기장치의 유체 냉각제를 지속적으로 냉각시키기 위한 새롭고 개선된 FOA냉각기를 기술하였다. 본 냉각기는 냉각기의 주부품들을 수직 관계로 배열하여서 작동 소음 레벨을 비슷한 정격의 선행 기술의 냉각기 보다 훨씬 낮게 감소시키는 한편, 주어진 바닥 면적에서 열 발산용량을 최대로 한다. 열 교환튜우브 코어의 핀 튜우브를 경사지게 하고 구부려서, 그리고 팬 평면을 경사지게 하고 구부려서, 냉각기의 열전달 부분을 비교적 작은 면적내에 맞도록 크기가 되며 또한 중간 높이로 된다. 특정예에서, 냉각기 전체 높이는 열교환기를 튜우브 길이의 중점에서 구부리므로써 2.5피트가 짧아졌다.

팬으로부터의 소리가 소음의 주원인이다. 본 발명의 실시예와 같이 열교환기를 하부와 상부 유니트로 분할하고 팬을 그들 사이에 배치하여서 음향을 추가로 격리시킨다. 이 분할 구조는 소음원을 중심 공동에 격리시키는 이점이 있다. 이같은 구조는 또한 유체 순환장치내에 더 많은 범위를 제공한다. 팬 주위를 완전히 둘러싸는 것 또한 사람에게 안전하다. 냉각기 코어의 팬도 덮개형 외피로 인한 우발적인 손상과 파괴로부터 보호된다. 냉각기의 열전달부의 위와 아래 모두에 있는 음향 흡수 재료는 보통의 규제를 초과하지 않게 냉각기 외부의 소리 레벨을 감소시킨다.

흡수 재료로 씌워진 흡기부와 배기부의 90° 곡부는 고주파음 감쇄를 돕는다. 그밖에도, 공기를 냉각기의 저면에서 불어들이고 상면에서 배출하므로써 냉각기(10)의 외부에서 혼합되고 재순환되는 공기의 양을 최소로 줄인다. 오일 펌프를 음향적으로 격리된 구획, 특히 냉각의 바닥에 놓기위해 공간이 있다.

(57) 청구의 범위

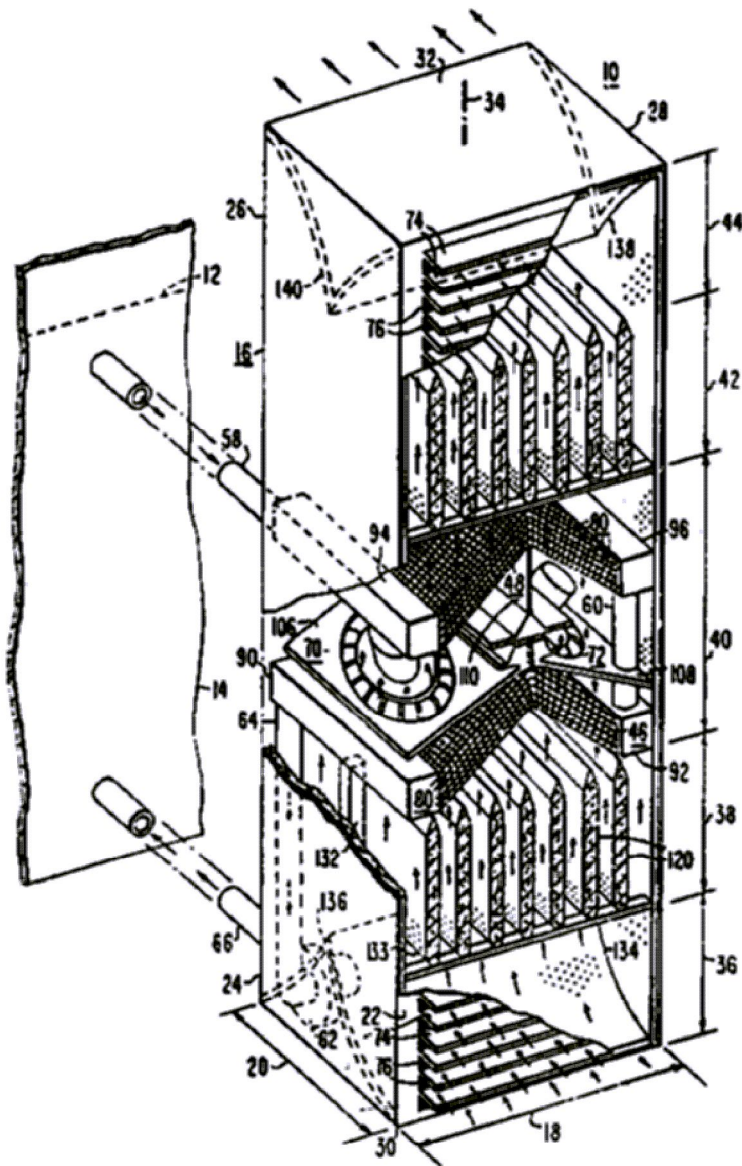
청구항 1

사용시 수직 길이방향으로 배치되고, 제1, 제2, 제3 및 제4면으로 덮여있는 외함(16)과 ; 상기 외함내에 있고 유체 흡입관(58) 및 배출관(66)에 연결되어 있는 열교환 반응부(40)와 ; 외함의 한면의 거의 하단에 있으며, 공기 흐름을 완만하게 상부방향으로 보내는 안내수단을 포함한 흡기부(36)과 ; 외함의 적어도 한면의 상단에 있고, 수직 방향에서 거의 수평방향으로 배출공기를 완만하게 지향시키어 공기를 배출하도록 하는 90° 곡부(140)을 포함하고 있는 배기부(44)로 구성하고 있는 전기 전력 장치용 열교환기에 있어서,

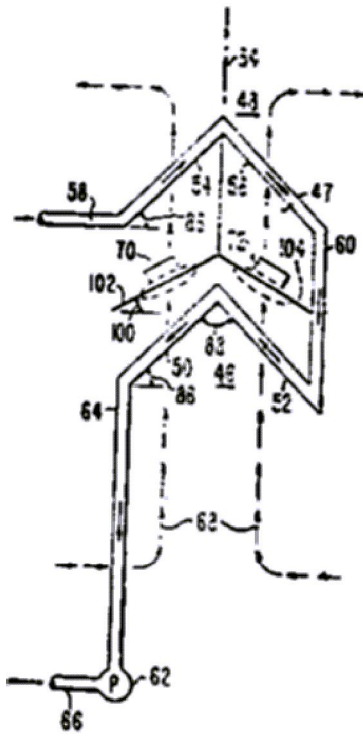
상부와 하부로 분할된 다수의 핀 튜우브(80)를 가지고 있는 열교환 튜우브 코어(46,48)를 구비하고 있고 ; 공기이송수단(70, 72)이 수직상부방향으로 공기를 이동시키도록 상부 및 하부 열교환 튜우브 코어들 사이의 소정 공간에 배치되어 있고 ; 공기 흐름을 안내하고 소음 레벨을 최소화하도록 음향 흡수재(114)로 되어 있으며, 상기 튜우브 코어와 공기이송수단의 상하에 배치되어 있는 음향안내부재(120)를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 저소음 역류식 열교환기.

도면

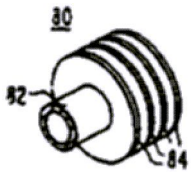
도면1



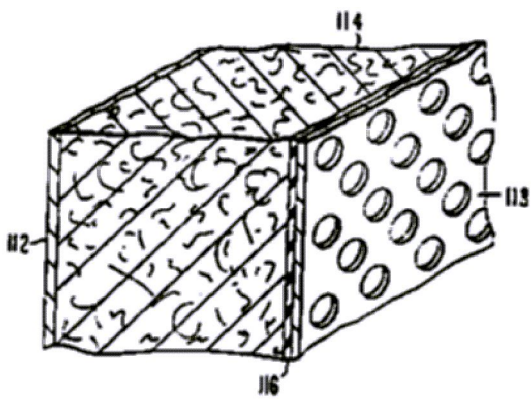
도면2



도면3



도면4



도면5

