

압축식 열펌프의 제상·제어 특허기술 분석

최 종 민, 심 윤 희[†], 이 상 혁^{**}, 이 재 훈^{***}, 이 진 욱^{***},
박 성 룡^{****}, 김 용 찬^{*****}, 윤 준 상^{*****}

국립한밭대학교 기계공학과, [†]경민대학 실용건축과, ^{**}우송공업대학 인텔리전트 설비계열, ^{***}특허청 공조기계심사담당관실,
^{****}한국에너지기술연구원 에너지시스템연구부, ^{*****}고려대학교 기계공학과, ^{*****}국립한밭대학교 기계공학과 대학원

An Analysis of the Control and Defrost Patents for Heat Pump

Jong Min Choi, Yun-Hee Sim[†], Sang Hyuk Lee^{**}, Jaehoon Lee^{***}, Jinwook Lee^{***},
Seong-ryong Park^{****}, Yongchan Kim^{*****}, Joonsang Yoon^{*****}

Department of Mechanical Engineering, Hanbat National University, Daejeon 305-719, Korea

[†]Department of Architectural Engineering, Kyungmin College, Gyeonggido 480-702, Korea

*^{**}Division of Intelligent System Engineering, Woosong Technical College, Daejeon 300-719, Korea*

*^{***}Machinery & Metals Examination Bureau, KIPO, Daejeon 302-719, Korea*

*^{****}Department of Energy System, KIER, Daejeon 305-343, Korea*

*^{*****}Department of Mechanical Engineering, Korea University, Seoul 136-701, Korea*

*^{*****}Graduate School of Mechanical Engineering, Hanbat National University, Daejeon 305-719, Korea*

(Received July 20, 2005; revision received November 16, 2005)

ABSTRACT: A technical analysis was conducted to predict the development trend for heat pump system. The study was based on a submitted patent from 1983 to 2002 in Korea, U.S.A. and Japan. The total number of raw data from the registered database was 19,261 and the obtained data to be analyzed through the filtering process was 5,143.

Technical development of compression type heat pump was more dominant than the other types, absorption, adsorption, and chemical heat pump. The patents for compression type made up over 80% in each country. Most of patents were developed for the defrosting and controlling technology of the compression type heat pump system. Approximately 24% and 62% of the patents about compression type heat pump were for defrosting and control technologies, respectively.

Key words: Heat pump(열펌프), Patent(특허), Defrosting(제상), Control(제어)

1. 서 론

세계적으로 환경오염의 중요성이 증대되고 있으며, 환경오염의 가장 큰 원인은 산업화에 따른

화석연료의 무분별한 사용이고, 산업의 발전에 따라 쾌적한 환경 및 작업환경 개선 등을 위하여 공기조화기에서의 에너지 소비가 급증하고 있다. 이에 따라 에너지 효율적 공기조화기를 사용하는 것은 국가적, 세계적 에너지 절감 및 환경적 측면에서 매우 중요한 현안이다.⁽¹⁻³⁾

열펌프는 열의 흡수 및 방출이 동시에 일어나며 에어컨 또는 냉동기와 같은 기계장치와 동일

[†] Corresponding author

Tel.: +82-31-828-7302; fax: +82-31-828-7949

E-mail address: goldbear@kyungmin.ac.kr

한 냉동사이클로 구성된다. 특히, 열펌프는 전기 히터나 보일러와 달리 입력에너지가 직접적으로 전환되어서 사용하는 것이 아니라, 열을 저온에서 고온으로 이동시키는 것으로서 에너지 이용효율이 높고, 환경문제의 발생이 적어서 수요 및 이에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다.⁽⁴⁻⁹⁾

본 연구에서는 열펌프 분야의 특허 출원동향을 분석하고, 기술 흐름을 평가하기 위한 것으로 최근 20년간 한국, 일본, 미국에 출원된 열펌프 관련 특허를 기술에 따라 분석하였다. 특히, 압축식 열펌프의 제어, 제상 특허기술에 대한 핵심특허를 기술별로 세분류하여 특허기술동향을 분석하였다. 이러한 분석을 통하여 열펌프 관련 기술개발 및 연구방향 설정에 유용한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 분석범위

열펌프의 주요 특허 기술분석을 위한 데이터베이스 구축을 위하여 전 세계 특허데이터를 각국의 특허청으로부터 받아 전 세계 통합 특허 검색 시스템을 제공하고 있는 웹스(WIPS)사의 웹스 DB(www.wips.co.kr)를 활용하였다.⁽¹⁰⁾ 기술분석 데이터베이스에서 특허의 초록을 검색하고, 명세서 원문 및 등록특허 여부를 추가로 조사, 확인하였다.

특허 조사는 출원년도를 기준으로 1983년 1월부터 2002년 12월까지 조사하였으며, 한국, 미국, 일본을 분석대상 국가로 선택하였다. 한국과 일본에 관한 조사는 공개특허를 대상으로 하였으

며, 미국은 등록특허를 대상으로 하였다.

한국, 미국, 일본의 특허기술 검색결과는 모두 19,261건이었다. 전체 특허를 대상으로 열펌프의 시스템적 관점에서 열펌프 관련 기술을 도출하였으며, 중복특허를 정리하고 열펌프 기술 분류체계에 따라 특허를 분류하여 유효데이터를 선별하였다. 기술 분류과정에서 기술의 명칭과 초록 및 명세서 내용을 검토하며 노이즈를 제거하였으며, 특허에 대한 중요도 등급을 부여하였다. 여기서, 노이즈는 검색용어를 포함하고 있지만 열펌프에 해당하는 기술이 아닌 자료를 의미한다.

열펌프 형식에 따른 기술 분류체계에 의한 데이터 현황은 Table 1에 나타내었다.

2.2 세부 주요 기술분석 및 분류방법

특허분석을 효율적으로 수행하기 위하여 일반적으로 열펌프의 기술적 분류로 사용되는 구동에너지원에 따라 특허기술을 압축식, 화학반응식, 흡수식/흡착식으로 분류하였다.⁽⁵⁾ 열펌프를 형식별로 나누어 각국의 특허기술을 분류한 결과 압축식 열펌프가 약 85%를 차지하여, 열펌프 관련 특허기술은 압축식에 집중하여 발전되었다고 판단된다. 그러므로, 본 연구에서는 주요 특허의 기술분석은 압축식 열펌프에 대하여 수행하였다.

압축식 열펌프 기술은 제상, 제어 등의 요소기술과 기타로 분류하였으며, 기타 기술은 압축식 열펌프에 관한 용어는 포함하고 있지만, 공기청정·리모콘 운전·소음제거 등 부속장치류에 해당하고 열펌프 시스템만의 특허기술에 해당되지 않는 내용이어서 정량분석 및 주요 특허분석 대상에서 제외하였다. 이때 각 기술의 특허건수를

Table 1 Results of raw data filtering process

Nation	Data	Type		
		Compression	Absorption/Adsorption	Chemical
Korea	Raw	1,138	187	25
	Available	970	102	8
USA	Raw	1,215	624	41
	Available	1,021	243	18
Japan	Raw	3,924	3,665	108
	Available	2,346	389	46
Total	Raw	6,277	4,476	174
	Available	4,337	734	72

기준으로 볼 때 특허가 가장 많은 요소기술 분야는 제어에 관한 것이고, 그 다음이 제상에 관한 것으로 나타났다. 전체 압축식 요소기술 중 제어 및 제상 분야가 차지하는 비율이 86%를 차지하여, 압축식 열펌프에서의 핵심 요소기술은 제상과 제어임을 알 수 있다.

특허를 통한 권리분석이 보다 더 의미 있는 결과를 얻기 위해서는 분석의 범위를 한정하여 핵심적인 내용에 집중할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 주요 특허의 권리분석은 전술한 조사 결과를 바탕으로 압축식 열펌프의 요소기술 중 제어와 제상 기술을 중심으로 수행하였다. 또한, 주요 특허에 대하여 보다 더 심도 있는 분석을 위해 특허초록을 바탕으로 IPC(국제특허분류) 체계를 참조하여 세부적인 기술분석을 수행하였다. 제상기술은 압축기운전, 역사이클운전, 증발기, 보조가열수단, 유량제어수단, 공기팬의 소분류항으로 분류되었으며, 제어기술 관련 특허는 유량제어, 보조가열, 압축기용량제어, 열교환장치, 안전제어, 축열의 소분류항에 따라서 분류되었다.

2.3 주요 특허 도출방법

압축식 열펌프의 제상과 제어기술에 대한 총 데이터수는 2500여 건으로 나타났으며, 주요 특허의 주요 기준인 등록 여부 판별을 통해 총 데이터수를 620여 개로 줄일 수 있었다.

데이터 전문을 한정된 시간 내에 보는 것은 기술적으로 무리가 있기 때문에, 대부분의 특허는 초록과 대표도를 중심으로 기술적인 중요도의 등급을 부여하였으며, 일부 특허의 경우에는 웹상으로 전문을 본 다음 기술적인 중요도 등급을 일단 부여하였다. 이때, 특허분류의 소분류 항목을 대표하거나 특허내용이 구체적이며, 적용되고 있는 특허와 비슷한 요소기술에 대한 특허가 다수 출원된 특허 및 기술적 연계성이 있는 특허들에 대하여 기술적 중요도를 높이 부여하였다. 또한, 제어 및 제상 기술에 대한 소분류 내에서 기술적 유사성 및 특허 간의 연계성이 커서 소분류 내에서 다시 재분류가 가능한 특허그룹을 형성할 수 있는 특허들에 대하여 중요도를 높게 부여하였다. 그 후 상위의 등급이 부여된 특허, 우선권 주장이 있는 특허, 한국과 일본에 있어서 해외출원인이 출원한 특허, 비슷한 시기에 동일인에 의해

비슷한 주제로 연속하여 출원한 특허, 특허출원이 많은 출원인의 특허 등을 선정방법으로 하여 주요 핵심 특허를 도출하였다. 이와 같은 방법으로 선정된 데이터는 약 300여 건이다.

선정된 주요 특허는 특허전문을 출력하여 기술적인 특징들을 분석하였으며, 이 과정 중 기술발전도 상의 연관성이 현저히 떨어지는 특허를 일부 제외하였으며, 최종적으로 인용된 주요 특허의 개수는 200여 개이다.

3. 결과 및 고찰

한국, 일본, 미국을 대상으로 1983년부터 2002년 사이에 열펌프 특허를 검색, 분석, 정리하여 최종적으로 5,143건의 열펌프 기술 관련 특허를 얻었으며, 기술 분류체계에 의한 구동방식에 따라 분류하여 기술 흐름과 동향을 분석하였다. 또한, 주요 특허를 선별하고, 세부기술별로 분류하여 기술을 분석하였다.

3.1 열펌프 특허 전체 동향

Fig. 1은 열펌프 형식에 따른 연도별 출원동향을 나타낸다. 모든 기간에 대해 압축식 열펌프에 대한 출원비중이 흡수/흡착식 또는 화학반응식에 비하여 매우 높게 나타났으며, 지속적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 압축식 열펌프는 이용이 편리한 고급에너지인 전기 등을 이용하여 소용량부터 대용량에 대하여 적용 가능하므로 다양한 형

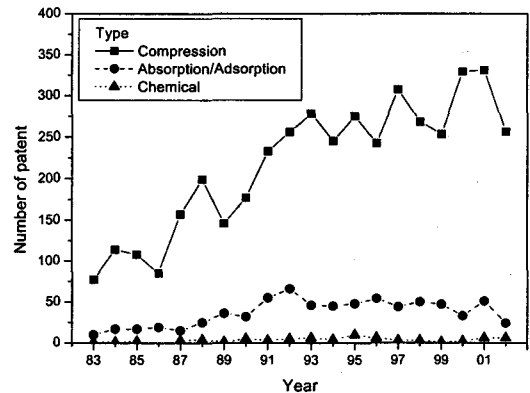


Fig. 1 Number of patent according to year for heat pump type.

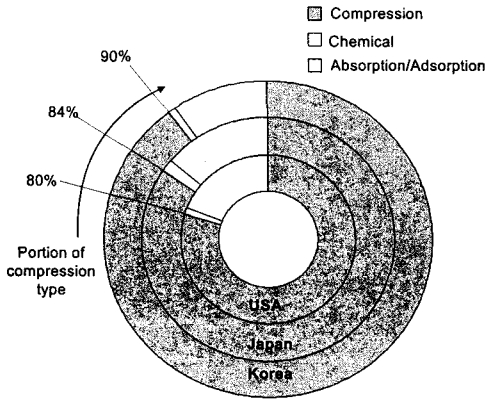


Fig. 2 Relative portion of patents according to heat pump type for each nation.

태로 연구 및 개발이 추진되어 다른 구동방식에 비하여 많은 특허가 출원된 것으로 판단된다. 흡수/흡착식의 경우 화학반응식에 비해 약간 높은 비율을 보이나 전체 열펌프 특허에 대한 비중은 매우 적다.

Fig. 2는 한국, 미국, 일본에 대한 열펌프 형식별 특허분포를 나타낸다. 3국 모두 약 80% 이상이 압축식 열펌프에 관한 특허이다. 특히 압축식 열펌프에 대한 비중은 미국, 일본, 한국 순으로 점점 높아지는데, 90%가 압축식에 관한 특허내용인 한국은 화학반응식뿐만 아니라 흡수식/흡착식에 관한 특허 출원이 매우 낮아 대부분의 기술이 압축식에 편중되어 있다.

한국에서 압축식이 다른 열펌프 형식보다 특허 출원이 활발한 이유는 압축식 열펌프 관련 연구 및 제품개발이 주로 많은 고급인력을 보유한 대기업 주도 하에 진행되고 있기 때문에 기술적으로 다른 형식에 비해 우위에 있기 때문이라고 보여진다. 하지만, 최근 교토의정서 발효 등에 따라 이산화탄소 등의 환경오염물질 배출 규제가 구체화됨에 따라 에너지절약 및 환경의 중요성이 증대됨에 따라 이용에너지의 다양성이 필요하므로 주로 전기에너지를 사용하는 압축식 열펌프 개발 외에 흡수/흡착식이나 화학반응식 등의 다양한 열펌프에 관한 기술개발의 필요성이 증대되고 있다.

3.2 압축식 열펌프의 요소기술

압축식 열펌프에 대한 특허의 요소기술 중 제

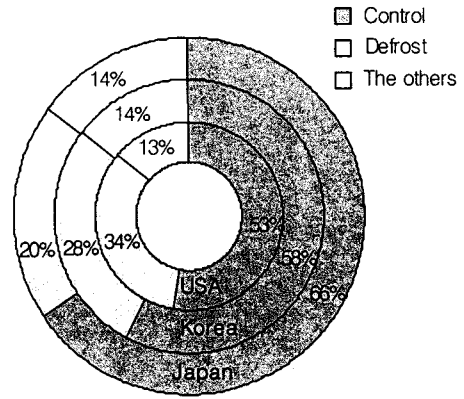


Fig. 3 Relative portion of patents according to technology of compression heat pump for each nation.

상 관련 특허가 24%를 차지하고, 제어기술이 62%를 차지하여 압축식 열펌프에 대한 요소기술 중 제어 및 제상 기술이 86%를 차지하여 압축식 열펌프에 관한 기술은 제상과 제어 기술을 중심으로 발전되고 있는 것으로 판단된다.

Fig. 3은 압축식 열펌프를 요소기술별로 분류하였을 때, 각 한국, 미국, 일본의 특허 비중을 나타내는 것으로, 각국 모두 제어에 가장 큰 비중을 두어 연구가 진행되고 있는 것을 알 수 있다. 국가별로 각 항목당 차지하는 비율차이를 살펴보면, 특히 일본이 제어에 대한 특허가 많고, 제상에 대해서는 미국의 비중이 상대적으로 높다.

3.3 압축식 열펌프의 제상·제어 특허기술

압축식 열펌프에 관한 특허 관련 요소기술의 대부분이 제상 및 제어 기술이었으므로, 본 절에서는 압축식 열펌프의 제상 및 제어 관련 특허 중 2절에서 선정한 주요 특허에 대하여 기술적 분석을 실시하였다. 본 절에서 인용하는 모든 주요 특허 번호는 웹스 DB⁽¹⁰⁾로부터 얻은 것이며, 기술상의 편리를 위하여 특허 번호에 대한 참고문헌 표시는 생략한다.

3.3.1 제상 특허기술 분석

열원의 유용성과 장치의 편리성에 있어 공기열원을 이용한 열펌프 시스템이 많이 사용되고 있다. 공기열원 열펌프는 실외온도가 5℃ 이하이고, 습도가 높은 조건에서 난방운전을 하면 실외열교

환기 표면에 서리가 발생하고, 이로 인해 시스템의 성능이 떨어지게 된다. 이를 방지하기 위하여 어느 일정조건이나 시간이 되면 열펌프는 서리를 제거하는 제상운전을 해야 한다.

본 연구에서는 제상 관련 특허기술 분석에 서리를 제거하는 제상운전뿐만 아니라 적상지연 및 제상운전시 난방정지로 인한 재실자의 불쾌감을 방지하기 위한 기술에 관한 분석을 수행하였다. 제상기술은 역사이클 운전, 고온가스 바이패스 운전 등의 고전적인 제상운전기술과 제상운전 전후에 재실자의 불쾌감 방지 또는 적상을 방지하거나 지연할 수 있는 기술로 분류하여 분석을 수행하였다.

(1) 역사이클 운전

역사이클 운전이란 난방운전중에 사이클을 냉방운전으로 전환하여 실외 열교환기의 온도를 증가시켜 제상하는 것이다. 역사이클 제상은 열펌프 시스템에 히터 등의 별도의 제상장비 없이 제상을 수행한다는 장점이 있어, 오래 전부터 열펌프 제상에 사용되는 가장 일반적인 방식이다.

역사이클 운전에 의한 제상시에는 실내 열교환기의 온도가 하강하여 제상완료 이후 부하가 커지며, 제상운전이 수행되는 동안 실내로 따뜻한 공기를 공급할 수 없으므로 재실자에게 불쾌감을 유발한다. 또한 제상완료 후 실내 열교환기의 온도가 낮아서 난방기능을 회복하기까지 상당시간이 소요되므로 에너지효율이 감소한다. 따라서, 역사이클 운전에 의한 제상기술은 제상운전시간을 최소화하기 위하여 운전변환조건 검출, 판단 및 운전전환에 관한 특허기술 및 재실자의 불쾌감을 최소화할 수 있는 운전방법에 관한 기술들이 개발되었다.

특히 JP064854, JP066067, JP066068은 시스템 온도를 검출하여 역사이클 운전모드 변환 설정온도에 따라 제상운전의 시작시점을 결정하고, 사방밸브의 조작에 의해 역사이클 제상운전이 시작되면 실내외기의 팬을 정지시키고 제상운전을 수행한 후 검출온도가 설정치 이상이 되면 난방운전모드로 전환하는 제상특허기술이다. 특히 KR0028365는 적상 여부 판단시에 실외 열교환기 온도, 실외온도 및 실외습도를 이용하였으며, 실외 열교환기 온도나 실외 건구온도를 사용하는 다른 특허와는 차별화되었다.

특히 JP289881은 4개의 온오프(On/Off) 밸브를

이용하여 냉매 순환방향을 제어하여 역사이클 제상운전에서 난방운전으로 전환시의 난방시동 효율을 높이고 반대의 경우에는 압축기의 부하를 경감시키는 기술로서 역사이클 운전에서 난방모드로 전환시 실내 토출공기온도를 빠른 시간 내에 상승시키기 위한 기술이다. 특히 JP035241은 실내 열교환기와 팽창장치 사이에 냉매가열기를 설치하여 역사이클 제상운전시간을 단축시키는 기술에 관한 것이다.

특히 KR0004214와 KR0041344는 각각 압축기에서 소비되는 전류 또는 실외 열교환기의 송풍기 팬 모터의 운전특성을 감지하여 역사이클 제상운전 모드로 전환하는 기술이다.

(2) 유량제어수단

실외기 열교환기에 적상이 발생하였을 때 열펌프 시스템의 냉매유량을 조절하여 제상기능을 수행할 수 있다. 냉매의 유량제어는 압축기 회전수 변화를 통해서도 수행 가능한데, 본 연구에서는 압축기 회전수 변환을 통한 제상기술은 별도로 분류하여 고찰하였다. 압축기 회전수 변환을 수반하지 않는 유량조절을 통한 제상기술은 주로 시스템 고압단의 핫가스(Hot gas)나 가스인젝션을 이용하는 등의 바이패스관을 시스템에 적용한 특허기술들이 출원되었다.

특히 US873023은 난방운전시에 액냉매 라인에 폐열을 축열하기 위한 상변환 축열물질을 이용하여 열을 저장하고 제상운전시에 축열된 열을 제상 모듈을 통해 실외 열교환기에 공급함으로써 제상을 수행하는 기술이다. 특히 KR0025889는 난방시 실내 열교환기에서 열교환된 냉매의 열을 축열한 후 제상시에 축열 열교환기를 이용하여 제상을 하고 축열로 부족한 경우 압축기의 고온 고압냉매로 난방 및 제상을 동시에 수행하는 제상장치이다.

특히 KR0007749는 난방모드시에 실내 열교환기와 증발기 사이에 2개의 팽창장치를 설치하고, 첫번째 팽창장치를 통과한 후 일부는 두번째 팽창장치를 통과하고 나머지는 바이패스하여 실외 열교환기를 순환하며 제상 및 난방을 동시에 수행하게 하기 위한 기술이다.

특히 KR0063365는 복수의 압축기와 3개의 실내기로 구성되는 멀티 열펌프 시스템으로 냉방과 난방에 대한 동시운전이 가능하며, 난방운전시에는 실외기의 하단을 사용하지 않고 냉매가 바이

패스되며, 냉·난방 동시 운전시에는 실외기 하단을 응축기로 사용하여 제상운전이 원활하도록 한 시스템 기술이다. 더불어 냉방모드에서 제상운전시 실내온도의 과냉을 방지하기 위해 적용되는 기술이다.

특히 JP103060은 제상운전시 실내온도 저하를 방지하기 위한 기술이다. 실내 열교환기 두 대를 직렬로 연결하고 그 사이에 보조팽창밸브를 설치하여 제상운전시 냉매순환을 냉방모드로 변환하고 주팽창밸브는 차단하고 바이패스 밸브를 개방하여 제상운전을 수행한다. 특허 KR0060435와 KR0071052는 바이패스 라인을 구성하여 제상운전모드에서 팽창밸브를 통과한 냉매가 실내기를 경유하지 않고 실외기로 유입되거나 팽창밸브를 통과한 냉매의 일부가 압축기로 직접 유입되도록 구성하여 실내온도의 저하 및 제상운전 종료 후 실내기에서 온풍이 바로 토출되도록 하기 위한 기술이다.

(3) 압축기운전

대부분의 제상방식은 제상운전시 난방이 정지됨으로 인하여 재실자가 불쾌감을 느끼게 되며, 운전전환시에 생기는 손실에 의해 효율이 저하된다. 이러한 손실을 최소화하기 위해서는 제상운전 시작과 완료의 시점을 정확하게 제어할 필요가 있을 뿐만 아니라, 제상시간을 최소로 하여야 한다. 따라서 제상운전시 냉매의 온도, 압력 및 유량 등을 적절한 상태로 유지하여야 하며, 시스템을 흐르는 냉매의 상태는 압축기에 의하여 가장 큰 영향을 받는다. 그러므로 제상운전 중 또는 제상운전 전후의 압축기 운전방법에 대한 특허가 다수 출원되었다.

특히 JP331305는 제상운전시 압축기의 회전수를 증가시켜 압축기 토출냉매의 온도를 상승시킨 뒤 바이패스 라인과 밸브를 이용하여 실외기와 실내기로 동시에 고온냉매를 유입시켜 제상을 하는 기술이다.

특히 JP079058은 실외공기온도로부터 적상을 검출하고, 제상운전모드 전환 전에 일정시간 동안 압축기를 정지하였다가 사방밸브를 냉방운전모드로 전환하여 압축기를 제상운전 주파수로 운전하여 제상운전을 이행한다. 또한 제상운전에서 난방운전으로 복귀하는 경우에도 일정시간 압축기운전을 정지한 후 난방모드로 변환시킨 후 압축기를 난방운전 주파수로 변화하여 난방운전을 이

행한다. 제상운전 전·후에 압축기를 일정시간 정지하여 난방운전과 제상운전 사이의 운전모드 변환시 사방밸브에서의 냉매의 충격음을 줄이기 위한 기술이다.

특히 KR0077537은 실외기 배관온도가 일정시간 동안 일정값 이하일 경우 제상운전을 개시하고 제상운전신호에 따라 사방밸브의 성능향상을 위하여 압축기 주파수를 최소화한 후 사방밸브를 제상모드로 전환하며, 실외기 팬을 정지시킨 후 압축기를 제상운전 주파수로 변경하여 제상운전을 실행한 후 소정시간 또는 실외기 입구의 냉매 배관온도가 일정온도 이상이면 제상운전을 종료하고 난방모드로 전환을 수행하는 제상운전에 관한 기술이다. 특허 KR0011965는 제상운전이 완료된 후 난방운전이 시작될 때 압축기로 액냉매가 유입되는 것을 방지하는 기술이다. 압축기의 주파수를 최소로 하여 고저압의 시스템 압력차를 최소화한 후 사방밸브를 냉방모드로 전환하고 압축기 최대 주파수로 제상운전을 한 후 제상이 완료되면 최소 주파수로 시스템 고압측과 저압측의 압력차를 줄인 후 난방모드로 전환 후에 압축기 주파수를 점차 증가시키는 제상운전방법에 관한 기술이다.

(4) 보조가열수단

열펌프의 난방운전 중에 제상운전을 수행할 경우 실내로 냉풍이 유입되거나 난방이 중단됨으로 인한 재실자들의 불쾌감을 해소하거나, 실외 열교환기의 적상을 방지하기 위하여 보조가열수단을 이용하는 특허기술이 개발되었다.

특히 US538943, US569258, US031155는 열펌프에 별도의 공기가열기를 추가로 설치한 것으로 외기가 너무 저온이어서 열펌프의 용량이 부족하거나 제상운전시 실내기 또는 급기덕트 내에 전기히터 등을 이용하여 실내공기를 가열하는 기술이다.

특히 US007322는 지열을 이용하여 제상용 보조회로를 구성하고 이를 이용하여 제상을 수행하는 기술로서 제상모드에서 슬레노이드 밸브에 의하여 냉매가 실내측 열교환기 대신에 지열을 이용하는 보조회로를 통과시켜 제상운전을 실행한다.

지열, 축열 및 폐열 등을 이용하여 실외기에 공급되는 공기를 예열하여 적상을 방지하는 방법으로 다음의 특허들이 출원되었다. 특허 KR0009094는 압축기 출구 고온고압의 냉매증기에 의하여 가

열되는 열매체를 축열조에 내장하여 축열된 열매체를 외기를 가열하는데 이용하여 적상방지 및 제상운전을 감소시키는 기술이다. 특히 US581938은 사방밸브와 실내기 사이에 열저장장치를 설치하여 난방운전 중에 축열하고, 제상운전 중에 축열된 열을 이용하여 제상을 한다. 특히 KR0055942는 실내로부터 환기되는 공기를 실외기에 유입시켜 실외기 유입공기의 온도를 높여 적상을 방지함으로써 제상운전이 필요 없도록 하는 열펌프에 대한 기술이다. 특히 JP138923은 연중 온도차가 적은 지열을 이용하여 적상을 방지하는 것으로 지하실 바닥을 통과하는 덕트를 만들어 실외공기가 이 덕트를 통해 실외기에 공급함으로써 적상을 방지한다.

특히 US628123은 가스엔진구동 열펌프의 엔진배열을 회수하여 실내기 또는 실외기의 흡입공기 온도를 상승시켜 제상운전이나 난방운전 중에 제상운전을 용이하게 수행하는 것이다.

특히 US402660과 US453755는 가스엔진구동 열펌프에서 외기온도가 낮을 경우 제상능력 및 열펌프의 난방능력을 향상시키기 위한 특허로 엔진배열로 냉매에 열을 공급하여 열효율을 증가시키거나 온수가열에 이용하는 기술이다.

(5) 증발기

열펌프의 난방운전시 실외열교환기 및 공기팬을 이용하여 착상을 방지하거나, 착상을 최대한 지연시키는 방법에 대한 기술들이 개발되었다. 난방운전시 실외 증발기에 저온고습의 공기가 통과할 때 서리가 발생하게 되며, 이때 적상으로 인한 열저항 증가 및 풍량 감소로 열교환기 성능이 떨어지게 된다. 이에 대한 대응기술로 증발기의 형상이나 증발기 내로 흐르는 냉매의 유동방향을 변경하여 적상을 억제하거나, 적상시 공기유로의 저항을 감소시키거나 효과적인 제상을 위한 증발기의 구조 등이 있다.

JP237818는 적상시에 열교환기에서 공기유로의 저항을 감소시키기 위하여 발수성 및 친수성 코팅처리를 한 길이가 다른 핀을 추가로 설치하는 것으로 서리의 성장을 억제하기 위한 기술이다.

JP018187은 실외기(증발기)를 다관식으로 구성하여 증발기 입구부분을 순차적으로 차단하여 냉매유입을 차단하고 차단된 부분에서 제상이 이루어지게 하여 운전의 정지 없이 제상을 수행하는 기술이다.

KR0026426은 비공비 혼합냉매를 작동유체로 사용하고 실외 열교환기와 실내 열교환기의 형상을 개선하여 난방시 실외기 입구부의 냉매온도를 상승시켜 서리의 생성을 억제하고, 외부공기의 온도가 낮은 경우 가열능력을 개선하기 위한 기술이다.

KR0043557는 난방운전시 외기온도가 매우 낮은 경우 보조증발기를 이용 증발압력을 높여 외기온도에 상관없이 난방이 가능하도록 한 시스템으로 액냉매를 이용한 예열기의 높은 온도로 증발기로 유입되는 냉매가스의 온도를 높여 준다.

(6) 공기팬

공기팬을 이용한 제상방식은 실외기 팬 또는 실내기 팬 회전수를 제어하여 실외기의 적상속도를 감소시켜 제상운전주기를 늘리거나 제상운전시 실내에 토출되는 공기를 차단하는 기술이다.

JP248657, US5440895, KR0140567은 적상속도 감소 또는 실내에 차가운 공기가 토출되는 것을 방지하기 위해 실외기 팬 회전수를 바꾸거나, 팽창장치와 팬을 동시에 제어하는 기술이다.

3.3.2 제어 특허기술 분석

열펌프 요소기술 중 제어 관련 특허기술은 압축식 열펌프의 요소기술의 약 62%를 차지하여 가장 많은 특허기술이 개발되고 있는 기술 분야이다. 출원된 제어기술은 그 목적과 방법에 따라 유량제어, 보조가열장치제어, 압축기유량제어, 열교환장치제어, 안전제어, 축열제어 및 기타의 소분류 항목으로 세분하여 분석하였다. 이때, 제상기능을 수행하는 경우에는 제상기술로 분류하여 분석하였다.

(1) 유량제어

열펌프에서 유량제어는 시스템을 흐르는 냉매 유량과 응축기와 증발기를 통과하는 2차 유체의 유량을 제어하는 것으로 분류된다. 그리고 냉매 자체의 유로와 유량을 조절하는 제어가 냉방, 난방 및 급탕 등의 운전전환 또는 부하에 따른 냉난방 용량제어 등을 실현할 목적으로 이루어지는 경우와 압축기 입출구의 압력과 과열도를 적정하게 유지하여 시스템의 안정성 및 신뢰성 확보를 위한 기술들이 출원되었다.

(가) 냉매유량제어

외기온도에 따라 열펌프의 운전을 냉방과 난방으로 전환하여야 하며, 이때 실외기와 실내기의

역할이 응축기 또는 증발기로 바뀌게 된다. 이때 냉매의 유로를 사방밸브와 같은 방향전환밸브를 사용하여 냉매의 흐름방향과 유량 등을 제어하는 것은 열펌프의 필수적인 유량제어 기술이다. 열펌프가 위의 사용목적 이외에 급탕기능을 가지거나, 보조가열수단 또는 축열장치를 구비하고 있을 때에도 작동모드에 따른 운전전환방법 등이 필요하다. 또한, 부하의 크기에 따른 용량제어가 필요한데, 이와 관련한 유량제어는 대부분 냉매의 유로를 전환하거나 유량을 제어하는 수단에 관련된 것들이다.

특허 US4528822, US4688396, US4924681, JP-2997598, JP3248115, JP3443702은 열펌프에서 급탕용 온수를 부가적으로 제조할 경우, 급탕시와 비급탕시의 운전방법에 따른 유량제어방법에 대한 특허이다. 이들 특허 중 US4528822와 JP3443702는 운전모드에 따라 냉매충전량 차이를 극복하기 위한 특징을 가지며, JP3443702는 이산화탄소를 냉매로 사용하고 있다.

US4586351, JP2997598, US5970728, KR0388675는 복수의 압축기를 병렬로 연결하여 부하에 따라서 압축기의 운전대수를 변화시켜 용량제어를 하는 기술이다. 이와 유사한 방법으로 부하에 따라서 흡입포트가 달라지는 2개의 실린더를 구비한 압축기를 채용하여 넓은 범위의 용량제어가 가능한 압축기를 적용한 열펌프에 대한 특허기술이 있다(JP2835196). US5927088는 보조의 부스터 압축기를 채용하여 낮은 외기온도에서 난방운전시 2단 압축으로 가동하는 열펌프에 대한 특허기술이다.

복수의 실내 열교환기를 가진 멀티시스템에서 각 실내기로의 냉매유량 제어는 매우 중요하다. US4688396는 멀티 열펌프 시스템에서 비사용 공간의 실내기로 냉매흐름을 차단하는 기술에 관한 특허이며, KR0360447는 복수의 실내기로 가는 냉매유량을 조절하기 위하여 오리피스형 유량제한기를 적용한 열펌프 기술이다. KR0332778은 가변속 압축기를 가진 멀티 열펌프 시스템에서 저속난방운전시 증발기 역할을 하는 실외측 열교환기가 상대적으로 커서 발생하는 증발온도의 상승에 의한 열량저하를 방지하기 위하여 냉매분배기를 활용하여 실외기를 순환하는 냉매의 유량을 조절하기 위한 기술에 관한 것이다. 실외측 열교환기의 경우 냉·난방모드 전환시 외기의 유동방

향을 반대로 하여 냉매 유동방향과 냉각매체인 외기의 유동방향을 열교환 효율이 좋은 방향으로 조절 가능하지만, 실내 열교환기의 경우에는 공기의 유동방향을 변화시킬 수 없기 때문에 열전달 성능을 개선하기 위해서는 실내측 열교환기에서 냉매유동방향을 반대로 하는 방법에 관한 특허가 출원되었다(KR0225634, US6230506). JP2836154, JP3059601, JP3248115는 가스엔진구동 열펌프에서 냉매와 엔진 냉각수와의 열교환량 조절을 위한 특허기술이다.

(나) 열교환매체 유량제어

응축기와 증발기에 냉매와 열교환하는 2차유체는 주로 공기와 물이 사용되고 있으며, 부하에 따른 용량제어나 재실자의 쾌적감 향상을 위해 2차유체의 유량제어에 관한 특허기술이 개발되었다.

JP1466116, JP1815160, JP2083879, JP2924265는 실내기의 팬이나 댐퍼를 조절하여 실내온도를 쾌적하게 유지하는 방법에 대한 특허이며, US4955930 및 JP3055406는 급탕용 및 난방용 온수제조시 응축압력에 따라 펌프의 회전수를 조절하여 고온수 또는 안정된 급탕온도를 공급하는 방법에 대한 기술이다.

JP2539571, KR0330327은 공기열원 열펌프에서 실외기를 통과하는 공기의 풍량을 최적화하여 실외 열교환기를 통과하는 공기를 일정온도 이상으로 유지하여 열펌프의 효율을 향상시키는 것에 관한 시스템 최적화 기술이다.

(다) 압축기의 안정된 운전을 위한 유량제어

열펌프의 초기구동, 저온난방 및 제상운전시 압축기에 액냉매가 유입되어 압축기가 손상될 수 있다. KR0133044는 습압축을 방지하기 위하여 열펌프 기동시 압축기 토출부의 고온가스의 일부를 입구측으로 바이패스시켜 압축기 입구 과열도를 유지하여 압축기를 보호하고 운전능력을 향상시키기 위한 기술이다. JP2512986는 응축기 출구냉매의 일부를 압축기 입구로 보내어 유량조절밸브로 냉매유량을 조절하여 압축기 토출온도 상승을 방지하기 위한 기술이다. KR0364535는 전술한 방법을 멀티 열펌프에 적용하여 난방운전시 부분부하 운전으로 인하여 복수의 실내기 중 일부만 사용될 때, 압축기와 실내기와의 용량차로 인한 흡입압력 저하로 발생하는 압축기 운전효율 저하를 방지하기 위한 기술이다. KR0274259는 2개의 압축기가 병렬로 연결된 멀티시스템에서 부분부하

운전시 냉매를 바이패스시켜 실내 열교환기에 과도한 냉매가 흐르는 것을 방지하여 열교환기와 압축기의 과부하를 해소하기 위한 특허이다.

KR0182745는 압축기 기동 및 정지시 고저압단 사이에 바이패스 회로를 설치하여 냉매의 저압부와 고압부의 압력 평형을 유지하게 함으로써 정상상태 도달시간을 줄이기 위한 제어회로에 관한 특허이다.

US5311748와 KR0166137는 압축기 출구 과열도를 유지하기 위한 기술로 시스템 주요 부위의 온도를 검출하여 팽창밸브의 개도를 조절하는 기술이다.

(라) 기타 유량제어

유량제어에 관련한 특허로는 2차유체의 설정온도에 따라 압축기를 이용한 냉매유량 제어와 설정온도에 따라 신속하고 정확하게 도달할 수 있게 하기 위해 설정온도를 보정하는 제어로직에 대한 특허와 냉매로서 비공비 혼합냉매을 시스템에 적용하여 부하조건에 따라서 혼합물의 조성비를 변화시켜 시스템을 최적화하는 특허가 있다.

KR0239559는 실내기 토출공기의 확산방향과 도달거리 등을 고려하여 실내기 설정온도 보정을 위하여 냉매유량 제어를 수행하는 제어로직에 관한 기술이며, JP3518350은 바닥난방 운전시 실온이 너무 상승하였을 때 바닥의 설정온도를 신속하게 보정하여 제어하는 로직에 관한 특허이다.

JP251212, JP2615491, JP2887216, US518612, JP2934239, KR0276404는 비등점이 다른 냉매를 혼합한 비공비 혼합냉매를 시스템에 적용하고, 시스템 운전온도에 따라 비등점이 낮은 냉매나 높은 냉매를 선택적으로 사용하거나 혼합비를 다르게 하여 시스템의 운전점을 최적화하거나, 고온수를 얻기 위한 기술로 열펌프 사이클 내에 증류장치, 냉매저장탱크 등이 추가적으로 설치된다.

(2) 보조가열제어

실외온도가 낮아지면 난방부하는 증가하지만, 시스템의 효율 및 용량은 저하된다. 그러므로 외기온도가 낮은 한랭지에서의 난방장치로 열펌프를 적용하기 위하여 보조가열장치를 적용하기 위한 기술들이 개발되었다. 보조가열장치는 크게 냉매를 가열하여 시스템의 성능을 개선하거나 급기공기나 온수를 가열하기 위해 채용되었다.

열펌프에 보조가열 수단을 이용하는 방법으로, 실외기에 있는 증발기의 냉매회로를 차단하고

연소열로 팽창 후의 액냉매를 직접 가열하기 위하여 여러 가지 방법이 제안되었다. US4598764, KR0308093는 전술한 냉매가열기를 시스템에 적용하는 경우 난방용량에 따라 냉매가열기 사용에 대한 운전전환에 대한 특허이며, US5088296, JP2874382, KR0133275, JP3209615, JP3484057은 냉매가열기의 안정된 운전을 위한 방법 또는 구조에 관한 특허기술이다. 연소열을 이용한 냉매가열기에 관한 특허는 모두 일본 도시바에 의하여 출원되었다.

연소열 이외의 엔진배열이나 배기가스(JP2730-934, US5429179) 또는 전기히터(KR0123452, KR-0152286)나 보조 열펌프(KR0419480)를 이용하는 특허들이 출원되었다.

보조열원을 이용하여 열펌프 시스템을 흐르는 냉매를 직접 가열하여 사이클의 효율과 능력을 향상시키는 특허 외에 실내에 공급되는 공기나 급탕기의 온수를 추가적으로 가열하여 설정온도를 유지하는 방법에 대한 특허가 출원되었다(JP2039734, JP3053808, KR0289171, KR0423972).

(3) 압축기 용량제어

압축기의 용량을 가변시키는 방법으로 실린더로딩주기 제어형과 회전수 제어형이 사용되고 있으며, 인버터 압축기로 널리 알려져 있는 회전수 제어형은 압축기에 인가되는 주파수를 변화시켜 압축기 회전수를 제어하는 방법으로 현재 가장 많이 사용되는 용량가변형 압축기이다.

인버터 압축기의 경우 냉난방부하 변화에 따른 용량변화를 위해서는 압축기 주파수를 변경하며, 압축기 주파수 변화에 따른 압축용량 변화에 따라 사이클의 최적화는 팽창밸브의 유동면적 변화를 통하여 이루어진다.

실내 쾌적도 유지 및 용량 조절을 위하여 압축기 주파수 결정에 관한 특허들이 다수 출원되었으며, 대부분의 압축기 주파수 결정에 관한 특허들은 팽창밸브 조절을 통한 시스템 매칭 및 팬의 회전수 변경에 관한 내용들을 함께 포함하고 있다(US4873649, KR0225622, US5628201, JP330-3737, KR0239531, US6530426, JP1563816, JP18-17718, JP1744782, JP3213662, KR0237931).

JP1589179, JP2600815, JP2765613은 냉난방부하에 따라 인버터 압축기 주파수 변화시 열펌프의 안정성 확보를 위해 고압축의 과도한 압력 상승과 과부하로 인한 압축기 토출온도의 동요를

방지하거나 압축기에 액냉매가 흡입되는 것을 방지하기 위해 압축기 용량변화 제한에 대한 기술이다.

KR0133053, KR0170845, KR0332764는 열펌프 압축기 기동시 설정온도에 신속하게 도달하기 위해 기동 직후 압축기 고속운전시 발생할 수 있는 습압축, 오일부족 등을 제거하기 위하여 시동시 운전주파수 변화패턴 또는 운전주파수 보정방법 등에 대한 기술이다. 또한, 기동시 외에 실외온도가 낮을 경우 압축기 오일 점도 변화로 인한 압축기 기동 실패를 방지하기 위해 압축기 회전수 제어를 통하여 압축기를 예열하는 방법에 대한 특허가 출원되었다(KR0287718, KR0360234).

(4) 열교환장치

JP2797656, US5109677은 부하조건 변화 등에 따라 증발기 용량부족으로 압축기에 액냉매 유입을 방지하기 위하여 보조증발기를 설치한 열펌프 시스템에 관한 기술이다. JP3126424는 습압축 방지를 위하여 별도의 가열타워를 이용하여 외기의 열을 부동액으로 흡수한 다음 증발기로 열전달하는 케스케이드형의 특허기술로 일반 열펌프 시스템에 비하여 가열타워와 펌프 및 부동액 라인 설치가 필요하다.

멀티 열펌프는 정격조건에서의 운전율이 크지 않고 부분부하 운전되는 경우가 많으며, 부분부하 운전시 냉매순환량이 감소하므로 각 실내기에 냉매가 적절히 분배 공급되어야 한다. 이를 위하여 냉매분배장치와 냉매유로가 여러 섹션으로 분할된 구조의 증발기를 사용하여 열교환기의 용량에 따라 냉매유입 경로수를 변경하여 증발기 열교환 영역을 변경시키는 특허가 출원되었다(US-6138919, JP3410442).

에너지 절약의 중요성이 증대됨에 따라 열량은 풍부하지만 저급의 에너지기인 미활용 에너지를 회수하여 사용하기 위하여 열원의 특성을 고려한 열전달장치와 열전달방법에 및 시스템 결합기술이 개발되었다.

JP2983705, JP3187558, JP3280113는 가스엔진 구동 열펌프의 엔진 냉각수나 배기가스를 열펌프의 난방운전이나 급탕운전의 열원으로 사용하기 위한 열교환방식에 대한 기술이다. 공조공간에 청정도 유지를 위하여 환기 및 배기가 수행되며, 환기 및 배기시 실내 공조공간의 에너지 손실을 줄이기 위하여 열을 회수하는 열교환장치를 적용

한 열펌프에 대한 특허가 출원되었다(JP1605886, JP2022056, JP3446783).

US4507936, US4551987, US5239838, KR0224-271는 태양열을 이용하는 열펌프에 관한 기술로 태양열 집열기를 통하여 온수를 제조하여 사용하는 방법에 관한 것으로 태양열 집열기와 온수의 보관과 열전달을 위한 순환회로 등으로 시스템이 구성되어 있다.

US5025634, US5038580, US5758514는 지열을 이용하는 열펌프 중에 열교환기를 직접 땅속에 묻어서 지열과 냉매가 직접 열교환하는 직방식에 관한 기술이며, JP3036634, JP3438093는 지하수 또는 땅속을 순환하여 지열을 흡수한 온수를 이용하여 냉매와 열교환하는 수열원식에 관한 기술로서 지하열배관과 열펌프 시스템으로 구성되어 있다.

(5) 안전제어

열펌프는 냉·난방 장비로 사용됨에 따라 난방 또는 냉방 전용장비에 비하여 외기부하조건이 크게 변화되고, 용량변화폭이 크다. 다양한 운전조건에서 열펌프의 안정성 및 신뢰성 확보를 위하여 시스템의 오동작과 고장방지 및 비정상동작을 감지하여 대응하기 위한 안전제어에 관한 특허들이 출원되었다.

열펌프가 과부하 운전될 경우 압축기 토출온도와 압력이 높아지며, 이때 오일 및 모터 등의 관련 부품이 열화되어 장기적으로는 고장의 원인이 된다. 이와 같은 과부하상태를 감지하고 판별하여 시스템의 운전상태를 검출하고 조치하는 일련의 과정에 관한 특허가 출원되었다(JP3166042, JP3187198, KR0413307, KR0408468, KR0261809). 특허기술은 주로 압축기 출구의 온도와 실외기의 온도를 측정하여 과부하상태를 판별하고, 해결방법으로 압축기의 회전수를 감소시키거나 팽창밸브 등의 개도변화를 통해서 냉매유량을 조절하는 방법을 주로 사용하고 있으며, 일부의 경우는 열교환기의 팬 속도를 제어하는 방법을 취하고 있다. 과부하상태의 판별은 주로 온도센서를 사용하였다. 그 외에 운전중 안전에 관한 특허로는 가스엔진 구동형 열펌프의 엔진 과열방지를 위한 회전수 변경에 관한 특허와 냉매 가열기의 과열방지 및 밸브의 오동작방지를 통한 시스템 안전제어에 관한 특허들이 출원되었다(JP2846676, JP3499287).

열펌프에서는 운전시와 달리 시동시에 시스템의 과도운전으로 인한 이상상태가 발생하며, 이는 주로 압축기에 영향을 미친다. US4653282, JP3371051, US4653285, KR0348958는 열펌프 시동시 압축기의 액냉매 유입을 차단하는 방법과 압축기의 과열을 방지하여 모터를 보호하는 방법에 관련된 압축기 신뢰성 확보를 위한 기술로 시스템 정지시 밸브의 조작이나 중력 등을 이용하여 냉매를 고압측에 저장하거나, 기동시 밸브의 조작을 통하여 압축기에 액냉매가 유입되지 않도록 하는 기술이다.

열펌프에서 냉매의 충전량은 시스템의 안전성 및 최적화 측면에서 매우 중요하다. 특히 멀티 열펌프에서는 부분부하 운전율이 매우 높으므로 운전상태에 따라 시스템을 순환하는 냉매유량 변화폭이 커서 충전량이 성능에 매우 큰 영향을 미친다. 사이클의 운전상태로부터 냉매의 누설을 감지하거나(US5934087), 냉매의 부족 또는 과충전을 판별하여 시스템 냉매충전량을 적정하게 유지하기 위한 특허가 출원되었다(US6708508). 운전 중 냉매를 저장하여 냉매순환량이 부족하게 되는 것을 방지하는 방법에 대한 특허(JP202-8571, KR0354065)와 급탕시 냉매과잉을 해소하는 방법(JP3237548)에 대한 기술이 있으며, 가연성 냉매가 누설되어 폭발하는 것을 방지하기 위한 특허들이 출원되었다(JP0312403). 압축기의 원활한 운전을 위하여 오일을 회수하여 압축기로 공급하기 위한 특허(US4557115, US5027606, KR-0280005)들이 출원되었으며, 이들 특허는 시스템에 오일분리기와 액분리기 등을 설치하여 압축기에 오일을 회수 공급한다.

(6) 축열제어

열펌프는 그 특성상 고온부와 저온부의 운전점에 따라 효율과 용량이 달라진다. 난방운전에 있어서 부하가 적을 경우에 남는 용량을 축열조에 저장하였다가, 부하가 시스템의 용량보다 클 경우나 효율이 적정수준 이하로 떨어지는 경우에 축열조에 저장된 열에너지로 부하와 용량의 차이를 충당하는 방법 등에 관한 특허가 출원되었다.

US4454728, JP2598105, US5678626, KR0419407은 열펌프, 축열조, 부하용 열교환기로 구성하여 난방축열운전, 축열이용 난방운전 및 축열비이용 난방운전으로의 운전전환방법에 관한 기술이다.

JP1976689는 열펌프로 중간온도로 축열한 다음

축열된 중간온도의 열매체를 각 가정의 열펌프 열원으로 공급하는 방식으로 축열을 이용한 일종의 캐스케이드형 열펌프에 관한 기술이다. JP28-50882는 단일의 저장탱크에 급탕용 온수와 냉방용 저온수를 함께 저장하는 방법에 대한 기술이며, JP2067963는 태양열을 흡수하여 지하수층에 축열하여 연중 일정온도 이상의 열펌프용 열원수를 확보하는 방법에 관한 특허이며, JP3102525, JP3102527은 지하에 매설되는 강파이프를 축열조로 사용하는 방법에 대한 기술이다.

4. 결 론

본 연구에서는 1983년부터 2002년 사이에 한국, 미국, 일본에서 출원된 열펌프에 관한 특허를 조사 및 분석하여 열펌프에 관한 기술개발 동향을 분석하였으며, 다음의 결론을 얻었다.

(1) 열펌프를 형식별로 압축식, 흡수/흡착식, 화학식으로 분류하였을 때 한국, 미국, 일본 모두 80% 이상이 압축식 열펌프에 관한 특허를 보유하고 있다. 이중 한국은 압축식 열펌프에 대한 기술편중이 90% 이상으로 가장 높게 나타났다.

(2) 압축식 열펌프의 요소기술 중 제상 관련 특허가 24%를 차지하고, 제어 관련 특허가 62%를 차지하여, 압축식 열펌프에 관한 기술은 주로 제상 및 제어 기술을 중심으로 개발되었다.

(3) 압축식 열펌프의 제상기술은 역사이클 운전, 유량제어수단, 압축기 운전, 보조가열수단, 증발기 및 공개관의 6개 분야로 분류될 수 있었으며, 주로 서리 제거 및 적상 지연과 난방기능 정지로 인한 재설자의 불쾌감을 방지하기 위한 기술들이다.

(4) 압축식 열펌프의 제어 관련 특허는 유량제어, 보조가열제어, 압축기 용량제어, 열교환장치, 안전제어, 축열제어의 요소기술 분야로 분류되었으며, 매우 다양한 형태로 열펌프의 효율 및 성능 향상과 안정성 확보에 관한 기술들을 포함하고 있었다.

후 기

이 논문은 2004년도 한밭대학교 교내학술연구비의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Japan Air Conditioning, 2002, Heating and Refrigeration News, Vol. 34, No. 2, pp. 26-29.
2. Shim, S. Y., 2004, Development strategies for the district heat industry, Proceedings of the SAREK 2004 Summer Annual Conference, pp. 110-117.
3. Oh, J. T., 2000, Development of heat pump system using seawater heat source for indoor culture system, Korean Association of Refrigeration, Vol. 19, No. 5, pp. 353-363.
4. Sauer, H. T. and Howell, R. H., 1983, Heat Pump System, John Wiley & Sons.
5. Min, M. G., Lee, S. G., Lee, J. H., Jeon, C. S. and Kim, Y. C., 2002, Heating, ventilating, and air conditioning, 2nd ed., Scitech Media Inc.
6. Stoecker, W. F. and Jones, J. W., 1982, Refrigeration and air conditioning, McGraw-Hill Book Company.
7. IEA, 2003, Implementing Agreement for a Programme of Research, Development, Demonstration and Promotion of Heat Pumping Technologies, Annual Report.
8. Wang, Y. T., Wilson, D. R. and Neale, D. F., 1983, Heat-pump control, IEE Proceedings, Vol. 130, No. 6, pp. 328-332.
9. Hwang, Y. K., 2003, A study on the heat capacity of tandem type heat pump system, Proceedings of the SAREK, pp. 62-67.
10. WIPS Co. Ltd., 2004, www.wips.co.kr.