한국동력기계공학회지 제8권 제3호 pp.11~17 2004년 8월

흡수식 냉동기의 요소기술에 관한 특허분석

A Patent Analysis on Components Technologies of Absorption Refrigeration System

배영문 · 심윤희 · 박윤철

Y. M. Bay, Y. Shim and Y. C. Park

Key Words : Absorption Refrigeration System(흡수식냉동기), Patent Analysis(특허분석), International Patent Code(IPC, 국제특허분류코드), Quantitative Analysis(정량분석), Patent Map(특허지도)

Abstract : An analysis was conducted to predict technical trends for the highly efficient absorption refrigeration system. The study was based on submitted patent during January 1981 and December 2000 in Korea, Japan and U.S.A. The analysis are divided with two categories as component technology and refrigeration type technology. The analysis was focused on component technologies rather than the absorption cycle or system technologies.

1. 서 론

흡수식 냉동기는 전력이 아닌 가스 등의 화석연료를 사용하여 냉방을 하므로 여름철에 냉방부하의 증가로 인하여 발생하는 첨두 전력을 감소시켜 냉방전력부하의 평준화를 가져올 수 있다. 또한 냉방시스템의 작동유체인 냉매를 환경파괴가 없는 자연냉매를 사용하므로써 환경 분야에도 기여하는 시스템이다. 최근의 냉동 및 공기조화 분야에서는 지구온난화를 유발하는 온실가스의 저감을 위하여 에너지 이용효율향상 기술개발에 매진하고 있다.

흡수식 냉동기는 열원방식에 따라 직화식 및 증기식으로 구분할 수 있으며, 기능면에서 냉동기, 냉온수기 및 히트펌프 등으로 나눌 수 있다. 또한 냉각방식에 따라서는 수냉식과 공냉식으로 나눌 수 있다.

반면에 냉동기 시장에서 흡수식 냉동기를 분류하는 방법은 주로 보일러에서 생산된 중압의 증기를 이용하는 대용량의 흡수식 냉동기와 장치 내에서 연료를 연소하여 구동하는 중형 및 대용량의 직화식 냉온수기로 나누는 것이 일반적이다. 이외에도 흡수식 냉동기의 형식을 나누는 여러 가지 방법들이 있으나, 특허분석을 목적으로 하기에는 적당하지 않기 때문에 본 연구에서는 두가지로 대별되는 별도의 분류체계를 구성하였다.

첫 번째는 흡수식 냉동기의 형식에 대한 것으로 공냉식, 특수열원, 특수 사이클 및 기타방식의 4가지의 중분류로 나누었으며, 두 번째 주요 요소별 장치는 모두 13가지의 중분류로 구성하였다. 요소별 장치의 중분류는 흡수기, 증발기, 응축기, 재생기, 열교환기, 용액 이송장치, 결정방지장치, 정류/분류기, 추기장치, 안전장치, 작동유체, 제어 및 기타 요소장치 등 13가지 요소장치이다.

본 연구에서는 흡수식 냉동기에 관한 특허조사를 통하여 기술 분석을 수행하여 흡수식 냉동기의 요소부품에 대한 기술개발현황과 특징 및 향후 개발방향을 분석하였다. 즉, 기 발표된 흡수식 냉동기에 대한 기술별 특허출원 동향에 관한 연구에서는 대분류 기술에 따른 전체 특허의 출원 현황과 동향을 살펴본 반면에[1] 본 논문에서는 각각의 중분류 기술인 개별적인 요소부품 혹은 요소부품의 작동방법에 대한 기술개발현황과 특징 및 향후 개발방향을 분석하였다.

2. 연구방법

2.1 자료조사방법 및 범위

기술분석을 위한 기초자료의 취득은 다음과 같은 방법을 사용하였다. 한국특허에 관하여는 특허기술

접수일 : 2004년 8월 2일

박윤철(책임저자) : 제주대학교 기계에너지생산공학부
E-mail : ycpark@cheju.ac.kr, Tel : 064-754-3626
배영문 : 한국과학기술정보연구원
심윤희 : 경민대학 에너지환경과

정보원의 특허기술정보센터[2] 및 한국과학기술 정보연구원[3]의 공개특허에 대하여 초록을 검색한 후, 명세서 원문을 입수하고 등록특허 여부를 추가로 조사하고 확인하였다.[4] 미국특허 및 일본특허는 미국의 Delphion I.P.N[5]에서 특허초록을 조사하고, 한국과학기술정보원에서 보충조사를 하였으며, 명세서 원문과 등록여부 확인은 미국 특허청과 일본 특허청에서 조사 및 확인하였다.[6-8]

정보조사의 범위는 출원년도를 기준으로 1981년 1월부터 2000년 12월까지이다.

2.2 자료의 분류

Fig. 1은 전체 특허에 대한 기술별 특허출원 비율을 나타낸 것으로서 분석대상 특허 총 3,510건이며, 이중에서 요소별 장치 및 제어에 해당하는 특허가 75%(2,662건)이고 냉동기 방식에 해당하는 특허가 25%(872건)이다.

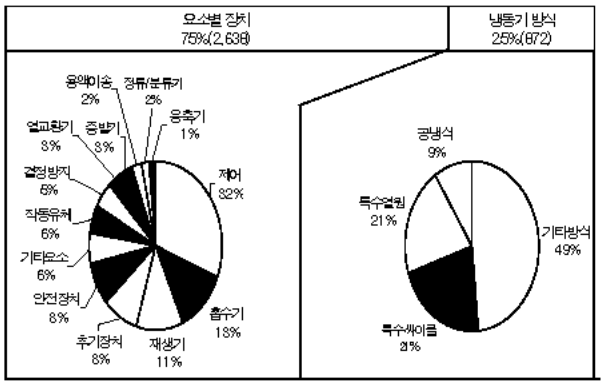

Fig. 1 Patent trend of absorption system

기술분류 체계에 따른 성격을 살펴보면, 요소별 장치 및 제어에 해당하는 기술은 제품생산과 관련된 응용기술의 성격이 강하고, 냉동기 방식에 해당하는 기술은 새로운 시스템의 개발을 위한 기초기술의 성격이 강하다고 할 수 있다. 따라서 Fig. 1의 결과는 제품생산과 관련된 응용기술과 새로운 시스템의 개발을 위한 기초기술이 3 대 1의 비율로 특허가 출원되고 있음을 알 수 있다.

흡수식 냉동기는 공랭식에 비하여 수냉식 흡수냉동기가 대부분을 차지하고 있으며, 수냉식 흡수냉동기의 경우에는 특허 명세서 중에 수냉식이라고 기록하고 있는 특허도 있지만 대부분 이를 생략하고 있는 반면에, 공냉식 흡수냉동기에서는 반드시 공냉식이라고 기술하고 있다. 따라서 공냉식은 특허명세서에 공냉식이라고 표기된 경우만을 분석하였다.

특수열원은 지열과 태양열을 이용하는 자연열 이용 흡수식 냉동기와 공장 혹은 열병합발전 등의 폐열을 이용하는 폐열 이용 흡수식 냉동기를 분석 대상으로 하고 있다. 또한 특수 사이클은 GAX 사이클 방식, Hybrid 사이클 방식, 다단 사이클 및 3중 효용 이상의 다중 사이클을 대상으로 하고 있으며, 기타 방식은 흡수식과 압축식의 혼합 운전방식 등의 복합장치와 열펌프 및 흡수식 냉동기의 전체적인 구조 설계나 배치에 해당되는 특허로 분류하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 시스템기술의 특허동향

특허분석을 통하여 얻어진 냉동기방식에 따른 시스템 기술개발동향은 다음과 같다. 공냉식 흡수냉동기에 관한 공냉식 열교환기 구조 및 공냉 열전달 향상기술에 대하여 국가별 출원현황을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 일본의 특허가 59건으로 가장 많고 미국과 한국의 특허는 일부를 점유하고 있을 뿐이다.

Table 1 Patent for air cooled absorption refrigera-tion system

	Heat exchanger structure	Heat transfer enhancement	Total
Japan	32	27	59
Korea	2	6	8
U.S.A	6	7	13

Fig.2는 공냉식 흡수냉동기 대한 년도별 각 국가의 출원동향을 나타낸 것으로써, 미국과 일본은 1997년에 특허출원이 절정을 이루고 있으며, 한국에서는 IMF를 벗어난 1999년에 출원량이 급증하였고 앞으로도 계속적으로 출원량이 증가할 것으로 예상된다.

공냉식 흡수냉동기의 기술분야별 특허출원 동향을 국제 특허분류기호(IPC)에 따라서 분류하면 Fig. 3과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 연속작동형 수착식 기계, 플랜트 및 시스템(예, 흡수식)에 관한 기술인 F25B-015 분야의 특허가 가장 많은 65% 가량(64건)을 차지하고 있다. 흡수식 냉동기에 관한 국제 특허분류로써 흡수용 또는 흡착기에 관한 기술인 F25B-037 분야 및 증발기 또는 응축기에 관한 기술인 F25B-039 분야도 각각 14%(14건)로 나타났다.
일본의 경우는 H2O/LiBr방식을 공냉식화 시킨 타

입으로 Yazaki 및 Hitachi 제작소에서 공냉식 흡수냉동기가 개발되었으나 현재는 Yazaki에서만 제품을 생산하여 시판 중에 있다. 이 방식에서 가장 문제가 되는 것이 결정화 문제인데, 해결 방법으로 3성분혼합액 또는 4성분혼합액 등을 용액으로 사용하는 기술이 개발되고 있다.

최근에 냉동기 분야의 연구개발은 폐열 혹은 자연열을 열원으로 하는 특수열원을 사용한 기술개발이 이어지고 있으며, 특수열원을 이용한 흡수냉동기에관한 특허는 총 185건으로 각 국가별/기술별 출원비율은 Table 2에 나타낸 바와 같다.

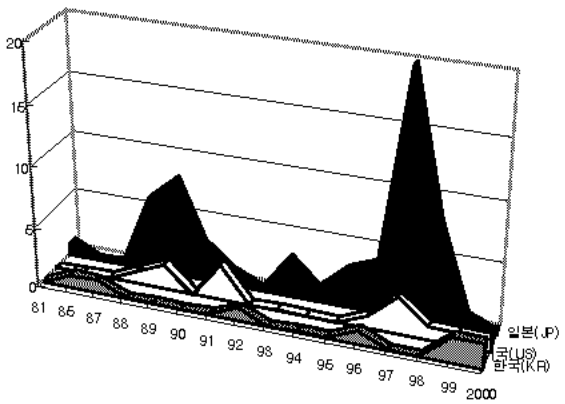

Fig. 2 Yearly Patent trend of each country

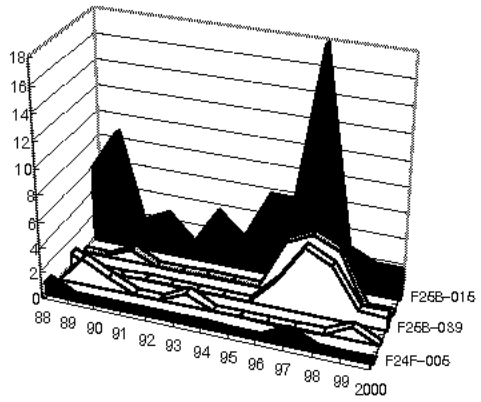

Fig. 3 IPC classification of emerging technology

Table 2 Patent trend with heat source

	Natural heat	Waste heat	Total
Japan	16	137	153
America	7	14	21
Korea	1	10	11

특수열원 이용 흡수냉동기는 주로 배열을 구동원으로 사용하며, 배열의 종류는 고체의 발열, 배온수, 배증기 및 배가스 등을 이용하는 기술이 있다.

배가스 열교환기에 발생하는 온수를 이용하여 흡수기에서 배출되어 재생기로 공급되는 흡수액을 가열하는 온수열원 열교환기 등을 설치하여 배가스의 폐열을 이용하고 있다. 엔진배열 이외의 태양열 및 지하수열을 이용한 시스템 등이 있으나 열의 유효성이 낮기 때문에 쉽게 흡수식 냉동기에 적용되지 못하고 있다. 엔진의 폐열은 주로 급탕 및 냉난방에 사용되는 것으로 나타났다.

특수열원 중에서 열병합발전 등의 폐열 이용 흡수냉동기의 비중이 87%(161건)로 대부분을 차지하고, 국가별에서는 일본의 특허가 83%(153건)로 가장 비중이 높고 미국과 한국 특허는 일부이다. 특히 열병합발전의 경우에는 에너지밀도가 높고 양질의 열원으로 흡수식냉동기의 열원으로 적합하기 때문에 관련특허가 많이 출원되는 것으로 볼 수 있다.

Fig. 4는 특수열원 이용 흡수냉동기에 관한 특허 185건에 대한 국가별 출원동향을 나타낸 그림으로써, 일본의 출원건수는 1988년을 기점으로 증가하여 년도별로 편차가 심하지만, 평균적으로 볼 때 일정수준을 유지하고 있다. 미국과 한국은 출원빈도가 대단히 낮기 때문에 경향성을 찾기에는 무리가 따른다.

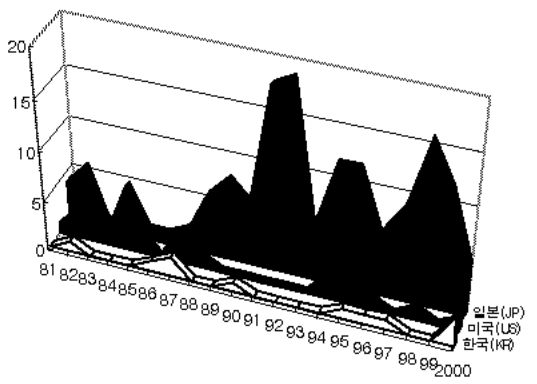

Fig. 4 Patent trend that using special heat source with each country

이와 같은 자료는 흡수식 냉동기 분야에서 일본의 기술개발이 한국과 미국에 비하여 가장 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있으며, 우리나라의 경우에는 산업계에서의 기술개발은 약세를 면치 못하고 있으나 최근에 학계를 중심으로 관련 연구가 증대되고 있는 실정이다.

특수열원 이용 흡수냉동기의 IPC기술분야별 특허

출원 동향은 Fig. 5에 나타나있다. F25B-015 분야의 특허가 가장 많은 50%(113건)을 차지하고 있으며, F25B-027 분야의 특허가 39%(88건)을 차지하고 있다. 나머지 IPC기술분야는 F25B-030(히트펌프), F25B-025(2개이상의 그룹에속하는 작동양식을 조합시킨 형식의 기계) 및 F25B-029(가열과 냉동을 조합시킨 시스템) 등이다.

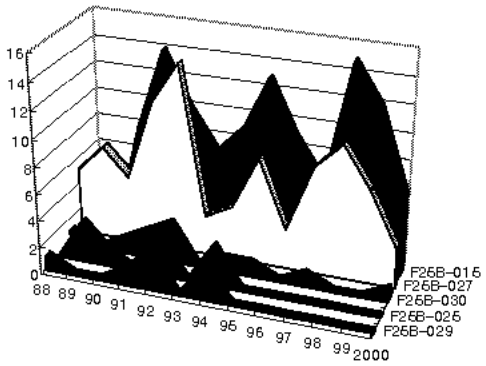

Fig. 5 IPC classification of the special heat source absoption system

본 연구에서는 일반적인 흡수식 냉동사이클을 효율의 향상 등을 도모하기 위하여 여러 가지로 변형한 사이클을 특수사이클로 분류 하였다. 특수사이클에 관한 특허는 총 186건으로 국가별/기술별 출원비율은 Table 3에 나타낸 바와 같다. 기술별 출원비율은 다단/다중효용 사이클이 67%(125건), GAX사이클이 18%(33건), Hybrid사이클이 15%(28건) 정도인 것으로 나타났다. 국가별 출원비율은 일본이 53%(98건), 미국이 34%(63건), 한국이 13%(25건)이다.

Table 3 Special cycle in absorption system

	Multi stage/effect	GAX	Hybrid	Total
Japan	59	16	23	98
U.S.A.	50	10	3	63
Korea	16	7	2	25
Total	125	33	28	186

특수 사이클의 경우에는 새로운 시스템에 대한 기초기술의 성격이 강한 관계로 미국과 한국에서 상대적으로 많은 연구개발이 이루어지고 있으나, 다른산업분야와 마찬가지로 일본의 경우에는 기초기술 이외에 응용기술이 전체 기술개발의 주류를 이루고 있음을 본 연구에서 분석한 관련 요소기술의 출원동향으로부터 알 수 있다.

미국의 흡수식 연구기관 및 회사들은 1996년까지 기본 GAX 사이클에 관한 연구를 마무리한 상태이며, 최근에는 주로 하이브리드 GAX 또는 판넬 GAX 사이클 등 진보된 GAX 사이클들에 대한 연구가 수행 중에 있다. 이 장치는 냉매와 흡수제로 NH3/H2O을 사용하는 공냉식 시스템이며 용량은 3~5RT정도이다. 전기로 구동되는 기존의 증기압축식장치에 비해 경쟁력을 가지기 위해서, 고효율연구와 함께 판매가를 낮추기 위한 연구가 진행되고 있으며, 안정된 운전을 위한 기술개발과 효율개선에 대한 기술개발이 이어질 전망이다.

다단사이클은 시스템내의 열흐름을 제어하여 시스템의 성능을 향상시키는 기술로써 주로 내부 열전달에 관련된 기술이다. 향후의 기술개발은 단효용 사이클로는 불가능한 고효율의 흡수식 냉동기를 제작하기 위한 삼중효용 흡수식 칠러 혹은 일중효용 및 이중효용 등의 개별사이클이 상호 연결되어 다단 사이클을 형성하는 기술개발로 이어질 전망이다. 본 연구에서는 흡수식 냉동기 방식으로 분류된 기술 중 위와 같은 특정한 중분류 항목에 들지 못하는 기술들을 묶어서 기타 방식으로 분류하였다.

기타방식에 관한 특허는 총 421건으로 기술별 출원비율은 설계/배치에 관한 것이 약 70%(295건), 복합장치에 관한 것이 약 28%(116건), 열펌프에 관한 것이 약 2%(10건)로 나타났다. 국가별 출원비율은 일본이 약 76%(320건), 미국이 약 15%(64건), 한국이 약 9%(37건)로 나타나 있다.

본 조사연구를 통하여 각 요소부품의 설치와 배치에 관련된 기술개발도 사이클의 개발에 못지않게 중요한 기술과제중의 하나이며, 각 요소기기의 재배치에 의해서도 많은 효율향상과 작동의 편리성을 추구할 수 있음을 알 수 있다.

3.2 시스템요소별 장치의 기술특허동향

대분류의 하나인 요소별 장치 및 제어에 관한 특허를 13가지의 중분류로 나눌 때의 특허출원 비율은 Fig. 6과 같다. 총 2638건의 특허 중에서 제어에 관한 것이 32%로 가장 많으며, 흡수기에 관한 것이 13%, 재생기에 관한 것이 11%, 추기장치에 관한 것과 안전장치에 관한 것이 각각 8% 그리고 기타요소장치와 작동유체에 관한 것이 각각 6%로 나타났다. 기술분류상 추기장치, 안전장치 및 결정방지 등으로 분류된 기술도 그 내용을 깊이 살펴보면 제어기술

과 관련 있는 내용이 매우 많기 때문에, 제어기술에 관련된 특허출원의 비중은 Fig. 6의 결과보다 더 높은 비율이라고 할 수 있다.

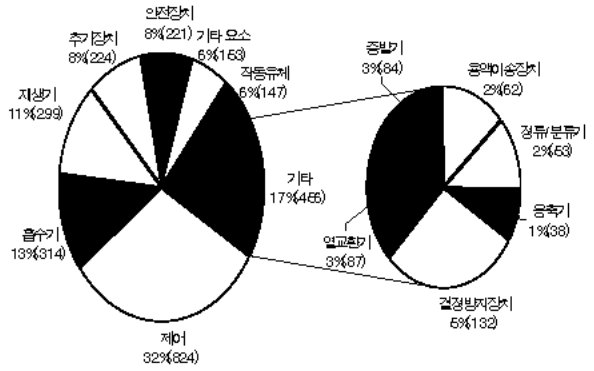

Fig. 6 Component technology of absorption system

분석결과 중에서 중분류 13가지 요소기술 중에서 출원빈도가 많아 중요성이 높은 요소기술 순서대로 특허출원의 경향을 살펴보면 다음과 같다.

흡수식 냉동기의 제어에 관련된 기술별 특허 비율은 Fig. 7과 같이 용량제어에 관한 것이 47%(388건), 운전방식제어에 관한 것이 22%(182건), 제어프로그램로직에 관한 것이 19%(154건) 및 초기기동시간단축에 관한 것이 12%(100건)로 나타났다. 그림에서 나타낸 바와 같이 각 기술이 차지하는 비율은 거의 일정한 경향을 보여주고 있으나, 일본의 경우 용량제어에 관한 비율이 다른 나라들에 비해 월등히 높은 것으로 나타났다.

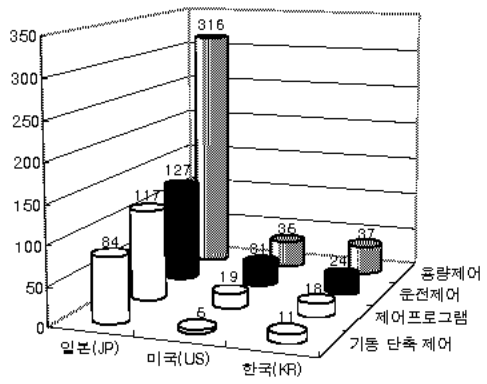

Fig. 7 Control technologies of absorption system

이것은 일본에서 일반 증기압축식 냉동시스템의 경우에도 용량제어가 가능한 인버터 제품에 대한 기술개발이 이어졌던 경향과 마찬가지로 흡수식 냉동기의 경우에도 용량제어가 시스템의 기본적인 요구조건임을 알 수 있다.

제어기술에 포함될 수 있지만 새로운 요소기술로 분류된 흡수식 냉동기의 결정방지 기술은 정전과 같이 갑자기 시스템이 정지하여 용액의 결정화가 진행되었을 경우에 결정을 없애서 용액상태를 회복시켜 줄 수 있는 기술이다.

또한 운전 중에 작동하는 결정방지 기술은 부하 등의 변동이나 외란에 의하여 시스템의 용량이 바뀔 때 열원의 연료량 및 흡수용액의 유량 제어를 통하여 결정발생을 방지할 수 있는 기술로써 이러한 기술도 제어기능을 활용한 기술로 분류될 수 있다.

요소기기 중에서 시스템의 효율에 가장 큰 영향을 미치는 흡수기에 대한 특허는 총 314건으로 각 국가 및 기술별 출원 현황은 Table 4와 같다. 이중에서 흡수기 구조에 대한 특허의 비율은 47%(148건), 흡수기용 열교환기에 대한 특허의 비율은 32%(99건) 그리고 흡수기의 용액분배 및 젖음을 증가장치에 대한 특허의 비율은 21%(67건)로 나타났다.

Table 5에 나타낸 바와 같이 재생기에 대한 특허는 총 299건이며, 고온재생기와 저온재생기로 나누었을 때 고온재생기가 89%(265건)이며, 저온재생기가 11%(34건)로써 고온재생기에 관련된 특허가 다수를 차지하고 있은 것으로 나타났다

Table 4 Patent for absorber

	Structure	Heat transfer	Liquid distribution	Total
Japan	108	81	54	243
Korea	16	12	13	41
U.S.A.	24	6	0	30

Table 5 Patent for generator

	High temp. generator	Low temp. generator
Japan	209	23
Korea	36	1
U.S.A.	20	10

Table 6 Patent for ejector

	Mechanical type	Ejector control	Palladium cell
Japan	104	51	31
Korea	12	5	1
U.S.A.	8	12	0

추기장치에 대한 특허는 총 224건이며, 각 국가별/기술별 출원 현황은 Table 6에 나타난 바와 같다. 각 기술별 특허의 비율은 기계적 방식에 관한 것이 55%(124건), 추기장치 제어에 관한 것이 30%(68건) 및 파라디움셀에 관한 것이 14%(32건)로 나타났다.

흡수식 냉동기에 사용되는 열교환기중의 하나이나 주요 요소기술에서 제외된 증발기에 대한 특허는 총 84건으로 각 국가별/기술별 출원 현황은 증발기 구조에 대한 특허의 비율이 48%(40건), 증발기용 열교환기에 대한 특허의 비율이 30%(25건) 그리고 용액분배 및 젖음율 증가장치에 대한 특허의 비율은 23%(19건)이다. 이와 같은 결과는 구조적으로 비슷한 흡수기의 기술별 특허 비율과 거의 유사한 경향이다. 또한 국가별 출원동향은 일본이 약 71%(60건), 한국이 약 19%(16건), 미국이 약 10%(8건)로 나타났다.

기타 요소장치로써 측정/검사 장치로 암모니아 등의 누설을 감지하는 검사장치와 농도를 측정할 수 있는 농도측정장치 등이 포함된다.

조절/방지 장치로는 흡수기와 재생기의 수위조절 장치, 엘리미네이터 등의 냉매 오염방지 장치, 용액 역류방지 장치 및 냉매 역류방지 장치 등이다.

흡수식 냉동기의 기타 요소장치 중 측정 및 검사 장치에 대한 기술개발동향은 시스템의 제어에 필요한 측정값을 얻을 수 있는 기술로써 기본적인 측정은 열전대를 사용한 온도측정이며, 이외에 금속발광 센서, 비중계, 무게측정 등의 방법을 통하여 냉매의 오염 혹은 흡수액의 교환시기 등을 판단하고 있다. 향후 오염도, 농도 등에 관련된 측정기법이 개발될 전망이다. 조절 및 방지장치에 대한 기술개발은 액체의 수위조절에 관한 기술개발이 주로 이루어졌으며, 시스템의 부하변동에 따라서 달라지는 각 요소기기의 액체의 수위조절에 대한 기술이 시스템의 제어기법과 더불어 개발될 전망이다.

4. 결 론

본 연구에서는 전 세계적으로 흡수식 냉동기에 관련된 연구가 진행되고 있는 한국, 일본 및 미국의 흡수식 냉동기에 관련된 특허출원기술을 조사 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

흡수식 냉동기의 사이클 기술개발은 시스템의 성능향상을 통한 고효율 냉난방기 개발이 지속적으로 이어지고 있는 가운데 새로운 사이클 개발은 한국(13%)과 미국(34%)을 중심으로 진행 중이며, 요소기술의 개발은 일본(53%)에서 가장 활발히 이루어지고 있다.

사이클 기술개발을 제외한 공냉식 흡수기 기술, 폐열이용 흡수식 냉동기 및 시스템의 설계/배치에 관한 기술은 70%이상의 특허가 일본에서 출원되고 있어 일본이 한국과 미국에 비하여 가장 활발한 흡수식 냉동기분야의 기술개발이 이루어지고 있다.

1981년부터 2000년까지 출원된 흡수식 냉동기 요소기술에 관련된 특허 중에서 시스템의 제어에 관한 기술이 32%로 가장 많은 기술개발이 이루어지고 있으며, 흡수기, 재생기, 추기장치 및 안전장치에 관련된 특허가 약 10%의 출원동향을 나타내고 있다. 13개의 요소기술로 분류한 경우에도 안전장치 혹은 결정방지장치 등의 일부 특허의 경우에는 기술의 일부가 제어기술과 연관된 경우가 다수 존재하여 본 연구를 통하여 흡수식 냉동기의 기술개발은 주로 제어기술의 향상으로 이어지고 있음을 알 수 있다.

흡수식 냉동기의 보급이 증가하고 있는 궁극적인 이유는 환경친화와 에너지 절약에 있다. 최근의 여름철에 집중되는 냉방수요에 따라서 발생하는 최대 전력수요에 대응하기 위하여 일정 면적이상의 건물에는 의무적으로 흡수식 냉동기를 설치하도록 하는 등의 제도적 지원이 이어지고 있으므로 향후 흡수식 냉동기는 이러한 보급의 취지에 맞도록 에너지 절약적이고 효율이 높은 제품에 대한 기술개발이 이어져야 할 것이다.

참고 문헌

1. 심윤희, 박윤철, 배영문, 2004, “고효율 흡수식 냉동기의 특허기술 분석연구,” 설비공학논문집, 제 16권, 제 4호, pp. 334~339.
2. www.kipris.or.kr
3. www.kisti.re.kr
4. 최고원, 2001, “국내의 기술개발 현황과 제품의 특성 비교,” 설비, 제 18권 제 11호, 한국설비기술협회, pp. 57~70.
5. www.delphion.com

6. 강용태, 2002, “일본 흡수식 기술 여행기,” 설비저널, 제31권 제3호, pp. 59~63.
7. 정시영, 2001, “흡수식냉동기에 대한 국내 연구 현황,” 설비, 제 18권 11호, 한국설비기술협회, pp. 34~44.
8. 정성한, 2001, “해외의 흡수식냉동기에 대한 최근 기술개발 현황,”설비, 제 18권 제 11호, 한국설비기술협회, pp. 45~56.