

에어컨용 냉매압축기

에어컨에서 사용되고 있는 밀폐형 냉매압축기에 대한 최근 기술 동향을 간략하게 소개하고자 한다.

이 승 갑

· 삼성전자 DA총괄 RC개발그룹 수석연구원 (sklee215@samsung.com, sklee215@hanmir.com)

소 순 갑

· 삼성전자 DA총괄 RC개발그룹 책임연구원 (sohsg@samsung.co.kr)

최 영 민

· 삼성전자 DA총괄 RC개발그룹 선임연구원 (ymeng@samsung.co.kr)

가정용 룸에어컨이나 가정, 점포, 사무실에 사용하는 패키지어컨은 쾌적한 주거 사무공간을 실현할 수 있기 때문에 최근 10년 동안에 광범위하게 보급되었고, 그 기술도 해마다 진보하고 있다. 그림 1에서 나타나듯이 2001년 가정용 룸에어컨의 국내생산 수량은 연간 600만대 수준이며, 패키지어컨은 연간 약 80만대 수준이다. 2001년 기준으로 에어컨의 국내시장규모는 약 130만대로 세대 보급율이 약 40%에 도달하고 있다. 비록 패키지어컨은 생산 수량면에서는 룸에어컨과 비교할 수 없지만, 한대의 냉방능력이 룸에어컨의 수배에서 수십배로 크기 때문에 전력에너지소비, 환경 등에 미치는 영향은 룸에어컨과 비견될 수 있다.

공조장치 보급에 따른 환경, 에너지 측면에서의 사회적 영향과 관심이 점차 커지고 있고, 이것을 개선하기 위한 기술개발이 활발하게 진행되고 있다. 에어컨을 포함한 공조장치의 다수는 효율이 좋은 증기 압축식 냉동사이클로써 구성되어 있으며, 증기 압축식 사이클에서 냉매가스를 압축하여 순환시키는 심장 역할을 하고 있는 것이 압축기이다. 또한 압축기는 공조장치 전체의 전력소비의 80%에서 90%를 차지하고 있어 에너지절감 기술개발과 환경기술개발의 포인트가 되는 기구이다. 최근에 에어컨용 냉매압축기의 기술적인 개발동향을 정리하면 다음과 같은 경향으로 진행되고 있다. (1~4.7)

- (1) 오존층 파괴 지수가 제로인 친환경 HFC계와 자연냉매용 밀폐형 압축기기술
- (2) 로터리압축기의 성능향상 및 대용량화 기술
- (3) 압축기용 모터의 DC화 등에 의한 모터 효율 향

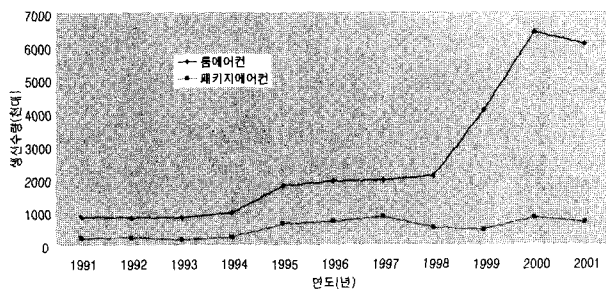
상 및 압축기 효율 향상 기술

- (4) 스크롤압축기의 압축비 변화의 대응, 고효율 유지, 대용량화 등 성능향상기술
- (5) 로터리, 스크롤, 왕복동 압축기를 이용한 용량 가변기술

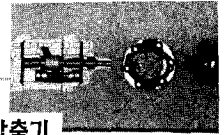
본 논고에서는 룸에어컨과 패키지어컨에서 사용되고 있는 밀폐형 압축기에 대해서 그림 2에서 나타내고 있는 냉방능력 10tons (120,000Btu/h) 이하를 중심으로 상기의 최근 기술 동향을 간략하게 소개하고자 한다.

대체냉매 압축기

프레온(CFC계, HCFC계)은 일반적인 냉매의 성질인 열역학적 특성, 화학적 안정성, 운환유와의 호환성 등이 양호하면서 독성이 적어 공조 및 냉동용 냉매로 널리 쓰이고 있으나, 최근 지구 환경문제의 관



[그림 1] 에어컨 국내생산수량(출처:한국냉동공조공업협회 (2002년))



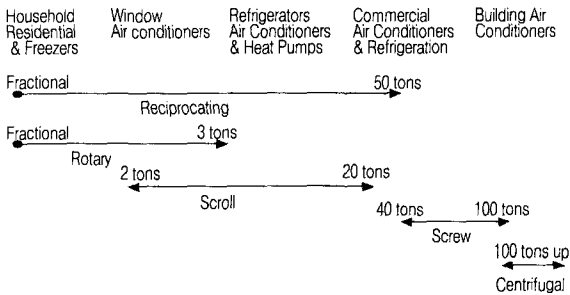
에어컨용 냉매압축기

심이 높아지면서 오존층파괴 및 지구온난화에 대한 대응으로 친환경 냉매인 HFC계와 자연냉매로 전환이라는 두가지 방향에서 모든 용량대의 공조용 또는 냉동용 압축기 기술의 개발 및 상품화가 전세계적으로 진행되고 있다. 그림 3에서는 HFC계 및 자연냉매계의 대체냉매 에어컨에서 사용범위를 보여주고 있다.

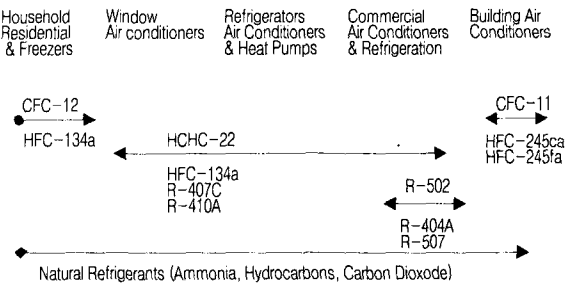
HFC계 냉매 적용기술

현재 쾌적한 공간을 효율적으로 실현하기 위한 룸에어컨과 패키지 에어컨에는 주로 R22 냉매가 사용되고 있는데, HCFC계인 R22도 오존층을 파괴할 수 있는 염소가 함유되어 있어 비록 오존층파괴지수(ODP)는 R11 대비 0.055로 작지만 제로가 아니므로 규제대상 냉매로 분류되어 점진적으로 사용이 제한될 예정이다. 따라서, 분자내에 염소가 전혀 없는 HFC계 대체냉매의 선정과 이에 적합한 냉동유를 사용하는 에어컨용 압축기로 전환이 활발하게 이루어지고 있다.

에어컨용 냉매인 R22의 대체냉매로는 단일 냉매로



[그림2] 냉방용량별 냉매압축기 응용범위⁽²⁾



[그림3] 대체냉매의 에어컨 응용범위⁽²⁾

대체할 HFC계 중에 적당한 후보가 없어 2종류 또는 3종류의 냉매를 혼합한 냉매인 R410A(R32/R125)와 R407C(R32/ R125/ R134a)가 주로 사용되고 있으며, 에어컨용 R22의 대체냉매로 R407C보다 R410A로 전환되고 있는 추세이다. 현재 미국, 일본 등의 선진국 및 국내에서 R410A 냉매를 사용한 로터리 및 스크롤압축기가 개발 중이거나 판매 중에 있다.

자연냉매 적용기술

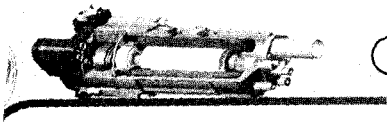
한편 HFC계 냉매도 지구온난화지수(GWP)는 높은 편이어서 1997년 채택된 교토의정서에서 대기배출가스 억제물질로 분류되었기에 지구온난화지수(GWP)가 작은 자연냉매로의 관심이 높아지고 있다. 자연냉매로 추천되고 있는 이산화탄소(이하 CO₂)는 인체에 무해하고, 독성 및 가연성에 문제가 없어 환경 친화적인 냉매로서 주목을 받고 있다. CO₂는 1860년대 후반부터 사용되기 시작했으나 CFC계 냉매가 등장한 1930년 초부터 그 사용이 감소되고 이후 CFC계로 대체되었다가 최근 환경문제가 대두되면서 1990년대 초부터 유럽, 미국, 일본 등을 중심으로 CO₂을 이용한 냉난방 시스템 개선 및 개발연구가 수행되고 있다.

1999년 SANYO가 개발한 CO₂ 밀폐형 로터리압축기는 밴딩머신에 적용하여 VENDEX JAPAN 2000에 출품하였고, CO₂를 사용한 자동차용 에어컨 등 다양한 시도가 진행 중이다. 최근에는 DENSO가 CO₂ 가정용 온수기를 상업화하였으며, 국내에서도 2001년부터 10년 동안 국책과제로 성적계수(COP) 3.5 이상인 냉방능력 10.5kW급 CO₂ 냉난방시스템 개발을 목표로 연구 중이다.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

CO₂는 자연냉매 중에 탄화수소(HC)와 암모니아와 같은 독성 및 가연성에 문제가 없고 경제적이며 뛰어난 전열특성을 가지고 있어 압축기구의 소형화가 가

<표 1> 대체냉매의 물성비교⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Refrigerant	R22	R407C	R410A	CO ₂
Composition	-	32/125/134a	32/125	-
ODP	0.055	0	0	0
GWP	1700	1530	1730	1
High Pre. (MPa) (50℃)	1.94	1.99 ~ 2.21	3.06	12.0
High Pre. (MPa) (0℃)	0.50	0.46 ~ 0.57	0.80	3.49
Pre. Diff. (MPa)	1.44	1.42 ~ 1.75	2.2	8.51



능하지만 CO₂를 냉매로 사용할 경우는 고압특성으로 인한 냉동사이클 전반에 걸친 고압설계가 요구되며, 공조용 CO₂압축기 개발에 있어서는 표 1에서 보듯이 R410A 냉매와 비교할 경우 3 ~ 4배의 고압사이클로써 흡입압력 3 ~ 4MPa(30 ~ 40기압), 토출압력 7 ~ 13MPa(70 ~ 130기압) 정도에서 견딜 수 있는 부품의 고압설계 및 압축기구부의 재설계가 요구되어진다. 따라서 CO₂냉매 자체가 가진 고압 특성과 효율특성때문에 응용제품으로는 공조용 에어컨보다는 히트펌프형 급탕기 및 자동차용 에어컨에 먼저 적용하려는 노력이 진행되고 있다.¹⁶⁾

로터리압축기

로터리압축기는 크게 롤링피스톤식과 베인식으로 구별되는데 에어컨용 소형압축기는 효율, 소음, 신뢰성 측면에서 우수한 롤링피스톤식 로터리압축기(이하 로터리압축기)가 널리 사용되고 있다. 1930년에 미국 GM사가 냉장용 로터리압축기를 상품화했으며, 1950년 전반기에 GE사가 Split Type 룸에어컨용 로터리압축기를 개발하여 제품화하였다. 일본에서는 1960년대 말에서 1970년대 초반 사이에 TOSHIBA사나 SANYO사 등이 미국업체와 기술 제휴를 통해서 로터리압축기 생산을 시작하여 1990년경에 이미 1,000만대 넘는 규모의 대량생산체제를 구축했다.

국내에서는 1970년대 중반에 들어와서 에어컨을 생산하기 시작했으며, 그 당시에는 국내수요가 적어 로터리압축기를 전량 외국에서 수입해서 사용하다가, 1980년 중반에 들어서면서 로터리압축기 수입량이 급증하였기에 압축기 사업의 필요성을 인식하게 되었다. 이에 대우가 제일 먼저 시작하였으며, 1988년 말에 LG전자, 1989년에 삼성전자가 기술도입을 통해 사업에 착수하였다.

로터리압축기는 에어컨에 있어서 전체소비전력의 대부분을 차지하고 있기 때문에 압축기의 친환경 대응기술과 고효율화기술이 개발의 중요한 포인트이다. 현재 국내에서 진행되고 있는 로터리압축기의 연구개발은 대체냉매(R410A)기술 및 자연냉매(CO₂)기술 외에 주요 부품의 최적화, 기계효율 및 압축효율향상, BLDC 모터 사용한 모터효율향상, 신뢰성향상기술 등으로 요약할 수 있다.

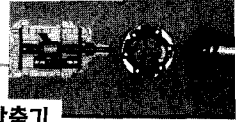
대체냉매 적용기술

R22의 대체냉매로써 HFC계 R410A를 적용할 경우에는 냉방능력, 소비입력, EER등 압축기의 성능과 관계되는 압축기구의 최적화 및 내마모성 향상을 위한 재질 및 오일의 선정등의 신뢰성 확보가 중요한 이슈이다. R410A의 효율 및 신뢰성 향상을 위해서는 간극체적에 의한 재팽창손실 및 실린더 가스누설 손실 저감을 위한 기구부 최적설계가 선행되어야 하며, HFC계 냉매는 조성상에 염소분자가 없어 윤활성이 약하므로 압축기의 신뢰성차원에서 이에 적합한 POE계 또는 PVE계 오일등과 접촉부의 재질 및 코팅선정이 중요하다.

자연냉매인 CO₂를 로터리압축기에 적용함에 있어서는 1단 압축으로는 많은 문제들이 발생한다. 베인양단에 걸리는 압력차가 R410A보다 2배 이상이 되며, 베인과 롤러 접촉면에 작용하는 힘도 급증하여 내구성 측면에서 많은 문제점을 가지고 있기 때문에 2단 압축방식을 채용하여 상당부분의 문제를 해결하고 있다. 또한 고압냉매인 CO₂는 압축효율향상을 위한 간극체적과 토출 포트의 최적설계가 중요한 부분이다. 최근에 SANYO사에서는 히트펌프 온수기용 CO₂ 트윈 로터리압축기를 개발하여 상품화 했다. 2단 압축방식을 통해서 압축기 각 단의 압력차를 R410A와 같은 수준으로 억제했고, 트윈 실린더로 저진동, 저소음 특성을 얻었다.

BLDC 모터 적용기술

AC 및 BLDC 인버터 모터를 채용한 가변용량방식의 로터리압축기는 에어컨의 효율(SEER)을 향상시켰으며, 넓은 운전주파수 영역에서 저진동 운전이 가능하며 동시에 용량 가변 비율이 이전 모델과 비교하여 2배 이상 커진 2실린더 로터리압축기에 적용되고 있다. 회전자에 영구자석을 삽입시킨 IPM(Interior Permanent Magnet) Type BLDC모터를 압축기에 적용하면, 추가적인 효율향상과 정밀한 능력가변제어 및 소형화가 가능하여 에어컨의 안정성을 향상시킬 뿐만 아니라 에너지절약과 저소음, 저진동을 실현할 수 있다. 그림 4는 압축기 열량계에서 측정된 BLDC와 AC 인버터 로터리압축기의 성능시험 결과를 나타내고 있다. 운전주파수 60Hz 이상에



에어컨용 냉매압축기

서는 종래의 AC 로터리압축기에 비해 EER이 약 10 % 향상되고, 저속에서는 약 15 % 이상 향상되었다. 특히 저속에서 AC 인버터 압축기 대비 EER 향상 폭이 큰 것은 AC모터는 일반적으로 저속에서 현저한 모터 효율의 저하가 발생하지만 BLDC 모터는 저속에서도 높은 효율을 가지기 때문이다.

에어컨용 BLDC 모터는 종래에 AC 인버터 모터와 생산공정이 유사하여 양산설비와 공유가 가능한 분포권 방식이 주류를 이루고 있었지만 최근에는 제조공정이 단순하고 저렴하게 생산할 수 있는 장점을 가진 집중권 방식으로 전환되고 있는 추세이다. 집중권 방식은 고정자의 슬롯(Slot)수 1/4 수준이고 모터권선을 직접 슬롯에 감기 때문에 재료비 및 생산성 측면에서 우수하다. DC 모터의 회전자에 사용하는 영구자석에는 희토류(Neodymium)자석과 페라이트(Ferrite)자석 2가지로 구분할 수 있다. DC 인버터 구동회로는 위치검출회로와 속도제어회로로 구성되며, 위치검출회로에서는 모터단자의 유기전압을 검출함으로써 회전자의 위치를 검출하고 속도제어회로에서는 위치검출회로에서 얻어진 회전자의 위치정보를 이용하여 요구되는 운전주파수에서 PWM 제어 신호로 인버터를 구동한다.

이미 일본의 TOSHIBA-CARRIER사는 2000년에 세계 최초로 압축기용 집중권 방식의 BLDC모터를 개발하여 양산 하였으며, 현재 시스템 에어컨용 압축기에 적용할 수 있는 희토류자석을 채용한 4 ~ 6HP급 BLDC모터를 개발하여 고효율화 및 대용량화의 추세를 선두하고 있다. 국내에서도 에어컨용 집중권 방식의 BLDC모터를 개발하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

트윈로터리 압축기

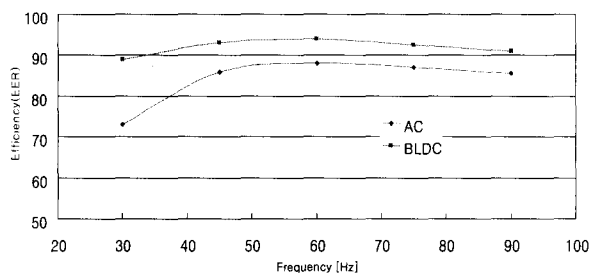
2 실린더(이하 트윈) 로터리압축기는 저주파수에서 고주파수까지 넓은 운전 영역범위에서 저진동 운전이 가능하다. 1 실린더에 비해 진동을 1/4수준으로 줄일 수 있다. 따라서 트윈 로터리압축기는 운전주파수를 변화시키면서 용량을 조절하는 인버터 에어컨에 적합하며 에너지절약과 향상된 안정성 그리고 저소음 공조기를 구현할 수 있다. 또한 종래의 1 실린더 압축기에는 없는 진동특성과 운전특성을 가지고 있어 고속운전을 통한 용량증대가 가능하기 때

문에 시스템 에어컨용 고성능 대형 로터리압축기도 구현할 수 있다. 이미 2001년 일본 TOSHIBA - CARRIER사는 BLDC인버터를 채용한 R410A용 5HP급 트윈로터리압축기를 개발하여 패키지에어컨에 채용함으로써 COP 4.0 이상의 고효율을 확보하였고 일본 패키지에어컨 제조업체 사이의 치열한 대용량화 기술의 경쟁을 유발시켰다. 반면에 1 실린더는 저주파수 영역에서 진동이 크기 때문에 30Hz이하에서는 운전이 곤란하나, 구조가 간단하고 가격이 저렴해서 에어컨용으로 널리 사용되고 있다.

저주파수에서 저진동 특성을 가진 트윈로터리압축기는 30Hz 이하에서도 운전이 가능하므로 급유계통의 이론해석과 더불어 실제 계측실험을 하여 압축기 내부의 급유특성을 신뢰성 측면에서 예측하는 연구가 수행되고 있다. 동시에 90Hz 이상의 고속운전에서는 압축기 외부로 냉매가스에 섞여서 오일이 과다 방출될 수 있는데 이는 증발기 및 응축기의 열전달 특성저하 및 압력 손실을 가져와서 냉동사이클의 성능을 저하시킬 뿐만 아니라 압축기 자체의 신뢰성에도 나쁜 영향을 끼친다. 오일 함유량을 적정수준을 유지함으로써 일정한 오일레벨을 확보하기 위해서는 압축기 내부의 오일순환 경로 내에 오일 억제 기구를 설계하거나 냉동사이클 운전방법을 개선하는 연구도 중요하다. 그 외에도 트윈로터리압축기 내부의 주요 윤활부 및 소음, 진동 저감에 대한 연구가 신뢰성 측면에서 진행되고 있다. 그림 5에 SANYO사 1 실린더와 TOSHIBA-CARRIER사 트윈 로터리압축기의 외형단면사진을 제시하였다.

스크롤압축기

스크롤압축기의 개념은 프랑스 Leon Creux에 의



[그림4] BLDC모터와 AC 모터 사용시의 EER비교⁽¹⁾

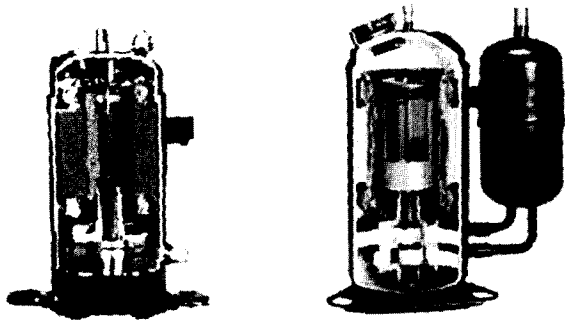
해 개발되어 거의 100년 전인 1905년에 미국에서 특허를 취득하였지만, 실용화가 이루어진 것은 초정밀 가공기술 및 가스누설방지기술 등이 가능해진 1980년대에 들어서다. 1981년에 일본 SANDEN사가 자동차용 에어컨용으로, 1983년 HITACHI사에서 에어컨용으로 상용화한 이후로 많은 제조업체들이 생겨났다. 스크롤압축기가 실용화된 지는 20년 밖에 되지 않지만, 저진동, 저소음, 고효율, 소형 및 경량화의 특징으로 인하여 현재 1kW에서 20kW급의 냉동, 공조장비에 사용되고 있다. 스크롤압축기의 최적 용량범위는 1 ~ 10kW이라고 알려져 있으며, 이 범위에서는 룸에어컨, 패키지에어컨에 사용되고 있는 왕복동과 로터리압축기와 경쟁을 하고 있다. 또한 압축기 출력이 10kW를 넘는 시스템 에어컨 범위에서는 탠덤형(Tandem Type)으로 냉동사이클을 구성하여 왕복동과 스크롤압축기와 경쟁을 하고 있다. 스크롤압축기는 왕복동 또는 로터리에 비해 가스압축에 의한 토크 변동이 적기 때문에 저진동, 저소음의 장점을 가지고 있으며, 가변속을 통한 용량제어 운전할 수 있는 인버터에 적합하고 압축기구부 내에 액냉매나 이물질이 침투되었을 때 과압을 자동적으로 방지할 수 있는 구조상 특징을 가지고 있다. 이런 장점 때문에 대용량화에 유리하다. 현재 세계 스크롤 냉매압축기 시장에서 절대 우위를 차지하고 있는 COPELAND사는 2001년 AHR 전시회에 25HP급 스크롤압축기 시제품을 발표했다. 현재 COPELAND사는 R22냉매 및 대체냉매인 R407C, R410A, R404A, R134a냉매용 탠덤형(Tandem Type), 원가절감형, PWM방식의 용량가변형 디지털 방식 및 저온용 등 다양한 230개 모델을 대하여

연 600 만대 이상을 생산하고 있다.⁽⁶⁾ 일본은 스크롤 압축기 생산업체가 8개 (DAIKIN, HITACHI, MATSUSHITA, MISTUBISHI Electric, MHI, SANDEN, SANYO, TOSHIBA-CARRIER)나 있지만 미국 COPELAND사와 생산규모 면에서 경쟁할 수 있는 업체는 없으며, 자국에서의 과도한 경쟁 및 비효율적인 생산으로 인하여 생산이 감소되고 오히려 스크롤 압축기의 수입을 늘리고 있는 실정이다. 하지만, HITACHI, MATSUSHITA와 MHI사는 R410A를 사용한 룸에어컨용 1HP급 인버터 스크롤 압축기를 생산하고 있으며, DAIKIN사는 R407C냉매를 사용한 4 ~ 10HP급 스크롤압축기에 BLDC모터를 채용해서 넓은 운전범위에서 효율을 향상시켰다. MHI사는 자동차 에어컨용 CO₂ 스크롤 압축기를 개발하였는데, 단위체적당 냉동능력이 R134a에 비해 8배 정도이므로 행정체적을 1/8로 소형화할 수 있었다.⁽⁵⁾ 국내에서는 대체냉매인 R410A냉매와 자연냉매 CO₂를 적용한 스크롤압축기 개발이 추진 중이며, AC 인버터를 적용한 효율 향상기술 및 대용량화와 함께 특히 신뢰성확보에 대한 연구가 진행 중이다.

용량가변기술

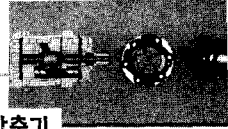
압축기에서 용량가변기술은 분류방식에는 여러 가지가 있지만 회전속도제어, 흡입체적제어, 로딩(Loading) 제어 등으로 구분할 수 있다. 용량가변기술은 에어컨의 효율(SEER)을 향상시켜 최근에 주목을 받고 있고, 에너지 효율측면에서 외부부하에 대한 대응 운전이 가능하도록 하는 절전기술 중에 하나이다. 인버터 주파수변화에 의한 회전속도제어방식의 용량가변 기술이 가장 많이 사용되고 있으며, 주류인 AC 인버터에서 고효율 BLDC 인버터로 변화는 것이 일반적이 추세이다.

그림 6 (a)(b)(c)는 스크롤, 로터리, 왕복동 압축기에서 최근에 사용되고 있는 용량가변기술을 나타내고 있다. (a)는 COPELAND사의 디지털 스크롤압축기로서 외부에서 PWM방식으로 솔레노이드밸브를 제어해서 고정스크롤과 선회스크롤을 기구적으로 로딩 및 언로딩함으로써 용량을 조절하는 방식을 나타낸다. (b)는 SANYO사의 기구적 능력가변 로터리 압축기로 상하부 실린더간에 바이패스 냉매밸브를



(a)실린더(SANYO) (b)트윈(TOSHIBA)

[그림 5] 1 실린더 및 트윈 로터리압축기 외형단면사진



에어컨용 냉매압축기

구성하여 바이패스 유로의 개폐에 따라 압축기의 냉방능력을 다단계로 변화시킬 수 있도록 한 것이며, (c)는 BRISTOL사의 TS 왕복동 압축기로 회전방향에 따라 냉방능력이 변동하는 방식을 사용했다. 크랭크샤프트의 편심기구(Eccentric member)에 의해서 정회전시에는 2개의 실린더가 모두 압축작용을 하지만, 역회전시에는 1개의 실린더만 압축작용을 한다. 그 외에 2개의 압축기를 하나의 냉동사이클로 엮어서 능력가변을 하는 방식도 사용되고 있다.

기타

환경문제와 관련해서 국내에서는 아직 관심이 적지만 기기의 성능 분석을 라이프사이클 관점에서 보기 시작했다. 이는 CO₂발생분석 또는 라이프사이클 평가 개념으로 구성되어 있는데, 에어컨의 부품 중 하나인 압축기도 환경오염을 줄일 수 있는 방향에서 구성되기를 바라면서, 리사이클링이 가능한 설계의 중요성이 점점 커지고 있다. 밀폐형 압축기의 경우에는 이런 개념을 적용하기는 어려우나 재질개선과 함께 추후에는 손쉬운 분해가 가능하도록 개발되게 유도될 가능성이 있다.

결론

룸에어컨이나 패키지어컨 또는 시스템 에어컨용

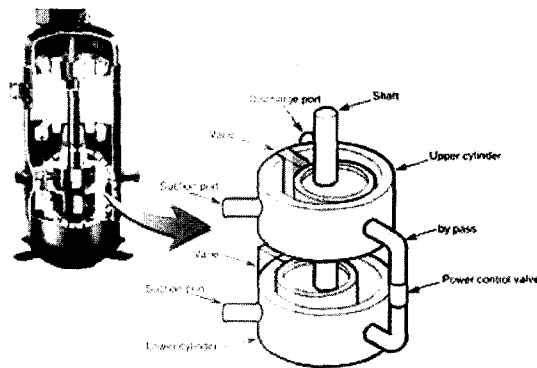
냉매압축기는 우리의 생활이 윤택해짐과 더불어 국내외적으로 그 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 환경 및 에너지 측면에서 요구되어지는 밀폐형 압축기(로터리압축기, 스크롤압축기, 왕복동압축기)의 기술적인 개발 방향은 다음과 같다.

- (1)오존층 보호 및 지구온난화 방지 등의 측면에서 환경 친화적인 대체냉매 HFC계(R407C, R410A 등) 및 자연냉매(CO₂)를 적용한 압축기의 상품화 및 효율향상과 신뢰성 확보기술
- (2)로터리압축기는 BLDC 모터를 채용하여 압축기의 효율을 향상시키는 한편, 패키지에어컨이나 시스템 에어컨용으로 대응량화하는 기술
- (3)스크롤압축기는 저진동, 저소음의 장점을 가지고 대응량화 및 압축비 변화 등을 통한 다양한 냉동, 공조응용제품으로 확대하는 기술
- (4)에어컨의 효율(SEER)을 향상시키기 위해서 외부부하에 대해 밀폐형 압축기의 용량을 가변하는 절전기술

결론적으로 국내 냉동공조산업이 계속 발전하기 위해서는 지금까지 구축된 압축기 기술을 바탕으로 고객의 다양한 요구에 부응하면서 국제 경쟁력을 갖추어, 궁극적으로는 지구온난화방지 및 에너지 소비효율(EER)측면의 규제 등에 발 빠르게 대응할 필요가 있다.



(a)디지털 스크롤 (COPELAND)



(b)PC로터리 (SANYO)



(b)TS왕복동 (BRISTOL)

[그림] 용량가변 밀폐형 압축기(스크롤, 로터리, 왕복동)

참고문헌

1. 소순갑 이승갑, 박윤서, '공조용 로터리 압축기', 유체기계저널:제1권, 제1호, pp106 ~112, 1998
2. 이건호, '공조용 스크롤 압축기', 유체기계저널 : 제1권, 제1호, 1998
3. Shigemi NAGATOMO, 'Positive Displacement Compressor Technology for Air Conditioners', Trans. Of the JSRAE Vol.15, No.4, pp305~326, 1998
4. Shigemi NAGATOMO, 'In Japan, The Change of Positive Displacement Compressors', REFRIGERATION Vol.75, No.878, pp3 ~ 9, 2000
5. 김철우, 김현진, 'CO₂압축기 기술 개발 동향', 설비저널 제31권 제7호, pp10 ~ 14, 2002
6. JARN (Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News-'Refrigeration & Air Conditioning Compressors' Special Edition), Serial No.385-S1, Feb. 25, 2001
7. Kenji Tojo, 'Review of the 2000 International Compressor Engineering Conference at Purdue', REFRIGERATION Vol.76, No.879, pp62 ~ 66, 2001
8. Satoshi IMAI et al., 'Development of Carbon Dioxide Hermetic Compressor -Basic Design and Performance-', Trans. Of the JSRAE Vol.18, No.3, pp233 ~ 241, 2001