

전기자동차용 에어컨 시스템 개발동향

Trends in Development of Air Conditioning System for Electric Vehicles

오 명 도
M. D. Oh



오 명 도
 • 1956년 5월생
 • 2상유동 및 열전달
 • 생산기술연구원
 기계·소재개발센터 수석연
 구원

1. 서 론

우리나라에서 자동차의 보급은 국민생활이 향상됨에 따라 급속히 신장되고 있으며 이에따라 자동차에서 배출되고 있는 일산화탄소, 탄화수소, 질소화합물 및 아황산가스 등으로 인하여 도시 대기에 심각한 위해를 가하고있다. 이러한 오염 문제는 전 지구적 차원에서 대두되고 있는 화석 연료 사용으로 인한 지구온난화 문제에 맞물려 한층 산업계의 기술개발 방향에도 큰 영향을 미치고 있다. 자동차로 인한 이러한 오염문제를 근본적으로 해결하기 위하여 전기자동차의 연구 개발은 가속화되고 있으며 1998년 경에는 유럽 시장에서 전기자동차의 상용화가 구체화될 전망이다.

이제 자동차는 단순한 교통수단만이 아니라 주거공간, 업무공간에 이은 제3의 생활공간으로 자리잡아가고 있으며 이와 더불어 자동차 자체도 안전성과 함께 쾌적한 운전분위기와 안락한 승

차감을 추구하고 있다. 이러한 변화로 현재 자동차의 에어컨 장착율이 승용차의 경우 90% 이상을 상회하고 있다. 따라서 기존자동차에서 중요시 되고 있는 Climate Control은 전기자동차의 연구개발에 있어서도 매우 중요한 연구과제 중의 하나가 되어야 할 것이다. 더구나 기존의 자동차용 에어컨은 전기구동 시스템이기 때문에 계속 이러한 전기구동시스템을 고수할 경우에는 전기 사용을 최소화하여 현재 가장 큰 문제가 되고 있는 전기배터리의 소형화에 걸림돌이 되지 않게 하여야 할 것이며, 궁극적으로는 전기를 사용하지 않는 새로운 에어컨 개발을 서둘러야 할 것이다.

현재 국내업계에서는 지구오존층 파괴로 인한 CFC 물질규제로 기존 자동차 에어컨에 사용하고 있는 CFC냉매를 비CFC냉매로 대체함에 따라, 기존자동차 에어컨의 변경부품들에 대한 주요 기술을 기술도입이나 기술제휴 등 외국기술에 의존하여 변경하고 있는 실정이다. 더욱이 새로운 전기자동차용 에어컨 개발은 연구개발이 미진하여 이에대한 국내기술개발은 초보단계라고 할 수 있다. 표1은 국내에서 자동차 에어컨을 생산하고 있는 국내업체들과 기술제휴선들을 보여주고 있다. 거의 모든 업체가 외국기술에 의존하고 있음을 알 수 있다.

따라서 본문의 내용은 아직은 연구개발이 활성화 되지 못한 전기자동차용 에어컨 개발현황을

미국과 프랑스의 사례를 들어 설명하고자 한다. 1992년 ASHRAE Annual Meeting에서 발표되었던 “전기자동차의 Climate Control”에 관한 내용중 미국 Ford사에서 개발하고 있는 HFC-134a 냉매와 Variable Speed Compressor를 사용한 Air Conditioning 시스템과 저자가 방문하였던 프랑스 Valeo사에서 연구되고 있는 압축기를 사용하지 않는 Heat Operated System인 STELF 대한 시스템이 주된 기술내용이 된다. 국내에서도 각 자동차사마다 전기자동차에 대한 연구 및 개발을 본격화하고 있는 시점이므로 이러한 기술검토가 새로운 전기자동차의 Climate Control 기술개발에 작으나마 도움이 되었으면 한다.

표 1. 국내 자동차용 에어컨 생산업체 및 기술 제휴선

| 생산업체 | 생 산 품 | 기술제휴선 |
|------|--------------------------|-----------------------------|
| 만도기계 | Bus Cooler Car Cooler | Fuji Jucu(일본) Sanden(일본) |
| 한라공조 | Car에어콘 | Ford Motor(미국) |
| 대우기전 | Car에어콘 | Harrison(미국) |
| 대한공조 | Car에어콘 | 일본디젤기기(일본) |
| 동환산업 | Bus에어콘 | Sutrak(독일) |
| 풍성전기 | Car에어콘 | Nippon Denso(일본) |
| 두원공조 | Car/Bus에어콘 | Zexel(일본) |

2. 전기자동차용 전기구동식 에어컨

본 장에서 검토한 내용은 기존의 전기구동식 에어컨방식을 전기자동차에 적용하여 미국 Ford사에서 개발하고 있는 Non CFC, Variable Speed Air-Conditioning System인 Ford ETX-II 모델의 기술개발의 배경과 냉매선정, 시스템을 설명하고 Performance test 결과를 보여주고자 한다.

본 연구프로젝트의 주도기관은 Arthur D. Little, Inc.이며 그 협동기관은 다음과 같다.

- EPRI and participating utility(SCE and PG & E)
- DOE/INEL(EV thermal model development)
- Sanden(Personnel)

- GE Motors(Personnel)
- Ford(Personnel)
- Modine Manufacturing(Prototype parallel flow condenser)

2.1 전기자동차용 에어컨 요구사항 및 접근방향

미래의 전기자동차에 장착될 에어컨 개발에서 고려해야 할 요구사항 및 접근방향은 다음과 같다.

- (1) 효율(Efficiency)
 - 거리제한 요소를 최소화한다.
 - 고효율 압축기를 사용하고 고성능 콘덴서를 사용한다.
 - DC를 전기동력원으로 사용하는 장점을 최대한으로 살린다.
 - Traction 모터속도를 독립적으로 작동하고 가변용량으로 한다.
- (2) 저가, 경량(Low cost, light weight)
 - 기존자동차의 에어컨 대량생산 시설을 최대한으로 활용한다.
 - 소재 및 구조변경으로 경량화를 실현한다.
- (3) 환경 위해요소 배제(Environmentally sound)
 - 원자재, 공정, 구동원 등이 Contamination Free Concept로 생산한다.

2.2 전기자동차용 에어컨 개발동향

미국 Ford사에서는 전기자동차용 에어컨 개발에 착수하여 전시 및 예비생산을 위한 준비를 하고 있다. CFC-12를 사용하는 에어컨은 이미 개발이 완료되었고 비CFC냉매 사용 에어컨 개발도 시작품이 나오고 있다. 다음은 Ford사에서 개발하였거나 개발중인 전기자동차용 에어컨의 종류들이다.

- (1) CFC-12를 냉매로 사용하고 Constant speed, belt-driven compressor를 기반으로 하는 시스템의 개발을 완료하였다.
- (2) CFC-12를 냉매로 사용하고 Variable speed, belt-driven scroll compressor를 기반으로 하는 시스템의 개발을 완료하였다.

(3) CFC-12와 HFC-134a를 냉매로 사용하고 Variable speed, semi-hermetic, motor-driven scroll compressor를 기반으로 하는 시스템의 개발을 연구중이다.

- TE Van(CFC-12)
- ETX-II(HFC-134a)

2.3 CFC 냉매대체기술

2.3.1 대체냉매

CFC 냉매 사용규제에 따른 자동차 에어컨용 대체냉매를 개발하기 위해서 고려해야 할 제한요소는 다음과 같다.

- (1) Zero ODP(Ozone Depletion Potential)
- (2) 자동차 에어컨 구성부품과의 적합성
- (3) 최소 GWP(Global Warming Potential)

표2는 전기자동차의 에어컨 냉매로 고려되고 있는 CFC 냉매들의 특성을 현재 사용하고 있는 CFC-12와 비교한 결과이다. HCFC계열 냉매들은 궁극적으로 사용이 규제될 것이므로 현재는 HFC-134a가 가장 유력한 대체냉매로 고려되고 있다. 그러나 HFC-134a도 ODP는 0이나 GWP가 비교적 높은 1200이므로 추후 지구온난화방지를 위한 규제가 강화되면 이보다 낮은 GWP를 갖는 냉매로 변경될 가능성이 있다.

현재 전기자동차용 에어컨의 대체냉매로 검토되고 있는 주요 냉매들의 특성은 다음과 같다.

- (1) HCFC-22

- 현재로서는 적정가격에 쉽게 구입이 가능하다.
- 이미 활용냉매로 부품과의 적합성이 해결되어 있다.
- 시스템 압력과 압축기 토출온도가 높다.
- 혼합냉매로 적정 압력과 압축기 토출온도가 높다.
- 배관호스의 투과도(permeability)가 높으므로 hard piped system이 필요하다.
- Non-zero ODP이므로 궁극적으로 사용이 금지된다(2005년).

(2) HFC-134a

현재로서 CFC-12의 대체냉매로 가장 가능성이 크다. 이 냉매와 관련된 기존의 자동차 에어컨 산업으로부터의 지속적인 기술과 부품공급이 가능하여 전기자동차의 경량화를 이룩하고 부품의 질을 높일 수 있다. 이 시스템의 개발을 위해 검토해야 할 사항은 다음과 같다.

- 냉동능력 감소로 인한 소비동력증가로 시스템의 효율감소
 - 압축기 토출압력 증가로 인한 시스템의 압력증가
 - 윤활유의 선정 및 압축기의 내구성
 - Non-zero GWP
- 미국 Ford사에서 진행하고 있는 ETX-II 프로젝트는 현재 검토되고 있는 장기적 대책과 판

표 2. 전기자동차의 Air Conditioning을 위한 CFC-12의 대체냉매

| Refrigerant | ODP | GWP** | Vapor Pressure, psig | | | Lubricant* |
|--------------|------|-------|----------------------|-------|-------|------------|
| | | | @ 30 | @ 150 | @ 190 | |
| CFC-12 | 1.0 | 7300 | 28 | 235 | 373 | MO |
| HFC-134a | 0 | 1200 | 26 | 263 | 485 | PAG, PE |
| HCFC-22 | .051 | 1500 | 55 | 381 | 600 | MO |
| 22/152a/124 | .04 | 600 | 33 | 272 | 433 | AB |
| 22/142b | .06 | 1550 | 32 | 257 | 409 | MO |
| HFC-152a | 0 | 140 | 23 | 234 | 387 | PE |
| Cyclopropane | 0 | 8 | 33 | 260 | 410 | MO |

*MO=mineral oil, PAG=polyalkylene glycol, PE=polyolester, AB=alkylbenzene

**CO₂=1.0, 100 year integration time horizon, per IPCC 1990

련없이 HFC-134a를 기존 CFC-12의 대체냉매로 전제하고 있으며, 모든 대체방안은 기존 자동차용 에어컨 기술과 대량생산 체제의 연장선에서 대응하고 있다.

2.3.2 HFC-134a 시스템의 설계

(1) 압축기

전기자동차용 에어컨의 압축기로는 CFC-12와 HFC-134a 모두에 적합한 Scroll motor-compressor를 사용한다.

(2) 윤활유(Lubricant)

사용 윤활유로는 CFC-12 시스템에는 Mineral oil계인 Suniso 3GS가 적합하고, HFC-134a 시스템에는 Polyolester synthetic lubricant인 C-2(Sanden)이 적합하다. 이때 주의사항으로는 Polyester film motor winding insulation과의 적합성을 검토해야 한다.

(3) 건조제(Desiccant Dryer)

기존의 CFC-12에 사용중인 건조제는 XH-5로 대체냉매 HFC-134a의 흡착성이 강하고 PGA오일은 XH-5를 용해시키므로, 새로운 수액기 건조제로서 HFC-134a와의 적합성과 수분흡착용량, 기계적 강도 등을 고려하여 XH-9를 사용한다.

(4) 냉매호스

일반적으로 자동차용 냉매호스는 가스침투방지, 내열성, 가수분해방지, 내화확성, 내흡습성, 저온굴곡성 등이 요구되는데 기존 CFC-12용으로 사용되고 있는 NBR내면고무 대신에 Goodyear 4812 재료로 만들어진 Low permeability호스를 사용한다.

2.4 시스템 사양

2.4.1 냉방부하(Cooling Loads)

그림 1은 미국 Ford사에서 개발중인 ETX-II 전기자동차의 에어컨 냉방부하를 주위온도에 따라서 정상상태일 경우와 비정상상태일 경우를 비교하여 나타낸 것이다. 주위온도가 80~110°F로 변화할 때 정상상태의 냉방부하는 700~1200 Btu/hr로 변화하고 있으며, 비정상상태의 냉방부하는 정상상태의 2~2.5배 정도의 크기를 가지고 있음을 보여주고 있다.

2.4.2 시스템 구성

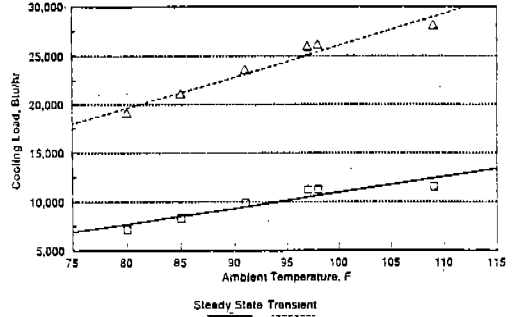


그림 1 ETX-II 전기자동차용 에어컨 냉방부하

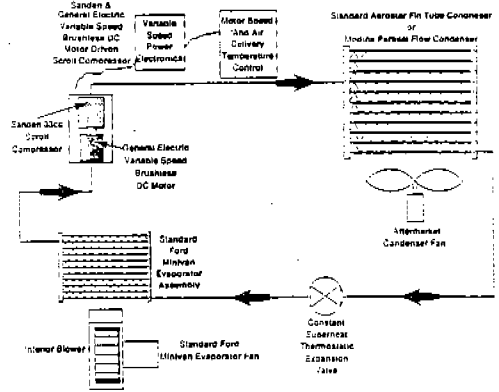


그림 2 ETX-II 전기자동차용 에어컨의 구성도

그림 2는 ETX-II 전기자동차에 장착된 에어컨 시스템의 구성개략도를 보여주고 있다. 시스템은 General Electric Variable Speed Brushless DC Motor로 구동되는 Sanden 33cc 스크롤압축기, Modine Parallel Flow 응축기와 응축기 팬, 일정과 열도 열팽창밸브, 증발기 어셈블리 등의 주요부품으로 구성되어 냉방시스템을 이루고 있다. 그림 3은 이와같은 시험용 전기구동 Full-Size Van에 장착된 에어컨의 주요 구성부품을 보여주는 실물사진들이다.

2.4.3 시스템 소요전력량

표 3은 시험용 ETX-II 에어컨 시스템이 외부 조건 변화에 따라 정해진 차내온도를 유지하기 위해서 사용되는 전력량을 나타내고 있다. 복사부하 1000Watt/m², 주위온도 110°F, 상대습도 40% 일때 차내온도를 84° F로 유지하기 위해 압축

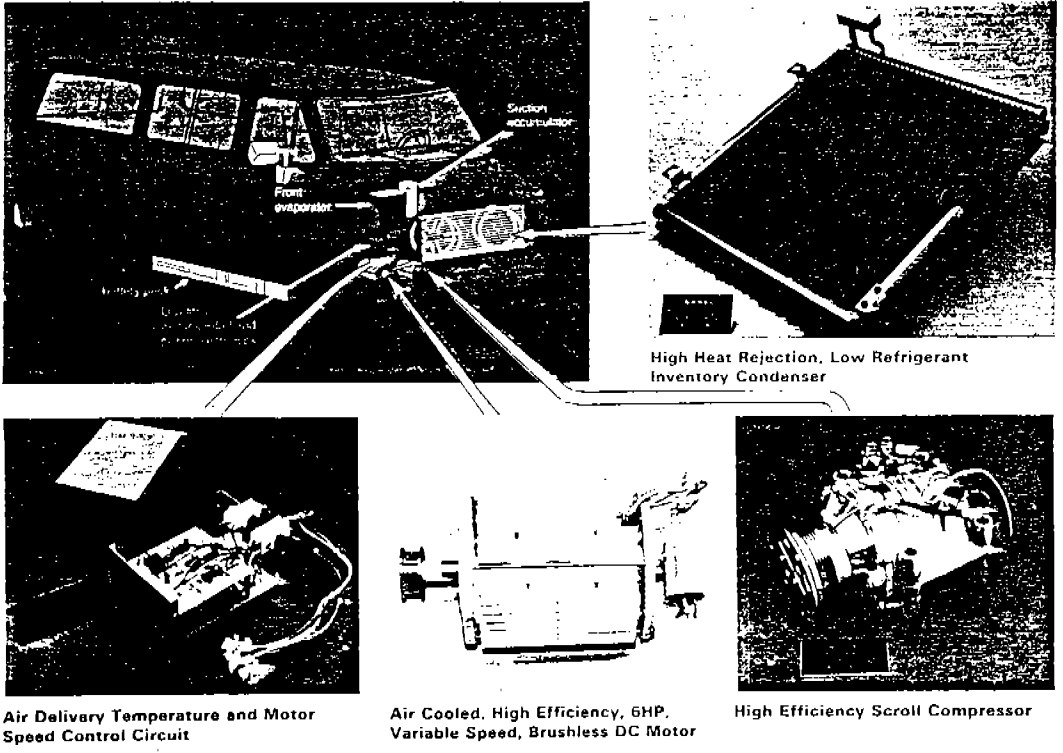


그림 3 전기구동 Full-size Van의 에어컨 시스템의 주요 부품

표 3. ETX-II 전기자동차 Air Conditioning System의 정상상태 냉방 성능

| Solar Load Watt/m ² | Ambient Temp° F | Interior Avg Temp° F | Louver Temp° F | Compressor RPM | Electric Power Input, Watts | |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|-------|
| | | | | | Compressor Motor | Total |
| 1000 | 110 40% | 84 | 42 | 5,025 | 2,440 | 2,750 |
| 600 | 90 50% | 75 | 47 | 2,130 | 630 | 880 |
| 0 | 110 40% | 74 | 41 | 3,300 | 1,660 | 1,910 |
| 0 | 90 50% | 75 | 52 | 1,790 | 560 | 810 |

기모터만의 소요전력은 2,440Watts이고 표4와 같은 시스템을 작동하기 위한 부수적인 전력량인 310Watts까지 포함하면 총 소요전력량은 2750Watts가 된다. 보통의 주위온도에서 전기자동차 에어컨시스템의 동력소모가 기존의 경우보다 약 10% 정도 증가하였다.

표 4. 전기자동차용 에어컨 시스템 작동을 위한 부수적 전력량

| Component | Watts |
|--|-------|
| Motor Control | 10 |
| Condenser Fan | 100 |
| Front Evaporator Blower (maximum speed) | 200 |
| Total | 310 |

앞으로 전기자동차 에어컨시스템의 COP향상을 위한 주요 연구영역은 부속 동력의 증가없이 증발기의 공기유량 및 온도를 증대하는 방안과 저온측으로의 열손실을 감소시키는 문제이다.

2.5 시스템 경량화

전기자동차에 들어가는 모든 시스템은 전기배터리의 크기를 최소화하기 위해 효율이 높고 경량화되어야 한다. 이러한 관점에서 에어컨 시스템의 중량을 주요부품별로 도해하여 분석하는 것이 필요하다. 표 5는 이와같은 분석결과를 보여주고 있다. 에어컨 시스템 총 중량은 67.6lb이고 이 중에서 전기구동을 위한 모터, 압축기, 콘트롤

표 5. 에어컨 시스템의 주요부품별 중량 분포

| Component | Weights,1b |
|------------------------------|------------|
| Motor/Compressor | 23.6 |
| Motor Controller | 15.7 |
| Temperature Controller | 0.8 |
| Condenser | 7.9 |
| Condenser Fan Assembly | 4.6 |
| Evaporator | 5 |
| Refrigerant Tubing and Hoses | 8 |
| Refrigerant Charge | 2 |
| Total | 67.6 |

러가 차지하는 중량이 총 중량의 58%인 39.3lb가 되므로 이러한 부품의 경량화가 연구되어야 할 것이다. 응축기와 냉매 튜브 및 호스도 경량화 대상으로 연구가 진행되어야 할 것이다.

2.4 시스템 성능실험

Ford ETX-II 전기자동차에 장착된 에어컨시스템의 성능시험은 1992년 3월말~5월중순 사이에 Sanden Plymouth의 MI Wind tunnel에서 수행되었다. 실험방법은 일정차량속도, 정상상태에서 110°F Pulldown 시험과 90°F Pulldown 시험의 2가지 경우로 이루어졌으며 시간에 따른 차내온도와 루버온도 강하특성이 평가되었다. 그림 4는 110°F Pulldown 시험결과로서 루버온도는 정상상태에서 10분 이내로 130°F에서 47°F까지 평균온도에 근접하게 온도강하가 일어나고, 차내온도는 차량속도 30mph에서 30분 동안에 140°F에서 90°F까지 온도강하가 일어남을 보여주고 있다. 이와같은 Wind tunnel test에서 아주 주위 온도가 높을 때를 제외하고는 대체로 수용할만한 Cool down performance를 보여주고 있다.

이러한 Pulldown 시험은 운전조건 변화뿐만 아니라 에어컨 구성부품이 변경될 때에도 그 성능을 비교 평가하기 위해 수행되어야 한다. Ford ETX-II 시스템도 finned tube와 parallel flow 응축기의 성능비교를 위해 시험을 수행하여 parallel flow 응축기의 우수성을 밝히고 있다.

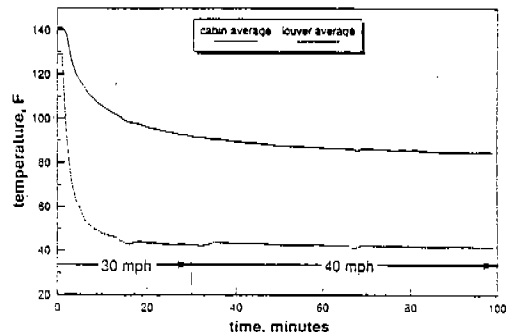


그림 4 Ford ETX-II 에어컨의 110° F Pulldown Test 결과

3. 전기자동차용 열구동식 에어컨 시스템

3.1 개 요

전기구동식 에어컨 시스템은 전기자동차의 전기사용을 가중시키므로 전기를 사용하지 않는 새로운 냉난방시스템의 개발을 중요한 연구과제가 될 것이다. 현재 전기를 사용하지 않고 열로 구동하는 전기자동차용 에어컨 시스템으로 연구되고 있는 STELF 시스템이란 것이 있는데 이것은 1980년부터 현재까지 프랑스 ELF사가 국가 연구기관과 대학과 공동연구하고 있는 CFC 대체기술이다. ELF사에서 냉난방, 축열, 냉동에 활용할 수 있는 Solid/Gas 시스템에 관한 기초 연구를 진행하여 실험실 Pilot 규모의 기본 기술을 개발하고 그 특허권을 확보하여 구체적인 응용분야에서의 적용을 시도하고 있는 기술을 총칭하여 "STELF 시스템"이라 명하고 있다.

STELF 시스템의 장점은 다음과 같다.

- (1) 압축기 등의 기계적 구동부분이 없다.
- (2) 에너지 축열 능력을 가진다.

- (3) 비 CFC계 냉매인 암모니아를 사용한다.
- (4) 온도적용범위가 넓다.
- (5) 여러 종류의 에너지를 사용할 수 있다.
- (6) 기계적 구동부분이 없으므로 소음이 적다.

STELF 시스템의 자동차 응용분야는 전기자동차의 냉난방 축열시스템, 기존 자동차의 배기열 및 가스를 이용한 연속 냉난방 시스템이나 축열시스템, 냉동트럭의 연속냉동시스템 등이 연구되고 있다.

표 6은 STELF시스템과 다른 기존의 다른 Liquid/Gas 흡수식 시스템이나 압축식 냉동시스템과의 특성비교가 제시되어 있다.

3.2 기본기술 개발현황

ELF사가 주도하고 있는 STELF 기술은 프랑스 국립연구기관인 CNRS(Center National of Research Science)의 산하 연구기관인 Perpignan 대학의 Spinner 교수가 이끄는 IMP와 Munier 박사가 이끄는 LMSI에서 기본기술 개발을 위한 연구개발이 진행되고 있다.

표 6. 압축식, 흡수식, STELF 시스템의 특성비교

| | Compression | Absorption gas/liquid H ₂ O/LiBr NH ₃ /H ₂ O | STELF NH ₃ /CaCl ₂ Z/H ₂ O |
|-----------------------|---------------|--|---|
| Continuous Production | + | + | + |
| Storage | - | - | - |
| -30° Production | + | - | + |
| Heat Transformer | 80°C | <145°C corrosion | 250/300°C |
| Environment | -CFC | + | + |
| Corrosion | +oil | - | + |
| Toxicity(humans) | - | + - | + - |
| Energy Source | + electricity | + electricity | - heat |
| Motor | + | + | - |
| Pressure | + | -(pumping) | + |
| | | | - with Z |
| Position | + | - vertical | + |
| Advantage | + exist | + exist | - no commercial |
| Application | US/Japan | Japan | new systems |

냉난방에 응용되고 있는 흡수식 또는 흡착식 시스템은 크게 다음과 Divariant system과 Mono-variant system으로 구분할 수 있다.

(1) Divariant system

- Liquid/Gas Absorption(예 : LiBr/H₂O Absorption)
- Solid/Gas Adsorption(예 : Zeolite/H₂O Absorption)

(2) Monovariant system

Solid/Gas Absorption(예 : CaCl₂-NH₃ Absorption)

이러한 구분에 따르면 Spinner 교수가 개발한 시스템은 Monovariant Solid/Gas 흡수식 시스템에 속하고 Munier 교수가 개발한 시스템은 Divariant Solid/Gas 흡착식 시스템에 속하는 유사하지만 서로 다른 시스템이다. 현재 ELF사가 그 응용 보급에 전력하고 있는 STELF 기술은 Spinner 교수가 개발한 것에 중점을 두고 있다.

금번 프랑스 방문에서 STELF 기본기술의 연구팀으로 Perpignan시에 위치한 대학의 CNRS-IMP 연구개발 현황과 Paris시에 위치한 CNRS-LIMSI 연구개발 현황을 살펴보았다.

CNRS-IMP 연구팀은 Spinner 교수를 Director로 20여명의 연구원이 투입되어 Solid/Gas Absorption System의 1단계, 2단계 연구를 완료하였고 현재 COP를 향상시키기 위한 3단계 연구에 착수하였다. 1단계 연구에서는 본 System의 초기 연구로 single effect cycle을 구성하고 fin tube 방식의 reactor로 실험실 규모의 pilot을 제작하고 성능시험을 수행하여 본 시스템의 실현 가능성을 확인하였다. 2단계 연구에서는 1단계 시스템의 성능을 향상시키기 위하여 double effect cycle을 구성하고 열전달과 질량전달을 극대화시킬 수 있는 graphite fiber와 chloride salts를 block화 하여 냉방 COP를 0.8까지 향상시켰다. Reactor에 쓰이는 block은 Le Carbone Lorraine사에서 IMPEX라는 이름으로 실용화 생산을 하고 있으며 주문에 의해서 여러 종류의 reactor block을 생산할 수 있다고 한다. 3단계 연구에서는 냉방 COP를 1.2까지 올리기위해서 reactor와 heat pipe roll을 결합하여

시스템 연구가 진행되고 있다. 이러한 STELF 시스템은 thermochemical heat pump라고도 불리우며 축열, 냉방, 냉동 뿐 아니라 산업용 폐열회수 장치인 heat transformer로도 활용이 가능하며 실제 그 pilot을 제작하여 연구가 진행되고 있다. 본 연구개발에 필요한 요소부품의 특성실험을 위해서 Spinner교수 연구팀에서 열 및 물질전달 계수, 물량 계산을 위한 기초실험도 병행하고 있어 기초연구에서 응용연구 개발에 이르는 전 과정을 세분화하여 조직화되고 체계화된 연구가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다.

3.3 전기자동차용 응용기술 개발현황

Valeo사는 차량용 Climate Control 분야에서 1991년에 2.8B FF의 매상을 올렸고 전세계적으로 7개 국가에 8개의 생산시설을 갖고 있으며 1개의 R&D Center를 보유하고 있다. 총 인원이 3350명에 이르고 있는 유럽에서는 Market Share가 heavy truck과 승용차 분야에 35% 정도를 확보하고 있는 중견업체이다.

금번에 방문한 곳은 파리 남쪽 30km 거리에 위치한 Valeo R&D Center로 375명의 Engineer와 Technician이 투입되고 있으며 차량용 냉난방장치 성능실험을 위한 6개의 Climatic wind tunnel과 1개의 Anechoic chamber, 1개의 group test track을 연구시설로 확보하고 있다. Valeo에서는 현재 ELF사의 STELF 시스템에 대한 option contract를 체결한 상태이며 곧 Licence 계약을 체결할 예정이라고 한다. 현재 Valeo사에서 적용하려고 하는 STELF 기술은 1998년에는 유럽시장에 본격적으로 선보일 Electric Car의 냉난방시스템으로 응용기술을 개발하고 있는 중이다. 현재 전기자동차에 사용되는 Cd/Ni 축전지의 경우 power는 55Wh/kg에 이르고 있고 새로운 Na/S 축전지의 경우는 110Wh/kg에 이를 것으로 예상되나 온도가 280°C 이상일 경우 safety에 문제가 있는 것으로 알려져 있다. STELF 시스템을 적용할 경우 냉난방시스템의 power가 120Wh/kg까지 가능하다고 판단하여 난방 및 냉방겸용 시스템으로 개발계획을 추진하고 있다.

4. 결 론

지금까지 수년내로 실용화 될 것으로 예상되는 전기자동차의 에어컨 시스템의 개발현황을 주로 미국과 프랑스의 기술을 중심으로 살펴 보았다. 전기자동차 에어컨 시스템의 기술개발은 지구오존층 보호와 지구온난화 방지문제와 기술적으로 결부되어 병행되고 있으며 외국에서는 이미 이 분야에 많은 자금과 인력을 투자하여 상당한 기술수준에 도달한 것으로 여겨진다. 따라서 국내 자동차 업계에서도 외형적 물량에만 집착하지 말고 외국기술에 의존하지 않는 자체기술개발 노력으로 국내 취약기술과 연구인력부족을 극복하여 기술경쟁력 강화를 이룩해야 할 것이다. 이를 위해서는 기업 뿐 아니라 연구계, 학계가 유기적으로 연결되어 체계적인 단기 및 중장기 대책이 마련되어야 하며 국가는 필요기술개발에 적극적 지원을 아끼지 말아야 할 것이다. 앞으로 자동차의 Climate Control기술은 에너지 절약과 쾌적성 추구 추세에 따라 그 중요성이 계속적으로 증대할 것으로 예측되며, 이 분야의 새로운 기술개발은 국내 자동차 업계의 중요한 숙제가 될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. John Dieckmann, "Climate Control for Electric Vehicles", Seminar of ASHRAE Annual Meeting, June 29, 1992.
2. P. Neveu et al., "Chemical Heat Pumps Based on Chloride Salts and Ammonia : Theoretical and Practical Performances in Cold or/and Heat Production", Absorption Heat Pump Conference '91, Sept.30-Oct.2, 1991 Tokyo, Japan, pp.333-338.
3. ASHRAE, Application Handbook, Chapter 8, Surface Transportation, 1991.
4. Hans O. Spauschus, "Emerging HVAC & R Issues : Energy, Environment and Economics", ASHRAE Journal, Feb. 1991, pp.23-26.
5. 최중훈, "자동차용 공기조화 시스템의 기술 개발 동향", 냉동공조, 제8호, pp.37-41, 1990.
6. 오명도, "CFC 대체용 자동차 에어컨 개발 동향", 공기조화·냉동공학 제21권, 제3호, pp. 202-215, 1992.