

친환경 자동차용 HVAC의 특허 기술 동향

친환경 자동차로 주목받는 하이브리드 자동차, 연료 전지 자동차, 전기자동차용 HVAC(Heating, Ventilation, and Air Conditioning) 기술에 대하여 국내 특허 동향을 중심으로 소개하고자 한다

서론

최근 전 세계적으로 자동차산업의 주요 공통된 관심사는 환경보호, 에너지 저감, 안전, 편의성으로 요약될 수 있고, 그중에서도 화석연료의 고갈과 기후변화를 비롯한 환경문제가 더욱 중요한 글로벌 이슈로 부각되고 있으며, 이러한 이유로 세계 각국은 온실가스 및 배기가스 배출에 대한 규제를 강화하는 추세이다. 따라서 세계 자동차 시장은 기존의 내연기관을 이용하는 자동차에서 화석연료를 사용하지 않는 모터구동의 저공해 전력기반 친환경 자동차를 중심으로 하는 기술개발을 추진하는 새로운 패러다임으로 전환하고 있다.

한편, 우리나라의 자동차 산업은 우리 경제를 주도하는 핵심 산업으로서 국민경제에서 차지하는 비중이 10% 이상에 달하는 국가 경쟁력의 근간이며, 우리나라는 세계 5의 자동차 생산 강국으로서, 변화하는 자동차 산업의 추세에 맞추어 기술 개발을 선도할 필요성이 있다. 특히 자동차용 HVAC 기술은 자동차 산업에 있어서 고부가가치 기술에 해당한다. 국내 기업의 기술 경쟁력 또한 1990년대 말부터 꾸준히 성장하여, 지금은 일본, 미국, 유럽과 같은 자동차 선진국들과의 기술력 차이가 거의 없

최정원

특허청 로봇자동화심사과

선임 심사관

jwbest@korea.kr

는 수준이다.

앞에서 살펴본 바와 같이, 향후 자동차 기술의 추세는 친환경 자동차가 주목받을 것으로 예상되는바, 국내 기업 또한 새로운 패러다임에 맞추어 친환경 자동차에 적합한 HVAC 기술을 개발할 필요가 있고, 이에 친환경 자동차용 HVAC 기술에 대하여 특허를 중심으로 그 동향을 파악하고자 한다.¹⁾

친환경 자동차의 역사와 현황

친환경 자동차는 1990년대 일본의 도요타, 혼다 등이 가솔린 엔진과 전기모터를 이용하는 하이브리드 자동차(Hybrid Electric Vehicle, HEV)를 개발하면서 본격적으로 시작되었으며, 도요타에서 세계 최초로 1997년에 프리우스를 출시하고, 이어 혼다에서 1999년에 인사이트 하이브리드 자동차를 출시하면서 시장의 주목을 받게 되었다. 국내에서는 현대자동차가 1995년에 제1회 서울모터쇼에서 FGV-1 하이브리드 자동차를 처음 출품했으며, 2009년엔 세계 최초로 LPG 하이브리드 자동차를 개발하기도 하였다.

미국은 일본의 하이브리드 자동차 기술을 도입하여 시장에 내놓았으며, 유럽에서는 디젤하이브리드 기술개발과 클린디젤자동차(Clean Diesel

Vehicle, CDV)에 기술특화를 집중하고 있다.

친환경 자동차는 표 1에 나타난 바와 같이, 일반적으로 화석연료를 이용하는 내연기관 엔진을 전용하거나 전기모터와 병용하여 사용하는 CDV, HEV, PHEV 등과 전기모터를 차량의 구동원으로 사용하는 EV, FCEV로 나눌 수 있으며, 다음과 같이 차종별 특징을 요약할 수 있다.²⁾

미국의 GM은 2007년 북미 국제 오토쇼에서 플러그인 하이브리드 자동차(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)인 볼트를 처음 선보였으며, 일본의 닛산은 2010년 순수 전기자동차(Electric Vehicle, EV)인 리프를 양산하여 생산하고 있으나, 운행거리의 제약이나 충전 인프라의 부족과 같은 이유로 아직은 시장규모가 크지는 않고, 지속해서 그 규모가 증가하는 상황이다.

연료전지 자동차(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)와 관련한 기술은 아직은 세계시장을 주도하는 국가나 기업은 없는 것으로 파악되며, 현대자동차에서도 독자기술로 개발한 수소연료전지 자동차인 Tucson ix를 2013년부터 소량 생산하고 있으나, 아직 국내 및 세계시장의 수요는 많지 않은 상황이다.

한편, 각국의 친환경 자동차 기술에 대한 지원을 살펴보면, 미국은 '그린뉴딜정책'을 통해 친환경 자동차를 포함한 친환경 분야에 2018년까지 총 150

〈표 1〉 친환경 자동차의 분류

차종	특징
클린디젤차 (CDV)	<ul style="list-style-type: none"> • Euro-5 디젤자동차 배출가스 기준을 만족하고, 이산화탄소 규제에 대응 가능한 초고효율 디젤자동차 • 충전 인프라가 불필요하며, 온실가스 배출량은 HEV와 유사
하이브리드차 (HEV)	<ul style="list-style-type: none"> • 엔진과 전기모터를 함께 사용하며, 일반적으로 저속주행시 전기모터로 구동하고, 고속주행시에는 엔진을 작동 • 배터리를 외부로부터 충전하지 않으므로 충전 인프라가 불필요
플러그인 하이브리드차 (PHEV)	<ul style="list-style-type: none"> • 단거리는 전기모터로 운행하고, 장거리를 운행하는 경우에는 엔진을 작동 • HEV와는 달리 외부로부터 배터리를 충전하므로, 충전 인프라가 필요
전기자동차 (EV)	<ul style="list-style-type: none"> • 전기와 모터로만 구동되며, 운행 중에 배출가스가 발생하지 않음 • 운행거리의 제약으로 배터리의 성능 향상과 충전 인프라 구축이 필요
연료전지차 (FCEV)	<ul style="list-style-type: none"> • 수소와 산소의 반응에 의해 전기를 생산하여 모터를 구동하며, 친환경 자동차 중에 가장 고가임 • 시장 보급을 위해 저가의 부품개발이 필요

〈표 2〉 친환경 자동차에 대한 정부 투자 계획

(단위 : 억 원)

차종\기간	2011~2015	2016~2020	2021~2030	총 계
HEV	4,497	5,417	3,042	12,968
EV	5,591	5,246	7,380	18,367
FCEV	5,924	3,380	2,766	12,070
합 계	16,012	14,043	13,188	43,405

조 원을 투자할 계획이고, 일본은 1990년대 말부터 ‘차세대 저공해 자동차개발사업’을 통해 EV 및 PHEV를 지속적으로 보급하고 있으며, 중국도 ‘자동차 발전 정책’을 통해 2020년까지 EV, HEV, FCEV를 500만대까지 보급할 계획을 가지고 있다. 우리나라도 친환경 자동차의 시장성이 높아짐에 따라 표 2와 같이 정부에서 관련 분야에 지속적인 투자를 진행할 계획이다.¹⁾

향후 기술개발의 동향을 고려하면, 친환경 자동차군 중에서 CDV, HEV, PHEV는 친환경 자동차의 궁극적인 대안이라기보다는 전기모터에 의해 구동되는 EV나 FCEV로 넘어가는 과도기적인 형태로 판단된다. 다만, FCEV의 경우에도 수소충전소의 구축과 안정성에 대한 우려 및 개질 방식의 수소생산에서 화석연료를 이용하는 점에서, 저탄소 친환경적인 의미가 희석되므로, 친환경 자동차의 궁극적인 대안은 EV가 될 것으로 예상된다.³⁾

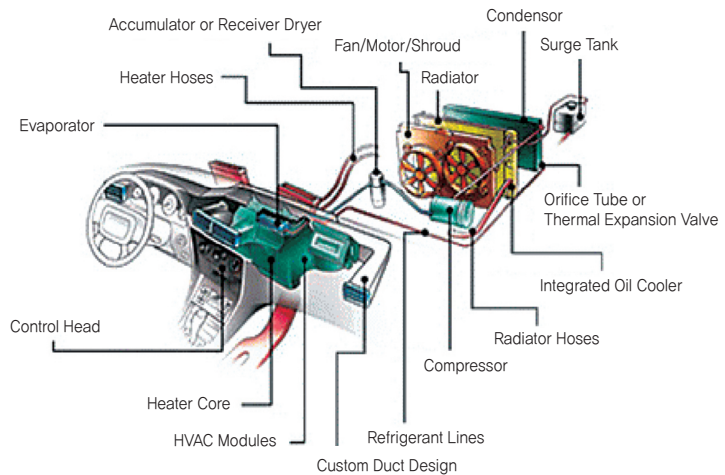
자동차용 HVAC 기술

일반적으로 자동차의 HVAC 시스템은 냉방 시스템과 난방 시스템으로 구분할 수 있다. 냉방 시스템은 증기압축 냉동 사이클을 이용하는 방식으로서 압축기(Compressor)에서 압축된 고온고압의 냉매를 응축기(Condenser)에서 고온고압의 액상 냉매로 만든 다음, 팽창밸브

(Thermal Expansion Valve)를 통해 급속 팽창시켜 저온 저압의 액상 냉매로 증발기(Evaporator)로 보내고, 증발기를 통과하는 공기가 열을 빼앗기게 되므로 궁극적으로 차가워진 공기가 블로워에 의해 차량의 실내로 공급되어 냉방하게 되는 방식이다. 이때 압축기는 벨트구동 방식으로 엔진으로부터 구동력을 전달받게 되므로, 엔진의 회전수는 냉방 성능을 결정하는 중요한 변수가 된다.

또한, 난방 시스템은 엔진의 폐열을 이용하는 방식으로서, 엔진의 냉각수를 방열하는 라디에이터(Radiator)로부터 순환되는 고온의 냉각수를 배관을 통해 히터 코어(Heater Core)로 유도하여 히터 코어를 통과하면서 가열된 공기가 블로워에 의해 차량의 실내로 공급되어 난방하는 방식이다.

기존의 자동차용 HVAC 시스템의 구성은 그림 1의 개략도에 나타난 바와 같다.



〔그림 1〕 기존의 자동차용 HVAC 시스템 개략도

친환경 자동차용 HVAC 기술

친환경 자동차용 HVAC 시스템의 경우에, CDV와 같이 디젤엔진을 이용하는 경우에는 압축기를 구동하는 동력원으로서 엔진을 이용하므로, 기존의 벨트 구동식 압축기를 이용한 냉방 시스템 및 엔진의 폐열을 이용하는 난방 시스템을 그대로 적용할 수 있으므로 현재의 HVAC 기술과 별다른 차이가 없다. 하지만 엔진과 전기모터를 함께 이용하는 HEV 또는 PHEV의 경우에는 기존의 벨트 구동식 압축기를 이용하여 HVAC 시스템을 구성하게 되면 엔진이 정지하는 동안에는 압축기를 구동하는 동력원이 없어 냉방 시스템을 작동할 수 없을 뿐만 아니라, 엔진의 폐열도 이용할 수 없으므로 난방 시스템 또한 정상적으로 작동할 수 없게 된다.

또한, 순수 EV나 FCEV의 경우에는 엔진 자체를 구비하고 있지 않으므로, 기존의 벨트 구동식 압축기를 이용하는 냉방 시스템이나 엔진의 폐열을 이용하는 난방 시스템이 아닌 새로운 방식의 HVAC 시스템이 필요하게 된다. 즉, 친환경 자동차용 HVAC 시스템에서 새로이 고려해야 할 기술분야는 엔진의 동력을 이용할 수 없는 운전 영역에서의 HEV, PHEV와 배터리 동력만을 구비하고 있는 EV, FCEV에서 냉방을 위해 냉매를 압축할 수 있는 수단과 난방을 위한 열원을 공급할 수 있는 수단을 찾는 것으로 요약할 수 있다.

친환경 자동차의 HVAC 특허 기술 동향

친환경 자동차용 HVAC 기술의 동향을 살펴보기 위하여, 먼저 국내의 2000년 이후 출원된 특허를 중심으로 HVAC 관련 기술의 동향을 살펴보았으며, 세계 자동차 시장에서 HEV, EV 분야를 선도하고 있는 일본의 특허 출원 동향과도 그 결과를 대비해 보았다.

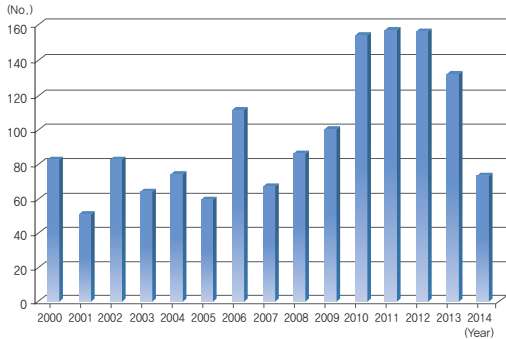
먼저, 특허 출원 건에 대하여 아래와 같이 기간을 산정하여 조사하였고, 기술분류는 국제특허분류(International Patent Classification, IPC)를 고려하였으며, 특허 문헌 검색에 이용된 주요 키워드들은 표 3에 나타내었다.

앞에서 살펴본 바와 같이 전기모터를 구동원으로 하는 친환경 자동차용 HVAC 시스템의 경우에는 벨트 구동 방식의 압축기를 더는 사용할 수 없게 되었으므로, 기존의 HVAC 시스템과 가장 큰 차이로 압축기의 구동 방식의 변화라고 할 수 있다. 특히, 기존 차량용 HVAC 시스템에 적용되던 압축기의 압축방식은 내구성이 우수한 피스톤 방식과 효율이 높은 로터리 방식 또는 스크롤 방식이 사용되었으나, 배터리의 한정된 전력을 이용하여야 하고, 압축기를 엔진에 장착되지 않아도 되므로 상대적으로 운전 조건이 향상된 전력기반 친환경 자동차(HEV, PHEV, EV, FCEV를 포함하는 통칭이며, 이하 '친환경 자동차라 함)의 경우에는 압축효율이 우수한 스크롤 방식을 압축기에 채용하게 되었다.

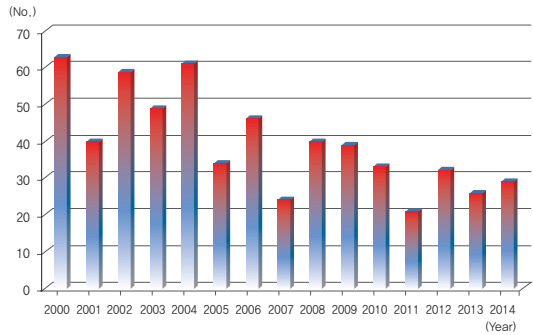
표 3에 제시된 기준으로 친환경 자동차에 대한 국내 특허 기술을 조사해본 결과는 그림 2에 나타내었으며, 특허 출원 동향을 살펴보면 2000년부터 꾸준히 관련 특허의 출원이 증가하다가 2010년~2012년을 정점으로 감소 추세에 있음을 알 수 있다. 이는 이 시기에 관련 기술에 대한 연구가 활발

〈표 3〉 친환경 자동차용 HVAC 특허 기술 검색 기준

검색 기준	내 용
출원 기간	2000.01.01 ~ 2014.12.31
국제 특허분류 (IPC)	<ul style="list-style-type: none"> •B60H : 차량의 객실, 화물실의 냉방, 난방, 환기 장치 등 •F25B : 냉동기계, 플랜트 또는 시스템 등 •F28F : 열교환, 열전달 장치 등 •F04B : 액체용 용적형 기계, 펌프 등
메인 키워드	친환경, 공조, 조화, 에어컨, 냉동, HVAC, EV, HEV, 전기, 전동, 하이브리드, 압축기, 연료전지, 셀, FCEV
서브 키워드	카, 자동차, 오토, 히트펌프, 난방, 열교환



[그림 2] 연도별 친환경 자동차용 HVAC 관련 특허 출원 동향



[그림 3] 연도별 전동 압축기 관련 특허 출원 동향

했음을 간접적으로 알 수 있다.

친환경 자동차용 HVAC 관련 특허 출원 건들의 세부 기술내용을 살펴보면, 전동압축기에 관한 특허 기술들이 전체 출원 건의 약 41%를 차지하고 있는데, 이는 앞에서 살펴본 바와 같이 전력기반의 친환경 자동차용 HVAC 시스템의 특성상 압축기의 구동을 배터리에 의존해야 하므로, 전동압축기에 관련한 특허가 다른 구성품에 비하여 상대적으로 많이 출원된 것으로 판단된다. 동일한 기간 동안의 친환경 자동차용 HVAC 시스템용 압축기에 관한 출원의 동향을 살펴보면, **그림 3**에서와 같이 2000~2004년 동안 집중적으로 출원된 것으로 알 수 있는데, HEV가 1990년대 말에 등장하고 이에 뒤늦게 국내에서 개발에 착수하면서 가장 시급한 기술이었던 전동압축기 관련 특허 기술이 집중적으로 출원되었으며, 이후 해당 기술이 안정화되면서 출원 건수가 서서히 감소한 것으로 판단된다.

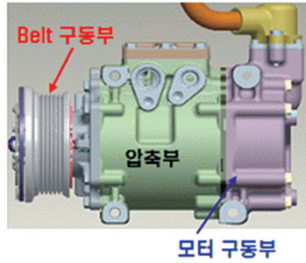
친환경 자동차용 HVAC 시스템용 전동압축기에 관한 특허 기술을 구체적으로 살펴보면, 초기에는 엔진과 전기모터를 함께 사용하는 HEV 용으로 압축기 역시 스크롤 방식의 압축부를 사이에 두고 벨트 구동부와 모터 구동부를 모두 구비하여 엔진의 동력과 배터리의 동력을 함께 사용할 수 있는 하이브리드 듀얼 스크롤 방식의 압축기가 등장하였다. 그후 모터와 스크롤 압축부 및 제어부를 소

형으로 설계하는 기술이 발전하면서 보다 효율이 우수하고 안정적으로 제어할 수 있는 순수 전동 압축기로 출원 동향이 변하게 되었다.

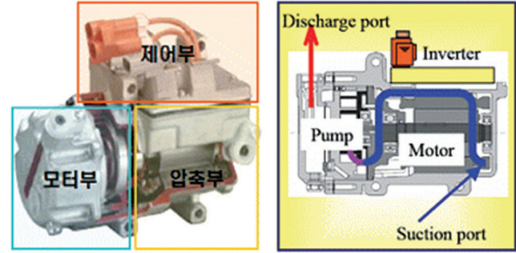
하지만 전동 압축기의 경우에는 모터의 내부 발열과 인버터와 같은 제어부의 발열에 의한 전동 압축기의 효율 저하와 같은 문제가 발생하게 되었고, 이후 전동 압축기의 출원 동향은 전동 압축기의 소형화와 부품 감소 및 저압 냉매나 냉각핀, 냉풍 통로와 같은 냉각 수단을 이용하여 전동 압축기의 인버터 냉각 성능을 향상시키는 방향으로 출원이 진행되었다.

그림 4에는 도요타의 초기 프리우스에 적용되었던 하이브리드 듀얼 스크롤 방식의 압축기와 전동 압축기의 개략도 및 전동 압축기에 적용되는 냉각 방식의 일 예를 나타내고 있다.

친환경 자동차용 HVAC 시스템의 필수 구성요소인 전동 압축기에 대한 개발 및 특허 출원이 안정화되면서, 친환경 자동차용 HVAC 시스템의 냉방 운전에 관한 문제는 해소가 되었으나, 친환경 자동차용 HVAC 시스템의 또 다른 숙제인 난방 운전에서의 열원이 여전히 문제가 될 수 있다. 자동차용 HVAC 시스템의 난방용 열원으로서 이전에 공개된 기술로는 PTC 히터나, 연소식 히터 등이 있으나, 충분한 열원이나 효율 면에서 만족스럽지 못했다. 이에, **그림 5**와 같이 종래의 히트펌프 시스템



(a) 하이브리드 방식의 압축기



(b) 전동 압축기의 구조 및 냉각 방식

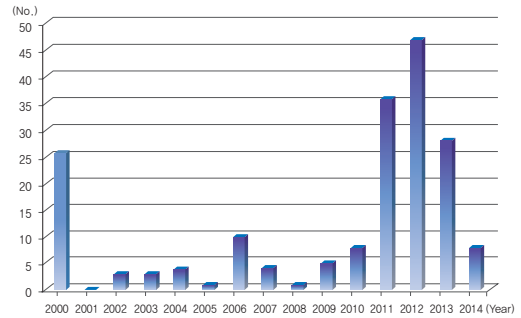
[그림 4] HEV 또는 EV에 적용되는 전동 압축기

을 친환경용 HVAC 시스템에 적용하여, 냉방과 난방을 동시에 해결하고자 하는 시도가 있었다.⁴⁾

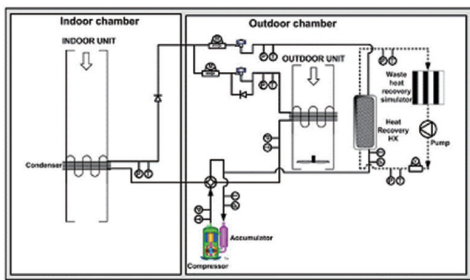
친환경 자동차용 HVAC 관련 전체 특허 출원 건들 중에서 히트펌프 시스템에 관한 출원 건들은 약 11%를 차지함으로써 전동 압축기와 함께 친환경 자동차용 HVAC 시스템을 이루는 중요한 기술 중의 하나이며, 그림 6에서 보여주는 바와 같이 2000년대 초반에 집중적인 출원을 보인 전동 압축기와는 다르게 그 이후인 2012년을 전후로 하여 출원이 집중되고 있어, 최근에 주목받는 기술임을 간접적으로 확인할 수 있다.

한편, 국내 친환경 자동차용 HVAC 특허 출원의 동향을 우리나라와 경쟁하고 있는 일본의 특허 출원 동향과 비교하기 위하여, 국내 특허 출원 동향을 조사할 때와 동일하게 표 3에 제시된 검색 조건을 활용하여 일본의 출원 동향을 살펴본 결과를 그림 7에 나타내었다.

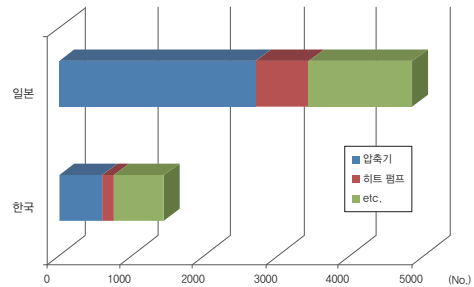
일본의 친환경 자동차용 HVAC 특허 출원 동향은 양적인 면에서만 차이가 있을 뿐, 국내의 친환경 자동차용 HVAC 특허 출원의 동향과 비교하여 큰 차이가 없었다. 일본의 경우에도 우리나라와 동일하게 전동 압축기 및 히트펌프와 관련한 특허 기술이 전체 출원 건수에서 많은 부분을 차지하고 있었으며, 주목할 만한 점으로는 출원 건수가 양적인 면



[그림 6] 연도별 친환경 자동차용 HVAC에 적용된 히트펌프 특허 출원 동향



[그림 5] 친환경 자동차용 HVAC에 적용된 히트펌프 시스템의 구성도



[그림 7] 국내 및 일본의 친환경 자동차용 HVAC 특허 출원 동향

에서 우리나라보다 약 3.3배 정도 많았다는 것이 특이할 만 하다.

결론

친환경 자동차용 HVAC 시스템은 기존의 자동차용 HVAC 시스템과 대비하여, 압축기의 구동원과 난방 열원으로서의 엔진을 이용할 수 없는 점에서 가장 큰 차이가 있다. 특히 출원 동향으로 살펴본 바로는 친환경 자동차가 주목받던 2000년대 초반에는 전동 압축기와 관련한 출원이 집중되었으며, 전동 압축기와 관련한 기술이 안정화됨에 따라 2010년대부터는 히트펌프와 관련한 특허 기술들을 중심으로 출원되고 있으며, 이러한 국내 특허 출원 동향은 일본과도 별다른 차이가 없는 것이므로, 지금까지의 국내 기업의 특허 출원 전략은 적절한 것으로 판단된다.

다만, 특허 출원의 양적인 면에서는 여전히 일

본에 비하여 열세이고, 최근 기술을 선도하고 있는 기업들의 특허 전략이 개발 단계부터 특허를 출원하기보다는, 후발 기업에 대한 선도기술의 노출을 방지하고자 시장의 형성 단계에서 집중적으로 출원하는 추세이므로, 이에 대한 국내 기업들의 대비도 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 한명훈, 2015, 친환경 자동차 활성화 방안에 관한 연구, 한양대학교 학위논문.
2. 김원규, 2012, 친환경 자동차의 기술개발 현황과 과제, 국토연구, 통권 367호, pp. 30-37.
3. 한국자동차공학회, 2030년 자동차 기술 전망, 오토 저널, Vol. 34, No. 7, pp. 45-51.
4. 우형석 외 4인, 2013, 이중열원을 이용한 전기자동차용 히트펌프 시스템의 난방 성능 특성에 관한 연구, 설비공학논문집, Vol. 25, No. 4. 