

자동차 공기청정시스템 기술동향

Technology trends of Air Quality Improvement for Cabin Room

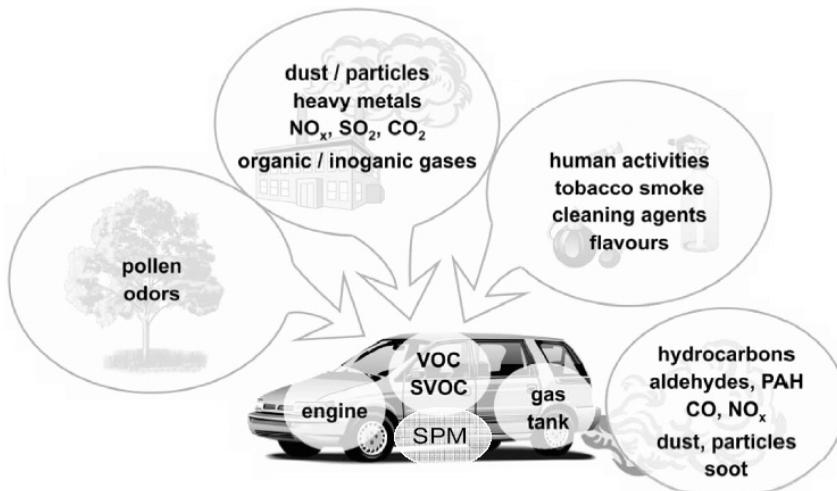
이대웅 | 한라공조(주) 기술연구소 연구팀
책임연구원
E-mail : dwlee@mail,hcc.co.kr

1. 머리말

사회의 복잡화와 세분화에 따라, 현대인들은 하루의 대부분(80~90%)을 실내에서 보내고 있는 것으로 보고되고 있다. 실제로 국내의 경우 24시간 중 건물(집, 사무실, 학교 등)에서 18.7시간, 차 실내에서 1.2시간, 그리고 외부에서 2.1시간을 보내는 것으로 조사되었다. 삶의 여유로움과 환경오염으로부터 자신을 지키려는 인간본능이 중요시되면서, 차 실내의 공기질에 대하여도 많은 관심이 집중되고 있다.

차실내 공기 오염물질을 분류하면 크게 외부로부터 유입되는 오염물질(승객의 승·하차시 묻어오는 오염물질 포함)과 실내에서 발생하는 오염물질로 구분할 수 있으며, 외부로부터 유입되는 오염물질로는 배기가스, 미세먼지(PM₁₀), 꽃가루, 중금속, 미생물 등이 있으며, 실내발생 오염물질로는 내장재에서 발생하는 각종 휘발성유기화합물(VOCs), 인간에 의하여 배출하는 CO₂, 땀, 담배냄새 등을 들 수 있겠다.

차량의 실내는 매우 제한된 공간으로 차내 공기



Dr.Wensing JSAE Automotive Air-Conditioning CONFERENCE2006

그림 1. 차실내 공기환경에 영향을 미치는 인자

질은 탑승객의 수, 내장재 및 외부 요인(대기오염, 증발기 표면의 오염물질 등)에 의해 크게 영향을 받고 있으며, 본 고에서는 현재와 같이 대기오염이 점차 악화되고 있는 상황에서, 미흡하나마 깨끗하고 건강한 공기를 소비자에게 공급하는 자동차의 실내 공기청정 기술들을 소개하고자 한다.

2. 자동차 실내 공기 오염원

2.1 오염 경로 및 주 오염원

호흡기계 알레르기의 주요 원인중 하나로 문제 시되고 있는 부유 입자상 물질로 미세먼지, 삼나무 화분, 황사 등은 전 세계적으로 매년 1월부터 5월에 걸쳐 부유하는 직경 10~20 μ m의 입자로, 사람의 재치기, 콧물, 코·눈이나 목의 가려움 등을 유발하는 유해인자이다. 진드기 알레르겐은 기관지 천식의 주요 항원으로 환자의 약 90%에서 진드기 알레르겐에 대한 IgE 항체(알레르겐과의 접촉을 반복하는 동안에 체내에 축적되어 일정량을 넘으면 알레르기를 발병하는 물질)가 검출되는 수준으로, 이러한 진드기의 시체는 입경수는 수 μ m이며, 이것들이 공기 중에 떠다님으로서 차량 탑승자에게 각종 질병이나, 성인 천식의 원인뿐만 아니라, 아토피성 피부염 등을 유발하는 원인이 된다.

또한 차실내에 위치하는 에어컨에 생식하는 곰팡이나 효모류 등의 미생물이 인체에 미치는 영향도 있다. 이것들은 에어컨에 의해 흡입되는 공기 중에 수반되는 고체유기물이나 부유입자를 영양원으로

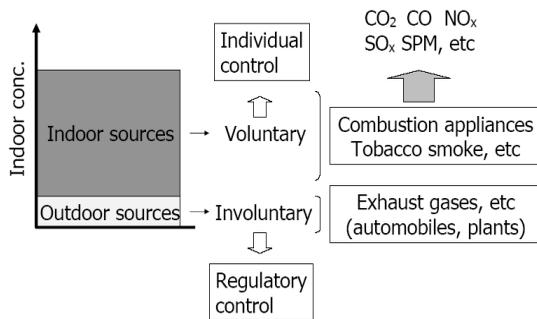


그림 2. 차 실내 주요 공기 오염원

풍부한 수분(에어컨 응축수)을 얻어 증식하며, 여기서 생식하는 미생물은 냄새의 성분을 대사(代謝)하거나 포자를 비산시켜 인체에 악영향을 끼치게 된다. 곰팡이 포자는 천식이나 비염을 일으키는 알레르겐이 되는 경우도 있고, 검출된 미생물인 Absidia sp., Cladosporium sphaerospermum, Penicillium sp., 효모류 등은 유기산류나 알콜류(부탄올, 옥탄올)를 방출해 에어컨 냄새의 원인이 되기도 한다.

한편 차내 탑승자의 호흡에 의해 생성되는 이산화탄소(CO₂)가스는 그 농도가 지나칠시 산소의 결핍으로 활동능력 저하, 판단력이나, 집중력이 저하되어 사물의 인지도가 떨어져 인체에 악영향을 미칠뿐 아니라 사고의 위험성까지 내포하고 있으며, 차량의 배기에서 뿜어져 나오는 질소산화물(NO_x), 일산화탄소(CO), 황산화물(SO_x), 중금속(Pb) 등의 유해가스는 운전자에 중추신경의 둔화로 두통, 현기증을 유발하여 운전자의 건강을 위협하게 된다. 여기에 부가하여 실내에서의 흡연이나, 교외 주행시 유입되는 분노 등의 악취는 여성 운전자와 어린이 탑승자의 불쾌감을 가중하게 된다.

2.2 휘발성 유기화합물(VOCs: Volatile Organic Compounds)

최근 들어 주택 및 공공집단 건물에 대하여 새집 증후군(Sick House Syndrome)문제가 사회적으로 대두되면서 건축물의 마감재, 건자재 등에서 발생하는 화학물질이 인체에 심각한 영향을 끼치며, 건강 피해까지 발생하고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다. 같은 맥락으로 자동차의 실내에 대해서도 다량의 화학물질이 검출되었다는 일부 언론의 보도와 더불어 소위 새차증후군(Sick Car Syndrome)라는 신조어까지 탄생되기에 까지 이르렀다. 자동차의 실내공간은 주택의 실내공간과는 달리 1인당 용적이 작기 때문에 차실내에서 인체에 영향을 미치는 화학물질이 발생할 경우 건강 피해 정도는 주택에 비해 매우 클 것이라는 것은 자명한 사실이다.

새집 증후군이나 호흡기계 알레르기를 중심으로 하는 가정이나 오피스의 공기 환경 문제는 건축 기

표 1. 각국 자동차 실내 VOCs 규제 시기 및 방법

구분	독일	미국	일본	한국	중국	호주
연구기관	독일 자동차협회	CARB 대기자원 위원회	JAMA	KATRI	중국과학협회 실내환경 전업위원회	CSIRO
연구시기	1978년 ~	1999년 ~	1986년 ~	2004년 ~	2003년 ~	1999년 ~
시험방법	TUV (실차조건)	운행중 Sampling	JAMA (실차조건)	정립예정	정립예정	13 ~ 20°C에서 30분 창문개방 2 ~ 3시간 밀폐
규제성분	VOC주요성분, TVOC	VOC주요성분	VOC주요성분	VOC주요성분	VOC주요성분, TVOC	VOC주요성분
적용시점	검토중	검토중	2007년 (권장사항)	2007년 (권고안)	2007년 (권고안)	검토중

준법 및 빌딩 관리법의 개정이나 학술 기관, 의료 기관 등으로부터 다양한 대책이 검토, 주지되어 많은 부분에서 개선이 진행되고 있다. 그렇지만 주거 환경에 비해 체재 시간이 부정기 또는 짧은 자동차의 실내(Cabin)에 있어서 공기환경 분석이나 대책은 지금까지 그다지 논의되지 않은 것이 현실이다. 하지만 일본, 미국, 독일, 영국 등 선진국을 중심으로 자국의 자동차산업 이익과 연계하여 ISO/TC146/SC6에서 활발히 논의되고 있으며, 조만간 법제화가 추진중이다.

일본의 경우 도요타 자동차가 2003년에 처음으로 Crown 승용차를 대상으로 VOCs를 조사한 결과 공동주택에서 권고하는 기준치를 초과하여 심각성의 경종을 울린 이래 도요타 자동차와 니싼자동차 등은 자발적으로 VOCs를 줄이기 위한 노력을 경주하고 있는데, 일본의 JAMA(일본자동차공업협회)에서는 후생노동성에서 공동주택관리법으로 제정한 13가지 화학물질에 관한 실내농도 관리치를 기준으로 차 실내에서도 같은 생각을 도입하여 새 차증후군을 방지하기 위한 실내 유해물질 지침을 적용할 예정이다. 여기에 부가하여 중국도 환경총

국산하 R&D 중국전략 소위원회에서 실내 오염물의 권고 기준값을 발표하였으며, 기준의 확정을 위하여 차 실내 공기오염도 등 8항목에 대하여 입법화를 서두르고 있다. 이외에도 유럽은 부품 및 원재료 평가방법에 대하여 개발을 완료하였고, 미국, 호주 등에서도 차량 실내 VOCs에 대한 연구가 상당 부분 진행 중에 있다.

국내에서는 환경부가 2005년과 2006년에 걸쳐 대중운송수단(버스, 지하철, 열차)의 실내공기질에 대한 실태를 조사하여 대중교통수단 실내공기질 가이드라인을 발표하였고, 건설교통부(현 국토해양부)에서는 KATRI주관으로 실시한 승용차와 승합차에 대한 유해물질 조사보고서를 근거로 새차 실내공기질 권고기준안을 마련하였다. KATRI의 실태조사 결과 투싼, 쏘나타, 마티즈, 체어맨, SM5, BMW, 르노 승용차와 승합차 2대(제작후 39~177일 경과)에 대하여 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스티렌, 에틸벤젠 및 포름알데히드를 조사한 결과 일부 차종에서는 에틸벤젠 1.65배, 자일렌 1.31배 정도 권고기준을 초과하는 것으로 조사되어 국내에서도 차실내 VOCs가 심각한 수준으로 조사되었다.

표 2. 국내 신차 실내공기질 측정결과 및 권고기준 (KATRI자료 인용)

Subatance	권고기준 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	측정농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		승용차	승합차	
HCHO	210	22-145	111-234	
TVOC	Benzene	30	1-22	20-29
	Toluene	1000	30-832	1202-1956
	Ethyl Benzene	360	3-594	272-386
	Xylene	700	10-919	689-1000
	Styrene	300	1-71	32-140

3. 자동차 실내 공기청정 시스템 기술

3.1 공기질 향상기술 추세

차실내 공기질에 대한 관심은 새차 증후군이란 신조어를 탄생시킬 정도로 각국의 주요 언론홍보와 소비자의 불만으로 부상하고 있다. 자동차가 제 3의 거주공간으로 인식되면서 단순히 먼지를 포집하는 집진 필터 기술로부터 시작하여 차실내의 쾌적성 향상이나 청결에 관한 의식이 높아짐에 따라 실내 냄새, 미생물 등을 제거할 수 있는 촉매기술을 포함한 포괄적인 기능성 필터 기술로 발전하고 있으며, 공조장치의 증발기 표면 코팅기술, VOCs와

유해가스의 제거를 위하여 공기청정기, 클러스터 이온발생기 기술과 공조 시스템과 연계한 통합 공기질 제어기술로 발전하고 있는 추세이다.

초기의 공기질 향상은 유럽의 명차들인 벤츠, BMW의 고급승용차를 대상으로 한 필터의 장착이 효시라고 할 수 있겠다. 그러나 지금까지의 기술은 유해한 물질이 차실내에 침입되지 않도록 하는 기술과 이미 침입한 유해물질에 대해서는 필터기술을 이용하여 제거하는 관점이었지만, 최근에는 차실내에서 발생·침입한 VOCs나 유해물질을 정화 또는 제거하고, 더 나아가 산소나, 음이온 또는 천연 아로마 향기의 제공 등 쾌적하고 유익한 물질을 운전자에게 부가하는 관점에서 대응하고 있다.

차량용 공기 정화필터만 하더라도 다양한 종류로 개발되고 있으며, 그 범위가 매우 광범위하므로 본고에서는 다루지 않도록 하겠다. 또한 차량의 공기조화장치를 이용한 환기기술은 실내오염 공기의 희석 또는 제거에 가장 실용적인 방법이나 이 또한 광범위하므로 기회가 닿는다면 나중에 다시 언급해 보기로 하자.

도요타(Toyota) 자동차에서 발표한 공기질 향상 로드맵을 살펴보면 차량에서의 공기청정시스템 기술의 변천사를 쉽게 알 수 있다. 이외에도 유럽의 자동차 부품메이커인 발레오(Valco)는 “최종 소비자는 공기상태의 중요성을 인식하고 있다”는 사실



그림 3. Toyota 자동차의 차실내 공기질 향상 관련 기술 발전도

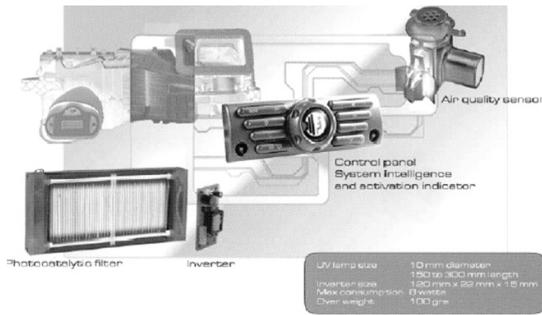


그림 4. Valeo의 자동차 실내 공기질 개념도

을 일찍부터 인식하고 사용자가 자동차에서 보다 양호한 공기와 함께 많은 시간을 보낼 수 있도록 하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

자동차에서 지금까지 별로 중요하게 보지 않았던 공기환경 즉, 실내 공기질(IAQ; Indoor Air Quality) 기술이 주목을 받고 있는 이유는 대기오염에 의한 건강장애나 먼지·화분, 미세 박테리아, 차량의 내장재로부터 뿜어져 나오는 유해가스에 의한 호흡기계 알레르기, 바이러스에 의한 질병 등이 일반적으로 알려지게 된 것에 기인한 것으로 보인다. 자동차에서 사람들이 지내기 편한 공기환경을 창조하는 기술을 대개 IAQ 향상 기술이라고 일컫고 있으며, 그 범위는 집진, 탈취, 제균, 유해가스 제거, 유익성분 부여 등 매우 광범위하다.

여기서는 차실내 개선을 위하여 자동차 공조시스템에 적용되고 있는 기술의 일부를 소개하고자 한다.

3.2 증발기 향균 친수 표면처리

자동차 냉방시스템의 실내측에 위치하는 증발기는 응축기로부터 유입된 저온, 저압의 액체상태 냉매를 고온, 다습한 공기의 열을 이용하여 증발시켜 차갑고 시원한 공기를 차실내로 공급하는 기능을 한다. 이 과정에서 증발기에서는 필연적으로 응축수가 발생하게 되며, 각종 미생물의 서식환경을 제공하게 되고, 냄새의 원인이 되기 때문에 증발기 표면에 쉽게 응축수가 배출될 수 있도록 표면처리를 한다.

증발기의 친수 표면 코팅처리는 본래 증발기 표면에 친수성을 부여하여 냉방시 발생하는 응축수를 빠른 시간 내에 배출시킴으로써 응축수로 인한 미생물의 서식환경을 억제하고, 증발기로부터 발생되는 각종 냄새를 억제하고, 나아가서 냄새발생물질을 흡착·제거하는 기능까지 포함하고 있다.

증발기에서 발생하는 냄새발생 원인을 간단히 살펴보면,

- 친수 표면처리재가 갖고 있는 자체 냄새
- 증발기 표면에 흡착된 먼지 등의 각종 이물질

친수코팅냄새	부패냄새	부식악취	흡착냄새
Resin...	Growth of Bacteria	Corrosion of Aluminum	Ashesion and Desorption Odor
			
코팅열화→취취발생	이물질흡착→박테리아, 곰팡이 성장→악취발생	코팅열화→알루미늄 노출→부식발생→악취발생	외부 냄새입자 부착→A/C On/Off시 탈착→악취발생
취취성이 양호한 코팅 성분 선택	방균제 적용	화성처리에 의한 내식성 향상 코팅피막의 내구성 향상	냄새유발 물질 흡착/분해 기능 부여

그림 5. 증발기의 냄새발생 메커니즘과 대책

에 서식하는 곰팡이류의 냄새

- 증발기의 표면부식에 의한 냄새
- 외부에서 냄새물질이 증발기에 흡착 후, 증발기 표면에서 수분이 증발할 때 배출되는 냄새 등이 있다.

이러한 증발기 표면에서의 냄새발생 메커니즘과 대응방안을 아래의 그림에 나타내었다. 그림에서 보듯이 각종 냄새 발생 원인을 제거하기 위하여 많은 노력이 이루어지고 있으며, 대표적으로 증발기의 표면 처리제는 친수성 수지를 기본으로 내식제, 항균제, 가교제가 혼합된 형태로 주로 사용된다. 그러나 이러한 증발기의 표면처리 기술은 증발기 자체에서 발생하는 냄새를 제거하는데에는 효과가 있으나, 자동차 외부에서 유입되는 냄새나 차실내 내장재 등에서 발생하는 냄새를 제거하는 데에는 한계가 있다.

3.3 플라즈마 이온 클러스터

공기 중에 존재하는 이온, 즉 다양한 종류의 대전입자를 이용한 기술로서 이러한 공기 이온이 없으면 대기중의 전기장도 없으며, 아마도 번개나 천둥도 없을 것이다. 공기 이온의 농도는 대략 10-16 정도인데, 이를 이용한 이온 발생기는 차내에 부유하는 미생물을 제거할 목적으로 일본 샤프사에서 플라즈마 방식의 이온 발생기를 개발하여 자동차용으로 접목한 이래, 그 기술적 가치가 높이 평가되고 있다.

이온 클러스터란 이온이 여러 개의 물분자에 둘러 쌓여있는 모양을 말하는 것으로 다음과 같은 장점이 있다.

- 클러스터 이온의 형성으로 공조바람에 의하여 이동시 개별이온보다 더욱 멀리 이동하며, 장애물에 대한 저감율이 낮아 공간 속 구석구석 도달할 수 있다.
- 음이온과 양이온을 동시에 발생시키기 때문에 유해물질 및 악취에 음이온과 양이온이 대상 물질을 분해, 탈취 및 항균 기능이 있다.

이러한 클러스터 이온 발생기는 각종 냄새 유발



그림 6. 플라즈마 이온 클러스터(Nissan March)

물질과 곰팡이, 박테리아를 제거할 뿐만 아니라, 차실내의 각종 휘발성유기화합물을 제거하기도 한다.

클러스터 이온의 탈취 및 제균 작용에 대하여 간략히 살펴보면, 이온 발생기에서 방출된 음이온과 양이온은 공기중의 수분에 의하여 운반되어 유해물질에 부착된다. 이때 유해물질의 표면에 양이온과 음이온이 전기적으로 결합하여 OH 라디칼이라는 강한 산화물질로 변하게 되고, 이 OH 라디칼의 강한 산화작용에 의하여 유해물질은 제거된다.

클러스터 이온 발생기는 이러한 기능을 갖는 클러스터 이온을 발생시키는 장치로 이온을 발생시키는 방법에 따라 플라즈마 방식과 전자방사식이 대표적으로 사용되고 있으며, 닛산(Nissan)자동차는 샤프사와 공동으로 플라즈마 방식의 이온 발생기를 개발하여 차실내에 음이온과 양이온을 인위적으로 공급함으로써, 탈취, 제균 및 공기청정 기능을 대대적으로 광고하고 있다. 개발된 이온 발생 공조장치는 March, Cube 등 수개의 양산 차종에 적용되고 있다. 도요타(Toyota)자동차도 샤프사의 이온 발생기 기술을 공조장치에 접목하여 클러스터 이온 발생기를 장착한 차량을 생산하였다. 이들 클러스터 이온은 이온 발생기에 인가되는 전압을 각기 달리하여 제균을 목적으로 하는 크린모드와 이온 균형을 적절하게 조절하여 쾌적한 환경을 제공하는 이온모드로 작동되고 있다.

한편 국내에서는 샤프사에서 개발한 플라즈마 방식의 이온 발생기와는 다른 전자방사식 이온 발생기술이 개발되어 현대자동차의 제네시스에 적용되고 있으며, 전자방사식의 이온 클러스터의 경우

살균력, 탈취력, 오존발생량에 대한 성능평가를 수행한 결과 악취가스에 대한 탈취 효과와 미생물에 대한 항균효과는 샤프사 제품과 동등한 성능이며, 이온 발생기 작동 중 오존 발생량은 거의 없는 것으로 평가되어 오히려 일본의 기술보다 한 단계 진보한 기술패거를 이루었다고 평가받고 있다.

3.4 AQS(Air Quality System) 시스템

공조장치와 연계한 유해가스 차단시스템은 주행 차량 전방에서 매연을 내뿜는 자동차의 배기가스 또는 터널이나, 오염지역 등 특정지역에서의 주변 공기질을 감지하여 공조장치의 내·외기 전환 도어를 작동함으로써 오염된 공기가 차 실내로 들어오지 못하도록 하는 기술이다. 기술에서 알 수 있듯이 AQS의 핵심부품은 유해가스를 감지할 수 있는 센서 기술에 있으며, 일반적으로 CO, NOx 정도를 감지하고 있으며, 센서의 특성에 따라 반도체식(Semiconduction Metal Oxide), 전기화학식(Electrochemical), 적외선 광학식(Infrared Optical)이 주로 사용되고 있다.

센서의 차량 적용을 위해서는 기본 조건인 정확도와 짧은 반응시간과 더불어 차량 부품 보증 년한에 따른 장기수명성, 낮은 소비전력, 가혹 환경에서의 동작연속성, 내환경성 등이 보장되어야 하며 무엇보다도 높은 가격대를 형성하고 있는 센서 모듈의 저가격화 개발이 중요하다고 하겠다.

반도체식 센서의 경우 ppm이하의 신뢰성보증과 소형화가 어렵다는 단점이 있지만 경제적이고 가장 많이 알려진 기술로, 현재 일본 Nemoto, Figaro, FIS 등에서 기술을 주도하고 있는 가운데 국내에서는 오토전자에서 개발을 진행하고 있다. 이와 같은 센서는 거의 모두 알루미늄 기판을 사용한 후막형으로 소형화가 어려운 단점이 있으며, 최근 MEMS 기술을 적용한 마이크로 가스센서로의 전환이 활발히 진행 중이나 초기 투자비가 필요하고, 높은 가격과 안정성이 문제점으로 지적되고 있다.

세계 최초로 산화물반도체 방식의 가스센서를 제안하고 상품화한 일본의 Figaro는 최근 동일 방식의 휘발성유기화합물 측정용 가스센서(TGS26XX)

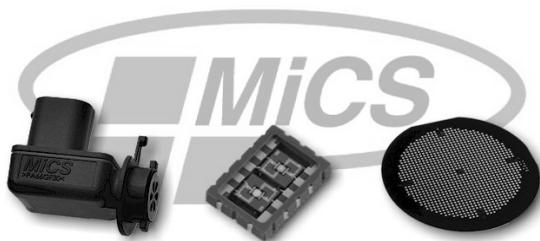


그림 7. MEMS 형 MOS 가스센서

를 개발하여 일본내 자동차 공조업체와 상용화 기술을 개발하고 있으며, 이 센서는 각각 유기화합물의 선택적 측정은 불가능하지만 TVOC를 측정함으로써 저가의 센서대를 구현하였다고 볼 수 있겠다. 앞서 설명한 MEMS기술로는 스위스의 MiCS(Micro-Chemical System)가 2003년도에 CO 및 NOx용 가스센서를 개발하여 CAQ(Cabin Air Quality)를 출시하여 세계 최초로 MEMS 가스센서를 차량에 적용하였다.

적외선-광학식은 대표적인 비분산 적외선 흡수 방식으로 비대칭 구조를 갖거나 3원자 이상의 분자가 자신의 고유진동 에너지에 해당하는 에너지를 선택적으로 흡수하는 현상을 이용한 방식이다. 스웨덴의 SenseAir는 비분산 적외선 방식의 가스센서의 원천 기술을 보유하고 이를 바탕으로 다양한 이산화탄소 센서를 제조하고 있으며 세계 1위의 CO₂ 감지센서 시장 점유율을 유지하고 있다. 그밖에 미국의 Telaire, TSI 핀란드의 VAISLA, 독일의 TESTO, 일본의 GASTEC 등의 가스측정기 제조사에서는 단일가스 센서기술을 바탕으로 휴대용 CO₂측정기 및 모듈을 제조, 판매하고 있는 실정이다.

Telaire(미국)	
SenseAir(스웨덴)	
VAISLA(핀란드)	

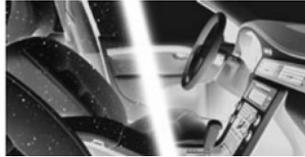
그림 8. 비분산 적외선 방식의 가스 감지 센서



Competence Development
VOLVO S80

CZIP (CLEAN ZONE INTERIOR PACKAGE)

CZIP Volvo's new clean interior air concept, is a very comprehensive system. Carefully selected interior trim materials and an advanced purging function reduce the risk of allergies and poor-quality air in the cabin. CZIP is based on the electronic climate control system and IAQS (Interior Air Quality System).



AUTOMATIC PURGING

The cabin purging function reduces the quantity of harmful particles in the interior before the occupants enter the car. The function is activated automatically at temperatures above 10°C if the car is opened with the remote control. Purging takes about one minute.



그림 9. VOLVO S80 CZIP 시스템

최근 자동차 실내의 공기질 모니터링에 대한 관심이 높아지자 정확도와 신뢰성을 바탕으로 한 비분산 적외선 방식의 센서기술을 차량으로 적용하기 위한 기술들이 여러 선진 센서기업에서 진행 중인 것으로 알려져 있다.

공기질과 관련된 가스센서의 자동차 적용은 독일의 Applied Sensor가 2004년 초 MEMS 기술을 이용한 가스센서제품을 시작으로 BMW의 3, 5시리즈 X5, Z4와 르노의 Laguna, Espace, Vel Satis 그리고 Citroen의 C4 Picasso 등에 적용되고 있다. 특히 Volvo는 S80모델에 차 실내의 오염도를 감지하여 공조장치를 이용하여 환기하는 시스템인 CZIP(Clean Zone Interior Package)를 적용하여 차 실내 오염된 공기를 환기시킬 수 있도록 ECC를 제어하는 기술을 적용한 차량을 2005년에 출시하였다.

독일과 프랑스를 위주로 유럽에서 가장 먼저 기

술을 선보인 AQS기술은 한때는 늦은 응답성 때문에 그 기술적 효과가 의문시되기도 했으나, 꾸준히 시장을 넓혀가고 있는 추세이다.

국내에서는 오토전자에서 반도체식을 바탕으로 공조장치와 연계한 AQS가 개발되어 현대자동차에 적용되었으나 장기수명성, 내환경성, 정확도 등에 대하여 보다 심화된 연구가 필요한 실정이다.

3.4 촉매기술

광촉매는 태양이나 형광등에서 발생하는 자외선 또는 외부의 인자들에 의하여 화학반응을 일으키는 촉매기능을 하는 물질의 총칭이다. 빛을 받아 자신은 변하지 않고, 촉매반응을 일으켜 공기나 물에 포함된 각종 오염물질을 분해·제거하는 기술로 광촉매 기술로는 이산화티타늄(TiO₂)이 가장 많이 사용되고 있다.

이산화티타늄에 자외선영역의 광 에너지를 쬐여주면, 그 표면에 과산화수소수(H₂O₂)의 강력한 환원력과 수산기(-OH)의 강력한 산화력이 발생하여 이들의 상승작용에 의해, 각종악취 및 유해성분, 균, 바이러스 등을 분해하게 되는 기술로 가정용이나 산업용으로는 이미 오래전부터 사용된 기술이다.

최근 자동차 산업분야에서 이 기술을 이용하여 촉매반응으로 냄새나 유기물을 분해하기도 하고, 세균 번식을 억제하여 쾌적한 차실내를 제공하고 자 하는 연구가 활발히 진행 중에 있다.

광을 발생하는 방식에 따라 UV(Ultra Valoit)램프나, 원적외선 램프 등 여러 가지로 구분되며, 램프

표 3. 자동차 AQS의 연도별 전망

(Automotive Electronics Magazine 인용)

연도	1998	2003	2008
독 일	10%	50%	75%
프랑스	30%	40%	65%
영 국	10%	50%	75%
이탈리아	2%	20%	50%
미 국	1%	5%	30%

출처 : Kosmas Galatsis, Wojtek Wlodarski, Car Cabin Air quality Sensors and systems, Encyclopedia of sensors, 2006

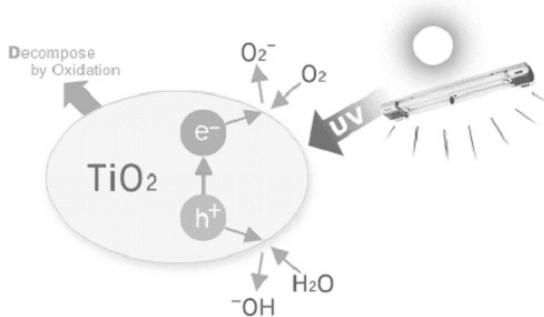


그림 10. 광촉매의 반응 원리

의 파장대에 따라서도 구분되고 있다. 이외에도 광원을 이용하지 않는 흡장분해형 촉매기술 등도 있으며, 아래에 몇 가지 촉매기술의 종류에 대하여 비교해 보았다.

이들 촉매기술은 독립된 하나의 제품군으로 존재하기 보다는 주로 공기정화 필터나 공기청정기 등에 일체화 되어 사용된다. 예를 들면 공기정화필터에서 포집된 각종 냄새나 미생물을 (광)촉매로서 서서히 분해하여 필터의 수명을 연장하기도 하고, 깨끗하게 정화된 공기를 차실내에 공급한다.

자동차용으로 상품화 된 기술은 일본에서 일부 광촉매기술과 공기정화필터를 묶어서 애프트마켓(Aftermarket)용으로 판매하고 있으며, 발레오에서는 광촉매와 공기정화 필터를 공조장치내에 장착한 제품이 개발되었으며, 별도로 차량용 공기청정기에도 광촉매 기술을 적용하여 차실내의 제균, 살균 기능을 부여하고 있다.

표 4. 촉매 용액의 특징 비교

구분	광촉매	원적외선	공기촉매
촉매	Solide 티타늄	-	Solide 티타늄
광촉매기능	○	-	○
상온에서 밀착성	강함	매우 강함	강함
특징	•자외선·가시광선 •UV경화	•가시광선 •원적외선 방사	•가시광선반응 •공기중 산소와반응

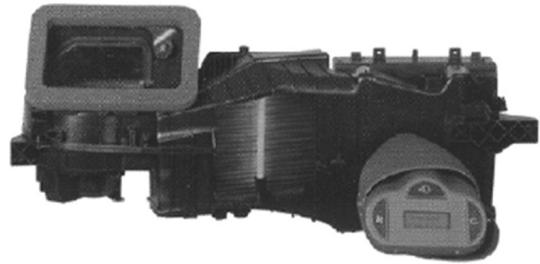


그림 11. 공조장치의 필터내 광촉매 적용시스템 (Valco)

3.5 공기청정기

일본의 JIS C9615와 JEM 1467, 한국의 KS C9314상에서 명시하는 공기정화기는 “일반 가정, 사무실 등에 설치하여 공기중에 부유하는 분진을 포집하거나 또는 이와 병행하여 가스를 제거(또는 탈취)하기 위하여 사용되는 송풍기 내장의 장치”로 정의하고 있으며, 미국의 ASHRAE(1996)에서는 “건물 내부의 공기조화를 위한 환기(Ventilation)와 재순환(Recirculated air)의 청정을 위한 장치”라고 정의하고 있어 단순히 환기와 집진의 개념을 벗어 나지 못하고 있다. 따라서 이들 공기청정기에 플라즈마 이온발생기나 화분이나 배기가스, 담배로 인한 오염물질을 제거할 수 있는 필터 등이 함께 구성 되어 있는 것이 일반적이다.

자동차에서는 공조장치 내부에 위치한 공기정화 필터 때문에 크게 공기청정기의 필요성을 인식하지 못하였으나, 쾌적, 건강지향이 높아지면서 건물이나, 지하상가 등에 비하여 상대적으로 오염도가 높은 자동차 실내 공기질을 위하여 24시간 공기청정의 개념이 도입되면서 공조장치와는 별도로 소형의 공기청정기가 장착되는 차량이 증가하고 있다.

자동차용 공기청정기는 차량내부의 설치 위치에 따라 후석형, 후석 매립형, 천정 장착형 등으로 구분되며, 이들 제품을 적용하고 있는 자동차는 Toyota의 Brevis, Majesta, Prenio, Nissan Tida 등이 있다. 아래의 그림에 Toyota자동차의 공기청정기의 종류와 특징에 대하여 나열해 보았다.

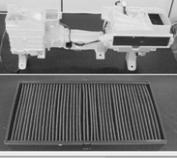
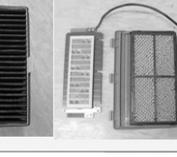
차종	사 진	주요 기능 부품	특이사항
2006년 Toyota BREVIS (매입형)			<ul style="list-style-type: none"> •카본 파이버 형태의 탄소 콤비 필터 채용 •광촉매 기능 無 •플라즈마 이온 클러스터 無
2006년 Toyota MAJESTA (매입형)			<ul style="list-style-type: none"> •카본 파이버 형태의 탄소 콤비 필터 채용 •광촉매 기능 無 •플라즈마 이온 클러스터 無
2002년 Toyota MARK2 (천정형)			<ul style="list-style-type: none"> •카본 파이버 형태의 탄소 콤비 필터 채용 •광촉매 및 LED 광원 사용

그림 12. Toyota자동차의 공기청정기 종류 및 특징

앞에서 살펴본바와 같이 유럽에서는 발레오가 광촉매기술과 연계한 공기청정기를 개발하였으며, 일본에서는 차실내의 기류영향을 고려한 천정장착형 공기청정기가 별도의 옵션으로 판매될 정도로 인기가 높다.

3.6 기타 공기질 관련 기술

일부의 선진메이커에서는 앞에서 언급한 공기질 향상 기술 외에 인간의 감성에 까지 호소하는 공기

질 향상기술로 발전하고 있는 추세이다. 즉, 단순히 차 실내의 유해물질, 오염공기를 능동적으로 제거하는 수준에서 벗어나, 보다 유익한 물질들을 운전자에게 공급하는 기술개발이 전개되고 있는 추세이다. 예를 들면, 방향 공조장치, 산소 발생기 등 유익한 물질을 운전자에게 제공하여 공기질 향상과 한 단계 높은 쾌적성을 제공하려는 다양한 공기질 향상 기술들이 연구중이다. 한 예로 일본의 덴소(Denso)는 여성운전자들만을 위한 별도의 공기질 향상 제품을 “레이디 킷”이란 이름으로 출시하여



(a) Valco의 공기청정기



(b) 천정부착형 공기청정기(일본)

그림 13. 다양한 형태의 공기청정기



그림 14. 기타 차실내 공기질 향상 기술 제품군

여성들의 호기심과 감성을 자극하는 기술을 선보여 앞에서 언급한 공기질 향상기술보다 한 단계 진보하고 있음을 알 수 있다.

4. 맺음말

지금까지 살펴본 자동차 실내의 환경은 VOCs, 외부에서 침입하는 각종 유해가스, 입자성 부유물질, 차내 서식하는 세균과 곰팡이류, 운전자나 탑승자들로부터 생성되는 CO₂ 가스 등으로 매우 열악한 실정이며, 특히 VOCs는 자동차 산업을 자국의 이익으로 추구하려는 움직임과 연계되어 앞으로 환경규제가 예상되고 있다.

자동차 실내의 공기질 향상기술은 이제 막 시작 단계라고 할 수 있다. 불모지였던 만큼, 앞으로 사용자측면에서 공기질과 관련된 요구는 더욱 다양할 것으로 생각되며, 한편으로는 이미 산업계의 여러 분야에서 공기질 향상을 위한 노력들이 경주되고 있기 때문에 빠른 시간 내에 많은 발전이 있을 것으로 기대해 본다. 그 밖에 인간의 감성에 대한 연구로 공기질이 단순히 쾌적한 실내 환경 제공뿐만 아니라 사람의 기분까지 고려한 감성 환경공조를 위하여 많은 노력들이 개발 또는 연구되고 있다.

사람들의 생활이 Modernization화로 나아감에 따라 자동차에서의 이동도 생활의 일부로 생각되게 되었고, 여기에 모두의 사회적 지향이 더해져 차 실

내 공기 환경은 향후 더욱 더 중요시 될 것이다. 더욱이 차실내 환경 향상 기술은 사용자로부터 인지되어, 요구되는 기술이며, 환경규제와 맞물려 세계 자동차시장도 앞으로 건강하고 쾌적한 차실내 공기환경 제공을 위하여 많은 관심과 노력을 기울일 것으로 보여진다.

- 참고 문헌 -

1. S. Sato, 2004, Air Quality in Auto-Cabin, R & D Review of Toyota CRDL, Vol. 39, No. 1, pp. 36-43.
2. 2006 Report on Environment Protection Effects, JAMA Inc.
3. 윤주호, 유승을, 김수민, 김석만, 2007, 자동차 신차의 실내에서 발생하는 휘발성유기화합물 분석 연구, Journal of Adhesion and Interface, Vol. 8, No. 1, pp. 1-7.
4. 김기홍, 2007, 차실내 공기질 향상기술, Auto Journal, pp. 33-38.
5. 김혜정, 이윤규, 이현우, 송규동, 2007, 새차 실내에서 발생하는 오염물질 저감을 위한 자동차 환기성능에 관한 연구, 2007, 대한설비공학회학계 학술대회, pp. 427-432.