

EMC 최근 기술 동향

미래형 자동차와 EMC

신 재 곤

교통안전공단
자동차성능연구소

I. 서 론

자동차의 보급이 일반화되면서 자동차가 단순한 이동 수단의 의미보다는 문화 공간 및 사무실 업무 보조의 의미를 강조하고 있으며, 안전에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 안전 및 편의성을 강조하는 소비자의 요구와 안전도 확보를 위한 규제에 대응하기 위하여 첨단 전자 제어 시스템을 적용한 첨단 안전 자동차의 개발과 보급을 확대하고 있는 추세이다. 또한 화석 연료의 고갈 및 환경 규제의 강화에 따라 전기 자동차, 하이브리드 및 연료 전기 자동차 등 친환경 자동차들이 신규로 개발 판매되고 있다. 그러나 이러한 친환경 자동차는 고전압, 대전류를 사용함에 따라 기존 자동차와는 상이한 전자파 노이즈 분포를 보이고 있는 바 이러한 고전압, 대전류에 의한 전자파 영향 및 안전에 대한 검토가 필요한 현실이다.

현재 이러한 첨단 안전 자동차 및 친환경 자동차에 대한 전자파 관련 각종 규격이 강화되고 있으며, 이에 따른 평가 방법도 변경되고 있는 바 미래형 자동차의 추이와 이에 따른 전자파 적합성(ElectroMagnetic Compatibility, EMC)에 대하여 검토하여 보기로 하자.

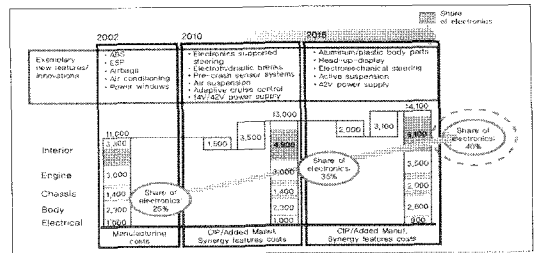
II. 미래형 자동차의 추이

첨단 자동차와 친환경 자동차의 성공적인 개발과

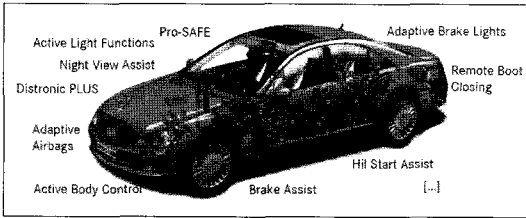
보급을 위하여 자동차의 전자화는 필수 불가결한 존재이며 자동차의 상업화를 가능하게 한 요인이다. 이에 따라 자동차의 전자화는 급격한 성장 추이를 보이고 있다. 차량 가격 대비 전장 부분의 가격 비중이 1980년대 1%에서 2004년에는 19%로 증가하였으며, 2015년에는 40%까지 증가가 예상되며([그림 1]), 2015년까지 자동차 전장 시장은 세계 전체에서 약 2,000억 달러에 이를 전망이다. 또한 현재에도 최고급 차량의 경우 전장 부품이 약 40% 이상 적용되고 있으며, 하이브리드 자동차인 도요타 프리우스 자동차의 경우는 약 47%가 전자 부품 및 기기이다. 이러한 자동차 전자화 추세에 따른 미래형 자동차를 친환경 자동차 및 첨단 안전 자동차 측면에서 검토하고, 각각의 전자파 적합성(EMC)에 대하여 고찰하기로 하자.

2-1 친환경자동차

자동차의 주 원료인 원유는 현재 가용연수가 약



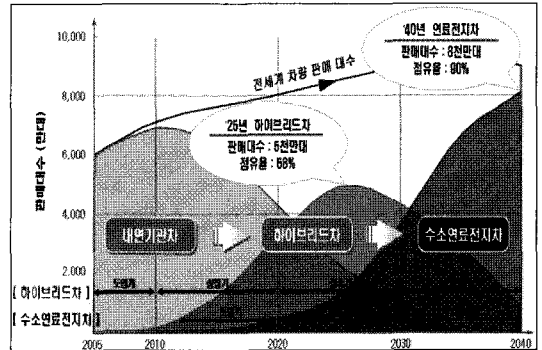
[그림 1] 전자화 추세



[그림 2] 전장품 적용 현황

40년 정도이며, 중국 등 개발도상국가들의 경제 발전에 따라 사용하는 원유 사용은 계속 증가하고 있으며, 에너지 고갈 및 이에 따른 유가 상승이 우려되며 국제 에너지기구(IEA)는 2013년까지 이러한 유가 상승이 지속될 것이라 전망하고 있다. 유가 상승이 자동차 판매량에 직접적인 영향을 준다고 단언할 수는 없지만 소비자들이 연비가 좋은 차로 눈을 돌리고 있으며, 유가 상승이 지속된다면 경트럭은 물론이고, 연비가 좋지 않은 중대형 승용차의 수요도 급감할 것으로 전망된다.

또한 연비 및 CO₂ 배출 기준 등과 관련한 환경 규제의 강화 역시 자동차 산업의 변화의 촉매제로 작용할 것으로 예상된다. 2005년 교토의정서가 발효됨에 따라 선진국들의 CO₂ 의무 감축이 시작되었다. 이에 따라 전세계 석유 사용량의 50%를 차지하는 자동차 산업이 갈수록 막대한 영향을 받을 것으로 예상된다. 교토의정서 발효에 따라 규제를 받게 되는 유럽과 일본은 CO₂ 감축을 위한 환경 규제 강화를 강화하고 있다. 자국 산업 보호를 위해 2001년 교토의정서 탈퇴를 강행했던 미국에서도 새로운 연비 기준을 제시했다. 이 기준에 따라 미국에서도 CO₂ 배출량이 적은 친환경 자동차의 필요성이 대두되고 있다. 이와 같은 외부 환경 변화는 자동차 산업을 더 이상 지금의 모습으로는 성장하기 힘든 상황으로 몰아가고 있다. 특히 환경 규제 강화 추세는 기존 내연기관으로는 감당하기 어렵기 때문에 하이브리드 자동차, 전기 자동차 및 수소 연료 전지 자동차 등 친환경 자동차



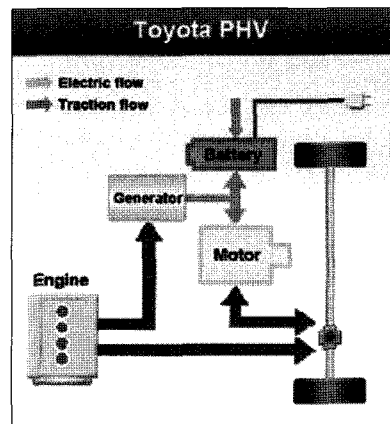
[그림 3] 친환경 자동차 추이

차로의 변신이 불가피한 상황이다.

2-1-1 하이브리드 및 전기 자동차

넓은 의미의 하이브리드 자동차(Hybrid Electric Vehicle, HEV)는 하나의 자동차에 두 종류 이상의 동력원을 장착하여 구동하는 자동차를 의미하나, 일반적으로 휘발유, 디젤 등의 연료를 사용하는 내연기관 엔진과 전기를 사용하는 전기 모터를 동시에 장착한 형태가 대표적이다.

하이브리드 자동차는 전기와 연료를 함께 사용함으로써 기존 내연 기관 자동차보다 월등한 연비를 얻을 수 있는 장점이 있으며, 적게는 리터당 20 km에서



[그림 4] 플러그인 하이브리드 자동차 구조



[그림 5] 프리우스 플러그인 자동차

많은 것은 30 km의 연비를 보여, 리터당 12~15 km 수준인 기존 동일 모델보다 40 %, 많은 것은 100 %까지 향상된 연료 효율을 자랑하고 있다. 또한 하이브리드 자동차는 연료 소비를 최소화함으로써 일반 자동차 대비 50~90 % 가량 오염 물질 배출을 줄일 수 있는 저공해 친환경 자동차이다. 이는 가장 많은 오염 물질을 배출하는 공회전 및 가속 모드에는 전기 모터를 사용함으로써 인하여 가능할 수 있다. 이러한 고효율 친환경이라는 장점으로 인하여 현재 일본을 비롯하여 미국, 유럽 및 한국에서도 하이브리드 자동차 기술 개발에 박차를 가하고 있다.

플러그인 하이브리드 자동차는 가정용 전원으로 구동 배터리를 충전할 수 있는 하이브리드 자동차로 일반적인 하이브리드 자동차보다 배터리의 용량을 늘려 구동 전동기에 의한 전기 자동차 모드(EV mode)로 주행할 수 있는 거리를 길게 한다. 즉, 플러그인 하이브리드 자동차는 전기 자동차와 하이브리드 자동차의 특성을 동시에 가지며 구동 방법상 근본적인 차이는 없으며, 기존의 하이브리드 자동차에 구동 배터리의 용량을 늘려 외부 전원으로부터 충전이 가능하도록 장치를 추가한 구조이다. 가정용 전원 등 외부 전원에 의한 구동 배터리를 충전 후 일정 조건까지 구동 전동기에 의해 전기 자동차 모드로 주행하

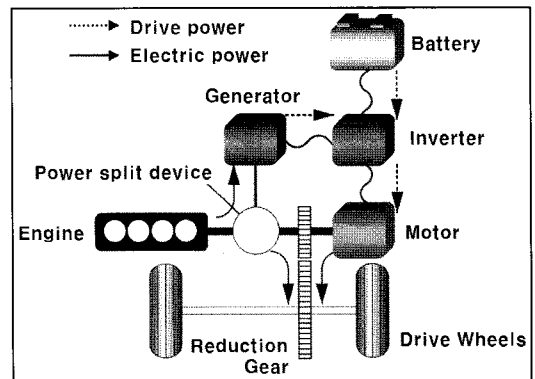
며, 장거리 주행이나 고속 주행 등은 엔진과 구동 전동기에 의한 하이브리드 자동차 모드로 구동한다.

전기 자동차는 외부 전원으로 부터 공급된 전기 에너지를 배터리(축전지)에 저장하고, 저장된 전기 에너지로 구동 모터(구동 전동기)를 작동하여 자동차를 구동하고, 배터리에 충전된 전기 에너지를 다 소모하면 재충전하여 사용하는 자동차로서 전기 모터는 모터 제어 장치로부터 에너지를 얻으며, 제어 장치는 운전자의 엑셀 페달에 따라 전기 모터 출력의 양을 조절한다. 최근에는 배터리 기술의 발달로 순수 전기자동차의 보급이 확산되고 있는 실정이다.

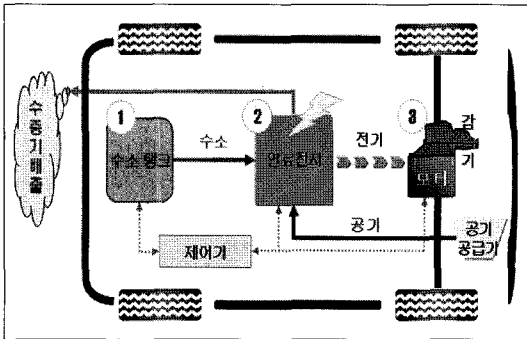
2-1-2 연료 전지 자동차

연료 전지 자동차라 함은 수소를 사용하여 발생시킨 전기 에너지를 동력원으로 사용하는 자동차를 말한다. 일반적으로 연료 전지 자동차는 수소 연료 전지 자동차(hydrogen fuel cell vehicle)를 말하며, 수소와 산소를 화학 반응시켜 생성된 전기 에너지를 직접 또는 구동 배터리에 저장하여 동력원으로 사용하며 연료 전지가 내연 기관을 대체한 자동차이다.

수소 연료 전지 자동차도 일종의 대체 에너지를 이용한 전기 자동차이다. 환경적 측면에서 전기 자동차는 구동 배터리를 충전하기 위하여 외부로부터 전기 에너지의 공급이 필수적이며, 필요한 전기의 생



[그림 6] 하이브리드 자동차 구조



[그림 7] 연료전지 자동차 구조

산 과정에서 환경오염을 유발할 수 있다. 그러나 수소 연료 전지 자동차는 연료 전지를 통해 자체적으로 전기 에너지를 생산하는 자동차이다.

즉, 연료 전지 자동차 구조는 전기 자동차와 거의 비슷하여 구동 방법상 근본적인 차이는 없다. 다만 구동원을 위한 에너지원으로써 연료 전지 자동차는 순수 수소 혹은 개질 수소를 사용하여 발생하는 전력을 사용하고, 전기 자동차는 보통 발전소에서 공급하는

전력을 사용한다는 것이 상이하다.

2-2 첨단 안전 자동차 및 지능형 자동차

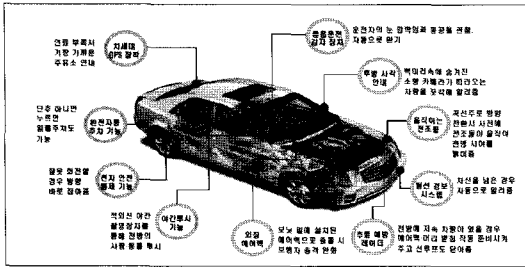
2-2-1 첨단 안전 자동차 (ASV: Advanced Safety Vehicle)

전자, 통신 제어공학을 바탕으로 하는 능동적 차량 기술로서 주행 안정성을 극대로 향상시킨 첨단 안전 차량을 ASV라고 하며, 능동적 차량 기술에는 예방 안전 기술(운전자 위험 상태 경보 및 주야간 시계 확보 시스템), 사고 회피 기술(차량 제어 성능 향상 시스템), 자율 주행 기술(인프라를 이용한 자율 주행 시스템), 충돌 안전 기술(충격 흡수 및 보행자 피해 경감 시스템), 피해 경감 기술(2차 충돌 회피 시스템, 긴급시 도어락 해제 시스템) 및 자동차 기반 기술(고령자 친화 자동차, 차량과 도로간 통신 시스템)으로 구분할 수 있다

국내·외 자동차 업체들은 차량 충돌 방지 레이더를 비롯한 ACC(Adaptive Cruise Control: 지능형 순항 제어) 시스템 등 ASV의 연구 개발에 박차를 가하

<표 1> 운전 상황에 따른 첨단 안전 자동차의 전자 제어 시스템 구분

Normal Driving	Driving Problem	Emergency	Crash	In-Crash	Post-Crash
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">1 Active Safety</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">2 Anticipatory</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">3 Passive Safety</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">4 Rescue</div> </div>					
Driver Assistance <ul style="list-style-type: none"> Active Vision Enhancement Adaptive Cruise Control (ACC) Blind Spot Monitoring Curve Adaptive Lighting Progressive Brake Light Warning 	Vehicle Stability <ul style="list-style-type: none"> ABS Traction Control (ASR) Brake Assist ESC Driver Warning <ul style="list-style-type: none"> Drowsiness Detection System (DDS) Tire Pressure Monitoring (TPM) Lane Departure Warning (LDW) 	Collision Avoidance/Mitigation <ul style="list-style-type: none"> Collision Mitigation System (CMS) Collision Mitigation and Avoidance System (CMAS) 	Occupant Protection <ul style="list-style-type: none"> Smart Airbags Smart Seatbelts Advanced Seat Safety Design Advanced Vehicle Structures Pedestrian Safety <ul style="list-style-type: none"> Pedestrian Airbags Pedestrian Friendly Car Design 	Post Crash Rescue <ul style="list-style-type: none"> Automatic crash notification Event data recorder (black box) 	



[그림 8] ASV 적용 기술

고 있으며, 일본이 ASV의 기술 개발과 생산 능력면에서 가장 앞서 있는데 다양한 차종에 ACC(지능형 순항 제어), LDWS(차선 이탈 방지 장치) 등을 장착하고 있다. 유럽에서도 벤츠, BMW, 아우디 등의 유럽차가 ASV 기능을 장착하고 치열한 경쟁을 전개하고 있다.

2-2-2 지능형 자동차(통신, 정보화 자동차)

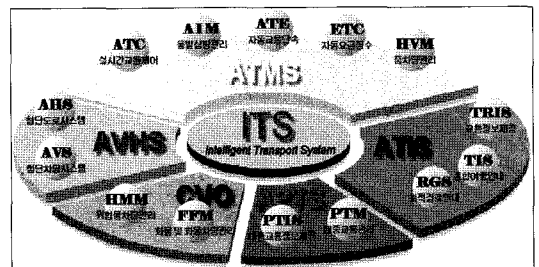
자동차에 적용되는 통신 시스템으로 대표적인 텔레매틱스는 통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics)의 합성어로서 무선통신(CDMA) 기술과 GPS 기술을 이용하여 차량에 현재 위치 기반 정보, 차량 보안, Entertainment 등의 각종 서비스를 제공하는 자동차용 컴퓨터 시스템을 말하며, 보통 1 GHz 이상의 주파수를 사용하고 있다.

또한, 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation Systems)은 점점 가속화되고 있는 정보화 사회에 알맞는 신속, 안전, 쾌적한 차세대 교통 체계를 구현하는 데 목적을 두고 있다. ITS 서비스는 첨단 교통 관리 시스템(ATMS: Advanced Traffic Management System), 첨단 교통 정보 시스템(ATIS: Advanced Traveler Information System), 첨단 차량 및 도로 시스템(AVHS: Advanced Vehicle & Highway System), 첨단 대중 교통 시스템(APTS: Advanced Public Transportation System), 첨단 화물 운송 시스템(CVO: Commercial Vehicle Operations)으로 구분할 수 있다. 이러한

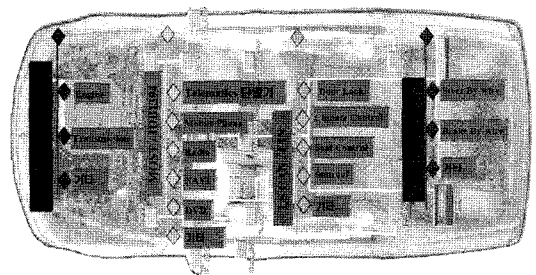
ITS 서비스를 제공하기 위해 도입된 새로운 통신 수단으로 DSRC(Dedicated Short Range Communication)라는 도로변에 위치하는 소형 기지국(노변 장치)과 차량 단말(차량 탑재 장치)로 구성되는 통신 망 또는 통신 시스템을 사용하고 있으며, Coverage 100 m 이하인 대부분의 ITS 서비스를 수용하고 있다. 주로 5.8 GHz 주파수를 사용하고 있다.

안전하고 다양한 편의 사양을 갖춘 편리한 자동차의 요구 및 최신 기술의 장비를 선호하는 소비자 성향, 전장품 증가에 따른 wire harness의 증가 및 복잡화(중량 증가, 생산성 저하, 고장 요소) 그리고 차량 전자 제어 장치 및 멀티미디어 장비의 증가 등(CD, DVD, AV 및 Navigation 장치) 여러 요인으로 차량 내 통신 시스템 등 차량 네트워크 시스템이 필요하게 되었다.

이를 위하여 주로 파워트레인, Chassis 제어 시스템 간의 통신 및 body 전장 사이의 통신에 사용하는 CAN(Controller Area Network) 통신, 멀티미디어 장



[그림 9] ITS 서비스



[그림 10] 자동차 네트워크

시간의 데이터를 전달하기 위한 MOST(Multimedia Oriented System Transport) 통신 등을 사용하고 있으며, 최대 25 Mbps의 속도를 사용하고 있다. 또한 IDB-1394는 가전 업체들이 미국전기전자학회(IEEE)에서 표준을 취득한 IEEE 1394를 기본 모델로 미국 및 일본 자동차 업체들이 공동 개발을 추진 중인 통신 프로토콜이며, 최대 통신 속도가 100 Mbps에 이르기 때문에 자동차용 엔터테인먼트에 많이 활용될 것으로 판단된다.

III. EMC의 추이

3-1 친환경 자동차

하이브리드 자동차 및 전기 자동차는 구동 모터, 구동 드라이브, 인버터 및 컨버터 등과 연계되어 시스템으로 개발되어 있으며, 특히 전력 변환 및 전력 제어와 관련하여 전력 전자 소자 및 부품의 중요성이 매우 높다.

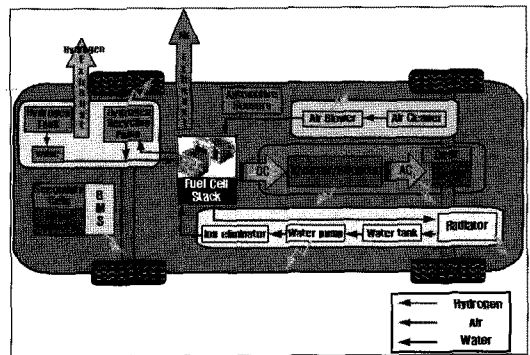
하이브리드 자동차나 연료 전지 자동차에는 구동용 전기 모터 및 전력 반도체를 사용하는 전력 제어기를 사용하고 있다. 이 장치는 고전압(최근에는 DC 500 V까지 높아지고 있음)에 의한 안전성도 문제가 되지만 구동 모터 작동, 대전력 스위칭 및 제어용 파워 모듈 작동시 노이즈가 많이 발생하며, 이는 다른 전자 제어 시스템에 영향을 줄 수 있으며, 전자파에 의한 오동작 가능성으로 자동차의 안전 운행에 영향을 줄 수 있다. 반도체 소자로 만드는 수소 센서, DC/DC Converter, 스택 및 인버터/모터 등의 냉각을 위한 대용량 라디에이터 및 냉각 팬 등도 많은 전자파 노이즈의 발생을 예고하고 있으며, 수소를 사용하는 스택 및 수소 연료 저장 탱크는 특별히 정전기에 대한 검토가 필요한 실정이다. 추가적으로 고전압에 의한 전기 감전 및 전기 안전에 대한 고려도 필요하다고 판단된다.

그리고 현재 자동차의 전자파 법규 주파수는 30

MHz에서 1 GHz까지 이나, 하이브리드 및 연료 전지 자동차에 장착되는 모터 및 인버터 등 고전압 대전력 시스템의 특성상 30 MHz 이하 저주파에서 노이즈 발생이 우려되며, 국제기구에서도 전기 자동차 적용에 의한 충전기 등 인프라(AC)와의 전도 시험 추가 등을 검토하고 있다. 또한 현재 ISO 및 CISPR에서 취급하는 자동차 전자파 규격은 기본적으로 12 V, 24 V 시스템에 적용되는 규격으로서 하이브리드나 연료 전지 자동차에 시험 방법을 그대로 적용하기에 문제가 있는 시험 항목도 있는 실정이다. 따라서 시험의 정확성 및 재현성을 위하여 대전력 구동 시스템에 대한 전자파 평가 방법 추가 및 변경에 대한 검토도 필요한 실정이다.

3-2 첨단 안전 자동차 및 지능형 자동차

첨단 안전 자동차 및 지능형 자동차에는 ACC(순항 제어 시스템), 차선 이탈 방지, 노면 감지 및 차량 제어, 운전자 상태 감시 및 경고, 첨단 에어백, 텔레매틱스 및 선진 항법 시스템 등을 적용하고 있으며, 특히 노인이나 여성 운전자를 위한 첨단 안전 자동차(지능형 제동/주행 안전 보조 시스템)도 있다. 이러한 시스템들은 압력, 가속도, 초음파, 토오크, 충돌 및 레이저 등 각종 센서들을 이용하고, 1 GHz 이상의 전자파를 사용하며, 신규 개발된 첨단 전자 제어



[그림 11] 수소 연료전지 자동차의 시스템 구조

시스템이 적용되어 있다. 통신 속도가 빠르고 디지털 전자 신호를 사용한다는 것은 노이즈에 의한 영향을 더 받기 쉬우며, 오작동 발생 가능성이 높다. 현재 자동차의 전자파 범주 주파수는 30 MHz에서 1 GHz까지 이므로 첨단 안전 자동차는 1 GHz 이상의 고주파에서의 전자파에 의한 안전성 부분을 집중적으로 검토하여야 할 것으로 판단된다. CISPR 25에서는 2.5 GHz까지 EMI 시험을 실시하도록 되어 있으나, 시험주파수를 좀 더 확장할 필요가 있다고 판단된다. 만일 대전력을 사용하는 친환경 자동차에 첨단 안전 전자 시스템을 적용한다면 대전력 스위칭시 발생하는 노이즈에 첨단 전자 시스템은 더욱더 취약함을 보일 것으로 판단된다.

IV. 결 론

화석 연료의 고갈 및 환경 규제의 강화에 따라 하이브리드 및 연료 전지 자동차 등 친환경 자동차가 부각되고 있다. 이는 궁극적으로 현재 12 V, 24 V 시스템에서 고전압, 대전류 시스템으로의 변환을 야기하고 있다. 내연기관 자동차를 대비하여 친환경 자동차 및 첨단 안전 자동차에 적용되는 모든 전기, 전자시스템은 신규로 개발되며, 고전압 및 첨단 시스템 적용함에 따라 신뢰성 측면에서 문제를 유발할 수 있으므로 전자파에 의한 안전성 여부는 조기부터 신중한 검토가 필요하다.

미래형 자동차는 전자파 측면에서 보면 1 GHz 이상의 시스템의 적용에 따른 신규 EMC 평가 문제, 하이브리드 및 연료 전지 자동차 등 친환경 자동차

에 작용되는 모터 및 컨트롤러 등의 스위칭 노이즈, 고전원 대전력 사용에 따른 30 MHz 이하의 EMC 문제 등이 제기되고 있다.

그러나 친환경 자동차 및 첨단 안전 자동차에 적용되는 EMC 기술 규격의 추이는 전 세계가 공히 시작하는 단계로 신규로 적용되는 시스템에 대한 평가 기준 및 방법에 대한 논의도 본격적으로 이루어지고 있다.

따라서 친환경 자동차, 첨단 안전 자동차 및 첨단 전자 제어 시스템에 대한 신규 규격이 제정되고 있으므로 국내 자동차 및 전장품 EMC 분야도 좀 더 세계 각국과 보조를 맞추고 아국의 산업을 보호할 수 있도록 노력을 경주하여야 하며, 국제적으로도 EMC 규격에 대한 논의 시 적극적으로 참여하여 능동적으로 대처하여야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 조철, "차세대자동차의 2020 비전과 전략", 산업연구원, 2007년 4월.
- [2] 최상원, 선원웅, "자동차 전장기술의 동향과 전망", 한국자동차산업연구소, 2005년 12월.
- [3] 신재근, 최재훈 "미래형자동차 전자파적합성 최신기술동향", 전자공학회지, 34(5), 2007년 5월.
- [4] CISPR 25 "Vehicle, boat and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limit and Methods of measurement for protection of on-board receivers", Mar. 2008. (CISPR 25 Ed. 3)

≡ 필자소개 ≡

신 재 곤



1986년 12월~1993년 11월 :현대자동차
제품개발연구소 근무

1987년 2월: 인하대학교 전자공학과 (공
학사)

2001년 2월: 아주대학교 정보전자공학과
(공학석사)

2004년 3월~2006년 2월: 한양대학교 전
자통신컴퓨터 공학과 박사수료

1993년 11월~현재: 교통안전공단 자동차능연구소 전자파팀장
[주 관심분야] EMC, 자동차 전기·전자 평가, 안테나