특집

자동차 반도체 기술 현황 및 전망

김병우 · 조상복(울산대학교)

Ⅰ. 서 론

자동차 산업은 크게 환경·에너지, 안전·편의성, 통신·정보화라는 측면에서 발전될 것으로 예상하고 있다. 기존 기계식 기반의 자동차 기술에서 전기전자 및 정보통신(IT) 기술을 융합하여 자동차의 안정성 및 편의성을 추구하는 운전자 욕구가 증대되기 때문에 자동차 전자화 기술은 급격하게 진보되고 있다. 1990년대부터 시작된 환경문제는 전 세계적인 문제로 대두되어 이를 해결하기 위한 자동차 업계의 노력이 지속되고 있다. 자동차에 대한 환경 친화, 운전자 안전, 편의성 요구를 충족하기 위하여 자동차의 급속한 전자화가 이루어져야 하는데, 이를 구현하기 위해서는 전자제어 모듈 또는 시스템 개발은 물론이고 이를 지탱해 주는 반도체에 대한 기술 확보가 필요하다. 최근, 국내에서도 환경 친화형 자동차인 하이브리드 · 연료전지 자동차의 실용화를 위한 동력 시스템 및 제어기술 개발, 엔진 기술개발, 에너지 저장장치 개발 등 시스템 단위의 기술 개발이 이루어지고 있으나 해외 선진 업체에 비하여 핵심 부품 및 소재의 개발 수준은 미흡한 상태이다. 더구나, 미래형 자동차 핵심 부품 및 시스템을 구성하고 있는 자동차 반도체에 대한 기술개발 현황은 극히 미비한 실정이다.

따라서, 환경 친화적이고 안전과 편의성이 확보될 수 있는 미래형 자동차 기반의 자동차 반도체 기술개발은 매우 시급히 해결하여야 할 핵심 분야라 할 수 있다. 국내 자동차용 반도체는 개별소자만을 일부 생산하는 초기 단계로 규모나 질적인 면에서 해외 선진국에 비해 매우 취약한 상황이다. 친환경 자동차 및 미래형 자동차의 개발이 증대되고, 이에 따른 자동차의 전장화가 급속히 진행되고 있기 때문에 국내. 외의 자동차용 반도체 시장은 일반 가전용 반도체의 성장률보다 높은 연평균 12%의 지속적인 성장이 예상된다. 자동차 반도체 시장은 지속적인 수요의 증가로 인해 2010년에는 280억 불 규모로 PC용 반도체 시장규모와 비슷해질 전망이다. 자동차 반도체에 대한 이 같은

긍정적 전망에도 불구하고 국내의 자동차 반도체 개발 현황은 초보적인 수준에 머물러 있어 이에 대한 해결책 제시가 필요한 실정이다.

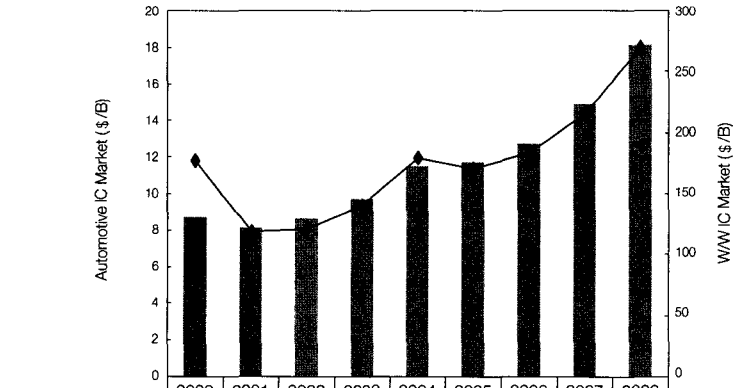
따라서, 본 논고에서는 현재 미래형 자동차 기술과 더불어 큰 관심 대상으로 대두되고 있는 자동차 반도체 대한 기술현황과 효과적인 개발방안에 대하여 살펴보고자 한다.

II. 자동차 반도체 산업 현황

자동차 반도체 산업은 기존의 반도체 산업과 달리 경기 변동에 덜 민감하게 반응하며 안정적인 성장을 할 것으로 예상된다. 이는 기존 휴대폰이나 디지털 가전에 들어가는 마이크로프로세서의 판매량은 해당 제품의 히트 여부에 따라 크게 의존하지만 차량용 반도체는 자동차 업계의 신뢰성 요구수준이 매우 까다로운 대신 일단 그 요구수준을 달성되면 상대적으로 오랜 기간 동안 일정한 물량이 유지되는 장점을 지니고 있다.

따라서 차량용 반도체 시장에서 선두를 달리고 있는 미국 프리스케일은 2010년까지 자동차용 반도체 시장이 10% 수준의 안정적인 성장을 지속할 것으로 예상하고 있다. 차량용 반도체 시장 공략에 적극적으로 공략하고 있는 필립스를 비롯한 다국적 반도체회사에서도 자동차 반도체 시장을 낙관적으로 전망하고 있다.

그러나 국내의 경우 자동차용 반도체와 관련된 해당분야의 기술수준은 전반적으로 극히 부족한 실정이다. 특히, 선행적인 측면에서의 자동차 반도체 기술은 보다 더 열악한 실정으로 대표적인 사례로 SoC (System on a Chip)를 들 수 있다. 현재까지 국내에서 개발되어 적용된 자동차용 반도체(SoC)는 전무한 상태이며, 일부의 기업에서 정부 지원 사업으로 기술개발을 진행하고 있으나 그 투자규모나 완성도 측면에서 선진국에 비하여 미비한 실정이다. 국내 자동차 산업 및 반도체 산업의 발전을 위해서는 보다 적극적인 개발의지와 투자를 통한 기술적 도



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Automotive IC 시장규모	8.7	8.1	8.6	9.7	11.5	11.7	12.7	14.9	18.1
W/W IC 시장규모	176.9	118.5	120.5	140.0	178.9	170.9	183.2	215.3	269.6

〈그림 1〉 세계 자동차 반도체 시장 규모

약이 필요하다고 판단되는바, 이를 위한 국내·외 자동차 반도체 시장상황을 기술하고자 한다.

자동차용 반도체 시장 규모는 1997년 5.3억불에서 2008년 18.1억불로 연평균 약 12%씩 증대될 것으로 예상되어 세계 반도체 시장증가에 비례하여 안정적인 증가가 예상되고 있다.

그림 2는 반도체에서 가장 큰 시장을 점유하고 있는 PC 시장과 자동차 반도체 시장을 비교 분석한 것이다. PC분야의 시장 성장은 답보상태인데 비하여 자동차 분야는 2002년 약 8%에서 2010년 약 30% 이상 성장할 것이라 예측하고 있다.

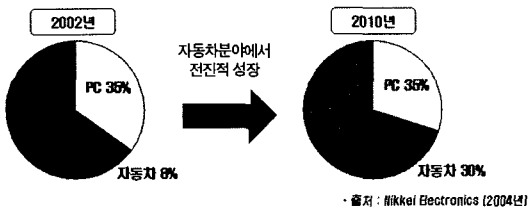
시장조사 기관별로 약간의 차이가 있기는 하지만 Gartner의 조사자료에 의하면 자동차용 반도체 시장규모는 2004년 18.4억불에서 2007년 22억불로 성장할 것으로 예측하고 있다.

세계적으로 자동차 반도체 주도하고 있는 국가는 미국, 일본, 독일, 프랑스를 들 수 있다. 자동차용 반도체를 생산하고 있는 주요 생산 업체로는 Freescale, Infineon, NEC 등을 들 수 있는데, 이 들 기업들은 이 분야 시장 선점을 위하여 적극적인 연구개발 및 투자를 실시하고 있다. 이와 같은 다국적 자동차 반도체 업체들은 자동차에 적용 가능한 다양한 제품, Microprocessor, Microcontroller, PowerIC, DSP, CAN/LIN Controller 등을 생산하고 있다. 특이한 점은 일반 반도체 시장과 달리 자동차용 반도체 시장은 세계의 5대 기업에 균등하게 시장을 분할하고 있다. 이는 자동차 산업의 수직 계열화에 기인하는 현상인데, 유럽은 벤츠, BMW 등의 완성차 업체와 인피니언, STMicro, 필립스와 같은 반도체 회사들이 밀접한 기술 및 마케팅 측면의 협력을 진행하고 있다. 또한, 미국에서는 GM, 포드와 같은 자동차회사들이 Freescale과 공동으로 기술 및 사업을 공동으로 추진하고 있다.

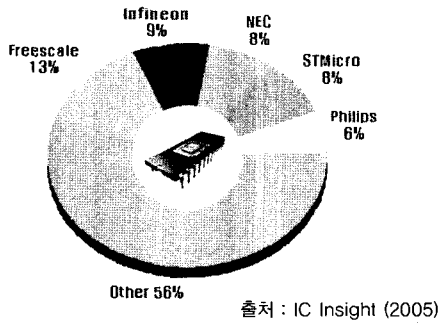
〈표 1〉 응용 분야별 세계 반도체 시장 전망

(단위 : B$, %)

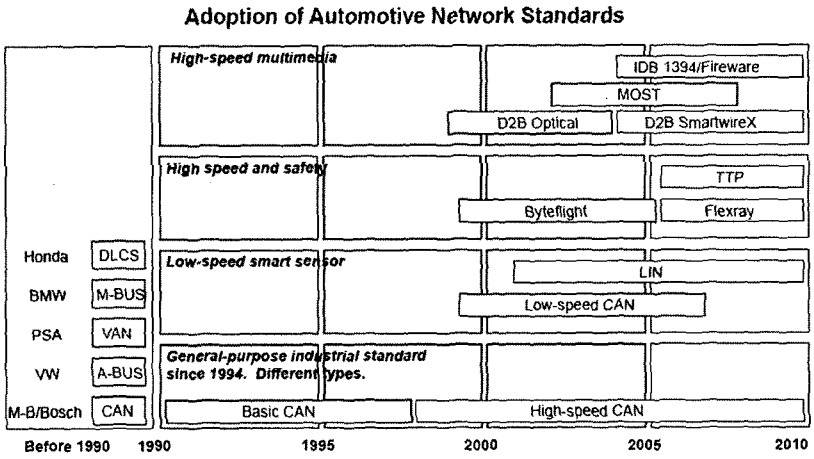
	2003	2004	2005	2006	2007	CAGR
Total Semiconductor	177.5	222.9	234.4	234.8	260.2	10.0
Automotive	14.8	17.0	18.4	19.4	22.0	10.4
Communications	42.6	57.4	60.2	62.0	68.2	12.4
Consumer	29.2	36.1	37.9	39.3	43.9	10.7
Data Processing	73.5	90.6	95.4	91.5	101.6	8.4
Industrial	13.7	17.5	18.2	18.3	19.9	9.7



〈그림 2〉 자동차용 반도체 시장분석



〈그림 3〉 자동차용 반도체 주요 생산업체



〈그림 4〉 자동차 네트워크 종류

〈표 2〉 주요 업체별 생산 품목

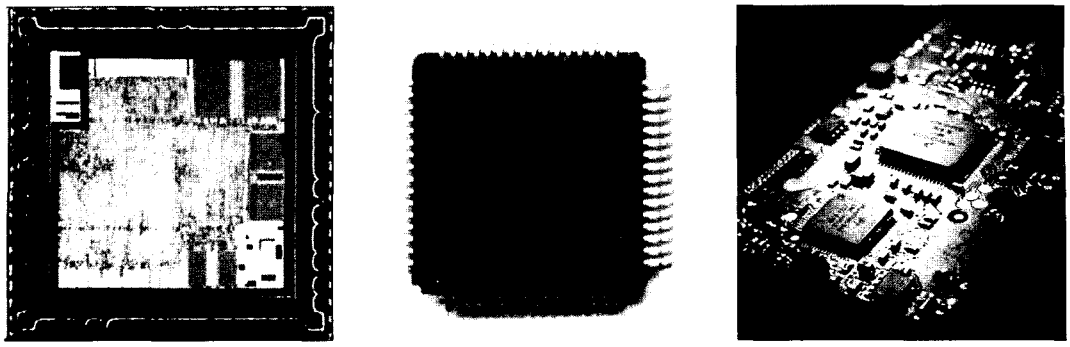
업체명	생산품목과 주요 특징
Freescale	Microprocessor, Microcontroller, DSP, PowerIC, CAN/LIN Controller 등
Infineon	Microprocessor, Microcontroller, DSP, PowerIC, CAN/LIN Controller 등
NEC	Microprocessor, Microcontroller, PowerIC 등
ST Micro	Microcontroller, PowerIC, CAN/LIN Controller 등
Philips	Microcontroller, PowerIC, CAN
Failchild	Controller 등
Semi	PowerIC, Mixed Signal 등

III. 자동차 반도체 기술 현황

앞 절에서는 언급한 자동차 반도체 산업 현황에 대하여 언급하였는데, 본 절에서는 국내, 외 자동차 반도체 기술 현황에 대하여 언급하고자 한다. 자동차 반도체 개발 및 사업화가 일찍이 추진된 미국, 일본 등의 선진국을 먼저 검토하고자 한다. 현재 자동차용 반도체 시장 점유율이 가장 높은 Freescale의 경우 8-bit에서 32-bit에 이르는 자동차용 Microcontroller 및 Vehicle Network IC등의 주요 생산업체로 전력반도체 부문에서도 자체 BCD 공정을 확보하고 있으며 자사의 Microcontroller에 적합한 구동용 전력반도체를 양산하고 있으며 Microcontroller와 전력반도체가 결합한 형태의 제품을 출시하고 있다.

또한, 차세대 차량 네트워크 구축을 위한 반도체 개발과 관련, 필립스 및 모토로라 등 자동차용 선진 반도체 회사를 중심으로 Chipset과 이를 적용하기 위한 컨트롤러 및 실차 적용용 프로토타입을 개발 완료하였다.

그림 4에서 알 수 있듯이, 차세대 차량 네트워크의 표준인 FlexRay인 경우, FlexRay 컨소시엄의 창설 멤버인 프리스케일과 필립스는 CAN 및 LIN(Local Interconnect Network)과 같은 기타 자동차 통신 프로토콜을 개발하여 왔으



〈그림 5〉 Freescale사의 FlexRay Chipset 및 컨트롤러

며 폭넓은 노하우를 갖고 FlexRay용 반도체를 개발하였다. 프리스케일 세미컨덕터는 현재 추진하고 있는 차세대 자동차 네트워크의 표준인 FlexRayTM를 활성화하기 위해 필립스(Royal Philips Electronics)와 이 기술을 공유하고 네트워크 시뮬레이션 도구에서 반도체 제품에 이르기까지 FlexRay 프로토콜 사양 2.1 버전을 지원하는 토털 솔루션을 FlexRay 개발업체에 제공할 수 있는 기반을 마련하고 있다. FlexRay는 동력전달 장치 및 차체 시스템을 비롯한 차세대 고 대역폭 제어 어플리케이션의 구현이 용이해 자동 샤시 관리, 브레이크 시스템 및 조향 장치용 유선 솔루션에 이상적이다. 프리스케일은 자동차 포트폴리오 전체 제품군에 FlexRay 프로토콜 엔진설계를 포함시킬 예정이며, 필립스는 ARM 기반 자동차 MCU 포트폴리오 전체에 FlexRay 프로토콜 엔진 설계를 통합할 계획이다.

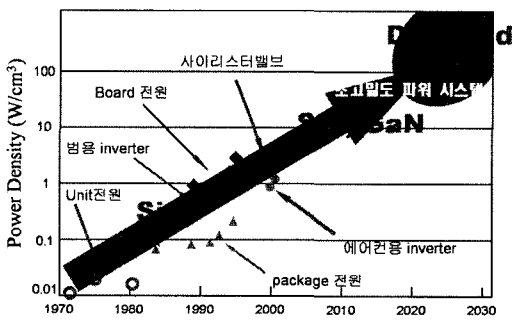
자동차용 전력 반도체의 선두기업은 Infineon사로 개별소자에서의 앞선 기술을 바탕으로 자동차용 MOSFET, Power IC 그리고 이 둘을 결합한 모듈형태의 제품 등을 다양하게 개발하여 자동차 회사에 양산 공급하고 있다. 특히 낮은 저항을 갖은 트렌치 MOSFET을 제작하여 열 발생량을 감소시켜 별도의 Heat Sink 사용이 필요없는 제품을 출시하고 있다. STM의 경우 전통적인 자동차용 반도체 공급업체로 전력반도체 부문에서도 자체 BCD 공정을 바탕으로 Power IC와 개별소자가 결합된 다양한 형태의 자동차용 전력반도체를 생산하고 있다.

자동차 반도체는 일반 가전 및 상용 제품에 비하여 적용 환경이 극히 열악한 실정이다. 이를 극복하기 위하여, 자동차 업체와 반도체 업체에서는 기존 Si에 비하여 내열 특성이 우수한 SiC에 대한 기술개발을 지속적으로 추진되어 최근 일부가 상용화 되고 있다. 2002년에 최초로 300V 및 600V급 SiC 쇼트키 다이오드가 상용화되어 시판되기 시작하였으며 이는 최초의 SiC 전력반도체 시장 진입 사례이다. 현재 세계적으로 10여개의 기업에서 600V 및 1200V SiC 쇼트키 다이오드를 상품화하였으며 대부분의 경우 역률보상 등 산업용 전원장치에 적용되고 있다. SiC 쇼트키 다이오드와 실리콘 IGBT를 결합한 전력변환시스템이 개발 중이며 특

히 SiC소자와 실리콘 소자의 Hybrid 형태의 전력변환시스템에서 52% 손실을 감소시켰다. 일본 간사이 전력(關西電力)과 미국 Cree의 공동 연구로 SiC 전력변환소자의 송배전 및 변전급 대용량소자로의 적용을 위해 많은 연구를 진척시켜 왔으며, 2002년이후 대용량 다이오드 모듈 및 3상 inverter의 개발에 성공하였다.

반도체용 SiC 웨이퍼 기술의 경우, 단결정 성장 기술 개발은 1980년, 90년대 초에 상용 단결정 웨이퍼 출현하였고 2006년 현재 4인치 웨이퍼 공급이 시작되었으나 대부분의 경우 2인치와 3인치 웨이퍼로 공정을 수행하고 있다. Cree의 독과점 체제에서 SiXon 등 다수의 업체가 시장에 진입하여 본격적인 가격경쟁 및 저가격화가 시작되고 있는 실정이다. 현재, Micropipe 결함이 감소(평균 <20/cm2)되었고 전기적 특성에 영향을 주는 결함들이 지속적으로 줄어들어 소자면적 1 ㎠의 대용량 소자(400~600A)기준으로도 90%이상의 수율을 확보하고 있다.

그럼, 국내 자동차 반도체 기술 현황에 대하여 언급하고자 한다. 국내 자동차용 반도체 기술개발은 시스템 IC 2010사업의 일환



〈그림 6〉 SiC 전력 반도체

으로 2003년 착수되었으며, 이후 차세대성장동력(차세대반도체) 사업에서도 기술개발을 추진하고 있다. 시스템 IC 2010 사업(2단계 개발) 에서는 안전 및 인포테인먼트 분야와 관련된 타이어공기압모니터링(TPMS)용 SoC 및 자동차 A/V 전용의 LCD Controller를 개발하였다. 차세대반도체(성장동력) 사업에서는 자동차 바디, 샤시 분야와 관련하여 아래와 같은 5종의 시스템 IC 개발이 이루어지고 있다. 주요 개발 대상은 다음과 같다.

- 초음파경보장치용 시스템 IC 개발
- CAN Network용 시스템 IC 개발
- ESP용 MEMS 관성센서 시스템 IC 개발
- 고속 데이터 통신을 위한 시스템 IC 개발
- Smart Automotive Switch 개발

이상과 같이, 자동차 바디, 샤시, 인포테인먼트등의 분야를 중심으로 전장용 반도체가 일부 개발이 이루어지고는 있지만 아직은 초보적 수준에 머물러 있다. 국내에서는 차량용 네트워크와 관련하여 삼성전자에서 CAN이 내장된 MCU SoC등을 현대오토넷과 공동으로 개발하고 있다.

자동차 전력 반도체 분야는 향후 환경친화형 자동차인 하이브리드/연료전지 자동차의 실용화시 해외 업체에 의존하게 되는 문제가 발생할 소지가 많은 분야로 전력 반도체의 개발이 절실히 요구되고 있다. 국내에서는 현재 MOSFET 및 IGBT의 독자 설계 및 양산 기술은 페어차일드에서 일부 보유하고 있으며 KEC 및 광전자에서는 Bipolar 제품의 중점적인 양산과 MOSFET 및 Power IC 개발에 투자하고 있는 실정이다. 전기자

동차의 인버터와 Ignition과 같은 고전압 특성이 요구되는 전장 시스템에서는 IGBT가 사용되고 다른 전장에서는 대부분 MOSFET과 Power IC가 자동차용 전력반도체의 핵심 부품으로 사용되고 있다. 특히 X-by-wire와 42V 시스템의 적용에 따라 자동차용 MOSFET과 Power IC의 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예견된다.

바디 전장에서 많이 사용되어지는 구동시스템의 경우, 전형적으로 제어 및 판단을 위한 MCU, 구동을 위한 Power IC 및 개별소자로 구성되어 있어 BCD 공정을 사용한 MCD, Power IC 및 개별소자의 One-chip화 기술개발이다. 국내 전력용 반도체 제조업체로는 페어차일드가 있으나 가전제품용에 국한되어 있고 자동차 환경에 적합한 제품군의 개발은 초보적 수준이다. 기타 전력용 반도체 패키징 업체가 있으나 자동차와 같은 열악한 환경조건에서 높은 신뢰성을 요구하는 자동차 분야를 대응하는 데에는 역부족인 상태이다.

자동차용 동력전달 시스템의 경우 대용량의 전원장치이면서도 고온동작 안정성, 작은 부피, 경량, 저손실의 시스템이 요구됨과 동시에 차량용 인버터의 대형화에 따른 무게 및 부피 절감 요구가 증대될 것이라 예측된다. 따라서 국내에서도 현재의 실리콘 전력반도체 보다는 전력밀도를 수배 높일 수 있는 전력반도체가 필요하게 될 것이다. SiC는 실리콘 전력반도체에 비하여 전력밀도를 3~10배 높일 수 있는 고밀도 전력반도체로서 국내에서도 2015년 전후로 차량용으로 상용화가 예상된다. 자동차용 SiC 반도체가 개발될 경우, 차량용 인버터의 무게는 약 1/3, 부피는 1/4로 줄어들 수 있을 것이다.

Ⅳ. 향후 전망

자동차 기술 및 산업이 기계기반에서 전기. 전자기반으로 급격한 발전이 이루어지면서 자동차 반도체에 대한 시장이 지속적으로 증대되고 있다. 선진국에서는 이미 자동차 반도체 시장을 선점하여 세계 시장을 장악하고 있는데 반하여 국내 자동차 및 반도체 업체에서는 기술적으로 선진국 업체에 종속되어 자동차 경쟁력 향상에 장애요인으로 작용하고 있다. 최근, 하이브리드를 비롯한 친환경 자동차가 급속하게 발전하면서 전력용 반도체를 비롯한 고전압 기반의 반도체가 일반화되고 있기 때문에 이에 대한 산학연관의 공동 노력이 요구된다.

후발주자로서 국내 자동차 및 반도체 업계에서는 단기간에 선진국 업체에 기술적 접근을 위한 부단한 노력이 요구된다. 이의 일환으로, 자동차 업계와 반도체 업계가 공동으로 기술개발 대상을 설정과 구체적 개발을 동시에 추진하여야 할 것이다.

그리고, 국내에서 자동차 반도체 개발은 모든 자동차 반도체를 대상으로 설정하기보다는 기술과 시장성이 뒷받침될 수 있는 선택적 대상을 설정하여야 할 것이다. 이의 대표적인 사례로서 지능형자동차 및 텔레매틱스에 응용 가능한 차체 중심의 응용 대상 설정이 필요할 것이다. 중, 장기적으로는 친환경 자동차에 대응 가능한 고전압 기반의 반도체, SiC 반도체에 대한 투자가 필요할 것이다.

참고문헌

[1] 자동차 시장 전망, Arthur D. Little Korea, 2004.
[2] 자동차 반도체 기술 기획, 산업자원부, 2005.
[3] 미래형 자동차 기술 기획, 산업자원부, 2006.
[4] Ronald K. Jurgen, Automotive Electronics handbook, 1998.

저자소개

김 병 우

1987년 2월 한양대학교 기계공학과 학사
1990년 2월 한양대학교 정밀기계공학과 석사
2002년 2월 한양대학교 정밀기계공학과 박사
1989년 7월–1989년 9월 일본 KOSAKA연구소 초빙연구원
1989년 11월–1994년 9월 (주) 카스 센서연구소 주임연구원
1994년 10월–2006년 8월 자동차부품연구원 전장기술연구센터장
2006年 09월–현재 울산대학교 전기전자정보시스템공학부

주관심 분야 : 자동차 전장부품, 차량용 반도체, 지능형 자동차

조 상 복

1979년 한양대학교 전자공학과 졸업(학사)
1981년 한양대학교 전자공학과 졸업(석사)
1985년 한양대학교 전자공학과 졸업(박사)
1994년–1995년 Univ. of Texas, Austin(Visiting Scholar)
2000년–2001년 자동차전자연구센터(소장)
2003년–2004년 Univ. of California, San Diego (Visiting Scholar)
2006년–현재 울산대학교 e-Vehicle 연구 인력양성사업단(단장)
1986년–현재 울산대학교 전기전자정보시스템공학부 교수

주관심 분야 : 자동차 전자 설계 및 테스트, 자동차용 반도체 및 SoC, 고집적 메모리/SoC/VLSI 설계 및 테스트