

# 목차

I. 그린카 개요와 글로벌 시장동향 .....	37
1. 개요와 분류 .....	37
1-1. 그린카의 정의와 종류 .....	37
1) 그린카(Green Vehicle) 정의 .....	37
(1) 일반적인 정의 및 종류 .....	37
(2) 그린카의 국내 정의 .....	39
2) 그린카의 종류 .....	40
3) Green car ranking .....	41
1-2. 그린카의 분류와 유형별 특징 .....	44
1) 엔진구조에 따른 분류 .....	44
(1) Electric Vehicle (xEVs) .....	45
(2) 내연기관(ICE) 차량 .....	53
2) Emission에 따른 분류 .....	55
(1) 개요 .....	55
(2) 주요등급 .....	56
3) 대체연료에 의한 분류 .....	58
(1) 배경 및 현황 .....	58
(2) 주요 분류 .....	60
2. 글로벌 주요국의 그린카 정책동향과 전략 .....	80
2-1. 해외 주요국 정책동향 종합 .....	80
1) 미국의 주요 정책과 전략 .....	83
(1) 그린카 관련 핵심기관 정책동향과 전략 .....	83
(2) 연비규제 강화 .....	89

(3) Bio Fuel 관련 동향과 전략 .....	97
2) EU(유럽)의 주요 정책과 전략 .....	105
(1) European Emission Standards .....	105
(2) 독일의 R&D 지원정책 .....	112
(3) 프랑스 .....	115
3) 일본의 주요 정책과 동향 .....	116
(1) 그린카(에코카) 보급 정책 .....	116
(2) 일본정부의 R&D 지원 정책 .....	119
2-2. 국내 그린카 정책 동향과 전략 .....	126
1) 지원정책 경과 .....	126
2) 정부 R&D 지원현황과 연구성과 .....	127
3) 그린카 R&D 지원전략 .....	132
(1) 전망 및 기본전략 .....	133
(2) 세부 추진 전략 .....	135
(3) 그린카 양산 로드맵 .....	138
4) 저탄소차 협력금제도 시행 .....	139
(1) 저탄소차 협력금제도의 도입 배경 .....	139
(2) 저탄소차 협력금제도의 내용 .....	141
(3) 기대효과 .....	142
3. 국내외 자동차 시장 현황과 전망 .....	143
3-1. 글로벌 시장 현황 .....	143
1) 글로벌 현황 .....	143
2) 지역별 현황 .....	144
3) 업체별 현황 .....	145
4) 차급별 현황 .....	146
3-2. 국내 시장 현황 .....	147
1) 2013년 국내 현황 .....	147
2) 차급 및 업체별 동향 .....	148
(1) 차급별 동향 .....	148
(2) 업체별 동향 .....	148
3) 수입차 동향 .....	149
3-3. 2014년 전망 .....	151
1) 글로벌 시장 전망 .....	151
2) 국내 시장 전망 .....	152
(1) 차급별 전망 .....	153

(2) 수입차 시장 .....	153
(3) 수출 및 생산 전망 .....	153
3) 2014년 주요 업체별 사업전략 .....	155
4) FTA 체결에 따른 자동차 시장 영향 .....	156
(1) 한·미 FTA .....	156
(2) 한·EU FTA .....	158
4. 글로벌 그린카 시장 현황과 전망 .....	160
4-1. 글로벌 시장현황 및 전망 .....	160
1) 자동차 시장 패러다임의 변화 .....	160
2) 2013년 친환경차 판매동향 .....	162
(1) 지역별 성장단계 차별화 .....	163
(2) 타입별 시장현황 .....	165
(3) 업체별 경쟁력 .....	169
(4) 업체 간 연비 경쟁 .....	173
3) 그린카 차종별 시장현황 .....	175
(1) HEV .....	175
(2) BEV .....	176
(3) FCEV .....	177
(4) CDV .....	177
(5) NGV .....	179
4-2. 국내 시장현황 및 전망 .....	181
1) 차종별 시장현황 .....	181
(1) HEV(PHEV) .....	181
(2) BEV .....	182
(3) FCEV .....	183
(4) CDV .....	188
(5) NGV .....	189

## II. 그린카 유형별 핵심기술 개발 동향과 전략 ..... 193

1. 그린카 기술개발 동향 .....	193
1-1. 그린카 유형별 특성과 개발 방향 .....	193
1) 유형별 특성 .....	193
2) 그린카 유형별 기술개발 방향 .....	194
1-2. 그린카 유형별 기술 동향 .....	195

1) HEV(PHEV) .....	195
2) BEV .....	195
3) FCEV .....	196
4) CDV .....	198
5) NGV .....	198
1-3. 국제 표준화 추진 동향 .....	199
2. 전력기반차 주요 부품 기술 개발 동향과 전략 .....	202
2-1. 연료전지와 연료전지차 .....	202
1) 개요 .....	202
(1) 개념 정의 .....	202
(2) 연료전지의 특징 .....	205
(3) 연료전지 산업구조 .....	209
(4) 최근 주요 이슈 .....	210
2) 글로벌 환경 분석 .....	221
(1) 세계 시장 동향 .....	221
(2) 글로벌 정부 및 기업의 추진 실태 .....	227
(3) 수송용 연료전지의 빠른 상용화 가능 .....	233
(4) 빠른 기술혁신의 배경 .....	234
3) 국내 환경 분석 .....	243
(1) 국내 시장 현황 .....	243
(2) 국내 정책 이슈 .....	246
4) 국가별 연료전지 관련 특허 현황 .....	249
(1) 수송용 연료전지 분야 .....	251
(2) 세부기술별 현황 .....	251
5) 국내외 기술개발 전략 .....	253
(1) 글로벌 기술개발 전략 .....	253
(2) 국내 기술개발 전략 .....	256
6) FCEV 시장 전략 .....	262
(1) ZEV Credit 제도 활용 .....	262
(2) 정부 및 에너지업체와 협력 체제 구축 .....	264
(3) 수송용-가정용-발전용 간 시너지 효과 창출 .....	266
7) 글로벌 주요기업 동향 .....	269
(1) Matsushita Electric (Panasonic,일본) .....	269
(2) Nissan Motor(일본) .....	270
(3) Mitsubishi(일본) .....	271

(4) Bloom Energy(미국) .....	272
(5) Honda Motor(일본) .....	273
(6) Ballard Power Systems(캐나다) .....	275
8) 국내 주요기업 동향 .....	276
(1) 삼성SDI .....	276
(2) 포스코에너지 .....	277
(3) 현대자동차 .....	278
(4) 두산중공업 .....	279
(5) GS퓨얼셀 .....	280
(6) 퓨얼셀과워 .....	281
2-2. 2차전지와 전기차 .....	282
1) 개요 .....	282
2) 글로벌 R&D 현황 .....	282
(1) Battery 용도별 R&D 현황 .....	282
(2) 주요 회사별 R&D 현황 .....	287
3) 국내 R&D 현황 .....	293
(1) 정부주도 기술개발 계획 .....	295
(2) 국내 차량용 배터리 관련 기술개발 현황 .....	296
4) 차세대 Battery 관련 이슈 .....	298
(1) Lithium-Air Battery .....	299
(2) EV용 리튬이온 하이브리드 전지시스템 .....	303
(3) 새로운 리튬-이온 배터리용 Polymer 개발 .....	304
(4) 리튬 배터리용 실리콘 양극과 황 음극 개발 .....	305
(5) High-Energy Nickel-Carbon Super-Capacitor Battery .....	307
(6) 리튬-황 배터리를 위한 MOF 기반의 음극 .....	307
(7) 고성능의 저렴한 리튬-황 배터리 개발 .....	308
(8) 나트륨 이온 전지의 새로운 제조공법 .....	309
(9) 배터리 성능을 촉진하는 탄소 나노튜브 코팅 .....	311
(10) 리튬 이온 커패시터 연구 .....	313
(11) 1,600km의 주행거리를 가지는 알루미늄-공기 전지 .....	314
2-3. Motor .....	317
1) Motor의 분류 .....	317
2) Motor 기술개발 동향 .....	320
(1) 유도Motor .....	320
(2) Reluctance Motor (RM) .....	326

(3) WFSM .....	331
3. 친환경 고효율 엔진 기술 .....	336
3-1. Clean Diesel 엔진 .....	336
1) 국내의 클린 디젤 소비자 인식 조사 주요 결과 .....	336
2) 세계 디젤엔진 시장 전망 .....	338
(1) Freedonia Group의 세계의 디젤엔진 Report .....	338
(2) 보쉬의 글로벌 디젤 시장 진단과 전망 .....	339
3) 승용 디젤엔진 개발 전략 .....	342
(1) 디젤엔진 관련 법규 강화 동향 .....	342
(2) 승용 디젤엔진 기술 로드맵 .....	344
(3) 연료 분사 시스템 기술 개발 전략 .....	345
(4) EGR 시스템 기술 개발 전략 .....	346
(5) NOx 후처리 시스템 .....	347
(6) 마찰 및 펌핑 손실 저감 시스템 .....	352
(7) 승용디젤 엔진기술 개발전략 .....	353
4) 상용 디젤자동차의 후처리시스템 적용 기술 .....	354
(1) 상용 디젤자동차의 EURO-VI 배기규제 .....	354
(2) Heavy-Duty 디젤엔진의 EURO-VI 대응전략 .....	356
(3) Diesel Oxidation Catalyst (DOC) .....	358
(4) Diesel Particulate Filter (DPF) .....	359
(5) Selective Catalytic Reduction (SCR) .....	360
(6) 결론 .....	361
5) 국내 클린디젤 기술개발 동향 .....	362
(1) 클린디젤 엔진 연소 기술 .....	362
(2) 클린디젤 엔진 연료분사 시스템 기술 .....	367
(3) 기타 클린디젤 엔진 부품 기술 .....	369
(4) 과제와 전망 .....	373
6) 미국의 On-Road Heavy Duty 차량용 디젤엔진 개발동향 .....	374
(1) 최선의 연비 및 최소의 배기가스 배출을 위한 연소 최적화 기술 .....	375
(2) 최적효율 개선, 펌프손실 감소와 Air Management 최적화 .....	375
(3) 유효에너지를 최대화하기 위한 전체 시스템의 열손실의 최소화 .....	375
(4) 마찰손실이나 Parasitic 손실 감소 .....	376
(5) 고 압축비 및 연소압 증대 .....	376
(6) 엔진의 Down-speeding .....	377
(7) 저탄소 특성인 저가의 대체연료 .....	377

(8) 폐열회수 시스템(Waste Heat Recovery System) .....	378
(9) 저 배기가스 재순환율(EGR rate) .....	378
(10) 진보된 제어 기술 및 하드웨어 기술 .....	379
(11) Calibration 최적화 .....	379
(12) cylindrical variation 감소를 위한 연구 .....	380
(13) 연소 및 유동의 최적화 .....	380
(14) 가변밸브기구(Variable Valve Actuation) 시스템의 적용 .....	380
(15) 결론 .....	380
7) 미국의 Lighr Duty 디젤엔진 개발동향 .....	381
8) 유럽의 디젤 하이브리드 개발 현황 .....	383
(1) PSA 푸조-시트로엥 그룹 .....	383
(2) 폭스바겐 .....	383
(3) BMW .....	384
(4) 과제와 전망 .....	384
9) 일본 디젤 엔진기술 개발 동향 .....	385
(1) 일본 승용디젤엔진연구회 .....	385
(2) HONDA의 신형 디젤엔진기술 .....	390
(3) 도요타자동차의 'DiAir'NOx 후처리시스템의 설계방법론 .....	392
(4) 히노자동차의 새로운 DPR시스템의 개발 .....	394
(5) 일본 교통안전환경연구소의 요소SCR 촉매의 열화특성해석 .....	396
(6) 와세다 대학의 SCR/DPF시스템의 정화특성에 관한 수치해석 .....	397
(7) 와세다 대학의 암모니아 슬립방지용 촉매의 정화특성 .....	397
(8) 기타 .....	398
3-2. 천연가스 엔진 .....	399
1) 개요 .....	399
2) CNG 엔진 .....	400
(1) CNG 가솔린 바이퓨얼(Bi-Fuel) System .....	400
(2) CNG 모노퓨얼(Mono-fuel) System .....	401
3) 상용 CNG 차량 .....	402
(1) 현대자동차의 Q-CNG 엔진 .....	402
(2) 두산인프라코어의 GK12 CNG 엔진 .....	402
(3) 도시형 CNG 시내버스 .....	405
4) CNG 하이브리드 차량 .....	405
(1) 현대자동차의 도시형 CNG Hybrid 시내버스 .....	405
(2) 해외 개발 동향 .....	410

5) LNG 연료공급시스템 .....	411
6) HCNG 차량 .....	412
7) 기타 메탄계 가스엔진 .....	414
3-3. DME 연료 시스템 .....	416
1) DME 연료 시스템 핵심기술 .....	416
2) 글로벌 DME 자동차 개발 동향 .....	420
(1) 유럽 .....	420
(2) 일본 .....	421
(3) 중국 .....	423
3) 국내 DME 자동차 개발 동향 .....	424
3-4. EGR/D-EGR 기술 .....	427
1) EGR 기술 개요 .....	427
(1) 필요성 .....	427
(2) 기술의 개요 .....	428
2) EGR 시스템의 구성과 특징 .....	428
(1) LPL/HPL EGR System .....	428
(2) 가솔린 EGR과 디젤 EGR .....	431
(3) EGR 가스와 연료 공기 혼합기 형성 측면 .....	431
3) EGR 시스템의 주요 부품 .....	432
(1) EGR 밸브 .....	432
(2) EGR 쿨러 .....	434
4) EGR 시스템의 향후과제 .....	435
5) D-EGR 기술의 개념 .....	436
6) D-EGR의 연료 소비율 저감 .....	438
7) D-EGR의 선결 과제 .....	440
3-5. 수소 내연기관 엔진 .....	441
1) 개요 .....	441
2) 수소 연료 내연기관의 구분 .....	442
3) 수소 내연기관 개발 현황 .....	443
(1) 국내현황 .....	443
(2) 글로벌 현황 .....	443
3-6. 초회박 직접분사식 LPG 엔진 .....	448
1) LPG 자동차 동향 .....	448
2) 국내 LPG 자동차 기술 현황 .....	449
3) 희박연소 LPDi 기술 .....	449

3-7. 터보차저(Turbocharger) 기술 .....	454
1) 개요 .....	454
2) 터보차저의 구성 .....	455
3) 웨이스트게이트 터보차저(Wastegate Turbocharger) .....	456
(1) 원리 .....	456
(2) 핵심기술 .....	457
(3) 주요업체 동향 .....	458
4) 가변형상 터보차저(VGT, Variable Geometry Turbocharger) .....	459
(1) 원리 .....	459
(2) 핵심기술 .....	459
(3) 주요업체 동향 .....	460
5) 2단 터보차저 (2-Stage Turbocharger) .....	461
6) 차기 터보차저 (Advanced Turbocharger) .....	462
4. 자동차 경량화 기술 .....	464
4-1. 경량화의 필요성 .....	464
4-2. 경량화 소재별 개발 동향 .....	466
1) 강판 .....	466
(1) 외판용 강판 .....	468
(2) 내판용 강판 .....	469
(3) 구조재용 강판 .....	470
2) 알루미늄 판재 .....	472
3) 고분자 소재 .....	474
(1) EP 및 Super EP 소재 .....	475
(2) 강화복합소재 .....	476
(3) 발포 소재 .....	478
(4) 기타 .....	479
(5) 개발 방향 .....	480
4) 마그네슘의 자동차 적용 기술 .....	483
(1) 대형 광폭 판재의 저렴한 생산 .....	484
(2) 상용화 표면처리 기술 개발 .....	485
(3) 접합기술 개발동향 .....	485
(4) 주조, Die Casting, 단조, 압출 기술의 개발 .....	486
5) 개발 방향 및 전망 .....	486
4-3. 국내 경량화 기술동향 .....	488
1) 고강도 소재의 저비용 성형기술 .....	489

2) Hydroforming (내고압성형) .....	490
(1) Tube Hydroforming .....	491
(2) Sheet Hydroforming .....	492
3) Superplastic Forming (초소성성형) .....	492
4) Hot Forming/Hot Stamping .....	493
4-4. 글로벌 경량화 기술동향 .....	494
1) 독일의 경량화 기술 .....	494
2) 일본의 CFRP 차체 제작 기술 .....	495
3) 기타 경량화 기술 전망 .....	497

### III. 바이오연료와 고품질 대체연료 시장과 기술동향 ..... 501

1. 수송용 연료 시장과 기술 동향 .....	501
1-1. 고품질화, 대체연료화 되는 수송용 연료 .....	501
1-2. 자동차연료 제조기술 .....	502
1) 내연기관의 연료 .....	502
2) 연료제조기술 .....	502
(1) 증류공정기술 .....	504
(2) 전환공정기술 .....	505
(3) 정제공정기술 .....	506
(4) 촉매기술 .....	506
(5) 배합기술 .....	506
(6) 첨가제기술 .....	507
3) 자동차연료의 제조기준 시험방법 .....	512
1-3. 자동차 연료별 품질규제 동향 .....	515
1) Diesel(경유) .....	515
2) Gasoline(휘발유) .....	517
3) LPG .....	518
4) CNG .....	519
2. 바이오에너지, 연료 시장과 기술동향 .....	520
2-1. 개요 .....	520
2-2. 바이오에너지 시장동향 .....	522
1) 글로벌 시장 동향 .....	522
2) 국내 시장 현황 .....	523
3) 바이오에너지 분야 과제와 전망 .....	526

2-3. 바이오에너지 이용기술 .....	529
1) 개요 .....	529
2) 바이오에너지 이용기술 특허 현황 .....	532
(1) 바이오에너지 이용기술의 IPC 분류 .....	532
(2) 특허의 기술수준 .....	533
(3) 국가별 특허 출원현황 .....	535
(4) 출원인별 주요 특허현황 .....	536
(5) 기술 분야별 주요 특허현황 .....	541
2-4. 수송용 바이오연료 .....	548
1) 바이오에탄올 (Bio-Ethanol) .....	553
(1) 바이오에탄올의 생산기술 .....	553
(2) 차량용 연료로서의 바이오에탄올 .....	558
(3) 바이오에탄올의 보급 정책 및 현황 .....	561
(4) 국내 현황 .....	566
2) 바이오부탄올 (Bio-Butanol) .....	567
(1) 바이오에탄올 대체재로서의 바이오부탄올 .....	568
(2) 기술개발 현황 및 가격경쟁력 .....	570
(3) 바이오부탄올 수급 전망 .....	573
(4) 기술과제 및 향후 전망 .....	575
3) 바이오디젤(Bio-Diesel) .....	576
(1) 바이오디젤의 원료 및 생산 공정 .....	576
(2) 바이오디젤의 장/단점 .....	580
(3) 바이오디젤의 필요성 .....	581
(4) 바이오디젤의 보급 현황 및 전망 .....	581
(5) FAME/FAEE/HBD .....	592
(6) 주요 이슈 .....	600
4) 바이오가스(Bio-Gas) .....	601
(1) 바이오가스의 성분 및 특성 .....	601
(2) 바이오가스의 제조 (바이오가스화) .....	603
(3) 바이오가스 정제기술 .....	612
(4) 바이오가스 활용 .....	613
2-5. 주요 국가별 바이오연료 보급현황 및 추진정책 .....	622
1) 개요 .....	622
2) 미국 .....	626
3) EU .....	630

(1) 영국의 RTFO .....	632
(2) 바이오연료 지속가능성 기준 정책 .....	635
4) 남미 및 브라질 .....	636
5) Asia .....	637
6) 국내 .....	639
2-6. 국내외 주요 업체별 R&D 동향 .....	643
1) DuPont(미국) .....	643
(1) 일반현황 .....	643
(2) 특허출원 현황 .....	644
2) Danisco(덴마크) .....	646
(1) 일반현황 .....	646
(2) 특허출원 현황 .....	646
3) Genencor Inc.(미국) .....	649
(1) 일반현황 .....	649
(2) 특허출원 현황 .....	649
4) Novozymes(덴마크) .....	651
(1) 일반현황 .....	651
(2) 특허출원 현황 .....	652
5) Petrobras(브라질) .....	654
(1) 일반현황 .....	654
(2) 특허출원 현황 .....	655
6) POET LLC.(미국) .....	657
(1) 일반현황 .....	657
(2) 특허출원 현황 .....	658
7) GS 칼텍스 (한국) .....	660
(1) 일반현황 .....	660
(2) 특허출원 현황 .....	661
8) JC케미칼(한국) .....	663
(1) 일반현황 .....	663
(2) 특허출원 현황 .....	663
9) SK 케미칼(한국) .....	665
(1) 일반현황 .....	665
(2) 특허출원 현황 .....	666
10) ADM (Arthur-Daniel Midland, 미국) .....	667
(1) 일반현황 .....	667

(2) 특허출원 현황 .....	668
11) BASF SE(독일) .....	669
(1) 일반현황 .....	669
(2) 특허출원 현황 .....	670
12) Cargill, Incorporated(미국) .....	672
(1) 일반현황 .....	672
(2) 특허출원 현황 .....	672
13) Lurgi GmbH(독일) .....	674
(1) 일반현황 .....	674
(2) 특허출원 현황 .....	675
14) Bekon(독일) .....	676
(1) 일반현황 .....	676
(2) 특허출원 현황 .....	677
15) U.T.S(독일) .....	679
(1) 일반현황 .....	679
(2) 특허출원 현황 .....	680
3. 수송용 대체 연료시장 동향과 전망 .....	682
3-1. 천연가스 .....	682
1) 개요 .....	682
2) 세계 천연가스차량(NGV) 현황 .....	683
3-2. DME 연료 .....	685
1) DME 연료 특징 .....	685
2) 배출가스 시험결과 .....	686
3) DME연료의 생산 및 보급 .....	687

# 표목차

I. 그린카 개요와 글로벌 시장동향 .....	37
<표1-1> 몇 가지 타입 green car의 basic characteristic 비교 .....	38
<표1-2> 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제2조 .....	39
<표1-3> 그린카의 국내 분류 및 특징 .....	40
<표1-4> Best green car Annual Ranking 또는 Listing 요약 .....	41
<표1-5> 그린카의 주요 장치 개요 (O:적용, X:비적용) .....	44
<표1-6> 전기자동차의 주요 부품별 주요기능 및 특징 .....	46
<표1-7> Hybrid 차량 종류별 기술적 특징 .....	48
<표1-8> California Air Resources Board에 의하여 검증된 차량의 등급 .....	55
<표1-9> 현재의 Zero-Emissions Vehicle 예 .....	58
<표1-10> Global Non Petroleum Fuel 사용 차량 현황 .....	59
<표1-11> 대기환경 보전법의 바이오가스 자동차연료 제조기준 .....	70
<표1-12> 연도별 LPG 자동차 증감 현황 (단위 : 대) .....	75
<표1-13> LPG 연료공급 시스템의 기술별 분류 .....	77
<표1-14> 주요국가의 그린카 정책동향 요약 (미국) .....	80
<표1-15> 주요국가의 그린카 정책동향 요약 (일본, 유럽) .....	81
<표1-16> 주요국가의 그린카 정책동향 요약 (중국, 한국) .....	82
<표1-17> ARPA-E의 자동차 분야 프로그램 현황 .....	84
<표1-18> EERE, 자동차 분야 프로그램 현황 .....	85
<표1-19> 미국 EPA와 NHTSA의 2012~2016모델년도 규제목표 .....	91
<표1-20> 도로교통안전국의 기업평균연비 기준 (mpg) .....	92
<표1-21> 세그먼트별 2016모델년도의 CO2 배출량과 연비목표 .....	92
<표1-22> 북미생산 자동차(미국판매용) 엔진의 기통수별 구성 .....	94
<표1-23> 2016모델년도 자동차메이커별 연비향상 기술 탑재율 .....	95
<표1-24> 2017~2025모델년도의 미국 CO2 배출량 및 연비규제 방침 .....	97

<표1-25> Renewable Fuels Required (단위 : 10억 Gallons) .....	98
<표1-26> 2012년 미국 자동차 3사의 E-85 Flex Fuel Vehicles .....	103
<표1-27> 승용차 European emission standards .....	108
<표1-28> European emission standards - 1305 kg이하 경상용차 .....	109
<표1-29> European emission standards - 경상용차 1305-1760 kg .....	109
<표1-30> European emission standards - 경상용차 1760-3500(Max) .....	110
<표1-31> EU Emission Standards for HD Diesel Engines .....	110
<표1-32> Emission standards for Large Goods Vehicles .....	111
<표1-33> R&D Lighthouse Project 세부 기술 분야별 지원현황 .....	112
<표1-34> 독일의 전기차 관련 3단계 국가전략 모델 .....	114
<표1-35> 프랑스의 Bonus-Malus 제도 .....	115
<표1-36> 프랑스의 친환경차 추가 지원 강화 .....	116
<표1-37> 2012년 일본의 에코카 보조금 정책 .....	117
<표1-38> 일본 자동차 관련 산업부문 R&D 예산 현황 .....	119
<표1-39> 자동차 분야의 연료 다양화 기술도 .....	120
<표1-40> 일본 하이브리드 버스의 연비 및 판매대수 .....	124
<표1-41> 국내 그린카 분야 기술개발 현황 - 현대자동차(주) .....	127
<표1-42> 국내 그린카 분야 기술개발 현황 - 자동차부품연구원 .....	128
<표1-43> 국내 그린카 분야 기술개발 현황 .....	129
<표1-44> 2013년 그린카 관련 주요 연구분야 .....	130
<표1-45> 그린카 부품개발 로드맵 .....	135
<표1-46> 국내 그린카 보급목표 (단위 : 천 대, 누적) .....	138
<표1-47> 국내 그린카 양산계획 .....	138
<표1-48> 부문별 온실가스 감축률 .....	139
<표1-49> 국내 연도별 승용차 규모별 등록비중 (%) .....	140
<표1-50> 환경부의 저탄소차 협력금제도 구간 및 금액 설계 (안) .....	141
<표1-51> 국내 1~8월 차급별 판매 .....	148
<표1-52> 국내 1~8월 주요 업체별 판매량 추이 .....	149
<표1-53> 주요 브랜드 1~8월 국내 판매 실적 .....	150
<표1-54> 2014 지역별 판매 전망 .....	151
<표1-55> 2014년 국내 전망 및 정책 내용 .....	152
<표1-56> 2014년 주요 업체 사업전략 요약 .....	155
<표1-57> 자동차산업의 한·미 FTA 체결 개요 .....	156
<표1-58> 자동차산업의 한·EU FTA 체결 개요 .....	158
<표1-59> 세계 그린카 시장 전망 (단위 : 만 대) .....	160

<표1-60> 2013년 친환경차 시장 지역별 판매 .....	163
<표1-61> 2013년 친환경차 시장 타입별 판매 .....	166
<표1-62> 2013년 친환경차 시장 업체별 판매 .....	170
<표1-63> 시판(예정) 중인 그린카 비교 .....	180
<표1-64> 주요 업체별 수소연료전지차 경쟁력 비교 .....	188
<표1-65> 국내 그린카 시장 전망 (단위 : 만 대) .....	190

## II. 그린카 유형별 핵심기술 개발 동향과 전략 ..... 193

<표2-1> 국내·외 기술개발 동향 .....	194
<표2-2> ISO/IEC 국제 표준화 내용 .....	200
<표2-3> 그린카 기술분야별 국제 표준화 현황 .....	201
<표2-4> 전해질에 따른 연료전지의 종류 .....	204
<표2-5> 용도별 연료전지 구분 .....	205
<표2-6> 후지경제의 연료전지 시장 전망 .....	206
<표2-7> 에너지원별 이용률 및 필요 설치면적 비교 .....	207
<표2-8> 자동차용 연료전지의 기대효과 .....	207
<표2-9> 지역별 연료전지 시장 규모 전망 (단위 : 억 엔) .....	223
<표2-10> 수소 스테이션 시장 규모 전망 (단위 : 억 엔) .....	224
<표2-11> 연료전지자동차 개발 현황 .....	226
<표2-12> 각국의 연료전지 관련 정책 동향 요약 .....	227
<표2-13> 미국의 연료전지 관련 정책 동향 .....	229
<표2-14> 일본의 주요업체별 제품 세부사양 .....	231
<표2-15> 국내 연료전지 시장 전망 (단위 : 백만 달러) .....	244
<표2-16> 국내 건물용 1kW 연료전지 시스템 .....	245
<표2-17> 국내 연료전지 관련 주요 정책 현황 .....	247
<표2-18> 연료전지 관련 국가별 상위 출원인 현황 .....	249
<표2-19> 수송용 연료전지 분야 국가별 주요 출원인 .....	251
<표2-20> 국내 주요 기술개발 현황 .....	257
<표2-21> 수송용 대비 가정용·발전용 연료전지의 특징 .....	266
<표2-22> 연료전지 관련 글로벌 주요 기업 .....	269
<표2-23> Matsushita Electric의 주요특허 .....	270
<표2-24> Nissan Motor의 주요 특허 .....	271
<표2-25> Mitsubishi의 주요 특허 .....	272
<표2-26> Bloom Energy의 주요 특허 .....	273
<표2-27> 도요타와 혼다의 수송용 연료전지 기술 발전 동향 .....	274

<표2-28> Honda Motor의 주요 특허 .....	274
<표2-29> Ballard Power System의 주요 특허 .....	275
<표2-30> 연료전지 관련 국내 주요기업 및 선정요인 .....	276
<표2-31> 삼성SDI의 주요 특허 .....	277
<표2-32> 포스코의 주요 특허 .....	278
<표2-33> 현대자동차의 주요 특허 .....	279
<표2-34> 두산중공업의 주요 특허 .....	280
<표2-35> GS퓨얼셀의 주요 특허 .....	281
<표2-36> 퓨얼셀과위의 주요 특허 .....	281
<표2-37> Lithium-ion과 니켈수소합금 배터리 주요 성능 비교 .....	284
<표2-38> 각 OEM 업체별 PHEV 배터리 주요 사양 .....	285
<표2-39> 국내외 기술개발 동향 요약 .....	293
<표2-40> 국내 차량용 배터리 관련 기술개발 현황 .....	296
<표2-41> Motor의 분류 및 특징 .....	318
<표2-42> 자동차 구동용 Motor 종류 및 특징 .....	319
<표2-43> 전기차 구동용 유도Motor 적용 차량 현황 .....	320
<표2-44> 유도모터의 기술 개발 사례 .....	322
<표2-45> 알루미늄과 동(銅) 적용 유도모터의 비교 .....	323
<표2-46> 전기강판의 철손 저감 그래프 및 신소재 강판 비교 .....	324
<표2-47> 영구자석 매입형 동기 릴럭턴스 Motor의 구조 및 특징 .....	327
<표2-48> Mazda의 HEV 구동용 Switched Reluctance Motor 구조 및 실험 결과 .....	328
<표2-49> Brush-less 동기Motor의 고주파 전력전달 구조도 및 등가회로 ...	335
<표2-50> 주요국가별 온실가스 및 연비 규제내용 .....	343
<표2-51> 각종 SCR 촉매 종류에 따른 특성 .....	351
<표2-52> Heavy-Duty 디젤 On-highway EURO-V 및 EURO-VI 배기규제 비교 .....	355
<표2-53> Heavy-Duty 디젤 On-highway EURO-VI 대응 후처리전략 .....	357
<표2-54> 현재, 또는 향후 1년 안에 북미시장에서 판매되어질 약 30여종의 차량들 (2014.03) .....	381
<표2-55> 승용디젤엔진연구회의 2013년 공통과제 .....	386
<표2-56> CNG 차량의 장점과 단점 .....	400
<표2-57> CNG 엔진의 구분 .....	400
<표2-58> 하이브리드 제어기(HCU) 기능 및 주행모드 .....	408
<표2-59> Hybrid 주행모드별 에너지 흐름도 .....	408

<표2-60> 하이브리드 버스 시범운행 현황 .....	409
<표2-61> 차량 적용 효과 .....	409
<표2-62> 개발된 HD LNG 디젤 혼소 엔진 제원 .....	412
<표2-63> 대기환경보전법 자동차 천연가스연료 제조기준 .....	414
<표2-64> 가솔린 EGR과 디젤 EGR 비교 및 특징 .....	431
<표2-65> 여러가지 연료의 엔진 배기배출 성분 .....	442
<표2-66> 수소 연료 내연기관의 구분 .....	442
<표2-67> LPDi 엔진에서 희박연소를 구현하는 방법 .....	450
<표2-68> 구조재용 강판의 강도별 사용 부위 .....	470
<표2-69> 핫스탬핑 기술 .....	471
<표2-70> 강화복합소재의 적용 제품 예 .....	478
<표2-71> 발포소재의 적용 제품 예 .....	479
<표2-72> CFRP 종류 및 공법 .....	483

### **Ⅲ. 바이오연료와 고품질 대체연료 시장과 기술동향 .....** 501

<표3-1> 자동차연료의 제조기준 시험방법-휘발유 .....	512
<표3-2> 자동차연료의 제조기준 시험방법-경유 .....	513
<표3-3> 자동차연료의 제조기준 시험방법-LPG .....	513
<표3-4> 자동차연료의 제조기준 시험방법-천연가스 .....	514
<표3-5> 자동차연료의 제조기준 시험방법-바이오디젤 .....	514
<표3-6> 주요 국가별 자동차용 경유의 주요 규격 .....	516
<표3-7> 주요 국가별 자동차용 휘발유의 주요 규격 .....	518
<표3-8> 대기환경보전법 자동차 천연가스연료 제조기준 .....	519
<표3-9> 국내 신재생에너지법의 바이오에너지의 기준 .....	521
<표3-10> 주요 국가별 바이오 연료 생산 주요업체 .....	523
<표3-11> 국내 바이오디젤 보급량 및 예상 보급량 .....	524
<표3-12> 국내 주요 대기업의 바이오 연료 시장 참여활동 .....	525
<표3-13> 국내 주요 중소기업의 바이오 연료 시장 참여활동 .....	526
<표3-14> 바이오 에너지 이용 열·전기 생산기술 .....	530
<표3-15> 수송용 바이오 연료의 세대별 특성 .....	530
<표3-16> 바이오에너지 이용기술 분야별 국가별 특허건수 .....	532
<표3-17> 바이오에너지 관련 IPC(국제특허분류) .....	533
<표3-18> 구간별 주요 지역 내 특허 출원 연평균 성장률 비교 .....	535
<표3-19> 국가별 상위 출원인 현황 .....	538
<표3-20> 국적별 상위 출원인 현황 .....	540

<표3-21> 주요 국가 내 기술 분야별 특허 출원 현황 .....	541
<표3-22> 바이오에탄올 재료 분야의 다출원인 현황 .....	543
<표3-23> 바이오에탄올 미생물·효소의 다출원인 현황 .....	543
<표3-24> 바이오에탄올 공정기술 분야의 다출원인 현황 .....	544
<표3-25> 바이오디젤 재료의 다출원인 현황 .....	544
<표3-26> 바이오디젤 촉매·산화안정제의 다출원인 현황 .....	545
<표3-27> 바이오디젤 공정기술 다출원인 현황 .....	545
<표3-28> 바이오가스 재료 다출원인 현황 .....	546
<표3-29> 바이오가스 미생물의 다출원인 현황 .....	546
<표3-30> 바이오가스 공정기술의 다출원인 현황 .....	546
<표3-31> 기술 분야별 주요 출원인의 특허 집중도 .....	547
<표3-32> IEA 바이오연료의 기술 로드맵의 바이오연료 구분 .....	551
<표3-33> 자동차 연료용 주요 신재생에너지 특징 .....	552
<표3-34> 주요기업의 목질계 바이오에탄올 상용화 실증 연구개발 현황 .....	557
<표3-35> 바이오에탄올의 차량 적합성 .....	559
<표3-36> 주요 국가별 에탄올 생산 및 활용 현황 .....	560
<표3-37> 에탄올 혼합연료의 연비 분석 결과 .....	561
<표3-38> 각국의 바이오에탄올 도입 목표 및 지원정책 .....	563
<표3-39> 국내 바이오에탄올의 Supply Chain .....	566
<표3-40> Properties of n- Butanol, Ethanol and Gasoline .....	568
<표3-41> The Status of Biobutanol Companies .....	574
<표3-42> 지역별 Biodiesel Growth 전망 (2009-2015) .....	583
<표3-43> 미국의 RFS(Renewable Fuel Standard) 2 .....	586
<표3-44> 국내 바이오디젤의 Supply Chain .....	590
<표3-45> 1세대 및 2세대 바이오디젤의 차이점 .....	593
<표3-46> 일반적인 HBD의 생산 3단계 Mechanism .....	594
<표3-47> HBD와의 다른 디젤과의 물성 비교 .....	594
<표3-48> 주요 HBD생산회사의 공정기술 및 상업화 추진현황 비교 .....	595
<표3-49> Differences between EN14214 vs WWFC .....	600
<표3-50> 바이오가스의 성분 비교 .....	602
<표3-51> CH <sub>4</sub> 와 CO <sub>2</sub> 의 특성 .....	602
<표3-52> 바이오가스의 연소특성 .....	603
<표3-53> 바이오가스의 이용 .....	603
<표3-54> 혐기성소화과정 개념도 및 공정 .....	604
<표3-55> 혐기성소화 장애를 일으키는 독성물질 .....	605

<표3-56> 국내 주요 바이오가스 플랜트 현황 .....	611
<표3-57> 바이오가스의 정제기술 종류 및 특징 .....	612
<표3-58> 국내 바이오가스의 공급망 구성업체 .....	614
<표3-59> 국내 자동차용 바이오가스 플랜트 현황 .....	616
<표3-60> 서남사업소 월별 가스 판매 현황 .....	617
<표3-61> 국내의 바이오가스 정제설비 .....	617
<표3-62> 바이오가스 고질화 플랜트 현황 .....	618
<표3-63> 주요 국가의 바이오 연료 혼합의무 제도 및 목표치 .....	624
<표3-64> 주요 국가의 바이오에너지 육성 정책 요약 .....	625
<표3-65> 미국 주요기관의 바이오 연료 지원 계획 .....	626
<표3-66> 미국의 RFS Program 요약 .....	627
<표3-67> RFS 2 Program에서의 Biofuel Category .....	628
<표3-68> RFS 2 Program에서의 Biofuel Standard .....	628
<표3-69> EU에서 제시하는 대표적인 바이오연료들의 생산경로에 따른 온실가스 배출 저감률 .....	632
<표3-70> 영국의 RTFO 요약 .....	633
<표3-71> The Carbon Intensity and Carbon Saving of Biofuels under the RTFO in UK .....	635
<표3-72> EU의 바이오연료 지속가능성 기준 정책 요약 .....	635
<표3-73> 국내 수송부문의 기존 conventional 바이오연료를 대체할 수 있는 advanced 바이오연료의 개발현황 .....	641
<표3-74> DuPont의 기업정보 .....	643
<표3-75> DuPont 기술분류별 주요 특허 .....	644
<표3-76> DuPont의 연도 및 기술분류별 특허 출원현황 .....	644
<표3-77> DuPont의 구간별 기술분류별 특허 활동성 .....	645
<표3-78> Danisco의 기업정보 .....	646
<표3-79> Danisco의 기술분류별 주요 특허 .....	646
<표3-80> Danisco의 연도 및 기술분류별 특허 출원현황 .....	647
<표3-81> Danisco의 구간별 기술분류별 특허 활동성 .....	647
<표3-82> Genencor Inc.의 기업정보 .....	649
<표3-83> Genencor의 기술분류별 주요 특허 .....	649
<표3-84> Genencor Inc.의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	650
<표3-85> Genencor Inc.의 구간별 기술분류별 특허 활동성 .....	650
<표3-86> Novozymes의 기업정보 .....	651
<표3-87> Novozymes의 기술분류별 주요 특허 .....	652

<표3-88> Novozymes의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	653
<표3-89> Novozymes 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	653
<표3-90> Petrobras의 기업정보 .....	654
<표3-91> Petrobras의 기술분류별 주요 특허 .....	655
<표3-92> Petrobras의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	656
<표3-93> Petrobras 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	656
<표3-94> POET LLC.의 기업정보 .....	657
<표3-95> POET의 기술분류별 주요 특허 .....	658
<표3-96> POET의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	659
<표3-97> POET 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	659
<표3-98> GS Caltex Corporation의 기업정보 .....	660
<표3-99> GS 칼텍스의 기술분류별 주요 특허 .....	661
<표3-100> GS 칼텍스의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	663
<표3-101> JC케미칼(주)의 기업정보 .....	663
<표3-102> JC 케미컬의 기술분류별 주요 특허 .....	663
<표3-103> JC케미칼(주)의 특허정보 .....	664
<표3-104> JC 케미컬의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	664
<표3-105> SK 케미칼(주)의 기업정보 .....	665
<표3-106> SK 케미컬의 기술분류별 주요 특허 .....	666
<표3-107> SK케미칼의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	666
<표3-108> ADM의 기업정보 .....	668
<표3-109> ADM의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	668
<표3-110> ADM 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	668
<표3-111> BASF의 기업정보 .....	670
<표3-112> BASF 케미컬의 기술분류별 주요 특허 .....	670
<표3-113> BASF의 연도 및 기술분류별 특허 출원현황 .....	671
<표3-114> BASF 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	671
<표3-115> Cargill, Incorporated의 기업정보 .....	672
<표3-116> Cargill의 기술분류별 주요 특허 .....	672
<표3-117> Cargill의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	673
<표3-118> Lurgi GmbH의 기업정보 .....	674
<표3-119> Lurgi의 기술분류별 주요 특허 .....	675
<표3-120> Lurgi의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	675
<표3-121> Lurgi 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	675
<표3-122> Bekon의 기업정보 .....	676

<표3-123> Bekon의 기술분류별 주요 특허 .....	677
<표3-124> Bekon의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	678
<표3-125> Bekon 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	678
<표3-126> U.T.S의 기업정보 .....	679
<표3-127> U.T.S의 기술분류별 주요 특허 .....	680
<표3-128> U.T.S의 연도 및 기술분류별 특허 출원 현황 .....	680
<표3-129> U.T.S 구간에 따른 기술분류별 특허 활동성 .....	680
<표3-130> CNG 차량의 장점과 단점 .....	683
<표3-131> CNG 엔진의 구분 .....	683
<표3-132> Physical Properties for DME and Other Fuels .....	685
<표3-133> 배출가스 시험결과 (FTP-75모드, 오스트리아 AVL사) .....	686

# 그림목차

<b>I. 그린카 개요와 글로벌 시장동향</b> .....	<b>37</b>
<그림1-1> BEV와 H/FCEV의 에너지 효율 비교 .....	38
<그림1-2> 전기기반 그린카의 주요 부품 구성도 .....	45
<그림1-3> 전기자동차의 동력원 별 분류 .....	45
<그림1-4> 차량 냉난방 조건에 따른 전기자동차 1회 충전 주행거리 .....	51
<그림1-5> (좌) EV, (중) EREV, (우) PHEV .....	52
<그림1-6> 연료전지 자동차 구조도 .....	52
<그림1-7> Nuna(좌,중)와 Trev(우) .....	62
<그림1-8> 바이오에너지 변환시스템 .....	65
<그림1-9> 세계 바이오에탄올 생산량 .....	66
<그림1-10> Global Bio-diesel Production 원재료 분포도 .....	68
<그림1-11> Fatty Acid Profiles of Various Feedstocks .....	69
<그림1-12> CNG/가솔린 겸용방식 연료공급 시스템 개략도 .....	72
<그림1-13> CNG 전용방식 연료공급 시스템 개략도 .....	72
<그림1-14> HCNG 엔진의 수소 혼합율에 따른 성능 개선 효과 .....	74
<그림1-15> LPLi 연료공급 시스템의 개념도 .....	78
<그림1-16> LPDi 연료공급 및 엔진 시스템 .....	79
<그림1-17> 미국의 바이오디젤 생산량의 변화 .....	102
<그림1-18> 바이오연료 기술분야 기술로드맵 .....	121
<그림1-19> 연료전지자동차/수소관련 기술분야 기술로드맵 .....	122
<그림1-20> 전기자동차/전력저장기술 분야 기술로드맵 .....	122
<그림1-21> 그린카분야 R&D 비전 및 지원전략 .....	134
<그림1-22> 글로벌 자동차 월별 판매 추이 .....	143
<그림1-23> 2013년(1~8월) 지역별 판매 동향 .....	144

<그림1-24> 업체별 판매 실적 .....	145
<그림1-25> 차급별 판매 실적 및 hybrid 판매 실적 .....	146
<그림1-26> 2013년 1~8월 국내 월별 판매 추이 .....	147
<그림1-27> 국내 수입차 월별 판매 추이 .....	149
<그림1-28> 연간 수출 및 생산 추이와 전망 .....	154
<그림1-29> 세계 그린카시장 차종별 패러다임 변환 (전망) .....	161
<그림1-30> 친환경차 시장 성장단계 .....	162
<그림1-31> EV 판매 추이 및 2013년 지역/모델별 비중 .....	167
<그림1-32> 연료전지차 분야 업체간 제휴 현황 .....	168
<그림1-33> (좌)<친환경차 주요 업체 점유율 변화>, (우)<친환경차 차급 구성 및 전용차 비중> .....	171
<그림1-34> Toyota 연도별 HEV 판매 추이, 100만 대 누적 달성 기간 .....	172
<그림1-35> Honda의 신 모델 전략 .....	174
<그림1-36> 혼다 i-DCD, i-MMD와 Toyota THS 구간별 동작 비교 .....	174
<그림1-37> 주요 업체 HEV 모델 출시 및 연비 현황 .....	175

## II. 그린카 유형별 핵심기술 개발 동향과 전략 ..... 193

<그림2-1> 동력발생부별 그린카 비교 .....	193
<그림2-2> 주요 해외 완성차업체의 연료전지 기술 동향 .....	197
<그림2-3> EV, FCEV의 주행거리 대비 시스템 가격 비교 .....	198
<그림2-4> 연료전지 작동원리 .....	203
<그림2-5> 연료전지 발전시스템 구성도 .....	203
<그림2-6> 연료전지 발전시스템의 친환경성 .....	206
<그림2-7> IEA '450 시나리오'중 그린카 시장 전망 .....	208
<그림2-8> SOFC 시스템 산업구조도 .....	209
<그림2-9> PEMFC 시스템 산업구조도 .....	210
<그림2-10> 탄탈(Tantal) 산화물 나노입자 박막으로 둘러싸인 백금 나노 촉매 .....	215
<그림2-11> 이론계산에 의해 구한 BN-금 표면에 흡착한 산소의 안정화 구조 .....	216
<그림2-12> 잉크젯 프린터를 이용해서 연료 전지 층을 형성하는 모습 .....	217
<그림2-13> EDX와 WDX로 분석된 Bi3Ir 결정의 SEM 이미지 .....	220
<그림2-14> 연료전지 세계시장 전망 (단위 : 억 엔) .....	222
<그림2-15> 주요 스택 부품시장 전망 .....	223
<그림2-16> 애플리케이션별/지역별 판매 용량 (MW) .....	225

<그림2-17> 주요 자동차 기업의 연료전지자동차 양산 계획 .....	228
<그림2-18> 전 세계 수소연료전지자동차 실증사업 현황 .....	228
<그림2-19> 미국의 CCTP(Climat Change Technology Program) .....	230
<그림2-20> 미국의 연료전지 기술 개발 협력 체계 .....	230
<그림2-21> 일본의 Cool Earth-Innovation Energy Technology Program ...	232
<그림2-22> 일본의 연료전지 기술 개발 협력 체계 .....	232
<그림2-23> 수송용 연료전지의 발전 배경 .....	235
<그림2-24> 오픈 이노베이션의 기반이 된 정부 과제 중심의 연구개발체제 ·	236
<그림2-25> 연료전지 특히 동향 .....	236
<그림2-26> 도요타 사례 : 연료전지 스택(축매층) 내 ‘백금 사용 저감 기술’ 개발 .....	237
<그림2-27> 수송용 연료전지와 자동차 엔진의 유사성 .....	238
<그림2-28> 도요타와 다임러의 협력업체 역량 활용 .....	239
<그림2-29> 완성차-부품 업체의 연료전지 부품 모듈화·부품 수 축소 .....	240
<그림2-30> 완성차업체 중심의 연료전지 생태계 .....	242
<그림2-31> 완성차업체 중심의 연료전지 생태계-Toyota의 경우 .....	242
<그림2-32> 국내 연료전지 시장 규모 .....	243
<그림2-33> 포스코파워社의 MCFC 설치 현황 .....	245
<그림2-34> 그린카 중 연료전지차량 발전 로드맵 .....	246
<그림2-35> 연료전지 관련 정부 정책 방향 .....	248
<그림2-36> 수송용 연료전지 분야 국가별 세부기술 비중 .....	252
<그림2-37> 수송용 연료전지 분야 연도별 세부기술 비중 .....	253
<그림2-38> 주요 해외 완성차업체의 연료전지 기술 동향 .....	254
<그림2-39> EV, FCEV의 주행거리 대비 시스템 가격 비교 .....	254
<그림2-40> FC EXPO 2014에서 밝힌 Toyota의 친환경차 가격 저감을 위한 HEV 부품 적용 형태 .....	255
<그림2-41> Honda “V-flow” 분리판 형태 및 이를 이용한 스택적층 부피 저감 형태 .....	256
<그림2-42> 수소연료전지차 상용화에 필수적인 가격저감을 위한 기술향상과 양산 .....	259
<그림2-43> 미국 DOE에서 분석한 2013년 수소연료전지차 스택 가격 .....	261
<그림2-44> ZEV 크레딧 제도 : 크레딧 부여 기준과 거래 현황 .....	263
<그림2-45> ZEV 크레딧 제도 : 적용 대상 업체 확대와 테슬라 사례 .....	264
<그림2-46> 일본 정부의 수소충전소 구축 계획 (2015년 목표) .....	265
<그림2-47> 도요타와 혼다의 가정용 연료전지 개발 사례 .....	267

<그림2-48> 배터리 팩의 냉각과 온도의 성능 영향(Renault 사) .....	287
<그림2-49> GM, Opel Ampea 주요 사양 .....	287
<그림2-50> GM, Opel Ampea 배터리 시스템 .....	288
<그림2-51> Daimler AG의 대상 차종에 따른 배터리 적용 기술 .....	289
<그림2-52> 폭스바겐 社의 하드웨어 부품의 모듈화 전략 .....	290
<그림2-53> BMW의 차량 전기화 전략 .....	290
<그림2-54> BMW의 전기부 모듈화 개발 전략 .....	291
<그림2-55> Toyota의 PHEV 연료절감 효과 시험결과 .....	292
<그림2-56> 한국전지협회의 EV용 리튬이온 하이브리드 전지시스템 Prototype .....	304
<그림2-57> 폴리머 전해질을 사용한 리튬 이온 배터리의 구조도 .....	305
<그림2-58> 원래의 흑연(A)과 확장된 흑연(B)의 투과전자현미경 사진 .....	310
<그림2-59> 리튬-황 배터리의 수명을 확장하기 위하여 Celgard와 다중벽 탄소 나노튜브(오른쪽) .....	311
<그림2-60> 연구팀이 연구개발한 리튬 이온 커패시터 장치 및 충전, 방전과 순환 수명 곡선 .....	314
<그림2-61> 차체 뒷부분에 탑재된 알루미늄 공기전지(좌), 알루미늄 공기전지 모듈의 외관(우) .....	315
<그림2-62> Hybrid & 전기차용 주요 Motor의 종류 .....	317
<그림2-63> 자동차용 구동 모터의 개발 방향 .....	319
<그림2-64> 전기자동차용 인휠 타입 Switched Reluctance Motor의 사례 ...	329
<그림2-65> Nidec에서 개발한 하이브리드 버스용 스위치드 릴럭턴스 Motor	329
<그림2-66> 2013년 제네바 모터쇼에서 전시된 Land Rover의 전기자동차에 적용된 Nidec SR Drives의 70kW급 SRM .....	330
<그림2-67> Caterpillar의 ISG와 LeTourneau의 대형 포크레인인 L-1350의 In Wheel Motor .....	330
<그림2-68> PMSM과 WFSM의 구조 비교 .....	331
<그림2-69> Continental의 120kW급 WFSM(좌)과 르노 플루언스에 장착된 70kW급 WFSM(우) .....	333
<그림2-70> Valeo에서 개발한 권선계자형 ISG 모터(좌)와 푸조의 Micro-hybrid 차량 .....	334
<그림2-71> 디젤 승용차의 Emission Targets .....	339
<그림2-72> Indian Common-Rail Systems for LPV .....	340
<그림2-73> 보쉬가 공급하는 디젤 차량용 부품 .....	341
<그림2-74> 승용 디젤엔진 배출물 규제 강화 추세 .....	343

<그림2-75> 배출물 시험 모드 비교(NEDC vs WLTP) .....	344
<그림2-76> 승용 디젤엔진 기술 로드맵 .....	345
<그림2-77> 연료 분사 인젝터 및 유닛 펌프 시스템 .....	346
<그림2-78> 저압 EGR 시스템, 배출물-연비 개선 효과 .....	347
<그림2-79> NOx 후처리 시스템 .....	347
<그림2-80> PM입자크기 분포도 및 DPF Cell 구조 .....	349
<그림2-81> LNT System과 NOx 정화효율 .....	350
<그림2-82> 마찰 및 펌핑 손실 저감 기술 적용 부품군 .....	353
<그림2-83> 상용 디젤자동차의 분류 및 북유럽 시장의 주요 운용환경 .....	355
<그림2-84> SCR on DPF의 개념도 .....	360
<그림2-85> 국내 대표 클린디젤 엔진인 현대자동차 R2.0 엔진 .....	364
<그림2-86> 피스톤 크라운부 Re-melting 개략도 (동서공업) .....	369
<그림2-87> 알루미늄 엔진블록 - Closed Deck 형태(좌) 및 Open Deck 형태(우) .....	370
<그림2-88> 오일펌프의 유량 제어 패턴에 따른 연비 개선 효과 - 기계식 제어 펌프(좌), 전동식 능동 제어 펌프(우) .....	373
<그림2-89> 미국 고속도로에서 운행하는 주요 중대형 트럭 엔진 .....	376
<그림2-90> HONDA의 EGR침적물 연구에 이용된 침적물 포집장치 .....	388
<그림2-91> HONDA가 제시한 EGR작동의 판단지표 .....	389
<그림2-92> HONDA 신형 디젤엔진 EGR시스템 .....	391
<그림2-93> 저압EGR에 의한 연소개선효과 .....	392
<그림2-94> 도요타의 DiAir 시스템 .....	393
<그림2-95> 최적화된 배기관 형상에 의한 DiAir의 NOx 전환효율개선효과 .....	393
<그림2-96> 분사운동량이 HC균질도에 미치는 영향 .....	394
<그림2-97> 히노자동차의 신 DPR시스템의 구성도 .....	395
<그림2-98> 신DPR시스템의 NOx, PM저감성능 .....	396
<그림2-99> ASC의 구조 .....	398
<그림2-100> 두산인프라코어 11ℓ GK12 CNG 엔진(좌), 현대자동차 11ℓ Q-CNG 엔진(우) .....	403
<그림2-101> 터보차저 장착 디젤엔진을 천연가스 엔진으로 개조하기 위한 주요 부품과 개념도 .....	404
<그림2-102> 일반 디젤엔진을 천연가스 엔진으로 개조하기 위한 주요 부품과 개념도 .....	405
<그림2-103> 현대자동차의 저상 CNG 하이브리드 시내버스(Blue City) 주요 시스템 .....	407

<그림2-104> DME 인젝터 요구 성능 분석 .....	417
<그림2-105> DME 고압 연료펌프 요구 성능 분석 .....	417
<그림2-106> DME Common-rail System 구조도 .....	419
<그림2-107> Volvo의 FH-DME 트럭 .....	421
<그림2-108> 일본의 중대형 8t DME 트럭의 주요 구성품 .....	422
<그림2-109> 중국 상해 DME 도시버스 프로젝트 및 DME 도시버스 개요 ..	423
<그림2-110> KIER의 33인승 DME 버스 개요 및 주요 개조부분 .....	424
<그림2-111> 국내 최초의 EURO-5 대응 DME 커먼레일 장착 차량 .....	424
<그림2-112> 국내의 커먼레일 DME 개발 인젝터 .....	425
<그림2-113> 국내에서 개발한 커먼레일 DME 연료시스템 구성도 .....	425
<그림2-114> HPL EGR 시스템 .....	429
<그림2-115> LPL EGR 시스템 .....	429
<그림2-116> 이중경로 EGR 시스템(Dual Loop EGR System) 구성도 .....	430
<그림2-117> 국내에서 개발 완료 양산 중인 전자식 EGR 밸브류 .....	433
<그림2-118> 코렌스의 개발 완료 양산 중인 EGR 클러류 .....	435
<그림2-119> PSA 2018형 D-EGR 엔진 개념도 .....	436
<그림2-120> Dedicated EGR (D-EGR) 개념도 .....	438
<그림2-121> D-EGR 가솔린엔진과 최신 디젤엔진의 연료소율 비교 .....	439
<그림2-122> Water Gas Shift 촉매 적용시 D-EGR 엔진의 BSFC Map .....	439
<그림2-123> 수소 내연기관 개념도 .....	441
<그림2-124> 일본 무사시공대의 직접분사식 수소엔진 .....	447
<그림2-125> 초희박 LPG 직접분사식 엔진의 실험장치 구성도 .....	451
<그림2-126> 공기과잉율의 변화에 따른 연료소모율 및 연소전력 변화 .....	452
<그림2-127> 공기과잉율의 변화에 따른 질소산화물의 배출 변화 .....	453
<그림2-128> 터보차저 구성 및 유동 흐름도 .....	456
<그림2-129> 계양정밀의 전동식 웨이스트게이트 터보차저 단면도 .....	458
<그림2-130> 한국하니웰의 가변형상 터보차저용 VNT .....	461
<그림2-131> 서한위너터보시스템의 2단 터보차저 구성 및 단면도 .....	462
<그림2-132> 전기전동식 터보차저 .....	463
<그림2-133> 자동차 소재의 메가트랜드 .....	465
<그림2-134> 자동차를 구성하는 소재의 변화 추이 .....	465
<그림2-135> 자동차용 관재의 분류 .....	466
<그림2-136> 강도에 따른 강판의 차체 적용 예시 .....	467
<그림2-137> 2상조직강의 미세조직 .....	467
<그림2-138> 열간프레스성형(Hot Press Forming) 공정도 .....	472

<그림2-139> 다양하게 사용되는 고분자 소재 적용 예 .....	482
<그림2-140> (좌)POSCO에서 제작한 EV용 철강차체, (우)차체경량화를 위한 AI부품의 개발 예 .....	488
<그림2-141> TRB 공정을 이용한 이중 두께 판재 제조 예 .....	489
<그림2-142> 하이브리드 접합 및 SPR 접합의 예 .....	489
<그림2-143> Tube Hydroforming과 Sheet Hydroforming의 개념 및 적용 ..	491
<그림2-144> 초소성성형 Process 및 적용 예 .....	493
<그림2-145> Hot Forming Process와 적용예 .....	493

### Ⅲ. 바이오연료와 고품질 대체연료 시장과 기술동향 ..... 501

<그림3-1> 동일거리 주행에 소요되는 상대적인 연료 부피 .....	501
<그림3-2> 정유공정도 .....	503
<그림3-3> 증류공정 공정도 .....	504
<그림3-4> 전환공정의 종류 .....	505
<그림3-5> 디젤엔진의 연료분사 형태 .....	509
<그림3-6> 국가별 자동차용 경유 황함량 규격 .....	516
<그림3-7> 세계 주요 에너지원별 점유 비율 .....	522
<그림3-8> 세계 바이오 연료 가격 동향 .....	523
<그림3-9> 국내 바이오디젤의 유통과정 .....	524
<그림3-10> 국내 업체별 바이오디젤 생산현황 .....	525
<그림3-11> 부문별 바이오에너지 수요 현황 및 전망 .....	528
<그림3-12> 바이오에너지 공정 및 이용 .....	529
<그림3-13> Sapphire Energy 조류변환공정 .....	532
<그림3-14> 주요 국가별 특허 수준 .....	533
<그림3-15> 바이오에너지 주요 기술별 특허 수준 분석 .....	534
<그림3-16> 국가별 출원 현황 .....	535
<그림3-17> 국가별 특허 등록 현황 .....	536
<그림3-18> 상위 출원인의 특허 출원 구분에 따른 출원 현황 .....	537
<그림3-19> 주요 국가 내에서 상위 출원인 특허 활동 .....	538
<그림3-20> 기술 분야별 주요 특허현황 .....	541
<그림3-21> 기술 분야별 특허 포지셔닝 .....	542
<그림3-22> 자동차 기술의 발전에 따른 연료의 변화 .....	548
<그림3-23> Biomass로부터 추출되는 Bio-Fuel 공정도 요약 .....	549
<그림3-24> 주요 바이오연료의 상용화 현황 .....	550
<그림3-25> 바이오매스 기반 바이오연료의 상업화 개략도 .....	550

<그림3-26> 서로 다른 기준, 진보된 biofuel의 Life cycle GHG balance와 현재 기술상태 .....	551
<그림3-27> 연도별 글로벌 바이오에탄올 및 바이오디젤 수요 .....	553
<그림3-28> 원료별 바이오에탄올 생산추이 .....	553
<그림3-29> 원료별 바이오에탄올 생산기술 개념도 .....	554
<그림3-30> 공정별 셀룰로오스 바이오에탄올 비용구조 .....	555
<그림3-31> 바이오에탄올 분야 주요기업 특허출원 현황 .....	556
<그림3-32> 에탄올 혼합비율에 따른 배출가스(좌) 및 연비(우) 변화 .....	560
<그림3-33> 주요 지역별 Bio-Ethanol 생산과 소비추이 .....	562
<그림3-34> 세계의 바이오에탄올 혼합률 현황 .....	565
<그림3-35> 주요 지역별 Bio-Ethanol 수요/공급 전망 .....	565
<그림3-36> 주요 국가별 Bio-Ethanol 수요/공급 전망 (2025) .....	566
<그림3-37> 부탄올 혼합비율에 따른 배출가스 특성 .....	569
<그림3-38> A Variety of Fermentation and Thermochemical Processes for Biobutanol .....	570
<그림3-39> 바이오부탄올 제조기술의 경제성 비교도 .....	572
<그림3-40> 바이오 디젤 반응 공식 .....	576
<그림3-41> 원료별 바이오디젤 생산 추이 .....	577
<그림3-42> 국내 바이오디젤 원료의 국산비율과 원료별 사용비율 현황 .....	579
<그림3-43> 바이오디젤의 생산 공정 .....	580
<그림3-44> Global Maximum Biodiesel Blending Limits .....	582
<그림3-45> Regional biodiesel production and consumption .....	582
<그림3-46> Global 지역별 Biodiesel 수요/공급 전망 .....	583
<그림3-47> 주요 국가별 Biodiesel 수요/공급 전망 (2025) .....	584
<그림3-48> European Biofuels Blending Mandates .....	585
<그림3-49> 유럽의 Biodiesel 수요/공급 .....	585
<그림3-50> Biodiesel Roadmap of Major Asian Countries .....	587
<그림3-51> Biodiesel Mandates of Latin America .....	589
<그림3-52> 한국내 Biodiesel Sales .....	590
<그림3-53> 국내 바이오디젤 유통체계 .....	591
<그림3-54> 국내 바이오디젤 연도별 보급량 .....	591
<그림3-55> FAME과 HBD의 제조반응 공식 비교 .....	593
<그림3-56> Neste Oil사의 NExBTL Process .....	596
<그림3-57> UPO / ENI사의 Green Diesel Reactions .....	597
<그림3-58> UOP/ENI사의 Green Diesel Process .....	597

<그림3-59> Petrobras의 H-Bio 생산 Route .....	598
<그림3-60> 2세대 바이오디젤(HBD) 생산회사 및 Global Alliance .....	599
<그림3-61> 바이오디젤 분야 주요 업체별 특허출원 현황 .....	601
<그림3-62> 건식소화공정 구조도 .....	606
<그림3-63> 단상식(좌)과 이상식(우) 소화조 .....	606
<그림3-64> 혐기소화공법의 여러 가지 분류 .....	607
<그림3-65> 재래식 단순한 혐기소화 바이오가스 시스템 .....	608
<그림3-66> 재래식 혐기소화 바이오가스 시스템 (Water Jacket Plant) .....	608
<그림3-67> 농축산형 Lagoon Cover Type 소화시스템 .....	608
<그림3-68> 바이오가스 플랜트 시스템의 기본공정 개요도 .....	609
<그림3-69> 황형 단상 CSTR 혐기소화 플랜트 1 .....	609
<그림3-70> 황형 단상 CSTR 혐기소화 플랜트 2 .....	610
<그림3-71> 원통형 탱크 단상 CSTR 혐기소화 플랜트 .....	610
<그림3-72> 이상 혐기소화 플랜트 .....	611
<그림3-73> 바이오메탄 정제설비 계통도 .....	613
<그림3-74> 바이오가스 제조 및 활용 개념도 .....	614
<그림3-75> 유럽의 BioGas 생산 동향 .....	619
<그림3-76> 스웨덴 - Linkoping Biogas Plant 및 바이오가스 열차 .....	620
<그림3-77> 일본의 동경가스-바이오가스 사업추진도 .....	621
<그림3-78> Global Bio-Fuels Mandates .....	622
<그림3-79> RFS II 신재생연료 의무량 (2010) .....	629
<그림3-80> 미국의 RFSII시행에 따른 바이오 연료 시장 전망 .....	629
<그림3-81> 북미의 바이오연료 의무혼합비율 요약 .....	630
<그림3-82> EU의 바이오연료 혼합비율 요약 .....	631
<그림3-83> 남미의 바이오연료 혼합비율 요약 .....	637
<그림3-84> Asia의 Bio-Fuel 혼합비율 요약 .....	637
<그림3-85> 일본정부의 바이오연료 도입목표 .....	638
<그림3-86> 바이오 연료 관련 정부 정책 방향 .....	639
<그림3-87> DuPont의 기술발전도 .....	645
<그림3-88> Danisco의 기술발전도 .....	648
<그림3-89> Genencor Inc.의 기술발전도 .....	651
<그림3-90> Novozymes의 기술발전도 .....	654
<그림3-91> Petrobras의 기술발전도 .....	657
<그림3-92> POET의 기술발전도 .....	660
<그림3-93> GS 칼텍스의 기술발전도 .....	662

<그림3-94> JC 케미컬의 기술발전도 .....	665
<그림3-95> SK 케미컬의 기술발전도 .....	667
<그림3-96> ADM의 기술발전도 .....	669
<그림3-97> BASF의 기술발전도 .....	671
<그림3-98> Cargill의 기술발전도 .....	673
<그림3-99> Lurgi의 기술발전도 .....	676
<그림3-100> Bekon의 기술발전도 .....	678
<그림3-101> U.T.S의 기술발전도 .....	681
<그림3-102> 배출가스 시험결과 (FTP-75모드, 네덜란드 TNO사) .....	687
<그림3-103> 한국가스공사(KOGAS)의 DME 상용화 사업 계획 .....	688
<그림3-104> 국내 디젤 대체연료 DME 보급 로드맵(한국가스공사) .....	689