

목차

I. 연료전지 산업 비즈니스 모델과 사업성분석	49
1. 연료전지와 연료전지 시장의 이해	49
1-1. 개념과 특징	49
1) 개념과 구성요소	49
2) 연료전지의 특징	50
1-2. 연료전지 시장의 이해	53
1) 연료전지 Benefit	53
2) 연료전지 산업 Focus	54
(1) 고정형 연료전지	57
(2) 수송용 연료전지	57
3) 연료전지 산업의 주요 Trend	59
(1) 연료전지에 대하여 회의적인 미국 언론	60
(2) 선도적인 역할을 하는 Stationary 연료전지	61
(3) 연료전지 산업에의 투자시도	61
(4) FCEVs vs. PEVs	62
(5) Hydrogen Infrastructure Stakeholder	63
(6) CHP(열병합발전) 분야의 적용	63
(7) 엔진/Turbine-based CHP와의 경쟁	64
(8) 북미의 Micro-grid Market Booming	65
(9) Power-to-Gas Concept	66
(10) Portable 연료전지의 Value Proposition	67
1-3. 기술적 분류별 연료전지 특징	67
1) PEMFC	68
(1) 종류와 특징	68

(2) 시장 분석	69
2) DMFC	70
(1) 종류와 특징	70
(2) 시장 분석	70
3) SOFC	71
(1) 분류와 특징	71
(2) 시장 분석	72
4) AFC	73
(1) 종류와 특징	73
(2) 시장분석	74
5) MCFC	74
(1) 종류와 특징	74
(2) 시장 분석	76
6) PAFC	76
(1) 종류와 특징	76
(2) 시장분석	77
1-4. 연료전지 Application별 주요 동향	77
1) Transport Application	77
2) Portable Application	78
3) Stationary Application	79
2. 연료전지의 보급 효과	82
2-1. 분산전원으로서의 효과	82
1) Grid에 기여하는 분산형전원	82
2) 연료전지의 분산전원 효과	84
3) 국내외 운영 모델	86
(1) 일본	86
(2) 미국	89
(3) EU	89
(4) 독일	90
2-2. 환경 측면의 연료전지 보급 효과	90
2-3. 국가적 측면의 비용절감 효과	92
2-4. 소비자 측면의 경제적 효과	92
3. 연료전지 도입의 경제성 분석	94
3-1. 분석을 위한 전제요소	94
1) 분석의 주요단계	94

2) 분석의 대상 선정	94
3) 기본 전제요소	97
3-2. 연료전지 분야별 경제성 분석	100
1) 발전용 연료전지 경제성 분석	100
2) 건물용 연료전지 경제성 분석	103
3-3. 경제성 분석 결과	105
4. 가상발전소(VPP ; Virtual Power Plants)	112
4-1. 개요	112
1) 개념	112
2) VPP의 주요 시장 분야	112
3) 국내 VPP 운영 현황	112
4) 글로벌 VPP 운영 사례	113
(1) 미국	113
(2) 독일	113
(3) EU	114
(4) 캐나다	114
5) 지역별 VPP 형태 비교와 시장전망	115
(1) 지역별 VPP 형태 비교	115
(2) VPP 시장 전망	115
6) 각국의 VPP 지원 정책	115
7) VPP 사업을 위한 선결과제	116
(1) 기술개발 과제	116
(2) 운영관리 측면의 과제	117
(3) 제도적 측면의 과제	117
8) 결론	117
5. Power-to-Gas Plant 사업성 분석	118
5-1. 개요	118
1) 개요	118
2) Power-to-Gas Plant 운영현황	118
3) 수소 생산 공정	119
4) 수소의 용도	120
5-2. 시사점	121
1) 시설의 설계와 규모	121
2) 주 장치에 대한 경험	122
3) 운전 효율과 수명	122

4) 주변 인프라와 파일럿 공장과의 통합	122
6. 수소 충전소 비즈니스 모델	124
6-1. 개요	124
1) 현황	124
2) CNG 충전소와 수소 충전소의 결합	124
3) 주유소를 활용한 수소 충전 설비 보급	125
4) 열병합 발전 설비를 활용한 수소 충전소	126
5) 복합형 수소 클러스터	127
6) 수소의 대량·집중 저장과 광대역 공급망	128

II. 국내외 연료전지 시장 실태와 전망

1. 글로벌 연료전지 시장 현황	133
1-1. 시장현황	133
1) 글로벌 시장 동향	133
2) 글로벌 가격 동향	134
3) 글로벌 수출입 현황	135
1-2. 글로벌 연료전지 시장 전망	137
2. 연료전지 Application별 시장 동향	138
2-1. Stationary	138
1) Prime Power	139
2) Micro-Combined Heat and Power	141
3) Grid-Support/Off-Grid Power	143
2-2. Transport	144
1) Light Duty Vehicles	146
2) Buses	150
3) Materials Handling Vehicles	155
4) 기타	157
2-3. Portable	159
1) 교육용 Fuel Cell과 Toys	160
2) Auxiliary Power Unit (APU)	160
3) Consumer Electronics	161
4) Military	162
5) 기타	164
3. 연료전지 Type별 시장 동향	165
3-1. PEMFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)	166

1) MEA의 대량생산	166
2) Substitute catalyst (대체 촉매)	168
3-2. DMFC (Direct Methanol Fuel Cell)	169
3-3. MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell)	169
3-4. SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)	170
3-5. PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell)	170
3-6. AFC (Alkaline Fuel Cell)	171
4. 연료 및 Infrastructure 시장동향	173
4-1. Hydrogen Refuelling Station (HRS)	173
4-2. On-site Hydrogen Generation	174
4-3. Electrolysis (전기분해)	175
4-4. 액체연료	176
4-5. 기타	177
5. 주요국, 지역별 연료전지 시장동향	179
5-1. 개요	179
5-2. Europe	181
1) 유럽의 연료전지 산업 현황	181
(1) 유럽의 연료전지 보급 현황 및 전망	181
(2) 2013년의 HFP와 FCH-JU	182
(3) 수소 스테이션 설치	183
(4) Stationary 연료전지 sector	184
2) 유럽의 연료전지 산업 지원정책	185
(1) 기술개발을 위한 유럽의 파트너십 현황	185
(2) 2020년 수소연료전지 분야 예산 및 기술전망	185
(3) 2014-2020 : 수소연료전지기술의 재정지원 전략	186
3) 독일 연료전지 보급 지원제도	188
4) 영국 H2 Mobility 프로젝트	193
(1) 수소 충전소 네트워크	193
(2) H2 Mobility 연합	194
(3) 기초 자료 확립	194
5-3. 북미	195
1) 미국의 산업 현황	196
(1) 주요 State 현황	197
(2) H2USA Partnership	200
(3) 미국의 연료전지관련 주요 단체	201

2) 미국 연료전지 보급 지원제도	202
(1) 연료전지 운영단계별 지원제도	203
(2) R&D 지원 주요 프로그램	203
(3) 연료전지 시스템 설치지원 프로그램	207
(4) 연료전지 보조금 지원 제도	207
(5) 발전 Incentive Program	208
(6) 신·재생에너지 의무할당제(RPS)	210
(7) FIT의 2원화 운영	210
3) 캐나다의 지원정책	211
5-4. 아시아	212
1) 일본의 산업 현황	212
(1) 일본의 수소사회 구축 방향	212
(2) 수소에너지 사업에 뛰어든 일본의 대기업	216
(3) 연료전지 자동차 보급을 위한 규정 개정 및 규제 완화 실시	217
(4) 일본 수소에너지 주요 실증 단지	218
(5) 일본의 연료전지 보급 정책	221
(6) 한국과 일본의 정책 비교	237
2) 아시아의 기타 지역 현황	238
(1) 중국	238
(2) 타이완	238
(3) 인도네시아	238
5-5. 기타 주요국 동향	238
1) South Africa	238
2) 중남미 지역	239
3) Australia	239
6. 국내 연료전지 시장 동향	240
6-1. 국내 연료전지 산업 현황	240
1) 산업구조 및 Flow	240
2) 국내 연료전지 보급 및 운영 현황	242
(1) 정부의 과거 연료전지 보급 목표(~2011)	242
(2) 국내 신·재생에너지 및 연료전지 보급 현황	243
(3) 국내 연료전지 발전량	247
(4) 국내 연료전지 보급량	248
3) 국내 보급 잠재량 및 전망	250
(1) 연료전지 보급 전망 및 잠재량 파악	250

6-2. 국내 연료전지 보급 지원 정책	251
1) 신·재생에너지 보급 확대 정책	252
2) 국내 연료전지 운영단계별 지원제도	253
(1) 신·재생에너지 기술개발사업	253
(2) 연료전지 설비 도입 지원사업	254
(3) 신·재생에너지 설비의 시설·생산·운영 자비에 대한 금융지원	256
(4) 에너지 절약시설 투자에 대한 세제 지원	257
(5) 신·재생에너지 공급의무화제도(RPS)	258
3) 국내 연료전지 보급 활성화 정책	259
(1) 신·재생에너지 설치의무화제도	259
(2) 에너지사용계획협의	263
(3) 친환경 건축물 인증제도	264
(4) 신·재생에너지 건축물 인증제도	264
4) 시사점	267
6-3. 고정형 연료전지 보급 활성화 지원방안	268
1) 국내외 고정형 연료전지 지원제도 비교분석	268
(1) 국내 및 해외 연료전지 주요 보급 정책 비교	268
(2) 국내 및 해외 연료전지 주요 R&D 지원 정책 비교	269
(3) 연료전지 설비 도입 단계의 각국의 보조금 정책	270
(4) 연료전지 설비 도입 단계의 각국의 세제 혜택	271
(5) 연료전지 운영 단계의 각국의 지원 제도	271
(6) 연료전지 생산 전력의 소비 및 판매 단계	272
2) 국내외 고정형 연료전지 보급정책 비교로 본 시사점	273
3) 국내 고정형 연료전지 보급 활성화 방안	274
(1) 운영단계별 보급 활성화 방안	276
(2) 발전용 연료전지 보급 지원제도 개선안	283
(3) 건물용 연료전지 보급 지원제도 개선안	283
(4) 종합적 보급 활성화 방안 요약	284
Ⅲ. 국내외 연료전지 기술 개발 동향과 전망	289
1. 국내외 연료전지 분야별 기술 개발 동향	289
1-1. PEMFC분야 기술개발 동향	289
1) 개요	289
2) HT-PEMFC	289
3) 고온 고분자 전해질 막의 개발	291

4) 촉매와 기체 확산층	291
5) 열화 작용	292
6) 향후 개발 방향	293
1-2. SOFC 분야 기술개발 동향	295
1) 개요	295
2) 국내외 개발 동향	295
3) 향후 개발 방향	297
(1) 더 효율적인 SOFC 후보물질	299
(2) 잉크젯 프린터를 이용한 SOFC Print	301
(3) 회티탄석(Perovskites)를 사용하는 가정용 SOFC	302
1-3. 기타 연료전지 관련기술개발 동향	303
1) 수소 제조	303
(1) 가시광선 조사로 수소를 배출하는 광화학 반응 연구	303
(2) 나트륨아미드를 이용한 수소 생산	304
(3) 효율적인 물 분해에 대한 고찰	305
(4) 수소를 제조할 수 있는 더 효율적인 방법	306
(5) 인공 나방 눈을 이용한 수소 생산	306
2) 수소 저장 및 운송	308
(1) 마이크로 비드 수소 저장을 이용한 수소 연료전지 자동차	308
(2) 수소에서 메탄으로 변환	309
(3) Co ₂ 를 이용 수소를 액체 연료로 변환	311
(4) 수소를 저장하는 복합 세라믹	311
(5) 암모니아를 이용한 수소 연료전지 자동차	312
(6) 액화수소의 대량 운반설비 개발	314
(7) 지게차를 위한 금속 하이브리드 수소 저장 시스템 개발	315
3) 새로운 촉매	317
(1) 백금 사용량을 90% 줄여주는 연료전지용 촉매	317
(2) 백금 촉매를 대신하는 새로운 연료전지용 촉매	318
(3) 차세대 연료전지 및 전해조를 위한 새로운 나노촉매	319
(4) 연료전지용 산소 환원 비 귀금속 촉매 탐색의 새로운 접근	321
(5) 백금과 동등한 활성을 가진 저비용 고내구성 연료전지용 신촉매 개발	322
(6) 연료전지용 수소화효소 전극 개발	323
(7) 포름산 기반 연료전지 촉매	324
(8) 연료전지의 원가를 낮춰 줄 높은 효율성의 나노입자	325

4) 연료전지 일반	326
(1) 발전 수소제조 가역전지의 개발	326
(2) 가솔린을 직접 전기로 변환하는 연료 전지	327
(3) 가정용 연료전지 실험	327
(4) 고분자 나노입자의 형태조절	328
(5) 바이오 연료 전지의 시리즈 연구	328
(6) 연료전지를 통한 부산물 수소를 이용한 전기 생산	330
(7) 연료 전지 속의 얼음에 대한 새로운 고찰	331
(8) 종이 위의 미소유체 연료전지	332
(9) 수소 연료전지를 활용한 경제적인 대중교통 수단 개발	332
1-4. 글로벌 업체의 연료전지 투자 현황	334
2. 국내외 연료전지 관련 특허 현황	339
2-1. 개요	339
2-2. 고정형 연료전지 분야	340
1) 국가별 특허 현황	341
2) 출원인별 특허 현황	341
3) 출원인 국적별 IPC 분석	341
4) 세부기술별 현황	342
2-3. 수송용 연료전지 분야	343
1) 국가별 특허 현황	344
2) 출원인별 특허 현황	344
3) 출원인 국적별 IPC 분석	344
4) 세부기술별 현황	345
2-4. 미국의 연료전지 관련 특허현황	346
1) 개요	346
2) 특허 분석	347
3) 특허 사용 분야	348
4) 상업화 정도	352
5) Technology Tracking List	367
3. 수소의 활용과 관련 기술개발 동향	370
3-1. 개요	370
1) 수소의 물성	370
2) 수소의 특성	370
3-2. 국내외 수소제조장치 기술개발 현황	374
1) 국외 개발 현황	374

2) 국내 개발 현황	376
3) 수소충전시스템 기술개발 현황	377
3-3. 수소의 생산 기술 개발 현황	381
1) 천연가스 개질	381
2) 부생수소 이용	382
3) 태양광이용 열화학적 수소생산	383
4) 생물학적 수소발생	386
5) 광전기화학적 수소생산	389
6) 상온 물전기분해	392
(1) 물 전기분해 기술	393
(2) 실증 프로젝트	393
(3) 고압수소생산용 수전해 기술	395
(4) PV-수소 제조 효율	396
7) 고온수전해 기술	397
3-4. 수소 운송 기술 개발 현황	398
1) 수소 운송 기술의 혁신	398
2) P2G(Power-to-Gas) 방식의 부상	399
3-5. 수소의 저장 기술 개발 현황	400
1) 수소의 저장 특성	401
(1) 흡장	404
(2) 흡착	404
(3) 화학반응	404
(4) 주요 이슈	405
2) 고압수소저장	406
3) 쿠바스(Kubas) 결합	407
4) 수소저장과 스피로오버	408
5) 세계 최대 표면적을 갖는 나노다공성물질(MOF)	409
6) 수소제조원으로서의 암모니아	410
7) 지역별 수소인프라 발전 특징 및 동향	411
3-6. 국내 수소 제조 및 유통 현황	412
1) 생산 현황	412
2) 공급 현황	413
3) 수요 동향	414
4) 유통 현황	414

IV. 국내외 연료전지 산업 Key Players 사업동향	419
1. Global Key Players 사업동향	419
1-1. Stationary FC 분야 Key Players	419
1) ACAL Energy Ltd. (영국)	419
(1) 일반 현황	419
(2) 기술 및 제품 현황	419
(3) FC 관련 이슈	420
2) AFC Energy (AFC: Prime Power, 영국)	421
(1) 일반 현황	421
(2) 기술 및 제품 현황	422
3) Altery Systems (PEM: Backup Power, 미국)	423
(1) 일반 현황	423
(2) 제품 현황	423
4) Automotive Fuel Cell Cooperation(캐나다)	423
(1) 일반 현황	423
(2) 제품 현황	424
(3) FC 관련 이슈	424
5) Ballard Power Systems (PEM: Prime Power: 캐나다)	425
(1) 일반 현황	425
(2) 제품 현황	426
(3) FC 관련 이슈	429
(4) 보유 특허 현황	430
6) Bloom Energy (SOFC: Prime Power: 미국)	431
(1) 일반 현황	431
(2) 제품 현황	432
(3) 특허 및 인증 현황	432
7) Ceramic Fuel Cells Ltd. (SOFC: resCHP: 호주)	433
(1) 일반 현황	433
(2) 제품 현황	433
8) Ceres Power (SOFC: resCHP: 영국)	435
(1) 일반 현황	435
(2) 기술 및 제품 현황	436
9) ClearEdge Power (HT PEM, Prime & Back-up Power, 미국)	437
(1) 일반 현황	437
(2) 제품 현황	438

10) Dantherm Power (PEM: Backup Power and resCHP: 덴마크) ..	438
(1) 일반 현황	438
(2) 제품 현황	439
11) Diverse Energy Ltd.(PEM: Off-grid Power: 영국)	441
(1) 일반 현황	441
(2) 제품 현황	442
12) Dana Holding Corporation (미국)	442
(1) 일반 현황	442
(2) 제품 현황	443
(3) FC 관련 이슈	444
13) Electro Power Systems (PEM: Backup Power: 이태리)	445
(1) 일반 현황	445
(2) 제품 현황	446
14) Fuel Cell Energy Inc. (MCFC: Prime Power: 미국)	446
(1) 일반 현황	446
(2) 제품 현황	447
15) Intelligent Energy (영국)	448
(1) 일반 현황	448
(2) 제품 현황	448
(3) FC 관련 이슈	449
16) Versa Power Systems(미국)	451
(1) 일반 현황	451
(2) 제품 현황	451
17) Matsushita Electric(Panasonic Corporation, 일본)	451
(1) 일반 현황	451
(2) 제품 현황	452
(3) 특허 및 인증 현황	452
18) Microcab Industries Ltd. (영국)	455
(1) 일반 현황	455
(2) FC 관련 이슈	455
19) Mitsubishi Heavy Industries Ltd.(MHI, 일본)	456
(1) 일반현황	456
(2) 제품 현황	457
(3) 특허 및 인증 현황	457
20) Nedstack (PEM: Stacks: 네덜란드)	458

(1) 일반 현황	458
(2) 제품 현황	459
(3) FC 관련 이슈	460
21) Oorja Protonics (DMFC, 미국)	460
(1) 일반 현황	460
(2) 제품 현황	461
22) PowerDisc Development Corporation Ltd.(캐나다)	462
(1) 일반 현황	462
(2) 제품 현황	462
23) ReliOn Inc. (PEM: Backup & Off-grid Power, 미국)	462
(1) 일반 현황	462
(2) 제품 현황	463
24) SerEnergy A/S(HT PEM: Portable Generators: 덴마크)	464
(1) 일반 현황	464
(2) 제품 현황	464
(3) FC 관련 이슈	466
25) Tropical (PEM: resCHP and Backup Power: 그리스)	467
(1) 일반 현황	467
(2) 제품 현황	467
(3) FC 관련 이슈	468
26) UTC Power (PAFC: Prime Power: 미국)	469
(1) 일반 현황	469
27) JX Nippon Oil & Energy Corporation (일본)	469
(1) 일반 현황	469
1-2. Portable FC 분야 Key Players	470
1) Horizon Fuel Cell Technologies (PEM, 싱가포르)	470
(1) 일반 현황	470
(2) 제품 현황	471
2) Jadoo Power Systems, Inc. (PEM: Portable Generators: 미국)	476
(1) 일반 현황	476
(2) 제품 현황	476
3) Lilliputian Systems Inc. (External Battery Rechargers: 미국)	479
(1) 일반 현황	479
(2) 제품 현황	480
4) myFC AB (PEM: External Battery Rechargers: 스웨덴)	481

(1) 일반 현황	481
(2) 제품 현황	481
5) SerEnergy (HT PEM: Portable Generators: 덴마크)	483
(1) 일반 현황	483
(2) 제품 현황	483
(3) HT PEM Technology	490
6) SFC Energy AG(DMFC: Portable Generators: 독일)	491
(1) 일반 현황	491
(2) 제품 현황	492
1-3. Transport FC 분야 Key Players	494
1) 현대자동차(주) (Hyundai Motor Company)	494
(1) 일반 현황	494
(2) FCEV 개발동향	494
(3) 특허 동향	497
2) Toyota Motor Corporation(일본)	497
(1) 일반현황	497
(2) FCEV 개발동향	498
3) Honda Motor Co., Ltd.(일본)	503
(1) 일반 현황	503
(2) FCEV 개발동향	503
(3) 특허 동향	506
4) Nissan Motor Co Ltd.(일본)	507
(1) 일반 현황	507
(2) FCEV 개발동향	508
(3) 특허 동향	509
5) Daimler AG (PEM: LDV: 독일)	510
(1) 일반 현황	510
(2) FCEV 개발동향	512
(3) Area-wide Hydrogen Infrastructure Network	516
6) General Motors (GM, 미국)	518
(1) 일반 현황	518
(2) FCEV 개발동향	518
7) Ford Motor Company(미국)	522
(1) 일반 현황	522
(2) FCEV 개발동향	522

8) BMW AG(독일)	524
(1) 일반 현황	524
(2) FCEV 개발동향	525
9) Volkswagen AG(독일)	526
(1) 일반 현황	526
(2) FCEV 개발동향	526
10) Tata Motors Limited (인도)	528
(1) 일반 현황	528
(2) FCEV 개발동향	529
11) H2logic (PEM: Range Extenders and Forklifts: 덴마크)	529
(1) 일반 현황	529
(2) 제품 현황	530
(3) FCEV 관련 이슈	531
12) Plug Power Inc.(PEM: Industrial Vehicles: 미국)	531
(1) 일반 현황	531
(2) 제품 현황	532
1-4. Infrastructure Providers 분야 Key Players	533
1) Air Liquide(프랑스)	533
(1) 일반 현황	533
(2) 제품 현황	533
(3) Hydrogen Station 관련동향	535
2) Air Products & Chemicals Inc. (캐나다)	536
(1) 일반 현황	536
(2) Hydrogen Station 관련동향	537
3) Atlantic Hydrogen Inc. (AHI) (캐나다)	540
(1) 일반 현황	540
(2) 제품 현황	540
(3) Hydrogen Station 관련동향	541
4) Blue Fuel Energy Corporation(캐나다)	541
(1) 일반 현황	541
(2) 제품 동향	542
5) Dynetek Industries Ltd.(캐나다)	543
(1) 일반 현황	543
(2) 제품 현황	544
(3) FCEV 관련 이슈	544

6) Enbridge Inc.(캐나다)	545
(1) 일반 현황	545
(2) 제품 동향	546
7) FirstElement Fuel Inc.(미국)	546
(1) 일반 현황	546
(2) Hydrogen Station 관련동향	546
8) Hydrogen Technology & Energy Corporation(HTEC, 캐나다)	548
(1) 일반 현황	548
(2) Hydrogen Station 관련동향	548
9) Hydrogenics Corporation (캐나다)	549
(1) 일반 현황	549
(2) 제품 현황	550
10) ITM Power (영국)	551
(1) 일반 현황	551
(2) 제품 현황	552
(3) Hydrogen Station 관련동향	552
11) Linde AG(독일)	556
(1) 일반 현황	556
(2) 제품 현황	556
(3) Hydrogen Station 관련동향	558
12) Powertech Labs Inc.(캐나다)	560
(1) 일반 현황	560
(2) Hydrogen Station 관련동향	560
13) Proton OnSite (Proton Energy Systems, Inc., 미국)	562
(1) 일반 현황	562
(2) 제품 및 수소충전소 현황	562
14) Western Hydrogen Ltd.(캐나다)	564
(1) 일반 현황	564
(2) 제품 현황	565
1-5. 캐나다 수소 및 연료전지협회(CHFCA) 동향	566
1) 일반 현황	566
2) 사업 현황	566
(1) 수소 생산	567
(2) 수소 인프라	567
(3) 재생 가능 에너지	567

(4) 수소 저장	568
(5) 수소 분배	568
(6) 자동차 및 버스	568
(7) 동력	569
(8) 예비 전원	569
(9) 고정 전원	569
(10) 테스트 스테이션	570
(11) 연구 및 엔지니어링 서비스	570
3) 23 Members 사업동향	570
(1) Air Liquide Canada	570
(2) Air Products	571
(3) Atlantic Hydrogen (AHI)	571
(4) Automotive Fuel Cell Cooperation Corporation (AFCC)	571
(5) Ballard Power Systems	572
(6) BIC Inc.	572
(7) Blue Fuel Energy Corporation	573
(8) Dana Holding Corporation	573
(9) Dynetek	573
(10) Enbridge Gas Distribution	574
(11) Greenlight Innovation	574
(12) HTEC - Hydrogen Technology & Energy Corporation	575
(13) Hydrogenics Corporation	575
(14) Next Hydrogen	576
(15) Nexterra Systems Corp.	576
(16) NORAM Engineering & Constructors Ltd	577
(17) PowerDisc Development Corporation Ltd.	577
(18) Powertech Labs Inc.	578
(19) Quadrogen Power Systems Inc.	578
(20) Sacré-Davey Engineering	578
(21) UBC Clean Energy Research Centre (CERC)	579
(22) Versa Power Systems (VPS)	579
(23) Western Hydrogen	580
2. 국내 연료전지 서플라이 체인별 주요 플레이어 사업동향	581
2-1. 국내 연료전지 서플라이 체인	581
2-2. 연료전지 시스템 업체 사업동향	582

1) 삼성SDI(주)	582
(1) 일반 현황	582
(2) 제품 현황	583
(3) 기술 및 특허 현황	583
2) 삼성에버랜드(주)	585
(1) 일반 현황	585
(2) 연료전지 사업 현황	586
3) 포스코에너지(주)	586
(1) 일반 현황	586
(2) 연료전지 관련 동향	587
(3) 기술 및 특허 현황	590
4) 두산중공업(주)	590
(1) 일반 현황	590
(2) 연료전지 관련 동향	591
(3) 기술 및 특허 현황	592
5) GS퓨얼셀(주)	594
(1) 일반 현황	594
(2) 연료전지 관련 동향	595
(3) 기술 및 특허 현황	596
6) (주)퓨얼셀파워 (Fuelcellpower Co.,Ltd.)	597
(1) 일반 현황	597
(2) 연료전지 관련 동향	597
(3) 특허 현황	602
7) LG퓨얼셀시스템즈코리아(주)	603
(1) 일반 현황	603
(2) 연료전지 관련 동향	603
8) LS산전(주) (LSIS Co., Ltd.)	604
(1) 일반 현황	604
(2) 연료전지 관련 동향	605
9) (주)효성	606
(1) 일반 현황	606
(2) 연료전지 관련 동향	607
10) (주)삼천리	610
(1) 일반 현황	610
(2) 연료전지 관련 동향	611

(3) 특허 현황	612
11) ㈜경동나비엔	612
(1) 일반 현황	612
(2) 연료전지 관련 동향	612
12) LIG넥스원(주)	613
(1) 일반 현황	613
(2) 연료전지 관련 동향	614
13) ㈜프로파워	616
(1) 일반 현황	616
(2) 제품 현황	617
(3) 기술 및 특허 현황	618
2-3. 연료전지 소재, 부품, 장비 업체 사업동향	619
1) ㈜코오롱	619
(1) 일반 현황	619
(2) 연료전지 관련 동향	619
2) 한국타이어(주)	621
(1) 일반 현황	621
(2) 연료전지 관련 동향	622
3) 현대하이스코(주)	623
(1) 일반 현황	623
(2) 연료전지 관련 동향	623
4) 한국전력공사(KEPCO)	626
(1) 일반 현황	626
(2) 연료전지 관련 동향	627
5) ㈜오선택 (OSUNTECH. Co. Ltd.)	628
(1) 일반 현황	628
(2) 연료전지 관련 동향	628
(3) 제품 현황	629
(4) 기술 및 특허 현황	630
6) 일도F&C(주)	631
(1) 일반 현황	631
(2) 연료전지 관련 동향	632
7) ㈜에프셀텍	633
(1) 일반 현황	633
(2) 연료전지 관련 동향	634

8) ㈜코미코	634
(1) 일반 현황	634
(2) 연료전지 기술 현황	634
(3) 연료전지 관련 동향	636
9) ㈜지필로스	638
(1) 일반 현황	638
(2) 연료전지 관련 사업동향	639
10) ㈜제이앤티씨	639
(1) 일반 현황	639
(2) 제품 동향	640
(3) 연료전지 관련 동향	641
11) 대주전자재료(주)	642
(1) 일반 현황	642
(2) 제품 현황	642
(3) 기술 및 특허 현황	643
12) 희성촉매(주)	643
(1) 일반 현황	643
(2) 연료전지 관련 사업 동향	644
13) ㈜한창	645
(1) 일반 현황	645
(2) 연료전지 관련 동향	645
14) 대정화금(주)	645
(1) 일반 현황	645
(2) 연료전지 관련 사업 동향	646
(3) 기술 및 특허 동향	646
15) ㈜창성	647
(1) 일반 현황	647
(2) 기술 현황	648
(3) 연료전지 관련 동향	649
16) 트윈에너지(주)	649
(1) 일반 현황	649
(2) 사업 동향	650
17) ㈜오토엔	650
(1) 일반 현황	650
(2) 연료전지 관련 동향	650

(3) 특허 현황	651
18) ㈜진영전기	652
(1) 일반 현황	652
19) 승림카본금속(유)	653
(1) 일반 현황	653
(2) 제품 현황	653
(3) 연료전지 관련 동향	655
20) ㈜플라스포	655
(1) 일반 현황	655
(2) 제품 동향	656
(3) 연료전지 관련 동향	656
21) ㈜마이크로필터	657
(1) 일반 현황	657
(2) 기술 현황	657
22) ㈜원아테크 (WonATech)	658
(1) 일반 현황	658
(2) 제품 현황	658
23) ㈜CNL에너지	661
(1) 일반 현황	661
(2) 제품 현황	661
(3) 기술 및 특허 현황	663
24) 대양산업	663
(1) 일반 현황	663
(2) 제품 및 기술 현황	664
25) ㈜인더스윈	665
(1) 일반 현황	665
(2) 제품 현황	665
26) 세종공업(주)	666
(1) 일반 현황	666
(2) 연료전지 관련 동향	666
(3) 제품 현황	667
(4) 기술 및 특허 현황	668
27) ㈜동진세미켐 (Dongjin SemiChem Co.,Ltd.)	669
(1) 일반 현황	669
(2) 기술 및 특허 현황	670

2-4. 수소가스 및 인프라 관련업체 사업동향	671
1) 지에스칼텍스(주)	671
(1) 일반 현황	671
(2) 사업 및 제품 현황	671
(3) Hydrogen Station 관련 사업동향	671
2) 한국가스공사(KOGAS)	672
(1) 일반 현황	672
(2) 사업 및 제품현황	672
(3) Hydrogen Station 사업 관련동향	672
3) SK이노베이션(주)	673
(1) 일반 현황	673
(2) Hydrogen Station 사업 관련동향	674
4) 동덕산업가스	674
(1) 일반 현황	674
(2) Hydrogen Station 사업 관련동향	675
5) ㈜SPG Chemical	675
(1) 일반 현황	675
(2) Hydrogen Station 사업 관련동향	676
6) 이엠코리아(주)	677
(1) 일반 현황	677
(2) 생산 제품 현황	678
(3) 연료전지 관련 동향	682
7) 나라셀텍(주)	683
(1) 일반 현황	683
(2) 연료전지 관련 동향	684
8) ㈜엘켄텍 (ElchemTech)	685
(1) 일반 현황	685
(2) 제품 현황	686
(3) 연료전지 관련 동향	687
(4) 특허 및 인증 현황	688

표목차

I. 연료전지 산업 비즈니스 모델과 사업성분석	49
<표1-1> 연료전지 발전시스템의 친환경성	54
<표1-2> 용도별 연료전지 구분	56
<표1-3> 후지경제의 용도별 연료전지 시장 규모 예측	56
<표1-4> 에너지원별 이용률 및 필요 설치면적 비교	57
<표1-5> 자동차용 연료전지의 기대효과	58
<표1-6> 전해질에 의한 연료전지의 분류 (고온형과 저온형 분류)	67
<표1-7> 3가지 광역의 용도별 category 및 연료전지 기술	68
<표1-8> 저온형과 고온형 PEMFC의 차이점 요약	69
<표1-9> 용도별 연료전지 종류	77
<표1-10> 연료전지의 연간 송전손실 감소효과 추정	85
<표1-11> 발전용량당 총 송전설비 건설비용 감소효과 추정	85
<표1-12> 연료전지 보급에 따른 연간 비용절감액	92
<표1-13> DFC3000/BAFC100 제품 기본사양	97
<표1-14> 발전용 연료전지 경제성 분석을 위한 조건	100
<표1-15> 발전용 연료전지 제품 주요 가정	101
<표1-16> 발전용 연료전지 경제성 분석 결과	102
<표1-17> 건물용 연료전지 경제성 분석을 위한 조건	103
<표1-18> 건물용 연료전지 제품 주요 가정	104
<표1-19> 건물용 연료전지 경제성 분석 결과	105
<표1-20> Power-to-Gas Plant 현황	120
<표1-21> Power-to-Gas Plant에서 생산한 수소의 사용 현황	121
<표1-22> 다양한 수소 충전소 비즈니스 모델	124

II. 국내외 연료전지 시장 실태와 전망	133
<표2-1> 연료전지 주요 모델별 시장가격 동향	135
<표2-2> Annual Unit Shipments(2009 - 2013)	136
<표2-3> Annual Megawatts Shipped 2009 - 2013	136
<표2-4> 용도별 세계 연료전지 발전량	138
<표2-5> Fuel Cell Passenger Vehicle 개발 및 전개 현황(예정)	145
<표2-6> FCEV, BEV, ICEV 성능 비교-FCEV	148
<표2-7> FCEV, BEV, ICEV 성능 비교-BEV	149
<표2-8> FCEV, BEV, ICEV 성능 비교-ICEV	149
<표2-9> FCH JU의 ‘도시형 버스: Europe용 대체 powertrain’의 8가지 Powertrain	151
<표2-10> 적용분야별 R&D, 실증, 상용화 단계의 예산	186
<표2-11> 독일의 NIP Program	190
<표2-12> 독일 연료전지 보조금 지원 제도	190
<표2-13> 독일 Energy-Efficient Construction 제도	191
<표2-14> 독일 연료전지 세액 공제 제도 - 환경세공제	191
<표2-15> 독일 연료전지 발전 Incentive 제도	192
<표2-16> 미국 DoE가 선정한 2013 Top 5 Fuel Cell States	197
<표2-17> 미국 DoE가 분류한 Three to Watch	198
<표2-18> California의 고정형 연료전지 설치 현황(Bloom Energy)	199
<표2-19> California의 고정형 연료전지 설치 현황(기타업체)	200
<표2-20> State and Regional Fuel Cell and Hydrogen Associations/Coalitions	201
<표2-21> Fuel Cells 2000 의 주요 제공 정보	202
<표2-22> 미국의 연료전지 관련 정책 동향	202
<표2-23> 미국 연료전지 R&D 지원 주요 프로그램	204
<표2-24> 미국 DoE의 지원 결정(2013.12) 프로젝트 내용	205
<표2-25> 미국 DoE의 지원 결정(2014.06) 프로젝트 내용	206
<표2-26> 미국 투자 세금 감면 (The investment Tax Credit, ITC) 제도	207
<표2-27> 미국 연료전지 보조금 지원 제도	208
<표2-28> 미국 연료전지 발전 Incentive 제도	209
<표2-29> SGIP 제도의 효과적 적용	209
<표2-30> 미국의 주 별 연료전지 REC 가중치	210
<표2-31> California 주 정부 FIT/공공 유틸리티 FIT	211
<표2-32> 일본 에너지기본계획 3차 개정안 주요 내용(2013년 12월 발표)	212

<표2-33> 일본 연료전지 보급 정책의 특징	221
<표2-34> 일본 연료전지 운영단계별 지원제도 세부내용	223
<표2-35> 일본의‘신수소 프로젝트’주요 내용	224
<표2-36> 가정용 연료전지 대규모 실증사업과 개선 효과	227
<표2-37> 에네팜 구입에 대한 일본 정부 지원 정책	229
<표2-38> 에네팜 파트너의 구성과 주요 활용 내용	231
<표2-39> 일본 수소충전소 규제 완화 주요 사례	233
<표2-40> 수소충전소 규제 완화 주요 내용	234
<표2-41> 다양한 수소충전소 실증 모델	236
<표2-42> 한국과 일본의 연료전지 정책 비교	237
<표2-43> 국내 신·재생에너지 보급현황(2007~2011)(단위: 천 toe)	240
<표2-44> 제 2차 신·재생에너지 기본계획의 신·재생에너지 공급량 목표	242
<표2-45> 국내 연료전지 보급현황 : 총 19개소, 시설용량 120MW	244
<표2-46> 서울시 연료전지시설 설치·운영 현황(2012년말)	244
<표2-47> 고덕그린에너지 발전사업 개요	245
<표2-48> 지역별 연료전지 발전량(2011년 기준)	248
<표2-49> 신·재생에너지 연도별 발전량 전망 (2013년~2027년)	251
<표2-50> 국내 연료전지 관련 주요 정책 현황	251
<표2-51> 국내 연료전지 보급보조사업	255
<표2-52> 신·재생에너지 금융지원 사업	257
<표2-53> 신·재생에너지 금융지원사업을 위한 자금·세제지원	257
<표2-54> 신·재생에너지 공급의무화 제도(RPS) 연도별 공급의무비율	258
<표2-55> 신·재생에너지원별 가중치	259
<표2-56> 설치의무화 대상기관 범위	260
<표2-57> 설치의무화 대상 건축물	260
<표2-58> 신·재생에너지설치의무화 제도(건물용 연료전지)	260
<표2-59> 건축물 용도별 보정계수 및 지역계수	262
<표2-60> ‘공공기관 신축 건축물에 대한 신·재생에너지 설치의무화사업’ 단위에너지 및 원별 보정계수	262
<표2-61> 서울시 신·재생에너지원별 단위 에너지생산량 및 원별 보정계수	263
<표2-62> 신·재생에너지 건축물 인증제도 인증심사기준	265
<표2-63> 자발적 설치 제도(건물용 연료전지) 요약 비교	266

Ⅲ. 국내외 연료전지 기술 개발 동향과 전망	289
<표3-1> Fuel Cell Equity and Investment(2012.09)	334
<표3-2> 연료전지 관련 국가별 상위 출원인 현황	339
<표3-3> 고정형 연료전지 분야 국가별 주요 출원인	340
<표3-4> 수송용 연료전지 분야 국가별 주요 출원인	343
<표3-5> 연도별 누적 특허 수	347
<표3-6> Types of Organization Receiving Patent Awards	348
<표3-7> Cumulative Number of Commercial Technologies Entering the Market	348
<표3-8> 상업화에 성공하여 현재 제품에 사용 중인 20 patent	349
<표3-9> Status of Awarded Patents	350
<표3-10> Number of Emerging FCTO Technology	350
<표3-11> Commercial Products Summary - Fuel Cells	352
<표3-12> 상업화 도입예정(3-5년 내) 기술 Summary	356
<표3-13> Commercial Products Summary	359
<표3-14> 상업화 도입예정(3-5년 내) 기술 Summary	360
<표3-15> Fuel Cell 도전과제, 관련 상업화 기술 목록	361
<표3-16> Fuel Cell 도전과제, 관련 상업화예정 도입기술 목록	362
<표3-17> 수소 생산/운송 도전과제, 관련 상업화 기술 목록	364
<표3-18> 수소 생산/운송 도전과제, 관련 상업화예정 도입기술 목록	365
<표3-19> Storage Approaches and Related Commercial Technology	366
<표3-20> 수소 저장 도전과제, 관련 상업화예정 도입기술 목록	366
<표3-21> Fuel Cell Technologies	367
<표3-22> Production/Delivery Technologies	368
<표3-23> Storage Technologies	369
<표3-24> 수소의 특징 요약	370
<표3-25> 수소스테이션용 수소제조장치 개발 현황 및 내용	374
<표3-26> 화석연료 개질 수소제조 기술 보유기관 및 연구내용	377
<표3-27> 북미 및 유럽의 70 MPa 수소스테이션에 대한 주요 부품 제원	378
<표3-28> 국내 주요 수소스테이션에 대한 충전설비 주요 부품 제원	380
<표3-29> 수소 운송방식 비교	398
<표3-30> 독일 환경 목표 달성의 핵심 기술로 부상하는 P2G	400
<표3-31> 연료별 에너지밀도	403
<표3-32> 기본적인 6가지 수소저장방법 및 특징	403

<표3-33> 벤츠 B220 F-Cell에 적용되는 시스템 사양	406
<표3-34> 수소 제조사별 공급(판매)물량 및 유통 방법별 비율	413

IV. 국내외 연료전지 산업 Key Players 사업동향 419

<표4-1> ACAL Energy Ltd. 프로필(2013.05)	419
<표4-2> AFC Energy plc 프로필(2013.05)	421
<표4-3> Altery Systems 프로필(2013.05)	423
<표4-4> AFCC 프로필(2013.05)	424
<표4-5> Ballard Power Systems Inc. 프로필(2013.05)	425
<표4-6> Ballard Power System의 주요 특허	431
<표4-7> Bloom Energy corp. 프로필(2013.05)	431
<표4-8> Bloom Energy Server 제품군 제원	432
<표4-9> Bloom Energy의 주요 특허	432
<표4-10> Ceramic Fuel Cells Ltd. 프로필(2013.05)	433
<표4-11> BlueGen™의 제원	435
<표4-12> Ceres Power Holdings plc 프로필	435
<표4-13> ClearEdge Power 프로필(2013.05)	437
<표4-14> ClearEdge Power의 연료전지 제품 제원 요약	438
<표4-15> Dantherm Power 프로필(2013.05)	438
<표4-16> ElectraGen™-H2 In-door 형 제원	439
<표4-17> ElectraGen™-H2 Out-door 형 제원	440
<표4-18> ElectraGen™-ME 제원	441
<표4-19> Diverse Energy Ltd. 프로필(2013.05)	441
<표4-20> Dana Holding Corporation 프로필(2013.05)	443
<표4-21> Composite Bipolar Plates and Seals	445
<표4-22> Electro Power Systems SpA 프로필(2013.05)	446
<표4-23> Fuel Cell Energy Inc. 프로필(2013.05)	447
<표4-24> Intelligent Energy 프로필(2013.05)	448
<표4-25> 인도 텔레콤 타워 발전기 및 보조 발전기 제원	449
<표4-26> Suzuki Burgman의 제원 및 성능	450
<표4-27> Versa Power Systems 프로필(2013.05)	451
<표4-28> Panasonic Corporation 프로필(2013.05)	451
<표4-29> Matsushita Electric의 주요특허	453
<표4-30> Matsushita Electric의 보유특허	454

<표4-31> Matsushita Electric의 연도별 주요 특허 현황	454
<표4-32> Microcab Industries Ltd. 프로필(2013.05)	455
<표4-33> Microcab H2EV Vehicle Specification	455
<표4-34> Mitsubishi Heavy Industries Ltd.(MHI) 프로필(2013.05)	456
<표4-35> MHI의 발전분야 사업 내역(2012.12)	457
<표4-36> Mitsubishi의 주요 특허	457
<표4-37> Mitsubishi의 보유특허	458
<표4-38> Mitsubishi의 연도별 주요 특허 현황	458
<표4-39> Nedstack 프로필(2013.05)	459
<표4-40> Oorja Protonics 프로필(2013.05)	461
<표4-41> PowerDisc Development Corporation Ltd. 프로필(2013.05)	462
<표4-42> ReliOn Inc. 프로필(2013.05)	463
<표4-43> ReliOn Inc. 의 연료전지 제원	463
<표4-44> SerEnergy A/S 프로필(2013.05)	464
<표4-45> Tropical S.A. 프로필(2013.05)	467
<표4-46> Tropical S.A.의 FCEV	468
<표4-47> ReliOn Inc. 프로필(2013.05)	469
<표4-48> JX Nippon Oil & Energy Corporation 프로필(2013.05)	470
<표4-49> Horizon Fuel Cell 프로필(2013.10)	470
<표4-50> Horizon Minipak의 외형 및 제원	471
<표4-51> Horizon Hydropak 50W 의 제원 및 외형	472
<표4-52> Horizon Hydrostik 의 제원 및 외형	472
<표4-53> Horizon Hydrofill 의 제원 및 외형	472
<표4-54> Horizon HBox Electrolyzer 제원 및 외형	473
<표4-55> H-Series PEM Fuel Cell Stacks 제원	473
<표4-56> H-Series PEM Fuel Cell Stacks 제원	474
<표4-57> H-Series PEM Fuel Cell Sytacks 제원	475
<표4-58> Jadoo Power Systems, Inc. 프로필(2013.05)	476
<표4-59> PEPSAE Product Platform	476
<표4-60> Fuel Cell Products	477
<표4-61> Jadoo Power의 Energy Storage Platform	477
<표4-62> 독립적인 Ground Sensor Power System : Jadoo UGS-20PS	478
<표4-63> Lilliputian Systems, Inc. 프로필(2013.05)	480
<표4-64> Nectar™ 외형 및 특징	480

<표4-65> myFC AB 프로필(2013.05)	481
<표4-66> myfc PowerTrek Fuel Cell Charger 사용법	482
<표4-67> SerEnergy 프로필(2013.05)	483
<표4-68> S45 - Air cooled fuel cell stack 제원	483
<표4-69> S 165L - Liquid cooled HT PEM stack 제원	484
<표4-70> Serenus 166, 390 Air C fuel cell module 제원	485
<표4-71> Serenus liquid cooled fuel cell module 제원	486
<표4-72> Off-grid battery charger System H3 Series 제원	487
<표4-73> H3 700 - Wall Mount Power System 제원	488
<표4-74> H3 700 Methanol Power Generator 제원	488
<표4-75> Applications 예	489
<표4-76> SFC Energy AG 프로필(2013.05)	492
<표4-77> SFC 에너지의 연료전지(DMFC) 및 응용제품	492
<표4-78> SFC Energy AG의 EFOY Pro Series 의 제원	492
<표4-79> Fuel cartridges	493
<표4-80> 현대자동차(주) 프로필	494
<표4-81> 현대자동차의 보유특허	497
<표4-82> 현대자동차의 연구개발 동향	497
<표4-83> Toyota Motor Corporation 프로필(2013.05)	498
<표4-84> 일본 정부의 수소연료전지차 관련 지원 정책 개요	502
<표4-85> Honda 프로필(2013.05)	503
<표4-86> Honda FCX 클라리티 제원	504
<표4-87> 도요타와 혼다의 수송용 연료전지 기술 발전 동향	506
<표4-88> Honda Motor의 연도별 주요 특허 현황	506
<표4-89> Honda Motor의 보유특허	506
<표4-90> Honda Motor의 주요 특허	507
<표4-91> Honda Motor의 연구개발 동향	507
<표4-92> Nissan Motor Co Ltd. 프로필(2013.05)	507
<표4-93> Nissan Motor의 연도별 주요 특허 현황	509
<표4-94> Nissan Motor의 주요 특허	510
<표4-95> Nissan Motor의 보유특허	510
<표4-96> Nissan Motor의 연구개발 동향	510
<표4-97> Daimler AG 프로필(2013.05)	511
<표4-98> Daimler의 FCEV 개발 연혁	512

<표4-99> General Motors(GM) 프로필(2013.05)	518
<표4-100> Ford Motor Company 프로필(2013.05)	522
<표4-101> BMW AG 프로필(2013.05)	525
<표4-102> Volkswagen AG 프로필(2013.05)	526
<표4-103> Tata Motors Limited 프로필(2013.05)	528
<표4-104> H2logic 프로필(2013.05)	530
<표4-105> Plug Power Inc. 프로필(2013.05)	531
<표4-106> Series 3000 제원	532
<표4-107> Series 2000 제원	532
<표4-108> Series 1000 제원	532
<표4-109> Air Liquide 프로필(2013.05)	533
<표4-110> Air Liquide 사의 천연가스 개질방식 수소제조장치 제원	534
<표4-111> Air Products 프로필(2013.05)	536
<표4-112> Atlantic Hydrogen Inc. (AHI) 프로필(2013.05)	540
<표4-113> Blue Fuel Energy Corporation 프로필(2013.05)	542
<표4-114> Dynetek Industries Ltd. 프로필(2013.05)	543
<표4-115> DyneCell® 실린더 제품군	544
<표4-116> Enbridge Inc. 프로필(2013.05)	545
<표4-117> FirstElement Fuel Inc. 프로필(2014.07)	546
<표4-118> Hydrogen Technology & Energy Corporation(HTEC) 프로필 ..	548
<표4-119> Hydrogenics Corporation 프로필(2013.05)	550
<표4-120> ITM Power프로필(2013.05)	551
<표4-121> HPac 10 과 HPac 40 의 제원	552
<표4-122> Linde AG 프로필(2013.05)	556
<표4-123> Linde Hydrogen Center in Munich, Germany의 제원	559
<표4-124> Powertech Labs Inc. 프로필(2013.05)	560
<표4-125> Proton OnSite 프로필(2013.05)	562
<표4-126> Proton OnSite 제품군 및 특징	563
<표4-127> Western Hydrogen 프로필(2013.05)	564
<표4-128> MSG Reactor의 특징	565
<표4-129> CHFCA 프로필	566
<표4-130> 국내 수소연료전지 주요기업 및 현황	581
<표4-131> 삼성에스디아이(주) 프로필	582
<표4-132> 삼성SDI의 보유특허	583

<표4-133> 삼성SDI의 연도별 주요 특허 현황	583
<표4-134> 삼성SDI의 주요 특허	584
<표4-135> 삼성에버랜드(주) 프로필	585
<표4-136> 포스코에너지(주) 프로필	587
<표4-137> 포스코에너지의 건물용 연료전지 제원	589
<표4-138> 포스코의 주요 특허	590
<표4-139> 포스코의 보유특허	590
<표4-140> 두산중공업(주) 프로필	591
<표4-141> 두산중공업의 주요 특허	593
<표4-142> 두산중공업의 정부국책과제 수행 현황	593
<표4-143> 두산중공업의 보유특허	593
<표4-144> 지에스퓨얼셀(주) 프로필	595
<표4-145> 소형 연료전지 시스템'Ecogener'제원	595
<표4-146> GS퓨얼셀의 주요 특허	596
<표4-147> (주)퓨얼셀파워 프로필	597
<표4-148> 퓨얼셀파워의 연료전지 시스템 종류별 제원 및 특징	599
<표4-149> 퓨얼셀파워의 연료전지 스택들의 제원	601
<표4-150> 퓨얼셀파워 연료전지 시스템 설치사례	601
<표4-151> 퓨얼셀파워의 보유특허	603
<표4-152> LG퓨얼셀시스템즈코리아(주) 프로필	603
<표4-153> 엘에스산전(주) 프로필	604
<표4-154> LS산전의 건물용 연료전지 LSB-PEM16 제원 및 특징	605
<표4-155> LS산전의 건물용 연료전지 LSO-PEM50 제원 및 특징	605
<표4-156> LS산전의 발전용 연료전지 LSG-PA1000 제원 및 특징	606
<표4-157> LS산전의 가정용 연료전지 LSR-PEM10 제원 및 특징	606
<표4-158> (주)효성 프로필	607
<표4-159> 효성의 풍력 발전기 제원	609
<표4-160> 효성의 1kW급 듀얼셀(dual cell) 스택 제원	610
<표4-161> (주)삼천리 프로필	611
<표4-162> 삼천리의 연료전지 관련 사업 연혁	611
<표4-163> (주)경동나비엔 프로필	612
<표4-164> LIG넥스원(주) 업체 프로필	614
<표4-165> (주)프로파워 업체 프로필	616
<표4-166> 프로파워의 특허현황	618

<표4-167> (주)코오롱 프로필	619
<표4-168> 한국타이어(주) 프로필	621
<표4-169> 미국 에너지부(DOE)의 연도별로 제시한 자동차용 분리판 물성 및 제조비용 목표	622
<표4-170> 현대하이스코(주) 프로필	623
<표4-171> 현대하이스코의 건물용 연료전지 'Save-e'제원	625
<표4-172> 한국전력공사 프로필	626
<표4-173> 오선택(주) 프로필	628
<표4-174> 오선택의 제품군 제원	629
<표4-175> 현재 연구 중인 과제(지식경제 기술혁신사업)	630
<표4-176> 보유특허	631
<표4-177> 특허 출원 현황	631
<표4-178> 일도에프앤씨(주) 프로필	631
<표4-179> (주)에프셀텍 프로필	633
<표4-180> (주)코미코 프로필	634
<표4-181> 코미코의 연료전지 관련 제품 종류	638
<표4-182> QubePower™ 200W - 표준 사양 QubePower-200	638
<표4-183> (주)지필로스 프로필	638
<표4-184> (주)제이앤티씨 프로필	640
<표4-185> 대주전자재료(주) 프로필	642
<표4-186> 희성축매(주) 프로필	644
<표4-187> (주)한창 프로필	645
<표4-188> 대정화금(주) 프로필	645
<표4-189> 대정화금(주)의 연구과제 수행 현황(2014.07)	646
<표4-190> 대정화금(주)의 특허 현황(2014.07)	647
<표4-191> (주)창성 프로필	647
<표4-192> 연구 개발 분야	648
<표4-193> 트윈에너지(주) 프로필	649
<표4-194> 트윈에너지(주)의 연구 연혁	649
<표4-195> 트윈에너지(주)의 사업 동향	650
<표4-196> (주)오토엔 프로필	650
<표4-197> ㈜오토엔의 관련 제품군	651
<표4-198> (주)진영정기 프로필	652
<표4-199> 승립카본금속(유) 프로필	653

<표4-200> 승립카본금속(유)의 제품군	653
<표4-201> (주)플라스포 프로필	655
<표4-202> 고효율 연료전지 인버터의 특징	656
<표4-203> (주)마이크로필터 프로필	657
<표4-204> (주)원아테크 프로필	658
<표4-205> Smart2 Series PEM/DM 연료전지 Test 시스템 제품 및 특징 ..	659
<표4-206> (주)씨엔엘에너지 프로필	661
<표4-207> ㈜씨엔엘에너지가 공급하는 FC 테스트 장비들	662
<표4-208> 대양산업 프로필	664
<표4-209> 기술개발과제 진행현황	664
<표4-210> 보유 특허 현황	665
<표4-211> (주)인더스윈 업체 프로필	665
<표4-212> SFC 연료전지(DMFC) 및 응용제품	665
<표4-213> 인더스윈에서 판매하는 EFOY Pro Series 의 제원	666
<표4-214> 세종공업(주) 업체 프로필	666
<표4-215> (주)동진세미켐 업체 프로필	670
<표4-216> 특허 현황(2005.01 ~ 2011.12)	670
<표4-217> 지에스칼텍스(주) 프로필(2013.05)	671
<표4-218> 한국가스공사 프로필(2013.05)	672
<표4-219> SK이노베이션(주) 프로필(2013.05)	674
<표4-220> 동덕산업가스 프로필(2013.05)	675
<표4-221> ㈜SPG Chemical 프로필(2013.05)	676
<표4-222> SPG케미칼이 공급하는 수소 생산 제법 및 공급원/공급방식	676
<표4-223> SPG케미칼이 공급하는 수소의 종류	676
<표4-224> 이엠코리아(주) 프로필	677
<표4-225> 알칼리형 수소제조장치 (정제모듈 내장형)	678
<표4-226> Package Type 수소제조장치	679
<표4-227> 수소 스테이션 제원	680
<표4-228> 운영 중인 수소 스테이션	680
<표4-229> On-site 방식 수소 플랜트의 구성 및 장점	681
<표4-230> 수소 Plant의 제원	682
<표4-231> 나라셀텍(주) 프로필	683
<표4-232> 나라셀텍의 고순도 수소 발생기 특징	684
<표4-233> 나라셀텍의 고순도 수소 정제장치 제원	685

<표4-234> 나라셀텍의 분리막 평가 장치 제원	685
<표4-235> (주)엘캠텍 프로파일	686
<표4-236> 수소발생기 시스템 H2Gen-on의 제원	687
<표4-237> 특허 정보	688
<표4-238> 연구 개발 실적	688

그림목차

I. 연료전지 산업 비즈니스 모델과 사업성분석	49
<그림1-1> 연료전지 작동 개념도	49
<그림1-2> 연료전지 구성요소	50
<그림1-3> 발전원별 효율 비교(최고효율 기준)	51
<그림1-4> 외부에 설치된 연료전지 Power Plant	53
<그림1-5> Bloom Boxes	53
<그림1-6> 연료전지 구성요소 소재개발 로드맵	55
<그림1-7> 연료전지 응용분야 예시	56
<그림1-8> IEA‘ 450 시나리오’중 그린카 시장 전망	58
<그림1-9> 용도별 연료전지 생산 용량과 매출 World Markets	60
<그림1-10> Microgrid 용량과 매출, 북미: 2014-2018(예상)	65
<그림1-11> 유럽국가의 연간 풍력발전 설치용량/Power-to-Gas Capacity	66
<그림1-12> PEMFC의 원리 및 작동 개념	69
<그림1-13> PEMFC 시스템의 공급망	70
<그림1-14> DMFC의 원리 및 작동 개념	70
<그림1-15> SOFC의 원리 및 작동 개념	71
<그림1-16> SOFC 시스템의 공급망	73
<그림1-17> AFC의 원리 및 작동 개념	74
<그림1-18> MCFC의 원리 및 작동 개념	75
<그림1-19> PAFC의 원리 및 작동 개념	76
<그림1-20> 기존의 전력망을 통한 전력전송 효율	79
<그림1-21> 가정용 고정형 연료전지 발전기/보일러 설치했을 경우 효율	80
<그림1-22> 분산형전원의 계통에 대한 효과와 이익	83

<그림1-23> 송전설비 건설비용 절감액 세부 산정방식	84
<그림1-24> 일본의 「대용량 정치형 연료전지 실증사업 프로젝트」	86
<그림1-25> 일본 정치형 연료전지 실증사업 수행 체계	87
<그림1-26> 일본 정치형 연료전지 실증사업 효과	88
<그림1-27> FCE사 MCFC 가격 추이(1MW 미만 용량 기준)	89
<그림1-28> 독일 연료전지 실증 수행 기업별 설치 대수(~2013년 현재)	90
<그림1-29> 연료전지의 환경비용 감소 효과	91
<그림1-30> 타 신·재생에너지원 대비 연료전지의 특징점	93
<그림1-31> 경제성 분석 대상 종류의 선정	95
<그림1-32> 발전용 및 건물용 연료전지 경제성 분석 flow	98
<그림1-33> 경제성 분석 주요 가정	99
<그림1-34> 발전용 연료전지 경제성 분석 방법 및 수익·비용 산출 방식	101
<그림1-35> Value-chain 별 경제성 검토	106
<그림1-36> 발전용/건물용 연료전지 경제성 세부 분석	107
<그림1-37> 발전용/건물용 연료전지 변수별 경제성 효과 분석	107
<그림1-38> 발전용 연료전지 민감도 분석	108
<그림1-39> 건물용 연료전지 민감도 분석	109
<그림1-40> 발전용·건물용 연료전지 경제성 분석 총괄	110
<그림1-41> 발전용·건물용 연료전지 금융·세제 혜택 추가 경제성 분석	111
<그림1-42> LNG 요금 상승에 따른 연료전지 운영비용 부담 가중	111
<그림1-43> VPP(가상발전소) 기본 개념	112
<그림1-44> CNG·CNG·p수소 겸용 충전소	125
<그림1-45> 미국 캘리포니아 주에서 운영 중인 주유소-수소 충전소	126
<그림1-46> 캘리포니아 오렌지카운티 열병합 발전 수소 충전소	127
<그림1-47> 토탈의 복합형 수소 클러스터 로드맵	128
<그림1-48> 일본 : MCH를 활용한 광대역 수소 네트워크 구축	129

II. 국내외 연료전지 시장 실태와 전망

<그림2-1> Application별 출하량(좌)/Application별 용량(우) 2009-2013	134
<그림2-2> 연료전지 글로벌 시장 전망	137
<그림2-3> Toyota USA 본사에 설치된 Ballard의 1 MW system	139
<그림2-4> Telecom 통신 타워의 Backup power system	143
<그림2-5> Honda가 2015년 출시 예정인 FCX Clarity	147
<그림2-6> 각각의 POWERTRAIN별 TCO 비교/12미터 Bus, 연결버스	152

<그림2-7> 각각의 POWERTRAIN별 에너지 소모 비교	153
<그림2-8> 유럽의 수소 연료전지 버스	154
<그림2-9> 연료전지 지게차	155
<그림2-10> QBEAK range-extended 버전	158
<그림2-11> Tyrano Class 8 heavy-duty 연료전지 Truck	159
<그림2-12> Horizon Fuel Cell Technologies의 교육용 및 Toy용 Fuel Cell	160
<그림2-13> 통합된 lighting solution을 가진 Hymera product 버전	160
<그림2-14> MiniPak portable charging device와 Air Liquide Blue Hydrogen concept.	162
<그림2-15> SFC의 군용 연료전지 EMILY 3000	163
<그림2-16> CEKAtec AG는 Fuel cell powered Drinks Trolley	164
<그림2-17> Type별 세계 연료전지 발전량	165
<그림2-18> Shipments by Fuel Cell Type, MW by Fuel Cell Type	166
<그림2-19> On-site Hydrogen Generation System	174
<그림2-20> E.ON의 Falkenhagen 실증 plant의 Power-to-Gas Concept	176
<그림2-21> Shipments by Region, Megawatts by Region 2009 - 2013	179
<그림2-22> 지역별 세계 연료전지 발전량	180
<그림2-23> 해외 연료전지 보급 지원제도 분류도	181
<그림2-24> 유럽의 연료전지 보급 전망(발전량 기준)	182
<그림2-25> 유럽의 연료전지 보급 전망(매출액 기준)	182
<그림2-26> 분야별 투자현황 및 JU의 연도별 실행예산 규모	185
<그림2-27> EC, Industry, Member States별 재정지원 비율	187
<그림2-28> 수소생산, 수송, 충전소, 시장, RCS 측면에서의 Time Frame	188
<그림2-29> 독일 연료전지 운영단계별 지원제도 요약	189
<그림2-30> 북미의 연료전지 보급 현황	196
<그림2-31> 미국 연료전지 운영단계별 지원제도 요약	203
<그림2-32> California 주 발전차액 산정기준	211
<그림2-33> 일본 연료전지 보급 로드맵	214
<그림2-34> 일본 ENE-FARM 보급 실적	215
<그림2-35> 일본 ENE-FARM 가격 추이	216
<그림2-36> 수소 그리드 공항의 전체 구상	219
<그림2-37> 일본의 연료전지 관련 정부 예산안 추이	222
<그림2-38> 일본 연료전지 운영단계별 지원제도 요약	223
<그림2-39> 일본 연료전지 보급촉진 정책 추진 현황	224

<그림2-40> 일본의 고정형 연료전지 상업화 시나리오	225
<그림2-41> 일본 가정용 연료전지 로드맵	226
<그림2-42> NEDO의 에네파트 부품 인터페이스 표준화	229
<그림2-43> NEDO 기술지원 로드맵	235
<그림2-44> 연료전지의 산업구조 및 운영흐름	241
<그림2-45> 에너지원 대비 국내 신·재생에너지 및 연료전지 보급현황	243
<그림2-46> 국내 연료전지 발전량 추이 및 연료전지 비중(2007~2011)	247
<그림2-47> 지역별 주요 신·재생에너지원 발전량(2011년 기준)	248
<그림2-48> 국내 연료전지 보급량 추이(2008~2011)	249
<그림2-49> 국내 용도별 연료전지 보급현황(2011년 기준)	249
<그림2-50> 정부의 신·재생에너지 시장 확대 목표	252
<그림2-51> 국내 연료전지 운영단계별 지원제도 요약	253
<그림2-52> 국내 및 해외 연료전지 주요 보급 정책 비교	268
<그림2-53> 국내 및 해외 연료전지 R&D 지원정책 비교	269
<그림2-54> 국내 및 해외 연료전지 보조금 지원 정책 비교	270
<그림2-55> 국내 및 해외 연료전지 세제 혜택 비교	271
<그림2-56> 국내 및 해외 연료전지 운영 지원 제도 비교	272
<그림2-57> 국내 및 해외 연료전지 소비 및 판매 지원 제도	272
<그림2-58> 국가별 산업용 천연가스 가격 비교 (2010년, 총 발열량 기준) ..	273
<그림2-59> 국내외 연료전지 보급정책 비교로 본 시사점 요약	274
<그림2-60> 연료전지 보급 활성화 방안 요약	275
<그림2-61> 국가별 연료전지 R&D 지원 현황 비교 및 시사점	277
<그림2-62> 국가별 연료전지 보조금 비교	278
<그림2-63> 연료전지 LNG 요금 변화추이 및 용도별 LNG요금 성장률	279
<그림2-64> 연료비 변동 시 발전용 연료전지 NPV	280
<그림2-65> 연료전지 가동에 따른 운영수익(손실)	280
<그림2-66> 국가별 산업용 천연가스 가격 및 REC 가중치	281
<그림2-67> REC 가중치 변동 시 발전용 연료전지 NPV	282
<그림2-68> 발전용 연료전지 경제성 효과 분석 결과	283
<그림2-69> 건물용 연료전지 경제성 효과 분석 결과	284
<그림2-70> 연료전지 용도별 보급 활성화 방안	285
Ⅲ. 국내외 연료전지 기술 개발 동향과 전망	289
<그림3-1> 국내외 SOFC 기술개발 동향	296

<그림3-2> EDX와 WDX로 분석된 Bi3Ir 결정의 SEM 이미지	300
<그림3-3> 잉크젯 프린터를 이용해서 연료 전지 층을 형성하는 모습	301
<그림3-4> 전기를 생성하는 과정 후에, 연료 전지는 폐기물로서 열과 물을 생성	302
<그림3-5> 물 분해에 이용되는 alpha-MnO ₂ 의 결정구조	305
<그림3-6> 레이저를 이용한 더 효율적인 수소 제조 방법.	306
<그림3-7> 나방 눈 태양전지의 제작과 광 수집 과정	307
<그림3-8> 태양광의 도움으로 물 분자들을 산소와 수소로 분해하는 나방 눈 태양전지의 기능들	308
<그림3-9> 액화수소 운반선용 화물격납설비의 외관 및 가스터빈의 구조 ...	315
<그림3-10> DLE 연소기의 구조	315
<그림3-11> 금속 하이브리드 저장 탱크를 관찰하는 HHC(Hawaii Hydrogen Carriers) 소속의 연구원	316
<그림3-12> 백금-니켈 촉매 입자의 전자현미경 영상 및 원자 모델	318
<그림3-13> 주사터널링 현미경 사진	319
<그림3-14> 백금/니켈의 폴리히드랄 12면체 나노구조체가 만들어지는 과정의 개략도	320
<그림3-15> 다공성 탄탈 산화물(TaOx) 나노입자 박막으로 둘러싸인 백금 나노 미립자 촉매	323
<그림3-16> 새로운 포름산 기반 촉매 시스템의 촉매순환고리	324
<그림3-17> Pt _x Y 9nm 나노입자	326
<그림3-18> 3차원 다공 구조의 골든 막 사진	329
<그림3-19> 고정형 연료전지 분야 세부기술별 국가 비중	342
<그림3-20> 고정형 연료전지 분야 연도별 세부기술 비중	343
<그림3-21> 수송용 연료전지 분야 세부기술별 국가 비중	345
<그림3-22> 수송용 연료전지 분야 연도별 세부기술 비중	346
<그림3-23> Distribution of Emerging FCTO Technology (FY 2013)	351
<그림3-24> Air Liquide의 고순도 수소제조장치 구성도	375
<그림3-25> 충전통신 노즐과 차량 IR센서	378
<그림3-26> 이오닉 압축기의 구조도	379
<그림3-27> 미국 천연가스 및 수소 가격 추이	382
<그림3-28> 일본 기타큐슈 수소타운 부생수소 활용방식	383
<그림3-29> 7kW 태양광 시뮬레이터 와 모노리스형 반응물질	384
<그림3-30> 태양광 집적장치 (한국에너지기술연구원)	385

<그림3-31> 분리막을 이용한 생물반응기	387
<그림3-32> 신/재생에너지를 통한 수전해 수소 생산방식	392
<그림3-33> 국내 중소기업인 엘캠텍의 고압수전해장치 시험설비	395
<그림3-34> P2G(Power-to-Gas) Process	399
<그림3-35> 수소의 저장 특성	402

IV. 국내의 연료전지 산업 Key Players 사업동향 419

<그림4-1> FlowCath Redox reaction	419
<그림4-2> FlowCath Cell balance	420
<그림4-3> E4Tech mass market cost assessment	421
<그림4-4> 산업용 대용량 AFC 설비	422
<그림4-5> AFCC가 개발에 관여한 수소연료전지차량들 연표	425
<그림4-6> Ballard ElectraGen 선적량 추이	426
<그림4-7> Plug Power-Ballard GenDrive 선적량 추이	426
<그림4-8> Ballard Power Systems Inc.의 생산품목-stacks & Modules	427
<그림4-9> Ballard Power Systems Inc.의 생산품목-Systems	428
<그림4-10> 엔지니어링 서비스 포트폴리오	429
<그림4-11> Ceramic Fuel Cells의 BlueGen®	434
<그림4-12> BlueGen 의 작동 구조도	434
<그림4-13> BlueGen이 연결된 이후의 전력/열 계통도	434
<그림4-14> The unique metal supported cell, stack and Fuel Cell Module	436
<그림4-15> 가정용 mCHP 개요 및 구조도	437
<그림4-16> Dantherm Power의 ElectraGen™ 제품군	439
<그림4-17> PowerCube의 작동 개념도	442
<그림4-18> Degradation of Bipolar Plates (Identical Designs)	444
<그림4-19> Metallic Bipolar Plates for PEFC	445
<그림4-20> DCF-ERG 구조 및 작동 설명	447
<그림4-21> Matsushita Electric의 연구개발 동향	454
<그림4-22> MHI에서 계획 중인 연료전지 발전소 개념	456
<그림4-23> Mitsubishi의 연구개발 동향	458
<그림4-24> Nedstack의 표준 생산품 범위와 일반적인 응용 및 Fuel Cell Stack	459
<그림4-25> OorjaPac™ Model III의 제원과 이미지	461
<그림4-26> Horizon Fuel Cell의 제품 개발 연혁	471

<그림4-27> Horizon Sunbox 3.0 kit	473
<그림4-28> Jadoo Power의 Renewable/Fuel Cell Infrastructure	479
<그림4-29> myfc PowerTrek Fuel Cell Charger	481
<그림4-30> myfc PowerTrek 2.0 Fuel Cell Charger 특징 및 제원	482
<그림4-31> HT PEM modules의 다이어그램	490
<그림4-32> The future Danish energy system	491
<그림4-33> Methanol reforming Diagram	491
<그림4-34> SFC에너지의 연료전지 EFOY Pro 개념도	493
<그림4-35> 현대자동차 FCEV 개발 로드맵	496
<그림4-36> Toyota의 FCHV-adv	498
<그림4-37> Toyota와 히노자동차가 공동으로 개발한 연료전지 버스 FCHV-BUS2	499
<그림4-38> Next-generation fuel-cell concept "FCV-R"	500
<그림4-39> 2014 CES에서 공개된 FCV	500
<그림4-40> 2014 CES에서 공개된 FCV의 동력부	501
<그림4-41> Honda FCX 클라리티 패키지	503
<그림4-42> 혼다의 FCX	504
<그림4-43> NISSAN의 FCV	508
<그림4-44> 닛산의 차세대 연료전지 스택 Key Tech.	509
<그림4-45> Daimler의 Fuel Cell Vehicle Rollout Plan	512
<그림4-46> Citaro FuelCELL-Hybrid Bus	513
<그림4-47> 다임러의 B-Class F-Cell	514
<그림4-48> Daimler Fuel Cell Vehicles의 Technical Advancements	514
<그림4-49> Daimler의 F-Cell World Drive Map	515
<그림4-50> IAA Press Conference에 소 공개한 Mercedes-Benz F125	515
<그림4-51> FCEV&BEV:Global Knowledge Network to Support Series Production	516
<그림4-52> Areawide H2-infrastructure의 위치	517
<그림4-53> GM의 하이드로젠3, GM의 캐딜락 프로보크 컨셉트카	519
<그림4-54> GM의 하이드로젠 4	519
<그림4-55> GM의 FCEV 개발 이정표	520
<그림4-56> GM의 연료전지차 구조도	521
<그림4-57> Ford자동차의 포커스 세단 FCV	523
<그림4-58> Ford자동차의 '엣지 위즈 하이시리즈 드라이브	524

<그림4-59> BMW가 2008년 한국에 시승을 위해 들여왔던 하이드로젠7	526
<그림4-60> 티구안 하이모션 퓨얼 셀 컨셉트	527
<그림4-61> 수륙양용 호버크래프트 콘셉카 폭스바겐 아쿠아	527
<그림4-62> 아우디의 연료전지를 단 A7	528
<그림4-63> Electric transport Sustainability without loss of mobility	530
<그림4-64> 48시간만에 설치한 H2Station CAR-100	531
<그림4-65> Simplified diagram of an air separation unit's operation	536
<그림4-66> CarbonSaver을 이용한 청정에너지 공급 및 에너지 저장	540
<그림4-67> CarbonSaver을 통해 천연가스가 고품질의 카본과 수소 가로 분리됨.	541
<그림4-68> Blue Fuel Process	542
<그림4-69> Integration of Blue Fuel and MegaMethanol processes	543
<그림4-70> California 주의 수소충전소 위치	547
<그림4-71> San Francisco Bay Area(좌), South Cost Metro(우)의 수소충전소 위치	547
<그림4-72> The IWHUP 개념도와 파트너의 역할분담도	549
<그림4-73> Power-to-Gas networks system	551
<그림4-74> Linde Gas 의 사업영역도	558
<그림4-75> 수소생산 과정도	558
<그림4-76> The Hydrogen Assisted Renewable Power (HARP) system	561
<그림4-77> 모듈화된 소형 수소충전소	561
<그림4-78> Molten Salt Gasification (MSG) 공정도	565
<그림4-79> Hydrogen Production Costs by Technology	565
<그림4-80> 삼성SDI의 연구개발 동향	584
<그림4-81> 포스코의 연구개발 동향	590
<그림4-82> 두산중공업의 연료전지 로드맵	591
<그림4-83> 두산중공업의 연구개발 동향	594
<그림4-84> GS퓨얼셀의 연구개발 동향	596
<그림4-85> 퓨얼셀과위의 기술 현황	599
<그림4-86> 퓨얼셀과위의 막전극집합체(MEA)	600
<그림4-87> 연료전지 기술 서비스	600
<그림4-88> 수송용 연료전지 파워 모듈	600
<그림4-89> 퓨얼셀과위의 주요 특허 내용 분포	602
<그림4-90> 퓨얼셀과위의 연구개발 동향	603

<그림4-91> LIG넥스원의 군수용 연료전지 적용 분야	615
<그림4-92> LIG넥스원의 연료전지 시스템과 지휘소용 1kW급 연료전지 시스템 개념도	615
<그림4-93> LIG넥스원의 연료전지 탑재 무인항공기(쿼드로터) 시스템과 개념도	615
<그림4-94> 프로파워가 연구한 정부 국책과제연구의 결과물	618
<그림4-95> 한국타이어(주)의 양극분리판 대량생산 계획	623
<그림4-96> 현대하이스코의 핵심역량 및 차별화 포인트	624
<그림4-97> EDM 제품 사진	632
<그림4-98> 일도F&C의 생산제품 현황.	632
<그림4-99> 평판형 단전지	635
<그림4-100> 마이크로 튜브형 단전지	636
<그림4-101> 코미코의 '큐브파워(QubePower™)	637
<그림4-102> 대주전자재료(주)의 특허현황	643
<그림4-103> 대주전자재료(주)의 연료전지 개발현황.	643
<그림4-104> ㈜진영정기의 플랜트 연계형 MW급 내부개질형 MCFC 모듈 및 시스템 국산화 기술	652
<그림4-105> 원아테크의 FC테스트 장비(좌로부터 Smart2 시리즈, 확장형 SmartE, WFCTS, Dolphin)	658
<그림4-106> 원아테크의 단채널 Potentiostat / Galvanostat	659
<그림4-107> Mobility형 수소스테이션	680
<그림4-108> 이엠코리아 대구 수소스테이션 전경	681
<그림4-109> 수소 플랜트 제조 공정도	681
<그림4-110> 수소 Plant 운영 사례	682
<그림4-111> 이엠코리아의 R&D 추진전략	683