

SR Special Report

Mobile Energy용 IT부품 기술로드맵 Series V

- I. 개념 및 정의
- II. 시장 동향
- III. 기술 및 정책동향
- IV. 국내 기술수준 및 역량분석
- V. 분야별 기술로드맵



장선호 기술역
/공학박사

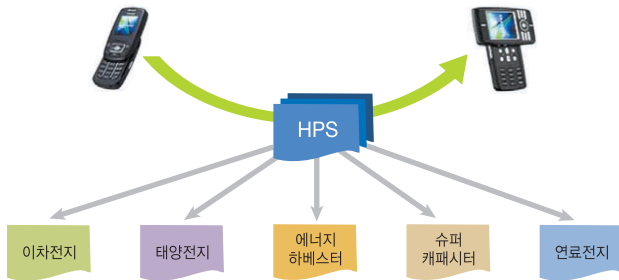
장선호 기술역/공학박사 chans@iita.re.kr
정보통신연구진흥원 IT부품/융합기술 전문위원실
류중환 사무관 yjhroom7@mic.go.kr
김재준 사무관/공학박사 jkim@mic.go.kr
정보통신부 산업기술팀

I 개념 및 정의

차세대 모바일에너지 부품은 최근 회자되고 있는 디지털융합과 관련하여 휴대폰, MP3P, DMB, PDP, PDA, GPS 등의 다양한 기능을 하나의 기기에 융합함으로써 발생하는 추가적인 소요전력을 대비한 안정적 전원 공급용 부품을 의미한다. 능동형 RFID tag 및 USN용 등 초소형 장치뿐만 아니라 다양한 환경에서 적용기기가 제대로 동작할 수 있도록 전원을 공급하는 에너지 부품을 포괄하는 개념이다.

모바일 기기의 기능 증가로 인한 필요 전력의 증가 속도에 비해 에너지 저장장치의 용량 증가 속도는 이에 부합하지 못하므로 사용시간 저하 등의 사용자 불만이 가중될 가능성이 높으므로 다양한 방식으로 전원을 재생산할 수 있는 에너지 부품을 포함하며, 최근 모바일 기기용으로 많이 사용되고 있는 이차전지뿐만 아니라 기기의 사용환경, 기기의 요구 전원 특성에 최적화 할 수 있도록 태양전지, 에너지하베스터, 캐패시터, 연료전지를 단독 혹은 병합하여 최적의 모바일 에너지 솔루션을 제공할 수 있는 전원 공급 장치이다.

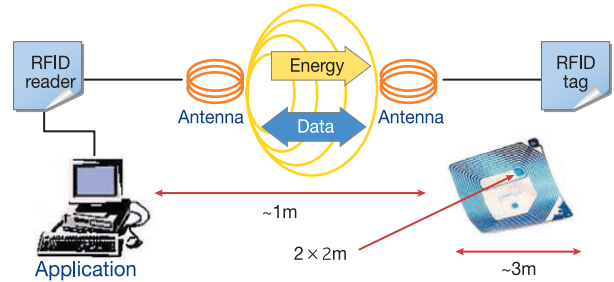
본 코너에서는 '07년 1월호 핫이슈에서 다룬 'IT부품 2007-2012 기술로드맵'을 토대로 홀수 월에 각 분야별로 시장/기술 동향, 표준화/정책 동향 및 기술로드맵을 상세히 다루고 있습니다. 독자 여러분께서도 본 내용과 관련하여 중장기적으로 반드시 포함해야 할 중요한 연구개발 테마가 있으면 IITA의 'IT부품/융합기술 전문위원회'에 알려주시기 바라며, 준비한 기술로드맵을 참고하여 차기 기술개발 테마를 발굴해 나갈 예정입니다. 이번호에서는 기술로드맵 특집 연재물의 마지막으로 'Mobile Energy용 IT부품'에 대해서 다루며 그동안 보내주신 여러 의견에 감사드립니다.



〈그림1〉 차세대모바일 디바이스용 에너지 부품

이차전지는 화학에너지를 전기 에너지로 변환하는 장치인 전지 중에서 재충전하여 반복사용이 가능하고 고에너지 밀도를 가지는 리튬이차전지를 의미하며, 태양전지는 휴대단말기 및 유비쿼터스 센서 등의 소형화와 각 기기의 전력소모에 대응할 수 있도록 하는 전원장치로서 태양광의 빛을 전기로 변환하는 저가/고효율 자가발전 모듈이다. 한편 에너지 하베스터는 소음, 진동 및 압축과 같은 기계적 힘으로부터 나오는 에너지들을 수확하여 변환 및 저장하는 에너지 디바이스로, 전지를 직접 대체할 수 있는 일종의 물리적 에너지 자가발전기 및 저장기로서 요구되는 에너지가 작고 초소형인 저전력형 디바이스에 내장되기에 적합하며 능동형 RFID 센서태그용 전원소자, 유비쿼터스 센서노드(USN)용 전원, 스마트 카드용 전원, 스마트 터스트용 전원, 센서 및 액추에이터용 전원, MEMS용 전원, 나노 배터리의 자가충전용 디바이스으로도 활용 가능하다.

연료전지는 연료를 주입하여 전기를 생산하는 발전장치로서, 기존의 발전장치에 비해 에너지 효율이 높고, 배터리와 같이 소형으로 만들 수 있기 때문에 차세대 휴대전원으로 기대를 모으고 있으며, 마이크로 연료전지란 휴대폰, 노트북 컴퓨터,



〈그림2〉 능동형 RFID용 에너지 부품, TFB(thin film battery)

PDA 등 휴대기기에 사용되는 출력 100Wh 이하의 소형 연료전지 시스템을 말한다. 특징으로는 무공해이며 이동성이 뛰어나고 기존 2차전지와 달리 충전이 필요 없으며 연료카드리지의 교환으로 연속 사용 가능하고 연료의 선택이 자유로워 관련 인프라 구축이 용이하고, 대형연료전지 시스템에 비해 시장이 요구하는 가격과의 차이가 적다는 것이다. 휴대용 기기의 전력소모 증가에 따라 마이크로연료전지 필요성이 증대하고 있으며, 직접메탄올 연료전지(direct methanol fuel cell, DMFC)와 고분자 전해질 연료전지(polymer electrolyte fuel cell, PEFC), chemical hydride 연료전지, MEMS 연료전지 등도 있다.



〈그림3〉 직접메탄올 연료전지(DMFC)를 장착한 휴대 단말기

II 시장 동향

RFID/USN은 유비쿼터스 컴퓨팅의 기반기술 중 하나인 센싱 기술로서 각국에서는 정부의 지속적인 지원 하에 연구 및 시범사업들이 추진되고 있고, 인식률의 검토, 국가 간/기기 간 표준화, 다른 정보통신기기와의 연동가능성 등 지속적인 기술보완이 이루어지고 있어 확산될 전망이다. 해외 주요국들의 경우 RFID/USN을 비즈니스 영역에 확산시키고자 하는 노력이 정부 및 민간부문을 중심으로 지속적으로 추진되어 왔으며, 특히 물류, 유통부문에 중점적으로 이루어지고 있다. 최근 정부 및 민간 부문을 중심으로 RFID/USN 확산 노력이 빠른 속도로 진행되고 있으며 특히 에너지가 필요한 능동형 RFID/USN 분야는 아직까지 개발 중인 단계로 향후 시장 선점을 위해서 각국에서 노력을 집중하고 있는 분야이고 현재는 수동형과 능동형의 중간단계로 볼 수 있는 스마트 액티브 라벨(smart active label)이 시장에 출시되고 있는 상태이다.

저가/고효율 태양전지의 개발은 기존의 광변환 소자의 응용성 한계를 극복하여 차세대 모바일 에너지 부품으로 미래 정보통신 분야의 새로운 요구에 충족시키는 신규 시장 창출이 예상되며 무선 통신기기 산업의 급속한 발전으로 휴대용 가전기기(PDA, 디지털 카메라, 게임기, MP3 등)와 이동전화 단말기가 융복합된 제품이 속속 개발되고 있다. Multi-Band, Multi-Mode기능은 물론 Health Care 기능이 추가되는 등 개인 휴대단말기 한 대로 인간이 원하는 기능을 구현할 수 있는 디지털 융복합화된 신개념 단말기(All-in One폰)인 SPA(Smart Personnel Assistant)의 구현을 위해서는 10W 정도의 고용량 휴대전원이 필수적이며, 기존의 리튬이온 이차전지보다 전원 소모량이나 에너지 밀도가 우수한 연료전지에 대한 관심이 높아지고 있다.

현재 휴대용 전자기기의 고성능화가 기존 2차전지로는 해결할 수 없는 상황까지 진행되어 소형 연료전지의 시장도입 수요와 시급성이 증대된 상황이며 휴대폰 등의 휴대전자기기는 신모델 라이프사이클이 1년 미만이고 소비자들의 제품교환주기도 2년 내외로 매우 짧기 때문에 직접메탄올연료전지(DMFC)와 같은 휴대용 연료전지의 보급 속도도 매우 빠를 것으로 기대된다. 인프라에 대한 의존도가 낮기 때문에 향후 안정성, 소형화 및 가격만 만족시킨다면 시장이 급속히 확대될 것으로 전망되고 상업화 성공 시 2차전지 시장판도에 지대한 영향을 미칠게 될 것이다. 연료전지

산업은 기술개발에 따른 사업화가 급속하게 전개되고 있는 기술 주도형 산업분야(Technology Push)이나 기술진입장벽이 높아 대기업이라 하더라도 단기간의 대규모 투자로 양산화가 어렵고 외국 선도 기업으로부터의 기술도입이 어려울 것으로 예상되는 분야이다.

DMFC와 같은 소형연료전지의 세계시장은 2002년부터 형성된 것으로 추정되며 모바일 제품용은 기술적 과제가 해결되는 2010년 무렵이 될 것으로 예측되며 국내 시장의 경우 세계시장의 15% 내외를 차지할 것으로 추정되는데, 현재 리튬2차전지가 차지하는 비율을 가정한 것으로, 이는 DMFC의 주요 표적 시장이 리튬2차전지 시장과 매우 유사하며, 궁극적으로 리튬2차전지의 지역별 시장규모 형태로 구축될 것으로 예상되기 때문이다. 휴대용 소형연료전지는 아직 내구성, 시스템 소형화, 연료 및 패키징 등에 대한 기술 개발이 더 필요한 상태로 이의 상업화를 위해서는 가격저하, 시스템 소형화, 내구성 증대와 같은 기술적 요인 외에도 메탄올 규제 완화, 연료 인프라 구축과 같은 법적, 사회적인 기반 구축도 요구되고 있다.

1. 제품 및 서비스 현황

구분	주요동향
제품/서비스 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 삼성SDI는 태양에너지를 전기에너지로 변환시키는 에너지 효율이 20.1%로 고효율이며 대면적(45.26cm²)인 벌크형 실리콘 태양전지를 개발 • 솔레이텍에서 휴대폰 충전용 2W급(66 mm X 92 mm) 태양전지 판매 • 현재 smart active label 용으로 flexible한 박막형 이차전지가 개발 중이나 아직은 prototype 수준임 • 로켓트 전기는 두께 500μm, 2mAh급 paper battery를 상용화 하였다고 발표함 • 삼성중기원에서 삼성 SDI와 공동으로 메탄올 용액 100cc로 노트북 PC를 10시간 구동할 수 있는 DMFC를 개발, PEMFC도 적극 개발하고 있음 • LG화학은 DMFC 개발연구를 수행하여 MEA 기술의 연구기반을 구축하였으며, 곧 관련 소재 및 연료전지를 생산할 계획임 • 세티도 LG정유, 독일 프라운호퍼연구소와 공동으로 노트북용 PEMFC를 개발하였음 • 초소형 연료전지에 관련한 국내기술은 아직은 미미한 실정임 • 에너지하베스터 관련해서 상용화 또는 개발된 예 없음
	<ul style="list-style-type: none"> • 일본 최대 통신 회사인 NTT도코모는 태양전지가 내장되어 있는 미쓰비시의 휴대폰 시제품인 '무적 포터'를 선보였다. 디자인도 컴팩트하면서 태양전지가 보조 전원으로 작동해 배터리 수명을 늘려주는 게 장점 • 'Solio'는 고성능 태양전지 패널(내수성 패널)로 구성되어 있으며

제품/서비스 현황	국외 기업
	태양의 빛을 흡수해 본체 내부의 리튬 ion 배터리에 충전한다. 충전한 'Solio'는 Dock을 이용하여 iPod 4G, 3G, iPod photo, iPod mini에 접속하여 사용하면 된다. 풀 충전 시간은 태양광으로 약 8~10시간
	<ul style="list-style-type: none"> • 미국의 Sunpower사에서 Motorola 휴대폰에 태양전지를 장착한 시제품 출시 • 독일 KSW-microtec사는 온도센서, IC chip 및 초박막 이차전지가 내장된 smart active label을 개발 완료하여 KSW-TempSens ®의 등록상표로 데이터 리더 키트와 함께 시판하고 있음 • 미국 IPS사는 Smart Active Label용 0.2mm 이하 0.2mAh 용량을 갖는 초박막 플렉시블 이차전지를 개발하여 라벨 제조 업체에 공급하고 있음 • 미국 Cymbet사는 RFID 태그에 응용하기 위해 전고상 형태의 초박막 이차전지를 개발하여 실제 태그에 부착 실증시험을 실시하고 있음 • 일본 NEC, Toshiba, Fujitsu 등의 전자회사들은 PDA나 노트북 PC용 DMFC를 개발하기 위해 노력하고 있고, 독일에서는 Smart Fuel Cell 사가 20~50W급 DMFC를 개발하여 판매를 시작하였음 • Millennium Cell (미국)에서는 화학적수소화물을 이용한 수소 발생장치를 개발하였고 일본의 Casio사는 메탄올로부터 수소를 생산하는 마이크로 개질기를 장착한 50W급 PEFC 전원을 개발하여 노트북 PC에 사용하였음 • 국외에서도 에너지저장배터리가 상용화된 예는 아직 없음. 최근 미국 Rockwell Sci사는 최대 2W급 진동에너지 하베스터를 개발하였다고 발표함

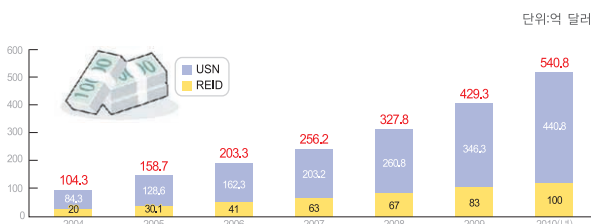
2. 시장규모 전망 및 예측

가. 저 전력 디바이스용 초소형 전원모듈

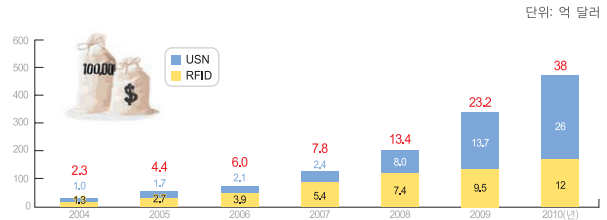
(단위: 백만 달러)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR
저 전력 디바이스용 초소형 전원모듈	세계 203.3	256.2	327.8	429.3	540.8	802.4	1,056.0	31.6 %
	국내 6.0	7.8	13.4	23.2	38.0	62.9	100.7	59.6 %

- ※ IT839 전략기술개발 Master Plan, RFID/USN 세계시장 성장추세(IITA) 참조 - RFID/USN 전체시장에서 전원모듈이 차지하는 비중을 1%로 추정하여 산출
- ※ 국내시장규모는 2006년 기준으로 세계시장의 3% 정도이나, 급격한 성장을 통해 2010년 7%, 2012년 9.5% 이상일 것으로 예측



〈그림4〉 세계 RFID·USN 시장성장 추이



〈그림5〉 국내 RFID·USN 시장성장 추이
출처: 전자신문 2006년 7월

나. 멀티미디어 모바일단말용 차세대 전원모듈

(단위: 백만 달러)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	CAGR
멀티미디어 모바일 단말용 차세대 전원모듈	세계 110	330	550	770	1100	1430	1650	2090	2640	98.4%
	국내 1.1	6.6	16.5	55	110	418	517	693	924	132.0%

출처: 전자부품연구원 전자산업동향 차세대전자 세미나 2006년 6월

- ※ 멀티미디어 모바일 단말용 차세대 전원모듈은 화합물태양전지와 연료전지를 합한 전원모듈 시장임
- ※ 화합물 태양전지 시장의 경우 연료전지 시장의 10%를 예상하여 시장에 진입하는 것으로 산정하였음
- ※ 휴대용 연료전지 및 태양전지 시장 규모의 경우 연구기관에 따라 매우 큰 차이가 있으며, 본 자료는 그 중 가장 보수적인 관점에서 시장을 바라보고 성장률을 예상한 자료임

참고) 세계 휴대폰 시장현황 및 전망

(단위: 천대)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005-2010 CAGR(%)
1G							
AMPS/TACS/NTT	-	-	-	-	-	-	NA
GSM	120,112	116,150	103,562	87,736	69,116	46,350	-17.3
2G							
cdmaOne	1,406	800	-	-	-	-	NA
IDMA	4,004	1,500	-	-	-	-	NA
PDC	10,445	4,360	1,500	-	-	-	NA
IDEN	18,146	14,700	10,300	5,000	900	700	-47.8
Subtotal	154,114	137,510	115,362	92,736	70,016	47,050	-21.1
GSM/GPRS	423,317	379,714	344,881	316,926	293,328	276,154	-8.2
2.5G							
EDGE	56,214	112,325	155,281	182,442	190,798	180,920	26.3
CDMA2000 1 RTT	125,125	129,747	129,083	123,467	109,376	91,673	-6.0
Subtotal	604,656	621,786	629,245	622,834	593,502	548,747	-1.9
3G							
WCDMA	47,821	104,063	151,423	204,072	280,320	367,033	50.3
CDMA2000 1 EV-DO	16,701	28,663	48,347	69,075	98,737	129,041	50.5
CDMA2000 1 EV-DV	-	-	-	-	-	-	NA
TD-SCDMA	-	60	412	1,936	5,989	12,710	NA
Subtotal	64,522	132,787	200,181	275,084	385,045	508,784	51.1
Total	823,292	892,083	944,789	990,653	1,048,563	1,104,581	6.1

출처: IDC, 2006. 2

III 기술 및 정책동향

1. 기술개발 동향

구분	주요 현황
국내 기술개발 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 국내의 전반적인 태양전지의 전반적인 기술은 선진국 대비 60~90% 수준이며 특히 소재 및 응용 기술 개발이 필요함

<p>국내 기술개발 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> 태양전지의 경우 ETRI, KETI, KIER, KIST, KRICT 등 연구기관과 한국과학기술원(KAIST), 고려대학교, 서울대학교 등의 대학 및 삼성SDI, LG전자기술원, 포톤반도체에너지, 현대중공업 등에서 연구개발 진행 중임. 전자통신연구원(ETRI)에서는 나노입자를 이용한 플렉시블 태양전지 분야의 기반기술 확보를 통한 국내 기술을 선도하고 있고, 2006년부터 기존의 화합물 반도체 인프라를 이용한 고효율 태양전지에 대한 연구를 시작함. 전자부품연구원(KETI)에서는 비정질/마이크로결정질 실리콘 태양전지 및 나노구조를 이용한 저가/고효율 박막형 실리콘 태양전지에 대한 연구개발을 한국과학기술원(KAIST)과 공동으로 진행하고 있음 국내의 경우 90년대 중반부터 대학, 연구소를 중심으로 박막전지에 대한 연구가 시작되었으며, 현재까지 진행되고 있음 국가 출연 연구소 출신 연구원들이 창업한 벤처기업인 누리셀의 경우 여러 가지 종류의 prototype 박막전지를 개발하는데 성공하였음 ETRI의 경우, 2005년에 RFID 센서태그용 30mAh급 필름 일차 전지 시험품 개발 및 USN용 자가충전형 전원소자 개발 중 소형 연료전지의 경우 90년대 중후반부터 기업과 연구소, 대학 등에서 연구가 진행되고 있으나 스택을 제외한 BOP분야, 고체 전해질막, 전극, 촉매, 바이폴라 플레이트 등과 같은 핵심소재 분야에 대한 기술이 상대적으로 취약하고, 시스템, 생산기술 등과 같은 주변 산업 기술의 수준은 높은 편임 국내에서는 ETRI를 포함한 일부 그룹에서 소재중심의 기초연구를 수행 중에 있으나 아직 에너지하베스터가 개발된 예는 없음
<p>국외 기술개발 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> 저가/고효율 구현을 위한 박막형 실리콘 태양전지는 일본, 유럽, 미국을 중심으로 활발한 연구개발 및 기업을 통해 모듈이 생산되고 있음. 일본의 경우 동경공대와 AIIST 등의 대학과 연구기관 및 Kaneka, Fuji, Sanyo, Sharp 등의 기업에서 박막형 실리콘 태양전지에 대한 우수한 결과가 발표되고 있음. 유럽의 경우, Neuchatel, Utrecht, Julich, Unaxis, 미국의 경우 United Solar, ECD 등의 대학 및 기업에서 연구개발을 진행 중임 고효율 화합물 반도체 광변환 소자는 집광(concentrator)형 GaInP/GaAs/Ge triple junction 광변환 소자를 이용하여 39% ('05년 5월)효율 달성하였으나 집광을 위한 모듈은 미래정보통신용 단말기에 적용하기가 곤란하며, 양자점과 hot-electron을 이용한 고효율 광변환 소자 개발은 초기 단계임 (이론적으로 66%의 효율) 미국의 경우, NREL(미국국립재생에너지연구소)을 중심으로 화합물 반도체 태양전지 분야의 연구개발이 진행되고 있으며 Spectrolab에서는 인공위성 등에 장착되는 우주용 및 지상에서 사용되는 고효율의 태양전지를 제조하고 있음 일본의 경우 Japan Energy가 화합물 반도체 multi-junction 태양전지 분야의 선두 그룹이고, Sharp는 현재 Si 계열 태양전지의 세계 최대 기업임 다국적기업인 BP Solar와 호주의 UNSW에서 실리콘 기반 태양전지에 대한 연구개발 및 제조를 하고 있음 미국 IPS사는 Smart Active Label용 0.2mm 이하 0.2mAh 용량을 갖는 초박막 플렉시블 전지를 개발하여 라벨 제조 업체에 공급 미국 Cymbet사는 RFID 태그에 응용하기 위해 전고상 형태의 초박막전지를 개발 전지가 내장된 태그의 중요성이 최근 부각되면서 이에 대한 연구 및 관련 단체의 움직임 또한 활발해 지고 있음 미국 Solicore 사는 고체 고분자 전해질을 사용한 플렉시블 전지

<p>국외 기술개발 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> 를 개발하여 스마트 카드 및 능동형 RFID tag 제작업체에 공급하고 있음. 전지의 용량은 크나 자가방전을 및 저온특성이 미흡한 점이 단점으로 지적되고 있음 일본의 경우 NEC사에서 최근 유기라디칼 전지(ORB)를 개발하여 IT 모바일 기기등에 장착시험을 실시하고 있으며, 그 응용범위를 스마트 카드 및 RFID 태그로 넓히고 있음 미국 Mechanical Technologies, Inc. (MTI)와 Polyfuel사는 연료전지 시스템 및 새로운 전해질막 개발 부분에서 상당한 성과를 얻고 있음 휴대용 연료전지의 개발은 정부주도 하에 이루어지고 있는데, 미국에서는 DOE가 중심이 되어 국가적인 차원에서 연료전지 과제를 지원하고 있고, 일본에서는 2004년까지 실증단계, 2005년부터는 도입단계, 2010년 이후에는 보급단계로 계획을 잡고 있음 미국 Advanced Cerametrics사나 Ferro-Solutions사 등에서 진동 에너지 하베스터를 개발하기 위한 연구들을 일부 진행하고 있음
--------------------------	--

2. 표준화 동향

구 분	주요 내용
<p>표준화 목표 및 주요내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> 태양전지의 효율 측정 및 신뢰성 평가 관련 표준은 제정되어 있으나 모바일 에너지 부품관련 표준화는 아직 제정되어 있지 않음 모바일 에너지 부품관련 표준화는 리튬 이차전지 안전성관련 UL 규격, IEC 규격과 노트북용 이차전지 규격인 IEEE 1625만이 제정되어 있음 현재 휴대폰용 리튬이차전지 규격(IEEE1725)은 제정 중이며 국내에서는 리튬이차전지 관련 표준화 작업이 전기연구원 주도로 진행 중 현재 선진국에서는 2030년까지 획기적으로 에너지 체계를 바꿀 수소에너지와 연료전지 기술개발 및 표준화 연구를 국책 사업으로 진행 중이며, 국제전기위원회(IEC)에서는 IEC/TC105(Fuel Cell Technology)를 중심으로 연료전지 용어, 모듈 등 10개 분야를 중심으로 국제 표준을 개발하고 있음 에너지하베스터는 아직 초기연구단계라 관련 표준화 작업은 진행되지 않고 있음
<p>주요이슈 및 향후 전개방향</p>	<ul style="list-style-type: none"> 모바일 에너지 부품용 태양전지의 경우 각 제품에서 요구되는 성능 및 사이즈에 대한 표준화 작업 및 기준이 요구되므로 이에 따른 대응방안이 필요함 에너지 부품의 규격은 대부분이 대상 제품의 특성에 따라 달라지므로 표준화 작업이 미흡한 것이 현실이고, 리튬이차전지에 대해서만 안전성 관련한 표준화 및 성능 기준이 마련되어 있을 뿐임 연료전지 분야는 모든 FC 응용품, 운송용 FC, 보조전력장치와 휴대전자기기 전원용 연료전지 기술등과 같은 분야를 중심으로 규격을 개발하고 있으며, 현재 선진국들은 자국의 입장을 주도적으로 반영하기 위하여 국가 차원의 전략적 접근을 추진 중에 있음 에너지하베스터는 주로 임베디드 형의 자전력형 디바이스에 적용되므로 향후 초소형 전원소자들에 대한 표준화 작업 및 기준이 요구될 수 있음. 이에 따른 대응방안 요구됨
<p>표준화 대응전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 부품 관련 표준화가 아직 미흡하므로 관련 표준화의 선행을 통한 향후 시장 선점을 위해 노력 선진 연구기관과의 기술교류 및 공동연구를 통해 표준화 작업을 위한 컨소시엄 구성시 국내 연구기관 및 전문가의 적극적인 참여를 통해 관련 분야에서의 국내 입지를 강화할 필요가 있음

표준화 대응전략

- 우리나라가 원천기술 없이 선진국이 만들어 놓은 국제표준을 수용하면 관련분야 기술 예측화가 우려되기 때문에, 기술개발 초기 단계부터 국제적으로 추진되고 있는 표준화 규격에 맞는 기술을 개발하여야 하며 국제경쟁력이 있는 분야는 국제표준화와 연계하여 국제규격에 적극 반영해 나가는 전략을 수립 시행해야 할 것임
- 저전력 초소형 디바이스용 전원소자의 표준화가 시장선점 차원에서 우선 필요함

특허 대응전략

- 수소저장장치, 연료 카트리지, Fuel Processor, BOP, 스택 등에 관련된 특허가 평균 신장률을 만드는 수준이기 때문에 이러한 기술개발에 집중할 필요가 있으며, MEA, 고분자전해질막 및 분리판 등은 현재 핫 이슈로 연구되고 있는 분야이며, 시스템 기술과 촉매 및 small fuel cell 기술은 최근 주류 기술 분야임
- 에너지하베스터는 새로운 진동 및 압전소재 중심으로 개발진행, 임베디드형 에너지 디바이스 시스템 개발 진행

3. 특허동향

구 분	주요 내용
특허 목표 및 주요내용	<ul style="list-style-type: none"> • 박막형 태양전지를 이중 또는 삼중으로 접합한 다중접합형 저가, 고효율 박막 실리콘 태양전지의 재료, 구조 및 제조방법 • 실리콘 기판 위에 III-V 화합물 반도체 태양전지를 제작하는 저가, 대면적, 고효율화 • 태양광 흡수를 위한 다양한 밴드갭의 물질 개발 • 국외 특허 분석의 경우 박막전지 분야에 대해 300건 이상의 특허가 출원, 혹은 등록되었으며, 이중 미국에서 출원, 혹은 등록된 특허는 185건으로 절대적인 우위를 차지 • 이차전지특허 출원국 별로는 미국, 일본, 독일, 프랑스 순이었으며, 내용면에서는 양극, 전해질, 음극, 제조공정의 순 • 국내 특허 분석의 경우 박막 이차전지에 대해 총 50건의 특허가 출원, 혹은 등록되었는데, 그 중 9건은 외국인에 의해 출원 및 등록 • 최근 5년간 자료를 분석해 보면 MEA관련 특허 출원이 주류를 이루고 있으며, 촉매, Fuel Processor, 연료공급장치, 스택, small fuel cell 및 BOP 기술에 대한 특허도 증가하는 추세에 있음 • 국내의 경우 에너지하베스터 관련 특허는 전무, 미국의 경우 총 78건의 에너지하베스터 관련 특허들이 출원 또는 등록됨
주요이슈 및 향후 전개방향	<ul style="list-style-type: none"> • 다중 접합형 박막 태양전지의 터널접합 및 고효율화를 위한 투명 전도막 소재 및 제조기술 • 실리콘 기판과 III-V 화합물간의 격자 부정합에 의한 결함을 줄이기 위한 다양한 태양전지용 기판 성장 기술 개발 • 태양전지 응용을 위한 다양한 물질 개발 및 기존 방법을 탈피한 새로운 개념 도입 • RFID용 tag등에 적용될 수 있는 박막전지는 아직 개발 중인 단계이므로 다양한 특허가 지속적으로 출원될 것으로 생각되나 적용되는 제품에 따라 다양하게 기술개발이 진행될 것으로 예상, 최근 일부 국내특허들이 출원됨 • 향후 기술 발전에 따라 촉매, 연료공급장치, 연료카트리지, BOP, 스택 및 Small fuel cell 등의 기술에 eoks 특허 출원이 늘어날 것임 • 에너지하베스터의 경우, 진동 및 압전 소재 기술 개발 그리고 생성된 에너지의 저장기술 개발이 진행될 것으로 예상
특허 대응전략	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 방법을 탈피한 새로운 태양전지의 개념 도입 및 물질 개발 • 이미 박막전지 등 초소형 전지에 대한 특허는 많이 출원되고 있으나, 적용되는 application에 대한 검토는 미흡하므로 수요제품의 특성에 맞는 제품 개발 및 특허 출원을 통한 기술 보호 노력 지속 • 소형 연료전지 특허 Portfolio 분석을 해보면, 연료공급장치, 소형

4. 정책동향

구 분	주요 내용
한국	<ul style="list-style-type: none"> • 정부에서는 여러 대체에너지들 중 태양광을 3대 중점 과제(태양광, 풍력, 수소/연료전지)로 선정하여 연구개발 및 보급사업 등을 추진 • 2002년 제2차 국가에너지 기본계획을 확정하고 2002년부터 2011년까지 우리나라의 에너지 정책 방향을 제시 • 2004년 산자부 주도의 차세대성장동력 사업으로 이차전지 분야에 대한 육성을 추진하고 있으나, HEV, 산업용 등 다양한 분야에 대해 개발을 하여 IT 부품으로서의 개발에 대한 지원은 미흡 • 2005년 정통부 주도의 정보통신 선도기반기술 개발사업으로 RFID/USN용 박형전지 및 자가충전형 전원소자개발 및 육성을 주도하고 있음 • 정부에서 주도하는 에너지하베스터 관련 개발사업은 없는 것으로 판단됨
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 1972년부터 에너지성(DOE) 주관으로 5년 주기의 국가 PV 프로그램 수립하여 수행 • 2030년까지 PV산업에 관한 단계적 로드맵을 수립하고, 2030년까지 전력 부하의 10%를 태양광산업이 점유하도록 함 • 에너지성(DOE) 주도로 자동차용 전지 활용기술에 주력하고 있는 상황임 • 1991년부터 FCVT 프로그램을 진행하여 전기자동차와 Mobile IT기용 이차전지 기술개발 지원 • 미국 연료전지 산업은 대통령의 적극적인 관심 표명으로 DOD 및 DOE의 강력한 지원과 UTC, MTI 등과 같은 연료전지 전문회사가 다수 있고 많은 주정부들의 지원체계가 잘 구축되어 있음 또한 에너지 안보차원에서 큰 관심을 쏟고 있는 분야임 • 정부주도의 대규모 에너지하베스터 개발사업은 없는 것으로 판단됨
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 1974년의 Sunshine Project를 시작으로 태양광발전기술을 개발하기 위한 프로그램들을 수행 • 1980년에는 신에너지개발기구(NEDO)를 설립하여 대체에너지개발 촉진법 및 전기요금 전원개발 촉진세를 부가할 수 있는 특별 회계법을 제정 • 1993년에는 태양광발전기술연구조합(PVTEC)을 결성 • 1997년에는 신재생에너지법을 제정 • 2002년에는 신재생에너지 포트폴리오 기준법을 제정 신재생에너지를 의무적으로 사용하도록 함 • 1991년에 소니에서 리튬이차전지를 상품화한 이후 국가적으로 이차전지산업 육성을 지원 • 1993년부터 New Sunshine Program을 통해 국가주도로 연료전지 관련 연구가 진행되고 있으며, 계속 정부 예산이 급증하고 있는 추세임 (2001년 120억엔 → 2002년 220억엔 → 2003년

	<p>320억엔) 또한 Toshiba, NEC, Sanyo, Sony 등과 같은 전자 및 이동통신 분야의 대기업들이 DMFC를 이용한 휴대용 전원개발에 박차를 가하고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> 정부주도의 대규모 에너지저장장치 개발사업은 없는 것으로 판단됨
유럽	<ul style="list-style-type: none"> 유럽 국가들은 공동체(EU)를 결성하여 태양광발전기술개발 2000년 Renewable Energy Sources Act를 도입하여 매년 새로운 시스템에 대해서는 시스템의 가격을 낮추기 위해 5%씩 단가를 낮추도록 함 유럽연합(EU)에서는 리튬이차전지의 개발을 위하여 1991년부터 17개국이 참여한 국가연합의 JOULE Program 진행 29개 기관 참여, IEC를 통하여 규격제정 활동 추진, 환경보호 등의 Infra에 충실한 정책을 시행 중 유럽의 연료전지 기술 개발의 경우 CUTE 등과 같은 대형 프로젝트 실시, 자동차 회사 참여, CMR Fuel Cells 등 관련 요소 기술회사 다수, 재료분야 기술 확보, 신재생에너지에 대한 관심고조, 대학 연구 활성화 및 역내 환경협약 등이 강점으로 작용하고 있음 정부주도의 대규모 에너지저장장치 개발사업은 없는 것으로 판단됨
중국	<ul style="list-style-type: none"> 풍부한 인력과 내수시장으로 경쟁력 확보 핵심 부품·소재 및 중·대형 전기 기술개발에 주력 2000년 이후 저임금의 노동력을 활용한 수작업 생산으로 세계 시장 점유율 확대 및 가격경쟁력 우위 유지 기술적인 측면에서는 일본이나 한국 업체에 비해 뒤지는 실정 일부 수공정을 채택하고 있어서 제품의 균일성이 떨어지며, 안전성도 낮은 단점 중국의 연료전지 분야 기술 개발은 MOST, CAS, NNSF의 지원하에 수행되고 있으며, 총 3단계(1단계: ~2020, R&D 집중, 2단계: ~2050, Marketing, 3단계: 2050 이후, Hydrogen Epoch)에 걸쳐 수소경제사회로 진입하려함 정부주도의 대규모 에너지저장장치 개발사업은 없는 것으로 판단됨

	<ul style="list-style-type: none"> 발전용 태양전지에 관련된 연구는 미약하게 있으나, 고효율의 모바일 에너지원으로써 태양전지 연구는 거의 없음. 따라서 전문 인력이 매우 부족함 에너지저장장치 관련 연구자들도 미약하고 전문인력 또한 매우 부족함
물리적 인프라 측면	<ul style="list-style-type: none"> 이차전지 생산 업체의 수준은 세계적인 수준에 도달하여 있으나, 이를 뒷받침할 소재, 장비 업체의 수준은 부족하여 일본 등 선진국에 의존도가 매우 큰 상황이고 산업체를 제외한 학·연의 인프라가 매우 부족 태양광 에너지 연구의 경우, 국가의 지속적인 정책적 지원이 절실히 요구되나 현재는 일회성의 발전설비 등에 지원이 이루어짐 우리나라는 반도체 및 모바일 통신 등 IT 분야의 강국으로써 고효율 태양전지의 모바일 에너지원으로 적용에 적합한 물리적 인프라를 구축하고 있음 산지부 주관의 태양광 사업단 등 대체 에너지 사업단(수소연료전지사업단, 풍력사업단) 등이 현재 구성되어 있어 이와 연계하여 산·학·연의 인프라 구축이 필요 에너지저장장치 관련 정책적 지원 및 산·학·연 인프라 구축이 요구됨
산업화 역량 측면	<ul style="list-style-type: none"> 리튬 이차전지의 신제품 개발은 세계 최초로 2,600mAh급을 개발하는 등 개발능력과 기술 수준은 이미 경쟁력을 확보하고 있음 국내의 태양전지 산업 구조는 취약함. 발전용 태양전지는 샤프(일본)가 가장 앞서고 있으며, 중국이 최근 집중 투자하여 상위 10대 업체에 진입함. 모바일 에너지원으로써의 고효율 태양전지는 아직 산업화가 되지 않고 있음 "센싱"과 "무선통신" 및 "장수명"과 "자가발전"의 개념이 도입된 초소형디바이스들이 item level로 상업화 될 경우, 에너지저장장치 관련산업이 크게 성장할 것으로 기대됨
정책적 지원 측면	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 성장동력 사업으로 인해 부품소재 육성이나 기반 조성에는 지원을 하고 있음 태양광 에너지 등 대체 에너지의 개발은 국가적인 정책이 절대적으로 산업경쟁력에 영향을 미침. 일본의 지속적인 정보보호정책이나 독일의 feed-in tariff 정책이 대표적인. 차세대 모바일 에너지원에 대한 정부의 정책적 지원은 관련 산업에 미치는 파급효과가 매우 클 것으로 기대됨 에너지저장장치는 미래산업을 주도할 "인증" 및 "보안"과 관련된 초소형 디바이스와 연계된 중요한 item이므로 정부의 정책적 지원이 필요하며 향후 관련 산업에 미치는 파급효과가 클 것으로 판단됨

IV 국내 기술수준 및 역량분석

1. 기술수준 평가(정량적 측면)

소분류	요소기술	1위국명	상대수준(%)		기술격차(년)	
			1위국	한국	1위국	한국
전원장치	2차 전지	일본	100.0	90.0	0.4	1.4
	연료전지	미국	96.9	79.3	0.6	2.6
	태양전지	일본	97.1	82.1	0.4	2.2

2. 보유자원 평가(정성적 측면)

구분	주요 내용
인력측면	<ul style="list-style-type: none"> 이차전지의 경우 생산업체가 기술개발을 주도하여 기초적인 연구가 취약하고 인력 관련 인프라가 미흡하여 산업체에서 사용하기 위한 인력을 자체적으로 교육 조달함

3. SWOT 분석과 대응전략

구분	O(기회)	T(위협)
	<ul style="list-style-type: none"> 국내 Mobile IT 산업의 고도 성장으로 수요 증가 - DMB폰, WiBro 등 융합 기기 - 전통공구 등 기존 전지의 대체시장 증가 반도체 인프라 활용 가능 고유가 시대를 맞아 대체 에너지의 필요성 인식 환경 문제 등에 따른 청 	<ul style="list-style-type: none"> 일본의 기술적 견제 중국의 설비증설 및 저가 공세 세계적인 공급과잉으로 지속적 가격 하락 태양전지 기술의 평준화에 의한 중국 등 저가 업체의 성장 취약한 화합물 반도체 산업 구조

정/대체에너지 개발에 대한 지원 정책의 확대

- "인증" 및 "센싱"과 관련된 다양한 초소형 기기 등의 용도 발생에 따른 새로운 저전력형 전원소자 필요

- 기술선진국들의 새로운 에너지 소자 개발에 대한 발빠른 대응에 비해 전혀 준비가 없음

S(강점)	SO전략	ST전략
<ul style="list-style-type: none"> • 생산 자동화 기술 우수 • Mobile IT 산업과 휴대용 전자산업 국제경쟁력 보유 • 산업체의 적극적 투자 의지 • 세계 시장 점유율 2위 달성 • 부품·소재 개발 업체 다수 • 정부의 강력한 지원정책 • 차세대 성장동력사업 추진 • 세계 2위의 모바일 단말기 생산국 • 높은 모바일 기기 소비 • 이동통신 인프라 • 신기술 개발에 대한 신속한 적응력 및 상업화 능력 	<ul style="list-style-type: none"> • 모바일 기기와 결합하므로 높은 국내시장을 바탕으로 한 경쟁력 확보 • Item level의 다양한 초소형 전원소자 기술의 개발 및 신규시장 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요산업과의 연계를 통해 제품 특성에 부합하는 차별화된 제품 개발에 주력 • 고효율 태양전지의 개발을 통한 발전용 태양전지 시장과 차별화하는 모바일 분야의 시장 개척으로 고부가가치 부품 개발 • Item level의 저전력형 소자들에 대한 기술 개발 범위 확대

W(약점)	WO전략	WT전략
<ul style="list-style-type: none"> • 부품·소재 및 핵심장비의 대일 수입의존도가 높음 • 기술 혁신을 주도할 고급 연구인력 및 전문 기술인력 부족 • 대학·연구소의 연구시설 부족 • 선행 기초기술 연구기반 취약 • 고효율 태양전지 기술 미약 • 부품업체 영세화 • 정부정책지원 미비 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경/에너지 문제를 해결할 수 있는 방향으로 정부정책의 변화를 통한 산업구조 개선 • 기존 반도체 산업 인프라를 이용하여 빠른 시간내 고효율 태양전지 기술력 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 부품, 소재의 국산화를 통한 산업 전반의 경쟁력 확보를 위한 기반 조성 노력 • 태양광 발전은 타 사업단 중심으로 경쟁력 확보가 필요

4. 핵심발전 동인(Key Driver) 분석

핵심동인		주요내용
견인 요인	세계최고의 IT 인프라	- 세계 최고 수준의 모바일 기기 활용을 통한 - 유비쿼터스 및 센서 네트워크 기반 조성
	반도체 기반 기술	- 현재 확보된 반도체 기반기술을 고효율 태양전지에 접목하여 개발 가능
	고유가 및 환경 문제	- 자원 무기화 및 도쿄 의정서 기준('02.11)등에 따른 재생 에너지 자원 확보 및 화석 및 원자력 에너지를 대체할 수 있는 청정 에너지원 확보가 필요함

저해 요인	고효율 태양전지 기술부족	- 화합물 반도체 기반의 고효율(40%) 태양전지의 기술은 전세계적으로 확보되지 못하고 있음
	태양전지 인력 부족	- 최근들어 신물질 개발 및 신규조 개발을 통한 고효율 태양전지의 이론이 발표되는 수준임
	부품, 소재 기술 부족	- 태양전지관련 산업이 많이 위축되어 있어 현재 전문 인력 부족한 상태임
잠재 요인	타 에너지원과의 경쟁	- 이차전지 관련 부품 소재의 해외 의존도가 매우 높음 - 연료전지 관련 부품 소재의 해외 의존도가 매우 높음
	에너지 부품간의 융합을 통한 경쟁력 강화	- 타 대체 에너지 산업과 연계되어 태양광 에너지 산업 구조의 변화가 예상됨 - 기존 부품의 한계를 극복하기 위한 에너지 관련 부품의 융합을 통한 신시장 개척

V 분야별 기술로드맵

1. 멀티미디어 모바일 단말용 전원 모듈

가. 개요

구분	주요내용
개념 및 범위	<ul style="list-style-type: none"> • 휴대단말기를 포함하는 모바일 융합기기, ubiquitous sensor network(USN), 능동 RFID tag/smart card 등에 전원으로 사용될 수 있는 고효율 전원 모듈
시장성	<ul style="list-style-type: none"> • 태양전지 시장은 1996년까지는 평균 성장 13%였으나, 1997년 이후 현재까지 연평균 35%의 급성장세를 보이고 있다. 매출은 2003년 47억불(742 메가와트) 규모이며, 2010년에는 300억불 규모가 예상되며(Maycock, PV News, March 2004), 유가 상승과 친환경 분야에 대한 사회적 요구 등의 요소를 고려한다면, 예상보다 훨씬 더 큰 시장규모 될 것으로 예상됨 • 2010년까지 휴대폰, MP3플레이어, 디지털카메라 등 모바일기기에 들어가는 휴대용 연료전지 세계시장 규모는 보수적 예측의 경우 약 19억 달러 규모, 낙관적 예측은 이차전지시장의 약 15% 정도인 약 30억 달러 내외로 추산
기술 개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 이미 박막전지 등 초소형 전지에 대한 특허는 많이 출원되고 있으나, 적용되는 application에 대한 검토는 미흡하므로 수요제품의 특성에 맞는 제품 개발 및 특허 출원을 통한 기술 보호 노력 지속하고, 기존 방법을 탈피한 새로운 개념 도입 및 물질 개발을 통한 저가/고효율 태양전지를 제작할 경우 충분한 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 보임 • 소형 휴대연료전지의 경우 연료 카트리지 기술, 시스템 및 패키징 기술, 스택 기술, MEA 기술 등과 같은 분야에 대한 기술 개발 및 특허 출원이 필요하며, 최근 국내 업계에서 실용화 기술개발에 주력해야 할 분야로 떠오르고 있기 때문에 적절한 지원이 이뤄진다면 충분한 경쟁력을 확보할 수 있음
기술성	

기술 개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 저가/고효율의 박막형 태양전지 제조는 국내의 우수한 반도체 기술을 바탕으로 달성하고, 이를 세계최고의 IT 기술과 디지털융합제품에 채용하여 응용할 경우 높은 부가가치의 창출이 기대됨 • 국내의 연료전지 재료 및 부품 공급업체의 수나 경쟁력이 절대적 열위에 있기 때문에 2차전지와 같은 소재중속 현상을 방지하기 위한 국가적 대응이 시급한 상황임
-----------	--

나. 상세 동향분석

구분	국내	국외
산업/시장동향	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 Smart Active Label 용으로 flexible한 박막 전지가 개발 중이나 아직은 prototype 수준임 • 삼성SDI는 태양에너지를 전기 에너지로 변환시키는 에너지 효율이 20.1%로 고효율이며 대면적(45,26cm²)인 벌크형 실리콘 태양전지를 개발 • 솔레이텍에서 휴대폰 충전용 2W급(66mm X 92mm) 태양전지 판매 • 삼성중기원에서 삼성 SDI와 공동으로 메탄올 용액 100cc로 노트북 PC를 10시간 구동할 수 있는 DMFC를 개발, PEMFC도 적극 개발하고 있음 • LG화학은 DMFC 개발연구를 수행하여 MEA 기술의 연구기반을 구축하였으며, 곧 관련 소재 및 연료전지를 생산할 계획임 • 세티도 LG정유, 독일 프라운호퍼연구소와 공동으로 노트북용 PEMFC를 개발하였음 	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 Cymbet사는 RFID 태그에 응용하기 위해 전고상 형태의 초박막전지를 개발하여 실제 태그에 부착 실증시험을 실시하고 있음 • 일본 최대 통신 회사인 NTT 도코모는 태양전지가 내장되어 있는 미쓰비시의 휴대폰 시제품인 '뮤직 포터'를 선보였다. 디자인도 컴팩트하면서 태양전지가 보조 전원으로 작동해 배터리 수명을 늘려주는 게 장점 • 미국의 Sunpower사에서 Motorola의 휴대폰에 태양전지를 장착한 시제품 출시 - 일본 NEC, Toshiba, Fujitsu 등의 전자회사들은 PDA나 노트북 PC용 DMFC를 개발하기 위해 노력하고 있고, 독일에서는 Smart Fuel Cell 사가 20~50W급 DMFC를 개발하여 판매를 시작하였음 - 미국의 MTI, DMFC 등에서 특허 기술을 앞세워 소형2차전지 충전기, 연료카트리지 등과 같은 시제품을 출시하고 있음
기술개발동향	<ul style="list-style-type: none"> • 국내의 전반적인 태양전지의 전반적인 기술은 선진국 대비 60~90% 수준이며 특히 소재 및 응용 기술 개발이 필요함 • 태양전지의 경우 ETRI, KETI, KIER, KIST, KRICT 등 연구기관과 한국과학기술원(KAIST), 고려대학교, 서울대학교 등의 대학 및 삼성SDI, LG전자기술원, 포톤반도체에너지, 현대중공업 등에서 연구개발 진행 중임 	<ul style="list-style-type: none"> • 고효율 화합물 반도체 광변환 소자는 집광(concentrator)형 GaInP/GaAs/Ge triple junction 광변환 소자를 이용하여 39%(05년 5월)효율 달성하였으나 집광을 위한 모듈은 미래 정보통신용 단말기에 적용하기가 곤란하며, 양자점과 hot-electron을 이용한 고효율 광변환 소자 개발은 초기 단계임 (이론적으로 66%의 효율) • 일본의 경우 Japan Energy

기술개발동향	<ul style="list-style-type: none"> - 소형 연료전지의 경우 90년대 중후반부터 기업과 연구소, 대학 등에서 연구가 진행되고 있으나 스택을 제외한 BOP분야, 고체전해질막, 전극, 촉매, 바이폴라 플레이트 등과 같은 핵심소재 분야에 대한 기술이 상대적으로 취약하고, 시스템, 생산기술 등과 같은 주변 산업기술의 수준은 높은 편임 	<p>가 화합물 반도체 multi-junction 태양전지 분야의 선두 그룹이고, Sharp는 현재 Si 계열 태양전지의 세계 최대 기업</p> <ul style="list-style-type: none"> - 미국 Mechanical Technologies, Inc. (MTI)와 Polyfuel사, Scientific사 등은 연료전지 시스템 및 새로운 전해질 막 개발 분야에서 상당한 성과를 얻고 있음 - 휴대용 연료전지의 개발은 정부주도 하에 이루어지고 있는데, 미국에서는 DOE가 중심이 되어 국가적인 차원에서 연료전지 과제를 지원하고 있고, 일본에서는 2004년까지 실증단계, 2005년부터는 도입단계, 2010년 이후에는 보급단계로 계획을 잡고 있음
표준화동향	<ul style="list-style-type: none"> • 태양전지의 효율 측정 및 신뢰성 평가 관련 표준은 제정되어 있으나 모바일 에너지 부품관련 표준화는 아직 제정되어 있지 않음 - 국내에서도 IEC/TC105(Fuel Cell Technology)에 기술표준위원과 한국과학기술원을 중심으로 참여하고 있음 - 원천기술 없이 선진국이 만들어 놓은 국제표준을 수용하면 관련분야 기술 예측화가 우려되기 때문에, 기술개발 초기단계부터 산.관.연이 합심하여 국제 표준에 연계된 기술을 개발하여야 하며 국제경쟁력이 있는 분야는 국제표준화와 연계하여 국제규격에 적극 반영해 나가는 전략을 범국가적으로 수립/시행함으로써 대외경쟁력을 상승시켜야 할 것임 	<ul style="list-style-type: none"> • 태양전지의 효율 측정 및 신뢰성 평가 관련 표준은 제정되어 있으나 모바일 에너지 부품관련 표준화는 아직 제정되어 있지 않음 - 현재 선진국에서는 2030년까지 획기적으로 에너지 체계를 바꿀 수소에너지와 연료전지 기술개발 및 표준화 연구를 국책 사업으로 진행 중이며, 국제전기위원회(IEC)에서는 IEC/TC105(Fuel Cell Technology)를 중심으로 연료전지 용어, 모듈 등 10개 분야를 중심으로 국제 표준을 개발하고 있음
특허동향	<ul style="list-style-type: none"> • 실리콘 기반 위에 III-V 화합물 반도체 태양전지를 제작하는 자가, 대면적, 고효율화 • 태양광 흡수를 위한 다양한 밴드갭의 물질 개발을 통한 고효율 태양전지 부품 - 최근 5년간 자료를 분석해 보면 MEA관련 특허 출원이 주류를 이루고 있으며, 향후 기술 발전에 따라 촉매, 연료공급장치, 연료카트리지, BOP, 스택 및 Small fuel cell 등의 기술에 eoks 특허 출원이 늘어날 것임 	<ul style="list-style-type: none"> • 박막형 태양전지를 이중 또는 삼중으로 접합한 다중접합형 자가, 고효율 박막 실리콘 태양전지의 재료, 구조 및 제조 방법 • 실리콘 기반 위에 III-V 화합물 반도체 태양전지를 제작하는 자가, 대면적, 고효율화 • 태양광 흡수를 위한 다양한 밴드갭의 물질 개발을 통한 고효율 태양전지 부품 - 소형 연료전지 특허 Portfolio 분석을 해보면, 연료공급장치, 소형수소저장장치, 연료 카트리지, Fuel Processor, BOP, 스택 등에 관련된 특허가 평균 신청률을 밀도는 수준이기

<p>정책동향</p> <ul style="list-style-type: none"> 태양광을 3대 중점 과제(태양광, 풍력, 수소/ 연료전지)로 선정하여 연구개발 및 보급사업 등을 추진 산업자원부에서 시행하는 대체에너지기술개발사업 중 2004년 출범한 수소·연료전지사업단에서 모바일기용 마이크로 연료전지 시스템 개발사업을 2005년에 시작하였으나 주로 시스템 분야 개발에 초점이 맞춰져 있음 국내의 연료전지 재료 및 부품 공급업체의 수나 경쟁력이 절대적 열위에 있기 때문에 2차전지와 같은 소재종속 현상을 방지하기 위한 국가적 대응이 시급한 상황임 	<p>때문에 이러한 기술개발에 집중할 필요가 있으며, MEA, 고분자전해질막 및 분리판 등은 현재 핫 이슈로 연구되고 있는 분야이며, 시스템 기술과 촉매 및 small fuel cell 기술은 최근 주류 기술 분야임</p> <ul style="list-style-type: none"> 1991년부터 FCVT 프로그램을 진행하여 전기자동차와 Mobile IT기용 이차전지 기술개발 지원(미국) 유럽 국가들은 공동체(EU)를 결성하여 태양광발전기술개발(유럽) 미국 연료전지 산업은 대통령의 적극적인 관심 표명으로 DOD 및 DOE의 강력한 지원과 UTC, MTI 등과 같은 연료전지 전문회사가 다수 있고 많은 주정부들의 지원체계가 잘 구축되어 있음. 또한 에너지 안보차원에서 큰 관심을 쏟고 있는 분야임 1993년부터 New Sunshine Program을 통해 국가주도로 연료전지 관련 연구가 진행되고 있으며, 계속 정부 예산이 급증하고 있는 추세임(2001년 120억 엔 → 2002년 220억 엔 → 2003년 320억 엔) 또한 Toshiba, NEC, Sanyo, Sony 등과 같은 전자 및 이동통신 분야의 대기업들이 DMFC를 이용한 휴대용 전원 개발에 박차를 가하고 있음
--	--

다. 달성목표와 시나리오 전개

구분	단기('06~'07)	중기('08~'10)	장기('11~'12)
실현 목표	멀티미디어 모바일 단말 (노트북 PC, 휴대폰, PDA, 등)의 보조전원	통합형 모바일 휴대 단말의 주전원	USN/RFID 초소형 통신 단말의 주전원
필요 기술	<ul style="list-style-type: none"> 30%대 광전변환 기술 태양전지/축전 하이브리드 집적 기술 스택 기술 BOP 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 40 %대 광전 변환기술 시스템 및 패키징 기술 연료 카트리지 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 45 %대 광전변환기술 발전/축전/Power management SoC 집적화 MEA 기술 시스템 및 패키징 기술
전개 시나리오	<ul style="list-style-type: none"> 화석에너지를 탈피하여 청정 에너지에 대한 사회적 관심 유도 및 증폭 계기 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 간접 조명 및 충전용 집속광원설치 실내 조명의 파장 표준화 신재생에너지 관리법안 청정에너지에 대한 사회적 인식의 전환과 관심 	<ul style="list-style-type: none"> IT 제품 디자인시 전원 모듈의 제약으로부터 벗어나 디자인의 한계로부터 자유로워짐

라. 핵심요구기능 및 발전전망

1) 핵심요구기능(Critical System Requirement)

핵심요구기능 (CSR)	정의	선정근거
광변환효율	빛으로부터 전기를 발생시키는 효율	휴대용 단말기에 적용하기 위해서는 작은 면적에서 많은 전력 생산을 위해 변환 효율이 높아야 함
가격	μ-단말/USN/RFID 본체 대비 전원모듈의 가격 비중	보급형 휴대단말기에 적용하기 위해서는 가격이 매우 중요
하이브리드 집적도	적은 공간 안에 축전지 및 교류/직류 변환장치 등을 집적시킴	갈수록 소형화되는 IT제품들의 디자인이 중요시되는 추세
시스템 소형화 (size/cc)	휴대폰에 내장할 수 있는 구조로, 연료 카트리지를 포함하는 전원의 총 부피	현재 휴대폰용 전원의 크기 (10cc) 정도인 내장형
내구성 및 Operating Time (hr)	소형 연료전지를 사용할 수 있는 총 시간 및 한번 연료 주입을 통해 사용 가능한 시간	하루 4시간 구동, 연료전지수명 3년(약4,500시간) 이상, Cartridge 한개 당 1주일 사용 목표
가격 (\$)	일회용 연료 카트리지를 포함한 소형 연료전지 시스템 전체 가격	가격은 2~4\$/Wh, 연료카트리지는 1~2\$ (리튬이온:1.5\$/Wh, 리튬폴리머:2.5\$/Wh)

2) 핵심요구기능 발전전망

핵심요구기능 구성요소	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
광변환율	휴대단말기 보조전원		휴대단말기 주전원		보급형 휴대 단말기 주전원		
가격	주문생산 (휴대단말 가격 대비 10%이내)					저가의 대량생산 (5%)	
하이브리드 집적도	박막형 발전/축전 하이브리드 집적 모듈			초소형 일체형 전원 모듈			
시스템 소형화 (size/cc)	연료전지 시스템(5W급, 100cc) 연료카트리지 (50cc)			연료전지 시스템(5W급, 80cc) 연료카트리지 (30cc)			
내구성 (hr)	연료전지 수명 1년 (약1,500시간)			연료전지수명 3년 (약4,500시간)			
가격 (\$)	5\$/W (카트리지 4\$)			3\$/W (카트리지 2\$)			

마. 핵심요구기능별 요소기술

CSR목표	관련 요소 기술		
광전변환 효율	III-V족 반도체	MEG (Multiple Exciton generation)	집광형 렌즈
하이브리드 집적	발전/축전 집합기술	AC/DC 변환기술	SoC 설계 기술

시스템 소형화 (size/cc)	시스템 기술	패키징 기술	BOP 기술
내구성 (hr)	MEA 기술	BMS 기술	스택 기술
가격 (\$)	촉매 기술	Separator 기술	연료 카트리지 기술

기술영역	관련 요소 기술
멀티미디어 모바일 단말용 전원기술	III-V족 반도체, MEG, Si-GaAs 퓨전, 대면적태양전지, 집광용 평면렌즈, 무반사막설계
	촉매 기술, MEA 기술, 스택 기술, Separator 기술, 시스템 기술, 패키징 기술, 연료 카트리지 기술, BOP 기술, BMS 기술

바. 기술 분석

1) 기술역량 및 경쟁성 분석

기술영역	요소기술명	기술경쟁력 현황		최고기술 보유국	판단사유 및 근거
		기술격차(년)	상대적 수준(%)		
멀티미디어 모바일 단말용 전원 기술	III-V반도체 태양전지	2	70	미국	최근 5년간 국내에서 III-V태양전지 연구가 전무하지만 광소자등 분야에서 지속적인 연구진행 중
	Si-GaAs 퓨전	10	0		국내에서 Si-GaAs 퓨전을 이용한 태양전지 연구가 전무. 관련장비 없음
	MEG	2	70		세계적으로 겨우 가능성 확인한 수준
	대면적태양전지	10	0	미국	Si-GaAs 퓨전 기술바탕에서 시작
	집광형평면렌즈	1	80	미국	평면렌즈는 다른 분야에서 많이 사용됨
	무반사막설계	1	100		광소자분야에서는 보편적인 기술
	촉매 기술	5	40	미국	선진국에서 거의 모든 특허를 소유하고 있는 핵심 기술
	MEA 기술	2	70	캐나다	성능을 결정짓는 요소기술
	스택 기술	1	80	캐나다	국내에서 많이 진행되고 있음
	Separator 기술	2	70	일본	저가격화가 핵심인 기술
	시스템 기술	1	85	일본	국내 연구 진행 기술
	패키징 기술	2	75	일본	국내 연구 진행 기술
	연료 카트리지 기술	3	60	미국	선진국의 특허 회피 전략이 필요한 분야
	BOP 기술	3	60	일본	국내 연구 초기 단계
BMS 기술	3	60	미국	국내 연구 초기 단계	

2) 기술의 특성 및 파급효과

기술영역	요소기술명	기술 성숙도(%)	기술단계 (기초, 응용, 개발)	파급효과
	Si-GaAs 퓨전	0	기초	GaAs 계열의 광소자 분야 및 Si 소자 분야 융합

멀티 미디어 모바일 단말용 전원 기술	MEG	0	기초	기존 태양전지의 한계 극복가능
	대면적태양전지	0	기초	III-V화합물 반도체의 단가 문제해결
	집광형평면렌즈	80	응용	태양전지의 효율 극대화
	무반사막설계	100	개발	태양전지의 효율 극대화
	촉매 기술	85	개발	저가격화, 고효율화
	MEA 기술	90	개발	저가격화, 고효율화
	스택 기술	90	개발	고효율화
	Separator 기술	85	개발	고효율화, 저가격화
	시스템 기술	80	개발	소형화, 고효율화
	패키징 기술	90	개발	소형화
	연료 카트리지 기술	70	개발	저가격화
	BOP 기술	70	응용	소형화, 고효율화
	BMS 기술	70	응용	고효율화

사. 기술로드맵

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
서비스 및 제품 (Market needs)	고가휴대단말기 보조전원						
					고가휴대단말기 주전원		
					자가보급형 휴대 단말기 주전원		
기술발전 전망	III-V족 반도체 태양전지 광변환 효율						
	38%		40%		45%		
	대면적 태양전지						
	3 inch		4 inch		6 inch		
	연료전지 시스템 소형화 (5W급 : 100cc)				연료전지 시스템 소형화 (5W급 : 80cc)		
	연료전지 내구성 (1500hr)				연료전지 내구성 (4500hr)		
연료전지 가격 (5\$/W)				연료전지 가격 (3\$/W)			

2. 저전력 디바이스용 초소형 전원모듈

가. 개요

구분	주요내용
개념 및 범위	<ul style="list-style-type: none"> 능동형 RFID Sensor Tag 및 USN Sensor Node 용 전원모듈로서 이차전지와 태양전지, 에너지하베스터로 구성된 하이브리드 융합 부품 에너지하베스터는 움직임, 진동 및 압축(변형)과 같은 기계적 힘으로부터 나오는 에너지를 수확하여 변환 및 저장하는 에너지 디바이스 요구되는 에너지가 작고 초소형인 저전력형 디바이스

	<ul style="list-style-type: none"> 이스들에 임베디드 되기에 적합 • 능동형 RFID 센서태그용 전원소자 또는 나노 배터리의 자가충전용 디바이스로도 활용 가능
기술개발 필요성	<p>시장성</p> <ul style="list-style-type: none"> • RFID/USN 시장은 세계시장과 국내시장이 각각 연평균 31.6%, 59.6% 이상의 고성장을 할 것으로 예상. 세계시장과 국내시장 규모는 각각 2006년 203.3억 달러와 6.0억 달러이고, 2010년 540.8억 달러와 38억 달러 정도로 예측 • 기존의 RFID/USN 및 스마트카드 분야는 물론, 향후 소형장비, 가전기기, 의료장비, 건물 및 기타 인프라 요소들의 감지 및 제어용 무선시스템들, 지능형 로봇, MEMS 등에 전력을 제공하는 새로운 에너지 디바이스 시장을 생성할 수 있을 것으로 기대
	<p>기술성</p> <ul style="list-style-type: none"> • RFID Sensor Tag의 경우 감지거리 증가 및 자체적인 데이터 송신을 위해 전원이 내장된 능동형으로 개발되는 추세임 • 현재 능동형 서비스 구현을 위해 전원모듈에 이차전지를 적용하고자 하는 연구개발 및 실증시험이 진행되고 있으나, 자가발전을 통한 충전능이 복합된 에너지 부품에 대해서는 활발히 진행되지 않음 • 무선 네트워킹과 지능형 로봇, 센싱 및 분산 컴퓨팅의 조합은 기기, 건물 및 환경의 '건강상태' 모니터링을 위한 새로운 패러다임을 만들어 내고 있음. 에너지 하베스터와 같은 저가의 자가발전형 에너지원은 이러한 초집전형 소형 유비쿼터스 디바이스들을 구동하는데 있어서 매우 중요한 역할을 차지할 것으로 예상
	<p>국책성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국외에서도 이제 시작단계이거나 기술개발 단계이므로, 시장 및 상용화 개발이 본격화되기 전에 정부에서 국책사업으로 먼저 진행하여 원천기술 확보 및 기반기술을 선도하는 것이 타당함

기술개발동향	<ul style="list-style-type: none"> 대학, 연구소를 중심으로 박막 전지에 대한 연구가 시작되었으며, 현재까지 진행되고 있음 • ETRI의 경우, 2005년에 RFID 센서태그용 30mAh급 필름 일차전지 시험품 개발 및 USN용 자가충전형 전원소자 개발 중 • 국내에서는 ETRI를 포함한 일부 그룹에서 소재중심의 기초 연구를 수행 중에 있으나 아직 에너지하베스터가 개발된 예는 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 를 제조하고 있음 • 미국 IPS사는 Smart Active Label용 0.2mm 이하 0.2mAh 용량을 갖는 초박막 플렉시블 전지를 개발하여 리벨 제조 업체에 공급 • 최근 미국 Rockwell Sci.사는 최대 2W급 진동에너지 하베스터를 개발하였다고 발표함
	<p>표준화동향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 태양전지의 효율 측정 및 신뢰성 평가 관련 표준은 제정되어 있으나 모바일 에너지 부품관련 표준화는 아직 제정되어 있지 않음 • 에너지하베스터는 아직 초기 연구단계라 관련 표준화 작업은 진행되지 않고 있음 • 에너지하베스터는 주로 임베디드 형의 저전력형 디바이스에 적용되므로 향후 초소형 전원소자들에 대한 표준화 작업 및 기준이 요구될 수 있음 • 저전력 초소형 디바이스용 전원소자의 표준화가 시장선점 차원에서 우선 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • 모바일 에너지 부품관련 표준화는 리튬 이차전지 안전성관련 UL규격, IEC 규격과 노트 북용 이차전지 규격인 IEEE 1625만이 제정되어 있음 • 현재 휴대폰용 리튬이차전지 규격(IEEE1725) 제정중이며 국내에서는 리튬이차전지 관련 표준화 작업이 전기연구원 주도로 진행 중 • 에너지하베스터 관련한 어떠한 표준화 움직임도 아직까지는 감지되고 있지 않음
	<p>특허동향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내 특허 분석의 경우 박막 이차전지에 대해 총 50건의 특허가 출원, 혹은 등록되었는데, 그 중 9건은 외국인에 의해 출원 및 등록 • 국내의 경우 에너지하베스터 관련 특허는 전무함 	<ul style="list-style-type: none"> • 국외 특허 분석의 경우 박막 전지 분야에 대해 300건 이상의 특허가 출원, 혹은 등록되었으며, 이중 미국에서 출원, 혹은 등록된 특허는 185건으로 절대적인 우위를 차지 • 박막형 태양전지를 이중 또는 삼중으로 접합한 다중접합형 저가, 고효율 박막 실리콘 태양전지의 재료, 구조 및 제조 방법 • 미국의 경우 총 78건의 에너지하베스터 관련 특허들이 출원 또는 등록됨
<p>정책동향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 정부에서는 여러 대체에너지들 중 태양광을 3대 중점 과제(태양광, 풍력, 수소/연료전지)로 선정하여 연구개발 및 보급사업 등을 추진 • 2002년 제2차 국가에너지 기본계획을 확정하고 2002년부터 2011년까지 우리나라의 에너지 정책 방향을 제시 • 2004년 산자부 주도의 차세대성장동력 사업으로 이차전지 분야에 대한 육성을 추진하고 있으나, HEV, 산업용 등 다양한 분야에 대해 개발을 하 	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 <ul style="list-style-type: none"> - 1972년부터 에너지성(DOE) 주관으로 5년 주기의 국가 PV 프로그램을 수립하여 수행 - 2030년까지 PV산업에 관한 단계적 로드맵을 수립하고, 2030년까지 전력 부하의 10%를 태양광산업이 점유하도록 함 • 일본 <ul style="list-style-type: none"> - 1974년의 Sunshine Project를 시작으로 태양광발전기술을 개발하기 위한 프로그램들을 수행 - 1980년에는 신에너지개발기 	

나. 상세 동향분석

구분	국내	국외
산업/시장동향	<ul style="list-style-type: none"> • 기초 연구개발 단계, 시장형성 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • 응용 연구개발 단계, 시장형성 없음
기술개발동향	<ul style="list-style-type: none"> • 전자통신연구원(ETRI)에서는 나노입자를 이용한 플렉시블 태양전지 분야의 기반기술 확보를 통한 국내 기술을 선도하고 있고, 2006년부터 기존의 화합물 반도체 인프라를 이용한 고효율 태양전지에 대한 연구를 시작 • 전자부품연구원(KETI)에서는 비정질/마이크로결정질 실리콘 태양전지 및 나노구조를 이용한 저가/고효율 박막형 실리콘 태양전지에 대한 연구개발을 한국과학기술원(KAIST)과 공동으로 진행 • 국내의 경우 90년대 중반부터 	<ul style="list-style-type: none"> • 고효율 화합물 반도체 광변환 소자는집광(concentrator)형 GaInP/GaAs/Ge triple junction 광변환 소자를 이용하여 39% ('05년 5월)효율 달성하였으나 집광을 위한 모듈은 미래정보통신용 단말기에 적용하기가 곤란하며, 양자점포를 이용한 고효율 광변환 소자 개발은 초기 단계임 • 미국의 경우, NREL(미국국립 재생에너지연구소)을 중심으로 화합물반도체 태양전지 분야의 연구개발이 진행되고 있으며 Spectrolab에서는 인공위성 등에 장착되는 우주용 및 지상에 사용되는 고효율의 태양전지

정책동향	<p>여 IT 부문의 개발에 대한 지원은 미흡</p> <ul style="list-style-type: none"> 2005년 정부 주도 정보통신 선도기반기술개발사업으로 RFID/USN용 박형전지 및 자가충전형 전원소자개발 및 육성을 주도하고 있음 정부에서 주도하는 에너지하베스터 관련 개발사업은 없는 것으로 판단됨 	<p>(NEDO)를 설립하여 대체에너지개발 촉진법 및 전기요금 전원개발 촉진세를 부가할 수 있는 특별회계법을 제정</p> <ul style="list-style-type: none"> 2002년에는 신재생에너지 포트폴리오 기준법을 제정 신재생에너지를 의무적으로 사용하도록 함 유럽 <ul style="list-style-type: none"> 유럽 국가들은 공동체(EU)를 결성하여 태양광발전기술개발 유럽연합(EU)에서는 리튬이차전지의 개발을 위하여 1991년부터 17개국이 참여한 국가연합의 JOULE Program 진행 정부에서 주도하는 에너지하베스터 관련 개발사업은 없는 것으로 판단됨
------	--	--

다. 달성목표와 시나리오 전개

구분	단기('06~'07)	중기('08~'10)	장기('11~'12)
실현 목표	저전력 디바이스용 초소형 전원모듈용 부품 개발	저전력 디바이스용 초소형 전원모듈 시스템 개발	지능형 임베디드형 초소형 전원모듈 시스템 개발
필요 기술	<ul style="list-style-type: none"> 박막형 태양전지 개발 초소형 이차전지 개발 초소형 power management IC 개발 압전소재 개발 진동소재 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 전원 부품의 하이브리드화 기술 개발 에너지 저장소재 개발 에너지 하베스터 소자 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 임베디드 기술 개발 대량생산 및 저가공정 개발
전개 시나리오	<ul style="list-style-type: none"> Item level의 저전력 초소형 디바이스 기술 확대에 따른 전원 부품의 수요 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 장수명 및 저전력형 디바이스 출현 및 이들의 자기발전화 필요성 확대 안정성이 강화되고 에너지 생성을 위해 에너지를 재소비할 필요가 없는 청정·반영구 에너지에 대한 사회적 필요성 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 저전압 및 저출력 구동회로 및 디바이스들의 등장으로 박막 전지보다 더 저전압 및 저용량의 에너지 디바이스 요구 디바이스의 초소형화에 따라 임베디드 형태의 에너지 소자 요구 확대

라. 핵심요구기능 및 발전전망

1) 핵심요구기능(Critical System Requirement)

핵심요구기능(CSR)	정의	선정근거
에너지밀도 (Wh/L) (이차전지)	이차전지의 단위부피당 총전력량	고효율화, 고성능화 요구

에너지밀도 (Wh/L) (이차전지)	이차전지의 단위부피당 총전력량	고효율화, 고성능화 요구
에너지밀도 (mW/cm ²) (에너지하베스터)	에너지하베스터의 단위부피당 총에너지	고효율화, 고성능화 요구
광변환효율(%) (태양전지)	태양전지의 광전 에너지 변환효율	고효율화, 고성능화 요구
정확도(%) (Power Management IC)	배터리 잔존용량 측정 정확도	배터리 회로 보호 요구
수명(년) (전원모듈)	전원모듈을 구성하는 각 부품의 교체 없이 일반적인 환경에서 사용가능한 총 시간	부품의 수명 최대화 요구

2) 핵심요구기능 발전전망

핵심요구기능 구성요소	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
에너지밀도(Wh/L) (이차전지)	20	25	30	35	37	39	40
에너지밀도(mW/cm ²) (에너지하베스터)	0.005	0.01	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
광변환효율(%) (태양전지)	8	9	10	11	12	13	14
정확도(%) (Power Management IC)	80	85	90	92	94	96	97
수명(년) (전원모듈)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4

마. 핵심요구기능별 요소기술

CSR 목표	관련 요소기술
에너지밀도(Wh/L) (이차전지)	고용량 소재 기술
에너지밀도(mW/cm ²) (에너지하베스터)	압전 및 진동소재 기술
광변환효율(%) (태양전지)	고효율 소재 기술, 소자구조 최적화 기술
정확도(%) (Power Management IC)	고효율 회로설계 기술, 전력조절 기술
수명(년) (전원모듈)	단전지 제조 기술, 모듈제조 기술

기술영역	관련 요소기술
소재 기술	고용량 소재 기술, 압전 및 진동소재 기술, 고효율 소재 기술
공정 기술	단전지 제조 기술, 모듈제조 기술
설계 기술	소자구조 최적화 기술, 고효율 회로설계 기술, 전력조절 기술

바. 기술분석

1) 기술역량 및 경쟁력 분석

기술영역	요소기술	기술경쟁력 현황		최고기술 보유국	판단사유 및 근거
		기술격채(년)	상대적 수준(%)		
소재 기술	고용량 소재 기술	3	70	일본	• 일부 기관에서 개발 진행 중
	압전 및 진동 소재 기술	10	30	미국	• 각종 SCI 저널 및 에너지하베스터 관련 보고서 기준
	고효율 소재 기술	3	70	미국	• 일부 기관에서 개발 진행 중
공정 기술	단전지 제조 기술	3	70	일본	• 박막화 기초 기술 확보, 개발 진행 중 • 생산기술 향상 및 공정 개선 필요
	모듈 조립 기술	3	70	일본	• 일부 부품제조 및 모듈 조립기술 확보
설계 기술	소자구조 최적화 기술	3	70	미국	• 선진기관에 비해 기술력 미흡
	고효율 회로설계 기술	3	70	미국	• 설계 및 회로기술 개발 중
	전력조절 기술	3	70	미국	• 설계 및 회로기술 개발 중

2) 기술의 특성 및 파급효과

기술영역	요소기술	기술 성숙도	기술단계 (기초, 응용, 개발)	파급효과
소재 기술	고용량 소재 기술	50	기초	• 소재기술 향상 및 관련업체의 경쟁력 확보
	압전 및 진동 소재 기술	30	기초	• 센서 및 액추에이터에도 응용 가능
	고효율 소재 기술	50	기초	• 신소재 특허 확보 및 제품 경쟁력 확보
공정 기술	단전지 제조 기술	70	개발	• 제품의 특성 및 가격 경쟁력 확보
	모듈 조립 기술	70	개발	• 제품의 특성 및 가격 경쟁력 확보
설계 기술	소자구조 최적화 기술	70	개발	• 연구개발 경쟁력 확보 및 기술전개 방향 주도
	고효율 회로설계 기술	70	개발	• 연구개발 경쟁력 확보 및 기술전개 방향 주도
	전력조절 기술	70	개발	• 연구개발 경쟁력 확보 및 기술전개 방향 주도

사. 기술로드맵

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
서비스 및 제품 (Market needs)	능동형 RFID/USN 서비스			지능형 RFID/USN 서비스			
	소면적 하이브리드 전원모듈			고효율 하이브리드 전원모듈			
	저전력 디바이스용 초소형 전원모듈			임베디드형 초소형 전원모듈			
기술발전 전망	초소형/소면적 이차전지		하이브리드형 초소형/소면적 전원모듈		임베디드 하이브리드형 초소형/고효율 전원모듈		
	초소형/소면적 태양전지						

약어 정리

- HPS** Hybrid Power System, 차세대모바일에너지부품
- RFID** Radio Frequency IDentification
- USN** Ubiquitous Sensor Network
- DMFC** Direct Methanol Fuel Cell
- PEFC** Polymer Electrolyte Fuel Cell
- MEMS** Micro Electro Mechanical System
- TFB** Thin Film Battery
- SPA** Smart Personnel Assistant
- MEG** Multiple Exciton Generation

【 참고 문헌 】

- [1] IEEE Transactions on Power Electronics, 17, 2002, p669
- [2] J. Micromech. Microeng., 13, 2003, p209
- [3] Sensors and Actuators, A110, 2004, p171
- [4] Sensors and Actuators, A110, 2004, p344
- [5] IEEE J. Oceanic Eng., 26, 2001, p539
- [6] J. Sound and Vibration, 293, 2006, p409
- [7] Science, 313, 2006, p334
- [8] 전자엔지니어, Dec. 16-31, 2005
- [9] Rockwell Scientific homepage
- [10] Ferro Solutions homepage