

인공위성용 고효율 GaAs 화합물 태양전지에 관한 연구



양수미

충남대학교 물리학과 석사과정
관심분야: GaAs 화합물 태양전지



이만근

한국에너지기술연구소
태양광발전팀 책임연구원
관심분야: III-V 족 화합물
태양전지

다. 태양전지는 지금까지 저가의 실리콘계열의 태양전지가 지상용과 위성용을 막론하고 광범위하게 이용되어오고 있으며, 현재까지도 경제성이나 신뢰성면에서 지상용으로는 가장 적합한 것으로 여겨지고 있다. 그러나 위성용 전원 태양전지의 경우는 지상용과 달리 태양전지가 높은 에너지의 방사선에 직접 노출되고 동시에 고온과 저온의 주기가 되풀이 되는 열적 충격으로 인하여 실리콘 태양전지의 효율이 급격히 감소되는 심각한 문제점이 상존해왔다. 위성용의 경우 한번 발사된 발사체는 모든 전원을 태양전지에 의존하기 때문에 태양전지의 수명이 곧 위성체의 수명을 결정하며, 따라서 무엇보다도 먼저 신뢰성이 높은 긴 수명의 태양전지가 가장 큰 비중을 차지하게 된다. 아울러 경제성을 높이기 위하여 단위면적당 발전량이 많고 무게가 가벼운 태양전지가 가장 바람직한 형태의 위성용 태양전지라 할 수 있다.

[그림 1. 참조]

화합물반도체 태양전지는 주기율표 II-VI 족의 CdTe, CdS, CuInSe₂ 태양전지와 III-V 족의 GaAs, InP 태양전지가 미래의 태양전지로서 차츰 각광을 받기 시작하면서 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 근래에 들어서 CdTe 태양전지의 경우는 변환효율 12% 대의 상용화된 모듈이 미국에서 최초로 생산되기 시작하였다. 고효율의 GaAs 태양전지의 경우, AM 1.5 조건하에서 23% 이상의 높은 변환효율과 방사선 충격에 강한 특성으로 인하여 위성용 태양전지로서 위치를 확립하고 있다.

이와 같은 고효율 GaAs 태양전지의 경우 위성체 전원 외에도 집광형 태양전지로 이용시에 지상에서는 변환효율 30% 이상으로 사용될 수 있다. 특히 미국의 경우 집광형 태양전지는 양방향 추적장치와 평면판렌즈를 이용하여 적은 면적에서 많은 전력을 생산을 할 수 있는 장점 때문에 전력회사에서 연구 개발을 적극적으로 지원하고 있다. 또한 GaAs 태양전지의 경우 이론적으로 변환효율 35% 이상에 달하는 적층형 태양전지 제조에 이용될 수 있으며, 적층형과 집광형 태양전지를 병행할 경우는 이론적인 변환효율이 45%선에 이를것으로 전망하고 있다.

2. GaAs 태양전지의 특성

GaAs/GaAs 태양전지는 이론적으로 1Sun, AM0, 25°C에서 30%

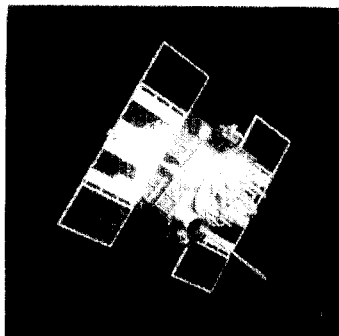


그림 1. GPS 위성

1. 서론

21세기의 정보화시대에 대비하여 인공위성을 이용한 통신 및 정보전달이 대중화된 매체로써 본격적으로 활용되기 시작됨으로써 위성전원 분야에서도 질적·양적인 수요확충과 아울러 새로운 태양전지를 이용한 안정적인 전원 공급이 본격적으로 요구되기 시작하였

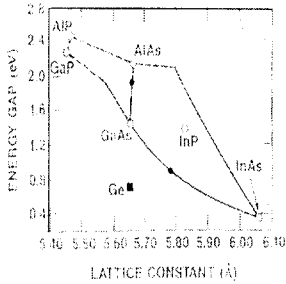


그림 2. Ge 및 주요 III-V 족 반도체의 격자상수와 energy gap

가량의 효율을 얻을 수 있으며, 또한 다른 물질과의 이종접합을 통하여 손쉽게 두 단자를 갖는 고효율의 적층형 (tandem type) 태양전지를 얻을 수 있다. 즉 GaAs/Ge, GaAlAs/GaAs, GaInAs/GaAs, GaAlAs/GaAs/Ge 등을 생각할 수 있다.

GaAs 태양전지의 특성을 Si계 열과 비교하여 보면 첫째, 변환효율이 Si 태양전지에 비하여 상대적으로 높고(변환효율 21~27% : 1 Sun, AM 1.5), 둘째로 방사선 충격에도 강하여 우주선원으로 사용시 8년 이상의 장수명을 보장할 수 있다. 그러나 GaAs는 물질 자체가 기계적인 충격에 약하고 단위 출력 당 무게가 무거운 인공위성의 전원용으로 사용하기에는 기술적, 경제적으로 많은 제약을 받아 왔다. 따라서 GaAs 자체의 물성적인 약점을 보완하여 방사선과 기계적인 충격에 강하고 가벼우며 또한 실리콘 태양전지보다 상대적으로 높은 변환효율을 얻을 수 있는 새로운 형태의 태양전지가 필요하게 되었다. 그리고 이와 같은 흐름은 대체로 고효율의 GaAs 태양전지에 기판(substrate)을 GaAs 웨이퍼가 아닌 IV족의 Ge, Si 등을 사용하는

이종접합(heterojunction) 구조의 태양전지를 고안하게 되었다. 특히 Ge는 물성적으로 기계적인 충격에도 강하여 얇고 넓은 면적의 웨이퍼를 성택할 수 있어서 새로운 태양전지 개념의 이상적인 위성용 태양전지로 각광을 받고 있다.

이종접합 형성시에 발생하는 접합부의 균열 또는 물리적인 뒤틀림이 거의 없다. 그리고 열팽창 계수가 비슷하여 대기권 밖 노출시에 일어나는 높은 복사열(최대 300℃가량 추정)로 인한 열화에도 강하다. 특히 기계적인 강도가 커서 기판 두께를 GaAs의 경우 적

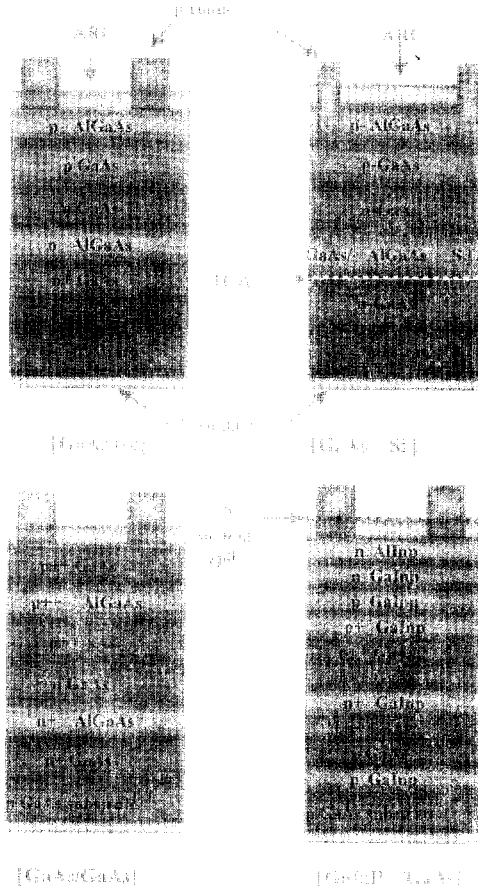


그림 3. 태양전지의 여러 가지 구조

Ge를 기판으로 이용하는 태양전지는 Ge의 물성이 GaAs와 비슷하며 주기율표 상에서도 ${}_{31}\text{Ga}$, ${}_{32}\text{Ge}$, ${}_{33}\text{As}$ 으로 서로 인접해 있고 격자 상수가 $\text{Ge}(a_{\text{Ge}} : 0.565754 \text{ nm})$ 와 $\text{GaAs}(a_{\text{GaAs}} : 0.565325 \text{ nm})$ 로 그 차이가 0.076%에 불과하여

경 3" 기판의 두께가 $400 \mu\text{m}$ 이상 되어야 하나 Ge 기판은 $200 \mu\text{m}$ 가량으로도 충분하다. 따라서 넓은 면적의 태양전지 제작도 가능하다. 특히 단위 무게당 출력도 GaAs 단일 태양전지(monolithic cell)에 비하여 30% 이상 향상시

킬 수 있는 가능성이 있다.

태양전지의 변환효율면에서도 GaAs 단일 태양전지의 변환효율은 27%(1Sun, AM1.5)이나 GaAs/Ge 다층 태양전지는 그 변환 효율을 30% 가량으로 높일 수 있는 가능성이 있다. 그러나 현재까지의 연구 결과로는 GaAs 태양전지를 Ge 기판 위에 형성시키는 과정에서 열확산(thermal diffusion) 현상 때문에 접합부의 결함 밀도가 높아지고 이로 말미암아 GaAs에서 생성된 전류가 Ge 층으로 전달되는 과정에서 많은 손실이 생기므로 실제 GaAs/Ge 다층 태양전지는 GaAs 단체 태양전지보다 효율이 감소하는 기이한 현상을 보이고 있다.[그림 2, 3 참조].

Si를 기판으로 사용하는 GaAs/Si 태양전지는 값이 싸고 가벼우며 견고성이 뛰어나서 넓은 면적의 태양전지를 만들 수 있다. Si의 밀도가 GaAs나 Ge과 비교할 때 반 이하이고(GaAs; 5.32 g/cm³, Ge ; 5.32 g/cm³, Si; 2.33 g/cm³) 기계적인 강도에서도 다른 재료에 비하여 상대적으로 강하다. 따라서 대기권 밖에서 사용할 때 단위 무게당 출력이 가장 크다. 그러나 Si 기판 위에 GaAs 박막을 형성시키는데는 여러가지 문제점이 따른다. 특히 GaAs의 격자 상수가 0.565325nm인데 비하여 Si는 0.54305nm로서 4% 가량 작기 때문에 기판과 박막 사이에 균열이 생기고 많은 결정 결함이 수반된다. 특히 열주기 시험에서 나타나는 효율의 급격한 감소 현상은 GaAs 박막과 Si 기판 사이의 균열이 가속화되면서 발생하는 문제점으로 아직까지 뚜렷한 해결 방안이 제시되지 않고 있는 실정이다. 따라서 GaAs/Si 태양전지는 고온/저온 주기가 되풀이 되는 대기권 밖보다는 비교적 안정된 온도에서 사용되는 지상용 태양전지

로 연구하는 것이 바람직하다고 여겨지고 있다.[그림 2, 3 참조]

InP의 경우는 다층 태양전지(tandem solar cell)의 하층 전지(bottom cell)로서 에너지 밴드갭(bandgap)은 적당하나 GaAs보다 기계적 강도가 약하고 격자 상수의 차이가 커서 실제 태양전지 제작에는 많은 문제가 따른다.[Fig.2],[Fig.3]

3. 연구 동향

2000년경에 인공위성의 전원용으로 소요되는 태양전지 수요는 수백 kW에 달할 것으로 예상되고 있다. 이는 순수하게 인공위성 전원용에만 국한된 수요이며, 만약 지구 궤도에 태양광 발전 시스템을 설치하여 지상으로 송전하는 기술이 개발되면 그 수요는 급증하리라 예상된다. 그러나 아직까지는 순수하게 인공위성 전원용에 국한하여 태양전지 수요를 예측하고 그 개발 동향을 검토해야만 한다.

GaAs 관련 태양전지는 미국의 ASEC, Spire, NASA 등의 관련 기관에서 많은 연구를 진행하고 있다. 특히 GaAs/Ge 태양전지의 경우는 미국의 Motorola 에서 '95년도 이동통신 사업인 이리듐 프로젝트의 주 전원용 태양전지로 개발하여 사용중이다. 그리고 현재에는 상용 변환효율이 19% 선인 GaAs/Ge 태양전지를 20% 이상으로 향상 시키는데 주안점을 두고 있다. 또한 유럽의 경우 아리안 프로젝트와 관련하여 영국의 EEV 에서 GaAs/GaAs 태양전지를 생산하고 있다. 뿐만아니라 일본의 경우도 MITSUBISHI 에서 Si 또는 GaAs 태양전지를 생산하고 있다.

미국의 항공우주국(NASA; National Aeronautics and Space

Administration)이나 국방부(DOD; Department of Defence)에서 제시하고 있는 미래의 태양전지 개발 방향은 10년 안에 단위 무게당 초기(BOL; beginning of life) 출력을 130W/kg, 말기(EOL; end of life) 출력을 110W/kg까지 올리는 것을 목표로 하고 있다. 미국의 Varian 사에서는 GaAs 기판을 이용하여 상층부에는 Ga(Al)As 태양전지를, 하층부에는 Ga(In)As 또는 Ge 태양전지를 가진 3중 밴드갭 태양전지의 개발을 추진하고 있다.

프랑스의 국립중앙연구소 CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) 산하의 LPSES (Laboratoire de Physique du Solide et Energie Solaire)에서는 두개의 다층 태양전지를 적층시켜서 4개의 밴드갭을 가진 태양전지를 제안하였다. 이 태양전지는 단일적층(monolithic tandem) 구조의 태양전지인 Ga(Al)As/GaAs 태양전지를 만들고 그 밑에 Ga(In)As(P) + Ga(In)As/InP 구조로 하층 태양전지를 구성한다. 이와 같은 태양전지의 장점은 각각의 태양전지가 적정한 두께와 최대 변환 효율을 갖도록 만들고 이를 다시 적층 시킴으로써 40% 이상의 높은 변환 효율을 실현할 수 있다는 점이다. 그러나 그 제조 공정이 까다롭고 고가의 소재를 사용해야 하는 관계로 태양전지 가격이 대단히 비싸게 된다는 것이 단점으로 지적된다.

국내의 경우 GaAs 관련 반도체 소자 연구가 ETRI, KIST, KAIST 등에서 MOCVD, MBE 등을 이용하여 연구되고 있으나, 넓은 면적의 균일한 박막을 요구하는 GaAs/GaAs 태양전지 연구는 지금까지 미미한 실정이다. 그러나 본 연구는 프랑스의 중앙연구소 (CNRS, LPSES)의 협조로

GaAs/GaAs, GaAlAs/GaAs, GaAs/Ge, GaAs/Si 태양전지에 관한 연구를 진행하여 왔다.

4. GaAs 태양전지의 제조

1. 기판준비

태양전지의 제작에 사용할 기판은 epi-ready 기판이라도 공기 중에 노출이 되면 산화막층이 형성되게 되는데 계면 특성이 에피를 성장시킬 때 매우 중요하므로 기판의 surface cleaning이 필수적이다. 즉, 기판이 선택되면 먼저 세척 및 산화층을 제거해야 한다. 일반적인 cleaning procedure는 표 1과 같다.

표. 1 cleaning procedure

cleaning in solvent(TCE/acetone/methanol)
rinse in DI water
etching in polishing etching
H ₂ SO ₄ : H ₂ O ₂ : H ₂ O = 5 : 1 : 1
rinse in DI water
rinse in solvents
rinse in DI water
drying

일반적으로 drying 부분에서 질소 blow gun를 사용할 경우 기판의 표면이 오염되는 경우가 많으므로 모터를 이용한 spin dryer를 사용하면 깨끗한 표면을 얻을 수 있다.

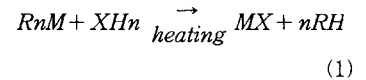
2. MOCVD를 이용한 다층구조에피층 성장

유기금속기상화학증착(MOCVD: metalorganic chemical vapor deposition) 기술은 반도체 단결정

기판위에 반도체 다층에피층이나 산화물 박막을 성장하여 원하는 전기광학적 특성을 갖는 소자를 제작하는데 사용되는 박막성장 기술이다. MOCVD법은 다른 에피성장법에 비해 성장방법이 비교적 간단하고 대량생산이 가능한 장점을 가지고 있다. 현재에는 GaAs계나 InP계의 III-V족 뿐만 아니라 II-VI족 등의 화합물반도체 에피 성장에 널리 이용되고 있다. 그리고 초전도체 박막인 Cu, Al 또는 Au 등의 금속증착을 하기 위한 목적으로 매우 활발하게 연구되고 있다. 또한 MOCVD는 우수한 도핑 및 조성물 제어 능력과 균일성 덕분에 III-V족 화합물 다층구조 성장 분야에서

중요한 지위를 차지하고 있다. 모든 MO source line과 hydride source line에는 push line들이 부가적으로 설치되어 있어서 source gas들을 빠르게 run과 vent line으로 밀어 넣게 된다. 더욱이 doping line에는 MFC가 4개씩(source, press, dilute, inject) 장착이 되어있어서 doping 농도 조절을 매우 용이하게 설계한다. 또 uniform layer를 얻기 위하여 susceptor를 회전시킨다. 이런 장

치를 이용하여 얇고 균일한 박막을 제작할 수 있으며 2-inch 기판 전역에 걸쳐서 uniform한 박막을 제작할 수 있다. 식(1)은 일반적인 반응형태를 나타낸 것이고 식 (2), (3)은 GaAs와 AlGaAs에 대한 식이다. 실제 과정에서 나타날 수 있는 중간 과정은 생략한 것이다



R : 유기물

M : 성장되는 성분(Ga, Al, In ……)

X : 성장되는 다른 한 성분(As, P, Sb……)

n : 정수

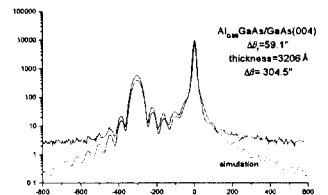
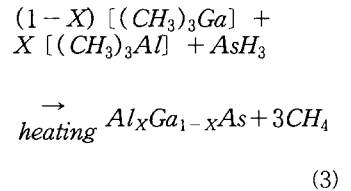
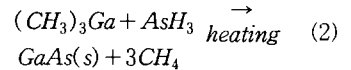


그림 4. Al_{0.85}Ga_{0.15}As (004)면에 대한 rocking curve

또한 laser reflectometer를 이용하여 in-situ 측정을 함으로써 박막 성장 도중에 성장되고 있는 박막의 성장 속도, 두께 및 박막의 질을 예측할 수 있다.

그림 4와 5는 MOCVD로 성장한 Al_{0.85}Ga_{0.15}As의 004면과 제

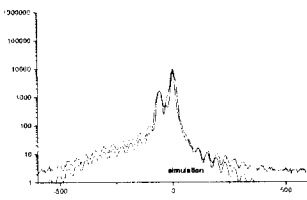


그림 5. AlGaAs/GaAs 태양전지에 대한 DCXRD 측정 및 simulation data

작한 태양전지의 rocking curve와 simulation data를 비교한 것이다. 측정결과와 simulation 결과가 거의 일치하는 것으로 태양전지 각층에 대해서 질 좋은 박막이 성장됨을 알 수 있다.

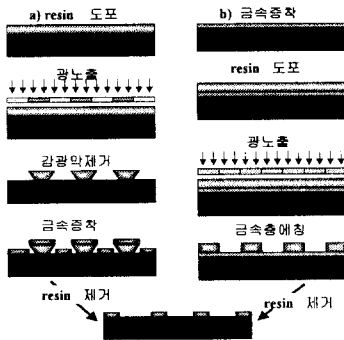


그림 6. Photolithography을 이용한 전극형성

3. 전극형성

전극 형성시의 기술적인 문제는 주로 전극의 사진전사(photolithography) 과정에 기인한다. GaAs와의 오음 접촉(ohmic contact) 물질은 이미 잘 알려져 있으나 적정 면적의 전극을 형성시키는 방법이 수광 면적 즉, 유효 태양전지 면적을 결정하는 중요한 변수로 작용한다는 점에 주의를 기울여야 한다. 그림 6은 가장 보편적인 두 가지 전극 형성법을 보여주고 있다. a)의 방법은 먼저 식각법을 이용하여 수지(resin)로 전극

모양을 만들고 오음 접촉 물질인 Au 또는 Au+Ge 혼합물을 증착시킨 다음 수지를 제거하여 전극을 형성시키는 방법이며, b)의 방법은 먼저 오음 접촉 물질(Au 또는 Au+Ge)을 입힌 다음 식각법을 이용하여 필요 없는 부분을 제거하여 전극을 형성시키는 방법이다. 일반적으로 에칭 용액을 쓰지 않으므로 GaAs 표면층에 영향을 주지 않는 a)의 방법이 좋은 오음 접촉을 얻을 수 있다.

4. 반사 방지막 (anti-reflection coating)형성

전극이 형성된 GaAs 태양전지는 그 표면에 반사 방지막을 형성시켜서 광흡수율을 높이고 동시에 표면층을 보호하게 된다. 반사 방지막으로는 주로 ZnS와 MgF₂의 두 층을 증착시켜서 반사를 최소화하게 된다. 그리고 증착 방식으로는 스퍼터링(sputtering)이나 전자총을 이용한 가열 방식의 증착법은 GaAs의 표면에 충격을 줄 수 있으므로 필라멘트 가열 증착법이 주로 사용된다.

5. 미래의 우주선용 태양전지 이용기술 응용 및 전망

Solar cell은 21세기 에너지 수요 및 전기자동차 등에서 사용될 무동력 에너지원으로서 무한정, 무공해 및 저가격 대체에너지 자원의 확보차원에서 그 동안 전세계적으로 오랜 연구대상이 되어 왔다. 이와 같이 원재료 가격이 상대적으로 저렴한 실리콘 계열의 태양전지가 세계 시장에서 상용화되어 보급되어 왔다. 실리콘 계열 태양전지는 변환효율이 15% ~ 20% (1Sun, AM 1.5, 25°C)인 단결정 규소(single crystal Si) 태양전지, 13~17% 다결정규소(poly crystal Si) 태양전지, 11% 이내인

비정질규소(amorphous Si) 태양전지가 주류를 이루어 왔다. 그러나 단결정 규소 태양전지의 경우 실험실 규모에서는 25% 가량의 높은 변환효율을 기록하고 있지만 실제 사용되는 상용화된 모듈의 경우 15% 이내의 낮은 변환효율의 태양전지만을 이용하고 있다. 반면에 초창기에 저가 태양전지로서의 기대를 갖고 활발히 연구 개발된 비정질규소 태양전지의 경우 가격 하락폭이 기대에 미치지 못하고 있으며, 특히 성능면에서도 초기 열화현상에 따른 효율 감소를 극복하지 못하여 8%이내의 낮은 변환효율을 갖는 태양전지 모듈만이 제품화 되고 있는 실정이다.

그러나 III-V족 화합물 반도체인 GaAs와 AlGaAs 및 InGaAs 등을 이용한 태양전지는 실리콘 계열의 태양전지에 비해 이론적으로 더 높은 변환효율(GaAs: 27%, Si : 21%)을 가지고 있을 뿐만 아니라, 높은 온도에서도 동작이 가능하고 우주공간에서 결정이 방사에 대한 뛰어난 저항성을 가진다. 현재 정보통신분야의 폭발적인 성장으로 인한 인공위성의 수요의 증가와 인공위성용 에너지원으로 사용되고 있는 실리콘계열의 태양전지가 갈륨비소(GaAs)계열의 화합물 태양전지로 대체되면서 그 수요가 급격히 증가 되고 있다.

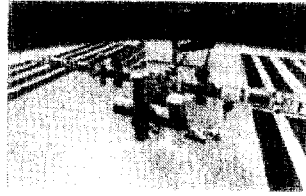
머지 않은 장래에, 태양전지를 인공위성의 전원으로 이용하는 외에, 대기권 밖 우주에서 우주선(space shuttle) 자체의 동력 수요를 충족시킬 수 있는 이상의 대출력을 가진 태양광 발전 시스템이 등장하리라는 것을 예상할 수 있다. 이는 지상에서는 중력이라든가 진공도 등의 문제로 인하여 실현되기 어려운 공정이 대기권 밖에서 무중력 상태와 초진공 상태를 이용하여 가능해지기 때문이다. 즉, 무중력 상태와 초진공 상

태($10^{-10} \sim 10^{-12}$ torr)가 유지되는 대기권 밖에 이를 필요로 하는 공정이 우주의 생산 기지에 설치되었을 경우 결국 공정에 소요되는 전원은 태양전지로부터 얻는 방법이 아직까지는 가장 경제적이다.

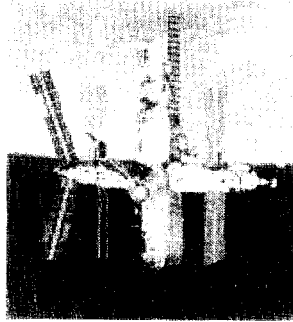
이런 관점에서 그림 7과 같은 우주 생산 기지의 전원 공급을 목적으로 지구 궤도상에 띄워 놓는 태양광 발전 시스템이 구상되고 있다. 이런 용도에 적합한 태양전지로는 동작 온도 100°C 근처에서 12% 이상의 효율을 실현할 수 있는 Si 태양전지나 Ga(Al)In(P) + Ga(Al)As + Si 등의 다중 밴드갭(multi-bandgap) 태양전지가 가장 유망하고, 비교적 저온에서 동작하는 발전 시스템에는 Si 태양전지보다는 Ge 태양전지가 유리하다고 알려져 있다. 그리고 이와 병행하여 집광형 태양전지의 개발에도 많은 노력이 기울여지고 있다.

다음으로 실현 가능성이 큰 분야는 지구 궤도상에 10MW급 이상의 대규모 태양광 발전 시스템을 설치하여 발전된 전력을 마이크로파(microwave)나 레이저를 이용하여 지상으로 보내 전원으로 이용하는 것도 생각할 수 있다. 이와 같은 우주 태양광 발전에 관한 연구가 멀지 않은 장래에 활성화되리라 전망한다.

태양전지 개발을 선도하는 선진국에서는 여러 장점을 가지고 있는 화합물 반도체를 재료로 새로운 구조를 이용한 고효율 태양전지를 개발중에 있다. 특히, 미국 NASA에서는 InGaAs/InP 다층 구조를 이용한 고효율 태양전지(27%)를 개발하였으며, 일본의 NTT연구소에서는 Si 기판 위에 여러 종류의 III-V 족 화합물 반도체 즉 GaAs, InP, GaP 또는 InGaP 등을 이용한 고효율의 태양전지(효율 20%)를 개발 중에 있다. GaAs, AlGaAs, InGaAs 등의 III-



1. 지구 궤도상에 띄워질 태양광 발전 시스템



2. 우주에서의 태양광 발전 시스템

그림 7. 우주선용으로 쓰이는 태양광발전 시스템

V 화합물을 이용한 고효율 태양전지는 다가오는 우주화 시대의 발맞추어 인공위성에 탑재할 태양전지의 국산화를 위해서 필수적으로 연구되어야 한다. 또한 대체 에너지원으로서의 태양전지는 안정적 에너지원의 확보에 기여하고 무공해, 무소음 및 무진동 정밀동력기계 장치에 응용가능하다. 즉, 무소음 및 무공해로 주행하는 전기자동차, 의료기기, 군사용 등의 특수목적용 등 고효율 무공해 전원이 필요한 곳이나 휴대용 기기등에 사용될 수 있어서 전 산업에 걸쳐 큰 파급 효과를 기대할 수 있다.

6. 결 론

화합물 태양전지가 미래의 우주용 및 지상용 태양전지의 주종을 이루리라는 것은 현재 선진 각국의 연구 개발 진행 과정과 수요의 증가 추세를 보면 어느 정도 짐작할 수 있다. 그리고 현재 태양전

지의 대중을 이루는 Si 태양전지도 크기가 대형화되면서 값싼 Si 기판을 이용한 GaAs/Si 태양전지가 지상의 온도 변화에 적응하게 개량되어 단결정 Si인 경우 1 Sun, AM 1.5, 28°C 의 조건에서 최대 변환 효율 20% 선에 이르는 것이 머지 않아 실용화되리라 전망이다. 그러나 이와 같은 GaAs/Si 태양전지는 주기적인 열충격에 따른 효율 감소가 심각하다는 문제가 선결되어야만 실용화가 가능하다. 일본 등지에서는 고효율의 GaAs/Si 태양전지로 Si 태양전지를 대체하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

GaAs/Ge 태양전지는 GaAs 기판보다 40%가량 싼 Ge 기판을 이용하여 GaAs 태양전지를 성장시킨 구조로서, 현재까지 개발된 위성용 태양전지 중에 가장 안정되고 효율적인 형태이다. 그러나 Ge 웨이퍼가 GaAs 보다 싸다는 하나 지구상에 제한된 Ge 원소를 사용하기 때문에 대량생산에는 재료가의 폭등이 예상된다. 따라서 GaAs/Ge 태양전지의 경우 위성용으로만 제한적으로 이용될 수밖에 없다.

이와 같이 여러가지 특성을 가진 위성용 GaAs/Ge이나 지상용 GaAs/Si 태양전지의 개발이 진척되어 변환 효율이 향상되고 안정성 문제가 극복되면 우주 공간에서는 GaAs/Ge 태양전지가 주종을 이루고 지상에는 GaAs/Si 태양전지가 활발히 보급 될 날이 머지 않았다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1]. J.M. Gee and F.G. Virshup, 20th IEEE-PVSC (1988), p. 754
- [2]. B. Beaumont et al., 9th EC-Photovoltaic Solar Energy

- Conf. Freiburg (Sept. 1989)
- [3]. B. Beaumont, G. Nataf, F. Raymond and C. Verie, 16th IEEE-PVSC(1982), p. 595
- [4]. L. D. Partain, Solar Cells and Their Applications, (Wiley, New York,1995).
- [5]. C. Hu and R. M. White, Solar Cells, (McGraw-Hill, New York, 1983).
- [6]. H. J. Hovel, Semiconductors and Semimetals, Vol. 11, edited by R. K. Willardson and A. C. Beer (Academic Press, New York, 1975).
- [7]. R. H. Bube, Solar Cells, in Handbook on Semiconductors, (North-Holland, Amsterdam, 1981). vol. 4, chap. 6A.
- [8]. B. G. Streetman, Solid State Electronic Devices (Prentice-Hall, Seoul, 1983).
- [9]. S. M. Sze, Physics of Semiconductor Devices Wiley, New York, 1969).
- [10]. M.P.Thekaekara, "Data on Incident Solar Energy,"Suppl.Proc.20th Annu. Meet. Inst. Environ. Sci., 1974,p.21.
- [11]. T. Markvart, Solar Electricity, (Wiley, New York, 1994).
- [12]. B. L. Sopori, X. Deng, J. P. Benner, A. Rohatgi, P. Sana, S. K. Estreicher, Y. K. Park, M. A. Roberson, Solar Energy Materials and Solar Cells, 41/42, 159 (1995).
- [13]. Y. K. Park and C. W. Myles, Phys. Rev. B 51, 1671 (1995).

< 이준신 위원 >