박막형 실리콘계 태양전지의 특허동향에 관한 연구

구정민*, 정혜민**, 김기환*
*고려대학교 정보경영공학부
**(주)금호타이어 연구소 연구혁신팀
e-mail : leonag@korea.ac.kr

A Study about Patent Trend of Thin Film Hydrogenated Amorphous Silicom Solar Cell

Jung-min Koo*, Hae-Min Jung**, Ki-Hwan Kim*
*Division of Information Management Engineering, Korea University
**Kumho Tire R&D Center R & D Innovation Team

요 약

최근 천연 자원의 고갈과 고유가로 인해 무한정으로 사용할 수 있는 태양에너지에 대한 관심이 증대되고 있다. 이에 따라 세계 각국의 기업들은 태양에너지를 이용하기 위한 신기술의 개발에 박차를 가하고 있는데, 그 중 태양에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 박막형 실리콘계 태양전지에 관한 기술이 부각되고 있다. 본 논문에서는 박막형 실리콘계 태양전지 기술의 동향 조사와 전략적인 개발 계획의 수립을 위해서, 가장 큰 시장인 미국의 특허를 정량적/정성적으로 분석하여 시장 진입을 위한 전략을 수립하였다.

1. 서론

박막형 실리콘계 태양전지는 천연 자원인 태양에너지를 활용한 것이다. 태양에너지는 그 특성상 석탄, 석유 등 화석 연료나 지열, 풍력, 파력, 조력, 해류 등 다른 신'재생 에너지에 비해 에너지원이 무궁무진하다. 더욱이 발전 과정에서 공해가 배출되지 않고 지속적으로 사용할 수 있어서 고유가 시대에 따른 지속 가능한 에너지원으로써 그 가치가 급부상하고 있는 실정이다. 이에 따라서 세계 각국의 기업들은 이러한 장점을 가지고 있는 태양에너지를 이용할 수 있는 기술들을 개발하기 위해 박차를 가하고 있다.[1]

태양에너지를 이용하는 기술은 태양열 발전과 태양광 발전으로 나눌 수 있다. 태양열 발전은 거울을 이용하여 태양 에너지를 물이 들어 있는 탱크에 집중시켜 수증기로 발전기를 회전시켜 전기 에너지를 생산하는 방식이다. 그리고 태양광 발전은 태양 에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 태양전지/발전 시스템 기술로서 결정질 실리콘이나 실리콘 박막, 화합물 박막, 유기 태양전지 등을 이용한다.[2][3] 최근에는 이러한 기술들 중, 태양에너지를 전기 에너지로 직접 전환하는 태양광 기술 중 하나인 박막형 실리콘계 태양전지 기술에 대한 관심이 증대되고 있으며 향후 그 시장이 더 커질 것으로 예상된다.[4][5] 따라서 각국의 기업들은 박막형 실리콘계 태양전지 기술을 독점적으로 보유하기 위해 특허출원 및 등록을 하고 있다. 특허의 소유 국가나 기업에게 더 높은 경쟁력과 막대한 이익을 창출할 수 있는 기회를 제공한다. 따라서 박막형 실리콘계 태양전지 시장에 진입하려는 국가나 기업은 해당 기술에 관련된 특허를 분석하여 동향을 조사하고 그 결과를 이용함으로써 전략적인 기술 개발 계획을 수립할 필요성이 있다.

본 논문에서는 태양전지 기술 중의 하나인 박막형 실리콘계 태양전지 기술의 특허 출원 동향에 대해 연구 및 분석을 하였다. 그 중에서도 박막형 실리콘계 태양전지 기술이 활발하게 개발 및 이용되고 있는 시장인 미국을 대상으로 정량적/정성적 분석을 하였다. 그리고 전략적인 기술 개발 계획을 위해 세부분류 기술들에 대한 기업 특허 출원 건수의 정량적 분석을 통하여 상대적으로 특허 출원 건수가 적은 세부분류 기술들을 선정하였다. 이러한 결과를 통하여 시장 진입을 위한 전략을 수립하였다.

2. 검색방법

미국 내에 출원된 박막형 실리콘계 태양전지에 관한 특허를 검색하기 위해서 특허 검색 사이트인 WIPS(http://search.wips.co.kr)에서 다음과 같은 검색식을 입력하였다.

((sun* or solar* or photovoltaic*) and (battery* or cell*) and (silicon*) and (thin* or film* or pellicle*)).KEY.

위와 같은 검색식으로 검색한 결과, 1976년 8월부터 2008년 9월까지, 등록된 특허 310건, 출원되어 공개된 특허 126건, 전체 436건의 특허가 검색되었다. 이 검색 특허들 중, 출원번호를 이용하여 중복을 제거하고, 박막형 실리콘계 태양전지와 직접적으로 관련이 없는 특허들을 제거하여 134건의 유효 특허 데이터를 추출하였다. 본 논문에서는 134건의 유효 데이터들을 이용하여 분석을 하고 특허 맵을 작성하였다.

3. 조사특허 기술분류

박막형 실리콘계 태양전지의 세부적인 기술은 [표 1]과 같이 정리할 수 있다.

[표 1] 세부기술 분류

분류번호	세부기술	주요기술사항
1	박막태양전지용 고품질 투명 전도막	효율적광산란(scattering)을 위한표면texturing sputteringandetching,MOCVD공정이용기술개발
2	p층 Si 박막 증착 기술	높은광학적밴드겝,전기전도도, 낮은흡수율, 투명전도막및i-Si박막과의 계면특성 향상 p a-SiC:H, p μc-Si:H, p μc-SiC:H 등
3	Light trapping 기술	전면ZnO:Altexturing+ZnO/Ag후면반사막이용
4	a-Si:H박막태양전지제조기술	고품질, 고안정성 a-Si:H 박막 증착기술
5	μc-Si:H박막태양전지제조기술	고품질μc-Si:H박막저온증착기술 pin구조최적화및고효율화기술
6	μc-Si:H박막 고속증착기술	PECVD(Highpressure&power) VHFCVD, 열선(Hot-Wire CVD), ECRCVD 등
7	a-Si/μc-Si:Htandem제조기술	단위태양전지의고효율화 두께 최적화 및 터널접합형성을통한정합기술
8	박막태양전지대면적제조기술	실리콘박막,투명전도막,금속전극대면적증착기술 TFT제조공정
9	박막태양전지대면적모듈화기술	단위 박막 선택적 패터닝 기술

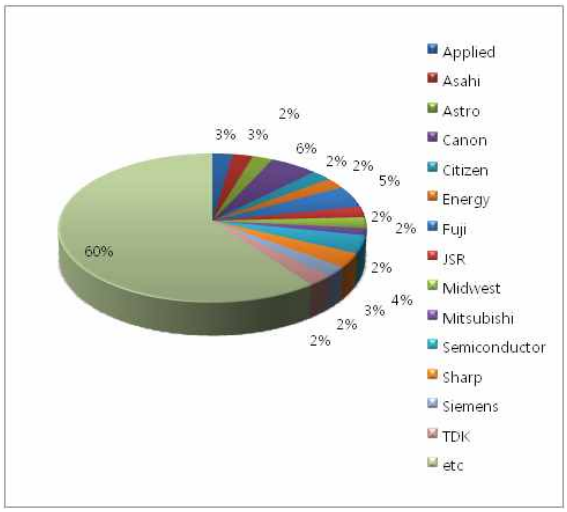
4. 박막형 실리콘계 태양전지 특허분석

4.1 연도별 동향

[그림 1] 연도별 출원 건수

[그림1]은 미국 내에 출원된 박막형 실리콘계 태양전지의 연도별 출원 건수이다. 1970년도부터 2008년 9월까지 출원된 134건의 유효데이터를 10년 단위로 그래프를 이용하여 나타내었다. 이 그래프를 보면 박막형 실리콘계 태양전지 기술의 출원 건수는 1989년 이후로 감소하다 1994년 이후, 서서히 증가하고 있는 추세이다. 2004년 이후, 2005에서 2008년도에 감소세를 보이는 것은 특허 출원 일로부터 18개월 후 출원 공개 되는 미국의 출원공개제도 때문이며, 실제로 이 기간에 출원 건수가 감소한 것이라고 판단할 수는 없다. 따라서 1994년 이후 전체적인 출원 건수의 증가세를 보인다고 할 수 있으며, 박막형 실리콘계 태양전지 기술은 포화 상태의 기술이 아닌 개발이 진행 중인 기술이라고 판단된다.

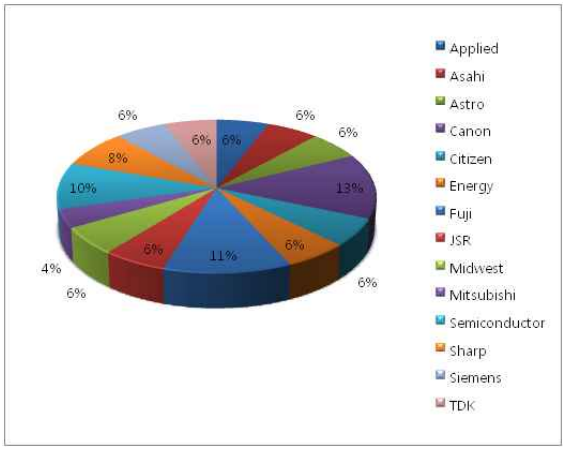
4.2 출원인별 동향



[그림 2] 출원인별 특허 출원 비율

[그림 2]는 박막형 실리콘계 태양전지 특허에서 출

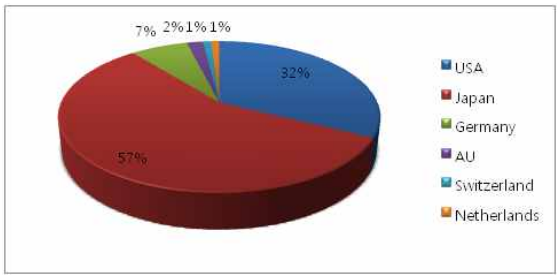
원인별 특허 출원 비율을 나타낸 그래프이다. 전체 출원인 중 출원 건수가 상위권인 14개 기업을 따로 표시하였으며, 이들이 출원한 특허 건수 합의 비율이 전체 특허 출원 건수에서 40%를 차지함을 알 수 있다. 그 외 60%의 비율을 차지하는 특허는 개인이나 기업들이 소수로 출원한 것들이다.



[그림 3] 상위 14개 기업의 출원 비율

[그림 3]은 상위 14개 기업이 출원한 특허에서 각 기업이 출원한 특허 건수가 차지하는 비율을 나타낸 그래프이다. 이들을 비교해 보면 Cannon이 13%로 상대적으로 많은 특허를 출원하였으며, 11%와 10%로 각각 Fuji와 Semiconductor가 뒤따르는 것을 알 수 있다. 이들은 모두 일본 기업으로써, 일본 기업들이 다른 기업들에 비하여 미국 내에서 박막형 실리콘계 태양전지의 기술 확보에 적극적임을 알 수 있다.

4.3 국적별 동향



[그림 4] 국적별 특허 출원 비율

[그림 4]는 전체 특허의 국적별 출원 비율을 나타낸 그래프이다. 일본이 57%로 가장 많은 수의 특허를 출원하였으며 미국이 32%, 독일이 7%, 호주가 2%로 그 뒤를 따르고 있다. 이 그래프에 따르면 일본이 미국에 비해 거의 두 배에 가까운 출원 건수를 보이고 있으며, 이는 일본이 박막형 실리콘계 태양전지의 가장 큰 시장인 미국에서 기술적인 우위를 점하기 위하여 전략적인 기술 개발 전략을 취하고 있음을 알 수 있다.

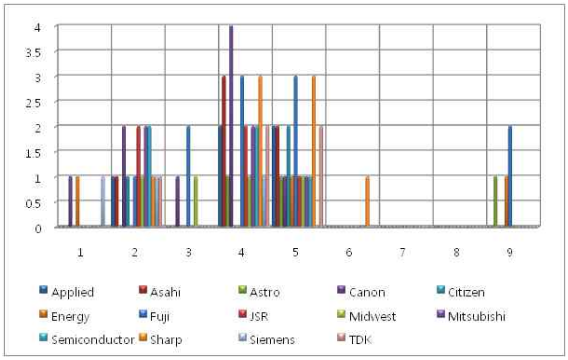
4.4 세부기술별 동향

[표 2]는 박막형 실리콘계 태양전지의 제조와 관련된 세부기술을 9가지로 분류한 것이다. 각 기술을 구분하기 위하여 1에서 9까지 분류번호를 기입하였다. [표 2]의 분류번호를 바탕으로 각 세부기술에 관하여 출원인별로 출원한 특허 수의 그래프를 [그림 5]로 나타내었다. 이 그래프를 바탕으로 각 기업들이 박막형 실리콘계 태양전지의 어떤 세부기술을 보유하고 연구하고 있는지를 판단할 수 있다.

여기서 분류번호 2인 p층 Si 박막 증착기술과 분류번호 4인 a-Si:H 박막 태양전지 제조기술, 분류번호 5인 μc-Si:h 박막태양전지 제조 기술에서 상대적으로 다수의 기업들이 특허를 출원하고 있으므로 이 기술들에 대한 연구가 활발히 진행 중임을 알 수 있다. 특히 분류번호 5인 μ c-Si:h 박막태양전지 제조 기술은 거의 대부분의 기업들이 특허를 출원하고 있으므로, 대부분이 해당 기술을 보유하고 있다고 할 수 있다.

분류번호	분류기준
1	박막 태양전지용 고품질 투명 전도막 제조 기술
2	p층 Si 박막 증착기술
3	Light trapping 기술
4	a-Si:H 박막 태양전지 제조기술
5	μc-Si:H 박막태양전지 제조 기술
6	μc-Si:H 박막 고속증착 기술
7	a-Si/ μc-Si:H tandem 태양전지 제조기술
8	박막태양전지 대면적 제조 기술
9	박막태양전지 대면적 모듈화 기술

[그림 2] 세부기술 분류표



[그림 5] 세부기술별 출원인의 출원 수

[표 3]은 세부기술별 특허 출원 건수를 표로 나타낸 것이다. 분류번호 4인 a-Si:H 박막 태양전지 제조기술의 출원건수가 가장 많은 것을 알 수 있으며, 분류 번호 5인 μc-Si:h 박막태양전지 제조 기술이 그 뒤를 따르고 있다. 분류번호 6인 μc-Si:H 박막 고속 증착 기술과 분류번호 7인 a-Si/ μc-Si:H tandem 태양전지 제조기술, 분류번호 8인 박막태양전지 대면적 제조 기술은 다른 분류번호의 세부기술들에 비해 상대적으로 출원 건수가 극히 적음을 알 수 있다. 이 결과를 바탕으로 분류번호가 6, 7, 8인 세부기술들을 집중적으로 개발하기 위한 계획을 수립하고 특허를 출원한다면, 미국의 박막형 실리콘계 태양전지 시장에 진입하기가 훨씬 수월할 것이라고 예상된다.

[표 3] 세부기술별 특허 출원 건수

소분류기술	1	2	3	4	5	6	7	8	9
출원수	3	16	4	26	21	1	0	0	4

5. 결론

본 논문에서는 최근 박막형 실리콘계 태양전지의 개발 필요성이 대두되고 있는 시점에서, 미국 내에 출원된 특허 데이터를 이용하여 타국 또는 타사의 기술 개발 동향을 정량적/정성적으로 분석하였다. 그리고 세부기술을 분류하여 각 기술들에 대한 기업들의 출원 동향을 분석하였다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 상대적으로 많은 수의 일본 기업들이 미국의 박막형 실리콘계 태양전지 시장에 진입하였음을 알 수 있었으며, 다른 세부기술에 비하여 개발이 미흡한 세부기술 분야를 추출할 수 있었다. 본 논문의 연구 결과는 미국의 박막형 실리콘계 태양전지 시장에 진출하기 위한 기술 개발 계획을 수립하거나 연구 목표를 선정하는데 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Anand M. Sharan Efficiency enhancement of stationary solar energy based power conversion systems in Canada, Applied Energy, Volume 86, Issue 9, September 2009, Pages 1405-1409

[2] Zarza E, Rojas M, González L, Caballero JM, Rueda F. INDITEP: the first precommercial DSG solar power plant. Solar Energy 2006;80:1270 - 6.

[3] Zekai sen, Solar energy in progress and future research trends Progress in Energy and Combustion Science, Volume 30, Issue 4, 2004, Pages 367-416.

[4] 임순옥, 국내.외 태양전지 시장 동향, 정보통신정책, 제 20권 19호 통권449호, 2008, Pages 23-28.

[5] 김동환, 국내외 태양광분야 기술개발 및 시장현황, 한국태양에너지학회, 한국태양에너지학회지 제4권 제3호, 2005. 8, pp. 3-9