

신기술 정보*

沈載哲**

전기·전자 기술

의 특징이다.

변환 효율 20%를 달성한 하이브리드 태양 전지

三洋電機는 태양광 발전 시스템의 본격적인 보급을 위하여 새로운 구조를 가진 高效率 태양 전지를 개발하였다. 200℃ 이하에서 성질이 다른 실리콘을 결합시킨「低溫 接合 形成法」에 의한 하이브리드 구조의 單結晶 실리콘 태양 전지(1 cm²)로 종래의 최고치인 18.7%의 기록을 돌파하는 20.0%의 변환 효율을 달성한 것이다.

이 새로운 구조의 태양 전지는 日本 通産省의 뉴 선샤인 계획에 기초하여 新에너지·산업기술총합개발기구(NEDO)가 三洋에 개발을 위탁한 것으로 結晶系와 아몰퍼스(非結晶)系の 실리콘을 각각의 특성을 잃지 않고 低코스트로 접합시킨 것이 최대

태양 전지는 보통 2 종류의 반도체로 이루어지고 있다. 하나는 電子(마이너스 電荷)가 많은 N형 반도체이고 또 하나는 전자와 반대의 성질을 가진 正孔(플러스 電荷)이 많은 P형 반도체로 불리우는 것이다. 이 두가지를 접합하여 각각에 전극을 연결해 두고 반도체에 태양광이 쏘이게 되면 ⊖와 ⊕의 쌍이 생긴다. ⊖와 ⊕는 P형 반도체와 N형 반도체의 접합면까지 오면 ⊖는 N형 쪽으로 ⊕는 P형 쪽으로 끌어 당겨지는데 이 접합면은 일방 통행이 되고 있기 때문에 한번 끌어 당겨지게 되면 되돌아 가지 않는다. N형 반도체에 ⊖가 모이기 때문에 N형과 P형의 사이에 起電力(전압)이 생기고 양쪽의 전극에 도선을 연결하면 전자 ⊖가 N형에서 P형 쪽으로, 正孔 ⊕는 P형에서 N형 쪽으로 흘러 전기가 발생하게 되는 구조이다.

* 본 자료는 TRIGGER (1994. 9), 「日刊工業新聞(1994. 7. 28~8. 8)」에서 발췌·정리한 것임.

** 현대경제사회연구원 수석연구원, 미국 Texas A & M 대학교 공학 석사, 산업 공학 전공.

태양 전지에는 보급이 가장 잘되고 있는 실리콘 태양 전지외에 화합물 반도체 태양

전지, 유기 반도체 태양 전지 등이 있으며 더구나 실리콘 태양 전지에는 單結晶, 多結晶의 結晶系와 아몰퍼스 태양 전지의 2 종류가 있다. 가장 교환 효율이 좋은 것은 태양 전지 셀이 균일한 結晶 구조를 가진 單結晶(13~20%)으로 아몰퍼스系(8~10%)에 비하면 2배 가까운 변환 효율을 얻을 수 있다. 그러나 單結晶系는 제조 공정이 복잡하여 고순도의 실리콘을 만들기 위해 코스트가 많이 든다는 약점도 있다. 한편 아몰퍼스계는 結晶系의 순도 높은 실리콘 제조 공정을 대폭적으로 생략할 수 있어 낮은 코스트로 대량 생산할 수 있는 이점이 있지만 변환 효율이 낮고 태양광 하에서는 성능의 열화 현상도 생겨 壽命面에서 아직 신뢰성이 낮은 문제가 있었다.

그래서 結晶系와 아몰퍼스계를 접합시킴으로써 양자의 특징을 끌어내려는 노력이 각 방면에서 이루어져 왔지만 종래법에서는 800℃ 이상의 온도하에서 접합하기 때문에 특수한 爐가 필요하고 실리콘 속의 성분이 서로 混入되어 특성이 劣化되는 문제가 있었다.

三洋이 개발한 새로운 태양 전지는 플라즈마 CVD(화학적 氣相 成長)법이라 불리는 접합법을 이용해서 結晶系 실리콘의 표면에 50 옹그스트롬(1 옹그스트롬은 1/100억 m)의 아몰퍼스 실리콘 박막을 저온(200℃ 이하)에서 형성함과 동시에 양쪽

실리콘 사이에 불순물을 전혀 포함하지 않는 실리콘 층을 끼워 넣는데 성공한 것이다.

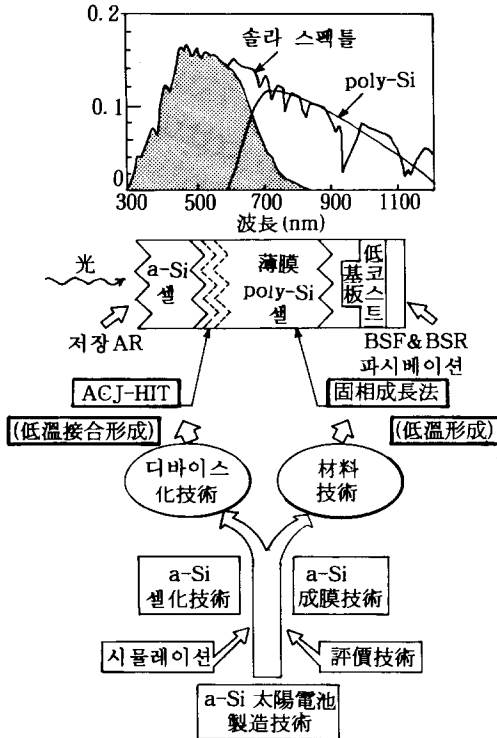
이러한 기본 구조에 더해 이번에는 전자를 끌어 당기는 성질을 가진 별도의 아몰퍼스 실리콘 층을 結晶系 실리콘의 이면에 부착시킴으로써 전자의 흐름을 원활히 하고 변환 효율을 높임과 동시에 금속 전극의 반사율을 높여 入射된 광을 유효하게 이용할 수 있게 하였다.

同社는 업계에 선구적으로 아몰퍼스 태양 전지의 公業화에 착수하고 민생용 기기나 독립 전원용 등에 응용 제품을 제공하는 한편, 최근에는 잉여 전력을 전력 계통에 逆潮流하는 일반 가정용 계통 연계 시스템을 실현하는 등 同분야에서 실적을 올려 왔다. 특히 최근에는 산성비나 CO₂의 증대 등 화석 연료에 의한 지구 환경의 오염 문제가 표면화하고 전력용 수요를 중심으로 淸淨 에너지源으로서 태양 전지에 거는 기대가 크게 높아지고 있기 때문에 태양 전지의 약점으로 되어 온 변환 효율의 개선을 서두르고 있다.

同社에서는 변환 효율, 코스트, 원재료 확보 등의 諸문제 때문에 多結晶系와 아몰퍼스系를 조합한 薄膜 多結晶 실리콘 태양 전지가 차세대의 주류가 될 것으로 보고 이미 고효율을 유지하면서 多結晶 실리콘을 박막화하는 기술을 확립하였다. 새롭게

개발된 구조 기술과 융합하여 한층 변환 효율이 좋은 태양 전지를 낮은 코스트로 실현시키려 하고 있다.

<그림 1> 차세대 고효율·저코스트 태양 전지의 개념



또 同社는 이번의 구조 기술과는 별도로 고품질의 박막 실리콘을 안정적으로 만들어 내는 재료 기술의 개발도 추진하고 있어 향후 요소 기술을 융합시킴으로써 차세대 태양 전지의 실용화를 추진할 계획이다.

高輝度 녹색 발광 다이오드

현재 실용화되고 있는 고휘도 발광 다이

오드(LED)로는 적색, 등색, 황색, 황록색이 있다. 이것에 녹색과 청색의 單波長 고휘도 LED가 실용화된다면 LED만을 이용한 풀 컬러 디스플레이의 실현도 가깝게 된다. 일본 각사가 LED 개발에 격전을 벌이는 가운데 소니(株)는 4cd(칸데라) 밝기의 綠色(파장 512 nm) LED를 개발하였다.

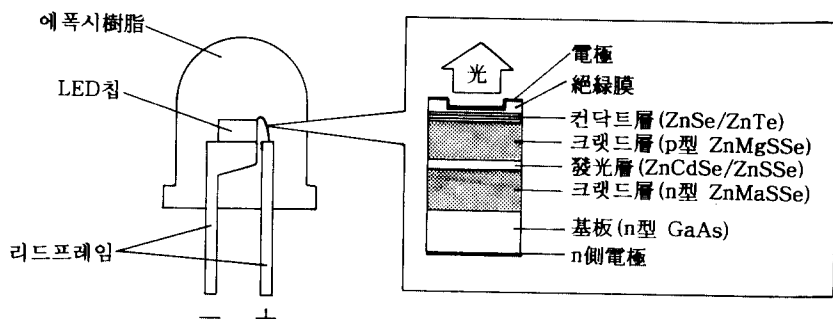
LED의 單波長化의 관건은 사용되는 반도체 재료와 반도체 結晶 成長 기술이다. 同社가 고휘도 녹색 LED를 실현할 수 있었던 것은 반도체 레이저 개발에 사용되고 있는 재료나 기술을 응용하였기 때문이다.

개발된 LED는 갈륨 비소 기판상에 셀렌화 아연 카드뮴의 發光層, 셀렌화 硫化 아연 마그네슘의 크래드층을 형성하는 더블 헤테로(hetero) 구조를 채용하고 있다. 또 반도체의 結晶 成長에는 분자선 에피택시법을 이용하였다.

셀렌화 아연 카드뮴에 대해서 에너지 禁制帶 폭이 큰 셀렌화 硫化 아연 마그네슘을 크래드층에 사용했기 때문에 발광층에 주입한 전류를 효율 좋게 광으로 변환할 수 있다. 試作品에서는 20 mA의 전류를 흘렸을 때의 광출력은 2.1 mW로 상승하여 종래의 녹색 LED에 비해 4 배 이상의 효율을 달성하였다.

광의 퍼짐을 표시하는 指向 특성을 12

<그림 2> 고휘도 녹색 LED의 구조



도로 설정하고 있어 LED 정면에서 계측했을 때의 광도는 4 cd로 지금까지는 없었던 밝기이다. 또 불순물이 적은 발광층을 사용하고 있기 때문에 파장의 퍼짐이 10 nm(512±5 nm)로 작고 색순도가 양호한 것도 특징이며 풀 칼러 표시 소자에의 응용이 용이해지고 있다.

향후 高輝度化·長壽命化를 시도해서 2~3년후의 실용화를 예상하고 있다.

기계 기술

자동차의 에너지 절감 기술

자동차의 개발에서는 사용시의 環境에 주는 부담을 줄이는 것이 큰 과제가 되고 있다. 특히 자동차와 환경 문제에 대해서 “에너지”라는 키워드로 보면 사용시의 연비의 향상, 대체 에너지 자동차 등의 과제가 대표적이다.

자동차의 연료로서는 택시用的 액화 석유 가스(LPG)도 있지만 가솔린이나 경유가 일반적이다. 이들 이외의 것을 에너지源으로 하는 대체 에너지 자동차는 NOx, CO₂ 등의 배출 억제, 에너지 자원의 유효 이용 등의 관점에서 연구 개발이 추진되고 있다.

대체 에너지 자동차에 대해서 예를 들면, 천연 가스를 연료로 하는 경우 압축 천연 가스(CNG) 자동차와 액화 천연 가스(LNG) 자동차가 있지만 대부분 CNG형이다. 이들은 디젤 자동차의 대체로서 NOx와 파티클레이트의 저하 효과가 크다.

대체 에너지 자동차의 대표적인 전기 자동차는 주행중에 배출 가스를 내지 않는 것이 최대의 장점이다. 이미 포크리프트나 골프 카트 등에 널리 채용되고 있는 외에 일본 公道에서 1천 수백 대가 사용되고 있다. 향후의 실용화에 대단히 기대를 걸고 있는 반면, 기술적 과제도 많이 지적되고

있다. 실용성을 높이는 데는 에너지 밀도가 높은 고성능 배터리 개발이 핵심이 되고 있다.

또 전기와 에너지를 조합시켜 사용하는 하이브리드 자동차라는 것도 있다. 일본에서는 제동시에 손실되는 에너지를 전기나 압력을 사용해서 가속시의 보조 동력으로 하는 형의 개발이 한창이며 노선 버스나 집배 트럭 등에 도입되기 시작하고 있다.

일반 자동차의 경우 연비의 향상은 에너지 절감·자원 절감이라는 측면 외에 CO₂ 배출을 낮추고 지구 온난화 방지에 공헌하는 의미가 있다. 더구나 사용시의 경제성이라는 사용자의 이익에도 중요한 포인트가 되기 때문에 종래부터 대단히 큰 기술 과제의 하나가 되고 있다.

이 과제를 해결하기 위한 접근 방법에는 엔진의 효율 향상, 구동 계통의 효율 향상, 주행 저항의 저하, 차체의 경량화 등 여러 갈래로 나누어진다.

엔진의 효율 향상의 경우는 연소의 최적화, 구성 부품의 소형·경량화, 엔진 전체의 마찰 손실 저하 등 사용자의 눈에는 보이지 않는 부분의 개량이 이루어지고 있다. 예를 들면, 희박 연소 엔진의 채용, 통상의 압축 공정과 다른 미러 사이클의 채용 등 연비 향상에 목표를 둔 연소의 최적화를

도모하고 있는 것도 하나이다. 또 엔진 밸브 리프터의 매커니즘을 미끄럼 접촉에서 굴림 접촉으로 개량함으로써 마찰·마모를 저하시키는 기술도 연비의 향상에 한 역할을 담당하고 있다.

경량화는 燃費의 향상에 크게 공헌하기 때문에 재료 그 자체를 가벼운 것으로 하기도 하고 부품의 구조를 재편성함으로써 경량화를 진행하고 있다. 통상의 철보다도 가벼운 금속 재료의 사용, 리사이클이 가능한 플라스틱의 사용 등에 의해 문자 그대로 ‘그램 단위’의 노력을 행하고 있다.

① 환경 적합성을 추구하는 전동식 파워 스티어링

환경 적합성을 위한 하나의 대응책으로서 연비 향상이 있지만 그 대응 기술 하나 하나는 최종적으로 안전성, 경제성, 편리성 등과 균형을 이루지 않으면 안된다. 자동차 전체로서 보면 작은 것이라 할 수 있는 개량을 거듭한 결과가 최종 제품이 되어 반영된다.

예를 들면, 파워 스티어링은 쾌적성, 편리성의 추구 때문에 해마다 장착률이 증가하고 있다. 일본의 경우 80% 이상의 자동차에 장착되고 있는 시스템이다.

종래의 방식인 油壓式은 유압 펌프의 동

력원을 직접 엔진에 의해 구동하는 시스템이기 때문에 핸들링 조작을 하지 않을 때에도 유압 펌프에 에너지가 소비되고 있다. 이 때문에 매뉴얼 스티어링 장착차에 비해 에너지 손실이 발생하고 있다.

이 점을 개량하는 기술로서 모터에 의한 구동을 채용한 電動式 파워 스티어링이 있다. 이 실용화로 光洋精工, 스즈키가 1994년 6월 제 12회 환경상 가운데 우량상을 획득하였다. 전동 파워 스티어링은 핸들 조작을 할 때만 모터에 전류를 흘려서 동력 보조를 하는 시스템이기 때문에 불필요한 에너지 소비가 없고 유압 파워 스티어링에 비해 약 3%의 연비가 향상된다. 이 전동 파워 스티어링은 1988년에 경자동차에 채용한 이래 80만 대의 판매 실적이 있다.

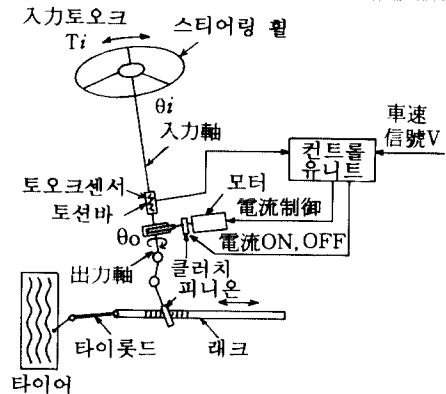
시스템은 토오크 센서, 차속 센서, 컨트롤 유니트, 모터, 클러치, 감속기로 구성된다. 토오크 센서, 모터, 클러치, 감속기는 스티어링 컬럼내에 장착되어 진다. 토오크 센서와 車速 센서는 컨트롤 유니트의 입력에, 모터와 클러치는 컨트롤 유니트의 출력에 접속되고 있다. 토오크 센서는 專用의 비접촉식 센서로서 개발되어 높은 내구성과 신뢰성을 얻고 있다.

시스템의 동작에 대해서 보면 우선 핸들을 꺾는다는 동작 요건대 스티어링 휠에 가해진 토오크에 의해 입력축이 회전한다.

한편, 路面 反力 등 스티어링 계통에 가해지는 부하에 저항함으로써 토션 바에 비틀림이 발생한다. 이 입출력간의 상호 변위를 토오크 센서가 검출하고 신호를 컨트롤 유니트로 보낸다. 컨트롤 유니트는 토오크 신호와 차속 신호에 따라서 모터로 흐르는 전류를 제어한다. 모터의 출력은 감속기에 의해 증폭되어 출력축에 가해진다.

토오크 센서, 모터, 감속기 등의 동력 보조 기구는 차 실내의 컬럼에 장착되어 있기 때문에 컬럼을 치환하는 것만으로 파워 스티어링화 할 수 있다. 이 때문에 엔진 룸의 레이아웃에 대한 제약이 없고 소형차에의 장착이 용이해지고 있다.

<그림 3> 전동식 파워 스티어링 시스템의 외관과 구조



세계에서는 현재 연간 3천만 대 이상의 자동차가 생산되고 있는데 이산화 탄소 총 배출량의 저하에 기여하고 또 장래 전기 자동차에의 적용도 유망하다고 생각되는 이 기술은 자동차 單體에 요구되고 있는 쾌적성, 편리성의 추구하고 低燃費化 요건대 환경 적합성의 추구라는 상반되는 요구를 동시에 만족시키는 기술의 한 예로서 향후 발전이 기대된다.

② 촉매형 연료 조절기

미국의 케어프리 이큅먼트 인터내셔널社는 자동차의 燃費 등 엔진의 성능을 비약적으로 향상시키는 「케어프리 촉매형 연료 조절기」를 개발하였다. 배기 가스의 삭감 효과도 커서 환경 보호에도 도움이 될 것으로 기대가 크다. 케어프리 촉매형 연료 조절기는 同社가 독자 개발한 특수한 촉매를 이용한 것으로 연료 탱크와 카브레터 사이에 설치함으로써 엔진의 1분당 회전수를 대폭적으로 증가시킬 수 있다.

이것은 촉매 효과에 의해 점화 장치의 클린업, 카본의 부착 방지가 가능하기 때문에 탱크에서 엔진으로의 연료를 효과적으로 공급하여 엔진의 능력을 향상시키는 것이다.

지금까지의 연료 조절기는 磁氣를 이용한 것이 대부분이었는데 同社의 조사에서

는 이번에 개발한 觸媒型 쪽이 磁氣型보다도 엔진 성능의 향상률이 높은 것으로 나타났다.

머시닝 센터 한 대로 가능한 6면 연속 가공 기술

治具 등 다품종 소량 기계 부품의 가공 준비 작업을 간단히 하기 위한 産學協同研究가 추진되고 있다. 일본의 자동차, 공작기계, 공구 메이커 13 개사가 참가하고 豊橋技術科學大學의 관련 교수들의 지도로 세계에서 가공에 이르는 일련의 준비 작업을 대상으로 한 신기술 확립을 목표로 하고 있다. 한 대의 머시닝 센터(MC)로 6면을 한 공정에서 자동적으로 연속 가공하는 시스템 등의 테스트가 연일 이루어지고 있다.

다품종 소량 생산의 제 1의 과제는 준비 작업이다. 그때그때마다 설계, 프로그램을 다시 해야만 되고 또 기계 가공할 때에도 재료의 치환 작업이 큰 일이다.

이 연구에서는 “사람이 할 수 있는 준비를 간단히 행하는 기술”의 확립을 목표로 하여 절차가 줄어든 가공 기술, 제도 작업에 의존하지 않는 그래픽 대화 CAD 시스템, 자동 CAM 처리 등의 검증을 수행하고 있다.

절차가 줄어든 가공 기술에 대해서는 불럭 가공 머시닝 센터와 板取 가공 머시닝

센터를 사용해서 시험을 수행하고 있다. 어젯튼 保持具를 그때그때마다 준비하는 것이 아니고 소재를 직접 保持하고 한 공정에서 가공을 완료할 수 있다.

블럭 가공 머시닝 센터는 大口徑의 棒鋼을 이용하는 것이 특징이며 6면 가공이 가능하다. 봉강을 회전시켜 4면을 가공한 후 그 부분을 바이스로 고정시키고 나서 절단하고 바이스의 방향을 바꿔서 단면을 가공하는 구조이다.

길이가 긴 棒鋼을 한번 세트시켜 두면 연속적으로 복수 가공이 가능하기 때문에 야간의 無人 運轉이 가능하다.

<그림 4> 절차 가공과 봉강에서 깎아낸 블럭



棒鋼부터 깎아 내기 때문에 鑄造 소재에 비해 시간이 걸리지만 주조 공정을 생략할 수 있기 때문에 전체적으로는 경제 효과가 높다.

통상의 MC에 어태치먼트를 부착하는 것으로 가공 시스템을 구축할 수 있다.

한편, 板取 加工 머시닝 센터는 MC의 주축을 재료의 위치 교환용으로 이용한 것이 특징이다. 공구 교환의 요령으로 어태치먼트를 들어 올려 이동, 회전, 뒤집기를 하는 구조이다. 주축의 회전과 상하 움직임, 테이블 이동, 어태치먼트의 反轉 매커니즘 등을 조합시킨 시스템이 되고 있다.

또 자동 설계, NC 프로그래밍의 新手法의 개발에서는 블럭 CAD/CAM 시스템, 板物用 CAD/CAM 시스템, 입체 형상 공작물 전용 保持具의 설계를 신속히 하기 위한 CAD 시스템, 용접 공작물 CAD/CAM 시스템의 시험을 행하고 있다.

그외에 자동 공구 간섭 체크 시스템, 鍛造 공작물 CAD/CAM 시스템, 保持具 試作 센터 생산 계획 관리 시스템(설계부터 제작에 이르는 모든 작업을 빠짐없이 확실하게 예정대로 잘 진행시키기 위한 보조 관리 시스템) 등의 연구 개발에도 착수하고 있다.♣