

요 약 문

I. 제 목

메가 와트급 고온 태양로 구축 연구

II. 연구개발의 필요성

- MW 급 고온 태양로는 10cm x 10cm 이상의 면적을 상온에서 수 sec이내에 3000°C 이상 까지 상승 시킬 수 있으며, 이러한 극한 온도를 수 분-수십 분 동안 유지시킬 수 있는 유일한 초고온 발생 장치 그 응용 분야로는,
 - 초고온, 초내열성(carbide, boride) 재료의 상온 분위기에서의 태양열 직접 가열에 의한 제조로 극한 재료 신산업의 창출 가능
 - 우주항공산업 분야 관련 주요 초고온 핵심 소재 개발 및 대면적 열 특성 조사
 - 초고온 방열 blanket 재료 개발을 통한 전차 파괴용 고열 무기로 공격으로부터의 국산 전차 방어 시스템 개발을 통한 고부가 방위 산업 분야 주도
 - 화력발전용 가스 터빈 블레이드, 연소실의 thermal barrier coating (TBC) (1650°C 이상) 재료인 세라믹 재료 개발을 통한 60% 이상 고효율 전기 발전용 고부가 가스 터빈 개발
 - ITER 사업관련 KSTAR와 같은 핵 융합로내 알파 (alpha) 입자 충돌에 의한 열을 (2500°C) 차단하는 카본 계열 blanket 재료 개발
 - Carbothermal process를 이용한 산화물(ZnO, Fe₂O₃, CeO₂)의 촉매제를 사용한 2000°C 초고온에서의 태양 수소(solar hydrogen) 생산 산업과 1000-1600°C 영역에서 Al, Fe, Si등의 고순도 금속 분리 기술 등의 녹색산업 기술 창출
 - MW 급 고온 태양로의 태양열 집속기술을 사용하여 현재 물, 액체등을 이용한 150-600°C 정도의 온도 영역에서의 열 발전을 950°C 이상의 고압에서 고열의 공기를 이용하는 고효율 가스 터빈 발전이 가능한 태양열 발전 산업
 - 0.2-4 μm 영역의 광범위한 파장을 이용할 수 있는 고강도, 고밀도 신 광원으로 활용

III. 연구개발의 내용 및 범위

○ MW 고온 태양로의 응용 분야 조사 및 추진 전략 구축

- 국외 고온 태양로 활용기관의 연구 분야 분석
- MW 대면적 고온 태양로 이용 가능분야

기초과학, 에너지, 국방, 신소재, 우주항공, 녹색 기술 등 전방위 산업의 필요성과 경제성 분석

- 한국형 고온 태양로 모델 제시
- 국내외 전문 기관/ 전문가들의 협력 방안 도출
- 부지선정 입지 조건

IV. 연구개발 결과

○ 대형태양로를 어디에 설치하는 가는 직달 일사에 관계되고, 태양로 가동 일정을 감안하면 한국내의 거의 대부분 지역에서 설치할 수 있음.

대형 태양로 설치를 위한 최적지로는 측정된 법선 직달 일사량과 청명일 수와의 상관관계로 부터 청명일 수가 100일 이상이며, 법선면 직달 일사량이 높은 지역인 소백산 일대와 경상북도 지방 일원이 유망함.

○ 프랑스, 우즈베키스탄 MW급 고온 태양로 벤치마킹 결과, 직달 일사량의 경우 1.3 배 정도 높은 수준을 고려한 광학계 설계 필요

○ 대형 태양로의 운용을 극대화하기 위하여 남, 북측 면을 모두 사용할 수 있는 한국형 고온 태양로를 제안함. 남쪽 면에서는 고유한 초고온 태양로, 북쪽 면에서는 수소 생산을 위한 system을 동시에 항상 가능하도록 제안하고자함. 이러한 경우 직달 일사량을 고려하면, 남쪽면의 헬리오스타트와 집속거울의 크기는 3,686~3,927m²과 2,396~2,553m² (C/H=65%적용)의 크기를 필요로 하며, thermal power efficiency는 약 35%를 예상하여 제안하였음. MW급 한국형 대형태양로 건설에는 부지비를 제외하고 1천 억 원 정도의 자금 예상

○ 특히 자정기능과 anti-reflection 기능을 가지는 반사판 기술을 적용할 경우 반사율을 적어도 0.75 이상으로 향상 시킬 수 있어서 그 헬리오스타트 및 집속거울의 넓이 및 개수를 감소시킬 수 있으며, 같은 크기에서의 최고 도달 온도를 높일 수 있는 장점이 있음.

○ 고온태양로의 응용분야가 기초 과학, 우주 산업 그리고 나노 신소재 및 신재생 에너지 분야까지 확대 되고 있으며, 태양로를 가동하여 신규 국제 시장에 진출할 수 있는 수요 및 국부 창출을 감안할 때 건설의 필요성은

매우 중요하며, 더불어 대형태양로가 한국의 과학기술 입국 의지를 표명하는 심볼로서의 역할을 할 수 있다는 것을 감안하면 MW급 한국형 대형태양로의 확보는 시급하지 않을 수 없음.

V. 연구개발 결과의 활용 계획

○ 기초 연구 분야 대형 거대 국가 연구 시설

무한 경쟁에 들어간 우주 과학 분야, 극한 나노소재, 지속적 그린 에너지 및 재생에너지 분야 등의 극한 원천기술의 확보, 특히 자체 우주선 추진 로켓 개발, 대륙간 탄도탄 등의 재진입 재료 개발, 한국형 핵융합로의 반응로 내벽 재료 등의 핵심 기술 개발을 위한 대기 중에서 초고온의 극한 온도를 재현할 수 있는 유일한 방식인 국가 기반 과학연구시설로 건설이 필요.

○ 고부가 산업창출을 위한 핵심 연구시설

초고온, 초강 도등의 극한 소재는 차세대 항공기 등의 신산업 창출의 원동력이 될 수 있고 국방관련 초첨단 재료를 개발하여 역시 신산업으로 육성이 가능하다. 원자력발전소의 방사능에 관해서도 긍정적으로 대처할 수 있는 것은 물론 산업 폐기물 등을 원천적으로 처리할 수 있다. 또한 대형태양로의 후면을 수소 발생 장치로 가동시켜 에너지 문제에 전향적으로 대처할 수 있음.

○ 신산업 일자리 창출 및 과학, 문화 체험장

한국에서 신속하게 대형태양로를 건설하여 이들 국가와 경쟁하면서 세계 최고 수준의 신소재를 개발한다면 새로운 한국의 신성장 동력이 될 수 있음. 50,000명의 신규 일자리와 년 2,000억 불 이상의 신규 시장에 진입할 수 있을 것으로 추정.

Summary

I. Title

Study on the Construction of MW Solar Furnace

II. Need for Research

○ MW solar furnace is the unique system which can produce extremely high temperature in the range more than 3,000°C at atmospheric environment over 10 cm x 10 cm area and keep such a high temperature for a few to tens minutes

As application fields,

○ Creation of new industries synthesizing super high temperature, hard and heat-resistant materials such as carbide and boride etc by direct heating by solar thermal energy

○ Development of high temperature resistant materials related to space and

aircraft industry and testing of their thermal properties in large scale

○ Development of high temperature resistant blanket for protecting tank from the attack using thermal weapons and leading defense industry with high profit

○ Development of ceramic materials for gas turbine blade and thermal barrier coating (TBC) in combustion chamber operating at temperature higher than 1650°C and having high efficiency of electrical generation more than 60 %.

○ Development of carbon-based blank for protecting thermal radiation (2,500°C) caused by alpha particle collision in nuclear fusion reaction like KATAR in ITER

○ Creation of solar hydrogen industry by using carbothermal process adopting oxide catalysts (ZnO, Fe₂O₃, CeO₂) at 2000°C and green technologies to purify Al, Fe, Si metals at 1000-1600°C

○ Development of solar thermal power generation system by focusing

MW

solar thermal energy with high efficiency gas turbine operated at 950°C using high temperature and pressure air instead of conventional water and liquid heating at 150-600°C.

○ Exploitation of new intense light source with high photon density in the

wide wavelength of 0.2-4 μm

III. Content and Scope of Research

○ Survey of application fields of MW solar furnace and construction of propulsion strategy

- Analysis of research areas in foreign organization making use of MW solar furnace

- Investigation on applicable fields of MW large area solar furnace

(Need for omnidirectional industries and analysis of economical aspect including basic science, energy, military defense, new materials, aerospace, green technology)

- Suggestion of Korean MW solar furnace

- Deduction of cooperative ways with domestic/foreign experts and organizations

- Investigation of the selection of the site for constructing MW solar furnace

IV. Results

○ The selection of the site for installation of MW solar furnace depends on the amounts of direct normal incident radiation (DNIR) and most of the regions in Korea are accessible if operation days are considered. Mt. Sobaek and GyeongSang-Buk-Do areas are expected to be as the most suitable place because DNIR in those regions was measured as most high and clear days a year were more than 100 days.

○ 1.3 times higher DNIR should be considered in optical design for Korean

MW solar furnace compared to those of PROMES-CNRS (France) and Big Solar Furnace (Uzbekistan).

○ As Korean MW solar furnace, double side operational solar furnace is suggested to make the most use of it; conventional MW solar furnace in south direction and generation of solar hydrogen in north direction. By considering DNIR, the size of heliostat and concentrator mirrors are expected as 3,686~3,927m² and 2,396~2,553m² (C/H=65%) respectively and thermal power efficiency would be 35%. Expenditure for constructing is estimated as much as 80 M\$ except that for building site.

○ In particular, the area of heliostat and concentrator for achieving high temperature could be minimized due to the increase of reflectivity up to 0.75 if a glass having both self cleaning and anti-reflection is adopted.

○ Now MW solar furnace is extending its application to basic science, aerospace, nano materials and renewable energy. If entering into new international market and creation of national profits by utilizing MW solar furnace are considered, it is very necessary for construction of MW solar furnace. In addition, since MW solar furnace will play a role as a scientific symbol representing the resolution of establishing Korea science and technology MW, it is strongly urged to install Korea MW solar furnace as soon as possible.

V. Plan for exploitation of Research results

○ Large scale national facility in basic science

Over the world, unlimited competition securing of extremely original technologies in aerospace, extreme nano materials, green energy, and renewable energy has been already progressed. In particular, in order to investigate core technologies for the developing space rockets for launching and propulsion, high temperature resistant materials for re-entry in ICBM, inner wall barrier materials in KSTAR, the construction of MW solar furnace uniquely reproducing extremely high temperature at atmospheric environment is highly demanded as one of large scale national facility.

○ Core research instrument for creation new high-profit industries
Super hard and high temperature resistant extreme materials would be the prime source for creation of new industries like next generation aircraft and new materials related to military defence technologies can lead to establish new industries. It goes without saying that it can positively cope with the problem related to radioactive materials and even industrial wastes. Moreover, generation of solar hydrogen in the backside of MW solar furnace will meet the renewable energy problem.

○ Creation of new employment and Providing the space for experiencing Science and Culture

If Korea MW solar furnace is rapidly constructed in future and world class new materials are developed under the competition with other foreign countries, it will play a major role as a one of growth engine. In the same time, new employments as many as 50,000 will be created and it is expected to enter new market amounts of 200 B\$.