

소형 태양 반사경 클러스터를 이용한 태양열 발전에 대한 타당성 연구

오 승진¹⁾, 이 정성²⁾, 현 준호³⁾, 김 남진⁴⁾, 천 원기⁵⁾

A Feasibility Study of Using a Mini-dish Cluster for Solar Power Generation

Seungjin Oh, Jungsung Lee, Joonho Hyun, Namjin Kim, Wongee Chun

Key words : Mini-dish cluster system(소형 태양 반사경 클러스터 시스템), Parabolic dish(포물 반사경), Homogenizer, Optical fiber cable(광섬유 케이블)

Abstract : This paper introduces a preliminary work for the design of a mini-dish cluster system for power generation. Each mini-dish (typically has a 20 to 30 cm in diameter) is designed with a simple parabolic profile, concentrating sun light (after the glass glazing cover to avoid dust deposition on the reflector and facilitate cleaning) onto a centrally located small plane(or concave) mirror which is placed on the bottom side of the transparent glass cover. The mirror with a mini-dish concentrator is designed to focus beam radiation onto a focal point before it enters a bundle of optical fibers connected to a remote receiver for power generation. Different options are considered in designing a mini-dish concentrator to maximize its effectiveness for the collection and use of solar energy.

1. 서론

산업의 발달과 더불어 화석 연료의 고갈과 환경 문제가 대두되고 있는 시점에서 태양 에너지는 청정하고 무한한 에너지원으로 많은 분야에서 각광을 받고 있으며, 또한 오랫동안 연구대상이 되어왔다. 이러한 시점에서 태양광 집광기에 대한 관심도 늘고 있는데, 현재까지 여러 디자인들이 고안되어 지고 있는 실정이다. 기존의 태양광 집광기는 규모, 크기, 효율 등 여러 면에서 문제점이 제시되어지고 있다. 따라서 본 연구는 주요 목적은 효율적인 태양광 수집을 통하여 보다 가볍고, compact한 장치를 고안, 제작하여 비교해 봄으로써 소형 태양 반사경 클러스터의 성능을 향상시키고자 한다.

2. 구성 요소

본 연구의 핵심인 태양 반사경 클러스터의 주요한 요소로는 포물반사경(parabolic dish)과, 반사 거울, 투명덮개, Homogenizer, Optical fiber 로 구성되어져 있다.(Fig.1, Fig.2)

-
- 1) 제주대학교
E-mail : osj2558@cheju.ac.kr
Tel : (064)754-3646 Fax : (064)757-9276
 - 2) 제주대학교
E-mail : jslee@cheju.ac.kr
Tel : (064)754-3647 Fax : (064)757-9276
 - 3) 제주대학교
E-mail : junho@cheju.ac.kr
Tel : (064)754-3646 Fax : (064)757-9276
 - 4) 제주대학교
E-mail : jnkim@cheju.ac.kr
Tel : (064)754-3643 Fax : (064)757-9276
 - 5) 제주대학교
E-mail : wgchun@cheju.ac.kr
Tel : (064)754-3646 Fax : (064)757-9276

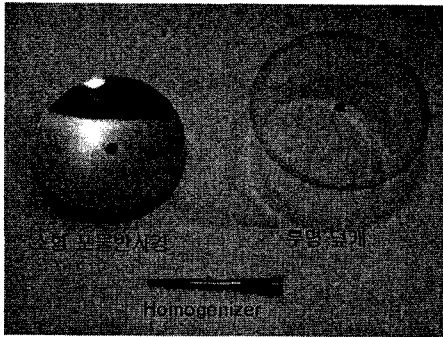


Fig.1 The main elements of Mini-dish cluster

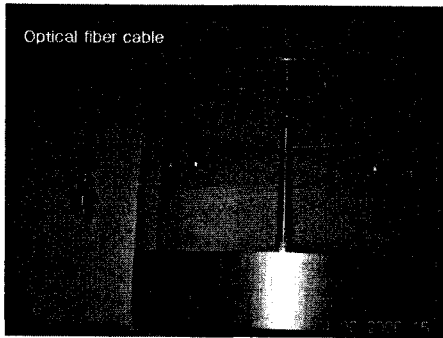


Fig.2 Assembly of the main elements

2.1 포물 반사경(Parabolic dish)

본 실험에서는 Fig.3에서와 같은 포물선의 원리와 빛의 반사 법칙을 이용 하여 포물반사경 (parabolic dish)을 제작한다. 포물선은 초점과 준선에 이르는 거리가 같은 점들의 집합으로써, 포물선의 축과 평행하게 들어오는 모든 빛들은 초점에 모인다. 또한 이 포물선을 회전시키면 포물면이 되며, 이를 이용하여 적합한 포물반사경 (parabolic dish)를 제작한다.

Fig.4는 상기의 원리를 이용하여 설계한 포물 반사경의 개략도 이다. 반사경 본체의 재질은 알루미늄이며, 포물면의 반경 12.5cm, 높이 5cm의 크기로 CNC 밀링 머신을 이용하여 제작되었다. 그림에서 보듯이 반사경은 입사광선을 2차 반사 지점(반사거울)으로 집중시키는 역할을 한다.

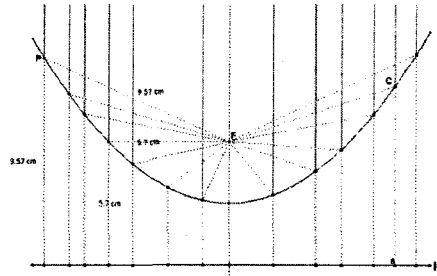


Fig.3 The principle of parabolic concentrator

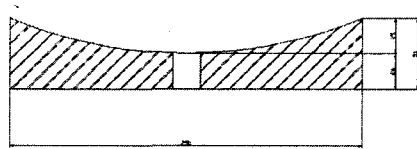


Fig.4 A Schematic diagram of the mini-parabola

2.2 Homogenizer

Homogenizer는 포물반사경으로부터 반사되어진 광선이 반사유리에 의해 재반사 되어 광섬유 케이블(optical fiber cable)로 안전하게 도달 할 수 있게 해주는 부품이다. Fig.5에서 보는바와 같이 Homogenizer의 장착되기 전의 전체 길이는 20cm 이며, 장착 후 포물 반사경면으로부터의 길이는 14.7cm 이다. 상하단의 내경의 크기는 입구쪽이 직경 0.3cm 그리고 출구쪽은 1cm 이다.

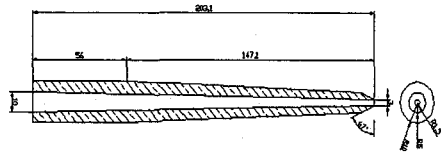


Fig.5 Schematic diagram of mini-parabolic dish

2.2 투명덮개

투명 덮개는 자외선이나 비·바람과 같은 자연에 의한 부식을 막아줌으로써, 포물반사경의 수명을 연장시켜주고, 또한 Homogenizer를 보호해주는 역할도 수행한다. 투명 덮개의 상면은 투과율이 우수한 유리로 제작되었으며, 측면은 아크릴을 사용하였다. 한편, 투명 덮개 내부의 열을 빠르게 발산하기 위하여는 아크릴보다는 금속재질이 바람직할 것으로 판단되며 현재 이를 제작 실험 중에 있다.

Fig.6은 투명덮개의 평면도로서, 중심에는 반사거울이 부착되어져 있다. 반사거울은 포물반사경으로부터 반사된 광선을 Homogenizer 또는 optical fiber cable로 직접적으로 재반사시킨다. 반사 거울은 평면경이나 오목 거울을 이용할 수 있으며 다음에 소개하는 바와같이 반사광의 경로에 큰 영향을 미친다.

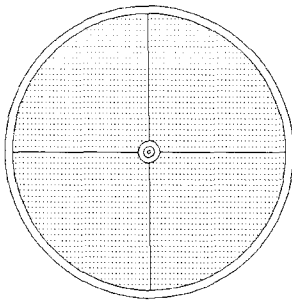


Fig.6 A schematic diagram of the transparent cover

3. 분석 비교

3.1 평면 반사거울

Fig.7에서와 같이 투명덮개에 부착된 반사거울을 평면거울로 할 경우, 포물반사경에 입사된 빛은 평면반사경을 거쳐 Homogenizer로 들어가게 된다. 그러나, 이 경우 빛은 직진성은 반사경 표면으로부터 초점을 향하는 빛의 일부가 Homogenizer에 의해 차단되는 결과를 가져올 수 있다. 그림은 포물반사경 중심으로부터 반경 2cm 정도의 원내부로 입사하는 태양광은 반사거울까지 도달하지 못하는 것을 보여주고 있다. 또한, 반사거울에 의해 재반사 되는 빛의 초점이 기존 초점(포물선에 의한 초점)으로부터 1.4cm가 되므로, Homogenizer 입구의 거리를 1.4cm로 조정하였을 때가 효율이 가장 높게 나타난다.

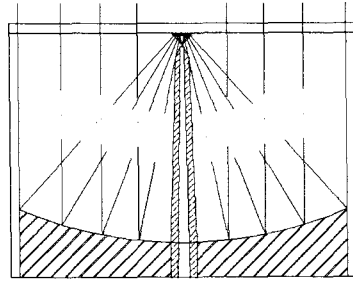


Fig.7 Schematic diagram of Mini-dish cluster system by using plain mirror

3.2 오목 반사거울 사용

오목거울을 반사거울로써 사용할 경우에는 Homogenizer의 높이를 낮게 조정함으로써 이로 인한 간섭을 피할 수 있다. 이 경우 평면거울을 사용할 때보다 더욱 많은 빛이 반사거울을 향할 수 있어 보다 높은 flux를 가지며 아울러 효율적인 측면에서도 우수하다, 하지만, 오목 반사거울을 소형으로 가공하고, 투명덮개에 장착하는 데에는 보다 많은 기술적 노력이 수반된다.

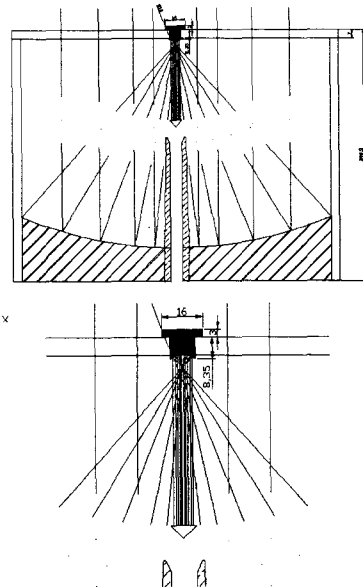


Fig.8 Schematic diagram of Mini-dish cluster system by using concave mirror

4. 결 론

본 연구는 Mini-dish cluster system을 적용한 효율적이고 실현 가능한 태양열발전을 위하여 소형 반사경에 대한 기본적 설계안을 분석하였다. 본 연구를 통하여 최적의 조건을 만들 수 있는 포물반사경, 반사거울, Homogenizer의 기하학적 크기와 위치에 대한 설계 변수를 도출할 수 있었으며, 이들 결과를 적용하면 보다 효율적인 소형 태양에너지 발전시스템을 설계할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 한국과학기술재단의 기초과학연구사업(R01-2006-000-1072-0)의 일환으로 수행되었습니다.

References

- [1] Daniel Feuermann, Jeffrey M.Gordon. 1999."Solar Fiber-Optic Mini-Dishes:A new approach to the efficient collection of sunlight"
- [2] Daniel Feuermann, Jeffrey M.Gordon, Mahmoud Huleihil. 2002. "Solar Fiber-optic Mini-dish concentrators"
- [3] Thomas, R, Fordham, M. 2005. Taylor & Francis. pp 96-109. USA