

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷ (11) 공개번호 특2001-0044369
F24J 2/10 (43) 공개일자 2001년06월05일

(21) 출원번호 10-2001-0007233
(22) 출원일자 2001년02월14일
(71) 출원인 모인에너지 주식회사 김석중
대전광역시 동구 남월동 181-6번지
(72) 발명자 김석중
대전광역시유성구전민동엑스포아파트211동1201호
이동규
대전광역시유성구전민동307-9
(74) 대리인 송재욱

심사청구 : 있음

(54) 제1반사면과 제2반사면의 조합으로 된 복합 태양열 집속기제조방법

요약

본 발명은 제1반사면과, 상기 제1반사면의 내측 하부 중앙에 형성된 내부 원형 유리관과 상기 원형유리관의 내부에 형성된 원형흡수관과, 상기 제1반사면의 하부중앙에 형성된 제2반사면과 상기 장치들 지지하는 지지대로 구성된 복합 태양열 집속기의 제조방법에 있어서, 상기 제1반사면(21,51,81,83, 85,103)은 입사한 계각 (θ_c)으로 태양광이 입사될 때, 원형 흡수관(43, 53, 80, 82, 84, 90, 105)에 태양광이 효율적으로 흡수되도록 반사시키는 다음식에 의해 제1반사면(21,51,81,83, 85,103)을 제조하고,

$$X=r(\sin\theta-\theta\cos\theta) \quad Y=-r(\theta\sin\theta+\cos\theta)$$

다음식에 의해 제2반사면(22,92,93,101,102,106)을 제조함을 특징으로 하는 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기의 제조방법.

$$R=\frac{\frac{\pi}{2}+\theta_c+\theta-(\theta-\theta_c)}{1+\sin(\theta-\theta_c)}$$

$$X=r(\sin\theta-R\cos\theta) \quad Y=-r(R\sin\theta+\cos\theta)$$

대표도

도7

색인어

태양열집속기, 반사면, 원형유리관, 흡수관

명세서

도면의 간단한 설명

- 도1은 포물선을 사용한 종래의 태양열 집속 집열기 단면도
- 도2는 원관형 흡수기를 사용하는 복합 태양열 집속기의 반사면 단면도
- 도3은 제1반사면의 구성
- 도4는 원형 흡수관 직경에 따른 반사면 형상 단면도
- 도5는 V 형태 반사면 형상 단면도
- 도6은 W 형태 반사면 형상 단면도
- 도7은 내부 원형 유리관, 원관형 흡수기 및 반사면의 조합으로 이루어진 단위 태양열 집속 집열기

도8은 평판형 유리를 사용한 태양열 집속 집열기 모듈

도9는 원형 유리관을 사용한 태양열 집속 집열기 모듈

도10은 태양광 입사각이 한계 입사각인 경우와 개구부면에 수직 입사(0°)인 경우의 광추적(ray tracing) 결과

〈도면의 주요 부분에 대한 부호설명〉

초점 F1을 갖는 포물선(11), 초점 F2를 갖는 포물선(12), 포물선 회전축 (13), 신개선(involute)(20), 제1반사면(21,51,81, 83, 85,103), 제2반사면(22), 제1반사면의 대칭 반사면(31), 제2반사면의 대칭 반사면(32), 대칭축(41), 입사 태양광 개구부면(aperture)(42), 원형흡수관(43, 53, 80, 82, 84, 90, 105), 원형유리관(91, 104), V형태 제2반사면(92, 93), W형태 제2반사면((101, 102 106), 평판형유리판(201), 지지대(202,301), 외부원형유리관(302),

θ_c : 한계 입사각(half acceptance angle)

g : V 형태 반사면의 개구부와 흡수관 사이의 거리

h : V 형태 반사면의 깊이

α : V 형태 반사면의 꼭지점에서 원관형 흡수기로의 접선과 중심 축이 이루는 각

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기 제조방법에 관한 것으로서, 상세히 설명하면, 태양을 추적하지 않고 고정형태로 태양광을 집속하여 유용한 열에너지로 변환시키는 장치의 반사면 형상 구조와 원관형 흡수기의 열손실을 줄이기 위해서 원형 유리관을 사용할 경우 반사면 하부 설계 및 이러한 구성요소로 이루어진 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로 태양열 집열기는 온도별로 저온용, 중온용, 고온용으로 분류할 수 있는데 저온용으로는 일반 평판형 집열기가 주를 이루고 있고 중온용 이상으로 태양에너지를 이용하기 위해서는 태양에너지를 집속하는 것이 필수적이다.

태양에너지를 집속하기 위해서는 태양광을 받아들이는 면적보다 태양광을 흡수하는 면적이 상대적으로 작게 설계되어야만 하고 이는 태양광을 상대적으로 작은 흡수면으로 반사시키기 위한 반사면이 반드시 설치되어야 한다. 집속형 집열기는 집속비(=수광면적/흡수면적)에 의해서 그 성능이 대표되는데 집속비가 높을수록 고온의 열에너지를 얻을 수 있다. 그러나 집속비가 높아질수록 한계 입사각(half acceptance angle)이 작아지게 되므로 고정형태로 사용하는데 한계가 있어 태양을 추적해야 하는 원인이 된다. 그러나 고정 형태의 태양열 집속 집열기는 태양을 추적하지 않고 일반 평판형 집열기처럼 고정 설치가 가능하면서 태양광을 집속할 수 있는 집열기로서, CPC(Compound Parabolic Concentrator)등이 대표적인 고정형 집속 집열기에 속한다.

고정형태의 집속 집열기로 사용하기 위해서는, 먼저 주어진 한계 입사각에서 최대의 집속비를 얻을 수 있어야 하므로 일정 흡수면적에 대한 수광면적을 크게 하여야 한다. 상기와 같은 이유 때문에 반사면 형상 설계는 일정 흡수면적에 대한 수광면적이 크게 형성되도록 설계가 되어야 한다.

고정형태로 태양광을 집속하기 위해서, 종래의 반사면 설계 방법은 포물선을 일정 각도로 회전시켜, 이러한 회전각도 이내로 들어오는 태양광을 흡수면으로 반사시키는 원리를 이용하였다.(도 1.) 종래의 반사면을 채택할 경우 흡수면은 평면이 되고 이러한 평면을 지름으로 하는 원형관을 설치하였을 경우 원하는 집속비보다 작아지게 된다. 도 1.은 종래의 집속형 집열기를 보여주는 그림이다. 원리는 설명하면 초점이 F1인 포물선 11를 θ_c 만큼 원점을 중심으로 회전시키고 초점이 F2인 포물선 12를 원점을 중심으로 $-\theta_c$ 만큼 회전시키고 난 다음, 각 초점이 다른 포물선상에 위치하도록 이동하면 도 1.과 같은 집속형 집열기가 형성된다. 중심축과 선분 BF1이 이루는 각이 θ_c 라고 하면, 이 각도를 입사한계각(half acceptance angle)이라고 하며 이 각도는 포물선 11과 포물선 12의 회전각도와 동등하고 입사한계각 이하로 입사하는 광선은 선분 F1 F2상에 집속하게 된다. 이러한 포물선형 집속 집열기는 입사한계각으로 들어오는 태양광이 모두 점 F1에 집속하게 되므로 흡수면이 불균일하게 가열되는 현상을 피할 수 없게 되고 이러한 단점을 피하기 위해서 선분 F1 F2를 직경으로 하는 원형관을 설치했을 경우 설계 집광비보다 훨씬 작아지게 되는 문제점이 따르게 된다.

또한 국내 특허 2000-0017927에 반사면 형상에 관해서 출원된 바 있지만, 본 발명의 반사면 형상 및 설계 과정과는 상이하게 다르다. 상기 특허에서 반사면의 구조는 포물선과 원형 곡선이 조합된 형태로 반사면이 제조되었고 광손실을 줄이기 위해서 원형 흡수관 주위에 '스'자 모양의 흡수부를 설치한 형태이다. 이러한 형태의 반사면 형상은 종래의 포물선이 갖는 특징들을 그대로 갖고 있으므로 집속비의 증가는 이루어진다 하더라도 한계입사각에서 입사되는 태양광이 반사면에서 여러 번 반사가 이루어져 반사면의 반사율에 의한 광손실을 피할 수 없게 되는 문제점이 있어 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 한계 입사각에서 입사하는 태양광선을 광손실을 최소화하여 흡수면에 균일하게 분포시키고 일정 흡수면에 대해서 수광면적이 큰 반사면 개발이 요구되고 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 상기의 문제점을 감안하여 개발된 것으로 신개선(involute)를 이용한 고정형 태양열 집속 집열기의 반사면 설계 및 제조 방법에 관한 것으로, 첫 번째 부분은 반지름이 r인 원의 신개선(involute)을

이용하고 두 번째 부분은 반사면의 끝단에서 신개선이 끝나는 지점까지 반사광이 원에 접하도록 형상을 구성하여, 반사면에서 반사되는 횡수를 최소화하였으며, 한계 입사각으로 입사하는 태양광을 흡수면에 균일하게 분포시키고 일정 흡수면에 대해서 수광 면적을 증가시킨 형태의 반사면으로 구성되고,

또한 열손실을 줄이기 위해서 원형 흡수관을 유리관 속에 설치하였을 경우, W-형태 혹은 V-형태로 반사면의 하부를 형성하여 유리관 설치 시에도 태양광의 손실 없이 반사면으로 구성된 된 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 제1반사면과, 상기 제1반사면의 내측 하부 중앙에 형성된 내부 원형 유리관과 상기 원형유리관의 내부에 형성된 원형흡수관과, 상기 제1반사면의 하부중앙에 형성된 제2반사면과 상기 장치들 지지하는 지지대로 구성된 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기의 제조방법에 있어서,

상기 제1반사면(21,51,81,83, 85,103)은 입사한계각(θ_c)으로 태양광이 입사될 때, 원형 흡수관(43, 53, 80, 82, 84, 90, 105)에 태양광이 효율적으로 흡수되도록 반사시키는 다음식에 의해 제1반사면(21,51,81,83, 85,103)을 제조하고,

$$X=r(\sin\theta-\theta\cos\theta) \quad Y=-r(\theta\sin\theta+\cos\theta)$$

다음식에 의해 제2반사면(22,92,93,101,102,106)을 제조함을 특징으로 하는 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기의 제조방법에 관한 것이다.

$$R=\frac{\frac{\pi}{2}+\theta_c+\theta-(\theta-\theta_c)}{1+\sin(\theta-\theta_c)}$$

$$X=r(\sin\theta-R\cos\theta) \quad Y=-r(R\sin\theta+\cos\theta)$$

또한 본 발명에서 상기 제2반사면(22,92,93,101,102,106)은 다음식에 의해 V-형태의 제2반사면(92,93) 또는 W-형태의 제2반사면(101,102,106)을 제조할 수도 있는 것이다.

$$W=H\tan\phi$$

$$H\leq r\cot^2\phi+g(\cot^2\phi-1)/2$$

반사면의 높이(H) 및 폭(W)

이하 본 발명을 도면을 참고하여 상세히 설명하면,

도1은 포물선을 사용한 종래의 태양열 집속 집열기 단면도, 도2는 원관형 흡수기를 사용하는 복합 태양열 집속기의 반사면 단면도, 도3은 제1반사면의 구성, 도4는 원형 흡수관 직경에 따른 반사면 형상 단면도, 도5는 V 형태 반사면 형상 단면도, 도6은 W 형태 반사면 형상 단면도, 도7은 내부 원형 유리관, 원관형 흡수기 및 반사면의 조합으로 이루어진 단위 태양열 집속 집열기, 도8은 평판형 유리를 사용한 태양열 집속 집열기 모듈, 도9는 원형 유리관을 사용한 태양열 집속 집열기 모듈, 도10은 태양광 입사각이 한계 입사각인 경우와 개구부면에 수직 입사(0°)인 경우의 광추적(ray tracing) 결과를 도시한 것이며, 초점 F1을 갖는 포물선(11), 초점 F2를 갖는 포물선(12), 포물선 회전축(13), 신개선(involute)(20), 제1반사면(21,51,81,83, 85,103), 제2반사면(22), 제1반사면의 대칭 반사면(31), 제2반사면의 대칭 반사면(32), 대칭축(41), 입사 태양광 개구부면(aperture)(42), 원형흡수관(43, 53, 80, 82, 84, 90, 105), 원형유리관(91, 104), V형태 제2반사면(92, 93), W형태 제2반사면((101, 102 106), 평판형유리판(201), 지지대(202,301), 외부원형유리관(302), θ_c : 한계 입사각(half acceptance angle), g : V 형태 반사면의 개구부와 흡수관 사이의 거리, h : V 형태 반사면의 길이, α : V 형태 반사면의 꼭지점에서 원관형 흡수기로의 접선과 중심 축이 이루는 각을 나타낸 것임을 알 수 있다.

본 발명의 태양열 집속 집열장치의 반사면은 입사한계각(half acceptance angle)으로 입사하는 태양광을 원형 흡수관에 접하도록 구성하기 위해서 반사면은 도2의 제1반사면(21)과 제2반사면(22)로 구성되고 반사면(31)과 (32)는 제1반사면(21,22)를 중심축(41)을 중심으로 대칭이 되도록 구성한다.

도2의 반사면을 구성하기 위해서는 먼저 원점 0를 중심으로 반지름 r인 원(43)을 구성한다. 반지름 r인 원의 중심을 원점으로 설정하고 점Q에서 신개선(involute)을 구성하고 이러한 신개선은 곡선(20)의 궤적을 그리게 된다. 신개선이라 함은 신개선의 임의의 점에서 원에 접선을 형성했을 경우, 점Q에서 접점까지의 반지름이 r인 원의 원주 길이와 신개선의 임의의 점에서 접점까지의 접선의 길이가 같은 점들의 집합이다. 광학적으로 설명하면 신개선면에 수직으로 입사하는 모든 태양광은 원에 접하면서 반사되는 특성을 갖고 있다. 그러므로 직선 AB가 신개선면에 가장 큰 각도로 입사하는 경우이고 신개선 QB에 입사하는 태양광은 직선 AB보다 입사각이 작으므로 모두 원으로 반사가 이루어진다.

제1반사면(21)과 제2반사면(22)를 형성하기 위해서, 원점에서 x축 방향으로 X, y축 방향으로 D인 점에서 원에 접하는 직선 CD를 그린다. 여기에서, X와 D의 값은 설계값으로 주어지는 집속비 혹은 한계 입사각(θ_c)으로부터 다음식에 의해서 계산된다.

$$X = \pi r C = \frac{\pi r}{\sin \theta_c}$$

$$D = \frac{r(\pi + \sin \theta_c)}{\cos \theta_c}$$

그리고 x축 방향으로 -X, y축 방향으로 D인 점 E에서 원에 접하는 직선 EB를 형성하면 신개선과 만나는 점 B가 형성된다. 이렇게 형성된 점B와 점C가 제2반사면(21)의 시작점과 끝점이 된다. 반사면(21)은 곡선 CB를 이루게 되고 이러한 곡선은 개구부면(42)의 법선에 입사한계각(θ_c)으로 입사하는 모든 태양광이 반사되어 원에 접하도록 형성된다.

도3은 제1반사면(51)을 구성하는 과정을 도식적으로 표현한 그림이다. 먼저 점A에서 중심축(81)과 이루는 각이 θ_c 가 되고 원(53)의 점F에 접하도록 구성한다. 이러한 직선은 신개선의 점 B에서 교차한다. 그러면 점 B가 제1반사면(51)의 시작점이 된다. 제1반사면(51)은 중심축과 이루는 각이 θ_c 로 입사하는 모든 태양광이 원(53)에 접하도록 반사면(51)을 구성한다. 즉, 제1반사면(51)에 한계 입사각(θ_c)로 도달하는 태양광선(61)에서 (65)가 이러한 경우를 보여준다. 상기와 같은 반사면 구성은 반사면에서 태양광이 한번 반사되어 원형 흡수관에 접하므로 광손실이 최소가 된다. 광선(71)과 (72)는 θ_c 보다 작은 각으로 입사했을 경우, 모두 원 안으로 반사하게 되는 경우이다. 위와 같은 과정으로 제1반사면(51)을 설계하면, 개구부면 AB에 θ_c 이하로 입사하는 모든 태양광선은 원에 접하거나 원안으로 반사하게 되고 이런 광학 원리를 이용하여 태양광 집속이 이루어진다.

도4는 원형 흡수관(80,82,84)의 크기에 따라 제1반사면(81,83,84) 형상이 다르게 설계 및 제조되어야 함을 보여 준다. 즉, 집속비가 동일한 경우 원형 흡수관의 지름이 커질수록 제1반사면의 개구부 폭은 커진다. 원형 흡수관(80)에 해당하는 제1반사면은 (81)의 궤적을 갖고 원형 흡수관(82)는 (83)의 제1반사면 형상을 하게 되고 원형 흡수관(84)의 제1반사면 형상은 (85)가 된다.

도5는 태양광이 원형 흡수관(90)로 반사되면 원형 흡수관의 온도는 올라가게 되고 따라서 필연적으로 열손실이 수반된다. 열손실을 줄이기 위해서 도4의 반지름이 r2인 원형유리관(91)을 설치했을 경우 제2반사면의 (84, 85)가 잘려나가게 된다. 그러면 원형 흡수관(90)과 원형유리관(91) 사이로 들어오는 태양광이 손실이 된다. 이러한 광손실을 막기 위해서 도5의 (92, 93)과 같이 V형태의 제2반사면을 구성했을 경우, 이러한 광손실을 피할 수 있다. V형태 제2반사면(92,93)의 상세한 구성은 원형 흡수관(90)의 중심을 기준으로 r2인 원형유리관(91)을 설치했을 경우, 제2반사면의 점A와 점B를 기준으로 절단되게 되고 점A와 점B를 시작점으로 중심축과 각도가 ψ 인 V 형태의 반사면을 구성한다. V 형태의 반사면에 입사하는 태양광은 각도 ψ 에 따라 원형 흡수관으로의 반사가 결정된다. V형태의 반사면(92,93)의 개구부면 AB에서 원형 흡수관(90)까지의 거리 g는 광학적으로 원형 흡수관(90)의 반지름 r1보다 작거나 동등해야 함으로 원형유리관(91)의 직경 r2와 V형태의 반사면(92,93)이 이루는 각 ψ 는 제한된다. 점 C에서 원형 흡수관(90)과의 접선과 중심축이 이루는 각을 α 라고 하면 ψ 는 다음식에 의해서 정해진다.

$$\psi \geq 90^\circ - \alpha, \quad \sin^2 \alpha + \sin \alpha \geq 1$$

상기와 같이 결정된 ψ 에 의해서 형성된 V형태의 반사면(92,93)은 개구부면 AB에 $(90^\circ - \psi)$ 각도로 입사하는 태양광은 모두 반지름이 r1인 원형 흡수관(90)으로 반사된다.

설계값으로 주어지는 집속비 혹은 한계 입사각(θ_c)으로부터 다음식에 의해서 계산된다.

$$W = H \tan \phi$$

$$H \leq r \cot^2 \phi + g(\cot^2 \phi - 1)/2$$

반사면의 높이(H) 및 폭(W)

도6은 V 형태의 반사면 대신 W 형태의 반사면(101)과 (102)의 구성을 도시한 것이다. 위의 V 형태의 반사면(92,93) 구성과 동등한 방법으로 W형태의 반사면(101,102) 구성이 이루어진다. 도6의 W형태의 반사면(101,102)은 위의 V형태의 반사면(92,93) 2개가 점 b를 중심으로 대칭이 되게 이루어지고 점b를 기준으로 V 형태의 한쪽 반사면이 절단된다. 그러므로 W형태의 반사면(101,102)의 각 β 는 $\psi/2$ 와 동등하고 α 값이 V형태 반사면(92,93)보다 작아진다. 설계값으로 주어지는 집속비 혹은 한계 입사각(θ_c)으로부터 다음식에 의해서 계산된다.

$$W = H \tan \phi$$

$$H \leq r \cot^2 \phi + g(\cot^2 \phi - 1)/2$$

반사면의 높이(H) 및 폭(W)

도7은 단일 태양열 집속 집열기를 도시한 것이고 이 집속 집열기의 구성은 원형 흡수관(105), 내부 원형 유리관(104), 제1반사면(103)과 제2반사면(106)의 조합으로 구성된다. 반사면(103,106)의 보호를 위해

서 투과율이 좋은 외부원형 유리관(302) 또는 판형 유리관(201)을 반사면의 개구부에 설치한다.

도8은 외부 원형 유리관 대신에 원형 흡수관, 반사면, 내부 원형 유리관을 여러개 조합하여 이를 단일 평판 유리(201)로 덮는 방식으로 구성된 모듈 형태의 태양열 집속 집열기를 도시한 것이다. 외부 원형 유리관 대신에 평판형 유리(201)를 사용하는 이유는 가격이 저렴하고 제작상 용이하다는 점을 들 수 있다.

도9는 도7의 단일 태양열 집속 집열기를 고정할 수 있는 지지대(301)를 제작하여 모듈 형태로 구성된 태양열 집속 집열기 모듈을 도시한 것이다. 이러한 모듈은 원형 흡수관을 서로 연결하여 열전달 매체가 한 방향으로 흐를 수 있게 하고 이 열전달 매체는 반사면에서 반사된 태양광에 의해서 온도가 상승한다. 이러한 모듈 형태는 모듈과 모듈간의 연결이 용이하고 원하는 집열 면적에 대응하기 쉽게 하기 위해서 모듈 형태로 구성한다.

도10은 태양 입사광이 개구부면에 입사한계각으로 입사하는 경우와 개구부 면에 수직으로 입사하는 경우에 대한 광 추적(ray tracing)을 가시적으로 보여주는 그림이다. 광 추적 결과, 상기에서 설명한 것처럼 입사 한계각으로 입사하는 태양광은 제1반사면에서 반사되어 원형 흡수관(90)에 접하고 접하는 점은 한 점에서 접하는 것이 아니라 원주 방향을 따라 가면서 접하게 되고 이는 흡수관 원주 방향으로 균일한 집속 분포를 하게 된다. 그리고 개구부면에 수직으로 입사하는 경우는 원형 흡수관(90) 내로 반사되고 있는 것을 도 10의 결과 그림으로 알 수 있다.

발명의 효과

본 발명은 신개선의 사용 및 입사한계각으로 입사하는 태양광이 원형 흡수관에 접하도록 반사면의 형상을 구성함으로써 해서 광손실을 최소화하면서 집속 태양광을 원형 흡수관에 균일하게 분포를 시키고, 일정한 흡수면에 대해서 수광면적을 증가시킨 신개념의 반사면 형상으로서, 이러한 반사면으로 구성된 태양열 집속 집열기는 고정설치로 작동이 되므로 태양을 추적할 필요가 없으며, 집속비의 선택으로 사용 온도에 맞게 설계가 가능하다. 또한 중온용으로 이용할 시, 열손실 문제를 해결하기 위해서 원형 흡수관을 유리관내에 설치하여 열손실을 4 KW/㎡℃이하로 줄일 수 있고 단위 원관 형태로 제작이 가능하므로 설치가 간편하고 모듈 형태로 제작이 용이한 장점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

제1반사면과, 제2반사면(involute)의 조합으로 구성된 복합 태양열 집속기의 제조방법에 있어서,

상기 제1반사면(21,51,81,83,85,103)은 입사한계각(θ_c)으로 태양광이 입사될 때, 원형 흡수관(43,53,80,82,84,90,105)에 태양광이 효율적으로 흡수되도록 반사시키는 다음식에 의해 제1반사면(21,51,81,83,85,103)을 제조하고,

$$X=r(\sin\theta-\theta\cos\theta) \quad Y=-r(\theta\sin\theta+\cos\theta)$$

다음식에 의해 제2반사면(22,92,93,101,102,106)을 제조함을 특징으로 하는 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기의 제조방법.

$$R=\frac{\frac{\pi}{2}+\theta_c+\theta-(\theta-\theta_c)}{1+\sin(\theta-\theta_c)}$$

$$X=r(\sin\theta-R\cos\theta) \quad Y=-r(R\sin\theta+\cos\theta)$$

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제2반사면(22,92,93,101,102,106)은 다음식에 의해 V-형태의 제2반사면(92,93) 또는 W-형태의 제2반사면(101,102,106)을 제조함을 특징으로 하는 제1반사면과 제2반사면(involute)의 조합으로 된 복합 태양열 집속기의 제조방법.

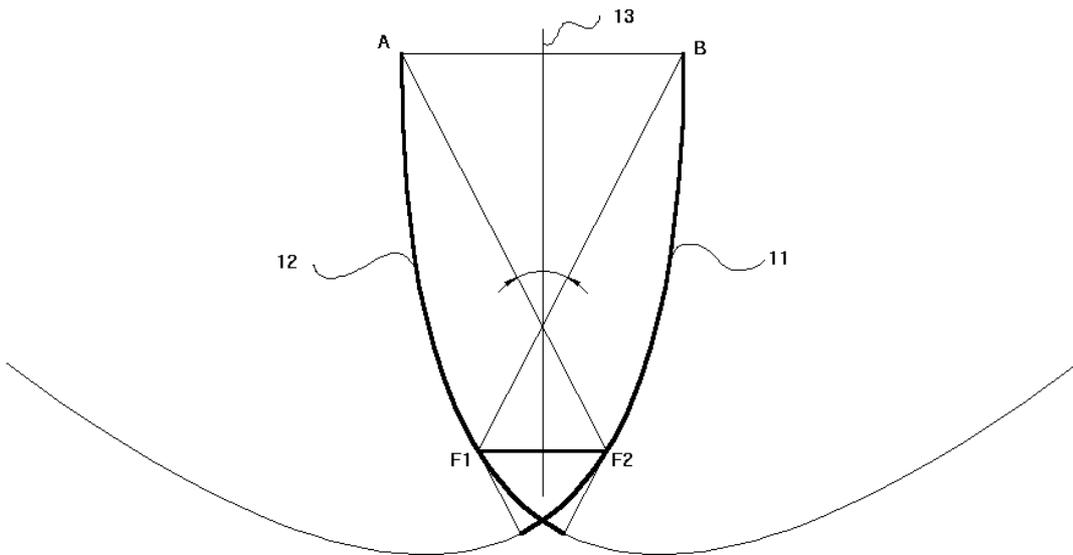
$$W=H\tan\phi$$

$$H\leq r\cot^2\phi+g(\cot^2\phi-1)/2$$

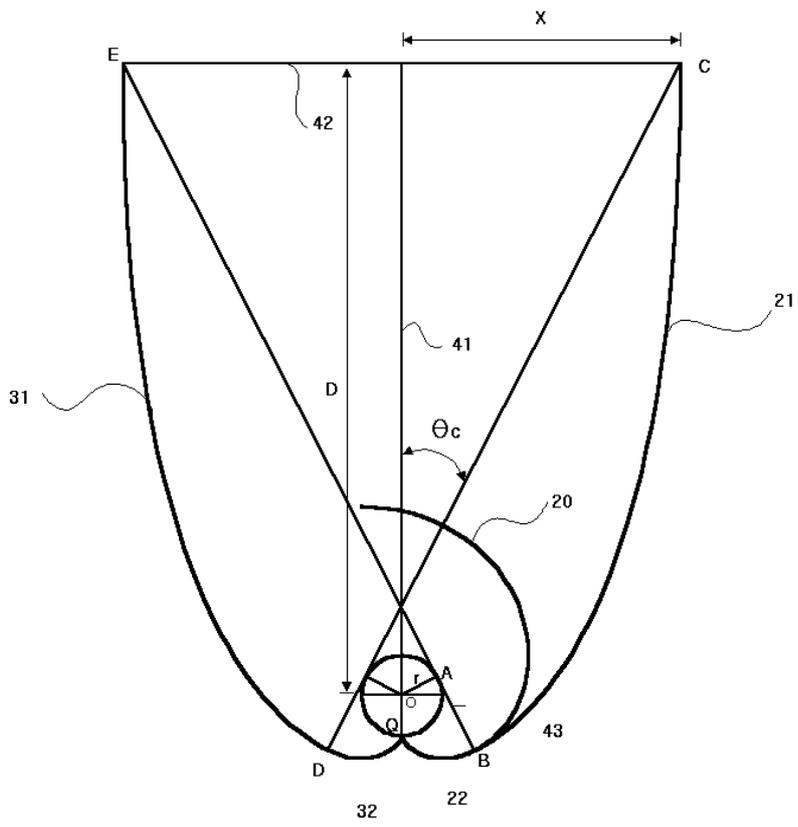
반사면의 높이(H) 및 폭(W)

도면

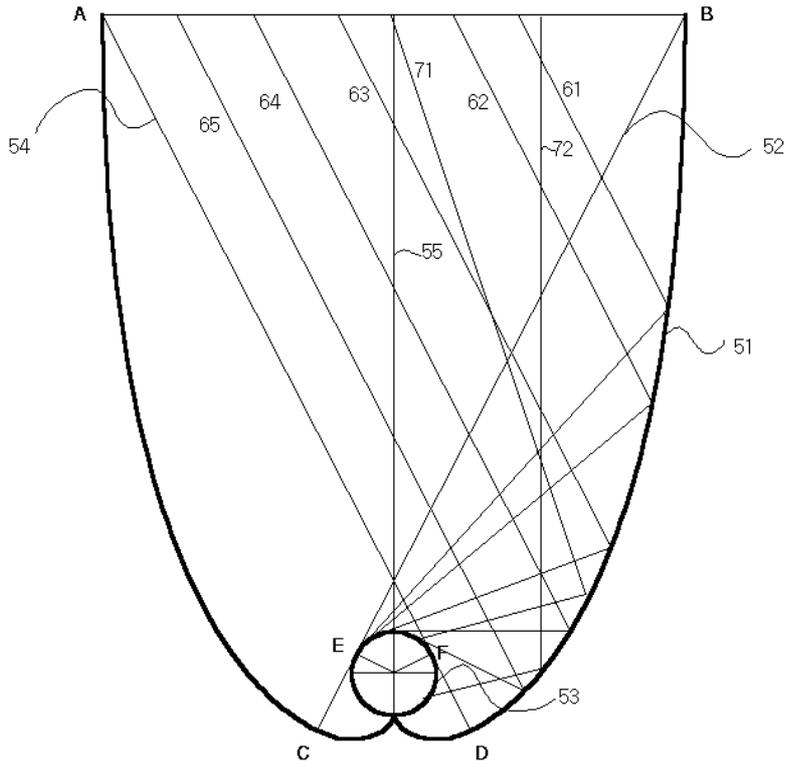
도면1



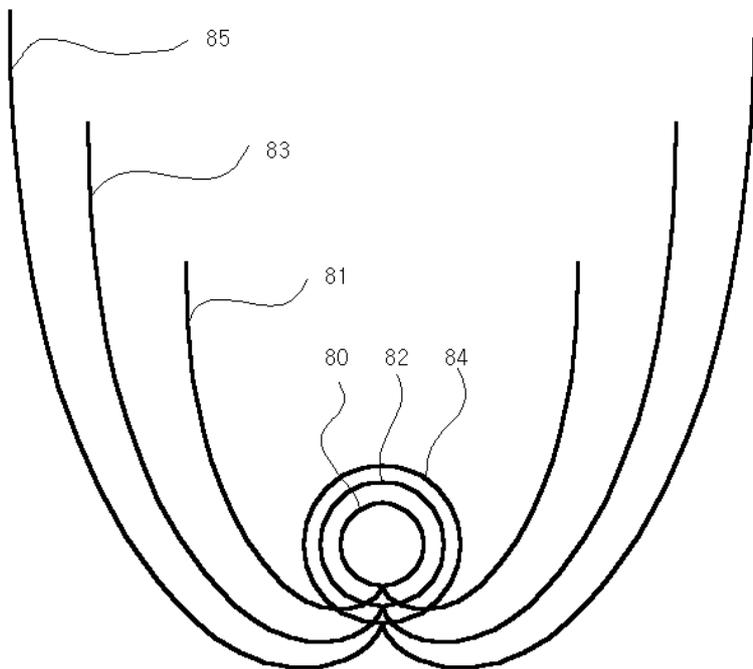
도면2



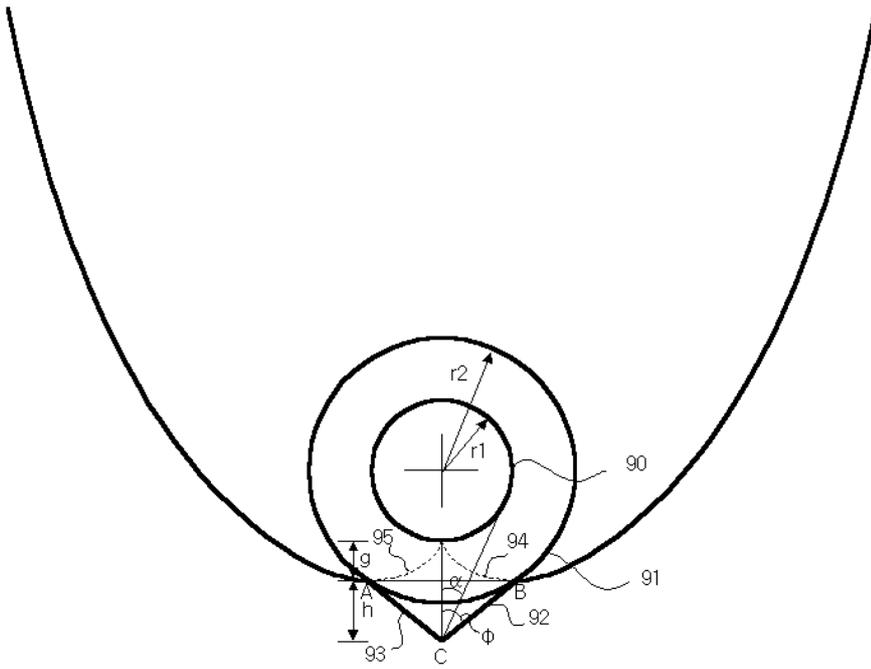
도면3



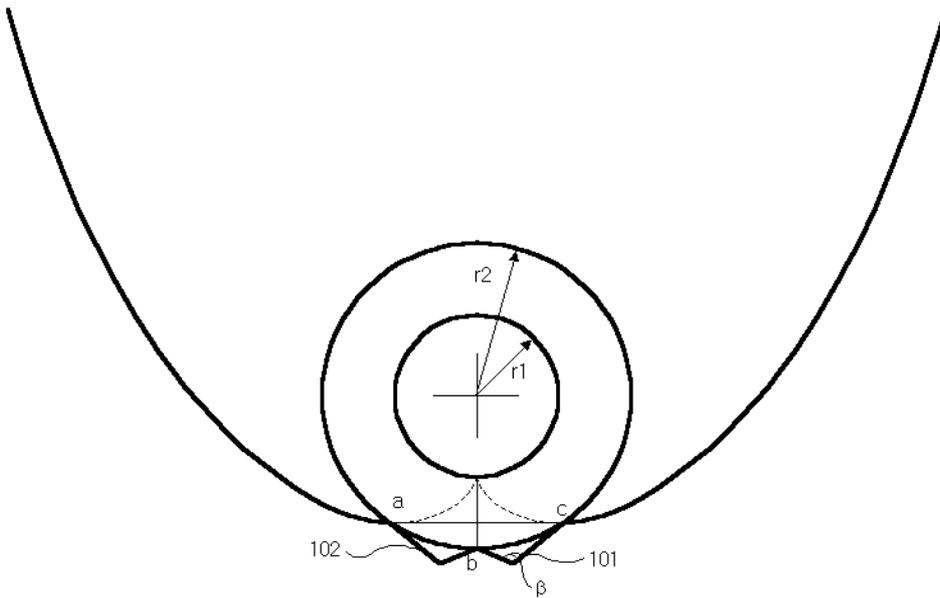
도면4



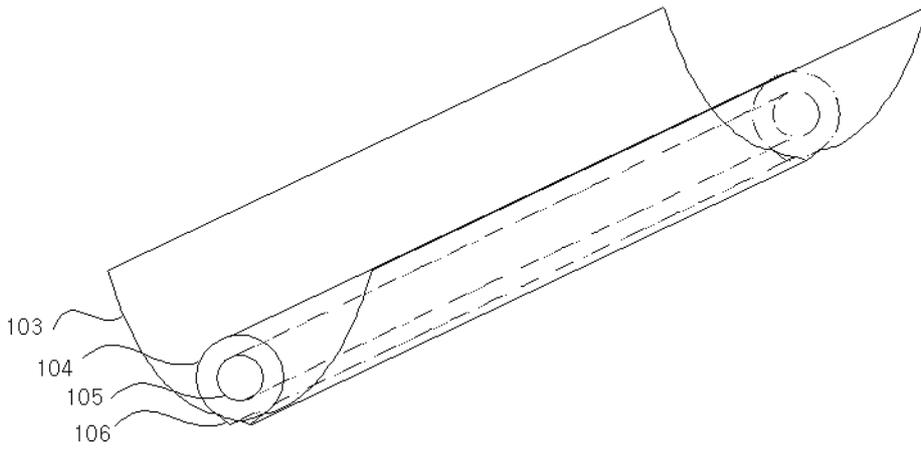
도면5



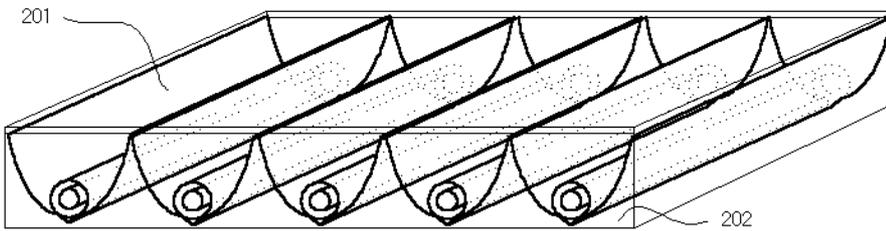
도면6



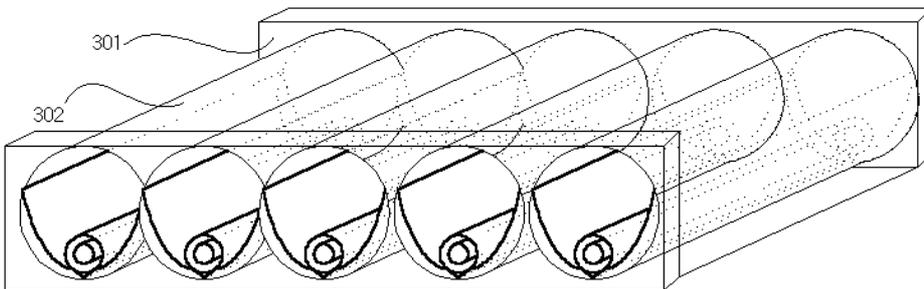
도면7



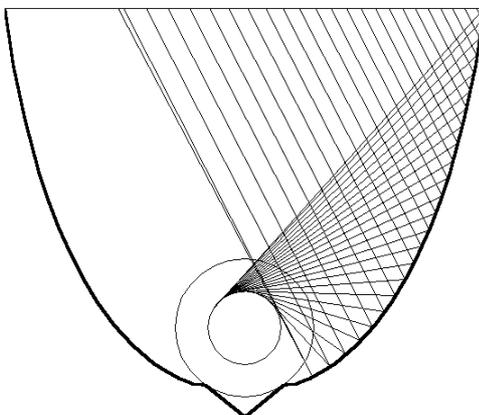
도면8



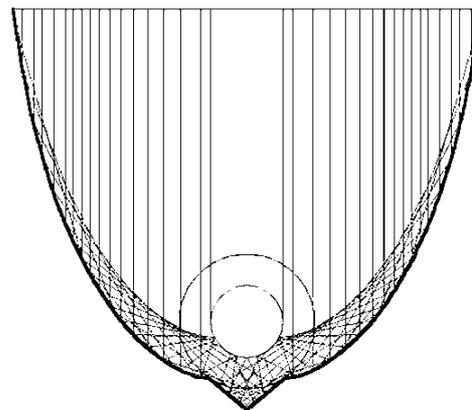
도면9



도면10



입사각 = 한계입사각(θ_c)



입사각 = 0°

