



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0037920

(51)^{2020.01} H02S 40/00; H01L 31/00

(13) B

(21) 1-2021-07474

(22) 23/11/2021

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/01/2022 406

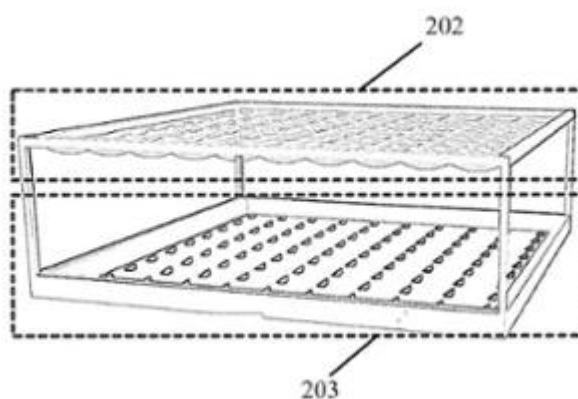
(73) Trường Đại học Phenikaa (VN)

Phường Yên Nghĩa, Quận Hà Đông, Hà Nội

(72) VŨ NGỌC HẢI (VN); Vũ Hoàng (VN).

(54) HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI LƯỠNG DỤNG

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng (100) bao gồm hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng bao gồm môđun quang học (201) được gắn với bộ theo dõi mặt trời (205) để luôn hướng bề mặt của môđun quang học hướng vuông góc với hướng của ánh sáng mặt trời. Toàn bộ môđun quang học và bộ theo dõi mặt trời được đặt trên đế trụ liền khối (204) để cố định. Môđun quang học (201) có mảng thấu kính (202) đặt ở trên cùng để hội tụ ánh sáng mặt trời thành các điểm nhỏ. Tấm dẫn sóng (203) được đặt bên dưới mảng thấu kính (202) ở khoảng cách đúng bằng chiều dài tiêu cự của các thấu kính (301) trong mảng thấu kính (202). Các lăng kính (403) được đặt bên trong tấm dẫn sóng (203) tại đúng vị trí tiêu cự của các thấu kính (302) để truyền qua ánh sáng xanh và đỏ phục cây trồng, phản xạ các vùng phổ còn lại của mặt trời vào trong ống dẫn sóng (203) và truyền dẫn tới pin mặt trời (404) để phát điện.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến thiết kế một hệ thống điện mặt trời hội tụ với tính năng tách quang phổ mặt trời ứng dụng cho sản xuất điện và sản xuất nông nghiệp hiệu quả trên cùng một diện tích đất. Ở đây, ánh sáng mặt trời trực tiếp được tách thành hai dải phổ tương ứng chính xác đến các đỉnh hấp thụ khác nhau của của thực vật và của pin mặt trời, trong khi ánh sáng mặt trời khuếch tán được sử dụng trực tiếp cho cây trồng. Phương pháp này giúp cây trồng nhận được đủ ánh sáng để phát triển và đồng thời vẫn đáp ứng sản xuất điện hiệu quả.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Năng lượng mặt trời đang trở thành nguồn năng lượng thay thế cho các nguồn năng lượng truyền thống vì nó không giải phóng khí CO₂ và gần như vô tận. Tuy nhiên, vì mật độ năng lượng của năng lượng mặt trời thấp hơn so với nhiên liệu hóa thạch và năng lượng hạt nhân, do đó, cần phải có các khu vực lắp đặt rất lớn để tăng lượng điện năng được tạo ra bởi các hệ thống quang điện (PV). Khi số lượng các nhà máy năng lượng mặt trời tăng trưởng đáng kể, sẽ gây cạnh tranh về tài nguyên đất giữa sản xuất lương thực và năng lượng sạch. Sử dụng đất kép là một giải pháp đầy hứa hẹn cho vấn đề này. Đặc biệt, quá trình sử dụng đất cho cả sản xuất điện mặt trời và nông nghiệp đang phát triển nhanh chóng trên toàn thế giới được gọi là Agrivoltaic. Trong trường hợp này, các môđun PV được lắp đặt trên mặt đất nông nghiệp để việc phát điện và canh tác diễn ra đồng thời. Bởi vì tấm pin mặt trời điển hình là không trong suốt do đó chúng sẽ che mất một lượng ánh sáng mặt trời, để giải quyết vấn đề này, cần phải tính toán hợp lý mật độ lắp đặt của các tấm pin. Nếu tỷ lệ diện tích lắp đặt tấm pin mặt trời quá lớn, năng suất cây trồng sẽ giảm đi rất nhiều do thiếu ánh sáng. Nếu tỷ lệ này nhỏ, lượng điện năng tạo ra sẽ thấp.

Đã có nhiều nỗ lực để phát triển các hệ thống điện áp nông nghiệp (agrivoltaic) tiên tiến. Ví dụ, quy trình gieo trồng đồng thời các loại cây trồng và sản xuất điện sử dụng năng lượng mặt trời DE102012002551A1 của trung tâm nghiên cứu Fraunhofer - Đức được thực hiện bằng cách bố trí tối ưu mật độ của các môđun pin mặt trời sao cho lượng bóng râm không ảnh hưởng quá nhiều đến cây trồng được canh tác bên dưới. Sự căn chỉnh của các môđun năng lượng mặt trời theo sáng chế giúp có thể loại bỏ bức xạ mặt trời dư thừa tới các cây trồng bên dưới các môđun. Tuy nhiên, giải pháp này không phù hợp với các loại cây trồng ưa sáng, vì khi đó khoảng cách giữa các tấm pin là quá lớn, làm giảm đáng kể lượng điện năng thu được.

Trong sáng chế khác số FR3077463A1 đề cập đến hệ thống agrivoltaic được hoạt động dựa trên việc dễ dàng thay đổi khoảng cách và góc quay của các tấm pin mặt trời sao cho cây trồng luôn nhận được lượng ánh sáng tối ưu. Phương pháp này có hiệu quả rất tốt cho cây trồng do hệ thống được kiểm soát đầy đủ ánh sáng, nhiệt độ và độ ẩm thông qua các cảm biến và được điều khiển bằng máy tính. Nhưng phương pháp này có một hạn chế rất lớn là kích thước lớn và cồng kềnh, kết cấu cơ khí để di chuyển khoảng cách của các tấm pin phức tạp dẫn đến chi phí vận hành cao trong khi lượng năng lượng điện tạo ra không đáng kể.

Sáng chế số WO2021011485A1 với tên gọi "hệ thống và phương pháp sử dụng năng lượng mặt trời và đất đai hiệu quả" Sáng chế sử dụng bộ chuyển hướng quang học giúp ánh sáng mặt trời trực tiếp chiếu tới các tấm pin mặt trời trong khi ánh sáng mặt trời khuếch tán được sử dụng cho sản xuất nông nghiệp. Nhược điểm của sáng chế này là pin mặt trời vẫn có diện tích lớn và che mất một phần của ánh sáng khuếch tán đến với cây trồng, do lượng ánh sáng khuếch tán khá nhỏ so với tổng năng lượng ánh sáng mặt trời, Do đó trong một số trường hợp cấu trúc này sẽ không cung cấp đủ ánh sáng cho cây trồng dẫn đến giảm năng suất.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng giải quyết các hạn chế nêu ra ở trên.

Mục đích của sáng chế là đề xuất một hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng cho phép sản xuất điện và sản xuất nông nghiệp trên cùng một diện tích đất trong cùng một thời điểm, khai thác tối đa tiềm năng của tài nguyên đất và năng lượng mặt trời.

Cụ thể, sáng chế đề xuất hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng (100) bao gồm hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng (100) bao gồm môđun quang học (201) được gắn trên bộ theo dõi mặt trời (205) để luôn hướng bề mặt của môđun quang học hướng vuông góc với hướng của ánh sáng mặt trời, toàn bộ môđun quang học và bộ theo dõi mặt trời được bố trí trên đế trụ liền khối (204). Trong đó, môđun quang học (201) có mảng thấu kính (202) đặt ở trên cùng để hội tụ ánh sáng mặt trời thành các điểm nhỏ. Tấm dẫn sóng (203) được đặt bên dưới mảng thấu kính (202) sao cho tấm dẫn sóng (203) nằm bên trong tiêu cự của các thấu kính (301) của mảng thấu kính (202), tấm dẫn sóng (203) là một tấm phẳng bằng vật liệu quang học dùng để truyền dẫn ánh sáng mặt trời. Các lăng kính (403) được bố trí bên trong tấm dẫn sóng (203) trên đường trục chính của các thấu kính (302), trên mặt nghiêng của lăng kính (403) có phủ lớp gương lưỡng sắc (501) cho phép ánh sáng xanh (bước sóng 470 nm), ánh sáng màu đỏ (bước sóng 630 nm) có thể truyền qua để phục vụ cho hoạt động sinh trưởng của cây trồng ở bên dưới môđun quang học (201), đồng thời phản xạ các vùng phổ còn lại của mặt trời vào trong ống dẫn sóng (203) và truyền dẫn tới một cạnh của tấm dẫn sóng này nơi đặt các pin mặt trời (404) nhằm mục đích tạo ra điện năng.

Theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế, mảng thấu kính (202) bao gồm nhiều thấu kính (301) giống hệt nhau. Mảng thấu kính (202) bao gồm nhiều thấu kính (301) giống hệt nhau; các thấu kính (301) là hệ thấu kính hoặc thấu kính hội tụ có biên dạng hình cầu hoặc phi cầu, ưu tiên các loại thấu kính hội tụ phi cầu để giảm quang sai.

Theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế, lớp gương lưỡng sắc (501) bao gồm các lớp vật liệu TiO_2 / SiO_2 , có độ dày bằng $\lambda_0/4$, trong đó λ_0 là bước sóng mong muốn truyền qua, λ_0 có giá trị bằng 470 nm và 630 nm, với chiết suất lần lượt là 2,1 và 1,4 được phủ trên nền vật liệu lăng kính (403) có chiết suất 1,52.

Theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế, mảng thấu kính (202) bao gồm nhiều thấu kính (301) giống hệt nhau. Các thấu kính (301) là các hệ thấu kính ghép bao gồm thấu kính khum lõm (301A) được ghép sát với thấu kính hội tụ (301B), trong

đó bán kính cong phần lõm của thấu kính khum lõm (301A) tương ứng với bán kính cong phần lồi của thấu kính hội tụ (301B), nhờ sự kết hợp của thấu kính khum lõm (301A) và thấu kính hội tụ (301B) mà các chùm bức xạ nghiêng góc (chùm bức xạ nghiêng góc là chùm sáng bị tán xạ bởi khí quyển và các đám mây, có hướng ngẫu nhiên) với các thấu kính (301) vẫn bị thu gom lại và hội tụ vào các tiêu điểm của các thấu kính (301), làm gia tăng hiệu quả tập trung ánh sáng mặt trời được truyền dẫn đến pin mặt trời (404) cũng như lượng ánh sáng được truyền tới cây trồng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện nguyên lý hoạt động của thiết bị điện mặt trời lưỡng dụng theo sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ phối cảnh thể hiện thiết bị điện mặt trời lưỡng dụng theo sáng chế;

Hình 3a là hình vẽ phối cảnh thể hiện chi tiết một mảng thấu kính;

Hình 3b là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thấu kính hội tụ có biên dạng hình cầu;

Hình 3c là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thấu kính ghép bao gồm thấu kính khum lõm được ghép sát với thấu kính hội tụ;

Hình 4a là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện tấm dẫn sóng;

Hình 4b là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện nguyên lý quang học của tấm dẫn sóng;

Hình 5 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện chi tiết của lăng kính và lớp gương lưỡng sắc.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, các hình vẽ này nhằm mục đích minh họa các phương án của sáng chế mà không làm giới hạn phạm vi bảo hộ sáng chế.

Như được thể hiện trên Hình 1 về nguyên lý của thiết bị điện mặt trời lưỡng dụng đề cập đến trong sáng chế này có hai tác dụng phát là phát điện và cho phép canh tác

nông nghiệp bên dưới. Như chúng ta đã biết, quang phổ của mặt trời có dải bước sóng từ 250 nm tới 2500 nm gồm hai phần chính: chùm bức xạ mặt trời trực tiếp là chùm sáng song song chiếm khoảng 80% năng lượng bức xạ mặt trời trong điều kiện Việt Nam và 20% là ánh sáng bị tán xạ bởi khí quyển và các đám mây. Ánh sáng tán xạ là ánh sáng có hướng ngẫu nhiên. Các nghiên cứu chỉ ra rằng cây trồng chủ yếu hấp thụ vùng phổ ánh sáng xanh bước sóng từ 430 nm tới 470 nm và ánh sáng đỏ bước sóng từ 620 nm tới 660 nm cho việc sinh trưởng và phát triển. Hai vùng sóng này chỉ chiếm một phần năng lượng rất nhỏ trong cả dải phổ mặt trời. Tuy nhiên các hệ thống điện mặt trời truyền thống hấp thụ toàn bộ cả hai vùng sóng xanh đỏ này khiến không thể cây trồng canh tác được. Theo nguyên lý đề xuất bởi sáng chế, toàn bộ vùng sáng tán xạ chiếm 20% năng lượng bức xạ mặt trời được cho phép truyền qua để phục vụ cây trồng phát triển. Thêm vào đó toàn bộ dải phổ vùng xanh và đỏ trong chùm ánh sáng trực tiếp chiếm 80% năng lượng mặt trời cũng cho phép truyền qua thiết bị được đề xuất để phục vụ cây trồng phát triển. Các dải phổ còn lại của chùm ánh sáng mặt trời trực tiếp được chuyển hướng tới hệ thống pin mặt trời đặt ở một cạnh của thiết bị đề xuất để chuyển đổi thành năng lượng điện.

Như được thể hiện trên Hình 2, thiết bị gồm hai môđun quang học 201 được thiết kế đặc biệt phục vụ cho mục đích thu năng lượng mặt trời và cho phép truyền qua các vùng phổ ánh sáng cần thiết cho cây trồng. Môđun quang học 201 có cấu tạo gồm một mảng thấu kính 202 ở trên và ở dưới là tấm dẫn sóng 203. Mảng thấu kính 202 có tác dụng hội tụ chùm sáng mặt trời trực tiếp thành các điểm nhỏ. Tấm dẫn sóng có tác dụng cho phép tách vùng sóng đỏ và xanh cho cây trồng phát triển và lái các vùng sáng còn lại về một cạnh của môđun quang học 201 nơi sẽ đặt các pin mặt trời để chuyển đổi thành điện năng. Hai môđun quang học 201 được gắn vào bộ theo dõi mặt trời 205. Bộ theo dõi mặt trời 205 có tác dụng luôn hướng bề mặt của các môđun quang học 201 vuông góc với các chùm tia mặt trời. Bộ theo dõi mặt trời 205 có thể sử dụng các bộ thương mại có bán sẵn trên thị trường. Cả hai môđun quang học 201 và bộ theo dõi mặt trời 205 được gắn lên để trụ liền khối 204 để cố định hệ thống vững chắc cả hệ thống.

Như được thể hiện trên Hình 3a, một mảng thấu kính 202 bao gồm nhiều thấu kính cầu 301 giống hệt nhau được sắp xếp thành một ma trận vuông. Mỗi thấu kính hình cầu này hội tụ chùm sáng mặt trời trực tiếp thành các điểm nhỏ có mật độ năng lượng cao. Các thấu kính này có thể chế tạo bằng vật liệu quang học trong suốt, ưu tiên vật liệu plastic quang học. Mảng thấu kính 202 được đặt trên cùng để thu và hội tụ chùm sáng mặt trời trực tiếp. Ánh sáng mặt trời tán xạ truyền qua mảng thấu kính 202 tự do vì mảng này được cấu tạo dựa trên vật liệu quang học trong suốt.

Như được thể hiện trên Hình 3b, mảng thấu kính (202) bao gồm nhiều thấu kính (301) giống hệt nhau. Mảng thấu kính (202) bao gồm nhiều thấu kính (301) giống hệt nhau; các thấu kính (301) là thấu kính hội tụ có biên dạng hình cầu hoặc phi cầu, ưu tiên các loại thấu kính hội tụ phi cầu để giảm quang sai.

Như được thể hiện trên Hình 3c, mảng thấu kính (202) bao gồm nhiều thấu kính (301) giống hệt nhau. Các thấu kính (301) là các hệ thấu kính ghép bao gồm thấu kính khum lõm (301A) được ghép sát với thấu kính hội tụ (301B), trong đó bán kính cong phần lõm của thấu kính khum lõm (301A) tương ứng với bán kính cong phần lồi của thấu kính hội tụ (301B), nhờ sự kết hợp của thấu kính khum lõm (301A) và thấu kính hội tụ (301B) mà các chùm bức xạ nghiêng góc (chùm bức xạ nghiêng góc là chùm sáng bị tán xạ bởi khí quyển và các đám mây, có hướng ngẫu nhiên) với các thấu kính (301) vẫn bị thu gom lại và hội tụ vào các tiêu điểm của các thấu kính (301), làm gia tăng hiệu quả tập trung ánh sáng mặt trời được truyền dẫn đến pin mặt trời (404) cũng như lượng ánh sáng được truyền tới cây trồng.

Như được thể hiện trên Hình 4a, Hình 4b, tấm dẫn sóng 203 là một tấm phẳng trong suốt được chế tạo từ vật liệu quang học dùng để giam giữ và truyền dẫn ánh sáng mặt trời tới vị trí pin mặt trời 404. Bên trong tấm dẫn sóng đặt các lăng kính 403 dùng để lái tia sáng. Tấm dẫn sóng 203 được gắn cố định trên giá đỡ 402. Tấm dẫn sóng 203 được đặt bên dưới mảng thấu kính 202 sao cho tấm dẫn sóng 203 nằm bên trong tiêu cự của các thấu kính 301 của mảng thấu kính 202. Theo mô tả trong Hình 4b, các lăng kính được bố trí sao cho vị trí của nó nằm phía trước tiêu điểm của các thấu kính 301 để hứng toàn bộ chùm sáng hội tụ. Bề mặt của lăng kính 403 được phủ lớp gương lưỡng sắc 501 sao cho chỉ có ánh sáng ở vùng xanh và đỏ đi qua, các vùng phổ còn lại

của mặt trời bị phản xạ. Góc nghiêng của lăng kính 301 được thiết kế phù hợp sao cho ánh sáng mặt trời phản xạ từ bề mặt lăng kính bị phản xạ toàn phần trong tấm dẫn sóng và truyền về một cạnh của tấm dẫn sóng. Pin mặt trời 404 ưu tiên loại pin mặt trời đa lớp tiếp xúc hiệu suất cao được đặt ở đầu ra của tấm dẫn sóng nơi tập trung ánh sáng mặt trời được truyền dẫn đến.

Lớp gương lưỡng sắc 501 được tráng trên lăng kính 403 cho phép ánh sáng xanh, bước sóng từ 430 nm tới 470 nm, ánh sáng đỏ, bước sóng từ 620 nm tới 660 nm, có thể truyền qua cho cây trồng quang hợp và phản xạ các vùng bước sóng còn lại trong phổ mặt trời tới pin năng lượng mặt trời để phát điện. Lớp gương lưỡng sắc 501 hoạt động dựa trên nguyên lý bộ lọc truyền dải hẹp của buồng cộng hưởng Fabry-Perot FPR như thể hiện trong hình 5, gồm hai loại vật liệu có chiết suất khác nhau với độ dày của các lớp này bằng nhau và bằng $\lambda_0/4$ với λ_0 ở đây là bước sóng mong muốn truyền qua. Trong cấu trúc này, lớp gương lưỡng sắc được thiết kế là lớp vật liệu TiO_2 / SiO_2 với chiết suất lần lượt là 2,1 và 1,4 được phủ trên nền vật liệu lăng kính thủy tinh 403 có chiết suất 1,52 với hai buồng cộng hưởng được thiết kế cho bước sóng ở 470 nm và 630 nm. Hình 5 cũng cho thấy lớp gương lưỡng sắc được thiết kế với lớp phủ TiO_2 / SiO_2 bao gồm 68 lớp cho phép truyền qua bước sóng ở 470 nm và 630 nm và phản xạ hầu hết bước sóng còn lại của phổ mặt trời. Cụ thể, ánh sáng xanh 470 nm có hiệu suất truyền qua đạt 85% và hơn 86% với ánh sáng đỏ 630 nm.

Theo một khía cạnh của sáng chế, mảng thấu kính 202 bao gồm nhiều thấu kính 301 giống hệt nhau, mảng thấu kính 202 được chế tạo bằng vật liệu quang học trong suốt, ưu tiên chế tạo bằng plastic chịu được tia UV để giảm khối lượng của hệ thống.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, tấm dẫn sóng 203 là một tấm phẳng bằng vật liệu quang học dùng để truyền dẫn ánh sáng mặt trời. Các tấm dẫn sóng phẳng được ưu tiên chế tạo bởi các vật liệu quang học dựa trên nền plastic có khối lượng nhẹ. Các tấm dẫn sóng được đặt bên trong tiêu cự của các thấu kính 301 của mảng thấu kính 202 để giảm thiểu sự ảnh hưởng của sự tích tụ nhiệt tại tiêu cự của các thấu kính 301, tránh hiện tượng biến dạng, kéo dài tuổi thọ sử dụng của tấm dẫn sóng 203.

Lớp gương lưỡng sắc 501 được chế tạo dựa trên hệ thống màng mỏng đa lớp TiO_2 và SiO_2 với số lớp và độ dày được tối ưu cho việc truyền qua ánh sáng xanh đỏ và

phản xạ các vùng ánh sáng khác. Pin mặt trời 404 ưu tiên sử dụng các loại pin thương mại dựa trên công nghệ bán dẫn đa lớp tiếp xúc có hiệu suất chuyển đổi quang điện cao nhằm tăng hiệu suất phát điện.

Những lợi ích có thể đạt được của sáng chế là góp phần:

- Nâng cao hiệu quả sử dụng đất. Thông thường, trên một diện tích đất chỉ có thể sử dụng cho một mục đích, khi các nhà máy năng lượng mặt trời tăng trưởng đáng kể, sẽ dẫn đến việc cạnh tranh về tài nguyên đất giữa sản xuất lương thực và năng lượng sạch, đề xuất trong sáng chế này có thể giải quyết được vấn đề trên giúp sản xuất điện và sản xuất nông nghiệp có thể diễn ra đồng thời với hiệu quả cao.

- Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng mặt trời: năng lượng mặt trời rất quan trọng trong sản xuất nông nghiệp, tất cả các loại cây trồng, vật nuôi đều cần có ánh sáng mặt trời để sinh trưởng và phát triển. Tuy nhiên, việc sử dụng ánh sáng mặt trời trong nông nghiệp là không hiệu quả. Lý do là cây chỉ cần một lượng ánh sáng mặt trời nhất định cho sự phát triển của chúng. Sáng chế này với cấu trúc trong suốt kết hợp với công nghệ tách phổ có thể tận dụng phần ánh sáng hao phí trong sản xuất nông nghiệp cho việc sản xuất điện một cách hiệu quả.

- Giảm thiểu ô nhiễm môi trường do việc sử dụng công nghệ thấu kính hội tụ cho phép giảm tỉ lệ sử dụng pin mặt trời lên tới vài trăm lần thay thế vào đó là các loại liệu dễ tái chế như plastic.

YÊU CẦU BẢO HỘ

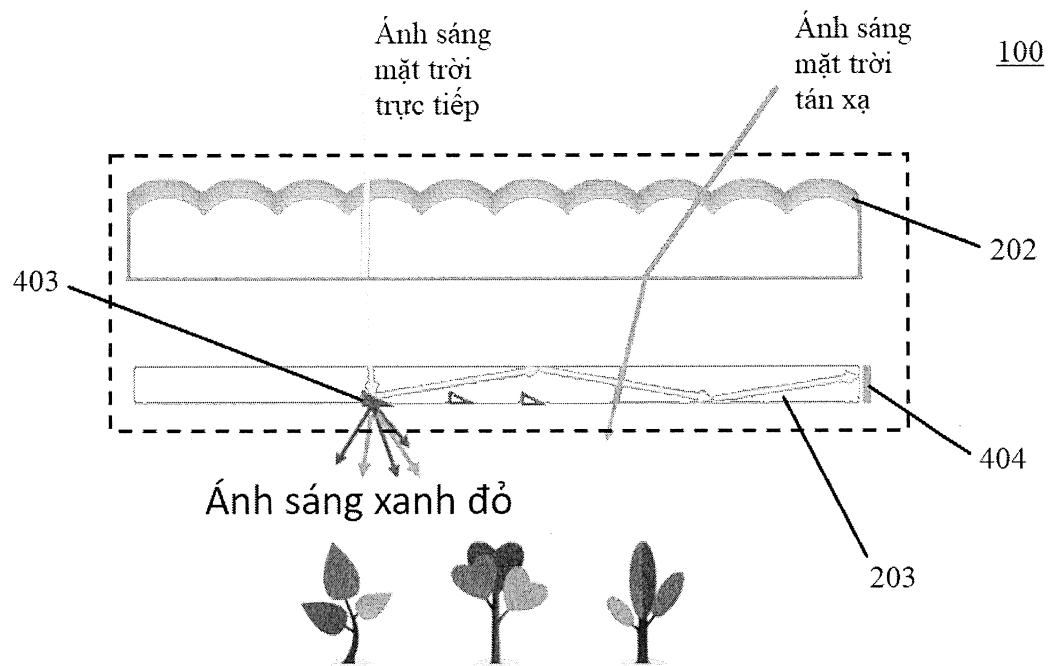
1. Hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng (100) bao gồm môđun quang học (201) được gắn trên bộ theo dõi mặt trời (205) để luôn hướng bề mặt của môđun quang học hướng vuông góc với hướng của ánh sáng mặt trời, toàn bộ môđun quang học và bộ theo dõi mặt trời được bố trí trên đế trụ liền khối (204); trong đó, môđun quang học (201) có mảng thấu kính (202) đặt ở trên cùng để hội tụ ánh sáng mặt trời thành các điểm nhỏ; tấm dẫn sóng (203) được đặt bên dưới mảng thấu kính (202) sao cho tấm dẫn sóng (203) nằm bên trong tiêu cự của các thấu kính (301) của mảng thấu kính (202), tấm dẫn sóng (203) là một tấm phẳng bằng vật liệu quang học dùng để truyền dẫn ánh sáng mặt trời; các lăng kính (403) được bố trí bên trong tấm dẫn sóng (203) trên đường trục chính của các thấu kính (302), trên mặt nghiêng của lăng kính (403) có phủ lớp gương lưỡng sắc (501) cho phép ánh sáng xanh (bước sóng 470 nm), ánh sáng màu đỏ (bước sóng 630 nm) có thể truyền qua để phục vụ cho hoạt động sinh trưởng của cây trồng ở bên dưới môđun quang học (201), đồng thời phản xạ các vùng phổ còn lại của mặt trời vào trong ống dẫn sóng (203) và truyền dẫn tới một cạnh của tấm dẫn sóng này nơi đặt các pin mặt trời (404) nhằm mục đích tạo ra điện năng;

mảng thấu kính (202) bao gồm nhiều thấu kính (301) giống hệt nhau; các thấu kính (301) là hệ thấu kính hoặc thấu kính hội tụ có biên dạng hình cầu hoặc phi cầu;

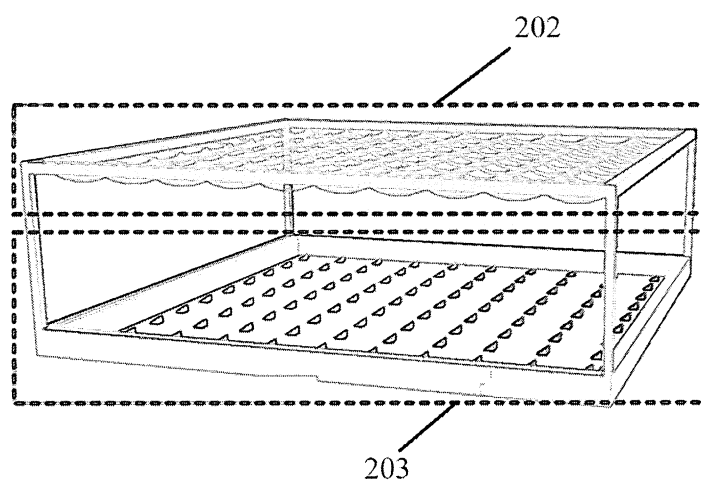
lớp gương lưỡng sắc (501) bao gồm các lớp vật liệu TiO_2 / SiO_2 , có độ dày bằng $\lambda_0/4$, trong đó λ_0 là bước sóng mong muốn truyền qua, λ_0 có giá trị bằng 470 nm và 630 nm, với chiết suất lần lượt là 2,1 và 1,4 được phủ trên nền vật liệu lăng kính (403) có chiết suất 1,52.

2. Hệ thống điện mặt trời lưỡng dụng (100) theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các thấu kính (301) là các hệ thấu kính ghép bao gồm thấu kính khum lõm (301A) được ghép sát với thấu kính hội tụ (301B), trong đó bán kính cong phần lõm của thấu kính khum lõm (301A) tương ứng với bán kính cong phần lồi của thấu kính hội tụ (301B), nhờ sự kết hợp của thấu kính khum lõm (301A) và thấu kính hội tụ (301B) mà các chùm bức xạ nghiêng góc (chùm bức xạ nghiêng góc là chùm sáng bị tán xạ bởi khí quyển và các đám mây, có hướng ngẫu nhiên) với các thấu kính (301) vẫn bị thu gom lại và hội tụ

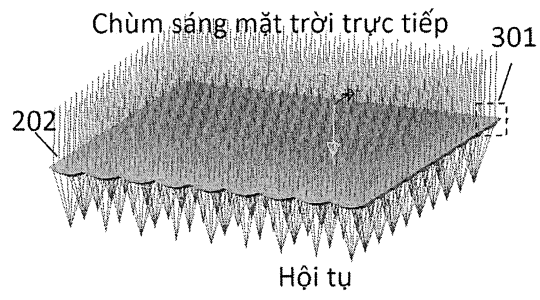
vào các tiêu điểm của các thấu kính (301), làm gia tăng hiệu quả tập trung ánh sáng mặt trời được truyền dẫn đến pin mặt trời (404) cũng như lượng ánh sáng được truyền tới cây trồng.



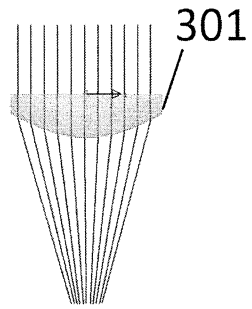
Hình 1



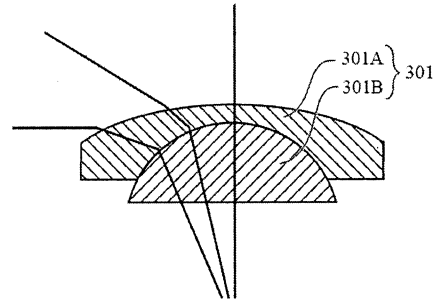
Hình 2



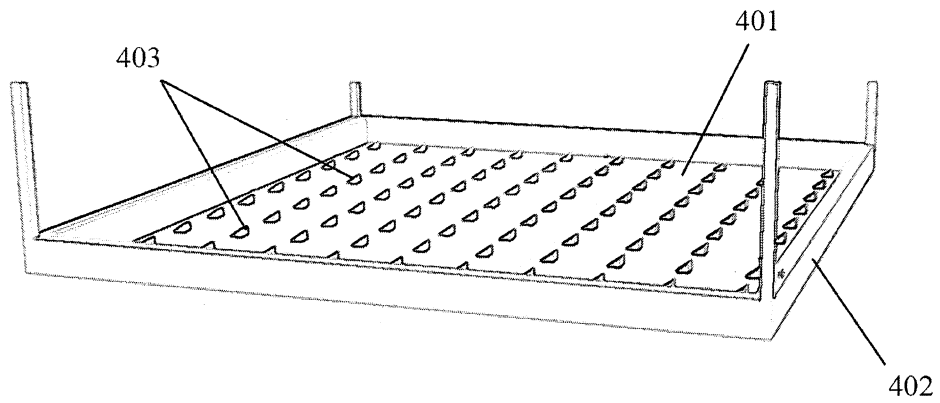
Hình 3a



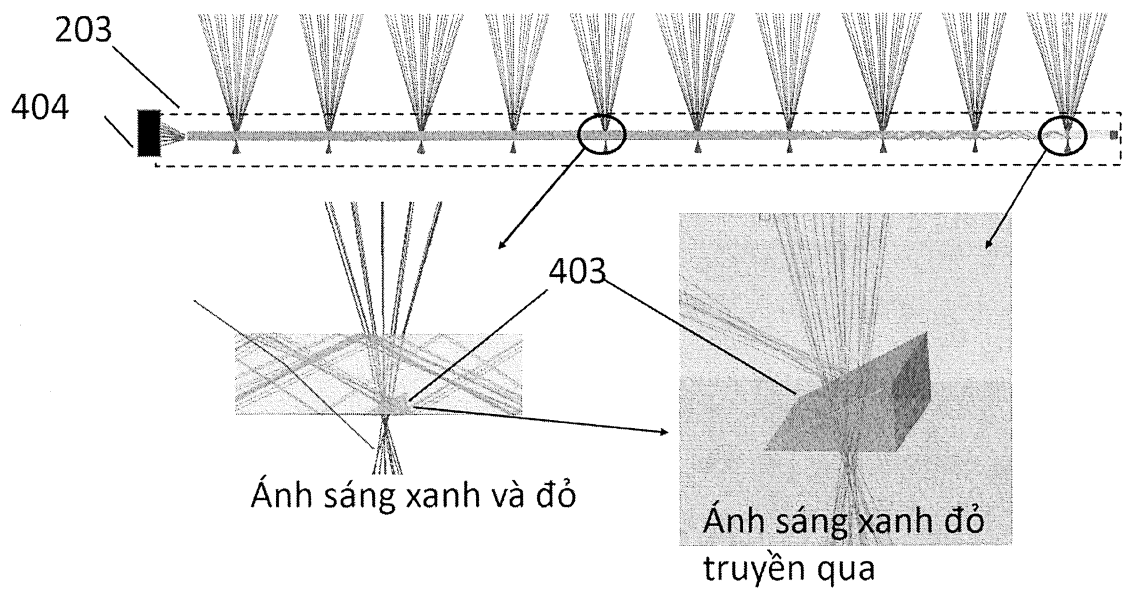
Hình 3b



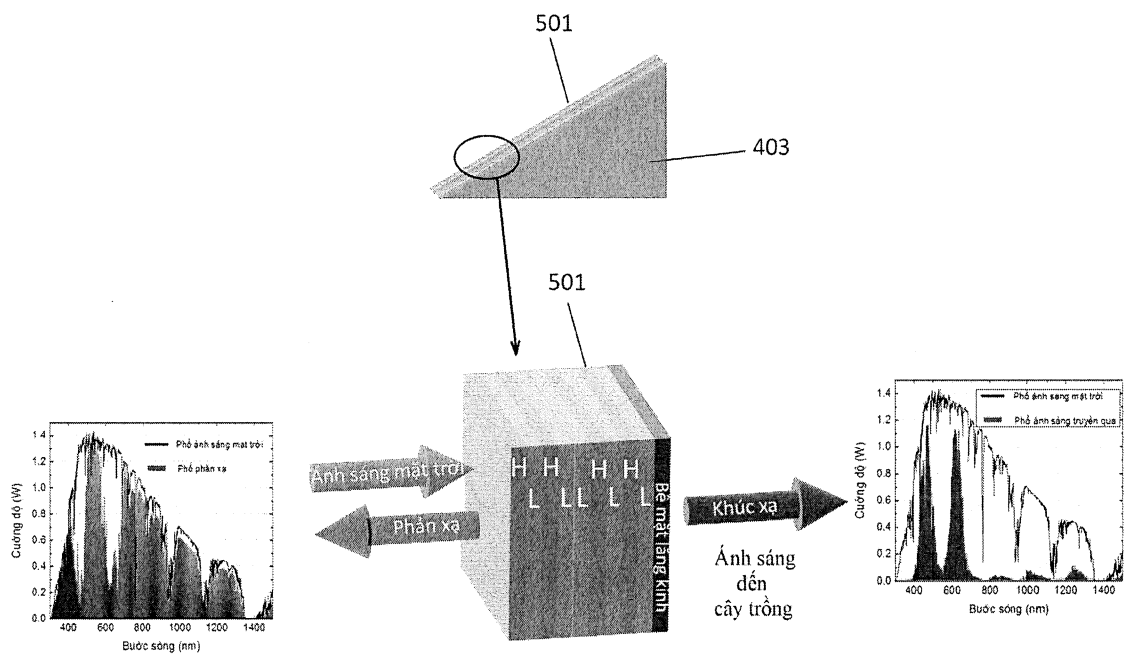
Hình 3c



Hình 4a



Hình 4b



Hình 5