



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

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

(11)



1-0043092

(51)^{2020.01} H02S 20/10; F24S 30/42; H02S 20/32; (13) B
F24S 25/61; F24S 30/425

(21) 1-2021-01728

(22) 03/09/2019

(86) PCT/US2019/049275 03/09/2019

(87) WO2020/051104 A1 12/03/2020

(30) 62/727,456 05/09/2018 US; 62/745,188 12/10/2018 US; 62/777,690 10/12/2018 US;
62/796,020 23/01/2019 US; 16/413,603 16/05/2019 US

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/06/2021 399

(73) OJJO, INC. (US)

47 Mark Drive, San Rafael, California 94903, United States of America

(72) WEST, Jack (US); MAR, David (US); ALMY, Charles (US); HUDSON, Tyrus (US);
KARKHECK, Johann (US); PESCE, Kathryn (US).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ VIPATCO (VIPATCO CO., LTD.)

(54) HỆ THỐNG MÓNG, BỘ TIẾP HỢP MÓNG GIÀN VÀ BỘ DỤNG CỤ MÓNG
GIÀN CHO THIẾT BỊ THEO DÕI ĐƠN TRỰC

(21) 1-2021-01728

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống móng giàn khung chữ A cho thiết bị theo dõi đơn trục với cụm ổ trục đặt trên đỉnh một cặp chân giàn nghiêng liên kết được nối với nhau cùng với bộ tiếp hợp sao cho trục quay của thiết bị theo dõi được căn thẳng hàng với điểm làm việc của khung chữ A. Một số hệ thống móng như vậy được bố trí dọc theo hàng hướng Bắc - Nam để đỡ ống xoay của thiết bị theo dõi.

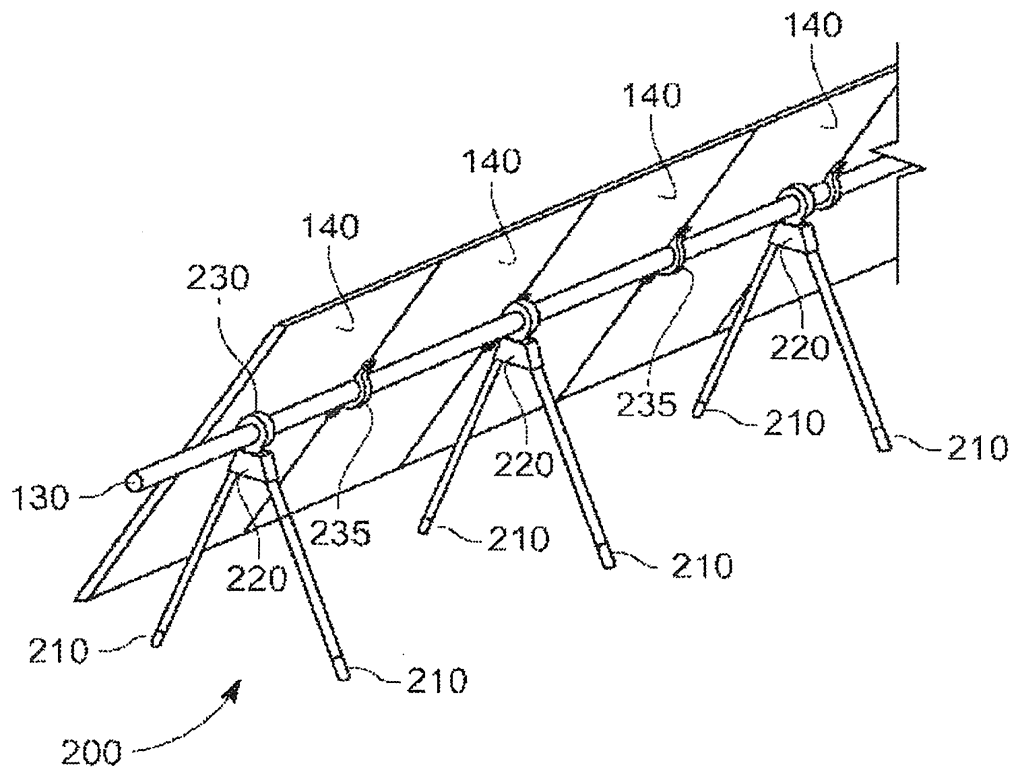


FIG. 3A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến móng cho các thiết bị theo dõi đơn trục, giàn pin mặt trời hướng trục và các cấu trúc khác, đồng thời đề cập đến bộ tiếp hợp và bộ dụng cụ móng giàn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Năng lượng mặt trời là một trong những nguồn năng lượng tiềm năng lớn nhất trên Trái đất. Trong bầu khí quyển, bức xạ mặt trời trên một đơn vị diện tích là 1,361 ki-lô-oát trên 1 mét vuông. Ở mực nước biển, mật độ năng lượng sử dụng được giảm xuống còn 250 oát trên 1 mét vuông. Sử dụng mô hình hai chiều để tính gần đúng cho Trái đất, là $250 \text{ w/m}^2 * \pi * 6.371.000 \text{ m}^2$ tạo ra khoảng 32.000 terra (nghìn tỷ) oát điện liên tục tấn công xuống bề mặt Trái đất. Giả sử mặt trời tiếp tục cháy và phát ra photon trong một tỷ năm nữa, thì sự tồn tại của cuộc sống con người cuối cùng phụ thuộc vào việc khai thác nguồn năng lượng sạch không giới hạn này.

Trở ngại chính đối với việc áp dụng năng lượng mặt trời với quy mô lớn cho đến nay chính là chi phí. Không giống như các nguồn năng lượng khác, chi phí năng lượng mặt trời tập trung vào giai đoạn đầu trong khi chi phí vận hành tương đối thấp. Các nguồn năng lượng dựa trên nhiên liệu hóa thạch đòi hỏi chi phí ban đầu cũng như chi phí phải trả khi tiêu thụ nhiên liệu. Thật không may, không phải tất cả các chi phí liên tục đều được phản ánh vào giá năng lượng tạo ra từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch. Các nguồn năng lượng “bắt” này có chi phí ngoại ứng đáng kể bắt nguồn từ việc phát thải khí CO₂ mà nếu không có thuế cacbon, chi phí này không được phản ánh vào chi phí giá thành. Ngoài lợi thế về chi phí này, các công ty dịch vụ cố định và các nhà sản xuất nhiên liệu hóa thạch đã vận động hiệu quả để cản trở sự phát triển của năng lượng mặt trời, ngay cả ở những bang có tiềm năng năng lượng mặt trời lớn nhất.

Bất chấp những trở ngại này, chi phí năng lượng mặt trời hiện đã giảm xuống thấp đến mức ngay cả khi kết hợp với việc tích trữ năng lượng, điện từ năng lượng mặt trời vẫn tương đương hoặc ít tốn kém hơn so với điện năng được tạo ra từ than, dầu và thậm chí là cả khí đốt tự nhiên. Trong bối cảnh thị trường điện, sự chênh lệch chi phí

tương đối giữa các nguồn cạnh tranh được định lượng bằng chi phí trên một đơn vị, điển hình là một ki-lô-oát giờ (kWh). Các giàn pin năng lượng mặt trời cỡ lớn, còn được gọi là giàn pin “quy mô lớn”, có thể có công suất phát điện từ hàng chục đến hàng trăm mega oát, đưa đến quy mô tương đương với các nhà máy điện chạy bằng than và khí đốt tự nhiên cỡ nhỏ. Các giàn pin năng lượng mặt trời này tạo ra nguồn điện được hòa vào lưới điện và được bán với giá bán buôn theo đơn đặt hàng chỉ vài xen cho mỗi kWh.

Việc phát triển các dự án năng lượng mặt trời quy mô lớn thường được tài trợ dựa trên các thỏa thuận mua bán điện (PPA). Với hợp đồng mua bán điện, đơn vị không tham gia (ví dụ, đơn vị dịch vụ, đơn vị vận hành lưới điện, v.v.) đồng ý mua tất cả điện năng do hệ thống tạo ra với tỷ lệ cố định dựa vào tuổi thọ hoạt động của giàn pin năng lượng mặt trời (ví dụ, 30 năm). Điều này cho phép ngân hàng hoặc nhà đầu tư khác định giá chính xác dòng doanh thu trong tương lai và cho vay tiền để tài trợ cho việc xây dựng giàn pin năng lượng mặt trời.

Các nhà máy điện mặt trời quy mô lớn chủ yếu được tạo cấu hình dưới dạng các giàn pin năng lượng mặt trời gắn nghiêng cố định trên mặt đất hoặc thiết bị theo dõi đơn trục. Các giàn pin có độ nghiêng cố định được sắp xếp theo hướng Đông - Tây theo các hàng gồm các tấm panen nghiêng về phía Nam một góc được xác định bởi vĩ độ của vị trí giàn pin năng lượng mặt trời cách xa xích đạo, càng dốc thì góc càng nghiêng. Ngược lại, các thiết bị theo dõi đơn trục được lắp đặt theo hàng Bắc - Nam với các tấm pin mặt trời được gắn vào một trục quay được gọi là ống xoay (ống mômen xoắn) để di chuyển các tấm pin từ hướng Đông sang hướng Tây trong suốt mỗi ngày, theo sự di chuyển của mặt trời qua bầu trời. Theo mục đích của sáng chế, cả trục nghiêng cố định và thiết bị theo dõi đơn trục đều được gọi chung là giàn pin năng lượng mặt trời hướng trục.

Không tính đến chi phí mua lại đất, chi phí tổng thể cho các giàn pin năng lượng mặt trời quy mô lớn bao gồm chuẩn bị mặt bằng (xây dựng đường, san lấp mặt bằng, kết nối lưới điện và nước, v.v.), móng, thiết bị theo dõi hoặc vật liệu sắt thép có độ nghiêng cố định, tấm pin mặt trời, bộ biến tần và kết nối điện (ống bọc dây điện, hệ thống dây điện, rãnh cáp, ghép nối lưới điện, v.v.). Nhiều chi phí trong số này đã giảm trong vài năm qua do sự đổi mới liên tục và quy mô kinh tế, tuy nhiên, một lĩnh vực phần lớn bị bỏ qua là phần móng. Phần móng cung cấp một bề mặt trung gian có cấu

trúc đồng nhất mà kết hợp hệ thống với mặt đất. Khi lắp đặt thiết bị theo dõi đơn trực thông thường, sau khi mặt bằng đã được chuẩn bị sẵn, các trụ móng thẳng đứng thường được đóng xuống đất theo những khoảng thời gian đều đặn do nhà sản xuất thiết bị theo dõi và sơ đồ mặt bằng quy định, các bộ phận của hệ thống theo dõi sau đó được gắn vào đầu của các trụ móng này. Thông thường, các trụ móng được sử dụng để đỡ thiết bị theo dõi có biên dạng hình chữ H, nhưng chúng cũng có thể là hình chữ C hoặc thậm chí là hình hộp. Với các giàn thiết bị theo dõi đơn trực quy mô lớn, thông thường, việc mua sắm và xây dựng móng có thể chiếm từ 5% - 10% tổng chi phí hệ thống. Mặc dù tỷ lệ tương đối nhỏ trong tổng chi phí, bất kỳ khoản tiết kiệm nào về thép và nhân công liên quan đến móng sẽ là một khoản tiền đáng kể trong danh mục của các dự án năng lượng mặt trời lớn. Ngoài ra, các giao dịch phát triển thiết bị theo dõi thường được chốt trong một năm hoặc hơn trước khi chi phí lắp đặt thực sự phát sinh, do đó, bất kỳ khoản tiết kiệm nào về móng sau giao dịch có thể được thực hiện sẽ được tính trên lợi nhuận đã được tính vào các tính toán hỗ trợ xây dựng dự án.

Một lý do khiến móng trụ tiếp tục thống trị thị trường móng của thiết bị theo dõi đơn trực là sự đơn giản của chúng. Tương đối dễ dàng để đóng các cọc đơn xuống đất theo một đường thẳng với công nghệ hiện có ngay cả khi thiết kế chúng vốn đã rất lãng phí. Kích thước vật lý của một móng trụ bị cho là quá khổ vì các thành phần cấu trúc đơn lẻ không tốt trong việc chống lại lực uốn. Khi được sử dụng để đỡ thiết bị theo dõi đơn trực, lực lớn nhất trên móng không phải từ trọng lượng của các bộ phận, mà là lực ngang tổng hợp của gió tác động lên các tấm pin mặt trời. Lực ngang này được chuyển dịch vào móng dưới dạng mômen uốn. Độ lớn của mômen uốn lớn hơn nhiều so với tải trọng tĩnh do trọng lượng của các tấm pin và các bộ phận của thiết bị theo dõi. Nó hoạt động giống như một tay đòn cố gắng uốn cong cột trụ, và tay đòn càng dài thì độ lớn của lực càng tăng. Nhiều công ty sản xuất thiết bị theo dõi chỉ định chiều cao móng tối thiểu là 40 in-xơ (khoảng 101,6 cm) trở lên. Do đó, trong lĩnh vực thiết bị theo dõi đơn trực, móng đơn trực phải có kích thước rất lớn và được đóng sâu xuống đất để chịu được tải trọng ngang.

Một giải pháp thay thế được đề xuất cho móng đơn trực là sử dụng một cặp chân có góc nghiêng để tạo thành khung chữ A hoặc móng kiểu giàn. Khung chữ A có lợi thế là có khả năng chuyển đổi tải trọng ngang do gió tác động lên giàn pin thành lực căng và lực nén dọc trục ở phần chân, tuy nhiên, không phải tất cả các móng khung

chữ A đều hoạt động như nhau. Điểm mà tải trọng ngang được truyền vào chân của khung chữ A sẽ quyết định cách phân bố các lực này và liệu mômen uốn có được truyền vào hay không. Ngoài ra, góc của chân khung chữ A so với phương ngang có ảnh hưởng phi tuyến tính đến độ lớn của lực kéo và lực nén. Do đó, mục đích của các phương án khác nhau theo sáng chế là cung cấp móng khung chữ A cho các thiết bị theo dõi đơn trực mà hạn chế lý tưởng việc đưa mômen vào chân giàn và giới hạn cũng như giảm thiểu lý tưởng nhất độ lớn của lực kéo và lực nén.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án khác nhau của sáng chế cung cấp thành phần móng giàn mới và hữu ích để đỡ các thiết bị theo dõi đơn trực, các giàn pin năng lượng mặt trời nghiêng cố định và các cấu trúc khác. Sáng chế theo các phương án bao gồm một cặp chân có độ dốc vừa phải được tạo cấu hình như một khung chữ A hoặc giàn mà kéo dài bên trên và dưới mặt đất và được nối ở đỉnh bằng bộ tiếp hợp, cụm ổ trục hoặc chi tiết đỡ ống xoay khác. Các chân về cơ bản được căn chỉnh trên ống xoay mà không lệch nhau trên trục của ống xoay.

Cấu trúc giàn cung cấp một số lợi thế so với móng đơn thông thường, nếu được thiết kế phù hợp, khung chữ A sẽ chuyển tải ngang thành lực căng và lực nén dọc trục xuống chân chứ không phải lực uốn. Các cấu kiện riêng lẻ có khả năng chống uốn kém nhưng lại chống được lực dọc trục tương đối tốt. Khung hoặc giàn chữ A hướng tải ngang dọc theo trục của chân tại nơi nó được truyền xuống tốt nhất. Do đó, kích thước và khổ thép tạo nên phần chân có thể nhỏ hơn nhiều so với một trụ đơn tương đương. Ngoài ra, không cần chống lại lực uốn, phần chân không cần phải đóng xuống sâu như các loại chân đơn thông thường. Điều này giúp tiết kiệm thép đồng thời làm giảm khả năng bị chối. Các cọc càng đóng nông thì càng ít có khả năng gặp phải đất đá hoặc đất cứng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình vẽ phối cảnh một phần thiết bị theo dõi đơn trực thông thường được đỡ bởi các móng đơn trực.

Fig.1B là hình vẽ thể hiện sơ đồ lực cho thấy ảnh hưởng của các tải ngang lên thiết bị theo dõi đơn trực trên Fig.1A.

Fig.2A đến Fig.2D là các hình vẽ thể hiện các cụm ổ trục khác nhau được dùng với các thiết bị theo dõi đơn trục được đỡ bởi các móng đơn trục.

Fig.3A là hình vẽ phối cảnh một phần của thiết bị theo dõi đơn trục được đỡ bởi các móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.3B là hình vẽ thể hiện một đầu của các móng giàn khung chữ A trên Fig.3A.

Fig.3C là hình vẽ thể hiện một phần đầu của móng giàn khung chữ A trên Fig.3A và Fig.3B, cho thấy điểm làm việc của khung chữ A đối với các chân giàn.

Fig.4A là hình vẽ thể hiện biểu đồ lực của tải ngang áp vào các điểm khác nhau trên móng giàn khung chữ A.

Fig.4B là hình vẽ thể hiện biểu đồ lực cho thấy ảnh hưởng của tải ngang áp vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A.

Fig.4C là hình vẽ thể hiện biểu đồ lực cho thấy ảnh hưởng của tải ngang áp vào phía dưới điểm làm việc của móng giàn khung chữ A.

Fig.4D là hình vẽ thể hiện biểu đồ lực cho thấy ảnh hưởng của tải ngang áp vào bên trên điểm làm việc của móng giàn khung chữ A.

Fig.5A là hình vẽ phối cảnh của bộ tiếp hợp cho thiết bị theo dõi đơn trục mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.5B là hình vẽ thể hiện mặt trước của bộ tiếp hợp cho thiết bị theo dõi đơn trục mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.6A là hình vẽ thể hiện mặt trước của bộ tiếp hợp khác cho thiết bị theo dõi đơn trục mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.6B là hình vẽ thể hiện cụm ổ trục thông thường cho thiết bị theo dõi đơn trục có thể sử dụng cùng với các bộ tiếp hợp được thể hiện trên Fig.5A, Fig.5B và Fig.6A

Fig.7A là hình vẽ phối cảnh thể hiện thiết bị theo dõi đơn trục được đỡ bởi các móng giàn theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.7B là hình vẽ thể hiện một đầu của thiết bị theo dõi đơn trục và móng giàn trên Fig.7A.

Fig.8A là hình vẽ phối cảnh thể hiện bộ tiếp hợp đa năng cho thiết bị theo dõi đơn trục mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.8B là hình vẽ thể hiện một đầu của bộ tiếp hợp trên Fig.8A.

Fig.9A là hình vẽ phối cảnh bộ tiếp hợp đa năng khác cho thiết bị theo dõi đơn trục mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.9B là hình vẽ thể hiện một đầu của bộ tiếp hợp trên Fig.9A.

Fig.10A là hình vẽ phối cảnh thể hiện bộ tiếp hợp khác cho thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ dưới lên mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.10B là hình vẽ phối cảnh thể hiện bộ tiếp hợp khác cho thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ trên xuống mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.10C là hình vẽ thể hiện một đầu của bộ tiếp hợp trên Fig.10A.

Fig.10D là hình vẽ thể hiện một đầu của bộ tiếp hợp trên Fig.10B.

Fig.11A là hình vẽ thể hiện một đầu của bộ tiếp hợp đa năng cho thiết bị theo dõi đơn trục mà hướng các tải ngang vào điểm làm việc của móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.11B là hình vẽ phối cảnh của bộ tiếp hợp đa năng trên Fig.11A.

Fig.11C là hình vẽ thể hiện một đầu một phần của thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ trên xuống sử dụng bộ tiếp hợp đa năng trên Fig.11A và Fig.11B.

Fig.11D là hình vẽ phối cảnh của thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ trên xuống khác sử dụng bộ tiếp hợp đa năng trên Fig.11A và Fig.11B.

Fig.12A là hình vẽ thể hiện mặt bên của cụm ổ trục sử dụng trong móng giàn khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.12B là hình vẽ thể hiện mặt trước của cụm ổ trục trên Fig.12A.

Fig.12C là hình vẽ khai triển một phần các bộ phận thuộc cụm ổ trục trên Fig.12A.

Fig.12D là hình vẽ thể hiện mặt trước của cụm ổ trục trên Fig.12A cùng với móng giàn căn chỉnh trục quay với điểm làm việc của giàn theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.12E là hình vẽ thể hiện một đầu của một phần thuộc thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ trên xuống sử dụng cụm ổ trục trên Fig.12A và móng giàn theo các phương án khác nhau của sáng chế.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện một đầu của bộ tiếp hợp ổ trục theo các phương án đặc trưng khác nhau của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mô tả sau đây nhằm mục đích truyền đạt sự hiểu biết kỹ lưỡng về các phương án được mô tả bằng cách cung cấp một số phương án và chi tiết cụ thể liên quan đến móng khung chữ A được sử dụng để đỡ thiết bị theo dõi năng lượng mặt trời đơn trục. Tuy nhiên, cần đánh giá cao rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án và chi tiết cụ thể này, mà chỉ mang tính ví dụ. Cần hiểu rõ thêm là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật dựa trên các hệ thống và phương pháp đã biết, sẽ đánh giá cao việc sử dụng sáng chế cho mục đích mong muốn.

Như đã đề cập ở phần “Tình trạng kỹ thuật của sáng chế”, khi thiết bị theo dõi đơn trục được đỡ bởi móng đơn, tải ngang do gió tác động vào giàn pin năng lượng mặt trời sẽ tạo ra mômen uốn lớn mà phải được chống lại bởi móng. Fig.1A cho thấy một phần của thiết bị theo dõi đơn trục 100 được đỡ bởi các móng đơn thẳng hàng 110. Thiết bị theo dõi 100 trên hình này bao gồm các tấm pin mặt trời 140, được gắn vào ống xoay 130 thông qua giá đỡ tấm pin mặt trời 135. Ống xoay 130 được bắt bên trong các cụm ổ trục thẳng hàng 120 mà được gắn trên đỉnh mỗi cọc đơn 110 tương ứng. Các cọc đơn 110 được thể hiện ở đây là cọc hình chữ H mặc dù có các loại khác, bao gồm cả dạng hình chữ C và dạng hình hộp có thể được sử dụng. Mặc dù không được thể hiện trên hình vẽ, một cọc thường cũng sẽ đỡ một động cơ truyền động hoặc cụm bánh răng dẫn động ống xoay 130. Ngoài ra, kết nối điện giữa các tấm pin mặt trời 140 đã được cố ý bỏ qua. Trong điều kiện thực tế, các tấm pin mặt trời 140 liền kề

sẽ được kết nối nối tiếp để tạo thành chuỗi các dòng điện một chiều (DC) điện áp cao được đưa vào một hoặc nhiều hộp tổ hợp và/hoặc bộ biến tần.

Thiết bị theo dõi đơn trục 100 là một thiết kế điển hình từ dưới lên trong đó cụm ổ trục 120 nằm trên đầu cọc 110 và ống xoay 130 quay trong ổ trục tròn 120 quanh trục của chính nó. Như được trình bày và thảo luận chi tiết hơn ở đây, các hệ thống theo dõi khác sử dụng thiết kế từ trên xuống trong đó ống xoay được treo từ chốt ổ trục bên trong vỏ ổ trục để ống xoay có thể quét qua một loạt các góc giống như một con lắc. Một thiết bị theo dõi kiểu từ trên xuống như vậy đã được bộc lộ, ví dụ, trong bằng sáng chế độc quyền Hoa Kỳ số 10.222.446, được kết hợp tham chiếu toàn bộ ở đây. Trong các hệ thống như vậy, động cơ truyền động được để lệch sao cho trục quay của thiết bị theo dõi lệch một khoảng với phần của ống xoay được dẫn động bởi động cơ. Các phương án khác nhau của sáng chế phù hợp với các thiết bị theo dõi đơn trục từ dưới lên cũng như từ trên xuống.

Fig.1B là hình vẽ biểu đồ lực thể hiện tác động của tải ngang trên thiết bị theo dõi đơn trục được đỡ bởi các móng đơn. Tải ngang FL truyền mômen uốn M lên từng móng. Điểm tác dụng của lực này là điểm mà trục quay, trong trường hợp này là ống xoay, được gắn vào cọc (ví dụ, tại cụm ổ trục). Độ lớn của mômen M tương đương với độ lớn của lực FL nhân với chiều cao H trên điểm mà móng được chôn xuống đất. Nếu cọc cao 4 feet (khoảng 122 cm) so với mặt đất, như phổ biến trong lĩnh vực và tải ngang tương đương với 2.500 pound (khoảng 1.135 kg), thì kết quả mômen $M = 2.500 \times 4$ hoặc bằng 10.000 lb./ft (khoảng 177,88 kg/cm). Do đó, để đạt được định mức kết cấu cần thiết, các cọc được sử dụng để đỡ giàn pin phải được đánh giá để chịu được lực tại một thời điểm như vậy và được đóng đủ sâu để vẫn bị ghim lại khi chịu một lực tác động lớn như vậy. Việc này đòi hỏi phải sử dụng một trụ đơn chắc chắn, chẳng hạn như cọc hình chữ H có kích thước W6x9 hoặc W6x12 thường được sử dụng, có bản dầm 6 in xơ (inch) và 9 hoặc 12 pao (pound) thép tương ứng trên mỗi foot dài, với khoảng từ 5 feet đến 7 feet chôn xuống dưới đất.

Fig.2A cho thấy một phần của thiết bị theo dõi đơn trục nói chung. Phần được thể hiện trên hình vẽ bao gồm kết nối ống xoay từ ổ trục đến cọc tương ứng của một trong các hệ thống theo dõi đơn trục khác nhau hiện nay. Trong ví dụ này, thiết bị theo dõi được đỡ bởi cọc hình chữ H 110. Cụm ổ trục 120 được gắn trực tiếp vào gân cọc 110 bằng hai bu lông sao cho ổ trục nhô lên phía trên cọc. Để dễ minh họa, chỉ có một

cọc đơn được thể hiện trên hình vẽ. Trong một hệ thống hoàn chỉnh, một số cọc hình chữ H sẽ được đóng dọc theo một hàng hướng từ Bắc đến Nam tại các vị trí được chỉ định bởi nhà sản xuất thiết bị theo dõi và/hoặc trên sơ đồ mặt bằng. Đầu trên cùng của mỗi cọc 110 có thể có một loạt lỗ hoặc rãnh được khoan sẵn trên gân hoặc bản dầm để có thể gắn cụm ổ trục bằng bu lông, đinh tán thông thường hoặc các chốt cơ khí thích hợp khác. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "cụm ổ trục" được sử dụng chung để chỉ cụm ổ trục hoặc ổ trục hoặc thiết bị khác mà cung cấp ổ trục hình trụ để tiếp nhận một bộ phận quay. Bộ phận quay có thể là một ống xoay, hoặc trong các trường hợp khác, là một chốt chịu lực mà từ đó ống xoay được treo lên.

Fig.2B thể hiện một cụm ổ trục khác cho thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ dưới lên. Cụm ổ trục này bao gồm nắp cọc 121 và ổ trục 122, trong trường hợp này là một phần của thiết bị theo dõi đơn trục DURATRACK HZ của công ty ARRAY TECHNOLOGIES, INC. thuộc Albuquerque, N. Mex. Nắp cọc 121 và ổ trục 122 được gọi chung là cụm ổ trục. Việc lắp ráp được định kích thước để vừa với cọc hình chữ H có bản dầm rộng tiêu chuẩn, chẳng hạn như W6x9 hoặc W6x12, cả hai đều có chiều sâu gân xấp xỉ 6 in xơ. Cụm ổ trục có thể được lắp sẵn thành một bộ phận để người lắp đặt chỉ cần bắt vít nắp cọc 121 vào các lỗ khoan trước trên bản dầm để hoàn thành việc lắp đặt. Ngoài ra, các chi tiết 121, 122 này có thể được ghép tại chỗ để có thể điều chỉnh được vị trí của ổ trục 122 theo mặt phẳng Đông - Tây cũng như theo phương thẳng đứng để căn chỉnh ổ trục 122 với các ổ trục khác trong cùng một hàng.

Fig.2C, thể hiện một cụm ổ trục khác 123 cho thiết bị theo dõi kiểu từ trên xuống. Thiết bị theo dõi này ban đầu được sản xuất và bán bởi công ty NEXTRACKER thuộc Fremont, CA với tên thương mại là "NX Series". Giống như cọc trên Fig.2A và Fig.2B, cọc 110 được thể hiện ở đây là cọc hình chữ H có W6x9 hoặc W6x12 thông thường, tuy nhiên, không giống như các thiết bị theo dõi được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B, thiết bị theo dõi đơn trục của công ty NEXTRACKER là một thiết kế kiểu từ trên xuống có mục đích là cân bằng cơ học. Trục quay và động cơ truyền động được đặt lệch khỏi trục chính của ống xoay để không có mômen lật đối với hệ thống theo bất kỳ hướng nào của các tấm pin (ví dụ, từ Đông sang Tây). Theo nhà sản xuất, tính năng này làm giảm mômen xoắn cần thiết để quay ống xoay. Trong hệ thống, điều này được thực hiện bằng cách treo ống xoay 130 từ giá đỡ kẹp ống xoay 124 qua phần kẹp ống 131A/131B được treo từ chốt ổ trục 125. Thay vì quay quanh

trục của chính nó, ống xoay 130 quay một cung quanh chốt ổ trục 125 khi thiết bị theo dõi di chuyển từ Đông sang Tây. Điều này đòi hỏi phải có khoảng hở bổ sung theo hướng Đông và Tây, trong hệ thống này, được cung cấp bởi giá đỡ kẹp 124. Giá đỡ kẹp 124 được thể hiện ở đây gắn vào gân của cọc hình chữ H 110 với phần lắp thẳng đứng tương tự như cụm ổ trục chung 120 trên Fig.2A. Các đầu của chốt ổ trục 125 được tiếp nhận trong các hốc tương ứng được tạo ra trong kẹp ống xoay hai mảnh 131A/131B trên hình vẽ. Các phần của kẹp ống xoay 131A/131B tiếp xúc với ống xoay 130 được uốn cong để phù hợp với hình dạng cong bên ngoài của ống và được giữ chặt vào ống bằng bu lông đi qua các lỗ khoan sẵn trong phần kẹp và trong ống. Khi động cơ truyền động tác dụng mômen xoắn lên ống, cụm ống và kẹp quay quanh chốt ổ trục 125 trong không gian được xác định bởi giá đỡ kẹp 124.

Fig.2D cho thấy phiên bản mới hơn một phần của thiết bị theo dõi NEXTRACKER NX. Phiên bản này thay thế cụm 2C bằng giá đỡ kẹp ống xoay hình chữ U 126 nằm trên đỉnh giá đỡ góc vuông 127. Giá đỡ góc vuông 127 được bắt vít vào bề mặt ngoài của bản dầm ở đầu cọc 110 thông qua lỗ khoan sẵn trên mỗi bản dầm. Giá đỡ 127 mở rộng chiều rộng của cọc 110 và cung cấp bề mặt đỡ nằm ngang, phẳng để chân của giá đỡ kẹp ống xoay 126 nằm lên trên. Như được minh họa, mỗi chân có một bu lông nhô ra khỏi nó đi qua bề mặt nằm ngang của một trong các giá đỡ 127 tương ứng để cố định giá đỡ 126 vào cọc 110. Chân hình ống của giá đỡ 126 nhô lên trên khỏi chân và cong 90 độ về phía nhau, tạo ra một hình chữ U lộn ngược. Một ổ trục nằm ở trung tâm của giá đỡ kẹp 126 để tiếp nhận chốt ổ trục 128. Các nửa tương ứng của cụm kẹp ống xoay 131A/131B xoay chốt ổ trục 128 để cho phép ống xoay quay theo hình vòng cung. Trong hệ thống NEXTRACKER, các bu lông chữ U cũng được lắp xung quanh ống xoay 130 để kẹp các giá đỡ môđun 135 vào ống. Cạnh của hai môđun PV 140 liền kề được gắn vào mỗi khung môđun 135 để cố định chúng vào ống 130. Mặc dù mỗi hệ thống theo dõi và cụm ổ trục được thể hiện trên Fig.2A đến Fig.2D giả định là móng thẳng đứng, móng đơn trụ, nhưng không có gì trong thiết kế hệ thống kiểu này đòi hỏi móng như vậy.

Các tác giả và người nộp đơn sáng chế đã đề xuất một giải pháp thay thế cho móng đơn thẳng đứng nhằm mục đích giảm đáng kể tổng lượng thép cần thiết để đỡ các thiết bị theo dõi đơn trục và các giàn pin năng lượng mặt trời hướng trục khác. Hệ thống móng thay thế này, được gọi là EARTHTRUSSTM thương mại, bao gồm một

cặp chân có độ dốc vừa phải được tạo cấu hình như một khung chữ A hoặc giàn mà kéo dài lên trên và xuống dưới mặt đất và được nối ở đỉnh bằng bộ tiếp hợp, cụm ổ trục hoặc chi tiết đỡ ống xoay khác. Các chân về cơ bản được căn chỉnh trên ống xoay chứ không lệch nhau trên trục của ống xoay. Hay nói cách khác, một đường tưởng tượng qua các tâm tương ứng của chúng giao nhau tại một điểm trùng với trục quay của thiết bị theo dõi. Cấu trúc giàn cung cấp một số lợi thế so với móng đơn thông thường. Đầu tiên, nếu được thiết kế phù hợp, khung chữ A sẽ chuyển tải ngang thành lực căng và lực nén dọc trục xuống chân chứ không phải lực uốn. Các cấu kiện riêng lẻ có khả năng chống uốn kém nhưng lại chống được lực dọc trục tương đối tốt. Khung hoặc giàn chữ A hướng tải ngang dọc theo trục của chân tại nơi nó được truyền xuống tốt nhất. Do đó, kích thước và khối thép tạo nên phần chân có thể nhỏ hơn nhiều so với một trụ đơn tương đương. Ngoài ra, không cần chống lại lực uốn, phần chân không cần phải đóng xuống sâu như các loại chân đơn thông thường. Điều này giúp tiết kiệm thép đồng thời làm giảm khả năng bị chối. Việc bị chối xảy ra khi các tác động bổ sung của thiết bị đóng cọc không dẫn đến việc làm cọc đi sâu thêm vào đất. Thông thường, đây là do đâm vào đá hoặc đất cứng và đòi hỏi một quá trình tốn kém chi phí và nhiều công sức. Các cọc càng đóng nông thì càng ít có khả năng gặp phải đất đá hoặc đất cứng.

Tiếp theo với Fig.3A, hình vẽ này thể hiện hệ thống theo dõi đơn trục và các móng giàn theo các phương án ví dụ khác nhau của sáng chế. Thiết bị theo dõi đơn trục được thể hiện ở đây giống như trên Fig.1A nhưng được đỡ bởi giàn thẳng hàng hoặc móng khung chữ A 200 chứ không phải là các trụ đơn. Mỗi móng giàn 200 bao gồm một cặp chân liên kết 210 kéo dài xuống bên dưới và bên trên mặt đất theo các góc với nhau sao cho chúng đối xứng đáng kể so với ống mômen. Chân 210 có thể được đóng xuống đất bằng máy đóng cọc, xoay vào đất bằng máy quay, ép xuống đất, hoặc bằng cách khác. Ngoài ra, có thể bao gồm một chi tiết đơn lẻ hoặc các chi tiết liên kết với nhau tạo nên một trục chung. Móng giàn 200 được lắp đặt dọc theo hàng hướng Bắc - Nam theo những khoảng thời gian đều đặn do nhà sản xuất thiết bị theo dõi cụ thể. Các đầu ở trên mặt đất của mỗi chân 210 được nối với một bộ tiếp hợp như bộ tiếp hợp 220 và cụm ổ trục 230 đặt trên đỉnh bộ tiếp hợp. Ống xoay 130 đi qua ổ trục của mỗi cụm ổ trục 230.

Fig.3B là hình vẽ thể hiện một đầu của thiết bị theo dõi trên Fig.3A cho thấy dạng hình học của chân 210 và Fig.3C cho thấy tác động của tải ngang trên các chân. Một đường thẳng tưởng tượng được vẽ qua tâm của các chân móng 210 trên Fig.3B để chỉ ra giao điểm của chúng. Trên Fig.3C, các bộ phận trên đỉnh (ví dụ, ống xoay, bảng điều khiển, v.v.) đã được loại bỏ để cung cấp chi tiết hơn. Móng được thiết kế sao cho trục quay của thiết bị theo dõi trong trường hợp trên Fig.3A và Fig.3B, trục chính của ống xoay được căn chỉnh chính xác với điểm làm việc của khung chữ A.

Dạng hư hỏng chính của móng khung chữ A là bị vênh. Đối với một chân nhất định, xu hướng vênh sẽ bị ảnh hưởng bởi góc mà chân hướng theo phương ngang và vị trí của trục quay đối với điểm làm việc của khung chữ A. Đối với loại khung chữ A trước đây, có độ dốc vừa phải (ví dụ, chân nghiêng ít hơn $\pm 72,5$ độ so với phương ngang) chịu lực căng và nén thấp hơn nhiều so với khung có độ dốc lớn hơn đối với tải ngang nhất định. Điều này xuất phát từ thực tế là tải ngang chuyển thành lực kéo và lực nén với tỷ lệ $1/(2 \cdot \cos(\theta))$ trong đó θ là góc của chân khung chữ A. Phạm vi góc tốt nhất để chân so với chiều ngang là từ 55 độ đến dưới 72,5 độ, lý tưởng là bằng hoặc dưới 65 độ. Tải ngang 2.500 pao (pound) sẽ được chuyển thành lực căng và lực nén lên các chân 2.500 pao (pound) mỗi chân ở góc 60 độ, với 2.957 pao (pound) ở góc 65 độ và 4.156 pao (pound) ở góc 72,5 độ. Ở góc 75 độ, lực tăng lên tới 4.829 pao (pound) và tiếp tục tăng theo cấp số nhân tới vô cùng khi góc chân tiếp cận góc 90 độ, do đó tốt hơn là góc dưới 72,5 độ. Do khó khăn trong việc đo góc chân giàn và khả năng các chân sẽ được định hướng ở các góc khác nhau, biện pháp tốt hơn là nếu góc riêng của các chân ở phần đỉnh được thiết lập bởi bộ tiếp hợp. Góc chân tốt nhất là tương ứng với góc đỉnh là trên 35 độ được ưu tiên.

Liên quan đến việc căn chỉnh với điểm làm việc, mọi khung hoặc giàn chữ A đều có một điểm lý tưởng để chống lại tải ngang giúp giữ cho nó ở trạng thái kéo căng và nén thuần túy thay vì kết hợp giữa các lực đó và lực uốn. Điểm lý tưởng đó là giao điểm của một đường thẳng tưởng tượng kéo dài qua tâm của các chân được gọi ở đây là điểm làm việc. Đối với một góc chân và/hoặc góc trên nhất định và độ sâu đóng xuống cần thiết, thì sẽ biết được điểm làm việc. Do đó, phần chân khung chữ A kéo dài xuống lòng đất phải được dẫn tới điểm làm việc sao cho mỗi chân hướng vào điểm làm việc. Nếu vậy, một đường kéo dài qua tâm của các chân sẽ kéo dài đến điểm giao nhau chung trên mặt đất hoặc khu vực ba chiều trong không gian trống nên chồng lên

trục quay của thiết bị theo dõi. Trong trường hợp thiết bị theo dõi kiểu từ dưới lên trong đó ống xoay quay quanh trục của chính nó, thì ống xoay phải đi qua điểm làm việc đối với từng khung chữ A hoặc móng giàn đỡ ống xoay. Trong trường hợp thiết bị theo dõi kiểu từ trên xuống, thì trục của chốt ổ trục quanh chỗ các ống xoay quay phải đi qua điểm làm việc.

Tiếp tục tham khảo các hình vẽ Fig.3B và Fig.3C, các hình vẽ này cho thấy một móng giàn 200 khung chữ A theo các phương án khác nhau của sáng chế. Móng giàn 200 bao gồm các chân 210 được hình thành từ các vít neo 211 được ghép nối với các chân trên 212 tương ứng. Các vít neo 211 được thể hiện ở đây bao gồm dạng ren bắt đầu từ đầu dưới mặt đất của chúng và kéo dài dọc theo trục của vít neo. Vít neo được xoay xuống đất theo góc nghiêng với nhau bằng một bộ đóng cọc quay.

Trong hệ thống ví dụ này, chân trên được gắn vào đầu trên cùng của mỗi vít neo. Theo các phương án khác, vít neo 211 và chân trên 212 có thể được hợp nhất thành một chi tiết có kết cấu duy nhất. Như được minh họa, các chân trên 212 mở rộng dọc theo cùng trục với các vít neo 211 tương ứng của chúng (nghĩa là được định hướng về cơ bản cùng một góc), nhô lên trên dọc theo trục đó vào không gian trống. Các vít neo 211 và chân trên 212 có thể được ghép với nhau bằng cách sử dụng một bộ ghép riêng biệt, bộ vít, đinh tán, bu lông, bằng cách lồng một cái vào bên trong cái kia, bằng các đặc trưng âm/dương tương hỗ được tạo thành ở cả hai hoặc bằng một số kết hợp của các kỹ thuật này. Sau khi các vít neo 211 và chân trên 212 được nối với nhau, một bộ tiếp hợp, vòng kẹp hoặc cấu trúc 215 khác được gắn vào các đầu tự do để hoàn thành móng giàn 200 khung chữ A và để cung cấp bộ để gắn các bộ phận đỡ ống xoay.

Nếu các cọc được đóng ở cùng một góc về cơ bản (ví dụ, $\pm 60^\circ$), chúng sẽ hướng vào một điểm giao nhau tưởng tượng trong không gian. Các đường tưởng tượng kéo dài qua tâm của các chân, trong trường hợp này là giữa mỗi chân, được thể hiện là các đường chấm trên Fig.3B, giao nhau tại điểm làm việc của khung chữ A. Vị trí của điểm làm việc so với mặt đất sẽ thay đổi theo góc của chân giàn θ /góc trên cùng α cũng như với khoảng cách giữa các chân tại điểm mà chúng được đóng vào đất. Góc chân càng dốc/góc trên cùng càng nhỏ hoặc càng xa các vít neo khi được đóng vào lòng đất, thì điểm làm việc sẽ càng lên cao.

Điều quan trọng cần đánh giá là trong thiết bị theo dõi đơn trục, các lực được truyền tới móng qua trục quay của hệ thống (tức là điểm mà các bộ phận quay xung quanh hoặc bên trong). Trong hầu hết các hệ thống theo dõi đơn trục, trong đó ống xoay được bắt trong ổ trục tròn, ống xoay tự xác định trục quay. Các lực ngang được truyền trực tiếp vào móng thông qua cụm chịu lực bao quanh ống. Tuy nhiên, như đã thảo luận trong bối cảnh trên Fig.2C và Fig.2D, trong thiết bị theo dõi đơn trục NEXTRACKER, ống xoay bị lệch khỏi trục quay. Ống xoay được gắn vào một kẹp ống được treo từ một điểm bản lề được tạo thành trong một giá đỡ kẹp ống xoay. Kết quả là, trục quay là trục bản lề, không phải của chính ống xoay. Bất kể kiểu thiết bị theo dõi đơn trục nào được đỡ, khi được đỡ bởi giàn khung chữ A, trục mà được quay phải đi qua điểm làm việc lý tưởng. Nếu không, một số chỗ cong sẽ được tạo ra khi đáp ứng với tải ngang, yêu cầu chân giàn phải được làm chắc chắn hơn. Sử dụng nhiều kim loại hơn để chế tạo chân chống là trái ngược với mục tiêu giảm thép và phủ nhận một số lợi ích của giàn so với trụ đơn. Bởi vì vấn đề này là duy nhất đối với móng khung chữ A, không phải là vấn đề mà các nhà sản xuất thiết bị theo dõi cần thiết kế, tuy nhiên, ngay cả những người đã đề xuất móng khung chữ A cho thiết bị theo dõi đơn trục cũng không nhận ra tầm quan trọng của điểm làm việc trong việc giảm thiểu và loại bỏ các mômen một cách lý tưởng.

Fig.4A là hình vẽ thể hiện ba lực khác nhau tác động lên giàn khung chữ A 200 và các hình vẽ từ Fig.4B đến Fig.4D là các hình vẽ thể hiện biểu đồ lực tác dụng của các tải ngang tương ứng này. Fig.4A cho thấy các tải ngang là F1, F2 và F3 tác động tại các điểm khác nhau vào giàn 200. Lực F1 được tác động chính xác tại điểm làm việc, trong khi lực F2 được tác động tại bên dưới và lực F3 được tác động tại bên trên. Như đã thảo luận ở đây, tải ngang được truyền vào chân giàn thông qua trục quay của thiết bị theo dõi. Khi trục được căn chỉnh với điểm làm việc, như được thể hiện trên Fig.4B, tải được chuyển hoàn toàn thành lực căng ở chân hướng gió và lực nén vào chân đòn bẩy. Điều này có thể gây ra một số sai lệch ở đỉnh hoặc điểm làm việc nhưng sẽ không có xu hướng làm cho giàn bị xô lệch. Thay vào đó, kiểu hồng học sẽ kéo chân hướng gió ra và tiếp tục chôn chân đòn bẩy chống lại lực ma sát mặt ngoài và bất kỳ diện tích bề mặt trục giao nào với vít neo chống lại những lực này.

Ngược lại, Fig.4C và Fig.4D là các hình vẽ thể hiện các kiểu hồng học khi trục quay bị lệch khỏi điểm làm việc. Trên Fig.4C, trục được đặt bên dưới điểm làm việc.

Điều này làm cho chân hướng gió dễ bị biến dạng hướng vào trong khi đối phó. Để khắc phục, chân hướng gió phải được gia cố (ví dụ, đường kính phải lớn hơn, nhiều thép hơn, v.v.). Tương tự, trên Fig.4D, trục quay nằm trên điểm làm việc. Trong trường hợp này, tải ngang truyền một mômen có xu hướng làm cong chân hướng gió. Để hạn chế việc này, chân hướng gió phải được gia cố. Để ghi nhận điều này, và để giảm thiểu việc sử dụng vật liệu, các phương án khác nhau của sáng chế cung cấp khung giàn hoặc móng khung chữ A cho các thiết bị theo dõi đơn trục đỡ ống xoay sao cho trục quay của nó được thẳng hàng với hoặc có thể được điều chỉnh để thẳng hàng với điểm làm việc của khung chữ A.

Phần còn lại của sáng chế đề cập đến các phương án ví dụ khác nhau của bộ tiếp hợp, các chi tiết đỡ ống xoay và cụm ổ trục được sử dụng để thực hiện việc căn chỉnh trục quay của thiết bị theo dõi đơn trục với điểm làm việc của móng giàn. Bắt đầu với Fig.5A và Fig.5B, đây là hình chiếu phối cảnh và hình chiếu trước tương ứng của bộ tiếp hợp đa năng 300 theo các phương án được lấy làm ví dụ khác nhau của sáng chế. Chi tiết 300 thường được gọi là bộ tiếp hợp vì nó tham gia vào các chân của hệ thống móng khung chữ A hoặc giàn đồng thời cung cấp bề mặt chung cơ học cho thiết bị theo dõi mà phù hợp với bản dầm của cọc H và hình học phía trên gân của hầu hết các thiết bị theo dõi đơn trục được thiết kế để gắn vào. Do đó, bộ tiếp hợp 300 trên Fig.5A và Fig.5B có thể sử dụng được với bất kỳ hệ thống theo dõi nào đã có được thể hiện trên Fig.2A đến Fig.2D và thậm chí cả các hệ thống theo dõi đơn trục khác không được nêu trong sáng chế. Phần thân chính của bộ tiếp hợp 300 được thể hiện dưới dạng phần cọc hình chữ H (ví dụ, W6x9) với các bản dầm đối diện 310 được kết nối với nhau bằng gân 320. Các lỗ lắp 312, 322 và 323 được thiết kế tương ứng với bản dầm 310 và gân 320. Các phần ghép nối 330 nhô xuống và ra khỏi mỗi bản dầm 310 ở hai bên. Theo các phương án khác, các phần ghép nối 330 nhô xuống đối xứng theo các góc β với nhau (ví dụ, +20 độ và -20 độ) theo phương thẳng đứng, trong hình vẽ này là bề mặt bên ngoài của mỗi bản dầm 310. Hay nói cách khác, góc giữa các phần ghép nối 330 là 2β . Theo các phương án khác, góc β của các phần ghép nối 330 có thể nằm trong phạm vi từ hơn $\pm 17,5$ đến ± 35 độ so với phương thẳng đứng để phù hợp với góc giàn của các chân khung chữ A. Ngoài ra, góc giữa các phần ghép nối có thể lớn hơn 35 độ đến 70 độ. Ví dụ, nếu các chân được định hướng ở góc ± 60 độ so với chiều ngang hoặc mức ngang, các phần ghép nối 330 sẽ mở rộng xuống một góc β

± 30 độ so với bản dầm thẳng đứng 310, có nghĩa là góc giữa các phần ghép nối 330 là 60 độ. Theo các phương án khác nhau, đối với góc phần ghép nối β cho trước, các chân của khung chữ A có thể được tạo so với phương nằm ngang một góc tương đương với ± 90 độ trừ đi β để bộ tiếp nhận và cọc kéo dài về cơ bản dọc theo cùng một trục.

Như được minh họa, bộ tiếp hợp mẫu 300 trên Fig.5A và Fig.5B có ba tập hợp các lỗ gá lắp riêng biệt để gắn các chi tiết đỡ ống xoay. Tập hợp thứ nhất được thiết kế dưới dạng các khe dọc 323 chia đôi phần gân, tập hợp thứ hai được thiết kế dưới dạng các lỗ phân bố 312 trên mỗi bản dầm và tập hợp thứ ba cũng được thiết kế trên phần gân, là các lỗ 322, lỗ phân tầng 323. Cần đánh giá cao rằng cấu hình này chỉ là ví dụ và theo các phương án khác nhau, mỗi tập hợp lỗ gá lắp có thể bao gồm các rãnh dọc, rãnh ngang hoặc lỗ và ít hơn, nhiều hơn hoặc kết hợp các tính năng này có thể được sử dụng. Khái niệm thống nhất của các biến thể tiềm năng này là bộ tiếp hợp 300 hoàn thiện khung chữ A trong khi cung cấp nhiều bộ gá đi kèm để phù hợp với các hệ thống theo dõi khác nhau sao cho các chân giàn hướng vào điểm làm việc và trục quay cũng đi qua điểm làm việc này.

Fig.5B là hình vẽ nhìn từ phía trước của bộ tiếp hợp 300. Các đường chấm được vẽ song song với bề mặt bên ngoài của mỗi chân trên 212 cho thấy vị trí của điểm làm việc đối với các chân trên 212. Các lỗ gá lắp 312, 322, 323 cho phép chiều cao của cụm ổ trục hoặc bộ phận đỡ ống xoay khác được điều chỉnh cho đến khi trục quay thẳng hàng với điểm làm việc. Như đã thảo luận ở đây, điều này rất quan trọng để giữ cho giàn ở trạng thái căng và nén trong khi giảm thiểu và loại bỏ lý tưởng bất kỳ mômen uốn nào.

Cần đánh giá cao rằng khi lắp đặt bộ tiếp hợp như bộ tiếp hợp 300 trên Fig.5A/Fig.5B, việc cân bằng sử dụng tia laze và đồ gá có thể được sử dụng để đảm bảo rằng chiều cao của bộ tiếp hợp so với mặt đất sẽ hướng trục quay của cụm ổ trục định lắp với điểm làm việc. Đồ gá có thể bao gồm mục tiêu laze và mở rộng phía trên bộ tiếp hợp một khoảng phù hợp với hình dạng của trục quay của cụm ổ trục định lắp để khi nhóm lắp đặt thiết bị theo dõi bắt đầu lắp đặt sau khi xong móng, cụm ổ trục hoặc các chi tiết đỡ ống xoay sẽ được nâng lên độ cao thích hợp. Tốt nhất là chỉ cần điều chỉnh chiều ngang vì trục quay đã được căn vào giữa chiều cao điểm làm việc. Khi tia laze cho thấy rằng đồ gá đang ở đúng mục tiêu, thì nối giữa các chân trên và bộ

tiếp hợp có thể được khóa lại tại vị trí bằng kẹp, bắt vít, bu lông, ống bọc hoặc cơ cấu cố định phù hợp khác hoặc các bộ phận có chức năng tương đương.

Bộ tiếp hợp 300 được thể hiện trên Fig.5A/Fig.5B như được thiết kế giống như cọc hình chữ H được hàn lên các chi tiết như các phần khớp nối 330, và do đó đòi hỏi công nghệ uốn lăn nóng. Công nghệ uốn lăn nóng đòi hỏi rất nhiều năng lượng để làm cho kim loại đủ nóng để có thể làm từ thanh thép thành dầm dưới áp lực của các con lăn. Cần đánh giá cao rằng các thiết kế khác có thể được sử dụng để hoàn thành cùng một dạng hình học. Ví dụ, trong một số trường hợp, có thể mong muốn đạt được các lợi ích của bộ tiếp hợp 300 trên Fig.5A/Fig.5B bằng bộ tiếp hợp được thực hiện thông qua quy trình sản xuất ít tiêu tốn năng lượng hơn. Vì vậy, Fig.6A cho thấy một bộ tiếp hợp được sản xuất từ quá trình dập hoặc kết hợp giữa dập và hàn chứ không phải tạo hình uốn lăn nóng.

Bộ tiếp hợp 400 trên Fig.6A được thể hiện dưới dạng thân hình thang phẳng 410 với các phần bên tạo góc 415 được tạo cấu hình là các phần nửa ống đối xứng được đặt nghiêng theo góc tương hỗ (ví dụ, ± 30 độ) so với phương thẳng đứng. Theo một số phương án, các phần bên tạo góc 415 có thể được dập trên cùng một miếng kim loại dạng tấm như phần thân hình thang 410. Theo các phương án khác, phần bên tạo góc 415 có thể được hàn với các cạnh trái/phải tương ứng của phần thân hình thang 410. Theo các phương án khác, các phần bên tạo góc 415 có thể được định hướng theo các góc trong phạm vi lớn hơn từ $\pm 17,5$ độ đến 35 độ so với phương thẳng đứng để phù hợp với góc đã chọn của các chân giàn. Hay nói cách khác, các phần bên tạo góc 415 có thể tách các chân giàn sao cho chúng được tạo với nhau một góc từ hơn 35 độ đến 70 độ.

Như được minh họa trên hình vẽ, thân hình thang 410 được tạo cấu hình như một thân dầm với các lỗ gắn để gắn ổ trục ống xoay hoặc, như trong trường hợp này, tấm lắp ráp có thể điều chỉnh được 420. Tấm lắp ráp 420 tái tạo hình dạng sườn bên của cọc hình chữ H đồng thời mở rộng thân chính 410 theo hướng thẳng đứng, cho phép điều chỉnh chiều cao của bất kỳ cụm ổ trục nào gắn vào nó theo chiều dọc để căn chỉnh trục quay của cụm đó với điểm làm việc của khung chữ A. Theo các phương án khác, cụm ổ trục hoặc chi tiết đỡ ống xoay có thể được gắn trực tiếp vào chi tiết hình thang 410 mà không cần tấm lắp ráp có thể điều chỉnh 420. Theo các phương án khác, đầu tự do của mỗi chân giàn sẽ nằm gọn trong một nửa đoạn ống 415. Nắp hình ống

416 có thể bắt vít xuyên qua các chân bằng bu lông 417, để hoàn thiện khung giàn. Nắp hình ống 416 trên Fig.6A được thể hiện là có các lỗ xuyên qua để luồn các chi tiết cố định qua mỗi chân trên 212, tuy nhiên, cần đánh giá cao rằng theo các phương án khác, các nắp hình ống có thể bao gồm các mép phẳng mở rộng ra phía ngoài từ các phần cong liên kết với mép phù hợp thuộc các phần bên cong 415 và/hoặc trong thân hình thang 410 để tiếp nhận các chi tiết cố định cơ khí giữ chúng lại với nhau. Điều này có thể loại bỏ sự cần thiết phải tạo lỗ ở các đầu mặt đất phía trên của các cọc kéo dài.

Fig.6B là một cụm ổ trục gắn sườn chung 450 chẳng hạn như được thể hiện trên Fig.2A. Cụm ổ trục bao gồm bản dầm lắp 455, một miếng đỡ phẳng có nhiều lỗ gá, để ổ trục 460 cung cấp một nửa dưới của ổ trục và nắp ổ trục 465. Ống xoay 480 được thể hiện ở đây có mặt cắt dạng hình hộp và bao gồm miếng lót ổ trục tròn 470 mà phối ghép với bề mặt bên trong của nắp ổ trục 465 và đế ổ trục 460. Theo các phương án khác, cụm ổ trục chung 450 được thể hiện trên Fig.6B có thể được gắn trực tiếp vào phần hình thang 410 của bộ tiếp hợp 400 thay vì tấm lắp ráp 420. Các lỗ được thiết kế trên bản dầm lắp 455 có thể cho phép điều chỉnh chiều cao và hướng Đông - Tây (trái-phải) của cụm ổ trục 450 đối với bộ tiếp hợp 400 để căn chỉnh trục quay với điểm làm việc.

Tiếp tục với Fig.7A/Fig.7B, các hình vẽ này thể hiện các hình chiếu phối cảnh và hình chiếu một đầu của thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ trên xuống và bộ tiếp hợp ổ trục 500 cho thiết bị theo dõi để căn chỉnh trục quay của thiết bị theo dõi với giàn hoặc điểm làm việc của khung chữ A. Bộ tiếp hợp ổ trục 500 được thể hiện ở đây được thiết kế ghép nối móng giàn khung chữ A với hệ thống theo dõi cân bằng cơ học như hệ thống có sẵn của NEXTRACKER hoặc các nhà sản xuất khác. Thuật ngữ "bộ tiếp hợp ổ trục", như được sử dụng ở đây, đề cập đến các cấu trúc kết hợp các chức năng của bộ tiếp hợp nối các đầu của các chân để hoàn thành khung chữ A sao cho các chân được căn chỉnh theo trục quay và ổ trục, tiếp nhận quay chi tiết quay được. Bộ tiếp hợp ổ trục 500 trên Fig.7A/Fig.7B nối các đầu tự do của mỗi chân giàn, cung cấp giá đỡ để treo ống xoay và căn chỉnh các chân giàn với trục quay của ống xoay bằng cách tách chúng ra sao cho chúng thẳng về điểm làm việc. Theo các phương án khác, các chân được tách ra và góc lớn hơn từ 35 độ đến 70 độ để giảm độ lớn của lực dọc trục được tạo ra bởi tải ngang lên thiết bị theo dõi. Như đã thảo luận trong trường hợp trên

Fig.2C và Fig.2D, trong hệ thống cân bằng cơ học kiểu từ trên xuống, các phần kẹp ống xoay sẽ giữ cho ống xoay quay quanh một chốt chịu lực đi qua một giá đỡ kẹp. Điều này làm cho ống xoay quét qua một vòng cung khi nó di chuyển từ hướng quay về phía Đông sang hướng quay về phía Tây thay vì chỉ quay quanh trục của chính nó. Bộ tiếp hợp ổ trục 500 cung cấp chức năng của giá đỡ kẹp ống xoay thông thường (ví dụ, các chi tiết 124/126 trên Fig.2C/Fig.2D) nhưng ở dạng hệ số được tối ưu hóa cho móng giàn.

Bắt đầu từ dưới mặt đất, móng 200 bao gồm các chân 210, mỗi chân 210 được tạo thành từ vít neo 211 và chân trên 212. Các vít neo 211 được xoay vào đất bên dưới nghiêng về phía nhau, trong ví dụ này là ± 68 độ so với phương nằm ngang. Theo các phương án khác, mỗi vít neo 211 có dạng ren ngoài bắt đầu từ đầu dưới mặt đất để hỗ trợ dẫn động và chống lại các lực dọc trục. Dạng ren có thể rộng đều hoặc có thể có dạng nhỏ dần về đầu vít. Chân trên 212 được ghép trục với đầu trên mặt đất của mỗi vít neo 211 để tạo thành một phần khung chữ A bằng cách sử dụng một trong các phương pháp ghép nối khác nhau được thảo luận ở đây. Các đầu hở của bộ tiếp hợp ổ trục hình ống 500 được ghép với các đầu tự do tương ứng của mỗi chân trên 212 để hoàn thiện khung chữ A. Theo các phương án khác nhau, có thể sử dụng vành kẹp hoặc thiết bị thích hợp khác để nối đầu thứ hai của bộ tiếp hợp 500 với chân thứ hai sau khi đầu thứ nhất đã được nối tiếp với chân trên thứ nhất.

Bộ tiếp hợp 500 là một cấu trúc hình ống với phần cầu nối 510 cùng ổ trục hình trụ 520 đi qua phần giữa sát với cầu nối. Các cánh tay đối xứng 508 nối phần cầu nối 510 với các phần ghép nối 505. Bản lề và cụm kẹp 131A/131B giữ cho ống xoay 130 được đỡ bởi ổ trục 520 thông qua chốt ổ trục 521. Cụm kẹp 131A/131B giữ cho ống xoay 130 ở tại chỗ để nó có thể quay quanh chốt ổ trục 521. Ngoài ra, trong hệ thống này, một cặp bu lông chữ U ôm chặt ống xoay để ghim giá đỡ môđun vào ống xoay 130. Sau đó, môđun quang điện, còn được gọi là tấm pin mặt trời, được gắn dọc theo ống xoay 130 tới mỗi khung đỡ môđun, với mỗi khung đỡ nối các cạnh của hai môđun liền kề. Theo các phương án khác, bộ tiếp hợp ổ trục 500 được thiết kế để hoạt động với các chân giàn đã được đóng xuống ở các góc cụ thể sao cho chốt ổ trục 521 ở đầu bộ tiếp hợp 500 được định vị chính xác tại điểm làm việc của khung chữ A, mặc dù theo các phương án khác nhau, việc nối giữa bộ tiếp hợp ổ trục 500 và chân trên 212 có thể cho phép điều chỉnh độ cao tương đối và góc. Điều này được thực hiện bằng

cách căn chỉnh các phần ghép nối 505 sao cho thành một đường thẳng qua tâm tương ứng của chúng hướng vào ổ trục hình trụ 520. Khi các chân trên 212 được gắn vào các phần ghép nối 505, các chân sẽ xác định trục tương ứng về cơ bản hướng vào trục quay, trong trường hợp này là chốt ổ trục 521.

Việc treo ống xoay cần có khoảng hở theo hướng Đông - Tây giữa ổ trục và móng. Bộ tiếp hợp ổ trục hình ống 500 trên Fig.7A/Fig.7B thực hiện việc này với các cánh tay đối xứng 508. Ổ trục 520 tại gần điểm giữa của đoạn cầu nối 510 tiếp nhận chốt ổ trục 521 mà từ đó ống xoay 130 treo lên. Giống như với giá đỡ kẹp ống xoay đi kèm với hệ thống NX (ví dụ, như trên Fig.2B và Fig.2C), chốt ổ trục 521 đi qua ổ trục 520 của bộ tiếp hợp ổ trục 500 và hai nửa của kẹp bản lề 131A/131B được gắn vào các đầu đối diện của chốt 521 sao cho các nửa kẹp 131A/131B đứng ở hai bên của bộ tiếp hợp ổ trục 500. Hai nửa 131A/131B của kẹp 131 được bắt vít vào ống xoay 130 để hoàn thành việc ghép nối.

Theo các phương án khác, việc lắp đặt bộ tiếp hợp được thể hiện trên các hình Fig.7A/Fig.7B có thể được thực hiện bằng cách gắn bộ tiếp hợp ổ trục 500 và cụm kẹp và bản lề lên ống xoay 130, sau đó nâng ống 130 đã được lắp ráp lên trên hàng cọc khung chữ A bằng cần trục, xe nâng, máy xúc lật hoặc bằng thiết bị khác sao cho đầu tự do của mỗi chân trên liên kết 212 thuộc mỗi móng 200 có thể được lắp vào các lỗ tương ứng của mỗi bộ tiếp hợp ổ trục 500. Ngoài ra, các phần ống xoay đơn lẻ có thể được đặt trên mặt đất giữa mỗi móng khung chữ A 200 liên kết trước khi bộ tiếp hợp ổ trục và cụm kẹp và cụm bản lề được gắn vào. Sau đó, các phần của ống xoay có thể được nâng vào vị trí và các kẹp được bắt vít vào các lỗ khoan có sẵn được tạo ra theo lịch trình thường xuyên dọc theo các phần ống xoay để chúng có thể được gắn vào bộ tiếp hợp ổ trục hình ống 500 tương ứng.

Tiếp tục với các hình vẽ Fig.8A và Fig.8B, các hình vẽ này cho thấy một bộ tiếp hợp đa năng 600 khác theo các phương án khác của sáng chế. Với bộ tiếp hợp đa năng 300 được thể hiện trên Fig.5A/Fig.5B, bộ tiếp hợp 600 trên Fig.8A/Fig.8B được tạo cấu hình theo hướng để tái tạo một đoạn cọc hình chữ H. Được hình thành từ các bản dầm 610 được ghép nối với nhau bằng gân 6 in xơ trục giao 620. Không giống như bộ tiếp hợp ổ trục 500 được thể hiện trên Fig.7A/Fig.7B, bộ tiếp hợp 600 trên Fig.8A/Fig.8B không bao gồm bất kỳ bộ phận cụm ổ trục nào. Thay vào đó, các bộ phận đó là những thành phần có sẵn, chẳng hạn như những bộ phận được thể hiện trên

Fig.2A, Fig.2C và Fig.2D. Như được thể hiện trên hình vẽ, phần gân trục giao 620 được sắp xếp theo chiều dọc, tuy nhiên, cần lưu ý rằng nó cũng có thể có một hoặc nhiều phần nằm ngang kéo dài giữa đỉnh của mỗi bản dầm 610. Các phần ghép nối 630 nhô xuống dưới bề mặt của mỗi bản dầm 610 để ăn khớp với các chân trên liên kết 212 tương ứng. Theo các phương án khác, các phần ghép nối 630 được định hướng theo góc β so với bản dầm thẳng đứng trong phạm vi lớn hơn $\pm 17,5$ độ đến ± 35 độ để khớp với góc của chân trên 212 tương ứng, theo các phương án khác sẽ là $90-\beta$. Cũng vậy, các phần ghép nối sẽ tách các chân ra một góc α , tốt nhất là trong phạm vi từ hơn 35 độ đến 70 độ.

Các phần ghép nối 630 có thể bao gồm một hoặc nhiều lỗ để tiếp nhận vít định vị, bu lông hoặc các chốt cơ khí khác để cố định chúng vào các chân trên 212. Các phần bệ tùy chọn 615 có thể nằm trên đầu các bản dầm đối diện 610 để cung cấp bề mặt lắp ghép có chiều rộng được mở rộng ra, chẳng hạn như là để tạo thêm các giá góc vuông 127 được thể hiện trên Fig.2D. Các tam giác có thể được hàn giữa các phần này và các bản dầm tương ứng 610 để tạo thêm độ cứng và ngăn chúng không bị lệch khi chịu tải. Theo các phương án khác, các phần bệ 615 sẽ cho phép bộ tiếp hợp 600 được sử dụng với các hệ thống theo dõi được thiết kế để đặt lên trên bề mặt đỡ phẳng, hoặc cách khác, để đỡ động cơ dẫn động của bộ theo dõi mà thường được gắn trên bề mặt lắp phẳng.

Fig.8B cho thấy bộ tiếp hợp 600 trên Fig.8A được sử dụng để đỡ giá đỡ kẹp ống xoay 126 cho thiết bị theo dõi kiểu từ trên xuống như được thể hiện trên Fig.2D. Như được minh họa trên hình vẽ, giá đỡ kẹp ống xoay 126 nằm trên các phần bệ 615 của bộ tiếp hợp đa năng 600. Trên hình vẽ, các đường nét đứt được vẽ qua tâm của mỗi chân trên 212 và các phần ghép nối 630 cho đến khi chúng giao nhau để cho thấy rằng kích thước của bộ tiếp hợp đa năng hướng ổ trục của giá đỡ kẹp ống xoay với điểm làm việc của khung chữ A hoặc của giàn. Cần phải đánh giá cao rằng mặc dù Fig.8B cho thấy bộ tiếp hợp đa năng 600 trên Fig.8A được sử dụng với thiết bị theo dõi đơn trục trên Fig.2D, bộ tiếp hợp 600 có thể được sử dụng với nhiều thiết bị theo dõi đơn trục khác, bao gồm, nhưng không giới hạn ở những thiết bị theo dõi trên Fig.2A, Fig.2B và Fig.2C.

Tiếp theo với Fig.9A, hình vẽ này thể hiện một bộ tiếp hợp năng 700 khác dành cho thiết bị theo dõi đơn trục theo các phương án khác của sáng chế. Bộ tiếp hợp 700

có phần thân chính bao gồm các bản dầm 710 đối diện nhau được tách với nhau bởi phần gân 720. Bộ tiếp hợp 700 giống như trên Fig.8A/ Fig.8B nhưng các phần ghép nối 730 được đặt cách xa nhau hơn và có một phần uốn cong. Ngoài ra, các bộ gắn kết 615 thể hiện trên bộ tiếp hợp 600 đã bị loại bỏ. Cần đánh giá cao rằng trong các phương án khác nhau, bộ tiếp hợp 700 có thể bao gồm các chi tiết gắn kết như các chi tiết được thể hiện cùng với bộ tiếp hợp 600. Tùy thuộc vào kích thước các chi tiết của thiết bị theo dõi, khi đỡ một số thiết bị theo dõi, có thể không có đủ chỗ phía trên bộ tiếp hợp để cho phép trục quay được căn thẳng với điểm làm việc vì cụm ổ trục, trong trường hợp này, giá đỡ kẹp ống xoay 126 hình chữ U, sẽ mở rộng quá xa phía trên bộ tiếp hợp để cho phép trục quay được căn thẳng với điểm làm việc. Bằng cách trải rộng các chân giàn và các phần ghép nối 730 đối tiếp với các chân trên 212, trong khi vẫn bảo toàn góc đỉnh α mong muốn, điểm làm việc được nâng lên một cách hiệu quả so với bộ tiếp hợp, mang lại sự linh hoạt hơn cho việc căn chỉnh theo hướng thẳng đứng.

Ngoài ra, như đã lưu ý ở đây, gần như tất cả các nhà sản xuất thiết bị theo dõi đơn trục hiện tại đều bán các hệ thống được thiết kế với giả định rằng chúng sẽ được gắn vào các trụ đơn thẳng đứng. Do đó, để tối đa hóa sự chấp nhận của thị trường, có thể tốt hơn là loại bỏ sự dư thừa giữa thiết bị theo dõi và móng. Ví dụ, quay trở lại bộ tiếp hợp 600 trên Fig.8A/ Fig.8B, khi được sử dụng với hệ thống NEXTRACKER hiện tại như được thể hiện trên Fig.2D, các phần của móng 615 loại bỏ sự cần thiết của giá đỡ góc 127. Do đó, nếu bộ tiếp hợp 600 được sử dụng để đỡ thiết bị theo dõi, thì nhà sản xuất thiết bị theo dõi sẽ bán ít bộ phận hơn hoặc khách hàng trả tiền cho một bộ phận mà họ không sử dụng đến, cả hai đều không phải là lý tưởng. Do đó, trong một số trường hợp, có thể mong muốn cung cấp một bộ tiếp hợp giàn hoàn toàn tương thích với các thiết bị theo dõi đơn trục OEM mà không cần dự phòng bất kỳ chi tiết nào. Cuối cùng, bộ tiếp hợp 700 trên FIG.9A được tối ưu hóa để đỡ thiết bị theo dõi dòng NX của NEXTRACKER mà không cần bất kỳ chi tiết dự phòng nào bằng cách cung cấp các chi tiết đính kèm mà hệ thống NX được thiết kế để gắn vào mỗi bản dầm.

Tham khảo Fig.9B, giá đỡ góc 127 bắt bu lông vào bề mặt bên ngoài của mỗi bản dầm thông qua các lỗ đục sẵn. Các giá đỡ này chuyển mặt phẳng thẳng đứng của bản dầm 710 thành bề mặt ngang cho chân của giá đỡ kẹp ống xoay 126. Cụm bản lề, kẹp ống xoay và ống được gắn phía trên bộ tiếp hợp 700 theo cách phù hợp với những gì được thảo luận ở đây trong bối cảnh của Fig.2D. Cần phải đánh giá cao rằng việc áp

dụng bộ tiếp hợp đa năng 700 trong hệ thống trên Fig.9B chỉ là ví dụ. Bộ tiếp hợp 700 này có thể được sử dụng để đỡ nhiều hệ thống theo dõi khác bao gồm nhưng không giới hạn ở các hệ thống đã có trước đây được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B.

Tiếp theo từ Fig.10A tới Fig.10D, các hình vẽ này cho thấy hai biến thể của bộ tiếp hợp đa năng (800/900) để căn chỉnh trục quay của thiết bị theo dõi đơn trục với điểm làm việc giàn theo các phương án khác của sáng chế. Bắt đầu với Fig.10A và Fig.10C, bộ tiếp hợp 800 được thể hiện đỡ thiết bị theo dõi kiểu từ dưới lên, mặc dù cần đánh giá cao rằng bằng cách thêm giá đỡ góc vào hai bên, bộ tiếp hợp 800 cũng có thể đỡ thiết bị theo dõi kiểu từ trên xuống. Bộ tiếp hợp 800 có phần thân chính 810 và các phần ghép nối 820 kéo dài xuống và đi ra khỏi phần thân chính 810 đến cặp chân giàn 210. Theo nhiều phương án, các phần ghép nối 820 kéo dài xuống các chân tách biệt 210 một góc α trong phạm vi lớn hơn 35 độ đến 70 độ để hạn chế độ lớn của lực dọc trục do tải ngang tạo ra. Theo các phương án khác nhau, điều này sẽ định hướng các phần ghép nối 820 về cơ bản khớp với góc của chân 210. Ví dụ, nếu mỗi chân được điều khiển theo góc θ so với phương ngang ± 60 độ, thì phần ghép nối 820 sẽ tạo ra góc đỉnh α là $180-2\theta$, trong trường hợp này cũng là 60 độ.

Theo các phương án khác, phần thân chính 810 rộng khoảng 6 in xơ để phù hợp với kích thước của cọc chữ hình chữ H W6x9 hoặc W6x12 thông thường. Ngoài ra, theo các phương án khác, khớp nối giữa các phần ghép nối 820 và chân trên 212 sẽ cho phép điều chỉnh giữa các cấu trúc này cho phép điều chỉnh chiều cao của bộ tiếp hợp so với chân trên 212 trước khi kết nối vĩnh viễn nó với chân trên 212 để trục của ống xoay quay, trong trường hợp này là tâm của chính ống đó, được căn chỉnh với điểm làm việc của khung chữ A. Các đường chấm kéo dài qua trọng tâm của mỗi chân 210 gặp nhau tại ổ trục, cho thấy rằng trục quay của thiết bị theo dõi trên thực tế được căn chỉnh với điểm làm việc của giàn.

Fig.10B và Fig.10D thể hiện bộ tiếp hợp 900 tương tự có thể đặc biệt hữu ích với các thiết bị theo dõi kiểu từ trên xuống, chẳng hạn như các thiết bị theo dõi trên Fig.2C và Fig.2D. Với bộ tiếp hợp này, khoảng cách giữa các chân giàn được thiết lập bằng cách kết nối các phần 920 được tăng lên so với bộ tiếp hợp 800 sao cho các chân và phần ghép nối 920 vào điểm làm việc cao hơn. Điều này sẽ cho phép có thêm chiều cao giữa bộ tiếp hợp 900 và trục quay như được yêu cầu trong thiết kế từ trên xuống. Bộ tiếp hợp 900 theo phương án này có phần thân chính 910 với các phần ghép nối

920 nhô xuống và ra ngoài mỗi bên. Theo các phương án khác, các phần ghép nối 920 tách các chân giàn theo góc α từ hơn 35 độ đến 70 độ và sẽ định hướng các phần ghép nối 920 để khớp với góc của mỗi chân trên tương ứng 212. Giá đỡ góc 925 được gắn vào các mặt đối diện của thân chính 910 ở bên trong để tạo ra các bộ lắp tương ứng cho giá đỡ kẹp ống xoay 126. Các đường chấm trên Fig.10D kéo dài từ tâm của các chân 210 xuyên qua các phần ghép nối 920 tương ứng tới ổ trục, cho thấy rằng trục thực tế là thẳng hàng với điểm làm việc của móng.

Tiếp tục với các hình vẽ từ Fig.11A tới Fig.11D, các hình vẽ này thể hiện bộ tiếp hợp đa năng 1000 để định hướng chân giàn được căn chỉnh với trục quay của thiết bị theo dõi theo các phương án khác nhau của sáng chế. Bộ tiếp hợp 1000 được thể hiện ở đây bao gồm một mảnh kim loại được dập được tạo cấu hình với các cánh bên trái và bên phải 1001 được định vị đối xứng xung quanh các bản dầm 1010. Các bản dầm 1010 được kết nối với nhau bằng cầu nối 1020. Mỗi cánh 1001 bao gồm phần bẻ góc 1002 và phần phẳng 1003. Phần phẳng 1003 thường trùng với hướng của cầu nối 1020 và kết nối các phần bẻ góc 1002 với bản dầm 1010. Theo các phương án khác, các phần bẻ góc 1002 sẽ tách các chân giàn một góc α trong phạm vi lớn hơn 35 độ đến 70 độ. Các phần bẻ góc 1002 dùng làm bộ cho các phần ghép nối 1005 mà tiếp nhận, được lắp vào hoặc được nối trực với các đầu của chân trên 212 tương ứng để hoàn thiện giàn. Theo các phương án khác, các phần ghép nối 1005 được hàn vào mặt dưới cùng của các phần bẻ góc 1002 để nhô ra khỏi bề mặt tương ứng của chúng theo hướng đi xuống (hướng xuống đất) ở một góc phù hợp với góc của các chân trên 1003 và ở khoảng cách sao cho phù hợp với chúng. Theo các phương án khác, điều này sẽ cho phép khung chữ A đưa ra bản dầm giống cọc hình chữ H cho thiết bị theo dõi để quá trình lắp đặt sau khi hoàn thành móng sẽ giống với quy trình được thực hiện đối với móng cọc chữ H thông thường. Theo các phương án khác, đồ gá hoặc thiết bị khác sẽ được sử dụng khi gắn bộ tiếp hợp 1000 vào chân trên 212 để chiều cao của trục quay sẽ được thiết lập trước tới đúng độ cao so với bộ tiếp hợp 1000 cho cụm ổ trục dự kiến lắp đặt. Việc này sẽ yêu cầu người lắp đặt phải biết loại hệ thống theo dõi nào mà móng sẽ được kết hợp với nó.

Như được trình bày trong ví dụ này, phần giao nhau của bản dầm phẳng 1003 và bản dầm đứng 1010 được gia cố. Cần phải đánh giá cao rằng đây chỉ là ví dụ điển hình. Các bản mã (tấm đệm) hoặc các thành phần gia cố khác có thể được bổ sung vào

các điểm khác nhau trên bộ tiếp hợp 1000 để tăng độ cứng khi cần thiết. Các bản dầm 1010 được thể hiện với các khe gắn dọc. Điều này cũng chỉ là ví dụ điển hình. Theo các phương án khác, bản dầm 1010 có thể có một hoặc nhiều lỗ hoặc rãnh được bố trí theo một thiết kế khác. Các khe có thể được ưu tiên hơn các lỗ vì chúng cho phép điều chỉnh được theo chiều dọc, chiều ngang và thậm chí theo đường chéo tùy thuộc vào hướng của chúng. Theo các phương án khác, phần cầu nối 1020 tách các bản dầm 1010 khoảng 6 in xơ để phù hợp với khoảng cách giữa các bản dầm trên cọc hình chữ H tiêu chuẩn W6x9 (bản dầm rộng). Điều này sẽ cho cụm vỏ ổ trục hoặc cấu trúc đỡ vỏ ổ trục từ bất kỳ thiết bị theo dõi đơn trục thông thường nào được bắt bu lông trực tiếp vào bộ tiếp hợp 1000.

Fig.11C và Fig.11D cho thấy bộ tiếp hợp 1000 trên Fig.11A và Fig.11B đỡ cụm ổ trục và ống xoay của thiết bị theo dõi đơn trục. Vì thiết bị theo dõi được thể hiện ở đây là thiết kế kiểu từ trên xuống, giá đỡ kẹp 126 yêu cầu khoảng cách theo hướng Đông - Tây rộng hơn chiều rộng 6 in xơ tiêu chuẩn của cọc hình chữ H W6x9. Do đó, kiểu NEXTRACKER gắn các giá đỡ góc vuông vào mặt ngoài của mỗi bản dầm cọc hình chữ H để mở rộng cọc một cách hiệu quả. Bộ tiếp hợp 1000 cung cấp hình dạng phía trên giống như cọc hình chữ H thông thường cho phép các giá đỡ góc vuông như vậy được gắn trực tiếp vào các khe/rãnh được hình thành trên mỗi bản dầm. Kết quả là các bộ phận của thiết bị theo dõi giống nhau có thể được sử dụng mà không cần quan tâm đến móng là cọc hình chữ H hay móng khung chữ A. Theo các phương án khác, bộ tiếp hợp 1000 được tối ưu hóa về kích thước để khi giá đỡ kẹp 126 được đặt vào, các phần ghép nối 1005, và bằng cách mở rộng chân trên 212, sẽ hướng vào ổ trục để trục hoặc phần quay được căn chỉnh thẳng với điểm làm việc. Các khe gắn trên bản dầm 1010 có thể được sử dụng để điều chỉnh chiều cao của ổ trục trong giá đỡ kẹp ống xoay 126 so với bộ tiếp hợp 1000.

Tiếp tục tham khảo các hình vẽ từ Fig.12A đến Fig.12E, các hình vẽ này cho thấy bộ tiếp hợp ổ trục hình dạng cacđioit 1100 (hình trái tim) được thiết kế đặc biệt để đỡ thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ trên xuống. Bộ tiếp hợp ổ trục 1100 hoạt động tương tự như bộ tiếp hợp ổ trục hình ống 500 được thể hiện trên Fig.7A/Fig.7B, phục vụ ít nhất ba chức năng. Đầu tiên, là đồng nhất các chân liền kề của khung chữ A để tạo thành một cấu trúc giàn cứng. Thứ hai, là thay thế khung đỡ ống xoay và giá đỡ góc vuông của các hệ thống theo dõi kiểu từ trên xuống thông thường, cung cấp một ổ

trục để treo ống xoay và khoảng trống để xoay được vòng cung Đông - Tây trong khi giảm được thép và các bộ phận cần thiết. Cuối cùng, là định hướng các chân của móng sao cho chúng thẳng hàng với ổ đỡ, là thứ chỉ cần thiết trong bối cảnh của móng khung giàn hoặc móng chữ A. Điều này được thực hiện bằng cách kiểm soát hình dạng giữa các chân của khung chữ A sao cho điểm bản lề thẳng hàng với giao điểm của các trục tương ứng được xác định bởi các chân.

Bộ tiếp hợp ổ trục 1100 được thiết kế từ một hoặc nhiều miếng kim loại đúc. Tuy nhiên, cần phải đánh giá cao rằng các kỹ thuật sản xuất khác có thể được sử dụng mà không nằm ngoài bản chất hoặc phạm vi của sáng chế. Bộ tiếp hợp ổ trục 1100 bao gồm vành hình cacđioit 1110 (hình trái tim) với chỏm 1115 và tay hình chữ S đối xứng 1120, nằm ở hai bên của chỏm 1115. Ổ trục 1127 được đặt ở trên chỏm 1115. Ổ trục 1120 hình chữ S kết thúc ở các phần ghép nối tương ứng 1125, mà theo các phương án khác được bẻ góc tới điểm tại ổ trục 1127 và để thiết lập góc đỉnh α giữa các chân ít nhất là từ 35 độ đến 70 độ. Theo các phương án khác, góc mong muốn sẽ được biết trước và bộ tiếp hợp ổ trục 1100 sẽ được sản xuất để duy trì góc đó.

Các phần ghép nối 1125 được thể hiện trong ví dụ này được vẽ dưới dạng một phần các ống. Theo các phương án khác, các tấm che 1126 cũng có dạng hình ống sẽ lắp vừa khít với các chân trên 212 của khung chữ A và kết hợp với các phần ghép nối 1125 để giữ các chân trên. Có thể sử dụng bu lông, đinh tán hoặc ốc vít cơ khí đã biết khác để giữ chặt các tấm nắp 1126 vào các phần ghép nối 1125. Cần đánh giá cao rằng theo các phương án khác, các phần ghép nối có thể là các ống hoàn chỉnh ở cuối mỗi tay hình chữ S 1120 có kích thước để tiếp nhận hoặc lắp vào bên trong các đầu tự do của mỗi chân trên liên kết 212. Những sửa đổi như vậy nằm trong phạm vi của các phương án khác nhau của sáng chế. Ổ trục 1127 tiếp nhận một chốt chịu lực mà từ đó ống xoay 130 được treo vào. Giá đỡ môđun 135 ghép các tấm pin mặt trời (môđun quang điện) với ống xoay 130. Vì không sử dụng loại móng đơn trụ nên các đầu của các chi tiết hình chữ S 1120 không cần giao nhau tại một bộ lắp chung. Thiết kế này tận dụng lợi thế hiệu quả hơn của kiến trúc giàn và có thể đơn giản hóa việc lắp đặt. Ví dụ, nếu sau khi mỗi cặp chân giàn được lắp đặt, các đoạn ống xoay hoặc ống xoay có thể được đặt trên mặt đất giữa các chân giàn. Sau khi các bộ tiếp hợp ổ trục, chẳng hạn như bộ tiếp hợp 1100, được gắn vào ống xoay 130 tại các vị trí thích hợp, toàn bộ ống

hoặc các đoạn ống có thể được nâng lên bằng xe nâng hoặc thiết bị khác để có thể thực hiện các kết nối riêng lẻ giữa các chân liền kề và các bộ phận kết nối 1125.

Fig.12D và Fig.12E cho thấy bộ tiếp hợp ổ trục 1100 từ Fig.12A đến Fig.12C được gắn vào một cặp chân móng liền kề 212 và đỡ giàn thiết bị theo dõi kiểu từ trên xuống theo các phương án khác nhau của sáng chế. Cùng với đó, bộ tiếp hợp ổ trục 1100 và các chân giàn trên 210 tạo ra một khung chữ A xác định một mặt phẳng định hướng Đông - Tây về cơ bản là trục giao với trục chính của ống xoay. Hay nói cách khác, các chân được căn chỉnh dọc theo ống xoay để cắt nhau tại cùng một vị trí. Tính trục giao của các chân sẽ giữ cho giàn ở trạng thái căng và nén và giảm thiểu sự uốn cong khi phản ứng với tải ngang mà không liên quan đến hướng của ống xoay.

Tham khảo Fig.13, hình vẽ này cho thấy bộ tiếp hợp ổ trục 1200 theo các phương án khác của sáng chế. Việc lắp ráp dành cho thiết bị theo dõi đơn trục kiểu từ dưới lên. Bộ tiếp hợp ổ trục 1200 bao gồm phần thân dưới 1210 với các phần ghép nối 1212. Giống như với các bộ tiếp hợp của các phương án khác, các phần ghép nối 1212 được bẻ góc xuống và đi ra khỏi phần thân dưới 1210 để được phân cách với nhau bằng góc α trong phạm vi từ hơn 35 độ đến 70 độ và sẽ hướng vào tâm của lỗ ổ trục. Phần thân dưới 1210 có tiết diện hình bán nguyệt và đóng vai trò là nửa dưới của cụm ổ trục tròn. Phần trên 1210 lắp vừa với phần thân dưới 1210 thông qua các bản dầm trên 1225 nằm trên các bản dầm dưới 1215. Bu lông 1226 hoặc các chốt hãm đã biết khác giữ chặt phần trên 1210 với phần thân dưới 1210. Trong ví dụ này, ống xoay 1230 được thể hiện với mặt cắt dạng hình hộp. Nó được bao quanh bởi miếng lót ổ trục 1235, có dạng hình tròn để ăn khớp với lỗ ổ trục tròn được tạo thành bằng cách ghép phần dưới 1210 với phần trên 1220 và có thể được làm bằng vật liệu giảm ma sát đối với kim loại. Không giống như các bộ tiếp hợp ở các phương án khác, bộ tiếp hợp ổ trục 1200 được tối ưu hóa từ quan điểm sử dụng vật liệu để hoạt động với móng giàn khung chữ A vì nó tham gia vào các chân của giàn, khớp với góc và khoảng cách của chúng trong khi định hướng các tâm tương ứng của chúng tới cắt nhau tại trục quay, trong trường hợp này là tâm của ống xoay. Nó cũng cung cấp một ổ trục mà không cần thiết phải lắp một ổ trục riêng biệt.

Các phương án của sáng chế không bị giới hạn phạm vi bởi các phương án cụ thể được mô tả ở đây. Thật vậy, các sửa đổi khác nhau của các phương án thuộc sáng chế, ngoài các phương án được mô tả ở đây, là rõ ràng đối với những người có hiểu

biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật đối với phần mô tả ở trên và các hình vẽ đi kèm. Do đó, những sửa đổi như vậy vẫn nằm trong phạm vi của các yêu cầu bảo hộ dưới đây. Hơn nữa, mặc dù một số phương án của sáng chế đã được mô tả ở đây trong bối cảnh thực hiện cụ thể ở một môi trường cụ thể cho một mục đích cụ thể, nhưng những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ nhận ra rằng tính hữu ích của sáng chế không bị giới hạn ở đó và các phương án của sáng chế có thể được thực hiện một cách có lợi trong bất kỳ môi trường nào cho bất kỳ mục đích nào. Do đó, các yêu cầu bảo hộ nêu ở dưới đây phải được hiểu theo nghĩa tổng thể và bản chất của các phương án của sáng chế như được bộc lộ trong bản mô tả này.

Sáng chế này được hưởng quyền ưu tiên từ các đơn xin cấp bằng độc quyền sáng chế Hoa Kỳ số 62/727,456, nộp ngày 05/09/2018 với tên “FOUNDATION PIERS FOR AXIAL SOLAR ARRAYS AND RELATED SYSTEMS AND METHODS”. Đơn xin cấp bằng độc quyền sáng chế số 62/745,188, nộp ngày 12/10/2018 với tên “OPTIMIZED A-FRAME FOUNDATIONS FOR AXIAL SOLAR ARRAYS AND RELATED SYSTEMS AND METHODS”. Đơn xin cấp bằng độc quyền sáng chế số 62/777,690, nộp ngày 10/12/2018 với tên “FORCE OPTIMIZED A-FRAME-TO-MONOPILE ADAPTER FOR SINGLE AXIS TRACKER”. Đơn xin cấp bằng độc quyền sáng chế số 62/796,020, nộp ngày 23/01/2019 với tên “PILE CAPS, ADAPTERS AND BEARING HOUSING ASSEMBLIES FOR A-FRAME FOUNDATIONS”. Đơn xin cấp bằng độc quyền sáng chế số 16/413,603, nộp ngày 16/05/2019 với tên “OPTIMIZED TRUSS FOUNDATION, ADAPTERS FOR OPTIMIZED TRUSS FOUNDATIONS, AND RELATED SYSTEMS AND METHOD”. Những bộc lộ trong các đơn trên được viện dẫn để tham khảo toàn bộ ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống móng cho thiết bị theo dõi đơn trục, hệ thống này bao gồm:

một cặp chân liên kết kéo dài xuống dưới và trên mặt đất, mỗi chân bao gồm phần vít neo và phần trên mà được nối với nhau để xác định một trục chung;

bộ tiếp hợp có ít nhất một phần đỡ ổ trục và hai phần ghép nối được cách nhau một khoảng và được định hướng ở các góc đối diện mà nối cặp chân để tạo thành giàn khung chữ A sao cho các trục chung giao nhau tại điểm làm việc của giàn; và

cụm ổ trục được đỡ bởi ít nhất một phần đỡ ổ trục, cụm ổ trục cung cấp ổ trục mà tiếp nhận chi tiết quay đi qua điểm làm việc.

2. Hệ thống móng theo điểm 1, trong đó cụm ổ trục là một bộ phận của bộ tiếp hợp.

3. Hệ thống móng theo điểm 1, trong đó cụm ổ trục được gắn vào bộ tiếp hợp.

4. Hệ thống móng theo điểm 1, trong đó hệ thống này còn bao gồm ống xoay (ống mômen xoắn) được đặt trong ổ trục.

5. Hệ thống móng theo điểm 1, trong đó hai phần ghép nối được định hướng tại các góc đối diện tương ứng và cách nhau một khoảng để nối cặp chân liên kết sao cho chúng được tách nhau bởi một góc trong phạm vi từ hơn 35 độ đến 70.

6. Hệ thống móng theo điểm 5, trong đó các phần ghép nối được định hướng để nối cặp chân liên kết với một góc trong khoảng từ 50 độ tới 60 độ.

7. Hệ thống móng theo điểm 1, trong đó hệ thống này còn bao gồm chốt ổ trục được đặt trong ổ trục, trong đó ống xoay treo vào và quay quanh chốt ổ trục

8. Bộ tiếp hợp móng giàn cho thiết bị theo dõi đơn trục bao gồm:

phần thân chính;

ít nhất một phần đỡ ổ trục; và

hai phần ghép nối mở rộng ra khỏi phần thân chính, trong đó các phần ghép nối này được định vị và được tạo góc với nhau sao cho đường thẳng qua tâm của các chân giàn liên kề tương ứng giao nhau ở trục quay của thiết bị theo dõi khi các phần ghép nối được nối với các chân giàn liên kề tương ứng.

9. Bộ tiếp hợp theo điểm 8, trong đó bộ tiếp hợp này bao gồm một ổ trục mà bao quanh trục quay.
10. Bộ tiếp hợp theo điểm 8, trong đó bộ tiếp hợp này còn bao gồm cụm ổ trục được gắn với ít nhất một phần đỡ ổ trục, trong đó cụm ổ trục bao gồm ổ trục mà bao quanh trục quay.
11. Bộ tiếp hợp theo điểm 10, trong đó ổ trục tiếp nhận ống xoay của thiết bị theo dõi.
12. Bộ tiếp hợp theo điểm 10, trong đó ổ trục tiếp nhận chốt ổ trục và ống xoay treo vào và quay quanh chốt ổ trục.
13. Bộ tiếp hợp theo điểm 8, trong đó hai phần ghép nối được đặt nghiêng với nhau một góc trong phạm vi từ hơn 35 độ tới 70 độ.
14. Bộ tiếp hợp theo điểm 13, trong đó hai phần ghép nối được đặt nghiêng với nhau một góc trong khoảng từ 50 độ tới 60 độ.
15. Bộ dụng cụ móng giàn cho thiết bị theo dõi đơn trục bao gồm:
 - một cặp chân giàn dài rộng, mỗi chân bao gồm một vít neo và phần trên có thể được gắn với nhau để tạo thành trục chung; và
 - bộ tiếp hợp, bộ tiếp hợp này có hai phần ghép nối mở rộng ra với nhau và được tạo góc với nhau sao cho đường thẳng tưởng tượng qua tâm của các chân giàn giao

nhau ở trục quay của thiết bị theo dõi đơn trục khi các chân được ghép nối với các phần ghép nối.

16. Bộ dụng cụ móng giàn theo điểm 15, trong đó bộ dụng cụ này còn bao gồm cụm ổ trục, cụm ổ trục có một ổ trục để tiếp nhận chi tiết quay mà bao gồm trục quay.
17. Bộ dụng cụ móng giàn theo điểm 16, trong đó cụm ổ trục là một bộ phận của bộ tiếp hợp.
18. Bộ dụng cụ móng giàn theo điểm 16, trong đó chi tiết quay là ống xoay của thiết bị theo dõi.
19. Bộ dụng cụ móng giàn theo điểm 16, trong đó chi tiết quay là chốt ổ trục và ống xoay treo vào và quay quanh chốt ổ trục.
20. Bộ dụng cụ móng giàn theo điểm 16, trong đó các phần ghép nối được đặt nghiêng với nhau một góc trong phạm vi lớn hơn 35 độ đến 70 độ.

1/20

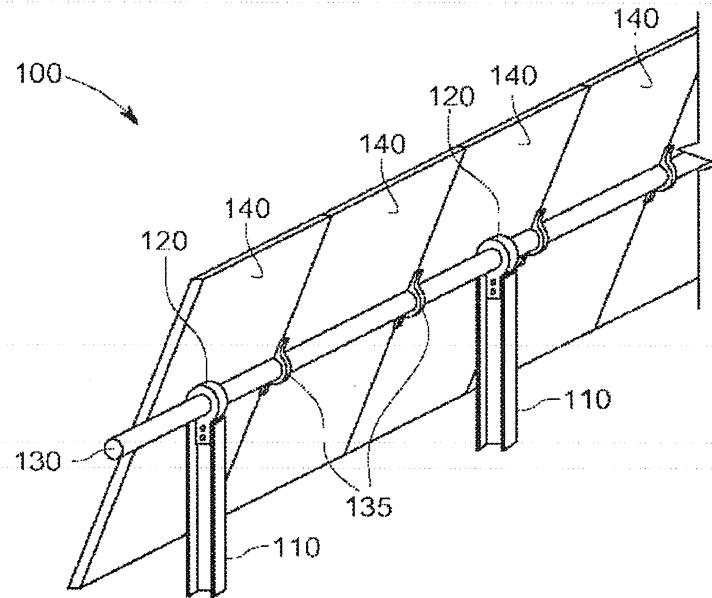


FIG. 1A

(GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐÃ BIẾT)

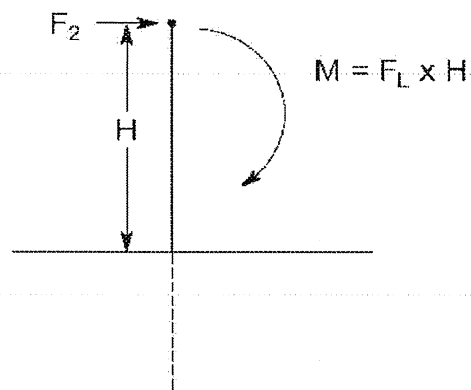


FIG. 1B

(GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐÃ BIẾT)

2/20

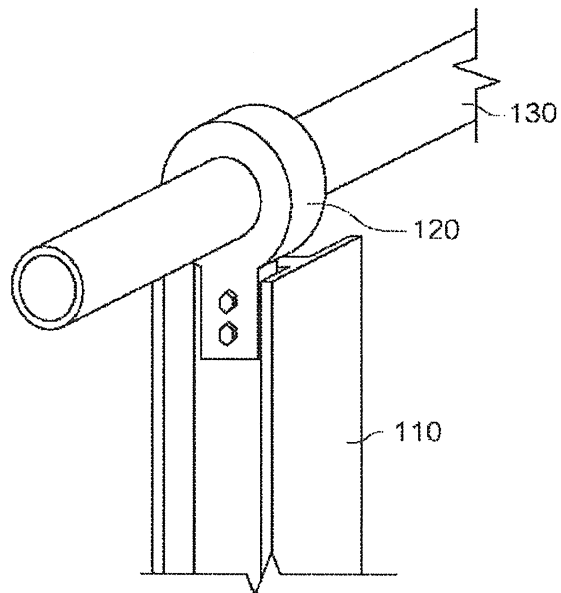


FIG. 2A
(GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐÃ BIẾT)

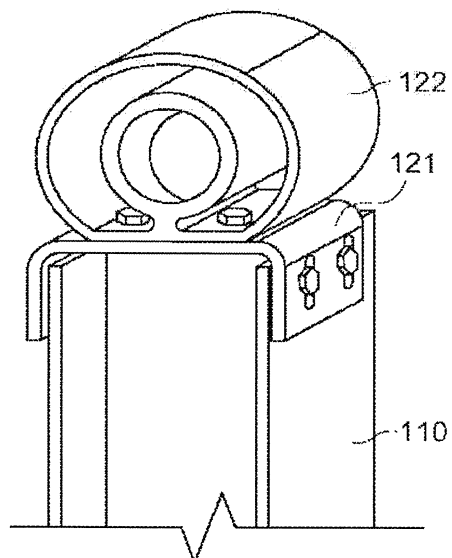


FIG. 2B
(GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐÃ BIẾT)

3/20

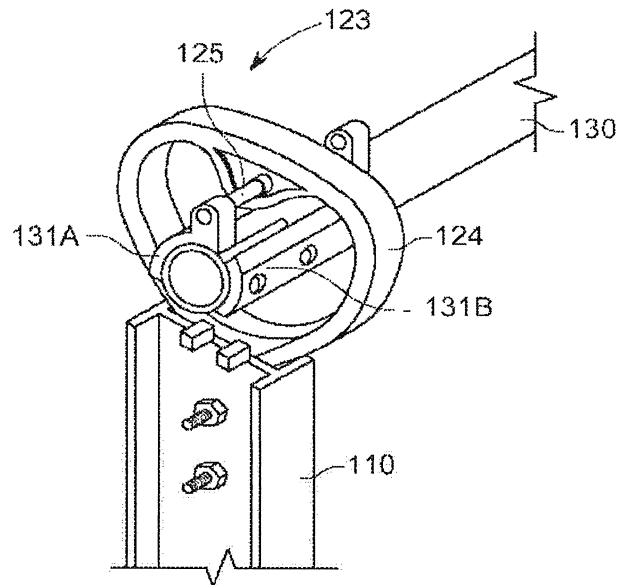


FIG. 2C

(GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐÃ BIẾT)

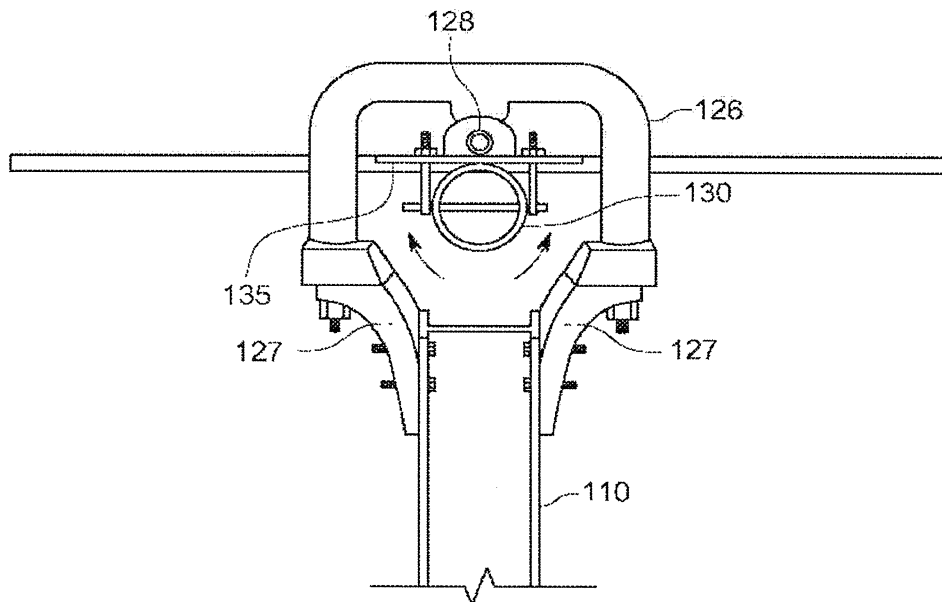


FIG. 2D

(GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐÃ BIẾT)

4/20

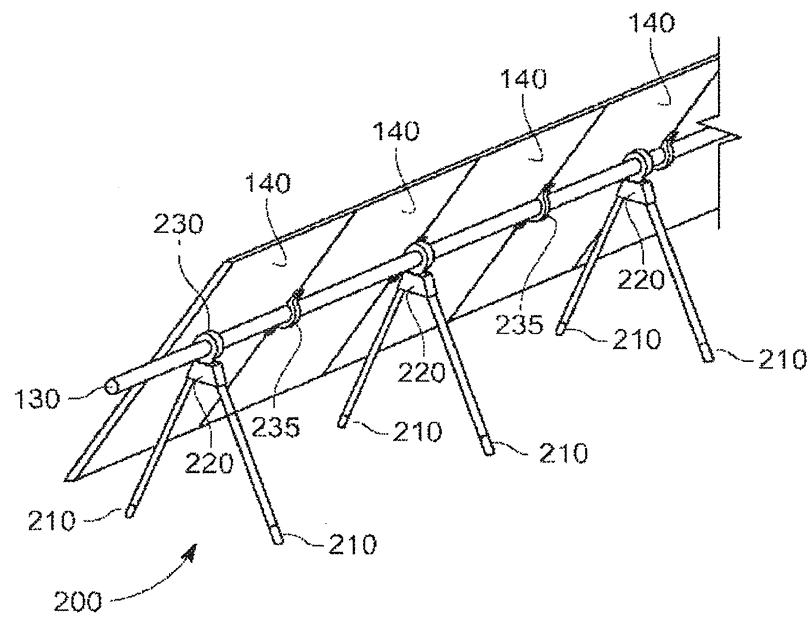


FIG. 3A

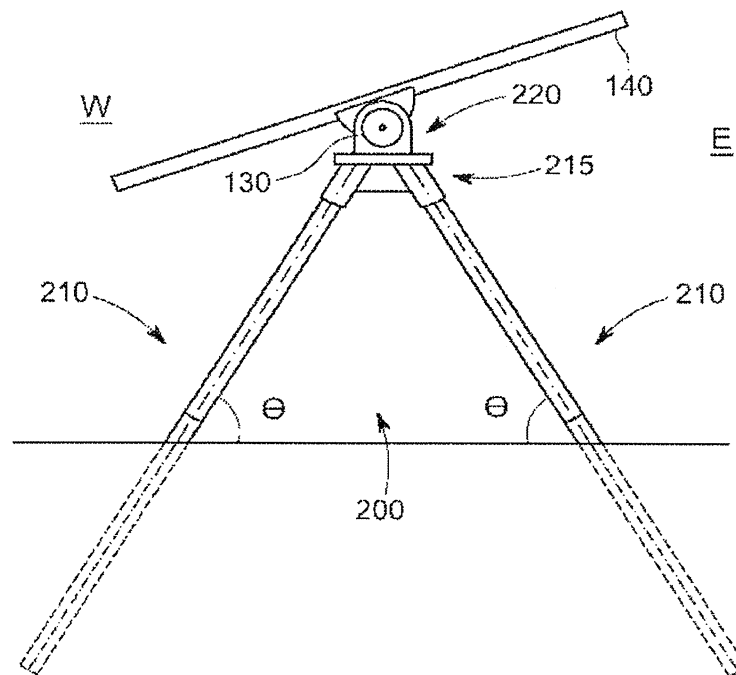


FIG. 3B

5/20

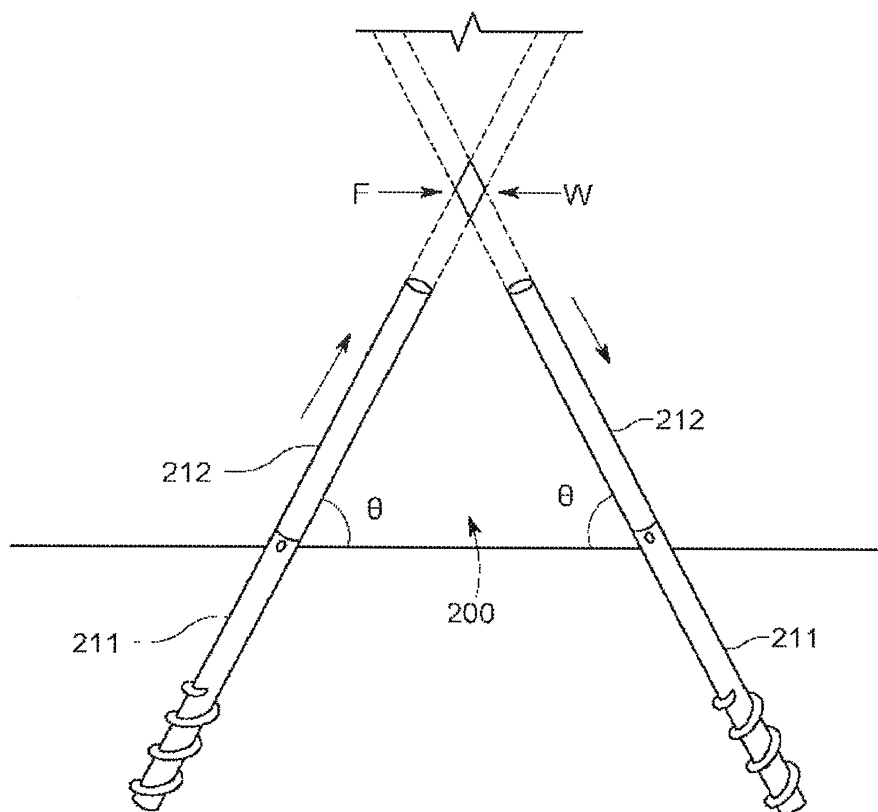


FIG. 3C

6/20

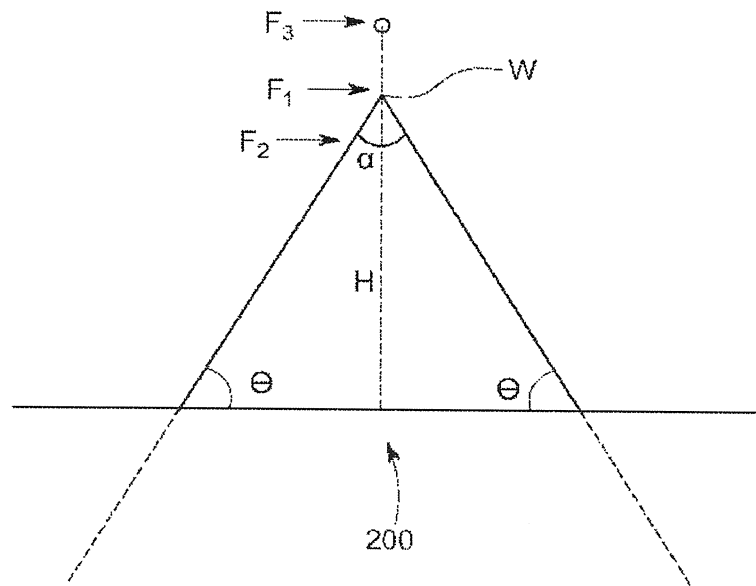


FIG. 4A

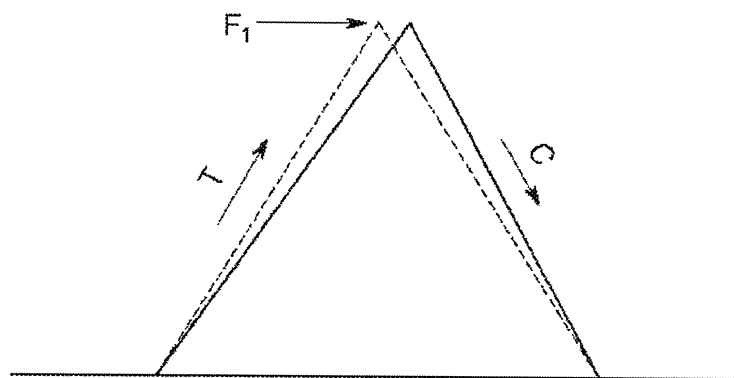


FIG. 4B

7/20

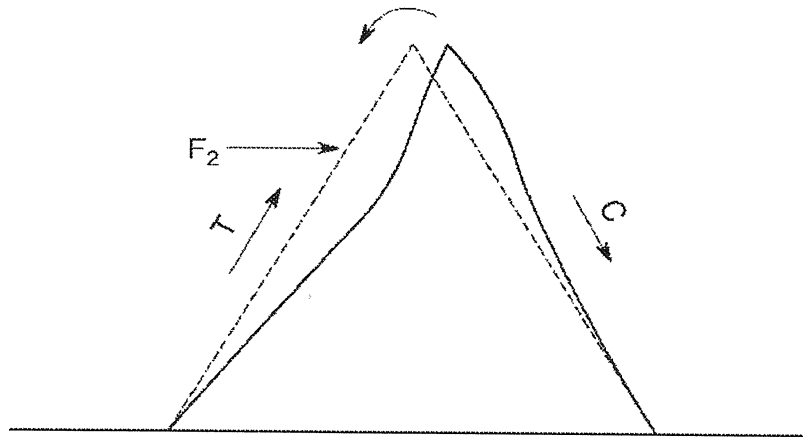


FIG. 4C

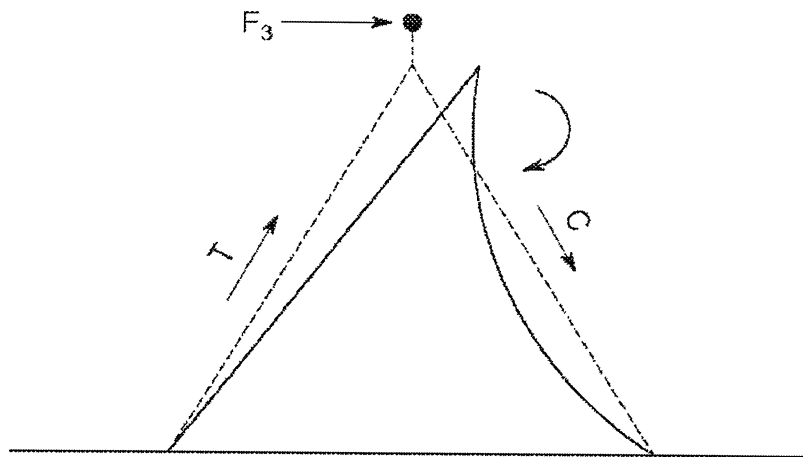


FIG. 4D

8/20

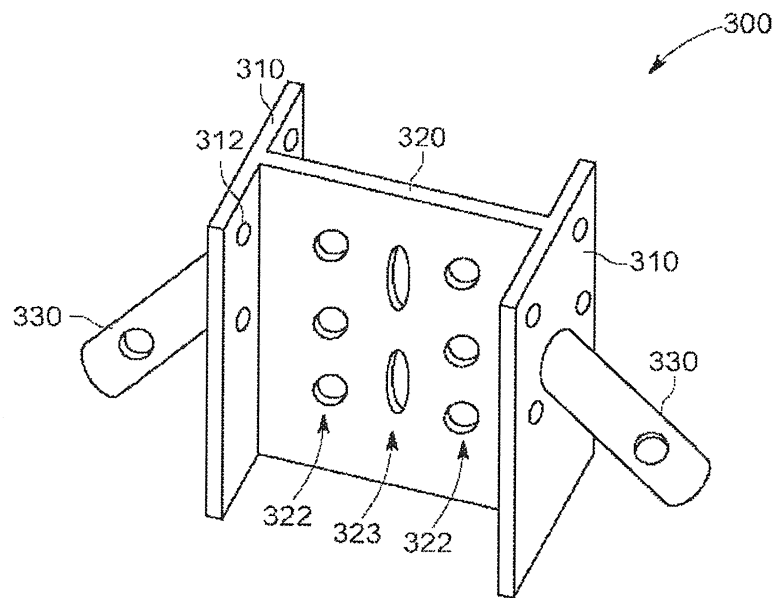


FIG. 5A

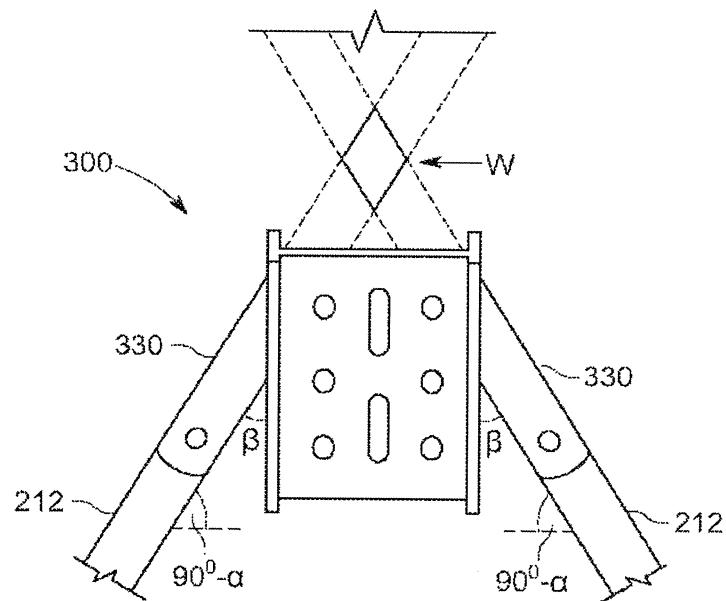


FIG. 5B

9/20

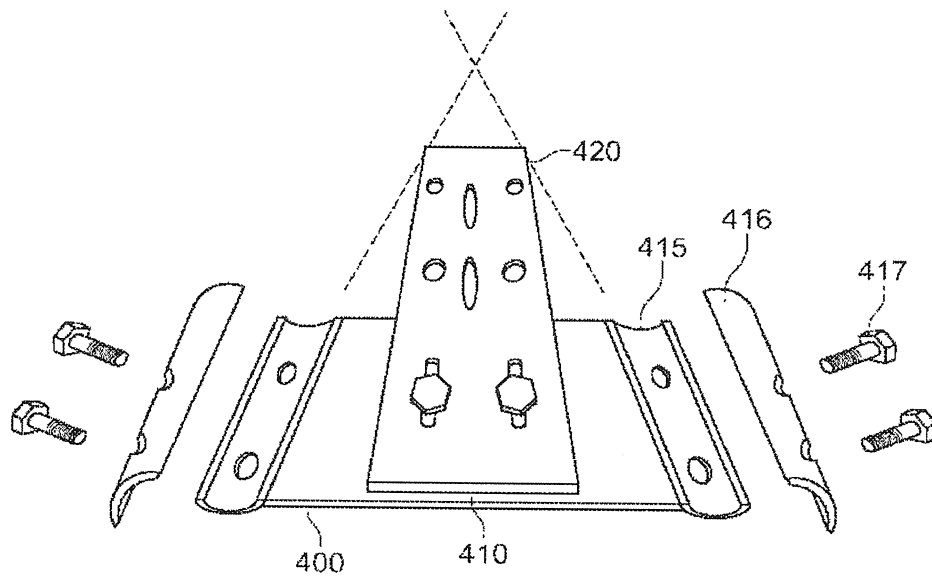


FIG. 6A

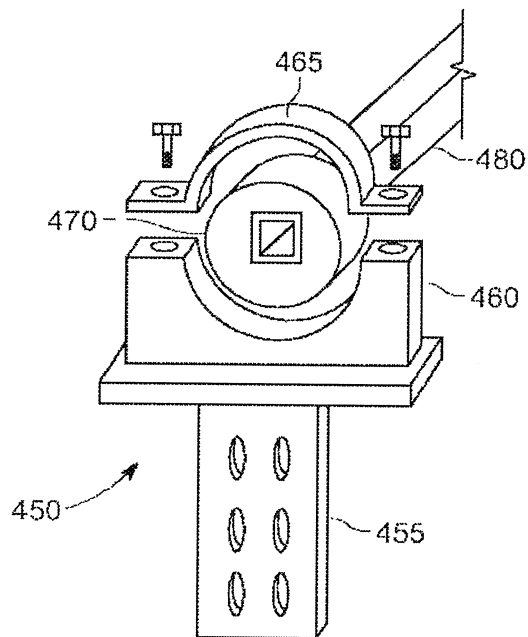


FIG. 6B

10/20

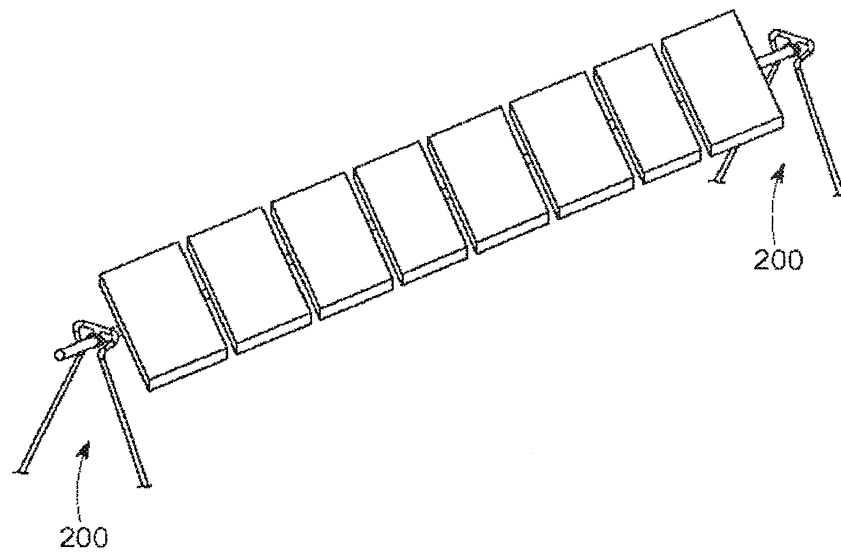


FIG. 7A

11/20

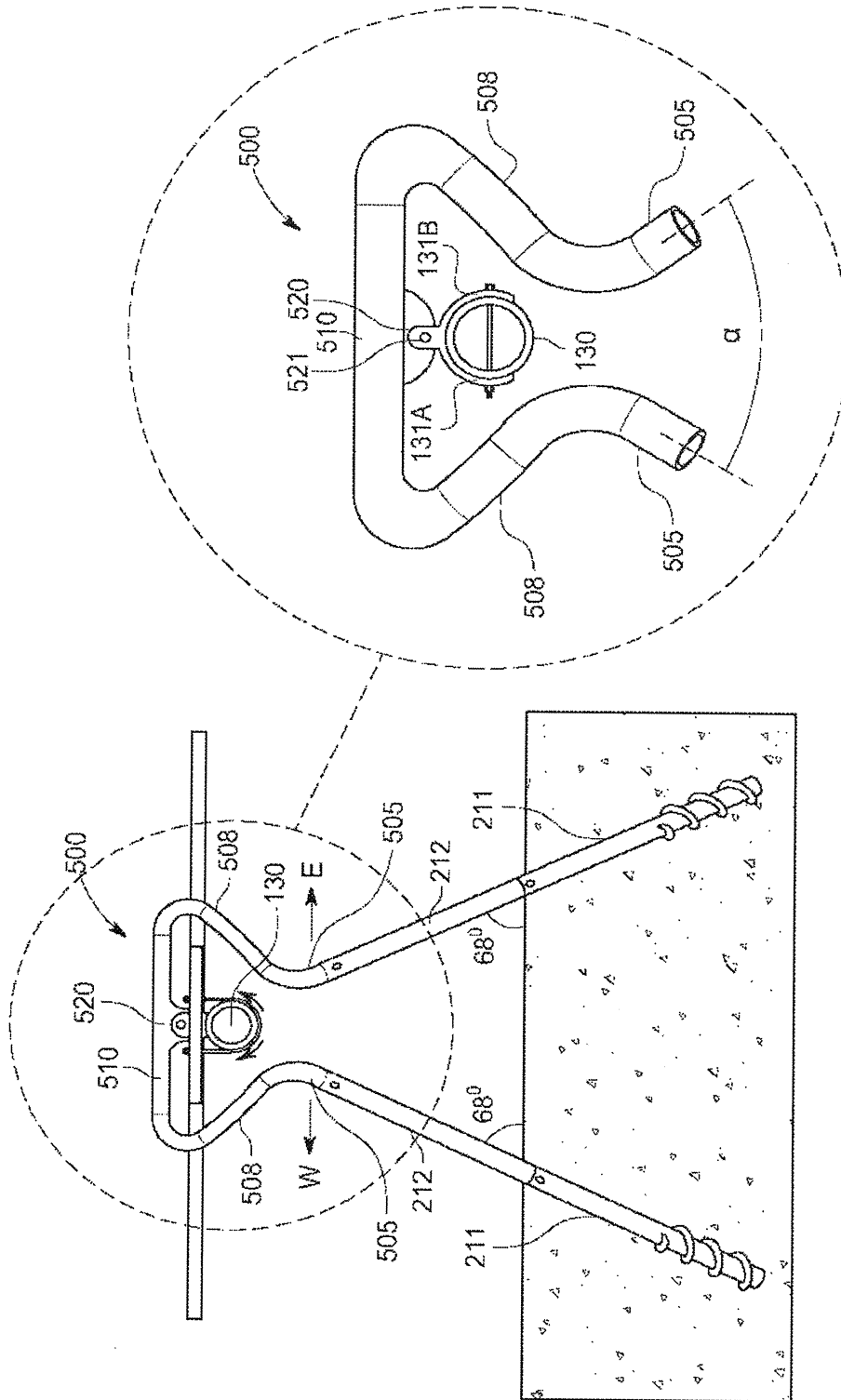


FIG. 7B

12/20

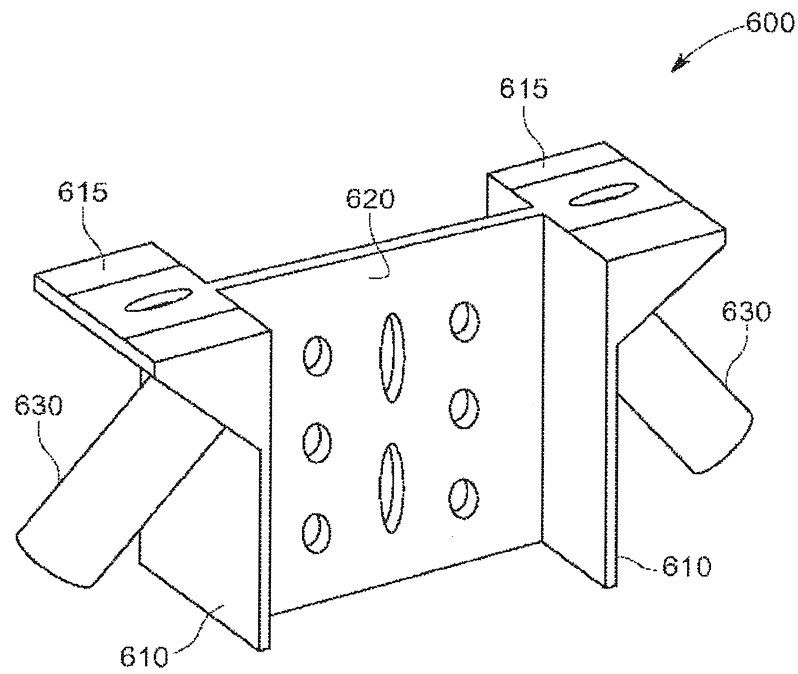


FIG. 8A

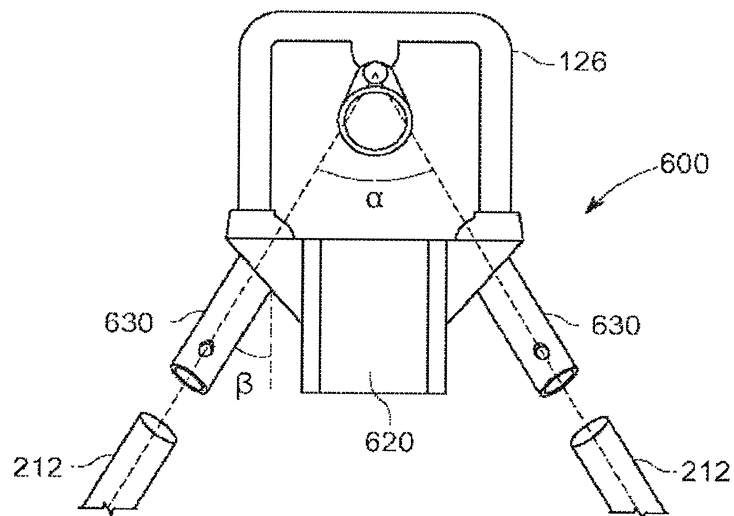


FIG. 8B

13/20

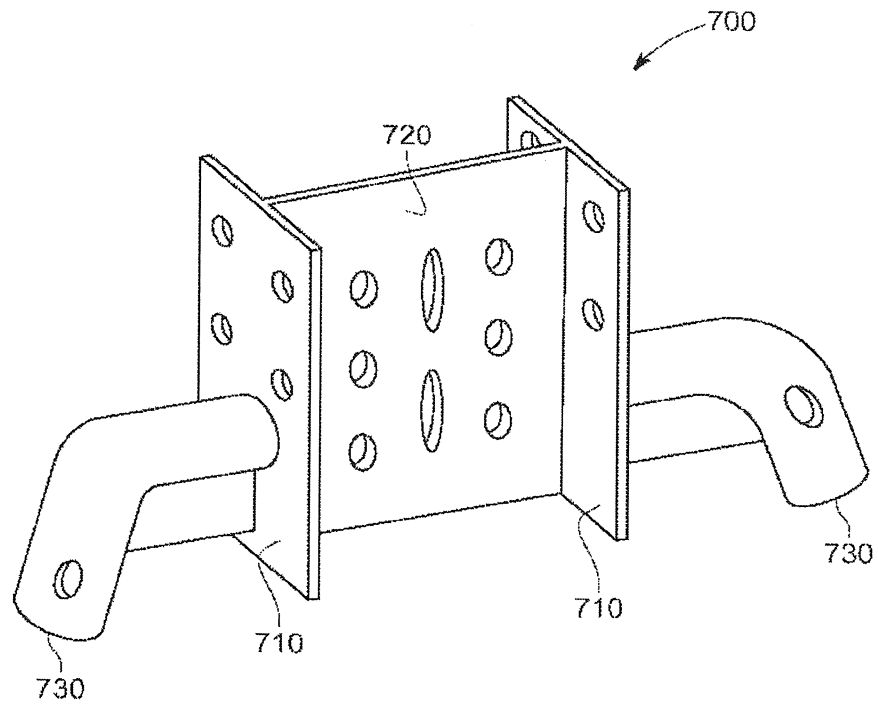


FIG. 9A

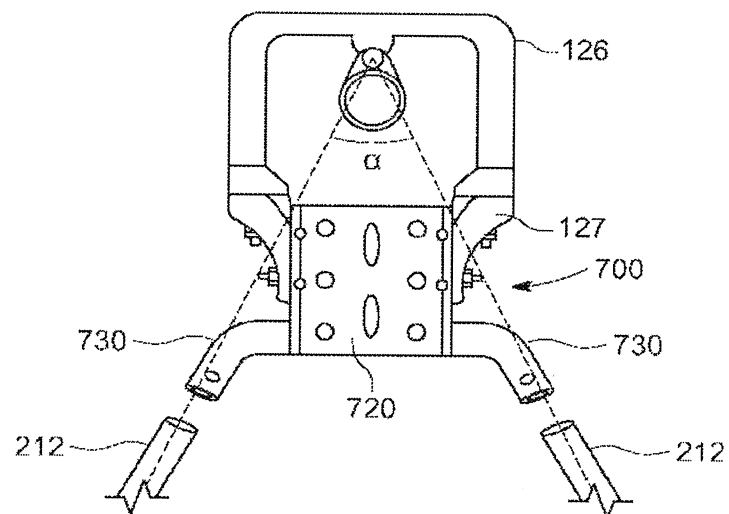


FIG. 9B

14/20

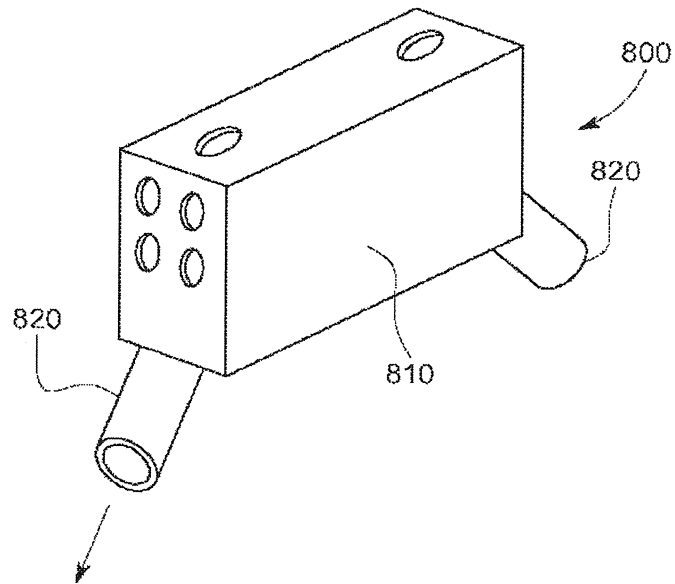


FIG. 10A

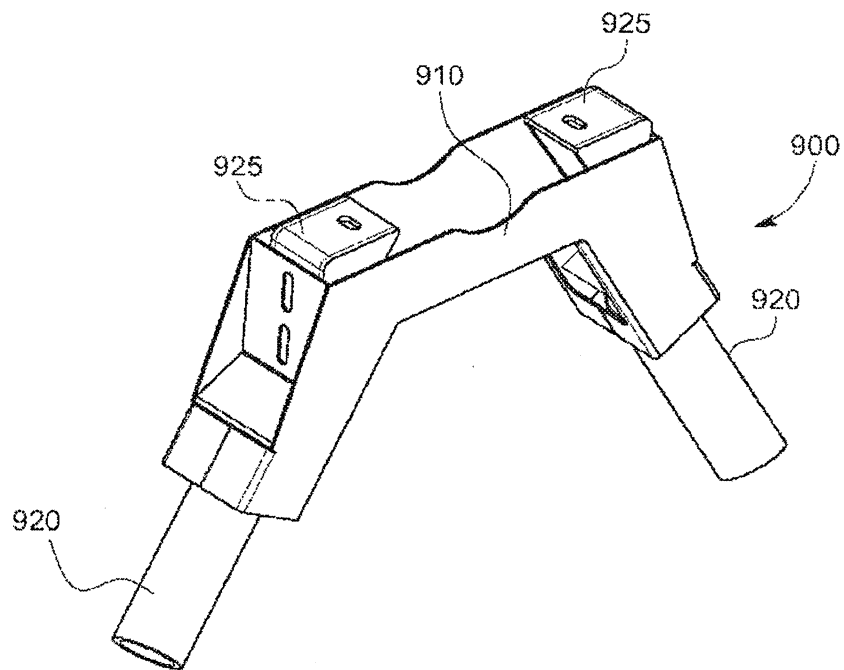


FIG. 10B

15/20

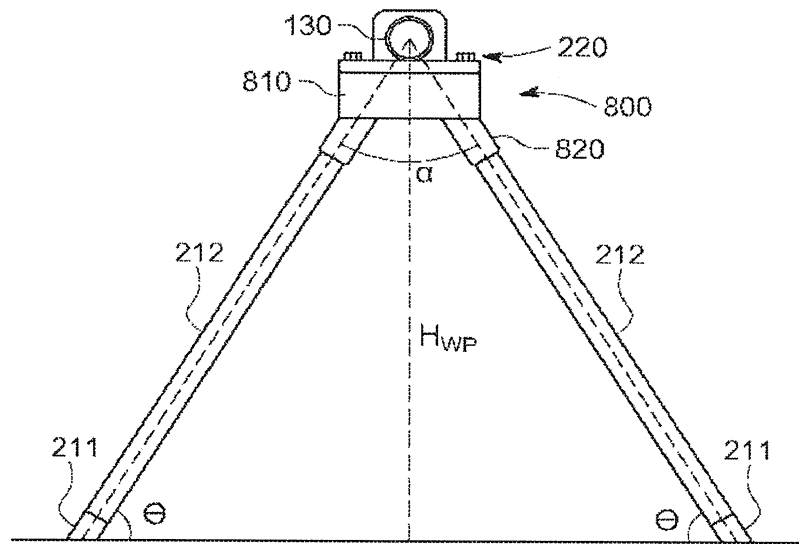


FIG. 10C

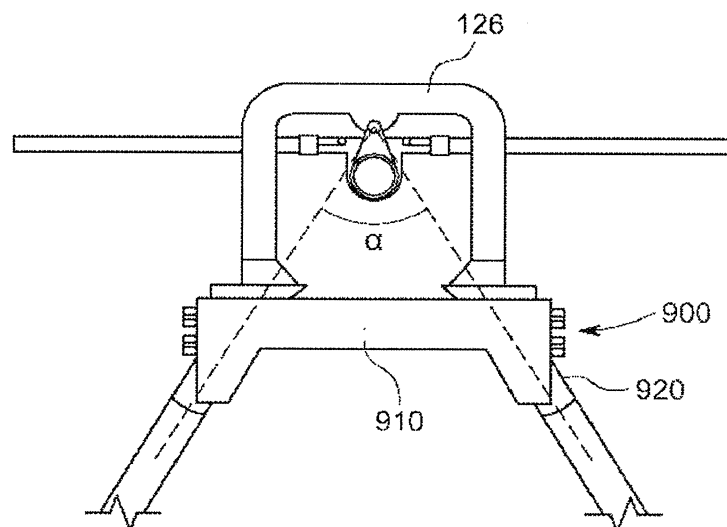
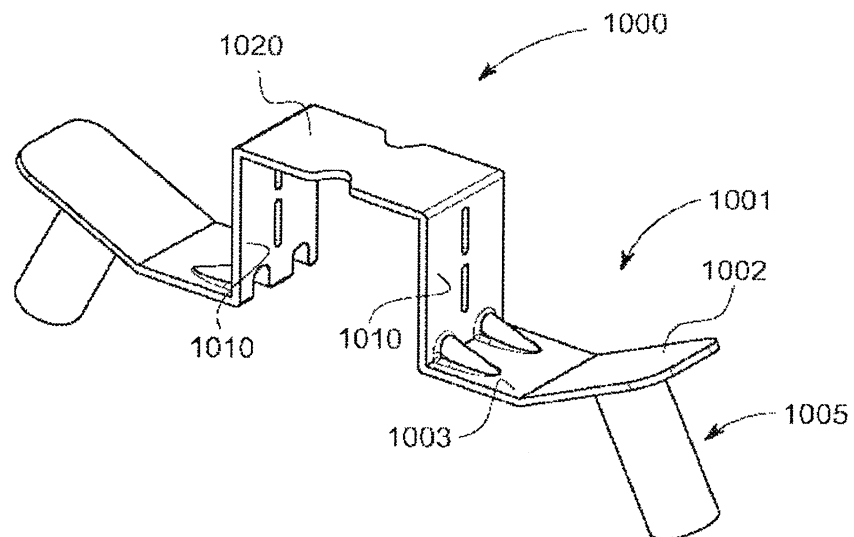
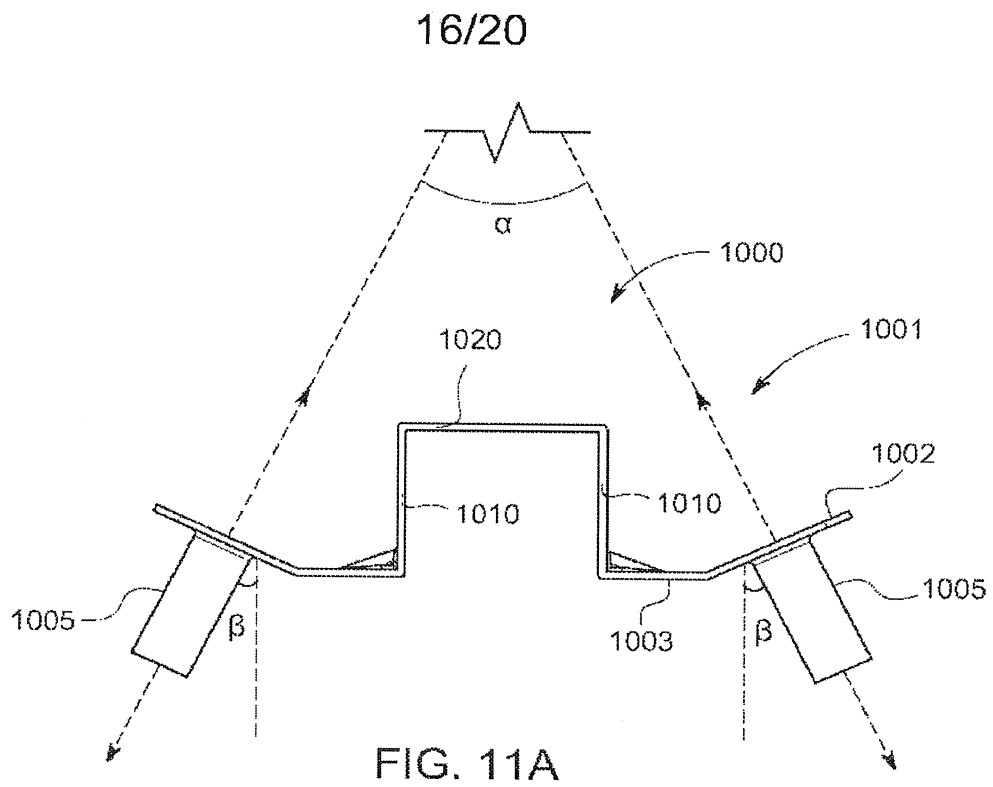


FIG. 10D



17/20

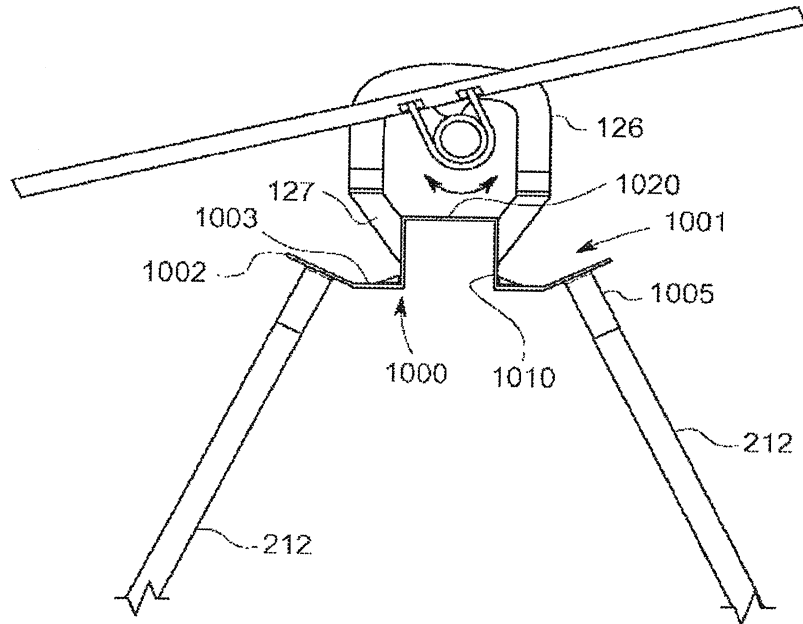


FIG. 11C

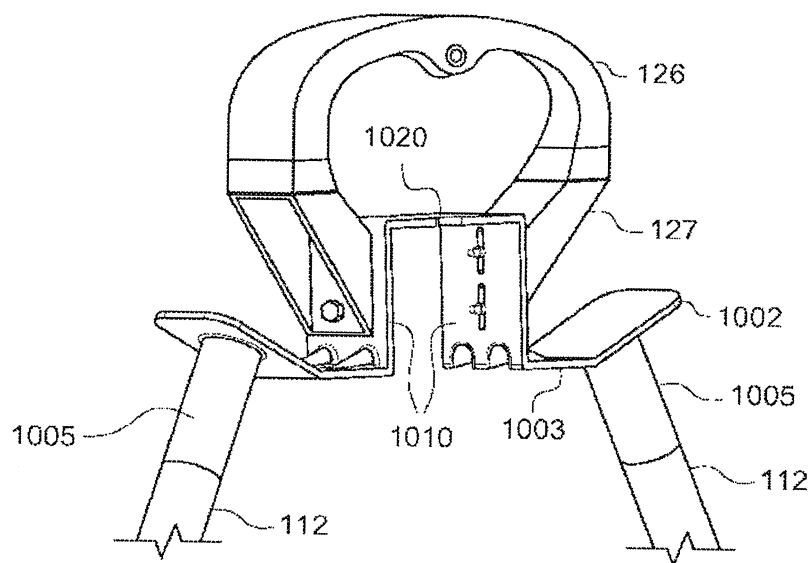
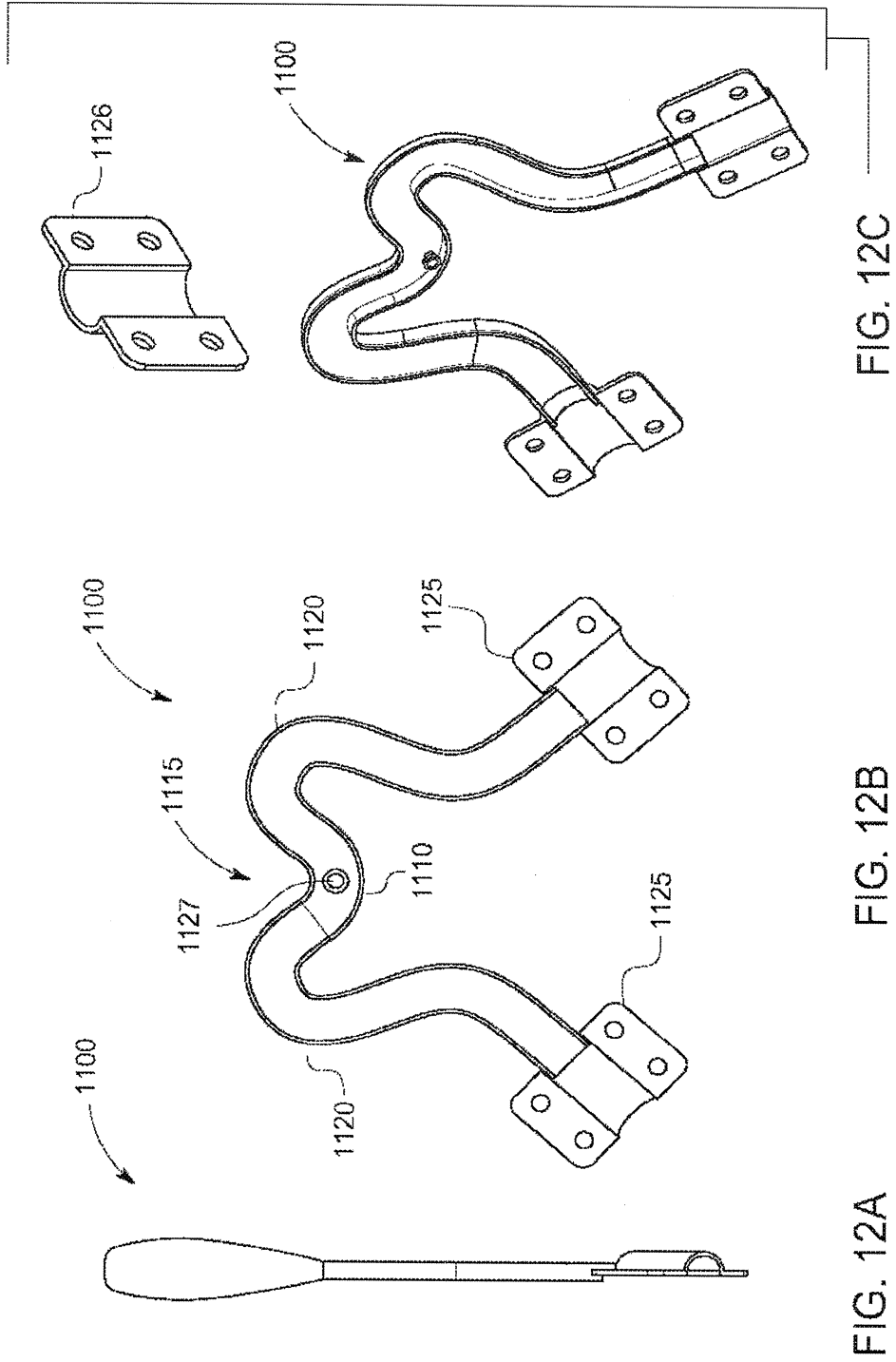


FIG. 11D

18/20



19/20

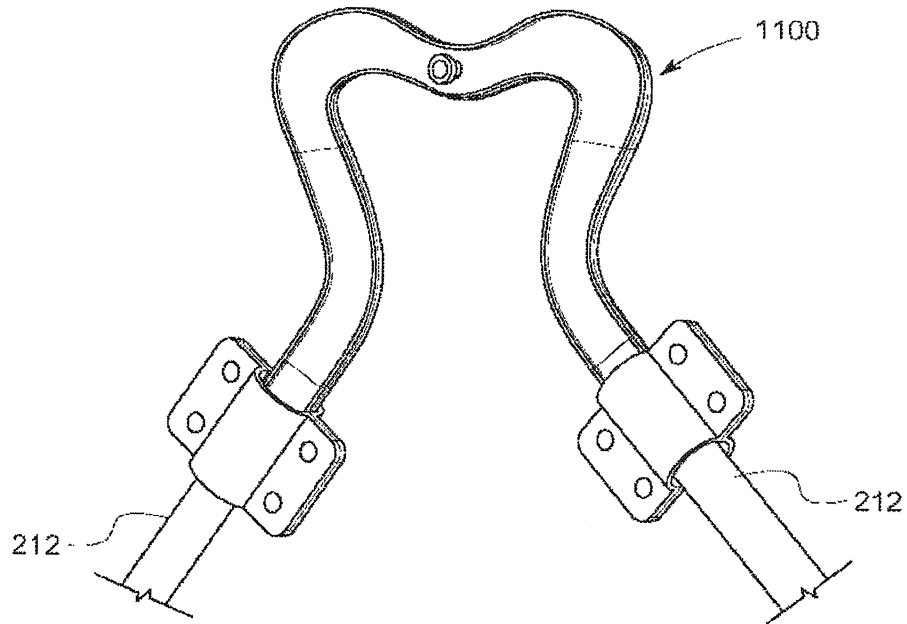


FIG. 12D

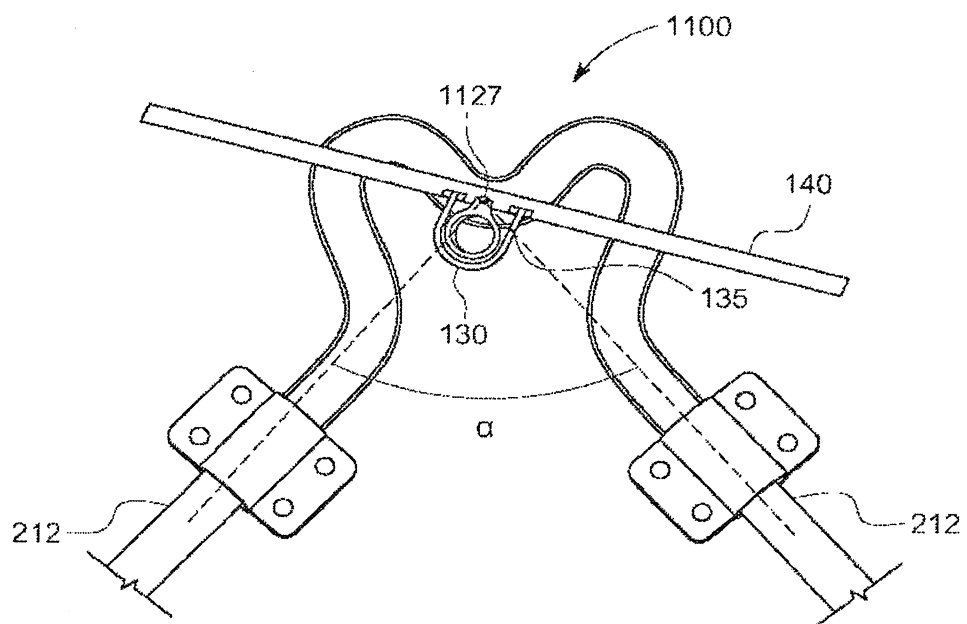


FIG. 12E

20/20

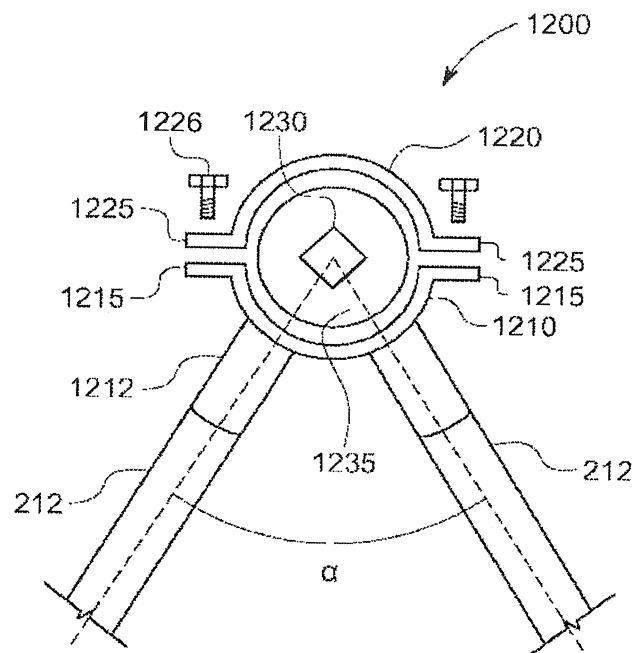


FIG. 13