



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0043940

(51)^{2020.01} **F04B 23/04**; F04D 25/16; F04D 17/12; (13) **B**
F04B 23/00; F04B 41/06

(21) 1-2020-04505

(22) 17/01/2019

(86) PCT/US2019/014039 17/01/2019

(87) WO2019/143835 25/07/2019

(30) 62/618,720 18/01/2018 US

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/09/2020 390A

(76) MAYNARD, Mark, J. (US)

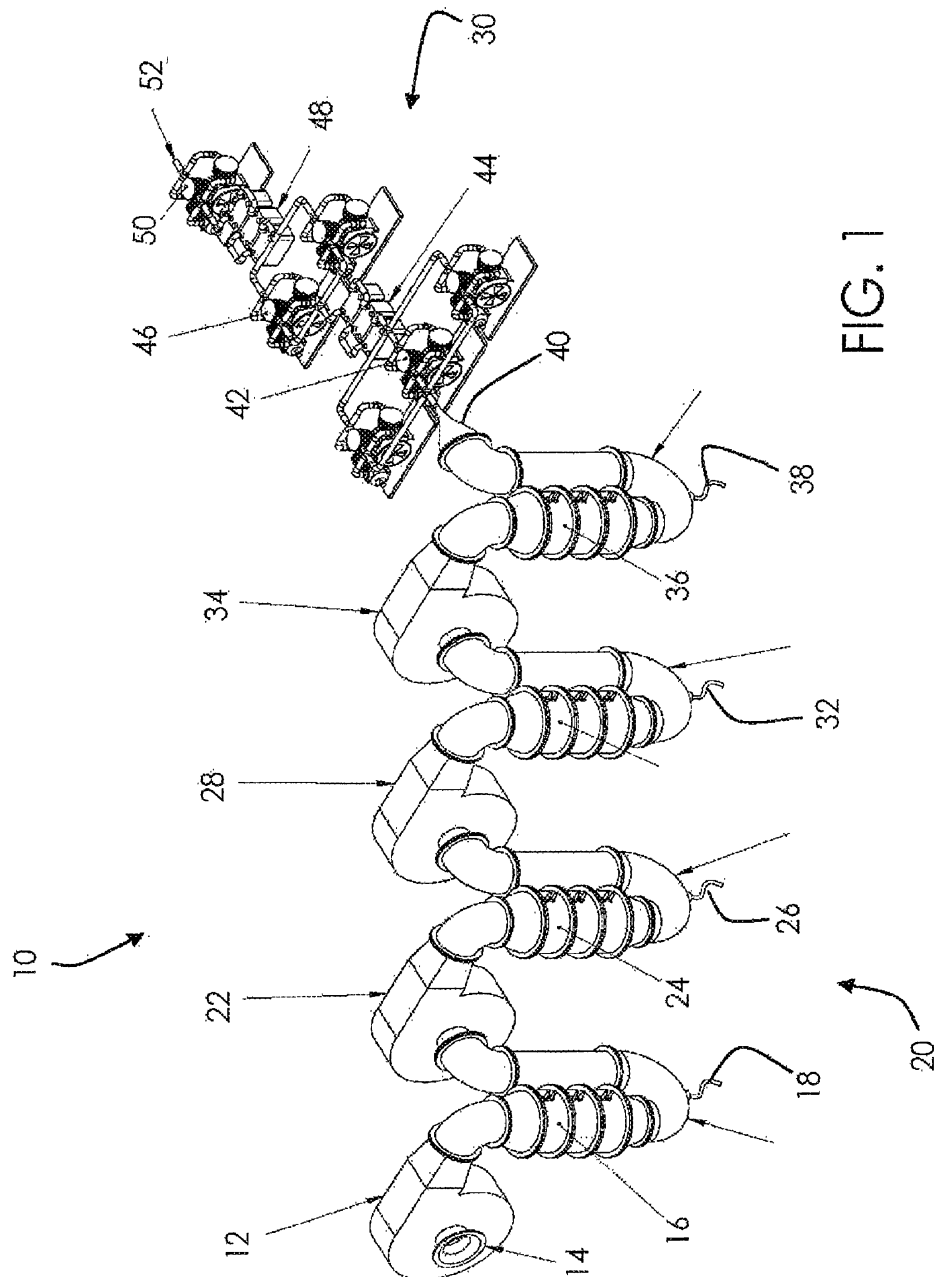
16 Fairfield Avenue, Easthampton, MA 01027, United States of America

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) HỆ THỐNG NÉN KHÍ

(21) 1-2020-04505

(57) Sáng chế liên quan đến hệ thống nén khí (10) để nén khí từ áp suất ban đầu đến áp suất tại cửa ra với giàn nén máy thổi thứ nhất (20) và giàn nén cơ học thứ hai (30). Mỗi giàn nén có nhiều tầng nén khí bằng máy nén chất lưu thể khí (12, 22, 28, 34, 42, 46) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36, 44, 48). Thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36, 44, 48) bao gồm thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) có phần nhiệt độ cao (56), phần nhiệt độ trung bình (58), và phần nhiệt độ thấp (60), mỗi phần nhiệt độ có lõi thiết bị làm nguội trung gian (66). Mỗi tầng của giàn nén máy thổi (20) gồm máy thổi áp suất cao (12, 22, 28, 34), và mỗi tầng của giàn máy nén cơ học (30) có máy nén cơ học (42, 46).



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhìn chung liên quan đến các hệ thống và phương pháp để nén khí. Cụ thể hơn, được bộc lộ ở đây là hệ thống và phương pháp nén cho khí và các chất lưu thể khí khác trong đó việc nén bằng vận hành của các máy nén cơ học được xen kẽ bằng vận hành của bơm nhiệt chất làm lạnh để loại bỏ nhiệt và giảm áp lực ngược.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong nhiều thập kỷ, nhu cầu để thu được hiệu quả nâng cao trong việc nén chất lưu thể khí đã được nhận ra rõ. Có nhiều nỗ lực để đạt được hiệu suất nhiệt động lực học nâng cao và tính tinh tế về cấu trúc bằng việc cung cấp các hệ thống và phương pháp để nén các chất lưu thể khí. Các nhà khoa học am hiểu và các nhà phát minh có chuyên môn đã định thử để khai thác các nguyên lý của nhiệt động học để cung cấp sự nén khí, như không khí, với hiệu quả nâng cao để theo đó cho phép bảo toàn năng lượng và thành tựu tổng thể của kỹ thuật tiên thân.

Vào 1938, chẳng hạn, H.F. Parker đã nộp đơn mà đã trở thành bằng sáng chế Mỹ số 2,280,845 cho hệ thống máy nén khí. Ở đó, Parker đã tìm cách tiếp cận chu trình đẳng nhiệt lý tưởng gần hơn so với thực tiễn trước đó, và khi làm thế, để giảm sự tiêu thụ năng lượng cần thiết cho lượng đầu ra đã cho. Parker đã đề xuất để trộn lẫn môi trường không thể nén được, hấp thụ nhiệt, và mang nhiệt, cụ thể nước ở dạng sương, với khí được nén để giảm nhiệt độ của khí nén và theo đó để đạt tới chu trình đẳng nhiệt lý tưởng. Sau khi nén, Parker đưa ra nguyên lý để tách và tháo nước mang nhiệt và với điều này, phần nhiệt lớn hơn thu được từ việc nén từ khí nén.

Gần đây hơn, với bằng sáng chế Mỹ số 8,572,959, Ingersoll và cộng sự mô tả các hệ thống, phương pháp và thiết bị để quản lý việc loại bỏ của nhiệt bên trong thiết bị hoặc hệ thống nén và/hoặc giãn nở. Dưới hệ thống của Ingersoll và cộng sự, chất lưu được chuyển vào trong thùng áp suất để nén khí bên trong thùng áp suất này. Trong suốt quá trình nén và/hoặc giãn nở, nhiệt được truyền vào chất lưu được sử dụng để nén khí, và hệ thống tháo chất lỏng tháo ít nhất một phần chất lỏng mà năng lượng nhiệt được truyền đến nó. Chất lỏng có thể được làm ngưng và sau đó tái tuần hoàn bên trong hệ thống.

Các hệ thống và phương pháp để nén các chất lưu thể khí này và các hệ thống và phương pháp để nén các chất lưu thể khí khác có mô hình theo các nguyên lý của nhiệt động lực học. Các bơm nhiệt và các hệ thống làm lạnh dựa vào các chu trình nhiệt động học của việc bơm

nhật và làm lạnh. Trong bơm nhiệt, nhiệt được di chuyển từ vị trí nguồn đến vị trí khác, bồn nhiệt, sử dụng cơ cấu cơ học hoặc nguồn nhiệt. Trong máy gia nhiệt, bồn nhiệt được làm ấm. Trong làm lạnh, mục đích là để làm nguội nguồn của nhiệt.

Sadi Carnot đưa ra nguyên lý của chu trình làm lạnh theo cách toán học vào năm 1824. Bơm nhiệt hoặc động cơ nhiệt vận hành ngược so với chu trình làm lạnh. Bơm nhiệt và các chu trình làm lạnh phổ biến được phân loại thành hấp thu hơi, nén hơi, chu trình khí, hoặc chu trình Stirling.

Trong chu trình nén hơi lý tưởng, chất lưu vận động là chất làm lạnh đi vào máy nén dưới dạng hơi và được nén ở entropi không đổi trước khi thoát khỏi máy nén bị quá nhiệt. Máy ngưng tụ nhận hơi bị quá nhiệt, làm nguội hơi và ngưng tụ nó thành chất lỏng bằng cách loại bỏ nhiệt thừa tại áp suất và nhiệt độ không đổi. Sau đó, chất làm lạnh lỏng trải qua sự giảm áp suất khi nó đi qua van giãn nở làm gây ra sự làm lạnh và sinh ra hỗn hợp chất lỏng và khí ở nhiệt độ và áp suất thấp hơn. Hỗn hợp đó được làm bay hơi thông qua các cuộn dây hoặc các ống của máy bay hơi bằng cách làm nguội khí ẩm từ không gian được làm lạnh khi được thổi bằng quạt ngang qua cuộn dây hoặc các ống. Chu trình nhiệt động học được hoàn tất khi hơi chất làm lạnh sinh ra trở về cửa vào của máy nén. Chu trình hấp thu hơi là tương tự với chu trình nén hơi. Tuy nhiên, máy nén được thay thế bằng máy hấp thu mà hòa tan chất làm lạnh thành chất lỏng thích hợp. Bơm chất lỏng làm tăng áp suất, và máy phát điện dẫn động hơi chất làm lạnh từ chất lỏng áp suất cao. Trong động cơ nhiệt chu trình Stirling lý tưởng, cơ cấu cơ học dẫn động nhiệt truyền theo hướng đảo ngược. Trong chu trình Carnot đảo ngược, bốn quy trình có thể đảo ngược được tạo thành bằng hai bước đẳng nhiệt và hai bước đẳng entropi được thực hiện đảo ngược. Cuối cùng, trong chu trình khí, chất lưu vận động thể khí được nén và giãn nở nhưng không thay đổi pha.

Hệ số hiệu suất (Coefficient of performance - COP) là phép đo về hiệu quả của máy làm lạnh hoặc bơm nhiệt. Hệ số hiệu suất là phép đo tức thời của tỉ số giữa đầu ra làm nguội hoặc gia nhiệt hữu ích và đầu vào năng lượng. Trong hệ thống làm nguội, hệ số hiệu suất có thể được xác định như tỉ số của nhiệt loại bỏ được so với đầu vào năng lượng cấp đến máy nén. Hệ số hiệu suất trong gia nhiệt có thể được xác định như tỉ số của nhiệt được phân phối so với đầu vào năng lượng cấp đến máy nén. Theo đó, hệ số hiệu suất cao hơn biểu thị hệ thống hiệu quả hơn.

Giống như hệ thống khác bất kỳ dựa vào mối quan hệ giữa nhiệt và các dạng năng lượng khác, hệ số hiệu suất của hệ thống nén khí bất kỳ vốn được giàng buộc bởi các định luật của nhiệt động lực học. Mỗi tác giả tìm kiếm để làm tiến bộ kỹ thuật tiền thân của việc nén khí đã

tìm cách giảm thiểu suy giảm về hiệu quả trong khi tối đa hóa tính hiệu quả của các bộ phận và các quy trình liên quan và theo đó để đạt được các hệ số hiệu suất tối ưu.

Theo đó, không kể các cải tiến ở trên và nhiều cải tiến hữu ích khác liên quan đến việc nén khí, nỗ lực tiếp tục cho các hiệu quả năng cao trong các hệ thống và phương pháp để nén các chất lưu thể khí. Về mặt này, nhận ra rằng việc làm lạnh là phương pháp hiệu quả để làm cho việc nén khí trở nên dễ dàng. Tuy nhiên, còn nhận ra rằng việc làm lạnh có phạm vi nhiệt độ tương đối hẹp mà việc làm lạnh hoạt động có hiệu quả cao trong đó. Làm nguội thêm quá điểm dưới của phạm vi nhiệt độ đó có thể được thực hiện chỉ với hiệu quả giảm nghiêm trọng.

Do đó, tác giả sáng chế nhận thấy rằng sẽ có lợi cao để cung cấp hệ thống và phương pháp để nén chất lưu thể khí mà giảm thiểu tổn hao về hiệu quả hoạt động trong khi nén chất lưu và khai thác các hiệu quả của việc làm lạnh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó sáng chế được xây dựng dựa vào mục đích cơ bản để cung cấp hệ thống và phương pháp để nén khí với hiệu quả được nâng cao.

Mục đích liên quan của sáng chế là để cung cấp hệ thống và phương pháp để nén khí mà có thể hoạt động với sự tiêu thụ năng lượng giảm.

Mục đích thêm nữa của sáng chế là để cung cấp hệ thống và phương pháp để nén khí bằng cách loại bỏ nhiệt ở hệ số hiệu suất cao (COP).

Mục đích thêm của các phương án của sáng chế là để cung cấp hệ thống và phương pháp cho việc nén chất lưu thể khí mà có thể mở rộng quy mô.

Các mục đích và ưu điểm này và các mục đích và ưu điểm thêm nữa của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng không chỉ với người duyệt bản mô tả và hình vẽ của sáng chế mà còn đối với những người có cơ hội để chứng kiến hệ thống và phương pháp nén chất lưu thể khí được bộc lộ ở đây đang vận hành. Mặc dù việc thực hiện mỗi mục đích trong số các mục đích nêu trên trong phương án đơn lẻ của sáng chế là có thể và hơn nữa được ưu tiên, nhưng không phải tất cả các phương án sẽ đòi hỏi hoặc cần để thực hiện mỗi và mọi ưu điểm và chức năng tiềm năng. Tuy nhiên, tất cả các phương án này nên được xem xét trong phạm vi của sáng chế.

Để thực hiện một hoặc nhiều mục đích của sáng chế, hệ thống nén chất lưu thể khí để nén khí từ áp suất ban đầu đến áp suất tại cửa ra theo sáng chế có giàn nén thứ nhất và giàn nén thứ hai. Giàn nén thứ nhất bao gồm tầng nén khí có máy nén chất lưu thể khí và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí. Giàn nén thứ nhất có hoạt động để mang khí từ áp suất nạp vào đến áp suất kế được

nâng thứ nhất. Giàn nén thứ hai bao gồm tầng nén khí có máy nén chất lưu thể khí và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí. Giàn nén thứ hai hoạt động để mang khí đến áp suất tại cửa ra. Áp suất tại cửa ra là lớn hơn áp suất kế được tăng thứ nhất.

Trong các thực hành về hệ thống nén khí, thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt bao gồm thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng có nhiều phần thiết bị làm nguội trung gian. Ví dụ, thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng có thể có phần nhiệt độ cao và phần nhiệt độ thấp, mỗi phần trong phần nhiệt độ cao và phần nhiệt độ thấp có lõi thiết bị làm nguội trung gian. Thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng có thể còn có môi trường phương tiện và các phần nhiệt độ thêm nữa tiềm năng được đặt theo cách nối thông chất lưu vào giữa phần nhiệt độ cao và phần nhiệt độ thấp. Ngoài ra, bể nước có thể được ghép nối theo cách nối thông chất lưu với mỗi thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt để hoạt động để tháo nước ngưng tụ.

Như được chỉ dẫn ở đây, giàn nén thứ nhất có thể bao gồm giàn nén máy thổi. Máy nén chất lưu thể khí của tầng nén khí của giàn nén thứ nhất có thể bao gồm máy thổi áp suất cao, và giàn nén thứ hai có thể bao gồm giàn nén cơ học. Máy nén chất lưu thể khí của tầng nén khí của giàn nén cơ học có thể là máy nén cơ học, như máy nén quay hoặc máy nén kiểu pittông.

Còn được bộc lộ thêm rằng giàn nén máy thổi có thể được tạo thành bằng nhiều tầng nén khí với mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được ghép nối theo cách nối thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao. Theo cách thức tương tự, giàn nén cơ học có thể có nhiều tầng nén khí trong đó mỗi tầng trong số nhiều tầng có máy nén chất lưu thể khí cơ học và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí cơ học. Ví dụ, giàn nén máy thổi có thể có ít nhất bốn tầng nén khí, mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao. Giàn nén cơ học có ít nhất ba tầng nén khí, mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí cơ học và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí cơ học.

Hệ thống nén khí có thể còn bao gồm cửa ra. Tầng nén khí cuối cùng có thể có máy nén chất lưu thể khí cơ học mà không có thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa máy nén chất lưu thể khí cơ học và cửa ra.

Vẫn còn được bộc lộ rằng máy phát điện được dẫn động bằng khí có thể được ghép nối theo cách thông chất lưu với cửa ra để cho phép sinh ra năng lượng điện để chuyển chất lưu vận

động bằng cách phun khí được nén nhận được từ hệ thống nén khí. Ví dụ, máy phát điện được dẫn động bằng khí có thể có một hoặc nhiều ống dẫn phân phối trọng lực kéo dài, mỗi ống dẫn phân phối trọng lực có đầu trên và đầu dưới. Máy phát điện có thể có một hoặc nhiều ống dẫn nổi kéo dài, mỗi ống dẫn nổi có đầu trên và đầu dưới. Đầu trên và các đầu của các ống dẫn nổi được nối thông chất lưu với đầu trên hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực, và đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực được nối thông chất lưu với đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn nổi. Với điều đó, vòng chất lưu đóng được tạo ra giữa các ống dẫn nổi và ống dẫn phân phối trọng lực với dòng chảy chất lưu vận động từ các đầu trên của các ống dẫn nổi được nạp vào trong đầu trên của ống dẫn phân phối trọng lực và chất lưu vận động chảy hướng xuống dưới thông qua ống dẫn phân phối trọng lực được nạp từ đầu dưới của ống dẫn phân phối vào trong các đầu dưới của nhiều ống dẫn nổi. Hệ thống tuabin chất lưu được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa đầu dưới hoặc các đầu của ống dẫn phân phối trọng lực hoặc các ống dẫn và đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn nổi. Hệ thống phun phía hoạt động để phun khí, như không khí, được nén bởi hệ thống nén khí từ cửa ra và vào trong mỗi một ống dẫn nổi.

Sẽ hiểu rằng phần mô tả nêu trên chỉ ra theo cách rộng, các mục đích và các dấu hiệu quan trọng của sáng chế để cho phép hiểu tốt hơn phần mô tả chi tiết dưới đây và tạo ra việc đánh giá tốt hơn về đóng góp của tác giả sáng chế cho tình trạng kỹ thuật của sáng chế. Trước khi bất kỳ phương án thực hiện hoặc khía cạnh cụ thể nào của nó được giải thích chi tiết ở dưới, cần phải làm rõ rằng các chi tiết của kết cấu dưới đây và các minh họa của các khái niệm sáng chế chỉ đơn thuần là ví dụ của nhiều thể hiện khả thi của sáng chế. Cũng cần hiểu rằng các dấu hiệu và các lợi ích bổ sung của sáng chế sẽ là rõ ràng nhờ việc đọc phần mô tả chi tiết của các áp dụng và các phương án thực hiện, vốn không có hạn chế, và có tham khảo tới các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các chi tiết và các dấu hiệu bổ sung của hệ thống và phương pháp nén chất lưu thể khí được bộc lộ ở đây là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sau khi xem xét bản mô tả này và các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 là hình phối cảnh của hệ thống nén khí theo sáng chế;

Fig.2 là hình phối cảnh của giàn nén máy thổi của hệ thống nén khí;

Fig.3A là hình phối cảnh của máy thổi áp suất cao và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng của một tầng của giàn nén máy thổi;

Fig.3B là hình vẽ nhìn từ cạnh của máy thổi áp suất cao và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng của một tầng của giàn nén máy thổi;

Fig.3C là hình vẽ nhìn từ phía trước của máy thổi áp suất cao và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng của một tầng của giàn nén máy thổi;

Fig.4A là hình phối cảnh của thiết bị làm nguội trung gian của một tầng của hệ thống;

Fig.4B là hình vẽ nhìn từ cạnh của thiết bị làm nguội trung gian;

Fig.4C là hình vẽ mặt cắt ngang của thiết bị làm nguội trung gian;

Fig.5 là hình phối cảnh của giàn nén cơ học của hệ thống nén khí;

Fig.6A là hình vẽ phối cảnh của thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng;

Fig.6B là hình vẽ nhìn từ trên xuống của thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng; và

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh của máy phát điện được dẫn động bằng khí khai thác hệ thống nén khí theo sáng chế; và

Fig.8 là hình phối cảnh của các hệ thống con có khả năng mang lại hiệu quả bổ sung trong hệ thống nén khí theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hệ thống và phương pháp nén chất lưu thể khí được bộc lộ ở đây là đối tượng của các phương án khác nhau. Tuy nhiên, để đảm bảo rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ có khả năng hiểu và, trong các trường hợp thích hợp, thực hiện được sáng chế này, thì các phương án được ưu tiên cụ thể của sáng chế rộng hơn được bộc lộ ở đây được mô tả bên dưới và được thể hiện trong các hình vẽ kèm theo. Do đó, trước khi phương án cụ thể bất kỳ của sáng chế được giải thích chi tiết, cần phải làm rõ rằng các chi tiết dưới đây của cấu trúc và các minh họa của các khái niệm sáng tạo chỉ đơn thuần là các ví dụ của nhiều thể hiện khả thi của sáng chế.

Tham chiếu cụ thể hơn đến Fig.1, hệ thống nén khí 10 có giàn nén thứ nhất 20 để tăng áp suất kế của khí bên trong hệ thống 10 đến mức nén thứ nhất và giàn nén thứ hai 30 để tăng áp suất kế của khí bên trong hệ thống nén khí 10 qua mức nén thứ nhất đến áp suất cuối cùng tại cửa ra. Theo sáng chế này, giàn nén thứ nhất 20 có thể bao gồm giàn nén máy thổi 20, và giàn nén thứ hai 30 có thể bao gồm giàn nén cơ học 30. Giàn nén máy thổi 20 được mô tả riêng ở Fig.2, và giàn nén cơ học 30 được mô tả riêng ở Fig.5. Ở đây, khí có thể đôi khi được đề cập đến như không khí và được hiểu rằng việc nén khí khác là có thể thuộc phạm vi của sáng chế.

Theo một thực hành về hệ thống nén khí 10, giàn nén máy thổi 20 có thể được tính toán để đưa khí, như không khí, được dẫn hoặc nhập vào trong hệ thống từ áp suất thứ nhất, như áp suất môi trường xung quanh, đến áp suất kế tăng, như từ 20 psi đến 24 psi. Giàn nén cơ học 30 có thể được sử dụng để đạt được sự nén trên đó để đến áp suất tại cửa ra.

Trong ví dụ mang tính minh họa mà không giới hạn này, không khí được dẫn vào trong giàn nén thứ nhất 20 của hệ thống nén khí 10 tại áp suất kế là 0 psi và tại nhiệt độ môi trường xung quanh. Trong tầng thứ nhất của hệ thống 10 bên trong giàn nén máy thổi 20, máy thổi áp suất cao 12 nạp không khí qua lỗ nạp không khí 14 và nén không khí đến áp suất tăng thứ nhất mà có thể phụ thuộc vào cấu hình của hệ thống nén 10 và các yếu tố khác. Việc nén chất lưu đó giải phóng nhiệt đoạn nhiệt và tăng nhiệt độ của không khí được nén lúc đó. Tổng lượng năng lượng được đòi hỏi để hoàn tất quy trình này tương ứng với áp lực của không khí cộng với nhiệt đoạn nhiệt cộng với ẩn nhiệt để ngưng tụ cường bước hơi nước trong không khí.

Thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 16 được bố trí thêm vào máy thổi áp suất cao 12 bên trong tầng thứ nhất của giàn nén máy thổi 20 của hệ thống nén khí 10 để nhận không khí được nén từ máy thổi áp suất cao 12. Thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt 16 loại bỏ nhiệt đoạn nhiệt cộng với nhiệt ẩn và giảm nhiệt độ của không khí bị nén và theo đó giảm năng lượng cần thiết để nén không khí thêm nữa. Nhiệt độ được hạ thấp đó dẫn đến áp suất thấp hơn thoát khỏi tầng thứ nhất. Trong các phương án của hệ thống 10, chẳng hạn, nhiệt độ được tính toán để được giảm dưới nhiệt độ môi trường xung quanh ban đầu.

Giàn nén máy thổi 20 có tầng thứ hai của hệ thống nén khí 10 với máy thổi áp suất cao 22 mà nhận không khí được nén và làm nguội trong tầng thứ nhất của giàn nén máy thổi 20. Nhờ vào thiết bị làm nguội trung gian 16, máy thổi áp suất cao 22 của tầng thứ hai đòi hỏi ít năng lượng hơn để thực hiện việc nén bởi vì máy thổi 22 không được đòi hỏi để xử lý nhiệt đoạn nhiệt được giải phóng và bởi vì nhiệt độ của khí nén nhận được là thấp hơn nhiệt độ xung quanh, ban đầu. Thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 24 được bố trí thêm vào máy thổi áp suất cao 22 bên trong tầng thứ hai của giàn nén máy thổi 20 của hệ thống nén khí 10 để nhận không khí được nén từ máy thổi áp suất cao 22. Do việc làm nguội được thực hiện bởi thiết bị làm nguội trung gian 16 của tầng thứ nhất của hệ thống nén khí 10, nên năng lượng cần để loại bỏ nhiệt đoạn nhiệt bởi thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt 24 của tầng thứ hai là thấp hơn nhiều so với việc chỉ bằng việc nén khí cơ học bởi các máy thổi 12 và 22.

Bởi vì hiệu quả cao của bơm nhiệt đơn tác động đến chi phạm vi nhiệt độ rất hẹp, nên các thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 16, 24 được sử dụng trong khi thực hành hệ thống nén khí 10 để cho phép vận hành trên các phạm vi vận hành hẹp hơn và để mang lại hiệu quả nâng cao trong vận hành các thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt 16, 24.

Tình trạng kỹ thuật liên quan đến các bơm nhiệt phân tầng có thể được tham chiếu, ví dụ, đến công bố đơn sáng chế Mỹ số 2010/0077788 của Lewis về bơm nhiệt nguồn không khí phân tầng, bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 8,869,531 cấp cho Held về động cơ nhiệt có các chu trình phân tầng, và công bố đơn sáng chế Mỹ số 2004/0011038 của Stringer và cộng sự về phương pháp tạo ra điện chu trình vòng đóng phân tầng. Mỗi tham chiếu nêu trên và mỗi tham chiếu được viện dẫn ở đây được hợp nhất để tham khảo.

Theo sáng chế và tham chiếu thêm nữa đến các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3C trong đó thiết bị làm nguội trung gian tầng thứ nhất 16 được thể hiện, mỗi thiết bị làm nguội trung gian nhiệt phân tầng được sử dụng có thể được xem xét để có phần nhiệt độ cao 56, phần nhiệt độ trung bình 58, và phần nhiệt độ thấp 60. Các phần 56, 58, và 60 của thiết bị làm nguội trung gian 16 có thể là nằm trong một cấu trúc thiết bị làm nguội trung gian. Thay vào đó, mỗi phần có thể tự nó được tạo thành từ thành phần có thể được xem xét và hoạt động như thiết bị làm nguội trung gian riêng biệt. Như được sử dụng ở đây, việc tham chiếu đến thiết bị làm nguội trung gian và các phần của thiết bị làm nguội trung gian nên được hiểu bao gồm các cấu trúc thiết bị làm nguội trung gian đơn nhất và riêng biệt trừ khi sáng chế có thể được giới hạn rõ ràng bởi các yêu cầu bảo hộ. Các thiết bị làm nguội trung gian 16, 24, 30, và 36 và các phần thiết bị làm nguội trung gian 56, 58, và 60 có thể được thiết kế và, theo cách bổ sung hoặc thay thế, được định cỡ cho phạm vi nhiệt độ trên mức bơm nhiệt được kỳ vọng để vận hành.

Có thể hiểu thêm nữa về các thể hiện khả thi tiềm năng của các thiết bị làm nguội trung gian 16, 24, 30, và 36 tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.4 A đến Fig.4C trong đó phần nhiệt độ cao 56 của thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng tầng thứ nhất 16 được mô tả. Ở đó, phần thiết bị làm nguội trung gian 56, mà tạo thành bộ trao đổi nhiệt thiết bị làm nguội trung gian có thể vận hành độc lập, có lõi thiết bị làm nguội trung gian 66 với cửa vào chất lưu thể khí 68 và cửa ra chất lưu thể khí 70. Lõi thiết bị làm nguội trung gian 66 được giữ trong phần chứa 72. Theo kết cấu này, chất lưu được nén có thể thu được từ máy thổi áp suất cao 12, được làm nguội trung gian, và sau đó được đẩy, như đến phần thiết bị làm nguội trung gian nhiệt độ trung bình 58, sau đó đến phần thiết bị làm nguội trung gian nhiệt độ thấp 60, và sau đó đến tầng thứ hai của hệ thống nén khí. Các thiết bị làm nguội trung gian còn lại có thể vận hành được theo cách tương tự, hoặc có tiềm năng được cấu trúc theo cách khác và có thể vận hành được.

Các thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 16, 24, 30, và 36 tránh được các tổn hao về mặt hiệu quả như cách khác sẽ là kết quả cần thiết để ngưng tụ nhiệt tại các nhiệt độ đenta. Trong các thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 16, 24, 30, và 36 được sử dụng dưới đây, các bơm nhiệt nhiệt độ thấp sử dụng khối bể làm nguội nhiệt độ cao hơn tiếp

theo như cơ sở cho nhiệt độ ngưng tụ tương ứng của nó. Theo cách này, các bơm nhiệt bên trong các thiết bị làm nguội trung gian 16, 24, 30, và 36 phối hợp riêng để di chuyển các lượng nhiệt rất lớn có các yêu cầu chuyển nhiệt riêng được giảm tối thiểu và không thể hiện các suy giảm về mặt hiệu quả lớn.

Các hệ thống con để quản lý, thu gom, và khai thác thêm nữa có thể được tham chiếu thêm nữa đến sơ đồ giản lược của Fig.8, mà giúp hiểu thêm nữa về các hiệu quả cao mà có thể đạt được ở các thực hành cụ thể đối với sáng chế. Ở đó, các thay đổi về nhiệt độ và delta bị ảnh hưởng và giới hạn bởi sử dụng các bể lạnh có bơm nhiệt, như của các bể lạnh có các bơm nhiệt nhiệt độ cao hơn. Như được sử dụng ở dưới đây, các bơm nhiệt có thể thu nhiệt, bao gồm nhiệt ẩn và nhiệt ma sát, và truyền nó để sử dụng thay thế hoặc sử dụng sau. Nhiệt có thể được sử dụng trong vận hành kế tiếp hoặc song song mà có thể sử dụng nhiệt mức thấp để thực hiện nhiệm vụ khác đòi hỏi việc cấp năng lượng. Với điều đó, nhiệt được truyền được sử dụng hiệu quả nhiều lần, như khi để nén không khí và lần thứ hai để gia nhiệt vận hành thêm nữa. Vận hành thêm nữa có thể, ví dụ, là gia nhiệt không gian, gia nhiệt nước, phát điện chu trình Rankin hữu cơ, hoặc một số vận hành khác hoặc kết hợp của chúng.

Như được thể hiện ở Fig.8, các hệ thống con để thu gom, quản lý, và khai thác năng lượng có thể được đặt vào giữa trong các tầng làm lạnh và nén xen kẽ của hệ thống nén khí 10. Ví dụ, việc sử dụng tầng thứ nhất của hệ thống 10 như ví dụ không làm giới hạn, bể có bộ làm lạnh nhiệt độ thấp 82 có thể tương tác về mặt nhiệt động với phần nhiệt độ thấp 60 của thiết bị làm nguội trung gian 16 tương ứng với chất lưu trong bể được chuyển trên phần nhiệt độ thấp 60 của thiết bị làm nguội trung gian 16. Bể có bộ làm lạnh 82 có thể có nhiệt độ bề trên điểm đóng băng của nước, như 33°F, để tránh nước ngưng tụ khỏi đóng băng trên các cuộn dây của bể có bộ làm lạnh 82. Bơm nhiệt nhiệt độ thấp 84 được ghép nối theo cách thông chất lưu với bể có bộ làm lạnh 82. Thông thường, bơm nhiệt 84 có thể phải làm ngưng tụ chất làm lạnh ở các nhiệt độ xung quanh trong không khí mà có thể là cao bằng 100°F trong khi khả năng truyền nhiệt của không khí là thấp và theo đó đòi hỏi các nhiệt độ của bộ ngưng tụ delta cao hơn để hoàn tất việc truyền nhiệt hiệu quả. Các nhiệt độ delta cao hơn sẽ giảm COP của bơm nhiệt một cách trầm trọng. Để tránh các nhược điểm của các bộ ngưng tụ làm nguội không khí xung quanh delta cao, thì bơm nhiệt nhiệt độ thấp 84 sử dụng môi trường ngưng tụ từ bể có bộ làm lạnh nhiệt độ trung bình 86. Điều này giữ nhiệt độ delta đến xấp xỉ 30°F. Ngoài ra, bơm nhiệt nhiệt độ thấp 84 đang trao đổi nhiệt trong môi trường lỏng, đòi hỏi các nhiệt độ delta thấp hơn để cho hiệu quả. Điều này giữ các COP của bơm nhiệt nhiệt độ thấp 84 rất cao.

Bể có bộ làm lạnh nhiệt độ trung bình 86 được ghép nối theo cách thông chất lưu vào bể có bộ làm lạnh nhiệt độ thấp 82 với nhiệt độ bề tại, ví dụ, khoảng 60°F. Bơm nhiệt nhiệt độ

trung bình 88 được ghép nối theo cách thông chất lưu với bể có bộ làm lạnh 86. Bể của bộ làm lạnh nhiệt độ trung bình 86 có thể tương tác theo cách nhiệt động với phần nhiệt độ trung bình 58 của thiết bị làm nguội trung gian 16 tương ứng bằng cách chuyển chất lưu ở bể trên phần nhiệt độ trung bình 58 của thiết bị làm nguội trung gian 16. Thông thường, bơm nhiệt 88 lần nữa sẽ phải làm ngưng tụ chất làm lạnh tại các nhiệt độ xung quanh trong không khí, mà có thể cao bằng 100°F, và lần nữa nhận thấy khả năng truyền nhiệt của không khí là thấp đòi hỏi các nhiệt độ của bộ ngưng tụ delta cao hơn để hoàn thành việc truyền nhiệt hiệu quả. Các nhiệt độ delta cao hơn này sẽ giảm COP của bơm nhiệt một cách nghiêm trọng. Để tránh các nhược điểm của các bộ ngưng tụ làm nguội không khí xung quanh delta cao, bơm nhiệt nhiệt độ trung bình 88 sử dụng bể có bộ làm lạnh nhiệt độ cao 90, mà được khớp về mặt nhiệt động với phần nhiệt độ cao 56 của thiết bị làm nguội trung gian 16 tương ứng với chất lưu của bể được chuyển trên phần nhiệt độ cao 56 của thiết bị làm nguội trung gian 16, như phương tiện ngưng tụ. Điều này giữ nhiệt độ delta đến khoảng 60°F. Ngoài ra, bơm nhiệt nhiệt độ trung bình 88 do đó đang trao đổi nhiệt trong môi trường lỏng, đòi hỏi các nhiệt độ delta thấp để cho hiệu quả. Điều này giữ các COP của bơm nhiệt nhiệt độ trung bình 88 rất cao. Sau phần này, nhiệt độ tăng lên, như đến 120°F.

Bể của bộ làm lạnh nhiệt độ cao 90 được ghép nối theo cách thông chất lưu với bơm nhiệt nhiệt độ trung bình 88 và có nhiệt độ bể là xấp xỉ 120°F tương ứng với phần nhiệt độ cao 56 của thiết bị làm nguội trung gian 16. Bơm nhiệt nhiệt độ cao 92, mà được ghép nối theo cách thông chất lưu với bể có bộ làm mát nhiệt độ cao 90, lần nữa thường phải ngưng tụ chất làm lạnh tại các nhiệt độ xung quanh trong không khí, mà có thể cao bằng 100°F. Mặc dù nhiệt độ xung quanh trong bộ ngưng tụ này có lợi cho COP cao, nhưng việc trao đổi không khí kém sẽ đòi hỏi nhiệt độ delta cao hơn và đòi hỏi nhiều năng lượng hơn. Các nhiệt độ delta cao hơn sẽ giảm COP của bơm nhiệt 92 về biên. Để tránh các nhược điểm của các bộ ngưng tụ làm nguội không khí xung quanh delta cao, bơm nhiệt nhiệt độ cao 92 sử dụng bể có bộ làm lạnh tăng nhiệt độ cao 94 như môi trường ngưng tụ của nó. Điều này giữ nhiệt độ delta đến khoảng 80°F. Ngoài ra, chất lưu lúc này ở nhiệt độ của nhiệt thể thấp mà có thể được sử dụng cho các vận hành gia nhiệt khác. Điều này giữ các COP của bơm nhiệt nhiệt độ cao 92 rất cao. Sau phần này, nhiệt độ còn được tăng thêm, như lên 200°F.

Một hoặc nhiều chu trình bơm nhiệt tăng cường bổ sung, mỗi chu trình với bơm nhiệt 96 và bể có bộ làm lạnh 98, có thể bổ sung để nâng nhiệt độ thậm chí nhiều hơn để nâng cao chất lượng của nhiệt thể thấp để nó có thể được sử dụng dưới nhiều dạng sử dụng nhiệt thể thấp hơn. Ở mỗi chu trình tăng cường, nhiệt độ có thể được tăng thêm nữa, như tăng thêm từ 80°F đến 100°F. Dưới hệ phương pháp này, một chu trình tăng cường bổ sung có thể tăng nhiệt độ,

chẳng hạn, đến 290°F, và một chu trình tăng cường bổ sung thứ hai có thể tăng nhiệt độ thêm nữa, như đến 380°F. Ở các chu trình tăng cường nhiệt độ cao hơn này, các cuộn dây ngưng tụ có thể được đặt theo yêu cầu của người dùng cuối thực sự, như trong máy phát điện được dẫn động bằng khí, nguồn cấp nước nóng trong nhà, theo các nhu cầu làm ấm không gian, hoặc khác.

Trong trường hợp bất kỳ và quay trở lại các Fig.1 và Fig.2, ví dụ, các bước nén và làm nguội được lặp lại trong hệ thống nén khí 10 này, nén liên tục khí với các bước đan xen gồm thu hồi nhiệt thông qua làm nguội trung gian. Trong thực hành hệ thống nén khí 10 được mô tả, việc nén và làm nguội được lặp lại nhiều lần, cụ thể bốn lần, các tầng tuần tự bên trong giàn nén máy thổi 20 để mang khí được đưa hoặc nhập vào hệ thống đến áp suất kế tại cửa ra giàn thứ nhất được tăng. Cần được lưu ý rằng bổ sung tầng hoặc ít tầng hơn có thể được bố trí trong giàn nén máy thổi 20 với việc nén thông qua việc nén và làm nguội bằng máy thổi qua thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng đan xen trong mỗi tầng trong số một số tầng.

Giàn nén máy thổi 20 trong phương án này sử dụng tầng thứ ba cùng với máy thổi áp suất sao 28 mà nhận không khí được nén và làm nguội trong tầng thứ hai của giàn nén máy thổi 20. Máy thổi áp suất cao 28 của tầng thứ ba truyền nén thêm nữa đối với khí nhận được từ tầng thứ hai, lần nữa đòi hỏi ít năng lượng hơn để thực hiện việc nén bởi vì máy thổi 28 nhận không khí với nhiệt độ nhiệt được giảm do vận hành của thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 24. Thiết bị làm nguội trung gian trung gian có bơm nhiệt 30 được bố trí bên trong tầng thứ ba của giàn nén máy thổi 20 để nhận không khí bị nén từ máy thổi áp suất cao 28.

Tài liệu kỹ thuật tiền thân bộc lộ các hệ thống nén máy thổi áp suất cao. Các nguyên lý liên quan có thể được có trong, chẳng hạn, bằng sáng chế Mỹ số 2,849,173 về hệ thống máy nén, bằng sáng chế Mỹ số 3,014,639 về máy nén không khí áp lực cao, bằng sáng chế Mỹ số 5,461,861 về quy trình nén môi trường thể khí, bằng sáng chế Mỹ số 6,695,591 về hệ thống máy nén khí đa tầng, công bố đơn sáng chế Mỹ số 2009/0257902 về thiết bị máy nén. Tất cả các tài liệu này được hợp nhất ở đây để tham khảo.

Các máy thổi áp suất cao 12, 22, 28, và 34 được mô tả ở đây có thể, dưới dạng ví dụ không làm giới hạn, bao gồm các máy thổi ly tâm áp suất cao. Máy thổi áp suất cao tầng thứ nhất 12 có thể, ví dụ, vận hành trong phạm vi là từ 4.500 đến 20.000 CFM, và máy thổi áp suất cao tầng thứ hai 22 có thể vận hành, lần nữa ví dụ, trong phạm vi là từ 4.500 đến 20.000 CFM. Các tốc độ này được biểu diễn theo các điều kiện không khí. Tuy nhiên, được thiết kế là các máy thổi 22, 28, và 34 kế tiếp vào máy thổi thứ nhất 12 có thể vận hành tại các tốc độ dòng chảy giảm, như khối lượng ít hơn khoảng chừng 25%, do các gia tăng về áp lực và việc làm nguội tiêu môi trường. Về lý thuyết, các quạt thổi nhỏ hơn 22, 28, và 34 có thể được sử dụng ở

các tầng sau bởi vì thể tích vật lý thực sự của khí mà phải đi qua là nhỏ hơn trong khi không khí được nén. Một loại máy thổi áp suất cao hiệu quả, ví dụ, sẵn có như các máy thổi áp suất loại HP với các thiết kế bánh xe áp suất cao tỏa tròn từ New York Blower Company ở Willowbrook, Illinois, Mỹ.

Ở tầng thứ tư của giàn nén máy thổi 20, quạt thổi áp suất cao 34 nhận không khí được nén và làm nguội ở tầng thứ ba. Máy thổi áp suất cao 34 của tầng thứ tư truyền việc nén thêm nữa đối với không khí được nhận từ tầng thứ ba với ít năng lượng hơn được đòi hỏi để thực hiện việc nén bởi vì máy thổi 34 nhận không khí với nhiệt độ nhiệt được giảm do vận hành của thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 24. Thiết bị làm nguội trung gian phân tầng bơm nhiệt 36 được bố trí bên trong tầng thứ tư của giàn nén máy thổi 20 để nhận không khí được nén từ máy thổi áp suất cao 34.

Tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng, sau một hoặc nhiều tầng liên quan đến việc nén bằng việc nén của máy thổi, áp suất của không khí được nén được nâng lên sẽ được vượt xa mà việc bằng máy thổi áp suất cao trở nên không thực tế và không hiệu quả. Theo hệ thống 10 này, việc nén thêm nữa có thể đạt được bằng nén cơ học, như sử dụng một hoặc nhiều máy nén kiểu pittông. Việc làm nguội bằng thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng có thể được sử dụng lần nữa kế tiếp mỗi bước nén. Do đó, các máy thổi áp suất cao 12, 22, 28, và 34 của giàn nén máy thổi 20 lắp thêm vào các tầng của các máy nén cơ học pittông 42, 46, và 50 cùng các thiết bị làm nguội trung gian 44 và 48 đan xen trong giàn máy nén cơ học 30. Vượt quá mức nén thứ nhất đạt được bằng giàn nén máy thổi 20, các máy nén kiểu pittông 42, 46, và 50 tăng áp suất khí cao hơn và hiệu quả hơn so với các máy thổi. Các máy nén cơ học mà trong trường hợp này kiểu pittông có thể hoạt động được trong phạm vi từ 150 đến 300 CFM. Bởi vì khí ở đây được nén đến thể tích nhỏ hơn rất nhiều so với thể tích không khí ban đầu, nên ít máy nén 42, 46, và 50 hơn có thể được sử dụng để đạt áp suất cao cuối cùng theo mong muốn.

Bên trong giàn máy nén cơ học 30, không khí bị nén và làm nguội được thu được tại áp suất cửa ra của giàn máy nén máy thổi từ thiết bị làm nguội trung gian cuối cùng 36 của giàn máy nén máy thổi 20 qua bộ nối chất lưu 40 và vào trong nhóm máy nén cơ học thứ nhất 42 mà tạo thành tầng thứ năm của hệ thống nén khí 10. Nhóm máy nén cơ học thứ nhất 42 có thể bao gồm chỉ máy nén cơ học đơn hoặc nhiều máy nén cơ học. Các máy nén cơ học của các nhóm máy nén 42, 46, và 50 có thể, ví dụ, bao gồm các máy nén quay hoặc các máy nén kiểu pittông. Ba máy nén cơ học vận hành song song trong nhóm máy nén cơ học thứ nhất 42 trong phần mô tả này. Nhóm máy nén cơ học thứ nhất 42 nâng khí đến áp suất được tăng thêm nữa, và khí thu được có nhiệt độ được tăng lên. Khí được nén thêm đó được dẫn đến thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 44 của tầng thứ nhất của nhóm máy nén cơ học thứ nhất 42 để loại

bỏ nhiệt nén và để giảm nhiệt độ của không khí được nén và theo đó giảm năng lượng được đòi hỏi để nén khí thêm nữa.

Giàn nén cơ học 30 trong phương án này có các nhóm máy nén cơ học thứ hai 46 và thứ ba 50 mà tạo thành các tầng thứ sáu và thứ bảy của hệ thống nén khí 10. Ở tầng thứ sáu, nhóm máy nén cơ học thứ hai 46, mà được tạo thành bằng hai máy nén cơ học vận hành song song trong ví dụ này, nhận không khí được nén và làm nguội tại tầng thứ năm của giàn nén cơ học 30. Nhóm máy nén cơ học 46 của tầng thứ sáu truyền nén thêm nữa cho khí được thu từ tầng thứ năm, và thiết bị làm nguội trung gian bơm nhiệt phân tầng 48 được bố trí bên trong tầng thứ sáu của giàn nén cơ học 30 để thu không khí được nén từ nhóm máy nén tầng thứ năm 46. Trong tầng thứ bảy và cuối cùng của hệ thống nén khí 10, nhóm máy nén cơ học thứ ba 50, mà được tạo thành bằng máy nén cơ học đơn trong phương án này, thu khí được nén và làm nguội trong tầng thứ sáu của giàn nén cơ học 30 và còn nén thêm khí trước khi truyền khí được nén qua cửa ra 52.

Theo sáng chế và xem thêm nữa Fig.7, việc tăng áp cho khí bằng hệ thống nén khí 10 có thể được sử dụng theo cách có lợi để dẫn động các hệ thống thân nữa và lớn hơn. Theo cách ví dụ và không phải sự giới hạn, khí được tăng áp bởi hệ thống 10 có thể được khai thác như khí được nén có thể hoạt động để sinh ra sự di chuyển theo chu trình của chất lưu vận động trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100 của đơn Mỹ số 16/115,531 và đơn PCT số PCT/US 18/48413 đều đang thẩm định của cùng tác giả sáng chế, đều được nộp vào ngày 28/08/2018. Toàn bộ bộc lộ của cả hai đơn này được hợp nhất ở đây để tham khảo. Trong các hình thức khai thác hệ thống nén khí 10 này, có thể khí không thể được làm nguội bằng việc làm nguội sau tầng cuối cùng, và nhiệt bổ sung và áp suất sinh ra có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc phun khí vào trong các ống dẫn nổi của máy phát điện được dẫn động bằng khí 100 để thay thế chất lưu vận động lỏng.

Như ở Fig.7, do đó được thiết kế là máy phát điện được dẫn động bằng khí để tạo ra năng lượng điện từ sự di chuyển của chất lưu vận động mà có một hoặc nhiều ống dẫn phân phối trọng lực kéo dài, mỗi ống có đầu trên và đầu dưới, và một hoặc nhiều các ống dẫn nổi kéo dài, mỗi ống dẫn nổi có đầu trên và đầu dưới. Đầu trên hoặc các đầu của các ống dẫn nổi là trong đường thông chất lưu với đầu trên hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực, và đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực là trong đường thông chất lưu với đầu dưới hoặc các đầu của ống dẫn nổi do đó vòng chất lưu đóng được tạo ra giữa các ống dẫn nổi và ống dẫn phân phối trọng lực với chất lưu vận động chảy từ các đầu trên của các ống dẫn nổi được cấp vào trong đầu trên ống dẫn phân phối trọng lực và chất lưu vận động chảy hướng xuống dưới qua ống dẫn phân phối trọng lực được cấp từ đầu dưới của ống phân phối

vào trong các đầu dưới của nhiều ống dẫn nổi. Hệ thống tuabin chất lưu được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa đầu dưới hoặc các đầu của ống dẫn phân phối trọng lực hoặc các ống dẫn và đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn nổi. Hệ thống phun khí hoạt động để phun khí vào trong mỗi ống dẫn nổi có không khí được nén bởi hệ thống nén khí 10 được bộc lộ ở đây. Khí được cấp bởi hệ thống nén khí 10 và được phun vào trong chất lưu vận động được đặt trong các ống dẫn nổi sẽ có xu hướng để sinh ra dòng chảy chất lưu vận động hướng lên trên trong các ống dẫn nổi, và chất lưu vận động được cấp đến đầu trên của ống dẫn phân phối trọng lực sẽ có dòng chảy hướng xuống dưới bên trong ống dẫn phân phối trọng lực để dẫn động hệ thống tuabin chất lưu. Các nguyên lý kết hợp của sáng chế và tài liệu viện dẫn được sáp nhập ở đây do đó bộc lộ máy phát điện được dẫn động bằng khí 100 thu khí được nén sử dụng hệ thống nén khí 10 này.

Cũng chuẩn theo phương pháp nhiệt động học và hệ thống 10 được bộc lộ ở đây, lượng năng lượng được sử dụng để vận hành các bơm nhiệt của các thiết bị làm nguội trung gian phân tầng 16, 24, 30, 36, 44, và 48 có thể gom bằng các bơm nhiệt và được sử dụng cho các mục đích phụ để mở rộng hiệu quả tổng thể thậm chí của hệ thống dòng chảy chất lưu lớn hơn. Theo cách ví dụ và không phải sự giới hạn, nhiệt được gom bởi các bơm nhiệt của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng 16, 24, 30, 36, 44, và 48 có thể được thu gom và khai thác để gia nhiệt các chất lưu vận động trong máy phát điện được dẫn động bằng khí của đơn sáng chế Mỹ số 16/115,531 và đơn PCT số PCT/US 18/48413 đều đang thẩm định của tác giả sáng chế và do đó nâng cao hiệu quả của máy phát điện được dẫn động bằng khí 100 được bộc lộ và bảo hộ tại đó.

Nhiệt còn thêm nữa có thể được thu gom và khai thác, như bằng cách đun quá nhiệt chất lưu trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100 lớn hơn so với chỉ riêng nhiệt đoạn nhiệt và giãn nở quá mức không khí được nén được phun vào trong các ống dẫn nổi của máy phát điện được dẫn động bằng khí 100. Sự giãn nở quá mức của chất lưu thể khí này trong các ống dẫn nổi của mMáy phát điện được dẫn động bằng khí 100 thay thế lượng chất lưu vận động lớn hơn để tạo ra lực chuyển động lớn hơn, theo đó tạo ra nhiều điện năng hơn.

Cụ thể trong các chu trình nén ban đầu của hệ thống 10, được mong muốn nhiệt độ của các thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt làm lạnh phân tầng 16, 24, 30, và 36 được giữ ở trên mức đóng băng để hơi nước được ngưng tụ không bị bám trên các cuộn dây làm nguội của lõi thiết bị làm nguội trung gian 66. Điều này giúp tách hơi nước trong không khí và giảm năng lượng được đòi hỏi cho việc nén. Khi không khí được nén, thì không khí có thể không còn giữ nhiều hơi nước như trước đó, và điều này đẩy hơi ngưng tụ vào trong nước lỏng để giải phóng ẩn nhiệt. Việc giải phóng ẩn nhiệt trong hệ thống 10 giữ các thiết bị làm nguội trung gian có

bơm nhiệt 16, 24, 30, và 36 vận hành ở phạm vi hiệu quả cao hơn. Việc loại bỏ ẩn nhiệt cũng như nhiệt ma sát giảm áp lực ngược trên các máy nén 12, 22, 28, và 34 và giảm mức năng lượng được đòi hỏi để nén không khí.

Trong các tầng kế tiếp, không khí được nén cơ học để giải phóng nhiều nhiệt đoạn nhiệt hơn và lần nữa nâng nhiệt độ của không khí đủ để đưa nhiệt độ không khí trở về trong hệ thống làm lạnh bơm nhiệt 44 và 48 với phạm vi hiệu quả cao hơn. Không khí được gia nhiệt và nén này lúc này được làm nguội lần nữa với chu trình bơm nhiệt làm lạnh trở về nhiệt độ thấp lần nữa để giảm năng lượng được đòi hỏi để nén không khí. Chu trình cơ học/chu trình làm lạnh nhiệt độ thấp xen kẽ này được lặp lại nhiều lần cho đến khi đạt được áp suất cuối cùng như mong muốn.

Sau một vài chu trình nén/làm lạnh cơ học, hàm lượng hơi nước của không khí là đủ thấp để làm nguội trung gian không khí được gia nhiệt và được nén đến nhiệt độ dưới mức đóng băng thấp hơn, mà còn giảm thêm nữa năng lượng được yêu cầu cho việc nén. Chu trình làm lạnh nhiệt độ thấp thay thế chu trình nén cơ học càng nhiều, thì tổng lượng tiêu thụ điện năng được yêu cầu để nén không khí đến áp suất cao cuối cùng càng thấp. Như được bộc lộ ở đây, bởi vì các bơm nhiệt có phạm vi nhiệt độ rất hạn chế để chúng vận hành ở các hệ số hiệu suất rất cao, nên khối thiết bị làm bay hơi bơm nhiệt được tạo cấu hình trong cấu hình thiết bị làm nguội trung gian làm nguội phân tầng với nhiều thiết bị làm nguội trung gian phân tầng ở đó bên trong có sự làm nguội nhiệt độ cao nhất ở đầu của thiết bị làm nguội trung gian và sau đó một hoặc nhiều thiết bị làm nguội trung gian nhiệt độ thấp hơn.

Cấu hình thiết bị làm nguội trung gian phân tầng này cũng có chức năng giữ các hệ số hiệu suất của các bơm nhiệt rất cao bằng cách giảm sự chênh lệch nhiệt độ delta của bộ ngưng tụ so với thiết bị bay hơi trong mỗi chu trình. Điều này đạt được nhờ vào việc làm bơm nhiệt làm lạnh nhiệt độ thấp nhất chuyển nhiệt của nó vào trong khu vực thiết bị bay hơi của bơm nhiệt làm lạnh nhiệt độ cao hơn kế tiếp thay vì xả nó ở nhiệt độ phòng được nâng lên hoặc cao hơn. Được nhận thấy rằng, nhiệt độ của mỗi bơm nhiệt làm lạnh càng cao, thì nó phải xử lý năng lượng nhiệt của không chỉ phạm vi nhiệt độ của thiết bị làm nguội trung gian mà còn nhiệt của thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt. Theo cách này, nhiệt độ của các thiết bị làm bay hơi có thể được tăng lên nhiệt độ được tăng rất cao khi tất cả nhiệt đến bơm nhiệt nhiệt độ cao nhất. Cùng với nhiệt đoạn nhiệt, các bơm nhiệt làm lạnh cũng gom nhiệt do ma sát và ẩn nhiệt của sự ngưng tụ hơi nước.

Các ví dụ và các tính toán cụ thể có thể được cung cấp để đưa ra hiệu quả hoạt động được dự đoán của hệ thống nén chất lưu thể khí 10 với hiệu quả hoạt động này cần được hiểu rằng không mẫu biểu diễn nào đối với hiệu quả hoạt động thực sự được nhằm để được căn cứ

vào. Trong một ví dụ để minh họa mà không làm giới hạn, không khí được kéo vào trong hệ thống nén khí 10 ở áp suất kế là 0 psi và tại nhiệt độ xung quanh, mà có thể được giả định là 70°F. Máy thổi áp suất cao 12 nạp không khí qua lỗ nạp không khí 14 và nén không khí, như đến xấp xỉ 3,75 đến 5,5 psi tùy thuộc vào cấu hình của hệ thống nén 10 và các yếu tố khác. Việc nén chất lưu đó giải phóng nhiệt đoạn nhiệt và tăng nhiệt độ của không khí được nén lúc đó đến giữa 140°F và 170°F. Thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng 16 loại bỏ nhiệt đoạn nhiệt và do đó giảm mức năng lượng được yêu cầu để nén không khí thêm nữa. Thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt 16 giảm nhiệt độ của không khí được nén, dẫn đến áp suất thấp hơn. Trong các phương án của hệ thống 10, ví dụ, nhiệt độ có thể được giảm đến xấp xỉ 33°F thấp hơn so với nhiệt độ xung quanh ban đầu. Như được tính toán, lực tổng hợp được đòi hỏi bởi máy thổi áp suất cao 12 được giảm từ 2 đến 3 psi áp suất kế.

Với sự tham chiếu thêm nữa đến Fig.2, không khí đi vào trong phần nhiệt độ cao của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng thứ nhất 16. Không khí được làm nguội từ 140°F đến 170°F xuống khoảng từ 100°F đến 80°F. Sau đó, không khí đi vào trong phần nhiệt độ trung bình của thiết bị làm nguội trung gian 16. Không khí được làm nguội từ 100°F đến 80°F xuống khoảng từ 60°F đến 50°F. Sau đó, không khí đi vào trong phần nhiệt độ thấp của thiết bị làm nguội trung gian 16. Ở đó, không khí được làm nguội từ 60°F đến 50°F xuống đến khoảng 33°F. Bẫy nước 18 hoạt động để loại bỏ nước ngưng tụ bất kỳ, mà có thể được sử dụng trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100.

Trong tầng thứ hai của giàn nén máy thổi 20, không khí đi vào trong máy thổi áp suất cao thứ hai 22 tại áp suất kế là 3,75 psi đến 5,5 và 33°F, và không khí được nén 4 psi đến 5,5 psi áp suất kế và lần nữa gia nhiệt không khí đến 140°F tới 170°F. Ở điểm này, sự tăng áp suất tích lũy là áp suất kế bằng 8 psi đến 11 psi. Không khí sau đó đi vào phần nhiệt độ cao của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng thứ hai 22 trong đó không khí được làm nguội từ 140°F đến 170°F xuống đến khoảng 100°F đến 80°F. Không khí sau đó đi vào phần nhiệt độ trung bình của thiết bị làm nguội trung gian 22 trong đó không khí được làm nguội từ 100°F đến 80°F xuống đến khoảng 60°F đến 50°F. Sau đó, không khí đi vào phần nhiệt độ thấp của thiết bị làm nguội trung gian 22 trong đó không khí được làm nguội từ 60°F đến 50°F xuống đến khoảng 33°F. Bẫy nước 26 hoạt động để loại bỏ nước ngưng tụ bất kỳ, và nước đó có thể được gom nhằm sử dụng trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100.

Trong tầng thứ ba của giàn nén máy thổi 20, không khí đi vào trong máy thổi áp suất cao thứ ba 28 tại áp suất kế là 8 psi đến 11 psi và 33°F, và không khí được nén 4 psi đến 5,5 psi áp suất kế và lần nữa gia nhiệt không khí đến 140°F đến 170°F. Ở điểm này, sự tăng áp suất tích lũy là áp suất kế là 16 psi đến 18 psi. Không khí sau đó đi vào phần nhiệt độ cao của thiết bị

làm nguội trung gian phân tầng thứ ba 30 trong đó không khí được làm nguội đến 140°F đến 170°F xuống đến khoảng 100°F đến xuống 80°F. Sau đó không khí đi vào phần nhiệt độ trung bình của thiết bị làm nguội trung gian 30 trong đó không khí được làm nguội từ 100°F xuống 80°F đến xuống khoảng 60°F đến 50°F. Sau đó, không khí đi vào phần nhiệt độ thấp của thiết bị làm nguội trung gian 30 trong đó không khí được làm nguội từ 60°F đến 50°F xuống đến khoảng 33°F. Bể nước 32 hoạt động để để loại bỏ nước ngưng tụ bất kỳ, và nước đó có thể được gom để sử dụng trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100.

Trong tầng thứ tư của giàn nén máy thổi 20, không khí đi vào trong máy thổi áp suất cao thứ tư 34 tại áp suất kế là 16 psi đến 18 psi và 33°F, và không khí được nén 5 psi đến 5,5 psi áp suất kế và lần nữa gia nhiệt không khí đến 140°F đến 170°F. Tại điểm này, việc tăng áp suất tích lũy là áp suất kế là 18 psi đến 22 psi. Sau đó không khí đi vào phần nhiệt độ cao của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng thứ tư 36 trong đó không khí được làm nguội từ 140°F đến 170°F xuống khoảng đến 100°F đến 80°F. Sau đó không khí đi vào phần nhiệt độ trung bình của thiết bị làm nguội trung gian 36 trong đó không khí được làm nguội từ 100°F xuống đến 80°F xuống đến khoảng 60°F đến 50°F. Sau đó, không khí đi vào phần nhiệt độ thấp của thiết bị làm nguội trung gian 36 trong đó không khí được làm nguội từ 60°F xuống đến 50°F đến khoảng đến 33°F. Bể nước 38 hoạt động để để loại bỏ nước ngưng tụ bất kỳ, và nước đó có thể được gom để sử dụng trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100.

Không khí thoát đến giàn nén máy thổi 20 đi vào giàn nén cơ học 30 trong đó các máy thổi áp suất cao 12, 22, 28, và 34 được thay thế bằng các nhóm máy nén cơ học 42, 46 và 50 với các máy nén pittông. Không khí đi vào trong nhóm thứ nhất 42 gồm các máy nén pittông trong tầng nén thứ năm tại áp suất kế là 18 psi đến 22 psi và 33°F. Không khí được nén từ 20 psi đến 30 psi áp suất kế và lần nữa gia nhiệt đến 140°F rồi đến 170°F. Tại điểm này, việc tăng áp suất tích lũy là đến áp suất kế bằng 40 psi đến 65 psi. Sau đó không khí đi vào phần nhiệt độ cao của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng thứ năm 44 trong đó không khí được làm nguội từ 140°F đến 170°F xuống đến khoảng đến 100°F rồi đến 80°F. Sau đó, không khí đi vào trong phần nhiệt độ trung bình của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng 44 trong đó không khí được làm nguội từ 100°F đến 80°F xuống đến khoảng 60°F rồi đến 50°F. Sau đó không khí đi vào phần nhiệt độ thấp của thiết bị làm nguội trung gian 44 trong đó không khí được làm nguội từ 60°F đến 50°F xuống đến xấp xỉ 33°F. Bể nước có thể loại bỏ nước ngưng tụ và gom chúng, như để sử dụng trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100.

Không khí đi vào nhóm thứ hai 46 của các máy nén pittông trong tầng nén thứ sáu tại áp suất kế là 40 psi đến 65 psi và 33°F. Không khí được nén 20 psi đến 30 psi áp suất kế và lần nữa gia nhiệt đến 140°F rồi đến 170°F. Việc tăng áp suất tích lũy là để áp suất kế bằng 65 psi

đến 85 psi. Tiếp theo không khí đi vào phần nhiệt độ cao của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng thứ năm 48 trong đó không khí được làm nguội từ 140°F đến 170°F xuống đến khoảng 100°F đến 80°F. Sau đó, không khí đi vào trong phần nhiệt độ trung bình của thiết bị làm nguội trung gian phân tầng 48 trong đó không khí được làm nguội từ 100°F xuống 80°F xuống đến khoảng 60°F đến 50°F. Sau đó không khí đi vào phần nhiệt độ thấp của thiết bị làm nguội trung gian 48 trong đó không khí được làm nguội từ 60°F xuống 50°F đến xấp xỉ 33°F. Bấy nước có thể tháo nước ngưng tụ và gom nước này, như để sử dụng trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100.

Trong tầng nén thứ bảy, không khí đi vào nhóm thứ ba 50 của các máy nén pittông, mà có thể bao gồm máy nén đơn, tại áp suất kể là 65 psi đến 85 psi và 33°F. Không khí được nén từ 50 psi đến 150 psi áp suất kể và lần nữa gia nhiệt đến 140°F đến 170°F. Việc tăng áp suất tích lũy là để áp suất kể bằng 125 psi đến 250 psi. Nếu các áp suất cao hơn được đòi hỏi, thì các tầng bổ sung có thể được thêm vào để đạt được psi mong muốn. Sau tầng nén cuối cùng, không khí không được làm nguội bổ sung để nhiệt bổ sung và psi sinh ra có thể được sử dụng để phun không khí vào trong máy phát điện được dẫn động bằng khí 100 để thay thế chất lưu vận động.

Hệ thống nén khí 10 và phương pháp được bộc lộ ở đây, mà được mô tả tham chiếu đến không khí nhưng mà có thể được sử dụng liên quan đến khí khác, được tính toán để có khả năng giảm sự tiêu hao điện trên 50%. Hệ thống nén 10 sử dụng các máy nén và các bơm nhiệt làm lạnh xen kẽ để loại bỏ nhiệt đoạn nhiệt và giảm áp lực ngược và theo đó giảm năng lượng đòi hỏi để nén không khí. Điều này giảm năng lượng của các máy nén cơ học khoảng 60%.

Với các chi tiết và phương án nhất định của sáng chế cho hệ thống nén chất lưu thể khí 10 được bộc lộ, sẽ được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực rằng nhiều thay đổi hoặc bổ sung có thể được thực hiện vào đó mà không chệch khỏi tinh thần hoặc phạm vi của của sáng chế. Điều này là đặc biệt đúng khi hiểu rằng các phương án thực hiện được ưu tiên này chỉ đơn thuần là ví dụ cho sáng chế rộng hơn được bộc lộ ở đây. Trong ví dụ không làm giới hạn, các hệ thống thể tích nhỏ hơn, thấp hơn có thể sử dụng chỉ các máy nén pittông, hoặc về nguyên lý, chỉ các máy thổi áp suất cao. Do đó, rõ ràng là các dấu hiệu chính của sáng chế có thể tạo ra các phương án thực hiện, tích hợp các dấu hiệu chính này trong khi không tích hợp tất cả các dấu hiệu được chứa trong các phương án thực hiện được ưu tiên.

Do đó, các yêu cầu bảo hộ dưới đây là nhằm để xác định phạm vi bảo hộ cần đạt được cho tác giả sáng chế. Các yêu cầu bảo hộ này sẽ nhằm chứa các kết cấu tương đương, miễn là chúng không tách khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế. Cũng phải chú ý rằng nhiều yêu cầu bảo hộ trong các yêu cầu bảo hộ dưới đây có thể thể hiện các thành phần cụ thể như là các phương tiện để thực hiện chức năng cụ thể, tại các thời điểm không có việc nêu lại cấu trúc

hoặc vật liệu này. Như các yêu cầu bởi luật, các yêu cầu bảo hộ này sẽ được xây dựng để bao hàm không chỉ cấu trúc và vật liệu tương ứng được mô tả một cách rõ ràng trong bản mô tả này mà còn bao hàm tất cả các tương đương của chúng, có thể phù hợp về mặt pháp lý.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống nén khí (10) để nén khí từ áp suất ban đầu đến áp suất tại cửa ra, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) bao gồm:

giàn nén thứ nhất (20) trong đó giàn nén thứ nhất (20) bao gồm tầng nén khí có máy nén chất lưu thể khí (12) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí (12) trong đó giàn nén thứ nhất (20) hoạt động để đưa khí từ áp suất nạp vào đến áp suất kế được nâng thứ nhất; và giàn nén thứ hai (30) được ghép nối theo cách thông chất lưu để nhận khí từ giàn nén thứ nhất (20) trong đó giàn nén thứ hai (30) bao gồm tầng nén khí có máy nén chất lưu thể khí (12) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16) được ghép nối theo cách thông chất lưu vào máy nén chất lưu thể khí (12) trong đó giàn nén thứ hai (30) hoạt động để đưa khí đến áp suất tại cửa ra.

2. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 1, khác biệt ở chỗ áp suất tại cửa ra là lớn hơn áp suất kế được nâng thứ nhất.

3. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 1, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16) bao gồm thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16) có nhiều phần thiết bị làm nguội trung gian.

4. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 3, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16) có phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60) trong đó mỗi phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60) có lõi thiết bị làm nguội trung gian (66).

5. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 4, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16) còn bao gồm phần nhiệt độ trung bình (58) được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60).

6. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 1, khác biệt ở chỗ giàn nén thứ nhất (20) bao gồm giàn nén máy thổi (20) trong đó máy nén chất lưu thể khí (12) của tầng nén khí của giàn nén thứ nhất (20) bao gồm máy thổi áp suất cao (22) và trong đó giàn nén thứ hai (30) bao gồm giàn nén cơ học (30) trong đó máy nén chất lưu thể khí (42) của tầng nén khí của giàn nén cơ học (30) bao gồm máy nén cơ học (42).

7. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 6, khác biệt ở chỗ máy nén chất lưu thể khí (42) của tầng nén khí của giàn nén cơ học (30) bao gồm máy nén cơ học (42) gồm máy nén quay hoặc máy nén pittông.

8. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 7, khác biệt ở chỗ máy nén chất lưu thể khí (42) của tầng nén khí của giàn nén cơ học (30) bao gồm máy nén pittông.

9. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 6, khác biệt ở chỗ giàn nén máy thổi (20) bao gồm nhiều tầng nén khí trong đó mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao (12, 22, 28, 34) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36) được ghép nối theo cách thông chất lưu vào máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao (12, 22, 28, 34) và trong đó giàn nén cơ học (30) bao gồm nhiều tầng nén khí trong đó mỗi tầng trong nhiều tầng có máy nén chất lưu thể khí cơ học (42, 46, 50) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (44, 48) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí cơ học (12).

10. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 9, khác biệt ở chỗ giàn nén máy thổi (20) bao gồm ít nhất bốn tầng nén khí, mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao (12) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao (12).

11. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 10, khác biệt ở chỗ giàn nén cơ học (30) bao gồm ít nhất ba tầng nén khí, mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí cơ học (42, 46) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (44, 48) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí cơ học (42, 46).

12. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 9, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36, 44, 48) của mỗi tầng nén khí bao gồm thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) có nhiều phần thiết bị làm nguội trung gian.

13. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 12, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) có phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60) trong đó mỗi phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60) có lõi thiết bị làm nguội trung gian (66).

14. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 13, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) còn bao gồm phần nhiệt độ trung bình (58) được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60).

15. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 9, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) còn bao gồm cửa ra (52) của hệ thống nén khí (10) và trong đó giàn nén cơ học (30) còn bao gồm tầng nén khí cuối cùng trong đó tầng cuối cùng có máy nén chất lưu thể khí cơ học (50) mà không có thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa máy nén chất lưu thể khí cơ học (50) và cửa ra (52).

16. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 1, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) còn bao gồm cửa ra (52) của hệ thống nén khí (10) và còn bao gồm máy phát điện được dẫn động bằng khí (100) để tạo ra năng lượng điện từ sự di chuyển của chất lưu vận động trong đó máy phát điện được dẫn động bằng khí (100) được ghép nối theo cách thông chất lưu với cửa ra (52).

17. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 16, khác biệt ở chỗ máy phát điện được dẫn động bằng khí (100) có một hoặc nhiều ống dẫn phân phối trọng lực kéo dài, mỗi ống dẫn phân phối trọng lực có đầu trên và đầu dưới; và một hoặc nhiều ống dẫn nổi kéo dài, mỗi ống dẫn nổi có đầu trên và đầu dưới; trong đó đầu trên hoặc các đầu của các ống dẫn nổi là trong đường thông chất lưu với đầu trên hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực và trong đó đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực là trong đường thông chất lưu với đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn nổi nhờ đó vòng chất lưu đóng được tạo thành giữa các ống dẫn nổi và các ống dẫn phân phối trọng lực cùng với chất lưu vận động chảy từ các đầu trên của các ống dẫn nổi được cấp vào trong đầu trên của ống dẫn phân phối trọng lực và chất lưu vận động chảy hướng xuống dưới qua ống dẫn phân phối trọng lực được cấp từ đầu dưới của ống dẫn phân phối vào trong các đầu dưới của nhiều ống dẫn nổi; hệ thống tuabin chất lưu được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa đầu dưới hoặc các đầu của ống dẫn phân phối trọng lực hoặc các ống dẫn và đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn nổi; và trong đó hệ thống phun không khí hoạt động để để phun không khí từ cửa ra (52) và vào trong mỗi ống dẫn nổi.

18. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 9, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) còn bao gồm bể nước (18) được ghép nối theo cách thông chất lưu với mỗi thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16), bể nước (18) hoạt động để tháo nước ngưng tụ.

19. Hệ thống nén khí (10) để nén khí từ áp suất ban đầu đến áp suất tại cửa ra, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) bao gồm:

giàn nén thứ nhất (20) có nhiều tầng nén khí trong đó mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí (12, 22, 28, 34, 42, 46) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí (12).

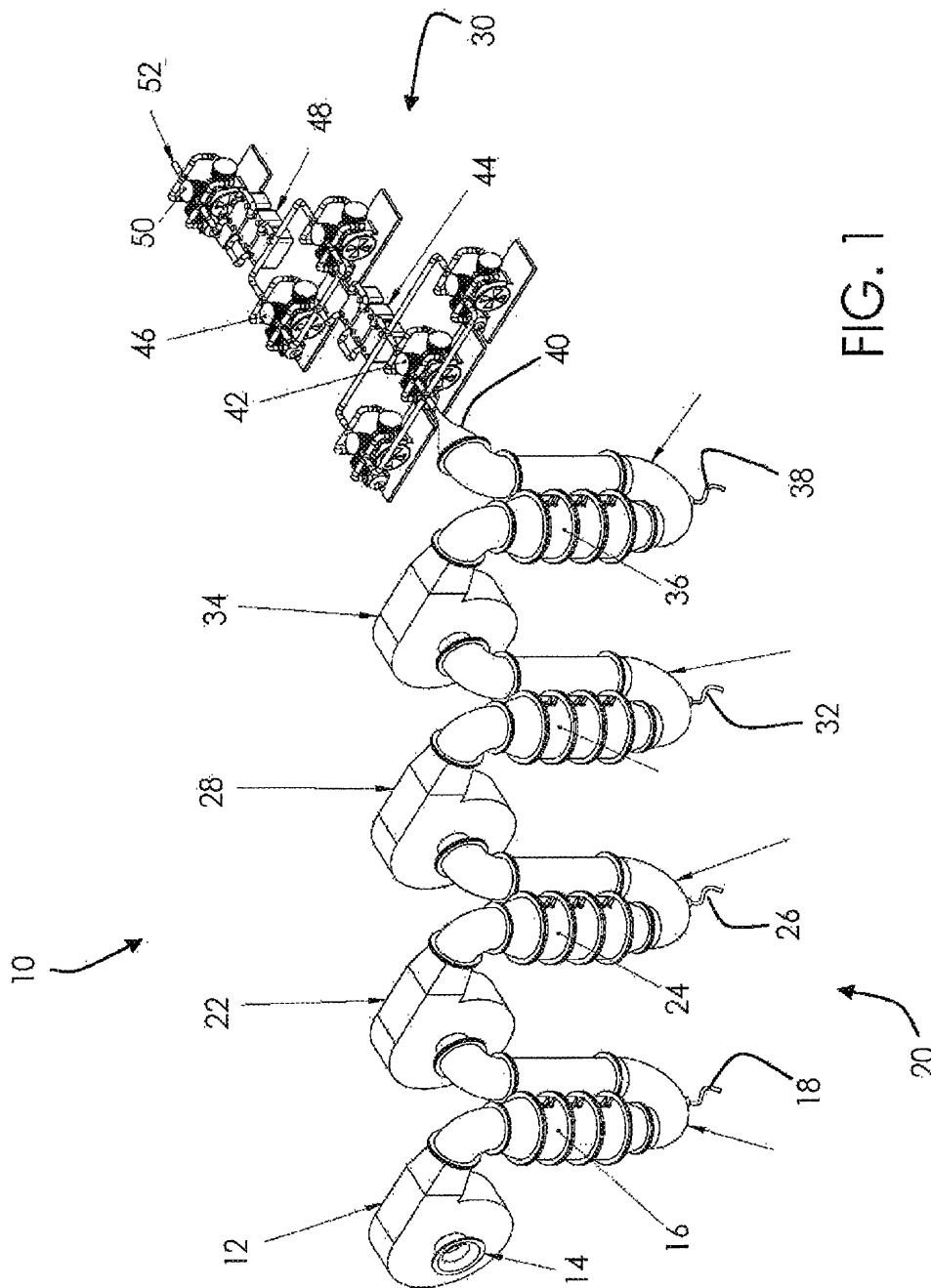
20. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 19, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) còn bao gồm giàn nén thứ hai (30) được ghép nối theo cách thông chất lưu để nhận khí từ giàn nén thứ nhất (20) trong đó giàn nén thứ hai (30) bao gồm nhiều tầng nén khí có máy nén chất lưu thể khí (12, 22, 28, 34, 42, 46) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36, 44, 48) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí (12, 22, 28, 34, 42, 46) trong đó giàn nén thứ hai (30) hoạt động để mang khí đến áp suất tại cửa ra.

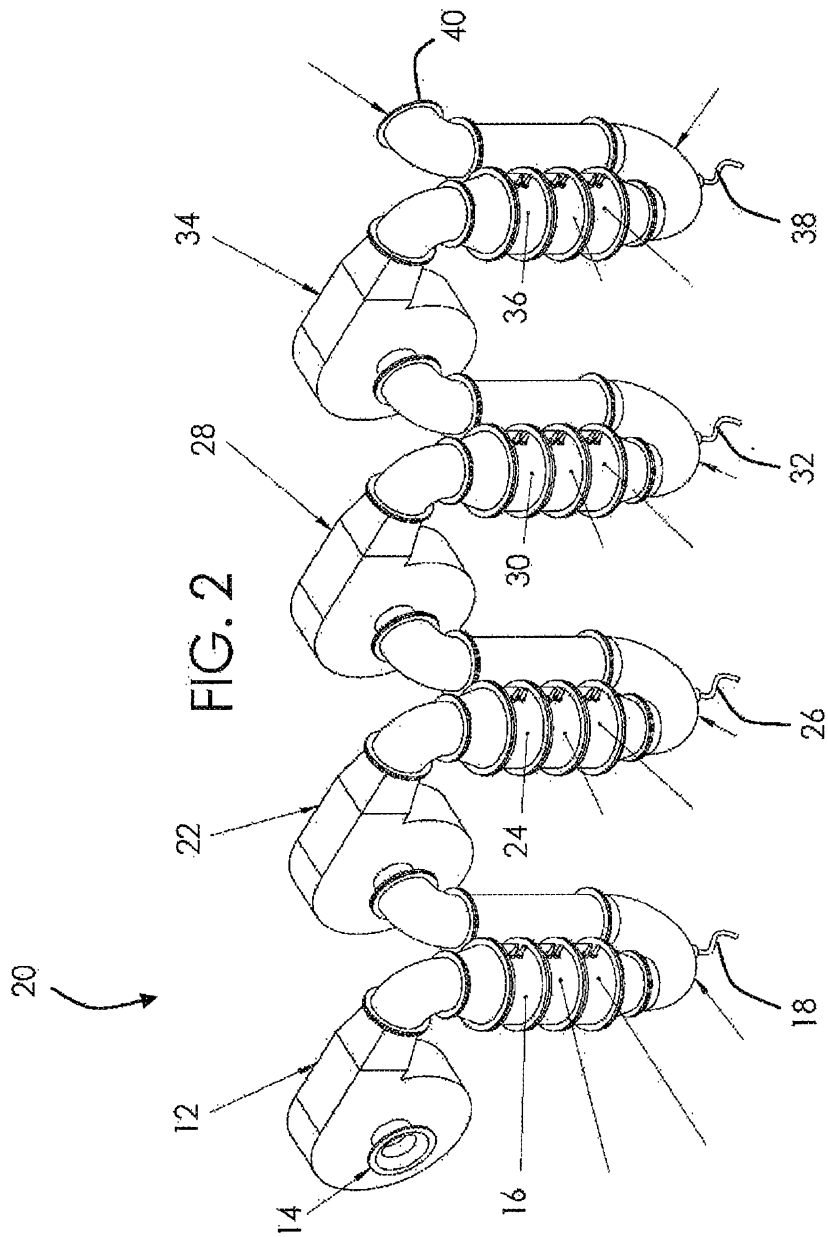
21. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 19, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36, 44, 48) của ít nhất một trong các tầng bao gồm thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) có nhiều phần thiết bị làm nguội trung gian.
22. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 21, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36, 44, 48) của mỗi tầng trong các tầng bao gồm thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) có nhiều phần thiết bị làm nguội trung gian.
23. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 22, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) có phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60) trong đó mỗi phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60) có lõi thiết bị làm nguội trung gian (66).
24. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 23, khác biệt ở chỗ thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt phân tầng (16, 24, 30, 36, 44, 48) còn bao gồm phần nhiệt độ trung bình (58) được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa phần nhiệt độ cao (56) và phần nhiệt độ thấp (60).
25. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 20, khác biệt ở chỗ giàn nén thứ nhất (20) bao gồm giàn nén máy thổi trong đó máy nén chất lưu thể khí của mỗi tầng nén khí của giàn nén thứ nhất (20) bao gồm máy thổi áp suất cao (12, 22, 28, 34) và trong đó giàn nén thứ hai bao gồm giàn nén cơ học (30) trong đó máy nén chất lưu thể khí (42, 46) của mỗi tầng nén khí của giàn nén cơ học (30) bao gồm máy nén cơ học (42, 46).
26. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 25, khác biệt ở chỗ máy nén cơ học (42, 46) bao gồm máy nén quay hoặc máy nén pittông.
27. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 26, khác biệt ở chỗ máy nén chất lưu thể khí (42, 46) bao gồm máy nén pittông.
28. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 25, khác biệt ở chỗ giàn nén máy thổi (20) bao gồm ít nhất bốn tầng nén khí, mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao (12, 22, 28, 34) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (16, 24, 30, 36) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí gồm máy thổi áp suất cao (12, 22, 28, 34).
29. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 28, khác biệt ở chỗ giàn nén cơ học (30) bao gồm ít nhất ba tầng khí nén, mỗi tầng có máy nén chất lưu thể khí cơ học (42, 46) và thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt (44, 48) được ghép nối theo cách thông chất lưu với máy nén chất lưu thể khí cơ học (42, 46).

30. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 19, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) còn bao gồm cửa ra (52) của hệ thống nén khí (10) và còn bao gồm tầng nén khí cuối cùng trong đó tầng cuối cùng có máy nén chất lưu thể khí cơ học (50) mà không có thiết bị làm nguội trung gian có bơm nhiệt được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa máy nén chất lưu thể khí cơ học (50) và cửa ra (52).

31. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 19, khác biệt ở chỗ hệ thống nén khí (10) còn bao gồm cửa ra (52) của hệ thống nén khí (10) và còn bao gồm máy phát điện được dẫn động bằng khí (100) để tạo ra năng lượng điện từ sự di chuyển của chất lưu vận động trong đó máy phát điện được dẫn động bằng khí (100) được ghép nối theo cách thông chất lưu với cửa ra (52).

32. Hệ thống nén khí (10) theo điểm 31, khác biệt ở chỗ máy phát điện được dẫn động bằng khí (100) có một hoặc nhiều ống dẫn phân phối trọng lực kéo dài, mỗi ống dẫn phân phối trọng lực có đầu trên và đầu dưới; và một hoặc nhiều ống dẫn nổi kéo dài, mỗi ống dẫn nổi có đầu trên và đầu dưới; trong đó đầu trên hoặc các đầu của các ống dẫn nổi là trong đường thông chất lưu với đầu trên hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực và trong đó đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn phân phối trọng lực là trong đường thông chất lưu với đầu dưới hoặc các đầu của các ống dẫn nổi nhờ đó vòng chất lưu đóng được tạo thành giữa các ống dẫn nổi và ống dẫn phân phối trọng lực với chất lưu vận động chảy từ các đầu trên của các ống dẫn nổi được cấp vào trong đầu trên của ống dẫn phân phối trọng lực và chất lưu vận động chảy hướng xuống dưới thông qua ống dẫn phân phối trọng lực được cấp từ đầu dưới của ống dẫn phân phối vào trong các đầu dưới của nhiều ống dẫn nổi; hệ thống tuabin chất lưu được đặt theo cách thông chất lưu vào giữa đầu dưới hoặc các đầu của ống dẫn phân phối trọng lực hoặc các ống dẫn và đầu dưới hoặc các đầu dưới của các ống dẫn nổi; và trong đó hệ thống phun không khí hoạt động để phun không khí từ cửa ra (52) và vào trong mỗi ống dẫn nổi.





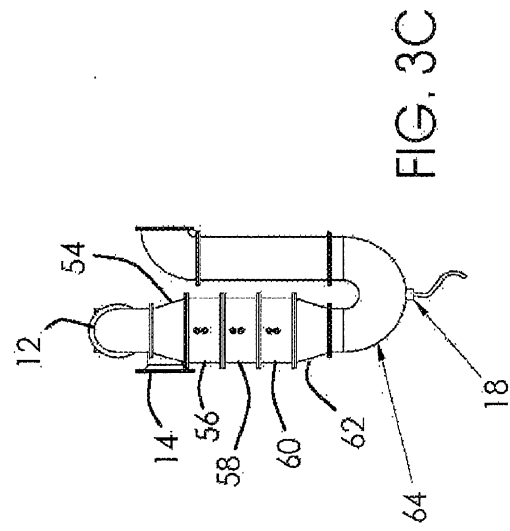


FIG. 3C

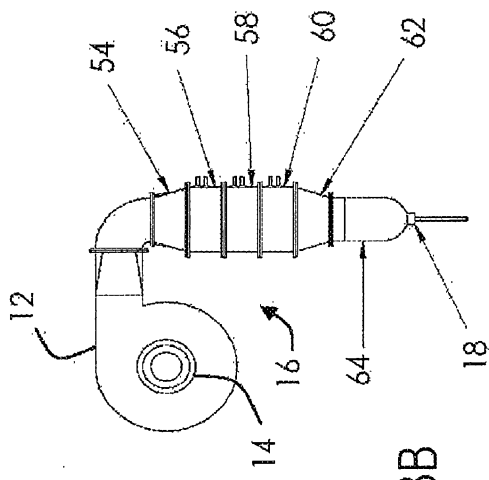


FIG. 3B

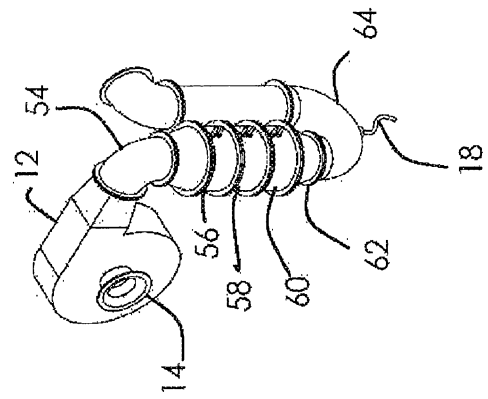


FIG. 3A

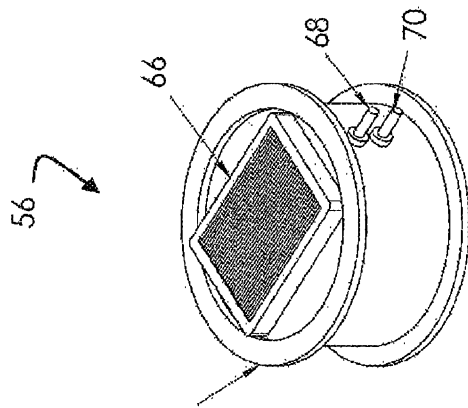


FIG. 4A

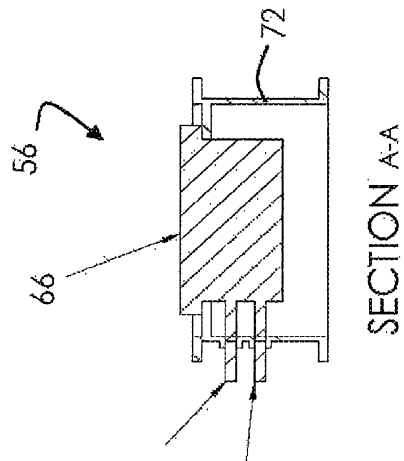


FIG. 4C

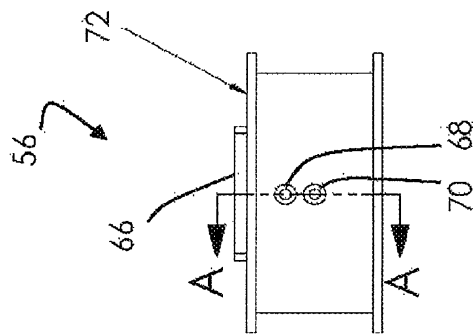
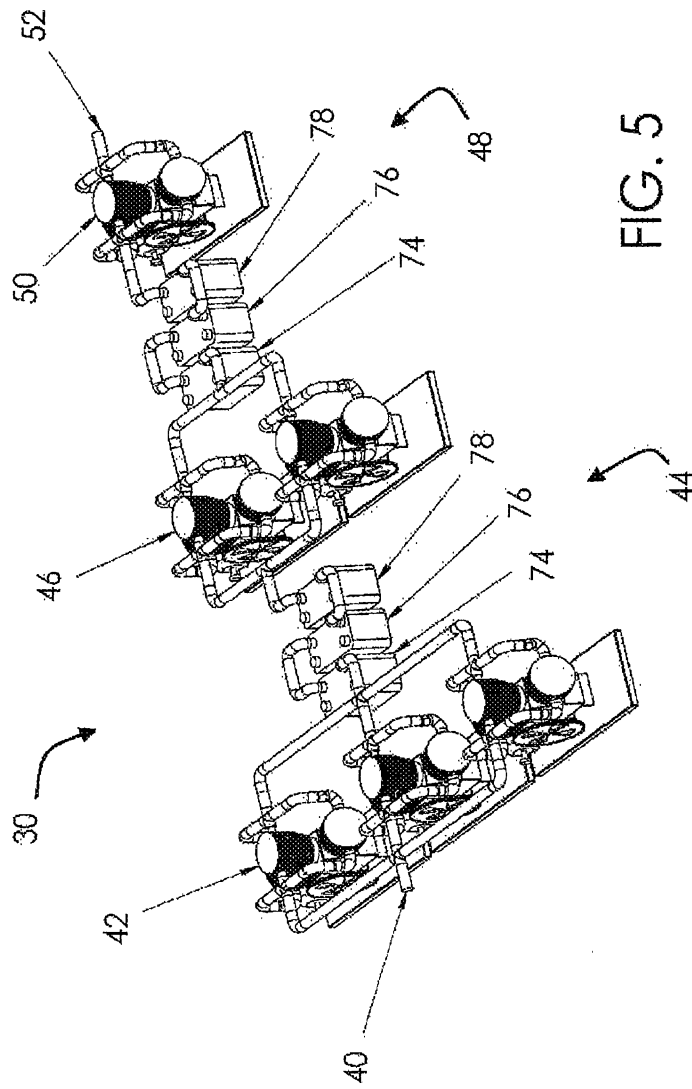


FIG. 4B



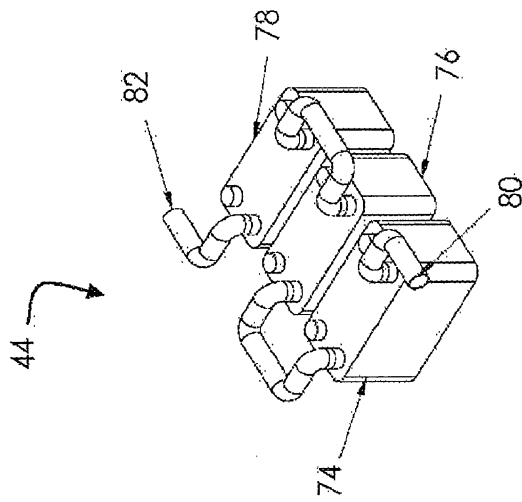


FIG. 6A

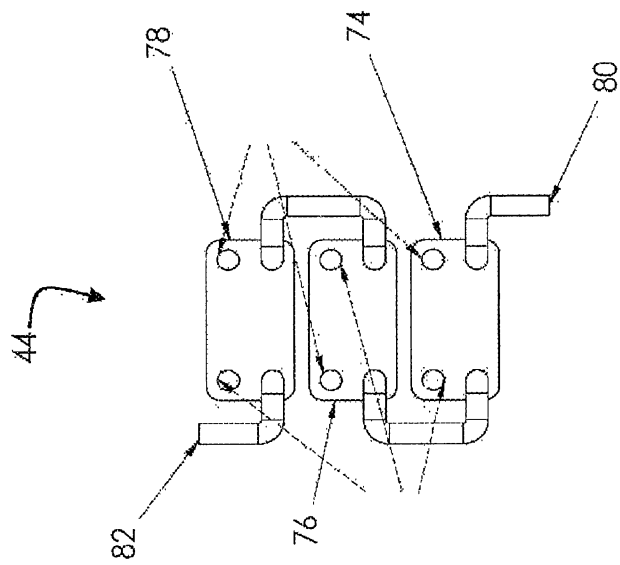
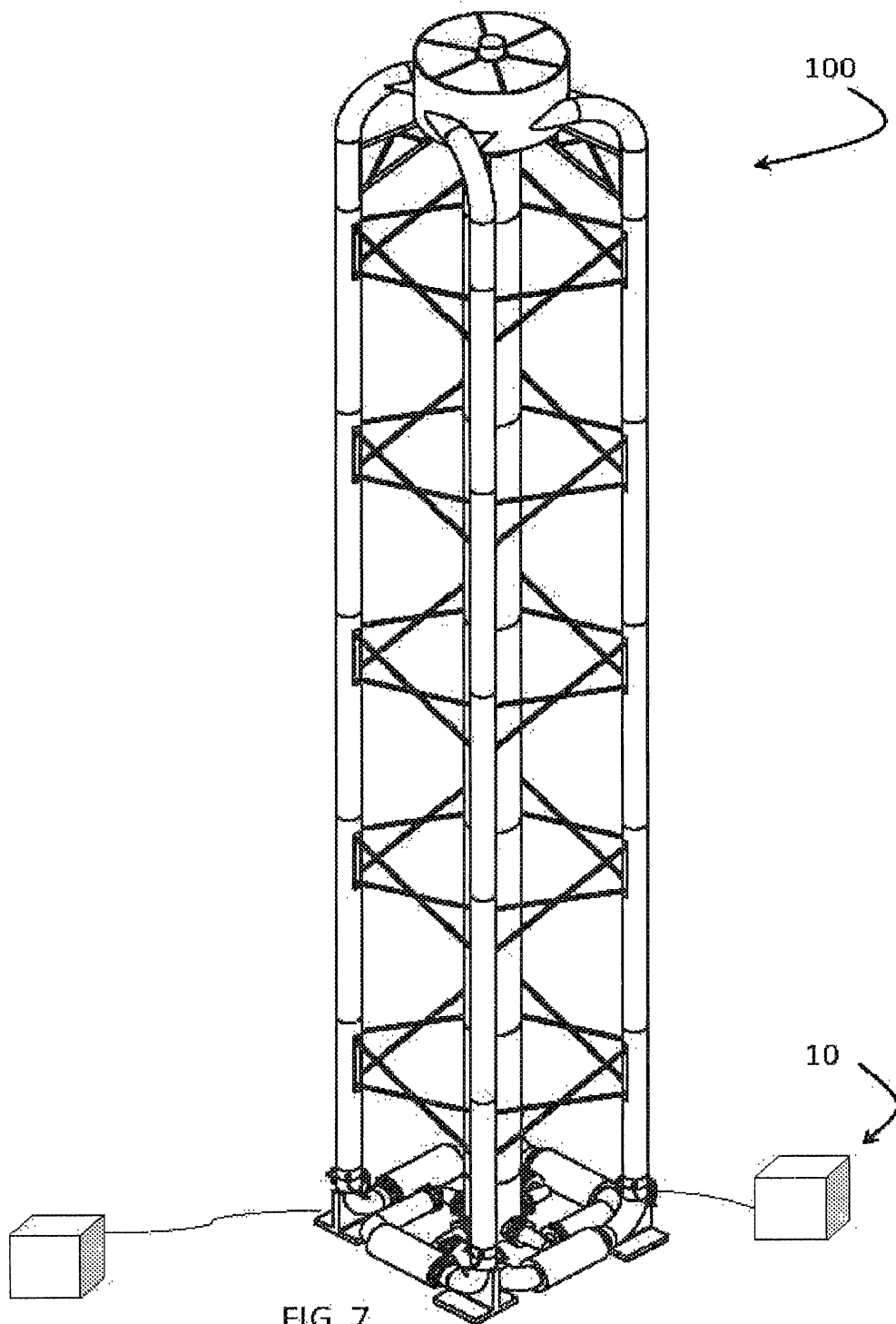
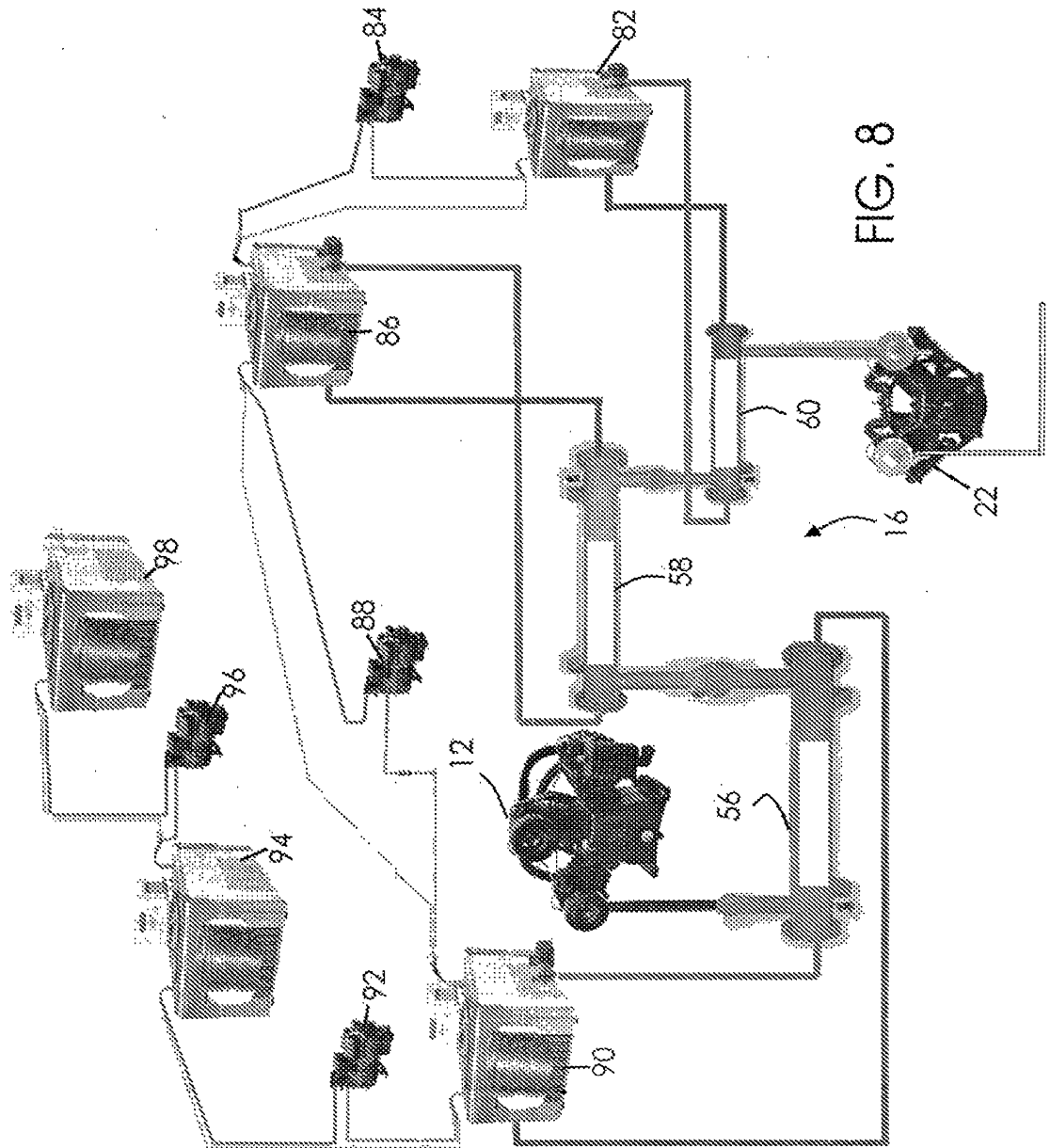


FIG. 6B





8
9
10