



(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)



1-0032676

(51)⁷ D06M 23/10; D06L 1/00

(13) B

(21) 1-2017-03669

(22) 19/02/2016

(86) PCT/US2016/018673 19/02/2016

(87) WO2016/134254 25/08/2016

(30) 62/119,010 20/02/2015 US; 62/119,015 20/02/2015 US; 62/135,680 19/03/2015 US;
62/296,983 18/02/2016 US

(45) 25/07/2022 412

(43) 26/04/2018 361A

(73) NIKE INNOVATE C.V. (NL)

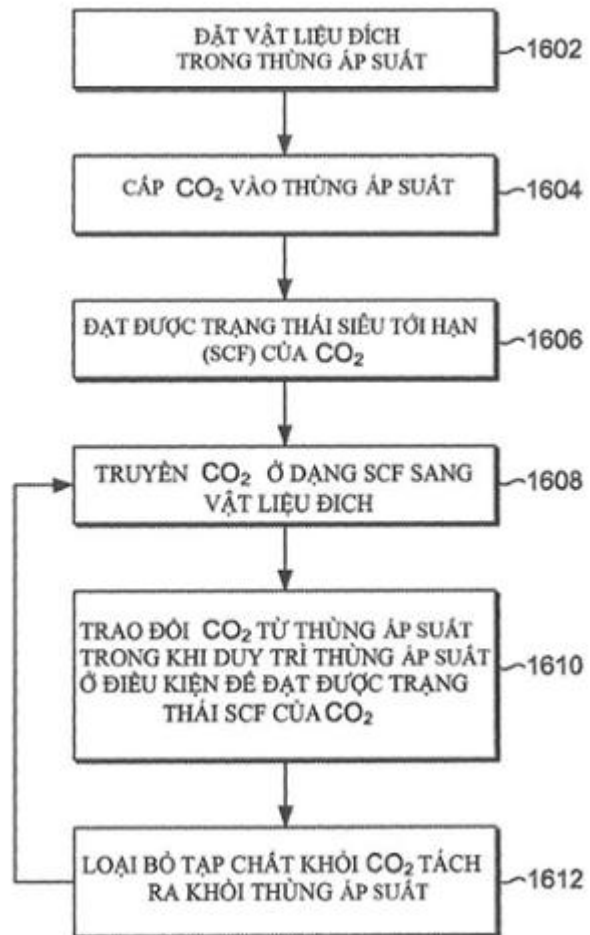
A Dutch Partnership, One Bowerman Drive, Beaverton, Oregon 97005-6453, United States of America

(72) KELLY, Matt W. (US); MONTERO, Gerardo A. (US); KANCHAGAR, Anand P. (US); PANCHMATIA, Pankaj Rugnath (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP TẨY SẠCH VẬT LIỆU ĐÍCH BẰNG CHẤT LƯU SIÊU TỐI HẠN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tẩy sạch vật liệu đích sử dụng chất lưu siêu tới hạn (Supercritical Fluid, “SCF”) để loại bỏ các thành phần cần tẩy sạch, như các oligome và dầu, ra khỏi vật liệu đích. Cacbon đioxit (“CO₂”) được đưa vào thùng áp suất cũng chứa vật liệu đích cần được tẩy sạch. CO₂ được nâng nhiệt độ và áp suất tới trạng thái SCF. CO₂ được tái tuần hoàn bên trong thùng áp suất để tẩy sạch vật liệu đích. Sự trao đổi CO₂ xuất hiện cho phép lấy các thành phần được tẩy sạch ra khỏi CO₂ và nhờ đó ra khỏi bên trong thùng áp suất. Các biến số vận hành như nhiệt độ, áp suất, thời gian, lưu lượng bên trong, và sự thay đổi CO₂ được điều chỉnh để đạt được việc tẩy sạch vật liệu đích.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tẩy sạch và làm sạch vật liệu, như vải hoặc sợi, bằng chất lưu siêu tới hạn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc tẩy sạch các vật liệu theo truyền thống dựa vào một lượng nước lớn, điều này có thể gây bất lợi cho việc cung cấp nước sạch và cũng dẫn đến việc các hóa chất không mong muốn xâm nhập vào dòng nước thải. Quy trình tẩy sạch có thể bao gồm bước trải rộng vật liệu và tẩy sạch vật liệu trong dung dịch pH, chẳng hạn như một dung dịch kiềm, để loại bỏ các oligome và dầu mỡ, là thứ có thể gây ảnh hưởng bất lợi cho việc xử lý vật liệu về sau này. Theo như việc tẩy sạch vật liệu truyền thống bằng nước, vật liệu có thể được làm khô và cuộn trở lại để xử lý sau đó. Các bước này làm mất thời gian và tiêu tốn tài nguyên. Hơn nữa, vật liệu có thể được lưu trữ với thời gian rất lâu trước khi một hoạt động hoàn thiện tiếp theo diễn ra với vật liệu. Trong khoảng thời gian chờ đợi này, các vật thể lạ có thể bám lên trên vật liệu, làm hư hại cho việc tẩy sạch vật liệu đã thực hiện trước đó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp theo sáng chế đề cập đến quy trình tẩy sạch vật liệu đích bằng vật liệu bên trong môi trường chất lưu cacbon đioxit siêu tới hạn. Các biến số của quy trình được xử lý theo các trình tự khác nhau để thu được việc làm sạch vật liệu đích hiệu quả hơn. Các biến số này bao gồm: thời gian, áp suất, nhiệt, lưu lượng bên trong và sự chuyển CO₂ bên trong thùng áp suất. Theo một khía cạnh, nhiệt độ và lưu lượng được duy trì bên trên các trị số ngưỡng khi áp suất được giảm xuống từ áp suất làm việc tới áp suất chuyển tiếp trong khi máy bơm bên ngoài trao đổi và lọc CO₂. Việc lập trình tự điều khiển biến số cho phép có quy trình tẩy sạch hiệu quả mà còn có thể chuyển đổi sang quy trình nhuộm theo một số khía cạnh về cơ bản là liên tục.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được minh họa chi tiết ở đây cùng với sự tham khảo tới các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dưới dạng sơ đồ minh họa sự chuyển thuốc nhuộm sang vật liệu được đánh cuộn từ vật liệu thứ hai bằng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ dưới dạng sơ đồ minh họa sự chuyển thuốc nhuộm từ vật liệu thứ nhất sang vật liệu thứ hai bằng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.3 minh họa các vật liệu ví dụ theo cách bố trí tiếp xúc để truyền một trong số các chất hoàn thiện theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.4 minh họa các vật liệu ví dụ theo cách bố trí không tiếp xúc để truyền một trong số các chất hoàn thiện theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.5 minh họa các vật liệu ví dụ theo cách bố trí tiếp xúc theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.6 minh họa các vật liệu ví dụ theo cách bố trí không tiếp xúc theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.7 minh họa cuộn nối tiếp hai vật liệu xung quanh trục theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.8 minh họa các vật liệu được quấn đồng thời quanh trục theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ thể hiện pha nhiệt độ và áp suất đối với cacbon đioxit theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.10 là lưu đồ thể hiện phương pháp làm ví dụ để đưa thuốc nhuộm vào các vật liệu được đánh cuộn bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.11 là lưu đồ thể hiện phương pháp làm ví dụ để đưa chất hoàn thiện vào các vật liệu được đánh cuộn bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.12 là lưu đồ thể hiện phương pháp làm ví dụ để đưa chất hoàn thiện thứ nhất

và chất hoàn thiện thứ hai vào các vật liệu được đánh cuộn bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.13 là lưu đồ thể hiện phương pháp nhuộm vật liệu trong chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.14 là lưu đồ thể hiện phương pháp nhuộm vật liệu khác trong chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.15 là lưu đồ thể hiện phương pháp làm ví dụ để đưa chất hoàn thiện vào vật liệu đích theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.16 là lưu đồ thể hiện phương pháp làm ví dụ để tẩy sạch vật liệu trong chất lưu siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.17 là lưu đồ thể hiện phương pháp tẩy sạch và hoàn thiện vật liệu (ví dụ, nhuộm màu) trong quy trình liên tục theo các khía cạnh của sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22 minh họa các biến số tương đối trong các chu trình nhuộm siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.23 đến Fig.26 minh họa các biến số tương đối trong các chu trình tẩy sạch vật liệu siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế; và

Fig.27 là bảng thể hiện các điều kiện làm việc làm ví dụ để nhuộm siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương pháp theo sáng chế đề cập đến quy trình tẩy sạch vật liệu đích trong môi trường cacbon đioxit (" CO_2 ") ở dạng chất lưu siêu tới hạn (Supercritical Fluid, "SCF"). Các biến số của quy trình được xử lý theo các trình tự khác nhau để đạt được việc tẩy sạch vật liệu đích một cách hiệu quả. Các biến số bao gồm thời gian, áp suất, nhiệt, lưu lượng bên trong trong thùng áp suất và trao đổi /lọc chất tác dụng (ví dụ, CO_2).

Các khía cạnh của sáng chế bao gồm phương pháp tẩy sạch vật liệu đích. Phương pháp này bao gồm các bước: đặt vật liệu đích vào thùng áp suất và nạp cacbon đioxit vào bên trong thùng áp suất. Phương pháp này còn bao gồm bước tăng nhiệt độ bên trong thùng áp suất tới nhiệt độ làm việc và tăng lưu lượng của CO_2 bên trong tới lưu

lượng khác không. Phương pháp này cũng bao gồm bước tăng áp bên trong thùng áp suất tới áp suất làm việc sao cho CO₂ ở trạng thái SCF, khi ở nhiệt độ làm việc và áp suất làm việc. Các chất được tẩy sạch sau đó được loại ra khỏi vật liệu đích sử dụng CO₂ ở dạng SCF. Áp suất sau đó được giảm xuống từ áp suất làm việc tới áp suất chuyển tiếp trong khi duy trì nhiệt độ bên trên nhiệt độ ngưỡng.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp tẩy sạch và hoàn thiện vật liệu đích trong SCF được đề xuất. Phương pháp này bao gồm bước đặt vật liệu đích vào thùng áp suất và khởi phát chu trình tăng áp của quy trình tẩy sạch trong thùng áp suất. Phương pháp này tiếp tục với sự khởi phát chu trình tẩy sạch vật liệu của quy trình tẩy sạch trong thùng áp suất. Chu trình tẩy sạch vật liệu có thể có chu trình giữ riêng hoặc chu trình giữ liên kết, theo một vài khía cạnh. Phương pháp này cũng bao gồm bước khởi phát chu trình giảm áp của quy trình tẩy sạch trong thùng áp suất. Phương pháp này tiếp tục với việc nạp chất hoàn thiện vào thùng áp suất và khởi phát chu trình tăng áp của quy trình nhuộm trong thùng áp suất. Phương pháp này cũng bao gồm bước khởi phát chu trình nhuộm của quy trình nhuộm trong thùng áp suất và khởi phát chu trình giảm áp của quy trình nhuộm trong thùng áp suất.

Phần mô tả chi tiết sau đây là về việc nhuộm/hoàn thiện vật liệu đích cũng như tẩy sạch vật liệu đích. Các khái niệm liên quan tới việc nhuộm/hoàn thiện được dự tính là có thể ứng dụng, theo một vài khía cạnh của sáng chế, cho các phương pháp tẩy sạch vật liệu đích trong SCF.

Các vật liệu như vải dệt (tức là, vải dệt, quần áo) và/hoặc các vật liệu được đánh vật liệu được đánh cuộn (ví dụ, sợi, chỉ, tơ filamăng, sợi dây, dây bện, ruybăng và các nguyên liệu dài liên tục khác) có thể được xử lý bằng chất hoàn thiện để thu được kết quả mong muốn như khả năng chịu nước, khả năng chống mài mòn, độ thoáng khí và/hoặc vẻ bên ngoài (ví dụ, màu sắc). Ví dụ, vật liệu có thể được nhuộm để thu được vẻ bên ngoài mong muốn. Thuốc nhuộm là chất dùng để bổ sung hoặc thay đổi màu của vải như vải dệt, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Theo một khía cạnh bổ sung của sáng chế, thuốc nhuộm là chất hoàn thiện vật liệu như chất hoàn thiện đẩy nước bên (tức là, kỵ nước), chất hoàn thiện chống cháy, chất hoàn thiện kháng khuẩn, chất hoàn thiện ưa nước và chất hoàn thiện tương tự. Theo các khía cạnh khác của sáng chế, thuốc nhuộm không phải là chất hoàn thiện vải dệt ngoài việc là chất tạo màu và theo các khía

cạnh khác của sáng chế, thì thuốc nhuộm là chất hoàn thiện vải dệt ngoài việc là chất tạo màu khi được nêu cụ thể như vậy. Vì vậy, khi được sử dụng trong bản mô tả này, thuốc nhuộm hoặc các quy trình nhuộm không bị giới hạn ở màu hoặc quy trình tạo màu. Thay vì thuốc nhuộm hoặc quá trình nhuộm bao gồm chất hoàn thiện hoặc quy trình hoàn thiện vật liệu đích. Chất nhuộm mà nó còn được gọi là thuốc nhuộm có thể là các hạt có màu sắc ở dạng tự nhiên hoặc tổng hợp. Theo truyền thống, thuốc nhuộm cùng với nhiều hóa chất xử lý được đưa vào vật liệu thông qua dung dịch chứa nước có thể có điều kiện (ví dụ, độ pH) axit hoặc bazơ khác nhau để tăng cường và/hoặc thực hiện quy trình nhuộm. Tuy nhiên, quy trình nhuộm truyền thống này tốn nhiều nước và có thể xả ra các hóa chất được sử dụng trong quy trình nhuộm vào dòng nước thải.

Cacbon đioxit (" CO_2 ") ở dạng chất lưu siêu tới hạn (" SCF ") là trạng thái chất lưu của CO_2 có đặc tính của cả chất khí lẫn chất lỏng. CO_2 ở dạng SCF có hàm lượng giống chất lỏng và độ nhớt thấp và tính chất khuếch tán giống chất khí. Hàm lượng giống chất lỏng của SCF cho phép CO_2 ở dạng SCF hòa tan chất nhuộm và các hóa chất dùng cho quá trình nhuộm sau cùng của vật liệu. Độ nhớt và tính chất khuếch tán giống chất khí có thể cho phép đạt được thời gian nhuộm nhanh hơn và sự phân tán nhanh hơn của chất nhuộm so với theo quy trình truyền thống dựa vào nước, chẳng hạn. Fig.9 là sơ đồ áp suất 604 và nhiệt độ 602 của CO_2 để làm nổi bật các pha khác nhau của CO_2 như pha rắn 606, pha lỏng 608, pha khí 610 và pha SCF 612. Như được minh họa, CO_2 có điểm tới hạn 614 ở nhiệt độ khoảng 304°K (Kelvin) (nghĩa là, $87,53^\circ\text{F}$ (Fahrenheit), $30,85^\circ\text{C}$) và $73,87\text{ bar}$ ($7,387\text{ MPa}$) (nghĩa là, $72,9\text{ atmophe}$, $7,387\text{ MPa}$). Thường thì, ở nhiệt độ và áp suất cao hơn điểm tới hạn 614, thì CO_2 ở pha SCF.

Trong bản mô tả này, mặc dù các ví dụ tham chiếu cụ thể đến CO_2 ở dạng SCF, nhưng dự tính là, các thành phần phụ hoặc thay thế có thể được sử dụng ở hoặc ở gần pha chất lưu siêu tới hạn. Vì vậy, mặc dù các tham chiếu cụ thể sẽ được thực hiện đối với CO_2 là một thành phần trong bản mô tả này, nhưng dự tính là, các khía cạnh của sáng chế có thể được ứng dụng với các thành phần thay thế và các trị số thích hợp của điểm tới hạn để đạt được pha SCF.

Việc sử dụng CO_2 ở dạng SCF trong quy trình nhuộm có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các máy móc có sẵn trên thị trường như loại máy được cung cấp bởi DyeCoo Textile Systems BV của Hà Lan (" DyeCoo "). Quy trình được thực hiện trên hệ

thống truyền thống bao gồm bước đặt vật liệu chưa nhuộm mà được dự tính sẽ được nhuộm vào thùng có khả năng được tăng áp và gia nhiệt để thu được CO₂ ở dạng SCF. Thuốc nhuộm dạng bột không được kết hợp sẵn với vải dệt (ví dụ, dạng bột rời) được duy trì trong thùng chứa. Thùng chứa thuốc nhuộm được đặt trong thùng cùng với vật liệu chưa nhuộm để cho thuốc nhuộm không tiếp xúc với vật liệu chưa nhuộm trước khi tăng áp cho thùng. Ví dụ, thùng chứa phân tách kiểu vật lý thuốc nhuộm với vật liệu chưa nhuộm. Thùng được tăng áp và nhiệt năng được sử dụng để đưa CO₂ vào trạng thái SCF (hoặc gần trạng thái SCF) để làm cho thuốc nhuộm hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF. Trong hệ thống truyền thống, thuốc nhuộm được chuyển từ thùng chứa sang vật liệu chưa nhuộm bằng CO₂ ở dạng SCF. Sau đó, thuốc nhuộm được khuếch tán qua vật liệu chưa nhuộm để nhuộm vật liệu chưa nhuộm cho đến khi không còn pha của CO₂ ở dạng SCF.

Trong bản mô tả này, các khía cạnh của sáng chế đề cập đến khái niệm cân bằng thuốc nhuộm là cách kiểm soát đặc trưng màu xuất hiện trên vật liệu. Ví dụ, nếu vật liệu thứ nhất có đặc trưng màu có thể được mô tả là màu đỏ và vật liệu thứ hai có đặc trưng màu có thể được mô tả là không có màu sắc (ví dụ, được tẩy trắng hoặc màu trắng) thì khái niệm nhuộm cân bằng trong CO₂ ở dạng SCF sẽ dẫn đến sự cân bằng khó khăn giữa hai đặc trưng màu sao cho ít nhất một số thuốc nhuộm tạo ra đặc trưng màu thứ nhất được chuyển từ vật liệu thứ nhất vào vật liệu thứ hai. Việc ứng dụng quy trình này bao gồm bước sử dụng vật liệu hy sinh có thuốc nhuộm chứa trên đó và/hoặc trong đó (ví dụ, vật liệu thứ nhất đã nhuộm) được sử dụng làm phương tiện mang để đưa một thuốc nhuộm cụ thể vào vật liệu thứ hai mà nó được dự tính sẽ được nhuộm bằng thuốc nhuộm của vật liệu hy sinh. Ví dụ, mỗi vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai có thể có các đặc trưng màu thu được khác nhau sau khi quy trình xử lý trong CO₂ ở dạng SCF được ứng dụng trong khi cũng có đặc trưng màu khác với các đặc trưng màu ban đầu tương ứng của chúng (ví dụ, đặc trưng màu thứ nhất và đặc trưng màu thứ hai). Sự thiếu cân bằng thực này có thể là mong muốn. Ví dụ, nếu vật liệu thứ nhất là vật liệu hy sinh chỉ nhằm làm phương tiện mang thuốc nhuộm, thì quy trình nêu trên có thể được thực hiện cho đến khi vật liệu thứ hai đạt được đặc trưng màu mong muốn mà không cần quan tâm đến đặc trưng màu thu được của vật liệu thứ nhất, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Một ví dụ khác về quy trình nhuộm bằng cách sử dụng CO₂ ở dạng SCF có thể được gọi là quy trình nhuộm phụ trợ. Một ví dụ giúp minh họa quy trình nhuộm phụ trợ bao gồm vật liệu thứ nhất có đặc trưng màu có màu đỏ và vật liệu thứ hai có đặc trưng màu thứ hai có màu xanh lam. CO₂ ở dạng SCF có tác dụng dẫn đến đặc trưng màu trên vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai (và/hoặc vật liệu thứ ba) có màu đỏ tía (ví dụ, màu đỏ + màu xanh lam = màu đỏ tía).

Như nêu trên, dự tính là vật liệu thứ nhất và thứ hai có thể đạt được đặc trưng màu chung khi quy trình nhuộm cân bằng được thực hiện. Theo các khía cạnh bổ sung của sáng chế, dự tính là vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai dẫn đến các đặc trưng màu khác nhau nhưng các đặc trưng màu thu được cũng khác với đặc trưng màu ban đầu của mỗi vật liệu tương ứng. Hơn nữa, dự tính là vật liệu thứ nhất có thể là vật liệu hy sinh chuyển thuốc nhuộm trong khi vật liệu thứ hai là vật liệu mà có mong muốn có đặc trưng màu đích cho vật liệu này. Vì vậy, quy trình nhuộm trong CO₂ ở dạng SCF có thể được thực hiện cho đến khi vật liệu thứ hai đạt được đặc trưng màu mong muốn mà không cần quan tâm đến đặc trưng màu thu được của vật liệu thứ nhất. Hơn nữa, dự tính là phương tiện mang thuốc nhuộm là vật liệu hy sinh thứ nhất có đặc trưng màu thứ nhất (ví dụ, màu đỏ) và phương tiện mang thuốc nhuộm là vật liệu hy sinh thứ hai có đặc trưng màu thứ hai (ví dụ, màu xanh lam) có thể được đặt vào hệ thống để tạo ra đặc trưng màu mong muốn (ví dụ, màu đỏ tía) trên vật liệu thứ ba, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Như có thể thấy rõ, sự kết hợp và số lượng bất kỳ của các vật liệu, đặc trưng màu và biến số được dự tính khác (ví dụ, thời gian, thể tích CO₂ ở dạng SCF, nhiệt độ, áp suất, thành phần vật liệu và kiểu vật liệu) đều có thể thay đổi để thu được các kết quả được dự tính trong bản mô tả này.

Trong bản mô tả này, các khía cạnh của sáng chế dự tính quá trình nhuộm (ví dụ, quá trình xử lý bằng các chất hoàn thiện) một hoặc nhiều vật liệu bằng cách sử dụng CO₂ ở dạng SCF. Khái niệm hai vật liệu hoặc nhiều hơn được sử dụng kết hợp với nhau được dự tính theo các khía cạnh của sáng chế. Hơn nữa, việc sử dụng một hoặc nhiều vật liệu có thuốc nhuộm liên kết không được dự tính để sử dụng quá trình xử lý sau truyền thống (ví dụ, sản xuất quần áo, giày dép, thảm, vải bọc) có thể được gọi là vật liệu hy sinh hoặc là phương tiện mang thuốc nhuộm được dự tính được cấp vào hệ thống. Hơn nữa, dự tính là đặc trưng màu bất kỳ đều có thể được sử dụng. Sự kết hợp bất kỳ

các đặc trưng màu có thể được sử dụng kết hợp với nhau để thu được đặc trưng màu mong muốn bất kỳ trên một hoặc nhiều vật liệu. Các dấu hiệu phụ và biến số quy trình của các phương pháp và hệ thống được bộc lộ sẽ được đề cập trong bản mô tả này.

Việc thu được đặc trưng màu mong muốn trên vật liệu có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố. Ví dụ, nếu có 50 kg vật liệu thứ nhất (ví dụ, vật liệu được đánh cuộn hoặc vật liệu được quần) và 100 kg vật liệu thứ hai, thì đặc trưng màu thu được trên trọng lượng của vật liệu thứ nhất có thể được biểu diễn là $1/3$ màu/cường độ/độ bão hòa gốc của đặc trưng màu thứ nhất khi đặc trưng màu gốc của vật liệu thứ hai không có thuốc nhuộm. Theo cách khác, với các tỷ lệ giống nhau của vật liệu nhưng đặc trưng màu gốc thứ hai có độ bão hòa/cường độ so sánh được như đặc trưng màu thứ nhất nhưng với màu sắc khác, đặc trưng màu thứ nhất có thể được biểu diễn là $1/3X + 1/3Y$ trong đó X là đặc trưng màu gốc thứ nhất và Y là đặc trưng màu gốc thứ hai (nghĩa là, trọng lượng của vật liệu thứ nhất / trọng lượng của tất cả các vật liệu). Từ khía cạnh của vật liệu thứ hai bằng cách sử dụng hai ví dụ nêu trên, thì các đặc trưng màu thu được có thể là $(2/3X) / 2$ cho ví dụ thứ nhất và $(2/3 X + 2/3 Y) / 2$ (nghĩa là, [trọng lượng của vật liệu thứ nhất / trọng lượng của tất cả các vật liệu] * [trọng lượng của vật liệu thứ nhất / trọng lượng của vật liệu thứ hai]). Các ví dụ nêu trên chỉ nhằm mục đích minh họa khi dự tính là nhiều yếu tố phụ cũng có liên quan như chiều dài (tính bằng thước Anh) trên kilogram, thành phần vật liệu, độ dài quy trình nhuộm, nhiệt độ, áp suất, thời gian, độ xoắn của vật liệu, hàm lượng của vật liệu, độ căng khi cuộn vật liệu và các biến số khác có thể được biểu diễn bằng (các) trị số thực nghiệm. Tuy nhiên, phần nêu trên nhằm cung cấp khả năng hiểu quy trình nhuộm cân bằng được dự tính để cung cấp cho các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này. Như vậy, về bản chất các ví dụ và trị số được cung cấp không nhằm giới hạn sáng chế mà chỉ mang tính chất ví dụ.

Trên Fig.1, hình vẽ minh họa mang tính chất ví dụ biểu thị sự chuyển thuốc nhuộm 100 từ vật liệu thứ hai 102 sang vật liệu được đánh cuộn 104 bằng CO_2 ở dạng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Vật liệu được cấp cho quy trình nhuộm bằng CO_2 ở dạng SCF có thể là vật liệu bất kỳ như các chế phẩm (ví dụ, bông, len, lụa tơ tằm, polyeste và/hoặc nylon), chất nền (ví dụ, vải hoặc sợi), sản phẩm (ví dụ, giày dép và/hoặc quần áo) và vật liệu tương tự. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu thứ hai 102 là vật liệu polyeste có đặc trưng màu thứ nhất gồm chất nhuộm 108. Đặc trưng

màu là đặc tính của thuốc nhuộm hoặc đặc tính của chất hoàn thiện có thể được xác định bằng màu sắc, cường độ, ánh màu, (các) kiểu thuốc nhuộm và/hoặc thành phần hóa học. Dự tính là vật liệu mà với nó gần như không có thuốc nhuộm (ví dụ, màu sắc xuất hiện không tự nhiên từ phương pháp nhuộm hoặc các chất hoàn thiện khác được đưa vào đó) cũng có đặc trưng màu mô tả sự vắng mặt của thuốc nhuộm. Vì vậy mà không cần quan tâm đến màu sắc, quá trình hoàn thiện hoặc thuốc nhuộm kết hợp với vật liệu, tất cả các vật liệu đều có đặc trưng màu. Nói cách khác, tất cả các vật liệu, không kể các quy trình hoàn thiện màu sắc/vật liệu được thực hiện (hoặc không được thực hiện), đều có đặc trưng màu. Ví dụ, tất cả các vật liệu đều có màu sắc ban đầu mà không cần quan tâm đến quy trình nhuộm đã được thực hiện trên vật liệu.

Vật liệu thứ hai 102 có bề mặt thứ nhất 120, bề mặt thứ hai 122 và các chất nhuộm 108. Nhằm mục đích mô tả, chất nhuộm 108 có thể là chế phẩm/hỗn hợp của các thuốc nhuộm được biểu thị dưới dạng các phần tử dạng hạt; tuy nhiên, trong thực tế chất nhuộm 108 có thể không dễ xác định riêng rẽ ở mức độ vĩ mô từ chất nền nằm dưới của vật liệu. Cũng vậy như sẽ được mô tả dưới đây, dự tính là thuốc nhuộm có thể liên kết với vật liệu. Thuốc nhuộm liên kết là thuốc nhuộm được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Thuốc nhuộm liên kết so với thuốc nhuộm chưa liên kết là thuốc nhuộm chưa được kết hợp hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Một ví dụ về thuốc nhuộm chưa liên kết bao gồm thuốc nhuộm dạng bột khô được rắc và rải trên bề mặt của vật liệu sao cho thuốc nhuộm này có thể được loại bỏ bằng nỗ lực cơ học nhỏ nhất.

Trên Fig.1, CO₂ ở dạng SCF 106 được minh họa dưới dạng sơ đồ dưới dạng mũi tên chỉ nhằm mục đích mô tả. Trong thực tế, CO₂ ở dạng SCF không dễ xác định độc lập ở mức độ vĩ mô mặc dù nó được biểu thị như vậy trên Fig.1. Hơn nữa, chất nhuộm 112 và 116 được minh họa là được chuyển bằng CO₂ ở dạng SCF 110 và 118 một cách tương ứng nhưng như đã nêu, hình vẽ minh họa này chỉ nhằm mục đích mô tả và không phải là sự biểu diễn đúng tỷ lệ trong thực tế.

Trên Fig.1, CO₂ ở dạng SCF 106 được cấp cho vật liệu thứ hai 102. Sự cấp ban đầu của CO₂ ở dạng SCF 106 không có chất nhuộm kết hợp (ví dụ, không có thuốc nhuộm hòa tan trong đó). CO₂ ở dạng SCF 106 đi qua vật liệu thứ hai 102 từ mặt thứ nhất 120 đến mặt thứ hai 122, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Khi CO₂ ở dạng SCF 106 đi qua vật liệu thứ hai 102, thì chất nhuộm 108 (ví dụ, thuốc nhuộm) của

vật liệu thứ hai 102 sẽ kết hợp (ví dụ, hòa tan) với CO₂ ở dạng SCF này được biểu thị dưới dạng chất nhuộm 112 kết hợp với CO₂ ở dạng SCF 110. Vật liệu thứ hai 102 được biểu thị dưới dạng có đặc trưng màu thứ nhất được tạo với chất nhuộm 108 của vật liệu thứ hai 102. Theo cách khác, dự tính là sự cấp ban đầu (hoặc ở thời điểm bất kỳ) của CO₂ ở dạng SCF có thể chuyển thuốc nhuộm từ nguồn (ví dụ, thùng chứa) đến vật liệu thứ hai 102 để tăng đặc trưng màu của vật liệu thứ hai trong khi vẫn tăng đặc trưng màu của vật liệu được đánh cuộn 104 bằng thuốc nhuộm của nguồn và vật liệu thứ hai 102, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Vật liệu được đánh cuộn có thể là vật liệu dạng sợi liên tục được đánh ống dùng trong dệt thoi, dệt kim, bện dây, đan kim, may mặc, thêu và tương tự. Các ví dụ không giới hạn của vật liệu được đánh cuộn bao gồm sợi, chỉ, dây, ruybăng, tơ filamăng và sợi dây. Dự tính là sợi đánh ống có thể được quấn xung quanh ống cuộn (ví dụ, hình côn hoặc hình trụ) hoặc sợi đánh ống có thể được quấn xung quanh chính nó mà không có cấu trúc đỡ phụ để giúp tạo hình dạng cuộn thu được. Về bản chất, sợi đánh ống có thể là sợi hữu cơ hoặc tổng hợp. Sợi đánh ống có thể là nhiều tập hợp riêng rẽ của xơ hoặc một tập hợp của xơ.

Trên Fig.1, vật liệu được đánh cuộn 104 có bề mặt thứ nhất 124 và bề mặt thứ hai 126. Vật liệu được đánh cuộn cũng được minh họa là có đặc trưng màu thứ hai với chất nhuộm 114. Chất nhuộm 114 có thể là thuốc nhuộm được chuyển bằng CO₂ ở dạng SCF đã đi qua vật liệu thứ hai 102 và/hoặc nó là thuốc nhuộm kết hợp với vật liệu được đánh cuộn 104 trong công đoạn trước đó, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Như vậy, Fig.1 minh họa công đoạn nhuộm trong CO₂ ở dạng SCF, trong đó CO₂ ở dạng SCF đi qua vật liệu thứ hai 102 từ mặt thứ nhất 120 đến mặt thứ hai 122 trong khi vẫn chuyển (ví dụ, như hòa tan thuốc nhuộm trong CO₂ ở dạng SCF) thuốc nhuộm từ vật liệu thứ hai, như được minh họa là minh họa bằng chất nhuộm 112 được chuyển bằng CO₂ ở dạng SCF 110. Vật liệu được đánh cuộn 104 nhận CO₂ ở dạng SCF (ví dụ, 110) trên mặt thứ nhất 124. CO₂ ở dạng SCF đi qua vật liệu được đánh cuộn 104 trong khi vẫn cho phép chất nhuộm (ví dụ, 114) nhuộm vật liệu được đánh cuộn 104. Chất nhuộm nhuộm vật liệu được đánh cuộn 104 có thể là chất nhuộm từ vật liệu thứ hai 102, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Cũng dự tính là chất nhuộm nhuộm vật liệu được đánh cuộn 104 có thể là chất nhuộm từ các lớp hoặc nguồn vật liệu phụ.

Hơn nữa, CO₂ ở dạng SCF có thể đi qua vật liệu được đánh cuộn 104 (ví dụ, CO₂ ở dạng SCF 118) trong khi vẫn chuyển chất nhuộm (ví dụ, 116) cùng với nó. Chất nhuộm 116 này có thể bị kết tủa bằng một lớp vật liệu khác và/hoặc lớp vật liệu thứ hai 102. Như có thể thấy rõ, đây có thể là chu trình trong đó sự cân bằng của chất nhuộm đạt được trên các lớp vật liệu khác nhau khi CO₂ ở dạng SCF đi qua các lớp vật liệu nhiều lần. Cuối cùng, dự tính là chất nhuộm 108, 112, 114 và 116 có thể không phân biệt được và/hoặc dẫn đến đặc trưng màu không phân biệt được giữa các vật liệu khác nhau, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Nói cách khác, do mỗi thuốc nhuộm khác nhau có độ hòa tan khác nhau trong SCF, nên dòng SCF đi qua các vật liệu khác nhau hấp thụ và kết tủa thuốc nhuộm để tạo thành hỗn hợp thuốc nhuộm đồng nhất ở mức độ vĩ mô (ví dụ, đối với mắt người). Chu trình này có thể tiếp tục cho đến khi SCF bị loại bỏ khỏi quy trình của chu trình như khi thay đổi trạng thái CO₂ khác với trạng thái SCF.

Về bản chất, Fig.1 chỉ mang tính chất ví dụ và nhằm minh họa quy trình mà không được minh họa đúng tỷ lệ. Vì vậy, được hiểu là trong thực tế thuốc nhuộm (nghĩa là, chất nhuộm), vật liệu và CO₂ ở dạng SCF thay vì có thể không phân biệt được cho người quan sát bình thường ở mức độ vĩ mô mà không cần thiết bị đặc biệt, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Trên Fig.2, hình vẽ minh họa mang tính chất ví dụ biểu thị sự chuyển thuốc nhuộm 101 từ vật liệu thứ nhất 1102 sang vật liệu thứ hai 1104 bằng CO₂ ở dạng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Vật liệu được cấp cho quá trình nhuộm cân bằng trong CO₂ ở dạng SCF có thể là vật liệu bất kỳ như các chế phẩm (ví dụ, bông, len, lụa tơ tằm, polyeste và/hoặc nylon), chất nền (ví dụ, vải hoặc sợi), sản phẩm (ví dụ, giày dép và/hoặc quần áo) và vật liệu tương tự. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu thứ nhất 1102 là vật liệu polyeste có đặc trưng màu thứ nhất gồm chất nhuộm 1108. Vật liệu thứ nhất 1102 có bề mặt thứ nhất 1120, bề mặt thứ hai 1122 và nhiều chất nhuộm 1108. Chất nhuộm 1108 có thể là chế phẩm/hỗn hợp của các thuốc nhuộm được biểu thị dưới dạng các phân tử dạng hạt nhằm mục đích mô tả; tuy nhiên, trong thực tế chất nhuộm 1108 có thể không dễ xác định riêng rẽ ở mức độ vĩ mô từ chất nền nằm dưới của vật liệu. Cũng vậy, như sẽ được mô tả dưới đây, dự tính là thuốc nhuộm liên kết với vật liệu. Thuốc nhuộm liên kết là thuốc nhuộm được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Thuốc nhuộm liên kết so với thuốc nhuộm chưa liên kết là thuốc nhuộm chưa được

kết hợp hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Một ví dụ về thuốc nhuộm chưa liên kết bao gồm thuốc nhuộm dạng bột khô được rắc và rải trên bề mặt của vật liệu sao cho thuốc nhuộm có thể được loại bỏ bằng nỗ lực cơ học nhỏ nhất.

Trên Fig.2, CO₂ ở dạng SCF 1106 được minh họa dưới dạng sơ đồ dưới dạng mũi tên chỉ nhằm mục đích mô tả. Trong thực tế, CO₂ ở dạng SCF không dễ xác định độc lập ở mức độ vĩ mô như được thể hiện trên Fig.2. Hơn nữa, chất nhuộm 1112 và 1116 được minh họa là được chuyển bằng CO₂ ở dạng SCF 1110 và 1116 một cách tương ứng, nhưng như được chỉ ra, hình vẽ minh họa này chỉ nhằm mục đích mô tả và không phải là sự biểu diễn đúng tỷ lệ trong thực tế.

Trên Fig.2, CO₂ ở dạng SCF 1106 được cấp cho vật liệu thứ nhất 1102. Sự cấp ban đầu của CO₂ ở dạng SCF 1106 không có chất nhuộm kết hợp (ví dụ, không có thuốc nhuộm hòa tan trong đó). CO₂ ở dạng SCF 1106 đi qua vật liệu thứ nhất 1102 từ mặt thứ nhất 1120 đến mặt thứ hai 1122, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Khi CO₂ ở dạng SCF 1106 đi qua vật liệu thứ nhất 1102, thì chất nhuộm 1108 (ví dụ, thuốc nhuộm) của vật liệu thứ nhất 1102 sẽ kết hợp (ví dụ, hòa tan) với CO₂ ở dạng SCF được biểu thị dưới dạng chất nhuộm 1112 kết hợp với CO₂ ở dạng SCF 1110. Vật liệu thứ nhất 1102 được biểu thị có đặc trưng màu thứ nhất được tạo với chất nhuộm 1108 của vật liệu thứ nhất 1102. Theo cách khác, dự tính là sự cấp ban đầu (hoặc ở thời điểm bất kỳ) của CO₂ ở dạng SCF có thể chuyển thuốc nhuộm từ nguồn (ví dụ, thùng chứa) vào vật liệu thứ nhất 1102 để tăng đặc trưng màu của vật liệu thứ nhất trong khi vẫn tăng đặc trưng màu của vật liệu thứ hai 1104 bằng thuốc nhuộm của nguồn và vật liệu thứ nhất 1102, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Vật liệu thứ hai 1104 có bề mặt thứ nhất 1124 và bề mặt thứ hai 1126. Vật liệu thứ hai cũng được biểu thị có đặc trưng màu thứ hai với chất nhuộm 1114. Chất nhuộm 1114 có thể là thuốc nhuộm được chuyển bằng CO₂ ở dạng SCF đã đi qua vật liệu thứ nhất 1102 và/hoặc nó là thuốc nhuộm kết hợp với vật liệu thứ hai 1104 trong công đoạn trước đó, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Như vậy, Fig.2 minh họa công đoạn nhuộm trong CO₂ ở dạng SCF trong đó CO₂ ở dạng SCF đi qua vật liệu thứ nhất 1102 từ mặt thứ nhất 1120 đến mặt thứ hai 1122 trong khi vẫn chuyển (ví dụ, như hòa tan thuốc nhuộm trong CO₂ ở dạng SCF) thuốc nhuộm từ vật liệu thứ nhất như được minh họa là chất nhuộm 1112 được chuyển bằng

CO₂ ở dạng SCF 1110. Vật liệu thứ hai 1104 nhận CO₂ ở dạng SCF (ví dụ, 1110) trên mặt thứ nhất 1124. CO₂ ở dạng SCF đi qua vật liệu thứ hai 1104 trong khi vẫn cho phép chất nhuộm (ví dụ, 1114) để nhuộm vật liệu thứ hai 1104. Chất nhuộm nhuộm vật liệu thứ hai 1104 có thể là chất nhuộm từ vật liệu thứ nhất 1102, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Cũng dự tính là chất nhuộm nhuộm vật liệu thứ hai 1104 có thể là chất nhuộm từ các lớp hoặc nguồn vật liệu phụ. Hơn nữa, CO₂ ở dạng SCF có thể đi qua vật liệu thứ hai 1104 (ví dụ, CO₂ ở dạng SCF 1118) trong khi vẫn chuyển chất nhuộm (ví dụ, 1116) cùng với nó. Chất nhuộm 1116 này có thể bị kết tủa bằng một lớp vật liệu khác và/hoặc lớp vật liệu thứ nhất 1102. Như có thể thấy rõ, đây có thể là chu trình, trong đó sự cân bằng của chất nhuộm đạt được trên các lớp vật liệu khác nhau khi CO₂ ở dạng SCF đi qua các lớp vật liệu nhiều lần. Cuối cùng, dự tính là chất nhuộm 1108, 1112, 1114 và 1116 có thể không phân biệt được và/hoặc dẫn đến đặc trưng màu không phân biệt được giữa các vật liệu khác nhau, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Nói cách khác, do mỗi thuốc nhuộm khác nhau có độ hòa tan khác nhau trong SCF, nên dòng SCF đi qua các vật liệu khác nhau hấp thụ và kết tủa thuốc nhuộm để tạo thành hỗn hợp thuốc nhuộm đồng nhất ở mức độ vĩ mô (ví dụ, đối với mắt người). Chu trình này có thể tiếp tục cho đến khi SCF bị loại bỏ khỏi quy trình của chu trình như khi thay đổi trạng thái CO₂ khác với trạng thái SCF.

Về bản chất, Fig.2 mang tính chất ví dụ và nhằm minh họa quy trình mà không được minh họa đúng tỷ lệ. Vì vậy, được hiểu là trong thực tế thuốc nhuộm (nghĩa là, chất nhuộm), vật liệu và CO₂ ở dạng SCF thay vì có thể không phân biệt được cho người quan sát bình thường ở mức độ vĩ mô mà không cần thiết bị đặc biệt, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Hơn nữa, như sẽ được đề cập trong bản mô tả này, các khía cạnh của sáng chế dự tính thuốc nhuộm liên kết vào vật liệu. Thuốc nhuộm liên kết vào vật liệu khi nó liên kết vật lý hoặc hóa học với vật liệu, trong một ví dụ. Trong một ví dụ khác, thuốc nhuộm liên kết vào vật liệu khi thuốc nhuộm được đồng nhất hóa trên vật liệu. Sự đồng nhất hóa thuốc nhuộm trái ngược với vật liệu mà thuốc nhuộm được đưa lên đó theo cách không đồng đều, như nếu thuốc nhuộm chỉ được rắc hoặc theo cách khác được đưa lỏng lên vật liệu. Một ví dụ về thuốc nhuộm liên kết với vật liệu là khi thuốc nhuộm được đưa và duy trì trong các xơ của vật liệu như khi thuốc nhuộm truyền cho vật liệu.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “truyền”, nghĩa là phủ, thấm và/hoặc khuếch tán các chất hoàn thiện bề mặt như thuốc nhuộm trên và/hoặc trong toàn bộ khối vật liệu. Việc truyền cho vật liệu thuốc nhuộm diễn ra trong thùng áp suất như nồi hấp như đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Hơn nữa, SCF và thuốc nhuộm hòa tan trong SCF có thể được tuần hoàn bên trong thùng áp suất bằng bơm tuần hoàn là cũng đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Sự tuần hoàn của SCF trong thùng áp suất bằng bơm làm cho SCF đi qua và đi khắp trong khối vật liệu trong thùng áp suất để làm cho thuốc nhuộm hòa tan được truyền cho vật liệu. Nói cách khác, khi vật liệu đích được truyền CO_2 ở dạng SCF có thuốc nhuộm (ví dụ, chất hoàn thiện) hòa tan trong đó, thì thuốc nhuộm sẽ kết tủa trên một hoặc nhiều phần của vật liệu đích. Ví dụ, vật liệu polyeste, khi tiếp xúc với điều kiện thích hợp để tạo ra CO_2 ở dạng SCF, thì có thể “trương” ra để cho phép các phần thuốc nhuộm vẫn được đưa vào xơ polyeste tạo thành vật liệu polyeste. Vì vậy, việc điều chỉnh nhiệt, áp suất, dòng tuần hoàn và thời gian sẽ ảnh hưởng đến SCF, thuốc nhuộm và vật liệu đích. Tất cả các biến số này đều được xử lý kết hợp khi CO_2 ở dạng SCF truyền cho vật liệu đích, thì sự kết tủa thuốc nhuộm trong toàn bộ khối vật liệu có thể xảy ra.

Fig.3 minh họa chi tiết giữ vật liệu 204 để đỡ các vật liệu được đánh cuộn 206 và vật liệu thứ hai 208 theo các khía cạnh của sáng chế. Các vật liệu được đánh cuộn 206 trong ví dụ này có đặc trưng màu thứ nhất. Đặc trưng màu thứ nhất có thể là đặc trưng không có màu sắc hoặc các chất hoàn thiện bề mặt khác khác với trạng thái tự nhiên của vật liệu, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Các vật liệu được đánh cuộn 206 có thể là vật liệu đích, vật liệu dự tính sử dụng trong hàng hóa thương mại như quần áo hoặc giày dép. Vật liệu thứ hai 208 có thể là vật liệu hy sinh có thuốc nhuộm liên kết. Ví dụ, vật liệu thứ hai 208 có thể là vật liệu được nhuộm (hoặc vật liệu được xử lý theo cách khác) từ trước.

Trái ngược với Fig.4, trong ví dụ được thể hiện trên Fig.3 sẽ được mô tả dưới đây, vật liệu thứ hai 208 tiếp xúc vật lý với các vật liệu được đánh cuộn 206. Trong ví dụ này, bề mặt của vật liệu thứ hai 208 tiếp xúc với bề mặt của các vật liệu được đánh cuộn 206. Sự tiếp xúc hoặc kề sát vật lý này được tạo bởi sự tiếp xúc theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, tạo ra khả năng chuyển có hiệu quả thuốc nhuộm từ vật liệu thứ hai 208 sang các vật liệu được đánh cuộn 206 với sự hiện diện của SCF. Hơn nữa, theo

một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, thì sự tiếp xúc vật lý của vật liệu tiếp xúc với SCF dùng nhằm mục đích nhuộm cho phép sử dụng có hiệu quả không gian trong thùng áp suất để cho kích thước (ví dụ, chiều dài cuộn vật liệu) của vật liệu có thể được tối đa hóa.

Như được thể hiện trên Fig.3 chỉ nhằm mục đích ví dụ, vật liệu thứ hai 208 có thể tích nhỏ hơn đáng kể so với các vật liệu được đánh cuộn 206. Trong ví dụ này, các vật liệu được đánh cuộn 206 là vật liệu đích; vì vậy, sự tối đa hóa thể tích của vật liệu đích có thể là mong muốn. Do một số thùng áp suất có thể tích hạn chế, nên phần thể tích hạn chế này được sử dụng bởi vật liệu hy sinh sẽ giới hạn thể tích có thể sử dụng bởi vật liệu đích. Như vậy, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu hy sinh (hoặc các vật liệu hy sinh) có thể tích nhỏ hơn (ví dụ, chiều dài (tính bằng thước Anh)) so với vật liệu đích khi đặt trong thùng áp suất chung. Hơn nữa, trong khi chi tiết giữ vật liệu ví dụ 204 được biểu thị, nhưng dự tính là, các cấu hình thay thế của chi tiết giữ này có thể được thực hiện.

Fig.4 biểu thị chi tiết giữ vật liệu cũng đỡ các vật liệu được đánh cuộn 207 và vật liệu thứ hai 209 theo các khía cạnh của sáng chế. Trong khi các vật liệu được đánh cuộn 207 và vật liệu thứ hai 209 được biểu thị trên chi tiết giữ chung, nhưng dự tính là, các chi tiết giữ tách riêng về vật lý có thể được sử dụng theo các khía cạnh làm ví dụ thay thế của sáng chế. Vật liệu được đánh cuộn 207 có đặc trưng màu thứ nhất và vật liệu thứ hai 209 có đặc trưng màu thứ hai. Cụ thể là, ít nhất một trong số các vật liệu được đánh cuộn 207 hoặc vật liệu thứ hai 209 có thuốc nhuộm liên kết. Ngược lại với Fig.3 trong đó sự kề sát hoặc tiếp xúc vật lý được minh họa là các vật liệu, thì các vật liệu trên Fig.4 không tiếp xúc trực tiếp với nhau. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, việc không có sự tiếp xúc vật lý cho phép thể và xử lý có hiệu quả ít nhất một vật liệu mà không cần xử lý vật lý đáng kể (các) vật liệu khác. Ví dụ, nếu vật liệu thứ hai 209 có đặc trưng màu có màu sắc thứ nhất được xử lý cùng với các vật liệu được đánh cuộn 207 sao cho ít nhất một số thuốc nhuộm của vật liệu thứ hai sẽ truyền cho các vật liệu được đánh cuộn 207 theo quy trình nhuộm trong SCF, vật liệu thứ hai 209 có thể bị loại bỏ và được thay thế bằng vật liệu thứ ba có đặc trưng màu khác (ví dụ, xử lý vật liệu như DWR) được ưu tiên truyền cho các vật liệu được đánh cuộn 207 tiếp theo thuốc nhuộm của vật liệu thứ hai 209. Nói cách khác, tương quan vật lý được biểu thị và

thường được mô tả trên Fig.4 có thể có hiệu quả trong sản xuất và xử lý khi sự xử lý riêng rẽ các vật liệu có thể được thực hiện.

Mặc dù các vật liệu được đánh cuộn 207 và vật liệu thứ hai 209 được minh họa là ở trên chi tiết giữ vật liệu chung 204, nhưng dự tính là, vật liệu được đánh cuộn 207 nằm trên chi tiết giữ thứ nhất và vật liệu thứ hai 209 nằm trên chi tiết giữ thứ hai khác với chi tiết giữ thứ nhất, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Mặc dù chỉ hai vật liệu được minh họa trên Fig.3 và Fig.4, nhưng cần hiểu là số lượng vật liệu bất kỳ có thể đồng thời tiếp xúc với SCF (hoặc gần là SCF). Ví dụ, dự tính là hai vật liệu hy sinh hoặc nhiều hơn có thuốc nhuộm liên kết được đặt trong thùng áp suất chung cùng với vật liệu đích dự tính sẽ được truyền thuốc nhuộm của vật liệu hy sinh. Hơn nữa, dự tính là lượng vật liệu không bị giới hạn ở các tỷ lệ được thể hiện trên Fig.3 hoặc Fig.4. Ví dụ, dự tính là vật liệu đích có thể có thể tích lớn hơn nhiều so với vật liệu hy sinh. Hơn nữa, dự tính là thể tích của vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được đặc trưng màu mong muốn của (các) vật liệu đích. Ví dụ, tùy thuộc vào đặc trưng màu của vật liệu hy sinh (ví dụ, nồng độ, màu sắc, v.v.) và đặc trưng màu mong muốn của vật liệu đích ngoài thể tích của vật liệu đích, mà lượng vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được kết quả nhuộm trong SCF mong muốn. Tương tự, dự tính là đặc trưng màu của vật liệu thứ hai (hoặc vật liệu thứ nhất) được điều chỉnh dựa vào đặc trưng màu mong muốn và/hoặc thể tích của vật liệu nằm trong quy trình nhuộm.

Fig.5 minh họa chi tiết giữ vật liệu như trục 1204 để đỡ vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 theo các khía cạnh của sáng chế. Trong ví dụ này, vật liệu thứ nhất 1206 có đặc trưng màu thứ nhất. Đặc trưng màu thứ nhất có thể là đặc trưng không có màu sắc khác với trạng thái tự nhiên của vật liệu, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Vật liệu thứ nhất 1206 có thể là vật liệu đích, vật liệu dự tính sử dụng trong hàng hóa thương mại như quần áo hoặc giày dép. Vật liệu thứ hai 1208 có thể là vật liệu hy sinh có thuốc nhuộm liên kết. Ví dụ, vật liệu thứ hai 1208 có thể là vật liệu đã nhuộm (hoặc xử lý khác) trước đó.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.5 trái ngược với Fig.6 sẽ được mô tả sau đây, vật liệu thứ hai 1208 tiếp xúc vật lý với vật liệu thứ nhất 1206. Trong ví dụ này, bề mặt của vật liệu thứ hai 1208 tiếp xúc với bề mặt của vật liệu thứ nhất 1206. Sự tiếp xúc hoặc kề sát vật lý được tạo bởi sự tiếp xúc, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế,

tạo ra khả năng chuyển có hiệu quả thuốc nhuộm từ vật liệu thứ hai 1208 sang vật liệu thứ nhất 1206 với sự hiện diện của SCF. Hơn nữa, sự tiếp xúc vật lý của các vật liệu tiếp xúc với SCF dùng nhằm mục đích nhuộm còn cho phép, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, sử dụng có hiệu quả không gian trong thùng áp suất để cho kích thước (ví dụ, chiều dài cuộn vật liệu) của vật liệu có thể được tối đa hóa.

Như được thể hiện trên Fig.5 nhằm mục đích ví dụ, vật liệu thứ hai 1208 có thể tích nhỏ hơn đáng kể so với vật liệu thứ nhất 1206. Trong ví dụ này, vật liệu thứ nhất 1206 là vật liệu đích; vì vậy, sự tối đa hóa thể tích của vật liệu đích có thể là mong muốn. Do một số thùng áp suất có thể tích hạn chế, nên phần thể tích hạn chế này được sử dụng bởi vật liệu hy sinh sẽ giới hạn thể tích có thể sử dụng bởi vật liệu đích. Như vậy, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu hy sinh (hoặc các vật liệu hy sinh) có thể tích nhỏ hơn (ví dụ, chiều dài (tính theo thước Anh)) so với vật liệu đích khi đặt trong thùng áp suất chung. Trong khi vật liệu thứ hai 1208 được biểu thị ở vị trí bên ngoài của trục 1204 so với vật liệu thứ nhất 1206, nhưng dự tính là, vật liệu hy sinh có thể nằm ở phía trong hơn trên trục 1204 so với vật liệu đích. Hơn nữa, trong khi trục ví dụ 1204 được biểu thị, nhưng dự tính là, các cấu hình thay thế của chi tiết giữ có thể được sử dụng.

Fig.6 biểu thị chi tiết giữ vật liệu như trục 1204 cũng đỡ vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209 theo các khía cạnh của sáng chế. Trong khi vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209 được biểu thị trên chi tiết giữ chung, nhưng dự tính là, các chi tiết giữ khác cũng có thể được sử dụng theo các khía cạnh làm ví dụ thay thế của sáng chế. Vật liệu thứ nhất 1207 có đặc trưng màu thứ nhất và vật liệu thứ hai 1209 có đặc trưng màu thứ hai. Cụ thể là, ít nhất một trong các vật liệu thứ nhất 1207 hoặc vật liệu thứ hai 1209 có thuốc nhuộm liên kết. Ngược lại với Fig.5 trong đó sự kề sát hoặc tiếp xúc vật lý được minh họa là nhiều vật liệu, các vật liệu trên Fig.6 không tiếp xúc trực tiếp với nhau. Việc không có sự tiếp xúc vật lý theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế cho phép thay thế và xử lý có hiệu quả ít nhất một vật liệu mà không xử lý vật lý đáng kể (các) vật liệu khác. Ví dụ, nếu vật liệu thứ hai 1209 có đặc trưng màu có màu sắc thứ nhất được xử lý với vật liệu thứ nhất 1207 sao cho ít nhất một số thuốc nhuộm của vật liệu thứ hai truyền cho vật liệu thứ nhất 1207 theo quy trình nhuộm trong SCF, thì vật liệu thứ hai 1209 có thể bị loại bỏ và được thay thế bằng vật liệu thứ ba có đặc

trung màu khác (ví dụ, xử lý vật liệu như DWR) được ưu tiên truyền cho vật liệu thứ nhất 1207 tiếp theo thuốc nhuộm của vật liệu thứ hai 1209. Nói cách khác, tương quan vật lý được biểu thị và thường được mô tả trên Fig.6 có thể có hiệu quả trong sản xuất và xử lý khi sự xử lý riêng rẽ nhiều vật liệu có thể được thực hiện, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Mặc dù vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209 được minh họa là có thể tích của vật liệu tương tự, nhưng dự tính là, vật liệu thứ nhất 1207 có thể có thể tích của vật liệu lớn hơn đáng kể so với vật liệu thứ hai 1209 có thể là vật liệu hy sinh, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Hơn nữa, trong khi vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209 được biểu thị trên chi tiết giữ chung, nhưng dự tính là, vật liệu thứ nhất 1207 nằm trên chi tiết giữ thứ nhất và vật liệu thứ hai 1209 nằm trên chi tiết giữ thứ hai khác với chi tiết giữ thứ nhất, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Mặc dù chỉ có hai vật liệu được minh họa trên Fig.5 và Fig.6, nhưng cần hiểu là số lượng vật liệu bất kỳ có thể đồng thời tiếp xúc với SCF (hoặc gần là SCF). Ví dụ, dự tính là hai vật liệu hy sinh hoặc nhiều hơn có thuốc nhuộm liên kết được đặt trong thùng áp suất chung với vật liệu đích dự tính được truyền thuốc nhuộm của vật liệu hy sinh. Hơn nữa, dự tính là lượng vật liệu không bị giới hạn ở các tỷ lệ được thể hiện trên Fig.5 hoặc Fig.6. Ví dụ, dự tính là vật liệu đích có thể có thể tích lớn hơn nhiều so với vật liệu hy sinh. Hơn nữa, dự tính là thể tích của vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được đặc trưng màu mong muốn của (các) vật liệu đích. Ví dụ, tùy thuộc vào đặc trưng màu của vật liệu hy sinh (ví dụ, nồng độ, màu sắc, v.v.) và đặc trưng màu mong muốn của vật liệu đích ngoài thể tích của vật liệu đích, mà lượng vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được kết quả nhuộm trong SCF mong muốn. Tương tự, dự tính là đặc trưng màu của vật liệu thứ hai (hoặc vật liệu thứ nhất) được điều chỉnh dựa vào đặc trưng màu mong muốn và/hoặc thể tích của vật liệu nằm trong quy trình nhuộm.

Như đã được minh họa trên Fig.5 và Fig.6 và sẽ được minh họa trên Fig.7 và Fig.8, cách bố trí khác nhau của vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai quanh chi tiết giữ được dự tính. Như nêu trên, vật liệu thứ nhất 1206 và/hoặc vật liệu thứ hai 1208 có thể là vật liệu dệt bất kỳ là vật liệu dệt kim, dệt thoi hoặc theo được dệt theo cách khác. Chúng có thể được tạo từ vật liệu hữu cơ hoặc tổng hợp bất kỳ. Chúng có thể có đặc trưng màu bất kỳ, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Đặc trưng màu có thể bao

gồm loại màu bất kỳ được tạo từ thuốc nhuộm bất kỳ. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 là vật liệu dệt từ polyeste.

CO₂ ở dạng SCF cho phép polyeste được nhuộm bằng thuốc nhuộm phân tán cải biến. Điều này xảy ra do CO₂ ở dạng SCF và/hoặc điều kiện tạo ra trạng thái SCF của CO₂ làm cho xơ polyeste của vật liệu trương nở, điều này cho phép thuốc nhuộm khuếch tán và thấm vào cấu trúc lỗ rỗng và mao dẫn của xơ polyeste. dự tính là thuốc nhuộm hoạt tính cũng có thể được sử dụng tương tự khi một hoặc nhiều vật liệu có thành phần là xenluloza. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 được tạo từ loại vật liệu thông thường để cho thuốc nhuộm có tác dụng nhuộm cả các vật liệu này. Theo một khía cạnh khác, như khi về bản chất một trong các vật liệu là vật liệu hy sinh là phương tiện mang thuốc nhuộm, thì thuốc nhuộm có thể có ái lực thấp hơn đối với vật liệu hy sinh so với vật liệu đích, điều này có thể làm tăng tốc độ của quá trình nhuộm trong CO₂ ở dạng SCF. Một ví dụ có thể là về bản chất vật liệu thứ nhất là xenluloza và vật liệu thứ hai là vật liệu polyeste và thuốc nhuộm kết hợp với vật liệu thứ nhất là loại thuốc nhuộm phân tán để cho thuốc nhuộm có ái lực lớn hơn đối với vật liệu polyeste (trong ví dụ này) so với vật liệu thứ nhất. Trong ví dụ này, có thể thu được đặc trưng màu mong muốn của vật liệu thứ hai trong thời gian nhuộm giảm.

Fig.10 minh họa lưu đồ 300 của phương pháp làm ví dụ để nhuộm vật liệu được đánh cuộn như các vật liệu được đánh cuộn được thể hiện trên Fig.1, Fig.3 và Fig.4 theo các khía cạnh của sáng chế. Ở khối 302, các vật liệu được đánh cuộn và vật liệu thứ hai được đặt trong thùng áp suất. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu được đánh cuộn có thể được lắp trên thiết bị cố định cho phép nhiều vật liệu được đánh cuộn được đặt trong thùng áp suất trong một khoảng thời gian thông thường. Ngoài ra, dự tính là thiết bị cố định có tác dụng định vị các vật liệu được đánh cuộn ở một vị trí phù hợp so với các thành trong của thùng áp suất cũng như so với các vật liệu được đánh cuộn khác. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, việc tránh tiếp xúc với các thành trong của thùng áp suất nhờ vật liệu được truyền chất hoàn thiện cho phép vật liệu này được truyền chất hoàn thiện. Như được mô tả ở trên, các vật liệu được đánh cuộn có thể được quán xung quanh trục trước khi được đặt trong thùng này. Các vật liệu này có thể được đặt trong thùng bằng cách dịch chuyển các vật liệu này dưới dạng một nhóm chung vào thùng áp suất. Cũng vậy, dự tính là các vật liệu có thể được lắp trên thiết bị cố định

theo nhiều cách (ví dụ theo hướng thẳng đứng, theo cách chồng, theo hướng nằm ngang và/hoặc theo cách đặt so le). Hơn nữa, dự tính là các vật liệu có thể được lắp trên các thiết bị cố định khác nhau và đặt trong thùng áp suất chung.

Ở khối 304, thùng áp suất có thể được tăng áp. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, các vật liệu được nạp vào thùng áp suất và sau đó thùng áp suất được bít kín và tăng áp. Để duy trì CO₂ được nạp ở pha SCF, thì theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, áp suất được nâng lên trên điểm tới hạn (ví dụ, 73,87 bar (7,387 MPa)).

Không cần quan tâm đến việc thùng áp suất được tăng áp suất như thế nào, ở khối 306, CO₂ ở dạng SCF được cấp vào thùng áp suất. CO₂ ở dạng SCF này có thể được cấp bằng cách chuyển CO₂ được duy trì trong thùng áp suất từ trạng thái thứ nhất (nghĩa là, dạng lỏng, khí hoặc rắn) sang trạng thái SCF. Như đã biết, sự thay đổi trạng thái có thể được thực hiện bằng cách đạt tới áp suất và/hoặc nhiệt độ đủ cho sự biến đổi pha SCF. Dự tính là một hoặc nhiều chi tiết gia nhiệt được kết hợp để tăng nhiệt độ bên trong của thùng áp suất lên đến nhiệt độ đủ lớn (ví dụ, 304°K, 30,85°C). Một hoặc nhiều chi tiết gia nhiệt cũng có thể gia nhiệt CO₂ khi (hoặc trước khi) nó được cấp vào thùng áp suất, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Ở khối 308, CO₂ ở dạng SCF được đẩy qua mỗi vật liệu được đánh cuộn và vật liệu thứ hai. Trong khi CO₂ ở dạng SCF đi qua các vật liệu có thể có đặc trưng màu khác nhau, thì thuốc nhuộm được chuyển giữa các vật liệu và truyền cho (các) vật liệu này. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, thuốc nhuộm được hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF để cho CO₂ ở dạng SCF có tác dụng làm dung môi và phương tiện mang thuốc nhuộm. Hơn nữa, do nhiệt độ và áp suất của CO₂ ở dạng SCF, các vật liệu có thể thay đổi (ví dụ, giãn nở, trương, trương nở) tạm thời để dễ được nhuộm hơn bằng thuốc nhuộm.

Dự tính là quá trình đẩy CO₂ ở dạng SCF là chu trình trong đó CO₂ ở dạng SCF được đẩy qua các vật liệu nhiều lần như trong một hệ thống kín có bơm tuần hoàn, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Sự tuần hoàn này có thể giúp thực hiện quá trình nhuộm. Theo một khía cạnh của sáng chế, SCF được tuần hoàn qua các vật liệu trong một khoảng thời gian (ví dụ, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút, 240 phút) và sau đó CO₂ ở dạng SCF được phép thay đổi trạng thái (ví dụ, thành CO₂ dạng lỏng) bằng cách giảm nhiệt độ và/hoặc áp suất. Sau khi thay đổi trạng thái của CO₂ khác với trạng thái

SCF, thì thuốc nhuộm không còn hòa tan trong CO₂ không ở dạng SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Ví dụ, thuốc nhuộm có thể hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF nhưng khi CO₂ truyền cho CO₂ dạng lỏng, thì thuốc nhuộm không còn hòa tan trong CO₂ dạng lỏng.

Ở khối 310, các vật liệu được đánh cuộn và vật liệu thứ hai được lấy ra khỏi thùng áp suất. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, áp suất trong thùng áp suất giảm xuống áp suất gần bằng áp suất khí quyển và CO₂ được giữ lại trong thùng áp suất để có thể sử dụng lại trong các công đoạn nhuộm tiếp theo. Trong một ví dụ, thiết bị cố định cố định các vật liệu có thể được lấy ra khỏi thùng sau khi đặc trưng màu mong muốn đạt được cho một hoặc nhiều vật liệu.

Mặc dù các bước cụ thể được mô tả và thể hiện trên Fig.10, nhưng dự tính là, một hoặc nhiều bước phụ hoặc thay thế có thể được sử dụng để đạt được các khía cạnh của sáng chế. Hơn nữa, dự tính là một hoặc nhiều bước đã liệt kê có thể được bỏ qua hoàn toàn để đạt được các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này.

Fig.11 minh họa lưu đồ 400 minh họa phương pháp làm ví dụ để đưa chất hoàn thiện vào các vật liệu được đánh cuộn bằng vật liệu hy sinh theo các khía cạnh của sáng chế trong bản mô tả này. Ở bước 402, vật liệu hy sinh có chất hoàn thiện bề mặt và nhiều vật liệu được đánh cuộn được đặt trong thùng áp suất chung. Như được mô tả ở trên, việc đặt có thể được thực hiện thủ công hoặc tự động. Việc đặt cũng có thể được thực hiện bằng cách dịch chuyển thiết bị cố định thông thường mà vật liệu hy sinh và/hoặc nhiều vật liệu được đánh cuộn được lắp trên đó vào thùng áp suất. Dự tính là vật liệu hy sinh tiếp xúc với hoặc cách vật lý khỏi vật liệu được đánh cuộn khi được đặt trong thùng áp suất.

Như được mô tả ở trên, dự tính là chất hoàn thiện của vật liệu hy sinh có thể là chất tạo màu (ví dụ, thuốc nhuộm), chất hoàn thiện ưa nước, chất hoàn thiện kỵ nước và/hoặc chất hoàn thiện kháng khuẩn. Như sẽ được minh họa trên Fig.12 dưới đây, dự tính là nhiều vật liệu hy sinh có thể được đặt trong thùng áp suất trong một khoảng thời gian thông thường cùng với nhiều vật liệu được đánh cuộn. Theo cách khác, dự tính là vật liệu hy sinh có thể bao gồm hơn một chất hoàn thiện dự tính được đưa vào các vật liệu được đánh cuộn. Ví dụ, cả chất tạo màu lẫn chất hoàn thiện ưa nước đều có thể được giữ lại bởi vật liệu hy sinh và được đưa vào các vật liệu được đánh cuộn bằng cách

truyền trong SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Ở bước 404, cacbon đioxit được cấp vào thùng áp suất. CO₂ có thể ở trạng thái lỏng hoặc khí khi nó được cấp. Hơn nữa, dự tính là thùng áp suất được đóng kín trong thời gian cấp CO₂ để duy trì CO₂ trong thùng áp suất. Thùng áp suất có thể ở áp suất khí quyển khi cấp CO₂. Theo cách khác, thùng áp suất có thể có áp suất cao hơn hoặc thấp hơn áp suất khí quyển khi cấp CO₂.

Ở bước 406, thùng áp suất được tăng áp để cho phép CO₂ được cấp đạt tới trạng thái SCF (hoặc trạng thái gần trạng thái SCF). Ngoài ra, dự tính là nhiệt năng được cấp cho (hoặc vào) thùng áp suất để giúp đạt tới trạng thái SCF của CO₂. Như được mô tả ở trên, biểu đồ trạng thái trên Fig.9 biểu thị xu hướng giữa nhiệt độ và áp suất để đạt tới trạng thái SCF. Theo một khía cạnh của sáng chế, thùng áp suất được tăng áp lên ít nhất 73,87 bar (7,387 MPa). Quá trình tăng áp này có thể được thực hiện bằng cách phun không khí khí quyển và/hoặc CO₂ cho đến khi áp suất bên trong của thùng áp suất đạt tới áp suất mong muốn như ít nhất áp suất của điểm tới hạn của CO₂.

Ở bước 408, các vật liệu được đánh cuộn được truyền ít nhất phần chất hoàn thiện từ vật liệu hy sinh. Chất hoàn thiện được truyền cho các vật liệu được đánh cuộn bằng CO₂ ở dạng SCF. Như được mô tả ở trên, CO₂ ở dạng SCF có tác dụng làm chất chuyển của chất hoàn thiện từ vật liệu hy sinh sang các vật liệu được đánh cuộn. Điều này có thể được trợ giúp bằng cách tuần hoàn như bằng bơm tuần hoàn SCF trong thùng áp suất để cho nó truyền cho cả vật liệu hy sinh lẫn các vật liệu được đánh cuộn. dự tính là chất hoàn thiện có thể hòa tan ít nhất một phần trong SCF để cho phép nó được giải phóng khỏi sự liên kết với vật liệu hy sinh để được bám phủ trên/trong các vật liệu được đánh cuộn. Để bảo đảm việc cấp không đổi chất hoàn thiện cho các vật liệu được đánh cuộn, thì chất hoàn thiện có thể liên kết vào vật liệu hy sinh, điều này bảo đảm lượng chất hoàn thiện dự tính được cấp vào thùng áp suất. Việc chuyển chất hoàn thiện có thể tiếp tục cho đến khi một lượng đủ của chất hoàn thiện truyền cho các vật liệu được đánh cuộn.

Mặc dù sự tham chiếu cụ thể trên Fig.11 được thực hiện cho một hoặc nhiều bước, nhưng dự tính là, một hoặc nhiều bước phụ hoặc thay thế có thể được thực hiện trong khi vẫn đạt được các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này. Như vậy, các khối có thể được bổ sung hoặc được bỏ qua trong khi vẫn thuộc phạm vi của sáng chế.

Fig.12 biểu thị lưu đồ 500 minh họa phương pháp đưa ít nhất hai chất hoàn thiện vào các vật liệu được đánh cuộn từ vật liệu hy sinh thứ nhất và thứ hai theo các khía cạnh của sáng chế trong bản mô tả này. Khối 502 biểu thị bước đặt các vật liệu được đánh cuộn, vật liệu hy sinh thứ nhất và vật liệu hy sinh thứ hai trong thùng áp suất chung. Vật liệu hy sinh thứ nhất có chất hoàn thiện thứ nhất và vật liệu hy sinh thứ hai có chất hoàn thiện thứ hai. Ví dụ, như được đề cập ở trên, dự tính là chất hoàn thiện thứ nhất là đặc trưng màu thứ nhất và chất hoàn thiện thứ hai là đặc trưng màu thứ hai mà chúng khi được truyền cho các vật liệu được đánh cuộn sẽ dẫn đến đặc trưng màu thứ ba. Ví dụ này ứng dụng ở đây và cả ở nơi đặc trưng màu thứ nhất là chất tạo màu đỏ và đặc trưng màu thứ hai là chất tạo màu xanh lam để cho khi cả chất tạo màu đỏ lẫn xanh lam truyền cho các vật liệu được đánh cuộn, thì các vật liệu được đánh cuộn này sẽ có màu đỏ tím. Trong một ví dụ thay thế, chất hoàn thiện thứ nhất có thể là chất hoàn thiện chống vi khuẩn và chất hoàn thiện thứ hai có thể là chất hoàn thiện kỵ nước để cho các vật liệu được đánh cuộn nhận được cả hai chất hoàn thiện theo một quy trình ứng dụng thông thường, thì điều này làm giảm thời gian hoàn thiện. Trong khi các chất hoàn thiện cụ thể được cung cấp kết hợp, thì nhận ra rằng hỗn hợp bất kỳ có thể tiếp xúc với SCF trong một khoảng thời gian chung để cấp vào các vật liệu được đánh cuộn.

Mặc dù vật liệu hy sinh thứ nhất và thứ hai được mô tả, thì số lượng vật liệu hy sinh bất kỳ đều có thể được sử dụng. Hơn nữa, dự tính là lượng vật liệu hy sinh thứ nhất và lượng vật liệu hy sinh thứ hai là khác nhau tùy thuộc vào lượng mong muốn của mỗi chất hoàn thiện cần được cấp vào các vật liệu được đánh cuộn. Hơn nữa, dự tính là các vật liệu hy sinh cũng sẽ giữ lại một phần chất hoàn thiện từ các vật liệu còn lại trong thùng áp suất. Vì vậy, dự tính là thể tích của tất cả các vật liệu, kể cả vật liệu hy sinh, đều được xem xét khi xác định lượng chất hoàn thiện bề mặt được cấp vào thùng áp suất.

Ở khối 504, thùng áp suất được tăng áp để cho CO_2 trong thùng áp suất đạt tới trạng thái SCF trong đó. Sau đó, CF có tác dụng phân phối chất hoàn thiện của vật liệu hy sinh thứ nhất và chất hoàn thiện thứ hai của vật liệu thứ hai cho các vật liệu được đánh cuộn như được biểu thị ở khối 506.

Mặc dù sự tham chiếu cụ thể trên Fig.12 được thực hiện cho một hoặc nhiều bước, nhưng dự tính là, một hoặc nhiều bước phụ hoặc thay thế có thể được thực hiện

trong khi vẫn đạt được các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này. Như vậy, các bước này có thể được bổ sung hoặc được bỏ qua trong khi vẫn thuộc phạm vi của sáng chế.

Fig.7 minh họa cuộn làm ví dụ thứ nhất 1300 gồm các vật liệu có sự tiếp xúc bề mặt với nhau trên trục 1204 để nhuộm cân bằng theo các khía cạnh của sáng chế. Cuộn 1300 gồm trục 1204, vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208. Vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 được cắt ngang để minh họa vị trí tương đối so với trục 1204. Trên cuộn này, toàn bộ vật liệu thứ nhất 1206 được quấn quanh trục 1204 trước khi vật liệu thứ hai 1208 được quấn xung quanh vật liệu thứ nhất 1206. Nói cách khác, về cơ bản CO₂ ở dạng SCF 1302 đi qua chiều dày cuộn của vật liệu thứ nhất 1206 trước khi đi qua vật liệu thứ hai 1208 dưới dạng CO₂ ở dạng SCF + thuốc nhuộm 1304. Sau đó, CO₂ ở dạng SCF được đẩy ra khỏi vật liệu thứ hai 1208 dưới dạng CO₂ ở dạng SCF + thuốc nhuộm 1306 mà sau đó có thể được tái tuần hoàn qua một hoặc nhiều vật liệu phụ hoặc khác (ví dụ, vật liệu thứ nhất 1206). Vì vậy, chu trình được tạo thành trong đó CO₂ ở dạng SCF + thuốc nhuộm truyền cho các vật liệu trong thùng áp suất cho đến khi nhiệt độ hoặc áp suất thay đổi để cho SCF thay đổi trạng thái, ở thời điểm này, thuốc nhuộm sẽ liên kết với vật liệu mà thuốc nhuộm tiếp xúc với nó ở thời điểm thay đổi trạng thái SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Trong ví dụ được minh họa nêu trên, vòng cuối cùng của vật liệu thứ nhất 1206 tiếp xúc với bề mặt tiếp xúc trực tiếp với bề mặt của vòng thứ nhất của vật liệu thứ hai 1208. Nói cách khác, quá trình cuộn nối tiếp được biểu thị của cuộn 1300 cho phép tiếp xúc trực tiếp hạn chế nhưng khả dụng giữa vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208. Sự tiếp xúc trực tiếp này có thể phân biệt được theo các khía cạnh khác của sáng chế trong đó phương tiện mang thuốc nhuộm hoặc thuốc nhuộm được cách vật lý khỏi vật liệu cần nhuộm. Như vậy, sự tiếp xúc trực tiếp giữa các vật liệu cần được nhuộm và có thuốc nhuộm có thể giảm thời gian nhuộm và giảm thời gian làm sạch và bảo dưỡng có thể, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Fig.8 minh họa cuộn làm ví dụ thứ hai 1401 gồm các vật liệu trên trục 1204 để nhuộm trong SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Cuộn 1401 gồm trục 1204, vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208. Vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 được cắt ngang để minh họa vị trí tương đối so với trục 1204. Trên cuộn này, vật liệu

thứ nhất 1206 được quấn đồng thời quanh trục 1204 cùng với vật liệu thứ hai 1208. Nói cách khác, CO₂ ở dạng SCF 1407 đi qua các lớp xen kẽ của vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 để cho phép nhiều sự tiếp xúc trực tiếp giữa các vật liệu khi nhiều vòng của mỗi vật liệu tiếp xúc với vật liệu kia khi chúng cuộn quanh trục 1204. Trong ví dụ này, CO₂ ở dạng SCF 1407 chuyển thuốc nhuộm giữa các vật liệu đạt được sự chuyển thuốc nhuộm theo một chu trình ngắn hơn có thể do khoảng cách không đổi từ nguồn đến đích thuốc nhuộm (ví dụ, 1 khoảng cách chiều dày vật liệu). CO₂ ở dạng SCF + thuốc nhuộm 1405 có thể được đẩy ra khỏi các vật liệu (ví dụ, vật liệu thứ hai 1208) để tái tuần hoàn qua các vật liệu và phát triển tiếp sự cân bằng của thuốc nhuộm.

Trong khi chỉ các vật liệu được thể hiện trên Fig.7 và Fig.8, nhưng dự tính là, số lượng vật liệu bất kỳ có thể được quấn với nhau theo cách bất kỳ theo các khía cạnh làm ví dụ phụ của sáng chế. Hơn nữa, dự tính là sự kết hợp bố trí vật lý có thể được thực hiện đối với các vật liệu này. Ví dụ, dự tính là hai vật liệu hy sinh hoặc nhiều hơn có thể được bố trí như được thể hiện trên Fig.7 hoặc Fig.8 trong khi vật liệu đích không tiếp xúc với vật liệu hy sinh. Nói cách khác, dự tính là một hoặc nhiều vật liệu có thể tiếp xúc vật lý với nhau trong khi một hoặc nhiều vật liệu có thể cách vật lý ra khỏi nhau trong thùng áp suất chung dùng cho quy trình nhuộm thông thường trong SCF theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.13 minh họa lưu đồ 508 của phương pháp làm ví dụ để nhuộm cân bằng vật liệu theo các khía cạnh của sáng chế. Ở khối 510, vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai được đặt trong thùng áp suất. Như được mô tả ở trên, các vật liệu này có thể được quấn xung quanh trục trước khi được đặt trong thùng này. Các vật liệu có thể được đặt bằng cách dịch chuyển các vật liệu ở dạng cuộn vào thùng áp suất. Cũng vậy, dự tính là các vật liệu có thể được quấn xung quanh trục theo nhiều cách (ví dụ, nối tiếp, song song). Hơn nữa, dự tính là các vật liệu có thể được lắp trên các thiết bị giữ khác nhau và đặt trong thùng áp suất chung.

Ở khối 512, thùng áp suất có thể được tăng áp. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu được nạp vào thùng áp suất và sau đó thùng áp suất được bít kín và tăng áp. Để duy trì CO₂ được nạp ở pha SCF, thì theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, áp suất được nâng lên trên điểm tới hạn (ví dụ, 73,87 bar (7,387 MPa)).

Không cần quan tâm đến việc thùng áp suất chịu tác động của áp suất như thế

nào, ở khối 514, CO₂ được cấp (hoặc được tái tuần hoàn) vào thùng áp suất. CO₂ này có thể được cấp bằng cách chuyển CO₂ được duy trì trong thùng áp suất từ trạng thái thứ nhất (nghĩa là, dạng lỏng, khí hoặc rắn) sang trạng thái SCF. Như đã biết, sự thay đổi trạng thái có thể được thực hiện bằng cách đạt tới áp suất và/hoặc nhiệt độ đủ cho sự biến đổi pha SCF. Dự tính là một hoặc nhiều chi tiết gia nhiệt được kết hợp để tăng nhiệt độ bên trong của thùng áp suất lên nhiệt độ đủ lớn (ví dụ, 304°K, 30,85°C). Một hoặc nhiều chi tiết gia nhiệt có thể còn (hoặc theo cách khác) gia nhiệt CO₂ khi (hoặc trước khi) nó được cấp vào thùng áp suất, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Quá trình cấp CO₂ có thể xảy ra trong quá trình tăng áp, trước quá trình tăng áp và/hoặc sau quá trình tăng áp.

Ở khối 516, CO₂ ở dạng SCF được đẩy qua vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, CO₂ ở dạng SCF được bơm vào trực mà một hoặc nhiều vật liệu cuộn quanh đó. CO₂ ở dạng SCF được đẩy từ trực vào các vật liệu. Trong khi CO₂ ở dạng SCF đi qua các vật liệu có thể có các đặc trưng màu khác nhau, thì thuốc nhuộm được chuyển giữa các vật liệu và truyền cho (các) vật liệu. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, thuốc nhuộm được hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF để cho CO₂ ở dạng SCF có tác dụng làm dung môi và phương tiện mang thuốc nhuộm. Hơn nữa, do nhiệt độ và áp suất của CO₂ ở dạng SCF, nên các vật liệu có thể thay đổi (ví dụ, giãn nở, trương, trương nở) tạm thời để dễ được nhuộm hơn bằng thuốc nhuộm.

Dự tính là quá trình đẩy CO₂ ở dạng SCF là chu trình, trong đó CO₂ ở dạng SCF được đẩy nhiều lần qua các vật liệu như trong một hệ thống kín có bơm tuần hoàn, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Sự tuần hoàn này có thể giúp thực hiện quá trình nhuộm. Theo một khía cạnh của sáng chế, SCF được tuần hoàn qua các vật liệu trong một khoảng thời gian (ví dụ, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút, 240 phút) và sau đó CO₂ ở dạng SCF được phép thay đổi trạng thái (ví dụ, thành CO₂ dạng lỏng) bằng cách giảm nhiệt độ và/hoặc áp suất. Sau khi thay đổi trạng thái của CO₂ khác với trạng thái SCF, thì thuốc nhuộm không còn hòa tan trong CO₂ không ở dạng SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Ví dụ, thuốc nhuộm có thể hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF nhưng khi CO₂ truyền cho CO₂ dạng lỏng hoặc khí, thì thuốc nhuộm có thể không còn hòa tan trong CO₂ dạng lỏng hoặc khí. Cũng dự tính là CO₂ được tuần hoàn bên trong (ví dụ, được giữ lại qua giá mang hoặc trực vật liệu) và/hoặc CO₂ được tuần hoàn dưới

dạng quy trình thu hồi để giảm tổn thất CO₂ trong các quá trình thay đổi pha (ví dụ, quá trình giảm áp).

Ở khối 518, vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai được lấy ra khỏi thùng áp suất. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, áp suất trong thùng áp suất giảm xuống áp suất gần bằng áp suất khí quyển và CO₂ được giữ lại trong thùng áp suất để có thể sử dụng lại trong các công đoạn nhuộm tiếp theo. Trong một ví dụ, trục có các vật liệu cuộn trên đó có thể được lấy ra khỏi thùng sau khi đặc trưng màu mong muốn đạt được cho một hoặc nhiều vật liệu.

Mặc dù các bước cụ thể được mô tả và thể hiện trên Fig.13, nhưng dự tính là, một hoặc nhiều bước phụ hoặc thay thế có thể được sử dụng để đạt được các khía cạnh của sáng chế. Hơn nữa, dự tính là một hoặc nhiều bước đã liệt kê có thể được bỏ qua hoàn toàn để đạt được các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này.

Fig.14 biểu thị lưu đồ 1400 của phương pháp nhuộm vật liệu trong CO₂ ở dạng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Phương pháp này có ít nhất hai vị trí bắt đầu khác nhau. Cách tiếp cận thứ nhất, như được thể hiện ở khối 1402, là cuộn vật liệu thứ nhất xung quanh trục. Ở khối 1404, vật liệu thứ hai được quấn xung quanh vật liệu thứ nhất ở khối 1402. Khối 1402 và 1404 có thể dẫn đến cuộn giống cuộn thường được thể hiện trên Fig.7 hoặc Fig.8.

Theo một khía cạnh khác, vị trí bắt đầu thứ hai trên Fig.14 được biểu diễn ở khối 1403 với cuộn vật liệu thứ nhất quanh thiết bị giữ như trục và cuộn vật liệu thứ hai quanh thiết bị giữ có thể giống hoặc khác thiết bị giữ mà vật liệu thứ nhất được đặt trên đó. Ở bước được biểu thị ở khối 1403, thì vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai không tiếp xúc vật lý với nhau. Bước được đề xuất ở khối 1403 có thể dẫn đến việc đặt vật liệu thường được thể hiện trên Fig.6.

Ở cả vị trí bắt đầu thứ nhất và thứ hai, các vật liệu cuộn theo cách này hoặc cách khác, quanh một hoặc nhiều thiết bị giữ để đặt trong thùng áp suất chung như được biểu thị ở khối 1406.

Ở khối 1408, thùng áp suất được tăng áp lên ít nhất 73,87 bar (7,387 MPa). Quá trình tăng áp này có thể được thực hiện bằng cách phun không khí khí quyển và/hoặc CO₂ cho đến khi áp suất bên trong của thùng áp suất đạt tới áp suất mong muốn như ít

nhất áp suất của điểm tới hạn của CO₂. Ví dụ, CO₂ được cấp vào thùng áp suất bằng bơm cho đến khi đạt được áp suất phù hợp trong thùng áp suất.

Ở khối 1410, CO₂ ở dạng SCF được đẩy qua vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai để thay đổi đặc trưng màu của ít nhất một trong các vật liệu thứ nhất hoặc vật liệu thứ hai. Quá trình chuyển thuốc nhuộm có thể tiếp tục cho đến khi thuốc nhuộm truyền cho (các) vật liệu đủ để thu được đặc trưng màu mong muốn. Bơm tái tuần hoàn bên trong dự tính là có tác dụng tuần hoàn CO₂ ở dạng SCF qua trực và vật liệu cuộn nhiều lần để thực hiện quá trình nhuộm cân bằng, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Bơm tái tuần hoàn bên trong này có thể được điều chỉnh để thu được lưu lượng mong muốn của CO₂ ở dạng SCF. Lưu lượng được tạo bởi bơm tái tuần hoàn bên trong có thể bị ảnh hưởng bởi lượng vật liệu, hàm lượng của vật liệu, độ thấm của vật liệu và các đại lượng tương tự.

Ở khối 1412, vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai được lấy ra khỏi thùng áp suất sao cho đặc trưng màu sắc (ví dụ, đặc trưng màu) của các vật liệu khác với đặc trưng màu sắc của các vật liệu như ở ở khối 1402, 1403 hoặc 1404. Nói cách khác, khi quá trình CO₂ ở dạng SCF đi qua vật liệu kết thúc, thì đặc trưng màu của ít nhất một trong các vật liệu thay đổi để cho thấy là nó đã được nhuộm bằng CO₂ ở dạng SCF.

Mặc dù sự tham chiếu cụ thể trên Fig.14 được thực hiện cho một hoặc nhiều bước, nhưng dự tính là, một hoặc nhiều bước phụ hoặc thay thế có thể được thực hiện trong khi vẫn đạt được các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này. Như vậy, các khối nêu trên có thể được bổ sung hoặc được bỏ qua trong khi vẫn thuộc phạm vi của sáng chế.

Quy trình

Quy trình sử dụng CO₂ ở dạng SCF trong ứng dụng nhuộm hoặc hoàn thiện vật liệu dựa vào việc xử lý nhiều biến số. Các biến số này bao gồm thời gian, áp suất, nhiệt độ, lượng CO₂ và lưu lượng CO₂, tốc độ thay đổi của một hoặc nhiều biến số theo thời gian (ví dụ, sự thay đổi áp suất trong một phút, sự thay đổi nhiệt độ trong một phút) và sự trao đổi CO₂. Hơn nữa, có nhiều chu trình trong một quy trình trong đó một hoặc nhiều biến số có thể được xử lý để thu được các kết quả khác nhau. Ba trong số các chu trình này bao gồm chu trình tăng áp, chu trình truyền (cũng được gọi là “chu trình

nhuộm”) và chu trình giảm áp. Theo một kịch bản ví dụ, CO₂ được cấp vào thùng áp suất kín có nhiệt độ và áp suất tăng để cho CO₂ được nâng lên ít nhất điểm tới hạn có nhiệt độ bằng 304°K và áp suất bằng 73,87 bar (7,387 MPa). Trong quy trình truyền thống này, chu trình thứ hai là truyền (ví dụ, nhuộm) cho vật liệu cần được hoàn thiện diễn ra. Lưu lượng của bơm tái tuần hoàn có thể được thiết đặt và duy trì và thời gian được thiết lập cho chu trình nhuộm. Cuối cùng, trong chu trình giảm áp trong quy trình truyền thống, thì có thể ngừng lưu lượng, ngừng cấp nhiệt năng và giảm áp suất, tất cả gần như đồng thời hoặc ở các khoảng thời gian khác nhau để chuyển CO₂ từ dạng SCF sang dạng khí. Ví dụ, nhiệt độ có thể được duy trì hoặc ít nhất được duy trì trên mức ngưỡng trong chu trình giảm áp trong khi áp suất giảm. Trong một ví dụ, nhiệt độ được duy trì cho đến khi hàm lượng của CO₂ thay đổi đến điểm không còn giúp giữ thuốc nhuộm trong dung dịch bằng CO₂. Ở điểm này, nhiệt độ cũng có thể giảm. Sự giảm nhiệt độ chậm này có thể làm tăng khả năng hấp thụ thuốc nhuộm của vật liệu đích mà nó dễ tiếp nhận sự truyền thuốc nhuộm hơn ở nhiệt độ cao. Vì vậy, việc duy trì nhiệt độ cao trong quá trình biến đổi hàm lượng của CO₂ có thể làm giảm khả năng kết tủa của thuốc nhuộm trên các thành phần của thùng áp suất do vật liệu đích vẫn là đích thu hút hơn đối với thuốc nhuộm tách ra khỏi dung dịch CO₂.

Các cải thiện so với quy trình truyền thống có thể đạt được bằng cách điều chỉnh các biến số khác nhau. Cụ thể là, việc điều chỉnh trình tự và định thời các thay đổi của biến số trong chu trình mang lại kết quả tốt hơn. Ví dụ, quy trình truyền thống có thể làm cho chất hoàn thiện (ví dụ, thuốc nhuộm) phủ lên các mặt trong của thùng áp suất. Lớp phủ của thùng áp suất là không có hiệu quả và không như mong muốn do nó là chất hoàn thiện không được truyền qua vật liệu dự kiến và tiếp theo cần làm sạch để bảo đảm là chất hoàn thiện không được truyền vào vật liệu tiếp theo mà chất hoàn thiện không được dự kiến cho vật liệu này. Việc ngừng lưu lượng ở thời điểm bắt đầu của chu trình thứ ba làm cho CO₂ và các chất hoàn thiện hòa tan trong đó đọng lại trong thùng áp suất. Do CO₂ chuyển từ dạng SCF sang dạng khí, nên chất hoàn thiện trong môi trường tĩnh tại này có thể không tìm thấy vật chủ thích hợp để gắn vào đó khi chất hoàn thiện tách ra khỏi dung dịch cùng với CO₂ khi thay đổi pha. Vì vậy, thùng áp suất tự nó có thể là đích của chất hoàn thiện bề mặt mà không phải là vật liệu đích. Việc kiểm soát các biến số có thể cho phép chất hoàn thiện chủ yếu dính/liên kết/phủ lên vật liệu dự kiến đích

mà không phải là chính thùng áp suất.

Trong chu trình thứ ba (ví dụ, chu trình giảm áp), dự tính là lưu lượng được duy trì hoặc ít nhất không ngừng cho đến khi CO₂ chuyển từ trạng thái SCF sang trạng thái khí. Ví dụ, nếu áp suất trong thùng áp suất làm việc bằng 250 bar (25 MPa) trong chu trình truyền, thì CO₂ có thể ở trạng thái SCF trong chu trình thứ ba cho đến khi áp suất giảm xuống dưới 73,87 bar (7,387 MPa). Kết quả là, khi chu trình thứ hai kết thúc, thì thay vì ngừng dòng CO₂ hoặc giảm đáng kể lưu lượng CO₂ trong thùng áp suất, lưu lượng được duy trì trong ít nhất một phần chu trình thứ ba. Theo một khái niệm bổ sung, lưu lượng CO₂ được duy trì cho đến khi áp suất giảm xuống dưới 73,87 bar (7,387 MPa). Hơn nữa hoặc theo cách khác, dự tính là lưu lượng được duy trì trên ngưỡng cho đến khi CO₂ có hàm lượng lớn hơn một hàm lượng xác định mà ở đó thuốc nhuộm tách khỏi dung dịch cùng với CO₂.

Ít nhất hai kịch bản khác nhau cho chu trình thứ ba được dự tính. Kịch bản thứ nhất là trình tự trong đó chu trình thứ ba của quy trình bắt đầu với sự giảm nhiệt độ của CO₂. Ví dụ, chu trình thứ hai có thể làm việc ở nhiệt độ 320°K theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, ở thời điểm kết thúc chu trình thứ hai, nhiệt độ được phép giảm so với nhiệt độ làm việc bằng 320°K này. Mặc dù quy trình theo truyền thống có thể cũng ngừng dòng CO₂ trong thùng áp suất khi nhiệt độ bắt đầu giảm, nhưng dự tính là, thay vì duy trì lưu lượng, ở một mức độ nhất định, cho đến khi ít nhất nhiệt độ hạ xuống dưới nhiệt độ tới hạn của CO₂, 304°K (30,85°C). Trong ví dụ này, CO₂ có thể vẫn ở trạng thái SCF cho đến khi nhiệt độ hạ xuống dưới 304°K (30,85°C); vì vậy, lưu lượng được duy trì để tuần hoàn CO₂ và kết tủa các chất hoàn thiện trong thùng áp suất quanh và/hoặc qua vật liệu đích. Theo kịch bản thứ nhất này, áp suất có thể được duy trì ở áp suất làm việc (hoặc trên 73,87 bar (7,387 MPa)) cho đến khi CO₂ thay đổi từ trạng thái SCF sang một trạng thái khác (ví dụ, trạng thái lỏng nếu áp suất trên 73,87 bar (7,387 MPa)). Theo cách khác, áp suất cũng có thể được phép giảm ở thời điểm bắt đầu chu trình thứ ba nhưng lưu lượng được duy trì cho đến khi ít nhất CO₂ thay đổi thành một trạng thái khác và/hoặc đạt được một hàm lượng xác định của CO₂.

Giống kịch bản thứ nhất, kịch bản thứ hai dựa vào chu trình thứ ba được bắt đầu bằng sự giảm áp suất. Ví dụ, nếu áp suất làm việc trong thùng áp suất để truyền cho vật liệu bằng 250 bar (25 MPa), thì chu trình thứ ba được bắt đầu khi áp suất giảm. Trong

khi quy trình truyền thống có thể ngừng lưu lượng CO₂ ở thời điểm này, nhưng dự tính là, thay vì duy trì lưu lượng hoặc không ngừng đồng thời. Thay vào đó, trong chu trình thứ ba, dòng CO₂ được duy trì cho đến khi áp suất giảm xuống dưới ít nhất 73,87 bar (7,387 MPa) để bảo đảm sự tuần hoàn của CO₂ có các chất hoàn thiện hòa tan trong đó, thì trong toàn bộ thời gian này CO₂ ở trạng thái SCF. Nhiệt độ cũng có thể giảm đồng thời với sự giảm áp suất hoặc nó có thể được duy trì cho đến khi đạt được một áp suất hoặc hàm lượng nhất định của CO₂. Dự tính là một số thuốc nhuộm (ví dụ, các chất hoàn thiện bề mặt) có thể tách ra khỏi dung dịch cùng với CO₂ trước khi CO₂ chuyển khỏi trạng thái SCF. Vì vậy, áp suất chuyển tiếp mà ở đó các biến số khác được điều chỉnh có thể dựa vào hàm lượng của CO₂ (ví dụ, 500 kg/m³).

Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, chu trình thứ ba bắt đầu với việc giảm áp suất và việc giảm nhiệt độ về phía điểm tới hạn của CO₂, nhưng lưu lượng CO₂ vẫn được duy trì ít nhất một phần cho đến khi CO₂ đã chuyển khỏi trạng thái SCF. Mặc dù các nhiệt độ và áp suất cụ thể được liệt kê, nhưng dự tính là, nhiệt độ hoặc áp suất bất kỳ có thể được sử dụng. Hơn nữa, thay vì dựa vào CO₂ để đạt tới nhiệt độ hoặc áp suất cụ thể, thì thời gian có thể được sử dụng để giảm hoặc ngừng lưu lượng CO₂, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Việc xử lý biến số không bị giới hạn ở chu trình thứ ba. dự tính là độ bão hòa cân bằng cao hơn của chất hoàn thiện bề mặt có thể đạt được bằng cách điều chỉnh các biến số trong chu trình thứ nhất và thứ hai. Ví dụ, sự điều chỉnh lưu lượng có thể bắt đầu trước khi CO₂ chuyển từ trạng thái thứ nhất (ví dụ, khí hoặc lỏng) sang trạng thái SCF. dự tính là do CO₂ chuyển sang trạng thái SCF, nên chất hoàn thiện hòa tan trong SCF tiếp xúc với bề động của CO₂ để cho phép sự cân bằng của dung dịch xảy ra sớm hơn, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Tương tự, dự tính là, nhiệt năng được cấp cho thể tích trong của thùng áp suất trước khi quá trình cấp CO₂ và/hoặc trước khi quá trình tăng áp CO₂ bắt đầu. Do sự truyền nhiệt năng có thể làm chậm quy trình do lượng nhiệt của thùng áp suất, nên dự tính là sự bổ sung nhiệt năng diễn ra theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế trước khi tác dụng áp suất. Như vậy, dự tính là sự kiểm soát các biến số trong chu trình tăng áp có thể cho phép thuốc nhuộm hòa tan trong CO₂ với tốc độ nhanh hơn. Ví dụ, tốc độ tăng áp suất so với tăng nhiệt độ trong chu trình tăng áp có thể được xử lý bằng các khoảng thời gian duy trì nhiệt độ để có thể tăng khả năng hòa

tan của thuốc nhuộm trong CO₂, chẳng hạn.

Ngoài ra, việc kiểm soát các biến số có thể còn ảnh hưởng đến quy trình nhuộm vật liệu đích thu được. Ví dụ, trong các chu trình nhất định (ví dụ, chu trình nhuộm) thì sự tăng lưu lượng có thể làm tăng độ đều màu (ví dụ, độ đồng đều của lớp kết tủa của chất hoàn thiện trên vật liệu đích) và trong các chu trình nhất định (ví dụ, chu trình giảm áp) thì sự giảm lưu lượng có thể cải thiện độ bền màu (ví dụ, độ bền liên kết của chất hoàn thiện với vật liệu đích). Hơn nữa, lưu lượng bên trong các chu trình nhất định (ví dụ, chu trình tăng áp) có thể thay đổi để tăng độ hòa tan của thuốc nhuộm trong CO₂. Hơn nữa, độ thấm của vật liệu đích cũng có thể ảnh hưởng đến các biến số như lưu lượng. Ví dụ, vật liệu có độ thấm cao hơn (ví dụ, vật liệu dệt kim) có thể sử dụng lưu lượng thấp hơn để thu được độ đều màu đủ tốt trong khi cũng đạt được độ bền màu đủ tốt so với vật liệu có độ thấm thấp hơn (ví dụ, vật liệu dệt thoi chặt). Như vậy, các biến số của quy trình đều có thể điều chỉnh dựa vào vật liệu đặc tính cũng như mức độ cho phép của kết quả nhuộm.

Để hỗ trợ thêm cho các quy trình chung được mô tả ở trên, thì các ví dụ cụ thể sẽ được mô tả dưới đây.

Fig.15 biểu thị lưu đồ 508 biểu diễn phương pháp làm ví dụ để đưa chất hoàn thiện vào vật liệu đích theo các khía cạnh của sáng chế. Ở khối 510, vật liệu đích như polyeste được đặt trong thùng áp suất. Vật liệu đích có thể là vật liệu cuộn và/hoặc vật liệu được đánh cuộn, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Vật liệu đích có thể có khối lượng nằm trong khoảng từ 100 đến 200 kg, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Tuy nhiên, khối lượng nhỏ hơn hoặc lớn hơn cũng được dự tính.

Ở khối 512, CO₂ được cấp vào thùng áp suất. Như được mô tả trong bản mô tả này, CO₂ có thể được cấp ở trạng thái bất kỳ như trạng thái khí vào thùng áp suất kín. Ở khối 514, nhiệt độ bên trong của thùng áp suất được tăng lên đến nhiệt độ làm việc. Ví dụ, dự tính là thùng áp suất có thể có nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ nằm trong khoảng từ 80 đến 90°C theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, từ nhiệt độ này thùng áp suất được gia nhiệt tiếp. Nhiệt độ làm việc có thể nằm trong khoảng từ 100 đến 125°C theo một khía cạnh. Nhiệt độ làm việc có thể bằng khoảng 110°C theo một khía cạnh. Nhiệt độ làm việc có thể tùy thuộc vào thành phần vật liệu đích (ví dụ, vật liệu tổng hợp). Như được mô tả trong bản mô tả này, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 125°C cho phép

vật liệu polyeste đích làm trương các (vi) lỗ để giữ vật lý chất hoàn thiện mà không làm nóng chảy polyeste, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, nhiệt độ ít nhất bằng nhiệt độ chuyển pha thủy tinh của vật liệu đích. Nhiệt độ này (ví dụ, từ 60 đến 70°C đối với polyeste) cho phép các polyme kỵ nước của vật liệu kỵ nước bị trương trước sự khuếch tán của các chất hoàn thiện ở dạng phân tán. Hơn nữa, nhiệt độ làm việc còn cần đủ lớn để CO₂ đạt được (hoặc gần đạt được) trạng thái SCF.

Ở khối 516, máy bơm được kích hoạt để tăng lưu lượng lớn hơn lưu lượng bằng 0 để tuần hoàn CO₂ bên trong. Ví dụ, trước khi CO₂ đạt tới trạng thái SCF, thì bơm được kích hoạt để tuần hoàn CO₂ cho đến khi nó đạt tới trạng thái SCF và bắt đầu hòa tan chất hoàn thiện chứa trong thùng áp suất.

Ở khối 518, áp suất của khoang trong của thùng áp suất được tăng lên áp suất làm việc. Áp suất làm việc phải đủ lớn để đạt tới trạng thái SCF của CO₂ khi ở nhiệt độ làm việc. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, áp suất làm việc nhỏ hơn 300 bar (30 MPa). Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, áp suất làm việc nằm trong khoảng từ 225 đến 275 bar (22,5 đến 27,5 MPa). Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, áp suất làm việc bằng 250 bar (25 MPa).

Ở khối 1512, vật liệu đích được truyền chất hoàn thiện. Chất hoàn thiện được chuyển vào vật liệu đích khi chất hoàn thiện được hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF và được tuần hoàn bằng bơm kiểm soát lưu lượng CO₂. Việc truyền cho vật liệu đích cho phép sự thấm qua và giữ lại chất hoàn thiện bằng vật liệu đích. Việc truyền cho vật liệu đích có thể tiếp tục trong một khoảng thời gian định trước như 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150, 180 phút, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Ở khối 1514, áp suất giảm từ áp suất làm việc xuống áp suất chuyển tiếp trong khi vẫn duy trì nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ ngưỡng và lưu lượng trên lưu lượng ngưỡng. Áp suất chuyển tiếp có thể là áp suất bất kỳ nằm trong khoảng từ áp suất khí quyển lên đến áp suất làm việc. Theo một khía cạnh của sáng chế, áp suất chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 225 đến 100 bar (10,0 MPa) (22,5 đến 10,0 MPa). Theo một khía cạnh của sáng chế, áp suất chuyển tiếp bằng 200 bar (20,0 MPa), 150 bar (15,0 MPa) hoặc 100 bar (10,0 MPa). Nhiệt độ ngưỡng có thể được xác định dựa vào vật liệu đích. Ví dụ, nếu nhiệt độ ngưỡng của vật liệu đích có thể bằng 100°C, thì lưu lượng ngưỡng là lưu lượng

khác không. Nói cách khác, CO₂ được tuần hoàn khi áp suất giảm từ áp suất làm việc xuống áp suất ngưỡng. Như được mô tả trong bản mô tả này, hiệu quả đạt được bằng cách duy trì nhiệt độ và/hoặc lưu lượng trên các mức ngưỡng trong khi áp suất giảm so với áp suất làm việc. Ví dụ, khi chất hoàn thiện hòa tan trong CO₂ bắt đầu kết tủa từ CO₂ khi hàm lượng của CO₂ khác với các trị số làm việc, thì sự tuần hoàn và/hoặc nhiệt độ duy trì cho phép tăng khả năng hấp thụ chất hoàn thiện của vật liệu đích so với nếu lưu lượng và/hoặc nhiệt độ giảm xuống dưới các mức ngưỡng trước giai đoạn kết tủa, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22 minh họa các xu hướng chung giữa áp suất, nhiệt độ và lưu lượng CO₂ trong các chu trình của quy trình hoàn thiện vật liệu trong CO₂ ở dạng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22 thể hiện ba biến số trên biểu đồ, nhiệt độ 1802, áp suất 1804 và lưu lượng 1806. Hơn nữa, trên trục X, bốn chu trình được thể hiện là chu trình tăng áp 1808, chu trình nhuộm/xử lý 1810, chu trình giảm áp 1812 và chu trình kết thúc 1814. Như được đề cập trong bản mô tả này, dự tính là nhiệt độ, áp suất và lưu lượng có thể thay đổi ở thời điểm bắt đầu, kết thúc và/hoặc trong thời điểm bất kỳ của các chu trình được thể hiện. Hơn nữa, dự tính là các biến số có thể được điều chỉnh đáp lại việc một biến khác đạt được ngưỡng như sẽ được mô tả dưới đây một cách chi tiết hơn. Về bản chất, các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22 được cung cấp nhằm mục đích minh họa và không nhằm giới hạn sáng chế, nhưng thay nhằm mục đích ví dụ.

Trong chu trình tăng áp 1808, CO₂ được cấp vào thùng áp suất. Thùng áp suất có thể được gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ bắt đầu như từ 50 đến 90°C, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Tuy nhiên, dự tính là thùng có thể không được gia nhiệt sơ bộ hoặc nó có thể được gia nhiệt đến một nhiệt độ bắt đầu khác, theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Áp suất trong thùng có thể bắt đầu ở áp suất khí quyển, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Áp suất trong chu trình tăng áp 1808 có thể tăng lên áp suất ngưỡng như 250 bar (25 MPa). Tuy nhiên, ngưỡng áp suất bất kỳ trên áp suất của điểm tới của CO₂ đều được dự tính. Như sẽ được mô tả sau đây, ngưỡng tăng áp có thể nhỏ hơn 310 bar (31,0 MPa) để thu được hiệu quả xử lý về thời gian cho quá trình tăng áp và năng lượng cần để thực hiện quá trình tăng áp này. Khi đạt tới áp suất ngưỡng, chu trình tăng áp 1808 có thể chuyển sang chu trình nhuộm/xử lý 1810, theo một khía

cạnh làm ví dụ của sáng chế. Cũng dự tính là sự chuyển từ chu trình tăng áp 1808 sang chu trình nhuộm/xử lý 1810 có thể xảy ra sau khi đạt được một biến số khác kể cả thời gian định trước.

Cũng được thể hiện trên Fig.18, trong chu trình tăng áp 1808, lưu lượng 1806 đạt tới mức thứ nhất. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, mức thứ nhất của lưu lượng là một trị số khác 0 để cho bơm (hoặc máy khác) làm việc để tuần hoàn CO₂ khi CO₂ ở trạng thái có thể được tuần hoàn. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, lưu lượng 1806 với trị số khác 0 trong chu trình tăng áp 1808 có tác dụng tăng khả năng hòa tan của chất hoàn thiện (ví dụ, thuốc nhuộm) trong khi vẫn giới hạn quá trình tạo kết tủa của chất hoàn thiện có thể xảy ra với CO₂ tĩnh tại không có lưu lượng khi CO₂ chuyển từ trạng thái khí sang trạng thái SCF với sự hiện diện của chất hoàn thiện. Lưu lượng 1806 được dự tính tăng trong hoặc dẫn đến chu trình nhuộm/xử lý 1810; tuy nhiên, cũng dự tính là lưu lượng tương tự hoặc lớn hơn có thể được sử dụng theo các khía cạnh khác của sáng chế trong chu trình tăng áp 1808 so với chu trình nhuộm/xử lý 1810. Hơn nữa, cũng dự tính là lưu lượng có thể tăng trong thời gian của chu trình tăng áp 1808. Ví dụ, trước khi CO₂ đạt tới trạng thái SCF, thì lưu lượng có thể được bắt đầu ở mức thứ nhất và khi CO₂ đi vào và chuyển sang trạng thái SCF, thì lưu lượng có thể tăng. Sự tăng lưu lượng bên trong ví dụ này có thể tăng đến lưu lượng được dự tính của chu trình nhuộm/xử lý 1810, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Độ dốc của quá trình tăng áp, nhiệt độ và/hoặc lưu lượng thay đổi trong một hoặc nhiều chu trình cũng có thể thay đổi. Ví dụ, dự tính là nhiệt độ được tăng với tốc độ để thu được thời gian lớn nhất ở nhiệt độ mong muốn cho chu trình nhuộm/xử lý 1810 để cho phép lượng nhiệt của vật liệu được xử lý để cân bằng với lợi ích việc truyền và tiếp nhận của chất hoàn thiện. Ví dụ, nếu vật liệu đích là polyester hoặc polyme mạch dài khác, đạt tới nhiệt độ trên 100°C có thể dẫn đến các (vi) lỗ của polyester mở đủ cho chất hoàn thiện được truyền và được duy trì bởi polyester. Nếu phần bên trong của vật liệu polyester đã đạt đến 100°C nhiệt độ khi chất hoàn thiện được hòa tan được truyền qua vật liệu polyester, thì quá trình bám dính của chất hoàn thiện có thể bị cản trở ở các phần của vật liệu polyester, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Tương tự, dự tính là các tốc độ tăng áp khác nhau có thể được thiết lập. Ví dụ, như sẽ được mô tả trong chu trình giảm áp 1812, tốc độ 5 bar (0,5 MPa) trên một phút có thể được sử dụng để thu

được sự kết tủa mong muốn của chất hoàn thiện từ CO_2 , theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Tốc độ tăng áp cũng có thể được xử lý để thu được thời gian xác định của chu trình tăng áp 1808.

Chu trình nhuộm/xử lý 1810 có thể ngang bằng với chu trình thứ hai trong phần mô tả ở trên của phương pháp xử lý CO_2 . Thời gian của chu trình nhuộm/xử lý 1810 có thể được thiết lập dựa vào số lượng các biến số có thể. Ví dụ, thời gian có thể được thiết lập dựa vào vật liệu đích, đặc tính của vật liệu (ví dụ, độ thấm, hàm lượng), chất hoàn thiện cần được ứng dụng (ví dụ, màu sắc, độ bão hòa màu sắc, thành phần hóa học của chất hoàn thiện, loại chất hoàn thiện), lưu lượng CO_2 , nhiệt độ, áp suất và đại lượng tương tự.

Như được thể hiện trên Fig.18 đối với chu trình nhuộm/xử lý 1810, áp suất 1804, nhiệt độ 1802 và lưu lượng 1806 được duy trì không đổi theo khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Tuy nhiên, dự tính là áp suất, nhiệt độ và/hoặc lưu lượng có thể được điều chỉnh trong chu trình nhuộm/xử lý 1810. Ví dụ, để thu được hàm lượng của CO_2 thay đổi có độ hòa tan khác nhau của chất hoàn thiện (sẽ được mô tả sau đây), thì áp suất có thể được điều chỉnh để hòa tan các hóa chất khác nhau ở các thời điểm khác nhau trong chu trình nhuộm/xử lý 1810 và/hoặc làm kết tủa các hóa chất hoàn thiện khác nhau theo các trình tự cụ thể trong chu trình nhuộm/xử lý 1810, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Thời gian của chu trình nhuộm/xử lý 1810 có thể được kiểm soát bằng số lượng các biến số như thời gian định trước (ví dụ, 30 phút, 45 phút, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 150 phút, 180 phút), theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Fig.18 minh họa sự chuyển từ chu trình nhuộm/xử lý 1810 sang chu trình giảm áp 1812 có sự giảm áp suất 1804. Chu trình giảm áp 1812 có thể giống chu trình thứ ba được mô tả ở trên. Sự thay đổi áp suất 1804 có thể ở tốc độ định trước (ví dụ, độ dốc). Tốc độ này có thể nằm trong khoảng từ 1 đến 10 bar (0,1 đến 1 MPa) trên một phút theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Theo một khía cạnh làm ví dụ khác, áp suất giảm khoảng 5 bar (0,5 MPa) trên một phút. Hơn nữa, một phần sự thay đổi áp suất có thể dựa vào đặc tính của CO_2 khi nó biến đổi giữa các trạng thái và hàm lượng khác nhau.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.18, nhiệt độ 1802 và lưu lượng 1806 được duy trì ở đầu chu trình giảm áp 1812 ngay cả trong khi áp suất 1804 giảm. Tuy nhiên, dự tính là một trong hai nhiệt độ hoặc lưu lượng có thể giảm và/hoặc tăng ở thời điểm bất

đầu của chu trình giảm áp 1812. Tuy nhiên theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, có lưu lượng ở lưu lượng khác không cho phép tiếp tục tuần hoàn CO₂ khi chất hoàn thiện kết tủa ra khỏi CO₂. Sự tuần hoàn tiếp này trong giai đoạn kết tủa của chất hoàn thiện mang lại một số ưu điểm theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Ví dụ, ái lực của chất hoàn thiện trong giai đoạn kết tủa ra khỏi CO₂ có thể thuận lợi cho vật liệu đích hơn là cho CO₂ để cho phép nồng độ cao hơn của chất hoàn thiện được duy trì bởi vật liệu đích. Thùng áp suất và các thành phần trong đó (ví dụ, trực mang/chi tiết giữ) là không cần thiết để duy trì và/hoặc thu hút chất hoàn thiện ở cuối quy trình. Vì vậy, mà không phải là việc ngừng tuần hoàn trước khi chất hoàn thiện kết tủa ra khỏi CO₂, điều này có thể tạo ra môi trường tĩnh, trong đó chất hoàn thiện đã kết tủa được giữ trên bề mặt (ví dụ, thành thùng áp suất) mà không phải là vật liệu đích, dòng CO₂ tiếp tục làm cho chất hoàn thiện được truyền qua vật liệu đích trong giai đoạn kết tủa của chu trình giảm áp 1812.

Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, ngay khi áp suất đạt được một áp suất xác định (ví dụ, 200 bar (20,0 MPa)) mà nó cũng làm cho chất hoàn thiện kết tủa hoàn toàn ra khỏi CO₂ theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, thì sau đó nhiệt độ có thể giảm, như được biểu thị trong chu trình 1814. Hơn nữa, dự tính là lưu lượng 1806 có thể thay đổi ở thời điểm bắt đầu của chu trình 1814. Ngoài ra, dự tính là lưu lượng 1806 có thể thay đổi khi áp suất/nhiệt độ/hàm lượng đạt được một mức định trước, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Chu trình giảm áp 1812 là sự kết hợp khác của các biến số để thu được các kết quả khác nhau. Ví dụ, dự tính là áp suất nếu giảm xuống một ngưỡng định trước để giữ lại CO₂ và sau đó áp suất giảm xuống áp suất khí quyển cùng với sự tổn thất của CO₂ vào môi trường. Quá trình giảm áp nhanh này có thể xảy ra sau khi chất hoàn thiện đã kết tủa ra khỏi CO₂ và CO₂ đã chuyển sang trạng thái khí hoặc lỏng.

Fig.19 minh họa sự giảm lưu lượng bên trong 706 trong chu trình giảm áp 712 từ lưu lượng bên trong chu trình nhuộm/xử lý 1810 theo các khía cạnh của sáng chế. Sự giảm lưu lượng này trong chu trình giảm áp 712 có thể có tác dụng tăng ái lực của thuốc nhuộm với vật liệu đích đối với một số thuốc nhuộm và/hoặc vật liệu đích.

Fig.20 minh họa nhiệt độ được tạo bậc 2002 trong chu trình tăng áp 1808 theo các khía cạnh của sáng chế. Bước 902 có thể duy trì CO₂ ở một nhiệt độ xác định trong

một khoảng thời gian xác định. Ví dụ, nhiệt độ có thể được duy trì ở nhiệt độ 100°C trong thời gian từ 5 đến 15 phút. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, bước 902 là 5 phút, 10 phút hoặc 15 phút. Thời gian và nhiệt độ của bước 902 có thể phụ thuộc vào thuốc nhuộm và hàm lượng của CO₂ mà ở đó thuốc nhuộm hòa tan. Ví dụ, bước 902 có thể xảy ra ở thời điểm so với sự tăng áp suất để tăng độ hòa tan của thuốc nhuộm trong CO₂.

Fig.21 minh họa nhiều nhiệt độ được tạo bậc 2102, 2104 trong chu trình tăng áp 1808 theo các khía cạnh của sáng chế. Các bước 2102, 2104 có thể duy trì CO₂ ở các nhiệt độ xác định (ví dụ, 100°C, 110°C) trong thời gian xác định (ví dụ, 5 phút, 5 phút). Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, bước 2102 là 5 phút, 10 phút hoặc 15 phút. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, bước 2104 là 5 phút, 10 phút hoặc 15 phút. Nhiệt độ xác định ở bước 2102 là 100°C, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Nhiệt độ xác định ở bước 2104 là 110°C, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Thời gian và nhiệt độ của bước 2102, 2104 có thể phụ thuộc vào thuốc nhuộm và hàm lượng của CO₂ mà ở đó thuốc nhuộm hòa tan. Ví dụ, bước 2102, 2104 có thể xảy ra ở các thời điểm so với sự tăng áp suất để tăng độ hòa tan của thuốc nhuộm thứ nhất và thuốc nhuộm thứ hai một cách tương ứng trong CO₂.

Fig.22 minh họa sự xử lý 2202 của lưu lượng bên trong 706 so với bước 2102, 2104 trên Fig.21 theo các khía cạnh của sáng chế. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, lưu lượng giảm, ngừng hoặc được duy trì liên quan đến một hoặc nhiều biến số như tạo bậc cho nhiệt độ. Sự điều chỉnh lưu lượng này có thể tăng độ hòa tan của thuốc nhuộm ví dụ trong CO₂.

Các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22 về bản chất chỉ có tính chất minh họa và không giới hạn sáng chế. Mỗi biểu thị của biến số (ví dụ, nhiệt độ 1802, áp suất 1804 và lưu lượng 1806) chỉ là tương đối và không được vẽ theo tỷ lệ. Hơn nữa, dự tính là các trị số có thể đạt được của các biến số trước hoặc sau các thời điểm được biểu thị theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Phần dưới đây là liệt kê của các giá trị thiết đặt thay đổi được lấy làm ví dụ cho chu trình tăng áp, nhuộm và giảm áp có thể được thực hiện để đạt được các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này. Mỗi hàng là sự thay đổi các biến số để thu được quy trình nhuộm trong CO₂ cho một vật liệu đích và/hoặc thuốc nhuộm cụ thể. Tuy nhiên,

các trị số được nêu không giới hạn sáng chế.

Điều kiện ví dụ 1 - ví dụ xem Fig.18

Tăng áp: Nhiệt độ bắt đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 2 - ví dụ xem Fig.18

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 3 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 4 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 5 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 200 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 6 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 200 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 7 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 115°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 8 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 230 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 115°C, áp suất: 100 bar (10 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 9 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 200 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 115°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 10 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 200 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 115°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 11 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 115°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 12 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: 110°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: 110°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 13 - ví dụ xem Fig.19

Tăng áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 80 đến 90°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Nhuộm: Nhiệt độ: từ 110 đến 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 110 đến 120°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 14 - ví dụ xem Fig.20

Tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: từ 80 đến 90°C, duy trì 100°C khoảng 10 phút, Nhiệt độ kết thúc từ 110 đến 120°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ, bơm ngoài: Tắt trong khi duy trì nhiệt độ.

Nhuộm: Nhiệt độ: từ 110 đến 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 110 đến 120°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 15 - ví dụ xem Fig.20

Tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: từ 80 đến 90°C, duy trì 100°C khoảng 5 phút, duy trì 110°C khoảng 5 phút, Nhiệt độ kết thúc từ 110 đến 120°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ, bơm ngoài: Tắt trong khi duy trì nhiệt độ.

Nhuộm: Nhiệt độ: từ 110 đến 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 110 đến 120°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 16 - ví dụ xem Fig.21

Tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: từ 80 đến 90°C, duy trì 100°C khoảng 10 phút, duy trì

110°C khoảng 10 phút, Nhiệt độ kết thúc từ 110 đến 120°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ, bơm ngoài: Tắt từ khi duy trì nhiệt độ thứ nhất tới khi duy trì nhiệt độ thứ hai

Nhuộm: Nhiệt độ: từ 110 đến 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 110 đến 120°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 17 - ví dụ xem Fig.21

Tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: từ 80 đến 90°C, duy trì 100°C khoảng 5 đến 10 phút, duy trì 110°C khoảng 5 đến 10 phút, Nhiệt độ kết thúc từ 110 đến 120°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ, bơm ngoài: Tắt trong khi duy trì nhiệt độ.

Nhuộm: Nhiệt độ: từ 110 đến 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ, thời gian: 90 phút.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 110 đến 120°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 18 - ví dụ xem Fig.22

Tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: từ 80 đến 90°C, duy trì 100°C khoảng 5 đến 10 phút, duy trì 110°C khoảng 5 đến 10 phút, Nhiệt độ kết thúc từ 110 đến 120°C, áp suất: từ 188 đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ, bơm ngoài: Tắt trong khi duy trì nhiệt độ.

Nhuộm: Nhiệt độ: từ 110 đến 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ, thời gian: 60 phút.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 110 đến 120°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 19 - ví dụ xem Fig.22

Tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: từ 80 đến 90°C, duy trì 100°C khoảng 5 đến 10 phút, duy trì 110°C khoảng 5 đến 10 phút, Nhiệt độ kết thúc từ 110 đến 120°C, áp suất: từ 188

đến 250 bar (từ 18,8 đến 25 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 130 m³/giờ, bơm ngoài: Tắt trong khi duy trì nhiệt độ.

Nhuộm: Nhiệt độ: từ 110 đến 120°C, áp suất: 250 bar (25 MPa), lưu lượng: từ 175 đến 240 m³/giờ, thời gian: từ 60 đến 120 phút.

Giảm áp: Nhiệt độ ban đầu: từ 110 đến 120°C, áp suất kết thúc: từ 100 đến 150 bar (từ 10 đến 15 MPa), lưu lượng: từ 90 đến 240 m³/giờ.

Có thể thấy rằng, những thay đổi trong sự kết hợp các biến số, lập thời gian của các biến số và các ngưỡng cho từng biến số có thể được điều chỉnh để thu được kết quả. Ví dụ, khi các đặc tính của vật liệu đích thay đổi, khi số lượng và chủng loại của thuốc nhuộm thay đổi, các biến số có thể được điều chỉnh. Các điều kiện ví dụ đã cung cấp bên trên là đại diện, nhưng không làm hạn chế. Thay vào đó, sự kết hợp của các biến số có thể được kết hợp khi cần. Một bảng được đưa ra trên Fig.27 dưới đây nêu ra các điều kiện ví dụ cho các chu trình nhuộm SCF khác nhau theo các khía cạnh của sáng chế.

Vật mang chất hoàn thiện thấm hút có độ phân cực khác nhau

Như được đề cập trong bản mô tả này, vật liệu hy sinh có thể được sử dụng làm phương tiện chuyển để đưa chất hoàn thiện (ví dụ, thuốc nhuộm) dự tính được truyền qua vật liệu đích. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, chất hoàn thiện hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF cho phép SCF hòa tan chất hoàn thiện truyền cho vật liệu. SCF là không phân cực; vì vậy, thành phần hóa học của các chất hoàn thiện có thể làm việc trong hệ thống xử lý trong CO₂ ở dạng SCF là các hóa chất hòa tan trong dung dịch không phân cực. Ví dụ, thuốc nhuộm thích hợp để nhuộm vật liệu polyeste có thể hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF mà không hòa tan trong nước. Hơn nữa, thuốc nhuộm thích hợp để nhuộm polyeste có thể không có thành phần hóa học thích hợp để liên kết với các vật liệu khác như vật liệu hữu cơ như bông. Vì vậy, dự tính là, vật liệu hữu cơ (ví dụ, bông) được ngâm trong chất hoàn thiện cần được ứng dụng cho vật liệu polyeste. Vật liệu hữu cơ đã ngâm là vật liệu mang vào thùng áp suất. Khi quy trình xử lý trong CO₂ ở dạng SCF được thực hiện, thì chất hoàn thiện được hòa tan bằng CO₂ ở dạng SCF và được truyền qua vật liệu polyeste. Vật liệu hữu cơ mà nó có thể cần có thành phần hóa học khác để liên kết với chất hoàn thiện, không giữ lại chất hoàn thiện và vì vậy lượng chất hoàn thiện dự tính có thể sử dụng để truyền cho vật liệu đích.

Trong một ví dụ, vật liệu bông được sử dụng làm phương tiện chuyển thuốc nhuộm để nhuộm vật liệu polyester. Trong ví dụ này, 150 kg polyester cần được nhuộm theo quy trình xử lý trong CO₂ ở dạng SCF. Nếu 1% tổng khối lượng đích là lượng thuốc nhuộm cần để thu được màu mong muốn. Sau đó, 1,5 kg thuốc nhuộm cần được truyền cho polyester để thu được màu mong muốn này. 1,5 kg thuốc nhuộm này có thể được pha loãng trong dung dịch chứa nước với 8,5 kg nước. Vì vậy, thuốc nhuộm trong dung dịch là 10 kg. Do thuốc nhuộm có thành phần hóa học thích hợp để hòa tan trong CO₂ ở dạng SCF không phân cực, thuốc nhuộm chỉ được tạo huyền phù trong nước khác với được hòa tan trong nước, theo khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Bông có khả năng thấm hút cao. Ví dụ, bông có thể thấm hút đến 25 lần khối lượng của nó. Vì vậy, để thấm hút 10 kg dung dịch thuốc nhuộm, thì có thể sử dụng 0,4 kg bông ($10/25=0,4$) làm phương tiện mang. Tuy nhiên, dự tính là, có thể sử dụng phần bông lớn hơn để thu được khả năng chuyển dung dịch thuốc nhuộm. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, khả năng thấm hút 30% bởi khối lượng bông được dự tính. Trong ví dụ ở trên, sử dụng khả năng thấm hút 30% bởi khối lượng, thì 33,3 kg bông là để mang 10 kg dung dịch thuốc nhuộm. Cần hiểu là lượng dung dịch, lượng thuốc nhuộm và lượng thấm hút đều có thể được điều chỉnh để thu được lượng vật liệu mong muốn cần có trong thùng áp suất dùng cho quy trình nhuộm.

Khi được đưa vào các ví dụ hoàn thiện vật liệu cụ thể, nhưng dự tính là vật liệu có thành phần hóa học liên kết khác với vật liệu đích (ví dụ, bông với polyester) được nhúng chìm hoặc theo cách khác được ngâm bằng dung dịch chứa chất hoàn thiện. Sau đó, vật liệu mang đã ngâm được đặt trong thùng áp suất. Phương tiện mang đã ngâm có thể được đặt trên cấu trúc đỡ hoặc được quấn xung quanh vật liệu đích. Quy trình hoàn thiện trong CO₂ ở dạng SCF có thể được bắt đầu. CO₂ ở dạng SCF đi xung quanh và xuyên qua vật liệu mang và hòa tan chất hoàn thiện để truyền vật liệu đích bằng chất hoàn thiện. Tại thời điểm hoàn thiện việc sử dụng chất hoàn thiện, thì CO₂ được chuyển từ trạng thái SCF sang trạng thái khí hoặc lỏng (theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế). Chất hoàn thiện không có thành phần hóa học liên kết dùng cho vật liệu mang bị hút lại và được duy trì bởi vật liệu đích theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Vì vậy, ở thời điểm kết thúc quy trình hoàn thiện, thì chất hoàn thiện được cấp cho vật liệu đích và vật liệu mang không có lượng chất hoàn thiện đáng kể theo một khía cạnh làm

ví dụ của sáng chế.

Tính hàm lượng của cacbon đioxit

Như được đề cập trong bản mô tả này, hàm lượng của CO₂ ảnh hưởng đến tốc độ hòa tan của thuốc nhuộm trong CO₂ ở dạng SCF. Sự thay đổi nhiệt độ và/hoặc áp suất ảnh hưởng đến hàm lượng của CO₂; vì vậy, sự điều chỉnh các biến số trong quy trình cũng ảnh hưởng đến khả năng của CO₂ ở dạng SCF có thuốc nhuộm hòa tan trong đó. Hàm lượng của CO₂ có thể tính được bằng cách sử dụng nhiều kỹ thuật đã biết đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, phương pháp được đề xuất bởi: R. Stryjek, J. H. Vera, PRSV: Improved Peng – Robinson Equation of State for Pure Compounds and Mixture; Canadian Journal of Chemical Engineering, 64, tháng 4 năm 1986. Các phương pháp khác cũng có thể được sử dụng.

Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, nhiệt độ và áp suất có thể được sử dụng để ước tính hàm lượng của CO₂ tính theo kg/m³. Ví dụ, sự làm việc ở nhiệt độ bằng 110°C (ví dụ, 383°K) và 250 Bar (25 MPa) dẫn đến CO₂ có hàm lượng bằng 525 kg/m³. Như sẽ được mô tả, dự tính là, chu trình nhuộm của quy trình có thể làm việc ở nhiệt độ tương đối không đổi như từ 100 đến 120°C (từ 373 đến 393°K) và áp suất khoảng 250 Bar (25 MPa). Với thiết đặt nhiệt độ và áp suất này, thì hàm lượng của CO₂ ở dạng SCF có thể nằm trong khoảng từ 566 đến 488 kg/m³.

CO₂ ở dạng SCF có tác dụng làm dung môi. Độ hòa tan của CO₂ ở dạng SCF thay đổi theo hàm lượng của CO₂ ở dạng SCF, sao cho khi nhiệt độ được duy trì tương đối không đổi, thì độ hòa tan của CO₂ ở dạng SCF tăng theo hàm lượng. Do hàm lượng tăng theo áp suất khi nhiệt độ vẫn không đổi, nên độ hòa tan của CO₂ tăng theo áp suất.

Ngoài việc xử lý áp suất để tác động vào độ hòa tan của CO₂, dự tính là nhiệt độ có thể thay đổi trong khi vẫn duy trì áp suất tương đối không đổi trong chu trình nhuộm của các quy trình được đề cập trong bản mô tả này. Tuy nhiên, xu hướng tương đối giữa hàm lượng và nhiệt độ thì phức tạp hơn. Với hàm lượng không đổi, thì độ hòa tan của CO₂ sẽ tăng theo nhiệt độ. Tuy nhiên, gần tới điểm tới hạn của CO₂, thì hàm lượng có thể giảm mạnh theo sự tăng nhẹ của nhiệt độ; vì vậy, gần tới nhiệt độ tới hạn, thì độ hòa tan thường giảm theo sự tăng nhiệt độ, sau đó lại tăng trở lại.

Hơn nữa, dự tính là, cả nhiệt độ lẫn áp suất đều có thể được xử lý trong chu trình nhuộm của quy trình để tác động vào độ hòa tan bằng hàm lượng của CO₂ để thu được dung dịch mong muốn của chất hoàn thiện như thuốc nhuộm.

Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, vật liệu được đặt trong thùng áp suất được xử lý bằng CO₂ ở dạng SCF là vật liệu gốc polyeste có thể giới hạn xử lý nhiệt độ và vì vậy sự thay đổi hàm lượng của CO₂ có thể bị hạn chế. Ví dụ, ở nhiệt độ trên 120°C, thì polyeste có thể đạt tới hoặc vượt quá nhiệt độ chuyển (pha) để thay đổi cảm nhận, về bề ngoài và/hoặc cấu trúc của polyeste. Tuy nhiên, để thu được đặc tính hòa tan chấp nhận được của CO₂, áp suất có thể được xử lý để thu được đủ hàm lượng của CO₂. Vì vậy, theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, nhiệt độ được duy trì dưới 120°C để hạn chế các tác dụng không mong muốn đến vật liệu cần được hoàn thiện.

Do việc tăng áp suất và/hoặc nhiệt độ tiêu thụ tài nguyên như năng lượng, mà làm giảm hiệu quả của quy trình hoàn thiện/nhuộm vật liệu, nên các khía cạnh trong bản mô tả này giới hạn áp suất và hoặc nhiệt độ ở phạm vi đủ để thu được độ hòa tan của chất hoàn thiện và cũng đủ để tương tác với vật liệu được hoàn thiện. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, nhiệt độ đủ nằm trong khoảng từ 100 đến 125°C và áp suất đủ là nhỏ hơn 300 Bar (30 MPa). Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 115°C và áp suất từ 225 đến 275 Bar (22,5 đến 27,5 MPa) để cho phép đủ hàm lượng của CO₂ để hòa tan thuốc nhuộm nhiều thành phần hóa học và làm trương các xơ của vật liệu polyeste để thấm thuốc nhuộm mà không làm ảnh hưởng tiêu cực đến polyeste của vật liệu cần được hoàn thiện và không cần sử dụng nguồn năng lượng dư để cố gắng thu được áp suất cao hơn. Ví dụ, áp suất bằng 310 Bar (31,0 MPa) và nhiệt độ bằng 110°C cũng có thể được sử dụng để nhuộm vật liệu polyeste; tuy nhiên, áp suất 310 Bar (31,0 MPa) tiêu thụ thêm năng lượng để thu được áp suất này, điều này làm tăng chi phí và thời gian xử lý vật liệu theo quy trình xử lý trong CO₂ ở dạng SCF.

Trước đó, hàm lượng trên 600 kg/m³ là cần thiết để thu được độ hòa tan đủ để thuốc nhuộm xử lý vật liệu trong hệ thống. Nếu hàm lượng của CO₂ nhỏ hơn trị số này, thì thuốc nhuộm này có thể không hòa tan trong CO₂ và vì vậy có thể không truyền cho vật liệu cần được xử lý. Ví dụ, như hệ thống có thể được bộc lộ trong Supercritical Fluid Technology In Textile Processing: Overview; Ind. Eng. Chem. Res. 2000, 39, 4514-

41512. Trong hệ thống này, thành phần hóa học của thuốc nhuộm được nghiên cứu được hòa tan với hàm lượng của CO₂ vượt quá 600 kg/m³ và việc sử dụng CO₂ có hàm lượng nằm trong khoảng từ 566 đến 488 kg/m³ có thể là không đủ để hòa tan thuốc nhuộm được nghiên cứu trong hệ thống này. Vì vậy, để tiết kiệm năng lượng, nâng cao hiệu quả và hạn chế các tác dụng không mong muốn lên vật liệu được hoàn thiện, thì các khía cạnh trong bản mô tả này dự tính giới hạn hàm lượng dưới 600 kg/m³.

Hơn nữa, dự tính là, các khía cạnh của sáng chế được tạo kết cấu đối với độ linh hoạt của chất hoàn thiện cần được ứng dụng. Ví dụ, các khía cạnh của sáng chế dự tính thuốc nhuộm nhiều thành phần hóa học được ứng dụng cho vật liệu đích bằng CO₂ ở dạng SCF. Do có nhiều thành phần hóa học (ví dụ, nhiều màu, nhiều chất hoàn thiện, các kết hợp màu sắc và chất hoàn thiện, v.v.), các thành phần hóa học độc đáo khác nhau có thể có hàm lượng của CO₂ khác nhau mà ở đó chúng hòa tan. Vì vậy, các thành phần hóa học được lựa chọn theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, để hòa tan trong CO₂ nằm trong khoảng từ 566 đến 488 kg/m³ theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Một khía cạnh làm ví dụ dự tính hoàn thiện nhiều thành phần hóa học như kết hợp thuốc nhuộm ba màu (hoặc nhiều hơn). Trong khi các hóa chất duy nhất của thuốc nhuộm hòa tan trong CO₂ ở hàm lượng của CO₂ khác nhau, thì mỗi hóa chất được hòa tan bên trong các thông số của hệ thống như hàm lượng của CO₂ nằm trong khoảng từ 566 đến 488 kg/m³. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, nhiều thành phần hóa học hoàn thiện là thuốc nhuộm chưa tinh chế hòa tan trong CO₂ có hàm lượng nằm trong khoảng từ 566 đến 488 kg/m³.

Cảm giác thu được (cũng được gọi là “cảm giác cầm tay”) của vật liệu sau quá trình hoàn thiện là tiêu chí quan trọng để xem xét khi thực hiện công đoạn hoàn thiện. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, dự tính là, vật liệu thu được từ quy trình hoàn thiện trong CO₂ ở dạng SCF có thể có cảm giác (hoặc cảm giác cầm tay) tương tự cảm giác của vật liệu được hoàn thiện theo quy trình xử lý trong nước. Vì vậy, dự tính là, các biến số đạt được hàm lượng của CO₂ khác nhau có thể còn bị hạn chế dựa vào tác dụng của chúng lên cảm giác cầm tay của vật liệu thành phẩm. Ví dụ, việc xử lý ở nhiệt độ nhỏ hơn 110°C, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, tạo ra cảm giác cầm tay tốt hơn cho vật liệu so với ở nhiệt độ trên 110°C. Như được đề cập ở trên, vật liệu polyeste có thể có nhiệt độ chuyển tiếp gần 120°C (hoặc bất kỳ nhiệt độ trên 110°C) và

sự ảnh hưởng đến nhiệt độ chuyển tiếp này trong một khoảng thời gian trong chu trình xử lý trong CO₂ làm thay đổi cảm giác cầm tay/cảm giác tiếp xúc của vật liệu đã được xử lý. Theo một khía cạnh khác nữa, việc làm việc ở nhiệt độ 100°C đối với vật liệu polyeste dẫn đến cảm giác cầm tay tương tự cảm giác của quy trình nhuộm trong môi trường nước. Vì vậy, theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, thì các công đoạn CO₂ ở nhiệt độ 100°C có thể được lựa chọn để dẫn đến cảm giác cầm tay tương tự với cảm giác của vật liệu được hoàn thiện trong dung dịch gốc nước.

Khả năng giảm/loại trừ chu trình làm sạch

Hiệu quả kết tủa của chất hoàn thiện được thực hiện theo các quy trình được mô tả ở trên, theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, cho phép các quy trình xử lý trong CO₂ theo cách lặp đi lặp lại mà không can thiệp vào việc làm sạch hệ thống giữa các lần xử lý vật liệu đích. Ví dụ, việc cho phép chất hoàn thiện kết tủa khi nó được truyền qua vật liệu đích mà không phải là khi nó đứng yên ở gần thùng áp suất hoặc các thành phần khác trong đó hạn chế lượng chất hoàn thiện được duy trì bởi hệ thống (ví dụ, trên thành thiết bị, trên phần tử mang của vật liệu đích) tiếp sau chu trình giảm áp (ví dụ, chu trình giảm áp 1812 trên Fig.7). Nếu chất hoàn thiện có khả năng duy trì lớn hơn các thành phần của hệ thống, thì sau đó vật liệu làm sạch hy sinh có thể được đặt trong thùng áp suất tiếp sau lần xử lý vật liệu đích và trước một lần xử lý vật liệu đích khác. Mục đích của vật liệu làm sạch hy sinh theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế là để giữ chất hoàn thiện dư được duy trì bởi các thành phần của hệ thống khi kết thúc lần xử lý vật liệu đích. Quy trình làm sạch hệ thống bằng cách sử dụng vật liệu làm sạch hy sinh có thể cần phải tăng áp hệ thống và chạy ít nhất quy trình xử lý trong CO₂ gồm ba chu trình cải biến để hòa tan chất hoàn thiện dư trong CO₂ ở dạng SCF cần được chuyển từ các bề mặt của hệ thống sang vật liệu làm sạch hy sinh. Ngoài ra (hoặc theo cách khác), quy trình làm sạch có thể dựa vào dung môi một hoặc nhiều thành phần hóa học (ví dụ, axeton) để chuyển chất hoàn thiện dư. Vì vậy, môi trường, thời gian và năng lượng có thể được tiết kiệm bằng cách giảm việc sử dụng chu trình làm sạch giữa các lần xử lý vật liệu đích. Việc loại trừ hoặc giảm các chu trình làm sạch giữa các lần chạy có thể được thực hiện bằng cách duy trì lưu lượng với trị số khác 0 khi chất hoàn thiện kết tủa từ CO₂. Ngoài ra, dự tính là, việc duy trì nhiệt độ trên trị số ngưỡng cho đến khi chất hoàn thiện kết tủa ra khỏi CO₂ cũng làm giảm hoặc loại trừ nhu cầu về quy trình làm

sạch tiếp theo. Ví dụ, như được mô tả ở trên, nếu vật liệu đích là vật liệu polyeste, thì việc duy trì nhiệt độ trên 100°C giữ các (vi) lỗ của polyeste trương nở một lượng đủ để giữ lại các chất hoàn thiện (ví dụ, thuốc nhuộm) trong polyeste khi áp suất giảm, làm cho thuốc nhuộm kết tủa ra khỏi CO₂. Việc cho phép các (vi) lỗ của polyeste vẫn trương nở đủ trong giai đoạn kết tủa hạn chế sự tích lũy dư của chất hoàn thiện trên các thành phần của thùng áp suất và hệ thống theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Vì vậy, dự tính là, nhiều chu trình trong thùng áp suất có thể bao gồm việc đưa vật liệu đích thứ nhất vào thùng áp suất, chu trình tăng áp thứ nhất, chu trình nhuộm/xử lý thứ nhất, chu trình giảm áp thứ nhất, lấy vật liệu đích thứ nhất ra, cấp vật liệu đích thứ hai, chu trình tăng áp thứ hai, chu trình nhuộm/xử lý thứ hai, chu trình giảm áp thứ hai và lấy vật liệu đích thứ hai ra. Không có trong trình tự sự việc là cấp vật liệu làm sạch hy sinh và các chu trình tăng áp – nhuộm/xử lý/làm sạch – quá trình giảm áp với vật liệu hy sinh. Việc loại bỏ các bước này trong quy trình làm tiết kiệm thời gian, năng lượng và vật liệu làm sạch hy sinh.

Vật liệu làm sạch hy sinh có thể là vật liệu có thành phần tương tự thành phần của vật liệu đích. Tuy nhiên, lượng vật liệu hy sinh ít hơn cũng có thể được sử dụng so với vật liệu đích. Ví dụ, lượng vật liệu đích có thể là từ 100 đến 200 kg vật liệu. Vật liệu làm sạch hy sinh có thể là nhỏ hơn 100 kg vật liệu. Hơn nữa, trong khi các chu trình xử lý dùng cho vật liệu đích được lựa chọn để thu được kết quả hoàn thiện mong muốn trên vật liệu đích, các chu trình của quy trình làm sạch thay vì được lựa chọn để giảm chất hoàn thiện dư trên các bề mặt của hệ thống mà không cần quan tâm đến kết quả hoàn thiện vật liệu làm sạch hy sinh. Một khác biệt nữa giữa vật liệu làm sạch hy sinh và vật liệu đích là ở chỗ các chất hoàn thiện phụ thường không có trong quy trình xử lý trong CO₂ bao gồm vật liệu làm sạch hy sinh. Hơn nữa, việc bao gồm các chất hoàn thiện danh nghĩa ở nồng độ không cân đối (ví dụ, từ 1 đến 20%) của chúng được sử dụng so với vật liệu đích có thể vẫn được xem xét vật liệu làm sạch hy sinh theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Vì vậy, vật liệu làm sạch hy sinh có thể phân biệt được với vật liệu đích khi kết quả hoàn thiện vật liệu không phải là mục đích chính của việc bao gồm vật liệu làm sạch hy sinh trong thùng áp suất, theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Tẩy sạch vật liệu đích

Tẩy sạch là quy trình chuẩn bị vật liệu đích cho quá trình hoàn thiện cuối cùng

bằng quy trình xử lý trong SCF. Ví dụ, quá trình tẩy sạch loại bỏ dầu và oligome khỏi vật liệu đích. Dầu và oligome, nếu được phép vẫn kết hợp với vật liệu đích, có thể làm ảnh hưởng đến quy trình nhuộm. Vì vậy, theo truyền thống, dầu và oligome được loại bỏ theo quy trình xử lý tẩy sạch trong nước trước quá trình nhuộm vật liệu đích. Các khía cạnh trong bản mô tả này sử dụng môi trường SCF để tẩy sạch vật liệu đích như sản phẩm được quần hoặc sản phẩm được đánh ống. Quy trình tẩy sạch trong SCF giảm việc sử dụng nước và tác động đến môi trường có thể do việc tiến hành không cần nước được thực hiện bằng SCF như CO_2 ở dạng SCF.

Quá trình tẩy sạch trong SCF sử dụng môi trường làm việc tương tự môi trường được mô tả ở trên đối với quá trình nhuộm trong SCF. Ví dụ, thùng áp suất như nồi hấp, có thể được sử dụng để tăng áp và gia nhiệt khí để đạt tới trạng thái SCF. Tuy nhiên, không giống quá trình nhuộm, quá trình tẩy sạch tập trung vào việc loại bỏ các thành phần (ví dụ, oligome, dầu) ra khỏi vật liệu đích chứ không phải là cấp các thành phần (ví dụ, thuốc nhuộm) vào vật liệu đích. Như vậy, một số thành phần của hệ thống có thể được sử dụng khác để tẩy sạch chứ không phải là nhuộm. Ví dụ, hệ thống bơm để cấp và giữ CO_2 từ trong thùng áp suất có thể được sử dụng trong quy trình tẩy sạch để tách CO_2 và các thành phần cần loại bỏ ra khỏi vật liệu đích. Trong bản mô tả này, hệ thống bơm này được gọi là bơm bên ngoài do bơm bên ngoài có tác dụng tuần hoàn vật liệu (ví dụ, CO_2) giữa thùng áp suất bên trong và vị trí bên ngoài như bình chứa CO_2 và thiết bị lọc. Các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế dự tính tách CO_2 có các thành phần đã được tẩy sạch như oligome và dầu, ra khỏi thùng áp suất đến vị trí bên ngoài. CO_2 đã tách có thể được lọc hoặc theo cách khác được xử lý để loại bỏ các thành phần tẩy sạch đã tách ra khỏi CO_2 . Ngoài ra, dự tính là, chất hoạt động bề mặt có thể được bổ sung cho các quy trình để giúp liên kết giữa CO_2 ở dạng SCF và oligome và/hoặc dầu. Ngoài ra, còn dự tính là vật liệu hy sinh được kết hợp với vật liệu đích sao cho các thành phần được tẩy sạch, ngay khi được loại bỏ ra khỏi vật liệu đích, có ái lực lớn hơn đối với vật liệu hy sinh cho phép các thành phần được tẩy sạch chuyển từ vật liệu đích sang vật liệu hy sinh.

Fig.16 là lưu đồ biểu diễn phương pháp làm ví dụ để tẩy sạch vật liệu trong chất lưu siêu tới hạn theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Ở khối 1602, vật liệu đích được đặt trong thùng áp suất. Vật liệu đích có thể là vật liệu bất kỳ. Ví dụ, vật liệu có

thể là polyeste, hỗn hợp của polyeste, bông và chất liệu tương tự. Hơn nữa, vật liệu có thể là sản phẩm được quấn (ví dụ, vật liệu dệt kim hoặc vật liệu dệt thoi được đánh cuộn) và/hoặc sản phẩm được đánh ống (ví dụ, sợi, chỉ). Vật liệu có thể được đặt trong thùng áp suất theo cách bất kỳ như vật liệu được mô tả ở trên đối với nhuộm.

Ở khối 1604, CO₂ được cấp vào thùng áp suất. Bơm bên ngoài có thể chuyển CO₂ từ một nguồn bên ngoài như thùng chứa, vào thể tích trong của thùng áp suất. CO₂ có thể ở trạng thái bất kỳ như trạng thái khí hoặc lỏng khi CO₂ được cấp. CO₂ được đưa tới ít nhất trạng thái SCF ở khối 1606. Như được mô tả ở trên trong bản mô tả này, CO₂ có thể được gia nhiệt và được tăng áp lên các mức định trước để thu được công đoạn tẩy sạch đầy đủ.

Vật liệu đích được truyền cho CO₂ ở dạng SCF ở khối 1608. Không giống quá trình nhuộm vật liệu trong SCF đích, việc truyền cho vật liệu đích CO₂ ở dạng SCF trong quy trình tẩy sạch nhằm để loại bỏ các thành phần không mong muốn ra khỏi vật liệu đích. Trong một số ví dụ, thùng áp suất có thể cũng bao gồm chất hoạt động bề mặt hoặc vật liệu khác để giúp liên kết các thành phần được tẩy sạch với CO₂ ở dạng SCF. Chất hoạt động bề mặt hoặc chất khác được lựa chọn từ các chất có tác động đã biết hoặc không có tác động lên quá trình nhuộm tiếp theo (ví dụ, quá trình hoàn thiện) của vật liệu đích. Bơm bên trong có thể được kích hoạt để tuần hoàn CO₂ ở dạng SCF để truyền cho vật liệu đích theo cách tương tự được mô tả ở trên đối với quá trình nhuộm vật liệu trong SCF.

Ở khối 1610, CO₂ ở dạng SCF được trao đổi từ thùng áp suất trong khi vẫn duy trì thùng áp suất trong điều kiện để đạt tới trạng thái SCF của CO₂. Bơm bên ngoài có thể được kích hoạt gây ra sự trao đổi. Bơm bên ngoài có thể loại bỏ lượng CO₂ được đẩy qua một hoặc hơn một thiết bị tách hoặc thiết bị lọc có tác dụng loại bỏ các thành phần được tẩy sạch ra khỏi CO₂. Bơm bên ngoài có thể cấp lại CO₂ (CO₂ giống hoặc khác) trong thùng áp suất. Như vậy, sự trao đổi CO₂ cho phép làm sạch CO₂ làm việc để loại bỏ các phần tử đã được tẩy sạch ra khỏi thùng áp suất. Trong một số ví dụ, quá trình trao đổi CO₂ chứa các thành phần được tẩy sạch ngăn không cho các thành phần được tẩy sạch tích tụ lại trên thùng áp suất trong quy trình tẩy sạch.

Ở khối 1612, các thành phần được tẩy sạch được loại bỏ ra khỏi CO₂ đã tách. CO₂ có thể đi qua quy trình tách hoặc lọc để loại bỏ các oligome và/hoặc các dầu khỏi

CO₂. Điều này cho phép CO₂ được quay vòng và cuối cùng được cấp trở lại vào thùng áp suất. Như vậy, phương pháp trên Fig.16 biểu thị sự trở lại khối 1608, mà có thể biểu diễn quá trình truyền liên tục vật liệu đích thậm chí khi ít nhất một phần CO₂ được lọc và quay trở lại thùng áp suất. Tuy nhiên, dự tính là, thùng áp suất là hệ thống kín trong quy trình tẩy sạch và CO₂ chỉ được loại bỏ ra khỏi thùng áp suất khi kết thúc quy trình tẩy sạch, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Fig.17 là lưu đồ biểu diễn phương pháp làm ví dụ để tẩy sạch và xử lý (ví dụ, nhuộm) vật liệu theo quy trình liên tục bằng cách sử dụng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Nói chung, phương pháp trên Fig.17 bao gồm hai phần chính, phần tẩy sạch 1702 và phần nhuộm (ví dụ, hoàn thiện) 1704. Bước tẩy sạch 1702 và bước nhuộm 1704 có thể được thực hiện theo một quá trình liên tục. Điều này trái ngược với quá trình tẩy sạch truyền thống có thể cần phải nhả cuộn sản phẩm đã cuộn qua bể nước để tẩy sạch vật liệu, sấy vật liệu và sau đó cuộn lại vật liệu cho quy trình nhuộm tiếp theo. Môi trường SCF cho phép vật liệu đích (ví dụ, cuộn hoặc ống cuộn) được đặt trong thùng áp suất như được biểu thị ở khối 1706 trong số các bước tẩy sạch 1702.

Chu trình tăng áp của quy trình tẩy sạch được bắt đầu như được biểu thị ở khối 1708. Chu trình tẩy sạch của quy trình tẩy sạch được bắt đầu ở khối 1710. Giai đoạn giảm áp của quá trình tẩy sạch được bắt đầu trong thùng áp suất ở khối 1712. Như được đề cập trong bản mô tả này, các chu trình khác nhau của quy trình tẩy sạch có thể được điều chỉnh dựa vào vật liệu, các điều kiện hoặc các yếu tố khác.

Không cần lấy vật liệu đích ra khỏi thùng áp suất theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, các bước nhuộm 1704 có thể được thực hiện tiếp sau việc hoàn thành các bước tẩy sạch 1702. Theo một khía cạnh thay thế, vật liệu đích có thể bị loại bỏ ra khỏi thùng áp suất để đưa chất hoàn thiện (ví dụ, thuốc nhuộm). Ngay khi chất hoàn thiện được cấp vào vật liệu đích (ví dụ, vật liệu hy sinh có thuốc nhuộm được đặt tiếp xúc với vật liệu đích), vật liệu đích có thể được đặt lại trong thùng áp suất cho các bước nhuộm 1704 để được hoàn thiện. Vì vậy, dự tính là, việc chuyển từ quá trình tẩy sạch trong SCF sang quy trình nhuộm trong SCF có thể đạt được với sự gián đoạn tối thiểu và về cơ bản gần như liên tục.

Ở khối 1714, chất hoàn thiện được cấp vào thùng áp suất với vật liệu đích. Chất hoàn thiện có thể được cấp theo cách bất kỳ được dự tính trong bản mô tả này để nhuộm.

Ở khối 1716, chu trình tăng áp của quy trình nhuộm được bắt đầu trong thùng áp suất. Ở khối 1718, chu trình nhuộm của quy trình nhuộm được bắt đầu trong thùng áp suất. Ở khối 1720, chu trình giảm áp của quy trình nhuộm được bắt đầu trong thùng áp suất. Ở khối 1722, vật liệu đích được lấy ra khỏi thùng áp suất. Fig.17 thể hiện vật liệu đích được tẩy sạch bằng quy trình xử lý trong SCF trong các bước tẩy sạch 1702 và sau đó được nhuộm tiếp bằng cách sử dụng SCF theo các bước nhuộm 1704 theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế.

Các hình vẽ từ Fig.23 đến Fig.26 minh họa các biến số tương đối trong các chu trình của quá trình tẩy sạch trong SCF theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Các chu trình có thể bao gồm nhưng không bị giới hạn ở, chu trình tăng áp 2308, chu trình tẩy sạch 2310, chu trình giữ 2311, chu trình giảm áp 2312 và chu trình kết thúc 2314. Chu trình tẩy sạch 2310 và chu trình giữ 2311 có thể là chu trình chung theo một số khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này. Các biến số, tương tự với các biến số được mô tả đối với quá trình nhuộm trong SCF bao gồm nhiệt độ 2302, áp suất 2304, lưu lượng bên trong 2306 và bơm ngoài 2307. Như với các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22 được mô tả ở trên, việc minh họa các biến số là chỉ nhằm mục đích minh họa và không đúng tỷ lệ. Hơn nữa, dự tính là, các trị số và kết cấu được đề xuất đối với các quy trình nhuộm trong bản mô tả này có thể được đưa vào các quy trình tẩy sạch theo các khía cạnh của sáng chế. Vì vậy, các hình vẽ từ Fig.23 đến Fig.26 về bản chất chỉ mang tính chất ví dụ và không có tính chất giới hạn như ở kết cấu của các biến số.

Fig.23 là minh họa làm ví dụ về các biến số của quy trình tẩy sạch trong SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Ví dụ, nhiệt độ 2302 có thể bắt đầu ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 80 đến 90°C và bơm ngoài 2307 có thể bật, và lưu lượng bên trong có thể tăng đến khoảng 240 m³/giờ trong chu trình tăng áp 2308. Kết cấu này cho phép CO₂ được tuần hoàn so với vật liệu đích khi sự tăng áp suất và nhiệt độ đến các mức thích hợp cho chu trình tẩy sạch 2310. Trong chu trình tẩy sạch 2310, bơm ngoài 2307 tắt trong khi nhiệt độ, áp suất và lưu lượng bên trong được duy trì. Chu trình tẩy sạch 2310 có thể vận hành trong khoảng thời gian bất kỳ (ví dụ, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 phút). Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, chu trình tẩy sạch được vận hành trong ít nhất 60 phút. Chu trình giữ 2311 tiếp tục duy trì nhiệt độ (ví dụ, từ 100 đến 125°C), áp suất (từ 200 đến 250 Bar (từ 20 đến 25 MPa)) và lưu lượng bên trong (ví dụ,

từ 90 đến 240 m³/giờ) tương đối không đổi nhưng bơm ngoài 2307 khởi động lại. Việc sử dụng bơm ngoài 2307 có thể trao đổi CO₂ và lấy các phần tử đã được tẩy sạch (ví dụ, oligome, dầu) ra khỏi thùng áp suất để rửa sạch các thành phần của hệ thống đã tẩy sạch trước khi thay đổi trạng thái của CO₂. Chu trình giữ 2311 có thể vận hành ở thời gian bất kỳ (ví dụ, 15, 30, 45, 60, 75, 90 phút). Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, chu trình giữ 2311 là khoảng 30 phút. Chu trình giảm áp 2312 làm giảm nhiệt độ, áp suất và lưu lượng bên trong, trong ví dụ này. Tổng thời gian có thể được điều chỉnh dựa vào đặc tính của vật liệu đích và/hoặc lượng tẩy sạch xuất hiện.

Fig.24 đưa ra minh họa làm ví dụ về các biến số của quy trình tẩy sạch trong SCF theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Cụ thể là, chu trình giữ riêng được lược bỏ trong ví dụ này. Hơn nữa, bơm ngoài 2307 chỉ vận hành trong chu trình tăng áp 2308 và không trong chu trình tẩy sạch 2310 hoặc chu trình giảm áp 2312 còn lại, trong ví dụ này. Theo một kịch bản ví dụ, lưu lượng bên trong 2306 có thể nằm trong khoảng từ 90 đến 130 m³/giờ trong chu trình tăng áp 2308, tăng đến khoảng từ 175 đến 240 m³/giờ trong chu trình tẩy sạch 2310 và giảm xuống khoảng từ 90 đến 130 m³/giờ trong chu trình giảm áp 2312, theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Áp suất 2304 có thể đạt được 250 Bar (25 MPa) trong chu trình tẩy sạch 2310 và giảm xuống 130 Bar (13MPa) trong chu trình giảm áp 2312. Như với quy trình nhuộm, tốc độ giảm áp bất kỳ có thể được sử dụng. Theo một khía cạnh làm ví dụ của sáng chế, 5 Bar (0,5 MPa)/phút được ứng dụng cho quá trình giảm áp.

Fig.25 là sự biểu thị ví dụ của các biến số của quy trình tẩy sạch trong SCF theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Trong ví dụ này, lưu lượng bên trong 2306 có thể được duy trì trong chu trình tẩy sạch 2310 và chu trình giảm áp 2312. Hơn nữa, bơm ngoài 2307 có thể bật trong chu trình tăng áp 2308 cũng như chu trình giảm áp 2312 (trong khi tắt trong chu trình tẩy sạch 2310).

Fig.26 là sự biểu thị ví dụ của các biến số của quy trình tẩy sạch trong SCF theo các khía cạnh làm ví dụ của sáng chế. Trong ví dụ này, lưu lượng bên trong có thể thay đổi trong các chu trình khác nhau trong khi bơm ngoài 2307 được kích hoạt trong chu trình tăng áp 2308 và chu trình giảm áp 2312 trong khi không làm việc trong chu trình tẩy sạch.

Vì vậy, dự tính là, sự kết hợp bất kỳ và trị số của các biến số có thể được ứng

dụng trong quy trình tẩy sạch trong môi trường SCF. Ví dụ, tất cả nhiệt độ, áp suất, lưu lượng, thời gian và bơm bên ngoài đều có thể được điều chỉnh trong mỗi chu trình để thu được mức độ tẩy sạch thích hợp dùng cho vật liệu đích và quy trình tiếp theo như nhuộm vật liệu đích. Hơn nữa, các biến số được mô tả đối với quá trình nhuộm trong SCF trong bản mô tả này có thể ứng dụng như nhau cho quá trình tẩy sạch trong SCF. Ví dụ, các kết hợp biến số cho chu trình tăng áp phương pháp nhuộm trong SCF có thể được ứng dụng theo một số khía cạnh của chu trình tăng áp của quá trình tẩy sạch trong SCF; các kết hợp biến số cho chu trình nhuộm của phương pháp nhuộm trong SCF có thể được ứng dụng theo một số khía cạnh của chu trình tẩy sạch của quá trình tẩy sạch trong SCF; và các kết hợp của các biến số cho chu trình giảm áp phương pháp nhuộm trong SCF có thể được ứng dụng theo một số khía cạnh của chu trình giảm áp của quá trình tẩy sạch trong SCF.

Cần hiểu là các dấu hiệu và kết hợp phụ nhất định là có ích và có thể được sử dụng mà không cần tham chiếu các dấu hiệu và kết hợp phụ khác. Điều này được dự tính và nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mặc dù các thành phần và bước cụ thể được mô tả kết hợp với nhau, nhưng cần hiểu là bất kỳ thành phần và/hoặc các bước được đề cập trong bản mô tả này dự tính là có thể kết hợp với các thành phần và/hoặc bước khác bất kỳ mà không cần quan tâm đến việc cung cấp rõ ràng chúng trong khi vẫn nằm trong phạm vi được đề cập trong bản mô tả này. Do nhiều phương án có thể có thể thực hiện theo sáng chế mà không tách rời khỏi phạm vi của sáng chế, trong bản mô tả này, cần hiểu là mọi vấn đề được quy định hoặc thể hiện trên các hình vẽ kèm theo cần được hiểu là chỉ có tính chất minh họa và không nhằm giới hạn sáng chế.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này và kết hợp với các điểm yêu cầu bảo hộ được liệt kê sau đây, thì thuật ngữ “điểm bất kỳ trong số các điểm” hoặc các biến thể tương tự của thuật ngữ này nhằm giải thích sao cho dấu hiệu theo điểm yêu cầu bảo hộ có thể được kết hợp theo tổ hợp bất kỳ. Ví dụ, điểm 4 được lấy làm ví dụ có thể chỉ báo phương pháp/thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 3, điều này nhằm giải thích là các dấu hiệu theo điểm 1 và điểm 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu theo điểm 2 và điểm 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu theo điểm 3 và 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu theo các điểm 1, 2 và 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu theo các điểm 2, 3

và 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu theo các điểm 1, 2, 3 và 4 có thể được kết hợp và/hoặc các biến thể khác nữa. Hơn nữa, thuật ngữ “điểm bất kỳ trong số các điểm” hoặc các biến thể tương tự của thuật ngữ này nhằm bao gồm cả các biến thể khác nữa của thuật ngữ này như được thể hiện bởi một số ví dụ được mô tả ở trên.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tẩy sạch vật liệu đích, phương pháp này bao gồm các bước:

đặt vật liệu đích vào trong thùng áp suất;

đưa cacbon đioxit (" CO_2 ") vào trong thùng áp suất;

tăng nhiệt độ bên trong của thùng áp suất tới nhiệt độ làm việc;

tăng lưu lượng đến tốc độ khác 0;

tăng áp suất bên trong thùng áp suất đến áp suất làm việc, trong đó CO_2 ở trạng thái chất lưu siêu tới hạn (Supercritical Fluid, "SCF") khi ở nhiệt độ làm việc và áp suất làm việc;

bằng cách sử dụng CO_2 ở dạng SCF, lấy các thành phần được tẩy sạch ra khỏi vật liệu đích cùng với CO_2 ở dạng SCF; và

giảm áp suất từ áp suất làm việc đến áp suất chuyển tiếp trong khi duy trì nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ ngưỡng,

trong đó các thành phần được tẩy sạch bao gồm ít nhất một trong số các oligome và dầu, trong đó chất hoạt động bề mặt được bổ sung để hỗ trợ liên kết giữa CO_2 ở dạng SCF và các oligome và/hoặc dầu.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó CO_2 ở dạng SCF tuần hoàn ở lưu lượng nằm trong khoảng từ 175 đến 240 $\text{m}^3/\text{giờ}$ trong khi lấy các thành phần được tẩy sạch ra khỏi vật liệu đích.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước giảm lưu lượng về lưu lượng nằm trong khoảng từ 90 đến 130 $\text{m}^3/\text{giờ}$ sau khi giảm áp suất từ áp suất làm việc.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật liệu đích là vật liệu dạng cuộn hoặc vật liệu đánh cuộn.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiệt độ làm việc nằm trong khoảng từ 100 đến 125°C.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó áp suất làm việc nhỏ hơn 300 bar (30 MPa).

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó áp suất làm việc nằm trong khoảng từ 225 đến

275 bar (từ 22,5 đến 27,5 MPa).

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước trao đổi ít nhất một phần CO₂ từ thùng áp suất.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó CO₂ được lọc khi CO₂ được trao đổi để tách các thành phần được tẩy sạch ra khỏi CO₂.

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó sự trao đổi CO₂ không xảy ra trong khi áp suất ở áp suất làm việc.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó áp suất làm việc và nhiệt độ làm việc tạo ra hàm lượng của CO₂ nằm trong khoảng từ 566 đến 488 Kg/m³.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc giảm áp suất nằm trong khoảng từ 1 đến 10 bar (từ 0,1 đến 1 MPa) trên phút.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó áp suất chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 100 đến 225 bar (từ 10 đến 22,5 Mpa).

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiệt độ ngưỡng là 100°C.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiệt độ ngưỡng là nhiệt độ làm việc.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước giảm lưu lượng từ lưu lượng ngưỡng sau khi giảm áp suất đến áp suất chuyển tiếp.

17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước giảm nhiệt độ từ nhiệt độ ngưỡng sau khi giảm áp suất đến áp suất chuyển tiếp.

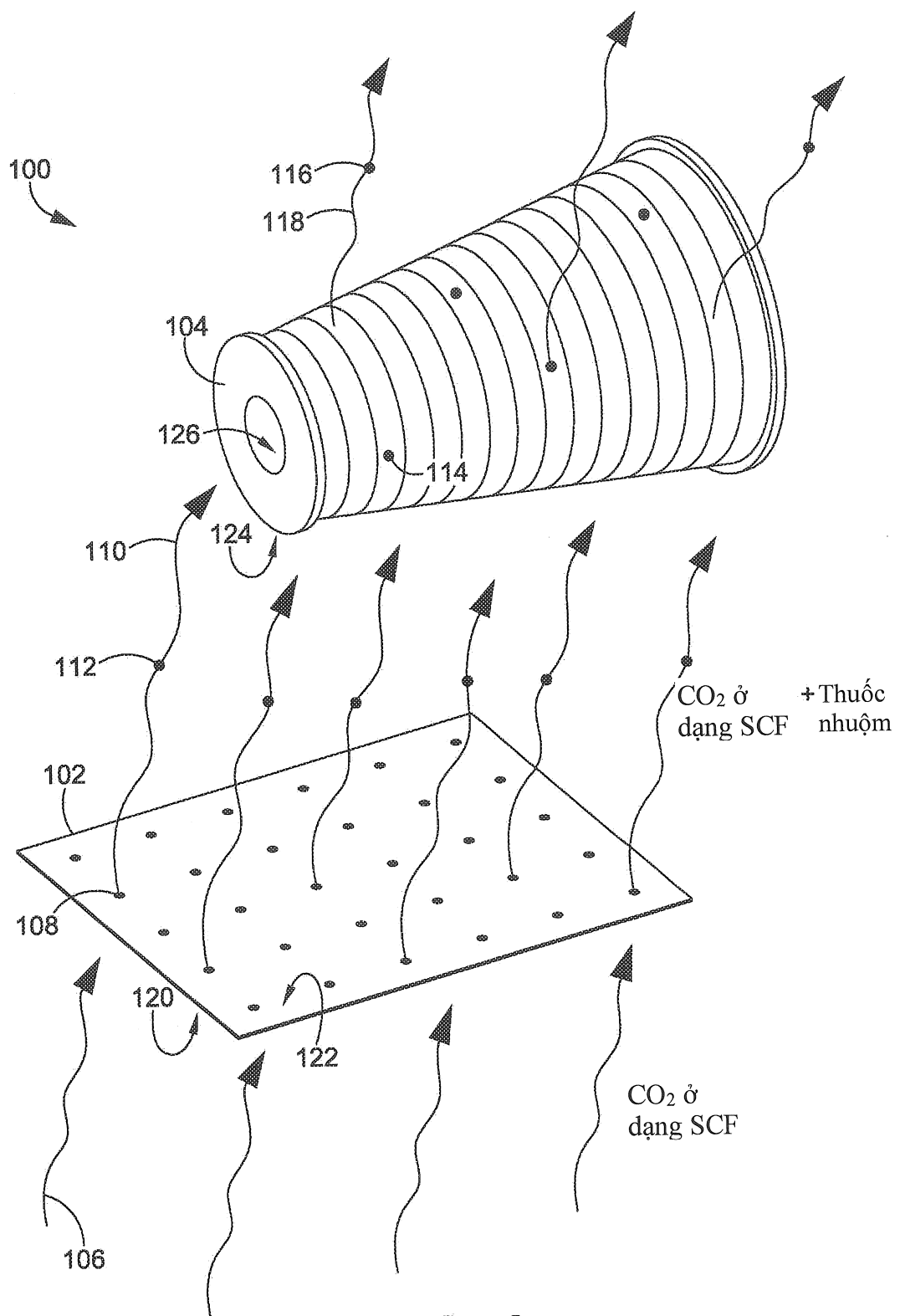


FIG. 1

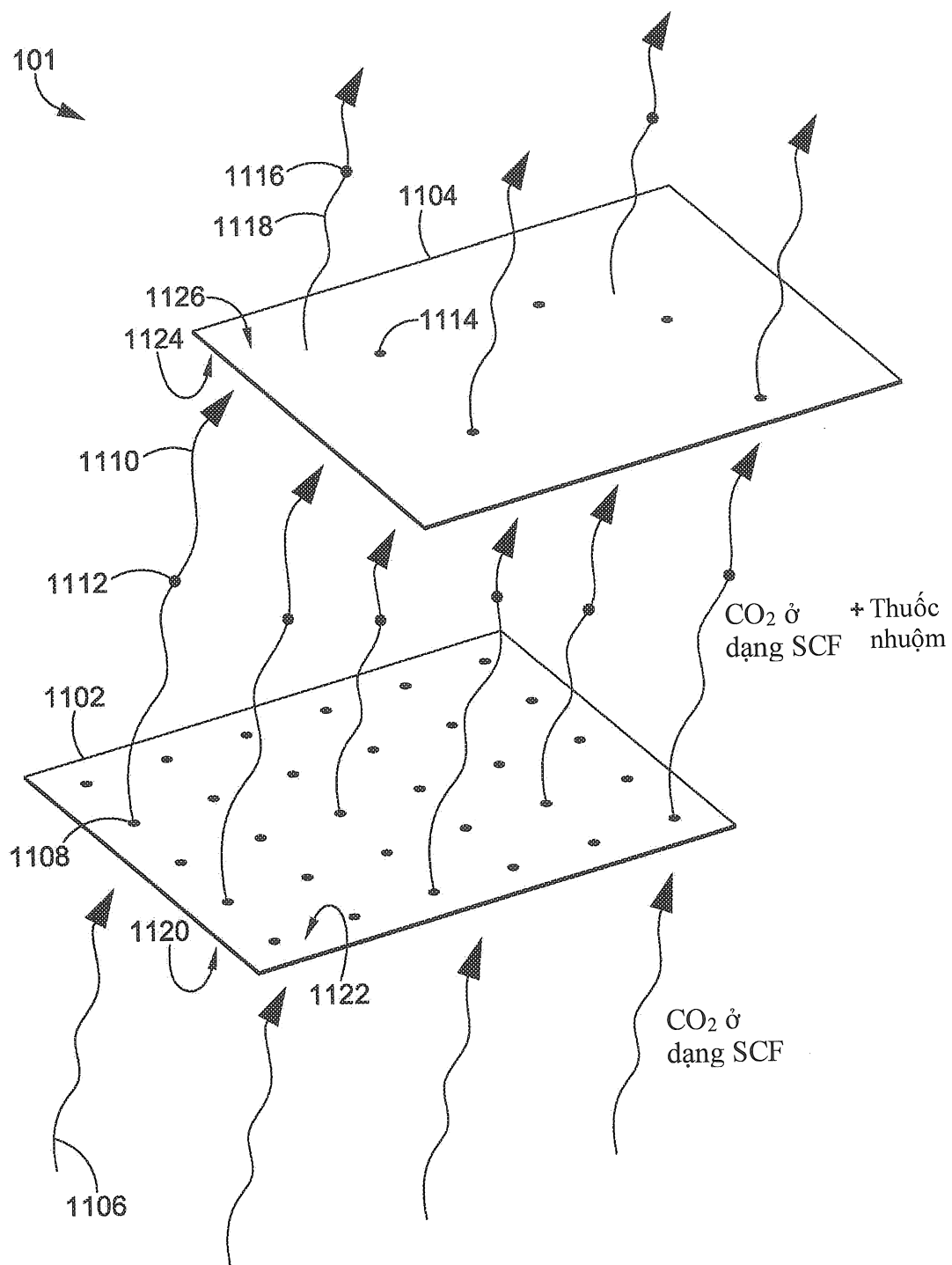
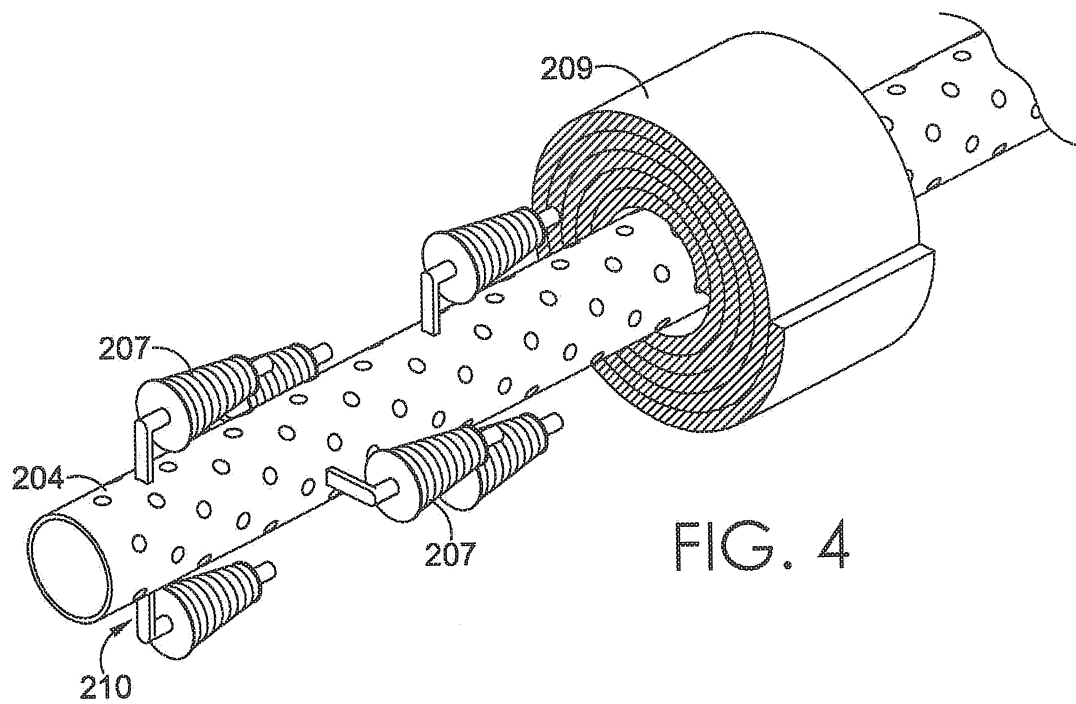
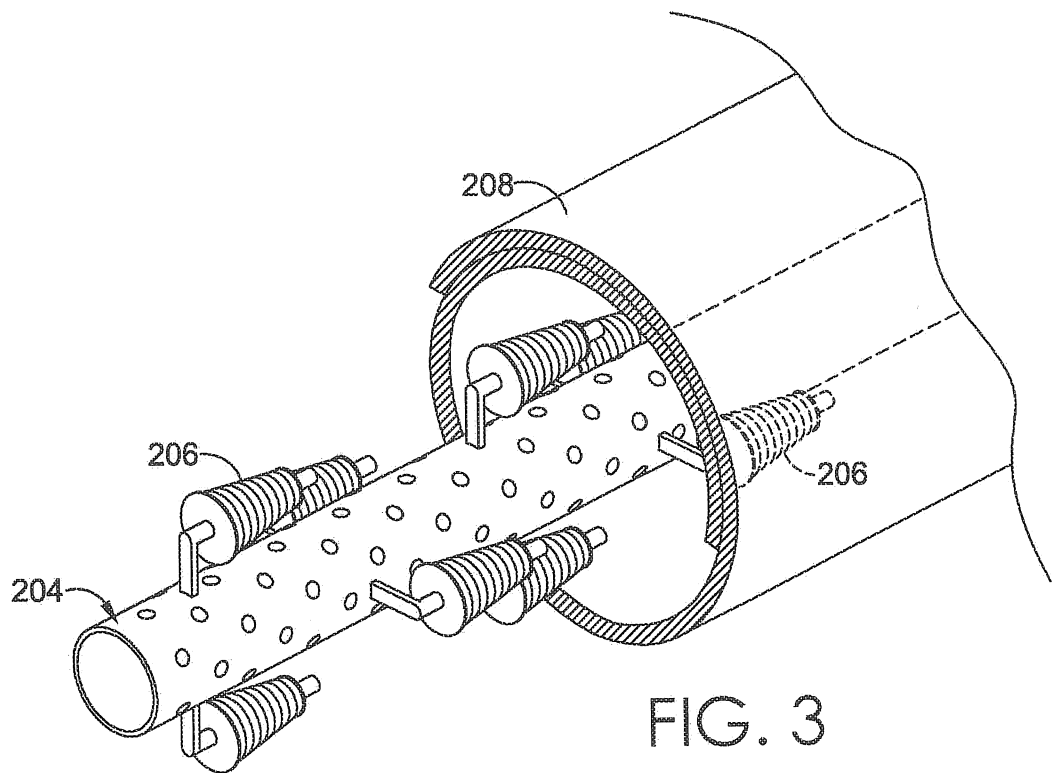
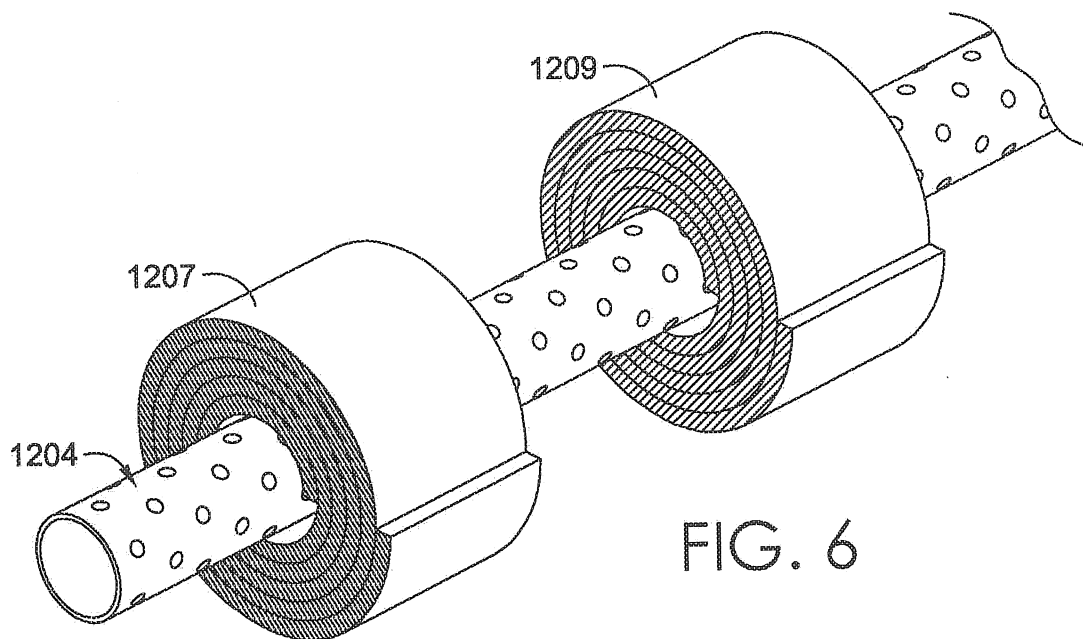
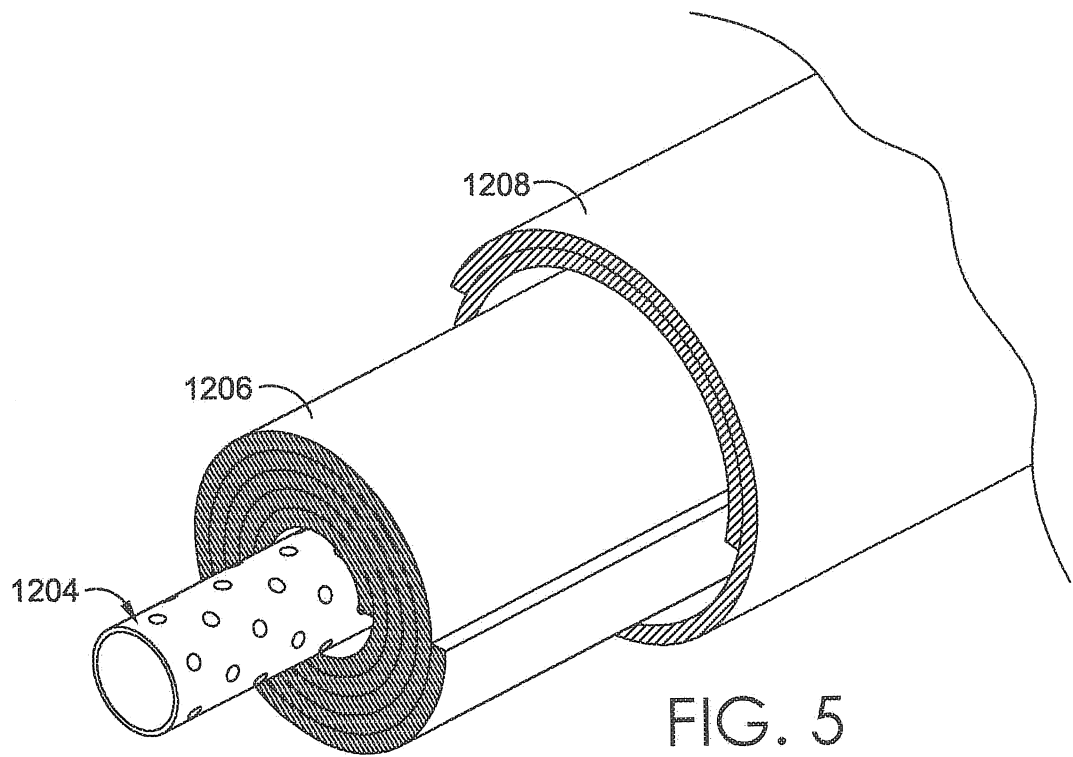
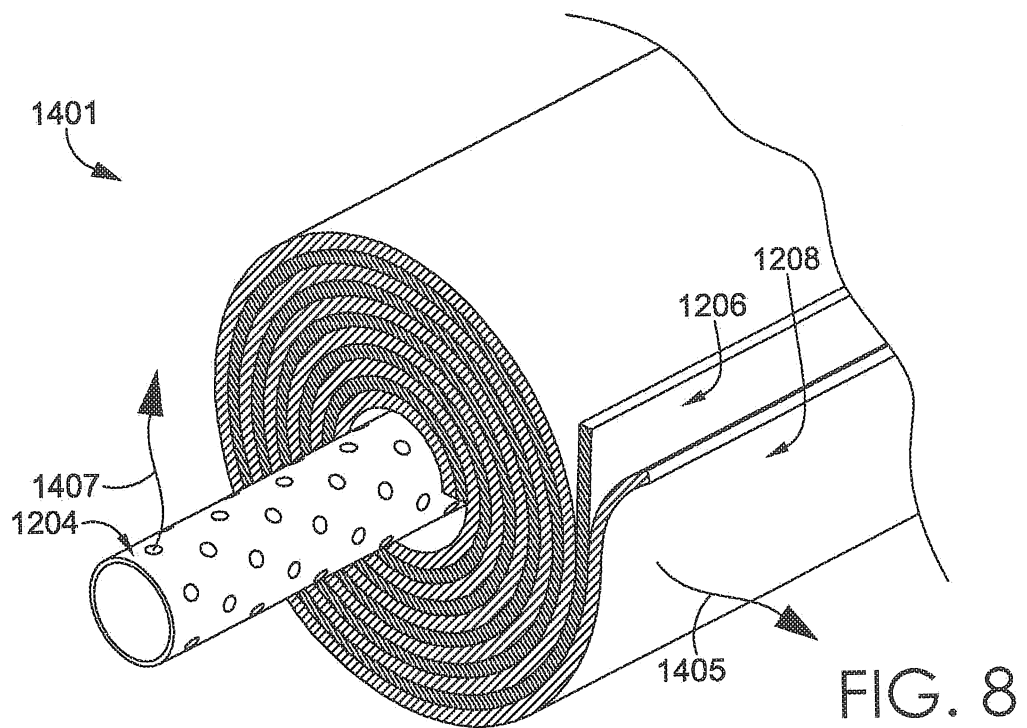
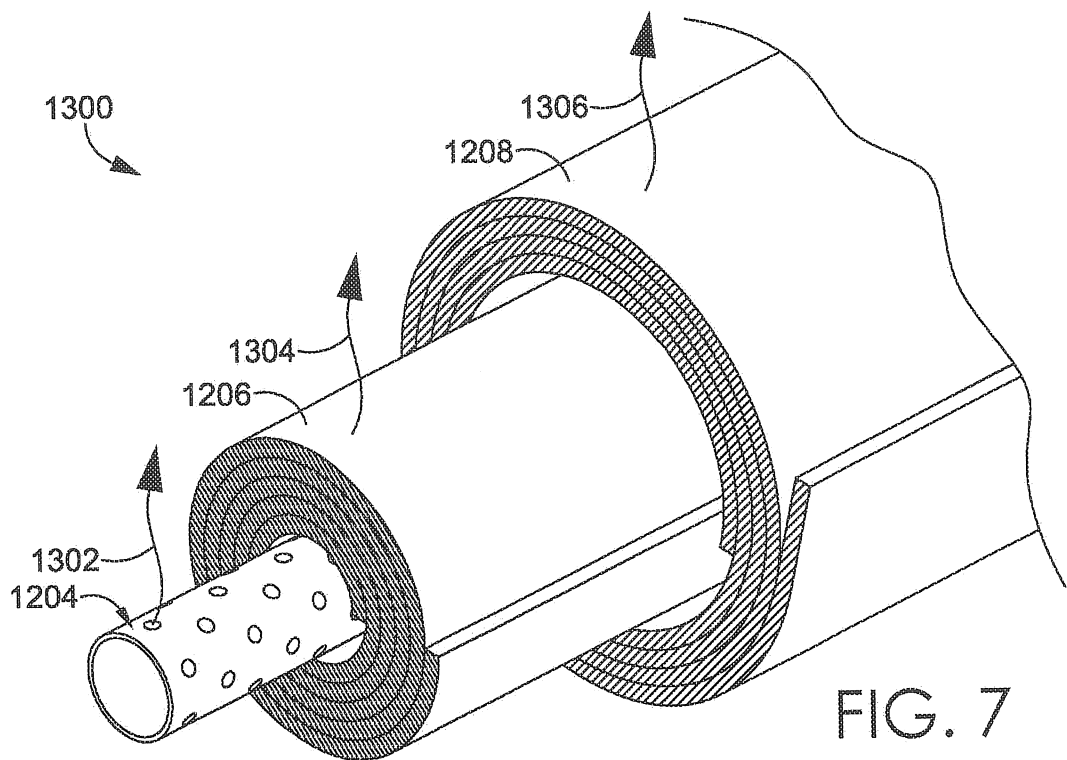
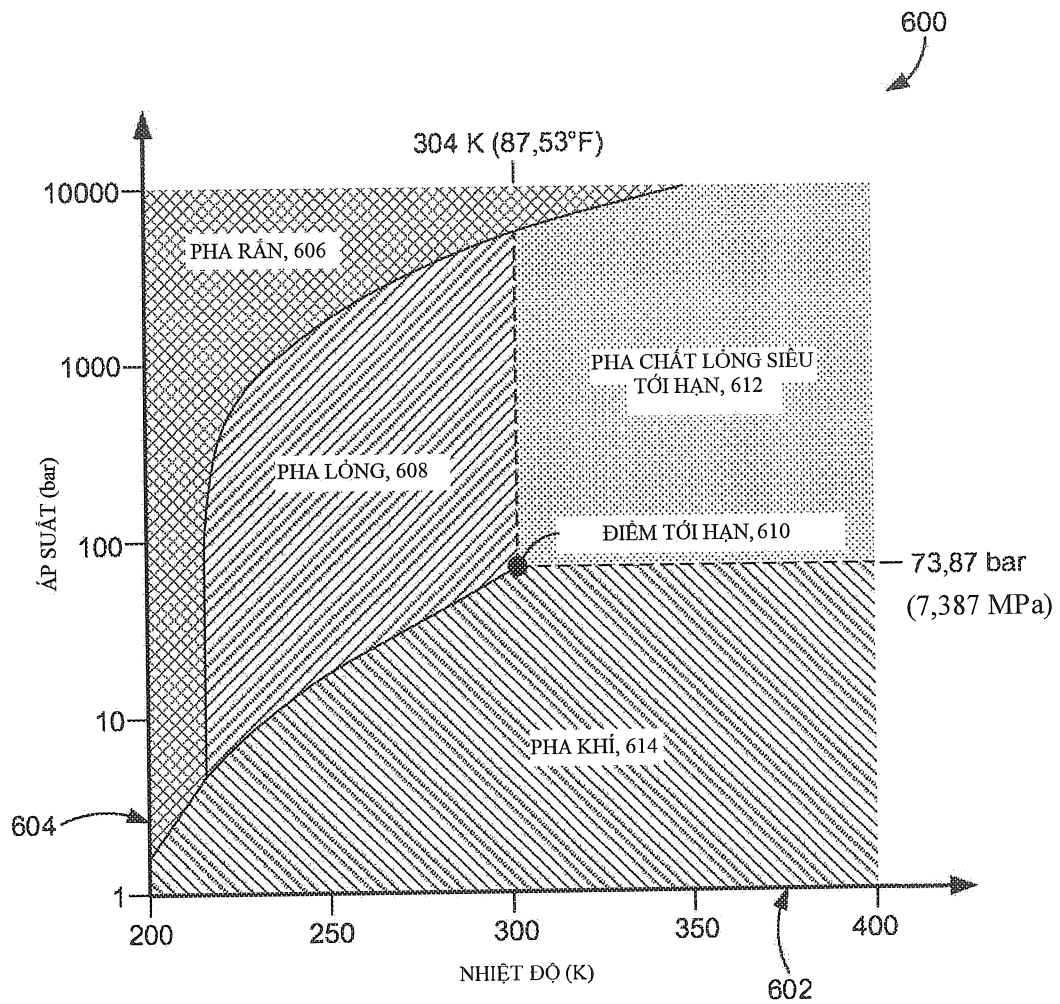


FIG. 2









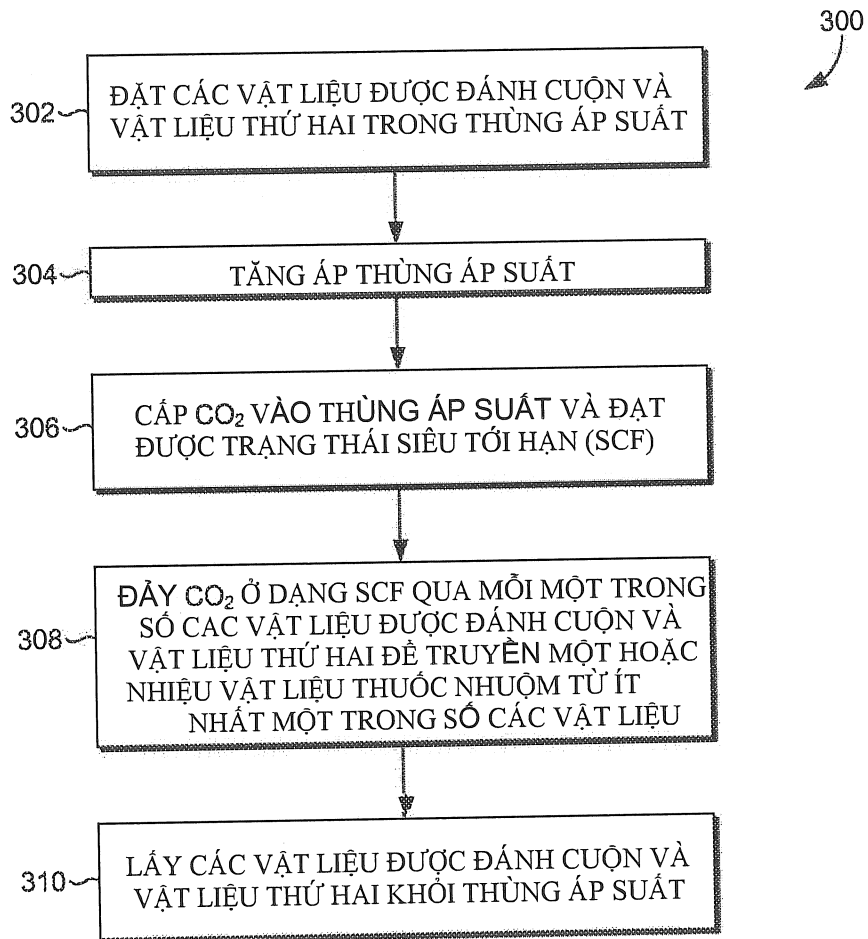


FIG. 10

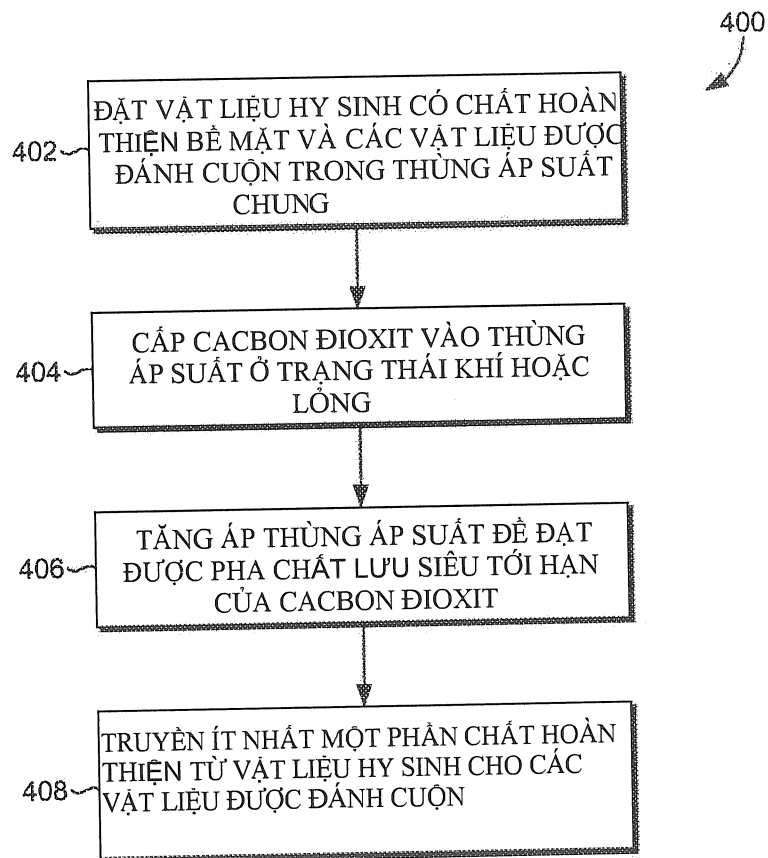


FIG. 11

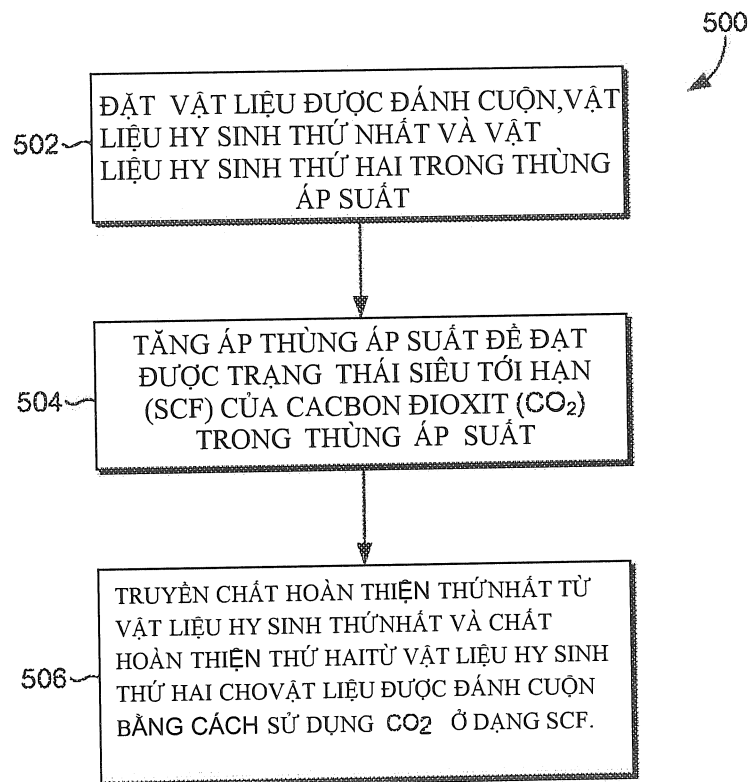


FIG. 12

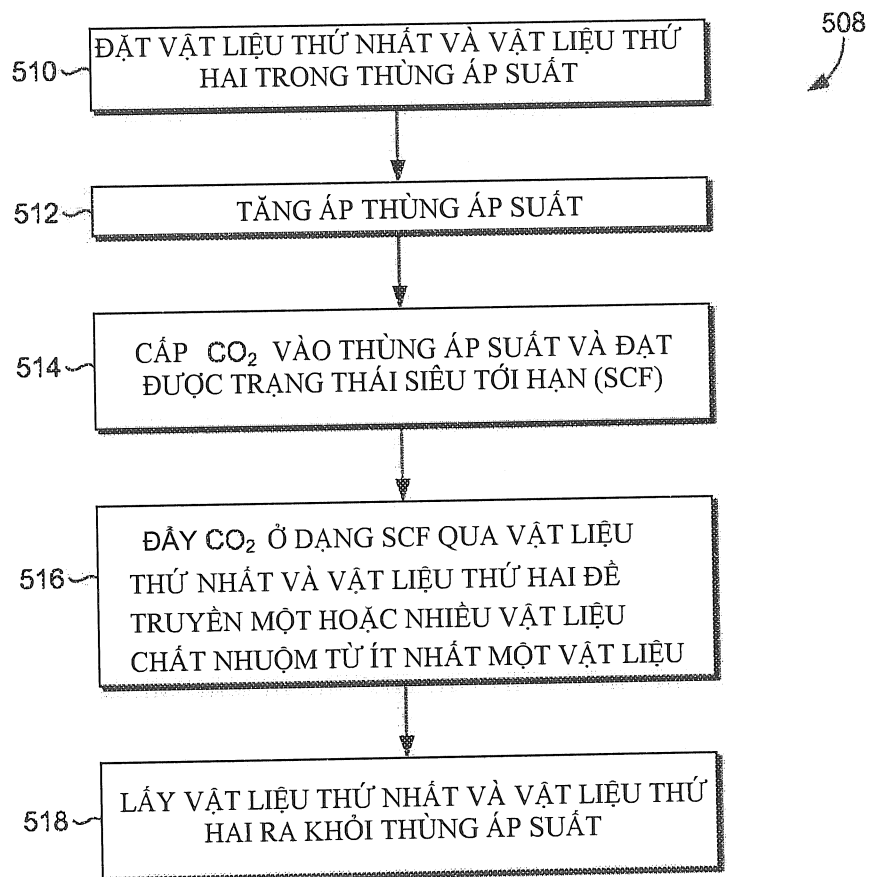


FIG. 13

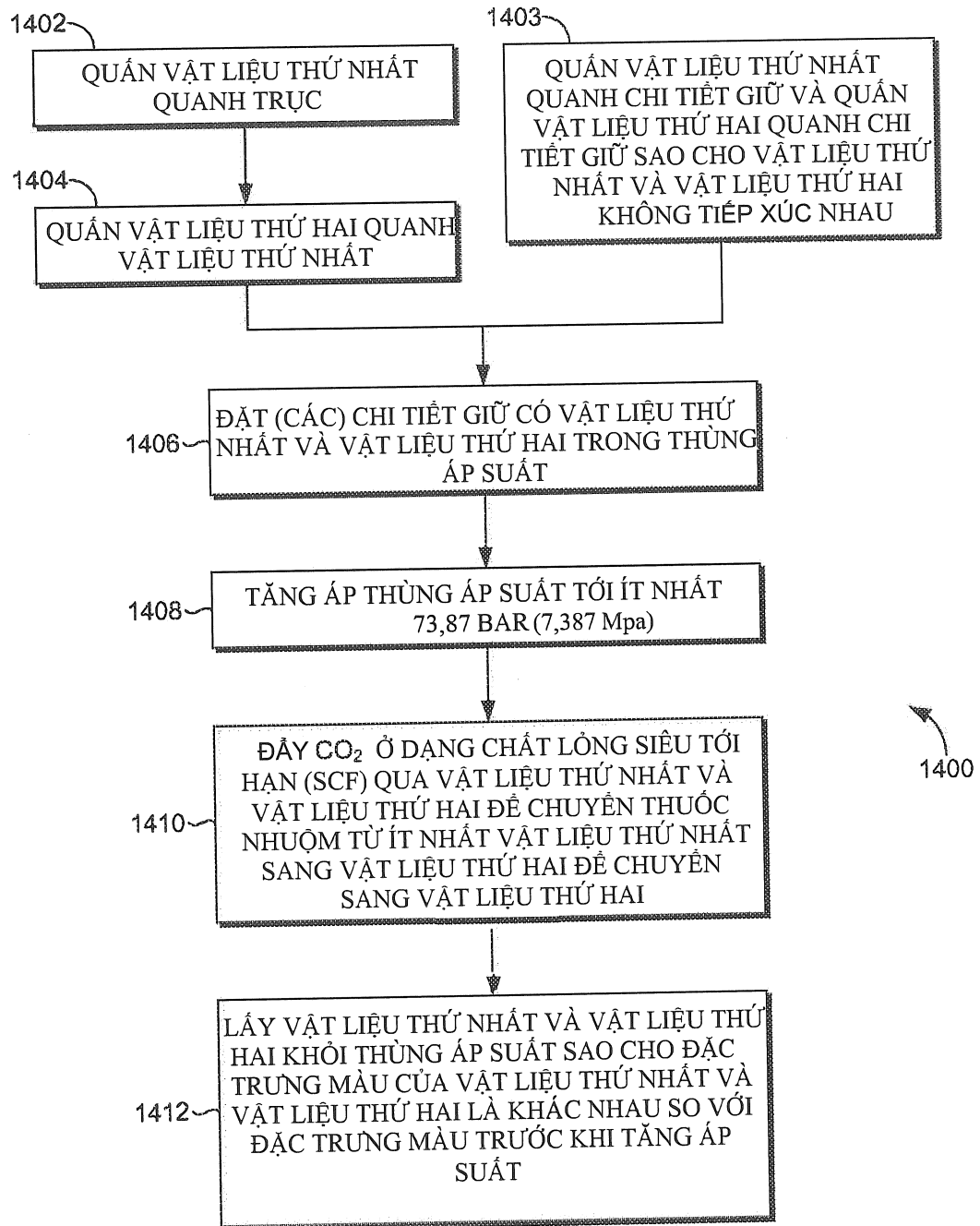


FIG. 14

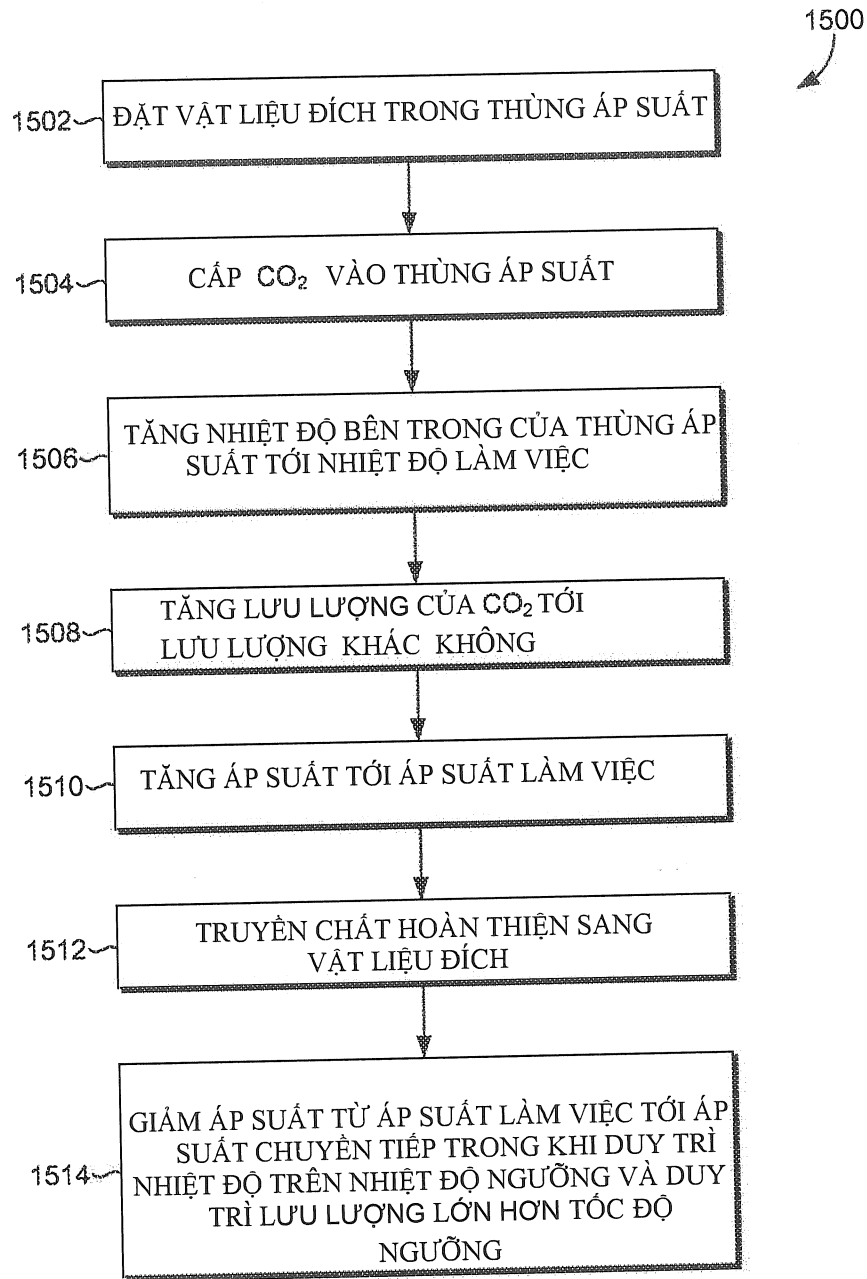


FIG. 15

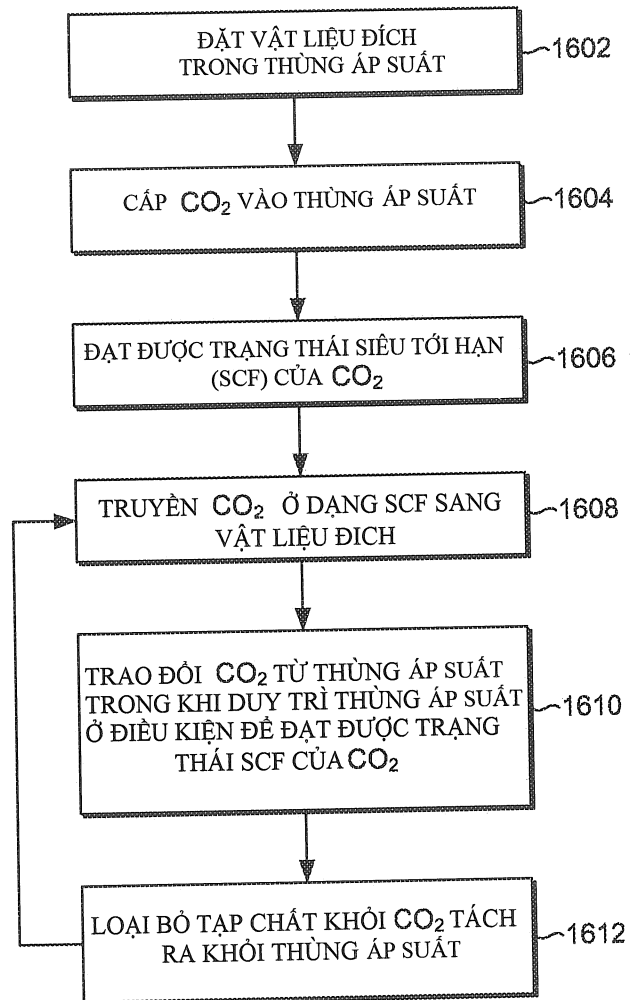


FIG. 16

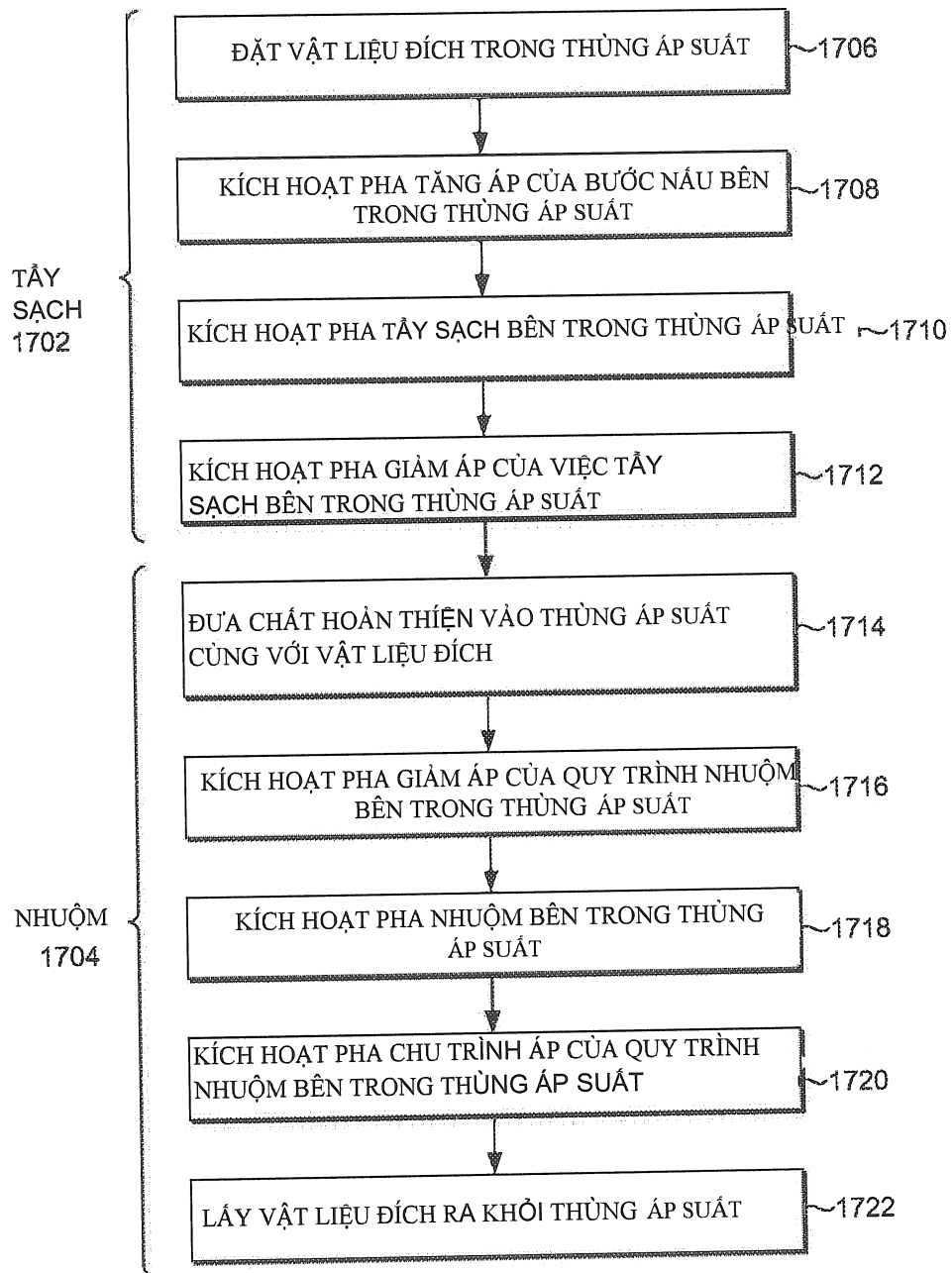


FIG. 17

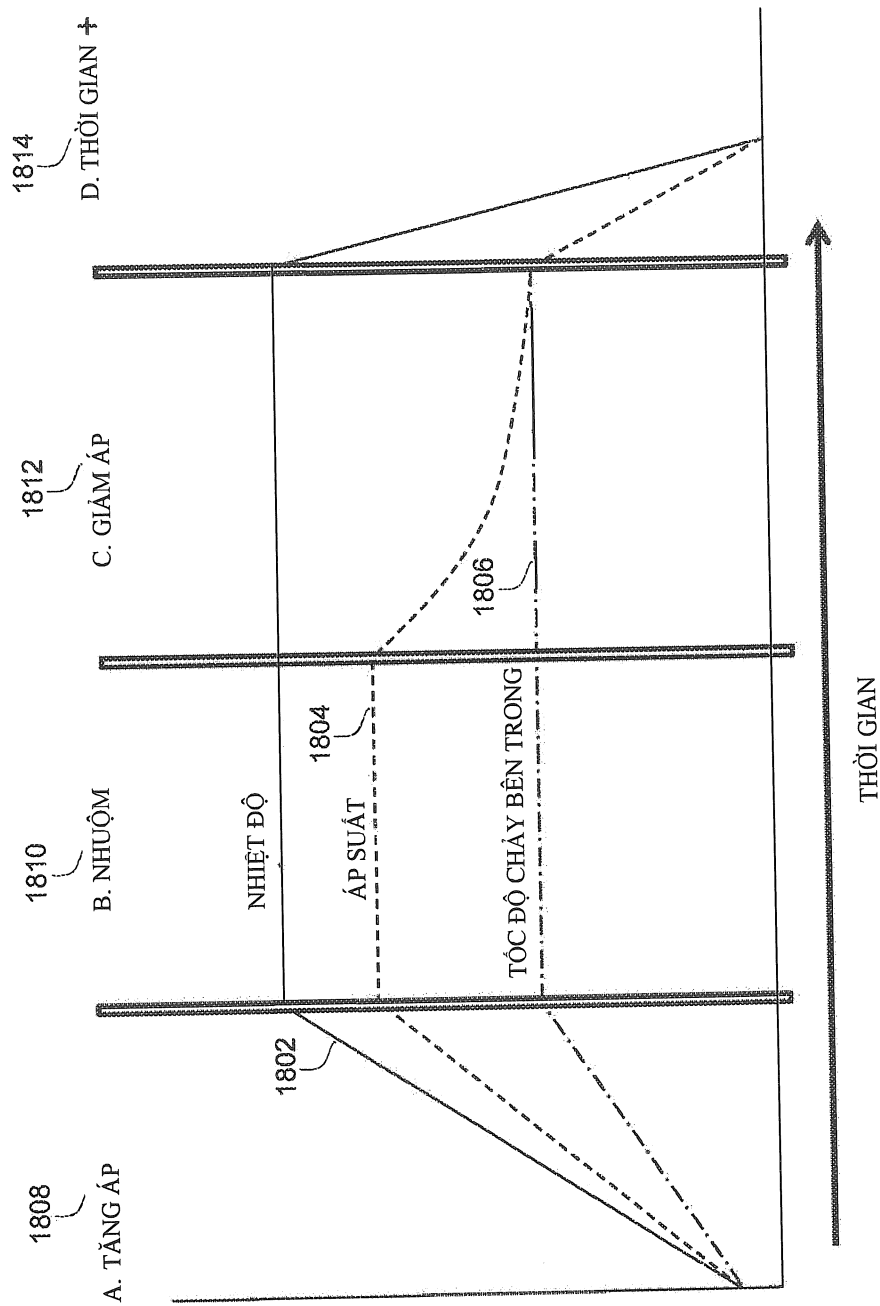


FIG. 18

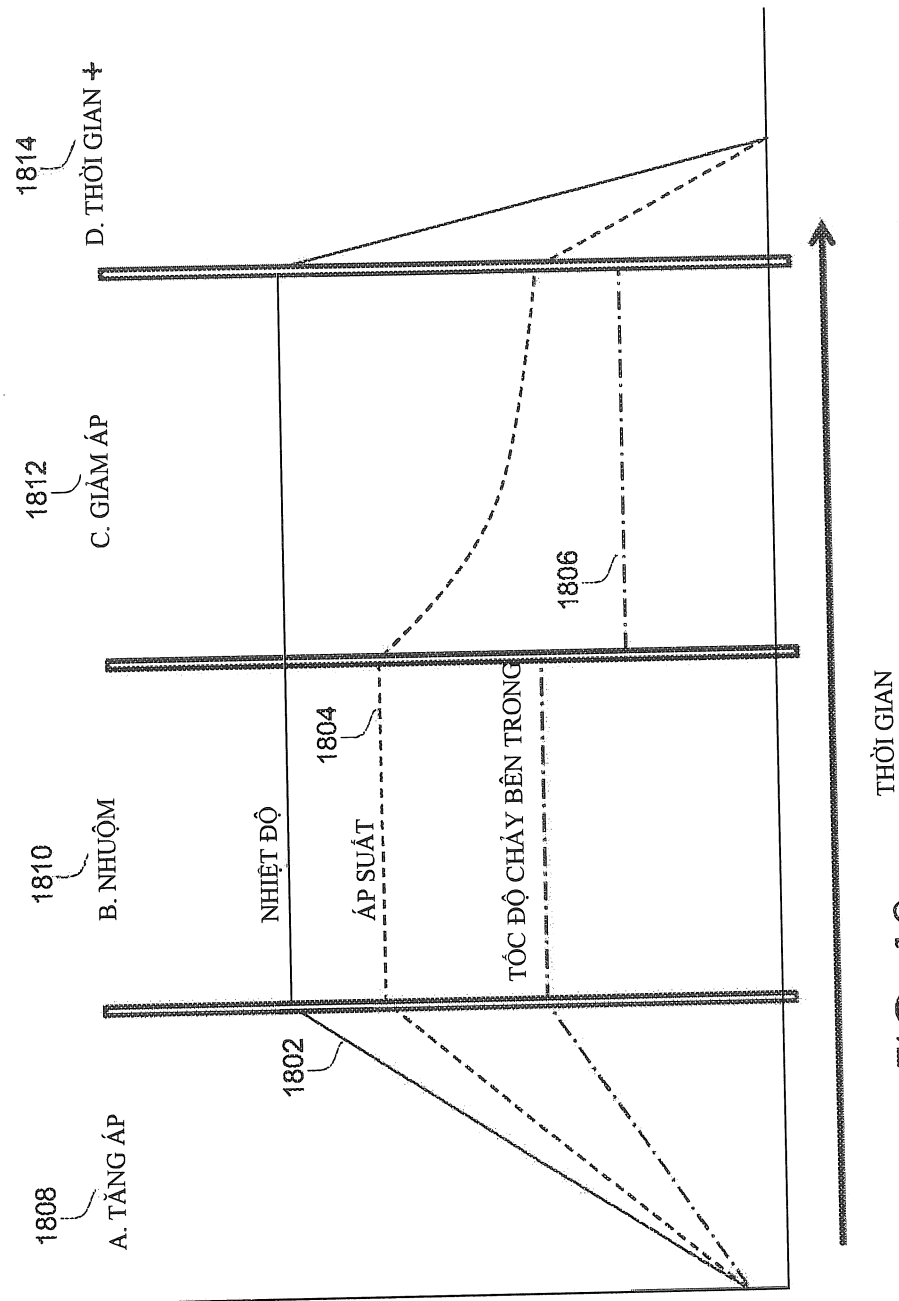
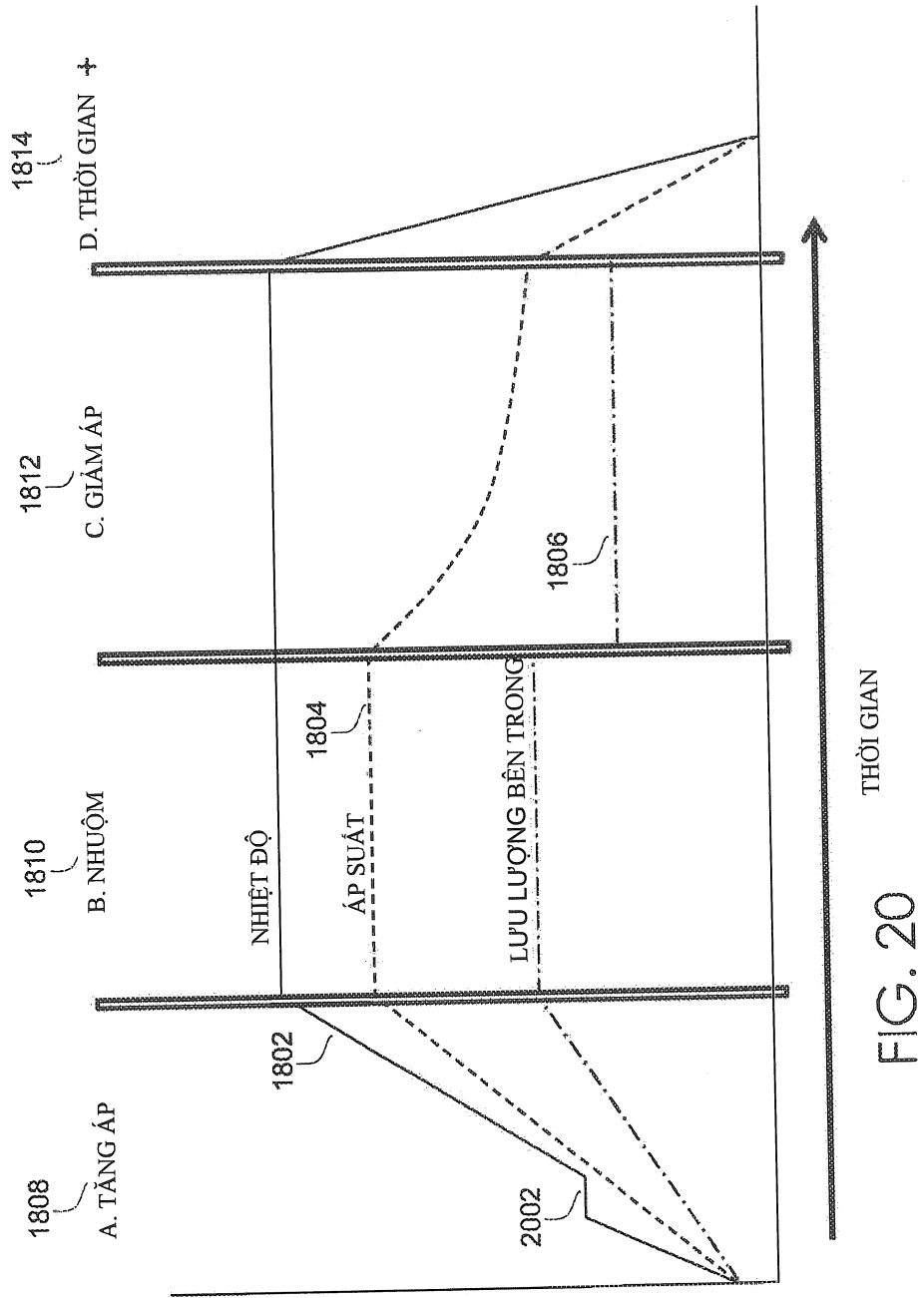
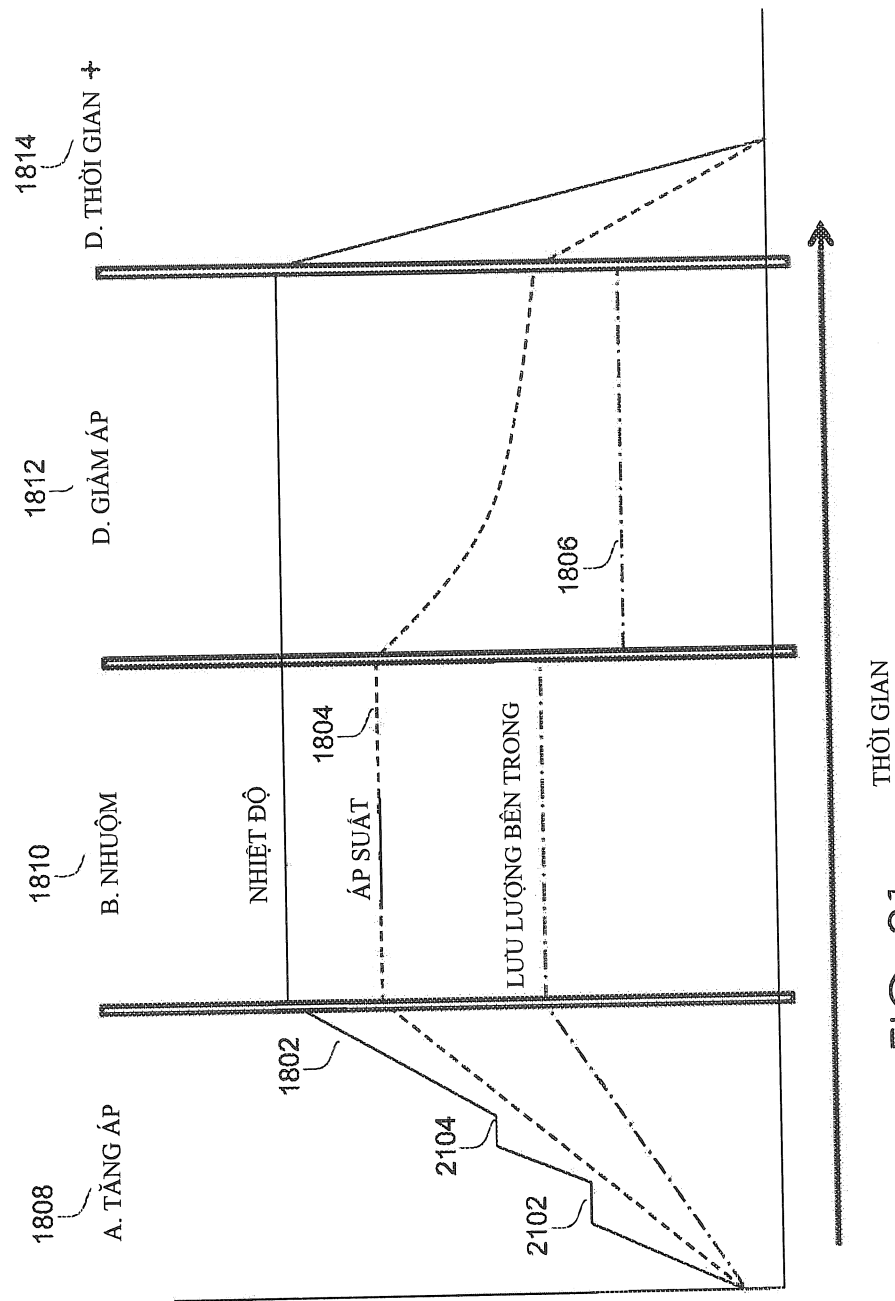


FIG. 19





THỜI GIAN

FIG. 21

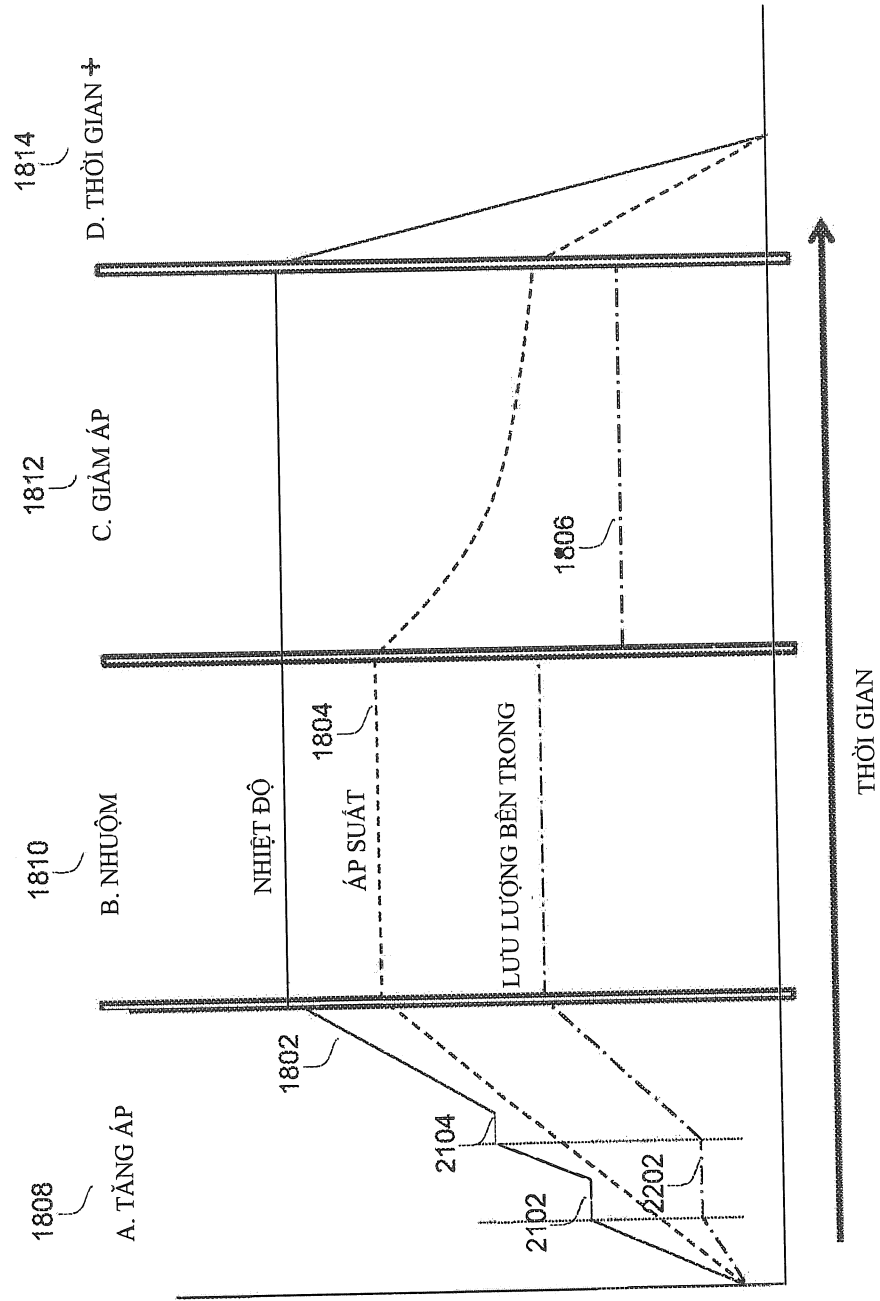


FIG. 22

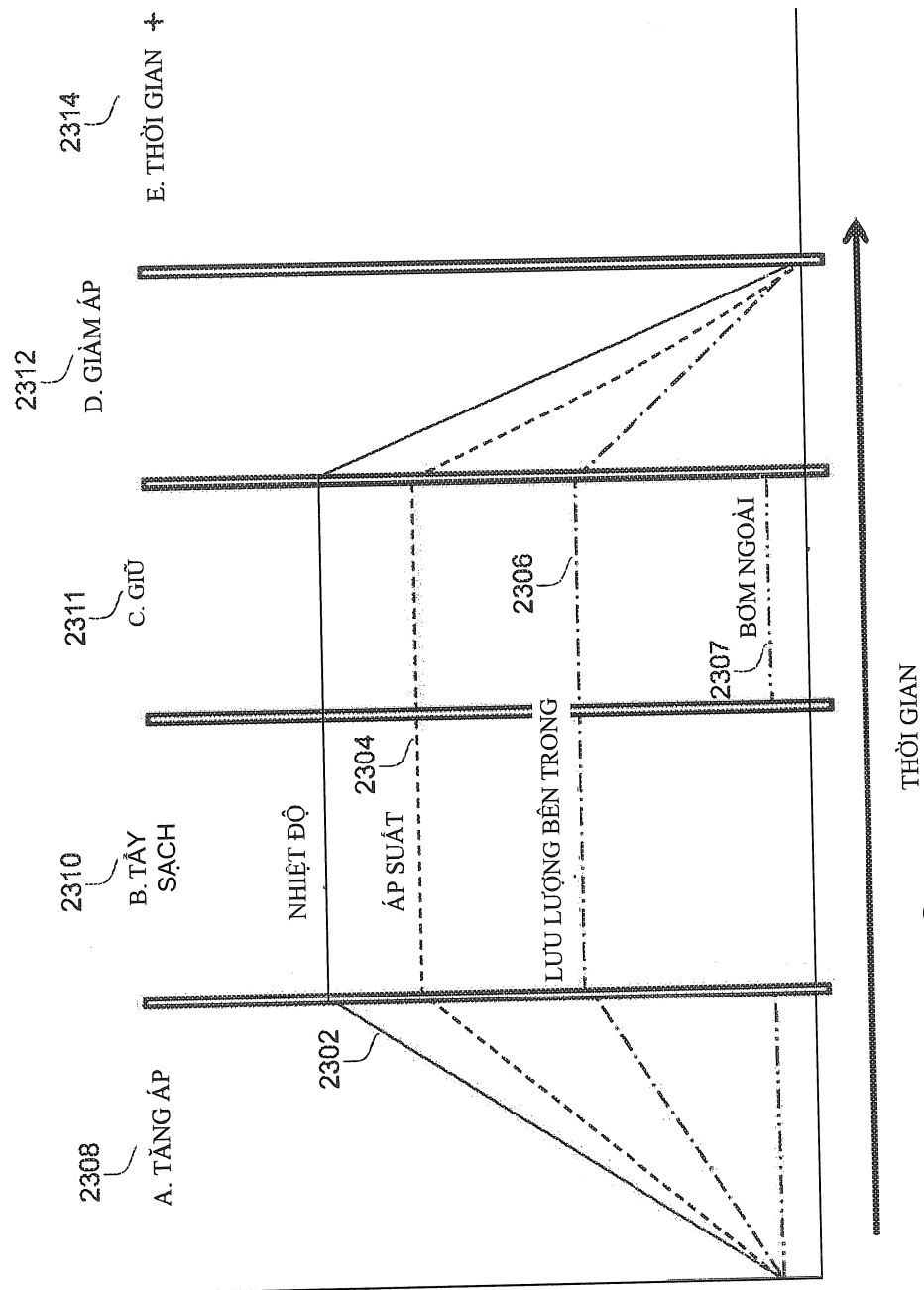


FIG. 23

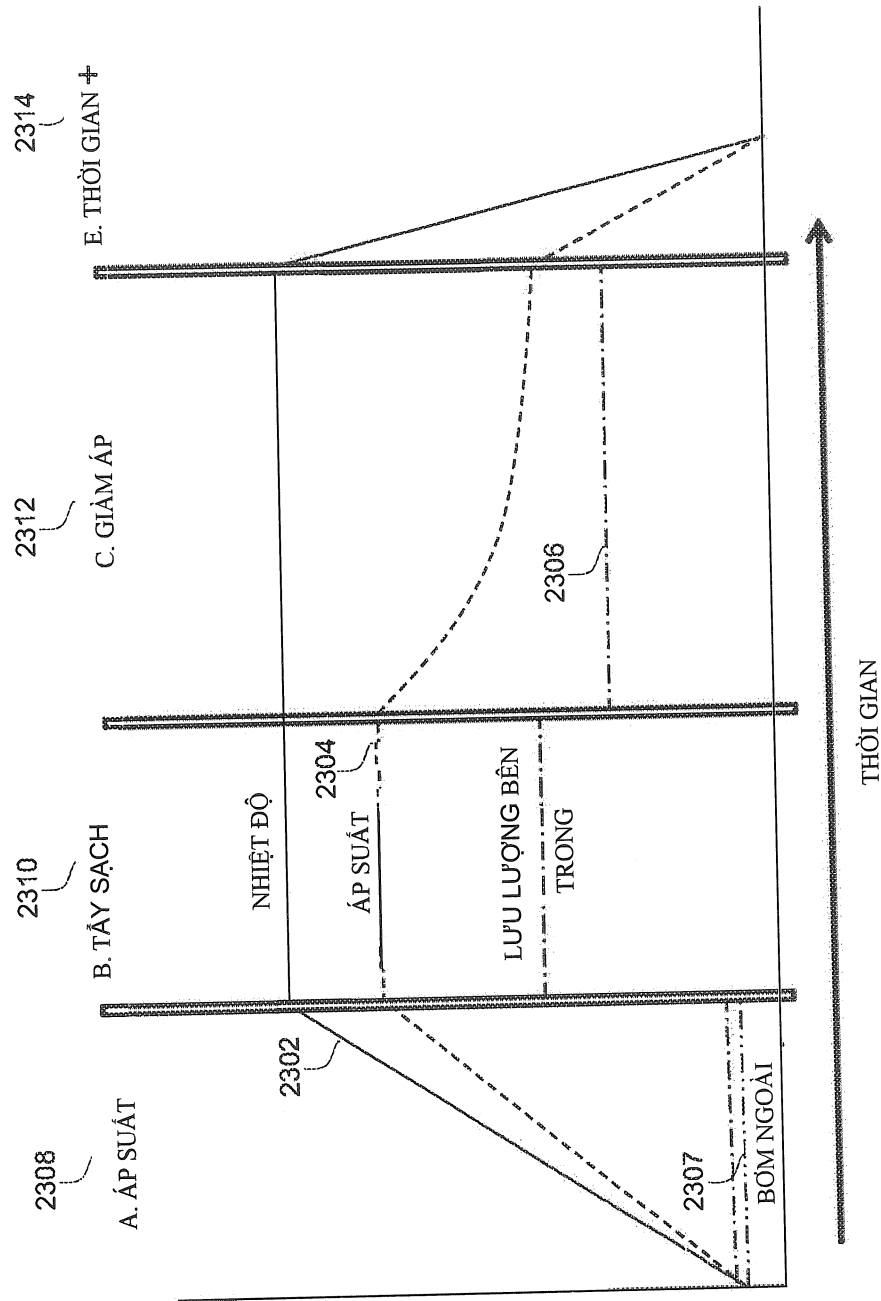


FIG. 24

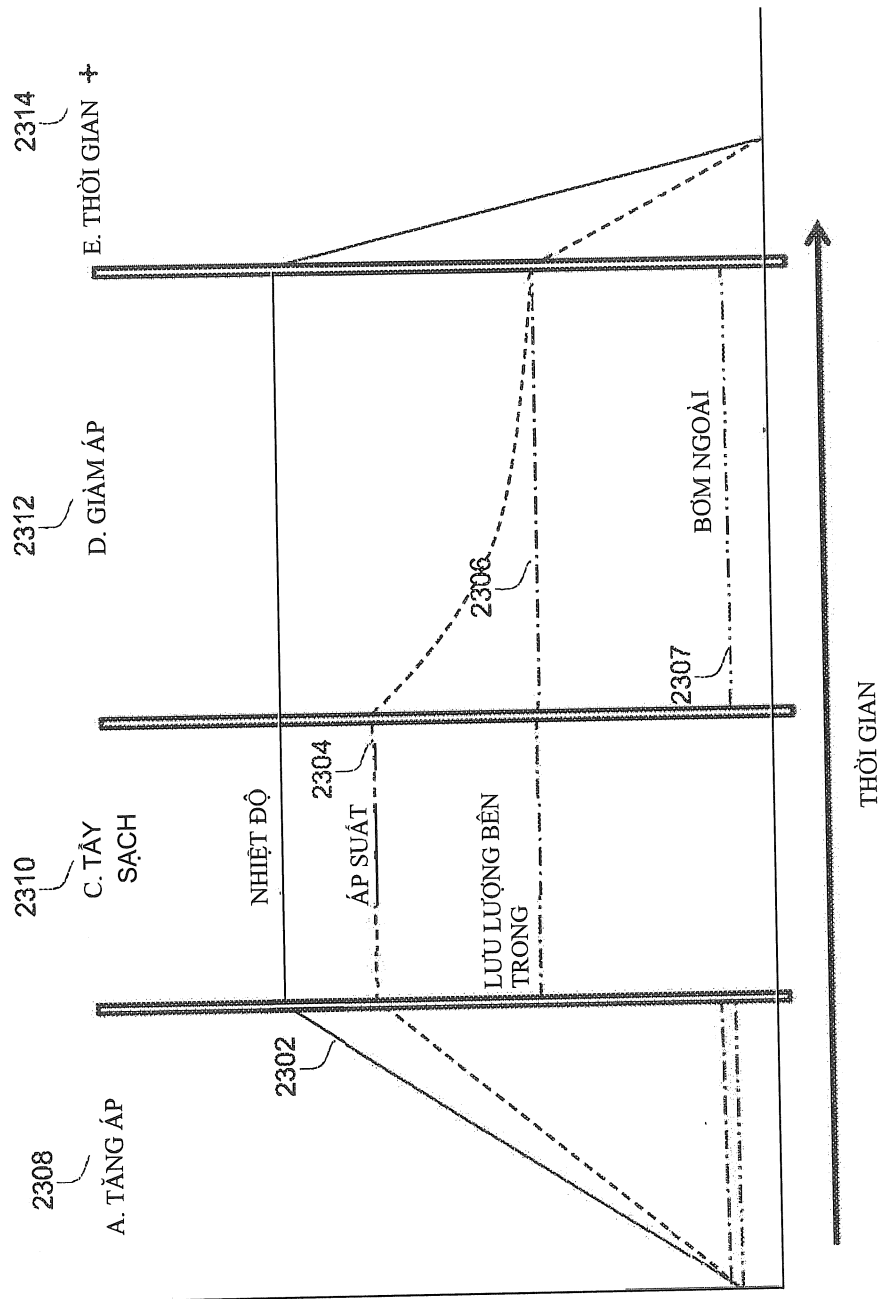


FIG. 25

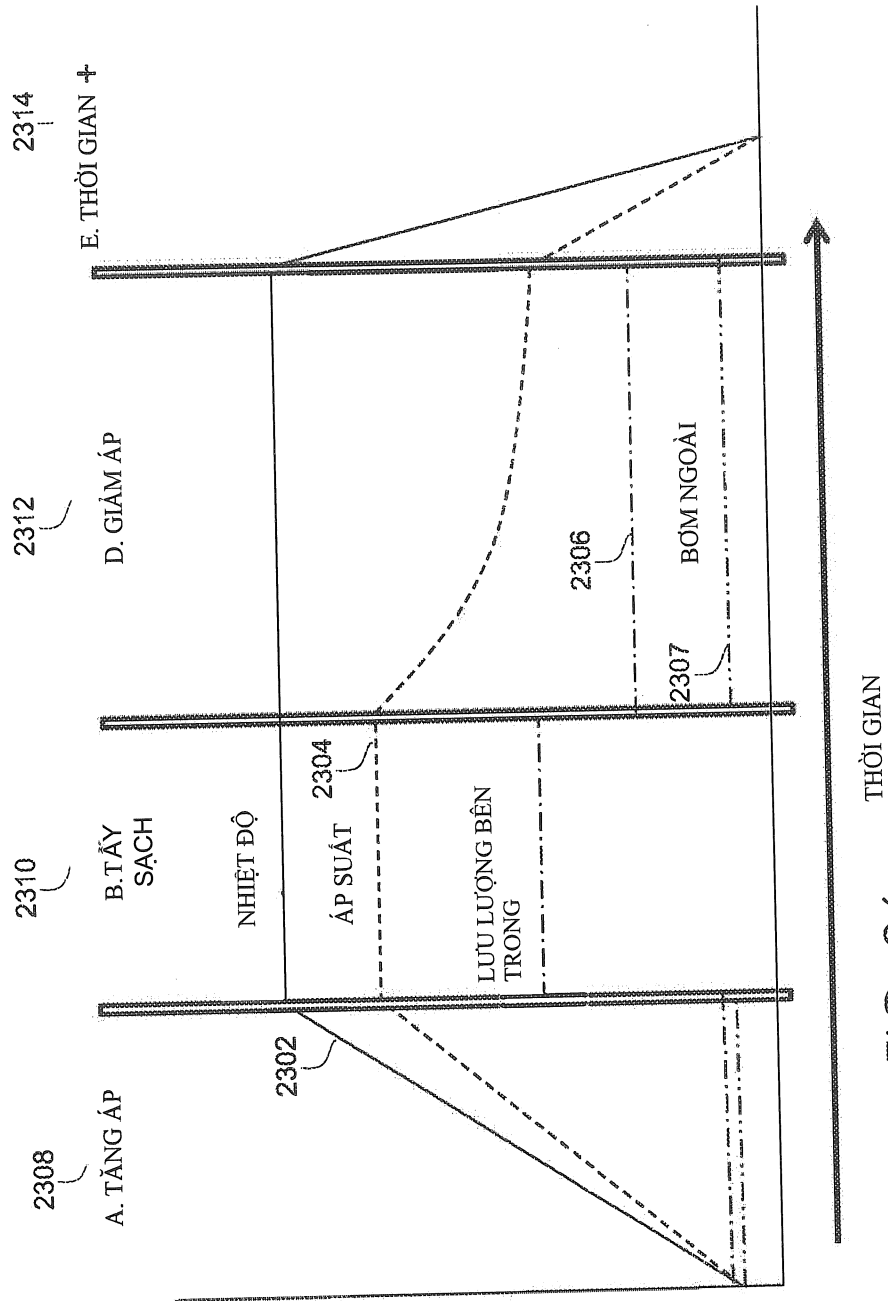


FIG. 26

	Tầng áp				Nhóm				Giảm áp						
	Nhiệt độ (°C)	Áp suất (Bar)	Lưu lượng bơm trong (m³/phút)	Bơm ngoài	Thời gian (phút)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất (Bar)	Lưu lượng bơm trong (m³/phút)	Bơm ngoài	Thời gian (phút)	Nhiệt độ (°C)	Áp suất (Bar)	Lưu lượng bơm trong (m³/phút)	Bơm ngoài	Thời gian (phút)
1	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bộ/Tắt	120	120	150	230-240	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 120	Kết thúc: 250													
2	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bộ/Tắt	120	120	100	230-240	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 120	Kết thúc: 250													
3	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bộ/Tắt	120	120	150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 120	Kết thúc: 250													
4	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bộ/Tắt	120	120	100	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 120	Kết thúc: 250													
5	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	120	250	175-200	Bộ/Tắt	120	120	150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 120	Kết thúc: 250													
6	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	120	250	175-200	Bộ/Tắt	120	120	100	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 120	Kết thúc: 250													
7	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	115	250	230-240	Bộ/Tắt	120	115	150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 115	Kết thúc: 250													
8	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	115	250	230-240	Bộ/Tắt	120	115	100	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 115	Kết thúc: 250													
9	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	115	250	175-200	Bộ/Tắt	120	115	150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 115	Kết thúc: 250													
10	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	115	250	175-200	Bộ/Tắt	120	115	100	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 115	Kết thúc: 250													
11	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	110	250	175-240	Bộ/Tắt	120	110	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110	Kết thúc: 250													
12	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi	110-120	250	175-240	Bộ/Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													
13	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Tắt trong khi nhiệt độ duy trì 10 phút	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													
14	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Tắt trong mỗi lần duy trì nhiệt độ 5 phút	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													
15	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Tắt từ khi bắt đầu duy trì nhiệt độ lần, thứ nhất đến khi bắt đầu duy trì nhiệt độ lần thứ hai	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													
16	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Tắt từ khi bắt đầu duy trì nhiệt độ lần, thứ nhất đến khi bắt đầu duy trì nhiệt độ lần thứ hai	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													
17	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Tắt trong mỗi lần duy trì nhiệt độ	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	90	110-120	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													
18	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Tắt trong mỗi lần duy trì nhiệt độ	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	60	110-120	100-150	90-130	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													
19	Bắt đầu: 80-90	Bắt đầu: ~188	90-130	Tắt trong mỗi lần duy trì nhiệt độ	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	60-120	110-120	100-150	90-240	Bộ/Tắt	Thay đổi
	Kết thúc: 110-120	Kết thúc: 250													

80=230-240
70=175-200
40=90-130

FIG. 27