



(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)



1-0027919

(51)⁷ D06P 1/94; D06M 23/10

(13) B

(21) 1-2017-03670

(22) 19/02/2016

(86) PCT/US2016/018668 19/02/2016

(87) WO 2016/134252 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;
62/296,980 18/02/2016 US

(45) 25/04/2021 397

(43) 27/11/2017 356A

(73) NIKE Innovate C.V. (US)

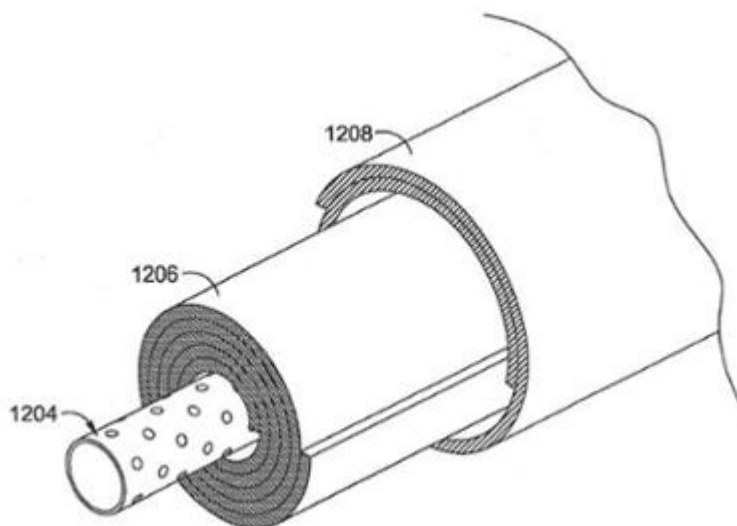
A Dutch Partnership, One Bowerman Drive, Beaverton, Oregon 97005-6453, United States of America

(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 HOÀN TẤT NGUYÊN LIỆU ĐÍCH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp hoàn tất nguyên liệu đích bằng chất hoàn tất bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn. Một hoặc nhiều biến số được lựa chọn từ nhiệt độ, áp suất, lưu lượng và thời gian được xử lý để tăng hiệu suất trong các quy trình hoàn tất. Khi nhiệt độ hoặc áp suất giảm làm thay đổi tỷ trọng của cacbon đioxit ở dạng chất lưu siêu tới hạn để lại gây ra sự kết tủa của chất hoàn tất hòa tan với cacbon đioxit, thì các biến số khác được duy trì trên trị số ngưỡng để làm tăng khả năng hấp thụ chất hoàn tất của nguyên liệu đích. Sự cải thiện này làm giảm thời gian bằng cách hạn chế các quy trình làm sạch hệ thống, tiết kiệm nguyên liệu dùng trong quy trình làm sạch và tiết kiệm năng lượng dùng để thực hiện các chu trình xử lý theo các khía cạnh của sáng chế.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp hoàn tất nguyên liệu trong chất lưu siêu tới hạn

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp nhuộm nguyên liệu truyền thống thường sử dụng một lượng nước lớn, điều này có thể ảnh hưởng đến nguồn nước sạch và còn khiến cho các thành phần hóa chất không mong muốn xâm nhập vào dòng nước thải. Kết quả là, việc sử dụng chất lưu siêu tới hạn đã được nghiên cứu như là một phương án thay thế cho quy trình nhuộm trong môi trường nước truyền thống. Tuy nhiên, đã có nhiều thách thức với việc sử dụng chất lưu siêu tới hạn (supercritical fluid: “SCF”) như cacbon đioxit (“CO₂”), trong quy trình nhuộm. Ví dụ, sự tương tác của chất nhuộm với SCF, bao gồm độ hòa tan, khả năng cấp, độ phân tán, khả năng tuần hoàn, độ kết tủa và đặc tính tương tác, đều có các vấn đề được đặt ra khi nhuộm ở quy mô công nghiệp trong SCF. Sáng chế Mỹ số 6.261.326 (viết tắt là “sáng chế ‘326’”) của Hendrix và các cộng sự nộp ngày 13 tháng 1 năm 2000 và đã chuyển nhượng cho Trường đại học quốc gia Bắc Carolina (North Carolina State University) đã cố gắng hoàn tất các giải pháp đã nghiên cứu trước đây về sự tương tác của SCF và chất nhuộm. Sáng chế ‘326 đã cố gắng giải quyết các vấn đề về sự tương tác với thiết bị chuẩn bị riêng rẽ để cấp thuốc nhuộm vào SCF và sau đó chuyển dung dịch thuốc nhuộm và SCF vào hệ thống xử lý nguyên liệu dệt để nhuộm nguyên liệu. Trong ví dụ theo sáng chế ‘326, thuốc nhuộm được cấp vào bình chứa nguyên liệu cần nhuộm kết hợp với SCF, điều này có thể làm tăng độ phức tạp của quy trình và các thành phần của hệ thống.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp hoàn tất nguyên liệu đích bằng chất hoàn tất trong môi trường cacbon đioxit ở dạng chất lưu siêu tới hạn. Các biến số của quy trình này được sử dụng theo các trình tự khác nhau để thu được sự chuyển có hiệu quả hơn của chất hoàn tất vào nguyên liệu đích. Các biến số bao gồm thời gian, áp suất, nhiệt, lưu lượng trong và sự chuyển CO₂ vào bình cao áp. Theo một khía cạnh của sáng chế, nhiệt độ được duy trì trên trị số ngưỡng khi áp suất giảm từ áp suất làm

việc xuống áp suất chuyển tiếp. Trình tự xử lý biến số cho phép thu được khả năng hấp thụ chất hoàn tất lớn hơn của nguyên liệu đích và ít chất hoàn tất dư hơn kết tủa trên các bề mặt của hệ thống.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 là hình ảnh minh họa có tính chất ví dụ biểu thị sự chuyển thuốc nhuộm sang nguyên liệu cuốn trên ống từ nguyên liệu thứ hai bằng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.2 là hình ảnh minh họa có tính chất ví dụ biểu thị sự chuyển thuốc nhuộm từ nguyên liệu thứ nhất sang nguyên liệu thứ hai bằng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

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

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

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

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

Fig.7 là hình vẽ minh họa cách cuộn nối tiếp hai nguyên liệu xung quanh trục cuốn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ minh họa hai nguyên liệu cuộn đồng thời xung quanh trục cuốn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ minh họa pha nhiệt độ và áp suất của cacbon đioxit theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.10 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để đưa thuốc nhuộm vào các nguyên liệu cuốn trên ống bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.11 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để đưa chất hoàn tất vào các nguyên liệu cuốn trên ống bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.12 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để đưa chất hoàn tất thứ nhất và chất hoàn tất thứ hai vào các nguyên liệu cuốn trên ống bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.13 là lưu đồ minh họa phương pháp nhuộm nguyên liệu trong chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

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

Fig.15 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để đưa chất hoàn tất vào nguyên liệu đích theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.16 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để giặt nguyên liệu trong chất lưu siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.17 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để giặt và hoàn tất (ví dụ, nhuộm) nguyên liệu theo quy trình liên tục theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.18 đến Fig.22 là sơ đồ minh họa các biến số tương đối trong các giai đoạn nhuộm siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.23 đến Fig.26 là sơ đồ minh họa các biến số tương đối trong các pha giặt siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế; và

Fig.27 là hình vẽ minh họa bảng điều kiện làm việc ví dụ để nhuộm siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp theo sáng chế hướng tới việc hoàn tất nguyên liệu đích bằng chất hoàn tất trong môi trường cacbon đioxit ở dạng chất lưu siêu tới hạn. Các biến số của quy trình này được xử lý theo các trình tự khác nhau để thu được sự chuyển có hiệu quả hơn của chất hoàn tất vào nguyên liệu đích. Các biến số này bao gồm thời gian, áp suất, nhiệt, lưu lượng trong trong bình cao áp và sự trao đổi chất tác dụng (ví dụ, CO₂). Theo một khía cạnh của sáng chế, nhiệt độ được duy trì trên trị số ngưỡng khi áp suất

giảm từ áp suất làm việc xuống áp suất chuyển tiếp. Ví dụ, nhiệt độ và lưu lượng trong được duy trì trên các trị số ngưỡng tương ứng cho đến khi tỷ trọng của CO₂ vượt qua mức trong đó thuốc nhuộm tách khỏi dung dịch cùng với CO₂. Trình tự xử lý biến số cho phép thu được khả năng hấp thụ chất hoàn tất lớn hơn của nguyên liệu đích và ít chất hoàn tất dư hơn kết tủa trên các bề mặt của hệ thống. Kết quả là, các khía cạnh phụ của sáng chế dự định sẽ bỏ hoặc giảm bớt khả năng sử dụng quy trình làm sạch giữa các quy trình hoàn tất nguyên liệu đích.

Nguyên liệu như vải dệt (nghĩa là, vải, quần áo) và/hoặc nguyên liệu cuộn trên ống (ví dụ, sợi, chỉ, tơ filamăng, sợi dây, dây bện, ruybăng và các nguyên liệu dài liên tục khác) đều có thể được xử lý bằng chất hoàn tất 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, nguyên 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 nguyên liệu như vải dệt theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Theo một khía cạnh phụ của sáng chế, thuốc nhuộm là chất hoàn tất như chất hoàn tất đẩy nước bên (nghĩa là, kỵ nước), chất hoàn tất chống cháy, chất hoàn tất chống vi sinh vật, chất hoàn tất ưa nước và chất hoàn tất tương tự. Theo các khía cạnh khác của sáng chế, thuốc nhuộm không phải là chất hoàn tất vải dệt khác với chất màu và theo các khía cạnh khác của sáng chế, thì thuốc nhuộm là chất hoàn tất vải dệt khác với chất màu khi được quy định 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 vào đó, thuốc nhuộm hoặc quá trình nhuộm bao gồm chất hoàn tất hoặc quy trình hoàn tất nguyên liệu đích. Chất nhuộm mà 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 thành phần hóa chất xử lý được đưa vào nguyên 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 vấn đề là các thành phần hóa chất được sử dụng trong quy trình nhuộm lẫn vào dòng nước thải.

Cacbon đioxit ("CO₂") ở dạng chất lưu siêu tới hạn ("SCF") tồn tại ở trạng thái lỏng của CO₂ có đặc tính của cả chất khí lẫn chất lỏng. CO₂ dưới dạng SCF có tỷ trọng giống chất lỏng và độ nhớt thấp và tính chất khuếch tán giống chất khí. Tỷ trọng giống

chất lỏng của SCF cho phép CO₂ dưới dạng SCF hòa tan chất nhuộm và các thành phần hóa chất dùng cho quá trình nhuộm sau cùng của nguyên 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 quy trình truyền thống dựa vào nước, chẳng hạn. Fig.9 là sơ đồ áp suất 604 và nhiệt độ 602 của CO₂ để làm nổi bật các pha khác nhau của CO₂ như pha rắn 606, pha lỏng 608, pha khí 610 và pha SCF 612. Như được minh họa, CO₂ có điểm tới hạn 614 ở nhiệt độ khoảng 304° Kelvin (nghĩa là, 87,53 °Fahrenheit, 30,85°C) và 73,87 bar (7,387 MPa) (nghĩa là, 72,9 atmophe, 7,387 MPa). Thường thì, ở nhiệt độ và áp suất cao hơn điểm tới hạn 614, thì CO₂ ở pha SCF.

Trong bản mô tả này, trong khi các ví dụ tham chiếu cụ thể đến CO₂ dưới dạng SCF, sáng chế dự định là các thành phần phụ hoặc thay thế có thể được sử dụng ở hoặc ở gần pha của chất lưu siêu tới hạn. Vì vậy, mặc dù CO₂ được đề cập cụ thể như là một thành phần trong bản mô tả này, nhưng dự định là các khía cạnh của sáng chế có thể sử 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 CO₂ dưới dạng SCF trong quy trình nhuộm có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các máy móc có thể mua được trên thị trường như loại máy được cung cấp bởi DyeCoo Textile Systems BV của Hà Lan (“DyeCoo”). Quy trình được thực hiện trong hệ thống truyền thống bao gồm bước đặt nguyên liệu chưa nhuộm mà dự định sẽ được nhuộm vào thiết bị có khả năng được tăng áp và gia nhiệt để thu được CO₂ dưới dạng SCF. Thuốc nhuộm dạng bột không được kết hợp sẵn với vải dệt (ví dụ, dạng bột rời) được duy trì trong hộp chứa. Hộp chứa thuốc nhuộm được đặt trong thiết bị cùng với nguyên liệu chưa nhuộm để cho thuốc nhuộm không tiếp xúc với nguyên liệu chưa nhuộm trước khi tăng áp cho thiết bị. Ví dụ, hộp chứa phân tách theo cách cơ học thuốc nhuộm với nguyên liệu chưa nhuộm. Thiết bị 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 dưới dạng SCF. Trong hệ thống truyền thống, thuốc nhuộm được chuyển từ hộp chứa sang nguyên liệu chưa nhuộm bằng CO₂ dưới dạng SCF. Sau đó, thuốc nhuộm được khuếch tán qua nguyên liệu chưa nhuộm để nhuộm nguyên liệu chưa nhuộm cho đến khi pha của CO₂ dưới dạng SCF không còn.

Trong bản mô tả này, các khía cạnh của sáng chế đề cập đến khái niệm cân bằng thuốc nhuộm là cách kiểm soát profin màu xuất hiện trên nguyên liệu. Ví dụ, nếu

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

Một ví dụ khác về quy trình nhuộm bằng cách sử dụng CO₂ dưới dạng SCF có thể được gọi là quy trình nhuộm cộng. Một ví dụ giúp minh họa quy trình nhuộm cộng bao gồm nguyên liệu thứ nhất có profin màu có màu đỏ và nguyên liệu thứ hai có profin màu thứ hai có màu xanh lam. CO₂ dưới dạng SCF có tác dụng làm cho profin màu trên nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai (và/hoặc nguyên liệu thứ ba) có màu đỏ tía (ví dụ, màu đỏ + màu xanh lam = màu đỏ tía).

Như nêu trên, dự định là nguyên liệu thứ nhất và thứ hai có thể đạt được profin màu chung khi quy trình nhuộm cân bằng được thực hiện. Theo các khía cạnh phụ của sáng chế, dự định là nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai dẫn đến các profin màu khác nhau nhưng các profin màu thu được cũng khác với profin màu ban đầu của mỗi nguyên liệu tương ứng. Ngoài ra, dự định là nguyên liệu thứ nhất có thể là nguyên liệu hy sinh chuyển thuốc nhuộm trong khi nguyên liệu thứ hai là nguyên liệu mà với nó profin màu đích là được mong muốn. Vì vậy, quy trình nhuộm trong CO₂ dưới dạng SCF có thể được thực hiện cho đến khi nguyên liệu thứ hai đạt được profin màu

mong muốn mà không cần quan tâm đến profin màu thu được của nguyên liệu thứ nhất. Ngoài ra, dự định là phương tiện mang thuốc nhuộm là nguyên liệu hy sinh thứ nhất có profin màu thứ nhất (ví dụ, màu đỏ) và phương tiện mang thuốc nhuộm là nguyên liệu hy sinh thứ hai có profin màu thứ hai (ví dụ, màu xanh lam) có thể được đặt vào hệ thống để tạo ra profin màu mong muốn (ví dụ, màu đỏ tím) trên nguyên liệu thứ ba theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Có thể thấy rõ là, sự kết hợp và số lượng bất kỳ của hai nguyên liệu, profin màu và biến số được dự định khác (ví dụ, thời gian, thể tích CO₂ dưới dạng SCF, nhiệt độ, áp suất, thành phần nguyên liệu và kiểu nguyên liệu) đều có thể thay đổi để thu được các kết quả được dự định trong bản mô tả này.

Trong bản mô tả này, các khía cạnh của sáng chế đề cập đến quá trình nhuộm (ví dụ, quá trình xử lý bằng các chất hoàn tất) của một hoặc nhiều nguyên liệu bằng cách sử dụng CO₂ dưới dạng SCF. Khái niệm hai hoặc hơn hai nguyên liệu được sử dụng kết hợp với nhau được dự định theo các khía cạnh của sáng chế. Ngoài ra, việc sử dụng một hoặc nhiều nguyên liệu có thuốc nhuộm tích hợp mà không được dự định để sử dụng quá trình xử lý sau truyền thống (ví dụ, sản xuất quần áo, giày dép, thảm, nguyên liệu bọc) có thể được gọi là nguyên liệu hy sinh hoặc là phương tiện mang thuốc nhuộm được dự định được cấp vào hệ thống. Ngoài ra, dự định là profin màu bất kỳ đều có thể được sử dụng. Sự kết hợp bất kỳ các profin màu có thể được sử dụng kết hợp với nhau để thu được profin màu mong muốn bất kỳ trên một hoặc nhiều nguyên 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 profin màu mong muốn trên nguyên liệu có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều nhân tố. Ví dụ, nếu có 50 kg nguyên liệu thứ nhất (ví dụ, nguyên liệu cuốn trên ống hoặc cuộn) và 100 kg nguyên liệu thứ hai, thì profin màu thu được trên khối lượng của nguyên liệu thứ nhất có thể được biểu diễn là $1/3$ màu/cường độ/độ bão hòa gốc của profin màu thứ nhất khi profin màu gốc của nguyên liệu thứ hai không có thuốc nhuộm. Theo cách khác, với cùng tỷ lệ nguyên liệu nhưng profin màu gốc thứ hai có độ bão hòa/cường độ tương đương với profin màu thứ nhất nhưng với màu sắc khác, thì profin màu thứ nhất có thể được biểu diễn là $1/3X + 1/3Y$ trong đó X là profin màu gốc thứ nhất và Y là profin màu gốc thứ hai (nghĩa là, khối lượng của nguyên liệu thứ nhất/khối lượng của tất cả các nguyên liệu). Từ quan điểm của nguyên liệu thứ hai bằng cách sử dụng hai ví dụ nêu trên, thì các profin màu thu được có thể là $(2/3X) / 2$

cho ví dụ thứ nhất và $(2/3 X + 2/3 Y) / 2$ (nghĩa là, [khối lượng của nguyên liệu thứ nhất / khối lượng của tất cả các nguyên liệu] * [khối lượng của nguyên liệu thứ nhất/khối lượng của nguyên liệu thứ hai]). Các ví dụ nêu trên chỉ dùng cho mục đích minh họa khi dự định là nhiều nhân tố phụ cũng có liên quan như chiều dài (tính bằng thước Anh) trên kilogram, thành phần nguyên liệu, độ dài quy trình nhuộm, nhiệt độ, áp suất, thời gian, độ xốp của nguyên liệu, tỷ trọng của nguyên liệu, độ căng khi cuộn nguyên liệu và các biến số khác có thể được biểu diễn bằng (các) trị số thực nghiệm. Tuy nhiên, phần nêu trên nhằm hiểu tốt hơn quy trình nhuộm cân bằng được dự định để mô tả 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 có tính chất ví dụ.

Trên Fig.1, hình ảnh minh họa có tính chất ví dụ biểu thị sự chuyển thuốc nhuộm 100 từ nguyên liệu thứ hai 102 sang nguyên liệu cuộn trên ống 104 bằng CO₂ dưới dạng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Nguyên liệu được cấp cho quy trình nhuộm bằng CO₂ dưới dạng SCF có thể là nguyên liệu bất kỳ như các hợp phần (ví dụ, bông, len, lụa tơ tằm, polyeste và/hoặc nylon), vật nền (ví dụ, vải dệt hoặc sợi), sản phẩm (ví dụ, giày dép và/hoặc quần áo) và nguyên liệu tương tự. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nguyên liệu thứ hai 102 là nguyên liệu polyeste có profin màu thứ nhất gồm chất nhuộm 108. Profin màu là đặc tính của thuốc nhuộm hoặc đặc tính của chất hoàn tất có thể được xác định bằng màu sắc, cường độ, ánh màu, (các) loại thuốc nhuộm và/hoặc thành phần hóa học. Dự định là nguyên liệu mà với nó không có đáng kể thuốc nhuộm (ví dụ, màu sắc xuất hiện tự nhiên từ phương pháp nhuộm hoặc các chất hoàn tất khác được đưa vào đó) cũng có profin màu mô tả sự vắng mặt của thuốc nhuộm. Vì vậy, bất kể màu sắc, quá trình hoàn tất hoặc thuốc nhuộm được kết hợp với nguyên liệu, tất cả các nguyên liệu đều có profin màu. Nói cách khác, tất cả các nguyên liệu, không kể các quy trình hoàn tất màu sắc/nguyên liệu được thực hiện (hoặc không được thực hiện), đều có profin màu. Ví dụ, tất cả các nguyên liệu đều có màu sắc ban đầu mà không cần quan tâm đến quy trình nhuộm đã được thực hiện trên nguyên liệu hay chưa.

Nguyên liệu thứ hai 102 có bề mặt thứ nhất 120, bề mặt thứ hai 122 và nhiều chất nhuộm 108. Cho mục đích mô tả, chất nhuộm 108 có thể là hợp phần/hỗn hợp của các thuốc nhuộm được mô tả 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 bên

dưới của nguyên liệu. Cũng vậy như sẽ được mô tả dưới đây, dự định là thuốc nhuộm có thể tích hợp với nguyên liệu. Thuốc nhuộm tích hợp là thuốc nhuộm được liên kết hóa học hoặc vật lý với nguyên liệu. Thuốc nhuộm tích hợp so với thuốc nhuộm chưa tích hợp là thuốc nhuộm chưa được kết hợp hóa học hoặc vật lý với nguyên liệu. Một ví dụ về thuốc nhuộm chưa tích hợp bao gồm thuốc nhuộm dạng bột khô được rắc và chải trên bề mặt của nguyên liệu do đó thuốc nhuộm này sẽ bị loại bỏ bằng nỗ lực cơ học tối thiểu.

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

Trên Fig.1, CO₂ dưới dạng SCF 106 được cấp cho nguyên liệu thứ hai 102. Sự cấp ban đầu của CO₂ dưới dạng SCF 106 không có chất nhuộm kết hợp (ví dụ, không có thuốc nhuộm hòa tan trong đó). CO₂ dưới dạng SCF 106 đi qua nguyên liệu thứ hai 102 từ mặt thứ nhất 120 đến mặt thứ hai 122 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Khi CO₂ dưới dạng SCF 106 đi qua nguyên liệu thứ hai 102, thì chất nhuộm 108 (ví dụ, thuốc nhuộm) của nguyên liệu thứ hai 102 sẽ kết hợp (ví dụ, hòa tan) với CO₂ dưới dạng SCF này được mô tả dưới dạng chất nhuộm 112 kết hợp với CO₂ dưới dạng SCF 110. Nguyên liệu thứ hai 102 được mô tả dưới dạng có profin màu thứ nhất được tạo với chất nhuộm 108 của nguyên liệu thứ hai 102. Theo cách khác, dự định là việc cấp CO₂ dưới dạng SCF lúc ban đầu (hoặc ở thời điểm bất kỳ) có thể vận chuyển thuốc nhuộm từ nguồn (ví dụ, hộp chứa) đến nguyên liệu thứ hai 102 để tăng profin màu của nguyên liệu thứ hai trong khi vẫn tăng profin màu của nguyên liệu cuốn trên ống 104 bằng thuốc nhuộm của nguồn và nguyên liệu thứ hai 102 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Nguyên liệu cuốn trên ống mang có thể là nguyên liệu dạng sợi liên tục để dùng trong dệt thoi, dệt kim, bện dây, đan kim, may mặc, thêu và lĩnh vực tương tự. Các ví dụ không giới hạn của nguyên liệu cuốn trên ống bao gồm sợi, chỉ, dây, ruybăng, tơ filamăng và sợi dây. Dự định nguyên liệu cuốn trên ống có thể được cuộn xung quanh ống cuốn (ví dụ, hình côn hoặc hình trụ) hoặc nguyên liệu cuộn trên ống có thể được

cuộn xung quanh chính nó mà không có cấu trúc đỡ phụ để giúp tạo hình dạng cuộn thu được. Về bản chất, nguyên liệu cuộn trên ống có thể là sợi hữu cơ hoặc tổng hợp. Nguyên liệu cuộn trên ống có thể là nhiều tập hợp riêng rẽ của nguyên liệu hoặc một tập hợp của nguyên liệu.

Trên Fig.1, nguyên liệu cuộn trên ống 104 có bề mặt thứ nhất 124 và bề mặt thứ hai 126. Nguyên liệu cuộn trên ống cũng được mô tả là có profin màu thứ hai với chất nhuộm 114. Chất nhuộm 114 có thể là thuốc nhuộm được chuyển bằng CO₂ dưới dạng SCF đã đi qua nguyên liệu thứ hai 102 và/hoặc nó là thuốc nhuộm kết hợp với nguyên liệu cuộn trên ống 104 trong công đoạn trước đó theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Như vậy, Fig.1 biểu thị công đoạn nhuộm trong CO₂ dưới dạng SCF trong đó CO₂ dưới dạng SCF đi qua nguyên 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 dưới dạng SCF) thuốc nhuộm từ nguyên liệu thứ hai như được biểu thị với chất nhuộm 112 được vận chuyển bằng CO₂ dưới dạng SCF 110. Nguyên liệu cuộn trên ống 104 nhận CO₂ dưới dạng SCF (ví dụ, 110) trên mặt thứ nhất 124. CO₂ dưới dạng SCF đi qua nguyên liệu cuộn trên ống 104 trong khi vẫn cho phép chất nhuộm (ví dụ, 114) nhuộm nguyên liệu cuộn trên ống 104. Chất nhuộm nhuộm nguyên liệu cuộn trên ống 104 có thể là chất nhuộm từ nguyên liệu thứ hai 102 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Cũng dự định là chất nhuộm nhuộm nguyên liệu cuộn trên ống 104 có thể là chất nhuộm từ các lớp hoặc nguồn nguyên liệu phụ. Ngoài ra, CO₂ dưới dạng SCF có thể đi qua nguyên liệu cuộn trên ống 104 (ví dụ, CO₂ dưới 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 nguyên liệu khác và/hoặc lớp nguyên liệu thứ hai 102. Có thể thấy rõ là, đây có thể là chu trình trong đó sự cân bằng của chất nhuộm đạt được trên các lớp nguyên liệu khác nhau khi CO₂ dưới dạng SCF đi qua các lớp nguyên liệu nhiều lần. Cuối cùng, dự định là chất nhuộm 108, 112, 114 và 116 có thể không phân biệt được và/hoặc dẫn đến profin màu không phân biệt được giữa các nguyên liệu khác nhau theo một khía cạnh 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 nguyên 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, cho

mất 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 có tính chất ví dụ và nhằm minh họa quy trình mà không được biểu thị theo tỷ lệ. Vì vậy, cần hiểu là trong thực tế thuốc nhuộm (nghĩa là, chất nhuộm), nguyên liệu và CO₂ dưới 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 ví dụ của sáng chế.

Trên Fig.2, hình ảnh minh họa có tính chất ví dụ biểu thị sự chuyển thuốc nhuộm 101 từ nguyên liệu thứ nhất 1102 sang nguyên liệu thứ hai 1104 bằng CO₂ dưới dạng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Nguyên liệu được cấp cho quá trình nhuộm cân bằng trong CO₂ dưới dạng SCF có thể là nguyên liệu bất kỳ như các hợp phần (ví dụ, bông, len, lụa tơ tằm, polyeste và/hoặc nylon), vật nền (ví dụ, vải dệt hoặc sợi), sản phẩm (ví dụ, giày dép và/hoặc quần áo) và nguyên liệu tương tự. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nguyên liệu thứ nhất 1102 là nguyên liệu polyeste có profin màu thứ nhất gồm chất nhuộm 1108. Nguyên 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 hợp phần/hỗn hợp của các thuốc nhuộm được mô tả dưới dạng các phân tử dạng hạt cho 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 bên dưới của nguyên liệu. Tương tự, như sẽ được mô tả dưới đây, dự định là thuốc nhuộm tích hợp với nguyên liệu. Thuốc nhuộm tích hợp là thuốc nhuộm được liên kết hóa học hoặc vật lý với nguyên liệu. Thuốc nhuộm tích hợp so với thuốc nhuộm chưa tích hợp là thuốc nhuộm chưa được kết hợp hóa học hoặc vật lý với nguyên liệu. Một ví dụ về thuốc nhuộm chưa tích hợp bao gồm thuốc nhuộm dạng bột khô được rắc và chải trên bề mặt của nguyên liệu do đó thuốc nhuộm này sẽ bị loại bỏ bằng nỗ lực cơ học nhỏ nhất.

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

Trên Fig.2, CO₂ dưới dạng SCF 1106 được cấp cho nguyên liệu thứ nhất 1102. Việc cấp CO₂ dưới dạng SCF 1106 lúc đầu là không có chất nhuộm kết hợp (ví dụ, không có thuốc nhuộm hòa tan trong đó). CO₂ dưới dạng SCF 1106 đi qua nguyên liệu thứ nhất 1102 từ mặt thứ nhất 1120 đến mặt thứ hai 1122 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Khi CO₂ dưới dạng SCF 1106 đi qua nguyên liệu thứ nhất 1102, thì chất nhuộm 1108 (ví dụ, thuốc nhuộm) của nguyên liệu thứ nhất 1102 sẽ kết hợp (ví dụ, hòa tan) với CO₂ dưới dạng SCF được mô tả dưới dạng chất nhuộm 1112 kết hợp với CO₂ dưới dạng SCF 1110. Nguyên liệu thứ nhất 1102 được mô tả là có profin màu thứ nhất được tạo với chất nhuộm 1108 của nguyên liệu thứ nhất 1102. Theo cách khác, dự định là việc cấp CO₂ dưới dạng SCF lúc ban đầu (hoặc ở thời điểm bất kỳ) có thể vận chuyển thuốc nhuộm từ nguồn (ví dụ, hộp chứa) vào nguyên liệu thứ nhất 1102 để tăng profin màu của nguyên liệu thứ nhất trong khi vẫn tăng profin màu của nguyên liệu thứ hai 1104 bằng thuốc nhuộm của nguồn và nguyên liệu thứ nhất 1102 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Nguyên liệu thứ hai 1104 có bề mặt thứ nhất 1124 và bề mặt thứ hai 1126. Nguyên liệu thứ hai cũng được mô tả là có profin màu thứ hai với chất nhuộm 1114. Chất nhuộm 1114 có thể là thuốc nhuộm được chuyển bằng CO₂ dưới dạng SCF đã đi qua nguyên liệu thứ nhất 1102 và/hoặc nó là thuốc nhuộm kết hợp với nguyên liệu thứ hai 1104 trong công đoạn trước đó theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Như vậy, Fig.2 biểu thị công đoạn nhuộm trong CO₂ dưới dạng SCF trong đó CO₂ dưới dạng SCF đi qua nguyên 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 dưới dạng SCF) thuốc nhuộm từ nguyên liệu thứ nhất như được biểu thị với chất nhuộm 1112 được vận chuyển bằng CO₂ dưới dạng SCF 1110. Nguyên liệu thứ hai 1104 nhận CO₂ dưới dạng SCF (ví dụ, 1110) trên mặt thứ nhất 1124. CO₂ dưới dạng SCF đi qua nguyên liệu thứ hai 1104 trong khi vẫn cho phép chất nhuộm (ví dụ, 1114) để nhuộm nguyên liệu thứ hai 1104. Chất nhuộm nhuộm nguyên liệu thứ hai 1104 có thể là chất nhuộm từ nguyên liệu thứ nhất 1102 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Cũng dự định là chất nhuộm nhuộm nguyên liệu thứ hai 1104 có thể là chất nhuộm từ các lớp hoặc nguồn nguyên liệu phụ. Ngoài ra, CO₂ dưới dạng SCF có thể đi qua nguyên liệu thứ hai 1104 (ví dụ, CO₂ dưới 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 nguyên

liệu khác và/hoặc lớp nguyên liệu thứ nhất 1102. Có thể thấy rõ là, đây có thể là chu trình trong đó sự cân bằng của chất nhuộm đạt được trên các lớp nguyên liệu khác nhau khi CO₂ dưới dạng SCF đi qua các lớp nguyên liệu nhiều lần. Cuối cùng, dự định là chất nhuộm 1108, 1112, 1114 và 1116 có thể không phân biệt được và/hoặc dẫn đến profin màu không phân biệt được giữa các nguyên liệu khác nhau theo một khía cạnh 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 nguyên 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, cho 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 có tính chất ví dụ và nhằm minh họa quy trình mà không được biểu thị theo tỷ lệ. Vì vậy, cần hiểu là trong thực tế thuốc nhuộm (nghĩa là, chất nhuộm), nguyên liệu và CO₂ dưới 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 ví dụ của sáng chế.

Ngoài ra, như sẽ được đề cập trong bản mô tả này, các khía cạnh của sáng chế dự định thuốc nhuộm tích hợp vào nguyên liệu. Thuốc nhuộm tích hợp vào nguyên liệu khi nó liên kết vật lý hoặc hóa học với nguyên liệu, trong một ví dụ. Trong một ví dụ khác, thuốc nhuộm tích hợp vào nguyên liệu khi thuốc nhuộm được đồng nhất hóa trên nguyên liệu. Sự đồng nhất hóa thuốc nhuộm khác với nguyên liệu mà thuốc nhuộm được đưa lên đó theo cách không đồng đều như trường hợp thuốc nhuộm chỉ được rắc hoặc theo cách khác được đưa lỏng lẻo lên nguyên liệu. Một ví dụ về thuốc nhuộm tích hợp với nguyên liệu là khi thuốc nhuộm được đưa và duy trì trong các xo của nguyên liệu như khi thuốc nhuộm truyền cho nguyên liệu.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “truyền”, nghĩa là phủ, thấm và/hoặc khuếch tán các chất hoàn tất bề mặt như thuốc nhuộm trên và/hoặc trong toàn bộ khối nguyên liệu. Việc truyền cho nguyên liệu thuốc nhuộm diễn ra trong bình cao áp như nồi hấp như đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Ngoài ra, SCF và thuốc nhuộm hòa tan trong SCF có thể được tuần hoàn trong bình cao áp bằng bơm tuần hoàn cũng đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Sự tuần hoàn của SCF trong bình cao áp bằng bơm làm cho SCF đi qua và đi khắp trong bước nguyên liệu trong bình cao áp để làm cho thuốc nhuộm hòa tan được truyền cho nguyên liệu. Nói cách khác, khi nguyên liệu

đích được truyền CO₂ dưới dạng SCF có thuốc nhuộm (ví dụ, chất hoàn tất) hòa tan trong đó, thì thuốc nhuộm sẽ kết tủa trên một hoặc nhiều phần của nguyên liệu đích. Ví dụ, nguyên liệu polyeste, khi tiếp xúc với điều kiện thích hợp để tạo ra CO₂ dưới dạng SCF, thì có thể “trương” ra để cho phép các phần thuốc nhuộm vẫn được đưa vào xơ polyeste tạo thành nguyên liệu polyeste. Vì vậy, việc điều chỉnh nhiệt, áp suất, dòng tuần hoàn và thời gian sẽ ảnh hưởng đến SCF, thuốc nhuộm và nguyên liệu đích. Tất cả các biến số này đều được xử lý kết hợp khi CO₂ dưới dạng SCF truyền cho nguyên liệu đích, thì sự kết tủa thuốc nhuộm trong toàn bộ khối nguyên liệu có thể xảy ra.

Fig.3 biểu thị phân tử mang nguyên liệu 204 để mang các nguyên liệu cuốn trên ống 206 và nguyên liệu thứ hai 208 theo các khía cạnh của sáng chế. Các nguyên liệu cuốn trên ống 206 trong ví dụ này có profin màu thứ nhất. Profin màu thứ nhất có thể là profin không có màu sắc hoặc các chất hoàn tất bề mặt khác khác với trạng thái tự nhiên của nguyên liệu theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Các nguyên liệu cuốn trên ống 206 có thể là nguyên liệu đích, nguyên liệu dự định sử dụng trong hàng hóa thương mại như quần áo hoặc giày dép. Nguyên liệu thứ hai 208 có thể là nguyên liệu hy sinh có thuốc nhuộm tích hợp. Ví dụ, nguyên liệu thứ hai 208 có thể là nguyên liệu được nhuộm (hoặc nguyên liệu được xử lý theo cách khác) từ trước.

Khác với Fig.4, trong ví dụ được biểu thị trên Fig.3 sẽ được mô tả dưới đây, nguyên liệu thứ hai 208 tiếp xúc vật lý với các nguyên liệu cuốn trên ống 206. Trong ví dụ này, bề mặt của nguyên liệu thứ hai 208 tiếp xúc với bề mặt của các nguyên liệu cuốn trên ống 206. Sự tiếp xúc hoặc kề sát vật lý này được tạo bởi sự tiếp xúc theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, tạo ra khả năng chuyển có hiệu quả thuốc nhuộm từ nguyên liệu thứ hai 208 sang các nguyên liệu cuốn trên ống 206 với sự hiện diện của SCF. Ngoài ra, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế thì sự tiếp xúc vật lý của nguyên liệu với SCF dùng cho mục đích nhuộm cho phép sử dụng có hiệu quả không gian trong bình cao áp để có thể được tối đa hóa kích thước (ví dụ, chiều dài cuộn nguyên liệu) của nguyên liệu.

Như được biểu thị trên Fig.3 chỉ có tính chất ví dụ, nguyên liệu thứ hai 208 nhỏ hơn đáng kể về thể tích so với các nguyên liệu cuốn trên ống 206. Trong ví dụ này, các nguyên liệu cuốn trên ống 206 là nguyên liệu đích; vì vậy, sự tối đa hóa thể tích nguyên liệu đích có thể là được mong muốn. Do một số bình cao áp có thể tích hạn

ché, nên phần thể tích hạn chế này được sử dụng bởi nguyên liệu hy sinh sẽ giới hạn thể tích có thể sử dụng bởi nguyên liệu đích. Như vậy, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nguyên liệu hy sinh (hoặc các nguyên liệu hy sinh) có thể tích nhỏ hơn (ví dụ, chiều dài (tính bằng thước Anh)) so với nguyên liệu đích khi đặt trong bình cao áp thông thường. Ngoài ra, trong khi phần tử mang nguyên liệu ví dụ 204 được biểu thị, sáng chế dự định là các cấu hình thay thế của phần tử mang này có thể được sử dụng.

Fig.4 biểu thị phần tử mang nguyên liệu cũng mang các nguyên liệu cuốn trên ống 207 và nguyên liệu thứ hai 209 theo các khía cạnh của sáng chế. Mặc dù các nguyên liệu cuốn trên ống 207 và nguyên liệu thứ hai 209 được biểu thị trên phần tử mang chung, nhưng vẫn dự định là các phần tử mang tách riêng về vật lý có thể được sử dụng theo các khía cạnh ví dụ thay thế của sáng chế. Nguyên liệu cuốn trên ống 207 có profin màu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai 209 có profin màu thứ hai. Cụ thể là, ít nhất một trong số các nguyên liệu cuốn trên ống 207 hoặc nguyên liệu thứ hai 209 có thuộc nhuộm tích hợp. Khác với Fig.3 trong đó sự kết sát hoặc tiếp xúc vật lý được biểu thị với hai nguyên liệu, thì hai nguyên liệu trên Fig.4 không tiếp xúc trực tiếp với nhau. Theo một khía cạnh 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 nguyên liệu mà không cần xử lý vật lý đáng kể (các) nguyên liệu khác. Ví dụ, nếu nguyên liệu thứ hai 209 có profin màu có màu sắc thứ nhất được xử lý cùng với các nguyên liệu cuốn trên ống 207 sao cho ít nhất một số thuốc nhuộm của nguyên liệu thứ hai sẽ truyền cho các nguyên liệu cuốn trên ống 207 theo quy trình nhuộm trong SCF, nguyên liệu thứ hai 209 có thể bị loại bỏ và được thay thế bằng nguyên liệu thứ ba có profin màu khác (ví dụ, xử lý nguyên liệu như DWR) được ưu tiên truyền cho các nguyên liệu cuốn trên ống 207 tiếp theo thuốc nhuộm của nguyên liệu thứ hai 209. Nói cách khác, tương quan vật lý được biểu thị và được thể hiện chung trên Fig.4 có thể có hiệu quả trong sản xuất và xử lý khi sự xử lý riêng rẽ của các nguyên liệu có thể được thực hiện.

Trong khi các nguyên liệu cuốn trên ống 207 và nguyên liệu thứ hai 209 được biểu thị trên phần tử mang nguyên liệu chung 204, sáng chế dự định là các nguyên liệu cuốn trên ống 207 nằm trên phần tử mang thứ nhất và nguyên liệu thứ hai 209 nằm trên phần tử mang thứ hai khác với phần tử mang thứ nhất theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Trong khi chỉ hai nguyên liệu được biểu thị trên Fig.3 và Fig.4, thì vẫn cần hiểu là số lượng nguyên liệu bất kỳ có thể đồng thời tiếp xúc với SCF (hoặc gần SCF). Ví dụ, dự định là hai hoặc hơn hai nguyên liệu hy sinh có thuốc nhuộm tích hợp được đặt trong bình cao áp thông thường cùng với nguyên liệu đích dự định sẽ được truyền thuốc nhuộm của nguyên liệu hy sinh. Ngoài ra, dự định là lượng nguyên liệu không bị giới hạn ở các tỷ lệ được biểu thị trên Fig.3 hoặc Fig.4. Ví dụ, dự định là nguyên liệu đích có thể tích lớn hơn nhiều so với nguyên liệu hy sinh. Ngoài ra, dự định là thể tích nguyên liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được profin màu mong muốn của (các) nguyên liệu đích. Ví dụ, tùy thuộc vào profin màu của nguyên liệu hy sinh (ví dụ, nồng độ, màu sắc, v.v.) và profin màu mong muốn của nguyên liệu đích ngoài thể tích nguyên liệu đích, mà lượng nguyên liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được kết quả nhuộm mong muốn trong SCF. Tương tự, dự định là profin màu của nguyên liệu thứ hai (hoặc nguyên liệu thứ nhất) được điều chỉnh dựa vào profin màu mong muốn và/hoặc thể tích nguyên liệu nằm trong quy trình nhuộm.

Fig.5 biểu thị phần tử mang nguyên liệu như trục cuốn 1204 để đỡ nguyên liệu thứ nhất 1206 và nguyên liệu thứ hai 1208 theo các khía cạnh của sáng chế. Trong ví dụ này, nguyên liệu thứ nhất 1206 có profin màu thứ nhất. Profin màu thứ nhất có thể là profin không có màu sắc khác với trạng thái tự nhiên của nguyên liệu theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Nguyên liệu thứ nhất 1206 có thể là nguyên liệu đích, nguyên liệu dự định sử dụng trong hàng hóa thương mại như quần áo hoặc giày dép. Nguyên liệu thứ hai 1208 có thể là nguyên liệu hy sinh có thuốc nhuộm tích hợp. Ví dụ, nguyên liệu thứ hai 1208 có thể là nguyên liệu đã nhuộm (hoặc xử lý khác) trước đó.

Trong ví dụ được biểu thị trên Fig 5 khác với Fig.6 sẽ được mô tả sau đây, nguyên liệu thứ hai 1208 tiếp xúc vật lý với nguyên liệu thứ nhất 1206. Trong ví dụ này, bề mặt của nguyên liệu thứ hai 1208 tiếp xúc với bề mặt của nguyên liệu thứ nhất 1206. Sự tiếp xúc hoặc kề sát vật lý được tạo bởi sự tiếp xúc, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, tạo ra khả năng chuyển có hiệu quả thuốc nhuộm từ nguyên liệu thứ hai 1208 sang nguyên liệu thứ nhất 1206 với sự hiện diện của SCF. Ngoài ra, sự tiếp xúc vật lý của hai nguyên liệu tiếp xúc với SCF dùng cho mục đích nhuộm còn cho phép, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, sử dụng có hiệu quả không gian trong bình cao áp để cho kích thước (ví dụ, chiều dài cuộn nguyên liệu) của nguyên liệu có thể được tối đa hóa.

Như được biểu thị trên Fig.5 làm ví dụ, nguyên liệu thứ hai 1208 có thể tích nhỏ hơn đáng kể so với nguyên liệu thứ nhất 1206. Trong ví dụ này, nguyên liệu thứ nhất 1206 là nguyên liệu đích; vì vậy, sự tối đa hóa thể tích nguyên liệu đích có thể là được mong muốn. Do một số bình cao áp có thể tích hạn chế, nên phần thể tích hạn chế này được sử dụng bởi nguyên liệu hy sinh sẽ giới hạn thể tích có thể sử dụng bởi nguyên liệu đích. Như vậy, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nguyên liệu hy sinh (hoặc các nguyên liệu hy sinh) có thể tích nhỏ hơn (ví dụ, chiều dài (tính theo thước Anh)) so với nguyên liệu đích khi đặt trong bình cao áp thông thường. Trong khi nguyên liệu thứ hai 1208 được biểu thị ở vị trí bên ngoài của trục cuốn 1204 so với nguyên liệu thứ nhất 1206, sáng chế dự định là nguyên liệu hy sinh có thể nằm ở phía trong hơn trên trục cuốn 1204 so với nguyên liệu đích. Ngoài ra, trong khi trục cuốn ví dụ 1204 được biểu thị, sáng chế dự định là các cấu hình thay thế của phần tử mang có thể được sử dụng.

Fig.6 biểu thị phần tử mang nguyên liệu như trục cuốn 1204 cũng đỡ nguyên liệu thứ nhất 1207 và nguyên liệu thứ hai 1209 theo các khía cạnh của sáng chế. Trong khi nguyên liệu thứ nhất 1207 và nguyên liệu thứ hai 1209 được biểu thị trên phần tử mang chung, sáng chế dự định là các phần tử mang khác cũng có thể được sử dụng theo các khía cạnh ví dụ thay thế của sáng chế. Nguyên liệu thứ nhất 1207 có profin màu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai 1209 có profin màu thứ hai. Cụ thể là, ít nhất một trong hai nguyên liệu thứ nhất 1207 hoặc nguyên liệu thứ hai 1209 có thuốc nhuộm tích hợp. Ngược với Fig.5 trong đó sự kết sát hoặc tiếp xúc vật lý được biểu thị với hai nguyên liệu, hai nguyên liệu trên Fig.6 không tiếp xúc trực tiếp với nhau. Việc không có sự tiếp xúc vật lý theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế cho phép thay thế và xử lý có hiệu quả ít nhất một nguyên liệu mà không xử lý vật lý đáng kể (các) nguyên liệu khác. Ví dụ, nếu nguyên liệu thứ hai 1209 có profin màu có màu sắc thứ nhất được xử lý với nguyên liệu thứ nhất 1207 sao cho ít nhất một số thuốc nhuộm của nguyên liệu thứ hai truyền cho nguyên liệu thứ nhất 1207 theo quy trình nhuộm trong SCF, thì nguyên liệu thứ hai 1209 có thể bị loại bỏ và được thay thế bằng nguyên liệu thứ ba có profin màu khác (ví dụ, xử lý nguyên liệu như DWR) được ưu tiên truyền cho nguyên liệu thứ nhất 1207 tiếp theo thuốc nhuộm của nguyên 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 của hai nguyên liệu có thể được thực hiện theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Trong khi nguyên liệu thứ nhất 1207 và nguyên liệu thứ hai 1209 được mô tả là có thể tích nguyên liệu tương tự, sáng chế dự định là nguyên liệu thứ nhất 1207 có thể tích nguyên liệu lớn hơn đáng kể so với nguyên liệu thứ hai 1209 có thể là nguyên liệu hy sinh theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Ngoài ra, trong khi nguyên liệu thứ nhất 1207 và nguyên liệu thứ hai 1209 được biểu thị trên phần tử mang chung, sáng chế dự định là nguyên liệu thứ nhất 1207 nằm trên phần tử mang thứ nhất và nguyên liệu thứ hai 1209 nằm trên phần tử mang thứ hai khác với phần tử mang thứ nhất theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Trong khi chỉ hai nguyên liệu được biểu thị trên Fig.5 và Fig.6, thì vẫn cần hiểu là số lượng nguyên liệu bất kỳ có thể đồng thời tiếp xúc với SCF (hoặc gần SCF). Ví dụ, dự định là hai hoặc hơn hai nguyên liệu hy sinh có thuốc nhuộm tích hợp được đặt trong bình cao áp thông thường với nguyên liệu đích dự định được truyền thuốc nhuộm của nguyên liệu hy sinh. Ngoài ra, dự định là lượng nguyên liệu không bị giới hạn ở các tỷ lệ được biểu thị trên Fig.5 hoặc Fig.6. Ví dụ, dự định là nguyên liệu đích có thể tích lớn hơn nhiều so với nguyên liệu hy sinh. Ngoài ra, còn dự định là thể tích nguyên liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được profin màu mong muốn của (các) nguyên liệu đích. Ví dụ, tùy thuộc vào profin màu của nguyên liệu hy sinh (ví dụ, nồng độ, màu sắc, v.v.) và profin màu mong muốn của nguyên liệu đích ngoài thể tích nguyên liệu đích, mà lượng nguyên liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được kết quả nhuộm mong muốn trong SCF. Tương tự, dự định là profin màu của nguyên liệu thứ hai (hoặc nguyên liệu thứ nhất) được điều chỉnh dựa vào profin màu mong muốn và/hoặc thể tích nguyên 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 nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai xung quanh thiết bị mang được dự định. Như nêu trên, nguyên liệu thứ nhất 1206 và/hoặc nguyên liệu thứ hai 1208 có thể là vải dệt bất kỳ là vải dệt kim, dệt thoi hoặc được dệt theo cách khác. Chúng có thể được tạo từ xơ dệt hữu cơ hoặc tổng hợp bất kỳ. Chúng có thể có profin màu bất kỳ theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Profin màu có thể bao gồm loại màu bất kỳ được tạo từ thuốc nhuộm bất kỳ. Theo một khía cạnh ví dụ

của sáng chế, nguyên liệu thứ nhất 1206 và nguyên liệu thứ hai 1208 là vải dệt từ polyester.

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

Fig.10 là lưu đồ 300 của phương pháp ví dụ để nhuộm nguyên liệu cuốn trên ống như các nguyên liệu cuốn trên ống được biểu thị trên Fig.1, Fig.3 và Fig.4 theo các khía cạnh của sáng chế. Trong bước 302, các nguyên liệu cuốn trên ống và nguyên liệu thứ hai được đặt trong bình cao áp. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nguyên liệu cuốn trên ống có thể được lắp trên thiết bị cố định cho phép nhiều nguyên liệu cuốn trên ống được đặt trong bình cao áp tại một thời điểm chung. Ngoài ra, còn dự định là thiết bị cố định có tác dụng định vị các nguyên liệu cuốn trên ống ở một vị trí phù hợp so với các thành trong của bình cao áp cũng như so với các nguyên liệu cuốn trên ống khác. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, việc tránh tiếp xúc với các thành trong của bình cao áp nhờ nguyên liệu được truyền chất hoàn tất cho phép nguyên liệu này được truyền chất hoàn tất. Như được mô tả ở trên, các nguyên liệu cuốn trên ống có thể được lắp xung quanh trục cuốn trước khi được đặt trong thiết bị này. Hai nguyên liệu có thể được đặt trong thiết bị bằng cách dịch chuyển hai nguyên

liệu này dưới dạng một nhóm chung vào bình cao áp. Cũng vậy, dự định là hai nguyên 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). Ngoài ra, còn dự định là hai nguyên liệu có thể được lắp trên các thiết bị cố định khác nhau và đặt trong bình cao áp thông thường.

Trong bước 304, bình cao áp có thể được tăng áp. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, hai nguyên liệu được nạp vào bình cao áp và sau đó bình cao áp được bít kín và tăng áp. Để duy trì CO₂ được nạp ở pha SCF, thì theo một khía cạnh 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 bình cao áp được tăng áp suất như thế nào, trong bước 306, CO₂ dưới dạng SCF được cấp vào bình cao áp. CO₂ dưới dạng SCF này có thể được cấp bằng cách chuyển CO₂ được duy trì trong bình cao áp 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 định là một hoặc nhiều phần tử gia nhiệt được kết hợp để tăng nhiệt độ bên trong của bình cao áp lên một nhiệt độ đủ lớn (ví dụ, 304 K, 30,85°C). Một hoặc nhiều phần tử gia nhiệt cũng có thể gia nhiệt CO₂ khi (hoặc trước khi) nó được cấp vào bình cao áp theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Trong bước 308, CO₂ dưới dạng SCF được đẩy qua mỗi nguyên liệu cuốn trên ống và nguyên liệu thứ hai. Trong khi CO₂ dưới dạng SCF đi qua hai nguyên liệu có thể có profin màu khác nhau, thì thuốc nhuộm được chuyển giữa hai nguyên liệu và truyền cho (các) nguyên liệu này. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, thuốc nhuộm được hòa tan trong CO₂ dưới dạng SCF để cho CO₂ dưới dạng SCF có tác dụng làm dung môi và phương tiện mang của thuốc nhuộm. Ngoài ra, do nhiệt độ và áp suất của CO₂ dưới dạng SCF, hai nguyên liệu có thể thay đổi (ví dụ, giãn nở, trương, trương nở) tạm thời để dễ được nhuộm hơn bằng thuốc nhuộm.

Dự định là quá trình đẩy CO₂ dưới dạng SCF là chu trình trong đó CO₂ dưới dạng SCF được đẩy qua hai nguyên liệu nhiều lần như trong một hệ thống kín có bơm tuần hoàn theo một khía cạnh 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 hai nguyên liệu trong một khoảng thời gian (ví dụ, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút,

240 phút) và sau đó CO₂ dưới 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 dưới dạng SCF theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Ví dụ, thuốc nhuộm có thể hòa tan trong CO₂ dưới dạng SCF nhưng khi CO₂ chuyển sang CO₂ dạng lỏng, thì thuốc nhuộm không còn hòa tan trong CO₂ dạng lỏng.

Trong bước 310, các nguyên liệu cuốn trên ống và nguyên liệu thứ hai được lấy ra khỏi bình cao áp. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, áp suất trong bình cao áp giảm xuống áp suất gần bằng áp suất khí quyển và CO₂ được giữ lại trong bình cao áp để có thể sử dụng lại trong các công đoạn nhuộm tiếp theo. Trong một ví dụ, thiết bị cố định cố định hai nguyên liệu có thể được tháo ra khỏi bình cao áp sau khi đạt được profin màu mong muốn đối với một hoặc nhiều nguyên liệu.

Trong khi các bước cụ thể được mô tả và biểu thị trên Fig.10, sáng chế dự định là một hoặc nhiều bước phụ hoặc thay thế có thể được sử dụng để đạt được các khía cạnh của sáng chế. Ngoài ra, dự định 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 là lưu đồ 400 biểu thị phương pháp ví dụ để đưa chất hoàn tất vào các nguyên liệu cuốn trên ống bằng nguyên liệu hy sinh theo các khía cạnh của sáng chế trong bản mô tả này. Trong bước 402, nguyên liệu hy sinh có chất hoàn tất bề mặt và nhiều nguyên liệu cuốn trên ống được đặt trong bình cao áp thông thường. 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 nguyên liệu hy sinh và/hoặc nhiều nguyên liệu cuốn trên ống được lắp trên đó vào bình cao áp. Dự định là nguyên liệu hy sinh tiếp xúc với hoặc cách vật lý khỏi nguyên liệu cuốn trên ống khi được đặt trong bình cao áp.

Như được mô tả ở trên, dự định là chất hoàn tất của nguyên liệu hy sinh có thể là chất màu (ví dụ, thuốc nhuộm), chất hoàn tất ưa nước, chất hoàn tất kỵ nước và/hoặc chất hoàn tất chống vi sinh vật. Như sẽ được minh họa trên Fig.12 dưới đây, dự định là nhiều nguyên liệu hy sinh có thể được đặt trong bình cao áp ở một thời điểm chung cùng với nhiều nguyên liệu cuốn trên ống. Theo cách khác, dự định là nguyên liệu hy sinh có thể bao gồm hơn một chất hoàn tất dự định được đưa vào các nguyên liệu cuốn

trên ống. Ví dụ, cả chất màu lẫn chất hoàn tất ưa nước đều có thể được duy trì nhờ nguyên liệu hy sinh và được đưa vào các nguyên liệu cuốn trên ống bằng cách truyền trong SCF theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Trong bước 404, cacbon dioxit được cấp vào bình cao áp. CO₂ có thể ở trạng thái lỏng hoặc khí khi nó được cấp. Ngoài ra, còn dự định là bình cao áp được đóng kín trong thời gian cấp CO₂ để duy trì CO₂ trong bình cao áp. Bình cao áp có thể ở áp suất khí quyển khi cấp CO₂. Theo cách khác, bình cao áp có thể có áp suất cao hơn hoặc thấp hơn áp suất khí quyển khi cấp CO₂.

Trong bước 406, bình cao áp được tăng áp để cho phép CO₂ được cấp đạt tới trạng thái SCF (hoặc trạng thái gần trạng thái SCF). Ngoài ra, còn dự định là nhiệt năng được cấp cho (hoặc vào) bình cao áp 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, bình cao áp 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 bình cao áp đạt tới áp suất mong muốn như ít nhất áp suất của điểm tới hạn của CO₂.

Trong bước 408, các nguyên liệu cuốn trên ống được truyền ít nhất phần chất hoàn tất từ nguyên liệu hy sinh. Chất hoàn tất được chuyển sang các nguyên liệu cuốn trên ống bằng CO₂ dưới dạng SCF. Như được mô tả ở trên, CO₂ dưới dạng SCF có tác dụng làm chất vận chuyển của chất hoàn tất từ nguyên liệu hy sinh sang các nguyên liệu cuốn trên ống. Điều này có thể được trợ giúp bằng cách tuần hoàn như bằng bơm tuần hoàn SCF trong bình cao áp để cho nó truyền cho cả nguyên liệu hy sinh lẫn các nguyên liệu cuốn trên ống. Dự định là chất hoàn tất có thể hòa tan ít nhất một phần trong SCF để cho phép nó được giải phóng khỏi sự liên kết với nguyên liệu hy sinh để được kết tủa trên/trong các nguyên liệu cuốn trên ống. Để bảo đảm việc cấp không đổi chất hoàn tất cho các nguyên liệu cuốn trên ống, thì chất hoàn tất có thể tích hợp vào nguyên liệu hy sinh, điều này bảo đảm lượng chất hoàn tất dự định được cấp vào bình cao áp. Sự chuyển chất hoàn tất có thể tiếp tục cho đến khi một lượng đủ của chất hoàn tất truyền cho các nguyên liệu cuốn trên ống.

Trong khi Fig.11 minh họa cụ thể đến một hoặc nhiều bước, sáng chế dự định 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 là lưu đồ 500 minh họa phương pháp đưa ít nhất hai chất hoàn tất vào các nguyên liệu cuốn trên ống từ nguyên 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 nguyên liệu cuốn trên ống, nguyên liệu hy sinh thứ nhất và nguyên liệu hy sinh thứ hai trong bình cao áp thông thường. Nguyên liệu hy sinh thứ nhất có chất hoàn tất thứ nhất và nguyên liệu hy sinh thứ hai có chất hoàn tất thứ hai. Ví dụ, như được đề cập ở trên, dự định là chất hoàn tất thứ nhất là profin màu thứ nhất và chất hoàn tất thứ hai là profin màu thứ hai mà chúng khi được truyền cho các nguyên liệu cuốn trên ống sẽ tạo thành profin màu thứ ba. Ví dụ này ứng dụng ở đây và cả ở nơi profin màu thứ nhất là chất màu đỏ và profin màu thứ hai là chất màu xanh lam sao cho khi cả chất màu đỏ lẫn xanh lam truyền cho các nguyên liệu cuốn trên ống, thì các nguyên liệu cuốn trên ống này sẽ có màu đỏ tía. Trong một ví dụ thay thế, chất hoàn tất thứ nhất có thể là chất hoàn tất chống vi khuẩn và chất hoàn tất thứ hai có thể là chất hoàn tất kỵ nước để cho các nguyên liệu cuốn trên ống nhận được cả hai chất hoàn tất theo một quy trình ứng dụng thông thường, thì điều này làm giảm thời gian hoàn tất. Trong khi các chất hoàn tất cụ thể được cung cấp kết hợp, rõ ràng là hỗn hợp bất kỳ có thể tiếp xúc với SCF ở một thời điểm chung để cấp vào các nguyên liệu cuốn trên ống.

Trong khi nguyên liệu hy sinh thứ nhất và thứ hai được mô tả, thì số lượng nguyên liệu hy sinh bất kỳ đều có thể được sử dụng. Ngoài ra, còn dự định là lượng nguyên liệu hy sinh thứ nhất và lượng nguyên liệu hy sinh thứ hai là khác nhau tùy thuộc vào lượng mong muốn của mỗi chất hoàn tất cần được cấp vào các nguyên liệu cuốn trên ống. Ngoài ra, còn dự định là các nguyên liệu hy sinh cũng sẽ duy trì phân chất hoàn tất từ các nguyên liệu còn lại trong bình cao áp. Vì vậy, dự định là thể tích của tất cả các nguyên liệu, kể cả nguyên liệu hy sinh, đều được xem xét khi xác định lượng chất hoàn tất bề mặt được cấp vào bình cao áp.

Trong bước 504, bình cao áp được tăng áp để cho CO₂ trong bình cao áp đạt tới trạng thái SCF trong đó. Sau đó, CF có tác dụng phân phối chất hoàn tất của nguyên liệu hy sinh thứ nhất và chất hoàn tất thứ hai của nguyên liệu thứ hai cho các nguyên liệu cuốn trên ống như được biểu thị trong bước 506.

Trong khi Fig.12 biểu thị một hoặc nhiều bước, sáng chế dự định 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 biểu thị cuộn ví dụ thứ nhất 1300 gồm hai nguyên liệu có sự tiếp xúc bề mặt với nhau trên trục cuốn 1204 để nhuộm cân bằng theo các khía cạnh của sáng chế. Cuộn 1300 gồm trục cuốn 1204, nguyên liệu thứ nhất 1206 và nguyên liệu thứ hai 1208. Nguyên liệu thứ nhất 1206 và nguyên liệu thứ hai 1208 được cắt ngang để minh họa vị trí tương đối so với trục cuốn 1204. Trên cuộn này, toàn bộ nguyên liệu thứ nhất 1206 được cuộn quanh trục cuốn 1204 trước khi nguyên liệu thứ hai 1208 được cuộn xung quanh nguyên liệu thứ nhất 1206. Nói cách khác, về cơ bản CO₂ dưới dạng SCF 1302 đi qua chiều dày cuộn của nguyên liệu thứ nhất 1206 trước khi đi qua nguyên liệu thứ hai 1208 dưới dạng CO₂ dưới dạng SCF + thuốc nhuộm 1304. Sau đó, CO₂ dưới dạng SCF được đẩy ra khỏi nguyên liệu thứ hai 1208 dưới dạng CO₂ dưới dạng SCF + thuốc nhuộm 1306 mà sau đó có thể được tái tuần hoàn qua một hoặc nhiều nguyên liệu phụ hoặc khác (ví dụ, nguyên liệu thứ nhất 1206). Vì vậy, chu trình được tạo thành trong đó CO₂ dưới dạng SCF + thuốc nhuộm truyền cho hai nguyên liệu trong bình cao áp cho đến khi nhiệt độ hoặc áp suất thay đổi để cho SCF thay đổi trạng thái, ở thời điểm này, thuốc nhuộm sẽ tích hợp với nguyên liệu mà thuốc nhuộm tiếp xúc với nó ở thời điểm thay đổi trạng thái SCF theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

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

Fig.8 biểu thị cuộn ví dụ thứ hai 1401 gồm hai nguyên liệu trên trục cuốn 1204 để nhuộm trong SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Cuộn 1401 gồm trục cuốn 1204,

nguyên liệu thứ nhất 1206 và nguyên liệu thứ hai 1208. Nguyên liệu thứ nhất 1206 và nguyên liệu thứ hai 1208 được cắt ngang để minh họa vị trí tương đối so với trục cuộn 1204. Trên cuộn này, nguyên liệu thứ nhất 1206 được cuộn đồng thời quanh trục cuộn 1204 cùng với nguyên liệu thứ hai 1208. Nói cách khác, CO₂ dưới dạng SCF 1407 đi qua các lớp xen kẽ của nguyên liệu thứ nhất 1206 và nguyên liệu thứ hai 1208 để cho phép nhiều lần tiếp xúc trực tiếp giữa hai nguyên liệu khi nhiều vòng của mỗi nguyên liệu tiếp xúc với nguyên liệu kia khi chúng cuộn quanh trục cuộn 1204. Trong ví dụ này, CO₂ dưới dạng SCF 1407 chuyển thuốc nhuộm giữa hai nguyên 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 nguyên liệu). CO₂ dưới dạng SCF + thuốc nhuộm 1405 có thể được đẩy ra khỏi hai nguyên liệu (ví dụ, nguyên liệu thứ hai 1208) để tái tuần hoàn qua hai nguyên liệu và phát triển tiếp sự cân bằng của thuốc nhuộm.

Trong khi chỉ hai nguyên liệu được biểu thị trên Fig.7 và Fig.8, sáng chế dự định là số lượng nguyên liệu bất kỳ có thể được cuộn với nhau theo cách bất kỳ theo các khía cạnh ví dụ của sáng chế phụ. Ngoài ra, còn dự định là sự kết hợp bố trí vật lý có thể được thực hiện đối với hai nguyên liệu này. Ví dụ, dự định là hai hoặc hơn hai nguyên liệu hy sinh có thể được bố trí như được biểu thị trên Fig.7 hoặc Fig.8 trong khi nguyên liệu đích không tiếp xúc với nguyên liệu hy sinh. Nói cách khác, dự định là một hoặc nhiều nguyên liệu có thể tiếp xúc vật lý với nhau trong khi một hoặc nhiều nguyên liệu có thể tách biệt về mặt vật lý với nhau trong bình cao áp thông thường dùng cho quy trình nhuộm thông thường trong SCF theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.13 là lưu đồ 508 của phương pháp ví dụ để nhuộm cân bằng nguyên liệu theo các khía cạnh của sáng chế. Trong bước 510, nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai được đặt trong bình cao áp. Như được mô tả ở trên, hai nguyên liệu này có thể được cuộn xung quanh trục cuộn trước khi được đặt trong thiết bị này. Hai nguyên liệu có thể được đặt bằng cách dịch chuyển hai nguyên liệu ở dạng cuộn vào bình cao áp. Ngoài ra, dự định là hai nguyên liệu có thể được cuộn xung quanh trục cuộn theo nhiều cách (ví dụ, nối tiếp, song song). Ngoài ra, còn dự định là hai nguyên liệu có thể được lắp trên các thiết bị mang khác nhau và đặt trong bình cao áp thông thường.

Trong bước 512, bình cao áp có thể được tăng áp. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nguyên liệu được nạp vào bình cao áp và sau đó bình cao áp được bít kín và

tăng áp. Để duy trì CO_2 được nạp ở pha SCF, thì theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, áp suất được nâng lên trên điểm tới hạn (ví dụ, 73,87 bar (7,387 MPa)).

Bất kể việc bình cao áp chịu tác động của áp suất như thế nào, trong bước 514, CO_2 được cấp (hoặc được tái tuần hoàn) vào bình cao áp. CO_2 này có thể được cấp bằng cách chuyển CO_2 được duy trì trong bình cao áp 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 định là một hoặc nhiều phần tử gia nhiệt được kết hợp để tăng nhiệt độ bên trong của bình cao áp lên nhiệt độ đủ lớn (ví dụ, 304 K, 30,85°C). Một hoặc nhiều phần tử gia nhiệt có thể cũng (hoặc theo cách khác) gia nhiệt CO_2 khi (hoặc trước khi) nó được cấp vào bình cao áp theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Quá trình cấp CO_2 có thể xảy ra trong quá trình tăng áp, trước quá trình tăng áp và/hoặc sau đó quá trình tăng áp.

Trong bước 516, CO_2 dưới dạng SCF được đẩy qua nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, CO_2 dưới dạng SCF được bơm vào trục cuộn mà một hoặc nhiều cuộn nguyên liệu quanh đó. CO_2 dưới dạng SCF được đẩy từ trục cuộn vào hai nguyên liệu. Trong khi CO_2 dưới dạng SCF đi qua hai nguyên liệu có thể có các profin màu khác nhau, thì thuốc nhuộm được chuyển giữa hai nguyên liệu và truyền cho (các) nguyên liệu. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, thuốc nhuộm được hòa tan trong CO_2 dưới dạng SCF sao cho CO_2 dưới dạng SCF có tác dụng làm dung môi và phương tiện mang của thuốc nhuộm. Ngoài ra, do nhiệt độ và áp suất của CO_2 dưới dạng SCF, nên hai nguyên liệu có thể thay đổi (ví dụ, giãn nở, trương, trương nở) tạm thời để dễ được nhuộm hơn bằng thuốc nhuộm.

Dự định là quá trình đẩy CO_2 dưới dạng SCF là chu trình trong đó CO_2 dưới dạng SCF được đẩy qua hai nguyên liệu nhiều lần như trong một hệ thống kín có bơm tuần hoàn theo một khía cạnh 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 hai nguyên liệu trong một khoảng thời gian (ví dụ, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút, 240 phút) và sau đó CO_2 dưới dạng SCF được phép thay đổi trạng thái (ví dụ, thành CO_2 dạng lỏng) bằng cách giảm nhiệt độ và/hoặc áp suất. Sau khi thay đổi trạng thái của CO_2 khác với trạng thái SCF, thì thuốc nhuộm không còn hòa tan trong CO_2 không dưới dạng SCF theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Ví dụ, thuốc nhuộm có thể hòa tan trong CO_2 dưới dạng SCF nhưng khi CO_2 chuyển sang CO_2 dạng lỏng hoặc khí, thì

thuốc nhuộm có thể không còn hòa tan trong CO₂ dạng lỏng hoặc khí. Cũng dự định là CO₂ được tuần hoàn bên trong (ví dụ, được đẩy qua giá mang hoặc trục cuốn nguyên 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).

Trong bước 518, nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai được lấy ra khỏi bình cao áp. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, áp suất trong bình cao áp giảm xuống áp suất gần bằng áp suất khí quyển và CO₂ được giữ lại trong bình cao áp để có thể sử dụng lại trong các công đoạn nhuộm tiếp theo. Trong một ví dụ, trục cuốn có hai cuộn nguyên liệu trên đó có thể được lấy ra khỏi thiết bị sau khi profin màu mong muốn đạt được cho một hoặc nhiều nguyên liệu.

Trong khi các bước cụ thể được mô tả và biểu thị trên Fig.13, sáng chế dự định là một hoặc nhiều bước phụ hoặc thay thế có thể được sử dụng để đạt được các khía cạnh của sáng chế. Ngoài ra, còn dự định 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 là lưu đồ 1400 của phương pháp nhuộm nguyên liệu trong CO₂ dưới 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 trong bước 1402, là cuộn nguyên liệu thứ nhất xung quanh trục cuốn. Trong bước 1404, nguyên liệu thứ hai được cuộn xung quanh nguyên liệu thứ nhất trong bước 1402. Bước 1402 và 1404 có thể tạo thành cuộn giống cuộn thường được biểu thị trên Fig.7 hoặc Fig.8.

Theo một khía cạnh thay thế của sáng chế, vị trí bắt đầu thứ hai trên Fig.14 được biểu diễn trong bước 1403 với cuộn nguyên liệu thứ nhất quanh thiết bị mang như trục cuốn và cuộn nguyên liệu thứ hai quanh thiết bị mang có thể giống hoặc khác thiết bị mang mà nguyên liệu thứ nhất được đặt trên đó. Trong bước được biểu thị trong bước 1403, thì nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai không tiếp xúc vật lý với nhau. Bước được đề xuất trong bước 1403 có thể dẫn đến việc đặt nguyên liệu thường được biểu thị trên Fig.6.

Ở cả vị trí bắt đầu thứ nhất lẫn thứ hai, hai cuộn nguyên liệu theo cách này hoặc cách khác, quanh một hoặc nhiều thiết bị mang để đặt trong bình cao áp thông thường như được biểu thị trong bước 1406.

Trong bước 1408 bình cao áp 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 bình cao áp đạt tới áp suất mong muốn như ít nhất áp suất của điểm tới hạn của CO₂. Ví dụ, CO₂ được cấp vào bình cao áp bằng bơm cho đến khi đạt được áp suất phù hợp trong bình cao áp.

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

Trong bước 1412, nguyên liệu thứ nhất và nguyên liệu thứ hai được lấy ra khỏi bình cao áp sao cho profin màu sắc (ví dụ, profin màu) của hai nguyên liệu khác với profin màu sắc của hai nguyên liệu như ở trong bước 1402, 1403 hoặc 1404. Nói cách khác, khi quá trình CO₂ dưới dạng SCF đi qua nguyên liệu kết thúc, thì profin màu của ít nhất một trong hai nguyên liệu thay đổi để cho thấy là nó đã được nhuộm bằng CO₂ dưới dạng SCF.

Trong khi Fig.14 biểu thị cụ thể một hoặc nhiều bước, sáng chế dự định 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 dưới dạng SCF trong ứng dụng nhuộm hoặc hoàn tất nguyên 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. Ngoài ra, 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 bình cao áp 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 thông này, chu trình thứ hai là truyền (ví dụ, nhuộm) cho nguyên liệu cần được hoàn tất 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 thông, thì ngừng tuần hoàn, 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 tỷ trọng khác nhau của CO₂ 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 nguyên 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 của tỷ trọng của CO₂ có thể làm giảm khả năng kết tủa của thuốc nhuộm trên các thành phần của bình cao áp do nguyên 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 thông có thể đạt được bằng cách điều chỉnh các biến số khác nhau. Cụ thể là, 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 thông có thể làm cho chất hoàn tất (ví dụ, thuốc nhuộm) phủ lên các mặt trong của bình cao áp. Lớp phủ của bình cao áp là không có hiệu quả và không mong muốn do nó là chất hoàn tất không được truyền qua nguyên liệu dự kiến và tiếp theo cần làm sạch để bảo đảm là chất hoàn tất không được truyền vào nguyên liệu tiếp theo mà chất hoàn tất không được dự kiến cho nó. Việc ngừng tuần hoàn ở thời điểm bắt đầu của chu trình thứ ba làm cho CO₂ và các chất hoàn tất hòa tan trong đó đọng lại trong bình cao áp. Do CO₂ chuyển từ dạng SCF sang dạng khí, nên chất hoàn tất trong môi trường tĩnh tại này có thể không tìm thấy vật chủ thích hợp để bám vào đó khi chất hoàn tất tách ra khỏi dung dịch cùng với CO₂ khi thay đổi pha. Vì vậy, bình cao áp tự nó có thể là đích

của chất hoàn tất bề mặt mà không phải là nguyên liệu đích. Việc xử lý các biến số có thể cho phép chất hoàn tất chủ yếu dính/liên kết/phủ lên nguyên liệu dự kiến đích mà không phải là chính bình cao áp.

Trong chu trình thứ ba (ví dụ, chu trình giảm áp), dự định là lưu lượng được duy trì hoặc ít nhất không bị dừng cho đến khi CO₂ chuyển từ trạng thái SCF sang trạng thái khí. Ví dụ, nếu áp suất trong bình cao áp bằng 250 bar (25,0 MPa) trong chu trình truyền, thì CO₂ có thể dưới dạng 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 bình cao áp, 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). Ngoài ra hoặc theo cách khác, còn dự định là lưu lượng được duy trì trên ngưỡng cho đến khi CO₂ có tỷ trọng lớn hơn một tỷ trọng xác định mà ở đó thuộc nhuộm tách khỏi dung dịch cùng với CO₂.

Ít nhất hai kịch bản khác nhau cho chu trình thứ ba được dự định. 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 ví dụ của sáng chế, ở thời điểm kết thúc chu trình thứ hai, nhiệt độ được phép giảm từ nhiệt độ làm việc 320 K này. Mặc dù, quy trình theo truyền thống có thể cũng ngừng dòng CO₂ trong bình cao áp khi nhiệt độ bắt đầu giảm, nhưng dự định là thay vì ngừng lưu lượng được duy trì ở một mức độ nhất định, cho đến khi ít nhất nhiệt độ rơi xuống dưới nhiệt độ tới hạn của CO₂, 304 K (30,85°C). Trong ví dụ này, CO₂ có thể vẫn dưới dạng SCF cho đến khi nhiệt độ rơi xuống dưới 304 K (30,85°C); vì vậy, lưu lượng được duy trì để tuần hoàn CO₂ và kết tủa các chất hoàn tất trong bình cao áp quanh và/hoặc trên nguyên 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 chuyển sang một trạng thái khác và/hoặc đạt được một tỷ trọng 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 bình cao áp để truyền cho

nguyên liệu bằng 250 bar (25,0 MPa), thì chu trình thứ ba được bắt đầu khi áp suất giảm. Trong khi quy trình truyền thông có thể ngừng lưu lượng CO₂ ở thời điểm này, sáng chế dự định 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 tất hòa tan trong đó thì trong toàn bộ thời gian này CO₂ dưới dạng 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 tỷ trọng nhất định của CO₂. Dự định là một số thuốc nhuộm (ví dụ, các chất hoàn tất 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 tỷ trọng của CO₂ (ví dụ, 500 kg/m³).

Theo một khía cạnh 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. Trong khi các nhiệt độ và áp suất cụ thể được liệt kê, sáng chế dự định là nhiệt độ hoặc áp suất bất kỳ đều có thể được sử dụng. Ngoài ra, 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 ví dụ của sáng chế.

Việc xử lý biến số không bị giới hạn ở chu trình thứ ba. Dự định là độ bão hòa cân bằng cao hơn của chất hoàn tất 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 định là do CO₂ chuyển sang trạng thái SCF, nên chất hoàn tất hòa tan trong SCF tiếp xúc với bề không động của CO₂ để cho phép sự cân bằng của dung dịch xảy ra sớm hơn theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Tương tự, dự định là nhiệt năng được cấp cho thể tích trong của bình cao áp 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 bình cao áp, nên dự định là sự bổ sung nhiệt năng diễn ra theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế trước khi tác dụng áp suất. Như vậy, dự định là việc xử lý 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 xử lý các biến số có thể còn ảnh hưởng đến quy trình nhuộm nguyên 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 tất trên nguyên 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 tất với nguyên liệu đích). Ngoài ra, lưu lượng 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. Ngoài ra, độ thấm của nguyên liệu đích cũng có thể ảnh hưởng đến các biến số như lưu lượng. Ví dụ, nguyên liệu có độ thấm cao hơn (ví dụ, vải 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 nguyên liệu có độ thấm thấp hơn (ví dụ, vải dệt thoi chặt). Như vậy, các biến số của quy trình đều có thể điều chỉnh dựa vào đặc tính nguyên liệu cũng như mức độ cho phép của kết quả nhuộm.

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

Fig.15 là lưu đồ 508 biểu diễn phương pháp ví dụ để đưa chất hoàn tất vào nguyên liệu đích theo các khía cạnh của sáng chế. Trong bước 510, nguyên liệu đích như polyeste được đặt trong bình cao áp. Nguyên liệu đích có thể là cuộn nguyên liệu và/hoặc nguyên liệu cuộn trên ống theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Nguyên liệu đích có thể có khối lượng nằm trong khoảng từ 100 đến 200 kg theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Tuy nhiên, khối lượng nhỏ hơn hoặc lớn hơn cũng được dự định.

Trong bước 512, CO₂ được cấp vào bình cao áp. Như được mô tả trong bản mô tả này, CO₂ có thể được cấp ở trạng thái bất kỳ như trạng thái khí vào bình cao áp kín. Trong bước 514, nhiệt độ bên trong của bình cao áp được tăng lên nhiệt độ làm việc. Ví dụ, dự định là bình cao áp có thể có nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ nằm trong khoảng từ 80 đến 90°C theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, từ nhiệt độ này bình cao áp 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 nguyên liệu đích (ví dụ, nguyên liệu tổng

hợp). Như được mô tả trong bản mô tả này, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 125°C cho phép nguyên liệu polyeste đích làm trương các (vi) lỗ để giữ vật lý chất hoàn tất mà không làm nóng chảy polyeste theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nhiệt độ ít nhất bằng nhiệt độ chuyển pha thủy tinh của nguyên liệu đích. Nhiệt độ này (ví dụ, 60-70°C đối với polyeste) cho phép các polyme kỵ nước của nguyên liệu kỵ nước bị trương trước sự khuếch tán của các chất hoàn tất ở dạng phân tán. Ngoài ra, nhiệt độ làm việc còn cần đủ lớn để CO₂ đạt được (hoặc gần đạt được) trạng thái SCF.

Trong bước 516, máy bơm được kích hoạt để tăng lưu lượng lên trên lưu lượng bằng 0 để tuần hoàn trong CO₂. 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 tất chứa trong bình cao áp.

Trong bước 518, áp suất của khoang trong của bình cao áp 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 ví dụ của sáng chế, áp suất làm việc nhỏ hơn 300 bar (30,0 MPa). Theo một khía cạnh 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 ví dụ của sáng chế, áp suất làm việc bằng 250 bar (25,0 MPa).

Trong bước 1512, nguyên liệu đích được truyền chất hoàn tất. Chất hoàn tất được vận chuyển vào nguyên liệu đích khi chất hoàn tất được hòa tan trong CO₂ dưới dạng SCF và được tuần hoàn bằng bơm kiểm soát lưu lượng CO₂. Việc truyền cho nguyên liệu đích cho phép sự thấm qua và giữ lại chất hoàn tất bằng nguyên liệu đích. Việc truyền cho nguyên 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 ví dụ của sáng chế.

Trong bước 1514, áp suất giảm từ áp suất làm việc xuống áp suất chuyển tiếp trong khi vẫn duy trì nhiệt độ trên nhiệt độ ngưỡng và lưu lượng trên lưu lượng ngưỡng. Áp suất chuyển tiếp có thể là áp suất bất kỳ 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 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 nguyên liệu đích. Ví dụ, nếu nhiệt độ

ngưỡng của nguyên liệu đích có thể bằng 100°C , thì lưu lượng ngưỡng là lưu lượng khác không. Nói cách khác, CO_2 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 tất hòa tan trong CO_2 bắt đầu kết tủa từ CO_2 khi tỷ trọng của CO_2 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 tất của nguyên 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 ví dụ của sáng chế.

Fig.18 đến Fig.22 biểu thị các xu hướng chung giữa áp suất, nhiệt độ và lưu lượng CO_2 trong các chu trình của quy trình hoàn tất nguyên liệu trong CO_2 dưới dạng SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Fig.18 đến Fig.22 thể hiện ba biến số trên biểu đồ, nhiệt độ 1802, áp suất 1804 và lưu lượng 1806. Ngoài ra, 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 định 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. Ngoài ra, còn dự định là các biến số có thể được điều chỉnh đáp lại việc một biến số khác đạt được ngưỡng như sẽ được mô tả dưới đây một cách chi tiết hơn. Về bản chất, Fig.18 đến Fig.22 được cung cấp cho mục đích minh họa và không nhằm giới hạn sáng chế, mà thay vào đó có tính chất làm ví dụ.

Trong chu trình tăng áp 1808, CO_2 được cấp vào bình cao áp. Bình cao áp có thể được gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ bắt đầu như $50\text{--}90^{\circ}\text{C}$ theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Tuy nhiên, dự định là thiết bị 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 ví dụ của sáng chế. Áp suất trong thiết bị có thể bắt đầu ở áp suất khí quyển theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Áp suất trong chu trình tăng áp 1808 có thể tăng lên áp suất ngưỡng như 250 bar (25,0 MPa). Tuy nhiên, ngưỡng áp suất bất kỳ trên áp suất của điểm tới của CO_2 đều được dự định. 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

ví dụ của sáng chế. Cũng dự định 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 biểu thị trên Fig.18, trong chu trình tăng áp 1808 lưu lượng 1806 đạt tới mức thứ nhất. Theo một khía cạnh 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 ví dụ của sáng chế, lưu lượng 1806 với trị số khác 0 trong chu trình tăng áp 1808 có tác dụng hỗ trợ hòa tan chất hoàn tất (ví dụ, thuốc nhuộm) trong khi vẫn giới hạn quá trình tạo kết tủa của chất hoàn tất 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 tất. Lưu lượng 1806 được dự định tăng trong hoặc dẫn đến chu trình nhuộm/xử lý 1810; tuy nhiên, cũng dự định là lưu lượng tương tự hoặc lớn hơn có thể được sử dụng theo các khía cạnh thay thế của sáng chế trong chu trình tăng áp 1808 so với chu trình nhuộm/xử lý 1810. Ngoài ra, cũng dự định 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 trong ví dụ này có thể tăng đến lưu lượng được dự định của chu trình nhuộm/xử lý 1810 theo một khía cạnh 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 định là nhiệt độ được tăng với tốc độ để thu được thời gian lớn nhất ở nhiệt độ mong muốn của chu trình nhuộm/xử lý 1810 để cho phép lượng nhiệt của nguyên liệu được xử lý cân bằng với lợi ích của việc truyền và tiếp nhận chất hoàn tất. Ví dụ, nếu nguyên liệu đích là polyester hoặc polyme mạch dài khác, thì việc đạt tới nhiệt độ trên 100°C có thể dẫn đến việc các (vi) lỗ của polyester mở đủ lớn để chất hoàn tất được truyền và được duy trì bởi polyester. Nếu phần bên trong của nguyên liệu polyester đã đạt tới nhiệt độ 100°C khi chất hoàn tất hòa tan được truyền qua nguyên liệu polyester, thì sự bám dính của chất hoàn tất có thể bị cản trở ở nhiều phần của nguyên liệu polyester theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Tương tự, dự định 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 tất từ CO₂ theo

một khía cạnh 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 giống chu trình thứ hai trong phần mô tả ở trên của phương pháp xử lý trong CO₂. 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 loại nguyên liệu đích, đặc tính của nguyên liệu (ví dụ, độ thấm, tỷ trọng), chất hoàn tất cần được cấp (ví dụ, màu sắc, độ bão hòa màu sắc, hóa học của chất hoàn tất, loại chất hoàn tất), lưu lượng CO₂, nhiệt độ, áp suất và đại lượng tương tự.

Như được biểu thị 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 ví dụ nêu trên của sáng chế. Tuy nhiên, dự định là áp suất, nhiệt độ và/hoặc lưu lượng cũng có thể được điều chỉnh trong chu trình nhuộm/xử lý 1810. Ví dụ, để thu được tỷ trọng khác nhau của CO₂ có khả năng hòa tan khác nhau đối với chất hoàn tất (sẽ được mô tả sau đây), thì áp suất có thể được điều chỉnh để hòa tan các thành phần hóa chất khác nhau ở các thời điểm khác nhau trong chu trình nhuộm/xử lý 1810 và/hoặc làm kết tủa các thành phần hóa chất hoàn tất khác nhau theo các trình tự cụ thể trong chu trình nhuộm/xử lý 1810 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Thời gian của chu trình nhuộm/xử lý 1810 có thể được kiểm soát bằng nhiều 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 ví dụ của sáng chế.

Fig.18 biểu thị 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 diễn ra với một tốc độ (ví dụ, độ dốc) định trước. 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 ví dụ của sáng chế. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế khác, áp suất giảm khoảng 5 bar (0,5 MPa) trên một phút. Ngoài ra, sự thay đổi áp suất có thể dựa vào một phần đặc tính của CO₂ khi nó biến đổi giữa các trạng thái và tỷ trọng khác nhau.

Trong ví dụ được biểu thị trên Fig.18, nhiệt độ 1802 và lưu lượng 1806 được duy trì ở đầu chu trình giảm áp 1812 ngay cả khi áp suất 1804 giảm. Tuy nhiên, dự

định là một trong hai biến số nhiệt độ hoặc lưu lượng có thể giảm và/hoặc tăng ở thời điểm bắt đầu của chu trình giảm áp 1812. Tuy nhiên, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, việc có lưu lượng ở mức khác không cho phép tiếp tục tuần hoàn CO₂ khi chất hoàn tất kết tủa ra khỏi CO₂. Sự tuần hoàn tiếp này trong giai đoạn kết tủa của chất hoàn tất mang lại một số ưu điểm theo các khía cạnh ví dụ của sáng chế. Ví dụ, ái lực của chất hoàn tất trong giai đoạn kết tủa ra khỏi CO₂ có thể thuận lợi cho nguyên liệu đích hơn là cho CO₂ để cho phép nồng độ cao hơn của chất hoàn tất được duy trì bởi nguyên liệu đích. Bình cao áp và các thành phần trong đó (ví dụ, trực mang / phần tử mang) là không cần thiết để duy trì và/hoặc thu hút chất hoàn tất ở cuối quy trình. Vì vậy, ngược với việc ngừng tuần hoàn trước khi chất hoàn tất kết tủa ra khỏi CO₂ có thể tạo ra môi trường tĩnh tại trong đó chất hoàn tất đã kết tủa được duy trì trên một bề mặt (ví dụ, thành bình cao áp) mà không phải là nguyên liệu đích, thì dòng CO₂ kéo dài làm cho chất hoàn tất được truyền qua nguyên liệu đích trong giai đoạn kết tủa của chu trình giảm áp 1812.

Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, ngay khi áp suất đạt được một áp suất xác định (ví dụ, 200 bar (20,0 MPa)) cũng làm cho chất hoàn tất kết tủa hoàn toàn ra khỏi CO₂ theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, thì sau đó nhiệt độ có thể giảm như được biểu thị trong chu trình 1814. Ngoài ra, cũng dự định là lưu lượng 1806 có thể thay đổi ở thời điểm bắt đầu của chu trình 1814. Ngoài ra, còn dự định là lưu lượng 1806 có thể thay đổi khi áp suất/nhiệt độ/tỷ trọng đạt tới một mức định trước theo một khía cạnh 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 định là áp suất nếu giảm xuống một ngưỡng định trước để giữ CO₂ thì 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 tất đã kết tủa ra khỏi CO₂ và CO₂ đã chuyển sang trạng thái khí hoặc lỏng.

Fig.19 minh họa sự giảm lưu lượng trong 706 trong chu trình giảm áp 712 so với lưu lượng 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 nguyên liệu đích đối với một số thuốc nhuộm và/hoặc nguyên liệu đích.

Fig.20 minh họa nhiệt độ 2002 theo bậc trong chu trình tăng áp 1808 theo các khía cạnh của sáng chế. Bậc 2002 có thể duy trì CO_2 ở một nhiệt độ xác định trong một khoảng thời gian xác định. Ví dụ, nhiệt độ này có thể được duy trì ở nhiệt độ 100°C trong khoảng thời gian từ 5 đến 15 phút. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, bậc 2002 kéo dài 5 phút, 10 phút hoặc 15 phút. Thời gian và nhiệt độ của bậc 2002 có thể phụ thuộc vào thuốc nhuộm và tỷ trọng của CO_2 mà ở đó thuốc nhuộm hòa tan. Ví dụ, bậc 2002 có thể xảy ra ở một thời điểm liên quan đến việc tăng áp suất để tăng độ hòa tan của thuốc nhuộm trong CO_2 .

Fig.21 minh họa hai bậc nhiệt độ 2102, 2104 trong chu trình tăng áp 1808 theo các khía cạnh của sáng chế. Bậc 2102, 2104 có thể duy trì CO_2 ở một nhiệt độ xác định (ví dụ, 100°C , 110°C) trong một khoảng thời gian xác định (ví dụ, 5 phút, 5 phút). Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, bậc 2102 kéo dài 5 phút, 10 phút hoặc 15 phút. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, bậc 2104 là 5 phút, 10 phút hoặc 15 phút. Nhiệt độ xác định trong bậc 2102 là 100°C theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Nhiệt độ xác định trong bậc 2104 là 110°C theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Thời gian và nhiệt độ của bậc 2102, 2104 có thể phụ thuộc vào thuốc nhuộm và tỷ trọng của CO_2 mà ở đó thuốc nhuộm hòa tan được. Ví dụ, bậc 2102, 2104 có thể xảy ra ở hai thời điểm trong quá trình tăng áp suất để tăng độ hòa tan của thuốc nhuộm thứ nhất và thuốc nhuộm thứ hai một cách tương ứng trong CO_2 .

Fig.22 minh họa việc xử lý 2202 lưu lượng trong 706 liên quan tới bậc 2102, 2104 trên Fig.21 theo các khía cạnh của sáng chế. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, lưu lượng giảm, ngừng hoặc được duy trì liên quan đến một hoặc nhiều biến số như việc tạo bậc cho nhiệt độ. Sự điều chỉnh lưu lượng này có thể tăng khả năng hòa tan thuốc nhuộm ví dụ trong CO_2 .

Fig.18 đến Fig.22 về bản chất chỉ có tính chất minh họa và không giới hạn sáng chế. Phần minh họa một biến số (ví dụ, nhiệt độ 1802, áp suất 1804 và lưu lượng 1806) chỉ có tính chất tương đối và không được vẽ theo tỷ lệ. Ngoài ra, còn dự định 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 ví dụ của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phần dưới đây là liệt kê của các thiết đặt biến số được lấy làm ví dụ cho chu trình tăng áp, nhuộm và giảm áp có thể được sử dụng để thực hiện các khía cạnh được đề cập trong bản mô tả này. Mỗi hàng là sự thay đổi các biến số để thực hiện quy trình nhuộm trong CO₂ cho một nguyên 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 – Xem Fig.18 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 2 – Xem Fig.18 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 3 – Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 4 – Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 5 – Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-200 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 6– Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-200 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 120°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 7– Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 115°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 8 – Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 230-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 115°C, áp suất: 100 bar (10,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 9– Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-200 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 115°C, áp suất kết thúc: 150 bar (15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 10 – Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-200 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 115°C, áp suất kết thúc: 100 bar (10,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 11– Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 115°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 115°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 12– Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 13 – Xem Fig.19 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110-120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110-120°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 14 – Xem Fig.20 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, duy trì nhiệt độ 100°C trong khoảng thời gian 10 phút, nhiệt độ kết thúc: 110-120°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ, bơm bên ngoài: tắt khi duy trì nhiệt độ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110-120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110-120°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 15 – Xem Fig.20 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, duy trì nhiệt độ 100°C trong khoảng thời gian 5 phút, duy trì nhiệt độ 110°C trong khoảng thời gian 5 phút, nhiệt độ kết thúc: 110-120°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ, bơm bên ngoài: tắt khi duy trì nhiệt độ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110-120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110-120°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 16 – Xem Fig.21 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, duy trì nhiệt độ 100°C trong khoảng thời gian 10 phút, duy trì nhiệt độ 110°C trong khoảng thời gian 10 phút, nhiệt độ kết thúc: 110-120°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ, bơm bên ngoài: tắt khi duy trì nhiệt độ thứ nhất và thứ hai.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110-120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110-120°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 17 – Xem Fig.21 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, duy trì nhiệt độ 100°C trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút, duy trì nhiệt độ 110°C trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút, nhiệt độ kết thúc: 110-120°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ, bơm bên ngoài: tắt khi duy trì nhiệt độ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110-120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ, thời gian: 90 phút.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110-120°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 18 – Xem Fig.22 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, duy trì nhiệt độ 100°C trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút, duy trì nhiệt độ 110°C trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút, nhiệt độ kết thúc: 110-120°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ, bơm bên ngoài: tắt khi duy trì nhiệt độ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110-120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ, Thời gian: 60 phút.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110-120°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ.

Điều kiện ví dụ 19 – Xem Fig.22 chẳng hạn.

Chu trình tăng áp: nhiệt độ bắt đầu: 80-90°C, duy trì nhiệt độ 100°C trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút, duy trì nhiệt độ 110°C trong khoảng thời gian từ 5

đến 10 phút, nhiệt độ kết thúc: 110-120°C, áp suất: 188-250 bar (18,8-25,0 MPa), lưu lượng: 90-130 m³/giờ, bơm bên ngoài: tắt khi duy trì nhiệt độ.

Chu trình nhuộm: nhiệt độ: 110-120°C, áp suất: 250 bar (25,0 MPa), lưu lượng: 175-240 m³/giờ, thời gian: 60-120 phút.

Chu trình giảm áp: nhiệt độ bắt đầu: 110-120°C, áp suất kết thúc: 100-150 bar (10,0-15,0 MPa), lưu lượng: 90-240 m³/giờ.

Có thể thấy rõ là, các thay đổi về khả năng kết hợp các biến số, việc định thời các biến số và các ngưỡng của mỗi biến số có thể được điều chỉnh để thu được kết quả. Ví dụ, khi đặc tính của nguyên liệu đích thay đổi, khi lượng và loại thuốc nhuộm thay đổi, thì các biến số đều có thể được xử lý. Các điều kiện ví dụ nêu trên chỉ có tính chất đại diện mà không giới hạn sáng chế. Thay vào đó, kết hợp các biến số có thể được kết hợp khi cần. Sau đây, bảng được sao chép trên Fig.27 sẽ cung cấp các điều kiện ví dụ của các chu trình khác nhau của phương pháp nhuộm trong SCF theo các khía cạnh của sáng chế.

Phương tiện mang chất hoàn tất hấp thụ có phân cực khác nhau

Như được đề cập trong bản mô tả này, nguyên liệu hy sinh có thể được sử dụng làm phương tiện vận chuyển để đưa chất hoàn tất (ví dụ, thuốc nhuộm) dự định được truyền qua nguyên liệu đích. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, chất hoàn tất có thể hòa tan trong CO₂ dưới dạng SCF cho phép SCF hòa tan chất hoàn tất để truyền cho nguyên liệu. SCF không cực; vì vậy, thành phần hóa chất của chất hoàn tất có thể làm việc trong hệ thống xử lý trong CO₂ dưới dạng SCF là các thành phần hóa chất hòa tan trong dung dịch không cực. Ví dụ, thuốc nhuộm thích hợp để nhuộm nguyên liệu polyeste có thể hòa tan trong CO₂ dưới dạng SCF nhưng không hòa tan trong nước. Ngoài ra, thuốc nhuộm thích hợp để nhuộm polyeste có thể không có thành phần hóa chất thích hợp để liên kết với các nguyên liệu khác như nguyên liệu hữu cơ như bông. Vì vậy, dự định là nguyên liệu hữu cơ (ví dụ, bông) sẽ được ngâm trong chất hoàn tất cần được đưa vào nguyên liệu polyeste. Nguyên liệu hữu cơ đã ngâm là nguyên liệu mang được cấp vào bình cao áp. Khi quy trình xử lý trong CO₂ dưới dạng SCF được thực hiện, thì chất hoàn tất sẽ được hòa tan bằng CO₂ dưới dạng SCF và được truyền qua nguyên liệu polyeste. Nguyên liệu hữu cơ mà cần phải có thành phần

hóa chất khác để liên kết với chất hoàn tất, không giữ lại chất hoàn tất và vì vậy lượng chất hoàn tất dự định này có thể sử dụng để truyền cho nguyên liệu đích.

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

Khi được ứng dụng cho các ví dụ hoàn tất nguyên liệu cụ thể, dự định là nguyên liệu cần phải có tính chất liên kết hóa học khác với nguyên liệu đích (ví dụ, bông so với polyester) được nhúng chìm hoặc theo cách khác được ngâm trong dung dịch chất hoàn tất. Sau đó, nguyên liệu mang đã ngâm được đặt trong bình cao áp. Phương tiện mang đã ngâm này có thể được đặt trên cấu trúc đỡ hoặc được quán xung quanh nguyên liệu đích. Quy trình hoàn tất trong CO₂ dưới dạng SCF có thể được bắt đầu. CO₂ dưới dạng SCF đi xung quanh và xuyên qua nguyên liệu mang và hòa tan chất hoàn tất để truyền chất hoàn tất cho nguyên liệu đích nguyên liệu. Khi kết thúc ứng dụng hoàn tất nguyên liệu, thì CO₂ được chuyển từ trạng thái SCF sang trạng thái khí hoặc lỏng (theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế). Chất hoàn tất không có khả năng liên kết hóa học với nguyên liệu mang bị hút lại và được duy trì bởi nguyên liệu đích theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Vì vậy, ở thời điểm kết thúc quy trình

hoàn tất, thì chất hoàn tất được đưa vào nguyên liệu đích và nguyên liệu mang có không đáng kể lượng chất hoàn tất theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Tính tỷ trọng của cacbon đioxit

Như được đề cập trong bản mô tả này, tỷ trọng của CO₂ ảnh hưởng đến mức hòa tan của thuốc nhuộm trong CO₂ dưới dạng SCF. Sự thay đổi nhiệt độ và/hoặc áp suất ảnh hưởng đến tỷ trọng của CO₂; vì vậy, sự điều chỉnh các biến số trong quy trình cũng ảnh hưởng đến khả năng hòa tan của thuốc nhuộm trong CO₂ dưới dạng SCF. Tỷ trọng của CO₂ có thể tính được bằng cách sử dụng nhiều kỹ thuật đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Theo một khía cạnh 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 và các phương pháp khác cũng có thể được sử dụng.

Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nhiệt độ và áp suất có thể được sử dụng để ước tính tỷ trọng của CO₂ tính theo kg/m³. Ví dụ, sự làm việc ở nhiệt độ bằng 110°C (nghĩa là, 383 K) và áp suất bằng 250 bar (25,0 MPa) dẫn đến việc CO₂ có tỷ trọng bằng 525 kg/m³. Như sẽ được mô tả, dự định là chu trình nhuộm của quy trình có thể làm việc ở nhiệt độ tương đối không đổi như 100-120°C (373-393 K) và áp suất bằng khoảng 250 bar (25,0 MPa). Với thiết đặt nhiệt độ và áp suất này, tỷ trọng của CO₂ dưới dạng SCF có thể nằm trong khoảng từ 566 đến 488 kg/m³.

CO₂ dưới dạng SCF có tác dụng làm dung môi. Khả năng hòa tan của CO₂ dưới dạng SCF thay đổi theo tỷ trọng của CO₂ dưới dạng SCF sao cho khi nhiệt độ được duy trì tương đối không đổi thì khả năng hòa tan của CO₂ dưới dạng SCF tăng theo tỷ trọng. Do tỷ trọng tăng theo áp suất khi nhiệt độ vẫn không đổi, nên khả năng hòa tan của CO₂ tăng theo áp suất.

Ngoài việc xử lý áp suất để tác động vào khả năng hòa tan của CO₂, thì dự định là nhiệt độ cũng 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 tỷ trọng và nhiệt độ thì phức tạp hơn. Với tỷ trọng không đổi, thì khả năng hòa tan của CO₂ sẽ tăng theo nhiệt độ. Tuy nhiên, khi gần tới điểm tới hạn của CO₂, thì tỷ trọng có thể giảm mạnh theo sự tăng nhẹ của nhiệt độ; vì vậy, khi gần

tới nhiệt độ tới hạn, thì khả năng hòa tan thường giảm khi nhiệt độ tăng, sau đó lại tăng trở lại.

Ngoài ra, dự định là cả nhiệt độ lẫn áp suất đều có thể được xử lý trong chu trình nhuộm của quy trình để tác động vào khả năng hòa tan bằng tỷ trọng của CO₂ để thu được dung dịch mong muốn của chất hoàn tất như thuốc nhuộm.

Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nguyên liệu đặt trong bình cao áp được xử lý bằng CO₂ dưới dạng SCF là nguyên liệu gốc polyester, nguyên liệu này có thể hạn chế tác dụng của nhiệt độ và vì vậy cũng có thể hạn chế thay đổi tỷ trọng của CO₂. Ví dụ, ở nhiệt độ trên 120°C thì polyester có thể đạt tới hoặc vượt quá nhiệt độ chuyển tiếp làm thay đổi cảm giác tiếp xúc, vẻ bề ngoài và/hoặc cấu trúc của polyester. Tuy nhiên, để thu được đặc tính hòa tan chấp nhận được của CO₂, áp suất có thể được xử lý để thu được tỷ trọng đủ lớn của CO₂. Vì vậy theo các khía cạnh ví dụ của sáng chế, nhiệt độ được duy trì dưới 120°C để hạn chế các tác dụng không mong muốn trên nguyên liệu cần được hoàn tất.

Do việc tăng áp suất và/hoặc nhiệt độ tiêu tốn tài nguyên như năng lượng, làm giảm hiệu quả của quy trình hoàn tất/nhuộm nguyên 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 tất và cũng đủ để tương tác với nguyên liệu được hoàn tất. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nhiệt độ và áp suất đủ lớn là 100-125°C và áp suất nhỏ hơn 300 bar (30,0 MPa). Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nhiệt độ bằng 100-115°C và 225-275 bar (22,5-27,5 MPa) để cho phép tỷ trọng của CO₂ đủ lớn để hòa tan thuốc nhuộm đa thành phần hóa chất và làm trương các xơ của nguyên liệu polyester để thẩm thuốc nhuộm mà không làm ảnh hưởng tiêu cực đến polyester của nguyên liệu cần được hoàn tất và không cần sử dụng nguồn năng lượng dư để cố đạt tới 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 nguyên liệu polyester; tuy nhiên, áp suất 310 bar (31,0 MPa) tiêu thụ nhiều năng lượng hơn, điều này làm tăng chi phí và thời gian xử lý nguyên liệu theo quy trình xử lý trong CO₂ dưới dạng SCF.

Trước đây, cần phải sử dụng tỷ trọng trên 600 kg/m³ để thu được khả năng hòa tan đủ lớn đối với thuốc nhuộm để xử lý nguyên liệu trong hệ thống này. Nếu tỷ trọng của CO₂ nhỏ hơn trị số này, thì thuốc nhuộm được cung cấp có thể không hòa tan

trong CO₂ và vì vậy có thể không truyền được cho nguyên liệu cần 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, một thành phần hóa chất của thuốc nhuộm được phát hiện hòa tan với tỷ trọng của CO₂ vượt quá 600 kg/m³ và việc sử dụng CO₂ có tỷ trọng nằm trong khoảng từ 556 đến 488 kg/m³ có thể không đủ để hòa tan thuốc nhuộm được khám phá trong hệ thống này. Vì vậy, để tiết kiệm năng lượng, cải thiện hiệu quả và hạn chế các tác dụng không mong muốn trên nguyên liệu được hoàn tất, thì các khía cạnh trong bản mô tả này dự định giới hạn tỷ trọng dưới 600 kg/m³.

Ngoài ra, dự định là các khía cạnh của sáng chế được đưa ra để ứng dụng tính linh hoạt của chất hoàn tất. Ví dụ, các khía cạnh của sáng chế dự định thuốc nhuộm đa thành phần hóa chất được đưa vào nguyên liệu đích bằng CO₂ dưới dạng SCF. Do có nhiều thành phần hóa chất (ví dụ, nhiều thuốc màu, nhiều chất hoàn tất, các tổ hợp của màu sắc và chất hoàn tất, v.v.), nên các thành phần hóa chất độc đáo khác nhau có thể có tỷ trọng khác nhau của CO₂ mà ở đó chúng hòa tan. Vì vậy, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế các thành phần hóa chất được lựa chọn theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, để hòa tan trong CO₂ có tỷ trọng nằm trong khoảng từ 556 đến 488 kg/m³. Một khía cạnh ví dụ dự định chất hoàn tất đa thành phần hóa chất như hỗn hợp thuốc nhuộm ba màu (hoặc nhiều hơn ba màu). Trong khi các thành phần hóa chất độc đáo của thuốc nhuộm hòa tan trong CO₂ ở các tỷ trọng khác nhau của CO₂, thì mỗi hóa chất hòa tan được trong các thông số của hệ thống như tỷ trọng của CO₂ nằm trong khoảng từ 556 đến 488 kg/m³. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, nhiều chất hoàn tất đa thành phần hóa chất là thuốc nhuộm chưa tinh chế hòa tan trong CO₂ có tỷ trọng nằm trong khoảng từ 556 đến 488 kg/m³.

Cảm giác tiếp xúc thu được (cũng được gọi là “cảm giác cầm tay”) của nguyên liệu sau quá trình hoàn tất là tiêu chuẩn quan trọng để xem xét khi thực hiện công đoạn hoàn tất. Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, dự định là nguyên liệu thu được từ quy trình hoàn tất trong CO₂ dưới dạng SCF có thể có cảm giác tiếp xúc (hoặc cảm giác cầm tay) tương tự cảm giác của nguyên liệu được hoàn tất theo quy trình xử lý trong nước. Vì vậy, dự định là các biến số để đạt được tỷ trọng khác nhau của CO₂ có thể còn bị hạn chế dựa vào tác dụng của chúng lên cảm giác cầm tay của chất hoàn tất. Ví dụ, theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, việc xử lý ở nhiệt độ nhỏ hơn 110°C tạo

ra cảm giác cầm tay tốt hơn cho nguyên liệu so với ở nhiệt độ trên 110°C. Như được đề cập ở trên, nguyên liệu polyeste có thể có nhiệt độ chuyển tiếp gần bằng 120°C (hoặc nhiệt độ bất kỳ trên 110°C) và sự ảnh hưởng lên nhiệt độ chuyển tiếp này trong một khoảng thời gian trong chu trình xử lý trong CO₂ sẽ làm thay đổi cảm giác cầm tay/cảm giác tiếp xúc của nguyên liệu đã được xử lý. Theo một khía cạnh khác nữa, việc làm việc ở nhiệt độ 100°C đối với nguyên 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 ví dụ của sáng chế, thì các công đoạn xử lý trong CO₂ ở nhiệt độ 100°C có thể được lựa chọn để dẫn đến cảm giác cầm tay/cảm giác tiếp xúc tương tự cảm giác của nguyên liệu được hoàn tất trong dung dịch gốc nước.

Khả năng giảm/loại trừ chu trình làm sạch

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

cách duy trì lưu lượng ở một trị số khác 0 khi chất hoàn tất kết tủa từ CO₂. Ngoài ra, cũng dự định là việc duy trì nhiệt độ trên trị số ngưỡng cho đến khi chất hoàn tất 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 nguyên liệu đích là nguyên liệu polyeste, thì việc duy trì nhiệt độ trên 100°C sẽ giữ các (vi) lỗ của polyeste mở ở mức đủ lớn để giữ lại các chất hoàn tất (ví dụ, thuốc nhuộm) trong polyeste khi áp suất giảm để làm cho thuốc nhuộm kết tủa ra khỏi CO₂. Việc cho phép các (vi) lỗ của polyeste vẫn mở đủ lớn trong giai đoạn kết tủa sẽ hạn chế sự tích lũy dư của chất hoàn tất trên các thành phần của bình cao áp và hệ thống theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Vì vậy, dự định là loạt chu trình trong bình cao áp có thể bao gồm bước đưa nguyên liệu đích thứ nhất vào bình cao áp, chu trình tăng áp thứ nhất, chu trình nhuộm/xử lý thứ nhất, chu trình giảm áp thứ nhất, lấy nguyên liệu đích thứ nhất ra, đưa nguyên 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 nguyên liệu đích thứ hai ra. Không có mặt trong chuỗi sự kiện này là bước đưa nguyên liệu làm sạch hy sinh và các chu trình tăng áp – nhuộm/xử lý/làm sạch – quá trình giảm áp với nguyên liệu hy sinh. Việc loại bỏ các bước này trong quy trình giúp tiết kiệm thời gian, năng lượng và nguyên liệu làm sạch hy sinh.

Nguyên liệu làm sạch hy sinh có thể là nguyên liệu có thành phần tương tự thành phần của nguyên liệu đích. Tuy nhiên, lượng nguyên liệu hy sinh ít hơn cũng có thể được sử dụng so với nguyên liệu đích. Ví dụ, lượng nguyên liệu đích có thể là 100-200 kg nguyên liệu. Lượng nguyên liệu làm sạch hy sinh có thể nhỏ hơn 100 kg nguyên liệu. Ngoài ra, trong khi các chu trình xử lý dùng cho nguyên liệu đích được lựa chọn để thu được kết quả hoàn tất mong muốn trên nguyên liệu đích, thì thay vào đó các chu trình của quy trình làm sạch được lựa chọn để giảm bớt chất hoàn tất dư trên các bề mặt của hệ thống mà không cần quan tâm đến kết quả hoàn tất nguyên liệu làm sạch hy sinh. Một khác biệt nữa giữa nguyên liệu làm sạch hy sinh và nguyên liệu đích là ở chỗ các chất hoàn tất phụ thường không có mặt trong quy trình xử lý trong CO₂ bao gồm nguyên liệu làm sạch hy sinh. Ngoài ra, các chất hoàn tất danh nghĩa có mặt ở một nồng độ không cân đối (ví dụ, 1-20%) của chúng được sử dụng có liên quan tới nguyên liệu đích có thể vẫn được xem là nguyên liệu làm sạch hy sinh theo các khía cạnh ví dụ của sáng chế. Vì vậy, nguyên liệu làm sạch hy sinh có thể phân biệt

được với nguyên liệu đích khi kết quả hoàn tất nguyên liệu không phải là mục đích chính của việc đưa nguyên liệu làm sạch hy sinh vào bình cao áp theo các khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Giặt nguyên liệu đích

Giặt là quy trình chuẩn bị nguyên liệu đích cho quá trình hoàn tất cuối cùng bằng quy trình xử lý trong SCF. Ví dụ, quá trình giặt loại bỏ dầu và oligome ra khỏi nguyên liệu đích. Dầu và oligome, nếu được phép vẫn kết hợp với nguyên liệu đích, có thể làm ảnh hưởng đến quy trình nhuộm. Vì vậy, theo truyền thống thì dầu và oligome được loại bỏ trong quy trình giặt trong nước trước quá trình nhuộm nguyên liệu đích. Các khía cạnh trong bản mô tả này sử dụng môi trường SCF để giặt nguyên liệu đích như nguyên liệu được cuộn hoặc sợi được đánh ống. Quy trình giặt trong môi trường SCF giảm sử dụng nước và khả năng tác động môi trường do việc tiến hành không cần nước được thực hiện bằng SCF như CO₂ dưới dạng SCF.

Quá trình giặt 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, bình cao áp 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 giặt tập trung loại bỏ các thành phần (ví dụ, oligome, dầu) ra khỏi nguyên liệu đích chứ không phải là cấp các thành phần (ví dụ, thuốc nhuộm) vào nguyên liệu đích. Như vậy, một số thành phần của hệ thống có thể được sử dụng khác nhau để giặt mà không phải là nhuộm. Ví dụ, hệ thống bơm để cấp và giữ CO₂ trong bình cao áp có thể được sử dụng trong quy trình giặt để tách CO₂ và các thành phần cần loại bỏ ra khỏi nguyên 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 nguyên liệu (ví dụ, CO₂) giữa bình cao áp bên trong và vị trí bên ngoài như bình chứa và thiết bị lọc CO₂. Các khía cạnh của sáng chế dự định tách CO₂ có các thành phần đã giặt như oligome và dầu, ra khỏi bình cao áp đến một vị trí bên ngoài. CO₂ đã tách có thể được lọc hoặc theo cách khác được xử lý để loại bỏ các thành phần giặt đã tách ra khỏi CO₂. Ngoài ra, còn dự định là chất hoạt động bề mặt có thể được bổ sung cho các quy trình để giúp liên kết CO₂ dưới dạng SCF và oligome và/hoặc dầu. Ngoài ra, còn dự định là nguyên liệu hy sinh được kết hợp với nguyên liệu đích sao cho các thành phần đã giặt, ngay khi bị loại bỏ ra khỏi nguyên liệu đích, có ái lực lớn hơn đối với nguyên

liệu hy sinh để cho phép các thành phần đã giặt chuyển từ nguyên liệu đích sang nguyên liệu hy sinh.

Fig.16 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để giặt nguyên liệu trong chất lưu siêu tới hạn theo các khía cạnh của sáng chế. Trong bước 1602 nguyên liệu đích được đặt trong bình cao áp. Nguyên liệu đích có thể là nguyên liệu bất kỳ. Ví dụ, nguyên liệu có thể polyeste, hỗn hợp của polyeste, bông và nguyên liệu tương tự. Ngoài ra, nguyên liệu có thể là nguyên liệu được cuộn (ví dụ, vải dệt kim hoặc vải dệt thoi được cuộn) và/hoặc sợi được đánh ống (ví dụ, sợi, chỉ). Nguyên liệu có thể được đặt trong bình cao áp theo cách bất kỳ như các cách được mô tả ở trên đối với quá trình nhuộm.

Trong bước 1604, CO₂ được cấp vào bình cao áp. Bơm bên ngoài có thể cấp CO₂ từ một nguồn bên ngoài như thùng chứa vào thể tích trong của bình cao áp. CO₂ có thể ở trạng thái bất kỳ như khí hoặc lỏng khi nó được cấp. Trong bước 1606, CO₂ được đưa đến ít nhất trạng thái SCF. Như được mô tả ở trên trong bản mô tả này, CO₂ có thể được gia nhiệt và tăng áp lên các mức định trước để đủ thực hiện công đoạn giặt.

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

Trong bước 1610, CO₂ dưới dạng SCF is được trao đổi ra khỏi bình cao áp trong khi vẫn duy trì bình cao áp trong điều kiện để đạt tới trạng thái SCF của CO₂. Bơm bên ngoài có thể được kích hoạt để tạo ra sự trao đổi. Bơm bên ngoài có thể loại bỏ lượng CO₂ được đẩy qua một hoặc nhiều thiết bị tách hoặc thiết bị lọc có tác dụng loại bỏ các thành phần đã giặt ra khỏi CO₂. Bơm bên ngoài có thể tái cấp CO₂ (CO₂ này hoặc khác) trong bình cao áp. Như vậy, sự trao đổi CO₂ cho phép làm sạch CO₂

làm việc để loại bỏ các thành phần đã giặt ra khỏi bình cao áp. Trong một số ví dụ, quá trình trao đổi CO₂ chứa các thành phần đã giặt ngăn không cho các thành phần đã giặt tích tụ lại trên bình cao áp trong quy trình giặt.

Trong bước 1612, các thành phần đã giặt bị loại bỏ ra khỏi CO₂ đã tách. CO₂ này có thể đi qua quy trình tách hoặc lọc để loại bỏ oligome và/hoặc dầu ra khỏi CO₂. Điều này cho phép CO₂ được thu hồi và cuối cùng được cấp trở lại bình cao áp. Như vậy, phương pháp trên Fig.16 biểu thị sự trở lại bước 1608, hình vẽ này có thể biểu diễn quá trình truyền liên tục cho nguyên liệu đích ngay cả khi CO₂ ít nhất được lọc một phần và quay trở lại bình cao áp. Tuy nhiên, dự định là bình cao áp là hệ thống kín trong quy trình giặt và CO₂ chỉ bị loại bỏ ra khỏi bình cao áp khi kết thúc quy trình giặt theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế.

Fig.17 là lưu đồ biểu diễn phương pháp ví dụ để giặt và xử lý (ví dụ, nhuộm) nguyên 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 bước chính, bước giặt 1702 và bước nhuộm (ví dụ, hoàn tất) 1704. Các bước giặt 1702 và các bước nhuộm 1704 có thể được thực hiện theo một quá trình liên tục. Điều này khác với quá trình giặt truyền thống có thể cần phải mở cuộn nguyên liệu được cuộn qua bể nước để giặt nguyên liệu, quá trình sấy nguyên liệu và sau đó quá trình cuộn lại nguyên liệu cho quy trình nhuộm tiếp theo. Môi trường SCF cho phép nguyên liệu đích (ví dụ, cuộn hoặc ống cuộn) được đặt trong bình cao áp như được biểu thị trong bước 1706 trong các bước giặt 1702.

Giai đoạn tăng áp của quy trình giặt được bắt đầu như được biểu thị trong bước 1708. Giai đoạn giặt của quy trình giặt được bắt đầu trong bước 1710. Giai đoạn giảm áp của quá trình giặt được bắt đầu trong bình cao áp trong bước 1712. Như được đề cập trong bản mô tả này, các giai đoạn khác nhau của quy trình giặt có thể được điều chỉnh dựa vào nguyên liệu, điều kiện hoặc các nhân tố khác.

Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, các bước nhuộm 1704 có thể được thực hiện tiếp sau hoàn thành các bước giặt 1702 mà không cần lấy nguyên liệu đích ra khỏi bình cao áp. Theo một khía cạnh thay thế của sáng chế, nguyên liệu đích có thể được lấy ra khỏi bình cao áp để đưa chất hoàn tất (ví dụ, thuốc nhuộm). Ngay khi chất hoàn tất được cấp cho nguyên liệu đích (ví dụ, nguyên liệu hy sinh có thuốc nhuộm được

đặt tiếp xúc với nguyên liệu đích), thì nguyên liệu đích có thể được đặt lại trong bình cao áp trong các bước nhuộm 1704 để được hoàn tất. Vì vậy, dự định là sự chuyển từ quá trình giặt trong SCF sang quy trình nhuộm trong SCF về bản chất có thể đạt được với sự gián đoạn tối thiểu và gần như liên tục.

Trong bước 1714, chất hoàn tất được cấp vào bình cao áp cùng với nguyên liệu đích. Chất hoàn tất có thể được cấp theo cách bất kỳ được dự định trong bản mô tả này đối với quá trình nhuộm. Trong bước 1716, giai đoạn tăng áp của quy trình nhuộm được bắt đầu trong bình cao áp. Trong bước 1718, giai đoạn nhuộm của quy trình nhuộm được bắt đầu trong bình cao áp. Trong bước 1720, giai đoạn giảm áp của quy trình nhuộm được bắt đầu trong bình cao áp. Trong bước 1722, nguyên liệu đích được lấy ra khỏi bình cao áp. Fig.17 thể hiện nguyên liệu đích được giặt bằng quy trình xử lý trong SCF theo các bước giặt 1702 và sau đó được nhuộm bằng cách sử dụng SCF theo các bước nhuộm 1704 theo các khía cạnh của sáng chế.

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

Fig.23 là sơ đồ biểu thị ví dụ về các biến số của quy trình giặt trong môi trường SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Ví dụ, nhiệt độ 2302 có thể bắt đầu ở nhiệt độ bằng khoảng 80-90°C và bơm bên ngoài 2307 có thể bật và lưu lượng trong có thể tăng đến khoảng 240 m³/giờ trong chu trình tăng áp 2308. Cấu hình này cho phép CO₂ được tuần hoàn so với nguyên liệu đích khi sự tăng áp suất và nhiệt độ lên các mức thích hợp của chu trình giặt 2310. Trong chu trình giặt 2310, bơm bên ngoài 2307 tắt trong

khi nhiệt độ, áp suất và lưu lượng trong được duy trì. Chu trình giặt 2310 có thể làm việc trong khoảng thời gian bất kỳ (ví dụ, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 phút). Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, chu trình giặt làm việc trong ít nhất 60 phút. Chu trình xả 2311 tiếp tục duy trì nhiệt độ (ví dụ, 100-125°C), áp suất (200-250 bar (20,0-25,0 MPa)) và lưu lượng trong (ví dụ, 90-240 m³/giờ) tương đối không đổi nhưng bơm bên ngoài 2307 lại được bắt đầu. Việc sử dụng bơm bên ngoài 2307 có thể trao đổi CO₂ và tách các thành phần đã giặt (ví dụ, oligome, dầu) ra khỏi bình cao áp để xả các thành phần đã giặt trong hệ thống trước khi thay đổi trạng thái của CO₂. Chu trình xả 2311 có thể làm việc trong khoảng thời gian bất kỳ (ví dụ, 15, 30, 45, 60, 75, 90 phút). Theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế, chu trình xả 2311 kéo dài khoảng 30 phút. Trong ví dụ này, chu trình giảm áp 2312 làm giảm nhiệt độ, áp suất và lưu lượng trong. Tổng thời gian có thể được điều chỉnh dựa vào đặc tính của nguyên liệu đích và/hoặc lượng giặt xảy ra.

Fig.24 là sơ đồ biểu thị ví dụ về các biến số của quy trình giặt trong môi trường SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Cụ thể là, chu trình xả riêng được bỏ qua trong ví dụ này. Ngoài ra, trong ví dụ này bơm bên ngoài 2307 làm việc chỉ trong chu trình tăng áp 2308 và không làm việc trong chu trình giặt 2310 hoặc chu trình giảm áp 2312. Theo một kịch bản ví dụ, lưu lượng 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 giặt 2310 và giảm xuống khoảng từ 90 đến 130 m³/giờ trong chu trình giảm áp 2312 theo một khía cạnh ví dụ của sáng chế. Áp suất 2304 có thể đạt tới 250 bar (25,0 MPa) trong chu trình giặt 2310 và giảm xuống 130 bar (13,0 MPa) 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 ví dụ của sáng chế, 5 bar (0,5 MPa)/phút được ứng dụng cho quá trình giảm áp.

Fig.25 là sơ đồ biểu thị ví dụ về các biến số của quy trình giặt trong môi trường SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Trong ví dụ này, lưu lượng trong 2306 có thể được duy trì trong chu trình giặt 2310 và chu trình giảm áp 2312. Ngoài ra, bơm bên ngoài 2307 có thể bật trong chu trình tăng áp 2308 cũng như chu trình giảm áp 2312 (trong khi tắt trong chu trình giặt 2310).

Fig.26 là sơ đồ biểu thị ví dụ về các biến số của quy trình giặt trong môi trường SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Trong ví dụ này, lưu lượng trong có thể thay đổi

giữa các chu trình khác nhau trong khi bơm bên 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 giặt.

Vì vậy, dự định là sự kết hợp bất kỳ và trị số của các biến số có thể được ứng dụng trong quy trình giặt trong môi trường SCF. Ví dụ, nhiệt độ, áp suất, lưu lượng, thời gian và bơm bên ngoài đều có thể được điều chỉnh trong mỗi chu trình để đạt được mức độ giặt thích hợp cho nguyên liệu đích và quy trình tiếp theo như nhuộm nguyên liệu đích. Ngoài ra, các biến số được mô tả đối với quá trình nhuộm trong SCF trong bản mô tả này có thể ứng dụng giống như cho quá trình giặt trong SCF. Ví dụ, kết hợp các biến số của chu trình tăng áp của quá trình nhuộm trong SCF có thể được ứng dụng trong một số khía cạnh của chu trình tăng áp của quá trình giặt trong SCF; kết hợp các biến số của chu trình nhuộm của quá trình nhuộm trong SCF có thể được ứng dụng trong một số khía cạnh của chu trình giặt của quá trình giặt trong SCF; và kết hợp các biến số của chu trình giảm áp của quá trình nhuộm trong SCF có thể được ứng dụng trong một số khía cạnh của chu trình giảm áp của quá trình giặt trong SCF.

Cần hiểu là dấu hiệu và kết hợp phụ nhất định đều 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 định và thuộc phạm vi yêu cầu bảo hộ.

Mặc dù, các thành phần và bước cụ thể được mô tả kết hợp với nhau nhưng cần hiểu rằng các thành phần và/hoặc bước bất kỳ được đề cập trong bản mô tả này đều dự định là có thể kết hợp với các thành phần và/hoặc bước khác bất kỳ bất chấp việc qui định rõ ràng về chung trong khi vẫn thuộc phạm vi của sáng chế được đề cập trong bản mô tả này. Do nhiều phương án có thể thực hiện được mà không trệt khỏi phạm vi của sáng chế, nên trong bản mô tả này cần hiểu là mọi vấn đề được đưa ra hoặc thể hiện trên các hình vẽ đi kèm sẽ 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 dưới đây, thuật ngữ “điểm bất kỳ trong số các điểm” hoặc các biến thể tương tự của thuật ngữ này đều nhằm giải thích sao cho các dấu hiệu theo các 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

nhằm giải thích sao cho 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. Ngoài ra, thuật ngữ “điểm bất kỳ trong số các điểm” hoặc các biến thể tương tự của thuật ngữ này đều nhằm bao gồm “một điểm bất kỳ trong số các điểm” hoặc 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 hoàn tất nguyên liệu đích, phương pháp này bao gồm các bước: đặt nguyên liệu đích trong bình cao áp; cấp cacbon đioxit (" CO_2 ") vào bình cao áp; tăng nhiệt độ bên trong của bình cao áp lên nhiệt độ làm việc; tăng áp suất trong bình cao áp lên áp suất làm việc, trong đó CO_2 ở trạng thái lỏng siêu tới hạn (" SCF ") khi ở nhiệt độ làm việc và áp suất làm việc; truyền chất hoàn tất cho nguyên liệu đích bằng cách sử dụng CO_2 dưới dạng SCF; và giảm áp suất từ áp suất làm việc xuống áp suất chuyển tiếp trước khi giảm nhiệt độ xuống nhiệt độ ngưỡng;

phương pháp này còn bao gồm bước tăng lưu lượng lên một lưu lượng khác không khi truyền chất hoàn tất cho nguyên liệu đích, trong đó lưu lượng này nằm trong khoảng từ 175 đến 240 $\text{m}^3/\text{giờ}$ và,

bước giảm lưu lượng xuống lưu lượng nằm trong khoảng từ 90 đến 130 $\text{m}^3/\text{giờ}$ sau khi giảm áp suất so với áp suất làm việc,

trong đó nguyên liệu đích là nguyên liệu cuộn trên ống,

trong đó chất hoàn tất là thuốc nhuộm,

trong đó nguyên liệu hy sinh có thuốc nhuộm tích hợp và tiếp xúc với nguyên liệu cuộn trên ống.

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

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó áp suất làm việc nhỏ hơn 300 bar (30,0 MPa), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 225 đến 275 bar (22,5 đến 27,5 MPa), tốt hơn nữa là 250 bar (25,0 MPa).

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 3, trong đó áp suất làm việc và nhiệt độ làm việc tạo ra tỷ trọng của CO_2 nhỏ hơn 600 kg/m^3 , tốt hơn là nằm trong khoảng từ 566 đến 488 Kg/m^3 .

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 4, trong đó tốc độ giảm áp suất nằm trong khoảng từ 1 đến 10 bar (0,1 đến 1 MPa) trên một phút.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 5, trong đó tốc độ giảm áp suất bằng 5 bar (0,5 MPa) trên một phút.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 6, trong đó áp suất chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 100 đến 225 bar (10 đến 22,5 MPa).
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 7, trong đó nhiệt độ ngưỡng bằng 100°C.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 8, trong đó nhiệt độ ngưỡng bằng nhiệt độ làm việc.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 9, trong đó bước tăng nhiệt độ lên nhiệt độ làm việc bao gồm bước duy trì nhiệt độ ở nhiệt độ của bước nằm trong khoảng từ 90 đến 110°C trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút trước khi đạt tới nhiệt độ làm việc.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 10, phương pháp này còn bao gồm bước giảm nhiệt độ từ nhiệt độ ngưỡng sau khi giảm áp suất xuống áp suất chuyển tiếp.
12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 11, phương pháp này còn bao gồm bước giảm lưu lượng từ lưu lượng ngưỡng sau khi giảm áp suất lên áp suất chuyển tiếp.
13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này bao gồm bước hoàn tất nguyên liệu đích thứ nhất và nguyên liệu đích thứ hai mà không cần sử dụng quy trình làm sạch, phương pháp này bao gồm các bước: đưa chất hoàn tất thứ nhất vào nguyên liệu đích thứ nhất, bước này bao gồm các bước: đặt nguyên liệu đích thứ nhất trong bình cao áp; cấp cacbon đioxit (" CO_2 ") vào bình cao áp; tăng nhiệt độ bên trong của bình cao áp lên nhiệt độ làm việc; tăng lưu lượng lên một lưu lượng khác không, trong đó lưu lượng tăng lên một lưu lượng khác không trước khi CO_2 đạt tới trạng thái lỏng siêu tới hạn (" SCF "); tăng áp suất trong bình cao áp lên áp suất làm việc, trong đó CO_2 đạt tới trạng thái SCF khi ở nhiệt độ làm việc và áp suất làm việc; truyền cho nguyên liệu đích thứ nhất chất hoàn tất thứ nhất bằng cách sử dụng CO_2 dưới dạng SCF; sau khi truyền chất hoàn tất thứ nhất cho nguyên liệu đích thứ nhất, thì giảm áp suất từ áp suất làm việc xuống áp suất chuyển tiếp trong khi vẫn duy trì nhiệt độ trên nhiệt độ ngưỡng và vẫn duy trì lưu lượng trên lưu lượng ngưỡng; và đưa chất hoàn tất thứ hai vào nguyên liệu đích thứ hai trong bình cao áp mà không đưa chất hoàn tất thứ nhất vào nguyên liệu làm sạch hy sinh trong bước nằm giữa bước đưa chất hoàn tất thứ nhất

vào nguyên liệu đích thứ nhất và đưa chất hoàn tất thứ hai vào nguyên liệu đích thứ hai trong bình cao áp.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó chất hoàn tất thứ nhất và chất hoàn tất thứ hai là hai chất hoàn tất khác nhau.

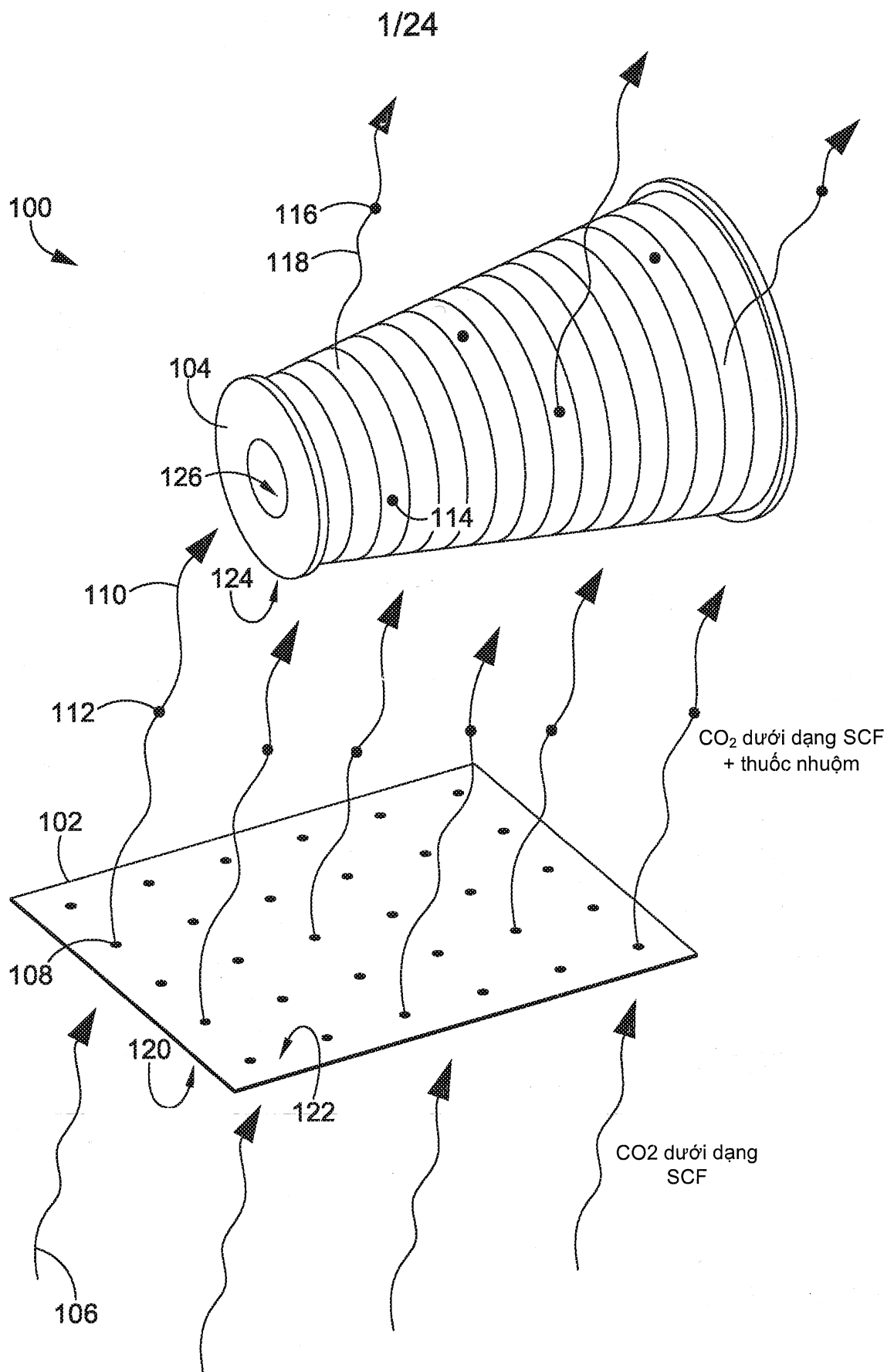


FIG. 1

2/24

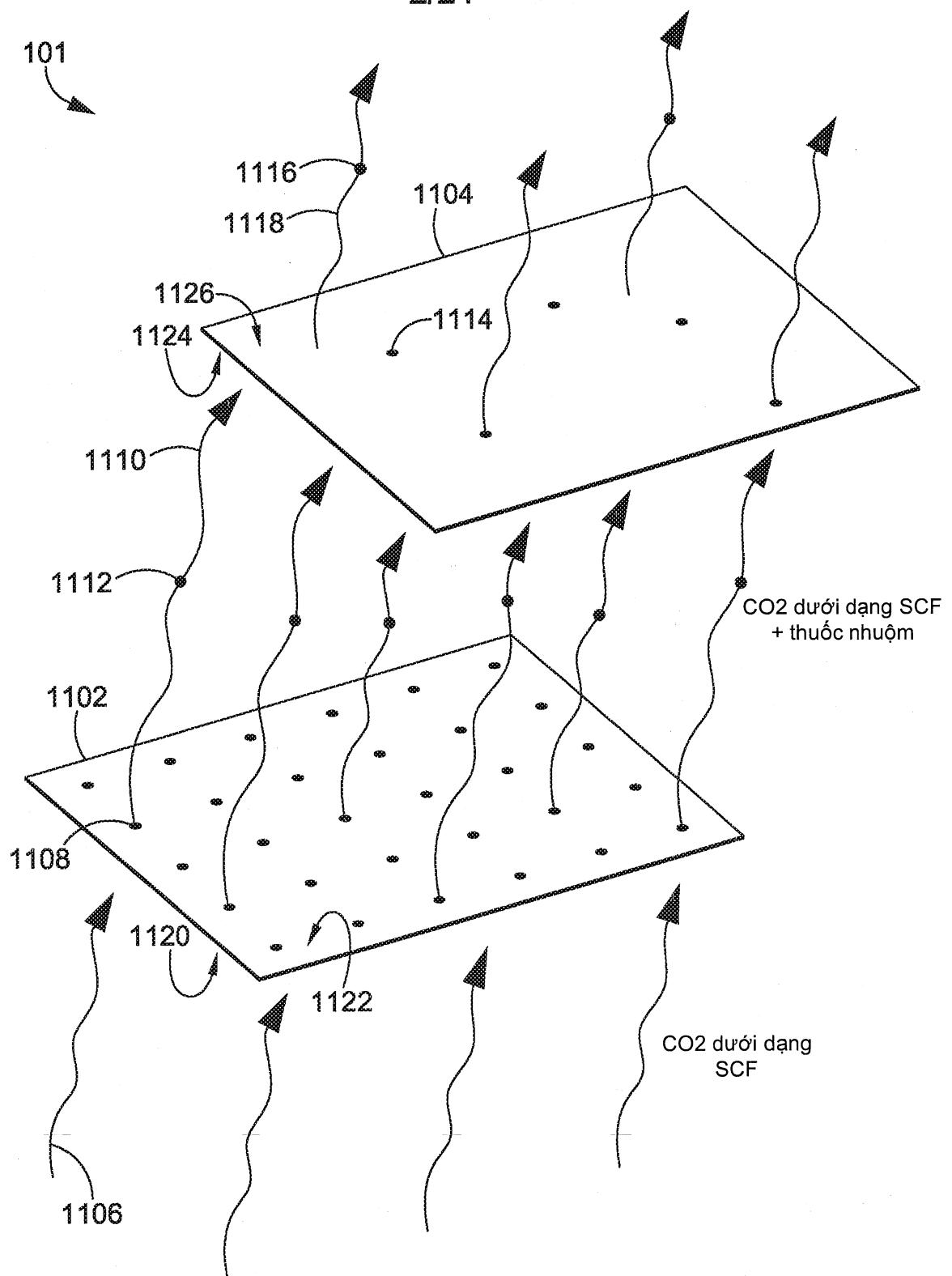
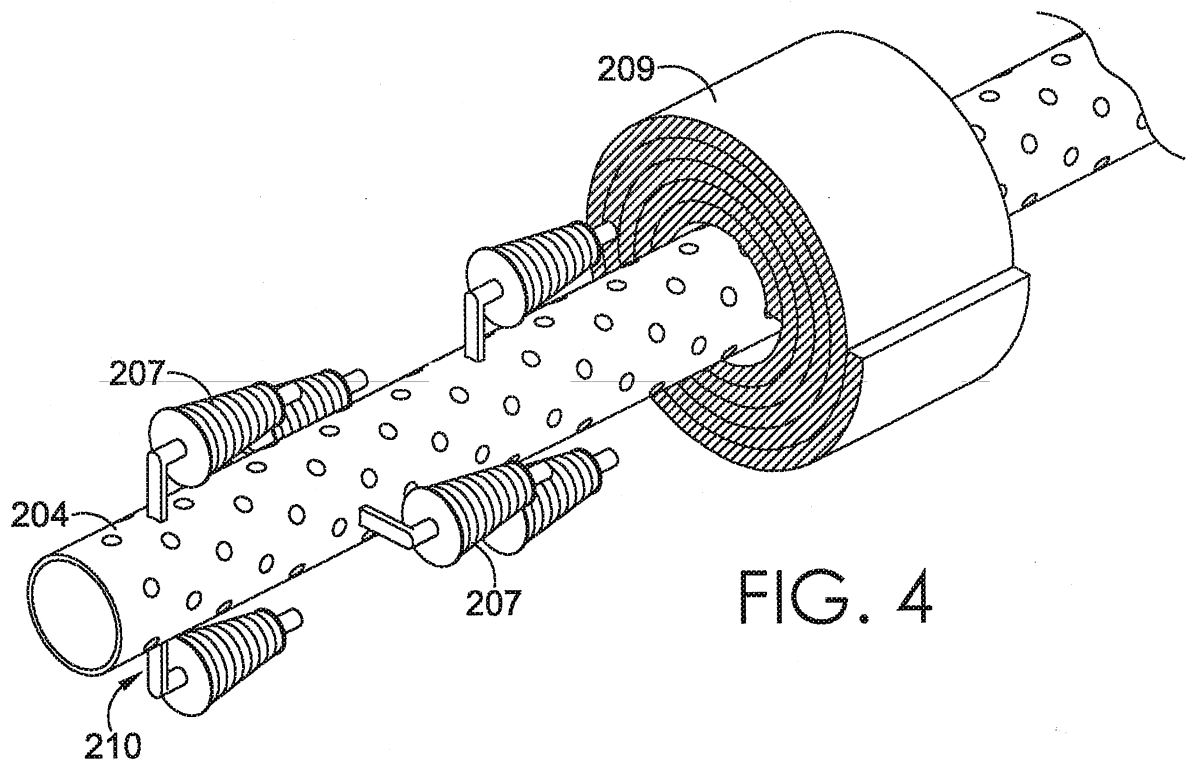
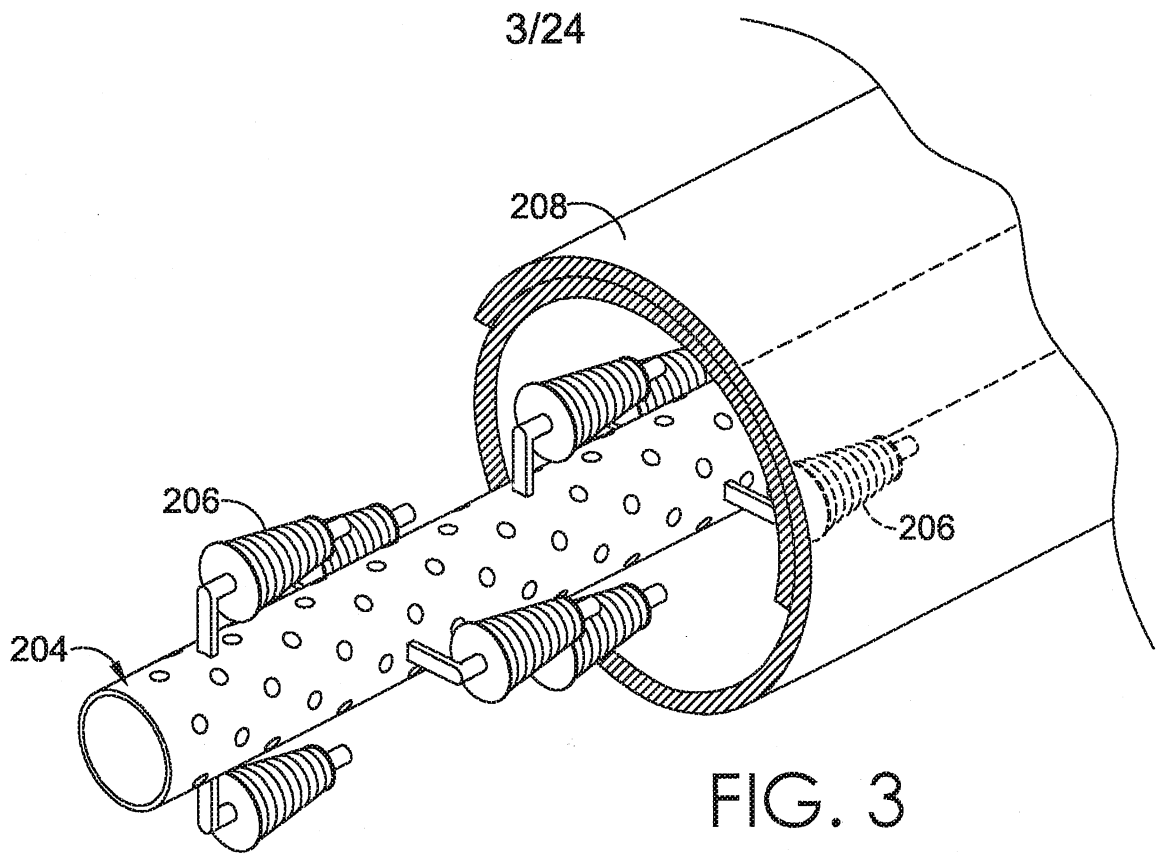
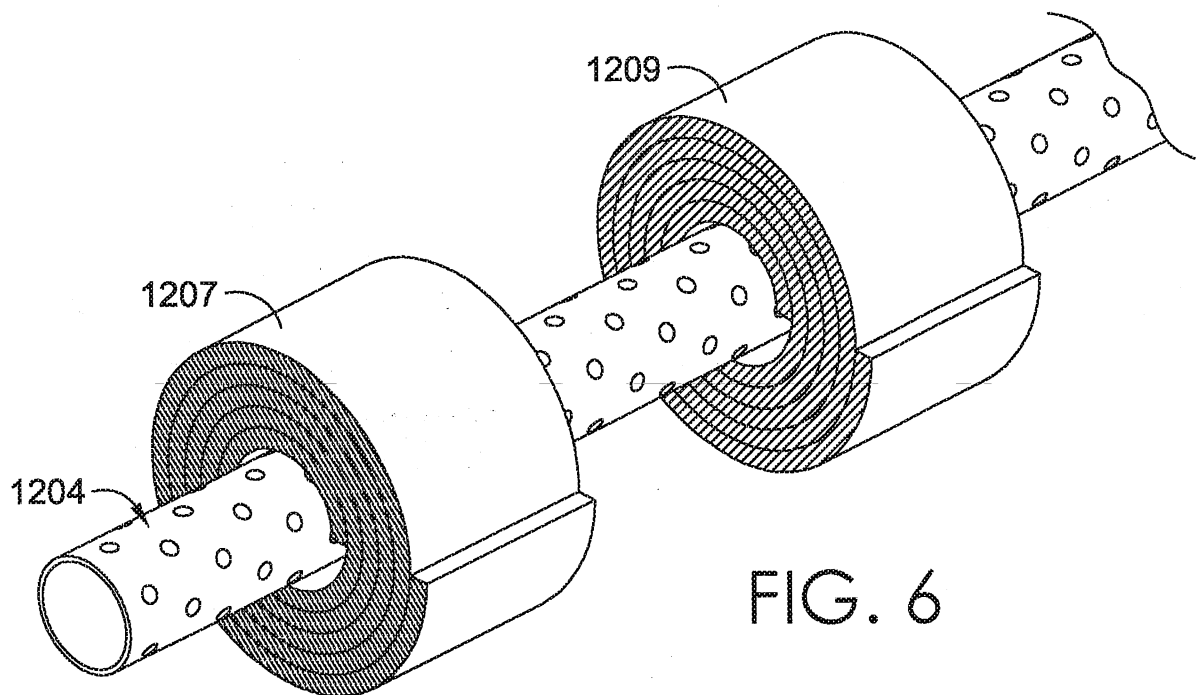
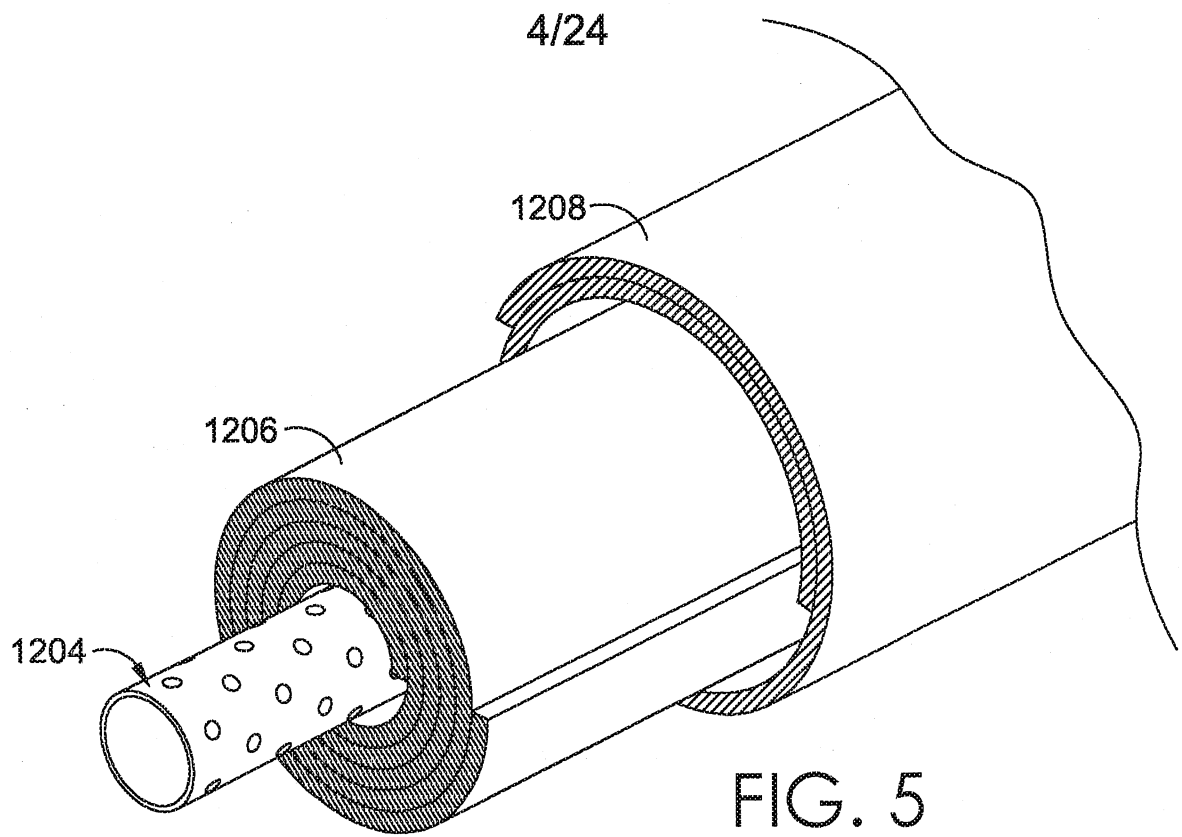
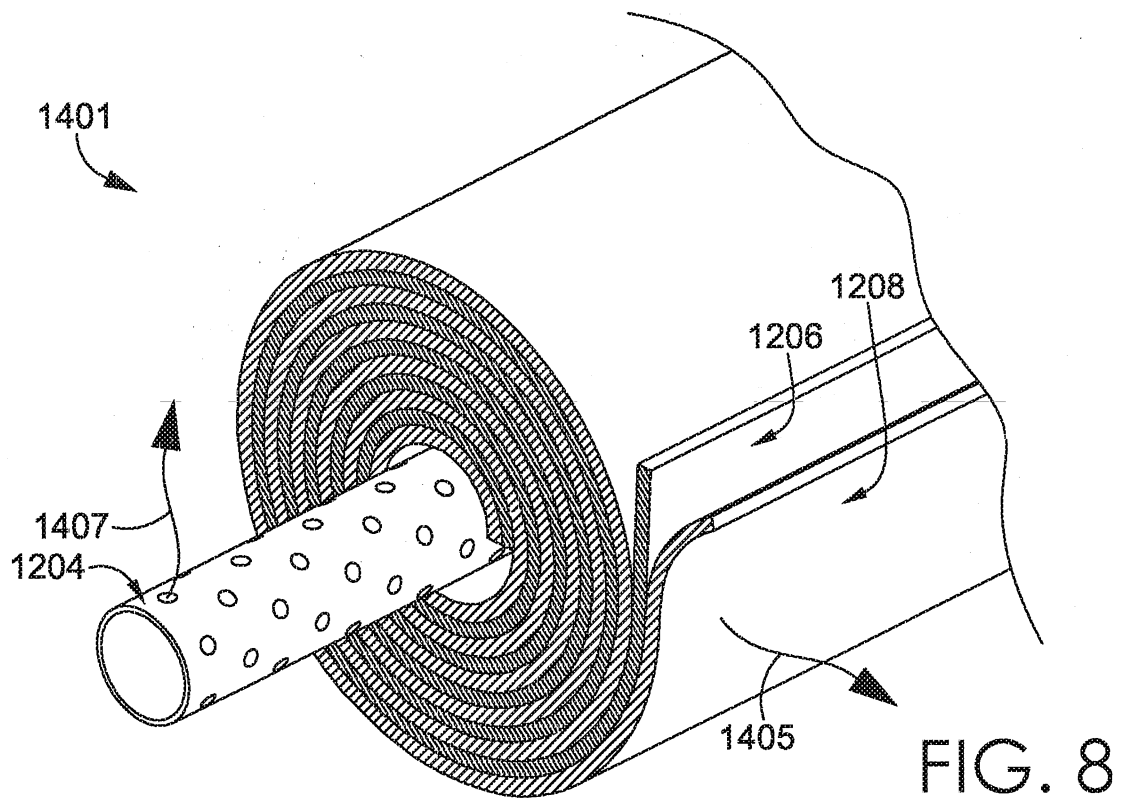
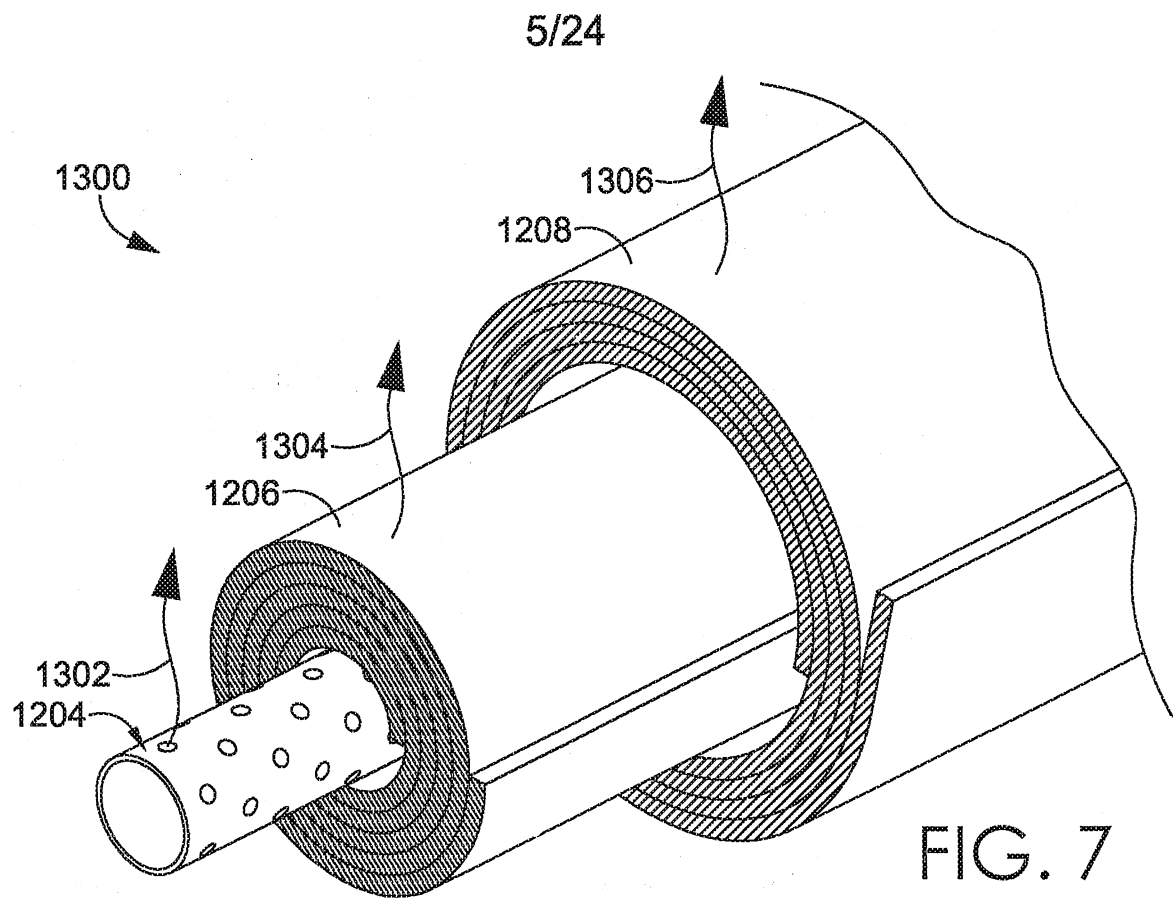


FIG. 2







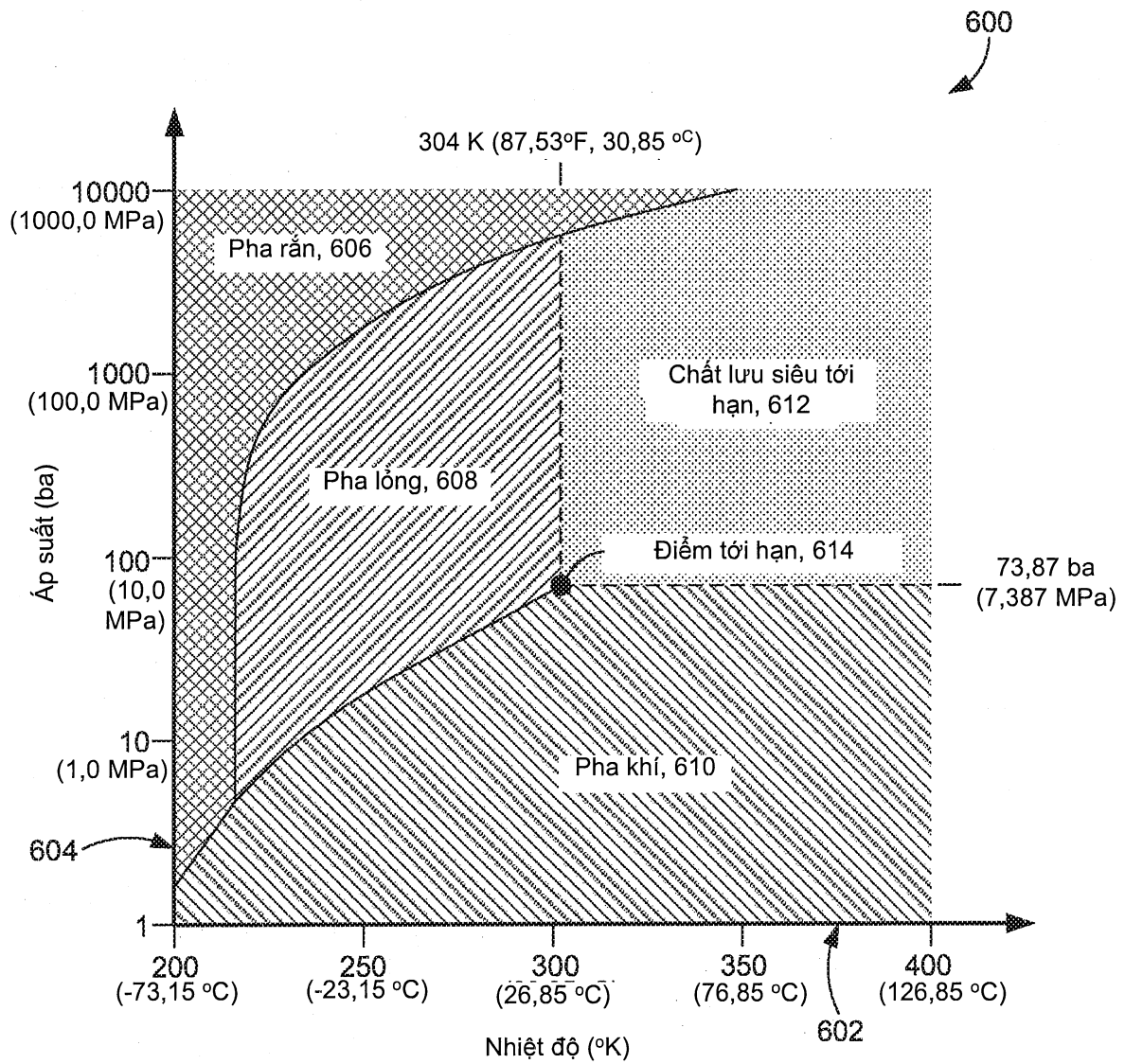


FIG. 9

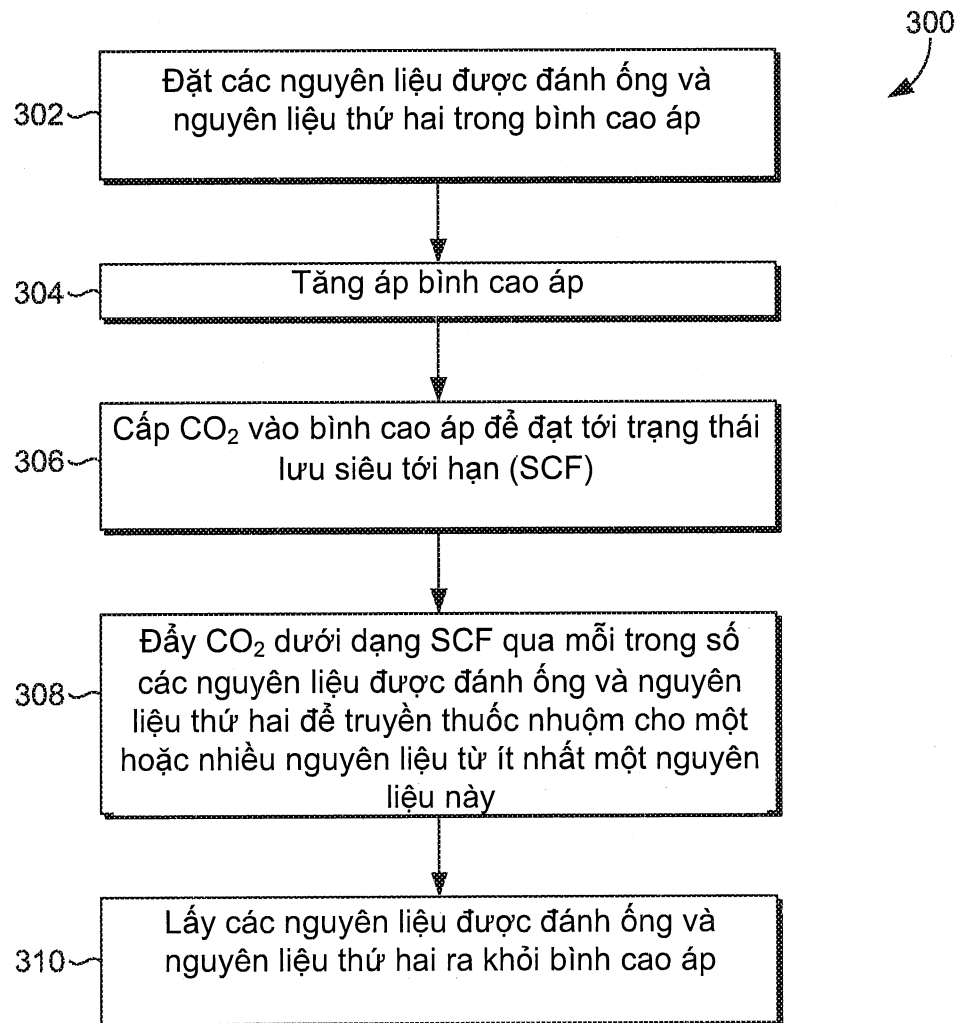


FIG. 10

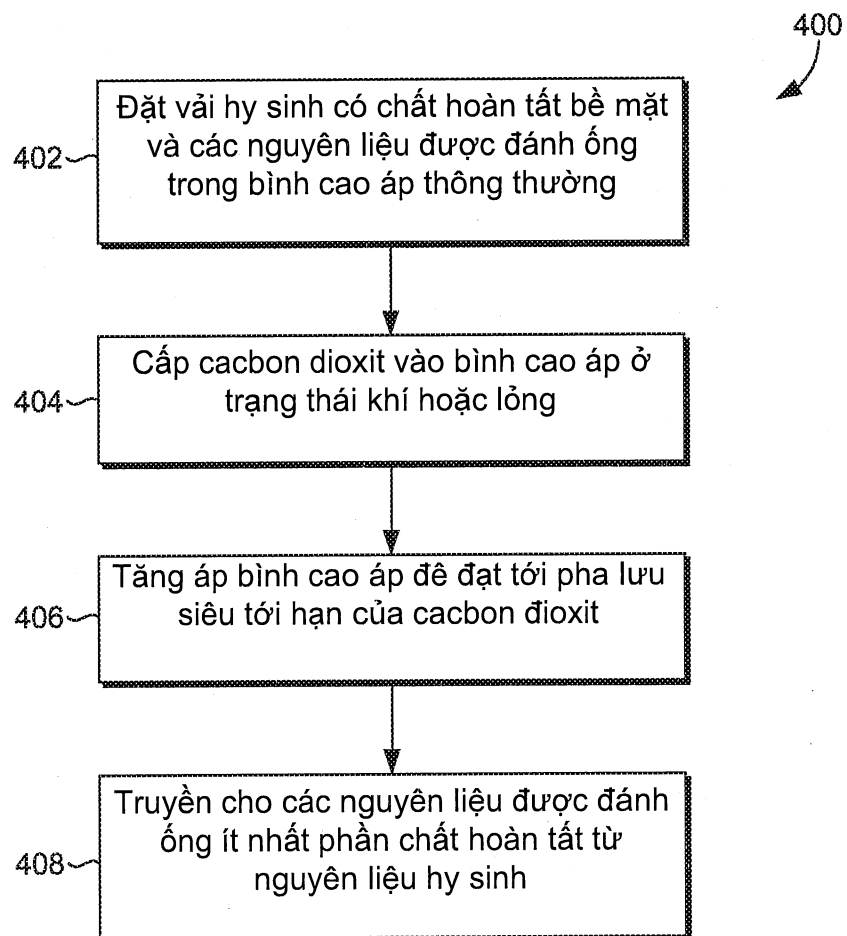


FIG. 11

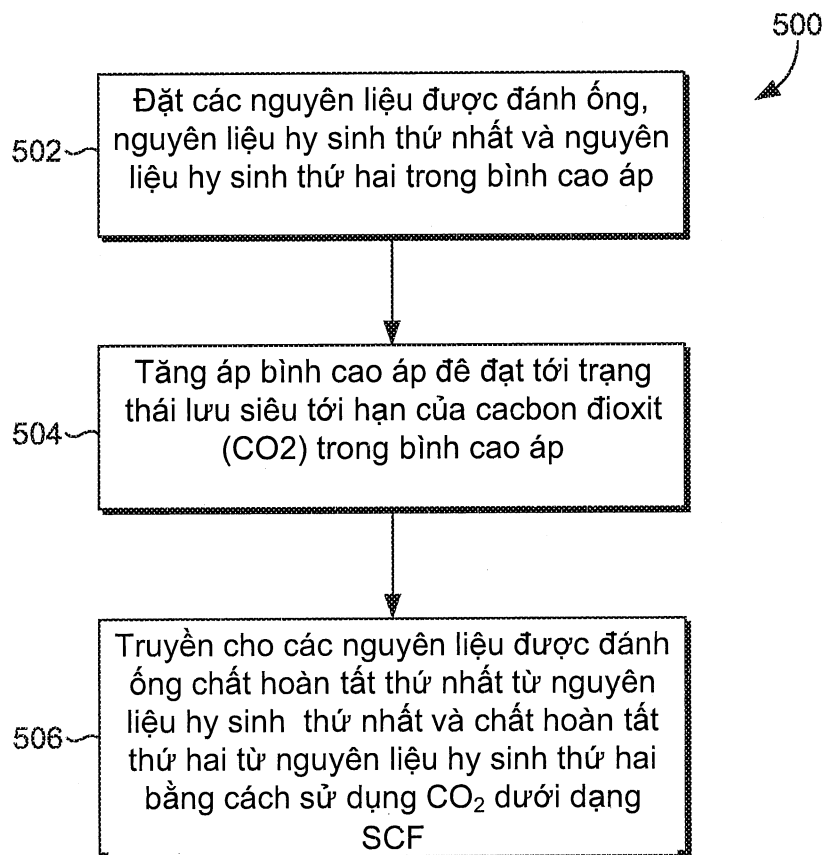


FIG. 12

10/24

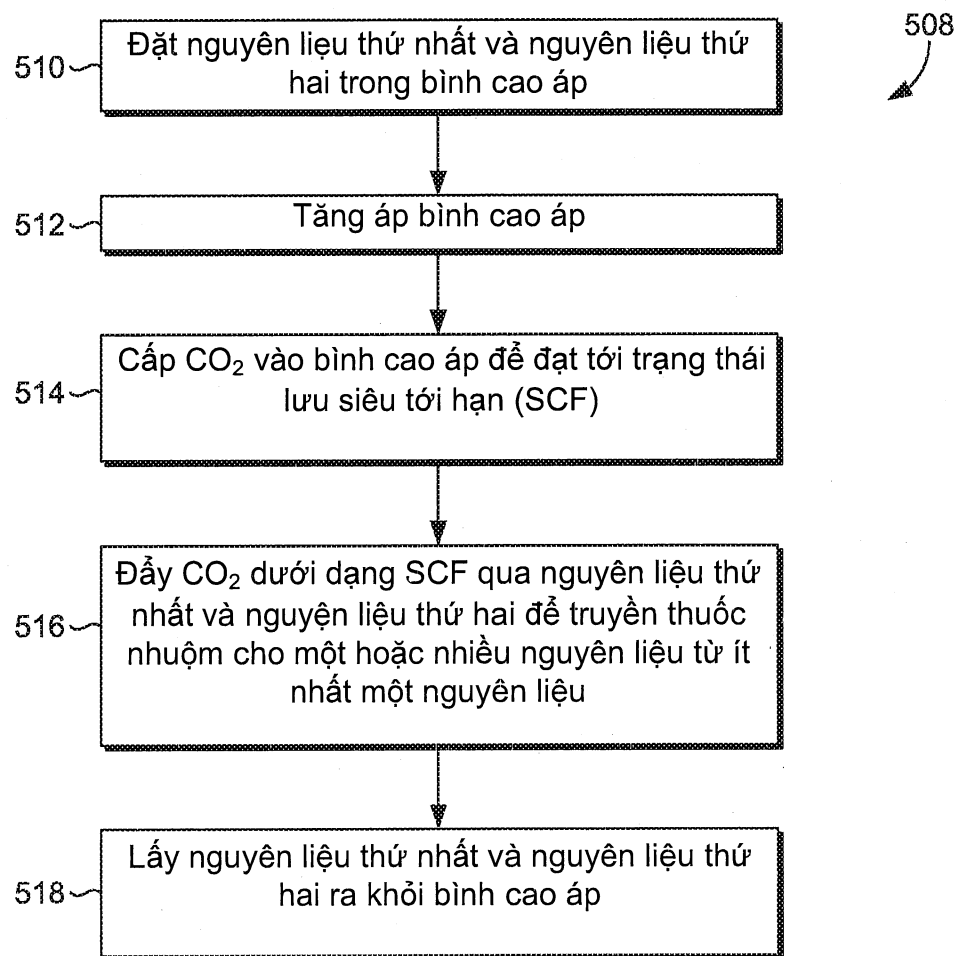


FIG. 13

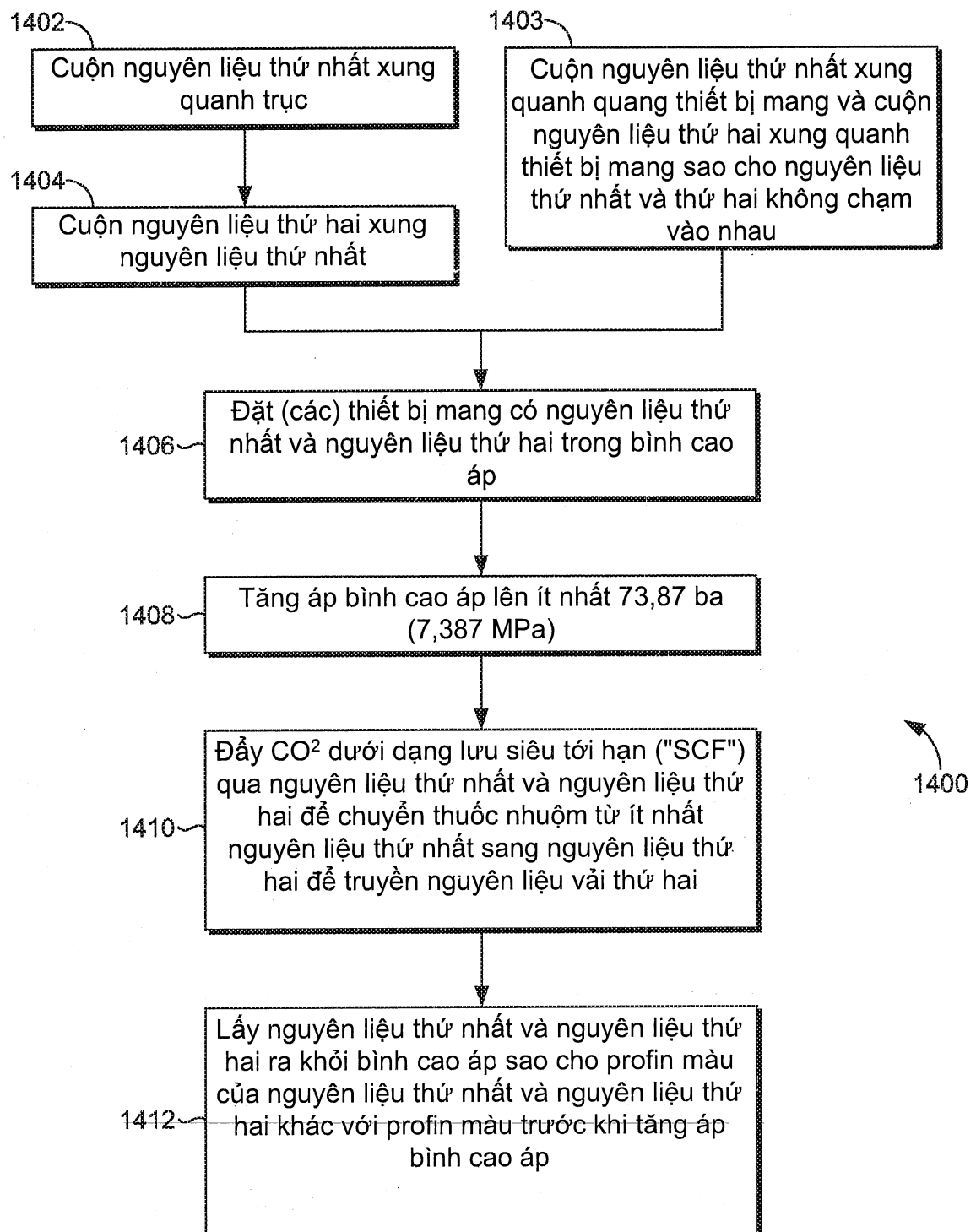


FIG. 14

12/24

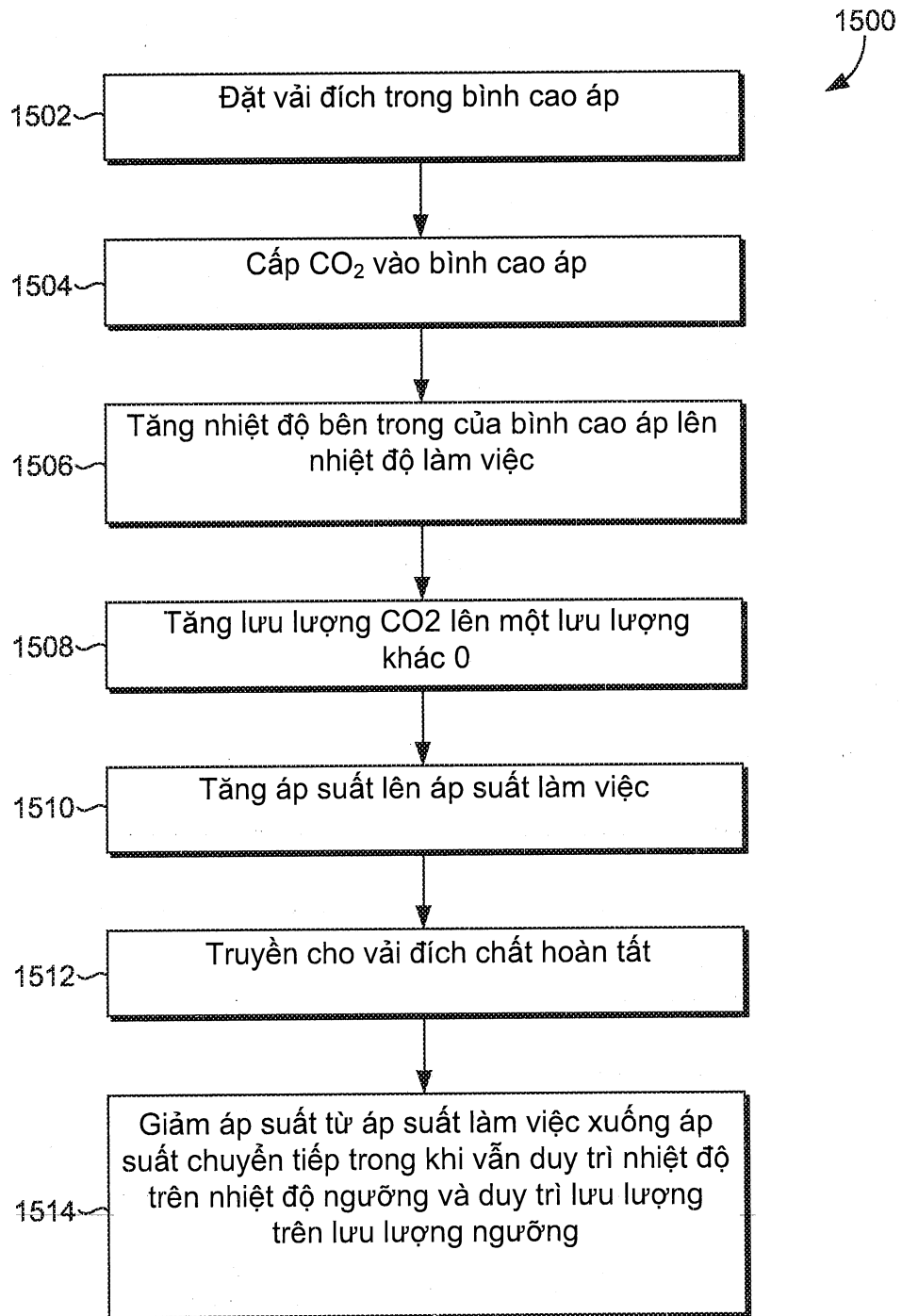


FIG. 15

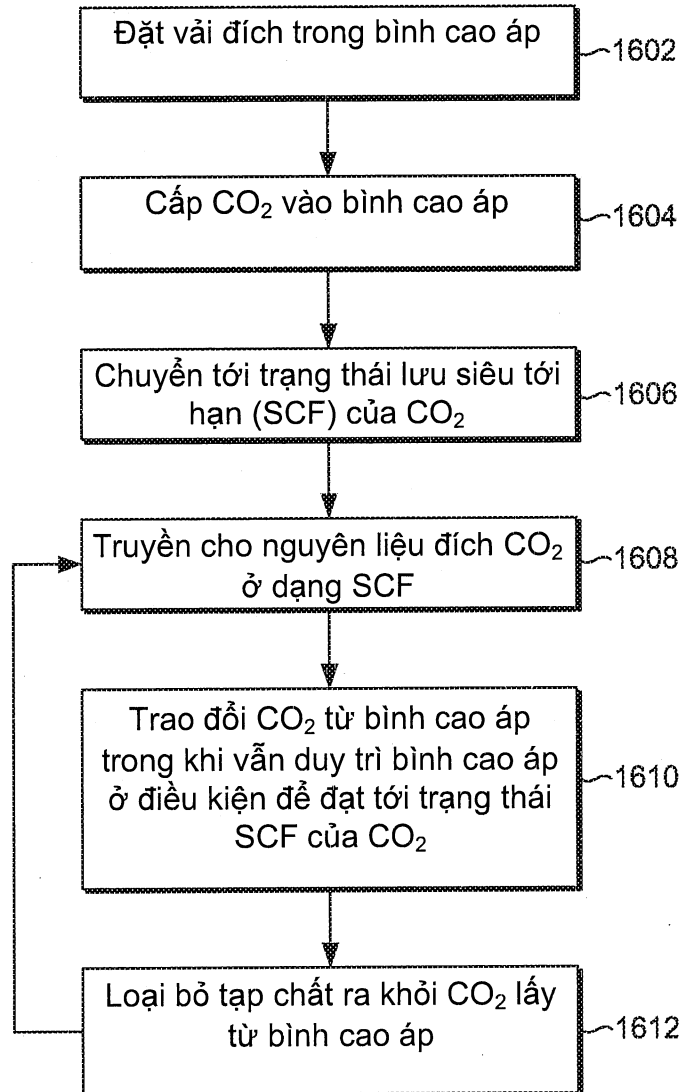


FIG. 16

14/24

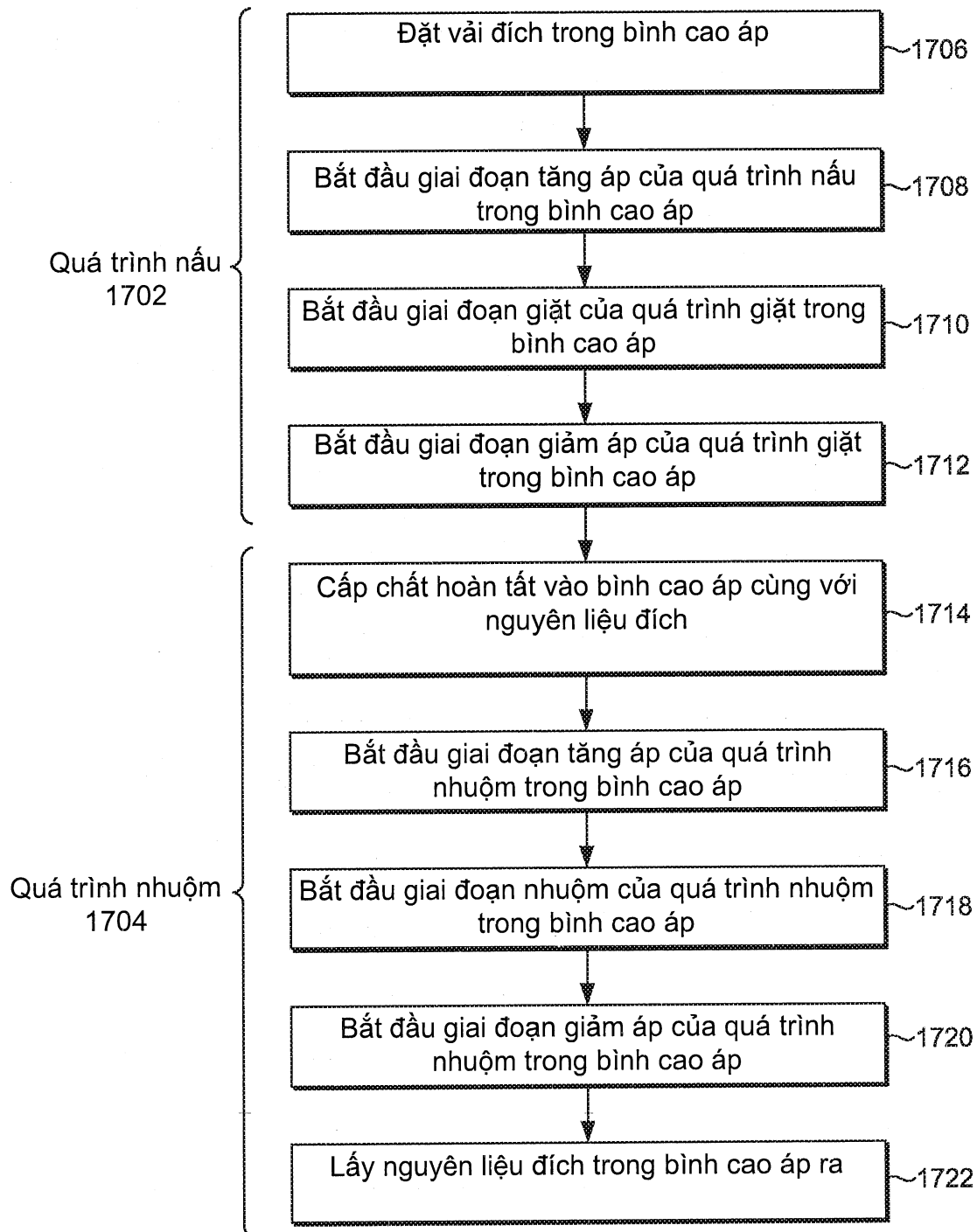


FIG. 17

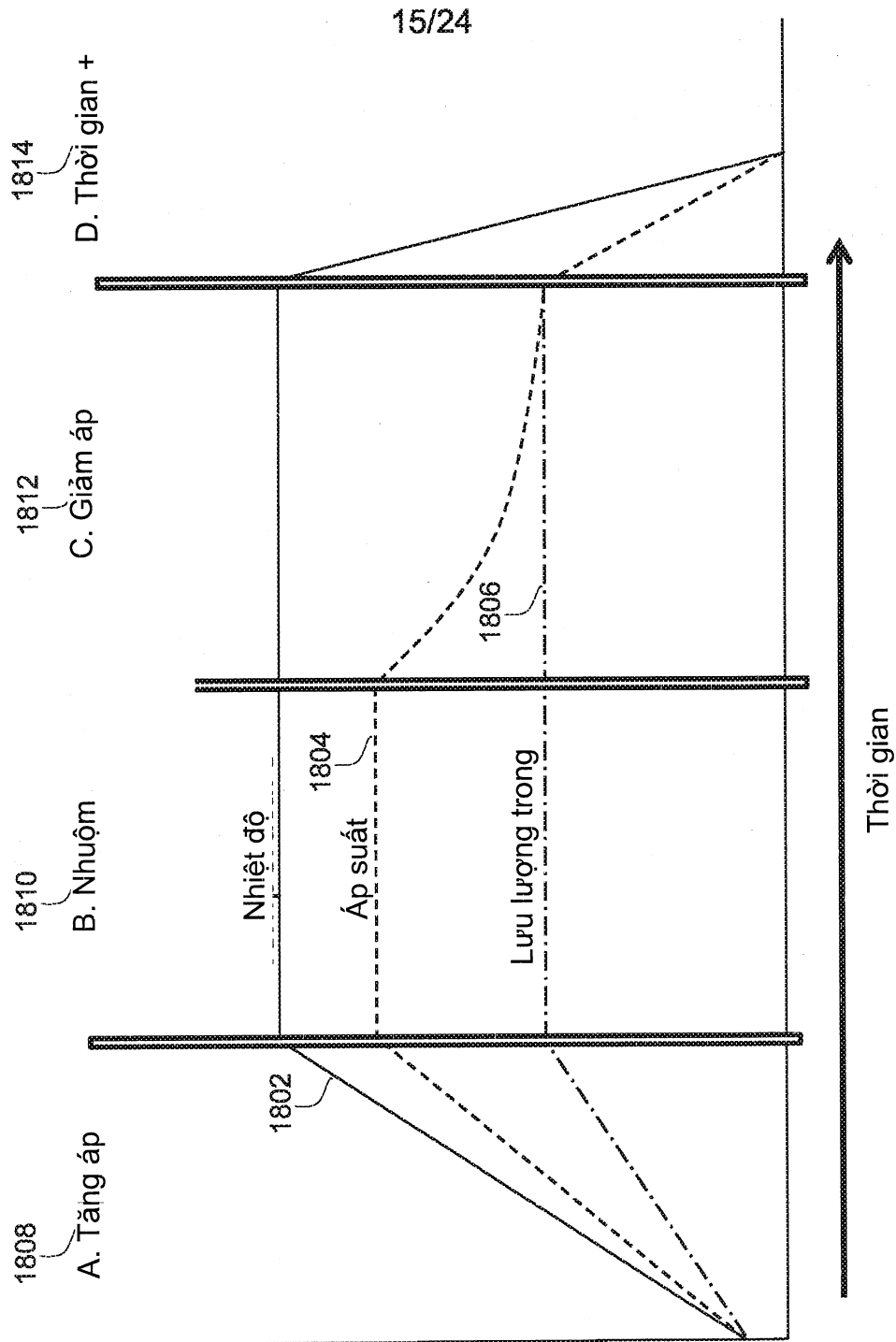


FIG. 18

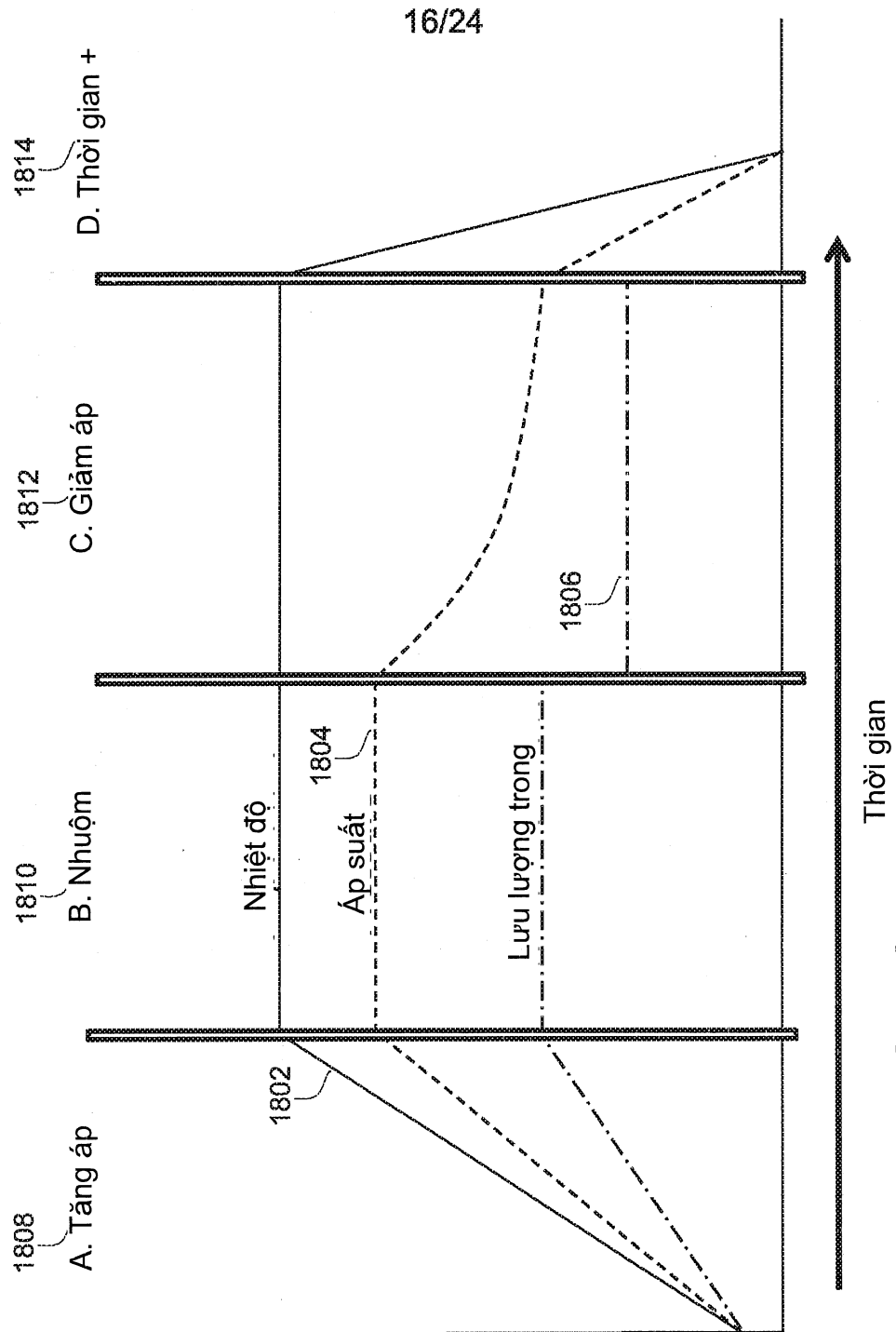


FIG. 19

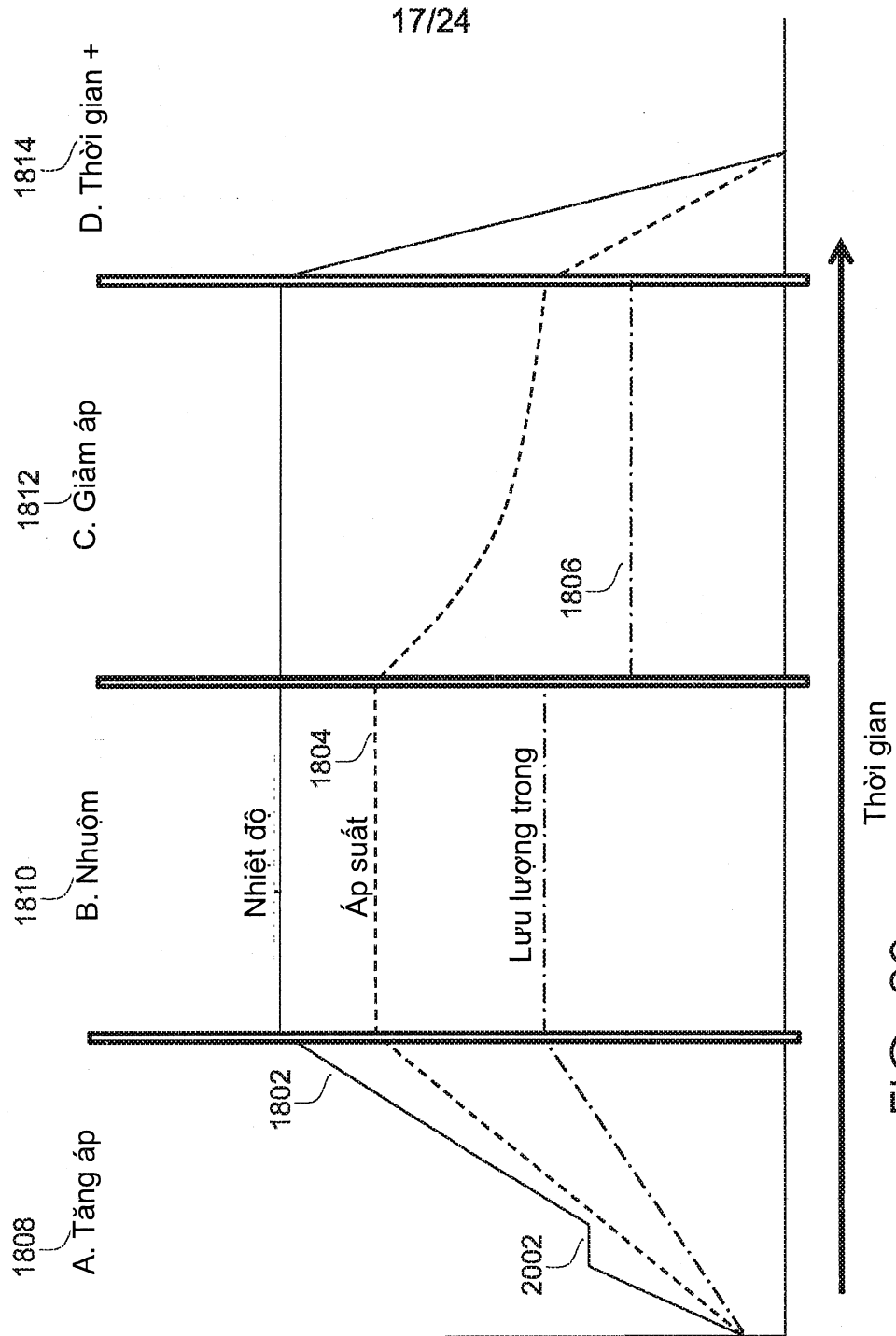
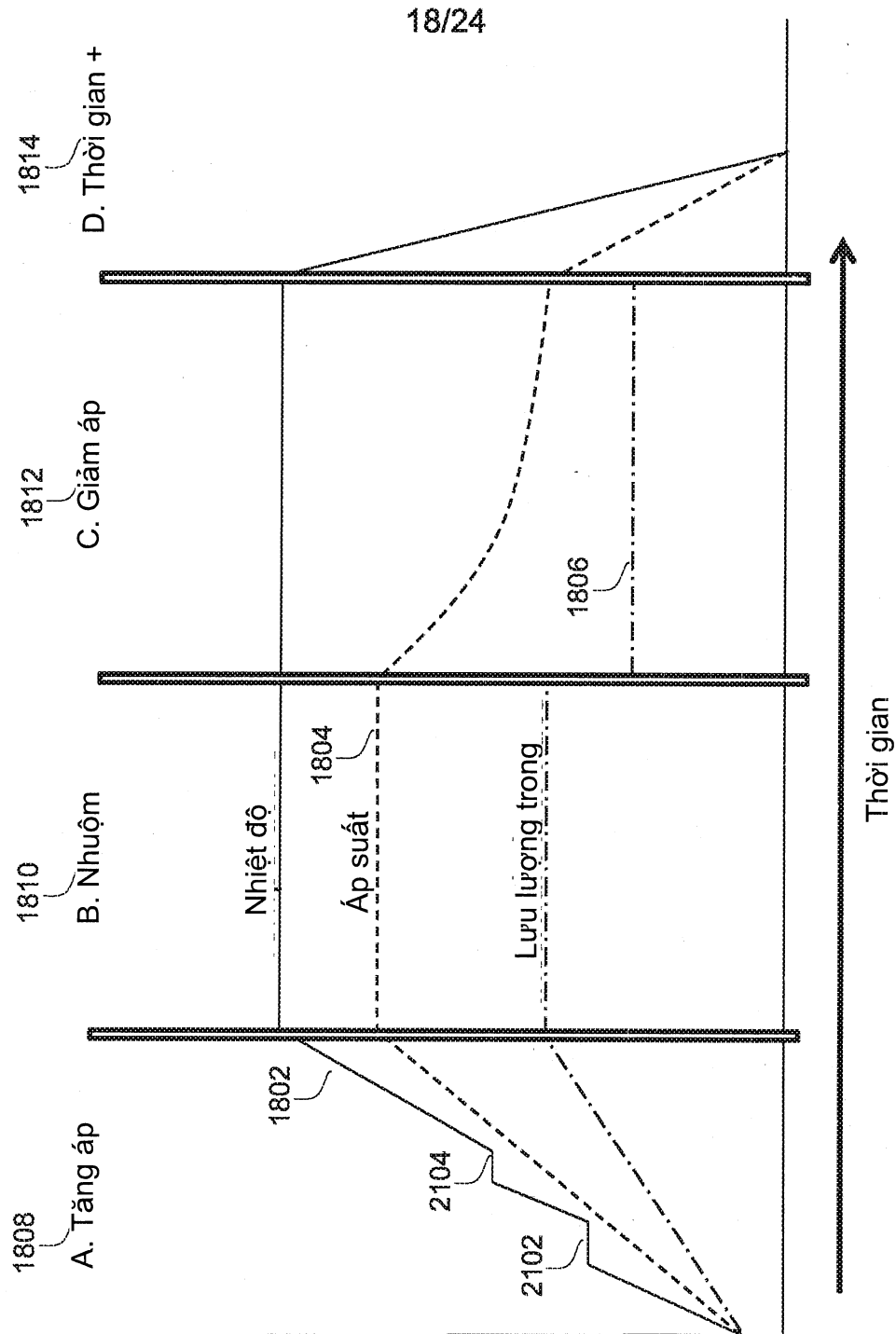


FIG. 20



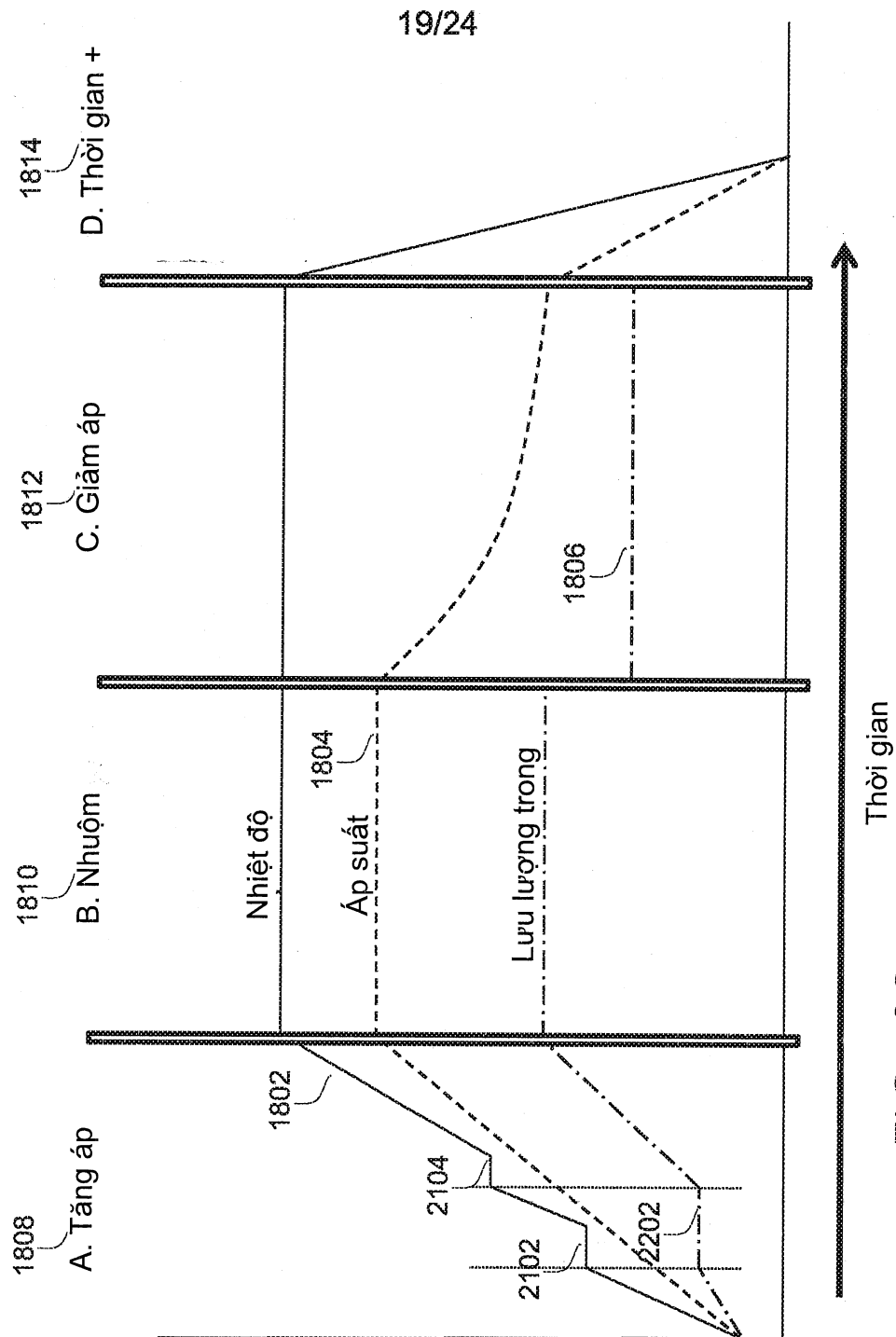


FIG. 22

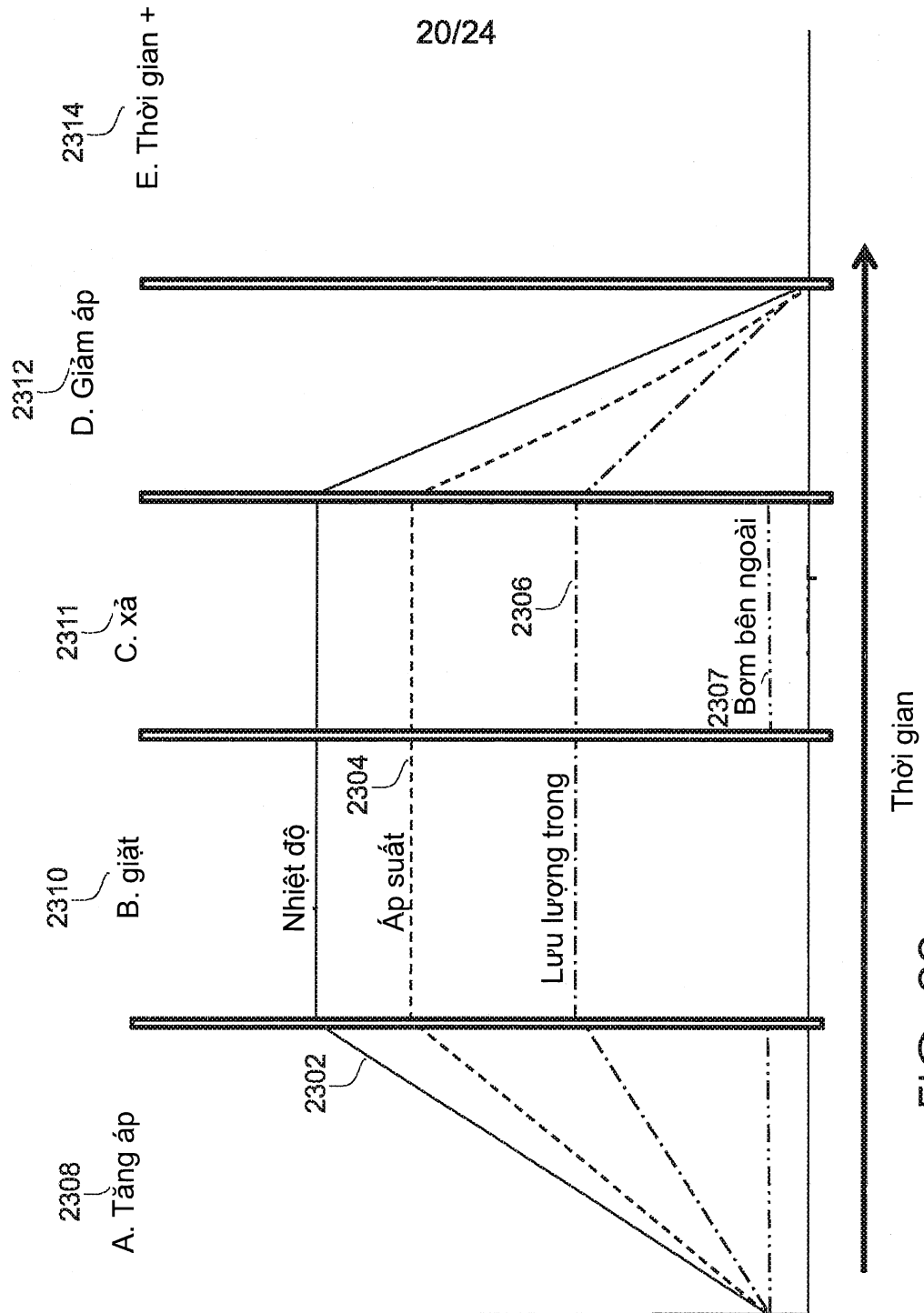
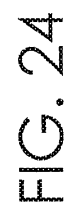


FIG. 23



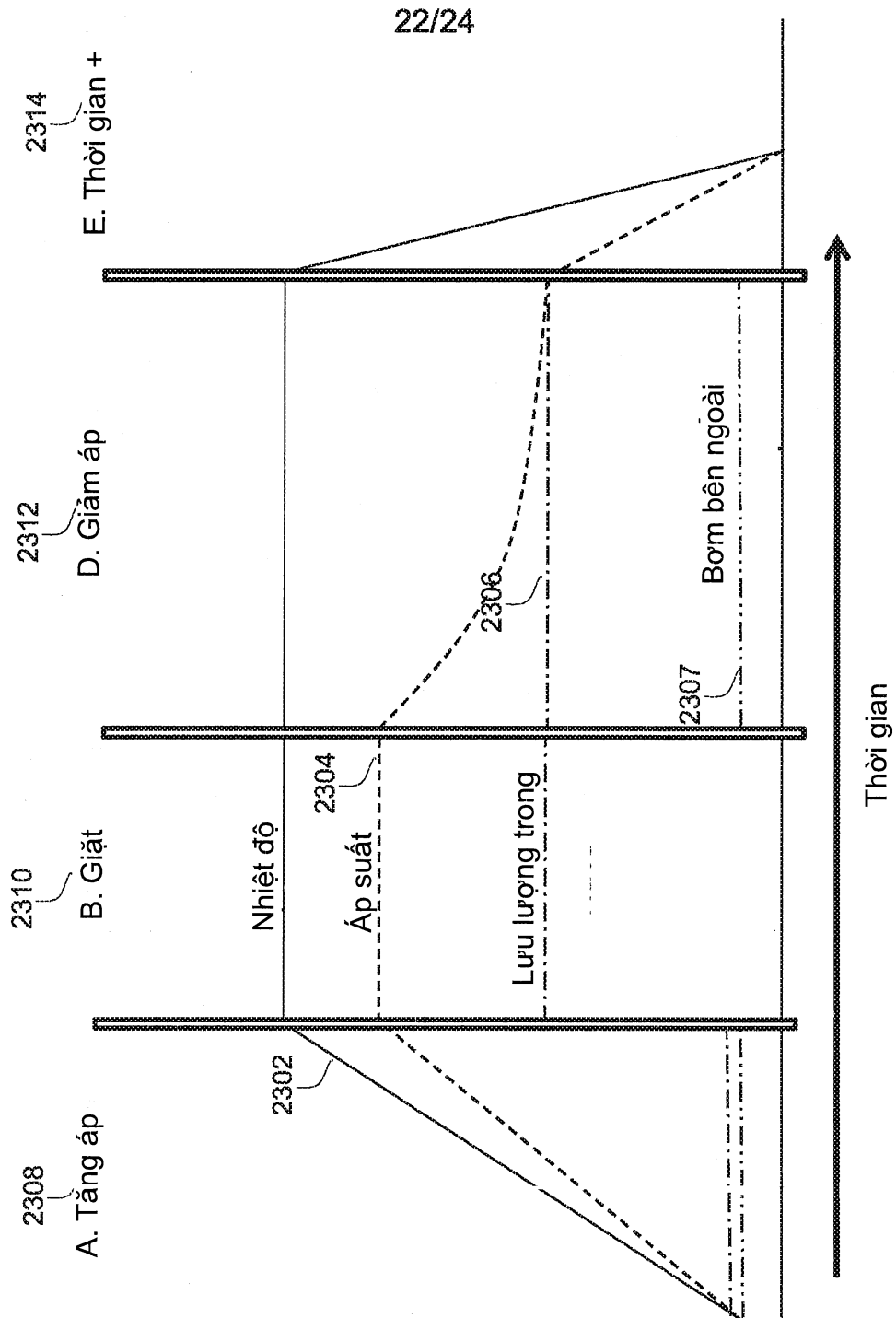
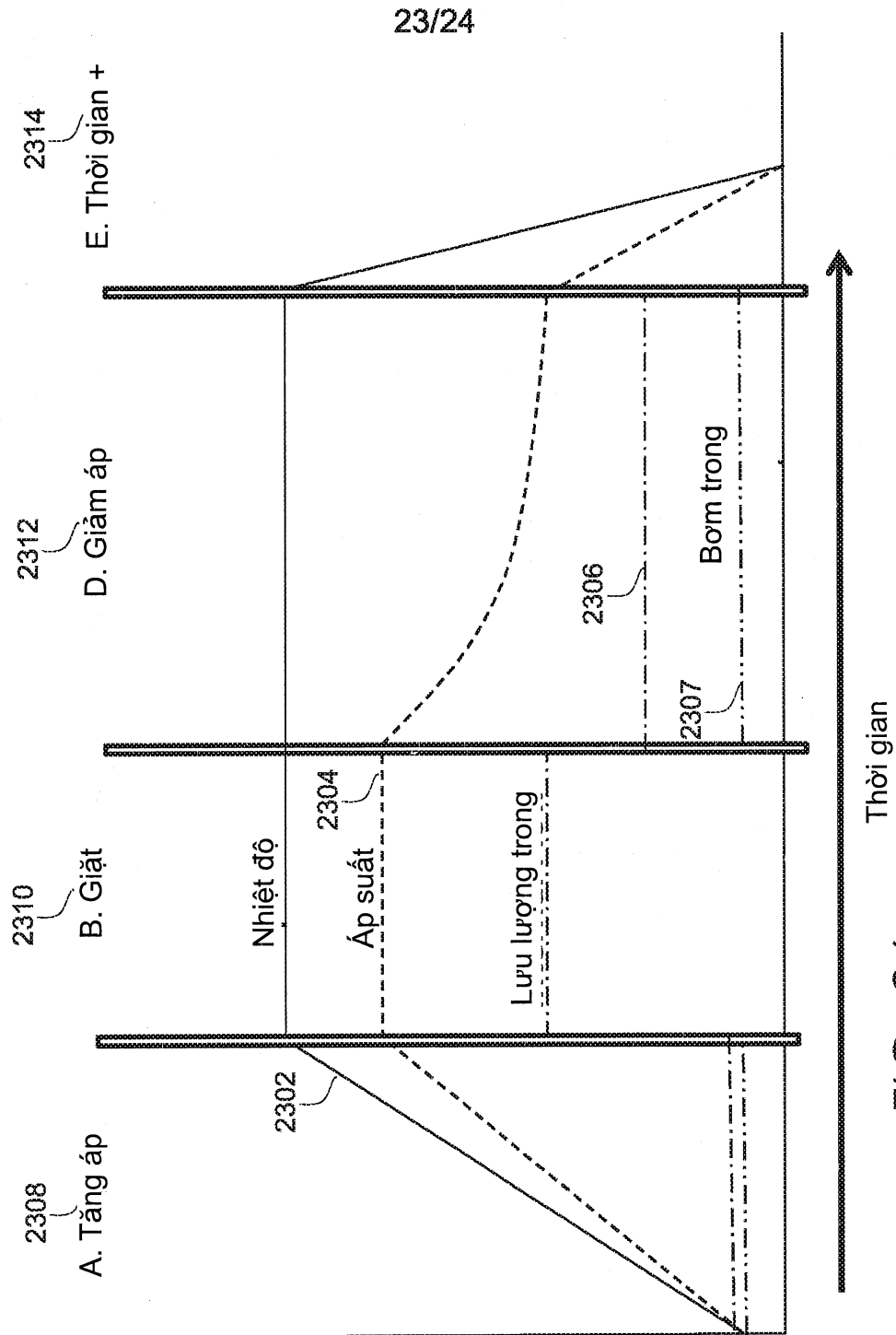


FIG. 25



24/24

	Áp suất					Nhuộm				Giảm áp					
	Nhiệt độ (độ C)	Áp suất (bar)	Lưu lượng bơm bên trong (m3/giờ)	Bơm bên ngoài	Thời gian (phút)	Nhiệt độ (độ C)	Áp suất (bar)	Lưu lượng bơm bên trong (m3/giờ)	Bơm bên ngoài	Thời gian (phút)	Nhiệt độ (độ C)	Áp suất (bar)	Lưu lượng bơm bên trong (m3/giờ)	Bơm bên ngoài	Thời gian (phút)
1	BD: 80-90 KT: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bật/Tắt	120	120	150	230-240	Bật/Tắt	Thay đổi
2	BD: 80-90 KT: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bật/Tắt	120	120	150	230-240	Bật/Tắt	Thay đổi
3	BD: 80-90 KT: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bật/Tắt	120	120	150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
4	BD: 80-90 KT: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	120	250	230-240	Bật/Tắt	120	120	100	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
5	BD: 80-90 KT: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	120	250	175-200	Bật/Tắt	120	120	150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
6	Start: 80-90 End: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	120	250	175-200	Bật/Tắt	120	120	100	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
7	BD: 80-90 KT: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	115	250	230-240	Bật/Tắt	120	115	150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
8	BD: 80-90 KT: 115	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	115	250	230-240	Bật/Tắt	120	115	100	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
9	BD: 80-90 KT: 115	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	115	250	175-200	Bật/Tắt	120	115	150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
10	BD: 80-90 KT: 115	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	115	250	175-200	Bật/Tắt	120	115	100	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
11	BD: 80-90 KT: 110	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	115	250	175-240	Bật/Tắt	120	115	100-150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
12	BD: 80-90 KT: 110	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	110	250	175-240	Bật/Tắt	120	110	300-150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
13	BD: 80-90 KT: 120	BD: 188 KT: 250	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi	110-120	250	175-240	Bật/Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
14	Duy trì: 100 trong 10 phút KT: 110-120	BD: 188 KT: 250	90-130	Tắt trong 10 phút duy trì	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
15	BD: 80-90 Duy trì lần 1: 100 trong 5 phút duy trì lần 2: 110 trong 5 phút KT: 110-120	BD: 188 KT: 250	90-130	Tắt trong mỗi 5 phút duy trì nhiệt độ	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	120	110-120	300-150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
16	BD: 80-90 Duy trì lần 1: 100 trong 10 phút duy trì lần 2: 110 trong 10 phút KT: 110-120	BD: 188 KT: 250	90-130	Tắt từ thời điểm bắt đầu duy trì nhiệt độ thứ 1 cho đến thời điểm bắt đầu duy trì nhiệt độ thứ 2	Thay đổi	110-120	250	175-240	Tắt	120	110-120	100-150	90-130	Bật/Tắt	Thay đổi
17	BD: 80-90 Duy trì lần 1: 100 trong 5-10 phút tùy chọn, duy trì lần 2: 110 trong 5-10 phút KT: 110-120	BD: 188 KT: 250	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	Bật/Tắt	Thay đổi
18	BD: 80-90 Tùy chọn, duy trì lần 1: 100 trong 5-10 phút tùy chọn, duy trì lần 2: 110 trong 5-10 phút KT: 110-120	BD: 188 KT: 250	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	Bật/Tắt	Thay đổi
19	BD: 80-90 Tùy chọn, duy trì lần 1: 100 trong 5-10 phút tùy chọn, duy trì lần 2: 110 trong 5-10 phút KT: 110-120	BD: 188 KT: 250	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	Bật/Tắt	Thay đổi

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

BD: bất đầu
KT: kết thúc 250

FIG. 27