



(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)



1-0030668

(51)⁸ D06P 1/94; D06M 23/10

(13) B

(21) 1-2017-03721

(22) 19/02/2016

(86) PCT/US2016/018671 19/02/2016

(87) WO2016/134253 25/08/2016

(30) 62/119,010 20/02/2015 US; 62/119,015 20/02/2015 US; 62/296,987 18/02/2016 US

(45) 25/01/2022 406

(43) 26/03/2018 360A

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

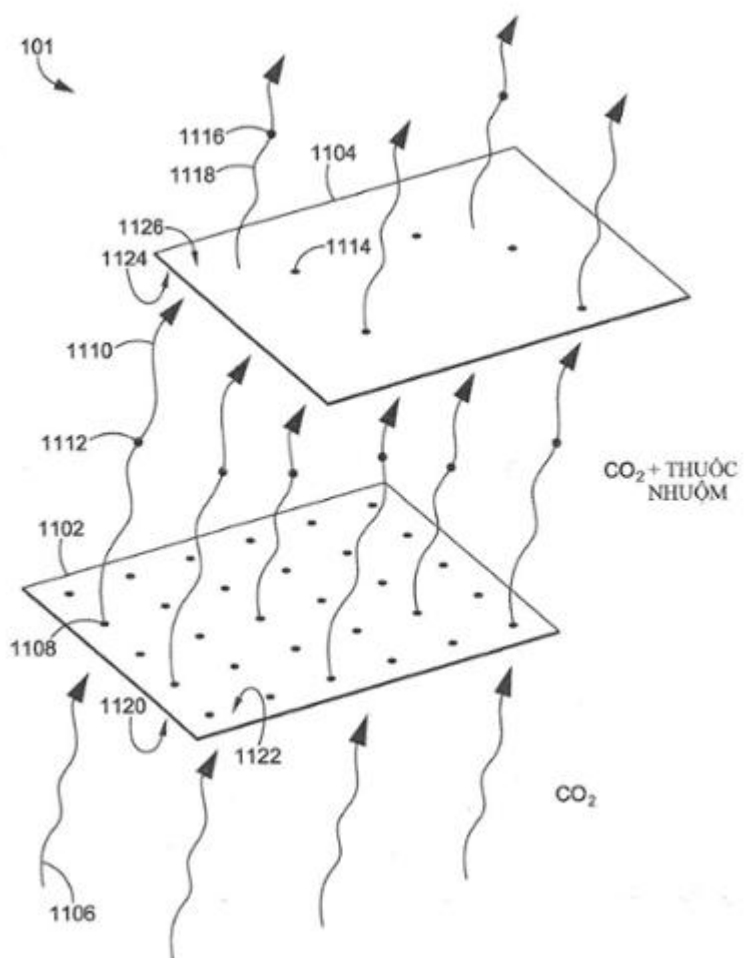
A Dutch Partnership, One Bowerman Drive, Beaverton, Oregon 97005-6453, United States of America

(72) KELLY, Matt W. (US).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP NHUỘM VẬT LIỆU

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp nhuộm vật liệu sử dụng chất lưu siêu tới hạn. Chất lưu siêu tới hạn được sử dụng để thực hiện nhuộm vật liệu sao cho phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất được sử dụng để nhuộm vật liệu thứ hai. Chất lưu siêu tới hạn đi qua vật liệu thứ nhất trong thùng áp suất. Chất lưu siêu tới hạn vận chuyển phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất đến ít nhất là vật liệu thứ hai khiến đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai thay đổi là kết quả của việc phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất khuếch tán vào vật liệu thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp nhuộm vật liệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp nhuộm vật liệu truyền thống phụ thuộc vào lượng nước lớn, lượng nước này có thể làm ô nhiễm nguồn nước sạch và cũng dẫn đến việc các hợp chất hóa học không mong muốn xâm nhập vào dòng nước thải. Kết quả là, việc sử dụng chất lưu siêu tới hạn (supercritical fluid) đã được tìm ra như là một giải pháp thay thế cho các quy trình nhuộm bằng nước truyền thống. Tuy nhiên, có nhiều thách thức gặp phải khi sử dụng chất lưu siêu tới hạn (“SCF”), như cacbon đioxit (“CO₂”), trong quy trình nhuộm. Ví dụ, tương tác của vật liệu nhuộm với SCF, bao gồm tính tan, xâm nhập, phân tán, lưu thông, phủ, và đặc tính tương tác làm xuất hiện nhiều vấn đề đối với việc thực hiện nhuộm với SCF trên quy mô công nghiệp. Patent Mỹ số 6,261,326 (“patent ’326”) của Hendrix và các tác giả khác, nộp ngày 13/1/2000 và được chuyển nhượng cho North Carolina State University cố gắng khắc phục vấn đề nêu trên đối với các tương tác SCF và vật liệu nhuộm. Patent ’326 cố gắng giảm thiểu sự phức tạp của tương tác với bề điều chế riêng để đưa phẩm nhuộm vào SCF và sau đó chuyển dung dịch phẩm nhuộm và SCF vào hệ thống xử lý vải để nhuộm vật liệu. Theo ví dụ của patent ’326, phẩm nhuộm được đưa vào bể chứa vật liệu cần nhuộm kết hợp với SCF có thể tăng độ phức tạp của quy trình và các thành phần của hệ thống.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến các phương pháp và hệ thống sử dụng chất lưu siêu tới hạn để thực hiện nhuộm vật liệu sao cho phẩm nhuộm, mà có thể là chất tạo màu hoặc chất hoàn thiện vật liệu khác, từ vật liệu thứ nhất được sử dụng để nhuộm vật liệu thứ hai trong một bể chung. Chất lưu siêu tới hạn không chứa phẩm nhuộm đi qua vật liệu thứ nhất trong bể chịu áp. Chất lưu siêu tới hạn vận chuyển phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất đến ít nhất là vật liệu thứ hai làm cho đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai thay đổi khi phẩm nhuộm khuếch tán vào vật liệu thứ hai. Vật liệu thứ nhất có thể tiếp xúc hoặc riêng rẽ về mặt vật lý với vật liệu thứ hai trong bể chịu áp. Ngoài ra, theo một khía cạnh làm ví dụ, phẩm

nhuộm của vật liệu thứ nhất được kết hợp với vật liệu thứ nhất tại thời điểm bắt đầu quy trình nhuộm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được mô tả chi tiết ở đây với tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ ví dụ minh họa sự vận chuyển của phẩm nhuộm đến vật liệu được đánh ống từ vật liệu thứ hai nhờ chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ ví dụ minh họa sự vận chuyển của phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất đến vật liệu thứ hai nhờ chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.3 minh họa vật liệu làm ví dụ trong cơ cấu tiếp xúc để khuếch tán một hoặc nhiều chất hoàn thiện vật liệu theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.4 minh họa vật liệu làm ví dụ trong cơ cấu không tiếp xúc để khuếch tán một hoặc nhiều chất hoàn thiện vật liệu theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.5 minh họa vật liệu làm ví dụ trong cơ cấu tiếp xúc theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.6 minh họa vật liệu làm ví dụ trong cơ cấu không tiếp xúc theo một khía cạnh của sáng chế;

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

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

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

Fig.10 minh họa lưu đồ thể hiện các bước làm ví dụ để nhuộm phẩm nhuộm lên vật liệu được đánh ống bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.11 minh họa lưu đồ thể hiện các bước làm ví dụ để phủ chất hoàn thiện vật liệu lên vật liệu được đánh ống bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.12 minh họa lưu đồ thể hiện các bước làm ví dụ để phủ chất hoàn thiện vật liệu thứ nhất và chất hoàn thiện vật liệu thứ hai lên vật liệu được đánh ống bằng cách sử dụng chất lưu siêu tới hạn theo một khía cạnh của sáng chế;

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

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

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến việc sử dụng chất lưu siêu tới hạn để thực hiện nhuộm vật liệu sao cho phẩm nhuộm, mà có thể là chất tạo màu hoặc chất hoàn thiện vật liệu khác, từ vật liệu thứ nhất được sử dụng để nhuộm vật liệu thứ hai trong một bể chứa chung. Chất lưu siêu tới hạn đi qua vật liệu thứ nhất trong bể chịu áp. Chất lưu siêu tới hạn này vận chuyển phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất đến ít nhất là vật liệu thứ hai làm cho đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai thay đổi khi phẩm nhuộm khuếch tán vào vật liệu thứ hai. Vật liệu thứ nhất có thể tiếp xúc hoặc riêng rẽ về mặt vật lý với vật liệu thứ hai trong bể chịu áp. Ngoài ra, theo một khía cạnh làm ví dụ, phẩm nhuộm của vật liệu thứ nhất được kết hợp với vật liệu thứ nhất tại thời điểm bắt đầu quy trình nhuộm.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp nhuộm vật liệu bằng cách đặt ít nhất vật liệu hy sinh thứ nhất có đặc điểm nhuộm thứ nhất và vật liệu đích có đặc điểm nhuộm thứ hai trong bể chịu áp chung sao cho vật liệu hy sinh thứ nhất không tiếp xúc với vật liệu đích. Phương pháp này tiếp tục với bước đưa cacbon đioxit vào bể chịu áp sao cho cacbon đioxit đạt được trạng thái chất lưu siêu tới hạn khi ở trong bể chịu áp. Cacbon đioxit ở trạng thái chất lưu siêu tới hạn được sử dụng để khuếch tán phẩm nhuộm vào vật liệu đích từ đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ nhất, trong đó phẩm nhuộm từ vật liệu hy sinh thứ nhất được kết hợp với vật liệu hy sinh thứ nhất trước khi đưa cacbon đioxit vào. Các khía cạnh bổ sung còn dự tính bao gồm bước đặt vật liệu hy sinh thứ hai có đặc điểm nhuộm thứ ba trong bể chịu áp trước khi đạt được trạng thái chất lưu siêu tới hạn của cacbon đioxit và sau đó khuếch tán vào vật liệu đích phẩm nhuộm từ đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ hai trong khi khuếch tán vào vật liệu đích phẩm nhuộm từ đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ nhất.

Phương pháp làm ví dụ khác được đề xuất được dự tính bao gồm bước nhuộm vật liệu bằng cách đặt ít nhất vật liệu hy sinh thứ nhất có đặc điểm nhuộm thứ nhất và vật liệu đích có đặc điểm nhuộm thứ hai trong bể chịu áp chung sao cho vật liệu hy sinh thứ nhất tiếp xúc với vật liệu đích. Phương pháp này bao gồm bước đưa cacbon đioxit vào bể chịu áp sao cho cacbon đioxit đạt được trạng thái chất lưu siêu tới hạn khi ở trong bể chịu áp. Cacbon đioxit ở trạng thái chất lưu siêu tới hạn được sử dụng để khuếch tán vào vật liệu đích phẩm nhuộm từ đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ nhất. Các khía cạnh bổ sung dự tính bao gồm bước đặt vật liệu hy sinh thứ hai có đặc điểm nhuộm thứ ba trong bể chịu áp trước khi đạt được trạng thái SCF và khuếch tán vào vật liệu đích phẩm nhuộm từ đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ hai trong khi khuếch tán vào vật liệu đích phẩm nhuộm từ đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ nhất.

Cacbon đioxit (" CO_2 ") ở trạng thái chất lưu siêu tới hạn ("SCF") là trạng thái chất lưu của CO_2 thể hiện các đặc tính của cả chất khí và lỏng. CO_2 ở trạng thái SCF có tỷ trọng giống chất lỏng và độ nhớt và tính chất khuếch tán thấp giống như chất khí. Tỷ trọng giống chất lỏng của SCF cho phép CO_2 ở trạng thái SCF hòa tan vật liệu và hóa chất nhuộm để nhuộm vật liệu đích. Các tính chất độ nhớt và khuếch tán giống như khí có thể cho phép nhuộm nhanh hơn và khuếch tán vào vật liệu nhuộm nhanh hơn so với quy trình dựa trên nước truyền thống, chẳng hạn. Fig.9 cung cấp đồ thị áp suất CO_2 604 và nhiệt độ 602 làm rõ các pha khác nhau của CO_2 , như pha rắn 606, pha lỏng 608, pha khí 610, và pha SCF 612. Như được minh họa, CO_2 có điểm tới hạn 614 bằng khoảng 304 độ Kelvin (tức là 87,53 độ Fahrenheit, 30,85 độ C) và 73,87 bar (tức là 72,9 atm). Nói chung, tại nhiệt độ và áp suất trên điểm tới hạn 614, thì CO_2 ở pha SCF.

Trong khi các ví dụ ở đây đề cập cụ thể đến CO_2 ở trạng thái SCF, có thể dự tính rằng các hợp chất bổ sung hoặc thay thế có thể được sử dụng tại hoặc gần pha lỏng siêu tới hạn. Do đó, mặc dù tham chiếu cụ thể sẽ được thực hiện đến CO_2 để làm hợp chất ở đây, nhưng cần hiểu rằng các khía cạnh của sáng chế có thể áp dụng được với các hợp chất thay thế khác và các giá trị điểm tới hạn phù hợp để đạt được pha SCF.

Việc sử dụng CO_2 ở trạng thái SCF trong quy trình nhuộm có thể đạt được bằng cách sử dụng các máy có sẵn trên thị trường, như máy DyeCoo Textile Systems BV của Hà Lan ("DyeCoo"). Quy trình được thực hiện trong hệ thống truyền thống bao gồm bước đặt vật liệu cần được nhuộm vào bể có thể được tăng áp và gia nhiệt để thu được

CO₂ ở trạng thái SCF. Phẩm nhuộm dạng bột không được kết hợp hoàn toàn với vải dệt (ví dụ, bột dạng phân) được giữ trong bể chứa. Bể chứa phẩm nhuộm được đặt trong bể cùng với vật liệu chưa được nhuộm sao cho phẩm nhuộm không tiếp xúc với vật liệu chưa nhuộm trước khi tăng áp suất bể. Ví dụ, bể chứa ngăn cách vật lý phẩm nhuộm với vật liệu chưa nhuộm. Bể chứa được tăng áp và năng lượng nhiệt được đưa vào để chuyển CO₂ sang trạng thái SCF (hoặc gần với SCF), làm cho phẩm nhuộm hòa tan trong CO₂ ở trạng thái SCF. Trong hệ thống truyền thống, phẩm nhuộm được vận chuyển từ bể chứa đến vật liệu chưa được nhuộm nhờ CO₂ ở trạng thái SCF. Phẩm nhuộm sau đó được khuếch tán vào vật liệu chưa được nhuộm để nhuộm vật liệu chưa được nhuộm cho đến khi pha CO₂ ở trạng thái SCF dừng lại.

Các khía cạnh ở đây liên quan đến khái niệm cân bằng nhuộm là cách kiểm soát đặc điểm nhuộm trên vật liệu. Ví dụ, nếu vật liệu thứ nhất có đặc điểm nhuộm thứ nhất mà có thể được mô tả là màu đỏ và vật liệu thứ hai có đặc điểm nhuộm mà có thể được mô tả là không màu (ví dụ, màu tẩy hoặc màu trắng), thì khái niệm nhuộm cân bằng với CO₂ ở trạng thái SCF sẽ tạo ra cân bằng mong muốn giữa hai đặc điểm nhuộm sao cho ít nhất một vài trong số phẩm nhuộm tạo ra đặc điểm nhuộm thứ nhất được vận chuyển từ vật liệu thứ nhất đến vật liệu thứ hai. Một ứng dụng của quy trình này bao gồm việc sử dụng vật liệu hy sinh có phẩm nhuộm chứa trên đó và/hoặc trong đó (ví dụ, vật liệu thứ nhất được nhuộm) được sử dụng làm vật mang để nhuộm phẩm nhuộm cụ thể cho vật liệu thứ hai mà cần được nhuộm bằng phẩm nhuộm của vật liệu hy sinh. Ví dụ, mỗi trong số vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai có thể có các đặc điểm nhuộm thu được khác nhau sau khi quy trình CO₂ ở trạng thái SCF được áp dụng trong khi cũng có đặc điểm nhuộm khác từ các đặc điểm nhuộm ban đầu tương ứng của chúng (ví dụ, đặc điểm nhuộm thứ nhất và đặc điểm nhuộm thứ hai). Việc thiếu cân bằng chuẩn này có thể được mong muốn. Ví dụ, nếu vật liệu thứ nhất là vật liệu hy sinh chỉ nhằm mục đích làm vật mang phẩm nhuộm, quy trình này có thể được thực hiện cho đến khi vật liệu thứ hai có được đặc điểm nhuộm mong muốn, bất kể đặc điểm nhuộm thu được đối với vật liệu thứ nhất, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Một ví dụ khác về quy trình nhuộm sử dụng CO₂ ở trạng thái SCF có thể được đề cập đến là quy trình nhuộm phụ trợ. Một ví dụ để hỗ trợ minh họa quy trình nhuộm phụ trợ bao gồm vật liệu thứ nhất có đặc điểm nhuộm thứ nhất có màu đỏ và vật liệu thứ hai có đặc điểm nhuộm thứ hai có màu xanh. CO₂ ở trạng thái SCF có tác dụng làm cho các

đặc điểm nhuộm trên vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai (và/hoặc vật liệu thứ ba) có màu tím (ví dụ màu đỏ kết hợp với màu xanh thành màu tím).

Trước đó, cần hiểu rằng các vật liệu thứ nhất và thứ hai có thể có được đặc điểm nhuộm chung khi quy trình nhuộm cân bằng được cho phép hoàn thiện. Theo các khía cạnh bổ sung, dự tính rằng vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai tạo ra các đặc điểm nhuộm khác nhau, nhưng đặc điểm nhuộm thu được cũng khác với đặc điểm nhuộm ban đầu đối với mỗi vật liệu tương ứng. Ngoài ra, dự tính rằng vật liệu thứ nhất có thể là vật liệu hy sinh vận chuyển phẩm nhuộm trong khi vật liệu thứ hai là vật liệu mà có đặc điểm nhuộm mục tiêu mong muốn. Do đó, quy trình nhuộm bằng CO₂ ở trạng thái SCF có thể được thực hiện cho đến khi vật liệu thứ hai có được đặc điểm nhuộm mong muốn bất kể đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ nhất. Ngoài ra, dự tính được rằng vật mang phẩm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ nhất có đặc điểm nhuộm thứ nhất (ví dụ màu đỏ) và vật mang phẩm nhuộm của vật liệu hy sinh thứ hai có đặc điểm nhuộm thứ hai (ví dụ màu xanh) có thể được đặt vào hệ thống để tạo ra đặc điểm nhuộm mong muốn (ví dụ màu tím) lên vật liệu thứ ba, theo một khía cạnh làm ví dụ. Có thể hiểu rằng, kết hợp và số lượng vật liệu, đặc điểm nhuộm, và các biến số bất kỳ khác (ví dụ, thời gian, lượng CO₂ ở trạng thái SCF, nhiệt độ, áp suất, hỗn hợp vật liệu, và kiểu vật liệu) có thể được thay đổi để tạo ra kết quả được dự tính ở đây.

Các khía cạnh ở đây dự tính việc nhuộm (ví dụ, xử lý bằng chất hoàn thiện vật liệu) một hoặc nhiều vật liệu sử dụng CO₂ ở trạng thái SCF. Khái niệm về hai hoặc nhiều hơn hai vật liệu được sử dụng kết hợp với nhau được dự tính theo các khía cạnh này. Ngoài ra, việc sử dụng một hoặc nhiều vật liệu có phẩm nhuộm kết hợp mà không nhằm để sử dụng cho quy trình hậu xử lý truyền thống (ví dụ, sản xuất quần áo, sản xuất giấy, thảm, vải bọc), có thể được gọi là vật liệu hy sinh hoặc vật mang phẩm nhuộm, được dự tính là được đưa vào hệ thống. Ngoài ra, có thể dự tính rằng đặc điểm nhuộm bất kỳ có thể được sử dụng. Kết hợp bất kỳ của các đặc điểm nhuộm có thể được sử dụng kết hợp với nhau để có được đặc điểm nhuộm mong muốn ở một hoặc nhiều vật liệu. Các đặc điểm và quy trình bổ sung khác nhau cho các phương pháp và hệ thống được bộc lộ sẽ được đề xuất ở đây.

Việc có được đặc điểm nhuộm mong muốn trên vật liệu có thể bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố. Ví dụ, nếu có 50 kg vật liệu thứ nhất (ví dụ, vật liệu được đánh ống hoặc

quần) và 100 kg vật liệu thứ hai, tỷ lệ đặc điểm nhuộm thu được trên khối lượng của vật liệu thứ nhất có thể được thể hiện bằng $1/3$ màu/cường độ/độ bão hòa gốc của đặc điểm nhuộm thứ nhất khi đặc điểm nhuộm gốc của vật liệu thứ hai không có phẩm nhuộm. Theo cách khác, với cùng tỷ lệ vật liệu nhưng tính chất phẩm nhuộm thứ hai ban đầu có độ bão hòa/cường độ có thể so sánh với đặc điểm nhuộm thứ nhất, nhưng với màu sắc khác, đặc điểm nhuộm thứ nhất có thể được biểu diễn là $1/3X + 1/3Y$ trong đó X là đặc điểm nhuộm thứ nhất ban đầu và Y là đặc điểm nhuộm thứ hai ban đầu (nghĩa là khối lượng của vật liệu thứ nhất / khối lượng của tất cả các vật liệu). Đối với vật liệu thứ hai sử dụng hai ví dụ nêu trên, các đặc điểm nhuộm thu được có thể là $(2/3X) / 2$ đối với ví dụ thứ nhất và $(2/3 X + 2/3 Y) / 2$ (nghĩa là [khối lượng của vật liệu thứ nhất / khối lượng của tất cả các vật liệu] * [khối lượng của vật liệu thứ nhất / khối lượng của vật liệu thứ hai]). Các ví dụ nêu trên chỉ nhằm mục đích minh họa khi có thể dự tính rằng một số nhân tố phụ cũng có thể liên quan, như số iad (yardage) trên kilogam, thành phần vật liệu, độ dài quy trình nhuộm, nhiệt độ, áp suất, thời gian, độ rỗng của vật liệu, tỷ trọng vật liệu, lực kéo xoắn của vật liệu, và các biến số khác có thể được thể hiện bởi (các) giá trị thực nghiệm. Tuy nhiên, phần nêu trên nhằm cung cấp việc hiểu về quy trình nhuộm cân bằng chủ định để bổ sung cho các khía cạnh được đề xuất ở đây. Như vậy, các ví dụ và các giá trị được đề xuất ở đây không nhằm giới hạn mà chỉ đơn thuần để làm ví dụ về bản chất.

Bây giờ tham chiếu đến Fig.1 là ví dụ minh họa việc vận chuyển phẩm nhuộm 100 từ vật liệu thứ hai 102 đến vật liệu được đánh ông 104 nhờ CO_2 ở trạng thái SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Vật liệu được đưa vào quy trình nhuộm cùng với CO_2 ở trạng thái SCF có thể là vật liệu bất kỳ, như hợp phần (ví dụ, bông, len, lụa, polyester, và/hoặc nylon), lớp nền (ví dụ, vải và/hoặc sợi), sản phẩm (ví dụ, giấy dép và/hoặc vải), và dạng tương tự. Theo một khía cạnh làm ví dụ, vật liệu thứ hai 102 là vật liệu polyester có đặc điểm nhuộm thứ nhất bao gồm vật liệu nhuộm 108. Đặc điểm nhuộm là tính chất của phẩm nhuộm hoặc tính chất của chất hoàn thiện vật liệu, tính chất này có thể được xác định bởi màu sắc, cường độ, độ bóng, (các) kiểu phẩm nhuộm, và/hoặc hợp chất hóa học. Có thể dự tính rằng vật liệu mà về cơ bản không có phẩm nhuộm (ví dụ, không xảy ra việc tạo màu không tự nhiên khi áp dụng phương pháp nhuộm hoặc chất hoàn thiện vật liệu khác lên nó) cũng có đặc điểm nhuộm mà mô tả trạng thái không có phẩm nhuộm. Do đó, bất kể việc tạo màu, chất hoàn thiện vật liệu, hoặc phẩm nhuộm kết hợp với vật

liệu là như thế nào, thì tất cả các vật liệu đều có đặc điểm nhuộm. Nói cách khác, tất cả các vật liệu, bất kể quy trình nhuộm màu/hoàn thiện vật liệu được thực hiện (hay không được thực hiện), đều có đặc điểm nhuộm. Ví dụ, tất cả các vật liệu đều có màu sắc khởi đầu bất kể quy trình nhuộm đã được thực hiện trên vật liệu hay chưa.

Vật liệu thứ hai 102 có bề mặt thứ nhất 120, bề mặt thứ hai 122, và các vật liệu nhuộm 108. Vật liệu nhuộm 108, có thể là hỗn hợp/hợp phần của các phẩm nhuộm, được minh họa là các thành phần hạt cho mục đích thảo luận; tuy nhiên, trong thực tế vật liệu nhuộm 108 có thể không thể phân biệt được ở mức macro với lớp nền vật liệu bên dưới. Ngoài ra, sẽ được thảo luận sau đây, có thể dự tính rằng phẩm nhuộm có thể được kết hợp với vật liệu. Phẩm nhuộm kết hợp là phẩm nhuộm được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Phẩm nhuộm kết hợp được so sánh với phẩm nhuộm không kết hợp, là phẩm nhuộm không được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Ví dụ về phẩm nhuộm không kết hợp bao gồm phẩm nhuộm dạng bột khô được rắc và chải lên bề mặt của vật liệu sao cho phẩm nhuộm có thể được loại bỏ bằng tác động cơ học tối thiểu.

Trên Fig.1, CO₂ ở trạng thái SCF 106 được minh họa dưới dạng mũi tên cho mục đích thảo luận. Trong thực tế, CO₂ ở trạng thái SCF không thể nhận biết được một cách riêng rẽ ở mức macro như được minh họa trên Fig.1. Ngoài ra, vật liệu nhuộm 112 và 116 được minh họa trên hình vẽ là được vận chuyển tương ứng bởi CO₂ ở trạng thái SCF 110 và 118, nhưng như được nêu ở trên, việc minh họa này chỉ nhằm mục đích minh họa và không biểu diễn đúng thực tế.

Theo Fig.1, CO₂ ở trạng thái SCF 106 được đưa vào vật liệu thứ hai 102. Việc đưa vào CO₂ ở trạng thái SCF 106 lúc đầu không có vật liệu nhuộm được kết hợp cùng (ví dụ, không có phẩm nhuộm hòa tan trong đó). CO₂ ở trạng thái SCF 106 đi qua vật liệu thứ hai 102 từ bề mặt thứ nhất 120 đến bề mặt thứ hai 122, theo một khía cạnh làm ví dụ. Khi CO₂ ở trạng thái SCF 106 đi qua vật liệu thứ hai 102, vật liệu nhuộm 108 (ví dụ, phẩm nhuộm) cho vật liệu thứ hai 102 được kết hợp (ví dụ, được hòa tan) với CO₂ ở trạng thái SCF, việc kết hợp này được minh họa trên hình vẽ là vật liệu nhuộm 112 kết hợp với CO₂ ở trạng thái SCF 110. Vật liệu thứ hai 102 được minh họa là có đặc điểm nhuộm thứ nhất, đặc điểm này được tạo ra bởi vật liệu nhuộm 108 của vật liệu thứ hai 102. Theo cách khác, có thể dự tính rằng việc đưa vào CO₂ ở trạng thái SCF lúc đầu (hoặc bất kỳ thời điểm nào) có thể vận chuyển phẩm nhuộm từ nguồn (ví dụ, bể chứa)

đến vật liệu thứ hai 102 để tăng cường đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai trong khi cũng tăng cường đặc điểm nhuộm của vật liệu được đánh ống 104 cùng với phẩm nhuộm của nguồn và vật liệu thứ hai 102, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Vật liệu được đánh ống có thể là vật liệu dạng sợi liên tục có tác dụng để sử dụng cho việc dệt, đan, bện, đan móc, khâu, thêu, và dạng tương tự. Các ví dụ không bị giới hạn về vật liệu được đánh ống bao gồm sợi, chỉ, thùng, ruy băng, tơ, và dây. Có thể dự tính rằng, vật liệu được đánh ống có thể được quấn quanh cuộn (ví dụ, dạng hình nón hay hình trụ) hoặc vật liệu được đánh ống có thể được quấn quanh nó mà không có cấu trúc đỡ phụ trợ giúp việc tạo ra hình dạng quấn thu được. Vật liệu được đánh ống có thể là hữu cơ hoặc tổng hợp về bản chất. Vật liệu được đánh ống có thể là các tập hợp vật liệu riêng rẽ hoặc tập hợp vật liệu đơn lẻ.

Trên Fig.1, vật liệu được đánh ống 104 có bề mặt thứ nhất 124 và bề mặt thứ hai 126. Vật liệu được đánh ống còn được minh họa là có đặc điểm nhuộm thứ hai với vật liệu nhuộm 114. Vật liệu nhuộm 114 có thể là phẩm nhuộm được vận chuyển bằng CO₂ ở trạng thái SCF đã đi qua vật liệu thứ hai 102 và/hoặc nó là phẩm nhuộm kết hợp với vật liệu được đánh ống 104 trong quy trình trước đó, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Như vậy, Fig.1 minh họa hoạt động nhuộm bằng CO₂ ở trạng thái SCF trong đó CO₂ ở trạng thái SCF đi qua vật liệu thứ hai 102 từ phía thứ nhất 120 đến phía thứ hai 122 trong khi vận chuyển (ví dụ, như hòa tan phẩm nhuộm trong CO₂ ở trạng thái SCF) phẩm nhuộm từ vật liệu thứ hai, như được minh họa bởi vật liệu nhuộm 122 được vận chuyển bằng CO₂ ở trạng thái SCF. Vật liệu được đánh ống 104 nhận CO₂ ở trạng thái SCF (ví dụ, 110) trên bề mặt thứ nhất 124. CO₂ ở trạng thái SCF đi qua vật liệu được đánh ống 104 trong khi cho phép vật liệu nhuộm (ví dụ, 114) nhuộm vật liệu được đánh ống 104. Vật liệu nhuộm vật liệu được đánh ống 104 có thể là vật liệu nhuộm từ vật liệu thứ hai 102, theo một khía cạnh làm ví dụ. Có thể còn dự tính được rằng vật liệu nhuộm mà nhuộm vật liệu được đánh ống 104 có thể là vật liệu nhuộm từ các lớp hoặc nguồn vật liệu bổ sung. Ngoài ra, CO₂ ở trạng thái SCF có thể đi qua vật liệu được đánh ống 104 (ví dụ CO₂ ở trạng thái SCF 118) trong khi vận chuyển vật liệu nhuộm (ví dụ, 116) cùng với nó. Vật liệu nhuộm 116 này có thể được phủ cùng với một lớp vật liệu khác và/hoặc lớp vật liệu thứ hai 102. Có thể hiểu rằng, đây có thể là chu kỳ trong đó sự cân bằng vật liệu nhuộm đạt được trên các lớp vật liệu khác nhau khi CO₂ ở trạng thái SCF đi qua các

lớp vật liệu một cách lặp lại nhiều lần. Cuối cùng, có thể dự tính rằng vật liệu nhuộm 108, 112, 114, và 116 có thể không thể phân biệt được và/hoặc tạo ra đặc điểm nhuộm không thể phân biệt được trong số các vật liệu khác nhau, theo một khía cạnh làm ví dụ. Nói cách khác, vì mỗi trong số các phẩm nhuộm khác nhau có độ hòa tan khác nhau trong SCF, nên dòng SCF qua nhiều vật liệu khác nhau mang và phủ phẩm nhuộm tạo ra hỗn hợp phẩm nhuộm đồng nhất ở mức macro (ví dụ, đối với mắt người). Chu trình này có thể tiếp tục cho đến khi SCF được loại bỏ khỏi quy trình của chu trình, như khi thay đổi trạng thái của CO₂ từ trạng thái SCF.

Fig.1 là ví dụ về bản chất và nhằm đóng vai trò minh họa quy trình mà không minh họa đúng tỷ lệ. Do đó, cần hiểu rằng trong thực tế phẩm nhuộm (nghĩa là, vật liệu nhuộm), vật liệu, và CO₂ ở trạng thái SCF thay vào đó gần như sẽ không thể phân biệt được đối với người quan sát bình thường ở mức macro nếu không có thiết bị chuyên dụng, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Bây giờ tham chiếu đến Fig.2, là một ví dụ minh họa việc vận chuyển phẩm nhuộm 101 từ vật liệu thứ nhất 1102 đến vật liệu thứ hai 1104 nhờ CO₂ ở trạng thái SCF theo các khía cạnh của sáng chế. Vật liệu được đưa vào quy trình nhuộm cân bằng cùng với CO₂ ở trạng thái SCF có thể là vật liệu bất kỳ, như hợp phần (ví dụ, sợi bông, len, lụa, polyeste, và/hoặc nylon), chất nền (ví dụ, vải và/hoặc sợi), sản phẩm (ví dụ, giày dép và/hoặc vải), và dạng tương tự. Theo một khía cạnh làm ví dụ, vật liệu thứ nhất 1102 là vật liệu polyeste có đặc điểm nhuộm thứ nhất bao gồm vật liệu nhuộm 1108. Vật liệu thứ nhất 1102 có bề mặt thứ nhất 1120, bề mặt thứ hai 1122, và các vật liệu nhuộm 1108. Vật liệu nhuộm 1108, có thể là hỗn hợp/hợp phần của các phẩm nhuộm, được minh họa là các phần tử hạt cho mục đích thảo luận; tuy nhiên, trong thực tế vật liệu nhuộm 1108 có thể không phân biệt riêng rẽ được ở mức macro với lớp nền vật liệu bên dưới. Ngoài ra, như sẽ được thảo luận sau đây, có thể dự tính rằng phẩm nhuộm kết hợp với vật liệu. Phẩm nhuộm kết hợp là phẩm nhuộm được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Phẩm nhuộm kết hợp được so sánh với phẩm nhuộm không kết hợp, là phẩm nhuộm không được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu. Ví dụ về phẩm nhuộm không kết hợp bao gồm phẩm nhuộm dạng bột khô được rắc và chải lên bề mặt của vật liệu sao cho phẩm nhuộm được loại bỏ bằng tác động cơ học tối thiểu.

Tại Fig.2, CO₂ ở trạng thái SCF 1106 được minh họa dưới dạng mũi tên chỉ cho mục đích thảo luận. Trong thực tế, CO₂ ở trạng thái SCF không thể nhận biết riêng rẽ được ở mức macro như được minh họa trên Fig.2. Ngoài ra, vật liệu nhuộm 1112 và 1116 được minh họa là được vận chuyển tương ứng bởi CO₂ ở trạng thái SCF 1110 và 1116, nhưng như được nêu ở trên, việc minh họa này chỉ nhằm mục đích thảo luận và không biểu diễn đúng thực tế.

Theo Fig.2, CO₂ ở trạng thái SCF 1106 được đưa vào vật liệu thứ nhất 1102. Ban đầu, CO₂ ở trạng thái SCF 1106 được đưa vào mà không có vật liệu nhuộm được kết hợp cùng (ví dụ, không có phẩm nhuộm hòa tan trong đó). CO₂ ở trạng thái SCF 1106 đi qua vật liệu thứ nhất 1102 từ bề mặt thứ nhất 1120 đến bề mặt thứ hai 1122, theo một khía cạnh làm ví dụ. Khi CO₂ ở trạng thái SCF 1106 đi qua vật liệu thứ nhất 1102, vật liệu nhuộm 1108 (ví dụ, phẩm nhuộm) cho vật liệu thứ nhất 1102 được kết hợp (ví dụ, được hòa tan) với CO₂ ở trạng thái SCF, việc kết hợp này được minh họa là vật liệu nhuộm 1112 kết hợp với CO₂ ở trạng thái SCF 1110. Vật liệu thứ nhất 1102 được minh họa là có đặc điểm nhuộm thứ nhất, đặc điểm này được tạo ra bởi vật liệu nhuộm 1108 của vật liệu thứ nhất 1102. Theo cách khác, dự tính rằng việc đưa vào CO₂ ở trạng thái SCF ban đầu (hoặc bất kỳ thời điểm nào) có thể vận chuyển phẩm nhuộm từ nguồn (ví dụ, bể chứa) đến vật liệu thứ nhất 1102 để tăng cường đặc điểm nhuộm thứ nhất trong khi cũng tăng cường đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai 1104 với phẩm nhuộm của nguồn và vật liệu thứ nhất 1102, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Vật liệu thứ hai 1104 có bề mặt thứ nhất 1124 và bề mặt thứ hai 1126. Vật liệu thứ hai cũng được minh họa là có đặc điểm nhuộm thứ hai với vật liệu nhuộm 1114. Vật liệu nhuộm 1114 có thể là phẩm nhuộm được vận chuyển bằng CO₂ ở trạng thái SCF đã đi qua vật liệu thứ nhất 1102 và/hoặc nó là phẩm nhuộm kết hợp với vật liệu thứ hai 1104 trong quy trình trước đó, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Như vậy, Fig.2 minh họa hoạt động nhuộm CO₂ ở trạng thái SCF trong đó CO₂ ở trạng thái SCF đi qua vật liệu thứ nhất 1102 từ phía thứ nhất 1120 đến phía thứ hai 1122 trong khi vận chuyển (ví dụ, như hòa tan phẩm nhuộm trong CO₂ ở trạng thái SCF) phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất, như được minh họa bởi vật liệu nhuộm 1112 được vận chuyển bằng CO₂ ở trạng thái SCF 1110. Vật liệu thứ hai 1104 nhận CO₂ ở trạng thái SCF (ví dụ, 1110) trên bề mặt thứ nhất 1124. CO₂ ở trạng thái SCF đi qua vật liệu thứ

hai 1104 trong khi cho phép vật liệu nhuộm (ví dụ, 1114) nhuộm vật liệu thứ hai 1104. Vật liệu nhuộm nhuộm vật liệu thứ hai 1104 có thể là vật liệu nhuộm từ vật liệu thứ nhất 1102, theo một khía cạnh làm ví dụ. Cũng dự tính rằng vật liệu nhuộm nhuộm vật liệu thứ hai 1104 có thể là vật liệu nhuộm từ các lớp hoặc nguồn vật liệu bổ sung. Ngoài ra, CO₂ ở trạng thái SCF có thể đi qua vật liệu thứ hai 1104 (ví dụ, CO₂ ở trạng thái SCF 1118) trong khi vận chuyển vật liệu nhuộm (ví dụ, 1116) với nó. Vật liệu nhuộm 1116 có thể được phủ cùng với một lớp vật liệu khác và/hoặc lớp vật liệu thứ nhất 1102. Có thể cần hiểu rằng, đây có thể là chu kỳ trong đó sự cân bằng vật liệu nhuộm đạt được trên các lớp vật liệu khác khi CO₂ ở trạng thái SCF đi qua các lớp vật liệu một cách lặp lại nhiều lần. Cuối cùng, dự tính rằng vật liệu nhuộm 1108, 1112, 1114, và 1116 có thể không thể phân biệt được và/hoặc tạo ra đặc điểm nhuộm không thể phân biệt được trong số các vật liệu khác nhau, theo một khía cạnh làm ví dụ. Nói cách khác, vì mỗi trong số các phẩm nhuộm khác nhau có độ hòa tan khác nhau trong SCF, dòng SCF qua nhiều vật liệu khác nhau mang và phủ phẩm nhuộm tạo ra hỗn hợp phẩm nhuộm đồng nhất ở mức macro (ví dụ, đối với mắt người). Chu trình này có thể tiếp tục cho đến khi SCF được loại bỏ khỏi quy trình của chu trình, như khi thay đổi trạng thái của CO₂ từ trạng thái SCF.

Fig.2 là ví dụ về bản chất và nhằm đóng vai trò minh họa quy trình mà không minh họa đúng tỷ lệ. Do đó, cần hiểu rằng trong thực tế phẩm nhuộm (nghĩa là, vật liệu nhuộm), vật liệu, và CO₂ ở trạng thái SCF thay vào đó dường như sẽ không thể phân biệt được đối với người quan sát bình thường ở mức macro nếu không có thiết bị chuyên dụng, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Ngoài ra, như được đề xuất ở đây, các khía cạnh dự tính phẩm nhuộm kết hợp với vật liệu. Phẩm nhuộm kết hợp với vật liệu khi nó được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu, theo một ví dụ. Theo một ví dụ khác, phẩm nhuộm kết hợp với vật liệu khi phẩm nhuộm được đồng nhất trên vật liệu. Tính đồng nhất của phẩm nhuộm là đối lập với vật liệu mà trên đó phẩm nhuộm được phủ theo cách không đồng đều, chẳng hạn như nếu phẩm nhuộm chỉ được rải lên hoặc nếu không thì được phủ nhẹ lên vật liệu. Ví dụ về phẩm nhuộm kết hợp cùng với vật liệu là khi phẩm nhuộm được nhúng và được duy trì trong các sợi của vật liệu, như khi phẩm nhuộm khuếch tán qua vật liệu.

Thuật ngữ "khuếch tán", được sử dụng ở đây, mang nghĩa phủ, thấm, và/hoặc khuếch tán chất hoàn thiện bề mặt, như phẩm nhuộm lên và/hoặc qua vật liệu. Việc

khuếch tán vật liệu với phẩm nhuộm diễn ra trong bể chịu áp, như nồi hấp, được biết đến trong tình trạng kỹ thuật liên quan. Ngoài ra, SCF và phẩm màu được hòa tan trong SCF có thể được luân chuyển trong bể chịu áp bằng bơm luân chuyển, cũng được biết đến trong tình trạng kỹ thuật liên quan. Việc luân chuyển SCF trong bể chịu áp nhờ bơm làm cho SCF đi qua và quanh vật liệu trong bể chịu áp để làm cho phẩm nhuộm hòa tan khuếch tán vào vật liệu. Nói cách khác, khi vật liệu đích được khuếch tán với CO₂ ở trạng thái SCF có phẩm màu (ví dụ, chất hoàn thiện vật liệu) được hòa tan trong đó, phẩm màu được phủ lên một hoặc nhiều phần của vật liệu đích. Ví dụ, vật liệu polyeste, dưới các điều kiện thích hợp để tạo ra CO₂ ở trạng thái SCF, có thể "mở thông" cho phép các phần của phẩm nhuộm được duy trì kết hợp với các sợi polyeste tạo ra vật liệu polyeste. Do đó, việc điều chỉnh nhiệt, áp suất, luồng luân chuyển, thời gian tác động đến SCF, phẩm nhuộm, và vật liệu đích. Các thông số này kết hợp với nhau, khi CO₂ ở trạng thái SCF khuếch tán vào vật liệu đích, thì việc phủ toàn bộ phẩm màu lên khắp vật liệu có thể diễn ra.

Fig.3 minh họa chi tiết giữ vật liệu 204 mà đỡ các vật liệu thứ nhất 206 và vật liệu thứ hai 208, theo các khía cạnh của sáng chế. Các vật liệu thứ nhất 206, theo ví dụ này có đặc điểm nhuộm thứ nhất. Đặc điểm nhuộm thứ nhất có thể là đặc điểm mà không có màu hoặc chất hoàn thiện bề mặt khác ngoài trạng thái tự nhiên của vật liệu, theo một khía cạnh làm ví dụ. Các vật liệu thứ nhất 206 có thể là vật liệu đích, vật liệu được chủ định để sử dụng trong hàng hóa thương mại, như quần áo hoặc giấy dép. Vật liệu thứ hai 208 có thể là vật liệu hy sinh có phẩm màu kết hợp. Ví dụ, vật liệu thứ hai 208 có thể là vật liệu được nhuộm màu trước đó (hoặc là vật liệu được xử lý trước đó).

Theo ví dụ được minh họa trên Fig.3, ngược lại với Fig.4 được thảo luận sau đây, vật liệu thứ hai 208 tiếp xúc vật lý với vật liệu thứ nhất 206. Theo ví dụ này, bề mặt của vật liệu thứ hai 208 tiếp xúc với bề mặt của vật liệu được đánh ống 206. Tiếp xúc vật lý hoặc tiệm cận gần do tiếp xúc, theo một khía cạnh của sáng chế, giúp chuyển hiệu quả phẩm nhuộm từ vật liệu thứ hai 208 đến vật liệu thứ nhất 1206 khi có mặt SCF. Ngoài ra, tiếp xúc vật lý của các vật liệu tiếp xúc với SCF để nhuộm cho phép, theo một khía cạnh làm ví dụ, sử dụng hiệu quả không gian trong bể chịu áp sao cho các kích thước (ví dụ, độ dài cuộn vật liệu) của vật liệu có thể được tối đa hóa.

Được minh họa trên Fig.3 cho mục đích làm ví dụ, vật liệu thứ hai 208 có thể tích nhỏ hơn nhiều so với vật liệu được đánh ống 206. Theo ví dụ này, vật liệu thứ nhất 206 là vật liệu đích; do đó, có thể mong muốn tối đa hóa thể tích của vật liệu đích. Khi một số bề chịu áp có thể tích giới hạn, phần thể tích giới hạn bị chiếm bởi vật liệu hy sinh giới hạn thể tích có thể sử dụng được bởi vật liệu đích. Theo đó, theo một khía cạnh làm ví dụ, một (hoặc nhiều) vật liệu hy sinh có thể tích nhỏ (ví dụ, đo bằng iat) hơn vật liệu đích khi được đặt trong cùng trong bề chịu áp. Ngoài ra, mặc dù chi tiết giữ vật liệu làm ví dụ được minh họa, nhưng có thể dự tính rằng các kết cấu khác của các chi tiết giữ này cũng có thể được sử dụng.

Fig.4 minh họa chi tiết giữ vật liệu 204, chi tiết này còn đỡ vật liệu được đánh ống 207 và vật liệu thứ hai 209, theo các khía cạnh của sáng chế. Trong khi vật liệu được đánh ống 207 và vật liệu thứ hai 209 được minh họa là ở trên cùng một chi tiết giữ, nhưng có thể dự tính rằng các chi tiết giữ riêng rẽ về mặt vật lý có thể được sử dụng theo các khía cạnh làm ví dụ thay thế. Vật liệu được đánh ống 207 có đặc điểm nhuộm thứ nhất và vật liệu thứ hai 209 có đặc điểm nhuộm thứ hai. Cụ thể, ít nhất một trong số vật liệu được đánh ống 207 hoặc vật liệu thứ hai 209 có phẩm nhuộm kết hợp. Trái ngược với Fig.3 trong đó việc tiếp cận gần hoặc tiếp xúc vật lý được minh họa với nhiều vật liệu, thì các vật liệu trên Fig.4 không tiếp xúc trực tiếp với nhau. Việc thiếu tiếp xúc vật lý, theo một khía cạnh làm ví dụ, cho phép thay thế và xử lý hiệu quả ít nhất một vật liệu mà không cần xử lý vật lý (các) vật liệu khác một cách đáng kể. Ví dụ, nếu vật liệu thứ hai 209 có đặc điểm nhuộm có màu thứ nhất được xử lý với vật liệu được đánh ống 207 sao cho ít nhất một số phẩm nhuộm của vật liệu thứ hai khuếch tán vào vật liệu được đánh ống 207 trong quy trình nhuộm bằng SCF, thì vật liệu thứ hai 209 có thể bị loại bỏ và thay thế bằng vật liệu thứ ba có đặc điểm nhuộm khác (ví dụ, chất xử lý vật liệu như DWR) được ưu tiên để được khuếch tán vào vật liệu được đánh ống 207 sau phẩm nhuộm của vật liệu thứ hai 209. Nói cách khác, tương quan vật lý được minh họa và được thảo luận chung trên Fig.4 có thể hiệu quả trong việc sản xuất và xử lý khi xử lý từng vật liệu riêng rẽ có thể thực hiện được.

Trong khi vật liệu được đánh ống 207 và vật liệu thứ hai 209 được minh họa trên chi tiết giữ vật liệu chung 204, có thể dự tính rằng vật liệu được đánh ống 207 ở trên chi tiết giữ thứ nhất và vật liệu thứ hai 209 ở trên chi tiết giữ thứ hai khác với chi tiết giữ thứ nhất, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Mặc dù chỉ hai vật liệu được minh họa trên Fig.3 và Fig.4, cần hiểu rằng số lượng vật liệu bất kỳ có thể cùng lúc được cho tiếp xúc với SCF (hoặc gần SCF). Ví dụ, dự tính rằng hai hoặc nhiều hơn hai vật liệu hy sinh có phẩm nhuộm kết hợp được đặt trong bể chịu áp chung cùng với vật liệu đích cần được khuếch tán phẩm nhuộm của các vật liệu hy sinh. Ngoài ra, có thể dự tính rằng lượng vật liệu không bị giới hạn ở tỷ lệ được minh họa trên Fig.3 và Fig.4. Ví dụ, có thể dự tính rằng vật liệu đích có thể có thể tích lớn hơn nhiều vật liệu hy sinh. Ngoài ra, dự tính rằng thể tích của vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được đặc điểm nhuộm mong muốn của (các) vật liệu đích. Ví dụ, tùy thuộc vào đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh (ví dụ, nồng độ, màu sắc, v.v.) và đặc điểm nhuộm mong muốn đối với vật liệu đích ngoài thể tích của vật liệu đích, lượng vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để đạt được kết quả nhuộm bằng SCF mong muốn. Tương tự, có thể dự tính rằng đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai (hoặc vật liệu thứ nhất) được điều chỉnh dựa trên đặc điểm nhuộm mong muốn và/hoặc thể tích vật liệu được bao gồm trong quy trình nhuộm.

Fig.5 minh họa chi tiết giữ vật liệu 204, như trục cuốn 1204, trục cuốn 1204 này đỡ vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208, theo các khía cạnh của sáng chế. Vật liệu thứ nhất 1206, theo ví dụ này có đặc điểm nhuộm thứ nhất. Đặc điểm nhuộm thứ nhất có thể là đặc điểm mà không có màu ngoài trạng thái tự nhiên của vật liệu, theo một khía cạnh làm ví dụ. Vật liệu thứ nhất 1206 có thể là vật liệu đích, vật liệu được dự tính để sử dụng trong sản phẩm thương mại, như quần áo hoặc giấy dép. Vật liệu thứ hai 1208 có thể là vật liệu hy sinh có kết hợp phẩm nhuộm. Ví dụ, vật liệu thứ hai 1208 có thể là vật liệu được nhuộm màu trước đó (hoặc là vật liệu được xử lý trước đó).

Theo ví dụ được minh họa trên Fig.5, ngược lại với Fig.6 được thảo luận sau đây, vật liệu thứ hai 1208 tiếp xúc vật lý với vật liệu thứ nhất 1206. Theo ví dụ này, bề mặt của vật liệu thứ hai 1208 tiếp xúc với bề mặt của vật liệu thứ nhất 1206. Tiếp xúc vật lý hoặc tiếp cận gần được tạo ra nhờ tiếp xúc, theo một khía cạnh của sáng chế, giúp vận chuyển hiệu quả phẩm nhuộm từ vật liệu thứ hai 1208 lên vật liệu thứ nhất 1206 khi có mặt SCF. Ngoài ra, tiếp xúc vật lý của các vật liệu tiếp xúc với SCF cho mục đích nhuộm cho phép, theo một khía cạnh làm ví dụ, sử dụng hiệu quả không gian trong bể chịu áp sao cho các kích thước (ví dụ, độ dài cuộn vật liệu) của vật liệu có thể được tối đa hóa.

Như được minh họa trên Fig.5 cho các mục đích minh họa, vật liệu thứ hai 1208 có thể tích nhỏ hơn nhiều so với vật liệu thứ nhất 1206. Theo ví dụ này, vật liệu thứ nhất 1206 là vật liệu đích; do đó, có thể mong muốn tối đa hóa thể tích của vật liệu đích. Khi một số bề chịu áp có thể tích giới hạn, một phần thể tích giới hạn bị chiếm bởi vật liệu hy sinh giới hạn thể tích có thể sử dụng được bởi vật liệu đích. Theo đó, theo một khía cạnh làm ví dụ, một (hoặc nhiều) vật liệu hy sinh có thể tích nhỏ (ví dụ, đo bằng iat) hơn vật liệu đích khi được đặt trong cùng trong một bề chịu áp. Mặc dù vật liệu thứ hai 1208 được minh họa ở vị trí bên ngoài của trục cuộn 1204 so với vật liệu thứ nhất 1206, nhưng có thể dự tính rằng vật liệu hy sinh có thể được đặt hướng vào phía trong trên trục cuộn 1204 hơn so với vật liệu đích. Ngoài ra, mặc dù trục cuộn 1204 làm ví dụ được minh họa, nhưng có thể dự tính rằng các kết cấu thay thế khác của chi tiết giữ này cũng có thể được sử dụng.

Fig.6 minh họa chi tiết giữ vật liệu, như trục cuộn 1204, chi tiết này cũng đỡ vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209, theo các khía cạnh của sáng chế. Mặc dù vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209 được minh họa là ở trên cùng một chi tiết giữ, nhưng có thể dự tính rằng các chi tiết giữ khác nhau có thể được sử dụng theo các khía cạnh làm ví dụ thay thế. Vật liệu thứ nhất 1207 có đặc điểm nhuộm thứ nhất và vật liệu thứ hai 1209 có đặc điểm nhuộm thứ hai. Cụ thể, ít nhất một trong số vật liệu thứ nhất 1207 hoặc vật liệu thứ hai 1209 có phẩm nhuộm kết hợp. Trái ngược với Fig.5 trong đó việc tiếp cận gần hoặc tiếp xúc vật lý được minh họa với nhiều vật liệu, nhưng các vật liệu trên Fig.6 không tiếp xúc trực tiếp với nhau. Việc không tiếp xúc vật lý, theo một khía cạnh làm ví dụ, cho phép thay thế và xử lý hiệu quả ít nhất một vật liệu mà không cần xử lý vật lý (các) vật liệu khác một cách đáng kể. Ví dụ, nếu vật liệu thứ hai 1209 có đặc điểm nhuộm có màu thứ nhất được xử lý với vật liệu thứ nhất 1207 sao cho ít nhất một số phẩm nhuộm của vật liệu thứ hai khuếch tán vào vật liệu thứ nhất 1207 trong quy trình nhuộm bằng SCF, thì vật liệu thứ hai 1209 có thể bị loại bỏ và thay thế bằng vật liệu thứ ba có đặc điểm nhuộm khác (ví dụ, chất xử lý vật liệu như DWR) được ưu tiên khuếch tán vào vật liệu thứ nhất 1207 sau phẩm nhuộm trên vật liệu thứ hai 1209. Nói cách khác, tương quan vật lý được minh họa và được thảo luận chung trên Fig.6 có thể có hiệu quả trong việc sản xuất và xử lý khi xử lý từng vật liệu riêng rẽ có thể được thực hiện, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Mặc dù vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209 được minh họa là có cùng thể tích vật liệu, nhưng có thể dự tính rằng vật liệu thứ nhất 1207 có thể có thể tích vật liệu lớn hơn đáng kể so với vật liệu thứ hai 1209, mà có thể đóng vai trò như là vật liệu hy sinh theo một khía cạnh làm ví dụ. Ngoài ra, trong khi vật liệu thứ nhất 1207 và vật liệu thứ hai 1209 được minh họa là ở trên chi tiết giữ vật liệu chung, nhưng có thể dự tính rằng vật liệu thứ nhất 1207 ở trên chi tiết giữ thứ nhất và vật liệu thứ hai 1209 ở trên chi tiết giữ thứ hai khác với chi tiết giữ thứ nhất, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Mặc dù chỉ hai vật liệu được minh họa trên Fig.5 và Fig.6, nhưng cần hiểu rằng số lượng vật liệu bất kỳ có thể cùng lúc được cho tiếp xúc với SCF (hoặc gần với SCF). Ví dụ, cần hiểu rằng hai hoặc nhiều hơn hai vật liệu hy sinh có phẩm nhuộm kết hợp được đặt trong bể chịu áp chung cùng với vật liệu đích cần được khuếch tán phẩm nhuộm của các vật liệu hy sinh. Ngoài ra, có thể dự tính rằng lượng vật liệu không bị giới hạn ở tỷ lệ được minh họa trên Fig.5 và Fig.6. Ví dụ, dự tính rằng vật liệu đích có thể có thể tích lớn hơn nhiều so với vật liệu hy sinh. Ngoài ra, cần hiểu rằng thể tích của vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để thu được đặc điểm nhuộm mong muốn của (các) vật liệu đích. Ví dụ, tùy thuộc vào đặc điểm nhuộm của vật liệu hy sinh (ví dụ, nồng độ, màu sắc, v.v.) và đặc điểm nhuộm mong muốn đối với vật liệu đích ngoài thể tích của vật liệu đích, lượng vật liệu hy sinh có thể được điều chỉnh để đạt được kết quả nhuộm bằng SCF mong muốn. Tương tự, có thể dự tính rằng đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai (hoặc vật liệu thứ nhất) được điều chỉnh dựa trên đặc điểm nhuộm mong muốn và/hoặc thể tích vật liệu được bao gồm trong quy trình nhuộm.

Như được minh họa trên Fig.5 và Fig.6 và sẽ được minh họa trên Fig.7 và Fig.8, nhiều cách ăn khớp khác nhau của vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai quanh bộ phận giữ được dự tính. Như đã được đề cập trước đó, vật liệu thứ nhất 1206 và/hoặc vật liệu thứ hai 1208 có thể là vật liệu vải bất kỳ như vải dệt kim, vải dệt thoi, hoặc vật liệu khác. Các vật liệu này có thể được tạo thành từ vật liệu hữu cơ hay vật liệu tổng hợp bất kỳ. Chúng có thể có đặc điểm nhuộm bất kỳ, theo một khía cạnh làm ví dụ. Đặc điểm nhuộm có thể bao gồm kiểu nhuộm được tạo ra từ phẩm nhuộm bất kỳ. Theo một khía cạnh làm ví dụ, vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 là vật liệu vải dệt polyeste.

CO₂ ở trạng thái SCF cho phép polyeste được nhuộm với phẩm nhuộm phân tán cải biến. Sở dĩ như vậy là do CO₂ ở trạng thái SCF và/hoặc các điều kiện tạo ra trạng thái

SCF của CO₂ làm cho các sợi polyeste của các vật liệu phồng lên, cho phép phẩm nhuộm khuếch tán và xâm nhập vào cấu trúc lỗ và mao dẫn của các sợi polyeste. Có thể dự tính rằng phẩm nhuộm phản ứng có thể được sử dụng tương tự khi một hoặc nhiều trong số các vật liệu là hợp phần xellulozo. Theo một khía cạnh làm ví dụ, vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 được tạo ra từ cùng một kiểu vật liệu sao cho phẩm nhuộm có tác dụng nhuộm cả hai vật liệu. Theo một khía cạnh khác, như khi một trong số các vật liệu là vật liệu hy sinh về bản chất là vật mang phẩm nhuộm, thì phẩm nhuộm có thể có ái lực với vật liệu hy sinh thấp hơn so với vật liệu đích, mà có thể làm tăng tốc độ nhuộm CO₂ ở trạng thái SCF. Một ví dụ có thể bao gồm vật liệu thứ nhất về bản chất là vật liệu xellulozo và vật liệu thứ hai là vật liệu polyeste và phẩm nhuộm kết hợp với vật liệu thứ nhất là kiểu phẩm nhuộm phân tán sao cho phẩm nhuộm có ái lực với vật liệu polyeste (theo ví dụ này) lớn hơn so với vật liệu thứ nhất. Theo ví dụ này, thời gian nhuộm giảm xuống có thể được thực hiện để thu được đặc điểm nhuộm mong muốn cho vật liệu thứ hai.

Fig.10 minh họa lưu đồ 300 của phương pháp làm ví dụ để nhuộm vật liệu được đánh ống như được minh họa trên các hình vẽ Fig.1, Fig.3 và Fig.4 theo các khía cạnh của sáng chế. Ở khối 302, các vật liệu được đánh ống và vật liệu thứ hai được đặt trong bể chịu áp. Theo một khía cạnh làm ví dụ, vật liệu được đánh ống có thể được giữ trên thiết bị cố định mà cho phép cùng lúc đặt nhiều vật liệu được đánh ống trong bể chịu áp. Ngoài ra, có thể dự tính rằng thiết bị cố định có tác dụng đặt các vật liệu được đánh ống tại vị trí thích hợp so với các thành bên trong của bể chịu áp cũng như so với các vật liệu được đánh ống khác. Theo một khía cạnh làm ví dụ, việc tránh tiếp xúc với các thành bên trong của bể chịu áp bởi vật liệu cần được khuếch tán với chất hoàn thiện vật liệu cho phép vật liệu này được khuếch tán với chất hoàn thiện vật liệu. Như được thảo luận trước đó, các vật liệu được đánh ống có thể được quấn quanh trục cuốn trước khi được đặt trong bể. Các vật liệu này được đặt vào trong bể bằng cách dịch chuyển vật liệu thành nhóm chung vào bể chịu áp. Ngoài ra, có thể dự tính rằng, vật liệu này có thể được giữ trên thiết bị cố định theo nhiều cách khác nhau (ví dụ, theo chiều thẳng đứng, theo chông, theo hướng ngang, và/hoặc theo kiểu lệch). Ngoài ra, dự tính rằng các vật liệu có thể được giữ trên các thiết bị cố định khác nhau và được đặt trong một bể chịu áp chung.

Ở khối 304, bể chịu áp có thể được tăng áp suất. Theo một khía cạnh làm ví dụ, các vật liệu này được nạp vào bể chịu áp và sau đó bể chịu áp được bịt kín và được tăng

áp suất. Để duy trì CO_2 được đưa vào ở pha SCF, áp suất, theo một khía cạnh làm ví dụ, được tăng lớn hơn điểm tới hạn (ví dụ, 73,87 bar).

Bất kể cách thức bể chịu áp được tăng áp là như thế nào, thì ở khối 306, CO_2 ở trạng thái SCF được đưa vào bể chịu áp. CO_2 ở trạng thái SCF này có thể được đưa vào bằng cách chuyển tiếp CO_2 được giữ trong bể chịu áp từ trạng thái thứ nhất (nghĩa là, lỏng, khí hoặc rắn) sang trạng thái SCF. Như đã biết, sự thay đổi trạng thái này có thể được thực hiện bằng cách thu được áp suất và/hoặc nhiệt độ đủ để thay đổi pha SCF. Có thể dự tính rằng một hoặc nhiều bộ phận gia nhiệt được lắp để làm tăng nhiệt độ bên trong của bể chịu áp đến nhiệt độ thích hợp (ví dụ 304 K, 30,85 C). Một hoặc nhiều thành phần gia nhiệt cũng có thể gia nhiệt CO_2 khi (hoặc trước khi) nó được đưa vào bể chịu áp, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Ở khối 308, CO_2 ở trạng thái SCF đi qua mỗi trong số các vật liệu được đánh ống và vật liệu thứ hai. Trong khi CO_2 ở trạng thái SCF đi qua các vật liệu này, mà các vật liệu này có thể có các đặc điểm nhuộm khác nhau, các phẩm nhuộm được vận chuyển giữa các vật liệu và khuếch tán vào (các) vật liệu này. Theo một khía cạnh làm ví dụ, phẩm nhuộm được hòa tan trong CO_2 ở trạng thái SCF sao cho CO_2 ở trạng thái SCF đóng vai trò làm dung môi và vật mang phẩm nhuộm. Ngoài ra, vì nhiệt độ và áp suất của CO_2 ở trạng thái SCF, nên các vật liệu này có thể thay đổi (ví dụ, co giãn, mở rộng, phồng lên), tạm thời, để tiếp nhận được nhiều phẩm nhuộm hơn để nhuộm.

Dự tính rằng việc CO_2 ở trạng thái SCF đi qua là chu kỳ trong đó CO_2 ở trạng thái SCF đi qua các vật liệu này nhiều lần, như trong hệ thống đóng dùng bơm luân chuyển, theo một khía cạnh làm ví dụ. Việc luân chuyển này có thể giúp đạt được việc nhuộm. Theo một khía cạnh, SCF được luân chuyển qua các vật liệu này trong một khoảng thời gian (ví dụ, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút, 240 phút) và sau đó CO_2 ở trạng thái SCF được phép thay đổi trạng thái (ví dụ, thành dạng CO_2 lỏng) bằng cách giảm nhiệt độ và/hoặc áp suất. Sau khi thay đổi trạng thái của CO_2 từ trạng thái SCF, phẩm nhuộm không còn hòa tan được trong CO_2 không ở dạng SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ. Ví dụ, phẩm nhuộm có thể hòa tan được trong CO_2 ở trạng thái SCF, nhưng khi CO_2 chuyển sang trạng thái CO_2 lỏng, phẩm nhuộm không còn hòa tan được trong CO_2 lỏng.

Ở khối 310, các vật liệu được đánh ống và vật liệu thứ hai được lấy khỏi bể chịu áp. Theo một khía cạnh làm ví dụ, áp suất trong bể chịu áp được làm giảm đến áp suất gần áp suất khí quyển và CO_2 được thu lại từ bể chịu áp để tái sử dụng sau này cho các quy trình nhuộm kế tiếp. Theo một ví dụ, thiết bị cố định để cố định các vật liệu có thể được bỏ ra khỏi bể sau khi có được đặc điểm nhuộm mong muốn đối với một hoặc nhiều vật liệu.

Mặc dù các bước cụ thể được thảo luận và được minh họa trên Fig.10, nhưng dự tính rằng một hoặc nhiều bước bổ sung hoặc thay thế có thể được thực hiện để đạt được các khía cạnh này. Ngoài ra, có thể dự tính rằng một hoặc nhiều bước bổ sung được liệt kê có thể cùng được bỏ qua để đạt được các khía cạnh được đề xuất ở đây.

Fig.11 minh họa lưu đồ 400 minh họa các bước làm ví dụ để phủ chất hoàn thiện vật liệu lên vật liệu được đánh ống với vật liệu hy sinh theo một khía cạnh của sáng chế. Ở khối 402, vật liệu hy sinh có chất hoàn thiện bề mặt và các vật liệu được đánh ống được đặt trong một bể chịu áp chung. Như được thảo luận ở trên, việc đặt này có thể là thủ công hoặc tự động. Việc đặt này có thể được thực hiện bằng cách di chuyển thiết bị cố định chung mà vật liệu hy sinh và/hoặc một hoặc nhiều vật liệu được đánh ống được cố định để đặt vào đó. Có thể dự tính rằng vật liệu hy sinh tiếp xúc với hoặc riêng rẽ về mặt vật lý với vật liệu được đánh ống khi được đặt trong bể chịu áp.

Như được thảo luận trước đó, có thể dự tính rằng chất hoàn thiện vật liệu của vật liệu hy sinh có thể là chất tạo màu (ví dụ, phẩm nhuộm), chất hoàn thiện vật liệu ưa nước, chất hoàn thiện vật liệu kỵ nước, và/hoặc chất hoàn thiện vật liệu kháng khuẩn. Như sẽ được minh họa trên Fig.12 sau đây, có thể dự tính rằng các vật liệu hy sinh có thể được đặt vào bể chịu áp ở cùng một thời điểm với các vật liệu được đánh ống. Theo cách khác, dự tính rằng vật liệu hy sinh có thể bao gồm nhiều hơn một chất hoàn thiện vật liệu được chủ định để phủ lên các vật liệu được đánh ống. Ví dụ, cả chất tạo màu và chất hoàn thiện ưa nước có thể được giữ bởi vật liệu hy sinh và phủ lên các vật liệu được đánh ống nhờ việc khuếch tán của SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Ở khối 404, cacbon điôxit có thể được đưa vào bể chịu áp. CO_2 có thể ở trạng thái lỏng hoặc trạng thái khí khi nó được đưa vào. Ngoài ra, cần hiểu rằng bể chịu áp được đóng tại thời điểm đưa CO_2 vào để giữ cho CO_2 nằm trong bể chịu áp. Bể chịu áp có thể

ở áp suất khí quyển khi CO₂ được đưa vào. Theo cách khác, bể chịu áp có thể cao hơn hoặc thấp hơn áp suất khí quyển khi CO₂ được đưa vào.

Ở khối 406, bể chịu áp có thể được tăng áp cho phép CO₂ được đưa vào để đạt được trạng thái SCF (hoặc gần SCF). Ngoài ra, dự tính rằng năng lượng nhiệt được đưa vào (hoặc trong) bể chịu áp để trợ giúp việc đạt được trạng thái SCF của CO₂. Như được thảo luận ở trên, đồ thị trạng thái trên Fig.9 minh họa xu hướng giữa nhiệt độ và áp suất để đạt được trạng thái SCF. Theo một khía cạnh, bể chịu áp được tăng áp đến ít nhất là 73,87 bar. Việc tăng áp suất này có thể được thực hiện bằng cách phun không khí khí quyển và/hoặc CO₂ cho đến khi áp suất bên trong bể chịu áp đạt đến áp suất mong muốn, chẳng hạn như ít nhất là áp suất tối hạn của CO₂.

Ở khối 408, các vật liệu được đánh ống được khuếch tán với ít nhất một phần của chất hoàn thiện vật liệu từ vật liệu hy sinh. Chất hoàn thiện vật liệu được vận chuyển đến các vật liệu được đánh ống nhờ CO₂ ở trạng thái SCF. Như được thảo luận trước đó, CO₂ ở trạng thái SCF có thể đóng vai trò làm cơ chế vận chuyển chất hoàn thiện vật liệu từ vật liệu hy sinh đến các vật liệu được đánh ống. Việc này có thể được hỗ trợ bằng cách luân chuyển, chẳng hạn như bằng bơm luân chuyển, SCF trong bể chịu áp sao cho nó khuếch tán vào cả vật liệu hy sinh và các vật liệu được đánh ống. Có thể dự tính rằng chất hoàn thiện vật liệu có thể hòa tan, ít nhất một phần, vào SCF cho phép giải phóng chất hoàn thiện vật liệu khỏi việc liên kết với vật liệu hy sinh để được phủ trên/trong các vật liệu được đánh ống. Để đảm bảo việc phủ chính xác chất hoàn thiện vật liệu lên các vật liệu được đánh ống, chất hoàn thiện vật liệu có thể kết hợp với vật liệu hy sinh, để đảm bảo lượng chất hoàn thiện vật liệu chủ định được đưa vào trong bể chịu áp. Việc vận chuyển chất hoàn thiện vật liệu có thể tiếp tục cho tới khi một lượng chất hoàn thiện vật liệu khuếch tán vào vật liệu được đánh ống.

Mặc dù tham chiếu đến Fig.11 được thực hiện đến một hoặc nhiều bước, nhưng có thể dự tính rằng một hoặc nhiều bước bổ sung hoặc thay thế có thể được thực hiện để thực hiện các khía cạnh này. Theo đó, các khối có thể được thêm vào hoặc được bỏ qua trong khi vẫn nằm trong phạm vi của nó.

Fig.12 là lưu đồ 500 minh họa phương pháp phủ ít nhất hai chất hoàn thiện vật liệu lên vật liệu được đánh ống từ vật liệu hy sinh thứ nhất và thứ hai theo một khía cạnh của sáng chế. Khối 502 minh họa bước đặt vật liệu được đánh ống, vật liệu hy sinh thứ

nhất và vật liệu hy sinh thứ hai trong một bể chịu áp chung. Vật liệu hy sinh thứ nhất có chất hoàn thiện vật liệu thứ nhất và vật liệu hy sinh thứ hai có chất hoàn thiện vật liệu thứ hai. Ví dụ, như được đề xuất ở trên, có thể dự tính rằng chất hoàn thiện vật liệu thứ nhất có đặc điểm nhuộm thứ nhất và chất hoàn thiện vật liệu thứ hai có đặc điểm nhuộm thứ hai, mà khi được khuếch tán vào vật liệu được đánh ống, thì tạo ra đặc điểm nhuộm thứ ba. Ví dụ trước đó cũng được áp dụng ở đây trong đó đặc điểm nhuộm thứ nhất là màu đỏ và đặc điểm nhuộm thứ hai là màu xanh sao cho khi cả hai chất tạo màu đỏ và xanh khuếch tán vào vật liệu được đánh ống, thì vật liệu được đánh ống có màu tím. Theo một ví dụ thay thế, chất hoàn thiện vật liệu thứ nhất có thể là chất hoàn thiện vật liệu kháng khuẩn và chất hoàn thiện vật liệu thứ hai có thể là chất hoàn thiện vật liệu kỵ nước, sao cho vật liệu được đánh ống thu được cả hai chất hoàn thiện vật liệu trong cùng một quy trình phủ, giúp giảm thời gian hoàn thiện. Mặc dù chất hoàn thiện vật liệu được bố trí kết hợp, nhưng kết hợp bất kỳ cũng có thể được cho tiếp xúc với SCF tại cùng thời điểm để phủ vật liệu được đánh ống.

Mặc dù vật liệu hy sinh thứ nhất và thứ hai được thảo luận, số lượng vật liệu hy sinh bất kỳ có thể được bố trí. Ngoài ra, cần hiểu rằng lượng vật liệu hy sinh thứ nhất và lượng vật liệu hy sinh thứ hai là khác nhau tùy thuộc vào lượng của mỗi chất hoàn thiện vật liệu mong muốn cần được phủ lên vật liệu được đánh ống. Ngoài ra, dự tính rằng các vật liệu hy sinh cũng sẽ duy trì một phần của chất hoàn thiện vật liệu từ các vật liệu khác trong bể chịu áp. Do đó, có thể dự tính rằng thể tích của tất cả vật liệu, bao gồm vật liệu hy sinh, được tính đến khi xác định lượng chất hoàn thiện bề mặt cần được đưa vào bể chịu áp.

Ở khối 504, bể chịu áp được tăng áp sao cho CO₂ bên trong bể chịu áp đạt trạng thái SCF trong đó. SCF sau đó có tác dụng phân phối chất hoàn thiện vật liệu của vật liệu hy sinh thứ nhất và chất hoàn thiện vật liệu thứ hai của vật liệu thứ hai đến vật liệu được đánh ống, như được minh họa trên khối 506.

Mặc dù Fig.12 đề cập đến một hoặc nhiều bước, nhưng có thể dự tính rằng một hoặc nhiều bước bổ sung hoặc thay thế có thể được thực hiện để đạt được các khía cạnh được đề xuất ở đây. Theo đó, các khối có thể được thêm vào hoặc được bỏ qua trong khi vẫn nằm trong phạm vi của sáng chế.

Fig.7 minh họa cuộn 1300 làm ví dụ gồm nhiều vật liệu có bề mặt tiếp xúc với nhau trên trục cuộn 1204 để nhuộm cân bằng, theo các khía cạnh của sáng chế. Cuộn 1300 bao gồm trục cuộn 1204, vật liệu thứ nhất 1206, và vật liệu thứ hai 1208. Vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 được cắt để minh họa vị trí tương đối so với trục cuộn 1204. Trong cuộn này, toàn bộ vật liệu thứ nhất 1206 được quấn quanh trục cuộn 1204 trước khi vật liệu thứ hai 1208 được quấn quanh vật liệu thứ nhất 1206. Nói cách khác, CO₂ ở trạng thái SCF 1320 đi qua gần như toàn bộ chiều dày được quấn của vật liệu thứ nhất 1206 trước khi đi qua vật liệu thứ hai 1208 dưới dạng CO₂ ở trạng thái SCF + phẩm nhuộm 1304. CO₂ ở trạng thái SCF sau đó được rút ra khỏi vật liệu thứ hai 1208 dưới dạng CO₂ ở trạng thái SCF + phẩm nhuộm 1306, mà sau đó được luân chuyển lại qua một hoặc nhiều vật liệu bổ sung hoặc vật liệu khác (ví dụ, vật liệu thứ nhất 1206). Do đó, chu kỳ được hình thành trong đó CO₂ ở trạng thái SCF + phẩm nhuộm khuếch tán vào các vật liệu bên trong bể chịu áp cho đến khi nhiệt độ hoặc áp suất thay đổi sao cho SCF thay đổi trạng thái, mà tại thời điểm đó, phẩm nhuộm sẽ kết hợp với vật liệu mà nó tiếp xúc tại thời điểm thay đổi trạng thái SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Theo ví dụ được minh họa này, vòng cuối cùng của vật liệu thứ nhất 1206 làm lộ bề mặt tiếp xúc trực tiếp với bề mặt của vòng thứ nhất của vật liệu thứ hai 1208. Nói cách khác, vòng nối tiếp của cuộn 1300 được minh họa cho phép sự tiếp xúc trực tiếp giới hạn, nhưng khả dụng, giữa vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208. Việc tiếp xúc trực tiếp này có thể được phân biệt nhờ các khía cạnh khác nhau trong đó vật mang phẩm nhuộm hoặc phẩm nhuộm có thể riêng rẽ về mặt vật lý với vật liệu cần được nhuộm. Theo đó, tiếp xúc trực tiếp giữa các vật liệu cần được nhuộm và vật liệu có phẩm nhuộm có thể giảm thời gian nhuộm và giảm thời gian làm sạch và duy trì, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Fig.8 minh họa cuộn làm ví dụ thứ hai 1401 gồm nhiều vật liệu trên trục cuộn 1204 để nhuộm bằng SCF, theo các khía cạnh của sáng chế. Cuộn 1401 bao gồm trục cuộn 1204, vật liệu thứ nhất 1206, và vật liệu thứ hai 1208. Vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 được cắt để minh họa vị trí tương đối so với trục cuộn 1204. Trong cuộn này, vật liệu thứ nhất 1206 đồng thời quấn quanh trục cuộn 1204 cùng với vật liệu thứ hai 1208. Nói cách khác, CO₂ ở trạng thái SCF 1407 đi qua các lớp xen kẽ của vật liệu thứ nhất 1206 và vật liệu thứ hai 1208 cho phép tiếp xúc trực tiếp nhiều vị trí giữa các vật liệu khi nhiều vòng của mỗi vật liệu tiếp xúc với vật liệu khác khi chúng quấn

quanh trục cuộn 1204. Theo ví dụ này, CO₂ ở trạng thái SCF 1407 vận chuyển phẩm nhuộm giữa các vật liệu giúp vận chuyển phẩm nhuộm với chu kỳ có khả năng là ngắn hơn do khoảng cách không đổi từ nguồn phẩm nhuộm và đích (ví dụ, 1 khoảng cách độ dày vật liệu). CO₂ ở trạng thái SCF + phẩm nhuộm 1405 có thể rút khỏi các vật liệu (ví dụ, vật liệu thứ hai 1208) để luân chuyển qua các vật liệu và tiếp tục làm cân bằng nhuộm.

Mặc dù chỉ hai vật liệu được minh họa trên Fig.7 và Fig.8, dự tính rằng số lượng vật liệu bất kỳ có thể được quấn với nhau theo bất kỳ cách nào, ngoài các khía cạnh làm ví dụ bổ sung. Ngoài ra, có thể dự tính rằng kết hợp của các cách bố trí về mặt vật lý đối với các vật liệu này có thể được đề xuất. Ví dụ, có thể dự tính rằng hai hoặc nhiều vật liệu hy sinh có thể được bố trí như được minh họa trên Fig.7 hoặc Fig.8 trong khi vật liệu đích không tiếp xúc với vật liệu hy sinh. Nói cách khác, có thể dự tính rằng một hoặc nhiều vật liệu này có thể tiếp xúc vật lý với nhau trong khi một hoặc nhiều vật liệu khác có thể riêng rẽ về mặt vật lý với nhau trong một bể chịu áp chung đối với cùng một quy trình nhuộm bằng SCF, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.13 minh họa lưu đồ 508 của phương pháp làm ví dụ để nhuộm cân bằng vật liệu theo các khía cạnh của sáng chế. Ở khối 510, vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai được đặt trong bể chịu áp. Như được thảo luận trước đó, các vật liệu có thể được quấn quanh trục cuộn trước khi được đặt trong bể. Các vật liệu này được đặt trong bể bằng cách di chuyển các vật liệu dưới dạng được cuộn với nhau vào bể chịu áp. Ngoài ra, cần hiểu rằng vật liệu này có thể được quấn quanh trục cuộn theo nhiều cách khác nhau (ví dụ, quấn nối tiếp, hoặc song song). Ngoài ra, cần hiểu rằng các vật liệu này có thể được giữ trên các thiết bị giữ khác nhau và được đặt trong một bể chịu áp chung.

Ở khối 512, bể chịu áp có thể được tăng áp suất. Theo một khía cạnh làm ví dụ, các vật liệu này được nạp vào bể chịu áp và sau đó bể chịu áp được bịt kín và được tăng áp suất. Để duy trì CO₂ được đưa vào ở pha SCF, áp suất, theo một khía cạnh làm ví dụ, được tăng lớn hơn điểm tới hạn (ví dụ, 73,87 bar).

Bất kể cách thức mà bể chịu áp được tăng áp là như thế nào, thì ở khối 514, CO₂ được đưa (hoặc được tái luân chuyển) vào bể chịu áp. CO₂ này có thể được đưa vào bằng cách chuyển tiếp CO₂ được giữ trong bể chịu áp từ trạng thái thứ nhất (nghĩa là, lỏng, khí hoặc rắn) sang trạng thái SCF. Như đã biết, sự thay đổi trạng thái này có thể được thực

hiện bằng cách có được áp suất và/hoặc nhiệt độ đủ để thay đổi pha SCF. Có thể dự tính rằng một hoặc nhiều bộ phận gia nhiệt được lắp để làm tăng nhiệt độ bên trong của bể chịu áp đến nhiệt độ đủ (ví dụ 304 độ K, 30,85 độ C). Một hoặc nhiều thành phần gia nhiệt cũng có thể (hoặc theo cách khác) gia nhiệt CO₂ khi (hoặc trước khi) nó được đưa vào bể chịu áp, theo một khía cạnh làm ví dụ. Việc đưa CO₂ vào có thể được thực hiện trong khi tăng áp suất, trước khi tăng áp suất, và/hoặc sau khi tăng áp suất.

Ở khối 516, CO₂ ở trạng thái SCF đi qua vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai. Theo một khía cạnh làm ví dụ, CO₂ ở trạng thái SCF được bơm vào trục cuộn mà một hoặc nhiều vật liệu quấn quanh đó. CO₂ ở trạng thái SCF được rút khỏi trục cuộn, đi vào các vật liệu. Trong khi CO₂ ở trạng thái SCF đi qua các vật liệu này, mà các vật liệu này có thể có các đặc điểm nhuộm khác nhau, các phẩm nhuộm được vận chuyển giữa các vật liệu và khuếch tán vào (các) vật liệu này. Theo một khía cạnh làm ví dụ, phẩm nhuộm được hòa tan trong CO₂ ở trạng thái SCF sao cho CO₂ ở trạng thái SCF đóng vai trò làm dung môi và vật mang phẩm nhuộm. Ngoài ra, do nhiệt độ và áp suất của CO₂ ở trạng thái SCF, các vật liệu này có thể thay đổi (ví dụ, giãn nở, mở rộng, phồng), tạm thời, để tiếp nhận được nhiều phẩm nhuộm hơn để nhuộm.

Có thể dự tính rằng việc dẫn qua của CO₂ ở trạng thái SCF là chu kỳ trong đó CO₂ ở trạng thái SCF đi qua các vật liệu này nhiều lần, như trong hệ thống đóng với bơm luân chuyển, theo một khía cạnh làm ví dụ. Việc luân chuyển này có thể giúp thực hiện nhuộm. Theo một khía cạnh, SCF được luân chuyển qua các vật liệu này trong một khoảng thời gian (ví dụ, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút, 240 phút) và sau đó CO₂ ở trạng thái SCF được phép thay đổi trạng thái (ví dụ, thành dạng CO₂ lỏng) bằng cách giảm nhiệt độ và/hoặc áp suất. Sau khi thay đổi trạng thái của CO₂ từ trạng thái SCF, phẩm nhuộm không còn hòa tan được trong CO₂ không ở dạng SCF, theo một khía cạnh làm ví dụ. Ví dụ, phẩm nhuộm có thể hòa tan trong CO₂ ở trạng thái SCF, nhưng khi CO₂ chuyển sang trạng thái CO₂ lỏng hoặc khí, phẩm nhuộm có thể không còn hòa tan được trong CO₂ lỏng. Có thể dự tính thêm rằng CO₂ được luân chuyển bên trong (ví dụ, đi qua chi tiết giữ vật liệu hoặc trục cuộn) và/hoặc CO₂ được luân chuyển nhờ quy trình thu lại để giảm lượng CO₂ thất thoát trong khi thay đổi pha (ví dụ, giảm áp suất)

Ở khối 518, vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai được lấy khỏi bể chịu áp. Theo một khía cạnh làm ví dụ, áp suất trong bể chịu áp được làm giảm đến áp suất gần

khí quyển và CO_2 được thu lại từ bể chịu áp để tái sử dụng trong các hoạt động nhuộm kế tiếp. Theo một ví dụ, trục cuộn có các vật liệu được quấn trên đó có thể được bỏ ra khỏi bể sau khi có được đặc điểm nhuộm mong muốn đối với một hoặc nhiều vật liệu.

Mặc dù các bước cụ thể được thảo luận và được minh họa trên Fig.13, có thể dự tính rằng một hoặc nhiều bước bổ sung hoặc thay thế có thể được thực hiện để đạt được các khía cạnh này. Ngoài ra, cần hiểu rằng một hoặc nhiều bước bổ sung được liệt kê có thể đều được bỏ qua để đạt được các khía cạnh được đề xuất ở đây.

Fig.14 minh họa lưu đồ 1400 thể hiện phương pháp nhuộm vật liệu bằng CO_2 ở trạng thái SCF theo một khía cạnh của sáng chế. Phương pháp này có ít nhất hai vị trí khởi đầu khác nhau. Cách thứ nhất, như được chỉ ra ở khối 1420, là cuộn vật liệu thứ nhất quanh trục cuộn. Ở khối 1404, vật liệu thứ hai được quấn quanh vật liệu thứ nhất từ khối 1402. Các khối 1402 và 1404 có thể tạo ra cuộn giống với các cuộn được minh họa trên Fig.7 hoặc Fig.8.

Theo cách khác, vị trí khởi đầu thứ hai trên Fig.14 được biểu diễn ở khối 1403 với cuộn vật liệu thứ nhất quanh chi tiết giữ, chẳng hạn như trục cuộn, và cuộn vật liệu thứ hai quanh chi tiết giữ, có thể là cùng chi tiết giữ hoặc là chi tiết giữ khác mà trên đó vật liệu thứ nhất được đặt. Trong bước được minh họa ở khối 1403, vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai không tiếp xúc vật lý với nhau. Bước được thể hiện trên khối 1403 có thể có vị trí của vật liệu như được minh họa chung trên Fig.6.

Trong cả hai vị trí khởi đầu thứ nhất và thứ hai, nhiều vật liệu được quấn, theo cách này hay cách khác, quanh một hoặc nhiều chi tiết giữ để đặt trong một bể chịu áp chung, như được minh họa trên khối 1406.

Ở khối 1408, bể chịu áp được tăng áp đến ít nhất là 73,87 bar. Việc tăng áp suất này có thể được thực hiện bằng cách phun không khí và/hoặc CO_2 cho đến khi áp suất bên trong của bể chịu áp đạt đến áp suất mong muốn, như ít nhất là áp suất tới hạn của CO_2 . Ví dụ, CO_2 được đưa vào bể chịu áp bằng bơm cho đến khi đạt được áp suất phù hợp trong bể chịu áp.

Ở khối 1410, CO_2 ở trạng thái SCF đi qua vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai làm thay đổi đặc điểm nhuộm đối với ít nhất một trong số vật liệu thứ nhất hoặc vật liệu thứ hai. Việc vận chuyển phẩm nhuộm có thể được tiếp tục cho đến khi phẩm nhuộm khuếch

tán vào (các) vật liệu đủ để có được đặc điểm nhuộm mong muốn. Bơm tái luân chuyển nội bộ được dự tính là có tác dụng luân chuyển CO₂ ở trạng thái SCF qua trục cuộn và vật liệu quần nhiều lần để đạt được nhuộm cân bằng, theo một khía cạnh làm ví dụ. Bơm tái luân chuyển nội bộ có thể được điều chỉnh để đạt được lưu lượng mong muốn của CO₂ ở trạng thái SCF. Lưu lượng được tạo ra bởi bơm tái luân chuyển nội bộ có thể bị ảnh hưởng bởi lượng vật liệu, mật độ vật liệu, tính thấm của vật liệu, và tương tự.

Ở khối 1412, vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai được lấy ra khỏi bể chịu áp sao cho các đặc điểm màu (ví dụ, đặc điểm nhuộm) của các vật liệu là khác nhau so với các đặc điểm màu của các vật liệu xuất hiện tại các khối 1402, 1403, hoặc 1404. Nói cách khác, khi CO₂ ở trạng thái SCF hoàn thành việc đi qua các vật liệu, các đặc điểm nhuộm của ít nhất một trong số các vật liệu thay đổi để phản ánh rằng vật liệu này đã được nhuộm bởi CO₂ ở trạng thái SCF.

Mặc dù Fig.14 đề cập đến một hoặc nhiều bước, nhưng có thể dự tính rằng một hoặc nhiều bước bổ sung hoặc thay thế có thể được thực hiện để đạt được các khía cạnh được đề xuất ở đây. Theo đó, nhiều khối có thể được bổ sung vào hoặc được bỏ qua trong khi vẫn nằm trong phạm vi của nó.

Quy trình

Quy trình sử dụng CO₂ ở trạng thái SCF trong ứng dụng nhuộm hoặc hoàn thiện vật liệu phụ thuộc vào việc xử lý nhiều biến số khác nhau. Các biến số này bao gồm thời gian, áp suất, nhiệt độ, lượng CO₂, và lưu lượng CO₂. Ngoài ra, có nhiều giai đoạn trong quy trình trong đó một hoặc nhiều biến số có thể được xử lý để thu được kết quả khác nhau. Ba giai đoạn này bao gồm giai đoạn tăng áp suất, giai đoạn khuếch tán, và giai đoạn giảm áp suất. Theo một khía cạnh làm ví dụ, CO₂ được đưa vào bể chịu áp được bịt kín với nhiệt độ và áp suất tăng lên sao cho CO₂ được tăng lên ít nhất tới điểm tới hạn 304 độ K và 73,87 bar. Trong quy trình truyền thống này, giai đoạn thứ hai để khuếch tán vật liệu cần được hoàn thiện diễn ra. Lưu lượng có thể được thiết lập và được duy trì và thời gian được thiết lập cho giai đoạn thứ hai. Cuối cùng, tại giai đoạn thứ ba trong quy trình truyền thống, lưu lượng dừng lại, việc áp dụng năng lượng nhiệt dừng lại, và áp suất giảm xuống, tất cả các việc này gần như là cùng lúc để chuyển CO₂ từ trạng thái SCF thành trạng thái khí.

Các cải tiến đối với quy trình truyền thống có thể thực hiện được bằng cách điều chỉnh biến số khác nhau. Cụ thể, việc điều chỉnh trình tự và thời gian thay đổi biến số trong một giai đoạn tạo ra kết quả tốt hơn. Ví dụ, quy trình truyền thống có thể làm cho chất hoàn thiện vật liệu (ví dụ, phẩm nhuộm) phủ các bề mặt bên trong của bể chịu áp. Việc phủ bể chịu áp là không hiệu quả và không mong muốn mà nó đại diện cho chất hoàn thiện vật liệu mà không được khuếch tán qua vật liệu mong muốn và đòi hỏi việc làm sạch sau đó để đảm bảo rằng chất hoàn thiện vật liệu không được khuếch tán vào vật liệu tiếp theo mà việc này là không chủ định. Việc dừng lưu lượng tại thời điểm bắt đầu giai đoạn thứ ba làm cho CO₂ và chất hoàn thiện vật liệu hòa tan trong đó và chuyển sang trạng thái ứ đọng trong bể chịu áp. Khi CO₂ chuyển từ trạng thái SCF thành khí, chất hoàn thiện vật liệu trong môi trường ứ đọng này có thể không tìm thấy vật chủ thích hợp để bám dính khi chất hoàn thiện vật liệu thoát ra khỏi dung dịch cùng với CO₂ khi thay đổi pha. Do đó, chính bể chịu áp có thể trở thành đích của chất hoàn thiện vật liệu mà không phải là vật liệu đích. Việc xử lý các biến số có thể cho phép chất hoàn thiện vật liệu bám dính/liên kết/phủ lên vật liệu đích dự tính mà không phải là chính bể chịu áp.

Trong giai đoạn thứ ba, dự tính rằng lưu lượng được duy trì và không bị dừng lại cho đến khi CO₂ thay đổi từ trạng thái SCF thành khí. Ví dụ, nếu áp suất trong bể chịu áp hoạt động ở áp suất 100 bar trong giai đoạn khuếch tán, thì CO₂ có thể duy trì ở trạng thái SCF trong giai đoạn thứ ba cho tới khi áp suất giảm xuống dưới 73,87 bar. Kết quả là, khi hoàn thành giai đoạn thứ hai, thay vì dừng dòng CO₂ hoặc giảm đáng kể lưu lượng CO₂ trong bể chịu áp, lưu lượng được duy trì trong giai đoạn thứ ba. Theo ý tưởng bổ sung, lưu lượng CO₂ được duy trì cho đến khi áp suất giảm xuống dưới 73,87 bar.

Ít nhất hai trường hợp khác nhau cho giai đoạn thứ ba được dự tính. Trường hợp thứ nhất là trình tự tại đó giai đoạn thứ ba của quy trình bắt đầu khi giảm nhiệt độ của CO₂. Ví dụ, giai đoạn thứ hai có thể hoạt động tại nhiệt độ 320 độ K, theo một khía cạnh làm ví dụ, khi kết thúc giai đoạn thứ hai, nhiệt độ được cho phép giảm từ nhiệt độ hoạt động là 320 độ K. Mặc dù quy trình truyền thống cũng có thể dừng luồng CO₂ trong bể chịu áp khi nhiệt độ bắt đầu hạ, nhưng có thể dự tính rằng thay vào đó lưu lượng được duy trì, tại mức nhất định, cho đến khi nhiệt độ hạ xuống ít nhất là dưới nhiệt độ tới hạn của CO₂ là 304 độ K. Theo ví dụ này, CO₂ có thể duy trì ở trạng thái SCF cho đến khi nhiệt độ hạ xuống dưới 304 độ K; do đó, lưu lượng được duy trì để dịch chuyển CO₂ và hòa tan chất hoàn thiện vật liệu trong đó quanh vật liệu đích. Trong trường hợp thứ nhất,

áp suất có thể được duy trì tại áp suất hoạt động (hoặc trên 73,87 bar) cho đến khi CO₂ thay đổi từ SCF sang trạng thái khác (ví dụ trạng thái lỏng nếu trên 73,87 bar). Theo cách khác, áp suất cũng có thể được cho phép giảm xuống khi bắt đầu giai đoạn thứ ba, nhưng dòng được duy trì cho đến khi ít nhất CO₂ thay đổi sang trạng thái khác.

Trong trường hợp thứ hai, mặc dù giống với trường hợp thứ nhất, nhưng lại phụ thuộc vào giai đoạn thứ ba được bắt đầu bằng việc giảm áp suất. Ví dụ, nếu áp suất hoạt động trong bể chịu áp để khuếch tán vật liệu là 100 bar, giai đoạn thứ ba được bắt đầu khi áp suất hạ xuống. Mặc dù quy trình truyền thống có thể dừng lưu lượng CO₂ tại thời điểm này, có thể dự tính rằng thay vào đó lưu lượng được duy trì hoặc không dừng lại đồng thời. Thay vào đó, tại giai đoạn thứ ba, CO₂ được cho chảy cho đến khi áp suất giảm xuống dưới ít nhất 73,87 bar để đảm bảo việc luân chuyển CO₂ chứa chất hoàn thiện vật liệu đã hòa tan trong đó trong toàn bộ thời gian CO₂ ở trạng thái SCF. Nhiệt độ này cũng có thể hạ xuống đồng thời với việc áp suất hạ xuống hoặc có thể được duy trì cho đến khi đạt được áp suất nhất định.

Theo một khía cạnh làm ví dụ, giai đoạn thứ ba bắt đầu với việc hạ áp suất và nhiệt độ được hạ xuống điểm tới hạn CO₂, nhưng lưu lượng CO₂ được duy trì, ít nhất một phần, cho đến khi CO₂ được chuyển đổi từ trạng thái SCF. Mặc dù nhiệt độ và áp suất cụ thể được liệt kê, nhưng có thể dự tính rằng nhiệt độ hoặc áp suất bất kỳ có thể được sử dụng. Ngoài ra, thay vì phụ thuộc vào việc CO₂ đạt được nhiệt độ hoặc áp suất nhất định, thì thời gian có thể được sử dụng để giảm hoặc dừng lưu lượng CO₂, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Việc xử lý biến số không bị giới hạn ở giai đoạn thứ ba. Có thể dự tính rằng độ bão hòa cân bằng cao hơn của chất hoàn thiện bề mặt có thể đạt được bằng cách điều chỉnh các biến số trong giai đoạn thứ nhất và thứ hai. Ví dụ, lưu lượng có thể bắt đầu trước khi CO₂ chuyển đổi từ trạng thái thứ nhất (ví dụ, khí hoặc lỏng) sang trạng thái SCF. Có thể dự tính rằng khi CO₂ chuyển sang trạng thái SCF, thì chất hoàn thiện vật liệu mà cần được hòa tan trong SCF được cho tiếp xúc với bề không ứ đọng chứa CO₂ cho phép cân bằng dung dịch xảy ra nhanh hơn, theo một khía cạnh làm ví dụ. Tương tự, có thể dự tính rằng năng lượng nhiệt được đưa vào thể tích bên trong của bể chịu áp trước khi đưa CO₂ vào và/hoặc trước khi bắt đầu tăng áp suất CO₂. Do việc chuyển năng lượng nhiệt có thể làm chậm quy trình do khối lượng nhiệt của bể tăng áp, có thể dự tính rằng

việc bổ sung thêm năng lượng nhiệt sẽ xảy ra, theo một khía cạnh làm ví dụ trước khi tăng áp suất.

Vật mang chất hoàn thiện vật liệu hấp thụ có độ phân cực khác nhau

Như được đề cập ở đây, vật liệu hy sinh có thể được sử dụng làm phương tiện vận chuyển để đưa chất hoàn thiện vật liệu (ví dụ, phẩm nhuộm) cần được khuếch tán qua vật liệu đích. Theo một khía cạnh làm ví dụ, chất hoàn thiện vật liệu hòa tan được trong CO₂ ở trạng thái SCF cho phép SCF hòa tan chất hoàn thiện vật liệu để khuếch tán vào vật liệu. SCF không phân cực; do đó, tính chất hóa học của chất hoàn thiện vật liệu có thể hoạt động trong hệ thống xử lý CO₂ ở trạng thái SCF là tính chất hòa tan trong dung dịch không phân cực. Ví dụ, phẩm nhuộm thích hợp để nhuộm vật liệu polyeste có thể hòa tan trong CO₂ ở trạng thái SCF, nhưng không hòa tan trong nước. Ngoài ra, phẩm nhuộm thích hợp để nhuộm polyeste có thể không có tính chất hóa học thích hợp để liên kết với vật liệu khác, như vật liệu hữu cơ như sợi bông. Do đó, có thể dự tính rằng vật liệu hữu cơ (ví dụ, sợi bông) được ngâm trong chất hoàn thiện vật liệu để được phủ lên vật liệu polyeste. Vật liệu hữu cơ được ngâm có vai trò làm vật liệu mang trong bể chịu áp. Khi quy trình CO₂ ở trạng thái SCF được thực hiện, thì chất hoàn thiện vật liệu được hòa tan bởi CO₂ ở trạng thái SCF và được khuếch tán vào vật liệu polyeste. Vật liệu hữu cơ, vốn đòi hỏi tính chất hóa học khác để liên kết với chất hoàn thiện vật liệu, không giữ chất hoàn thiện vật liệu và do đó lượng chất hoàn thiện vật liệu chủ định là khả dụng để khuếch tán vào vật liệu đích.

Trong một ví dụ, vật liệu sợi được sử dụng là phương tiện vận chuyển phẩm nhuộm để nhuộm vật liệu polyeste. Theo ví dụ này, 150 kg polyeste cần được nhuộm trong quy trình CO₂ ở trạng thái SCF. Nếu 1% tổng khối lượng vật liệu đích biểu diễn lượng phẩm nhuộm cần để đạt được màu mong muốn. Thì 1,5 kg phẩm nhuộm là cần thiết để khuếch tán vào polyeste để đạt được màu mong muốn. 1,5 kg phẩm nhuộm có thể được pha loãng trong dung dịch dạng nước với 8,5 kg nước. Do đó, phẩm nhuộm trong dung dịch là 10 kg. Vì phẩm nhuộm có tính chất hóa học thích hợp để hòa tan CO₂ ở trạng thái SCF không phân cực, phẩm nhuộm chỉ lơ lửng trong nước chứ không hòa tan trong nước, theo một khía cạnh làm ví dụ. Sợi bông là chất có tính chất hấp thụ cao. Ví dụ, sợi có thể hấp thụ lên tới 25 lần khối lượng của nó. Do đó, để hấp thụ 10 kg dung dịch phẩm nhuộm, 0,4 kg phần sợi bông ($10/25 = 0,4$) có thể đóng vai trò làm vật mang. Tuy

nhiên, cần hiểu rằng phần sợi bông lớn hơn có thể được sử dụng để đạt được việc vận chuyển dung dịch phẩm nhuộm. Theo một khía cạnh làm ví dụ, 30% hấp thụ theo khối lượng của sợi bông được dự tính. Theo ví dụ trên, với việc sử dụng 30% hấp thụ theo khối lượng ở trên, thì 33,3 kg sợi bông mang được 10 kg dung dịch phẩm nhuộm. Cần hiểu rằng lượng dung dịch, lượng phẩm nhuộm, và lượng hấp thụ có thể được điều chỉnh để thu được lượng vật liệu mong muốn để chứa trong bể chịu áp cho quy trình nhuộm.

Khi được áp dụng cho các ví dụ về chất hoàn thiện vật liệu cụ thể, có thể dự tính rằng vật liệu có nhu cầu hóa học liên kết khác so với vật liệu đích (ví dụ, sợi bông với polyeste) được nhúng hoặc nếu không thì được ngâm dung dịch chất hoàn thiện vật liệu. Vật liệu mang được ngâm sau đó được đặt vào bể chịu áp. Vật mang được ngâm có thể được đặt trên cấu trúc đỡ hoặc quấn quanh vật liệu đích. Quy trình hoàn thiện bằng CO₂ ở trạng thái SCF có thể được bắt đầu. CO₂ ở trạng thái SCF đi vòng quanh và đi qua vật liệu mang và hòa tan chất hoàn thiện vật liệu để khuếch tán chất hoàn thiện vật liệu vào vật liệu đích. Khi hoàn thành phủ chất hoàn thiện vật liệu, thì CO₂ được chuyển đổi từ trạng thái SCF sang trạng thái khí (theo một khía cạnh làm ví dụ). Chất hoàn thiện vật liệu, vốn không có tính chất hóa học liên kết đối với vật liệu mang, được hút vào và được giữ bởi vật liệu đích, theo một khía cạnh làm ví dụ. Do đó, khi hoàn thành quy trình hoàn thiện, chất hoàn thiện vật liệu được phủ lên vật liệu đích và vật liệu mang bị mất đi một lượng đáng kể vật liệu đích, theo một khía cạnh làm ví dụ.

Cần hiểu rằng các dấu hiệu và các kết hợp phụ nhất định là hữu ích và có thể được sử dụng mà không tham chiếu đến các dấu hiệu và các kết hợp phụ khác. Các dấu hiệu và các kết hợp phụ được dự tính và nằm trong phạm vi của bộ yêu cầu bảo hộ.

Mặc dù các thành phần và các bước cụ thể được thảo luận liên quan đến nhau, cần hiểu rằng thành phần và/hoặc các bước được đề cập ở đây được dự tính là có thể được kết hợp với các thành phần và/hoặc bước bất kỳ khác bất kể điều kiện cụ thể trong khi vẫn nằm trong phạm vi của sáng chế. Do nhiều phương án có thể được thực hiện đối với phần bộc lộ này không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, cần hiểu rằng tất cả các đối tượng được nêu hoặc thể hiện trên các hình vẽ kèm theo nhằm mục đích minh họa và không mang ý nghĩa giới hạn.

Như được sử dụng ở đây và có liên quan đến bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo, thuật ngữ "theo điểm bất kỳ trong số các điểm" hoặc các dạng tương tự của thuật ngữ này cần

được hiểu là các dấu hiệu của các yêu cầu bảo hộ này có thể được kết hợp theo cách bất kỳ. Ví dụ, điểm 4 có thể đề cập đến phương pháp/thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, cần được hiểu rằng các dấu hiệu của điểm 1 và điểm 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu của điểm 2 và điểm 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu của điểm 3 và điểm 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu của điểm 1, 2 và điểm 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu của điểm 2, 3 và điểm 4 có thể được kết hợp, các dấu hiệu của điểm 1, 2, 3 và điểm 4 có thể được kết hợp, và/hoặc các biến thể khác. Ngoài ra, thuật ngữ "theo điểm bất kỳ trong số các điểm" hoặc biến thể tương tự của thuật ngữ này nhằm bao gồm "theo một trong số các điểm bất kỳ trong một số các điểm" hoặc các biến thể khác của thuật ngữ này, như được chỉ ra bởi các ví dụ được đề cập ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp nhuộm vật liệu, phương pháp này bao gồm các bước: đặt ít nhất vật liệu thứ nhất có đặc điểm nhuộm thứ nhất và vật liệu thứ hai có đặc điểm nhuộm thứ hai trong một bể chịu áp chung; đưa cacbon điôxit (" CO_2 ") vào trong bể chịu áp sao cho CO_2 đạt trạng thái chất lưu siêu tới hạn (SCF- supercritical fluid) khi ở trong bể chịu áp, và khuếch tán, bằng CO_2 ở trạng thái SCF, vào vật liệu thứ hai phẩm nhuộm được hòa tan trong CO_2 ở trạng thái SCF từ đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ nhất,

trong đó CO_2 ở trạng thái SCF không chứa phẩm nhuộm đi qua vật liệu thứ nhất trong bể chịu áp, và CO_2 ở trạng thái SCF này vận chuyển phẩm nhuộm từ vật liệu thứ nhất đến ít nhất là vật liệu thứ hai làm cho đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ hai thay đổi khi phẩm nhuộm khuếch tán vào vật liệu thứ hai này,

trong đó vật liệu thứ hai là vật liệu được đánh ống hoặc vật liệu được cuộn, và

trong đó vật liệu thứ nhất tiếp xúc với vật liệu thứ hai và phẩm nhuộm của vật liệu thứ nhất được liên kết hóa học hoặc vật lý với vật liệu thứ nhất khi bắt đầu quy trình nhuộm.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm các bước: đặt vật liệu thứ ba có đặc điểm nhuộm thứ ba trong bể chịu áp chung trước khi đưa CO_2 vào; và khuếch tán, bằng CO_2 ở trạng thái SCF, vào vật liệu thứ hai phẩm nhuộm từ đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ ba trong khi khuếch tán vào vật liệu thứ hai phẩm nhuộm từ đặc điểm nhuộm của vật liệu thứ nhất.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phẩm nhuộm có đặc điểm nhuộm thứ nhất được đồng nhất trên vật liệu thứ nhất trước khi đưa CO_2 vào.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó đặc điểm nhuộm thứ hai là không có phẩm nhuộm trên vật liệu thứ hai.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó phẩm nhuộm của đặc điểm nhuộm thứ nhất bao gồm ít nhất một được chọn trong số: chất tạo màu; chất

hoàn thiện vật liệu ưa nước; chất hoàn thiện vật liệu kỵ nước; và chất hoàn thiện vật liệu kháng khuẩn.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, phương pháp này còn bao gồm bước nén bình áp suất đến áp suất ít nhất là 73,87 bar (7,387 MPa).

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó vật liệu thứ nhất bao gồm vật liệu hữu cơ.

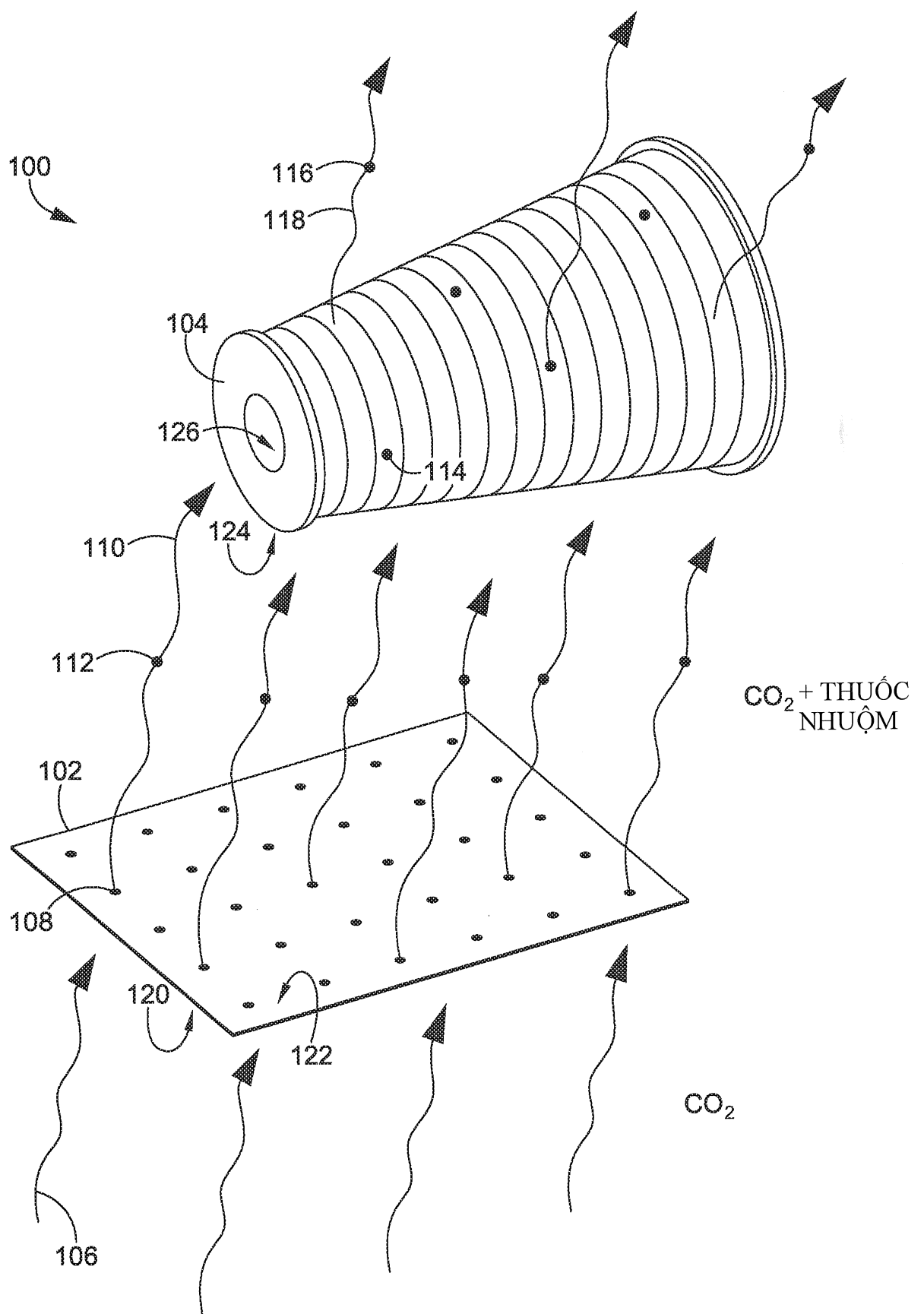


FIG. 1

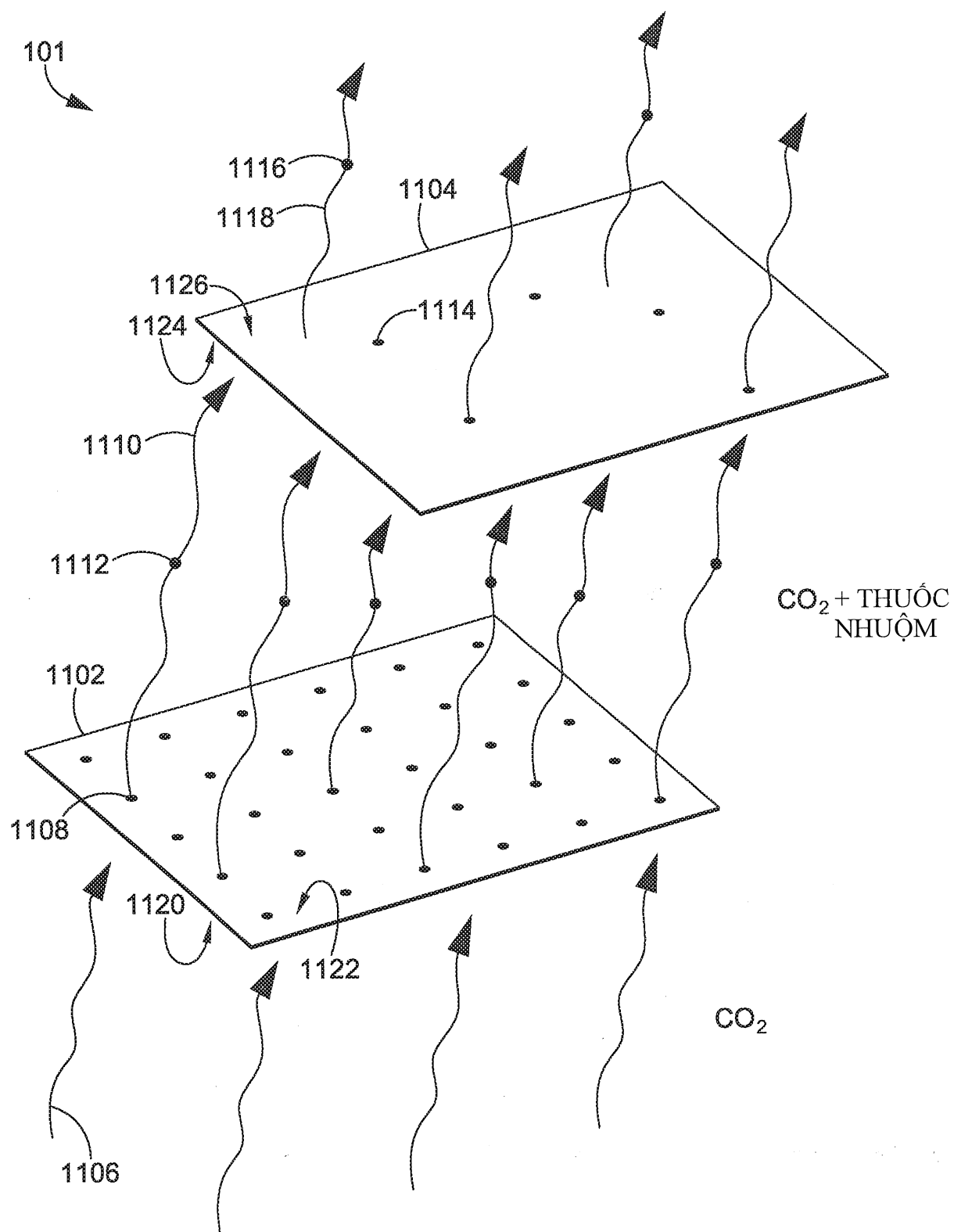
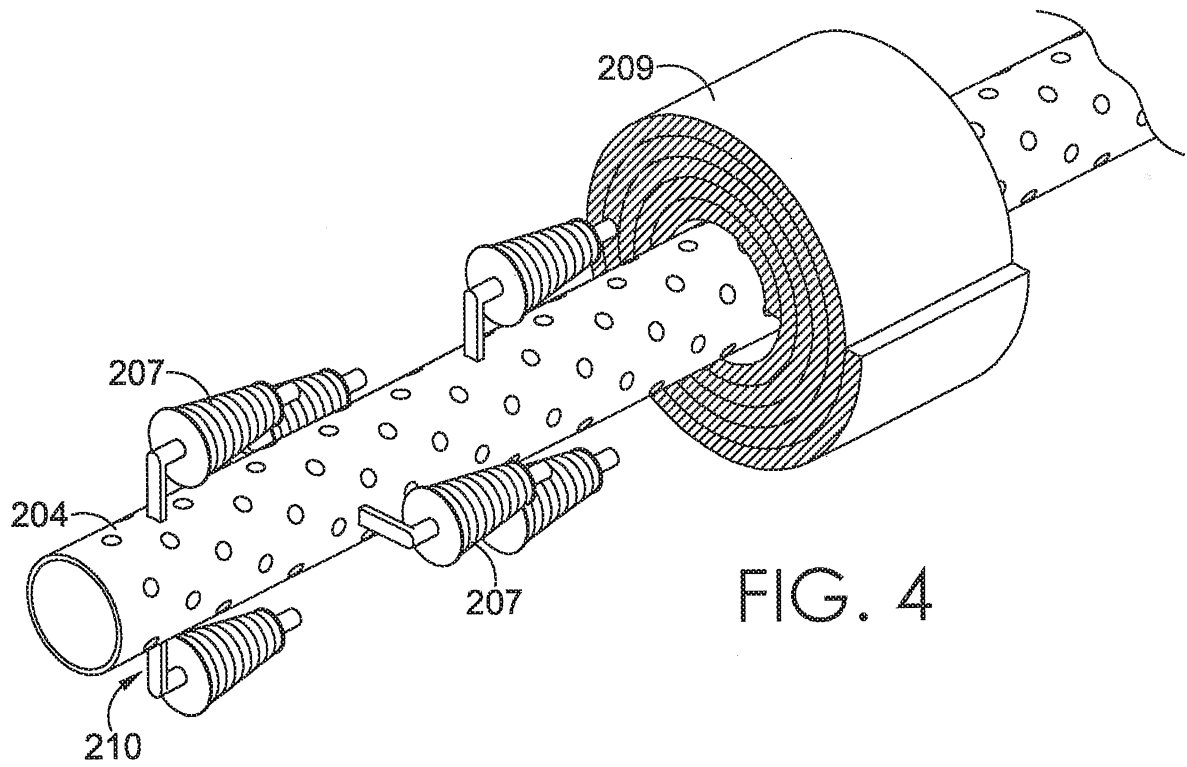
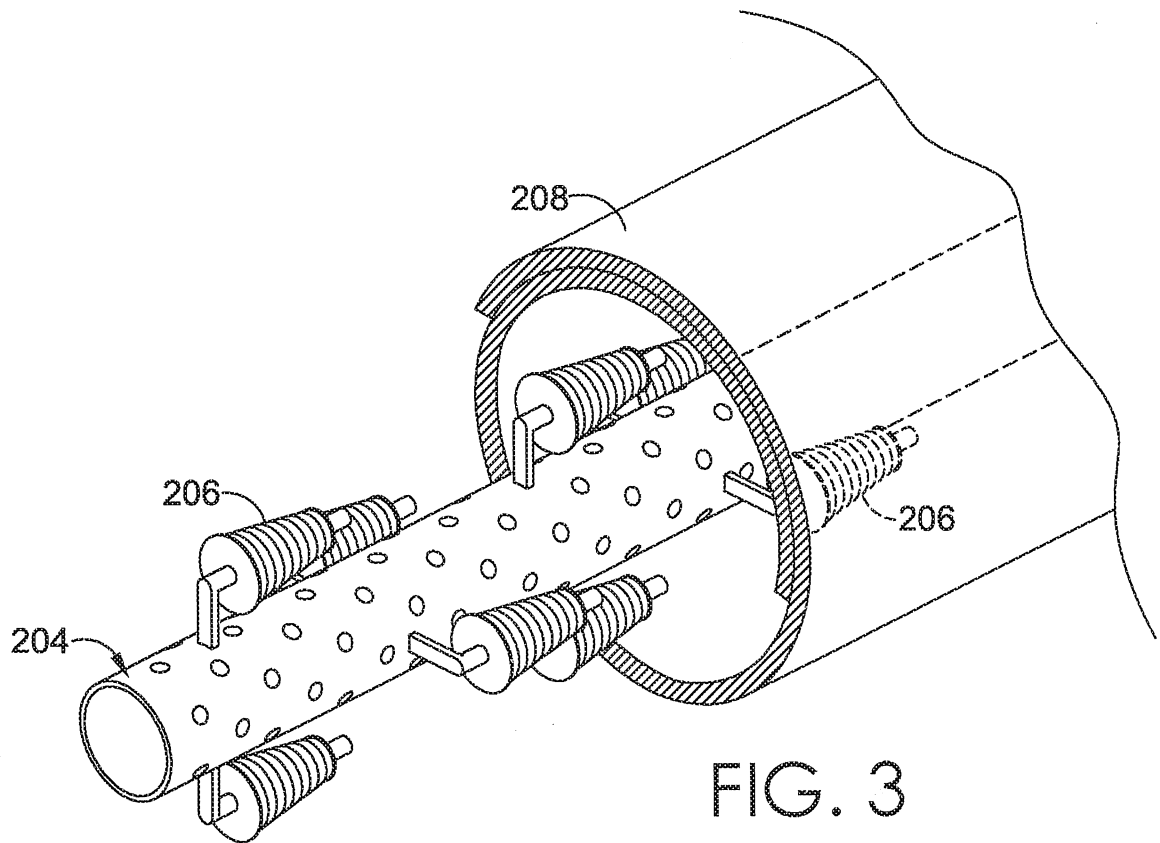
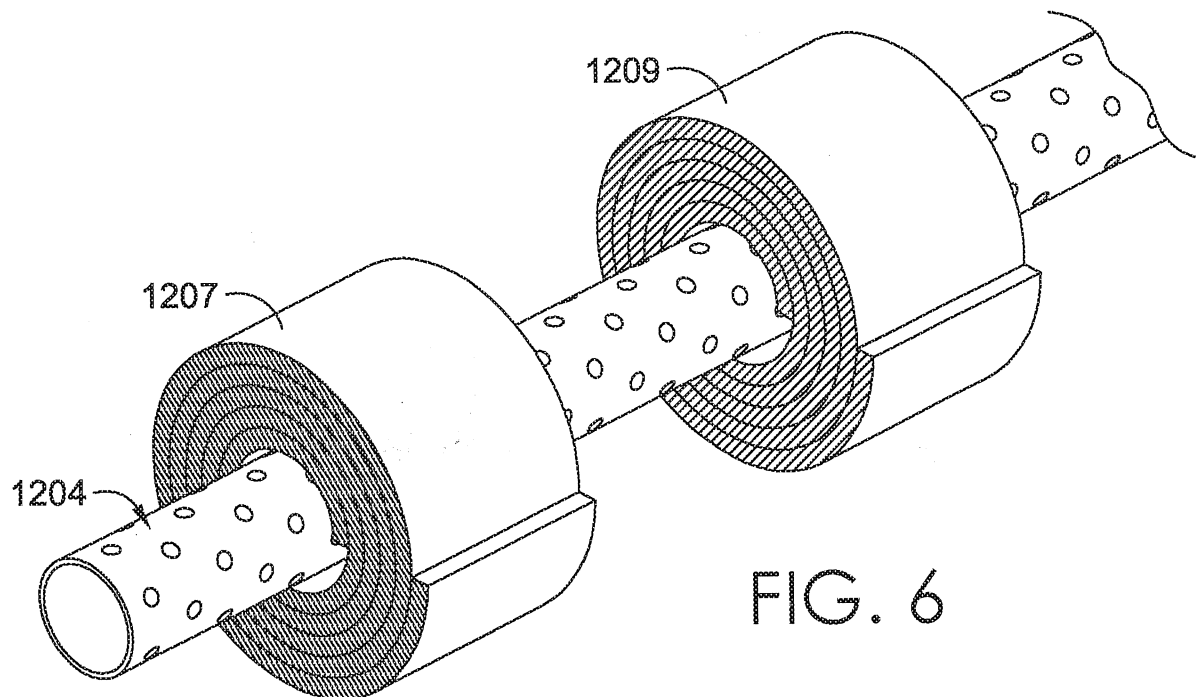
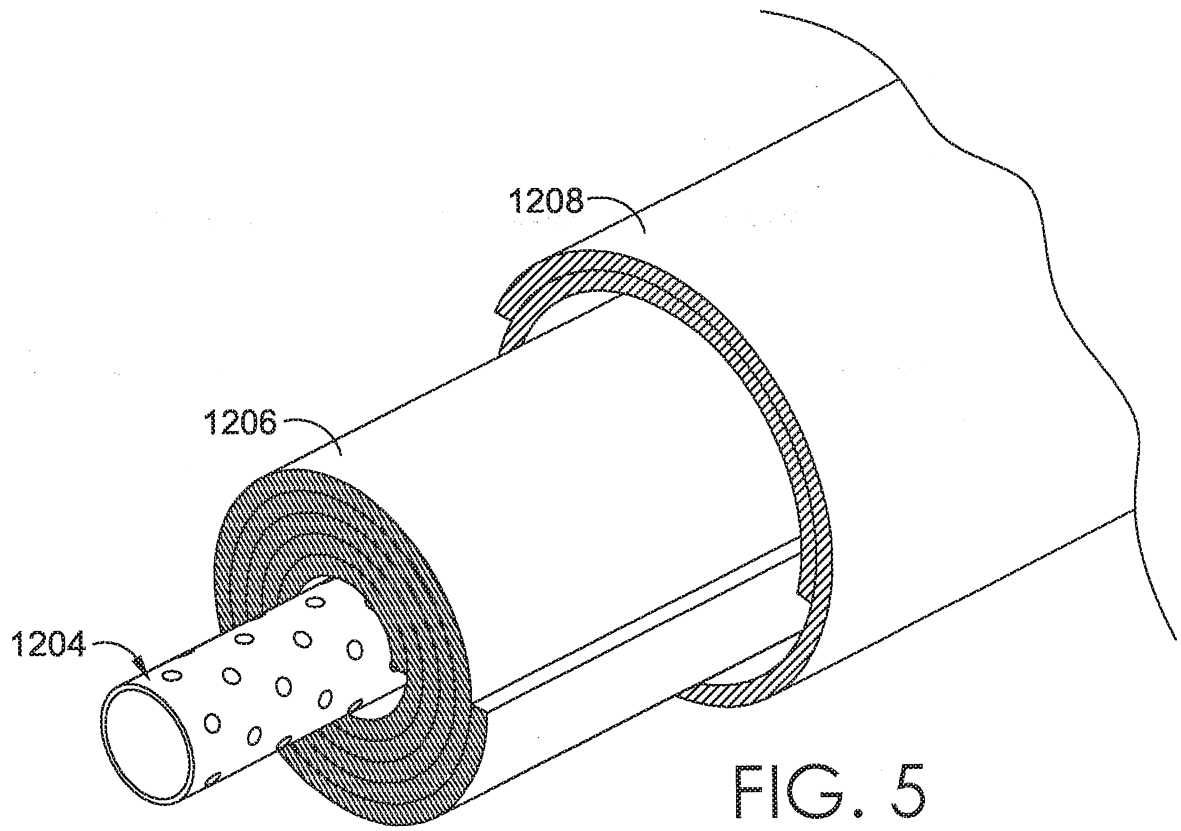
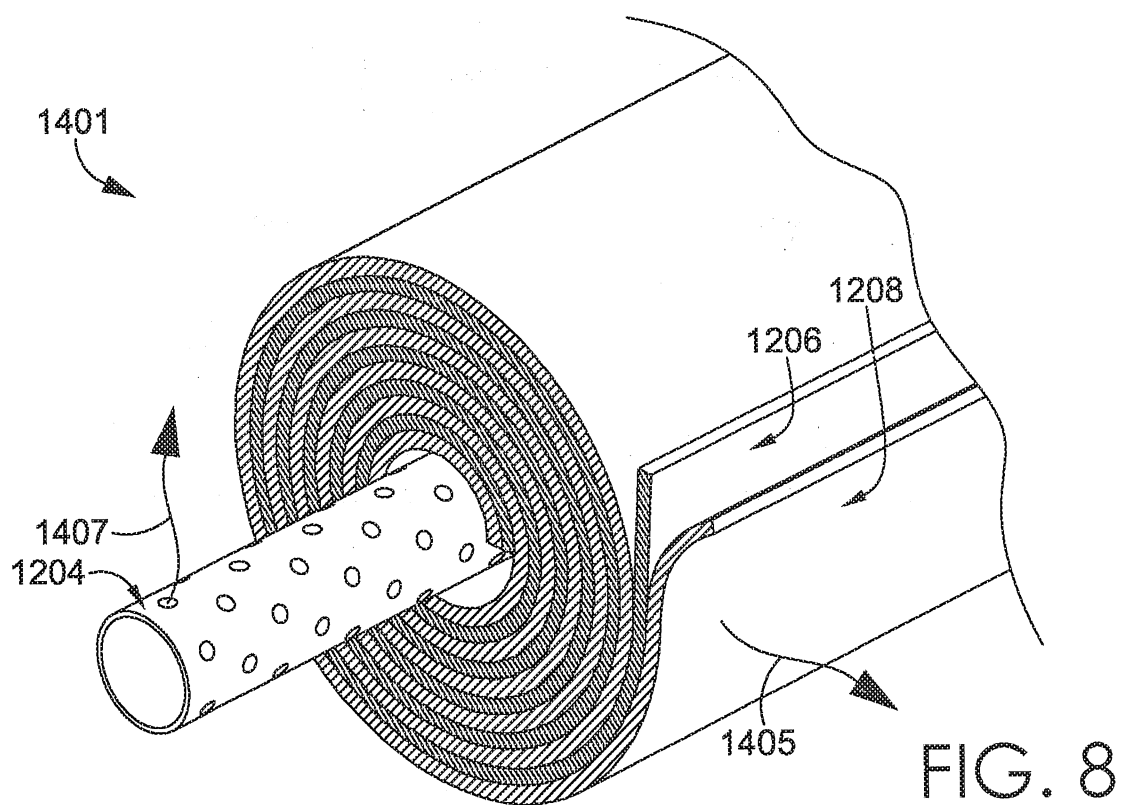
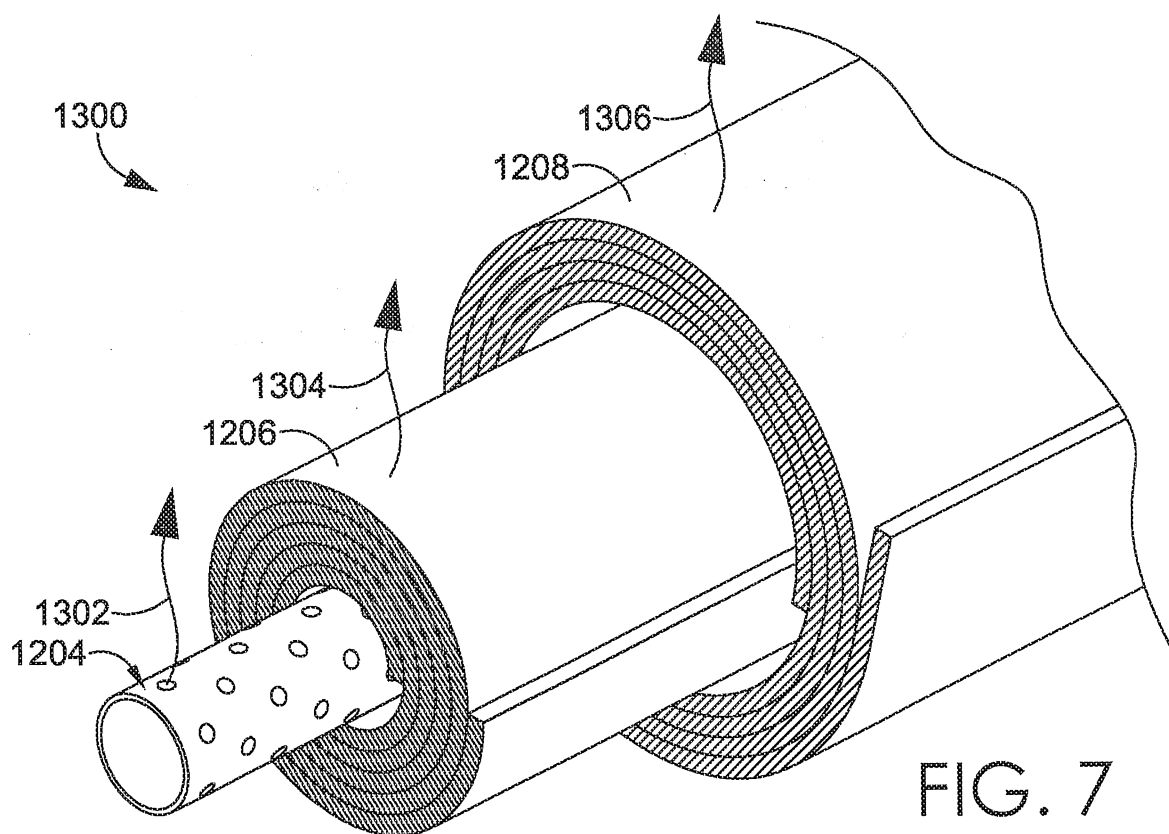


FIG. 2







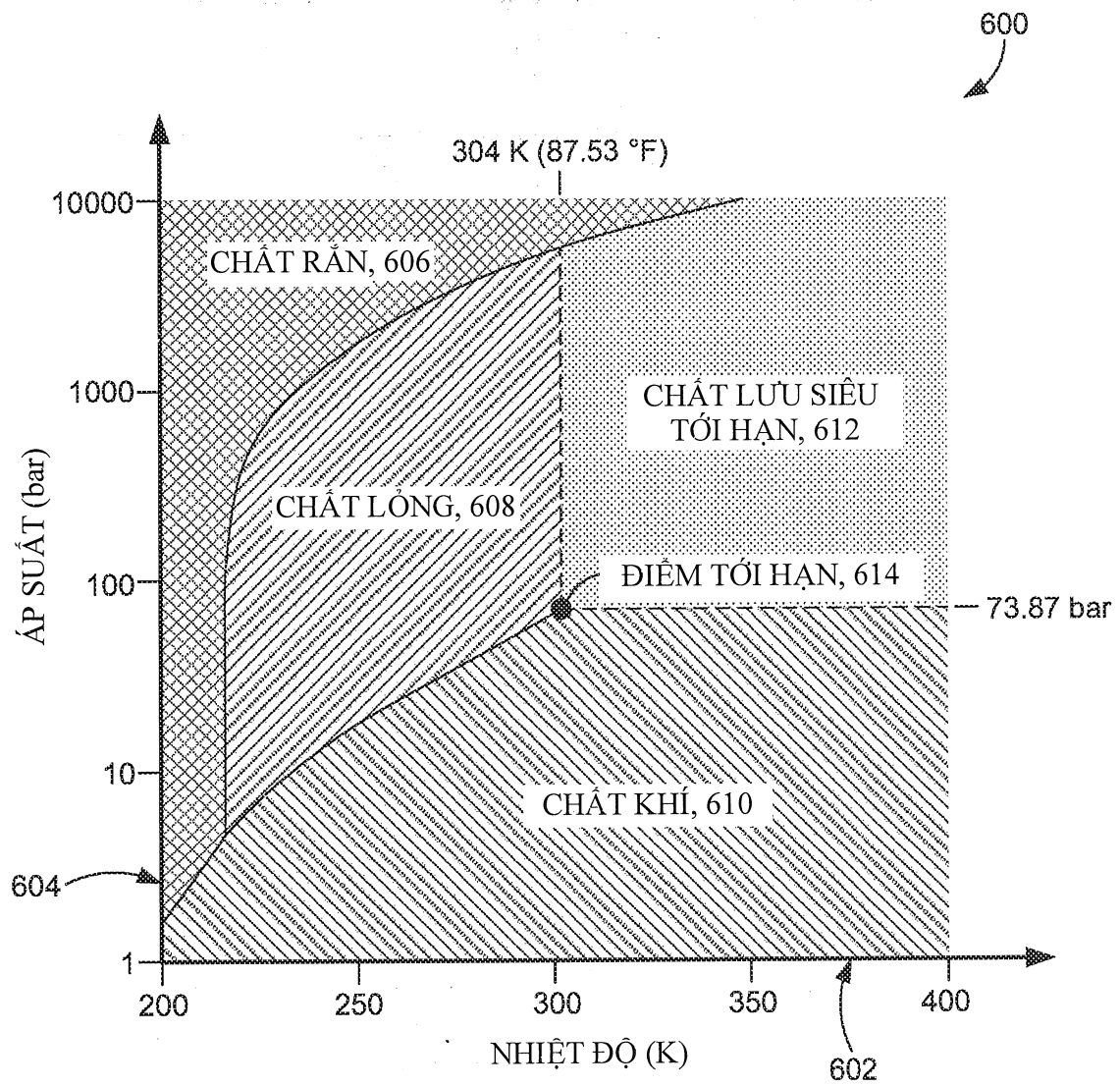


FIG. 9

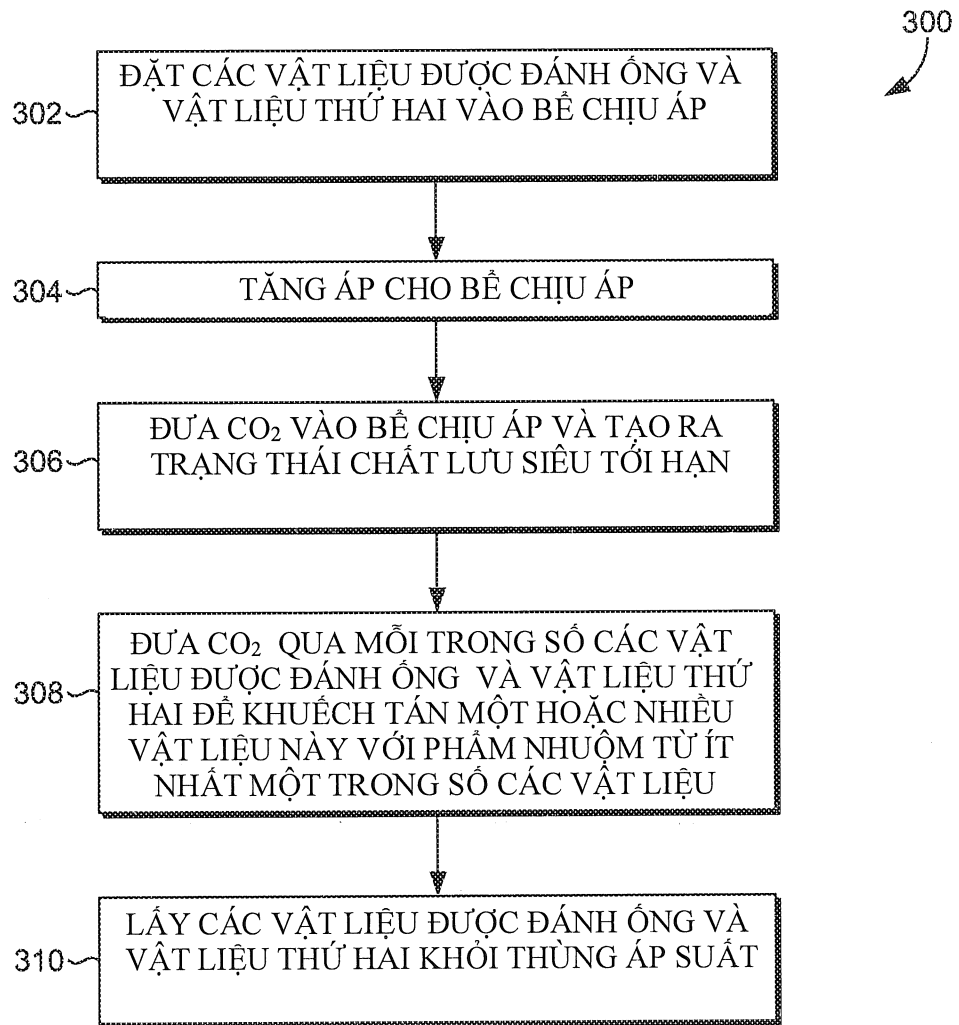


FIG. 10

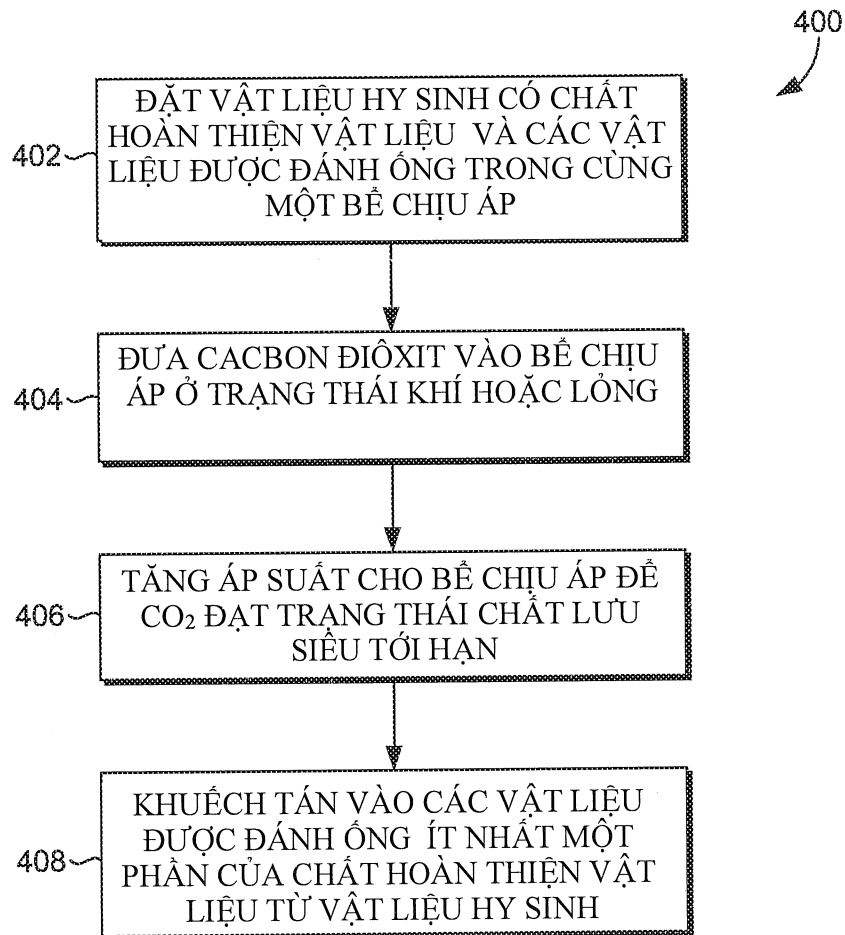


FIG. 11

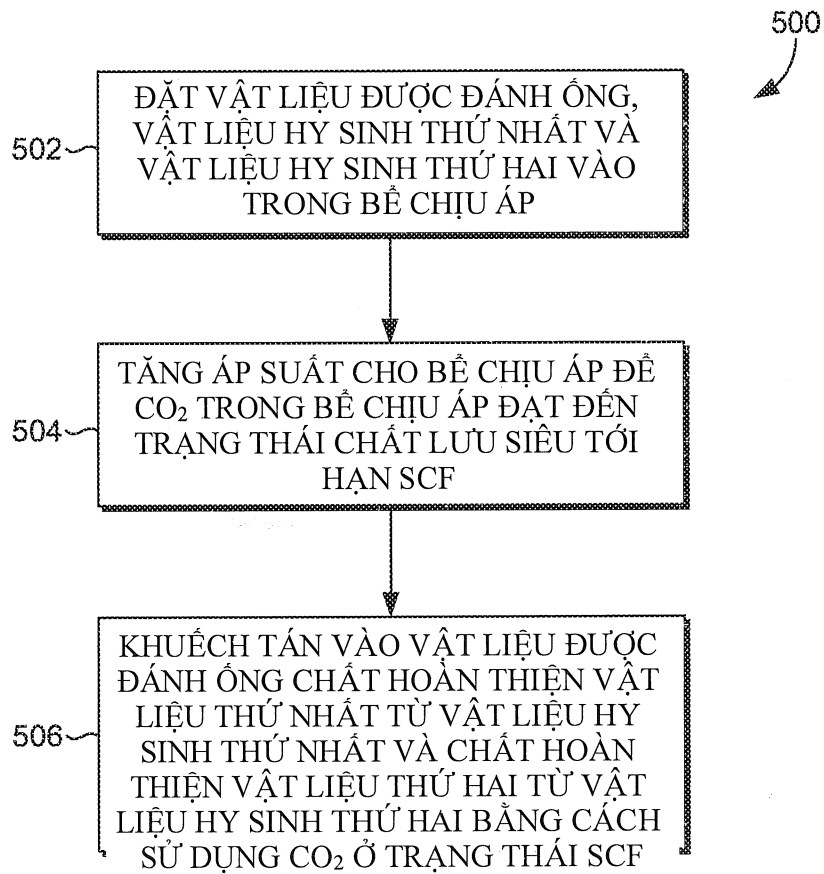


FIG. 12

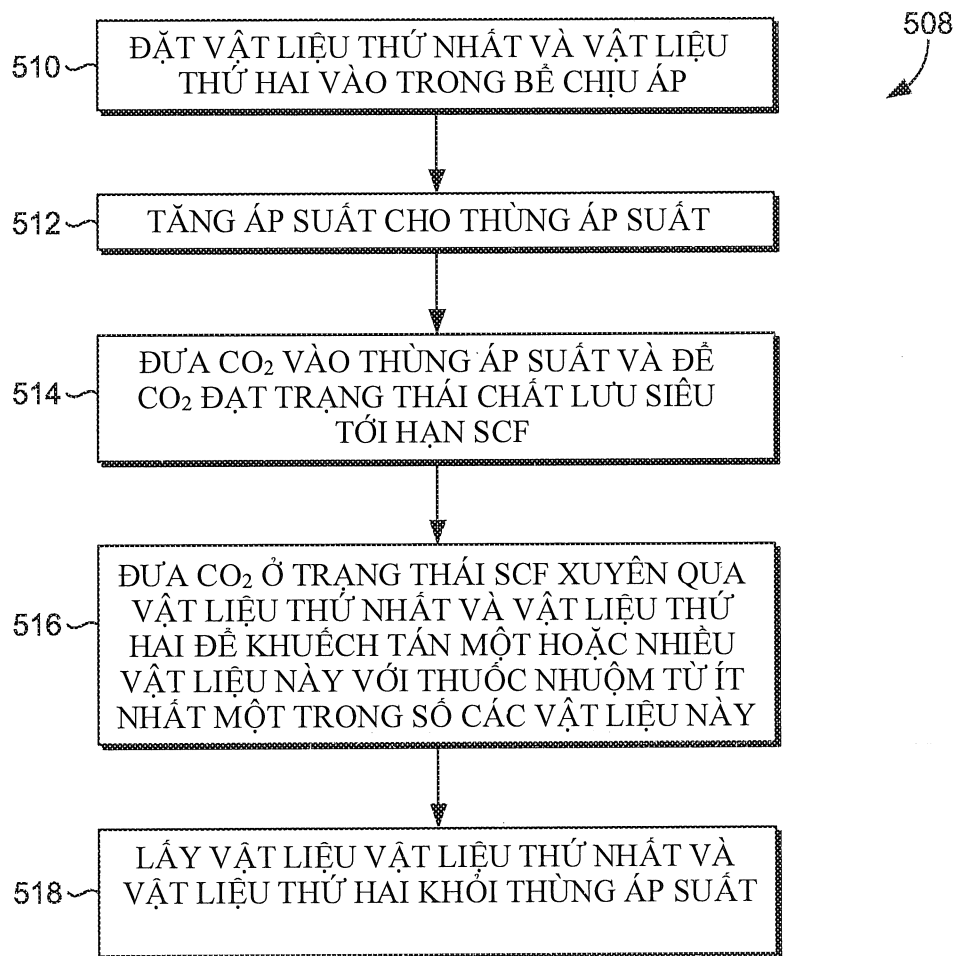


FIG. 13

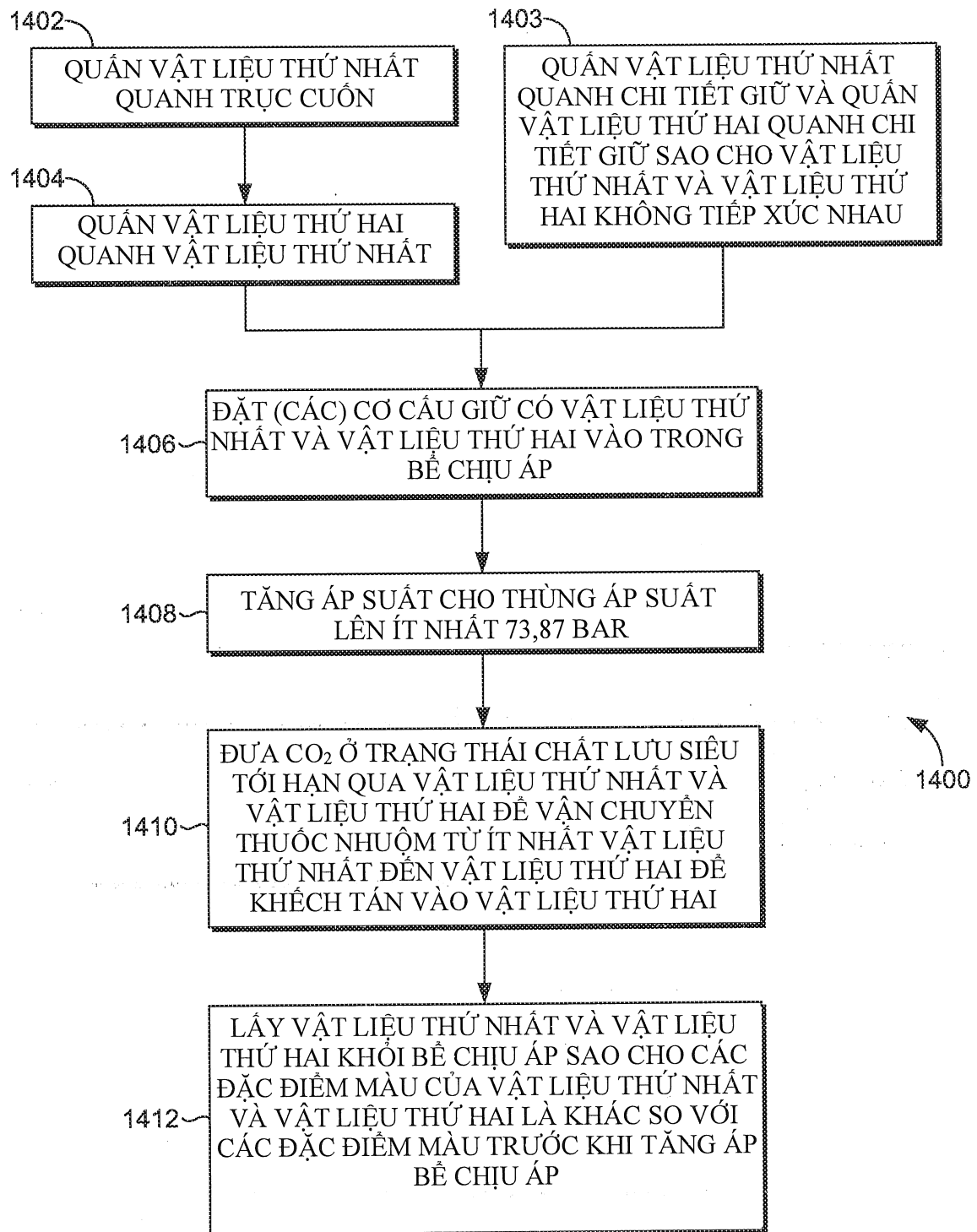


FIG. 14