



(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)



1-0051940

(51)^{2020.01} B29D 35/00; A43B 13/18; B29C 43/00; (13) B
B29C 43/02; B29K 75/00; B29D 35/12;
B29K 105/04; A43B 13/04; B29C 43/52

(21) 1-2020-07387

(22) 31/05/2019

(86) PCT/US2019/034854 31/05/2019

(87) WO 2019/232333 05/12/2019

(30) 62/678,464 31/05/2018 US; 16/427,527 31/05/2019 US

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/03/2021 396A

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

One Bowerman Drive, Beaverton, OR 97005, United States of America

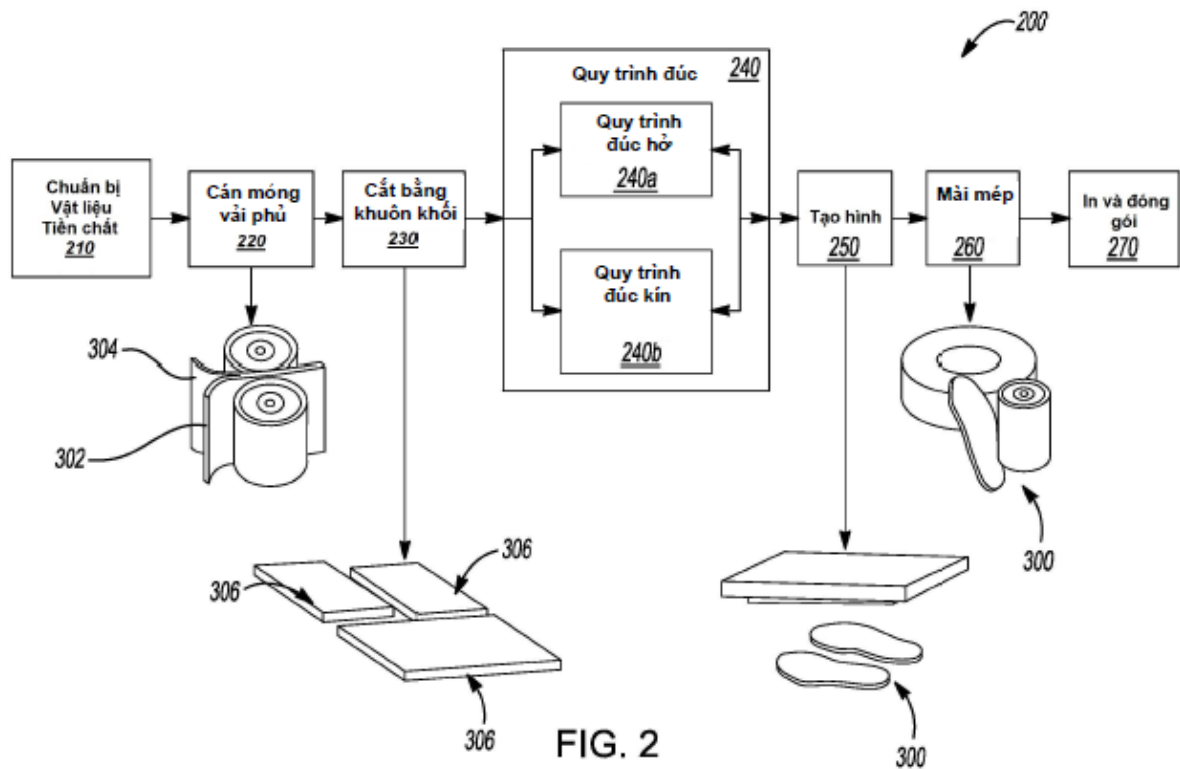
(72) FAKHOURI, Sami (US); LEVY, Cassidy, R. (US); PREVO, Brian G. (US); LIN, Pei-Jyun (TW); TSAI, Ping-Hung (TW).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP TẠO RA VẬT LIỆU BỘT POLYME VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO RA CHI TIẾT ĐỆM CHO GIÀY DÉP

(21) 1-2020-07387

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tạo ra vật liệu bột polyme và phương pháp này bao gồm các bước cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở và tác dụng lực nén đơn trục lên vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất này đến độ dày thứ hai, lực nén này khiến cho cấu trúc ô của vật liệu tiền chất bị xẹp. Phương pháp này cũng bao gồm bước gia nhiệt vật liệu tiền chất ở nhiệt độ đúc trong khoảng thời gian thứ nhất trong khi lực nén được tác dụng, khoảng thời gian thứ nhất này là đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ làm mềm, loại bỏ lực nén khỏi vật liệu tiền chất, và duy trì cấu trúc ô của vật liệu tiền chất ở trạng thái xẹp. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp tạo ra chi tiết đệm cho giày dép.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế nói chung đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu đệm cho giày dép.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần này cung cấp thông tin liên quan tới lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế mà không nhất thiết phải là giải pháp kỹ thuật đã biết.

Giày dép thông thường bao gồm mũ giày và kết cấu đế. Mũ giày có thể được tạo thành từ (các) vật liệu thích hợp bất kỳ để nhận, cố định và nâng đỡ bàn chân trên kết cấu đế. Phần dưới cùng của mũ giày, gần với bề mặt dưới của bàn chân, gắn với kết cấu đế. Kết cấu đế thường bao gồm cấu trúc phân lớp kéo dài giữa đế ngoài cung cấp độ chống mài mòn và độ bám với mặt đất và đế giữa được bố trí giữa đế ngoài và mũ giày để cung cấp độ đệm cho bàn chân. Các thành phần đệm, như đế trong và miếng lót, có thể được bố trí bên trong mũ giày để cung cấp sự nâng đỡ bổ sung cho bàn chân của người mang. Một hoặc nhiều trong số các thành phần của kết cấu đế có thể được tạo thành từ vật liệu bọt để cung cấp các đặc tính đệm, nâng đỡ, và đáp ứng cho kết cấu đế.

Các vật liệu bọt là thành phần quan trọng của giày dép do tính chất mềm, có thể nén và khối lượng nhẹ của chúng. Các đặc tính này cung cấp sự bảo vệ và nâng đỡ cho bàn chân mà không gây trở ngại cho chuyển động tự nhiên. Thông thường, các bọt mềm hơn mang lại sự thoải mái hơn, nhưng lại làm giảm độ bền. Độ bền kém biểu hiện ở sự biến dạng và nén (ví dụ, “nén chặt”) của bọt khi sử dụng nhiều lần, do đó làm giảm ưu điểm ban đầu về sự thoải mái. Thực tế thông thường trong ngành công nghiệp, đặc biệt đối với miếng lót, là hy sinh một mức độ về tính thoải mái để đổi lấy độ bền, và sử dụng miếng lót có mật độ cao hoặc độ cứng cao, có thể bền với tải trọng theo chu kỳ lặp lại (ví dụ, hao mòn do sử dụng hàng ngày tương đương với vài trăm dặm giá trị bước chân, đi bộ hoặc chạy).

Việc tạo ra một vật liệu bọt với cảm giác dưới chân như mong muốn đòi hỏi phải điều chỉnh đáp ứng cơ học của bọt trong quá trình nén. Lực so với độ võng trong quá trình nén là một cách có giá trị để định lượng hành vi của bọt khi nó chịu tải trong một sự kiện nén giống như chuyển động chân trong quá trình sử dụng. Lực so với độ

võng trong quá trình nén có thể được đánh giá bằng thử nghiệm động lực học theo chu kỳ để cung cấp cái nhìn chính xác về tính năng của vật liệu bằng cách ước lượng việc sử dụng trên thực tế trong ứng dụng giày dép. Thông thường, các mẫu bọt có độ dày 0,5 cm, 1 cm, hoặc 2 cm được nén bằng búa hình trụ, chày đập, hoặc dụng cụ làm lõm. Ví dụ, bằng cách sử dụng búa làm lõm hình trụ có đường kính 45mm, các mẫu có thể được nén từ 5N đến 300N và trở lại 5N trong 180 miligiây, sau đó dừng 400 miligiây đối với tần số khoảng 1,7Hz, bắt chước tác động và nhịp chạy. Độ lớn lực 300N do búa tác dụng cung cấp một áp lực tương tự với tải trọng của trọng lượng cơ thể do một vùng bàn chân lớn hơn tác dụng, thường xấp xỉ 1,2 - 2,0kN. Độ võng của búa vào bọt và lực cản của bọt bị nén được ghi lại trong toàn bộ chu kỳ. Như được thể hiện trên FIG.7, thử nghiệm lực so với độ võng được vẽ dưới dạng đường cong lực - độ dịch chuyển biểu thị ở dạng phần trăm lực nén của vật liệu trong phạm vi lực tác dụng.

Nhiều thông số được sử dụng để đánh giá đặc tính của bọt. Độ cứng của vật liệu tại điểm bất kỳ trên đường cong lực-độ dịch chuyển có thể được tính bằng cách đo độ dốc của đường cong tại điểm đó. Năng lượng đầu vào được đo dưới dạng tích phân của đường cong lực - độ dịch chuyển trong quá trình tải. Năng lượng đầu ra được đo dưới dạng tích phân của đường cong lực - độ dịch chuyển trong quá trình không tải. Hiệu suất được lấy là tỷ lệ giữa năng lượng đầu ra và năng lượng đầu vào. Độ bền hoặc khả năng chống mỏi (ví dụ, nén chặt trong các sự kiện không tải/tải nén được lặp đi lặp lại) được đánh giá bởi những thay đổi của thông số bất kỳ trong số các thông số trong nhiều chu kỳ lặp lại (hàng nghìn đến 100 nghìn).

Trên FIG.8A và FIG.8B, bọt đệm thông thường ở dạng các tấm 1 cm được đánh giá. Các bọt này là phổ biến đối với lớp lót và thể hiện sự khác biệt tinh tế về hành vi. Ba mức này có mật độ khác nhau (theo đơn vị g/cc) và độ cứng (theo đơn vị Asker C). Như được minh họa trên FIG.8A, việc đáp ứng với các lực nén của bọt đệm thông thường diễn ra trong ba giai đoạn: (1) đàn hồi tuyến tính; (2) ổn định; và (3) nén chặt. Trong vùng đàn hồi tuyến tính, tính toàn vẹn cấu trúc của các thành ô bọt được duy trì, trong đó các thành ô đóng vai trò như giàn và hỗ trợ tải trọng tác dụng thông qua uốn đàn hồi. Trong vùng đàn hồi tuyến tính của đường cong, lực nén được chống lại bằng cách tăng lực theo kiểu tuyến tính. Tại điểm tới hạn, các thành ô uốn cong và cung cấp khả năng chống biến dạng tối thiểu, có thể tạo ra lực nén lớn với mức tăng lực tối thiểu, như được thể hiện trong các vùng ổn định của các đường cong được thể hiện trên FIG.8A và

FIG.8B. Cuối cùng, các ô bị xếp cuối cùng tác động lên nhau và vật liệu nén chặt, được báo hiệu bằng sự tăng đột biến của lực được thể hiện trong vùng nén chặt.

Đáp ứng ba giai đoạn này gây ra hai vấn đề đối với các ứng dụng giày dép. Thứ nhất, độ cứng ban đầu của bột làm dịch chuyển đường cong đáp ứng về phía các lực lớn hơn trong quá trình nén. Ngay cả ở vùng ổn định, nơi có độ cứng tương đối thấp, lực cần thiết để nén thêm là không đáng kể. Kết quả này của bột dẫn đến làm cho người mang cảm thấy cứng và không thoải mái. Cụ thể, vùng cứng ban đầu có thể được mô tả là cảm giác giống như một “lớp vỏ” khó chịu cần phải được khắc phục trước khi người mang có thể nhận ra các đặc tính đệm. Ngoài ra, khi sử dụng, bột đệm thường phải chịu sự lặp lại chu kỳ trong giai đoạn xếp ô. Việc cong vênh thành ô dẫn đến ứng suất cục bộ, điều này gây ra lượng biến dạng dẻo nhất định với mỗi sự kiện cong vênh. Kết quả là với các chu kỳ lặp lại, đường cong đáp ứng của bột bắt đầu lệch khi thành ô bị phá vỡ, và bột bị biến dạng vĩnh viễn. Do đó, mặc dù phù hợp với mục đích dự định, nhưng vẫn cần có vật liệu bột để cải thiện sự thoải mái và độ bền.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là loại bỏ các nhược điểm đang tồn tại trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra vật liệu bột polyme. Phương pháp này bao gồm các bước: cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở, tác dụng lực nén đơn trục cho vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất đến độ dày thứ hai, lực nén này khiến cho cấu trúc ô của vật liệu tiền chất bị xếp, gia nhiệt vật liệu tiền chất ở nhiệt độ đúc trong khoảng thời gian thứ nhất trong khi lực nén được tác dụng, khoảng thời gian thứ nhất là đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ làm mềm, loại bỏ lực nén khỏi vật liệu tiền chất, và duy trì cấu trúc ô của vật liệu tiền chất ở trạng thái xếp.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra chi tiết đệm cho giày dép. Phương pháp này bao gồm các bước: cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở, tác dụng lực nén đơn trục lên vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất đến độ dày thứ hai, lực nén này làm cho cấu trúc ô của vật liệu tiền chất chuyển sang trạng thái xếp, gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ nhất cao hơn nhiệt độ làm mềm vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc

ô ở trạng thái xếp, và làm nguội vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ hai dưới nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc ô ở trạng thái xếp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ được mô tả ở đây chỉ nhằm mục đích minh họa các phương án được chọn mà không phải tất cả các phương án thực hiện có thể có, và không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

FIG.1 là hình phối cảnh các chi tiết rời của giày dép chứa kết cấu để theo nguyên lý của sáng chế;

FIG.2 là giản đồ của phương pháp sản xuất chi tiết đệm theo nguyên lý của sáng chế;

FIG.3 là giản đồ thể hiện ví dụ về chi tiết đệm được sản xuất theo phương pháp trên FIG.2;

FIG.4A là giản đồ thể hiện ví dụ về quy trình đúc theo nguyên lý của sáng chế;

FIG.4B là giản đồ thể hiện một ví dụ khác về quy trình đúc theo nguyên lý của sáng chế;

FIG.5 thể hiện ảnh hiển vi về một ví dụ của cấu trúc ô của vật liệu tiền chất trước và sau khi áp dụng phương pháp trên FIG.2;

FIG.6A và FIG.6B thể hiện các ảnh hiển vi chứng tỏ hiệu quả của việc nén vật liệu bột có cấu trúc ô kín.

FIG.7 là ví dụ về đồ thị lực-độ dịch chuyển thể hiện đường cong lực-độ dịch chuyển đối với vật liệu tiền chất, vật liệu bột thông thường, và vật liệu bột trước khi bị xếp được tạo ra theo nguyên lý của sáng chế.

FIG.8A là một ví dụ về đồ thị lực – mức nén thể hiện đường cong lực - mức nén đối với ba ví dụ về vật liệu bột thông thường.

FIG.8B là đồ thị độ dốc - mức nén thể hiện các độ dốc đo được của đồ thị lực - mức nén trên FIG.8A đối với mỗi trong số ba ví dụ về bột thông thường.

FIG.9A là ví dụ về đồ thị lực - mức nén thể hiện các đường cong lực-mức nén của ba ví dụ về vật liệu bột thông thường và vật liệu bột trước khi bị xếp được tạo ra theo nguyên lý của sáng chế.

FIG.9B là đồ thị độ dốc-mức nén thể hiện các độ dốc đo được của đồ thị lực - mức nén trên FIG.9A đối với mỗi trong số các bọt.

FIG.10 là ví dụ về đồ thị chung thể hiện đường cong lực - độ võng đối với thử nghiệm độ cứng được thực hiện trên các bọt.

FIG.11 là đồ thị thể hiện các đường cong lực - độ võng đối với thử nghiệm độ cứng được thực hiện trên các bọt khác nhau trước và sau khi áp dụng phương pháp theo sáng chế.

FIG.12A-12C là các đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa biến dạng nén và hệ số Poisson đối với các bọt khác nhau trước và sau khi áp dụng phương pháp của sáng chế.

FIG.13A và FIG.13B là giản đồ thể hiện ví dụ về ảnh hưởng của phương pháp theo sáng chế đối với hệ số Poisson của vật liệu.

FIG.14A và FIG.14B là các mô hình phân tích phần tử hữu hạn của kết cấu để có miếng lót được tạo thành từ vật liệu bọt thông thường.

FIG.15A và FIG.15B là các mô hình phân tích phần tử hữu hạn của kết cấu để có miếng lót được tạo thành từ bọt được làm xẹp trước được tạo ra theo nguyên lý của sáng chế.

FIG.16A và FIG.16B là các đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa độ dịch chuyển tối đa và năng lượng nén đối với bọt được làm xẹp trước so với bọt thông thường; và

FIG.17A và FIG.17B là các đồ thị thể hiện sự thay đổi trong mối quan hệ giữa lực và độ dịch chuyển là kết quả của việc nén theo chu kỳ đối với bọt được làm xẹp trước và bọt thông thường.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các phương án làm ví dụ được đưa ra để sáng chế sẽ trở nên rõ ràng và truyền tải toàn bộ phạm vi của sáng chế đến người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Các chi tiết cụ thể nêu trên như các ví dụ về các bộ phận, thiết bị, và phương pháp cụ thể là để đưa ra sự hiểu biết rõ ràng về các phương án của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ ràng các mô tả chi tiết cụ thể không cần phải được sử dụng, các phương án làm ví dụ của sáng chế có thể được thực hiện theo nhiều dạng khác nhau và không phương án nào được hiểu là làm giới hạn

phạm vi của sáng chế. Theo một số phương án ví dụ của sáng chế, các quy trình đã biết, các kết cấu thiết bị đã biết và các kỹ thuật đã biết không được mô tả chi tiết.

Thuật ngữ được sử dụng ở đây nhằm mục đích mô tả các phương án làm ví dụ cụ thể và không nhằm mục đích giới hạn. Như được sử dụng trong bản mô tả này, các từ dạng số ít “một” có thể cũng được dự định bao gồm các dạng số nhiều, trừ khi ngữ cảnh chỉ ra một cách rõ ràng theo cách khác. Các thuật ngữ “bao gồm”, “gồm”, “bao hàm” và “có” là các thuật ngữ chung có nghĩa bao gồm và do đó chúng chỉ ra sự có mặt của các dấu hiệu, số nguyên, bước, các hoạt động, thành phần và/hoặc bộ phận đã được mô tả, nhưng không loại trừ việc có mặt hoặc bổ sung một hoặc nhiều các dấu hiệu, số nguyên, bước, các hoạt động, thành phần, bộ phận và/hoặc các kết hợp của chúng. Các bước của phương pháp, các quy trình, và các hoạt động được mô tả trong bản mô tả này không được hiểu là nhất thiết phải theo thứ tự cụ thể được đề cập hoặc minh họa, trừ khi được chỉ ra một cách cụ thể dưới dạng thứ tự thể hiện. Cũng cần hiểu rằng các bước bổ sung hoặc thay thế có thể được sử dụng.

Khi thành phần hoặc tấm được mô tả là “ở trên”, “được ăn khớp với”, “được nối với” hoặc “được lắp với” thành phần hoặc tấm khác, thì nó có thể ở trên, được ăn khớp, nối hoặc lắp trực tiếp với thành phần hoặc tấm khác, hoặc các thành phần hoặc tấm xen giữa có thể có mặt. Ngược lại, khi một thành phần được mô tả là “ở ngay trên”, “được ăn khớp trực tiếp với”, “được nối trực tiếp với” hoặc “được lắp trực tiếp với” thành phần hoặc tấm khác, thì có thể không có các thành phần hoặc tấm xen giữa. Các từ khác được sử dụng để mô tả mối liên hệ giữa các thành phần cần được hiểu theo cách tương tự (ví dụ, “giữa” với “một cách trực tiếp giữa”, “liền kề” với “một cách trực tiếp liền kề”, v.v.). Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “và/hoặc” bao gồm bất kỳ và tất cả các tổ hợp của một hoặc nhiều mục được liệt kê liên quan.

Mặc dù các thuật ngữ thứ nhất, thứ hai, thứ ba, v.v. có thể được sử dụng trong bản mô tả để mô tả các thành phần, bộ phận, vùng, tấm và/hoặc phần khác nhau, các thành phần, bộ phận, vùng, tấm và/hoặc phần này không bị giới hạn ở các thuật ngữ này. Các thuật ngữ này có thể chỉ được sử dụng để phân biệt một thành phần, bộ phận, vùng, tấm hoặc phần so với vùng, tấm hoặc phần khác. Các thuật ngữ như “thứ nhất”, “thứ hai” và các thuật ngữ về số thứ tự khác khi được sử dụng trong bản mô tả không ngụ ý một trình tự hoặc thứ tự trừ khi được mô tả một cách rõ ràng bởi ngữ cảnh. Do đó, thành phần, bộ phận, vùng, tấm hoặc phần thứ nhất được đề cập bên dưới có thể được gọi là

thành phần, bộ phận, vùng, tấm hoặc phần thứ hai mà không lệch khỏi nội dung của các phương án làm ví dụ.

Các thuật ngữ tương đối về không gian, như “trong”, “ngoài”, “bên dưới”, “ở dưới”, “dưới”, “bên trên”, “trên” và tương tự, có thể được sử dụng trong bản mô tả để đơn giản hóa việc mô tả mối quan hệ của một thành phần hoặc các dấu hiệu với (các) thành phần hoặc dấu hiệu khác như được minh họa trên các hình vẽ. Các thuật ngữ tương đối về không gian có thể được dự tính để bao hàm các hướng khác nhau của thiết bị khi sử dụng hoặc hoạt động ngoài hướng được minh họa trên các hình vẽ. Ví dụ, nếu thiết bị trên các hình vẽ được lật ngược, thì các thành phần mà được mô tả là “ở dưới” hoặc “bên dưới” các thành phần hoặc dấu hiệu khác được định hướng là “bên trên” các thành phần hoặc dấu hiệu đó. Do vậy, thuật ngữ ví dụ “ở dưới” có thể bao hàm cả hướng bên trên và bên dưới. Thiết bị có thể được định hướng theo cách khác (quay 90 độ hoặc theo các hướng khác) và các thuật ngữ tương đối về không gian mà được sử dụng trong bản mô tả được hiểu theo nghĩa đó.

Sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra vật liệu bọt polyme và phương pháp này bao gồm các bước (i) cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bọt có cấu trúc ô mở và (ii) tác dụng lực nén đơn trục lên vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất này đến độ dày thứ hai, lực nén làm cho cấu trúc ô của vật liệu tiền chất trở nên xẹp. Phương pháp này cũng bao gồm các bước (iii) gia nhiệt vật liệu tiền chất ở nhiệt độ đúc trong khoảng thời gian thứ nhất trong khi lực nén được tác dụng, khoảng thời gian thứ nhất là đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ lõi vượt quá nhiệt độ làm mềm, giống như điểm nóng chảy hoặc điểm chuyển pha thủy tinh, có thể được xác định thông qua nhiệt lượng quét vi sai và nên nằm trong khoảng từ 80 - 130°C, tốt hơn là trong khoảng 90-120°C hoặc 100-115°C, (iv) loại bỏ lực nén khỏi vật liệu tiền chất, và (v) duy trì cấu trúc ô của vật liệu tiền chất ở trạng thái xẹp.

Ở một kết cấu, tỷ lệ của độ dày thứ nhất và độ dày thứ hai có thể ít nhất là 1,5:1, độ dày thứ hai có thể nằm trong khoảng từ 3 mm đến 25 mm, hoặc các độ dày trung gian khác. Nhiệt độ đúc có thể nằm trong khoảng từ 120°C đến 400°C, khoảng thời gian thứ nhất có thể nằm trong khoảng từ 120 giây đến 1100 giây, và/hoặc vật liệu tiền chất có thể là polyuretan cấu trúc ô mở mật độ thấp.

Phương pháp này có thể bao gồm thêm bước làm nguội vật liệu tiền chất ở nhiệt độ làm nguội trong khoảng thời gian thứ hai trong khi lực nén được tác dụng, nhiệt độ làm nguội này thấp hơn nhiệt độ làm mềm. Ở một kết cấu, nhiệt độ làm nguội nằm trong khoảng từ 0°C đến 10°C.

Khoảng thời gian thứ nhất có thể đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất, cho phép sự chuyển động phân tử chảy vào và chuyển sang trạng thái xếp mà không bị ‘vỡ’, và khoảng thời gian thứ hai này có thể đủ để làm nguội vật liệu tiền chất xuống dưới nhiệt độ làm mềm, nhờ đó làm đóng băng hoặc giữ bột nhờ động lực ở hình thái xếp mới. Điều này góp phần thúc đẩy nguyên lý của sáng chế, phá vỡ sự đánh đổi giữa độ cứng và độ bền, bằng cách thay đổi hình thái vi cấu trúc của bột.

Ở một kết cấu, lực nén có thể là áp lực xấp xỉ 30 kilogam trên xentimet vuông.

Sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra chi tiết đệm cho giày dép và phương pháp này bao gồm các bước (i) cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở và (ii) tác dụng lực nén đơn trục lên vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất đến độ dày thứ hai, lực nén này làm cho cấu trúc ô của vật liệu tiền chất chuyển sang trạng thái xếp. Phương pháp này cũng bao gồm bước (iii) gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ nhất cao hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc ô ở trạng thái xếp và (iv) làm nguội vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ hai thấp hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc ô ở trạng thái xếp.

Ở một kết cấu, tỷ lệ của độ dày thứ nhất và độ dày thứ hai có thể ít nhất là 1,5:1, độ dày thứ hai có thể nằm trong khoảng từ 4 mm đến 6 mm, vật liệu tiền chất có thể được gia nhiệt ở nhiệt độ đúc nằm trong khoảng từ 130°C đến 400°C, và cụ thể hơn là từ 140°C đến 200°C, và cụ thể hơn nữa là từ 145°C đến 185°C. Vật liệu tiền chất có thể được gia nhiệt trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 120 giây đến 1100 giây, vật liệu tiền chất có thể là polyuretan cấu trúc ô mở, mật độ thấp, tiền chất có thể được làm nguội ở nhiệt độ làm nguội nằm trong khoảng từ 0°C đến 10°C, và/hoặc lực nén có thể là áp lực 30 kilogam trên xentimet vuông.

Phương pháp này có thể còn bao gồm bước tạo hình vật liệu tiền chất thành hình dạng của một trong số miếng lót, đế trong, đế giữa, đệm lót và đế ngoài. Ngoài ra, chi

tiết đệm có thể được kết hợp vào trong giày dép.

Tham chiếu đến FIG.1, giày dép 10 bao gồm mũ giày 12 và kết cấu đế 14. Giày dép 10 này có thể được chia thành một hoặc nhiều vùng. Các vùng này có thể bao gồm vùng trước bàn chân 16, vùng giữa bàn chân 18 và vùng gót 20. Mũ giày 12 bao gồm các bề mặt bên trong xác định khoảng trống bên trong 22 được tạo kết cấu để nhận và giữ bàn chân để đỡ trên kết cấu đế 14. Mũ giày 12 có thể được tạo ra từ một hoặc nhiều vật liệu được khâu hoặc được kết dính với nhau để tạo ra khoảng trống bên trong 22. Các vật liệu thích hợp của mũ giày có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, lưới, vải dệt, bọt, da, và da tổng hợp. Các vật liệu này có thể được lựa chọn và được bố trí để tác động đến các đặc tính về độ bền, độ thoáng khí, độ chống mài mòn, độ linh hoạt, và độ thoải mái.

Trong một số ví dụ, mũ giày 12 bao gồm tấm lót strobil 24 có bề mặt đáy đối diện với kết cấu đế 14 và bề mặt bên trên đối diện xác định lót giày của khoảng trống bên trong 22. Đường khâu hoặc chất kết dính có thể gắn chặt tấm lót strobil 24 với mũ giày 12. Lót giày có thể được tạo viền để phù hợp với biên dạng của bề mặt dưới (ví dụ, lòng bàn chân) của bàn chân. Tùy ý, mũ giày 12 cũng có thể kết hợp các lớp bổ sung như đế trong 26 hoặc miếng lót mà có thể được bố trí ở trên tấm lót strobil 24 và nằm trong khoảng trống bên trong 22 của mũ giày 12 để nhận bề mặt lòng bàn chân của chân để tăng độ thoải mái của giày dép 10.

Lỗ xỏ chân 28 trong vùng gót 20 có thể tạo ra lối tiếp cận vào khoảng trống bên trong 22. Ví dụ, lỗ xỏ chân 28 có thể nhận bàn chân để giữ chặt bàn chân trong khoảng trống 22 và tạo điều kiện thuận tiện cho việc xỏ và tháo bàn chân ra khỏi và vào khoảng trống bên trong 22. Theo một số ví dụ, một hoặc nhiều dây buộc 30 kéo dài dọc theo mũ giày 12 để điều chỉnh độ vừa khít của khoảng trống bên trong 22 quanh bàn chân và để phù hợp với việc xỏ vào và tháo bàn chân ra khỏi đó. Mũ giày 12 có thể bao gồm các lỗ 32 chẳng hạn như các lỗ xâu và/hoặc các chi tiết gài khác chẳng hạn như các vòng vải hoặc lưới mà nhận các dây buộc 30. Dây buộc 30 có thể bao gồm dây buộc, dải buộc, dây, băng gài dính, hoặc kiểu dây buộc giày thích hợp khác bất kỳ. Mũ giày 12 có thể bao gồm phần lưới gài 34 mà kéo dài giữa khoảng trống bên trong 22 và dây buộc 30.

Kết cấu đế 14 được gắn với tấm lót strobil 24 của mũ giày 12, và bao gồm một hoặc nhiều chi tiết 36, 38 để tạo ra mặt phân cách giữa bàn chân và mặt đất. Ví dụ, kết

cầu đế 14 có thể bao gồm đế giữa 36 và đế ngoài 38. Đế giữa 36 được tạo kết cấu để cung cấp đặc tính đệm và độ ổn định cho giày dép, và có thể bao gồm bột, composit, cá tui được nạp chất lưu, bộ phận giảm chấn cơ học, hoặc tổ hợp của chúng. Đế ngoài 38 được tạo kết cấu để tạo ra mặt phân cách tiếp đất của kết cấu đế 14, và có thể được tạo thành từ vật liệu cung cấp các đặc tính độ bền và độ bám. Trong một số ví dụ, kết cấu đế có thể bao gồm các chi tiết tạo lực bám, như mấu hoặc đỉnh tán để khớp với bề mặt đất mềm.

Tham chiếu đến các FIG.2-4B, sáng chế đề xuất phương pháp 200 tạo ra chi tiết đệm dạng bột 300 cho giày dép 10. Trong ví dụ minh họa này, phương pháp 200 được thể hiện liên quan đến việc tạo ra chi tiết đệm 300 làm đế trong 26 của giày dép 10. Tuy nhiên, phương pháp này có thể tương tự được áp dụng để sản xuất đế giữa, đế ngoài, đệm lót hoặc các chi tiết đệm khác dạng bột của giày dép 10.

Trong bước thứ nhất 210 của phương pháp 200, vật liệu tiền chất thích hợp 302 được chọn. Trong quá trình thử nghiệm, phát hiện ra rằng bột có cấu trúc ô mở thể hiện các đặc tính thuận lợi cho việc tạo thành các chi tiết đệm theo sáng chế. Cụ thể, bột polyuretan có cấu trúc ô mở là thuận lợi trong đó các thành của mỗi trong số các ô có thể xẹp hoặc lõm khi chịu lực nén. Các vật liệu bột như vậy thể hiện các đặc tính đệm thuận lợi hơn khi tính toán vận cấu trúc của thành ô bị tổn hại.

Trái ngược với bột có cấu trúc ô mở có thể xẹp, bột có cấu trúc ô kín cho thấy các đặc tính đệm ít thuận lợi hơn khi chịu lực nén. Cụ thể, các thành ô trong bột có cấu trúc ô kín không xẹp khi chịu nén, mà chỉ nén chặt để tạo thành cấu trúc ô nén. Trong quá trình nén bột có cấu trúc ô kín, cấu trúc ô vẫn giữ hình thái tương tự mặc dù nén chặt. Ví dụ, FIG.6A và FIG.6B thể hiện các ảnh hiển vi của cấu trúc ô của bột có cấu trúc ô kín (ví dụ, etylen-vinyl axetat) ở trạng thái nghỉ (tức là độ nén 0%) và ở trạng thái nén (tức là độ nén 65%). Như được thể hiện, các ô ở trạng thái nén, bột có cấu trúc ô kín bị nén chặt hơn, nhưng không có thành xẹp. Do đó, các đường cong lực-độ võng đối với bột có cấu trúc ô kín không bao gồm vùng “ổn định”, như đã thảo luận ở trên đối với bột có cấu trúc ô mở.

Ngoài việc chọn bột có cấu trúc ô mở, các vật liệu phù hợp cho phương pháp 200 có khả năng được tạo hình bởi nhiệt ở độ nén 50%, nhờ đó tỷ lệ chuyển đổi của vật liệu lớn hơn 80% và tốt hơn là lớn hơn 90%. Đối với mục đích của sáng chế, tỷ lệ chuyển

đổi được định nghĩa là tỷ lệ của chiều cao nén của vật liệu trong bước tạo hình bởi nhiệt so với chiều cao cuối cùng của vật liệu 24 giờ sau khi tạo hình bởi nhiệt. Ví dụ, vật liệu tiền chất có độ dày 12 mm có thể được nén thành trạng thái xếp ở độ cao 6 mm trong quá trình tạo hình bởi nhiệt, và sau khi được làm nguội ở trạng thái xếp trước khi loại bỏ lực nén. Các vật liệu tiền chất thích hợp sẽ duy trì độ dày nhỏ hơn 7,5 mm (tức là, $6,0 \text{ mm} / 7,5 \text{ mm} = 80\%$) 24 giờ sau khi tạo hình bởi nhiệt và, tốt hơn nữa là, sẽ duy trì độ dày nhỏ hơn 6,67 mm (tức là, $6 \text{ mm} / 6,67 \text{ mm} = 90\%$). Các vật liệu có tỷ lệ chuyển đổi cao có lợi khi sử dụng trong phương pháp 200 được mô tả ở đây, do mong muốn duy trì vật liệu tiền chất ở trạng thái xếp sau khi tạo hình bởi nhiệt, như được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Ngoài ra, các tính chất vật lý khác nhau của vật liệu tiền chất được phát hiện là ảnh hưởng đến đặc tính đệm và độ bền của chi tiết đệm 300 được tạo ra bằng phương pháp 200. Bảng 1 dưới đây cung cấp danh sách các tính chất vật lý được phát hiện là có lợi cho việc hình thành chi tiết đệm 300 theo sáng chế. Bảng 2 cung cấp danh sách các tính chất vật lý của vật liệu đã được thử nghiệm và thực hiện phù hợp.

Bảng 1: Các tính chất vật lý của vật liệu tiền chất

Tính chất	Giá trị
Độ cứng (Shore 000)	63,00-80,00
Độ giãn dài (%)	$\geq 50,00$
Độ bền kéo (kg/cm^2)	$\geq 3,00$
Độ bền đứt (kg/cm)	$\geq 0,90$
Độ bền xé tách (kg/cm)	$\geq 0,15$
Trọng lượng riêng	0,05-0,09
Biến dạng dư khi nén (%)	≤ 20
Độ đàn hồi (%)	≥ 20

Bảng 2: Các ví dụ về tiền chất

Tính chất	Vật liệu			
	A	B	C	D
Độ cứng (Shore000)	74	67	75	65
Độ giãn dài (%)	101	96,7	85,96	80
Độ bền kéo (kg/cm^2)	4,65	3,48	3,19	3,56
Độ bền đứt (kg/cm)	1,50	1,10	1,01	1,09
Độ bền xé tách (kg/cm)	0,3	0,2	0,19	0,21
Trọng lượng riêng	0,07	0,072	0,077	0,08
Biến dạng dư khi nén (%)	10,5	13	10,5	10,2
Độ đàn hồi (%)	33,5	35	44	29

Trong một số ví dụ, vật liệu tiền chất được cung cấp dưới dạng nguyên liệu dạng miếng hoặc tấm, trong đó toàn bộ tiền chất được tạo thành đồng nhất và liên tục từ vật liệu tiền chất. Tuy nhiên, trong một số ví dụ, các tấm và mảnh bọt tiền chất có thể được cắt hoặc xé thành nhiều miếng (các miếng có kích thước từ milimét đến xentimet) có thể được kết hợp lại để tạo thành vật liệu tiền chất bọt tổng hợp đã được cắt nhỏ. Trong một số ví dụ, lên đến 20% hàm lượng phế liệu tái chế từ bọt EVA hoặc bọt polyuretan được nghiền cũng có thể được trộn và được bao gồm trong công thức bọt hỗn hợp.

Để tạo ra vật liệu tiền chất hỗn hợp, các miếng bọt được liên kết bằng cách gia nhiệt các miếng bọt này ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm (ở khoảng $\sim 120 - 170^{\circ}\text{C}$) và nén nhẹ các miếng này thành tấm hoặc khối. Ở đây, các miếng có thể được nén khoảng 10% đến 50%, là mức nén đủ để tạo liên kết, nhưng không đạt đến ngưỡng nén để bắt đầu có sự thay đổi vi cấu trúc đối với bọt để gây ra các đặc tính khác nhau được mô tả chi tiết dưới đây. Khi tạo thành tiền chất hỗn hợp được xé vụn, độ bám dính giữa các miếng có thể được cải thiện bằng cách bổ sung lượng nhỏ chất kết dính dạng phun hoặc nóng chảy ($< 1\%$ khối lượng). Ngoài ra hoặc theo cách khác, polyol và isoxyanat (các tiền chất của polyuretan) với lượng khác nhau có thể được bổ sung ở giai đoạn này để liên kết hoặc dính các miếng.

Tiền chất hỗn hợp được xé vụn sau đó có thể được gia công và được phủ lên một hoặc cả hai mặt bằng vải phủ hoặc màng nóng chảy nhiều lớp như mong muốn để giúp tạo ra tính toàn vẹn cho tiền chất hỗn hợp được xé vụn. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các tấm composit hoặc khối bọt có thể được bào mỏng đến độ dày mỏng hơn sau đó được gia công, phủ, v.v.

Độ dày ban đầu T_I của vật liệu tiền chất 302 được chọn dựa trên độ dày cuối cùng mong muốn T_F và tỷ số nén CR của chi tiết đệm 300. Tỷ số nén CR là tỷ lệ của độ dày ban đầu T_I với độ dày cuối cùng T_F , và có thể nằm trong khoảng từ 1,5:1 đến 4:1, phụ thuộc vào đặc tính hoạt động mong muốn của chi tiết đệm. Do đó, độ dày ban đầu T_I sẽ được chọn để tính đến độ nén của bọt tiền chất trong quy trình đúc 240. Trong một số ví dụ, độ dày ban đầu T_I của tiền chất có thể không đổi, theo đó toàn bộ tiền chất 302 có độ dày ban đầu T_I giống nhau. Tiền chất 302 có độ dày ban đầu T_I không đổi có thể được sử dụng trong đó độ dày cuối cùng T_F của chi tiết đệm 300 về cơ bản cũng không đổi, như trong miếng lót hoặc đế trong. Trong một số ví dụ, độ dày ban đầu T_I của vật liệu tiền chất 302 có thể thay đổi tính đến độ dày thay đổi của chi tiết đệm 300. Ví dụ, khi

chi tiết đệm 300 là để giữa, độ dày cuối cùng T_F ở vùng gót 20 có thể lớn hơn so với ở vùng trước bàn chân 16. Do đó, độ dày ban đầu T_I của tiền chất 302 có thể được tạo viên trước khi đúc để tạo ra độ dày ban đầu T_{I1-3} có thể thay đổi, như được thể hiện trên FIG.3. Theo cách khác, tiền chất 302 có độ dày ban đầu T_I không đổi có thể được sử dụng trong các ứng dụng có độ dày cuối cùng T_F có thể thay đổi, trong đó tỷ số nén CR được áp dụng cho tiền chất trong bước đúc 240 là có thể thay đổi. Ví dụ, vùng trước bàn chân 16 có thể chịu tỷ số nén là 3,5:1 và vùng gót chân 20 có thể chịu tỷ số nén là 2,3:1. Trong một số ví dụ, tiền chất 302 có độ dày ban đầu T_{I1-3} có thể thay đổi có thể được sử dụng kết hợp với tỷ số nén CR_{1-4} có thể thay đổi để tạo ra chi tiết đệm 300 có độ dày cuối cùng T_{F1-4} có thể thay đổi, như được thể hiện trên FIG.3.

Khi các đặc tính (ví dụ, loại vật liệu, cấu trúc, độ dày) đối với tiền chất 302 được chọn, tiền chất 302 có thể trải qua bước cán mỏng tùy ý 220, nhờ đó vải phủ 304 được phủ lên bề mặt bên trên của tiền chất 302, mà cuối cùng sử dụng làm lót giày của chi tiết đệm 300 khi được sử dụng kết hợp với giày dép 10. Vải phủ 304 có thể được tạo thành từ một hoặc nhiều loại vải với các đặc điểm mong muốn như độ thông thoáng, khả năng chống co, khả năng chống mài mòn, độ bền màu, độ bám dính và độ bền. Vải phủ 304 được gắn lên bề mặt bên trên của tiền chất 302 bằng cách sử dụng màng kết dính nóng chảy, chất kết dính trong nước hoặc trong dung môi, hoặc ximăng, mà được đặt dưới dạng lớp phủ trên bề mặt bên trên của tiền chất ở độ dày xấp xỉ 0,15 mm. Như được thể hiện ở bước 220 trên FIG.2, vải phủ 304 có thể được đặt lên bằng cách sử dụng quy trình cán nén, nhờ đó tiền chất xếp chồng 302 và vải phủ 304 chịu lực nén được tác dụng thông qua các con lăn để gắn chặt vải phủ 304 lên bề mặt bên trên của tiền chất 302. Trong một số ví dụ, vải phủ 304 có thể được đặt lên tiền chất 302 sau bước đúc 240. Tuy nhiên, nếu vải phủ 304 được đặt sau bước đúc 240, nhiệt độ gia công và đóng rắn lớn hơn nhiệt độ làm mềm T_G của vật liệu tiền chất có thể không được sử dụng, do điều này có thể dẫn đến việc giãn cấu trúc ô được làm xẹp trước của chi tiết đệm 300.

Tiền chất 302 và vải phủ 304 có thể được cung cấp và được cán mỏng ở dạng khối lớn như tấm, khối, hoặc cuộn vật liệu. Do đó, trước bước đúc 240 được mô tả dưới đây, tiền chất 302 và vải phủ 304 có thể được cắt thành các phôi đúc 306 có kích thước thích hợp để chèn vào trong lòng khuôn. Trong một số ví dụ, tiền chất 302 và vải phủ 304 có thể được cung cấp với kích thước đúc trước bước cán mỏng 220. Trong các ví

dụ khác, hệ thống đúc có thể được tạo kết cấu để nhận tiền chất 302 và vải phủ 304 ở dạng khối lớn, nhờ đó không cần phải cắt.

Khi được chuẩn bị, tiền chất 302 được xử lý trong bước đúc 240 mà đưa tiền chất 302 vào tổ hợp nhiệt, nén, và làm nguội để chuyển cấu trúc ô của tiền chất 302 từ trạng thái nghỉ sang trạng thái xếp đồng đều, như được thể hiện trên FIG.5. Hai quy trình đúc 240 khác nhau được phát hiện là đem lại các kết quả thuận lợi: (1) quy trình ép nhiệt, khuôn mở 240a, như được minh họa trên FIG.4A; và (2) quy trình đúc Phylon kín 240b, như được thể hiện trên FIG.4B.

Tham chiếu đến FIG.4A, quy trình ép nhiệt 240a được minh họa. Trong quy trình ép nhiệt 240a, hệ thống đúc 1000 được cung cấp bao gồm khuôn trên 1002 và khuôn dưới 1004. Khuôn trên 1002 và khuôn dưới 1004 có thể được mô tả là các tấm ép 1002, 1004 có các bề mặt khuôn 1006. Mỗi trong số khuôn trên 1002 và khuôn dưới 1004 được gia nhiệt trực tiếp bằng nguồn nhiệt, như ống xoắn cấp nhiệt 1008, sao cho các bề mặt khuôn 1006 được gia nhiệt tích cực. Các bề mặt khuôn 1006 có thể phẳng, hoặc có thể có biên dạng được tạo viền tương ứng với biên dạng mong muốn của chi tiết đệm cuối cùng 300. Như đã thể hiện, hệ thống đúc 1000 là hệ thống đúc hở khí 1000, nhờ đó các khuôn trên và khuôn dưới 1002, 1004 không tạo thành khoang kín để đúc tiền chất 302, thay vào đó chỉ tạo áp lực đơn trực bởi các bề mặt khuôn 1006 trong khi các mặt của tiền chất 302 vẫn tiếp xúc với môi trường. Do đó, nhiệt có thể tản ra từ tiền chất 302 ở tốc độ lớn hơn so với khuôn kín.

Trong bước thứ nhất 242a của quy trình ép nhiệt 240a, tiền chất 302 được tải vào hệ thống đúc 1000 ở trạng thái không nén với tiền chất 302 có độ dày ban đầu T_1 . Như được thể hiện trên FIG.5, ở trạng thái không nén ($CR = 1:1$), cấu trúc ô của tiền chất 302 không bị xếp trong toàn bộ độ dày T_1 của tiền chất 302 sao cho tính toàn vẹn cấu trúc của thành ô được duy trì.

Khuôn trên 1002 và khuôn dưới 1004 được gia nhiệt đến nhiệt độ đúc T_M cao hơn nhiệt độ làm mềm T_G của vật liệu tiền chất 302. Việc duy trì nhiệt độ đúc T_M trong khoảng mong muốn rất quan trọng để tạo hình đồng nhất và duy trì cấu trúc ô xếp. Ví dụ, nhiệt độ đúc T_M phải đủ cao để đảm bảo toàn bộ tiền chất 302 có thể được gia nhiệt đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm T_G của vật liệu, nhưng cũng phải đủ thấp để giảm thiểu “việc bong tách” tiền chất 302. Nếu nhiệt độ đúc T_M quá thấp, cấu trúc ô của tiền chất

302 sẽ không mềm và chảy trở lại để cho phép các ô bị xếp định hình lại ở trạng thái xếp. Do đó, tiền chất 302 sẽ liên kết lại và trở lại trạng thái không xếp khi loại bỏ áp lực đúc. Mặt khác, nếu nhiệt độ đúc t_M quá cao, nó sẽ làm cho các vùng của tiền chất 302 liền kề với các bề mặt khuôn 1006 bị gia nhiệt đến nhiệt độ cao hơn đáng kể so với nhiệt độ làm mềm t_G trước khi nhiệt độ làm mềm t_G có thể bảo hòa toàn bộ tiền chất 302. Cụ thể, việc gia nhiệt phân biên ngoài được lộ ra của tiền chất 302 có thể chậm hơn việc gia nhiệt các bề mặt trên và dưới của tiền chất 302 do việc tiếp xúc của biên ngoài của tiền chất 302 với không khí bên ngoài tương đối mát. Kết quả là một lớp “vỏ” dày có thể được tạo ra trong tiền chất 302 liền kề với các bề mặt khuôn 1006. Mặc dù lớp vỏ mỏng có thể thích hợp, hoặc thậm chí có thể được mong muốn trong một số trường hợp, lớp vỏ quá mỏng có thể có ảnh hưởng xấu đến đặc tính đệm của chi tiết đệm, do vỏ thường liên quan tới mật độ và độ cứng của ô tăng, và làm giảm thiểu độ dày đệm hiệu quả của chi tiết đệm 300. Trong các thử nghiệm sử dụng vật liệu A từ bảng 2, ở trên, nhiệt độ đúc t_M nằm trong khoảng từ 180°C đến 185°C được phát hiện là mang lại hiệu quả có lợi, nhờ đó tiền chất 302 đã được đúc giữ được trạng thái xếp của nó và có sự hình thành lớp vỏ tối thiểu.

Vấn đề cập đến FIG.4A, ở bước đúc 244a của quy trình ép nhiệt 240a, khuôn trên 1002 và khuôn dưới 1004 được di chuyển về phía nhau để tiền chất 302 chịu áp lực đúc đơn trục P_M . Áp lực đúc P_M được thiết lập để tạo ra tỷ số nén CR và/hoặc độ dày cuối cùng T_F mong muốn của chi tiết đệm 300. Như được thảo luận ở đây, tỷ số nén CR có thể được chọn dựa trên đặc điểm hoạt động mong muốn của chi tiết đệm 300. Tuy nhiên, tỷ số nén CR ít nhất là 1,5:1 được phát hiện là đảm bảo độ xếp đồng đều của cấu trúc ô trong toàn bộ độ dày của tiền chất 302. Trong một ví dụ, trong đó độ dày ban đầu T_I của tiền chất 302 là 12 mm và độ dày cuối cùng T_F là 5,5 mm, áp lực bằng 30 kg/cm^2 được phát hiện là đủ để làm xếp toàn bộ cấu trúc ô. FIG.5 thể hiện các ảnh hiển vi của vật liệu A sau khi chịu tỷ số nén CR bằng 2:1, 2,5:1, và 3:1. Như đã thể hiện, các cấu trúc ô của mỗi ví dụ được nén và được làm xếp đồng đều tại mỗi trong số bề mặt trên cùng, lõi, và bề mặt dưới cùng, sao cho tiền chất 302 có cấu trúc ô xếp đồng đều trong toàn bộ độ dày cuối cùng T_F .

Tiền chất 302 chịu áp lực đúc P_M và nhiệt độ đúc t_M trong khoảng thời gian đủ để cho phép nhiệt độ đúc nâng nhiệt độ lõi t_P của tiền chất cao hơn nhiệt độ làm mềm t_G của vật liệu tiền chất. Như đã thảo luận ở trên, công thức tính thời gian đúc và nhiệt độ đúc

cần phải cân bằng để đảm bảo toàn bộ tiền chất 302 được bão hòa với nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm t_G trong khi giảm thiểu việc gia nhiệt quá mức (tức là làm bong tách) các bề mặt bên ngoài. Trong các ví dụ sử dụng vật liệu A, thời gian đúc là 120 giây ở nhiệt độ đúc t_M từ 180°C đến 185°C là đủ để nâng và giữ nhiệt độ lõi t_P của tiền chất 302 đến nhiệt độ là 180°C trong khoảng thời gian ít nhất là ba mươi (30) giây. Thời gian dừng ba mươi giây trong hệ thống đúc 1000 đảm bảo rằng nhiệt độ đúc t_M đã bão hòa tiền chất 302, và cho phép tất cả các ô chuyển sang cấu trúc xếp được tác động bởi áp lực đúc đơn trục P_M . Trong một số ví dụ, thời gian dừng lâu hơn, như thời gian dừng sáu mươi (60) giây, có thể được sử dụng.

Sau khi tác dụng nhiệt và áp lực, tiền chất 302 được làm nguội đến nhiệt độ lõi t_P thấp hơn nhiệt độ làm mềm t_G trước khi loại bỏ áp lực đúc P_M . Do đó, tiền chất 302 cứng lại và cấu trúc ô bị xếp do được tác động bởi nhiệt và áp lực được duy trì. Do hệ thống đúc 1000 là hệ thống đúc hở khí, như được mô tả ở trên, phần biên của tiền chất 302 được tiếp xúc với môi trường xung quanh (tức là, không khí bên ngoài) và tiền chất 302 có thể được làm nguội thụ động khi ở trạng thái nén. Theo cách khác, tiền chất 302 có thể được làm nguội chủ động bằng cách cung cấp chất lưu làm nguội cho tiền chất 302 hoặc cho một hoặc nhiều khuôn 1002, 1004.

Vấn đề cập đến FIG.4A, ở bước 248a tiền chất 302 được lấy ra từ hệ thống đúc 1000 khi tiền chất 302 được làm nguội xuống nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ làm mềm t_G . Ở đây, cấu trúc ô của tiền chất 302 được duy trì ở trạng thái xếp, như được thể hiện trong các ví dụ của FIG.5, và tiền chất 302 có thể tiến hành các bước hoàn thiện khác nhau 250, 260, 270, như được thảo luận chi tiết hơn dưới đây.

Tham chiếu đến FIG.4B, sáng chế đề xuất một ví dụ khác về quy trình đúc 240b thích hợp cho phương pháp 200 theo sáng chế. Trái ngược với quy trình ép nhiệt 240a được đề cập ở trên liên quan đến FIG.4A, quy trình đúc 240b của FIG.4B sử dụng hệ thống đúc kín 1000a có tấm khuôn trên 1002a và tấm khuôn dưới 1004a kết hợp tạo thành lòng khuôn 1010 để nhận và đúc tiền chất 302. Hệ thống đúc 1000a được biết đến về mặt thương mại là quy trình đúc Phylon. Các khuôn 1002a, 1004a của hệ thống đúc 1000a được tạo kết cấu để nhận tiền chất không bị nén 302 trong khoang 1010, và sau đó được đặt giữa các tấm ép được gia nhiệt của máy ép, mà tác dụng nhiệt và áp lực để nén các khuôn 1002a, 1004a trên tiền chất 302. Vì thế, không giống như hệ thống đúc 1000 trên FIG.4A, mà tác dụng nhiệt và áp lực trực tiếp lên tiền chất thông qua khuôn

trên và khuôn dưới 1002, 1004, nhiệt và áp lực được tác dụng gián tiếp từ máy ép lên tiền chất 302 thông qua các khuôn 1002a, 1004a. Do đó, như được đề cập dưới đây, thời gian đúc đối với quy trình đúc Phylon 240b có thể dài hơn, do nhiệt phải được truyền qua các khuôn 1002a, 1004a. Do các khuôn 1002a, 1004a có khối lượng tương đối lớn và được tạo kết cấu để giữ nhiệt, các khuôn 1002a, 1004a có thể được cung cấp hệ thống làm nguội tích cực 1012 để làm nguội các khuôn 1002a, 1004a sau khi thời gian đúc đã hết. Ví dụ, hệ thống đúc 1000a có thể bao gồm nhiều ống dẫn 1014 để cung cấp chất lưu truyền nhiệt 1016 cho các khuôn 1002a, 1004a từ hệ thống trao đổi nhiệt bên ngoài (không được thể hiện).

Trong bước thứ nhất 242b của quy trình đúc Phylon 240b, tiền chất không bị nén 302 có độ dày ban đầu T_i được nạp vào phần của khoang 1010 được xác định bởi khuôn dưới 1004a. Khuôn trên 1002a sau đó được định vị bên trên tiền chất 302 sao cho phần bên trên của tiền chất 302 được tiếp nhận bên trong một phần của lòng khuôn 1010 được tạo ra bởi tấm trên 1002a. Trong một số ví dụ, khuôn trên và khuôn dưới 1002a, 1004a có thể được đóng lại bằng tay trước khi đưa vào máy ép 1020. Tuy nhiên, trong các trường hợp khi tiền chất có mật độ hoặc độ dày tương đối cao, mà ngăn chặn việc đóng lại theo cách thủ công, thì khuôn trên và khuôn dưới 1002a, 1004a có thể được đóng lại bằng áp lực của máy ép 1020.

Trong bước đúc 244b của quy trình đúc Phylon 240b, nhiệt độ đúc t_M và thời gian dừng sẽ khác với thời gian và nhiệt độ được mô tả ở trên đối với quy trình ép nhiệt 240a. Cụ thể, quy trình 240a được mô tả ở trên là quy trình hờ khí và cho phép tốc độ tản nhiệt tương đối cao từ tiền chất 302, các khuôn kín 1002a, 1004a của quy trình đúc Phylon 240b có tốc độ tản nhiệt tương đối thấp. Do đó, nhiệt độ đúc t_M và nhiệt độ lõi t_P được sử dụng trong quy trình đúc Phylon 240b có thể thấp hơn nhiệt độ đúc t_M và nhiệt độ lõi t_P được sử dụng trong quy trình ép nhiệt 240a. Ví dụ, khi nhiệt độ đúc t_M là 180°C đến 185°C và nhiệt độ lõi là 180°C được sử dụng trong quy trình ép nhiệt 240a để đảm bảo toàn bộ tiền chất 302 được nâng lên cao hơn nhiệt độ làm mềm t_G (ví dụ, 113°C) của vật liệu A, các khuôn 1002a, 1004a trong quy trình đúc Phylon được gia nhiệt đến 165°C để đạt được nhiệt độ lõi của tiền chất là 140°C . Việc tản nhiệt được giảm thiểu do lòng khuôn kín 1010 cho phép toàn bộ tiền chất 302 được gia nhiệt đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm t_G , bất chấp nhiệt độ khuôn dưới t_M và nhiệt độ lõi t_P thấp hơn.

Mặc dù tốc độ tản nhiệt trong quy trình đúc Phylon 240b tương đối thấp so với quy trình ép nhiệt 240a, nhưng thời gian dừng lại lớn hơn do khối lượng của các khuôn 1002a, 1004a mà cần được gia nhiệt tăng lên, cũng như nhiệt độ đúc T_M thấp hơn. Trong một ví dụ của quy trình đúc Phylon 240b được áp dụng cho vật liệu A, các khuôn 1002a, 1004a được gia nhiệt ở 165°C trong 390 giây, điều này cho phép nhiệt độ lõi T_P của tiền chất 302 được gia nhiệt đến và được giữ ở 140°C trong khoảng thời gian ít nhất là 60 giây. Thời gian dừng 60 giây được sử dụng trong quy trình đúc Phylon 240b là thích hợp để đảm bảo tất cả các ô của tiền chất 302 có đủ thời gian để định hình lại ở trạng thái xếp. Trong một số ví dụ, thời gian đúc có thể về cơ bản lớn hơn 390 giây (ví dụ 1100 giây) phụ thuộc vào loại vật liệu, độ dày cuối cùng T_F , và/hoặc khối lượng riêng của tiền chất 302.

Quy trình đúc Phylon 240b còn khác quy trình ép nhiệt 240a ở chỗ nó bao gồm bước làm nguội tích cực 246b để hạ nhiệt độ của tiền chất 302 xuống nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ làm mềm T_G . Như được thể hiện trên FIG.4B, ở bước 246b chất lưu làm nguội 1016 được tuần hoàn qua các ống dẫn 1014 để làm nguội các khuôn 1002a, 1004a. Trong một ví dụ của quy trình đúc Phylon 240b được áp dụng cho vật liệu A, các khuôn 1002a, 1004a được làm nguội ở 10°C trong 390 giây, điều này cho phép nhiệt độ lõi T_P của tiền chất 302 được làm nguội đến và được giữ ở 30°C trong khoảng thời gian ít nhất là 60 giây. Trong các ví dụ khác, các khuôn 1002a, 1004a có thể được làm nguội ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 0°C đến 10°C , phụ thuộc vào loại vật liệu, độ dày, và khối lượng riêng của tiền chất 302.

Đối với quy trình ép nhiệt 240a, tiền chất 302 được lấy khỏi hệ thống đúc 1000a khi toàn bộ tiền chất 302 được làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ làm mềm T_G , như được thể hiện ở bước 248b. Ở đây, cấu trúc ô của tiền chất 302 được duy trì ở trạng thái xếp, như được thể hiện trên các ví dụ của FIG.4B. Tại thời điểm này, tiền chất 302 có thể tiến hành các bước hoàn thiện 250, 260, 270 khác nhau, như được thảo luận chi tiết hơn dưới đây.

Do xu hướng của các khuôn 1002a, 1004a là duy trì gradien nhiệt độ đồng nhất hơn trong toàn bộ tiền chất 302, và khả năng tác dụng lực nén lớn hơn cho các khuôn 1002a, 1004a so với quy trình ép nhiệt 240a, nên quy trình đúc Phylon 240b có thuận lợi trong việc tạo thành các chi tiết đậm có độ dày cuối cùng T_F và tỷ số nén CR lớn hơn so với quy trình ép nhiệt 240a. Ví dụ, quy trình ép nhiệt 240a có thể được sử dụng cho

các chi tiết đệm 300 có độ dày cuối cùng T_F lên đến 7mm, như để trong và lớp lót, trong khi quy trình đúc Phylon 240b có thể được sử dụng cho các chi tiết đệm có độ dày cuối cùng T_F lên đến và lớn hơn 6 mm.

Trong khi các ví dụ nêu trên được cung cấp liên quan đến tiền chất được tạo ra từ vật liệu A và có độ dày ban đầu T_I là 12mm và độ dày cuối cùng T_F nằm trong khoảng từ 4 mm đến 6 mm, nhiệt độ đúc t_M và thời gian sẽ thay đổi phụ thuộc vào loại vật liệu, tỷ số nén CR, và độ dày cuối cùng T_F . Tuy nhiên, công thức đúc chung sẽ vẫn giống nhau không phụ thuộc vào quy trình đúc 240, loại vật liệu, tỷ số nén CR, hoặc độ dày cuối cùng T_F , và bao gồm các bước: (1) tác dụng lực nén đơn trục dọc theo độ dày của tiền chất để làm xẹp đồng đều cấu trúc ô trong toàn bộ độ dày; (2) gia nhiệt tiền chất đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm vật liệu t_G trong khoảng thời gian định trước để cho phép tất cả các ô định hình lại ở trạng thái xẹp; (3) làm nguội tiền chất đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ làm mềm vật liệu t_G trong khoảng thời gian định trước trong khi chịu áp lực để cho phép các ô cứng lại ở trạng thái xẹp; và (4) loại bỏ lực nén để cấu trúc ô giữ ở trạng thái xẹp. Bảng 3, dưới đây, cung cấp các thông số ví dụ để tạo ra các chi tiết đệm có độ dày khác nhau bằng cách sử dụng quy trình ép nhiệt 240a và quy trình Phylon 240b được mô tả ở trên.

Bảng 3: Các ví dụ về quy trình đúc một giai đoạn

Độ dày của vật liệu	Quy trình	Nhiệt độ đúc (°C)	Nhiệt độ lõi của vật liệu (°C)	Thời gian đúc (Giây)	Nhiệt độ làm nguội (°C)	Thời gian làm nguội (Giây)
5-6mm	Ép nhiệt	180	180	120	Môi trường	1800
5-6mm	Phylon	165	140	390	30	390
10-16mm	Phylon	165	140	900	30	900
10-16mm	Phylon	180	140	900	30	600
10-16mm	Phylon	155	140	960	20	960

Mặc dù các quy trình đúc 240a, 240b được mô tả ở trên là bao gồm quy trình một giai đoạn, trong đó tiền chất 302 được nén từ độ dày ban đầu T_I đến độ dày cuối cùng T_F và được gia nhiệt ở nhiệt độ đúc t_M trong khoảng thời gian định trước, trong một số ví dụ, bước đúc 244a, 244b của quy trình đúc 240a, 240b có thể được thực hiện trong nhiều giai đoạn. Ví dụ, tiền chất 302 ban đầu có thể được nén từ độ dày ban đầu T_I đến độ dày trung gian lớn hơn độ dày cuối cùng T_F , và được giữ ở nhiệt độ đúc t_M trong khoảng thời gian đúc thứ nhất. Sau khoảng thời gian đúc thứ nhất, tiền chất 302 được

nén đến độ dày cuối cùng T_F và được giữ ở nhiệt độ đúc t_M trong khoảng thời gian đúc thứ hai. Trong một số ví dụ, quy trình đúc nhiều giai đoạn 240a, 240b có thể bao gồm khoảng thời gian chờ giữa mỗi khoảng thời gian đúc. Ví dụ, sau khoảng thời gian đúc thứ nhất, tiền chất 302 có thể được làm nguội và được giữ ở trạng thái nghỉ (tức là, không tác dụng áp lực) trong khoảng thời gian kéo dài (ví dụ, 24 giờ). Sau khoảng thời gian chờ, tiền chất 302 trải qua khoảng thời gian đúc thứ hai để chuyển tiền chất đến độ dày cuối cùng T_F . Ngoài ra, tiền chất 302 có thể vẫn bị nén ở độ dày trung gian trong khoảng thời gian chờ. Bảng 4, dưới đây, cung cấp sự so sánh ví dụ giữa quy trình đúc nhiều giai đoạn nêu trên và quy trình đúc một giai đoạn được mô tả ở trên.

Bảng 4: Các ví dụ về quy trình đúc một giai đoạn so với nhiều giai đoạn

Quy trình	Độ dày ban đầu (mm)	Nhiệt độ đúc thứ nhất (°C)	Thời gian đúc thứ nhất (giây)	Độ dày khuôn thứ nhất (mm)	Thời gian chờ	Nhiệt độ đúc thứ hai (°C)	Thời gian đúc thứ hai (Giây)	Độ dày khuôn thứ hai (mm)
Một giai đoạn	25mm	180	300	10	không xác định	không xác định	không xác định	không xác định
Hai giai đoạn	25mm	180	180	16	24 giờ	180	180	10

Sau khi hoàn thành quy trình đúc 240, các tính chất vật lý của vật liệu tiền chất (bảng 1) được biến đổi do kết quả của quá trình nén và biến đổi của vật liệu tiền chất thành cấu trúc được làm xẹp trước. Các ví dụ về các tính chất vật liệu của vật liệu tiền chất được làm xẹp trước được cung cấp trong Bảng 5 dưới đây.

Bảng 5: Các tính chất vật lý của vật liệu được làm xẹp trước

Tính chất	Giá trị
Độ cứng (Asker C)	6,00-23,00
Độ giãn dài (%)	$\geq 90,00$
Độ bền kéo (kg/cm ²)	$\geq 6,00$
Độ bền đứt (kg/cm)	$\geq 2,00$
Độ bền xé tách (kg/cm)	$\geq 0,15$
Trọng lượng riêng	0,10-0,25

Tiếp tục tham chiếu đến FIG.2, khi quy trình đúc 240 được hoàn thành, các chi tiết đệm được đúc 300 tiếp tục chuyển sang bước tạo hình 250 và được lấy ra khỏi phôi

tiền chất 306. Trong một số ví dụ, các chi tiết đệm 300 có thể được cắt bằng khuôn. Tuy nhiên, các phương pháp cắt khác, như các thiết bị cắt CNC (ví dụ, máy cắt, laze, thiết bị cắt bằng tia nước, v.v.) có thể được sử dụng. Các chi tiết đệm 300 sau đó được xử lý thông qua bước bước mài nhẵn cạnh 260 để loại bỏ các khiếm khuyết khỏi biên ngoài của chi tiết đệm 300. Cuối cùng, các chi tiết đệm 300 được in và được đóng gói ở bước 270 của phương pháp 200.

Như đã nêu trên đối với các vật liệu bột thông thường được sử dụng trong các chi tiết đệm, độ bền thường phải hy sinh để cải thiện cảm giác thoải mái, và ngược lại, do các bột có mật độ lớn hơn thì ít có khả năng nén chặt và cứng lại khi sử dụng nhiều lần, nhưng ít có khả năng tạo sự mềm mại cho bàn chân, trong khi các bột có mật độ thấp hơn sẽ mềm mại hơn, nhưng có nhiều khả năng bị hư hỏng theo thời gian. Mỗi quan hệ tổng bằng không giữa độ bền và sự thoải mái đối với các vật liệu bột được loại bỏ bằng phương pháp 200 được mô tả ở trên, theo đó vi cấu trúc của bột ở cấp độ ô hoặc lỗ rỗng được thay đổi, do đó thay đổi các tính chất vật lý của bột và tạo ra bột có mật độ thấp nhưng bền và vẫn mềm. Việc tạo hình lại cấu trúc ô của bột từ hình tròn hoặc đa diện thành trạng thái bản lề, được làm xẹp trước tạo điều kiện cho đáp ứng mạnh hơn, bền hơn đối với sự mỏi theo chu kỳ với các sự kiện nén lặp lại. Ngoài ra, việc làm xẹp trước bột làm thay đổi cảm giác của bột bằng cách thay đổi lượng lực cần để di chuyển hoặc dịch chuyển khi bột ở trạng thái nén. Bằng cách đưa tiền chất 302 vào phương pháp 200 nêu trên, ít nhất là bốn mục tiêu chính đã đạt được: (1) loại bỏ vùng cứng ban đầu, mang lại cảm giác mềm mại hơn và tính chất phù hợp tốt hơn để tăng sự thoải mái; (2) duy trì độ cứng tổng thể của bột để vừa nâng đỡ vừa đệm; (3) thay đổi hệ số Poisson từ giá trị dương thông thường thành giá trị gần bằng không, để tạo điều kiện phân bố ứng suất dưới tải theo cách mà bột thông thường không đạt được; và (4) cải thiện độ bền bằng cách loại bỏ sự xẹp ô khỏi các cơ chế mài mòn có sẵn.

Đối với sự thoải mái được cải thiện, FIG.9A và FIG.9B so sánh các bột được tạo ra bằng phương pháp 200 và các bột thông thường có mật độ và độ cứng tương tự trên FIG.8A và FIG.8B. Đồ thị trên FIG.9A thể hiện rằng phương pháp 200 được bộc lộ có thể hướng đến phạm vi độ cứng tổng thể thích hợp đối với các ứng dụng của giày dép, tương tự như các bột thông thường. Tuy nhiên, khi kiểm tra độ cứng dưới dạng hàm của lực nén, như được thể hiện trên FIG.9B, rõ ràng là bột theo sáng chế thể hiện đáp ứng ban đầu mềm hơn nhiều, biểu thị cấu trúc ô xẹp mới. Độ cứng thấp hơn trong vùng biến

dạng thấp của đường cong đáp ứng làm giảm tổng năng lượng cần để nén bột. Điều này có nghĩa là bột được tạo ra bằng phương pháp 200 theo sáng chế nén hơn các bột thông thường trong quá trình sử dụng, tạo ra sự tiếp xúc lớn hơn với bàn chân và đem lại cảm giác mềm mại hơn.

Trong một phương pháp khác minh họa sự biến đổi các tính chất vật lý của bột tiền chất, và cụ thể là, cải thiện sự thoải mái, thử nghiệm bổ sung được thực hiện để so sánh độ cứng của các bột được làm xẹp trước so với các bột thông thường. Trong các thử nghiệm này, các mẫu bột được cắt thành hình dạng của bộ phận để giữa được sử dụng. Các lực nén được tác dụng ở vị trí thử nghiệm tương ứng với khớp bàn - ngón chân (tức là, phần hõm) của bàn chân bằng cách sử dụng bàn ren đường kính 5 mm trên máy INSTRON 5965. Mỗi mẫu vật liệu phải chịu mười chu kỳ đặt tải trước trước khi nén lần cuối. Việc đặt tải trước được thực hiện bằng cách sử dụng sóng tam giác ở tốc độ 50 mm mỗi phút, với tải trọng được giới hạn đến 300 N. Việc nén cuối cùng được thực hiện sau giai đoạn đặt tải trước với tốc độ đặt tải 100 mm mỗi phút. Việc nén lần cuối sẽ dừng lại khi tải trọng thỏa mãn ngưỡng 300 N.

FIG.10 thể hiện ví dụ chung về dữ liệu thử nghiệm cho thử nghiệm độ cứng, trong đó trục x biểu thị độ võng tổng tính bằng milimét (mm) và trục y biểu thị tải trọng tác dụng tính bằng newton (N). Dọc theo đường cong, khoảng thời gian T ở đầu đường cong biểu thị khoảng thời gian ban đầu sau khi phục hồi từ việc đặt tải trong đó không có tải trọng được tác dụng. Độ cứng ban đầu S1 biểu thị độ cứng trung bình (tải (N)/độ võng (mm)) từ 10 N đến 50 N. Độ cứng cuối cùng biểu thị độ cứng trung bình (tải (N)/độ võng (mm)) của vật liệu bột từ 230 N đến 280 N.

Đề cập tới FIG.11 và bảng 6 (dưới đây), dữ liệu thử nghiệm cho mười (10) mẫu vật liệu được cung cấp. Như được thể hiện, vật liệu A-C biểu thị các ví dụ trong đó vật liệu tiền chất được cung cấp ở dạng vật liệu phiến đồng nhất và được xử lý theo các nguyên lý của sáng chế, trong đó cấu trúc ô của các vật liệu được làm xẹp trước. Các vật liệu D-F biểu thị các ví dụ trong đó vật liệu tiền chất được cung cấp ở dạng vật liệu compozit, không đồng nhất và được xử lý theo các nguyên lý của sáng chế, trong đó cấu trúc ô của các vật liệu được làm xẹp trước. Các vật liệu G-J biểu thị các ví dụ về các vật liệu bột thông thường có cấu trúc ô không được làm xẹp trước. Tham chiếu đến độ cứng ban đầu (S1) và độ cứng cuối cùng (S2), bảng 6 cho thấy rằng các bột được làm xẹp trước (các vật liệu A-F) thể hiện độ cứng ban đầu thấp hơn đáng kể so với các bột thông

thường (các vật liệu G-J), bất kể vật liệu được làm xẹp trước được cung cấp ở dạng phiến (các vật liệu A-C) hay dạng compozit (các vật liệu D-F). Cụ thể, mỗi trong số các bột thông thường thể hiện độ cứng ban đầu S1 lớn hơn 200 N/mm, trong khi mỗi trong số các bột được làm xẹp trước thể hiện độ cứng ban đầu S1 nhỏ hơn 75 N/mm. Điều này được minh họa rõ ràng trên FIG.11, trong đó các vật liệu A-C mỗi vật liệu tuân theo các đường cong giảm dần tương đối thể hiện độ cứng ban đầu thấp hơn.

Bảng 6: Độ cứng của bột được làm xẹp trước và bột thông thường

Vật liệu	Độ dày (mm)	Biến dạng nén tối đa (%)	T (ms)	S1 (N/mm)	S2 (N/mm)
A – Được làm xẹp trước (Phiến)	4,80	50,4	25	70,0	372,8
B – Được làm xẹp trước (Phiến)	5,43	43,2	220	70,8	368,6
C – Được làm xẹp trước (Phiến)	6,00	60,0	20	30,7	315,4
D – Được làm xẹp trước (Compozit)	6,70	Không xác định	Không xác định	45,8	295,2
E – Được làm xẹp trước (Compozit)	6,30	Không xác định	Không xác định	63,2	392,5
F – Được làm xẹp trước (Compozit)	5,40	Không xác định	Không xác định	84,9	469,0
D – Thông thường (Phiến)	5,34	33,1	330	223,6	326,0
E – Thông thường (Phiến)	5,20	34,9	200	220,0	233,8
F – Thông thường (Phiến)	5,30	27,6	190	233,4	238,7
G – Thông thường (Phiến)	4,90	13,7	170	336,6	830,6

Ngoài việc cải thiện sự thoải mái, các vật liệu bột được làm xẹp trước được sản xuất theo phương pháp 200 của sáng chế thể hiện tính chất phù hợp được cải thiện so với các loại bột thông thường. Cấu trúc ô xẹp được tạo ra bằng phương pháp 200 ảnh hưởng đến cách các thành ô biến dạng trong quá trình nén của bột. Điều này được chứng minh bằng sự thay đổi hệ số Poisson của các bột sau khi gia công. Hệ số Poisson chỉ ra xu hướng giữ lại thể tích của vật liệu trong quá trình biến dạng. Hệ số Poisson bằng 0,5 tương ứng với sự bảo toàn hoàn hảo về thể tích. Nghĩa là, nếu vật liệu được nén theo một hướng, nó sẽ làm tăng kích thước của nó theo hướng khác một cách thích hợp để bảo toàn thể tích. Hệ số Poisson bằng 0,0 chỉ ra rằng việc biến dạng theo một hướng không tạo ra hiệu ứng bổ sung theo hướng khác.

Trong thử nghiệm, hệ số Poisson được tính từ các phép đo biến dạng thu được

thông qua hệ thống ARAMIS 4M Digital Image Correlation (DIC) do Trilion Quality Systems Inc. sản xuất. Các mẫu bột được cắt bằng khuôn thành các hình trụ có đường kính 1,5 inch-xơ từ các tấm bột có độ dày từ 0,4 inch-xơ đến 1 inch-xơ. Mẫu DIC được đưa lên bột bằng cách sơn phun, với kích cỡ đặc trưng xấp xỉ 0,25 mm. Các bột hình trụ được nén giữa hai tấm nén 40 mm trong Instron 8511. Dữ liệu biến dạng được ghi lại trong năm chu kỳ nén hình sin từ mức nén 0 đến 50% ở 1 Hz. Hệ số Poisson được tính từ dữ liệu biến dạng tương ứng với năm chu kỳ nén như sau. Đầu tiên, biến dạng theo hướng trục (E_z) và hướng tâm (E_r) của hình trụ được tính trung bình riêng biệt trên bề mặt nhìn thấy của bột. Hệ số Poisson sau đó được lấy là giá trị âm của biến dạng hướng tâm trung bình (E_{r_Ave}) chia cho biến dạng dọc trục trung bình (E_{z_Ave}).

$$\text{Hệ số Poisson} = -(E_{r_Ave} / E_{z_Ave})$$

Các FIG.12A-12C thể hiện rằng các vật liệu bột thông thường (các điểm dữ liệu hình vuông) thể hiện hệ số Poisson bằng hoặc gần bằng 0,5 đối với lực nén biến dạng thấp. Tuy nhiên, khi biến dạng tăng, hệ số Poisson giảm do các thành ô bắt đầu xẹp. Sự xẹp vào trong này làm giảm biến dạng ra ngoài do lực nén và do đó làm giảm hệ số Poisson quan sát được. Ngược lại, các bột được làm xẹp trước (điểm dữ liệu hình tam giác, hình tròn và hình thoi) thể hiện hệ số Poisson gần bằng 0 từ biến dạng thấp đến biến dạng cao. Hệ số Poisson gần bằng không này là do cấu trúc được làm xẹp trước của các ô cho phép chúng ngay lập tức bị xẹp thêm trong quá trình nén. Xu hướng nén chặt này là nguyên nhân dẫn đến hành vi hệ số Poisson gần bằng không.

Hệ số Poisson của vật liệu ảnh hưởng đến khả năng phù hợp với các bề mặt cong, như bề mặt đáy của bàn chân. FIG.13A và FIG.13B chứng tỏ sự khác biệt về hành vi biến dạng đối với các vật liệu có hệ số Poisson $\sim 0,5$ (FIG.13A) và hệ số Poisson $\sim 0,0$ (FIG.13B) được nén với dụng cụ làm lõm cong. Đối với hệ số Poisson xấp xỉ 0,5, lực nén bên dưới dụng cụ làm lõm khiến vật liệu biến dạng ra ngoài khỏi dụng cụ làm lõm do sự bảo toàn thể tích. Đối với hệ số Poisson $\sim 0,0$, lực nén tạo ra bởi dụng cụ làm lõm không gây biến dạng hướng tâm ở vật liệu, từ đó thúc đẩy sự phù hợp giữa dụng cụ làm lõm và vật liệu. Đối với giày dép, diện tích tiếp xúc tăng lên này sẽ mang lại cảm giác vừa vặn hơn.

Việc biết mật độ vật liệu, mô đun phụ thuộc biến dạng của vật liệu từ dữ liệu F-d và hệ số Poisson cho phép các vật liệu được lập mô hình số để mô phỏng hành vi của

chúng trong quá trình biến dạng dưới tải trọng. FIG.14A và FIG.14B thể hiện các mô hình phân tích phần tử hữu hạn (FEA) đối với miếng lót được làm bằng các bọt thông thường có hệ số Poisson xấp xỉ 0,5, trong khi FIG.15A và FIG.15B thể hiện các mô hình FEA đối với đế trong 26 được làm từ các bọt sử dụng phương pháp 200 của sáng chế. Như được thể hiện trên các FIG.14A-15B, các mô hình phân tích phần tử hữu hạn (FEA) thể hiện hành vi tương tự chính xác được minh họa trong các sơ đồ tương ứng của FIG.13A và FIG.13B, cụ thể là mức độ cong lớn hơn theo bề mặt lõm (ví dụ như gót chân, ngón chân, v.v.) và giảm ứng suất trực tiếp dưới gót chân một phần do diện tích tiếp xúc lớn hơn và khả năng phân phối tải trọng tốt hơn. Do đó, các bọt được làm xẹp trước được sản xuất theo phương pháp của sáng chế chứng tỏ sự khác biệt rõ rệt trong hành vi, làm giảm ứng suất và tạo ra diện tích tiếp xúc cao hơn.

Phương pháp 200 của sáng chế cũng tạo ra các bọt với độ bền được cải thiện. Tiếp tục tham chiếu đến FIG.8A và FIG.8B, các bọt thông thường thể hiện đáp ứng cơ học ba giai đoạn trong quá trình nén gây ra bởi sự xẹp và nén chặt ô. Đối với các bọt truyền thống trong ứng dụng giày dép, việc sử dụng bình thường đòi hỏi phải nén qua điểm xẹp hàng trăm nghìn lần. Bởi vì sự xẹp ô xảy ra thông qua sự vênh của thành ô, các biến dạng cục bộ cao được tạo ra ở các thành ô, dẫn đến biến dạng dẻo của vật liệu polyme. Điều này có nghĩa là biến dạng vĩnh viễn xảy ra và hình dạng và đáp ứng cơ học của bọt sẽ lệch theo thời gian.

Việc làm xẹp trước cấu trúc ô theo phương pháp 200 của sáng chế làm vênh vĩnh viễn các thành ô. Do đó, các ô không chuyển qua lại giữa trạng thái vênh và trạng thái không vênh trong quá trình sử dụng, và biến dạng dẻo được giảm thiểu. Điều này tạo ra bọt bền hơn với đáp ứng cơ học nhất quán trong hàng trăm nghìn chu kỳ. Độ bền được đặc trưng bằng cách tiến hành thử nghiệm động lực học theo chu kỳ theo quy trình đã nêu trước đó. Mỗi vật liệu phải chịu 500.000 chu kỳ liên tục. FIG.16A thể hiện rằng các bọt được tạo ra bằng phương pháp 200 (các điểm dữ liệu hình tam giác) trải qua độ lệch nhỏ hơn khi dịch chuyển tối đa trong suốt quá trình thử nghiệm so với bọt thông thường (các điểm dữ liệu hình tròn) có mật độ và độ cứng tương tự. Điều này cho thấy sự thay đổi nhỏ hơn về độ dày của mẫu theo thời gian. Tương tự, FIG.16B cho thấy rằng năng lượng cần để nén bọt được làm xẹp trước được tạo ra bằng phương pháp 200 (các điểm dữ liệu hình tam giác) đến tải trọng mục tiêu vẫn tương đối không đổi so với vật liệu bọt thông thường có mật độ và độ cứng tương tự (các điểm dữ liệu hình tròn). Dữ liệu trên

bảng 16B chỉ ra rằng hình dạng của đường cong lực so với độ dịch chuyển không thay đổi đáng kể trong quá trình thử nghiệm. Điều này được minh họa rõ ràng bởi FIG.17A và FIG.17B, trong đó FIG.17A cho thấy rằng đường cong lực-độ dịch chuyển đối với vật liệu bột thông thường thay đổi đáng kể trong suốt 86.000 chu kỳ nén, trong khi đường cong lực-độ dịch chuyển đối với vật liệu bột được nén trước vẫn tương đối không đổi trong suốt 86.000 chu kỳ nén. Nói theo thuật ngữ bình dân, vật liệu bột được nén trước vẫn nhất quán về đáp ứng cơ học hay còn gọi là “cảm giác” trên toàn bộ thời gian sử dụng của nó từ biến dạng thấp đến biến dạng cao. Độ bền được cải thiện và tuổi thọ kéo dài có thể được xác nhận trực quan bằng tình trạng của hai vật liệu trước và sau thử nghiệm. Trong khi vật liệu bột thông thường bị nứt và bị nén chặt bởi dụng cụ làm lõm, thì vật liệu bột được làm xẹp trước theo sáng chế chỉ cho thấy một vết lõm nhỏ từ dụng cụ làm lõm.

Các phương pháp và quy trình được mô tả ở trên làm thay đổi một cách thuận lợi vi cấu trúc của bột ở cấp độ lỗ rỗng hoặc ô, do đó thay đổi các tính chất vật lý của bột và tạo ra các bột có mật độ thấp mềm nhưng bền. Việc cải tạo cấu trúc ô bột từ hình dạng tròn hoặc hình đa diện sang trạng thái bản lề xẹp tạo điều kiện cho phản ứng bền hơn, mạnh mẽ hơn đối với sự mỏi theo chu kỳ dưới các sự kiện nén lặp đi lặp lại và, ngoài ra, nó thay đổi cảm giác của bột bằng cách thay đổi lượng lực cần để di chuyển hoặc dịch chuyển bột đó khi nén.

Các mục sau đây đề xuất các phương pháp làm ví dụ để chế tạo chi tiết đệm hoặc kết cấu để cho giày dép, như đã mô tả ở trên.

Mục 1: Phương pháp tạo ra vật liệu bột polyme bao gồm các bước (i) cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở, (ii) tác dụng lực nén đơn trục cho vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất đến độ dày thứ hai, lực nén này khiến cho cấu trúc ô của vật liệu tiền chất bị xẹp, (iii) gia nhiệt vật liệu tiền chất ở nhiệt độ đúc trong khoảng thời gian thứ nhất trong khi lực nén được tác dụng, khoảng thời gian thứ nhất là đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ làm mềm, (iv) loại bỏ lực nén khỏi vật liệu tiền chất, và (v) duy trì cấu trúc ô của vật liệu tiền chất ở trạng thái xẹp.

Mục 2: Phương pháp theo mục 1, trong đó tỷ lệ của độ dày thứ nhất và độ dày thứ hai ít nhất là 1,5:1.

Mục 3: Phương pháp theo mục 1, trong đó độ dày thứ hai nằm trong khoảng từ 4 mm đến 6 mm.

Mục 4: Phương pháp theo mục 1, trong đó nhiệt độ đúc nằm trong khoảng từ 120°C đến 400°C.

Mục 5: Phương pháp theo mục 1, trong đó khoảng thời gian thứ nhất nằm trong khoảng từ 120 giây đến 1100 giây.

Mục 6: Phương pháp theo mục 1, trong đó vật liệu tiền chất là bột polyuretan có cấu trúc ô mở, mật độ thấp.

Mục 7: Phương pháp theo mục 1, còn bao gồm bước làm nguội vật liệu tiền chất ở nhiệt độ làm nguội trong khoảng thời gian thứ hai trong khi lực nén được tác dụng, nhiệt độ làm nguội này thấp hơn nhiệt độ làm mềm.

Mục 8: Phương pháp theo mục 7, trong đó nhiệt độ làm nguội nằm trong khoảng từ 0°C đến 10°C.

Mục 9: Phương pháp theo mục 8, trong đó khoảng thời gian thứ nhất là đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất và khoảng thời gian thứ hai là đủ để làm nguội vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ làm mềm.

Mục 10: Phương pháp theo mục 1, trong đó lực nén là áp lực xấp xỉ 30 kilogram trên xentimet vuông.

Mục 11: Phương pháp tạo ra chi tiết đệm cho giày dép, phương pháp này bao gồm các bước (i) cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở, (ii) tác dụng lực nén đơn trục lên vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất đến độ dày thứ hai, lực nén này khiến cấu trúc ô của vật liệu tiền chất chuyển sang trạng thái xếp, (iii) gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ nhất cao hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc ô ở trạng thái xếp, và (iv) làm nguội vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ hai thấp hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc ô ở trạng thái xếp.

Mục 12: Phương pháp theo mục 11, trong đó tỷ lệ của độ dày thứ nhất và độ dày thứ hai ít nhất là 1,5:1.

Mục 13: Phương pháp theo mục 11, trong đó độ dày thứ hai nằm trong khoảng

từ 3 mm đến 25mm.

Mục 14: Phương pháp theo mục 11, trong đó vật liệu tiền chất được gia nhiệt ở nhiệt độ đúc nằm trong khoảng từ 140°C đến 400°C.

Mục 15: Phương pháp theo mục 11, trong đó vật liệu tiền chất được gia nhiệt trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 120 giây đến 1100 giây.

Mục 16: Phương pháp theo mục 11, trong đó vật liệu tiền chất là polyuretan có cấu trúc ô mở, mật độ thấp.

Mục 17: Phương pháp theo mục 11, trong đó vật liệu tiền chất được làm nguội ở nhiệt độ làm nguội nằm trong khoảng từ 0°C đến 10°C.

Mục 18: Phương pháp theo mục 11, trong đó lực nén là áp lực bằng 30 kilogram trên xentimet vuông.

Mục 19: Phương pháp theo mục 11, còn bao gồm bước tạo hình vật liệu tiền chất thành hình dạng của một trong số miếng lót, đế trong, đế giữa, đệm lót, và đế ngoài.

Mục 20: Phương pháp theo mục 19, còn bao gồm bước kết hợp chi tiết đệm vào trong giày dép.

Phần mô tả ở trên được cung cấp nhằm mục đích minh họa và mô tả. Phần mô tả này không được dự định để hạn chế hoặc giới hạn sáng chế. Các thành phần hoặc các dấu hiệu riêng của kết cấu cụ thể nói chung không bị hạn chế ở kết cấu cụ thể đó, nhưng, nếu có thể, có thể hoán đổi được và có thể được sử dụng theo kết cấu được lựa chọn, ngay cả khi không được thể hiện hoặc được mô tả một cách cụ thể. Các thành phần hoặc dấu hiệu này cũng có thể được thay đổi theo nhiều cách. Các thay đổi như vậy không được coi là lệch khỏi sáng chế, và tất cả các cải biến như vậy được dự định là được bao gồm trong phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tạo ra vật liệu bột polyme bao gồm các bước:

cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở;

cung cấp khuôn trên và khuôn dưới, khuôn trên và khuôn dưới này có thể dịch chuyển về phía nhau để tác dụng lực nén đơn trục lên vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất đến độ dày thứ hai trong đó tỷ lệ của độ dày thứ nhất trên độ dày thứ hai ít nhất là 1,5:1, lực nén này khiến cho cấu trúc ô dọc theo toàn bộ độ dày thứ hai của vật liệu tiền chất bị xẹp;

gia nhiệt vật liệu tiền chất ở nhiệt độ đúc trong khoảng thời gian thứ nhất trong khi lực nén được tác dụng, khoảng thời gian thứ nhất này đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ làm mềm;

loại bỏ lực nén khỏi vật liệu tiền chất; và

duy trì cấu trúc ô của vật liệu tiền chất ở trạng thái xẹp.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó độ dày thứ hai nằm trong khoảng từ 3 mm đến 25mm.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiệt độ đúc nằm trong khoảng từ 120°C đến 400°C.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng thời gian thứ nhất nằm trong khoảng từ 120 giây đến 1100 giây.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật liệu tiền chất là polyuretan có cấu trúc ô mở, mật độ thấp.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước làm nguội vật liệu tiền chất ở nhiệt độ làm nguội trong khoảng thời gian thứ hai trong khi lực nén được tác dụng, nhiệt độ làm nguội này thấp hơn nhiệt độ làm mềm.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó nhiệt độ làm nguội nằm trong khoảng từ 0°C đến 10°C.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó khoảng thời gian thứ nhất là đủ để gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất và khoảng

thời gian thứ hai là đủ để làm nguội vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ làm mềm.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lực nén là áp lực xấp xỉ 30 kilogam trên xentimet vuông.

10. Phương pháp tạo ra chi tiết đệm cho giày dép, phương pháp này bao gồm các bước:

cung cấp vật liệu tiền chất có độ dày thứ nhất, vật liệu tiền chất này là vật liệu bột có cấu trúc ô mở;

cung cấp khuôn trên và khuôn dưới;

dịch chuyển khuôn trên và khuôn dưới về phía nhau để tác dụng lực nén đơn trục lên vật liệu tiền chất để nén vật liệu tiền chất đến độ dày thứ hai trong đó tỷ số của độ dày thứ nhất trên độ dày thứ hai ít nhất là 1,5:1, lực nén này khiến cho cấu trúc ô dọc theo toàn bộ độ dày thứ hai của vật liệu tiền chất chuyển sang trạng thái xếp;

gia nhiệt vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ nhất cao hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc ô ở trạng thái xếp; và

làm nguội vật liệu tiền chất đến nhiệt độ thứ hai thấp hơn nhiệt độ làm mềm của vật liệu tiền chất trong khi duy trì cấu trúc ô ở trạng thái xếp.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó độ dày thứ hai nằm trong khoảng từ 3 mm đến 25 mm.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó vật liệu tiền chất được gia nhiệt ở nhiệt độ đúc nằm trong khoảng từ 120°C đến 400°C.

13. Phương pháp theo điểm 10, trong đó vật liệu tiền chất được gia nhiệt trong khoảng thời gian từ 120 giây đến 1100 giây.

14. Phương pháp theo điểm 10, trong đó vật liệu tiền chất là polyuretan có cấu trúc ô mở, mật độ thấp.

15. Phương pháp theo điểm 10, trong đó vật liệu tiền chất được làm nguội ở nhiệt độ làm nguội nằm trong khoảng từ 0°C đến 10°C.

16. Phương pháp theo điểm 10, trong đó lực nén là áp lực bằng 30 kilogam trên xentimet vuông.

17. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước tạo hình vật liệu tiền chất thành hình dạng của một trong số miếng lót, đế trong, đế giữa, đệm lót và đế ngoài.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước kết hợp chi tiết đệm vào trong giày dép.

1/17

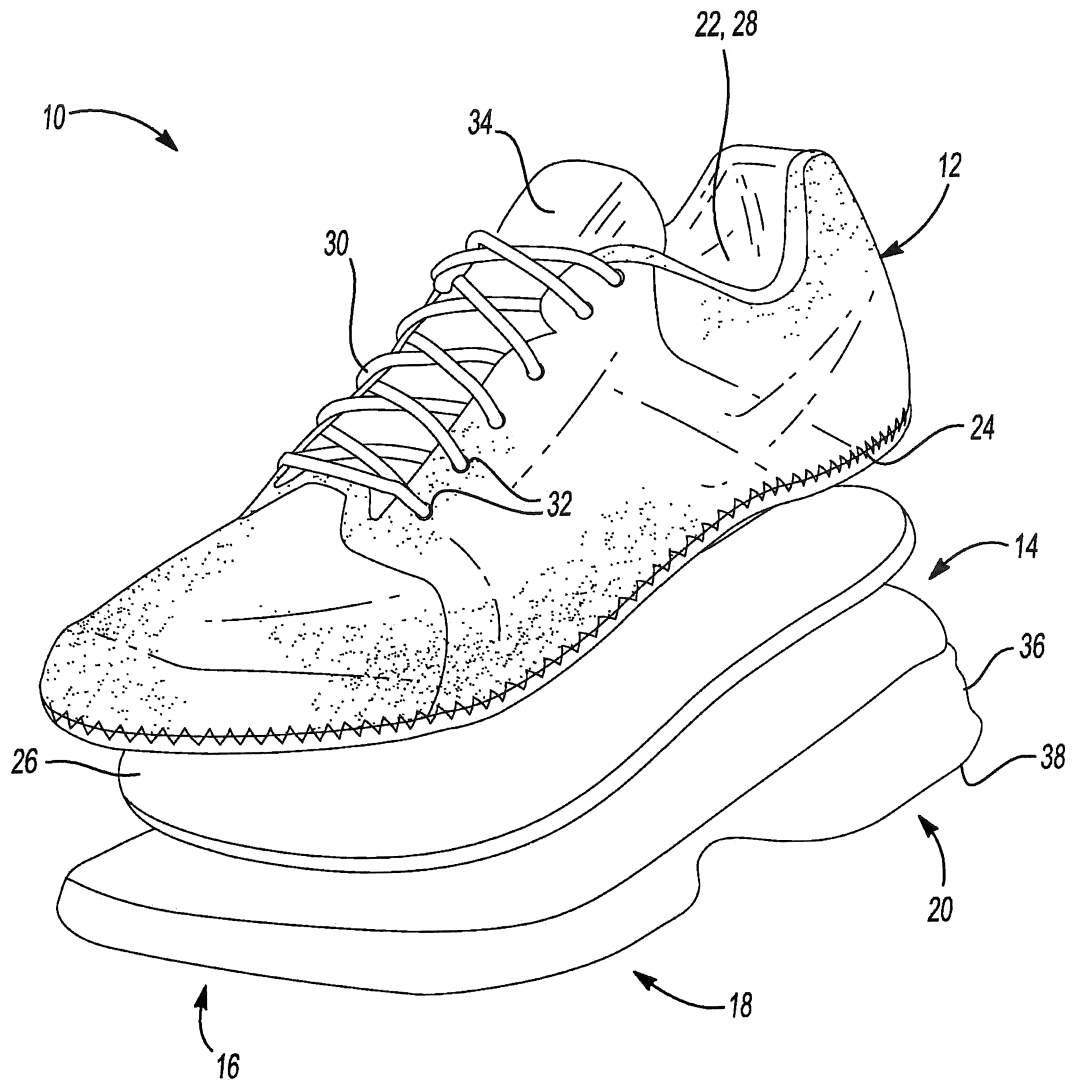
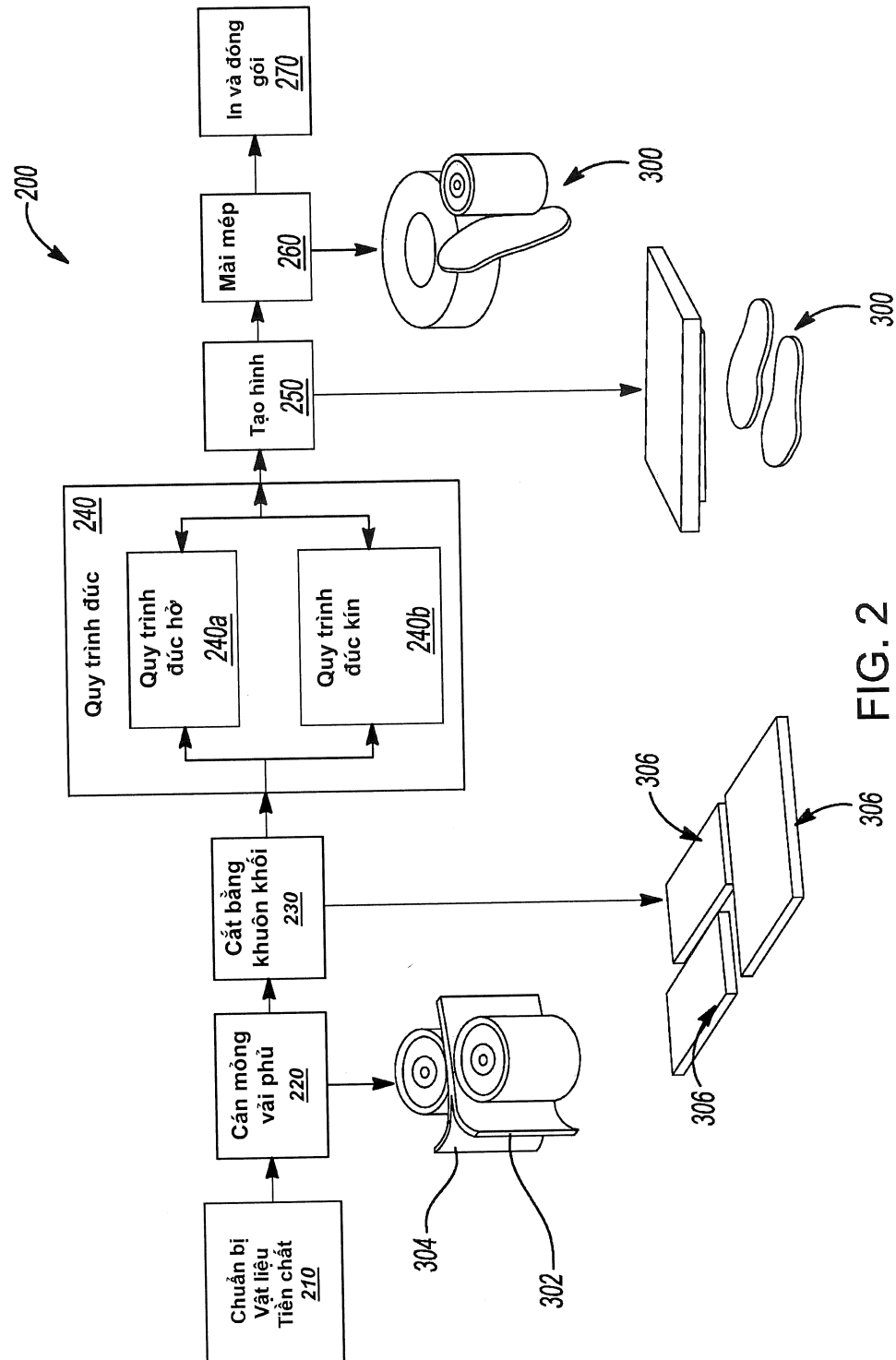


FIG. 1

2/17



3/17

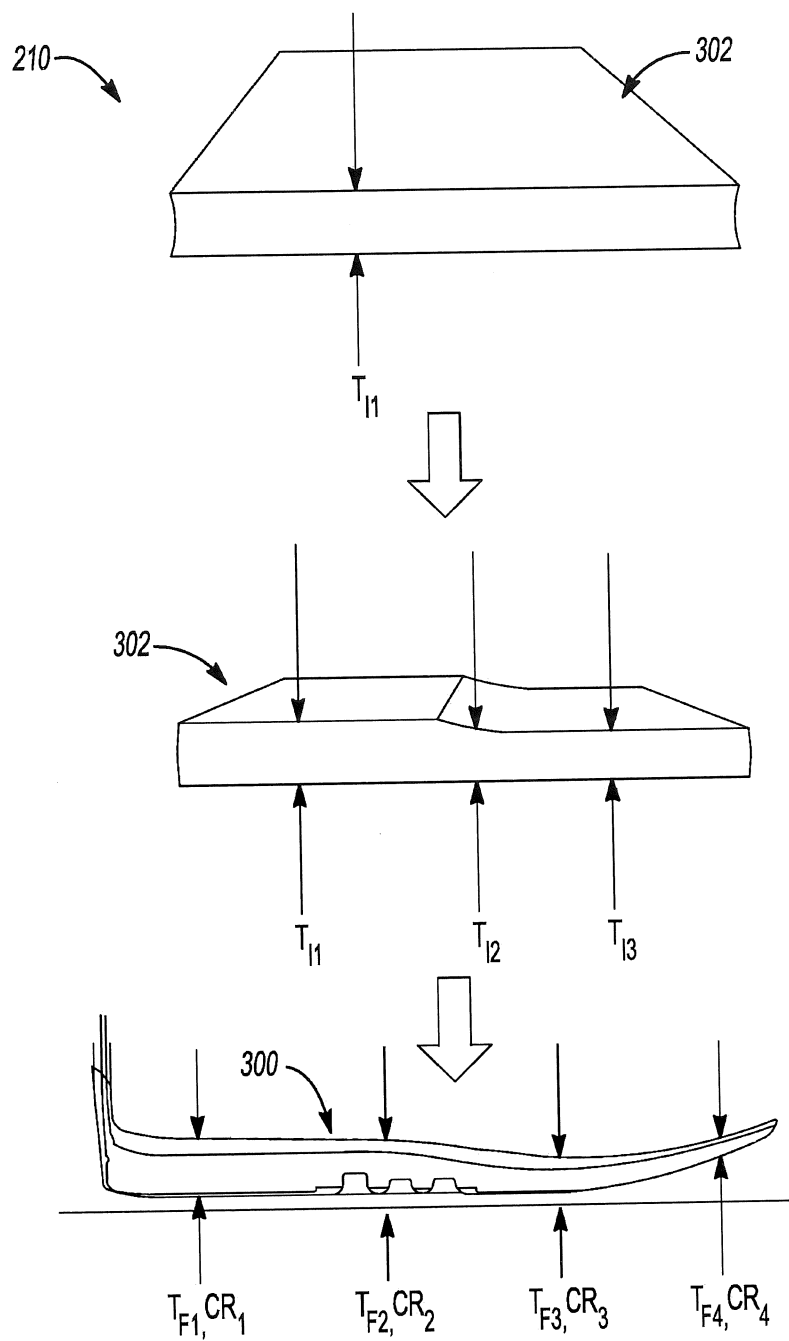


FIG. 3

4/17

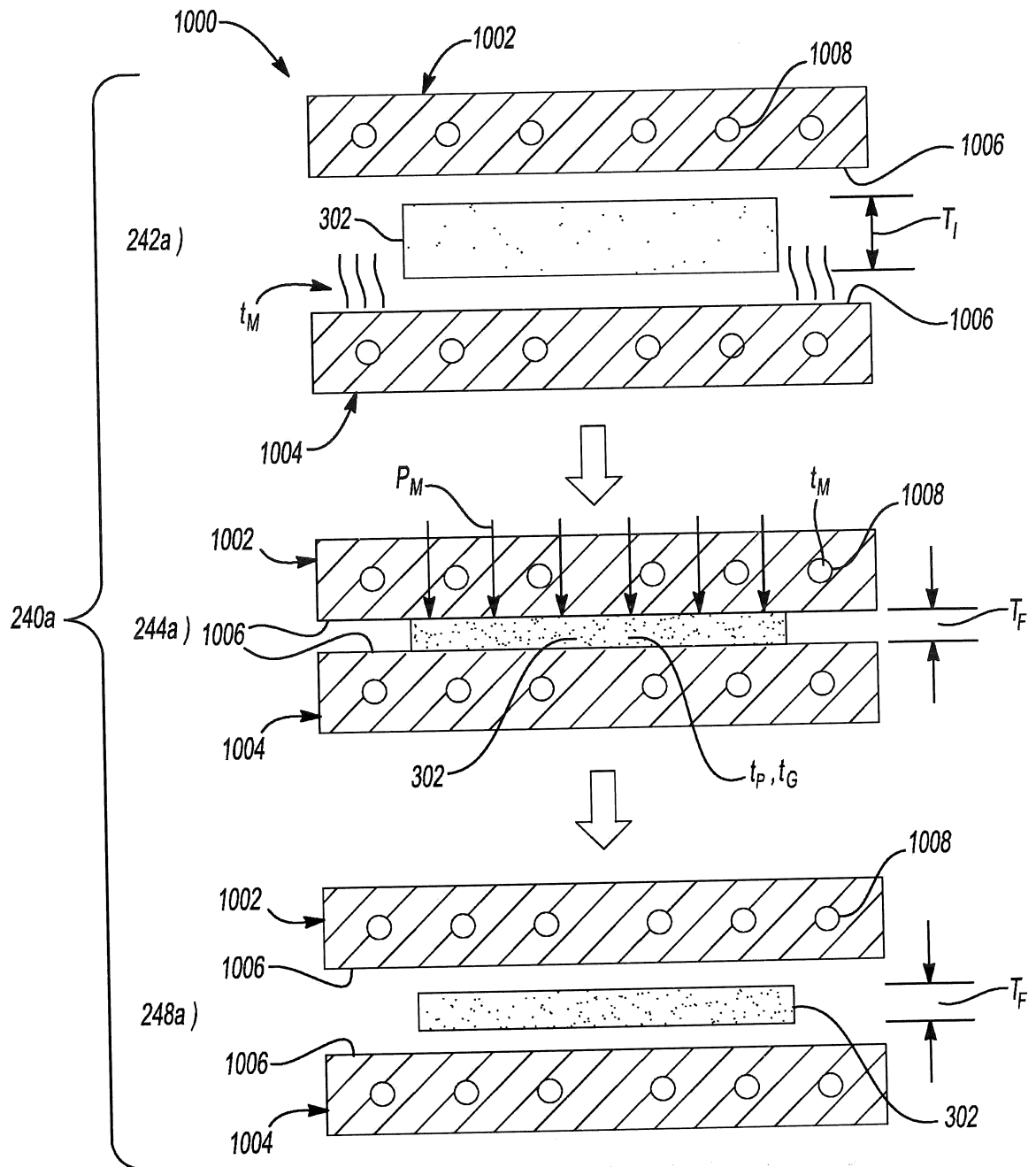


FIG. 4A

5/17

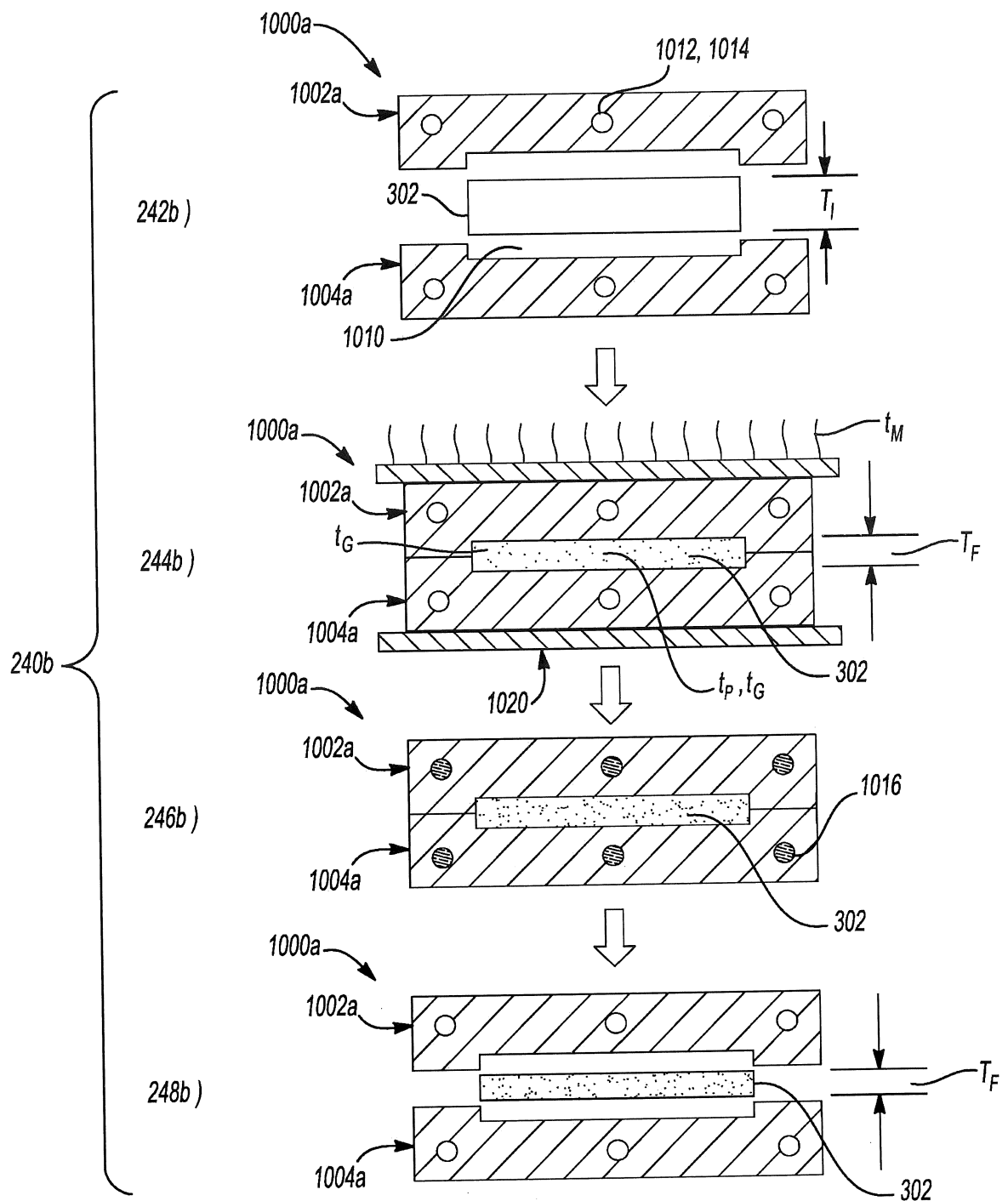


FIG. 4B

6/17

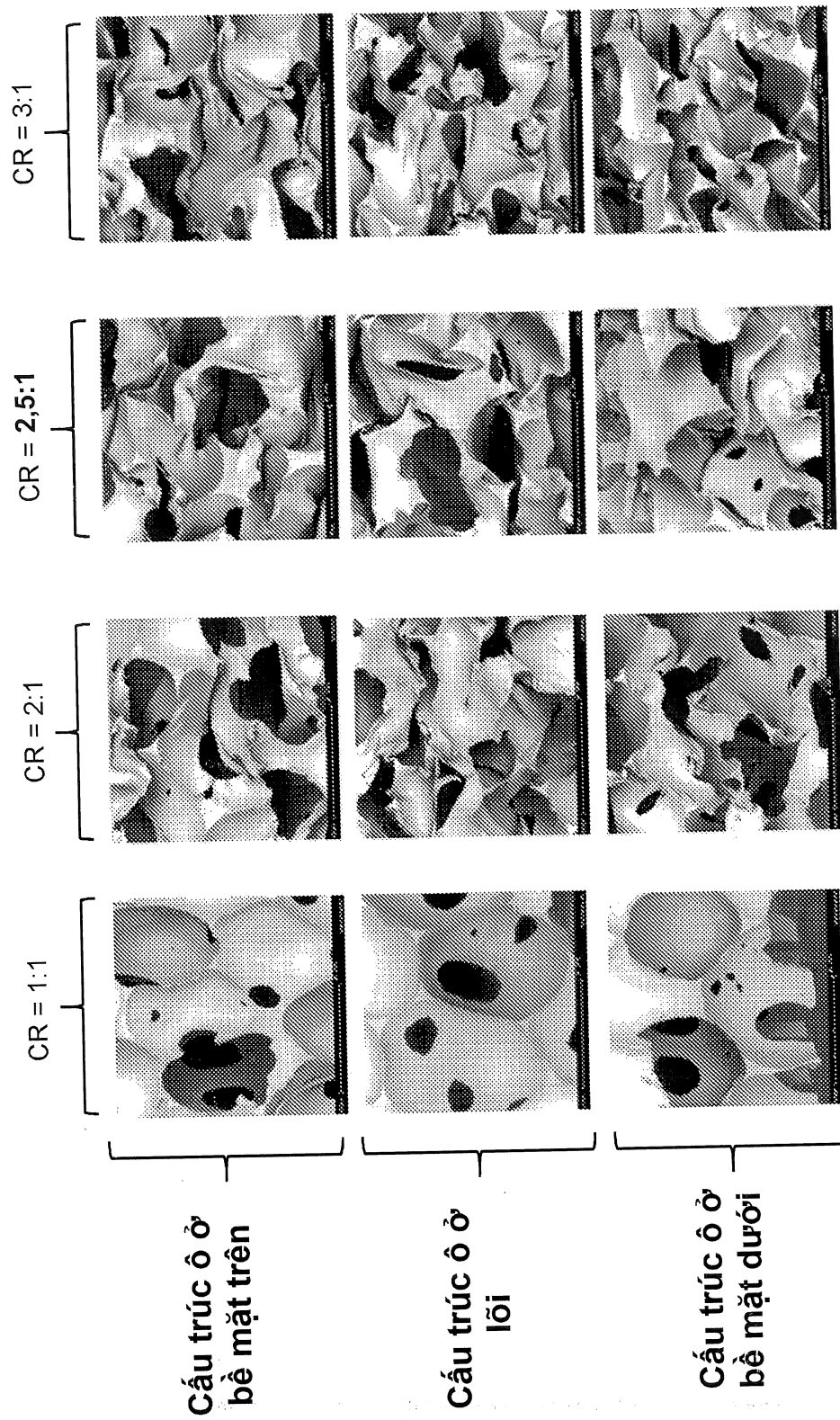


FIG. 5

7/17

Mẫu 1: EVA ở mức nén 0%

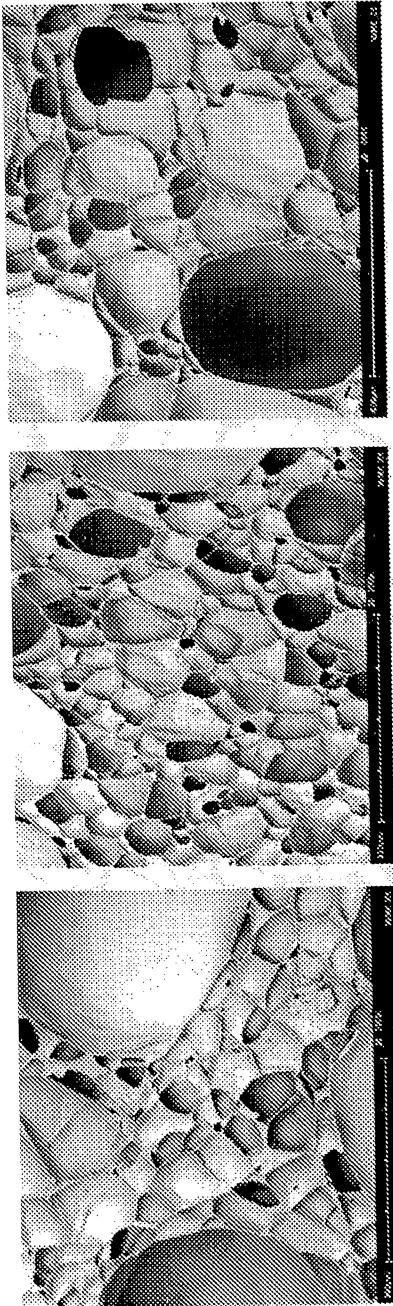


FIG. 6A

Mẫu 1: EVA ở mức nén 65%

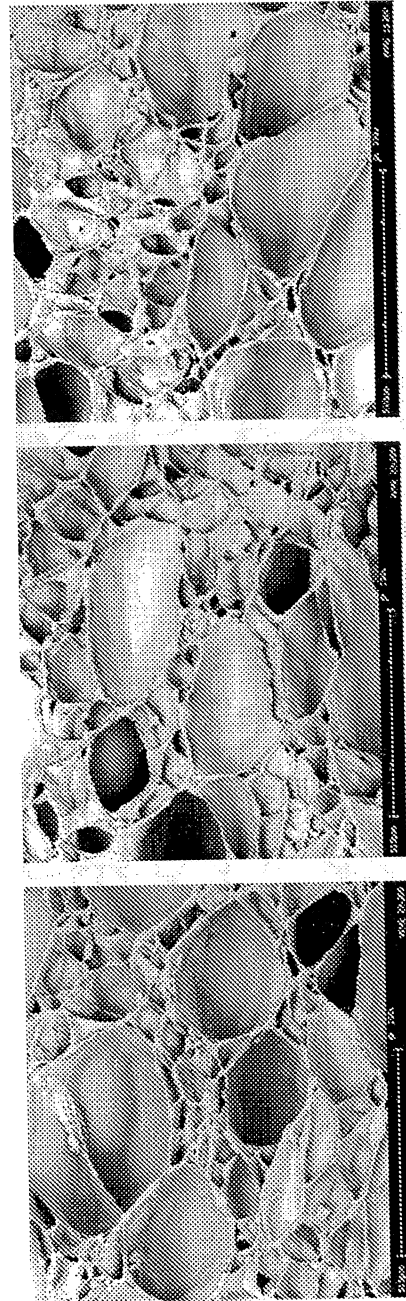


FIG. 6B

8/17

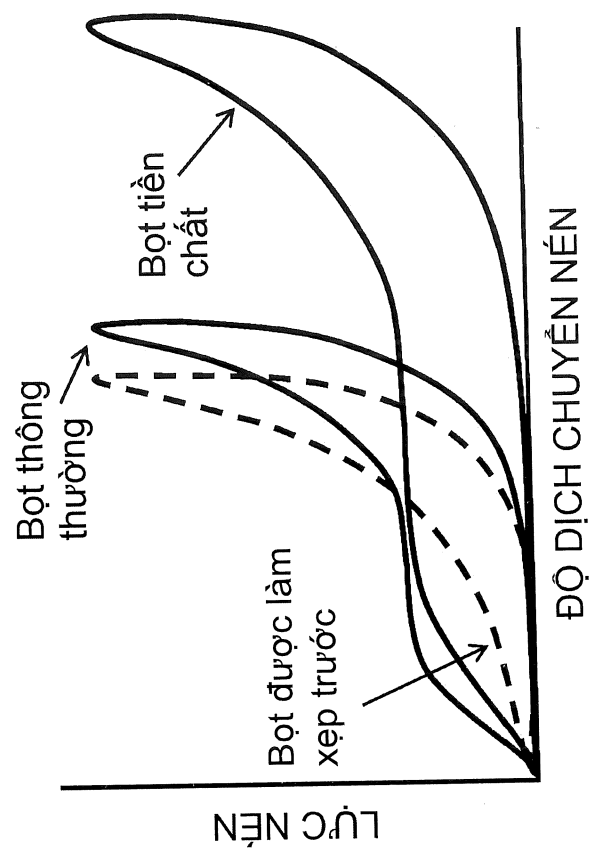


FIG. 7

9/17

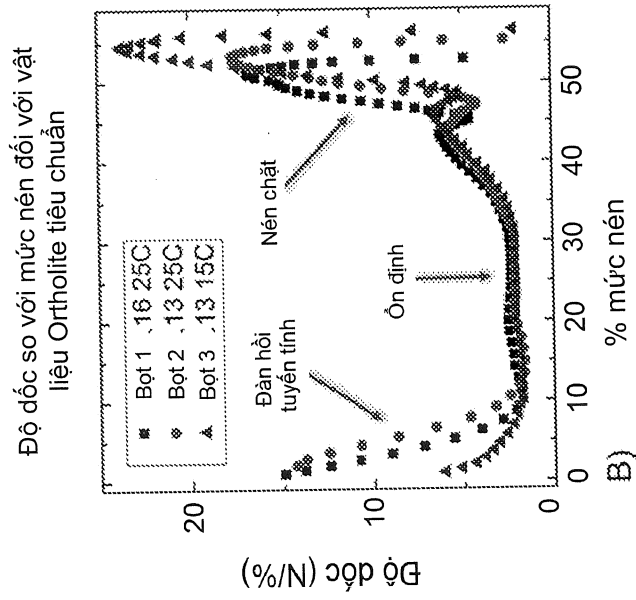


FIG. 8B

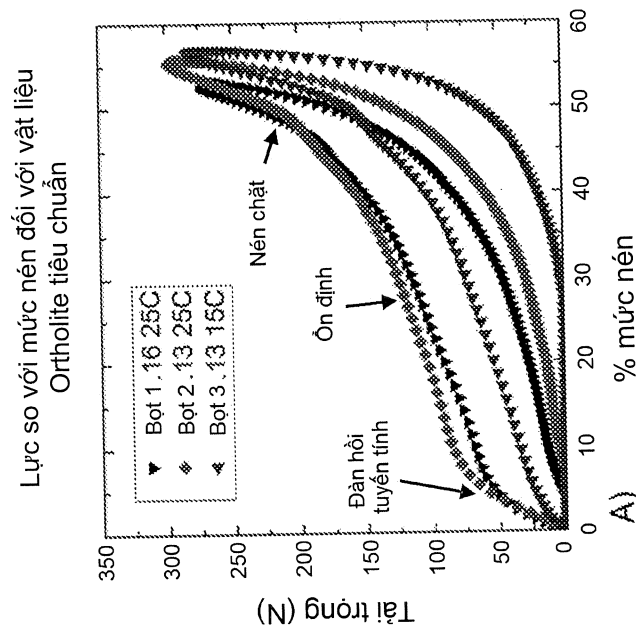


FIG. 8A

10/17

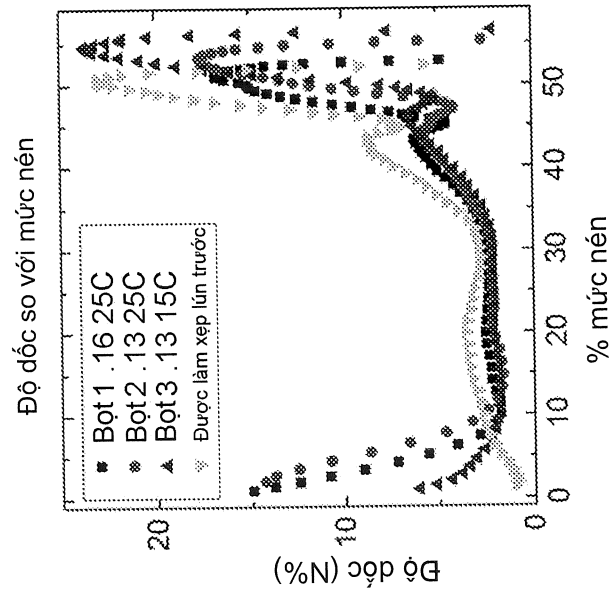


FIG. 9B

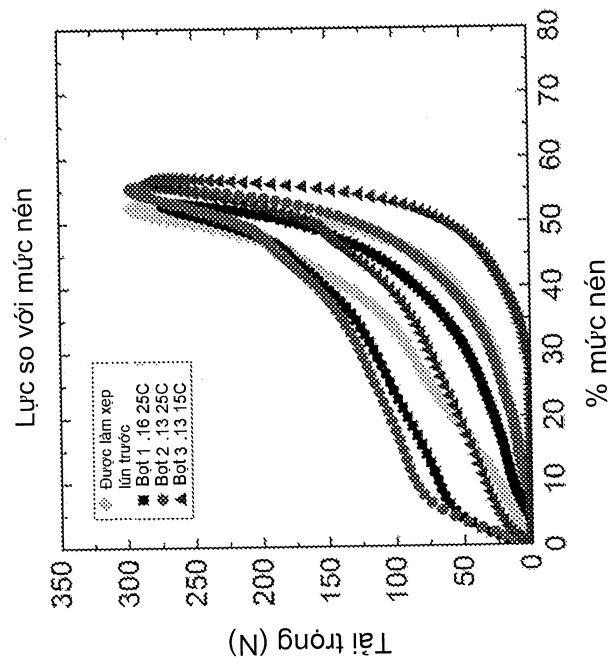


FIG. 9A

11/17

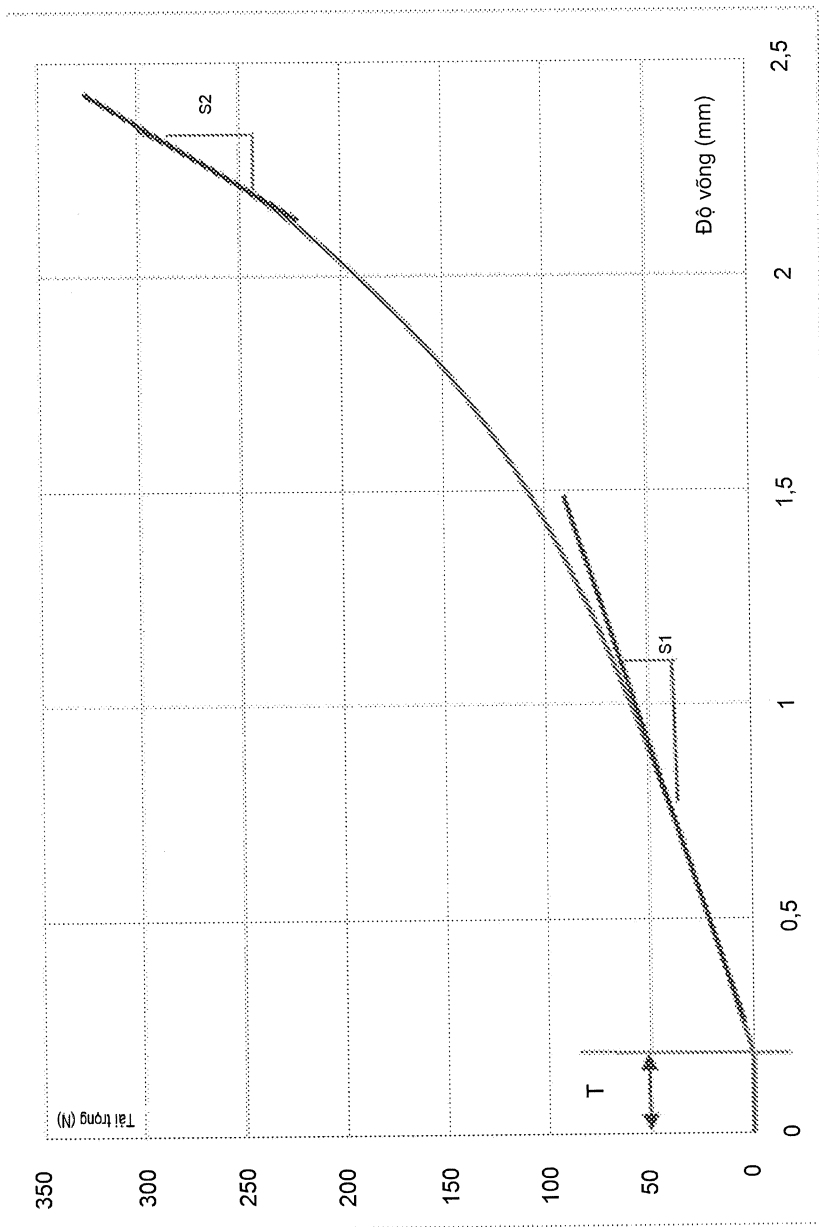


FIG. 10

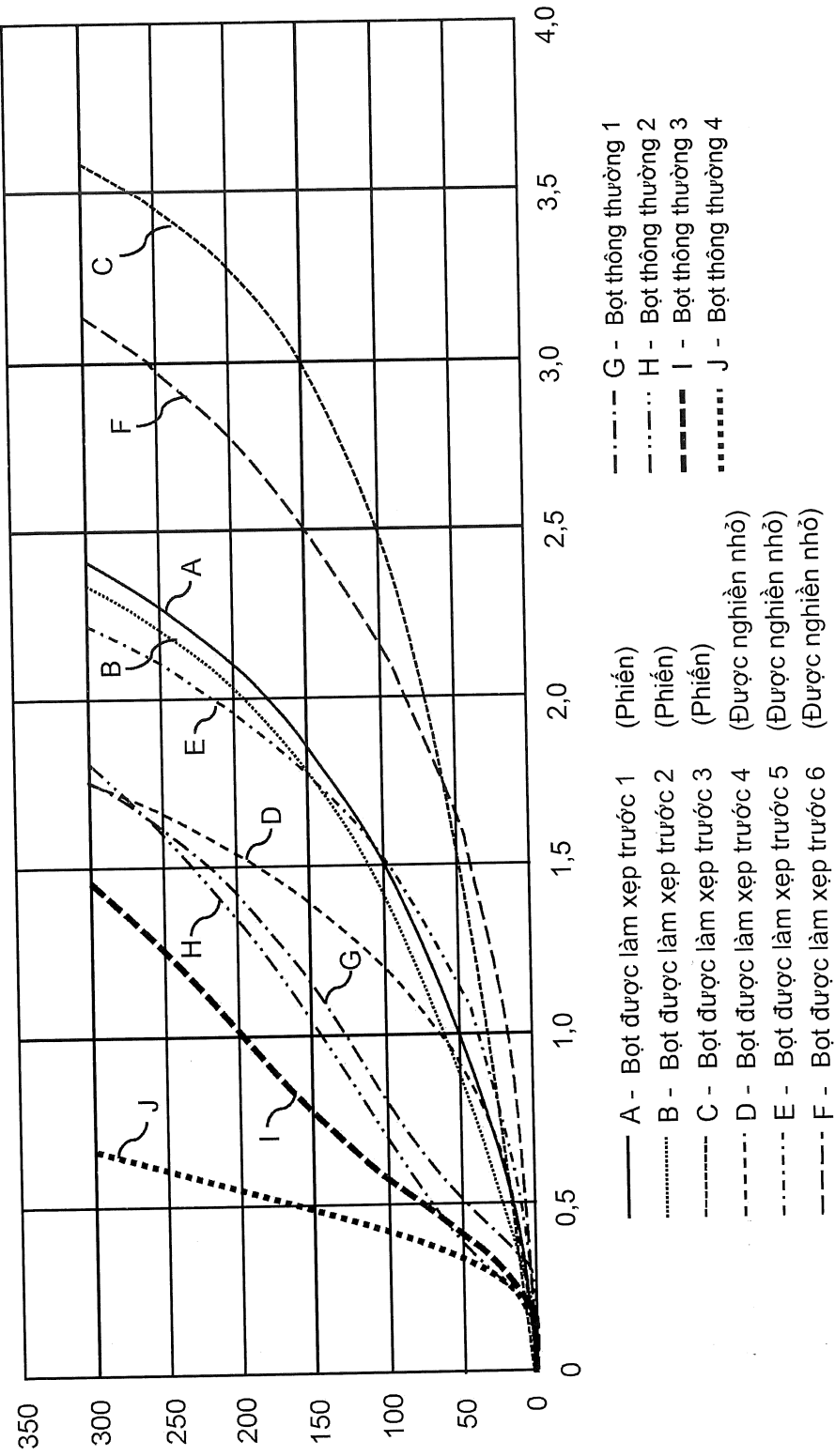


FIG. 11

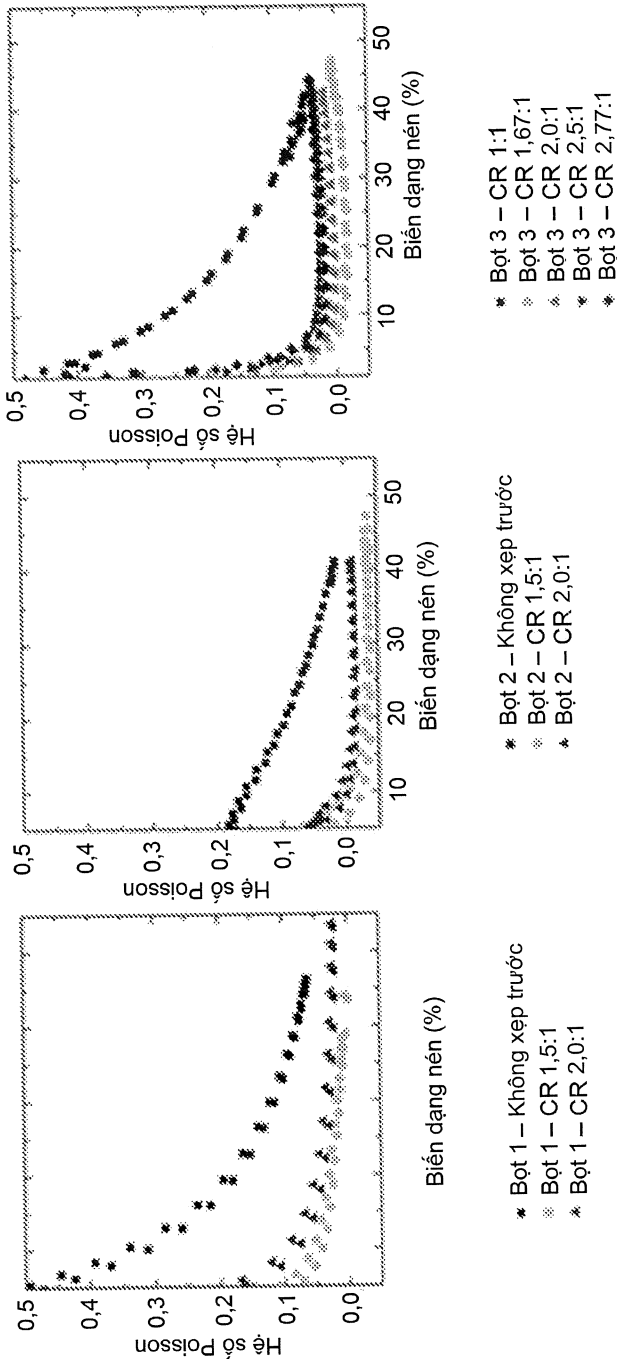


FIG. 12A

FIG. 12B

FIG. 12C

14/17

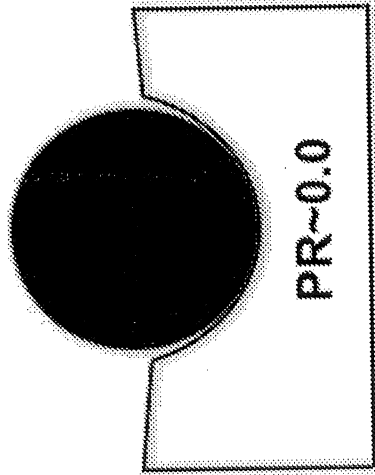


FIG. 13B

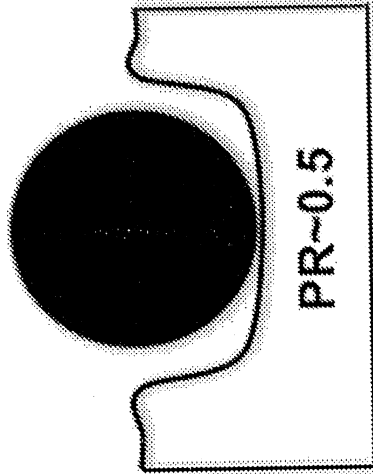


FIG. 13A

15/17

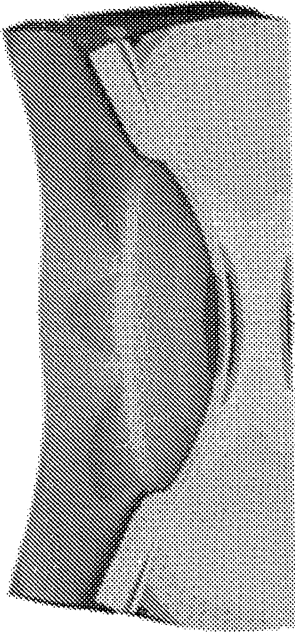


FIG. 14A

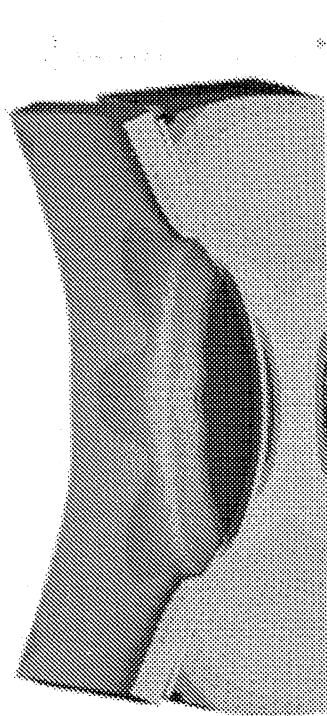


FIG. 15A

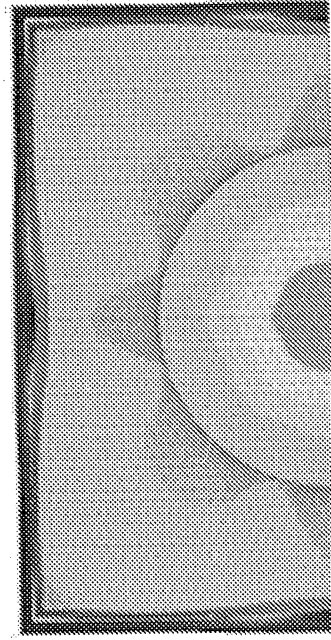


FIG. 14B

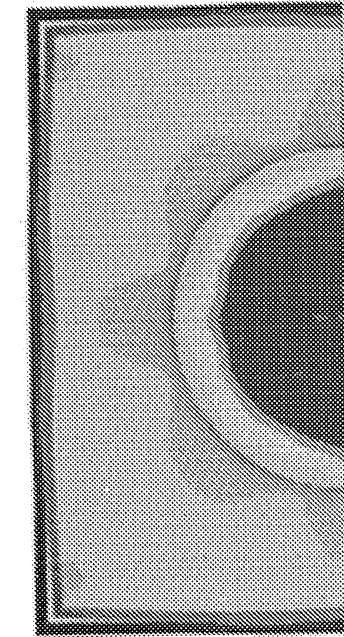


FIG. 15B

16/17

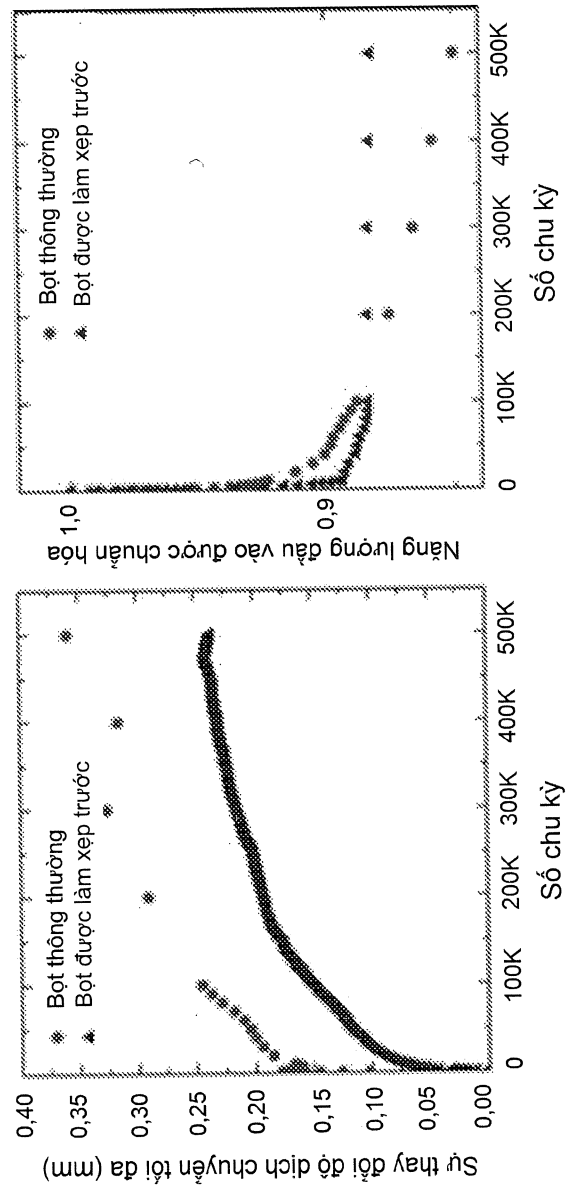


FIG. 16B

FIG. 16A

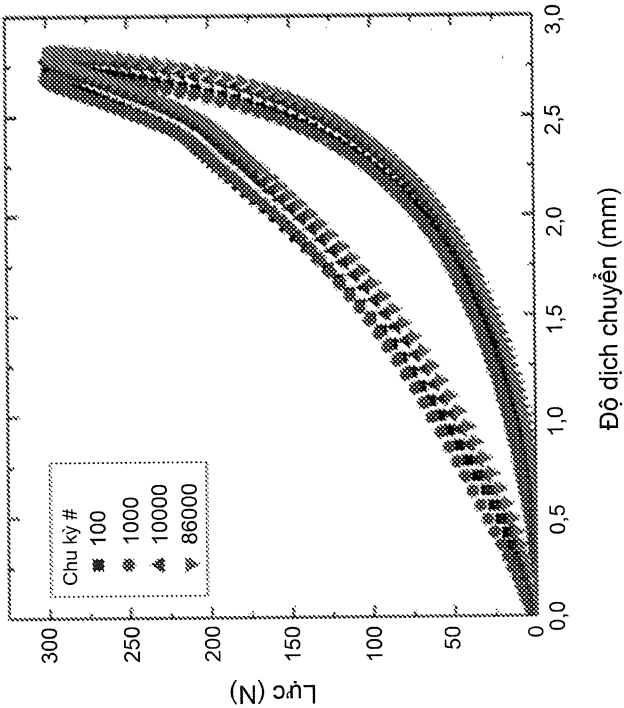


FIG. 17B

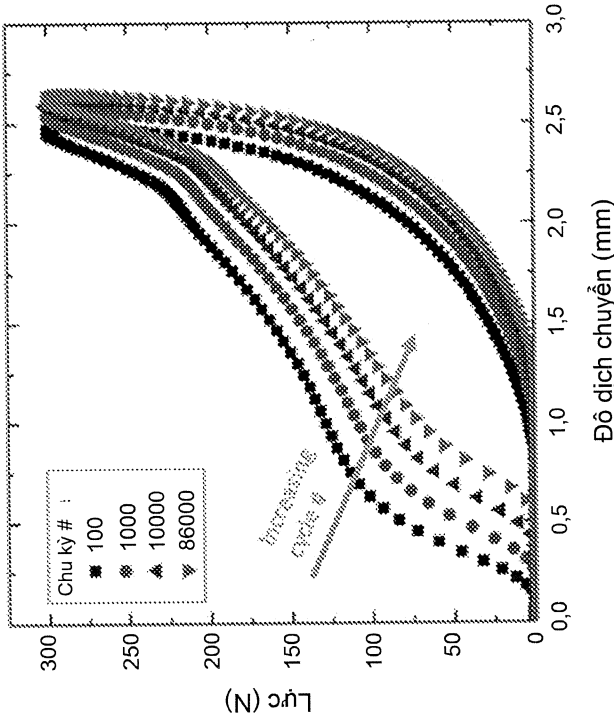


FIG. 17A