



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

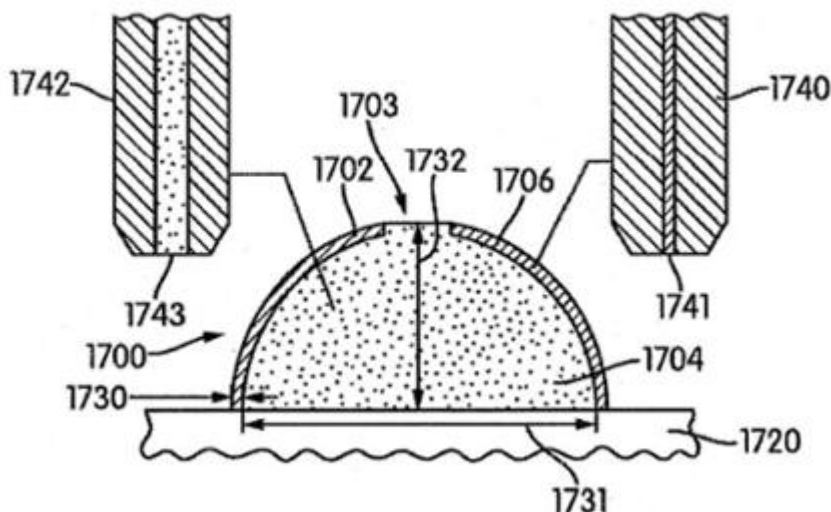


B29C 64/106; B29C 70/74; B33Y 80/00; (13) **B**
(51)^{2017.01} B33Y 10/00; B33Y 30/00; B29C 64/209;
B29C 70/84

(21) 1-2016-04738 (22) 22/04/2015
(86) PCT/US2015/027067 22/04/2015 (87) WO2015/171312 12/11/2015
(30) 14/273,675 09/05/2014 US
(45) 25/07/2021 400 (43) 25/04/2017 349A
(73) NIKE INNOVATE C.V. (NL)
One Bowerman Drive, Beaverton, OR 97005-6453, United States of America
(72) STERMAN, Yoav (IL); WAATTI, Todd A. (US).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CẤU TRÚC ĐỀ GẮN CỐ ĐỊNH VÀO NỀN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền bao gồm bước in phần vỏ bên ngoài (1702) và bước làm đầy mặt trong của phần vỏ bên ngoài (1702) để tạo ra phần bên trong (1704). Phần vỏ bên ngoài (1702) và phần bên trong (1704) có thể có các tính chất vật liệu khác nhau. Phần vỏ bên ngoài (1702) có thể móc chặt vào nền (1720).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền. Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống và phương pháp in ba chiều.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống và phương pháp in ba chiều có thể kết hợp với nhiều công nghệ khác nhau bao gồm phương pháp tạo mẫu lắng đọng nóng chảy (FDM), gia công tạo hình tự do bằng chùm tia điện tử (EBF), thiêu kết bằng laze chọn lọc (SLS) cũng như các công nghệ in ba chiều khác.

Có thể sử dụng các cấu trúc được tạo ra từ hệ thống in ba chiều với các vật thể được tạo thành bằng các kỹ thuật sản xuất khác. Chúng bao gồm các vật liệu dệt được sử dụng trong nhiều sản phẩm giày dép và/hoặc sản phẩm quần áo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền, phương pháp này bao gồm bước liên kết vò phun thứ nhất với nền, vò phun thứ nhất có kích thước lỗ thứ nhất. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra phần vỏ bên ngoài của cấu trúc trên nền bằng cách ép đùn vật liệu thứ nhất qua vò phun thứ nhất, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra với ít nhất một phần mở, tạo ra lối vào phần bên trong của phần vỏ bên ngoài. Phương pháp này cũng bao gồm bước dời vò phun thứ nhất từ khu vực gần phần vỏ bên ngoài. Phương pháp này còn bao gồm bước liên kết vò phun thứ hai có kích thước lỗ thứ hai với ít nhất một phần mở, trong đó kích thước lỗ thứ hai lớn hơn kích thước lỗ thứ nhất. Phương pháp này còn bao gồm bước ép đùn vật liệu thứ hai qua vò phun thứ hai và vào trong ít nhất một phần mở để tạo ra phần bên trong của cấu trúc.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền, phương pháp này bao gồm bước tạo ra phần vỏ bên ngoài của cấu trúc trên bề mặt của nền bằng cách in vật liệu thứ nhất lên nền bằng cách sử dụng vò phun, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra với ít nhất một phần mở, và trong đó phần vỏ bên ngoài được gắn với nền. Phương pháp này còn bao gồm bước làm đầy

mặt trong của phần vỏ bên ngoài bằng cách ép đùn vật liệu thứ hai qua vòi phun và vào trong ít nhất một phần mở để tạo ra phần bên trong của cấu trúc.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền, phương pháp này bao gồm bước sắp thẳng hàng vòi phun thứ nhất với phần mở trong nền, vòi phun được đặt tiếp giáp với mặt thứ nhất của nền. Phương pháp này còn bao gồm bước ép đùn vật liệu thứ nhất qua phần mở và vào trong khuôn trên mặt thứ hai của nền để tạo ra một phần dạng mỏ neo trên mặt thứ hai. Phương pháp này còn bao gồm bước ép đùn vật liệu thứ nhất ra khỏi vòi phun thứ nhất trên mặt thứ nhất để tạo ra phần vỏ bên ngoài của cấu trúc, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra liền khối với phần dạng mỏ neo, và trong đó phần vỏ bên ngoài bao gồm phần mở phía trên. Phương pháp này còn bao gồm bước làm đầy bên trong của phần vỏ bên ngoài bằng cách ép đùn vật liệu thứ hai qua vòi phun thứ hai và vào trong phần mở bên trên của phần vỏ bên ngoài để tạo ra phần bên trong của cấu trúc.

Các hệ thống, phương pháp, đặc điểm kỹ thuật và ưu điểm khác của các phương án sẽ hoặc sẽ trở nên dễ hiểu đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sau khi xem xét kỹ các hình vẽ và phần mô tả chi tiết dưới đây. Tất cả các hệ thống, phương pháp, đặc điểm kỹ thuật và ưu điểm bổ sung này được dự kiến bao gồm trong phần mô tả và phần bản chất kỹ thuật của sáng chế, và thuộc phạm vi của các phương án và được bảo hộ theo các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án có thể dễ hiểu hơn bằng cách tham khảo các hình vẽ và phần mô tả dưới đây. Các thành phần trong hình vẽ không nhất thiết được vẽ theo tỷ lệ, thay vào đó chú trọng vào việc minh họa các nguyên lý của phương án. Ngoài ra, trong các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau chỉ các phần tương ứng trong toàn bộ các hình chiếu khác nhau.

Fig.1 là hình chiếu giản lược của một phương án về các thành phần của hệ thống in ba chiều cũng như một số sản phẩm có thể sử dụng với hệ thống in ba chiều.

Fig.2 là sơ đồ của một phương án về các hệ thống phụ khác nhau liên kết với hệ thống in ba chiều;

Fig.3 là sơ đồ của một phương án về bộ thông số điều khiển quá trình ép đùn;

Fig.4 là sơ đồ của một phương án về vòi phun của hệ thống in ba chiều và các cảm biến tùy chọn;

Fig.5 là hình chiếu giản lược của một phương án về vòi phun và thiết bị để chỉnh sửa các tính chất vật lý của phần vật liệu mới được đẩy ra khỏi vòi phun;

Fig.6 là hình chiếu đẳng cự giản lược của một phương án về một số cấu trúc có thể được tạo ra bằng hệ thống in ba chiều;

Các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.14 là các hình chiếu giản lược của các bước tạo ra cấu trúc dạng nôm bằng cách ép đùn vật liệu ra khỏi vòi phun theo một phương án;

Các hình vẽ từ Fig.15 đến Fig.19 là các hình chiếu giản lược của các bước tạo ra cấu trúc dạng móc bằng cách ép đùn vật liệu ra khỏi vòi phun theo một phương án;

Fig.20 là một phương án về quá trình điều chỉnh việc ép đùn vật liệu theo thông tin nhận được từ thiết bị quang học;

Fig.21 là hình chiếu giản lược của quy trình cảm biến sự phủ lấp mặt ngoài của phần vật liệu và điều chỉnh lưu lượng của vật liệu từ vòi phun hướng ứng theo một phương án;

Fig.22 là phương án về quy trình chỉnh sửa các tính chất vật lý của phần vật liệu được ép đùn;

Các hình vẽ từ Fig.23 đến Fig.27 là hình chiếu giản lược của các bước tạo ra cấu trúc được móc chặt vào nền bằng cách ép đùn vật liệu từ vòi phun, theo một phương án;

Fig.28 là hình chiếu giản lược của một phương án về một số thành phần tạo khuôn khác nhau có thể được sử dụng với hệ thống in ba chiều;

Fig.29 là hình chiếu giản lược của phương án cấu trúc dạng mở neo bên trong trong thành phần đế, trong đó các phần của cấu trúc mở rộng qua các khoảng trống trong vật liệu cấu thành nền.

Fig.30 là hình chiếu giản lược của phương án về các cấu hình khác nhau để liên kết các phần của sản phẩm với hệ thống in ba chiều;

Fig.31 là hình chiếu đẳng cự giản lược của một phương án về sản phẩm giày dép bao gồm các cấu trúc khác nhau được tạo ra bằng quy trình in ba chiều;

Fig.32 là hình chiếu giản lược của một phương án về cấu trúc bao gồm các vật liệu riêng biệt, trong đó mỗi vật liệu được phủ bằng vôi phun khác;

Các hình vẽ từ Fig.33 đến Fig.35 là hình chiếu giản lược các bước tạo ra cấu trúc bằng cách tạo ra phần vỏ bên ngoài, và sau đó làm đầy mặt bên trong của phần vỏ bên ngoài, trong đó các vôi phun khác nhau được sử dụng cho mỗi vật liệu, theo một phương án;

Các hình vẽ từ Fig.36 đến Fig.38 minh họa hình chiếu giản lược các bước tạo ra cấu trúc bằng cách tạo ra phần vỏ bên ngoài, và sau đó làm đầy mặt bên trong của phần vỏ bên ngoài, trong đó cùng một vôi phun được sử dụng cho mỗi vật liệu, theo một phương án;

Fig.39 là hình chiếu giản lược của một phương án về cấu trúc có phần vỏ bên ngoài có ít nhất hai phần mở;

Fig.40 là hình chiếu mặt cắt giản lược của một phương án về cấu trúc có phần vỏ bên ngoài được móc chặt vào nền;

Fig.41 là hình chiếu đẳng cự giản lược của một phương án về cấu trúc có phần vỏ bên ngoài được móc chặt vào nền;

Các hình vẽ từ Fig.42 đến Fig.43 minh họa hình chiếu giản lược các bước tạo ra cấu trúc có phần vỏ bên ngoài và phần mở rộng ra phía ngoài, theo một phương án;

Các hình vẽ từ Fig.44 đến Fig.46 minh họa hình chiếu giản lược các bước tạo ra thành phần mấu đỉnh với phần đế làm từ vật liệu thứ nhất và phần đầu chóp được làm từ vật liệu thứ hai;

Fig.47 là hình chiếu đẳng cự giản lược của phương án về sản phẩm giày dép có nhiều thành phần mấu đỉnh (đỉnh giày);

Fig.48 là sơ đồ giản lược của hệ thống điều khiển vôi phun bao gồm vôi phun thứ nhất và vôi phun thứ hai; và

Fig.49 là phương án về quy trình tạo ra cấu trúc bằng vòi phun thứ nhất và vòi phun thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là hình chiếu giản lược phương án về hệ thống in ba chiều 100, còn được gọi đơn giản là hệ thống in 100. Fig.1 cũng minh họa một số sản phẩm mẫu 130 có thể sử dụng với hệ thống in 100. Theo Fig.1, hệ thống in 100 còn có thể bao gồm thiết bị in 102, hệ thống máy tính 104 và mạng 106.

Các phương án có thể sử dụng các kỹ thuật in ba chiều khác nhau (hay sản xuất đắp dần). In ba chiều, hay “in 3D”, bao gồm các công nghệ khác nhau được sử dụng để tạo ra các vật thể ba chiều bằng cách đắp các lớp vật liệu liên tiếp lên trên nhau. Ví dụ về công nghệ in 3D có thể sử dụng được bao gồm, nhưng không giới hạn: chế tạo sợi nóng chảy (FFF), gia công tạo hình tự do bằng chùm tia điện tử (EBF), thiêu kết bằnglaze kim loại trực tiếp (DMLS), nung chảy chùm tia điện tử (EMB), nung chảy bằnglaze chọn lọc (SLM), thiêu kết nhiệt chọn lọc (SHS), thiêu kết bằnglaze chọn lọc (SLS), in 3D trên nền thạch cao (PP), chế tạo vật thể ép lớp (LOM), phương pháp in lito lập thể (SLA), xử lý ánh sáng kỹ thuật số (DLP) cũng như các kỹ thuật in 3D hoặc công nghệ sản xuất đắp dần khác được biết đến trong ngành.

Trong các phương án được minh họa trong các hình vẽ, hệ thống in 100 có thể được kết hợp với phương pháp chế tạo sợi nóng chảy (FFF), còn được gọi là tạo mẫu lắng đọng nóng chảy. Theo phương án được minh họa trong Fig.1, thiết bị in 102 của hệ thống in 100 sử dụng phương pháp chế tạo sợi nóng chảy để sản xuất các chi tiết ba chiều. Một ví dụ về thiết bị in sử dụng phương pháp chế tạo sợi nóng chảy (FFF) được công bố tại Crump, Bằng sáng chế Mỹ số 5,121,329, nộp ngày 30 tháng 10 năm 1989 và có tên “Dụng cụ và phương pháp tạo vật thể ba chiều”, đơn xin cấp bằng sáng chế này là một phần không tách rời của tài liệu này bằng viện dẫn và dưới đây được gọi là đơn đăng ký “Vật thể 3D”. Các phương án của đơn công bố này có thể tận dụng bất kỳ hệ thống, thành phần, thiết bị và phương pháp nào được công bố trong đơn đăng ký Vật thể 3D.

Thiết bị in 102 có thể bao gồm vỏ máy 110 đỡ các hệ thống, thiết bị, thành phần khác nhau hoặc các thành phần khác hỗ trợ in vật thể ba chiều (ví dụ, các chi tiết, thành phần, cấu trúc). Mặc dù phương án ví dụ mô tả vỏ máy 110 là dạng hình hộp chữ nhật, các phương án khác có thể sử dụng bất kỳ vỏ máy nào có bất kỳ hình dạng

và/hoặc thiết kế nào. Hình dạng và kích thước của vỏ máy thiết bị in có thể khác nhau tùy theo nhiều yếu tố bao gồm diện tích chiếm đóng mong muốn của thiết bị, kích thước và hình dạng của các chi tiết có thể được tạo ra bên trong thiết bị in cũng như các yếu tố khác. Có thể hiểu rằng vỏ máy của thiết bị in có thể mở (ví dụ, cung cấp khung với các phần mở rộng lớn) hoặc đóng (ví dụ, bằng vật liệu gương kính hoặc tấm chắn làm bằng vật liệu rắn và cửa).

Trong một số phương án, thiết bị in 102 có thể bao gồm các dụng cụ để chứa hoặc giữ vật thể in (hoặc một thành phần đỡ vật thể được in). Trong một số phương án, thiết bị in 102 có thể gồm bàn, bệ, khay hoặc bộ phận tương tự để đỡ, chứa và/hoặc giữ vật thể được in hoặc một vật thể mà vật liệu in sẽ được áp trên đó. Trong phương án của Fig.1, thiết bị in 102 bao gồm khay 112. Trong một số phương án, có thể cố định khay 112 tại chỗ. Tuy nhiên trong các phương án khác, khay 112 có thể di chuyển. Ví dụ, trong một số trường hợp, khay 112 có thể có cấu hình cho phép khay tịnh tiến trong lòng vỏ máy 110 theo phương ngang (ví dụ, trước-sau và/hoặc trái phải trong lòng vỏ máy 110) cũng như phương đứng (ví dụ, lên-xuống trong lòng vỏ máy 110). Ngoài ra, trong một số trường hợp, khay 112 có thể có cấu hình cho phép xoay và/hoặc nghiêng quanh một trục hoặc nhiều trục gắn với khay 112. Vì vậy theo một số phương án, khay 112 có thể di chuyển vào bất kỳ cấu hình liên quan mong muốn nào với vòi phun hoặc đầu in của thiết bị in 102.

Trong một số phương án, thiết bị in 102 có thể bao gồm một hoặc nhiều hệ thống, thiết bị, cụm chi tiết hoặc các bộ phận để cung cấp vật liệu in (hay chất liệu in) vào vị trí đích. Trong bản mô tả này, các thuật ngữ “vị trí đích”, “phần đích” hoặc “bề mặt đích” đề cập đến bất kỳ vị trí, phần hoặc bề mặt đã dự kiến là nơi có thể sử dụng vật liệu in. Các vị trí đích có thể bao gồm bề mặt của khay 112, bề mặt hoặc phần của cấu trúc được in từng phần và/hoặc bề mặt hoặc phần của một cấu trúc hoặc bộ phận không được in. Thành phần để cung cấp vật liệu in bao gồm, ví dụ, đầu in và vòi phun. Trong phương án của Fig.1, thiết bị in 102 bao gồm bộ vòi phun 116.

Bộ vòi phun 116 có thể bao gồm một hoặc nhiều vòi phun giúp cung cấp vật liệu in tới vị trí đích. Để rõ ràng hơn, phương án ví dụ của Fig.1 mô tả vòi phun 118 của bộ vòi phun 116. Tuy nhiên, trong các phương án khác, bộ vòi phun 116 có thể được cấu hình với số lượng vòi phun bất kỳ, các vòi phun có thể xếp thành dãy hoặc bất kỳ cấu hình cụ thể nào. Trong các phương án bao gồm hai vòi phun trở lên, các vòi phun có thể được cấu

hình để di chuyển cùng nhau và/hoặc di chuyển độc lập. Ví dụ, trong một phương án về hệ thống in được thảo luận dưới đây, thiết bị in có thể được cấu hình với ít nhất hai vòi phun có thể di chuyển một cách độc lập với nhau.

Có thể cấu hình vòi phun 118 với lỗ vòi phun 119 có thể được mở và/hoặc đóng để điều khiển dòng chảy của vật liệu ra khỏi vòi phun 118. Cụ thể, lỗ vòi phun 119 có thể truyền chất lỏng tới rãnh vòi phun 121 là rãnh nhận nguồn cấp vật liệu từ một nguồn cấp vật liệu (không được minh họa) bên trong thiết bị in 102. Trong một số phương án, sợi vật liệu (ví dụ, nhựa hoặc dây) được cung cấp ở dạng cuộn, sau đó có thể được tháo ra và cung cấp qua vòi phun 118 để cho lắng tại vị trí đích. Trong một số phương án, có thể sử dụng truyền động bằng trục vít để đẩy sợi vào vòi phun 118 với tốc độ cụ thể (có thể khác nhau để đạt được lưu lượng thể tích mong muốn của vật liệu từ vòi phun 118). Nên hiểu rằng trong một số trường hợp, nguồn vật liệu có thể được cung cấp tại vị trí gần vòi phun 118 (ví dụ, trong một phần của bộ vòi phun 116), trong khi ở các phương án khác nguồn vật liệu có thể được đặt tại một số vị trí khác của thiết bị in 102 và cung cấp thông qua ống, ống dẫn, hoặc các thành phần khác, tới bộ vòi phun 116.

Trong một số phương án, bộ vòi phun 116 được gắn với hệ thống dẫn động 114. Hệ thống dẫn động 114 bao gồm nhiều bộ phận, thiết bị và hệ thống khác nhau tạo điều kiện cho bộ vòi phun 116 chuyển động trong vỏ máy 110. Cụ thể, hệ thống dẫn động 114 có thể bao gồm các thành phần để di chuyển bộ vòi phun 116 theo chiều ngang và/hoặc phương đứng để tạo thuận lợi cho việc lắng vật liệu để tạo ra vật thể ba chiều. Để làm được điều đó, các phương án của hệ thống dẫn động 114 có thể bao gồm một hoặc nhiều ray, rãnh và/hoặc các thành phần tương tự để giữ bộ vòi phun 116 ở các vị trí và/hoặc hướng khác nhau trong vỏ máy 110. Các phương án cũng có thể bao gồm bất kỳ loại động cơ bất kỳ, như động cơ bước hoặc động cơ servo để di chuyển bộ vòi phun 116 dọc theo ray hoặc rãnh, và/hoặc di chuyển một hoặc nhiều ray hoặc rãnh liên quan đến nhau. Trong một số phương án, hệ thống dẫn động 114 có thể cung cấp chuyển động cho bộ vòi phun 116 theo hướng bất kỳ trong các hướng x-y-z được xác định theo hệ thống in 102 (ví dụ, các hướng theo hệ tọa độ Đề-các).

Nên hiểu rằng, các bộ phận, thiết bị và hệ thống của thiết bị in 102 được thể hiện bằng sơ đồ trong Fig.1 cho mục đích minh họa. Từ đó có thể hiểu rằng các phương án có thể bao gồm các thành phần khác không được minh họa, bao gồm các

linh kiện, chi tiết và thiết bị cụ thể giúp tạo thuận lợi cho việc vận hành hệ thống dẫn động 114 và bộ vòi phun 116. Ví dụ, hệ thống dẫn động 114 được thể hiện bằng sơ đồ bao gồm một vài ray hoặc rãnh, nhưng cấu hình cụ thể và số lượng chi tiết tạo thành hệ thống dẫn động 114 có thể khác nhau giữa các phương án.

Trong các phương án khác nhau, thiết bị in 102 có thể sử dụng nhiều loại vật liệu khác nhau để tạo ra các chi tiết 3D, bao gồm nhưng không giới hạn: nhựa nhiệt dẻo (ví dụ, axit polyactic và acrylonitril butadien styren), polyetylen mật độ cao, kim loại eutectic, cao su, đất sét (bao gồm đất sét kim loại), silicon lưu hóa nhiệt độ phòng (silicon RTV), sứ, và các loại vật liệu khả thi khác được biết đến trong ngành. Trong các phương án sử dụng hai hoặc nhiều vật liệu được ép đùn hoặc in khác nhau để tạo ra một chi tiết, có thể sử dụng bất kỳ hai hoặc nhiều vật liệu trong số các vật liệu được công bố ở trên.

Như đã thảo luận ở trên, hệ thống in 100 có thể bao gồm các thành phần để điều khiển và/hoặc nhận thông tin từ thiết bị in 102. Các thành phần này có thể bao gồm hệ thống máy tính 104 và mạng 106. Nói chung, thuật ngữ “hệ thống máy tính” đề cập đến các tài nguyên điện toán của một máy tính, một phần của các tài nguyên điện toán của một máy tính, và/hoặc hai hoặc nhiều máy tính liên kết với nhau. Bất kỳ tài nguyên nào trong số đó đều có thể được một hoặc nhiều người dùng vận hành. Trong một số phương án, hệ thống máy tính 104 có thể bao gồm một hoặc nhiều máy chủ. Trong một số trường hợp, máy chủ in có thể phụ trách chính việc điều khiển và/hoặc giao tiếp với thiết bị in 102, trong khi một máy tính riêng (ví dụ, máy tính để bàn, máy tính xách tay hoặc máy tính bảng) có thể hỗ trợ tương tác với người dùng. Hệ thống máy tính 104 cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị lưu trữ bao gồm nhưng không giới hạn là thiết bị lưu trữ từ tính, quang học, quang-từ, và/hoặc bộ nhớ bao gồm bộ nhớ khả biến và bất khả biến.

Trong phương án ví dụ của Fig.1, hệ thống máy tính 104 có thể bao gồm thiết bị xử lý trung tâm 185, giao diện xem 186 (ví dụ, màn hình), thiết bị nhập liệu 187 (ví dụ, bàn phím và chuột), và phần mềm thiết kế biểu diễn thiết kế có máy tính hỗ trợ (“CAD”) 189 của cấu trúc được in. Theo một số phương án, sự biểu diễn CAD 189 của cấu trúc được in có thể bao gồm không chỉ thông tin về hình dạng của cấu trúc, mà còn cả thông tin liên quan đến các vật liệu được yêu cầu để in các phần khác nhau của cấu trúc.

Trong một số phương án, hệ thống máy tính 104 có thể kết nối trực tiếp với thiết bị in 102 thông qua mạng 106. Mạng 106 có thể bao gồm bất kỳ dụng cụ có dây hoặc không dây nào hỗ trợ việc trao đổi thông tin giữa hệ thống máy tính 104 và thiết bị in 102. Trong một số phương án, mạng 106 còn có thể bao gồm các bộ phận khác như bộ điều khiển giao diện mạng, bộ khuếch đại, ống nối, cầu nối, công tắc, bộ định tuyến, mô-đem và tường lửa. Trong một số trường hợp, mạng 106 có thể là mạng không dây giúp hỗ trợ giao tiếp không dây giữa hai hoặc nhiều hệ thống, thiết bị và/hoặc thành phần của hệ thống in 100. Ví dụ về mạng không dây bao gồm nhưng không giới hạn là: mạng cá nhân không dây (bao gồm, ví dụ như, Bluetooth), mạng nội bộ không dây (ví dụ mạng sử dụng các chuẩn IEEE 802.11 WLAN), mạng mắt lưới không dây, mạng thiết bị di động cũng như các loại mạng không dây khác. Trong các trường hợp khác, mạng 106 có thể là mạng có dây bao gồm các mạng mà tín hiệu được hỗ trợ bằng cáp xoắn đôi, cáp đồng trục và sợi quang học. Trong các trường hợp khác, có thể sử dụng kết hợp mạng và/hoặc các kết nối có dây và không dây.

Trong một số phương án, cấu trúc được in có thể được in trực tiếp lên một hoặc nhiều sản phẩm. Thuật ngữ “sản phẩm” nhằm bao gồm cả sản phẩm giày dép (ví dụ, giày) và sản phẩm may mặc (ví dụ, áo sơ mi, quần dài, v.v...). Trong toàn bộ bản mô tả này, các thuật ngữ “sản phẩm giày dép” và “giày dép” bao gồm bất kỳ giày dép và các vật liệu liên quan đến giày dép nào, bao gồm cả phần thân trên giày, và cũng có thể được áp dụng cho nhiều loại giày dép thể thao, ví dụ bao gồm cả giày bóng chày, giày bóng rổ, giày tập luyện đa năng, giày đi xe đạp, giày bóng bầu dục, giày tennis, giày bóng đá, và giày đi bộ đường dài. Trong bản mô tả này, các thuật ngữ “sản phẩm giày dép” và “giày dép” cũng bao gồm các loại giày dép mà thường được coi là không dùng trong thể thao, giày tiệc, giày kiêu, bao gồm giày diện trong các dịp đặc biệt, giày lười, xăng đan, dép lê, giày thuyền, và boot công sở.

Trong khi những phương án công bố được mô tả liên quan đến giày dép, những cũng có thể sử dụng các phương án được công bố như vậy cho bất kỳ sản phẩm quần áo, may mặc, hoặc thiết bị in 3D nào. Ví dụ, những phương án được công bố có thể được áp dụng cho nón, mũ, áo thun, áo len bó, áo khoác, tất, quần ngắn, quần dài, đồ lót, quần áo thể thao, găng tay, băng cổ tay/cánh tay, ống tay áo, băng đô, bất kỳ vật liệu dệt kim, bất kỳ vật liệu dệt, bất kỳ vật liệu không dệt, bất kỳ thiết bị thể thao nào, v.v.. Vì vậy, trong bản mô tả này, thuật ngữ “sản phẩm may mặc” có thể chỉ bất kỳ trang phục hoặc quần

áo nào, bao gồm bất kỳ sản phẩm giày dép nào, cũng như nón, mũ, áo thun, áo len bó, áo khoác, tất, quần sooc, quần dài, đồ lót, hàng may mặc thể thao, găng tay, băng cổ tay/cánh tay, tay áo, băng đô, bất kỳ vật liệu dệt kim, bất kỳ vật liệu dệt, bất kỳ vật liệu không dệt nào, v.v.. Trong bản mô tả này, các thuật ngữ “sản phẩm may mặc”, “may mặc”, “sản phẩm giày dép,” và “giày dép” đều có thể chỉ một sản phẩm dệt, vải sợi tự nhiên, vải sợi tổng hợp, sản phẩm dệt kim, vật liệu dệt, vật liệu không dệt, lưới, da, da tổng hợp, polyme, cao su, và bọt xốp.

Trong một phương án ví dụ, thiết bị in 102 có thể được cấu hình để in một hoặc nhiều cấu trúc trực tiếp lên một phần của một trong những sản phẩm 130. Sản phẩm 130 bao gồm các sản phẩm ví dụ có thể nhận cấu trúc được in trực tiếp từ thiết bị in 102, bao gồm sản phẩm giày dép 132 có cấu hình ba chiều, cũng như phần thân trên giày 134 có cấu hình phẳng. Sản phẩm 130 cũng bao gồm áo thun 136. Vì vậy, có thể hiểu là thiết bị in 102 có thể được sử dụng để áp vật liệu được in vào sản phẩm dưới dạng cấu hình ba chiều và/hoặc cấu hình phẳng.

Để áp vật liệu được in trực tiếp lên một hoặc nhiều sản phẩm, thiết bị in 102 có khả năng in lên bề mặt của các loại vật liệu khác nhau. Cụ thể, trong một số trường hợp, thiết bị in 102 có khả năng in trên bề mặt của các vật liệu khác nhau như vật liệu dệt, vải sợi tự nhiên, vải sợi tổng hợp, vật liệu dệt kim, vật liệu dệt, vật liệu không dệt, lưới, da, da tổng hợp, polyme, cao su, và bọt xốp, hoặc bất kỳ sự kết hợp nào giữa chúng, mà không cần chèn một lớp chống dính giữa chất nền và mặt đáy của vật liệu in, và không cần bề mặt để in trên đó phải phẳng hoàn toàn hay gần hoàn toàn. Ví dụ, các phương pháp được công bố có thể bao gồm in vật liệu nhựa, acrylic, nhựa nhiệt dẻo hoặc các vật liệu mực lên vải, ví dụ như một vật liệu dệt kim, trong đó vật liệu được dính/gắn vào vải và ở đó vật liệu nói chung không bị tách ra khi được uốn cong, cán, gia công, hoặc trải qua các quy trình/bước lắp ráp bổ sung. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “vải” có thể được dùng để chỉ chung cho các vật liệu được lựa chọn từ các loại vật liệu dệt, vải sợi tự nhiên, vải sợi tổng hợp, dệt kim, vật liệu dệt, vật liệu không dệt, lưới, da, da tổng hợp, nhựa, cao su, và bọt xốp bất kỳ.

Mặc dù một số phương án có thể sử dụng thiết bị in 102 để in các cấu trúc trực tiếp lên bề mặt của một vật liệu, các phương án khác có thể bao gồm các bước in cấu trúc lên một khay hoặc giấy chống dính bất kỳ, và sau đó áp cấu trúc được in vào sản phẩm trong một bước khác. Nói cách khác, trong một số phương án, cấu trúc được in không cần được in trực tiếp lên bề mặt sản phẩm.

Hệ thống in 100 có thể được vận hành như sau để cung cấp một hoặc nhiều cấu trúc được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in 3D hay công nghệ in đắp dần. Có thể sử dụng hệ thống máy tính 104 để thiết kế một cấu trúc. Có thể thực hiện việc này bằng cách sử dụng một số loại phần mềm CAD, hoặc các loại phần mềm khác. Thiết kế sau đó có thể được biến thành thông tin mà thiết bị in 102 (hoặc một máy chủ in có liên quan kết nối với thiết bị in 102) có thể hiểu được. Trong một số trường hợp, thiết kế có thể được chuyển đổi thành tập tin in 3D, như tập tin in lito lập thể (tập tin STL).

Trước khi in, có thể đặt một sản phẩm trên khay 112. Một khi quy trình in được khởi động (ví dụ: bởi người dùng), thiết bị in 102 có thể bắt đầu làm lắng vật liệu lên sản phẩm. Có thể thực hiện việc này bằng cách di chuyển vòi phun 118 (sử dụng thiết bị dẫn động 114) để tạo ra các lớp của cấu trúc bằng vật liệu làm lắng. Trong các phương án sử dụng kỹ thuật gia công nung chảy sợi, vật liệu được ép đùn từ vòi phun 118 có thể được gia nhiệt để tăng độ dẻo của vật liệu khi nó được làm lắng.

Mặc dù một số phương án được minh họa trong các hình có mô tả một hệ thống sử dụng công nghệ in gia công nung chảy sợi, nên hiểu rằng các phương án khác vẫn có thể hợp nhất với một hoặc nhiều công nghệ in 3D khác nhau. Ngoài ra, các phương án khác có thể hợp nhất kỹ thuật gia công nung chảy sợi và một loại kỹ thuật in 3D khác để đạt được kết quả mong muốn cho chi tiết hoặc cấu trúc được in cụ thể.

Fig.2 minh họa sơ đồ của hệ thống điều khiển in 200. Theo Fig.2, hệ thống điều khiển in 200 bao gồm hệ thống điều khiển ép đùn 204, hệ thống cảm biến 206 và hệ thống dẫn động vòi phun 208. Mỗi hệ thống này, sẽ được thảo luận chi tiết hơn dưới đây, có thể vận hành cùng với một hệ thống khác để tạo thuận lợi cho việc in cấu trúc. Cụ thể, hệ thống dẫn động vòi phun 208 sẽ điều khiển chuyển động của vòi phun 118, trong khi hệ thống điều khiển ép đùn 204 sẽ điều khiển dòng chảy và tính chất của vật liệu được làm lắng khi vòi phun 118 di chuyển xung quanh. Ngoài ra, hệ thống cảm biến 206 bao gồm các thành phần cung cấp phản hồi tới cả hệ thống dẫn động vòi phun 208 và hệ thống điều khiển ép đùn 204 theo thời gian thực, để có thể điều chỉnh việc in theo thời gian thực nhằm đạt hình dạng và các tính chất vật liệu chính xác cho cấu trúc in.

Hệ thống dẫn động vòi phun 208 cho phép vòi phun 118 chuyển động theo bất kỳ phương nào, bao gồm cả phương ngang và phương đứng trong vỏ máy 110. Trong một số phương án, hệ thống dẫn động vòi phun 208 tạo thuận lợi cho chuyển động của vòi phun 118 dọc theo đường dẫn công cụ được xác định từ thiết kế CAD của cấu trúc được in.

Hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần dùng để điều khiển dòng chảy của vật liệu từ vòi phun 118 (hoặc bất kỳ vòi phun nào khác có gắn với bộ vòi phun 116) và trạng thái của vật liệu sau khi được làm lắng trên vị trí đích. Như được minh họa bằng sơ đồ trong Fig.3, hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể liên kết với một hoặc nhiều “thông số điều khiển ép đùn”, các thông số này có thể được biến đổi để thay đổi lưu lượng và/hoặc các tính chất khác của vật liệu được ép đùn. Ví dụ, các thông số điều khiển ép đùn có thể bao gồm tốc độ rút vòi phun 302, tốc độ ép đùn 304, nhiệt độ ép đùn 306, đường kính vòi phun 308, áp lực ép đùn 310, nhiệt độ phòng 312 và áp suất phòng 314. Nên hiểu rằng các thông số này chỉ là ví dụ và các phương án khác có thể bao gồm các thông số điều khiển ép đùn bổ sung. Ngoài ra, trong một số phương án, một số thông số điều khiển ép đùn này có thể là tùy chọn. Nói cách khác, trong một số phương án khác, một hoặc nhiều thông số này có thể cố định hoặc không thể điều chỉnh được.

Tốc độ rút vòi phun 302 có thể biểu thị tốc độ di chuyển vòi phun 118 ra khỏi (hoặc lên trên) một bề mặt nằm bên dưới nơi vật liệu ép đùn được làm lắng. Do vật liệu mới ép đùn được ép từ vòi phun 118 dưới áp lực, sự thay đổi tốc độ kéo vòi phun 118 ra khỏi vị trí đích có thể có xu hướng ảnh hưởng đến sự dàn trải phủ đắp vật liệu ép đùn lên vị trí đích. Tốc độ ép đùn 304 có thể biểu thị tốc độ vật liệu chảy qua lỗ 121 của vòi phun 118. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “tốc độ ép đùn”, còn gọi là “lưu lượng”, chỉ lưu lượng thể tích mà vật liệu được ép đùn ra (hoặc chảy ra) từ vòi phun. Việc tăng tốc độ ép đùn có thể tạo ra một khối lượng vật liệu lớn hơn được làm lắng ở một vị trí nhất định trong một khoảng thời gian, trong khi việc giảm tốc độ ép đùn có thể dẫn đến giảm khối lượng của vật liệu làm lắng tại một vị trí nhất định trong cùng một khoảng thời gian.

Nhiệt độ ép đùn 306 có thể biểu thị nhiệt độ của vật liệu khi được ép đùn ra từ vòi phun 118 và làm lắng tại một vị trí đích. Trong một số trường hợp, việc thay đổi nhiệt độ ép đùn có thể làm thay đổi độ dẻo của vật liệu và có thể ảnh hưởng đến việc phủ đắp vật

liệu tại vị trí đích. Ngoài ra, nhiệt độ của vật liệu ép đùn có thể ảnh hưởng đến tốc độ làm mát và/hoặc hóa rắn của vật liệu, và cũng có thể ảnh hưởng đến sự phủ đắp và hình dạng cuối cùng của cấu trúc được in. Đường kính vòi phun 308 biểu thị kích thước của lỗ 121 và/hoặc rãnh 123 của vòi phun 118. Sự thay đổi những đường kính này có thể ảnh hưởng đến tổng khối lượng của vật liệu được làm lắng tại một vị trí đích trong khoảng thời gian đã cho.

Áp suất ép đùn 310 biểu thị lực tác động của phần vật liệu được ép đùn đối với phần vật liệu tại vị trí đích trên đơn vị diện tích. Áp suất ép đùn có thể ảnh hưởng đến tốc độ và mức độ phủ đắp. Ngoài ra, nhiệt độ phòng 312 và áp suất phòng 314 có thể lần lượt biểu thị nhiệt độ phòng và áp suất phòng của khu vực gần vòi phun 118. Trong một số phương án, độ dẻo vật liệu và tính chất hóa rắn có thể thay đổi đáng kể khi có sự chênh lệch về nhiệt độ phòng và/hoặc áp suất phòng.

Các phương án có thể bao gồm các thành phần điều chỉnh một hoặc nhiều thông số điều khiển ép đùn này. Ví dụ, trong một số phương án, có thể điều khiển tốc độ rút vòi phun 302 bằng cách sử dụng hệ thống dẫn động 114, hệ thống này điều khiển cả chuyển động ngang và chuyển động đứng của vòi phun 118. Ngoài ra, một số phương án có thể bao gồm các thành phần điều khiển truyền động bằng trục vít hoặc các cơ chế khác điều khiển tốc độ ép đùn 304 và/hoặc áp suất ép đùn 310 để ép đùn vật liệu ra khỏi vòi phun 118. Trong một số phương án, có thể điều khiển nhiệt độ ép đùn 306 bằng ống xoắn cấp nhiệt 405 (xem Fig.4) bên trong vòi phun 118. Ngoài ra, có thể điều khiển đường kính vòi phun 308 bằng cách sử dụng các phương pháp được biết đến trong ngành. Cuối cùng, có thể điều khiển nhiệt độ phòng 312 và áp suất phòng 314 bằng nhiều thành phần khác nhau được biết đến trong ngành để điều khiển nhiệt độ và áp suất trong một không gian hạn chế. Dĩ nhiên nên hiểu rằng các phương án đó không chỉ giới hạn trong các thành phần ví dụ này để điều khiển một hoặc nhiều thông số điều khiển ép đùn. Các phương án khác có thể sử dụng bất kỳ hệ thống, phương pháp và/hoặc thiết bị nào khác mà có thể được biết đến trong ngành để điều khiển các thông số này.

Nên hiểu rằng các thông số được thảo luận liên quan đến hệ thống điều khiển ép đùn 204 chỉ để làm ví dụ về các thông số có thể được sử dụng để điều khiển cách thức vật liệu được làm lắng tại vị trí đích sao cho vật liệu hoạt động theo cách mong muốn (ví dụ: phủ đắp ở tốc độ mong muốn và hóa rắn ở tốc độ mong muốn). Các loại thông số được sử dụng có thể tùy thuộc vào các dự kiến trong khâu sản xuất

cũng như thiết kế cụ thể của thiết bị in. Trong một phương án ví dụ, thiết bị in 102 có thể được thiết kế để cho phép điều chỉnh ít nhất một thông số điều khiển ép đùn được thảo luận ở đây. Nói cách khác, trong một phương án ví dụ, thiết bị in 102 được thiết kế để có thể điều chỉnh các thông số điều khiển ép đùn khác nhau theo thời gian thực bằng cách sử dụng thông tin được cung cấp, thông tin này là một phần hoặc kết hợp với tập tin in 3D sử dụng cho thiết bị in 102.

Hình 4 minh họa cấu hình giản lược của các cảm biến khác nhau mà có thể bao gồm một phần của hệ thống cảm biến 206. Theo Fig.4, hệ thống cảm biến 206 có thể bao gồm một cảm biến nhiệt độ phòng 410 và một cảm biến nhiệt độ vòi phun 412. Trong cấu hình ví dụ này, cảm biến nhiệt độ phòng 410 có thể được đặt gần, chứ không ở bên trong hoặc nằm trên vòi phun 118. Nên hiểu rằng cảm biến nhiệt độ phòng 410 có thể là bất kỳ loại cảm biến nào được biết đến trong ngành dùng để phát hiện thông tin liên quan đến nhiệt độ phòng. Trong cấu hình ví dụ được minh họa trong Fig.4, cảm biến nhiệt độ vòi phun 412 được lắp bên trong vòi phun 118. Trong một số trường hợp, cảm biến nhiệt độ vòi phun 412 có thể tiếp xúc trực tiếp với vật liệu chảy qua rãnh 121 của vòi phun 118. Tuy nhiên, trong các phương án khác, cảm biến nhiệt độ vòi phun 412 có thể được đặt trong bất kỳ phần nào khác của vòi phun 118, cũng như được gắn bên ngoài vòi phun 118. Trong một số phương án khi nhiệt độ của một vật liệu chảy không được đo trực tiếp, có thể sử dụng nhiệt độ của một hoặc nhiều bộ phận của vòi phun 118 thay cho nhiệt độ của vật liệu. Nên hiểu rằng cảm biến nhiệt độ vòi phun 412 thường có thể là bất kỳ loại cảm biến nhiệt độ nào được biết đến trong ngành.

Các phương án cũng có thể bao gồm các dụng cụ phát hiện áp suất phòng. Trong một số phương án, hệ thống cảm biến 206 có thể bao gồm cảm biến áp suất phòng 414. Thông thường cảm biến áp suất phòng 414 có thể là bất kỳ loại thiết bị cảm biến áp suất nào được biết đến trong ngành.

Các phương án có thể bao gồm các thành phần để phát hiện thông tin quang học về cấu trúc được in, bao gồm vật liệu mới được ép đùn. Trong một số phương án, hệ thống cảm biến 206 bao gồm một thiết bị cảm biến quang học 416. Thiết bị cảm biến quang học 416 có thể là bất kỳ loại thiết bị nào có khả năng thu được thông tin hình ảnh. Ví dụ về các thiết bị cảm biến quang học khác nhau có thể được sử dụng bao gồm, nhưng không giới hạn: máy ảnh chụp tĩnh vật, máy quay phim, máy ảnh kỹ thuật số, máy ảnh phi kỹ thuật số, thiết bị ghi hình được kết nối với máy tính

(web cam), và các loại thiết bị quang học khác được biết đến trong ngành. Có thể chọn loại thiết bị cảm biến quang học theo các yếu tố như tốc độ truyền dữ liệu mong muốn, phân bố bộ nhớ hệ thống, độ phân giải thời gian mong muốn để xem cấu trúc được in, độ phân giải không gian mong muốn để xem cấu trúc in cũng như các yếu tố khác. Trong một phương án, thiết bị cảm biến quang học có thể là một cảm biến hình ảnh có yếu tố tạo hình tối thiểu, ví dụ thiết bị cảm biến quang học với cảm biến hình ảnh CMOS và chỉ chiếm một diện tích trong khoảng vài mm hoặc ít hơn.

Các công nghệ cảm biến hình ảnh ví dụ có thể được sử dụng với thiết bị cảm biến quang học 416 bao gồm, nhưng không giới hạn: cảm biến bộ tích điện kép (CCD), cảm biến loại chất bán dẫn có bổ sung oxit kim loại (CMOS), cảm biến loại chất bán dẫn oxit kim loại kiểu N (NMOS) cũng như các loại cảm biến khác. Kiểu công nghệ cảm biến hình ảnh được sử dụng có thể khác nhau theo các yếu tố bao gồm việc tối ưu hóa loại cảm biến tương thích với các điều kiện môi trường xung quanh trong thiết bị in 102 (và gần hoặc bên trong vòi phun 118), hạn chế kích thước cũng như các yếu tố có thể khác. Trong một số phương án khác, cũng có thể sử dụng các thiết bị cảm biến quang học phát hiện các bước sóng không nhìn thấy (bao gồm, ví dụ, các bước sóng hồng ngoại).

Trong những phương án khác nhau, vị trí của thiết bị cảm biến quang học 416 có thể khác nhau. Ví dụ, trong một số phương án, thiết bị cảm biến quang học 416 có thể được đặt ở gần, hay thậm chí gắn liền với vòi phun 118. Khi vòi phun 118 di chuyển thì thiết bị cảm biến quang học 416 có thể di chuyển với vòi phun 118. Trong các phương án khác, thiết bị cảm biến quang học 416 có thể được đặt cách xa vòi phun 118. Trong một số trường hợp, thiết bị cảm biến quang học 416 có thể nằm ở vị trí và/hoặc hướng cố định so với vỏ máy 110. Trong các trường hợp khác, thiết bị cảm biến quang học 416 có thể nằm ở vị trí và/hoặc hướng có thể thay đổi và có thể di chuyển độc lập với vòi phun 118.

Thiết bị cảm biến quang học 416 có thể chuyển đổi hình ảnh quang học thành thông tin được truyền qua tín hiệu điện tới một hoặc nhiều hệ thống của hệ thống in 100. Khi nhận được những tín hiệu điện này, một hoặc nhiều hệ thống có thể sử dụng thông tin này để xác định một loạt thông tin về các đối tượng có thể được hiển thị trên thiết bị cảm biến quang học 416.

Các phương án có thể bao gồm một bộ điều khiển điện tử 450, còn được gọi là ECU 450, để điều khiển và/hoặc giao tiếp với nhiều cảm biến khác nhau của hệ thống cảm biến 206. Để cho rõ ràng, chỉ có một ECU duy nhất được mô tả trong phương án này. Tuy nhiên, nên hiểu rằng các phương án khác có thể sử dụng nhiều ECU, mỗi ECU giao tiếp với một số hoặc tất cả các cảm biến. Bản thân các ECU còn liên kết với một hệ thống hoặc thiết bị cụ thể của hệ thống in 100.

ECU 450 có thể bao gồm một bộ vi xử lý, RAM, ROM, và phần mềm, tất cả phục vụ việc giám sát và điều khiển các bộ phận khác nhau của hệ thống cảm biến 206, cũng như các bộ phận hoặc hệ thống khác của hệ thống in 100. Ví dụ, ECU 450 có khả năng nhận tín hiệu từ nhiều cảm biến, thiết bị, và hệ thống gắn với hệ thống in 100. Đầu ra của các thiết bị khác nhau được gửi đến ECU 450 trong đó các tín hiệu thiết bị có thể được lưu trữ trong một bộ nhớ điện tử, chẳng hạn như RAM. Một thiết bị xử lý trung tâm (CPU) có thể xử lý cả tín hiệu hiện tại và tín hiệu lưu trữ điện tử theo phần mềm được lưu trữ trong bộ nhớ điện tử, chẳng hạn như ROM.

ECU 450 có thể bao gồm một số cổng hỗ trợ cho đầu vào và đầu ra của thông tin và nguồn điện. Thuật ngữ “cổng” được sử dụng trong toàn bộ bản mô tả chi tiết này và trong những điểm yêu cầu bảo hộ chỉ bất kỳ giao diện hoặc ranh giới chung nào giữa hai dây dẫn. Trong một số trường hợp, các cổng có thể hỗ trợ việc lắp vào và loại bỏ các dây dẫn. Ví dụ về các loại cổng này bao gồm các đầu nối cơ. Trong các trường hợp khác, cổng là giao diện mà thường không cho phép lắp vào hay loại bỏ dễ dàng. Ví dụ về các loại cổng này bao gồm các cổng bao gồm các đường hàn hoặc electron trên bảng mạch.

Tất cả các cổng và thành phần sau liên quan đến ECU 450 là tùy chọn. Một số phương án có thể bao gồm một cổng hoặc thành phần nhất định, trong khi những phương án khác có thể loại trừ nó. Các mô tả sau đây cho thấy có thể sử dụng nhiều loại cổng và thành phần, tuy nhiên, cần lưu ý rằng không phải tất cả các cổng hoặc thành phần phải được sử dụng hoặc bao gồm trong một phương án được đưa ra.

Như được biểu thị trong Fig.4, ECU 450 bao gồm cổng 451 để giao tiếp với, và/hoặc điều khiển cảm biến áp suất phòng 414. ECU 450 cũng bao gồm cổng 452 để giao tiếp với, và/hoặc điều khiển cảm biến nhiệt độ phòng 410; cổng 453 để giao tiếp

với, và/hoặc điều khiển cảm biến nhiệt độ vòi phun 412; và cổng 454 để giao tiếp với, và/hoặc điều khiển thiết bị cảm biến quang học 416.

Hình 4 cũng minh họa bằng sơ đồ ống xoắn cấp nhiệt tùy chọn 405 gắn với vòi phun 118 có thể được sử dụng để làm nóng vòi phun 118 và/hoặc vật liệu chảy qua vòi phun 118. Có thể kết nối ống xoắn cấp nhiệt 405 với ECU 450, hoặc một thiết bị điều khiển tương tự. Mặc dù phương án ví dụ mô tả ống xoắn cấp nhiệt được đặt bên trong vòi phun 118, các phương án khác có thể sử dụng ống xoắn cấp nhiệt tại bất kỳ phần nào của bộ vòi phun 116, cũng như các phần khác của thiết bị in 102 nằm phía trên bộ vòi phun 116. Cũng nên hiểu rằng ống xoắn cấp nhiệt chỉ là ví dụ về một loại thiết bị gia nhiệt có thể được sử dụng. Các phương án khác có thể sử dụng bất kỳ thiết bị, hệ thống hoặc cơ chế gia nhiệt nào khác được biết đến trong ngành để cấp nhiệt cho các vòi phun, van, rãnh, ống hoặc các hệ thống khác liên quan đến việc truyền vật liệu chảy.

Các phương án có thể bao gồm các thành phần kiểm soát các tính chất của một vật liệu mới được ép đùn hoặc làm lắng từ một vòi phun. Trong một số phương án, thiết bị in 102 có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị điều khiển sự hóa rắn. Một thiết bị điều khiển sự hóa rắn có thể là bất kỳ thiết bị nào cho phép điều khiển hoặc điều chỉnh sự hóa rắn vật liệu sau khi vật liệu được ép đùn ra khỏi vòi phun.

Hình 5 là hình chiếu giản lược của một phương án có hai thiết bị điều khiển hóa rắn 500. Thiết bị điều khiển hóa rắn 500 bao gồm một thiết bị làm mát 502 và thiết bị chiếu tia cực tím 504. Thiết bị làm mát 502 có thể là một thiết bị giúp đưa không khí được làm mát (tức là, không khí thấp hơn nhiệt độ phòng) đến phần vật liệu ép đùn 520. Sử dụng không khí làm mát có thể hỗ trợ hóa rắn nhanh hơn phần vật liệu ép đùn 520. Tương tự, thiết bị chiếu tia cực tím 504 có thể là một thiết bị giúp đưa bức xạ tia cực tím tới phần vật liệu ép đùn 522. Đối với vật liệu có thể được hóa rắn bằng tia cực tím, sử dụng tia cực tím có thể giúp hóa rắn nhanh hơn phần vật liệu ép đùn 522. Mặc dù không được hiển thị, dự kiến là một số phương án có thể tích hợp một hoặc nhiều thiết bị gia nhiệt cho phép các phần vật liệu ép đùn được làm nóng hơn nhiệt độ ép đùn chúng, để tạm thời tăng độ dẻo và độ chảy, do đó vật liệu có thể phủ đắp nhanh hơn trên vị trí đích.

Mặc dù chỉ minh họa một thiết bị duy nhất cho mỗi loại thiết bị điều khiển hóa rắn trong phương án ví dụ của Fig.5 nhưng các phương án khác có thể bao gồm hai hoặc nhiều thiết bị cho mỗi loại thiết bị điều khiển hóa rắn. Ngoài ra, một số

phương án có thể bao gồm các thiết bị duy nhất bao quát (ví dụ, sử dụng không khí làm mát hoặc bức xạ tia cực tím) một phạm vi góc rộng quanh phần vật liệu được ép đùn. Các phương án như vậy có thể đưa không khí mát và/hoặc bức xạ tia cực tím tới các khu vực khác nhau, từ một vài độ đến 360 độ xung quanh phần vật liệu được ép đùn.

Dự kiến các thiết bị điều khiển hóa rắn có thể được áp dụng cục bộ hoặc toàn bộ. Ví dụ, trong Fig.5, cả hai thiết bị điều khiển hóa rắn 500 bao gồm một thiết bị dạng đầu dò tương đối hẹp đưa không khí mát và/hoặc bức xạ tia cực tím tới phần vật liệu ép đùn cục bộ. Tuy nhiên, các phương án khác có thể bao gồm các thiết bị lớn hơn để đưa khí lạnh và/hoặc bức xạ tia cực tím tới một phần lớn, hoặc thậm chí tất cả các phần vật liệu ép đùn. Hơn nữa, một số phương án có thể sử dụng các thiết bị điều khiển hóa rắn 500 để hóa rắn cục bộ các phần định trước của một cấu trúc trong khi cấu trúc được in ra, và cũng có thể sử dụng các thành phần hóa rắn bổ sung để làm hóa rắn cho toàn bộ cấu trúc sau khi quy trình in được hoàn thành. Ví dụ, trong một phương án khác, sau khi tạo ra cấu trúc in, toàn bộ cấu trúc in có thể được tiếp xúc với khí lạnh và/hoặc bức xạ tia cực tím để hóa rắn.

Các phương án sử dụng cục bộ mức độ cao khí lạnh và/hoặc hóa rắn bằng tia cực tím (hoặc có thể gia nhiệt), có thể giúp cải thiện độ chính xác khi tạo ra một cấu trúc ba chiều. Ví dụ, việc áp khí lạnh vào các vật liệu dẻo nhiệt có thể làm cho vật liệu ép đùn được hóa rắn rất nhanh, do đó gia tăng độ chính xác khi tạo ra các cấu trúc cong và/hoặc nhô ra trong khoảng thời gian tương đối ngắn. Ngoài ra, do các phương án ví dụ dự tính ép đùn khối lượng vật liệu tương đối lớn tại vị trí đích trong một khoảng thời gian ngắn so với một số phương pháp thay thế, làm giảm thời gian hóa rắn của vật liệu khi được ép đùn bằng cách sử dụng các thiết bị điều khiển hóa rắn có thể giúp cải thiện chất lượng tổng thể của cấu trúc được in.

Fig.6 là hình chiếu đẳng cự giản lược của phương án về một vài cấu trúc in 3D 600, được gọi đơn giản là các cấu trúc trong toàn bộ bản mô tả chi tiết này và trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Các cấu trúc 600 bao gồm một cấu trúc mẫu đỉnh ví dụ 602, cấu trúc móc 604 và cấu trúc dạng núp 606. Nên hiểu rằng các cấu trúc này chỉ để là các ví dụ về các cấu trúc in 3D khả thi có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các phương pháp được bộc lộ ở đây. Ngoài ra, trong một số phương án, các cấu trúc ví dụ này có thể được tạo ra bằng cách sử dụng kiểu ép đùn của quy trình in 3D có thể

giúp làm giảm thời gian in tổng thể so với một số phương án khác về phương pháp in 3D.

Theo phương án được minh họa trong Fig.6, các cấu trúc 600 được gắn với nền 610. Nền 610 được biểu thị bằng sơ đồ nhằm mục đích minh họa, và có thể được coi là một phần của các loại sản phẩm khác nhau bao gồm cả sản phẩm giày dép và sản phẩm may mặc trong một số phương án. Trong bản mô tả chi tiết này và trong các điểm yêu cầu bảo hộ, một “nền” thường bao gồm bất kỳ thành phần nào mà một hay nhiều cấu trúc in được áp trên đó. Một nền có thể là vật liệu dệt (bao gồm vải dệt sợi, vải dệt kim, vải bện và vải không dệt), da (tự nhiên hoặc tổng hợp) nhựa (bao gồm màng nhựa), cao su, kim loại hoặc bất kỳ loại vật liệu nào khác. Hơn nữa, trong một số phương án, cấu trúc in 3D có thể được in trực tiếp lên bề mặt của nền. Trong các phương án như vậy, một hoặc nhiều vật liệu tạo ra cấu trúc in 3D có thể được liên kết tương thích với ít nhất một vật liệu của nền. Trong các phương án khác, một hoặc nhiều vật liệu tạo ra cấu trúc in 3D có thể được gắn vào nền sau khi in, ví dụ bằng cách sử dụng keo dính hoặc một liên kết cơ học.

Fig.7-Fig.14 minh họa các hình chiếu giản lược của một phương án về quy trình tạo ra cấu trúc in 3D 606 (một cấu trúc dạng núm) trên nền 610. Cấu trúc được tạo ra 606 được minh họa cụ thể trong Fig.14. Để mô tả, một vài thuật ngữ được định nghĩa tại đây để chỉ vật liệu được sử dụng khi tạo ra cấu trúc in 3D, bao gồm các thuật ngữ chỉ các trạng thái hoặc cấu hình khác nhau của vật liệu trong toàn quá trình tạo ra. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “phần vật liệu” chỉ khối lượng hoặc phần bất kỳ của vật liệu được ép đùn có thể nối tiếp hoặc không nối tiếp với các khối lượng hoặc phần vật liệu ép đùn liền kề. Phần vật liệu có thể được đặt bên ngoài vòi phun (khi phần đó được ép đùn hoặc làm lắng) hoặc có thể được đặt bên trong vòi phun (hoặc thậm chí phía trên vòi phun) trước khi ép đùn. Ngoài ra, phần vật liệu có thể được đặt một phần bên trong vòi phun và một phần bên ngoài vòi phun. Một khi được ép đùn và hóa rắn (ví dụ, được làm cứng), các phần vật liệu có thể bao gồm các phần của cấu trúc in 3D cuối cùng.

Như được mô tả ở phần trên, vật liệu 700 được ép đùn qua và từ vòi phun 118. Vật liệu thoát ra khỏi vòi phun 118 có thể được mô tả trong tài liệu này là “được ép đùn”, “được in”, “được phun ra” hoặc “được làm lắng”. Vật liệu 700 có thể bao gồm bất kỳ loại vật liệu nào có thể in được và/hoặc có thể ép đùn được. Các phương án khác

nhau có thể sử dụng các vật liệu bao gồm nhưng không giới hạn: mực, nhựa, acrylic, polyme, vật liệu dẻo nhiệt, vật liệu rắn nhiệt, vật liệu quang trùng hợp hoặc kết hợp các loại vật liệu này. Một số phương án cũng có thể sử dụng vật liệu độn kết hợp với một vật liệu in hoặc ép đùn. Ví dụ, vật liệu độn hợp nhất với vật liệu ép đùn có thể trở thành vật liệu dạng bột hoặc chất nhuộm được thiết kế để tạo màu sắc hoặc hoa văn màu hoặc màu chuyển tiếp mong muốn, các hạt hoặc hạt kim loại hoặc nhựa, hoặc bất kỳ khoáng vật, kim loại hoặc nhựa dạng bột nào. Do đó, trong một số phương án, vật liệu 700 vì thế có thể là vật liệu composite. Trong một phương án, vật liệu 700 có thể là vật liệu dẻo nhiệt mà có thể được đóng rắn bằng nhiệt (tức là, được gia nhiệt ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh để in và sau đó được làm mát để tạo ra cấu trúc in tương đối cứng, hoặc không dễ uốn).

Để nhất quán và thuận tiện, hướng thứ nhất 702 (được minh họa bằng sơ đồ trong Hình 7) được xác định tương quan với vòi phun 118. Hướng thứ nhất 702 là hướng kéo dài dọc theo trục giữa của vòi phun 118 và xác định “hướng ép đùn”, tức là, hướng vật liệu được ép đùn ra ngoài, hoặc bị đẩy ra khỏi vòi phun 118. Trong các phương án trong đó vòi phun 118 được giữ chủ yếu theo hướng cố định và được đưa lên theo hướng đứng khỏi nền 610, hướng thứ nhất 702 có thể duy trì gần như vuông góc với bề mặt bên ngoài 611 của nền 610, như được mô tả trong phương án của Fig.7-Fig.14. Tuy nhiên, trong các phương án khác trong đó hướng của vòi phun 118 có thể thay đổi theo nền, như được minh họa trong phương án của Fig.19, hướng thứ nhất 702 có thể có đặc điểm là gần như song song với trục giữa của cấu trúc in 3D được tạo ra để vòi phun 118 luôn ép đùn vật liệu đến phần cuối cùng hoặc phần được tạo ra gần nhất của cấu trúc.

Hướng thứ hai 704 có đặc điểm là hướng gần như vuông góc với hướng thứ nhất 702. Mặc dù được minh họa trong các phương án là có hướng theo bề ngang cụ thể, cần hiểu rằng hướng thứ hai 704 đại diện cho bất kỳ hướng nào vuông góc với hướng thứ nhất 702. Ví dụ, hướng thứ hai 704 có thể có đặc điểm là hướng xuyên tâm so với hướng thứ nhất 702. Trong một số trường hợp, hướng thứ nhất 702 có thể có đặc điểm là hướng trục. Trong các phương án trong đó vòi phun 118 được giữ chủ yếu theo một hướng cố định so với nền 610, như trong phương án của Fig.7-Fig.14, hướng thứ hai 702 có thể gần như song song với bề mặt bên ngoài 611 của nền 610. Tuy nhiên, trong các phương án mà hướng của vòi phun 118 có thể thay đổi so với nền, như được minh họa trong Fig.19, hướng thứ hai 704 vẫn có thể có đặc điểm là vuông góc với hướng thứ

nhất 702, và nói chung có thể gần như song song với hướng bên hoặc hướng ngang của phần cấu trúc liền kề vòi phun 118.

Phương án ví dụ dự tính “ép đùn” (tức là, đẩy hoặc ép) các phần vật liệu qua vòi phun, điều này có thể sinh ra lực và áp suất bên trong vật liệu ban đầu có hướng theo hướng thứ nhất 702. Tuy nhiên, do các phần vật liệu thoát ra khỏi vòi phun 118 kết nối với nền 610 và/hoặc các phần vật liệu đã được tạo ra trên nền 610, có thể dẫn đến sự thay đổi hướng chảy từ chủ yếu theo hướng thứ nhất 702 thành chủ yếu theo hướng thứ hai 704. Nói cách khác, khi được đẩy tới nền 610 hoặc phần vật liệu liền kề, các phần vật liệu mới được ép đùn có thể có xu hướng chảy hoặc phủ đắp mặt ngoài theo hướng thứ hai 704. Dòng chảy này có thể được mô tả là “phủ đắp mặt ngoài” vì nó có xu hướng chảy theo hướng tỏa tròn ra bên ngoài từ dòng chảy ban đầu của vật liệu được ép đùn ra khỏi vòi phun 118 theo hướng thứ nhất 702. Trong các phương án trong đó cấu trúc được tạo ra với trục đứng có hướng theo hướng thứ nhất 702, việc phủ đắp mặt ngoài có thể có hướng theo chiều bên (hoặc chiều ngang) của cấu trúc in 3D.

Để mô tả các kích thước của các phần vật liệu có hướng theo hướng thứ hai 704, thuật ngữ “diện tích mặt cắt ngang” được sử dụng để chỉ phần diện tích mặt cắt ngang của phần vật liệu đi theo hướng thứ hai 704. Cụ thể, diện tích mặt cắt ngang thường được lấy thông qua một mặt phẳng (như hướng thứ hai 704) vuông góc với hướng thứ nhất 702. Trong một số phương án, các phần vật liệu có thể phủ đắp đồng đều ra bên ngoài theo hướng thứ hai 704, để diện tích mặt cắt ngang trở nên hầu như là tròn. Trong các trường hợp như vậy, thuật ngữ “đường kính” cũng có thể được sử dụng để mô tả kích thước của phần vật liệu có hướng theo hướng thứ hai 704. Cụ thể, bất kỳ diện tích mặt cắt ngang gần tròn nào của một phần có thể có một đường kính tương ứng duy nhất.

Như được minh họa trong Fig.7-Fig.14, trong quy trình in ví dụ, vật liệu 700 được ép đùn ra khỏi vòi phun 118 lên nền 610. Trong các Hình 7 và 8, phần vật liệu thứ nhất 710 được ép đùn trực tiếp lên bề mặt bên ngoài 611 của phần đế 610. Trong khi vòi phun 118 được nâng lên khỏi vị trí tiếp xúc trực tiếp với nền 610 (Hình 7) tới vị trí có khoảng cách 750 từ nền 610 (Hình 8), phần vật liệu thứ nhất 710 được phủ đắp theo hướng thứ hai 704. Do vật liệu 700 liên tục được ép đùn ra khỏi vòi phun 118, phần vật liệu thứ nhất 710 mở rộng ra từ chỗ có diện tích mặt cắt ngang thứ nhất 720 (Hình 8) thành diện tích mặt cắt ngang thứ hai 722 (Hình 9), lớn hơn diện tích mặt cắt ngang thứ nhất 720. Trong

trường hợp này, do khoảng cách từ vòi phun 118 đến nền 610 là không đổi giữa cấu hình của Hình 8 và cấu hình của Hình 9, phần vật liệu thứ nhất 710 giữ được chiều cao gần như không đổi và có thể thấy dòng chảy vật liệu ra bên ngoài theo từng phần do phần vật liệu thứ nhất 710 bị ép giữa điểm cuối của vòi phun 118 và nền 610.

Di chuyển đến gần cấu hình được minh họa trong Fig.10, phần vật liệu thứ nhất 710 có thể dừng việc phủ đắp theo hướng thứ hai 704 do phần vật liệu thứ nhất 710 được hóa rắn (bằng cách làm mát ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ định trước hoặc một cơ chế khác) và do vòi phun 118 được nâng lên đến vị trí có khoảng cách thứ hai 752 tính từ nền 610. Tại đây, phần vật liệu thứ nhất 710 đã tạo ra phần cấu trúc thứ nhất 606, như được thấy bằng cách so sánh hình dạng của phần vật liệu thứ nhất 710 trong Fig.14 với phần thứ nhất tương ứng 740 của cấu trúc 606 được minh họa trong Fig.10. Như được minh họa trong Fig.10, phần vật liệu thứ hai 712, thường tiếp nối với phần vật liệu thứ nhất 710, được ép đùn ra khỏi vòi phun 118 lên phần vật liệu thứ nhất 710. Bị đẩy xuống tới phần vật liệu thứ nhất 710, và bị ép một phần giữa vòi phun 118 và phần vật liệu thứ nhất 710, phần vật liệu thứ hai 712 phủ đắp mặt ngoài theo hướng thứ hai 704.

Trong cấu hình tiếp theo của quy trình được minh họa trong Fig.11, phần vật liệu thứ hai 712 phủ đắp đến khi phần thứ hai 742 của cấu trúc 606 được tạo ra, như được thấy bằng cách so sánh Fig.11 và 14. Đồng thời, phần thứ nhất 740 của cấu trúc 606 và phần thứ hai 742 của cấu trúc 606, được lần lượt tạo ra bởi phần vật liệu thứ nhất 710 và phần vật liệu thứ hai 712, bao gồm phần dưới cùng của cấu trúc 606 có diện tích mặt cắt ngang thường tăng lên (và đường kính) từ phần thứ nhất 740 đến phần thứ hai 742. Tương ứng, trong cấu hình được biểu thị ở Fig.11, phần vật liệu thứ hai 712 có diện tích mặt cắt ngang 724 lớn hơn diện tích mặt cắt ngang 722 của phần vật liệu thứ nhất 710. Ở đây nên hiểu rằng diện tích mặt cắt ngang của mỗi phần thay đổi theo chiều cao của mỗi phần, nghĩa là diện tích mặt cắt ngang 724 và diện tích mặt cắt ngang 722 chỉ là các diện tích mặt cắt ngang đại diện mà thôi.

Như được biểu thị trong Fig.11, góc tiếp xúc 790 với bề mặt bên ngoài 611 của phần cấu trúc 606 được tạo ra bằng phần vật liệu thứ nhất 710 và phần vật liệu thứ hai 712 sẽ lớn hơn 90 độ. Trong một phương án ví dụ, góc tiếp xúc 790 có thể nằm trong khoảng từ 120 đến 160 độ. Các góc tiếp xúc lớn như vậy cho phép các phần có nhiều hình dạng hơn, với các phần lồi và lõm được cấu hình ở lớp dưới cùng

của cấu trúc nhằm làm nổi bật thiết kế và trong một số trường hợp là chức năng của cấu trúc.

Trong cấu hình được minh họa ở Fig.12, phần vật liệu thứ ba 714 đã được ép đùn lên phần vật liệu thứ hai 712. Thêm vào đó, phần thứ tư 716 của vật liệu 700 đã được ép đùn lên phần vật liệu thứ ba 714. Ở đây, phần vật liệu thứ ba 714 có diện tích mặt cắt ngang 726 về căn bản lớn hơn diện tích mặt cắt ngang 728 của phần vật liệu thứ tư 714.

Ở giai đoạn này, trong một số phương án, thiết bị điều khiển hóa rắn 500 có thể được sử dụng để tăng tốc độ hóa rắn phần vật liệu thứ ba 714 và/hoặc phần vật liệu thứ tư 716. Điều này có thể giúp đảm bảo rằng các phần này đủ vững chắc để đỡ vật liệu ép đùn bổ sung lên mặt trên cùng của phần vật liệu thứ tư 716, và để đảm bảo các phần này được hóa rắn trước khi hình dạng của chúng bị biến dạng do dòng chảy vật liệu dưới trọng lực. Trong một phương án mà vật liệu 700 là một vật liệu dẻo nhiệt, thiết bị điều khiển hóa rắn 500 có thể là thiết bị làm mát cung cấp khí lạnh có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ định trước (liên quan đến việc làm cứng) tới các khu vực cục bộ của cấu trúc 606 (tức là: các khu vực tương ứng với phần vật liệu thứ nhất 714 và/hoặc phần vật liệu thứ hai 716). Khi được làm cứng, phần vật liệu thứ ba 714 và phần vật liệu thứ tư 716 tương ứng với phần thứ ba 744 và phần thứ tư 746 của cấu trúc 606.

Trong Fig.13, phần vật liệu thứ năm 718 được ép đùn lên phần vật liệu thứ tư 716 để tạo ra phần thứ năm 748 của cấu trúc 606 bao gồm phần trên cùng của cấu trúc 606. Như được biểu thị trong Fig.13, phần vật liệu thứ năm 718 có diện tích mặt cắt ngang 729 về cơ bản lớn hơn diện tích mặt cắt ngang 728 của phần vật liệu thứ tư 716.

Khi hoàn thành, vôi phun 118 đùn ép đùn vật liệu và kéo ra khỏi cấu trúc được tạo ra 606 như được minh họa trong Fig.14. Như được minh họa trong Fig.14, tương ứng với diện tích mặt cắt ngang khác nhau của các phần vật liệu được sử dụng để tạo ra cấu trúc 606, các phần cấu trúc khác nhau 606 có các diện tích mặt cắt ngang khác nhau. Ví dụ, phần dưới cùng của cấu trúc 606, cấu trúc này bao gồm phần thứ nhất 740, phần thứ hai 742 và phần thứ ba 744, có diện tích mặt cắt ngang đại diện 735. Phần thứ tư 746, tạo ra phần giữa của cấu trúc 606, có diện tích mặt cắt ngang đại diện 733, nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang 735. Cuối cùng, phần trên cùng của cấu trúc 606, bao gồm phần thứ năm

748 của cấu trúc 606 có diện tích mặt cắt ngang 731 lớn hơn diện tích mặt cắt ngang 733. Do đó, có thể thấy rằng quá trình này cho phép việc tạo ra các cấu trúc có hình dạng mặt cắt ngang thay đổi từ dưới lên trên, bao gồm các cấu trúc từ rộng đến hẹp rồi lại rộng. Ngoài ra, có thể sử dụng quy trình ví dụ này để tạo ra cấu trúc in có các phần khác nhau với sự kết hợp bất kỳ các diện tích mặt cắt ngang khác nhau.

Thông thường, có thể tạo ra các phần có diện tích mặt cắt ngang khác nhau bằng cách thay đổi một hoặc nhiều thông số điều khiển ép đùn trong suốt quá trình tạo ra cấu trúc in 3D. Như đã được nhắc đến, lượng vật liệu phủ đắp theo hướng thứ hai (cũng được gọi là “phủ đắp mặt ngoài”) là do các yếu tố khác nhau bao gồm lưu lượng, nhiệt độ (liên quan đến độ nhớt vật liệu), lực ép giữa vòi phun và phần vật liệu nằm dưới (hoặc nền) cũng như các yếu tố khác. Do đó, việc điều chỉnh một hoặc nhiều thông số này trong quá trình in cấu trúc 3D sẽ dẫn đến các phần phủ đắp mặt ngoài khác nhau, và do đó dẫn đến các diện tích mặt cắt ngang (hoặc đường kính) khác nhau.

Để minh họa một phương pháp ví dụ cho việc thay đổi thông số ép đùn trong quá trình được minh họa trong Fig.7-Fig.14, thông số lưu lượng được biểu thị bằng sơ đồ trong mỗi hình từ Fig.7-Fig.14 bằng một mũi tên theo hướng thứ nhất 702. Cụ thể, độ lớn của lưu lượng ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình in được mô tả bằng các chiều dài mũi tên khác nhau (với mũi tên ngắn hơn biểu thị lưu lượng tương đối chậm hơn và mũi tên dài hơn biểu thị lưu lượng tương đối nhanh hơn). Như được minh họa trong Fig.7-Fig.13, lưu lượng thông thường có thể thay đổi theo diện tích mặt cắt ngang hoặc đường kính mong muốn của một phần. Ví dụ, trong Fig.8 và Fig.9, lưu lượng 780 của vật liệu 700 tương đối chậm so với lưu lượng nhanh hơn 782 của vật liệu 700 được minh họa trong Fig.10 và Fig.11. Sự tăng lưu lượng này có thể dẫn đến diện tích mặt cắt ngang lớn hơn một chút đối với phần vật liệu thứ hai 712 so với diện tích mặt cắt ngang của phần vật liệu thứ nhất 710, do nhiều vật liệu hơn được phủ xuống trong khoảng thời gian như nhau. Khi phần vật liệu thứ ba 714 được ép đùn ra, lưu lượng của vật liệu 700 chậm hơn lưu lượng 782, để tạo ra diện tích mặt cắt ngang nhỏ hơn cho phần tương ứng của cấu trúc 606. Như được minh họa trong Fig.12, khi phần vật liệu thứ tư 716 được ép đùn ra, lưu lượng 784 có thể đạt giá trị tối thiểu so với các lưu lượng khác trong quá trình, do phần thứ tư 716 (tương ứng với phần thứ tư 746 của cấu trúc 606) có diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất trong số tất cả các phần của cấu trúc 606. Cuối cùng, để đạt

được diện tích mặt cắt ngang tăng dần cho phần vật liệu thứ năm 718, lưu lượng 786 lại tăng lên so với lưu lượng 784.

Để cho rõ ràng, các phương án mô tả sự thay đổi trong lưu lượng của vật liệu 700 là cách chính để điều khiển đường kính tạo thành của phần được tạo ra của cấu trúc 606. Tuy nhiên, nên hiểu rằng bất kỳ thông số điều khiển ép đùn khác nào cũng có thể được thay đổi, có thể là kết hợp với các thông số điều khiển ép đùn khác. Ví dụ, các phương pháp khác để điều khiển mức độ phủ đắp mặt ngoài của vật liệu là tốc độ rút vòi phun, do sự ép vật liệu giữa đầu vòi phun và vật liệu nằm bên dưới có thể là một yếu tố trong mức độ phủ đắp mặt ngoài. Do đó, ví dụ, có thể tạo ra các phần cấu trúc tương đối hẹp như phần thứ ba 744 của cấu trúc 606 bằng cách tăng tốc độ rút vòi phun để vật liệu được bồi đắp theo chiều đứng mà ít bị phủ đắp mặt ngoài. Trong một số phương án, phần thứ ba 744 có thể được tạo ra với tốc độ rút vòi phun tăng lên (so với tốc độ rút vòi phun được sử dụng để tạo ra các phần khác) và một lưu lượng giảm xuống (so với lưu lượng được sử dụng để tạo ra các phần khác).

Ngoài ra, các phương án khác có thể sử dụng các nhiệt độ vòi phun khác nhau (thay thế cho nhiệt độ vật liệu), nhiệt độ phòng, áp suất phòng cũng như bất kỳ thông số điều khiển ép đùn nào khác để thay đổi hình dạng (ví dụ: diện tích mặt cắt ngang) của các phần khác nhau và/hoặc các tính chất vật liệu khác của các phần khác nhau (ví dụ, mật độ, độ cứng, v.v...).

Như được minh họa trong Fig.7-Fig.14, phương án ví dụ này có thể sử dụng một diện tích mặt cắt ngang vòi phun cố định 760 cho vật liệu ép đùn 700. Ngoài ra, diện tích mặt cắt ngang 760 được thể hiện về cơ bản là nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang của các phần khác nhau của cấu trúc 606. Ví dụ, diện tích mặt cắt ngang 760 về cơ bản nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang 733 của phần thứ ba 716 của cấu trúc 606, là phần hẹp nhất của cấu trúc 606. Dĩ nhiên trong các phương án khác, diện tích mặt cắt ngang (hoặc đường kính) của vòi phun 118 vẫn có thể được thay đổi để tăng (hoặc giảm) lưu lượng của vật liệu 700.

Quy trình ví dụ được minh họa trong Fig.7-Fig.14 có thể có ích trong việc cải thiện tốc độ tạo ra cấu trúc in 3D 606. Cụ thể, khi so sánh với các phương pháp được sử dụng trong các phương án khác, trong đó một cấu trúc được tạo ra bằng cách di chuyển vòi phun 118 để tạo ra các lớp nằm ngang và di chuyển theo chiều đứng để

bồi đắp các lớp tiếp theo lên các lớp hiện có, quy trình ví dụ này có thể cung cấp số lần in được giảm đáng kể. Điều này có thể xảy ra do các phương án thay thế đòi hỏi vòi phun di chuyển qua một quãng đường tương ứng với toàn bộ khối lượng của chi tiết in 3D mong muốn, trong khi phương pháp ví dụ có thể giữ vòi phun tại một vị trí nằm ngang cố định và sử dụng vật liệu phủ đắp mặt ngoài để làm đầy khối lượng 3D dự định mà không đòi hỏi vòi phun phải đi qua mọi vị trí nằm ngang nơi vật liệu phải được phun vào trong cấu trúc cuối cùng.

Fig.15-Fig.19 minh họa phương án khác của quy trình tạo ra cấu trúc in 3D từ vật liệu 800. Theo Fig.15-Fig.19, cấu trúc in 3D 604, bao gồm một móc hoặc chốt dạng móc, được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình ép đùn tương tự được mô tả ở trên và được minh họa trong Fig.7-Fig.14. Tuy nhiên, trái với phương án của Fig.7-Fig.14, quy trình của Fig.15-Fig.19 bao gồm việc di chuyển vòi phun 118 theo nhiều hơn một phương (ví dụ: phương đứng) từ nền. Cụ thể, như được mô tả ở đây, có thể di chuyển vòi phun 118 theo hai phương gần vuông góc với nhau (ví dụ: phương đứng và phương ngang) để tạo ra cấu trúc 604.

Bắt đầu với Fig.15, vòi phun 118 ép đùn phần vật liệu thứ nhất 802 để tạo phần đế của cấu trúc 606, phần được gắn với nền 610. Tiếp theo, như được minh họa trong Fig.16, vòi phun 118 được nâng lên theo hướng thứ nhất 830, ví dụ hướng đứng, khi phần vật liệu thứ hai 804 được ép đùn ra. Như được minh họa trong cấu hình tiếp theo trong Fig.17, để tạo ra phần cong cho cấu trúc 604, có thể di chuyển vòi phun 118 theo cả hướng thứ nhất 830 và hướng thứ hai 832 (ví dụ hướng ngang) khi phần vật liệu thứ ba 806 được ép đùn ra khỏi vòi phun 118. Ngoài ra, trong một số phương án, có thể sử dụng thiết bị điều khiển hóa rắn 500 cho phần vật liệu thứ ba 806 để giảm thời gian hóa rắn sao cho phần vật liệu thứ ba 806 duy trì hình dạng cong và nhô ra mong muốn, nếu không trọng lực có thể làm cho vật liệu 800 chảy xuống. Trong Fig.18, vòi phun 118 tiếp tục tạo ra phần cong cho cấu trúc 604, do phần vật liệu thứ tư 808 được phun ra trong khi vòi phun 118 di chuyển theo cả hướng thứ nhất 830 và hướng thứ hai 832.

Trong một số phương án, vòi phun 118 có thể có khả năng thay đổi hướng so với một thành phần hoặc chi tiết khác, như nền 610. Như được minh họa trong Fig.19, trong một phương án, vòi phun 118 có thể xoay một góc 850 để vòi phun 118 không còn có hướng gần vuông góc với nền 610. Thay vào đó, vòi phun 118 có thể được chỉnh hướng để vật liệu ép đùn chảy từ vòi phun 118 theo hướng gần với trục

giữa 821 của phần vật liệu thứ năm 810. Với vòi phun 118 có hướng của trục giữa 821, vật liệu 800 được ép đùn ra khỏi vòi phun 118 có thể được phủ đắp mặt ngoài theo hướng gần vuông góc với trục giữa 821 của phần vật liệu thứ năm 810. Hướng vuông góc này được biểu thị bằng trục bên 820.

Bằng cách điều chỉnh hướng của vòi phun 118 để thẳng hàng hơn với trục giữa của phần liên kết của cấu trúc in 3D, vật liệu ép đùn có thể bồi đắp theo hướng trục giữa, chứ không phải bồi đắp theo hướng đứng hoặc hướng khác mà có thể khiến vật liệu bị thừa không mong muốn ở các vị trí khác nhau khi cấu trúc được tạo ra. Mặc dù không được minh họa, một số phương án có thể sử dụng cấu trúc đỡ có thể hỗ trợ đỡ trong quá trình tạo ra cấu trúc, nhưng chúng có thể được bỏ đi sau khi cấu trúc được hoàn thành và hóa rắn hoàn toàn.

Bằng cách di chuyển vòi phun 118 theo cả hướng đứng và ngang, kết hợp với xoay hoặc nghiêng hướng của vòi phun 118, hệ thống in 100 và các quy trình được mô tả ở trên có thể được sử dụng để tạo ra các chi tiết có nhiều hình dạng và kiểu dáng, bao gồm các phần có các loại bề mặt cong khác nhau. Các bề mặt cong này có thể có độ cong cố định hoặc không cố định (ví dụ: đường cong hỗn hợp).

Các phương án có thể bao gồm các thành phần để điều chỉnh một hoặc nhiều thông số điều khiển ép đùn để đáp lại phản hồi từ thông tin cảm biến. Trong một số phương án, quy trình ép đùn có thể điều chỉnh một hoặc nhiều thông số điều khiển ép đùn để đáp lại thông tin quang học.

Fig.20 minh họa một phương án của quy trình điều chỉnh một hoặc nhiều thông số điều khiển ép đùn để đáp lại thông tin quang học. Thông thường, có thể thực hiện một hoặc nhiều bước được mô tả trong Fig.20 bằng hệ thống điều khiển ép đùn 204, hệ thống cảm biến 206 và/hoặc bất kỳ hệ thống hoặc thành phần nào khác của thiết bị in 102. Trong một số phương án, quy trình của Fig.20 có thể bao gồm các bước bổ sung, trong khi ở các phương án khác, một số bước được mô tả trong Fig.20 có thể là tùy chọn. Để cho rõ ràng, phần trình bày sau sẽ mô tả các bước trong quy trình này, được thực hiện bởi hệ thống điều khiển ép đùn 204.

Trong bước thứ nhất 902, hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể nhận được thông tin quang học. Trong một số phương án, thông tin quang học có thể được nhận từ một hoặc nhiều cảm biến, như thiết bị cảm biến quang học 416. Thông tin quang

học nhận được có thể bao gồm loại tín hiệu tương tự và/hoặc tín hiệu số bất kỳ bao gồm thông tin liên quan đến một hoặc nhiều hình ảnh được chụp bằng thiết bị cảm biến quang học 416.

Trong bước 904, hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể sử dụng thông tin quang học để biểu thị đặc điểm việc phủ đắp mặt ngoài của một phần vật liệu cụ thể. Phần phủ đắp mặt ngoài của phần vật liệu có thể có điểm đặc trưng theo nhiều cách khác nhau. Ví dụ, trong một số phương án, phần phủ đắp mặt ngoài có thể được đặc trưng bởi diện tích mặt cắt ngang, đường kính, hoặc phần mở rộng theo một hướng định trước cụ thể, của phần vật liệu tại một thời điểm nhất định. Trong các phương án khác, phần phủ đắp mặt ngoài có thể được đặc trưng bởi tốc độ phủ đắp mặt ngoài, là tốc độ mà phần vật liệu đang phủ đắp theo hướng ra bên ngoài. Tùy thuộc vào ứng dụng, có thể tốt hơn khi sử dụng mức độ phủ đắp tuyệt đối của một phần vật liệu tại một thời điểm cụ thể hoặc tốc độ phủ đắp mặt ngoài của phần vật liệu tại một thời điểm cụ thể. Trong các phương án khác, các đặc trưng của việc phủ đắp mặt ngoài vẫn có thể được sử dụng. Để thuận tiện, đặc trưng cụ thể của việc phủ đắp mặt ngoài được sử dụng cho phần vật liệu tại một thời điểm cụ thể được gọi là giá trị phủ đắp mặt ngoài.

Trong các phương án khác, một giá trị phủ đắp mặt ngoài được đo hoặc cảm biến có thể được xác định bằng cách sử dụng thông tin quang học. Trong một số phương án, một hoặc nhiều hình ảnh được chụp bằng thiết bị cảm biến quang học 416 về phần vật liệu ép đùn có thể được phân tích để xác định mức độ phủ đắp tuyệt đối theo một hoặc nhiều hướng, và/hoặc tốc độ phủ đắp mặt ngoài. Có thể sử dụng bất kỳ thuật toán đã biết nào để phân tích dữ liệu hình ảnh để xác định giá trị được đo hoặc cảm biến cho tốc độ phủ đắp mặt ngoài và/hoặc việc phủ đắp mặt ngoài tuyệt đối.

Trong bước 906, hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể truy xuất giá trị phủ đắp mặt ngoài được dự tính tại một thời điểm nhất định từ bộ nhớ (ví dụ: từ cơ sở dữ liệu). Trái với các giá trị phủ đắp mặt ngoài được đo hoặc cảm biến, giá trị phủ đắp mặt ngoài dự tính là một giá trị được xác định trước dựa trên các giá trị giả định về lưu lượng của vật liệu, tốc độ rút vòi phun, nhiệt độ ép đùn, cũng như sử dụng các yếu tố khác. Như vậy, giá trị phủ đắp mặt ngoài dự tính biểu thị việc phủ đắp được dự tính sẽ xảy ra như thế nào để có thể đạt được hình dạng mong muốn của chi tiết. Các giá trị phủ đắp mặt ngoài dự tính có thể khác với giá trị phủ đắp mặt ngoài được

cảm biến do các yếu tố khác nhau, bao gồm nhưng không giới hạn: độ khiếm khuyết của vật liệu in, sự thay đổi về vật liệu và hình dạng của nền, sự thay đổi về các điều kiện môi trường xung quanh (ví dụ: nhiệt độ và áp suất) cũng như các yếu tố khác.

Trong bước 908, giá trị phủ đắp mặt ngoài cảm biến được so sánh với giá trị phủ đắp mặt ngoài dự tính. Nếu giá trị phủ đắp mặt ngoài cảm biến nằm trong dung sai định trước của giá trị phủ đắp mặt ngoài dự tính, hệ thống có thể tiếp tục ép đùn vật liệu mà không có bất kỳ điều chỉnh nào. Tuy nhiên, nếu độ sai khác giữa giá trị phủ đắp mặt ngoài cảm biến và giá trị phủ đắp mặt ngoài dự tính lớn hơn dung sai định trước, hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể tiến hành sang bước 910 để thực hiện các điều chỉnh cho một hoặc nhiều thông số điều khiển ép đùn.

Fig.21 minh họa hình chiếu giản lược của một quy trình trong đó thông tin quang học được sử dụng để cung cấp phản hồi cho hệ thống điều khiển ép đùn. Theo Fig.21, thiết bị cảm biến quang học 416 được định vị để thu thông tin quang học về phần vật liệu 1010 sau khi phần vật liệu 1010 được ép đùn ra khỏi vòi phun 118. Có thể sử dụng thông tin quang học này để xác định đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022, đây là phép đo đường kính gần đúng theo thời gian thực của phần vật liệu 1010 khi nó phủ đắp mặt ngoài trên nền 1005. Trong hình chiếu giản lược của vòi phun 118 và phần vật liệu 1010 của Fig.21, đường kính phần phủ đắp được cảm biến 1022 của phần vật liệu 1010 được minh họa trong một khoảng thời gian cụ thể.

Trong biểu đồ của Fig.21, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022 được biểu diễn dưới dạng đồ thị của một hàm thời gian. Ngoài ra, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020 cũng được biểu diễn dưới dạng đồ thị của một hàm thời gian. Trong trường hợp này, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020 đi theo một đường gần thẳng, biểu thị sự phủ đắp nhìn chung là không đổi của vật liệu theo thời gian (ví dụ: tốc độ phủ đắp không đổi). Nên hiểu rằng đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020 chỉ là một dạng hàm ví dụ, được sử dụng ở đây để làm rõ, và trong các phương án khác trạng thái của đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020 có thể không phải là đường thẳng.

Tại thời điểm T1, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020 và đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022 có thể gần bằng nhau. Nói cách khác,

tại điểm này, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022 có thể nằm trong dung sai định trước của đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020. Điều này biểu thị rằng phần vật liệu 1010 đang phủ đắp theo cách mong muốn để tạo ra lớp hoặc phần thứ nhất của cấu trúc in 3D dự kiến. Tuy nhiên, tại thời điểm T2 sau đó, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022 nhỏ hơn đáng kể so với đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020, biểu thị rằng phần vật liệu 1010 đó không phủ đắp mặt ngoài theo cách mong muốn (ví dụ: ở tốc độ mong muốn). Khi hệ thống điều khiển ép đùn 204 phát hiện sự sụt giảm của đường kính phần phủ đắp mặt ngoài cảm biến 1022 này, hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể điều chỉnh lưu lượng hoặc tốc độ ép đùn của vật liệu 1008 giúp phủ đắp nhanh hơn và/hoặc nhiều hơn trong phần vật liệu 1010. Cụ thể, tại thời điểm T2, lưu lượng được tăng lên từ lưu lượng ban đầu 1040 (tại thời điểm T1) thành lưu lượng được tăng lên mới 1042. Tiếp theo thời điểm T2, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022 bắt đầu tăng lên và có thể một lần nữa nằm trong dung sai định trước của đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020.

Tại thời điểm T3 sau đó, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022 tăng trên mức đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020, theo đó biểu thị rằng phần vật liệu 1010 đang chảy quá nhanh và có thể mở rộng quá xa. Do đó, tại thời điểm T3, lưu lượng được điều chỉnh thành lưu lượng giảm xuống mới 1044, lưu lượng thấp hơn đáng kể so với lưu lượng ban đầu 1040 (tại thời điểm T1) và lưu lượng 1042 (tại thời điểm T2). Sau thời điểm T3, đường kính phần phủ đắp mặt ngoài được cảm biến 1022 bắt đầu giảm xuống và có thể một lần nữa nằm trong dung sai định trước của đường kính phần phủ đắp mặt ngoài dự tính 1020. Do đó, quá trình này có thể lặp lại, cung cấp cách thức điều chỉnh liên tục lưu lượng (hoặc thông số điều khiển ép đùn khác) để đáp lại thông tin quang học cảm biến về trạng thái phủ đắp của phần vật liệu. Ngoài ra, mặc dù quy trình ví dụ được minh họa trong Fig.21 này là cho phần vật liệu cụ thể 1010, tương ứng với lớp vật liệu bên dưới trong cấu trúc in, có thể sử dụng quy trình này cho tất cả các phần và lớp vật liệu trong việc tạo ra một cấu trúc in.

Fig.22 minh họa một phương án về quy trình áp dụng thiết bị điều khiển hóa rắn cho phần vật liệu mới được ép đùn để đáp lại thông tin cảm biến về phần vật liệu mới được ép đùn. Trong bước 1102, hệ thống điều khiển ép đùn 204 có thể nhận thông tin cảm biến từ một hoặc nhiều cảm biến về phần được ép đùn và/hoặc các điều kiện môi trường xung quanh. Các cảm biến ví dụ có thể cung cấp thông tin cho

hệ thống điều khiển ép đùn 204 bao gồm cảm biến nhiệt độ, cảm biến áp suất, cảm biến lưu lượng, cảm biến quang học cũng như các loại cảm biến khác. Trong bước 1104, hệ thống điều khiển ép đùn 204 sử dụng thông tin cảm biến để xác định xem phần vật liệu mới được ép đùn có hóa rắn hay không. Ví dụ, trong một số phương án, có thể sử dụng thông tin quang học để xác định xem phần được ép đùn có vững chắc hoặc không di chuyển hay không, và do đó có khả năng hóa rắn hay không. Nếu phần vật liệu mới được ép đùn chưa hóa rắn và cần phải làm đông rắn phần vật liệu này trước khi ép đùn thêm vật liệu, có thể sử dụng thiết bị điều khiển hóa rắn để hóa rắn trực tiếp phần vật liệu này. Trong trường hợp này, hệ thống điều khiển ép đùn 204 di chuyển đến bước 1106 để làm hóa rắn bằng khí lạnh và/hoặc bằng tia cực tím cho phần vật liệu được ép đùn.

Dĩ nhiên, trong một số phương án, có thể áp dụng trực tiếp một thiết bị điều khiển hóa rắn cho một hoặc nhiều phần vật liệu ép đùn để tăng tốc độ hóa rắn một cách tự động mà không phụ thuộc vào thông tin cảm biến. Cụ thể, như đã được mô tả trong các phương án trước, việc hóa rắn trực tiếp (ví dụ, làm lạnh) có thể được thực hiện để tăng tốc độ hóa rắn là một phần của quy trình tạo ra các phần có hình dạng cụ thể, quy trình này có thể yêu cầu hóa rắn nhanh để duy trì độ ổn định trong quá trình in.

Các phương án có thể bao gồm các thành phần dùng cho việc áp các cấu trúc in ba chiều có thể móc vào nền, như một vật liệu dệt may. Trong các phương án sử dụng quá trình ép đùn tạo nên sự phủ đắp mặt ngoài của vật liệu ép đùn, có thể tạo ra sự phủ đắp mặt ngoài của vật liệu lên mặt đối diện của nền từ phía đặt vòi phun. Việc này có thể cho phép tạo ra các phần neo móc mà có thể không làm được với các quy trình khác đòi hỏi vòi phun đi qua tất cả các vị trí trong khối lượng tạo nên một cấu trúc in.

Fig.23-Fig.27 minh họa hình chiếu giản lược của một phương án về quy trình in một cấu trúc dạng mỏ neo 3D 1200 được bắt chặt trực tiếp vào nền 1202 khi nó được tạo ra. Như được minh họa trong Fig.23-Fig.27, quy trình ví dụ có thể sử dụng vòi phun 118, nền 1202 và khuôn 1250. Vòi phun 118 có thể được đặt ở mặt thứ nhất 1210 của nền 1202, trong khi khuôn 1250 có thể được đặt ở mặt thứ hai 1212 của nền 1202. Ngoài ra, để truyền chất lỏng giữa mặt thứ nhất 1210 và mặt thứ hai 1212, nền 1202 bao gồm phần mở 1214.

Như được minh họa trong Fig.24, vật liệu 1220 được ép đùn ra khỏi vòi phun 118 và chảy qua phần mở 1214. Với khuôn 1250 tại vị trí áp vào mặt thứ hai 1212 của nền 1202, phần vật liệu thứ nhất 1222 chảy vào khoang 1252 của khuôn 1250. Trong Fig.25, phần vật liệu thứ nhất 1222 làm đầy toàn bộ khoang 1252. Vì phần mở 1254 của khoang 1252 có đường kính 1256 (xem Fig.23), phần vật liệu thứ nhất 1222 đạt đường kính 1223 tiếp giáp trực tiếp với mặt thứ hai 1212 của nền 1202. Ngoài ra, do đường kính 1223 của phần vật liệu thứ nhất 1222 lớn hơn đường kính 1215 của phần mở 1214, phần vật liệu thứ nhất 1222 bị ngăn không cho đi qua phần mở 1214.

Trong Fig.26, phần vật liệu thứ hai 1224 được ép đùn ra khỏi vòi phun 118 và bắt đầu phủ đắp sang bên cạnh ở mặt thứ nhất 1210 của nền 1202. Trong Fig.27, phần vật liệu thứ hai 1226 được biểu thị là đạt đường kính 1227, mà lớn hơn đáng kể so với đường kính 1215 của phần mở 1214. Do đó, cấu trúc dạng mỏ neo 1200 được tạo ra theo cách không thể bị tách khỏi nền 1202 mà không làm hư hại nền 1202 hay cấu trúc dạng mỏ neo 1200.

Với cấu trúc dạng mỏ neo 1200 được tạo ra như trong quy trình được mô tả trong Fig.23-Fig.27, vật liệu ép đùn bổ sung có thể được thêm vào để tạo ra các cấu trúc 3D khác nhau kéo dài từ mặt thứ nhất 1210 của nền 1202. Các cấu trúc này có thể bao gồm cấu trúc in 3D bất kỳ đã được nhắc đến, như mẫu đỉnh, móc, chốt dạng núm cũng như các cấu trúc khác.

Một cấu trúc có thể thực hiện móc neo bằng cách sử dụng một lỗ, hoặc có thể bằng cách sử dụng hai hay nhiều lỗ. Số lượng lỗ được sử dụng có thể thay đổi tùy theo loại nền được sử dụng cũng như hình dạng của cấu trúc 3D được tạo ra.

Trong các phương án khác nhau, loại khuôn được sử dụng có thể khác nhau. Ví dụ, khuôn có thể khác nhau về kích thước, kiểu dáng khoang, cấu trúc vật liệu cũng như các tính chất khác. Có thể sử dụng bất kỳ loại khuôn nào được biết đến trong ngành. Có thể chọn sử dụng loại khuôn tùy theo hình dạng mong muốn của cấu trúc cuối cùng (đặc biệt là hình dạng của chi tiết ở mặt thứ hai 1212 của nền 1202), kích thước yêu cầu của chi tiết, dung sai nhiệt độ của vật liệu khuôn, cũng như các yếu tố khác.

Là ví dụ về các khuôn khác nhau, Fig.28 minh họa hai thiết kế để lựa chọn. Theo Fig.28, khuôn thứ nhất 1302 có khoang 1303 với hình dạng đại thể là hình chữ nhật, ngược với hình dạng gần tròn (hay dạng mái vòm) của khoang 1252 của khuôn

1250 trong Fig.23. Ngoài ra, khuôn thứ hai 1304 có khoang 1305 với hình dạng đại thể là không đều. Các hình dạng khoang khác nhau này có thể dẫn đến các hình dạng khác nhau tương ứng của cấu trúc 3D được tạo ra (cho các phần cấu trúc ở mặt của nền nơi đặt khuôn).

Trong một số phương án khác, các cấu trúc dạng mỏ neo có thể được tạo bằng cách ấn vật liệu ép đùn qua một vật liệu, như vải dệt kim, vải lưới hoặc vải bện xoắn mà có thể không bao gồm các lỗ hở riêng biệt. Một phương án như vậy được mô tả trong Fig.29. Ở đây, cấu trúc dạng mỏ neo 1400 bao gồm phần thứ nhất 1402 ở mặt thứ nhất 1410 của nền 1408, và phần thứ hai 1404 ở mặt thứ hai 1412 của nền 1408. Phần thứ nhất 1402 và phần thứ hai 1404 được kết nối bằng các phần vật liệu ép đùn 1420, được đẩy qua khoảng không gian thông thoáng trong nền 1408.

Fig.30 minh họa một phương án ví dụ của thiết bị in 102 cùng với hai phương pháp khác nhau để giữ hoặc đỡ các sản phẩm có thể nhận cấu trúc in. Như được minh họa trong Fig.30, trong một số phương án, phần phẳng ở trên 1502 có thể được đặt lên khay 112 được chứa trong thiết bị in 102. Trong các phương án khác, một sản phẩm giày dép được lắp ráp 1504 có thể kết nối với thiết bị giữ giày dép 1506, loại có thể được ráp vào thiết bị in 102. Trong một số phương án, thiết bị giữ giày dép 1506 có thể được cấu hình để đưa phần gần như là phẳng của sản phẩm giày dép 1504 tới vòi phun để in. Một thiết bị giữ giày dép ví dụ có thể được sử dụng đã được công bố trong tài liệu Miller, Bằng sáng chế Mỹ Số công bố 2014/0310891, phát hành ngày 23 tháng 10 năm 2014 (nay là Đơn xin cấp bằng sáng chế Mỹ số 13/868130, nộp ngày 23 tháng 4 năm 2013) và có tên “Thiết bị giữ sản phẩm”, toàn bộ nội dung của đơn đăng ký sáng chế này được đưa ra trong tài liệu này để tham khảo.

Các hệ thống và phương pháp chung dùng để in cấu trúc 3D trực tiếp lên các phần của sản phẩm, bao gồm các sản phẩm sử dụng các vật liệu dệt được công bố trong Jones và cộng sự, Đơn xin cấp bằng sáng chế Mỹ số công bố 2014/0020192, phát hành ngày 23 tháng 1 năm 2014 (nay là Đơn xin cấp bằng sáng chế Mỹ số 13/553,368, nộp ngày 19 tháng 7 năm 2012), và có tên “Phương pháp lắp ráp giày dép bằng công nghệ in 3D”, toàn bộ nội dung của đơn đăng ký sáng chế này được đưa ra trong tài liệu này để tham khảo và dưới đây được gọi là đơn đăng ký “In 3D”. Cụ thể, ứng dụng in 3D bao gồm các hệ thống và phương pháp in lên vật liệu dệt hoặc nền mà có thể không có bề mặt kỵ nước hoặc không dính nước. Ứng dụng in 3D cũng đưa ra các hệ thống và phương pháp in lên các bề

mặt không đều như bề mặt vật liệu dệt sợi, dệt kim, bền xoắn hoặc các loại vải hoặc vật liệu dệt khác.

Fig.31 là hình chiếu đẳng cự của một phương án về sản phẩm giày dép 1600. Như được minh họa trong Fig.31, sản phẩm giày dép 1600 bao gồm nhiều cấu trúc in 3D dạng móc có thể buộc được vào bằng dây hoặc thành phần móc khác. Cụ thể, sản phẩm giày dép 1600 bao gồm bộ móc dạng nút 1602 được tạo ra bằng quá trình in 3D như đã đề cập ở phần trên và được minh họa trong Fig.7-Fig.14. Ngoài ra, sản phẩm giày dép 1600 bao gồm bộ móc 1604 được tạo ra bằng quá trình in 3D như đã đề cập ở phần trên và được minh họa trong Fig.15-19. Do đó, có thể thấy rằng có thể sử dụng quá trình in ví dụ (cụ thể, ép đùn) được trình bày trong các phương án này để tạo ra các cấu trúc chức năng, ví dụ như móc, cho các sản phẩm giày dép cũng như các loại sản phẩm khác.

Các phương án có thể bao gồm thêm các thành phần để tăng tốc độ tạo ra cấu trúc in 3D. Trong một số phương án khác, cấu trúc in 3D có thể được tạo ra bằng cách sử dụng hai quy trình in khác nhau để tạo ra ít nhất hai phần khác nhau của cấu trúc in 3D. Trong một số trường hợp, ví dụ, phần thứ nhất của cấu trúc in 3D có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in 3D thứ nhất, trong khi phần thứ hai của cấu trúc in 3D có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in 3D thứ hai tách riêng với quá trình in 3D thứ nhất.

Fig.32 minh họa hình chiếu giản lược của phương án về cấu trúc in 3D 1700, hay đơn giản là cấu trúc 1700, được gắn với nền 1720. Trong phương án của Fig.32, cấu trúc 1700 có dạng mẫu đỉnh để sử dụng cho một sản phẩm giày dép. Tuy nhiên trong các phương án khác, các cấu trúc in tương tự có thể được tạo ra theo các hình dạng khác nhau và cho những mục đích khác nhau. Nói cách khác, các nguyên lý được trình bày cho cấu trúc 1700 không nhằm giới hạn trong việc tạo ra mẫu đỉnh hoặc các chi tiết tương tự.

Trong phương án được mô tả trong Fig.32, cấu trúc 1700 bao gồm hai phần khác nhau. Cụ thể, cấu trúc 1700 bao gồm một phần vỏ bên ngoài 1702 và một phần bên trong 1704. Như được trình bày chi tiết hơn dưới đây, phần vỏ bên ngoài 1702 và phần bên trong 1704 có thể khác nhau ở một hoặc nhiều đặc điểm, bao gồm kích thước, khối lượng, hình dạng, vật liệu, màu sắc cũng như các đặc điểm khác.

Trong các phương án khác nhau, hình dạng của phần vỏ bên ngoài 1702 có thể khác nhau. Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể có dạng đại thể là hình tròn. Trong một số trường hợp, ví dụ, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể có dạng giống như hình vòm. Trong các phương án khác, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể có dạng đại thể như hình nón. Trong một số trường hợp, ví dụ, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể có dạng hình nón cụt.

Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể bao gồm một hoặc nhiều phần mở. Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể bao gồm một phần mở. Trong các phương án khác, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể bao gồm hai phần mở. Trong các phương án khác nữa, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể bao gồm ba hoặc hơn ba phần mở. Trong phương án được mô tả trong Fig.32, phần vỏ bên ngoài 1702 bao gồm một phần mở 1703.

Trong các phương án khác nhau, vị trí của một hoặc nhiều phần mở trong phần vỏ bên ngoài 1702 có thể khác nhau. Trong một số phương án, một hoặc nhiều phần mở có thể được đặt trên một phần của phần vỏ bên ngoài 1702 nằm tiếp giáp với nền 1720. Trong các phương án khác, một hoặc nhiều phần mở có thể được đặt trên một phần của phần vỏ bên ngoài 1702, đặt cách xa nền 1720 nhất. Trong phương án được mô tả trong Fig.32, phần mở 1703 của phần vỏ bên ngoài 1702 được đặt tại phần chóp 1706 của phần vỏ bên ngoài 1702.

Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể bao gồm phần vật liệu nói chung là mỏng. Trong một số phương án, độ dày 1730 của phần vỏ bên ngoài 1702 có thể nhỏ hơn đáng kể so với đường kính 1731 của phần vỏ bên ngoài 1702. Ngoài ra, trong một số phương án, độ dày 1730 của phần vỏ bên ngoài 1702 có thể nhỏ hơn đáng kể so với chiều cao 1732 (được đo từ nền 1720) của phần vỏ bên ngoài 1702. Trong một phương án ví dụ, độ dày 1730 của phần vỏ bên ngoài 1702 có thể có giá trị xấp xỉ trong khoảng giữa 0,01 mm và 5 mm. Trong các phương án khác nữa, độ dày 1730 có thể lớn hơn 5 mm.

Phần bên trong 1704 thông thường có thể làm đầy phần mặt trong được giới hạn bởi phần vỏ bên ngoài 1702. Do đó, hình dạng của phần bên trong 1704 thông thường có thể tương ứng với hình dạng của phần vỏ bên ngoài 1702. Trong các phương án mà phần vỏ bên ngoài 1702 có hình dạng gần giống hình vòm, phần bên

trong 1702 cũng có thể có hình dạng giống hình vòm. Trong các phương án mà phần vỏ bên ngoài 1702 có dạng hình nón (bao gồm nón cụt), phần bên trong 1704 có thể có dạng hình nón tương tự. Tuy nhiên trong các phương án khác, phần mặt trong được giới hạn bởi phần vỏ bên ngoài 1702 dự kiến không có hình dạng tương ứng với hình dạng của mặt ngoài của phần vỏ bên ngoài 1702. Trong các trường hợp như vậy, hình dạng của phần bên trong 1704 thông thường có thể tương ứng với hình dạng được tạo ra theo hình dạng mặt trong của phần vỏ bên ngoài 1702.

Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài có thể chiếm phần tương đối nhỏ so với tổng khối lượng của cấu trúc in 3D trong khi phần bên trong có thể chiếm phần lớn (ít nhất là đa số) trong tổng khối lượng của cấu trúc in 3D. Ví dụ, theo phương án trong Fig.32, có thể thấy phần vỏ bên ngoài 1702 có khối lượng thứ nhất chiếm phần thứ nhất trong tổng khối lượng của cấu trúc 1700. Ngoài ra, có thể thấy phần bên trong 1704 có khối lượng thứ hai chiếm phần thứ hai trong tổng khối lượng của cấu trúc 1700. Trong một phương án ví dụ, phần thứ hai lớn hơn đáng kể so với phần thứ nhất, vì thế phần vỏ bên ngoài 1702 chỉ chiếm một phần nhỏ trong tổng khối lượng của cấu trúc 1700, trong khi phần bên trong 1704 chiếm một phần lớn trong tổng khối lượng của cấu trúc 1700.

Các giá trị của phần thứ nhất và phần thứ hai có thể khác nhau giữa các phương án. Trong một số phương án, phần thứ nhất có thể có giá trị xấp xỉ trong khoảng giữa 1 phần trăm và 30 phần trăm. Do đó, trong các phương án như vậy, phần thứ hai có thể có giá trị xấp xỉ trong khoảng từ 70 phần trăm đến 99 phần trăm. Ở đây cần hiểu là tổng phần thứ nhất và phần thứ hai sẽ bằng 100 phần trăm trong các phương án mà cấu trúc 1700 chỉ bao gồm phần vỏ bên ngoài 1702 và phần vỏ bên trong 1704.

Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in 3D thứ nhất, trong khi phần bên trong 1704 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quá trình in 3D thứ hai tách riêng với quy trình in 3D thứ nhất. Việc sử dụng các quy trình in 3D khác nhau cho mỗi phần có thể giúp nâng cao hiệu quả và/hoặc tốc độ sản xuất. Ví dụ, các phương án sau minh họa các phương pháp in trong đó phần vỏ bên ngoài 1702 được tạo ra bằng cách sử dụng một quy trình in tương đối chậm, trong khi phần bên trong 1704 được tạo ra bằng cách sử dụng một quy trình in tương đối nhanh hơn. Bởi vì phần bên trong 1704 chiếm phần lớn khối lượng của cấu trúc 1700, các phương pháp in như vậy có thể cho phép cấu trúc 1700 được tạo ra trong

khoảng thời gian ngắn hơn đáng kể so với thời gian in khối lượng của cấu trúc 1700 bằng cách sử dụng quy trình in tương đối chậm.

Như được minh họa trong Fig.32, trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 và phần bên trong 1704 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các vòi phun và/hoặc đầu in khác nhau. Trong một phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng vòi phun thứ nhất 1740 trong khi phần bên trong 1704 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng vòi phun thứ hai 1742. Trong một số phương án, vòi phun thứ nhất 1740 có lỗ thứ nhất 1741 trong khi vòi phun thứ hai 1742 có lỗ thứ hai 1742. Trong một phương án, lỗ thứ nhất 1741 có thể có đường kính nhỏ hơn đáng kể so với lỗ thứ hai 1742. Với cấu hình này, tổng khối lượng vật liệu có thể chảy qua lỗ thứ hai 1742 sẽ lớn hơn khối lượng vật liệu chảy qua lỗ thứ nhất 1741 trong một khoảng thời gian cụ thể.

Mặc dù một số phương án có thể sử dụng các vòi phun khác nhau để tạo ra phần vỏ bên ngoài 1702 và phần bên trong 1704, các phương án khác có thể sử dụng một vòi phun để tạo ra cả phần vỏ bên ngoài 1702 và phần bên trong 1704. Phương án thay thế như vậy được mô tả bên dưới và được minh họa trong Fig.36-38.

Trong các phương án khác nhau, các vật liệu tạo phần vỏ bên ngoài 1702 và phần bên trong 1704 có thể khác nhau. Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể bao gồm vật liệu thứ nhất và phần bên trong 1704 có thể bao gồm vật liệu thứ hai. Trong một số trường hợp, vật liệu thứ nhất có thể đồng nhất về cơ bản với vật liệu thứ hai. Trong các trường hợp khác, vật liệu thứ nhất có thể khác biệt về cơ bản với vật liệu thứ hai.

Trong các phương án khác nhau, độ cứng của vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai có thể khác nhau. Ví dụ, khi hóa rắn, vật liệu thứ nhất tạo ra phần vỏ bên ngoài có thể có độ cứng thứ nhất, trong khi vật liệu thứ hai tạo ra phần bên trong có thể có độ cứng thứ hai khi hóa rắn. Trong một số phương án, độ cứng thứ hai có thể lớn hơn độ cứng thứ nhất. Ví dụ, trong một số phương án dùng cho cấu trúc mẫu đỉnh, vật liệu thứ nhất có thể là cao su để cung cấp và đưa lực bám đến phần vỏ bên ngoài, trong khi phần bên trong có thể là một chất dẻo cứng hơn để cung cấp cấu trúc và nâng đỡ cho cấu trúc mẫu đỉnh. Trong các phương án khác, độ cứng thứ hai có thể nhỏ hơn độ cứng thứ nhất. Ví dụ, trong một số phương án về cấu trúc mẫu đỉnh, vật liệu thứ nhất có thể là nhựa hoặc cao su cứng

để cung cấp sức bền và/hoặc lực bám cho phần vỏ bên ngoài, trong khi vật liệu thứ hai có thể là vật liệu bột xốp để nâng đỡ và giảm chấn.

Dĩ nhiên trong các phương án khác, vẫn có thể sử dụng sự kết hợp khác về vật liệu. Cụ thể, có thể chọn vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai để tạo ra các kết hợp khác nhau của các vật liệu khác nhau về tính chất, bao gồm nhưng không giới hạn; trọng lượng, sức bền, giảm chấn, gắn kết tương thích với nền cũng như các tính chất vật liệu khác.

Fig.33-Fig.35 minh họa hình chiếu giản lược của một phương án của quy trình tạo ra cấu trúc 1700. Như được minh họa trong Fig.33, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể được tạo ra trước bằng cách sử dụng vòi phun thứ nhất 1740. Như được biểu thị bằng sơ đồ, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in 3D thứ nhất. Cụ thể, quy trình in 3D thứ nhất bao gồm bước di chuyển vòi phun thứ nhất 1740 theo phương ngang trên nền 1720 để tạo ra một lớp ngang của phần vỏ bên ngoài 1702 sử dụng vật liệu ép đùn 1780. Không giống các phương án được đưa ra trước đó và được minh họa, ví dụ, trong Fig.7-Fig.14, quy trình in 3D thứ nhất không liên quan đến bước phủ đắp mặt ngoài cơ bản của vật liệu in (hay ép đùn). Khi lớp ngang đã được tạo ra, ví dụ lớp in 1785 như được minh họa trong Fig.33, vòi phun thứ nhất 1740 có thể được nâng lên một mức lớn hơn theo hướng đứng. Ở điểm này, như được minh họa trong Fig.34, vòi phun thứ nhất 1740 có thể di chuyển lại theo chiều ngang để tạo ra lớp tiếp theo của vật liệu in 1787 ở trên lớp in 1785.

Trong một số phương án, khi phần vỏ bên ngoài 1702 được tạo ra hoàn toàn, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể được hóa rắn trước khi tạo ra phần bên trong 1704. Trong một số trường hợp, việc hóa rắn có thể được hoàn thành khi phần vỏ bên ngoài 1702 được tạo ra. Trong các trường hợp khác, việc hóa rắn có thể được hoàn thành sau khi phần vỏ bên ngoài 1702 được tạo ra, nhưng trước khi phần bên trong 1704 được tạo ra. Tuy nhiên, trong các phương án khác nữa, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể được hóa rắn toàn bộ (hay một phần) sau khi phần bên trong 1704 được tạo ra.

Khi phần vỏ bên ngoài 1702 được tạo ra bằng quy trình in 3D thứ nhất, vòi phun thứ nhất 1740 có thể được di chuyển ra khỏi phần vỏ bên ngoài 1702. Như được minh họa trong Fig.35, vòi phun thứ hai 1742 có thể được di chuyển đến một vị trí ở trên phần mở 1703. Tại điểm này, có thể sử dụng quy trình in 3D thứ hai để làm

đầy khoảng trống bên trong 1709 của phần vỏ bên ngoài 1702 bằng vật liệu thứ hai 1784. Như được minh họa trong Fig.35, quy trình in 3D thứ hai có thể liên quan đến bước giữ vòi phun thứ hai 1742 ở vị trí gần như cố định bên trên phần mở 1703 khi vật liệu thứ hai 1784 được ép đùn ra hoặc được làm lắng vào trong khoảng trống bên trong 1709. Quy trình in 3D thứ hai có thể tiếp tục đến khi vật liệu thứ hai 1784 làm đầy toàn bộ khoảng trống bên trong 1709, theo đó tạo ra phần bên trong 1704 của cấu trúc 1700.

Quy trình in 3D thứ nhất được sử dụng để tạo ra phần vỏ bên ngoài 1702 và quy trình in 3D thứ hai được sử dụng để tạo ra phần bên trong 1704 có thể khác nhau về một hoặc nhiều thuộc tính. Như đã đề cập, quy trình in 3D thứ nhất bao gồm bước di chuyển vòi phun thứ nhất 1740 đi qua một loạt các vị trí được đặt trong mặt phẳng ngang để tạo ra lớp ngang của vật liệu. Sau khi tạo ra lớp ngang, vòi phun thứ nhất 1740 có thể được nâng lên nhanh chóng theo phương đứng để tạo ra lớp ngang tiếp theo. Ngược lại, quy trình in 3D thứ hai bao gồm bước giữ vòi phun thứ hai 1742 tại một vị trí ngang và đứng tương đối cố định, và ép đùn vật liệu thứ hai 1784 qua phần mở 1703 của phần vỏ bên ngoài 1702. Do đó, không giống như phần vỏ bên ngoài 1702, phần bên trong 1704 không được tạo ra thông qua quy trình in một loạt các lớp ngang xếp chồng, mà thay vào đó được tạo ra bằng cách đẩy vật liệu thứ hai 1784 vào trong khoảng trống bên trong 1709. Do đó, có thể thấy rằng hình dạng tạo thành của phần vỏ bên ngoài 1702 được xác định bởi quãng đường gia công của vòi phun thứ nhất 1740 trong quy trình in 3D thứ nhất, trong khi hình dạng tạo thành của phần bên trong 1704 được tạo ra theo hình dạng bên trong của khoảng trống bên trong 1709, và yêu cầu vòi phun thứ hai 1742 ít di chuyển hoặc không di chuyển.

Quy trình in 3D thứ nhất và quy trình in 3D thứ hai cũng có thể được phân biệt bằng mức độ phủ đắp mặt ngoài. Quy trình in 3D thứ nhất có thể làm lắng vật liệu thành nhiều lớp rất mịn, kết quả là không hoặc có rất ít sự phủ đắp mặt ngoài. Cụ thể, độ phủ đắp mặt ngoài cho vật liệu được làm lắng bằng cách sử dụng quy trình in 3D thứ nhất có thể nhỏ hơn 200% so với đường kính của lỗ 1741 của vòi phun thứ nhất 1740 (xem Fig.32). Nói cách khác, vật liệu được in bằng vòi phun thứ nhất 1740 có thể không phủ đắp tới một kích thước lớn hơn gấp đôi đường kính của vòi phun thứ nhất 1740. Ngược lại, quy trình in 3D thứ hai phụ thuộc vào bước phủ đắp mặt ngoài thực chất để làm đầy khoảng trống bên trong 1709 của phần vỏ bên ngoài 1702. Do đó, độ

phủ lấp mặt ngoài của vật liệu được ép đùn từ vòi phun thứ hai 1742 có thể lớn hơn nhiều lần so với đường kính của lỗ 1743 của vòi phun thứ hai 1742 (xem Fig.32). Ví dụ, trong một số phương án, các phần vật liệu có thể phủ lấp tới đường kính bằng ít nhất 500% đường kính của lỗ 1743.

Quy trình ví dụ để tạo ra cấu trúc 1700 có thể cho phép nâng cao tốc độ in trong khi vẫn duy trì độ chính xác cho hình dạng của cấu trúc in. Có thể đạt được điều này bằng cách in một phần vỏ bên ngoài tương đối mỏng có hình dạng mong muốn bất kỳ bằng cách sử dụng quá trình in được điều khiển chính xác và sau đó làm đầy mặt trong của phần vỏ bên ngoài bằng cách ép đùn nhanh hoặc làm lắng vật liệu in vào mặt trong. Bằng cách tạo ra chỉ một phần vỏ bên ngoài mỏng cho cấu trúc sử dụng quy trình in 3D thứ nhất và tạo ra phần lớn khối lượng sử dụng quy trình in 3D thứ hai, thời gian in cấu trúc 1700 có thể giảm xuống, do quy trình in 3D thứ hai thường nhanh hơn quy trình in 3D thứ nhất.

Nên hiểu rằng quy trình tạo ra phần vỏ bên ngoài 1702 chỉ là ví dụ. Trong các phương án khác, phần vỏ bên ngoài 1702 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng bất kỳ quy trình in 3D nào được biết đến. Một số quy trình in ví dụ bao gồm quá trình bất kỳ trong số các quy trình được đề cập trước đó.

Fig.36-Fig.38 minh họa một quy trình thay thế để tạo ra cấu trúc in 3D 1800. Nhìn chung, quy trình được minh họa trong Fig.36-Fig.38 có thể giống với ít nhất một số điểm liên quan đến quy trình được minh họa trong Fig.33-Fig.35. Cụ thể, quy trình của Fig.36-Fig.38 bao gồm việc sử dụng quy trình in 3D thứ nhất và quy trình in 3D thứ hai, là hai quá trình có thể khác nhau. Tuy nhiên, ngược với phương án được minh họa trong Fig.33-Fig.35, phương án được mô tả trong Fig.36-Fig.38 sử dụng một vòi phun 1840 để tạo ra cả phần vỏ bên ngoài 1802 và phần bên trong 1804 của cấu trúc 1800. Mặc dù có thể sử dụng vòi phun 1840 trong cả quy trình in 3D thứ nhất và quy trình in 3D thứ hai, trong một số trường hợp, kích thước lỗ 1841 có thể thay đổi. Ngoài ra, trong một số phương án, có thể điều chỉnh các thông số điều khiển ép đùn khác. Bằng việc thay đổi kích thước lỗ 1841 và/hoặc các thông số điều khiển ép đùn bổ sung, vòi phun 1840 có thể được cấu hình để ép đùn vật liệu in 1810 ở lưu lượng cao hơn đáng kể trong suốt quy trình in 3D thứ hai.

Mặc dù Fig.36-Fig.38 minh họa một phương án sử dụng một vật liệu để tạo ra các phần bên trong và bên ngoài của một cấu trúc in, các phương án khác có thể sử dụng các vật liệu khác nhau. Ví dụ, trong một số phương án, sau khi tạo ra phần vỏ bên ngoài 1802 bằng cách ép đùn vật liệu thứ nhất qua vòi phun 1840, vật liệu thứ hai có thể được ép đùn qua vòi phun 1840 để tạo ra phần bên trong 1804.

Để đảm bảo rằng vật liệu ép đùn có thể làm đầy toàn bộ khoảng trống bên trong của phần vỏ bên ngoài, một số phương án có thể bao gồm các phần vỏ bên ngoài có hai hoặc nhiều phần mở. Fig.39 là hình chiếu giản lược của một phương án về cấu trúc in 3D 1900, cấu trúc này có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in 3D thứ nhất và quy trình in 3D thứ hai được mô tả ở trên và được minh họa trong Fig.33-Fig.35. Trong phương án của Fig.39, cấu trúc in 1900 có thể bao gồm ít nhất hai phần mở: phần mở thứ nhất 1903 và phần mở thứ hai 1905 tại phần vỏ bên ngoài 1902. Trong cấu hình này, vòi phun 1742 ban đầu có thể làm đầy phần mở thứ nhất 1903, sau đó di chuyển đến một vị trí bên trên phần mở thứ hai 1905 và làm đầy khoảng trống bên trong 1909 qua phần mở thứ hai 1905. Việc sử dụng nhiều phần mở có thể tạo thuận lợi cho việc làm đầy khoảng trống bên trong, đặc biệt là đối với các phần vỏ bên ngoài lớn hơn và/hoặc phần vỏ bên ngoài có hình dạng phức tạp.

Fig.40-Fig.46 minh họa nhiều phương án khác nhau của cấu trúc in 3D, cũng như các phương pháp tạo ra cấu trúc in 3D. Trong phương án được minh họa trong Fig.40-Fig.41, cấu trúc in 3D 2000 có thể bao gồm phần vỏ bên ngoài 2002 và phần bên trong 2004. Trong phương án này, phần vỏ bên ngoài 2002 có thể bao gồm nhiều phần được móc neo 2010. Trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 2002 bao gồm bảy phần được móc neo được cố định trong nền 2020. Tuy nhiên, trong các phương án khác, có thể sử dụng số lượng các phần được móc neo khác bất kỳ.

Các phần được móc neo 2010 có thể được tạo ra theo cách bất kỳ. Trong một số phương án, các phần móc neo 2010 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in được mô tả ở trên và được minh họa trong Fig.23-Fig.27. Cụ thể, trong một số trường hợp, các phần móc neo 2010 có thể được tạo ra bằng cách ép đùn vật liệu 2030 qua phần mở 2032 trong nền 2020, sau đó được đi vào khuôn 2034 trên mặt đối diện của nền 2020. Trong một số trường hợp, có thể sử dụng quy trình này để tạo ra từng phần móc neo 2010 của cấu trúc 2000. Trong một số trường hợp, với các phần móc neo 2010 được tạo ra, các phần còn lại của phần vỏ bên ngoài 2002 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình

in được mô tả ở trên và được minh họa trong Fig.33-Fig.34, nghĩa là, bằng cách bồi đắp các lớp ngang của phần vỏ bên ngoài 2002. Trong một số phương án, phần bên trong 2004 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in được minh họa trong Fig.35, nghĩa là bằng cách ép đùn vật liệu vào bên trong của phần vỏ bên ngoài 2002.

Cấu hình được minh họa trong Fig.40-Fig.41 cung cấp cấu trúc 2000 trong đó phần vỏ bên ngoài 2002 được móc chặt vào nền 2020, trong khi phần bên trong 2004 không được móc vào nền 2020. Do đó, trong một số phương án, phần vỏ bên ngoài 2002 có thể có tác dụng giữ lại phần bên trong 2004. Trong các phương án mà phần bên trong 2004 được tạo thành từ vật liệu độn rất mềm và có thể không thích hợp để tạo ra các phần được móc neo (ví dụ: nếu phần bên trong 2004 bao gồm một loại bột xốp rất mềm), phần vỏ bên ngoài 2002 có thể đảm bảo rằng phần bên trong 2004 được gắn với nền 2020 và nằm trong phần vỏ bên ngoài 2002.

Dĩ nhiên trong các phương án khác, phần bên trong 2004 cũng có thể được cấu hình bằng một hoặc nhiều phần được móc neo. Việc sử dụng các phần được móc neo với phần vỏ bên ngoài 2002 và/hoặc phần bên trong 2004 có thể làm giảm khuynh hướng đi ra hoặc tách khỏi nền 2020 của cấu trúc 2000, là điều có thể đặc biệt hữu ích đối với các vật liệu không liên kết phù hợp với nền 2020 và/hoặc cho các cấu hình trong đó cấu trúc 2000 có thể gặp lực lớn hơn (ví dụ: với mặt đất hoặc bề mặt khác) có xu hướng kéo căng các liên kết vật liệu giữa cấu trúc 2000 và nền 2020.

Fig.42-Fig.43 minh họa một phương án của quy trình tạo ra cấu trúc 2100 với phần vỏ bên ngoài 2102 và phần bên trong 2104. Trong phương án của Fig.42-Fig.43, phần bên trong 2104 mở rộng ra thông qua phần mở 2103 của phần vỏ bên ngoài 2102 và bao gồm một phần móc neo trực tiếp ra bên ngoài 2130. Phần móc neo trực tiếp ra bên ngoài 2130 có thể được cấu hình để gắn với các thành phần khác bao gồm các móc (như dây buộc, dây dù, v.v.). Như với các phương án trước, phần vỏ bên ngoài 2102 có thể được tạo ra từ quy trình in 3D thứ nhất, quy trình cung cấp độ chính xác cần thiết để đạt được hình dạng mong muốn cho cấu trúc 2100, trong khi phần bên trong 2104 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình 3D thứ hai, quy trình có thể làm đầy nhanh mặt trong của phần vỏ bên ngoài 2102 và tạo ra phần móc neo trực tiếp ra bên ngoài 2130 thông qua việc phủ đắp mặt ngoài của vật liệu.

Fig.44-Fig.46 minh họa phương án về quy trình tạo ra cấu trúc mẫu đỉnh 2200. Ngược lại với các phương án trước đây, phương án của Fig.44-Fig.46 có thể không sử dụng phần vỏ bên ngoài và phần bên trong có liên quan. Thay vào đó, như được minh họa trong Fig.44, phần đế 2202 của cấu trúc mẫu đỉnh 2200 có thể được tạo ra bằng cách ép đùn vật liệu thứ nhất 2210 lên nền 2220. Ngoài ra, một phần dạng móc neo mở rộng ra bên ngoài 2204 có thể được tạo ra trên mặt trên của phần đế 2202. Tiếp theo, vật liệu thứ hai 2212 có thể được ép đùn qua phần móc neo mở rộng ra bên ngoài 2204 để tạo ra phần chóp 2230 cho cấu trúc mẫu đỉnh 2200. Trong một phương án, vật liệu thứ hai 2212 là một vật liệu mềm hơn đáng kể so với vật liệu thứ nhất 2210 tạo thành phần đế 2202, từ đó cung cấp thêm độ mềm dẻo để giữ chặt các bề mặt tại phần chóp 2030. Trong một số phương án, có thể sử dụng khuôn tùy chọn 2299 để giúp xác định hình dạng của phần chóp 2230 khi vật liệu thứ hai 2212 được ép đùn ra hoặc được phủ lên trên phần đế 2202.

Trong một số phương án, thay vì tạo ra phần chóp 2030 bằng in 3D, phần chóp 2030 có thể được tạo ra bằng quy trình khác và sau đó được ráp lại trên phần móc neo mở rộng 2204. Ví dụ, phần chóp 2030 có thể là phần chóp được làm sẵn mà có thể đặt bằng tay (ví dụ: lắp ráp) lên phần móc neo mở rộng 2204. Việc lắp ráp bằng tay này có thể được thực hiện nếu phần chóp 2030 tương đối mềm dẻo (ví dụ: làm bằng cao su).

Fig.47 minh họa hình chiếu đẳng cự giản lược mặt đáy của phương án sản phẩm giày dép 2300, bao gồm phần thân trên 2302 và cấu trúc đế giày 2310. Theo Fig.47, sản phẩm 2300 bao gồm nhiều cấu trúc mẫu đỉnh, trong đó có cấu trúc mẫu đỉnh 1700 và cấu trúc mẫu đỉnh 2200.

Fig.48 là hình chiếu giản lược của phương án về hệ thống điều khiển vòi phun 2400, có thể được sử dụng để vận hành vòi phun thứ nhất 2402 và vòi phun thứ hai 2404 một cách độc lập. Cụ thể, trong một số phương án, vòi phun thứ nhất 2402 và vòi phun thứ hai 2404 có thể được kích hoạt để di chuyển độc lập với nhau. Trong các phương án sử dụng hai vật liệu in riêng biệt, hoặc muốn sử dụng các vòi phun với đường kính lỗ khác nhau, có thể sử dụng vòi phun thứ nhất 2402 và vòi phun thứ hai 2404 để tạo ra các phần khác nhau của cấu trúc. Ví dụ, trong một số phương án, có thể sử dụng vòi phun thứ nhất 2402 để tạo ra phần vỏ bên ngoài của một cấu trúc, trong khi có thể sử dụng vòi phun thứ hai 2404 để tạo ra phần bên trong của một cấu trúc.

Tương tự như vậy, trong một số phương án khác, có thể sử dụng vòi phun thứ nhất 2402 để tạo ra phần đế của một cấu trúc, trong khi có thể sử dụng vòi phun thứ hai 2404 để tạo ra phần chóp của một cấu trúc.

Fig.49 là hình chiếu giản lược của phương án về quy trình điều khiển ít nhất hai vòi phun có thể di chuyển và in vật liệu một cách độc lập với nhau. Trong một số phương án, có thể thực hiện một hoặc nhiều bước sau bằng hệ thống điều khiển vòi phun 2400. Tuy nhiên, trong các phương án khác, một hoặc nhiều hệ thống khác có thể thực hiện một hoặc nhiều bước. Hơn nữa, trong các phương án khác, một số trong các bước này có thể là tùy chọn.

Trong bước 2502, hệ thống điều khiển vòi phun 2400 có thể điều khiển vòi phun thứ nhất 2402 để in phần thứ nhất của một cấu trúc. Trong một số trường hợp, có thể thực hiện in bằng cách ép đùn vật liệu thứ nhất. Tiếp theo, trong bước 2504, hệ thống điều khiển vòi phun 2400 có thể căn chỉnh thẳng hàng vòi phun thứ hai 2404 với phần thứ nhất của cấu trúc được tạo ra bằng cách sử dụng vòi phun thứ nhất 2402. Trong bước 2506, hệ thống điều khiển vòi phun 2400 có thể điều khiển vòi phun thứ hai 2504 để in phần thứ hai của cấu trúc. Trong một số trường hợp, có thể thực hiện in bằng cách ép đùn vật liệu thứ hai.

Các phương án dự kiến có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để căn chỉnh, hoặc sắp xếp vòi phun thứ hai 2404 cân với phần vật liệu thứ nhất được tạo ra. Do đôi chút khác biệt ở phần thứ nhất được tạo ra do dung sai về độ chính xác của nhiều quy trình in 3D, các phần mở hoặc các đặc điểm khác ở phần thứ nhất mà vòi phun thứ hai 2404 phải được căn chỉnh theo có thể khác nhau đôi chút về vị trí và/hoặc hình dạng của chúng. Do đó, trong một số phương án, cảm biến có thể được sử dụng để định vị phần thứ nhất và/hoặc các đặc điểm cụ thể của phần thứ nhất để căn chỉnh thẳng hàng với vòi phun thứ hai 2404. Ví dụ, trong một phương án, có thể sử dụng một thiết bị cảm biến quang học kết hợp với vòi phun thứ hai 2404 để xác định vị trí của phần mở hoặc đặc điểm khác trên phần thứ nhất được tạo ra, bằng cách sử dụng các thuật toán được biết đến trong ngành để phát hiện các đặc điểm trực quan trong thông tin hình ảnh. Như vậy, vòi phun thứ hai 2404 có thể được căn chỉnh bằng cách sử dụng phản hồi từ thiết bị cảm biến quang học. Trong các phương án khác, bất kỳ thành phần hoặc tính năng căn chỉnh và/hoặc sắp xếp thẳng hàng nào đều có thể được sử dụng để đảm bảo vòi phun thứ hai 2404 được căn

chỉnh thẳng hàng đúng với phần thứ nhất trước khi phần thứ hai được in với vòi phun thứ hai 2404.

Mặc dù mô tả các phương án khác nhau, phần mô tả chỉ nhằm mục đích làm ví dụ, chứ không có ý giới hạn và các người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng có thể có nhiều phương án khác và việc thực hiện các phương án là khả thi và thuộc phạm vi của các phương án. Vì vậy, các phương án không bị giới hạn miễn là được xét theo các yêu cầu bảo hộ đi kèm bản mô tả này và các điểm tương đương. Đồng thời, có thể thực hiện các cải biến và thay đổi khác nhau trong phạm vi của các yêu cầu bảo hộ đi kèm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất cấu trúc (1700) để gắn cố định vào nền (1720), phương pháp này bao gồm:

bước liên kết vôi phun thứ nhất (1740) với nền, vôi phun thứ nhất có kích thước lỗ thứ nhất;

bước tạo ra phần vỏ bên ngoài (1702) của cấu trúc trên nền bằng cách ép đùn vật liệu thứ nhất (1780) qua vôi phun thứ nhất, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra có ít nhất một phần mở (1703) để tạo ra lõi vào mặt trong của phần vỏ bên ngoài.

bước dời vôi phun thứ nhất ra khỏi khu vực gần phần vỏ bên ngoài;

bước liên kết vôi phun thứ hai (1742) có kích thước lỗ thứ hai với ít nhất một phần mở, trong đó kích thước lỗ thứ hai lớn hơn kích thước lỗ thứ nhất; và

bước ép đùn vật liệu thứ hai qua vôi phun thứ hai và vào trong ít nhất một phần mở, nhờ đó tạo ra phần bên trong của cấu trúc.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần vỏ bên ngoài được hóa rắn trước khi vật liệu thứ hai được ép đùn vào mặt trong của phần vỏ bên ngoài.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật liệu thứ nhất có độ cứng thứ nhất khi phần vỏ bên ngoài được hóa rắn, và trong đó vật liệu thứ hai có độ cứng thứ hai khi phần bên trong được hóa rắn.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó độ cứng thứ hai cao hơn độ cứng thứ nhất.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó vật liệu thứ nhất là cao su và vật liệu thứ hai là vật liệu dẻo.

6. Phương pháp theo điểm 3, trong đó độ cứng thứ hai thấp hơn độ cứng thứ nhất.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó vật liệu thứ nhất là vật liệu dẻo và vật liệu thứ hai là vật liệu bột xốp.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai là cùng loại vật liệu.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cấu trúc là thành phần mấu đinh và nền là cấu trúc đế của sản phẩm giày dép.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vòi phun thứ nhất có thể di chuyển độc lập với vòi phun thứ hai.

11. Phương án theo điểm 1, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình in chế tạo bằng sợi nóng chảy.

12. Phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền, phương pháp này bao gồm:

bước tạo ra phần vỏ bên ngoài của cấu trúc trên bề mặt của nền bằng cách in vật liệu thứ nhất lên nền bằng cách sử dụng vòi phun, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra có ít nhất một phần mở và phần vỏ bên ngoài được gắn với nền; và

bước làm đầy mặt trong của phần vỏ bên ngoài bằng cách ép đùn vật liệu thứ hai qua vòi phun và vào trong ít nhất một phần mở, nhờ đó tạo ra phần bên trong của cấu trúc.

13. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phần vỏ bên ngoài cứng hơn phần bên trong.

14. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phần vỏ bên ngoài không cứng bằng phần bên trong.

15. Phương pháp theo điểm 10, trong đó nền là một phần của sản phẩm.

16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó sản phẩm là sản phẩm giày dép.

17. Phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền, phương pháp này bao gồm:

bước căn chỉnh vòi phun thứ nhất thẳng hàng với một phần mở trong nền, vòi phun được đặt liền kề với mặt thứ nhất của nền;

bước ép đùn vật liệu thứ nhất qua phần mở và vào trong khuôn trên mặt thứ hai của nền, nhờ đó tạo ra phần dạng mỏ neo trên mặt thứ hai.

bước ép đùn vật liệu thứ nhất ra khỏi vòi phun thứ nhất trên mặt thứ nhất để tạo ra phần vỏ bên ngoài của cấu trúc, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra liền khối với phần dạng mỏ neo, và trong đó phần vỏ bên ngoài bao gồm phần mở bên trên; và

bước làm đầy mặt trong của phần vỏ bên ngoài bằng cách ép đùn vật liệu thứ hai qua vòi phun thứ hai và vào trong phần mở bên trên của phần vỏ bên ngoài, nhờ đó tạo ra phần bên trong của cấu trúc.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó phương pháp này bao gồm bước tạo ra phần cấu trúc mở rộng ra phía ngoài của phần vỏ bên ngoài, trong đó phần cấu trúc này được tạo ra từ vật liệu thứ hai.

19. Phương pháp theo điểm 17, trong đó phương pháp này bao gồm bước tạo ra một số phần móc neo trên mặt thứ hai của nền, trong đó phần vỏ bên ngoài được tạo ra liền khối với mỗi phần móc neo.

20. Phương pháp theo điểm 17, trong đó phần vỏ bên ngoài giúp giữ phần bên trong cố định trên nền.

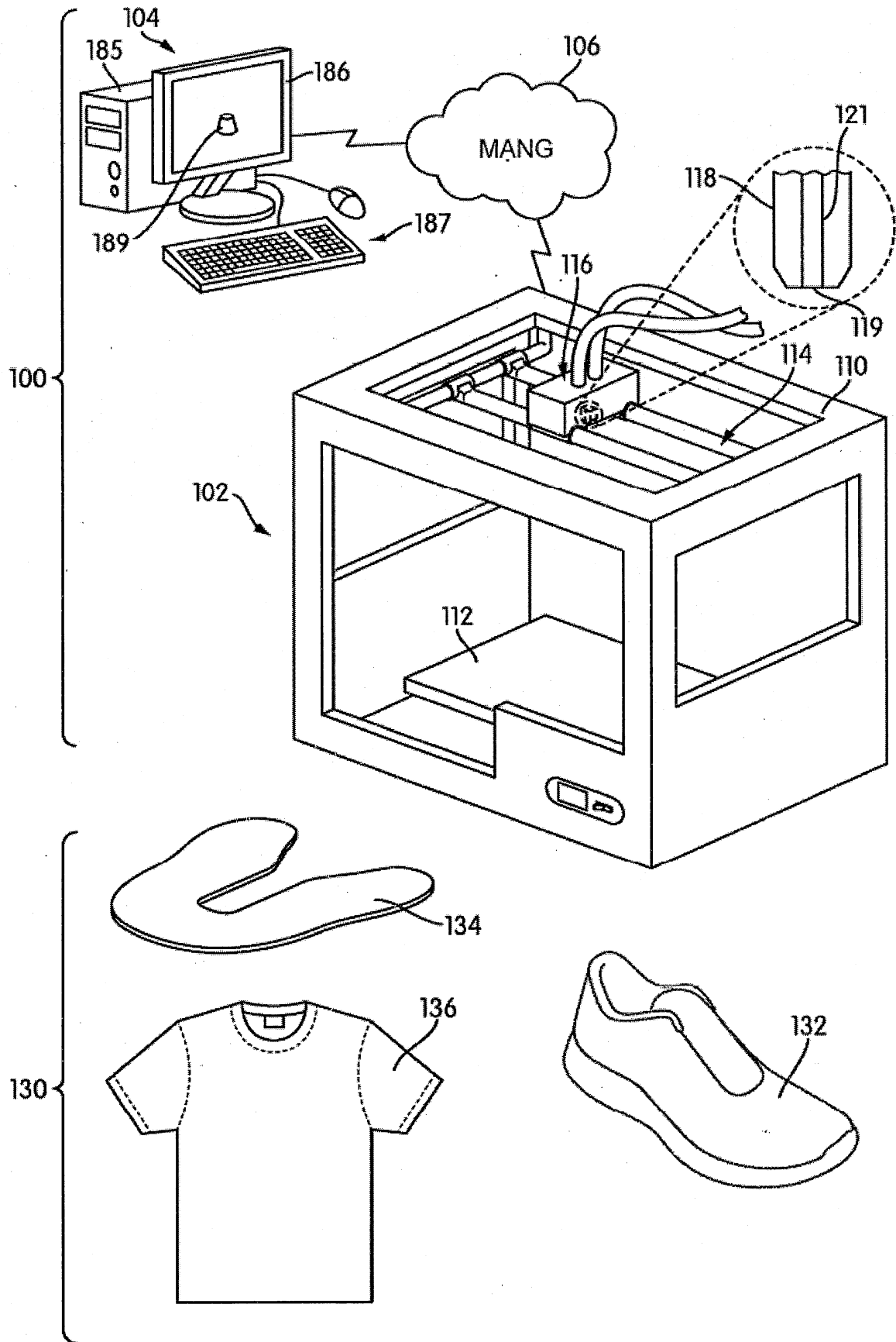


Fig. 1

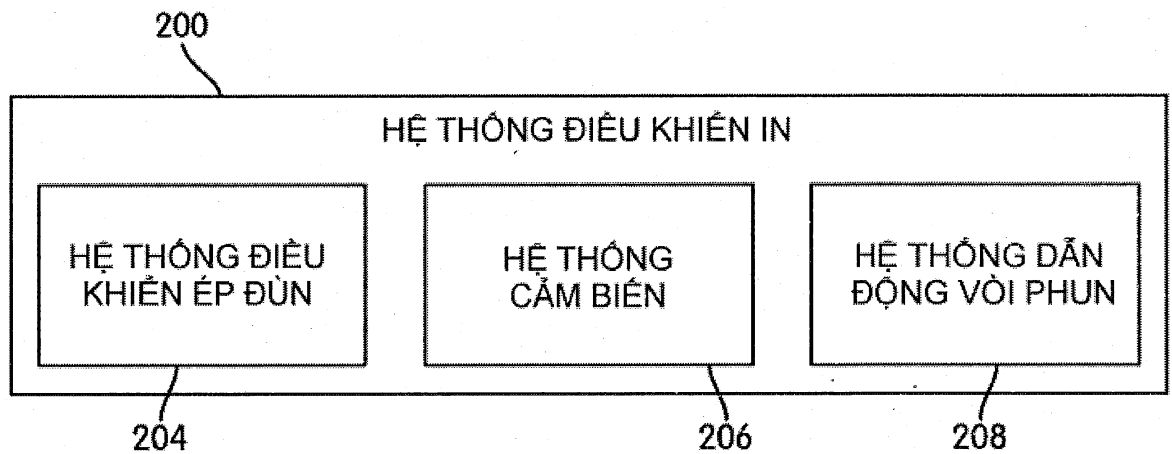


Fig.2

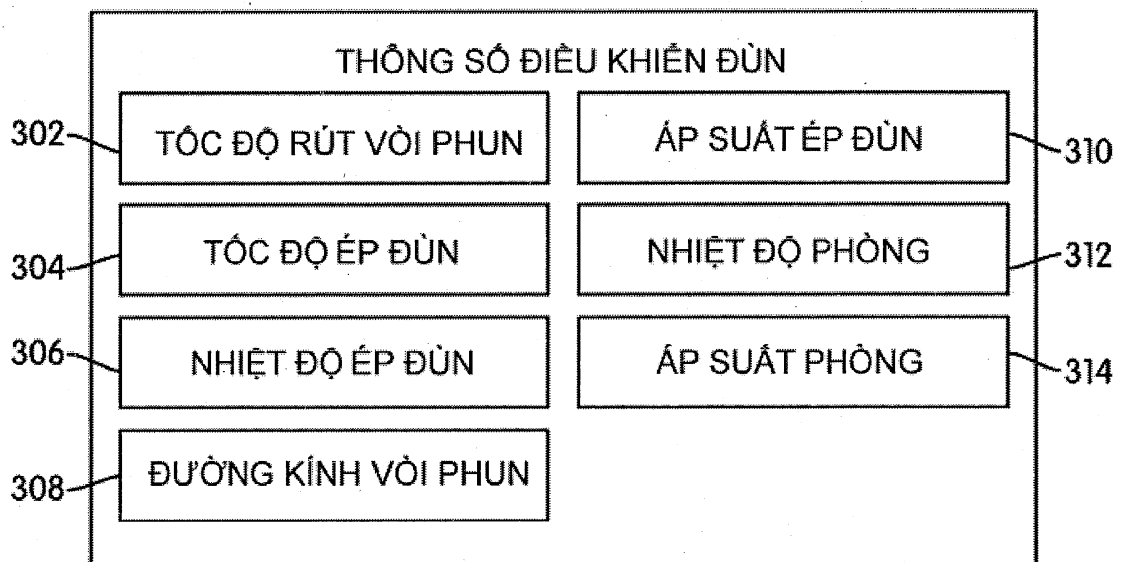


Fig.3

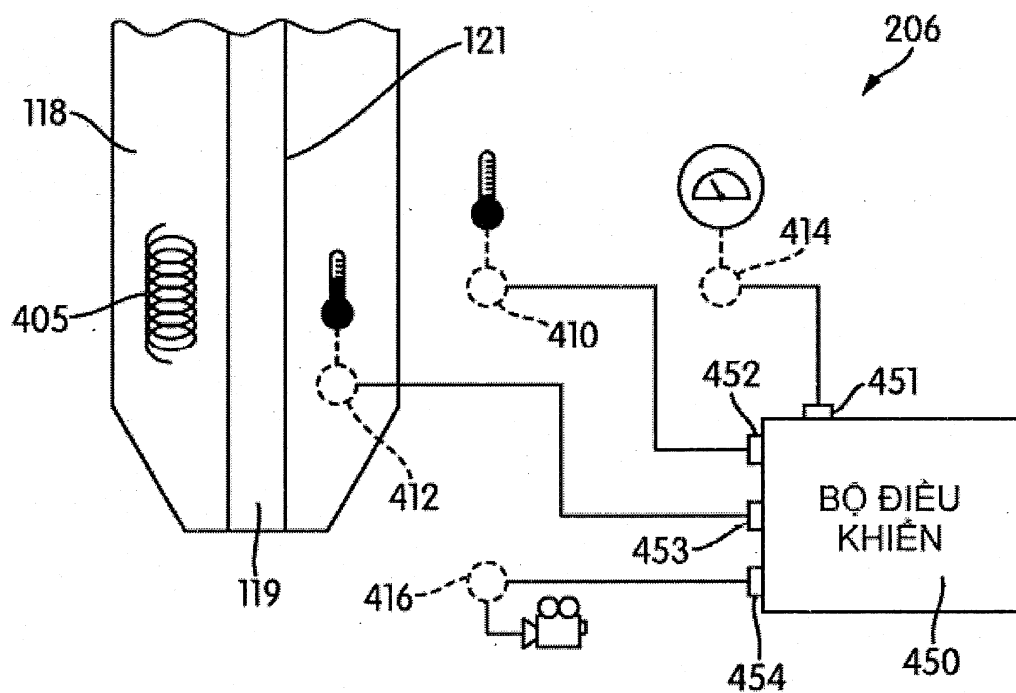


Fig.4

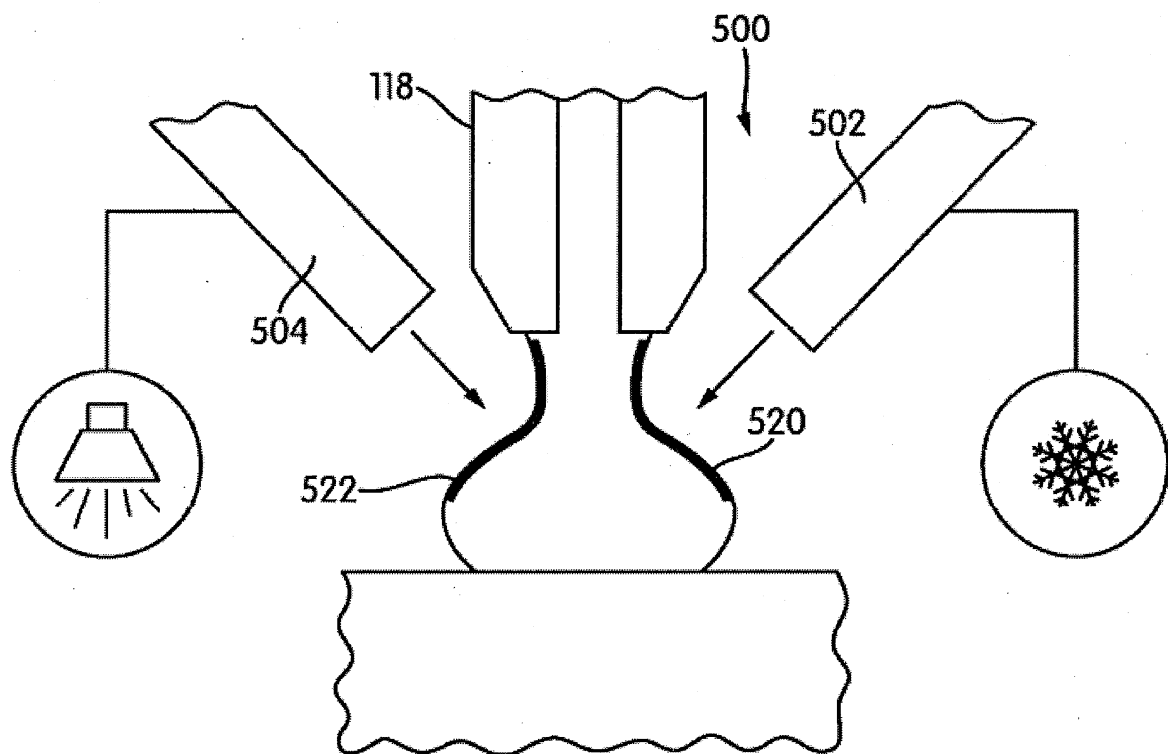
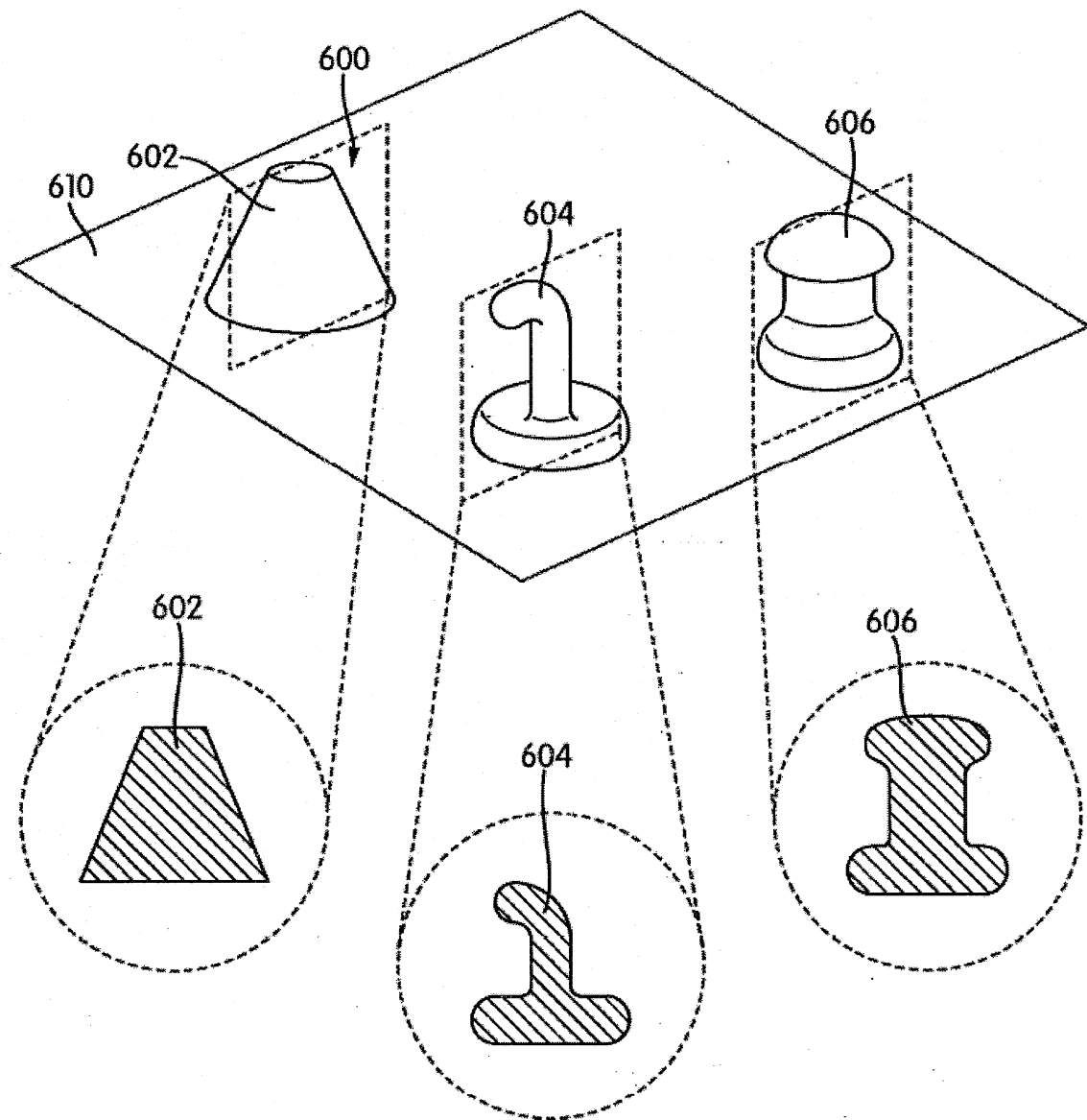
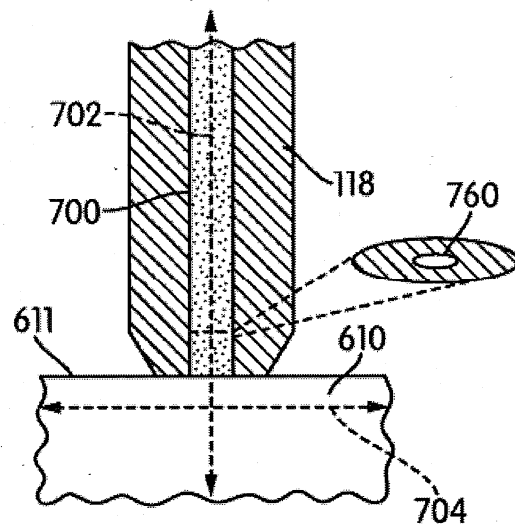
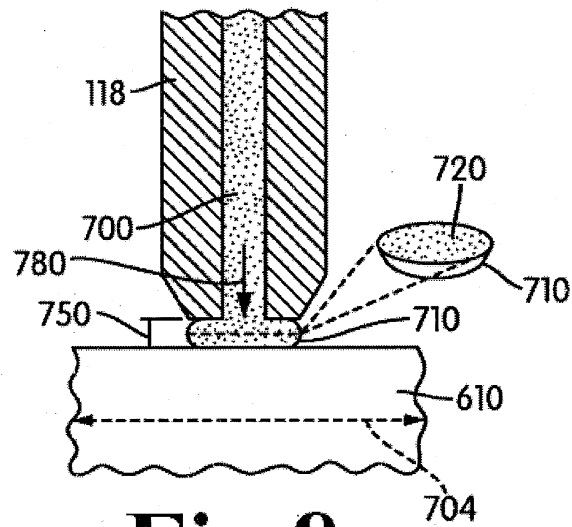
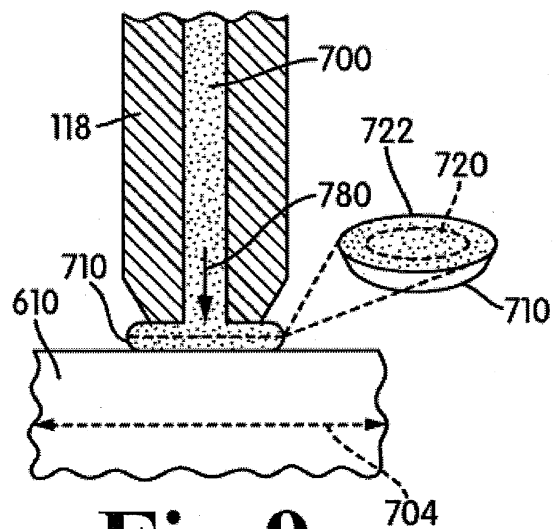
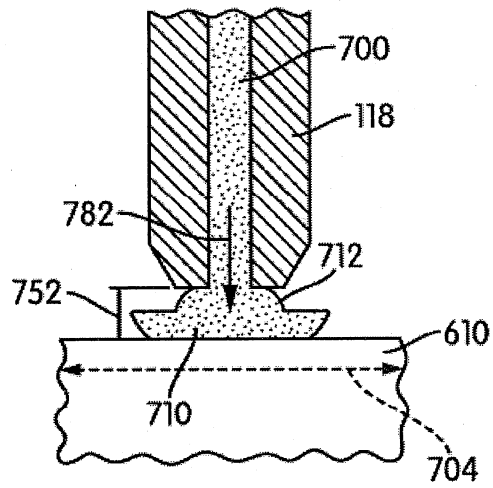
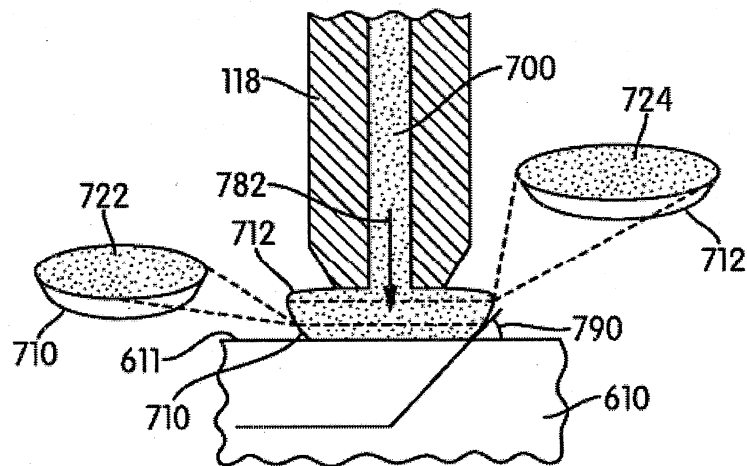
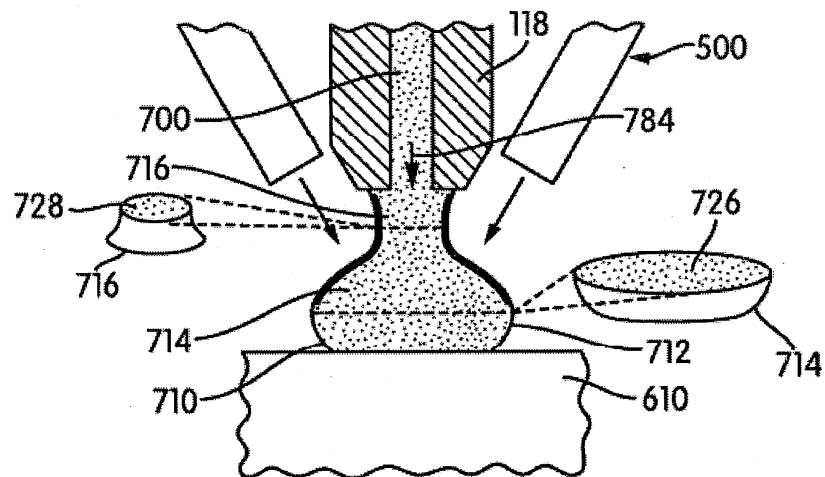
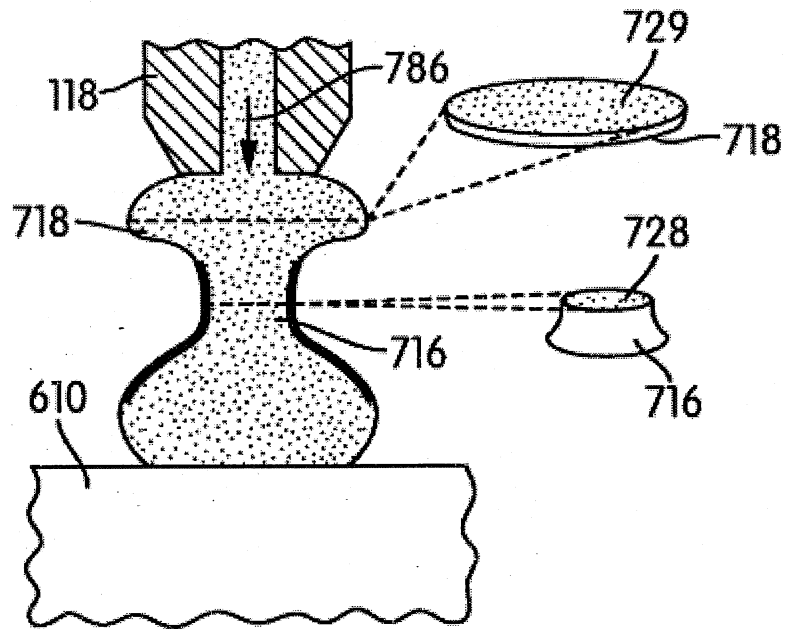
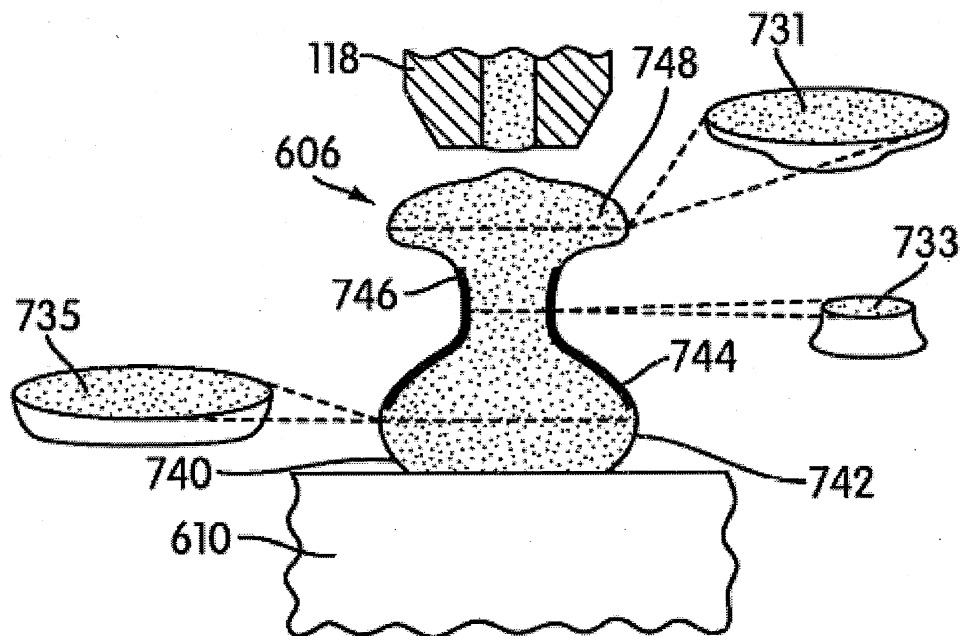


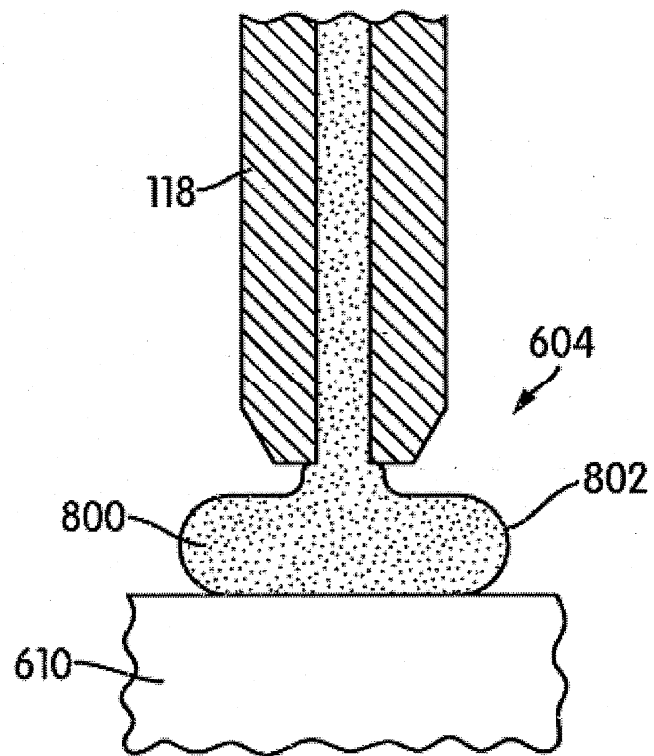
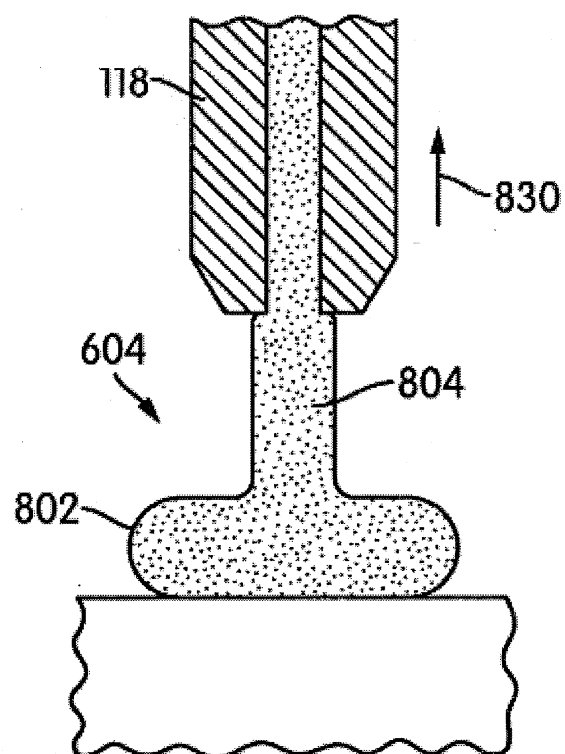
Fig.5

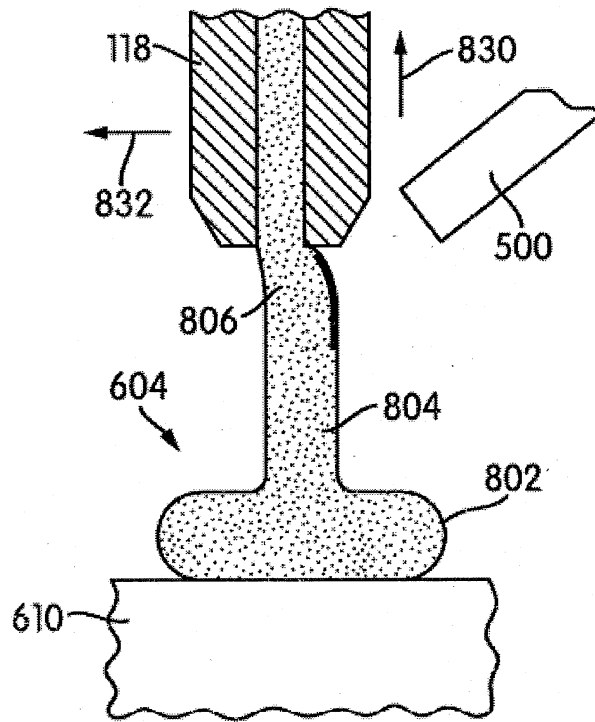
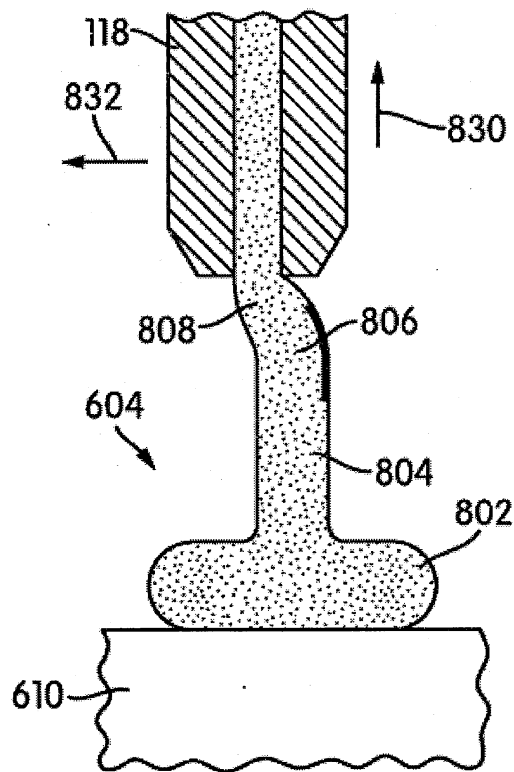
**Fig.6**

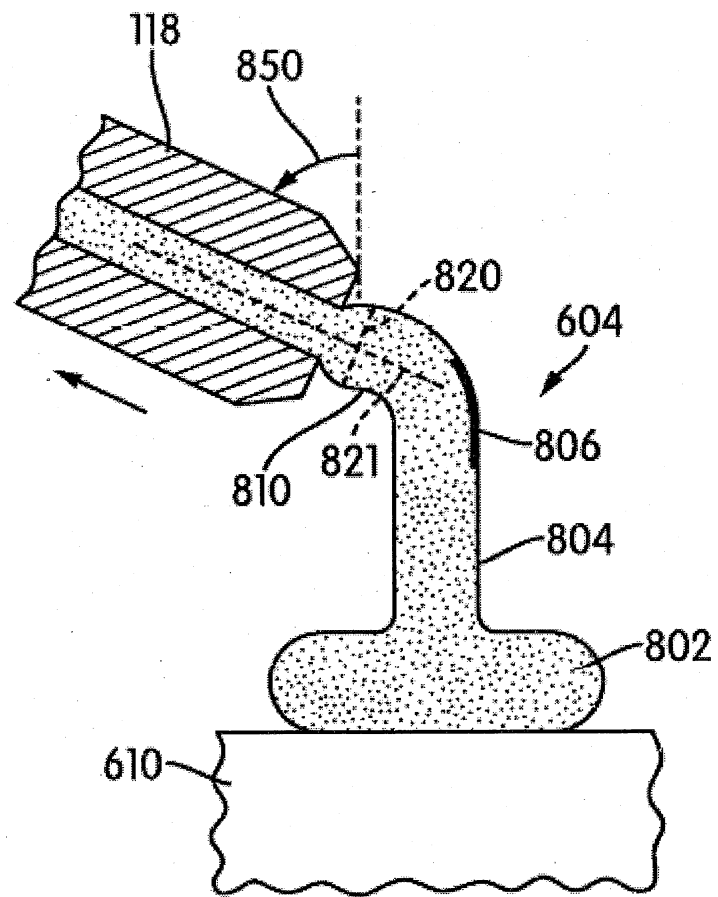
**Fig. 7****Fig. 8****Fig. 9**

**Fig.10****Fig.11****Fig.12**

**Fig.13****Fig.14**

**Fig.15****Fig.16**

**Fig.17****Fig.18**

**Fig.19**

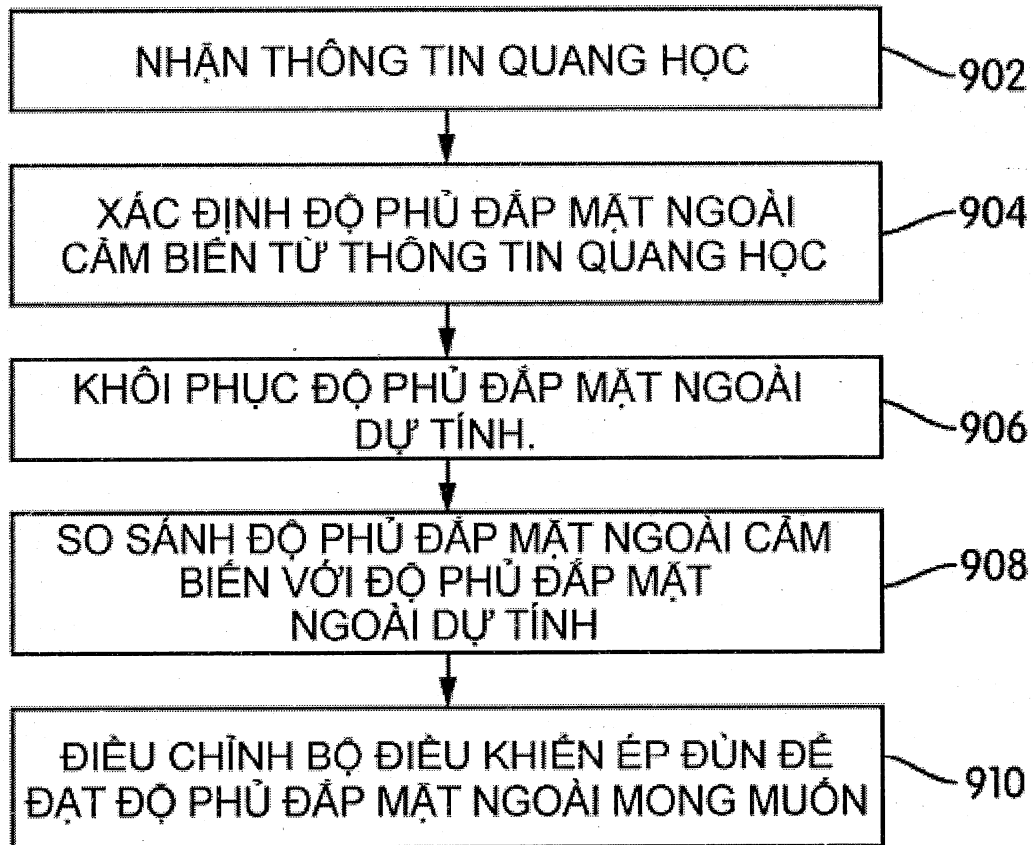


Fig.20

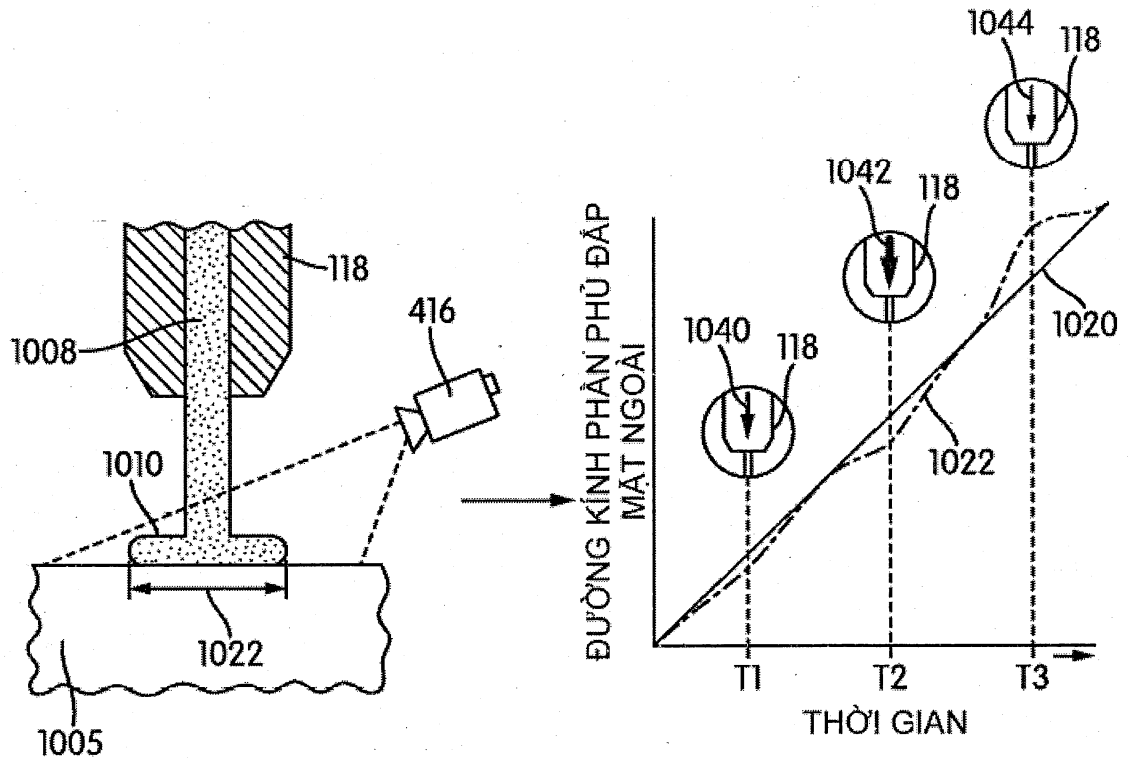


Fig.21

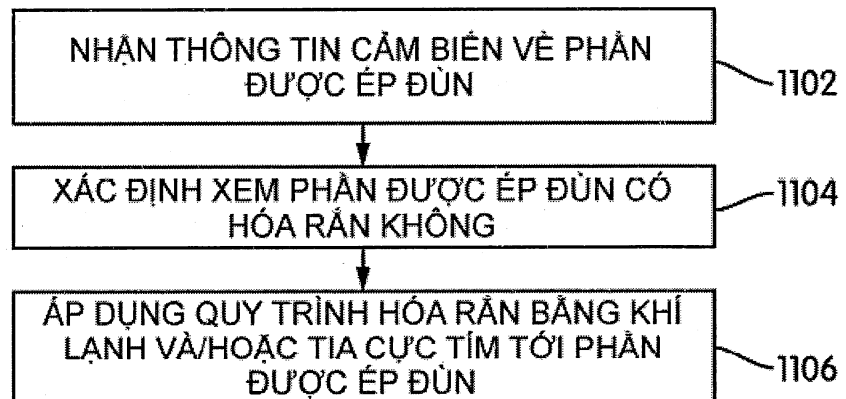
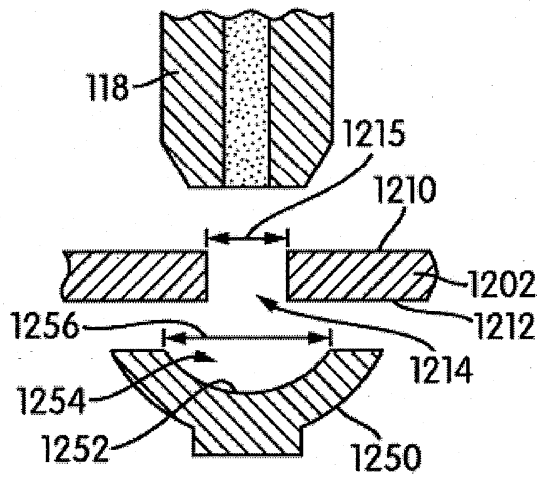
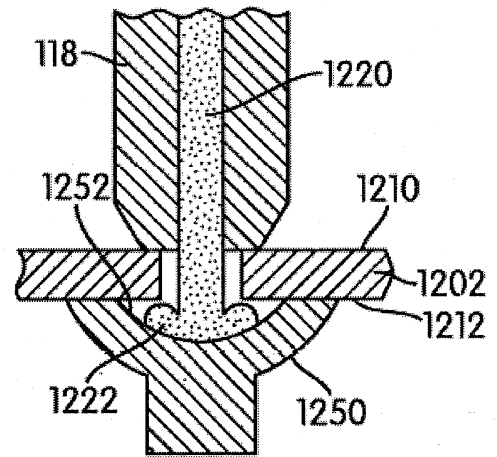
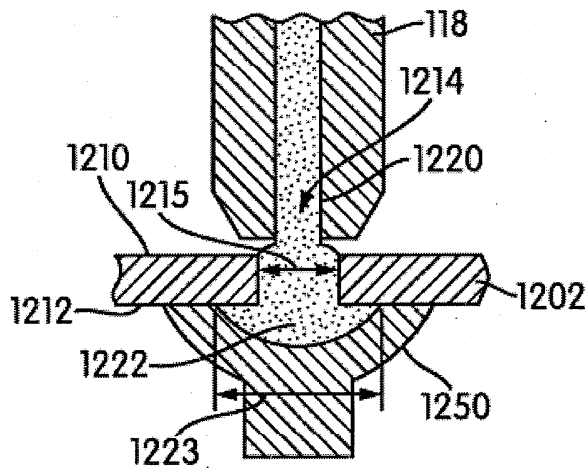
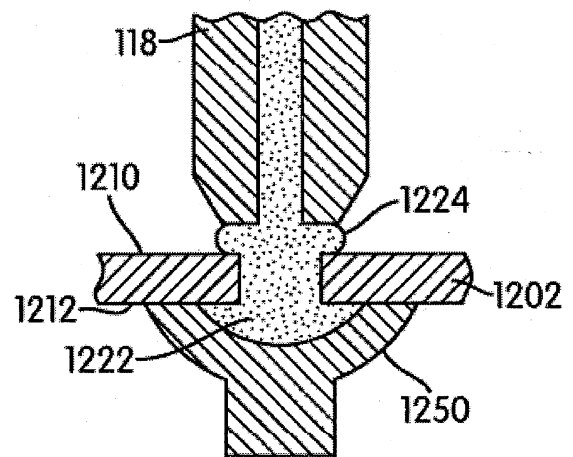
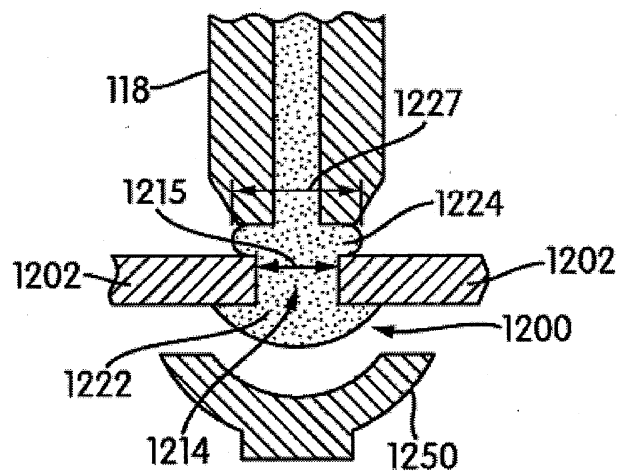
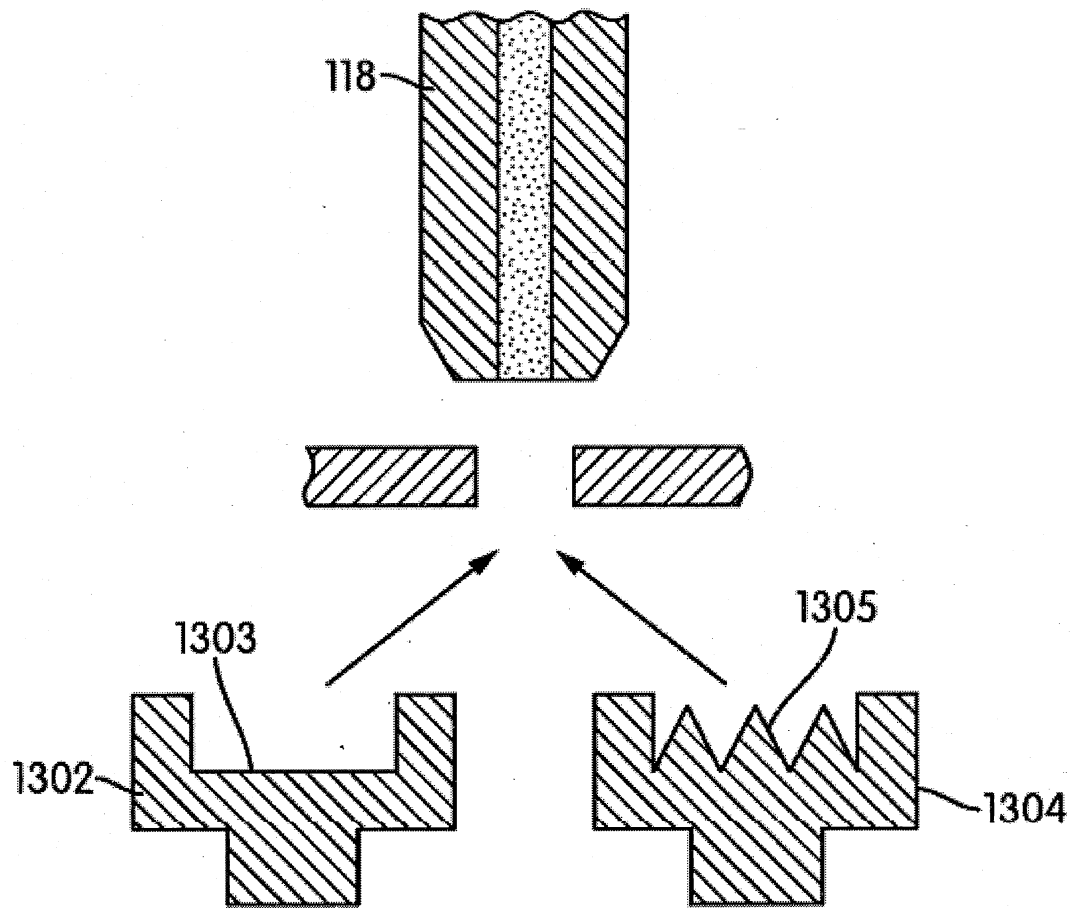
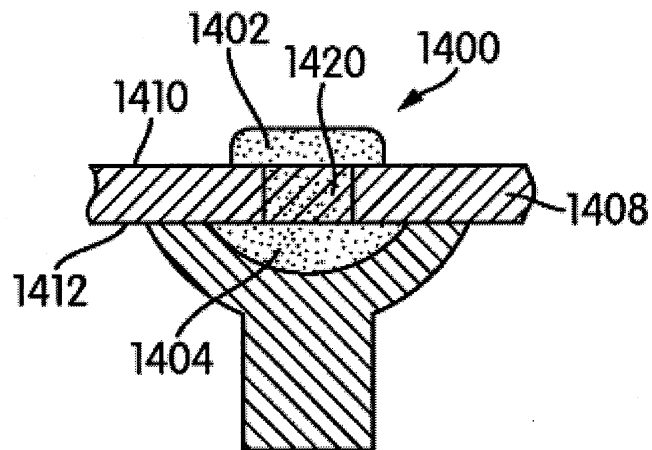
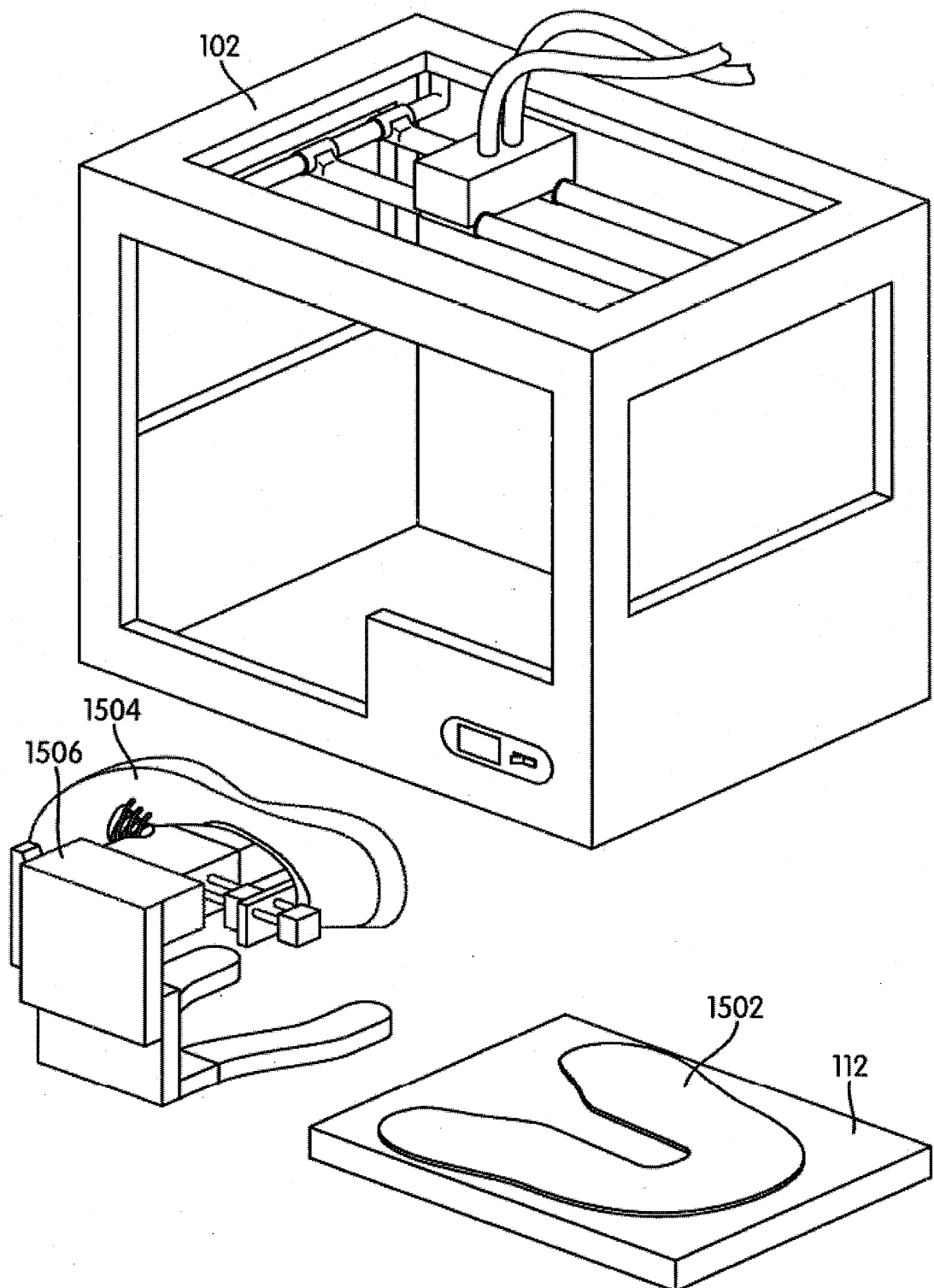
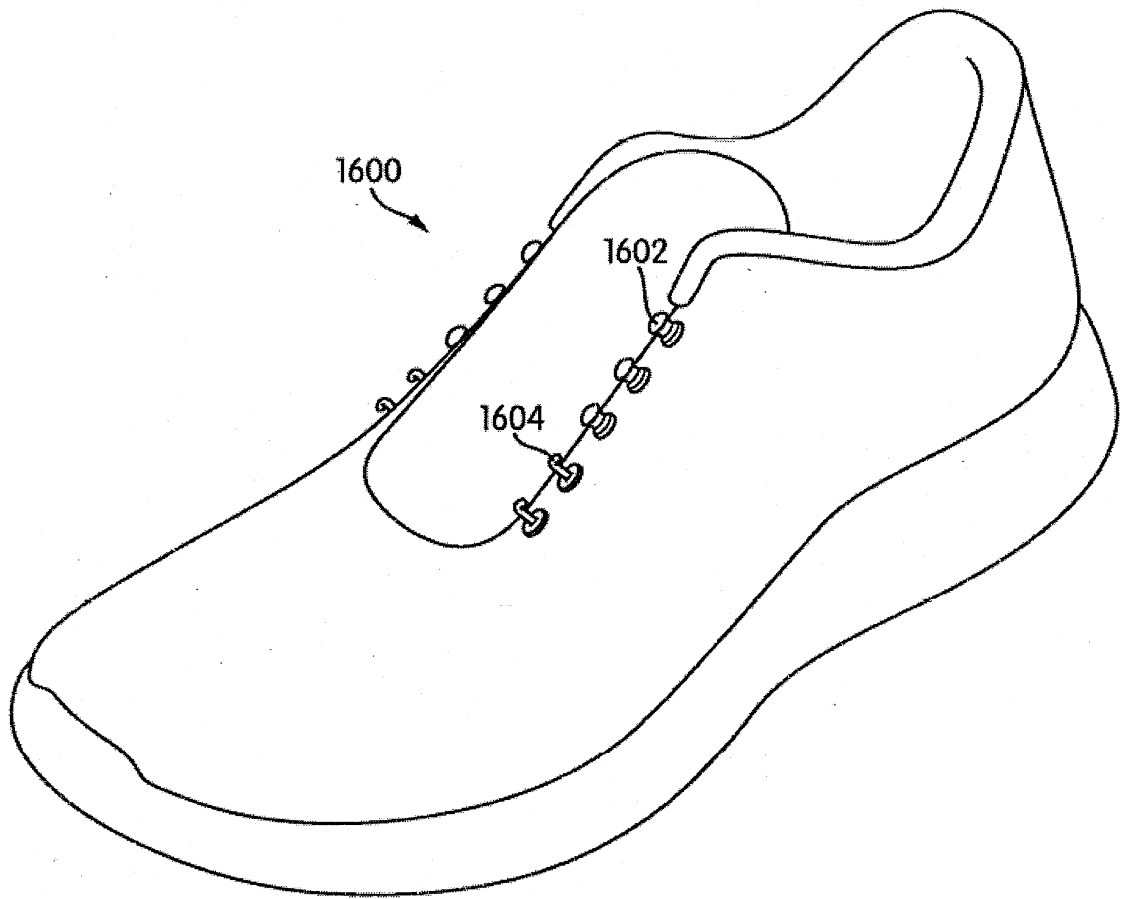


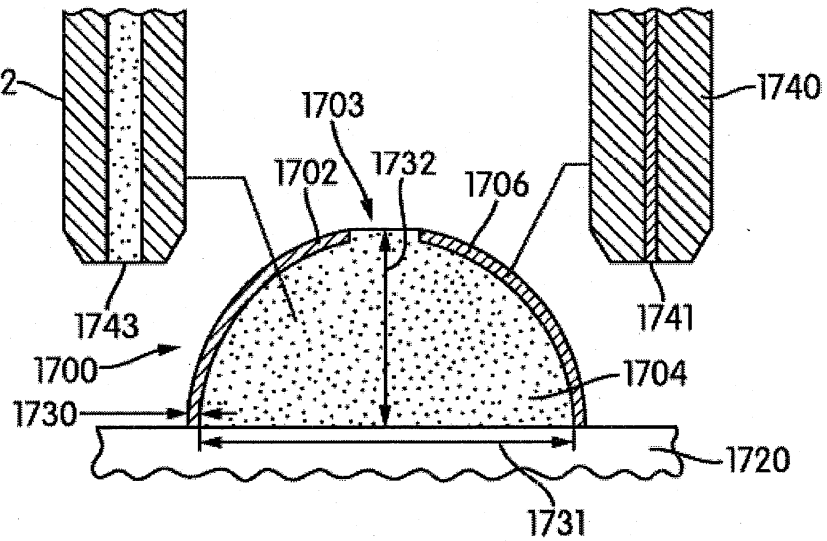
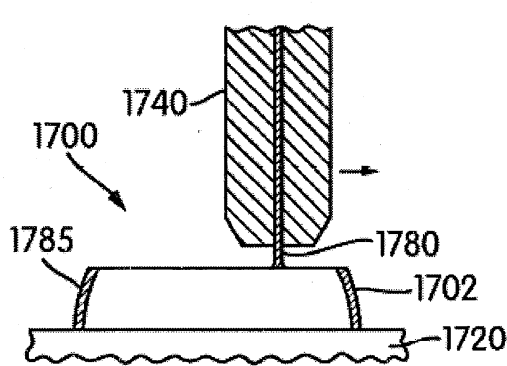
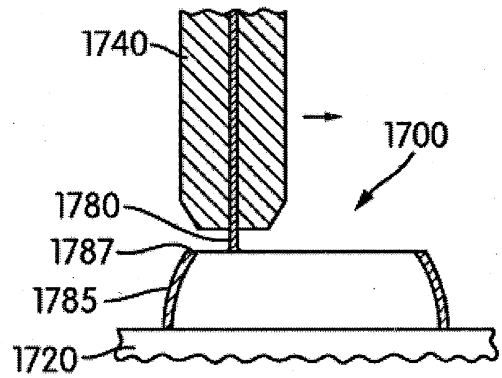
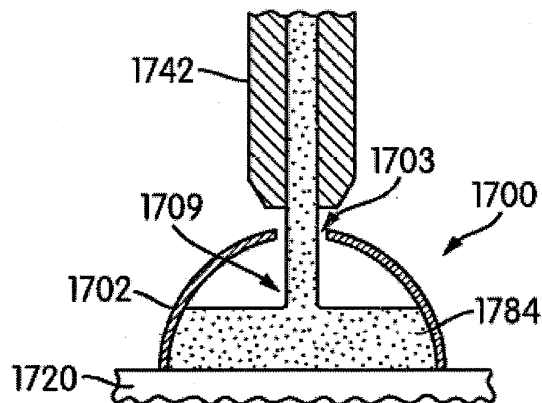
Fig.22

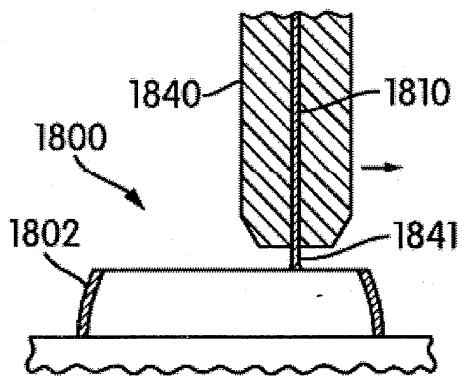
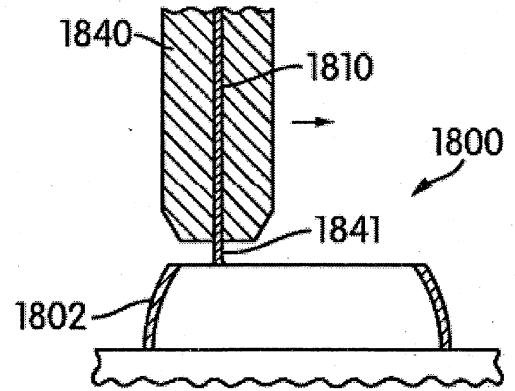
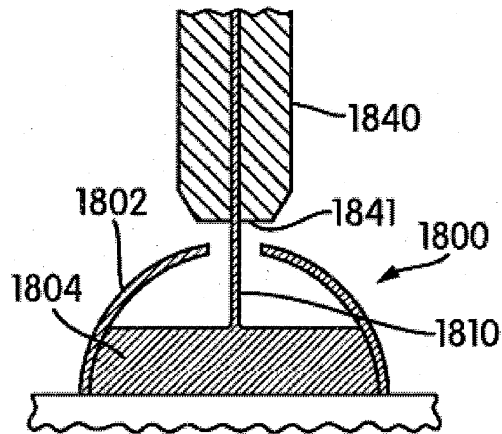
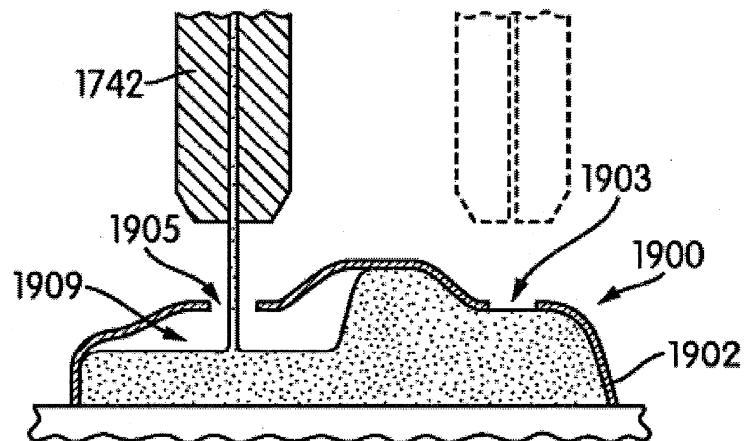
**Fig. 23****Fig. 24****Fig. 25****Fig. 26****Fig. 27**

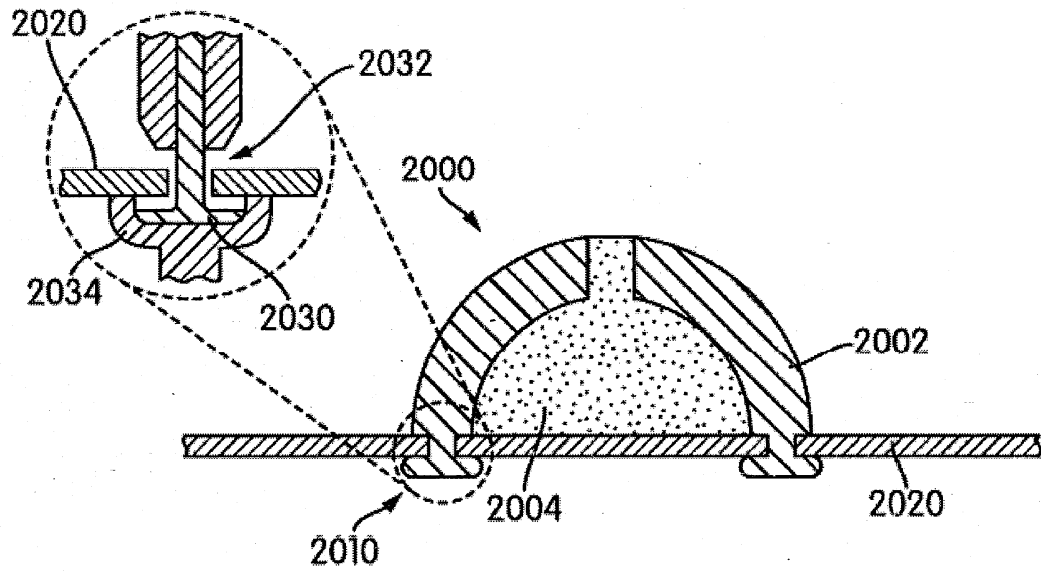
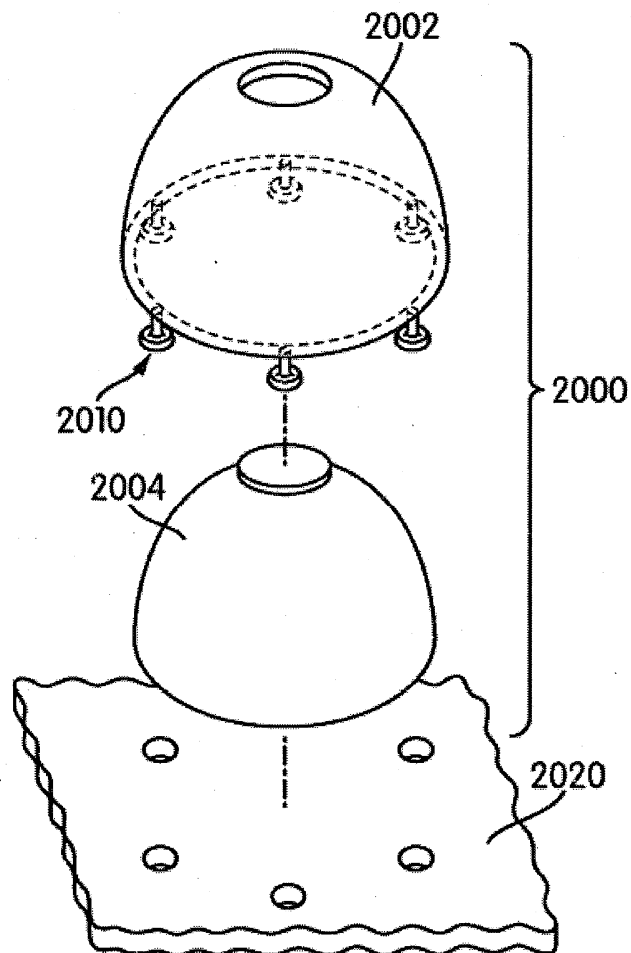
**Fig.28****Fig.29**

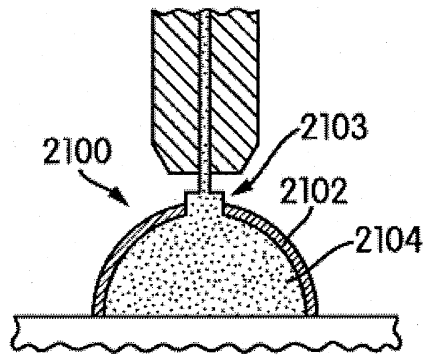
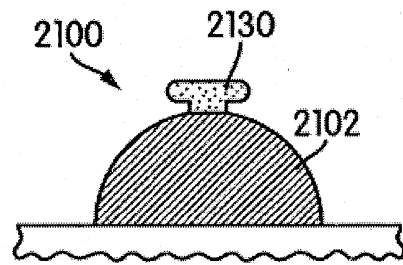
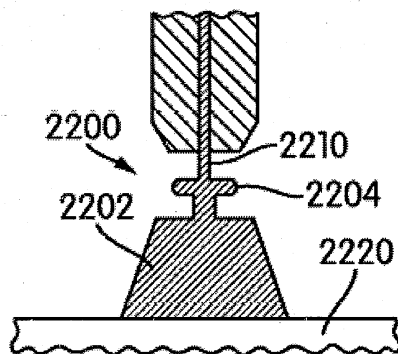
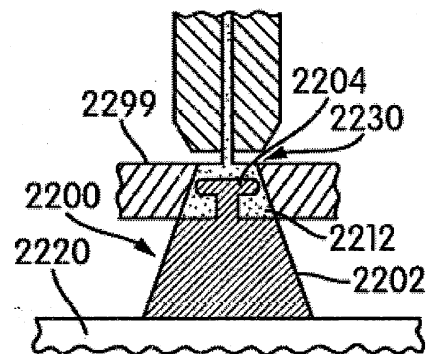
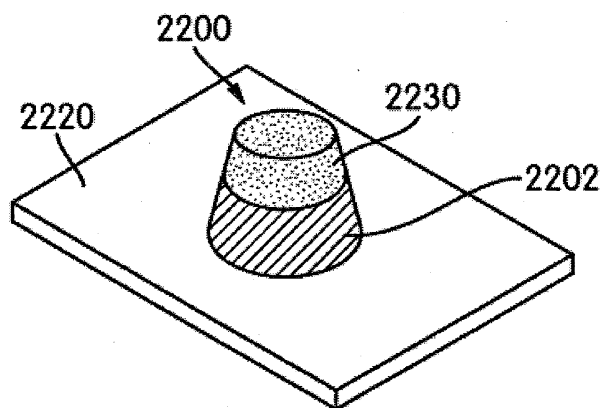
**Fig.30**

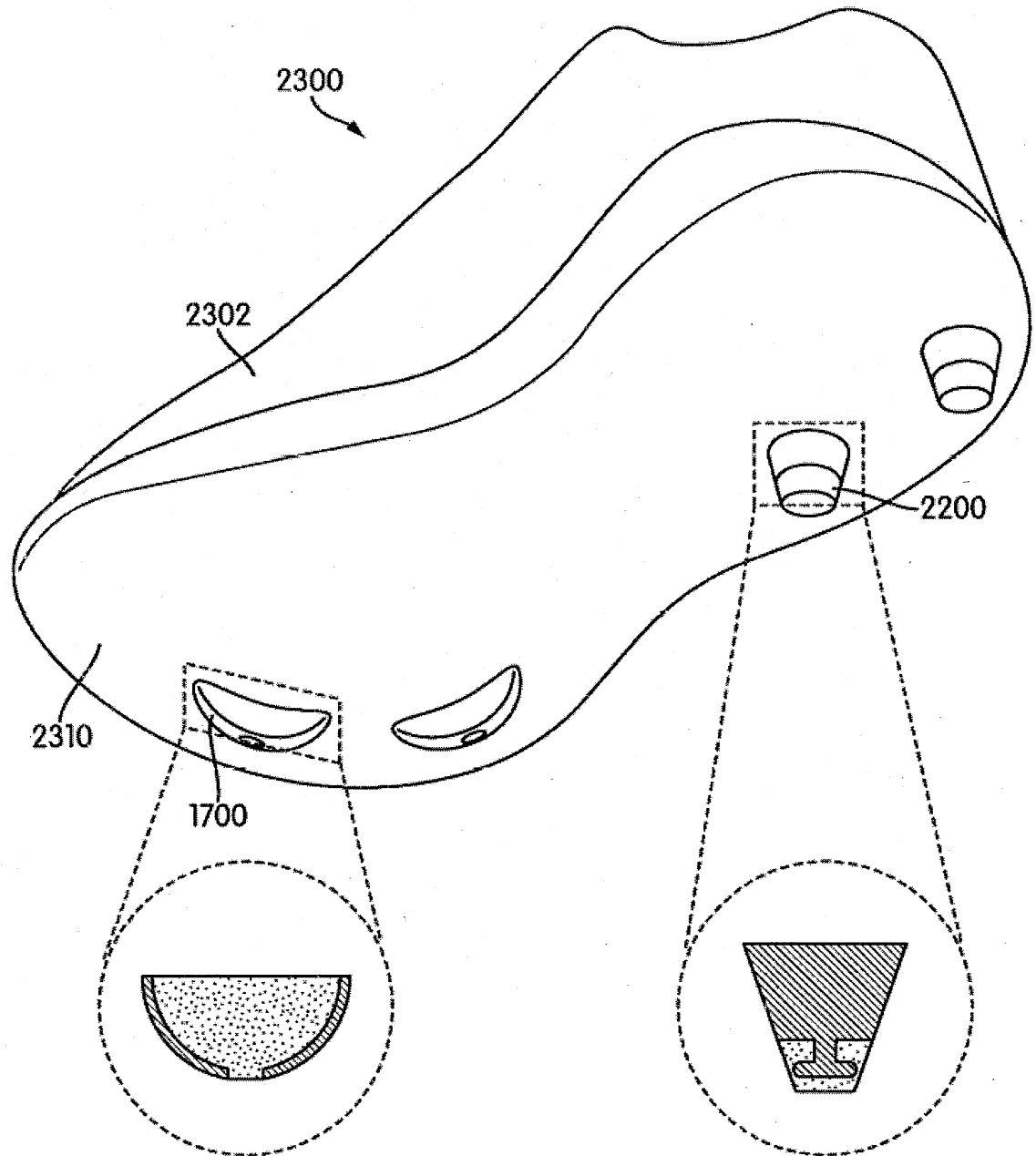
**Fig.31**

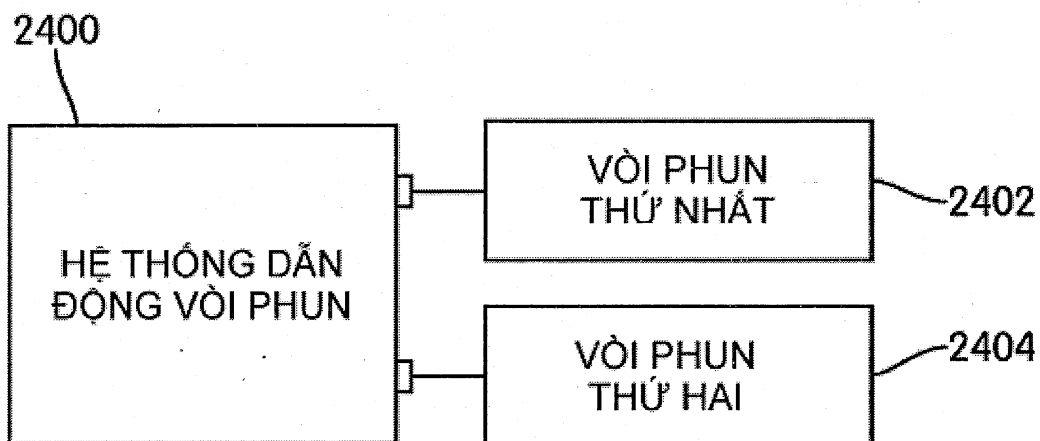
**Fig.32****Fig.33****Fig.34****Fig.35**

**Fig.36****Fig.37****Fig.38****Fig.39**

**Fig.40****Fig.41**

**Fig.42****Fig.43****Fig.44****Fig.45****Fig.46**

**Fig.47**

**Fig.48****Fig.49**