



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0043855
(51)^{2021.01} B29C 64/386; G05B 19/4099; B29C (13) B
70/74; B29C 64/112; B29C 64/393

(21) 1-2022-03634 (22) 31/05/2017
(62) 1-2018-05955
(86) PCT/US2017/035135 31/05/2017 (87) WO 2017/210257 07/12/2017
(30) 62/343,766 31/05/2016 US
(45) 25/03/2025 444 (43) 25/08/2022 413A
(73) NIKE INNOVATE C.V. (US)
Dutch Partnership, One Bowerman Drive, Beaverton, OR 97005-6453, United States
of America
(72) MILLER, Todd, W. (US); MANVILLE, Laurel (US).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP IN VẬT BA CHIỀU LÊN NỀN NHỜ SỬ DỤNG HỆ THỐNG IN

(21) 1-2022-03634

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp in vật có màu ba chiều có bề mặt có đường viền lên nền bao gồm bước in các lớp mực màu và các lớp mực có cấu trúc. Lớp mực màu được in lên nền. Các lớp mực có cấu trúc được in lên lớp mực màu để tạo ra hình dạng ba chiều của vật. Bề mặt có đường viền được tạo ra từ việc thay đổi các chiều cao của các cột điểm ảnh theo thông tin in. Các chiều cao của các cột điểm ảnh có thể được thay đổi bằng cách in số lượng các lớp khác nhau trong các cột liền kề hoặc bằng cách in số lượng các lớp như nhau trong các cột liền kề, trong đó một số điểm ảnh trong cột có các chiều dày khác với các điểm ảnh khác trong cột.

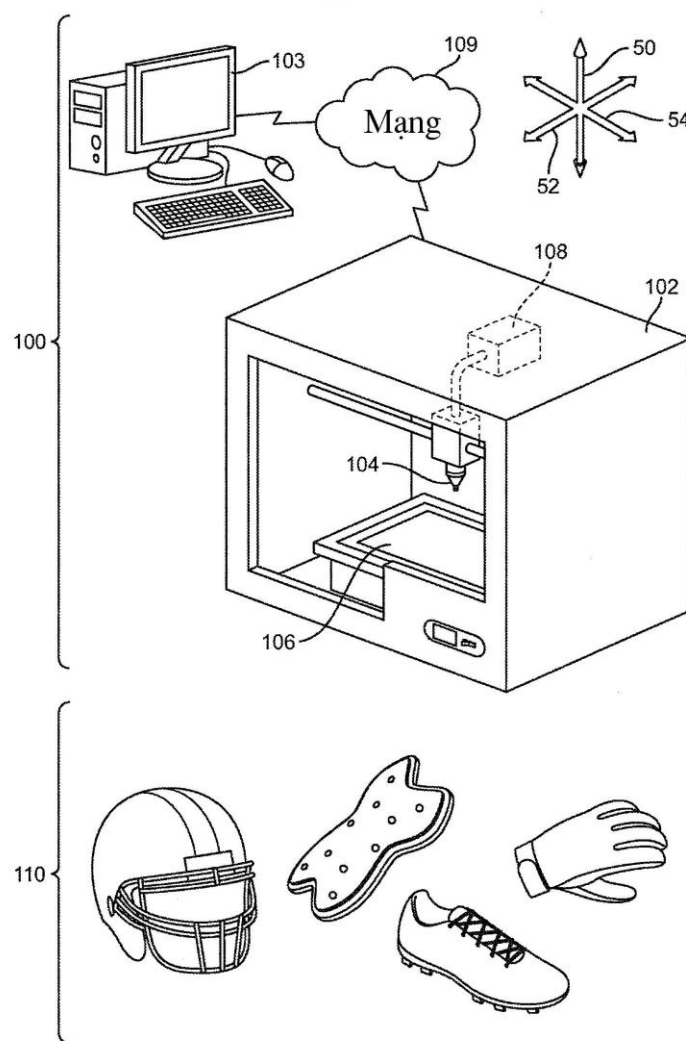


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến việc in các lớp đồ họa đóng rắn bằng tia tử ngoại trên nền như vải dùng để tạo ra sản phẩm may mặc như áo sơ mi, quần soóc, quần dài, áo vét-tông, mũ hoặc mũ lưỡi trai, hoặc để tạo ra mũ giày dùng cho giày dép, như giày chạy, giày luyện tập, giày chạy chậm, giày đi bộ đường dài, giày đi bộ, giày chơi bóng chuyền, giày chơi bóng ném, giày chơi quần vợt, giày chơi quần vợt kiểu Bắc Mỹ, giày chơi bóng rổ, và giày dép tương tự khác, cũng như để tạo ra các sản phẩm khác như ba lô hoặc lều.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sản phẩm may mặc có thể được tạo ra từ vải dệt hoặc không dệt, hoặc vật liệu lưới, hoặc có thể được tạo ra từ da, da tổng hợp, hoặc các vật liệu chất dẻo. Sản phẩm may mặc có thể có các vật phẩm như các biểu tượng hoặc lôgô trên tay áo, thân áo, ống quần dài, hoặc các phần khác của sản phẩm may mặc. Sản phẩm may mặc cũng có thể có sức chịu mòn, chống thấm nước hoặc các lớp bảo vệ ở, ví dụ, khuỷu tay, vai, và/hoặc đầu gối.

Các máy in hoặc máy vẽ có thể được lập trình để phủ các lớp bằng mực nhựa acrylic, mực polyuretan, mực TPU hoặc mực silicon hoặc các mực khác lên vải hoặc sản phẩm khác. Các máy in hoặc máy vẽ này có thể được lập trình để phủ phần hai chiều của vải, ví dụ, bằng cách di chuyển đầu in dọc theo đường dẫn theo hướng thứ nhất và di chuyển đường dẫn theo hướng thứ hai vuông góc với hướng thứ nhất. Các máy in hoặc máy vẽ khác có thể di chuyển đầu in theo hướng thứ nhất trong khi di chuyển bộ máy in theo hướng thứ hai vuông góc với hướng thứ nhất, hoặc có thể di chuyển bộ theo cả hai hướng trong khi giữ đầu in cố định.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp in vật ba chiều lên nền nhờ sử dụng hệ thống in, phương pháp này bao gồm: bước tiếp nhận ở hệ thống in: chiều dày đích dùng cho vùng của vật ba chiều; chiều dày lớp cấu trúc định trước cho lớp được in; và thông tin lớp màu cho mỗi lớp màu; bước tiếp nhận nền ở hệ thống in; bước tính số lượng các lớp cấu trúc được in để đạt được chiều dày đích dùng cho vùng dựa vào chiều dày lớp cấu trúc định trước; bước in lớp màu thứ nhất lên nền nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ nhất; bước in tập hợp các lớp cấu trúc lên lớp màu thứ nhất, số lượng

các lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc trong vùng bằng số lượng các lớp cấu trúc đã tính được và mỗi lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc có chiều dày lớp cấu trúc định trước; và bước in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ hai.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp in vật ba chiều lên nền nhờ sử dụng hệ thống in, phương pháp này bao gồm: bước tiếp nhận ở hệ thống in: chiều dày đích dùng cho vùng của vật ba chiều; số lượng các lớp cấu trúc định trước được in; và thông tin lớp màu cho mỗi lớp màu; bước tiếp nhận nền ở hệ thống in; tính chiều dày lớp cấu trúc cho lớp được in sẽ được in để đạt được chiều dày đích dùng cho vùng nhờ sử dụng chiều dày đích và số lượng các lớp cấu trúc định trước; bước in lớp màu thứ nhất lên nền nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ nhất; bước in tập hợp các lớp cấu trúc lên lớp màu thứ nhất, số lượng các lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc bằng số lượng các lớp cấu trúc định trước và mỗi lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc trong vùng có chiều dày lớp cấu trúc đã tính; và bước in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ hai.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp in vật ba chiều lên nền nhờ sử dụng hệ thống in, phương pháp này bao gồm: bước tiếp nhận ở hệ thống in: chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất của vật ba chiều; chiều dày đích thứ hai dùng cho vùng thứ hai của vật ba chiều; và thông tin lớp màu; bước tiếp nhận nền ở hệ thống in; bước in lớp màu thứ nhất lên nền nhờ sử dụng thông tin lớp màu; bước in tập hợp các lớp cấu trúc lên lớp màu thứ nhất, tập hợp các lớp cấu trúc trong vùng thứ nhất được in để đạt được chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất và tập hợp các lớp cấu trúc trong vùng thứ hai được in để đạt được chiều dày đích thứ hai dùng cho vùng thứ hai; bước in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc nhờ sử dụng thông tin lớp màu; và bước in lớp trong suốt lên lớp màu thứ hai.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phương pháp in theo các phương án thực hiện sáng chế có thể được hiểu rõ hơn có dựa vào các hình vẽ kèm theo và phần mô tả dưới đây. Các chi tiết trên các hình vẽ không được vẽ theo tỷ lệ, thay vào đó được vẽ để minh họa các nguyên lý của các phương án thực hiện sáng chế. Hơn nữa, trên các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng để biểu thị các chi tiết tương ứng trên toàn bộ các hình vẽ khác nhau.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện hệ thống in, theo một phương án, được tạo kết cấu để in các vật có đường viền và màu ba chiều và các loại sản phẩm khác nhau, mà các vật có đường viền và màu ba chiều có thể được in lên đó;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện giày dép với các vật có đường viền và màu ba chiều được in trong vùng trước bàn chân và vùng gót, trong đó các vật có đường viền là các chi tiết chức năng;

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần của giày dép được thể hiện trên Fig.2, trong đó bề mặt có đường viền đã được tạo ra bằng cách thay đổi các chiều cao của các cột mực bằng cách in ít lớp mực hơn trong các cột được chọn;

Fig.4 là lưu đồ của phương pháp in đường viền theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó lớp màu thứ nhất được in lên nền;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó lớp cấu trúc thứ nhất được in lên lớp màu thứ nhất;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó lớp mực màu và mực có cấu trúc xen kẽ được in lên lớp cấu trúc thứ nhất;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó mực màu được in có chọn lọc lên mực có cấu trúc đã được in trước đó;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện đường viền như nhau theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.3, nhưng trong đó bề mặt có đường viền đã được tạo ra bằng cách thay đổi các chiều cao của các cột mực thay đổi nhờ thay đổi có chọn lọc chiều dày các phần của các lớp mực in;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó lớp màu thứ nhất được in lên nền;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó lớp cấu trúc thứ nhất được in lên lớp màu thứ nhất và chiều dày của lớp cấu trúc thứ nhất thay đổi có chọn lọc;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó lớp cấu trúc thứ hai được in lên lớp cấu trúc thứ nhất và chiều dày của lớp cấu trúc thứ hai thay đổi có chọn lọc;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế được thể hiện trên Fig.4, trong đó lớp mực màu được in lên lớp cấu trúc thứ hai;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện bề mặt có đường viền có lớp cấu trúc cuối cùng được in lên tất cả các lớp theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện giày dép với vật có đường viền và màu ba chiều được in lên mũ giày theo một phương án thực hiện sáng chế, trong đó vật có đường viền là chi tiết đồ họa;

Fig.16 là hình vẽ thể hiện giày dép với vật có đường viền và màu ba chiều được in lên mũ giày theo phương án khác thực hiện sáng chế, trong đó vật có đường viền là chi tiết đồ họa;

Fig.17 là hình vẽ các chi tiết rời của giày dép được thể hiện trên Fig.16, thể hiện nền, lớp màu in phẳng thứ nhất, phần có đường viền được tạo ra từ các lớp mực có cấu trúc, và lớp màu in có đường viền thứ hai;

Fig.18 là sơ đồ khối thể hiện phương pháp sản xuất giày dép theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.19 là hình vẽ thể hiện máy in in đường biên của mũ giày và các đường viền có màu lên tấm theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.20 là hình vẽ thể hiện dụng cụ cắt dùng để cắt hình dạng phẳng của mũ giày ra từ tấm theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.21 là hình vẽ thể hiện bước tạo ra mũ giày trên khuôn giày theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.22 là hình vẽ thể hiện bước gắn mũ giày vào đế giày theo một phương án thực hiện sáng chế; và

Fig.23 là hình vẽ thể hiện cách mà màu có thể được nhìn thấy khi nhìn vật có màu nhiều lớp theo một phương án thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để hiểu rõ, các phần mô tả chi tiết ở đây mô tả các phương án làm ví dụ nhất định, nhưng sáng chế có thể được áp dụng cho phương pháp bất kỳ để sản xuất sản phẩm bao gồm sự kết hợp thích hợp các dấu hiệu bất kỳ được mô tả ở đây và được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Cụ thể là, mặc dù phần mô tả chi tiết dưới đây mô tả các phương án làm ví dụ nhất định, cần hiểu rằng các phương án khác có thể được sử dụng để sản xuất giày dép hoặc sản phẩm may mặc khác.

Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ “thiết bị in”, “máy in”, “máy vẽ”, “máy in 3D”, “hệ thống in ba chiều”, hoặc “hệ thống in 3D” có thể sử dụng để chỉ loại hệ thống bất kỳ mà có thể in nhiều lớp lên trên vải, giày dép, sản phẩm may mặc hoặc sản phẩm khác, ví dụ, bao gồm các máy in ký hiệu và đồ họa. Các máy in có thể sử dụng loại mực đóng rắn bằng tia tử ngoại thích hợp bất kỳ, bao gồm mực nhựa acrylic, mực polyuretan, mực TPU hoặc mực silicon hoặc mực thích hợp khác bất kỳ.

Các hệ thống, phương pháp, dấu hiệu và lợi ích khác của sáng chế sẽ, hoặc trở nên, hiểu rõ bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này khi xem các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết dưới đây. Cần lưu ý rằng, tất cả các hệ thống, phương pháp, dấu hiệu, và lợi ích bổ sung được bao gồm trong phần mô tả và phần bản chất kỹ thuật này đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Mặc dù các hình vẽ và phần mô tả ở đây chỉ mô tả các phương án khi chúng được sử dụng cho giày dép nhất định hoặc sản phẩm may mặc nhất định, các phần mô tả ở đây cũng có thể được áp dụng cho giày dép khác và/hoặc sản phẩm may mặc khác, ví dụ, bao gồm giày dép như giày chạy, giày luyện tập, giày chạy chậm, giày đi bộ đường dài, giày đi bộ, giày chơi bóng chuyên, giày chơi bóng ném, giày chơi quần vợt, giày chơi quần vợt kiểu bắc Mỹ, giày chơi bóng rổ và giày dép tương tự khác, hoặc sản phẩm may mặc như quần soóc, áo sơ mi, áo nịt len, áo vét-tông, quần dài, găng tay, vòng tay, băng đô, băng cánh tay, mũ hoặc mũ lưỡi trai, cũng như cho các sản phẩm khác như ba lô hoặc lều.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện hệ thống in ba chiều 100 theo một phương án thực hiện sáng chế, còn được gọi đơn giản là hệ thống in 100. Một số phương án của hệ thống in có thể bao gồm các bộ phận cung ứng mà phân phối một hoặc nhiều chức năng trong số các thiết bị khác của hệ thống in. Như được thể hiện, hệ thống in 100 có thể có thiết bị in 102, hệ thống máy tính 103, và mạng 109. Theo các phương án khác, hệ thống in có thể là một thiết bị hoặc bộ phận (không được thể hiện trên hình vẽ). Các hệ thống in này còn được

bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 62/343757, nộp ngày 31/05/2016, và đơn yêu cầu cấp patent Mỹ nộp ngày 31/05/2017, cả hai mang tên “In gradien thành phần cấu trúc ba chiều” (Gradient Printing a Three-Dimensional Structural Component), và đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 62/343686, nộp ngày 31/05/2016, và đơn yêu cầu cấp patent Mỹ nộp ngày 31/05/2017, cả hai mang tên “Phương pháp và thiết bị để in kết cấu ba chiều với thông tin ảnh” (Method and Apparatus for Printing Three-Dimensional Structures with Image Information), tất cả các đơn này được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn.

Một số phương án của thiết bị in có thể bao gồm các bộ phận cung ứng mà cho phép in màu. Theo một số phương án, hệ thống in có thể sử dụng kỹ thuật in CMYK. Theo các phương án khác, việc in màu có thể được tiến hành nhờ sử dụng phương pháp in thích hợp khác.

Theo các phương án mà trong đó việc in màu được tiến hành nhờ sử dụng kỹ thuật in CMYK, thiết bị, giao thức, tiêu chuẩn, và phương pháp thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho việc in màu. Như được sử dụng ở đây, “CMYK” có thể sử dụng để chỉ bốn chất màu dùng trong việc in màu: “C” dùng cho chất màu lục lam, “M” dùng cho chất màu đỏ thẫm, “Y” dùng cho chất màu vàng, và “K” dùng cho chất màu chủ chốt. Trong một số trường hợp, chất màu chủ chốt có thể là màu đen. Ví dụ về thiết bị in nhờ sử dụng kỹ thuật in CMYK được bộc lộ trong công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2015-0002567 của Miller, công bố ngày 01/01/2015, mang tên “Việc in màu bổ sung” (Additive Color Printing), đơn này được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn và dưới đây được gọi là đơn “Việc in màu”. Theo một số phương án, hệ thống in 100 có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu của các hệ thống, bộ phận, thiết bị, và phương pháp được bộc lộ trong đơn việc in màu để tạo điều kiện thuận lợi cho việc in màu. Ví dụ, thiết bị in có thể được tạo kết cấu để in ảnh bằng cách phân phối các giọt nhỏ vật liệu in bao gồm một hoặc nhiều chất màu lên nền. Như được sử dụng ở đây, các giọt nhỏ có thể sử dụng để chỉ thể tích thích hợp bất kỳ của vật liệu in. Ví dụ, giọt nhỏ có thể khoảng 1 mililit vật liệu in. Theo các phương án khác, hệ thống in có thể sử dụng các hệ thống, bộ phận, thiết bị, và phương pháp khác.

Theo các phương án mà trong đó hệ thống in bao gồm các bộ phận cung ứng mà phân phối một hoặc nhiều chức năng trong số các thiết bị khác của hệ thống in, việc phân chia thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng. Theo một số phương án, hệ thống in 100 có thể bao gồm các bộ phận cung ứng mà điều khiển và/hoặc tiếp nhận thông tin từ thiết bị in

102. Các bộ phận cung ứng này có thể bao gồm hệ thống máy tính 103 và mạng 109. Nói chung, thuật ngữ “hệ thống máy tính” dùng để chỉ các tài nguyên tính toán của một máy tính, một phần của các tài nguyên tính toán của một máy tính, và/hoặc hai hoặc nhiều máy tính truyền thông với nhau. Tài nguyên bất kỳ trong số các tài nguyên này có thể được vận hành bởi một hoặc nhiều người dùng. Theo một số phương án, hệ thống máy tính 103 có thể có một hoặc nhiều máy chủ. Theo một số phương án, máy chủ in có thể chịu trách nhiệm chính cho việc điều khiển và/hoặc truyền thông với thiết bị in 102, trong khi máy tính riêng (ví dụ, máy tính để bàn, máy tính xách tay, hoặc máy tính bảng) có thể tạo điều kiện thuận lợi cho các tương tác với người dùng. Hệ thống máy tính 103 có thể còn có một hoặc nhiều thiết bị nhớ bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, bộ nhớ từ, bộ nhớ quang, bộ nhớ quang-từ, và/hoặc bộ nhớ, bao gồm bộ nhớ khả biến và bộ nhớ không khả biến.

Theo một số phương án, phần cứng hoặc các hệ thống phần cứng thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho các bộ phận cung ứng mà điều khiển và/hoặc tiếp nhận thông tin từ thiết bị in 102. Theo một số phương án, mà trong đó hệ thống máy tính được sử dụng, hệ thống máy tính 103 có thể có thiết bị xử lý trung tâm, giao diện quan sát (ví dụ, màn hình hoặc màn hiển thị), các thiết bị đầu vào (ví dụ, bàn phím và chuột), và phần mềm để tạo ra tập hợp các chiều dày định trước để in thành phần cấu trúc ba chiều. Như được sử dụng ở đây, tập hợp các chiều dày định trước có thể bao gồm thông tin thích hợp bất kỳ để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo ra thành phần cấu trúc ba chiều có hình dạng được biểu thị bởi tập hợp các chiều dày định trước. Các ví dụ về hình dạng được biểu thị bởi tập hợp các chiều dày định trước có thể có dạng hình trụ, hình côn, khối lập phương, hình cầu, và các hình dạng tương tự. Trong một số trường hợp, tập hợp các chiều dày định trước có thể được xác định cho khách hàng cụ thể. Theo các phương án khác, các dạng khác của các hệ thống phần cứng có thể được sử dụng.

Nói chung, thông tin thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho các bộ phận cung ứng dùng cho phần mềm để thiết kế tập hợp các chiều dày định trước dùng cho thành phần cấu trúc ba chiều. Theo ít nhất một số phương án, phần mềm để thiết kế tập hợp các chiều dày định trước của kết cấu in có thể không chỉ có thông tin về dạng hình học của kết cấu, mà còn thông tin liên quan đến các vật liệu cần để in các phần khác nhau của bộ phận. Theo các phương án khác, thông tin khác nhau có thể được sử dụng.

Nói chung, kết cấu thiết kế thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng để biến đổi thiết

kế thành thông tin mà có thể được dịch bởi thiết bị in 102 (hoặc máy chủ in liên quan truyền thông với thiết bị in 102). Theo một số phương án, hệ thống in 100 có thể được vận hành như dưới đây để tạo ra một hoặc nhiều thành phần, mà đã được tạo ra nhờ sử dụng quy trình in ba chiều, hoặc quy trình in bổ sung. Hệ thống máy tính 103 có thể được sử dụng để thiết kế kết cấu. Điều đó có thể được thực hiện nhờ sử dụng một số loại phần mềm thiết kế bằng máy tính (CAD - computer-aided design) hoặc dạng phần mềm khác. Sau đó, thiết kế có thể được biến đổi thành thông tin mà có thể được dịch bởi thiết bị in 102 (hoặc máy chủ in liên quan truyền thông với thiết bị in 102). Theo một số phương án, thiết kế có thể được chuyển đổi thành tệp tin in được ba chiều, như tệp tin lập thể (STL - stereolithography); trong các trường hợp khác, thiết kế có thể được chuyển đổi thành bộ phận thiết kế khác.

Theo một số phương án mà trong đó hệ thống in bao gồm các bộ phận cung ứng mà phân phối một hoặc nhiều chức năng trong số các thiết bị khác của hệ thống in 100, giao thức, định dạng, và phương pháp thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền thông giữa các thiết bị của hệ thống in 100. Theo một số phương án, các truyền thông này được tiến hành nhờ sử dụng mạng 109. Trong các trường hợp khác, các truyền thông này có thể được tiến hành trực tiếp giữa các thiết bị của hệ thống in 100.

Theo một số phương án, mạng có thể sử dụng các bộ phận cung ứng có dây hoặc không dây bất kỳ, mà tạo điều kiện thuận lợi cho việc trao đổi thông tin giữa hệ thống máy tính 103 và thiết bị in 102. Theo một số phương án, mạng 109 có thể còn có các bộ phận khác như các bộ điều khiển giao diện mạng, bộ khuếch đại, bộ chia mạng (hub), cầu, chuyển mạch, bộ định tuyến, môđem, và tường lửa. Theo một số phương án, mạng 109 có thể là mạng không dây nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền thông không dây giữa hai hoặc nhiều hệ thống, thiết bị, và/hoặc bộ phận của hệ thống in 100. Các ví dụ về các mạng không dây bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, mạng không dây cá nhân (ví dụ, kể cả BLUETOOTH), mạng cục bộ không dây (bao gồm các mạng dùng các tiêu chuẩn IEEE 802.11 WLAN), mạng lưới không dây, mạng thiết bị di động cũng như các loại mạng không dây khác. Trong các trường hợp khác, mạng 109 có thể là mạng có dây bao gồm các mạng mà các tín hiệu của chúng được tạo điều kiện thuận lợi bởi các dây xoắn đôi, cáp đồng trục, và sợi quang. Trong các trường hợp khác nữa, việc kết hợp các mạng và/hoặc các kết nối có dây và không dây có thể được sử dụng.

Một số phương án của hệ thống in có thể bao gồm các bộ phận cung ứng mà cho phép các kết cấu in được in trực tiếp lên trên một hoặc nhiều sản phẩm. Thuật ngữ “các sản phẩm” được dự định bao gồm cả giày dép (ví dụ, giày) và sản phẩm may mặc (ví dụ, áo sơ mi, quần dài, v.v.). Như được sử dụng trong toàn bộ phần mô tả này, các thuật ngữ “sản phẩm giày dép” và “giày dép” bao gồm giày dép bất kỳ và các vật liệu bất kỳ kết hợp với giày dép, bao gồm mũ giày, và cũng có thể được áp dụng cho các loại giày thể thao khác nhau, bao gồm giày chơi bóng chày, giày chơi bóng rổ, giày luyện tập, giày đi xe đạp, giày đá bóng, giày chơi quần vợt, giày chơi bóng đá, và giày đi bộ đường dài. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ “sản phẩm giày dép” và “giày dép” còn bao gồm các loại giày dép mà nói chúng không được coi là giày dùng để chơi thể thao, giày công sở, hoặc giày trang trí, bao gồm giày lễ phục, giày lười, xăng-đan, dép lê, giày thuyền, và giày công sở cao cổ.

Theo một số phương án, vật liệu thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng để tạo ra sản phẩm nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng sản phẩm trong hệ thống in 100. Theo một số phương án, thiết bị in 102 có thể có khả năng in lên các bề mặt của các vật liệu khác nhau như vật liệu dệt, vải tự nhiên, vải nhân tạo, vật liệu dệt kim, vật liệu dệt, vật liệu không dệt, lưới, da, da tổng hợp, polyme, cao su, và xốp, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, mà không cần có lớp tách đặt xen giữa nền và bên dưới vật liệu in, và mà không cần có bề mặt nền phẳng hoàn toàn hoặc gần như hoàn toàn để in lên đó.

Trên Fig.1, thể hiện một phương án bao gồm tập hợp các sản phẩm 110, theo các phương án khác, các sản phẩm khác nhau có thể được sử dụng. Như được thể hiện, tập hợp các sản phẩm 110 bao gồm giày dép, bộ phận bảo vệ cẳng chân, sản phẩm may mặc, và dụng cụ thể thao như mũ bảo hiểm. Theo các phương án khác, tập hợp các sản phẩm 110 có thể có dạng khác. Nói chung, bề mặt thích hợp bất kỳ của sản phẩm có thể được sử dụng làm tấm nền hoặc nền để tiếp nhận các vật ba chiều đã được in.

Trong khi các phương án bộc lộ được mô tả liên quan đến giày dép, các phương án khác có thể được áp dụng tương tự cho sản phẩm bất kỳ gồm quần áo, sản phẩm may mặc, hoặc dụng cụ mà bao gồm kỹ thuật in ba chiều. Ví dụ, các phương án khác có thể được áp dụng cho mũ, mũ lưỡi trai, áo sơ mi, áo nịt len, áo vét-tông, bít tất ngắn, quần soóc, quần dài, quần áo lót, quần áo chơi thể thao, găng tay, vòng tay/cánh tay, tay áo, băng đô, vật liệu dệt kim bất kỳ, vật liệu dệt bất kỳ, vật liệu không dệt bất kỳ, dụng cụ thể thao, v.v.. Do vậy, như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “sản phẩm may mặc” có thể sử dụng để chỉ sản

phẩm may mặc hoặc quần áo bất kỳ, bao gồm giày dép bất kỳ, cũng như mũ, mũ lưỡi trai, áo sơ mi, áo nịt len, áo vét-tông, bít tất ngắn, quần soóc, quần dài, quần áo lót, quần áo chơi thể thao, găng tay, vòng tay/cánh tay, tay áo, băng đô, vật liệu dệt kim bất kỳ, vật liệu dệt bất kỳ, vật liệu không dệt bất kỳ, và các vật liệu tương tự.

Một số phương án của hệ thống in có thể bao gồm các bộ phận cung ứng mà cho phép in trực tiếp lên sản phẩm, bất kể kích thước và hình dạng của sản phẩm, như phương án được thể hiện trên Fig.1. Trong các trường hợp khác thành phần cấu trúc ba chiều được in lên lớp tách trước và sau đó được truyền lên trên sản phẩm. Theo các phương án khác, như phương án được thể hiện trên Fig.19, thành phần cấu trúc ba chiều được in lên bộ phận của sản phẩm và sau đó được lắp ráp vào sản phẩm.

Thiết bị in 102 có thể là loại thiết bị in bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Theo một số phương án, thiết bị in 102 là máy in phun mực. Theo một số phương án, thiết bị in 102 có thể có các bộ phận cung ứng để in trực tiếp lên sản phẩm ba chiều, như được thể hiện trên Fig.1, trong đó đầu in 104 được định vị gần với bề in 106, mà có thể đỡ và định vị chính xác sản phẩm trong suốt quá trình in. Đầu in 104 nối thông chất lỏng với nguồn mực 108. Nguồn mực 108 có thể chứa loại mực bất kỳ hoặc tất cả các loại mực được mô tả trên đây. Nguồn mực 108 có thể chứa số lượng màu mực khác nhau bất kỳ và các mực có cấu trúc trong suốt. Đầu in 104 có thể có khả năng không chỉ phân phối thể tích mực nhất định được tiếp nhận từ nguồn mực 108, mà còn có thể có các bộ phận cung ứng để đóng rắn mực. Các bộ phận cung ứng như vậy có thể có đèn tia cực tím, nguồn nhiệt, hoặc máy sấy.

Theo một số phương án, như phương án được thể hiện trên Fig.2, thiết bị in 102 có thể được sử dụng để in các vật ba chiều có màu lên bề mặt của sản phẩm để tạo ra bề mặt có đường viền. Theo một số phương án, như phương án được thể hiện trên Fig.2, các bề mặt có đường viền này có thể có chức năng chính. Theo các phương án khác, như các phương án được thể hiện trên Fig.15 và Fig.16 và được mô tả thêm ở dưới đây, các bề mặt có đường viền này có thể có chức năng thẩm mỹ chính.

Theo một số phương án, các vật ba chiều có màu được tạo ra bằng cách in trực tiếp lớp màu lên bề mặt của sản phẩm, sau đó tạo ra hình dạng ba chiều và các đường viền bằng cách in mực có cấu trúc trong suốt, và sau đó in lớp màu thứ hai lên trên các lớp mực có cấu trúc trong suốt. Việc kẹp các lớp mực có cấu trúc giữa các lớp mực màu có thể cải

thiện hình dạng bên ngoài của vật in màu ba chiều. Các lớp cấu trúc trong suốt cho phép lớp màu, nằm liền kề với nền được thấy rõ, trong khi lớp màu được in lên trên các lớp cấu trúc trong suốt có thể hợp với lớp màu dưới để tạo ra hiệu ứng hình ảnh ba chiều duy nhất. Việc sử dụng mực trong suốt để tạo ra kết cấu và các đường viền có thể hiệu quả hơn về chi phí so với việc sử dụng mực màu trên toàn bộ kết cấu.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.2, giày dép 120 bao gồm các chi tiết chức năng được in, chi tiết chức năng thứ nhất 126 và chi tiết chức năng thứ hai 128. Chi tiết chức năng thứ nhất 126 là phần không chế bóng định vị trong vùng trước bàn chân của giày dép 120, để sử dụng khi để chơi môn thể thao như bóng đá trong đó mong muốn mức điều chỉnh chính xác khi đá bóng. Chi tiết chức năng thứ hai 128 bao gồm các gân tăng cứng định vị trong vùng gót của giày dép 120, như để đỡ bổ sung cho vòng ôm gót hoặc như bề mặt chịu mòn. Cả chi tiết chức năng thứ nhất 126 và chi tiết chức năng thứ hai 128 là các vật có màu nhiều lớp ba chiều, mà có bề mặt có đường viền thu được bằng cách in mực có cấu trúc lên giày dép 120. Cả chi tiết chức năng thứ nhất 126 và chi tiết chức năng thứ hai 128 có thể được tạo ra theo cách tương tự, tuy nhiên, để đơn giản, chỉ chi tiết chức năng thứ nhất 126 được mô tả thêm ở dưới đây.

Fig.3 là mặt cắt ngang thể hiện chi tiết chức năng thứ nhất 126 theo một phương án. Theo phương án này, chi tiết chức năng thứ nhất 126 được tạo ra từ các lớp in có chiều dày đồng đều. Theo phương án này, các lớp in trong chi tiết chức năng thứ nhất 126 bao gồm lớp thứ nhất 132, lớp thứ hai 134, lớp thứ ba 136, và lớp thứ tư 138, trong đó mỗi lớp có chiều dày xác định sao cho sự tích tụ các chiều dày lớp tạo nên chiều dày mong muốn hoặc chiều dày đích của chi tiết chức năng thứ nhất 126. Các lớp được in sao cho các phần của chi tiết chức năng 126 có thể có các chiều cao khác nhau và tạo ra bề mặt có đường viền 130. Theo phương án này, bề mặt có đường viền 130 được tạo ra từ phần nhô thấp thứ nhất 123, phần nhô cao thứ nhất 125, phần nhô thấp thứ hai 127, và phần nhô cao thứ hai 129, mà được nằm liền kề nhau để tạo ra vật ba chiều có bề mặt có đường viền 130. Do đó, bề mặt có đường viền 130 có hình dạng nhấp nhô theo phương án này. Vì các kỹ thuật in kỹ thuật số cho phép điều chỉnh chính xác mức phân phối mực, nên chi tiết chức năng thứ nhất 126 có thể có hình dạng bất kỳ và bề mặt có đường viền bất kỳ được tạo ra từ các vùng khác nhau có các chiều dày khác nhau.

Chi tiết chức năng thứ nhất 126 cũng là chi tiết có màu. Để đạt được màu và hình dạng mong muốn của vật ba chiều, chi tiết chức năng thứ nhất 126 bao gồm các lớp mực

màu và các lớp mực có cấu trúc. Theo một số phương án, các lớp mực có cấu trúc có thể được tạo màu, trong khi theo các phương án khác, các lớp mực có cấu trúc có thể không có màu cụ thể và trong suốt, trong mờ, hoặc rõ. Theo một số phương án, loại mực khác nhau có thể được tạo ra cho các lớp mực màu và các lớp mực có cấu trúc, trong khi theo các phương án khác, các lớp mực màu và các lớp mực có cấu trúc được tạo ra từ cùng một loại mực. Theo một số phương án, tất cả các lớp màu có thể có cùng màu hoặc mẫu màu dựa vào thông tin màu giống nhau. Theo các phương án khác, các lớp màu riêng biệt, mỗi lớp có thể có các màu hoặc mẫu màu khác nhau nhờ sử dụng thông tin màu khác nhau, duy nhất, hoặc thông tin màu xác định lớp. Theo một số phương án, các phần của các lớp màu riêng biệt có thể có màu hoặc mẫu màu tương tự với các phần của các lớp màu khác, trong khi các phần hoặc vùng khác của các lớp màu có thể có các màu hoặc mẫu màu khác nhau.

Theo một số phương án, như các phương án được thể hiện trên Fig.3, lớp mực màu thứ nhất được in như lớp liền kề với và tiếp giáp với nền hoặc đế, như mũ giày 122, sau đó các lớp mực có cấu trúc được in lên trên lớp mực màu thứ nhất để tạo ra vật ba chiều và bề mặt có đường viền, và sau đó lớp mực màu thứ hai được in lên trên các lớp mực có cấu trúc. Mực màu có thể là loại mực tương tự như mực có cấu trúc sao cho các điểm ảnh và lớp mực màu có thể tích và kết cấu giống như các điểm ảnh và lớp có cấu trúc trong suốt. Theo phương án được thể hiện trên Fig.3, lớp thứ nhất 132 là lớp mực màu và được định vị liền kề với và tiếp giáp với mũ giày 122. Lớp thứ hai 134 là lớp cấu trúc và được in liền kề với và tiếp giáp với lớp thứ nhất 132. Lớp thứ ba 136 bao gồm các vùng xen kẽ của màu và các điểm ảnh có cấu trúc được in ở các vị trí điểm ảnh được chọn liền kề với và tiếp giáp với lớp thứ hai 134. Lớp thứ tư 138 là lớp màu và được in liền kề với và tiếp giáp với các phần của lớp thứ hai 134 và các phần của lớp thứ ba 136. Lớp thứ tư 138 là lớp không liên tục, do các điểm ảnh màu chỉ được in lên trên các điểm ảnh trong suốt để tạo ra các vùng có các chiều cao khác nhau nhằm tạo ra bề mặt có đường viền. Theo phương án này, các điểm ảnh màu in của lớp thứ ba 136 và lớp thứ tư 138 tạo ra bề mặt trên hoặc ngoài cùng của chi tiết chức năng thứ nhất 126.

Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng số lượng các lớp của chi tiết chức năng 126 và mẫu được tạo ra bởi các lớp cấu trúc có thể thay đổi đáng kể phụ thuộc vào chiều dày đích cho chi tiết chức năng thứ nhất 126, hình dạng dự kiến của bề mặt có đường viền 130, loại mực được sử dụng, và các khả năng của thiết bị in 102. Ví dụ, để đơn giản, chỉ bốn lớp được tạo ra theo phương án được thể hiện trên Fig.3.

Theo các phương án khác, số lượng các lớp có thể ít hơn hoặc nhiều hơn, phụ thuộc vào các yếu tố được mô tả trên đây. Để tạo ra chi tiết chức năng giống như chi tiết chức năng thứ nhất 126, số lượng các lớp in có thể nhiều hơn bốn, và mẫu in có thể phức tạp hơn mẫu in được thể hiện trên hình vẽ.

Chi tiết chức năng thứ nhất 126 với bề mặt có đường viền 130 có thể được tạo ra nhờ sử dụng phương pháp in như phương pháp in đường viền 140 như được thể hiện trên Fig.4. Ở bước thứ nhất 142 của phương pháp 140, thông tin đường viền được nhập vào thiết bị in 102, như bằng thiết bị in 102 tiếp nhận thông tin đường viền từ hệ thống máy tính 103. Thông tin đường viền có thể được tạo ra cho toàn bộ chi tiết chức năng thứ nhất 126 hoặc trên cơ sở lớp kề lớp. Thông tin đường viền có thể được phát triển bởi hệ thống máy tính 103, như bằng cách phân tích ảnh hoặc thông tin khác được cấp bởi người dùng và xác định cách mà thiết bị in 102 có thể được lập trình, dựa vào điểm ảnh kề điểm ảnh hoặc vị trí in khác, cách để tạo ra đường viền. Thông tin đường viền có thể có chiều dày đích dùng cho vật ba chiều giống như chi tiết chức năng thứ nhất 126. Thông tin đường viền có thể có chiều dày đích dùng cho phần hoặc vùng của vật ba chiều. Vùng có thể là một phần của vật ba chiều có chiều dày như nhau hoặc tương tự từ đầu đến cuối. Ví dụ, chi tiết chức năng thứ nhất 126 có bốn vùng: vùng thứ nhất tương ứng với phần nhô thấp thứ nhất 123, vùng thứ hai tương ứng với phần nhô cao thứ nhất 125, vùng thứ ba tương ứng với phần nhô thấp thứ hai 127, và vùng thứ tư tương ứng với phần nhô cao thứ hai 129. Các vùng được nằm liền kề nhau sao cho các vùng này được bố trí để cùng nhau tạo ra bề mặt có đường viền 130, là bề mặt trên của chi tiết chức năng thứ nhất 126.

Thông tin đường viền có thể có chiều dày có cấu trúc định trước dùng cho vật ba chiều và/hoặc mỗi lớp trong vật ba chiều. Theo một số phương án, hệ thống máy tính 103 có thể tính số lượng các lớp dựa vào hình dạng ba chiều và chiều dày định trước cho các lớp. Hệ thống máy tính 103 có thể tính chiều dày của lớp riêng biệt bất kỳ dựa vào các khả năng của thiết bị in 102 và/hoặc loại mực được sử dụng.

Ở bước thứ hai 143, thông tin màu được nhập vào thiết bị in 102, như nhờ thiết bị in 102 nhận thông tin màu từ hệ thống máy tính 103. Thông tin màu có thể được tạo ra cho chi tiết chức năng thứ nhất 126 nói chung hoặc trên cơ sở lớp kề lớp. Thông tin màu có thể được phát triển bởi hệ thống máy tính 103, như bằng cách phân tích ảnh hoặc thông tin khác được cấp bởi người dùng và xác định cách mà thiết bị in 102 có thể được lập trình, trên cơ sở điểm ảnh kề điểm ảnh hoặc vị trí in khác. Thông tin màu có thể là thông tin màu

cho mỗi lớp màu trong vật ba chiều. Thông tin màu có thể liên quan đến hỗn hợp cụ thể của các màu nền, như khi dùng giao thức CMYK. Thông tin màu cũng có thể bao gồm thông tin cường độ màu, mà có thể được lập trình như sự tập trung của các hạt màu trong ma trận mực có cấu trúc. Vì các khả năng của các hệ thống in kỹ thuật số, thông tin màu này có thể được tạo ra trên cơ sở điểm ảnh kẻ điểm ảnh.

Sẽ rõ ràng với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này rằng thứ tự bước thứ nhất 142 và bước thứ hai 143 có thể hoán đổi được hoặc có thể được thực hiện đồng thời.

Bước thứ ba 144 bao gồm bước in lớp màu thứ nhất lên tấm nền hoặc nền như mũ giày 122. Bước thứ ba 144 có thể có bước đưa vật liệu nền vào thiết bị in 102. Bước thứ ba 144 cũng có thể có bước sử dụng thông tin màu tạo ra cho lớp màu thứ nhất để in lớp màu thứ nhất lên nền, như mũ giày 122.

Bước thứ tư 145 bao gồm bước in tập hợp các lớp cấu trúc trong suốt lên lớp màu thứ nhất để tạo ra hình dạng ba chiều với bề mặt có đường viền. Thiết bị in có thể là máy in kỹ thuật số được tạo lệnh theo mẫu điểm ảnh kẻ điểm ảnh in các lớp cấu trúc nhờ sử dụng thông tin đường viền nhận được từ hệ thống máy tính 103.

Bước thứ năm 146 bao gồm bước in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc trong suốt. Bước thứ năm 146 cũng có thể có bước sử dụng thông tin màu tạo ra cho lớp màu thứ hai để in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc trong suốt.

Phương án thực hiện về phương pháp 140 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.8. Theo phương án này, kết cấu có mặt cắt ngang được thể hiện trên Fig.3 được tạo ra. Theo phương án này, mỗi lớp in hoặc một phần của lớp có cùng một chiều dày. Đường viền được tạo ra bằng cách chỉ in ở các vị trí được chọn. Mỗi điểm ảnh hoặc vị trí in chỉ định có thể được chỉ định bởi thông tin đường viền nhận được khi có mực hoặc không có mực; ở mỗi điểm ảnh hoặc loại vị trí chỉ định khác, đầu in 104 có thể được chỉ định để phân phối mực/in hoặc dừng/không in.

Fig.5 thể hiện phương án thực hiện về bước thứ ba 144, trong đó lớp màu thứ nhất được in lên nền. Một số phương án của thiết bị in có thể có các bộ phận cung ứng mà cho phép đầu in được di chuyển ngang qua nền để tạo điều kiện thuận lợi cho việc in các dấu hiệu, như các ảnh, đồ họa, thiết kế, và chữ lên nền. Theo một số phương án, thiết bị in có thể di chuyển đầu in dọc theo nền. Theo các phương án khác, thiết bị in có thể di chuyển

nền so với đầu in.

Theo các phương án mà trong đó thiết bị in di chuyển đầu in, thiết bị in có thể di chuyển đầu in theo hướng song song với một số trục thích hợp bất kỳ. Theo một số phương án, thiết bị in có thể di chuyển đầu in dọc theo bề mặt in. Trên Fig.5, thiết bị in 102 có thể di chuyển đầu in 104 dọc theo mũ giày 122 để tạo điều kiện thuận lợi cho việc in lên mũ giày 122. Theo phương án được thể hiện trên Fig.6, thiết bị in 102 có thể dịch chuyển đầu in 104 dọc theo thanh trượt 107 theo hướng gần như song song với bề mặt của mũ giày 122. Đầu in 104 có thể được dịch chuyển dọc theo thanh trượt 107 nhờ sử dụng phương pháp bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, như nhờ động cơ trợ động hoặc cơ cấu dẫn động khác. Theo các phương án khác, thiết bị in 102 có thể di chuyển đầu in 104 so với nền theo cách khác. Theo một số phương án, thiết bị in 102 có thể di chuyển sản phẩm so với đầu in cố định. Ví dụ, bộ in 106 (được thể hiện trên Fig.1) có thể di chuyển so với đầu in 104, như theo hướng bất kỳ trong số các hướng được thể hiện trên Fig.1: hướng thẳng đứng 50, hướng nằm ngang 54, và hướng vuông góc thứ ba 52.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.5, nền, mũ giày 122, đã được phân chia thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ nhất 161, vị trí điểm ảnh thứ hai 162, vị trí điểm ảnh thứ ba 163, vị trí điểm ảnh thứ tư 164, vị trí điểm ảnh thứ năm 165, vị trí điểm ảnh thứ sáu 166, vị trí điểm ảnh thứ bảy 167, và vị trí điểm ảnh thứ tám 168. Các vị trí in điểm ảnh này được bố trí để tạo thành hàng. Đầu in 104 được di chuyển dọc theo thanh trượt 107 từ vị trí điểm ảnh thứ nhất 161 đến vị trí điểm ảnh thứ tám 168. Đầu in 104 có thể phân phối mực màu dưới dạng thể tích nhất định của các giọt nhỏ mực màu 150 theo đường viền và thông tin màu được cấp bởi hệ thống máy tính 103 ở bước thứ nhất 142 và bước thứ hai 143 (không thể hiện trên hình vẽ). Theo phương án này, đầu in 104 in đường mực màu liên tục để tạo ra lớp thứ nhất 132. Mỗi vị trí in điểm ảnh, vị trí điểm ảnh thứ nhất 161, vị trí điểm ảnh thứ hai 162, vị trí điểm ảnh thứ ba 163, vị trí điểm ảnh thứ tư 164, vị trí điểm ảnh thứ năm 165, vị trí điểm ảnh thứ sáu 166, vị trí điểm ảnh thứ bảy 167, và vị trí điểm ảnh thứ tám 168, được in bằng mực màu, và lớp thứ nhất 132 có chiều dày đồng đều ở mỗi vị trí in điểm ảnh. Theo một số phương án, lớp thứ nhất 132 có thể có đường viền bề mặt tương tự như mũ giày 122. Theo các phương án khác, lớp thứ nhất 132 có thể có đường viền bề mặt khác với mũ giày 122.

Đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn tất cả mực màu để tạo ra lớp thứ nhất 132 trong một lần chạy, tức là, di chuyển đầu in 104 dọc theo thanh trượt 107, hoặc đầu in 104

có thể phân phối và đóng rắn mực màu để tạo ra lớp thứ nhất 132 theo nhiều lần chạy.

Fig.6 thể hiện phương án thực hiện về bước thứ tư 145, trong đó các lớp cấu trúc trong suốt được in lên lớp màu thứ nhất. Theo phương án được thể hiện trên Fig.6, nền, mũ giày 122, đã được phân chia lại thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ chín 171, vị trí điểm ảnh thứ mười 172, vị trí điểm ảnh thứ mười một 173, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 174, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 175, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 176, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 177, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 178. Các vị trí điểm ảnh này xếp thẳng hàng với các vị trí in điểm ảnh của lớp thứ nhất 132: vị trí điểm ảnh thứ nhất 161 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ chín 171; vị trí điểm ảnh thứ hai 162 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười 172; vị trí điểm ảnh thứ ba 163 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười một 173; vị trí điểm ảnh thứ tư 164 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười hai 174; vị trí điểm ảnh thứ năm 165 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười ba 175; vị trí điểm ảnh thứ sáu 166 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 176; vị trí điểm ảnh thứ bảy 167 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 177; và vị trí điểm ảnh thứ tám 168 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 178 theo hướng thứ nhất. Tuy nhiên, vị trí điểm ảnh thứ chín 171, vị trí điểm ảnh thứ mười 172, vị trí điểm ảnh thứ mười một 173, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 174, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 175, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 176, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 177, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 178 lần lượt được xếp chồng lên trên vị trí điểm ảnh thứ nhất 161, vị trí điểm ảnh thứ hai 162, vị trí điểm ảnh thứ ba 163, vị trí điểm ảnh thứ tư 164, vị trí điểm ảnh thứ năm 165, vị trí điểm ảnh thứ sáu 166, vị trí điểm ảnh thứ bảy 167, và vị trí điểm ảnh thứ tám 168. Do đó, vị trí điểm ảnh thứ chín 171, vị trí điểm ảnh thứ mười 172, vị trí điểm ảnh thứ mười một 173, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 174, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 175, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 176, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 177, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 178 là các vị trí duy nhất và do đó có thể tương ứng với thông tin in đường viền duy nhất để in kỹ thuật số.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.6, đầu in 104 được dịch chuyển dọc theo thanh trượt 107 để in đường mực có cấu trúc trong suốt liên tục nhằm tạo ra lớp thứ hai 134. Mỗi vị trí in điểm ảnh, vị trí điểm ảnh thứ chín 171, vị trí điểm ảnh thứ mười 172, vị trí điểm ảnh thứ mười một 173, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 174, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 175, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 176, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 177, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 178, được in bằng mực có cấu trúc trong suốt, và lớp thứ hai 134 có chiều dày đồng đều ở mỗi vị trí in điểm ảnh. Theo phương án này, đường viền bề mặt của lớp

thứ hai 134 có thể tương tự như đường viền của lớp thứ nhất 132. Đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn tất cả mực có cấu trúc để tạo ra lớp thứ hai 134 trong một lần chạy, tức là, di chuyển đầu in 104 dọc theo thanh trượt 107, hoặc đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn mực có cấu trúc trong suốt để tạo ra lớp thứ hai 134 theo nhiều lần chạy.

Fig.7 thể hiện phương án thực hiện liên tục về bước thứ tư 145, trong đó các lớp cấu trúc trong suốt được in để tạo ra mẫu nhằm tạo ra vật ba chiều với bề mặt có đường viền. Theo phương án được thể hiện trên Fig.7, nền, mũ giày 122, đã được phân chia lại thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 181, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 182, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 183, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 184, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 185, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 186, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 187, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 188. Cũng như các vị trí in điểm ảnh của lớp thứ hai 134, các vị trí điểm ảnh này dùng cho lớp thứ ba 136 xếp thẳng hàng với các vị trí in điểm ảnh của lớp thứ nhất 132: vị trí điểm ảnh thứ nhất 161 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 181; vị trí điểm ảnh thứ hai 162 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười tám 182; vị trí điểm ảnh thứ ba 163 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười chín 183; vị trí điểm ảnh thứ tư 164 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 184; vị trí điểm ảnh thứ năm 165 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 185; vị trí điểm ảnh thứ sáu 166 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 186; vị trí điểm ảnh thứ bảy 167 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 187; và vị trí điểm ảnh thứ tám 168 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 188 theo hướng thứ nhất. Tuy nhiên, vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 181, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 182, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 183, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 184, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 185, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 186, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 187, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 188 là các điểm ảnh, mà lần lượt được xếp chồng lên trên vị trí điểm ảnh thứ nhất 161, vị trí điểm ảnh thứ hai 162, vị trí điểm ảnh thứ ba 163, vị trí điểm ảnh thứ tư 164, vị trí điểm ảnh thứ năm 165, vị trí điểm ảnh thứ sáu 166, vị trí điểm ảnh thứ bảy 167, và vị trí điểm ảnh thứ tám 168, cũng như lên trên vị trí điểm ảnh thứ chín 171, vị trí điểm ảnh thứ mười 172, vị trí điểm ảnh thứ mười một 173, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 174, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 175, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 176, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 177, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 178. Do đó, vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 181, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 182, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 183, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 184, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 185, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 186, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 187,

và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 188 là các vị trí duy nhất và do đó có thể tương ứng với thông tin in đường viền duy nhất được tiếp nhận từ hệ thống máy tính 103 để in kỹ thuật số.

Theo phương án này, đầu in 104 in đường mực liên tục để tạo ra lớp thứ ba 136; tuy nhiên, lớp thứ ba 136 có các đoạn xen kẽ của mực màu và mực trong suốt. Một số vị trí in điểm ảnh, như vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 181, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 182, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 185, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 186, được in bằng mực màu. Các vị trí khác, như vị trí điểm ảnh thứ mười chín 183, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 184, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 187, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 188 được in bằng mực có cấu trúc trong suốt. Thiết bị in 102 có thể được lập trình để in các đoạn màu và trong suốt xen kẽ này, mà tương ứng với các vùng khác nhau của chi tiết chức năng thứ nhất 126.

Ở điểm thứ nhất 204, đầu in 104 có thể phân phối thể tích các giọt nhỏ mực màu thứ nhất 153 để lấp đầy vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 181 và vị trí điểm ảnh thứ mười tám 182. Ở điểm thứ hai 304, đầu in 104 có thể phân phối thể tích các giọt nhỏ mực có cấu trúc trong suốt thứ nhất 154 để lấp đầy vị trí điểm ảnh thứ mười chín 183 và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 184. Ở điểm thứ ba 404, đầu in 104 có thể phân phối thể tích các giọt nhỏ mực màu thứ hai 155 để lấp đầy vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 185 và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 186. Ở điểm cuối cùng, đầu in 104 có thể phân phối thể tích các giọt nhỏ mực có cấu trúc trong suốt thứ hai 156 để lấp đầy vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 187 và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 188.

Theo phương án này, lớp thứ ba 136 có chiều dày đồng đều ở mỗi vị trí in điểm ảnh. Đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn tất cả mực để tạo ra lớp thứ ba 136 trong một lần chạy, tức là, di chuyển đầu in 104 dọc theo thanh trượt 107 theo một hướng, hoặc đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn mực có cấu trúc trong suốt để tạo ra lớp thứ ba 136 theo nhiều lần chạy đầu in 104.

Fig.8 thể hiện phương án thực hiện về bước thứ năm 146, trong đó lớp mực màu thứ hai được in lên các lớp có cấu trúc và đường viền. Theo phương án được thể hiện trên Fig.8, nền, mũ giày 122, đã được phân chia lại thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 191, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 192, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 193, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 194, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 195, vị

trí điểm ảnh thứ ba mươi 196, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 197, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 198. Cũng như các vị trí in điểm ảnh của lớp thứ hai 134 và lớp thứ ba 136, các vị trí in điểm ảnh dùng cho lớp thứ tư này xếp thẳng hàng với các vị trí in điểm ảnh của lớp thứ nhất 132, lớp thứ hai 134, và lớp thứ ba 136. Tuy nhiên, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 191, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 192, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 193, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 194, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 195, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi 196, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 197, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 198 lần lượt được xếp chồng lên trên vị trí điểm ảnh thứ nhất 161, vị trí điểm ảnh thứ hai 162, vị trí điểm ảnh thứ ba 163, vị trí điểm ảnh thứ tư 164, vị trí điểm ảnh thứ năm 165, vị trí điểm ảnh thứ sáu 166, vị trí điểm ảnh thứ bảy 167, và vị trí điểm ảnh thứ tám 168, cũng như lên trên vị trí điểm ảnh thứ chín 171, vị trí điểm ảnh thứ mười 172, vị trí điểm ảnh thứ mười một 173, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 174, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 175, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 176, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 177, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 178, và lên trên vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 181, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 182, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 183, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 184, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 185, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 186, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 187, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 188. Do đó, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 191, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 192, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 193, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 194, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 195, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi 196, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 197, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 198 là các vị trí duy nhất và do đó có thể tương ứng với thông tin in màu và đường viền duy nhất được tiếp nhận từ hệ thống máy tính 103.

Theo phương án này, đầu in 104 in đường mực không liên tục để tạo ra lớp thứ tư 138. Một số vị trí in điểm ảnh, như vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 191, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 192, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 195, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi 196 không được in. Ở các vị trí này, đầu in 104 được dừng và không phân phối mực. Các vị trí khác, như vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 193, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 194, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 197, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 198 được in bằng mực màu. Thiết bị in 102 có thể được lập trình để in các đoạn xen kẽ này. Ở điểm thứ nhất 204, đầu in 104 có thể được đặt trong điều kiện dừng thứ nhất 160 và được lệnh để không phân phối mực để trống vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 191 và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 192. Ở điểm thứ hai 304, đầu in 104 có thể phân phối thể tích các giọt nhỏ mực

màu thứ ba 157 để lấp đầy vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 193 và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 194. Ở điểm thứ ba 404, đầu in 104 có thể được đặt ở điều kiện dừng thứ hai 169 và được lệnh để không phân phối mực để trống vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 195 và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi 196. Ở điểm cuối cùng, đầu in 104 có thể phân phối thể tích các giọt nhỏ mực màu thứ tư 158 để lấp đầy vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 197 và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 198.

Theo phương án này, các vị trí điểm ảnh in của lớp thứ tư 138 có chiều dày đồng đều ở mỗi vị trí in điểm ảnh. Các vị trí điểm ảnh trống tạo ra bề mặt trên, được tạo ra bởi các phần in mực màu của lớp thứ ba 136 và các phần in mực màu của lớp thứ tư 138. Đường viền của bề mặt trên là đường viền đích. Đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn tất cả mực để tạo ra lớp thứ tư 138 trong một lần chạy, tức là, di chuyển đầu in 104 dọc theo thanh trượt 107 theo một hướng, hoặc đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn mực để tạo ra lớp thứ tư 138 theo nhiều lần chạy đầu in 104.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.3 và được in nhờ sử dụng phương pháp được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.8, tất cả các lớp và điểm ảnh có cùng một chiều dày. Bề mặt có đường viền 130 được tạo ra bằng cách thay đổi chiều cao của các cột liên kề của các điểm ảnh trong các vùng liên kề. Như được mô tả trên đây, sự thay đổi chiều cao này xảy ra khi một số vị trí điểm ảnh in tiềm năng không được in khiến cho các điểm ảnh này vẫn trống không hoặc không có mực để tạo ra các cột thấp trong khi trong một số cột liên kề hoặc cột phân cách khỏi các cột thấp có tất cả các vị trí in điểm ảnh tiềm năng được in bằng mực để tạo ra các cột cao. Theo phương án được thể hiện trên Fig.3, do đó, một số cột có ba điểm ảnh in và các cột khác có bốn điểm ảnh in, với mỗi điểm ảnh có kích thước gần như nhau. Mẫu của các cột thấp và cao tạo ra bề mặt có đường viền 130. Bề mặt có đường viền 130 có đường viền khác với bề mặt của mũ giày 122, nên chi tiết chức năng thứ nhất 126 là vật ba chiều được nâng lên, mà có thể phân biệt được với phần còn lại của mũ giày 122.

Tuy nhiên, theo các phương án khác, có thể đạt được đường viền như nhau nhờ sử dụng phương pháp in khác chút ít. Mặt cắt ngang đạt được nhờ sử dụng phương pháp in khác được thể hiện trên Fig.9. Như được thể hiện trên Fig.9, bề mặt có đường viền 130 cũng được tạo ra bởi mẫu của các cột thấp như cột thấp 230 và các cột cao như cột cao 240. Tuy nhiên, mỗi cột được thể hiện trên Fig.9 bao gồm bốn điểm ảnh in. Một số điểm ảnh in có chiều dày đầy đủ trong khi các điểm ảnh in khác chỉ có một nửa chiều cao hoặc có 50%

chiều cao của điểm ảnh có chiều dày đầy đủ. Ví dụ, cột thấp 230 bao gồm hai điểm ảnh có 50% chiều cao và hai điểm ảnh có chiều dày đầy đủ. Cột cao 240 có bốn điểm ảnh in có chiều dày đầy đủ. Hiệu quả toàn phần là tương tự như phương án được thể hiện trên Fig.3: các cột cao có chiều cao lớn hơn 25% so với các cột thấp. Các khả năng in kỹ thuật số cho phép hệ thống điều khiển chính xác việc phân phối các thể tích mực riêng biệt trong điểm ảnh. Các thể tích mực này tương ứng với chiều dày của điểm ảnh in. Việc in của đầu in 104 không bị gián đoạn khi in theo phương án được thể hiện trên Fig.9, có thể dẫn đến thời gian in giảm.

Phương pháp in để đạt được mặt cắt ngang được thể hiện trên Fig.9, được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.10 đến Fig.13. Các hình vẽ này cũng theo phương pháp chung được thể hiện trên Fig.4.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.10, nền, mũ giày 122, đã được phân chia thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ nhất 261, vị trí điểm ảnh thứ hai 262, vị trí điểm ảnh thứ ba 263, vị trí điểm ảnh thứ tư 264, vị trí điểm ảnh thứ năm 265, vị trí điểm ảnh thứ sáu 266, vị trí điểm ảnh thứ bảy 267, và vị trí điểm ảnh thứ tám 268. Các vị trí in điểm ảnh này được bố trí liên kề với nhau để tạo thành hàng. Đầu in 104 được di chuyển dọc theo thanh trượt 107 từ vị trí điểm ảnh thứ nhất 261 đến vị trí điểm ảnh thứ tám 268. Đầu in 104 có thể phân phối mực màu dưới dạng thể tích mực màu thứ nhất nhất định 250 theo đường viền và thông tin màu được cấp bởi hệ thống máy tính 103 ở bước thứ nhất 142 và bước thứ hai 143 (không thể hiện trên hình vẽ). Theo phương án này, đầu in 104 in đường mực màu liên tục để tạo ra lớp màu thứ nhất 232. Theo phương án này, mực màu cũng có thể là mực có cấu trúc sao cho lớp màu thứ nhất 232 cũng là lớp cấu trúc. Mỗi vị trí in điểm ảnh, vị trí điểm ảnh thứ nhất 261, vị trí điểm ảnh thứ hai 262, vị trí điểm ảnh thứ ba 263, vị trí điểm ảnh thứ tư 264, vị trí điểm ảnh thứ năm 265, vị trí điểm ảnh thứ sáu 266, vị trí điểm ảnh thứ bảy 267, và vị trí điểm ảnh thứ tám 268, được in với cùng một thể tích mực màu. Lớp màu thứ nhất 232 có chiều dày đồng đều ở mỗi vị trí in điểm ảnh. Đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn tất cả mực màu để tạo ra lớp màu thứ nhất 232 trong một lần chạy, tức là, di chuyển đầu in 104 dọc theo thanh trượt 107, hoặc đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn mực màu để tạo ra lớp màu thứ nhất 232 theo nhiều lần chạy.

Fig.11 thể hiện phương án thực hiện về bước thứ tư 145, trong đó các lớp cấu trúc trong suốt được in lên lớp màu thứ nhất. Theo phương án được thể hiện trên Fig.11, nền, mũ giày 122, đã được phân chia lại thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ chín

271, vị trí điểm ảnh thứ mười 272, vị trí điểm ảnh thứ mười một 273, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 275, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 276, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 277, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 278. Các vị trí điểm ảnh này xếp thẳng hàng với các vị trí in điểm ảnh của lớp màu thứ nhất 232: vị trí điểm ảnh thứ nhất 261 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ chín 271; vị trí điểm ảnh thứ hai 262 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười 272; vị trí điểm ảnh thứ ba 263 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười một 273; vị trí điểm ảnh thứ tư 264 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274; vị trí điểm ảnh thứ năm 265 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười ba 275; vị trí điểm ảnh thứ sáu 266 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 276; vị trí điểm ảnh thứ bảy 267 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 277; và vị trí điểm ảnh thứ tám 268 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 278 theo hướng thứ nhất. Tuy nhiên, vị trí điểm ảnh thứ chín 271, vị trí điểm ảnh thứ mười 272, vị trí điểm ảnh thứ mười một 273, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 275, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 276, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 277, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 278 lần lượt được xếp chồng lên trên vị trí điểm ảnh thứ nhất 261, vị trí điểm ảnh thứ hai 262, vị trí điểm ảnh thứ ba 263, vị trí điểm ảnh thứ tư 264, vị trí điểm ảnh thứ năm 265, vị trí điểm ảnh thứ sáu 266, vị trí điểm ảnh thứ bảy 267, và vị trí điểm ảnh thứ tám 268. Do đó, vị trí điểm ảnh thứ chín 271, vị trí điểm ảnh thứ mười 272, vị trí điểm ảnh thứ mười một 273, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 275, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 276, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 277, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 278 là các vị trí duy nhất và do đó có thể tương ứng với thông tin in đường viền duy nhất.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.11, đầu in 104 được dịch chuyển dọc theo thanh trượt 107 để in đường mực có cấu trúc trong suốt liên tục nhằm tạo ra lớp trong suốt thứ nhất 234. Mỗi vị trí in điểm ảnh, vị trí điểm ảnh thứ chín 271, vị trí điểm ảnh thứ mười 272, vị trí điểm ảnh thứ mười một 273, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 275, vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 276, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 277, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 278, được in bằng mực có cấu trúc trong suốt. Tuy nhiên, lớp trong suốt thứ nhất 234 có các chiều dày điểm ảnh khác nhau ở các vị trí được chọn. Ví dụ, vị trí điểm ảnh thứ chín 271, vị trí điểm ảnh thứ mười 272, vị trí điểm ảnh thứ mười ba 275, và vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 276 có 50% của chiều dày của vị trí điểm ảnh thứ mười một 273, vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274, vị trí điểm ảnh thứ mười lăm 277, và vị trí điểm ảnh thứ mười sáu 278, là các điểm ảnh có chiều dày đầy đủ.

Theo một số phương án, việc thay đổi chiều dày điểm ảnh có thể đạt được bằng cách lập trình đầu in 104 để phân phối các thể tích mực khác nhau ở các vị trí điểm ảnh khác nhau trong khi đầu in 104 di chuyển trên thanh trượt 107 ở tốc độ không đổi. Ví dụ, để đạt được việc giảm 50% chiều dày của các điểm ảnh được chọn so với các điểm ảnh khác, việc giảm 50% thể tích mực có thể được phân phối ở các vị trí in được chọn. Theo phương án được thể hiện trên Fig.11, ở điểm in thứ nhất 504, đầu in 104 phân phối thể tích mực trong suốt thứ nhất 255 lên vị trí điểm ảnh thứ chín 271 và vị trí điểm ảnh thứ mười 272. Thể tích mực trong suốt thứ nhất 255 là đủ để tạo ra điểm ảnh thấp ở vị trí điểm ảnh thứ chín 271 có chiều cao thấp 270. Ở điểm in thứ hai 604, đầu in 104 phân phối thể tích mực trong suốt thứ hai 256 lên vị trí điểm ảnh thứ mười một 273 và vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274. Thể tích mực trong suốt thứ hai 256 là đủ để tạo ra điểm ảnh có chiều dày đầy đủ ở vị trí điểm ảnh thứ mười một 273 có chiều dày đầy đủ 280. Thể tích mực trong suốt thứ nhất 255 bằng một nửa thể tích mực trong suốt thứ hai 256, và chiều cao thấp 270 bằng một nửa chiều dày đầy đủ 280. Theo các phương án khác, các thể tích mực khác nhau có thể tạo ra các chiều dày khác nhau.

Ở điểm in thứ ba 704, đầu in 104 phân phối thể tích mực trong suốt thứ ba 257 lên vị trí điểm ảnh thứ mười ba 275 và vị trí điểm ảnh thứ mười bốn 276. Thể tích mực trong suốt thứ ba 257 là đủ để tạo ra điểm ảnh thấp ở vị trí điểm ảnh thứ chín 271 có chiều cao thấp 270. Ở điểm in thứ hai 604, đầu in 104 phân phối thể tích mực trong suốt thứ hai 256 lên trên vị trí điểm ảnh thứ mười một 273 và vị trí điểm ảnh thứ mười hai 274. Thể tích mực trong suốt thứ hai 256 là đủ để tạo ra điểm ảnh có chiều dày đầy đủ ở vị trí điểm ảnh thứ mười một 273 có chiều dày đầy đủ 280.

Theo các phương án khác, không được thể hiện trên hình vẽ, việc thay đổi chiều cao của các điểm ảnh được chọn có thể được tạo ra bằng cách thay đổi tốc độ của đầu in 104 trên thanh trượt 107 trong khi đầu in 104 phân phối mực ở tốc độ dòng chảy không đổi. Ở các vị trí được chọn, đầu in 104 có thể di chuyển nhanh hơn trên thanh trượt 107 để phân phối ít mực hơn lên các vị trí được chọn này cho các điểm ảnh mỏng hơn. Ở các vị trí nhất định khác, đầu in 104 có thể di chuyển chậm hơn nhiều khiến cho nhiều mực hơn được phân phối ở các vị trí này cho các điểm ảnh dày hơn.

Đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn tất cả mực có cấu trúc để tạo ra lớp trong suốt thứ nhất 234 trong một lần chạy, tức là, di chuyển đầu in 104 dọc theo thanh trượt 107, hoặc đầu in 104 có thể phân phối và đóng rắn mực có cấu trúc trong suốt để tạo ra lớp

thứ hai 134 theo nhiều lần chạy.

Fig.12 thể hiện phương án thực hiện liên tục về bước thứ tư 145, trong đó các lớp cấu trúc trong suốt được in để tạo ra mẫu nhằm tạo ra vật ba chiều với bề mặt có đường viền. Theo phương án được thể hiện trên Fig.12, nền, mũ giày 122, đã được phân chia lại thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 281, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 282, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 283, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 284, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 285, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 286, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 287, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 288. Cũng như các vị trí in điểm ảnh của lớp trong suốt thứ nhất 234, các vị trí điểm ảnh này cho lớp trong suốt thứ hai 236 vị trí in điểm ảnh xếp thẳng hàng với các vị trí in điểm ảnh của lớp màu thứ nhất 232: vị trí điểm ảnh thứ nhất 261 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 281; vị trí điểm ảnh thứ hai 262 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười tám 282; vị trí điểm ảnh thứ ba 263 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ mười chín 283; vị trí điểm ảnh thứ tư 264 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 284; vị trí điểm ảnh thứ năm 265 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 285; vị trí điểm ảnh thứ sáu 266 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 286; vị trí điểm ảnh thứ bảy 267 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 287; và vị trí điểm ảnh thứ tám 268 tương ứng với vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 288 theo hướng thứ nhất. Tuy nhiên, vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 281, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 282, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 283, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 284, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 285, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 286, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 287, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 288 là các điểm ảnh, mà được xếp chồng lên trên các điểm ảnh của lớp màu thứ nhất 232 và lớp trong suốt thứ nhất 234. Do đó, vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 281, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 282, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 283, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 284, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 285, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 286, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 287, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 288 là các vị trí duy nhất và do đó có thể tương ứng với thông tin in đường viền duy nhất được tiếp nhận từ hệ thống máy tính 103.

Theo phương án này, đầu in 104 in liên tục mực để tạo ra lớp trong suốt thứ hai 236. Theo phương án này, mẫu các điểm ảnh in của lớp trong suốt thứ hai 236 là tương tự như mẫu các điểm ảnh in của lớp trong suốt thứ nhất 234.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.12, đầu in 104 được dịch chuyển dọc theo thanh trượt 107 để in đường mực có cấu trúc trong suốt để tạo ra lớp trong suốt thứ hai

236. Mỗi vị trí in điểm ảnh, vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 281, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 282, vị trí điểm ảnh thứ mười chín 283, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi 284, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 285, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 286, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi ba 287, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tư 288, được in bằng mực có cấu trúc trong suốt. Tuy nhiên, lớp trong suốt thứ nhất 234 có các chiều dày điểm ảnh khác nhau ở các vị trí được chọn theo các thông số kỹ thuật của thông tin đường viền được tiếp nhận từ hệ thống máy tính 103. Ví dụ, các điểm ảnh in ở vị trí điểm ảnh thứ mười bảy 281, vị trí điểm ảnh thứ mười tám 282, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi một 285, và vị trí điểm ảnh thứ hai mươi hai 286 có khoảng 50% chiều dày của các điểm ảnh có chiều dày đầy đủ.

Fig.13 thể hiện phương án thực hiện về bước thứ năm 146, trong đó lớp mực màu thứ hai được in lên các lớp có cấu trúc và đường viền. Theo phương án được thể hiện trên Fig.13, nền, mũ giày 122, đã được phân chia lại thành tám vị trí in điểm ảnh: vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 291, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 292, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 293, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 294, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 295, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi 296, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 297, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 298. Các vị trí in điểm ảnh dùng cho lớp thứ tư này cũng tạo thành hàng. Cũng như các vị trí in điểm ảnh của lớp thứ hai 134 và lớp thứ ba 136, các vị trí in điểm ảnh dùng cho lớp thứ tư này xếp thẳng hàng với và được xếp chồng lên trên các vị trí in điểm ảnh của lớp thứ nhất 132, lớp thứ hai 134, và lớp thứ ba 136. Do đó, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 291, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 292, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 293, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 294, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 295, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi 296, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 297, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 298 là các vị trí duy nhất và do đó có thể tương ứng với thông tin in màu và đường viền duy nhất được tiếp nhận từ hệ thống máy tính 103.

Theo phương án này, đầu in 104 in đường mực để tạo ra lớp màu thứ hai 238. Trong khi mỗi vị trí in tiếp nhận mực, một số vị trí in điểm ảnh, như vị trí điểm ảnh thứ hai mươi lăm 191, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi sáu 192, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi chín 195, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi 196 được in lên trên các cột với các điểm ảnh có chiều dày giảm. Các vị trí khác, như vị trí điểm ảnh thứ hai mươi bảy 293, vị trí điểm ảnh thứ hai mươi tám 294, vị trí điểm ảnh thứ ba mươi một 297, và vị trí điểm ảnh thứ ba mươi hai 298 chỉ được in lên trên các cột với các điểm ảnh có chiều dày đầy đủ. Do đó, trong một số vùng, lớp màu thứ hai 238 được in lên trên cột thấp trong khi trong các vùng khác, lớp màu thứ hai

238 được in lên trên cột cao. Do đó, đầu in 104 có thể in thể tích mực liên tục. Ở điểm trước thứ nhất 204, đầu in 104 có thể phân phối thể tích mực màu thứ nhất 251. Ở điểm trước thứ hai 304, đầu in 104 có thể phân phối thể tích mực màu thứ hai 252. Ở điểm trước thứ ba 404, đầu in 104 có thể phân phối thể tích mực màu thứ ba 253. Ở điểm in hiện tại, đầu in 104 có thể phân phối thể tích mực màu thứ tư 254. Tất cả thể tích mực màu thứ nhất 251, thể tích mực màu thứ hai 252, thể tích mực màu thứ ba 253, và thể tích mực màu thứ tư 254 là như nhau khiến cho lớp màu thứ hai 238 có chiều dày đồng đều trong tất cả các điểm ảnh ngay cả khi các điểm ảnh của lớp màu thứ hai 238 được in ở các khoảng cách khác nhau bên trên mũ giày 122. Theo phương án này, đường viền bề mặt đích dùng cho vật ba chiều khi được cấp bởi hệ thống máy tính 103 là tương tự như lớp màu trên.

Theo một số phương án, tất cả các lớp màu có thể có màu hoặc mẫu màu tương tự dựa vào thông tin màu giống nhau. Theo các phương án khác, các lớp màu riêng biệt, mỗi lớp có thể có các màu hoặc mẫu màu khác nhau nhờ sử dụng thông tin màu khác nhau, duy nhất, hoặc thông tin màu xác định lớp. Theo một số phương án, các phần của các lớp màu riêng biệt có thể có màu hoặc mẫu màu tương tự như các phần của các lớp màu khác, trong khi các phần hoặc vùng khác của các lớp màu có thể có các màu hoặc mẫu màu khác nhau.

Fig.14 thể hiện phương án khác về mặt cắt ngang của vật có màu ba chiều, mà đã được in lên nền như mũ giày 122. Phương án được thể hiện trên Fig.14 là tương tự như hầu hết các khía cạnh theo phương án được thể hiện trên Fig.3, trong đó các vùng khác nhau của chi tiết có các chiều cao khác nhau để tạo ra chi tiết ba chiều với bề mặt có đường viền. Vùng thứ nhất 323 là cột thấp được tạo ra từ bốn điểm ảnh in. Vùng thứ hai 325 nằm liền kề với vùng thứ nhất 323 và là cột cao được tạo ra từ năm điểm ảnh in. Vùng thứ ba 327 nằm liền kề với vùng thứ hai 325 và là cột thấp được tạo ra từ bốn điểm ảnh in. Vùng thứ tư 329 nằm liền kề với vùng thứ ba 327 và là cột cao được tạo ra từ năm điểm ảnh in.

Như theo phương án được thể hiện trên Fig.3, các điểm ảnh được bố trí trong các lớp. Lớp màu in thứ nhất 332 được in lên nền như mũ giày 122. Lớp màu in thứ nhất 332 là lớp mực màu liên tục có chiều dày đồng đều. Lớp trong suốt in thứ nhất 334 được in lên lớp màu in thứ nhất 332. Lớp trong suốt in thứ nhất 334 là lớp mực trong suốt liên tục có chiều dày đồng đều. Lớp xen kẽ thứ nhất 336 được in lên lớp trong suốt in thứ nhất 334. Lớp xen kẽ thứ nhất 336 là lớp mực liên tục, với mực màu được in trong vùng thứ nhất 323 và vùng thứ ba 327 và mực trong suốt được in trong vùng thứ hai 325 và vùng thứ tư 329. Lớp xen kẽ thứ hai 338 được in lên lớp xen kẽ thứ nhất 336. Lớp xen kẽ thứ hai 338 là lớp

mực liên tục, với mực trong suốt được in trong vùng thứ nhất 323 và vùng thứ ba 327 và mực màu được in trong vùng thứ hai 325 và vùng thứ tư 329. Mẫu mực màu và mực trong suốt xen kẽ của lớp xen kẽ thứ nhất 336 đối diện với mẫu mực màu và mực trong suốt xen kẽ của lớp xen kẽ thứ hai 338. Lớp cuối cùng 339 là lớp mực trong suốt không liên tục. Vì vùng thứ nhất 323 và vùng thứ ba 327 đã có lớp màu được phủ bởi lớp trong suốt, nên lớp cuối cùng 339 chỉ được in trong vùng thứ hai 325 và vùng thứ tư 329.

Theo cách này, vật có màu ba chiều được tạo ra theo cách tương tự như vật có màu ba chiều, được thể hiện trên Fig.3, được tạo ra. Tuy nhiên, lớp trên cùng của vật có màu ba chiều được thể hiện trên Fig.3 là lớp màu trong khi lớp trên cùng của vật có màu ba chiều được thể hiện trên Fig.14 là lớp trong suốt, mà phủ lớp màu. Theo phương án này, đường viền bề mặt đích dùng cho vật ba chiều khi được cấp bởi hệ thống máy tính 103 là tương tự như lớp trong suốt trên cùng. Lớp màu thứ hai theo phương án được thể hiện trên Fig.14 có thể được bảo vệ bởi lớp trong suốt, hoặc lớp trong suốt có thể bổ sung độ bóng vào mặt nhìn mờ của vật ba chiều.

Các phương án được mô tả trên đây thể hiện và phân tích các chi tiết chức năng như vật có màu ba chiều được in lên sản phẩm. Fig.15 thể hiện phương án khác mà trong đó một vật có màu ba chiều có chức năng thẩm mỹ chính và vật khác có chức năng chính. Fig.15 thể hiện giày dép thứ hai 420, mà được thể hiện như giày thể thao, nhưng có thể là kiểu giày dép bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Giày dép thứ hai 420 bao gồm mũ giày 422 gắn vào đế giày 424. Mũ giày 422 bao gồm vật ba chiều có màu thẩm mỹ, chi tiết đồ họa 426. Thuật ngữ “đồ họa” như được sử dụng trong toàn bộ phần mô tả chi tiết này và trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo dùng để chỉ các chi tiết thiết kế trực quan bất kỳ bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở: ảnh, lôgô, chữ, tranh minh họa, đường, hình dạng, các loại ảnh khác cũng như các kết hợp bất kỳ của các chi tiết này. Hơn nữa, thuật ngữ đồ họa không nhằm dự định làm giới hạn và có thể kết hợp một số dấu hiệu trực quan liên tục hoặc không liên tục. Ví dụ, theo một phương án, đồ họa có thể có lôgô, mà được gắn vào vùng nhỏ của giày dép. Theo phương án khác, đồ họa có thể có vùng màu lớn, mà được gắn lên trên một hoặc nhiều vùng của sản phẩm quần áo.

Theo phương án này, mũ giày 422 còn bao gồm chi tiết chức năng ba chiều, chi tiết gia cường lỗ xỏ dây 428. Cả hai loại vật có màu ba chiều có thể được in nhờ sử dụng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được mô tả trên đây. Hơn nữa, cả hai loại vật có màu ba chiều có thể được in vào các thời điểm khác nhau hoặc đồng thời. Các

phương pháp in được mô tả trên đây có thể được làm thích ứng cho sự kết hợp bất kỳ của các vật có màu ba chiều có chức năng và thẩm mỹ với bề mặt có các đường viền.

Fig.16 và Fig.17 thể hiện ví dụ về loại hiệu ứng ba chiều, mà có thể được tạo ra khi in các vật ba chiều lên các sản phẩm. Fig.16 thể hiện giày dép 520 có vật có màu ba chiều 526 với bề mặt có đường viền được định vị trong vùng trước bàn chân của mũ giày 522 của sản phẩm 520. Mũ giày 522 có thể được kết hợp với đế giày 524. Mũ giày 522 và đế giày 524 có thể được tạo ra từ vật liệu bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này để sử dụng làm mũ giày và/hoặc đế giày. Theo phương án này, vật có màu ba chiều 526 là mặt.

Để tạo ra mặt nhìn thấy và cảm nhận ba chiều, vật có màu ba chiều 526 có thể được in lên mũ giày 522 theo phương pháp bất kỳ được mô tả trên đây, trong đó mũ giày 522 là nền, mà vật được in lên đó. Fig.17 là hình vẽ các chi tiết rời của vật có màu ba chiều 526 sao cho có cách bố trí và sự tác động lẫn nhau của các lớp khác nhau của vật có màu ba chiều 526.

Lớp màu thứ nhất 532 được in lên mũ giày 522. Lớp màu thứ nhất 532 là ảnh màu của mặt. Theo phương án này, lớp màu thứ nhất 532 là lớp phẳng có chiều dày đồng đều. Lớp màu thứ nhất 532 có thể có đường viền tương tự như mũ giày 522.

Tập hợp các lớp cấu trúc trong suốt được in để tạo ra các phần khác nhau của vật ba chiều, phần cấu trúc thứ nhất 534, phần cấu trúc thứ hai 535, và phần cấu trúc thứ ba 536 được in lên lớp màu thứ nhất 532. Tập hợp các lớp cấu trúc trong suốt được định kích thước và hình dạng để tương ứng với độ cong cơ bản của mặt. Ví dụ, phần cấu trúc thứ nhất 534 nói chung nâng mặt lên; phần cấu trúc thứ hai 535 tạo ra hình dạng của trán, má và môi; và phần cấu trúc thứ ba 536 tạo ra hình dạng của mũi. Để bắt chước đường viền của bộ mặt thật, phần cấu trúc thứ nhất 534, phần cấu trúc thứ hai 535, và phần cấu trúc thứ ba 536 kết hợp để tạo ra bề mặt có đường viền. Phần cấu trúc thứ nhất 534 nhô lên đến chiều cao thấp nhất thứ nhất, bên trên mũ giày 522. Phần cấu trúc thứ hai 535 nhô lên đến chiều cao thứ hai bên trên mũ giày 522. Phần cấu trúc thứ ba 536 nhô lên đến chiều cao cao nhất thứ ba bên trên mũ giày 522.

Lớp màu thứ hai 536 được in lên trên tập hợp các lớp cấu trúc trong suốt để hoàn thành ảnh của mặt. Theo một số phương án, lớp màu thứ hai 536 có thể là bản sao của thông tin màu của lớp màu thứ nhất 532 để tăng cường độ của các màu. Theo các phương án khác, thông tin màu được sử dụng trong lớp màu thứ hai 536 có thể có dạng khác với

thông tin màu của lớp màu thứ nhất 532 khiến cho hai lớp màu hợp với nhau để tạo ra hiệu ứng màu mong muốn.

Theo các phương án được mô tả trên đây, sản phẩm được sản xuất được in. Thiết bị in 102 nêu trên được định kích thước, hình dạng, và tạo kết cấu để tiếp nhận các sản phẩm được sản xuất như giày, sản phẩm may mặc, hoặc dụng cụ thể thao. Theo các phương án khác, như phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22, bộ phận của sản phẩm có thể được in trước khi sản phẩm được lắp ráp. Giày dép được sử dụng làm ví dụ để mô tả phương pháp.

Fig.18 là lưu đồ thể hiện phương án về phương pháp 1800 để sản xuất sản phẩm có bộ phận được in. Theo bước phương pháp thứ nhất 1801, bộ phận được in. Fig.19 thể hiện phương án thực hiện về bước phương pháp thứ nhất 1801 dùng cho giày dép. Đối với giày dép, tấm 1815 làm vật liệu mũ giày, như da, vật liệu dệt kim, và/hoặc vật liệu dệt hoặc không dệt được in với vật có màu ba chiều như vật có đường viền thứ nhất 1826 và vật có đường viền thứ hai 1828. Đường biên 1817 của mũ giày cũng được in lên tấm 1815. Theo phương án này, thiết bị in 1805 có thể là máy in phẳng, do thiết bị in không cần được định kích thước và hình dạng để tiếp nhận sản phẩm được sản xuất. Việc sử dụng tấm 1815 có thể đơn giản hóa quy trình in do nền, tấm 1815, là phẳng và khoảng cách giữa đầu in và nền là không đổi. Các tính toán bất kỳ để xác định nơi in điểm ảnh cụ thể có thể được đơn giản hóa. Ngoài ra, quy trình in trên thực tế có thể được đơn giản hóa bằng cách hạn chế sự di chuyển đầu in so với một mặt phẳng. Khi in sản phẩm được sản xuất, đầu in có thể cần phải di chuyển trong mặt phẳng nằm ngang để in các lớp, nhưng cũng di chuyển trong mặt phẳng thẳng đứng để thích ứng với các thay đổi về độ cong của sản phẩm.

Ở bước sản xuất thứ hai 1802, mẫu mũ giày in được cắt ra khỏi tấm. Fig.20 thể hiện mũ giày in 1822 được cắt ra khỏi tấm 1815 nhờ sử dụng dụng cụ cắt 1821. Dụng cụ cắt 1821 có thể là dụng cụ có lưỡi cắt, như kéo, các dụng cụ cắt quay, và dụng cụ cắt bằng khuôn dập, hoặc các dụng cụ không có lưỡi cắt như các dụng cụ cắt bằng laze và vòi phun nước, các dụng cụ cắt tự động, hoặc dụng cụ cắt khác bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Dụng cụ cắt 1821 đi theo mẫu được tạo ra bởi đường biên 1817 để loại bỏ vật liệu thừa ra khỏi mũ giày in chưa được tạo hình dạng 1822.

Ở bước sản xuất thứ ba 1803, mũ giày in 1822 được tạo hình dạng và tạo hình. Fig.21 thể hiện phương án về bước sản xuất thứ ba 1803, trong đó khuôn giày 2100 được

sử dụng để tạo hình dạng mũ giày in 1822. Khuôn giày 2100 có thể là loại khuôn giày bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, và mũ giày in 1822 có thể được tạo ra trên khuôn giày 2100 nhờ sử dụng phương pháp bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Ở bước sản xuất thứ tư 1804, mũ giày đã được tạo hình và in 1822 được gắn vào đế giày 1824 như được thể hiện trên Fig.22. Mũ giày in 1822 có thể được gắn vào đế giày 1824 nhờ sử dụng phương pháp bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ, bằng các chất kết dính, hàn, liên kết, liên kết bằng nhiệt, và may.

Ngoài ra các hiệu ứng ba chiều khác có thể có từ việc in các vật có màu với bề mặt có các đường viền được mô tả trên đây, các kỹ thuật in nhiều lớp được mô tả trên đây có thể cũng cho phép trộn màu. Theo một số phương án, thông tin lớp màu thứ nhất được tiếp nhận ở thiết bị in có thể có thông tin màu khác nhau được tiếp nhận ở thiết bị in dùng cho lớp màu thứ hai khiến cho màu nhìn thấy được bởi người quan sát vật in hoàn chỉnh khác với màu được in lên mỗi lớp. Theo các phương án khác, thông tin lớp màu thứ nhất nhận được ở thiết bị in có thể tương tự như thông tin màu được tiếp nhận ở thiết bị in dùng cho lớp màu thứ hai khiến cho màu nhìn thấy được bởi người quan sát vật in hoàn chỉnh đậm hơn nhiều so với màu được in lên mỗi lớp. Việc trộn màu như vậy nhờ sử dụng việc in nhiều lớp được bộc lộ trong công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2015-002567, nội dung của tài liệu này được đưa hoàn toàn vào đây bằng cách viện dẫn. Fig.23 thể hiện phương án về việc trộn màu, mà áp dụng được cụ thể cho vật nhiều lớp với các lớp màu kẹp xen giữa các lớp cấu trúc trong suốt, như các vật được thể hiện trên Fig.3 và Fig.9. Theo một số phương án, cường độ màu mong muốn được tính bởi hoặc nhập vào trong hệ thống máy tính giống như hệ thống máy tính 2 (được thể hiện trên Fig.1) làm thông tin màu. Để đạt được cường độ màu đó, hệ thống không cần phải in cả hai lớp màu với cường độ màu mong muốn đó, do các màu của cả hai lớp sẽ pha trộn về mặt quang học và phản xạ để tăng cường để hợp thành cường độ màu mong muốn.

Ví dụ, Fig.23 thể hiện vật có màu ba chiều nhiều lớp 2326, mà đã được in lên nền 2322. Nền 2322 có thể là loại sản phẩm bất kỳ được mô tả trên đây. Theo phương án này, vật 2326 là vật ba lớp có lớp màu thứ nhất 2332 nằm liền kề với nền 2322, lớp cấu trúc trong suốt 2334 nằm liền kề với lớp màu thứ nhất 2332, và lớp màu thứ hai 2338 nằm liền kề với lớp cấu trúc trong suốt 2334. Lớp màu thứ hai 2338 là lớp trên cùng hoặc ngoài cùng của vật 2326. Các lớp màu và cấu trúc này có thể được in nhờ sử dụng phương pháp bất kỳ được mô tả trên đây. Các lớp màu và cấu trúc này có thể được tạo ra từ loại mực bất

kỳ được mô tả trên đây.

Theo phương án này, lớp màu thứ hai 2338 có màu tương tự như lớp màu thứ nhất 2332, mặc dù màu của lớp màu thứ hai 2338 ít đậm hơn so với màu của lớp màu thứ nhất 2332. Để đạt được sự khác biệt về cường độ màu này, lớp màu thứ hai 2338 có thể được tạo ra với ít các hạt màu trong mực hơn so với số lượng các hạt màu trong mực của lớp màu thứ nhất 2332. Theo phương án được thể hiện trên Fig.23, lớp màu thứ hai 2338 có cường độ màu bằng 50% cường độ màu của lớp màu thứ nhất 2332. Ví dụ, lớp màu thứ hai 2338 có thể được tạo ra bằng một nửa các hạt màu so với lớp màu thứ nhất 2332 được tạo ra.

Hơn nữa cường độ của màu của lớp màu thứ nhất 2332 có thể chỉ bằng một nửa của màu của vật dự định như được xác định theo thông tin màu. Ví dụ, nếu màu của vật dự định của vật 2326 có 100% cường độ màu đỏ, thì lớp màu thứ nhất 2332 có thể có cường độ khoảng 50%. Nếu lớp màu thứ hai 2338 có cường độ bằng một nửa lớp màu thứ nhất 2332, thì lớp màu thứ hai 2338 có cường độ chỉ bằng 25% màu dự định. Người quan sát 2350 có thể nhìn thấy 100% cường độ dự định do việc trộn quang mặc dù lớp màu không có 100% cường độ màu dự định và cường độ đã được in nhỏ hơn 100% bão hòa.

Khi người quan sát 2350 nhìn vật 2326, người quan sát 2350 nhìn thấy ánh sáng được phản xạ của vật 2326. Nguồn ánh sáng 2360, như nguồn ánh sáng mặt trời hoặc nhân tạo, tạo ra tia ánh sáng tới 2362, mà di chuyển về phía vật 2326 và phản xạ đến người quan sát 2350. Tia ánh sáng tới 2362 đi vào vật 2326 qua lớp màu thứ hai 2338. Lớp màu thứ hai 2338 có 25% cường độ màu. Tia ánh sáng tới 2362 mang một phần của cường độ màu của lớp màu thứ hai 2338 thêm vào trong vật 2326. Theo một số phương án, phần cường độ màu được mang có thể bằng 12,5% hoặc một nửa cường độ màu của lớp màu thứ hai 2338. Tia ánh sáng 2362 đi qua lớp trong suốt 2334 và vào trong lớp màu thứ nhất 2332. Lớp màu thứ nhất 2332 có 50% cường độ màu. Tia ánh sáng 2362 mang một phần của cường độ màu của lớp màu thứ nhất và phần thu được trước đó của cường độ màu của lớp màu thứ hai 2338 đến nền 2322. Theo một số phương án, phần cường độ màu được mang của lớp màu thứ nhất 2332 bằng 25% hoặc một nửa cường độ màu của lớp màu thứ nhất. Tia ánh sáng 2362 được phản xạ của nền 2322 về phía người quan sát 2350. Khi tia ánh sáng 2362 đi ngược lại qua lớp màu thứ nhất 2332 và lớp màu thứ hai 2338, màu thấy được bổ sung được bổ sung vào tia ánh sáng phản xạ 2362: 50% cường độ màu của lớp màu thứ nhất 2332 và 25% cường độ màu của lớp màu thứ hai 2338. Cường độ màu phối hợp của

cường độ màu được mang và phản xạ của tia ánh sáng phản xạ 2362 khi tia ánh sáng 2362 đi đến người quan sát 2350 lớn hơn cường độ màu của lớp màu thứ nhất 2332 hoặc lớp màu thứ hai 2338. Theo một số phương án, cường độ màu phối hợp bằng 100% cường độ màu dự định.

Kiểu trộn màu phối hợp và phản xạ có thể tiết kiệm chi phí vì ít các hạt màu hơn có thể được sử dụng để in vật nhiều lớp so với nếu vật một lớp với màu thấy được tương tự được in. Ngoài ra, kiểu trộn màu này có thể thu được các hiệu quả thẩm mỹ vừa ý, do màu thấy được có thể có độ sâu hơn so với màu thấy được của vật có màu một lớp.

Cũng có thể có các hiệu ứng hình ảnh khác nhờ sử dụng kết cấu tạo lớp màu như được thể hiện trên Fig.23. Ví dụ, vật 2326 có thể khác khi được nhìn từ các góc khác nhau. Theo một số phương án, màu của lớp màu thứ nhất 2332 có thể khác với lớp màu thứ hai 2338. Khi được nhìn trực diện, người quan sát có thể nhìn thấy màu kết hợp của lớp màu thứ nhất 2332 và lớp màu thứ hai 2338, như được mô tả trên đây. Theo phương án này, màu của lớp màu thứ nhất 2332 có thể bị ẩn hoặc bị che mờ bởi màu kết hợp của lớp màu thứ nhất 2332 và lớp màu thứ hai 2338. Tuy nhiên, khi được nhìn từ góc khác, như từ phía bên, hình dạng thẩm mỹ bên ngoài của vật 2326 có thể có dạng khác. Khi được nhìn từ phía bên, chiều dày của lớp màu thứ nhất 2332 có thể được nhìn thấy, và, do đó, màu của lớp màu thứ nhất 2332 có thể được nhìn thấy, làm cho vật 2326 có hình dạng bên ngoài khác. Vật 2326 có thể được in nhờ sử dụng các kỹ thuật và phương pháp bất kỳ nêu trên, trong đó màu của lớp màu thứ nhất 2332 có thể được nhìn từ các góc được chọn nhất định, như từ phía bên, như bằng cách in vật 2326 sao cho chiều dày của lớp màu thứ nhất 2332 là đủ để có thể nhìn thấy.

Theo phương án khác, lớp màu thứ hai 2338 có thể mờ đục. Khi được nhìn trực diện hoặc từ các góc nhất định, người quan sát có thể chỉ nhìn thấy lớp màu thứ hai 2338 trong khi màu của lớp màu thứ nhất 2332 bị che mờ bởi lớp màu thứ hai mờ đục 2338. Khi được nhìn từ các góc khác, như từ phía bên, chiều dày của lớp màu thứ nhất 2332 có thể trở nên nhìn thấy được. Theo một số phương án, vì lớp màu thứ nhất 2332 có màu đồng đều qua chiều dày, nên màu của lớp màu thứ nhất 2332 không còn bị che mờ bởi lớp màu thứ hai mờ đục 2338. Vật 2326 có thể được in nhờ sử dụng các kỹ thuật và phương pháp bất kỳ nêu trên, trong đó màu của lớp màu thứ nhất 2332 có thể được nhìn từ các góc được chọn nhất định, như từ phía bên, như bằng cách in vật 2326 sao cho chiều dày của lớp màu thứ nhất 2332 là đủ để có thể nhìn thấy.

Trong khi các phương án khác nhau đã được mô tả, phần mô tả được dự định làm ví dụ, mà không bị giới hạn và người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng một số phương án thực hiện khác có thể được tạo ra mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế. Dấu hiệu bất kỳ của phương án bất kỳ có thể được sử dụng kết hợp với hoặc thay thế cho dấu hiệu hoặc chi tiết khác bất kỳ theo phương án khác bất kỳ trừ khi được quy định cụ thể. Do đó, các phương án không bị giới hạn ngoại trừ như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và các dấu hiệu tương đương của chúng. Ngoài ra, các cải biến và biến đổi khác nhau có thể được tạo ra mà vẫn nằm trong phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp in vật ba chiều lên nền nhờ sử dụng hệ thống in, phương pháp này bao gồm các bước:

tiếp nhận ở hệ thống in:

chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất của vật ba chiều;

chiều dày lớp cấu trúc thứ nhất định trước cho lớp được in; và

thông tin lớp màu dùng cho mỗi trong số lớp màu thứ nhất và lớp màu thứ

hai;

tiếp nhận nền ở hệ thống in;

tính số lượng các lớp cấu trúc thứ nhất được in để đạt được chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất dựa vào chiều dày lớp cấu trúc thứ nhất định trước;

in lớp màu thứ nhất lên nền nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ nhất;

in tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất lên lớp màu thứ nhất, số lượng các lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất trong vùng thứ nhất bằng số lượng các lớp cấu trúc thứ nhất đã tính được và mỗi lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất có chiều dày lớp cấu trúc thứ nhất định trước; và

in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ hai;

trong đó tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai trong vùng thứ hai, mà nằm liền kề với vùng thứ nhất, được in lên lớp màu thứ nhất liền kề với tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất để đạt được chiều dày đích thứ hai, khác với chiều dày đích thứ nhất, mà có cùng số lượng lớp như tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất;

phương pháp này còn bao gồm bước tiếp nhận chiều dày đích thứ hai cho vùng thứ hai ở hệ thống in, in tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai lên lớp màu thứ nhất trong vùng thứ hai để đạt được chiều dày đích thứ hai cho vùng thứ hai, và in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận cho lớp màu thứ hai;

trong đó tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai trong vùng thứ nhất và thứ hai

được bố trí để cùng nhau tạo ra bề mặt trên có đường viền bề mặt; và

trong đó các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai và lớp màu thứ hai ít nhất trong suốt một phần, sao cho ánh sáng được phản xạ từ lớp màu thứ nhất đi qua tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai và qua lớp màu thứ hai tạo ra hiệu ứng hình ảnh ba chiều mà dựa ít nhất một phần vào chiều dày đích thứ nhất và thứ hai.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước in một hoặc nhiều lớp trong suốt lên lớp màu thứ hai.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó mỗi lớp trong số một hoặc nhiều lớp trong suốt có chiều dày bằng chiều dày lớp cấu trúc thứ nhất định trước.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lớp màu thứ nhất được in sao cho chiều dày của lớp màu thứ nhất có thể nhìn thấy được theo các góc nhìn nhất định.

5. Phương pháp in vật ba chiều lên nền nhờ sử dụng hệ thống in, phương pháp này bao gồm các bước:

tiếp nhận ở hệ thống in:

chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất của vật ba chiều;

số lượng các lớp cấu trúc định trước được in; và

thông tin lớp màu dùng cho mỗi trong số lớp màu thứ nhất và lớp màu thứ

hai;

tiếp nhận nền ở hệ thống in;

tính chiều dày lớp cấu trúc cho lớp được in sẽ được in để đạt được chiều dày đích dùng cho vùng thứ nhất nhờ sử dụng chiều dày đích thứ nhất và số lượng các lớp cấu trúc định trước;

in lớp màu thứ nhất lên nền nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ nhất;

in tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất lên lớp màu thứ nhất, số lượng các lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất bằng số lượng các lớp cấu trúc định trước và mỗi lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất trong vùng thứ nhất có chiều dày lớp cấu trúc đã được tính toán; và

in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất nhờ sử dụng thông tin lớp màu được tiếp nhận dùng cho lớp màu thứ hai;

trong đó tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai trong vùng thứ hai, mà nằm liền kề với vùng thứ nhất, được in lên lớp màu thứ nhất để đạt được chiều dày đích thứ hai, khác với chiều dày đích thứ nhất;

phương pháp này còn bao gồm bước tiếp nhận chiều dày đích thứ hai cho vùng thứ hai ở hệ thống in, in tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai trong vùng thứ hai để đạt được chiều dày đích thứ hai cho vùng thứ hai, và in lớp màu thứ hai lên tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai;

trong đó số lượng các lớp trong tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai cũng bằng số lượng các lớp cấu trúc định trước;

trong đó các tập hợp các lớp cấu trúc trong vùng thứ nhất và vùng thứ hai được bố trí để cùng nhau tạo ra bề mặt trên có đường viền bề mặt; và

trong đó các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai và lớp màu thứ hai ít nhất trong suốt một phần, sao cho ánh sáng được phản xạ từ lớp màu thứ nhất đi qua tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai và qua lớp màu thứ hai tạo ra hiệu ứng hình ảnh ba chiều mà dựa ít nhất một phần vào chiều dày đích thứ nhất và thứ hai.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó sự kết hợp của lớp màu thứ nhất, tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất, và lớp màu thứ hai có chiều dày bằng chiều dày đích thứ nhất.

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước in một hoặc nhiều lớp trong suốt lên lớp màu thứ hai.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó sự kết hợp của lớp màu thứ nhất, tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất, lớp màu thứ hai, và một hoặc nhiều lớp trong suốt có chiều dày bằng chiều dày đích thứ nhất.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó sự kết hợp của một hoặc nhiều lớp trong suốt được in có chiều dày nhỏ hơn chiều dày kết hợp của tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất.

10. Phương pháp theo điểm 5, trong đó lớp màu thứ nhất được in sao cho chiều dày của lớp màu thứ nhất có thể nhìn thấy được theo các góc nhìn nhất định.

11. Phương pháp in vật ba chiều lên nền nhờ sử dụng hệ thống in, phương pháp này bao gồm các bước:

tiếp nhận ở hệ thống in:

chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất của vật;

chiều dày đích thứ hai dùng cho vùng thứ hai của vật; và

thông tin lớp màu;

tiếp nhận nền ở hệ thống in;

in lớp màu thứ nhất lên nền nhờ sử dụng thông tin lớp màu;

in các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai lên lớp màu thứ nhất, tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất trong vùng thứ nhất được in để đạt được chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất và tập hợp các lớp cấu trúc thứ hai trong vùng thứ hai được in để đạt được chiều dày đích thứ hai dùng cho vùng thứ hai, khác với chiều dày đích thứ nhất, mà có cùng số lượng lớp như tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất;

in lớp màu thứ hai lên các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai nhờ sử dụng thông tin lớp màu; và

in lớp trong suốt lên lớp màu thứ hai;

trong đó vùng thứ nhất nằm liền kề với vùng thứ hai sao cho các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai trong vùng thứ nhất và thứ hai được bố trí để cùng nhau tạo ra bề mặt trên có đường viền bề mặt; và

trong đó các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai và lớp màu thứ hai ít nhất trong suốt một phần, sao cho ánh sáng được phản xạ từ lớp màu thứ nhất đi qua các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai, qua lớp màu thứ hai, và qua lớp trong suốt, tạo ra hiệu ứng hình ảnh ba chiều mà dựa ít nhất một phần vào chiều dày đích thứ nhất và thứ hai.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó đường viền bề mặt là đường viền bề mặt đích tương ứng với chiều dày đích thứ nhất dùng cho vùng thứ nhất và chiều dày đích thứ hai dùng cho vùng thứ hai.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó lớp màu thứ hai có đường viền bề mặt giống như

đường viền bề mặt đích.

14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó lớp trong suốt có đường viền bề mặt giống như đường viền bề mặt đích.

15. Phương pháp theo điểm 12, trong đó lớp màu thứ nhất có đường viền bề mặt khác với đường viền bề mặt đích.

16. Phương pháp theo điểm 12, trong đó nền có đường viền bề mặt khác với đường viền bề mặt đích.

17. Phương pháp theo điểm 11, trong đó nền có màu nền, khác với màu của lớp màu thứ nhất và màu của lớp màu thứ hai, và trong đó vật được in lên nền sao cho màu nền nhìn thấy được khi vật được nhìn từ các góc nhìn nhất định.

18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai có dạng trong suốt.

19. Phương pháp theo điểm 5, trong đó các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai có dạng trong suốt.

20. Phương pháp theo điểm 11, trong đó các tập hợp các lớp cấu trúc thứ nhất và thứ hai có dạng trong suốt.

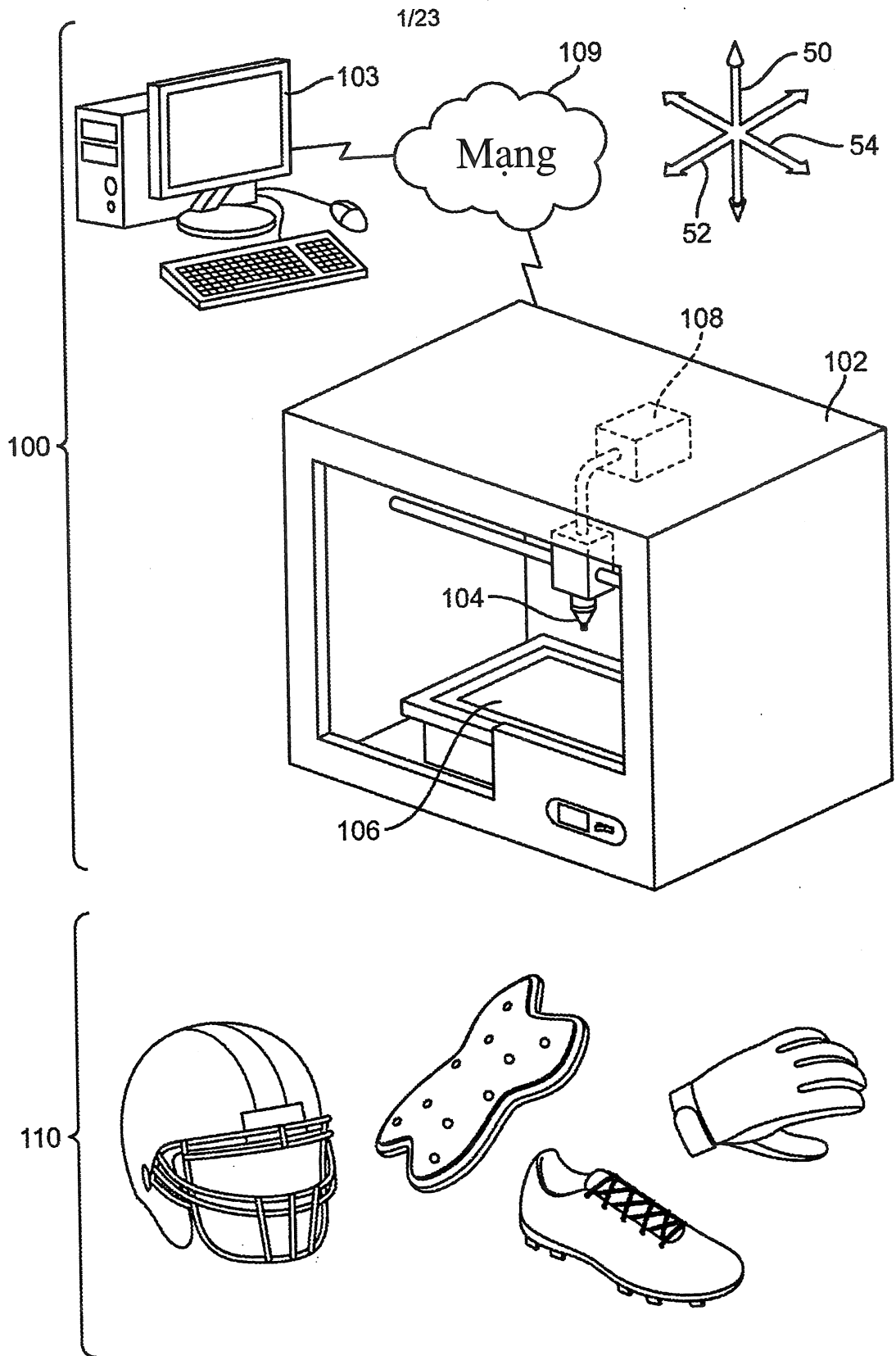
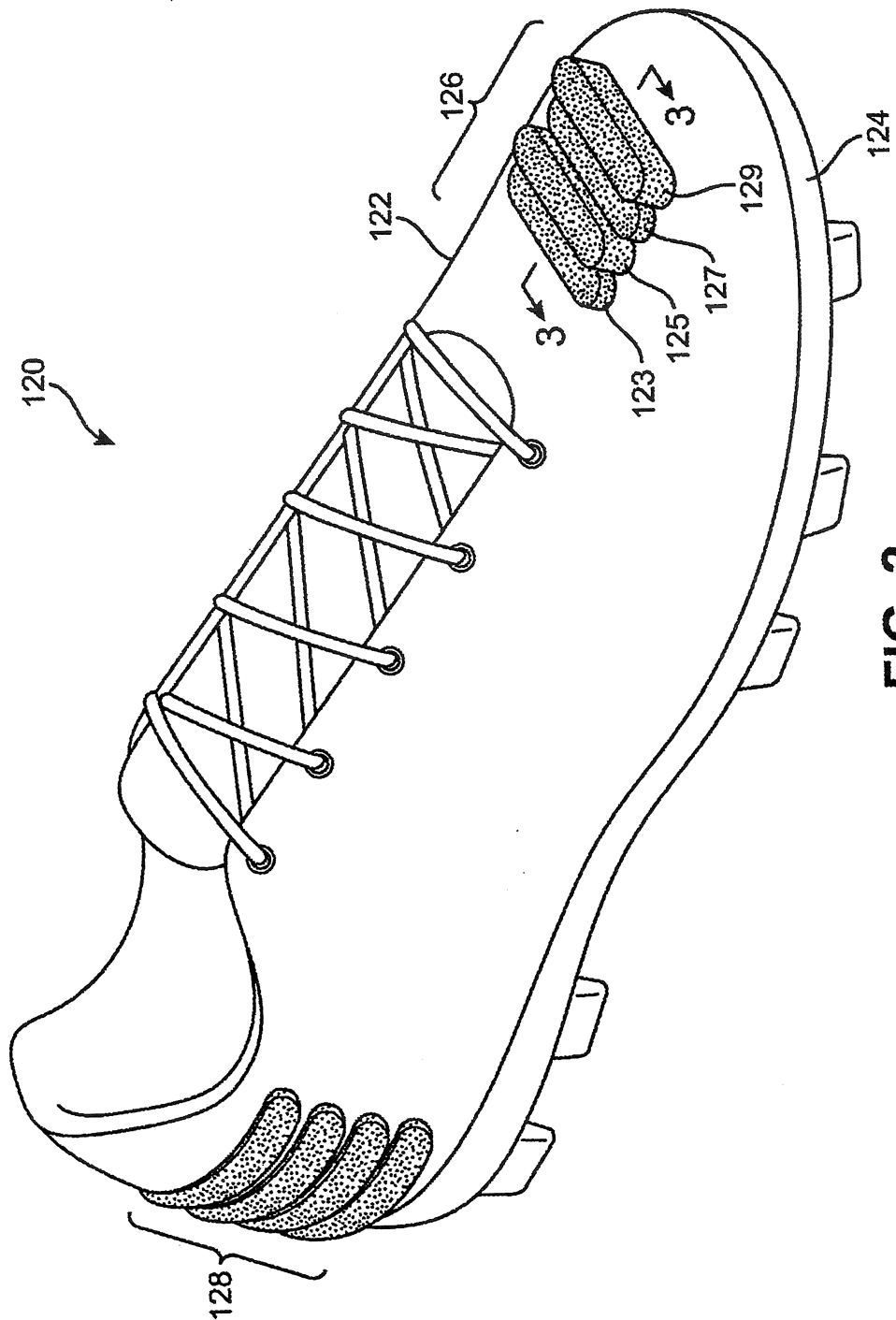
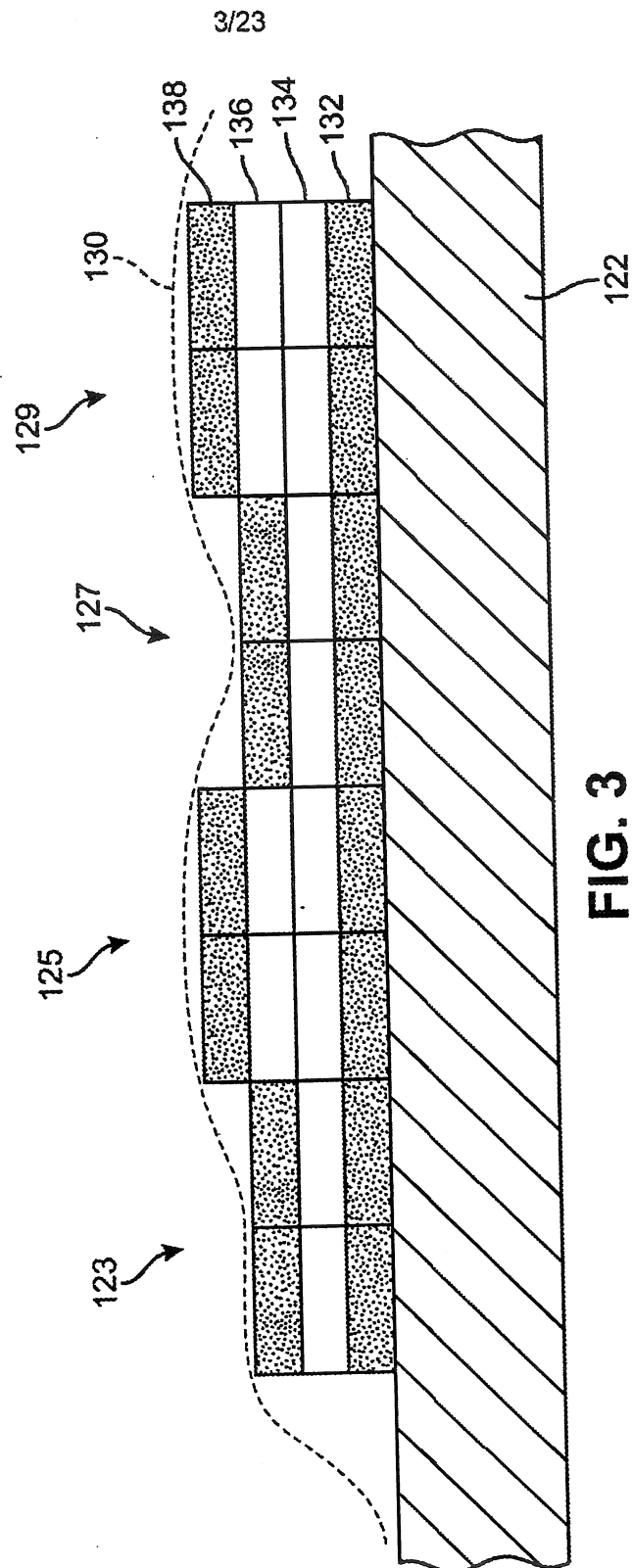


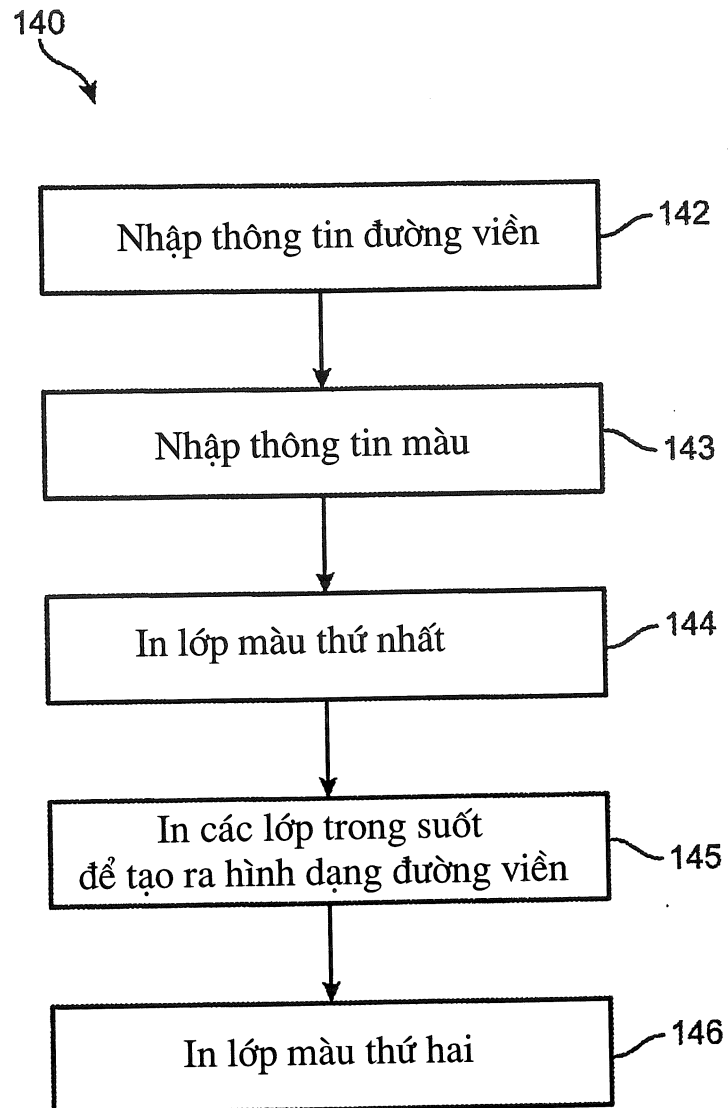
FIG. 1

2/23

**FIG. 2**



4/23

**FIG. 4**

5/23

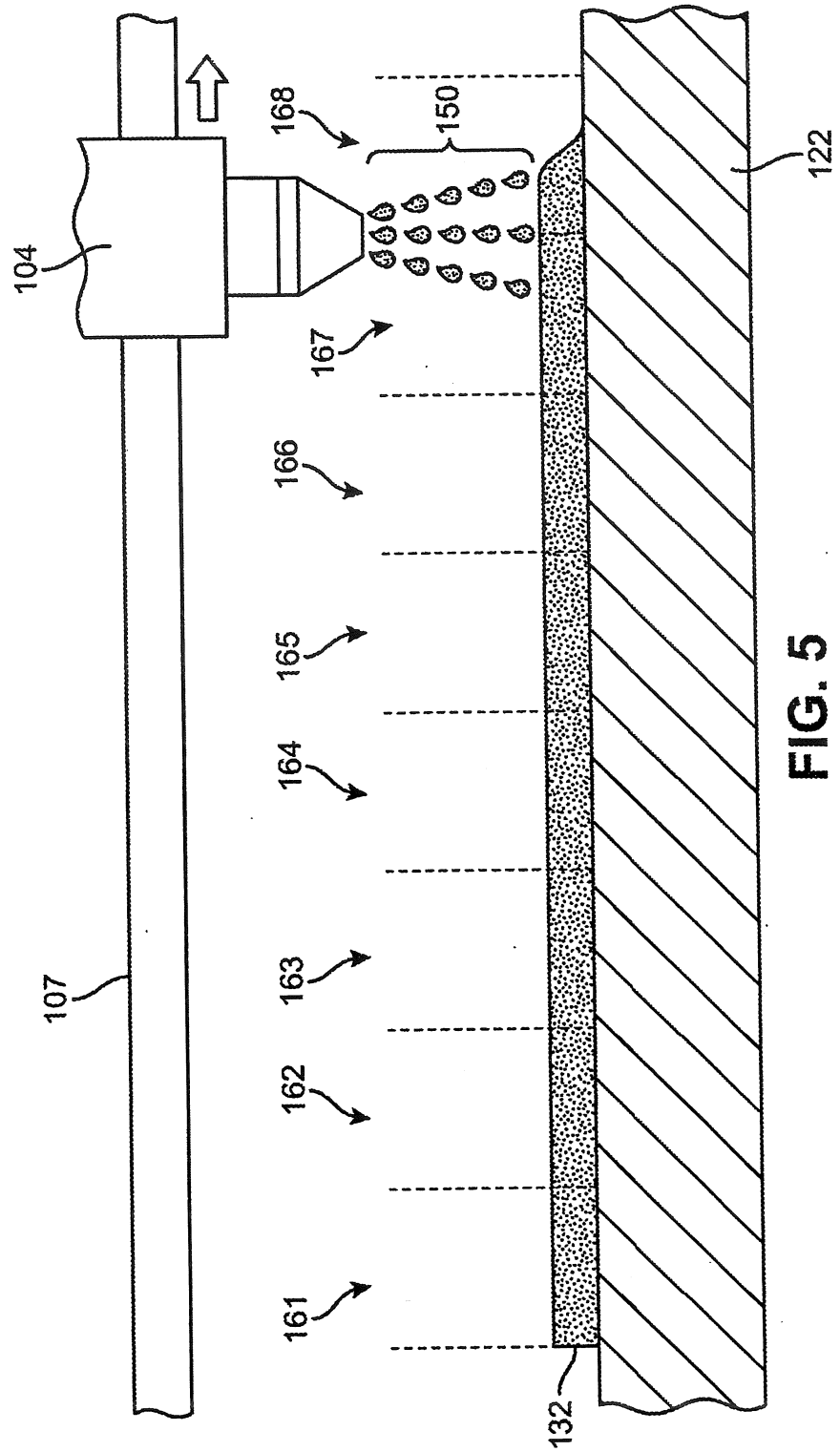


FIG. 5

6/23

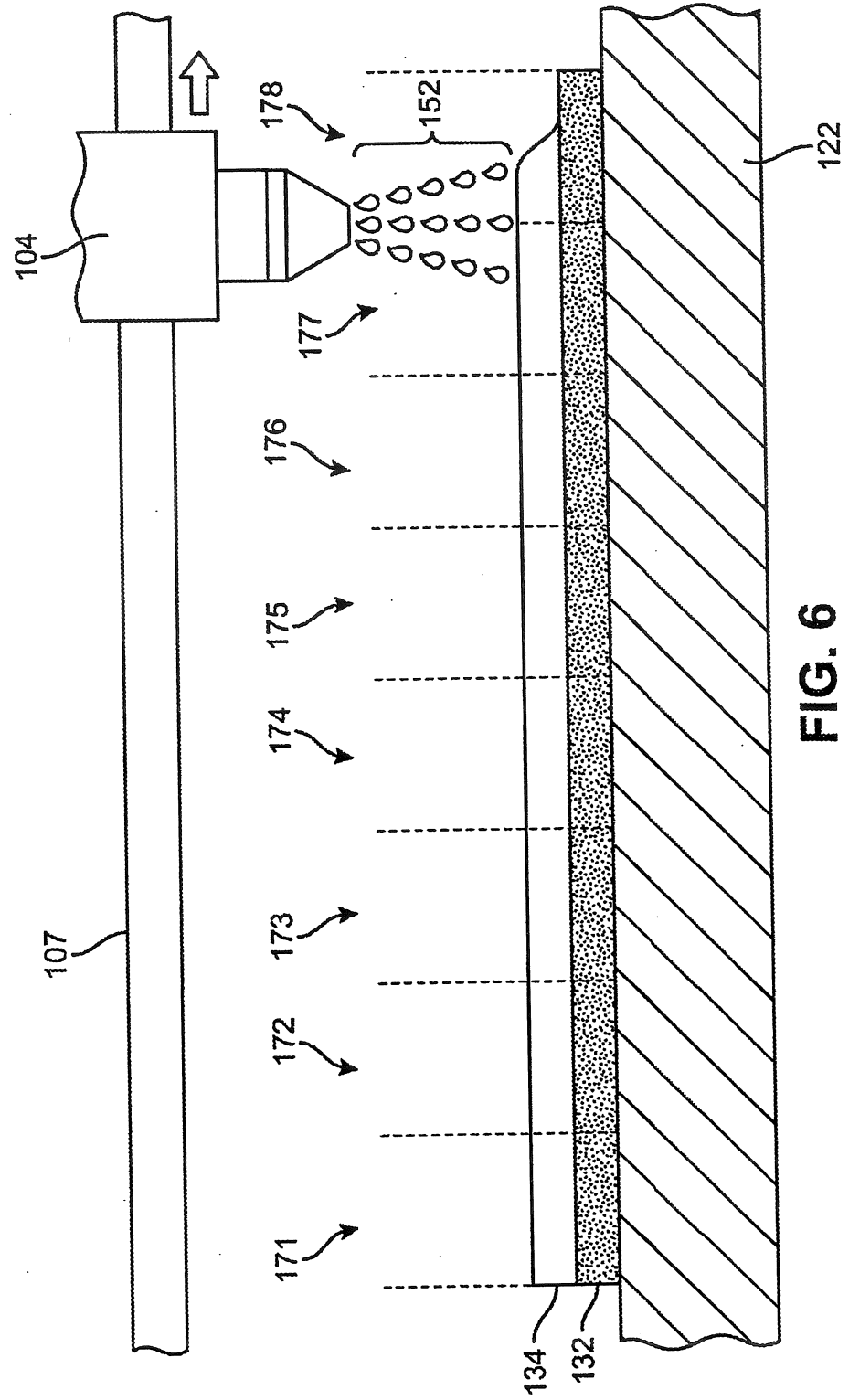


FIG. 6

7/23

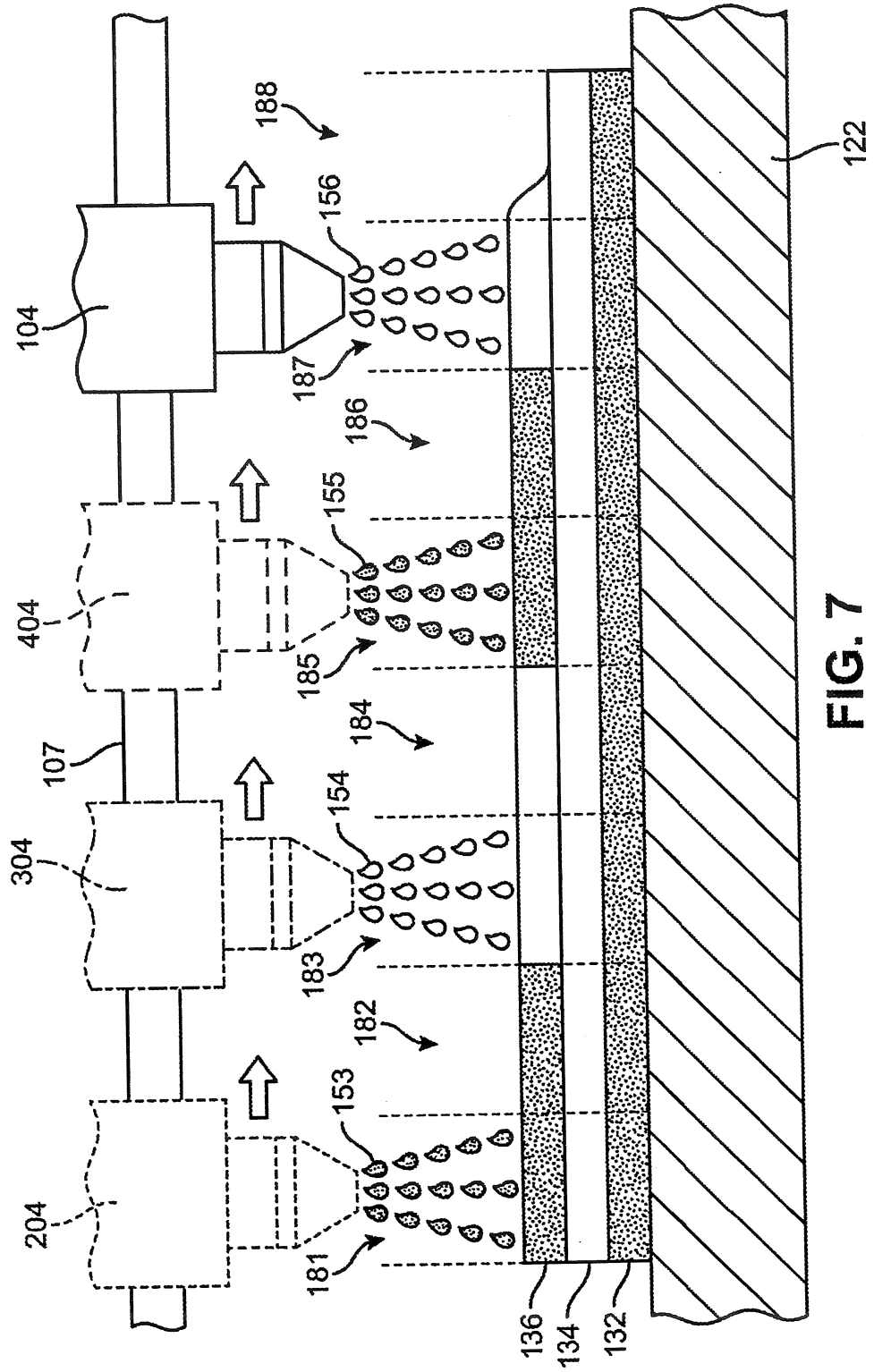


FIG. 7

8/23

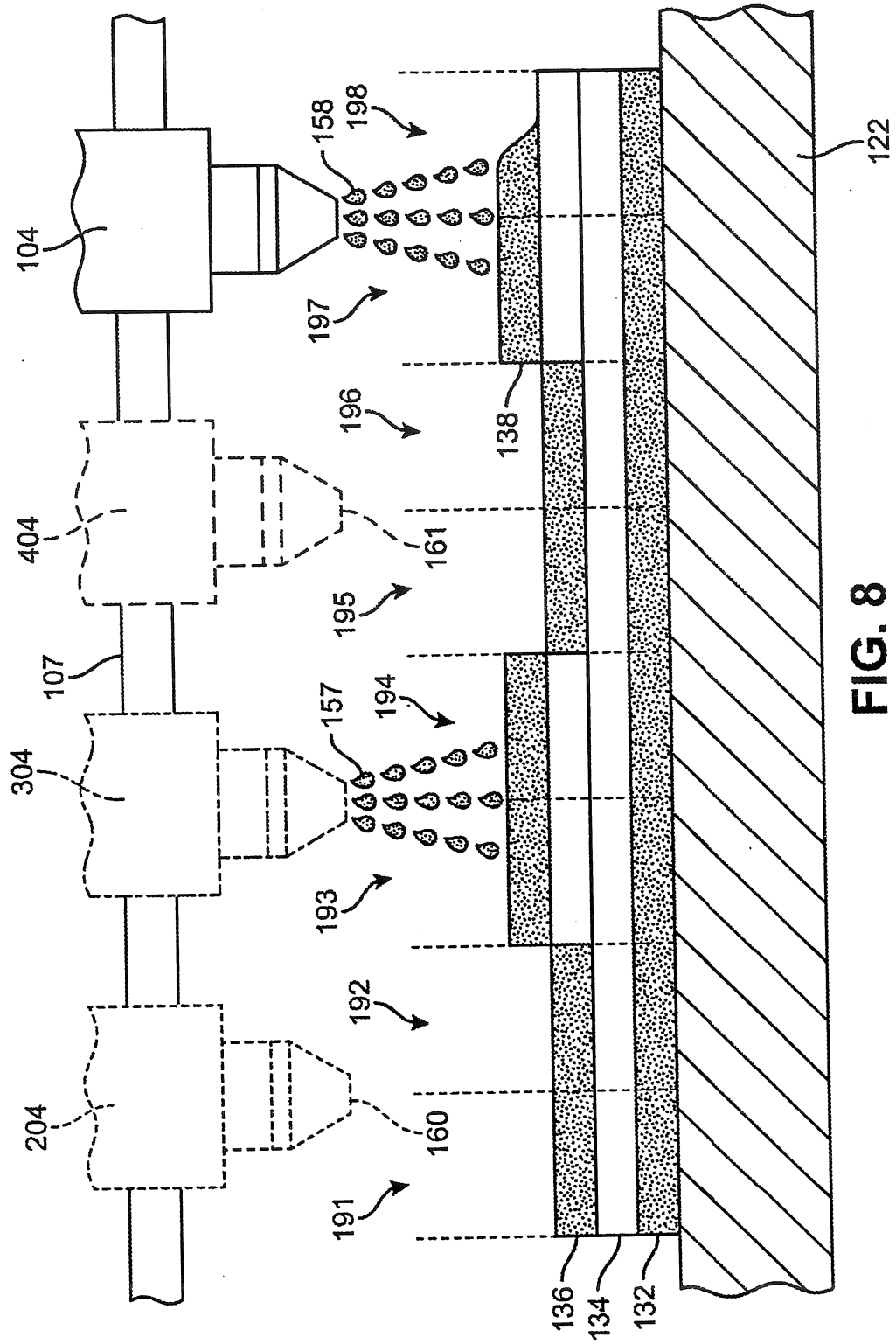
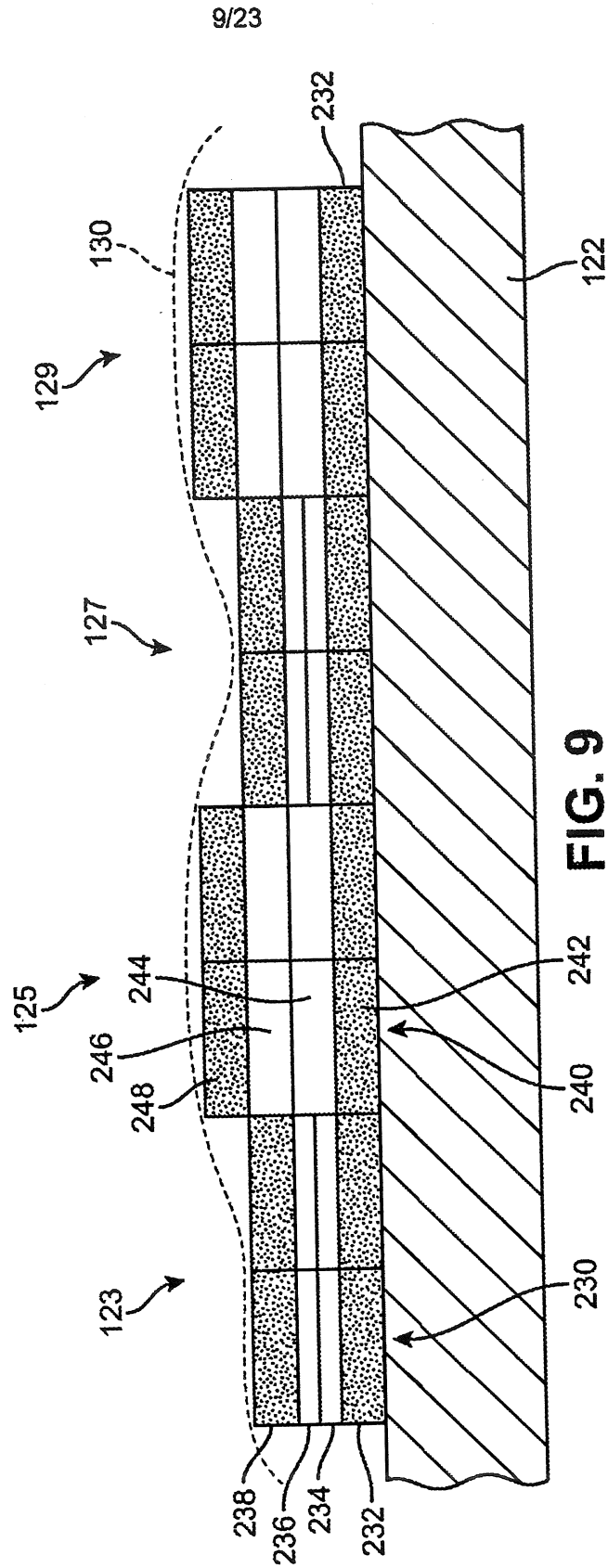
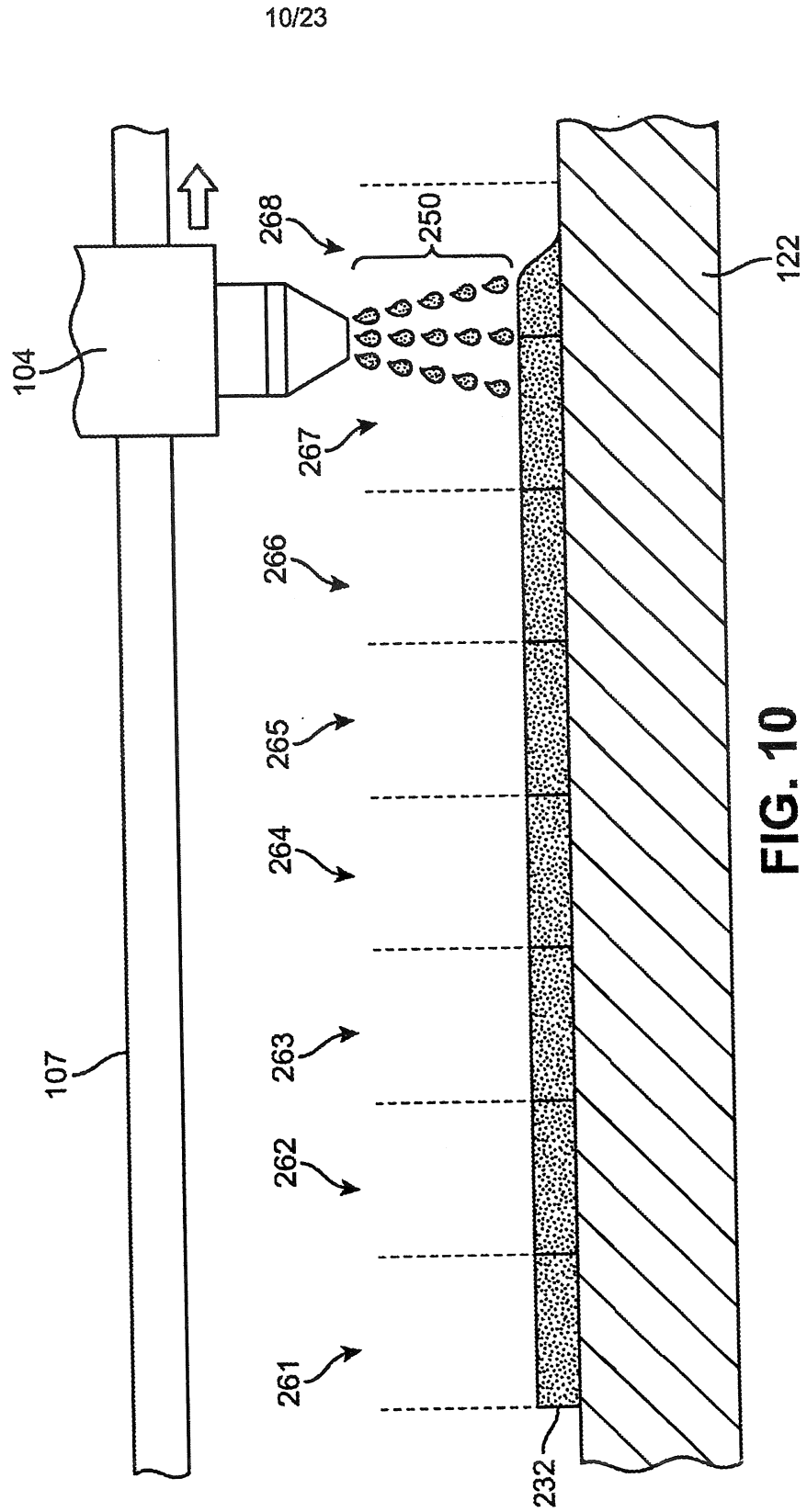
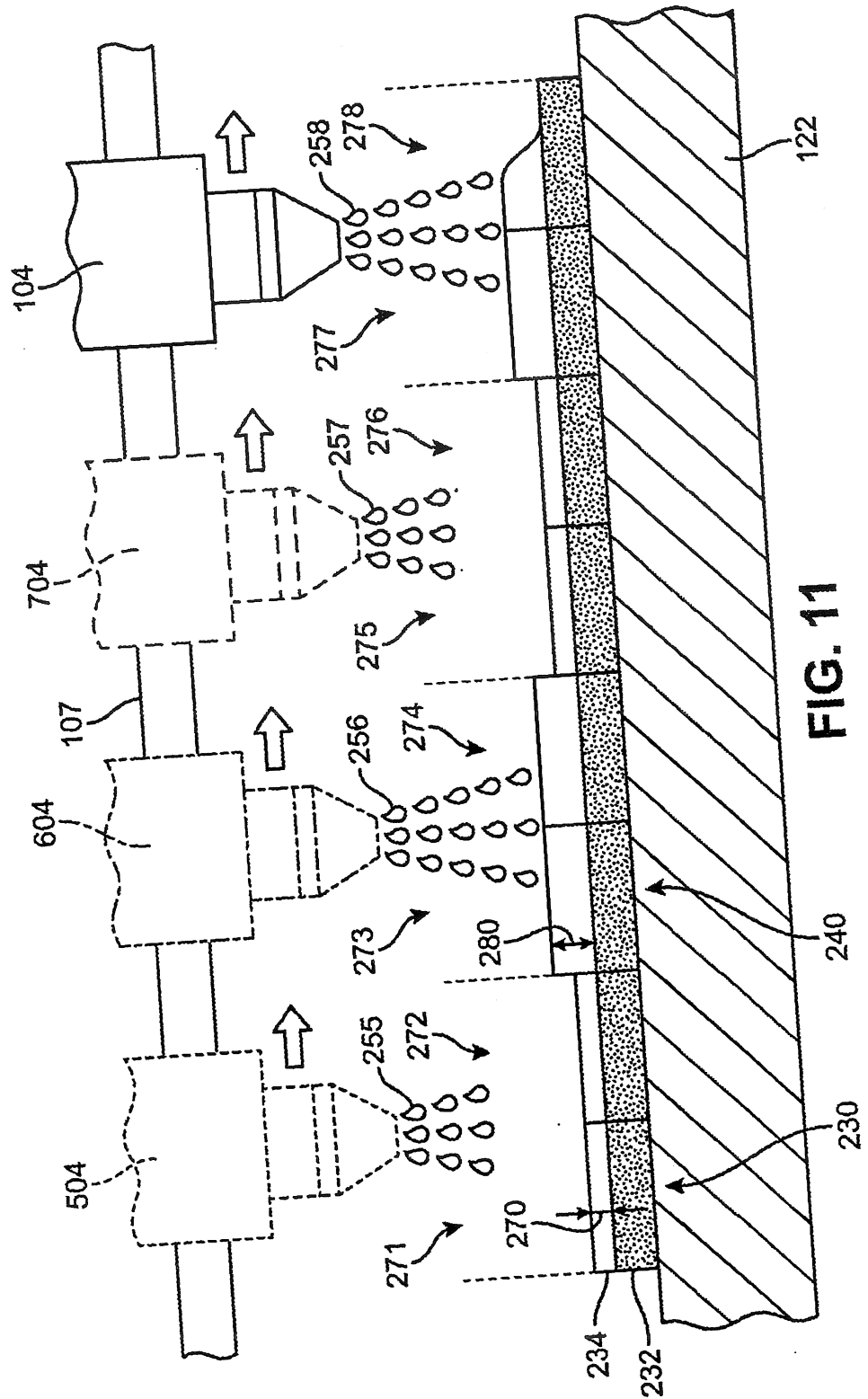


FIG. 8





11/23

**FIG. 11**

12/23

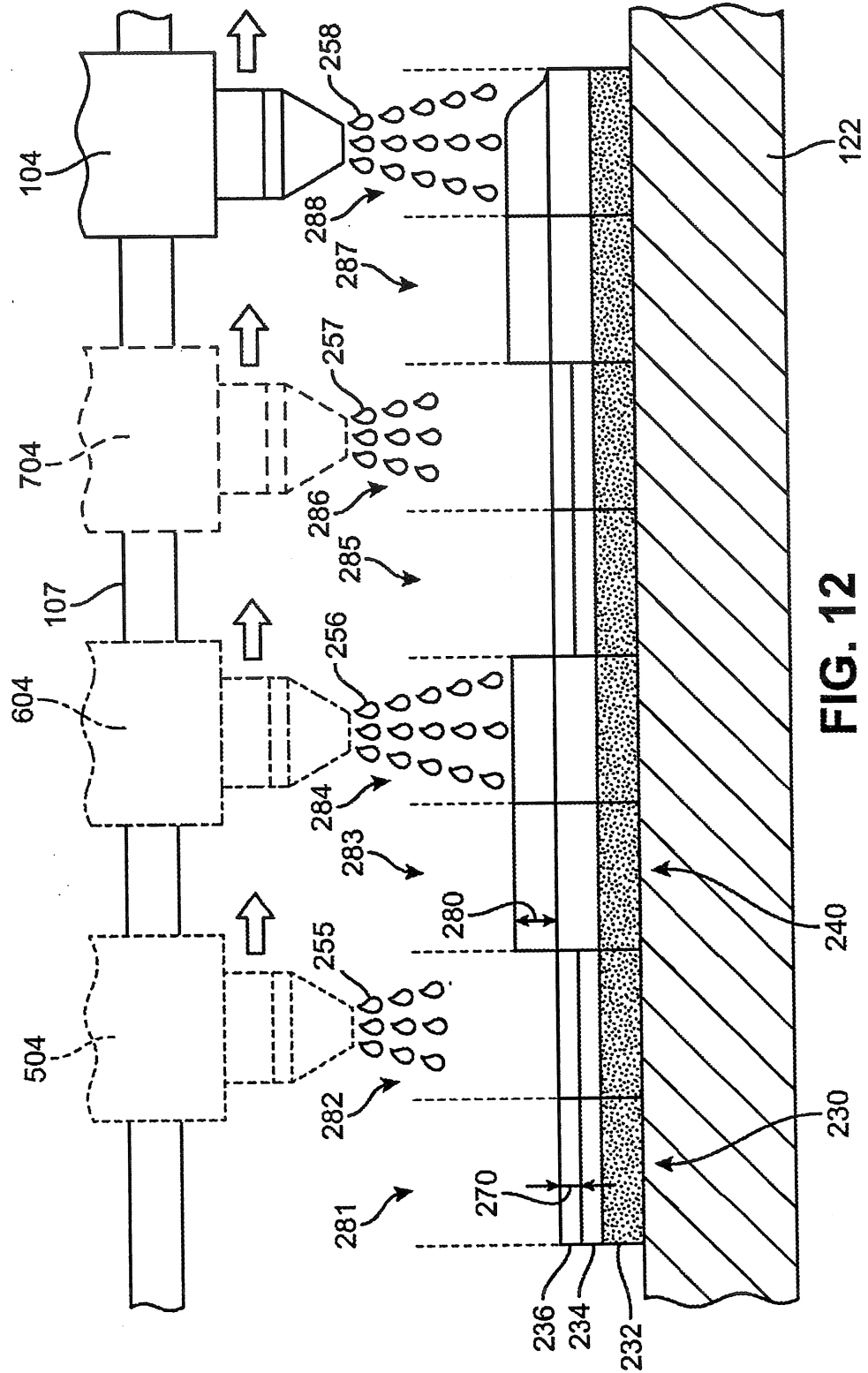


FIG. 12

13/23

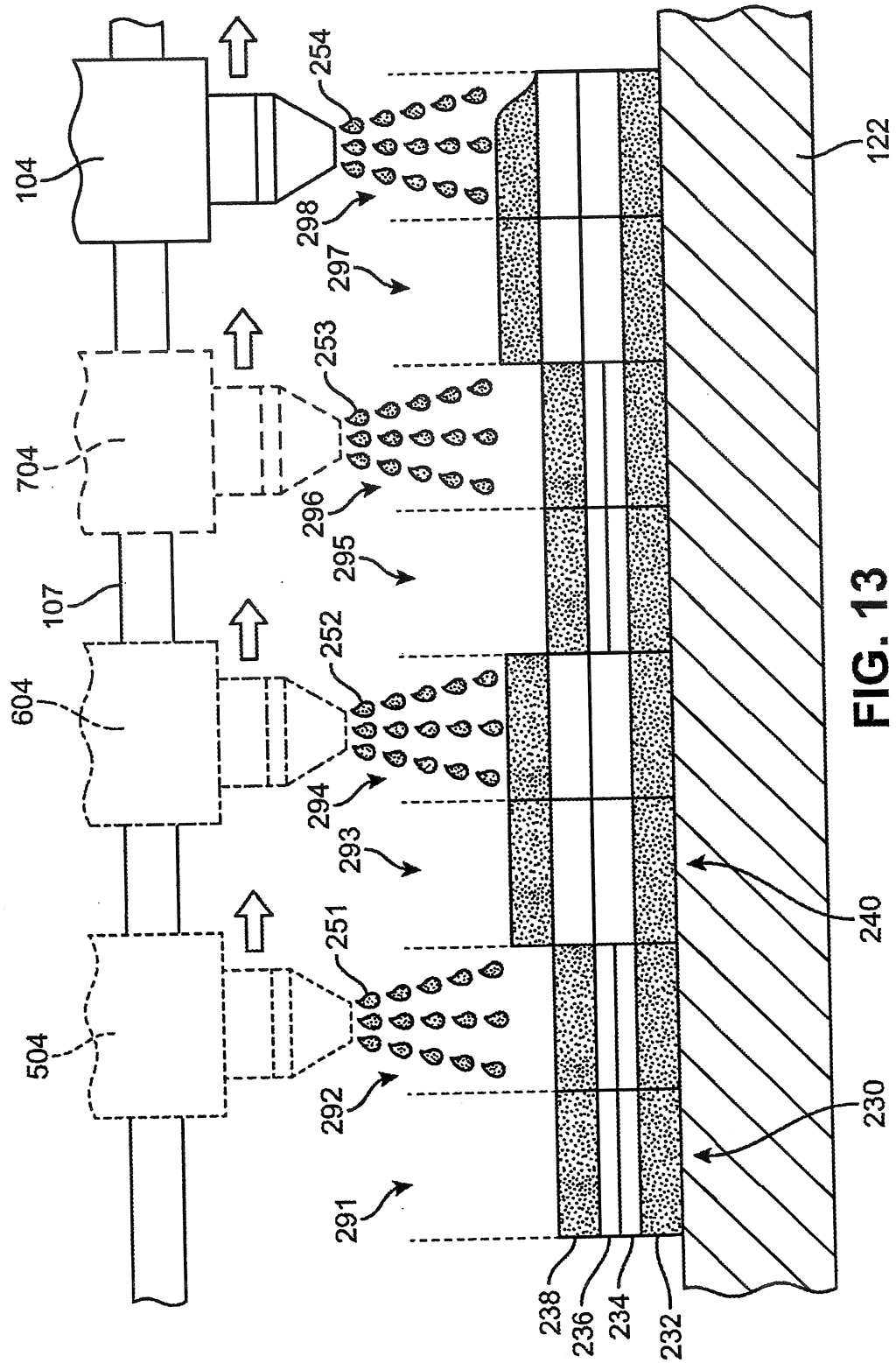


FIG. 13

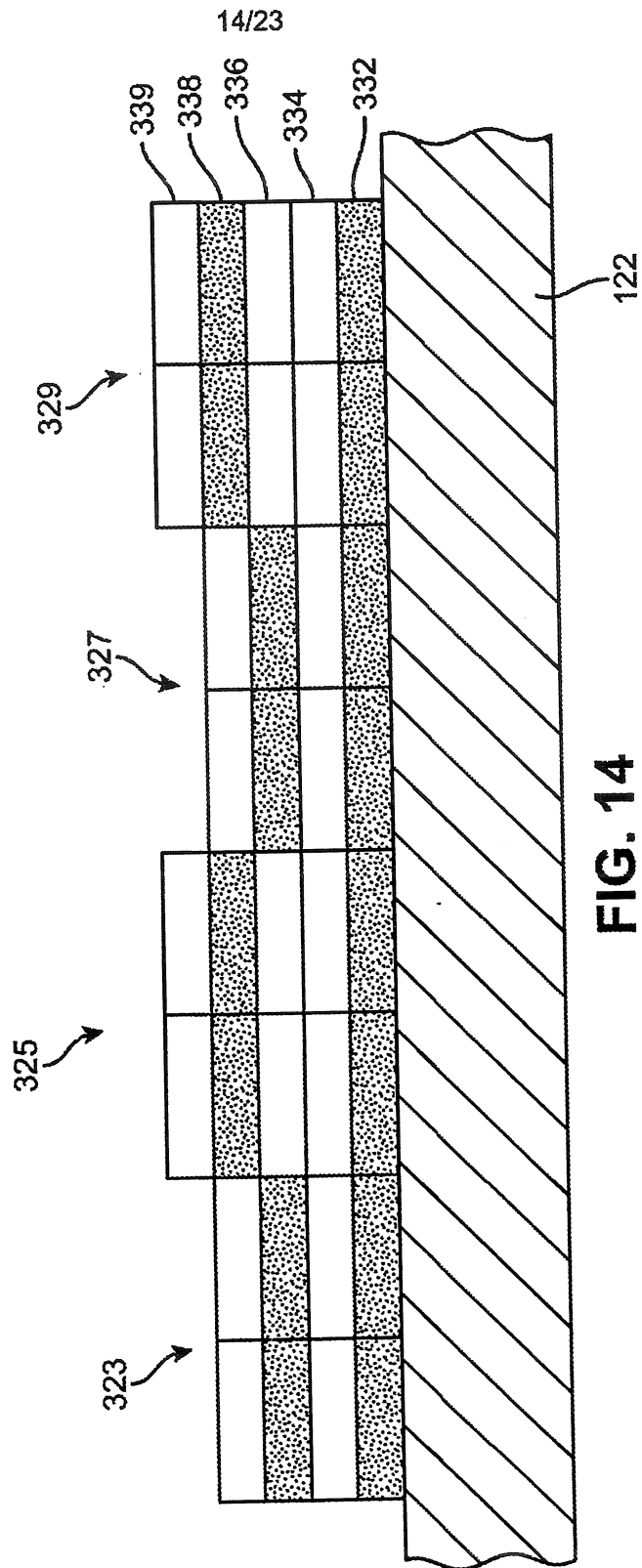
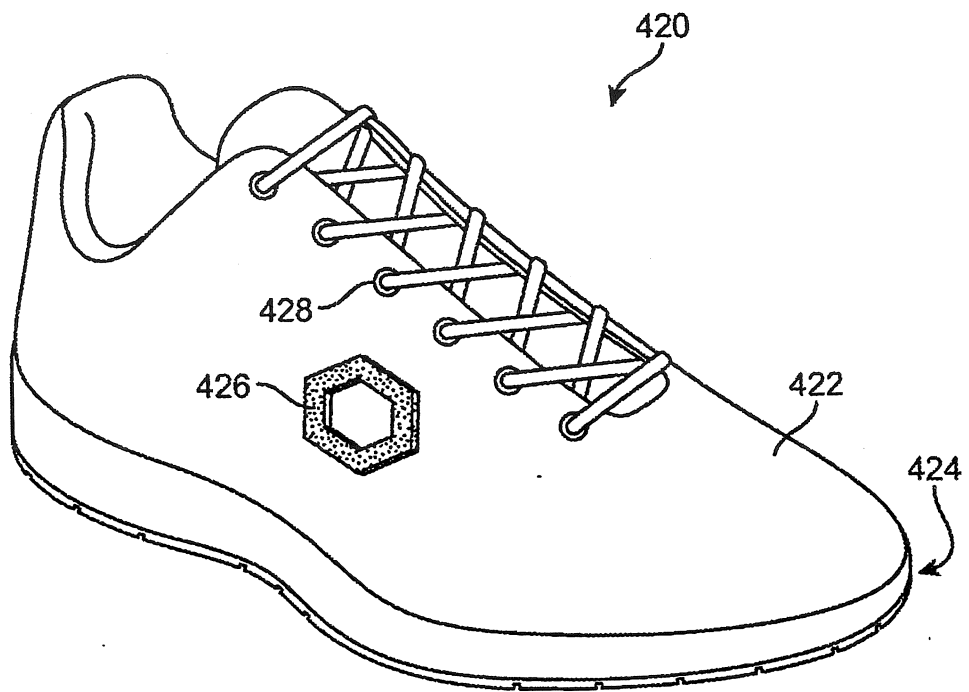
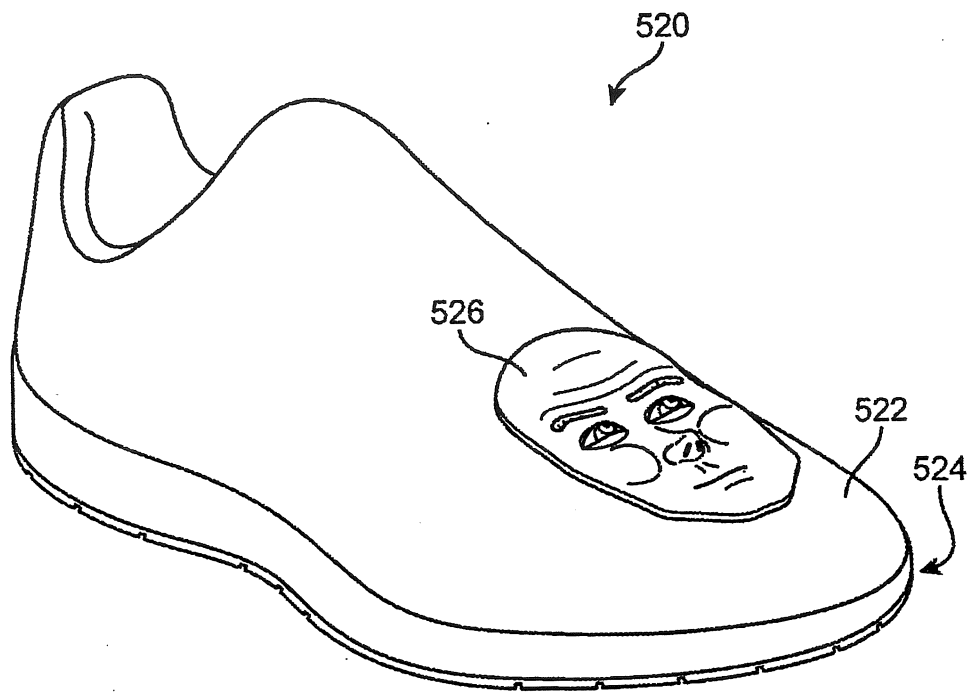


FIG. 14

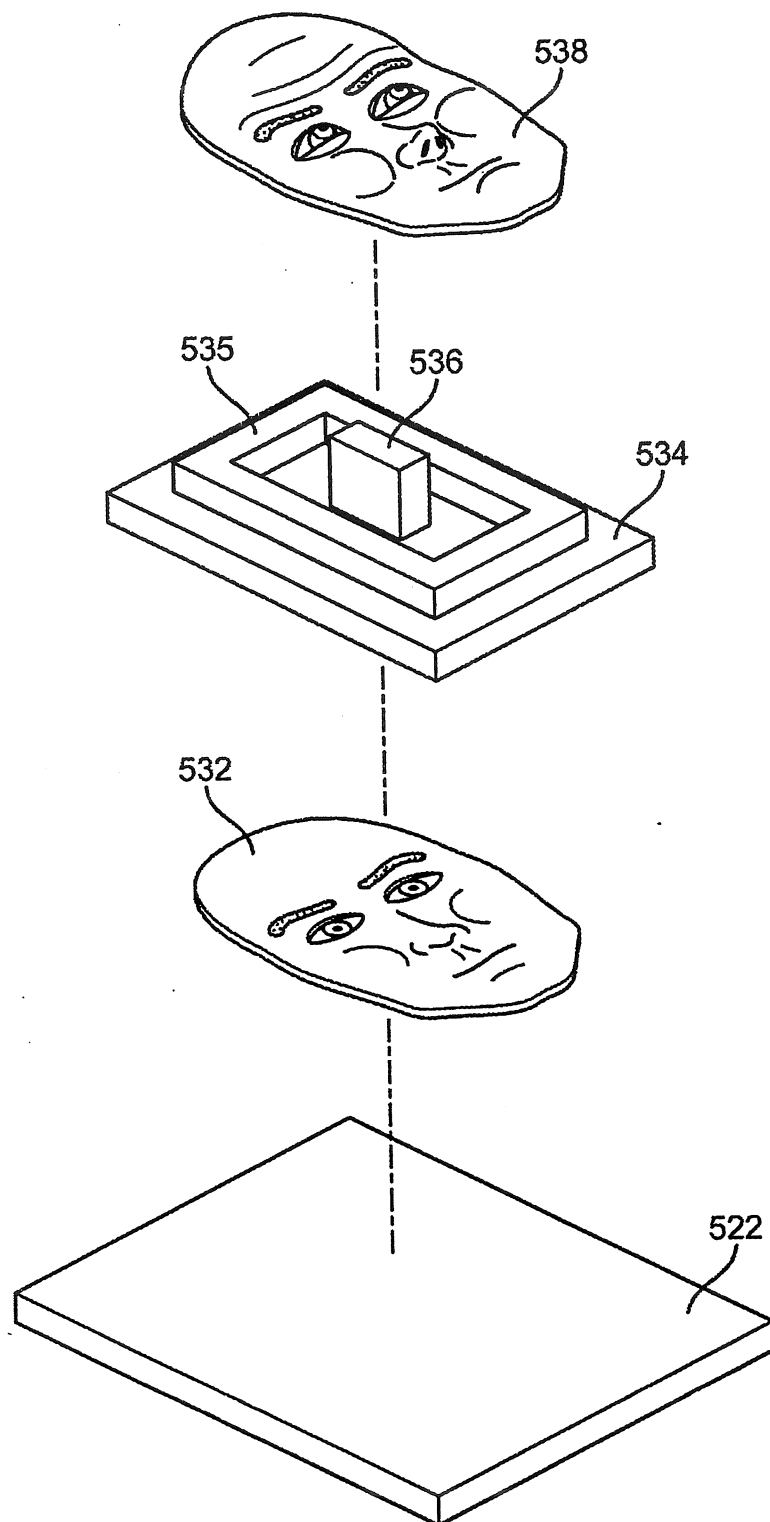
15/23

**FIG. 15**

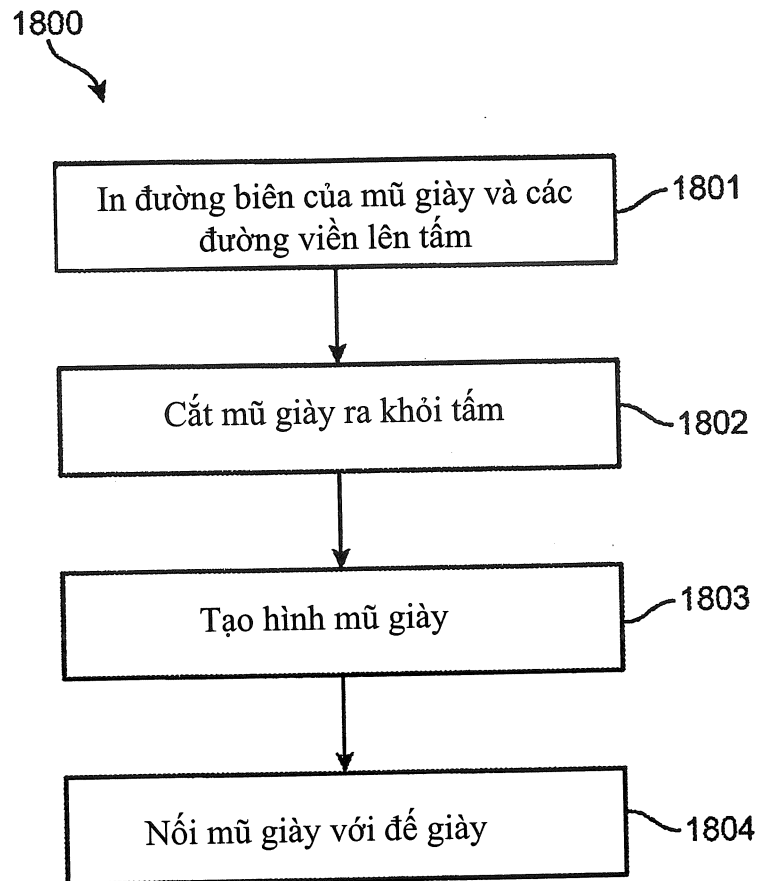
16/23

**FIG. 16**

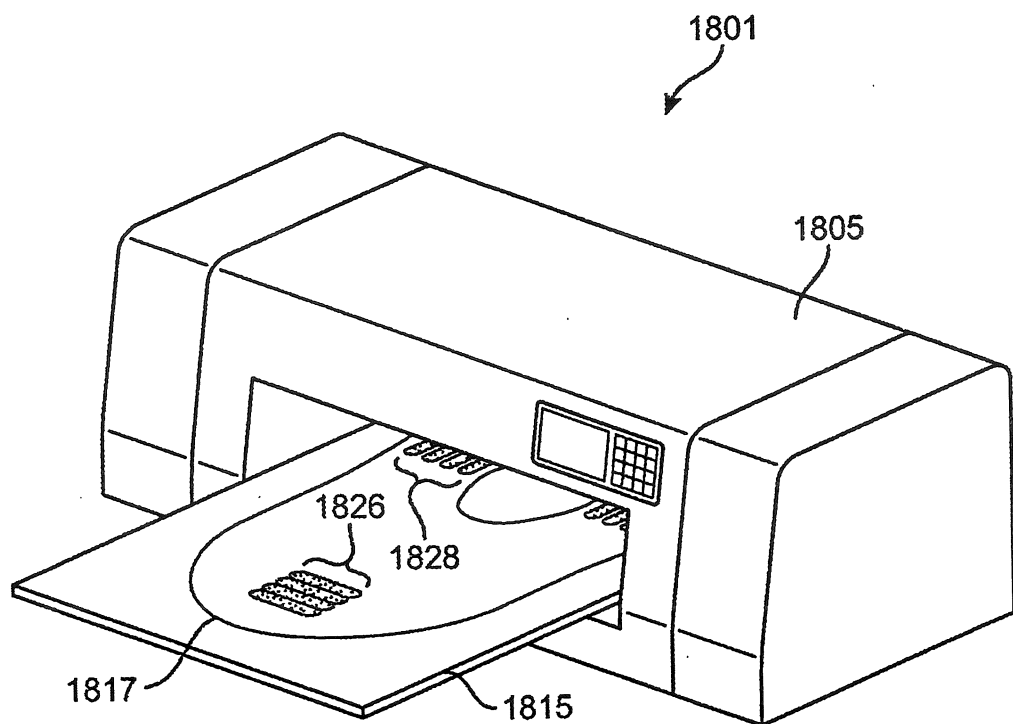
17/23

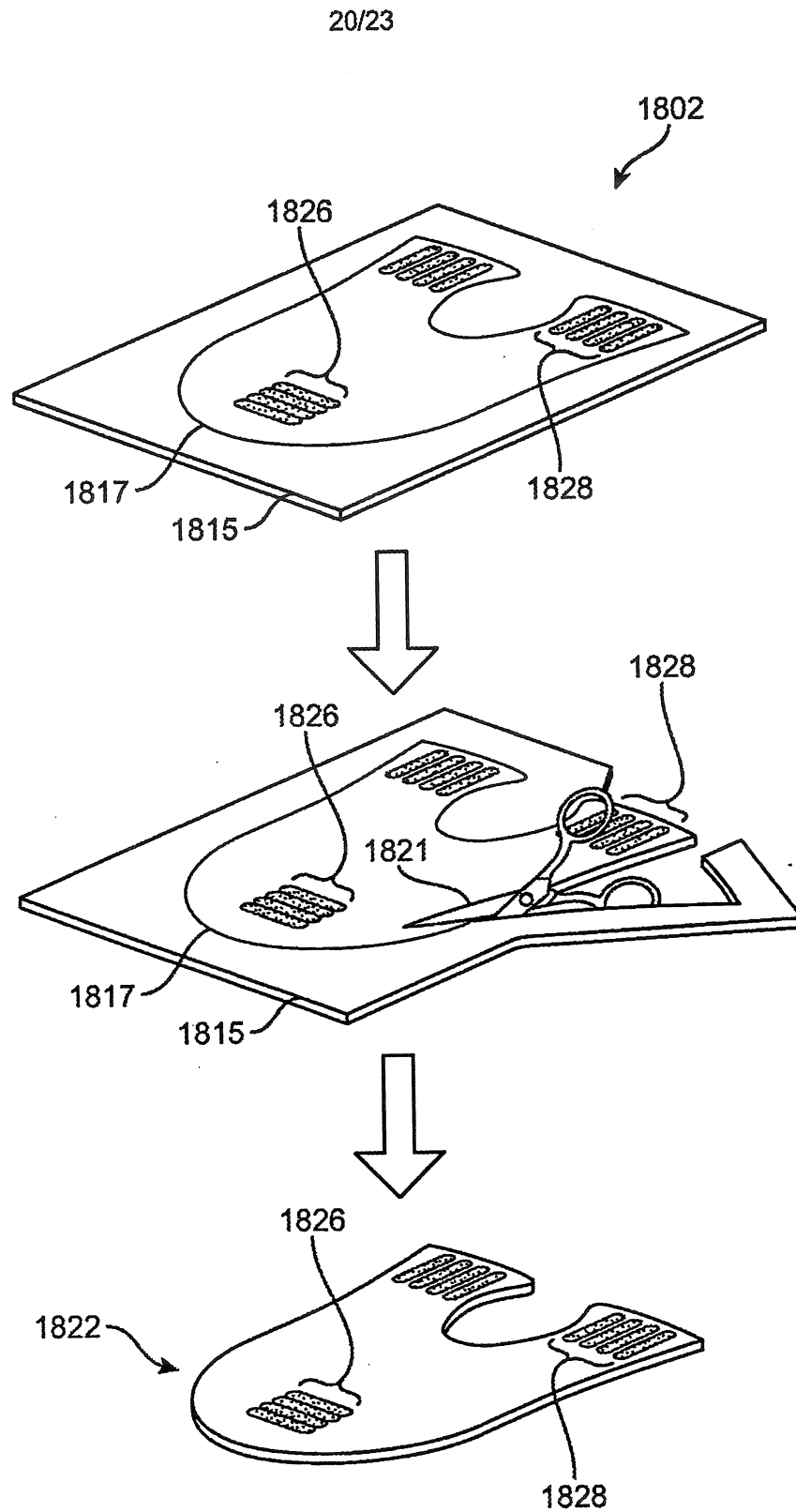
**FIG. 17.**

18/23

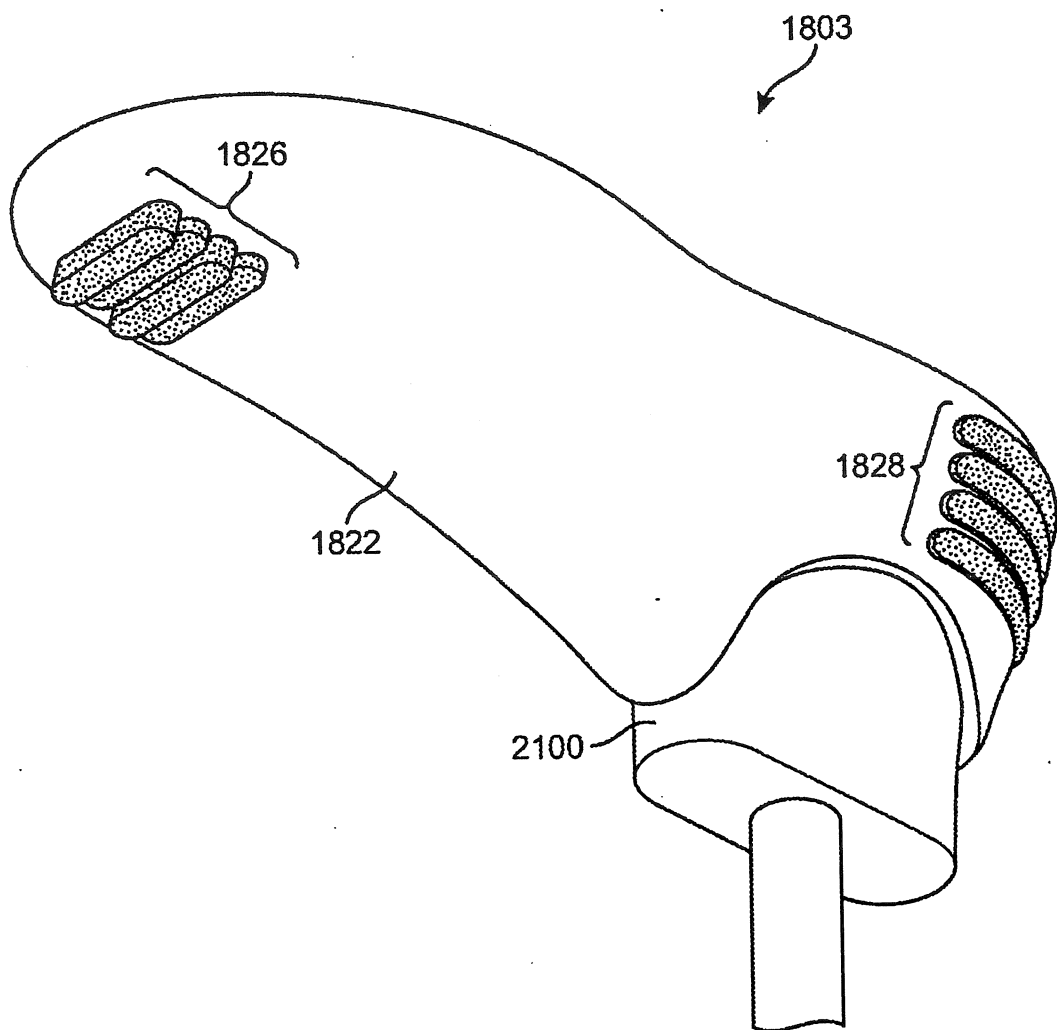
**FIG. 18**

19/23

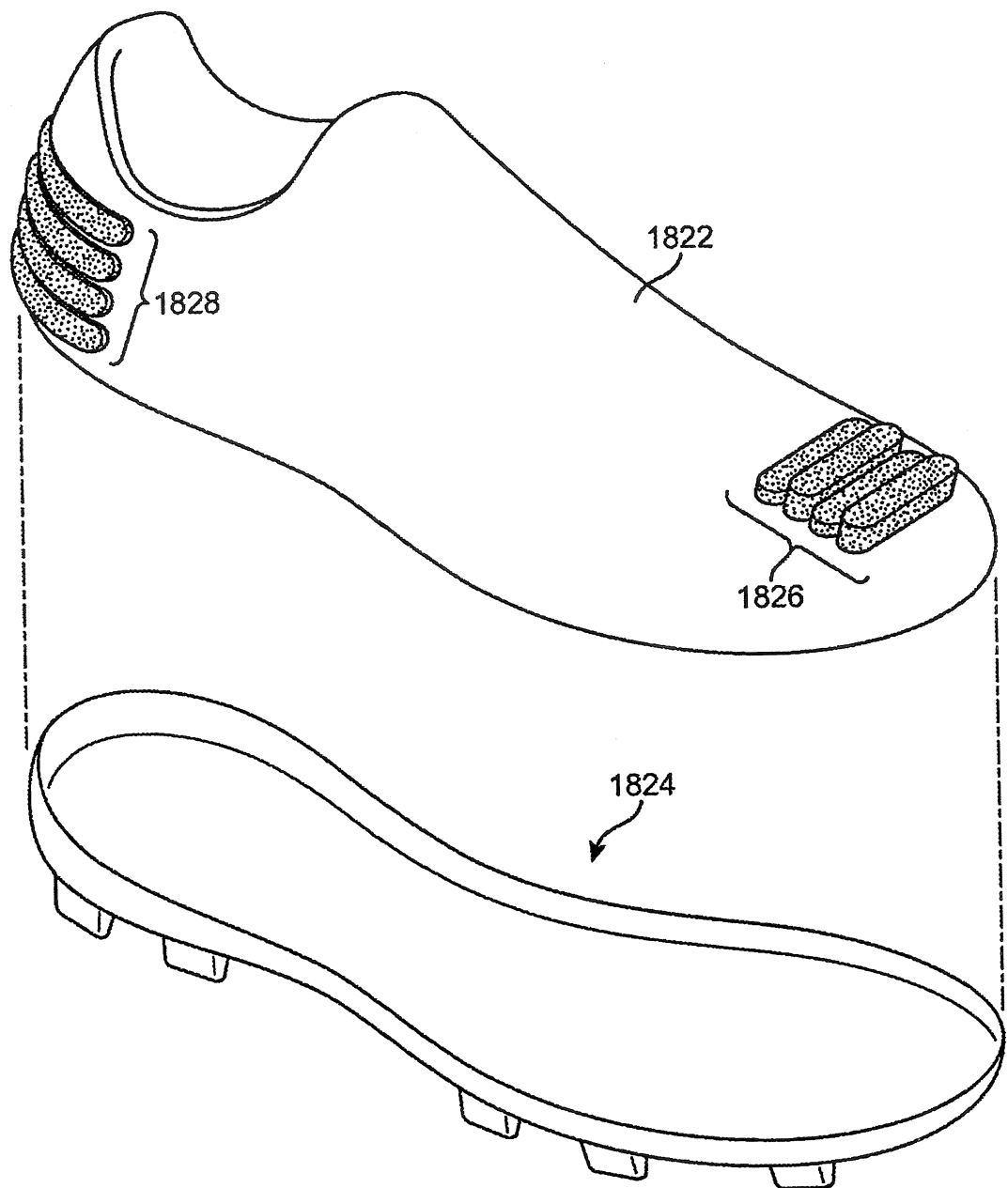
**FIG. 19**

**FIG. 20**

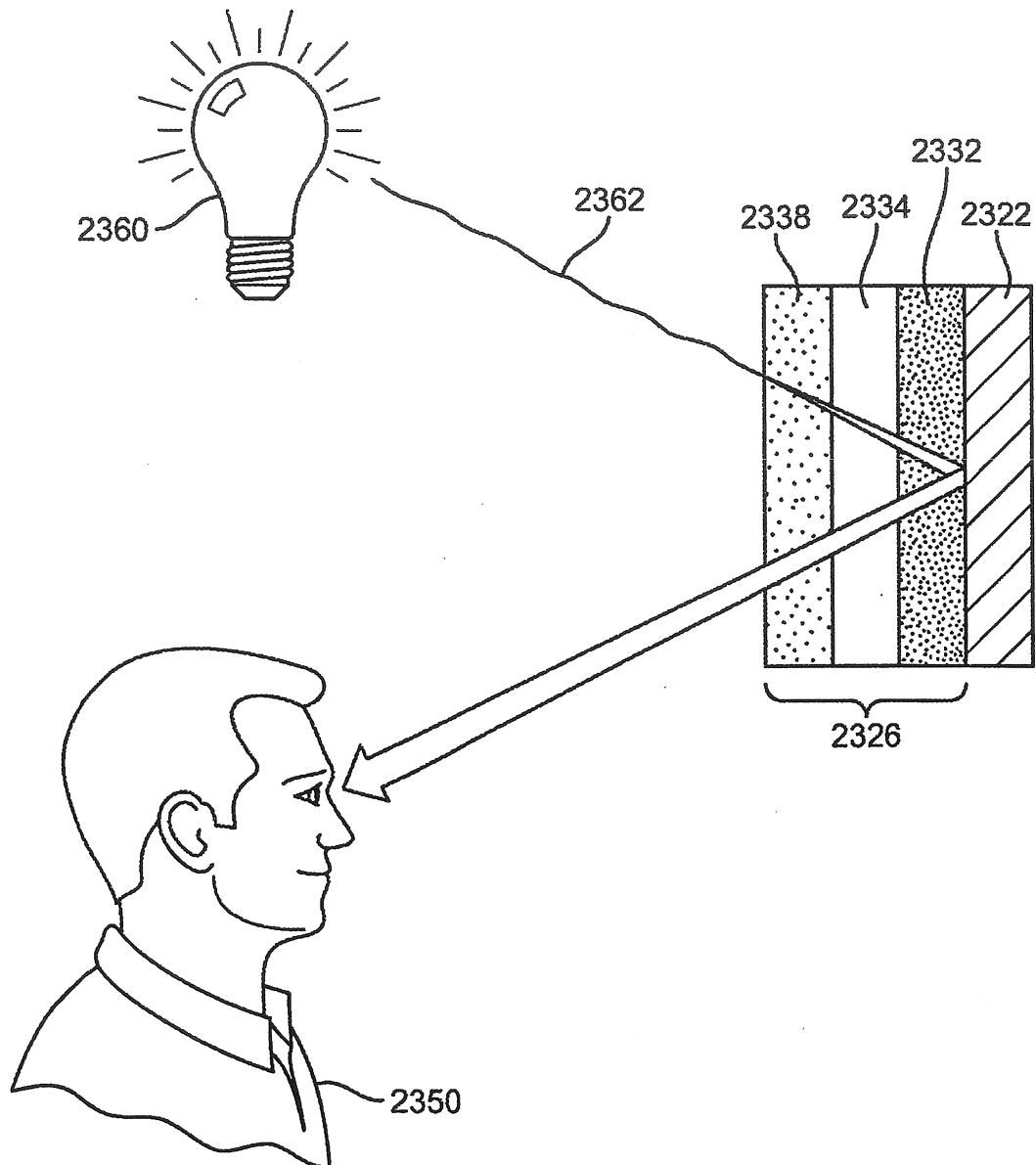
21/23

**FIG. 21**

22/23

**FIG. 22**

23/23

**FIG. 23**