



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0037907

(51)^{2020.01} B33Y 30/00; G05B 19/00

(13) B

(21) 1-2021-03262

(22) 03/06/2021

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/08/2021 401

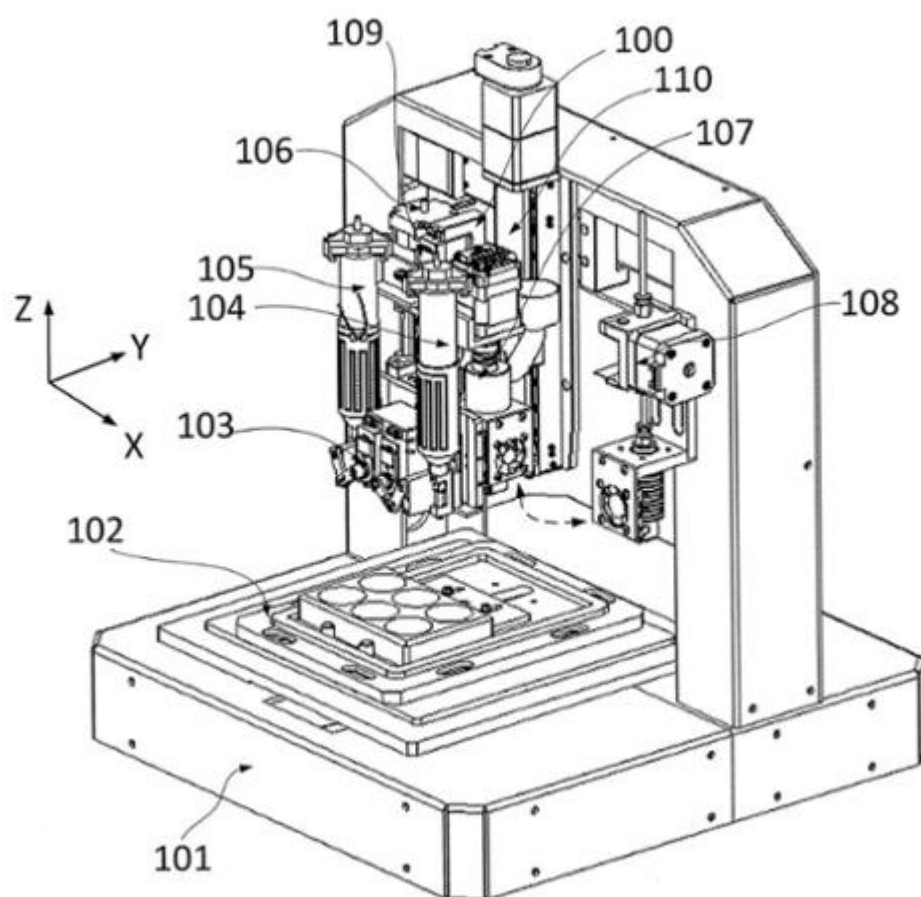
(73) Đại học Bách Khoa Hà Nội (VN)

Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

(72) Phùng Xuân Lan (VN); Nguyễn Kiên Trung (VN); Đỗ Thọ Trường (VN).

(54) MÁY IN 3D TÍCH HỢP NHIỀU DẠNG ĐẦU IN

(57) Sáng chế đề cập đến máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in để sử dụng in các vật liệu sinh học, máy in này bao gồm: khối lắp khung đỡ các đầu in được lắp với khung máy in; khung đỡ các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khối lắp khung đỡ các đầu in theo phương trục Z; các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khung đỡ các đầu in cũng theo phương trục Z để làm đơn giản hóa kết cấu các cụm dẫn động các đầu in theo phương trục Z. Các đầu có thể được bố trí ở các phía khác nhau của khung đỡ các đầu in, và ít nhất là một đầu in được dẫn động di chuyển tịnh tiến so với khung đỡ các đầu in nhờ động cơ dẫn động được lắp cố định với khung đỡ các đầu in, và cụm tay đòn dịch chuyển biến chuyển động quay của động cơ dẫn động thành chuyển động tịnh tiến của đầu in. Máy in theo sáng chế có thể sử dụng các đầu in được lựa chọn trong số một hoặc nhiều hơn một đầu in dạng micro van, đầu in dạng xi lanh, đầu in dạng bột, và có thể có thêm đầu in thay thế là đầu in dạng dây.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in, cụ thể hơn là máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in để sử dụng in các vật liệu sinh học, dùng trong công nghệ mô kỹ thuật với các đầu in tích hợp theo định hướng ứng dụng theo vật liệu và chức năng khác nhau. Máy in 3D này không chỉ cho phép tạo ra khung hỗ trợ mà cả cấu trúc mô kỹ thuật đầy đủ gồm cả khung hỗ trợ, môi chất và tế bào, các cấu trúc mô kỹ thuật này sẽ được nuôi dưỡng trong môi trường tương thích để tạo thành mô da, mô sụn, mô xương v.v., ứng dụng để thay thế các mô bị phá hủy hoặc mất chức năng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Như đã biết, máy in 3D sinh học sử dụng các vật liệu y sinh khác nhau dưới dạng hạt/bột hay dạng dung dịch với các độ nhớt khác nhau, được sử dụng để tạo ra các cấu trúc mô kỹ thuật có thể kết hợp hoặc không kết hợp với tế bào và dưỡng chất trong quá trình in. Máy in 3D sinh học trên thế giới hiện nay phổ biến ở hai dạng. Máy in dạng thứ nhất chỉ có một đầu in, do vậy đa phần máy chỉ có nhiệm vụ in khung hỗ trợ với vật liệu dạng dây hoặc dung dịch chảy dẻo từ polyme nhiệt dẻo, sau khi hoàn tất công việc in, các mẫu khung hỗ trợ này sẽ được tiệt trùng, cấy ghép tế bào và nuôi dưỡng trong môi trường tương thích. Máy in dạng thứ hai thường tích hợp nhiều đầu in dung dịch dạng gel có thể kết hợp hay không kết hợp với tế bào cho phép in tế bào từng lớp cùng với dung dịch khung dạng gel.

Ví dụ về một máy in dạng thứ hai này được bộc lộ trong công bố đơn yêu cầu cấp sáng chế Mỹ số US 2019/0009474 A1. Như được đề xuất trong tài liệu này, gel vừa đóng vai trò môi chất vừa đóng vai trò khung hỗ trợ. Dễ thấy là, trong khi nhược điểm của máy in dạng thứ nhất là không cho phép xác định vị trí của tế bào khi cấy ghép thì nhược điểm chính của máy in dạng thứ hai là khung hỗ trợ

dạng gel không đủ cơ tính để duy trì khung hỗ trợ trong quá trình tế bào sinh sôi phát triển và hình thành mô.

Do vậy giải pháp về máy in 3D sinh học tích hợp nhiều đầu in cho phép kết hợp cả hai dạng máy in thành một máy in duy nhất đã được phát triển và bộc lộ trong công bố đơn yêu cầu cấp sáng chế Mỹ số US 2019/0232558 A1, để cho phép tạo ra khung hỗ trợ với cơ tính đảm bảo đồng thời có thể in tế bào và/hoặc dưỡng chất theo từng lớp trong quá trình in. Theo kiểu cấu trúc này, máy in 3D tích hợp hai đầu in trong đó có một đầu in dây và một đầu in dung dịch đã được tạo ra. Tuy nhiên, giải pháp này được coi là bước phát triển ban đầu do máy in còn bộc lộ nhiều hạn chế về vật liệu in cũng như khả năng in mô kỹ thuật với nhiều thành phần khác nhau, tỏ ra chưa đáp ứng tốt những đòi hỏi phối hợp cao hơn khi sử dụng nhiều đầu in hơn với cấu trúc gọn nhẹ.

Ngoài ra, cũng có một số vấn đề cần lưu ý sẽ được đưa ra dưới đây.

Các vật liệu polyme tổng hợp làm khung hỗ trợ chủ yếu là nhựa nhiệt dẻo y sinh được cung cấp dưới dạng bột hoặc hạt do vậy các máy in 3D sinh học sử dụng vật liệu dạng dây sẽ có hạn chế về nguồn vật liệu đặc biệt là khi cần hòa trộn hay kết hợp nhiều loại vật liệu cho phù hợp với từng cấu trúc và tế bào khác nhau. Với đầu in dung dịch cũng có nhiều loại, mỗi dạng đầu in dung dịch sẽ chỉ phù hợp với một số loại dung dịch với các đặc tính về độ nhớt nhất định nên các máy in sử dụng một loại đầu in dạng dung dịch sẽ hạn chế việc sử dụng đa dạng các dung dịch cho mẫu in. Do vậy, vấn đề kỹ thuật còn tồn tại chủ yếu của máy in 3D hiện nay là sự hạn chế trong việc sử dụng nhiều loại vật liệu in sinh học khác nhau dẫn đến giới hạn khả năng ứng dụng của máy cho các loại mô kỹ thuật với các tế bào khác nhau.

Một hạn chế nữa về mặt kỹ thuật là khi sử dụng nhiều đầu in, để các đầu in không va chạm với mẫu in hay đồ gá trong quá trình in thì cần có cơ cấu di chuyển các đầu in được nghiên cứu kỹ lưỡng để có thể được tạo ra hợp lý và đơn giản hoá. Tuy nhiên, các máy in 3D thông thường hiện nay đều sử dụng cơ cấu dẫn động đầu in di chuyển mà trong đó dẫn động mỗi đầu in dịch chuyển độc lập theo

trục Z một cách riêng rẽ. Điều này có thể dẫn tới việc làm tăng tải trọng của cơ cấu truyền dẫn động và do đó làm gia tăng chi phí cho các cơ cấu/bộ truyền động và chi phí chế tạo máy in 3D, và đồng thời có thể cũng làm tăng kích thước chung bên ngoài của máy in 3D mà có thể không phù hợp với không gian hạn chế của tủ cấy ghép sinh học, ví dụ như tủ cấy ghép sinh học cấp hai, chẳng hạn.

Do đó, có nhu cầu về máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in để sử dụng in các vật liệu sinh học được cải tiến.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in, khắc phục được một hoặc một số vấn đề còn tồn tại nêu trên.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in có cơ cấu cơ cấu dẫn động đầu in di chuyển được cải tiến.

Để đạt được một hoặc một số các vấn đề nêu trên, theo một khía cạnh sáng chế đề xuất máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in bao gồm:

khối lắp khung đỡ các đầu in được lắp với khung máy in;

khung đỡ các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khối lắp khung đỡ các đầu in theo phương di chuyển thứ nhất;

các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khung đỡ các đầu in theo phương di chuyển thứ hai;

trong đó:

ít nhất là hai dạng đầu in khác nhau được bố trí ở hai phía khác nhau của khung đỡ các đầu in, và

ít nhất là một đầu in được dẫn động di chuyển tịnh tiến so với khung đỡ các đầu in nhờ cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất, trong đó cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất này gồm có động cơ dẫn động được lắp cố định với khung đỡ các đầu in, và cụm tay đòn dịch chuyển liên kết giữa trục của động cơ dẫn động

đã nêu và đầu in đã nêu để biến đổi chuyển động quay trên trục của động cơ dẫn động đã nêu thành chuyển động tịnh tiến của đầu in đã nêu.

Một cách tùy ý, máy in nêu trên có thể bao gồm các đầu in được lựa chọn trong số một hoặc nhiều hơn một đầu in dạng micrô van, đầu in dạng xi lanh, đầu in dạng bột, đầu in dạng dây hoặc đầu in dạng tương tự.

Tốt hơn là, máy in nêu trên còn bao gồm ít nhất là một đầu in thay thế được lắp tạm tại khung máy in, và có thể thay thế cho một đầu in đang hoạt động được lắp tại khung đỡ các đầu in.

Theo một phương án, cụm tay đòn dịch chuyển bao gồm tay đòn dịch chuyển thứ nhất có một đầu được lắp cố định với trục của động cơ dẫn động tương ứng và tay đòn dịch chuyển thứ hai có một đầu được lắp cố định với tấm gá dịch chuyển đầu in, hai đầu còn lại của tay đòn dịch chuyển thứ nhất và tay đòn dịch chuyển thứ hai được lắp quay được với nhau sao cho khi trục của động cơ dẫn động đã nêu quay sẽ dẫn động tay đòn dịch chuyển thứ nhất và tay đòn dịch chuyển thứ hai dịch chuyển và biến chuyển động quay trên trục của động cơ dẫn động thành chuyển động tịnh tiến của tấm gá dịch chuyển đầu in và kéo theo chuyển động tịnh tiến của đầu in tương ứng.

Tốt hơn là, tấm gá dịch chuyển đầu in được lắp cố định với đầu in tương ứng, và trượt được trên ray trượt, trong đó ray trượt này được bố trí cố định tại khung đỡ các đầu in.

Theo một phương án, máy in nêu trên sử dụng hai đầu in dạng micrô van có mỗi đầu in này được dẫn động độc lập bởi động cơ dẫn động và cụm tay đòn dịch chuyển đã nêu tương ứng.

Theo một phương án, máy in nêu trên còn bao gồm cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ hai để dẫn động ít nhất là một đầu in, khác với đầu in đã nêu mà tương ứng với cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất, di chuyển tịnh tiến so với khung đỡ các đầu in.

Theo một phương án, cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ hai gồm có động cơ dẫn động và tay đòn đẩy, tay đòn đẩy này được lắp cố định với trục của động cơ dẫn động tương ứng và có các đầu của nó tỳ lên các tấm gá dịch chuyển đầu in và đẩy các tấm gá dịch chuyển đầu in này chuyển động tịnh tiến khi tay đòn đẩy được dẫn động quay bởi động cơ dẫn động tương ứng, và các tấm gá dịch chuyển đầu in sẽ di chuyển về vị trí ban đầu nhờ lực đàn hồi lò xo khi tay đòn đẩy di chuyển theo hướng ra khỏi vị trí tỳ vào các tấm gá dịch chuyển đầu in này, trong đó tấm gá dịch chuyển đầu in này được gắn với đầu in tương ứng, khi tấm gá dịch chuyển đầu in này dịch chuyển sẽ làm cho đầu in chuyển động tịnh tiến.

Tốt hơn là, khối lắp khung đỡ các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến so với khung máy in theo phương ngang tương ứng với trục X.

Theo một phương án, máy in này còn bao gồm bàn máy và bàn gá có thể di chuyển tịnh tiến so với khung máy in theo phương dọc tương ứng với trục Y.

Tốt hơn là, phương di chuyển thứ nhất và phương di chuyển thứ hai đã nêu ở trên đều là phương di chuyển thẳng đứng so với khung máy in và tương ứng với trục Z, theo đó phương di chuyển thứ nhất cơ bản là trùng phương di chuyển thứ hai.

Theo một phương án, máy in nêu trên còn bao gồm bộ điều khiển CNC để điều khiển kết hợp các chuyển động của bàn máy và bàn gá, khối lắp khung đỡ các đầu in, và khung đỡ các đầu in để tạo ra các chuyển động theo hệ tọa độ X, Y, Z; và bộ điều khiển PLC để điều khiển các tác vụ còn lại của máy in gồm có ít nhất là điều khiển sự dịch chuyển của các đầu in, điều khiển micro van, điều khiển nhiệt độ vật liệu được in chứa trong đầu in, điều khiển trục đùn vật liệu in, hoặc tác vụ điều khiển tương tự.

Tốt hơn là, bộ điều khiển PLC có thể được tích hợp điều khiển PID để điều khiển ổn định nhiệt độ vật liệu được in chứa trong đầu in.

Theo một phương án, bộ điều khiển PLC thực hiện điều khiển một đầu in, mà là đầu in được gọi để in, dịch chuyển trước so với khung đỡ các đầu in theo

phương di chuyển thứ hai, sau đó bộ điều khiển CNC sẽ điều khiển bàn máy, khối lắp khung đỡ các đầu in và khung đỡ các đầu in có đầu in được gọi di chuyển theo hệ tọa độ X, Y, Z tới vị trí cần in.

Theo một phương án, khung máy in được chế tạo từ nhôm tấm và lắp ghép bằng bulông, gồm có hai khối cơ bản là khung nằm và khung đứng.

Các mục đích nêu trên và các mục đích khác nữa của sáng chế sẽ được nhận biết rõ hơn thông qua các nội dung mô tả chi tiết.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình phối cảnh thể hiện máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 2 là hình phối cảnh thể hiện đầu in dạng micro van theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 3 là hình phối cảnh thể hiện đầu in dạng xi lanh theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 4 là hình phối cảnh thể hiện đầu in dạng bột theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Các hình vẽ từ Hình 5(a) đến Hình 5(d) lần lượt là hình phối cảnh và các hình vẽ giản lược thể hiện các đầu in dạng micro van và các trạng thái hoạt động của nó theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Các hình vẽ từ Hình 6(a) đến Hình 6(d) lần lượt là hình phối cảnh và các hình vẽ giản lược thể hiện đầu in dạng xi lanh và đầu in dạng bột và các trạng thái hoạt động của nó theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 7 là hình phối cảnh thể hiện bàn máy và bàn gá theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 8 là hình phối cảnh thể hiện khung máy in theo một phương án ưu tiên của sáng chế; và

Hình 9 là hình vẽ giản lược thể hiện hệ thống điều khiển của máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau được dự định để biểu thị các thành phần hoặc chi tiết giống nhau hoặc tương đương và được sử dụng thống nhất trong toàn bộ mô tả, do vậy trên một số các hình vẽ hoặc một số phần trên hình vẽ có thể không xuất hiện một hoặc một số các số chỉ dẫn nhằm mục đích làm cho hình vẽ trở nên đơn giản và thuận tiện trong việc thể hiện các thành phần cấu tạo hoặc nguyên lý hoạt động khác nhau của sáng chế, trong trường hợp như vậy, mối tương quan giữa các thành phần hoặc chi tiết cụ thể với các số chỉ dẫn biểu thị nó có thể được minh họa rõ khi tham chiếu tới các hình vẽ khác hoặc các phần khác trên hình vẽ. Bên cạnh đó, các thành phần và chi tiết được thể hiện trên hình vẽ là không theo kích thước và hình dạng thực tế, một số thành phần hoặc chi tiết sẽ được phóng đại lên và có thể được biểu thị bởi các khối giản lược nhằm mục đích minh họa và thuận tiện cho việc mô tả. Vì vậy, cần hiểu rằng các phương án được mô tả trong phần mô tả chỉ với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất và các ưu điểm của sáng chế, mà không giới hạn phạm vi của sáng chế theo các phương án được mô tả này.

Các thuật ngữ tương đối về không gian, chẳng hạn như “phía trước”, “phía sau” “chiều dài”, “chiều rộng”, “chiều cao”, “ở trên”, “trên”, hoặc các thuật ngữ tương tự bất kỳ, có thể được sử dụng ở đây cho các mục đích mô tả, và, nhờ đó, để mô tả mối quan hệ của một các thành phần với (các) thành phần khác như được minh họa trên các hình vẽ. Hiển nhiên là, các thuật ngữ này có thể hoán đổi vị trí hoặc vai trò trong mô tả đối tượng thực tế theo sáng chế, ví dụ, nếu đối tượng được minh họa trên các hình vẽ được xoay lại 180 độ chẳng hạn, các thành phần được mô tả là “phía trước” hoặc “phía sau” sẽ được hoán đổi cho nhau. Do đó, các thuật ngữ tương đối về không gian được lấy làm ví dụ cho việc mô tả có thể

chứa đựng cả các nghĩa chỉ về các mối tương quan về không gian khác nữa phụ thuộc vào việc định hướng đối tượng được mô tả, ví dụ thuật ngữ “phía trước” có thể chứa đựng nghĩa “phía sau”, chẳng hạn.

Ngoài ra, các thuật ngữ chỉ thứ tự, chẳng hạn như “thứ nhất”, “thứ hai”, “thứ ba”, v.v., được sử dụng với mục đích để phân biệt các bộ phận, thành phần, hoặc yếu tố có tên gọi tương tự nhau với nhau, mà không giới hạn các bộ phận, thành phần, hoặc yếu tố ở bất kỳ thứ tự, số lượng, hoặc tương tự.

Trên Hình 1 là hình phối cảnh thể hiện máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Như được thể hiện trên hình vẽ, máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in theo phương án này bao gồm khung máy in 101, bàn máy và bàn gá 102, cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất 103, các đầu in dạng micrô van 104 và 105, đầu in dạng xi lanh 106, đầu in dạng bột 107, đầu in dạng dây thay thế 108, cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ hai 109, khối lắp khung đỡ các đầu in 110, và khung đỡ các đầu in 100.

Dễ thấy trên hình vẽ, các đầu in dạng micrô van 104 và 105 được bố trí khác phía so với các đầu in còn lại, cụ thể là đầu in dạng xi lanh 106, đầu in dạng bột 107, hay cụ thể hơn là bốn đầu in (biểu thị bởi các số chỉ dẫn từ 104 đến 107) được bố trí xung quanh khung đỡ các đầu in 100. Điều này được cho là có thể đơn thu gọn được kích thước chung khi lắp các đầu in trên khung đỡ các đầu in, và do đó có thể tạo ra kết cấu gọn nhẹ hơn, chẳng hạn là khi so sánh với trường hợp mà các đầu in được bố trí trải ra theo một hướng nào đó (ví dụ hướng chiều ngang), khi lắp các đầu in trên khung đỡ các đầu in.

Cần hiểu rằng, sáng chế không bị giới hạn ở số lượng hoặc dạng cụ thể của các đầu in, theo đó số lượng hoặc dạng đầu in bất kỳ có thể được sử dụng miễn là có ít nhất là hai dạng đầu in khác nhau được bố trí ở hai phía khác nhau của khung đỡ các đầu in để có thể tạo ra kết cấu gọn hơn, ví dụ giảm kích thước theo chiều ngang chẳng hạn.

Khối lắp khung đỡ các đầu in 110 được lắp với khung máy in 101 theo cách sao cho khối lắp khung đỡ các đầu in 110 có thể được di chuyển tịnh tiến theo phương ngang so với khung máy in 101.

Khung đỡ các đầu in 100 được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khối lắp khung đỡ các đầu in 110 theo phương di chuyển thứ nhất. Các đầu in (biểu thị bởi các số chỉ dẫn từ 104 đến 107) được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khung đỡ các đầu in 100 theo phương di chuyển thứ hai.

Mỗi trong số các đầu in dạng micrô van 104 hoặc 105 được dẫn động di chuyển tịnh tiến so với khung đỡ các đầu in 100 nhờ cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất 103.

Cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất 103 mà dẫn động đầu in dạng micrô van 104 (được thể hiện rõ hơn trên các hình vẽ từ Hình 5(a) đến Hình 5(d)) gồm có động cơ dẫn động 142a được lắp cố định với khung đỡ các đầu in 100 thông qua đế gá 116, và cụm tay đòn dịch chuyển 141a liên kết giữa trục của động cơ dẫn động đã nêu và đầu in đã nêu để biến đổi chuyển động quay trên trục của động cơ dẫn động đã nêu thành chuyển động tịnh tiến của đầu in đã nêu.

Cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất 103 mà dẫn động đầu in dạng micrô van 105 (được thể hiện rõ hơn trên các hình vẽ từ Hình 5(a) đến Hình 5(d)) gồm có động cơ dẫn động 142b được lắp cố định với khung đỡ các đầu in 100 thông qua đế gá 116, và cụm tay đòn dịch chuyển 141b liên kết giữa trục của động cơ dẫn động đã nêu và đầu in đã nêu để biến đổi chuyển động quay trên trục của động cơ dẫn động đã nêu thành chuyển động tịnh tiến của đầu in đã nêu.

Theo phương án ưu tiên như được thể hiện trên Hình 1, phương di chuyển tịnh tiến của khối lắp khung đỡ các đầu in 110 được ưu tiên là theo phương ngang tương ứng với trục X. Bàn máy và bàn gá 102 có thể di chuyển tịnh tiến so với khung máy in 101 theo phương dọc tương ứng với trục Y. Phương di chuyển thứ nhất và phương di chuyển thứ hai đã nêu đều là phương di chuyển thẳng đứng so với khung máy in 101 và tương ứng với trục Z.

Để thấy là, với cấu tạo như được mô tả theo phương án này, bàn máy và bàn gá 102, khối lắp khung đỡ các đầu in 110, và khung đỡ các đầu in 100 có thể dễ dàng được điều khiển di chuyển để tạo ra các chuyển động tương đối của khung đỡ các đầu in 100 so với bàn máy theo hệ tọa độ X, Y, Z tương tự như trong các máy gia công CNC đã biết. Điều này sự thuận tiện cho việc tạo ra bộ điều khiển và các cơ cấu chấp hành liên quan để điều khiển khung đỡ các đầu in 100, lý do là bộ điều khiển và các cơ cấu chấp hành liên quan cơ bản là có sẵn trên thị trường. Theo đó, máy in theo phương án ưu tiên này có thể sử dụng bộ điều khiển CNC để điều khiển kết hợp các chuyển động của bàn máy và bàn gá 102, khối lắp khung đỡ các đầu in 110, và khung đỡ các đầu in 100 để tạo ra các chuyển động của khung đỡ các đầu in 100 tương đối so với bàn máy theo hệ tọa độ X, Y, Z và bộ điều khiển PLC sẽ điều khiển chuyển động tương ứng của các đầu in theo phương di chuyển thứ 2 để thực hiện tác vụ in mong muốn.

Tiếp theo sẽ mô tả về cấu tạo chính của các đầu in được sử dụng theo phương án ưu tiên nêu trên có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Trên Hình 2 thể hiện đầu in dạng micrô van theo một phương án ưu tiên thực hiện. Đầu in dạng micrô van thường dùng để in các vật liệu dạng dung dịch thông qua việc điều khiển các micrô van 111.

Như được thể hiện trên hình vẽ, đầu in dạng micrô van (được biểu thị bởi số chỉ dẫn 104 hoặc 105) có thể được tạo ra có kích thước đầu đùn trong thực tế nằm trong khoảng từ 0,1mm đến 0,25mm, nhưng không chỉ giới hạn nằm trong khoảng này mà có thể có kích thước khác phù hợp theo thiết kế. Đầu in dạng micrô van này được gá trên tấm gá tấm gá dịch chuyển đầu in 117 thông qua tấm gá micrô van 112 và kết nối với xi lanh 113 (có thể được làm bằng nhựa hoặc vật liệu tương tự) thông qua đầu vặn ren. Tấm gia nhiệt 115 cùng cảm biến nhiệt độ được gắn ngoài xi lanh 113 có nhiệm vụ gia nhiệt cho ống xi lanh và ổn định nhiệt độ ở xung quanh một giá trị nhiệt độ được xác định trước, ví dụ 37° chẳng hạn. Nắp xi lanh 114 có đầu dẫn khí nén và điều tiết qua bộ điều áp. Đầu in dạng micrô van để in dung dịch sẽ được gá trên khối khung đỡ các đầu in 100 thông qua đế

gá 116. Đầu in dạng micrô van này được di chuyển lên xuống thông qua việc điều khiển vị trí của tấm gá tay đòn dịch chuyển 117, tấm gá tay đòn dịch chuyển 117 này có thể trượt được so với đế gá 116. Chi tiết hơn về hoạt động di chuyển lên xuống của đầu in dạng micrô van này sẽ được mô tả sau.

Trên Hình 3 thể hiện đầu in dạng xi lanh theo một phương án ưu tiên thực hiện. Đầu in dạng xi lanh thường dùng để in đùn dung dịch sử dụng xi lanh và pittông tương ứng.

Như được thể hiện trên hình vẽ, đầu in dạng xi lanh 106 bao gồm kim phun 121 (có thể được làm bằng inox hoặc vật liệu tương tự), với kích thước đầu phun trong thực tế có thể nằm trong khoảng từ 0,1mm đến 0,3mm, nhưng không chỉ giới hạn nằm trong khoảng này mà có thể có kích thước khác phù hợp theo thiết kế. Kim phun 121 này được lắp vào đầu của xi lanh 122 (có thể được làm bằng nhựa, inox, hoặc vật liệu tương tự). Xi lanh 122 được kẹp chặt bởi tấm gá 123. Pittông 124 được gá trên tấm gá đầu pittông 126, và đai ốc bi 127, và có thể được dẫn động bằng động cơ liên trục vít me 128. Đầu in dạng xi lanh 106 này được gá trên khung đỡ các đầu in 100 thông qua đế gá 125, và đầu in dạng xi lanh 106 này còn có thể bao gồm bộ gia nhiệt và cảm biến nhiệt được gắn trên bộ gá 129. Chi tiết về hoạt động di chuyển lên xuống của đầu in dạng xi lanh này sẽ được mô tả sau.

Trên Hình 4 thể hiện đầu in dạng bột theo một phương án ưu tiên thực hiện. Đầu in dạng bột thường hoạt động theo nguyên lý đùn trực vít.

Như được thể hiện trên hình vẽ, đầu in dạng bột 107 bao gồm trục vít 134 với kết cấu có tiết diện tăng dần từ trên xuống dưới để tạo áp lực đùn. Trục vít được lồng trong xi lanh với thiết kế tích hợp cánh tản nhiệt 133. Bột được đưa vào qua hệ thống phễu 135. Động cơ 136 gá trên tấm gá 137 sẽ truyền chuyển động quay cho trục vít 134. Bộ phận gia nhiệt, cảm biến và kim phun được lắp trên bộ gá 131. Quạt 132 làm nhiệm vụ tản nhiệt giúp cho xi lanh không bị quá nhiệt, tránh việc truyền nhiệt lên vùng phía trên quá nhiều làm bột bị kết dính và cản trở quá trình cấp bột. Đầu in dạng bột 107 này được gá trên khối khung đỡ các đầu in 100

thông qua đế gá 138. Chi tiết về hoạt động di chuyển lên xuống của đầu in dạng bột này sẽ được mô tả sau.

Trên các hình vẽ từ Hình 5(a) đến Hình 5(d) minh hoạ cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất và hoạt động di chuyển lên xuống của đầu in dạng micro van theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Như được thể hiện trên các hình vẽ, máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in theo phương án này sử dụng hai cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất để dịch chuyển các đầu in dạng micro van 104 và 105.

Cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất để dịch chuyển đầu in dạng micro van 104 gồm có động cơ dẫn động 142a và cụm tay đòn dịch chuyển 141a. Cụm tay đòn dịch chuyển 141a bao gồm tay đòn dịch chuyển thứ nhất có một đầu được lắp cố định với trục của động cơ dẫn động tương ứng và tay đòn dịch chuyển thứ hai có một đầu được lắp cố định với tấm gá dịch chuyển đầu in, hai đầu còn lại của tay đòn dịch chuyển thứ nhất và tay đòn dịch chuyển thứ hai được lắp quay được với nhau sao cho khi trục của động cơ dẫn động đã nêu quay sẽ dẫn động tay đòn dịch chuyển thứ nhất và tay đòn dịch chuyển thứ hai dịch chuyển và biến chuyển động quay trên trục của động cơ dẫn động thành chuyển động tịnh tiến của tấm gá dịch chuyển đầu in 117a và kéo theo chuyển động tịnh tiến của đầu in dạng micro van 104 tương ứng.

Một cách tương tự, cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất để dịch chuyển đầu in dạng micro van 105 gồm có động cơ dẫn động 142b và cụm tay đòn dịch chuyển 141b. Cụm tay đòn dịch chuyển 141b bao gồm tay đòn dịch chuyển thứ nhất có một đầu được lắp cố định với trục của động cơ dẫn động tương ứng và tay đòn dịch chuyển thứ hai có một đầu được lắp cố định với tấm gá dịch chuyển đầu in, hai đầu còn lại của tay đòn dịch chuyển thứ nhất và tay đòn dịch chuyển thứ hai được lắp quay được với nhau sao cho khi trục của động cơ dẫn động đã nêu quay sẽ dẫn động tay đòn dịch chuyển thứ nhất và tay đòn dịch chuyển thứ hai dịch chuyển và biến chuyển động quay trên trục của động cơ dẫn động thành

chuyển động tịnh tiến của tấm gá dịch chuyển đầu in 117b và kéo theo chuyển động tịnh tiến của đầu in dạng micrô van 105 tương ứng.

Các trạng thái dịch chuyển khác nhau của các đầu in dạng micrô van 104 và 105 được minh hoạ rõ hơn trên các hình vẽ từ Hình 5(b) đến Hình 5(d). Cụ thể hơn, trên Hình 5(b) thể hiện trạng thái 143 mà ở đó đầu in dạng micrô van 105 di chuyển đi xuống, trên Hình 5(c) thể hiện trạng thái 144 mà ở đó các đầu in dạng micrô van 104 và 105 cân bằng nhau, và trên Hình 5(d) thể hiện trạng thái 145 mà ở đó đầu in dạng micrô van 104 di chuyển đi xuống.

Trên các hình vẽ từ Hình 6(a) đến Hình 6(d) minh hoạ cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ hai và hoạt động di chuyển lên xuống của đầu in dạng xi lanh 106 và đầu in dạng bột 107 theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Như được thể hiện trên các hình vẽ, cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ hai gồm có động cơ dẫn động 152 và tay đòn đẩy 153, tay đòn đẩy 153 này được lắp cố định với trục của động cơ dẫn động 152 và có các đầu của nó tỳ lên các tấm gá dịch chuyển đầu in 151 và 154, và đẩy các tấm gá dịch chuyển đầu in 151 và 154 chuyển động tịnh tiến khi tay đòn đẩy được dẫn động quay bởi động cơ dẫn động 152. Tùy thuộc vào tay đòn đẩy 153 tỳ lên và đẩy vào tấm gá dịch chuyển đầu in 151 hay tấm gá dịch chuyển đầu in 154, tấm gá dịch chuyển đầu in tương ứng sẽ di chuyển tịnh tiến để dịch chuyển vị trí của đầu in dạng xi lanh 106 hoặc đầu in dạng bột 107 tương ứng nhờ các tấm gá dịch chuyển đầu in 151 và 154 lần lượt được gắn với đầu in dạng xi lanh 106 và đầu in dạng bột 107 tương ứng. Khi tay đòn đẩy 153 không tỳ lên và đẩy vào tấm gá dịch chuyển đầu in 151 hay tấm gá dịch chuyển đầu in 154, tấm gá dịch chuyển đầu in tương ứng sẽ trở về vị trí ban đầu nhờ lực đàn hồi lò xo.

Như cũng được thể hiện trên các hình vẽ, toàn bộ cụm lắp đầu in dạng xi lanh 106 và đầu in dạng bột 107 được gá vào khung đỡ các đầu in 100. Lò xo được nối với khung đỡ các đầu in 100 để có thể giữ cơ cấu in ở trạng thái treo, và theo đó động cơ dẫn động 152 cần phải thắng được lực kéo của lò xo này để có thể đẩy được đầu in dạng xi lanh 106 hoặc đầu in dạng bột 107 đi xuống.

Các trạng thái dịch chuyển khác nhau của đầu in dạng xi lanh 106 và đầu in dạng bột 107 được minh hoạ rõ hơn trên các hình vẽ từ Hình 6(b) đến Hình 6(d). Cụ thể hơn, trên Hình 6(b) thể hiện trạng thái 156 mà ở đó đầu in dạng xi lanh 106 di chuyển đi xuống và đầu in dạng bột 107 di chuyển đi lên, trên Hình 6(c) thể hiện trạng thái 157 mà ở đó đầu in dạng xi lanh 106 và đầu in dạng bột 107 cân bằng nhau, và trên Hình 6(d) thể hiện trạng thái 158 mà ở đó đầu in dạng xi lanh 106 di chuyển đi lên và đầu in dạng bột 107 di chuyển đi xuống.

Dễ thấy là với cấu tạo và các đặc điểm như được mô tả trên đây, các cơ cấu dịch chuyển đầu in thứ nhất và thứ hai được thiết kế dưới hai dạng khác nhau để tận dụng tối ưu không gian đồng thời đảm bảo nhỏ gọn với chi phí thấp mà vẫn thực hiện đầy đủ chức năng, đồng thời có khả năng tạo ra các không gian di chuyển hợp lý ngăn ngừa được va chạm của đầu in với chi tiết in và đồ gá trong quá trình in hoặc thay đổi đầu in.

Hơn nữa, do đầu in dạng xi lanh 106 và đầu in dạng bột 107 có kích thước lớn hơn so với các đầu in dạng micrô van 104 và 105, cơ cấu dịch chuyển đầu in thứ hai được dùng chung cho cả hai đầu in dạng xi lanh 106 và đầu in dạng bột 107, chỉ sử dụng một động cơ dẫn động chung và một tay đòn đẩy chung. Điều này không chỉ góp phần tạo ra kích thước nhỏ gọn mà còn có thể hạn chế tối đa khoảng cách các đầu in.

Ưu tiên là, các động cơ dẫn động 142a, 142b, và 152 nêu trên là các động cơ servo. Tuy nhiên sáng chế không bị giới hạn ở đó, mà các động cơ khác có thể được sử dụng thay thế, ví dụ động cơ bước, động cơ điện một chiều, chẳng hạn.

Trên Hình 7 thể hiện bàn máy và bàn gá 102 theo một phương án ưu tiên của sáng chế. Nói chung, khi in các mô kỹ thuật, hai dạng vật đựng phổ biến nhất là đĩa tròn và khay nhiều giếng. Đồ gá của máy in theo sáng chế được lựa chọn để cho phép linh hoạt thay đổi hai loại đựng vật in bao gồm bàn gá 161, khối V kẹp 163 và vít kẹp 164 để kẹp khay (có thể là khay loại 6, 12, 24, v.v.), khay nhiều giếng 162 sẽ được giữ nhờ lực đẩy của khối V. Bàn gá 161 có chứa rãnh dẫn cho

phép ổn định hướng kẹp của khối V. Các hàng lỗ bắt chốt trụ định vị được sử dụng để gá đĩa tròn với nhiều loại kích thước khác nhau.

Trên Hình 8 thể hiện khung máy in 101 theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế. Khung máy 101 ưu tiên là được thiết kế và chế tạo từ nhôm tấm và lắp ghép bằng bulông gồm hai khối cơ bản là khung nằm 171 và khung đứng 172. Khối X 173 được gá trên khung đứng 172. Tương tự như vậy, khối Y 175 được gá trên bộ khung nằm 171. Khối Y 175 có giá đỡ 176 có khả năng di chuyển tịnh tiến nhờ bộ truyền trục vít me đai ốc bi. Khối Z 110 được gá trên khối X 173 thông qua giá đỡ 174 có khả năng di chuyển theo phương X nhờ bộ truyền trục vít me đai ốc bi. Trên khối Z có gắn giá đỡ 178 được lắp với khung đỡ 100 và cùng dịch chuyển theo phương Z nhờ bộ truyền trục vít me đai ốc bi. Kết cấu khung lắp ghép được thiết kế với tính chịu lực trong kết cấu tốt, có bố trí các rãnh giảm trọng lượng vừa đảm bảo độ cứng vững của bộ khung máy vừa đảm bảo gọn nhẹ, tiết kiệm không gian đặt máy in nhưng vẫn đảm bảo được kích thước vật in theo yêu cầu.

Như được mô tả trên đây, máy in theo phương án ưu tiên này có thể sử dụng bộ điều khiển CNC để điều khiển kết hợp các chuyển động của bàn máy và bàn gá 102, khối lắp khung đỡ các đầu in 110, và khung đỡ các đầu in 100 để tạo ra các chuyển động tương đối so với bàn máy theo hệ tọa độ X, Y, Z của khung đỡ các đầu in 100. Tuy nhiên, trong hoạt động thực tế của máy in 3D, ngoài việc điều khiển các chuyển động nêu trên, còn cần điều khiển các yếu tố khác nữa, chẳng hạn như điều khiển sự dịch chuyển của các đầu in theo phương di chuyển thứ 2, điều khiển micro van, điều khiển nhiệt độ vật liệu được in chứa trong đầu in, điều khiển trục đùn vật liệu in, hoặc tác vụ điều khiển tương tự. Theo đó, ngoài bộ điều khiển CNC, bộ điều khiển PLC được sử dụng để điều khiển các tác vụ còn lại của máy in. Bộ điều khiển PLC có thể được tích hợp điều khiển PID để điều khiển ổn định nhiệt độ vật liệu được in chứa trong đầu in.

Theo một phương án ưu tiên, bộ điều khiển PLC thực hiện điều khiển một đầu in, mà là đầu in được gọi để in, dịch chuyển trước so với khung đỡ các đầu

in, sau đó bộ điều khiển CNC sẽ điều khiển khung đỡ các đầu in có đầu in được gọi di chuyển tương đối so với bàn máy theo hệ tọa độ X, Y, Z tới vị trí cần in.

Để hiểu rõ hơn về các tác vụ điều khiển và hoạt động của máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in, phần mô tả về điều khiển sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào Hình 9.

Trước tiên, khi có lệnh lựa chọn đầu in (ví dụ lệnh M06 T0x) thì đầu in được gọi tên sẽ di chuyển xuống theo trục Z đến vị trí in còn các đầu in khác sẽ có vị trí cao hơn thông qua việc điều khiển các động cơ dẫn động 142a, 142b, và 152. Phối hợp hoạt động giữa ba động cơ dẫn động này có thể xảy ra theo năm trường hợp khác nhau, được nêu ra dưới đây.

(i) Trạng thái cân bằng cho phép bốn đầu in ngang nhau, đây là vị trí ban đầu là vị trí mà ở đó tất cả các đầu ở trạng thái cân bằng, cơ cấu dịch chuyển dạng thứ nhất ở trạng thái 144 và cơ cấu dịch chuyển dạng thứ hai ở trạng thái 157.

(ii) Đầu in dạng bột 107 được gọi để thực hiện in, theo phương di chuyển thứ hai, đầu in dạng bột 107 đi xuống, đầu in dạng xi lanh 106 đi lên, đầu in dạng micrô van 104, đầu in dạng micrô van 105 ở vị trí ban đầu, cơ cấu dịch chuyển dạng thứ nhất ở trạng thái 144 và cơ cấu dịch chuyển dạng thứ hai ở trạng thái 158.

(iii) Đầu in dạng xi lanh 106 được gọi, theo phương di chuyển thứ hai, đầu in dạng xi lanh 106 đi xuống, đầu in dạng bột 107 đi lên, đầu in dạng micrô van 104, đầu in dạng micrô van 105 ở vị trí ban đầu, cơ cấu dịch chuyển dạng thứ nhất ở trạng thái 144 và cơ cấu dịch chuyển dạng thứ hai ở trạng thái 156.

(iv) Đầu in dạng micrô van 105 được gọi, theo phương di chuyển thứ hai, đầu in dạng micrô van 105 đi xuống, đầu in dạng micrô van 104, đầu in dạng xi lanh 106, đầu in dạng bột 107 ở vị trí ban đầu, cơ cấu dịch chuyển dạng thứ nhất ở trạng thái 143 và cơ cấu dịch chuyển dạng thứ hai ở trạng thái 157.

(v) Đầu in dạng micrô van 104 được gọi, theo phương di chuyển thứ hai, đầu in dạng micrô van 104 đi xuống, đầu in dạng micrô van 105, đầu in dạng xi

lạnh 106, đầu in dạng bột 107 ở vị trí ban đầu, cơ cấu dịch chuyển dạng thứ nhất ở trạng thái 145 và cơ cấu dịch chuyển dạng thứ hai ở trạng thái 157.

Các cử chặn ở các đầu in sẽ đảm bảo các đầu in khi dịch chuyển theo phương di chuyển thứ hai sẽ đến vị trí in ở cùng một độ cao như mong muốn theo trục Z.

Để điều khiển được máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in thực hiện in vật liệu sinh học thì ngoài điều khiển theo ba trục chuyển động X, Y và Z còn cần phải thực hiện các điều khiển chức năng khác như gia nhiệt, đóng mở micro van, quay động cơ đùn v.v.. Theo đó, như cũng được đề cập trên đây, hệ thống điều khiển của máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in theo sáng chế sẽ bao bộ điều khiển CNC và bộ điều khiển PLC. Bộ điều khiển CNC có nhiệm vụ điều khiển bộ ba động cơ bước có phản hồi bộ mã hoá vòng quay (encoder) theo đường truyền dẫn điều khiển 181 để dẫn động các trục truyền động X, Y, Z. Bộ điều khiển PLC có nhiệm vụ điều khiển bộ hai động cơ bước 128 và 136 theo đường truyền dẫn 183 để dẫn động tương ứng cho trục vít của bộ đùn bột và pittông của bộ đùn dạng xi lanh. Đồng thời, bộ điều khiển PLC còn điều khiển bộ ba động cơ dẫn động 142a, 142b, và 152 (có thể là các động cơ servo) theo đường truyền dẫn 182 để dẫn động các cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất và thứ hai dịch chuyển đầu in di chuyển. Bên cạnh đó, bộ điều khiển PLC cũng thực hiện điều khiển gia nhiệt và kiểm soát nhiệt độ thông qua bộ điều khiển nhiệt theo đường truyền dẫn 184. Bộ điều khiển van có nhiệm vụ điều khiển đóng ngắt micro van cho các đầu in dạng micro van 104 và 105 thông qua đường truyền dẫn 185. Bộ điều khiển này cũng được kết nối với bộ điều khiển PLC. Máy tính trung tâm làm nhiệm vụ cấp dữ liệu đầu vào dạng tệp tin theo định dạng tương thích với máy in 3D.

Về cơ bản, máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in theo sáng chế sẽ hoạt động theo trình tự như sau: khi có một mô hình 3D của mô kỹ thuật cần in, mô hình 3D này sẽ được thiết kế và đưa vào phần mềm chuyên dụng để cắt lớp và xuất đường in cho các đầu in dưới dạng tệp tin G-code. Tệp tin G-code này sẽ thông qua một môđun chuyên đổi để biên dịch thành tệp tin theo định dạng ngôn

ngữ của bộ điều khiển CNC. Sau đó để tiến hành quá trình in, trước hết máy in được khởi động và cài đặt các thông số cơ bản trên màn hình HMI bao gồm số lượng đầu in cần hoạt động, nhiệt độ của các đầu in, tốc độ đùn, tần số phát xung đóng mở micrô van (nếu sử dụng các đầu in dạng micrô van 104 và 105 để in vật liệu dạng dung dịch). Khi khởi động máy, nút REF chuyển sang màu đỏ yêu cầu người dùng bấm nút để đưa các trục truyền động về trạng thái Home. Nếu các đầu in dạng micrô van 104 hoặc 105 được lựa chọn thì bộ gia nhiệt cho các đầu in này sẽ được kích hoạt và cài đặt ở nhiệt độ được xác định trước, ví dụ khoảng 37°. Khi đạt đến nhiệt độ đặt, nút REF sẽ chuyển sang màu xanh cho phép việc cấp liệu cho đầu dung dịch bắt đầu. Sau khi hoàn tất công đoạn cấp liệu, tệp tin G-code sẽ được tải xuống hệ thống điều khiển CNC. Trên cơ sở các câu lệnh trong tệp tin G-code, bộ điều khiển CNC sẽ cung cấp tín hiệu đầu vào cho PLC để thực hiện các hoạt động điều khiển tương ứng với các đầu in. Ví dụ khi có lệnh gọi đầu in dạng bột 107 thì các trục dẫn động trục X, Y, Z chưa thực hiện ngay để đưa đầu in tới vị trí in mà chờ bộ điều khiển CNC truyền lệnh xuống PLC khởi động bộ gia nhiệt cho đầu đùn. Chỉ khi nhiệt độ của đầu in dạng bột 107 đạt tới giá trị nhiệt độ đã cài đặt thì quá trình in sẽ bắt đầu được thực hiện thông qua chuyển động của các trục X, Y, Z. Trong quá trình in, bộ điều khiển CNC cũng cung cấp lệnh để PLC điều khiển động cơ quay trục vít sẽ theo tốc độ đã cài đặt trong tệp tin G-code. Sau khi hoàn thành công việc in và có lệnh gọi đầu in khác, thì đầu in hiện tại sẽ được đưa lên khỏi bề mặt in và đầu in được gọi sẽ được điều khiển đi xuống và điều chỉnh theo trục X và Y đến vị trí in để thực hiện việc in tiếp theo.

Vị trí tương quan giữa các đầu in sẽ được cài đặt trong giao diện điều khiển và sẽ được tự động cộng trừ vào giá trị dịch chuyển trong tệp tin lập trình G-code để tính toán ra giá trị dịch chuyển thực tế với các trục X, Y, Z khi đầu in đó được gọi ra.

Với mô tả như trên, máy in 3D theo sáng chế với các đầu in tích hợp theo định hướng ứng dụng cho phép sử dụng linh hoạt nhiều loại vật liệu in từ polyme tổng hợp dạng dây, dạng bột/hạt hoặc dạng chảy lỏng đến polyme tự nhiên với

các đặc tính nhót khác nhau và cả tế bào. Máy in 3D này được thiết kế bốn đầu in chính trên máy nhưng vẫn đảm bảo kích thước nhỏ gọn trong khi vẫn đạt được phạm vi in lớn thích hợp cho đa phần các ứng dụng cơ bản. Hai kiểu cơ cấu dịch chuyển đầu in cho phép giảm tải trọng cho cơ cấu truyền động trong khi vẫn đảm bảo hiệu quả di chuyển thoát đầu in. Cơ cấu gia nhiệt có thể sử dụng hai dạng tấm và bạc gia nhiệt phù hợp với đặc điểm của mỗi loại đầu in. Các đầu in được thiết kế thuận lợi cho việc tháo lắp để vệ sinh và tiệt trùng sau mỗi lần in. Bàn gá vật đựng mẫu in đa năng, dễ chế tạo và sử dụng cho phép gá kẹp được nhiều kiểu vật chứa từ dạng khay chữ nhật tới đĩa tròn với kích thước đa dạng.

Trên đây, sáng chế đã được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên thực hiện, và có thể kèm theo các phương án thay thế hoặc tương đương hoặc các ví dụ cụ thể, sử dụng các mô tả và thuật ngữ phù hợp để người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và thực hiện được giải pháp theo sáng chế. Vì vậy, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể dễ dàng tạo ra các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương dựa vào các nội dung và phương án được mô tả. Do đó, các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương này được coi là không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, và phạm vi bảo hộ của sáng chế hiển nhiên là không bị giới hạn bởi các nội dung và phương án được mô tả mà được xác định trong yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in bao gồm:

khối lắp khung đỡ các đầu in được lắp với khung máy in;

khung đỡ các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khối lắp khung đỡ các đầu in theo phương di chuyển thứ nhất;

các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến được với khung đỡ các đầu in theo phương di chuyển thứ hai;

trong đó:

ít nhất là hai dạng đầu in khác nhau được bố trí ở hai phía khác nhau của khung đỡ các đầu in, và

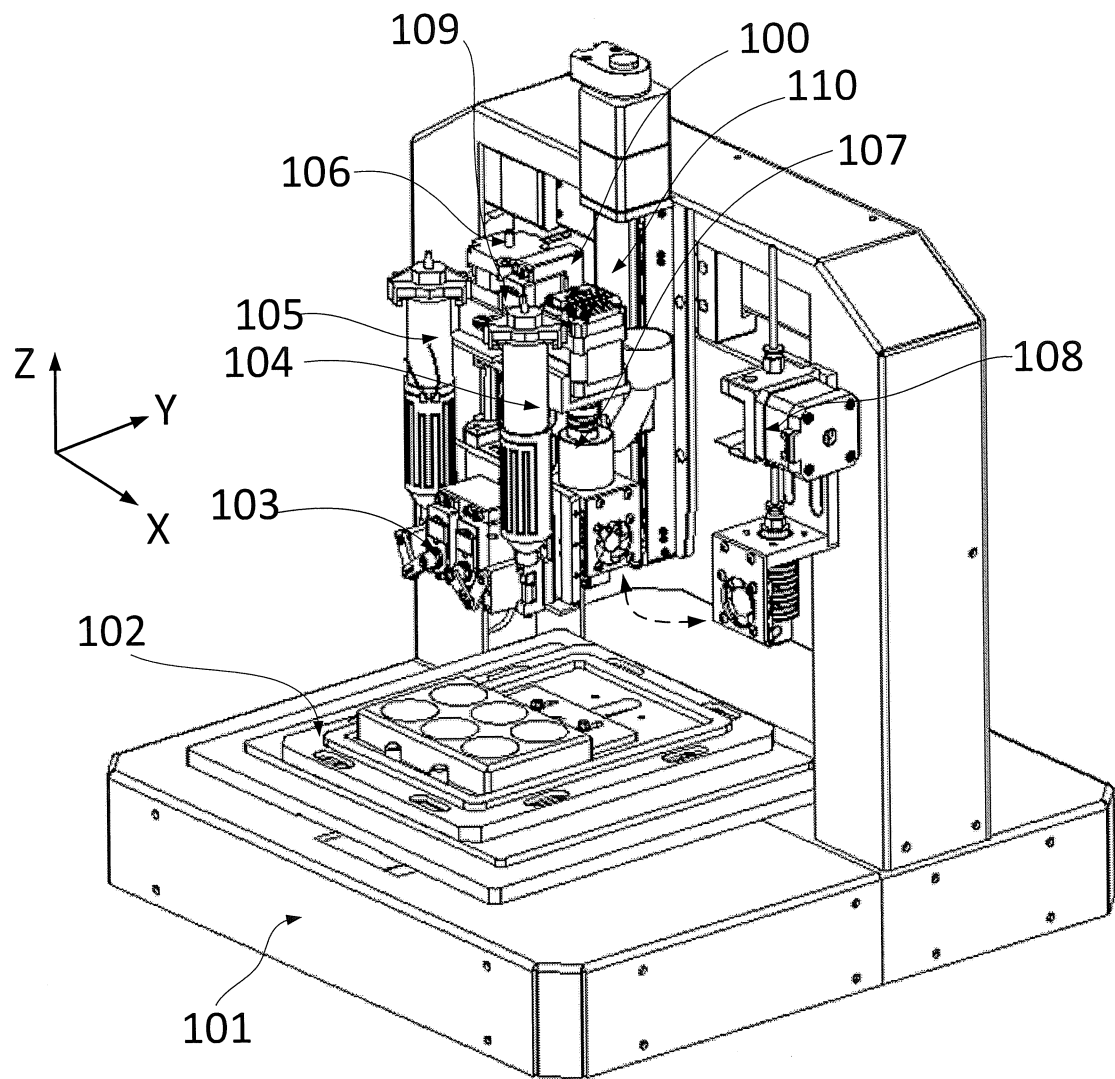
ít nhất là một đầu in được dẫn động di chuyển tịnh tiến so với khung đỡ các đầu in nhờ cơ cấu dịch chuyển đầu in dạng thứ nhất, trong đó cơ cấu dịch chuyển đầu in này gồm có động cơ dẫn động và tay đòn đẩy, tay đòn đẩy này được lắp cố định với trục của động cơ dẫn động tương ứng và có các đầu của nó tỳ lên các tấm gá dịch chuyển đầu in và đẩy các tấm gá dịch chuyển đầu in này chuyển động tịnh tiến khi tay đòn đẩy được dẫn động quay bởi động cơ dẫn động tương ứng, và các tấm gá dịch chuyển đầu in sẽ di chuyển về vị trí ban đầu nhờ lực đàn hồi lò xo khi tay đòn đẩy di chuyển theo hướng ra khỏi vị trí tỳ vào các tấm gá dịch chuyển đầu in này,

trong đó tấm gá dịch chuyển đầu in này được gắn với đầu in tương ứng, khi tấm gá dịch chuyển đầu in này dịch chuyển sẽ làm cho đầu in chuyển động tịnh tiến.

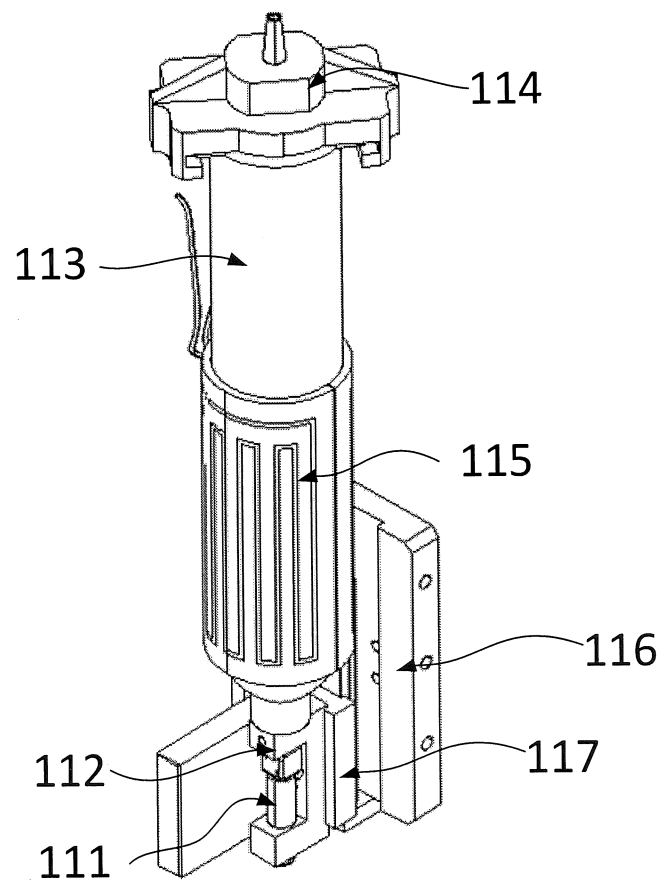
2. Máy in theo điểm 1, trong đó máy in này có thể bao gồm các đầu in được lựa chọn trong số một hoặc nhiều hơn một đầu in dạng micro van, đầu in dạng xi lanh, đầu in dạng bột, đầu in dạng dây hoặc đầu in dạng tương tự.

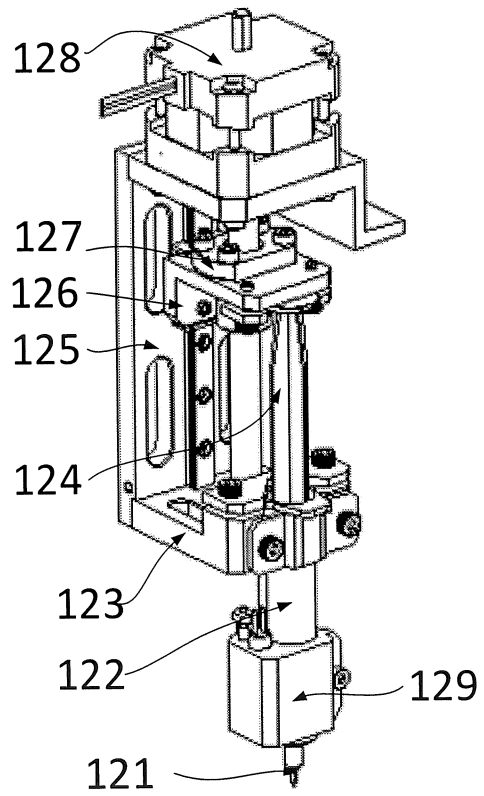
3. Máy in theo điểm 2, trong đó máy in này còn bao gồm ít nhất là một đầu in thay thế được lắp tạm tại khung máy in, và có thể thay thế cho một đầu in đang hoạt động được lắp tại khung đỡ các đầu in.
4. Máy in theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khối lắp khung đỡ các đầu in được lắp theo cách có thể di chuyển tịnh tiến so với khung máy in theo phương ngang tương ứng với trục X.
5. Máy in theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó máy in này còn bao gồm bàn máy và bàn gá có thể di chuyển tịnh tiến so với khung máy in theo phương dọc tương ứng với trục Y.
6. Máy in theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó phương di chuyển thứ nhất và phương di chuyển thứ hai đã nêu đều là phương di chuyển thẳng đứng so với khung máy in và tương ứng với trục Z.
7. Máy in theo 6, trong đó máy in này còn bao gồm bộ điều khiển CNC để điều khiển kết hợp các chuyển động của bàn máy và bàn gá, khối lắp khung đỡ các đầu in, và khung đỡ các đầu in để tạo ra các chuyển động theo hệ tọa độ X, Y, Z; và bộ điều khiển PLC để điều khiển các tác vụ còn lại của máy in gồm có ít nhất là điều khiển sự dịch chuyển của các đầu in theo phương di chuyển thứ hai,, điều khiển micrô van, điều khiển nhiệt độ vật liệu được in chứa trong đầu in, điều khiển trục đùn vật liệu in, hoặc tác vụ điều khiển tương tự.
8. Máy in theo điểm 7, trong đó bộ điều khiển PLC có thể được tích hợp điều khiển PID để điều khiển ổn định nhiệt độ vật liệu được in chứa trong đầu in.
9. Máy in theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó bộ điều khiển PLC thực hiện điều khiển một đầu in, mà là đầu in được gọi để in, dịch chuyển trước so với khung đỡ các đầu in, sau đó bộ điều khiển CNC sẽ điều khiển khung đỡ các đầu in có đầu in được gọi di chuyển tương đối so với bàn máy theo hệ tọa độ X, Y, Z tới vị trí cần in.

10. Máy in theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó khung máy in được chế tạo từ nhôm tấm và lắp ghép bằng bulông, gồm có hai khối cơ bản là khung nằm và khung đứng.

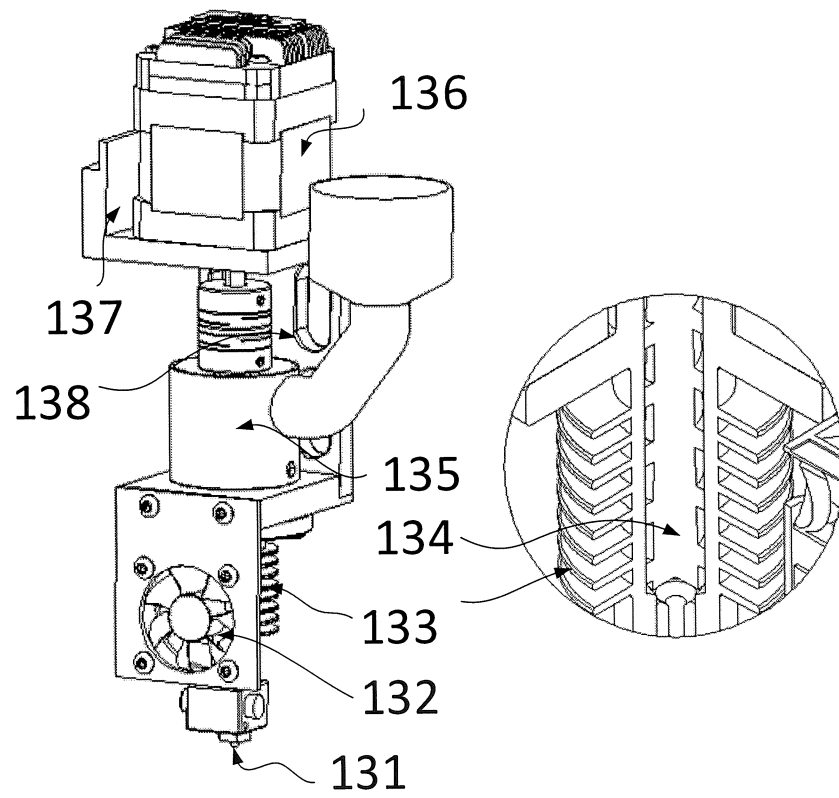


Hình 1

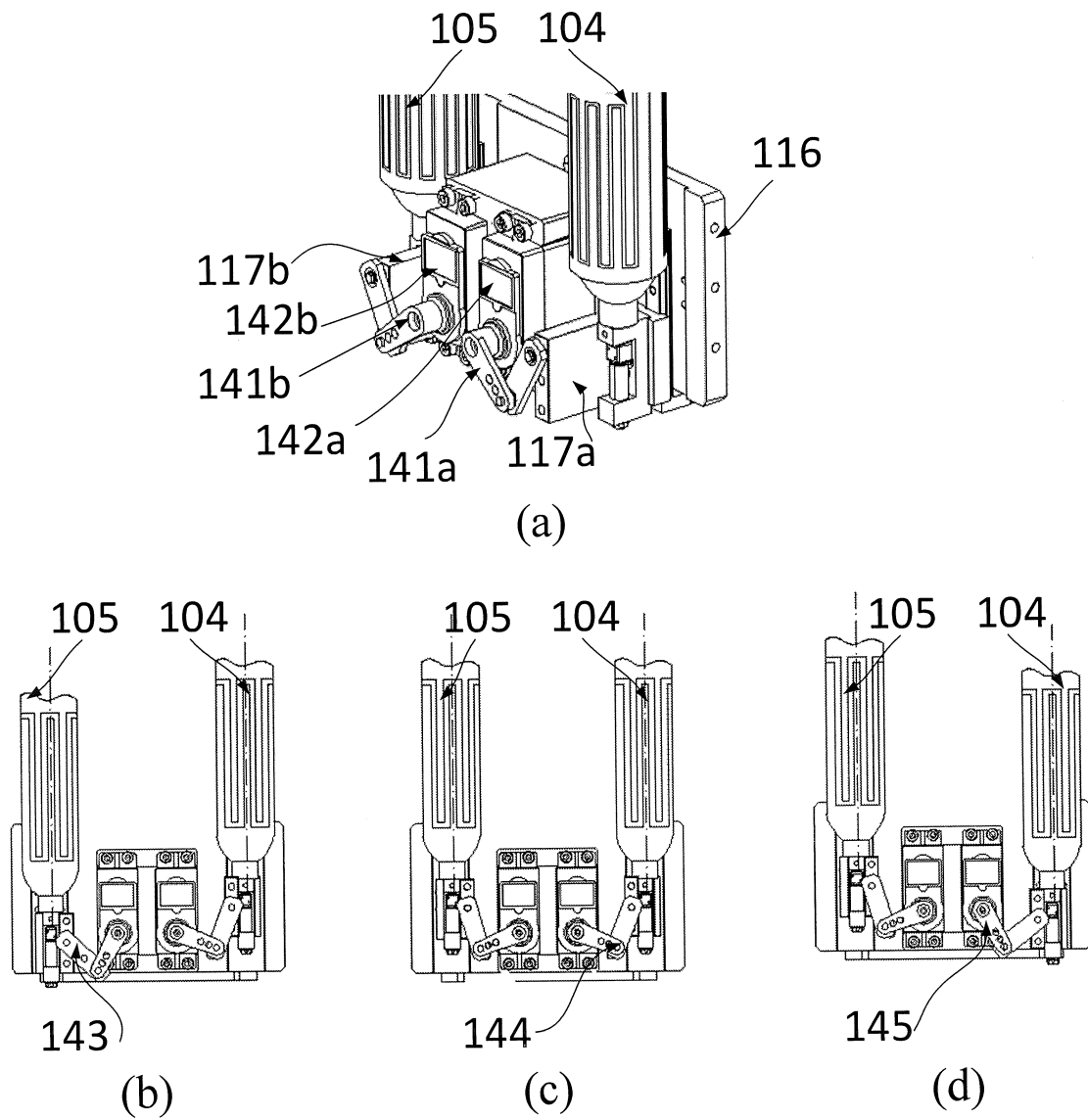
**Hình 2**



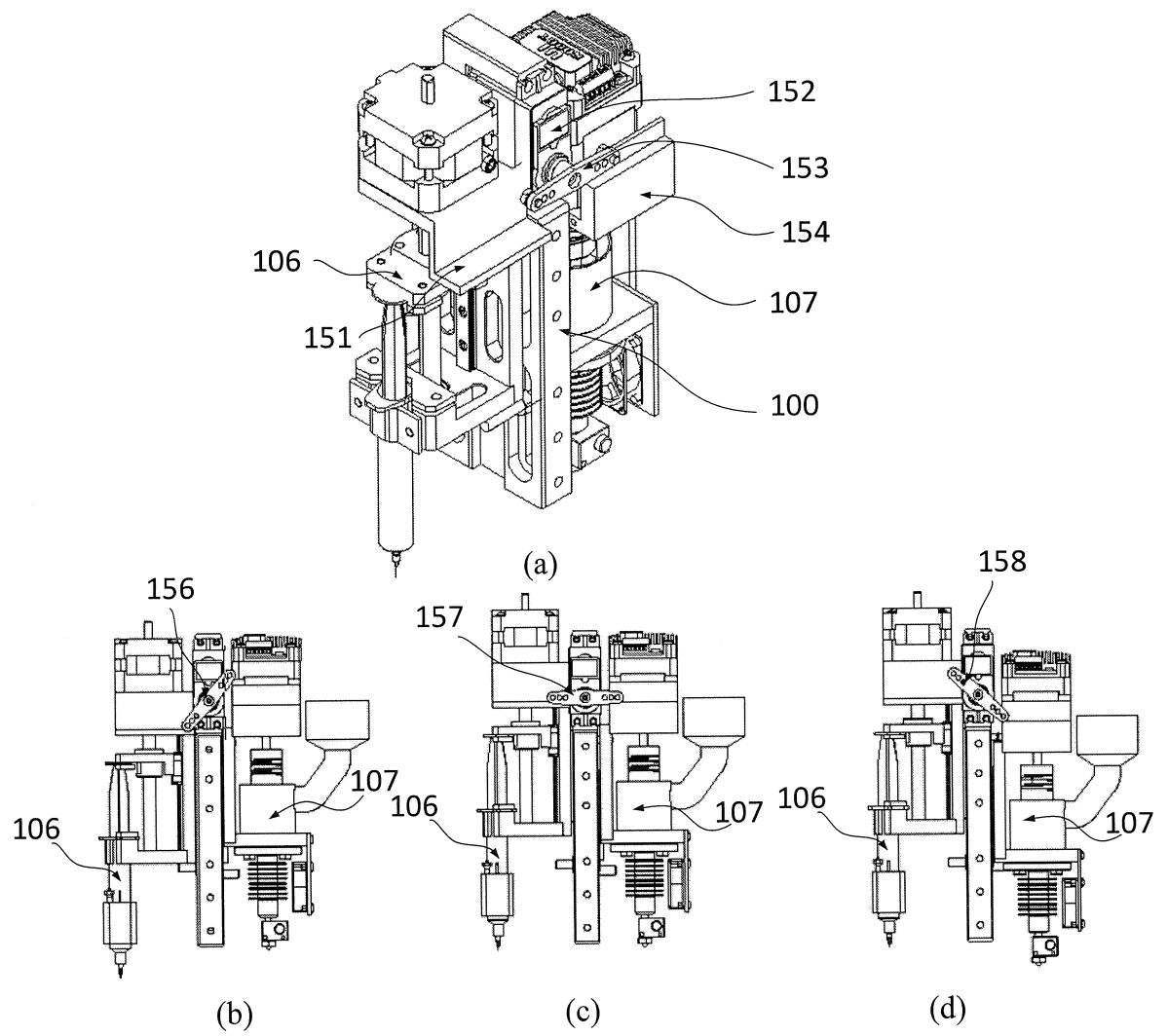
Hình 3



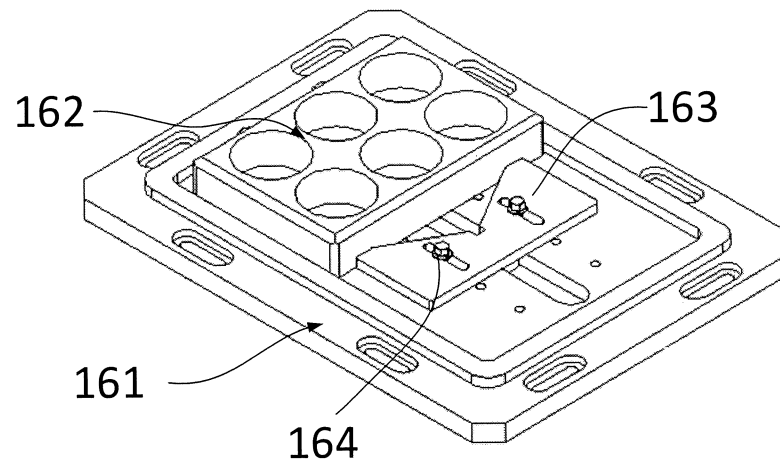
Hình 4



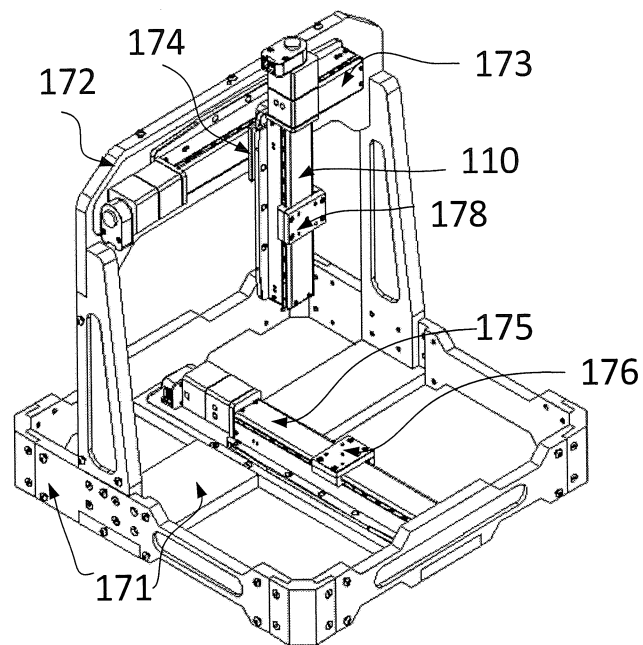
Hình 5



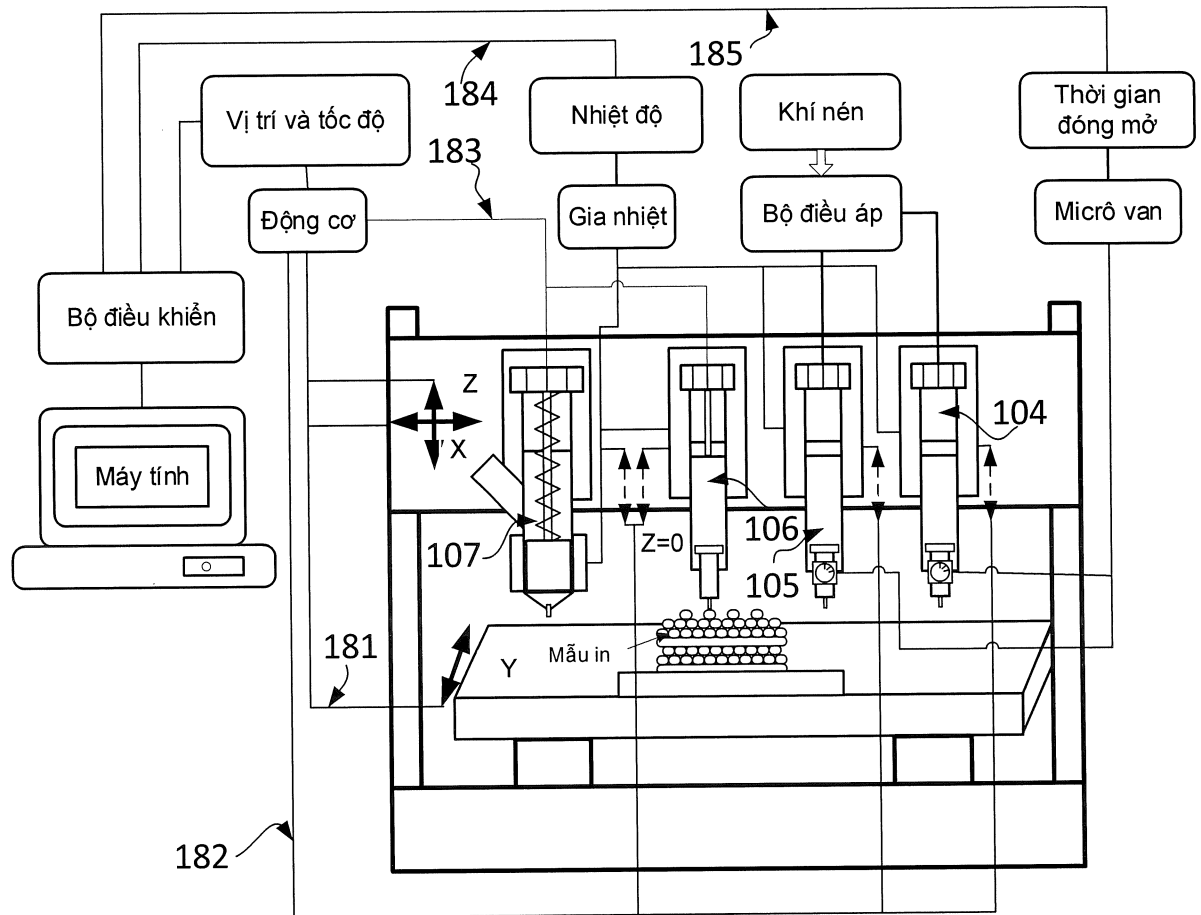
Hình 6



Hình 7



Hình 8



Hình 9