



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

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

(11)



1-0034525

(51)¹⁹ **B65H 18/00; B65H 54/00; G01B 11/10; (13) B**
B65H 54/06; G01B 11/00; G01B 11/08;
B65H 18/08; B65H 54/02

(21) 1-2019-07194

(22) 17/05/2018

(86) PCT/US2018/033078 17/05/2018

(87) WO2018/213520 22/11/2018

(30) 15/600,034 19/05/2017 US

(45) 25/01/2023 418

(43) 25/06/2020 387ASC

(73) REELEX PACKAGING SOLUTIONS, INC. (US)

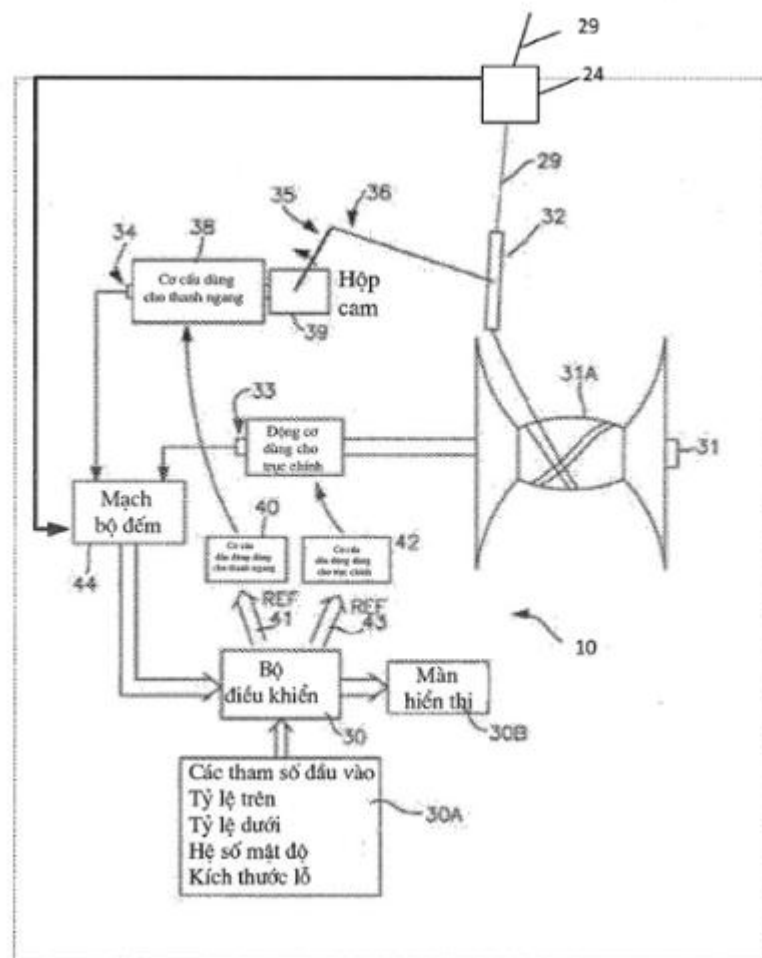
39 Jon Barrett Road, Patterson, NY 12563, United States of America

(72) KOTZUR Frank W. (US).

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

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP QUẤN CUỘN DÂY

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị quấn vật liệu dạng sợi bao gồm trục gá quay được quanh đường trục quay của trục chính và thanh ngang chuyển động qua lại ở một khoảng cách so với đường trục của trục chính để quấn vật liệu dạng sợi trong kết cấu cuộn dây hình số tám với lỗ ra dây kéo dài theo hướng kính từ vòng quấn trong đến vòng quấn ngoài của cuộn dây. Thiết bị bao gồm dụng cụ đo để đo đường kính của cuộn dây khi nó được quấn quanh trục gá, và bộ điều khiển để điều khiển sự chuyển động qua lại của thanh ngang so với chuyển động quay của trục gá trên cơ sở đường kính đo được của cuộn dây. Dụng cụ đo có thể có cảm biến thứ nhất được tạo cấu hình để đo chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá và cảm biến thứ hai được tạo cấu hình để đo độ dịch chuyển góc của trục gá trong khi quấn chiều dài của vật liệu dạng sợi quanh trục gá này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp quấn các cuộn dây. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp điều khiển các tham số quấn cuộn dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bằng sáng chế Mỹ số 2,634,922 cấp cho Taylor bộc lộ việc quấn dây mềm, cáp hoặc vật liệu dạng sợi quanh trục gá theo mẫu hình số tám sao cho ống vật liệu dạng sợi thu được có các lớp bao quanh khoảng trống lõi chính giữa. Bằng cách quay trục gá và bằng cách di chuyển điều khiển được thanh ngang, mà dẫn hướng dây theo hướng nằm ngang tương đối với trục gá, các lớp của mẫu hình số tám có các lỗ thẳng hàng (tích lũy là thành "lỗ ra dây") sao cho đầu trong của vật liệu mềm có thể được kéo ra qua lỗ ra dây. Khi ống dây được quấn theo cách này, dây có thể được tháo ra qua lỗ ra dây mà không quay ống, mà không tạo ra chuyển động quay dây quanh đường trục của nó (tức là, xoắn), và mà không bị xoắn. Điều đó tạo ra lợi ích lớn cho người dùng dây. Các cuộn dây, mà được quấn theo cách này và tháo từ trong ra ngoài mà không bị xoắn, rời, xước hoặc bung ra, là đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này như các cuộn dây loại REELEX (nhãn hiệu của Reelex Packaging Solutions, Inc.). Các cuộn dây loại REELEX được quấn để tạo ra hình trụ rỗng ngắn nói chung có lỗ hướng kính, mà được tạo ra ở một vị trí ở giữa hình trụ. Ống ra dây có thể được bố trí trong lỗ hướng kính và đầu dây tạo thành cuộn dây có thể được cấp qua ống ra dây để dễ cho việc tháo dây ra.

Bằng sáng chế Mỹ số 5,470,026 bộc lộ cuộn dây có lỗ ra dây, mà có độ mở góc lớn hơn trong lớp thứ nhất và giảm kích thước góc trong các lớp, mà được quấn quanh các lớp trong, và cũng bộc lộ mức hiệu chỉnh góc lỗ ra dây do sự dịch chuyển tự nhiên trong các lớp cuộn trong khi quấn cuộn dây. Việc giảm kích thước góc sẽ điều khiển tham số được gọi là "độ côn lỗ" và mức hiệu chỉnh góc lỗ ra dây sẽ điều khiển tham số được gọi là "mức dịch chuyển lỗ". Trước đây, độ côn lỗ và mức dịch chuyển lỗ được tính trên cơ sở đường kính dự đoán của cuộn dây khi nó được quấn. Đường kính giả định hoặc dự đoán của cuộn dây được dựa trên cơ sở việc đếm số lượng các lớp dây nằm trên trục gá quấn và nhân số đó với đường kính dây, dưới đây được gọi là phương pháp hoặc cách tiếp cận "trên mỗi lớp".

Bằng sáng chế Mỹ số 7,249,726 bộc lộ tham số quấn cuộn dây khác được gọi là "mật độ". Các cuộn dây Reelex được tạo ra bằng cách đặt các hình số tám theo hướng kính quanh các chu vi của cuộn dây nhờ dùng các tham số cuộn dây được gọi là "các độ dôi" hoặc "mức bù tốc độ ngang" hoặc "mức bù tốc độ". Ví dụ, nếu cuộn dây được tạo ra nhờ dùng các mức bù tốc độ, mà đặt các hình số tám cách nhau 30° , sau đó các hình số tám này sẽ cách nhau 2,094 in (53,188mm) trên trục gá có đường kính 8 in (203,2mm) và cách nhau 4,188 in (106,37mm) khi đường kính cuộn dây đạt đến 16 in (406,4mm). Kết quả là, cuộn dây ít bị "chặt", vì có một số hình số tám, ở các lớp bên ngoài (theo hướng kính tương đối với tâm của cuộn dây) các lớp của cuộn dây. Tham số mật độ đã được dùng để điều khiển (tức là, làm giảm) mức bù tốc độ sau khi mỗi lớp của cuộn dây được quấn khiến cho cuộn dây có thể được tạo ra có số lượng các hình số tám tăng do số lượng các lớp của cuộn dây tăng. Kết quả là, khoảng trống góc giữa các hình số tám giảm khi tăng tổng số các lớp cuộn, tăng mật độ trong các lớp sau lớp thứ nhất.

Khi dùng các phương pháp đã biết để quấn vật liệu dạng sợi thành các cuộn dây, mỗi tham số, tức là, mức dịch chuyển lỗ, độ côn lỗ, mật độ, và mức bù tốc độ ngang tương tác với nhau. Đã biết cách điều chỉnh các tham số mức dịch chuyển lỗ, mật độ, và độ côn lỗ sau khi quấn mỗi lớp của cuộn dây để thu được cuộn dây tương đối nhỏ gọn với lỗ ra dây tương đối thẳng (theo hướng kính) có đường kính tương đối đồng đều. Lượng điều chỉnh được thực hiện theo các tham số mức dịch chuyển lỗ, mật độ, và độ côn lỗ ở mỗi lớp dựa vào đường kính cuộn dây dự đoán trên cơ sở đường kính của vật liệu dạng sợi được quấn và số lượng lớp trong cuộn dây.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần bản chất kỹ thuật này nhằm đưa ra sự lựa chọn các khái niệm, mà được mô tả hơn nữa dưới đây trong phần mô tả chi tiết. Phần bản chất kỹ thuật này không dự định nhằm xác định các dấu hiệu then chốt hoặc cơ bản của đối tượng yêu cầu, cũng không dự định dùng để giới hạn phạm vi bảo hộ của đối tượng yêu cầu.

Các phép đo thực tế đường kính cuộn dây được lấy và phát hiện trong quy trình quấn cuộn dây. Phép đo thực tế đường kính cuộn dây có thể được dùng với các mối quan hệ chức năng hiện có giữa đường kính cuộn dây, mức bù tốc độ, mức dịch chuyển lỗ, mật độ, và độ côn lỗ để điều khiển việc quấn cuộn dây. Tuy nhiên, bằng cách đo đường kính cuộn dây thực tế vào thời điểm bất kỳ trong khi quấn, các xác định đối với các tham số quấn khác nói chung không bị ảnh hưởng vì chúng được

dùng khi các dự đoán về đường kính cuộn dây. Do vậy, bằng cách đo đường kính thực tế của cuộn dây, có thể thay đổi mỗi tham số quán một cách độc lập để đạt được kết cấu cuộn dây cụ thể.

Theo một khía cạnh, các chi tiết hơn nữa của nó được đưa ra ở đây, sáng chế đề xuất thiết bị quán vật liệu dạng sợi bao gồm trục gá quay được quanh đường trục quay của trục chính và thanh ngang chuyển động qua lại ở một khoảng cách so với đường trục của trục chính để quán vật liệu dạng sợi trong kết cấu cuộn dây hình số tám với lỗ ra dây kéo dài theo hướng kính từ vòng quán trong đến vòng quán ngoài của cuộn dây. Thiết bị còn có dụng cụ đo để đo đường kính của cuộn dây khi nó được quán quanh trục gá, và bộ điều khiển để điều khiển sự chuyển động qua lại của thanh ngang so với chuyển động quay của trục gá trên cơ sở đường kính đo được của cuộn dây để quán vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám nhằm tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có đường kính không đổi. Dụng cụ đo bao gồm cảm biến thứ nhất được tạo cấu hình để đo chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quán quanh trục gá, và cảm biến thứ hai được tạo cấu hình để đo độ dịch chuyển góc của trục gá tương ứng với chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quán quanh trục gá.

Theo một phương án, cảm biến thứ nhất có bộ mã hóa được tạo cấu hình để tạo ra một loạt các xung tương ứng với chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quán quanh trục gá. Theo một phương án, cảm biến thứ hai có bộ mã hóa được tạo cấu hình để tạo ra một loạt các xung tương ứng với độ dịch chuyển góc của trục gá. Theo một phương án, dụng cụ đo có cụm xác định đường kính để xác định đường kính của cuộn dây trên cơ sở chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quán quanh trục gá nhờ cảm biến thứ nhất và độ dịch chuyển góc của trục gá được đo nhờ cảm biến thứ hai.

Theo một phương án, bộ điều khiển được tạo cấu hình để quán vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám nhằm tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có kết cấu thẳng. Theo một phương án, bộ điều khiển được tạo cấu hình để quán vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám sao cho số lượng các hình số tám trong mỗi lớp của cuộn dây tăng từ vòng quán trong của cuộn dây đến vòng quán ngoài của cuộn dây. Theo một phương án, số lượng các hình số tám trong mỗi lớp tăng tuyến tính từ vòng quán trong của cuộn dây đến vòng quán ngoài của cuộn dây. Theo một phương án, số lượng các hình số tám trong mỗi lớp tăng không tuyến tính từ vòng quán trong của cuộn dây đến vòng quán ngoài của cuộn dây.

Theo khía cạnh khác, các chi tiết hơn nữa của nó được đưa ra ở đây, phương pháp quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá quay được quanh đường trục quay của trục chính và thanh ngang chuyển động qua lại ở một khoảng cách so với đường trục của trục chính để quấn vật liệu dạng sợi trong kết cấu cuộn dây hình số tám có lỗ ra dây theo hướng kính kéo dài theo hướng kính từ vòng quấn trong đến vòng quấn ngoài của cuộn dây, bao gồm các bước điều khiển chuyển động quay của trục gá quanh đường trục quay của trục chính để quấn vật liệu dạng sợi quanh trục gá. Ngoài ra, phương pháp này còn có bước đo đường kính của cuộn dây khi vật liệu dạng sợi đang được quấn quanh trục gá, và điều khiển, trên cơ sở phép đo đường kính, sự chuyển động qua lại của thanh ngang so với chuyển động quay của trục gá để quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá để tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có đường kính không đổi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ thể hiện cuộn dây đã biết được tạo ra mà trong đó lỗ ra dây đã bị trôi lệch.

FIG.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một phần của hệ thống quấn theo một phương án theo khía cạnh của sáng chế.

FIG.3 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện thiết bị quấn theo một phương án theo khía cạnh của sáng chế.

FIG.4 là hình vẽ thể hiện mối quan hệ giữa các tham số khác nhau liên quan đến việc tạo ra lỗ ra dây có đường kính không đổi trong khi quấn cuộn dây.

FIG.5 là biểu đồ thể hiện sự dịch chuyển tương đối so với tổng khoảng cách di chuyển của trục chính cho chuyển động ngang tùy ý.

FIG.6 là hình vẽ thể hiện cuộn dây được tạo ra nhờ dùng thiết bị quấn theo sáng chế và có lỗ ra dây thẳng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi mô tả hệ thống quấn cải tiến, sẽ có ích nếu hiểu một số lý thuyết về hệ thống quấn. Như được mô tả trên đây, để quấn cuộn dây hình số tám, đã biết làm thích ứng mức dịch chuyển lỗ, mật độ, và độ côn lỗ. Lượng điều chỉnh ở mỗi lớp đã dựa trên cơ sở đường kính cuộn dây dự đoán. Tuy nhiên, đường kính cuộn dây được dự đoán trên cơ sở giả sử không chính xác rằng đường kính cuộn dây tăng tuyến tính với mỗi lớp của cuộn dây (giả sử rằng mỗi lớp xếp chồng gọn lên lớp bên trong trước

đó) và bằng lượng dự đoán được chỉ trên cơ sở đường kính dây được quấn. Giả sử đó là không chính xác vì các lý do khác nhau trên cơ sở cấu tạo của dây được quấn và vì giả sử là không đúng khi các tham số nêu trên đi trệch khỏi khoảng cụ thể mà trong đó chúng dự đoán chính xác hơn đường kính cuộn dây.

Ví dụ, bản chất của vật liệu dạng sợi được quấn ("độ cứng", độ trơn, độ nén), sức căng tuyến tính, và mức bù tốc độ ngang có thể là các hệ số gây ra độ lệch giữa đường kính cuộn dây dự đoán và đường kính cuộn dây thực tế. Trong trường hợp mức bù tốc độ, việc tăng mức bù tốc độ có thể dẫn đến việc giảm số lượng các hình số tám được quấn trong mỗi lớp của cuộn dây, khiến cho có thể có các khoảng trống hở trong mỗi lớp, mà có thể bị chiếm bởi các hình số tám của các lớp bên ngoài (tức là, các lớp không xếp chồng gọn lên nhau trong tất cả các trường hợp). Ví dụ, nếu mười hai hình số tám được quấn trên trục gá có đường kính 8 inơ (203,2mm) trong lớp thứ nhất, chiều dài quấn có thể được tính bằng khoảng 50,27 fút (6269,736mm) (bỏ qua khoảng trống, mà có thể được dùng bởi lỗ ra dây). Khoảng trống giữa các hình số tám khoảng 2,09 inơ (53,086mm) của chu vi trên cơ sở mười hai hình số tám (vì mười hai hình số tám dịch chuyển đến khoảng cách góc 30° , tương ứng với 2,09 inơ inơ (53,086mm) của chu vi). Do khoảng trống giữa các hình số tám khoảng 2,09 inơ inơ (53,086mm), giả sử hợp lý có thể là lớp được quấn lên trên lớp thứ nhất này có thể có đủ lớp nền từ lớp thứ nhất cho phép để giả sử rằng lớp tiếp theo sẽ nằm ở đường kính lớp hơn, mà bằng tổng đường kính trục gá cộng với hai lần đường kính của vật liệu dạng sợi (tức là, dây hoặc cáp). Điều đó cho phép tính toán rằng chiều dài của sản phẩm được quấn trong lớp tiếp theo sẽ bằng 50,27 fút (6269,736mm) khác + $(2 \cdot \pi \cdot \text{số lượng các hình số tám} \cdot 2 \cdot \text{đường kính của vật liệu dạng sợi})$ fút. Do đó, nếu đường kính sản phẩm bằng 0,3 inơ, và 12 hình số tám được quấn trong lớp tiếp theo, sau đó lớp tiếp theo sẽ có nhiều hơn 3,77 fút (1149,096mm) $(2 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0,3/12)$ so với lớp ngay bên dưới nó. Tuy nhiên, nếu lớp thứ nhất được quấn chỉ có năm hình số tám, sau đó khoảng trống giữa các hình số tám vượt quá 5 inơ (127mm). Điều này có nghĩa là trong khi lớp thứ nhất đan đặt trên trục gá rắn chắc, lớp thứ hai bắc dài qua giữa các hình số tám bên dưới nó, nơi mà nó không được đỡ bởi vật liệu dạng sợi, và do vậy có thể bị ép vào trong khi vật liệu dạng sợi bổ sung được quấn trên nó. Trong trường hợp đó, lớp thứ ba sẽ không có lớp nền rắn chắc vì lớp thứ hai chỉ được đỡ chút ít hoặc không được đỡ. Hơn nữa, vì khả năng đỡ thay đổi của các lớp thứ hai và thứ ba, khó biết được đường kính thực

tế của các lớp thứ hai và thứ ba này, và không biết chắc về phép đo đường kính tăng đến bao nhiêu do các lớp bổ sung được quấn và ép các lớp bên dưới.

Tình trạng nêu trên còn phức tạp hơn nữa nữa với các thay đổi về sức căng tuyến tính khi quấn và khả năng nén của sản phẩm. Thực vậy, một số vật liệu dạng sợi ép tương đối dễ khiến cho vật liệu, mà có thể đo có đường kính khoảng 0,230 inơ (5,842mm) ở trạng thái không bị ép đến khoảng 0,210 inơ (5,334mm) ở trạng thái bị ép hoặc lềm bẹt chẳng hạn.

Ví dụ dưới đây thể hiện sự ảnh hưởng lẫn nhau của một số tham số tạo ra cuộn dây và các công thức dùng trong các bảng sáng chế đã biết được nêu ra ở đây để tham khảo. Bảng 1 dưới đây liệt kê các tham số dùng cho ví dụ.

Bảng 1

Đường kính trục gá	8 inơ (203,2mm)
Đường kính sản phẩm	0,25 inơ
Mức bù tốc độ ngang	4,0%
Kích thước lỗ	90 ⁰
Chiều dài cuộn dây	1000 fút (304800mm)

Các tham số làm ví dụ được nêu ra ở đây, dựa vào các tính đã biết, mong muốn có đường kính cuộn dây khoảng 16,36 inơ (413,004mm) (khoảng 16 lớp của sản phẩm được quấn). Nếu mức bù tốc độ ngang được nhân đôi từ 4% đến 8%, số lượng các hình số tám trong mỗi lớp sẽ giảm một nửa, do đó cần có nhiều lớp hơn (khoảng 27 lớp) để quấn hết toàn bộ chiều dài của vật liệu dạng sợi. Cụ thể là, trong trường hợp đó, các công thức Reelex đã biết được dùng để dự đoán đường kính cuộn dây có thể dự đoán rằng đường kính cuộn dây cuối cùng khoảng 21,71 inơ (551,434mm). Tuy nhiên, theo kinh nghiệm, sự thay đổi kích thước đường kính dự đoán này không xảy ra trên thực tế. Thay vào đó, dây sức căng tuyến tính trong khi quấn theo hướng kính ép cuộn dây khiến cho đường kính thực tế của cuộn dây nhỏ hơn đường kính dự đoán.

Hơn nữa, do đường kính của cuộn dây đường kính làm đầu vào khi xác định các tham số khác dùng để để quấn cuộn dây, các tham số này cũng có thể bị ảnh hưởng bởi sai số về đường kính cuộn dây, khiến cho cuộn dây cần được quấn có các lỗ ra dây, mà không được sắp thẳng hàng theo hướng kính (lỗ ra dây có thể uốn cong theo hướng kính, như được thể hiện trên FIG.1) và/hoặc với các cuộn dây, mà có các

kích thước không mong muốn (đường kính cuối cùng có thể nhỏ hơn so với dự đoán).

Nhờ dùng các tham số từ ví dụ nêu trên, nếu lỗ ra dây cần được dịch chuyển theo góc khoảng 64° từ khi bắt đầu trên trục gá có đường kính 8 inso (203,2mm) đến khi hoàn thành nó ở khoảng 16 inso (406,4mm), lỗ ra dây cần được "hiệu chỉnh" hoặc được xô dịch ở tốc độ khoảng 4° trên mỗi lớp (hoặc 16° trên mỗi inso của thành cuộn dây). Trong khi quấn, máy quấn dịch chuyển lỗ ra dây (hoặc các lớp) khi kết thúc mỗi lớp hoàn thành với góc khoảng 4° . Tuy nhiên, nếu mức bù tốc độ được nhân đôi đến 8,0%, lỗ ra dây sẽ được dịch chuyển với góc khoảng 108° ($27 \text{ lớp} \cdot 4^\circ$ trên mỗi lớp). Trong khi nếu đúng thì đường kính cuộn dây khoảng 21 inso (533,4mm), nhưng có khả năng không chính xác vì cuộn dây có thể sẽ nhỏ hơn 21 inso (533,4mm) do sức căng tuyến tính, như đã nêu trên. Nếu giả định, trên cơ sở bằng chứng thực nghiệm đã được thực hiện, rằng cuộn dây hoàn thành trên thực tế có đường kính khoảng 17,5 inso (444,5mm) (thay vì 21 inso (533,4mm)), tổng mức dịch chuyển lỗ đúng sẽ khoảng 76° . Tuy nhiên, nếu mức dịch chuyển góc khoảng 4° trên mỗi lớp, điều này sẽ dẫn đến lỗ ra dây được dịch chuyển quá xa với góc khoảng 32° . Để bù cho sự quá mức này, một xu hướng là dùng giá trị mức dịch chuyển lỗ hơi thấp hơn một chút khoảng $2,8^\circ$ trên mỗi lớp đối với 27 lớp được quấn ($27 \text{ lớp} \cdot 2,8^\circ = 75,6^\circ$).

Hơn nữa, do khả năng nén của cuộn dây, trong khi lớp thứ nhất có lỗ ra dây ở đúng vị trí, lớp thứ hai sẽ gần với đường kính đúng và có mức dịch chuyển nên góc khoảng 4° , nhưng chỉ có mức dịch chuyển góc khoảng $2,8^\circ$. Thay vào đó, lớp thứ hai có thể cần có mức dịch chuyển góc khoảng $3,9^\circ$, chứ không phải là $2,8^\circ$. Vào lúc nào đó trong quy trình quấn, mức dịch chuyển cần thiết và mức dịch chuyển thực sẽ như nhau, sau đó tình trạng sẽ đảo ngược. Nếu mức dịch chuyển lỗ không được điều chỉnh trong khi quấn, lỗ ra dây trước hết sẽ dịch chuyển ra khỏi thanh ngang (thay vì theo hướng kính) và sẽ tiếp tục dịch chuyển theo cách đó nhưng với mức dịch chuyển ngày càng ít cho đến thời điểm khi mà cuộn dây đang đến gần với đường kính với tốc độ sau cho lượng dịch chuyển khoảng $2,8^\circ$ là lượng hiệu chỉnh. Sau đó, nó bắt đầu nghiêng về phía thanh ngang. Do vậy, thay vì lỗ ra dây thẳng, cuộn dây sẽ có lỗ bị uốn cong xuống; trước hết theo cùng một hướng, mà cuộn dây được quấn sau đó theo hướng ngược lại, như được thể hiện trên FIG.1.

Có hậu quả tương tự khi dùng cách tiếp cận trên mỗi lớp này khi áp dụng cho độ côn lỗ. Một hậu quả liên quan đến độ côn lỗ là khi lỗ ra dây được tạo ra nhỏ hơn,

đường kính cuộn dây được giảm một chút vì diện tích của cuộn dây tăng để đặt vật liệu dạng sợi được quấn. Việc dùng lại các tham số trong bảng 1 của ví dụ nêu trên, nếu giả sử rằng kích thước góc lỗ ra dây bắt đầu khoảng 90° , sau đó lỗ được tạo ra có đường kính khoảng 6,28 in (159,512mm) ở bề mặt của trục gá có đường kính khoảng 8 in (203,2mm), và có thể tương ứng với kích thước lỗ khoảng 12,56 in (319,024mm) ở đường kính cuộn dây khoảng 16 in (406,4mm). Nếu muốn duy trì kích thước lỗ ra dây khoảng 6,28 in (159,512mm) trên toàn bộ chiều dài theo hướng kính của lỗ ra dây, kích thước góc lỗ ra dây cần khoảng 45° khi đường kính cuộn dây đạt đến 16 in (406,4mm). Tuy nhiên, trên cơ sở các tính toán theo lý thuyết, đường kính cuộn dây sẽ nhỏ hơn khoảng 1/2 in (12,7mm). Điều đó cho thấy rằng, kích thước góc lỗ ra dây cuối cùng lớn hơn một chút khoảng $46,4^\circ$. Bằng cách áp dụng lý do tương tự cho độ côn lỗ, mà được áp dụng cho mức dịch chuyển lỗ và dùng mức bù tốc độ ngang khoảng 8,0%, kích thước góc lỗ ra dây cuối cùng khoảng 34° có thể được tính (dùng cho đường kính cuộn dây khoảng 21 in (533,4mm)). Góc lỗ ra dây cần được giảm khoảng $2,07^\circ$ trên mỗi lớp trên 27 lớp. Tuy nhiên, đường kính cuộn dây sẽ không phải là 21 in (533,4mm) - có thể gần bằng 17 in (431,8mm) (lượng này trên cơ sở bằng chứng thực nghiệm) tính đến đường kính giảm do độ côn lỗ - điều đó có nghĩa là kích thước góc lỗ ra dây cuối cùng phải bằng 42° . Sự chênh lệch (8°) có nghĩa là lỗ ra dây có chu vi nhỏ hơn khoảng 1,18 in (29,972mm). Do đó, cuối cùng, lỗ ra dây có kích thước đúng khi đường kính cuộn dây đạt đến 17 in (431,8mm) cần độ côn lỗ khoảng $1,78^\circ$ trên mỗi lớp. Do vậy, việc dùng cách tiếp cận trên mỗi lớp sẽ tạo ra lỗ ra dây, mà chính xác khi bắt đầu, phình ra ở giữa, và thon lại khi thực hiện quy trình quấn cuộn dây. Nếu các ảnh hưởng của mức dịch chuyển lỗ được kết hợp với các ảnh hưởng của độ côn lỗ, kết quả là phía của lỗ gần nhất với thanh ngang có thể bắt đầu thẳng ra sau đó uốn cong ra khỏi thanh ngang và sau đó quay trở lại. Phía kia của lỗ ra dây sẽ nghiêng hơn nữa ra khỏi thanh ngang sau đó quay lại các lớp bên ngoài.

Theo các ví dụ nêu trên, mức bù tốc độ ngang đã được giữ không đổi trên toàn bộ quy trình quấn cuộn dây, điều đó có nghĩa là khoảng cách theo hướng kính giữa mỗi hình số tám là như nhau từ lớp này sang lớp khác. Tham số mật độ liên quan đến mức bù tốc độ ngang ở chỗ tham số mật độ điều chỉnh có hiệu quả (ví dụ, giảm) mức bù tốc độ ngang trên cơ sở trên mỗi lớp của cuộn dây, do đó giảm khoảng cách theo hướng kính giữa các hình số tám khi số lượng các lớp của cuộn dây tăng trong khi quấn. Kết quả là, có vật liệu dạng sợi hơn được quấn với mỗi lớp đi qua,

không chỉ vì đường kính cuộn dây lớn hơn với mỗi lớp, mà còn vì số lượng các hình số tám tăng dần khi đường kính của cuộn dây tăng. Do vậy, cuộn dây sẽ "chặt" hơn nếu mức bù tốc độ ngang được giữ không đổi trong khi quấn. Một tác động của việc làm cuộn dây chặt hơn là nó làm giảm số lượng các lớp cần thiết để hoàn thành cuộn dây và, do đó, làm giảm đường kính cuộn dây, đến lượt mình, việc giảm đường kính cuộn dây làm thay đổi các tính toán Reelex nêu trên đối với mức dịch chuyển lỗ và độ côn lỗ. Hơn nữa, cuộn dây gia tăng nhanh hơn ở các lớp trong và chậm hơn với sự gia tăng của đường kính cuộn dây.

Có các hạn chế đối với việc thực hiện trước đây về mật độ, mà trong đó mức bù tốc độ ngang được giảm tỷ lệ theo hệ số không đổi với mỗi lớp. Vấn đề được thể hiện dưới đây. Như được mô tả trong bằng sáng chế Mỹ số 7,249,726, đối với tốc độ bù ngang khoảng 3,0%, số lượng các hình số tám, mà được phân bố theo hướng kính quanh lớp thứ nhất của cuộn dây, bằng khoảng 16,67 ($1 / (2 \cdot 3\%/100)$). Lượng vật liệu dạng sợi được dùng quanh lỗ ra dây được bỏ qua cho giải thích này, vì đối với sự phân tích này, mối quan tâm chỉ là khoảng cách giữa các hình số tám, tính theo độ, quanh chu vi của cuộn dây (hoặc trục gá). Nếu hệ số mật độ khoảng 0,2% được áp dụng cho mức bù tốc độ ngang, lớp thứ hai sẽ được tạo ra nhờ dùng mức bù tốc độ ngang khoảng 2,8% ($3\% - 0,2\%$). Điều đó tạo ra lớp thứ hai có 178571 hình số tám. Nếu mức bù tốc độ ngang liên tục được giảm bởi hệ số mật độ khoảng 0,06 theo cách tương tự, số lượng các hình số tám thay đổi với mỗi lớp như sau: 19,23; 20,83; 22,73; 25,00; 27,78; 31,25; 35,71; 41,67; 50,00; 62,50; 83,33; 125,00; 250,00.

Do vậy, sự thay đổi nhỏ khoảng 0,2% về mức bù tốc độ gây ra bởi hệ số mật độ khoảng 0,2% có ảnh hưởng lớn hơn nhiều đến số lượng các hình số tám trong mỗi lớp khi số lượng các lớp tăng. Ví dụ, với lớp thứ mười năm, máy đang dùng mức bù tốc độ ngang chỉ khoảng 0,2% và sẽ cố gắng quấn 250 hình số tám trong lớp đó. Ngoài ra, phương trình dùng cho các hình số tám trở nên không xác định đối với lớp thứ mười sáu (mẫu số trở thành số không). Do vậy, phương pháp điều khiển mật độ bằng cách giảm mức bù tốc độ theo hằng số cho mỗi lớp có thể tạo ra điều kiện bỏ các tính toán. Có thể thấy được sự không nhất quán rõ ràng nhất theo ví dụ nêu trên là ở lớp thứ mười năm. Với 250 hình số tám trong lớp đó (giả sử đường kính cuộn dây khoảng 15 in (381mm)) lượng vật liệu được quấn chỉ trong lớp đó sẽ khoảng 2000 fút (609600mm), điều đó không đúng do các tính toán thực hiện theo các ví dụ này đối với các cuộn dây là 1000 fút (304800mm).

bánh răng, đai, v.v.). Các xung được tạo ra bởi bộ mã hóa 33, được đếm bởi bộ điều khiển 30 (FIG.3) khiến cho biết được chuyển động quay của trục gá 31A, và do đó cuộn dây 35 trên trục gá 31A, (ví dụ, tính theo độ) giữa mỗi xung ngắt của bộ đếm chiều dài. Do vậy, mỗi lần nhận được xung ngắt chiều dài, số xung của bộ mã hóa hiện tại được so với số xung của bộ mã hóa trước đó thu được sự dịch chuyển trục gá hoặc cuộn dây tính theo độ. Độ dịch chuyển góc của trục gá 31A hoặc cuộn dây 35 và chiều dài đo được của vật liệu dạng sợi 29 giữa các xung ngắt có thể được dùng để đo chu vi cuộn dây, và do vậy đường kính cuộn dây, mà được coi là hằng số giữa các số đếm hiện tại và trước đó của bộ mã hóa. Ví dụ, khi bộ đếm chiều dài 24 khởi động ngắt bộ đếm chiều dài, bộ điều khiển 30 (FIG.3) gia tăng chiều dài đo được của cuộn dây bằng 0,25 fút (76,20mm). Bộ điều khiển 30 (FIG.3) cũng đọc số đếm hiện tại của trục chính từ bộ mã hóa 33 và trừ số đếm trước đó của trục chính, mà được ghi đồng thời với khoảng ngắt trước đó của bộ đếm chiều dài. Theo ví dụ này, sự chênh lệch đó khoảng 25 độ. Do đó, 0,25 fút (76,20mm) kéo dài qua 25 độ của chu vi cuộn dây (360 độ). Vì vậy, chiều dài của vật liệu dạng sợi 29 được quấn giữa các xung ngắt (0,25 fút) (76,20mm) bằng khoảng 0,069 (25/360) chu vi của cuộn dây. Do vậy, chu vi C của cuộn dây giữa các khoảng ngắt chiều dài khoảng 3,63 fút (1104,392mm) hoặc 43,48 inơ (1104,392mm) và đường kính cuộn dây D ($D=C/\pi$) khoảng 13,85 inơ (351,79mm). Phép đo đường kính này có thể được coi là hằng số giữa các xung ngắt. Cần hiểu rằng, khi độ phân giải của các xung ngắt tăng, phép đo đường kính cuộn dây hội tụ theo hướng phép đo tức thời hơn của đường kính cuộn dây.

Trong khi phép đo đường kính cuộn dây chính xác hơn so với việc dự đoán đường kính cuộn dây trên cơ sở các lớp cuộn và đường kính của vật liệu dạng sợi, phép đo vẫn có thể có các sai số giới hạn do các đặc trưng của hệ thống quán, như được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Ví dụ, do chuyển động qua lại của thanh ngang 32 và các hoạt động của quy trình quấn cuộn dây khác, bộ đệm nhảy 26 được đặt trong hệ thống giữa bộ đếm chiều dài 24 và thanh ngang 32, như được thể hiện trên FIG.2. Theo một phương án, bộ đệm 26 có các cụm chặn di động, mà bị chịu tải lò xo và có các puli 26A và 26B. Khi thanh ngang 32 chuyển động qua lại, nó gây ra các thay đổi về tốc độ và chiều dài của đường vật liệu dạng sợi giữa bộ đếm chiều dài và bề mặt cuộn dây/trục gá. Hoạt động của bộ đệm 26 có tác dụng thắng được các lò xo 26C của nó, khiến cho

Các vấn đề và hậu quả này được khắc phục nhờ hệ thống 10 trên FIG.2 và FIG.3. FIG.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một phần của hệ thống quấn 10 theo một khía cạnh của sáng chế. Hệ thống bao gồm trục gá 31A được dẫn động bởi trục chính 31 để quấn vật liệu dạng sợi 29 (ví dụ, dây hoặc cáp) vào cuộn dây 35. Hệ thống 10 bao gồm bộ đếm chiều dài 24, thanh ngang chuyển động qua lại 32, và bộ đệm chịu tải lò xo tùy ý 26. Vật liệu dạng sợi 29 được quấn đi qua bộ đếm chiều dài 24, bộ đệm 26, và thanh ngang 32 khi trục gá 31A được dẫn động bởi trục chính 31 (theo chiều kim đồng hồ trên FIG.2). Thanh ngang 32 chuyển động qua lại (vào trong và ra ngoài trang giấy trên FIG.2 và từ bên phải sang bên trái về bên phải trên FIG.3) trong khi trục gá 31A quay quanh đường trục của nó (ví dụ, theo chiều kim đồng hồ trên FIG.2) khiến cho vật liệu dạng sợi 29 được bố trí theo mẫu hình số tám quanh trục gá 31A.

Bộ đếm 24 có thể có cặp bánh 24A hoặc puli, mà vật liệu dạng sợi 29 đi qua giữa đó, khiến cho các bánh quay quanh các đường trục tương ứng của chúng. Các bánh 24A có chu vi cố định đã biết, sao cho mỗi vòng quay của các bánh 24A tương ứng với chiều dài của vật liệu dạng sợi 29, mà được trải ra bằng chu vi của một bánh trong số các bánh 24A. Theo một phương án, bộ đếm chiều dài 24 có khoảng ngắt nhờ bộ mã hóa phần cứng ưu tiên cao có tính xác định, mà tạo ra và gửi xung hoặc tín hiệu của bộ đếm chiều dài đến bộ điều khiển 30 (FIG.3), bộ điều khiển nhận tín hiệu hoặc xung trong khoảng một phần triệu giây sau khi đến. Bộ đếm chiều dài 24 cấp các xung, mà có thể có độ phân giải hợp lý bất kỳ, tương ứng với chiều dài của vật liệu dạng sợi 29. Chỉ dùng làm ví dụ và không vị giới hạn, độ phân giải có thể nằm trong khoảng từ 1 đến 200 xung trên mỗi fút thẳng của vật liệu dạng sợi 29. Bộ mã hóa được dùng có thể tương tự như bộ mã hóa Model TR1 từ Mã hóaer Products Company của Sagle, Idaho. Theo một phương án, bộ mã hóa trục gia tăng có thể được gắn vào một bánh trong số các bánh 24A. Ngoài ra, theo một phương án, thiết bị hiệu ứng Hall có thể được dùng với các nam châm lắp vào trục quay của các bánh 24A. Hơn nữa, các bộ đếm chiều dài laser dùng kỹ thuật Doppler cũng có thể được dùng. Các hệ số tỷ lệ có thể áp dụng cho các xung này để tạo ra các phép đo chính xác hơn. Theo ví dụ dưới đây, độ phân giải được dùng là bốn xung trên mỗi fút thẳng. Do vậy, mỗi xung ngắt, mà được ghi, biểu thị sự gia tăng khoảng 0,25 fút (76,20mm) vật liệu dạng sợi 29, được quấn trên trục gá 31A.

Bộ mã hóa 33, mà có thể có khả năng mã hóa 360 xung trên mỗi trục chính vòng quay, được nối với trục chính 31 bằng phương tiện bất kỳ (ví dụ, trực tiếp, các

khởi chặn và các puli 26A và 26B di chuyển đến gần hoặc ra xa tương ứng với các thay đổi về chiều dài và tốc độ gây ra bởi quy trình quấn.

Hoạt động của bộ đếm 26 có thể tạo ra các khó khăn cho việc đo đường kính cuộn dây vì khoảng cách từ bộ đếm chiều dài 24 và bề mặt của cuộn dây 35 liên tục thay đổi. Theo một phương án, bộ điều khiển 30 (FIG.3) có thể lưu trữ kết quả của số đếm của trục chính bộ mã hóa trên một số xung ngắt chiều dài và tính trung bình chúng khiến cho mức trung bình chạy của đường kính cuộn dây được tính và dùng trong các tính khác cần thiết có kiến thức về đường kính cuộn dây. Theo một phương án, mười số đếm của trục chính bộ mã hóa được tính trung bình cho mức trung bình chạy của đường kính cuộn dây. Kết quả là mức trung bình chạy của số độ, mà chiều dài của vật liệu dạng sợi 29 phụ thuộc vào một xung ngắt của bộ đếm chiều dài, mà có thể được dùng để xác định đường kính cuộn dây, như được mô tả trên đây.

Hệ số khác, mà có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo đường kính cuộn dây là vật liệu dạng sợi 29 được quấn theo hình số tám, mà có đường vòng quanh cuộn dây và nó dài hơn một chút so với chu vi thực của cuộn dây. Sự chênh lệch này có thể được tính bằng cách áp dụng hệ số tỷ lệ cho chu vi tính được (và do đó đường kính), như bằng cách nhân nó với 0,99 (giảm 1% trị số tính được).

Khi đường kính cuộn dây được đo (và/hoặc được định tỷ lệ) như được mô tả ở đây, đường kính cuộn dây có thể được dùng để tính và cập nhật các tham số nêu trên: mức dịch chuyển lỗ, độ côn lỗ, và mật độ. Ví dụ, theo bằng sáng chế Mỹ số 5,470,026, toàn bộ nội dung của tài liệu này được đưa hoàn toàn vào đây bằng cách viện dẫn, đường kính cuộn dây (D) là biến số trong các công thức dưới đây để xác định lỗ ra dây đường kính và góc lỗ "a" giữa được quấn vật liệu và đường tâm của cuộn dây ở lỗ ra dây. Tuy nhiên, thay vì dự đoán đường kính cuộn dây trên cơ sở lớp cuộn và đường kính vật liệu dạng sợi (cách tiếp cận trên mỗi lớp) như được thực hiện trước đây, góc lỗ "a" có thể được xác định liên tục dựa vào thời gian thực (mức trung bình chạy) phép đo đường kính cuộn dây.

Do đường kính của cuộn dây là đã biết nhờ dùng các phương pháp nêu trên, các phương trình sau có thể được giải quyết dưới dạng hệ phương trình để xác định góc "a", trong đó các biến số và hằng số sau được dùng trong các phương trình và được thể hiện liên quan đến lỗ ra dây, được thể hiện trên FIG.4.

Po	Kích thước lỗ ra dây ban đầu
P	Kích thước lỗ ra dây
M _w	Chiều rộng trục gá
D	Đường kính trục gá/cuộn dây
W	Chiều rộng của lỗ ra dây
W	W/2
R	Bán kính của ống ra dây
L	Chiều dài của lỗ ra dây
H	L/2
A	Góc giữa vật liệu dạng sợi được quấn và đường tâm của cuộn dây ở lỗ ra dây

Theo một phương án, giả sử rằng đầu ra thanh ngang có dạng chuyển động hình sin sao cho cuộn dây mẫu cũng có dạng chuyển động hình sin. Chuyển động dạng hình sin được thể hiện trên FIG.5 và được xác định bởi phương trình sau:

$$Y_c = (M_w/2) \sin \{x/D\}, \quad (1)$$

trong đó Y_c được xác định là dịch chuyển động nằm ngang tương đối với điểm giữa của thanh ngang và

x được xác định là chuyển động tích lũy của thanh ngang đối với hình số tám.

$$a = \tan^{-1} (y'_c), \quad (2)$$

trong đó

$$y'_c = dy_c / dx, \quad (3)$$

và

$$y'_c = (M_w/2D) \cos \{x/D\}, \quad (4)$$

sao cho trong đó $x = 0$, phương trình (4) đơn giản hóa thành

$$y'_c = M_w/2D \quad (5)$$

Hơn nữa, nếu chiều dài của lỗ ra dây (L) trên bề mặt của cuộn dây là đã biết và đường kính cuộn dây được xác định theo các phương pháp được mô tả ở đây, sau đó góc lỗ ra dây P có thể được tính từ phương trình sau,

$$P = 360 (L/D) \quad (6)$$

Các phương trình còn lại của hệ phương trình bao gồm:

$$(2r \tan \{90 - \tan^{-1}(M_w/D)\}) / \sin \{90 - \tan^{-1}(M_w/D)\} = 2r / \cos \{90 - \tan^{-1}(M_w/D)\} \quad (7)$$

$$P = (720r) / D \cdot \cos \{90 - \tan^{-1}(M_w/D)\} \quad (8)$$

$$r = D \cdot \cos \{90 - \tan^{-1}(M_w/D)\} / 720 \quad (9)$$

Phương trình (8) thể hiện mối quan hệ giữa kích thước góc lỗ ra dây (P), chiều rộng trục gá (M_w), đường kính cuộn dây (D), và ống ra dây bán kính (r). Đường kính cuộn dây (D), mà được dùng trong phương trình (8), được đo theo các phương pháp được mô tả ở đây. Nhờ dùng phương trình (8), kích thước góc lỗ ra dây (P) có thể được tính liên tục trong toàn bộ quy trình quấn.

Theo một phương án, lỗ ra dây kích thước lỗ (L) được giữ không đổi trên toàn bộ chiều dài của lỗ ra dây. Phương pháp làm ví dụ dưới đây có thể được dùng để tạo ra cuộn dây có lỗ kích thước lỗ không đổi. Nếu trục gá có đường kính 8 in (203,2mm) được dùng và kích thước góc lỗ ra dây khoảng chín mươi (90) độ, lỗ (L) trên bề mặt của trục gá khoảng 6,28 in (159,512mm). Để tạo ra lỗ ra dây có đường kính đồng đều nói chung, với mỗi lớp của cuộn dây, kích thước góc lỗ ra dây được giảm phụ thuộc vào đường kính cuộn dây tính được theo quy trình, như được mô tả trên đây. Nếu, bằng cách ví dụ, xác định được rằng đường kính lớp tiếp theo được xác định là 8,55 in (215,9mm), sau đó kích thước góc lỗ tương ứng cần được duy trì với lỗ khoảng 6,28 in (159,512mm) sẽ bằng 84,2 độ $((360 \cdot 6,28) / (8,55 \cdot \pi))$, trên cơ sở phương trình (6). Hơn nữa, nếu đường kính đo được tiếp theo khoảng 9,04 in (220,616mm), sau đó kích thước góc lỗ ra dây sẽ được giảm đến 79,6 độ $((360 \cdot 6,28) / (9,04 \cdot 3.14))$, v.v..

Mật độ của cuộn dây có thể được gia tăng do việc xác định chính xác đường kính cuộn dây như được mô tả ở đây. Như đã nêu trên, việc dùng chung tham số mật độ để duy trì khoảng cách giữa các hình số tám gần như không đổi trong mỗi lớp của cuộn dây. Các phương pháp quấn dây trước đây trên thực tế không thực hiện được điều này do các sai số về đường kính cuộn dây dự đoán dựa trên số lớp cuộn và đường kính vật liệu dạng sợi. Mức bù tốc độ ngang thường được xác định bởi hai tham số: mức bù tốc độ trên (còn được gọi là "tỷ lệ trên", và "cộng trước") và mức bù tốc độ dưới (còn được gọi là "tỷ lệ dưới", và "trừ trước"). Quy trình quấn cuộn dây dùng mức bù tốc độ trên khi quấn lớp thứ nhất (và được đánh số lẻ) của cuộn dây, và dùng mức bù tốc độ dưới khi quấn lớp thứ hai (và được đánh số chẵn) của cuộn dây.

Ví dụ dưới đây thể hiện việc dùng mức bù tốc độ trên và mức bù tốc độ dưới. Khoảng cách giữa các hình số tám trong lớp bất kỳ của cuộn dây có thể được tính từ phương trình sau:

$$\text{Khoảng cách} = 2 \cdot \text{tỷ lệ phần trăm mức bù tốc độ} / 100 \cdot D \cdot \pi \quad (10)$$

Theo ví dụ này, mức bù tốc độ trên được đặt khoảng 3,5% và mức bù tốc độ dưới được đặt khoảng 3,2%. Ngoài ra, dùng cho mục đích theo ví dụ này, trục gá được giả sử có đường kính khoảng 8 inso (203,2mm), và chu vi và đường kính của cuộn dây được tính khoảng 100 lần trên mỗi giây. Do vậy, đối với lớp thứ nhất của cuộn dây, khoảng cách giữa các hình số tám (ví dụ, tính theo inso) được tính trên cơ sở đường kính cuộn dây/trục gá tính được và mức bù tốc độ trên ban đầu khoảng 3,5%. Theo ví dụ này, khoảng cách giữa các hình số tám được tính bằng khoảng 1,76 inso (44,704mm) ($2 \cdot (3,5\%/100) \cdot 8 \text{ inso (203,2mm)} \cdot \pi$). Đối với lớp thứ hai, khi quy trình chuyển sang mức bù tốc độ dưới, cách tính tương tự (ví dụ, phương trình (10)) được lặp lại, nhưng đường kính cuộn dây được cập nhật lớn hơn đường kính được dùng ở bước tính trước (tức là, đường kính ban đầu bằng đường kính trục gá), vì lớp thứ nhất ở đúng vị trí và lớp thứ hai được quấn lên trên nó. Theo ví dụ này, nếu đường kính của lớp thứ hai được xác định khoảng 8,46 inso (214,884mm), khoảng cách giữa các hình số tám bằng 1,70 inso ($2 \cdot 3,2\%/100 \cdot 8,46 \text{ inso (214,884mm)} \cdot \pi$). Đối với lớp thứ ba theo ví dụ này, đường kính cuộn dây có thể được tính bằng khoảng 8,92 inso (226,568mm). Nếu khoảng cách giữa các hình số tám được duy trì ở 1,76 inso (44,704mm), sau đó mức bù tốc độ trên có thể thay đổi từ 3,5% đến 3.1% ($1,76 \text{ inso (44,704mm)} / 2 \cdot 8,92 \text{ inso (226,568mm)} \cdot \pi \cdot 100$), trên cơ sở giải quyết phương trình (10) đối với mức bù tốc độ. Mức bù, các khoảng cách hình số tám, và số lượng các hình số tám trên mỗi lớp được liệt kê trong bảng 2 dưới đây.

Bảng 2

Lớp	Mức bù (%)	Khoảng cách hình số tám (insø)	Số lượng các hình số tám
1	3,5	1,76	14,28
2	3,2	1,70	15,63
3	3,14	1,74	15,92
4	2,88	1,71	17,33
5	2,85	1,79	17,56
6	2,63	1,68	19,03
7	2,60	1,76	19,21
8	2,41	1,69	20,73
9	2,40	1,76	20,85
10	2,23	1,68	22,43
11	2,22	1,74	22,49
12	2,07	1,72	24,13

Cuộn dây được tạo ra nhờ dùng các kích thước theo ví dụ này như được thể hiện trên FIG.6 có lỗ ra dây thẳng (theo hướng kính) 100, sẽ không bị ảnh hưởng bởi độ côn lỗ hoặc mật độ và có thể nhận ống ra dây thẳng 105. Cuộn dây 108 được tạo ra nhờ dùng phương pháp này sẽ ổn định hơn so với dùng các phương pháp đã biết, mà có xu hướng tăng số lượng các hình số tám đến trị số cao hơn nhiều trong các lớp bên ngoài.

Trong khi thường mong muốn lỗ ra dây có đường kính không đổi và khoảng cách hình số tám không đổi khi quấn các cuộn dây, có thể có các tình trạng mà trong đó có thể muốn tạo ra các cuộn dây có các tham số thay đổi. Ví dụ, đã biết rằng các cáp truyền dữ liệu tốc độ cao nhất định có thể bị hỏng (hỏng đối với các đặc tính truyền dẫn của chúng) do cách mà dây được quấn. Cụ thể hơn liên quan đến các cuộn dây Reelex, đã biết rằng việc hỏng này có thể bị gây ra ngay cả khi các mức bù tốc độ ngang được đặt đến các trị số, mà nằm trong khoảng "bình thường" đối với các cáp không truyền tín hiệu có đường kính tương tự. Khi cáp được quấn, nó uốn cong một chút ở điểm giao nhau của hình số tám. Nếu có quá nhiều hình số tám được phân bố theo hướng kính quanh chu vi của cuộn dây, vùng lân cận của các điểm giao nhau gây ra uốn cong nhiều hơn của cáp, điều đó có thể làm hỏng cáp. Do vậy, phần lớn sự phá hỏng xảy ra trên các lớp trong thứ nhất của cáp được quấn. Một

giải pháp cho vấn đề này đã dùng mức bù tốc độ ngang không đổi rất cao trong bộ toàn bộ quy trình quấn cuộn dây. Giải pháp này tạo ra các cuộn dây lớn hơn nếu các mức bù tốc độ ngang thấp hơn.

Tuy nhiên, bằng cách biết chính xác đường kính của cuộn dây nhờ dùng các phương pháp và thiết bị được mô tả ở đây, có thể thay đổi mức bù tốc độ ngang từ trị số cao hơn khi quấn các lớp trong sang trị số thấp hơn khi quấn các lớp bên ngoài khiến cho các lớp trong được bảo vệ khỏi bị uốn cong quá mức, mà không tạo ra cuộn dây có đường kính lớn như các cuộn dây đã biết có chiều dài như nhau, mà trong đó các cuộn dây đã biết được quấn nhờ dùng mức bù tốc độ ngang đồng đều lớn hơn. Ngoài ra, điều đó có thể được thực hiện mà không ảnh hưởng đến độ côn lỗ hoặc mức dịch chuyển lỗ.

Theo một ví dụ, mức bù tốc độ ngang định trước so với biên dạng đường kính cuộn dây có thể được dùng để tạo ra cuộn dây có khoảng cách rất lớn giữa các hình số tám dùng cho các vòng quấn trong hoặc các lớp trong của cuộn dây và khoảng cách giảm giữa các hình số tám trong các vòng quấn ngoài hoặc các lớp ngoài của cuộn dây. Biên dạng này có thể được thực hiện như bảng tra cứu hoặc mối quan hệ chức năng để tạo điều kiện thuận lợi cho máy tính thực hiện. Ví dụ về phương pháp để tính mức bù tốc độ so với đường kính cuộn dây như sau. Giả sử nếu muốn mức bù tốc độ khoảng 8% đối với các lớp trong và mức bù tốc độ sẽ được giảm tương ứng với đường kính cuộn dây cho đến khi cuộn dây đạt đến 13 inơ (330,2mm). Sau 13 inơ (330,2mm), cuộn dây sẽ có khoảng cách hình số tám không đổi khoảng 1,76 inơ (44,704mm). Công thức để tính mức bù tốc độ giữa đường kính cuộn dây nằm trong khoảng từ 0 đến 13 inơ (330,2mm) là:

$$\text{Mức bù tốc độ} = 6,2 \cdot (13 - D)/5 + 1.8. \quad (11)$$

Sau đó, đối với các đường kính lớn hơn 13 inơ (330,2mm), phương pháp tính mức bù tốc độ trên cơ sở khoảng cách không đổi giữa các hình số tám, như được mô tả trên đây có thể được thực hiện. Do vậy, mật độ biên dạng (lớp so với mức bù tốc độ %) có thể như được thể hiện trên bảng 3 dưới đây.

Bảng 3

Lớp	Mức bù tốc độ (%)
1	8
2	7,4
3	6,9
4	5,7
5	5,1
6	4,6
7	4
8	3,4
9	2,9
10	2,3
11	2,2
12	2,1
13	2,1
14	2,0

Theo hình vẽ dạng sơ đồ khối của máy quần 10 như được thể hiện trên FIG.3, bộ điều khiển 30 có thể phát hiện sự dịch chuyển của trục chính 31 và thanh ngang 32 lần lượt nhờ các bộ mã hóa 33 và 34, mặc dù các thiết bị khác, như các chiết áp hoặc bộ phân giải, có thể được dùng. Các mức bù tốc độ trên và dưới cần thiết (ví dụ, các mức bù tốc độ trước) được nhập vào bằng thiết bị đầu vào 30A như các thiết bị chuyển kiểu tai hồng làm xoay bánh, bàn phím nhỏ, bàn phím máy tính, cơ sở dữ liệu lưu trữ bên trong, hoặc được tải xuống từ cơ sở dữ liệu thông qua truyền thông nối tiếp (không được thể hiện trên FIG.3). Các mức bù tốc độ trước được tính từ đường kính của vật liệu dạng sợi 29, đường kính của trục gá 31A, và khoảng cách của thanh ngang 32 từ bề mặt 31A của trục chính 31. Các tham số khác nhau của quy trình quần được hiển thị qua màn hiển thị 30B.

Bộ điều khiển 30 đọc vị trí của trục chính 31 và thanh ngang 32 và cấp tín hiệu chuẩn 41 đến động cơ dùng cho thanh ngang 38 qua cơ cấu dẫn động dùng cho thanh ngang 40, mà tạo ra mức bù tốc độ trước cho thanh ngang 32. Bộ điều khiển 30 chuyển nhận biết về mức bù tốc độ trước (cộng hoặc trừ) khi đó là thời điểm tạo ra lỗ ra dây trong khi quần dây. Các hoạt động nêu trên là đã biết đối với người có hiểu biết trong bình về lĩnh vực kỹ thuật quần dây. Động cơ dùng cho trục chính 33

được điều khiển bởi cơ cấu dẫn động cùng cho trục chính 42 nhờ tín hiệu chuẩn 43 từ bộ điều khiển 30 theo cách đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật quần dây.

Thanh ngang 32 có thể được dẫn động với đòn khuỷu 35 và thanh nối 36. Khi kết cấu của đòn khuỷu 35 và thanh nối 36 này được dẫn động với số vòng quay trong mỗi phút không đổi (của đòn khuỷu 36) bởi động cơ dùng cho thanh ngang 38 và hộp cam 39, độ méo có thể bị tạo ra theo chuyển động của thanh ngang 32. Hộp cam 39 có thể dùng kết cấu của các cam để loại bỏ độ méo như vậy.

Bộ điều khiển 30 lần lượt nhận đầu vào của vị trí tương ứng của động cơ dùng cho thanh ngang 38 và động cơ dùng cho trục chính thông qua các bộ mã hóa 34 và 33, qua mạch bộ đếm 44. Việc quấn cuộn dây với mật độ được lập trình có thể được thực hiện bằng cách lập trình bộ điều khiển 30 để giải quyết phương trình (1) nêu trên, hoặc tạo ra bảng "tra cứu" (như bảng 3) trong máy tính sao cho các mức bù tốc độ trước cần thiết có thể được cấp đến động cơ dùng cho thanh ngang 38 và/hoặc động cơ dùng cho trục chính 33.

Theo một khía cạnh, máy quần 10 được mô tả ở đây cần được xem xét giới hạn về việc bố trí vật lý cụ thể đã được mô tả. Một số xem xét thực tế đối với các dấu hiệu của máy quần như sau. Các cam cơ học có thể tạo ra tốc độ nhanh nhất. Các thanh ngang có đai kép hoặc đơn cũng có thể được dùng. Các cam điện tử có thể tạo ra lượng linh hoạt nhất định, nhưng có thể có các giới hạn về tốc độ. Các động cơ điện một chiều có thể được dùng cũng như các động cơ điện xoay chiều, động cơ bước hoặc động cơ trợ động. Thanh ngang 32, nếu được dẫn động bởi cam cơ học, có thể được dẫn động bằng động cơ quay tiêu chuẩn (các động cơ điện một chiều, xoay chiều, bước, trợ động). Các cam điện tử có thể dùng động cơ trợ động hoặc động cơ tuyến tính.

Ngoài ra, cần hiểu rằng thuật ngữ "bộ điều khiển" không nên hiểu là giới hạn các phương án được mô tả ở đây ở loại thiết bị hoặc hệ thống cụ thể bất kỳ. Bộ điều khiển có thể có hệ thống máy tính. Hệ thống máy tính cũng có thể bao gồm a bộ xử lý máy tính (ví dụ, bộ vi xử lý, bộ vi điều khiển, bộ xử lý tín hiệu số, hoặc máy tính nhiều công dụng) để thực thi phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp và quay trình nêu trên.

Hệ thống máy tính có thể còn bao gồm bộ nhớ như thiết bị nhớ bán dẫn (ví dụ, RAM, ROM, PROM, EEPROM, hoặc RAM lập trình nhanh), thiết bị nhớ từ tính (ví dụ, đĩa mềm hoặc đĩa cứng), thiết bị nhớ quang (ví dụ, CD-ROM), thẻ PC (ví dụ, thẻ PCMCIA), hoặc thiết bị nhớ khác. Bộ nhớ này có thể được dùng để lưu trữ, ví

dụ, dữ liệu từ các tín hiệu ánh sáng truyền, tín hiệu ánh sáng tương đối, và tín hiệu áp suất đầu ra.

Một số phương pháp và quy trình nêu trên, như được liệt kê trên đây, có thể được thực hiện như logic chương trình máy tính để dùng với bộ xử lý máy tính. Logic chương trình máy tính có thể được thể hiện theo các dạng khác nhau, bao gồm dạng mã nguồn hoặc dạng thực thi được bằng máy tính. Mã nguồn có thể có một loạt lệnh chương trình máy tính theo nhiều ngôn ngữ lập trình (ví dụ, mã đối tượng, ngôn ngữ kết hợp, hoặc ngôn ngữ cấp cao như C, C++, hoặc JAVA). Các lệnh máy tính có thể được lưu trữ trong vật cố định đọc được bằng máy tính (ví dụ, bộ nhớ) và được thực thi bởi bộ xử lý máy tính. Các lệnh máy tính có thể được phân phối dưới dạng bất kỳ như vật lưu trữ tháo lắp được có tài liệu in hoặc điện tử kèm theo (ví dụ, phần mềm thu nhỏ), được tải xuống sẵn bằng hệ thống máy tính (ví dụ, trên ROM hệ thống hoặc đĩa cứng), hoặc được phân phối từ máy chủ hoặc bảng thông báo điện tử trên hệ thống truyền thông (ví dụ, Internet hoặc World Wide Web).

Bộ điều khiển có thể có các linh kiện điện tử riêng biệt được nối với bảng mạch in, mạch tích hợp (ví dụ, mạch ứng dụng cụ thể (ASIC - Application Specific Integrated Circuit)), và/hoặc các thiết bị logic lập trình (ví dụ, mảng cổng khả lập trình bằng trường (FPGA - Field Programmable Gate Array)). Các phương pháp và quy trình bất kỳ nêu trên có thể được thực hiện nhờ dùng các thiết bị logic.

Một số phương án của thiết bị và phương pháp quản vật liệu dạng sợi vào các cuộn dây được mô tả và minh họa ở đây. Trong khi các phương án cụ thể đã được mô tả, không dự định giới hạn sáng chế ở đó, dự định rằng sáng chế có phạm vi rộng như lĩnh vực kỹ thuật này cho phép và phần mô tả được đọc tương tự. Do vậy, trong khi các loại thiết bị cụ thể đã được mô tả để xác định chiều dài của vật liệu dạng sợi được quấn trên trục gá theo quy trình quấn, cần hiểu rằng các thiết bị đếm chiều dài khác cũng có thể được dùng. Do đó, người có hiểu biết trong bình về trong lĩnh vực kỹ thuật này cần hiểu rằng các cải biến khác có thể được tạo ra theo sáng chế mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị quấn vật liệu dạng sợi bao gồm:

trục gá quay được quanh đường trục quay của trục chính và thanh ngang chuyển động qua lại ở một khoảng cách so với đường trục của trục chính để quấn vật liệu dạng sợi trong kết cấu cuộn dây hình số tám với lỗ ra dây kéo dài theo hướng kính từ vòng quấn trong đến vòng quấn ngoài của cuộn dây;

dụng cụ đo để đo đường kính của cuộn dây khi nó được quấn quanh trục gá, dụng cụ đo này có cảm biến thứ nhất được tạo cấu hình để đo chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá, và có cảm biến thứ hai được tạo cấu hình để đo độ dịch chuyển góc của trục gá trong khi quấn chiều dài của vật liệu dạng sợi quanh trục gá này, dụng cụ đo này có cụm xác định đường kính để xác định đường kính của cuộn dây trên cơ sở tỷ lệ chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá trên khoảng thời gian và được đo nhờ cảm biến thứ nhất với độ dịch chuyển góc của trục gá trên khoảng thời gian và được đo nhờ cảm biến thứ hai; và

bộ điều khiển để điều khiển sự chuyển động qua lại của thanh ngang so với chuyển động quay của trục gá trên cơ sở đường kính đo được của cuộn dây để quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám nhằm tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có đường kính không đổi.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó cảm biến thứ nhất có bộ mã hóa được tạo cấu hình để tạo ra một loạt các xung tương ứng với chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá.

3. Thiết bị theo điểm 2, trong đó cảm biến thứ hai có bộ mã hóa được tạo cấu hình để tạo ra một loạt các xung tương ứng với độ dịch chuyển góc của trục gá.

4. Thiết bị theo điểm 3, trong đó đường kính của cuộn dây dựa trên cơ sở số lượng các xung được tạo ra bởi cảm biến thứ hai giữa hai xung liên tiếp được tạo ra bởi cảm biến thứ nhất.

5. Thiết bị theo điểm 4, trong đó số lượng các xung được tạo ra bởi cảm biến thứ hai, là mức trung bình chạy của số độ, mà chiều dài của vật liệu dạng sợi phụ thuộc vào giữa hai xung liên tiếp được tạo ra bởi cảm biến thứ nhất.

6. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển được tạo cấu hình nhằm điều khiển thanh ngang để quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám và tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có kết cấu thẳng.

7. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển được tạo cấu hình nhằm điều khiển thanh ngang sao cho số lượng các hình số tám trong mỗi lớp của cuộn dây tăng từ lớp bên trong của cuộn dây đến lớp bên ngoài của cuộn dây.

8. Thiết bị theo điểm 7, trong đó số lượng các hình số tám trong mỗi lớp tăng tuyến tính từ lớp bên trong đến lớp bên ngoài của cuộn dây.

9. Thiết bị theo điểm 7, trong đó số lượng các hình số tám trong mỗi lớp tăng không tuyến tính từ lớp bên trong đến lớp bên ngoài của cuộn dây.

10. Phương pháp quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá quay được quanh đường trục quay của trục chính và thanh ngang chuyển động qua lại ở một khoảng cách so với đường trục của trục chính để quấn vật liệu dạng sợi trong kết cấu cuộn dây hình số tám có lỗ ra dây theo hướng kính kéo dài theo hướng kính từ vòng quấn trong đến vòng quấn ngoài của cuộn dây bao gồm các bước:

điều khiển chuyển động quay của trục gá quanh đường trục quay của trục chính để quấn vật liệu dạng sợi quanh trục gá này;

đo đường kính của cuộn dây khi vật liệu dạng sợi đang được quấn quanh trục gá này, bước đo còn có bước:

đo chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá trên khoảng thời gian; và

đo độ dịch chuyển góc của trục gá trên khoảng thời gian; và

xác định đường kính của cuộn dây trên cơ sở tỷ lệ chiều dài đo được của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá với độ dịch chuyển góc đo được của trục gá trong khi quấn chiều dài của vật liệu dạng sợi quanh trục gá này; và

điều khiển, trên cơ sở phép đo của đường kính, sự chuyển động qua lại của thanh ngang so với chuyển động quay của trục gá để quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá để tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có đường kính không đổi.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bước điều khiển sự chuyển động qua lại của thanh ngang còn có bước quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám nhằm tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có kết cấu thẳng.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bước điều khiển sự chuyển động qua lại của thanh ngang còn có bước quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám sao cho số lượng các hình số tám trong mỗi lớp của cuộn dây tăng từ lớp bên trong đến lớp bên ngoài của cuộn dây.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó số lượng các hình số tám trong mỗi lớp tăng tuyến tính từ lớp bên trong đến lớp bên ngoài của cuộn dây.

14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó số lượng các hình số tám trong mỗi lớp tăng không tuyến tính từ lớp bên trong đến lớp bên ngoài của cuộn dây.

15. Thiết bị quấn vật liệu dạng sợi bao gồm:

trục gá quay được quanh đường trục quay của trục chính và thanh ngang chuyển động qua lại ở một khoảng cách so với đường trục của trục chính để quấn vật liệu dạng sợi trong kết cấu cuộn dây hình số tám với lỗ ra dây kéo dài theo hướng kính từ vòng quấn trong đến vòng quấn ngoài của cuộn dây;

dụng cụ đo để đo đường kính của cuộn dây khi nó được quấn quanh trục gá, dụng cụ đo này có cụm xác định đường kính để xác định đường kính của cuộn dây trên cơ sở tỷ lệ chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá trên khoảng thời gian với độ dịch chuyển góc của trục gá trên khoảng thời gian; và

bộ điều khiển để điều khiển sự chuyển động qua lại của thanh ngang so với chuyển động quay của trục gá trên cơ sở đường kính đo được của cuộn dây để quấn vật liệu dạng sợi trên trục gá trong cuộn dây có kết cấu dạng hình số tám nhằm tạo ra lỗ ra dây theo hướng kính có đường kính không đổi.

16. Thiết bị theo điểm 15, trong đó dụng cụ đo có cảm biến thứ nhất được tạo cấu hình để đo chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá trên khoảng thời gian, và cảm biến thứ nhất có bộ mã hóa được tạo cấu hình để tạo ra một loạt các xung tương ứng với chiều dài của vật liệu dạng sợi, mà được quấn quanh trục gá.

17. Thiết bị theo điểm 16, trong đó thiết bị này còn có:

cảm biến thứ hai được tạo cấu hình để đo độ dịch chuyển góc của trục gá trên khoảng thời gian, và trong đó cảm biến thứ hai có bộ mã hóa được tạo cấu hình để tạo ra một loạt các xung tương ứng với độ dịch chuyển góc của trục gá trong khi quán chiều dài của vật liệu dạng sợi.

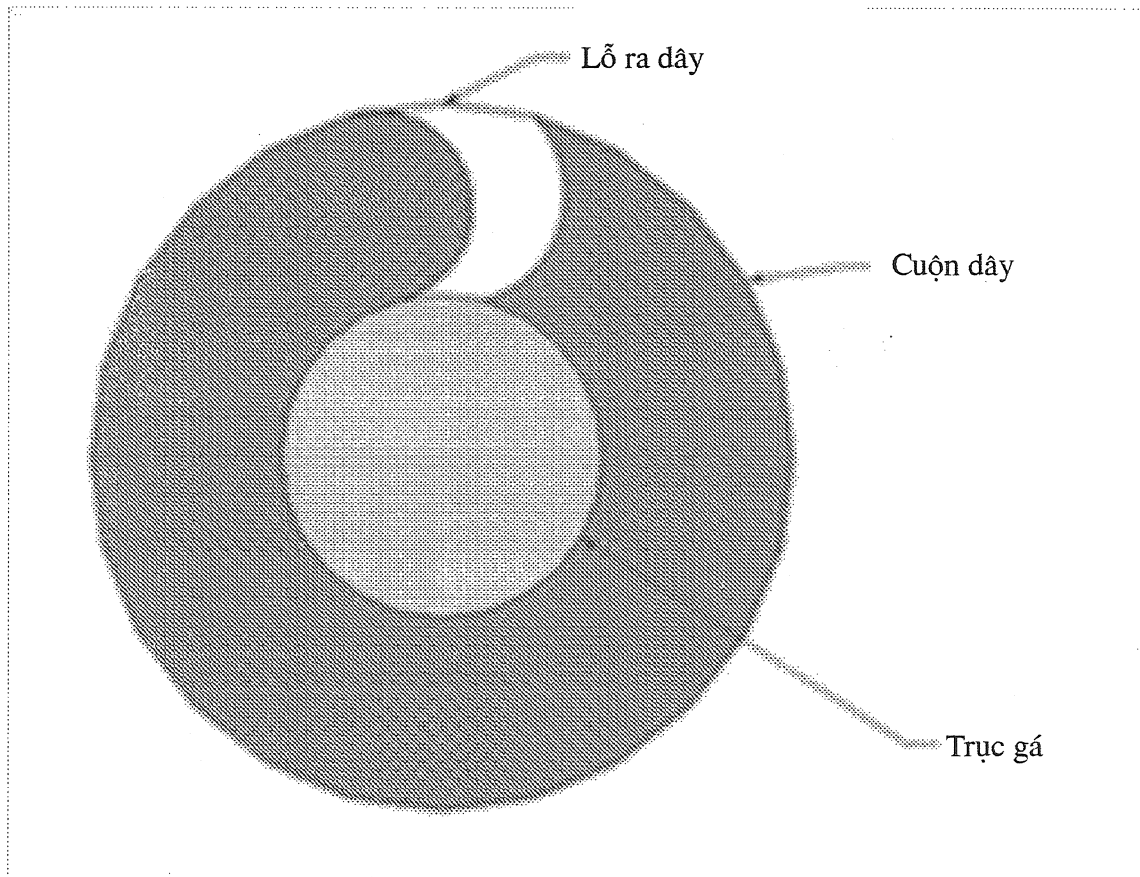


FIG. 1

2/5

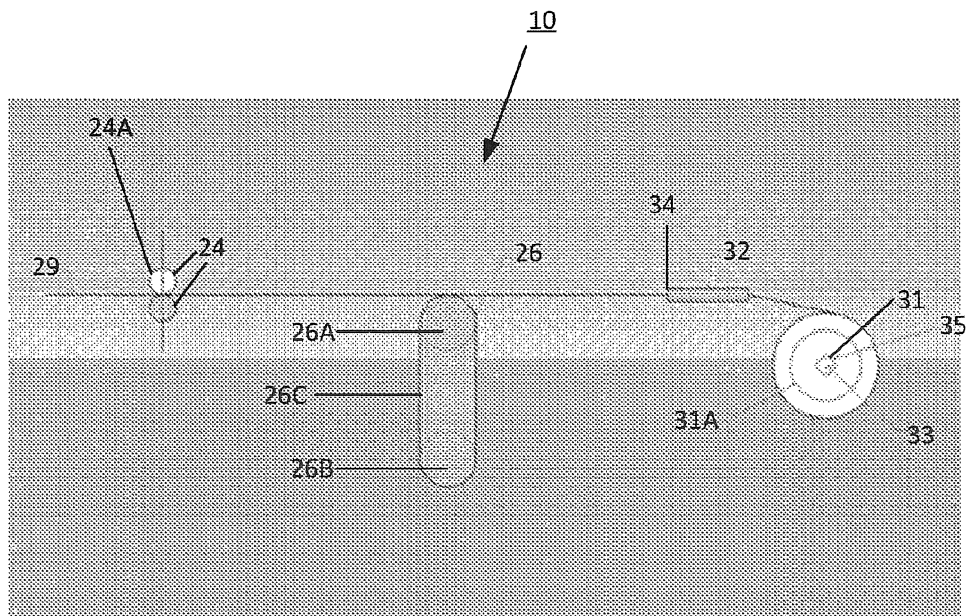


FIG. 2



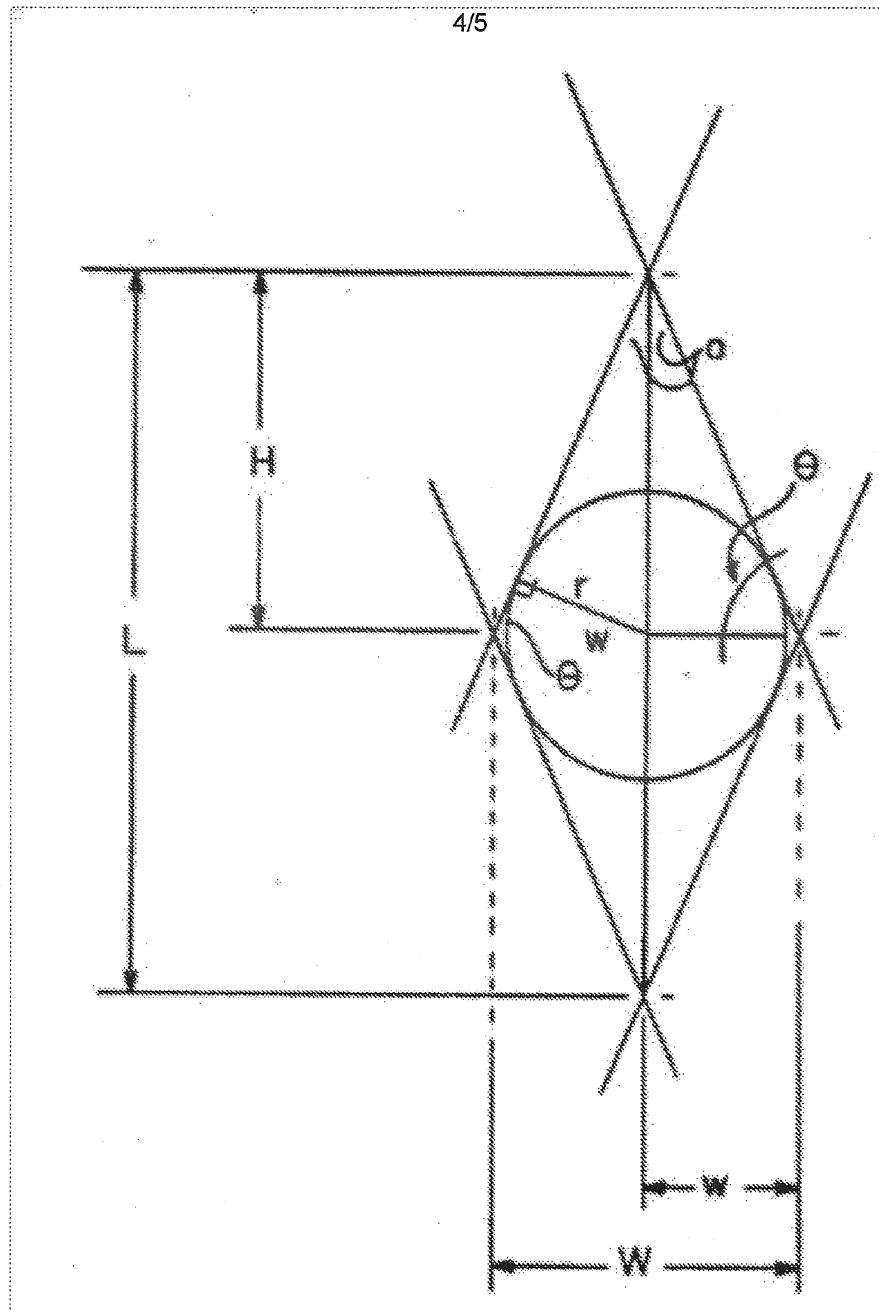


FIG. 4

5/5

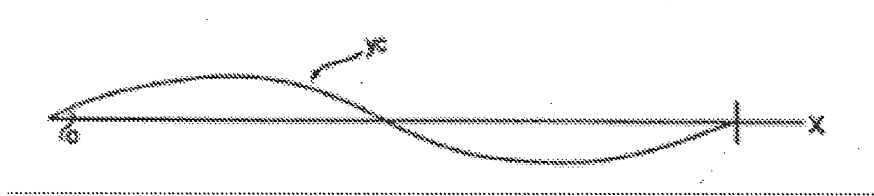


FIG. 5

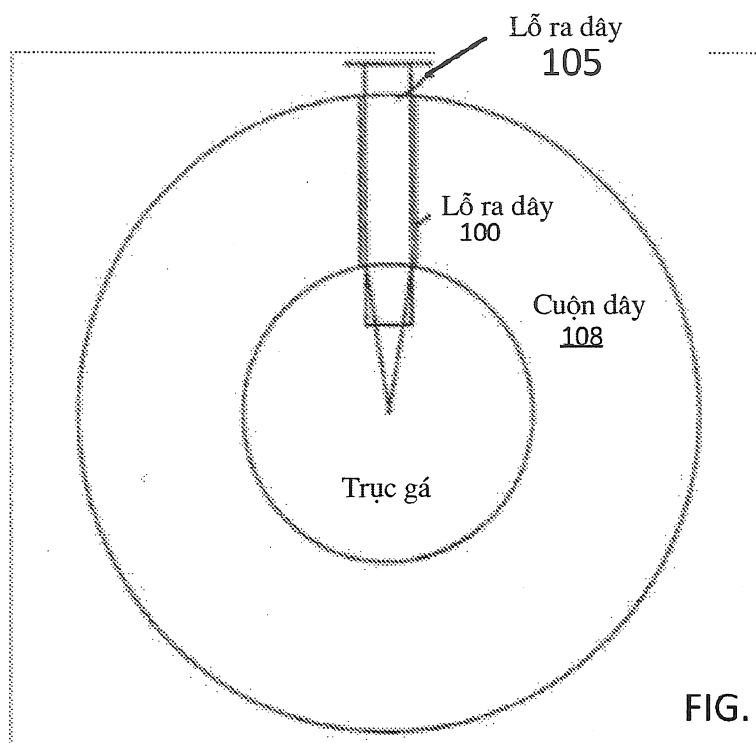


FIG. 6