



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0045925

(51)^{2020.01} **G01B 21/20; G01B 21/24; F16L 13/02; (13) B**
G01B 21/10

(21) 1-2021-07283

(22) 20/05/2020

(86) PCT/FR2020/050844 20/05/2020

(87) WO2020/234546 26/11/2020

(30) FR1905272 20/05/2019 FR

(45) 26/05/2025 446

(43) 25/05/2022 410A

(73) VALLOUREC TUBES FRANCE (FR)

12 rue de la Verrerie, 92190 Meudon, France

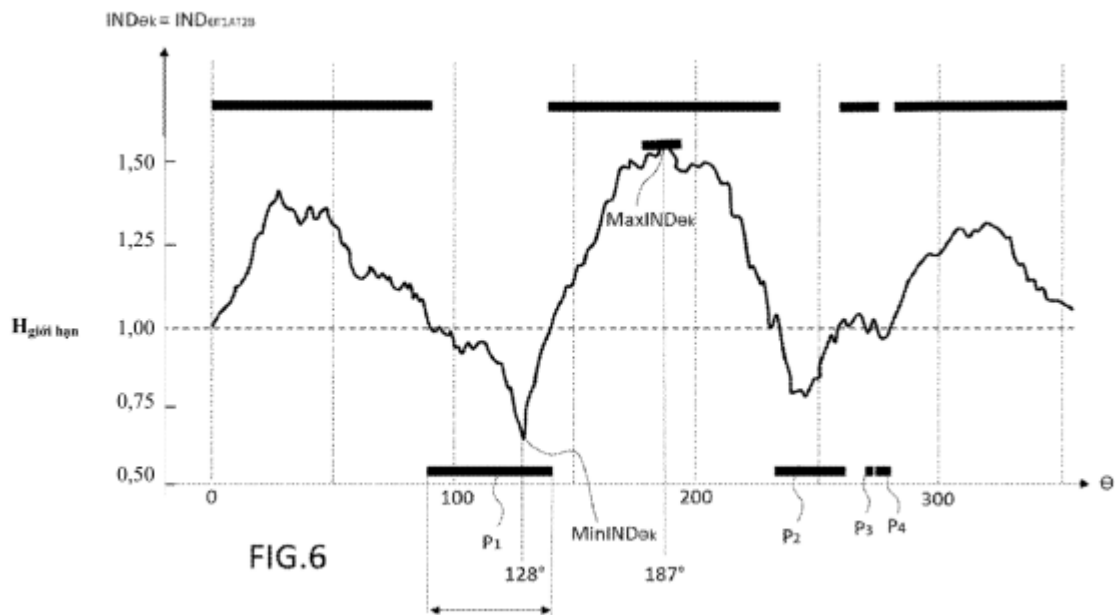
(72) GOTUSSO, Nicolas (FR); ARMAND, Mélanie (FR).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI DÙNG ĐỂ TẠO CHỈ SỐ TƯƠNG
THÍCH GIỮA HAI ĐẦU CỦA HAI ỐNG VÀ ỐNG ĐƯỢC CUNG CẤP DẦU GÓC

(21) 1-2021-07283

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tạo ra chỉ số tương thích giữa hai đầu của hai ống, đặc biệt là trước hoạt động hàn, phương pháp này bao gồm các bước sau: (a) đánh dấu tham chiếu góc ($M0$) trên mỗi đầu trong số hai đầu, (b) đo theo quỹ đạo bán kính bên trong của mỗi đầu; (c) xác định chỉ số tương thích góc (IND_{θ}) giữa hai đầu đối với độ lệch góc Θ (theta) giữa các tham chiếu góc của các đầu, chỉ số tương thích góc này thu được từ độ chênh lệch lớn nhất giữa bán kính bên trong của mỗi đầu đối diện, (d) lặp lại bước xác định chỉ số tương thích góc đối với một số giá trị độ lệch góc giữa các tham chiếu góc của các đầu; (e) tạo ra điểm tương thích tổng thể (H_k) giữa hai đầu nêu trên, điểm tương thích tổng thể này là một hàm số của các chỉ số tương thích góc được xác định cho một số giá trị độ lệch góc.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Lĩnh vực của sáng chế liên quan đến lĩnh vực đến các phương pháp đảm bảo tạo ra các mối nối tốt giữa các chi tiết dạng ống như các đường ống, cụ thể nhằm mục đích vận chuyển hydrocarbon hoặc các dẫn xuất của chúng trong ngành dầu khí. Cụ thể hơn, lĩnh vực của sáng chế liên quan đến các phương pháp có tính đến yếu tố hình học ở các đầu của các chi tiết dạng ống để tổ chức việc lắp ráp chúng. Lĩnh vực của sáng chế còn liên quan đến các hệ thống để thực hiện các phương pháp này và chính các chi tiết dạng ống nêu trên.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc lắp ráp các đường ống hoặc các chi tiết dạng ống làm bằng thép dài vài mét, ví dụ dùng để vận chuyển hydrocarbon hoặc các dẫn xuất của chúng, đòi hỏi phải xử lý đặc biệt phần đầu của chúng để nối chúng theo kiểu kín bằng cách hàn. Việc nối này được thực hiện ở vị trí mà tại đó các đường ống này sẽ được lắp đặt hoặc lắp ráp (lồng vào nhau). Các chi tiết dạng ống được lắp ráp với nhau phải đặc biệt kín và phải chịu được ứng suất cơ học cao. Với mục đích lắp ráp chắc chắn này, các mối nối được tạo ra giữa các chi tiết dạng ống khác nhau yêu cầu một bước kiểm tra trước các yếu tố hình học của các đầu xa của các chi tiết dạng ống này. Đôi khi, việc gia công tạo hình được yêu cầu để cho phép lắp ráp bằng cách hàn. Việc hàn các đầu cũng yêu cầu gia công vát mặt cụ thể để thực hiện hàn. Chất lượng và độ tin cậy của mối hàn phụ thuộc phần lớn vào các đầu ống được đặt đối diện nhau.

Hiện nay, có nhiều phương tiện để đo các thông số hình học của các đầu của các chi tiết dạng ống. Các phương tiện này có thể sử dụng các kỹ thuật khác nhau ít hay nhiều đều có độ chính xác và có thể sử dụng được trong thực tế. Cụ thể, chúng cho phép dự đoán các điều kiện bố trí các chi tiết dạng ống đối diện nhau để đề xuất cấu hình tối ưu cho việc hàn sau đó.

Cần hiểu rằng sự tương thích giữa hai chi tiết dạng ống là điều kiện cần có, cụ thể là đối với các thao tác cần thiết để xác định sự liên kết về mặt chức năng trong quá

trình hàn. Một sai lệch nhỏ cũng không quá nghiêm trọng, và vẫn có các biên hoạt động để thực hiện việc hàn các chi tiết này. Các độ lệch này còn được gọi là số đo Hi-lo trong tài liệu kỹ thuật của lĩnh vực sáng chế. Các tiêu chuẩn do nhà sản xuất thiết lập đã quy định dung sai đối với đường kính ngoài nhất định và độ dày thành nhất định.

Ví dụ, tài liệu US-9074881 mô tả một hệ thống để đo các đặc tính hình học tại các đầu của các chi tiết dạng ống, các phép đo này được thực hiện trên các đầu đã được gia công vát mép để hàn sau đó. Sau đó, phép đo được thực hiện ngay trước khi hàn để xác định các điều kiện bố trí và căn chỉnh đối diện của hai chi tiết dạng ống được hàn. Các phép đo này cho phép xác định các chuyển động cần tạo ra đối với tiết dạng ống tự do, đồng thời giảm thiểu khoảng cách trục giữa hai ống được hàn và giảm thiểu chênh lệch giữa đường kính trong và đường kính ngoài tương ứng (hi-lo) của hai đầu này.

Tùy thuộc vào phép đo, các ống có thể được nối lại với nhau trước khi hàn, hoặc cần phải điều chỉnh các vị trí tương đối. Việc điều chỉnh này có thể yêu cầu quay chi tiết dạng ống tự do so với chi tiết đã có sẵn. Với mỗi lần điều chỉnh vị trí, cần phải lặp lại các phép đo để phân tích xem vị trí mới này có cho phép hàn thích hợp hay không.

Một nhược điểm của hệ thống như vậy là, trong trường hợp phép đo không thích hợp, cần có thời gian xử lý để thực hiện việc tối ưu hóa, điều này làm giảm tốc độ hàn được thực hiện và kéo dài đường ống. Trong trường hợp xấu nhất, không có chuyển động quay để có thể dự đoán đảm bảo được việc hàn thích hợp giữa hai chi tiết dạng ống, và khi đó cần phải loại bỏ chi tiết dạng ống tự do khỏi dây chuyền sản xuất. Sau đó, cần phải tiến hành điều chỉnh bằng cách xử lý yếu tố hình học của đầu ống, bằng cách tạo hình hoặc gia công toàn bộ, hoặc tách riêng nếu việc xử lý ngay lập tức không cho phép điều chỉnh được nó. Tuy nhiên, ở giai đoạn rất muộn này, tại các địa điểm lắp ráp đường ống, thường rất tốn kém khi phải lãng phí thời gian cho chi tiết dạng ống không tương thích và chi phí vận hành các cấu trúc này không cho phép giảm việc quay vòng sản xuất. Các thao tác này tốn nhiều thời gian và tốn kém. Chúng yêu cầu nhân công có trình độ và các thao tác phức tạp đối với các chi tiết dạng ống rất nặng với kích thước lớn này.

Tài liệu WO2009126023 mô tả phương pháp hàn mà thay đổi các thông số hàn để bù đắp sự khác nhau về hình học giữa các đầu của hai chi tiết dạng ống được dự định lắp ráp. Việc định cấu hình thiết bị hàn được thực hiện đồng thời có tính đến yếu tố hình học của các đầu ống và cụ thể là của phần được gia công. Kỹ thuật này yêu cầu

việc định cấu hình này phải thực hiện theo từng trường hợp cụ thể của hai chi tiết dạng ống được dự định lắp ráp và do đó, làm phức tạp chương trình hàn bằng cách tăng thời gian hàn cần thiết.

Tài liệu US6273320 và US2017276260 bộc lộ hai phương pháp căn chỉnh ống, trong đó các phép đo hình học của các đầu vát mặt của hai chi tiết dạng ống được thực hiện để tiến hành các thao tác trên các chi tiết nêu trên, như quay, nhằm xác định cấu hình tốt nhất.

Một phương pháp để xác định mối quan hệ để đặt sắp xếp nối tiếp và theo thứ tự các chi tiết dạng ống để tạo thành một đường ống tối ưu cũng được biết đến từ US7325326. Đối với mỗi chi tiết dạng ống mới được nối vào đường ống, phương pháp này hướng dẫn thực hiện theo sơ đồ thứ tự. Sơ đồ thứ tự này được xây dựng bằng cách tìm kiếm chi tiết dạng ống tốt nhất sẽ được đặt vào tiếp theo, chi tiết dạng ống tốt nhất được tìm kiếm trong số nhóm các chi tiết dạng ống còn lại mà sẽ nối vào đường ống này. Chi tiết dạng ống tốt nhất có thể nối vào đường ống trong tài liệu này nêu trên là chi tiết mà vị trí đặt chi tiết dạng ống này sẽ tạo thành chi tiết dạng ống có sẵn của đường ống một góc, là chi tiết mà tại vị trí của nó, tổng chênh lệch số đo bình phương là nhỏ nhất (Tổng thấp nhất của $\text{EXPR}(N)$) so với các giá trị được tính toán cho tất cả các chi tiết dạng ống khác còn lại được nối. Các số đo được xem xét là khoảng cách giữa trục quay của thiết bị đo và các điểm trên bề mặt bên trong hoặc bên ngoài của chi tiết dạng ống đang xem xét. Phương pháp tìm kiếm chi tiết tốt nhất này không cung cấp thông tin về sự tương thích tổng thể giữa hai đầu của hai ống.

Tuy nhiên, cần phải giảm số lượng thao tác can thiệp cần thực hiện để điều chỉnh đầu của chi tiết dạng ống tại chỗ và giảm tỷ lệ không tương thích giữa các chi tiết dạng ống đã được chọn trước. Cũng cần phải lường trước các nguy cơ không tương thích giữa các ống với nhau. Cũng cần phải tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo ra đường ống trong quá trình vận hành, và tiết kiệm thời gian và tăng chất lượng cho mỗi mỗi hàn được thực hiện. Tương tự như vậy, cần đơn giản hóa việc quản lý các chi tiết dạng ống được bố trí trong vùng tách riêng, đòi hỏi phải tạo ra không gian lưu trữ và việc xử lý cụ thể để thực hiện hoạt động cải thiện khả năng tương thích sau đó.

Theo đó, có nhu cầu phải khắc phục những nhược điểm nêu trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để đáp ứng nhu cầu nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra chỉ số tương thích giữa hai đầu của hai ống, cụ thể là trước các hoạt động hàn, phương pháp này bao gồm các bước sau:

- đánh dấu tham chiếu góc (M_0) trên mỗi đầu trong số hai đầu;
- đo theo quỹ đạo đặc tính liên quan đến biên dạng của mỗi đầu trong số các đầu;
- xác định chỉ số tương thích góc (IND_{θ}) giữa hai đầu cho độ lệch góc Θ (theta) giữa các tham chiếu góc của các đầu nêu trên, chỉ số tương thích góc này thu được từ độ chênh lệch lớn nhất giữa các số đo theo quỹ đạo, độ chênh lệch lớn nhất này được tìm kiếm để đặt đối diện các vị trí của biên dạng,
- lặp lại việc xác định chỉ số tương thích góc đối với nhiều giá trị của độ lệch góc giữa các tham chiếu góc của các đầu nêu trên;
- tạo ra điểm tương thích tổng thể (H_k) giữa hai đầu, điểm tương thích tổng thể là một hàm số của các chỉ số tương thích góc được xác định cho nhiều giá trị của độ lệch góc.

Thuận lợi là theo sáng chế, phép đo theo quỹ đạo đặc tính liên quan đến biên dạng có thể là số đo bán kính. Đặc biệt, phép đo theo quỹ đạo có thể là số đo bán kính, được xác định so với tâm ảo (C_v), mà khi đó độ chênh lệch bán kính là nhỏ nhất. Việc điều chỉnh cho phép xác định tâm ở đầu nhất thiết không hoàn hảo. Điều này là do các ống theo sáng chế thu được bằng quy trình sản xuất công nghiệp khắt khe và ngay cả khi mục đích là cung cấp các đầu ống có hình tròn hoàn hảo và có độ dày xuyên tâm không đổi thì điều kiện sản xuất ống trong thực tế vẫn cho phép các thay đổi nhất định. Thuận lợi là khi số đo bán kính là số đo bán kính trong, tâm ảo có thể được xác định dưới dạng hàm số của bán kính trong.

Để thay thế hoặc ngoài ra, số đo bán kính cũng có thể là hoặc tương đương với số đo bán kính bên ngoài. Trong trường hợp này, phép đo theo quỹ đạo có thể là số đo bán kính bên ngoài được xác định so với tâm ảo, mà bản thân nó sẽ thu được dưới dạng hàm số của bán kính trong bằng cách tìm kiếm tâm ảo sao cho độ chênh lệch giữa các bán kính trong này là nhỏ nhất.

Thuận lợi là, phép đo theo quỹ đạo nêu trên được thực hiện theo cùng một quy ước đồng hồ so với tham chiếu góc, do đó đối với một độ lệch góc nhất định Θ (theta) giữa các tham chiếu góc của hai ống, đối với mỗi góc đo ϕ , cũng được ký hiệu là “phi”, việc tính độ chênh lệch giữa giá trị đo theo quỹ đạo ở góc đo nêu trên trên ống

thứ nhất và giá trị đo theo quỹ đạo quan sát được trên ống thứ hai ở góc mà nghịch đảo của góc đo này được lặp lại, góc ngược $360^\circ - \phi$ ($360 - \phi$), tương ứng với 360° trừ đi giá trị của góc đo ϕ (ϕ), do đó sau các lần lặp này, lần lặp mà chênh lệch số đo theo quỹ đạo của hai đầu đối diện là lớn nhất cũng như giá trị chênh lệch lớn nhất này tương ứng với giá trị chênh lệch lớn nhất giữa các số đo theo quỹ đạo cho độ lệch góc này Θ (θ), có thể được xác định.

Tốt hơn là, bước (d) có thể được thực hiện đối với các giá trị độ lệch góc mà tăng dần từng bước nhỏ hơn 5° , và tốt nhất nếu bước này bằng 1° , giữa mỗi độ lệch góc. Tốt hơn là, giá trị độ lệch góc đầu tiên có thể bằng 0 và giá trị cuối cùng có thể là 359° . Ví dụ, có thể có 359 lần lặp ở bước (d) ngoài bước xác định (c), nghĩa là 360 lần xác định chỉ số tương thích góc cho 360 giá trị có thể có của độ lệch góc giữa các tham chiếu góc của các đầu nêu trên. Cụ thể, đối với các ống có mỗi hàn dọc và để tính đến các ràng buộc lắp ráp liên quan đến vị trí mỗi hàn, có thể hình dung rằng chỉ thực hiện lặp lại trên một cung góc thứ 270° có tâm nằm ở vị trí hàn dọc.

Theo phương pháp theo sáng chế, điểm tổng thể tương thích (Hk) giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ trong số:

- tương thích (c), hoặc
- tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt (cc), hoặc theo cách khác
- không tương thích (nc).

Ví dụ, điểm tương thích tổng thể (Hk) có thể phụ thuộc vào ngưỡng HiLo ($H_{\text{giới hạn}}$) được xác định là ngưỡng dung sai lớn nhất cho tất cả các chỉ số tương thích góc (IND_{thetak}) giữa hai đầu được xác định cho mỗi độ lệch góc Θ (θ). Ngoài ra, điểm tương thích tổng thể (Hk) cũng có thể phụ thuộc vào kích thước góc của khoảng ngưỡng (S) mà có một nhóm liên tục gồm các giá trị độ lệch góc Θ (θ) trong đó chỉ số tương thích góc (IND_{thetak}) nhỏ hơn ngưỡng HiLo ($H_{\text{giới hạn}}$).

Trong trường hợp này, điểm tương thích tổng thể có thể tính đến sự khai triển của các điểm thu được liên tiếp trong quá trình lặp lại việc xác định chỉ số tương thích góc đối với các giá trị độ lệch góc liên tiếp giữa các tham chiếu góc của các đầu nêu trên.

Do đó, khi điểm tổng thể tương thích (Hk) giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ trong số “tương thích (c)” thì tất cả các chỉ số tương thích góc (IND_{thetak}) được đo cho mỗi độ lệch góc có thể nhỏ hơn ngưỡng HiLo ($H_{\text{giới hạn}}$). Tương tự như vậy, khi điểm

tổng thể tương thích (Hk) giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ trong số “tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt (cc)”, có thể có ít nhất một khoảng (P1) trong đó kích thước góc lớn hơn khoảng ngưỡng nêu trên. Khoảng này càng lớn thì về mặt thống kê càng có khả năng, khi thực hiện bước hàn, không có hoặc chỉ có rất ít chuyển động quay cần tạo ra đối với chi tiết dạng ống tự do. Cụ thể hơn, khoảng này cũng có thể đặc trưng bởi đường cong biểu diễn sự khai triển các chỉ số tương thích góc (IND_{thetak}) dưới dạng hàm khai triển của độ lệch góc Θ (theta). Ví dụ, một khoảng có thể được chấp nhận nếu phần tương ứng của đường cong khai triển không có độ uốn với bán kính cong nhỏ hơn ngưỡng.

Cụ thể, nhóm liên tục có thể là nhóm các giá trị của độ lệch góc Θ (theta) được xem xét liên tiếp ở bước lặp để xác định chỉ số tương thích góc. Hơn nữa, ví dụ, khi điểm tổng thể tương thích (Hk) giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ trong số “tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt (cc)” thì phương pháp này có thể bao gồm bước (f) đánh dấu vùng cho phép (Z_a) trên một trong hai đầu để định vị theo góc, so với dấu góc (M_0), khoảng (P1) trong đó kích thước góc lớn hơn khoảng ngưỡng và trong đó có nhóm liên tục của giá trị lệch góc Θ (theta) trong đó chỉ số tương thích góc (IND_{thetak}) nhỏ hơn ngưỡng HiLo ($H_{giới hạn}$).

Sáng chế cũng cho phép thực hiện phương pháp tạo ra chỉ số tương thích thống kê ($\%T_n$, $\%N_{T_n}$) trong nhóm gồm n ống mà điểm tương thích tổng thể đã được xác định theo phương pháp tạo ra chỉ số tương thích giữa hai đầu của hai ống theo sáng chế, đối với từng cặp đầu có thể có của nhóm gồm n ống, sao cho những thông số sau đây được xác định cho mỗi đầu:

tỷ lệ (a, e) tương thích “C1” với tất cả các đầu của các ống khác

tỷ lệ (b, f) tương thích một phần “C2” với tất cả các đầu của các ống khác với điều kiện có hình chiếu góc được kiểm soát giữa các đầu, và

tỷ lệ (c, g) không tương thích “C3” với tất cả các đầu của các ống khác,

ba tỷ lệ này chiếm 100% và cùng biểu diễn chỉ số tương thích thống kê của mỗi ống trong một nhóm.

Tốt hơn là, đối với mỗi ống (T_n), chỉ số tương thích thống kê ($\%T_n$) có thể được chỉ định cho ống này, tương ứng với tỷ lệ thu được bởi một trong hai đầu của nó có tỷ lệ không tương thích lớn nhất.

Một trong những lợi ích của sáng chế là ở chỗ nó cung cấp phương pháp phân

chia n ống, sao cho các ống này được phân phối thành ít nhất hai lô dưới dạng hàm của chỉ số tương thích thống kê của từng ống, sao cho mỗi lô bao gồm số lượng ống tương đương có tỷ lệ không tương thích C3 nhỏ hơn ngưỡng tương thích.

Trong quá trình phân chia nhóm gồm n ống, người vận hành ví dụ có thể thực hiện bước đánh dấu các ống, trong đó dấu tương thích (M_C) được ghi trên ít nhất một số ống nhất định, dấu (M_C) bao gồm thông tin được tạo ra trên cơ sở phương pháp theo sáng chế, và cụ thể, việc đánh dấu này cho phép nhận biết các ống có tỷ lệ không tương thích C3 lớn hơn ngưỡng tương thích đã nêu.

Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất ống có dấu góc (M_0) ở mỗi đầu xa của nó, việc đánh dấu góc cho phép thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Sáng chế cũng đề xuất thiết bị đầu cuối điện tử có giao diện để đọc số nhận dạng của ống, giao diện để nhận dữ liệu đo quỹ đạo của đặc tính liên quan đến biên dạng của đầu ống; bộ tính toán để biến đổi số đo theo quỹ đạo dưới dạng hàm của tâm ảo của đầu ống, bộ tính toán này được tạo cấu hình để tạo ra điểm tương thích tổng thể khi ghép nối các ống theo phương pháp của sáng chế.

Sáng chế cũng đề xuất kết cấu bao gồm thiết bị đầu cuối điện tử nêu trên và nhóm gồm n ống, mỗi ống có dấu góc (M_0) ở mỗi đầu xa của chúng, mỗi đầu xa của mỗi ống có $2*(n-1)$ điểm tương thích tổng thể (H_k) với mỗi đầu xa của $(n-1)$ ống khác thuộc nhóm này, điểm tương thích tổng thể này thu được bằng cách thực hiện phương pháp theo sáng chế, điểm tương thích tổng thể của mỗi đầu ống với các đầu của các ống khác thuộc nhóm này được lưu trữ trong thiết bị đầu cuối điện tử.

Đặc biệt hơn, việc định vị theo góc, so với dấu góc (M_0), của khoảng mà có kích thước góc có thể lớn hơn khoảng ngưỡng và trong đó có một nhóm liên tục của các giá trị độ lệch góc Θ (theta) trong đó các chỉ số tương thích góc (IND_{thetak}) nhỏ hơn ngưỡng HiLo ($H_{\text{giới hạn}}$), được lưu trữ trong thiết bị đầu cuối điện tử cho mỗi trong số $2*n*(n-1)$ cách kết hợp có thể có giữa n ống này.

Cuối cùng, sáng chế cũng đề xuất sản phẩm chương trình máy tính có bộ tính toán và bộ nhớ để thực hiện các bước của phương pháp theo sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các đặc điểm và ưu điểm khác của sáng chế sẽ rõ ràng từ mô tả chi tiết sau đây có tham khảo các hình vẽ đi kèm, mà minh họa:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện các bước khác nhau để vận chuyển ống, hoặc nhóm các ống, từ nơi thiết kế tới nơi lắp đặt;

Fig.2 là hình ảnh bên ngoài của một ống theo sáng chế;

Fig.3 là hình phối cảnh phía trước của một đầu ống theo sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ chi tiết thể hiện biên dạng của đầu ống, với tỷ lệ phóng to để cải thiện khả năng nhìn thấy độ biến thiên của bán kính trong và bên ngoài trên toàn bộ chu vi của đầu ống này, độ biến thiên này được quan sát với độ chính xác 6 mm khi các giá trị cho bán kính được biểu diễn nằm trong khoảng từ 180 mm đến 186 mm trong hình biểu diễn nêu trên;

Fig.5 là một ví dụ về việc đặt chồng đầu A của ống T1 lên đầu B của ống T2, trong đó độ lệch góc Θ (theta) giữa các tham chiếu góc tương ứng M_{0T1A} và M_{0T2B} là 0° ;

Fig.6 là đồ thị đầu tiên biểu diễn chỉ số tương thích góc $IND_{\theta k}$, cũng được ký hiệu là $IND_{\thetaetak}$, trong ví dụ trong đó $k = T_{1AT2B}$, thu được ngoại trừ một phương án của phương pháp theo sáng chế;

Fig.7A là hình vẽ chi tiết thể hiện biên dạng của đầu A của ống T1 được bố trí đối diện với đầu B của ống T2, với tỷ lệ phóng to, với độ lệch góc tối ưu giữa các tham chiếu góc tương ứng của các đầu này;

Fig.7B là hình vẽ tương tự như Fig.7A với độ lệch góc giữa các tham chiếu góc tương ứng của các đầu sao cho việc đặt các đầu này là không thích hợp;

Fig.8 là lược đồ biểu diễn các vị trí của khoảng góc thích hợp cho đầu A của ống T1, khi đầu này được dự định đặt đối diện với đầu B của ống T2;

Fig.9A và Fig.9B là các vẽ thể hiện sơ đồ mặt cắt ngang của các mặt vát được tạo thành ở hai đầu đối diện của hai ống;

Fig.10 là một ví dụ về việc phân phối các cặp ống thu được trên cơ sở một phương án của phương pháp theo sáng chế;

Fig.11 là một ví dụ về bảng ghi lại các chỉ số tương thích thống kê của các ống thuộc một nhóm ống, chỉ số tương thích thống kê này thu được trên cơ sở một phương án của phương pháp theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần còn lại của bản mô tả này, ống chỉ chi tiết dạng ống hoặc đường ống có kích thước lớn, cụ thể là dài vài mét và có mặt cắt ngang về cơ bản là hình tròn. Ví

dụ, ống này được dự định sử dụng để vận chuyển nguyên liệu thô như hydrocacbon. Tốt hơn là, ống này làm bằng thép và nó được dự định lắp ráp với các ống tương tự khác bằng cách hàn. Các ống thép mà sáng chế có thể được sử dụng trong sáng chế, cụ thể có thể là các ống không hàn hoặc các ống thu được từ tấm được tạo hình mà các cạnh dọc của chúng được hàn theo chiều dọc.

Để tối ưu hóa việc hàn, tốt hơn là các đầu ống đặt đối diện nhau phần lớn là chồng lên nhau. Trong bản mô tả này, ống thứ nhất T1 được hàn với ống thứ hai T2 sẽ được xem xét.

Ngành công nghiệp dầu khí đã thiết lập được các thông số kỹ thuật và ngưỡng chấp nhận được về độ lệch chồng lên nhau giữa hai đầu ống khi các đầu này được bố trí đối diện nhau. Trong lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế, và đặc biệt hơn là lĩnh vực lắp đặt đường ống, thuật ngữ thông số kỹ thuật “HiLo” được sử dụng. Thông số kỹ thuật “HiLo” này có thể chỉ tiêu chuẩn chấp nhận được về độ lệch giữa đường kính trong hoặc bán kính của một ống so với ống thứ hai. Thông số kỹ thuật “HiLo” này cũng có thể chỉ tiêu chuẩn chấp nhận được về độ lệch giữa đường kính ngoài hoặc bán kính của ống này so với ống thứ hai. Cuối cùng, thông số kỹ thuật “HiLo” cũng có thể chỉ tiêu chuẩn chấp nhận được về diện tích chồng lên nhau giữa các đầu của hai ống đối với nhau.

Các giá trị HiLo đo được phụ thuộc vào vị trí tương ứng của các ống đối với nhau. Với mức tăng 1 độ trên mỗi lần quay ống thứ nhất so với ống thứ hai sẽ có 360 cấu hình đặt hai ống này đối với nhau. Đối với mỗi cấu hình này, tiêu chuẩn HiLo có thể được kiểm tra, bất kể bán kính trong và/hoặc bán kính ngoài, và/hoặc mức độ chồng lên nhau giữa các bề mặt của đầu hai ống.

Các ngưỡng dung sai có thể được thiết lập cho từng tiêu chuẩn nêu trên.

Dung sai sản xuất của các ống dự kiến khi tạo thành đường ống cũng được đưa ra, cụ thể là trong các tiêu chuẩn API 5L.

Trong bản mô tả này, biên dạng của đầu ống bao gồm dữ liệu mô tả chu vi thực tế bên trong và bên ngoài của ống. Nó cũng có thể được gọi là biên dạng mặt cắt ngang hoặc biên dạng bán kính.

Fig.1 thể hiện các bước chính để vận chuyển ống 1 từ nơi thiết kế đến vị trí lắp đặt nhất định.

Các bước thiết kế 101 và thiết kế dự đoán 102 cho phép xác định các đặc tính kỹ

thuật chính của ống, gồm có, cụ thể là các đặc điểm hình học và cấu trúc. Ví dụ, dữ liệu hình học có thể bao gồm: chiều dài, đường kính trong, đường kính ngoài hoặc cũng là độ dày của các ống nêu trên. Dữ liệu về cấu trúc có thể bao gồm dữ liệu về vật liệu, độ hoàn thiện, độ bền cơ học, phản ứng ứng suất hoặc dữ liệu về xử lý nhiệt, xử lý bề mặt hoặc dữ liệu liên quan đến môi hàn dọc. Hơn thế nữa, bước này cho phép xác định tập dữ liệu về vòng đời của ống, như số nhận dạng nhà máy, số nhận dạng nhà sản xuất hoặc cũng là vị trí tới để lắp đặt, v.v..

Ở bước thiết kế này, sáng chế cho phép thiết lập dữ liệu liên quan đến giới hạn dung sai của các giá trị bán kính được tính trên chu vi của mặt cắt ngang đầu ống. Dữ liệu mô tả thông số kỹ thuật HiLo cũng có thể được xác định.

Ví dụ, bước thiết kế dự đoán 102 cho phép xác định chiến lược chuẩn bị các ống theo các đặc tính của các ống được xác định ở bước thiết kế 101. Ví dụ, bước chuẩn bị này có thể là bước định hình các đầu ống để cải thiện khả năng tái sử dụng chúng.

Fig.1 bao gồm bước 103 là bước trong đó các ống được sản xuất hoặc hoàn thiện hoặc sửa chữa. Thông thường, một số bước lắp ráp trước nhất định (ví dụ như ống được lắp ráp theo công nghệ ống trong ống), xử lý bề mặt hoặc hoàn thiện ống (ví dụ bằng cách thêm lớp phủ bên ngoài và/hoặc lớp phủ bên trong chống ăn mòn CRA) có thể được thực hiện ở bước này. Hơn thế nữa, bước này có thể tương ứng với các hoạt động chuẩn bị hoặc xử lý các đầu của ống 1, như các hoạt động định hình (ví dụ bằng cách rèn chôn hoặc rèn khuôn) và/hoặc gia công với mục đích làm mềm các biên dạng bên trong và/hoặc bên ngoài của các đầu ống.

Bước 104 là bước trong đó dữ liệu được thu thập từ mỗi ống T1, T2,... Tn được sản xuất. Các phép đo các đại lượng vật lý được thực hiện trên các ống. Các phép đo này liên quan đến cụ thể là yếu tố hình học của các đầu ống. Ví dụ, một số dữ liệu nhất định được thu thập ở bước 104 này có thể được mã hóa trong một khung. Khung mã hóa này có thể, ví dụ, ở dạng mã thông tin hai chiều với các ký hiệu hình học cơ bản xếp liền nhau, thường là hình vuông trắng và đen, hoặc cũng có thể là mã số thuộc loại mã QR hoặc mã Flash. Tùy thuộc vào các phương án, khung thông tin này có thể nổi hoặc chìm.

Tốt hơn là, theo sáng chế, khung thông tin I cụ thể cho mỗi đầu ống được tạo ra. Ví dụ, sẽ như được thể hiện trên Fig.2, khung thông tin I_{T1A} và I_{T1B} , tương ứng, ở đầu A và B của ống T1. Ví dụ, có thể có ba khung thông tin được phân bố đồng đều ở mỗi

đầu. Ví dụ, khung thông tin I được gắn vào bề mặt của ống, đặc biệt là gần với đầu ống đang xem xét. Khung thông tin I cũng có thể được khắc.

Cụ thể, khung thông tin I cũng có thể bao gồm, ngoài dữ liệu thu thập được ở bước 104, dữ liệu liên quan đến các đặc điểm cụ thể của bước sản xuất 103.

Như được thể hiện trên Fig.1, nhóm ống được sản xuất ở bước 103 sẽ phải trải qua bước vận chuyển 105 đến cơ sở lưu trữ 107, từ cơ sở này, chúng sẽ trải qua bước vận chuyển 105 một lần nữa và/hoặc ngay lập tức trải qua bước hàn giáp mối 108 để tạo thành đường ống dài.

Trên Fig.1, bước thu thập dữ liệu 104 được thực hiện trước bước vận chuyển 105. Mặc dù vẫn nằm trong phạm vi của sáng chế nhưng bước vận chuyển 105 cũng có thể diễn ra trước khi thu thập dữ liệu 104. Bước thu thập dữ liệu 104 cũng có thể được thực hiện sau khi các ống đã được đưa đến cơ sở lưu trữ chúng 107. Bước thu thập dữ liệu 104 nhất thiết phải được thực hiện trước bước hàn 108.

Trong thời gian của bước thu thập dữ liệu 104, đối với mỗi đầu ống và trước khi bắt đầu thu thập dữ liệu, dấu tham chiếu M_0 được tạo ra ở mỗi đầu ống. Dấu tham chiếu M_0 là tham chiếu góc. Đặc biệt, dấu tham chiếu M_0 cho phép thiết lập một hệ quy chiếu cho các phép đo được thực hiện tương ứng ở chu vi của mỗi đầu ống.

Fig.3 thể hiện tham chiếu M_{0T1A} của đầu A của ống T1. Cụ thể, nó có thể được đánh dấu bằng một đường thẳng được tạo ra bằng cách gia công cơ khí trên chu vi bên trong của ống và cũng có thể là một đường thẳng được bằng cách gia công cơ khí trên chu vi bên ngoài. Thuận lợi là, tham chiếu M_0 cũng có thể được khắc trên mặt ngang 11 của đầu ống, và ví dụ, có thể có dạng một chữ cái được khắc trên mặt trước này. Trong ví dụ được thể hiện, chữ cái được khắc là chữ A. Đường thẳng bên trong “li” và đường thẳng bên ngoài “le” xác định mặt phẳng cắt chữ cái được tạo thành trên mặt ngang 11 của đầu này. Mặt phẳng này cũng có thể đi qua trục dọc của ống T1.

Để thu thập dữ liệu, một quy ước cụ thể được định nghĩa để chọn một hướng quay duy nhất cho tất cả các phép đo sẽ được thực hiện cho mỗi ống trên cơ sở tham chiếu góc M_0 của mỗi đầu tương ứng. Hướng quay được chọn để thu thập các số đo là theo chiều kim đồng hồ, mặc dù có thể dùng hướng ngược chiều kim đồng hồ làm hướng thay thế.

Khi dữ liệu đã được thu thập và ghi vào khung thông tin I gắn trên ống, người vận hành khác nhau mà chịu trách nhiệm cho đến khi đường ống được sử dụng tại bước

cuối cùng 105, hoặc ít nhất là cho đến bước hàn 108, có thể truy cập vào dữ liệu được lưu trữ trên khung thông tin I. Ngay trước bước hàn 108, người vận hành có thể truy cập vào hai loại thông tin cho mỗi đầu ống, một là vị trí của đầu tham chiếu M_0 và thông tin còn lại là dữ liệu có trong khung thông tin này.

Bước 108 tương ứng với bước lắp ráp các ống, ví dụ bằng hoạt động hàn một - một các đầu tương ứng với nhau. Thuật ngữ “hoạt động hàn” được hiểu với nghĩa rộng là bao gồm tất cả các bước được thực hiện để làm cho việc hàn có thể thực hiện được, cụ thể là và không hoàn toàn là bước căn chỉnh các ống, chuẩn bị mặt vát tại đầu của chúng, kẹp và đặt đối diện nhau, và cuối cùng chính là bước hàn. Bước này diễn ra trước bước lắp đặt hoạt động 109, ví dụ trên đáy đại dương. Bước cuối cùng 109 này được thể hiện trên Fig.1.

Fig.1 đề cập đến bước 106 để xử lý dữ liệu thu thập được ở bước thu thập 104. Bước xử lý dữ liệu 106 bao gồm việc thực hiện các mô phỏng thống kê để đánh giá khả năng tương thích với nhau của các ống thuộc một nhóm ống được sản xuất ở bước 103 và đã trải qua các phép đo ở bước 104. Thuận lợi là, bước xử lý dữ liệu 106 có thể được thực hiện đồng thời với bước vận chuyển 105. Thuận lợi là, bước xử lý dữ liệu 106 được hoàn thành trước khi bắt đầu bước hàn 108.

Ở bước 104, nhóm gồm n ống T_n được xem xét. Mỗi ống T_n có hai đầu A và B. Do đó, ống T_n bao gồm hai tham chiếu M_0 ở mỗi đầu của nó, tương ứng là M_{0TnA} và M_{0TnB} .

Các phép đo ở bước 104 có thể được thực hiện trên cơ sở tia laze để xác định các đặc tính hình học trên mặt cắt ngang của đầu ống, như các giá trị bán kính được tính toán tại nhiều điểm trên chu vi. Dữ liệu thu thập được là số đo theo quỹ đạo của đặc tính liên quan đến biên dạng của đầu ống.

Các kỹ thuật khác có thể được sử dụng cùng với phương pháp theo sáng chế để thu được tập giá trị đặc trưng cho biên dạng mặt cắt ngang của đầu ống, bán kính trong, bán kính ngoài, độ dày...

Theo một phương án được ưu tiên, bán kính trong được đo bằng công cụ đo lường, ví dụ như công cụ đo laze, được bố trí trên một trục quay bên trong ống. Nhiều số đo bán kính được thực hiện tại các vị trí khác nhau xung quanh trục quay này. Các phép đo là các phép đo theo quỹ đạo. Vì trục đỡ thiết bị đo không nhất thiết phải nằm ở tâm bên trong ống nên các số đo thu được so với trục quay này có thể có sự sai lệch.

Ở cuối bước đo 104, thu được hàm f_{RiTnA} biểu diễn bán kính trong đo được bằng công cụ đo với biến số là góc quay ϕ (phi), trong trường hợp này hướng quay là theo chiều kim đồng hồ so với tham chiếu M_{0TnA} . Tùy ý, hàm f_{ReTnA} biểu diễn bán kính bên ngoài cũng thu được ở bước đo 104 này.

Bước xử lý dữ liệu 106 bao gồm việc biến đổi hàm f_{RiTnA} và f_{ReTnA} sang các hàm mới g_{RiTnA} và g_{ReTnA} . Các hàm mới này lần lượt tương ứng với các giá trị bán kính trong và bên ngoài được tính toán lại cho góc quay ϕ (phi) bất kỳ so với M_{0TnA} dưới dạng hàm của tâm ảo C_{vTnA} . Đặc biệt, các hàm g_{RiTnA} và g_{ReTnA} có thể được mã hóa dưới dạng thông tin trong các khung thông tin được tạo ra và gắn ở đầu TnA của ống Tn. Theo cách tương tự, khung thông tin này sẽ được tạo ra dựa trên dữ liệu của các hàm g_{RiTnB} và g_{ReTnB} của ống Tn cho đầu thứ hai B của nó.

Bước xử lý dữ liệu 106 yêu cầu xác định các tâm ảo C_v của mỗi đầu của mỗi ống. Một quy ước sẽ được chọn để tất cả các tâm ảo đều được xác định theo cùng cách trong một nhóm ống. Theo một phương án của sáng chế, các tâm ảo được xác định trong các số đo bán kính trong.

Việc xác định các tâm ảo sử dụng thuật toán tối ưu hóa lặp. Tại lần lặp đầu tiên, tâm ảo thứ nhất O_i và bán kính kỳ vọng R được xác định trong mặt phẳng hai chiều. Mỗi số đo thu được ở bước 104 được chuyển đổi thành giá trị bán kính R_i so với tâm ảo đầu tiên O_i này. Tại lần lặp đầu tiên này, sự chênh lệch của từng giá trị của bán kính R_i so với giá trị của bán kính kỳ vọng R được xác định. Các lần lặp sau đó sẽ tìm cách giảm thiểu sự chênh lệch này. Phương pháp bình phương nhỏ nhất có thể được sử dụng lặp lại cho đến khi tâm ảo C_v được xác định bằng hàm tối ưu hóa mà giảm thiểu được độ chênh lệch giữa các bán kính trong khác nhau được xác định và bán kính trong trung bình cụ thể, bán kính trong trung bình cụ thể này tương ứng với mặt cắt ngang về cơ bản là hình tròn dự kiến của đầu đang xem xét. Tâm ảo C_v có thể tương ứng với tâm thu được sau nhiều lần lặp và tương ứng với lần lặp cho độ lệch nhỏ nhất giữa các bán kính trong khác nhau được tính toán lại so với tâm ảo C_v này. Trong sáng chế, khi xác định được ngưỡng sai lệch lớn nhất giữa bán kính tính toán lại là 0,05 mm, thì việc lặp được ngừng lại. Ở ngưỡng này, tâm ảo đang xem xét đủ chính xác để tạo thành tâm ảo phục vụ cho các mục đích của sáng chế.

Khi đã xác định được tâm ảo, dữ liệu của tâm mới này được sử dụng để thu được các hàm g_{RiTnA} và g_{ReTnA} mới mà biểu diễn tất cả các giá trị mới của bán kính mới.

Ống Tn bao gồm hai đầu, lần lượt là A và B, và tâm ảo cụ thể có thể được xác định cho mỗi đầu. Tâm ảo C_{vTnA} ở phía đầu A và tâm ảo C_{vTnB} ở phía đầu B. Ống Tn bao gồm một trục chính kéo dài. Các điểm C_{vTnA} và C_{vTnB} không nhất thiết phải thẳng hàng trên trục này, dựa trên dung sai chế tạo của các ống, đặc biệt là những điểm được dự định để tạo thành đường ống.

Fig.4 thể hiện một ví dụ về hình dạng của đầu A của ống T_1 . Hình biểu diễn này thu được ở bước xử lý dữ liệu 106 mà cho phép đánh giá các giá trị của bán kính trong, bán kính ngoài và theo đó là các giá trị của biên dạng chiều dày xuyên tâm trên toàn bộ chu vi của đầu này. Cần hiểu rằng trên phần hình vẽ phóng to này, bán kính trong R_i có thể thay đổi toàn bộ theo chu vi trong giới hạn dung sai từ 180 cm đến 182,5 cm, và bán kính bên ngoài R_e thay đổi trong khoảng từ 183 đến 185 cm.

Khi bán kính được biểu diễn theo tỷ lệ của ống, trong đó hai biên dạng đầu chồng lên nhau thì như trên Fig.5 có vẻ như có rất ít độ lệch giữa biên dạng của hai đầu ống, mặc dù các thay đổi cỡ micro như quan sát được trên Fig.4 có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng ở thời điểm hàn, và chúng có nguy cơ làm cho mỗi hàn không đạt yêu cầu.

Do đó, cần phải tạo ra một chỉ số tương thích góc giữa các đầu ống được đặt đối diện nhau.

Ở bước xử lý dữ liệu 106, phương pháp theo sáng chế tạo ra, trong số các thông số khác, chỉ số tương thích góc IND_{thetak} với mục đích dự đoán tốt hơn khả năng tương thích của các ống được lắp ráp ở bước hàn và theo đó, cải thiện chất lượng của các mối nối được tạo ra để sử dụng ở bước lắp đặt 109.

Theo các phương án khác nhau của sáng chế, chỉ số tương thích góc IND_{thetak} được tạo ra có thể thuộc các loại khác nhau.

Tốt hơn là, chỉ số tương thích góc IND_{thetak} này được tạo ra ở bước xử lý dữ liệu 106. Bước xử lý dữ liệu 106 này có thể được thực hiện đồng thời với bước vận chuyển 105 và/hoặc bước lưu trữ 107. Để xử lý dữ liệu, nhóm ống sẽ được nhận dạng. Nhóm ống này được nhận dạng sau bước 103 mà là bước chế tạo và/hoặc hoàn thiện và/hoặc sửa chữa. Nhóm ống này bao gồm n ống. Vì mỗi ống có hai đầu nên số lượng cách kết hợp có thể có giữa các ống này là $2*n*(n-1)$. Chỉ số tương thích IND_{thetak} được xác định cho mỗi cách kết hợp trong số $2*n*(n-1)$ cách kết hợp lắp ráp. Chỉ số tương thích IND_{thetak} là có tính song phương và liên quan tương ứng với các đầu cụ thể nằm tương

ứng trên hai ống khác nhau. K dưới dạng biến số biểu diễn một tập gồm các cách kết hợp giữa các đầu ống của nhóm ống đang xem xét.

Đối với nhóm 100 ống, biến này biểu diễn 19800 cách kết hợp có thể có. Cuối cùng, ngay cả khi xem xét một cặp hai ống nhất định với mục đích xác định chỉ số tương thích IND_{thetak} , trong đó k là cặp cụ thể, ví dụ của đầu A của ống T1 với đầu B của ống T2, trong trường hợp đó $k = T_{1A}T_{2B}$ thì vẫn có vô số cách đặt lệch góc hai đầu ống này với nhau. Góc Θ là độ lệch góc giữa các tham chiếu góc tương ứng của các đầu của hai ống.

Ví dụ, chỉ số tương thích IND_{thetak} sẽ được tính toán trên cơ sở dữ liệu bán kính trong được đưa ra bởi các hàm mới g_{RiT1A} và g_{RiT2B} đã được thiết lập trước đó. Chỉ số IND_{thetak} sau đó có thể được tính như sau, cho một giá trị Θ (theta) cho trước, của độ lệch giữa các tham chiếu góc M_{0T1A} và M_{0T2B} , để xác định độ lệch lớn nhất quan sát được trên toàn bộ chu vi của các ống, giữa bán kính trong được đặt đối diện nhau, khi đầu A của ống T1 được đặt đối diện với đầu B của ống T2. Vì tất cả các phép đo đều được thực hiện theo cùng một quy ước quay của đồng hồ đối với hệ quy chiếu M_0 , do đó cần phải đảo ngược lại việc đọc dữ liệu được biểu diễn ở một trong những đầu này so với những dữ liệu được cung cấp bởi đầu kia và đây là lý do tại sao đối với mỗi giá trị ϕ (phi) được đọc từ một trong các hàm g_{RiT1A} , giá trị tại $360^\circ - \phi$, (360-phi), của hàm g_{RiT2B} được xem xét. Cần hiểu rằng, trong bản mô tả này, việc xem xét một cặp ống độc lập với việc hoán vị một hoặc các ống khác đang xem xét trong thuật toán xử lý:

$$IND\Theta k = INDi\Theta k = \text{Max } |g_{RiT1A}(\varphi) - g_{RiT2B}(360 - \varphi + \Theta)| \text{ sao cho } \varphi \in [1; 360^\circ]$$

Là một biến số, chỉ số IND_{thetak} có thể đo lường chênh lệch bán kính bên ngoài, trong trường hợp đó, chỉ số này sẽ được đọc theo cách khác như sau:

$$IND\Theta k = INDe\Theta k = \text{Max } |g_{ReT1A}(\varphi) - g_{ReT2B}(360 - \varphi + \Theta)| \text{ sao cho } \varphi \in [1; 360^\circ]$$

Là một biến số, chỉ số IND_{thetak} có thể đo lường chênh lệch biên dạng độ dày, biên dạng độ dày (TP) là chênh lệch giữa bán kính ngoài và bán kính trong ở góc ϕ (phi) bất kỳ khi thực hiện các phép đo, trong trường hợp đó, chỉ số này cũng sẽ được đọc theo cách khác như sau:

$$IND_{\Theta k} = IND_{PE\Theta k}$$

$$= \text{Max} |g_{ReT1A}(\varphi) - g_{RiT1A}(\varphi) - (g_{ReT2B}(360 - \varphi + \Theta) - g_{ReT2B}(360 - \varphi + \Theta))| \text{ sao cho } \varphi \in [1; 360^\circ]$$

Tiếp theo, có thể lần lượt kể tới chỉ số tương thích bên trong $IND_{i_{thetak}}$, chỉ số tương thích bên ngoài $IND_{e_{thetak}}$ và chỉ số tương thích biên dạng độ dày $IND_{TP_{thetak}}$. Bằng cách lấy giá trị tuyệt đối lớn nhất, chỉ số tương thích IND_{thetak} này xác định giá trị xấu nhất có thể quan sát được giữa hai ống.

Chỉ số tương thích IND_{thetak} sau đó sẽ được tính toán cho nhiều giá trị của độ lệch góc Θ (theta) giữa các đầu tham chiếu M_0 của mỗi trong hai ống. Ví dụ, nếu lấy giá số và độ chính xác vị trí giữa hai đầu của hai ống nằm trong khoảng một độ, thì sẽ tạo ra 360 giá trị cho độ lệch góc Θ (theta). Chỉ số tương thích này sẽ chuyển qua $\min IND_{thetak}$ nhỏ nhất và $\max IND_{thetak}$ lớn nhất.

Fig.6 là đồ thị minh họa các giá trị của chỉ số tương thích IND_{thetak} cho nhiều giá trị độ lệch góc Θ (theta) nằm trong khoảng từ 0 đến 360° . Fig.6 thể hiện một trường hợp trong đó ống T_{1A} tương thích với ống T_{2B} với điều kiện phải quay một góc. Cụ thể, như có thể thấy, có nhiều vị trí góc trong đó chỉ số tương thích $IND_{\Theta T_{1A}T_{2B}}$, cũng được ký hiệu là $ND_{\Theta T_{1A}T_{2B}}$, lớn hơn ngưỡng $H_{giới hạn}$.

Điểm tương thích tổng thể $H_{T_{1A}T_{2B}}$ sẽ được đưa ra cặp “k” $T_{1A}T_{2B}$ nhất định. Ví dụ, điểm tổng thể H_k chọn một điểm riêng lẻ trong một số lượng hữu hạn điểm. Trong ví dụ dưới đây, điểm tổng thể H_k có thể lấy 3 điểm:

- tương thích
- tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt
- không tương thích

Điểm tổng thể H_k sẽ được xác định dưới dạng hàm của các giá trị của chỉ số tương thích IND_{thetak} được tính cho các giá trị khác nhau của Θ (theta). Điểm tổng thể H_k này có thể được đưa ra trên cơ sở một hoặc nhiều chỉ số được chọn từ chỉ số tương thích bên trong $IND_{i_{thetak}}$, chỉ số tương thích bên ngoài $IND_{e_{thetak}}$ và/hoặc chỉ số tương thích biên dạng độ dày $IND_{TP_{thetak}}$.

Ví dụ, điểm tổng thể H_k có thể được đưa ra dưới dạng hàm của duy nhất một biến là chỉ số tương thích bên trong $IND_{i_{thetak}}$.

Nếu chỉ số tương thích IND_{thetak} có giá trị nhỏ hơn ngưỡng $H_{giới hạn}$ bất kể độ lệch góc Θ (theta) thì cặp ống đang xem xét sẽ được giả định là tương thích 100% bất kể góc

lệnh khi đặt hai đầu đối nhau ở thời điểm thực hiện bước hàn. Ngưỡng $H_{\text{giới hạn}}$ có thể được gọi bằng thuật ngữ “ngưỡng HiLo”. Do đó, sẽ không nhất thiết phải thực hiện việc đặt lệch góc hai đầu này trước bước hàn 108.

Nếu chỉ số tương thích IND_{thetak} có giá trị lớn hơn ngưỡng $H_{\text{giới hạn}}$ nêu trên ở một số giá trị nhất định của độ lệch góc Θ (theta) thì kích thước khoảng góc của giá trị Θ (theta) mà chỉ số tương thích IND_{thetak} có giá trị nhỏ hơn ngưỡng $H_{\text{giới hạn}}$ nêu trên sẽ được xem xét. Cụ thể, đối với cặp ống này, có thể có một hoặc nhiều khoảng của độ lệch góc Θ (theta) mà chỉ số tương thích IND_{thetak} có giá trị nhỏ hơn ngưỡng $H_{\text{giới hạn}}$.

Trong ví dụ trên Fig.6, có 4 khoảng góc lần lượt là P1, P2, P3 và P4, trong đó đầu A của ống T1 tương thích với đầu B của ống T2. Các giá trị hướng khác không phù hợp với thông số kỹ thuật HiLo. Đặc biệt, bốn khoảng góc bao gồm các cung góc của góc ϕ (phi), từ 90° đến 130° , từ 230° đến 260° , từ 270° đến 275° và từ 280° đến 290° mà việc lắp ráp của hai ống T_1, T_2 sẽ phù hợp với thông số kỹ thuật HiLo. Đồ thị trên Fig.6 có thể cho phép đánh giá ngưỡng $H_{\text{giới hạn}}$ mà chỉ thông số kỹ thuật HiLo trực tiếp trên trục tung. Trên Fig.6, $\min IND_{\text{thetak}}$ nhỏ nhất được quan sát thấy ở 128° và $\max IND_{\text{thetak}}$ lớn nhất được quan sát ở 187° .

Khoảng lớn nhất của độ lệch góc Θ (theta) thỏa mãn điều kiện nêu trên sau đó được xem xét. Nếu khoảng lớn nhất này lớn hơn độ rộng khoảng ngưỡng S thì cặp này sẽ được coi là tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt.

Cụ thể, trong ví dụ trên Fig.6, độ rộng khoảng góc P1 là lớn nhất trong số 4 khoảng góc từ P1 đến P4. Hơn nữa, khoảng P1 này rộng hơn khoảng ngưỡng S. Ví dụ, giá trị cho khoảng ngưỡng là 30° . Do đó, cặp đầu T1A-T2B này được coi là tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt.

Ngược lại, nếu khoảng lớn nhất nêu trên nhỏ hơn độ rộng khoảng ngưỡng S thì cặp ống này sẽ được coi là không tương thích.

Một cặp ống cũng sẽ được coi là không tương thích nếu, bất kể độ lệch góc Θ (theta) đang xem xét, chỉ số tương thích IND_{thetak} có giá trị lớn hơn ngưỡng HiLo $H_{\text{giới hạn}}$ nêu trên.

Điểm được gán cho các cặp phụ thuộc vào các giá trị được chọn cho tiêu chuẩn của ngưỡng HiLo $H_{\text{giới hạn}}$ và tiêu chuẩn của khoảng ngưỡng S.

Fig.6 cho phép xác định vị trí góc tối ưu giữa các tham chiếu góc M_{0T1A} và M_{0T2B} mà tại đó chỉ số tương thích $IND_{\text{thetakT1AT2B}}$ đạt tới giá trị nhỏ nhất. Trong trường hợp, độ

lệch góc là 128° trong ví dụ trên Fig.6. Fig.7A là hình biểu diễn cách đặt các đầu theo độ lệch góc tối ưu Θ (theta) này. Cấu hình trên Fig.7B là một trường hợp nghiên cứu của Fig.6 mà chỉ số tương thích $IND_{\theta T1AT2B}$ đạt giá trị lớn nhất, cụ thể là khi giá trị độ lệch góc Θ (theta) là 187° . Trên Fig.7A, có thể thấy rằng chỉ số tương thích $IND_{\theta T1AT2B}$ liên quan đến độ chênh lệch đường kính bên trong lớn nhất được đo khi giá trị của góc ϕ (phi), so với tham chiếu góc M_{0T1A} là 50° . Trên Fig.7B, có thể thấy rằng chỉ số tương thích $IND_{\theta T1AT2B}$ được đo cho giá trị của góc ϕ (phi), so với tham chiếu góc M_{0T1A} là 280° .

Các ngưỡng HiLo $H_{\text{giới hạn}}$ và độ rộng của khoảng ngưỡng S ảnh hưởng đến $2 \cdot n \cdot (n-1)$ điểm của nhóm gồm n ống. Phương pháp theo sáng chế được lặp lại để tính điểm cho tất cả các cách kết hợp có thể có của các cặp ống. Mục đích của bước xử lý dữ liệu 106 là cho điểm từng cặp có thể có về mặt thống kê. Việc cho điểm này được thực hiện bằng cách xử lý ma trận của toàn bộ các dữ liệu.

Ngay trước khi bước hàn 108 bắt đầu, người vận hành dây chuyền có ống cố định $T_{\text{cố định}}$ mà vừa mới được nối vào đường ống sẽ xem xét ống di động đầu tiên $T_{\text{1di động}}$ trong kho mà có khả năng được đặt đối diện với ống cố định $T_{\text{cố định}}$. Trước khi đưa ống di động đầu tiên $T_{\text{1di động}}$ này vào dây chuyền sản xuất và hàn, người vận hành sẽ đọc khung thông tin trên các đầu định đặt đối diện. Để đọc khung thông tin I, người vận hành cần có thiết bị đầu cuối điện tử, như máy tính bảng, điện thoại thông minh hoặc máy tính kiểu để bàn. Thuận lợi là, thiết bị đầu cuối này là thiết bị không dây. Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc đọc dữ liệu có trong khung thông tin, các bộ phận quang học được bao gồm trong thiết bị đầu cuối này để có thể quét khung thông tin.

Sau đó, người vận hành sẽ nhập thông tin nêu trên vào hệ điều hành. Trên thực tế, theo một ví dụ, thiết bị đầu cuối có khả năng thiết lập kết nối với máy chủ điều hành từ xa để gửi một yêu cầu tới cơ sở dữ liệu của hệ điều hành nêu trên để lấy thông tin cụ thể liên quan đến cặp được quét cụ thể, chẳng hạn $T_{\text{cố định}}-T_{\text{1di động}}$. Theo một phương án khác, thiết bị đầu cuối này bao gồm một bộ nhớ trong đó dữ liệu được ghi lại cục bộ. Bộ nhớ này có thể tháo rời khỏi thiết bị đầu cuối.

Cơ sở dữ liệu này chứa dữ liệu gắn với tất cả các cặp có thể có giữa các đầu của nhóm ống này. Thông tin được truyền đến thiết bị đầu cuối cụ thể sẽ bao gồm các chỉ dẫn cho thấy cặp $T_{\text{cố định}}-T_{\text{1di động}}$ này

- tương thích hoặc "c" hoặc

- tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt hoặc “cc”, hoặc theo cách khác
- không tương thích hoặc "nc".

Cụ thể, hệ điều hành được tạo ra ở dạng luôn có thể truy cập được bởi người vận hành và chứa tất cả các điểm thu được của mỗi đầu ống, cũng như khoảng góc tương thích của mỗi đầu với tất cả các đầu khác trong nhóm ống.

Nếu ống đầu tiên $T_{1di\text{ động}}$ tương thích, người vận hành sẽ chuyển nó nguyên dạng sang bước hàn 108.

Nếu ống đầu tiên $T_{1di\text{ động}}$ được thể hiện là tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt, người vận hành cũng có thể tham khảo các chỉ dẫn về vị trí cho phép tương thích thông qua thiết bị đầu cuối, các chỉ dẫn liên quan đến các vị trí tương thích cũng có trong bộ nhớ. Cụ thể, hệ điều hành có thể chỉ ra cho người vận hành biết các vị trí góc cụ thể cho phép lắp ráp thích hợp. Ví dụ, khoảng góc sẽ được truyền thông bởi hệ điều hành, hoặc bộ nhớ cục bộ, so với hệ quy chiếu của tham chiếu góc $M_{0T1di\text{ động}}$ của ống $T_{1di\text{ động}}$ này, theo một quy ước về hướng. Fig.8 là một cách biểu diễn khoảng góc thích hợp, có thể được cung cấp bởi thiết bị đầu cuối điện tử.

Ví dụ, người vận hành có thể đưa một dấu hiệu trực quan lên bề mặt của ống di động $T_{1di\text{ động}}$ để xác định các khoảng góc có thể được đặt đối diện so với tham chiếu góc $M_{0T1cố\text{ định}}$ của ống $T_{cố\text{ định}}$. Theo một phương án của sáng chế, phương pháp này bao gồm bước đánh dấu các vùng góc cho phép, được biểu diễn bằng Za trên Fig.2, trên ống di động được chuyển sang bước hàn 108; các vùng này được thể hiện trên chính ống đó và được xác định trên cơ sở tham chiếu M_0 của ống di động. Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc đánh dấu này, thiết bị đầu cuối có thể chuyển đổi các vùng góc cho phép bằng cách chỉ ra khoảng cách tính bằng mm từ biên giới của các vùng này so với tham chiếu góc $M_{0Tdi\text{ động}}$. Tiếp theo, với sự hỗ trợ của thước từ mềm đặt bên ngoài ống, người vận hành có thể áp dụng chính xác các giới hạn và vị trí của cung góc của vùng cho phép Za . Theo cách khác hoặc ngoài ra, thiết bị đầu cuối điện tử có thể được bố trí trong một giá đỡ bên trong ống di động và bao gồm bộ hiển thị để đưa ra dạng biểu diễn trên Fig. 8 trên đó. Sau đó, thiết bị đầu cuối có thể được tạo cấu hình để cho phép người vận hành thay đổi vị trí của tham chiếu M_0 của ống di động trên bộ hiển thị và để thu được dạng biểu diễn mới mà cập nhật vị trí theo chiều đồng hồ của Fig.8 và do đó, cho phép nhìn bằng mắt thường vị trí chính xác của các vùng cho phép.

Tương tự, có thể đánh dấu trên ống $T_{1di\text{ động}}$ các cấu hình căn chỉnh duy nhất

trong đó ống này sẽ ở vị trí góc không tương thích với ống $T_{\text{cố định}}$. Việc lựa chọn các đầu có thể được thực hiện theo chiến lược để giảm thiểu việc đánh dấu được thực hiện.

Mặt khác, nếu ống đầu tiên $T_{1\text{đi động}}$ không tương thích, người vận hành sẽ chuyển nó sang vùng tách riêng. Người vận hành sẽ lặp lại các bước nêu trên với ống di động thứ hai $T_{2\text{đi động}}$ trong kho.

Nếu ống thứ hai $T_{2\text{đi động}}$ tương thích, theo đó nó sẽ được hàn vào ống $T_{\text{cố định}}$. Phương pháp theo sáng chế sẽ được lặp lại, nhưng ở lần tiếp theo này, ống mới thêm vào, nghĩa là ống $T_{2\text{đi động}}$, sẽ được coi là ống cố định mới $T_{\text{cố định}}$. Bằng cách đọc dữ liệu của đầu được hàn của ống mới $T_{\text{cố định}}$, trước tiên hệ điều hành sẽ đề xuất cho người vận hành sử dụng ống hoặc các ống đã tách riêng nếu một trong số chúng có tương thích hoàn toàn hoặc tương thích ít nhất là một phần với đầu mới được hàn.

Ưu điểm của phương pháp theo sáng chế là giảm thiểu số lượng ống cần tách riêng để kiểm tra lại.

Ưu điểm của sáng chế là nó cho phép tối ưu hóa việc quản lý kho ống được hàn. Sáng chế cũng giúp hạn chế bước tìm kiếm góc đặt lệch tốt hơn của các đầu ống so với nhau ngay cả trước khi chúng đưa vào dây chuyền ở bước hàn 108.

Fig. 9A thể hiện giá trị HiLo được đánh giá ở bước hàn 108. Cụ thể, các cạnh 11, hoặc mặt ngang 11, của mỗi ống trên Fig.5A được gia công sao cho mặt vát 13 được tạo ra trên một trong các mặt ngang 11. Việc gia công mặt vát 13 sẽ là một phần của bước hàn 108. Các mép vát 13 có bán kính trong đã căn chỉnh có thể được thấy trên Fig.5A, mà là vị trí tối ưu khi hàn.

Fig.9B thể hiện trường hợp tương tự với Fig.9A, thể hiện hai ống T_1 , T_2 mà giá trị HiLo 12 khác không được quan sát giữa hai mặt vát 13. Giá trị HiLo 12 được biểu diễn ở đây là chênh lệch giữa bán kính trong của hai ống T_1 và T_2 . Giá trị HiLo 12 giữa các mặt vát 13 có thể chấp nhận được nếu nó nhỏ hơn ngưỡng định trước. Vì Fig.5B là lược đồ nên giá trị HiLo 12 giữa các mặt vát cũng có thể được coi là không đạt yêu cầu.

Do bước gia công các mặt vát 13 là bước thường có độ chính xác cao, được thực hiện đồng thời với bước hàn 108 nên điều quan trọng là không cần lặp lại bước gia công này. Ưu điểm của sáng chế là nó có thể dự đoán được sự tương thích và tiến hành theo cách sao cho các đầu đặt đối diện nhau trong dây chuyền hàn tương thích với xác suất rất cao mặc dù không đảm bảo việc tương thích hoàn toàn. Các hoạt động gia công được thực hiện sau đó sẽ tạo ra việc tương thích với xác suất cao.

Một bước tối ưu hóa khác cũng nằm trong phạm vi của sáng chế là bước phân phối các ống trong một nhóm thành các nhóm ống con để giảm thiểu các trường hợp cần tách riêng hoặc hoàn toàn không tương thích trong nhóm con nhất định.

Theo một phương án cụ thể của sáng chế, bước xử lý 106 cũng có thể đưa ra các chỉ dẫn về việc phân phối các ống thuộc một nhóm đang xem xét thành nhiều nhóm con, để giảm thiểu sự không tương thích khi lắp ráp giữa các ống của một nhóm con nhất định. Các nhóm con này có thể được tách ra khỏi nhau trong cơ sở lưu trữ 107. Đối với mục đích này, phương pháp của sáng chế có thể được áp dụng cho một nhóm ống để tối ưu hóa sự phân phối chúng thành các nhóm khác nhau định xử lý riêng biệt. Bước vận chuyển 105 có thể lại cần đến để tạo ra các nhóm ống này và lưu giữ chúng riêng biệt trong cơ sở lưu trữ 107. Các nhóm được tạo ra theo cách này có thể làm giảm sự không tương thích khi ghép nối các ống với nhau. Hơn nữa, các nhóm con được phân phối theo cách này có thể làm giảm việc tách riêng của các ống khi các ống này được đưa đến bước hàn 108.

Ở bước 106, phương pháp theo sáng chế có thể tạo ra điểm tương thích tổng thể H_k cụ thể cho từng cặp đầu ống có thể có trong nhóm ống đang được xem xét.

Fig.10 thể hiện các điểm thu được của chỉ số tương thích nhỏ nhất $\min IND_{\theta_{tak}}$ trên trục tung và chỉ số tương thích lớn nhất $\max IND_{\theta_{tak}}$ trên trục hoành cho mỗi cặp có thể có trong một nhóm ống.

- C1 chỉ nhóm tương thích mà bao gồm trong đó các cặp tương thích bất kể góc quay Θ (theta) giữa hai đầu nhất định của cặp nêu trên, vì các cặp được xác định trong nhóm C1 có chỉ số tương thích nhỏ nhất $\min IND_{\theta_{tak}}$ và $\max IND_{\theta_{tak}}$ lớn nhất dưới ngưỡng $H_{\text{giới hạn}}$.

- C2 chỉ nhóm tương thích mà bao gồm trong đó các cặp tương thích với điều kiện chúng được đặt đối diện trực tiếp với nhau; việc quay có lẽ sẽ cần thiết vào thời điểm chúng được nối với nhau. Điều này là do các cặp của nhóm C2 có chỉ số tương thích nhỏ nhất $\min IND_{\theta_{tak}}$ của chúng luôn nhỏ hơn ngưỡng $H_{\text{giới hạn}}$, nhưng ở một số độ lệch góc Θ (theta) nhất định, chỉ số tương thích lớn nhất $\max IND_{\theta_{tak}}$ lớn hơn ngưỡng.

- C3 chỉ nhóm tương thích mà bao gồm trong đó các cặp không tương thích bất kể việc quay được thực hiện. Điều này là do các cặp này không có chỉ số tương thích IND_{thetak} dưới ngưỡng giới hạn bất kể giá trị Θ (theta).

Fig.10 thể hiện mật độ phân bố của các cặp 1 trong mỗi nhóm C1, C2 và C3.

Một đầu nhất định của ống có thể thuộc một loại bất kỳ trong 3 loại nêu trên, tùy thuộc vào các cặp mà nó có thể được tạo thành với các đầu kia của ống.

Do đó, trong nhóm gồm 100 ống, chỉ số tương thích thống kê của mỗi đầu %Tn được xây dựng dựa trên điểm tương thích tổng thể Hk là 198 thu được bằng cách nghiên cứu đầu này so với các đầu của 99 ống còn lại trong nhóm. Ưu điểm của sáng chế là nó xác định số liệu thống kê về tính tương thích %Tn cho mỗi đầu đối với tất cả các ống trong nhóm trước khi bắt đầu bước hàn 108. Ví dụ, đầu A của ống T₁ có thể có số liệu thống kê về độ tương thích %T1A với các đầu khác của các ống khác có trong nhóm: {C1, a%; C2, b%; C3, c%} sao cho $a + b + c = 100\%$.

Fig.11 thể hiện một bảng bao gồm chỉ số tương thích thống kê %Tn cho biết tỷ lệ C1, C2 và C3 của mỗi đầu ống.

Theo cách khác, bảng có thể được đơn giản hóa để liệt kê, đối với mỗi ống Tn, chỉ phần đầu của ống Tn có chỉ số tương thích thống kê có mức độ không tương thích lớn nhất.

Ví dụ, đối với ống T1 có các đầu A và B, nếu

% T1A là {C1, 52%; C2, 33%; C3, 15%}

% T1B là {C1, 27%; C2, 70%; C3, 13%}

thì bảng trên Fig.11 sẽ thể hiện

% T1 là {C1, 52%; C2, 33%; C3, 15%}

Theo một phương án khác trong bảng trên Fig.11, vì đối với mỗi cặp ống, mỗi ống có hai đầu nên sẽ có 4 cách nối hai ống x và y với nhau, cặp TxTy này sẽ được gán điểm tương thích thấp. NTxTy tương ứng với điểm thấp nhất trong 4 điểm Hk quan sát được đối với từng trong 4 khả năng lắp ráp các đầu A và B tương ứng của mỗi ống x và y. Điểm không tương thích “nc” thấp hơn điểm tương thích một phần “cc”, bản thân nó thấp hơn điểm tương thích “c”. Ví dụ nếu HTxATyA = c; HTxATyB = c HTxBTyA = cc và HTxBTyB = nc. Khi đó cặp TxTy sẽ có điểm tương thích thấp NTxTy bằng “nc”.

Theo phương án khác của sáng chế này, ví dụ trong nhóm 100 ống, đối với mỗi

ống Tn sẽ có 99 điểm tương thích thấp N. Theo cùng cách như trên Fig.11, tỷ lệ C1, C2 và C3 của mỗi ống có thể được xác định, và dựa trên cơ sở điểm tương thích thấp của chúng, thống kê %Ntn có độ tương thích thấp sẽ tính được cho mỗi ống Tn: {C1, e%; C2, f%; C3, g%} sao cho $e + f + g = 100\%$.

Bảng trên Fig.11 cho phép xác định các ống có chỉ số tương thích thống kê %Tn và/hoặc trong đó chỉ số tương thích thống kê thấp %Ntn có giá trị trong tỷ lệ C3 vượt quá ngưỡng tương thích tới hạn, ví dụ 60%, hoặc đòi hỏi khắt khe hơn 50%, và thậm chí còn khắt khe hơn 40%. Các ống không được xác định sẽ tạo thành nhóm G0 bao gồm các ống tương thích hoàn toàn.

Ví dụ: nếu trong nhóm gồm 100 ống, số lượng “d” ống có thành phần C3 của chỉ số tương thích thống kê %Tn hoặc chỉ số tương thích thống kê thấp %Ntn vượt quá ngưỡng tương thích tới hạn thì nhóm G0 này sẽ có $100 - d$ ống. Các ống “d” sẽ được tách riêng.

Các ống “d” có thể bị từ chối đưa vào bước hàn 108 và được đánh dấu để kiểm tra hoặc thử nghiệm mà được tiến hành song song với bước hàn 108.

Theo cách khác, bằng cách sử dụng thuật toán xây dựng đồ thị hoàn chỉnh, cụ thể là có sẵn trong MATLAB hoặc phần mềm lập trình toán học khác và bằng cách xác định kích thước phân chia của nhóm, ví dụ chia thành hai nhóm, thuật toán sẽ được khởi chạy để xác định trong số các ống “d” mà sẽ nằm trong nhóm con thứ nhất G1 và các ống sẽ nằm trong nhóm con thứ hai G2.

Tiếp theo, hai lô sẽ được tạo ra vì việc chia thành 2 đã được chọn, với một nửa số ống của nhóm G0 và các ống của nhóm con G1 trong lô đầu tiên, và một nửa số ống còn lại của nhóm G0 và các ống của phân nhóm G2 trong lô thứ hai.

Việc phân chia thành hai lô này sẽ giúp hạn chế rủi ro về việc không tương thích giữa các ống và việc chậm trễ khi phải tách riêng, và sáng chế cho phép phân phối các ống có xác suất không tương thích cao, được phản ánh bởi thành phần C3 trong chỉ số thống kê %Tn hoặc %NTn của chúng, thành từng lô. Các lô này sẽ được đưa lần lượt vào dây chuyền sản xuất và hàn 108. Thao tác này giúp tối ưu hóa thời gian xử lý để lắp ráp các ống với nhau.

Theo một phương án, phương pháp theo sáng chế cho phép tạo ra dấu tương thích như trên Fig.2 cho ống. Theo một phương án, dấu này có thể là dấu so màu M_c . Theo một phương án, dấu tương thích M_c của ống được tính toán từ sự phân bố thống

kê của nó trong các nhóm C1, C2 hoặc C3. Do đó, người dùng có thể nhận biết tại chỗ các ống mà có thể có chỉ số thống kê hợp tác lớn nhất. Do đó, theo một phương án, nhóm C1 được liên kết với một đốm màu xanh lá cây được gắn trên bề mặt của ống có chỉ số thống kê liên quan đến nhóm này lớn hơn ngưỡng định trước. Tương tự như vậy, ống có thể bao gồm một đốm màu cam khi chỉ số thống kê của nó thuộc nhóm C2 lớn hơn ngưỡng khác, và cuối cùng ống có thể bao gồm một đốm đỏ khi thống kê của nó thuộc về nhóm C3 lớn hơn ngưỡng thứ ba.

Trong một trường hợp cụ thể, chỉ có các ống “d” đã tách riêng mới được đánh dấu màu đỏ.

Theo một phương án thay thế, một đốm có chỉ thị so màu phức tạp có thể thể hiện thống kê của ống thuộc mỗi nhóm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích giữa hai đầu của hai ống, cụ thể là trước các hoạt động hàn, phương pháp này bao gồm các bước sau:

(a) đánh dấu một tham chiếu góc trên mỗi đầu trong số hai đầu;

(b) đo theo quỹ đạo đặc tính liên quan đến biên dạng của mỗi đầu;

(c) xác định chỉ số tương thích góc giữa hai đầu tại các độ lệch góc giữa các tham chiếu góc của các đầu nêu trên, chỉ số tương thích góc này thu được từ độ chênh lệch lớn nhất giữa các số đo theo quỹ đạo, độ chênh lệch lớn nhất này được tìm kiếm cho các vị trí đối diện của biên dạng,

(d) lặp lại việc xác định chỉ số tương thích góc cho nhiều giá trị của độ lệch góc giữa các tham chiếu góc của các đầu nêu trên;

(e) tạo ra điểm tương thích tổng thể giữa hai đầu này, điểm tương thích tổng thể này là hàm của các chỉ số tương thích góc được xác định tại nhiều giá trị độ lệch góc.

2. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 1, trong đó số đo theo quỹ đạo của đặc tính liên quan đến biên dạng là số đo bán kính.

3. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 2, trong đó số đo theo quỹ đạo là số đo bán kính, được xác định so với tâm ảo tại đó chênh lệch bán kính là nhỏ nhất.

4. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 2, trong đó số đo bán kính là số đo bán kính trong và trong đó tâm ảo được xác định là một hàm số của bán kính trong.

5. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 1, trong đó số đo bán kính là số đo bán kính bên ngoài.

6. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 5, trong đó số đo theo quỹ đạo là số đo bán kính bên ngoài, được xác định so với tâm ảo tại đó chênh lệch giữa các bán kính trong là nhỏ nhất.

7. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 1, trong đó phép đo theo quỹ đạo được thực hiện theo cùng một quy ước đồng hồ so với tham chiếu góc, sao cho đối với độ lệch góc nhất định giữa các tham chiếu góc của hai ống, đối với mỗi góc đo, phép tính chênh lệch giữa giá trị của phép đo theo quỹ đạo tại góc đo này trên ống thứ nhất

và giá trị của phép đo theo quỹ đạo quan sát được trên ống thứ hai tại một góc ngược của góc đo này được lặp lại, góc ngược này tương ứng với 360° trừ đi giá trị của góc đo, sao cho sau các lần lặp này, lần lặp mà chênh lệch của số đo theo quỹ đạo của hai đầu đối diện là lớn nhất cũng như giá trị chênh lệch lớn nhất này tương ứng với chênh lệch lớn nhất giữa số đo theo quỹ đạo cho độ lệch góc này được xác định.

8. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 1, trong đó bước (d) được thực hiện ở các giá trị độ lệch góc tăng liên tiếp theo từng bước nhỏ hơn 5° , và tốt hơn là với bước 1° giữa mỗi độ lệch góc.

9. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 1, trong đó điểm tương thích tổng thể giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ trong số:

- tương thích, hoặc;
- tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt, hoặc theo cách khác;
- không tương thích.

10. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 9, trong đó điểm tương thích tổng thể phụ thuộc vào ngưỡng HiLo được xác định là ngưỡng dung sai lớn nhất cho tất cả các chỉ số tương thích góc giữa hai đầu được xác định cho mỗi độ lệch góc.

11. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 10, trong đó điểm tương thích tổng thể phụ thuộc vào kích thước góc của khoảng ngưỡng mà có một nhóm giá trị độ lệch góc liên tục trong đó các chỉ số tương thích góc nhỏ hơn ngưỡng HiLo.

12. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 11, trong đó khi điểm tương thích tổng thể giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ "tương thích" thì tất cả các chỉ số tương thích góc được đo cho mỗi độ lệch góc nhỏ hơn ngưỡng HiLo và khi điểm tương thích tổng thể giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ "tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt" thì có ít nhất một khoảng trong đó kích thước góc lớn hơn khoảng ngưỡng.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó khi điểm tương thích tổng thể giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ "tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt" thì phương pháp này bao gồm bước (f) đánh dấu vùng cho phép trên một trong hai đầu để xác định vị trí góc, so với dấu góc, khoảng trong đó kích thước góc lớn hơn khoảng ngưỡng và trong đó có một nhóm giá trị độ lệch góc liên tục trong đó các chỉ số tương thích góc nhỏ hơn ngưỡng HiLo.

14. Phương pháp theo điểm 11, trong đó nhóm liên tục là nhóm các giá trị của độ lệch góc được coi là liên tiếp trong bước (d).

15. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích thống kê trong nhóm gồm n ống mà điểm tương thích tổng thể đã được xác định theo phương pháp theo điểm 1 cho mỗi cặp đầu có thể có của nhóm ống này, sao cho các thông số sau được xác định cho mỗi đầu:

- tỷ lệ tương thích “C1” với tất cả các đầu của các ống khác,
 - tỷ lệ tương thích một phần “C2” với tất cả các đầu của các ống khác với điều kiện điều chỉnh góc đặt giữa các đầu, và
 - tỷ lệ không tương thích “C3” với tất cả các đầu của các ống khác,
- tổng ba tỷ lệ này là 100%.

16. Phương pháp tạo ra chỉ số tương thích thống kê theo điểm 15, trong đó mỗi ống có một chỉ số tương thích thống kê là tỷ lệ thu được bởi một trong hai đầu của nó có tỷ lệ không tương thích lớn hơn.

17. Phương pháp phân chia nhóm gồm n ống, trong đó các ống này được phân phối thành ít nhất hai lô dưới dạng hàm của chỉ số tương thích thống kê của từng ống được xác định bằng phương pháp theo điểm 15, sao cho mỗi lô bao gồm một số lượng ống tương đương có tỷ lệ không tương thích C3 nhỏ hơn ngưỡng tương thích.

18. Phương pháp phân chia nhóm gồm n ống theo điểm 17, trong đó phương pháp này bao gồm bước đánh dấu các ống, trong đó dấu tương thích được ghi trên ít nhất là một số ống nhất định, bước đánh dấu giúp xác định các ống có tỷ lệ không tương thích C3 lớn hơn ngưỡng tương thích đã nêu.

19. Ống có dấu góc ở mỗi đầu xa của nó, dấu góc này cho phép thực hiện phương pháp tạo ra chỉ số tương thích theo điểm 1.

20. Thiết bị đầu cuối điện tử có giao diện để đọc số nhận dạng của ống, giao diện để nhận dữ liệu đo theo quỹ đạo của đặc tính liên quan đến biên dạng của đầu ống; bộ tính toán để biến đổi các giá trị đo theo quỹ đạo dưới dạng hàm của tâm ảo của đầu này, bộ tính toán này được tạo cấu hình để tạo ra điểm tương thích tổng thể của cặp ống trên cơ sở phương pháp theo điểm 1.

21. Kết cấu bao gồm thiết bị đầu cuối điện tử có giao diện để đọc số nhận dạng của ống, giao diện để nhận dữ liệu đo theo quỹ đạo của đặc tính liên quan đến biên dạng của đầu ống; bộ tính toán để biến đổi các giá trị đo theo quỹ đạo dưới dạng hàm của tâm ảo của đầu này, bộ tính toán này được tạo cấu hình để tạo ra điểm tương thích tổng thể của cặp ống và một nhóm gồm n ống, mỗi ống có đầu góc ở mỗi đầu xa của chúng, mỗi đầu xa của mỗi ống có $2*(n-1)$ điểm tương thích tổng thể với mỗi đầu xa của các ống khác trong nhóm, các điểm tương thích tổng thể này thu được bằng cách thực hiện phương pháp theo điểm 1, điểm tương thích tổng thể của mỗi đầu ống với các đầu của các ống khác trong nhóm được lưu trữ trong thiết bị đầu cuối điện tử.

22. Kết cấu theo điểm 21, trong đó vị trí đặt lệch góc, so với đầu góc, của khoảng trong đó kích thước góc lớn hơn khoảng ngưỡng, và trong đó có một nhóm giá trị độ lệch góc liên tục trong đó các chỉ số tương thích góc nhỏ hơn ngưỡng HiLo, được lưu trữ trong thiết bị đầu cuối điện tử cho mỗi cách kết hợp trong số $2*n*(n-1)$ cách kết hợp có thể có giữa n ống này, trong đó khi điểm tương thích tổng thể giữa hai đầu được lấy là điểm riêng lẻ "tương thích với điều kiện điều chỉnh góc đặt" thì phương pháp này bao gồm bước (f) đánh dấu vùng cho phép trên một trong hai đầu để xác định vị trí góc so với đầu góc, khoảng trong đó kích thước góc lớn hơn khoảng ngưỡng và trong đó có một nhóm giá trị độ lệch góc liên tục trong đó các chỉ số tương thích góc nhỏ hơn ngưỡng HiLo, và

trong đó điểm tương thích tổng thể phụ thuộc vào ngưỡng HiLo được xác định là ngưỡng dung sai lớn nhất cho tất cả các chỉ số tương thích góc giữa hai đầu được xác định cho mỗi độ lệch góc.

1/12

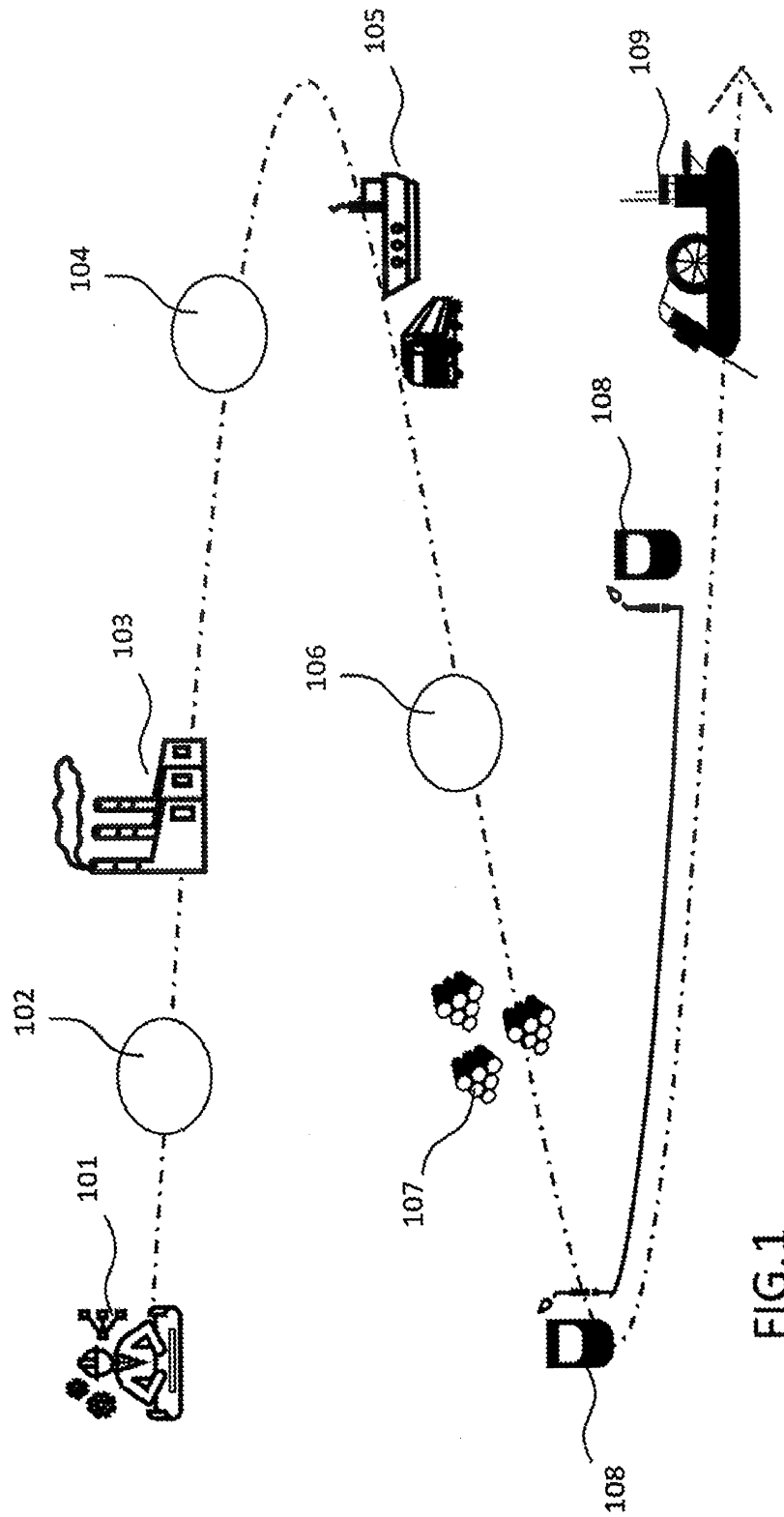
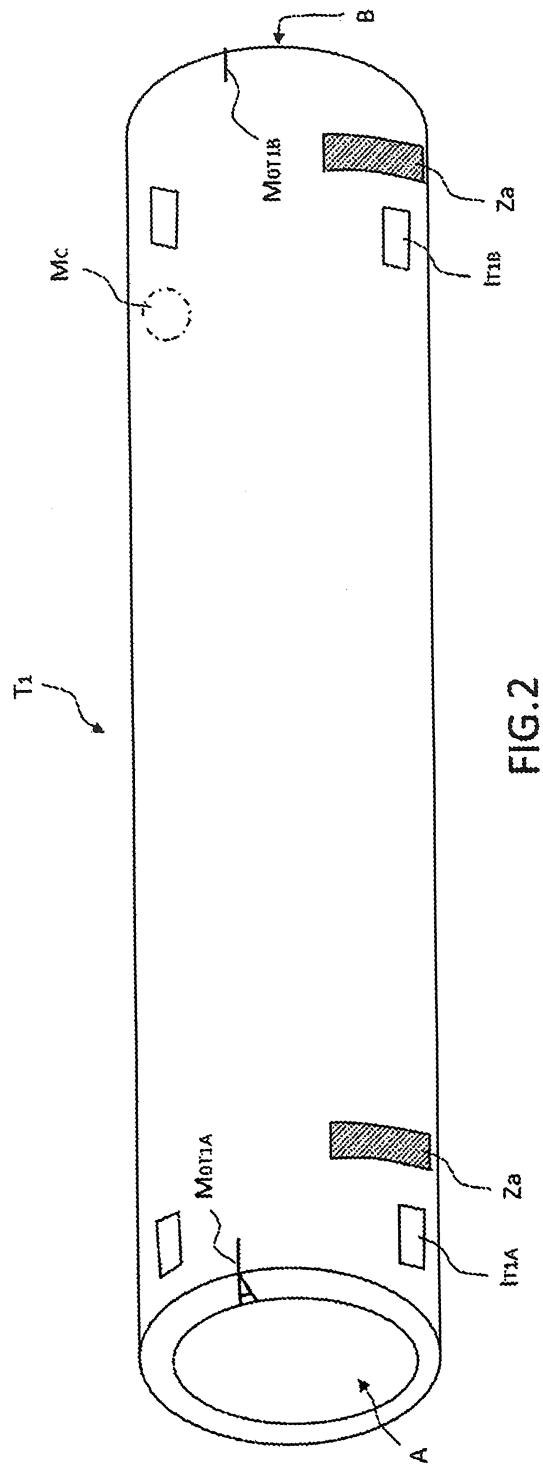
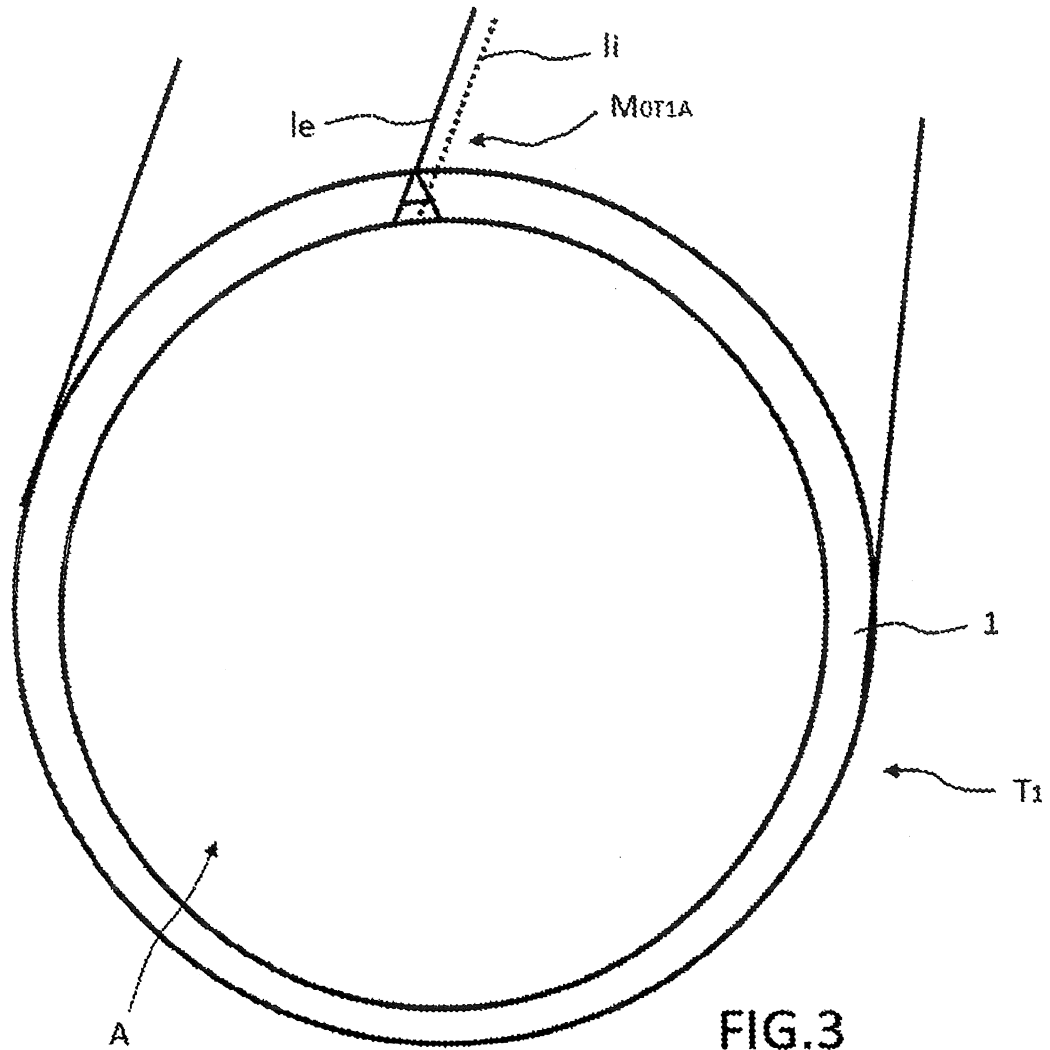


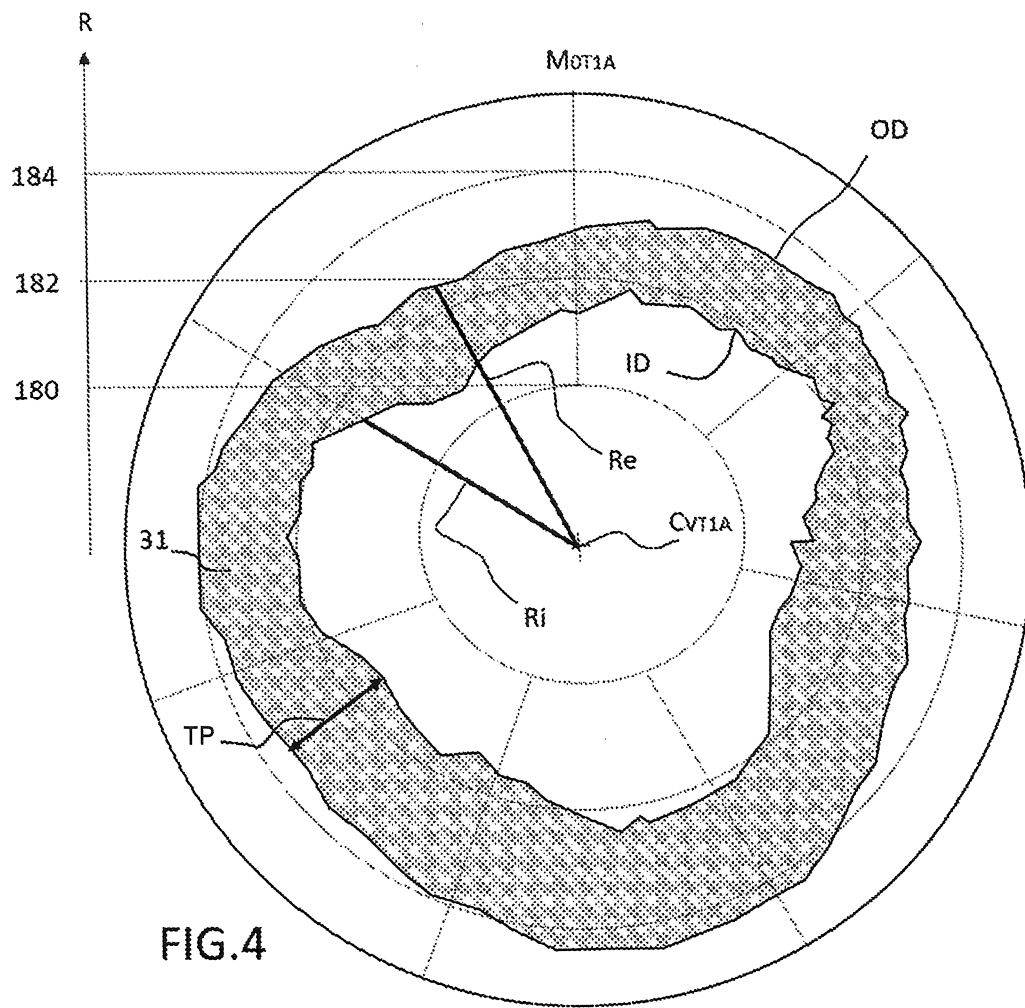
FIG.1

2/12

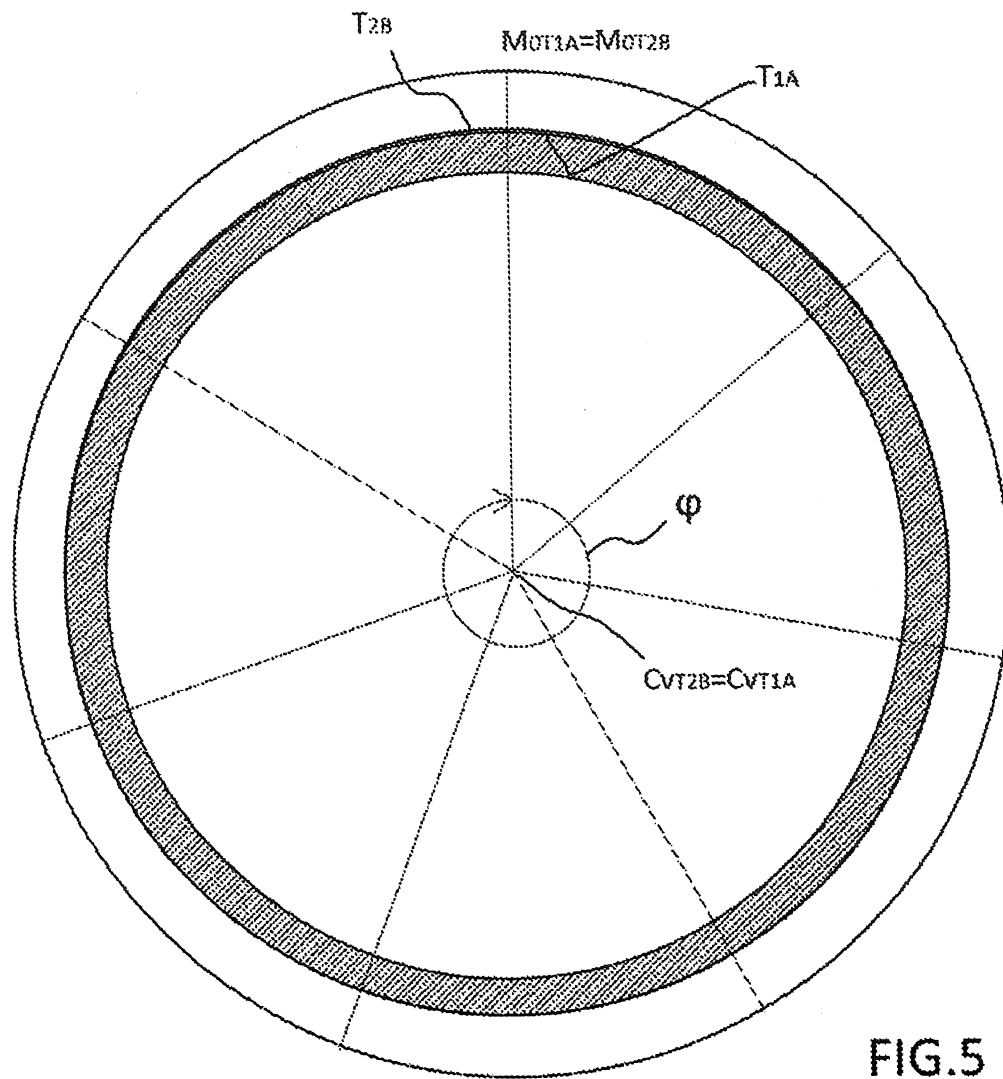




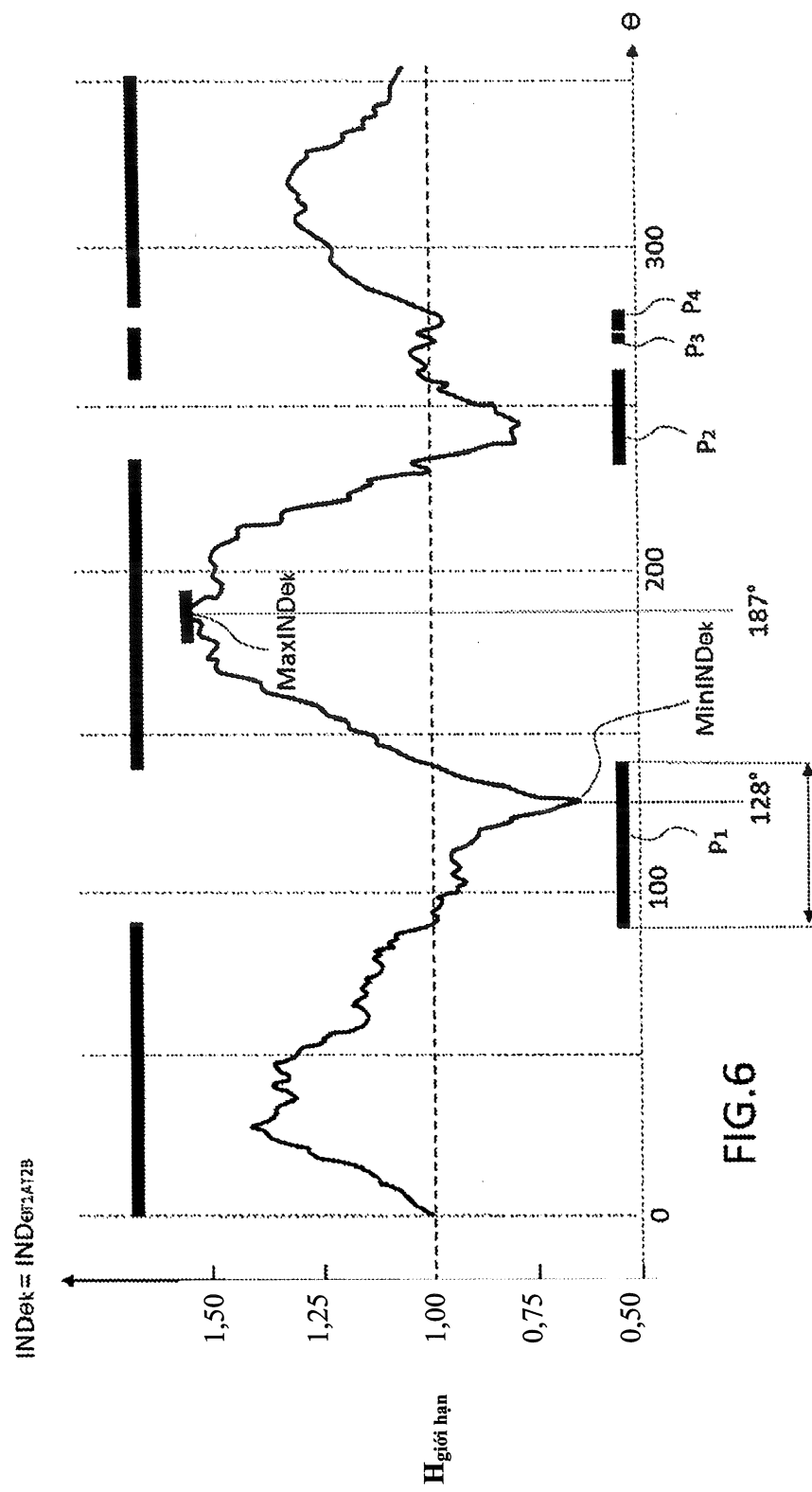
4/12



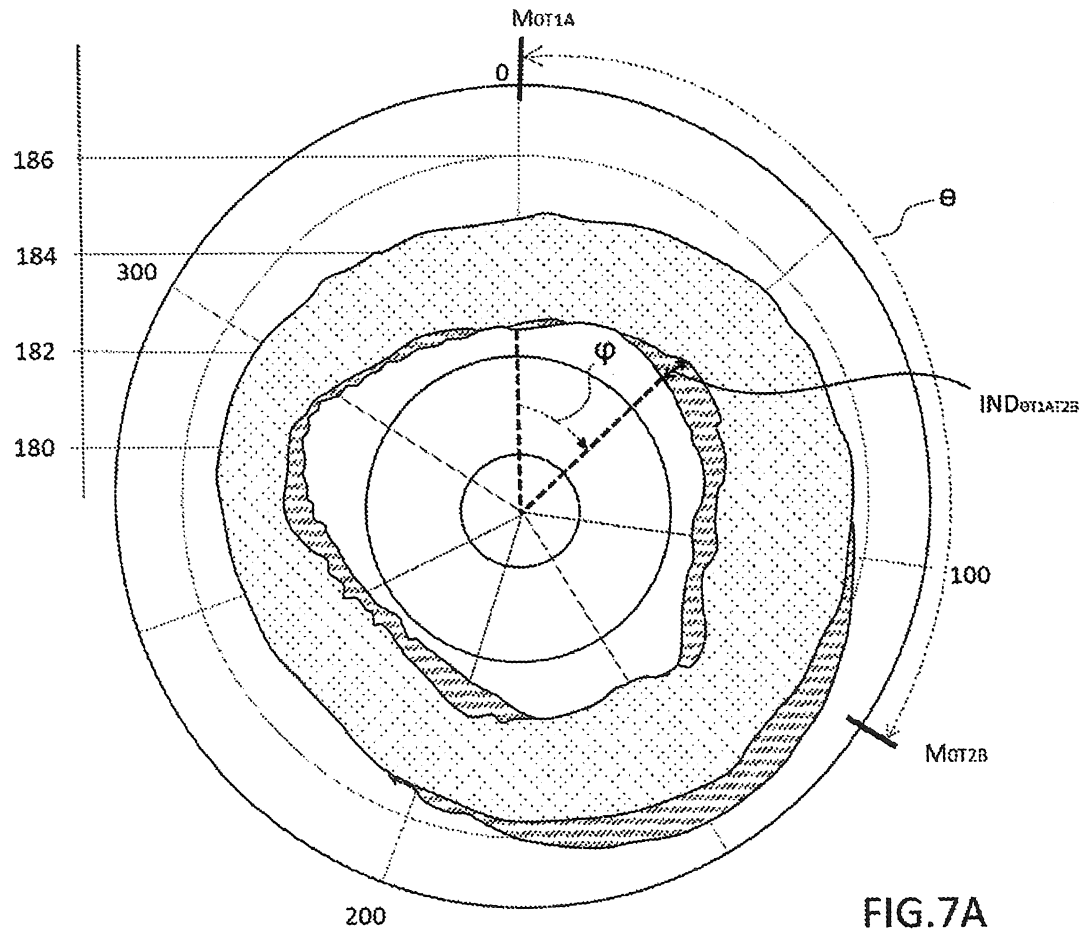
5/12



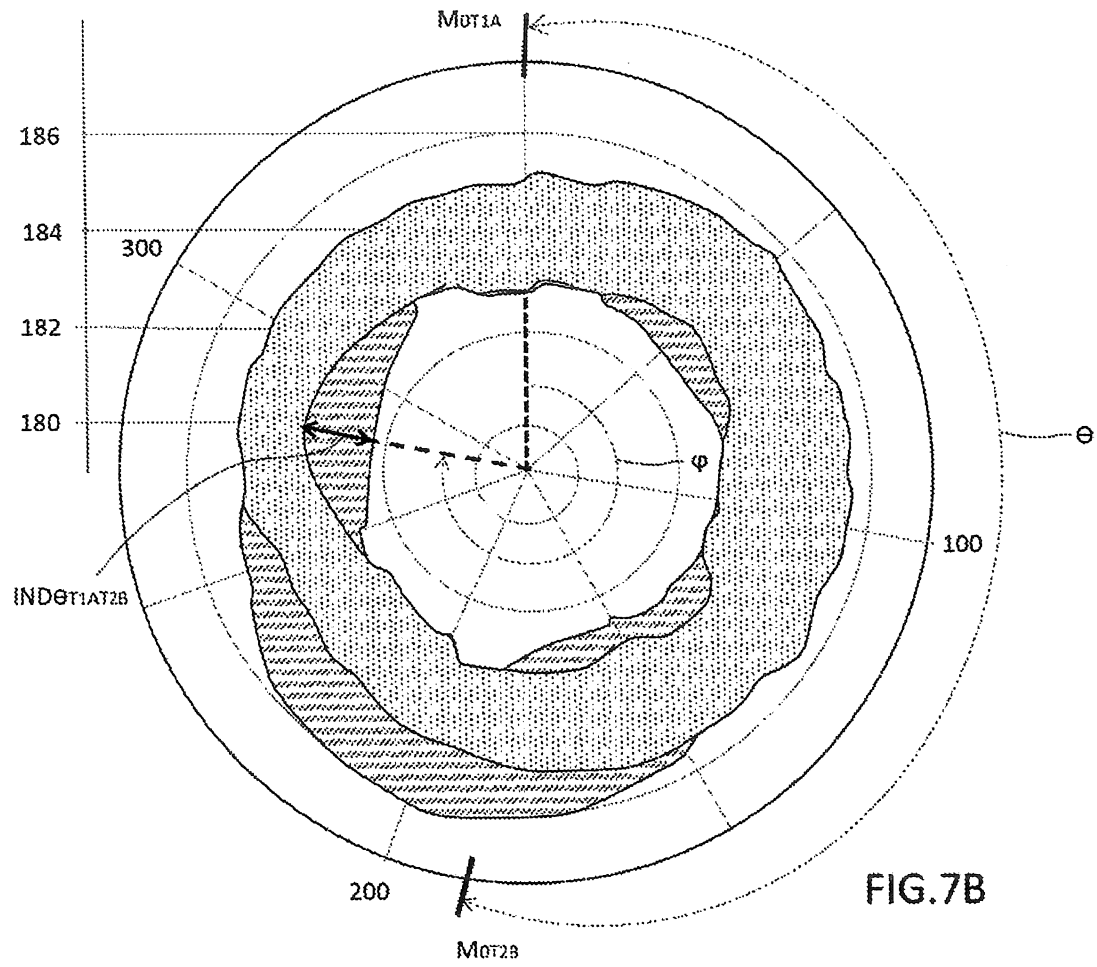
6/12



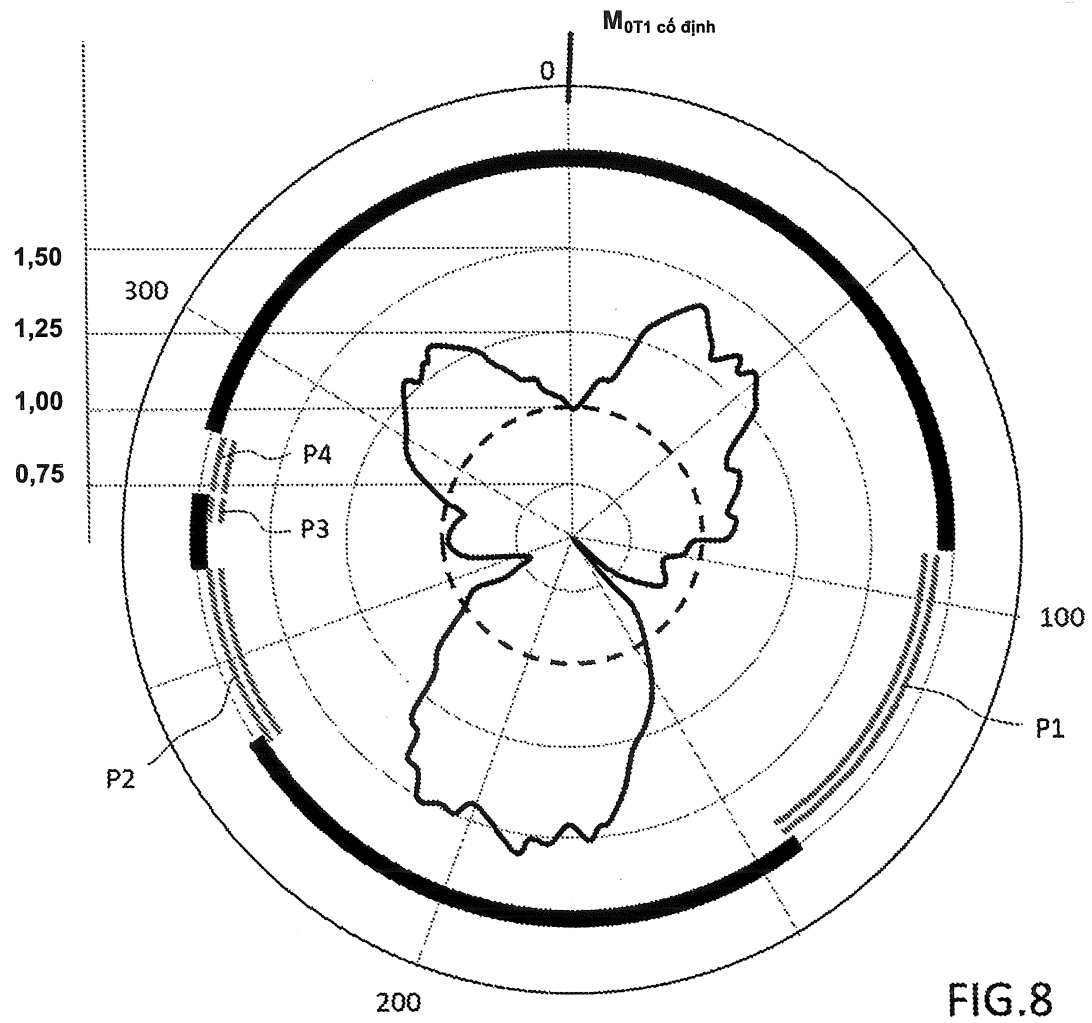
7/12



8/12



9/12



10/12

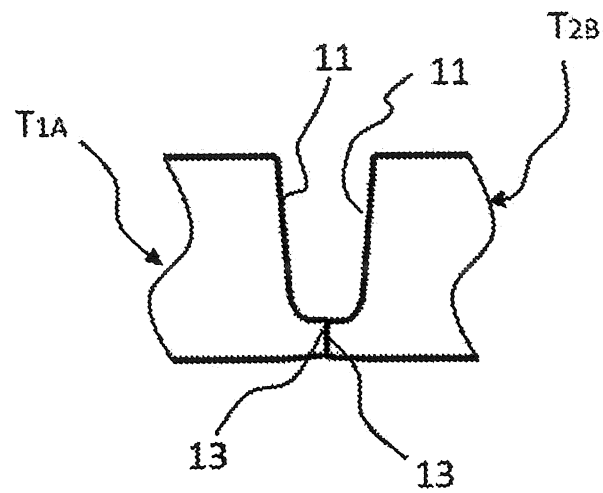


FIG. 9A

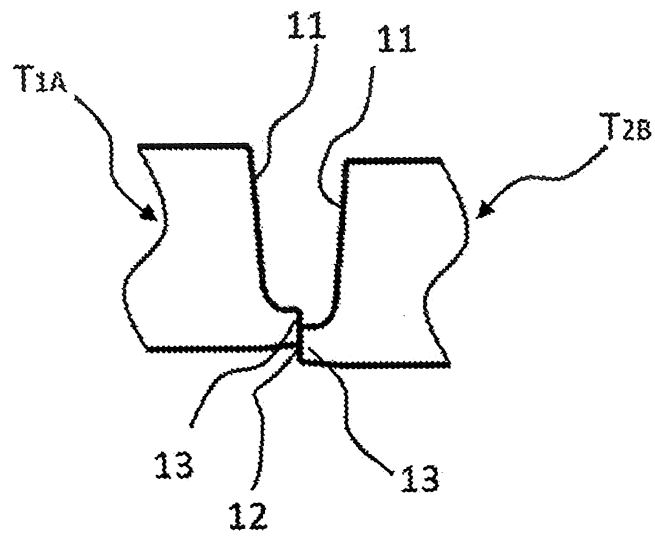
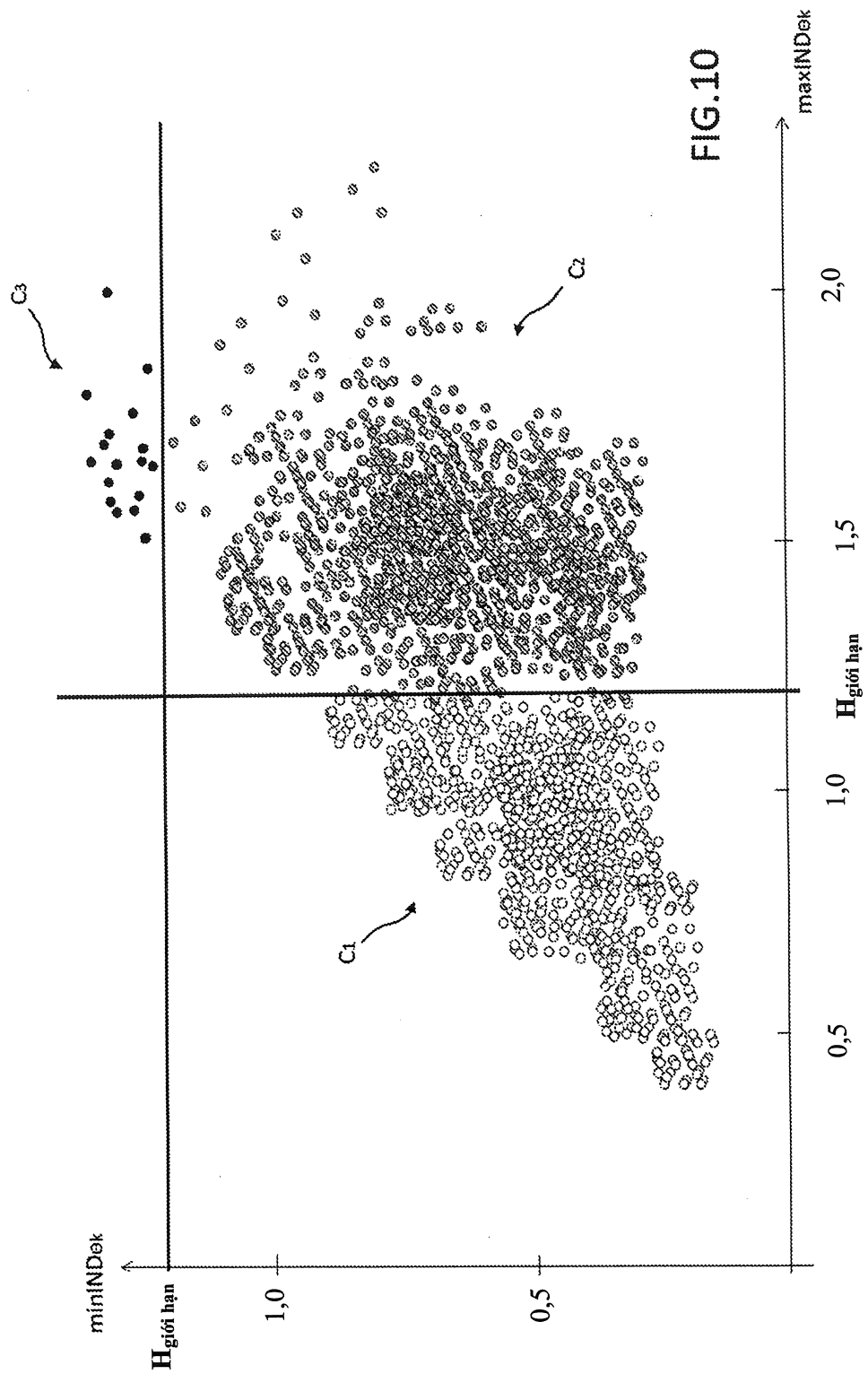


FIG. 9B

11/12



12/12

N°	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)
10110	NA	24,20	75,80
10252	24,58	69,04	6,38
10508	7,13	81,80	11,07
10162	NA	27,95	72,05
10472	NA	11,07	88,93
10232	11,07	84,24	4,69
Tn	52	33	15