



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

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

(11) 
1-0021350

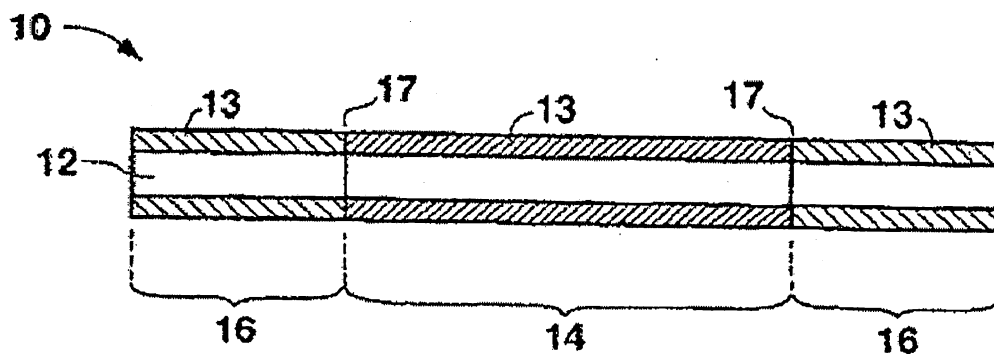
(51)⁷ **B01J 19/02, F28F 11/00, 19/06, 9/18,**
B23K 20/00

(13) **B**

-
- | | | | | | |
|------|---|------------|------------|-----------------|------------|
| (21) | 1-2012-00865 | (22) | 26.07.2005 | | |
| (62) | 1-2007-00457 | | | | |
| (86) | PCT/US2005/026463 | 26.07.2005 | (87) | WO2006/020381A1 | 23.02.2006 |
| (30) | 60/598,228 | 02.08.2004 | US | | |
| | 11/061,355 | 18.02.2005 | US | | |
| (45) | 25.07.2019 | 376 | (43) | 25.07.2012 | 292 |
| (73) | ATI PROPERTIES, LLC (US)
1600 NE Old Salem Road, Post Office Box 460, Albany, OR 97321, United States of America | | | | |
| (72) | SUTHERLIN, Richard, C. (US), HERB, Brett, J. (US), GRAHAM, Ronald, A. (US) | | | | |
| (74) | Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.) | | | | |
-

(54) **PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO ỐNG**

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp chế tạo ống bao gồm các bước: tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ nhất từ hợp kim niken, chi tiết hình trụ thứ nhất này có mặt ngoài; tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ hai từ hợp kim thép, chi tiết hình trụ thứ hai này có mặt trong, trong đó chi tiết hình trụ thứ nhất có thể lắp khít bên trong chi tiết hình trụ thứ hai; chuẩn bị ít nhất một mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai để cải thiện mối liên kết luyện kim giữa mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai; bố trí chi tiết hình trụ thứ nhất trong chi tiết hình trụ thứ hai sao cho mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất đối diện với mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai để tạo ra phôi; và gia nhiệt và ép đùn phôi để tạo ra liên kết luyện kim giữa mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai để tạo ra ống có thành ống gồm lớp trong và lớp ngoài.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp chế tạo ống.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết nhiều phương pháp và thiết bị công nghiệp khác nhau hoạt động ở áp suất và nhiệt độ rất cao. Ví dụ, trên thế giới, phương pháp có quy mô công nghiệp để tổng hợp urê bao gồm phản ứng của amoniac và cacbon đioxit trong các thiết bị phản ứng áp suất rất cao ở các nhiệt độ cao hơn 150°C (302°F) và các áp suất xấp xỉ 150 bar (15,0 MPa). Phương pháp này rất phổ biến và được mô tả, ví dụ, trong các patent Mỹ số 4210600, 4899813, 6010669, và 6412684. Theo phương pháp này, amoniac, nói chung là với lượng dư, và cacbon đioxit được cho phản ứng với nhau trong một hoặc nhiều thiết bị phản ứng, thu được các sản phẩm cuối cùng là dung dịch có nước chứa urê, amoni carbamat không được chuyển thành urê, và amoniac dư được sử dụng trong quá trình tổng hợp.

Các điều kiện ăn mòn nhanh nhất trong quy trình tổng hợp urê xuất hiện khi amoni carbamat ở nồng độ và nhiệt độ cao nhất của nó. Mặc dù các điều kiện này xuất hiện ở bước quan trọng nhất trong quá trình này, nhưng chỉ khá ít vật liệu có thể chịu được các điều kiện này mà không bị ăn mòn đáng kể, điều này có thể gây ra sự cố cho thiết bị. Trước đây, các vật liệu dùng để chế tạo thiết bị tổng hợp urê có một phần thép không gỉ AISI 316L, thép không gỉ INOX 25/22/2 Cr/Ni/Mo, chì, titan, thép không gỉ Safurex® và ziriconi.

Khi quy trình tổng hợp urê được phát triển lần đầu tiên, các loại thép không gỉ austenit-ferit "loại dùng để sản xuất urê" và các loại thép không gỉ đặc biệt khác được sử dụng. Thiết bị tổng hợp bao gồm thiết bị giải hấp có chùm ống thẳng đứng mà trong đó môi chất xử lý urê được phân giải và ngưng tụ. Môi chất xử lý urê đi qua thể tích bên trong của các ống, trong khi đó hơi

bảo hoà luân chuyển và ngưng tụ ở bên ngoài các ống. Hơi ngưng tụ tạo ra năng lượng cần thiết để phân giải amoniac dư và amoni carbamat trong các ống thành urê và nước. Khoảng trống giữa các ống trong thiết bị giải hấp được duy trì bởi các tấm ghép ống, bao gồm các lỗ tròn mà các ống đi qua đó, và các ống rời cũng có thể được nối vào bề mặt của các tấm ghép ống nhờ các mối hàn chắc.

Một vài vật liệu có thể chịu được các điều kiện bên trong và bên ngoài mà các ống của thiết bị giải hấp phải chịu mà không bị ăn mòn và/hoặc mài mòn đáng kể qua thời gian. Khả năng chống ăn mòn của các loại thép không gỉ được sử dụng trong các ống của thiết bị giải hấp phụ thuộc phần lớn vào việc liệu dung dịch urê trong các ống được phân bố đồng đều và giống nhau trên các bề mặt ống để thụ động hoá thép không gỉ (dung dịch tạo ra một phần oxy thụ động hoá). Nếu các mặt trong của các ống không được làm ẩm hoàn toàn và liên tục, thì thép không gỉ sẽ mòn dần. Vì vậy, nếu thiết bị xử lý được vận hành ở trạng thái ổn định và ở dung tích khá lớn, thì các ống thép không gỉ sẽ có đủ khả năng chống ăn mòn. Tuy nhiên, nếu thiết bị được vận hành ở dung tích thấp hơn, thì sự phân bố của môi chất xử lý urê trong các ống của thiết bị giải hấp có thể không đồng đều hoặc các ống có thể có các mặt trong không được làm ẩm nên không được thụ động hoá hoàn toàn, dẫn tới bị ăn mòn. Vì vậy, các loại thép không gỉ sẵn có hiện tại không được coi là các vật liệu đáng tin cậy để làm ống của thiết bị giải hấp trong quy trình tổng hợp urê.

Nhằm khắc phục vấn đề ăn mòn thép không gỉ, hơn 30 năm trước, thiết bị tổng hợp urê được làm bằng titan đã được phát triển. Trong thiết bị này, thiết bị giải hấp được mạ titan bao gồm các ống titan đặc được nối với các tấm ghép ống mạ titan. Khi kết cấu này được đưa vào sử dụng, các ống nằm thẳng đứng của thiết bị giải hấp bị ăn mòn và mài mòn ở vùng gần các mối hàn chắc nối các ống này với các tấm ghép ống của thiết bị giải hấp. Độ mài mòn và ăn mòn cũng đáng kể trong phạm vi 1 m (39,4 in) chiều dài đầu tiên của các ống.

Amoni carbamat có nồng độ và nhiệt độ cao nhất, phân giải và ngưng tụ trong vùng này, và đó là điều kiện để hiện tượng mài mòn/ăn mòn xảy ra do sự thay đổi đột ngột về hướng chất lưu, sự va chạm chất lưu, hoặc sự bay hơi đột ngột trong vùng này. Sau khi xu hướng ăn mòn/mài mòn của các ống titan của thiết bị giải hấp được xác định, thiết bị được thiết kế lại sao cho các thiết bị giải hấp có thể được ghép các đầu vào nhau, nhờ đó cho phép sự mài mòn/ăn mòn xảy ra ở hai đầu của các ống của thiết bị giải hấp trước khi cần phải thay thế các ống. Mặc dù giải pháp này hầu như làm tăng gấp đôi tuổi thọ sử dụng của các ống của thiết bị giải hấp, song nó không phải là giải pháp lâu dài đối với vấn đề ăn mòn thiết bị, và nhiều thiết bị xử lý urê có các ống titan của thiết bị giải hấp vẫn bị mài mòn/ăn mòn đến một mức độ nào đó.

Để tiếp tục giải quyết các vấn đề mài mòn và ăn mòn trong các thiết bị giải hấp urê, các ống của thiết bị giải hấp được chế tạo từ ziriconi đã được đề xuất, như được mô tả trong patent Mỹ số 4899813. Do ziriconi có giá thành cao hơn titan và thép không gỉ, nên trước đây các ống bằng ziriconi của thiết bị giải hấp được thiết kế gồm ống bên ngoài làm bằng thép không gỉ (thường có độ dày nhỏ nhất khoảng 2 mm (0,8 inso)) và ống lót ở bên trong làm bằng ziriconi tương đối mỏng (thường có độ dày nhỏ nhất khoảng 0,7 mm (0,03 inso)) được gắn bằng biện pháp cơ (lắp chặt) trong ống thép không gỉ. Liên kết cơ cần thiết để giữ ống lót ziriconi đúng vị trí được tạo ra bằng cách làm giãn nở đường kính trong của ống lót ziriconi sao cho ống lót này được lắp chặt trong ống thép không gỉ ở bên ngoài. Ống thép không gỉ ở bên ngoài của đường ống hai lớp lắp chặt tạo ra độ bền cơ và cũng làm giảm chi phí cho đường ống so với đường ống làm hoàn toàn bằng ziriconi. Ống lót ziriconi khá mỏng tạo ra độ chống ăn mòn cao. Ziriconi được lựa chọn cho ứng dụng này vì nó có độ chống ăn mòn rất cao trong các môi trường ăn mòn cao, áp suất cao, và nhiệt độ cao.

Đường ống của thiết bị giải hấp hai lớp lắp chặt làm bằng thép không gỉ/ziriconi nêu trên được sản xuất theo các yêu cầu nghiêm ngặt để đảm bảo tốt hơn cho môi lắp cơ rất khít. Tuy nhiên, liên kết cơ của các lớp cũng chính là nguyên nhân gây ra các vấn đề trong các đường ống sau thời gian dài sử dụng. Do không có mối liên kết liên kim loại giữa ống lót ziriconi chống ăn mòn và ống thép không gỉ ở bên ngoài, nên khe hở hẹp tồn tại giữa ống lót ziriconi ở bên trong và ống thép không gỉ ở bên ngoài. Một phần khe hở này được tạo ra do các đặc tính cơ và vật lý khác nhau giữa ziriconi và các loại thép không gỉ. Ví dụ, các vật liệu có hệ số giãn nở nhiệt rất khác nhau, và khi được gia nhiệt, thép không gỉ sẽ giãn nở nhiều hơn so với ziriconi. Ngoài ra, do các đặc tính khác nhau của các vật liệu, nên chúng không thể được hàn nóng chảy với nhau, và do đó cần phải loại bỏ một phần ống lót ziriconi ra khỏi đầu ống của thiết bị giải hấp để hàn nóng chảy ống vào các tấm ghép ống làm bằng thép không gỉ. Bất kể các ống thép không gỉ và các ống lót ziriconi được chế tạo tốt tới mức nào và các bộ phận ống được lắp với nhau bằng biện pháp cơ khít tới mức nào, thì sau một thời gian, môi chất xử lý urê có tính ăn mòn cao có thể thâm nhập qua khe hở nhỏ giữa thép không gỉ và ziriconi, dẫn tới sự ăn mòn khe hở và cuối cùng, thâm nhập tới ống thép không gỉ ở bên ngoài. Trong một vài thiết bị giải hấp urê có kết cấu này, các ống bắt đầu hư hỏng vì lý do này, do đó cần phải ngừng thiết bị tổng hợp urê để giải quyết vấn đề này, và điều này dẫn tới chi phí bảo dưỡng rất cao.

Một giải pháp khác nữa được phát triển gần đây là kết cấu dùng cho chùm ống của thiết bị giải hấp tổng hợp urê bao gồm các ống làm hoàn toàn bằng ziriconi của thiết bị giải hấp, các tấm ghép ống mạ ziriconi, và lớp mạ ziriconi được liên kết nở trên toàn bộ mặt trong ẩm ướt. Tuy nhiên, đối với thiết bị tổng hợp urê, việc sửa chữa các bộ phận đã bị mòn của thiết bị hiện có thường tốn ít chi phí hơn so với thay thế thiết bị này bằng kết cấu chống ăn mòn mới. Mặc dù việc thay thế các bộ phận có thể là một lựa chọn có lợi về

mặt chi phí đối với thiết bị giải hấp có các ống làm hoàn toàn bằng ziriconi, các tấm ghép ống mạ ziriconi, và lớp mạ ziriconi trên các bề mặt ẩm ướt, song sẽ có lợi nếu các thiết bị giải hấp được mạ titan có thể được chế tạo cùng với các ống của thiết bị giải hấp có độ chống ăn mòn được cải thiện. Đó là vì việc chế tạo các thiết bị giải hấp được mạ titan thường tốn ít chi phí hơn đáng kể so với các thiết bị được mạ ziriconi.

Do đó, sẽ có lợi nếu tạo ra các kết cấu cải tiến cho các ống của thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê. Cũng có lợi nếu đề xuất phương pháp trang bị thêm cho các thiết bị giải hấp hiện có của thiết bị tổng hợp urê một dạng ống chống ăn mòn thay thế, trong khi vẫn sử dụng các tấm ghép ống hiện có của thiết bị giải hấp.

Nói chung, có lợi nếu trang bị các kết cấu cải tiến cho các chi tiết dẫn chất lưu chống ăn mòn cho các bộ phận của thiết bị chế tạo trong các điều kiện thúc đẩy sự ăn mòn. Ngoài các thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê, các bộ phận của thiết bị còn bao gồm, ví dụ, thiết bị xử lý hoá chất khác, các bộ ngưng tụ, và thiết bị trao đổi nhiệt. Cũng có lợi nếu thực hiện phương pháp trang bị thêm cho các bộ phận có xu hướng bị ăn mòn và/hoặc mài mòn hiện có bằng các bộ phận thay thế chống ăn mòn, trong đó các bộ phận thay thế này được làm bằng các vật liệu chống ăn mòn ví dụ như ziriconi, các hợp kim ziriconi, titan, các hợp kim titan, và các loại thép không gỉ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để có được các ưu điểm nêu trên, theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp thứ nhất để thay thế ít nhất một chi tiết dẫn chất lưu của bộ phận của thiết bị có vùng lắp ghép. Phương pháp thứ nhất này bao gồm bước tạo ra chi tiết thay thế bao gồm vùng dẫn chất lưu thứ nhất có vật liệu chống ăn mòn thứ nhất, và vùng dẫn chất lưu thứ hai có vật liệu thứ hai giống hoặc gần giống với vật liệu của vùng lắp ghép. Vùng thứ nhất và vùng thứ hai là vùng được

nối trực tiếp và gián tiếp bằng cách hàn không phụ gia để tạo ra chi tiết dẫn chất lưu thay thế liền khối. Chi tiết thay thế này được gắn chặt vào bộ phận của thiết bị bằng quy trình bao gồm bước gắn chặt vật liệu thứ hai của vùng thứ hai của chi tiết thay thế vào vùng lắp ghép của bộ phận của thiết bị.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, chi tiết thay thế được lựa chọn từ chi tiết có dạng hình trụ, ống, ống dẫn, vòi phun, đầu nhánh cụt, đầu nối ống, đầu nối ống dẫn, ống của thiết bị giải hấp, ống trao đổi nhiệt, và chi tiết dẫn chất lưu.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, bộ phận của thiết bị là thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê, chi tiết thay thế là ống của thiết bị giải hấp, và vùng lắp ghép là vùng của tấm ghép ống của thiết bị giải hấp.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, chi tiết thay thế được gắn chặt vào bộ phận của thiết bị bởi quy trình bao gồm bước hàn vật liệu thứ hai của vùng thứ hai của chi tiết thay thế vào vùng lắp ghép của bộ phận của thiết bị. Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, việc gắn chặt vật liệu thứ hai của vùng thứ hai vào vùng lắp ghép được thực hiện bằng cách sử dụng, ví dụ, kỹ thuật hàn được lựa chọn từ kỹ thuật hàn hơi và hàn nóng chảy bằng cách sử dụng kim loại phụ gia.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, bước hàn không phụ gia vùng thứ nhất trực tiếp và gián tiếp vào vùng thứ hai sử dụng kỹ thuật hàn không phụ gia được lựa chọn từ kỹ thuật hàn ngui, hàn khuếch tán, hàn nổ, hàn rèn, hàn ma sát, hàn quán tính, hàn áp lực ở nhiệt độ cao, hàn cán, và hàn siêu âm.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, vùng thứ nhất được làm từ một vật liệu duy nhất và vùng thứ hai cũng được làm từ một vật liệu duy nhất. Theo một số phương án không hạn chế để

thực hiện phương pháp thứ nhất, vật liệu chống ăn mòn thứ nhất là ít nhất một vật liệu được lựa chọn từ nhóm bao gồm ziriconi, các hợp kim ziriconi, titan, các hợp kim titan, niobi, và các hợp kim niobi. Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, vật liệu thứ hai được lựa chọn từ nhóm vật liệu bao gồm titan, các hợp kim titan, và thép không gỉ.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, vùng thứ hai gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn và lớp ngoài làm bằng vật liệu thứ hai. Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, quy trình thay thế bao gồm bước nung chảy lớp trong và lớp ngoài tạo ra vùng thứ hai. Một ví dụ không hạn chế về công nghệ có thể được sử dụng để làm nóng chảy các lớp trong và lớp ngoài là liên kết ép đùn. Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ nhất, mối liên kết luyện kim giữa lớp trong và lớp ngoài của vùng thứ hai tạo ra vùng thứ hai. Quy trình liên kết luyện kim này có thể bao gồm bước, ví dụ, thực hiện ít nhất một kỹ thuật liên kết luyện kim được lựa chọn từ liên kết ép đùn, liên kết nổ, ép nóng tĩnh, và đúc li tâm. Theo một số phương án không hạn chế, lớp trong làm bằng vật liệu được lựa chọn từ nhóm bao gồm ziriconi và các hợp kim ziriconi, và lớp ngoài có vật liệu được lựa chọn từ nhóm bao gồm titan và các hợp kim titan.

Theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ nhất, bộ phận của thiết bị là thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê; chi tiết thay thế là ống của thiết bị giải hấp; vùng lắp ghép là vùng của tấm ghép ống; vùng thứ nhất của chi tiết thay thế là ziriconi; và vùng thứ hai của chi tiết thay thế bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu được lựa chọn từ ziriconi và các hợp kim ziriconi, và lớp ngoài làm bằng vật liệu được lựa chọn từ titan và các hợp kim titan. Trong các phương án này, lớp trong được liên kết luyện kim với lớp ngoài nhờ quy trình có thể bao gồm, ví dụ, ít nhất một kỹ thuật được lựa chọn từ các kỹ thuật liên kết ép đùn, liên kết nổ, ép nóng tĩnh, và đúc li tâm. Trong các phương án

này, vùng hàn được tạo ra bằng cách hàn không phụ gia trực tiếp hoặc gián tiếp vùng thứ nhất vào vùng thứ hai hầu như không có các hợp kim do sự kết hợp giữa vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai. Trong các phương án trong đó vùng thứ nhất được hàn không phụ gia gián tiếp vào vùng thứ hai, ít nhất một vật liệu thứ ba có thể được bố trí giữa vùng thứ nhất và vùng thứ hai. Vật liệu thứ ba này có thể được lựa chọn từ, ví dụ, titan, các hợp kim titan, vanadi, các hợp kim vanadi, tantali, các hợp kim tantali, hafni, các hợp kim hafni, niobi, và các hợp kim niobi.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp thứ hai. Phương pháp thứ hai này dùng để thay thế ống của thiết bị giải hấp trong thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê bằng ống thay thế của thiết bị giải hấp. Phương pháp thứ hai bao gồm bước tạo ra ống thay thế của thiết bị giải hấp bao gồm vùng dẫn chất lưu thứ nhất có vật liệu chống ăn mòn thứ nhất, và vùng dẫn chất lưu thứ hai có vật liệu thứ hai là vật liệu giống hoặc gần giống với vật liệu để tạo ra tấm ghép ống của thiết bị giải hấp. Vùng thứ nhất và vùng thứ hai được nối trực tiếp hoặc gián tiếp bằng cách hàn không phụ gia để tạo ra chi tiết dẫn chất lưu thay thế liền khối. Để giữ chặt ống thay thế của thiết bị giải hấp vào thiết bị giải hấp, vật liệu thứ hai của vùng thứ hai được hàn vào vật liệu giống hoặc gần giống của tấm ghép ống. Quy trình hàn này có thể là, ví dụ, hàn nóng chảy được lựa chọn từ hàn hơi và hàn bằng cách sử dụng kim loại phụ gia.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ hai, vật liệu chống ăn mòn thứ nhất là ít nhất một vật liệu được lựa chọn từ nhóm bao gồm ziriconi và các hợp kim ziriconi. Các ví dụ không hạn chế về các hợp kim ziriconi bao gồm Zr700 (UNS R60700), Zr702 (UNS R60702), Zr705 (UNS R60705), và Zircaloy. Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ hai, vật liệu thứ hai được lựa chọn từ nhóm vật liệu bao gồm titan và các hợp kim titan.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ hai, bước hàn không phụ gia vùng thứ nhất trực tiếp hoặc gián tiếp vào vùng thứ hai được thực hiện bằng kỹ thuật hàn không phụ gia được lựa chọn từ hàn ngội, hàn khuếch tán, hàn nổ, hàn rèn, hàn ma sát, kể cả hàn quán tính, hàn áp lực ở nhiệt độ cao, hàn cán, và hàn siêu âm. Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ hai, vùng hàn được tạo ra nhờ hàn không phụ gia vùng thứ nhất trực tiếp hoặc gián tiếp vào vùng thứ hai gần như không có các hợp kim của vật liệu chống ăn mòn thứ nhất và vật liệu thứ hai.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ hai, vùng thứ nhất của ống thay thế của thiết bị giải hấp được làm từ một vật liệu duy nhất và vùng thứ hai cũng được làm từ một vật liệu duy nhất. Theo cách khác, theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ hai, vùng thứ hai bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn và lớp ngoài làm bằng vật liệu thứ hai. Theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ hai, vùng thứ hai được tạo ra bằng cách liên kết ép đùn sao cho lớp trong và lớp ngoài của vùng thứ hai được nung chảy. Theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ hai, vùng thứ hai bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu được lựa chọn từ ziriconi và các hợp kim ziriconi, và lớp ngoài làm bằng vật liệu được lựa chọn từ titan và các hợp kim titan.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ hai, vùng thứ nhất được hàn không phụ gia gián tiếp vào vùng thứ hai sao cho ít nhất một vật liệu thứ ba nằm giữa vùng thứ nhất và vùng thứ hai. Các ví dụ không hạn chế về ít nhất một vật liệu thứ ba được bố trí giữa vùng thứ nhất và vùng thứ hai trong các phương án thực hiện không hạn chế như vậy bao gồm vanadi, các hợp kim vanadi, tantali, các hợp kim tantali, hafni, các hợp kim hafni, niobi, và các hợp kim niobi.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất chi tiết thứ nhất dùng cho bộ phận của thiết bị. Chi tiết thứ nhất này bao gồm vùng dẫn chất lưu thứ nhất có

vật liệu chống ăn mòn thứ nhất, và vùng dẫn chất lưu thứ hai có vật liệu thứ hai. Vùng thứ nhất và vùng thứ hai được nối trực tiếp hoặc gián tiếp bằng cách hàn không phụ gia để tạo ra chi tiết dẫn chất lưu nguyên khối. Chi tiết thứ nhất có thể là, ví dụ, chi tiết thay thế hoặc chi tiết ban đầu dùng cho bộ phận của thiết bị. Ví dụ, chi tiết thứ nhất có thể được tạo dưới dạng, nhưng không hạn chế ở, chi tiết có dạng hình trụ, ống, ống dẫn, vòi phun, đầu nhánh cụt, đầu nối ống, đầu nối ống dẫn, ống của thiết bị giải hấp, ống trao đổi nhiệt, và chi tiết dẫn chất lưu. Các ví dụ không hạn chế về bộ phận của thiết bị bao gồm thiết bị xử lý hoá chất, thiết bị giải hấp, thiết bị ngưng tụ, và thiết bị trao đổi nhiệt.

Các ví dụ không hạn chế về các kỹ thuật hàn không phụ gia có thể đã được sử dụng để hàn trực tiếp hoặc gián tiếp vùng thứ nhất vào vùng thứ hai của chi tiết thứ nhất bao gồm hàn nguội, hàn khuếch tán, hàn nổ, hàn rèn, hàn ma sát, hàn quán tính, hàn áp lực ở nhiệt độ cao, hàn cán và hàn siêu âm. Theo một số các phương án không hạn chế về chi tiết thứ nhất, vật liệu chống ăn mòn thứ nhất là vật liệu được lựa chọn từ các hợp kim ziriconi, titan, các hợp kim titan, niobi, và các hợp kim niobi. Các ví dụ không hạn chế về các hợp kim ziriconi có thể có là Zr700 (UNS R60700), Zr702 (UNS R60702), Zr705 (UNS R60705), và các Zircaloy (các loại ziriconi dùng cho các ứng dụng hạt nhân). Ngoài ra, theo một số phương án không hạn chế về chi tiết thứ nhất, vật liệu thứ hai được lựa chọn từ nhóm vật liệu bao gồm titan, các hợp kim titan, và thép không gỉ.

Theo một số phương án không hạn chế về chi tiết thứ nhất, vùng thứ nhất được hàn không phụ gia gián tiếp vào vùng thứ hai sao cho ít nhất một vật liệu thứ ba nằm giữa vùng thứ nhất và vùng thứ hai. Theo các phương án không hạn chế này, các ví dụ không hạn chế về ít nhất một vật liệu thứ ba được bố trí giữa vùng thứ nhất và vùng thứ hai bao gồm vanadi, các hợp kim vanadi, tantali, các hợp kim tantali, hafni, các hợp kim hafni, niobi, và các hợp kim niobi.

Theo một số phương án không hạn chế, vùng thứ hai của chi tiết thứ nhất bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn và lớp ngoài làm bằng vật liệu thứ hai. Theo một số phương án không hạn chế, vùng thứ hai của chi tiết thứ nhất bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu được lựa chọn từ ziriconi và các hợp kim ziriconi, và lớp ngoài làm bằng vật liệu được lựa chọn từ titan và các hợp kim titan. Ví dụ, các lớp trong và lớp ngoài của vùng thứ hai có thể được liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp với nhau. Theo một phương án, các lớp trong và lớp ngoài được liên kết luyện kim trực tiếp nhờ quy trình được lựa chọn từ liên kết ép đùn (đồng ép đùn), liên kết nổ, ép nóng tĩnh, và đúc li tâm. Theo một số phương án, sự vắng mặt của lớp khuếch tán tương hỗ có độ lớn đáng kể bất kỳ được tạo ra giữa các lớp trong và ngoài được liên kết luyện kim trực tiếp cho phép sản phẩm được gia công nguội dễ dàng trong quy trình chế tạo chi tiết dẫn chất lưu.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp thứ ba. Phương pháp thứ ba này dùng để thay thế ống của thiết bị giải hấp trong thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê bằng ống thay thế của thiết bị giải hấp. Phương pháp thứ ba bao gồm bước thay thế ống hiện có của thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê bằng ống chống ăn mòn của thiết bị giải hấp có kết cấu như chi tiết thứ nhất nêu trên.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất bộ phận thứ nhất của thiết bị. Bộ phận của thiết bị bao gồm chi tiết có kết cấu giống chi tiết thứ nhất. Theo một số phương án không hạn chế, bộ phận thứ nhất của thiết bị là một trong số thiết bị xử lý hoá chất, thiết bị giải hấp, thiết bị ngưng tụ, và thiết bị trao đổi nhiệt. Ngoài ra, theo một số phương án không hạn chế, chi tiết thứ nhất được bao gồm trong bộ phận thứ nhất của thiết bị là một trong số chi tiết có dạng hình trụ, ống, ống dẫn, vòi phun, đầu nhánh cụt, đầu nối ống, đầu nối ống dẫn, ống của thiết bị giải hấp, ống trao đổi nhiệt, và chi tiết dẫn chất lưu.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp thứ tư. Phương pháp thứ tư dùng để chuẩn bị chi tiết dẫn chất lưu bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn bao quanh đường dẫn chất lưu, và lớp ngoài làm bằng vật liệu khác. Theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ tư, chi tiết dẫn chất lưu được tạo ra từ bộ phận bao gồm lớp thứ nhất bằng ziriconi hoặc hợp kim ziriconi được liên kết luyện kim trực tiếp với lớp bằng titan hoặc hợp kim titan, và trong đó lớp khuếch tán tương hỗ có độ lớn đáng kể không tồn tại giữa lớp liên kết thứ nhất và lớp liên kết thứ hai.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp thứ năm. Phương pháp thứ năm dùng để thay thế ít nhất một chi tiết dẫn chất lưu của bộ phận của thiết bị có vùng lắp ghép. Phương pháp thứ năm bao gồm bước tạo ra chi tiết dẫn chất lưu thay thế bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn thứ nhất bao quanh đường dẫn chất lưu qua chi tiết dẫn chất lưu, và lớp ngoài làm bằng vật liệu thứ hai. Lớp trong là lớp được liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp vào lớp ngoài. Các ví dụ không hạn chế về các kỹ thuật có thể được sử dụng để liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp các lớp theo phương pháp thứ năm bao gồm liên kết ép đùn, liên kết nổ, ép nóng tĩnh, và đúc li tâm.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, chi tiết thay thế được gắn chặt vào bộ phận của thiết bị bằng quy trình bao gồm bước gắn chặt lớp ngoài bằng chi tiết thay thế vào vùng lắp ghép của bộ phận của thiết bị. Các ví dụ không hạn chế về các phương pháp hữu dụng để gắn chặt lớp ngoài vào vùng lắp ghép theo phương pháp thứ năm bao gồm hàn, hàn nóng chảy, hàn hơi, và hàn nóng chảy bằng cách sử dụng kim loại phụ gia. Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, vùng lắp ghép có vật liệu thứ ba là vật liệu giống hoặc gần giống với vật liệu thứ hai của chi tiết thay thế, và bước gắn chặt chi tiết thay thế vào bộ phận

của thiết bị bao gồm bước gắn chặt vùng của lớp ngoài vào vật liệu thứ ba của vùng lắp ghép.

Chi tiết dẫn chất lưu theo phương pháp thứ năm nêu trên có thể được lựa chọn từ, ví dụ, chi tiết có dạng hình trụ, ống, ống của thiết bị giải hấp, ống trao đổi nhiệt, ống dẫn, và vòi phun. Ngoài ra, theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, vật liệu chống ăn mòn thứ nhất được lựa chọn từ ziriconi và các hợp kim ziriconi, (ví dụ như, Zr700 (UNS R60700), Zr702 (UNS R60702), Zr705 (UNS R60705), và các Zircaloy). Ngoài ra, theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, vật liệu thứ hai được lựa chọn từ nhóm vật liệu bao gồm titan và các hợp kim titan.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, lớp trong và lớp ngoài là lớp được liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp nhờ quy trình bao gồm ít nhất một kỹ thuật được lựa chọn từ nhóm bao gồm liên kết ép đùn, liên kết nổ, ép nóng tĩnh, và đúc li tâm. Ngoài ra, theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, không có lớp khuếch tán tương hỗ có độ lớn đáng kể được tạo ra khi một trong số các lớp trong và lớp ngoài liên kết luyện kim trực tiếp và gián tiếp. Trong trường hợp này, chi tiết thành phẩm có thể được gia công nguội dễ dàng, như bằng cách sử dụng phương pháp kéo nguội hay thu nhỏ ống ở trạng thái nguội.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm nêu trên, bộ phận của thiết bị là thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê, chi tiết thay thế là ống của thiết bị giải hấp, và vùng lắp ghép là vùng của tấm ghép ống. Ngoài ra, theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, bộ phận của thiết bị là thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê; chi tiết thay thế là ống của thiết bị giải hấp; vùng lắp ghép là vùng của tấm ghép ống; lớp trong của chi tiết thay thế được lựa chọn từ ziriconi và

hợp kim ziriconi; và lớp ngoài của chi tiết thay thế được lựa chọn từ titan và các hợp kim titan.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, bước gắn chặt chi tiết thay thế vào bộ phận của thiết bị bao gồm bước hàn nóng chảy vùng vật liệu thứ hai của lớp ngoài vào vật liệu thứ ba của vùng lắp ghép sao cho vùng hàn được tạo ra gần như không có các hợp kim có độ chống ăn mòn giảm đáng kể so với vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ năm, lớp trong được liên kết luyện kim trực tiếp với lớp ngoài. Theo một số phương án không hạn chế khác để thực hiện phương pháp thứ năm, lớp trong được liên kết luyện kim gián tiếp với lớp ngoài sao cho ít nhất một lớp có vật liệu thứ ba khác với vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai nằm giữa lớp trong và lớp ngoài.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp thứ sáu. Phương pháp thứ sáu dùng để thay thế ống của thiết bị giải hấp trong thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê bằng ống thay thế của thiết bị giải hấp. Phương pháp thứ sáu bao gồm bước tạo ra ống thay thế của thiết bị giải hấp bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn thứ nhất bao quanh đường dẫn chất lưu qua ống của thiết bị giải hấp, và lớp ngoài làm bằng vật liệu thứ hai, trong đó lớp trong được liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp vào lớp ngoài, và trong đó vật liệu thứ hai là một trong số các vật liệu giống hoặc gần giống với vật liệu để tạo ra tấm ghép ống của thiết bị giải hấp. Vật liệu thứ hai của lớp ngoài được gắn chặt vào vật liệu giống hoặc gần giống của tấm ghép ống.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ sáu, vật liệu chống ăn mòn thứ nhất là ít nhất một vật liệu được lựa chọn từ nhóm bao gồm ziriconi và các hợp kim ziriconi (ví dụ như, Zr700 (UNS R60700), Zr702 (UNS R60702), Zr705 (UNS R60705), và các Zircaloy). Theo

một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ sáu, vật liệu thứ hai được lựa chọn từ titan và các hợp kim titan.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ sáu, bước gắn chặt vật liệu thứ hai của lớp ngoài vào vật liệu giống hoặc gần giống của tấm ghép ống bao gồm bước hàn vật liệu thứ hai của lớp ngoài vào vật liệu gần giống của tấm ghép ống. Các ví dụ không hạn chế về các kỹ thuật hàn có thể được sử dụng bao gồm hàn hơi và hàn nóng chảy bằng cách sử dụng kim loại phụ gia. Theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ sáu, vùng hàn được tạo ra bằng cách hàn vật liệu thứ hai của lớp ngoài vào vật liệu giống hoặc gần giống của tấm ghép ống gần như không có các hợp kim có độ chống ăn mòn giảm đáng kể so với vật liệu thứ hai.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ sáu, lớp trong và lớp ngoài của ống của thiết bị giải hấp là lớp được liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp bằng quy trình bao gồm ít nhất một kỹ thuật được lựa chọn từ nhóm bao gồm liên kết ép đùn, liên kết nổ, ép nóng tĩnh, và đúc li tâm. Ngoài ra, theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ sáu, lớp trong được liên kết luyện kim trực tiếp vào lớp ngoài và, theo một số phương án, không có lớp khuếch tán tương hỗ có độ lớn đáng kể được tạo ra khi lớp trong được liên kết luyện kim với lớp ngoài. Theo một số phương án không hạn chế khác để thực hiện phương pháp thứ sáu, lớp trong được liên kết luyện kim gián tiếp vào lớp ngoài sao cho ít nhất một lớp bao gồm vật liệu khác với vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai nằm giữa lớp trong và lớp ngoài.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất chi tiết thứ hai dùng cho bộ phận của thiết bị. Chi tiết thứ hai được lựa chọn từ ống của thiết bị giải hấp và ống trao đổi nhiệt và bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn thứ nhất bao quanh đường dẫn chất lưu qua chi tiết dẫn chất lưu, và lớp ngoài làm bằng vật liệu thứ hai, và trong đó lớp trong được liên kết luyện kim trực

tiếp hoặc gián tiếp vào lớp ngoài. Chi tiết thứ hai có thể là một trong số chi tiết thay thế và chi tiết ban đầu dùng cho bộ phận của thiết bị. Trong trường hợp chi tiết thứ hai là ống của thiết bị giải hấp, bộ phận của thiết bị có thể là, ví dụ, thiết bị giải hấp dùng cho thiết bị tổng hợp urê.

Như đã được mô tả, trong chi tiết thứ hai, lớp trong được liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp vào lớp ngoài. Các ví dụ không hạn chế về kỹ thuật có thể được sử dụng để liên kết luyện kim trực tiếp hoặc gián tiếp các lớp bao gồm liên kết ép đùn, liên kết nổ, ép nóng tĩnh, và đúc li tâm.

Theo một số phương án không hạn chế về chi tiết thứ hai, lớp trong của chi tiết thứ hai được liên kết luyện kim trực tiếp vào lớp ngoài. Theo các phương án nêu trên, không có lớp khuếch tán tương hỗ có độ lớn đáng kể tồn tại giữa các lớp trong và ngoài được liên kết luyện kim trực tiếp, để cho phép chi tiết thành phẩm được gia công nguội dễ dàng, ví dụ như bằng cách kéo nguội hoặc thu nhỏ ống ở trạng thái nguội. Theo các phương án không hạn chế khác về chi tiết thứ hai, lớp trong được liên kết luyện kim gián tiếp vào lớp ngoài sao cho ít nhất một lớp có vật liệu thứ ba khác với vật liệu thứ nhất và vật liệu thứ hai nằm giữa lớp trong và lớp ngoài.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp thứ bảy. Phương pháp thứ bảy dùng để chế tạo chi tiết dẫn chất lưu bao gồm lớp trong làm bằng vật liệu chống ăn mòn thứ nhất bao quanh đường dẫn chất lưu, và lớp ngoài làm bằng vật liệu thứ hai. Phương pháp thứ bảy bao gồm bước tạo liên kết luyện kim giữa lớp trong và lớp ngoài mà không tạo ra bất kỳ lớp khuếch tán tương hỗ có độ lớn đáng kể nào giữa lớp trong và lớp ngoài.

Theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ bảy, chi tiết được tạo ra bằng liên kết luyện kim giữa lớp trong và lớp ngoài có thể được gia công nguội dễ dàng và, trong các trường hợp này, phương pháp này có thể còn bao gồm bước gia công nguội chi tiết trung gian. Các ví dụ không hạn chế về các kỹ thuật có thể được sử dụng để gia công nguội chi tiết này bao gồm kéo

nguội, thu nhỏ ống ở trạng thái nguội, cán ống bằng các con lăn trong và ngoài, và tạo hình dòng chảy.

Theo một số phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp thứ bảy, vật liệu chống ăn mòn thứ nhất là ít nhất một vật liệu được lựa chọn từ nhóm bao gồm ziriconi và các hợp kim ziriconi (ví dụ như, Zr700 (UNS R60700), Zr702 (UNS R60702), Zr705 (UNS R60705), và các Zircaloy). Ngoài ra, theo một số phương án thực hiện phương pháp thứ bảy, vật liệu thứ hai được lựa chọn từ titan và các hợp kim titan.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp thứ tám. Phương pháp thứ tám dùng để thay thế ống của thiết bị giải hấp trong thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê bằng ống thay thế của thiết bị giải hấp. Phương pháp thứ tám bao gồm bước thay thế ống hiện có của thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê bằng ống chống ăn mòn của thiết bị giải hấp có kết cấu giống chi tiết thứ hai.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất bộ phận của thiết bị, trong đó bộ phận của thiết bị bao gồm chi tiết thứ hai. Các ví dụ không hạn chế về bộ phận của thiết bị có thể bao gồm thiết bị xử lý hoá chất, thiết bị giải hấp, thiết bị ngưng tụ, và thiết bị trao đổi nhiệt.

Người có trình độ trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ đánh giá cao các chi tiết và ưu điểm nêu trên, cũng như các ưu điểm khác nữa khi xem xét phần mô tả chi tiết một số phương án không hạn chế để thực hiện các phương pháp, các bộ phận và các chi tiết theo sáng chế. Người có trình độ trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này cũng có thể hiểu được các ưu điểm khác và các phương án khác khi thực hiện hoặc sử dụng các phương pháp, các bộ phận, và các chi tiết nêu trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu kỹ thuật và ưu điểm của các phương pháp thực hiện sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ống của thiết bị giải hấp theo một phương án thực hiện sáng chế, trong đó ống này bao gồm vùng dẫn chất lưu thứ nhất được làm bằng ziriconi và được nối bằng cách hàn quán tính hoặc một kỹ thuật hàn không phụ gia khác với vùng dẫn chất lưu thứ hai được làm bằng titan;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện kết cấu dùng để lắp ống của thiết bị giải hấp trên Fig.1 vào bề mặt mạ titan của tấm ghép ống của thiết bị giải hấp và kết cấu này còn sử dụng đầu ống dẫn chất lưu nhiều lớp;

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương pháp chế tạo chi tiết dẫn chất lưu nhiều lớp theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện đầu của phôi được hàn hai lớp được tạo ra như một bộ phận trung gian theo quy trình trên Fig.3;

Fig.5 là hình vẽ kết cấu dùng để lắp của ống của thiết bị giải hấp bao gồm đầu ống nhiều lớp vào bề mặt mạ titan của tấm ghép ống của thiết bị giải hấp theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.6 thể hiện các mẫu cắt và không cắt của đoạn ống ziriconi đã được hàn quán tính vào đoạn ống titan;

Fig.7 thể hiện hai mẫu của đoạn ống ziriconi được hàn quán tính vào đoạn ống titan, và trong đó ống dẫn chất lưu ziriconi/titan thành phẩm đã được gia công để loại bỏ ba vĩa;

Fig.8 là ảnh của mặt cắt ngang của mặt phân cách mối hàn giữa ziriconi với titan trong thành ống của mẫu hàn quán tính;

Fig.9 là ảnh phóng đại mặt phân cách của mối hàn được thể hiện trên Fig.8;

Fig.10 là hình ảnh phóng đại của một phần của vùng mặt phân cách mối hàn được thể hiện trên Fig.9;

Fig.11 và Fig.12 là các hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các bước của phương pháp theo một phương án thực hiện sáng chế dùng để chế tạo chi tiết hoặc phần chi tiết dẫn chất lưu nhiều lớp;

Fig.13 là hình chiếu nhìn từ đầu của phôi được hàn hai lớp được tạo ra như một bộ phận trung gian theo một trong số các bước quy trình trên Fig.12; và

Fig.14 là ảnh chụp bằng kính hiển vi của vùng liên kết luyện kim của ống lớp được xử lý nhiệt được tạo ra theo phương án thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo một số phương án, sáng chế đề xuất các chi tiết dẫn chất lưu chống ăn mòn mới, thiết bị bao gồm một hoặc nhiều bộ phận, và các phương pháp thay thế các chi tiết dẫn chất lưu của thiết bị chịu các điều kiện ăn mòn và/hoặc mài mòn bằng các bộ phận thay thế dẫn chất lưu chống ăn mòn. Các ví dụ về chất lưu này bao gồm khí, chất lỏng, hoặc hỗn hợp khí/chất lỏng. Theo các phương án không hạn chế, các bộ phận mới bao gồm, ví dụ, các bộ phận có dạng hình trụ hay hình dạng khác, các ống, đường ống, các vòi phun, các đầu nhô, các đầu ống nối, các đầu ống dẫn nối, và các chi tiết dẫn chất lưu khác.

Theo một số phương án không hạn chế, các chi tiết dẫn chất lưu có ít nhất một vùng dẫn chất lưu thứ nhất được làm từ ít nhất một vật liệu chống ăn mòn ví dụ như, ziriconi, titan, tantali, niobi, các hợp kim bất kỳ của các kim loại này, hay một kim loại hay hợp kim chống ăn mòn khác. Các bộ phận này cũng bao gồm ít nhất một vùng dẫn chất lưu thứ hai có thành phần vật liệu giống hoặc gần giống với vật liệu dùng để tạo ra vùng lắp ghép hiện có của thiết bị mà bộ phận này cần được lắp vào đó. Vùng chống mài mòn thứ nhất được nối trực tiếp hoặc gián tiếp vào vùng thứ hai bằng cách hàn không phụ gia để tạo

ra chi tiết dẫn chất lưu nguyên khối ví dụ như, ống hoặc ống dẫn. Bộ phận này có thể được giữ chặt vào bộ phận của thiết bị bằng cách hàn cùng với các vật liệu tương tự của vùng thứ hai và bộ phận lắp của thiết bị. Các vật liệu tương tự có thể được hàn nóng chảy, ví dụ như, bằng cách hàn hơi hay sử dụng kim loại phụ gia hàn, mà không tạo ra các điều kiện thúc đẩy đáng kể hiện tượng ăn mòn ở gần vùng hàn nóng chảy.

Các bộ phận và phương pháp được mô tả trong sáng chế có thể được làm thích ứng để dùng trong nhiều loại quy trình xử lý hoá chất và thiết bị khác nhau. Theo các phương án không hạn chế của sáng chế, các thiết bị này và các chi tiết dẫn chất lưu cụ thể của thiết bị này có thể bao gồm đường ống cho các thiết bị giải hấp urê, các bộ ngưng carbamat, và các thiết bị giải hấp kim loại kép, và các ống và đường ống trao đổi nhiệt dùng cho các quy trình hoá học và các quy trình hoá dầu.

Dưới đây là phần mô tả một phương án không hạn chế cụ thể để thực hiện phương pháp thay thế các ống titan đã bị ăn mòn và/hoặc mài mòn của thiết bị giải hấp trong thiết bị tổng hợp urê bằng các ống thay thế có vùng kim loại hoặc hợp kim chống ăn mòn, như ziriconi hoặc vùng hợp kim ziriconi, có khả năng chống ăn mòn cao đối với sự ăn mòn/mài mòn của các môi chất xử lý urê trong các ống. Phương pháp này cho phép tái sử dụng các tấm ghép ống hiện có của thiết bị giải hấp mạ titan và các đầu trao đổi nhiệt, do đó không cần thay thế toàn bộ thiết bị giải hấp. Phương pháp bao gồm công đoạn thay thế các ống của thiết bị giải hấp có (i) vùng chống ăn mòn dạng ống được chế tạo từ, ví dụ, ziriconi hoặc hợp kim ziriconi chống ăn mòn, và (ii) ít nhất một vùng lắp ghép dạng ống được chế tạo từ, ví dụ, titan hoặc một kim loại hoặc hợp kim khác mà có thể được hàn nóng chảy vào tấm ghép ống được mạ titan của thiết bị giải hấp mà không tạo ra các điều kiện thúc đẩy đáng kể hiện tượng ăn mòn hoặc mài mòn ở gần mối hàn nóng chảy. Vùng chống ăn mòn và

vùng lắp ghép được nối trực tiếp hoặc gián tiếp bằng kỹ thuật hàn không phụ gia để tạo ra chi tiết dẫn chất lưu thay thế.

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thiết bị giải hấp 10 được tạo ra theo một phương án không hạn chế của sáng chế. Ví dụ, ống 10 có thể được tạo ra để làm chi tiết ban đầu của thiết bị giải hấp hoặc, như được trình bày ở trên, có thể được dùng làm ống thay thế của thiết bị giải hấp để trang bị thêm cho thiết bị giải hấp hiện có. Ống của thiết bị giải hấp 10 bao gồm đường dẫn hình trụ 12 được tạo ra bởi thành liên tục 13. Phần giữa của thành liên tục 13 của ống 10 là ống ziriconi chống ăn mòn 14. Chiều dài của ống titan 16 được hàn quán tính lên mỗi đầu của ống ziriconi 14. Các đầu ống titan 16 có thể được hàn nóng chảy vào tấm ghép ống được mạ titan hiện có trong thiết bị giải hấp mà không tạo ra mối hàn nóng chảy ziriconi vào titan khác. Fig.2 thể hiện một kết cấu có thể có dùng cho mối hàn ống vào tấm ghép ống để gắn chặt ống của thiết bị giải hấp 10 qua lỗ ống trong tấm ghép ống 20. Cần hiểu rằng kết cấu lắp được thể hiện trên Fig.2 có thể được sử dụng khi chế tạo thiết bị giải hấp ban đầu, hoặc có thể được sử dụng khi thay thế các ống của thiết bị giải hấp trong thiết bị giải hấp hiện có đang hoạt động. Ống 10, bao gồm đầu ống titan 16 được hàn quán tính ở vùng 17 vào vùng ống ziriconi 14, được luồn qua lỗ khoan trong tấm mạ titan 24 của tấm ghép ống 20. Các vùng 26 là các vùng thép cacbon hoặc thép không gỉ của tấm ghép ống 20. Ống 10 được gắn chặt vào tấm ghép ống 20 nhờ mối hàn chắc bằng titan 28 ở chỗ nối giữa đầu ống titan 16 và tấm mạ titan 24. Vì vậy, toàn bộ vùng hàn nóng chảy là titan, và không có các hợp kim kết hợp titan và ziriconi được tạo ra trong vùng hàn nóng chảy này.

Như được mô tả dưới đây, có thể thấy rằng các hợp kim được tạo ra trong vùng hàn khi hàn nóng chảy các kim loại khác nhau, như các hợp kim ziriconi-titan được tạo ra khi hàn nóng chảy ziriconi với titan, có xu hướng bị ăn mòn khi bị các chất và/hoặc các điều kiện ăn mòn tác động. Tuy nhiên, việc hàn

không phụ gia không tạo ra bất kỳ lượng hợp kim đáng kể nào. Do đó, bằng cách tạo ra các chi tiết dẫn chất lưu có vùng có độ chống ăn mòn cao được hàn không phụ gia vào vùng có vật liệu giống với chi tiết được lắp vào thiết bị, hoặc không tạo ra các hợp kim có xu hướng ăn mòn khi được hàn nóng chảy vào chi tiết lắp, phương pháp này cho phép thiết bị được sản xuất hoặc trang bị các chi tiết chống ăn mòn mà không tạo ra các điều kiện thúc đẩy sự ăn mòn.

Kỹ thuật hàn không phụ gia được sử dụng ở đây đề cập tới một nhóm quá trình hàn tạo ra sự liên kết ở các nhiệt độ thấp hơn đáng kể điểm nóng chảy của các vật liệu nền cần được nối, mà không cần bổ sung kim loại phụ gia hàn. Áp suất có thể được sử dụng hoặc không được sử dụng trong các quy trình hàn không phụ gia khác nhau. Các ví dụ không hạn chế về các kỹ thuật hàn không phụ gia có thể được sử dụng trong các phương án thực hiện các phương pháp được bộc lộ ở đây bao gồm, ví dụ, hàn nguội, hàn khuếch tán, hàn nổ, hàn rèn, hàn ma sát (kể cả hàn quán tính), hàn áp lực ở nhiệt độ cao, hàn cán, và hàn siêu âm. Các kỹ thuật này đã được sử dụng trong nhiều năm ở các ứng dụng khác nhau và đã được người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này biết đến. Do đó, không cần mô tả thêm về các kỹ thuật nối này để cho phép người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này thực hiện các phương pháp này.

Hàn không phụ gia về cơ bản khác với hàn nóng chảy, trong đó các vật liệu cần được nối được nung chảy trong quy trình nối. Trong trường hợp các vật liệu khác nhau được hàn nóng chảy, vùng hàn nóng chảy cần có các hợp kim của các vật liệu nối. Ví dụ, hàn nóng chảy ziriconi trực tiếp vào titan sẽ tạo ra các hợp kim làm tăng tốc độ ăn mòn/mài mòn trong vùng lân cận của vùng hàn. Hàn nóng chảy ziriconi vào titan cũng khiến cho dung dịch rắn hoá rắn trong mối hàn thành phẩm, hiện tượng này làm giảm độ dẻo mối hàn và làm tăng đáng kể độ cứng mối hàn. Hỗn hợp hợp kim thành phẩm trong mối

hàn ziriconi với titan bao gồm một dải hỗn hợp hợp kim ziriconi-titan (nằm trong khoảng từ 100% titan với 100% ziriconi, và tất cả các tổ hợp giữa chúng). Các hợp kim có thành phần khác nhau trong mối hàn ziriconi với titan sẽ có cơ tính và các đặc tính ăn mòn khác nhau, các đặc tính này không thể được kiểm soát chính xác trong quy trình hàn. Về cơ tính, các hợp kim giữa ziriconi và titan có độ bền rất cao và có thể có độ cứng rất cao, có thể gấp hai lần độ cứng của mỗi kim loại nguyên chất. Cơ tính khác có thể bị ảnh hưởng bởi mối hàn nóng chảy là độ dễ cắt và khả năng tạo hình. Vì vậy, các vùng nhất định của mối hàn nóng chảy ziriconi/titan có thể có cơ tính không thể chấp nhận được nếu các áp lực lớn được tạo ra trong thiết bị. Các thành phần hợp kim nhất định (các vùng của hỗn hợp hàn) sẽ có tốc độ oxy hoá và ăn mòn rất cao.

Nói chung, độ chống ăn mòn của kim loại được hàn vào một kim loại khác sẽ thấp hơn khá nhiều so với độ chống ăn mòn của kim loại nguyên chất, và đó là trường hợp hàn nóng chảy ziriconi với titan. Ngay cả nếu kim loại phụ gia ziriconi hoặc titan tinh khiết được sử dụng, vẫn sẽ có một vùng trong mối hàn trong đó hợp kim ziriconi-titan có độ chống ăn mòn thấp hơn so với mỗi kim loại nguyên chất. Thử nghiệm ăn mòn Huey là thử nghiệm phân loại ăn mòn tiêu chuẩn cho các vật liệu được sử dụng trong các ứng dụng trong đó các vật liệu này tiếp xúc với axit nitric và/hoặc urê. Ví dụ, thử nghiệm ăn mòn Huey đã xác định được rằng mối hàn nóng chảy ziriconi-titan có tốc độ ăn mòn cao, còn mối hàn titan-titan hoặc ziriconi- ziriconi có tốc độ ăn mòn rất thấp.

Vì vậy, bằng cách hàn không phụ gia các vùng dẫn chất lưu bằng ziriconi và titan với nhau và hàn nóng chảy một hoặc nhiều vùng ống titan với lớp mạ titan của tấm ghép ống, thì phương án thực hiện không hạn chế nêu trên sẽ tránh được hàn nóng chảy các vật liệu khác nhau. Điều này tránh được việc tạo ra các hợp kim trong các vùng hàn có các tốc độ ăn mòn/mài mòn rất cao khi

để trần trong các môi chất xử lý urê và các điều kiện thúc đẩy ăn mòn khác trong thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê. Thiết bị giải hấp được chế tạo mới hoặc trang bị mới sẽ có tuổi thọ được nâng cao đáng kể.

Do khả năng tái sản xuất và sự thích ứng sẵn có để làm nóng chảy các chi tiết dạng ống và hình trụ, nên hàn quán tính có thể dễ dàng được áp dụng để tạo ra các chi tiết mới theo các phương án nêu trên. Như đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật, hàn quán tính là kỹ thuật hàn không phụ gia là một loại hàn ma sát trong đó các vật liệu cần được nối được rèn lại với nhau mà không nung chảy các vật liệu. Trong kỹ thuật hàn quán tính, năng lượng cần thiết để tạo ra mối hàn được cấp chủ yếu bởi động năng quay của máy hàn. Một trong số hai phôi gia công được giữ trên trục quay được lắp vào bánh đà có khối lượng nhất định. Phôi gia công còn lại được giữ trong thiết bị kẹp và được chống xoay. Bánh đà được tăng tốc tới tốc độ quay nhất định và sau đó được tháo, sao cho các bộ phận quay quay tự do bằng động năng riêng. Ở thời điểm động cơ dẫn động bánh đà được ngắt, các phôi gia công được đẩy vào nhau bằng áp lực tác dụng dọc trục, trong một số kỹ thuật, áp lực này có thể được làm tăng trong quá trình hàn. Động năng lưu giữ trong bánh đà quay bị phân tán dưới dạng nhiệt do ma sát giữa các phôi gia công ở mặt phân cách mối hàn, và năng lượng cục bộ lớn này liên kết các phôi gia công. Áp lực dọc trục được duy trì cho tới khi toàn bộ năng lượng trong khối quay đã được phân tán vào trong mối hàn, nhờ đó làm ngừng chuyển động quay. Trong quá trình hàn, vật liệu ở mặt phân cách trở nên dẻo do nhiệt ma sát phân tán, và được ép ra khỏi mối hàn. Vật liệu hoá dẻo còn lại được gia công nóng để hoàn tất mối hàn. Sự hao hụt độ dài của phôi do lực tác dụng và vật liệu hóa dẻo được đẩy ra khỏi vùng tiếp xúc được gọi là "chôn". Trong kỹ thuật hàn quán tính các bộ phận dạng ống để tạo ra đường ống có độ dài lớn, cả đường kính trong lẫn đường kính ngoài của ống thành phẩm đều sẽ có ba via do chôn. Ba via có thể được loại bỏ bằng cách sử dụng các kỹ thuật gia công tinh. Do các vật liệu

được nối bằng cách hàn quán tính không nóng chảy trong suốt quy trình, nên không xảy ra hiện tượng hợp kim hoá đáng kể, nhờ đó tránh được các ảnh hưởng bất lợi mà sự hình thành hợp kim gây ra cho cơ tính và các đặc tính ăn mòn trong vùng mối hàn.

Hàn quán tính có thể được sử dụng để nối các tổ hợp kim loại được xem như không tương thích đáng kể, ví dụ, nhôm với thép, đồng với nhôm, titan với đồng, và các hợp kim niken với thép. Nói chung, các vật liệu kim loại bất kỳ mà có thể rèn được đều có thể được hàn ma sát, như bằng cách hàn quán tính, bao gồm thép từ, thép công cụ, các loại thép hợp kim và tantali. Nói chung, quy trình hàn quán tính nhanh hơn nhiều so với hàn nóng chảy, và quy trình này chủ yếu được kiểm soát bằng máy, nhờ đó loại bỏ được lỗi do con người do đó mỗi hàn thành phẩm không phụ thuộc vào kỹ năng của người vận hành. Cũng không cần chuẩn bị mối hàn có độ lớn đáng kể, và không cần dây hàn hoặc các thiết bị hàn.

Hàn nổ là kỹ thuật hàn không phụ gia rất thông dụng để nối các vật liệu khác nhau, và nói chung kỹ thuật này được mô tả trong nhiều tài liệu khác nhau. Các ví dụ về tài liệu mô tả "Hàn nổ": trang 705-718, tập 6, "ASM Handbook, Welding, Brazing and Soldering" (ASM Intern. 1993); và "Recent Developments in Characterizations of Titan-Steel Explosion Bond Interface" của A. Nobili và các đồng tác giả, trang 89-98 tài liệu "Reactive Metals in Corrosive Applications Conference Proceedings", 12-16 tháng 9 năm 1999 (Sunriver, Oregon). Trong kỹ thuật hàn nổ, năng lượng có kiểm soát của chất gây nổ được sử dụng để tạo ra mối liên kết luyện kim giữa hai hoặc nhiều kim loại giống hoặc khác nhau. Trong quá trình các vật liệu va chạm ở tốc độ cao, dưới các điều kiện thích hợp, tia khí được tạo ra giữa các vật liệu, nó quét sạch các màng tạp chất trên bề mặt. Các vật liệu, được làm sạch màng tạp chất trên bề mặt nhờ hoạt động của tia khí, được liên kết ở một điểm bên trong dưới tác dụng của áp suất rất cao đạt được gần điểm va chạm.

Như được sử dụng ở đây, "mối liên kết luyện kim" được xem là mối liên kết giữa các bề mặt kim loại nối liền với nhau thu được bằng cách sử dụng áp lực và/hoặc nhiệt độ. Sự khuếch tán của các vật liệu không xảy ra trong quá trình hàn nỏ, nên không tạo ra các hợp kim vốn gây ra nhiều vấn đề. Kỹ thuật này là quy trình hàn nguội, trong đó các màng mỏng tạp chất trên bề mặt được phun ra khỏi các vật liệu nền dưới tác dụng của sự va chạm ở áp lực cao giữa các vật liệu.

Theo phương án tạo ra các ống của thiết bị giải hấp để tổng hợp urê nêu trên, ví dụ, mối hàn nỏ có thể được tạo ra giữa các đoạn ống làm bằng titan và ziriconi của các ống thay thế của thiết bị giải hấp. Theo một phương án thực hiện quy trình này, ví dụ, ziriconi và titan sẽ được liên kết nỏ với nhau và ống nhỏ sẽ được gia công từ một tấm. Ống này sẽ bao gồm phần ziriconi và phần titan. Sau đó, ziriconi sẽ được hàn nóng chảy vào phần ống ziriconi, và titan sẽ được hàn nóng chảy vào phần ống titan. Gần đây, các mối nối bằng phương pháp hàn nỏ được tạo ra, mặc dù tác giả sáng chế chưa thấy các ống có tổ hợp kim loại giữa ziriconi và titan.

Mặc dù các phương án cụ thể nêu trên đề cập trực tiếp tới việc sử dụng các ống của thiết bị giải hấp trong thiết bị tổng hợp urê, trong đó các ống của thiết bị giải hấp bao gồm vùng ziriconi và một hoặc nhiều vùng titan, song cần hiểu rằng các chi tiết và các phương pháp được mô tả ở đây không bị hạn chế ở đó. Ví dụ, các phương pháp theo sáng chế có thể được làm thích ứng để tạo ra các chi tiết dẫn chất lưu ban đầu hoặc thay thế cho các thiết bị xử lý hoá chất loại khác, cũng như các loại thiết bị khác, trong đó các chi tiết bao gồm vùng thứ nhất có vật liệu chống ăn mòn được nối trực tiếp hoặc gián tiếp vào vùng thứ hai bằng kỹ thuật hàn không phụ gia sao cho vùng hàn thành phẩm không có cơ tính và/hoặc đặc tính ăn mòn giảm đáng kể so với các vật liệu thứ nhất và thứ hai. Vật liệu trong vùng thứ hai có thể được lựa chọn sao cho nó có thể được giữ chặt bằng cách hàn nóng chảy vào vùng của thiết bị xử lý hoá

chất hoặc thiết bị khác được chế tạo từ vật liệu tương thích. "Tương thích" có nghĩa là quy trình hàn nóng chảy không tạo ra các hợp kim trong vùng hàn làm giảm đáng kể cơ tính học và đặc tính ăn mòn. Ví dụ, ống ban đầu hoặc ống thay thế dùng cho thiết bị trao đổi nhiệt, trong đó ống này được chế tạo từ vùng chống ăn mòn và vùng thứ hai như vừa được mô tả.

Hơn nữa, mặc dù các phương án không hạn chế cụ thể nêu trên là các phương án về các chi tiết dẫn chất lưu được hàn không phụ gia có các vùng riêng bao gồm ziriconi và titan, phương pháp theo sáng chế cũng có thể được áp dụng trong các trường hợp trong đó vùng chống ăn mòn bao gồm một hoặc nhiều hợp kim ziriconi hoặc các vật liệu chống ăn mòn khác và/hoặc trong đó vùng thứ hai bao gồm các hợp kim titan hoặc các vật liệu khác. Các ví dụ không hạn chế về các hợp kim ziriconi có thể có bao gồm, ví dụ, Zr700 (UNS R60700), Zr702 (UNS R60702), Zr705 (UNS R60705), và các Zircaloy (bao gồm, ví dụ, Zr-4, Zr-2, và Zr2,5Nb). Theo một ví dụ không hạn chế, có thể thấy rằng các chi tiết được tạo ra theo sáng chế có thể được sử dụng trong thiết bị trong đó kết cấu hiện có mà chi tiết dẫn chất lưu được làm nóng chảy trong đó là hợp kim titan hoặc thép không gỉ, trong trường hợp này vùng tương ứng của chi tiết có thể lần lượt được chế tạo từ hợp kim titan hoặc thép không gỉ giống hoặc gần giống. Trong quá trình tạo ra chi tiết này, vùng có hợp kim titan hoặc thép không gỉ được hàn không phụ gia trực tiếp hoặc gián tiếp vào một vùng khác làm từ ziriconi, hợp kim ziriconi, và/hoặc một kim loại hoặc hợp kim khác để tạo ra cơ tính, ăn mòn và/hoặc các đặc tính khác như mong muốn.

Một phương án cải biến khác có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp theo sáng chế là tạo ra đầu hoặc vùng dẫn chất lưu nhiều lớp bao gồm lớp chống ăn mòn ở bên trong bao quanh đường dẫn chất lưu và lớp ngoài làm bằng một vật liệu khác. Như được sử dụng ở đây, "nhiều lớp" được xem là có hai hoặc nhiều lớp vật liệu khác nhau được liên kết luyện kim trong kết cấu

được đề cập đến. Vật liệu chống ăn mòn của lớp trong có thể là, ví dụ, ziriconi, hợp kim ziriconi, hoặc một kim loại hoặc hợp kim chống ăn mòn khác. Đầu nhiều lớp hoặc vùng nhiều lớp có thể được tạo ra bằng phương pháp thích hợp bất kỳ, ví dụ như, đồng ép đùn, hay còn gọi là liên kết ép đùn, là phương pháp tạo hình đường ống quen thuộc đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này, và cũng được trình bày chi tiết dưới đây. Đầu hay vùng dẫn chất lưu nhiều lớp có thể được hàn không phụ gia, như bằng cách hàn quán tính, vào vùng dẫn chất lưu chống ăn mòn được chế tạo từ ziriconi hoặc một vật liệu chống ăn mòn khác. Bằng cách này, kim loại hoặc hợp kim có độ chống ăn mòn cao được tạo ra dọc theo toàn bộ chiều dài của chi tiết dẫn chất lưu. Ví dụ, nếu lớp ngoài của đầu hoặc vùng nhiều lớp được làm bằng titan, nó có thể được hàn nóng chảy vào lớp mạ titan của tấm ghép ống của thiết bị giải hấp mà không làm tổn hại tới cơ tính và đặc tính ăn mòn của vật liệu trong vùng lân cận mối hàn.

Đã biết, các kết cấu đường ống nhiều lớp được mạ hạt nhân để chứa các hạt nhiên liệu. Tài liệu patent mô tả các phương pháp liên kết luyện kim các lớp làm từ các hợp kim ziriconi dùng cho ứng dụng cụ thể này. Ví dụ, lớp mỏng ở bên trong làm bằng ziriconi tinh khiết dùng cho ống mạ hạt nhân được mô tả trong patent Mỹ số 4200492. Lớp lót ziriconi ngăn ngừa sự hình thành và lan truyền vết nứt do sự mài mòn có ứng suất. Lớp ngoài dày hơn nhiều làm bằng hợp kim ziriconi tạo ra vật liệu nền cho lớp mạ và tạo ra độ chống ăn mòn và cơ tính phù hợp. Các patent khác ví dụ như, patent Mỹ số 5383228, 5524032 và 5517540, mô tả các chất hoá học khác nhau, xếp chồng lớp, và các tùy chọn xử lý cho lớp mạ hạt nhiên liệu hạt nhân nhiều lớp. Trong một kết cấu, ống lót mỏng ở bên ngoài được sử dụng làm lớp mạ hạt nhiên liệu để cải thiện độ chống ăn mòn đối với nước của lớp mạ. Các tác giả sáng chế nhận thức được việc áp dụng một số dạng nhất định của lớp mạ nhiên liệu hạt nhân nhiều lớp cho các chi tiết dẫn chất lưu có kết cấu nhiều lớp theo các phương

án thực hiện sáng chế. Tuy nhiên, ngược lại với các chi tiết dẫn chất lưu theo một số phương án thực hiện sáng chế, các patent nêu trên đề cập tới kỹ thuật mạ nhiên liệu hạt nhân và tới kỹ thuật liên kết các lớp hợp kim dựa trên ziriconi tương tự nhau, mà không gợi ý hoặc đề xuất kỹ thuật liên kết các kim loại dễ phản ứng khác nhau, như titan và ziriconi.

Cần lưu ý rằng, các kim loại dễ phản ứng khác nhau như titan và các hợp kim ziriconi khó liên kết do, ví dụ, sự khác biệt về các đặc tính giãn nở nhiệt của chúng, sự khác biệt về kích cỡ mạng tinh thể, và sự thiếu tính liên khối trong mỗi hàn khi các vật liệu này được hàn. Hàn nổ đã được sử dụng để liên kết luyện kim các hợp kim khác nhau, nhưng kỹ thuật này có các nhược điểm đã biết. Ví dụ, hiện tượng biến dạng cục bộ hoặc hiện tượng mỏng đi của các lớp liên kết có thể xảy ra do sự biến thiên lực nổ. Do đó, kỹ thuật gia công sau khi liên kết đã được sử dụng, nhưng khó có thể kiểm soát chính xác độ dày lớp trong trong quá trình gia công. Ngoài ra, các áp lực sinh ra trong quá trình hàn nổ do kim loại phản ứng tương tự như chất nhờn, có thể gây ra đường biên nhấp nhô giữa các vật liệu liên kết. Dạng sóng của đường biên khiến cho khó hoặc không thể duy trì được độ dày ống lót chính xác do phạm vi của đường biên có thể thay đổi đáng kể. Trong các kết cấu liên kết nổ đã biết, ví dụ, khoảng cách giữa các đỉnh của đường biên dạng sóng giữa các vật liệu liên kết thay đổi trong khoảng từ 0,5 mm tới 1 mm (0,0197 in tới 0,0394 in). Hình dạng của các chi tiết cần được liên kết cũng bị hạn chế khi sử dụng kỹ thuật hàn nổ. Trong một số kỹ thuật hàn nổ nhất định, bộ phận ngoài được bao quanh bởi chất nổ để nổ trên ống lót trong làm bằng vật liệu khác được đỡ bằng đòn để ngăn ngừa hiện tượng móp vào phía trong vượt quá một điểm nhất định. Trong kỹ thuật này, độ dày thành và độ bền của các bộ phận ngoài là một yếu tố hạn chế. Trong một kỹ thuật khác, chất nổ được đặt trong đường kính trong của bộ phận lót, và lực nổ làm giãn nở ống lót trong lên mặt trong của bộ phận ngoài. Trong trường hợp này, đường kính trong phải đủ lớn để

chứa đủ chất nỏ, điều này khiến cho không thể áp dụng kỹ thuật này trong quá trình sản xuất các ống có độ dày thành lớn, đường kính trong nhỏ và các chi tiết dẫn chất lưu khác, như các bộ phận được sử dụng trong các thiết bị trao đổi nhiệt áp suất cao.

Đã biết nhiều phương pháp để liên kết luyện kim các kim loại và các hợp kim khác nhau. Ví dụ, patent Mỹ số 4518111 đề xuất phương pháp gồm hai bước để liên kết các bộ phận làm bằng ziriconi và thép. Trong bước đầu, hàn nỏ được sử dụng để liên kết luyện kim hai thành phẩm thành một thỏi phôi. Ở bước thứ hai, lớp thép thứ ba được liên kết luyện kim bằng cách đồng ép đùn thỏi phôi để tạo ra ba lớp liên kết. Tất nhiên, việc sử dụng kỹ thuật hàn nỏ có các hạn chế nêu trên, và việc sử dụng quy trình liên kết hai bước làm tăng chi phí cho thành phẩm. Patent Mỹ số 5259547 cũng mô tả quy trình gồm hai bước là bước hàn nỏ và sau đó là bước làm giãn nở phôi liên kết qua trục gá tạo hình để liên kết luyện kim chặt các lớp. Mặc dù các chi tiết dẫn chất lưu nhiều lớp theo sáng chế có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các phương pháp sản xuất gồm nhiều bước, song có thể có lợi về mặt chi phí nếu kết hợp với các phương pháp liên kết một bước, như các phương án được mô tả chi tiết ở đây.

Một cách tiếp cận đã biết khác đối với kỹ thuật liên kết luyện kim các kim loại hoặc các hợp kim khác nhau là sử dụng kỹ thuật ép nóng tĩnh (HIP: Hot Isostatic Pressing) để liên kết sơ bộ các bộ phận hình trụ trước khi liên kết ở trạng thái dẻo bằng cách ép đùn. Patent Mỹ số 6691397 sử dụng kỹ thuật HIP với áp lực cao hơn 15000 Psig (103421359 Pa) và nhiệt độ trên 2000°F (1109°C) trong khoảng thời gian từ 2 giờ tới 24 giờ. Quy trình HIP tạo ra mối liên kết luyện kim giữa các kim loại khác nhau, cho phép các vật liệu có ứng suất dòng chảy khác nhau duy trì sự liên khối trong quá trình ép đùn nóng vào trong ống. Tất nhiên, như được mô tả ở trên, quy trình liên kết hai bước có thể tốn nhiều chi phí hơn so với quy trình một bước. Ngoài ra, việc tạo hình ban

đầu cho mỗi liên kết luyện kim giữa các vật liệu bằng kỹ thuật HIP đòi hỏi thời gian khá dài dưới áp suất và nhiệt độ cao. Các vật liệu khác nhau có thể tạo ra lớp khuếch tán giòn trên mặt phân cách của chúng, hoặc có thể có hạt quá cỡ phát triển trong quá trình gia nhiệt trong khoảng thời gian dài. Cả hai đặc tính này đều không tốt nếu sau đó ống ép đùn được gia công nguội.

Một cách tiếp cận khác nữa để tạo ra mỗi liên kết luyện kim giữa các kim loại hoặc các hợp kim khác nhau được mô tả trong patent Mỹ số 5558150, trong đó lớp hợp kim ngoài được đúc li tâm lên lớp trong. Các lớp của sản phẩm đúc được liên kết luyện kim ngay khi làm mát. Quy trình theo patent này được thiết kế để liên kết thép và kim loại dễ phản ứng, quy trình này đòi hỏi thực hiện bước đúc trong chân không để ngăn ngừa hiện tượng nhiễm oxy và nitơ từ không khí xung quanh. Ngoài ra, kết cấu hạt của các vật liệu đúc không được tinh chế, ngăn không cho gia công nguội sau đó.

Một phương án không hạn chế để thực hiện phương pháp có thể áp dụng cho các chi tiết hoặc các phần dẫn chất lưu hình trụ gồm nhiều lớp ziriconi/titan theo sáng chế bao gồm các bước được thể hiện một cách tổng quát trên Fig.3, như được mô tả chi tiết dưới đây.

Trong bước đầu tiên của phương pháp theo Fig.3, các bộ phận titan và ziriconi rỗng hình trụ riêng lẻ cần được liên kết với nhau được tạo ra ở các dạng thích hợp, với bộ phận ống lót ziriconi hình trụ có kích thước thích hợp để lắp chặt vào trong bộ phận cơ sở titan hình trụ. Ví dụ, chi tiết cơ sở có thể là Titan loại 3 (ký hiệu là ASTM) và chi tiết ống lót ziriconi có thể là hợp kim Zircadyne 702™ (Zr702). Các bề mặt của các chi tiết cần được liên kết với nhau được chuẩn bị phù hợp để đảm bảo tốt hơn mỗi liên kết luyện kim phù hợp giữa các bộ phận. Có lợi, nếu gia công, xử lý bề mặt, và làm sạch các bề mặt cần được liên kết với nhau. Ví dụ, các tác giả sáng chế đã xác định rằng khi chuẩn bị titan và ziriconi trước khi liên kết luyện kim, có lợi nếu chuẩn bị các bề mặt cần được liên kết sao cho từng bề mặt có độ nhám bề mặt Ra không

lớn hơn khoảng $63 \mu\text{m}$ (0,0016 mm). Có thể thấy rằng việc tạo ra các bề mặt với bề mặt nhẵn hơn đảm bảo việc làm sạch các đỉnh và các chân của biên dạng nhám bề mặt. Ngoài ra, có thể thấy rằng việc không có các rãnh sâu và các vết xước giúp duy trì mối liên kết luyện kim liên tục giữa các bề mặt mà không có sự phân lớp.

Cũng có lợi nếu làm sạch các bề mặt cần được liên kết bằng cách loại bỏ các tạp chất bên ngoài ví dụ như, bụi và dầu để tạo ra mối liên kết luyện kim chất lượng cao. Một ví dụ về phương pháp có thể được sử dụng để làm sạch các bề mặt của các kim loại dễ phản ứng là phương pháp phun băng được mô tả trong patent Mỹ số 5483563. Phương pháp phun băng bao gồm bước phun nước kết tinh vào bề mặt kim loại hoặc hợp kim cần được làm sạch, giúp vừa làm sạch bề mặt này bằng cơ, vừa làm sạch bề mặt này bằng nước. Phun băng có thể cải thiện tính nguyên khối cho mối liên kết luyện kim giữa các bề mặt so với các phương pháp làm sạch thông thường do phun băng không làm lắng đọng chất làm sạch dư trên các bề mặt đã làm sạch. Một ví dụ về chất dư này là florua dư có thể lưu lại trên bề mặt được khắc mòn bằng axit hydrofloric-nitric. Các ví dụ không hạn chế khác về các kỹ thuật làm sạch bề mặt bao gồm làm sạch cơ, khắc ăn mòn axit, và sử dụng dung môi hoặc các chất làm sạch bằng kiềm. Các kỹ thuật làm sạch bề mặt phù hợp khác đã được người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này biết.

Ở bước thứ hai của phương pháp trên Fig.3, các bộ phận được lắp ghép sao cho bộ phận ống lót ziriconi được đặt phù hợp trong bộ phận cơ sở bằng titan, và mối nối đầu giữa các bộ phận được thực hiện bằng cách hàn để tạo ra phôi nhiều lớp phù hợp cho ép đùn. Hình chiếu cạnh dạng sơ đồ của phôi nhiều lớp 110 được thể hiện trên Fig.4, trong đó số chỉ dẫn 114 biểu thị vật liệu nền ngoài hình trụ bằng titan, số chỉ dẫn 116 biểu thị ống lót ziriconi ở bên trong hình trụ, và số chỉ dẫn 118 biểu thị mối hàn đầu giữa vật liệu nền và ống lót. Ví dụ, mối hàn có thể là mối hàn nóng chảy, trong đó mối hàn này bao

gồm hỗn hợp titan-ziriconi. Như được mô tả ở trên, việc hàn nóng chảy các kim loại dễ phản ứng khác nhau tạo ra hợp kim trong vùng mối hàn thường có độ bền thấp hơn và khó uốn hơn so với mỗi kim loại riêng biệt. Tuy nhiên, tính liên khối của các mối hàn liên kết các đầu nối của phôi là rất quan trọng để ngăn không cho không khí làm bẩn các mặt phân cách của các bộ phận trong quá trình gia nhiệt sơ bộ phôi trước khi ép đùn phôi ở bước kế tiếp. Ngoài ra, các mối hàn chịu ứng suất rất lớn trong quá trình ép đùn. Sự hư hỏng mối hàn trong quá trình ép đùn có thể dẫn tới nhiễm bẩn không khí hoặc nền và các bộ phận lót không được làm giảm kích thước đồng đều trong quá trình ép đùn.

Theo phương án thực hiện phương pháp trên Fig.3, một kỹ thuật khác là hàn bằng chày điện tử được sử dụng để hàn các đầu nối giữa nền và các bộ phận lót để tạo ra phôi. Hàn bằng chày điện tử đã được sử dụng để tạo ra độ ngấu mối hàn và chiều rộng mối hàn chấp nhận được, và để bảo vệ các mặt phân cách khỏi các tạp chất trong không khí một cách an toàn. Tốt hơn là, mối hàn ngấu vào đầu nối từ 5 tới 50 mm (0,197 tới 1,97 in) (được đo trong các mặt phẳng của các bề mặt được hàn) và có chiều rộng thích hợp để bịt kín các bề mặt đối diện của nền và các bộ phận lót khỏi không khí xung quanh. Các kỹ thuật thích hợp khác để tạo ra các mối hàn hơi hay hàn đắp đã được người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật hàn các kim loại dễ phản ứng biết đến.

Ở bước thứ ba của phương pháp được thể hiện trên Fig.3, phôi được tạo ra ở bước trước được gia nhiệt và được ép đùn để tạo ra ống không được liên kết luyện kim không có vết nối từ các kim loại khác nhau có độ dày ống lót về cơ bản là đồng đều. Theo một phương án thực hiện phương pháp chế tạo chi tiết dẫn chất lưu, phôi titan/ziriconi được gia nhiệt bằng cảm ứng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C đến 900°C (1022°F đến 1652°F). Theo cách khác, ví dụ lò nung bằng ga hoặc điện có thể được sử dụng để gia nhiệt phôi trước

khi ép đùn, nhưng các kỹ thuật gia nhiệt này tốn nhiều thời gian hơn đáng kể và làm bẩn bề mặt phôi nhiều hơn so với gia nhiệt bằng cảm ứng.

Phôi đã gia nhiệt được đưa vào ép đùn bằng thiết bị gia công phù hợp để tạo ra ống đồng tâm từ phôi này. Theo một phương án thực hiện phương pháp chế tạo chi tiết dẫn chất lưu, pit tông ép đùn được làm tiến liên tục với vận tốc về cơ bản là nằm trong khoảng từ 50 đến 900 mm/phút (1,969 đến 35,4 in/s/phút) trong chu kỳ ép đùn để tránh sự thay đổi không chấp nhận được về độ dày ống lót của ống ép đùn. Các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng của mối liên kết luyện kim bằng cách ép đùn bao gồm nhiệt độ, thời gian ở nhiệt độ đó, áp suất, và độ sạch bề mặt. Trong phương án thực hiện không hạn chế nêu trên, ví dụ, tỷ số ép đùn có thể nằm trong khoảng từ 3:1 tới 30:1 để đảm bảo tốt hơn áp lực phù hợp cho mối liên kết luyện kim giữa nền và các bộ phận lót.

Ưu điểm quan trọng của giải pháp gia nhiệt phôi bằng cảm ứng và sau đó ép đùn phôi để liên kết luyện kim các lớp là khoảng thời gian mà phôi được gia nhiệt tới nhiệt độ ép đùn và giữ ở nhiệt độ ép đùn này có thể rất ngắn. Khi thời gian ở nhiệt độ ép đùn ngắn, hiện tượng khuếch tán tương hỗ xảy ra ở mức độ thấp hoặc không xảy ra giữa các lớp titan và ziriconi khi mối liên kết luyện kim được tạo ra trong quá trình ép đùn. Lớp khuếch tán tương hỗ, hoặc đơn giản là "lớp khuếch tán", thường tồn tại giữa các lớp kim loại khác nhau đã được liên kết luyện kim. Lớp khuếch tán có thể bao gồm các hợp chất liên kim loại hoặc các gradient thành phần cứng hơn hoặc giòn hơn các hợp kim riêng lẻ. Do không có sự khuếch tán tương hỗ đáng kể khi gia nhiệt phôi bằng cảm ứng và sau đó ép đùn phôi để liên kết luyện kim các lớp, vật liệu giòn và có độ bền cao so với các lớp ziriconi và titan không được tạo ra ở một mức độ đáng kể. Điều này cho phép chi tiết nhiều lớp ép đùn được gia công nguội dễ dàng bằng cách, ví dụ, kéo nguội hoặc thu nhỏ ống ở trạng thái nguội nếu cần chế tạo chi tiết dẫn chất lưu thành phẩm. Do đó, một khía cạnh quan trọng của các phương án thực hiện các phương pháp nêu trên là tạo ra chi tiết bao gồm

các lớp được liên kết luyện kim khác nhau mà không tạo ra lớp khuếch tán tương hỗ đáng kể bất kỳ giữa các lớp. Có thể xác định được rằng lớp khuếch tán tương hỗ có độ lớn đáng kể không được tạo ra khi tiếp xúc với nhiệt trong quá trình ép đùn, tôi, hoặc các phương pháp liên kết khác nếu thu được kết cấu nhiều lớp được liên kết luyện kim có thể dễ dàng được gia công nguội, như bằng cách kéo nguội hoặc thu nhỏ ống ở trạng thái nguội.

Ở bước tùy chọn thứ tư của phương pháp được thể hiện trên Fig.3, đường ống nhiều lớp đã ép đùn được xử lý nhiệt để khử các ứng suất trong vật liệu và/hoặc tái kết tinh vật liệu trước khi thực hiện gia công nguội. Tốt hơn là, kỹ thuật xử lý nhiệt giảm đến mức tối thiểu sự phát triển của lớp khuếch tán tương hỗ giữa các lớp được liên kết luyện kim để phản ứng. Để ngăn ngừa sự phát triển lớp khuếch tán tương hỗ hữu hiệu hơn, tốt hơn là bước xử lý nhiệt được điều chỉnh để thu được độ giảm ứng suất và/hoặc độ tái kết tinh mong muốn trong các vật liệu cấu thành của đường ống nhiều lớp bằng cách sử dụng nhiệt độ và thời gian cần thiết tối thiểu. Ví dụ, đường ống nhiều lớp titan/ziriconi được tạo ra theo phương án này có thể được tôi ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°C tới 750°C (932°F tới 1382°F) trong khoảng thời gian từ 1 tới 12 giờ để hạn chế sự phát triển của lớp khuếch tán tương hỗ. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực xử lý nhiệt có thể dễ dàng thực hiện chế độ xử lý nhiệt phù hợp cho chi tiết dẫn chất lưu nhiều lớp cụ thể được tạo ra theo sáng chế.

Ở bước thứ năm của phương pháp trên Fig.3, đường ống nhiều lớp được gia công nguội. Việc gia công nguội các kim loại để phản ứng có thể cải thiện các đặc tính như kết cấu hạt, cơ tính, các kích thước, và độ tinh bề mặt. Như được lưu ý ở trên, phương pháp chế tạo đường ống hạn chế sự hình thành lớp khuếch tán tương hỗ giòn được ưu tiên áp dụng. Các kỹ thuật gia công nguội hữu dụng cho đường ống nhiều lớp được tạo ra theo sáng chế bao gồm, ví dụ, kéo nguội, thu nhỏ ống ở trạng thái nguội, và cán ống bằng các con lăn trong

và ngoài, như bằng cách tạo hình theo dòng. Các kỹ thuật thích hợp khác để gia công nguội chi tiết dẫn chất lưu nhiều lớp được chế tạo theo sáng chế sẽ là hiển nhiên đối với những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này khi xem xét sáng chế.

Thu nhỏ ống ở trạng thái nguội (còn được gọi là "cán") đã được biết đến như một kỹ thuật gia công nguội có ưu điểm đặc biệt để thực hiện phương pháp theo phương án này của sáng chế. Thu nhỏ ống ở trạng thái nguội sử dụng khuôn hình côn có rãnh để cán ống theo chiều dọc trong khi ép vật liệu lên dao cán. Diện tích mặt cắt ngang giảm dần của các rãnh ép các thành ống lên dao cán tương ứng. Ống được cấp theo chiều dọc vào trong các khuôn và được quay quanh trục theo chiều dọc của nó sao cho toàn bộ chu vi được giảm kích thước đồng đều. Độ thu nhỏ thông thường đạt được khi thu nhỏ ở trạng thái nguội đối với chi tiết dạng ống làm bằng kim loại dễ phản ứng nằm trong khoảng từ 20% tới 90%.

Cần hiểu rằng mặc dù phương án thực hiện phương pháp được thể hiện trên Fig.3 và được mô tả ở trên sử dụng bộ phận cơ sở bằng titan và ống lót ziriconi, song các vật liệu khác có thể được sử dụng để chế tạo bộ phận nền và ống lót. Ví dụ, theo một phương án, có thể sử dụng nền ngoài titan và ống lót trong niobi, hoặc ống lót ngoài tantali và nền trong titan. Tuy nhiên, ví dụ này không nhằm hạn chế phạm vi bảo hộ của sáng chế. Các tổ hợp vật liệu khác có thể được lựa chọn được dựa trên ứng dụng mà đường ống được làm thích ứng để sử dụng cho ứng dụng đó, và các tổ hợp này sẽ là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này khi xem xét sáng chế.

Cũng cần hiểu rằng các chi tiết hoặc các phần của chi tiết dẫn chất lưu nhiều lớp được tạo ra theo sáng chế không cần được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp được thể hiện trên Fig.3 mà có thể được tạo ra bằng phương pháp khác, ví dụ các phương pháp được bộc lộ ở trong phần mô tả. Ngoài ra, khi đọc bản mô tả sáng chế, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật

này có thể dễ dàng tạo ra các phương pháp thay thế để tạo ra các chi tiết hoặc các bộ phận của chi tiết nhiều lớp.

Hơn nữa, mặc dù phần mô tả sáng chế đề cập tới các chi tiết nhiều lớp và các bộ phận của chi tiết, song có thể tạo ra các chi tiết hoặc các phần chi tiết có nhiều hơn hai lớp. Ví dụ, nếu cần, thay vì tạo ra chi tiết hai lớp, chi tiết có thể bao gồm ba hoặc nhiều lớp có thể được lắp ráp vào ống lót và được xử lý để tạo ra chi tiết dẫn chất lưu như được mô tả ở trên. Như vậy, cần hiểu rằng giải pháp kỹ thuật của sáng chế bao gồm các chi tiết dẫn chất lưu có ba hoặc nhiều lớp, gồm lớp chống ăn mòn ở bên trong hoặc ống lót bao quanh đường dẫn chất lưu qua chi tiết, lớp ngoài, và một hoặc nhiều lớp trung gian giữa các lớp trong và lớp ngoài. Trong trường hợp này, khác với trường hợp mà các lớp trong và lớp ngoài được liên kết trực tiếp với nhau, các lớp trong và lớp ngoài coi như được liên kết "gián tiếp". Tuy nhiên, trong từng trường hợp, các lớp liền kề trực tiếp trong kết cấu nhiều lớp được liên kết luyện kim lại với nhau. Như đã được lưu ý, các chi tiết dẫn chất lưu nhiều lớp và các bộ phận của các chi tiết này có thể được chế tạo bằng cách sử dụng các bản mô tả này khi vận dụng kiến thức của người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này.

Một kết cấu để gắn chặt ống ziriconi/titan ban đầu hoặc ống ziriconi/titan thay thế của thiết bị giải hấp có đoạn ống một lớp được hàn không phụ gia vào đầu ống nhiều lớp của tấm ghép ống được thể hiện trên Fig.5. Ví dụ, đầu ống hai lớp được thể hiện trên Fig.5 có thể được chế tạo bằng cách đồng ép đùn để tạo ra ống titan ngoài và ống lót ziriconi chống ăn mòn ở bên trong. Như được thể hiện trên Fig.5, ống của thiết bị giải hấp 210 bao gồm đường dẫn hình trụ ở giữa 212 được tạo ra bởi thành dạng ống 213. Vùng ziriconi dạng ống 214 được hàn không phụ gia vào vùng đầu dạng ống hai lớp 216 ở vùng hàn 217. Vùng đầu hai lớp 216 bao gồm vùng titan ngoài dạng ống 219a được liên kết luyện kim với ống lót ziriconi ở bên trong 219b. Tấm ghép ống 220 bao gồm tấm mạ titan 224 được liên kết với vùng thép cacbon hoặc thép không gỉ 226.

Mỗi hàn chắc bằng titan 228 được tạo ra bằng cách hàn nóng chảy vùng titan ngoài 219a vào tấm mạ titan 224. Cần hiểu rằng do các vật liệu tương tự được hàn nóng chảy để gắn chặt ống của thiết bị giải hấp 210 vào tấm ghép ống 220, các hợp kim có độ chống ăn mòn thấp không được tạo ra, và cơ tính của các vật liệu trong vùng lân cận vùng mối hàn không bị tổn hao đáng kể.

Trong phương án cải biến được mô tả ở trên, các ống có thể bao gồm vùng dạng ống chống ăn mòn làm bằng ziriconi, hợp kim ziriconi, hoặc một vật liệu chống ăn mòn khác, và vùng dạng ống làm bằng thép không gỉ, và hai vùng này được nối trực tiếp hoặc gián tiếp bằng cách hàn quán tính hoặc kỹ thuật hàn không phụ gia khác để tạo ra ống liền khối. Các ống của thiết bị giải hấp được tạo ra bằng cách này có thể được sử dụng như thiết bị ban đầu trong các thiết bị giải hấp được chế tạo mới bao gồm các tấm ghép ống làm bằng thép không gỉ, hoặc có thể được sử dụng như các ống thay thế để trang bị mới cho các thiết bị giải hấp có các tấm ghép ống làm bằng thép không gỉ. Thép không gỉ của các ống của thiết bị giải hấp được lựa chọn tương tự với tấm ghép ống làm bằng thép không gỉ mà các ống được nung chảy. Mỗi hàn chắc được tạo ra ở chỗ nối của ống thép không gỉ và tấm ghép ống làm bằng thép không gỉ để gắn chặt các ống vào thiết bị giải hấp. Tất nhiên, tổ hợp vật liệu và các kết cấu bất kỳ nêu trên dùng cho các ống của thiết bị giải hấp cũng sẽ được sử dụng như các ống ban đầu hoặc thay thế của thiết bị giải hấp, đặc biệt là các kết cấu thiết bị giải hấp.

Một cải biến khác nữa có thể được thực hiện đối với các chi tiết và các phương pháp nêu trên là tạo ra một hoặc nhiều vật liệu nằm giữa các vùng của chi tiết được nối bằng cách hàn không phụ gia. Ở đây, các vùng được nối với các vật liệu trung gian này được xem như đã được nối “gián tiếp” bằng cách hàn không phụ gia. Ví dụ, trong trường hợp hàn không phụ gia vùng thứ nhất bằng ziriconi hoặc hợp kim ziriconi với vùng thứ hai bằng titan hoặc hợp kim titan, các vật liệu có thể có nằm giữa các vùng thứ nhất và thứ hai bao gồm, ví

dụ, một hoặc nhiều vật liệu trong số các vật liệu oxy-titan thấp, vanadi, tantali, hafni, niobi, và các hợp kim của các vật liệu này. Các vật liệu trung gian này sẽ làm phát sinh vấn đề nếu nếu biện pháp hàn nóng chảy được sử dụng, nhưng có thể được nối một cách phù hợp vào các vật liệu khác bằng hàn quán tính.

Các ví dụ dưới đây tiếp tục minh họa các đặc tính của các chi tiết và các phương pháp theo các phương án của sáng chế.

Ví dụ 1 - Nghiên cứu so sánh các mối hàn không phụ gia và hàn nóng chảy

Liên quan tới các phương pháp được bộc lộ ở đây, cơ tính và tính chất ăn mòn của các mối hàn nóng chảy ziriconi với titan được so sánh với các mối hàn được tạo ra bằng cách hàn không phụ gia. Đã biết ziriconi và titan có thể được hàn nóng chảy bằng cách sử dụng các kỹ thuật ví dụ như, hàn hồ quang trong môi trường khí trơ, hàn hồ quang kim loại trong môi trường khí bảo vệ, hàn plasma, và hàn điện trở, để tạo ra mối hàn có độ bền cao. Tuy nhiên, như đã lưu ý ở trên, mối hàn được tạo ra khi nối các vật liệu khác nhau bằng cách nung chảy có thể bị ảnh hưởng bởi sự ăn mòn và phải trải qua quá trình hóa rắn từ dạng lỏng nên có thể làm tăng đáng kể độ cứng và độ bền của vùng mối hàn. Trong mối hàn nóng chảy (tức là, không sử dụng kim loại phụ gia) giữa ziriconi với titan, các hợp kim ziriconi-titan được tạo ra trong vùng mối hàn sẽ thay đổi từ 100% ziriconi tới 100% titan. Hiện tượng tạo hợp kim này có thể phần nào được giảm bớt qua việc sử dụng kim loại phụ gia ziriconi hoặc titan. Kể cả sử dụng kim loại phụ gia, vùng của mối hàn sẽ gồm các thành phần hợp kim ziriconi-titan khác nhau, và vùng hợp kim này có thể làm giảm đáng kể độ chống ăn mòn và cơ tính. Kỹ thuật hàn không phụ gia đối với các phần dạng ống đã được nghiên cứu như một giải pháp để tránh nung chảy vật liệu nối trong quá trình hàn và tạo ra các hợp kim gây ra các vấn đề trong vùng mối hàn.

Các bước thử nghiệm

Một vài mẫu hàn đã được chuẩn bị bằng cách hàn quán tính đoạn ống ziriconi vào đoạn ống titan để tạo ra ống liền khối. Fig.6 mô tả cả mẫu hàn quán tính không được cắt và mẫu hàn quán tính được cắt, trong đó đoạn ống ziriconi (vật liệu tối màu hơn) đã được hàn quán tính vào đoạn ống titan và tạo ra ba via trên đường kính trong và đường kính ngoài. Ba via bị đẩy ra khỏi vùng hàn do hiện tượng chôn xảy ra trong quy trình hàn. Do quy trình hàn có thể gây ra ứng suất nhiệt trong mỗi hàn thành phẩm, nên một số mẫu hàn quán tính được khử ứng suất ở nhiệt độ 550°C (1022°F) trong khoảng 1/2 giờ để loại bỏ các ứng suất hàn. Các mẫu hàn được xử lý nhiệt khử ứng suất đã được đánh giá cả trước và sau khi xử lý nhiệt. Fig.7 thể hiện hai mẫu hàn quán tính đã gia công hoàn thiện đã được loại bỏ bavia.

Nhằm mục đích so sánh, một số mẫu của một phần tám ziriconi được hàn nóng chảy vào một phần tám titan được chuẩn bị và đánh giá. Cả các mẫu được hàn hơi chảy và các mẫu được hàn nóng chảy bằng cách sử dụng kim loại phụ gia đều được chuẩn bị. Các mẫu mỗi hàn đã được đánh giá và so sánh bằng cách kiểm tra cơ tính, kiểm tra độ cứng, kiểm tra tổ chức và cấu trúc, quét bằng kính hiển vi điện tử, và kiểm tra ăn mòn.

Các kết quả kiểm tra cơ tính và độ cứng

Các mẫu kích thước dưới tiêu chuẩn đã được kiểm tra ở nhiệt độ phòng bằng cách sử dụng kiểm tra kéo tiêu chuẩn để xác định độ bền cơ của các mối hàn. Các mẫu thử kéo đã được gia công với trung tâm của vùng mối hàn ở giữa mẫu thử đo độ kéo. Các mẫu thử được kiểm tra theo phương pháp ASTM E-8. Bảng 1 cung cấp các kết quả kiểm tra kéo của một số mối hàn mẫu khác nhau. Các kết quả cho thấy các mẫu hàn quán tính có hạn chế bền cao hơn và hạn chế chảy thấp hơn các mẫu hàn nóng chảy. Áp dụng kỹ thuật tôi khử ứng suất nêu trên cho mẫu hàn quán tính chỉ hơi làm giảm độ bền cơ của các mẫu.

Khi quan sát các bước kiểm tra kéo thực tế, nhận thấy rằng toàn bộ các mẫu hàn (cả mẫu hàn quán tính và mẫu hàn nóng chảy) đều không đạt tiêu chuẩn trong vùng kim loại gốc titan, và đạt tiêu chuẩn trong các vùng hàn.

Bảng 1

Loại mối hàn	UTS ksi (MPa)	YS ksi (MPa)	Độ giãn dài nhỏ nhất %
Mối hàn hơi Zr/Ti	71,8 (495)	57,1 (394)	17
(không có kim loại phụ gia)	70,4 (485)	55,1 (380)	12
Mối hàn nóng chảy Zr/Ti	61,1 (421)	44,0 (313)	22
(chất độn Zr)	60,9 (420)	46,1 (318)	20
Mối hàn nóng chảy Zr/Ti	70,1 (483)	53,1 (366)	16
(chất độn Ti)	70,6 (487)	56,1 (387)	16
Zr/Ti Hàn quán tính	75,2 (519)	51,8 (357)	20
(như được hàn)	76,4 (527)	52,8 (364)	15
	71,5 (493)	50,8 (350)	5
Mối hàn quán tính Zr/Ti	74,6 (514)	47,8 (330)	16
(đã khử ứng suất)	74,9 (517)	48,3 (333)	28
	74,5 (514)	49,1 (339)	19
Titan loại 2 ASTM được rèn (không được hàn)	nhỏ nhất 50 (345)	nhỏ nhất 40 (275)	20
Titan loại 3 ASTM được rèn (không được hàn)	nhỏ nhất 65 (450)	nhỏ nhất 55 (380)	18
Ziriconi 702TM ASTM được rèn (không được hàn)	nhỏ nhất 55 (379)	nhỏ nhất 30 (207)	16

Bảng 1 cũng liệt kê các yêu cầu về ASTM cho Titan loại 2, Titan loại 3, và Zr702. Trong các mối hàn mẫu thử nghiệm, cơ tính của từng ống được hàn quán tính (trong điều kiện đã khử ứng suất) đáp ứng các yêu cầu cho loại Zr702.

Độ cứng của các mẫu hàn đã được đánh giá bắt đầu từ kim loại gốc ziriconi và ngang qua mối hàn tới kim loại gốc titan. Việc kiểm tra độ cứng đã được thực hiện để xác định mức độ dung dịch rắn hoá rắn trong các mối hàn nóng chảy và hàn quán tính giữa ziriconi với titan. Bảng 2 cung cấp các kết quả kiểm tra độ cứng. Giả sử kim loại hàn bị hợp kim hoá không được tạo ra

trong quá trình hàn quán tính, "N/A" được liệt kê như độ cứng của mối hàn kim loại cho các mẫu này. Các kết quả cho thấy rằng trong các mẫu hàn nóng chảy, độ cứng của mối hàn kim loại lớn gấp hai lần độ cứng của kim loại gốc. Điều này góp phần tạo ra độ dẻo uốn rất thấp của mối hàn nóng chảy, và có thể dẫn tới sự hư hỏng sớm của mối hàn. Ngược lại, độ cứng của vùng ảnh hưởng nhiệt của các mẫu hàn quán tính đã kiểm tra chỉ hơi cao hơn so với kim loại gốc liền kề. Sự tương phản này chứng minh nhược điểm về cơ tính do sự hình thành các hợp kim trong vùng hàn nóng chảy.

Bảng 2: Các kết quả kiểm tra ăn mòn

Loại mối hàn	Kim loại gốc Zirconium	Vùng ảnh hưởng nhiệt	Kim loại hàn	Vùng ảnh hưởng nhiệt	Kim loại gốc Titan
Độ cứng Vickers (tải trọng 1kg)					
Mối hàn hơi Zr/Ti không có kim loại phụ gia	159	174	339	173	165
	158	163	339	180	160
	164	174	348	168	167
Mối hàn nóng chảy Zr/Ti với kim loại phụ gia Zr	156	165	326	165	160
	149	163	330	176	159
	153	172	339	168	161
Mối hàn nóng chảy Zr/Ti với kim loại phụ gia Ti	160	173	264	177	159
	163	174	279	167	154
	166	178	254	174	166
Mối hàn quán tính Zr/Ti (như được hàn)	170	217	N/A	211	184
	173	217	N/A	199	181
	175	209	N/A	197	185
Mối hàn quán tính Zr/Ti (đã khử ứng suất)	171	202	N/A	171	161
	177	200	N/A	161	171
	165	206	N/A	165	170

Các mối hàn mẫu đã được kiểm tra chống ăn mòn trong môi trường kiểm tra theo tiêu chuẩn Huey (65% axit nitric ở nhiệt độ sôi 118°C (244°F)) theo phương pháp ASTM A-262. Kỹ thuật kiểm tra Huey thường được sử dụng để đánh giá độ chống ăn mòn của các vật liệu được đưa vào môi trường axit nitric

hoặc urê. Có năm thử nghiệm, mỗi thử nghiệm kéo dài 48 giờ, và axit nitric mới được sử dụng sau mỗi khoảng thời gian kiểm tra. Axit nitric được thay thế vì tính khử và sự hòa tan của các ion Ti^{+4} trong dung dịch axit thử nghiệm sẽ làm giảm tốc độ ăn mòn của titan trong các mẫu thử nghiệm. Hơn nữa, việc thay thế dung dịch axit sẽ mô phỏng chính xác hơn các điều kiện động lực học xảy ra trong thiết bị như các thiết bị trao đổi nhiệt, nơi axit được bổ sung liên tục. Tuy nhiên, tốc độ ăn mòn của zirconium không bị ảnh hưởng bởi sự hiện diện của các ion titan hoặc zirconium trong dung dịch axit nitric.

Các mẫu mối hàn bị tác dụng bởi dung dịch thử nghiệm trong khoảng thời gian định trước và sau đó được đánh giá về tổn thất trọng lượng bằng cách sử dụng các bộ tính tốc độ ăn mòn tiêu chuẩn. Các mẫu ăn mòn đã được kiểm tra bằng mắt và kiểm tra tổ chức và cấu trúc để xác định liệu vùng hàn đã bị tấn công chưa. Bảng 3 cung cấp các kết quả kiểm tra ăn mòn. Như được thể hiện trên Bảng 3, tốc độ ăn mòn của các mẫu được hàn nóng chảy vượt quá 15 mils/năm (mpy) (0,39 mm/năm) cho cả các mẫu hàn khí và các mẫu được chuẩn bị với kim loại phụ gia titan. Các mẫu được hàn nóng chảy được chuẩn bị với kim loại phụ gia zirconium có độ mòn thấp hơn đáng kể 5,7 mpy (0,15 mm/năm) so với tốc độ ăn mòn trung bình, nhưng kiểm tra mặt phân cách mối hàn cho thấy sự tấn công vào vùng gần chân mối hàn.

Bảng 3

Giai đoạn thử nghiệm	Mối hàn hơi	Mối hàn nóng chảy với kim loại phụ gia Ziriconi	Mối hàn nóng chảy với kim loại phụ gia Titan	Các mối hàn quán tính	
				Khi nhận được	Đã khử ứng suất
	Tốc độ ăn mòn mpy (mm/năm)				
#1	15,4 (0,39)	3,3 (0,08)	19,6 (0,50)	6,3 (0,16)	6,2 (0,15)
	17 (0,43)	4,7 (0,12)	35 (0,89)		
#2	16,9 (0,43)	4,7 (0,12)	7,6 (0,19)	0,6 (0,015)	0,4(0,01)
	19,4 (0,49)	5,7 (0,15)	25 (0,63)		
#3	19,5 (0,49)	6,1 (0,15)	9,2 (0,23)	0	GW
	22,2 (0,56)	7,1 (0,18)	21,5 (0,55)		

#4	17,7 (0,45)	5,4 (0,14)	9,2 (0,23)	0,9 (0,023)	0,8 (0,021)
	18 (0,46)	6,5 (0,16)	19,7 (0,50)		
#5	18,4 (0,47)	5,6 (0,14)	8,1 (0,21)	GW	0
	16 (0,41)	8,2 (0,21)	19,3 (0,49)		
Trung bình	18 (0,46)	5,7 (0,15)	17,4 (0,44)	1,6 (0,04)	1,5 (0,038)
GW = Trọng lượng thu được					

Nói chung, các kết quả trên Bảng 3 thể hiện rằng các mẫu được hàn nóng chảy sẽ ít phù hợp hơn các mẫu được hàn quán tính ở các điều kiện nhiệt độ cao/áp suất cao do các mẫu được hàn nóng chảy có tốc độ ăn mòn tương đối cao. Kiểm tra bằng mắt sự ăn mòn của các mẫu được hàn nóng chảy bằng phương pháp hàn hơi cho thấy có màng ăn mòn trắng trên kim loại gốc titan, màng này dễ dàng được loại bỏ. Oxit màu trắng và nặng cũng được thấy trên phía titan của mỗi hàn, ban đầu lượng oxit này dễ được loại bỏ nhưng chúng trở nên bám chặt hơn khi thời gian thử nghiệm tăng. Sự ăn mòn chung đã xuất hiện trên các vùng của khu vực mỗi hàn hơi nơi không tìm thấy oxit trắng. Kiểm tra bằng mắt sự ăn mòn của các mẫu được hàn nóng chảy có kim loại phụ gia ziriconi cho thấy các mối hàn hình như không bị ảnh hưởng bởi màng oxit đổi màu. Phía titan có màu xám sẫm với đường trắng mỏng ở đường nóng chảy của mỗi hàn. Sự ăn mòn mạnh hơn đã xuất hiện trên đường nóng chảy ở phía ziriconi của mỗi hàn. Kiểm tra bằng mắt độ mòn của mẫu hàn nóng chảy bằng cách sử dụng kim loại phụ gia titan cho thấy vùng hàn đã hoàn toàn bị che phủ bởi lớp kết tủa (oxit) màu trắng và cứng. Phía titan của chất lỏng hàn có màu xám, nhưng màu sáng hơn phía ziriconi. Titan có màng mỏng màu xám/trắng và nhẹ dễ dàng được loại bỏ trên các mẫu qua từng giai đoạn thử nghiệm. Tốc độ ăn mòn trung bình được tính toán giữa hai thử nghiệm có sự khác biệt đáng kể.

Sự chênh lệch đáng kể trong các kết quả thử nghiệm ăn mòn đối với các mẫu hàn nóng chảy ziriconi với titan bằng cách sử dụng kim loại phụ gia ziriconi so với các mẫu hàn nóng chảy ziriconi với titan bằng cách sử dụng

kim loại phụ gia titan (hoặc các mẫu hàn hơi) được cho là do các hợp kim ziriconi có độ chống ăn mòn cao hơn so với độ chống ăn mòn của các hợp kim titan. Ngoài ra, kim loại phụ gia ziriconi che phủ hầu hết vùng hàn. Do đó, tốc độ ăn mòn 5,7 mpy (0,15 mm/năm) ít nhất một phần do vùng chân mối hàn nơi hiện tượng hợp kim hoá vùng hàn xảy ra.

Khó có thể đánh giá các đặc tính ăn mòn trong phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, nói chung titan đã được biết đến là kim loại có độ chống ăn mòn thấp hơn ziriconi. Do đó, theo một khía cạnh của sáng chế, trang bị cho thiết bị các chi tiết dẫn chất lưu ban đầu hoặc thay thế chủ yếu được làm bằng ziriconi hoặc bao gồm lớp trong bằng ziriconi ngoài các lớp khác để ngăn ngừa sự ăn mòn tốt hơn là chi tiết dẫn chất lưu làm bằng titan. Ngoài ra, việc tạo ra ống nhiều lớp đồng ép đùn bao gồm ống lót trong làm bằng ziriconi như được mô tả ở trên, trong đó đầu ống được hàn không phụ gia vào phần ống ziriconi, sẽ bảo vệ toàn bộ chiều dài ống của thiết bị giải hấp khỏi bị mài mòn và ăn mòn.

Kiểm tra tổ chức và cấu trúc và kiểm tra bằng kính hiển vi

Kỹ thuật kiểm tra tổ chức và cấu trúc đã được dùng để kiểm tra các đặc tính của mặt phân cách các mối hàn ziriconi với titan. Fig.8 là hình vẽ mặt cắt ngang của mặt phân cách mối hàn giữa ziriconi với titan trong thành ống của mẫu hàn quán tính. Vật liệu ba via được thể hiện trên Fig.8 được loại khỏi mối hàn, nhưng mặt phân cách giữa các kim loại khác nhau có màu sáng và dễ phân biệt. Fig.9 là hình vẽ phóng đại của cùng một mặt phân cách mối hàn. Vùng tối của từng kim loại, liền kề với mối hàn, là vùng ảnh hưởng nhiệt. Màu tối hơn gây ra bởi sự cấp nhiệt ở mặt phân cách liên kết mà không phải do hợp kim hoá. Cho dù độ khuếch đại cao, mặt phân cách giữa kim loại ziriconi và titan vẫn có màu sáng và dễ phân biệt và không có dấu hiệu của hiện tượng hợp kim hoá.

Để mô tả chính xác hơn đặc điểm mặt phân cách mối hàn của hàn quán tính, kỹ thuật quét bằng kính hiển vi điện tử (SEM: Scanning Electron

Microscopy) đã được sử dụng. Kỹ thuật SEM đã được sử dụng để nghiên cứu tỷ mỉ hơn liệu hiện tượng hợp kim hoá đã xảy ra hay không xảy ra trên lớp vảy trên vùng mặt phân cách và để đánh giá liệu có xuất hiện hay không xuất hiện các vùng bất kỳ mà trong đó hai kim loại hoàn toàn không liên kết. Fig.10 là hình ảnh SEM có độ phóng đại cao của vùng mặt phân cách đã được kiểm tra tổ chức và cấu trúc từ trước. Các vùng hợp kim hoá không xuất hiện trên ảnh. Kết quả phân tích tia X tán xạ năng lượng của mặt phân cách của cùng một mẫu đã khẳng định sự vắng mặt của các vùng hợp kim hoá trong mặt phân cách mối hàn quán tính. Thay vào đó, vùng liên kết giữa hai kim loại bao gồm hỗn hợp cơ học, hay tổ hợp, của ziriconi tinh khiết và titan tinh khiết.

Các quan sát chung từ thử nghiệm

Vì vậy, các kết quả thử nghiệm nêu trên cho thấy các mẫu hàn quán tính ziriconi với titan tốt hơn các mẫu được hàn nóng chảy về mặt cơ tính và độ chống ăn mòn, và các mẫu hàn quán tính gần như không có các vùng hợp kim hoá trong vùng mối hàn. Trong các mẫu hàn quán tính không có sự tấn công của ăn mòn rõ ràng như đã thấy trong các mẫu hàn nóng chảy. Các mẫu hàn nóng chảy có tốc độ ăn mòn cao hơn 15 mpy (0,38 mm/năm), trong khi các mẫu hàn quán tính có tốc độ ăn mòn thấp hơn 2 mpy (0,05 mm/năm) trong thử nghiệm đã thực hiện để đánh giá độ chống ăn mòn trong các môi trường axit nitric và urê.

Ví dụ 2 - Chế tạo ống nhiều lớp

Một phương án tạo ra mối liên kết luyện kim cho các kim loại dễ phản ứng khác nhau ví dụ như, titan và ziriconi, để tạo ra chi tiết dẫn chất lưu dạng ống nhiều lớp bao gồm ba giai đoạn khác nhau. Giai đoạn thứ nhất là chế tạo phôi ngoài, hoặc bộ phận nền. Giai đoạn thứ hai là chế tạo bộ phận lót trong. Trong giai đoạn thứ ba, bộ phận nền và bộ phận lót được kết hợp thành phôi ghép, và sau đó phôi này được ép đùn, gia công nguội, và được xử lý nhiệt để tạo thành ống nhiều lớp. Trong các đoạn mô tả dưới đây, ba giai đoạn nêu trên

sẽ được mô tả chi tiết hơn khi được áp dụng cụ thể trong quy trình sản xuất đường ống nhiều lớp bao gồm lớp nền ngoài làm bằng Titan loại 3 (UNS R50550) và ống lót trong làm bằng Zircadyne 702™ (Zr702) (UNS R60702). Hợp kim Zr702 được bán bởi ATI Wah Chang, Albany, Oregon, và có thành phần hoá học như sau (theo phần trăm trọng lượng của tổng trọng lượng hợp kim): ziriconi + hafni $\geq 99,2\%$; hafni $\leq 4,5\%$; sắt + crom $\leq 0,2$; hydro $\leq 0,005\%$; nitơ $\leq 0,25\%$; cacbon $\leq 0,05\%$; và oxy $\leq 0,16\%$.

Các bước trong giai đoạn thứ nhất được thể hiện dưới dạng sơ đồ bên tay trái trên Fig.11 bao gồm: đúc titan loại 3 (đúc TiGr3 thành thỏi bằng cách sử dụng các kỹ thuật làm nóng chảy bằng hồ quang phát ra từ điện cực thông thường trong môi trường chân không; gia nhiệt thỏi trong trường pha beta và rèn tới đường kính trung gian, sau đó làm giảm đường kính trong các trường pha alpha và alpha + beta để tạo ra vật rèn hình trụ có đường kính xấp xỉ 210 mm (8,27 in); cắt vật rèn thành các phôi riêng rẽ; gia công mỗi phôi để tạo ra phôi hình trụ rỗng có đường kính ngoài xấp xỉ 201 mm (7,91 in) và đường kính trong xấp xỉ 108 mm (4,26 in). Để đảm bảo tốt hơn mối liên kết luyện kim chấp nhận được giữa phôi TiGr3 hình trụ và ống lót ziriconi ở bên trong, đường kính trong của phôi TiGr3 được gia công tới độ nhám bề mặt RA tối đa là 0,0016 mm (63 micro-in). Độ nhẵn bề mặt tương đối cao đảm bảo tốt hơn việc làm sạch các đỉnh và các chân của biên dạng độ nhám bề mặt. Sự vắng mặt của các rãnh và các vết xước đáng kể trên bề mặt sẽ đảm bảo tốt hơn cho việc hình thành mối liên kết luyện kim liên tục giữa nền và các bộ phận lót mà không bị tách lớp.

Các bước trong giai đoạn thứ hai được thể hiện dưới dạng sơ đồ ở phía bên phải trên Fig.11. Giai đoạn này liên quan tới việc chế tạo lớp hợp kim lót trong Zr702 của ống nhiều lớp. Hợp kim Zr702 được đúc thành thỏi và được rèn theo cách tương tự với hợp kim TiGr3 ở trên. Ống lót được gia công từ vật hàn hình trụ có đường kính 115 mm (4,53 in). (Theo một kết khác không

nhằm mục đích hạn chế sáng chế, các ống lót có thể được tạo ra bằng cách ép đùn ống quá cỡ và sau đó cắt các ống lót riêng rẽ để gia công sau). Ống lót hợp kim Zr702 đã gia công có đường kính ngoài x đường kính trong xấp xỉ bằng 108 mm (4,26 in) x 54 mm (2,13 in), với độ nhám bề mặt đường kính ngoài RA lớn nhất bằng 0,0016 mm (63 micro-in). Độ nhám bề mặt đường kính ngoài được duy trì trong các hạn chế này nhằm thực hiện các mục đích liên quan tới độ nhám bề mặt của đường kính trong của phôi TiGr3 hình trụ nêu trên. Ống lót đã được gia công phù hợp với dung sai chính xác để đút gọn vào trong phôi TiGr3. Dung sai tối ưu cho khe hở giữa đường kính trong của nền và đường kính ngoài của ống lót bằng khoảng 0,25 mm (khoảng 0,010 in).

Trong giai đoạn thứ ba, được thể hiện dưới dạng sơ đồ trên Fig.12, bộ phận ngoài TiGr3 và bộ phận lót hợp kim Zr702 được lắp ghép vào phôi và sau đó được liên kết luyện kim và được làm giảm đường kính để tạo ra đường ống nhiều lớp có đường kính nhỏ hơn. Trước khi lắp ghép, bộ phận ngoài và bộ phận lót được làm sạch bằng cách phun băng để loại bỏ tạp chất bên ngoài, như chất bẩn và dầu. Các bề mặt sạch đóng vai trò quan trọng để tạo ra mối liên kết luyện kim chất lượng cao.

Phôi và các bộ phận lót đã được làm sạch và sấy khô cùng được lồng vào trong phôi ghép. Các đầu nối phôi đã được hàn trong môi trường chân không có áp suất ít nhất là 1×10^{-3} torr (0,133 Pa) bằng cách sử dụng súng bắn chùm điện tử. Chùm điện tử được tập trung ở các đầu nối để tạo ra mối hàn có độ ngẫu nằm trong khoảng từ 10 tới 40 mm vào trong phôi và có chiều rộng ít nhất là bằng 5 mm. Độ liên khối của mối hàn đóng vai trò quan trọng để ngăn không cho không khí xung quanh làm bẩn và ngăn ngừa sự hình thành mối liên kết luyện kim trong quá trình ép đùn phôi ghép. Fig.13 là hình vẽ dạng sơ đồ hình chiếu cạnh của phôi ghép đã hàn 310, trong đó số chỉ dẫn 312 biểu thị bộ phận nền ngoài TiGr3, số chỉ dẫn 314 biểu thị bộ phận lót trong làm bằng

hợp kim Zr702, số chỉ dẫn 316 biểu thị vùng mối hàn bao gồm hỗn hợp titan và ziriconi, và số chỉ dẫn 318 biểu thị lỗ dẫn chất lưu hình trụ đi qua phôi.

Toàn bộ được tách ra khỏi phôi ghép đã hàn. Sau đó, phôi được gia nhiệt bằng cảm ứng trong cuộn dây hình trụ tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 650 đến 775°C (1202 đến 1427°F), tốt hơn là tới 700°C (1292°F) và được chuyển vào máy ép đùn thủy lực Lombard 3500 tấn. Phôi được đặt trong thùng chứa hình trụ với đồ gá được lồng vào đường kính trong của các bộ phận lót để thiết lập kích thước đường kính trong được ép đùn. Một đòn trên máy ép đùn đẩy phôi qua khuôn hình nón bằng cách sử dụng áp lực cán khoảng 1500 tấn ($8,896 \times 10^3$ N) để ép đùn phôi thành ống nhiều lớp không mối nối. Tỷ lệ độ dài ép đùn xấp xỉ bằng 11:1, với mục đích là để tạo ra ống ép đùn có đường kính ngoài bằng $3,100 \pm 0,010$ in (78,74 $\pm$ 0,254 mm) và độ dày thành bằng khoảng 0,525 in (13,4 mm). Các kim loại khác nhau tương tác với nhau và được liên kết luyện kim khi được ép đùn là kết quả của các điều kiện bao gồm quy trình gia nhiệt, khoảng thời gian giữ ở nhiệt độ đó, áp suất, và độ sạch của các bề mặt mối. Một vài in của đoạn đầu và đoạn cuối của ống nhiều lớp được liên kết luyện kim bằng cách ép đùn được loại bỏ bằng cách cắt để đảm bảo độ dày ống lót đồng đều trong phần còn lại.

Ống ép đùn được tẩy bằng HF/axit nitric trong khoảng thời gian đủ để loại bỏ 0,001-0,002 in (0,0254-0,508 mm) trên thành. Sau đó, ống này được gia công nguội trên máy cán để làm giảm hơn nữa đường kính ống và độ dày thành. Trong máy cán, ống được cán theo chiều dọc bằng khuôn có rãnh hình côn bằng cách ép vật liệu lên dao cán tương tự. Ống được cấp vào trong các khuôn và được quay quanh trục theo chiều dọc của nó để làm giảm gần như đồng đều toàn bộ chu vi của ống trong từng hành trình của máy cán. Ống nhiều lớp được làm giảm tới kích thước trung gian có đường kính ngoài bằng 44,5 mm (1,75 in) và độ dày thành bằng 6,3 mm (0,25 in) sau lần thứ nhất đưa qua máy cán. Ống lắ được làm sạch bằng cách sử dụng chất kiềm, nước

rửa, và ngâm trong dung dịch axit nitric 70%, và sau đó được xử lý nhiệt bằng cách ram chân không để tái kết tinh và làm mềm vật liệu. Việc xử lý nhiệt bao gồm ram ống ở nhiệt độ $621 \pm 28^{\circ}\text{C}$ ($1150 \pm 50^{\circ}\text{F}$) trong khoảng thời gian từ 1 đến 2 giờ. Các chế độ ram khác có thể được thực hiện bao gồm gia nhiệt ở các nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°C (932°F) tới 750°C (1382°F) trong khoảng thời gian từ 1 đến 12 giờ. Việc xử lý nhiệt nên được làm thích ứng để giảm thiểu sự phát triển của các hạt liên kim loại hoặc các gradien thành phần cứng hơn và giòn hơn so với nền và các hợp kim lót. Vùng khuếch tán giòn và/hoặc rộng có thể dẫn tới sự tách lớp của các tấm ghép ống.

Sau khi ram, ống được ngâm trong dung dịch axit nitric 70% để loại bỏ vết đốm ram chân không bất kỳ, và sau đó được nắn thẳng bằng cách quay. Sau đó, ống được tái gia nhiệt và được xử lý cán lần thứ hai để làm giảm kích thước ống tới các kích thước cuối có đường kính ngoài bằng 27,0 mm (1,06 in) và độ dày thành 3,5 mm (0,138 mm). Độ dày ống lót zirconium cuối xấp xỉ bằng 0,9 mm (0,035 in). Fig.14 là ảnh chụp cấu trúc tế vi của vùng liên kết luyện kim của một trong số các ống nhiều lớp được tạo ra bằng quy trình theo sáng chế. Hình ảnh này thể hiện kết cấu hạt mịn (sẽ tạo ra cơ tính gần như đồng đều) và mối liên kết luyện kim liên tục giữa các lớp titan và zirconium. Mối liên kết luyện kim ngăn ngừa loại ăn mòn khe hở xuất hiện trong các kết cấu ống liên kết cơ (lắp chặt).

Độ bền cơ của các ống hợp kim nhiều lớp TiGr3/Zr702 được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình trong ví dụ này đã được đánh giá và được so sánh với các đặc tính của ống TiGr3 đơn. Các đặc tính của các mẫu có đường kính ngoài x đường kính trong bằng 27,0 mm x 3,5 mm của từng loại ống được thể hiện trên Bảng 4 dưới đây. Cơ tính tương tự với cơ tính được đánh giá của vật liệu nền TiGr3 thể hiện rằng ống lót Zircadyne® 702 không giảm chất lượng đáng kể so với vật liệu nền TiGr3.

Bảng 4

Loại ống	Mẫu	UTS ksi (MPa)	YS ksi (MPa)	Độ giãn dài nhỏ nhất (%)
Ống nhiều lớp T-Gr3/Zircadyne 702™	1	77,9 (537)	59,5 (410)	32
	2	81,6 (562)	59,6 (411)	35
Ống đơn TiGr3	1	80,1 (552)	63,3 (436)	37
	2	81(558)	61,1 (421)	35

Các bộ phận của ống được tạo ra bằng phương pháp được mô tả trong ví dụ này có thể được hàn không phụ gia vào các đầu của một đoạn ống dẫn chất lưu có ziriconi hoặc một vài kim loại hoặc hợp kim chống ăn mòn khác để tạo ra ống ghép thích hợp để trang bị mới cho thiết bị giải hấp của thiết bị tổng hợp urê. Trong trường hợp này, như được mô tả ở trên, vật liệu của lớp ngoài của ống nhiều lớp có thể được lựa chọn sao cho việc hàn nóng chảy lớp ngoài vào tấm ghép ống sẽ không làm giảm đáng kể khả năng chống ăn mòn của vùng hàn. Ví dụ, ống nhiều lớp hợp kim TiGr3/Zr702 được tạo ra trong ví dụ này sẽ đặc biệt có lợi để trang bị mới cho thiết bị giải hấp có tấm ghép ống được mạ titan.

Các ống nhiều lớp và các chi tiết dẫn chất lưu khác được tạo ra trong ví dụ này còn có thể được sử dụng mà không cần được hàn không phụ gia vào chi tiết dẫn chất lưu một lớp. Trong các phương án này, vật liệu của lớp ngoài bằng ống nhiều lớp hoặc các chi tiết khác có thể được lựa chọn sao cho khi vật liệu được hàn nóng chảy vào tấm ghép ống hoặc các phần lắp khác của thiết bị, sẽ không tạo ra các hợp kim gây ra ảnh hưởng tiêu cực tới khả năng chống ăn mòn, cơ tính, hoặc các đặc tính quan trọng khác của ống/chi tiết hoặc phần lắp.

Tất nhiên, cần hiểu rằng mặc dù phần mô tả nêu trên đã tập trung vào việc sử dụng đường ống nhiều lớp được tạo ra trong thiết bị giải hấp trong ví dụ này, song đường ống cũng có thể được sử dụng như một chi tiết dẫn chất lưu trong thiết bị khác, bao gồm các thiết bị được đề cập ở trên.

Cần hiểu rằng phần mô tả nêu trên chỉ nhằm minh hoạ các khía cạnh liên quan tới việc thể hiện rõ sáng chế. Do đó, một số khía cạnh có tính hiển nhiên đối với những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này vốn không tạo điều kiện thuận lợi cho việc hiểu rõ sáng chế hơn đã không được đề cập để đơn giản hoá sáng chế. Mặc dù sáng chế đã được mô tả dựa vào một số phương án nhất định, những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này khi xem xét phần mô tả ở trên có thể hiểu rằng rằng nhiều sửa đổi và cải biến khác nhau có thể được thực hiện. Cần lưu ý rằng phần mô tả nêu trên và các điểm Yêu cầu bảo hộ dưới đây bao gồm tất cả các cải biến và sửa đổi này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chế tạo ống bao gồm các bước:

tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ nhất làm bằng hợp kim niken, chi tiết hình trụ thứ nhất này có mặt ngoài;

tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ hai làm bằng hợp kim thép, chi tiết hình trụ thứ hai này có mặt trong, trong đó chi tiết hình trụ thứ nhất có thể lắp khít bên trong chi tiết hình trụ thứ hai;

làm giảm độ nhám bề mặt của ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai;

bố trí chi tiết hình trụ thứ nhất bên trong chi tiết hình trụ thứ hai sao cho mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất đối diện với mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai để tạo ra phôi;

gia nhiệt bằng cảm ứng phôi đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C tới 900°C; và

ép đùn phôi đã gia nhiệt bằng cảm ứng ở tốc độ ép đùn nằm trong khoảng từ 50 mm/phút tới 900 mm/phút, nhờ đó liên kết luyện kim mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất với mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai, và tạo ra ống có thành ống gồm lớp trong và lớp ngoài, trong đó ống này không có lớp khuếch tán tương hỗ giữa lớp trong và lớp ngoài.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp kim thép được chọn từ nhóm bao gồm thép cacbon, thép mactensit hóa già, thép công cụ, và thép không gỉ.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước làm giảm độ nhám bề mặt của ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai là làm giảm độ nhám bề mặt sao cho không lớn hơn trị số RA bằng 0,0016 mm (63 micro-in).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn có bước làm giảm sự nhiễm bẩn tạp chất trên ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai bằng cách áp dụng ít nhất

một trong các phương pháp: làm sạch bằng cơ học, khắc mòn bằng axit, làm sạch bằng dung môi, và làm sạch bằng chất kiềm trên ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước làm giảm sự nhiễm bẩn tạp chất trên ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai là làm sạch ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai bằng cách áp dụng phương pháp làm sạch không làm động chất làm sạch dư trên bề mặt đã làm sạch.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn có bước phun bằng ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bước phun bằng là bước phun nước kết tinh lên bề mặt, nhờ đó làm sạch bằng cơ học và rửa sạch bề mặt này.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn có bước, trước khi gia nhiệt và ép đùn phôi, hàn các đầu nối của chi tiết hình trụ thứ nhất và chi tiết hình trụ thứ hai với nhau để tạo ra phôi nhiều lớp phù hợp để ép đùn và tạo ra khoảng trống kín khí giữa mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong đối diện của chi tiết hình trụ thứ hai.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó các đầu nối được hàn với nhau nhờ kỹ thuật hàn bằng chùm điện tử.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó mỗi hàn bằng chùm điện tử ngấu vào các đầu nối với độ sâu nằm trong khoảng từ 5 mm tới 50 mm.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này có bước ép đùn phôi với tỷ số ép đùn nằm trong khoảng từ 3:1 tới 30:1.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ống không có lượng đáng kể các gradient thành phần, các hợp chất liên kim loại, và hợp kim ở mỗi liên kết luyện kim được tạo ra giữa lớp trong và lớp ngoài.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn có bước:

xử lý nhiệt ống; và

gia công nguội ống để làm giảm độ dày của thành ống.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước gia công nguội là cán nguội ống.

15. Phương pháp chế tạo ống bao gồm các bước:

tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ nhất làm bằng hợp kim niken, chi tiết hình trụ thứ nhất này có mặt ngoài;

tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ hai làm bằng vật liệu thứ hai khác với hợp kim niken, chi tiết hình trụ thứ hai này có mặt trong, trong đó chi tiết hình trụ thứ nhất có thể lấp khít bên trong chi tiết hình trụ thứ hai;

làm giảm độ nhám bề mặt của mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai;

bố trí chi tiết hình trụ thứ nhất bên trong chi tiết hình trụ thứ hai sao cho mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất đối diện với mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai để tạo ra phôi; và

gia nhiệt bằng cảm ứng phôi tới nhiệt độ ép đùn; và

ép đùn phôi đã gia nhiệt bằng cảm ứng ở tốc độ ép đùn nằm trong khoảng từ 50 mm/phút tới 900 mm/phút, nhờ đó liên kết luyện kim mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất với mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai, và tạo ra ống có thành ống gồm lớp trong và lớp ngoài, trong đó ống này không có lớp khuếch tán tương hỗ, các hợp chất liên kim loại, và hợp kim ở mỗi liên kết luyện kim được tạo ra giữa lớp trong và lớp ngoài.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó vật liệu thứ hai được chọn từ nhóm bao gồm titan, các hợp kim titan, niobi, các hợp kim niobi, tantali, các hợp kim tantali, thép cacbon, thép mactensit hóa già, thép công cụ, và thép không gỉ.

17. Phương pháp theo điểm 15, trong đó bước làm giảm độ nhám bề mặt của mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai là làm giảm độ nhám bề mặt sao cho không lớn hơn trị số RA bằng 0,0016 mm (63 micro-inso).

18. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này còn có bước làm giảm sự nhiễm bẩn tạp chất trên ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai bằng cách áp dụng ít nhất một phương pháp trong số: làm sạch bằng cơ học, khắc mòn bằng axit, làm sạch bằng dung môi, và làm sạch bằng chất kiềm trên ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó bước làm giảm sự nhiễm bẩn tạp chất trên ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai là làm sạch ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai bằng cách áp dụng phương pháp làm sạch không làm động chất làm sạch dư trên bề mặt đã làm sạch.

20. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này còn có bước phun nước kết tinh lên ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai, nhờ đó làm sạch bằng cơ học và rửa sạch bề mặt này.

21. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này còn có bước, trước khi gia nhiệt và ép đùn phôi, hàn các đầu nối của chi tiết hình trụ thứ nhất và chi tiết hình trụ thứ hai với nhau để tạo ra phôi nhiều lớp phù hợp để ép đùn và

tạo ra khoảng trống kín khí giữa mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong đối diện của chi tiết hình trụ thứ hai.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó các đầu nối được hàn với nhau nhờ kỹ thuật hàn bằng chùm điện tử.

23. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này có bước gia nhiệt bằng cảm ứng phôi đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C tới 900°C trước khi ép đùn phôi.

24. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này có bước ép đùn phôi trong thiết bị ép đùn có pit tông ép đùn được đẩy về phía trước với tốc độ nằm trong khoảng từ 50 mm/phút tới 900 mm/phút trong chu trình ép đùn.

25. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này còn có bước:

xử lý nhiệt ống; và

gia công nguội ống để làm giảm độ dày của thành ống.

26. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn có bước hàn ma sát ống nhiều lớp với một đoạn ống một lớp, đoạn ống một lớp này làm bằng hợp kim thép hoặc hợp kim niken.

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó ống nhiều lớp được hàn quán tính với đoạn ống một lớp.

28. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này còn có bước hàn ma sát ống nhiều lớp với một đoạn ống một lớp, đoạn ống một lớp này làm bằng hợp kim thép hoặc hợp kim niken.

29. Phương pháp theo điểm 28, trong đó ống nhiều lớp được hàn quán tính với đoạn ống một lớp.

30. Phương pháp chế tạo ống bao gồm các bước:

tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ nhất làm bằng hợp kim thứ nhất, chi tiết hình trụ thứ nhất này có mặt ngoài;

tạo ra chi tiết hình trụ rỗng thứ hai làm bằng hợp kim thứ hai, chi tiết hình trụ thứ hai này có mặt trong, trong đó chi tiết hình trụ thứ nhất có thể lắp khít bên trong chi tiết hình trụ thứ hai;

làm giảm độ nhám bề mặt của ít nhất một mặt trong số mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai;

bố trí chi tiết hình trụ thứ nhất bên trong chi tiết hình trụ thứ hai sao cho mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất đối diện với mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai để tạo ra phôi;

gia nhiệt bằng cảm ứng phôi đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C tới 900°C;

ép đùn phôi đã gia nhiệt bằng cảm ứng ở tốc độ ép đùn nằm trong khoảng từ 50 mm/phút tới 900 mm/phút, nhờ đó tạo ra ống có liên kết luyện kim và không có lớp khuếch tán tương hỗ giữa mặt ngoài của chi tiết hình trụ thứ nhất và mặt trong của chi tiết hình trụ thứ hai; và

gia công nguội ống.

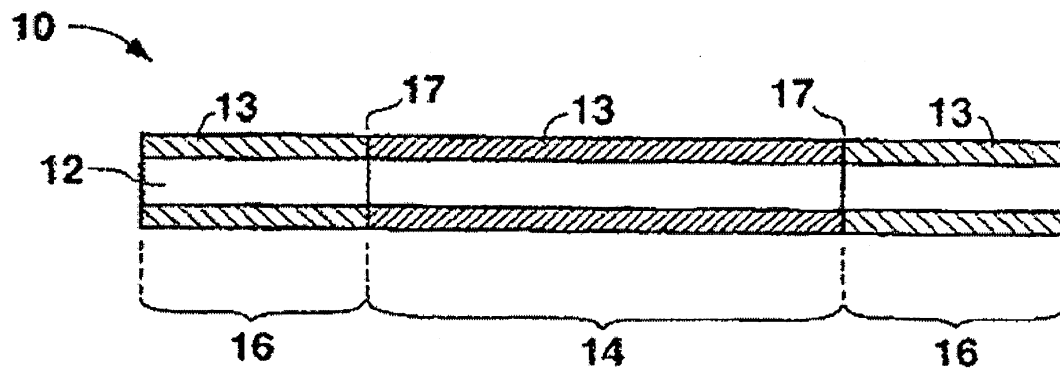


Fig.1

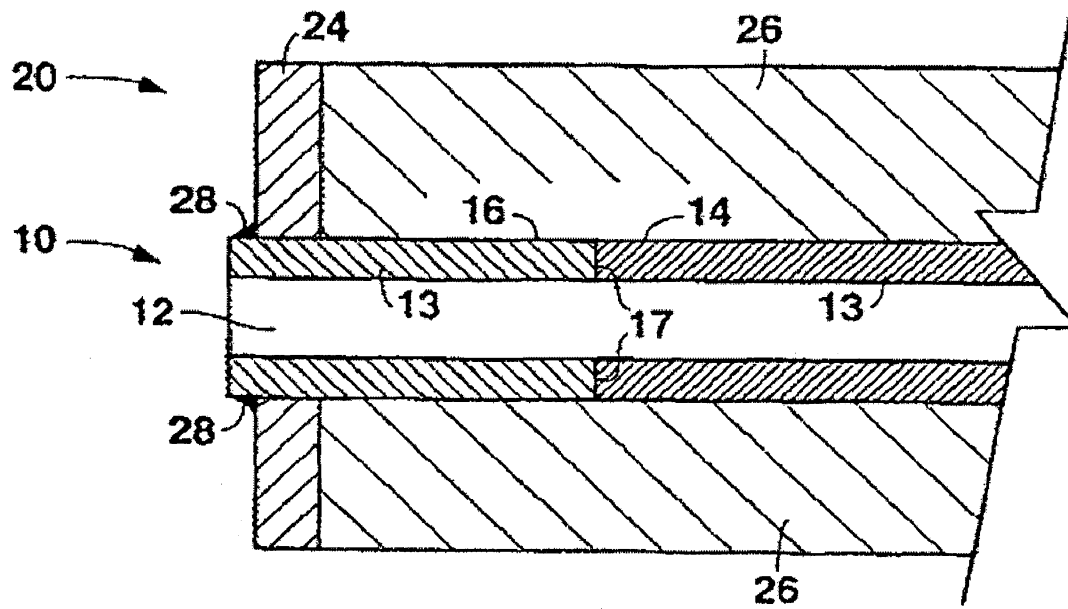
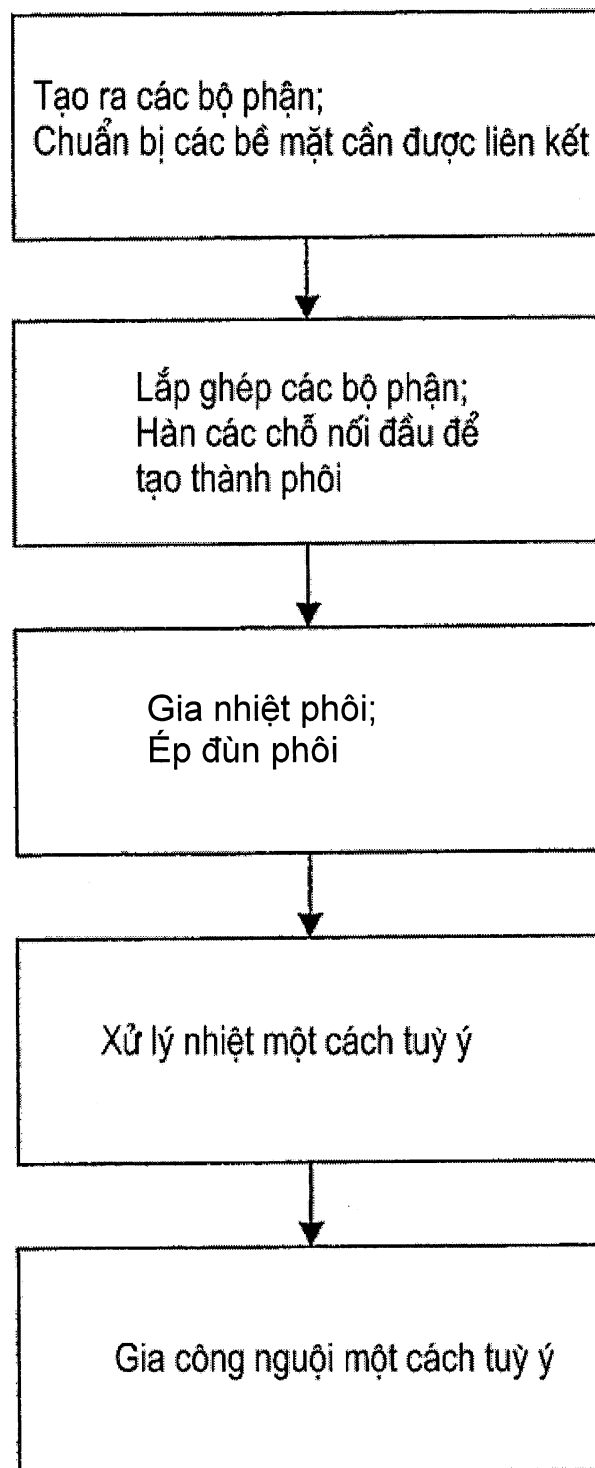


Fig.2

**Fig.3**

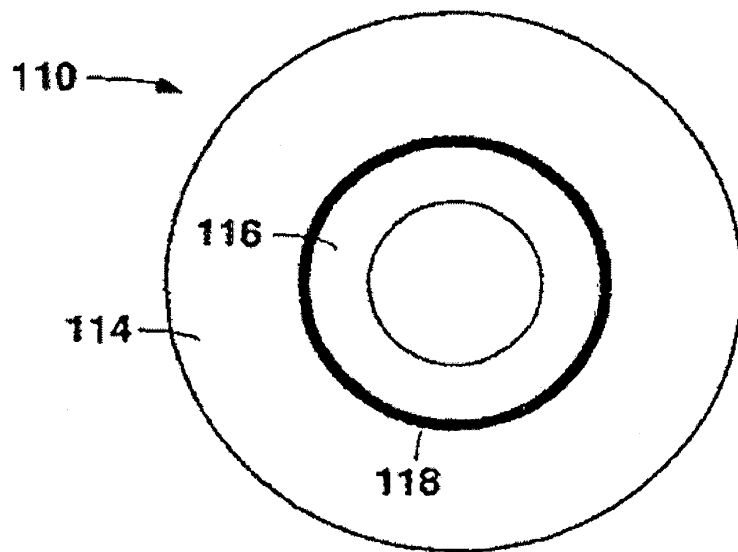


Fig.4

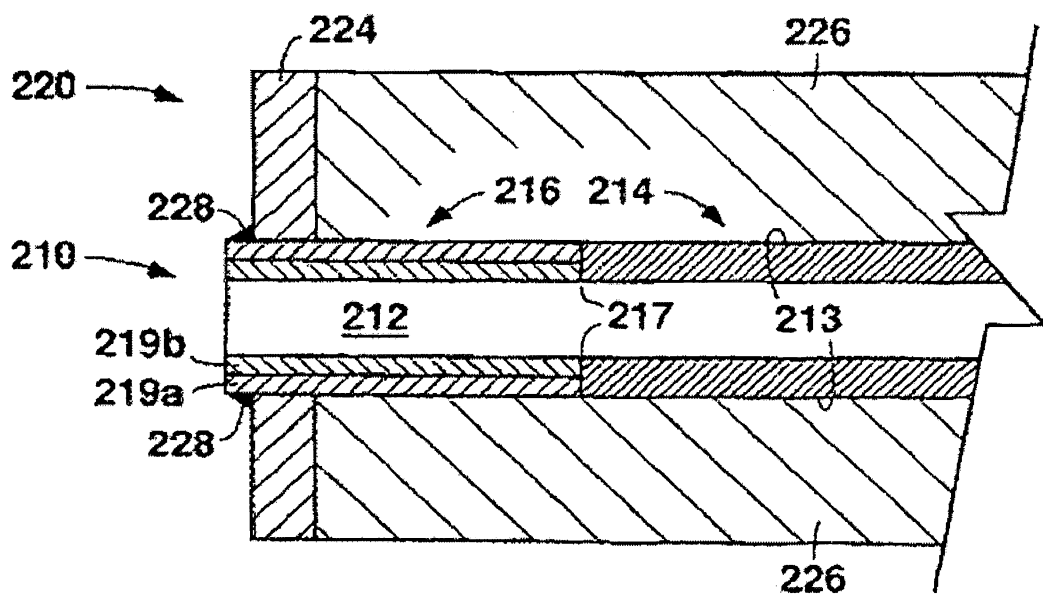


Fig.5

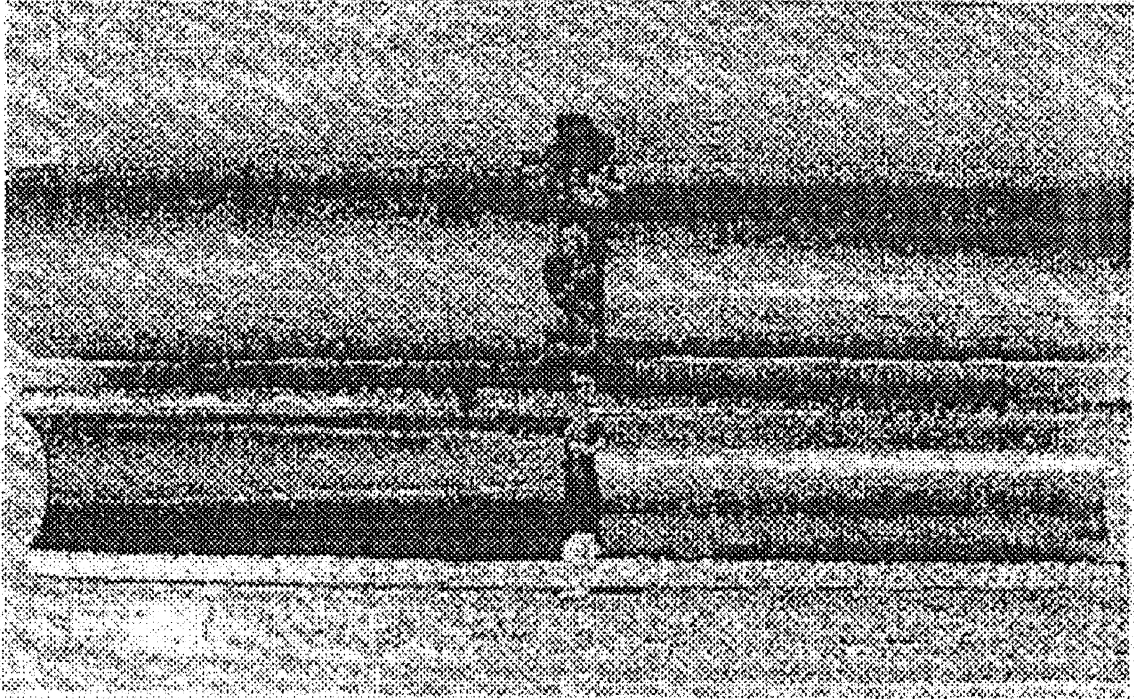


Fig.6

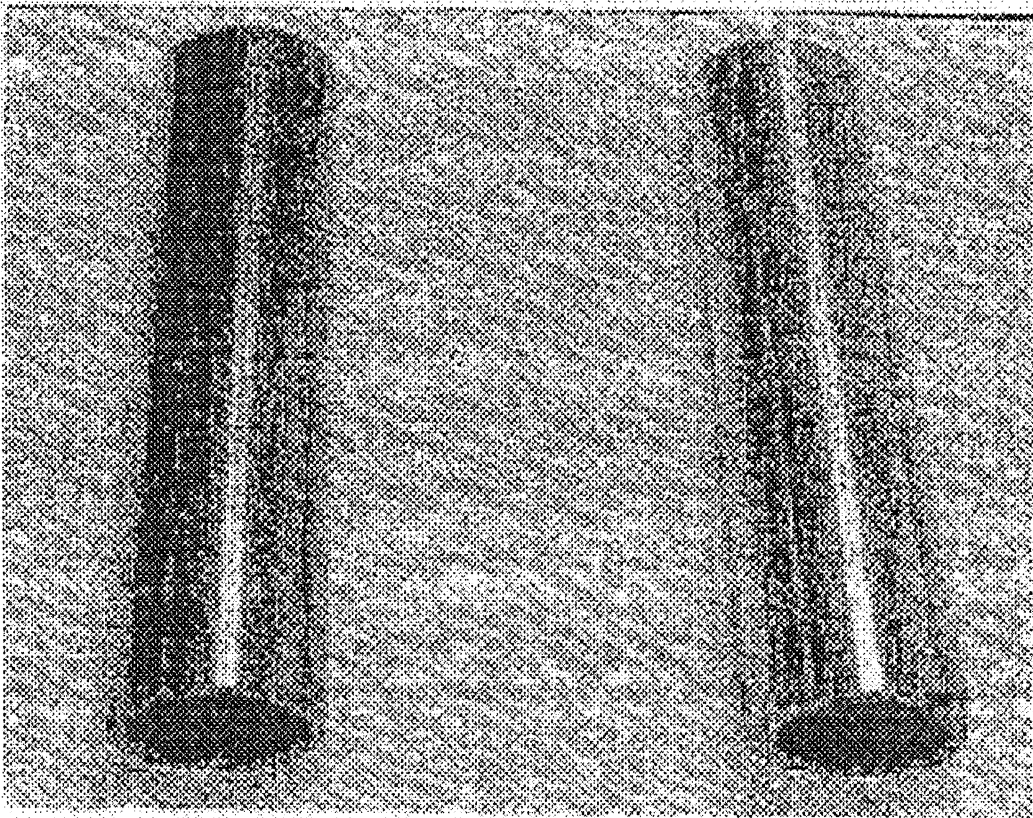


Fig.7

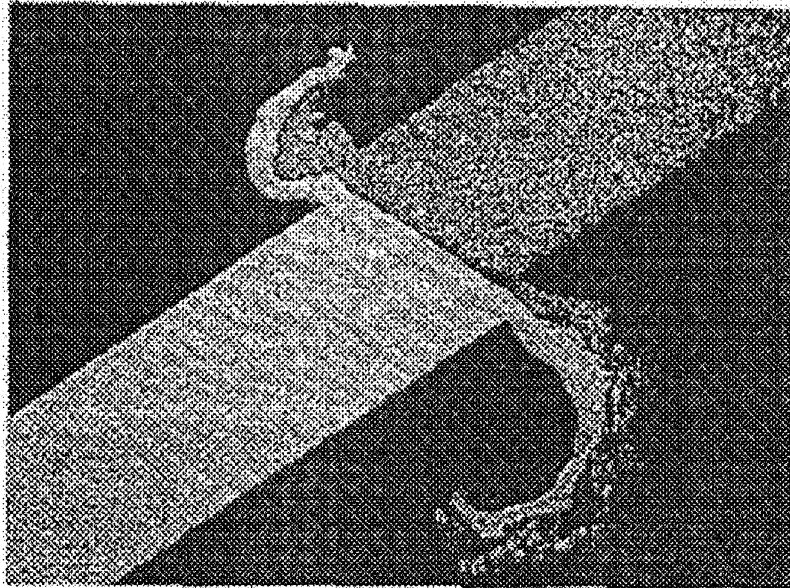


Fig. 8

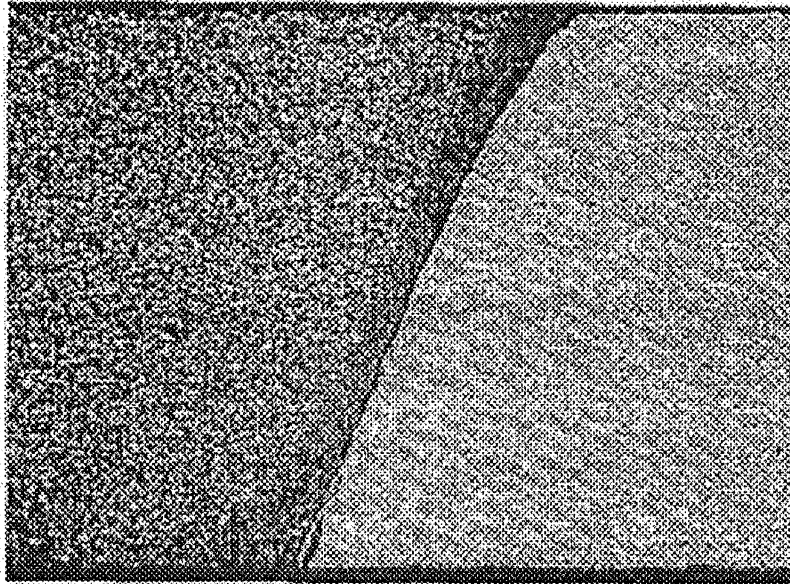


Fig. 9

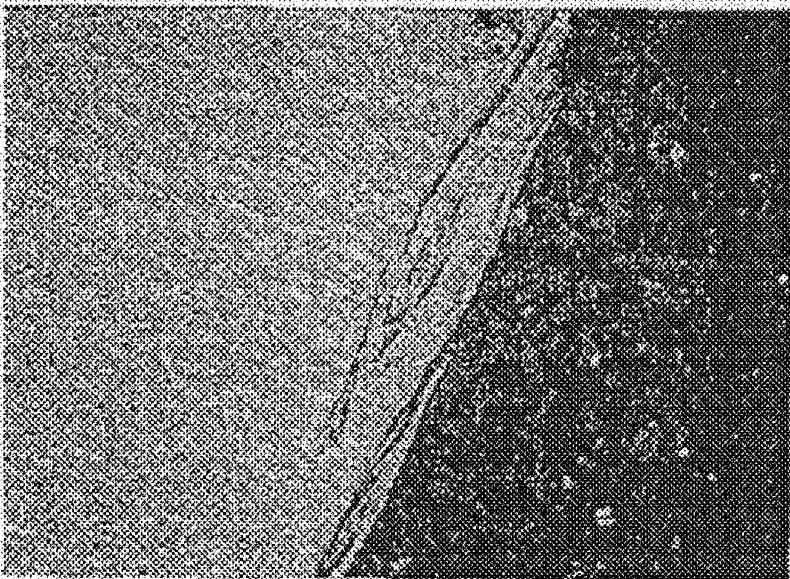


Fig. 10

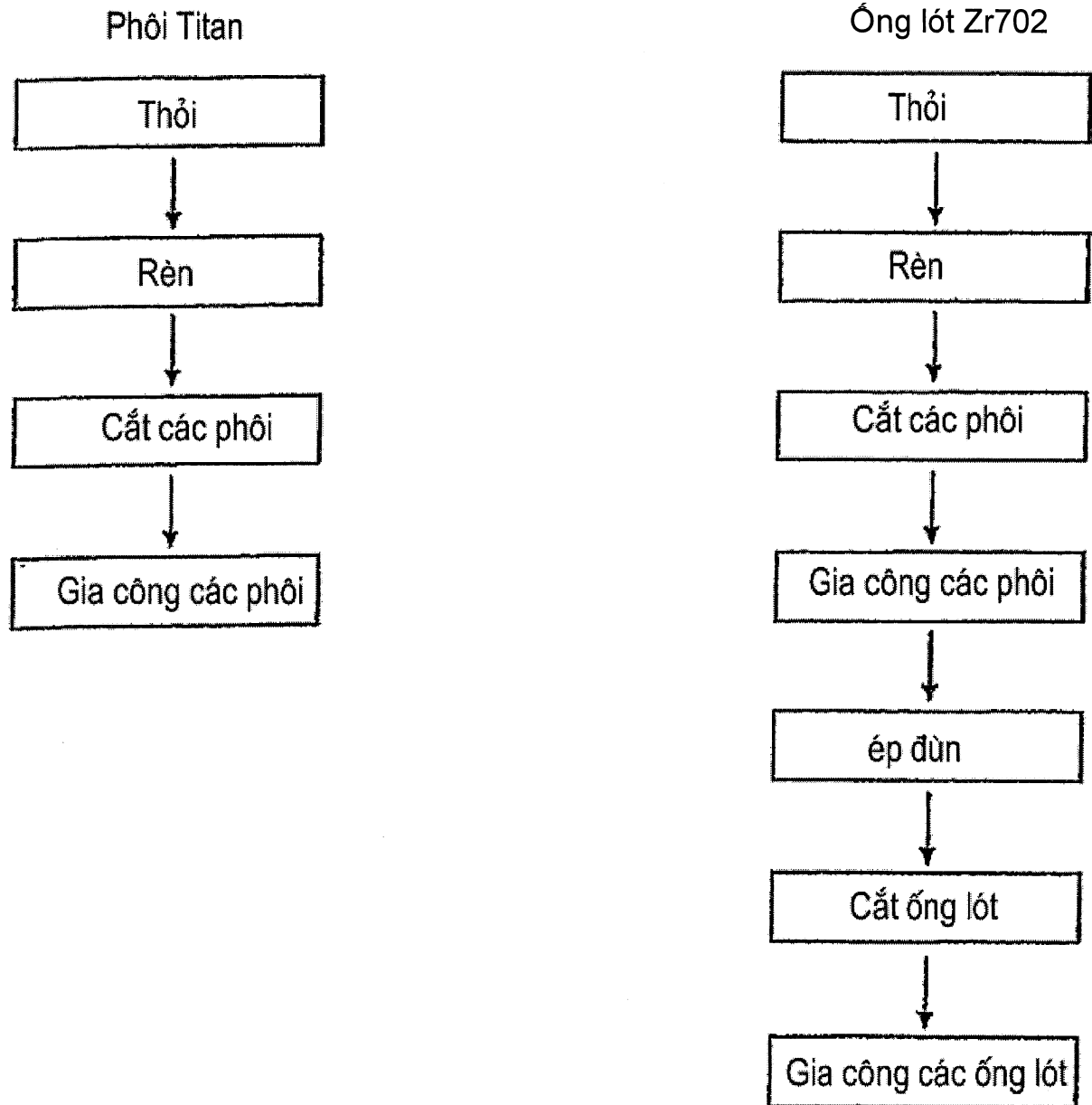


Fig.11

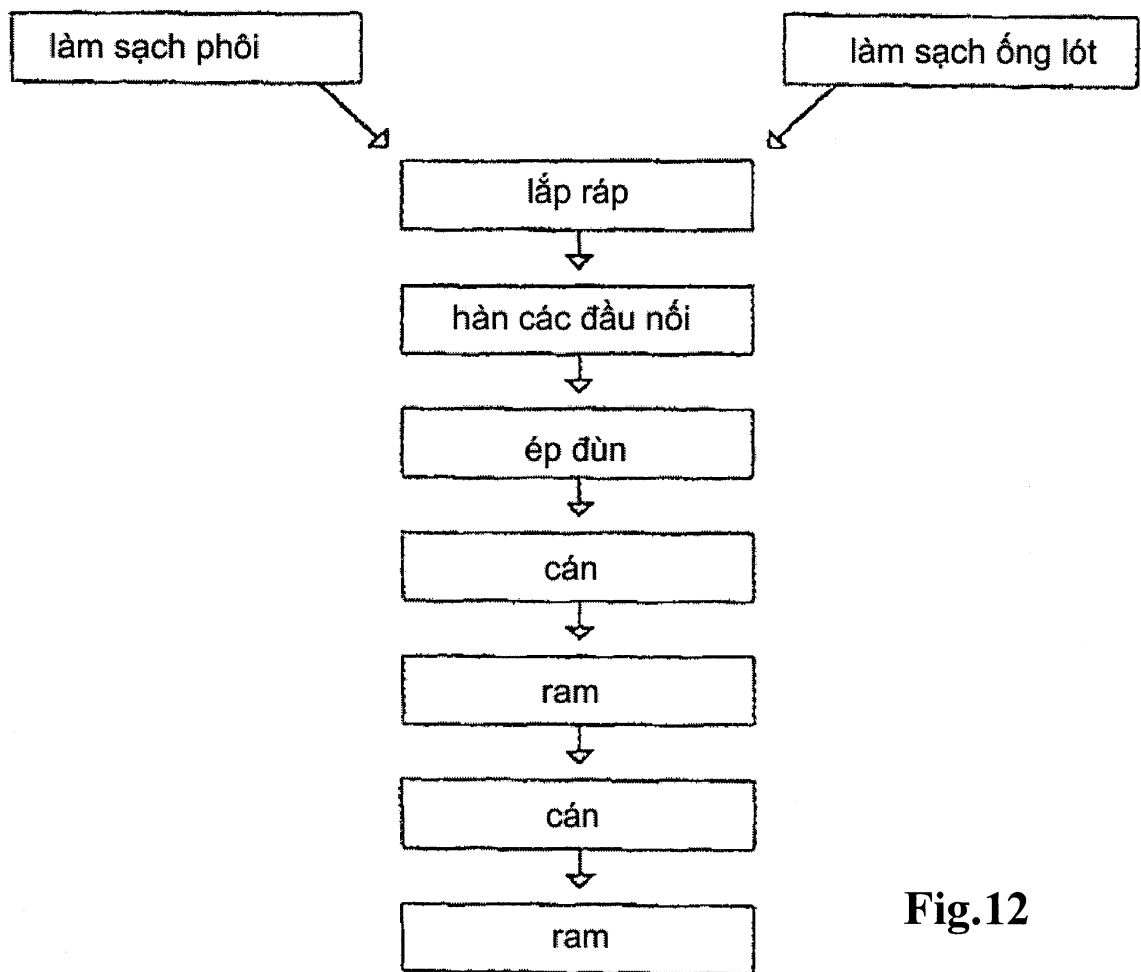


Fig.12

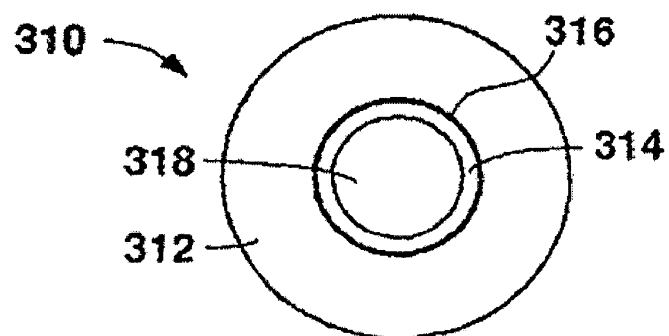
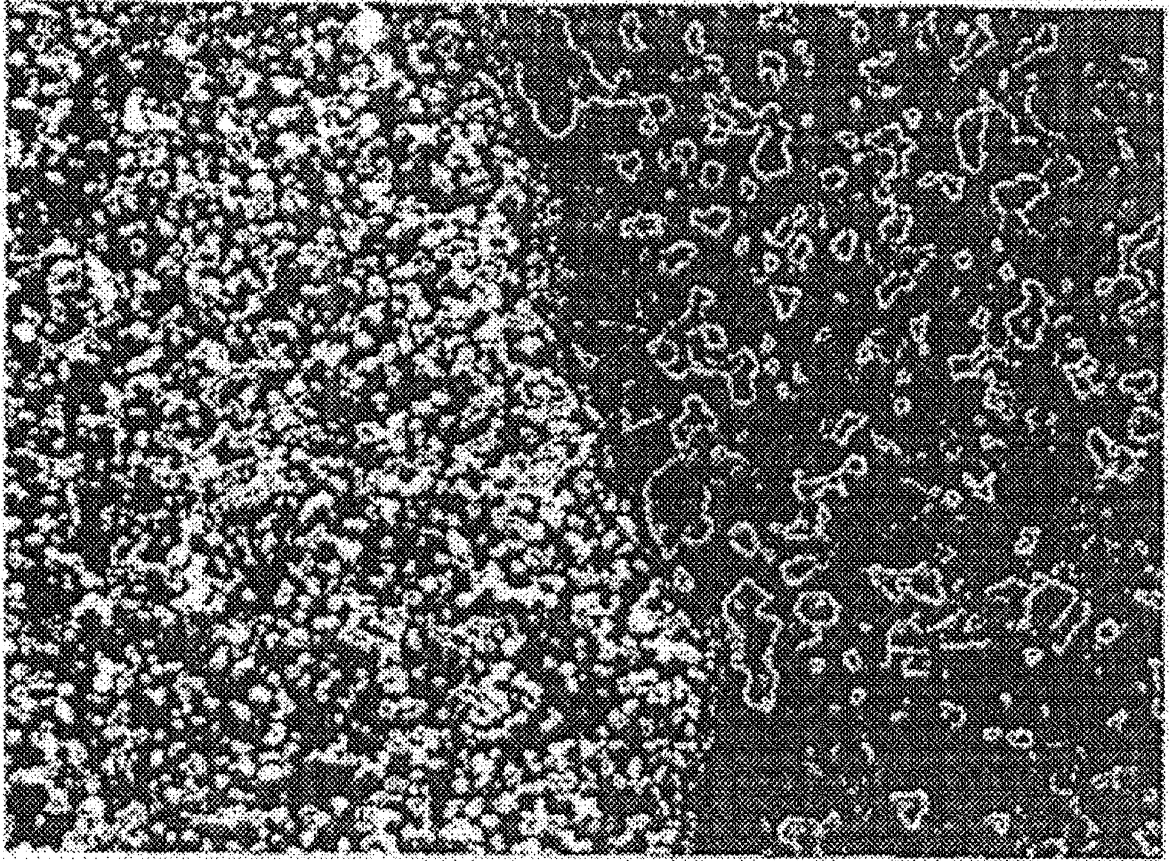


Fig.13

**Fig.14**