



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

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

(11)



1-0051674

(51)^{2020.01} C10J 3/50; C10J 3/74

(13) B

(21) 1-2021-07946

(22) 10/12/2021

(30) 17/121,937 15/12/2020 US

(45) 25/09/2025 450

(43) 27/06/2022 411A

(73) AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (US)

7201 Hamilton Boulevard, Allentown, PA 18195-1501, United States of America

(72) CHENGMING GAO (CN); QIANG QU (CN); XIAOMING QUAN (CN); QIONG ZHOU (US); JIAN CHENG (CN); MICAH KIFFER (US); RAJESHWAR SRIPADA (IN); HENRY CHAN (US); GANESAN RAMACHANDRAN (IN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) BỘ PHUN CẤP LIỆU ĐỀ KHÍ HÓA DÒNG CẤP LIỆU

(21) 1-2021-07946

(57) Sáng chế đề cập đến bộ phun cấp liệu dùng cho thiết bị khí hóa bao gồm bộ phận đốt và áo làm mát để bảo vệ bộ phận đốt khỏi nhiệt độ cao. Áo làm mát gồm hai rãnh đồng tâm để tạo ra đường dẫn dòng chảy đối với chất lưu truyền nhiệt, thường là nước, để đi qua một rãnh về phía mặt trước của bộ phận đốt, đi qua mặt trước bộ phận đốt, và quay trở lại qua một rãnh khác. Việc truyền nhiệt trong áo làm mát được cải thiện bằng cách đưa vào một hoặc nhiều cánh tản nhiệt trong đường dẫn của chất lưu truyền nhiệt và/hoặc bằng cách gia tăng bán kính cong của góc thành giáp với vùng tuần hoàn dòng chảy trong áo làm mát. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp vận hành bộ phun cấp liệu dùng cho thiết bị khí hóa.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị dùng để bảo vệ bộ phận đốt được dùng để đốt cháy (hoặc khí hóa) một phần nhiên liệu rắn chứa cacbon. Cụ thể, sáng chế đề cập đến việc thiết kế và sử dụng áo làm mát để bảo vệ bộ phận đốt trong các quá trình đốt cháy một phần bằng cách sử dụng khí chứa oxy và dòng nhiên liệu bao gồm nhiên liệu dạng rắn được chia nhỏ chứa cacbon được mang bởi chất lưu để tạo ra khí tổng hợp bao gồm cacbon monoxit và khí hydro. Sản phẩm khí tổng hợp thường được sử dụng làm khí nhiên liệu hoặc làm nguyên liệu cấp cho các quá trình hóa học.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thuật ngữ “nhiên liệu rắn chứa cacbon” như được sử dụng trong bản mô tả này được dự định để bao gồm các nguyên liệu mang khí khác nhau có thể đốt cháy và hỗn hợp của chúng, và có thể được chọn từ nhóm gồm than đá, cốc từ than đá, phần cặn hóa lỏng than đá, cốc dầu mỏ, muội than, sinh khối, và các chất rắn dạng hạt bắt nguồn từ đá phiến chứa dầu, cát trộn hắc ín và nhựa đường. Than đá có thể thuộc loại bất kỳ, bao gồm than non, than á bitum, than bitum và antraxit. Nhiên liệu rắn chứa cacbon tốt hơn là có phân bố cỡ hạt trong đó ít nhất khoảng 90% khối lượng nguyên liệu có đường kính hạt trung bình nhỏ hơn 90 micron và hàm lượng ẩm nhỏ hơn khoảng năm phần trăm khối lượng. Nhiên liệu rắn chứa cacbon có thể được đưa đến bộ phận đốt ở dạng huyền phù trong chất lưu như khí mang hoặc bùn lỏng.

Thuật ngữ “khí chứa oxy” như được sử dụng trong bản mô tả này được dự định để đề cập đến khí chứa oxy tự do (O_2) và bao gồm không khí, không khí được làm giàu oxy (nghĩa là, chứa nhiều hơn 21 % mol oxy), và cũng bao gồm oxy hầu như tinh khiết (nghĩa là, chứa nhiều hơn 95 % mol oxy), với phần còn lại bao gồm các khí thường được tìm thấy trong không khí như nitơ, và/hoặc các khí hiếm.

Sự đốt cháy hoặc sự khí hóa một phần nhiên liệu rắn chứa cacbon như than đá để tạo ra các khí có giá trị dùng làm nhiên liệu dân dụng và công nghiệp, làm nguyên liệu ban đầu để tổng hợp các hóa chất và nhiên liệu, và làm nguồn năng lượng để phát điện đã được công nhận từ lâu và được thực hiện ở các quy mô khác nhau trên thế giới.

Ở đầu tháo liệu của bộ phận đốt khí hóa, nhiệt độ đốt cháy có thể đạt đến 1300°C hoặc cao hơn. Điều này gây ra các ứng suất nhiệt và sự hư hỏng mặt trước bộ phận đốt, hoặc bề mặt, khi vận hành trong thời gian dài, đặc biệt là các ứng suất mỏi, cuối cùng có thể dẫn đến sự rò rỉ chất làm mát. Hơn nữa, trong quá trình vận hành, các đầu đốt còn chịu tải áp lực cơ học cao. Vì những lý do này, có mong muốn sử dụng áo làm mát sao cho có thể làm giảm cả nhiệt độ kim loại và các biến thiên về nhiệt độ kim loại để làm giảm ứng suất nhiệt và làm tăng tuổi thọ của bộ phận đốt.

Hasenack và đồng tác giả (US 4,887,962) bộc lộ áo làm mát với đường dẫn dòng xoắn ở đỉnh, được cho là để tối đa hóa tốc độ dòng nước và tối đa hóa sự loại bỏ nhiệt.

Van Der Ploeg và đồng tác giả (WO 2009/019272) bộc lộ áo làm mát trong đó nước làm mát đi vào phần chuyển tiếp nằm ở mặt trước bộ phận đốt, nơi mà diện tích tiết diện giảm và được cho là dẫn đến vận tốc dòng tăng và mức sụt áp thấp hơn.

Sự vận hành hiệu quả của áo làm mát yêu cầu tối đa hóa tốc độ dòng của chất lưu truyền nhiệt để mang càng nhiều nhiệt ra khỏi bộ khí hóa càng tốt. Tuy nhiên, các vùng tuần hoàn có thể tạo thành mà chất lưu truyền nhiệt được bẫy một cách đáng kể trong đó, dẫn đến các vết nóng và hư hỏng về mặt cơ học. Tồn tại nhu cầu trong lĩnh vực về kiểu áo làm mát mà tối thiểu hóa hoặc thậm chí là loại bỏ sự hình thành các vùng tuần hoàn để tối đa hóa sự truyền nhiệt trong áo làm mát.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục tiêu của sáng chế là gia tăng tuổi thọ của bộ phận đốt bằng cách tối thiểu hóa nhiệt độ và các biến thiên về nhiệt độ của kim loại ở mặt trước bộ phận đốt.

Sáng chế đề cập đến thiết bị áo làm mát và phương pháp vận hành để cải thiện tốc độ chất lưu gần mặt trước bộ phận đốt đồng thời tối thiểu hóa sự sụt áp.

Khía cạnh 1: Bộ phun cấp liệu để khí hóa dòng cấp liệu bao gồm bùn đặc của nhiên liệu rắn chứa cacbon, bộ phun cấp liệu bao gồm bộ phận đốt và áo làm mát bao quanh bộ phận đốt; trong đó áo làm mát bao gồm thành trong có đầu hình nón, thành đỉnh, thành ngoài có đầu hình nón, và hình nón bên trong; trong đó thành trong có đầu hình nón được nối với thành đỉnh ở góc thành, thành đỉnh được nối với thành ngoài có đầu hình nón, và hình nón bên trong được bao quanh bởi thành trong có đầu hình nón, thành đỉnh, và thành ngoài có đầu hình nón; trong đó rãnh trong bao gồm đầu vào chất lưu truyền nhiệt được xác định bởi khoảng trống giữa thành trong có đầu hình nón và hình nón bên trong; trong đó vùng tuần hoàn dòng chảy nối thông dòng chất lưu với rãnh đỉnh và được xác định bởi khoảng trống giữa thành trong có đầu hình nón, thành đỉnh, và điểm thuộc hình nón bên trong gần nhất với góc thành; trong đó rãnh đỉnh nối thông chất lưu với vùng tuần hoàn dòng chảy được xác định bởi khoảng trống giữa thành đỉnh và hình nón bên trong; trong đó rãnh ngoài nối thông chất lưu với rãnh đỉnh được xác định bởi khoảng trống giữa thành ngoài có đầu hình nón và hình nón bên trong; trong đó rãnh trong có chiều dày được xác định bởi khoảng cách từ thành trong có đầu hình nón đến hình nón bên trong; và trong đó tỷ số giữa chiều dày của rãnh trong ở đầu vào chất lưu truyền nhiệt và chiều dày của rãnh trong ở mặt phân giới với vùng tuần hoàn dòng chảy nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3.

Khía cạnh 2: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh 1 còn bao gồm một hoặc nhiều cánh tản nhiệt mở rộng vào rãnh trong và/hoặc vùng tuần hoàn dòng chảy.

Khía cạnh 3: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh 2, trong đó chiều dài của một hoặc nhiều cánh tản nhiệt nằm trong khoảng từ 1 đến 4 mm.

Khía cạnh 4: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh 2 hoặc khía cạnh 3, trong đó một hoặc nhiều cánh tản nhiệt bao gồm kết cấu hình tròn đơn liên tục.

Khía cạnh 5: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh 1 còn bao gồm một hoặc nhiều cánh tản nhiệt gắn với thành trong có đầu hình nón và mở rộng vào vùng tuần hoàn dòng chảy.

Khía cạnh 6: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh 5, trong đó chiều dài của một hoặc nhiều cánh tản nhiệt nằm trong khoảng từ 1 đến 4 mm.

Khía cạnh 7: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh 5 hoặc khía cạnh 6, trong đó một hoặc nhiều cánh tản nhiệt bao gồm kết cấu hình tròn đơn liên tục.

Khía cạnh 8: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 7, trong đó góc thành ở mặt phân giới với vùng tuần hoàn dòng chảy có bán kính cong như được đo dọc theo tiết diện xuyên tâm, bán kính cong này nằm trong khoảng từ 0,5 đến 4 mm.

Khía cạnh 9: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 8, trong đó chiều dày của thành đỉnh nằm trong khoảng từ 1 mm đến 8 mm.

Khía cạnh 10: Bộ phun cấp liệu theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 đến 9 còn bao gồm khối chịu lửa tiếp xúc với bề mặt ngoài của thành ngoài có đầu hình nón.

Khía cạnh 11: Phương pháp vận hành bộ phun cấp liệu cho thiết bị khí hóa, phương pháp này bao gồm bước cấp chất lưu truyền nhiệt qua rãnh trong có sự giới hạn dòng chảy để gia tăng vận tốc tuyến tính của chất lưu truyền nhiệt, và gia nhiệt chất lưu truyền nhiệt bằng cách tiếp xúc trực tiếp với thành đỉnh; trong đó thành đỉnh có nhiệt độ tối đa và nhiệt độ tối thiểu dọc theo mặt phân giới giữa thành đỉnh và chất lưu truyền nhiệt; và độ chênh lệch giữa nhiệt độ tối đa và nhiệt độ tối thiểu nhỏ hơn 150°C.

Khía cạnh 12: Phương pháp theo khía cạnh 11, trong đó nhiệt độ tối đa dọc theo mặt phân giới giữa thành đỉnh và chất lưu truyền nhiệt nhỏ hơn 190°C.

Khía cạnh 13: Phương pháp theo khía cạnh 11 hoặc khía cạnh 12, trong đó áp suất của chất lưu truyền nhiệt lớn hơn áp suất trong thiết bị khí hóa nằm trong khoảng từ 0 đến 10 bar (1 MPa).

Khía cạnh 14: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 11 đến 13, trong đó áp suất của chất lưu truyền nhiệt là khoảng 10 bar (1 MPa).

Khía cạnh 15: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 11 đến 14, trong đó tỷ số giữa vận tốc tuyến tính của chất lưu truyền nhiệt ở đầu vào của rãnh trong và vận tốc tuyến tính của chất lưu truyền nhiệt ở đầu ra của rãnh trong nằm trong khoảng từ 1,3 đến 2,8.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây sáng chế sẽ được mô tả kết hợp với các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các phần tử giống nhau:

Fig.1 thể hiện áo làm mát theo sáng chế.

Fig.2 thể hiện cải biến của phương án ở Fig.1 trong đó áo làm mát có một cánh tản nhiệt nhô vào trong đường dẫn dòng chất lưu truyền nhiệt gần lối ra của rãnh trong.

Fig.3 thể hiện cải biến của phương án ở Fig.1 trong đó góc thành của áo làm mát có bán kính cong lớn hơn so với Fig.1.

Fig.4 thể hiện cải biến của phương án ở Fig.2 trong đó góc thành của áo làm mát có bán kính cong lớn hơn so với Fig. 2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết tiếp theo đưa ra các phương án ưu tiên chỉ để làm ví dụ, và không nhằm giới hạn phạm vi, khả năng áp dụng, hoặc sự biến đổi của sáng chế. Hơn nữa, phần mô tả chi tiết tiếp theo của các phương án ưu tiên làm ví dụ sẽ cung cấp phần mô tả thích hợp cho người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực để thực hiện các phương án ưu tiên làm ví dụ theo sáng chế. Có thể thực hiện những thay đổi khác nhau về chức năng và cách sắp xếp các phần tử mà không nằm ngoài nội dung và phạm vi của sáng chế, như được nêu trong yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Các bộ phun cấp liệu được sử dụng trong các quá trình khí hóa thường bao gồm bộ phận đốt và áo làm mát bao quanh bộ phận đốt.

Bộ phận đốt sẽ thường bao gồm một loạt các rãnh đồng tâm để phân phối một hoặc nhiều hơi nhiên liệu chứa cacbon và một hoặc nhiều dòng khí chứa oxy vào thiết bị khí hóa.

Áo làm mát gồm hai rãnh đồng tâm để tạo ra đường dẫn dòng chảy để cho chất lưu truyền nhiệt, thường là nước, đi qua một rãnh về phía mặt trước bộ phận đốt, đi theo mặt trước bộ phận đốt, và quay trở lại qua rãnh khác. Ở các nhiệt độ xử lý cao hơn, hơi có thể được dùng làm chất lưu truyền nhiệt. Chất lưu truyền nhiệt có thể đi về phía mặt trước bộ phận đốt qua rãnh ngoài và quay trở lại qua rãnh trong, nhưng theo phương án ưu tiên nó đi về phía mặt trước bộ phận đốt qua rãnh trong và quay trở lại qua rãnh ngoài.

Áo làm mát có thể bao gồm một mảnh đơn lẻ hoặc được xây dựng từ nhiều mảnh được nối lại để dễ xây dựng và/hoặc bảo dưỡng. Ví dụ, áo làm mát có thể được xây dựng bằng cách lắp một đầu hình nón vào khối hình trụ với hai rãnh hình khuyên đồng tâm nhờ khối nối có các lỗ để cho phép chất lưu truyền nhiệt đi qua. Điều này tạo ra giá đỡ ổn định cho đầu hình nón, vốn có thành mỏng hơn để cho phép truyền nhiệt tốt hơn nhờ độ bền vật lý.

Fig. 1 thể hiện tiết diện xuyên tâm dọc theo đường trục quay của áo làm mát 1 theo sáng chế. Như được sử dụng trong bản mô tả này, tiết diện xuyên tâm được xác định là mặt phẳng đi qua đường trục đối xứng quay, trong khi tiết diện tròn được xác định là mặt phẳng vuông góc với đường trục đối xứng quay. Thành của áo làm mát 1 có thể được xác định như sau: thành trong có đầu hình nón 11 nằm gần nhất với bộ phận đốt 10, và được nối vật lý với thành đỉnh 12. Thuật ngữ được nối vật lý như được sử dụng trong bản mô tả này bao hàm hai dấu hiệu là hai hoặc nhiều hơn hai phần của một mảnh đơn hoặc hai hoặc nhiều hơn hai mảnh được liên kết bằng cách hàn, chẳng hạn. Thành đỉnh 12 thường là thành mỏng nhất trong áo làm mát do nó phân cách với thiết bị khí hóa nhiệt độ cao và chất lưu phải truyền nhiệt càng nhiều càng tốt tới chất lưu truyền nhiệt để tránh làm hỏng bộ phun cấp liệu 1. Để thành đỉnh 12 càng mỏng càng tốt trong khi vẫn xử lý sự chênh lệch áp suất giữa chất lưu truyền nhiệt và thiết bị khí hóa thì thường cần cân bằng các yếu tố khác nhau để

đạt được sự kết hợp tốt nhất về mặt kỹ thuật. Việc nối vật lý giữa thành trong có đầu hình nón 11 và thành đỉnh 12 tạo thành góc thành 14 và có thể là khớp nối nơi mà hai hoặc nhiều hơn hai mảnh được liên kết hoặc vùng chuyển tiếp trong một mảnh đơn. Thành đỉnh 12 cũng được nối vật lý với thành ngoài có đầu hình nón 16. Trong khoảng không gian giữa thành trong có đầu hình nón 11 và thành ngoài có đầu hình nón 16 có hình nón ở bên trong 18. Chiều dày của hình nón bên trong 18 có thể thay đổi để ảnh hưởng đến vận tốc dòng của chất lưu truyền nhiệt.

Đường dẫn dòng cho chất lưu truyền nhiệt được xác định bởi thành của áo làm mát. Rãnh trong 20 được xác định bởi khoảng trống giữa thành trong có đầu hình nón 10 và hình nón bên trong 18. Rãnh đỉnh 22 được xác định bởi khoảng trống giữa thành đỉnh 12 và hình nón bên trong 18. Rãnh ngoài 24 được xác định bởi khoảng trống giữa thành ngoài có đầu hình nón 16 và hình nón bên trong 18. Vùng tuần hoàn dòng chảy 26 được tạo thành ở hoặc ở gần chỗ giao nhau của rãnh trong và rãnh đỉnh, vùng tuần hoàn dòng chảy 26 được xác định bởi mặt phẳng vuông góc với thành bên trong giao nhau với phần cuối của hình nón bên trong, mặt phẳng vuông góc với thành đỉnh giao nhau với phần cuối của hình nón bên trong, thành đỉnh, và thành bên trong.

Việc lập mô hình động lực học chất lưu có sử dụng máy điện toán (Computational fluid dynamics - CFD) đã chỉ ra rằng cách hoạt động của chất lưu truyền nhiệt trong vùng tuần hoàn dòng chảy 26 là yếu tố quyết định chính đối với tuổi thọ của bộ phận đốt. Đặc biệt là, khi dòng chảy phân tách và vùng chết tạo thành ở gần góc thành 14, các vết nóng cục bộ có thể tạo thành khi chất lưu truyền nhiệt không thể mang nhiệt ra khỏi thành đỉnh 12 và thậm chí có thể sôi. Mục đích của sáng chế là nhằm cải thiện dòng chảy trong vùng tuần hoàn dòng chảy 26 và giảm thiểu hoặc loại bỏ vùng chết bất kỳ. Dòng chảy được cải thiện này tạo ra nhiệt độ thấp hơn trong thành đỉnh 12 ở mặt phân giới giữa thành đỉnh 12 và chất lưu truyền nhiệt, cũng như tạo ra độ chênh lệch nhỏ hơn giữa nhiệt độ tối đa và nhiệt độ tối thiểu trong thành đỉnh 12, mà theo đó có thể làm giảm ứng suất nhiệt và tăng tuổi thọ bộ phận đốt.

Một cách để cải thiện dòng chảy trong vùng tuần hoàn dòng chảy 26 là tăng vận tốc dòng của chất lưu truyền nhiệt bằng cách tạo ra sự giới hạn dòng 28 ở rãnh trong 20 gần với vùng tuần hoàn dòng chảy 26. Một cách để tăng sự giới hạn dòng 28 là làm tăng chiều dày của hình nón bên trong 18 gần với đỉnh. Do sự giới hạn dòng cũng làm tăng sự giảm áp, sự giới hạn dòng tốt hơn là nằm gần đầu ra của rãnh trong nhằm giảm thiểu sự sụt áp. Lượng giới hạn dòng có thể được đo bằng tỷ số giữa chiều dày của rãnh trong ở đầu vào và chiều dày của rãnh trong ở mặt phân giới với vùng tuần hoàn dòng chảy 26. Tỷ số tối ưu của chiều dày rãnh nhằm cải thiện dòng chảy trong vùng tuần hoàn dòng chảy được biểu thị bằng cách lập mô hình CFD nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3. Theo cách khác, lượng giới hạn dòng có thể được đo bằng tỷ số giữa vận tốc tuyến tính của chất lưu truyền nhiệt ở đầu ra của rãnh trong với vận tốc tuyến tính của chất lưu truyền nhiệt ở đầu vào của rãnh trong. Tỷ số tối ưu của vận tốc tuyến tính của chất lưu truyền nhiệt để cải thiện dòng chảy trong vùng tuần hoàn dòng chảy được biểu thị bằng cách lập mô hình CFD nằm trong khoảng từ 1,3 đến 2,8.

Fig.2 thể hiện áo làm mát 2 bao gồm một yếu tố cấu tạo khác để cải thiện dòng chảy trong vùng tuần hoàn dòng chảy 26. Một hoặc nhiều cánh tản nhiệt 30 được định hướng sao cho chúng mở rộng vào đường dẫn dòng của chất lưu truyền nhiệt trong rãnh trong 20 hoặc vùng tuần hoàn 26, và chiều dài của cánh tản nhiệt được xác định là khoảng cách mà cánh tản nhiệt mở rộng vào đường dẫn dòng chất lưu truyền nhiệt theo hướng vuông góc với thành. Một hoặc nhiều cánh tản nhiệt 30 có thể có các loại hình dạng tiết diện xuyên tâm thích hợp để đạt được kết quả mong muốn, bao gồm nhưng không giới hạn ở hình tam giác, hình chữ nhật, hoặc hình dạng khác bất kỳ, đặc biệt là hình dạng dễ gia công bằng máy vào hoặc nối với thành. Khi nhiều hơn một cánh tản nhiệt được sử dụng, cánh tản nhiệt này có thể có kích thước giống hoặc khác nhau và có thể có hình dạng tiết diện giống hoặc khác nhau. Một hoặc nhiều cánh tản nhiệt 30 có thể là cánh tản nhiệt riêng rẽ được bố trí dọc theo chu vi của thành, hoặc tốt hơn là kết cấu đơn liên tục được gắn với thành. Một hoặc nhiều cánh tản nhiệt 30 có thể được gắn với thành trong có đầu hình nón 10 hoặc hình nón bên trong 18. Tốt hơn là, một hoặc nhiều cánh tản nhiệt 30 là cấu trúc

đơn liên tục được gắn với thành trong có đầu hình nón và được đặt trong vùng tuần hoàn dòng chảy.

Việc lập mô hình CFD cũng đã chứng tỏ rằng hình học của góc thành 14 có ảnh hưởng mạnh mẽ đến kiểu dòng chảy của chất lưu truyền nhiệt trong vùng tuần hoàn dòng chảy 26. Bán kính cong của góc thành 14 khi được nhìn dọc theo tiết diện xuyên tâm thường được giảm thiểu, do điều này dẫn đến thành đỉnh 12 mỏng hơn gần góc thành 14. Tuy nhiên, việc lập mô hình CFD chỉ ra rằng bán kính cong lớn hơn dẫn đến sự tách dòng kém dọc theo góc thành, tốc độ dòng của chất lưu truyền nhiệt lớn hơn, và nhiệt độ thành đỉnh thấp hơn mặc dù thành đỉnh 12 dày hơn. Fig. 3 minh họa một phương án của sáng chế trong đó góc thành 14 có bán kính cong lớn hơn bằng với khoảng 2,0 mm, so với bán kính cong bằng khoảng 0,5 mm trên Fig. 1. Bán kính cong có thể nằm trong khoảng từ 0,5 đến 4,0 mm, hoặc từ 1,25 đến 1,5 mm.

Cánh tản nhiệt và góc thành tròn đều cải thiện nhiệt độ thành đỉnh, nhưng có thể đạt được mức cải thiện lớn hơn nữa bằng cách kết hợp cả cánh tản nhiệt và góc thành tròn như được nhận thấy trên Fig. 4.

Các phương án được mô tả ở đây có một số ưu điểm so với công nghệ hiện thời, mà thường sử dụng thiết kế cuộn xoắn ốc trong mặt trước bộ phận đốt. Đầu xoắn ốc trong các thiết kế này thường được hàn vào mặt trước bộ phận đốt, dẫn đến nhiều vấn đề có thể có bao gồm việc rạn nứt tại mối hàn khác nhau, sự mỏi nhiệt của viền bên trong của mặt trước làm mát, và sự ăn mòn gần đường giao nhau của đầu xoắn và mặt bích chính. Các vật liệu hợp kim cao đã được dùng để ngăn ngừa sự ăn mòn, tuy nhiên điều này cũng dẫn đến giá thành cao. Tuổi thọ của áo làm mát theo sáng chế được mong đợi là dài hơn nhiều mà không cần các vật liệu có giá thành cao như vậy.

Áo làm mát được đặt trong phần nắp vòm của lò phản ứng và bao quanh bởi vật liệu chịu lửa. Cần có mặt phân giới thích hợp giữa vật liệu chịu lửa ở nắp vòm và áo làm mát, đặc biệt là đối với những trường hợp trang bị thêm khi đầu cắm có thể đúc được thiết kế ở bên ngoài áo làm mát, với mỏ neo bên trong, để bảo vệ áo. Thiết

kế cuộn xoắn thường không có phương tiện để neo chặt áo làm mát với đầu cắm có thể đúc, vốn làm giảm tuổi thọ của áo làm mát.

Việc làm giảm diện hình đối với nhiệt độ cao hơn trong áo làm mát là làm dày thành đỉnh để duy trì độ bền ở các nhiệt độ kim loại cao hơn. Sự truyền nhiệt được cải thiện trong áo làm mát theo sáng chế cho phép sử dụng thành mỏng hơn do kim loại có độ bền tốt hơn nhiều ở nhiệt độ thấp hơn, điều này có thể xảy ra do rãnh trong hẹp, cánh làm mát và các góc đỉnh được làm tròn. Chiều dày thành đỉnh có thể đạt được do dòng chảy được cải thiện trong vùng tuần hoàn dòng chảy nằm trong khoảng từ 1 mm đến 8 mm, hoặc từ 1,5 mm đến 4 mm.

Độ bền thành được cải thiện cũng cho phép vận hành áo làm mát ở áp suất cao hơn. Thông thường, chất lưu truyền nhiệt là nước ở 0-10 bar (1 MPa), nhưng sáng chế cũng cho phép vận hành ở áp suất cao hơn mang lại nhiều lợi ích. Ví dụ, việc vận hành ở áp suất cao hơn áp suất của thiết bị khí hóa từ 0 đến 10 bar (1 MPa) mang lại lợi ích về độ an toàn, do bất cứ sự rò rỉ nào đều sẽ khiến cho nước đi vào thiết bị khí hóa theo cách vô hại thay vì cho phép khí tổng hợp có thể cháy được đi vào hệ thống nước làm mát và gây ra nguy cơ cháy hoặc nổ. Ngoài ra, áp suất gia tăng bên trong áo làm mát tạo ra độ bền cấu trúc lớn hơn đối với một chiều dày thành cho trước, điều này cải thiện hiệu suất và tuổi thọ của áo làm mát.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bốn phương án áo làm mát được thể hiện trên các Fig. 1-4 đã được lập mô hình bằng cách sử dụng CFD với giả định rằng nhiệt độ đốt cháy của thiết bị khí hóa ở phía ngoài của bề mặt ngoài của thành đỉnh và rãnh ngoài mở rộng trở lại từ mặt bộ phận đốt trong khoảng cách 50 mm là không đổi ở 1371°C. Nước làm mát ở 43°C và 10 bar (1 MPa) được nạp vào rãnh trong ở lưu lượng theo khối lượng là 11,34 kg/s. Ngoài ra, một trường hợp được lập mô hình, trong đó lưu lượng theo khối lượng của nước làm mát trên thiết kế trên Fig. 1 tăng lên 50% đến 17,01 kg/s. Trong bảng 1, nhiệt độ tối đa của mặt bên trong của thành đỉnh, khoảng cách giữa nhiệt độ tối đa và nhiệt độ tối thiểu, và sự giảm áp của mỗi trường hợp trong số năm trường hợp được chỉ ra.

Như có thể nhận thấy, trường hợp 2 làm giảm nhiệt độ tối đa của thành đỉnh và khoảng nhiệt độ thành đỉnh, nhưng lại có chi phí giảm áp nhiều hơn gấp đôi. Các trường hợp 3-5 làm giảm nhiệt độ tối đa của thành đỉnh mà không cần gia tăng tốc độ dòng của nước làm mát. Việc đưa cánh tản nhiệt hình tròn 1 mm, như trong trường hợp 3, làm giảm nhiệt độ của thành đỉnh nhiều hơn so với trường hợp 2, và với sự giảm áp thấp hơn. Góc được làm tròn có bán kính 2 mm trong trường hợp 4 thậm chí còn hiệu quả hơn, với sự giảm áp tương tự như ở trường hợp 1 nhưng nhiệt độ của thành đỉnh thấp hơn nhiều. Cuối cùng, nhiệt độ thấp nhất của thành đỉnh được nhận thấy với sự phối hợp của góc được làm tròn có bán kính 2 mm và cánh tản nhiệt tròn 1 mm trong trường hợp 5.

Bảng 1

Trường hợp	Fig.	Nước (kg/s)	Nhiệt độ tối đa của thành đỉnh (C)	Nhiệt độ tối đa-tối thiểu của thành đỉnh (C)	Sự giảm áp (bar)
1	1	11,34	236	192	1,3
2	1	17,01	198	154	2,8
3	2	11,34	168	123	1,6
4	3	11,34	145	100	1,3
5	4	11,34	79	34	1,6

Mặc dù các nguyên lý của sáng chế đã được mô tả trên đây liên quan đến các phương án được ưu tiên, cần hiểu rõ rằng phần mô tả này được tạo ra chỉ nhằm mục đích làm ví dụ và không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ phun cấp liệu để khí hóa dòng cấp liệu bao gồm bùn đặc của nhiên liệu rắn chứa cacbon, bộ phun cấp liệu này bao gồm:

bộ phận đốt và áo làm mát bao quanh bộ phận đốt;

trong đó áo làm mát bao gồm thành trong có đầu hình nón, thành đỉnh, thành ngoài có đầu hình nón, và hình nón bên trong;

trong đó thành trong có đầu hình nón được nối với thành đỉnh ở góc thành, thành đỉnh được nối với thành ngoài có đầu hình nón, và hình nón bên trong được bao quanh bởi thành trong có đầu hình nón, thành đỉnh, và thành ngoài có đầu hình nón;

trong đó rãnh trong bao gồm đầu vào chất lưu truyền nhiệt được xác định bởi khoảng trống giữa thành trong có đầu hình nón và hình nón bên trong;

trong đó vùng tuần hoàn dòng chảy nối thông chất lưu với rãnh đỉnh và được xác định bởi khoảng trống giữa thành trong có đầu hình nón, thành đỉnh, và điểm thuộc hình nón bên trong ở gần nhất với góc thành;

trong đó rãnh đỉnh nối thông chất lưu với vùng tuần hoàn dòng chảy được xác định bởi khoảng trống giữa thành đỉnh và hình nón bên trong;

trong đó rãnh ngoài nối thông chất lưu với rãnh đỉnh được xác định bởi khoảng trống giữa thành ngoài có đầu hình nón và hình nón bên trong;

trong đó rãnh trong có chiều dày được xác định bởi khoảng cách từ thành trong có đầu hình nón đến hình nón bên trong; và

trong đó tỷ số giữa chiều dày của rãnh trong ở đầu vào chất lưu truyền nhiệt với chiều dày của rãnh trong ở mặt phân giới với vùng tuần hoàn dòng chảy nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3.

2. Bộ phun cấp liệu theo điểm 1, trong đó bộ phun này còn bao gồm một hoặc nhiều cánh tản nhiệt mở rộng vào rãnh trong và/hoặc vùng tuần hoàn dòng chảy.

3. Bộ phun cấp liệu theo điểm 2, trong đó chiều dài của một hoặc nhiều cánh tản nhiệt nằm trong khoảng từ 1 đến 4 mm.

4. Bộ phun cấp liệu theo điểm 2, trong đó một hoặc nhiều cánh tản nhiệt bao gồm kết cấu hình tròn đơn liên tục.
5. Bộ phun cấp liệu theo điểm 1, trong đó bộ phun này còn bao gồm một hoặc nhiều cánh tản nhiệt gắn với thành trong có đầu hình nón và mở rộng vào vùng tuần hoàn dòng chảy.
6. Bộ phun cấp liệu theo điểm 5, trong đó chiều dài của một hoặc nhiều cánh tản nhiệt nằm trong khoảng từ 1 đến 4 mm.
7. Bộ phun cấp liệu theo điểm 5, trong đó một hoặc nhiều cánh tản nhiệt bao gồm kết cấu hình tròn đơn liên tục.
8. Bộ phun cấp liệu theo điểm 1, trong đó góc thành ở mặt phân giới với vùng tuần hoàn dòng chảy có bán kính cong như được đo dọc theo tiết diện xuyên tâm, bán kính cong này nằm trong khoảng từ 0,5 đến 4 mm.
9. Bộ phun cấp liệu theo điểm 1, trong đó chiều dày của thành đỉnh nằm trong khoảng từ 1 mm đến 8 mm.
10. Bộ phun cấp liệu theo điểm 1, trong đó bộ phun này còn bao gồm khối chịu lửa tiếp xúc với bề mặt bên ngoài của thành ngoài có đầu hình nón.

1/4

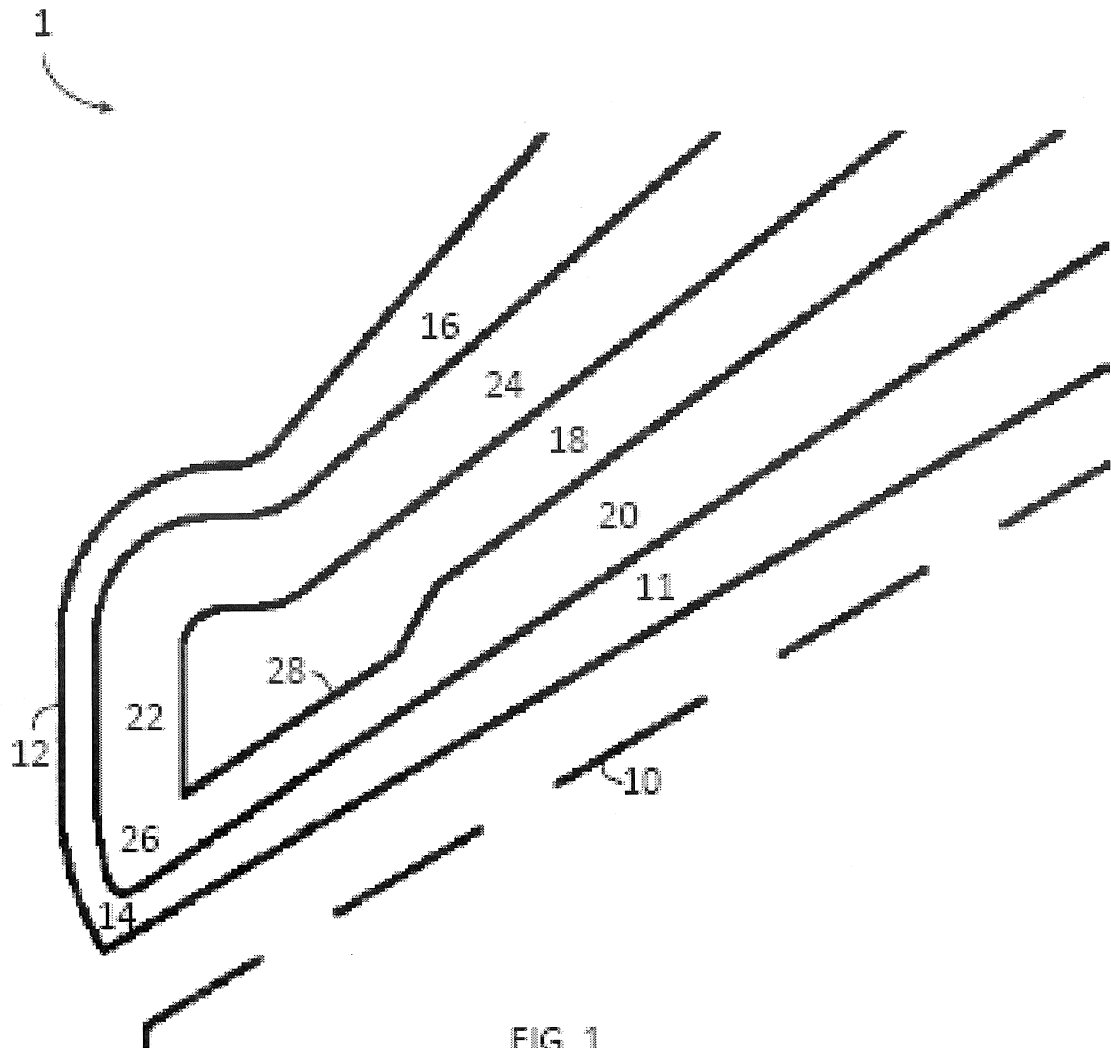


FIG. 1

2/4

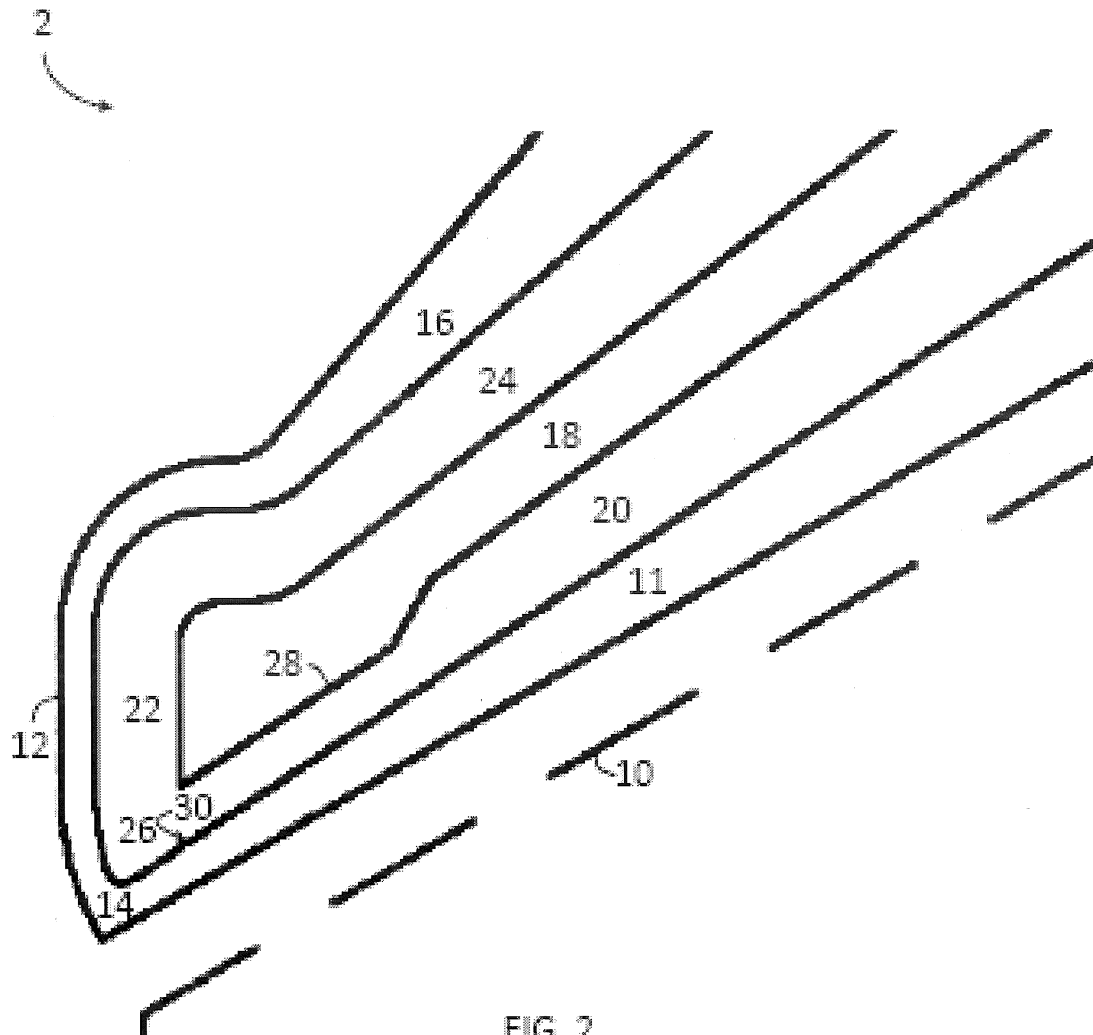


FIG. 2

3/4

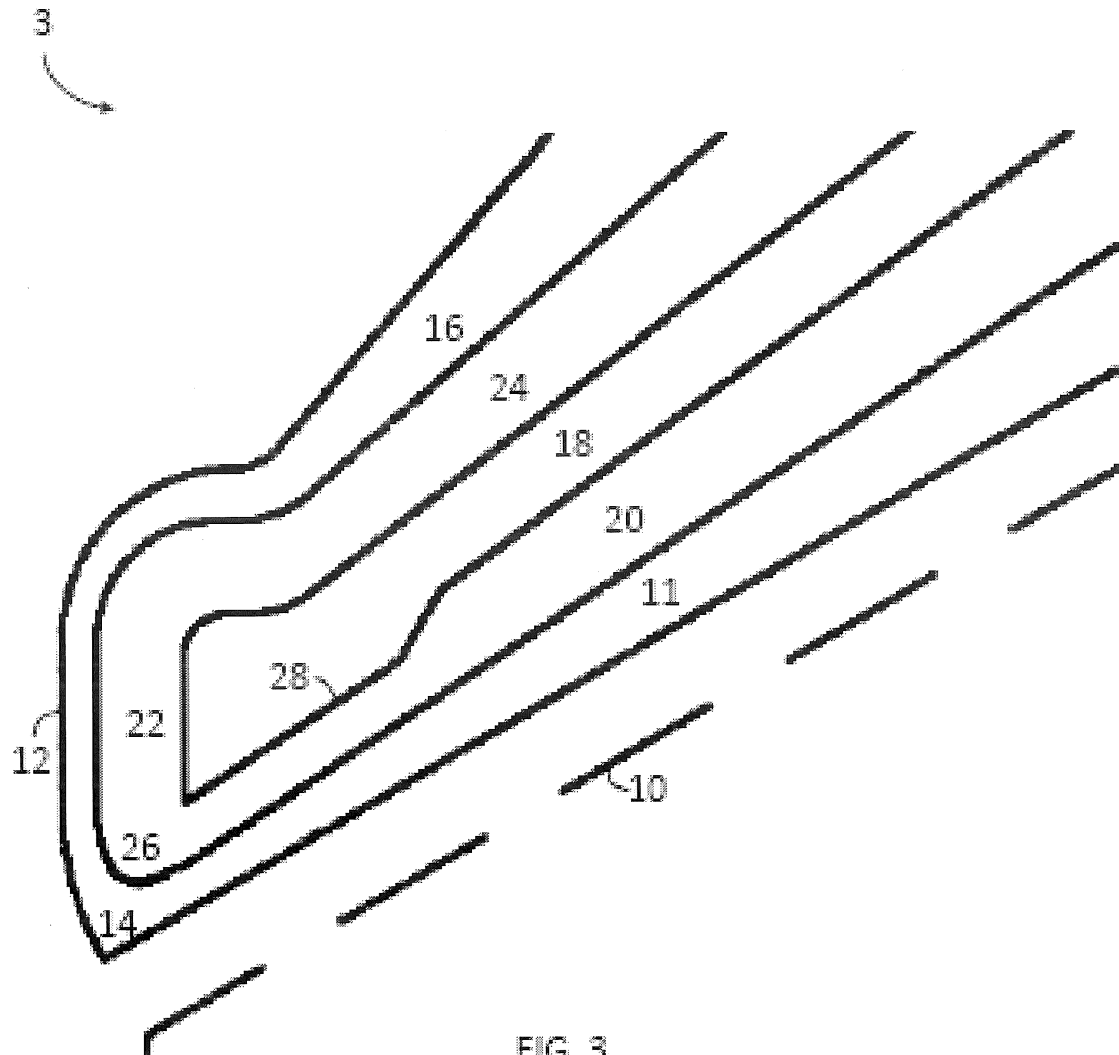


FIG. 3

4/4

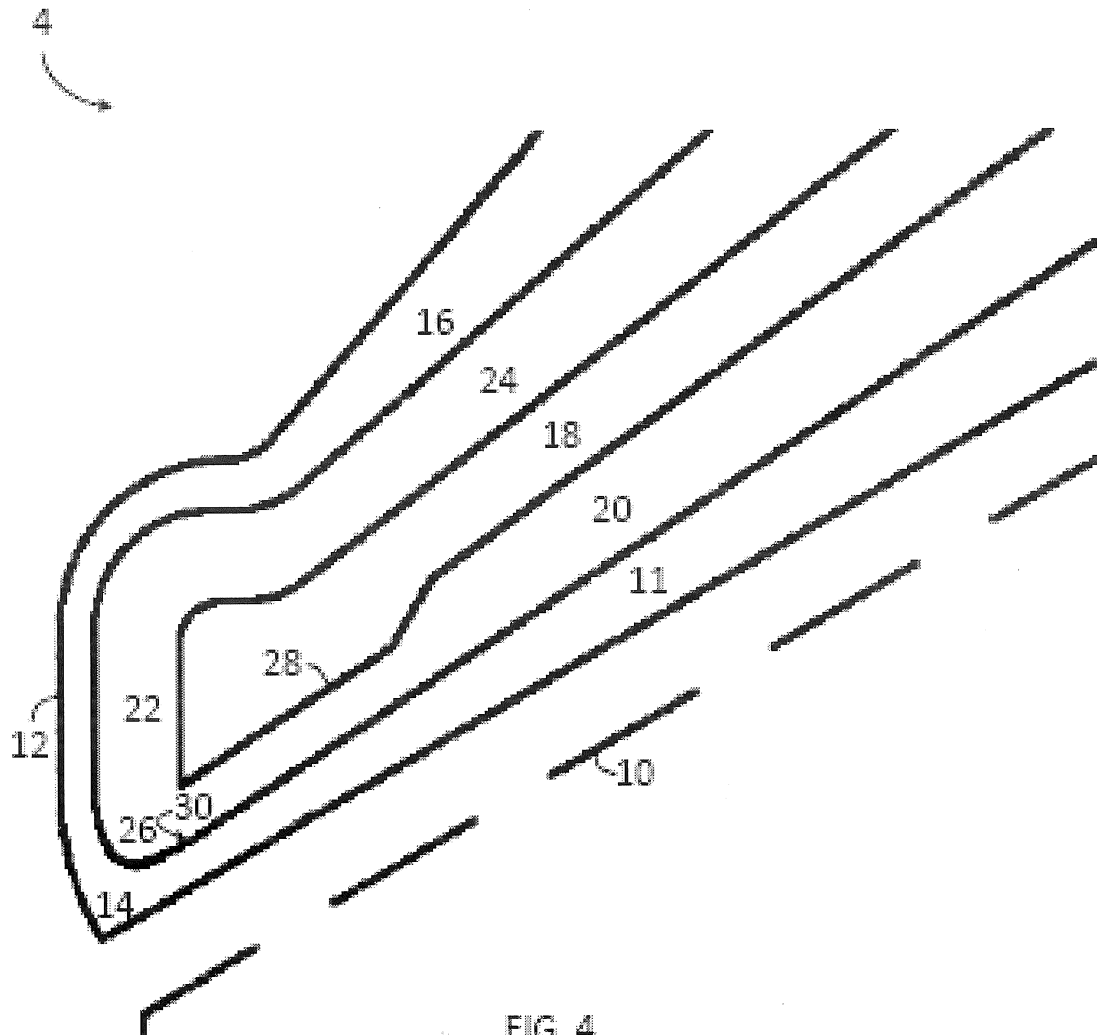


FIG. 4