



(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)



1-0052373

(51)^{2020.01} H01M 4/80; B22F 1/00; C04B 38/00

(13) B

-
- (21) 1-2021-02754 (22) 27/09/2019
(86) PCT/CN2019/108632 27/09/2019 (87) WO2020/088173 07/05/2020
(30) 201811264415.4 29/10/2018 CN; 201811264420.5 29/10/2018 CN; 201811264422.4 29/10/2018 CN; 201811264424.3 29/10/2018 CN; 201811264425.8 29/10/2018 CN; 201811264455.9 29/10/2018 CN; 201811264439.X 29/10/2018 CN; 201811264451.0 29/10/2018 CN; 201811264452.5 29/10/2018 CN; 201811264454.4 29/10/2018 CN; 201811264432.8 29/10/2018 CN
(45) 27/10/2025 451 (43) 25/02/2022 407A
(73) 1. CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION (CN)
22a Chaoyangmenbei Street, Chaoyang District, Beijing 100728, China
2. BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL INDUSTRY, CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION (CN)
No.14, Beisanhuan East Road, Chaoyang District, Beijing 100013, China
(72) JIANG, Haibin (CN); QIAO, Jinliang (CN); ZHANG, Xiaohong (CN); LIU, Wenlu (CN); SONG, Zhihai (CN); QI, Guicun (CN); GAO, Jianming (CN); CAI, Chuanlun (CN); LI, Binghai (CN); WANG, Xiang (CN); LAI, Jinmei (CN); RU, Yue (CN); ZHANG, Hongbin (CN); HAN, Peng (CN); HUANG, Wenqing (CN); ZHANG, Jiangru (CN); ZHAO, Yating (CN); JIANG, Chao (CN); SUN, Shuqi (CN); GUO, Zhaoyan (CN); CHEN, Song (CN).
(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)
-

- (54) VẬT LIỆU COMPOSIT XỐP CÓ KHẢ NĂNG TẠO RA HỒ QUANG ĐIỆN TRONG TRƯỜNG VI SÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT LIỆU NÀY

(21) 1-2021-02754

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang trong trường vi sóng và phương pháp sản xuất vật liệu này. Vật liệu composit xốp bao gồm khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp, trong đó kích thước lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp này là 0,2-1000 μm . Vật liệu composit xốp nêu trên có tính năng cơ khí tuyệt vời, có thể tạo ra hồ quang trong trường vi sóng để nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao, và theo đó có thể được sử dụng trong các lĩnh vực như gia nhiệt nhiệt độ cao bằng vi sóng, nhiệt phân sinh khối, xử lý dầu thực vật, nhiệt phân vật liệu polyme thải bỏ, nhiệt phân hóa dầu, thu hồi vật liệu composit sợi cacbon, xử lý chất thải, xử lý khí thải VOD, xử lý nước thải COD, xúc tác nhiệt độ cao, tái chế toàn bộ thành phần của bản mạch thải bỏ, và điều chế hydro.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các lĩnh vực bao gồm gia nhiệt bằng vi sóng, nhiệt phân nhiệt độ cao bằng vi sóng và việc sử dụng nguồn chất thải, cụ thể là đề cập đến vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, phương pháp sản xuất và việc sử dụng chúng, và phương pháp nhiệt phân và/hoặc tái chế các chất bao gồm các hợp chất hữu cơ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hơn 90% nguyên liệu hóa học thô tới từ các năng lượng hóa thạch như dầu mỏ, khí đá phiến và than đá. Tuy nhiên, năng lượng hóa thạch là nguồn năng lượng không tái sinh được và sẽ tạo ra CO₂ trong quá trình sử dụng. Do đó, hiện nay, sự phát triển năng lượng tái sinh thân thiện với môi trường đã trở thành một trong số các tâm điểm trong lĩnh vực năng lượng. Để phát triển kinh tế và xã hội bền vững hơn, có nhu cầu cấp bách thay thế năng lượng hóa thạch bằng các nguồn năng lượng sinh khối tái sinh được. Trong số chúng, dầu thực vật đã trở thành tâm điểm nghiên cứu do chúng có các đặc tính như giá thành thấp và có thể sản xuất được trên quy mô lớn. Từ năm 2012 đến năm 2013, tổng số 462 triệu tấn dầu thực vật chính như dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành được sản xuất trên thế giới. Trong vài năm gần đây, sự phát triển nhanh chóng của công nghệ nhiệt phân đã khiến nó trở thành một trong số các công nghệ tương đối hiệu quả và tận dụng được sinh khối hoàn thiện.

Theo khía cạnh khác, kể từ những năm 1950, con người đã tạo ra 8,3 tỷ tấn nhựa, trong số đó 6,3 tỷ tấn trở thành rác thải. Trong số 6,3 tỷ tấn chất thải nhựa này, 9% được tái chế, 12% được thiêu, và 79% còn lại (gần 5,5 tỷ tấn) được chôn lấp trong các bãi rác hoặc bị tích tụ trong môi trường tự nhiên. Con người vẫn đang tăng tốc độ sản xuất nhựa. Hiện tại, sản lượng hàng năm của nhựa đã đạt tới 400 triệu tấn. Theo ước tính tới năm 2050, sẽ có khoảng 12 tỷ tấn chất thải nhựa trên thế giới. Mỗi năm, hơn 8 triệu tấn nhựa được thải ra biển. Nếu không có các hạn chế được đưa ra, tới năm 2050 số lượng rác thải nhựa sẽ nhiều hơn số cá trong đại dương. Trong vài năm gần đây, số lượng lớn các

ấn phẩm quốc tế đã lần lượt công bố vấn đề ô nhiễm của các hạt nhựa đến các sinh vật sống trong đại dương và các con sông và tới nước uống, mà đã cảnh báo toàn xã hội về vấn đề ô nhiễm nhựa. Vào năm 2018, chương trình môi trường của Liên hợp quốc lần đầu đã tập trung vào vấn đề ô nhiễm do nhựa thải bỏ gây ra, và công bố "Đánh bại ô nhiễm nhựa" ("Beat Plastic Pollution") làm chủ đề của Ngày môi trường thế giới, kêu gọi toàn thế giới "tuyên chiến" với nạn ô nhiễm nhựa.

Để giải quyết vấn đề ô nhiễm nhựa, các nhà nghiên cứu khoa học đã có những nỗ lực không ngừng nghỉ. Kể từ năm 1970, đã có nhiều công trình nghiên cứu về việc sản xuất nhựa có thể phân hủy được trong môi trường tự nhiên. Tuy nhiên, nhựa có thể phân hủy được có nhiều ứng dụng quan trọng chỉ trong y sinh, màng phủ trong nông nghiệp và các túi đựng rác, v.v., và trong nhiều trường hợp cần tái chế, sự có mặt của nhựa có thể phân hủy được sẽ ảnh hưởng nhiều đến tính năng của vật phẩm làm từ nhựa tái chế. Hơn thế nữa, các nhựa có thể phân hủy được vẫn cần có thời gian tương đối dài để phân hủy trong các môi trường tự nhiên không lý tưởng, theo đó vấn đề ô nhiễm trắng có thể không được giải quyết triệt để.

Hiện tại, tái chế cơ học là giải pháp kỹ thuật duy nhất được sử dụng rộng rãi để xử lý chất thải nhựa này. Các bước chính lần lượt loại bỏ các cặn hữu cơ, rửa, nghiền, và gia nhiệt chảy và tái xử lý, và trong quá trình gia nhiệt chảy và tái xử lý, thường cần phối trộn thêm các vật liệu mới để duy trì tính năng. Các nhựa khác nhau sẽ có đáp ứng khác nhau đối với quy trình xử lý, mà làm cho giải pháp kỹ thuật tái chế cơ học chỉ có thể áp dụng cho một số ít loại nhựa. Hiện tại, thực tế, chỉ có polyetylen terephthalat (PET) và polyetylen (PE) được tái chế bằng công nghệ nêu trên, lần lượt chiếm 9% và 37% sản lượng nhựa hằng năm. Các nhựa nhạy với nhiệt độ, các vật liệu composit, và các nhựa không nóng chảy và chảy ở nhiệt độ tăng cao (như nhựa rắn nhiệt) có thể không xử lý được bằng phương pháp này.

Phương pháp tái chế hóa học mà chuyển hóa chất thải nhựa thành các hydrocacbon phân tử nhỏ (khí, dầu lỏng hoặc sáp rắn) thông qua chuyển hóa hóa học hoặc chuyển hóa nhiệt được đánh giá là giải pháp kỹ thuật mà có thể ưu việt hơn tái chế cơ học, và các sản phẩm thu được có thể được sử dụng làm nhiên liệu hoặc nguyên liệu hóa học thô. Tuy nhiên, giải pháp kỹ thuật này hiện tại chưa được sử dụng rộng rãi, chủ yếu do chi phí cao. Một mặt, phần lớn các quy trình tái chế hóa học cần đến các chất xúc tác đắt đỏ, và tính chọn lọc của chất xúc tác này yêu cầu nguyên liệu thô phải là các

polyme tinh khiết, mà cần tiêu tốn thời gian và nhân công để phân loại kỹ các chất thải nhựa này. Mặc khác, quy trình tái chế hóa học tiêu tốn rất nhiều năng lượng.

Theo khía cạnh khác, với sự phát triển nhanh chóng của nền kinh tế thế giới, các vật liệu cao su được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp khác nhau, và theo đó nhu cầu đối với các sản phẩm cao su cũng tăng theo. Sự xuất hiện của xe ô tô đã mang đến sự thuận tiện lớn cho việc sản xuất và cuộc sống của con người và thúc đẩy sự phát triển của xã hội. Đồng thời, nó cũng đem lại một số nguy cơ tiềm ẩn mà khó bỏ qua, đó là, làm trầm trọng thêm các vấn đề về môi trường và tài nguyên. Cùng với sự gia tăng từ năm này qua năm khác của ngành sản xuất xe ô tô, sự tiêu thụ các tài nguyên và lượng lốp xe thải bỏ tiếp tục gia tăng. Trung Quốc là một quốc gia có lãnh thổ rộng lớn và quy mô dân số lớn, và là nước sử dụng một số lượng lốp xe lớn. Lốp xe thải bỏ chiếm rất nhiều tài nguyên đất và không gian môi trường, và hơn nữa, vì thời gian cần để phân hủy các lốp xe thải bỏ là chưa biết, nên không chỉ khó khăn trong loại bỏ chúng bằng cách nén lại mà còn khó phân hủy sinh học. Các lốp xe thải bỏ gây hại rất nhiều cho môi trường và khó xử lý, theo đó chúng được gọi là "ô nhiễm đen". Việc tái sử dụng nguồn chất thải cao su đã trở lên cấp thiết.

Theo khía cạnh khác, các vật liệu composit sợi cacbon có đặc tính tuyệt vời như trọng lượng nhẹ, độ bền cao, và độ chịu mài mòn tốt, và được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực công nghệ cao như không gian vũ trụ, năng lượng mới, ngành công nghiệp ô tô, và hàng hóa dùng trong thể thao. Với ứng dụng rộng rãi của vật liệu composit sợi cacbon, chất thải từ vật liệu composit sợi cacbon được tạo ra tăng từng ngày. Lượng lớn chất thải từ vật liệu composit sợi cacbon đã thu hút sự chú ý của mọi người, mà có ảnh hưởng lớn đến việc bảo vệ môi trường và các lợi ích kinh tế. Do mọi người ngày càng quan tâm tới vấn đề bảo vệ môi trường và điều kiện quốc tế gây ra cuộc khủng hoảng về năng lượng và tài nguyên, và ngoài ra, sợi cacbon trong vật liệu composit sợi cacbon có giá thành cao và tính năng tổng thể tuyệt vời nên các nghiên cứu về công nghệ tái chế sợi cacbon là xu hướng phát triển quan trọng trong tương lai.

Các phương pháp sử dụng công nghệ tái chế sợi cacbon hiện nay chủ yếu bao gồm phương pháp tái chế vật lý và phương pháp tái chế hóa học. Phương pháp tái chế vật lý là nghiền thành bột hoặc gia nhiệt chảy chất thải từ vật liệu composit sợi cacbon làm nguyên liệu thô cho các vật liệu mới. Tuy nhiên, phương pháp này sẽ ảnh hưởng xấu đến tính chất của các thành phần khác nhau của vật liệu composit, đặc biệt là các

tác giả sáng chế không thể thu được sợi cacbon từ đó, và có thể không thực hiện được việc tái chế. Tái chế hóa học là phương pháp mà sử dụng việc phân hủy bằng nhiệt hoặc phân hủy bằng dung môi hữu cơ để tái chế sợi cacbon từ chất thải từ vật liệu composit sợi cacbon. Tái chế bằng cách phân hủy sử dụng các dung môi hữu cơ sẽ thu được sợi cacbon sạch, nhưng việc sử dụng lượng lớn các dung môi hữu cơ, mà có thể gây ô nhiễm môi trường. Việc phân tách dung môi đã sử dụng (phân tách chất lỏng, chiết, chưng cất, v.v..) diễn ra rất phức tạp, dẫn tới chi phí tái chế cao. Hơn thế nữa, phương pháp này có tính chọn lọc đối với loại nhựa nền của vật liệu composit nhựa được gia cường bằng sợi cacbon và thậm chí với loại chất đóng rắn, và theo đó nó không thích hợp đối với tất cả các nhựa nền. Một cách phân hủy khả thi nhất trong công nghiệp đã được bộc lộ trong tình trạng kỹ thuật trước là phân hủy vật liệu composit sợi cacbon bằng nhiệt. Tuy nhiên, các cách gia nhiệt truyền thống thường có hiệu quả thấp, mà làm cho chi phí cho năng lượng quá cao.

Bản mạch in (Printed Circuit Board - PCB) là một chi tiết chính trong hầu hết các sản phẩm thông tin điện tử và được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau như các linh kiện điện tử và điều khiển điện. Đóng vai trò làm vật liệu nền trong sản xuất PCB, tấm mỏng tráng đồng chủ yếu được cấu thành từ ba phần: nền, lá đồng và chất kết dính. Nền này được cấu thành từ nhựa polyme tổng hợp và vật liệu gia cố. Chất kết dính thường là nhựa phenol, nhựa epoxy, nhựa polyimide, nhựa este xyanat, nhựa polyphenylen ete, v.v... Đầu những năm 2000, sản lượng tấm mỏng tráng đồng hàng năm của Trung Quốc đã đạt tới 160100 tấn. Trong năm 2006, sản lượng bản mạch in của Trung quốc đã vượt qua Nhật Bản và trở thành nhà sản xuất bản mạch in với giá trị sản lượng lớn nhất trên thế giới. Gần đây, khoảng 40% PCB của thế giới được sản xuất ở Trung Quốc, trong khi đó lượng bản mạch in thải bỏ (Waste Printed Circuit Board - WPCB) cũng rất lớn. Các phương pháp xử lý WPCB hiện nay như xử lý cơ học và hòa tan bằng axit phần lớn tập trung vào việc tái chế các kim loại trong các bản mạch, trong khi đó ít khi giải quyết vấn đề tái chế hiệu quả các thành phần không phải là kim loại trong các bản mạch; hơn thế nữa, phần lớn các phương pháp này có mối đe dọa rất lớn đối với sự an toàn của môi trường. Do đó, việc tìm ra phương pháp xử lý WPCB sạch và hiệu quả là một trong số các vấn đề nóng của việc nghiên cứu hiện nay.

Vì sóng chỉ sóng điện từ có chiều dài sóng nằm trong khoảng từ tia hồng ngoại tới sóng radio tần số siêu cao (Ultrahigh Frequency - UHF), và có khả năng đâm xuyên

mạnh, chiều dài sóng nằm trong khoảng từ 1 m đến 1 mm, và tần số tương ứng là 300 GHz-300 MHz. Manhêtrôn của thiết bị tạo vi sóng nhận năng lượng từ nguồn năng lượng để tạo ra các vi sóng, mà được chuyển sang thiết bị gia nhiệt bằng vi sóng thông qua ống dẫn sóng, và vật liệu cần gia nhiệt sẽ được gia nhiệt dưới tác động của trường vi sóng. Cách thức gia nhiệt bằng vi sóng hoàn toàn khác với việc truyền nhiệt thông thường. Điện trường tần số cao thay đổi theo chu kỳ điện trường được áp dụng và hướng ở tốc độ hàng trăm triệu trên giây, vì vậy các phân tử phân cực trong vật liệu sẽ dao động ở tần số cao với điện trường, và nhờ ma sát và lực nén giữa các phân tử, vật liệu nóng lên nhanh chóng, theo đó nhiệt độ bên trong và nhiệt độ trên bề mặt của vật liệu sẽ đồng thời tăng lên nhanh chóng.

Gần đây, công nghệ nhiệt phân bằng vi sóng không sử dụng chất xúc tác đã được phát triển. Công nghệ này có hiệu quả năng lượng cao và có thể xử lý đồng thời được nhiều loại chất thải nhựa khác nhau mà đã bị ô nhiễm tới mức nhất định, như polyetylen, polypropylen, polyeste, polystyren và polyvinyl clorua được sử dụng phổ biến nhất hiện nay, để nhiệt phân chúng thành nguyên liệu hóa học thô. Ngoài ra, công nghệ nhiệt phân bằng vi sóng cũng được sử dụng để nhiệt phân chất thải cao su thành các monome mà sau đó được polyme hóa lại để sử dụng. Do đó, công nghệ nhiệt phân bằng vi sóng được mong đợi là sẽ trở thành chìa khóa để giải quyết vấn đề ô nhiễm nhựa và tái sử dụng các tài nguyên cao su.

Nhiều bằng sáng chế đã bộc lộ công nghệ nhiệt phân sử dụng đặc tính này của vi sóng, như công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Trung Quốc (CN) số CN102585860A, CN103252226A, CN106520176A, v.v., nhưng tất cả chúng đều sử dụng các vật liệu nhạy với vi sóng thông thường như silic cacbua để tạo ra nhiệt trong trường vi sóng và truyền nhiệt này đến vật liệu cần nhiệt phân, theo đó đạt được mục đích nhiệt phân. Cách thức này không đạt được nhiệt độ làm việc cao và hiệu quả lý tưởng và thành phần sản phẩm. Do đó, vẫn có nhu cầu phát triển vật liệu gia nhiệt bằng vi sóng mà có thể nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao trong trường vi sóng và truyền nhiệt này tới các vật liệu, để phát triển phương pháp hiệu quả để nhiệt phân nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với chất thải nhựa, chất thải cao su, sinh khối hoặc dầu thực vật, và để phát triển phương pháp hiệu quả để nhiệt phân nhiệt độ cao bằng vi sóng đối với vật liệu composit sợi cacbon và tái chế sợi cacbon, và phương pháp để nhiệt phân nhiệt độ cao bằng vi sóng bản mạch để thực hiện được việc tái chế tài nguyên hiệu quả. Việc phát triển các vật liệu và phương

pháp này có các triển vọng ứng dụng to lớn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề nêu trên trong lĩnh vực kỹ thuật, mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu composit xốp và phương pháp sản xuất và sử dụng chúng. Vật liệu composit xốp này có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng để nhanh chóng (ví dụ, trong vài chục giây đến vài phút) tạo ra nhiệt độ cao (cụ thể là trên 1000°C), theo đó đạt được việc gia nhiệt nhiệt độ cao bằng vi sóng hiệu quả cho hoặc nhiệt phân bằng vi sóng các chất bao gồm các hợp chất hữu cơ (ví dụ, các nhựa, như polyetylen, polypropylen và polystyren; các cao su; các dầu thực vật; các sinh khối; các vật liệu composit sợi cacbon; các bản mạch) và tái chế các chất có giá trị trong sản phẩm đã nhiệt phân dưới dạng nguyên liệu hóa học thô hoặc cho các ứng dụng trong các khía cạnh khác. Ngoài ra, bản thân vật liệu composit xốp này có thể chịu được nhiệt độ cao và thích hợp cho các ứng dụng công nghiệp.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu composit xốp nêu trên mà có thể thực hiện đơn giản và dễ dàng, và dễ thực hiện trên quy mô lớn.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp gia nhiệt nhiệt độ cao bằng vi sóng hoặc nhiệt phân bằng vi sóng cho các chất bao gồm các hợp chất hữu cơ bằng cách sử dụng vật liệu composit xốp nêu trên mà có thể thực hiện hiệu quả, và sản phẩm đã nhiệt phân có thể có giá trị gia tăng cao, và đặc biệt là các thành phần chủ yếu là nhẹ hơn (đặc biệt là pha khí hoặc khí phân tử nhỏ).

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp nhiệt phân nhiệt độ cao bằng vi sóng cho các bản mạch để thực hiện việc tái chế hiệu quả các tài nguyên. Các sản phẩm khí đã nhiệt phân có thể là các khí có giá trị tái chế cao, và các cặn rắn có thể dễ dàng thực hiện việc phân tách kim loại và các thành phần không phải kim loại, và thực hiện việc thu hồi hiệu quả các kim loại và sợi thủy tinh, theo đó thực hiện được việc thu hồi sạch và hiệu quả tất cả các thành phần của các bản mạch thải bỏ.

Các mục đích nêu trên của sáng chế có thể đạt được bằng vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng. Vật liệu composit xốp này có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng bao gồm khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp này.

Cụ thể là, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất vật liệu composit xốp có khả

năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, bao gồm khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp này, trong đó đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp này là 0,2-1000 μ m.

Ở đây, thuật ngữ “được mang” có nghĩa rằng vật liệu cacbon được cố định vào bề mặt và/hoặc trong cấu trúc của khung làm việc vô cơ xốp thông qua lực liên kết cụ thể. Bề mặt chỉ tất cả các mặt phân cách của khung làm việc xốp mà có thể tiếp xúc với pha khí. Thuật ngữ "được cố định trong cấu trúc" chỉ việc được lắp vào hoặc được neo vào bên trong bản thân khung làm việc xốp, hơn là bên trong các đường dẫn trong lỗ.

Hồ quang điện chỉ hiện tượng phóng điện của khí, và nó là một chùm khí được ion hóa ở nhiệt độ cao và cũng là một loại plasma.

Vật liệu cacbon có thể là ít nhất một vật liệu cacbon được chọn từ nhóm gồm graphen, các ống nano cacbon, các sợi nano cacbon, graphit, muối cacbon, các sợi cacbon, các chấm lượng tử cacbon, các dây dẫn nano cacbon, các sản phẩm thu được bằng cách cacbon hóa chất hữu cơ có thể cacbon hóa và các sản phẩm sau khi cacbon hóa hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa, tốt hơn là ít nhất một vật liệu cacbon được chọn từ nhóm gồm graphen, các ống nano cacbon, các sản phẩm thu được bằng cách cacbon hóa chất hữu cơ có thể cacbon hóa và các sản phẩm sau khi cacbon hóa hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa.

Cacbon hóa chỉ quy trình xử lý chất hữu cơ dưới các điều kiện về nhiệt độ và áp suất nhất định, trong đó tất cả hoặc phần lớn hydro, oxy, nitơ, lưu huỳnh, v.v...trong chất hữu cơ này bị bay hơi, theo đó thu được vật liệu tổng hợp có hàm lượng cacbon cao.

Chất hữu cơ có thể cacbon hóa chỉ các hợp chất polyme hữu cơ, gồm có:

- các hợp chất polyme hữu cơ tổng hợp, tốt hơn là các cao su, hoặc nhựa, gồm có nhựa rắn nhiệt và chất dẻo nhiệt, và tốt hơn nữa là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm nhựa epoxy, nhựa phenolic, nhựa furan, polystyren, copolyme styren-divinylbenzen, polyacrylonitril, polyanilin, polypyrol, polythiophen, cao su styren butadien và cao su polyuretan; và

- các hợp chất polyme hữu cơ tự nhiên, tốt hơn là ít nhất một hợp chất polyme được chọn từ nhóm gồm tinh bột, xơ visco, lignin và xenluloza.

Hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa chỉ hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa và chất hữu cơ khác không chứa kim loại và/hoặc chất vô cơ không chứa kim loại; tốt hơn là ít nhất một chất được chọn từ nhóm gồm than đá, dầu hắc ín tự nhiên,

dầu hắc ín từ dầu mỏ hoặc dầu nhựa than đá.

Tỷ lệ của vật liệu cacbon có thể là 0,001%-99%, tốt hơn là 0,01%-90%, và tốt hơn nữa là 0,1%-80%, tính trên tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Khung làm việc vô cơ xốp chỉ vật liệu vô cơ có cấu trúc xốp. Đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp này là 0,2-1000 μm , tốt hơn là 0,2-500 μm , tốt hơn nữa là 0,5-500 μm , đặc biệt tốt hơn là 0,5-250 μm , hoặc 0,2-250 μm . Độ xốp của khung làm việc vô cơ xốp này có thể là 1%-99,99%, tốt hơn là 10%-99,9%, và tốt hơn nữa là 30%-99%.

Ở đây, đường kính trung bình của lỗ được đo bằng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM). Đầu tiên, đường kính lỗ của một lỗ đơn lẻ được xác định bằng giá trị nhỏ nhất của khoảng cách giữa hai điểm giao nhau của đường thẳng đi qua tâm của lỗ đơn lẻ này và đường bao của lỗ trên ảnh SEM; tiếp theo, đường kính trung bình của lỗ được xác định bằng giá trị trung bình số của các giá trị đường kính lỗ của tất cả các lỗ được nêu trên ảnh SEM.

Độ xốp được xác định dựa trên GB/T 23561.4-2009.

Vật liệu vô cơ có thể là một hoặc hỗn hợp của nhiều trong số cacbon, silicat, aluminat, borat, phosphat, germanat, titanat, oxit, nitrua, cacbua, borua, sulfua, silicua và halogenua; tốt hơn là một hoặc hỗn hợp của nhiều trong số cacbon, silicat, titanat, oxit, cacbua, nitrua và borua. Oxit có thể là ít nhất một oxit được chọn từ nhóm gồm nhôm oxit, silic oxit, ziricon oxit, magie oxit, xeri oxit và titan oxit. Nitrua có thể là ít nhất một nitrua được chọn từ nhóm gồm silic nitrua, bo nitrua, ziricon nitrua, hafini nitrua và tantan nitrua. Cacbua có thể là ít nhất một cacbua được chọn từ nhóm gồm silic cacbua, ziricon cacbua, hafini cacbua và tantan cacbua. Borua có thể là ít nhất một borua được chọn từ nhóm gồm ziricon borua, hafini borua và tantan borua. Vật liệu hữu cơ của khung làm việc vô cơ xốp này tốt hơn nữa là ít nhất một vật liệu được chọn từ nhóm gồm cacbon, silicat, nhôm oxit, magie oxit, ziricon oxit, silic cacbua, bo nitrua, và kali titanat.

Tốt hơn, nếu khung làm việc vô cơ xốp là ít nhất một trong số các khung làm việc sau: khung làm việc cacbon thu được sau khi cacbon hóa bột polyme, khung làm việc xốp được cấu thành bởi các sợi vô cơ, khung làm việc từ bột vô cơ, khung làm việc được cấu thành bằng cách gói các hạt vô cơ, khung làm việc xốp từ gốm thu được sau khi nung tiền thân của khung làm việc gốm xốp, khung làm việc từ sợi gốm thu được sau

khi nung tiền thân của khung làm việc sợi gốm; tốt hơn là khung làm việc sau khi cacbon hóa bột melanin, khung làm việc sau khi cacbon hóa bột nhựa phenolic, khung làm việc xếp từ sợi nhôm silicat (như nhôm len đá silicat), khung làm việc xếp từ sợi mulit, khung làm việc xếp từ sợi nhôm oxit (như tấm từ sợi nhôm oxit), khung làm việc xếp từ sợi ziricon oxit, khung làm việc xếp từ sợi magie oxit, khung làm việc xếp từ sợi bo nitrua, khung làm việc xếp từ sợi bo cacbua, khung làm việc xếp từ sợi silic cacbua, khung làm việc xếp từ sợi kali titanat, và khung làm việc từ sợi gốm thu được sau khi nung tiền thân của khung làm việc sợi gốm.

Cấu trúc xếp của khung làm việc vô cơ xếp có thể là từ cấu trúc lỗ của bản thân vật liệu tạo khung làm việc, như dạng cấu trúc giống như bột; hoặc từ cấu trúc lỗ được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng sợi, như bông sợi, phốt sợi, tấm xơ ép và các dạng cấu trúc khác; hoặc từ cấu trúc lỗ được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng hạt, như dạng cấu trúc cọc cát; hoặc từ sự kết hợp của các dạng khác nhau nêu trên. Tốt hơn, nếu từ cấu trúc lỗ được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng sợi. Cần đặc biệt lưu ý rằng đối với khung làm việc xếp được cấu thành bởi các sợi vô cơ như được mô tả ở trên, thuật ngữ “xếp” ở đây chỉ từ cấu trúc lỗ trong khung làm việc được tạo ra bằng cách bao gói các vật liệu dạng sợi, nhưng không có nghĩa là bản thân các sợi này đều xếp.

Vật liệu composit xếp theo sáng chế có thể tạo ra hồ quang điện nhiệt độ cao trong trường vi sóng, ví dụ, trong trường vi sóng 900w, vật liệu composit xếp này có thể tạo ra hồ quang điện mà có thể làm cho nhiệt độ của nó tăng cao hơn 1000°C, và bản thân vật liệu composit xếp này có thể chịu được nhiệt độ cao, mà lên tới 3000°C. Vật liệu composit xếp này có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng theo sáng chế là vật liệu gia nhiệt bằng vi sóng hiệu quả.

Phương pháp sản xuất

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu composit xếp theo sáng chế. Phương pháp sản xuất theo sáng chế bao gồm các bước sau:

(1) nhúng chìm khung làm việc vô cơ xếp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xếp vào trong dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon và/hoặc tiền thân của vật liệu cacbon, sao cho các lỗ của khung làm việc vô cơ xếp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xếp được nạp đầy bằng dung dịch hoặc thể phân tán này;

(2) gia nhiệt và làm khô vật liệu xếp thu được ở bước (1), sao cho vật liệu cacbon

hoặc tiền thân của vật liệu cacbon được kết tủa hoặc đông rắn và được mang trên khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên;

(3) tiếp tục thực hiện bước sau nếu ở ít nhất một trong số tiền thân của vật liệu cacbon hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên được sử dụng làm vật liệu ban đầu: gia nhiệt vật liệu xốp thu được ở bước (2) trong khí quyển khí trơ để chuyển hóa tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên thành khung làm việc vô cơ xốp, và/hoặc khử hoặc cacbon hóa tiền thân của vật liệu cacbon.

Dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền thân của nó ở bước (1) có thể bao gồm dung môi được chọn từ danh sách sau: một mình hoặc hỗn hợp của các dung môi trong số benzen, toluen, xylen, triclobenzen, clorofom, xyclohexan, etyl caproat, butyl axetat, cacbon disulfua, keton, axeton, xyclohexanon, tetrahydrofuran, dimetylformamit, nước và rượu; trong đó rượu tốt hơn là ít nhất một rượu được chọn từ nhóm gồm propanol, n-butanol, isobutanol, etylen glycol, propylen glycol, 1,4-butandiol, isopropanol và etanol.

Tiền thân của vật liệu cacbon để mang được sử dụng trong phương pháp sản xuất theo sáng chế tốt hơn là tiền thân mà có thể được hòa tan hoặc được phân tán trong dung môi, mà thân thiện với cơ thể con người và môi trường, trước khi mang, tạo ra quy trình sản xuất “xanh”. Dung môi, mà thân thiện với cơ thể con người và môi trường, là ít nhất một dung môi được chọn từ nhóm gồm etanol, nước và hỗn hợp của cả hai, nghĩa là, dung môi ở bước (1) tốt hơn nữa là dung môi bao gồm nước và/hoặc etanol; và còn tốt hơn là nước và/hoặc etanol.

Dung dịch hoặc thể phân tán chỉ cần hòa tan vừa đủ hoặc phân tán vừa đủ đối với vật liệu cacbon và/hoặc tiền thân của vật liệu cacbon trong dung môi. Thông thường, nồng độ của nó có thể là 0,001-1g/mL, tốt hơn là 0,002-0,8g/mL, và còn tốt hơn là 0,003g-0,5g/mL.

Việc gia nhiệt và làm khô ở bước (2) có thể được tiến hành ở nhiệt độ 50-250°C, tốt hơn là 60-200°C, và tốt hơn nữa là 80-180°C; việc gia nhiệt bằng vi sóng được ưu tiên. Năng lượng của vi sóng có thể là 1W-100KW, và tốt hơn là 500W-10KW. Thời gian gia nhiệt bằng vi sóng có thể là 2-200 phút, và tốt hơn là 20-200 phút.

Tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên là vật liệu xốp có thể được chuyển hóa thành khung làm việc vô cơ xốp, và có thể là ít nhất một vật liệu được chọn từ nhóm gồm các tiền thân của gốm, các vật liệu xốp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa

hoặc các vật liệu xốp của hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa.

Tiền thân của vật liệu cacbon có thể là ít nhất một trong số graphen oxit, các ống nano cacbon cải biến, các sợi nano cacbon cải biến, graphit cải biến, muối cacbon cải biến, các sợi cacbon cải biến và chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc các hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa. Các ống nano cacbon cải biến, các sợi nano cacbon cải biến, graphit cải biến, muối cacbon cải biến, và các sợi cacbon cải biến chỉ các vật liệu cacbon mà được xử lý sơ bộ để cải thiện khả năng phân tán của các vật liệu cacbon này trong nước hoặc các dung môi hữu cơ và thu được các thể phân tán ổn định. Ví dụ, việc xử lý sơ bộ này được thực hiện bằng các chất phân tán và các chất hoạt động bề mặt, hoặc việc xử lý sơ bộ này được thực hiện bằng cách ghép các nhóm ưa nước, v.v. Các biện pháp xử lý sơ bộ này đều tuân theo các biện pháp xử lý sơ bộ để cải thiện khả năng phân tán trong lĩnh vực kỹ thuật trước. Tất cả các vật liệu cacbon đều trải qua việc xử lý sơ bộ nêu trên, như thể phân tán trong nước của graphen, thể phân tán trong etanol của graphen, huyền phù đặc chứa nước của graphen, huyền phù đặc chứa dầu của graphen, thể phân tán trong nước của graphen oxit, thể phân tán trong etanol của graphen oxit, thể phân tán trong N-methylpyrrolidon của graphen oxit, thể phân tán trong nước của các ống nano cacbon, thể phân tán trong nước của ống nano cacbon được carboxyl hóa, thể phân tán trong etanol của các ống nano cacbon, thể phân tán trong dimethylformamit của các ống nano cacbon, huyền phù đặc chứa N-methylpyrrolidon của các ống nano cacbon, v.v., cũng có thể thu được trên thị trường.

Nhiệt độ gia nhiệt ở (3) có thể là 400-1800°C, tốt hơn là 600-1500°C, và tốt hơn nữa là 800-1200°C; việc gia nhiệt bằng vi sóng được ưu tiên. Năng lượng của vi sóng có thể là 100W-100KW, và tốt hơn là 700W-20KW. Thời gian gia nhiệt bằng vi sóng có thể là 0,5-200 phút, và tốt hơn là 1-100 phút.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất bao gồm các bước sau:

a. pha chế dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền thân của vật liệu cacbon để mang;

b. nhúng chìm khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân khung làm việc vô cơ xốp trong dung dịch hoặc thể phân tán ở bước a, sao cho các lỗ của khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên được nạp đầy bằng dung dịch hoặc thể phân tán này; vật liệu cacbon và/hoặc tiền thân của vật liệu cacbon bao gồm 0,001%-99,999%, tốt hơn là 0,01%-99,99%, và tốt hơn nữa là 0,1%-99,9% tổng khối

lượng của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon và/hoặc tiền thân của vật liệu cacbon;

c. lấy ra vật liệu xốp thu được ở bước b, sau đó gia nhiệt và làm khô, sao cho vật liệu cacbon hoặc tiền thân của vật liệu cacbon được kết tủa hoặc đóng rắn, và được mang trên khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên; nhiệt độ gia nhiệt và làm khô là 50-250°C, tốt hơn là 60 -200°C, và tốt hơn nữa là 80-180°C;

thu được vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng sau bước c, nếu các vật liệu ban đầu nêu trên được sử dụng là vật liệu cacbon và khung làm việc vô cơ xốp;

và thực hiện thêm bước d sau đây, nếu các vật liệu ban đầu nêu trên được sử dụng bao gồm ít nhất một trong số tiền thân của vật liệu cacbon hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên,

d. gia nhiệt vật liệu xốp thu được ở bước c trong khí quyển khí trơ, để chuyển hóa tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên thành khung làm việc vô cơ xốp, và/hoặc khử hoặc cacbon hóa tiền thân của vật liệu cacbon, theo đó thu được vật liệu composit xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng; nhiệt độ gia nhiệt là 400-1800°C, tốt hơn là 600-1500°C, và tốt hơn nữa là 800-1200°C.

Khi vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp trong phương pháp sản xuất theo sáng chế là graphen, dung dịch nước của graphen oxit tốt hơn là được sử dụng ở bước (1) hoặc bước a.

Khi vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xốp là các ống nano cacbon, thể phân tán của các ống nano cacbon tốt hơn là được sử dụng ở bước (1) hoặc bước a.

Khi nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền thân của vật liệu cacbon để mang, ở bước (1) hoặc bước a, hệ thống đóng rắn thích hợp cần được phối chế theo công thức phối chế đóng rắn thông thường đối với nhựa nhiệt rắn đã chọn trong lĩnh vực kỹ thuật này. Trong hệ thống đóng rắn này, tùy ý một hoặc nhiều chất phụ gia được chọn từ nhóm sau đây có thể được bổ sung: chất tăng tốc đóng rắn, phẩm nhuộm, các chất màu, các chất tạo màu, các chất chống oxy hóa, các chất làm ổn định, chất làm dẻo, chất làm trơn, chất cải biến hoặc các chất hỗ trợ dòng chảy, các chất làm chậm cháy, các chất chống nhỏ giọt, các chất chống đóng bánh, các chất tăng bám dính, các chất dẫn, các ion kim

loại đa hóa trị, các chất cải biến va đập, các chất hỗ trợ tháo khuôn, các chất tạo nhân, v.v.. Lượng chất phụ gia được sử dụng có thể là các lượng thông thường; hoặc có thể được điều chỉnh theo các điều kiện thực tế. Khi nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền thân của vật liệu cacbon để mang, sau khi gia nhiệt ở bước c sau đó, nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền thân của vật liệu cacbon được đóng rắn và được mang trên khung làm việc vô cơ xốp.

Khi nhựa nhiệt rắn được sử dụng làm tiền thân của vật liệu cacbon để mang, ở bước (1) hoặc bước a, dung môi tốt tương ứng trong lĩnh vực kỹ thuật này được chọn để hòa tan nhựa nhiệt rắn ở trên và hệ thống đóng rắn của nó để thu được dung dịch chứa tiền thân của vật liệu cacbon để mang.

Khi nhựa nhiệt dẻo được sử dụng làm tiền thân của vật liệu cacbon để mang, dung dịch của tiền thân của vật liệu cacbon để mang có thể được bổ sung các chất chống oxy hóa, các đồng chất chống oxy hóa, các chất làm ổn định nhiệt, các chất làm ổn định ánh sáng, các chất làm ổn định ozon, các chất hỗ trợ xử lý, chất làm dẻo, các chất làm mềm, các chất chống tạo khối, các chất tạo bọt, phẩm nhuộm, các chất màu, các sáp, các chất độn, các axit hữu cơ, các chất làm chậm cháy, các chất kết hợp và các chất phụ gia khác thường được sử dụng đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước khi xử lý nhựa. Các lượng của chất phụ gia được sử dụng có thể là các lượng thông thường hoặc có thể được điều chỉnh hoàn cảnh thực tế.

Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, các lỗ của khung làm việc vô cơ xốp có thể được điền đầy dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền thân của vật liệu cacbon để mang bằng cách nén vài lần hoặc không nén lần nào.

Sau khi vật liệu xốp thu được ở bước (1) được lấy ra ở bước (2) của phương pháp sản xuất theo sáng chế, các bước xử lý có thể được tiến hành hoặc không để loại bỏ dung dịch hoặc thể phân tán thừa của vật liệu cacbon hoặc tiền thân của vật liệu cacbon để mang trong vật liệu xốp thu được ở bước (1). Các bước xử lý nêu trên bao gồm, nhưng không giới hạn ở, một hoặc hai trong số hoạt động nén và ly tâm.

Việc gia nhiệt ở các bước (2) và (3) của phương pháp sản xuất theo sáng chế có thể tốt hơn là gia nhiệt bằng vi sóng, mà không chỉ hiệu quả mà còn có thể đạt được sự gia nhiệt đồng đều.

Cụ thể là, ở bước (2), năng lượng của vi sóng có thể là 1W-100KW, tốt hơn là 500W-10KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng là 2-200 phút, tốt hơn là 20-200 phút.

Ở bước (3), năng lượng của vi sóng có thể là 100W-100KW, tốt hơn là 700W-20KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng là 0,5-200 phút, tốt hơn là 1-100 phút.

Việc gia nhiệt ở bước (3) của phương pháp sản xuất theo sáng chế cần được thực hiện trong khí quyển khí trơ, mà được chọn từ khí quyển khí trơ thường được sử dụng đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước, tốt hơn là nito.

Các thiết bị được sử dụng trong phương pháp sản xuất theo sáng chế toàn bộ là các thiết bị thông thường.

Các ứng dụng

Vật liệu composit xếp theo sáng chế thể hiện các đặc tính cơ học tuyệt vời nhờ sự kết hợp của khung làm việc vô cơ xếp và vật liệu cacbon, và điều đáng ngạc nhiên là, có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng để nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao; ví dụ, trong trường vi sóng 900w, có thể tạo ra hồ quang điện mà có thể làm tăng nhiệt độ của vật liệu composit xếp lên cao hơn 1000°C; và nhờ đó nó có thể được sử dụng trong các lĩnh vực như gia nhiệt nhiệt độ cao bằng vi sóng, nhiệt phân sinh khối, xử lý dầu thực vật, nhiệt phân vật liệu polyme thải bỏ, nhiệt phân hóa dầu, tái chế vật liệu composit sợi cacbon, xử lý rác thải, xử lý khí thải VOD, xử lý nước thải COD và xúc tác nhiệt độ cao. Đồng thời, bản thân vật liệu composit xếp chịu được nhiệt độ cao, và quy trình sản xuất nó đơn giản và dễ thực hiện mà làm cho việc sản xuất trên quy mô lớn được thực hiện dễ dàng.

Do đó, theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất việc sử dụng vật liệu composit xếp theo sáng chế để gia nhiệt nhiệt độ cao bằng vi sóng, nhiệt phân và tái chế các chất bao gồm các hợp chất hữu cơ (ví dụ, các chất hữu cơ, các hỗn hợp bao gồm các chất hữu cơ hoặc vật liệu composit bao gồm các chất hữu cơ), xúc tác nhiệt độ cao và các lĩnh vực khác, đặc biệt là sử dụng để nhiệt phân sinh khối, xử lý dầu thực vật, nhiệt phân vật liệu polyme thải bỏ, nhiệt phân hóa dầu, tái chế vật liệu composit sợi cacbon, xử lý rác thải, xử lý khí thải VOD hoặc xử lý nước thải COD.

Nhiệt phân hóa dầu có nghĩa rằng trong quy trình sản xuất hóa dầu, các sản phẩm của quá trình cất phân đoạn dầu mỏ (gồm có dầu mỏ khí) thường được sử dụng làm nguyên liệu thô, và nhiệt độ cao hơn nhiệt phân được sử dụng để phá vỡ các phân tử hydrocacbon mạch dài thành nhiều khí hydrocacbon mạch ngắn khác nhau và một lượng nhỏ các hydrocacbon lỏng để tạo ra nguyên liệu hóa học hữu cơ thô.

Vật liệu composit xếp theo sáng chế có thể đặc biệt thích hợp để nhiệt phân

và/hoặc tái chế các chất bao gồm các hợp chất hữu cơ.

Theo đó theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất phương pháp nhiệt phân và/hoặc tái chế chất bao gồm hợp chất hữu cơ, trong đó chất bao gồm hợp chất hữu cơ này được cho tiếp xúc với vật liệu composit xốp theo sáng chế, trong khí quyển trơ hoặc trong chân không, trường vi sóng được áp dụng cho chất bao gồm hợp chất hữu cơ nêu trên và vật liệu composit xốp, và vật liệu composit xốp tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh chóng đạt đến nhiệt độ cao và nhiệt phân chất bao gồm hợp chất hữu cơ.

Chất bao gồm hợp chất hữu cơ bao gồm các chất hữu cơ, các hỗn hợp bao gồm các chất hữu cơ, và vật liệu composit bao gồm các chất hữu cơ, mà có thể được chọn ví dụ từ:

- Chất thải nhựa. Ở đây, chất thải nhựa chỉ nhựa và các hỗn hợp của chúng dùng cho mục đích dân dụng, công nghiệp và các mục đích khác mà đã được sử dụng đồng thời cuối cùng bị vứt bỏ hoặc được thay thế, gồm có nhưng không giới hạn ở, ít nhất một trong số polyolefin, polyeste (các polyeste và các hỗn hợp của chúng, như ít nhất một trong số polyetylen terephtalat, polybutylen terephtalat và polyarylat), polyamit, acrylonitril-butadien-styren terpolyme, polycarbonat, axit polylactic, polyuretan, polymethylmetacrylat, polyoxymetylen, polyphenylen ete và polyphenylen sulfua, tốt hơn là ít nhất một trong số polyetylen và các hỗn hợp của nó (gồm có nhưng không giới hạn ở ít nhất một trong số polyetylen tỷ trọng thấp, polyetylen tỷ trọng trung bình, polyetylen tỷ trọng cao và polyetylen trọng lượng phân tử siêu cao, tốt hơn là ít nhất một trong số polyetylen tỷ trọng thấp, polyetylen tỷ trọng thấp và polyetylen tỷ trọng cao), polypropylen và các hỗn hợp của nó, polyvinyl clorua và các hỗn hợp của nó, polyetylen terephtalat, polystyren và các hỗn hợp của nó (gồm có nhưng không giới hạn ở ít nhất một trong số polystyren bình thường, polystyren giãn nở, polystyren chịu va đập và polystyren có các nhóm thế được sắp xếp theo mô hình xen kẽ), polyamit, acrylonitril-butadien-styren terpolyme, polycarbonat, axit polylactic, polymethylmetacrylat và polyoxymetylen, tốt hơn nữa là, ít nhất một trong số polyetylen, polypropylen, polyvinyl clorua, polyetylen terephtalat, polystyren, polycarbonat và polyamit. Chất thải nhựa này có thể được trộn với nhau và được xử lý trực tiếp mà không cần phân loại, theo đó đơn giản hóa các thủ tục xử lý đối với chất thải nhựa, ngoại trừ việc nếu có các yêu cầu đặc biệt đối với các sản phẩm phân hủy,

chất thải nhựa cần được xử lý phụ thuộc vào loại chất thải nhựa.

- Các chất thải cao su. Ở đây, các chất thải cao su chỉ các cao su và các hỗn hợp của chúng dùng cho mục đích dân dụng, công nghiệp và các mục đích khác mà được sử dụng đồng thời cuối cùng bị vứt bỏ hoặc được thay thế; tốt hơn là ít nhất một trong số cao su tự nhiên, cao su butadien, cao su styren butadien, cao su nitril, cao su isopren, cao su etylen propylen, cao su butyl, neopren, copolyme khối dựa trên styren và cao su silicon; tốt hơn nữa là ít nhất một trong số cao su tự nhiên, cao su butadien, cao su styren butadien, cao su isopren và cao su etylen propylen. Các chất thải cao su có thể được trộn với nhau và được xử lý trực tiếp mà không cần phân loại, theo đó đơn giản hóa các thủ tục xử lý đối với các chất thải cao su; ngoại trừ nếu có các yêu cầu đặc biệt đối với các sản phẩm phân hủy, các chất thải cao su cần được xử lý phụ thuộc vào loại chất thải cao su.

- Sinh khối. Ở đây, sinh khối chỉ các động vật, thực vật và tảo khác nhau được tạo ra bởi quá trình quang hợp, chủ yếu được cấu thành từ xenluloza, hemixenluloza và lignin, và gồm có nhưng không giới hạn ở, ít nhất một trong số rơm lúa gạo, bã mía, cành cây, lá cây, vụn gỗ, vỏ trấu, thân lúa, rơm lúa gạo, vỏ lạc, vỏ dừa, vỏ hạt cọ, vỏ quả óc chó, vỏ hạt mắc ca, vỏ quả hồ trăn, rơm lúa mì, thân ngô và bẹ ngô.

- Các dầu thực vật. Ở đây các dầu thực vật chỉ các chất béo và các dầu thu được từ các loại quả, các loại hạt và các loại mầm thực vật, và các hỗn hợp của chúng. Các chất béo và các dầu thu được từ các loại quả, các loại hạt và các loại mầm thực vật gồm có, nhưng không giới hạn ở, ít nhất một trong số dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương, dầu đậu nành, dầu lạc, dầu hạt lanh và dầu hải ly, tốt hơn là ít nhất một trong số dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành.

- Vật liệu composit sợi cacbon. Ở đây, vật liệu composit sợi cacbon tốt hơn là vật liệu composit polyme được gia cường bằng sợi cacbon đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước. Chất nền polyme được kết hợp với các sợi cacbon gồm có nhưng không giới hạn ở ít nhất một trong số polyetylen, polypropylen, nylon, nhựa phenolic và nhựa epoxy.

- Các bản mạch. Ở đây, các bản mạch có thể là các bản mạch khác nhau được sản xuất trong điều kiện kỹ thuật hiện tại.

Trong trường hợp vật liệu composit sợi cacbon, trong khí quyển hoặc trong chân không, trường vi sóng được sử dụng cho vật liệu composit sợi cacbon và vật liệu composit xốp, trong đó vật liệu composit xốp tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh chóng đạt đến nhiệt độ cao để nhiệt phân chất nền polyme trong vật liệu

composit sợi cacbon, trong khi đó sợi cacbon được giữ lại và được tái chế.

Trong trường hợp các bản mạch, bản mạch được tiếp xúc với vật liệu composit xốp, và trong khí quyển trơ hoặc trong chân không, trường vi sóng được sử dụng cho bản mạch và vật liệu composit xốp. Vật liệu composit xốp này tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng và nhanh chóng đạt đến nhiệt độ cao, theo đó nhiệt phân các vật liệu hữu cơ như nhựa tổng hợp polyme trong bản mạch và thu được lượng lớn sản phẩm dạng khí và các cặn rắn, trong đó các khí này là các khí có thể đốt cháy có nhiệt trị cao, và các cặn rắn bao gồm các thành phần kim loại có cấu trúc lỏng lẻo và có thể dễ dàng tách ra và các thành phần không phải là kim loại chủ yếu là các hỗn hợp sợi thủy tinh và tương tự.

Tỷ lệ trọng lượng của chất bao gồm hợp chất hữu cơ so với vật liệu composit xốp có thể là 1:99-99:1, tốt hơn là 1:50-50:1, tốt hơn nữa là 1:30-30:1, và tốt hơn nữa là 1:10-10:1.

Năng lượng vi sóng của trường vi sóng có thể là 1W-100KW, tốt hơn nữa là 100W-50KW, tốt hơn nữa là 200W-50KW, tốt hơn nữa là 500W-20KW, tốt nhất là 700W-20KW, đặc biệt là ví dụ 700W, 900W hoặc 1500W. Thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,1-200 phút; tốt hơn nữa là 0,5-150 phút, tốt nhất là 1-100 phút. Hồ quang điện được tạo ra trong trường vi sóng; 700-3000°C, tốt hơn là 800-2500°C, và tốt hơn nữa là 800-2000°C có thể nhanh chóng đạt tới, vì vậy hợp chất hữu cơ trong chất bao gồm hợp chất hữu cơ được nhiệt phân.

Ví dụ, năng lượng vi sóng để nhiệt phân dầu cọ có thể là 200W-80KW, tốt hơn là 300W-50KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-200phút; tốt hơn là 0,3-150phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân dầu hạt cải dầu có thể là 100W-50KW, tốt hơn là 200W-30KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,1-150phút; tốt hơn là 0,2-130phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân dầu hoa hướng dương có thể là 80W-60KW, tốt hơn là 200W-40KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,3-120phút; tốt hơn là 0,4-100 phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân dầu đậu nành có thể là 120W-40KW, tốt hơn là 200W-30KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-100phút; tốt hơn là 0,5-90phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân dầu lạc có thể là 100W-10KW, tốt hơn là 300W-8KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,3-100phút; tốt hơn là 0,5-90phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân dầu hạt lanh có thể là 150W-80KW, tốt hơn là 300W-50KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,1-80phút; tốt hơn

là 0,3-70phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân dầu hải ly có thể là 200W-50KW, tốt hơn là 300W-40KW; và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,5-70 phút, tốt hơn là 0,6-60phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân rom có thể là 100W-70KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-150phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân bã mía có thể là 80W-50KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-120phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân cành cây có thể là 120W-100KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,5-200 phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân lá cây có thể là 50W-40KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,1-80phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân vụn gỗ có thể là 100W-10KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-100 phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân vỏ trấu có thể là 80W-80KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-120phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân thân lúa là 100W-70KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng là 0,2-100 phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân rom lúa gạo có thể là 50W-60KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-60phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân vỏ lạc có thể là 100W-50KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,3-70phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân vỏ dừa có thể là 200W-80KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,5-150phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân vỏ hạt cọ có thể là 100W-50KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,3-100 phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân bẹ ngô có thể là 80W-50KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-70phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân cao su tự nhiên có thể là 100W-50KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,5-150phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân cao su butadien có thể là 120W-60KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,5-120phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân cao su styren butadien có thể là 150W-80KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,6-200 phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân cao su isopren có thể là 100W-60KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,5-150phút. Năng lượng vi sóng để nhiệt phân cao su etylen propylen có thể là 200W-70KW, và thời gian chiếu bức xạ vi sóng có thể là 0,2-100 phút.

Trường vi sóng có thể được tạo ra bằng các thiết bị vi sóng khác nhau đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước, như lò vi sóng gia dụng, thiết bị vi sóng công nghiệp (như thiết bị nhiệt phân bằng vi sóng) và thiết bị tương tự.

Khí quyển trơ là khí quyển khí trơ thường được sử dụng đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước, như nitơ, heli, neon, argon, krypton, hoặc xenon, tốt hơn là nitơ.

Chất bao gồm hợp chất hữu cơ và vật liệu composit xốp có thể được tiếp xúc theo các cách khác nhau. Nếu chất bao gồm hợp chất hữu cơ là chất rắn, như chất thải nhựa, thì chất này có thể được đặt trên vật liệu composit xốp, được đặt trong khoang được cấu thành bởi vật liệu composit xốp, hoặc được phủ bằng vật liệu composit xốp, v.v.; tốt hơn là, chất rắn (ví dụ, bản mạch) được nghiền vỡ và tiếp theo cho tiếp xúc với vật liệu composit xốp. Nếu chất bao gồm hợp chất hữu cơ là chất lỏng, như dầu thực vật, một chế độ hữu ích là chế độ gián đoạn, nghĩa là, đầu tiên, dầu thực vật được bổ sung vào vật liệu composit xốp, vật liệu composit xốp này sẽ tự động hấp thụ dầu thực vật vào trong các lỗ, và tiếp theo quá trình nhiệt phân bằng vi sóng được thực hiện; một chế độ hữu ích khác là chế độ liên tục, nghĩa là, khi nhiệt phân bằng vi sóng, dầu thực vật liên tục được bổ sung vào bề mặt của vật liệu xốp thông qua ống thạch anh sử dụng bơm (như bơm nhu động). Tốc độ bơm nêu trên chỉ cần đảm bảo thời gian lưu của hỗn hợp của dầu thực vật và vật liệu composit xốp trong trường vi sóng. Nếu chất bao gồm hợp chất hữu cơ là hỗn hợp của chất rắn và chất lỏng, dạng kết hợp của các chế độ tiếp xúc nêu trên có thể sử dụng tương ứng.

Trong phương pháp của sáng chế, thiết bị được sử dụng để đặt hoặc mang chất bao gồm hợp chất hữu cơ và vật liệu composit xốp có thể là các vật chứa hoặc các ống dẫn khác nhau mà có thể bị đâm xuyên bởi các vi sóng và có thể chịu được nhiệt độ cao trên 1200°C, như các nồi nung bằng thạch anh, các thiết bị phản ứng bằng thạch anh, các ống bằng thạch anh, các nồi nung bằng nhôm oxit, các thiết bị phản ứng bằng nhôm oxit, các ống bằng nhôm oxit, v.v.

Chất bao gồm hợp chất hữu cơ trong phương pháp của sáng chế được khí hóa sau khi nhiệt phân. Khí thu được sau khi nhiệt phân có thể được thu gom để xử lý tiếp hoặc tái chế, ví dụ, sau khi phân tách, khí này được sử dụng làm nhiên liệu hoặc làm nguyên liệu thô cho ngành công nghiệp hóa học dùng cho việc phản ứng và sản xuất sau đó. Cặn sau khi nhiệt phân được thải bỏ dưới dạng chất thải, hoặc đối với vật liệu composit sợi cacbon, cặn sau khi nhiệt phân chủ yếu là sợi cacbon, mà có thể được thu gom để tái sử dụng sau khi loại bỏ các tạp chất, hoặc đối với các bản mạch, cặn rắn thu được từ quá trình nhiệt phân bản mạch có thể được xử lý để phân tách các kim loại và các thành phần không phải kim loại trong đó, mà được tái chế tương ứng. Việc phân tách cặn rắn nêu trên có thể được tiến hành theo các phương pháp phân tách khác nhau và bằng các thiết bị đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước.

Thu gom khí là một phương pháp phổ biến trong tình trạng kỹ thuật trước và có thể được tiến hành sử dụng thiết bị thu gom khí, tốt hơn là trong khí quyển tro. Ví dụ, nếu lò vi sóng gia dụng được sử dụng làm trường vi sóng, chế độ thu gom khí phải được thực hiện sao cho trong tủ thao tác vô trùng được bảo vệ bằng nitơ, nồi nung bằng thạch anh được nạp chất bao gồm hợp chất hữu cơ và vật liệu composit xốp được đặt trong trong túi chân không và tiếp theo được làm kín; sau khi phản ứng trong các vi sóng, nồi nung này được mở qua túi chân không, và xylanh được chọc vào trong túi chân không để lấy mẫu. Nếu lò vi sóng công nghiệp có đầu nạp khí và đầu xả khí (như thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng, v.v..) được sử dụng thì cách thu gom khí được thực hiện sao cho việc sục nitơ được thực hiện trong quá trình phản ứng, và việc lấy mẫu và thu gom bằng túi thu gom khí được thực hiện ở đầu xả khí.

Phương pháp theo sáng chế sử dụng vật liệu composit xốp để tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao để nhiệt phân các chất bao gồm các hợp chất hữu cơ. Sản phẩm đã nhiệt phân có thể được sử dụng làm nguyên liệu hóa học thô để tái chế, hoặc các cặn có giá trị như các sợi cacbon hoặc các kim loại còn lại sau khi nhiệt phân có thể được tái chế, đặc biệt là có thể thực hiện được việc tái chế toàn bộ bản mạch. Quy trình này cho hiệu quả, và thành phần sản phẩm có giá trị gia tăng cao.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế còn được minh họa bằng các ví dụ sau đây, nhưng phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Số liệu thử nghiệm trong các ví dụ được đo sử dụng các thiết bị và các phương pháp đo dưới đây:

1. Xác định phần trăm khối lượng của vật liệu cacbon được mang trong vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ:

1) Trong trường hợp mà trong các nguyên liệu ban đầu, vật liệu khung làm việc vô cơ xốp được sử dụng, trọng lượng của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp làm nguyên liệu ban đầu đầu tiên được xác định, và trọng lượng của vật liệu composit xốp thu được được xác định sau khi kết thúc thử nghiệm; sự chênh lệch về trọng lượng giữa hai lần đo này là trọng lượng của vật liệu cacbon được mang, theo đó phần trăm khối lượng của vật liệu cacbon được mang trong vật liệu composit xốp được xác định.

2) Trong trường hợp mà trong các nguyên liệu ban đầu, tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp được sử dụng, hai mẫu tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp có cùng trọng lượng được sử dụng. Một trong số chúng được sử dụng trong ví dụ theo sáng chế; và mẫu còn lại được sử dụng trong ví dụ đối chiếu, trong đó chỉ các bước c và d của phương pháp sản xuất như được mô tả ở trên được tiến hành. Sau khi kết thúc thử nghiệm, trọng lượng của vật liệu composit xốp thu được trong ví dụ theo sáng chế được cân, và trọng lượng cuối cùng của mẫu thu được trong ví dụ đối chiếu được cân; sự chênh lệch về trọng lượng giữa hai lần đo này là trọng lượng của vật liệu cacbon được mang, theo đó phần trăm khối lượng của vật liệu cacbon được mang trong vật liệu composit xốp được xác định.

2. Trừ khi được chỉ dẫn cụ thể nếu không việc phân tích sắc ký đối với khí được nhiệt phân trong các ví dụ và các ví dụ so sánh dưới đây được tiến hành sử dụng sắc ký khí Agilent 6890N được sản xuất bởi công ty Agilent, USA như sau.

Sắc ký khí Agilent 6890N được sản xuất bởi công ty Agilent, USA khi được sử dụng được trang bị bộ dò FID; sử dụng cột mao dẫn HP-PLOT Al_2O_3 (50m×0,53mm×15 μm) làm cột chạy sắc ký; He làm khí mang, với tốc độ thẳng trung bình là 41cm/giây; nhiệt độ đầu nạp là 200°C; nhiệt độ của bộ dò là 250°C; tỷ lệ chia tách là 15:1; thể tích mẫu được tiêm là 0,25ml (thể khí); và chương trình tăng nhiệt độ, trong đó nhiệt độ ban đầu là 55°C và duy trì trong 3 phút; tiếp theo tăng lên đến 120°C ở 4°C/phút và duy trì trong 4 phút; tăng tiếp lên đến 170°C ở 20°C/phút và duy trì trong 10 phút.

3. Đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu composit xốp được xác định theo cách như sau: đường kính lỗ của lỗ đơn lẻ được xác định bằng giá trị nhỏ nhất trong số các khoảng cách giữa hai điểm giao nhau của đường thẳng đi qua tâm của lỗ đơn lẻ và đường bao của lỗ trên ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM), tiếp theo đường kính trung bình của lỗ được xác định bằng giá trị trung bình số của các giá trị đường kính lỗ của tất cả các lỗ được thể hiện trên ảnh SEM. SEM được sử dụng là Hitachi S-4800 (Hitachi, Japan) có hệ số phóng đại bằng 200.

4. Phương pháp đo độ xốp: Độ xốp được xác định dựa trên GB/T 23561.4-2009.

Các vật liệu ban đầu được sử dụng trong các ví dụ đều có thể mua được trên thị trường.

Chuẩn bị vật liệu composit xốp

Ví dụ 1

(1) 500ml thể phân tán trong nước của graphen oxit (JCGO-95-1-2.6-W, 10mg/ml, Nanjing Ji Cang Nano Tech Co., LTD.) được xác định bên ngoài và được đặt trong cốc mô;

(2) 2g khung làm việc xốp được cấu thành từ nhựa phenolic (bọt phenolic, đường kính lỗ trung bình là 300 μ m, độ xốp là 99%, Changshu Smithers-Oasis Floral Foam Co., Ltd) được nhúng chìm vào trong thể phân tán trong nước của graphen oxit, sao cho thể phân tán đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 1 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô và khử sơ bộ; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò vi sóng gia dụng (700w, mẫu M1-L213B, Midea) để xử lý bằng vi sóng trong điều kiện năng lượng cao trong 2 phút để khử graphen oxit đã khử sơ bộ thành graphen và cacbon hóa khung làm việc nhựa phenolic thành khung làm việc cacbon (đường kính lỗ trung bình là 200 μ m, và độ xốp là 99%), theo đó thu được vật liệu composit xốp có graphen được mang trên khung làm việc cacbon xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, trong đó graphen chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 2

(1) 500ml thể phân tán của các ống nano cacbon (XFWDM, 100mg/ml, Nanjing XFNANO Các vật liệu Tech Co., Ltd.) được xác định bên ngoài và được đặt trong cốc mô;

(2) 2g khung làm việc xốp được cấu thành từ nhựa phenolic (bọt phenolic, đường kính lỗ trung bình là 200 μ m, độ xốp là 99%, Changshu Smithers-Oasis Floral Foam Co., Ltd) được nhúng chìm vào trong thể phân tán của các ống nano cacbon, sao cho thể phân tán của các ống nano cacbon đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 80°C và được gia nhiệt trong 5 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa

ở 800°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ, và vật liệu composit xốp có các ống nano cacbon được mang trên khung làm việc cacbon xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng (trong đó khung làm việc cacbon có đường kính lỗ trung bình là 140µm và độ xốp là 99%) thu được, trong đó các ống nano cacbon chiếm 30% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 3

(1) 500ml thể phân tán của các ống nano cacbon (XFWDM, 100mg/ml, Nanjing XFNANO Các vật liệu Tech Co., Ltd.) được xác định bên ngoài và được đặt trong cốc mở;

(2) 5g khung làm việc xốp giống sợi bông được cấu thành từ silicat (đường kính lỗ trung bình là 150µm, và độ xốp là 90%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong thể phân tán của các ống nano cacbon và được nén vài lần sao cho thể phân tán đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp; và

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 150°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô và vật liệu composit xốp có các ống nano cacbon được mang trên khung làm việc xốp từ sợi silicat có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó các ống nano cacbon chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 4

(1) 30g bột nhựa phenolic (2123, Xinxiang Bomafengfan Industry Co., Ltd.) và 3,6g chất đóng rắn hexametylenetetramin được cân và được đặt trong cốc mở, rót vào đó 500ml etanol, và hỗn hợp này được khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 5g khung làm việc xốp giống sợi bông được cấu thành từ silicat (đường kính lỗ trung bình là 150µm, và độ xốp là 90%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức và được nén vài lần, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ,

theo đó vật liệu được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi silicat có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 5% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 5

(1) 50g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành nhôm oxit (đường kính lỗ trung bình là 100µm, và độ xốp là 85%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 900°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi nhôm oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 6% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 6

(1) 30g tinh bột tan trong nước (loại dùng trong y học, số hiệu mặt hàng: S104454, Shanghai Aladdin Bio-Chem Technology Co., LTD) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml nước đã loại ion, sau đó khuấy trong 1 giờ bằng cánh khuấy từ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm sợi được cấu thành nhôm oxit (đường kính lỗ trung bình là $100\mu\text{m}$, và độ xốp là 85%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt vào trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 10KW trong 2 phút để làm khô vật liệu xốp; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1200°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ to cacbon hóa tinh bột tan trong nước, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa tinh bột được mang trên khung làm việc xốp từ sợi nhôm oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,1% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 7

(1) 50g tinh bột tan trong nước (loại dùng trong y học, số hiệu mặt hàng: S104454, Shanghai Aladdin Bio-Chem Technology Co., LTD) được cân và được đặt trong cốc mở, rót vào đó 500ml nước đã loại ion, sau đó khuấy trong 1 giờ bằng cánh khuấy từ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống bông sợi được cấu thành nhôm oxit (đường kính lỗ trung bình là $100\mu\text{m}$, và độ xốp là 85%, Shandong Luyang Energy-saving Materials Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức và được nén vài lần, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt vào trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 500W trong 2 giờ để làm khô vật liệu xốp; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa tinh bột, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa tinh bột được mang trên khung làm việc

xốp từ sợi nhôm oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,2% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 8

(1) 2kg chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mở, rót vào đó 4L etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 2g khung làm việc xốp được cấu thành từ nhựa phenolic (bột phenolic, đường kính lỗ trung bình là 500 μ m, độ xốp là 99%, Changshu Smithers-Oasis Floral Foam Co., Ltd) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 150°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd.) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 20KW trong 100 phút trong khí quyển nitơ, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc cacbon xốp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng (trong đó khung làm việc cacbon có đường kính lỗ trung bình là 350 μ m và độ xốp là 99%) thu được, trong đó vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc cacbon vô cơ chiếm 80% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 9

(1) 0,3g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mở, rót vào đó 100ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 300g nhôm oxit hoạt tính (đường kính lỗ trung bình là 0,05 μ m, và độ xốp là 30 %, Shandong Kaiou Chemical Technology Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch đi vào với mức thích hợp vào trong các đường dẫn trong lỗ của nhôm oxit hoạt tính;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 150°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên nhôm oxit hoạt tính (khung làm việc xốp) có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,05% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 10

(1) 30g bột nhựa phenolic (2123, Xinxiang Bomafengfan Industry Co., Ltd.) và 3,6g chất đóng rắn hexametylenetetramin được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ magie oxit (đường kính lỗ trung bình là 100 μ m, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 1000°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi magie oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 3% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 11

(1) 100g tinh bột tan trong nước (loại dùng trong y học, Shanghai Aladdin Bio-Chem Technology Co., LTD) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml nước đã loại ion, sau đó khuấy trong 1 giờ bằng cánh khuấy từ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ ziricon oxit (đường kính lỗ trung bình là 150 μ m, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức,

sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt vào trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) để xử lý bằng vi sóng ở công suất là 3KW trong 20 phút để làm khô vật liệu xốp; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 900°C trong 2 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa tinh bột, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa tinh bột được mang trên khung làm việc xốp từ sợi zircon oxit có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 0,5% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 12

(1) 50g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ bo nitrua (đường kính lỗ trung bình là 100 μ m, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 900°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi bo nitrua có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 5% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 13

(1) 100g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ

cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ silic cacbua (đường kính lỗ trung bình là 100 μ m, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 800°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi silic cacbua có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu composit xốp.

Ví dụ 14

(1) 100g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xốp giống tấm xơ ép được cấu thành từ kali titanat (đường kính lỗ trung bình là 100 μ m, và độ xốp là 80%, Jinan Huolong Thermal Ceramics Co., Ltd.) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức, sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xốp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xốp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó vật liệu này được làm khô để loại bỏ dung môi sao cho nhựa phenolic được đóng rắn; và

(4) vật liệu xốp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 800°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic, theo đó vật liệu composit xốp với sản phẩm được cacbon hóa nhựa phenolic được mang trên khung làm việc xốp từ sợi kali titanat có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng thu được, trong đó vật liệu cacbon chiếm 10% tổng khối lượng của vật liệu

composit xốp.

Quá trình nhiệt phân bằng vi sóng chất thải nhựa:

Ví dụ 15

0,5g mỗi trong số thân chai đựng đồ uống (PET), nắp chai đựng đồ uống (HDPE), màng nhà kính (LLDPE), các viên lã PP, các mảnh của hộp đựng cơm trưa làm bằng PP, bột polystyren đóng gói (PS), khay làm từ acrylonitril-butadien-styren terpolyme (ABS), các đoạn ống làm từ ni lông (PA6) và cốc đựng nước trong suốt (PC) và 0,5 g ống mềm polyvinyl clorua (PVC) được cắt bằng kéo hoặc cân bên ngoài và đặt trên 1 g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1 tương ứng, sau đó nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất cao trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Với sự trợ giúp của vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, tất cả các vật liệu được nhiệt phân và khí hóa sau khi được xử lý vi sóng bằng lò vi sóng gia dụng (700w) trong một khoảng thời gian ngắn là 30 giây. Hầu hết không quan sát thấy cặn, và chỉ một lượng nhỏ chất màu đen còn lại trong trường hợp ống mềm polyvinyl clorua (PVC). Hiện tượng phóng hồ quang điện mãnh liệt được quan sát trong tất cả các xử lý. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nhiệt đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu.

Các mẫu thu được trong các ví dụ 2-14 được sử dụng để thực hiện cùng thử nghiệm như thử nghiệm trong quy trình ở trên, và thu được hiện tượng và kết quả thử nghiệm tương tự. Tất cả vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ 2-14 có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nhiệt đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu.

Ví dụ 16

50g nắp chai đựng đồ uống (HDPE), 50g các mảnh của hộp đựng cơm trưa làm bằng PP, 50g khay làm từ acrylonitril-butadien-styren terpolyme (ABS), 50g các các đoạn ống làm từ ni lông (PA6) và 50g cốc đựng nước trong suốt (PC), 3g xốp dùng để bao gói (PS), 10g màng nhà kính (LLDPE), 50g thân chai đựng đồ uống (PET), 50g các mảnh cốc nhựa trong suốt dùng một lần (PS) và 50g các đoạn ống mềm làm từ polyvinyl clorua (PVC) được cắt bằng kéo và đặt tương ứng vào bên trong khoang được cấu thành bởi 30g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, sau đó xử lý sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 1500 W trong 5 phút sau khi bảo vệ bằng nitơ. Hầu hết không

quan sát thấy cận đối với tất cả các vật liệu nêu trên, và chỉ một lượng nhỏ chất màu đen còn lại đối với trường hợp ống mềm làm từ polyvinyl clorua.

Việc đặt các vật liệu cần nhiệt phân bên trong khoang được cấu thành bởi vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng được thao tác cụ thể như sau: đầu tiên đặt một phần của vật liệu composit xốp ở đáy của và xung quanh thiết bị phản ứng làm từ thạch anh để tạo ra khoang có lỗ hở hướng lên trên, tiếp theo đặt các vật liệu vào trong khoang, và cuối cùng phủ lên trên các vật liệu này bằng phần vật liệu composit xốp còn lại.

Các mẫu thu được trong các ví dụ 2-14 được sử dụng để thực hiện cùng thử nghiệm như thử nghiệm trong quy trình ở trên, và thu được hiện tượng và kết quả thử nghiệm tương tự. Tất cả vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ 2-14 đều có thể tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó tới các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu này.

Ví dụ so sánh 1

0,5g các mảnh của nắp chai đựng đồ uống (HDPE), 0,5g các mảnh của hộp đựng cơm trưa làm bằng PP, 0,5g các mảnh của thân chai PET, xốp PS và 0,5g ống mềm PVC được đặt tương ứng lên trên 1g bột silic cacbua (98,5%, Sinopharm Chemical Reagent Beijing Co., Ltd.), sau đó xử lý bằng vi sóng công suất lớn trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Không quan sát thấy tia lửa đối với tất cả các vật liệu trong quá trình xử lý bằng vi sóng. Sau khi xử lý bằng vi sóng, nắp chai HDPE, các mảnh của hộp đựng cơm trưa làm bằng PP, các mảnh PET, xốp PS và ống mềm PVC đều không thay đổi, và chỉ có đáy của nồi nung bằng thạch anh ấm lên chút ít.

Ví dụ so sánh 2

0,5g các mảnh của nắp chai đựng đồ uống (HDPE) được đặt lên trên 1g bột cacbon đã hoạt hóa (AR, ≥ 200 mesh, số hiệu mặt hàng C112223, Shanghai Aladdin Bio-Chem Technology Co., LTD), sau đó xử lý bằng vi sóng công suất lớn trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Trong quá trình xử lý bằng vi sóng, hồ quang điện xuất hiện theo thời gian. Sau khi xử lý bằng vi sóng, nắp chai HDPE bị nóng chảy, nhưng không biến mất hoàn toàn. Mức hao hụt trọng lượng của HDPE được phát hiện là 25% sau khi cân.

Ví dụ 17

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các

thông số và các bước trong Ví dụ 15:

1g mẫu thu được trong Ví dụ 1 được sử dụng để nhiệt phân 0,5g HDPE, 0,5g PP và 0,5g LLDPE, tương ứng, sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 700W trong 30 giây (hoặc sử dụng lò vi sóng gia dụng (700W) ở công suất cao trong 30 giây), tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 1-1.

1g mẫu thu được trong Ví dụ 1 được sử dụng để nhiệt phân 0,5g PET sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 700W trong 30 giây (hoặc sử dụng lò vi sóng gia dụng (700W) ở công suất cao trong 30 giây), tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 1-2.

1g mẫu thu được trong Ví dụ 1 được sử dụng để nhiệt phân 0,5g PS sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 700W trong 30 giây (hoặc sử dụng lò vi sóng gia dụng (700W) ở công suất cao trong 30 giây), tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 1-3.

1g mẫu thu được trong Ví dụ 1 được sử dụng để nhiệt phân 0,5g PVC sử dụng lò vi sóng gia dụng (700W) ở công suất cao trong 30 giây, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 1-4.

Bảng 1-1

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan Propan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	1-Buten Isobutylen % thể tích	1,3- butadien % thể tích	Các chất khác % thể tích
HDPE	10	6	35	15	4	5	8	17
PP	17	6	24	23	4	10	3	13
LLDPE	16	7	26	21	4	6	5	15

Bảng 1-2

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetaldehyt % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Các chất khác % thể tích
PET	10	6	1	8	63	3	1	8

Bảng 1-3

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Benzaldehyt % thể tích	β -Nitrostyren % thể tích	Các chất khác % thể tích
PS	8	20	31	12	7	4	11	7

Bảng 1-4

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen % thể tích	Vinyl clorua % thể tích	Hydro clorua % thể tích	Các chất khác % thể tích
PVC	16	5	20	17	4	21	4	13

Ví dụ 18

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các thông số và các bước trong Ví dụ 15:

30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân 50g HDPE, 50g PP và 50g LLDPE sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W trong 10 phút, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 2-1.

30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân 50g PET sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W trong 20 phút, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 2-2.

30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân 3g PS sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W trong 40 phút, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 2-3.

30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân 50g các mảnh cốc nhựa trong suốt dùng một lần (PS) sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W trong 15 phút, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 2-4.

30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân 50g các đoạn ống mềm PVC sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W

trong 15 phút, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 2-5.

Bảng 2-1

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan Propan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	1-Buten Isobutylen % thể tích	1,3-Butadien % thể tích	Các chất khác % thể tích
HDPE	24	5	40	11	5	2	5	8
PP	13	7	17	31	4	14	3	11
LLDPE	25	6	29	18	5	4	3	10

Bảng 2-2

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetaldehyt % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Các chất khác % thể tích
PET	34	15	4	2	35	2	1	7

Bảng 2-3

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Các chất khác % thể tích
PS	33	46	4	8	3	1	1	4

Bảng 2-4

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Các chất khác (% thể tích)
PS	30	43	3	7	5	2	1	9

Bảng 2-5

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen % thể tích	Vinyl clorua % thể tích	Hydro clorua % thể tích	Các chất khác % thể tích
PVC	22	4	23	17	3	18	2	11

Ví dụ so sánh 3

(1) 50g chất lỏng nhựa phenolic (2152, Jining Baiyi Chemicals) được cân bên ngoài và được đặt trong cốc mỏ, rót vào đó 500ml etanol, sau đó khuấy bằng rôto từ

trong 1 giờ cho đến khi tất cả các thành phần được hòa tan;

(2) 8g khung làm việc xếp giống tấm xơ ép được cấu thành nhôm oxit (đường kính lỗ trung bình là 100nm, Pu-Yuan Nanotechnology limited company, Hefei, Trung Quốc) được nhúng chìm vào trong dung dịch đã phối chế theo công thức sao cho dung dịch này đi vào trong các đường dẫn trong lỗ của khung làm việc xếp với mức thích hợp;

(3) vật liệu xếp đã nhúng chìm được lấy ra và được đặt trên khay làm từ thép không gỉ, khay này được đặt trong lò sấy ở 180°C và được gia nhiệt trong 2 giờ, theo đó đạt được làm khô để loại bỏ dung môi và đóng rắn nhựa phenolic này; và

(4) vật liệu xếp đã làm khô và đóng rắn được đặt trong lò nung kiểu ống và được cacbon hóa ở 900°C trong 1 giờ trong khí quyển nitơ để cacbon hóa nhựa phenolic.

0,5g các mảnh của nắp chai đựng đồ uống (HDPE) được đặt lên trên 1g vật liệu thu được ở bước (4), sau đó xử lý bằng vi sóng công suất cao trong lò vi sóng gia dụng (700w) trong 30 giây sau khi bảo vệ bằng nitơ. Không quan sát thấy tia lửa trong toàn bộ quá trình xử lý bằng vi sóng, và sau khi xử lý bằng vi sóng nắp chai HDPE không thay đổi. Có thể thấy rằng khi đường kính lỗ của khung làm việc vô cơ xếp nhỏ, không thu được vật liệu composit xếp nào mà có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng để thu được quá trình nhiệt phân hiệu quả.

Quá trình nhiệt phân bằng vi sóng các dầu thực vật:

Ví dụ 19

Mỗi trong số dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành trong 0,5g được đặt lên trên 1 g vật liệu composit xếp thu được trong Ví dụ 1, tương ứng; toàn bộ dầu này được hấp thụ tự động bởi vật liệu composit xếp; sau khi bảo vệ bằng nitơ, hỗn hợp các vật liệu này được cho trải qua quá trình nhiệt phân bằng vi sóng công suất cao trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) (hoặc quá trình nhiệt phân sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 700 W trong 30 giây), và tiếp theo việc cân thể hiện rằng hầu hết không có cặn của các vật liệu trong vật liệu composit xếp. Với sự hỗ trợ của vật liệu composit xếp thu được trong Ví dụ 1, tất cả các vật liệu được nhiệt phân và khí hóa sau khi được xử lý bằng vi sóng (700w) trong một khoảng thời gian ngắn là 30 giây, và trong quá trình này, hiện tượng phóng hồ quang điện mạnh mẽ được quan sát thấy. Vật liệu composit xếp đã tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nhiệt sang các vật liệu để nhanh

chóng nhiệt phân các vật liệu này. Khí thu được sau khi nhiệt phân được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 3-1.

Bảng 3-1

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	1-Buten % thể tích	1,3- Butadien % thể tích	Các chất khác % thể tích
Dầu cọ	13	4	49	16	5	8	5
Dầu hạt cải dầu	14	6	45	13	4	8	10
Dầu hoa hướng dương	11	5	47	14	5	7	11
Dầu đậu nành	15	5	43	11	7	9	10

Ví dụ 20

Mỗi trong số dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành trong 100g được đặt trong cốc mở tương ứng; 30g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1 được đặt trong khay dùng trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh được sục nito ở tốc độ 500ml/phút trong 10 phút, sau đó điều chỉnh tốc độ dòng đến 100ml/phút; thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) được ban đầu ở công suất là 1500W; và dầu thực vật này được bổ sung liên tục vào bề mặt của vật liệu composit xốp trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh thông qua ống mao dẫn bằng thạch anh ở tốc độ khoảng 2g/phút sử dụng bơm nhu động (bơm nhu động chính xác LongerPump BT100-2J); các vật liệu được nhiệt phân liên tục thành khí, và hầu hết không thấy các vật liệu còn lại sau khi kết thúc hoạt động.

Vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ 2-14 được sử dụng để thực hiện cùng thử nghiệm như thử nghiệm trong quy trình ở trên, và thu được hiện tượng và kết quả thử nghiệm tương tự.

Ví dụ so sánh 4

0,5g dầu cọ được bổ sung từng giọt trên 1g bột silic cacbua (98,5%, Sinopharm Chemical Reagent Beijing Co., Ltd.), sau đó xử lý bằng vi sóng công suất lớn trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nito. Không thấy tia lửa trong toàn bộ quy trình xử lý bằng vi sóng, và chỉ có đáy của nồi nung bằng thạch anh ấm lên chút ít. Sau khi xử lý bằng vi sóng, việc cân thể hiện rằng khối lượng của dầu cọ không thay đổi rõ rệt.

Ví dụ 21

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các thông số và các bước trong Ví dụ 19:

30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân 100g dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành, tương ứng, ở tốc độ nạp là 2g/phút sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 3-2.

Bảng 3-2

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	1-Buten % thể tích	1,3- Butadien % thể tích	Các chất khác % thể tích
Dầu cọ	24	5	42	13	5	5	6
Dầu hạt cải dầu	22	6	40	15	4	4	9
Dầu hoa hướng dương	21	5	37	14	5	5	13
Dầu đậu nành	22	5	35	15	5	7	11

Quá trình nhiệt phân bằng vi sóng sinh khối

Ví dụ 22

0,5g mỗi trong số rơm, bã mía, cành cây, lá cây, vụn gỗ, vỏ trấu, rơm lúa gạo, vỏ lạc, vỏ dừa, vỏ hạt cọ và bẹ ngô được đặt tương ứng lên trên 1g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, sau đó nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất cao trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Với sự trợ giúp của vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, tất cả các vật liệu được nhiệt phân và khí hóa sau khi được xử lý bằng vi sóng bằng lò vi sóng gia dụng (700w) trong một khoảng thời gian ngắn là 30 giây, và chỉ có chất màu đen còn lại. Hiện tượng phóng hồ quang điện mãnh liệt được quan sát thấy trong quy trình nêu trên. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nhiệt đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu.

50g mỗi trong số rơm, bã mía, cành cây, lá cây, vụn gỗ, vỏ trấu, rơm lúa gạo, vỏ lạc, vỏ dừa, vỏ hạt cọ và bẹ ngô được đặt tương ứng vào bên trong khoang được cấu thành bởi 30g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, sau đó xử lý sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 1500 W trong 5 phút sau khi bảo vệ bằng nitơ.

Đối với tất cả các vật liệu, chỉ có chất màu đen còn lại.

Việc đặt các vật liệu cần nhiệt phân bên trong khoang được cấu thành bởi vật liệu composit xốp được thao tác cụ thể như sau: đầu tiên đặt một phần của vật liệu composit xốp ở đáy của và xung quanh thiết bị phản ứng làm từ thạch anh để tạo ra khoang có lỗ hở hướng lên trên, tiếp theo đặt các vật liệu vào trong khoang, và cuối cùng phủ lên trên các vật liệu này bằng phần vật liệu composit xốp còn lại.

Các mẫu thu được trong các ví dụ 2-14 được sử dụng để thực hiện cùng thử nghiệm như thử nghiệm trong quy trình ở trên, và thu được hiện tượng và kết quả thử nghiệm tương tự.

Ví dụ so sánh 5

0,5g vỏ trấu được đặt lên trên 1g bột silic cacbua (98,5%, Sinopharm Chemical Reagent Beijing Co., Ltd.), sau đó xử lý bằng vi sóng công suất lớn trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Không thấy tia lửa trong toàn bộ quy trình xử lý bằng vi sóng. Sau khi xử lý bằng vi sóng, vỏ trấu không thay đổi, và chỉ có đáy của nồi nung bằng thạch anh ấm lên chút ít.

Ví dụ 23

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các thông số và các bước trong Ví dụ 22:

1g mẫu thu được trong Ví dụ 1 được sử dụng để nhiệt phân 0,5g rom và vỏ trấu, tương ứng, sử dụng lò vi sóng gia dụng (700W) ở công suất cao trong 30 giây, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được ngoài CO và CO₂ được nêu trong Bảng 4-1.

30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân 50g rom và vỏ trấu, tương ứng, sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W trong 15 phút, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được ngoài CO và CO₂ được nêu trong Bảng 4-2.

Bảng 4-1

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	1,3- Butadien % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Các chất khác % thể tích
Rom	21	7	34	11	3	6	3	15
Vỏ trấu	19	6	38	13	4	4	2	14

Bảng 4-2

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	1,3- Butadien % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Các chất khác % thể tích
Rom	36	6	25	9	2	5	4	13
Vỏ trấu	37	5	28	8	5	5	3	9

Quá trình nhiệt phân bằng vi sóng các chất thải cao su

Ví dụ 24

0,5g mỗi trong số các mảnh của lốp xe ô tô (Hankook), cao su styren-butadien (Beijing Rubber Products Factory) và cao su etylen-propylen (Beijing Rubber Products Factory) các mẫu được đặt tương ứng lên trên 1g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, sau đó nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất cao trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Với sự trợ giúp của vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, tất cả các vật liệu được nhiệt phân và khí hóa sau khi được xử lý vi sóng bằng lò vi sóng gia dụng (700w) trong một khoảng thời gian ngắn là 30 giây; đối với các mảnh của lốp xe ô tô, chỉ còn lại chất màu đen mà bị nghiền vỡ thành một nhúm nhỏ; và đối với các mẫu cao su styren-butadien và cao su etylen-propylen, không quan sát thấy cặn còn lại. Hiện tượng phóng hồ quang điện mãnh liệt được quan sát thấy trong quy trình nêu trên. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nhiệt đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu.

50g mỗi trong số các mảnh của lốp xe ô tô (Hankook), cao su styren-butadien (Beijing Rubber Products Factory) và cao su etylen-propylen (Beijing Rubber Products Factory) các mẫu được đặt tương ứng vào bên trong khoang được cấu thành bởi 30g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 1, sau đó xử lý sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 1500 W trong 5 phút sau khi bảo vệ bằng nitơ. Tất cả các vật liệu được nhiệt phân và khí hóa sau khi được xử lý vi sóng bằng lò vi sóng gia dụng (700w) trong một khoảng thời gian ngắn là 30 giây; đối với các mảnh của lốp xe ô tô, chỉ còn lại chất màu đen mà bị nghiền vỡ thành một nhúm nhỏ; và đối với các mẫu cao su styren-butadien và cao su etylen-propylen, không quan sát thấy cặn còn lại.

Việc đặt các vật liệu cần nhiệt phân bên trong khoang được cấu thành bởi vật liệu composit xốp được thao tác cụ thể như sau: đầu tiên đặt một phần của vật liệu composit xốp ở đáy của và xung quanh thiết bị phản ứng làm từ thạch anh để tạo ra khoang có lỗ hở hướng lên trên, tiếp theo đặt các vật liệu vào trong khoang, và cuối cùng phủ lên trên các vật liệu này bằng phần vật liệu composit xốp còn lại.

Vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ 2-14 được sử dụng để thực hiện cùng thử nghiệm như thử nghiệm trong quy trình ở trên, và thu được hiện tượng và kết quả thử nghiệm tương tự.

Ví dụ so sánh 6

0,5g mẫu cao su styren-butadien được đặt lên trên 1g bột silic cacbua (98,5%, Sinopharm Chemical Reagent Beijing Co., Ltd.), sau đó xử lý bằng vi sóng công suất lớn trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Không thấy tia lửa trong toàn bộ quá trình xử lý bằng vi sóng. Sau khi xử lý bằng vi sóng, mẫu cao su styren-butadien không thay đổi, và chỉ có đáy của nồi nung bằng thạch anh ấm lên chút ít.

Ví dụ 25

0,5g mỗi trong số các mảnh của lốp xe ô tô (Hankook), cao su styren-butadien (Beijing Rubber Products Factory) và cao su etylen-propylen (Beijing Rubber Products Factory) các mẫu được đặt tương ứng lên trên 1g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, sau đó nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất cao trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được ngoài CO và CO₂ được nêu trong Các bảng 5-1, 5-2 và 5-3.

Với cùng các bước đã mô tả ở trên, 30g mẫu thu được trong Ví dụ 6 được sử dụng để nhiệt phân tương ứng 50g mỗi trong số các mảnh của lốp xe ô tô (Hankook), cao su styren-butadien (Beijing Rubber Products Factory) và cao su etylen-propylen (Beijing Rubber Products Factory) các mẫu sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1500W trong 15 phút, tiếp theo khí thu được được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được ngoài CO và CO₂ được nêu trong Các bảng 5-4, 5-5 và 5-6.

Bảng 5-1

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	β - Nitrostyren % thể tích	Các chất khác % thể tích
Lốp xe	8	20	12	26	9	7	5	13

Bảng 5-2

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Benzaldehyt % thể tích	β - Nitrostyren % thể tích	Các chất khác % thể tích
Cao su styren-butadien	10	24	29	7	6	4	9	11

Bảng 5-3

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan Propan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	1-Buten Isobutylen % thể tích	1,3-Butadien % thể tích	Các chất khác % thể tích
Cao su Etylen-propylen	13	5	31	23	4	9	3	12

Bảng 5-4

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Các chất khác % thể tích
Lốp xe	25	37	8	5	10	2	1	12

Bảng 5-5

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	Benzen % thể tích	Toluen % thể tích	Styren % thể tích	Các chất khác % thể tích
Cao su styren-butadien	30	44	5	7	3	1	1	9

Bảng 5-6

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan Propan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	1-Buten Isobutylen % thể tích	1,3-Butadien % thể tích	Các chất khác % thể tích
Cao su etylen-propylen	15	8	17	30	5	12	3	10

Quá trình nhiệt phân bằng vi sóng vật liệu composit sợi cacbon:

Ví dụ 26

2g vật liệu composit nhựa epoxy được gia cường bằng sợi cacbon (Changzhou Huatan Fiber Composite Co., Ltd.) được đặt lên trên 1g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, sau đó nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất cao trong 40 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Vật liệu composit sợi cacbon được lấy ra, và sau khi cân, phát hiện thấy có sự hao hụt trọng lượng; và sợi cacbon có thể bong ra dễ dàng. Hiện tượng phóng hồ quang điện mãnh liệt được quan sát thấy trong quá trình xử lý bằng vi sóng. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nhiệt đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu.

50g vật liệu composit nhựa epoxy được gia cường bằng sợi cacbon (Changzhou Huatan Fiber Composite Co., Ltd.) được đặt bên trong khoang được cấu thành bởi 30g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 1, sau đó xử lý sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 1500 W trong 5 phút sau khi bảo vệ bằng nitơ. Vật liệu composit sợi cacbon được lấy ra, và sau khi cân, phát hiện thấy có sự hao hụt trọng lượng, và sợi cacbon có thể bong ra khỏi vãi dễ dàng.

Việc đặt các vật liệu cần nhiệt phân bên trong khoang được cấu thành bởi vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng được thao tác cụ thể như sau: đầu tiên đặt một phần của vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng ở đáy của và xung quanh thiết bị phản ứng làm từ thạch anh để tạo ra khoang có lỗ hở hướng lên trên, tiếp theo đặt các vật liệu vào trong khoang, và cuối cùng phủ lên trên các vật liệu này bằng phần vật liệu composit xốp còn lại.

Các mẫu thu được trong các ví dụ 2-14 được sử dụng để thực hiện cùng thử nghiệm như thử nghiệm trong quy trình ở trên, và thu được hiện tượng và kết quả thử nghiệm tương tự. Tất cả vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ 2-14 có thể tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó tới các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu này.

Ví dụ so sánh 7

2g vật liệu composit nhựa epoxy được gia cường bằng sợi cacbon (Changzhou Huatan Fiber Composite Co., Ltd.) được đặt lên trên 1g bột silic cacbua (98,5%,

Sinopharm Chemical Reagent Beijing Co., Ltd.), sau đó xử lý bằng vi sóng công suất lớn trong 30 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ. Không thấy tia lửa trong toàn bộ quá trình xử lý bằng vi sóng. Sau khi xử lý bằng vi sóng, vật liệu không thay đổi, và chỉ có đáy của nồi nung bằng thạch anh ấm lên chút ít.

Ví dụ 27

2g vật liệu composit nhựa epoxy được gia cường bằng sợi cacbon (Changzhou Huatan Fiber Composite Co., Ltd.) được đặt lên trên 1g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 1, sau đó nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất cao trong 40 giây trong lò vi sóng gia dụng (700w) sau khi bảo vệ bằng nitơ, tiếp theo lấy vật liệu composit sợi cacbon ra. Sau khi cân, phát hiện thấy mức hao hụt trọng lượng là 36%, và sợi cacbon có thể bong ra khỏi vải dễ dàng. Khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 6.

30g vật liệu composit polypropylen được gia cường bằng sợi cacbon (Changzhou Huatan Fiber Composite Co., Ltd.) được đặt bên trong khoang được cấu thành bởi 30g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 6, sau đó xử lý sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 1500 W trong 5 phút sau khi bảo vệ bằng nitơ. Sau khi cân, phát hiện thấy mức hao hụt trọng lượng là 38%, và sợi cacbon có thể bong ra khỏi vải dễ dàng. Khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 6.

50g vật liệu composit ni lông được gia cường bằng sợi cacbon (Changzhou Huatan Fiber Composite Co., Ltd.) được đặt bên trong khoang được cấu thành bởi 30g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 7, sau đó xử lý sử dụng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (XOLJ-2000N, Nanjing Atpio Instrument Manufacturing Co., Ltd) ở công suất là 2000 W trong 10 phút sau khi bảo vệ bằng nitơ. Sau khi cân, phát hiện thấy mức hao hụt trọng lượng là 39%, và sợi cacbon có thể bong ra khỏi vải dễ dàng. Khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký, trong đó các thành phần chính phát hiện được được nêu trong Bảng 6.

Việc đặt các vật liệu bên trong khoang được cấu thành bởi vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng được thao tác cụ thể như sau: đầu tiên đặt một phần của vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng ở đáy của và

xung quanh thiết bị phản ứng làm từ thạch anh để tạo ra khoang có lỗ hở hướng lên trên, tiếp theo đặt các vật liệu vào trong khoang, và cuối cùng phủ lên trên các vật liệu này bằng phần vật liệu composit xốp còn lại.

Bảng 6

Các vật liệu	Metan % thể tích	Etan Propan % thể tích	Etylen % thể tích	Propylen % thể tích	Axetylen Propyn % thể tích	1-Buten Isobutylen % thể tích	1,3- Butadien % thể tích	Các chất khác % thể tích
Vật liệu composit epoxy được gia cường bằng sợi cacbon	28	6	15	20	3	11	3	14
Vật liệu composit polypropylen được gia cường bằng sợi cacbon	13	7	17	31	4	14	3	11
Vật liệu composit ni lông được gia cường bằng sợi cacbon	15	8	22	20	3	7	3	22

Quá trình nhiệt phân bằng vi sóng bản mạch:

Trong các ví dụ sau đây, các khí sau khi thu gom được phân tích sắc ký như sau: sản phẩm khí thu gom được sau khi nhiệt phân được phân tích sử dụng máy phân tích khí tinh luyện (HP Agilent 7890 A, được tạo cấu hình với 3 kênh, gồm có 1 FID và 2 TCD (bộ dò tính dẫn nhiệt)) theo Phương pháp ASTM D1945-14. Các hydrocacbon được phân tích trên kênh FID. Một TCD sử dụng khí mang nitơ được sử dụng để xác định nồng độ hydro, do có sự chênh lệch nhỏ giữa độ dẫn của khí mang hydro và khí mang heli. TCD còn lại sử dụng heli làm khí mang được sử dụng để phát hiện CO, CO₂, N₂, và O₂. Để phân tích định lượng, hệ số đáp ứng được xác định bằng cách sử dụng các tiêu chuẩn khí hiệu chuẩn RGA (phân tích khí tinh luyện).

Ví dụ 28

10g bản mạch thải bỏ (bản mạch thải bỏ được nghiền vỡ trước thành các mảnh nhỏ mà là các mảnh không đều nhau có diện tích khoảng 1cm²; bản mạch được tháo ra từ bo mạch chủ của máy tính thải bỏ, nhãn hiệu Gigabyte) được đặt bên trong khoang được cấu thành bởi 50g vật liệu composit xốp thu được trong Ví dụ 1, tiếp theo toàn bộ chúng được đặt trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng (Qingdao Makewave Instrument Manufacturing Co., Ltd., mẫu MKX-R1C1B), được bảo vệ bằng nitơ, và được xử lý bằng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 900W trong 5

phút. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu. Các thành phần khí thu gom được được phân tích sắc ký khí.

Các thành phần chính của sản phẩm khí được nhiệt phân được nêu trong Bảng 7-1. Sau khi kết thúc phản ứng, khối lượng của cặn rắn bằng 30% khối lượng trước khi nhiệt phân, gồm có các thành phần kim loại mà có cấu trúc lỏng lẻo và có thể phân tách ra dễ dàng và các thành phần không phải kim loại mà chủ yếu là các hỗn hợp sợi thủy tinh và tương tự. Sau khi nghiền đơn giản, phần kim loại và phần không phải kim loại (chủ yếu là sợi thủy tinh) ở đây có thể được phân tách và thu hồi.

Việc đặt bản mạch cần nhiệt phân bên trong khoang được cấu thành bởi vật liệu composit xốp được thao tác cụ thể như sau: đầu tiên đặt một phần của vật liệu composit xốp bên trong thiết bị phản ứng bằng thạch anh, bố trí vật liệu composit xốp theo thứ tự để tạo ra khoang rỗng có lỗ hở hướng lên trên, tiếp theo đặt bản mạch thải bỏ vào bên trong khoang, và cuối cùng phủ lên trên các vật liệu này bằng phần vật liệu composit xốp còn lại.

Các mẫu thu được trong các ví dụ 2-14 được sử dụng để thực hiện cùng thử nghiệm như thử nghiệm trong quy trình ở trên, và thu được hiện tượng và kết quả thử nghiệm tương tự. Khối lượng của cặn rắn sau khi kết thúc phản ứng vào khoảng từ 28 % đến 35% khối lượng trước khi nhiệt phân. Tất cả vật liệu composit xốp thu được trong các ví dụ 2-14 có thể tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó tới các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu này.

Ví dụ so sánh 8

10g bản mạch thải bỏ và 50g bột silic cacbua (98,5%, Sinopharm Chemical Reagent Beijing Co., Ltd.) được trộn đồng đều và tiếp theo được đặt trong thùng phản ứng bằng thạch anh; sau đó, toàn bộ chúng được đặt trong thiết bị phản ứng vi sóng (MKX-R1C1B, Qingdao Makewave Instrument Manufacturing Co., Ltd.), được bảo vệ bằng nitơ, và tiếp theo được xử lý bằng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 900W trong 5 phút. Không thấy tia lửa trong toàn bộ quy trình xử lý bằng vi sóng, bản mạch thải bỏ không thay đổi sau khi xử lý bằng vi sóng, và chỉ có đáy của thùng phản ứng bằng thạch anh ấm lên chút ít.

Ví dụ 29

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các thông số và các bước trong Ví dụ 28:

10g bản mạch thải bỏ và 30g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 6 được trộn đều và tiếp theo được đặt trong thùng phản ứng bằng thạch anh; sau đó, toàn bộ chúng được đặt trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng, và sau khi bảo vệ bằng nitơ, được xử lý bằng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1200W trong 10 phút. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu. Các thành phần khí thu gom được được phân tích sắc ký khí. Các thành phần chính của sản phẩm dạng khí của quá trình nhiệt phân được nêu trong Bảng 7-2. Khối lượng của cặn rắn sau khi kết thúc phản ứng bằng 32% khối lượng trước khi nhiệt phân. Ngoài ra, kim loại và nền có cấu trúc lỏng lẻo ở giữa, và bằng cách nghiền đơn giản, kim loại và các phần không phải kim loại ở đây có thể được phân tách và thu hồi.

Ví dụ 30

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các thông số và các bước trong Ví dụ 28:

10g bản mạch thải bỏ và 15g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 2 được trộn đều và tiếp theo được đặt trong thùng phản ứng bằng thạch anh; sau đó, toàn bộ chúng được đặt trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng, và sau khi bảo vệ bằng nitơ, được xử lý bằng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 900W trong 20 phút. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu. Các thành phần khí thu gom được được phân tích sắc ký khí. Các thành phần chính của sản phẩm dạng khí của quá trình nhiệt phân được nêu trong Bảng 7-3. Khối lượng của cặn rắn sau khi kết thúc phản ứng bằng 30% khối lượng trước khi nhiệt phân. Ngoài ra, kim loại và nền này có cấu trúc lỏng lẻo ở giữa, và bằng cách nghiền đơn giản, kim loại và các phần không phải kim loại ở đây có thể được phân tách và thu hồi.

Ví dụ 31

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các thông số và các bước trong Ví dụ 28:

2g bản mạch thải bỏ và 60g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 11 được trộn đều và tiếp theo được đặt trong thùng phản ứng bằng thạch anh; sau đó, toàn bộ chúng được đặt trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng, và sau khi bảo vệ bằng nitơ, được xử lý bằng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 900W trong 5 phút. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu. Các thành phần khí thu gom được được phân tích sắc ký khí. Các thành phần chính của sản phẩm dạng khí của quá trình nhiệt phân được nêu trong Bảng 7-4. Khối lượng của cặn rắn sau khi kết thúc phản ứng bằng 30% khối lượng trước khi nhiệt phân. Ngoài ra, kim loại và nền có cấu trúc lỏng lẻo ở giữa, và bằng cách nghiền đơn giản, kim loại và các phần không phải kim loại ở đây có thể được phân tách và thu hồi.

Ví dụ 32

Ngoại trừ các thông số sau đây, các thông số và các bước khác là giống như các thông số và các bước trong Ví dụ 28:

20g bản mạch thải bỏ và 5g vật liệu composit xốp mà tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng thu được trong Ví dụ 8 được trộn đều và tiếp theo được đặt trong thùng phản ứng bằng thạch anh; sau đó, toàn bộ chúng được đặt trong thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng, và sau khi bảo vệ bằng nitơ, được xử lý bằng thiết bị phản ứng nhiệt phân bằng vi sóng ở công suất là 1000W trong 30 phút. Vật liệu composit xốp đã tạo ra hồ quang điện trong các vi sóng, theo đó nhanh chóng tạo ra nhiệt độ cao và chuyển nó đến các vật liệu để nhanh chóng nhiệt phân các vật liệu. Các thành phần khí thu gom được được phân tích sắc ký khí. Các thành phần chính của sản phẩm dạng khí của quá trình nhiệt phân được nêu trong Bảng 7-5. Khối lượng của cặn rắn sau khi kết thúc phản ứng bằng 31% khối lượng trước khi nhiệt phân. Ngoài ra, kim loại và nền này có cấu trúc lỏng lẻo ở giữa, và bằng cách nghiền đơn giản, kim loại và các phần không phải kim loại ở đây có thể được phân tách và thu hồi.

Bảng 7-1

Thành phần của sản phẩm khí	Tỷ lệ thể tích (% thể tích)
Hydro	20,36
Cacbon monoxit	53,25
Cacbon dioxit	12,72

Metan	3,81
Etan	0,39
Etylen	5,02
Propan	0,14
Propylen	0,90
Axetylen	1,35
1-Buten	0,42
1,3-Butadien	0,05
Benzen	0,09
Các chất khác	1,50

Bảng 7-2

Thành phần của sản phẩm khí	Tỷ lệ thể tích (% thể tích)
Hydro	18,00
Cacbon monoxit	42,80
Cacbon dioxit	6,90
Metan	14,90
Etan	2,00
Etylen	6,00
Propan	1,00
Propylen	4,70
Axetylen	1,10
1-Buten	0,20
1,3-Butadien	0,60
Benzen	0,10
Các chất khác	1,70

Bảng 7-3

Thành phần của sản phẩm khí	Tỷ lệ thể tích (% thể tích)
Hydro	15,00
Cacbon monoxit	49,60

Cacbon dioxit	9,10
Metan	13,50
Etan	2,30
Etylen	4,20
Propan	0,80
Propylen	2,20
Axetylen	0,90
1-Buten	0,10
1,3-Butadien	0,60
Benzen	0,10
Các chất khác	1,60

Bảng 7-4

Thành phần của sản phẩm khí	Tỷ lệ thể tích (% thể tích)
Hydro	19,47
Cacbon monoxit	48,80
Cacbon dioxit	7,25
Metan	8,80
Etan	1,0
Etylen	8,80
Propan	0,10
Propylen	3,20
Axetylen	0,80
1-Buten	0,30
1,3-Butadien	0,07
Benzen	0,08
Các chất khác	1,33

Bảng 7-5

Thành phần của sản phẩm khí	Tỷ lệ thể tích (% thể tích)
Hydro	16,20
Cacbon monoxit	47,32

Cacbon dioxit	8,68
Metan	10,1
Etan	1,80
Etylen	6,60
Propan	2,32
Propylen	4,10
Axetylen	0,80
1-Buten	0,08
1,3-Butadien	0,10
Benzen	0,20
Các chất khác	1,70

Cũng có thể thấy từ số liệu trong các bảng rằng sản phẩm được nhiệt phân chứa hydro với tỷ lệ tương đối cao, mà theo đó có thể được thu gom và sử dụng làm nhiên liệu.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu composit xếp có khả năng tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, bao gồm khung làm việc vô cơ xếp và vật liệu cacbon được mang trên khung làm việc vô cơ xếp này, trong đó đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xếp là 0,2-1000 μ m;

trong đó, khung làm việc vô cơ xếp là vật liệu vô cơ có cấu trúc xếp, mà được chọn từ nhóm gồm có cacbon, silicat, aluminat, borat, phosphat, germanat, titanat, oxit, nitrua, cacbua, borua, sulfua, silicua, và halogenua và các tổ hợp của chúng;

khung làm việc vô cơ xếp là ít nhất một trong số các khung làm việc sau đây: khung làm việc thu được sau khi cacbon hóa bột melamin, khung làm việc sau khi cacbon hóa bột nhựa phenolic, khung làm việc xếp được cấu thành bởi các sợi vô cơ, khung làm việc được cấu thành bởi bằng cách gói các hạt vô cơ, và khung làm việc từ sợi gốm thu được sau khi nung tiền thân của khung làm việc từ sợi gốm;

vật liệu cacbon được chọn từ nhóm gồm có graphen, các ống nano cacbon, graphit, muối cacbon, các sợi cacbon, các chấm lượng tử cacbon, các dây dẫn nano cacbon, các sản phẩm thu được bằng cách cacbon hóa chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa, và các tổ hợp của chúng.

2. Vật liệu composit xếp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, đường kính lỗ trung bình của khung làm việc vô cơ xếp là 0,2-500 μ m, tốt hơn là 0,5-500 μ m, và tốt hơn nữa là 0,5-250 μ m;

và/hoặc

độ xếp của khung làm việc vô cơ xếp này là 1%-99,99%, tốt hơn là 10%-99,9%, và tốt hơn nữa là 30%-99%.

3. Vật liệu composit xếp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ của vật liệu cacbon là 0,001%-99%, tốt hơn là 0,01%-90%, và tốt hơn nữa là 0,1%-80% tính trên tổng khối lượng của vật liệu composit xếp.

4. Vật liệu composit xếp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, hồ quang điện được tạo ra bởi vật liệu composit xếp trong trường vi sóng làm cho nhiệt độ của vật liệu composit xếp này đạt đến trên 1000°C.

5. Vật liệu composit xếp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, khác biệt ở chỗ, vật liệu cacbon được chọn từ nhóm gồm có graphen, các sợi nano cacbon, các ống nano cacbon, các sản phẩm thu được bằng cách cacbon hóa chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa, và các tổ hợp của chúng;

tốt hơn nếu chất hữu cơ có thể cacbon hóa là hợp chất polyme hữu cơ, bao gồm các hợp chất polyme hữu cơ tổng hợp, tốt hơn là các cao su hoặc nhựa, gồm có nhựa rắn nhiệt và chất dẻo nhiệt, tốt hơn nữa là được chọn từ nhóm gồm có nhựa epoxy, nhựa phenolic, nhựa furan, polystyren, copolyme styren-divinylbenzen, polyacrylonitril, polyanilin, polypyrrol, polythiophen, cao su styren butadien, cao su polyuretan, và các tổ hợp của chúng; và các hợp chất polyme hữu cơ tự nhiên, tốt hơn là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm gồm tinh bột, xơ visco, lignin và xenluloza;

tốt hơn nếu hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa là hỗn hợp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa với chất hữu cơ không chứa kim loại khác và/hoặc chất vô cơ không chứa kim loại khác, tốt hơn nữa là được chọn từ nhóm gồm có than đá, dầu hắc ín tự nhiên, dầu hắc ín từ dầu mỏ hoặc dầu nhựa than đá và các tổ hợp của chúng.

6. Vật liệu composit xếp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, khác biệt ở chỗ, oxit được chọn từ nhóm gồm có nhôm oxit, silic oxit, ziricon oxit, magie oxit, xeri oxit, và titan oxit và các tổ hợp của chúng; nitrua được chọn từ nhóm gồm có silic nitrua, bo nitrua, ziricon nitrua, hafini nitrua, và tantan nitrua và các tổ hợp của chúng; cacbua được chọn từ nhóm gồm có silic cacbua, ziricon cacbua, hafini cacbua, và tantan cacbua và các tổ hợp của chúng; và borua được chọn từ nhóm gồm có ziricon borua, hafini borua, và tantan borua và các tổ hợp của chúng;

tốt hơn nếu khung làm việc vô cơ xếp là ít nhất một trong số khung làm việc sau đây: khung làm việc sau khi cacbon hóa bột melanin, khung làm việc sau khi cacbon hóa bột nhựa phenolic, khung làm việc xếp từ sợi nhôm silicat, khung làm việc xếp từ sợi mulit, khung làm việc xếp từ sợi nhôm oxit, khung làm việc xếp từ sợi ziricon oxit, khung làm việc xếp từ sợi magie oxit, khung làm việc xếp từ sợi bo nitrua, khung làm việc xếp từ sợi bo cacbua, khung làm việc xếp từ sợi silic cacbua, khung làm việc xếp từ sợi kali titanat, và khung làm việc từ sợi gốm thu được sau khi nung tiền thân của khung làm việc sợi gốm.

7. Phương pháp sản xuất vật liệu composit xốp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, khác biệt ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước sau:

(1) nhúng chìm khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp vào trong dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon và/hoặc tiền thân của vật liệu cacbon, sao cho các lỗ của khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp được nạp đầy bằng dung dịch hoặc thể phân tán nêu trên;

(2) gia nhiệt và làm khô vật liệu xốp thu được ở bước (1), sao cho vật liệu cacbon hoặc tiền thân của vật liệu cacbon được kết tủa hoặc đóng rắn và được mang trên khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên;

(3) thực hiện thêm bước sau đây nếu ít nhất một trong số tiền thân của vật liệu cacbon hoặc tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên được sử dụng làm vật liệu ban đầu:

gia nhiệt vật liệu xốp thu được ở bước (2) trong khí quyển khí trơ để chuyển hóa tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên thành khung làm việc vô cơ xốp, và/hoặc khử hoặc cacbon hóa tiền thân của vật liệu cacbon.

8. Phương pháp theo điểm 7, khác biệt ở chỗ,

dung dịch hoặc thể phân tán của vật liệu cacbon hoặc tiền thân ở bước (1) bao gồm dung môi được chọn từ nhóm gồm có benzen, toluen, xylen, triclobenzen, clorofom, xyclohexan, etyl caproat, butyl axetat, cacbon disulfua, keton, axeton, xyclohexanon, tetrahydrofuran, dimetylformamit, nước và rượu, và các tổ hợp của chúng, trong đó rượu tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm có propanol, n-butanol, isobutanol, etylen glycol, propylen glycol, 1,4-butandiol, isopropanol, etanol, và các tổ hợp của chúng; dung môi bao gồm nước và/hoặc etanol được ưu tiên hơn, nước và/hoặc etanol được ưu tiên hơn nữa; và/hoặc

nồng độ của dung dịch hoặc thể phân tán ở bước (1) là 0,001-1 g/mL, tốt hơn là 0,002-0,8 g/mL, và tốt hơn nữa là 0,003 g-0,5 g/mL; và/hoặc

ở bước (1), vật liệu cacbon và/hoặc tiền thân của vật liệu cacbon bao gồm 0,001%-99,999%, tốt hơn là 0,01%-99,99%, và tốt hơn nữa là 0,1%-99,9% tổng khối lượng của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp hoặc tiền thân của vật liệu khung làm việc vô cơ xốp và vật liệu cacbon và/hoặc tiền thân của vật liệu cacbon.

9. Phương pháp theo điểm 7 hoặc 8, khác biệt ở chỗ,

việc gia nhiệt và làm khô ở bước (2) được tiến hành ở nhiệt độ 50-250°C, tốt hơn là 60-200°C, và tốt hơn nữa là 80-180°C; việc gia nhiệt bằng vi sóng được ưu tiên, trong đó năng lượng của vi sóng tốt hơn là 1W-100KW, và tốt hơn nữa là 500W-10KW, và thời gian gia nhiệt bằng vi sóng tốt hơn là 2-200 phút, và tốt hơn nữa là 20-200 phút.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, khác biệt ở chỗ,

tiền thân của khung làm việc vô cơ xốp nêu trên được chọn từ nhóm gồm có các tiền thân của gốm, các vật liệu xốp của chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc các vật liệu xốp của hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa, và các tổ hợp của chúng; và/hoặc

tiền thân của vật liệu cacbon là graphen oxit, các ống nano cacbon cải biến, các sợi nano cacbon cải biến, graphite cải biến, muối cacbon cải biến, các sợi cacbon cải biến, chất hữu cơ có thể cacbon hóa hoặc hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ có thể cacbon hóa và các tổ hợp của chúng; và/hoặc

việc gia nhiệt ở bước (3) được tiến hành ở nhiệt độ 400-1800°C, tốt hơn là 600-1500°C, và tốt hơn nữa là 800-1200°C; việc gia nhiệt bằng vi sóng được ưu tiên, trong đó năng lượng của vi sóng tốt hơn là 100W-100KW, và tốt hơn nữa là 700W-20KW; và thời gian gia nhiệt bằng vi sóng tốt hơn là 0,5-200 phút, và tốt hơn nữa là 1-100 phút.

11. Phương pháp để nhiệt phân và/hoặc tái chế chất bao gồm hợp chất hữu cơ,

trong đó chất bao gồm hợp chất hữu cơ được cho tiếp xúc với vật liệu composit xốp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6 hoặc vật liệu composit xốp được sản xuất bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10,

trong khí quyển trơ hoặc trong chân không, trường vi sóng được áp dụng cho chất bao gồm hợp chất hữu cơ và vật liệu composit xốp nêu trên,

và vật liệu composit xốp tạo ra hồ quang điện trong trường vi sóng, theo đó nhanh đạt đến nhiệt độ cao để nhiệt phân hợp chất hữu cơ chứa trong chất nêu trên;

trong đó chất bao gồm hợp chất hữu cơ là tốt hơn là chất hữu cơ, hỗn hợp bao gồm chất hữu cơ, và vật liệu composit bao gồm chất hữu cơ, tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm có:

- chất thải nhựa, tốt hơn là ít nhất một trong số các chất sau đây: polyolefin, polyester, tốt hơn là ít nhất một trong số polyetylen terephthalat, polybutylen terephthalat và polyarylat, polyamit, acrylonitril-butadien-styren terpolyme, polycacbonat, axit polylactic, polyuretan, polymethylmetacrylat, polyoxymetylen, polyphenylen ete và polyphenylen sulfua, tốt hơn là ít nhất một trong số polyetylen, polypropylen, polyvinyl clorua, polyetylen terephthalat, polystyren, polyamit, acrylonitril-butadien-styren terpolyme, polycacbonat, axit polylactic, polymethylmetacrylat và polyoxymetylen, tốt hơn nữa là ít nhất một trong số polyetylen, polypropylen, polyvinyl clorua, polyetylen terephthalat, polystyren, polycacbonat và polyamit;

- các chất thải cao su, tốt hơn là ít nhất một trong số cao su tự nhiên, cao su butadien, cao su styren butadien, cao su nitril, cao su isopren, cao su etylen propylen, cao su butyl, neopren, copolyme khối dựa trên styren và cao su silicon; tốt hơn là ít nhất một trong số cao su tự nhiên, cao su butadien, cao su styren butadien, cao su isopren và cao su etylen propylen;

- sinh khối, tốt hơn là ít nhất một trong số rơm, bã mía, cành cây, lá cây, vụn gỗ, vỏ trấu, thân lúa, rơm lúa gạo, vỏ lạc, vỏ dừa, vỏ hạt cọ, vỏ quả óc chó, vỏ hạt mắc ca, vỏ quả hồ trăn, rơm lúa mỳ, thân ngô và bẹ ngô;

- các dầu thực vật, tốt hơn là ít nhất một trong số dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương, dầu đậu nành, dầu lạc, dầu hạt lanh và dầu hải ly, tốt hơn là ít nhất một trong số dầu cọ, dầu hạt cải dầu, dầu hoa hướng dương và dầu đậu nành;

- vật liệu composit sợi cacbon, bao gồm chất nền polyme được chọn từ nhóm gồm có polyetylen, polypropylen, nylon, nhựa phenolic và nhựa epoxy; và

- các bản mạch.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó

tỷ lệ trọng lượng của chất bao gồm hợp chất hữu cơ so với vật liệu composit xếp là 1:99-99:1; tốt hơn là 1:50-50:1; và tốt hơn nữa là 1:30-30:1; và/hoặc

năng lượng vi sóng của trường vi sóng là 1W-100KW, tốt hơn nữa là 100W-50KW, tốt nhất là 700W-20KW; và/hoặc

thời gian chiếu bức xạ vi sóng là 0,1-200 phút; tốt hơn nữa là 0,5-150 phút, tốt nhất là 1-100 phút.

13. Phương pháp theo điểm 11, trong đó chất bao gồm hợp chất hữu cơ là vật liệu composit sợi cacbon, và sau khi chất nền polyme trong vật liệu composit sợi cacbon bị nhiệt phân, phần sợi cacbon còn lại được tái chế.

14. Phương pháp theo điểm 11, trong đó chất bao gồm hợp chất hữu cơ là bản mạch, và cặn rắn thu được bằng cách nhiệt phân bản mạch được xử lý để phân tách các thành phần kim loại và không phải kim loại trong đó để tái chế tương ứng; và/hoặc sản phẩm khí thu được bằng cách nhiệt phân bản mạch được thu gom.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó hydro trong sản phẩm nhiệt phân được thu gom.