(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) **1-0048907**

(51)[2021.01] **C01B 32/05**; H01M 4/36; H01M 4/133; C01B 32/15; C01B 32/162

(13) **B**

(21) 1-2022-04572
(22) 20/03/2021
(86) PCT/CN2021/081939 20/03/2021
(87) WO 2022/110581 02/06/2022
(30) 202011370284.5 30/11/2020 CN
(45) 25/07/2025 448
(43) 25/05/2023 422A
(73) QINGDAO HENGNENGDA ENERGY TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
Room 2501, Unit 1, Building 4, No. 18, YinChuan East Road, Laoshan District, Qingdao, Shandong 266000, China
(72) ZHANG, Yongheng (CN).
(74) CÔNG TY TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN TƯ VẤN ĐẦU TƯ VÀ SỞ HỮU TRÍ TUỆ INTERFIVE (INTERFIVE CO., LTD)

(54) VẬT LIỆU COMPOSIT GỐC CACBON VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ

(21) 1-2022-04572

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu composit gốc cacbon và phương pháp điều chế và ứng dụng của nó, thuộc lĩnh vực kỹ thuật điều chế vật liệu cacbon. Vật liệu composit gốc cacbon bao gồm nền, màng cacbon và cacbon cấu trúc. Màng cacbon được tải trên bề mặt nền, và cacbon cấu trúc phát triển trên màng cacbon tạo thành cấu trúc tích hợp với màng cacbon. Trong quá trình điều chế, các chất xúc tác kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ được sử dụng để làm cho nguồn cacbon kết tủa màng cacbon tích hợp và cacbon cấu trúc trên bề mặt nền, để tránh sử dụng chất kết dính. Màng cacbon và cacbon cấu trúc cải thiện diện tích bề mặt riêng hiệu quả của vật liệu composit, tăng cường độ liên kết và hiệu suất tiếp xúc điện giữa vật liệu cacbon và nền, đồng thời thay đổi sự truyền electron, ion và nguyên tử và các đặc điểm cấu trúc hóa học của bề mặt vật liệu. Do đó, vật liệu composit gốc cacbon được điều chế theo sáng chế có các đặc tính vật lý và hóa học ưu việt, có thể được sử dụng cho các điện cực pin, điện cực tụ điện khác nhau, cảm biến khác nhau, điện cực pin mặt trời, điện cực sản xuất hydro nước điện phân, vật liệu dự trữ hydro, chất xúc tác và chất mang xúc tác, vật liệu composit, vật liệu gia cố, vật liệu quang học, chất bán dẫn, vật liệu dẫn điện, vật liệu phát quang, vật liệu nhiệt độ cao và thấp, vật liệu chống ăn mòn và mài mòn, vật liệu chịu lửa v.v..

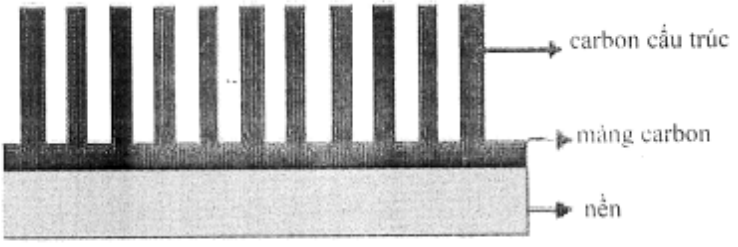


FIG. 4

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật điều chế vật liệu cacbon, cụ thể là vật liệu composit gốc cacbon và phương pháp điều chế chúng. Sáng chế đề xuất công nghệ thay đổi hình thái, cấu trúc, các đặc tính truyền nguyên tử, điện tử và ion của bề mặt vật liệu. Vật liệu composit gốc cacbon được điều chế theo công nghệ theo sáng chế được sử dụng trong các điện cực của pin và tụ điện, các điện cực cảm biến khác nhau, điện cực phát xạ trường, các điện cực pin mặt trời, điện cực sản xuất hydro nước điện phân, các vật liệu sản xuất hydro quang xúc tác, các chất xúc tác và các chất mang xúc tác, vật liệu hấp thụ và tản nhiệt, các vật liệu dự trữ hydro, các vật liệu composit, các vật liệu gia cố, v.v..

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các vật liệu cacbon có ba đồng phân, đó là kim cương, than chì và cacbon vô định hình. Các loại cacbon này có các đặc tính và cách sử dụng vật lý và hóa học khác nhau. Kim cương là chất cứng nhất được biết đến trong tự nhiên. Kim cương tự nhiên chứa nitơ với lượng 0,0025 % đến 0,2 %, có đặc tính dẫn nhiệt và bán dẫn tốt. (1) Nó có khả năng chịu nhiệt độ cao, ổn định nhiệt tốt và không nóng chảy ở 3600°C. (2) Nó có tính dẫn nhiệt và dẫn điện tốt, độ dẫn điện giảm khi nhiệt độ tăng. (3) Nó có tính ổn định hóa học tốt và chống lại sự ăn mòn của axit, kiềm và môi trường hữu cơ, vì vậy nó được sử dụng để sản xuất điện cực, chổi than, bộ trao đổi nhiệt, bộ làm mát, v.v.. Có hai loại graphit: graphit tự nhiên và graphit nhân tạo. Cacbon vô định hình là sự sắp xếp mất trật tự của các nguyên tử cacbon hoặc kích thước hạt quá nhỏ. Cacbon vô định hình thu được bằng cách cacbon hóa than, khí tự nhiên, dầu hoặc các chất hữu cơ khác ở nhiệt độ cao 400°C đến 1200°C là vật liệu cacbon xốp, cacbon đen và than hoạt tính. Các lĩnh vực ứng dụng chính của graphite là các vật liệu chịu lửa, các vật liệu dẫn điện, các vật liệu điện cực, các vật liệu chống ăn mòn, các vật liệu hấp phụ, các vật liệu ma sát, v.v..

Năm 1991, Iijima, một chuyên gia về kính hiển vi điện tử tại NEC ở Nhật Bản, đã phát hiện ra các sợi cacbon rỗng và ống nano cacbon. Các ống nano cacbon, kim cương, than chì và C60 là dạng thù hình của cacbon. Ống nano cacbon là một cấu trúc hình ống xoắn ốc được cuộn bởi các tấm lá graphit lưới hình lục giác. Đầu của nó có thể mở hoặc đóng bởi các tấm lá graphit ngũ giác và lục giác. Các ống nano cacbon thành đơn được cấu tạo bởi lớp các tấm lá graphit, có kích thước từ hàng trăm nanomet đến vài micromet hoặc thậm chí dài hơn. Các ống nano cacbon nhiều thành được làm từ các tấm lá graphit nhiều lớp. Khe hở giữa các lớp có kích thước tương đương với graphit, khoảng 0,343 nm, có đường kính hàng chục nanomet và chiều dài hơn vài micromet. Các mảng ống nano cacbon có tính chất dị hướng về cơ, nhiệt, quang và điện, vì vậy chúng phù hợp hơn cho một số ứng dụng. Nó đã được nghiên cứu là vật liệu có giao diện nhiệt tốt nhất cho các đầu dò hồng ngoại, các điện cực tụ điện, các điện cực pin liti, các điện cực pin mặt trời, các cảm biến khí khác nhau, các cảm biến sinh học và các chip mạch tích hợp công suất cao.

Hiện tại, ứng dụng điện cực của vật liệu cacbon cần điều chế bùn cùng với chất dẫn điện và chất kết dính, sau đó đưa bùn vào bộ thu hiện tại. Sau khi sấy khô và cán, các điện cực được tạo ra cho pin và điện cực, các điện cực cảm biến khí, các điện cực cảm biến sinh học, v.v.. Điện cực được điều chế có các nhược điểm sau trong ứng dụng thực tế: (1) Việc sử dụng chất kết dính sẽ làm giảm đáng kể diện tích bề mặt hiệu dụng của vật liệu điện cực, dẫn đến giảm dung lượng hiệu dụng của vật liệu điện cực. (2) Việc sử dụng chất kết dính sẽ làm giảm đáng kể hiệu ứng tiếp xúc điện giữa vật liệu điện cực và bộ thu dòng, và tăng điện trở làm việc của điện cực. (3) Hiện tại, vật liệu điện cực và bộ thu dòng điện được kết hợp với nhau bằng chất kết dính. Bằng cách này, lượng nhiệt lớn sẽ được sinh ra trong quá trình tích điện và phóng điện, và hiện tượng sốc nhiệt do giãn nở nhiệt và co lạnh sẽ khiến tình trạng tiếp xúc giữa các vật liệu điện cực và bộ thu dòng điện giảm dần cho đến khi hỏng điện cực. (4) Việc sử dụng chất kết dính làm tăng độ dày và trọng lượng của điện cực (trọng lượng của vật liệu điện cực, chất kết dính và chất dẫn điện thường chiếm hơn 30% trọng lượng của điện cực).

Để giải quyết những khiếm khuyết cố hữu trên của điện cực truyền thống, các nhà khoa học bắt tay vào nghiên cứu điện cực tích hợp kết hợp vật liệu điện cực và bộ thu dòng điện thành một khối. Có thể thấy từ các kết quả nghiên cứu hiện tại rằng điện cực không có chất kết dính tự đỡ có công suất lớn hơn, ổn định chu kỳ và đặc tính tốc độ tốt hơn so với điện cực truyền thống. Các điện cực không có chất kết dính được nghiên cứu chủ yếu bao gồm: (1) điện cực không có chất kết dính gốc vải cacbon là điện cực composit tải hoặc kết tủa các chất hoạt tính như Si và các oxit kim loại trên vải cacbon, (2) điện cực không có chất kết dính gốc ống nano lá graphit/cacbon là điện cực có màng ngăn được xử lý từ lá graphit/ống nano cacbon và Si hoặc oxit kim loại, (3) điện cực không có chất kết dính gốc mảng ống nano cacbon (điện cực mảng ống nano cacbon) được điều chế bằng cách kết tủa các mảng ống nano cacbon định hướng theo chiều dọc trên các nền dẫn điện như đồng và thép không gỉ bằng CVD. Mặc dù hiệu suất của các điện cực này đã được cải thiện rất nhiều, chúng vẫn không thể đáp ứng các ứng dụng mà pin có yêu cầu cao hơn về mật độ năng lượng, hiệu suất chu kỳ và tốc độ như lưu trữ năng lượng, xe điện, máy bay điện, v.v..

Các nhà khoa học đã gặp phải nhiều vấn đề không mong muốn khi nghiên cứu ứng dụng của các điện cực gốc cacbon. Những vấn đề này chưa thu hút được sự quan tâm của các nhà khoa học trong tất cả các lĩnh vực nghiên cứu ứng dụng. Giải quyết những vấn đề này có ý nghĩa to lớn để cải thiện hiệu suất, độ tin cậy và tiềm năng ứng dụng của mảng sợi cacbon.

(1) Độ bền liên kết giữa mảng sợi cacbon và nền. Chúng ta biết rằng điều kiện cần thiết để ứng dụng mảng sợi cacbon là phát triển mảng sợi cacbon trên nền dẫn điện. Độ bền liên kết giữa sợi cacbon và nền quyết định độ tin cậy và tuổi thọ của các thiết bị. Vì vậy, làm thế nào để cải thiện độ bền liên kết giữa mảng sợi cacbon và nền là trọng tâm nghiên cứu và khó khăn trong lĩnh vực này. Hiện nay, công nghệ điều chế chất xúc tác kim loại là phủ chất xúc tác kim loại nano như đồng, sắt, coban và niken lên nền để phát triển sợi cacbon trên chất xúc tác kim loại bằng phương pháp kết tủa hơi hóa học. Không có liên kết giữa các sợi cacbon trong mảng sợi cacbon này, và lực liên kết giữa các sợi cacbon và nền cũng rất yếu. Do đó, mảng sợi cacbon rất dễ rơi ra

khỏi mảng sợi cacbon và gây hỏng thiết bị. (2) Sợi cacbon thiếu khả năng tự đỡ. Một nhược điểm khác của mảng sợi cacbon được điều chế theo phương pháp trên là đường kính của sợi cacbon trong mảng quá nhỏ, từ vài nanomet đến hàng chục nanomet, và mỗi sợi cacbon không thể được đỡ độc lập. Khoảng cách giữa các sợi cacbon chỉ từ vài nanomet đến hơn mười nanomet, và chúng "va chạm" hoặc thậm chí cuộn vào nhau để đỡ nhau. Trong quá trình phát xạ trường, một sợi cacbon bị xé ra khỏi nền có thể khiến một số sợi cacbon mất sự đỡ và rơi xuống. Nói cách khác, lỗi phát xạ trường của mảng sợi cacbon có thể được thực hiện một cách nhanh chóng. Khi các sợi cacbon bị xé ra đạt đến một lượng nhất định, toàn bộ thiết bị phát xạ trường sẽ bị hỏng hoàn toàn. (3) Tác dụng chắn tĩnh điện giữa các sợi cacbon. Kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học về hiệu suất phát xạ trường của mảng sợi cacbon cho thấy có hiệu ứng chắn tĩnh điện mạnh với mảng sợi cacbon mật độ cao dẫn đến hiệu suất phát xạ trường của mảng kém. Quan trọng hơn, hiệu ứng chắn này làm giảm đáng kể diện tích bề mặt riêng hiệu quả của mảng sợi cacbon, dẫn đến hiệu suất yếu.

Công nghệ điều chế chính của mảng sợi cacbon là điều chế mảng ống nano cacbon trên nền thạch anh, thủy tinh và silic bằng cách làm kết tủa hơi hóa học xúc tác. Việc điều chế các mảng ống nano cacbon có diện tích lớn như vậy dựa trên phương pháp phun ion, phủ chân không và sol-gel để kết tủa chất xúc tác hoặc tiền chất xúc tác trên nền, sau đó kết tủa các ống nano cacbon được liên kết trong các điều kiện nhất định. Với việc nghiên cứu chuyên sâu về mảng ống nano cacbon, các nhà khoa học bắt đầu nghiên cứu chế tạo mảng ống nano cacbon với kiểu mẫu cụ thể. Phương pháp thứ nhất được sử dụng để điều chế các cụm mảng đã được định dạng là sử dụng khuôn xốp làm khuôn xúc tác, sau đó là kết tủa hơi hóa chất. Khuôn xốp được sử dụng thường xuyên là oxit nhôm được anot hóa. Chất xúc tác được kết tủa vào các lỗ rỗng của nền xốp, sau đó kết tủa mảng ống nano cacbon trong các lỗ rỗng bằng cách kết tủa hơi hóa học. Ngoài ra còn có một phương pháp tương tự được gọi là phương pháp tấm bao phủ. Trong phương pháp này, các cụm mảng ống nano cacbon được điều chế bằng cách "bao phủ" các bộ phận không cần phát triển ống nano cacbon bằng tấm bao phủ định hình. Các đặc tính của phương pháp này là tiền chất xúc tác được phủ

trên nền bởi phương pháp sol-gel, và sau đó việc phủ được bảo phủ bởi lưới bao phủ, để các ống nano cacbon phát triển bên ngoài khe hở của lưới bao phủ. Phương pháp in thạch bản cũng đã được nghiên cứu trong những năm gần đây, lớp chuyển tiếp, lớp xúc tác và lớp phủ được kết tủa trên nền bằng phun magnetron hoặc bay hơi chân không, và sau đó định dạng chất xúc tác được "khắc" bằng công nghệ khắc laser hoặc công nghệ mài chùm ion. Cuối cùng, mảng ống nano cacbon được phát triển nhờ quá trình kết tủa hơi hóa chất có xúc tác. Đặc điểm của phương pháp điều chế này là thuận tiện trong việc thiết kế và kết tủa các cụm mảng ống nano cacbon định hình theo nhu cầu. Một ưu điểm khác là các cụm mảng ống nano cacbon được định hình theo yêu cầu có thể được điều chế trực tiếp trên nền làm việc. Công nghệ điều chế chất xúc tác gần đây được gọi là kỹ thuật in thạch bản nano đầu nhúng (dip pen nanolithography-DPN). Nguyên tắc của công nghệ này là "in" tiền chất xúc tác trực tiếp trên nền bằng đầu dò có thể ghi của kính hiển vi lực nguyên tử, sau đó phát triển các mảng (cụm) ống nano cacbon bằng cách kết tủa hơi hóa học. Ưu điểm của phương pháp này là tiền chất của chất xúc tác có thể được “in” trực tiếp trên nền mà không cần khuôn mẫu, điều kiện chân không và quá trình kết tủa và khắc mòn phức tạp. Quan trọng hơn, công nghệ DPN có thể “in” tiền chất xúc tác ở mọi vị trí cần thiết một cách rất chính xác. Đường kính điểm in có thể nhỏ tới 100 nm.

Lahiri và cộng sự đã kết tủa trực tiếp các mảng ống nano cacbon trên nền đồng làm điện cực âm không có chất kết dính của pin liti-ion, như thể hiện trên Fig.1. Điện cực được điều chế bằng cách kết tủa lớp Ti và Ni có kích thước 20-25 nm trên lá đồng dày 50 micron, và sau đó kết tủa các mảng ống nano cacbon bằng CVD ở nhiệt độ 500 đến 900 °C với hỗn hợp H_2 + C_2H_2 (tỷ lệ 1: 2) làm khí làm việc. Từ hình vẽ có thể thấy rằng các mảng ống nano cacbon được kết tủa đan xen vào nhau.

Tan và cộng sự đã nghiên cứu sự kết tủa tại chỗ của các điện cực không có chất kết dính mảng nano trên lá đồng, lưới đồng và lưới bện bằng đồng, như thể hiện trên Fig. 2. Điện cực mảng nano CuO (CNE) được điều chế bằng cách nung nóng và oxy hóa nền trong môi trường oxy ở 600 °C/5 giờ (Fig. 2.a). Điện cực mảng nano CuO/CNx (CCNE) được điều chế bằng cách phun magnetron CNE với graphit làm

mục tiêu trong môi trường N_2 (Fig. 2b). Điện cực mảng nano Cu/CNx (CNNE) được điều chế bằng cách khử CCNE ở 300 °C/2 giờ trong môi trường hydro (Fig. 2c).

Wang và cộng sự đã kết tủa điện cực Si/CNT trên tấm thép không gỉ mỏng có đường kính 15,5 mm, như trên Fig. 3. Điện cực được điều chế bằng cách kết tủa lớp Ti/thiếc trên thép không gỉ, tiếp theo là lớp xúc tác Ni. Sử dụng C_2H_2 làm nguồn cacbon, CNT được kết tủa ở 800 °C. Sau đó, lớp Si được kết tủa trên bề mặt của CNT (SiH4 là nguồn Si, 300 °C).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế bao gồm nhưng không bị giới hạn mục đích sau đây:

Mục đích thứ nhất của sáng chế là thay đổi cấu trúc bề mặt, hình thái học, đặc điểm truyền điện tử, nguyên tử và ion, tính dẫn điện, dẫn nhiệt, hấp phụ và giải hấp khí cũng như các đặc tính vật lý và hóa học khác của vật liệu nền và điều chế vật liệu composit gốc cacbon với các đặc tính vật lý và hóa học tốt hơn.

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất vật liệu composit gốc cacbon cho các tụ điện và điện cực pin khác nhau.

Mục đích thứ ba của sáng chế là đề xuất vật liệu composit gốc cacbon được nhúng sẵn các nguyên tố liti, natri, kali, rubidi, xezi, magie, berili, canxi, stronti và bari như Cu/cacbon/LiCl, Al/cacbon/KCl, Ti/cacbon/ K_2CO_3 và Al/cacbon/ $MgCl_2$, sử dụng làm điện cực dương và âm của pin và tụ điện hydro, liti, natri, kali, rubidi, xezi, berili, magie, canxi, stronti và bari.

Mục đích thứ tư của sáng chế là điều chế các điện cực vật liệu composit bao gồm vật liệu composit gốc cacbon và các hợp chất khác như cacbon/$LiFePO_4$,/cacbon/LiCl và cacbon/$LiCoO_2$, được áp dụng cho các điện cực dương và âm của pin và tụ điên ion hydro, liti, natri, kali, rubidi, xezi, magie, canxi, stronti, bari, đồng thời cải thiện hiệu suất điện hóa của các điện cực.

Mục đích thứ năm của sáng chế là đề xuất vật liệu composit gốc cacbon làm điện cực sản xuất hydro trong nước điện phân, cảm biến sinh học, cảm biến khí, cảm biến

hồng ngoại và các cảm biến khác, pin mặt trời, thiết bị trao đổi nhiệt hiệu suất cao, vật liệu sản xuất hydro nước điện phân và xúc tác quang, trường phát xạ và các ứng dụng khác.

Mục đích thứ sáu của sáng chế là cải thiện độ bền liên kết, tiếp xúc điện và dẫn nhiệt giữa màng cacbon và nền và cải thiện độ ổn định hóa học của điện cực.

Mục đích thứ bảy của sáng chế là cải thiện diện tích bề mặt riêng hiệu quả, công suất và độ nhạy của điện cực.

Mục đích thứ tám của sáng chế là giảm độ dày và trọng lượng của điện cực.

Mục đích thứ chín của sáng chế là đề xuất vật liệu composit gốc cacbon làm chất xúc tác và hỗ trợ chất xúc tác và cải thiện hiệu suất của nó.

Mục đích thứ mười của sáng chế là điều chế vật liệu composit gốc cacbon làm vật liệu trao đổi nhiệt hiệu suất cao, vật liệu bán dẫn, vật liệu dẫn điện, vật liệu nhiệt độ cao và thấp, vật liệu quang học, vật liệu phát quang, vật liệu chống mài mòn và ăn mòn, vật liệu chịu lửa, xi măng.

Mục đích thứ mười một của sáng chế là đề xuất vật liệu composit gốc cacbon để gia cố và thay đổi vật liệu composit, chẳng hạn như composit cacbon/$CaCO_3$.

Mục đích thứ mười hai của sáng chế là sử dụng vật liệu composit gốc cacbon để hấp thụ và phát ra sóng điện từ.

Mục đích thứ mười ba của sáng chế là đề xuất vật liệu composit gốc cacbon cho các vật liệu dự trữ hydro như composit cacbon/Ni.

Để đạt được các mục đích kỹ thuật nêu trên, sáng chế đề xuất vật liệu composit gốc cacbon, bao gồm nền, màng cacbon và cacbon cấu trúc. Màng cacbon được liên kết hóa học trên bề mặt của nền và cacbon cấu trúc liên kết hóa học với màng cacbon, và nền, màng cacbon và cacbon cấu trúc tạo thành cấu trúc tích hợp.

Nền đề cập đến các vật liệu rắn ở nhiệt độ phòng ngoại trừ chất hữu cơ. Nền bao gồm kim loại, hợp kim, hợp chất, vật liệu phi kim loại hoặc hợp chất phi kim loại, chẳng hạn như đồng, nhôm, niken, sắt, hợp kim nhôm, thép không gỉ, alumin, oxit

kẽm, thủy tinh, silicon, cacbon, germani, silicon dioxide, silic cacbua, và các vật liệu có lớp bao phủ bề mặt như mạ niken đồng, mạ bạc nhôm, mạ vàng bạc và nhôm anot hóa. Hình dạng của nền là bất kỳ hình dạng nào, bao gồm cấu trúc một chiều, hai chiều và ba chiều như hạt, sợi, màng, tấm, khối, rắn, xốp, mạng liên kết và cấu trúc mạng dệt. Diện tích bề mặt của nền là từ 0,001 nanomet vuông đến 1 tỷ mét vuông.

Màng cacbon chứa nguyên tố cacbon và một hoặc nhiều nguyên tố khác. Hàm lượng của các nguyên tố kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ xúc tác trong màng cacbon là 0,0000000000001 % trọng lượng đến 99,9999 % trọng lượng. Độ dày của màng cacbon là 0,01 nm đến 1 mm. Màng cacbon được tạo ra bằng cách xúc tác kết tủa nguồn cacbon dưới tác dụng của kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ. Do đó, màng cacbon được nối lên trên bề mặt nền bằng lực hóa học tạo thành cấu trúc tích hợp. Màng cacbon là vật chất giống như màng được liên kết với nền. Độ dày màng cacbon thường từ 0,01 nm đến 1 mm, được xác định bởi nền, chất xúc tác, nguồn cacbon, nhiệt độ phản ứng và môi trường. Độ dày màng cacbon có thể lớn hơn 1mm trong một số trường hợp. Cacbon cấu trúc chứa cacbon và một hoặc nhiều nguyên tố khác. Hàm lượng của các nguyên tố kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ xúc tác trong màng cacbon là 0,0000000000001 % trọng lượng đến 99,9999 % trọng lượng. Cacbon cấu trúc là vật liệu chứa cacbon không giống màng được kết tủa bằng cách xúc tác phân hủy nguồn cacbon dưới tác dụng của kim loại kiềm và/hoặc kiềm thổ có hoặc không có các kim loại khác. Do đó, cacbon cấu trúc được liên kết hóa học với màng cacbon. Trong các điều kiện phản ứng cụ thể, không có vật liệu cacbon phi màng nào được phát triển trong màng cacbon, nghĩa là, hình thái của cacbon cấu trúc không khác với hình thái của màng cacbon. Không có sự khác biệt về cấu trúc hóa học và cấu trúc hình thái giữa màng cacbon và cacbon cấu trúc. Trong trường hợp này, có thể coi màng cacbon được tích hợp với cacbon cấu trúc, hoặc chỉ có màng cacbon được xem xét. Màng cacbon và cacbon cấu trúc chứa hoặc không chứa lỗ rỗng, và cấu trúc hóa học và cấu trúc hình thái của màng cacbon và cacbon cấu trúc là liên tục hoặc không liên tục. Có hoặc không có lớp phân cách có thành phần hóa học và cấu trúc hình thái khác nhau giữa màng cacbon và cacbon cấu trúc. Composit gốc cacbon tải hoặc không

tải nhiều hơn hai loại màng cacbon và cacbon cấu trúc. Composit gốc cacbon tải hoặc không tải cấu trúc chức năng khác như lớp cách điện, lớp dẫn điện và lớp chức năng.

Cacbon cấu trúc chứa cacbon, các nguyên tố kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ, và chứa hoặc không chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố khác. Cacbon cấu trúc là bất kỳ hình dạng nào bao gồm các sợi cacbon đều đặn hoặc không đều, ống nano cacbon và cacbon có hình dạng đặc biệt như hình cầu, bán cầu, vảy, đuôi gai, phân lớp, xoắn, cũng như các sản phẩm phản ứng khác nhau, các chất và hợp chất đơn giản phụ gia, và các hỗn hợp nêu trên.

Ngoài ra, nền có thể được bao phủ liên tục hoặc không liên tục bởi màng cacbon và cacbon cấu trúc bằng cách điều chỉnh vị trí bao phủ của chất xúc tác trên nền. Khu vực được bao phủ chất xúc tác sẽ được bao phủ bởi màng cacbon và cacbon cấu trúc, trong khi khu vực không phủ chất xúc tác sẽ không được bao phủ bởi màng cacbon và cacbon cấu trúc hoặc được bao phủ bởi vật liệu cacbon khác. Bằng cách sử dụng phương pháp được bộc lộ, vật liệu composit gốc cacbon có diện tích bề mặt 0,1 nm vuông đến 1 tỷ mét vuông có thể được tạo ra.

Phương pháp điều chế thứ nhất vật liệu composit gốc cacbon theo sáng chế bao gồm các bước sau:

(A1) Hỗn hợp chất xúc tác được phủ trên bề mặt nền, sau đó được sấy khô trong các điều kiện cần thiết. Tuy nhiên, bước này có thể được bỏ qua hoặc không khi nền hoặc nguồn cacbon có chứa chất xúc tác.

(A2) Nền được tải hỗn hợp chất xúc tác được đặt trong lò nung với môi trường nhất định, sau đó được gia nhiệt đến nhiệt độ -50°C đến 1500 °C và giữ nhiệt độ 0 đến 1000 giờ để phân hủy, nấu chảy và trộn hỗn hợp chất xúc tác và để chất xúc tác ngấm vào bề mặt nền. Bước này có lợi cho việc hình thành màng cacbon và cacbon cấu trúc có độ dày đồng đều và tính nhất quán cao về cấu trúc và hình thái trong bước tiếp theo.

(A3) Môi trường của lò được điều chỉnh để thay thế môi trường ở bước (A2), tiếp theo là điều chỉnh lò nung đến nhiệt độ phản ứng -50 °C đến 1500 °C (trong trường hợp cụ thể, nhiệt độ phản ứng có thể thấp hơn -200 °C và cao hơn 2500 °C.).

Sau đó, môi trường trong lò nung được điều chỉnh theo yêu cầu, tiếp theo là bơm nguồn cacbon vào lò nung và giữ nhiệt độ trong 0 đến 1000 giờ.

Trong môi trường này, nguồn cacbon phản ứng dưới tác dụng của chất xúc tác để tạo thành màng cacbon bao phủ nền và cacbon cấu trúc trên bề mặt màng cacbon. Trong một số trường hợp, hình dạng của nền có thể thay đổi sau phản ứng. Ví dụ, màng như nền được thay đổi thành bột và nền hạt lớn được chuyển thành hạt nhỏ hơn.

(A4) Tắt lò để lò nguội đến -50 °C đến 100 °C để thu được vật liệu composit gốc cacbon. Trong quá trình làm nguội, môi trường của lò được điều chỉnh khi cần thiết để tránh các phản ứng phụ.

Phương pháp điều chế thứ hai composit gốc cacbon theo sáng chế bao gồm các bước sau:

(B1) Hỗn hợp chất xúc tác được phủ trên bề mặt nền, sau đó làm khô và sau đó phủ các chất hữu cơ chứa cacbon lên nền để điều chế tiền chất phản ứng. Hoặc hỗn hợp chất xúc tác được trộn với nền, sau đó trộn với chất hữu cơ có chứa cacbon để điều chế tiền chất phản ứng.

(B2) Tiền chất phản ứng được đặt trong lò nung với môi trường nhất định, sau đó gia nhiệt lò đến nhiệt độ - 50°C đến 1500°C (trong trường hợp cụ thể, nhiệt độ phản ứng có thể thấp hơn -200 °C và cao hơn 2500 °C) và giữ nhiệt độ trong 0 đến 1000 giờ để tạo thành màng cacbon bao phủ nền và cacbon cấu trúc trên bề mặt màng cacbon.

(B3) Tắt lò để lò nguội đến -50 °C đến 100 °C để thu được vật liệu composit gốc cacbon. Trong quá trình làm nguội, môi trường của lò được điều chỉnh khi cần thiết để tránh các phản ứng phụ.

Ở bước (B1), đối với nền dạng hạt, ưu tiên trộn hỗn hợp chất xúc tác với nền và chất hữu cơ chứa cacbon để điều chế tiền chất phản ứng. Đối với nền dạng màng, tấm và khối, ưu tiên phủ hỗn hợp chất xúc tác lên bề mặt nền, sau đó phủ các chất hữu cơ chứa cacbon lên nền để điều chế tiền chất phản ứng.

Trong sơ đồ ưu tiên, môi trường ở các bước (A2), (A3) và (A4), và (B2) và (B3) được điều chỉnh theo quy trình phản ứng thực tế. Khi môi trường yêu cầu giữa các bước liền kề là nhất quán, việc điều chỉnh môi trường trong các bước tiếp theo sẽ bị bỏ qua.

Trong sơ đồ ưu tiên, nền được phủ ở các bước (A1) và (B1) có thể được làm sạch bằng nhiều phương pháp khác nhau, chẳng hạn như làm sạch hóa học và làm sạch vật lý, để loại bỏ ảnh hưởng việc bảo phủ bề mặt đối với quá trình sản xuất. Hóa chất tẩy rửa bao gồm etanol, axeton, xylen, fomandehit, dung môi hữu cơ, nước khử ion và chất hoạt động bề mặt. Sau khi làm sạch, nền phải được sấy khô trong các điều kiện thích hợp như chân không, các khí vô cơ và hữu cơ khác nhau hoặc các khí hỗn hợp. Ở đây, nhiệt độ sấy là - 50 °C đến 1000 °C và thời gian sấy là 0 đến 1000 giờ. Tốt hơn nữa, nhiệt độ sấy là - 50 °C đến 700 °C.

Trong sơ đồ ưu tiên, chất xúc tác ở bước (A1) và (B1) bao gồm các chất đơn giản, hợp chất hữu cơ và hợp chất vô cơ của kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ, cũng như hỗn hợp của chúng. Các chất xúc tác này bao gồm Li, LiCl, Li_2CO_3, LiOH, LiH_2PO_4 , LIF, liti axetat, liti xitrat, liti butyl, liti phenyl, liti stearat, liti palmitat, NaCl, Na_2CO_3, NaOH, NaF, natri etanol, natri metoxit, natri format, natri axetat, natri xitrat, KCl, K_2CO_3, KOH, KF, K_3PO_4, kali oxalat, kali hydro phtalat, RbCL, $RbNO_3$, rubidi axetat, rubidi oxalat CsCL, Cs_2CO3, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$ $CaCl_2$, canxi gluconat, canxi lactat, canxi axetat, magie axetat, magie gluconat, $MgCl_2$, MgO, $MgSO_4$, $SrCl_2$, SrO, stronti gluconat, stronti axetat, bari axetat, bari xitrat, $BaCl_2$, $BaCO_3$ và $BaSO_4$. Các chất xúc tác này cũng bao gồm các sản phẩm tự nhiên có chứa kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ, chẳng hạn như không khí, nước sông, nước biển, khoáng chất và dầu khoáng, mô thực vật và động vật, cành và lá, nước trái cây, chẳng hạn như cao su tự nhiên và chiết xuất của chúng, chẳng hạn như mỡ động thực vật và chất tiết từ động vật, chẳng hạn như mật ong. Quan trọng hơn, các sản phẩm tự nhiên này có thể được sử dụng làm nguồn cacbon và hỗn hợp chất xúc tác.

Tốt hơn là, hỗn hợp chất xúc tác và nguồn cacbon cũng có thể được điều chế bằng cách gia nhiệt chất xúc tác và chất chứa cacbon đến nhiệt độ nhất định. Nếu gia nhiệt $CaCO_3$ đến 600 °C trong lò nung và cho axetylen vào thì thu được khí cacbonat chứa canxi và chất hữu cơ lỏng có chứa canxi. Sau khi gia nhiệt K_2CO_3 đến 600 °C trong lò nung và cho axetylen vào, sẽ thu được cacbon khí chứa với kali và cacbon chứa chất hữu cơ lỏng với kali. Cacbon chứa khí và cacbon chứa chất hữu cơ lỏng có chứa hai hoặc nhiều nguyên tố kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ có thể được điều chế bằng cách gia nhiệt hai hoặc nhiều chất xúc tác kim loại kiềm và/hoặc kiềm thổ đến -50 °C đến 1000 °C và đưa chất cacbon vào. Hoặc trộn một hoặc hai hoặc nhiều hơn nguyên tố kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ với các đơn chất và hợp chất của một hoặc hai hoặc nhiều hơn nguyên tố khác để tạo thành hỗn hợp, sau đó nung các hỗn hợp này đến 400 °C đến 1000 °C, sau đó đưa chất cacbon vào. Sau đó, thu được khí hữu cơ dạng cacbon và chất lỏng hữu cơ dạng cacbon có chứa một hoặc hai hoặc nhiều hơn nguyên tố kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ và một hoặc hai hoặc nhiều hơn nguyên tố khác.

Tốt hơn là hỗn hợp chất xúc tác ở các bước (A1) và (B1) là dung dịch, huyền phù, bột nhão hoặc bột với sự phân tán chất xúc tác đồng đều. Chất xúc tác có thể được điều chế thành các dung dịch, huyền phù hoặc bột nhão hỗn hợp gốc nước, gốc hữu cơ, nước và hữu cơ, chẳng hạn như gốc nước, gốc etanol, gốc axeton hoặc gốc nước/etanol, gốc axeton/etanol dung dịch, huyền phù hoặc bột nhão. Phần trăm khối lượng của chất xúc tác trong hỗn hợp chất xúc tác là 0,000000001 % trọng lượng đến 99,99 % trọng lượng. Hơn nữa, các chất phụ gia, chất hoạt động bề mặt và chất làm đặc có thể được thêm vào hỗn hợp chất xúc tác theo yêu cầu. Các chất phụ gia bao gồm bất kỳ hợp chất nào, được sử dụng chủ yếu để kiểm soát hình thái của cacbon cấu trúc và sản xuất vật liệu composit gốc cacbon/vật liệu composit hỗn hợp và vật liệu composit gốc cacbon với các chức năng dự trữ hydro, chất xúc tác và gia cố, v.v.. Các chất phụ gia có thể phản ứng với chất xúc tác. Ví dụ, lượng chất phụ gia thích hợp $FeCl_2$ được thêm vào dung dịch chất xúc tác LiH_2PO_4 để điều chế vật liệu composit gốc cacbon/vật liệu composit LiH_2PO_4 và chất phụ gia CoO được thêm vào chất xúc

tác LiOH để sản xuất vật liệu composit gốc cacbon /$LiCoO_2$ làm vật liệu catốt của pin liti-ion. Các chất phụ gia cũng có thể được trộn đều với chất xúc tác mà không phản ứng với chất xúc tác. Các chất phụ gia được phân bố đồng đều trong vật liệu composit. Ví dụ, lượng phụ gia thích hợp $LiFePO_4$ được thêm vào dung dịch hỗn hợp LiH_2PO_4 có xúc tác để điều chế vật liệu composit gốc cacbon/ $LiFePO_4$ làm điện cực. Phần trăm khối lượng của các chất phụ gia trong hỗn hợp là 0 đến 99 %. Các chất phụ gia bao gồm nhưng không giới hạn ở $FeCl_2$, $Fe(OH)_3$, $CuCl_2$, $ZnSO_4$, Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2 và ZnO_2, axit acrylic, axit béo không no, liti axetat, canxi cacbonat, kali oxalat, etylen, polypropylen, polyvinyl clorua và cao su. Ở nhiệt độ phản ứng của bước (A2), các chất phụ gia có thể phản ứng với chất xúc tác để cuối cùng tạo thành composit gốc cacbon.

Tốt hơn là ở các bước (A1) và (B1), hỗn hợp chất xúc tác được phủ lên nền bằng cách phun, nhúng, lau, cạo, chải, thấm ướt, lau, phủ cán, in, và các phương pháp khác. Nền được phủ sau đó được sấy khô trong bất kỳ môi trường nào có thể, chẳng hạn như chân không, không khí, oxy, khí trơ, hydro, amoniac, khí vô cơ và hữu cơ và các loại khí hỗn hợp khác nhau. Ở đây, nhiệt độ sấy là – 50 °C đến 700°C và thời gian sấy là 0 đến 10 giờ. Trong quá trình phủ, mô hình cụ thể của lớp phủ chất xúc tác trên nền có thể thu được bằng khuôn mẫu xốp, mặt nạ và các phương pháp khác. Các vật liệu composit được điều chế bởi quá trình phủ này được sử dụng trong các cảm biến, linh kiện điện tử, chất bán dẫn gốc cacbon và mạch tích hợp, thiết bị điều khiển nhiệt, thiết bị phát xạ trường, thiết bị hiển thị, pin mặt trời, các điện cực pin và tụ điện khác nhau.

Tốt hơn là ở các bước (A1) và (B1), trong quá trình phủ hỗn hợp xúc tác lên nền, có thể tác dụng áp lực cơ học bằng cách cán, ép khuôn, ép. Ví dụ, dây thép được lấy ra khỏi khuôn được phủ bằng hỗn hợp có chứa kali stearat và/hoặc natri stearat bằng cách làm biến dạng dẻo dây thép đồng thời tạo thành màng cacbon và cấu trúc cacbon trên bề mặt của dây thép. Vật liệu composit gốc cacbon có nền thép được điều chế theo phương pháp này sau đó được xử lý nhiệt tiếp theo là tẩy chua và hóa chất/mạ điện đồng hoặc hợp kim của nó, tiếp theo là rửa bằng dung dịch xúc tác (nước khoáng) và gia nhiệt ở 120°C trong môi trường không khí (có chứa chất xúc tác và nguồn cacbon) trong 1-10 giây để thu được composit gốc cacbon-thép mạ đồng. Hơn nữa, composit

được phủ bằng nhựa cumarone để có được vật liệu composit được sử dụng cho dây thép hạt, sợi thép, v.v..

Tốt hơn là ở bước (A2), nền được phủ hỗn hợp chất xúc tác được đặt trong lò nung kín, và sau đó điều chỉnh môi trường trong lò nung. Sau đó, lò nung được gia nhiệt đến nhiệt độ -50°C đến 1500°C tiếp theo là giữ nhiệt độ trong 0 đến 1000 giờ. Để tránh xảy ra phản ứng phụ giữa chất xúc tác và không khí, môi trường trong lò nung được điều chỉnh theo sự khác biệt của vật liệu nền và hệ chất xúc tác trong bước này. Ví dụ, nếu vật liệu nền là kim loại, khí trơ hoặc khí hữu cơ hoặc khí hỗn hợp được sử dụng. Nếu vật liệu nền là phi kim, có thể sử dụng khí trơ, không khí, oxy, khí hữu cơ hoặc khí hỗn hợp.

Tốt hơn là nguồn cacbon ở các bước (A3) và (B1) bao gồm rượu (như metanol, etanol, v.v.), axit hữu cơ (như axit fomic, axit axetic, các axit béo bão hòa và không bão hòa khác nhau, v.v.), các olefin, ankan, ankyn, xeton (như axeton, v.v.), các khí cacbon khác nhau (như propan, metan, axetylen), đường (như tinh bột, sacaroza, v.v.), các loại nhựa khác nhau (chẳng hạn như nhựa phenolic) và hỗn hợp của các chất trên.

Nguồn cacbon cũng bao gồm các sản phẩm tự nhiên có chứa kim loại kiềm và/hoặc các nguyên tố kim loại kiềm thổ và các chất hữu cơ chứa cacbon, chẳng hạn như không khí và khoáng chất tự nhiên, dầu, nhựa đường, các chất hữu cơ tự nhiên như mô động và thực vật và các chất chiết xuất và chất tiết của chúng như cành cây và lá, nước trái cây, cao su thiên nhiên, gôm, chất béo, mật ong và dầu thực vật. Nguồn cacbon có nguồn gốc từ thiên nhiên cũng có thể hoạt động như hỗn hợp chất xúc tác để cung cấp chất xúc tác. Nguồn cacbon chứa một hoặc hai hoặc nhiều vật chất chứa cacbon.

Trong bước (A3), việc điều chỉnh môi trường trước khi đưa các chất hữu cơ chứa cacbon là để loại bỏ môi trường ở bước trước, và việc điều chỉnh môi trường sau khi đưa chất hữu cơ chứa cacbon vào là để tránh các phản ứng phụ hoặc làm cho khí trong môi trường tương tác với các chất hữu cơ chứa cacbon để tạo thành màng cacbon và cacbon cấu trúc. Phương pháp gia nhiệt trong các bước (A2), (A3) và (B2) đề cập đến

bất kỳ phương pháp nào có thể thực hiện được, bao gồm gia nhiệt bằng điện, gia nhiệt bằng cách đốt, gia nhiệt bằng bức xạ quang và gia nhiệt điện từ.

Tốt hơn là môi trường ở các bước (A4) và (B3) có thể được điều chỉnh thành môi trường bất kỳ khi cần thiết, chẳng hạn như nitơ, argon, hydro, hoặc hỗn hợp của hai khí trở lên, chẳng hạn như argon/hydro, nitơ/hydro, hoặc metan, axetylen, propan, các khí hữu cơ và vô cơ khác nhau. Miễn là môi trường này có thể tránh được các phản ứng phụ trong quá trình làm nguội.

Tốt hơn là, composit gốc cacbon thu được ở bước (A4) và (B3) có thể được xử lý sau theo yêu cầu như xử lý nhiệt và chất kết dính phủ.

Tốt hơn, nếu nền như thủy tinh thạch anh, thủy tinh silic cao, thủy tinh natri canxi, thủy tinh borosilicat, hợp kim nhôm liti, hợp kim nhôm magie, hợp kim magie liti, $YBa_2Cu_3O_7$, $LiCoO_2$, $LiFePO_4$, $BaTiO_3$, $LiNbO_3$ và CaF_2 có chứa chất xúc tác, nền có thể được đặt trực tiếp vào lò nung mà không cần phủ hỗn hợp chất xúc tác và được gia nhiệt đến nhiệt độ bất kỳ từ - 50 °C đến 1500 °C (trong những trường hợp đặc biệt, nhiệt độ bất kỳ từ - 200 °C đến 2500 °C), và sau đó nguồn cacbon có chứa nguyên tố xúc tác như không khí, dầu động vật và thực vật và hơi của nó vào lò nung, hoặc nguồn cacbon không chứa nguyên tố xúc tác như metan, propan và axetylen được đưa vào lò.

Lò nung được gia nhiệt thêm trong 0 đến 10 giờ sau đó làm nguội đến nhiệt độ bất kỳ trong khoảng -200 °C đến 100 °C để thu được camposit gốc cacbon. Composit gốc cacbon đã điều chế có thể được sử dụng làm vật liệu quang học, vật liệu dẫn điện, vật liệu kiểm soát nhiệt, vật liệu polyme biến tính, vật liệu chịu nhiệt độ cao và thấp và các vật liệu điện cực khác nhau.

Tốt hơn là, tiền chất phản ứng được điều chế bằng cách phủ chất xúc tác và nguồn cacbon lên bề mặt của nền phản ứng mà không có thành phần chất xúc tác, như Al_2O_3, Fe, Si, Cu, Al, ZnO, hợp kim sắt, hợp kim nhôm, hợp kim đồng, SiO_2 và YVO4. Ví dụ, chất xúc tác LiCl và nhựa cumarone nguồn cacbon được trộn để điều chế hỗn hợp chất xúc tác, và sau đó hỗn hợp chất xúc tác được phủ trên nền Cu để điều

chế tiền chất phản ứng. Sau đó, tiền chất phản ứng được đặt trong lò nung trong bất kỳ môi trường nào, được gia nhiệt đến 600°C, và làm nguội đến nhiệt độ phòng sau khi giữ trong 20 phút để thu được hỗn hợp gốc cacbon. Ngoài ra, nền ở trên mà không phủ bất cứ thứ gì được gia nhiệt đến nhiệt độ cần thiết trong lò nung với bất kỳ môi trường cần thiết nào, và sau đó nguồn cacbon có chứa các nguyên tố xúc tác và các chất hữu cơ chứa cacbon được bơm vào lò nung, chẳng hạn như không khí tự nhiên, dầu động vật và thực vật, dầu, rơm rạ, cành và lá, và nguồn cacbon tổng hợp có chứa các nguyên tố xúc tác và các chất hữu cơ chứa cacbon. Sau đó, nhiệt độ lò được giữ trong 0 đến 20 giờ sau đó được làm nguội đến nhiệt độ -200 °C đến 100 °C. Composit gốc cacbon đã điều chế có thể được sử dụng làm vật liệu dẫn điện, vật liệu dẫn nhiệt, vật liệu dẫn từ, vật liệu quang học, vật liệu chịu nhiệt độ cao và thấp, v.v..

Tốt hơn là, nền cũng có thể được tạo thành do phản ứng của hỗn hợp chất xúc tác. Ví dụ, oxalat sắt được trộn với LiH_2PO_4 và nước để điều chế tiền chất phản ứng. Sau đó, tiền chất sau phản ứng được sấy khô hoặc không sấy khô, nó được đưa vào lò phản ứng và nung ở nhiệt độ 400°C trong 2 giờ, sau đó nung ở nhiệt độ 700°C trong 4 giờ sau đó làm lạnh đến nhiệt độ phòng để thu được vật liệu composit gốc cacbon với $LiFePO_4$ làm nền. Ví dụ, đất sét, kali fenspat và anbit, cát thạch anh và nước được trộn bằng cách nghiền bi và sấy khô để điều chế tiền chất phản ứng. Sau đó, tiền chất phản ứng được đặt trong lò nung và nung ở nhiệt độ 1350°C trong 4 giờ, tiếp theo là làm nguội trong nguồn khí cacbon đến nhiệt độ phòng để thu được composit gốc cacbon. Ví dụ, hỗn hợp chất xúc tác chứa KCl và/hoặc LiCl và/hoặc LiH_2PO_4 được phủ lên bề mặt của các kim loại như Al, Cu, Zn và các hợp kim của chúng, sau đó được sấy khô trong môi trường có nhiệt độ -50 °C đến 100°C trong 1 đến 100 phút để điều chế tiền chất phản ứng. Sau đó, tiền chất phản ứng được đặt trong lò nung tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm argon vào lò nung. Sau đó, lò nung được gia nhiệt đến nhiệt độ từ 500 đến 1000°C, tiếp theo là đưa axetylen vào lò nung. Sau khi nhiệt độ lò được duy trì trong 0 đến 2 giờ, lò nung được làm nguội đến nhiệt độ phòng để thu được composit gốc cacbon. Hình thái của nền thay đổi từ dạng bột, khối hoặc màng thành dạng hạt nhỏ.

Trong sơ đồ ưu tiên, composit gốc cacbon nền canxi cacbonat, composit gốc cacbon nền thạch anh, bột cacbon, cao su styren butadien và lưu huỳnh được ép đùn và trộn thành hỗn hợp trộn sẵn, sau đó hỗn hợp này được đặt vào khuôn sau đó gia nhiệt nó đến nhiệt độ từ 120°C đến 180°C và giữ nhiệt độ trong 2 giờ. Sau đó, hỗn hợp trộn sẵn trong khuôn được đưa ra ngoài và làm nguội đến nhiệt độ phòng để thu được composit gốc cacbon nhiều nền được sử dụng chủ yếu làm vật liệu đàn hồi. Ngoài ra, composit gốc cacbon nền Al_2O_3 và composit gốc cacbon nền nhôm được trộn đều và ép đùn ở nhiệt độ từ 300°C and 600°C để thu được composit gốc cacbon nhiều nền chủ yếu được sử dụng làm vật liệu chịu mài mòn và độ bền cao.

So với tình trạng kỹ thuật trước đây, sáng chế đạt được những hiệu quả sau:

1. Sáng chế có thể điều chế vật liệu composit gốc cacbon với cấu trúc tích hợp của nền, màng cacbon và cacbon cấu trúc, và màng cacbon được liên kết trên nền thông qua lực hóa học. Do đó, độ bền liên kết, tiếp xúc điện và hiệu suất trao đổi nhiệt và độ ổn định của điện cực tốt hơn.

2. Điện cực được điều chế theo sáng chế có trọng lượng nhẹ hơn, độ dày mỏng hơn, phương pháp điều chế đơn giản hơn và chi phí thấp hơn so với các điện cực được điều chế theo tình trạng kỹ thuật.

3. Bằng cách thêm các hợp chất phụ gia vào chất xúc tác, sáng chế có thể điều chế vật liệu composit bao gồm vật liệu composit gốc cacbon và hợp chất cho các ứng dụng làm vật liệu điện cực, vật liệu dự trữ hydro, vật liệu xúc tác và vật liệu gia cố, v.v..

4. Sáng chế có thể điều chế vật liệu composit gốc cacbon được nhúng sẵn các nguyên tố liti, natri, kali, rubidi, xezi, magie, canxi, stronti và bari làm điện cực của pin và tụ điện.

5. Bằng cách thay đổi các tham số của quá trình, chẳng hạn như loại và tỷ lệ chất xúc tác, vật liệu composit gốc cacbon có hình thái phong phú của cacbon cấu trúc có thể được điều chế. Tuy nhiên, công nghệ hiện tại chỉ có thể điều chế composit có hình

thái đơn lẻ của cacbon cấu trúc, thường là các mảng sợi cacbon có đường kính từ vài nanomet đến hơn 10 nanomet. Lực liên kết giữa sợi cacbon đơn và nền rất yếu.

6. Sáng chế có thể điều chế điện cực âm và dương của pin và tụ điện, và kỹ thuật trước đây chỉ có thể điều chế điện cực dương hoặc âm của pin và tụ điện.

7. Sáng chế có thể thay đổi cấu trúc bề mặt, đặc điểm hình thái, đặc điểm dẫn điện, dẫn nhiệt, đặc điểm hấp phụ và giải hấp khí, đặc điểm truyền điện tử và ion, hấp thụ và phát xạ sóng điện từ và các đặc điểm vật lý và hóa học khác của nền dẫn điện và kkhông dẫn điện.

8. Điện cực được điều chế theo sáng chế tránh được hiệu ứng chắn tĩnh điện do khoảng cách không gian lớn giữa cacbon cấu trúc. Do đó, các điện cực được điều chế theo sáng chế có diện tích bề mặt riêng hiệu dụng lớn hơn, dung lượng điện cực lớn hơn, tốc độ phản ứng nhanh hơn, hiệu suất chuyển đổi quang điện lớn hơn và độ nhạy điện cực cao hơn so với các điện cực được điều chế theo kỹ thuật trước.

9. Vật liệu composit gốc cacbon được điều chế theo sáng chế có thể được ứng dụng cho các điện cực của pin và tụ điện, chất xúc tác và chất mang xúc tác, các cảm biến khác nhau, điện cực phát xạ trường, điện cực pin mặt trời, điện cực sản xuất hydro nước điện phân, vật liệu sản xuất hydro quang xúc tác, điện cực dò tia hồng ngoại, vật liệu trao đổi nhiệt, vật liệu hấp thụ và phát xạ sóng điện từ, v.v.. Nhưng tình trạng kỹ thuật trước đây chỉ có thể sản xuất composit với ít ứng dụng hơn.

10. Sáng chế có thể cải thiện đáng kể hiệu suất dự trữ hydro của vật liệu rắn hiện có và các đặc tính cơ học của bề mặt phân cách giữa vật liệu rắn và polyme.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là sơ đồ và ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) của mảng ống nano cacbon kết tủa trên nền Cu bằng công nghệ hiện có.

FIG. 2 minh họa các hình thái SEM của các mảng ống nano cacbon kết tủa tại chỗ trên lá đồng, lưới đồng, lưới bện bằng đồng sử dụng công nghệ hiện có là điện cực không có chất kết dính.

FIG. 3 minh họa sơ đồ và hình thái SEM của điện cực Si/CNT kết tủa trên đĩa thép không gỉ có đường kính 15,5 mm bằng công nghệ hiện có

FIG. 4 minh họa sơ đồ vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra theo sáng chế.

FIG. 5 minh họa các hình thái SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng thép không gỉ làm nền, K_2CO_3 làm chất xúc tác (600 °C, 1 giờ, axetylen) trong ví dụ 1 theo sáng chế, (a) phóng đại 2000, (b) phóng đại 10000, (c) phóng đại 50000.

FIG. 6 minh họa các hình thái SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng thép không gỉ làm nền, Na_2CO_3 làm chất xúc tác trong ví dụ 1 theo sáng chế (600°C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 2000, (b) phóng đại 10000, (c) phóng đại 50000.

FIG. 7 minh họa các hình thái SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng thép không gỉ làm nền, Li_2CO_3 làm chất xúc tác trong ví dụ 1 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 1000, (b) phóng đại 2000, (c) phóng đại 10000.

FIG. 8 minh họa các hình thái SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng thép không gỉ làm nền, KF làm chất xúc tác trong ví dụ 1 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 2000, (b) phóng đại 10000, (c) phóng đại 50000.

FIG. 9 minh họa (a) ảnh hiển vi điện tử truyền qua (transmission electron microscopy-TEM) của màng cacbon và cacbon cấu trúc được hình thành trong một khối được tạo ra bằng cách sử dụng chất xúc tác K_2CO_3, (b) ảnh TEM của màng cacbon và cacbon cấu trúc được tạo thành trong một khối được tạo ra bằng cách sử dụng chất xúc tác Na_2CO_3, (c) ảnh TEM của màng cacbon và cacbon cấu trúc được tạo ra trong một khối được tạo ra bằng cách sử dụng chất xúc tác Li_2CO_3 trong ví dụ 1 theo sáng chế.

FIG. 10 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu dày 8 μm làm nền và Li_2CO_3 làm chất xúc tác trong ví dụ 2 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen).

FIG. 11 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu dày 8 μm làm nền và K_2CO_3 làm chất xúc tác trong ví dụ 2 theo sáng chế (600°C, 1 giờ, axetylen).

FIG. 12 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Al dày 20 μm làm nền và K_2CO_3 làm chất xúc tác trong ví dụ 2 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen).

FIG. 13 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng nền Si và Li_2CO_3 làm chất xúc tác trong ví dụ 2 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen).

FIG. 14 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng nền Si và $Li_2CO_3/Na_2CO_3/K_2CO_3$ (tỷ lệ khối lượng mol 1:1:1) làm chất xúc tác trong ví dụ 2 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 2000 TEM.

FIG. 15 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng thép không gỉ làm nền, NaBr làm chất xúc tác trong ví dụ 3 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 20000, (b) phóng đại 50000.

FIG. 16 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng thép không gỉ làm nền, LiH_2PO_4 làm chất xúc tác trong ví dụ 3 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 20000, (b) phóng đại 50000.

FIG. 17 minh họa ảnh SEM của composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng Si làm nền, $Na_2CO_3/LiCl$ (tỷ lệ khối lượng mol 1:2) làm chất xúc tác trong ví dụ 4 theo sáng chế (650 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 20000, (b) phóng đại 60000.

FIG. 18 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng Si làm nền, và K_2CO_3/Na_2CO_3 (tỷ lệ khối lượng mol 1:1) làm chất xúc

tác trong ví dụ 5 theo sáng chế (650°C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 3000, (b) phóng đại 30000.

FIG. 19 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng Si làm nền, CH3COONa làm chất xúc tác trong ví dụ 6 theo sáng chế (650 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 10000, (b) phóng đại 50000.

FIG. 20 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng Si làm nền, và $C_6H_5O_7Na_3.2H_2O$ (làm chất xúc tác trong ví dụ 6 theo sáng chế (650 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 30000.

FIG. 21 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng silic làm nền, và $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3=1:8:1 (tỷ lệ khối lượng mol) làm chất xúc tác trong ví dụ 7 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 1000, (b) phóng đại 5000.

FIG. 22 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng silic làm nền, và $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3=8:1:1 (tỷ lệ khối lượng mol) làm chất xúc tác trong ví dụ 7 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 20000.

FIG. 23 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng nền silic, và chất xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3=1:1:8 (tỷ lệ khối lượng mol) trong ví dụ 7 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 600, (b) phóng đại 1000.

FIG. 24 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng nền silic, và chất xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3=1:8:1 (tỷ lệ khối lượng mol) trong ví dụ 8 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) màng cacbon và cacbon cấu trúc được tạo thành trên một khối.

FIG. 25 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng nền Si và chất xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3=8:1:1 (tỷ lệ khối lượng

mol) trong ví dụ 8 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 2000, (b) phóng đại 10000.

FIG. 26 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng nền Si, và chất xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:$LiNO_3$=8:1:1 (tỷ lệ khối lượng mol) trong ví dụ 9 theo sáng chế (650 °C, 2 giờ, axetylen), (a) phóng đại 500, (b) mặt cắt ngang của cacbon cấu trúc, (c) màng cacbon và cacbon cấu trúc được tạo thành trong một khối, (d) màng cacbon và cacbon cấu trúc được tạo thành trong một khối.

FIG. 27 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng nền Si, và chất xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3CsNO_3$=8:1:1 (tỷ lệ khối lượng mol) trong ví dụ 9 theo sáng chế (650 °C, 2 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 30000.

FIG. 28 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu có độ dày 8 µm làm nền, và $CaCl_2$ làm chất xúc tác trong ví dụ 10 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 1000, (b) phóng đại 3000.

FIG. 29 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu có độ dày 8 µm làm nền và lá thép không gỉ có để dày 50 µm làm nền, và K_2CO_3 làm chất xúc tác trong ví dụ 11 theo sáng chế (630 °C, 1 giờ, metan), (a) nền thép không gỉ, độ phóng đại 10000, (b) nền thép không gỉ, độ phóng đại 80000, (c) nền Cu, độ phóng đại 1000, (d) nền Cu, độ phóng đại 6000.

FIG. 30 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu có độ dày 8 µm và lá thép không gỉ có độ dày 50 µm làm nền, và $LiCl/Fe(NO_3)_3$ và $LiH_2PO_4/Fe(NO_3)_3$ làm chất xúc tác trong ví dụ 12 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) nền Cu và chất xúc tác $LiCl/Fe(NO_3)_3$, phóng đại 10000, (b) nền Cu và chất xúc tác $LiCl/Fe(NO_3)_3$, phóng đại 100000, (c) nền thép không gỉ và chất xúc tác $LiH_2PO_4/Fe(NO_3)_3$, phóng đại 10000, (d) nền thép không gỉ và chất xúc tác $LiH_2PO_4/Fe(NO_3)_3$, phóng đại 100000.

FIG. 31 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu có độ dày 8 µm làm nền, và $MgCl_2$ làm chất xúc tác theo ví dụ 13 của sáng chế (550 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 2000, (b) phóng đại 5000.

FIG. 32 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Ni có độ dày 20 µm làm nền, và $MgCl_2$ làm chất xúc tác trong ví dụ 14 theo sáng chế (530 °C, 1 giờ, toluen), (a) phóng đại 10000, (b) phóng đại 30000.

FIG. 33 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Ni có độ dày 20 µm làm nền, và $MgCl_2/CaCl_2$ (tỷ lệ khối lượng 1:1) làm chất xúc tác trong ví dụ 15 theo sáng chế (530 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 20000, (c) TEM, phóng đại 4000, (d) TEM, phóng đại 4000.

FIG. 34 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Ni có độ dày 20 µm làm nền, và $Ba(NO_3)_3$ làm chất xúc tác trong ví dụ 16 theo sáng chế (530 °C, 1 giờ, toluen), (a) phóng đại 10000, (b) phóng đại 30000.

FIG. 35 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu có độ dày 8 µm làm nền, $Ba(NO_3)_3$ /LiCl/$FeCl_3$ (tỷ lệ mol khối lượng 1:10:0.1) làm chất xúc tác, AlPO4 làm phụ gia trong ví dụ 17 theo sáng chế (550°C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 10000.

FIG. 36 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng giấy than chì làm nền, $Ba(NO_3)_3$ /LiCl/$FeCl_3$ (tỷ lệ mol khối lượng 1:10:0.1) làm chất xúc tác trong ví dụ 18 theo sáng chế (550°C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 10000.

FIG. 37 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu có độ dày 8 µm làm nền, $Ba(NO_3)_3$/LiCl/$FeCl_3$ (tỷ lệ mol khối lượng 1:10:0,1) làm chất xúc tác trong ví dụ 19 theo sáng chế (550 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 10000, (b) phóng đại 50000.

FIG. 38 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng lá Ti làm nền, LiCl làm chất xúc tác trong ví dụ 20 theo sáng chế (550 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 10000, (b) phóng đại 50000.

FIG. 39 minh họa ảnh SEM và TEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng CoO làm nền, LiCl/$FeCl_3$ làm hỗn hợp chất xúc tác trong ví dụ 21 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, polypropylen), (a) phóng đại 10000, (b) phóng đại 50000, (c) phóng đại 8000, (d) phóng đại TEM 80000.

FIG. 40 minh họa ảnh SEM và TEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng Al_2O_3 làm nền, LiCl/$FeCl_3$ làm hỗn hợp chất xúc tác trong ví dụ 22 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, dầu thực vật), (a) phóng đại 2000, (b) phóng đại 10000, (c) phóng đại TEM 20000, (d) phóng đại TEM 250000.

FIG. 41 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng Al_2O_3 làm nền, LiCl/$CuCl_2$/$Ni(CH_3COO)_2$ làm hỗn hợp chất xúc tác trong ví dụ 23 theo sáng chế (500 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 5000, (b) phóng đại 20000.

FIG. 42 minh họa ảnh SEM của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra bằng cách sử dụng $CaCO_3$ làm nền và chất xúc tác trong ví dụ 24 theo sáng chế (600 °C, 1 giờ, axetylen), (a) phóng đại 2000, (b) phóng đại 50000.

FIG. 43 minh họa các đường cong điện tích và phóng điện của tế bào được lắp ráp bằng cách sử dụng (a) lá Li và (b) composit được tạo ra bằng cách sử dụng lá Cu dày 8 μm làm nền và LiCl làm chất xúc tác theo sáng chế làm cực dương, $LiFePO_4$ làm cực âm.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các ví dụ được mô tả dưới đây nhằm mục đích giải thích thêm nội dung của sáng chế, nhưng không giới hạn phạm vi yêu cầu bảo hộ.

Các ví dụ được mô tả dưới đây nhằm giải thích sự đa dạng của phương pháp sản xuất vật liệu composit gốc cacbon theo sáng chế.

Các ví dụ được mô tả dưới đây nhằm giải thích sự đa dạng về hình thái của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra theo sáng chế.

Các ví dụ được mô tả dưới đây nhằm mục đích thể hiện nền, màng cacbon và cacbon cấu trúc được tạo thành trong một khối của composit được tạo ra theo sáng chế.

Các ví dụ được mô tả dưới đây nhằm mục đích cho thấy ứng dụng của vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra theo sáng chế làm cực dương của pin liti-ion.

Ví dụ 1

Vật liệu composit được tạo ra bằng phương pháp được mô tả dưới đây. Hòa tan riêng 1 g K_2CO_3, Li_2CO_3, KF trong 20g nước khử ion chứa 1% surfactant, để điều chế dung dịch chất xúc tác. Sau đó, lá thép không gỉ được phủ chất xúc tác bằng cách phun dung dịch chất xúc tác, tiếp theo là sấy trong tủ sấy ở 80 ^{o}C. Sau đó, lá thép không gỉ được phủ chất xúc tác được đưa vào lò dạng ống, tiếp theo là hút chân không trong lò và bơm khí Ar vào. Lò sau đó được gia nhiệt đến 600 ^{o}C ở tốc độ 10 ^{o}C/phút, tiếp theo là giữ nhiệt độ trong 30 phút. Sau đó, khí axetylen được đưa vào lò với tốc độ dòng 100 ml/phút, tiếp theo là giữ nhiệt độ ở 600 ^{o}C trong 1 giờ. Sau đó, lò được tắt, tiếp theo là đưa khí Ar vào lò để lò nguội ở nhiệt độ 10 ^{o}C/phút đến nhiệt độ phòng để lấy vật liệu composit.

SEM (Jeol-6700) được sử dụng để kiểm tra hình thái của vật liệu composit được chế tạo và kết quả được thể hiện trên FIG. 5. Vật liệu composit được chế tạo bằng cách sử dụng chất xúc tác K_2CO_3 có cacbon cấu trúc của mảng ống nano cacbon liên kết tốt với đường kính sợi từ 100 đến 200 nm. Vật liệu composit được chế tạo bằng cách sử dụng chất xúc tác Na_2CO_3 có cacbon cấu trúc của mảng ống nano cacbon liên kết tốt với đường kính sợi đồng đều khoảng 150 nm, như được thể hiện trên FIG. 6. Vật liệu composit được chế tạo bằng cách sử dụng chất xúc tác Li_2CO_3 có cacbon cấu trúc của ống nano cacbon bện lại với đường kính sợi và chiều dài khoảng 150 nm và 30 um, như được thể hiện trên FIG. 7. Vật liệu composit được chế tạo bằng cách sử dụng chất xúc tác KF có cấu trúc cacbon của mảng ống nano cacbon hơi uốn cong và mỏng trên

đầu với đường kính sợi khoảng 100 nm, như được thể hiện trên FIG. 8. Màng cacbon và cacbon cấu trúc bị cào khỏi bề mặt đế bằng cách sử dụng lưỡi dao cạo, sau đó kiểm tra bằng TEM. FIG. 9 thể hiện rõ ràng rằng cacbon cấu trúc bao gồm ống nano cacbon, được gắn vào màng cacbon tạo thành một khối.

Ví dụ 2

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 1 g K_2CO_3 và Li_2CO_3, trong 20g nước khử ion để điều chế dung dịch chất xúc tác. Sau đó, dung dịch chất xúc tác lần lượt được phun lên lá đồng dày 8 micron, lá nhôm dày 20 micron và tấm silicon, tiếp theo là sấy khô chúng trong tủ sấy ở nhiệt độ 80 °C. Hòa tan 0,3 g K_2CO_3, 0,3 g of Li_2CO_3 và 03 g of Na_2CO_3 vào 20 g nước khử ion để điều chế dung dịch chất xúc tác. Sau đó, dung dịch chất xúc tác được phun lên tấm silicon, tiếp theo là sấy trong tủ sấy. Sau đó, lá đồng khô, lá nhôm và tấm silicon được đặt trong lò dạng ống, tiếp theo là hút chân không lò dạng ống và đưa khí argon vào, theo thứ tự. Sau đó, lò dạng ống được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng lên 600 °C ở tốc độ 10 °C/phút, và sau đó khí axetylen được đưa vào lò dạng ống ở tốc độ 100 ml/min. Sau khi đạt 600 °C trong 1 giờ, lò được tắt và argon được đưa vào lò dạng ống, để lò dạng ống nguội đến nhiệt độ phòng ở tốc độ 10 °C/phút để thu các vật liệu composit đế đồng, đế nhôm và đế silic. Sau đó, các mẫu thu được được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét jeol-6700. Như được thể hiện trên FIG. 10, cacbon cấu trúc của vật liệu composit đế đồng được điều chế bởi chất xúc tác Li_2CO_3 chủ yếu là mảng sợi cacbon xoắn ốc có định hướng tốt, và đường kính sợi khoảng 100 nm. FIG. 11 thể hiện cacbon cấu trúc của vật liệu composit đế đồng được điều chế bởi chất xúc tác K_2CO_3 chủ yếu là mảng sợi cacbon xoắn ốc có định hướng tốt, và đường kính sợi khoảng 20 nm. Cacbon cấu trúc của vật liệu composit nền nhôm được điều chế bởi chất xúc tác K_2CO_3 là các sợi cacbon có định hướng và được phân bố phân tán, như thể hiện trên FIG. 12. Cacbon cấu trúc của composit nền silic được điều chế bởi chất xúc tác Li_2CO_3 là các ống nano cacbon mảnh bện với nhau với đường kính sợi khoảng

20 nm, như thể hiện trên FIG. 13. Cacbon cấu trúc của vật liệu composit nền silic được điều chế bởi chất xúc tác hỗn hợp $Li_2CO_3/Na_2CO_3/K_2CO_3$ là ống nano cacbon hình nón có khả năng định hướng rất tốt và đường kính đỉnh của ống nano cacbon là khoảng 150 nm, như thể hiện trên FIG.14.

Ví dụ 3

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 1 g natri bromua (NaBr) và liti dihydro photphat (LiH_2PO_4) vào 20 g nước khử ion với 1% chất hoạt động bề mặt để điều chế dung dịch chất xúc tác. Dung dịch chất xúc tác sau đó được phun lên lá thép không gỉ dày 50 micron. Lá thép không gỉ được phủ được sấy khô trong tủ sấy 80 °C, sau đó đặt mẫu vào lò nung dạng ống. Sau đó, lò dạng ống được hút chân không và bơm argon vào. Lò dạng ống được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 650 °C ở 10 °C/phút sau đó giữ nhiệt độ trong 30 phút để đảm bảo sự tiếp xúc và phản ứng tốt giữa chất xúc tác và bề mặt đế, do đó, độ dày của màng cacbon được hình thành sẽ đồng nhất, và hình thái của cacbon cấu trúc được tạo thành sẽ đồng nhất. Sau đó, nhiệt độ lò giảm xuống 600 °C, và khí axetylen được đưa vào lò dạng ống với tốc độ 100 ml/phút. Sau khi phản ứng ở 600 °C trong 1 giờ, argon được đưa vào lò nung dạng ống, và lò dạng ống được làm nguội đến nhiệt độ phòng với tốc độ 10 °C/phút để thu được vật liệu composit gốc cacbon. Hình thái của vật liệu composit được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét jeol-6700, như thể hiện trên FIG. 15. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bằng chất xúc tác NaBr là mảng ống nano cacbon có lỗ ở phía trên, độ dày đồng đều và đường kính sợi khoảng 50 nm. Cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bởi chất xúc tác liti dihydrogen phosphat (LiH_2PO_4) bao gồm mảng sợi cacbon thành cụm có độ dày và đường kính đồng nhất khoảng 5 nm, như thể hiện trên FIG. 16.

Ví dụ 4

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Nghiền 5g gồm Na_2CO_3/LiCl và K_2CO_3:LiCl = 1:2 (tỉ lệ mol) và một lượng nước cất thích hợp trong cối thành bột nhão. Sau đó, chất xúc tác dạng bột nhão được phủ đều trên tấm silicon và được sấy khô trong tủ sấy. Tấm silicon được phủ chất xúc tác được đặt vào lò nung dạng ống, sau đó hút chân không trong lò nung dạng ống và bơm argon với tốc độ dòng chảy 300 ml/phút. Sau đó, lò được gia nhiệt đến 650 °C, tiếp theo là giữ nhiệt độ trong 30 phút. Sau đó, axetylen được đưa vào lò với tốc độ 200 ml/phút trong 1 giờ, tiếp theo là loại bỏ axetylen và bơm argon để ngăn chặn quá trình oxy hóa ví dụ trong quá trình làm mát lò đến nhiệt độ phòng ở tốc độ 15 °C/phút. Composit nền tấm silic đã được điều chế được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, như thể hiện trên Fig. 17.

Ví dụ 5

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Trong ví dụ này, K_2CO_3/Na_2CO_3 (K_2CO_3:Na_2CO_3 = 1:1, tỉ lệ mol) được sử dụng làm chất xúc tác. Chất xúc tác và lượng nước thích hợp được nghiền thành bột nhão để sử dụng. Sau đó, chất xúc tác dạng bột nhão được bôi đều trên tấm silic và sau đó được sấy khô trong tủ sấy. Tấm silic khô đã được gia nhiệt trong lò dạng ống đến 650 °C trong môi trường không khí với tốc độ gia nhiệt 5 °C/phút, sau đó là thời gian giữ nhiệt độ là 100 phút. Sau đó, argon được đưa vào lò với tốc độ dòng chảy 300 ml/phút trong 10 phút. Sau đó, axetylen được đưa vào lò trong 1 giờ với tốc độ dòng 300 ml/phút cho đến khi kết thúc phản ứng. Sau đó, axetylen được loại bỏ và argon được đưa vào lò như khí bảo vệ để ngăn chặn quá trình oxy hóa bởi không khí với tốc độ dòng 200 ml/phút. Khi nhiệt độ lò dưới 30 °C, khí Ar được tắt và mẫu được đưa ra khỏi lò. Hình thái của vật liệu composit được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét jeol-6700. Như được thể hiện trên Fig. 18, cacbon cấu trúc bao gồm ống nano cacbon cong với cấu trúc hình nón không đều ở phía đáy và đường kính ống khoảng 200 nm ở phía đỉnh.

Ví dụ 6

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Lượng nhất định CH_3COONa (natri axetat) và $C_6H_5O_7Na_3{\cdot}2H_2O$ (natri xitrat) được nghiền thành bột trong cối. Sau đó, lượng nước khử ion thích hợp được thêm vào cối, sau đó nghiền hóa chất thành bột nhão. Sau đó, bột nhão này được phủ đều trên tấm silic, tiếp theo là sấy khô trong tủ sấy 80 °C. Sau khi sấy khô, tấm silic được đặt vào lò nung dạng ống, tiếp theo là gia nhiệt đến 650 °C và giữ nhiệt độ trong 30 phút. Sau đó, argon được đưa vào lò với tốc độ dòng chảy 300 ml/phút trong 10 phút. Sau đó, argon được tắt tiếp theo bằng cách cho khí axetylen vào với tốc độ 300 ml/phút trong 1 giờ cho phản ứng. Sau đó, lò bị tắt và dòng axetylen bị loại bỏ. Sau đó, argon được đưa vào lò với tốc độ dòng khí 400 ml/phút cho đến khi nhiệt độ lò dưới 30 °C. Hình thái của vật liệu composit được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét jeol-6700. Khi sử dụng natri axetat làm chất xúc tác, có thể thấy rằng cacbon cấu trúc của composit là mảng ống nano cacbon định hướng tốt, phân bố đều và đường kính của ống nano cacbon là khoảng 100 nm, như thể hiện trên Fig. 19. Khi natri xitrat được sử dụng làm chất xúc tác, như thể hiện trên Fig. 20, các ống nano cacbon cấu trúc của composit có tính định hướng kém, và có một đầu phát xạ trên đỉnh của ống nano cacbon. Khi phóng to mẫu lên 30000 lần, có thể thấy rằng các ống nano cacbon có đường kính khoảng 250 nm với đỉnh và hình dạng gờ nhám. Những cấu trúc cacbon kiểu gờ này có thể là do dư lượng chất xúc tác trên bề mặt của ống nano cacbon gây ra.

Ví dụ 7

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Điều chế 1 g $KHCO_3/NaHCO_3/Li_2CO_3$ theo tỉ lệ $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 1:8:1 (tỉ lệ mol), 1 g $KHCO_3/NaHCO_3/Li_2CO_3$ theo tỉ lệ $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 8:1:1 (tỉ lệ mol) và 1 g $KHCO_3/NaHCO_3/Li_2CO_3$ theo tỉ lệ $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 1:1:8 (tỉ lệ mol). Sau đó, một lượng nước thích hợp được thêm vào các hóa chất đã

chuẩn bị trước đó rồi nghiền chúng thành bột nhão để sử dụng. Sau đó, chất xúc tác dạng bột nhão được phủ trên thạch anh, tiếp theo là sấy khô trong tủ sấy 80°C. Sau đó, tấm thạch anh khô được gia nhiệt trong lò nung dạng ống đến 650°C ở tốc độ 5 °C/phút, tiếp theo là giữ nhiệt độ trong 120 phút. Sau đó, argon được đưa vào lò với tốc độ dòng chảy 300 ml/phút trong 10 phút. Ở bước này, khí argon sẽ lấy khỏi không khí trong lò nung dạng ống. Sau đó, nhiệt độ lò được giảm xuống 600°C tiếp theo là đưa axetylen vào lò với tốc độ dòng 300 ml/phút. Sau khi giữ nhiệt độ lò ở 600°C trong 2 giờ, khí axetylen được loại bỏ sau đó đưa argon vào làm khí bảo vệ để ngăn không khí bị oxi hóa ở tốc độ dòng 200 ml/phút. Sau đó, lò được làm nguội đến khoảng 30 °C với tốc độ 7 °C/phút. Cuối cùng, argon được loại bỏ và mẫu được lấy ra. Hình thái của vật liệu composit được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét jeol-6700. Như được thể hiện trên Fig. 21, cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bằng cách xúc tác với $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 1:8:1 bao gồm các sợi cacbon không đồng nhất với nhiều sợi có gờ nhỏ trên bề mặt của một số sợi cacbon. Như được thể hiện trên Fig. 22, cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bằng cách xúc tác với hệ xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 8:1:1 (tỉ lệ mol) giống như bắp cải. Như được thể hiện trên Fig. 23, cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bằng hệ xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 1:1:8 (tỉ lệ mol) giống như tần ô. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ các nguyên tố khác nhau trong hệ xúc tác sẽ ảnh hưởng lớn đến hình thái của cacbon cấu trúc của vật liệu composit gốc cacbon.

Ví dụ 8

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Điều chế 1 g chất xúc tác hỗn hợp $KHCO_3$/$NaHCO_3$/Li_2CO_3 theo tỉ lệ $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 1:8:1 (tỉ lệ mol). Điều chế 1 g chất xúc tác hỗn hợp $KHCO_3$/$NaHCO_3$/Li_2CO_3 theo tỉ lệ $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 8:1:1 (tỉ lệ mol). Sau đó, hỗn hợp chất xúc tác và lượng nước thích hợp được nghiền thành bột nhão để sử dụng. Sau đó, bột nhão này được phủ đều trên tấm silic, tiếp theo là sấy khô trong tủ

sấy 80 °C. Tấm silic khô đã được gia nhiệt trong lò dạng ống đến 650 °C với tốc độ gia nhiệt 5 °C/phút, sau đó là thời gian giữ nhiệt độ là 120 phút. Sau đó, argon được đưa vào lò với tốc độ dòng chảy 300 ml/phút trong 10 phút. Trong bước này, môi trường trong lò dạng ống được xả hoàn toàn bằng argon. Sau đó, nhiệt độ lò được giảm xuống 600°C, tiếp theo đưa axetylen vào lò trong 2 giờ với tốc độ dòng 300 ml/phút. Sau phản ứng, axetylen được loại bỏ, sau đó argon được đưa vào lò nung như khí bảo vệ để ngăn chặn quá trình oxy hóa bởi không khí với tốc độ dòng chảy 200 ml/phút. Sau đó, lò được làm nguội đến khoảng 30 °C với tốc độ 7 °C/phút. Sau đó, argon được tắt và mẫu được lấy ra. Hình thái của vật liệu composit được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét jeol-6700. Như được thể hiện trên Fig. 24, cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bằng hệ xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 1:8:1 (tỉ lệ mol) bao gồm cacbon hình nón định hướng tốt và một lượng nhỏ ống nano cacbon. Các cacbon cấu trúc này và màng cacbon tạo thành cấu trúc tích hợp. Như được thể hiện trên Fig. 25, cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bằng hệ xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:Li_2CO_3 = 8:1:1 (tỉ lệ mol) có hình dạng tỏi tây với định hướng tốt.

Ví dụ 9

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Điều chế 1 g chất xúc tác hỗn hợp bằng $KHCO_3$:$NaHCO_3$:LiNO3 = 8:1:1 (tỉ lệ mol) và 1 g chất xúc tác hỗn hợp bằng $KHCO_3$:$NaHCO_3$:$CsNO_3$ = 8:1:1 (tỉ lệ mol). Sau đó, các chất xúc tác hỗn hợp này được thêm vào một lượng nước thích hợp rồi nghiền thành bột nhão để sử dụng. Chất xúc tác dạng bột nhão được phủ đều trên tấm silic, sau đó được sấy khô trong tủ sấy 80 °C. Sau đó, tấm silic đã sấy khô được đặt trong lò nung dạng ống, tiếp theo là gia nhiệt đến 650 °C với tốc độ gia nhiệt 5 °C/phút. Sau khi giữ nhiệt độ trong 100 phút, argon được đưa vào lò nung với tốc độ dòng chảy 300 ml/phút trong 10 phút. Sau đó, axetylen được đưa vào lò trong 2 giờ với tốc độ dòng 300 ml/phút. Sau phản ứng, khí axetylen được tắt và argon được đưa vào với tốc độ dòng 200 ml/phút như khí bảo vệ để ngăn chặn quá trình oxy hóa bởi không khí.

Khi nhiệt độ lò dưới 30 °C, khí Ar được loại bỏ và mẫu được lấy ra ngoài. Hình thái của vật liệu composit được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét jeol-6700. Như được thể hiện trên Fig. 26, cacbon cấu trúc của vật liệu composit kết tủa với hệ xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:$LiNO_3$ = 8:1:1 là các ống cacbon hình đuôi gai, chúng phát triển trên màng cacbon tạo thành cấu trúc tích hợp và độ dày của màng cacbon là khoảng 800 nm. Như được thể hiện trên Fig. 27, cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế bằng hệ xúc tác $KHCO_3$:$NaHCO_3$:$CsNO_3$ = 8:1:1 (tỉ lệ mol) khó mô tả hình dạng bằng ngôn ngữ. Sự khác biệt lớn về hình dạng của hai vật liệu composit là do sự khác biệt của một chất xúc tác.

Ví dụ 10

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g $CaCl_2$ vào 38 g nước khử ion có chứa 0,1% chất hoạt động bề mặt TX-100 để điều chế hỗn hợp xúc tác. Sau đó, lá đồng dày 8 micron được phun đều với hỗn hợp chất xúc tác, sau đó sấy trong tủ sấy khô ở nhiệt độ 80 °C trong 20 phút. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm argon vào lò nung. Sau đó, lò được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 600 °C (thời gian gia nhiệt 45 phút) sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Cuối cùng, nguồn điện được tắt để lò nguội tự nhiên đến 50 °C, sau đó mẫu được lấy ra ngoài. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 28. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc của vật liệu composit có độ lồi dốc không đều với chiều rộng khoảng 1 micron.

Ví dụ 11

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g K_2CO_3 vào 38 g nước khử ion có chứa 0,1% chất hoạt động bề mặt TX-100 để điều chế dung dịch xúc tác. Dung dịch chất xúc tác được phun lần lượt trên lá thép không gỉ dày 50 micron và lá đồng dày 8 micron. Lá thép không gỉ và lá đồng

được sấy khô trong lò khô ở nhiệt độ 80 °C trong 20 phút và sau đó được đặt vào lò nung. Sau khi hút chân không trong lò, khí metan được đưa vào lò. Sau đó, lò được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 630 °C (thời gian gia nhiệt 45 phút) sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó, nguồn điện được tắt để lò nguội tự nhiên đến 50 °C, sau đó mẫu được lấy ra ngoài. Hình thái của composit được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 29. Có thể thấy từ các Fig. 29a và 29b rằng cacbon cấu trúc kết tủa trên thép không gỉ được hình thành bởi các mảnh và hạt 50 nm tương đối đồng đều. Có thể thấy từ các Fig.29c và 29d rằng cacbon cấu trúc kết tủa trên đồng được hình thành bởi sự liên kết lẫn nhau của các dải rộng khoảng 500 nm phát triển theo một hướng cụ thể.

Ví dụ 12

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g LiCl và 0,4 g $Fe(NO_3)_3$ vào 38 g nước khử ion để điều chế hỗn hợp chất xúc tác $LiCl/Fe(NO_3)_3$. Hỗn hợp sau đó được phun lên lá đồng dày 8 micron. Hòa tan 2 g LiH_2PO_4 và 0,4 g $Fe(NO_3)_3$ vào 37,6 g nước khử ion để điều chế hỗn hợp chất xúc tác LiH_2PO_4 /$Fe(NO_3)_3$, được phun lên lá thép không gỉ 50 micron. Sau đó, các mẫu trên được sấy khô trong tủ sấy 80 °C trong 20 phút, sau đó đặt mẫu vào lò nung. Sau khi hút chân không trong lò, khí axetylen được đưa vào lò. Sau đó, lò được gia nhiệt đến 600 °C (thời gian gia nhiệt 45 phút) sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó, lò được tắt để nguội đến 300 °C, tiếp theo là hút chân không trong lò. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra để kiểm tra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 30. Fig. 30a và 30b có thể thấy rằng cacbon cấu trúc của composit được kết tủa bởi hệ xúc tác $LiCl/Fe(NO_3)_3$ bao gồm sợi cacbon cong có đường kính khoảng 50 nm, được đan xen và bện với nhau. Các Fig. 30c và 30d cho thấy rằng cacbon cấu trúc của composit được kết tủa bởi hệ xúc tác LiH_2PO_4 /$Fe(NO_3)_3$ bao gồm các hạt có đường kính khoảng 20 nm được liên kết với nhau tạo thành cấu trúc cacbon chính với vài sợi cacbon có đường kính khoảng 10 nm.

Ví dụ 13

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g $MgCl_2$ vào 38 g nước khử ion để điều chế hỗn hợp chất xúc tác. Lá đồng dày 8 micron được phun đều với hỗn hợp chất xúc tác, sau đó sấy khô trong tủ sấy ở nhiệt độ 80 °C trong 20 phút. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm khí axetylen vào. Lò được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 500°C (thời gian gia nhiệt 45 phút) sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó ngắt điện để lò nguội tự nhiên. Khi nhiệt độ của lò là 300 °C, lò được hút chân không và sau đó làm nguội liên tục đến 30 °C. Mẫu sau đó được lấy ra khỏi lò. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 31. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc của vật liệu composit được điều chế chủ yếu được cấu tạo từ cấu trúc hình nón được định hướng và đều hơn được trộn với một lượng nhỏ cacbon dạng sợi.

Ví dụ 14

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g $MgCl_2$ vào 38 g nước khử ion để điều chế hỗn hợp chất xúc tác. Lá niken dày 20 micron được rửa bằng axeton được phun đều với hỗn hợp chất xúc tác và được sấy khô trong tủ sấy ở nhiệt độ 80 °C trong 20 phút. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm dung dịch toluen. Sau đó, lò được gia nhiệt đến 530 °C (thời gian gia nhiệt 45 phút), sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò để nguội tự nhiên. Khi nhiệt độ của lò nung là 300 °C thì lò đã được hút chân không. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 32. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc của vật liệu composite được điều chế bao gồm chủ yếu là các sợi cacbon đan xen với nhau có đường kính khoảng 50 nm và một lượng nhỏ cacbon có hình dạng đặc biệt.

Ví dụ 15

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 1 g $MgCl_2$ và 1 g $CaCl_2$ vào 38 g nước khử ion để điều chế hỗn hợp chất xúc tác. Lá niken dày 20 micron được rửa bằng axeton được phun đều với hỗn hợp chất xúc tác và được sấy khô trong tủ sấy ở nhiệt độ 80 °C trong 20 phút. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm khí axetylen vào. Sau đó, lò được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 530 °C (thời gian gia nhiệt 45 phút) sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò để nguội tự nhiên. Khi nhiệt độ của lò nung là 300 °C thì lò đã được hút chân không. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 33. Như có thể thấy từ Fig. 33 (a) và (b), cacbon cấu trúc của composit được điều chế chủ yếu là các sợi thẳng và xoắn có đường kính khoảng 100 nm. Điện cực được cạo khỏi lá đồng bằng một lưỡi dao, sau đó được quan sát bằng kính hiển vi điện tử truyền qua. Có thể thấy rằng cacbon cấu trúc được kết nối với nhau thông qua màng cacbon, như trên Fig. 33 (c) và (d).

Ví dụ 16

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g $Ba(NO_3)_3$ vào 38 g nước khử ion để điều chế hỗn hợp chất xúc tác.

Lá niken dày 20 micron được rửa bằng axeton được phun đều với hỗn hợp chất xúc tác và được sấy khô trong tủ sấy ở nhiệt độ 80 °C trong 20 phút. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm dung dịch toluen. Sau đó, lò được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 530 °C (thời gian gia nhiệt 45 phút) sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò để nguội tự nhiên. Khi nhiệt độ của lò nung là 300 °C thì lò đã được hút chân không. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 34. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc của composit được

điều chế bao gồm một lượng nhỏ cacbon dạng hạt và sợi có đường kính từ 30 đến 100 nm.

Ví dụ 17

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Trộn 2 g $Ba(NO_3)_3$, 20g LiCl và 0,2 g $FeCl_3$ và 77,8 g nước khử ion để điều chế dung dịch hỗn hợp xúc tác. Phân tán 1 g bột nhôm photphat trong 10 g dung dịch hỗn hợp chất xúc tác để điều chế huyền phù hỗn hợp chất xúc tác của chất xúc tác và chất phụ gia rắn. Lá đồng được phun đều với huyền phù hỗn hợp chất xúc tác và được sấy khô trong tủ sấy chân không 80°C trong 20 phút. Sau đó, lá đồng được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm khí axetylen vào. Sau đó, lò nung được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 550 °C, sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò để nguội đến 300 °C. Sau đó lò được hút chân không. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 35. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc chủ yếu bao gồm các phần lồi dạng sợi ngắn và bột nhôm photphat được kết dính và quấn lại với nhau bởi các sợi cacbon dài. Đường kính của sợi cacbon là 200 nm đến 500 nm. Cấu trúc này đảm bảo độ dẫn điện bề mặt của bột nhôm photphat và tiếp xúc điện tốt giữa nhôm photphat và composit nền đồng.

Ví dụ 18

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Trộn 2 g $Ba(NO_3)_3$, 20 g LiCl và 0,2 g $FeCl_3$ và 77,8 g nước khử ion chứa 1% trọng lượng chất hoạt động bề mặt TX-100 được trộn để điều chế dung dịch hỗn hợp chất xúc tác. Giấy than chì được phun đều một lớp mỏng dung dịch hỗn hợp chất xúc tác, sau đó được sấy khô trong tủ sấy chân không 80 °C trong 20 phút. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm khí axetylen vào. Sau đó, lò được gia nhiệt đến 550 °C sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò

để nguội tự nhiên. Khi nhiệt độ lò là 300 °C, lò nung được hút chân không. Khi nhiệt độ trong lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 36. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc bao gồm các sợi cacbon có đường kính khoảng 20 nm, được đan xen vào nhau.

Ví dụ 19

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Trộn 2 g $Ba(NO_3)_3$, 20 g LiCl và 0,2 g $FeCl_3$ và 77,8 g nước khử ion để điều chế dung dịch hỗn hợp chất xúc tác. Lá đồng được phun đều với dung dịch hỗn hợp chất xúc tác và được sấy khô trong tủ sấy chân không 80 °C trong 20 phút. Sau đó, lá đồng được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung trước khi cho khí axetylen đi qua. Sau đó, lò nung được gia nhiệt từ nhiệt độ phòng đến 550 °C, giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò để nguội tự nhiên. Khi nhiệt độ của lò nung là 300 °C thì lò đã được hút chân không. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 37. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc bao gồm sợi cacbon cọc cây chết có đường kính khoảng 1 micron, được phân bố đều trong các sợi cacbon đan xen với nhau có đường kính khoảng 20 nm.

Ví dụ 20

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g LiCl vào 98 g nước khử ion để điều chế hỗn hợp chất xúc tác nồng độ 2% trọng lượng. Lá titan dày 100 micron được phun đều với dung dịch chất xúc tác, sau đó sấy khô trong tủ sấy ở nhiệt độ 100 °C trong 10 phút. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm khí axetylen vào. Sau đó, lò nung được gia nhiệt đến 550 °C, giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò để nguội đến 300 °C. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan

sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 38. Qua hình vẽ có thể thấy rằng cacbon cấu trúc bao gồm cacbon dạng hạt và các sợi cacbon rất ngắn.

Ví dụ 21

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g LiCl và 0,2 g $FeCl_3$ vào 38 g nước khử ion để điều chế dung dịch chất xúc tác composit. Sau đó, 5 g bột CoO và 1 g dung dịch chất xúc tác composit được trộn đều và sấy khô trong tủ sấy có nhiệt độ 100 °C trong 20 phút, tiếp theo là nghiền với một lượng thích hợp các hạt polypropylen để điều chế tiền chất phản ứng. Sau đó, tiền chất phản ứng được đưa vào lò nung, tiếp theo là hút chân không và đưa nitơ vào. Sau đó, lò nung được gia nhiệt đến 600 °C, giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó, lò được tắt và hút chân không ở 300 °C. Khi nhiệt độ của lò nung là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả được thể hiện trên Fig. 39. Có thể thấy trên hình vẽ, có những sợi ngắn đường kính khoảng 20 nm kết tủa trên bề mặt của các hạt CoO. Có thể nhìn thấy màng cacbon và cacbon cấu trúc trên bề mặt của nền CoO bằng kính hiển vi điện tử truyền qua. Độ dày của màng cacbon là khoảng 20 nm, và cacbon cấu trúc bao gồm ống nano cacbon ngắn và cacbon dị hướng, như thể hiện trên Fig. 39 (c) và (d). Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy tính dẫn điện giữa các vật liệu composit nền CoO được điều chế là rất tốt.

Ví dụ 22

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 2 g LiCl và 0,2 g $FeCl_3$ vào 38 g nước khử ion để điều chế dung dịch chất xúc tác composit. Sau đó, 5 g bột Al_2O_3 và 1 g dung dịch xúc tác composit được trộn đều và sấy khô trong tủ sấy 100 °C trong 20 phút. Nguyên liệu khô được nghiền thành bột sau đó trộn với lượng axit béo không no thích hợp. Sau đó, mẫu được đặt trong lò nung, tiếp theo là hút chân không trong lò nung và bơm khí nitơ vào. Sau đó, lò được gia nhiệt đến 600 °C sau đó giữ nhiệt độ trong 1 giờ. Sau đó tắt lò, tiếp theo

hút chân không lò ở 300 °C. Khi nhiệt độ trong lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét. Các kết quả được thể hiện trên Fig. 40(a) và (b). Cacbon cấu trúc của hạt được kết tủa trên các hạt Al_2O_3. Các mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử truyền qua như trên Fig. 40 (c) và (d). Độ dày của màng cacbon trên bề mặt của các hạt Al_2O_3 khoảng 15 nm, và cacbon cấu trúc bao gồm các ống và phần lồi không đều. Kết quả thử nghiệm cũng cho thấy vật liệu composit nền Al_2O_3 đã được điều chế có khả năng dẫn điện tốt.

Ví dụ 23

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Hòa tan 1 g LiCl và 0,2 g $CuCl_2$ và 0,2 g niken axetat vào 38 g nước khử ion để điều chế dung dịch chất xúc tác composit. Sau đó, 5 g bột Al_2O_3 và 1 g dung dịch xúc tác composit được trộn đều và sấy khô trong tủ sấy 100 °C trong 60 phút. Vật liệu khô được nghiền thành bột để sử dụng. Sau đó, các mẫu được đưa vào lò nung, tiếp theo là gia nhiệt lò đến 500 °C. Sau đó, lò được hút chân không, tiếp theo là đưa axetylen vào. Nhiệt độ lò được giữ ở 500 °C trong 1 giờ sau đó tắt lò. Khi nhiệt độ lò là 30 °C, mẫu được lấy ra. Hình thái của mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét. Các kết quả được thể hiện trên Fig. 41(a) và (b). Bề mặt của các hạt Al_2O_3 được bao phủ bởi các sợi cacbon đan xen với nhau có đường kính khoảng 100 nm, các sợi cacbon phát triển từ màng cacbon trên bề mặt của Al_2O_3. Bột Al_2O_3 có màu trắng trước phản ứng và sau phản ứng chuyển sang màu đen xám, chứng tỏ bề mặt bột được phủ một lớp màng cacbon.

Ví dụ 24

Vật liệu composit gốc cacbon được tạo ra trong ví dụ này và ví dụ 1 có cấu trúc giống nhau và phương pháp điều chế như bên dưới.

Trong thí nghiệm này, chất xúc tác được điều chế bằng phương pháp tiền chất. Axit fumaric và canxi hydroxit được trộn và khuấy theo tỷ lệ mol 1:1. Dung dịch thu được được sấy khô trong tủ sấy ở 60 °C để thu được bột màu trắng. Bột được nghiền

để thu được tiền chất xúc tác. Sau đó, tiền chất của chất xúc tác được nung trong không khí ở 700 °C trong 1 giờ để thu được chất xúc tác $CaCO_3$. Sau đó, nitơ được đưa vào lò dạng ống để làm sạch không khí trong lò dạng ống nhằm ngăn ngừa nổ. Lò được làm mát đến nhiệt độ kết tủa 600 °C, tiếp theo là loại bỏ nitơ và bơm axetylen vào để hút chân không trong 1 giờ. Sau phản ứng, lò được tắt, tiếp theo là loại bỏ khí axetylen và bơm một lượng nhỏ hydro vào làm khí bảo vệ để ngăn các sản phẩm kết tủa không bị oxi hóa bởi không khí. Khi nhiệt độ lò là 80 °C, mẫu được lấy ra. Sau đó, mẫu được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét, và kết quả như trên Fig. 42. Qua hình vẽ có thể thấy rằng các sợi cacbon có đường kính khoảng 50 nm phát triển trên bề mặt $CaCO_3$, và các sợi cacbon đan xen vào nhau.

Ví dụ 25

Hiệu suất điện hóa của vật liệu composit làm điện cực của pin liti-ion đã được thử nghiệm như sau. Vật liệu composit với lá đồng 8 micron làm nền được tạo ra bởi chất xúc tác LiCl được đục lỗ thành đĩa đường kính 14 mm bằng khuôn. Bột $LiFePO_4$, than chì dẫn điện và PVDF được điều chế thành dạng bùn với tỷ lệ khối lượng 85: 5: 10, sau đó bùn được phủ trên lá nhôm, tiếp theo là sấy chân không ở 150 °C trong 8 giờ để thu được tấm điện cực dương $LiFePO_4$. 2025 ô nút được lắp ráp trong hộp găng tay argon (H_2O, O_2 <1 ppm) bằng cách sử dụng $LiFePO_4$ làm cực âm, vật liệu composit nền đồng và kim loại liti làm cực dương và màng PP (Celgard 2400) làm bộ phân tách và 1 m LiPF6 (EC/DMC = 1: 1) làm chất điện phân. Hiệu suất sạc và phóng điện không đổi của ô nút đã được thử nghiệm với thiết bị thử nghiệm phóng điện và sạc dòng điện không đổi (máy thử phóng điện tích đất Vũ Hán). Các điều kiện thử nghiệm là 2-4,2 v và dòng điện 50 mA/g. Các kết quả thu được được thể hiện trên Fig.43. Kết quả thí nghiệm cho thấy vật liệu composit nền đồng được điều chế làm anot có tính chất điện hóa rất tốt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu composit gốc cacbon, khác biệt ở chỗ vật liệu composit gốc cacbon bao gồm nền, màng cacbon và cacbon cấu trúc; trong đó màng cacbon được liên kết với bề mặt nền và cacbon cấu trúc được phát triển trên màng cacbon, và chất nền, màng cacbon và cacbon cấu trúc được liên kết với nhau tạo thành một khối;

màng cacbon có độ dày trung bình là từ 0,001 nm đến 1 mm,

màng cacbon liên tục hoặc không liên tục bao phủ nền,

cacbon cấu trúc có hình dạng và cấu trúc tùy ý,

nền bao gồm vật liệu rắn, vật liệu dẫn điện và vật liệu không dẫn điện,

vật liệu composit gốc cacbon có hình dạng và cấu trúc tùy ý,

vật liệu composit gốc cacbon có diện tích bề mặt nằm trong khoảng từ 0,001 nanomet vuông đến 1 tỷ mét vuông,

màng cacbon và cacbon cấu trúc chứa nguyên tố cacbon, và ít nhất một loại chất xúc tác là kim loại kiềm và/hoặc ít nhất một loại chất xúc tác kim loại kiềm thổ;

màng cacbon và cacbon cấu trúc chứa hoặc không chứa nguyên tố khác, ngoại trừ nguyên tố cacbon, kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ;

và nguyên tố kim loại kiềm bao gồm Li, Na, K, Rb, Ce hoặc Fr, và nguyên tố kim loại kiềm thổ bao gồm Be, Mg, Ca, Sr, Ba hoặc Ra.

2. Vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 1, khác biệt ở chỗ nền là vật liệu rắn ở nhiệt độ phòng ngoại trừ chất hữu cơ; vật liệu rắn ở nhiệt độ phòng ngoại trừ chất hữu cơ có hình dạng và cấu trúc tùy ý, bao gồm hạt, sợi, màng, tấm, khối, rắn, rỗng, xốp, lỗ đan xen, cấu trúc mạng xốp hoặc cấu trúc mạng dệt và có diện tích bề mặt nằm trong khoảng từ 0,001 nanomet vuông đến 1 tỷ mét vuông.

3. Vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 1, khác biệt ở chỗ màng cacbon chứa nguyên tố cacbon và một hoặc nhiều nguyên tố khác, hàm lượng của nguyên tố kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ trong màng cacbon là từ 0,0000000000001% trọng

lượng đến 99,9999% trọng lượng; hàm lượng của các nguyên tử khác trong màng cacbon là từ 0,0000000000001% trọng lượng đến 99,9999% trọng lượng, và các nguyên tố khác bao gồm tất cả các nguyên tố ngoại trừ nguyên tố cacbon; độ dày của màng cacbon là từ 0,001 nm đến 1 mm; màng cacbon bao phủ nền liên tục hoặc không liên tục.

4. Vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 1, khác biệt ở chỗ cacbon cấu trúc chứa nguyên tố cacbon và một hoặc nhiều nguyên tố khác, hàm lượng của nguyên tố kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ trong cacbon cấu trúc là từ 0,0000000000001% trọng lượng đến 99,9999% trọng lượng, hàm lượng của các nguyên tố khác trong cacbon cấu trúc là từ 0,0000000000001% trọng lượng đến 99,9999 % trọng lượng; và các nguyên tố khác bao gồm tất cả các nguyên tố ngoại trừ nguyên tố cacbon, cacbon cấu trúc bao gồm vật liệu chứa cacbon có hình dạng tùy ý.

5. Vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 1, khác biệt ở chỗ màng cacbon và cacbon cấu trúc thay đổi vật liệu rắn, vật liệu dẫn điện hoặc vật liệu không dẫn điện tạo ra vật liệu composit gốc cacbon có đặc tính hóa học và vật lý tốt hơn.

6. Phương pháp điều chế vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, phương pháp này bao gồm các bước sau:

(A1) hỗn hợp chất xúc tác bao gồm chất xúc tác nguyên tố kim loại kiềm và/hoặc nguyên tố kim loại kiềm thổ được phủ trên bề mặt nền, sau đó được sấy khô trong các điều kiện cần thiết;

(A2) nền được tải hỗn hợp chất xúc tác được đặt trong lò nung với môi trường nhất định, sau đó điều chỉnh nhiệt độ lò nung từ -50°C đến 1500°C, sau đó giữ nhiệt độ đến 1000 giờ để hỗn hợp chất xúc tác phân hủy, nấu chảy, trộn hoặc làm ẩm bề mặt nền;

(A3) môi trường của lò được điều chỉnh để thay thế môi trường ở bước (A2), tiếp theo là điều chỉnh lò nung đến nhiệt độ phản ứng từ -50°C đến 1500°C và điều chỉnh môi trường của lò khi cần thiết, sau đó chất hữu cơ chứa cacbon được đưa vào lò nung, sau đó giữ nhiệt độ đến 1000 giờ; trong đó chất chứa cacbon phản ứng với chất xúc tác tạo ra màng cacbon và cacbon cấu trúc trên bề mặt nền;

(A4) nhiệt độ lò được điều chỉnh từ -50°C đến 100°C để thu được vật liệu composit gốc cacbon; trong đó, môi trường của lò không được điều chỉnh hoặc được điều chỉnh khi cần thiết để tránh các phản ứng phụ trong quá trình làm nguội;

trong bước (A2), (A3) và (A4), môi trường được điều chỉnh khi cần; nếu môi trường cần giữa bước liền kề là giống nhau thì việc điều chỉnh được bỏ qua;

hoặc bao gồm các bước sau:

(B1) hỗn hợp chất xúc tác được phủ trên bề mặt nền, sau đó làm khô và sau đó phủ các chất hữu cơ chứa cacbon để điều chế tiền chất phản ứng; hoặc hỗn hợp chất xúc tác được trộn với nền, sau đó trộn với chất hữu cơ có chứa cacbon để điều chế tiền chất phản ứng;

(B2) tiền chất phản ứng được đặt trong lò nung với môi trường theo yêu cầu, sau đó điều chỉnh nhiệt độ lò từ -50°C đến 1500°C, sau đó giữ nhiệt độ trong lò đến 1000 giờ;

(B3) tắt lò để lò nguội từ -50°C đến 100°C để thu được vật liệu composit gốc cacbon; trong đó môi trường của lò không được điều chỉnh hoặc được điều chỉnh khi cần thiết để tránh các phản ứng phụ trong quá trình làm lạnh;

ở bước (B1), hỗn hợp chất xúc tác được trộn với nền hạt và chất hữu cơ chứa cacbon để điều chế tiền chất phản ứng, và hỗn hợp chất xúc tác hỗn hợp chất xúc tác được phủ lên nền hình dạng màng, tấm và khối, sau đó phủ chất hữu cơ chứa cacbon để điều chế chất tiền phản ứng;

trong bước (B2) và (B3), môi trường trong lò được điều chỉnh theo tiến trình phản ứng diễn ra; khi môi trường cần thiết trong lò giữa các bước liền kề là giống nhau thì việc điều chỉnh môi trường trong các bước tiếp theo được bỏ qua;

trong các bước nêu trên, môi trường bao gồm chân không, không khí, oxy, khí trơ, hydro, amoniac, các chất vô cơ và các chất hữu cơ.

7. Phương pháp điều chế vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, chất xúc tác hoặc hỗn hợp chất xúc tác được phủ lên nền liên tục hoặc không liên tục

bằng phương pháp thực tế bất kỳ, bao gồm phun, nhúng, lau, cạo, chải, thấm ướt, lau, phủ cán hoặc in, sau đó làm khô trong môi trường thích hợp bất kỳ.

8. Phương pháp điều chế vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, chất xúc tác bao gồm một hoặc nhiều chất đơn giản, các hợp chất vô cơ hoặc hợp chất hữu cơ chứa nguyên tố kim loại kiềm hoặc nguyên tố kim loại kiềm thổ, nguyên tố kim loại kiềm bao gồm Li, Na, K, Rb, Ce hoặc Fr, và nguyên tố kim loại kiềm thổ bao gồm Be, Mg, Ca, Sr, Ba hoặc Ra.

9. Phương pháp điều chế vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, hỗn hợp chất xúc tác bao gồm dung dịch phân tán không đồng đều, huyền phù, bột nhão hoặc bột chứa một hoặc nhiều loại chất xúc tác; trong đó hàm lượng chất xúc tác là từ 0,00000001% trọng lượng đến 99% trọng lượng.

10. Phương pháp điều chế vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, hỗn hợp chất xúc tác bao gồm chất phụ gia, chất hoạt động bề mặt và chất làm đặc nếu cần; chất phụ gia bao gồm ít nhất một trong số tất cả các hợp chất, bao gồm các hợp chất vô cơ và các chất hữu cơ và được sử dụng cho các ứng dụng bao gồm sản xuất màng cacbon và cacbon cấu trúc và/hoặc sản xuất vật liệu composit gốc cacbon chứa một hoặc nhiều loại vật liệu composit gốc cacbon; phần trăm khối lượng chất phụ gia, chất hoạt động bề mặt và chất làm đặc trong hỗn hợp chất xúc tác là từ 0 đến 99,000000000% trọng lượng.

11. Phương pháp điều chế vật liệu composit gốc cacbon theo điểm 6, khác biệt ở chỗ, chất hữu cơ chứa cacbon bao gồm ít nhất một trong số tất cả các chất hữu cơ chứa cacbon, bao gồm rượu, axit hữu cơ, các alken, alkan, alkyn, keton, các khí cacbon khác nhau, đường hoặc các loại nhựa khác nhau hoặc hỗn hợp của các chất này.

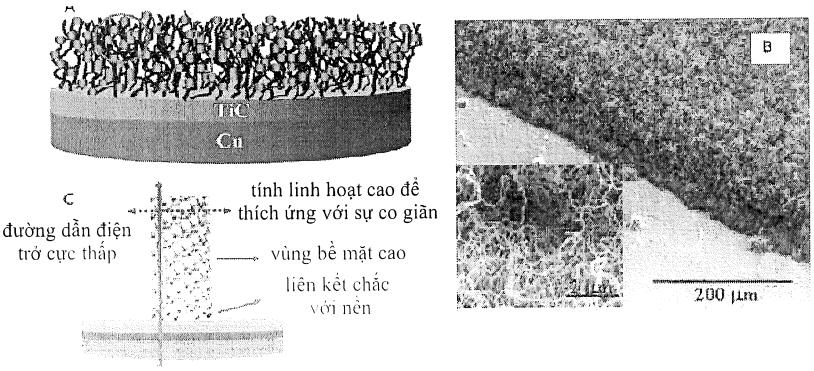

A
TiC
Cu
C
đường dẫn điện
trở cực thấp
tính linh hoạt cao để
thích ứng với sự co giãn
vùng bề mặt cao
liên kết chắc
với nền
B
200 µm

FIG. 1

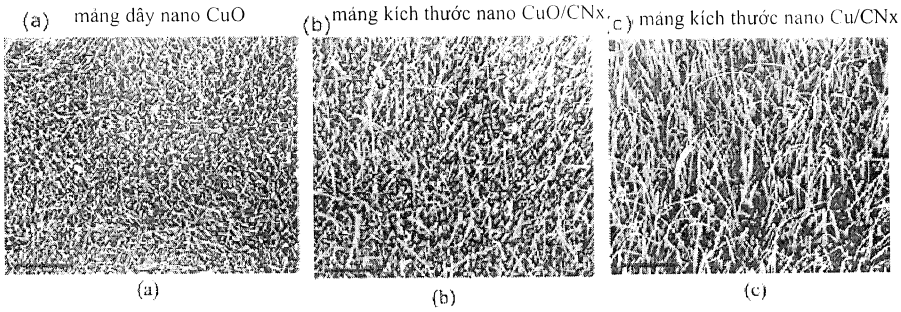

(a) màng dây nano CuO
(b) màng kích thước nano CuO/CNx
(c) màng kích thước nano Cu/CNx
(a)
(b)
(c)

FIG. 2

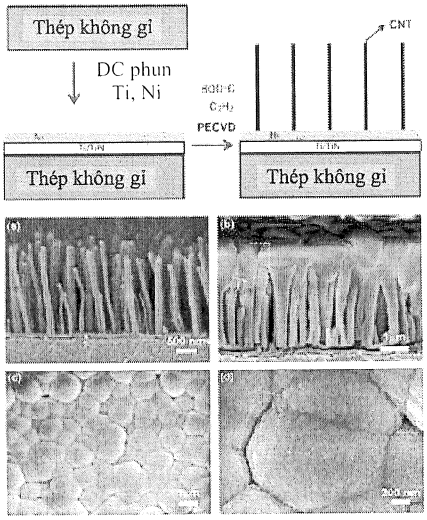


FIG. 3

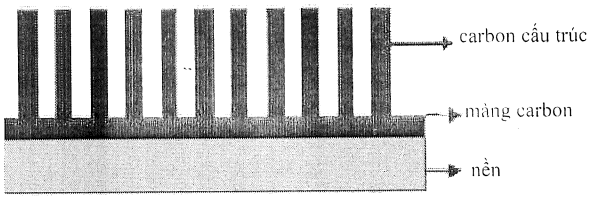


FIG. 4

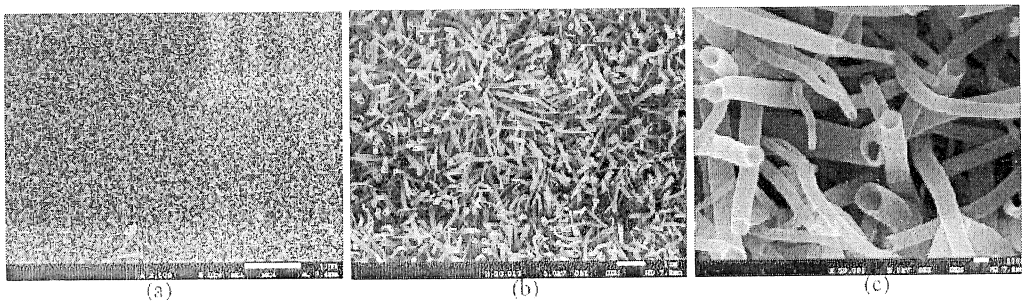


FIG. 5

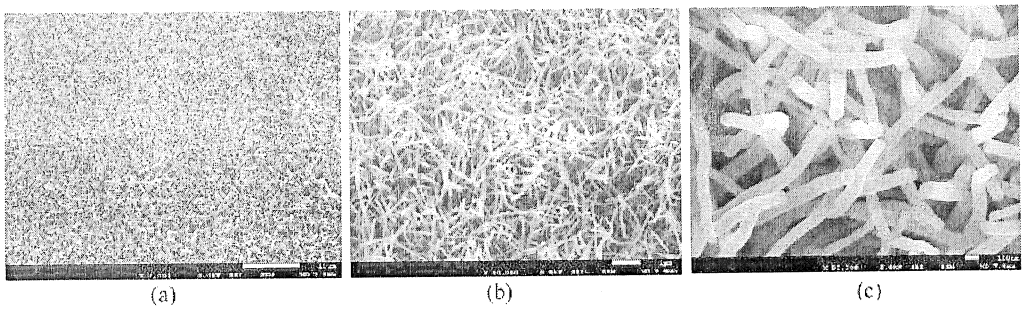
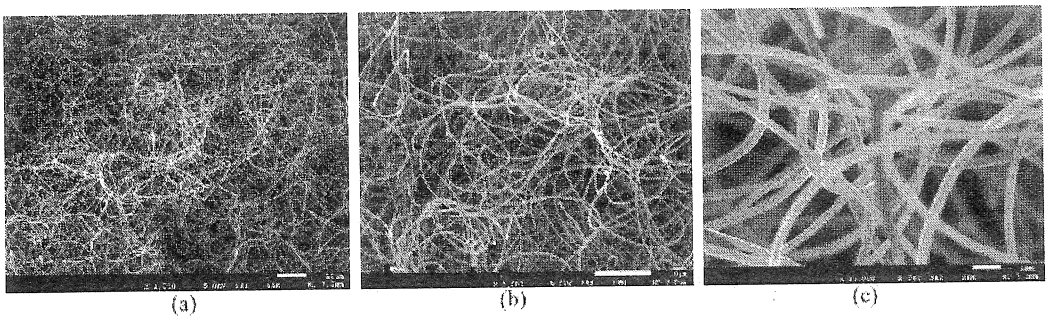
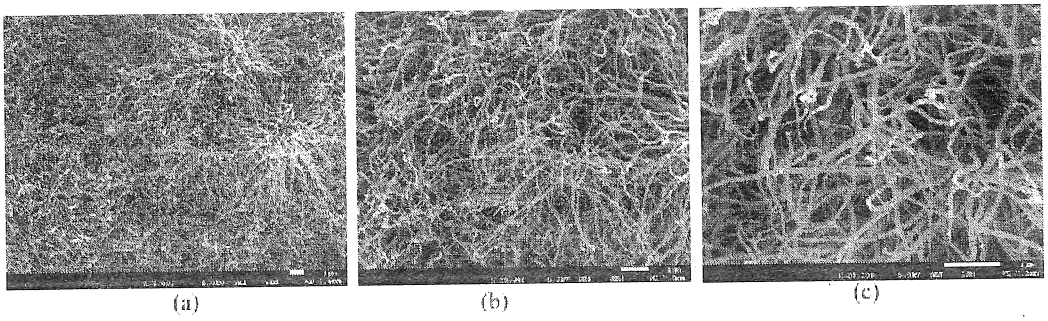


FIG. 6



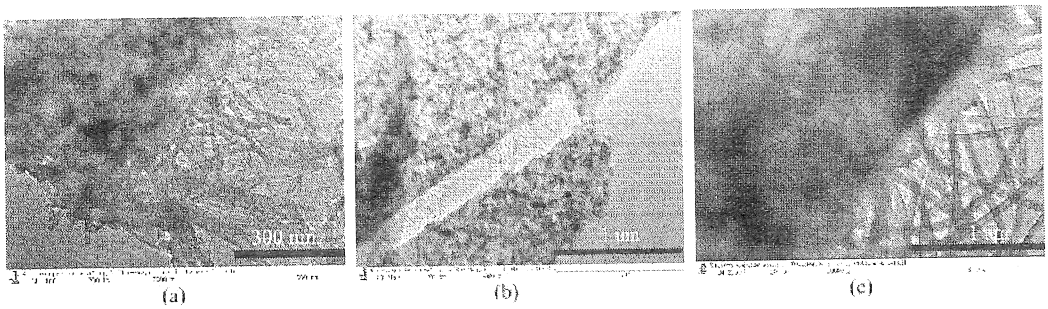
(a) (b) (c)

FIG. 7



(a) (b) (c)

FIG. 8



(a) (b) (c)

FIG. 9

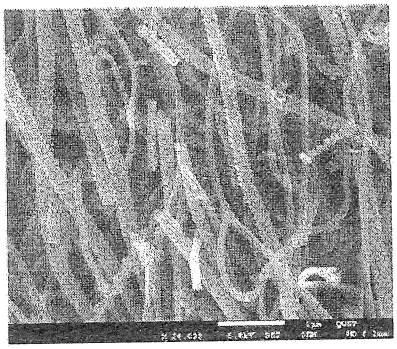


FIG. 10

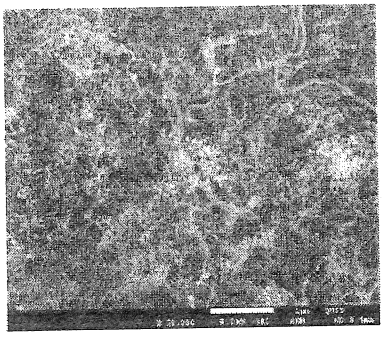


FIG. 11

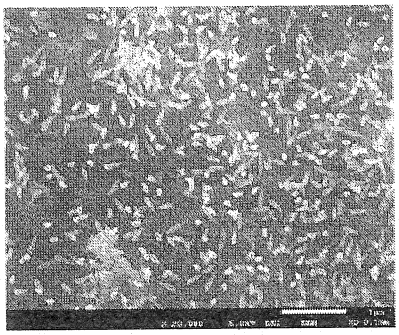


FIG. 12

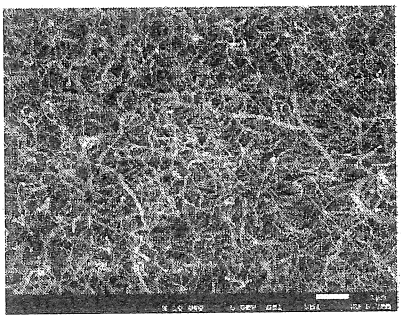


FIG. 13

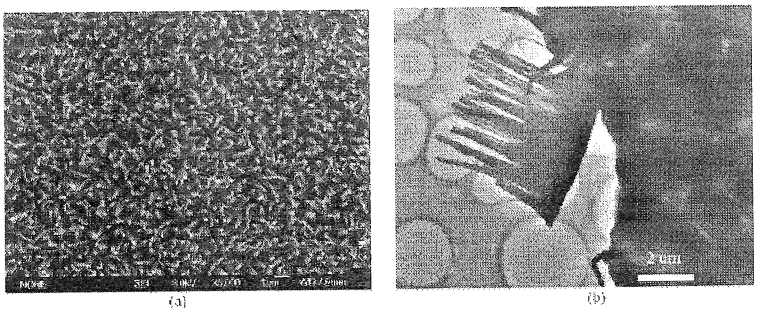


FIG. 14

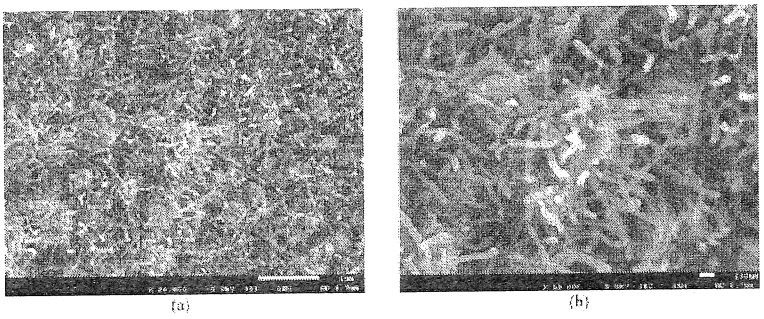


FIG. 15

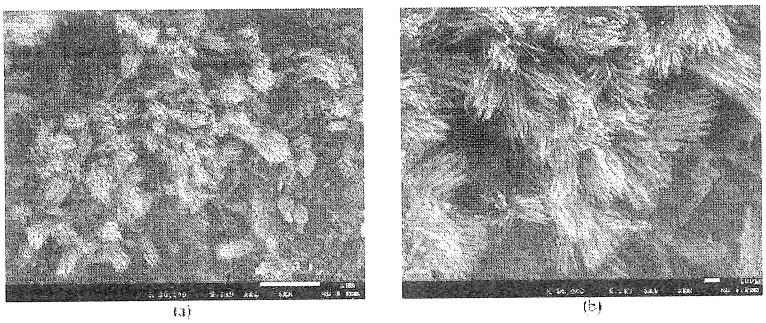


FIG. 16

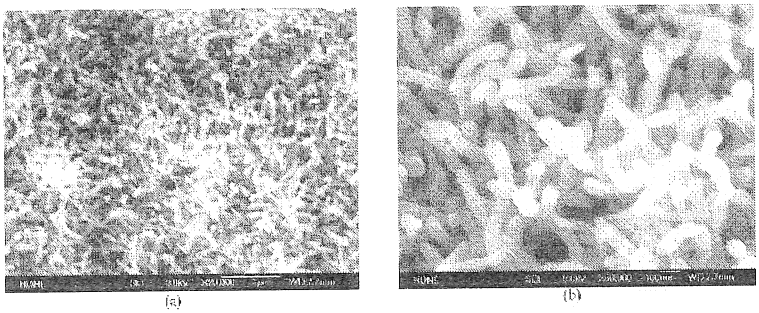


FIG. 17

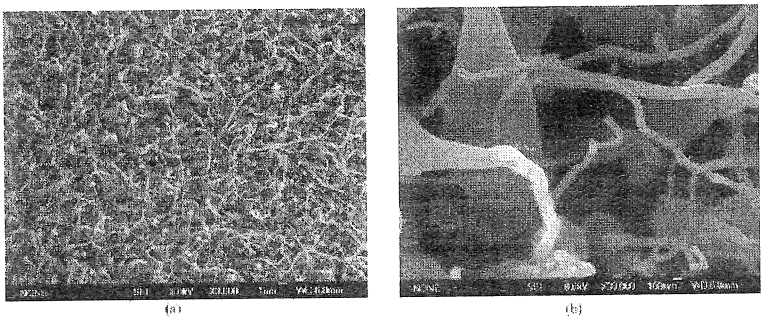


FIG. 18

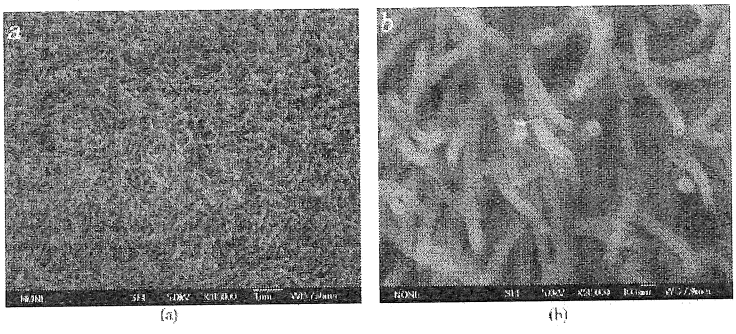


FIG. 19

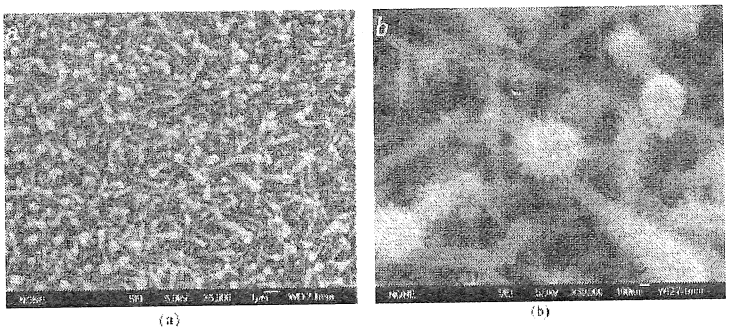


FIG. 20

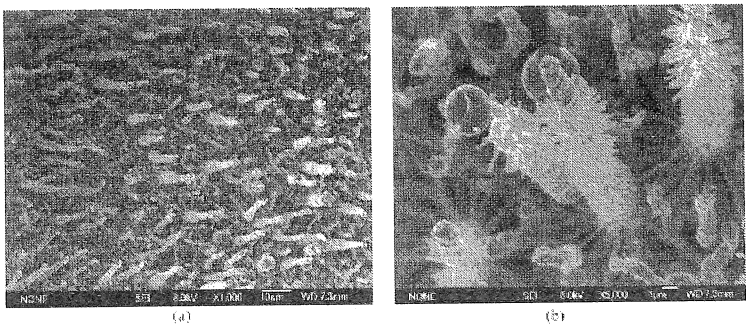


FIG. 21

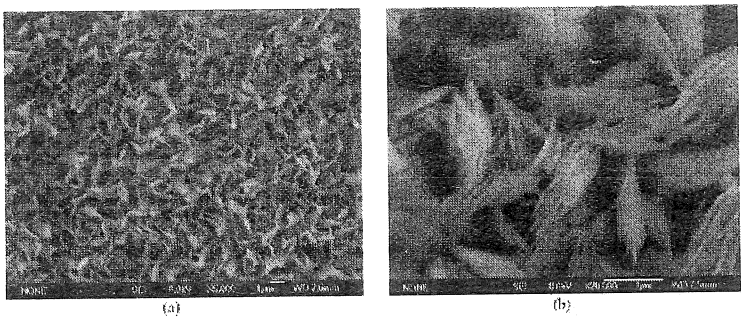


FIG. 22

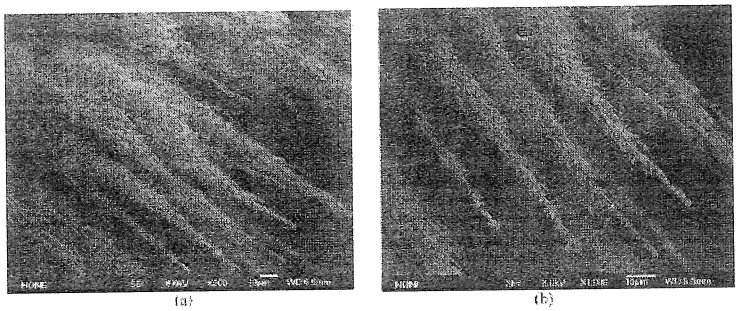


FIG. 23

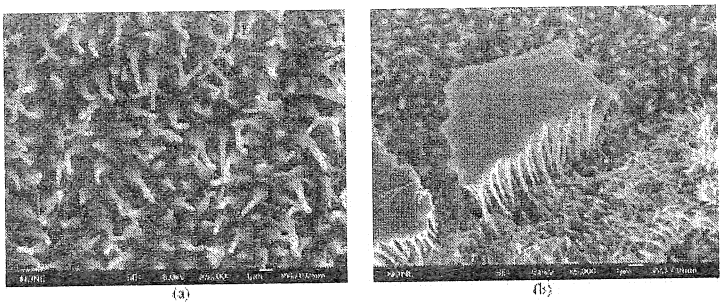


FIG. 24

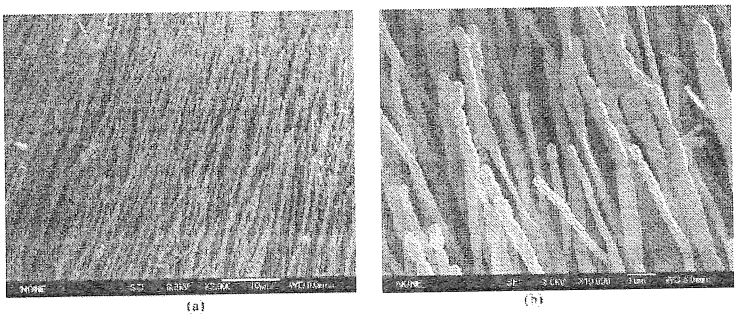


FIG. 25

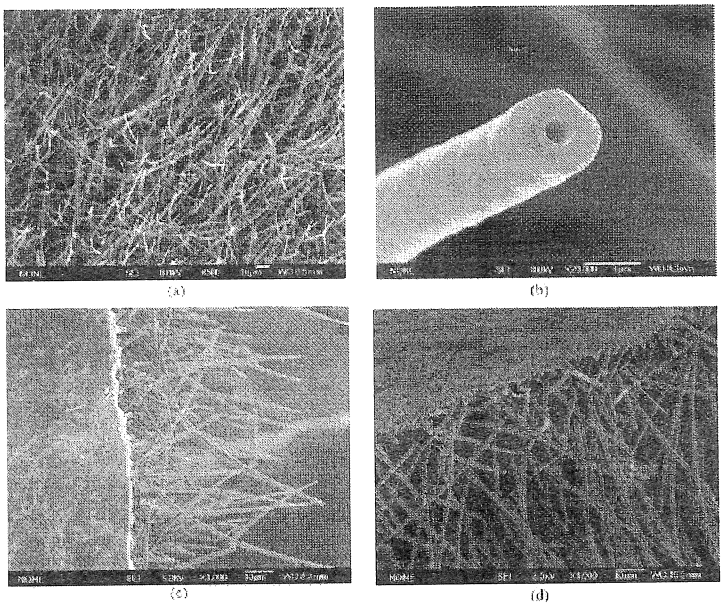


FIG. 26

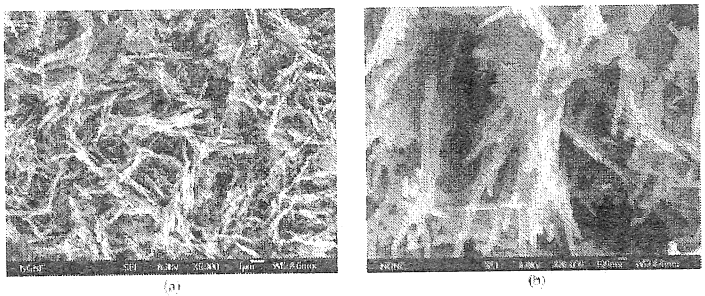


FIG. 27

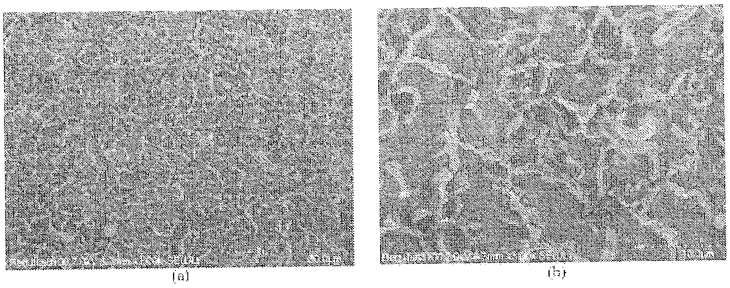


FIG. 28

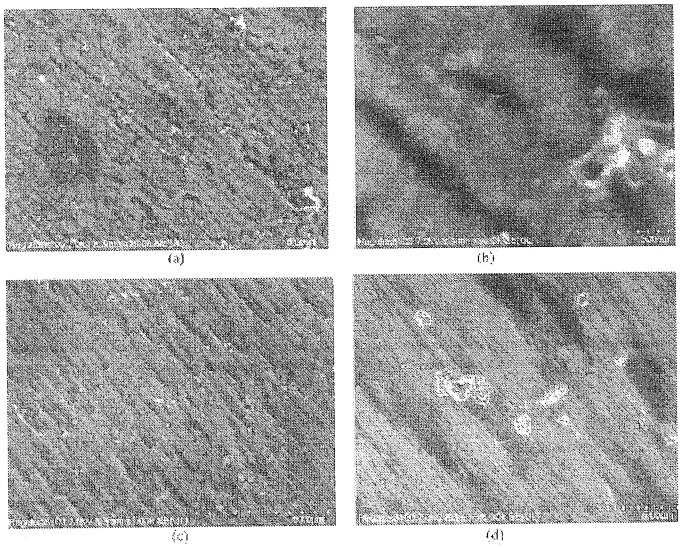


FIG. 29

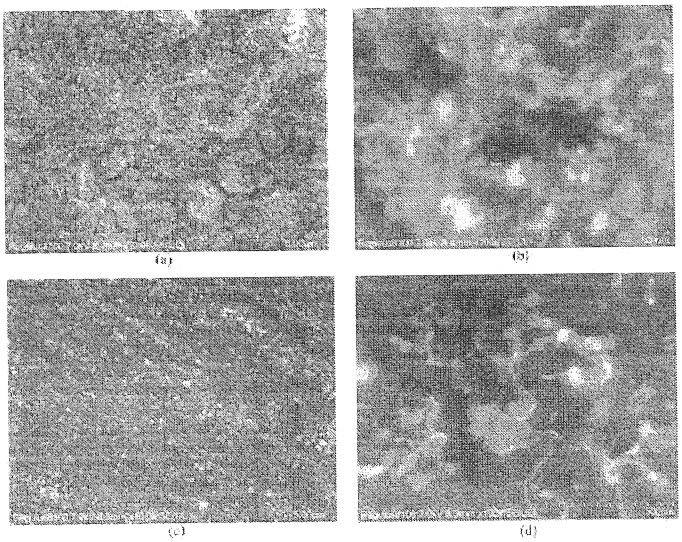


FIG. 30

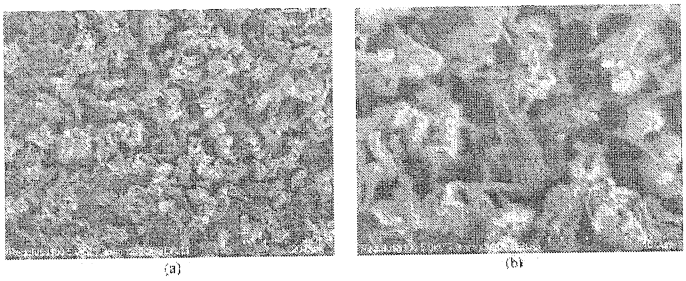


FIG. 31

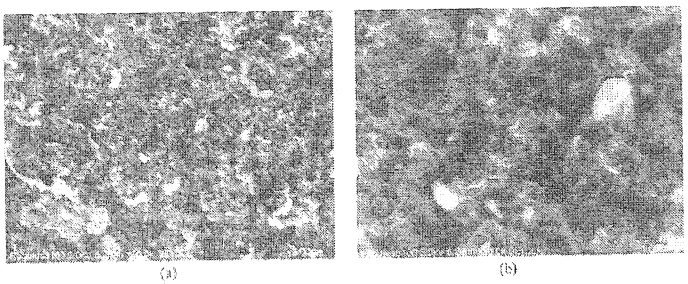


FIG. 32

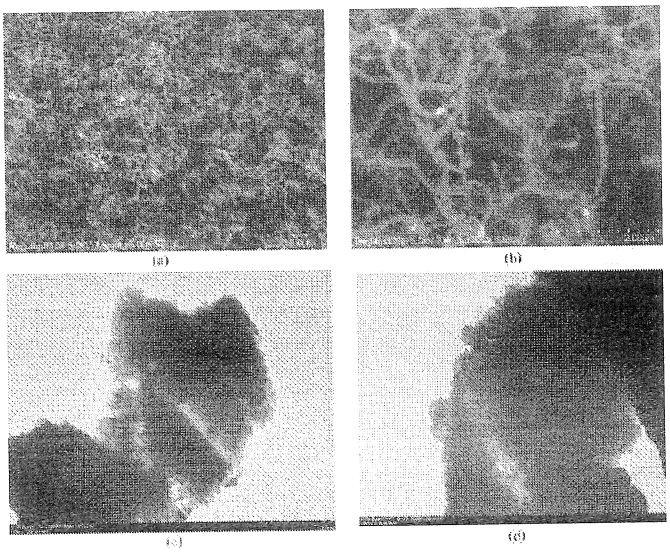


FIG. 33

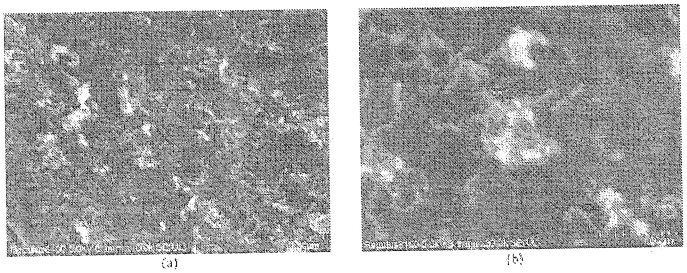


FIG. 34

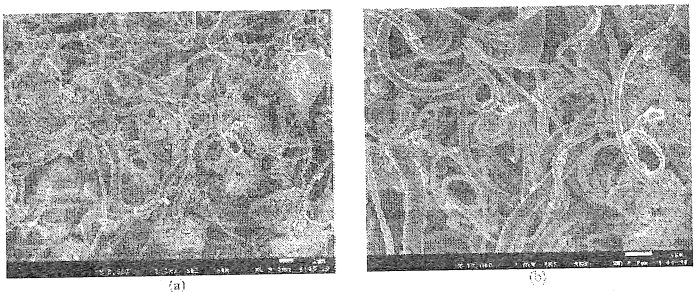


FIG. 35

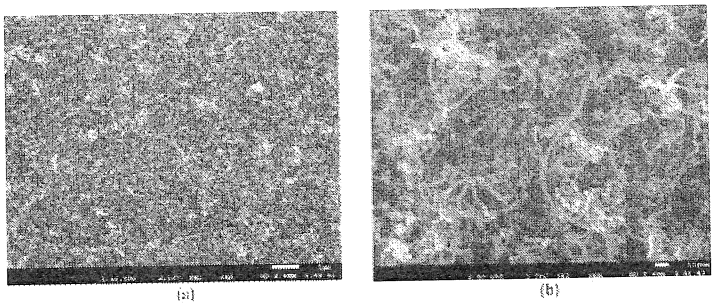


FIG. 36

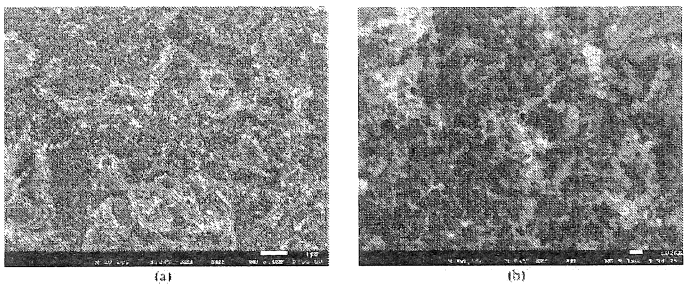


FIG. 37

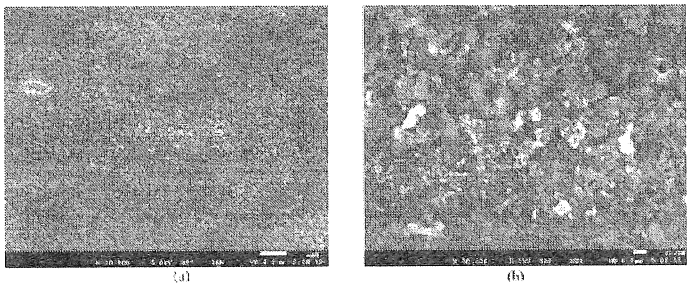


FIG. 38

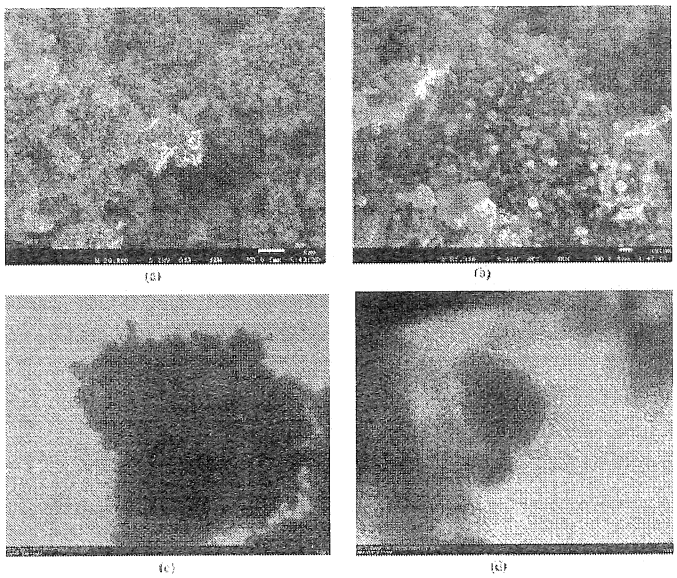


FIG. 39

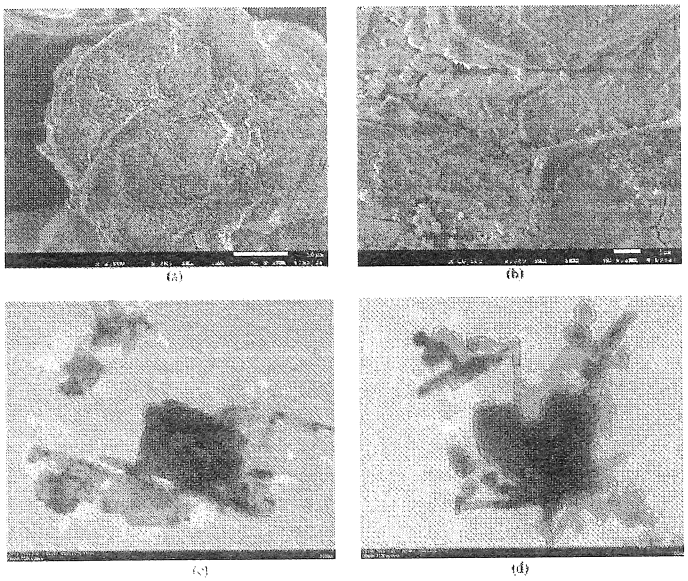


FIG. 40

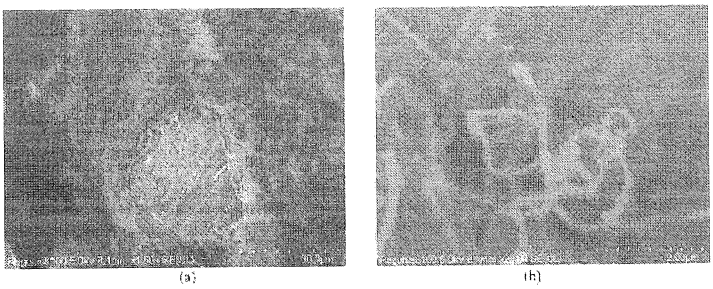


FIG. 41

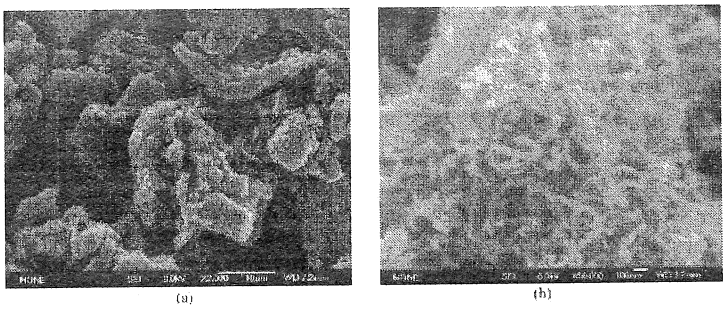


FIG. 42

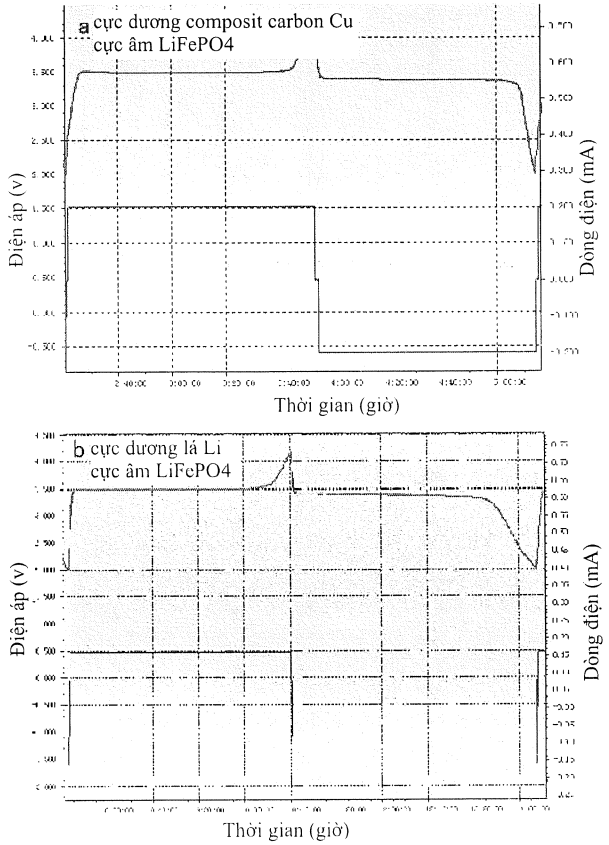

a cực dương composit carbon Cu
cực âm LiFePO4
Điện áp (v)
Dòng điện (mA)
Thời gian (giờ)
b cực dương lá Li
cực âm LiFePO4
Điện áp (v)
Dòng điện (mA)
Thời gian (giờ)

FIG. 43