



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

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

(11)



1-0029184

(51)⁷ F16C 33/22; C08K 3/04

(13) B

(21) 1-2013-03452

(22) 31/10/2013

(45) 25/08/2021 401

(43) 25/08/2014 317A

(73) Trung tâm Phát triển Công nghệ cao (VN)

18 Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Phan Ngọc Minh (VN); Lê Đình Quang (VN); Phạm Hữu Lý (VN); Phan Hồng Khôi (VN); Phạm Tùng Sơn (VN); Đỗ Thị Bích Thanh (VN); Bùi Hùng Thắng (VN); Nguyễn Văn Thao (VN).

(54) QUY TRÌNH CHẾ TẠO Ồ BẠC TỰ BÔI TRƠN CAO SU NANÔ

(57) Sáng chế đề xuất quy trình chế tạo ồ bạc tự bôi trơn cao su nanô có độ bền cao sử dụng cho các thiết bị bơm nước, các máy bơm thủy lực, các máy bơm công nghiệp cao áp, các loại cửa van, cổ trục bơm chịu dầu cho ngành dầu khí, các loại bạc chịu axit cho ngành hóa dầu, các loại lớp của xe ô tô và xe máy. Ngoài ra sáng chế cũng đề xuất quy trình chế tạo ồ bạc tự bôi trơn nanô gồm một lớp cao su thường và một lớp cao su nanô, cấu trúc hai lớp cao su giúp giảm giá thành của ồ bạc tự bôi trơn cao su nanô mà vẫn đảm bảo được các tính chất cơ học tốt như cấu trúc ồ bạc cao su nanô một lớp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Bạc tự bôi trơn là loại bạc có khả năng giảm ma sát mà không cần bổ sung mỡ bôi trơn, có khả năng chịu mài mòn tốt, chịu tải trọng cao và làm việc được trong những môi trường khắc nghiệt như nước biển, axit, và chịu nhiệt.

Ống nanô cacbon là loại vật liệu nanô được tạo thành từ các nguyên tử cacbon có cấu trúc dạng ống với đường kính từ 10^{-9} m – 10^{-7} m, chiều dài ống từ 1 μ m đến vài trăm μ m. Ống nanô cacbon có nhiều tính chất cơ lý ưu việt hơn so với các loại vật liệu truyền thống.

Sáng chế đề cập đến phương pháp chế tạo các loại bạc bơm nền vật liệu tổ hợp cao su gia cường vật liệu ống nanô cacbon ứng dụng trong các thiết bị bơm nước công nghiệp, có đặc tính chịu nhiệt, chịu lạnh, chịu áp suất, không thấm nước, làm tăng độ cứng, độ chịu tải, độ bền, độ mài mòn, khả năng kháng chịu axit của vật liệu, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, tăng thời gian hoạt động của thiết bị và giảm số lượt thay thế bạc bơm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cao su là vật liệu rất phổ biến với phạm vi ứng dụng rộng rãi, là nhóm vật liệu được sử dụng nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp. Việc nâng cao độ bền, khả năng chịu mài mòn cho vật liệu cao su trở thành một vấn đề thiết yếu trong nhiều ứng dụng quan trọng như lốp máy bay, ô tô, gioăng, phớt, v.v... Đặc biệt trong một số ứng dụng như các loại ổ bạc bơm tự bôi trơn, gioăng phớt kín chân không thì vật liệu cao su đòi hỏi khả năng chịu nhiệt, chịu mài mòn, chịu dầu, chịu axit và giảm thiểu tác động đến ô nhiễm môi trường.

Hiện nay có nhiều loại ổ bạc tự bôi trơn sử dụng trong các máy bơm nước, bao gồm:

- Loại ổ bạc làm bằng cao su truyền thống bôi trơn bằng nước: loại ổ bạc này có độ cứng thấp nên thường gây ma sát lớn khi tiếp xúc với trục, làm giảm hiệu suất của bơm. Khi có tải trọng lớn, ổ bạc bị nén làm tăng độ văng của trục dễ gây

rung động khi bơm hoạt động ở công suất cao. Nếu tăng độ cứng của ổ bạc lên thì cao su thường có độ bền kéo thấp và khả năng chịu mài mòn kém.

- Loại ổ bạc làm bằng đồng chì bôi trơn bằng nước: khả năng bôi trơn thấp, nhanh mòn, độ bền hạn chế. Khi trục văng trong quá trình hoạt động của bơm thì bạc không có khả năng giảm chấn và thường gây độ rung lớn. Đặc biệt trong nước chưa có công nghệ chế tạo ổn định nên giá thành loại ổ bạc này còn cao.

- Loại ổ bạc đồng thau, bôi trơn bằng mỡ: loại ổ bạc này thường dùng cho các loại bơm hướng trục hoặc hỗn lưu đứng loại lớn, loại ổ bạc này cũng không có khả năng giảm chấn, thường truyền chấn động của trục quay đến thân bơm nên cũng gây ra rung động khi bạc bị mòn, đồng thời độ bền của bạc cũng không cao. Vì bôi trơn bằng mỡ có áp lực, nên loại ổ bạc này phải dùng thêm bơm mỡ, do đó tăng chi phí hoạt động, đồng thời gây ô nhiễm môi trường, đồng thời loại bạc này không sử dụng được đối với các loại bơm chất lỏng thực phẩm hoặc bơm nước ăn.

Vật liệu ống nano cacbon (Carbon Nanotubes - CNT) là loại vật liệu cacbon có cấu trúc dạng ống, trong đó đường kính nhỏ hơn 100 nanô mét (1 nanô mét = 1 nm = 10^{-9} m). Vật liệu CNT có nhiều tính chất ưu việt vượt trội so với các loại vật liệu thông thường như độ bền kéo lớn từ 50 - 150 GPa (so sánh với thép từ 0,38 - 1,55 GPa), hệ số đàn hồi từ 0,8 - 0,95 TPa (so sánh với thép từ 0,186 - 0,214 TPa).

Sáng chế này đề cập đến việc ứng dụng CNT để gia cường trong vật liệu cao su nhằm tăng cường các tính chất cơ lý của cao su, từ đó ứng dụng vật liệu cao su nano này cho các loại ổ bạc tự bôi trơn trong các thiết bị bơm nước.

Các ổ bạc bơm cao su nano sẽ có độ bền cao hơn nhiều so với ổ bạc cao su thông thường. Cao su nano còn làm triệt tiêu năng lượng do tính trơn trượt, đàn hồi và rất bền dưới tác động của lực động hoặc tĩnh. Ổ bạc tự bôi trơn cao su nano còn có khả năng chịu mài mòn cao hơn so với các ổ bạc bằng đồng thau, đồng chì mà hiện nay đang được sử dụng rộng rãi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các loại ổ bạc được chế tạo từ cao su thông thường, vật liệu tổ hợp, đồng thau, đồng chì, gốm, ... do có tuổi thọ chưa cao nên thường xuyên phải thay thế. Tuy nhiên việc thay thế các ổ bạc tương đối khó khăn, nhất là trong công tác vận

hành vì hệ thống thiết bị bơm nước có trọng lượng và kích thước lớn, quá trình thay thế sẽ làm gián đoạn công việc, cũng như ảnh hưởng đến cả hệ thống thiết bị, đặc biệt là khi thiết bị đang phải hoạt động liên tục trong điều kiện thời tiết mưa, lũ lớn hay hạn hán bất thường xảy ra.

Bằng cách đưa vật liệu CNT vào trong mạng nền cao su, vật liệu cao su nanô được gia cường sẽ tăng mạnh về độ bền kéo, độ bền nén và khả năng chống mài mòn. Ngoài ra, vật liệu CNT cũng làm tăng độ cứng của sản phẩm cao su và độ bóng của sản phẩm khi so sánh trên cùng một khuôn chế tạo. Với những ưu điểm trên, ổ bạc tự bôi trơn gia cường CNT làm tăng đáng kể thời gian làm việc và kéo dài tuổi thọ của ổ bạc lên đến 2 lần.

Sáng chế được thực hiện để giải quyết những vấn đề đặt ra đối với sản phẩm, công nghệ của đối tượng sáng chế này là khả năng phân tán đồng đều của vật liệu ống nanô cacbon và các vật liệu nanô kim loại và vật liệu phi kim khác nằm trong mạng nền cao su thiên nhiên để tăng tuổi thọ, độ cứng, độ chịu tải, độ bền, độ mài mòn và khả năng chịu axit của vật liệu, để chế tạo và thay thế một số lượng lớn cao su nanô cho các chủng loại ổ bạc bơm, áp dụng cho các máy bơm trực đứng cỡ trung và cỡ lớn, đáp ứng chế tạo ra những sản phẩm có chất lượng cao phục vụ kinh tế dân sinh và quốc phòng.

Để chế tạo cao su nanô chứa vật liệu CNT, chúng tôi đề xuất một quy trình được mô tả gồm các bước như sau:

(a) Cao su thiên nhiên sau khi làm sạch được thực hiện quá trình sơ luyện để được loại cao su thiên nhiên sau sơ luyện.

(b) Biến tính hóa học gắn các nhóm chức $-OH$ hoặc $-NH_2$ lên vật liệu CNT để tăng cường khả năng phân tán đồng đều CNT trong các dung môi và vật liệu nền cao su.

(c) Thực hiện quá trình hỗn luyện đối với các loại vật liệu bao gồm: cao su thiên nhiên sau sơ luyện, vật liệu CNT biến tính và các hóa chất phụ gia, sau đó sấy trong lò chân không để thu được cao su nanô.

(d) Thực hiện quá trình cán tấm đối với cao su nanô để thu được vật liệu cao su nanô dạng tấm.

(e) Vật liệu cao su nanô sau khi cán sẽ được đưa vào nén ép định hình trong các ổ bạc khuôn kim loại với kích thước phù hợp cho từng loại ổ bạc.

(f) Các loại ổ bạc cao su nanô sẽ được cho vào lò lưu hoá ở chế độ công nghệ phù hợp về nhiệt độ, thời gian và áp suất để thu được sản phẩm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ minh họa quy trình chế tạo vật liệu cao su nanô gia cường vật liệu ống nanô cacbon;

Hình 2 là hình sơ lược minh họa cấu tạo của ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô sử dụng đồng nhất một lớp cao su nanô;

Hình 3 là hình sơ lược minh họa cấu tạo chi tiết của ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô sử dụng hai lớp cao su: một lớp cao su nanô và một lớp cao su thường;

Hình 4 là hình sơ lược minh họa phương pháp chế tạo tấm cao su có hai lớp gồm: một lớp cao su nanô và một lớp cao su thường;

Hình 5 là hình ảnh ổ bạc tự bôi trơn được gia cường vật liệu ống nanô cacbon đã chế tạo thử;

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế liên quan đến phương pháp đưa CNT, các hạt kim loại và phi kim có kích thước nanô mét phân tán đồng đều trong mạng nền cao su thiên nhiên để tạo thành cao su nanô với những tính chất cơ lý tốt hơn so với cao su thông thường. Sáng chế cũng đề cập đến việc ứng dụng cao su nanô chế tạo được vào các loại ổ bạc bơm chìm cho máy bơm thuỷ lợi trực đứng cỡ lớn và máy bơm công nghiệp cao áp trực đứng nhằm tăng độ cứng, độ bền, khả năng chịu mài mòn và nâng cao tuổi thọ của ổ bạc tự bôi trơn.

Bằng phương pháp biến tính hóa học và khuấy trộn cơ học, vật liệu CNT biến tính được phân tán đều vào trong mạng nền cao su với nồng độ CNT thay đổi từ 3-15% về khối lượng. Ngoài ra một số loại hạt nanô khác cũng có thể được sử dụng để pha vào trong mạng nền cao su thiên nhiên nhằm đạt đến tính chất cơ học tối ưu. Những thông số của quá trình pha trộn được tối ưu hóa để nâng cao chất lượng, độ bền, độ mài mòn, độ bền kéo, tăng tuổi thọ của các ổ bạc bơm.

Các chủng loại ổ bạc bơm cao su nanô có chất lượng tốt hơn các loại bạc

đồng hoặc bạc cao su thông thường, vì vậy nó có tiềm năng ứng dụng lớn trong các máy bơm trực đứng phục vụ cho điều tiết thủy nông, trong các loại cửa van, cổ trực bơm chịu dầu cho ngành dầu khí, xuống máy, tàu thủy cỡ nhỏ, trong các loại bạc chịu axit cho ngành hóa dầu. Các loại ổ bạc bơm cao su nanô này còn có đặc tính chịu nhiệt, chịu lạnh, chịu áp suất, không thấm nước, làm tăng độ cứng, độ chịu tải, độ bền, độ mài mòn và khả năng kháng chịu axit.

Để chế tạo cao su nanô gia cường vật liệu CNT, chúng tôi đề xuất một quy trình chế tạo được mô tả như trên Hình 1 và gồm các bước như sau:

(a) Cao su thiên nhiên 1 sau khi làm sạch được thực hiện quá trình sơ luyện 2 để được loại cao su thiên nhiên sau sơ luyện 3.

(b) Vật liệu CNT 4 được thực hiện quá trình lăn nghiền để làm tơi, sau đó biến tính để gắn nhóm chức hóa học với các nhóm chức -OH hoặc -NH₂ bằng phương pháp oxi hóa 5 để thu được CNT biến tính 6.

(c) Thực hiện quá trình hỗn luyện 8 đối với các loại vật liệu bao gồm: cao su thiên nhiên sau sơ luyện 3, vật liệu CNT biến tính 6 và các hóa chất phụ gia 7 bằng cách phân tán đồng đều cao su thiên nhiên trong các loại dung môi, sau đó đưa vật liệu CNT biến tính, nanô kim loại, phụ gia kích thước nanô, vật liệu phi kim cùng với một số lượng nhỏ các chất phân tán vào mạng nền cao su thiên nhiên. Hỗn hợp cao su thiên nhiên, ống nanô cacbon đa tường biến tính và các loại bột nanô được đưa vào trộn đều trong mạng nền cao su bằng thiết bị khuấy trộn cơ học với tốc độ khuấy và thời gian khuấy phù hợp. Hỗn hợp sau khi phân tán đến điểm tới hạn sẽ được sấy khô tự nhiên, sau đó tiến hành sấy trong lò chân không với nhiệt độ trung bình từ 40-50⁰C cho đến khi khối lượng cao su không thay đổi, kết quả thu được cao su nanô 9.

(d) Thực hiện quá trình cán tấm 10 đối với cao su nanô 9 để thu được vật liệu cao su nanô dạng tấm 11. Cao su nanô được cán ép dẻo trên máy cán có trục cán song song ở tốc độ ổn định lớn hơn 100 vòng/phút. Thời gian cán kéo dài trên 20 phút.

(e) Tiến hành quá trình ép khuôn 12 sử dụng vật liệu cao su nanô dạng tấm 11

để tạo thành bạc tự bôi trơn cao su nanô 13.

(f) Thực hiện quá trình lưu hóa 14 đối với sản phẩm bạc tự bôi trơn cao su nanô 13 để tạo thành sản phẩm 15 là loại bạc tự bôi trơn cao su nanô có độ bền theo yêu cầu sử dụng.

Hình 3 mô tả cấu tạo chi tiết của ổ bạc tự bôi trơn nanô sử dụng 2 lớp cao su. Trong cấu trúc này, ở phía trong vỏ bạc 16 có hai lớp cao su bao gồm: lớp cao su thông thường 19 nằm tiếp giáp với vỏ bạc 16 và lớp cao su nanô 17 nằm phía trong lớp cao su thông thường 19. Lớp cao su nanô 17 sẽ là lớp cao su tiếp xúc trực tiếp với ổ trục máy bơm và chịu tác dụng cơ học chính trong quá trình máy bơm hoạt động. Cấu trúc hai lớp cao su như Hình 3 giúp giảm giá thành của ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô mà vẫn đảm bảo được các tính chất cơ học tốt như cấu trúc ổ bạc cao su chỉ có một lớp cao su nanô trên Hình 2.

Để chế tạo được ổ bạc tự bôi trơn nanô sử dụng hai lớp cao su như trên Hình 3, chúng tôi đề xuất phương pháp chế tạo được mô tả như ở trên Hình 4. Trong phương pháp này có hai giai đoạn chính:

(a) Tấm cao su thường 20 và tấm cao su nanô 21 được đặt chồng lên nhau và cùng được đặt vào trục cán ép 22 làm bằng kim loại. Sau quá trình cán ép với áp suất phù hợp, ta sẽ thu được tấm cao su hai lớp 23 bao gồm một lớp cao su thường và một lớp cao su nanô.

(b) Tấm cao su hai lớp này sẽ được cắt với kích thước phù hợp để đưa vào vỏ bạc 16 và thực hiện quá trình ép khuôn. Kết quả ta thu được sản phẩm ổ bạc tự bôi trơn nanô sử dụng hai lớp cao su như đã nói ở trên.

Phương pháp chế tạo cao su nanô với quy trình như trên đảm bảo được hiệu quả mà không làm thay đổi nhiều đến dây chuyền công nghệ sơ chế cao su thiên nhiên. Công nghệ chế tạo có khả năng phát triển ở cả quy mô nhỏ và quy mô lớn, phù hợp với điều kiện công nghệ và kinh tế ở Việt Nam do đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc chế tạo bạc cao su nanô đáp ứng nhu cầu cấp thiết cho sản xuất.

Các ổ bạc trong máy bơm có khối lượng cao su thường từ 0,5 đến 3,0 kg, việc đưa thêm vật liệu CNT với hàm lượng khoảng từ 5 - 10% vào trong các ổ bạc bơm cao su sẽ làm hiệu suất, độ bền cao hơn nhiều so với ổ bạc cao su thông

thường. Cao su nanô còn làm triệt tiêu năng lượng do tính trơn trượt đàn hồi và rất bền dưới tác động của lực động hoặc tĩnh. Cao su nanô còn có khả năng chịu mài mòn cao hơn thép, đồng và không thấm nước, không bị trương nở trong dung môi và ăn mòn hóa học.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế trở nên sáng tỏ hơn qua ví dụ sau:

- Cao su thiên nhiên 1 sau khi làm sạch được thực hiện quá trình sơ luyện 2 bằng cách đưa vào máy cán hở 2 trục song song $\Phi 200$ với tốc độ 200 vòng/phút.
- Vật liệu CNT 4 được thực hiện quá trình biến tính gắn nhóm chức bằng phương pháp hóa học 5 để thu được CNT-OH.
- Thực hiện quá trình hỗn luyện 8 đối với các loại vật liệu bao gồm: cao su thiên nhiên sau sơ luyện 3, vật liệu CNT-OH, các hóa chất phụ gia bao gồm ZnO, axit stearic, chất làm dẻo Akiplast, S,...
- Thực hiện quá trình cán tấm 10 đối với cao su nanô 9 để thu được vật liệu cao su nanô dạng tấm bề dày 12 mm.
- Tiến hành quá trình ép khuôn 12 sử dụng vật liệu cao su nanô dạng tấm 11 để tạo thành bạc tự bôi trơn cao su nanô 13 với kích thước: đường kính trong $\Phi 118$, đường kính ngoài $\Phi 134$, chiều dài 160 mm.
- Thực hiện quá trình lưu hóa 14 đối với ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô 13 để tạo thành sản phẩm ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô 15 với độ bền theo yêu cầu sử dụng.

Hình 5 là ảnh chụp của một số ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô mà nhóm tác giả đã chế tạo thử nghiệm.

Kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy thời gian làm việc của ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô tăng lên 1,5 lần (từ 8000 giờ ứng với bạc chìm sử dụng cao su thông thường lên đến 12000 giờ ứng với sản phẩm bạc chìm sử dụng cao su gia cường CNT); hiệu suất của máy bơm được nâng cao từ 1,5 đến 2%, cho phép áp

dụng cho các máy bơm trục đứng cỡ lớn có lưu lượng bơm lớn (8000-10000 m³/giờ).

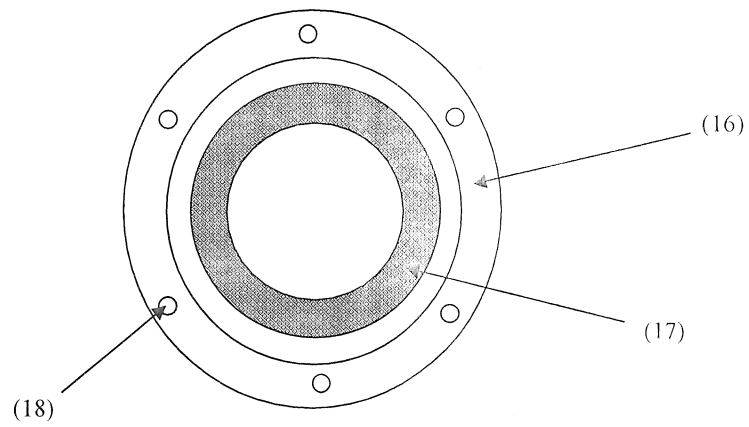
Bảng 1. So sánh một số tính chất cơ lý của cao su nanô chế tạo được với cao su thông thường

TT	Tên sản phẩm	Số lượng	Chất lượng	
			sử dụng cao su thường	sử dụng cao su nanô
1	Ổ hướng HTĐ 1200-3 (Φ42xΦ58x83)	14	Độ cứng 42 (Shore A)	Độ cứng 53 (Shore A)
2	Ổ trượt trên HTĐ 2400-3,5 (Φ70xΦ96x120)	26	Độ bền kéo 21,03 N/cm ²	Độ bền kéo 79,62 N/cm ²
3	Ổ hướng HTĐ 2400-3,5 (Φ65xΦ90x122)	26	Độ bền nhiệt 200°C	Độ bền nhiệt 350 °C
4	Ổ hướng trên HTĐ 560 (Φ88xΦ110x160)	30	Độ mài mòn 4,5 (g/1,61 km)	Độ mài mòn 1,3 (g/1,61 km)
5	Ổ hướng dưới HTĐ 560 (Φ88xΦ120x160)	30		
6	Ổ hướng HTĐ 8000 (Φ130xΦ160x230)	4		

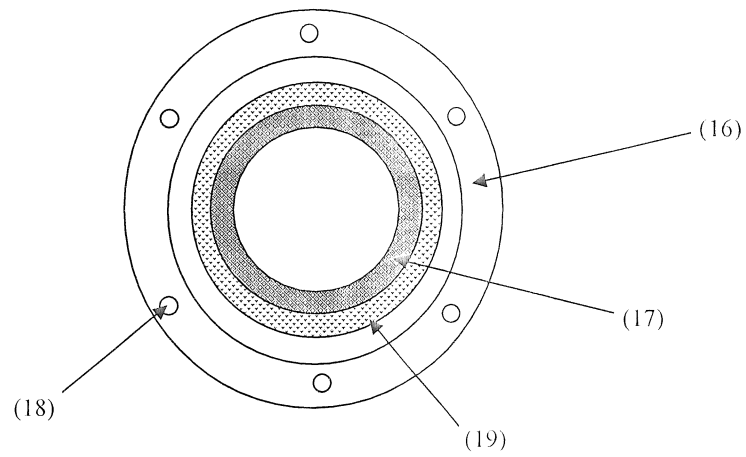
YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình chế tạo ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô bao gồm:
 - bước (a): cao su thiên nhiên (1) sau khi làm sạch được thực hiện quá trình sơ luyện (2) để được loại cao su thiên nhiên sau sơ luyện (3);
 - bước (b): vật liệu ống nanô cacbon (4) được thực hiện quá trình lăn nghiền để làm tơi, sau đó biến tính để gắn nhóm chức hóa học với nhóm chức -OH hoặc -NH₂ bằng phương pháp oxi hóa (5) để thu được nanô cacbon biến tính (6);
 - bước (c): thực hiện quá trình hỗn luyện (8) đối với các loại vật liệu bao gồm cao su thiên nhiên sau sơ luyện (3), vật liệu ống nanô cacbon biến tính (6) và các hóa chất phụ gia (7), sau đó được sấy khô tự nhiên để thu được cao su nanô (9);
 - bước (d): thực hiện quá trình cán tấm (10) đối với cao su nanô (9) để thu được vật liệu cao su nanô dạng tấm (11);
 - bước (e): tiến hành quá trình ép khuôn (12) sử dụng vật liệu cao su nanô dạng tấm (11) để tạo thành bạc tự bôi trơn cao su nanô (13);
 - bước (f): thực hiện quá trình lưu hóa (14) đối với sản phẩm bạc tự bôi trơn cao su nanô (13) để tạo thành bạc tự bôi trơn cao su nanô (15).
2. Quy trình chế tạo ổ bạc tự bôi trơn cao su nanô theo điểm 1, trong đó ngay sau bước (d) còn thực hiện thêm bước sau đây: đặt chồng tấm cao su thường (20) và tấm cao su nanô (21) và cán ép bởi trục cán ép (22) làm bằng kim loại để thu được tấm cao su hai lớp (23) bao gồm một lớp cao su thường và một lớp cao su nanô.

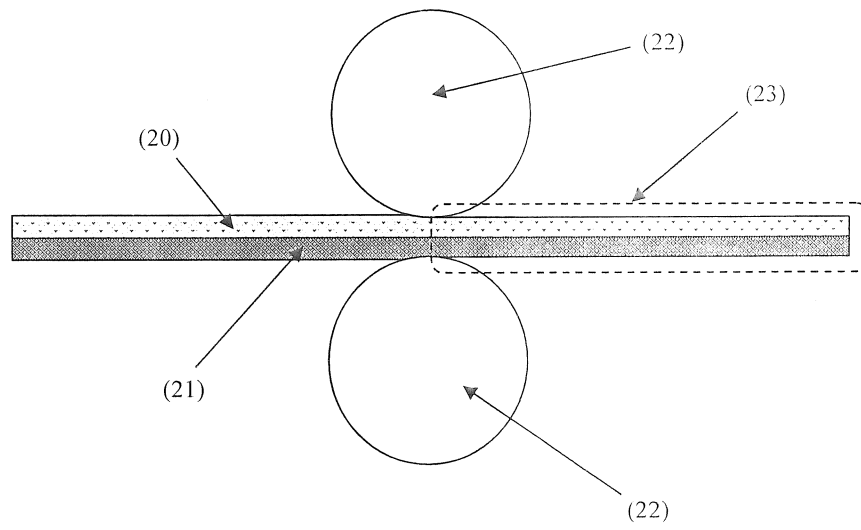
*Hình 1*



Hình 2



Hình 3

*Hình 4**Hình 5*