

CẢI THIỆN ĐÁNG KỂ CƠ TÍNH CỦA CÁC VẬT LIỆU TỪ SIÊU MỀM NANO TINH THỂ

Ai cũng biết các vật liệu từ siêu mềm nano tinh thể nền sắt có tính từ mềm tuyệt vời nhất hiện nay tuy nhiên một điều hiển nhiên là sau khi xử lý nhiệt để đạt trạng thái nano tinh thể hợp kim thường bị giòn.

Các ứng dụng của vật liệu từ siêu mềm nanotinh thể

Các nhà nghiên cứu ở Phòng Thí nghiệm Hải quân Mỹ và Đại học Clark Atlanta đã cải tiến kỹ thuật dùng các băng nền coban (Co) để cải thiện một cách đáng kể tính dẻo dai của các vật liệu thương phẩm cũ mà vẫn giữ được tính từ mềm tốt. Các vật liệu này còn có thể sử dụng trong các ứng dụng nhiệt độ cao (ví dụ như cuộn cảm, biến thế công suất, rôto của động cơ phản lực...).

Các hợp kim từ mềm nano tinh thể (ví dụ như Finemet FeSiBNbCu, Nanoperm FeCoZrB...) là những vật liệu từ mềm tốt nhất hiện nay thường được chế tạo bằng kỹ thuật nguội nhanh để tạo ra các băng hợp kim có cấu trúc vô định hình, sau đó ủ nhiệt ở nhiệt độ kết tinh để hình thành các hạt tinh thể ở kích thước nanomet. Kết quả là ta thu được một cấu trúc nano gồm các hạt tinh thể (pha từ giàu sắt) được nhúng trong ma trận vô định hình dư.

Tính chất từ mềm đạt được là do 2 yếu tố: Cấu trúc hạt nano tinh thể siêu mịn (hạt chỉ có kích thước 10 nm) và sự tổ hợp tính chất của 2 pha: hạt tinh thể nano và các ma trận vô định hình còn dư. Vật liệu từ mềm nano tinh thể (hay còn gọi là vật liệu từ tổ hợp nano - nanocomposite magnetic materials) có tính từ mềm tuyệt vời: có lực kháng từ cực nhỏ, độ từ thẩm cao, cảm ứng từ lớn, có khả năng dùng ở tần số cao... Một số vật liệu ở dạng thương phẩm có các tên như Finemet (FeSiBNbCu), Nanoperm (FeZrBCu), Hitperm (FeCoZrBCu)... đều là các hợp kim trên nền sắt (Fe). Khi ở trạng thái các băng từ vô định hình thì chúng có đặc tính dẻo dai rất tốt, nhưng đa số chúng trở nên cứng và giòn sau khi xử lý nhiệt, đây là một điểm kém của loại vật liệu này.

Hình 1. Các đứt gãy bề mặt ở các mẫu khác nhau quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét (Theo Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 212508).

Matthew Wilard và các cộng sự đã chỉ ra rằng sử dụng các hợp kim này với nền vật liệu là coban (Co) sẽ cho vật liệu với độ dẻo dai gấp 2 lần so với các hợp kim nền sắt như Finemet, Nanoperm... mà vẫn giữ được đặc tính từ mềm tuyệt vời. Ví dụ như vật liệu sau khi ủ ở 550°C sẽ có từ độ bão hòa 131 Am²/kg, có lực kháng từ cực nhỏ tới 8 A/m. Nhóm của Phòng thí nghiệm Nghiên cứu

Hải quân đã phát hiện được rằng các hợp kim này có độ ổn định nhiệt rất cao, có tổn hao trễ thấp ở nhiệt độ lên tới 300°C, có nghĩa là chúng rất thích hợp cho các ứng dụng nhiệt độ cao.

Hình 2. Ứng suất tại bề mặt phụ thuộc vào hàm lượng coban

(Theo Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 212508).

Nhóm nghiên cứu thu được kết quả nghiên cứu bằng các thực hiện các kiểm tra bẻ gãy và biến dạng trên các mẫu để xác định ứng suất đứt gãy và các giới hạn bền trong hệ 6 thành phần giàu coban (Co). Các mẫu đều có đặc tính dẻo dai gấp ba lần so với thành phần thương phẩm và tăng theo hàm lượng Co.

Wilard nói rằng các hợp kim giàu Co rất thích hợp cho việc sử dụng làm các lõi dẫn từ, lõi cuộn cảm, cho các hệ điện tử công suất lớn và tần số cao, ví dụ như lõi biến thế, cuộn chặn, roto động cơ, thậm chí sử dụng ở các môi trường nhiệt độ cao. Nhóm cũng đang tiến hành các thử nghiệm với các hợp phần khác nhau để hiểu cơ chế cải thiện đặc tính cơ học nhằm thu được các kết quả hoàn thiện hơn trong tương lai. (xem thêm chi tiết các kết quả này trên Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 212508).

Hình 3. Sự suy giảm từ tính theo nhiệt độ và đường cong từ trễ

(Theo Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 212508).

Vạn lý Độc hành

Theo NanotechWeb.org & Applied Physics Letters, Vật lý Việt Nam