

# ẢNH HƯỞNG CỦA CẤU TRÚC TỚI HIỆU ỨNG HALL TRÊN MÀNG MỎNG BISMUTH

Lê Văn Vũ, Tạ Đình Cảnh, Đỗ Xuân Thành, Nguyễn An  
Đại học Khoa học tự nhiên - ĐHQGHN

Bằng phương pháp bốc bay nhiệt trong chân không đã nhận được Bismuth có định hướng tốt; mặt (001) hoặc mặt (011) của các hạt khác nhau song song với mặt phẳng đế, đồng thời kết nối với nhau thành chuỗi chạy dọc theo đường cắt khai trên đế mica. Khi hướng vector dòng điện hợp với đường cắt khai góc cỡ  $60^\circ$  thì Sđđ Hall của loại màng này có giá trị khá lớn.

## I - MỞ ĐẦU

Hiệu ứng điện động Hall của Bismuth đo theo hướng (111) có giá trị lớn nhất, còn theo hướng khác góc với [111] thì rất nhỏ [1, 2]. Kết quả nghiên cứu mới đây [3] cũng đã thấy rằng các màng Bi tạo ra trên cùng một đế mica đã có Sđđ Hall rất khác nhau khi trục dài của các hạt vuông góc hướng vector mật độ dòng trong phép đo hiệu ứng Hall có định hướng khác nhau. Hiện nay chưa có lý giải rõ ràng nào về nguyên nhân của hiện tượng ấy. Bài báo này trình bày kết quả đo Sđđ Hall của một số màng Bi có kết hợp với việc nghiên cứu cấu trúc bằng kính hiển vi điện tử, đồng thời đưa ra cách lý giải về kết quả đã nhận được.

## II - THỰC NGHIỆM

1. Chế tạo mẫu: Sự định hướng của mẫu được đặc trưng bằng góc  $\omega$  giữa trục dài của nó và phương đường cắt khai trên đế mica.

Mẫu đo hiệu ứng Hall được chế tạo dưới dạng màng mỏng bằng phương pháp bốc bay nhiệt trong chân không. Chế độ tạo màng là: nhiệt độ thuyên 1200°C, nhiệt độ đế 150°C, thời gian bốc bay thực tế là 30s. Nhờ cách bố trí mặt nạ hợp lý đã nhận được các mẫu có các góc  $\omega$  khác nhau.

2. Nhận ảnh hiển vi điện tử và ảnh nhiễu xạ điện trở trên các màng mỏng Bi bằng phương pháp hiển vi điện tử truyền qua (TEM).

3. Đo Sđđ Hall trên các mẫu với dòng  $J$  là 3 mA,  $B = 0,1$  Tesla.

## III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Cấu trúc màng Bismuth trên đế mica

Cấu trúc màng Bismuth trên đế mica đã được trình bày trong [4]. Đặc điểm chính của loại màng do chúng tôi chế tạo là gồm hạt to (cỡ  $2\mu\text{m}$ ) được phân bố với định hướng ưu tiên: các hạt kết nối liên nhau tạo thành chuỗi dọc theo phương đường cắt khai của đế mica.

Bằng phương pháp hiển vi điện tử truyền qua cũng đã nhận được ảnh nhiễu xạ của mỏng Bi (ảnh 1) khi mặt phẳng mẫu đặt vuông góc với chùm tia tới. Sáu vết sáng rõ nét tâm nhất không nằm ở đỉnh hình lục giác đều mà ở các vị trí có đối xứng bậc 2, đồng thời c độ của các vết là không giống nhau.

Từ các kết quả này có thể rút ra nhận xét là:

- Mặt [111] không song song với mặt phẳng đế.

- Các vết nhiễu xạ nêu trên là kết quả nhiễu xạ tổng hợp từ một số mặt phẳng trong hợp các hạt định hướng khác nhau.

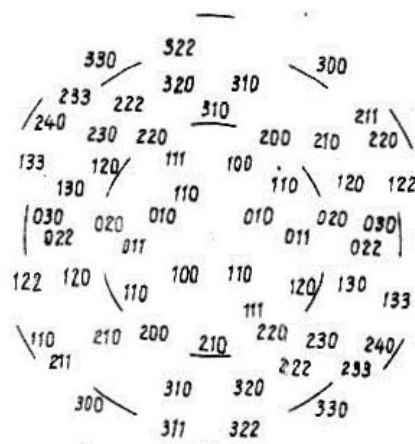
Như ta biết, Bismuth có cấu trúc mạng thoi với  $a = b = c = 4,74 \text{ \AA}$ , góc  $\alpha = 57^\circ 14'$  [1] mica có cấu trúc đơn nghiêng với chu kỳ mạng là  $a = 5,19 \text{ \AA}$ ,  $b = 8,90 \text{ \AA}$ ,  $c = 20,10 \text{ \AA}$   $\alpha = 95^\circ 11'$  [5]. Chu kỳ mạng  $a$  của Bi khác với mica vào cỡ 9%, sự khác nhau này là nhỏ giới hạn để có hiện tượng épitaxy (cỡ 15%) [6]. Vì vậy, màng Bi trên đế mica có khả năng x épitaxy theo hướng [100] với chu kỳ mạng là  $a$  và song song với các đường cát khai của đế Mặt khác, từ tinh thể học cho thấy mặt (001) và (011) cắt nhau với giao tuyến là hướng [ Như vậy có thể giải thích sự tạo thành bức tranh nhiễu xạ ở ảnh 1 như sau:

Màng Bi được tạo nên từ tập hợp các hạt có định hướng ưu tiên là hướng [100] của các song song với đường cát khai, trong mỗi hạt sẽ có hoặc là mặt (001) hoặc là mặt (011) song với mặt phẳng đế. Chính các mặt phẳng loại này có đối xứng bậc 2 tạo nên các vết nhiễu xạ đã mô tả ở trên.

Kết quả nhiễu xạ điện tử trên đây là phù hợp với kết quả nhiễu xạ do Komnic Iu. Ph cộng sự tiến hành [7] (hình 1).



Ảnh 1. Nhiễu xạ điện tử của màng Bi ngưng kết trên đế mica

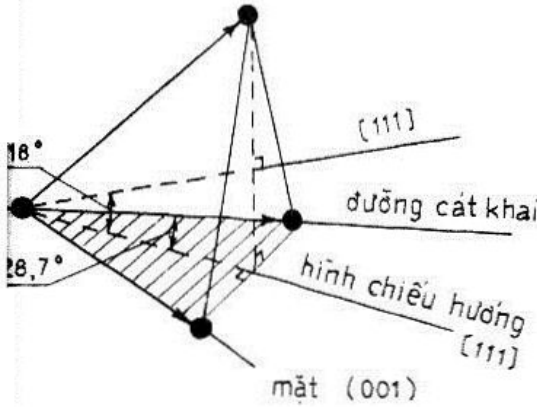


Hình 1. Kết quả nhiễu xạ màng Bi nhận được bởi Komnic Iu. Ph. và cộng sự [7]

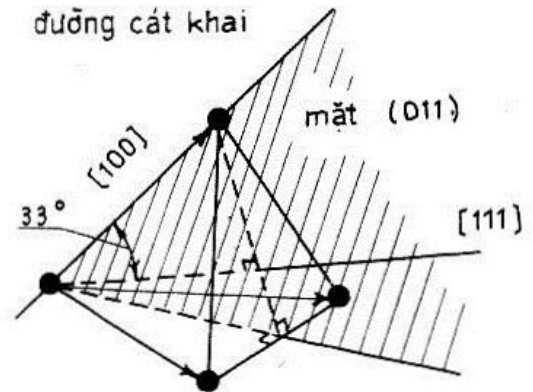
## 2. Hiệu ứng Hall

Một số kết quả chính nhận được từ phép đo Sđđ Hall như sau: khi các mẫu có góc  $\omega$  lần lượt là  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $70^\circ$  và  $80^\circ$  thì Sđđ Hall có các giá trị tương ứng là  $\approx 0 \mu\text{V}$ ,  $80 \mu\text{V}$ ,  $80 \mu\text{V}$ ,  $165 \mu\text{V}$ ,  $135 \mu\text{V}$  và  $135 \mu\text{V}$ . Như vậy khi mẫu có góc  $\omega = 60^\circ$  thì ta nhận được Sđđ Hall lớn nhất, còn các mẫu có góc  $\omega$  nhỏ ( $\leq 20^\circ$ ) đều cho Sđđ Hall nhỏ ( $\approx 0$ ) [3].

lặc dù màng chưa phải là đơn tinh thể nhưng đã có được các hướng và mặt ưu tiên rõ rệt. Có thể sử dụng hướng  $[111]$ ,  $[100]$  và mặt  $(001)$ ,  $(011)$  của đơn tinh thể  $Bi$  để giải thích kết quả được. Vị trí các hướng và mặt trên so với đường cắt khai của đế mica được biểu thị qua hình 2 và 3.



Hình 2. Mặt  $(001)$  song song với bề mặt đế



Hình 3. Mặt  $(011)$  song song với bề mặt đế

Hình 2 mô tả trường hợp mặt  $(001)$  song song với mặt phẳng đế. Có thể dễ dàng thấy rằng hướng  $[111]$  nghiêng một góc  $\approx 18^\circ$  so với bề mặt đế. Vì thế không thể thực hiện được việc lựa phương đo Sđđ Hall song song với hướng  $[111]$ . Tuy nhiên, góc nghiêng cỡ  $18^\circ$  là không lớn có thể quy về việc xét hình chiếu của hướng  $[111]$  trên mặt phẳng đế mà sự sai khác gặp phải không quá lớn. Góc giữa hình chiếu của hướng  $[111]$  và  $[100]$  là  $\approx 28,7^\circ$ .

Hình 3 mô tả trường hợp mặt  $(011)$  song song với mặt phẳng đế. Trong trường hợp này, hướng  $[111]$  cũng song song với mặt phẳng đế. Dễ dàng thấy được rằng góc giữa hướng  $[111]$  và hướng  $[100]$  là  $\approx 33^\circ$ .

Như vậy, cả hai khả năng định hướng ưu tiên như vừa phân tích trên đây đều dẫn đến hệ quả nhận được Sđđ Hall lớn, cần phải định hướng mẫu đo sao cho góc giữa phương đo Sđđ Hall và đường cắt khai trên mặt đế mica vào cỡ  $\approx 30^\circ$ . Vì hướng vectơ mật độ dòng tạo với phương đo Sđđ Hall một góc  $90^\circ$  nên góc giữa hướng vectơ này và đường cắt khai  $\omega$  vào cỡ  $\approx 60^\circ$ .

Khi  $\omega = 0^\circ$  thì Sđđ Hall sắp xỉ bằng 0, điều này có thể hiểu được khi chú ý tới đặc điểm chuỗi của màng  $Bi$  trên đế mica. Khi đó góc giữa phương đo Sđđ Hall và hướng  $[111]$  (hoặc hình chiếu hướng  $[111]$  trên mặt phẳng đế) là  $\approx 60^\circ$  dẫn tới Sđđ Hall thường là nhỏ; thêm vào đó dòng Hall ở đây chạy vuông góc với chuỗi nên chuyển động của hạt tải bị cản trở mạnh làm Sđđ Hall vốn đã nhỏ lại càng nhỏ hơn (tới mức có thể không phát hiện được).

#### IV - KẾT LUẬN

Các kết quả nhận được trên đây đã khẳng định rằng cấu trúc của màng  $Bi$  có ảnh hưởng mạnh đến Sđđ Hall. Khi hướng đo Sđđ Hall càng gần với hướng  $[111]$  thì Sđđ Hall càng lớn.

Công trình này được hoàn thành với sự tài trợ của Chương trình nghiên cứu cơ bản KT-04.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. D. R. Lovett. Semimetal and narrow-band gap semiconductor. Pion Limited, 1997, p 117.
2. Электрические и магнитные свойства мателлов. "Думка", Киев, 1987.
3. Tạ Đình Cảnh, Lê Văn Vũ, Nguyễn Duy Tiến, Đỗ Xuân Thành, Nguyễn An. Cảm biến màng mỏng Bismuth và ứng dụng. Tạp chí Khoa học ĐHTH Hà Nội, No. 3 (1991), 2
4. Lê Văn Vũ, Tạ Đình Cảnh, Đỗ Xuân Thành, Nguyễn An. Ảnh hưởng của nhiệt độ v trúc bề mặt để tới sự hình thành màng mỏng Bismuth. Tạp chí khoa học ĐHTH Hà Nội, No. 7 (1994), 49-52.
5. B. M. Golsman và cộng sự. Màng mỏng nhiệt điện: vật lý và ứng dụng. NXB "Khoa Matxcova, 1985.
6. Ю. Ф. Комник. Физика металлических пленок. Москва Атомиздат, 1979, с. 55.
7. Ю. Ф. Комник и В. В. Пилипенко. Эпитаксия висмута на слюде. Кристаллогр Том 16, с. 428.

VNU. JOURNAL OF SCIENCE, Nat. Sci., t.XII, n<sup>o</sup>2, 1996

---

### INFLUENCE OF STRUCTURE TO HALL EFFECT ON BISMUTH THIN FILM

*Lê Van Vu, Tạ Đình Cảnh, Đỗ Xuân Thành, Nguyễn An*  
*College of Natural Sciences - VNU*

Thin Bi films were made by thermo-evaporation method in vacuum have the preferred tation: the plane (001) or (011) of different grains is parallel to the face of substrate. These connected each another into canal directed along the cleavage lines of mica substrate. When angle between the direction of current density vector and the cleavage line is 60°, Hall e. f. is rather great.