

KHẢO SÁT PHỔ TRUYỀN QUA CỦA MÀNG ĐA LỚP $TiO_2 - Cu - TiO_2$

Trần Tuấn

Khoa Vật lý, trường Đại học Khoa Học Tự Nhiên – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 29 tháng 11 năm 2002)

TÓM TẮT: Công trình này nghiên cứu chế tạo màng đa lớp $TiO_2 - Cu - TiO_2$ và khảo sát phổ truyền qua của màng trong vùng bước sóng 300 – 1000nm.

I. MỞ ĐẦU

Màng đa lớp có thể sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Với loại màng chắn bức xạ hồng ngoại hay gương nóng truyền qua có tính chất cho các bức xạ khả kiến truyền qua cao còn các bức xạ hồng ngoại phản xạ cao. Có hai phương pháp cơ bản để đạt được điều này:

➤ Dùng các hiệu ứng giao thoa trong các lớp điện môi sẽ cho sự truyền qua của ánh sáng trong vùng khả kiến khá cao. Các màng loại này thường có tính ổn định nhiệt cao.

➤ Dùng các tính chất quang học bên trong của các màng dẫn điện như Au, Ag và Cu... các màng này sẽ cho phản xạ trong vùng hồng ngoại cao và hấp thụ khả kiến khá thấp. Để cho các màng trên có độ truyền qua trong vùng khả kiến cao cần kết hợp với các lớp điện môi chống phản xạ như TiO_2 hay SnO_2 .

Vì thế, gương nóng truyền qua là một dạng của kính lọc giao thoa điện môi – kim loại (MDI – Metal Dielectric Interference Filters). Các kính lọc chặn MDI thường có ba lớp với các trật tự sắp xếp khác nhau, thường gồm một lớp kim loại nằm giữa hai lớp điện môi. Trong công trình^[1], chúng tôi đã tiến hành tổng hợp màng đa lớp $TiO_2/Ag/TiO_2$ trong công trình này chúng tôi thử thay lớp kim loại Ag bằng Cu.

Theo lý thuyết, độ truyền qua màng kim loại mỏng như Ag, Cu ... của ánh sáng khả kiến là đáng kể nếu chiết suất của màng n bằng 0, độ mất mát chỉ là do sự hấp thụ được biểu diễn qua công thức sau:

$$\alpha = \frac{4\pi kd}{\lambda} \quad (1)$$

ở đó:

λ là bước sóng (nm)

k là hệ số tắt

d là bề dày của lớp kim loại (nm)

Do không có kim loại nào lý tưởng như vậy, ta chọn kim loại nào có chiết suất n thấp nhất.

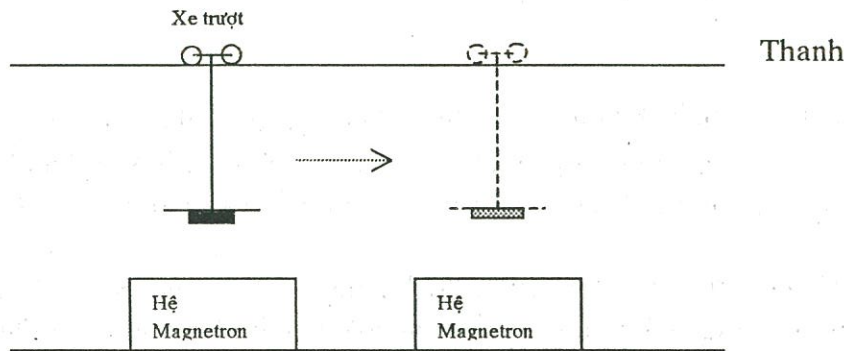
Màng điện môi TiO_2 có chiết suất khá cao $n = 2.4$ và độ mất mát thấp (độ hấp thụ và tán xạ thấp). Các lớp điện môi TiO_2 có tác dụng chống phản xạ giúp cho màng đa lớp chắn bức xạ hồng ngoại $TiO_2/Cu/TiO_2$ có độ truyền qua cao trong vùng khả kiến.

Vì sử dụng tính chất giao thoa trong vùng khả kiến của màng đa lớp nên chiết suất và bề dày của các lớp điện môi và kim loại có ảnh hưởng quan trọng đến đặc tính quang học của màng. Vì vậy nội dung thực hiện trong công trình này là khảo sát bề dày của các lớp điện môi và kim loại thích hợp sao cho màng đủ mỏng để tăng khả năng truyền qua cao

trong vùng khả kiến nhưng các lớp cũng phải đủ dày để đảm bảo tính liên tục của màng, và có độ phản xạ cao trong vùng hồng ngoại.

II. THỰC NGHIỆM

Hệ phún xạ magnetron gồm các bộ phận chính như: buồng chân không, các máy hút chân không, hệ cung cấp điện, các hệ đo và hệ phún xạ. Hệ phún xạ gồm hai hệ magnetron được bố trí như hình vẽ để tổng hợp màng đa lớp TiO₂/Cu/TiO₂.



Hình 1: Sơ đồ bố trí hai hệ magnetron và đế thủy tinh

Trước tiên, tạo màng TiO₂ và Cu riêng biệt với các thông số tạo màng như sau:

Màng	Áp suất P (torr)	Dòng phóng J _a (A)	Khí làm việc	Thời gian t (s)
TiO ₂	3.10 ⁻³	5	O ₂ /Ar = 20%	30
Cu	3.10 ⁻³	5	Ar	3 đến 14

Bảng 1: Các thông số tạo các lớp điện môi TiO₂ và lớp Cu

Từ phổ truyền qua của các màng điện môi TiO₂ với độ truyền qua trong vùng khả kiến khoảng 85%, sử dụng phương pháp hình bao Swanepoel^[3] đã tính được bề dày d ≈ 11.783 nm và chiết suất n ≈ 2,4. Tiến hành tạo màng Cu trên đế thủy tinh và trên lớp TiO₂ trong các khoảng thời gian từ t = 3 giây đến t = 12 giây, chúng tôi thấy rằng màng Cu đồng đều không có lỗ lấm tấm, có độ bám dính khá tốt. Với thời gian càng dài thì màng càng dày, độ truyền qua càng thấp.

Sau khi tạo các màng TiO₂ và Cu riêng biệt chúng tôi tiến hành tạo màng đa lớp TiO₂/Cu/TiO₂ với bề dày của hai lớp điện môi TiO₂ là d₁ ≈ 11.783 nm, d₃ ≈ 11.783 nm và bề dày của lớp Cu tương ứng với các khoảng thời gian từ t = 6 giây đến t = 12 giây ứng với các thông số tạo màng là P = 3.10⁻³ torr, dòng phóng J_a = 5A. Các bước tạo màng chính:

➤ Bước 1: Đầu tiên cho hệ chân không hoạt động để áp suất trong hệ chân không đạt đến 10⁻⁴ torr, sau đó cho hỗn hợp khí O₂/Ar vào buồng và điều chỉnh áp suất khoảng 3.10⁻³ torr rồi cấp thế cho hệ magnetron có bia Titan (hệ 1), sau thời gian phún xạ 30 giây thì ngưng cho hỗn hợp khí O₂/Ar vào buồng và tắt nguồn cấp thế của hệ 1.

➤ Bước 2: khi hệ chân không đạt lại giá trị áp suất khoảng 10⁻⁴ torr, cho khí Ar vào buồng chân không và điều chỉnh cho áp suất trong buồng khoảng 3.10⁻³ torr rồi cấp thế cho hệ magnetron có bia Cu (hệ 2) đồng thời cho xe trượt từ hệ 1 qua hệ 2. Sau thời gian phún xạ khoảng 6 giây thì ngưng cho khí Ar vào buồng và tắt nguồn cấp thế cho hệ 2.

➤ Bước 3: cho xe trượt từ hệ 2 về hệ 1 và thực hiện lại bước 1.

Trong các bước trên thời gian phún xạ (tạo màng) chỉ được tính sau khi các thông số tạo màng như áp suất, dòng phóng điện đã ổn định.

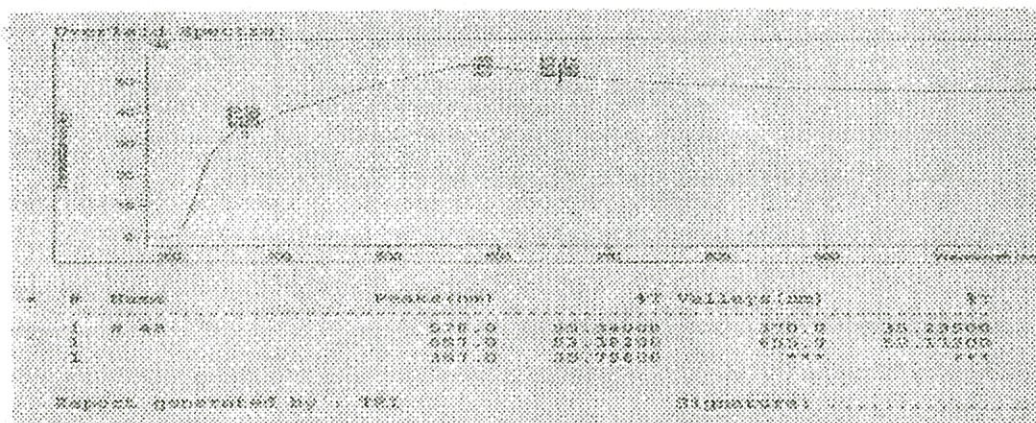
III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Sau đây là những kết quả ban đầu mà chúng tôi đạt được

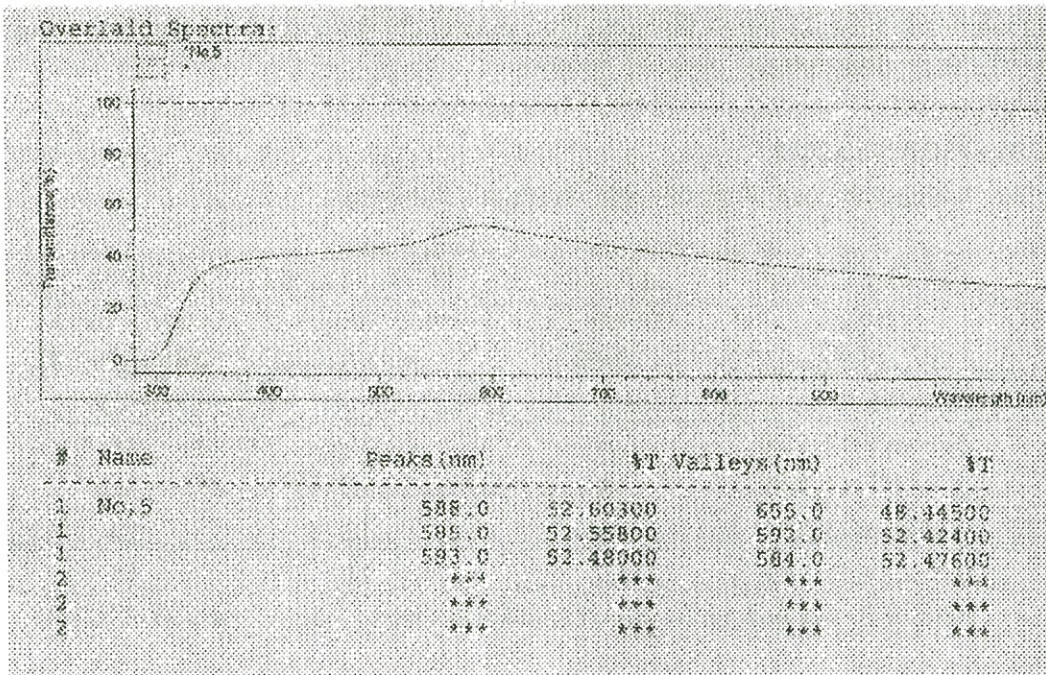
Màng TiO ₂ /Cu/TiO ₂	Bề dày hai lớp TiO ₂ d ₁ và d ₃ (nm)	Thời gian tạo lớp Cu t (s)	Độ truyền qua trong vùng khả kiến T _{kk} (%)	Độ truyền qua trong vùng hồng ngoại T _{hn} (%)
1	d ₁ = d ₃ ≈ 11.783	6	56	48
2	d ₁ = d ₃ ≈ 11.783	8	50	30
3	d ₁ = d ₃ ≈ 11.783	10	32	22
4	d ₁ = d ₃ ≈ 11.783	12	21	15

Bảng 2: kết quả nhận được từ phổ truyền qua của màng TiO₂/Cu/TiO₂

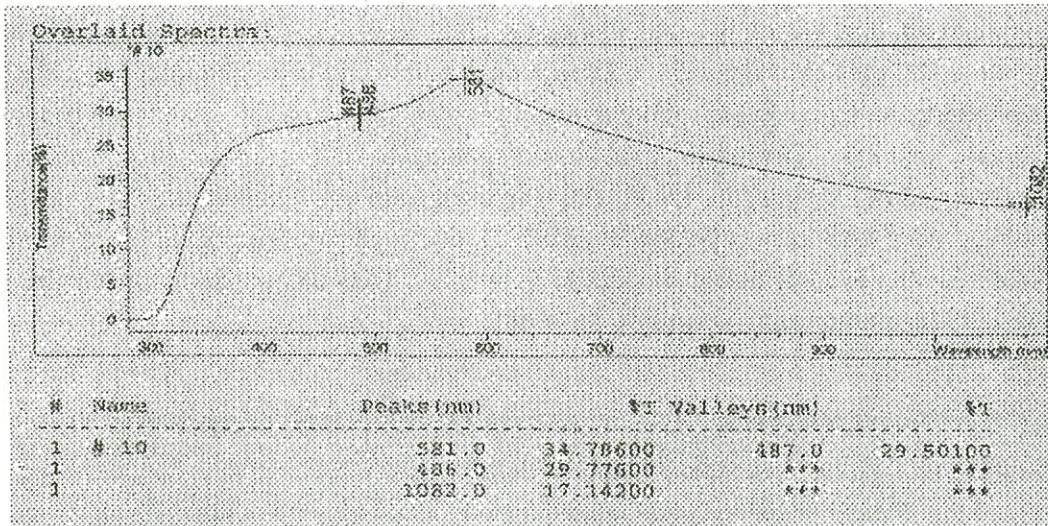
Khi cố định bề dày của hai lớp điện môi TiO₂ và thay đổi thời gian tạo lớp Cu thì màng TiO₂/Cu/TiO₂ tạo ra có độ bám dính cao. Từ bảng 2 nhận thấy rằng, với thời gian tạo lớp Cu càng dài thì màng có độ truyền qua càng giảm. Các kết quả cho thấy đều phù hợp với lý thuyết, vì theo [4] Cu và Au đều hấp thụ khoảng 50% năng lượng tới đối với bước sóng thấp hơn 500nm, nên với mẫu 1 độ truyền qua T ≈ 56% (đối với bước sóng λ = 576nm) là khá cao đối với màng đa lớp TiO₂ – Cu – TiO₂. Đối với mẫu 3, độ truyền qua T ~ 35% (với bước sóng λ = 581 nm), T ~ 17% (đối với bước sóng λ = 1082nm) có thể làm màng bán phản quang_ chắn bức xạ nhiệt. Tuy nhiên, sự chênh lệch giữa độ truyền qua trong vùng khả kiến và vùng hồng ngoại không lớn. Để có thể ứng dụng làm gương nóng truyền qua, thì độ truyền qua trong vùng khả kiến phải lớn T ≥ 80% và độ truyền qua trong vùng hồng ngoại phải thấp T ≤ 20%. Vì vậy, với màng đa lớp TiO₂ – Cu – TiO₂ đã tạo được chỉ có thể ứng dụng làm màng bán phản quang_ chắn bức xạ nhiệt.



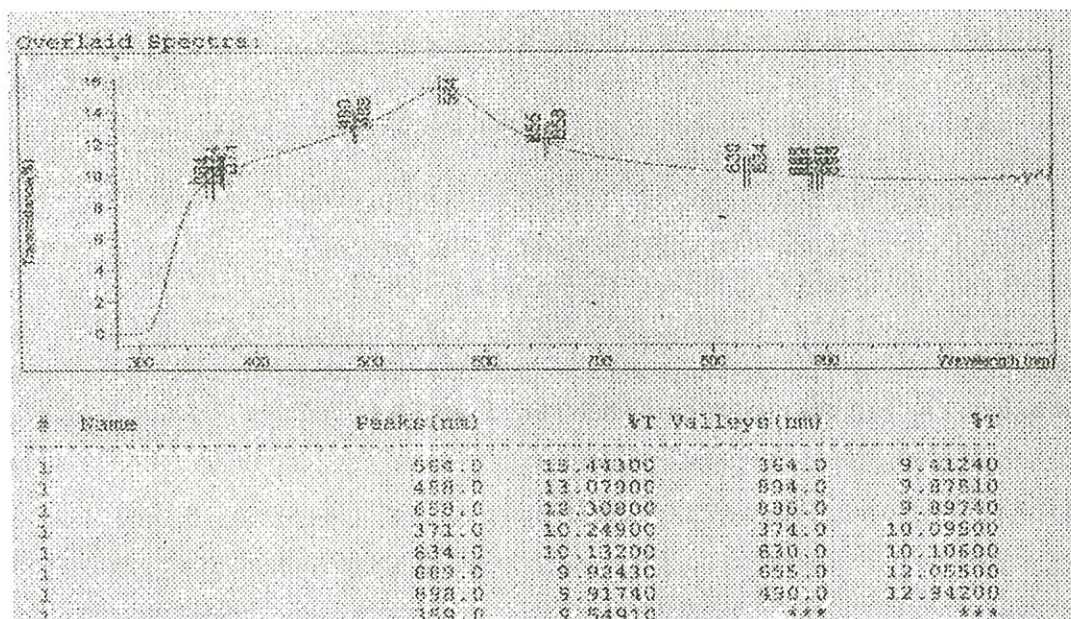
Hình 1: Phổ truyền qua của màng TiO₂/Cu/TiO₂ với thời gian phủ lớp Cu là t = 6 giây



Hình 2: Phổ truyền qua của màng TiO₂/Cu/TiO₂ với thời gian phủ lớp Cu là t = 8 giây



Hình 3: Phổ truyền qua của màng TiO₂/Cu/TiO₂ với thời gian phủ lớp Cu là t = 10 giây



Hình 4: Phổ truyền qua của màng $\text{TiO}_2/\text{Cu}/\text{TiO}_2$ với thời gian phủ lớp Cu là $t = 12$ giây

Trên đây là những kết quả ban đầu mà chúng tôi đạt được trong công trình này, hướng giải quyết tiếp theo của chúng tôi là thay đổi bề dày của hai lớp Cu và TiO_2 để cho màng $\text{TiO}_2/\text{Cu}/\text{TiO}_2$ có độ truyền qua cao trong vùng khả kiến và có độ phản xạ cao trong vùng hồng ngoại.

IV. KẾT LUẬN

Khảo sát phổ truyền qua của màng đa lớp $\text{TiO}_2 - \text{Cu} - \text{TiO}_2$, nhận thấy rằng nếu thay đổi bề dày hai lớp Cu và TiO_2 để màng có độ truyền qua trong vùng khả kiến $T \sim 56\%$ (mẫu 1), và độ truyền qua trong vùng hồng ngoại $T \sim 17\%$ (mẫu 3) thì màng $\text{TiO}_2 - \text{Cu} - \text{TiO}_2$ có thể ứng dụng làm màng bán phản quang _ chắn bức xạ nhiệt rất cần trong lĩnh vực kính xây dựng.

INVESTIGATING THE TRANSMITTANCE SPECTRAL OF MULTILAYER $\text{TiO}_2 - \text{Cu} - \text{TiO}_2$ THIN FILMS

Tran Tuan

Faculty of Physics, University of Natural Sciences – VNU-HCM

ABSTRACT: This study prepares the multilayer $\text{TiO}_2 - \text{Cu} - \text{TiO}_2$ thin films and investigates the transmittance in the 300 – 1000nm spectral region.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Tuấn, Trương Thúy Diễm, Lâm Quang Vinh, Báo cáo khoa học hội thảo khoa học toàn quốc “Đào tạo nghiên cứu và ứng dụng về khoa học và công nghệ vật liệu”, trang 67 – 76, Huế 8-2000.

2. Nguyễn Hữu Chí, Vật lý và kỹ thuật chân không, đại học Khoa Học Tự Nhiên Tp. HCM, 1992.
3. R.Swanepoel, J.phys E.sci.instrum., Vol.16,1983, pages 1214 – 1222.
4. H.K.Pulker, Coating on glass, Elsevier, 1984.
5. Donald.L.Smith, Thin film deposition, Mc Graw – Hill,inc.1995.
6. Hans Bach, Dieter Krause, Thin film on glass, Springer,1997.
7. E.Rliie,R.Zarwarsch and H.K.Pulker, Thin solid films,1993.
8. Trần Tuấn, Nguyễn Hữu Chí, Phan Bách Thắng, Chế tạo màng dẫn điện trong suốt ZnO bằng phương pháp phún xạ phản ứng DC Magnetron từ bia kim loại Zn, Tạp chí phát triển KH&CN, tập 5, số 3&4/2002.