



THE EFFECT OF ANNEALING TEMPERATURE ON AL DOPED Fe_2O_3 THIN FILMS GROWN BY SPUTTERING TECHNIQUE

Erdal Turgut ^{*1}

¹*Aşkale Vocational School, Atatürk University, Department of Electrical Energy, 25240, Erzurum

(Alınış / Received: 19.09.2021, Kabul / Accepted: 19.10.2021, Online Yayınlanma / Published Online: 20.12.2021)

*Corresponding Author: erdal.turgut@atauni.edu.tr (E.TURGUT)
(ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8747-545X>)

Keywords

Magnetron Sputtering
 $Fe_2O_3:Al$

Abstract: In this study, the structural and optical properties of the aluminum doped Fe_2O_3 thin film were investigated. XRD analyzes and absorption measurements were taken before and after annealing of $Fe_2O_3:Al$ film grown by FR Magnetron Sputtering method. The band gap energy ranges of the samples we obtained are about 1.87 eV before annealing, and XRD peaks were not observed in XRD analyses. As a result of the annealing of the same Al-doped samples at 560 degrees for 1 hour, the band gap was measured as approximately 2.18 eV, and at the same time, it was observed that in the XRD analyzes of the samples, peaks of various intensities occurred, with the most intense peak at 33.47 degrees.

SAÇTIRMA TEKNİĞİ İLE BÜYÜTÜLEN Al KATKILI Fe_2O_3 İNCE FİLMLEİ ÜZERİNDE TAVLAMA SICAKLIĞININ ETKİSİ

Anahtar Kelimeler

Magnetron Saçtırma
 $Fe_2O_3:Al$

Özet: Bu çalışmada alüminyum katkıli Fe_2O_3 ince filminin yapısal ve optik özellikleri araştırılmıştır. RF Magnetron Saçtırma (sputter) yöntemi ile büyütülen $Fe_2O_3:Al$ filminin tavlardan önce ve tavlandıktan sonra XRD analizleri ve soğurma ölçüleri alınmıştır. Elde ettiğimiz numunelerin yasak enerji aralıkları tavlardan önce yaklaşık 1.87 eV olup, XRD analizlerinde herhangi bir XRD piki gözlenmemiştir. Al katkılanmış aynı numunelerin, 560oC'de 1 saat tavlama sonucunda yasak enerji aralıkları ise yaklaşık 2.18 eV olarak ölçülmüş ve aynı zamanda 560oC'de tavlama işlemine tabi tutulan numunelerin XRD analizlerinde ise en şiddetli pik 33.42 derecede olmak üzere çeşitli şiddetlerde piklerin meydana geldiği gözlenmiştir.

1. Giriş

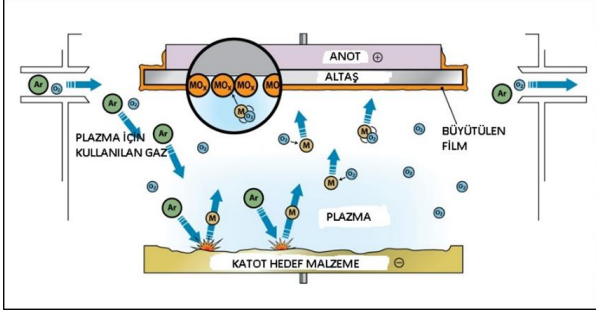
Elektronüğın temel yapı taşı olan yarıiletkenlerin; yapısal ve optik özelliklerinin incelenmesi, uygulama alanlarında daha iyi sonuçlar elde etmek için oldukça gereklidir. Özellikle yarıiletken malzemelerin yapısal özellikleri hakkında oldukça fazla bilgi sunan X Işını Kırınımı (XRD) spektrometresi bu açıdan önemlidir. XRD analizi ile, malzeme yapısı (kristal/amorf), kristalin malzemeler için kalitatif analizi, latis parametresinin hesaplanması, düzlemler arası mesafenin belirlenmesi, miller indislerinin

hesaplanması, kristal kafes yapısının belirlenmesi mümkündür. Ayrıca ince filmler hakkında optik özellikler açısından önemli bilgiler sunan ve yasak enerji aralığının belirlenmesinde soğurma ölçüleri büyük önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra yarıiletken ince filmlerinin tavlama, filmlerin daha iyi bir kristal yapı özelliği göstermesi açısından uygulanan yöntemlerden birisidir. Yapılan çeşitli çalışmalarda Al katkıli Fe_2O_3 yapısının geniş bir uygulama alanına sahip olduğu görülmektedir. Al katkıli

Fe₂O₃ gaz sensörü, çeşitli yanıcı gazların düşük konsantrasyonlarının tespitinde yüksek bir gaz tepkisi ve hızlı cevap tepkisi sergilemektedir [1].

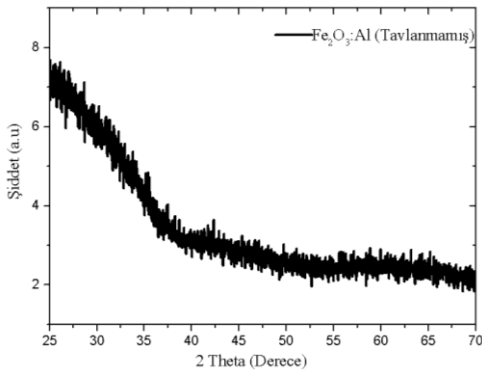
2. Materyal ve Yöntem

Al katkılı Fe₂O₃ yapısı çeşitli büyütme teknikleri [2-5] ile literatürde büyük bir çalışma alanı sunmuştur, bu çalışmalarda Magnetron Saçtırma (sputter) yöntemi ile büyütülen filmler mevcuttur [2]. Şekil 1'de RF Magnetron Saçtırma (sputter) yöntemi ile ince film büyütme tekniği gösterilmiştir

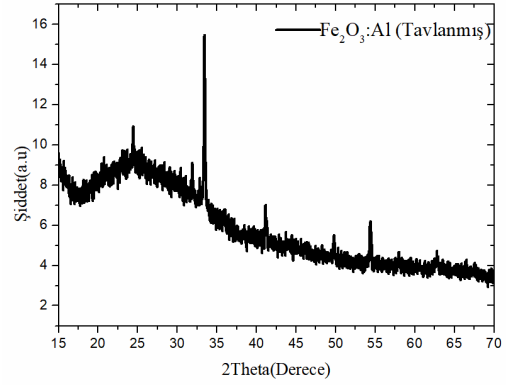


Şekil 1. Supetter (Saçtırma) Mekanizması (Inf.umich.edu)

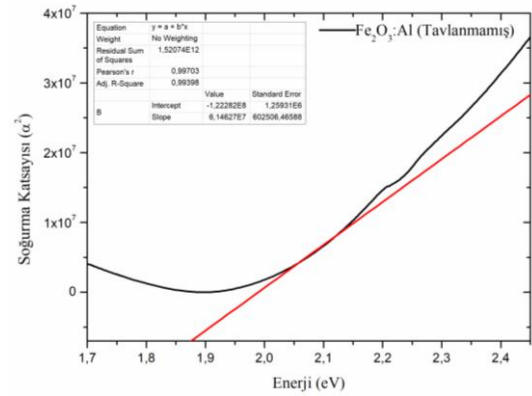
Elde ettiğimiz numunelerin yasak enerji aralıkları tavlandıktan önce yaklaşık 1.87 eV olup (Şekil.4), XRD analizlerinde herhangi bir XRD piki gözlenmemiştir (Şekil.2). Al katkılanmış aynı numunelerin, 560oC'de 1 saat tavlama sonucunda yasak enerji aralıkları ise yaklaşık 2.18 eV olarak ölçülmüş (Şekil.5) ve aynı zamanda 560oC'de tavlama işlemine tabi tutulan numunelerin XRD analizlerinde ise en şiddetli pik 33.42 derecede olmak üzere çeşitli şiddetlerde piklerin meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 3).



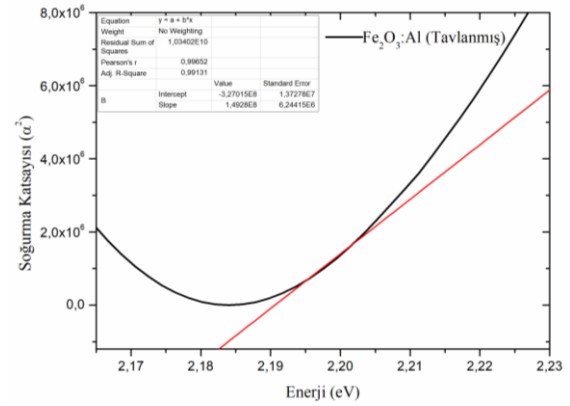
Şekil 2. Tavlansız Al:Fe₂O₃ Yarıiletken ince filmlerinin XRD Analizi



Şekil 3. Tavlansız Al:Fe₂O₃ Yarıiletken ince filmlerinin XRD Analizi



Şekil 4. Tavlansız Fe₂O₃:Al Yarıiletken ince filmlerinin Soğurma Grafiği



Şekil 5. Tavlansız Fe₂O₃:Al Yarıiletken ince filmlerinin Soğurma Grafiği

3. Sonuç ve Tartışma

Yaptığımız bu çalışmada görüldüğü gibi; katkı veya saf yarıiletken ince filmler üzerine ısı işleminin (tavlama) etkileri ortaya konulmuştur. Tavlama sonucunda elde edilen XRD analizleri sonucunda daha çok amorf yapıda olan ince filmlerde daha düzenli kristal bir yapı oluştuğu gözlenmiştir. Tavlama işlemine tabi tutulan Al katkılı Demir Oksit ince filmlerinin XRD analizlerinde 33.420'de şiddetli pikin meydana geldiği gözlenmiştir. Bunun yanı sıra

tavlama işlemleri uygulanmış olan ince filmlerin soğurma ölçüleri sonucunda yasak enerji aralıklarında da bir takım değişiklikler meydana geldiği görölmüşür. Üzerinde çalıştığımız Al katkılı demir oksit (Fe₂O₃) yarıiletkenlerinin yasak enerji aralıklarının, tavlama işlemleri sonrası yaklaşık 1.87 eV'tan 2.18 eV'a doğru genişlediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Çıkar çatışması

Yazar, bu makalede rapor edilen çalışmayı etkileyebilecek görünen hiçbir rekabet halindeki finansal çıkarları veya kişisel ilişkileri olmadığını beyan eder.

Teşekkür: Bu çalışma 8217 nolu proje ile Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Kaynakça

[1] SI, S. F., YANG, S. L., & YAN, X. (2007). Preparation, Characterization and Gas Responsibilities of Al Doped α -Fe₂O₃ [J]. Chemical Journal of Chinese Universities, 11.

[2] Al-Kuhaili, M. F., Durrani, S. M. A., El-Said, A. S., & Heller, R. (2017). Enhancement of the refractive index of sputtered zinc oxide thin films through doping with Fe₂O₃. Journal of Alloys and Compounds, 690, 453-460.

[3] Cho, T. S., Yi, M. S., Noh, D. Y., Doh, S. J., & Je, J. H. (2007). Thickness dependence of the crystallization of α -Fe₂O₃/ α -Al₂O₃ (0001) thin films grown by sputtering. In Solid State Phenomena (Vol. 124, pp. 1213-1216). Trans Tech Publications Ltd.

[4] Doh, S. J., Je, J. H., & Cho, T. S. (2002). Role of interfacial crystallites in the crystallization of α -Fe₂O₃/ α -Al₂O₃ (0 0 0 1) thin films. Journal of crystal growth, 240(3-4), 355-362.

[5] Saritas, S., Kundakci, M., Coban, O., Tuzemen, S., & Yildirim, M. (2018). Ni: Fe₂O₃, Mg: Fe₂O₃ and Fe₂O₃ thin films gas sensor application. Physica B: Condensed Matter, 541, 14-18.