

Cd_xZn_{1-x}S ƏSASINDA NANOMATERİALLARIN SİLAR ÜSULU İLƏ ALINMASI VƏ QURULUŞ XASSƏLƏRİ

L.R.QƏHRƏMANLI

Bakı Dövlət Universiteti
AZ 1148, Bakı şəh., Z.Xəlilov küç., 23
qahramanli.lala@mail.ru

Daxil olub: 01.07.2021
Çapa verilib: 17.09.2021

REFERAT

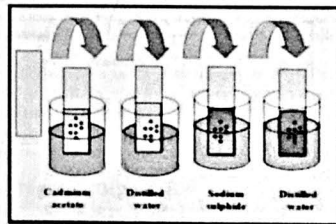
Son illər yarımqeçirici metal xalkogenidlərinin Laylı ion sorbsiyası və reaksiyası (SILAR) üsulu ilə nanoölçülü diapazonda geniş miqyasda alınması onların həm tətbiqi nöqteyi-nəzərdən, həm də iqtisadi cəhətdən əlverişli materiallar hesab olunması ilə bağlıdır. Tədqiq olunan işdə SILAR üsulu ilə alınan Cd_xZn_{1-x}S nanomateriallarının müxtəlif reaksiya parametrlərindən asılı olaraq struktur xassələrinə təsiri haqqında məlumat verilir.

Açar sözlər: Cd_xZn_{1-x}S, nanomateriallar, struktur, tablana.

GİRİŞ

Son illər müxtəlif birləşmələr əsasında nazik təbəqələrin alınması üçün laylı ion sorbsiyası və reaksiyası (SILAR) üsulundan geniş istifadə olunur. SILAR üsulu ucuz başa gələn, sadə və geniş diapazonda maddə almaq üçün əlverişli üsullardandır. Keyfiyyətli materiallar almaq üçün reaksiyadakı reagentlərin konsentrasiyası, sorbsiya müddəti, yuyulma müddəti, hazırlanan məhlulların pH-i kimi parametrlər optimallaşdırıla bilər. SILAR bir çox üstünlüklərə malikdir: nümunə hazırlananda xüsusi şərait tələb edilmir, təbəqənin qalınlığı çökmə və sorbsiya müddətlərini, dövrlərin sayını dəyişməklə idarə edilir. Altıq materiallarına tələb qoyulmur. SILAR-da ionlar kation və anion mənbəyindən udularaq laylı formada sorbsiya olunur.

1985-ci ildə Nicolau və həmkarları tərəfindən istifadə edilmişdir [1-3]. Üsul Nicolau tərəfindən kəşf edilmiş və ZnS, CdS, CdZnS birləşmələrinin sintezi prosesi tədqiq edilmişdir. SILAR I-VI, II-VI, III-VI, V-VI, VIII-VI, ikili və I-III-VI, II-II-VI, II-III-VI, II-VI-VI və II-V-VI üçlü sulfidli birləşmələrin alınmasında əlverişli üsuldur [4]. SILAR-da məhluldakı ionların sorbsiyası və reaksiyası, hər sorbsiyadan sonra distilla suyu və ya başqa yuyucu maddədə təbəqənin homogenliyini və təmizliyini təmin edilməsi prosesləri aparılır.



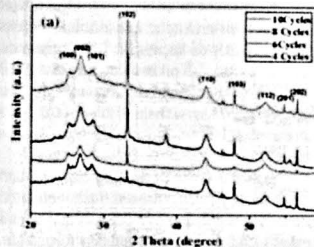
Şəkil 1
SILAR üsulunun sxemi [27].

Şəkil 1-də SILAR üsulunun sxematik təsviri verilmişdir. Bu altıq üzərində bir maddənin digər maddə ilə birləşməsinə təmin edən sintez prosesidir. SILAR-ın əsasını ionların təbəqə şəklində adsorbsiyası təşkil edir. Adsorbsiya əsas materialın səthi ilə ionlar arasında baş verən ekzotermik səthi hadisədir və altıqla məhluldakı ionlar arasında baş verən qarşılıqlı təsir qüvvəsidir. Qarşılıqlı təsir qüvvələri cəzəmə qüvvəsi, Vander Vaals qüvvəsi və ya kimyəvi qüvvələrdir. Sorbsiya məhlulunun temperaturu, konsentrasiyası, reaksiya mühiti, altıqın növü kimi parametrlərdən asılıdır.

SİLAR ÜSULU İLƏ ALINMIŞ Cd_xZn_{1-x}S ƏSASINDA NANOMATERİALLARIN STRUKTUR XASSƏLƏRİ

Cd_xZn_{1-x}S birləşməsində x-in qiymətini dəyişməklə ikili və üçlü birləşmələr almaq mümkündür. Cd_xZn_{1-x}S birləşməsi (x=1) bir çox tədqiqatçılar tərəfindən araşdırılmışdır. Əsas məqsəd reaksiya parametrlərini optimallaşdıraraq yaxşı kristallıq dərəcəsinə malik CdS təbəqəsi formalaşdırmaqdır. Reaksiya şəraitindən asılı olaraq şüşə altıqda CdS təbəqəsi rentgen diffraktoqramlarına əsasən heksaqonal fazada [5,6] və kubik strukturda [7] formalaşmışdır, uyğun olaraq hissəciklərin ölçüləri 26nm, 11nm və 16,5nm hesablanmışdır.

Dövrlərin sayından asılı olaraq p-tip Si altıqlığa çökdürülmüş CdS təbəqələrinin qalınlığı dəyişir, say 4-dən 10-a qədər artdıqda, kristallitlərin ölçüsü 62,45-97,54nm. Heksaqonal quruluşlu CdS təbəqələri formalaşmışdır [8,9]. Şəkil 2-də müxtəlif dövrlərdə alınmış CdS/p-Si təbəqələrinin rentgen diffraktoqramları göstərilmişdir. Şüşə altıqda 10; 20; 30; 40; 50; 60 dövrlərdə formalaşmış CdS təbəqələrinin rentgen nəticələrinə əsasən 10 və 20 dövrlərdə alınan təbəqələr amorf, 30 dövrdən başlayaraq heksaqonal fazada formalaşmışdır, hissəciklərin ölçüləri 10,4nm; 13,1nm; 14,2nm; 41,5nm artmışdır [10].



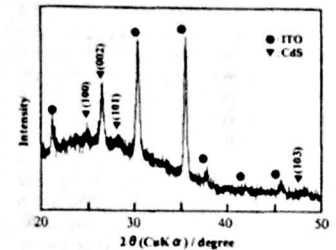
Şəkil 2

CdS/p-Si təbəqəsinin rentgen diffraktoqramları [8].

Aparılan reaksiyada parametrlər riyazi və statistik modelləşmə üsullarından olan "Rezonans səth morfoloqiyası" üsuluna əsaslanaraq optimallaşdırılmışdır. Nəticədə optimal parametrlər:

T=30.1°C, sorbsiya müddəti 29.5 saat və dövrlərin sayı 30-dur. Rentgen nəticələrinə əsasən kubik quruluşlu struktur formalaşmışdır [11].

Dövrlərin sayı 200, 400, 700 və 1000 olduqda, İndium tin oksid örtüklü şüşə altıqda formalaşan CdS təbəqələrinin səthinə naharıqlıq artmışdır. Bunu aradan qaldırmaq üçün müxtəlif kadmium mənbələri (CdCl₂, CdF₂, CdI₂, CdCl₂·H₂O₁₄, CaH₂CdO₄) və stabilizator kimi maddələrdən (NHCH₂CH₂SH, C₂H₈N₂, CoH₁₅NO₃, C₂H₇NO, (NCH₂COONa)₃·H₂O) istifadə edilmişdir. Kristallitlərin ölçüsü dövrlərin sayından asılı olaraq xətti artmışdır. CdS təbəqəsi 700 dövrdə yaxşı kristallıq dərəcəsinə malik olmuşdur. Rentgen nəticələrinə əsasən quruluş heksaqonal fazaya uyğun gəlir [12] (Şəkil 3). Şüşə altıqlığa CdS təbəqəsi çökdürüldükdə, kompleks agent kimi heksametilenetramin istifadə edildikdə, kubik fazada formalaşma gedir, hissəciklərin ölçüsü 2,43nm olmuşdur [13].



Şəkil 3

SILAR-la alınmış (700 dövr) CdS təbəqəsinin rentgen diffraktoqramı (CdCl₂ 0,02 mol dln⁻³ və Na₂S 0,01mol-dln⁻³) [12].

İonlarla şüşə altıq arasında qarşılıqlı təsir yaxşılaşdırılması məqsədilə Cd²⁺ ionlarını merkaptopruplarına bağlamaq üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Şüşə altıqlığa 3-merkaptopropilmetoksilsilan (3MPS) çökdürülməklə CdS təbəqəsi formalaşdırılmışdır. Adı şüşədə alınmış CdS təbəqələrinin diffraktoqramları amorf quruluşa malikdir. 3MPS-lə modifikasiya edilmiş altıqda alınmış və tabllanmış nazik təbəqələr heksaqonal fazada formalaşan CdS-ə uyğundur [14].

Nanokristallar jelatinlə örtülmüş şüşə altıqda alındıqda, kubik fazada polikristallar yetişmişdir. Rentgen və SEM nəticələrindən ölçüləri

10÷80nm aralığında polidispersiv nanoklasterlər şəklində toplanan ~20nm ölçüli polikristallar yarandığı müşahidə edilmişdir [15].

Flor qatıqlı qalay oksid örtüklü şüşə altlıqda TiO₂ nanostrukturaları ilə CdS kvant nöqtələri çökdürülmüşdür. Dövrəlin sayının formalaşan materialara təsiri öyrənilmişdir. Dövrəlin sayı 9, 12, 15 olduqda, alınan materiallar səthə mərkəzləşmiş kubik fazada formalaşmış və polikristallik təbiətə malikdir. Dövrəlin sayının artması ilə hissəciklərin ölçüsü 2.1nm, 2.5nm, 3.1nm artmışdır [16].

Müəyyən edilmişdir ki, titan oksid nanoböhrələri üzərinə çökdürülmüş CdS nanohissəciklərinin fotokatalitik xassələri və günəş batareyalarının effektivliyi dövrəlin sayından asılıdır. Formalaşan materiallar heksaqonal fazada CdS-ə uyğun gəlir. [17]. Masamoli TiO₂ nazik təbəqəsinin üzərində formalaşan CdS nazik təbəqəsinin dövrəlin sayının artıqca rəngi narıncıya çevrilmiş, hissəciklərin ölçüsü artmışdır [18]. CdS/TiO₂ birləşməsində CdS-in hissəciklərinin ölçüləri 0.336 nm-dir. Diffraktoqramda müşahidə olunan piklər CdS-in kubik və heksaqonal fazalarına aiddir [10].

Müxtəlif konsentrasiyalarda şüşə altlıqda ultra nazik CdS təbəqələri formalaşdırılmışdır. Nümunələrin kristallaşması heksaqonal fazadadır. Diffraktoqramlarda müşahidə olunan piklərin intensivliyi konsentrasiya artıqca azalmışdır. Konsentrasiya 0.05M, 0.1M, 0.15M olduqda, Debay-Şerer düsturuna əsasən hissəciklərin ölçüləri uyğun olaraq, 250nm, 402nm, 607nm hesablanmışdır [19].

Müəyyən edilmişdir ki, dövrəlin sayı və mənbələrin konsentrasiyası artıqca təbəqənin qalınlığı artır. Lakin artım doyma həddinə çatdıqda konsentrasiya sonrakı pilingi effekti yaranır. Konsentrasiyanın 0.15M qiymətində (100 dövrədə) təbəqənin qalınlığı doyma həddinə çatır və daha yüksək qiymətlərdə səthə materialı itkisi baş verir. Formalaşan təbəqələr kubik fazada yaranan polikristal formaya uyğundur. Konsentrasiyanı sabit saxlamaqla (0.1M), dövrəlin sayını dəyişdikdə və sabit 100 dövrə saxlamaqla, konsentrasiyanın qiymətini dəyişdikdə (0.05M; 0.1M; 0.15M) hissəciklərin ölçülərində əsaslı fərq olmamışdır. Dövrəlin sayı və reagentlərin konsentrasiyası artıqca hissəciklərin ölçüləri böyümüşdür [20].

Kation-anion mənbələrinin nisbətindən şüşə altlıqda formalaşan CdS təbəqəsinin stexiometrik

tərkibinə, optik və struktur xassəsinə təsiri araşdırılmışdır. CdS kubik fazada formalaşmış, S:Cd nisbətindən 3:1 qiymətində ən yüksək intensivlikli piklər və yaxşı stexiometriya alınmışdır. CdS hissəciklərinin ölçüləri 2,3nm və 3.8 nm təyin edilmişdir [21].

Kation və anion mənbələrinin konsentrasiyaları 0.02M və 0.1M qiymətlərində və 10, 15, 20 dövrələrdə şüşə altlıqda formalaşan CdS təbəqəsinin strukturu heksaqonal fazaya uyğundur [22].

CdS təbəqəsinin şüşə altlıqda otaq temperaturunda sintezində kation və anion mənbələrinin konsentrasiyası uyğun olaraq 0.1M (pH=5.9) və 0.05M (pH=11.5), dövrəlin sayı 100, sorbsiya müddəti 40san. olduqda heksaqonal fazada formalaşma getmiş və Debay-Şerer düsturunda hissəciklərin orta ölçüsü 69.16nm hesablanmışdır [23].

CdS təbəqəsinin sintezində natrium və karbon kimi əlavə maddələri aradan qaldırmaq üçün anion mənbəyi amonyum sulfidən istifadə edilmişdir. CdS nazik təbəqəsi kubik fazada formalaşmış, hissəciklərin ölçüləri ~7nm hesablanmışdır [24].

S/Cd nisbətindən 1:1; 3:1; 5:1; 7:1 qiymətlərində formalaşan CdS təbəqəsinin xassələri araşdırılmışdır. Sorbsiya müddəti 15san., dövrəlin sayı 50 dövrə seçilmişdir. S:Cd nisbətindən artması ilə təbəqənin qalınlığı artmışdır. Buna səbəb formalaşan mühitdə S²⁻ ionlarının miqdarının artmasıdır. Formalaşan materiallar kubik CdS-ə uyğun gəlir. Əbəbiyyətə əsasən bu strukturlar kubik fazadan heksaqonal fazaya 623K-də keçmişdir. Diffraktoqramdakı (111) Miller indeksli pikin intensivliyi S:Cd nisbətindən artmışdır və maksimal qiyməti 7:1 nisbətində olmuşdur. Hissəciklərin ölçüləri S:Cd nisbətindən artması ilə 11.9nm; 24.9nm; 29.4nm; 33.0nm olmuşdur [25].

Cd ion mənbəyini, stabilizədirici agentləri, pH qiymətini dəyişməklə müxtəlif qalınlıqlı, ölçülü, müxtəlif kristallıq dərəcəli CdS təbəqələri (indium qalay oksid örtüklü şüşə altlıqda formalaşan) almaq mümkündür. CdCl₂ kation mənbəyindən və 6 stabilizədiricidən istifadə etməklə yüksək kristallıq dərəcəli nümunələr almaq mümkündür. Müəyyən olunmuşdur ki, pH dəyərindən alınan materialların keyfiyyətinə təsiri olmamışdır. Rentgendə 700-dən yuxarı dövrlərdə CdS heksaqonal fazada formalaşır. Dövrəlin sayı artıqca nümunələrin kristallıq ölçüsü və qalınlığı xətti artır. 400-dən

aşağı dövrlərdə kristallıqların ölçüləri təbəqənin qalınlığı ilə bərabərdir. Kristallar monokristal formada olmuşdur. CdF₂ və Cd(CH₃COO)₂ ilə sintezdə qalınlıq nisbətən böyük, kristallıq dərəcəsi yaxşı, səth kələ-kötürdür. Cd₂ və Cd(ClO₄)₂ ilə sintezdə kristallıq müşahidə olunmamışdır. CdCl₂ və Cd(HCOO)₂ ilə sintezdə yaxşı kristallıq dərəcəsi ilə yanaşı kiçik kələ-kötürlük müşahidə olunmuşdur. Səthinin hamarlıq dərəcəsinə görə Cd(HCOO)₂ kation mənbəyi ilə alınmış materiallar yaxşı hesab olunmuşdur. Təbəqələrin qalınlığı 18.2nm və kristallıqlarının ölçüsü 18.6nm hesablanmışdır. Kation mənbəyi Cd(ClO₄)₂ olduqda hissəciklər kiçik kristallıq dərəcəsinə malik olurlar. CdCl₂ duzlarında yaxşı kristallıq dərəcəsinə malik olan razedən hesab olunmuşdur. CdCl₂ ilə 200 dövrədə sintez aparıldıqda qalınlığı 67nm-ə çatmışdır. 2-merkaptotilamin hidroklorid və sistein stabilizədiricilərdən istifadə təbəqənin qalınlığını artırmışdır. Sistein yaxşı kristallıq dərəcəsinə malik maddə verdiyi halda, 2-merkaptotilamin hidrokloridə hər hansı kristallıq malik olan material almaq mümkün olmamışdır. Kation mənbəyi olaraq CdCl₂ və stabilizədirici trietanolamin istifadə etməklə yüksək keyfiyyətə malik olan təbəqə almaq mümkün olmuşdur. Dövrəlin sayını dəyişməklə təbəqənin qalınlığını idarə etmək mümkündür [26].

CdS nazik şüşə altlıq üzərində anion mənbəyinin sorbsiya müddətini variasiya etməklə sintez edilmişdir. Rentgen nəticələrinə əsasən qarışıq faza kubik və heksaqonal faza əmələ gəlmişdir. Kadmiumun atom faizi sulfidün atom faizinin artması ilə azalmışdır. Anion mənbəyinin sorbsiya müddətindən artması ilə təbəqələrin kristallıq dərəcəsi azalmış və amorf faza əmələ gətirmişdir [27].

Reagentlərin konsentrasiyasını, sorbsiya və yuyulma müddətlərini, dövrəlin sayını optimallaşdırmaqla alınan təbəqələr 250°C-də 30 dəq müddətində havada qızdırılmışdır. Heksaqonal struktur əmələ gəlmişdir, kristallıqların ölçüləri adi şərətdə 11nm, qızdırıldıqdan sonra 13nm-dir. Adi şərətdə amorf quruluşu olan CdS təbəqəsi, 250°C-də təbləmədən sonra heksaqonal quruluşa malik olmuşdur [28].

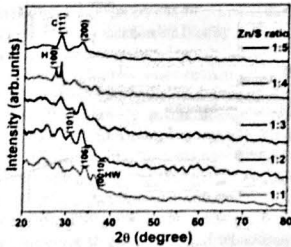
Şüşə altlıqda alınmış CdS təbəqəsi rentgen nəticələrinə əsasən kubik fazada formalaşmışdır. Diffraktoqramlarda adi şərətdə alınan nümunələrdə piklər 2θ=27.57°; 44° dərəcələrdə, təbləmədən

sonra 2θ=27.72°; 44.21°; 53.80° bucaqlarında müşahidə edilmişdir. Təbləmədən sonra bucaqların böyük bucaqlara tərəf sürüşməsi müşahidə edilmişdir [21].

Şüşə altlıqda alınmış CdS təbəqələri 30 dəq müddətində təblənmüşdür. Kation və anion mənbələrinin konsentrasiyaları 0.025M (pH=5) və 0.1M (pH=9), sorbsiya müddəti 15san., dövrələrin sayı 20, reaksiya mühitinin temperaturu 80°C olmuşdur. Təbləmə temperaturları 373K; 473K; 573K; 673K olmuşdur. Rentgen diffraktoqramından hissəciklər heksaqonal fazada formalaşmışdır. Nümunələr 30 dəq. azot mühitində qızdırılmış, sulfur ionunun buxanlanması və yaranan strukturda defektlərin yaranması səbəbindən 673K-dən yüksək temperaturlarda təbləmə aparılmamışdır. Təbləmədən sonra alınan hissəciklərin kristallıq dərəcəsi, ölçüləri artmışdır [29].

S/Cd nisbətindən 1:1; 3:1; 5:1; 7:1 qiymətlərində alınmış CdS təbəqələri təbləmə olunmuş, onların optik, struktur xassələri yenidən tədqiq edilmişdir. Təbləmə 350°C-də 2 saat müddətində aparılmışdır. Struktur analizinə əsasən nümunələr kubik və qarışıq fazadan heksaqonal fazaya keçmişdir və təbləmə onların kristallıq dərəcəsinə yaxşılaşdırılmışdır. Digər tərəfdən, nisbətən qiymətdən əsli olmayaraq diffraksiya bucaqları təbləmədən sonra kiçik bucaqlara tərəf sürüşmüşdür. Bu sürüşmə təbləmə zamanı təbəqələrin yenidən kristallaşmasını təsdiqləyir. Məhlulda S/Cd nisbəti artıqca təbəqələrdə kristallıqlığın artması, piklərin yamreninin tədricən azalması və notədə kristallın ölçülərinin artması müşahidə edilmişdir [27].

Yüksək keyfiyyətə malik fotohəssas CdS nazik təbəqəsinə almaq üçün parametrlər optimallaşdırılmışdır. Alınan materialların havada təmik təbləməsindən sonra nümunələrin xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir. Rentgen diffraksiyasından onların heksaqonal fazada formalaşan CdS nazik təbəqələrinə aid olduğu müşahidə olunmuşdur. Təmik təbləmədən sonra bu piklərin intensivliyi artmış, yeni pik müşahidə olunmuşdur, eyni zamanda nümunələrin kristallıq dərəcəsi daha da yaxşılaşmışdır. İlkən nanohissəciklərin ölçüsü 11nm, təmik təbləmədən sonra isə 21nm olmuşdur [30]. Şəkil 4-də Zn/S nisbətindən müxtəlif qiymətlərdə SİLAR üsulu ilə alınmış ZnS təbəqələrinin rentgen diffraktoqramları göstərilmişdir.



Şəkil 4

Zn/S müxtəlif nisbətlərdə SILAR-la alınmış ZnS təbəqəsinin rentgen diffraktogramı [30].

$x=0$ olduqda $Cd_xZn_{1-x}S$ birləşməsində ikili ZnS təbəqəsi formalaşır. ZnS nazik təbəqəsinin SILAR-la alınmasına dair xeyli tədqiqatlar vardır. ZnS nazik təbəqəsi müxtəlif altlıqlarda yetişdirilmişdir. Şüşə altlıqda formalaşan ZnS nazik təbəqəsinin qalınlığını sintez dövrünün sayını dəyişməklə (50, 100, 150) idarə etmək olar. Gravimetrik üsulla hesablanmış təbəqənin qalınlığı 210nm-dən 400nm-ə qədər artır. Rentgenə əsasən kubik fazada polikristallar formalaşmışdır. Hissəciklərin Debay-Serer bərabərliyi hesablanmış ölçüləri uyğun olaraq 15Å, 36Å və 49Å-dir. Dövrələrin sayı artıqda hissəciklərin ölçüləri və kristallaşma dərəcəsi artmışdır [31]. Si altlıqda formalaşan ZnS təbəqəsi rentgen nəticələrinə əsasən kubik quruluşa, hissəciklərin ölçüləri 3.08Å və 1.86Å hesablanmışdır [9].

GaAs altlıqda sintez edilmiş ZnS təbəqəsinin qalınlığı dövrələrin sayı (150-600) artıqda böyüyür (35-136nm). Təbəqənin kristallıq dərəcəsi olduqca zəifdir. Onların qalınlığı 50nm-ə qədər olan formalaşan materiallar amorf fazaya malikdirlər. Bu qalınlıqdan sonra ZnS zəif kristallıq dərəcəsi olan polikristallar şəklində formalaşır. Ən yüksək diffraksiya mənzərəsi qalınlığın 136nm qiymətindədir. Bu pikə kubik fazada formalaşan ZnS uyğundur. Hissəciklərin ölçüləri 250 dövrə 11nm, 600 dövrədə 17nm olmuşdur [5]. Polyester folqadan olan altlıqda ZnS nazik təbəqəsi kubik fazada formalaşmışdır [33].

Tədqiqat işində şüşə altlıqda müxtəlif qalınlıqlı (330nm, 440nm, 550nm) ZnS nazik təbəqələri formalaşdırılmışdır. Təbəqələr polikristal formada

yetmişdi. Təbəqənin qalınlığı artıqda kristalları ölçüsü artmış, kubik fazada polikristal ZnS formalaşmışdır. Hissəciklərin ölçüləri uyğun olaraq 4.1nm, 6.2nm, 12.4nm-dir. Qalınlığın artması ilə diffraksiya bucağının 27.4°-dən 27.62°-yə sürüşməsi qəfəs parametrlərinin dəyişməsilə izah olunur [33].

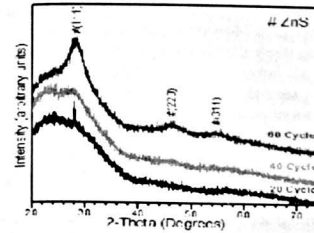
Şüşə altlıqda ZnS nazik təbəqəsinin sintezində karbamid stabilizator kimi istifadə ediləndə, ZnS kubik fazada formalaşmışdır. Dövrələrin sayı artıqda hissəciklərin ölçüsü 1.63nm; 1.71nm; 1.82nm; 1.91nm intervalında dəyişir [34].

Qeyri-üzvi birləşmə-polymer səthi arasındakı qarşılıqlı təsiri yaxşılaşdırmaq üçün müxtəlif altlıqlardan-polyvinilxlorid və polikarbonatdan istifadə olunmuşdur. Polyvinilxlorid altlıqda formalaşan ZnS nazik təbəqəsinin quruluşu kubik fazada formalaşan polikristallıq struktura, polikarbonat altlıqdan istifadə etdikdə formalaşan material amorf quruluşa malikdir [35].

ZnS nazik təbəqəsi soda əhəng şüşəsi və indium qalay oksidli örtülmüş şüşə altlıqda, kation mənbəyi trietanolanin (TEA), ya etilenediamindən həll edilmiş $ZnCl_2$ və anion mənbəyi Na_2S məhlullərindən istifadə etməklə sintez edilmişdir. Diffraksiya pikləri kubik və ya polikristallıq fazada formalaşan ZnS-ə uyğundur. Həlledici kimi tilendiamin olan, nümunənin kristallıq dərəcəsi trietanolanindən istifadə etdikdə alından daha yüksəkdir. Tablaman sonra kristallıq dərəcəsi artmışdır [36].

ZnS təbəqəsi şüşə altlıqda otaq temperaturunda qələvi vanna şəraitində sintez olunmuşdur. Dövrələrin sayı (20, 40, 60) artıqda formalaşan nanomaterialların kristallıq dərəcəsi artmışdır. 60 dövrədə formalaşma kubik fazada olmuş, hissəciklərin ölçüləri 3.5nm-dir [37].

ZnS nazik təbəqəsi kation mənbəyinin konsentrasiyasını sabit saxlamaqla, sulfür ionunun 5 müxtəlif konsentrasiyasında (0.2M; 0.4M; 0.6M; 0.8M; 1M) sintez edilmişdir. Nümunələr heksaqonal və kubik fazada formalaşmışlar, polikristallar əmələ gəlmişdir. Hissəciklərin ölçüləri Zn/S nisbətinin dəyişməsi ilə 42nm-dən 8nm-ə qədər azalmışdır [38]. Şəkil 5-də SILAR üsulu ilə müxtəlif dövrlərdə sintez edilmiş ZnS təbəqələrinin rentgen diffraktogramları təsvir edilmişdir.



Şəkil 5

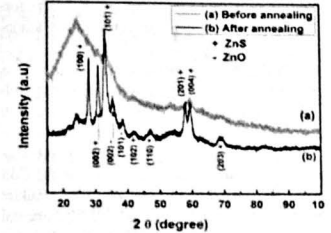
SILAR-la alınmış ZnS təbəqəsinin rentgen diffraktogramı (müxtəlif dövrlərdə) [38].

Kation və anion mənbələrinin konsentrasiyası 0.1M, pH=10, sorbsiya müddəti 40 san, yuma müddəti 60 san, dövrələrin sayı 50, sintez temperaturu 300K şəraitində ZnS təbəqəsi sintez edilmişdir. Nümunənin qalınlığı sorbsiya müddəti artıqda artırdı. Lakin maksimal qalınlıq 150 dövrədə 470nm olduqdan sonra azalmışdır. Bu piling effektivlə izah edilmişdir. Adı şəraitdə alınmış şüşə altlıqda formalaşan ZnS amorf quruluşa, 200°C-dən 400°C-ə qədər tablandıqda heksaqonal fazada olur. 2 saat müddətində 400°C-də tablanmış nümunələrin diffraktogramına görə quruluş heksaqonal fazada formalaşan ZnS-ə aiddir. Daha yüksək temperaturlarda tablaman daha yaxşı kristallaşma dərəcəsinə və qarışıq fazanın (amorf, heksaqonal) olmasına səbəb olur. Alınmış və 2 saat müddətində 400°C-də tablanmış nümunələrin orta ölçüsü uyğun olaraq 8nm, 15nm olmuşdur [39]. Şəkil 6-da SILAR üsulu ilə sintez edilmiş ZnS təbəqəsinin ilk və 400°C-də 2 saat tablaman sonra nümunələrinin rentgen diffraktogramları verilmişdir.

Tablamanın şüşə altlıqda formalaşan ZnS təbəqəsinin xassələrinə təsiri araşdırılmışdır. Tavlama 100°C; 150°C; 200°C; 250°C-də aparılmış, rentgen nəticələrindən alınmış struktur kubik fazada formalaşmış polikristallara uyğundur. Hissəciklərin orta ölçüsü 2.67nm olmuşdur [40].

Bircins paylanmış ZnS nazik təbəqələri spin SILAR üsulu ilə otaq temperaturunda sintez edilmişdir. Əsas məqsəd hamar, bircins və yüksək dərəcədə şəffəfliyə malik ZnS nazik təbəqələrinin kiçik dövrlərdə və daha az həlledicilərlə almaq olmuşdur. Bu üsulla adi SILAR arasındakı fərq

uyulma prosesinin idarə olunmasıdır, uyulma ultrasoniklə aparılır və nümunə ən diffuz qatda olan çirkəldən təmizlənir. Şüşə və silikon altlıqda olan ZnS təbəqəsinin qalınlığı 20 dövrədən sonra artmışdır. Rentgen diffraktogramlarına əsasən ZnS kubik fazada formalaşmış, hissəciklərin orta ölçüləri 3.12nm; 2.7nm; 1.91nm; 1.63 nm-dir [41].



Şəkil 6

SILAR-la alınmış ZnS təbəqəsinin rentgen diffraktogramı (a) əvvəl və 400°C-də 2 saat tablaman sonra [39].

Günəş batareyalarının potensial tətbiqi üçün İndium qalay oksidi/alüminium sink oksidi/ZnS/poli(3-heksiltiyofen)/Fenil-C61Butirik-Acid-Metil-Ester/gümüş hibrid strukturlu birləşmələr sintez olunmuşdur. ZnS təbəqələri SILAR-la alınmışdır. Yüksək effektivli günəş batareyaları üçün ZnS nazik təbəqələri müxtəlif dövrlərlə İndium qalay oksidi/alüminium sink oksidi üzərində sintez edilmişdir. Bu kubik fazada formalaşan ZnS-dir. Diffraksiya piklərinin yarımının geniş olmağı kiçik hissəciklərin formalaşdığını göstərir [42].

$Cd_xZn_{1-x}S$ üçlü birləşməsinin struktur xassələrinə dair ədəbiyyatda bir çox işlər vardır. V.K.Ashith və Govarshi Rao K. tərəfindən ($x=0.2$; 0.4; 0.6; 0.8) əslilə olaraq SILAR-la alınan $Cd_xZn_{1-x}S$ nazik təbəqəsinin xassələrinin araşdırılmışdır. Rentgenə əsasən heksaqonal fazada polikristallıq quruluş yaranmışdır. Kompozitdə $x=0.2$ və ya $x=0.8$ olduqda hissəcicinin geniş ölçüləri, $x=0.4$ və ya $x=0.6$ olduqda qəfəs ölçülərindən böyükdür. Belə dəyişik nəticənin səbəbi $x=0.2$ və ya $x=0.8$ olduqda, bu quruluşların ZnS-ə və ya CdS-ə uyğun gəlməsidir. Daha böyük hissəciklərin meydana gəlməsi. $x=0.4$ və ya $x=0.6$ olduqda, Cd və Zn ionlarının miqdarı bərabərdir.

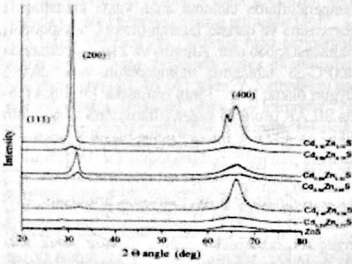
bor, yaxud təxminən eyni nisbətdə olduğundan daha kiçik hissəciklər yaranır. Deməli, tərkibin dəyişməsinə əsaslı olaraq qəfəs ölçüləri və kristallitlərin ölçüləri dəyişir. Kompozitdə $x=0.2; 0.4; 0.6; 0.8$ qiymətlərində uyğun olaraq kristallitlərin ölçüləri 13.7; 7.2; 8.1; 12.8nm hesablanmışdır [43].

TiO_2 örtüklü fluor qatlı qalay oksidli şüşə altlıqda sintez edilmiş $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ nanohissəciklərinin diffraktoqramlarına əsasən kubik fazada formalaşan CdS nanostrukturuları yetişmiş, hissəciklərin ölçüsü 2.63nm-dir [44].

$\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ nazik təbəqəsi şüşə altlıqda CdS təbəqəsinə Zn ionlarını qəşqləməklə sintez edilmişdir. Dövrələrin sayı 75, Zn ionlarının faiz nisbəti 3.6% və 9% götürülmüş, nümunələr havada qızdırılmışdır. Rentgenə əsasən Zn ionlarının konsentrasiyasından asılı olmayaraq kubik fazada CdS polikristalları formalaşmışdır. ZnS-ə aid piklər müşahidə edilməmişdir. Zn ionunun fundamental struktura təsir edə bilməməsi, Zn və Cd ionlarının radiusları arasında olan fərqi izah olunur. Zn ionlarının konsentrasiyası artıqda diffraksiya pikləri böyük bucaqlara doğru sürüşmüşdür. Hissəciklərin ölçüsü Zn ionunun faiz nisbəti artıqca 20.93nm; 17.49; 16.66nm azalmışdır [45]. $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ nazik təbəqəsi müxtəlif altlıqlarda soda əhəng şüşəsində, indium qalay oksidli örtülmüş şüşədə və polimer altlıqlarda, CdS təbəqəsi və Cd/Zn multitəbəqəsi polimer altlıqlarda sintez edilmişdir. Rentgenə əsasən kubik quruluşu və heksosqonal fazada formalaşmış polikristallar yetişmişlər. Kation və anion nisbəti 1:1 götürülmüşdür. CdS/ZnS çox qatlı nümunələrin rentgen spektrində CdS , ZnS-dən başqa qarışıqlı təsirdən yaranan Cd/ZnS əks olunmuşdur. $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ birləşməsində Cd/Zn -in 1:1 nisbətində formalaşan quruluşu CdS -ə uyğundur. Cd/Zn -in 1:19 kation nisbətində şüşə altlıqda $\text{Cd}_{0.9}\text{Zn}_{0.2}\text{S}$ (35nm) və indium qalay oksidli örtülmüş şüşə altlıqda $\text{Cd}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{S}$ (90nm) tərkibli nazik təbəqələr alınmışdır. CdS və ZnS-in qəfəs ölçüləri uyğun olaraq 0.58nm və 0.54nm-dir. $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ -i şüşə altlıqda kation mənəbələrindən qəşqləndirən SILAR-la sintez etdikdə, əvvəlcə ZnS nazik təbəqəsi, sonra CdS nazik təbəqəsi formalaşmışdır. Səbəb ZnS təbəqəsinin şüşə altlıqda yaxşı yetişməsidir. Şüşə ZnS-lə tamam örtüldükdən sonra CdS -in yetişməsi başlamışdır. Rentgen diffraksiyası kubik və heksosqonal fazalı CdS və ya ZnS formalaşdığını göstə-

rir, heksosqonal fazalı $\text{Cd}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{S}$ birləşməsinə uyğun gəlir. Müxtəlif kation mənəbələrindən soda əhəng şüşəli altlıqda sorbsiya prosesi olduqda kubik və heksosqonal fazalı strukturlar formalaşır. Eyni zamanda zəif kubik ZnS və kubik CdS -in pikləri müşahidə edilmişdir. Kation mənəbələrində Zn ionunun miqdarını artırıqda diffraksiya pikləri böyük bucaqlara doğru sürüşmüşdür [46].

GaAs altlıqda formalaşan $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ birləşməsində Cd ionunun miqdarını artırmaqda müxtəlif dövrlərdə alınan nümunələrin xassələri tədqiq edilmişdir. Dövrələrin sayı 300, 600, 800 olduqda alınan nümunələr polikristallik və kubik fazada formalaşmışlar. Dövrələrin sayı artıqca təbəqənin qalınlığı artmış, Cd ionunun miqdarı artanda qalınlıq azalmışdır. $\text{CdS}+\text{ZnS}$ -in miqdarını müxtəlif nisbətdə (1+9), (1+5), (2+4), (3+3), (4+2), (5+1) götürməklə, element analizindən nümunələrin ardıcıl olaraq $\text{Cd}_{0.23}\text{Zn}_{0.77}\text{S}$, $\text{Cd}_{0.40}\text{Zn}_{0.60}\text{S}$, $\text{Cd}_{0.54}\text{Zn}_{0.46}\text{S}$, $\text{Cd}_{0.69}\text{Zn}_{0.31}\text{S}$, $\text{Cd}_{0.86}\text{Zn}_{0.14}\text{S}$, $\text{Cd}_{0.96}\text{Zn}_{0.04}\text{S}$ birləşmələr şəklində olduğu müəyyən edilmişdir. Rentgen nəticələrindən 800 dövrdə sintez edilmiş 100nm qalınlığı olan üçlü birləşmələr polikristallik və kubik fazada formalaşmışlar. ZnS birləşməsində əsas pik bucaqlara doğru sürüşmüşdür. Cd ionuna aid pikin intensivliyi Cd-nin konsentrasiyası artıqca azalmışdır. Hissəciklərin ölçüləri 2-16nm intervallında dəyişmişdir [47].



Şəkil 7

SILAR-la GaAs altlıqda müxtəlif kompozisiyalarda alınmış $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ təbəqəsinin rentgen diffraktoqramı [48].

Stabiləşdiricisi ammoniyak (NH_3) olmuş Cd/ZnS təbəqəsi 473K; 573K; 673K-də təblənmişdir. Qalınlığın orta ölçüsü 380nm-dir.

Naticələrə əsasən formalaşan təbəqələr CdZnS -ə uyğun xarakterik diffraksiya mənzərəsi yaratmışdır. 400°C-də təvəllül edilmiş CdZnS təbəqəsinin diffraktoqramında pik sürüşməsi müşahidə edilmişdir [48]. Şəkil 7-də SILAR üsulu ilə GaAs altlıqda x-n müxtəlif qiymətlərində alınmış $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ təbəqələrinin rentgen diffraktoqramları göstərilmişdir.

NƏTİCƏ

SILAR-la alınan $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$ nanomateriallarının quruluşunda müşahidə edilən amorf faza istifadə olunan altlıqlardan irəli gəlir. Dövrələrin sayı-

1. Y.F.Nicolau. *Solution deposition of thin solid compound films by a successive ionic-layer adsorption and reaction process*. Appl. Surf. Sci., **22/23** (1985) 1061-1074.
2. Y.F.Nicolau, J.C.Menard. *Solution growth of ZnS, CdS and Zn_{1-x}Cd_xS thin films by the successive ionic-layer adsorption and reaction process; growth mechanism*. J. of Crystal Growth, **92** (198) 128-142.
3. S.G.Deshmukh, V.Kheraj, A.K.Panchal. *Preparation of Nanocrystalline CdS Thin Film by Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction (SILAR) Method*. Mater. Today: Proceedings, **5** (2018) 21322-21327.
4. M.S.Jeong, M.K.Son et al. *Study on Characteristics of CdS Quantum Dot-Sensitized Solar Cells Prepared by Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction with Different Adsorption Times*. Electron. Mater. Lett., **10** (2014) 621-626.
5. M.Kundakci. *Characterization of In_{1-x}Cd_xS, In₂S₃ and CdS thin films grown by SILAR method*. J. Mater. Sci.: Mater. Electron, **28** (2017) 5807-5816.
6. D.J.Desale, S.Shaikh et al. *Preparation and characterization of CdS-Bi₂S₃ nanocomposite thin film by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method*. Composites: Part B, **43** (2012) 1095-1100.
7. P.P.Chandra, A.Mukherjee, P.Mitra. *Synthesis of Nanocrystalline CdS by SILAR and Their Characterization*. J. of Materials, (2014) Article ID 138163, 6 p.
8. S.M.Ali, S.M.Ramam, N.U.Rehman et al. *Fabrication and SILAR cycle-dependent characterization of CdS/p-Si heterojunction photodetector*. J. Mat. Sci.: Mater. Electron., (2020) <https://doi.org/10.1007/s10854-019-02789-6>
9. B.Guzeldir, M.Saglam, A.Ates. *Deposition and Characterization of CdS, CuS and ZnS Thin Films Deposited by SILAR Method*. Acta Physica Polonica A, **121** (2012) 33-3517.
10. K.Ravichandran, S.Porkodi et al. *Addressing the issue of under-utilization of precursor material in SILAR process: Simultaneous preparation of CdS in two different forms - Thin film and powder*. Mat. Science in Semiconductor Processing, **81** (2018) 30-3744.
11. E.Yücel, Y.Yücel, M.Durak. *Process optimization for window material CdS thin films grown by a successive ionic layer adsorption and reaction method using response surface methodology*. J. of Alloys and Compounds, (2016) DOI: 10.1016/j.jallcom.2016.01.018
12. M.Sasagawa, J.Nishino, Y.Nosaka. *Effect of cadmium precursor solutions on fabrication of CdS thin films by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) technique*. Communication, **67** (1999) 1237-12399.
13. S.G.Deshmukh, S.P.Kulkarni et al. *Structural and optical properties of nanocrystalline ZnS thin films grown by successive ionic layer adsorption and reaction method*. IJRSIT I ISSN No: 2319-5010, 1 (2016) 529.
14. H.Sun, J.Mu. *SILAR Deposition of CdS Thin Films on Glass Substrates Modified with 3-Mercaptopropyltrimethoxysilane*. J. Dispersion Science and Technology, **26** (2005) 719-722.
15. Y.A.Kalanderaghi, M.B.Muradov, R.K.Mammedov, A.Khodayari. *Growth process and investigation of some physical properties of CdS nanocrystals formed in polymer matrix by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method*. J. of Crystal Growth, **305** (2007) 175-18022.

16. V.Senthamilselvi, K.Saravanakumar et al. *Effect of annealing on the stoichiometry of CdS films deposited by SILAR technique, Optoelectron. and Advanced Mat.-rapid commun.*, **5** (2011) 1072-1077.
17. V.Kalarivalappila, S.J.Hinder et al. *Stability studies of CdS sensitized TiO₂ nanotubes prepared using the SILAR method, J. Environmental Chemical Engineering*, **6** (2018) 1404-1413.
18. N.I.Azubuikwe, A.J.Ekpunobi. *Synthesis and Characterization of CdS Quantum Dot by Silar Technique, IOSR J. Appl. Phys.*, **10** (2018) 51-53.
19. K.Manikandan, P.Mani. *Effect of molar concentration on structural, morphological and optical properties of CdS thin films obtained by SILAR method, Indian J. Pure & Applied Physics*, **52** (2014) 354-359.
20. V.K.Ashith, R.K.Gowrish. *A study of micro-structural properties and quantum size effect in SILAR deposited nano-crystalline CdS thin films, Thin Solid Films*, (2016)
DOI: 10.1016/j.tsf.2016.08.024.
21. R.S.Darriani, Z.Emami. *Structural and optical studies of CdS and CdS:Ag nano needles prepared by a SILAR method, Ceramics International*, **41** (2015) 7.
22. H.Bohidar, M.Behboudnia. *Characterization of reverse micelles by Dynamic Light Scattering, Colloids and Surfaces A*, **178** (2001) 313-323.
23. M.Kundakci, A.Ates, A.Astam, M.Yildirim. *Structural, optical and electrical properties of CdS, Cd_{0.9}In_{0.1}S and In₂S₃ thin films grown by SILAR method, Physica E*, **40** (2008) 600-605.
24. A.Mukherjee, B.Satpati. *Synthesis of nanocrystalline CdS thin film by SILAR and their characterization, Physica E: Low-dimensional Syst. and Nanostructures*, **65** (2015) 51-55.
25. V.Senthamilselvi, K.Saravanakumar et al. *Photovoltaic properties of nanocrystalline CdS films deposited by SILAR and CBD techniques - a comparative study, J. Mater. Sci.: Mater. Electron.*, **23** (2012) 302-308.
26. M.Sasagawa, Y.Nosaka. *Studies on the effects of Cd ion sources and chelating reagents on atomic layer CdS deposition by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method, Phys. Chem. Chem. Phys.*, **3** (2001) 3371-3376.
27. R.A.Ismail, N.F.Habubi, K.Y.Qader. *Effect of Time Immersion of Thiourea on Structural and Optical Properties of CdS Deposited by SILAR, World Scientific News*, **91** (2018) 73-85.
28. D.J.Desale, S.Shaikh et al. *Effect of annealing on structural and optoelectronic properties of CdS thin film by SILAR method, Advances in Applied Science Research*, **2** (2011) 417-425.
29. B.R.Sankapal, R.S.Mane, C.D.Lokhande. *Deposition of CdS thin films by the successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method, Mat. Research Bull.*, **35** (2000)177-184.
30. A.U.Ubale, A.N.Bargal. *Characterization of nanostructured photosensitive cadmium sulphide thin films grown by SILAR deposition technique, Indian J. Phys.*, **84** (2010) 1497-1507
31. V.K.Ashith, R.K.Gowrish. *Structural and optical Properties of ZnS Thin films by SILAR technique obtained by acetate precursor, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. and Engin.*, **360** (2018) 01058, p.6
32. S.Lindroos, T.Kanninen, M.Leskeli. *Growth of Zinc Sulfide thin films by the successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method on polyester substrates, Mat. Research Bull.*, **32** (1997) 631-636.
33. K.Priya, V.K.Ashith, G. K.Rao, G.Sanjeev. *A comparative study of structural, optical and electrical properties of ZnS thin films obtained by thermal evaporation and SILAR techniques, Ceramics International*, **43** (2017) 10487-10493.
34. S.G.Deshmukh, S.P.Kulkarni et al. *Structural and optical properties of nanocrystalline ZnS thin films grown by successive ionic layer adsorption and reaction method, IJRCSIT I ISSN No: 2319-5010, 1* (2016) 167-170.
35. S.Lindroos, T.Kanninen, M.Leskela. *Zinc sulfide thin films grown by SILAR on poly(vinyl chloride) and polycarbonate substrates, J. Mater. Chem.*, **6** (1996) 1497-1500.
36. S.Lindroos, Y.Charrere, D.Bonnin, M.Leskela. *Growth and characterization of Zinc Sulfide thin films deposited by the successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method using complexed Zinc ions as the cation precursor, Mat. Research Bull.*, **33** (1998) 453-459.
37. S.G.Deshmukh, A.Jarwala. *ZnS Nanostructured Thin-Films Deposited by Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction, 2nd Int. Conf. on Emerging Technologies: Micro to Nano, 2015 (ETMN-2015)AIP Conf. Proc. 1724, 020033-1-020033-4; doi: 10.1063/1.4945153.*
38. H.M.Mohaideen, K.Saravanakumar et al. *The studies on optical and structural properties of zinc sulfide thin films deposited by SILAR method, J. of Chemical and Pharmaceutical Research*, **7** (2015) 141-145.
39. A.Djelloul, M.Adnane et al. *Morphology, structural and optical study of ZnS thin films prepared by Successive Ionic Layer Adsorption and*

- Reaction (SILAR) Method, J. Optoelectronics and Advanced Mat.*, **18** (2016) 136-141.
40. A.A.Ibiyemi, M.Tech, A.O.Awodugba. *The Influence of Annealing on Electrical and Optical Properties of ZnS Thin Film, The Pacific J. of Science and Technology*, **13** (2012) 213-220.
41. S.Y.Han, D.H.Lee, S.O.Ryu, C.H.Changa. *ZnS Thin Films Deposited by a Spin Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction Process, Electrochemical and Solid-State Letters*, **13** (2010) D61-D64.
42. M.Mehrabian. *Optical and photovoltaic properties of ZnS nanocrystals fabricated on Al-ZnO films using the SILAR technique, Journal of Optical Technology*, (2016) 422-427.
43. V.K.Ashith, R.K.Gowrish. *Effect of composition on SILAR deposited Cd_xZn_{1-x}S thin films, DAE Solid State Physics Symposium (2017) pp.080008-1-4 DOI: 10.1063/1.5028842*
44. A.Ekinci, O.Sahin, S.Horoz. *Effect of Mo doping on the photovoltaic properties of Mo doped Cd_xZn_{1-x}S (x=3%) quantum dots synthesized by SILAR, J. Non-Oxide Glasses*, **10** (2018) 71-76.
45. D.Pradhabhan, A.Sakthivelu. *Optical, structural and electrical properties of SILAR deposited Zinc doped Cadmium Sulphide thin films, IJRAR- Intern. J. of Research and Analyt. Rev.*, **6** (2019) 387-393.
46. M.P.Valkonen, S.Lindroos, M.Leskela. *Cd_xZn_{1-x}S solid solution thin films, CdS thin films and CdS/ZnS multilayer thin films grown by SILAR technique, Appl. Surface Science*, **134** (1998) 283-291.
47. L.G.aulkaitis, S.Lindroos et al. *SILAR deposition of Cd_xZn_{1-x}S thin films, Applied Surface Science*, **161** (2000) 396-405.
48. O.O.Zakin, B.Guzeldir, M.A.Yildirim et al. *Influence of film thickness on structural and optical properties of ZnS thin films obtained by SILAR method and analysis of Zn/Zn/In-Ga/As/In sandwich structure, Phys. Status Solidi A*, **209** (2012) 687-693.

FORMATION AND STRUCTURAL PROPERTIES OF Cd_xZn_{1-x}S NANOMATERIALS BY SILAR METHOD

L.R.GAHRAMANI

In recent years, the wide range formation of semiconductor metal chalcogenides in the nano-scale by SILAR method is due to the fact that they are considered both practical and economically viable materials. In the presented work, information was given on the effect of Cd_xZn_{1-x}S nanomaterials obtained by the SILAR method on the structural properties depending on different reaction parameters.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ Cd_xZn_{1-x}S МЕТОДОМ SILAR И ИХ СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА

Л.Р.ГАХРАМАНИШЫ

В последние годы получение в широком масштабе наноразмерных халькогенидов полупроводниковых металлов методом слонистой сорбции и реакции ионов (SILAR) связано с тем, что их применение целесообразно как с практической, так и с экономической точки зрения. В представленной работе дан краткий обзор о влиянии параметров реакции на структурные свойства наноматериалов Cd_xZn_{1-x}S, полученных методом SILAR.