

¹E. S. MƏMMƏDOV, texnika e. n.; ²R. A. ƏLƏSGƏROV

¹Azərbaycan Texniki Universiteti,
²Heydər Əliyev adına Azərbaycan Ali Hərbi Məktəbi
E-mail: mammadov.elchin@mail.ru

HETTER MƏRKƏZLƏRİNİN YARADILMASINDA İMPULS TERMİK İŞLƏNMƏNİN TƏTBİQİ

Məqalədə hetter mərkəzlərinin impuls termik işlənmə yolu ilə yeridilməsi üsulu, hetterirləmə prosesinin temperaturunun azalmasına baxmayaraq hetterirləmənin uzaqlıq təsirliliyinin artması və Si-SiO₂ ayırıcı sərhəddə səth vəziyyətlərinin konsentrasiyasının azalması araşdırılmışdır.

Açar sözlər: planar hetterirləmə, lokal dislokasiya oblastları, yük əlaqəli cihaz, potensial, impuls termik işlənmə

Məlumdur ki, silisium yük əlaqəli cihazların (YƏC) hazırlanmasının standart texnoloji prosesi eyni zamanda yüksək köçürmə effektivliyinin və çevik hərəkətliyin alınmasına imkan vermir. Bu keyfiyyətləri əldə etmək üçün əvvəla həcmi kanalı formalaşdırmaq və ən əsası isə YƏC-in mühüm parametrlərini müəyyən edən əməliyyatın - hetterləmənin keyfiyyətini artırmaq lazımdır [1].

İS-in aktiv oblastlarının nəzarət olunmayan qarışıqlarla birlikdə məlum üsullarla (oksigen mühitdə çoxpilləli yandırma, oksid və nitrid təbəqələrin çəkilməsi, diffuziya və ion aşqarlama) hetterirləməsində ciddi çatışmamazlıqlar yaranır. İlk növbədə bu işlənmənin uzun müddətli və yüksək temperaturlu olması, hetter mərkəzlərinin qeyri-stabilliyi, hansı ki, adətən təbəqəyə mikrosxemin hazırlanmasının başlanğıc mərhələsində yeridilir və uzun müddətli yüksək temperaturlu əməliyyatda dağıla bilərlər.

Həcmi kanalın səthi kanalla müqayisədə məxsusi yük tutumunun azalması Si-SiO₂ ayırıcı sərhəddə generasiya-rekombinasiya mərkəzlərinin sıxlığının azalmasını tələb edir. Bu səbəbdən də yeni, daha effektiv hetterirləmə üsulları axtarılıb tapmaq lazım gəlir [2]. Məsələn, oksid hetterin dəstədə 30 C/sm² enerji sıxlığında neodim lazerlə işlənməsi tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələr kombinə edilmiş hetterirləmənin üstünlüyünü göstərdi-lazer işlənmənin polisilisiumun təbəqə ilə və ya oksidləşdirmə ilə uyğunlaşdırılması daşıyıcıların davamlıq (yaşama) müddətinin 2-3 tərtib artmasına gətirib çıxarır ki, bu da səthin keyfiyyətinin yüksəlməsindən, onun bircinsliyinin və defektsizliyinin göstəricisi kimi qəbul etmək olar.

Hetter mərkəzlərinin impuls termik işlənmə (İTİ) yolu ilə yeridilməsi vasitəsilə defektlərin hetterirlənməsi tədqiq edilmişdir ki, bu da elastiki və termik parametrlərin uyğunsuzluğu hesabına sistemdə termoelastiki gərginlik yaradır. Bu zaman, səthin qeyri-hamarlılığı (oksid pilləvariliyi) mexaniki gərginlik konsentratoru olur, hansı ki, plastiklik həddinin artırılması halında dislokasiyanın yaranması ilə relaksasiya edir.

İTO-18-qurğusunda qeyri-koherent infraqırmızı (İQ) şüalanmanın vasitəsilə impuls termik işlənmənin (İTİ) 600-1200°C temperatur diapazonunda lokal dislokasiya oblastları (LDO) formalaşdırılır.

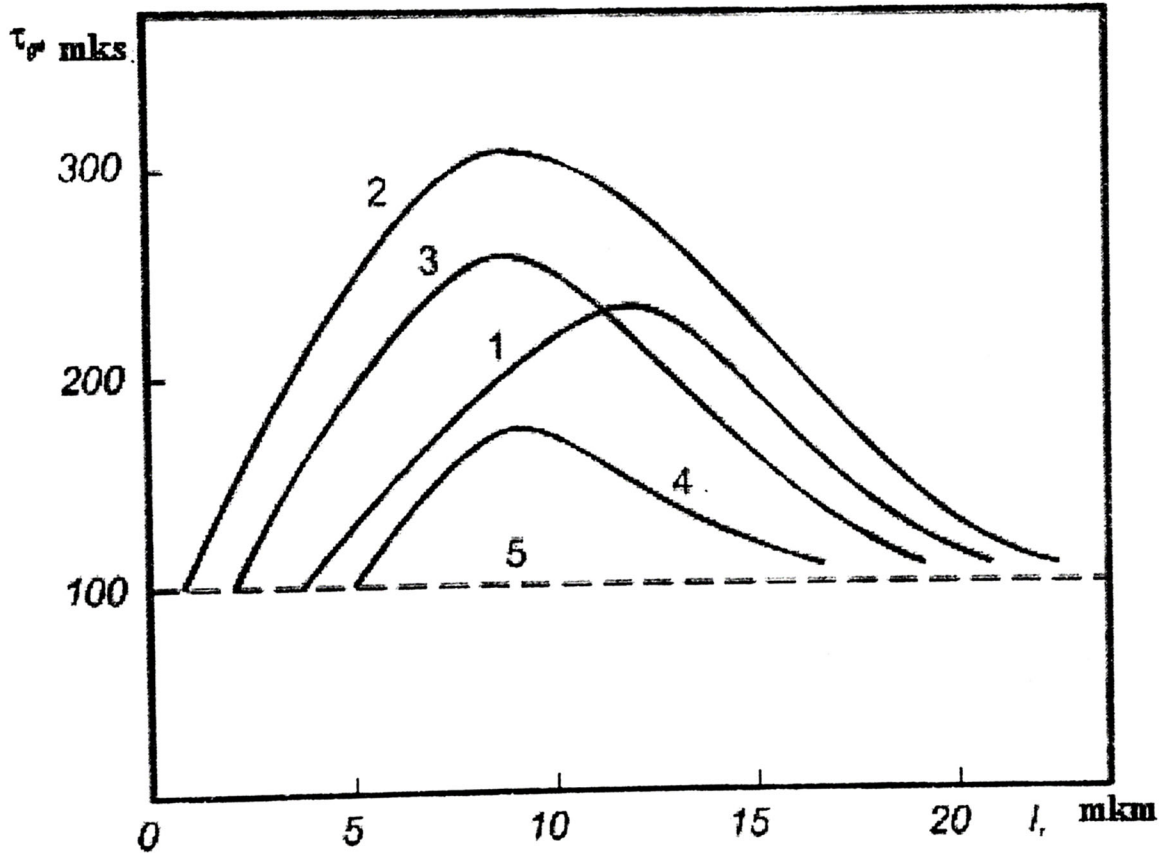
Altlıq kimi 0,5 mkm qalınlıqlı termik oksid təbəqəli KDB-10 silisium plastikləri istifadə edilmişdir. Bu altlığın oksid təbəqəsində fotolitoqrafiyanın vasitəsilə bir-birindən 20 mkm məsafədə yerləşən eni 5 mkm enində düzbucaqlı formada zolaqlar formalaşdırılmışdır.

İmpuls termik işlənmə 100^0 /s sabit qızdırma sürətində - 600, 800, 1000 və 1200^0 C temperaturlarda aparılmışdır.

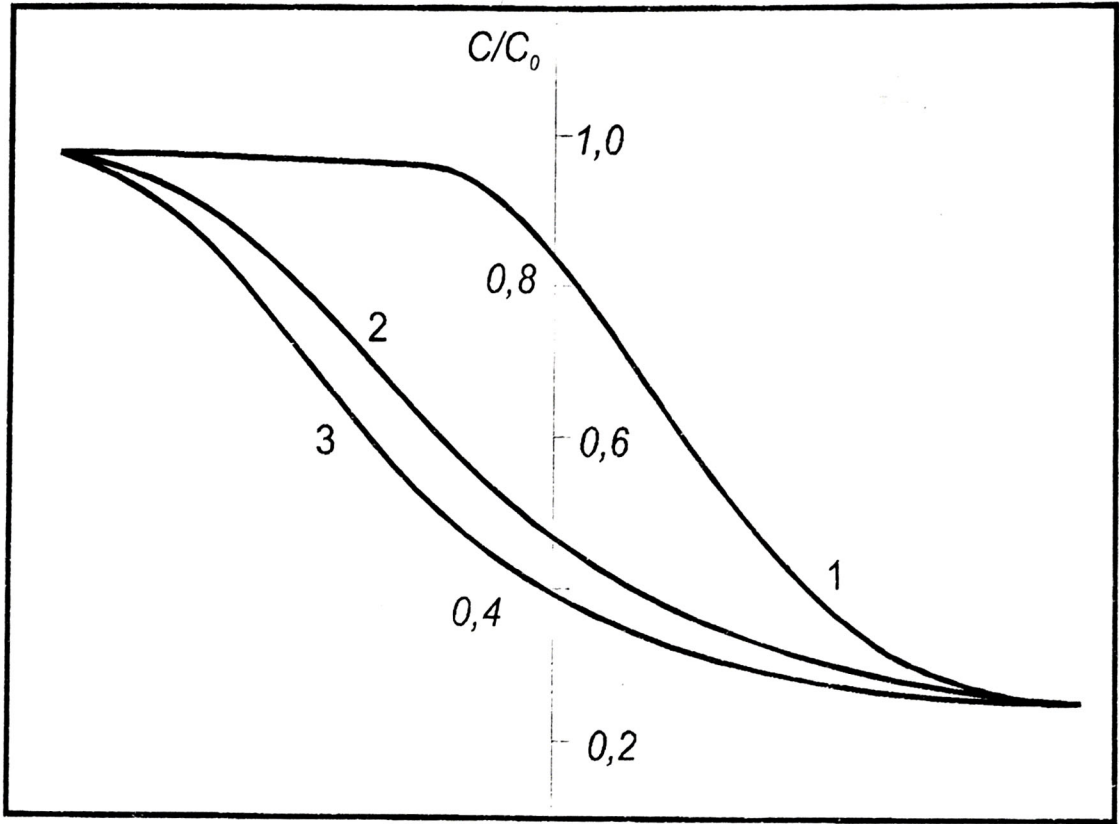
Təbəqənin səthinin metalloqrafik tədqiqatı nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, təbəqənin 1000^0 C yuxarı temperaturda işlənməsinə də, oksidlə örtülmüş sahələrdə də dislokasiyanın yaranmasına gətirib çıxarır və lokal dislokasiya oblastları almaq mümkün olmur. Lokal dislokasiya oblastları almaq üçün daha əlverişli rejim 800^0 C temperaturdakı işlənmədir.

Təbəqənin elektrik parametrlərini tədqiq etmək üçün lokal dislokasiya oblastları arasında metal-oksit-yarımkeçirici (MOY) strukturlar yaradılıb və qeyri-bərabər çəkili tutumun relaksasiya müddətinin qiyməti ölçülüb. Alınan nəticələrin Valdes metodu ilə MOY-strukturun yerləşdiyi yerdə planar hetterirləmənin effektivliyini xarakterizə edən generasiya davamlıq (yaşama) müddətləri (τ_g) hesablanmışdır. Nümunənin yastı səthi dar işıq zolağı ilə işıqlanır (~20 mkm). Işıq mənbəyi kimi kondensatorla və optik yarıqla quraşdırılmış lampa və Yupiter-8 obyektivi istifadə edilmişdir. Işıq modulyatoru kimi sinxron mühərrik ilə fırlanan yarıqlara malik barabandan istifadə edilmişdir.

Şəkil 1-də impuls termik işlənmənin müxtəlif temperaturlarında lokal dislokasiya oblastının sərhəddinə qədər olan məsafələrdən asılı olaraq ölçülən generasiya davamiyyət (yaşama) müddətinin asılılıqları τ_g göstərilmişdir. Görünür ki, generasiya yaşama müddətinin τ_g daha böyük qiyməti və hetterirləmənin effektivliyinin uzaqtəsirliliyi (sahənin sərhəddinə qədər olan məsafədir, harada ki, τ_g nəzarət nümunəsindəki qiymətdən böyük alınır) 800^0 C temperaturda alınır.



Şəkil 1. İTİ-nin müxtəlif temperaturlarında LDO-dan olan məsafədən asılılığı: 1- 600^0 C; 2- 800^0 C; 3- 1000^0 C; 4- 1200^0 C; 5-İTİ-yə məruz edilməyən nəzarət nümunəsi



Şəkil 2. p-silisiyum əsasında YƏC-strukturun MOY-kondensatorunun yüksək tezlikli VFX: 1-hetterirləmədən əvvəl; 2-hetterirləmədən sonra; 3-nəzəri VFX-sı

YƏC-strukturun xarakteristikalarından defektlərə daha çox həssas olanı Si-SiO₂ ayırıcı sərhəddindəki səthin sıxlığı olduğundan volt-farad xarakteristikası (VFX) da tədqiq edilmişdir. Ölçmə L2,7 tam keçiricilik körpüsündə rezonans metodu ilə 1 MHz tezlikdə aparılmışdır [3].

Yastı zona və inversiya nöqtələrində oksiddə Q_{ox} və səth vəziyyətlərində Q_{ss} yüklərin cəmi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir.

$$(Q_{ox}+Q_{ss})^{fb} = \Delta U_g^{fb} C_0 \quad (1),$$

burada C₀ - eksperimental VFX ilə təyin edilən zətvoraltı oksidin tutumu;

ΔU_g^{fb} - yastı zona tutumu;

C_s^{fb} - nöqtəsində nəzəri əyriyə nisbətən eksperimental əyrinin sürüşməsi:

$$C_s^{fb} = q(\epsilon_s N_d / kT)^{1/2} \quad (2)$$

Ayırıcı sərhədin ümumi yükündən səth vəziyyətinin yükünü ayırmaq üçün inversiya nöqtəsində yarımkeçiricinin tutumu tapılır:

$$C_s^{inv} = [q\epsilon_s N_d / 2(U_g^{inv} - \phi_s)] \quad (3).$$

Burada ϕ_s - Fermi səviyyəsinin iki mislinə bərabər inversiya nöqtəsində qəbul edilmiş səth potensialıdır, həmçinin (1) düşürü ilə inversiya nöqtəsində sərhədin cəm yükü hesablanır. Yastı zona və inversiya nöqtələrindəki Si-SiO₂ ayırıcı sərhədin cəm yüklərinin qiymətləri arasındakı fərq səth vəziyyətinin yükünü (Q_{ss}) verir. Şəkil 2-dən görünür ki, hetterirlənmiş təbəqədə Si-SiO₂ ayırıcı sərhəddəki cəm yükün qiyməti nəzarət nümunəsinə nisbətən kiçikdir.

Eksperimentlərin nəticələrini (1-3) düsturlarında nəzərə alıqda hetterirləmədən əvvəl və sonra Q_{ss} -in qiymətləri $2,7 \cdot 10^{-7}$ və $1,3 \cdot 10^{-7}$ kl/sm² alınır. Bu qiymətlərin elektron yükünə nisbəti uyğun olaraq hetterirləmədən əvvəl və sonra Si-SiO₂ ayırıcı sərhəddə səth vəziyyətinin konsentrasiyasını ($9,5 \cdot 10^{11}$ və $4,6 \cdot 10^{11}$ sm²) verir, yəni azı iki dəfə azalır.

Beləliklə, tədqiq olunan hetterirlənmə metodu YƏC-in işləməsi üçün çox vacib olan Si-SiO₂ ayırıcı sərhədin keyfiyyətini artırmağa imkan verir və İS-in mövcud texnologiyası ilə yaxşı uyğunlaşır.

NƏTİCƏLƏR

1. Hetterirləmə prosesini 1300 °C-dən 800 °C-dək endirilməsi cihazın bəzi parametrlərinə mənfi təsirləri aradan qaldırır.
2. Generasiya davamlıq müddətinin daha böyük qiyməti alınır.
3. Hetterirləmə effektivliyinin uzaqtəsirliliyi artır.
4. Si-SiO₂ ayırıcı sərhəd də səthin konsentrasiyası azı iki dəfə azalır.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov, E.S. YƏC strukturlarında yüklərin köçürülməsi effektivliyinin artırılması üsulları // Avtomatika və idarəetmənin müasir problemləri mövzusunda respublika elmi konfransının materialları - Bakı: AzTU, noyabr – 2012, – c.23-25.

2. Мамедов, Э.С. Исследование стабильности системы Si-SiO₂ в ФПЗС // Труды 8-ой международной конференции по актуальным проблемам твердотельной электроники и микроэлектроники - Таганрог: - 2002, - с.9-10.

3. Kasimov, F.D., Mamedov, E.S. Effective planar method of defects gettering // - Bakı: Fizika NAS of Azerbaijan Republic, - 2001. v.7, №3, - p.5-7.

SUMMARY

¹E. S. MAMMADOV, candidate of technical sciences; ²R. A. ALASGAROV

¹Azerbaijan Technical University,

²Azerbaijan Higher Military School named after Heydar Aliyev

E-mail: mammadov.elchin@mail.ru

IMPULSE IN THE CREATION OF HETTER CENTERS APPLICATION OF THERMAL PROCESSING

The method of introducing Hetter centers through impulse thermal processing was considered and as a result, the distance of hettering increased, although the temperature of hettering process was reduced, the concentration of surface conditions at Si-SiO₂ separator border decreased at least twice.

Key words: planar hettering, local dislocations, devices from charging communication, the potential, impulse thermal processing.

РЕЗЮМЕ

¹МАМЕДОВ Э. С., кан. тех. наук; ²АЛЕСКЕРОВ Р. А.

¹Азербайджанский Технический Университет,

²Азербайджанское высшее военное училище имени Гейдара Алиева

Электронное письмо: mammadov.elchin@mail.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В
СОЗДАНИИ ГЕТТЕРИРУЮЩИХ ЦЕНТРОВ**

Был рассмотрен способ введения центров геттера импульсной термической обработкой, в результате которого, несмотря на снижение температуры процесса геттеризации, увеличилось действие геттерирования, а концентрация поверхностных состояний на границе раздела Si-SiO₂ снизилась как минимум в два раза.

Ключевые слова: планарное геттерирование, локальные дислокационные области, приборы с зарядовой связью, потенциал, импульсная термическая обработка.

Мəqalə redaksiyaya daxil olmuşdur: 19.03.21