

(9)

Χ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΦΥΣΙΚΗΣ

ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

P-251

Περιήγηση στην περιοχή της Αθηναϊκής λεβαδείας για την αναζήτηση των μετασύνταξην της θερμοκρασίας της περιοχής και την επιλεκτική ανάλυση των μετασύνταξην της θερμοκρασίας της περιοχής. Η περιήγηση έγινε στις 18 Οκτωβρίου 1994 στην περιοχή της Αθηναϊκής λεβαδείας, μέχρι την ώρα 15:00. Η περιήγηση έγινε στην περιοχή της Αθηναϊκής λεβαδείας, μέχρι την ώρα 15:00. Το πρόγραμμα της περιήγησης ήταν το εξής:

ABSTRACT: The present note describes the results of a field investigation on the temperature gradient in the area of the Attica plain. The investigation was conducted on October 18, 1994 in the area of the Attica plain, until 15:00. The investigation was conducted on October 18, 1994 in the area of the Attica plain, until 15:00. The results of the investigation and models for the temperature gradient are presented.

ΕΓΓΡΑΦΗ: Η αναζήτηση δεν γεννήθηκε, αλλά η περιήγηση στην περιοχή της Αθηναϊκής λεβαδείας για την αναζήτηση των μετασύνταξην της θερμοκρασίας της περιοχής. Η περιήγηση έγινε στην περιοχή της Αθηναϊκής λεβαδείας, μέχρι την ώρα 15:00. Το πρόγραμμα της περιήγησης ήταν το εξής:

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

ΔΕΛΦΟΙ 18-21 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 1994

**Μελέτη ατελειών σε κρύσταλλο Si ακτινοβολημένο με νετρόνια
με τη μέθοδο της Υπέρυθρης Φασματοσκοπίας**

X. Λόντος², Λ. Φύτρος², Γ. Γεωργίου³, Κ. Παπαστεργίου³

². Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Φυσικής, Τομέας Στερεάς Κατάστασης
Πανεπιστημιούπολη, Ζωγράφου, Αθήνα 157 84

³. Ινστιτούτο Ερευνών "Δημόκριτος"
Ε Κ Ε Φ Ε
Αγία Παρασκευή Αττικής, Αθήνα 153 10

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στην παρούσα εργασία μελετάμε με την μέθοδο της Υπέρυθρης Φασματοσκοπίας τη συμπεριφορά πλεγματικών ατελειών πού δημιουργούνται σε κρυστάλλους πυριτίου μετά από ακτινοβόληση με ταχέα νετρόνια. Η σταθερότητα και η μετεξέλιξη των ατελειών αυτών μελετήθηκε με ισόχρονες θερμοκρασιακές ανοπτύσεις, μέχρι τους 650°C. Βρέθηκαν σήματα από νέους εγγονισμένους τρόπους ταλάντωσης (914, 1000, 1032 και 1043cm⁻¹) και αντίστοιχα μοντέλα προτείνονται για τη δομή των ατελειών που τους δημιουργούν.

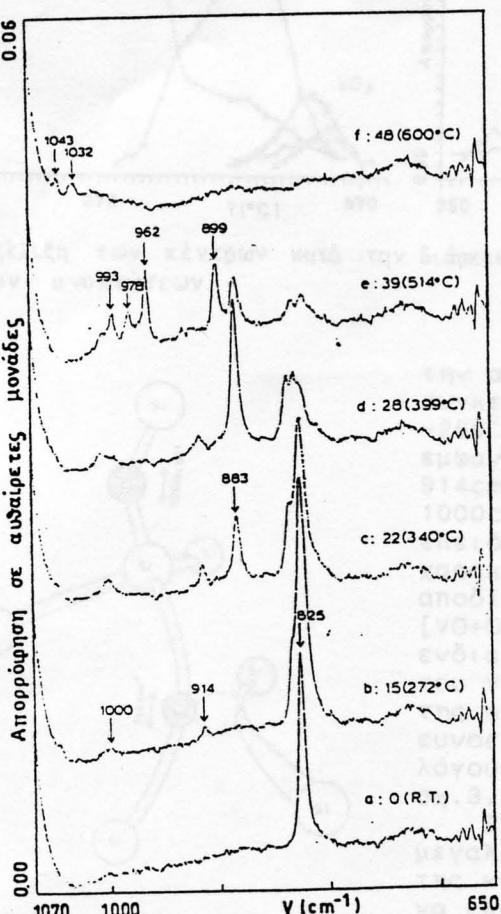
ABSTRACT: In the present work it is studied, with the method of Infrared Spectroscopy (IR), lattice defects introduced in neutron irradiated Silicon crystals. The stability and evolution of these defects is investigated with isochronal annealings up to 650°C. Signals from new Localized Vibrational Modes (LVMs) (914, 1000, 1032 and 1043cm⁻¹) were found and studied and models for the structure of the corresponding defects are suggested.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η ακτινοβόληση με νετρόνια, σε θερμοκρασία δωματίου, κρυστάλλων πυριτίου πλούσιων σε οξυγόνο δημιουργεί αφ' ενός ένα σύνολο πλεγματικών ατελειών και συσωματωμάτων ατελειών (clusters) και αφ' ετέρου καταστρέφει την πλεγματική τάξη σε εντοπισμένες περιοχές (disordered regions) μέσα στον κρύσταλλο. Οι πλεγματικές ατέλειες που δημιουργούνται είναι της μορφής V, Si, V₂O, V₂O₅ κλπ. Αυξανομένης της θερμοκρασίας οι ατέλειες αυτές μπορούν να μεταναστεύσουν και με σειρά αντιδράσεων να δώσουν άλλες ατέλειες συνθετότερης δομής π.χ. V₃O, V₂O₅, VO₃, V₂O₇,.. όπως έχουν δείξει μετρήσεις IR και Ηλεκτρονικού Παραμαγνητικού Συντονισμού (EPR) (1,2). Στην εργασία αυτή θα μελετήσουμε ορισμένες από αυτές τις ατέλειες, θα εξετάσουμε τις μεταβολές που υφίστανται με την άνοδο της θερμοκρασίας και για μερικές από αυτές θα προτείνουμε μοντέλα για τη δομή τους.

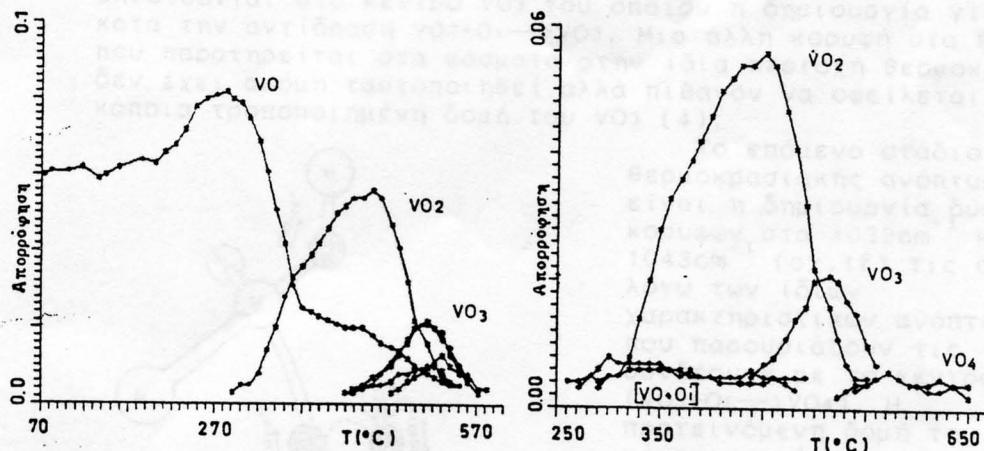
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ: Η ακτινοβόληση των κρυστάλλων, με συγκέντρωση οξυγόνου $[O_2] = 1 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-3}$, έγινε στο Κέντρο Ερευνών "Δημόκριτος". Η δόση των ταχέων νετρονίων που δέχθηκαν οι κρύσταλλοι ήταν $\sim 1 \times 10^{17} \text{ n.cm}^{-2}$ (Τα θερμικά νετρόνια αποκόπηκαν χρησιμοποιώντας περίθλημα Cd). Οι 15 λεπτες ισόχρονες ανοπτύσεις έγιναν σε ανοιχτό φούρνο ενώ τα φάσματα ελήφθησαν σε θερμοκρασία δωματίου χρησιμοποιώντας ένα διπλής δέσμης φασματόμετρο τύπου JASCO-IR 700.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Αμέσως μετά την ακτινοβόληση οι μόνες κορυφές που παρατηρούνται στα φάσματα είναι αυτές του οξυγόνου στα 1100 cm^{-1} και του κέντρου VO στα 825 cm^{-1} (σχ.1a). Αυξάνοντας τη θερμοκρασία το ύψος της

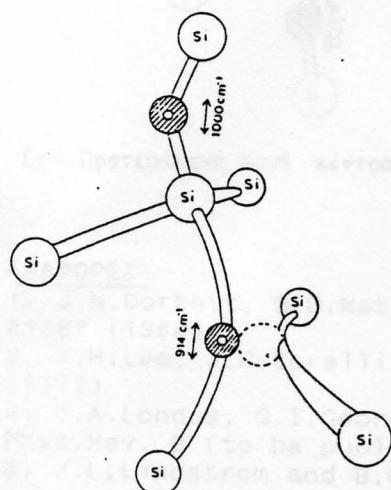
κορυφής του VO παραμένει σταθερό μέχρι τους $\sim 200^\circ\text{C}$ όπου και αρχίζει να αυξάνεται φτάνοντας την μέγιστη τιμή $\sim 280^\circ\text{C}$ (σχ.2,1b). Η αύξηση αυτή μπορεί να εξηγηθεί δεχόμενοι διάφορες υποθέσεις όπως οτι στη θερμοκρασία αυτή τα διπλά πλεγματικά κενά V₂ αρχίζουν να μετακινούνται με αποτέλεσμα να δημιουργούνται επιπλέον VO κατά τις αντίδρασεις $V_2+Si \rightarrow V$, $V+O \rightarrow VO$. Κατά μια άλλη εκδοχή μπορεί αυτή η αύξηση να οφείλεται σε διάσπαση ζευγών όπως (V-Si). Μια άλλη πιθανή πηγή μπορεί να είναι η απελευθέρωση πλεγμάτικών κενών από άμορφες περιοχές οι οποίες γίνονται ασταθείς όσο αυξάνει η θερμοκρασία με αποτέλεσμα να τροφοδοτούν τον κρύσταλλο με επιπλέον VO. Δύο δορυφορικές κορυφές, του VO στα 835 cm^{-1} και 821 cm^{-1} (σχ.1c,d) που παρατηρούνται στις θερμοκρασίες αυτές είναι πιθανόν να προέρχονται από τα κέντρα V_3O και V_2O αντίστοιχα, των οποίων η δημιουργία ευνοείται από τις παραπάνω διαδικασίες. Τα κέντρα αυτά λόγω δομής έχουν συχνότητες παραπλήσιες με αυτή του VO. Παράλληλα με



Σχ.1 : Φάσματα απορρόφησης Si ακτινοβολημένου με νετρόνια σε διάφορες θερμοκρασίες ισόχρονων ανοπτύσεων.



Σχ 2: Εξέλεξη των κέντρων κατά την διάρκεια ισόχρονων θερμοκρασια- κών ανοπτύσεων.



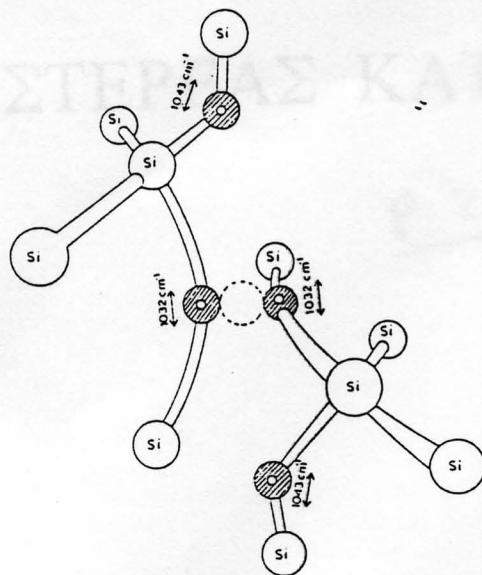
Σχ.3 : Προτεινόμενη δομή κέντρου $[\text{VO}+\text{O}_1]$

την αύξηση του VO και συγκεκριμένα στη θερμοκρασία $\sim 260^\circ\text{C}$ αρχίζουν να εμφανίζονται δύο κορυφές στα 914cm^{-1} και 1000cm^{-1} (σχ.2,1b) οι οποίες επειδή έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά ανόπτυσης αποδίδονται στο ίδιο κέντρο $[\text{VO}+\text{O}_1]$ που αποτελεί μια ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ του VO και του VO₂ (3), και της οποίας η δημιουργία ευνοείται για ενεργειακούς λόγους. Η δομή φαίνεται στο σχ.3.

Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 280°C το ύψος της κορυφής του VO αρχίζει να ελαττώνεται ραγδαία ενώ παράλληλα εμφανίζεται μια κορυφή στα 883cm^{-1} (σχ.2,1c) που κατά γενική ομολογία οφείλεται στο κέντρο VO₂ (1). Η δημιουργία

του κέντρου αυτού πραγματοποιείται κατά την αντίδραση $\text{VO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{VO}_2$.

Προχωρώντας σε υψηλότερες θερμοκρασίες και συγκεκριμένα στους 450°C το κέντρο VO_2 έχει αποκτήσει το μέγιστο ύψος ενώ παράλληλα αρχίζει να εμφανίζεται μία τριάδα κορυφών στις συχνότητες 899cm^{-1} , 962cm^{-1} και 993cm^{-1} (σχ.1e) οι οποίες αποδίδονται στο κέντρο VO_3 του οποίου η δημιουργία γίνεται κατά την αντίδραση $\text{VO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{VO}_3$. Μια άλλη κορυφή στα 978cm^{-1} που παρατηρείται στα φάσματα στην ίδια περιοχή θερμοκρασιών δεν έχει ακόμη ταυτοποιηθεί αλλά πιθανόν να οφείλεται σε κάποια τροποποιημένη δομή του VO_3 (4).



Σχ.4: Προτεινόμενη δομή κέντρου VO_4

Το επόμενο στάδιο της θερμοκρασιακής ανόπτυσης είναι η δημιουργία δύο νέων κορυφών στα 1032cm^{-1} και 1043cm^{-1} (σχ.1f) τις οποίες λόγω των ίδιων χαρακτηριστικών ανόπτυσης που παρουσιάζουν τις συνδέουμε με το κέντρο VO_4 ($\text{VO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{VO}_4$). Η προτεινόμενη δομή του κέντρου φαίνεται στο σχ.4. Το κέντρο αυτό έχει συμμετρία C_{1h} με αποτέλεσμα να είναι ενεργοί μόνο δύο κανονικοί τρόποι ταλάντωσης που έχουν τις παραπάνω συχνότητες. Οι αντίστοιχες κορυφές εξαφανίζονται περίπου στη θερμοκρασία των 660°C χωρίς πλέον να είναι εμφανής κάποια καινούρια κορυφή πέρα απ' αυτή₁ του οξυγόνου στα 1100cm^{-1} .

ΑΝΑΦΟΡΕΣ:

1. J.W.Corbett, G.D.Watkins, and R.S.McDoland, Phys.Rev.135, A1381 (1964)
2. Y.H.Lee, J.C.Corelli and J.W.Corbett, Phys.Lett. 60A, 55 (1977)
3. C.A.Londos, G.I.Georgiou, L.G.Fytros, and K. Papastergiou Phys.Rev. B (to be published, 1994)
4. J.L.Lindstrom and B.G.Svenson, MRS 59, 45 (1986)