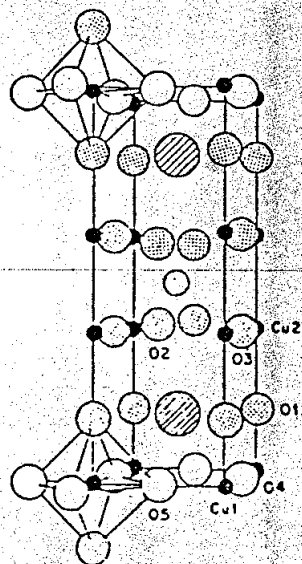
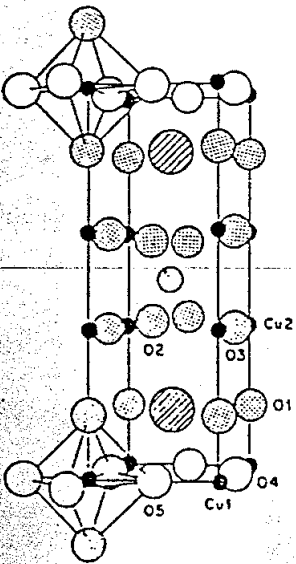
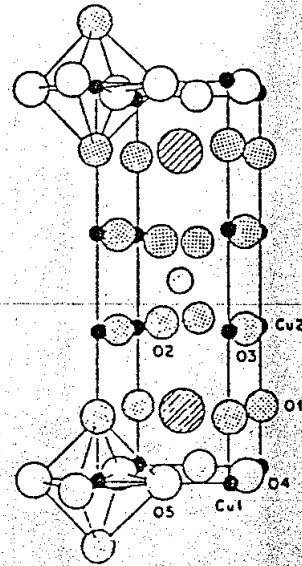
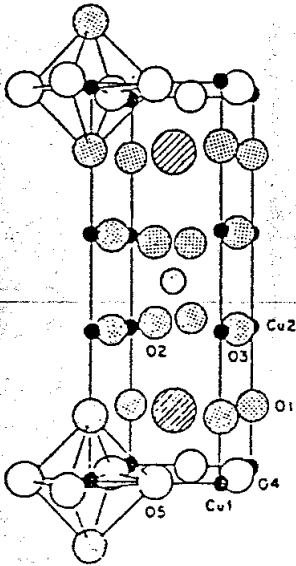


V Πανελλήνιο Συνέδριο  
ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ  
19-21 Σεπτεμβρίου 1989

# πρακτικά



Ξάνθη  
Πολυτεχνική Σχολή  
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΑΓΩΓΟΥ  $\text{Bi}_4\text{Sr}_{2.5}\text{Ca}_{2.5}\text{Cu}_4\text{O}_x$

Ε. Λιαροκάκης

Τομέας Φυσικής, ΕΜΠ, Αθήνα 157 73

Ε.Ι. Καμίτσος

Κέντρο Θεωρ. & Φυσικής Χημείας, ΕΙΕ, Λ. Βασ. Κων/νου 48, Αθήνα 11635

Θ. Λεβεντούρη\*

Τ. Φυσικής Στερεάς Κατ., Φυσικό Τμήμα, ΠΑ, Σόλωνος 104, Αθήνα 10680

\*παρούσα διεύθυνση: Physics Dep., FAU, Boca Raton, FL33431, USA

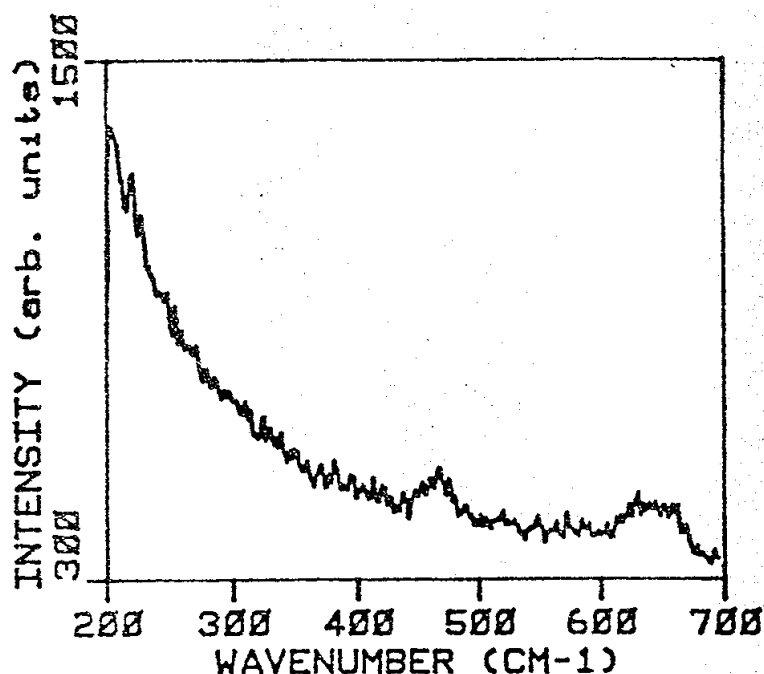
Περίληψη

Η παρασκευή υπεραγωγών της οικογένειας του βισμούθιου οδηγεί σε ένα αριθμό φάσεων με διάφορες στοιχειομετρίες και κρίσιμες θερμοκρασίες μεταβάσεως 80-110K. Η φάση που μελετάμε φασματοσκοπικώς είναι η  $\text{Bi}_4\text{Sr}_{2.5}\text{Ca}_{2.5}\text{Cu}_4\text{O}_x$  με  $T_c=80\text{K}$ . Μελέτη με ακτίνες X έδειξε ότι η φάση αυτή είναι παρόμοια με την (4334) ενώ η μεθοδολογία παρασκευής έχει εισαγάγει μικρό βαθμό επιλεκτικού προσανατολισμού. Τα φάσματα Raman έδειξαν δύο σχετικά ευρείες κορυφές στα  $630\text{cm}^{-1}$  και στα  $465\text{cm}^{-1}$ , που είναι χαρακτηριστικές για τις υπεραγώγιμες στοιχειομετρίες του υλικού, καθώς και μια λεπτή δομή στα  $220\text{cm}^{-1}$ . Η τελευταία είναι χαρακτηριστική της μη-υπεραγώγιμης στοιχειομετρίας  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Cu}_{1+y}\text{O}_3$ . Οι μετρήσεις far-infrared, μολονότι δεν έδωσαν περισσότερες πληροφορίες για τις ταλαντώσεις πλέγματος, έδειξαν μια τάση επιλεκτικού προσανατολισμού των μικροκρυσταλλιτών με τον άξονα c κατά τον άξονα συμπύεσης του υλικού.

Μια νέα φάση του υπεραγωγού Bi-Sr-Ca-Cu-O παρασκευάστηκε πρόσφατα, που όπως έδειξαν μετρήσεις μαγνήτισης παρουσιάζει θερμοκρασία μετάβασης  $T_c=80\text{K}$  [1]. Τα δείγματα αποτελούνται κύρια από μία φάση, όπως προέκυψε από μετρήσεις με ακτίνες X, και παρουσιάζουν μικρό βαθμό επιλεκτικού προσανατολισμού. Σχετικές λεπτομέρειες αναφέρονται αλλού [2].

Οι μετρήσεις Raman έγιναν με την βοήθεια ενός διπλού φασματομέτρου Spex 1403 εφοδιασμένου με ένα φωτοπολλαπλασιαστή RCA και με τα συνήδη ηλεκτρονικά για την ανίχνευση των φωτονίων. Ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής χρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Οι 514.5 και 530.9nm γραμμές των lasers  $\text{Ar}^+$  και  $\text{Kr}^+$  αντίστοιχα με ισχείς <200mW χρησιμοποιήθηκαν για την διέγερση του υλικού σε γεωμετρία οπισθοσκέδασης, ενώ ένα οπτικό φίλτρο απέκοπτε τις γραμμές πλάσματος της δέσμης. Η εστίαση στην φρεσκοκομμένη επιφάνεια του

δειγματος έγινε με την βοήθεια κυλινδρικού φακού για την αποφυγή της υπερβολικής θέρμανσης της επιφάνειας του υλικού. Η φασματική απόκριση του φασματομέτρου ήταν  $4\text{cm}^{-1}$ . Τυπικό φάσμα Raman του υπεραγωγού παρουσιάζεται στο Σχ.1 όπου διακρίνονται καθαρά δύο κορυφές στα  $465$  και  $630\text{cm}^{-1}$ , ενώ μια πιο ασθενική και λεπτή δομή υπάρχει κοντά στα  $220\text{cm}^{-1}$ .

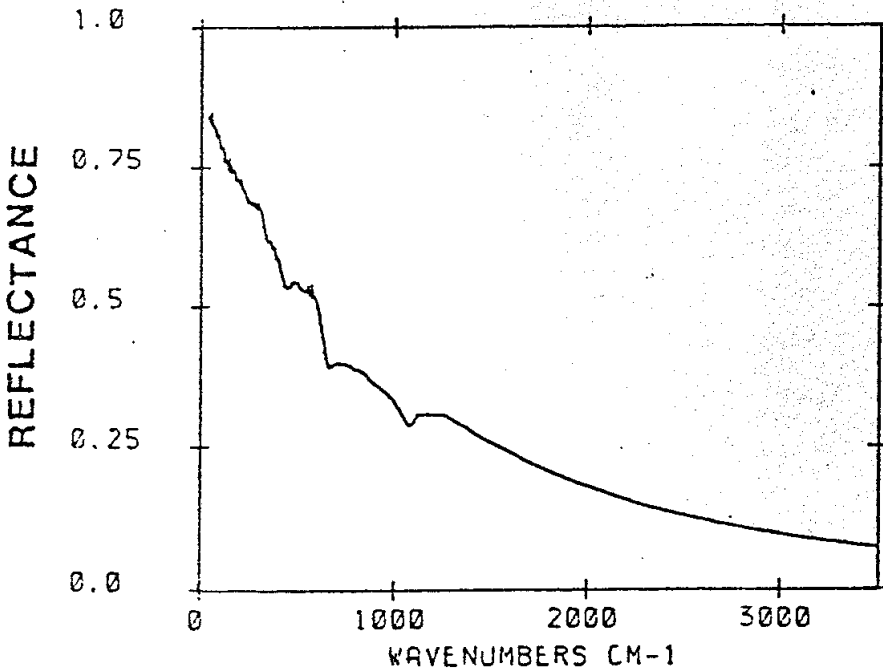


Σχ.1. Φάσμα Raman

Το φάσμα είναι παρόμοιο με τα φάσματα κεραμικών δειγμάτων της σύστασης  $\text{Bi}_2\text{Ca}_{1.5}\text{Sr}_{1.5}\text{Cu}_2\text{O}_x$  (2:1.5:1.5:2), της (2.2:1.1:1.7:2), ή της (4334) [3]. Από τις παραπάνω κορυφές οι δύο πρώτες οφείλονται σε φωνόνια συμμετρίας  $A_g$ , που αφορούν ταλαντώσεις κατά τον άξονα  $c$  του κρυστάλλου και αποτελούν κοινό χαρακτηριστικό για πολλές παρόμοιες συστάσεις [3,4]. Ειδικά όμως το φωνόνιο συχνότητας  $465\text{cm}^{-1}$  έχει αποδοθεί σε ταλαντώσεις των ατόμων οξυγόνου που συνδέουν τα επίπεδα  $\text{Cu-O}$  και αντιστοιχεί στην ταλάντωση των  $502\text{cm}^{-1}$  του υπεραγωγού  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  [4]. Το άλλο φωνόνιο συχνότητας  $630\text{cm}^{-1}$  συνδέεται με ταλαντώσεις του οξυγόνου που περικλείεται από 6 γειτονικά άτομα  $\text{Bi}$  και  $\text{Sr}$  [3,4]. Τέλος η κορυφή στα  $220\text{cm}^{-1}$  δεν έχει παρατηρηθεί σε καμιά υπεραγώγιμη φάση [3,4,5] και επομένως θα πρέπει να οφείλεται σε μικρή πρόσμειξη της μη-υπεραγώγιμης φάσης  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Cu}_{1+y}\text{O}_3$  [5] όπως ακριβώς αποδεικνύεται και από άλλες μετρήσεις [2]. Η μικρή της ένταση υποδηλώνει την παρουσία μικρής ποσότητας αυτής της φάσης.

Το φάσμα ανακλαστικότητας στο υπέρυθρο μετρήθηκε σε Fourier-transform φωτόμετρο κενού (Bruker 113v) εφοδιασμένο με εξάρτημα ανακλαστικότητας, και με σχεδόν κάθετη πρόσπτωση της IR

ακτινοβολίας στην επιφάνεια του δείγματος (γωνία πρόσπτωσης  $11^\circ$ ). Ο κατάλληλος συνδυασμός πηγών, ανιχνευτών και διαχωριστών δέσμης εξασφαλίζει ικανοποιητική κάλυψη της φασματικής περιοχής  $30-4000\text{ cm}^{-1}$  (far- και mid-infrared). Ένας καθρέπτης χρυσού μεγάλης ανακλαστικότητας χρησιμοποιήθηκε σαν αναφορά για την μέτρηση του φάσματος, το οποίο είναι ο μέσος όρος 200 επί μέρους φασμάτων με  $2\text{ cm}^{-1}$  φασματική διακριτικότητα.

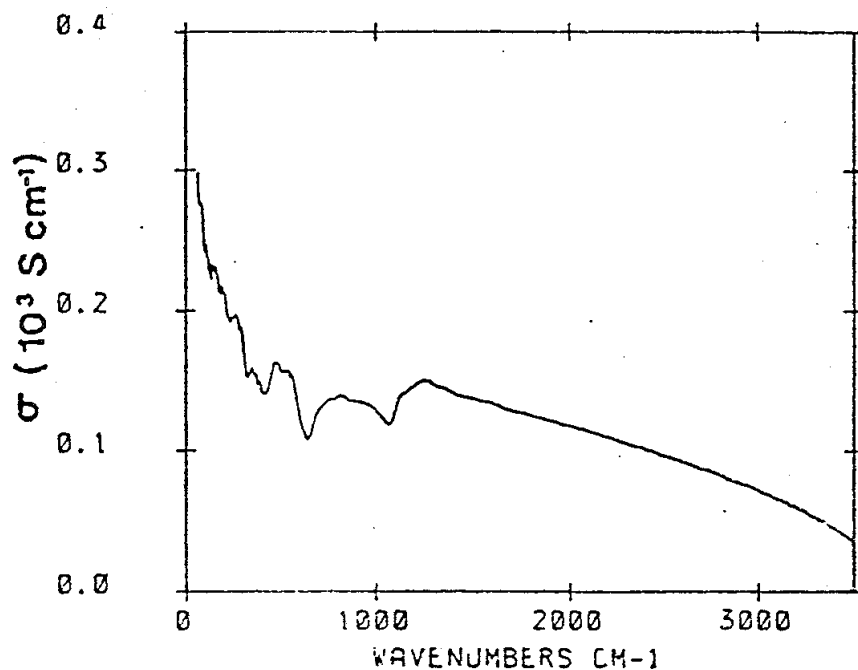


Σχ.2. Φάσμα ανακλαστικότητας στο υπέρυθρο.

Χαρακτηριστικό φάσμα ανακλαστικότητας παρουσιάζεται στο Σχ.2. Το far-IR μέρος του φάσματος είναι παρόμοιο με εκείνο της Αναφ.6 με τις χαρακτηριστικές δομές στα  $300$  και  $500\text{ cm}^{-1}$ . Σημειώνεται ότι η χαμηλότερη τιμή ανακλαστικότητας του φάσματος του Σχ.2 οφείλεται πιθανά στην φύση του δείγματός μας (διοκίο), σε σχέση με αυτό των μονοκρυστάλλων της [6]. Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι ο εν λόγω μονοκρύσταλλος ήταν προσανατολισμένος με το a-b επίπεδο κάθετο προς την προσπίπτουσα δέσμη, συμπεραίνεται ότι παρόμοιος (μερικός) προσανατολισμός υπάρχει και στα υπό μελέτη δείγματα. Παρατηρείται ότι το φάσμα του Σχ.2, όπως και αυτό της [6], δεν δείχνει την παρουσία καλά καθορισμένων φωνονίων, σε αντίθεση με την συμπεριφορά υπεραγωγών του τύπου Y-Ba-Cu-O [7,8].

Το φάσμα αγωγιμότητας του υλικού υπολογίζεται με ανάλυση Kramers-Kronig του φάσματος ανακλαστικότητας του Σχ.2 και παρουσιάζεται στο Σχ.3. Η μεγάλη αύξηση της  $\sigma(\omega)$  σε χαμηλές συχνότητες μπορεί να αποδοθεί σε συμπεριφορά τύπου Drude, ενώ η αιτία της σημαντικής απορρόφησης σε υψηλές συχνότητες ( $>500\text{ cm}^{-1}$ )

δεν έχει γίνει μέχρι τώρα κατανοητή [6].



Σχ.3. Φάσμα αγωγιμότητας.

#### Αναφορές

- [1] Th. Leventouri, N. Guskos, M. Calamiotou, O. Papageorgiou, S. Paraskevas, and V. Perdikatsis, to be published.
- [2] Ν. Γκούσκος, Μ. Καλαμιώτου, Θ. Λεβεντούρη, Ο. Παπαγεωργίου, και Σ. Παρασκευάς, Ανακοιν. στο (διο Συνέδριο.
- [3] M. Stavola, D.M. Krol, L.F. Schneemeyer, S.A. Sunshine, R.M. Fleming, J.V. Waszczak, and S.G. Kosinski, Phys. Rev. B38, 5110 (1988).
- [4] G. Burns, P. Strobel, G.V. Chandrashekar, F.M. Dacol, F. Holtzberg, and M.W. Shafer, Phys. Rev. B39, 2245 (1989).
- [5] V.G. Hadjiev and M.N. Iliev, to appear in Physica C.
- [6] M. Reedyk, D.A. Bonn, J.D. Garrett, J.E. Greedan, C.V. Stager, T. Timusk, K. Kamaras, and D.B. Tanner, Phys. Rev. B38, 11981 (1988).
- [7] D.A. Bonn, A.H. O'Reilly, J.E. Greedan, C.V. Stager, T. Timusk, K. Kamaras, and D.B. Tanner, Phys. Rev. B37, 1574 (1988).
- [8] E. Liarokapis, E.I. Kamitsos, Th. Leventouri, and F.D. Medina, Physica C157, 551 (1989).