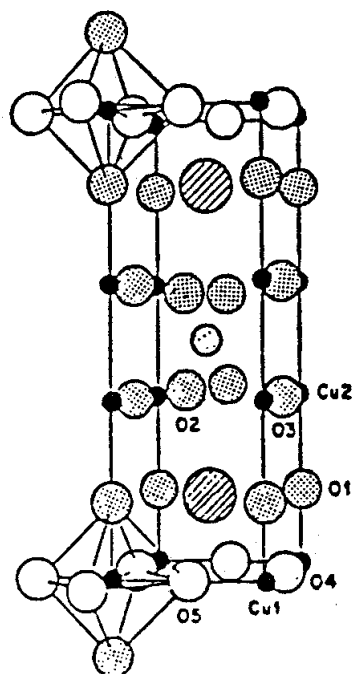


IV Πανελλήνιο Συνέδριο
ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

20 - 23 Σεπτεμβρίου 1988



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Αθήνα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΕΩΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΥΠΕΡΑΓΩΓΟΥΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ
Y-Ba-Cu-O ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ FAR-INFRARED.

Ε.Ι.Καμίτσος*, Χρ.Συμεωνίδης** και Θ.Λεβεντούρη**

* Κέντρο Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών,
Λ.Βασ.Κωνσταντίνου 48, Αθήνα 116 35.

** Τομέας Φυσικής Στερεάς Καταστάσεως, Φυσικό Τμήμα Πανεπιστη-
μίου Αθηνών, Σόλωνος 104, Αθήνα 106 80.

Περίληψη. Η φασματοσκοπία ανακλάσεως στο far-IR εφαρμόστηκε χιά την μελέτη της επιδράσεως μεταβλητών συνθηκών μηχανικής και θερμικής επεξεργασίας κατά την παρασκευή υπεραγωγών του τύπου Y-Ba-Cu-O. Βρέθηκε ότι η αύξηση του αριθμού κονιοποιήσεων και του χρόνου θερμικής επεξεργασίας προκαλεί προσανατολισμό των μικροκρυσταλλιτών, έτσι ώστε το a-b επίπεδο να είναι σχεδόν παράλληλο προς την μεγάλη επιφάνεια του δείγματος .

Abstract. The far-IR reflectance spectra of high T_c superconductors of the type Y-Ba-Cu-O were measured to elucidate the influence of sample processing. It was observed that the increment of the number of grinding and thermal treatment cycles causes a progressive alignment of microcrystallites with their a-b planes being parallel to the sample surface.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεθοδολογία παρασκευής υπεραγωγών υψηλών θερμοκρασιών είναι καθοριστική χιά τις ιδιότητές τους. Μεταβλητές συνθήκες κατά την παρασκευή των δειγμάτων μας, σύμφωνα με την μέθοδο αντιδράσεως στερεάς καταστάσεως, είναι ο αριθμός κονιοποιήσεων και ο χρόνος θερμικής επεξεργασίας (1). Μετρήσεις αγωγιμότητας έδειξαν ότι όλα τα δείγματα είναι υπεραγωγίμα με $T_c > 90K$, και η μελέτη τους με ακτίνες X παρουσίασε μιά ισχυρή εξάρτηση της εντάσεως χαρακτηριστικών γραμμών περιθλάσεως από τις συνθήκες

παρασκευής (1). Συγκεκριμένα, αύξηση των κύκλων μηχανικής και θερμικής επεξεργασίας φάνηκε να προκαλεί έντονη αύξηση της εντάσεως ορισμένων γραμμών περιθλάσεως. Γιά την κατανόηση του φαινομένου αυτού μελετήθηκαν τα φάσματα ανακλαστικότητας στο far-infrared, μιά και είναι γνωστό ότι η φασματοσκοπία ανακλάσεως είναι πολύ ευαίσθητη στις ιδιότητες της επιφάνειας του δείγματος. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία.

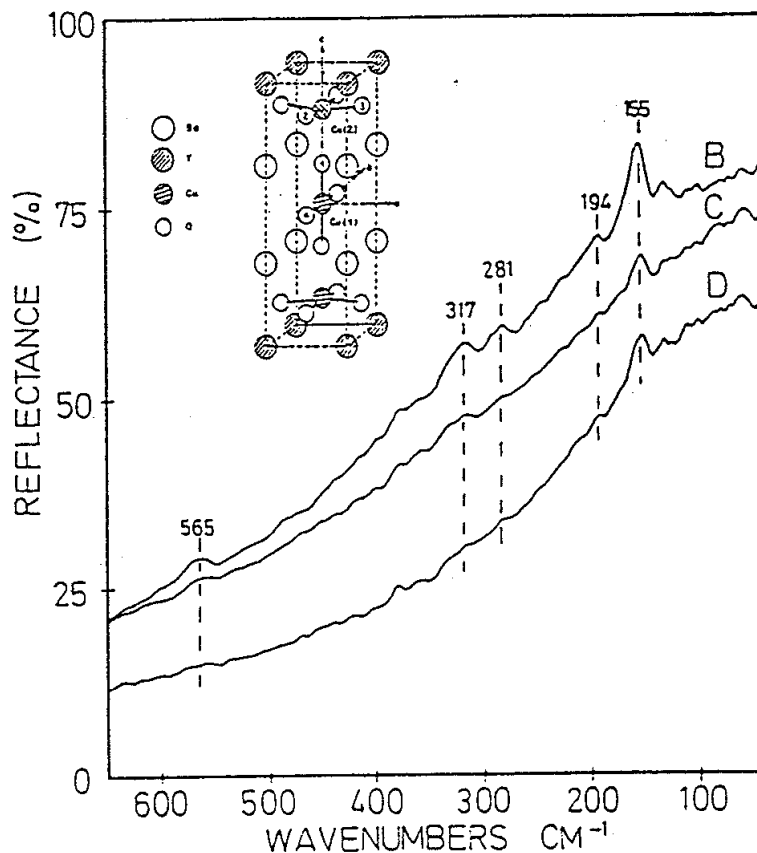
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν την μορφή δισκίων, είναι δε εκείνα στα οποία έγιναν οι μετρήσεις αγωγιμότητας και περιθλάσεως ακτίνων X (1). Το δείγμα Β έχει υποστεί ένα κύκλο μηχανικής και θερμικής επεξεργασίας, ενώ τα δείγματα C και D υπέστησαν δύο και τρεις κύκλους αντίστοιχα.

Τα φάσματα ανακλαστικότητας μετρήθηκαν σε ένα fourier-transform φωτόμετρο (Bruker113ν), το οποίο ήταν εφουδιασμένο με το κατάλληλο εξάρτημα ανακλαστικότητας, επιτρέποντας σχεδόν κάθετη πρόσπτωση της ακτινοβολίας στην επιφάνεια του δείγματος. Οι μετρήσεις έγιναν ως προς ένα καθαρήτη χρυσού μεγάλης ανακλαστικότητας, και κάθε φάσμα αποτελεί τον μέσο όρο 200 επιμέρους φασμάτων μετρημένων με 2 cm^{-1} φασματική διακριτικότητα, σε θερμοκρασία δωματίου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα φάσματα ανακλαστικότητας των τριών δειγμάτων παρουσιάζονται στην Εικ.1, όπου φαίνεται μιά συστηματική αύξηση της ανακλαστικότητας σε χαμηλές συχνότητες. Παρόμοια φασματική συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί και σε άλλα υπεραχώχιμα δείγματα του τύπου $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (2-4), τα οποία όμως παρασκευάσθησαν υπό διαφορετικές συνθήκες. Η σημαντική ελάττωση της ανακλαστικότητας γιά συχνότητες μεγαλύτερες των 500 cm^{-1} περίπου, έχει πρόσφατα αποδοθεί στην ύπαρξη μιάς δονήσεως πλάσματος των υπεραχώχιμων ηλεκτρονίων, η οποία ουσιαστικά είναι υπεύθυνη γιά την σχεδόν συνολική απορρόφηση γιά συχνότητες πάνω από το κατώφλι πλάσματος ($\sim 500 \text{ cm}^{-1}$) (5).



Εικ.1.Φάσματα ανακλαστικότητας στο far-IR των υπεραγωγικών δειγμάτων B,C,D. Στο ένθετο δίδεται η στοιχειώδης κυψελίδα της ορθορομβικής φάσεως $YBa_2Cu_3O_7$ (8).

Η θεωρία ομάδων προβλέπει για την ορθορομβική δομή $YBa_2Cu_3O_7$ 21 φωνόνια ενεργά στο infrared (4). Στην Εικ.1 οι πιο έντονες κορυφές στην καμπύλη ανακλαστικότητας φαίνονται στα 155, 194, 281, 317 και 565 cm^{-1} . Ο περιορισμένος αυτός αριθμός φωνονίων οφείλεται πιθανόν στις υπεραγωγικές ιδιότητες των δειγμάτων κατά το επίπεδο a-b. Έτσι, περιορίζεται κατά πολύ η αλληλεπίδραση της IR ακτινοβολίας με τις δονήσεις που είναι πολωμένες στο a-b επίπεδο με αποτέλεσμα οι ασθενέστερες απ'αυτές να εξαφανίζονται τελείως. Ενώ η συχνότητα των φωνονίων δεν μεταβάλλεται, η σχετική τους ένταση φαίνεται να εξαρτάται από το συγκεκριμένο δείγμα (Εικ.1). Για την κατανόηση αυτής της εξάρτησης είναι απαραίτητο να αναφέρουμε σε συντομία το είδος των δονήσεων στις οποίες οφείλονται τα παραπάνω φωνόνια.

Η πιο ισχυρή κορυφή στα 155 cm^{-1} έχει αποδοθεί από τους Crawford et al (4) στην δόνηση κάμψης των αλυσίδων $Cu(1)-O(4)$, βάσει κυρίως της παρατηρήσεως ότι η έντασή της αυξάνει με αύξηση της συκέντρωσης σε οξυγόνο. Πρόσφατα, η ίδια κορυφή έχει αποδοθεί από τους Cardona et al (6) στην δόνηση των ατόμων Ba. Και

στις δύο περιπτώσεις (4,6) η δόνηση θεωρείται κυρίως πολωμένη στο επίπεδο a-b. Η κορυφή στα 194 cm^{-1} οφείλεται στην δόνηση των ατόμων Y, πλὴν ὅμως δεν υπάρχει συμφωνία γιὰ την πόλωση της. Ἐτσι, θεωρείται πολωμένη κατὰ τον ἄξονα c (4) ἢ κατὰ το επίπεδο a-b (6). Οι κορυφές στα 281 και 317 cm^{-1} οφείλονται πιθανῶς στις δονήσεις κάμψεως των Cu(2)-O(2,3) (4-8). Η κορυφή στα 565 cm^{-1} ἔχει αποδοθῆι στην ασύμμετρη εκτατική ταλάντωση των Cu(1)-O(1), η οποία εἶναι ισχυρά πολωμένη κατὰ του ἄξονα c (4-9). Δεδομένου ὅτι το ηλεκτρικό πεδίο της IR ακτινοβολίας εἶναι σχεδόν παράλληλο προς την επιφάνεια του δείγματος, η βαθμιαία ελάττωση της εντάσεως του 565 cm^{-1} φωνονίου εἶναι ενδεικτική της ὑπαρξης προσανατολισμοῦ των μικροκρυσταλλιτῶν που βρίσκονται τουλάχιστον κοντά στην επιφάνεια. Συγκεκριμένα, φαίνεται να προσανατολίζονται με το επίπεδο a-b παράλληλο προς την μεγάλη επιφάνεια του δείγματος. Το γεγονός ὅτι το φωνόνιο στα 155 cm^{-1} εἶναι το μόνο που φαίνεται καθαρά στο δείγμα D, εἶναι σε συμφωνία με την παραπάνω θεώρηση. Τα φάσματα επομένως της Εικ.1, δείχνουν ὅτι η αύξηση των κύκλων μηχανικῆς και θερμικῆς επεξεργασίας των υπεραχώχιμων δειγμάτων ἐπιφέρουν ἕνα συστηματικό προσανατολισμό, τουλάχιστον στην επιφάνεια των δειγμάτων κάθετα προς τον ἄξονα συμπίεσεως του δείγματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Th.Leventouri, Modern Physics Lett., B2(9), in press.;
Θ.Λεβεντούρη, Μ.Καλαμιώτου, Ο.Παπαγεωργίου και Β.Περδικάτης, Πρακτικά Δ' Πανελλήν. Συνεδρ. Φυσικῆς Στερεᾶς Καταστάσεως, Αθήνα 20-23 Σεπτεμβρίου 1988.
2. J.M.Wrobel, S.Wang, S.Gygax, B.P.Clayman and L.K.Peterson, Phys.Rev. B36, 2368(1987).
3. G.A.Thomas, H.K.Ng, A.J.Millis, R.N.Bhatt, R.J.Cava, E.A.Rietman, D.W.Johnson, G.P.Espinosa and J.M.Vandenberg, Phys.Rev. B36, 846(1987).
4. M.K.Crawford, W.E.Farneth, R.K.Bordia, and E.M.McCarron, Phys.Rev. B37, 3371(1988).
5. D.B.Tanner, S.L.Herr, K.Kamaras, C.D.Porter, T.Timusk, D.A.Bonn, J.D.Garrett, J.E.Greedan, C.V.Stager, M.Reedyk, S.Etemad and S.W.Chan, Synthetic Metals, in press.
6. M.Cardona, C.Genzel, R.Liu, A.Wittlin, H.J.Mattausch, F.Garcia-Alvarado and E.Garcia-Gonzalez, Solid State Commun., 64, 727(1987).
7. M.Stavola, D.M.Krol, W.Weber, S.Sunshine, A.Janaraman, G.A.Kourouklis, R.J.Cava and E.A.Rietman, Phys.Rev. B36, 850(1987).
8. G.A.Kourouklis, A.Jayaraman, B.Batlogg, R.J.Cava, M.Stavola, D.M.Krol, E.A.Rietman and L.F.Schneemeyer, Phys.Rev. B36, 8320(1987).
9. 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).