

Das bezeichnen wir «*Pol der Verformungen*».

Für $\omega=0$ Die Nulllinie nimmt die bekannte Form:

$$x_s = \frac{h_d}{1+e} = v_1 d \quad (10)$$

$$\text{Für } \omega = \pi/2 \quad y_s = \frac{h_b}{1+e} = v_2 d$$

Demgemäss der Pol der Verformungen S, der Schnittpunkt der zwei bekannten und dem gleichen Verhältniss e, infolge symmetrischer Biegung nach der X bzw. Y-Achse entsprechenden Nulllinien ist.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ. — Έπίδρασις τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῶν συνθηκῶν ἀνορθώσεως τῶν φωρατῶν θειούχου χαλκοῦ, ὑπὸ Μιχ. Ἀθ. Ἀναστασιάδου καὶ Ἰακώβου Βούτου*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Βασ. Αἰγινήτου.

Εἰς παλαιότερας ἀνακοινώσεις ὁ ἕτερος ἐξ ἡμῶν ἐμελέτησε τὴν ἀνώμαλον συμπεριφορὰν ἀνορθώσεως ἀνορθωτικοῦ συστήματος, ἀποτελουμένου ἐξ ἀκίδος ἐν ἐπαφῇ πρὸς κρύσταλλον κοβελλίτου, χαλκοσίνου ἢ καὶ πρὸς δισκίον ἐκ πεπιεσμένης κόνεως καθαροῦ CuS. Ἡ ἀνόρθωσις, τελουμένη ἀρχικῶς κατὰ τὴν φορὰν μέταλλον ἡμιαγωγός, ἀνέστρεφε διεύθυνσιν εὐθὺς ὡς ὑπερέβαινε τις κρίσιμόν τι δυναμικόν, εὐρισκόμενον εἰς τὴν γειτονίαν τῶν 0,3 Volt.

Ἐν τῇ παρουσίᾳ μελέτη ἐπεχειρήσαμεν τὸν πειραματικὸν ἔλεγχον τῆς συμπεριφορᾶς τοιοῦτου ἀνορθωτικοῦ συστήματος συναρτήσῃ τῆς θερμοκρασίας.

Ἐξαιρέσει τῆς κόνεως χημικῶς καθαροῦ CuS, τόσον ὁ κοβελλίτης ὅστις ἀποτελεῖ τὴν ἐν τῇ φύσει κρυσταλλικὴν μορφήν τοῦ CuS, ὅσον καὶ ὁ χαλκοσίνης, ὅστις εἶναι ἡ κρυσταλλικὴ μορφή τοῦ Cu₂S οὐδέποτε ἐμφανίζονται ἐστερημένοι προσμειξέως τοῦ ἑτέρου τῶν ἀλάτων.

Ὁ CuS εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν παρουσιάζει λίαν χαμηλὴν εἰδικὴν ἀντίστασιν ἴσην πρὸς $\rho = 42 \cdot 10^{-6} \text{ohm/cm}$. (εἰδικὴ ἀντίστασις χαλκοῦ $\rho = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ohm/cm}$). Ἐν ἀντιθέσει πρὸς αὐτὸν ὁ Cu₂S παρουσιάζει εἰδικὴν ἀντίστασιν κατὰ πολὺ σημαντικωτέραν καὶ ἴσην πρὸς $\rho = 10^2$. Περαιτέρω ὁ CuS ἄγει κατὰ μηχανισμόν καθαρᾶς ἠλεκτρονικῆς ἀγωγιμότητος, ἐνῶ ὁ Cu₂S παρουσιάζει ἠλεκτρολυτικὴν ἀγωγιμότητα.

Εἰς τὰ μελετηθέντα συστήματα ἀνορθώσεως διὰ κοβελλίτου καὶ χαλκοσίνου ἀνεζητήθη ἐν πρώτοις ἡ ἡμιαγωγίμος συμπεριφορὰ τοῦ συστήματος. Τοιαύτη συμπεριφορὰ ὀφείλει νὰ σημειώνεται, ὅταν αὐξάνῃ ἡ ἀγωγιμότης τοῦ ἡμιαγωγοῦ, αὐξανόμε-

* MICHEL ANASTASSIADÈS et JACQUES VOUTOS, Influence de la temperature sur les conditions de la rectifications d'un contact métal-sulfure cuivrique.

νης τῆς θερμοκρασίας. Κατὰ τὸν Yokota ὁ β-Cu₂S παρουσιάζει συμπεριφορὰν ἡμιαγωγῶ τύπου p. Θὰ ἔδει συνεπῶς λόγω τῶν προσμείξεων τοῦ Cu₂S τόσον εἰς τὸν κοβελλίτην ὅσον καὶ εἰς τὸν χαλκοσίτην νὰ σημειώνονται αὐξήσεις τῆς ἀγωγιμότητος τῶν ἡμιαγωγῶν τούτων μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

Πρὸς πειραματικὸν ἔλεγχον τῆς ἡμιαγωγίμου αὐτῆς συμπεριφορᾶς ἐχρησιμοποιήθη κατάλληλον θερμοστατικὸν δοχεῖον ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐτοποθετήθη τὸ ἀνορθωτικὸν σύστημα. Ἡ περιοχὴ μεταβολῆς θερμοκρασιῶν ἐξικνεῖτο ἀπὸ +150° ἕως -80°. Τὰ μελετηθέντα ἀνορθωτικὰ συστήματα ἀπετελοῦντο ἀπὸ ἡμιαγωγὸν κοβελλίτην ἢ χαλκοσίτην καὶ ἀκίδα ἐκ χαλκοῦ, βολφραμίου, λευκοχρόσου ἢ κασσιτέρου. Ἄριστα ἀνορθωτικὰ ἀποτελέσματα ἐσημειοῦντο κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν παχέων ἀκίδων ἐκ χαλκοῦ, διαμέτρου μερικῶν χιλιοστῶν. Κρύσταλλος καὶ ἀκίς ἐφέροντο ἐπὶ καταλλήλου μικροχειριστοῦ, ἐπιτρέποντος μικρομετρικὰς μετακινήσεις τῆς ἀκίδος εἰς τὰς καταλλήλους ἐνεργοὺς περιοχὰς τοῦ κρυστάλλου.

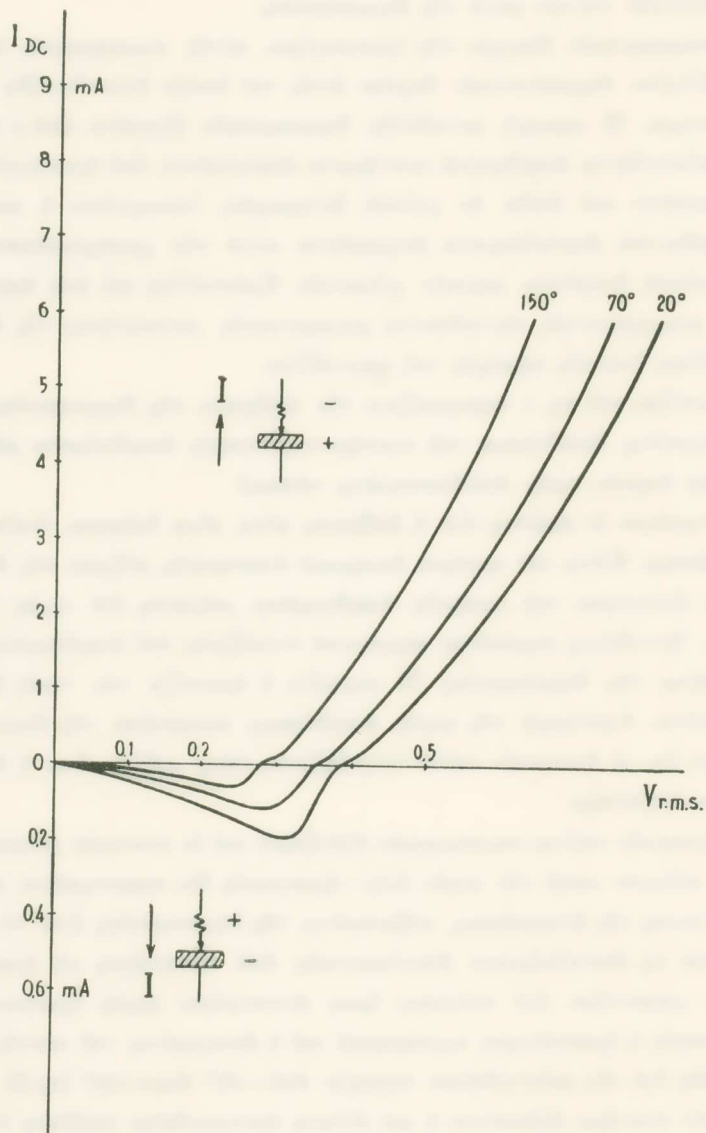
Αἱ καμπύλαι τοῦ σχ. 1 παρουσιάζουν τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῆς δυναμικῆς καμπύλης ἀνορθώσεως τοῦ συστήματος (συνεχῆς ἀνορθούμενον ρεῦμα πρὸς ἐφαρμοζομένην ἐνεργὸν τιμὴν ἐναλλασσομένης τάσεως).

Παρατηροῦμεν ἐν πρώτοις ὅτι ἡ ἐπίδρασις αὕτη εἶναι διάφορος ἀναλόγως τῆς φορᾶς ἀνορθώσεως. Κάτω τοῦ κρισίμου δυναμικοῦ ἀναστροφῆς, αὐξήσεις τῆς θερμοκρασίας ἐπιφέρει ἐλάττωσιν τοῦ συνεχοῦς ἀνορθουμένου ρεύματος διὰ τιμὰς ἀνωτέρας τῆς κρισίμου. Ἀντιθέτως σημειοῦται σημαντικὴ συναύξησις τοῦ ἀνορθουμένου ρεύματος αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας. Ἡ καμπύλη 2 ἐμφανίζει τὰς τιμὰς δυναμικοῦ δι' ἃς σημειοῦται ἀναστροφή τῆς φορᾶς ἀνορθώσεως συναρτήσῃ τῆς θερμοκρασίας. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ δυναμικὸν τοῦτο ὑποβιβάζεται τὸσῶ μᾶλλον ὅσον ἡ θερμοκρασία ἀποβαίνει ὑψηλοτέρα.

Τὴν δυναμικὴν αὐτὴν συμπεριφορὰν ἠλέγξαμεν καὶ ἐκ στατικῶν μετρήσεων. Καὶ διὰ μὲν τὴν πόλωσιν κατὰ τὴν φορὰν ἀκίς—ἡμιαγωγός δὲν παρατηρεῖται παρὰ ἐλαφρά τις ἐλάττωσις τῆς ἀντιστάσεως, αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας, ἥτοι τὸ σύστημα συμπεριφέρεται ὡς ἀποτελούμενον ἀποκλειστικῶς ἀπὸ ἀντιστάσεως μὴ ἐμφανιζούσας ἡμιαγωγίμον χαρακτῆρα. Διὰ πολώσεις ὅμως ἀντιστρόφου φορᾶς ἡμιαγωγός—ἀκίς ἐκδηλοῦται σαφῆς ἡ ἡμιαγωγίμος συμπεριφορὰ καὶ ἡ ἀγωγιμότης τοῦ συστήματος αὐξάνει οὐσιωδῶς διὰ τὴν μελετηθεῖσαν περιοχὴν ἀπὸ -80° ἕως +150° (σχ.3).

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω βεβαιοῦται ἡ καὶ ἄλλοτε διατυπωθεῖσα ὑπόθεσις ὅτι τὰ συστήματα ἀνορθώσεως διὰ θειοῦχου χαλκοῦ παρουσιάζουν ἀνώμαλον φορὰν ἀνορθώσεως λόγω τῆς διαφορικῆς δράσεως δύο ἐπαφῶν ἐν σειρᾷ καὶ ἀντιθέσει ἐξ ὧν ἡ πρώτη ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν ἀκίδα ἐν ἐπαφῇ πρὸς τὸν κρύσταλλον, ἡ δευτέρα δὲ ἀπὸ τὸν κρύσταλλον ἐν ἐπαφῇ πρὸς τὸν τερματίζοντα πᾶν ἀνορθωτικὸν σύστημα ὑποδοχέα.

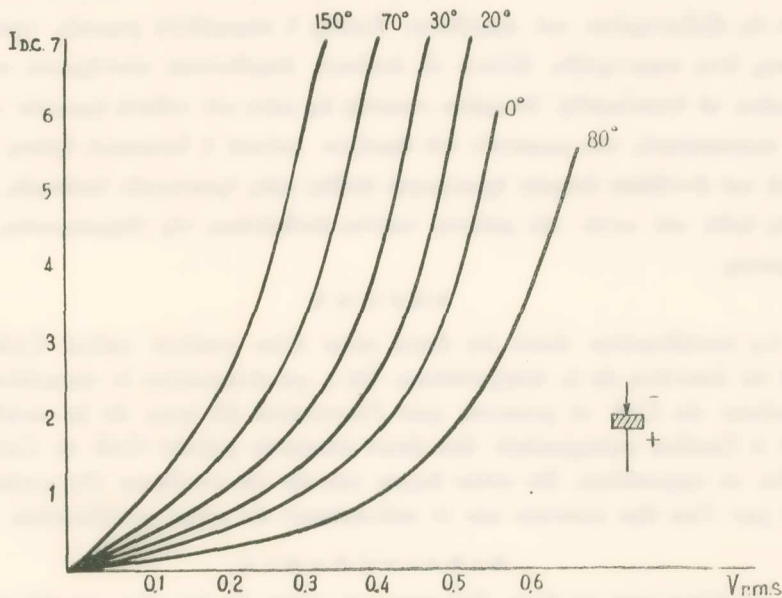
Κατά την υπόθεσιν ἡμῶν τὸ σύστημα ἀνορθώνει ἀρχικῶς διὰ μόνης τῆς ἐπαφῆς ἀκίδος—κρυστάλλου, ἥτις ὅμως καταστρέφεται διὰ σχετικῶς χαμηλὰ δυναμικὰ ($V=0,3$ Volts). Ἀκολουθεῖ τότε ἡ δρᾶσις τῆς ἐπαφῆς κρυστάλλου ὑποδοχέως, ἥτις



Σχ. 1.

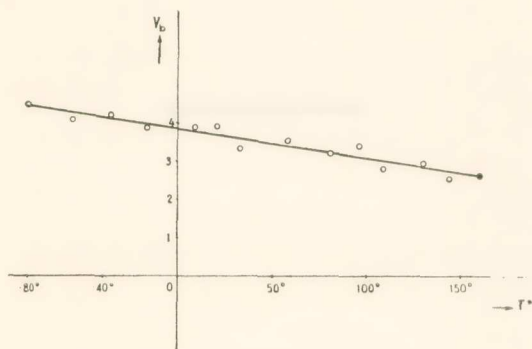
οὔσα κατὰ πολὺ μεγαλύτερας ἐπιφανείας ἀπαιτεῖ ὑψηλοτέρας τιμὰς πυκνότητος πεδίου διὰ νὰ ἐκδηλωθῇ.

Ἡ ἐπιτάχυνσις κατὰ ταῦτα τῆς ἀναστροφῆς, αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας (1) ἐξηγεῖται ἐκ τοῦ λόγου ὅτι ἡ ἐπαφὴ ἀκίς—κρύσταλλος καταστρέφεται διὰ τὸσον χα-



Σχ. 2.

μηλότερα δυναμικά, ὅσον ἡ ἐξωτερικὴ θερμοκρασία εἶναι ἀνωτέρα. Ἡ ἐξέλιξις ἐπίσης τῶν καμπύλων τοῦ σχ. 2 ἐρμηνεύεται ἐπίσης ἐκ τῆς διαφορικῆς δράσεως τῶν δύο ἐν ἀντιθέσει καὶ ἐν σειρᾷ ἐπαφῶν, ἐνῶ ἡ καμπύλη 3 πείθει περὶ τοῦ ἡμιαγωγίμου χαρα-



Σχ. 3.

κτῆρος τοῦ μελετηθέντος συστήματος, λόγω τῆς καθυστέρησεως τοῦ δυναμικοῦ ἀναστροφῆς μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

Ἄλλαι πιθαναὶ ἐρμηνεῖαι τοῦ φαινομένου, ὡς ὀφειλομένου π. χ. εἰς μεταβολὰς τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος τοῦ ἡμιαγωγοῦ ἐμφανίζοντος ἀρχικῶς ἀγωγιμότητα τύπου ρ, ἀκολούθως δὲ τύπου π συναρτῆσει τῶν αὐξανομένων δυναμικῶν, κρίνονται μᾶλλον ὡς ἐξεζητημένοι καὶ ἀμφίβολοι. Ἐπίσης ἡ παρεμβολὴ χημικῆς τοπικῆς ἀλλοιώσεως, ἣτις παρατηρήθη ἄλλοτε εἰς ἀνάλογα ἀνορθωτικὰ συστήματα, πρέπει ἐν προκειμένῳ νὰ ἀποκλεισθῆ. Ἀπομένει συνεπῶς ὡς μόνη καὶ πιθανὴ ἐρμηνεῖα τῆς ἀνωμάλου συμπεριφορᾶς τῶν φωρατῶν διὰ θειούχου χαλκοῦ ἢ διαφορικῆ δρᾶσις τῶν δύο ἐν σειρᾷ καὶ ἀντιθέσει ἐπαφῶν ἡμιαγωγοῦ ἀκίδος πρὸς ἡμιαγωγὸν ὑποδοχέα, ἐλεγχομένη ὡς ὀρθῆ καὶ κατὰ τὴν μελέτην ταύτην ἐπιδράσεως τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τοῦ συστήματος.

R É S U M É

La rectification dans les deux sens d'un contact métal-CuS a été étudié en fonction de la température. On a pu démontrer le caractère semi-conducteur du CuS et prouver que l'inversion dû sens de la rectification est dû à l'action antagoniste des deux contacts pointe-CuS et CuS-base, en série et opposition. De cette façon encore on confirme l'hypothèse formulée par l'un des auteurs sur le mécanisme de cette rectification.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΜΙΧ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΟΥ καὶ ΗΛΙΑ, Πάλμογραφικὴ μελέτη τῆς ἀνωμάλου ἀνορθώσεως ἀνορθωτικῶν συστημάτων θειούχου χαλκοῦ. *Πρακτ. τῆς Ἀκαδ. Ἀθηνῶν*, 28 (1953) σ. 311 κ. ἐξ.
2. YOKOTA, *Jour. of Phys. Soc. Japan* 8, N 5, 1953, p. 595.
3. LARK-HOROVITCH, *Phys. Review* 73 A (1948), 1256.
4. ΜΙΧ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΟΥ, ἐν *Comptes - Rendus Academie Paris*, 197, 1933, pp. 677, 397.