

AUFLICHTOPTISCHE UNTERSUCHUNGEN VON MARKASIT

von

T. Drapela *)

(eingelangt am 6. Mai 1988)

Zusammenfassung

Das Reflexionsvermögen von Markasit wurde in Luft und Immersionsöl von 400 bis 700 nm in Abständen von je 20 nm, sowie bei den Standardwellenlängen (IMA/COM) mit polarisiertem Licht gemessen. Die Messungen wurden an orientierten Platten (010) und (001) durchgeführt. Von den gemessenen Werten R_a , R_b , R_c und imR_a , imR_b , imR_c wurden die optischen Konstanten berechnet. Ein Reflexionsmaximum im mittleren Wellenlängenbereich ist auf erhöhte Werte der Absorptionskoeffizienten zurückzuführen. Die Brechungsindizes zeigen ein "isotropes" Verhalten im gesamten sichtbaren Wellenlängenbereich.

Summary

Reflected light investigations of marcasite

The reflectances of marcasite were measured in air and immersion oil with polarized light from 400 to 700 nm in steps of 20 nm and at standard wavelengths (IMA/COM). The measurements were performed on oriented sections (010) and (001). From the measured values of R_a , R_b , R_c and imR_a , imR_b , imR_c the optical constants were calculated. A reflectance maximum in the middle wavelengths range is due to increasing values of the absorption coefficients. The indices of refraction show a nearly "isotrop" behaviour in the whole visible wavelengths range.

Einleitung

Reflexionswerte von Markasit im sichtbaren Wellenlängenbereich sind sowohl in Luft als auch in Öl bekannt, es existierten jedoch keine Messungen an röntgenografisch orientierten Kristallen. Die Problemstellung der vorliegenden Arbeit war es somit, Reflexionsmessungen von 400 bis 700 nm an orientiert geschliffenen Kristallflächen durchzuführen. Von 440 bis 760 nm gibt VJALSOV (1973) Reflexionswerte in Luft für R_a , R_m , R_p an, weitere Messungen in Luft finden sich bei UYTENBOGAARDT und BÜRKE (1971) sowie bei PICOT und JOHAN (1982). Reflexionsmessungen in Luft und Öl sind von CRIDDLE und STANLEY (1986) bekannt, wobei nur Werte für R_a und R_p angegeben werden. Als Probe für die vorliegende Arbeit wurde ein reiner Markasitkristall von Vintřov (Sokolov Braunkohlebecken), CSSR gewählt. Eine Mikrosondenanalyse ergab eine chemische Zusammensetzung von Fe: 46,6 (Gew.%) und S: 54,1 (Gew.%). Co, Ni, As, Se, Te konnten in der Probe nicht nachgewiesen werden (Nachweisgrenze ungefähr 0,1 Gew.%). Als Standard wurden Pyrit, Arsenopyrit und Reinstmetallstandards verwendet.

*) Anschrift des Verfassers:

Thomas Drapela

Institut für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien

Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien

Experimentelles

Zwei Platten (010) und (001) wurden aus einem etwa 15 mm großen Einkristall geschnitten und röntgenografisch mit einer Genauigkeit von $\pm 2^\circ$ Abweichung in Bezug auf die Gitterkonstanten a_0, b_0, c_0 orientiert. Die Aufstellung wurde in Übereinstimmung mit BROSTIGEN und KJEKSHUS (1970) (siehe auch BROSTIGEN, KJEKSHUS und ROMMING, 1973) mit den Gitterkonstanten $a_0 = 4,4431(9)\text{Å}$, $b_0 = 5,4245(9)\text{Å}$, $c_0 = 3,3871(6)\text{Å}$ (Pnnm) gewählt. Die polierten Anschliffe wurden wie folgend präpariert (siehe dazu TAGGART, 1977 und PAULY, 1986). Zuerst wurden die in Kunstharz eingegossenen, orientierten Kristallplatten mit $15\ \mu\text{m}$ SiC Schleifpulver auf einer Glasplatte geschliffen, danach mit $6\ \mu\text{m}$, $3\ \mu\text{m}$ und $1\ \mu\text{m}$ Diamantpasten auf Nylontuch, mit $0,25\ \mu\text{m}$ Diamantpaste auf "Microcloth" und zuletzt mit "Mastermet", einer kolloidalen "Silica Suspension" auf "Microcloth" poliert (alle Produkte von Firma Buehler Ltd.).

Die gesamten Messungen wurden mit linear polarisiertem Licht auf einem Auflichtmikroskop Leitz Orthoplan-Pol unter Verwendung von Planachromaten (NP1 20x/0,40, effektive N.A. 0,20) in Verbindung mit einem Mikroskopfotometer MPV 2 (Digitalanzeigegerät mit computergesteuerter Datenablesung, Fotovervielfacher Typ EMI 9558, Kathodentyp S 20) durchgeführt. Der Durchmesser des kreisförmigen Meßfeldes betrug 0,1 mm. Reflexionswerte wurden von 400 bis 700 nm in Abständen von je 20 nm, sowie bei den Standardwellenlängen (IMA/COM) in Luft und Immersionsöl (DIN 58884, $n=1,518$ bei 589 nm) unter Verwendung eines Leitz Monochromators ($\Delta\lambda = 7\ \text{nm}$) gemessen. Die Dispersion des Immersionsöls wurde berücksichtigt (siehe PATZELT, 1975). Als Reflexionsstandard wurde (W,Ti)C verwendet.

Tab. 1: Reflexionswerte von Markasit in Luft (R_a, R_b, R_c) und in Immersionsöl (imR_a, imR_b, imR_c) für die IMA/COM-Standardwellenlängen, bezogen auf die Gitterkonstanten $a_0 = 4,44\ \text{Å}$, $b_0 = 5,42\ \text{Å}$, $c_0 = 3,39\ \text{Å}$; Raumgruppe Pnnm.

λ (nm)	R_a	imR_a	R_b	imR_b	R_c	imR_c
470	49,4	35,0	52,1	38,6	45,3	31,3
546	53,8	39,3	57,4	43,8	49,5	35,1
589	51,3	36,5	55,7	41,6	50,2	35,6
650	49,5	34,5	53,7	39,3	48,7	33,8

Diskussion

Die Reflexionsspektren von Markasit zeigen in Luft und in Öl parallelen Dispersionsverlauf, alle weisen ein Maximum im mittleren Wellenlängenbereich auf (siehe Abb. 1, bzw. Tab.1). R_b und imR_b weisen die stärkste Dispersion und die jeweils höchsten Werte auf, mit Ausnahme von 400 bis 440 nm, wo R_a und imR_a um bis zu 2% (abs.) höhere Werte haben. Die stärkste Bireflexion tritt zwischen R_b und R_c auf, der Maximalwert mit etwa 9% (abs.) liegt ungefähr bei 520 nm. R_c besitzt im gesamten Spektrum die niedrigsten Werte. R_a hat die geringste Dispersion, der Verlauf ist ähnlich wie bei R_b .

Von den gemessenen Reflexionswerten in Luft und Öl wurden nach den Formeln von KOENIGSBERGER (1914) die Brechungsindizes n_a, n_b, n_c und die Absorptionskoeffizienten k_a, k_b, k_c berechnet (siehe Abb.2). Jedes n/k Wertepaar kann durch den Schnittpunkt der beiden Isoreflexionskurven R und imR dargestellt werden.

Allgemein gilt, daß der Fehler von n und k mit abnehmendem Schnittwinkel zunimmt (siehe EMBREY und CRIDDLE, 1979). Beim Markasit tritt mit steigender Wellenlänge eine allgemeine Verflachung der Schnittwinkel auf, wodurch der Fehler für die optischen Konstanten im kurzwelligen Bereich geringer ist und die Werte aussagekräftiger sind. Der größte Schnittwinkel von fast 10° liegt für das n/k Wertepaar bei 400 nm. Der Fehler (Reproduzierbarkeit) für die gemessenen Reflexionswerte beträgt ungefähr $\pm 1\%$ (rel.), so ergibt sich ein ungefähre Fehler von $\pm 0,15$ für n und $\pm 0,10$ für k . Alle drei Dispersionskurven der Brechungsindizes haben einen anomalen Dispersionsverlauf, die Werte steigen von etwa 2 (bei 400 nm) bis über 4 (bei 700 nm) an. Bis ungefähr 640 nm sind die Werte für n_a noch eindeutig am höchsten, wengleich die Doppelbrechung nicht groß ist. Darüber liegen die Werte für n_a, n_b, n_c innerhalb der Fehlergrenze, Markasit ist hier in Bezug auf den Brechungsindex quasi "isotrop". n_b und n_c verlaufen im ganzen Bereich innerhalb der Fehlergrenze. Der Verlauf der Reflexionskurven im kurzwelligen Bereich, sowie die Maxima im mittleren Wellenlängenbereich werden weitgehend durch die Absorptionskoeffizienten bestimmt. Ab 560 nm nimmt der Einfluß der Brechungsindizes auf die Reflexionskurven merklich zu (vgl. dazu Abb. 1 und Abb.2).

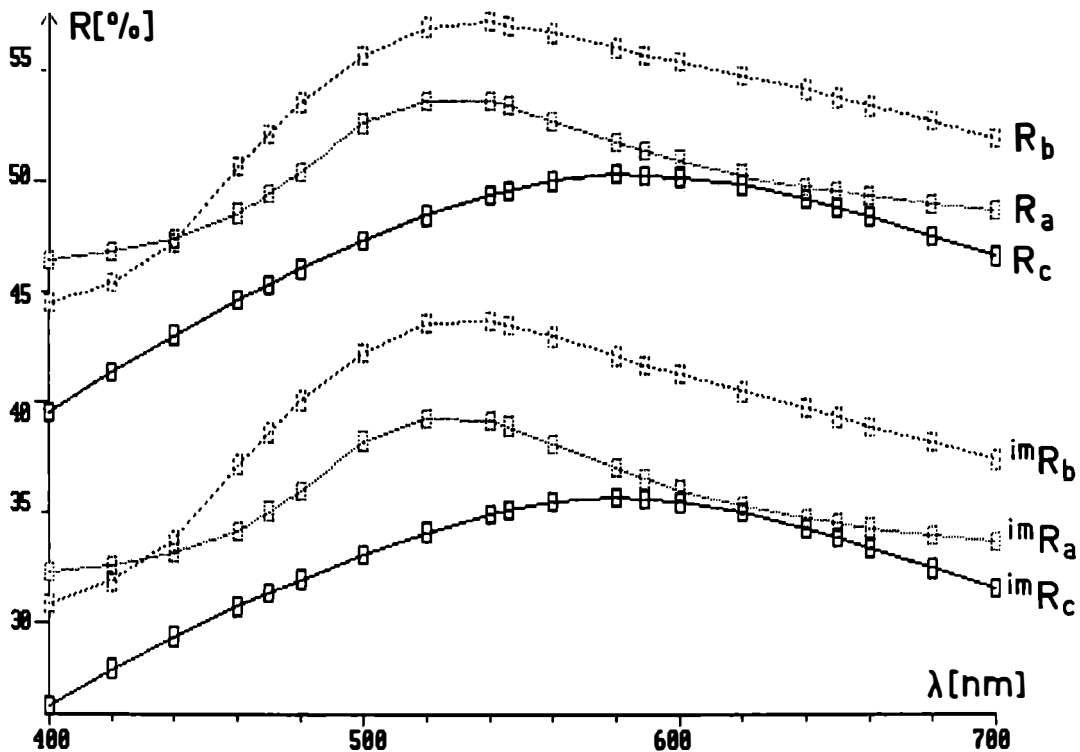


Abb. 1: Reflexionskurven von Markasit in Luft (R_a, R_b, R_c) und in Immersionsöl (imR_a, imR_b, imR_c) ($n_b = 1,518$ bei 589 nm)

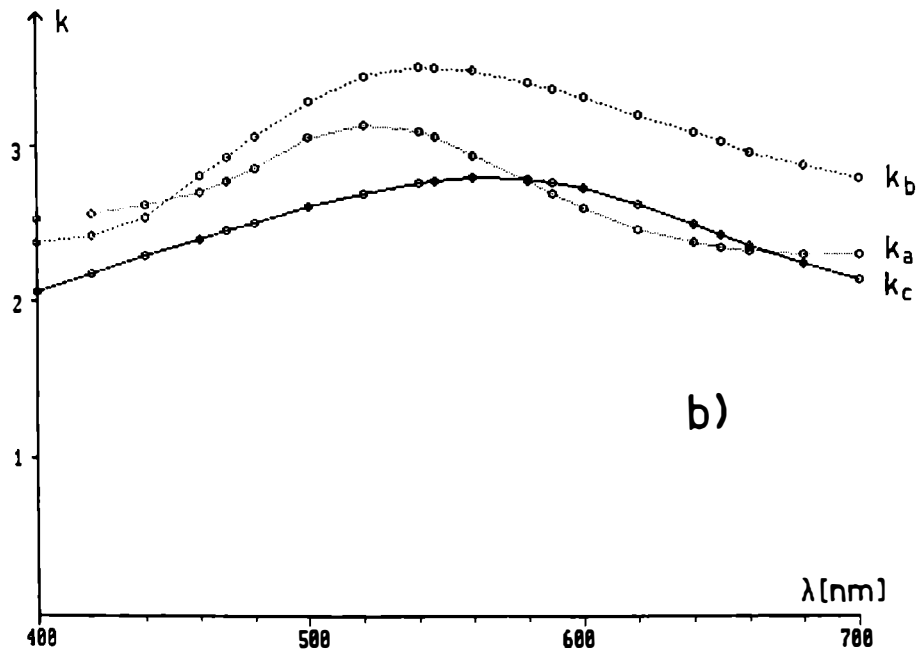
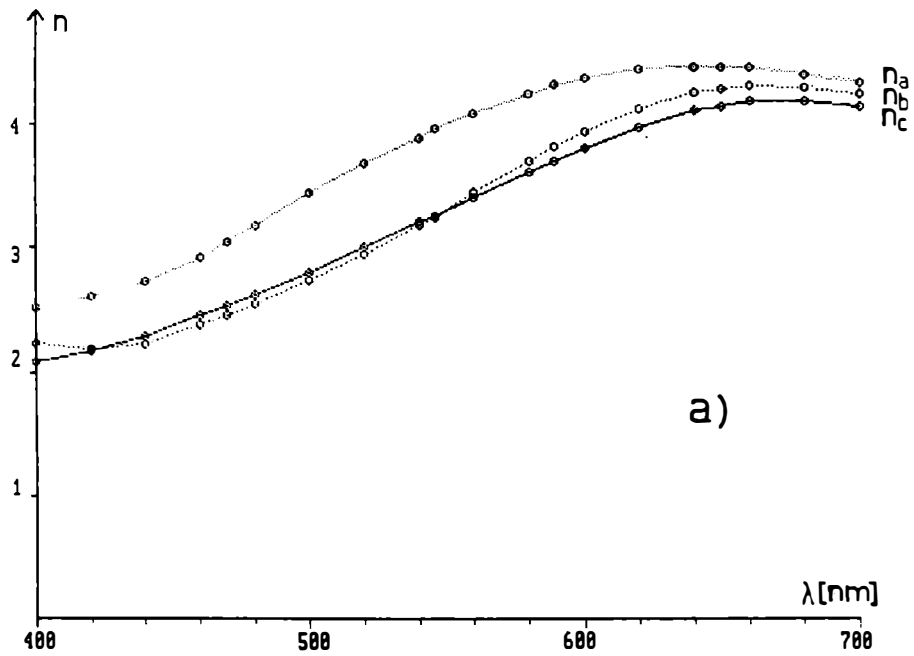


Abb. 2: a) Dispersionskurven der Brechungsindizes (n_a , n_b , n_c) von Markasit
 b) Dispersionskurven der Absorptionskoeffizienten (k_a , k_b , k_c) von Markasit

Danksagung

Vielen Dank meinen Lehrern Herrn Prof. Dr. J. Zemann und Herrn Prof. Dr. A. Beran für das Interesse am Fortgang dieser Arbeit, Herrn Prof. Dr. F. Pertlik und Frau Doz. Dr. H. Effenberger sei hier gedankt für die große Unterstützung bei den Röntgenaufnahmen. Herrn H. Mühlhans vom Institut für Mineralogie und Petrologie, Montanuniversität Leoben (Vorstand Prof. Dr. E. F. Stumpf) herzlichen Dank für die Erstellung der Mikrosondenanalysen.

Literatur

- BROSTIGEN, G. & KJEKSHUS, A. (1970): Compounds with the marcasite type crystal structure. The crystal structures of FeS_2 , FeTe_2 and CoTe_2 . - Acta Chem. Scand. 24, 1925-1940.
- BROSTIGEN, G., KJEKSHUS, A. & ROMMING, C. (1973): Compounds with the marcasite type crystal structure. Redetermination of the prototype. - Acta Chem. Scand. 27, 2791-2796.
- CRIDDLE, A.J. & STANLEY, C.J. (1986): The quantitative data file for ore minerals. 2nd edition (IMA/COM). - London, British Museum (natural history).
- EMBREY, P.G. & CRIDDLE, A.J. (1978): Error problems in the two media method of deriving the optical constants n and k from measured reflectances. - Amer. Min. 63, 853-862.
- KOENIGSBERGER, J. (1914): Über Messungen des Reflexionsvermögens und Bestimmung der optischen Konstanten. - Ann. Phys. 43, 1205-1222.
- PATZELT, W. (1975): Leitz-Immerionsöl nach DIN 58884. - Leitz Mitt. Labor Anwendung Mikro Nr. 81.
- PAULY, H. (1986): Effects of different polishing methods on the reflectance of Silicon. - Tscherms Min. Petr. Mitt. 35, 261-273.
- PICOT, P. & JOHAN, Z. (1982): Atlas of ore minerals. - Elsevier, B.R.G.M.
- TAGGART, J.E. (1977): Polishing techniques for geologic samples. - Amer.Min. 62, 824-827.
- UYTENBOGAARDT, W. & BURKE, E.A.J. (1971): Tables for microscopic identification of ore minerals. 2nd edition. Elsevier. - Amsterdam.
- VJALSOV, L.N. (1973): Reflexionsspektren von Erzmineralen, (in russisch). - Moskau, Adad. Nauk SSR.