

E. Vavřinec

Elektrische Erscheinungen bei der plastischen Deformation von Silberchloridkristallen

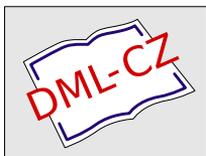
Acta Universitatis Carolinae. Mathematica et Physica, Vol. 8 (1967), No. 2, 29--32

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/142209>

Terms of use:

© Univerzita Karlova v Praze, 1967

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Elektrische Erscheinungen bei der plastischen Deformation von Silberchloridkristallen*)

E. VAVŘINEC

Lehrstuhl für Physik, Karls-Universität, Prag

(Eingegangen am 22. Juni 1967)

Wenn wir den Ionenkristall durch einachsigen Druck plastisch deformieren, können wir unter bestimmten Bedingungen die Entstehung einer Potentialdifferenz beobachten. Die enge Verbindung dieser Potentialdifferenz mit dem Gradienten des Druckes wurde in [1] gezeigt und wir können sie mit Hilfe der Vorstellung der die Versetzungen umgebende Raumladung (sog. Ionenatmosphäre) erklären. Nach der Theorie dieser Atmosphäre kann man eine Reihe von mit der plastischen Deformation verbundenen elektrischen Effekte erwarten. Diese Effekte können wir mit Hilfe von Messung der Potentialdifferenz bei plastischer Deformation (weiter nur PPD) in Kristallen untersuchen.

Die Grundeigenschaften der PPD in Silberchloridkristallen wurden schon von Sonoike [4] und später auch in unserem Institut untersucht [5]. Es wurde der Zeitverlauf der PPD in nichtdotierten Silberchloridkristallen gemessen und zwei Stadien der PPD beobachtet:

1. Das Anfangsstadium — „das Anlaufpotential“ — es entspricht der Deformation beim Wachsen des Druckes;
2. das Abklingstadium — „das Potential des plastischen Fließens“ — es entspricht der Deformation beim konstantem Druck.

Diese zwei Stadien hängen eng zusammen. Die Unterscheidung ist nicht formal, sondern es gibt zwei verschiedene Vorgänge, die nebeneinander verlaufen. Wir können diese Vorgänge leicht abgetrennt betrachten, wenn die beiden Potentiale umgekehrte Vorzeichen haben. Auch wenn die Vor-

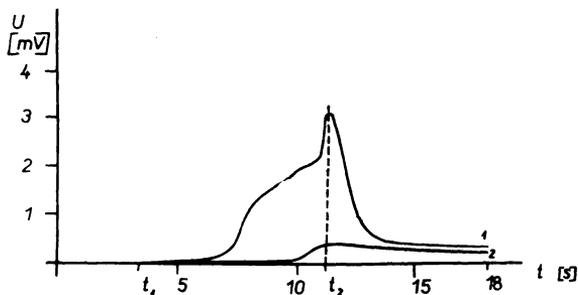


Abb. 1.

*) Dieser Bericht war an der Hauptjahrestagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Leipzig 1967 vorgetragen.

zeichen die gleichen sind, kann man zwei verschiedene sich überdeckende Vorgänge finden [5].

Wenn wir den nichtdotierten Kristall von AgCl einigemals deformieren, sinkt das Anlaufpotential mit der wachsenden Anzahl von Deformationen. Das Potential des plastischen Fließens wächst mit wachsender Anzahl von Deformationen. Den größten Rückgang des Anlaufpotentials bekommen wir bei zweiter Deformation, wenn das Verhältnis

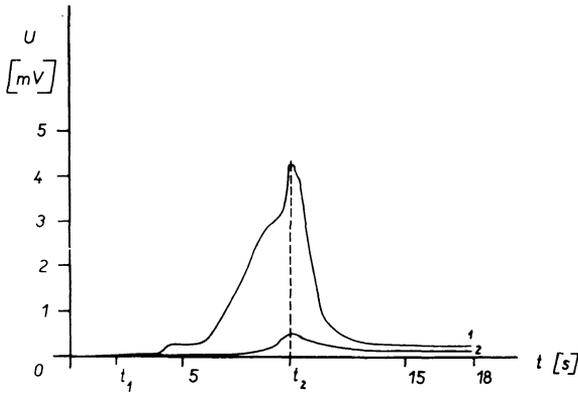


Abb. 2.

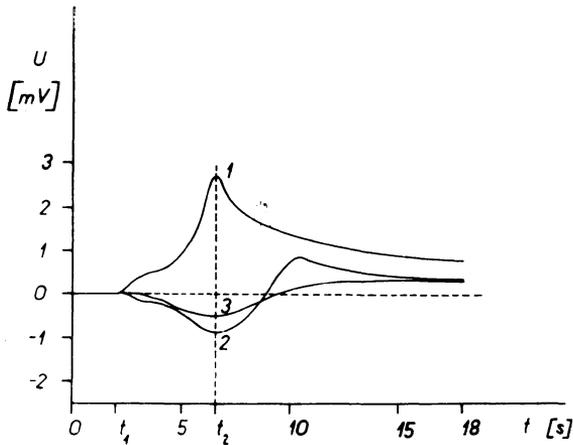


Abb. 3.

der Spitzenwerte des Potentials $E_2 : E_1$ nur 0,1—0,2 beträgt. Bei weiteren Deformationen beträgt der Rückgang des Spitzenwertes des Anlaufpotentials nur einige Prozent (Abb. 1).*) Einen ähnlichen Verlauf bekommen wir mit gleichen Werten des Rückganges auch in Tl — dotierten Silberchloridkristallen (Abb. 2). Die Polarität der PPD ist in den beiden Fällen die Gleiche — das im Kristall hervorgerufene elektrische Feld hat die entgegengesetzte Richtung zum Gradient des Druckes (diese Polarität werden wir als eine positive bezeichnen).

In den Mn — dotierten AgCl — Kristallen bekommen wir andere Ergebnisse. In diesen Kristallen hängt der Zeitverlauf der PPD von der Menge der Zusätze ab. Wie Abb. 3 zeigt, bekommen wir neben dem Rückgang des Spitzenwertes des Anlaufpotentials auch die Vorzeichenänderung dieses Potentials. Bei einer Dotation von 0,1 mol % $MnCl_2$ bekommen wir die entgegengesetzte (negative) Polarität des An-

laufpotentials schon bei der ersten Deformation. Die anderen Vorgänge verlaufen auch anders als in nichtdotierten Kristallen.

Wir haben diese Ergebnisse mit den Ergebnissen von Messungen der dielektrischen

**) Diese Messungen wurden nach der in der Arbeit [5] beschriebenen Methode durchgeführt.

(Tab. 1.)

Zusatz	0	TiCl		MnCl ₂	
mol %	0	0.01	0.1	0.01	0.1
tan $\delta \cdot 10^2$	1.7	0.7	2.2	1.2	3.7
k	0.76	0.74	0.67	0.65	0.62

Verluste bei niedrigen Frequenzen verglichen. Diese Verluste können als Maß der Beweglichkeit von Ladungsträgern dienen. In Tab. 1 können wir sehen, daß die Dotation von 0,01 mol % des Zusatzes die Erniedrigung der Leitfähigkeit verursacht. Die Dotation von 0,1 mol % des Zusatzes verursacht schon die Erhöhung der Leitfähigkeit. Die Neigung k der Kurve (d.h. die Aktivationsenergie der Ladungsträger bleibt dabei konstant).

In der Erklärung der Ergebnisse berücksichtigen wir nur das Anlaufpotential, denn das Potential des plastischen Fließens gibt noch keine eindeutige Ergebnisse. Wir bezeichnen die Ionenatmosphäre der Versetzung in nichtdotierten Kristall als Grundatmosphäre. Aus den Betrachtungen über das Vorzeichen der PPD und über das Verhalten der Fehlstellen in Silberchloridkristallen kann man schließen daß die Kationenvakanzen sich im Kern der Versetzung aufstapeln und die Atmosphäre also aus Zwischengitterionen von Ag besteht. Aus der Theorie folgt noch, daß sich die zweiwertigen Kationen von Zusätzen auch längs den Versetzungen unterbringen und größere Mengen von diesen rufen die Änderung des Vorzeichens der Ladung der Versetzungsatmosphäre hervor. Dann entsteht die aus Kationenvakanzen bestehende Zusatzatmosphäre und die Zusatzionen befinden sich im Kern der Versetzung [5]. Die Änderung des Vorzeichens der PPD wurde in Silberchloridkristallen dotiert mit 0,1 mol % MnCl₂ beobachtet. Aber bei einer Dotation von 0,01 mol % MnCl₂ haben wir bei der ersten Deformation ein positives Anlaufpotential beobachtet,

welches bei weiteren Deformationen sein Vorzeichen geändert hat. (Abb. 3). In nichtdeformierten Kristallen mit Zusätzen können wir deshalb erwarten, daß auch in diesen Kristallen die Grundatmosphäre existiert und daß sie sich nach der Deformation in eine Zusatzatmosphäre ändert. Die zweiwertigen Zusatzionen befinden sich bei Zimmertemperatur größtenteils im assoziierten

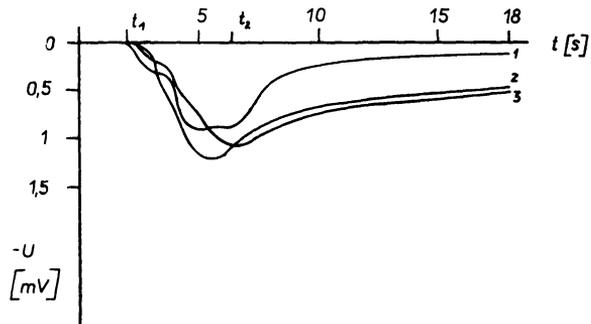


Abb. 4.

Zustand mit negativ geladenen Fehlstellen (Kationvakanzen) und deshalb kann sich die Grundatmosphäre geltend machen. In weniger dotierten (0,01 mol %) Kristallen kann die Grundatmosphäre überwiegen (Abb. 3 — bei ersten Deformation hat die PPD das positive Vorzeichen), aber in mehr dotierten (0,1 mol %) Kristallen bleiben diesen

nur ein Restteil aller Atmosphären im ganzen Kristall (bei der ersten Deformation bekommen wir einen kleineren Wert des negativen Anlaufpotentials als bei der Zweiten — vgl. Abb. 4). Die beim Wachstum des Kristalls entstandenen Versetzungen können also eine Grundatmosphäre besitzen und während ihrer Bewegung bei der Deformation machen sie die Ladung aus Ionenatmosphäre frei. Dann verankern sich die Versetzungen und neue entstehen. Bei diesen Vorgängen ändert sich wahrscheinlich auch die Versetzungsatmosphäre — die Versetzungen haften die Zusatzionen an und es erscheinen Zusatzatmosphären.

Die Kristalle mit Tl-Zusatz verhalten sich ähnlich wie die nichtdotierten Kristalle. Das können wir erwarten, da die Thalliumionen sich in Silberchloridgitter ähnlich wie die Silberionen verhalten.

Die quantitative Erklärung dieser Effekte, namentlich der Rückgang des Anlaufpotentials mit wachsender Anzahl von Deformationen, wird später durchgeführt werden, denn wir brauchen dazu mehr experimentelle Werten.

Fräulein V. Rohlíková danke ich herzlich für die Hilfe bei den Messungen und für das Zeichnen der Abbildungen.

Literaturverzeichnis

- [1] D. B. FISCHBACH, A. S. NOWICK, J. Phys. Chem Solids, 5, 302 (1958).
- [2] J. D. ESHELBY, C. W. A. NEWBY, P. L. PRATT, A. B. LIDIARD, Phil Mag. 3, 75 (1958).
- [3] J. A. KOEHLER, D. LANGRETH, B. TURKOVICH, Phys. Rev. 128, 573 (1962).
- [4] S. SONOIKE, J. Phys. Soc. Japan, 17, 575 (1962). Photographic Sensitivity, Proc. of Symposium, Tokyo, 1962.
- [5] E. VAVŘINEC, Thesis, Prague 1966.