



Doctoral Thesis

Lebensdauer der Positronen in Silberbromid

Author(s):

Surbeck, Karl Heinz

Publication Date:

1976

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000099276> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Lebensdauer der Positronen in Silberbromid

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Naturwissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von
KARL HEINZ SURBECK
Dipl. Phys. ETH
geboren am 12. Juli 1945
von Oberhallau (SH)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. F. Heinrich, Referent
Prof. Dr. J.L. Olsen, Korreferent

Buchdruckerei Meier + Cie AG Schaffhausen
1976

Abstract

Measurements of positron lifetime in AgBr crystals grown by different techniques are presented. The time spectra for annealed samples are analyzed in the frame of a 'two-state' model which takes into account the polarization by the positron's charge and the contribution from the silver d-shell electrons. The annihilation rates from the two states turn out to be $4.35 \times 10^9 \text{s}^{-1}$ and $3.16 \times 10^9 \text{s}^{-1}$ respectively. The transition rate varies from 10^9s^{-1} to $5 \times 10^{10} \text{s}^{-1}$ for the crystals investigated. From massspectrographic analysis and from the influence of doping or illumination on the positron lifetime it is concluded that the transition rate cannot be attributed to trapping of positrons at cation vacancies. However, a systematic correlation between the mean lifetime and the occurrence of the molecular ions AgBr^+ and Br_2^+ was noted in the massspectrographic studies.

Mechanical treatment of samples is shown to have a large effect on positron lifetime. A third component of approx. 650 ps appears in deformed crystals and is attributed to positrons trapped at dislocations.

Zusammenfassung

Diese Arbeit zeigt Messungen der Lebensdauer von Positronen in unbelichteten und belichteten Silberbromidproben unterschiedlicher Zucht, Dotierung, mechanischer und thermischer Vorgeschichte. Neben dem Aufbau der Apparatur werden die Problematik der Zerlegung des Lebensdauerspektrums, die Korrektur des Quellfolienanteils und die Quellen- und Probenpräparation ausführlich behandelt.

Zur Interpretation der Lebensdauerspektren wird ein einfaches Modell vorgeschlagen, das berücksichtigt, daß die Ladung des Positrons zu einer lokalen Polarisierung des Kristalles führt und daß auch Annihilationen mit den d-Elektronen des Kations möglich sind. Mit diesem Modell wird versucht, eine Synthese zwischen den für Metalle und kovalente Halbleiter einerseits und für ionische Substanzen andererseits existierenden Modellvorstellungen herzustellen.

Die Positronenlebensdauer ist ein Maß für die Elektronendichte am Ort der Annihilation. Für AgBr konnten drei mögliche Dichtezustände festgestellt werden:

- ① Annihilation des freien thermalisierten Positrons mit Valenzelektronen und Ag-d-Elektronen mit der Rate $\lambda_1 = (4.35 \pm 0.05) \times 10^9 \text{s}^{-1}$. Dieser Wert paßt gut in die Reihe der kovalenten Halbleiter und Metalle.
- ② Annihilation mit der Rate $\lambda_2 = (3.16 \pm 0.02) \times 10^9 \text{s}^{-1}$. Der für λ_2 gefundene Wert entspricht dem einer «ionischen» Substanz gleicher molekularer Dichte.
- ③ Einfang der β^+ in Stufenversetzungen. Hier «sieht» das Positron eine gegenüber dem ungestörten Kristall verminderte Elektronendichte, was sich in einer Verminderung der Annihilationsrate äußert. In der Tat tritt bei plastisch deformierten Proben mit Versetzungsdichten von $10^7 - 10^8 \text{cm}^{-2}$ eine zusätzliche lange Lebensdauerkomponente τ_3 auf, die durch Tempern wieder zum Verschwinden gebracht werden kann ($\tau_3 \approx 650 \text{ps}$).

Aus dem Zustand ① existiert eine Übergangsrate k_{12} in den für das Positron energetisch günstigeren Zustand ②. k_{12} variiert für die untersuchten AgBr-Proben um zwei Größenordnungen. Die massenspektrographischen Analysen zeigen, daß k_{12} nicht vom Gehalt an mehrwertigen Metallverunreinigungen abhängt, daß aber ein eindeutiger Zusammenhang zwischen k_{12} und der Häufigkeit binärer Matrixmolekülonen (AgBr^+ , Br_2^+) im Funkenmassenplasma besteht. Für das Auftreten von Molekülonen wird eine Störung der Bindungsverhältnisse in Richtung eines stärker kovalenten Anteils verantwortlich gemacht. Die Molekülhäufigkeit sinkt mit zunehmendem k_{12} , was die Erklärung von k_{12} als Übergangsrate in einen bei den Anionen lokalisierten Zustand stützt.