

UNIVERSITÄT ZU KÖLN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT



PRAKTIKUM B

B 2.8

Versetzungen in LiF

CATHERINE TRAN
CARLO KLEEFISCH
OLIVER FILLA

Contents

1	B2.8 - Versetzungen in LiF	3
2	Theoretische Grundlagen	3
2.1	kürzester Burgers-Vektor in LiF	3
2.2	Winkel zwischen Ätzgrübchen	5
3	Durchführung	5
3.1	Vorbereitung der Proben	5
3.2	Polieren und Ätzen	5
4	Literatur	6

1 B2.8 - Versetzungen in LiF

2 Theoretische Grundlagen

2.1 kürzester Burgers-Vektor in LiF

Der kürzeste Burgers-Vektor \vec{b}_{\min} in LiF ist der $[\frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}]$ Vektor in der $\langle 110|110 \rangle$ Richtung. Seine Länge bestimmt sich wie folgt. Hierbei ist $a = 0.402 \text{ nm}$ die Gitterkonstante von LiF. [5]

$$|\vec{b}_{\min}| = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{a^2 + a^2} \quad (2.1)$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{2} a \quad (2.2)$$

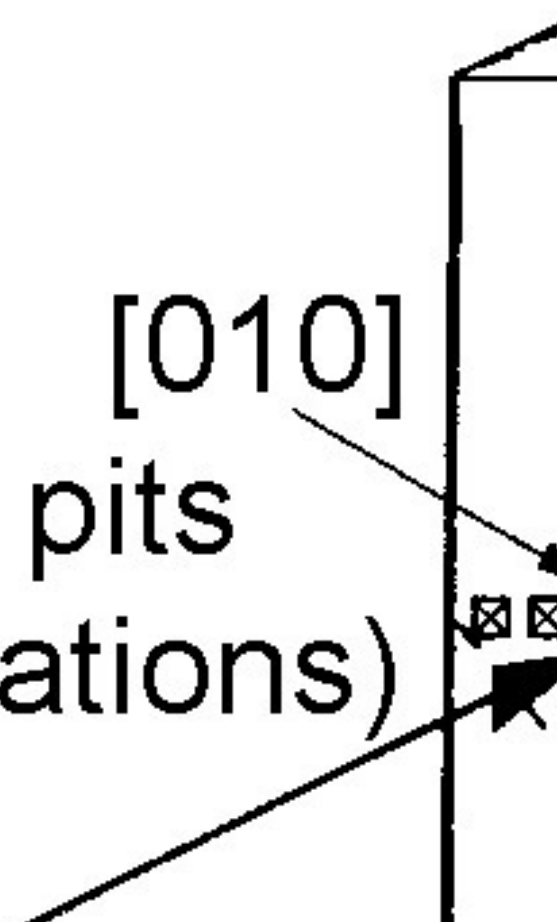
$$= \frac{a}{\sqrt{2}} \quad (2.3)$$

Die Energie einer Versetzung ist proportional zum Quadrat des Burgers-Vektors. Ein Defekt mit einem längeren Burgers-Vektor benötigt daher eine viel größeren Energie, was Versetzungen mit längeren Burgers-Vektoren sehr viel unwahrscheinlicher macht.

Aufgrund der sich abwechselnden Lithium- und Fluoratome in den Richtungen $\langle 100|100 \rangle$ und $\langle 111|111 \rangle$ sind die Burgers-Vektoren in diesen Richtungen doppelt so lang, da sie immer zwischen gleichen Atomen liegen. Der Burgers-Vektor in der $\langle 100|100 \rangle$ -Richtung ist davon nicht betroffen und stellt sich dadurch als der kürzeste heraus.

[010]

Rows of etch pits
(screw dislocations)



The diagram shows a 3D representation of a crystal surface. A vertical line represents a dislocation line. Two arrows point to this line from the text 'Rows of etch pits (screw dislocations)'. One arrow points to a small square with an 'X' inside, and the other points to a small black triangle. The label '[010]' is positioned above the dislocation line, with an arrow pointing to it.

2.2 Winkel zwischen Ätzgrübchen

Für den Winkel zwischen den Kristalliten θ , die in einer Korngrenze aufeinander treffen, lässt sich geometrisch folgender Zusammenhang zum Abstand d zweier Ätzgrübchen und dem Betrag b des Burgers-Vektors finden.

$$\sin(\theta) = \frac{b}{d} \quad (2.4)$$

Ist die Korngrenze eine Kleinwinkelkorngrenze ($\theta < 15^\circ$), so lässt sich die Kleinwinkel-näherung für den Sinus nutzen.

$$\sin(\theta) \approx \theta \quad (2.5)$$

$$\Rightarrow \theta \approx \frac{b}{d} \quad (2.6)$$

Der wahrscheinlichste Burgers-Vektor \vec{b} für LiF ist wie beschrieben der Vektor $[\frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}]$ mit einer Länge von $b = \frac{a}{\sqrt{2}}$.

$$\theta \approx \frac{a}{\sqrt{2} \cdot d} \quad (2.7)$$

$$= \frac{0.402 \text{ nm}}{\sqrt{2}d} \quad (2.8)$$

$$\approx \frac{0.284 \text{ nm}}{d} \quad (2.9)$$

3 Durchführung

3.1 Vorbereitung der Proben

Eine Probe LiF-Kristall mit äußeren Abmessungen von etwa $15 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$ wird zur Verfügung gestellt. Es wurde zuvor von einem größeren Kristall durch Spalten abgetrennt und dann für 48 Stunden bei 650°C getempert und langsam abgekühlt.

Eine zweite wird zu Beginn des Versuchs von einem größeren Block abgespalten. Diese wird nicht getempert, allerdings chemisch poliert und geätzt.

3.2 Polieren und Ätzen

Mit dem chemischen Poliermittel wird eine Schicht von mehreren Mikrometern abgetragen, um durch das Spalten entstandene Defekte an der Oberfläche zu verringern. Durch das Ätzen werden insbesondere Stellen mit Defekten angegriffen, dadurch entstehen sich pyramidenförmige Ätzgrübchen auf den $\{100\}$ -Flächen des Kristalls.

Das Poliermittel besteht zu 35 Vol% aus Tetrafluoroborsäure (HBF_4), zu 30 Vol% aus Salpetersäure (HNO_3) und zu 60 Vol% aus Wasser (H_2O). Das Ätzmittel ist 50 ppm Eisen(III)-Chlorid (FeCl_3) in destiliertem Wasser.

4 Literatur

1. Dislocations in Lithiumfluoride, C. Newey und R. Davidge, editiert von A. Bailey, Online verfügbar unter https://ph2.uni-koeln.de/fileadmin/Lehre/PraktikumB/Dislocations_in_Lithium_Fluoride.pdf, 1965
2. C. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, München: Oldenbourg Verlag, 2005
3. S. Hunklinger, Festkörperphysik, München: Oldenbourg Verlag, 2011
4. R. Gross und A. Marx, Festkörperphysik, München: Oldenbourg Verlag, 2012
5. Universität zu Köln, “Anleitung zum Versuch 2.8 Versetzungen in LiF”, Online verfügbar unter https://ph2.uni-koeln.de/fileadmin/Lehre/PraktikumB/B28-LiF_tutorial_de.pdf, Juni 2013