



Doctoral Thesis

Properties of the solid-liquid interface of growing salol crystals a dynamic light scattering investigation

Author(s):

Dürig, Urs

Publication Date:

1984

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000337280> →

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](#).

PROPERTIES OF THE SOLID-LIQUID INTERFACE

OF GROWING SALOL CRYSTALS:

A DYNAMIC LIGHT SCATTERING INVESTIGATION

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, ZÜRICH

for the degree of
Doctor of Natural Sciences

presented by
URS DÜRIG
Dipl.Phys. ETH Zürich
born April 23, 1955
citizen of Muttenz BL

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. W. Känzig
Prof. Dr. H. Arend

Abstract

The freezing process has been studied by means of quasielastic light scattering at the solid liquid interface of growing salol crystals. In the range of the investigated growth velocities, $0.2\mu\text{m/s} < v_k < 0.8\mu\text{m/s}$, we observe two different dynamical processes at the interface, which can be distinguished by the scattered light. In a first process intense Rayleigh scattering sets in if a critical growth velocity is exceeded, which for growth along the (010) axis is in the range of $0.2\mu\text{m/s} < v_{\text{crit}} < 0.8\mu\text{m/s}$. Intensity measurements suggest that the scattering arises from fluctuations in an interface layer of a thickness of the order of $1\mu\text{m}$. The spectrum of the scattered light can be fitted by a single Lorentzian with a linewidth $\Gamma = D_i q^2$ (\vec{q} =scattering vector). The thus obtained value of the diffusion constant, $D_i = 1.0 \pm 0.25 \cdot 10^{-9} \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$, is by 6 orders of magnitude smaller than the thermal diffusivity of liquid salol. In a second process the light is scattered by a propagating line grating like structure, which we interpret in terms of almost equidistant steps of growth spirals originating at screw dislocations. The step spacing d was determined from the angular distribution of the scattered intensity, and the step velocity v_s from the Doppler shift. For a growth velocity $v_k = 0.5\mu\text{m/s}$ perpendicular to the [001] facet typical values are $d = 0.4\mu\text{m}$ and $v_s = 40\mu\text{m/s}$. For the step height $h = d \cdot v_k / v_s$ we obtain values of the order of 2.5 lattice constants. The product $v_s \cdot d$ is independent of v_k and has a value of $1.8 \pm 0.4 \cdot 10^{-7} \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$ whereas v_s is proportional to the square root of v_k . An interpretation of the data is presented.

Kurzfassung

Der Gefrierprozess wird mit Hilfe von quasielastischer Lichtstreuung an der Phasengrenze fest-flüssig von Salol Kristallen untersucht. Im Bereich der experimentellen Wachstumsgeschwindigkeiten ($0.2\mu\text{m/s} < v_k < 0.8\mu\text{m/s}$) beobachten wir zwei verschiedene dynamische Prozesse, welche im gestreuten Licht unterschieden werden können. Beim ersten Prozess steigt die Intensität der Rayleigh Streuung an der Phasengrenze um Größenordnungen an, wenn eine kritische Wachstumsgeschwindigkeit überschritten wird, welche für Wachstum entlang der (010) Achse im Bereich $0.2\mu\text{m/s} < v_{\text{crit}} < 0.8\mu\text{m/s}$ liegt. Intensitätsmessungen deuten darauf hin, dass das Licht an Fluktuationen in einer Schicht, die eine Dicke von der Größenordnung $1\mu\text{m}$ hat, gestreut wird. Das Spektrum des gestreuten Lichtes kann mit einer Lorenz Funktion mit einer Linienbreite $\Gamma = D_i q^2$ (\vec{q} =Streuvektor) gefittet werden. Die aus den Messungen der Linienbreite ermittelte Diffusionskonstante, $D_i \approx 1.0 \cdot 10^{-9} \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$, ist um 6 Größenordnungen kleiner als die Konstante der thermischen Diffusion im flüssigen Salol. Beim zweiten Prozess wird das Licht an einer propagierenden liniengitterartigen Oberflächenstruktur gestreut. Wir interpretieren diese Struktur als Wachstumsspiralen, die von Schraubenversetzungen ausgehen. Der Abstand d zweier aufeinander folgender

Stufen der Spirale ist aus der Winkelverteilung des Streulichtes ermittelt worden, die Stufengeschwindigkeit v_s aus der Dopplerverschiebung. Wir erhalten bei einer Wachstumsgeschwindigkeit $v_k=0.5\mu\text{m/s}$ senkrecht zur $[001]$ Facette $d=0.4\mu\text{m}$ und $v_s=40\mu\text{m/s}$. Für die Stufenhöhe $h=d\cdot v_k/v_s$ ergeben sich Werte von ungefähr 2.5 Gitterkonstanten. Das Produkt $v_s\cdot d$ ist unabhängig von v_k und hat einen Wert von $\approx 1.8\cdot 10^{-7}\text{cm}^2\text{s}^{-1}$, während v_s proportional zur Quadratwurzel von v_k ist. Eine Interpretation der Daten wird gegeben.