

out the advantages of STEM in relation to image recording generally and especially in connexion with recording inelastically scattered electrons. Comparisons between STEM and CTEM are also drawn by Muir (within a general chapter on instrumentation) and by Crewe – the latter in a short summary chapter advancing his intention to build a 1 MeV STEM instrument with the hope of a resolution of 1 Å. Both Muir and Crewe emphasize the importance of the spherical aberration of the objective lens in determining image resolution: neither considers the possibility of correcting for this limitation by image processing.

Muir's article is sure-footed on the details of gun design, electron emitters and signal detection. Data for the properties of thin films are quoted from published sources; a cautionary note would have been valuable on (at least) the density of evaporated carbon given here to three significant figures (the reviewer can quote published sources for values from 1.5 to 2.5 g cm<sup>-3</sup>).

Bishop gives a brief description of electron–solid interactions with principal attention to electron back-scattering, secondary emission and range–energy relationships where a useful introduction is given to a complex field of study. The effects of crystal structure on the electron interactions are introduced in an excellent and fundamental chapter by Joy on electron channelling patterns in the SEM. The channelling patterns supplement the usual topographic and elemental composition information of the SEM with information on orientation, crystal preparation *etc.* to which a dynamical theory of image interpretation is applicable. The dynamical contrast in SEM (and STEM) images form the theme of Howie's contribution and emphasis is given to the wave theory of back-scattering from thin perfect and imperfect crystals and also from bulk crystals in connexion with the study of surface dislocations.

Gibbard is concerned both with geometrical parameters – shape, perimeter, mean width *etc.* – and with those concerned with image tones. This is not the place to seek image theory or signal-to-noise optimization as found in image analysis as applied to the CTEM and the STEM.

In the rest of the book, four chapters describe applications of the SEM and six the various roles of X-ray emission in the SEM. Gopinath deals with electron emission (secondaries, back scattering) and Holt with the currents and voltages induced by electron bombardment (the conductive mode). Attention is given in

both articles to instrumental (detecting) systems, to contrast mechanisms, and to applications – Holt's treatment being particularly extensive. The 'electron' section of the book closes with two articles on cathodoluminescence by Muir and Grant and by Holt, the first being technique, interpretation and breadth of application, the second showing the power of the method when applied to adamantite semiconductors. The information content of these four chapters is high and they provide valuable up-to-date summaries of general and particular SEM applications with method and results of general interest.

Belk, in a very contracted article, provides a general introduction to quantitative X-ray microanalysis from the instrumental and interpretative points of view. This theme is expanded by Gedcke who considers the use of the Si(Li) X-ray energy spectrometer in both the SEM and the electron-beam microprobe instrument. Gedcke's article is the most detailed and specific in the book since it concerns the implementation and application of a particular detecting system. Yakowitz explains the formation of divergent-beam (Kossel) X-ray patterns which provide complementary crystallographic data to the SEM channelling patterns and Dingley and Steeds describe the principles of the generation and observation of Kossel X-ray back-reflexion technique in the SEM.

The book concludes with two chapters introducing automatic handling first to the instrument and specimen in all its aspects (Long and Jefferies) and second to the stereological data from an electron-probe X-ray microanalyser (Jones).

I believe the Editors have been more than usually successful in putting together an integrated comprehensive review of the SEM, and its application to metallurgy and solid-state physics, less so in the excursions into the uses and promise of the STEM. This, of course, reflects the relative infancy of studies using STEM. The achievements and promise of the various SEM techniques are dealt with here at a level of high technical competence and sometimes with an equally high degree of literary truncation.

R. E. BURGE

*Department of Physics  
Queen Elizabeth College  
University of London  
Campden Hill Road  
London W8  
England*

**Crystal growth.** Edité par *Brian R. Pamplin*. Vol. 6. International Series of Monographs in the Science of the Solid State. Editeur Général, *Brian R. Pamplin*. Pp. xiv + 672, Figs. 384, Tableaux 55. Oxford, New York, Toronto, Sydney: Pergamon Press, 1975. Prix \$45, £18.

Les cinq ouvrages qui précèdent *Crystal Growth* dans la série de Monographies intitulée *The Science of the Solid State* traitent tous de sujets concernant les semiconducteurs comme par exemple celui de leurs propriétés optiques et de leurs structures de bande, celui des hétérojonctions ou la théorie du transport de l'électricité. Le présent volume est le premier de la série à étudier une question qui intéresse aussi d'autres composés. Ses dix sept chapitres ont été écrits par dix huit experts de la croissance cristalline qui à part deux d'entre eux occupent un poste en Grande Bretagne, dont en outre la moitié est universitaire et la moitié exerce son activité dans des laboratoires industriels ou d'organismes publics.

Il y a peu de domaines de la croissance que ce livre passe complètement sous silence, il étudie particulièrement les questions les plus importantes, donne les principales étapes qui ont marqué leur progression et fait le point sur leurs plus récents développements. Les résultats marquants sont confrontés, analysés, critiqués. En général ce sont plutôt les conséquences des études théoriques que leur développement mathématique qui retiennent l'attention des auteurs. Dans tout ce qui concerne les techniques, de nombreux détails très intéressants sont donnés, et il est certain que beaucoup de lecteurs en tireront le plus grand profit.

Le premier chapitre est une introduction qui mentionne les principes des méthodes de la croissance cristalline, on appréciera la longue liste d'ouvrages relatifs aux techniques de la croissance, aux diagrammes de phases, à la structure et aux défauts des cristaux et enfin aux publications des travaux, présentés dans les conférences spécialisées, qui est proposée par l'auteur. Les deux chapitres suivants sont théoriques: l'un traite de la germination bi et tridimensionnelle, des mécanismes de croissance et fournit des indications qualitatives sur la cinétique qui préside à l'obtention des diverses formes cristallines; l'autre est consacré au problème difficile mais essentiel de la stabilité de l'interface, il donne une synthèse des solutions apportées jus-

qu'en 1972 aux cas des interfaces plans, sphériques et cylindriques, les hypothèses de base sont bien dégagées, de nombreux diagrammes illustrent le texte et une abondante littérature permet d'approfondir chaque point de l'exposé. Le chapitre 4 comporte une partie relative à l'aspect théorique de la fusion de zone, ses résultats sont employés pour analyser les facteurs qui interviennent dans l'emploi de la méthode; une autre partie présente de manière critique les techniques utilisées dans la réalisation pratique. Le cinquième chapitre, comme le onzième et le treizième, est consacré aux semi-conducteurs: après analyse des équilibres on y étudie la croissance, par diverses techniques, de cristaux de GaAs massiques et en films épitaxiaux, on compare ensuite les propriétés des échantillons obtenus. Le chapitre 11, dans lequel figurent des tables très complètes, présente la croissance en masse et en films épitaxiaux, à partir de solutions dans des métaux fondus, de cristaux semi-conducteurs puis les propriétés des matériaux obtenus. Quant au chapitre 13, il constitue une revue critique des méthodes utilisées pour obtenir sous pression des cristaux des composés III-V et II-VI, il comporte des photos et de nombreux schémas intéressants.

Les chapitres 6 et 7 donnent une vue assez encyclopédique de la croissance à partir de flux: le premier en analyse les principes généraux, le second en traite les aspects pratiques (fours, creusets, qualités des bons flux, leur choix, les multiples sortes d'imperfections cristallines), il est illustré de photos très suggestives et contient des tables bien faites dans lesquelles sont répertoriées les conditions d'obtention de quelques 170 cristaux d'oxydes à partir d'environ 70 flux. Le huitième chapitre est affecté à la cristallisation industrielle à partir de solutions, les grands problèmes rencontrés sont exposés très clairement ainsi que les méthodes employées pour les résoudre. Le neuvième chapitre est un des plus volumineux de l'ouvrage, il

donne des indications et des appréciations très détaillées sur la réalisation, le contrôle et la mesure milieu de croissance, c'est ainsi que pour les méthodes de chauffage il est aussi bien question des faisceaux électroniques et des radiations que des flammes; comme autres exemples de problèmes considérés on peut citer l'atmosphère (vide, haute pression), les récipients.

Le dixième chapitre analyse la croissance de cristaux à partir de phase vapeur, par techniques de transport physiques et chimiques ainsi que la nucléation et la croissance de couches obtenues par hétéro ou homoépitaxie. Les différentes méthodes sont comparées et les conditions requises pour les employer mentionnées. Les exemples donnés sont surtout choisis parmi des semi-conducteurs. Le douzième chapitre est relatif à l'obtention de cristaux par tirage, c'est-à-dire par la méthode de Czochralski. On y trouve la description des techniques utilisées, l'étude des caractéristiques souhaitées pour les creusets, les germes, les bains ainsi qu'une table résumant les conditions de croissance d'une soixantaine de composés, principalement des oxydes, mais parmi lesquels il y a aussi des halogénures, des nitrures, des carbures. Le chapitre 14 est très bref, probablement parce que de nombreux ouvrages traitent en détail la croissance à partir de solutions aqueuses. Il mentionne principalement les techniques employées.

Le quinzième chapitre est consacré à la croissance dendritique dans les divers processus où elle se produit, le phénomène est étudié sur le plan théorique et sur le plan expérimental, ses conséquences sont analysées. Le chapitre 16 concerne des composés qui depuis quelques années connaissent un regain d'intérêt, ce sont les cristaux liquides encore appelés 'stases mésomorphes'. Il contient une classification de ces corps, une description de leurs propriétés de transformation, de leurs caractéristiques moléculaires et structurales et enfin une

brève revue de leurs applications. Le dix septième et dernier chapitre décrit rapidement les types de défauts des cristaux puis les méthodes employées pour les détecter et les caractériser.

La nature des sujets traités, l'abondance des faits mentionnés tout au long des exposés qui sont accompagnés d'environ 2400 citations, font que cet ouvrage de qualité devrait être fort apprécié à la fois dans les laboratoires spécialisés en croissance cristalline et dans ceux de chimie ou de physique des solides.

J. C. MONIER

*Laboratoire de Cristallographie et  
Minéralogie  
U. E. R. des Sciences  
Université de Caen  
14032 Caen Cedex  
France*

## Book Received

*The following book has been received by the Editor. Brief and generally uncritical notices are given of works of marginal crystallographic interest: occasionally a book of fundamental interest is included under this heading because of difficulty in finding a suitable reviewer without great delay.*

**Thorium: preparation and properties.** By J. F. Smith, O. N. Carlson, D. T. Peterson and T. E. Scott. Pp. viii + 385, Figs. 112, Tables 49. Iowa State Univ. Press, 1975. Price \$9.95.

Chapters include: preparation; purification; annealing; mechanical forming, and other fabrication processes; mechanical properties of thorium and its alloys; diffusion in thorium; physical properties and alloying behaviour. *Thorium* provides a critical review of published information on the phase diagram, crystallography, and thermodynamic properties of 71 binary systems of thorium.