

ISO 22493:2008

Annulé le / Withdrawn on 2014-04-15

OCTOBRE 2008

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients AFNOR.
Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR customers.
All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans accord formel.

Contacteur :
AFNOR – Norm'Info
11, rue Francis de Pressensé
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél : 01 41 62 76 44
Fax : 01 49 17 92 02
E-mail : norminfo@afnor.org

afnor

AFNOR

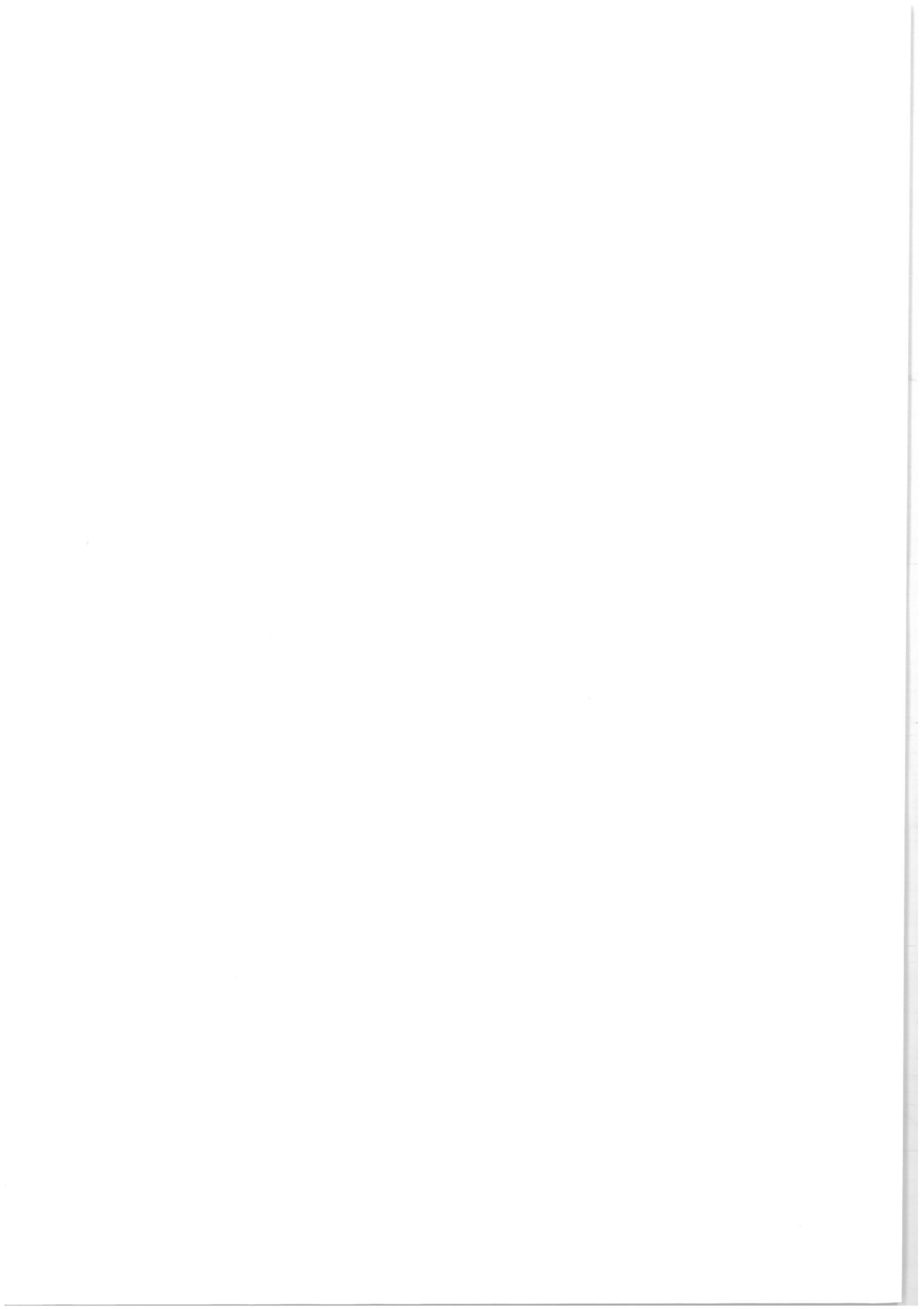
Pour : GN-MEBA

Client : 23432617

le : 01/03/2018 à 17:24

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher



NORME
INTERNATIONALE

ISO
22493

Première édition
2008-10-01

**Analyse par microfaisceaux —
Microscopie électronique à balayage —
Vocabulaire**

Microbeam analysis — Scanning electron microscopy — Vocabulary



Numéro de référence
ISO 22493:2008(F)

© ISO 2008

ISO 22493:2008(F)

PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2008

La reproduction des termes et des définitions contenus dans la présente Norme internationale est autorisée dans les manuels d'enseignement, les modes d'emploi, les publications et revues techniques destinés exclusivement à l'enseignement ou à la mise en application. Les conditions d'une telle reproduction sont les suivantes: aucune modification n'est apportée aux termes et définitions; la reproduction n'est pas autorisée dans des dictionnaires ou publications similaires destinés à la vente; la présente Norme internationale est citée comme document source.

À la seule exception mentionnée ci-dessus, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2009

Publié en Suisse

Sommaire	Page
Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Termes abrégés.....	1
3 Termes utilisés dans les bases physiques de la MEB	1
4 Termes utilisés dans l'instrumentation pour MEB	6
5 Termes utilisés dans la formation et le traitement des images MEB	12
6 Termes utilisés dans l'interprétation et l'analyse des images MEB	16
7 Termes utilisés pour le mesurage et l'étalonnage du grandissement et de la résolution d'image MEB.....	18
Bibliographie.....	20
Index alphabétique.....	21

ISO 22493:2008(F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 22493 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 202, *Analyse par microfaisceaux*, sous-comité SC 1, *Terminologie*.

Introduction

La microscopie électronique à balayage (MEB) est une technique utilisée pour observer et caractériser la morphologie de la surface et la structure des matériaux solides, notamment les alliages métalliques, les céramiques, les verres, les minéraux, les polymères, les poudres, etc., sur une échelle spatiale allant du micromètre au nanomètre. Il est également possible en lui associant la microscopie par faisceaux d'ions focalisés de générer des structures en trois dimensions. La microscopie électronique à balayage repose sur la physique de l'optique électronique, de la diffusion d'électrons et de l'émission d'électrons secondaires.

Principal sous-domaine de l'analyse par microfaisceaux, la microscopie électronique à balayage trouve de très nombreuses applications dans divers domaines d'activité (industries de haute technologie, industries de base, métallurgie et géologie, biologie et médecine, protection de l'environnement, commerce, etc.). Elle dispose en outre d'une base commerciale solide qui a besoin de normalisation.

Normaliser la terminologie d'un domaine technique constitue l'une des conditions préalables fondamentales à l'élaboration de normes sur d'autres aspects de la technique.

La présente Norme internationale répond à la nécessité d'élaborer une terminologie spécifique à la MEB, contenant des définitions cohérentes des termes utilisés dans la pratique à l'échelle internationale par les scientifiques et les ingénieurs utilisant cette technique. La présente Norme internationale est la deuxième d'une série de normes élaborées ou destinées à être élaborées par le Comité technique ISO/TC 202, *Analyse par microfaisceaux*, sous-comité SC 1, *Terminologie*, sur l'analyse par microsonde électronique (EPMA), la microscopie électronique à balayage (MEB), la microscopie électronique analytique (MEA), la spectrométrie à sélection d'énergie (EDS), etc., afin de couvrir l'ensemble du domaine de l'analyse par microfaisceaux.

Analyse par microfaisceaux — Microscopie électronique à balayage — Vocabulaire

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit les termes utilisés dans les applications de la microscopie électronique à balayage (MEB). Elle couvre des concepts généraux et des concepts spécifiques, hiérarchisés selon un ordre systématique, et inclut les termes déjà définis dans l'ISO 23833, le cas échéant.

La présente Norme internationale s'applique à tous les documents de normalisation relatifs à la pratique de la MEB. Certains articles de la présente Norme internationale s'appliquent également aux documents relevant de domaines apparentés (par exemple l'EPMA, la MEA, l'EDS) pour la définition des termes qui sont pertinents dans ces domaines.

2 Termes abrégés

MEA	microscopie/microscope électronique analytique
BSE	électron rétrodiffusé
MEBPC	microscopie/microscope électronique à balayage à pression contrôlée
CRT	tube cathodique
EBIC	courant induit par faisceau d'électrons
EBSD	diffraction des électrons rétrodiffusés/diffraction par rétrodiffusion
EDS	spectrométrie/spectromètre X à sélection d'énergie
EDX	spectrométrie X à sélection d'énergie
EPMA	analyse par microsonde électronique ou microsonde de Castaing
MEBE	microscopie/microscope électronique à balayage environnemental
FWHM	largeur à mi-hauteur
SE	électron secondaire
MEB	microscopie/microscope électronique à balayage
MEBPV	microscopie/microscope électronique à balayage à pression variable

3 Termes utilisés dans les bases physiques de la MEB

3.1

optique électronique

science qui traite de la trajectoire des électrons au travers de champs électrostatiques et/ou électromagnétiques

ISO 22493:2008(F)

3.1.1

source d'électrons

dispositif qui génère les électrons nécessaires à la formation d'un faisceau d'électrons dans le système optique électronique

3.1.1.1

étalement énergétique

diversité de l'énergie des électrons

3.1.1.2

taille de source effective

dimension effective de la source d'électrons

3.1.2

émission d'électrons

libération d'électrons par la surface d'un matériau dans certaines conditions d'excitation

3.1.2.1

émission de champ

émission d'électrons engendrée par un champ électrique intense à la surface ou au voisinage de la surface d'un matériau

3.1.2.1.1

émission de champ à cathode froide

émission de champ froide

émission de champ dans laquelle le processus d'émission dépend uniquement du champ électrostatique créé par une haute tension dans un environnement d'ultravide, la cathode fonctionnant à température ambiante

3.1.2.1.2

émission de champ assistée thermiquement

effet Schottky

émission de champ dans laquelle le processus d'émission dépend à la fois de la température élevée de la pointe de la cathode et du champ électrique créé par une haute tension dans un environnement d'ultravide

3.1.2.2

émission thermoélectronique

émission d'électrons due à la température élevée qui permet aux électrons de la cathode de vaincre le travail de sortie et de s'échapper dans le vide

3.1.3

lentille électronique

élément de base d'un système optique électronique qui utilise un champ électrostatique et/ou électromagnétique pour modifier la trajectoire des électrons qui le traversent

3.1.3.1

lentille électrostatique

lentille électronique qui utilise un champ électrostatique formé par une configuration spécifique d'électrodes

3.1.3.2

lentille électromagnétique

lentille électronique qui utilise un champ électromagnétique formé par une configuration spécifique de bobinage électromagnétique (ou d'aimant permanent) et de pièce polaire

3.1.4

focalisation

fonction de base d'une lentille électronique qui assure la convergence des électrons vers un point particulier

3.1.5

facteur de réduction

valeur numérique correspondant à la diminution du diamètre du faisceau d'électrons sortant d'une lentille comparé au diamètre du faisceau d'électrons entrant dans la lentille

3.2

diffusion d'électrons

modification de la trajectoire d'un électron et/ou perte de son énergie cinétique à la suite d'une ou de plusieurs collisions avec un ou plusieurs électrons ou atomes cibles

3.2.1

diffusion élastique

diffusion d'électrons au cours de laquelle il y a conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement lors de la collision

3.2.1.1

rétrodiffusion

diffusion d'électrons au cours de laquelle les électrons incidents rebondissent sur la surface et sont éjectés de la cible après avoir subi une modification de leur trajectoire

3.2.2

diffusion inélastique

diffusion d'électrons au cours de laquelle il n'y a pas conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement lors de la collision

NOTE Lors de la diffusion inélastique, la trajectoire des électrons est modifiée selon un angle faible, généralement inférieur à 0,01 rad.

3.2.3

section efficace de diffusion

surface théorique, perpendiculaire au rayonnement incident, dont la géométrie devrait permettre de capturer la totalité du rayonnement diffusé par une particule diffusante

NOTE La section efficace de diffusion est en général exprimée simplement comme une surface (m²).

3.2.4

libre parcours moyen

distance moyenne entre les événements de diffusion des électrons dans un matériau quelconque

3.2.5

portée de Bethe

estimation de la longueur totale du chemin pouvant être parcouru par un électron dans un matériau quelconque (y compris le vide et une cible), obtenue par intégration du ralentissement de l'équation de Bethe dans le domaine d'énergie compris entre la valeur incidente et une valeur seuil faible (par exemple 1 keV)

NOTE Cette définition suppose que la perte d'énergie de l'électron dans le matériau est continue, contrairement à ce qui est observé dans la pratique, où la perte d'énergie se produit lors d'événements de diffusion discrets.

3.3

électron rétrodiffusé

BSE

électron éjecté de la surface d'entrée de l'échantillon par le processus de rétrodiffusion

NOTE Par convention, un électron éjecté avec une énergie supérieure à 50 eV peut être considéré comme un électron rétrodiffusé.

3.3.1

coefficient de rétrodiffusion

rendement de rétrodiffusion

η

rapport entre le nombre total d'électrons rétrodiffusés et le nombre total d'électrons incidents

ISO 22493:2008(F)

3.3.2

distribution angulaire des électrons rétrodiffusés

distribution des électrons rétrodiffusés en fonction de leur angle d'émission par rapport à la normale à la surface de l'échantillon

3.3.3

influence du nombre atomique sur les électrons rétrodiffusés

variation du coefficient de rétrodiffusion en fonction du nombre atomique de l'échantillon

3.3.4

influence de l'énergie du faisceau sur les électrons rétrodiffusés

variation du coefficient de rétrodiffusion avec l'énergie du faisceau

3.3.5

distribution en profondeur des électrons rétrodiffusés

distribution décrivant la position à leur profondeur maximale des électrons dans l'échantillon avant qu'ils ne soient rétrodiffusés de la surface de l'échantillon

3.3.6

distribution énergétique des électrons rétrodiffusés

distribution des électrons rétrodiffusés en fonction de leur énergie d'émission

3.3.7

profondeur d'échappement des électrons rétrodiffusés

profondeur maximale dans un échantillon d'où un électron rétrodiffusé peut émerger

3.3.8

distribution spatiale latérale des électrons rétrodiffusés

distribution en deux dimensions des électrons rétrodiffusés émergeant en fonction de la distance séparant le point d'impact du faisceau de la position latérale d'échappement

3.4

électron secondaire

électron émis par la surface d'un échantillon à la suite d'un bombardement par les électrons primaires

NOTE Par convention, un électron dont l'énergie est inférieure à 50 eV est considéré comme un électron secondaire.

3.4.1

rendement SE

coefficient d'émission secondaire

nombre total d'électrons secondaires par électron incident

3.4.2

distribution angulaire des électrons secondaires

distribution des électrons secondaires en fonction de leur angle d'émission par rapport à la normale à la surface

3.4.3

distribution énergétique des électrons secondaires

distribution des électrons secondaires en fonction de leur énergie d'émission

3.4.4

profondeur d'échappement des électrons secondaires

profondeur maximale sous une surface d'où les électrons secondaires sont émis

3.4.5

influence de l'inclinaison sur les électrons secondaires

effet sur les électrons secondaires de l'inclinaison de l'échantillon qui accompagne un changement de l'angle du faisceau incident

3.4.6

SE₁ (SE_I)

électrons secondaires générés dans l'échantillon par les électrons du faisceau incident

3.4.7

SE₂ (SE_{II})

électrons secondaires générés dans l'échantillon par les électrons rétrodiffusés

3.4.8

SE₃ (SE_{III})

électrons secondaires générés par les électrons rétrodiffusés par l'échantillon en un point relativement éloigné du point d'incidence

3.4.9

SE₄ (SE_{IV})

électrons secondaires générés dans la colonne optique électronique par les électrons du faisceau incident

3.5

pénétration d'un électron

processus physique de cheminement d'un électron du faisceau énergétique incident avant qu'il ne perde toute son énergie dans la cible (échantillon)

3.5.1

portée des électrons

mesure de la distance de pénétration en ligne droite des électrons dans un solide

3.5.2

volume d'interaction

volume situé sous la zone d'impact du faisceau incident à la surface de l'échantillon, dans lequel les électrons du faisceau se déplacent et sont soumis à des diffusions élastique et inélastique

3.5.3

volume d'information

volume de l'échantillon à l'origine du signal mesuré

3.5.4

profondeur de pénétration

profondeur atteinte par un électron incident dans une cible

3.5.5

simulation de Monte-Carlo

calcul d'approximation des résultats de mesurage à l'aide de techniques d'échantillonnage aléatoire, utilisant généralement des nombres aléatoires générés par ordinateur selon un schéma qui suit les processus physiques régissant l'interaction des électrons

3.6

canalisation des électrons

processus physique se produisant dans des matériaux cristallins selon des plans de densité atomique faible générant une forte pénétration d'électrons

3.7

diffraction des électrons

processus physique de diffusion particulièrement forte du faisceau d'électrons incident sous certains angles en relation avec les plans atomiques du cristal

ISO 22493:2008(F)

3.7.1

diffraction des électrons rétrodiffusés

EBSD

processus de diffraction se produisant entre les électrons rétrodiffusés et les plans atomiques d'un échantillon fortement incliné bombardé par le faisceau d'électrons incident

4 Termes utilisés dans l'instrumentation pour MEB

4.1

canon à électrons

composant produisant un faisceau d'électrons d'énergie cinétique bien définie

4.1.1

canon à émission de champ

canon à électrons utilisant l'émission de champ

4.1.1.1

canon à émission de champ froide

canon à électrons utilisant l'émission de champ froide

4.1.1.1.1

électrode d'extraction

électrode portée au potentiel électrostatique nécessaire pour extraire des électrons de la source d'électrons

4.1.1.1.2

flash

chauffage de courte durée appliqué généralement à un canon à émission de champ froide pour nettoyer la surface de la pointe émettrice d'électrons

4.1.1.2

canon à émission de champ assisté thermiquement

canon à électrons utilisant l'émission de champ assistée thermiquement

4.1.2

canon à émission thermoélectronique

canon à électrons utilisant l'émission thermoélectronique

4.1.2.1

canon à filament de tungstène

canon à émission thermoélectronique dont la cathode est formée par un filament de tungstène plié en épingle à cheveux

4.1.2.2

canon à pointe LaB₆

canon à émission thermoélectronique dont la cathode est constituée d'un monocristal LaB₆ chauffé

4.1.2.3

anode

l'une des électrodes d'un canon à électrons, à laquelle est appliquée une tension positive élevée par rapport à la cathode afin d'accélérer les électrons émis par celle-ci

4.1.2.4

cathode

l'une des électrodes d'un canon à électrons, portée à un potentiel électrique négatif par rapport à l'anode

4.1.2.5

wehnelt

électrode percée placée dans le canon à électrons entre l'anode et la cathode, qui focalise les électrons à l'intérieur du canon et en régle l'émission

4.1.3

brillance

β

courant au point de focalisation par unité de surface et par unité d'angle solide dans le faisceau

NOTE La brillance est donnée par l'équation

$$\beta = 4 I / (\pi^2 d^2 \alpha^2)$$

où

I est le courant, en ampères;

d est le diamètre, en mètres, du faisceau au point de focalisation;

α est le demi-angle d'ouverture du faisceau, en radians.

4.1.4

brillance réduite

β'

brillance (densité de courant du faisceau) normalisée pour la tension d'accélération du faisceau

$$\beta' = \beta / V$$

où

β est la brillance mesurée;

V est la tension d'accélération du faisceau d'électrons.

4.1.5

courant d'émission

courant total d'électrons émis par la cathode

4.1.6

saturation

état de chauffage spécifique de la cathode dans lequel une modification du courant de chauffage ne modifie que très légèrement le courant du faisceau d'électrons proche de son maximum

4.2

système de lentilles électroniques

combinaison de plusieurs lentilles électroniques permettant d'obtenir des fonctions optiques électroniques spécifiques

4.2.1

aberration

écart par rapport aux propriétés idéales d'un élément optique électronique, par exemple défauts d'une lentille tels que l'aberration sphérique, l'aberration chromatique, la diffraction, qui altèrent les propriétés optiques de la lentille

4.2.1.1

aberration chromatique

défaut de la lentille se produisant du fait que des électrons provenant d'un même point mais d'énergies légèrement différentes, sont focalisés en des points différents dans le plan image

ISO 22493:2008(F)

4.2.1.2

aberration sphérique

défaut de la lentille se produisant du fait que le champ magnétique de la lentille courbe plus fortement les trajectoires d'électrons qui sont éloignées de l'axe optique que celles qui sont proches de l'axe

4.2.2

diaphragme

ouverture axiale dont le diamètre définit la transmission de la lentille

4.2.2.1

angle d'ouverture

moitié de l'angle sous-tendu par le diamètre du diaphragme au point de focalisation du faisceau

4.2.2.2

diffraction de diaphragme

défaut apparaissant lorsque le diaphragme est très petit, et qui, en raison de la nature ondulatoire des électrons, produit une image de diffraction au lieu d'un point dans le plan gaussien de l'image

4.2.2.3

diaphragme d'objectif

diaphragme qui réduit l'aire de la section du faisceau d'électrons incident sur l'échantillon

4.2.2.4

diaphragme virtuel d'objectif

diaphragme de limitation du faisceau situé entre le dernier condenseur et la lentille de l'objectif

4.2.3

astigmatisme

phénomène par lequel les électrons émergeant d'un point objet sont focalisés et forment deux lignes de focalisation distinctes, à 90° l'une de l'autre, et non l'image ponctuelle que donnerait une lentille parfaitement cylindrique

NOTE L'astigmatisme résulte de l'asymétrie du champ magnétique de la lentille générée par des erreurs d'usinage, des défauts d'homogénéité dans les pièces polaires, une asymétrie des enroulements de la lentille et des imperfections du diaphragme.

4.2.3.1

stigmatiseur

dispositif appliquant des champs magnétiques faibles supplémentaires pour corriger l'astigmatisme

4.2.4

condenseur

dispositif optique utilisé pour faire converger ou diverger les électrons transmis

NOTE La fonction principale du condenseur est de définir le courant dans le faisceau et sa forme tridimensionnelle.

4.2.5

lentille objectif

lentille située immédiatement au-dessus de l'échantillon

NOTE La fonction principale de la lentille objectif est de focaliser la sonde finale.

4.2.5.1

lentille conique

lentille objectif ayant la forme d'un cône pointant vers l'échantillon

4.2.5.2

lentille à immersion

lentille électronique dans laquelle l'objet est placé à l'intérieur du champ électrique pour que le champ de la lentille puisse varier rapidement à son voisinage

4.2.5.3

lentille snorkel

lentille objectif de configuration unipolaire asymétrique, compatible avec des échantillons de grandes dimensions, caractérisée par de faibles aberrations et une conception favorable pour l'imagerie et la détection d'électrons au travers de la lentille

4.3

système de balayage

dispositif intégré dans la colonne optique électronique, permettant le déplacement de la sonde électronique sur la surface de l'échantillon selon une ou deux dimensions et le recueil de signaux synchronisés de manière à engendrer des lignes ou des images

4.3.1

système de balayage analogique

système de balayage piloté par un circuit analogique dans lequel la sonde électronique est déplacée de façon continue, rapidement le long de l'axe des x (balayage ligne) et plus lentement à angle droit le long de l'axe des y (balayage trame), de façon à constituer une bonne approximation du balayage orthogonal

4.3.2

système de balayage numérique

système de balayage piloté par un circuit numérique dans lequel la sonde électronique est déplacée de façon discrète d'un point donné vers un autre point (x, y) d'une matrice où elle reste pendant un temps fixé (temps d'échantillonnage), puis vers le point suivant d'acquisition

4.3.3

double déviation

action consistant dans un premier temps à dévier le faisceau d'électrons hors de l'axe optique, puis à le replacer dans l'axe du diaphragme final (définissant le faisceau)

4.3.4

temps d'échantillonnage

dans le cas d'un balayage numérique, durée pendant laquelle la sonde électronique reste sur un point particulier

4.4

chambre échantillon

compartiment à proximité de la lentille objectif où la platine objet portant l'échantillon est installée et manipulée

4.4.1

équilibre de charge

état dans lequel le nombre d'électrons incidents frappant la surface de l'échantillon est égal au nombre d'électrons (secondaires, rétrodiffusés, etc.) quittant l'échantillon

4.4.2

pompage différentiel

méthode de pompage permettant d'atteindre et de maintenir des valeurs de vide différentes dans des chambres reliées par des diaphragmes, ce qui empêche l'échange de grandes quantités de gaz

4.4.3

MEB à pression variable

MEBPV

Voir MEBPC (4.4.7).

ISO 22493:2008(F)

4.4.4

MEB environnemental MEBE

Voir **MEBPC** (4.4.7).

4.4.5

longueur de trajet gazeux

distance moyenne parcourue par les électrons à travers le gaz avant d'atteindre l'échantillon

4.4.6

amplification gazeuse

phénomène d'ionisations multiples conduisant à une cascade d'électrons secondaires et à un gain de signal sous l'effet des interactions électrons/gaz dans un champ électrique

4.4.7

MEBPC

microscope électronique à balayage (MEB) à pression contrôlée pouvant fonctionner lorsque la pression dans la chambre de l'échantillon est comprise entre 1 Pa et 5 000 Pa, de sorte que l'émission secondaire directe n'est plus détectable et que les images sont obtenues à l'aide d'un détecteur d'électrons secondaires à **amplification gazeuse** (4.4.6), d'un **détecteur d'électrons sous pression contrôlée** (4.6.2.6), d'un détecteur d'émission photoélectrique ou à l'aide d'autres signaux tels que les électrons rétrodiffusés ou le courant absorbé

NOTE Ce type de MEB peut également être utilisé avec un vide normal dans la chambre.

4.5

échantillon

matériau prélevé pour examen ou analyse

4.5.1

platine échantillon

dispositif, situé dans la chambre échantillon, qui permet de manipuler et de maintenir en place correctement ce dernier

NOTE Ce dispositif autorise en général certains des cinq degrés de liberté de mouvement, à savoir les déplacements x - y - z , l'inclinaison et la rotation.

4.5.2

distance de travail

distance séparant la surface inférieure de la pièce polaire de la lentille objectif et la surface de l'échantillon

NOTE Autrefois, cette distance était définie comme la distance entre le plan principal de la lentille objectif et le plan de la surface de l'échantillon.

4.5.3

contamination

couche superficielle étrangère en surface de l'échantillon et/ou accumulation localisée de matériau étranger sur la surface, provenant du bombardement par le faisceau d'électrons

4.5.4

métallisation

couverture de la surface de l'échantillon par une fine couche de matériau (généralement conducteur), habituellement créée par évaporation sous vide ou pulvérisation

4.5.5

effet de bord

rehaussement du signal de bord de l'échantillon sur les images obtenues au MEB

4.6

détection du signal

collecte des signaux physiques générés par l'interaction électrons-échantillon puis conversion de ceux-ci en signaux électriques en vue de leur traitement ultérieur

4.6.1

détecteur

dispositif permettant de collecter un signal et de le convertir en signal électronique

4.6.2

détecteur d'électrons

détecteur conçu spécifiquement pour collecter les électrons et les convertir en un signal électronique

4.6.2.1

détecteur convertisseur BSE-SE

modèle de détecteur Everhart-Thornley conçu pour collecter des électrons rétrodiffusés grâce à leur conversion en électrons secondaires sur une électrode spécifique à efficacité de conversion élevée

4.6.2.2

caméra CDD EBSD

système de détection utilisé pour l'imagerie de clichés EBSD, constitué d'un écran à luminophores, d'un système de lentilles optiques de caméra, d'un capteur à transfert de charge et d'un ordinateur pour la collecte de données

4.6.2.3

caméra infrarouge

système de détection utilisé pour observer le contenu de la chambre échantillon en lumière infrarouge

4.6.2.4

détecteur à microcanaux

type de détecteur BSE et SE fonctionnant dans tous les domaines d'énergie, l'amplification étant créée dans les capillaires de la galette de microcanaux grâce au potentiel d'accélération appliqué entre les faces de sortie et d'entrée

4.6.2.5

détecteur BSE à scintillateur et guide de lumière combinés

type de détecteur d'électrons rétrodiffusés dédié dans lequel un scintillateur de grande surface et de révolution (constitué du même matériau que le guide de lumière) est placé à proximité de la surface de l'échantillon pour la collecte des électrons rétrodiffusés selon un angle solide d'environ 2π

4.6.2.6

détecteur d'électrons sous pression contrôlée

type spécifique de détecteur d'électrons secondaires, dédié au MEBPV ou au MEBPC, fonctionnant sur le principe de l'amplification du courant ionique généré par les électrons accélérés par un champ électrique issu d'une électrode polarisée positivement, placée à proximité de l'échantillon se trouvant dans un environnement gazeux

4.6.2.7

détecteur Everhart-Thornley

type de détecteur d'électrons secondaires appelé du nom de ses concepteurs, T. Everhart et R.F.M. Thornley

NOTE Ce détecteur est composé des éléments suivants: un *scintillateur* qui convertit les électrons à haute énergie en photons, un guide de lumière qui transporte les photons émis jusqu'à un *photomultiplicateur* qui les détecte.

4.6.2.8

détecteur à amplification gazeuse

Voir détecteur d'électrons sous pression contrôlée (4.6.2.6).

ISO 22493:2008(F)

4.6.2.9

détecteur à diode solide

détecteur d'électrons rétrodiffusés dédié, fonctionnant sur le principe de la production de paires électrons-trous induites dans un semi-conducteur par les électrons énergétiques, et se caractérisant par la souplesse de sa configuration, un angle solide élevé, plusieurs secteurs, la sélectivité de l'énergie et l'auto-amplification

4.6.2.10

détecteur au travers de la lentille

type spécifique de détecteur SE/BSE adapté à la lentille objectif, dans lequel les électrons secondaires/rétrodiffusés émis par l'échantillon montent en spirale dans le champ magnétique de la lentille, traversent le trou de la lentille et sont recueillis par le ou les détecteurs d'électrons situés sur un côté de la colonne

4.6.2.11

détecteur au-dessus de la lentille

type spécifique de détecteur SE/BSE placé au-dessus des pièces polaires de la lentille objectif, dans lequel les électrons secondaires/rétrodiffusés émis par l'échantillon montent en spirale dans le champ magnétique de la lentille, traversent la lentille et sont recueillis par le ou les détecteurs d'électrons coaxiaux avec le faisceau

4.6.3

angle d'émergence

angle formé par la surface de l'échantillon et la droite reliant le point d'impact du faisceau au centre de la face du détecteur

NOTE Dans le cas considéré, le terme ne s'applique pas à l'angle d'émergence d'un détecteur de rayons X. En ce qui concerne l'angle d'émergence du détecteur de rayons X, voir «angle d'émergence des rayons X» dans l'ISO 23833.

4.7

traitement du signal

traitement et modification des signaux électriques quittant le détecteur par des procédés électroniques en vue du traitement et de l'affichage de l'image

4.7.1

niveau de noir

signal de sortie minimal provenant de l'amplificateur, correspondant au niveau le plus sombre sur l'écran

4.7.2

plage dynamique

différence entre le niveau de blanc et le niveau de noir

4.7.3

traitement dérivé

méthode de renforcement des fréquences spatiales sélectionnées dans une image

5 Termes utilisés dans la formation et le traitement des images MEB

5.1

balayage

action permettant d'obtenir le déplacement de la sonde électronique sur la surface de l'échantillon et son mouvement synchronisé sur l'écran

5.1.1

balayage de surface

balayage en x et y permettant de voir une image MEB

5.1.2

balayage ligne

balayage dans une seule direction (x ou y) permettant de voir la modulation du signal

5.1.2.1

modulation y

opération consistant à utiliser le signal de l'intensité mesurée pendant le balayage ligne pour moduler la déviation en y du tube cathodique, afin de produire sur l'écran une courbe reproduisant la distribution de l'intensité le long de la ligne de balayage

5.1.3

distorsion de balayage

perte de fidélité dans l'image due aux défauts du dispositif de balayage ou parfois au balayage lui-même

5.1.3.1

moiré

formation de franges de Moiré engendrées par l'interférence entre des éléments périodiques de l'échantillon et l'échantillonnage des points image formant l'image balayée

5.2

imagerie MEB

formation d'images cartographiques, consistant à recueillir les informations provenant de l'échantillon et à transférer ces informations dans l'affichage

5.2.1

imagerie analogique

imagerie MEB dans laquelle les informations recueillies sur l'échantillon et le signal de contrôle du balayage sont traitées et manipulées comme des valeurs continues dans la chaîne de traitement

5.2.2

imagerie numérique

imagerie MEB dans laquelle les informations recueillies sur l'échantillon et le signal de contrôle du balayage sont traitées et manipulées comme des valeurs discrètes, c'est-à-dire numérisées dans la chaîne de traitement, avec les avantages apportés par la mémoire d'ordinateur et le traitement des données par rapport à l'approche analogique

5.2.2.1

résolution numérique

nombre de positions discrètes du faisceau, c'est-à-dire d'éléments d'image ou «pixels», par exemple 512×512 , $1\,024 \times 1\,024$

5.2.2.2

sensibilité en intensité

profondeur de l'image numérique

nombre de niveaux discrets dans la représentation numérisée de l'intensité du signal, généralement décrit par une puissance de 2

NOTE 8 bits = 256 niveaux.

5.2.2.2.1

niveau de gris

nombre maximal de niveaux discrets disponibles dans la représentation numérisée de l'intensité du signal, généralement décrit comme une puissance de 2

NOTE 1 Voir 5.2.2.2.

NOTE 2 Les codages en niveaux de gris les plus courants pour le MEB sont: 8 bits, 12 bits, 16 bits, 24 bits et 32 bits. Les codages en niveaux de gris des images scientifiques sont généralement de 8 bits, 12 bits ou 16 bits pour des niveaux de gris discrets de 256, 4 096 ou 65 536.

ISO 22493:2008(F)

5.2.3

profondeur de champ

distance verticale nécessaire pour amener le faisceau d'une focalisation optimale à une défocalisation notable sur l'objet ou l'échantillon

5.2.4

point image

élément d'image

pixel

point de l'échantillon depuis lequel l'information est recueillie et transférée à l'écran d'observation ou à la mémoire de l'ordinateur pour la construction d'une image

5.3

contraste

C

différence de signal entre deux points (P_1, P_2) choisis de façon arbitraire dans le champ de l'image, normalisée par le signal maximal pouvant être atteint dans les conditions de travail particulières

NOTE Le contraste est donné par l'équation

$$C = |S_2 - S_1| / S_{\max} \quad (0 < C < 1)$$

où

S_2 et S_1 sont les signaux de deux points choisis de façon arbitraire (P_1, P_2), respectivement;

S_{\max} est le signal maximal pouvant être atteint dans les conditions de travail particulières.

5.3.1

contraste de nombre atomique

contraste produit par la différence de composition chimique locale (nombre atomique ou nombre atomique pondéré par le titre massique) dans l'échantillon analysé

5.3.2

contraste de canalisation

contraste produit par l'effet de canalisation des électrons induit par les différentes conditions de diffraction de Bragg dans l'échantillon cristallographique considéré

5.3.3

composantes de contraste

facteurs influant sur le faisceau d'électrons qui arrive sur le détecteur, induisant ainsi un contraste dans l'image de l'échantillon

5.3.3.1

composante d'énergie

composante de contraste produite lorsque le contraste est généré par une certaine portion de la distribution énergétique des électrons

5.3.3.2

composante numérique (inusité en français)

composante de contraste résultant simplement des différences dans le nombre d'électrons quittant l'échantillon en différents endroits du faisceau, en réponse aux changements des caractéristiques de l'échantillon à ces endroits

5.3.3.3

composante de trajectoire (inusité en français)

composante de contraste résultant des trajectoires suivies par les électrons après avoir quitté l'échantillon

5.3.4

contraste cristallographique

contraste induit par la canalisation et la diffraction des électrons résultant de l'interaction des électrons du faisceau et de l'échantillon cristallin

5.3.5

contraste magnétique

contraste induit par les interactions des électrons du faisceau avec le champ magnétique présent à la surface ou à l'intérieur de l'échantillon

5.3.5.1

contraste magnétique de type 1

contraste induit par les interactions des électrons secondaires après leur sortie de la surface de l'échantillon et son champ magnétique

5.3.5.2

contraste magnétique de type 2

contraste induit par l'effet du champ magnétique interne sur les électrons du faisceau lors de leur diffusion dans l'échantillon

5.3.6

bruit

perturbations variant avec le temps superposées au signal analytique avec des fluctuations qui mènent à une incertitude dans l'intensité du signal

NOTE 1 Une mesure exacte du bruit peut être déterminée à partir de l'écart-type des fluctuations. Des estimations visuelles ou autres, comme le bruit pic-à-pic dans un spectre, peuvent être utiles en tant que mesures semi-quantitatives du bruit.

NOTE 2 Les fluctuations dans l'intensité mesurée peuvent provenir d'un certain nombre de causes, comme le bruit statistique et l'interférence électrique.

[ISO 18115: 2001]

5.3.7

critère de Rose

condition permettant à un observateur moyen de distinguer des petits détails en présence de bruit, ce qui exige que le changement de signal du détail dépasse le bruit d'un facteur au moins égal à trois

5.3.8

rapport signal/bruit

rapport entre le signal et son bruit

5.3.9

contraste topographique

contraste produit par la différence d'inclinaison locale de la surface de l'échantillon par rapport à la direction du faisceau d'électrons incidents et à la position du détecteur

5.3.10

contraste de potentiel

contraste produit par les différences de potentiel de surface d'un endroit à l'autre de l'échantillon

5.4

distorsion de l'image

perte de fidélité des dimensions sur l'image MEB

5.4.1

distorsion de projection

distorsion de l'image produite par la projection géométrique du faisceau lorsque le MEB effectue le balayage en oscillant autour d'un point de l'axe optique, perpendiculaire à la surface de l'échantillon

ISO 22493:2008(F)

5.4.1.1

distorsion gnomonique

distorsion de projection produite par une incrémentation non linéaire entre le déplacement du faisceau et l'angle de balayage par rapport à l'axe optique

5.4.1.2

distorsion d'inclinaison

distorsion de projection due à l'inclinaison d'une surface plane ou à l'inclinaison aléatoire des facettes d'un échantillon

5.5

traitement d'image analogique

opération de traitement et de manipulation des signaux contenant les informations de l'image comme des grandeurs variant en continu

5.6

traitement d'image numérique

opération de traitement et de manipulation des signaux contenant les informations de l'image comme des variables discrètes, c'est à dire numérisées

5.6.1

amélioration d'image numérique

traitement numérique de l'image visant à faciliter la lisibilité par l'opérateur de l'information contenue dans l'image

5.6.2

intégration de trames

mode de traitement de l'image «en temps réel» utilisant la **mémoire d'image** (5.6.3) qui accumule plusieurs trames d'image acquises à des fréquences TV ou à des vitesses de balayage plus lentes et les intègre pour former une image moyenne finale

5.6.3

mémoire tampon

mémoire d'image

carte mémoire d'ordinateur dédiée, constituée d'une matrice de registres mémoire adaptée au stockage temporaire des données relatives à une ou plusieurs images

5.6.4

format de fichier graphique

format de fichier image

format d'archivage numérique du contenu de la mémoire d'image

NOTE Les formats de fichier image les plus couramment utilisés sont: le BMP (bitmap), le GIF (*Graphics Interchange Format*, format d'échange de graphiques), le TIF (*Tagged Image Format*, format d'image étiquetée) et le JPEG (*Joint Photographic Experts Group*, groupe d'experts en photographie). Le format TIF est le format scientifique qui conserve toutes les données et la taille de chaque pixel dans son en-tête de sorte que le format peut être utilisé pour conserver les images dans leur intégrité.

6 Termes utilisés dans l'interprétation et l'analyse des images MEB

6.1

analogie optique

correspondance forte enregistrée, dans l'interprétation de l'imagerie MEB, entre un détecteur E-T polarisé positivement et l'œil humain pour les scènes éclairées par le dessus

NOTE Dans cette analogie, un faisceau de lumière remplace le faisceau d'électrons et l'œil remplace le détecteur E-T pour l'interprétation du contraste.

6.2 **courant induit par le faisceau d'électrons** **EBIC**

courant induit dans les échantillons de matériaux ou de composants semi-conducteurs par le bombardement du faisceau d'électrons

6.2.1 **conductivité β**

conductivité apparaissant comme une variation du courant de collection de charges, en l'absence d'effet de polarisation électronique

6.2.2 **courant de collection de charges**

courant circulant dans le circuit reliant deux contacts à l'échantillon en EBIC

6.2.3 **effet de polarisation électronique**

génération d'une force électromotrice dans l'échantillon, conduisant le courant de collection de charges dans un circuit externe

6.2.4 **courant d'échantillon**

courant absorbé
courant circulant entre l'échantillon conducteur et la masse

NOTE Ce courant représente la différence entre le courant du faisceau injecté dans l'échantillon et le courant émis sous forme d'électrons rétrodiffusés et d'électrons secondaires.

6.3 **loi de Bragg**

expression mathématique reliant la longueur d'onde du faisceau du rayonnement incident et l'espacement des plans atomiques d'un cristal aux angles spécifiques que font le faisceau et les plans atomiques qui provoquent une diffraction

NOTE L'expression mathématique est

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

où

d est l'espacement des plans atomiques;

n est un nombre entier;

λ est la longueur d'onde du rayonnement;

θ est l'angle de diffraction.

6.4 **cliché de canalisation des électrons**

matrice de lignes et de bandes observée sur l'image MEB d'un matériau cristallin, produite par la **canalisation des électrons** (3.6)

6.5 **cliché de diffraction des électrons rétrodiffusés** **EBSP**

matrice de lignes et de bandes observée sur l'image MEB d'un matériau cristallin, produite par la **diffraction des électrons rétrodiffusés** (3.7.1)

6.5.1 **lignes de Kikuchi**

nombreuses lignes ou bandes observées sur un cliché EBSP

ISO 22493:2008(F)

6.6

cathodoluminescence

phénomène d'émission de lumière observé sur des oxydes ou des semi-conducteurs bombardés par un faisceau d'électrons

6.6.1

cathodoluminescence caractéristique

cathodoluminescence dépendant des propriétés intrinsèques du matériau de l'échantillon

6.6.2

excitation continue

opération d'application de l'excitation en mode continu

6.6.3

temps de décroissance

durée pendant laquelle l'intensité de la luminescence s'estompe jusqu'à atteindre $1/e$

6.6.4

émission de paires donneur-accepteur

émission de luminescence engendrée par un mécanisme de recombinaison radiative de paires donneur-accepteur

6.6.5

émission de paires électron-trou

émission de luminescence engendrée par un mécanisme de recombinaison radiative de paires électron-trou

6.6.6

cathodoluminescence extrinsèque

cathodoluminescence dépendant des impuretés extrinsèques du matériau de l'échantillon

6.6.7

centre de luminescence

emplacement théorique représentant des ions d'impureté ou des défauts dans un réseau cristallin, où le processus de luminescence peut être produit par transition électronique radiative

6.6.8

excitation par impulsion

opération d'application de l'excitation en mode discontinu

6.6.9

rendement quantique

nombre de quanta émis par quantum absorbé à un état excité

6.6.10

extinction

processus physique de désactivation sans rayonnement des centres de luminescence

7 Termes utilisés pour le mesurage et l'étalonnage du grandissement et de la résolution d'image MEB

7.1

sonde électronique

faisceau d'électrons focalisé sur l'échantillon par le système optique électronique

7.1.1

angle de convergence

demi-angle du cône formé par les électrons du faisceau convergeant sur l'échantillon

7.1.2

diamètre de sonde gaussienne

largeur à mi-hauteur de la distribution d'intensité de la sonde électronique exempte d'aberration

7.1.3

courant de sonde maximal

courant de sonde calculé pour une taille de sonde particulière à l'angle d'ouverture optimal, en tenant compte des effets de la diffraction et de l'aberration sphérique et en négligeant les effets chromatiques

7.1.4

taille de sonde minimale

taille de sonde calculée pour un courant de sonde particulier à l'angle d'ouverture optimal, en tenant compte des effets de la diffraction et de l'aberration sphérique et en négligeant les effets de l'aberration chromatique

7.2

résolution d'image

écartement minimal auquel deux détails de l'image peuvent être reconnus comme distincts et séparés

7.2.1

résolution en profondeur EBSD

résolution définie exclusivement dans le sens normal à la surface de l'échantillon pour l'EBSD, qui est asymétrique et dépend fortement de l'inclinaison de l'échantillon

7.2.2

résolution latérale EBSD

résolution définie dans les directions latérales de l'échantillon pour l'EBSD, qui est asymétrique et dépend fortement de l'inclinaison de l'échantillon

7.2.3

courant de seuil

courant de faisceau minimal nécessaire pour observer un certain niveau de contraste et un certain niveau de rapport signal sur bruit dans des conditions de travail spécifiées

7.2.4

limite de visibilité

niveau minimal de contraste au-dessous duquel les détails de l'image ne sont pas visibles

7.3

grandissement d'image

M

rapport de la dimension linéaire *L* de l'image (par exemple, le long d'un bord) à la longueur correspondante *l* de l'étendue de balayage sur l'échantillon

$$M = L/l$$

7.3.1

grille d'étalonnage

échantillon étalon présentant une grille de pas connu, utilisé pour l'étalonnage de la valeur absolue du grandissement

NOTE La valeur exacte du pas d'espacement de la grille est généralement raccordée à la référence d'une organisation de normalisation faisant autorité.

7.3.2

bord diffus

effet d'élargissement du bord apparent des structures, dû au diamètre fini du faisceau et à l'effet de diffusion qui dégrade l'exactitude du grandissement

ISO 22493:2008(F)

Bibliographie

- [1] ISO 704, *Travail terminologique — Principes et méthodes*
- [2] ISO 1087-1, *Travaux terminologiques — Vocabulaire — Partie 1: Théorie et application*
- [3] ISO 10241, *Normes terminologiques internationales — Élaboration et présentation*
- [4] ISO 18115:2001, *Analyse chimique des surfaces — Vocabulaire*
- [5] ISO 23833, *Analyse par microfaisceaux — Analyse par microsonde électronique (microsonde de Castaing) — Vocabulaire*

Index alphabétique

A

aberration 4.2.1
aberration chromatique 4.2.1.1
aberration sphérique 4.2.1.2
amélioration d'image
numérique 5.6.1
amplification gazeuse 4.4.6
analogie optique 6.1
angle de convergence 7.1.1
angle d'émergence 4.6.3
angle d'ouverture 4.2.2.1
anode 4.1.2.3
astigmatisme 4.2.3

B

balayage 5.1
balayage de surface 5.1.1
balayage ligne 5.1.2
bord diffus 7.3.2
brillance 4.1.3
brillance réduite 4.1.4
bruit 5.3.6
BSE 3.3

C

caméra CDD EBSD 4.6.2.2
caméra infrarouge 4.6.2.3
canalisation des électrons 3.6
canon à électrons 4.1
canon à émission de champ 4.1.1
canon à émission de champ
assisté thermiquement 4.1.1.2
canon à émission de champ
froide 4.1.1.1
canon à émission
thermoélectronique 4.1.2
canon à filament de
tungstène 4.1.2.1
canon à pointe LaB₆ 4.1.2.2
cathode 4.1.2.4
cathodoluminescence 6.6
cathodoluminescence
caractéristique 6.6.1
cathodoluminescence
extrinsèque 6.6.6
centre de luminescence 6.6.7
chambre échantillon 4.4
cliché de canalisation des
électrons 6.4
cliché de diffraction des électrons
rétrodiffusés 6.5
coefficient de rétrodiffusion 3.3.1
coefficient d'émission
secondaire 3.4.1

composante de trajectoire (inusité
en français) 5.3.3.3
composante d'énergie 5.3.3.1
composante numérique (inusité en
français) 5.3.3.2
composantes de contraste 5.3.3
condenseur 4.2.4
conductivité β 6.2.1
contamination 4.5.3
contraste 5.3
contraste cristallographique 5.3.4
contraste de canalisation 5.3.2
contraste de nombre
atomique 5.3.1
contraste de potentiel 5.3.10
contraste magnétique 5.3.5
contraste magnétique de type
1 5.3.5.1
contraste magnétique de type
2 5.3.5.2
contraste topographique 5.3.9
courant absorbé 6.2.4
courant de collection de
charges 6.2.2
courant de seuil 7.2.3
courant de sonde maximal 7.1.3
courant d'échantillon 6.2.4
courant d'émission 4.1.5
courant induit par le faisceau
d'électrons 6.2
critère de Rose 5.3.7

D

détecteur 4.6.1
détecteur à amplification
gazeuse 4.6.2.8
détecteur à diode solide 4.6.2.9
détecteur à microcanaux 4.6.2.4
détecteur au travers de la
lentille 4.6.2.10
détecteur au-dessus de la
lentille 4.6.2.11
détecteur BSE à scintillateur et
guide de lumière
combinés 4.6.2.5
détecteur convertisseur BSE-
SE 4.6.2.1
détecteur d'électrons 4.6.2
détecteur d'électrons sous
pression contrôlée 4.6.2.6
détecteur Everhart-
Thornley 4.6.2.7
détection du signal 4.6
diamètre de sonde
gaussienne 7.1.2
diaphragme 4.2.2
diaphragme d'objectif 4.2.2.3

diaphragme virtuel
d'objectif 4.2.2.4
diffraction de diaphragme 4.2.2.2
diffraction des électrons 3.7
diffraction des électrons
rétrodiffusés 3.7.1
diffusion d'électrons 3.2
diffusion élastique 3.2.1
diffusion inélastique 3.2.2
distance de travail 4.5.2
distorsion de balayage 5.1.3
distorsion de l'image 5.4
distorsion de projection 5.4.1
distorsion d'inclinaison 5.4.1.2
distorsion gnomonique 5.4.1.1
distribution angulaire des électrons
rétrodiffusés 3.3.2
distribution angulaire des électrons
secondaires 3.4.2
distribution en profondeur des
électrons rétrodiffusés 3.3.5
distribution énergétique des
électrons rétrodiffusés 3.3.6
distribution énergétique des
électrons secondaires 3.4.3
distribution spatiale latérale des
électrons rétrodiffusés 3.3.8
double déviation 4.3.3

E

EBIC 6.2
EBSD 3.7.1
EBSP 6.5
échantillon 4.5
effet de bord 4.5.5
effet de polarisation
électronique 6.2.3
effet Schottky 3.1.2.1.2
électrode d'extraction 4.1.1.1.1
électron rétrodiffusé 3.3
électron secondaire 3.4
élément d'image 5.2.4
émission de champ 3.1.2.1
émission de champ à cathode
froide 3.1.2.1.1
émission de champ assistée
thermiquement 3.1.2.1.2
émission de champ
froide 3.1.2.1.1
émission de paires
donneur-accepteur 6.6.4
émission de paires
électron-trou 6.6.5
émission d'électrons 3.1.2
émission
thermoélectronique 3.1.2.2
équilibre de charge 4.4.1
étalement énergétique 3.1.1.1

ISO 22493:2008(F)

excitation continue 6.6.2
excitation par impulsion 6.6.8
extinction 6.6.10

F

facteur de réduction 3.1.5
flash 4.1.1.1.2
focalisation 3.1.4
format de fichier graphique 5.6.4
format de fichier image 5.6.4

G

grandissement d'image 7.3
grille d'étalonnage 7.3.1

I

imagerie analogique 5.2.1
imagerie MEB 5.2
imagerie numérique 5.2.2
influence de l'énergie du faisceau sur les électrons rétrodiffusés 3.3.4
influence de l'inclinaison sur les électrons secondaires 3.4.5
influence du nombre atomique sur les électrons rétrodiffusés 3.3.3
intégration de trames 5.6.2

L

lentille à immersion 4.2.5.2
lentille conique 4.2.5.1
lentille électromagnétique 3.1.3.2
lentille électronique 3.1.3
lentille électrostatique 3.1.3.1
lentille objectif 4.2.5
lentille snorkel 4.2.5.3
libre parcours moyen 3.2.4
lignes de Kikuchi 6.5.1
limite de visibilité 7.2.4
loi de Bragg 6.3
longueur de trajet gazeux 4.4.5

M

MEB à pression variable 4.4.3
MEB environnemental 4.4.4
MEBE 4.4.4
MEBPC 4.4.7
MEBPV 4.4.3
mémoire d'image 5.6.3
mémoire tampon 5.6.3
métallisation 4.5.4
modulation y 5.1.2.1

moiré 5.1.3.1

N

niveau de gris 5.2.2.2.1
niveau de noir 4.7.1

O

optique électronique 3.1

P

pénétration d'un électron 3.5
pixel 5.2.4
plage dynamique 4.7.2
platine échantillon 4.5.1
point image 5.2.4
pompage différentiel 4.4.2
portée de Bethe 3.2.5
portée des électrons 3.5.1
profondeur de champ 5.2.3
profondeur de l'image numérique 5.2.2.2
profondeur de pénétration 3.5.4
profondeur d'échappement des électrons rétrodiffusés 3.3.7
profondeur d'échappement des électrons secondaires 3.4.4

R

rapport signal/bruit 5.3.8
rendement de rétrodiffusion 3.3.1
rendement quantique 6.6.9
rendement SE 3.4.1
résolution d'image 7.2
résolution en profondeur EBSD 7.2.1
résolution latérale EBSD 7.2.2
résolution numérique 5.2.2.1
rétrodiffusion 3.2.1.1

S

saturation 4.1.6
SE₁ (SE_I) 3.4.6
SE₂ (SE_{II}) 3.4.7
SE₃ (SE_{III}) 3.4.8
SE₄ (SE_{IV}) 3.4.9
section efficace de diffusion 3.2.3
sensibilité en intensité 5.2.2.2
simulation de Monte-Carlo 3.5.5
sonde électronique 7.1
source d'électrons 3.1.1
stigmatiseur 4.2.3.1
système de balayage 4.3

système de balayage analogique 4.3.1
système de balayage numérique 4.3.2
système de lentilles électroniques 4.2

T

taille de sonde minimale 7.1.4
taille de source effective 3.1.1.2
temps de décroissance 6.6.3
temps d'échantillonnage 4.3.4
traitement dérivé 4.7.3
traitement d'image analogique 5.5
traitement d'image numérique 5.6
traitement du signal 4.7

V

volume d'information 3.5.3
volume d'interaction 3.5.2

W

wehnet 4.1.2.5

ISO 22493:2008(F)

ICS 01.040.37; 37.020

Prix basé sur 22 pages