

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62047-1

Première édition
First edition
2005-09

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –**

**Partie 1:
Termes et définitions**

**Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –**

**Part 1:
Terms and definitions**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005>



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62047-1:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

62047-1

Première édition
First edition
2005-09

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –**

**Partie 1:
Termes et définitions**

**Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –**

**Part 1:
Terms and definitions**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/3460295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005>

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Termes et définitions	8
2.1 Termes généraux	8
2.2 Termes relatifs à la science et à la technique	10
2.3 Termes relatifs à la science des matériaux	12
2.4 Termes relatifs aux éléments fonctionnels	14
2.5 Termes relatifs aux techniques d'usinage	24
2.6 Termes relatifs aux technologies de collage et d'assemblage	36
2.7 Termes relatifs aux technologies d'évaluation	40
2.8 Termes relatifs aux technologies d'application	42
Annexe A (informative) Points de vue et critères pris en compte lors de la rédaction de ce glossaire	48

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 62047-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005>

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Terms and definitions	9
2.1 General terms	9
2.2 Terms relating to science and engineering	11
2.3 Terms relating to material science.....	13
2.4 Terms relating to functional element.....	15
2.5 Terms relating to machining technology.....	25
2.6 Terms relating to bonding and assembling technology.....	37
2.7 Terms relating to evaluation technology	41
2.8 Terms relating to application technology.....	43
Annex A (informative) Standpoint and criteria in editing this glossary.....	49

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 62047-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005>

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –
DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –**

Partie 1: Termes et définitions

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62047-1 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/1821/FDIS	47/1840/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 1: Terms and definitions

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62047-1 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
47/1821/FDIS	47/1840/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

La CEI 62047 comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques*:

Partie 1: Termes et définitions

Partie 2: Méthodes d'essais de traction des matériaux à couche mince (en préparation)

Partie 3: Pièce d'essai normalisé à couche mince pour essai de traction (en préparation)

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 62047-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005>

IEC 62047 consists of the following parts, under the general title *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices*:

Part 1: Terms and definitions

Part 2: Tensile testing methods of thin film materials (in preparation)

Part 3: Thin film standard test piece for tensile testing (in preparation)

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 62047-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/34b0295e-539c-40ff-af8c-a80b60ab00ce/iec-62047-1-2005>

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 1: Termes et définitions

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 62047 définit des termes pour les dispositifs microélectromécaniques en incluant le processus de production de ces dispositifs.

2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1 Termes généraux

2.1.1

dispositif microélectromécanique

systèmes électromécaniques microminiaturisés, dans lesquels des capteurs, des actionneurs et/ou des circuits électriques sont intégrés sur une pastille de semiconducteur

2.1.2

MEMS

systèmes électromécaniques microminiaturisés, dans lesquels des capteurs, des actionneurs et/ou des circuits électriques sont intégrés sur une puce utilisant un procédé à semi-conducteurs

NOTE MEMS est un acronyme pour "systèmes microélectromécaniques". Le terme MEMS est principalement utilisé aux Etats-Unis. En général, ce terme sous-entend les technologies pour réaliser les microstructures, capteurs, et actionneurs en utilisant la technologie de procédé silicium même si on l'emploie occasionnellement sous d'autres sens.

2.1.3

MST

technologies pour réaliser les microsystèmes électriques, optiques et de machines et même leurs composants en utilisant le micro-usinage

NOTE MST est un acronyme pour "technologies des microsystèmes". Le terme MST est essentiellement utilisé en Europe.

2.1.4

micromachines

dispositifs miniaturisés dont les composants sont de plusieurs millimètres ou de taille inférieure ou un microsystème consistant en une intégration de tels dispositifs

NOTE Le terme de 'micromachine' revêt un sens large allant d'un dispositif fonctionnel tel qu'un capteur qui utilise la technologie des micromachines à un système complet. Une machine moléculaire appelée nanomachine en fait également partie. De telles applications industrielles sont prévues comme les systèmes de contrôle et de réparation pour la tuyauterie et les espaces confinés, et les micro-usines qui consomment moins d'énergie. Dans le domaine médical, les micromachines sont prévues pour remplacer la chirurgie ordinaire par un traitement moins invasif de l'intérieur du corps. La recherche et le développement pour la réalisation de micromachines sont divisés en deux approches: les systèmes microélectromécaniques (MEMS) utilisant les processus de fabrication à semiconducteurs, et la miniaturisation des technologies de machines existantes.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 1: Terms and definitions

1 Scope

This part of IEC 62047 defines terms for micro-electromechanical devices including the process of production of such devices.

2 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

2.1 General terms

2.1.1

micro-electromechanical device

micro-sized device, in which sensors, actuators, mechanical components and/or electric circuits are integrated

2.1.2

MEMS

micro-sized electromechanical systems, in which sensors, actuators and/or electric circuits are integrated on a chip using a semiconductor process

NOTE MEMS is an acronym standing for "micro-electromechanical systems". The term MEMS is mostly used in the United States. In general, this term means technologies to realize microstructures, sensors, and actuators by using silicon process technology, though it is occasionally used in some other meanings.

2.1.3

MST

technologies to realize microelectrical, optical and machinery systems and even their components by using micromachining

NOTE MST is an acronym standing for microsystem technologies. The term MST is mostly used in Europe.

2.1.4

micromachine

miniaturized devices the components of which are several millimeters or smaller in size, or a microsystem that consists of an integration of such devices

NOTE The term 'micromachine' has a broad sense from a functional device such as sensor that utilizes the micromachine technology to a completed system. A molecular machine called a nanomachine is also included. Such industrial applications are expected as inspection and repair systems for piping or confined spaces, and micro-factories, which consume less energy. In the medical field, micromachines are expected to replace ordinary surgery by less invasive treatment from the inside of the body. Research and development for the realization of micromachines is divided into two approaches: micro-electromechanical systems (MEMS) using semiconductor manufacturing processes, and miniaturization of the existing machine technologies.

2.1.5

technologie des micromachines

terme générique pour les technologies ayant trait aux micromachines

NOTE Les technologies liées aux micromachines sont extrêmement diversifiées. Dans le domaine de la technologie fondamentale, les technologies des micromachines comprennent la conception, le matériau, le traitement, l'élément fonctionnel, le système de commande, l'alimentation en énergie, les liaisons et les assemblages, le circuit électrique et l'évaluation ainsi que la microscie et la microtechnique telles que la thermodynamique et la tribologie à une microéchelle. Les technologies des micromachines comportent deux aspects: les technologies nécessaires pour réaliser les micromachines, et les technologies nécessaires pour appliquer de tels germes techniques aux autres domaines industriels.

2.2 Termes relatifs à la science et à la technique

2.2.1

microscie et technique

science et technique pour le monde microscopique des micromachines

NOTE Lorsque les systèmes mécaniques sont miniaturisés, divers paramètres physiques varient. Deux cas prévalent: 1) ces variations peuvent être prédites en extrapolant les variations du macromonde; 2) les particularités du monde microscopique deviennent apparentes et l'extrapolation n'est pas possible. Dans ce dernier cas, il est nécessaire d'établir de nouvelles équations théoriques et empiriques pour l'explication des phénomènes du monde microscopique. De plus, il faut que de nouvelles méthodes d'analyses et de synthèses pour traiter les problèmes techniques soient développées. La science des matériaux, la dynamique des fluides, la thermodynamique, la tribologie, la technique de commande, et la cinématique peuvent être systématisées comme microsciences et techniques supportant la micromécatronique.

2.2.2

effet d'échelle

variations des divers effets sur le comportement des objets ou des propriétés causées par la modification de la dimension de l'objet

NOTE Le volume d'un objet est proportionnel à la puissance trois de sa dimension, tandis que la surface est proportionnelle à la puissance deux. En conséquence, l'effet de force de surface devient plus grand que celui de la force de masse dans le monde microscopique. Par exemple, la force dominante dans le mouvement de l'objet microscopique n'est pas la force d'inertie mais la force électrostatique ou la force visqueuse. Les propriétés de matériaux d'objets microscopiques sont également affectées par la surface et la structure du matériau interne, et en conséquence, les valeurs caractéristiques sont parfois différentes de celles de volumes. Les propriétés de friction dans le monde microscopique diffèrent également de celles du monde macroscopique. Par conséquent, ces effets doivent être considérés avec prudence lors de la conception d'une micromachine.

2.2.3

mésotribologie

tribologie s'appliquant à la zone mésoscopique intermédiaire entre le monde microscopique et le monde macroscopique

NOTE La tribologie traite de la friction et de l'usure dans le monde macroscopique. Par ailleurs, deux domaines essentiels de la recherche de microtribologie sont l'investigation de phénomènes de tribologie sur une échelle atomique ou moléculaire, et la quantification des caractéristiques de friction ou usure. Si les macrocaractéristiques produites sur les deux surfaces soumises au mouvement relatif sont repérées d'après leur emplacement d'origine, l'unité minimale de l'amas atomique ou de molécules provoquant ces caractéristiques est atteinte. L'observation sur une échelle plus fine atteint une limite à laquelle ces caractéristiques disparaissent. La mésotribologie poursuit de nouveaux développements à la limite micro-macro en rassemblant les atomes à une échelle sous-nanométrique pour créer une échelle mésoscopique et investigant sur les phénomènes tribologiques à cette échelle.

2.1.5

micromachine technology

technology relating to micromachines

NOTE Micromachine-related technologies are extremely diversified. In the fundamental technology field, micromachine technologies include: design, material, processing, functional element, system control, energy supply, bonding and assembly, electrical circuit, and evaluation as well as micro-science and engineering such as thermodynamics and tribology in a microscale. Micromachine technologies have two aspects: technologies required to realize micromachines, and technologies required to apply such technical seeds to other industrial fields.

2.2 Terms relating to science and engineering

2.2.1

micro-science and engineering

science and engineering for the microscopic world of micromachines

NOTE When mechanical systems are miniaturized, various physical parameters change. Two cases prevail: 1) these changes can be predicted by extrapolating the changes of the macro-world, and 2) the peculiarity of the microscopic world becomes apparent and extrapolation is not possible. In the latter case, it is necessary to establish new theoretical and empirical equations for the explanation of phenomena in the microscopic world. Moreover, new methods of analyses and syntheses to deal with engineering problems must be developed. Material science, fluid dynamics, thermodynamics, tribology, control engineering, and kinematics can be systematized as micro-sciences and engineering supporting micromechanics.

2.2.2

scale effect

changes of various effects on the objects behaviour or the properties caused by the change of the object's dimension

NOTE The volume of an object is proportional to the third power of its dimension, while the surface area is proportional to the second power. As a result, effect of surface force becomes larger than that of the body force in the microscopic world. For example, the dominant force in the motion of microscopic object is not the inertial force but the electrostatic force or viscous force. Material properties of microscopic objects are also affected by the internal material structure and surface, and, as a result, characteristic values are sometimes different from those of bulks. Frictional properties in the microscopic world also differ from that in the macroscopic world. Therefore, those effects must be considered cautiously while designing a micromachine.

2.2.3

mesotribology

tribology applying to the intermediate mesoscopic area between the microscopic world and the macroscopic world

NOTE Tribology deals with friction and wear in the macroscopic world. On the other hand, two major topics of microtribology research are the investigation of tribology phenomena on an atomic or molecular scale, and the quantification of characteristics in friction or wear. If the macro-characteristics generated on both surfaces undergoing relative motion are traced to where they originate, the minimum unit of the atomic or molecule cluster causing those characteristics is reached. Observation on a finer scale reaches a boundary at which these characteristics disappear. Mesotribology pursues new developments on the micro-macro boundary by bringing together atoms on a subnanometer scale to create a mesoscopic scale and investigating the tribological phenomena on this scale.

2.2.4

microtribologie

la tribologie pour le monde microscopique des micromachines

NOTE La tribologie traite de la friction et de l'usure dans le monde macroscopique. Par ailleurs, lorsque les dimensions de composants telles que celles des micromachines deviennent extrêmement petites, la force de surface et la force visqueuse deviennent dominantes au lieu de la gravité et la force d'inertie. Selon la loi Coulomb de friction, la force de friction est proportionnelle à la charge normale. Dans l'environnement des micromachines, du fait de la réaction entre les forces de surface, une grande force de friction se produit, ce qui serait inconcevable dans un environnement à l'échelle ordinaire. Et une très petite quantité d'abrasion qui ne deviendrait pas un problème dans un environnement à l'échelle ordinaire peut irrémédiablement endommager une micromachine. La recherche en microtribologie vise à réduire les forces de friction ou à découvrir les conditions exemptes de frictions, même à un niveau atomique. Dans cette recherche, les phénomènes qui se produisent avec des surfaces de friction ou des surfaces solides à une résolution de angström à nanomètre sont observés, ou une analyse d'interaction à un niveau atomique est réalisée. Ces approches sont prévues pour être appliquées en résolvant les problèmes de tribologie pour l'environnement à l'échelle ordinaire ainsi que pour l'environnement des micromachines.

2.2.5

biomimétique

création de fonctions qui imitent les mouvements ou les mécanismes des organismes

NOTE En concevant les mécanismes microscopiques adaptés aux micromachines, les mécanismes et les structures d'organismes qui ont survécu à une sélection naturelle sévère peuvent servir comme bons exemples d'imitation. A titre d'exemple, on peut citer les structures tridimensionnelles microscopiques qui ont été modélisées d'après les exosquelettes et les systèmes d'accouplement élastiques des insectes. Dans les exosquelettes, un épiderme dur est accouplé à un corps élastique, et toutes les parties mobiles utilisent la déformation du corps élastique pour se déplacer. L'utilisation de la déformation élastique serait un avantage dans le monde microscopique pour éviter la friction. De même, la structure d'exosquelette est équivalente à un mécanisme de liaison fermé en cinématique et comporte la caractéristique qu'un certain mouvement d'actionneur peut être transmis à des liaisons multiples.

2.2.6

mouvement ciliaire

mouvement coordonné de plusieurs cils

NOTE Des ondes progressives sont générées par le mouvement coordonné de cils multiples, qui sont utilisées pour transférer le fluide ou de minuscules particules, ou sont utilisées pour faire avancer l'organisme microscopique lui-même. A titre d'exemple, on peut citer le rejet de déchets microscopiques de trachées humaines, et parmi ceux-ci on trouve la nage d'organismes unicellulaires, tels que la paramécie. En imitant ces mouvements ciliaires, les actionneurs comportant de nombreux cils artificiels ont été fabriqués par micro-usinage.

2.2.7

auto-organisation

organisation d'un système sans commande ou manipulation externe, où la structure hors équilibre émerge spontanément en raison des interactions collectives parmi un certain nombre de phénomènes ou d'objets microscopiques simples

2.3 Termes relatifs à la science des matériaux

2.3.1

polymère à mémoire de forme

résine qui récupère sa forme primaire après avoir été déformée lorsqu'elle est chauffée ou reçoit d'autres stimuli

NOTE Pour avoir la propriété de la mémoire de forme, une résine doit comporter des domaines mélangés de la phase fixe partiellement cristallisée ou pontée et de la phase réversible. La mémorisation et la restitution d'une forme passent par les étapes suivantes. On maintient la résine au-dessus d'une température spécifique pour adoucir les phases fixes et réversibles. Ensuite, en maintenant la résine en une forme (forme primaire), la température est abaissée pour geler la phase fixe tandis que la phase réversible est maintenue souple, stockant ainsi la mémoire de la forme primaire. Puis, la résine est déformée en une autre forme (forme secondaire) par une force extérieure, et refroidie encore pour geler la phase réversible et garder la forme secondaire. Dans cet état, la forme secondaire est retenue même si la force extérieure est supprimée. La forme primaire stockée est restaurée si la résine est chauffée à la température à laquelle seule la phase réversible s'adoucit. Etant donné que la forme de restauration est permise par ramollissement par la chaleur, la force générée est limitée. Certaines résines retrouvent leur forme non pas par la chaleur mais par des modifications du pH, des stimuli électriques, ou des stimuli lumineux. Les résines à mémoire de forme sont constituées de polyester, polyuréthane, styrène butadiène, polynorbornane, transpolyisoprène, entre autres.