

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices –

Part 5: Die and wafer devices

Composants électroniques – Stockage de longue durée des dispositifs électroniques à semiconducteurs –

Partie 5: Dispositifs de puces et plaquettes

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-5:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices –
Part 5: Die and wafer devices**

**Composants électroniques – Stockage de longue durée des dispositifs électroniques à semiconducteurs –
Partie 5: Dispositifs de puces et plaquettes**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.020

ISBN 978-2-8322-3837-0

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviations	9
4 Storage requirements	9
4.1 General.....	9
4.2 Assembly data	9
4.3 Prerequisite for storage.....	9
4.4 Damage to die products during long-term storage	9
4.5 Mechanical storage conditions	10
4.6 Long-term storage environment	10
4.7 Recommended inert atmosphere purity	11
4.8 Chemical contamination	11
4.9 Vacuum packing	11
4.9.1 General	11
4.9.2 Vacuum dry pack.....	11
4.10 Positive pressure systems for packing	11
4.11 Use of packing material having sacrificial properties	11
4.12 Use of bio-degradable material	12
4.13 Plasma cleaning	12
4.14 Electrical effects	12
4.15 Protection from radiation.....	12
4.16 Periodic qualification of stored die products	12
5 Long-term storage failure mechanisms	13
6 LTS concerns, method verification and limitations	13
6.1 General.....	13
6.2 Wafers.....	13
6.3 Bare dice	14
7 Deterioration mechanisms specific to bare die and wafers	15
7.1 Wire bondability	15
7.2 Staining	15
7.3 Topside delamination.....	16
8 Specific handling concerns	16
8.1 Die on wafer film frames	16
8.2 Devices and dice embossed or punched tape storage	16
8.3 Handling damage	16
Annex A (informative) Audit checklist.....	17
Bibliography.....	20

Table 1 – LTS exposure concerns for wafers	14
Table 2 – LTS exposure concerns for bare dice	15
Table A.1 – Planning checklist	17

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-5:2017

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRONIC COMPONENTS – LONG-TERM STORAGE
OF ELECTRONIC SEMICONDUCTOR DEVICES –****Part 5: Die and wafer devices****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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62435-5 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
47/2328/FDIS	47/2351/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62435 series, published under the general title *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-5:2017

INTRODUCTION

This document applies to the long-duration storage of electronic components.

This is a document for long-term storage (LTS) of electronic devices drawing on the best long-term storage practices currently known. For the purposes of this document, LTS is defined as any device storage whose duration may be more than 12 months for product scheduled for long duration storage. While intended to address the storage of unpackaged semiconductors and packaged electronic devices, nothing in this document precludes the storage of other items under the storage levels defined herein.

Although it has always existed to some extent, obsolescence of electronic components and particularly of integrated circuits, has become increasingly intense over the last few years.

Indeed, with the existing technological boom, the commercial life of a component has become very short compared with the life of industrial equipment such as that encountered in the aeronautical field, the railway industry or the energy sector.

The many solutions enabling obsolescence to be resolved are now identified. However, selecting one of these solutions should be preceded by a case-by-case technical and economic feasibility study, depending on whether storage is envisaged for field service or production, for example:

- remedial storage as soon as components are no longer marketed;
- preventive storage anticipating declaration of obsolescence.

Taking into account the expected life of some installations, sometimes covering several decades, the qualification times, and the unavailability costs, which can also be very high, the solution to be adopted to resolve obsolescence should often be rapidly implemented. This is why the solution retained in most cases consists in systematically storing components which are in the process of becoming obsolescent.

The technical risks of this solution are, a priori, fairly low. However, it requires perfect mastery of the implemented process and especially of the storage environment, although this mastery becomes critical when it comes to long-term storage.

All handling, protection, storage and test operations are recommended to be performed according to the state of the art.

The application of the approach proposed in this standard in no way guarantees that the stored components are in perfect operating condition at the end of this storage. It only comprises a means of minimizing potential and probable degradation factors.

Some electronic device users have the need to store electronic devices for long periods of time. Lifetime buys are commonly made to support production runs of assemblies that well exceed the production timeframe of its individual parts. This puts the user in a situation requiring careful and adequate storage of such parts to maintain the as-received solderability and minimize any degradation effects to the part over time. Major degradation concerns are moisture, electrostatic fields, ultra-violet light, large variations in temperature, air-borne contaminants, and outgassing.

Warranties and sparing also present a challenge for the user or repair agency as some systems have been designated to be used for long periods of time, in some cases for up to 40 years or more. Some of the devices needed for repair of these systems will not be available from the original supplier for the lifetime of the system or the spare assembly may be built with the original production run but then require long-term storage. This document was developed to provide a standard for storing electronic devices for long periods of time.

For storage of devices that are moisture sensitive but that do not need to be stored for long periods of time, refer to IEC TR 62258-3.

Long-term storage assumes that the device is going to be placed in uninterrupted storage for a number of years. It is essential that it is useable after storage. Particular attention should be paid to storage media surrounding the devices together with the local environment.

These guidelines do not imply any warranty of product or guarantee of operation beyond the storage time given by the original device manufacturer.

The IEC 62435 series is intended to ensure that adequate reliability is achieved for devices in user applications after long-term storage. Users are encouraged to request data from suppliers to these specifications to demonstrate a successful storage life as requested by the user. These standards are not intended to address built-in failure mechanisms that would take place regardless of storage conditions.

These standards are intended to give practical guide to methods of long-term storage of electronic components where this is intentional or planned storage of product for a number of years. Storage regimes for work-in-progress production are managed according to company internal process requirements and are not detailed in this series of standards.

The IEC 62345 series includes a number of parts. Parts 1 to 4 apply to any long-term storage and contain general requirements and guidance, whereas Parts 5 to 9¹ are specific to the type of product being stored. It is intended that the product specific part should be read alongside the general requirements of Parts 1 to 4.

Electronic components requiring different storage conditions are covered separately starting with Part 5.

The structure of the IEC 62435 series as currently conceived is as follows:

Part 1 – General

Part 2 – Deterioration mechanisms

Part 3 – Data

Part 4 – Storage

Part 5 – Die and wafer devices

Part 6 – Packaged or finished devices

Part 7 – MEMS

Part 8 – Passive electronic devices

Part 9 – Special cases

¹ Under preparation.

ELECTRONIC COMPONENTS – LONG-TERM STORAGE OF ELECTRONIC SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 5: Die and wafer devices

1 Scope

This part of IEC 62435, is applicable to long-term storage of die and wafer devices and establishes specific storage regimen and conditions for singulated bare die and partial or complete wafers of die including die with added structures such as redistribution layers and solder balls or bumps or other metallisation. This part also provides guidelines for special requirements and primary packaging that contain the die or wafers for handling purposes. Typically, this part is used in conjunction with IEC 62435-1 for long-term storage of devices whose duration can be more than 12 months for products scheduled for long duration storage.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62435-2, *Electronic components – long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 2: Deterioration mechanisms*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the following terms, definitions and abbreviated terms apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 Terms and definitions

3.1.1

storage environment

specially controlled storage area, with particular control of temperature, humidity, atmosphere and any other conditions depending on the product requirements

3.1.2

long-term storage

LTS

planned storage of components to extend the life-cycle for a duration with the intention of supporting future use

3.1.3

desiccant

hygroscopic substance used to remove moisture from an atmosphere

3.2 Abbreviations

MEMS	microelectromechanical systems
rH	relative humidity
ESD	electro-static discharge
EMR	electromagnetic radiation
RF	radio frequency
MBB	moisture barrier bag
HIC	humidity indicator card
V_T	voltage threshold
QSS	surface state charge
I_{OFF}	current off
V_{OFF}	voltage off
VCI	volatile corrosion inhibitors
ILD	inter-layer dielectric

4 Storage requirements

4.1 General

This clause details requirements for storage of dies and wafers including specific environmental options. The required environment and control for any product shall be determined according to the exposure concern detailed in Tables 1 and 2.

For example, if oxygen is determined to be a possible concern for degradation of product over the expected length of storage, then a storage environment should be selected that best reduces the risk of long-term exposure to oxygen during storage.

This section details the different storage options commonly available.

4.2 Assembly data

Care should be taken that data or information required for subsequent processing of the product, such as wafer maps, is useable after storage.

4.3 Prerequisite for storage

Only a product with a known status, including quality and functionality, shall be stored. If in wafer form, the wafer should be inked or a wafer map should be stored in a way that can be used at the end of LTS. Be aware that wafer maps on electronic media may not be retrievable at the end of the storage period and backup methods should be periodically reviewed. It should be noted that ink may also be a potential source of contamination and may require evaluation for LTS.

Where initial 100 % test of the wafer cannot be performed, an alternative method shall be used to determine the overall quality and functionality of the product to be stored. This may include sample testing or qualification of an assembled sample of product representative of the wafers being stored.

4.4 Damage to die products during long-term storage

Defects caused by mechanical damage may affect different regions of the die or wafer and should be considered when designing long-term storage schemes.

4.5 Mechanical storage conditions

In order to ensure adequate mechanical protection for die and wafers, care shall be taken in the initial placement of products in storage containers and removal from these containers after storage. Damage can easily occur during loading and unloading.

During storage, sufficient protection shall be given to the product to guard against movement or vibration. Die or wafer orientation can be important, especially for MEMS or sensor products, to minimize damage due to shock or vibration. Containers and shelving may require anti-vibration or anti-resonance mounting. Packing material should be designed to offer some degree of protection against shock or vibration.

Die and wafers shall not be inspected unless required under a specific sample programme in order to minimize the amount of handling to which the die or wafers are subjected.

Material in contact with the wafer or die surface shall ensure that there is minimal abrasion and adhesion of foreign matter to surfaces.

4.6 Long-term storage environment

These conditions are more stringent than those for short-term storage since the storage environment is critical to successful long-term storage. Packing methods suggested here may not be suitable for shipping, especially by air transportation.

This storage atmosphere is designed to exclude oxygen and limit humidity which are known deterioration sources for unencapsulated semiconductor devices. Actual failure mechanisms shall be determined according to the device being stored with reference to IEC 62435-2.

Cabinets or containers for long-term storage of die or wafers shall use the following conditions:

- a) purge gas: 99 % nitrogen or inert gas (see 4.7);
- b) temperature: 17 °C to 25 °C;
- c) cabinet humidity: rH minimum of 7 %, maximum of 25 %;
- d) pressure: slightly above ambient atmospheric pressure.

The gas pressure should be sufficiently high to prevent the ingress of external contaminants.

To control the relative humidity, it is normal for die and wafer storage environments to use high-purity nitrogen, for example, derived from a liquid source.

Relative humidity should not fall below 7 % in order to prevent build-up of electrostatic fields and should not exceed 25 % in order to prevent condensation and moisture ingress. This is important after a storage cabinet has been opened; it is normal to fit a timed purge regulator to rapidly bring the relative humidity back down after a cabinet has been opened.

Packing materials incorporating static shielding, such as metal foils, may also be used. Static dissipative coatings shall not be used since these coatings may degrade during storage and contaminate the die or wafers.

Temperature or humidity during the storage period shall be recorded and logged.

Out-of-limit temperature and humidity conditions shall be dealt with by appropriate corrective action. It is unlikely that a few minor out-of-limit excursions will permanently degrade stored products. However, these out-of-limit conditions shall be taken into account when the product is taken out of storage for use.

4.7 Recommended inert atmosphere purity

When inert gas supply for the storage environment is selected, it shall satisfy the following:

- Better than 99,5 % purity containing
 - less than 0,5 % oxygen,
 - less than 0,01 % other gases,
 - less than 10^{-6} halides, and
 - less than 10^{-6} sulphurated gases.

4.8 Chemical contamination

Die and wafers shall be protected from ionic contamination of the active area or contamination by other chemicals, bearing in mind the mobility of contaminants through semiconductor materials and the possibility of induced intermetallic growths.

Special attention shall be given to the protection of contact areas, active areas and back side contacts. Wafers such as those that use III-V materials are particularly sensitive and may need special consideration.

Any degradable packing material used for die or wafer shipping shall be removed before placing the bare die or wafers in a suitable container for long-term storage. In particular, any packing items that could give rise to chemical or particulate contamination by long-term degradation shall be removed, for example all paper, cardboard, foam or pink film. This shall include any material that has been coated with a film to reduce static (ESD coated) since the film will outgas during storage.

4.9 Vacuum packing

4.9.1 General

Vacuum packing is commonly used for shipping bare die and wafers. However, this method may not be suitable for long-term storage due to the fact that a vacuum encourages ingress of contaminants through packing materials and will degrade over time. Addition of desiccants within the primary packing may cause minor particles to be present that could damage the product.

In general, foam should not be used inside the vacuum pack since foam may release absorbed contaminants when compressed. Nitrogen-filled, closed-cell foam does not have this problem and may be used.

4.9.2 Vacuum dry pack

An industry recognised form of vacuum packing is a vacuum dry pack where a moisture barrier bag is used to contain the primary packing unit of die and wafers, complete with desiccant and HIC card. Light evacuation of the bag is preferred over full evacuation.

Refer to IEC 60749-20-1 for more information.

4.10 Positive pressure systems for packing

Packing methods that use positive pressure are inherently better than vacuum-sealed bags. However, this requires good inlet filtering and is commonly implemented by initial vacuum followed by back-fill with nitrogen to help keep major contaminants out.

4.11 Use of packing material having sacrificial properties

Packing materials are sometimes used that have sacrificial properties, for example the packing material may contain reactive copper which is designed to corrode in preference to

the die device. Other sacrificial materials, such as volatile corrosion inhibitors (VCI), may also be used but often have issues related to high toxicity and environmental controls.

4.12 Use of bio-degradable material

Some packing material is deliberately bio-degradable, such as the foam commonly used in wafer jars or tubs. Packing materials that are known to deteriorate over time shall not be used since emission of chemicals during deterioration can contaminate the product.

Examples here include:

- sulphur from rubber bands;
- chlorine from cardboard and paper;
- fluorine from antistatic foam.

Some foams are designed specifically for long-term use and are not biodegradable, e.g. closed-cell foams with nitrogen filling. If using a carbon-filled variant of this type of foam, take care to ensure that the carbon is fixed in the material and cannot shed particles when compressed or disturbed.

4.13 Plasma cleaning

Plasma cleaning may be used to remove any possible contamination of the surface of wafers before they are stored, or may be used after storage to clean bond pads prior to assembly. Surface cleanliness and adhesion may be monitored using a water droplet test. Plasma process and gas shall be qualified for use on the wafers to be cleaned.

4.14 Electrical effects

Conductive or electro-static dissipative materials shall be used for packing materials and storage cabinet construction as determined from susceptibility and mitigation analysis.

Possible damage due to ESD can be caused by using inappropriate packing materials, too low RH or proximity to electro-static field sources. This can lead to p-n junction damage, oxide breakdown/puncturing, sensitive parameter shifting, changed voltage threshold (V_T) from trapped surface state charge (QSS) charge or changed current-off/voltage-off I_{off}/V_{off} parameters.

4.15 Protection from radiation

Die exposure to illumination or radiation of any kind should be limited. Care should be taken to ensure protection from nuclear radiation (high background), EMR (RF and microwave sources), ultraviolet, X-ray radiation and ambient illumination. Some die types, such as analogue devices, may be particularly sensitive.

Die storage areas are normally protected from sunlight and care should be taken to minimise common sources of radiation from items such as mobile phones, wireless communication and microwave ovens in the vicinity of the storage area.

4.16 Periodic qualification of stored die products

For long-term storage of individual dies, it is possible to qualify the condition of the stored product by sample qualification. However, this may only be appropriate where large quantities of individual die are stored since sample testing necessarily involves using up some of the stored product. Where periodic qualification is required, additional die should be stored to allow for this.

In this case, representative samples of the product should be removed from storage at predetermined time intervals. The sample die shall be checked for any signs of damage or

deterioration and assembled into suitable packages for subsequent electrical tests and reliability checks. The bondability of the die shall be assessed during assembly.

Care should be taken to avoid unnecessary disturbance of stored products. A balance should be sought between the desire for periodic qualification and the need to maintain an undisturbed storage environment.

Where it is undesirable to examine the condition of the stored product, qualification of the packing may provide the required level of assurance.

To avoid opening and re-handling the stored material (which may be more damaging than storage itself), periodic qualification tests should be performed on a dedicated batch that is not intended to be used/sold at the end of the storage.

5 Long-term storage failure mechanisms

Failure mechanisms that may occur during long-term storage include:

- outgassing of packing materials causing ionic contamination;
- humidity infiltration of packing material causing metal corrosion;
- interactions between incompatible packing and/or IC materials causing hazardous reactions;
- temperature cycling causing metal fatigue, solder creep or glassification crazing;
- improper handling causing cracking, scratches or contamination to die surfaces;
- non-specific electrical or radiation events in the atmosphere causing gate oxide and metallization failures;
- piezo-electric effect – changing electrical parameters through in-built stress;
- photovoltaic effect – changing electrical parameters through imposed charge;
- electrical overstress caused by ESD or other sources of radiation.

6 LTS concerns, method, verification and limitations

6.1 General

This clause details the exposure concerns for wafers and dies and lists recommended packaging methods, verification, suitable environment and storage time limitations according to the particular exposure concern.

The exposure concern shall be determined in consultation with the original device manufacturer and/or physical analysis of the product according to the expected duration of LTS. It is recommended that IEC 62435-2 should be used to help determine which mechanisms apply to the parts being stored and hence the particular exposure concern that applies.

Refer to Clause 4 for details of the various packaging methods available.

6.2 Wafers

Table 1 lists the environmental factors that wafers are likely to be exposed to and the actions to be taken to mitigate them.

Table 1 – LTS exposure concerns for wafers

Exposure Concern	LTS Packaging Method	LTS Verification	Environment / Specifications (see Key)	Storage Time Limitation	Preconditions	Contents Verification Testing
Moisture	MBB, HIC when acceptable	HIC (when acceptable); MBB seal integrity	B and C	Based on HIC results where applicable; verification testing results	NA	Inspection ¹ ; Bondability (Wire) ² ; Solderability (C4 Solder) ³
Moisture	Dry cabinet	Atmosphere flow meter	A	verification testing results	NA	
Oxygen	N ₂ or inert gas backfill	Gas flow meter; ppm O ₂ detection; O ₂ sensors;	A	verification testing results	NA	
Oxygen	MBB without air	O ₂ sensors; MBB seal integrity	B and C	verification testing results	NA	
Outgassing	N ₂ , inert gas, or air dry cabinet	Gas flow meter	A	verification testing results	NA	
Outgassing	MBB	MBB seal integrity	B	NA	NA	
The use of desiccant may be required for polymer based ILD or passivation layers; this should be evaluated for the product and defined by the product requirements.						
Key						
A: Dry cabinet storage, typically oil-free air.						
B: MBB storage,						
C: Nitrogen (N ₂) backfill or positive-pressure MBB storage.						
See IEC 62435-4: Storage (proposed)						
¹ Such as IEC 60749-3 for backside inspection or other applicable inspections.						
² Such as IEC 60749-22 for wirebond shear or related applicable testing.						
³ Such as IEC 60749-20-1 or other applicable testing.						

6.3 Bare dice

Table 2 lists the environmental factors that bare dice are likely to be exposed to and the actions to be taken to mitigate them.

Table 2 – LTS exposure concerns for bare dice

Exposure concern	LTS packaging method	LTS verification	Environment / specifications (see Key)	Storage time limitation	Preconditions	Contents verification testing
Moisture	MBB; HIC when acceptable; NOTE 2	HIC (when acceptable); MBB seal integrity	B and C	Based on HIC results where applicable; verification testing results	NA	Inspection ¹ ; bondability (wire) ² ; Solderability (C4 solder) ³ ; underfill / adhesive integrity ⁴
Moisture	Dry cabinet	Atmosphere flow meter	A	verification testing results	NA	
Oxygen	N ₂ or inert gas dry cabinet	Gas flow meter; ppm O ₂ detection; O ₂ sensors;	A	verification testing results	NA	Inspection ¹ ; bondability (wire) ² ; Solderability (C4 Solder) ³
Oxygen	MBB without air	O ₂ sensors; MBB seal integrity	B and C	verification testing results	NA	
Outgassing	N ₂ , Inert gas, or air dry cabinet	Gas flow meter	A	verification testing results	NA	Inspection ¹ ; bondability (wire) ² ; Solderability (C4 solder) ³ ; underfill / adhesive integrity ⁴
Outgassing	MBB	MBB seal integrity	B and C	verification testing results	NA	

The use of desiccant may be required for polymer based ILD or passivation layers; this should be evaluated for the product and defined by the product requirements.

Key

A: Dry cabinet storage, typically oil-free air.

B: MBB storage,

C: Nitrogen (N₂) backfill or positive-pressure MBB storage.

See IEC 62435-4: Storage (proposed)

¹ Such as IEC 60749-3 for backside inspection or other applicable inspections.

² Such as IEC 60749-22 for wirebond shear or related applicable testing.

³ Such as IEC 60749-20-1 or other applicable testing.

⁴ Verification of underfill encapsulant or die attach adhesive integrity includes examination for delamination, voiding, poor fillets, etc.

7 Deterioration mechanisms specific to bare die and wafers

7.1 Wire bondability

Wire bondability can be impacted by oxides and/or contamination. Proper storage procedures are required to prevent moisture contamination from occurring.

7.2 Staining

Moisture-induced stains can be created during LTS on surfaces where the dry conditions have been compromised. Contaminants including fluorine and chlorine have been shown to enhance the creation of such stains. Stains can lead to aesthetic concerns as well as affect visual marking legibility.

7.3 Topside delamination

Moisture or chemical contamination of the surface of die may cause penetration of organic-based passivation leading to swelling or delamination of the passivation layers. This effect can normally be checked for by visual inspection.

8 Specific handling concerns

8.1 Die on wafer film frames

Die on wafer film frames can be subject to problems of removal from adhesives, which tend to change adhesive strength over time. In cases of long storage, a residue of the adhesive can remain on the rear of the die. This could be a reliability concern for dies in which the rear is used for a thermal and/or electrical connection. An adhesive residue on the rear of the die can prevent the formation of a complete solder joint or contaminate some thermal interface materials, which in turn could degrade part or all of the thermal function and/or electrical connection.

8.2 Devices and dice embossed or punched tape storage

Devices and die stored in embossed or punched tape may be subject to problems in removing the cover tape due to changes in adhesive strength over time. Industry tape adhesion testing (ASTM D 3330 or similar) can be used to evaluate changes in adhesive strength. Any LTS methodology should take into account length of storage and temperature ranges to avoid inducing issues.

8.3 Handling damage

Defects caused by handling, transportation, vibration, mechanical impact, or other mechanical influences may affect susceptible regions of the wafer, die, or device and should be considered when designing long-term storage solutions. Damage to bagged desiccant shall be avoided to eliminate loose desiccant concerns that can result in particle dispersion. Tears in the MBB can allow the external environment to compromise the LTS integrity. Shifting of trays or product can cause scuffs and debris contamination.

Annex A (informative)

Audit checklist

Table A.1 contains questions that may be used in a planning an audit checklist.

Table A.1 – Planning checklist (1 of 3)

Good practice item	Question	IEC 62425-5, Clause/Subclause	Answer
Storage requirements		Clause 4	
Exposure concern	How have the exposure concerns been determined with reference to Clause 6?	4.1	
Exposure concern list	How have each of the applicable items in Tables 1 and 2 been checked for the method of storage? What verification testing has been done?	4.1 and Clause 6	
Assembly data	What data is stored that can be required for subsequent processing of the product, and how?	4.2	
Known status	What is the known status of the product prior to storage? Where 100% testing has not been performed, how has the functionality of the product been determined?	4.3	
Handling damage	How is product protected from mechanical damage during handling?	4.5	
Storage mechanical damage	How is product protected from mechanical damage during storage?	4.5	
Minimising handling	What controls are in place to ensure that product is handled as infrequently as possible during storage?	4.5	
Storage environment (for parts sensitive to oxygen and moisture – for other sensitivities, refer to IEC 62435-2)		4.6 and 4.7	
Cabinet environment	What is the purge gas purity? What temperature range is allowed? What humidity range is allowed? What is the relative pressure?	4.6	
Cabinet controls	After opening and closing the cabinet, how quickly does the internal atmosphere return to control conditions? What controls are in place to ensure the door is not left open for an extended period of time?	4.6	

Table A.1 (2 of 3)

Good practice item	Question	IEC 62425-5, clause/subclause	Answer
Control of static dissipative coatings	What products containing static dissipative coatings are allowed in the storage cabinet?	4.6	
Temperature and humidity logging	How is temperature and humidity measured and logged?	4.6	
Temperature and humidity control and alarm	When an out-of-control condition is measured how is this brought to the attention of store personnel and how is corrective action dealt with and recorded?	4.6	
Out-of-control events	What assessment of out-of-control events is done when product is removed from storage for use?	4.6	
Inert gas purity	What analysis of the inert gas is performed and how often? Does the analysis confirm the purity is within the required limits?	4.7	
Chemical contamination protection		4.8	
Ionic contamination protection	How are die and wafers protected from possible sources of ionic contamination?	4.8	
Packing material	What items of packing material have been identified as possible sources of ionic contamination? How have these been removed during packing for storage?	4.8	
Vacuum packing for storage		4.9	
Vacuum packing	How has vacuum packing been assessed to provide an adequate storage environment for the product?	4.9	
Desiccants	Have desiccants been included in the moisture barrier bag with low-air vacuum pack?	4.9	
Packing method	Which vacuum pack system has been used and how has this been assessed for suitability?	4.9	
Protection from electrical or radiation effects		4.14 and 4.15	
Electrical effects	What packaging material is used to minimise damage caused by electrical effects – i.e. ESD? How has the cabinet been designed in order to minimise damage caused by electrical effects – i.e. ESD?	4.14	
Radiation effects	How is the product protected from the effects of EMR radiation? Sunlight? RF? X-ray?	4.15	
Radiation effects	What sources of RF are allowed in the storage area – WiFi, mobile phones etc.?	4.15	

Table A.1 (3 of 3)

Good practice item	Question	IEC 62425-5, clause/subclause	Answer
Periodic qualification		4.16	
Qualification samples	Is additional product stored for qualification use and how is it controlled?	4.16	
Qualification periods	What time interval is used for checking stored qualification samples?	4.16	
Qualification tests	What qualification tests are performed?	4.16	
Removal of qualification samples for testing	How is the removal of qualification samples controlled so that minimal disturbance is caused to the main stored product?	4.16	
Packing qualification	Is the integrity of the packing method for the main product checked periodically and how is this done?	4.16	
Specific handling concerns		Clause 8	
Film frames	Is product on film frames stored?	8.1	
Tape and reel	Is product stored in tape and reel form? What controls are in place to ensure the cover tape does not cause problems?	8.2	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-5:2017

Bibliography

- IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*
- IEC 60068-2-20, *Basic environmental testing procedures – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*
- IEC 60749-3, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 3: External visual inspection*
- IEC 60749-20-1, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20-1: Handling, packing, labelling and shipping of surface-mount devices sensitive to the combined effect of moisture and soldering heat*
- IEC 60749-21, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 21: Solderability*
- IEC 60749-22, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 22: Bond strength*
- IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*
- IEC 61340-5-2, *Electrostatics – Part 2-1: Measurement methods – Ability of materials and products to dissipate static electric charge*
- IEC TR 61945, *Integrated circuits – Manufacturing line approval – Methodology for technology and failure analysis*
- IEC TR 62258-3, *Semiconductor die products – Part 3: Recommendations for good practice in handling, packing and storage*
- IEC TR 62380, *Reliability data handbook – Universal model for reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment*
- IEC 62435-1, *Electronic components – long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 1: General*
- IEC 62435-4², *Electronic components – Long-term storage of electronic semiconductor devices – Part 4: Storage*
- JEDEC J-STD-002, *Solderability*
- JEDEC J-STD-033, *Handling, packing, shipping and use of moisture/reflow sensitive surface mount devices*
- JEDEC JESD22-B116, *Wire bond shear test method*
- JEDEC JESD22-B118, *Semiconductor wafer and die backside external visual inspection*
- ASTM D3330, *Standard test method for peel adhesion of pressure-sensitive tape*

² Under preparation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-5:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes, définitions et termes abrégés	28
3.1 Termes et définitions	28
3.2 Abréviations	29
4 Exigences de stockage	29
4.1 Généralités	29
4.2 Données d'assemblage	29
4.3 Eléments nécessaires avant le stockage	29
4.4 Dommage aux produits de puces pendant un stockage de longue durée	30
4.5 Conditions de stockage mécaniques	30
4.6 Environnement de stockage de longue durée	30
4.7 Pureté recommandée de l'atmosphère inerte	31
4.8 Contamination chimique	31
4.9 Emballage sous vide	31
4.9.1 Généralités	31
4.9.2 Emballage sec sous vide	32
4.10 Systèmes à pression positive pour l'emballage	32
4.11 Utilisation d'un matériau d'emballage doté de propriétés sacrificielles	32
4.12 Utilisation de matériaux biodégradables	32
4.13 Nettoyage au plasma	32
4.14 Effets électriques	33
4.15 Protection contre les rayonnements	33
4.16 Qualification périodique des puces stockées	33
5 Mécanismes de défaillance du stockage de longue durée	33
6 Préoccupations, méthode, vérification et limitations du LTS.....	34
6.1 Généralités	34
6.2 Plaquettes	34
6.3 Puce nue	35
7 Mécanismes de détérioration propres aux puces et plaquettes nues	36
7.1 Capacité de liaison des fils	36
7.2 Taches	36
7.3 Délaminage du côté supérieur	37
8 Préoccupations particulières de manipulation	37
8.1 Puce sur des cadres de film de plaquette	37
8.2 Stockage de dispositifs et de puces sur des bandes gaufrées ou perforées	37
8.3 Gestion des dommages	37
Annexe A (informative) Liste de contrôle d'audit	38
Bibliographie.....	41

Tableau 1 – Préoccupations d'exposition LTS pour les plaquettes	35
Tableau 2 – Préoccupations d'exposition LTS pour les puces nues.....	36
Tableau A.1 – Liste de contrôle de planification	38

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-5:2017

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES – STOCKAGE DE LONGUE DURÉE DES DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS –

Partie 5: Dispositifs de puces et plaquettes

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62435-5 a été établie par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2328/FDIS	47/2351/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62435, publiées sous le titre général *Composants électroniques – Stockage de longue durée des dispositifs électroniques à semiconducteurs*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62435-5:2017

INTRODUCTION

Le présent document s'applique au stockage de longue durée de composants électroniques.

Il s'agit d'un document concernant le stockage de longue durée (LTS) de dispositifs électroniques, inspirée des meilleures pratiques actuellement connues pour le stockage de longue durée. Pour les besoins du présent document, le LTS est défini comme étant tout stockage de dispositifs dont la durée peut être supérieure à 12 mois, pour un produit destiné à être stocké pendant une durée prolongée. Bien que destinée à traiter du stockage des semiconducteurs non encapsulés et des dispositifs électroniques encapsulés, le présent document n'exclut pas le stockage d'autres articles avec les niveaux de stockage qu'elle définit.

Bien qu'elle ait toujours existé dans une certaine mesure, l'obsolescence des composants électroniques et particulièrement des circuits intégrés a pris de plus en plus d'ampleur au cours des dernières années.

De fait, avec l'essor technologique actuel, la durée de vie commerciale d'un composant est devenue très courte comparée à celle des équipements industriels dans le domaine aéronautique, le domaine ferroviaire ou celui de l'énergie.

De nombreuses solutions ont désormais été identifiées pour traiter le problème de l'obsolescence. Avant de choisir l'une de ces solutions, il convient toutefois de mener une étude de faisabilité technique et économique au cas par cas, en tenant compte de l'objet du stockage, maintenance sur le terrain ou production, par exemple:

- stockage curatif dès lors que les composants ne sont plus commercialisés;
- stockage préventif en prévision d'une déclaration d'obsolescence.

Compte tenu de la durée de vie prévue de certaines installations, qui peut être de plusieurs décennies, des temps de qualification et des coûts d'indisponibilité, qui peuvent aussi être très élevés, il convient souvent que la solution à adopter pour résoudre le problème de l'obsolescence soit mise en œuvre rapidement. C'est pourquoi la solution retenue dans la plupart des cas consiste à stocker systématiquement les composants qui sont en train de devenir obsolètes.

Les risques techniques d'une telle solution sont a priori relativement faibles. Celle-ci requiert toutefois une maîtrise parfaite du processus mis en œuvre et en particulier de l'environnement de stockage. Or cette maîtrise devient critique dans le cas d'un stockage de longue durée.

Il est recommandé que toutes les opérations de manipulation, de protection, de stockage et d'essai soient effectuées conformément à l'état de la technique.

La mise en œuvre de l'approche proposée dans la présente norme ne garantit en aucune manière que les composants stockés seront en parfait état de fonctionnement à la fin de ce stockage. Elle offre seulement un moyen de réduire le plus possible les facteurs de dégradation potentiels et probables.

Certains utilisateurs ont besoin de stocker des dispositifs électroniques pendant de longues périodes. Des achats de pièces pour la durée de vie d'un équipement sont habituellement effectués pour prendre en charge les phases de production d'ensembles qui dépassent sensiblement la durée de production prévue de leurs pièces individuelles. L'utilisateur doit par conséquent stocker ces pièces avec soin et d'une manière permettant de conserver leur brasabilité initiale et de réduire le plus possible toute dégradation dans le temps. Les principales sources de dégradation sont l'humidité, les champs électrostatiques, les rayonnements ultraviolets, les variations importantes de température, les contaminants atmosphériques et les dégazages.

Les garanties et le stockage de pièces de rechange constituent également un défi pour l'utilisateur ou l'entreprise de réparation car certains systèmes ont été conçus pour pouvoir être utilisés pendant de longues périodes, dans certains cas jusqu'à 40 ans ou plus. Certains des dispositifs nécessaires pour la réparation de ces systèmes ne seront pas disponibles auprès du fournisseur d'origine pendant la durée de vie du système, ou bien l'ensemble de rechange pourra être construit au moyen du système de production d'origine mais nécessiter ensuite un stockage de longue durée. Le présent document a été élaboré pour fournir une norme applicable au stockage de dispositifs électroniques pendant de longues périodes. Pour le stockage de dispositifs qui sont sensibles à l'humidité mais qui ne nécessitent pas d'être stockés pendant de longues périodes, voir l'IEC TR 62258-3.

Par hypothèse, concernant le stockage de longue durée le dispositif sera stocké de façon continue pendant plusieurs années. Il est essentiel qu'il soit utilisable à l'issue du stockage. Il convient d'accorder une attention particulière aux moyens de stockage hébergeant les dispositifs ainsi qu'à l'environnement local.

Les présentes lignes directrices n'impliquent aucune garantie de produit ou de fonctionnement au-delà de la durée de stockage communiquée par le fabricant.

La série IEC 62435 a pour but de garantir aux dispositifs une fiabilité adéquate dans les applications utilisateur après un stockage de longue durée. Les utilisateurs sont invités à demander des données aux fournisseurs concernant ces spécifications afin d'aboutir à un stockage optimum conforme à leurs attentes. Les présentes normes ne sont pas destinées à aborder les mécanismes de défaillance interne qui surviendraient indépendamment des conditions de stockage.

Les présentes normes ont pour but de fournir un guide pratique des méthodes de stockage de longue durée de composants électroniques lorsque le stockage du produit est prévu ou planifié pour plusieurs années. Les régimes de stockage dans le cadre d'une production en cours sont gérés conformément aux exigences de processus internes à l'entreprise et ne sont pas détaillés dans la présente série de normes.

La série IEC 62345 comprend plusieurs parties. Les Parties 1 à 4 s'appliquent à tous les stockages de longue durée et contiennent des exigences et des préconisations générales, tandis que les Parties 5 à 9¹ sont propres au type de produit stocké. Il convient de lire la partie propre au produit conjointement avec les exigences générales des Parties 1 à 4.

Les composants électroniques nécessitant des conditions de stockage différentes sont abordés séparément à partir de la Partie 5.

La structure de la série IEC 62435 telle qu'elle est actuellement conçue est la suivante:

- Partie 1 – Généralités
- Partie 2 – Mécanismes de détérioration
- Partie 3 – Données
- Partie 4 – Stockage
- Partie 5 – Dispositifs de puces et plaquettes
- Partie 6 – Dispositifs encapsulés ou finis
- Partie 7 – MEMS
- Partie 8 – Dispositifs électroniques passifs
- Partie 9 – Cas spéciaux

¹ En préparation.

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES – STOCKAGE DE LONGUE DURÉE DES DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS –

Partie 5: Dispositifs de puces et plaquettes

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62435 est applicable au stockage de longue durée des dispositifs de puces et plaquettes et établit le régime et les conditions de stockage pour les puces nues singularisées et les plaquettes partielles ou complètes de puces incluant les puces avec ajout de structures telles que des couches de redistribution et des billes ou des perles de soudure ou d'autres métallisations. La présente partie donne également des lignes directrices pour les exigences spéciales et l'encapsulation primaire destinée à contenir la puce ou les plaquettes à des fins de manipulation. Elle s'utilise habituellement conjointement avec l'IEC 62435-1 pour tout stockage de longue durée de dispositifs dont la durée peut être supérieure à 12 mois, pour un produit destiné à être stocké pendant une durée prolongée.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62435-2, *Composants électroniques – Stockage de longue durée des dispositifs électroniques à semiconducteurs – Partie 2: Mécanismes de détérioration*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et termes abrégés suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

environnement de stockage

zone de stockage spécialement contrôlée, avec un contrôle particulier de la température, de l'humidité, de l'atmosphère et de toute autre condition, conformément aux exigences du produit

3.1.2

stockage de longue durée

LTS

stockage planifié de composants visant à prolonger la durée de vie sur une certaine période dans le but de permettre une utilisation future

Note 1 à l'article: L'abréviation "LTS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "long-term storage"

3.1.3

dessiccant

substance hygroscopique utilisée pour éliminer l'humidité d'une atmosphère

3.2 Abréviations

MEMS	systèmes micro-électromécaniques (microelectromechanical systems)
HR	humidité relative
DES	décharge électrostatique
EMR	rayonnement électromagnétique (electromagnetic radiation)
RF	fréquence radio (radio frequency)
MBB	sachet étanche à l'humidité (moisture barrier bag)
HIC	carte indicatrice d'humidité (humidity indicator card)
V_T	seuil de tension
QSS	charge d'état de surface
I_{OFF}	courant d'état bloqué
V_{OFF}	tension d'état bloqué
VCI	inhibiteurs de corrosion volatils (volatile corrosion inhibitors)
ILD	diélectrique intercouche (inter-layer dielectric)

4 Exigences de stockage

4.1 Généralités

Le présent article détaille les exigences pour le stockage des puces et plaquettes, notamment les options environnementales spécifiques. L'environnement et le contrôle exigés pour un produit doivent être déterminés conformément aux données détaillées dans les Tableaux 1 et 2.

Par exemple, si l'oxygène est considéré comme un facteur potentiel de la dégradation du produit pendant la durée de stockage attendue, il convient de choisir un environnement de stockage qui réduise le plus possible le risque d'exposition de longue durée à l'oxygène pendant le stockage.

La présente section détaille les différentes options de stockage communément disponibles.

4.2 Données d'assemblage

Il convient de s'assurer que les données ou informations exigées pour tout traitement ultérieur du produit, comme les cartes de plaquettes, soient utilisables après le stockage.

4.3 Éléments nécessaires avant le stockage

Le produit stocké doit être un produit dont l'état, notamment la qualité et la fonctionnalité, est connu. S'il est sous forme de plaquette, il convient que la plaquette soit encrée ou qu'une carte de plaquette soit stockée d'une manière qui puisse être utilisée à la fin du LTS. Les cartes de plaquettes sur des supports électroniques peuvent ne pas être récupérables à la fin de la période de stockage et il convient de revoir périodiquement les méthodes de sauvegarde. Il convient de noter que l'encre peut aussi être une source potentielle de contamination et qu'elle peut nécessiter une évaluation pour le LTS.

Lorsqu'un essai à 100 % de la plaquette ne peut pas être effectué, une autre méthode doit être utilisée pour déterminer la qualité et la fonctionnalité globale du produit à stocker. Cela peut inclure l'essai ou la qualification d'un échantillon assemblé du produit représentatif des plaquettes stockées.

4.4 Dommages aux produits de puces pendant un stockage de longue durée

Les défauts causés par des dommages mécaniques peuvent affecter différentes zones de la puce ou de la plaquette et il convient de les prendre en considération lors de la conception de procédures de stockage de longue durée.

4.5 Conditions de stockage mécaniques

Afin d'assurer une protection mécanique adéquate de la puce et des plaquettes, le placement initial du produit dans les conteneurs de stockage et son retrait de ces conteneurs après le stockage doivent être effectués avec soin. Les dommages peuvent survenir facilement pendant un chargement ou un déchargement.

Pendant le stockage, une protection suffisante du produit doit être assurée contre les mouvements ou les vibrations. L'orientation de la puce ou de la plaquette peut être importante, particulièrement pour les produits MEMS ou les capteurs, afin de réduire le plus possible les dommages occasionnés par les chocs ou les vibrations. Les conteneurs et les rayonnages peuvent nécessiter un montage antivibration ou antirésonance. Il convient que les matériaux d'emballage soient conçus pour offrir un certain degré de protection contre les chocs ou les vibrations.

La puce et les plaquettes ne doivent être examinées que si cette opération est exigée dans le cadre d'un programme spécifique d'échantillonnage afin de réduire le plus possible les manipulations auxquelles la puce ou les plaquettes sont soumises.

Les matériaux en contact avec la surface de la puce ou de la plaquette doivent assurer une abrasion minimale et une adhérence minimale de corps étrangers sur les surfaces.

4.6 Environnement de stockage de longue durée

Ces conditions sont plus contraignantes que celles du stockage de courte durée car l'environnement de stockage est critique pour un stockage de longue durée correct. Les méthodes d'emballage suggérées ici peuvent ne pas être adaptées au transport, en particulier par voie aérienne:

Cette atmosphère de stockage est conçue pour éliminer l'oxygène et limiter l'humidité, car celles-ci sont des sources de détérioration connues pour les dispositifs à semiconducteurs non encapsulés. Les mécanismes de défaillance réels doivent être déterminés en fonction du dispositif stocké en se référant à l'IEC 62435-2.

Les armoires ou les conteneurs destinés au stockage de longue durée de puces ou de plaquettes doivent présenter les conditions suivantes:

- a) gaz de drainage: 99 % d'azote ou de gaz inerte (voir 4.7);
- b) température: 17 °C à 25 °C;
- c) humidité de l'armoire: HR minimum de 7 %, maximum de 25 %;
- d) pression: légèrement supérieure à la pression atmosphérique ambiante.

Il convient que la pression du gaz soit suffisamment élevée pour empêcher l'entrée de contaminants extérieurs.

Pour contrôler l'humidité relative, il est habituel pour des environnements de stockage de puces et de plaquettes d'utiliser de l'azote très pur, provenant par exemple d'une source liquide.

Il convient que l'humidité relative ne descende pas en dessous de 7 % de manière à éviter l'accumulation de champs électrostatiques et qu'elle ne monte pas au-dessus de 25 % de manière à éviter la condensation et l'entrée d'humidité. Il s'agit d'un point important à noter

après l'ouverture d'une armoire de stockage; un régulateur de drainage temporisé est habituellement installé de manière à ramener rapidement l'humidité relative à son niveau bas après qu'une armoire a été ouverte.

Des matériaux d'emballage incorporant un blindage statique, comme des feuilles métalliques, peuvent aussi être utilisés. Les revêtements dissipateurs statiques ne doivent pas être utilisés car ces revêtements peuvent se dégrader pendant le stockage et contaminer la puce ou les plaquettes.

La température ou l'humidité pendant la période de stockage doit être enregistrée et journalisée.

Les conditions de température et d'humidité hors limites doivent être prises en charge avec l'action correctrice appropriée. Il est peu probable qu'un nombre réduit d'écarts légèrement hors limites dégrade de façon permanente le produit stocké. Ces conditions hors limites doivent toutefois être prises en compte lorsque le produit est extrait du stock pour être utilisé.

4.7 Pureté recommandée de l'atmosphère inerte

Lorsqu'un gaz inerte est sélectionné pour l'environnement de stockage, il doit satisfaire aux conditions suivantes:

- Pureté supérieure à 99,5 % avec
 - moins de 0,5 % d'oxygène,
 - moins de 0,01 % d'autres gaz,
 - moins de 10^{-6} d'halogénures, et
 - moins de 10^{-6} de gaz sulfurés.

4.8 Contamination chimique

La puce et les plaquettes doivent être protégées contre toute contamination ionique de la zone active ou toute contamination par d'autres produits chimiques, en tenant compte de la mobilité des contaminants dans les matériaux semiconducteurs et de la possibilité d'expansions intermétalliques induites.

Une attention spéciale doit être portée à la protection des zones de contact, des zones actives et des contacts arrière. Les plaquettes telles que celles utilisant des matériaux III-V sont particulièrement sensibles et peuvent nécessiter une attention spéciale.

Tout matériau d'emballage dégradable utilisé pour le transport de puces ou de plaquettes doit être retiré avant de placer la puce ou les plaquettes nues dans un conteneur adapté au stockage de longue durée. En particulier, tout élément d'emballage susceptible de donner lieu à une contamination chimique ou par des particules du fait d'une dégradation de longue durée doit être retiré, par exemple tous les papiers, cartons, mousses ou films roses. Cela doit inclure tous les matériaux revêtus d'un film réduisant l'électricité statique (revêtement antistatique) dans la mesure où ce film dégazera pendant le stockage.

4.9 Emballage sous vide

4.9.1 Généralités

L'emballage sous vide est communément utilisé pour le transport de puces et de plaquettes nues. Cette méthode peut toutefois ne pas être adaptée au stockage de longue durée car un vide favorise l'entrée de contaminants au travers des matériaux d'emballage et se dégrade au cours du temps. L'ajout de dessiccants dans l'emballage principal peut causer la présence de petites particules susceptibles d'endommager le produit.

En général, il convient de ne pas utiliser la mousse dans l'emballage sous vide car elle peut libérer les contaminants absorbés en cas de compression. Les mousses à cellules fermées remplies d'azote ne posent pas ce problème et peuvent être utilisées.

4.9.2 Emballage sec sous vide

Une forme d'emballage sous vide est reconnue par l'industrie: l'emballage sec sous vide (vacuum dry pack), dans lequel un sachet étanche à l'humidité est utilisé pour contenir l'unité d'emballage principale de la puce et des plaquettes, avec un dessiccant et une carte indicatrice d'humidité (HIC, humidity indicator card). Une mise sous vide légère du sachet est privilégiée à une mise sous vide complète.

Voir l'IEC 60749-20-1 pour plus d'informations.

4.10 Systèmes à pression positive pour l'emballage

Les méthodes d'emballage qui utilisent une pression positive sont intrinsèquement meilleures que les sachets scellés sous vide. Elles requièrent toutefois un bon filtrage d'entrée et consistent généralement à procéder à un vide initial puis à un remplissage par de l'azote afin que les principaux contaminants restent à l'extérieur.

4.11 Utilisation d'un matériau d'emballage doté de propriétés sacrificielles

Des matériaux d'emballage aux propriétés sacrificielles sont parfois utilisés, par exemple un matériau d'emballage contenant du cuivre réactif conçu pour se corroder à la place de la puce. D'autres matériaux sacrificiels, tels que les inhibiteurs de corrosion volatils (VCI, Volatile Corrosion Inhibitors), peuvent aussi être utilisés mais ils posent souvent des problèmes relatifs aux contrôles environnementaux et de haute toxicité.

4.12 Utilisation de matériaux biodégradables

Certains matériaux d'emballage sont délibérément biodégradables, comme la mousse couramment utilisée dans les récipients ou les cuves de plaquettes. Les matériaux d'emballage connus pour se détériorer au cours du temps ne doivent pas être utilisés car l'émission de produits chimiques pendant la détérioration peut contaminer le produit.

Cela concerne, par exemple:

- le soufre des élastiques;
- le chlore du carton et du papier;
- le fluor de la mousse antistatique.

Certaines mousses sont spécifiquement destinées à une utilisation de longue durée et ne sont pas biodégradables, comme les mousses à cellules fermées avec remplissage à l'azote. En cas d'utilisation d'une variante remplie de carbone de ce type de mousse, s'assurer que le carbone est fixé dans le matériau et ne peut pas libérer de particules en cas de compression ou de déplacement.

4.13 Nettoyage au plasma

Le nettoyage au plasma peut être utilisé pour retirer toute contamination possible de la surface des plaquettes avant leur stockage, ou pour nettoyer les plots de connexion après le stockage et avant l'assemblage. La propreté et l'adhérence de la surface peuvent être surveillées au moyen d'un essai de gouttelette d'eau. Le processus et le gaz plasma doivent être qualifiés pour une utilisation sur les plaquettes à nettoyer.

4.14 Effets électriques

Des matériaux dissipateurs de conduction ou d'électricité statique doivent être utilisés pour les emballages et la construction des armoires de stockage, selon ce que détermine l'analyse de susceptibilité et de réduction des effets.

Un dommage possible du fait d'une décharge électrostatique peut être causé par l'utilisation de matériaux d'emballage inappropriés, une humidité relative trop faible, ou la proximité de sources de champs électrostatiques. Cela peut conduire à l'endommagement de jonctions p-n, à des claquages/perforations d'oxydes, à des dérives sensibles des paramètres, à une modification du seuil de tension (V_T) du fait de la charge d'état de surface (QSS) emprisonnée ou d'une modification des paramètres de courant d'état bloqué/tension d'état bloqué I_{off}/V_{off} .

4.15 Protection contre les rayonnements

Il convient de limiter l'exposition de la puce à toute lumière ou tout rayonnement de quelque sorte que ce soit. Il convient d'assurer la protection contre les rayonnements nucléaires (fort rayonnement ambiant), les rayonnements électromagnétiques (sources de fréquences radio et de micro-ondes), les ultraviolets, les rayons X et la lumière ambiante. Certains types de puces, comme les dispositifs analogiques, peuvent être particulièrement sensibles.

Les zones de stockage de puces sont normalement protégées contre les rayons du soleil et il convient de réduire le plus possible les rayonnements courants de la part de sources telles que les téléphones mobiles, les communications sans fil et les fours à micro-ondes au voisinage de la zone de stockage.

4.16 Qualification périodique des puces stockées

Pour le stockage de longue durée des puces individuelles, il est possible de qualifier l'état du produit stocké au moyen d'une qualification d'échantillon. Cela n'est toutefois adapté que lors du stockage de quantités importantes de puces individuelles car l'essai d'échantillons implique nécessairement la consommation d'une partie du produit stocké. Lorsqu'une qualification périodique est exigée, il convient que des puces supplémentaires soient stockées pour la permettre.

Dans ce cas, il convient que des échantillons représentatifs du produit soient extraits du stockage à des intervalles prédéterminés. L'échantillon de puce doit être vérifié pour détecter tout signe de dommage ou de détérioration et assemblé en lots adaptés pour un essai électrique et des vérifications de fiabilité. La capacité de liaison de la puce doit être évaluée pendant l'assemblage.

Il convient d'éviter soigneusement toute perturbation inutile des produits stockés. Il convient de rechercher un équilibre entre le souhait de qualification périodique et la nécessité de maintenir un environnement de stockage dépourvu de perturbations.

Lorsqu'il n'est pas souhaitable d'examiner l'état du produit stocké, la qualification de l'emballage peut fournir le niveau d'assurance exigé.

Pour éviter toute ouverture et toute nouvelle manipulation du matériau stocké (ce qui peut causer plus de dommages que le stockage à proprement parler), il convient d'effectuer les essais de qualification périodiques sur un lot dédié qui ne soit pas destiné à être utilisé/vendu à l'issue du stockage.

5 Mécanismes de défaillance du stockage de longue durée

Les mécanismes de défaillance susceptibles de se produire pendant un stockage de longue durée incluent:

- dégazage des matériaux d'emballage provoquant une contamination ionique;

- infiltration d'humidité des matériaux d'emballage provoquant une corrosion des métaux;
- interactions entre des matériaux d'emballage et/ou de circuits incompatibles provoquant des réactions dangereuses;
- cyclage de température provoquant fatigue des métaux, fluage des soudures ou fendillement par vitrification;
- manipulation incorrecte provoquant fissures, rayures ou contamination des surfaces de la puce;
- événements électriques ou de rayonnement non spécifiques dans l'atmosphère provoquant des oxydations de grille et des défauts de métallisation;
- effet piézoélectrique – modification de paramètres électriques du fait de contraintes internes;
- effet photovoltaïque – modification de paramètres électriques du fait de l'imposition d'une charge;
- contrainte électrique excessive du fait d'une décharge électrostatique ou d'autres sources de rayonnement.

6 Préoccupations, méthode, vérification et limitations du LTS

6.1 Généralités

Le présent article détaille les préoccupations d'exposition pour les plaquettes et les puces et énumère les méthodes d'encapsulation recommandées, les vérifications, l'environnement adapté et les limitations du temps de stockage relativement à la préoccupation d'exposition particulière.

La préoccupation d'exposition doit être déterminée en consultation avec le fabricant et/ou par une analyse physique du produit conformément à la durée attendue du LTS. Il convient d'utiliser l'IEC 62435-2 pour aider à déterminer les mécanismes qui s'appliquent aux pièces stockées et par conséquent la préoccupation d'exposition particulière qui s'applique.

Voir l'Article 4 pour le détail des différentes méthodes d'encapsulation disponibles.

6.2 Plaquettes

Le Tableau 1 énumère les facteurs environnementaux auxquels les wafers sont susceptibles d'être exposés et les actions à prendre pour les atténuer.