

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Mechanical standardization of semiconductor devices –

Part 6-12: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages – Design guidelines for fine-pitch land grid array (FLGA)

Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs –

Partie 6-12: Règles générales pour la préparation des dessins d'encombrement des boîtiers des dispositifs à semiconducteurs à montage en surface – Lignes directrices de conception pour les boîtiers matriciels à plots et à pas fins (FLGA)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Mechanical standardization of semiconductor devices –
Part 6-12: General rules for the preparation of outline drawings of surface
mounted semiconductor device packages – Design guidelines for fine-pitch land
grid array (FLGA)**

**Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs –
Partie 6-12: Règles générales pour la préparation des dessins d'encombrement
des boîtiers des dispositifs à semiconducteurs à montage en surface – Lignes
directrices de conception pour les boîtiers matriciels à plots et à pas fins (FLGA)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 31.080.01

ISBN 978-2-88912-527-2

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Terminal position numbering.....	6
5 Nominal package dimension	6
6 Outline drawings and principle dimensions	7
7 Dimensions	10
Figure 1 – Flange-type FLGA.....	6
Figure 2 – Rectangle-type FLGA.....	6
Figure 3 – Flange-type FLGA.....	7
Figure 4 – Rectangle-type FLGA.....	8
Figure 5 – Mechanical gauge drawing ^e	9
Figure 6 – Pattern of terminal position area ^f	9
Table 1 – Group 1: Dimensions appropriate to mounting and interchangeability.....	10
Table 2 – Group 2: Dimensions and tolerances.....	14
Table 3 – Combination list of D, E, M _D , and M _E – $\bar{e}$ = 0,80mm pitch.....	15
Table 4 – Combination list of D, E, M _D , and M _E – $\bar{e}$ = 0,65 mm pitch	16
Table 5 – Combination list of D, E, M _D , and M _E – $\bar{e}$ = 0,50 mm pitch	17
Table 6 – Combination list of D, E, M _D , and M _E – $\bar{e}$ = 0,40 mm pitch	18
Table 7 – Combination list of D, E, M _D , and M _E – $\bar{e}$ = 0,30 mm pitch	19

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60191-6-12:2011

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MECHANICAL STANDARDIZATION OF SEMICONDUCTOR DEVICES –

**Part 6-12: General rules for the preparation of outline drawings
of surface mounted semiconductor device packages –
Design guidelines for fine-pitch land grid array (FLGA)**

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 60191-6-12 has been prepared by subcommittee 47D: Mechanical standardization of semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This second edition of IEC 60191-6-12 cancels and replaces the first edition, published in 2002 and constitutes a technical revision. This edition includes the following significant changes with respect to the previous edition:

- a) scope is expanded so that this standard include the square type FLGA. The title of this standard has been changed accordingly: “Rectangular type” has been deleted from the title.
- b) ball pitch of 0,3 mm has been added;
- c) datum is changed from the body datum to the ball datum;
- d) combination lists of D , E , M_D , and M_E have been revised.

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

CDV	Report on voting
47D/784/CDV	47D/795/RVC

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.

A list of all the parts in the IEC 60191 series, under the general title *Mechanical standardization of semiconductor devices*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

MECHANICAL STANDARDIZATION OF SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 6-12: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages – Design guidelines for fine-pitch land grid array (FLGA)

1 Scope

This part of IEC 60191 provides standard outline drawings, dimensions, and recommended variations for all fine-pitch land grid array packages (FLGA) with terminal pitch of 0,8 mm or less.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60191(all parts), *Mechanical standardization of semiconductor devices*

IEC 60191-6, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 6: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given IEC 60191 series and the following apply.

3.1

fine-pitch land grid array FLGA

package with metal lands on one side of a substrate in a matrix of at least three rows and three columns on a pitch of 0,8 mm or less, wherein the maximum standoff height is 0,10 mm or less

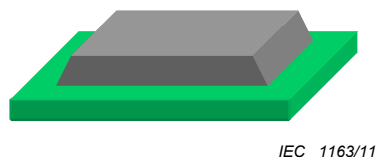
NOTE Terminals may be missing from some row-column intersections.

3.2

flange-type FLGA

FLGA with a package outline (length, width) defined by a package flange part, mostly substrate, extending outward beyond the perimeter of a molded part or of a flip-chip-bonded part

NOTE Flange-type FLGA, shown in Figure 1, is generally cut by singulation press, thus resulting in larger dimensional errors than the singulation by dicing saw



IEC 1163/11

Figure 1 – Flange-type FLGA

3.3

rectangle-type FLGA

FLGA with a package outline (length, width) defined by a molded part with no extending flange part

NOTE Rectangle-type FLGA, shown in Figure 2, is generally cut by dicing, thus resulting in less dimensional errors than the singulation by press machine.



IEC 1164/11

Figure 2 – Rectangle-type FLGA

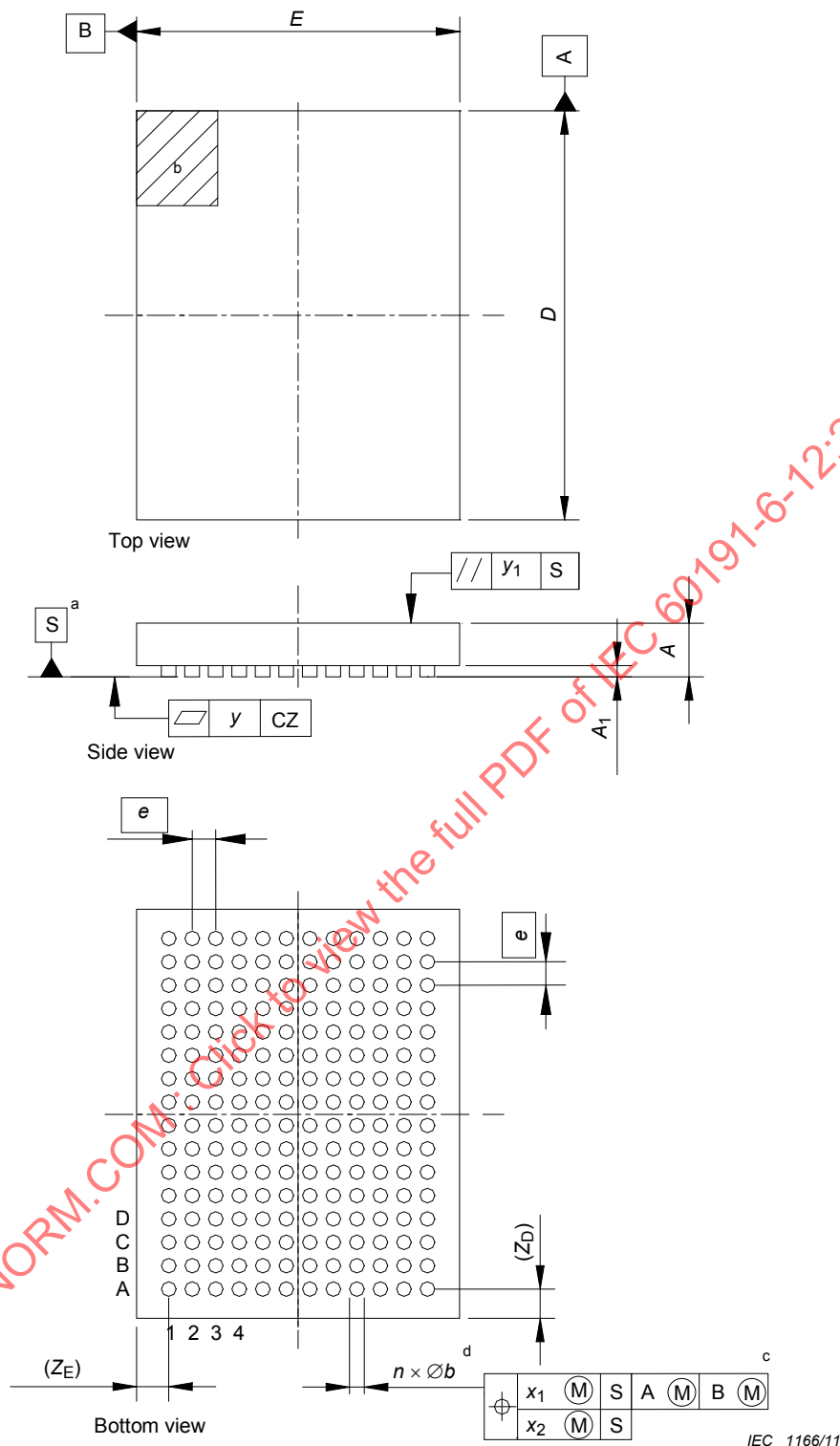
4 Terminal position numbering

When a package is viewed from the terminal side with the index corner in the bottom left corner position, terminal rows are lettered from bottom to top starting with A, then B, C,,, AA, AB, *etc.*, whereas terminal columns are numbered from left to right starting with 1. Terminal positions are designated by a row-column grid system and shown as alphanumeric identification, e.g., A1, B1.

The letters I, O, Q, S, X and Z shall not be used for naming the terminal rows.

5 Nominal package dimension

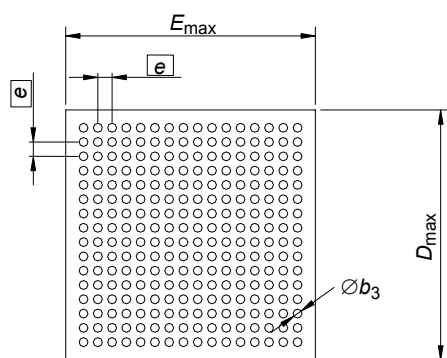
A nominal package dimension is defined as “the package width (E) $\times$ length (D)”, which is expressed in the tenths place in millimeter.



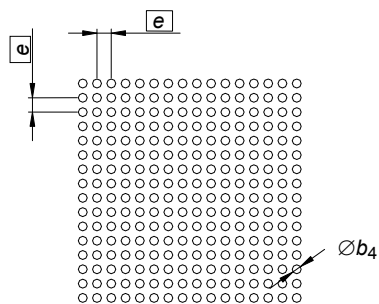
NOTES relating to Figures 3 and 4:

- ^a Datum $\boxed{S}$ is defined as the seating plane on which a package free stands by contact of the balls.
- ^b The hatched zone is an index-marking area, where whole index mark will be basically contained in 1/16 of the body size. In case it is physically difficult, index mark can extend more than 1/16 but no more than a quarter of the body size.
- ^c True positional tolerances of terminals, x_1 and x_2 , are applied to all terminals.
- ^d The terminal diameter b is the maximum diameter of individual balls as measured in the plane parallel to the seating plane.
- ^e An array of terminal-existence areas with regard to the datum $\boxed{S}$, $\boxed{A}$, and $\boxed{B}$ is shown in the mechanical gauge drawing in Figure 5.
- ^f The array of terminal-existence areas with regard to the datum $\boxed{S}$ is shown in Figure 6.

Figure 4 – Rectangle-type FLGA



IEC 1167/11



IEC 1168/11

NOTE The symbols in this figure are explained in IEC 60191-6.

Figure 5 – Mechanical gauge drawing ^e

Figure 6 – Pattern of terminal position area ^f

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60191-6-12:2011

7 Dimensions

Table 1 – Group 1: Dimensions appropriate to mounting and interchangeability

Dimensions in millimeters

Term	Symbol	Specification	Recommended value
Package nominal dimension	$E \times D$	A package nominal dimension is defined as "the package width (E) x length (D), which is expressed in the tenths place in millimeter.	-
Package length	D	(1) Range of D_{nom}: from 1,5 to 21,0 (2) Interval of D_{nom} For square FLGA with $D_{nom} \geq 15,0$, D_{nom} is an integer. For other FLGA, the number in the tenths place of D_{nom} is either 0 or 5. (3) Tolerance of D For Flange-type: When $D_{nom} \leq 21,0$, $v_D = \pm 0,15$ When $D_{nom} > 21,0$, $v_D = \pm 0,20$ where v_D denotes a tolerance. For Rectangle-type: When $D_{nom} \leq 12,0$, $v_D = \pm 0,08$ When $12,0 < D_{nom} \leq 21,0$, $v_D = \pm 0,10$ When $D_{nom} > 21,0$, $v_D = \pm 0,15$ where v_D denotes a tolerance.	-

Table 1 (continued)

Dimensions in millimeters

Term	Symbol	Specification	Recommended value
Package width	E	(1) Range of E_{nom}: from 1,5 to 21,0 (2) Interval of E_{nom} For square FLGA with $E_{nom} \geq 15,0$, E_{nom} is an integer. For other FLGA, the number in the tenths place of E_{nom} is either 0 or 5. (3) Tolerance of "E" For flange-type: When $E_{nom} \leq 21,0$, $v_E = \pm 0,15$ When $E_{nom} > 21,0$, $v_E = \pm 0,20$ where v_E denotes a tolerance. For rectangle-type: When $E_{nom} \leq 12,0$, $v_E = \pm 0,08$ When $12,0 < E_{nom} \leq 21,0$, $v_E = \pm 0,10$ When $E_{nom} > 21,0$, $v_E = \pm 0,15$ where v_E denotes a tolerance.	-
Maximum profile height	A	$A = 0,30$ 0,40 0,50 0,65 0,80 1,00 1,20 1,70 2,00 "A" includes heat slug thickness, package warpage, and tilt errors.	-
Stand-off height	A_1	$A_1 \max \leq 0,10$	-
Terminal grid pitch	e	$e = 0,80$ 0,65 0,50 0,40 0,30	-

Table 1 (continued)

Dimensions in millimeters

Term	Symbol	Specification	Recommended value																																												
Terminal diameter	b	For C-FLGA: <table><tr><th>e</th><th>min.</th><th>nom.</th><th>max.</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,45</td><td>0,50</td><td>0,55</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,35</td><td>0,40</td><td>0,45</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,25</td><td>0,30</td><td>0,35</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,20</td><td>0,25</td><td>0,30</td></tr></table> For P-FLGA and T-FLGA <table><tr><th>e</th><th>min.</th><th>nom.</th><th>max.</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,35</td><td>0,40</td><td>0,45</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,30</td><td>0,35</td><td>0,40</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,20</td><td>0,25</td><td>0,30</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,15</td><td>0,20</td><td>0,25</td></tr><tr><td>0,30</td><td>0,12</td><td>0,15</td><td>0,18</td></tr></table>	e	min.	nom.	max.	0,80	0,45	0,50	0,55	0,65	0,35	0,40	0,45	0,50	0,25	0,30	0,35	0,40	0,20	0,25	0,30	e	min.	nom.	max.	0,80	0,35	0,40	0,45	0,65	0,30	0,35	0,40	0,50	0,20	0,25	0,30	0,40	0,15	0,20	0,25	0,30	0,12	0,15	0,18	
e	min.	nom.	max.																																												
0,80	0,45	0,50	0,55																																												
0,65	0,35	0,40	0,45																																												
0,50	0,25	0,30	0,35																																												
0,40	0,20	0,25	0,30																																												
e	min.	nom.	max.																																												
0,80	0,35	0,40	0,45																																												
0,65	0,30	0,35	0,40																																												
0,50	0,20	0,25	0,30																																												
0,40	0,15	0,20	0,25																																												
0,30	0,12	0,15	0,18																																												
Datum-based positional tolerance of terminals	x_1	For flange-type: <table><tr><th>e</th><th>x_1</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,20</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,20</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,20</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,15</td></tr><tr><td>0,30</td><td>0,15</td></tr></table> For rectangle-type: x_1 is 0,15, irrespective of e.	e	x_1	0,80	0,20	0,65	0,20	0,50	0,20	0,40	0,15	0,30	0,15	-																																
e	x_1																																														
0,80	0,20																																														
0,65	0,20																																														
0,50	0,20																																														
0,40	0,15																																														
0,30	0,15																																														

Table 1 (continued)

Dimensions in millimeters															
Term	Symbol	Specification	Recommended value												
Relative positional tolerance of terminals	x_2	<table><tr><th>e</th><th>x_2</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,08</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,08</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,05</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,05</td></tr><tr><td>0,30</td><td>0,03</td></tr></table>	e	x_2	0,80	0,08	0,65	0,08	0,50	0,05	0,40	0,05	0,30	0,03	-
e	x_2														
0,80	0,08														
0,65	0,08														
0,50	0,05														
0,40	0,05														
0,30	0,03														
Coplanarity	y	<table><tr><th>e</th><th>y</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,10</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,10</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,08</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,08</td></tr><tr><td>0,30</td><td>0,05</td></tr></table>	e	y	0,80	0,10	0,65	0,10	0,50	0,08	0,40	0,08	0,30	0,05	-
e	y														
0,80	0,10														
0,65	0,10														
0,50	0,08														
0,40	0,08														
0,30	0,05														
Parallelism of the top surface	y_1	$y_1 = 0,20$	-												
Number of terminals	n	$n_{\max} = M_E \times M_D$ $(M_E - 1) \times M_D$ $M_E \times (M_D - 1)$ $(M_E - 1) \times (M_D - 1)$ $(M_E + 1) \times M_D$ $M_E \times (M_D + 1)$ $(M_E + 1) \times (M_D + 1)$	-												
Maximum matrix size in length	M_D														
Maximum matrix size in width	M_E														
		$M_D \leq (D_{\text{nom}} - b_{\text{max}} - v_D - X_1 - x_2 - 2u) / e + 1$ $M_E \leq (E_{\text{nom}} - b_{\text{max}} - v_E - x_1 - x_2 - 2u) / e + 1$ $u = 0,11$ Numbers of matrices in M_E and M_D are shown in Table 3. “u” denotes edge clearance.													

Table 2 – Group 2: Dimensions and tolerances

Dimensions in millimeters

Term	Symbol	Specification	Recommended value
Overhang dimension in length	(Z_D)	$(Z_D) = \{D_{nom} - (M_D - 1) \times \square\} / 2$ (Z_D) is a reference value.	-
Overhang dimension in width	(Z_E)	$(Z_E) = \{E_{nom} - (M_E - 1) \times \square\} / 2$ (Z_E) is a reference value.	-
Datum- defined terminal-existence area	b_3	$b_3 = b_{max} + x_1$	-
Relative terminal-existence area	b_4	$b_4 = b_{max} + x_2$	-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60191-6-12:2011

Table 3 – Combination list of D , E , M_D , and M_E – $e = 0,80\text{mm}$ pitch

D_{nom} or E_{nom}		M_D or M_E	M_{D-1} or M_{E-1}	M_{D+1} or M_{E+1}
Square body ($D_{\text{nom}} = E_{\text{nom}}$)	Rectangular body ($D_{\text{nom}} \neq E_{\text{nom}}$)			
1,5	1,5	-	-	2
2,0	2,0	2	-	3
2,5	2,5			
3,0	3,0			
3,5	3,5	3	2	4
4,0	4,0	4	3	5
4,5	4,5	5	4	6
5,0	5,0			
5,5	5,5			
6,0	6,0	7	6	8
6,5	6,5			
7,0	7,0			
7,5	7,5	8	7	9
8,0	8,0	9	8	10
8,5	8,5	10	9	11
9,0	9,0			
9,5	9,5			
10,0	10,0	12	11	13
10,5	10,5			
11,0	11,0			
11,5	11,5	13	12	14
12,0	12,0	14	13	15
12,5	12,5	15	14	16
13,0	13,0			
13,5	13,5			
14,0	14,0	17	16	18
14,5	14,5			
15,0	15,0			
—	15,5	18	17	19
16,0	16,0	19	18	20
—	16,5	20	19	21
17,0	17,0			
—	17,5			
18,0	18,0	22	21	23
—	18,5			
19,0	19,0			
—	19,5	23	22	24
20,0	20,0	24	23	25
—	20,5	25	24	26
21,0	21,0			

Table 4 – Combination list of D , E , M_D , and M_E – $e = 0,65$ mm pitch

D_{nom} or E_{nom}		M_D or M_E	M_D-1 or M_E-1	M_D+1 or M_E+1
Square body ($D_{nom} = E_{nom}$)	Rectangular body ($D_{nom} \neq E_{nom}$)			
1,5	1,5	-	-	2
2,0	2,0	2	-	3
2,5	2,5	3	2	4
3,0	3,0			
3,5	3,5	4	3	5
4,0	4,0	5	4	6
4,5	4,5	6	5	7
5,0	5,0	7	6	8
5,5	5,5			
6,0	6,0	8	7	9
6,5	6,5	9	8	10
7,0	7,0	10	9	11
7,5	7,5			
8,0	8,0	11	10	12
8,5	8,5	12	11	13
9,0	9,0	13	12	14
9,5	9,5			
10,0	10,0	14	13	15
10,5	10,5	15	14	16
11,0	11,0	16	15	17
11,5	11,5	17	16	18
12,0	12,0			
12,5	12,5	18	17	19
13,0	13,0	19	18	20
13,5	13,5	20	19	21
14,0	14,0			
14,5	14,5	21	20	22
15,0	15,0	22	21	23
16,0	15,5	23	22	24
	16,0			
	16,5	24	23	25
17,0	17,0	25	24	26
—	17,5	26	25	27
18,0	18,0	27	26	28
	18,5			
19,0	19,0	28	27	29
—	19,5	29	28	30
20,0	20,0	30	29	31
	20,5			
21,0	21,0	31	30	32

Table 5 – Combination list of D , E , M_D , and M_E – $e = 0,50$ mm pitch

D_{nom} or E_{nom}		M_D or M_E	M_{D-1} or M_{E-1}	M_{D+1} or M_{E+1}
Square body ($D_{nom} = E_{nom}$)	Rectangular body ($D_{nom} \neq E_{nom}$)			
1,0	1,0	-	-	2
1,5	1,5	2	-	3
2,0	2,0	3	2	4
2,5	2,5	4	3	5
3,0	3,0	5	4	6
3,5	3,5	6	5	7
4,0	4,0	7	6	8
4,5	4,5	8	7	9
5,0	5,0	9	8	10
5,5	5,5	10	9	11
6,0	6,0	11	10	12
6,5	6,5	12	11	13
7,0	7,0	13	12	14
7,5	7,5	14	13	15
8,0	8,0	15	14	16
8,5	8,5	16	15	17
9,0	9,0	17	16	18
9,5	9,5	18	17	19
10,0	10,0	19	18	20
10,5	10,5	20	19	21
11,0	11,0	21	20	22
11,5	11,5	22	21	23
12,0	12,0	23	22	24
12,5	12,5	24	23	25
13,0	13,0	25	24	26
13,5	13,5	26	25	27
14,0	14,0	27	26	28
14,5	14,5	28	27	29
15,0	15,0	29	28	30
—	15,5	30	29	31
16,0	16,0	31	30	32
—	16,5	32	31	33
17,0	17,0	33	32	34
—	17,5	34	33	35
18,0	18,0	35	34	36
—	18,5	36	35	37
19,0	19,0	37	36	38
—	19,5	38	37	39
20,0	20,0	39	38	40
—	20,5	40	39	41
21,0	21,0	41	40	42

Table 6 – Combination list of D , E , M_D , and M_E – $e = 0,40$ mm pitch

D_{nom} or E_{nom}		M_D or M_E	M_D-1 or M_E-1	M_D+1 or M_E+1
Square body ($D_{nom} = E_{nom}$)	Rectangular body ($D_{nom} \neq E_{nom}$)			
1,0	1,0	-	-	2
1,5	1,5	2	-	3
2,0	2,0	3	2	4
2,5	2,5	5	4	6
3,0	3,0	6	5	7
3,5	3,5	7	6	8
4,0	4,0	8	7	9
4,5	4,5	10	9	11
5,0	5,0	11	10	12
5,5	5,5	12	11	13
6,0	6,0	13	12	14
6,5	6,5	15	14	16
7,0	7,0	16	15	17
7,5	7,5	17	16	18
8,0	8,0	18	17	19
8,5	8,5	20	19	21
9,0	9,0	21	20	22
9,5	9,5	22	21	23
10,0	10,0	23	22	24
10,5	10,5	25	24	26
11,0	11,0	26	25	27
11,5	11,5	27	26	28
12,0	12,0	28	27	29
12,5	12,5	30	29	31
13,0	13,0	31	30	32
13,5	13,5	32	31	33
14,0	14,0	33	32	34
14,5	14,5	35	34	36
15,0	15,0	36	35	37
—	15,5	37	36	38
16,0	16,0	38	37	39
—	16,5	40	39	41
17,0	17,0	41	40	42
—	17,5	42	41	43
18,0	18,0	43	42	44
—	18,5	45	44	46
19,0	19,0	46	45	47
—	19,5	47	46	48
20,0	20,0	48	47	49
—	20,5	50	49	51
21,0	21,0	51	50	52

Table 7 – Combination list of D , E , M_D , and M_E – $e = 0,30$ mm pitch

D_{nom} or E_{nom}		M_D or M_E	M_{D-1} or M_{E-1}	M_{D+1} or M_{E+1}
Square body ($D_{nom} = E_{nom}$)	Rectangular body ($D_{nom} \neq E_{nom}$)			
1,0	1,0	-	-	2
1,5	1,5	3	2	4
2,0	2,0	5	4	6
2,5	2,5	6	5	7
3,0	3,0	8	7	9
3,5	3,5	10	9	11
4,0	4,0	11	10	12
4,5	4,5	13	12	14
5,0	5,0	15	14	16
5,5	5,5	16	15	17
6,0	6,0	18	17	19
6,5	6,5	20	19	21
7,0	7,0	21	20	22
7,5	7,5	23	22	24
8,0	8,0	25	24	26
8,5	8,5	26	25	27
9,0	9,0	28	27	29
9,5	9,5	30	29	31
10,0	10,0	31	30	32
10,5	10,5	33	32	34
11,0	11,0	35	34	36
11,5	11,5	36	35	37
12,0	12,0	38	37	39
12,5	12,5	40	39	41
13,0	13,0	41	40	42
13,5	13,5	43	42	44
14,0	14,0	45	44	46
14,5	14,5	46	45	47
15,0	15,0	48	47	49
—	15,5	50	49	51
16,0	16,0	51	50	52
—	16,5	53	52	54
17,0	17,0	55	54	56
—	17,5	56	55	57
18,0	18,0	58	57	59
—	18,5	60	59	61
19,0	19,0	61	60	62
—	19,5	63	62	64
20,0	20,0	65	64	66
—	20,5	66	65	67
21,0	21,0	68	67	69

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
1 Domaine d'application	23
2 Références normatives	23
3 Termes et définitions	23
4 Numérotation des positions de bornes	24
5 Dimension nominale de boîtier	24
6 Dessins d'encombrement et dimensions de principe	24
7 Dimensions	28
Figure 1 – FLGA de type à bride	24
Figure 2 – FLGA de type rectangulaire	24
Figure 3 – FLGA de type à bride	25
Figure 4 – FLGA de type rectangulaire	26
Figure 5 – Dessin de calibre mécanique	27
Figure 6 – Motif de la zone de position des bornes	27
Tableau 1 – Groupe 1: Dimensions appropriées au montage et à l'interchangeabilité	28
Tableau 2 – Groupe 2: Dimensions et tolérances	32
Tableau 3 – Liste de combinaisons de D, E, M_D , et M_E – e = pas de 0,80mm	33
Tableau 4 – Liste de combinaisons de D, E, M_D , et M_E – e = pas de 0,65 mm	34
Tableau 5 – Liste de combinaisons de D, E, M_D , et M_E – e = pas de 0,50 mm	35
Tableau 6 – Liste de combinaisons de D, E, M_D , et M_E – e = pas de 0,40 mm	36
Tableau 7 – Liste des combinaisons de D, E, M_D , et M_E – e = pas de 0,30 mm	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**NORMALISATION MÉCANIQUE
DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –****Partie 6-12: Règles générales pour la préparation
des dessins d'encombrement des boîtiers des dispositifs
à semiconducteurs à montage en surface –
Lignes directrices de conception pour les boîtiers matriciels
à plots et à pas fins (FLGA)**

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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI 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 CEI 60191-6-12 a été établie par le sous-comité 47D: Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs, du comité d'études 47: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette deuxième édition de la CEI 60191-6-12 annule et remplace la première édition parue en 2002, dont elle constitue une révision technique. La présente édition inclut les modifications significatives suivantes par rapport à l'édition antérieure:

- a) le domaine d'application est étendu afin que la présente norme couvre aussi les FLGA de type carré. Le titre de la norme a été modifié en conséquence. "Type rectangulaire" a été supprimé du titre.
- b) le pas de bille de 0,3 mm a été ajouté;
- c) la référence passe de « référence du corps » à « référence de la bille »;
- d) les listes de combinaison de D , E , M_D , et M_E ont été révisées.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
47D/784/CDV	47D/795/RVC

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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60191, sous le titre général *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

NORMALISATION MÉCANIQUE DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 6-12: Règles générales pour la préparation des dessins d'encombrement des boîtiers des dispositifs à semiconducteurs à montage en surface – Lignes directrices de conception pour les boîtiers matriciels à plots et à pas fins (FLGA)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60191 fournit les dessins d'encombrement, les dimensions, et les variations recommandées, normalisés pour tous les boîtiers matriciels à plots et à pas fins (FLGA: *Fine-Pitch Ball Grid Array Package*) comportant des pas de bornes inférieurs ou égaux à 0,8 mm.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60191(toutes les parties), *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs*

CEI 60191-6, *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs – Partie 6: Règles générales pour la préparation des dessins d'encombrement des dispositifs à semiconducteurs à montage en surface*

3 Termes et définitions.

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la série CEI 60191, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

boîtier matriciel à plots et à pas fins FLGA (*fine-pitch land grid array*)

boîtier comportant des pastilles métalliques sur un côté d'un substrat dans une matrice d'au moins trois rangées et trois colonnes sur un pas de 0,8 mm ou inférieur, la distance maximale d'écartement étant inférieure ou égale à 0,10 mm

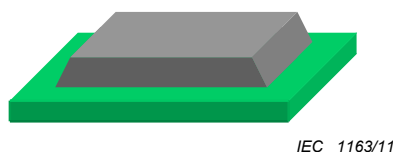
NOTE Des bornes peuvent être manquantes à certaines intersections de rangées-colonnes.

3.2

FLGA de type à bride

FLGA dont l'encombrement du boîtier (longueur, largeur) est défini par une partie à bride du boîtier, le plus souvent un substrat, sortant du périmètre d'une partie moulée ou d'une partie reliée par puce à bosses

NOTE Le FLGA de type à bride, illustré à la Figure 1, est généralement coupé par presse de singulation, ce qui donne lieu à des erreurs dimensionnelles plus importantes que dans le cas de la singulation par scie de découpage en dés.



IEC 1163/11

Figure 1 – FLGA de type à bride

3.3

FLGA de type rectangulaire

FLGA dont l'encombrement du boîtier (longueur, largeur) est défini par une partie moulée dépourvue d'extension de partie bride

NOTE Le FLGA de type rectangulaire, illustré à la Figure 2, est généralement coupé en dés, ce qui donne lieu à moins d'erreurs dimensionnelles que dans le cas de la singulation par presse.



IEC 1164/11

Figure 2 – FLGA de type rectangulaire

4 Numérotation des positions de bornes

L'observation d'un boîtier vu du côté bornes avec le coin indice disposé à l'angle inférieur gauche donne lieu à un repérage des rangées de bornes du bas vers le haut en commençant par la lettre A, puis B, C,..., AA, AB, etc., les colonnes de bornes étant, pour leur part, numérotées de gauche à droite en commençant par le chiffre 1. Les positions des bornes sont désignées par un système de grille rangée-colonne et identifiées sous forme alphanumérique, par exemple A1, B1.

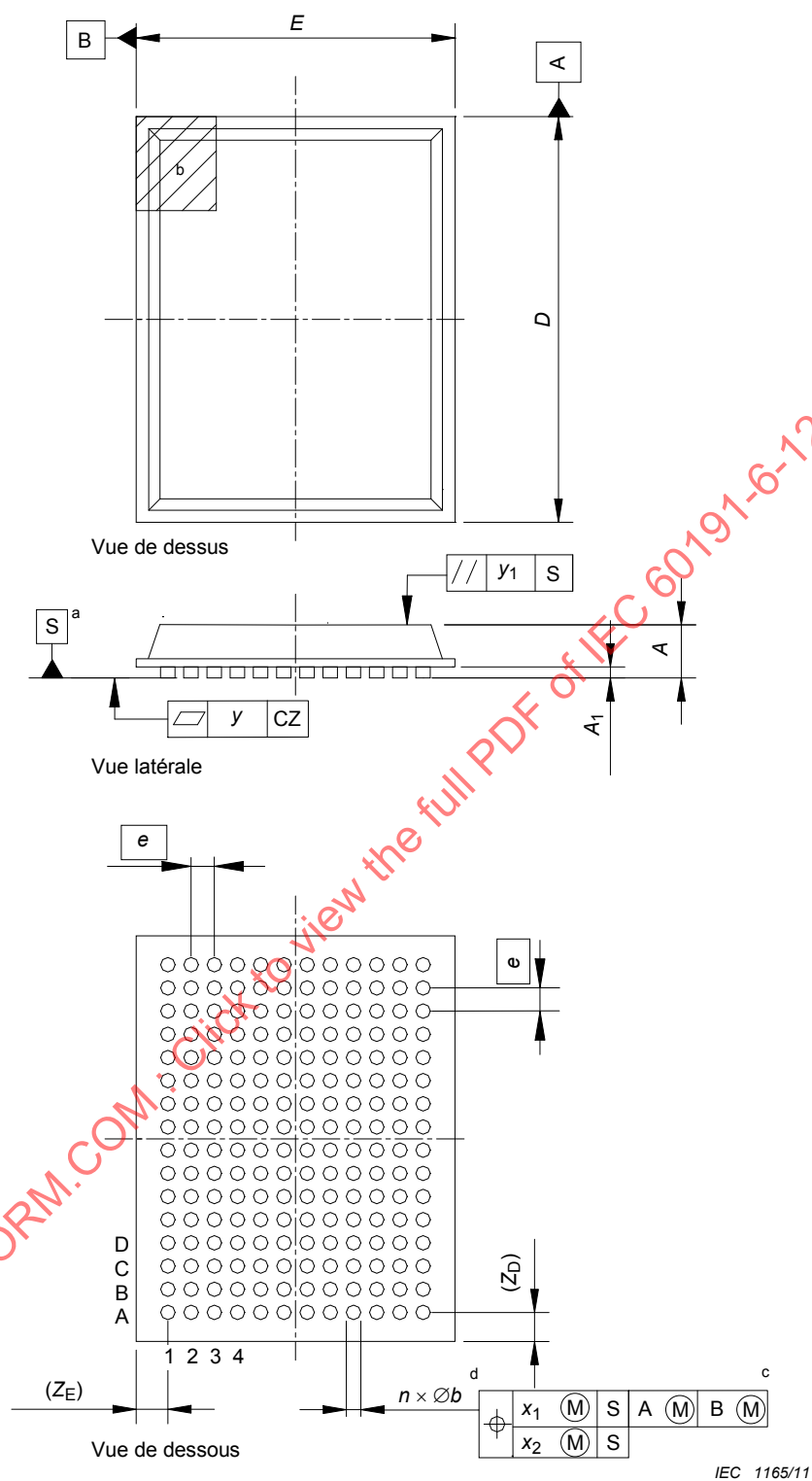
Les lettres I, O, Q, S, X et Z ne sont pas utilisées pour désigner les rangées de bornes.

5 Dimension nominale de boîtier

La dimension nominale de boîtier est définie comme "la largeur (E) × la longueur (D) du boîtier", exprimée en dixièmes de millimètre.

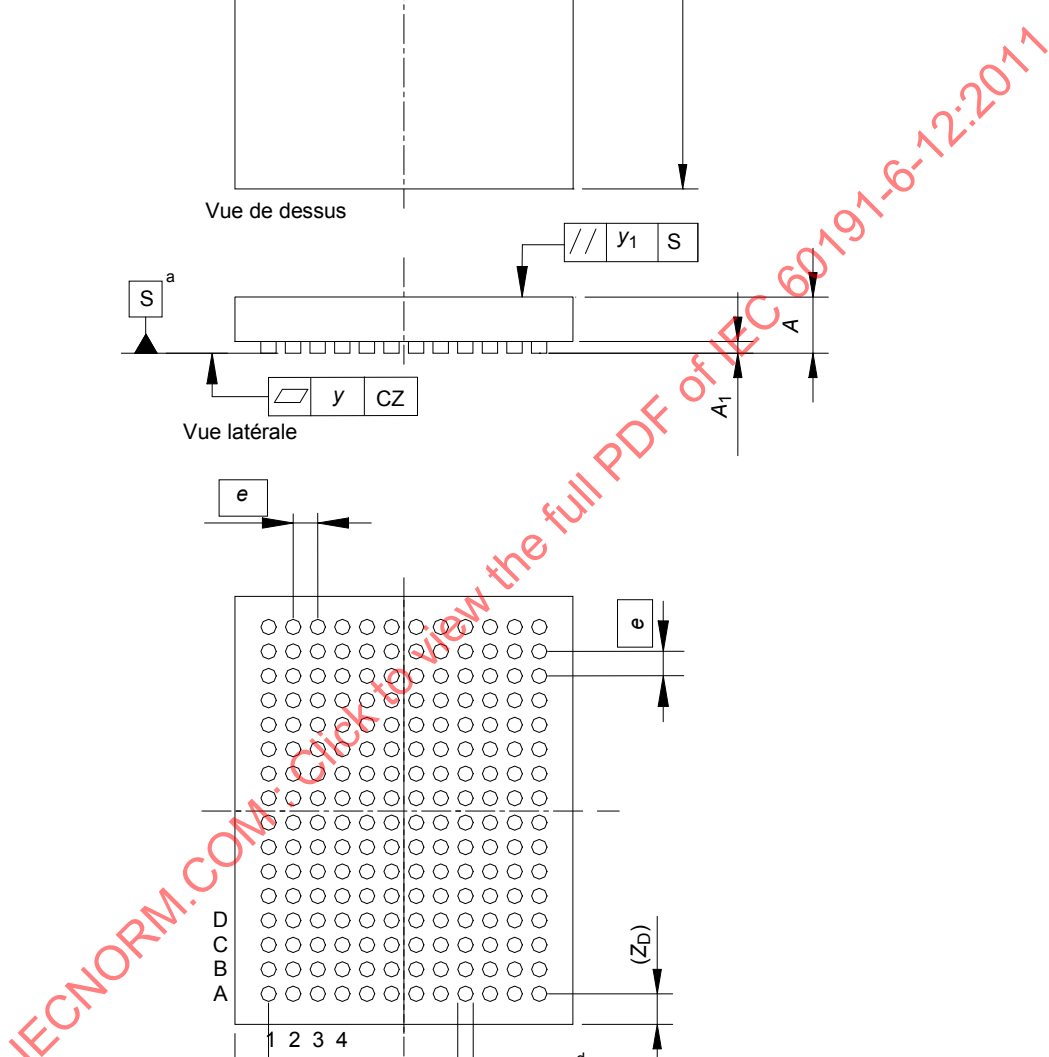
6 Dessins d'encombrement et dimensions de principe

L'encombrement des FLGA est représenté aux Figures 3 et 4.



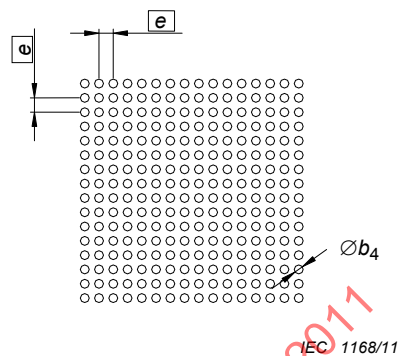
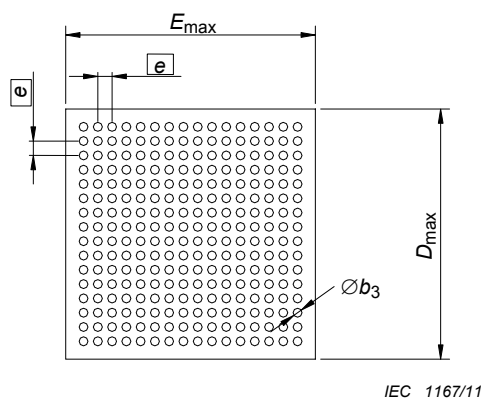
NOTE Pour les appels de notes relatifs à cette figure, voir la Figure 4.

Figure 3 – FLGA de type à bride



a La référence **S** est définie comme le plan d'appui sur lequel repose librement un boîtier par contact des billes.
b La zone hachurée identifie l'aire de marquage d'indice contenant essentiellement la marque d'indice dans 1/16
de la taille du corps, dans le cas où cela s'avère physiquement difficile, la marque d'indice peut s'étendre à
plus de 1/16 mais elle ne doit pas dépasser un quart de la taille du corps .
c Les tolérances de positions réelles des bornes, x_1 et x_2 , sont appliquées à toutes les bornes.
d Le diamètre de borne b est le diamètre maximal de chaque bille mesuré dans le plan parallèle au plan d'appui.
e Une matrice de zones d'existence de bornes par rapport aux références **S**, **A**, et **B** est représentée dans le
dessin de calibre mécanique à la Figure 5.
f La matrice de zones d'existence de bornes par rapport à la référence **S** est illustrée à la Figure 6.

Figure 4 – FLGA de type rectangulaire



NOTE Les symboles de cette figure sont expliqués dans la CEI 60191-6.

Figure 5 – Dessin de calibre mécanique^e

Figure 6 – Motif de la zone de position des bornes^f

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60191-6-12:2011

7 Dimensions

Tableau 1 – Groupe 1: Dimensions appropriées au montage et à l'interchangeabilité

Dimensions en millimètres

Terme	Symbole	Spécification	Valeur recommandée
Dimension nominale de boîtier	$E \times D$	La dimension nominale de boîtier est définie comme "la largeur (E) x la longueur (D) du boîtier, exprimée en dixièmes de millimètres.	-
Longueur de boîtier	D	(1) Plage de D_{nom}: de 1,5 à 21,0 (2) Intervalle de D_{nom} Pour les FLGA carrés avec $D_{nom} \geq 15,0$, D_{nom} est un nombre entier. Pour les autres FLGA, le chiffre des dixièmes de D_{nom} est soit 0 soit 5. (3) Tolérance de D Pour le type à bride: Lorsque $D_{nom} \leq 21,0$, $v_D = \pm 0,15$ Lorsque $D_{nom} > 21,0$, $v_D = \pm 0,20$ où v_D indique une tolérance. Pour le type rectangulaire: Lorsque $D_{nom} \leq 12,0$, $v_D = \pm 0,08$ Lorsque $12,0 < D_{nom} \leq 21,0$, $v_D = \pm 0,10$ Lorsque $D_{nom} > 21,0$, $v_D = \pm 0,15$ où v_D indique une tolérance.	-

Tableau 1 (suite)

Dimensions en millimètres

Terme	Symbole	Spécification	Valeur recommandée
Largeur de boîtier	E	(1) Plage de E_{nom}: de 1,5 à 21,0 (2) Intervalle de E_{nom} Pour les FLGA carrés avec $E_{nom} \geq 15,0$, E_{nom} est un nombre entier. Pour les autres FLGA, le chiffre des dixièmes de E_{nom} est soit 0 soit 5. (3) Tolérance de "E" Pour le type à bride: Lorsque $E_{nom} \leq 21,0$, $v_E = \pm 0,15$ Lorsque $E_{nom} > 21,0$, $v_E = \pm 0,20$ là où v_E indique une tolérance. Pour le type rectangulaire: Lorsque $E_{nom} \leq 12,0$, $v_E = \pm 0,08$ Lorsque $12,0 < E_{nom} \leq 21,0$, $v_E = \pm 0,10$ Lorsque $E_{nom} > 21,0$, $v_E = \pm 0,15$ là où v_E indique une tolérance.	-
Hauteur maximale de profil	A	$A = 0,30$ $0,40$ $0,50$ $0,65$ $0,80$ $1,00$ $1,20$ $1,70$ $2,00$ "A" inclut les erreurs d'épaisseur d'embout thermique, de gauchissement de boîtier et d'inclinaison.	-
Distance d'écartement	A_1	$A_{1max} \leq 0,10$	-
Pas de grille de bornes	e	$e = 0,80$ $0,65$ $0,50$ $0,40$ $0,30$	-

Tableau 1 (suite)

Dimensions en millimètres

Terme	Symbole	Spécification	Valeur recommandée																																												
Diamètre de bornes	b	Pour C-FLGA: <table><tr><th>e</th><th>min.</th><th>nom.</th><th>max.</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,45</td><td>0,50</td><td>0,55</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,35</td><td>0,40</td><td>0,45</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,25</td><td>0,30</td><td>0,35</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,20</td><td>0,25</td><td>0,30</td></tr></table> Pour P-FLGA et T-FLGA <table><tr><th>e</th><th>min.</th><th>nom.</th><th>max.</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,35</td><td>0,40</td><td>0,45</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,30</td><td>0,35</td><td>0,40</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,20</td><td>0,25</td><td>0,30</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,15</td><td>0,20</td><td>0,25</td></tr><tr><td>0,30</td><td>0,12</td><td>0,15</td><td>0,18</td></tr></table>	e	min.	nom.	max.	0,80	0,45	0,50	0,55	0,65	0,35	0,40	0,45	0,50	0,25	0,30	0,35	0,40	0,20	0,25	0,30	e	min.	nom.	max.	0,80	0,35	0,40	0,45	0,65	0,30	0,35	0,40	0,50	0,20	0,25	0,30	0,40	0,15	0,20	0,25	0,30	0,12	0,15	0,18	
e	min.	nom.	max.																																												
0,80	0,45	0,50	0,55																																												
0,65	0,35	0,40	0,45																																												
0,50	0,25	0,30	0,35																																												
0,40	0,20	0,25	0,30																																												
e	min.	nom.	max.																																												
0,80	0,35	0,40	0,45																																												
0,65	0,30	0,35	0,40																																												
0,50	0,20	0,25	0,30																																												
0,40	0,15	0,20	0,25																																												
0,30	0,12	0,15	0,18																																												
Tolérance de position fondée sur la référence pour les bornes	x1	Pour le type bride: <table><tr><th>e</th><th>x1</th></tr><tr><td>0,80</td><td>0,20</td></tr><tr><td>0,65</td><td>0,20</td></tr><tr><td>0,50</td><td>0,20</td></tr><tr><td>0,40</td><td>0,15</td></tr><tr><td>0,30</td><td>0,15</td></tr></table> Pour le type rectangulaire: x1 est égal à 0,15, quelle que soit la valeur de e.	e	x1	0,80	0,20	0,65	0,20	0,50	0,20	0,40	0,15	0,30	0,15	-																																
e	x1																																														
0,80	0,20																																														
0,65	0,20																																														
0,50	0,20																																														
0,40	0,15																																														
0,30	0,15																																														

Tableau 1 (suite)

Dimensions en millimètres

Terme	Symbole	Spécification	Valeur recommandée
Tolérance relative de position des bornes	x_2	$\begin{array}{cc} \boxed{e} & x_2 \\ \hline 0,80 & 0,08 \\ 0,65 & 0,08 \\ 0,50 & 0,05 \\ 0,40 & 0,05 \\ 0,30 & 0,03 \end{array}$	-
Coplanarité	y	$\begin{array}{cc} \boxed{e} & y \\ \hline 0,80 & 0,10 \\ 0,65 & 0,10 \\ 0,50 & 0,08 \\ 0,40 & 0,08 \\ 0,30 & 0,05 \end{array}$	-
Parallélisme de la surface supérieure	y_1	$y_1 = 0,20$	-
Nombre de bornes	n	$\begin{array}{l} n_{\max} = M_E \times M_D \\ (M_E - 1) \times M_D \\ M_E \times (M_D - 1) \\ (M_E - 1) \times (M_D - 1) \\ (M_E + 1) \times M_D \\ M_E \times (M_D + 1) \\ (M_E + 1) \times (M_D + 1) \end{array}$	-
Dimension maximale de matrice en longueur	M_D		
Dimension maximale de matrice en largeur	M_E		
		$M_D \leq (D_{\text{nom}} - b_{\text{max}} - v_D - X_1 - X_2 - 2u) / \boxed{e} + 1$ $M_E \leq (E_{\text{nom}} - b_{\text{max}} - v_E - X_1 - X_2 - 2u) / \boxed{e} + 1$ $u = 0,11$ Les nombres de matrices en M_E et M_D sont indiqués dans le Tableau 3. "u" indique la distance au bord.	