IEC 62787

Edition 1.0 2021-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Concentrator photovoltaic (CPV) solar cells and cell on carrier (CoC) assemblies – qualification

Cellules solaires photovoltaïques à concentration (PVC) et ensembles de cellules sur support (CoC) – Qualification

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-9326-3

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 7
4 Operating environment 9
5 Sampling 9
6 Marking 10
7 Characterization methods for measuring the performance of bare cells and CoCs subjected to qualification tests 10
7.1 General 10
7.2 Light I-V measurement 10
7.3 Dark I-V measurement 11
7.3.1 General 11
7.3.2 Procedure 11
7.4 Electroluminescence (EL) mapping 11
7.5 X-ray and Scanning Acoustic Microscope (SAM) 12
7.6 Visual inspection 12
7.7 Thermal resistance measurement 12
8 Pass criteria 13
9 Documentation and reporting 20
10 Modifications and requalification 20
11 Qualification stress tests 21
11.1 General 21
11.2 ESD damage threshold 21
11.2.1 General 21
11.2.2 Purpose 21
11.2.3 Procedure 22
11.2.4 Requirements 22
11.3 Front and back metal adhesion 22
11.3.1 Purpose 22
11.3.2 Procedure 22
11.3.3 Requirements 22
11.4 High-temperature storage 22
11.4.1 Purpose 22
11.4.2 Procedure 22
11.4.3 Requirements 23
11.5 Thermal cycling 23
11.5.1 Purpose 23
11.5.2 Procedure 23
11.5.3 Requirements 24
11.6 High temperature with current injection 24
11.6.1 Purpose 24
11.6.2 Procedure 25
11.6.3 Requirements 25
11.7 Low level light biased damp heat 25
11.7.1 Purpose 25

11.7.2 Procedure 25
11.7.3 Requirements 25
11.8 Solderability 26
11.8.1 Purpose 26
11.8.2 Procedure 26
11.8.3 Requirements 27
11.9 Illumination 27
11.9.1 Purpose 27
11.9.2 Procedure 27
11.9.3 Requirements 28
11.10 Wire/Ribbon bond strength 28
11.10.1 Purpose 28
11.10.2 Procedure 28
11.10.3 Requirements 30
11.11 Die adhesion 31
11.11.1 Purpose 31
11.11.2 Procedure 31
11.11.3 Requirements 31
11.12 Connector shear strength 32
11.12.1 Purpose 32
11.12.2 Procedure 32
11.12.3 Pass/fail criteria 33
11.13 Bypass diode shear strength 33
11.13.1 Purpose 33
11.13.2 Procedure 33
11.13.3 Requirements 33

Figure 1 – Schematics and photos of Cells on Carrier and bare cell test assembly 8
Figure 2 – Representative samples of CPV systems, where cells and CoCs are deployed 9
Figure 3 – Flow chart of qualification tests for bare solar cells 18
Figure 4 – Flow chart of qualification tests for CoCs 19
Figure 5 – Thermal Cycle Diagram for the CoC test and TCO-1 24
Figure 6 – Force diagram in the bond strength test (taken from IEC 60749-22:2002, Annex A, Method B) 29
Figure 7 – Minimum bond pull limits (normal to die) (taken from IEC 60749-22:2002, Annex A, Method B) 30
Figure 8 – Schematic of the test set up for the die adhesion test 31
Figure 9 – Die shear strength criteria (minimum force versus die attach area) (taken from MIL.ST-883-K) 32
Figure 10 – Schematics of the position of the pushing tool (taken from IEC 62137-1-2:2007) 33

Table 1 – Qualification tests description for bare solar cells 14
Table 2 – Qualification tests description for CoCs 16
Table 3 – Thermal Cycle Options (TCO) of test 11.5 for CoCs 23
Table 4 – Minimum pulling forces, PW (taken from IEC60749-22:2002, Method B) 29

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

CONCENTRATOR PHOTOVOLTAIC (CPV) SOLAR CELLS AND CELL ON CARRIER (CoC) ASSEMBLIES – QUALIFICATION

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 62787 has been prepared by subcommittee 82: Solar photovoltaic energy systems.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
82/1818/FDIS	82/1834/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.

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.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

CONCENTRATOR PHOTOVOLTAIC (CPV) SOLAR CELLS AND CELL ON CARRIER (CoC) ASSEMBLIES – QUALIFICATION

1 Scope

This document specifies the minimum requirements for the qualification of concentrator photovoltaic (CPV) cells and Cell on Carrier (CoC) assemblies for incorporation into CPV receivers, modules and systems.

The object of this qualification standard is to determine the optoelectronic, mechanical, thermal, and processing characteristics of CPV cells and CoCs to show that they are capable of withstanding assembly processes and CPV application environments. The qualification tests of this document are designed to demonstrate that cells or CoCs are suitable for typical assembly processes, and when properly assembled, are capable of passing IEC 62108.

This document defines qualification testing for two levels of concentrator photovoltaic device assembly:

a) cell, or bare cell; and

b) cell on carrier (CoC).

NOTE Note that a variety of alternate names are used within the industry, such as solar cell assembly, receiver, etc.

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 60721-2-1:2013, *Classification of environmental conditions – Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature – Temperature and humidity*

IEC 60749-3:2017, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 3: External visual examination*

IEC 60749-6:2017, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 6: Storage at high temperature*

IEC 60749-14:2003, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 14: Robustness of terminations (lead integrity)*

IEC 60749-21:2011, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 21: Solderability*

IEC 60749-22:2002, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 22: Bond strength*

IEC 60904-1-1:2017, *Photovoltaic devices – Part 1-1: Measurement of current-voltage characteristics of multi-junction photovoltaic (PV) devices*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2 selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC TS 61836:2016, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

IEC 62108:2016, *Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies – Design qualification and type approval*

IEC 62137-1-2:2007, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-2: Shear strength test*

IEC 62670-1:2013, *Photovoltaic concentrators (CPV) – Performance testing – Part 1: Standard conditions*

IEC TS 62789:2014, *Photovoltaic concentrator cell documentation*

IEC 63202-2, *Photovoltaic cells – Part 2: Electroluminescence image for crystalline silicon solar cells*

ECSS-E-ST-20-08C Rev 1, 18 July 2012, *Space engineering – Photovoltaic assemblies and components – Part 7.5.8: Coating adherence (CA)*

MIL.ST-883-K, *Test Method Standard – Microcircuits Method 2019.9 Die shear strength*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 37
1 Domaine d'application 39
2 Références normatives 39
3 Termes et définitions 40
4 Environnement de fonctionnement 42
5 Echantillonnage 43
6 Marquage 44
7 Méthodes de caractérisation pour la mesure des performances des cellules nues et des CoC soumises aux essais de qualification 44
7.1 Généralités 44
7.2 Mesure I-V à la lumière 44
7.3 Mesure I-V d'obscurité 45
7.3.1 Généralités 45
7.3.2 Procédure 45
7.4 Cartographie d'électroluminescence (EL) 45
7.5 Rayons X et microscopie acoustique (SAM) 46
7.6 Examen visuel 46
7.7 Mesure de la résistance thermique 46
8 Critères d'acceptation 47
9 Documentation et consignation 55
10 Modifications et requalification 55
11 Essais de contraintes de qualification 56
11.1 Généralités 56
11.2 Seuil de dommage aux décharges électrostatiques 56
11.2.1 Généralités 56
11.2.2 Objet 56
11.2.3 Procédure 57
11.2.4 Exigences 57
11.3 Adhérence du métal avant et arrière 57
11.3.1 Objet 57
11.3.2 Procédure 57
11.3.3 Exigences 57
11.4 Stockage à haute température 57
11.4.1 Objet 57
11.4.2 Procédure 58
11.4.3 Exigences 58
11.5 Cyclage thermique 58
11.5.1 Objet 58
11.5.2 Procédure 58
11.5.3 Exigences 60
11.6 Haute température avec injection de courant 60
11.6.1 Objet 60
11.6.2 Procédure 60
11.6.3 Exigences 61
11.7 Chaleur humide à faible niveau de lumière polarisée 61
11.7.1 Objet 61

11.7.2 Procédure 61
11.7.3 Exigences 61
11.8 Brasabilité 61
11.8.1 Objet 61
11.8.2 Procédure 62
11.8.3 Exigences 63
11.9 Eclairement 63
11.9.1 Objet 63
11.9.2 Procédure 63
11.9.3 Exigences 64
11.10 Robustesse des contacts soudés à fil/fil méplat 64
11.10.1 Objet 64
11.10.2 Procédure 64
11.10.3 Exigences 66
11.11 Adhérence de la pastille 67
11.11.1 Objet 67
11.11.2 Procédure 67
11.11.3 Exigences 67
11.12 Résistance au cisaillement du connecteur 68
11.12.1 Objet 68
11.12.2 Procédure 68
11.12.3 Critères de réussite/d'échec 69
11.13 Résistance au cisaillement de la diode de dérivation 69
11.13.1 Objet 69
11.13.2 Procédure 69
11.13.3 Exigences 69

Figure 1 – Schéma et représentations tridimensionnelles d'une cellule sur support et d'un ensemble d'essai de cellule nue 42
Figure 2 – Echantillons représentatifs de systèmes CPV dans lesquels les cellules et les CoC sont déployées 43
Figure 3 – Schéma de principe des essais de qualification des cellules solaires nues 53
Figure 4 – Schéma de principe des essais de qualification des CoC 54
Figure 5 – Graphique de cyclage thermique pour l'essai de la CoC avec TCO-1 59
Figure 6 – Diagramme des forces dans le cadre de l'essai de robustesse des contacts soudés (issue de l'IEC 60749-22:2002, Annexe A, Méthode B) 65
Figure 7 – Limites minimales de traction des contacts soudés (normalement (perpendiculairement) à la pastille) (issue de l'IEC 60749-22:2002, Annexe A, Méthode B) 66
Figure 8 – Schéma du montage d'essai d'adhérence de la pastille 67
Figure 9 – Critères de résistance au cisaillement de la pastille (force minimale/surface de fixation de pastille) (issue du document MIL.ST-883-K) 68
Figure 10 – Schéma de la position de l'outil de poussée (issue de l'IEC 62137-1-2:2007) 70

Tableau 1 – Description des essais de qualification pour les cellules solaires nues 48
Tableau 2 – Description des essais de qualification pour les CoC 51
Tableau 3 – Options de cyclage thermique (TCO, Thermal Cycle Option) de l'essai 11.5 pour les CoC 59
Tableau 4 – Forces de traction minimales, PW (issu de l'IEC 60749-22:2002, Méthode B) 65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

CELLULES SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES À CONCENTRATION (PVC) ET ENSEMBLES DE CELLULES SUR SUPPORT (CoC) – QUALIFICATION

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 62787 a été établie par le sous-comité 82: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1818/FDIS	82/1834/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 internationale.

.

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

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.

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.

CELLULES SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES À CONCENTRATION (PVC) ET ENSEMBLES DE CELLULES SUR SUPPORT (CoC) – QUALIFICATION

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences minimales relatives à la qualification des cellules photovoltaïques à concentration (CPV) et des assemblages de cellules sur support (CoC) pour intégration dans les récepteurs, modules et systèmes CPV.

La présente norme de qualification a pour objet de déterminer les caractéristiques optoélectroniques, mécaniques, thermiques et de traitement des cellules CPV et des CoC afin de montrer qu'elles sont capables de résister aux processus de l'assemblage et aux environnements d'application des CPV. Les essais de qualification du présent document visent à démontrer que les cellules ou les CoC sont adaptées à des processus d'assemblage classiques, et qu'elles sont capables de satisfaire à l'IEC 62108 si elles sont correctement assemblées.

Le présent document définit les essais de qualification pour deux niveaux d'un ensemble de dispositifs photovoltaïques à concentration:

a) cellule (ou cellule nue), et

b) cellule sur support (CoC).

NOTE D'autres dénominations sont utilisées dans le secteur d'activité, telles qu'ensemble de cellules solaires, récepteur, etc.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60721-2-1:2013, *Classification des conditions d'environnement – Partie 2-1: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Température et humidité*

IEC 60749-3:2017, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 3: Examen visuel externe*

IEC 60749-6:2017, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 6: Stockage à haute température.*

IEC 60749-14:2003, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 14: Robustesse des sorties (intégrité des connexions).*

IEC 60749-21:2011, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 21: Brasabilité*

IEC 60749-22:2002, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 22: Robustesse des contacts soudés*

IEC 60904-1-1:2017, *Dispositifs photovoltaïques – Partie 1-1: Mesurage des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques (PV) multijonctions*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61193-2:2007, *Système d'assurance de la qualité – Partie 2: Choix et utilisation des plans d'échantillonnages pour le contrôle des composants électroniques et des boîtiers*

IEC TS 61836:2016, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols* (disponible en anglais seulement)

IEC 62108:2016, *Modules et ensembles photovoltaïques à concentration – Qualification de la conception et homologation*

IEC 62137-1-2:2007, *Technologie de montage en surface - Méthodes d'essais d'environnement et d'endurance des joints brasés montés en surface – Partie 1-2: Essai de résistance au cisaillement*

IEC 62670-1:2013, *Concentrateurs photovoltaïques (CPV) – Essai de performance – Partie 1: Conditions normales*

IEC TS 62789:2014, *Documentation relative aux cellules photovoltaïques à concentration*

IEC 63202-2, *Photovoltaic cells – Part 2: Electroluminescence image for crystalline silicon solar cells* (disponible en anglais seulement)

ECSS-E-ST-20-08C Rév. 1, 18 juillet 2012, *Space engineering – Photovoltaic assemblies and components – Part 7.5.8: Coating adherence (CA)* (disponible en anglais seulement)

MIL.ST-883-K, *Test Method Standard – Microcircuits Method 2019.9 Die shear strength* (disponible en anglais seulement)