

DIN IEC 62659

ICS 07.030

Einsprüche bis 2013-10-30

Entwurf**Nanofertigung –
Großtechnische Produktion von Nanoelektronik
(IEC 113/171/CD:2012)**

Nanomanufacturing –
Large scale manufacturing for nanoelectronics
(IEC 113/171/CD:2012)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-08-30 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 21 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Abkürzungen	8
5 Einbringung von Nanomaterialien in die Elektronikfertigung.....	8
5.1 Erwerb von Rohmaterial.....	9
5.2 Materialverarbeitung.....	10
5.3 Design.....	10
5.4 Herstellung	10
5.5 Prüfungen	11
5.6 Endverwendung.....	11
6 Sicherheit und Umweltfragen	11
Literaturhinweise.....	11

Bilder

Bild 1 – Beziehung zwischen Bottom-up, Top-down und hybriden Herstellungsprozessen für Nanoelektronik über die Längenskalen	8
---	---

Tabellen

Tabelle 1 – Bottom-up-Prozess für Nanoelektronik.....	8
Tabelle 2 – Top-down-Prozess für Nanoelektronik	9
Tabelle 3 – Vergleich von CMOS-Prozessen mit beispielhaften CNT-Elektronik-Prozessen	9

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 113/171/CD:2012 „Nanomanufacturing – Large scale manufacturing for nanoelectronics“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 113 „Nanotechnology standardization for electrical and electronic products and systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 141 „Nanotechnologie“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Nanofertigung – Großtechnische Produktion von Nanoelektronik

Einleitung

Um die Vorteile neuer Elektronikprodukte aus großtechnischer Herstellung hinsichtlich Kosten, Leistung und Flexibilität voll ausnutzen zu können, müssen Industrien, die bereits Erfahrung im Einkauf, in der Verwendung und Konstruktion von Rohmaterial haben, entsprechende neue Methoden im Nanomaßstab umsetzen. Das Ziel dieser Spezifikation ist es, eine schnelle und risikoarme Einführung von Nanomaterialien in die großtechnische Produktion von Elektronik zu ermöglichen. Zusätzlich wird eine Sammlung von Praxisleitfäden für Halbleiterhersteller beschrieben.

Das Nanomaterial, das in den Fertigungsprozess für Elektronik eingebracht werden soll, kann durch folgende Eigenschaften beschrieben werden: Zusammensetzung (Material), Dichte, Reinheit, Größe/Abmessungen, Merkmale wie elektrische Eigenschaften (leitend, nicht-leitend und halbleitend), Lieferzustand (Lösungsmittel, Trägermaterial), Herstellung, Funktionalisierung der Oberfläche, Partikelgrößenverteilung, Oberflächenbereich, Form, Grad der Aggregation und Agglomeration usw.

Diese Normen zur Beschreibung von Nanomaterialien können auch dabei helfen, die Einheitlichkeit von Maßen und Messmethoden sicherzustellen, die bei der Spezifikation und Produktion von Nanomaterialien für Elektronikanwendungen eingesetzt werden. Dies ist insbesondere wichtig, wenn mehrere Händler oder Technologiepartner an dem Prozess beteiligt sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm schafft einen Rahmen für die Einführung der Massenfertigung von Nanoelektronik in Halbleiterfabriken durch die Einbindung von Nanomaterialien (z. B. CNT, Graphen, Quantenpunkte usw.). Seit Halbleiterfabriken neue Methoden einsetzen müssen, um weiterhin hohe Gewinne zu erwirtschaften, sind sehr strenge Anforderungen an die Produktionsprozesse einzuhalten. Nanomaterialien stellen in Halbleiterfabriken einen möglichen Kontaminationsstoff dar und müssen daher strukturiert und methodisch eingeführt werden.

Diese Norm schlägt generische Maßnahmen vor, die die Einführung von Nanomaterialien in Halbleiterfabriken vereinfachen. Der Ablauf ist im Folgenden für die Bereiche Rohstoffbeschaffung, Materialverarbeitung, Design, IC-Fertigung, Prüfung und Endverwendung beschrieben. Diese Arbeitsabläufe entsprechen den Hauptstufen der Lieferkette einer Halbleiterfabrik.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC/IEEE 62624, *Test methods for measurement of electrical properties of carbon nanotubes*

IEC PAS 62565-2-1, *Nanomanufacturing – Material specifications – Part 1 : Blank detail specification for carbon nanotubes*

ISO/TS 27687:2008, *Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*

ISO 80004-1, *Nanotechnologies – Vocabulary – Part 1: Core terms*

ISO 80004-3, *Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3: Carbon nano-objects*

ISO 14644-1, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 1: Classification of air cleanliness*

ISO 14644-2, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 2: Specifications for testing and monitoring to prove continued compliance with ISO 14644-1*

ISO 14644-3, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 3: Test methods*

ISO 14644-4, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 4: Design, construction and start-up*

ISO 14644-5, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 5: Operations*

ISO 14644-6, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 6: Vocabulary*

ISO 14644-7, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 7: Separative devices (clean air hoods, gloveboxes, isolators and mini-environments)*

ISO 14644-8, *Cleanrooms and associated controlled environments – Part 8: Classification of airborne molecular contamination*

ISO 14698-1, *Cleanrooms and associated controlled environments – Biocontamination control – Part 1: General principles and methods*

ISO 14698-2, *Cleanrooms and associated controlled environments – Biocontamination control – Part 2: Evaluation and interpretation of biocontamination data*

ISO/TS 27687, *Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Graphen

einzelne Schicht von Kohlenstoffatomen, wobei jedes Atom mit drei Nachbaratomen in einer Bienenwabenstruktur verbunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Graphen ist ein wichtiger Baustein vieler Kohlenstoff-Nanoobjekten.

3.2

Nanomaßstab/nanoskalig

Größenbereich von etwa 1 nm bis 100 nm

Anmerkung 1 zum Begriff: Eigenschaften, die nicht von einer größeren Größe extrapoliert sind, zeigen sich üblicherweise, jedoch nicht ausnahmslos, in diesem Größenbereich. Für derartige Eigenschaften sind die Größengrenzwerte als ungefähre Werte zu betrachten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der untere Grenzwert in dieser Definition (etwa 1 nm) wird eingeführt, um zu vermeiden, dass einzelne Atome oder kleine Atomgruppen als Nanoobjekte oder Bestandteile von Nanostrukturen bezeichnet werden, was bei Abwesenheit eines unteren Grenzwerts impliziert werden könnte.

[ISO/TS 80004-1:2010, Definition 2.1]

3.3

Nanotechnologie

Anwendung der wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Handhabung und Steuerung von Substanzen im **Nanomaßstab** (3.1), um größen- und strukturabhängige Eigenschaften und Phänomene zu nutzen, die sich von denen unterscheiden, die mit einzelnen Atomen bzw. Molekülen oder mit höherskaligen Materialien verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Handhabung und Steuerung schließt Materialsynthese ein.

[ISO/TS 80004-1:2010, Definition 2.3]

3.4

Nanoelektronik

elektronische Baugruppen, die Materialien, Prozesse und Eigenschaften im **Nanomaßstab** (3.1) enthalten

3.5

industrielle Nanoherstellung

absichtliche Synthese, Erzeugung oder Steuerung von **Nanomaterialien** (3.10) oder Herstellungsstufen im **Nanomaßstab** (3.1) für wirtschaftliche Zwecke

[ISO/TS 80004-3:2010, Definition 2.11]

3.6

industrieller Nanoherstellungsprozess

Gesamtheit der Arbeitsabläufe der absichtlichen Synthese, Erzeugung oder Steuerung von **Nanomaterialien** (3.10) oder Herstellungsstufen im **Nanomaßstab** (3.1) für wirtschaftliche Zwecke

[ISO/TS 80004-1:2010, Definition 2.12]

3.7

Nanofertigung – Bottom-up (Bottom-up-Nanofertigung)

Prozesse, die kleine Grundeinheiten verwenden, um eine größere, funktional umfangreiche Struktur oder Baugruppe zu schaffen

3.8

Nanofertigung – Hybrid (Hybrid-Nanofertigung)

Kombination aus additiven und subtraktiven kontrollierten Prozessen zur Herstellung einer beabsichtigen Struktur im **Nanomaßstab** (3.1)

3.9

Nanofertigung – Top-down (Top-down-Nanofertigung)

Prozesse zur Herstellung von Strukturen im **Nanomaßstab** (3.1) aus makroskopischen Konstruktionen

3.10

Nanomaterial

Material mit einem oder mehreren Außenmaß(en) im **Nanomaßstab** (3.1) oder mit einer inneren Struktur oder Oberflächenstruktur im **Nanomaßstab**

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser generische Begriff umfasst Nanoobjekte und nanostrukturiertes Material.

[ISO/TS 80004-1:2010, Definition 2.4]

3.11

Nanoobjekt

Material mit einem, zwei oder drei Außenmaß(en) im **Nanomaßstab** (3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist ein generischer Begriff für alle einzelnen **nanoskaligen** Objekte.

[ISO/TS 80004-1:2010, Definition 2.5]

3.12

Nanostruktur

Anordnung in Beziehung stehender Komponenten in einem **nanoskaligen** (3.1) Bereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Bereich ist durch eine Phasengrenze definiert, die eine Diskontinuität der Eigenschaften beschreibt.

[ISO/TS 80004-1:2010, Definition 2.6]

3.13

Nanofaser

Nanoobjekt (3.11) mit zwei ähnlichen Außenmaßen im **Nanomaßstab** (3.1) und einem wesentlich größeren dritten Außenmaßstab

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Nanofaser kann biegsam oder starr sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es wird davon ausgegangen, dass sich die beiden ähnlichen Außenmaße untereinander um weniger als das Dreifache und vom wesentlich größeren Außenmaßstab um mehr als das Dreifache unterscheiden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der größte Außenmaßstab muss nicht **nanoskalig** sein.

[ISO/TS 80004-1:2010, Definition 4.3]

3.14

Nanopartikel

Nanoobjekt mit allen drei Außenmaßen im **Nanomaßstab** (3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn sich die Längen der längsten und der kürzesten Achsen des Nanoobjekts wesentlich unterscheiden (üblicherweise um mehr als das Dreifache), sollte der Begriff Nanofaser oder Nanoplättchen statt des Begriffs Nanopartikel verwendet werden.

[ISO/TS 27687:2008, Definition 4.1]

3.15

Nanodraht

elektrisch leitende oder halbleitende Nanofaser

[ISO/TS 27687:2008, Definition 4.6]

3.16

Nanofolie

einatomar geschichtete Struktur

3.17

Graphen

einzelne Schicht von Kohlenstoffatomen, wobei jedes Atom mit drei Nachbaratomen in einer Bienenwabenstruktur verbunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Graphen ist ein wichtiger Baustein vieler Kohlenstoff-Nanoobjekte.

[ISO/TS 80004-3:2010, Definition 2.11]

3.18

Nanoröhrchen

hohle **Nanofaser** (3.14)

[ISO/TS 27687-2008, Definition 4.4]

3.19

Nanostäbchen

stabile **Nanofaser** (3.14)

[ISO/TS 27687-2008, Definition 4.5]