C/2024/5880

27.9.2024

Zusammenstellung der nationalen Kontrolllisten nach Artikel 9 Absatz 4 der Verordnung (EU) 2021/821 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Mai 2021 über eine Unionsregelung für die Kontrolle der Ausfuhr, der Vermittlung, der technischen Unterstützung, der Durchfuhr und der Verbringung betreffend Güter mit doppeltem Verwendungszweck [1]

(C/2024/5880)

Nach Artikel 9 Absatz 4 der Verordnung (EU) 2021/821 (im Folgenden „Verordnung“) muss eine Zusammenstellung der in den Mitgliedstaaten geltenden und der Kommission sowie den anderen Mitgliedstaaten gemäß Artikel 9 der Verordnung mitgeteilten nationalen Kontrolllisten im *Amtsblatt der Europäischen Union* veröffentlicht werden.

Nach Artikel 10 Absatz 1 der Verordnung können andere Mitgliedstaaten auf der Grundlage einer von einem Mitgliedstaat erlassenen und von der Kommission gemäß Artikel 9 Absatz 4 der Verordnung veröffentlichten nationalen Kontrollliste eine Genehmigungspflicht für die Ausfuhr von Gütern vorschreiben.

In diesem informatorischen Vermerk werden die nationalen Kontrolllisten zusammengefasst, die Spanien am 31. Mai 2023, die Niederlande am 23. Juni 2023 und Frankreich am 2. Februar 2024 erlassen und gemäß Artikel 9 Absatz 2 der Verordnung mitgeteilt haben.

Sofern in den nachstehenden Einträgen nichts anderes bestimmt ist, gelten die nationalen Kontrolllisten für Ausfuhren in alle Bestimmungsziele außerhalb des Zollgebiets der Union.

Sofern in den nachstehenden Einträgen nichts anderes bestimmt ist, gelten die Begriffsbestimmungen in Anhang I der Verordnung entsprechend.

KATEGORIE 1 — BESONDERE WERKSTOFFE UND MATERIALIEN UND ZUGEHÖRIGE AUSRÜSTUNG

1B Prüf-, Test- und Herstellungseinrichtungen

1B1901 [2]

Erteilt von Spanien [3]

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Ausrüstung für die additive Fertigung, konstruiert oder geändert, um aus energetischen Materialien Sprengkörper, pyrotechnische oder Treibladungsvorrichtungen bzw. Formen dafür herzustellen, mit einer der folgenden Eigenschaften:

a. konstruiert oder geändert zur Erfüllung nationaler Sicherheitsvorschriften für Umgebungen, die potenziell explosionsgefährliche Munition enthalten, oder

b. mit mindestens einem Ultraschallextruder.

KATEGORIE 3 - ALLGEMEINE ELEKTRONIK

3A Systeme, Ausrüstung und Bestandteile

3A1901.a.15 [4]

Erteilt von Frankreich [5]

[1] ABl. L 206 vom 11.6.2021, S. 1.
[2] Entsprechender nationaler Code: 1.B.901.
[3] Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.
[4] Entsprechender nationaler Code: 3A901.a.15.
[5] Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Integrierte Schaltungen mit komplementären Metall-Oxid-Halbleitern (Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS), die nicht von Unternummer 3A001a2 der Verordnung erfasst werden, konstruiert für den Betrieb bei Umgebungstemperaturen kleiner (besser)/gleich 4,5 K (-268.65 °C).

Technische Anmerkung

Im Sinne der Unternummer 3A1901a15 werden integrierte CMOS-Schaltungen auch als kryogene CMOS-Schaltungen oder Kryo-CMOS-Schaltungen bezeichnet.

3B Prüf-, Test- und Herstellungseinrichtungen

3B1001.a.4 ([6])

Erteilt von den Niederlanden ([7])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Ausrüstung, konstruiert für die Epitaxie von Silizium (Si), mit Kohlenstoff dotiertem Silizium, Silizium-Germanium (SiGe) oder mit Kohlenstoff dotiertem SiGe mit allen folgenden Eigenschaften:

1. mehrere Kammern und Aufrechterhaltung eines Hochvakuums (höchstens 0,01 Pa) oder einer inerten Umgebung (Wasser- und Sauerstoff-Teildruck kleiner als 0,01 Pa) zwischen den Prozessschritten;
2. mindestens eine Vorbehandlungskammer, die für eine Oberflächenvorbereitung zur Reinigung der Oberfläche von Wafern konstruiert ist, und
3. eine Betriebstemperatur bei der epitaxialen Ablagerung von höchstens 685 °C.

3B1001.d.12 ([8])

Erteilt von den Niederlanden ([9])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Ausrüstung für die Atomlagenabscheidung (Atomic Layer Deposition, ALD) von „Austrittsarbeits"-Metallen („work function" metals)

a. mit allen folgenden Eigenschaften:
   1. Mehr als eine Metallquelle, von denen eine für ein Ausgangsmaterial aus Aluminium (Al) („Vorläufer") entwickelt wurde, und
   2. Vorläuferbehälter konstruiert für Temperaturen über 45 °C und
b. entwickelt zur Abscheidung eines „Austrittsarbeits"-Metalls mit allen folgenden Eigenschaften:
   1. Abscheidung von Titanaluminiumcarbid (TiAlC) und
   2. Ermöglichung einer „Austrittsarbeit" größer als 4,0 eV.

([6]) Entsprechender nationaler Code: 3B001.a.4.
([7]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.
([8]) Entsprechender nationaler Code: 3B001.d.12.
([9]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.

Technische Anmerkung

1. Ein „Austrittsarbeitsmetall" ist ein Werkstoff, der die Schwellenspannung eines Transistors regelt.

3B1001.d.19 ([10])

Erteilt von den Niederlanden ([11])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Ausrüstung, konstruiert für die verstärkte lunkerfreie Plasmaabscheidung einer Low-k-dielektrischen Schicht in weniger als 25 nm breite Spalten zwischen Metallleitungen (Leiterbahnen) mit einem Seitenverhältnis von mindestens 1:1 und einer Dielektrizitätskonstanten kleiner als 3,3.

3B1001.f.4 ([12])

Erteilt von den Niederlanden ([13])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Lithografieanlagen wie folgt:

a. Step-and-repeat (direct step on wafer)- oder step-and-scan (scanner)-Justier- und Belichtungsanlagen für die Waferfertigung, die lichtoptische oder röntgentechnische Verfahren verwenden und eine der folgenden Eigenschaften haben:

   1. Wellenlänge der Lichtquelle kleiner als 193 nm oder

   2. a. Wellenlänge der Lichtquelle größer/gleich 193 nm;

      a. geeignet, „kleinste auflösbare Strukturbreiten" (KAS) von kleiner/gleich 45 nm zu erzeugen, und

      b. Höchstwert des „dedizierten Waferhalter-Overlay" (dedicated chuck overlay, DCO) kleiner oder gleich 1,50 nm.

Technische Anmerkung:

1. Die „kleinste auflösbare Strukturbreite" KAS wird berechnet nach der Formel:

$$\text{„KAS"} = \frac{\text{(Wellenlänge der Belichtungsquelle in nm) x (K)}}{\text{maximale numerische Apertur}}$$

wobei K = 0,25

Die „KAS" wird auch als Auflösung bezeichnet.

2. „Dedizierter Waferhalter-Overlay" ist die Ausrichtungsgenauigkeit einer neuen Struktur auf eine bestehende Struktur, die von demselben lithografischen System auf einem Wafer aufgedruckt wurde.

([10]) Entsprechender nationaler Code: 3B001.d.19.

([11]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.

([12]) Entsprechender nationaler Code: 3B001.f.4.

([13]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.

3B1001.l ([14])

Erteilt von den Niederlanden ([15])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

EUV-Pellikel

3B1001.m ([16])

Erteilt von den Niederlanden ([17])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Herstellungsausrüstung für EUV-Pellikel

3B1901 ([18])

Erteilt von Spanien ([19])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Rasterelektronenmikroskop-Ausrüstung, konstruiert zur Untersuchung von Halbleiterbauelementen oder integrierten Schaltungen mit allen folgenden Eigenschaften:

a. Positioniergenauigkeit des Messtisches kleiner (besser)/gleich höchstens 30 nm;

b. Positioniergenauigkeit des Messtisches mithilfe von Laserinterferometrie durchgeführt;

c. Positionskalibrierung innerhalb eines Sichtfelds auf der Grundlage einer Laserinterferometer-Längenmessung;

d. Fähigkeit zur Sammlung und Speicherung von Bildern mit mehr als $2x10^8$ Pixel;

e. Sichtfeldüberschneidungen von weniger als 5 % in vertikaler und horizontaler Richtung;

f. Stitching-Übergangszone (stitching overlap) des Sichtfelds kleiner als 50 nm und

g. Beschleunigungsspannung größer als 21 kV;

Anmerkung:

Nummer 3B1901 schließt Rasterelektronenmikroskop-Ausrüstung ein, die für die Reparatur von Chips bestimmt ist.

3B1902 ([20])

Erteilt von Spanien ([21])

([14]) Entsprechender nationaler Code: 3B001.l.

([15]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.

([16]) Entsprechender nationaler Code: 3B001.m.

([17]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.

([18]) Entsprechender nationaler Code: 3.B.901.

([19]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.

([20]) Entsprechender nationaler Code: 3.B.902.

([21]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Ausrüstung, konstruiert für das Trockenätzen mit einer der folgenden Eigenschaften:

1. Ausrüstung, konstruiert oder geändert zum isotropen Trockenätzen mit einer Selektivität von Siliziumgermanium zu Silizium (SiGe:Si) größer/gleich 100:1, oder
2. Ausrüstung, konstruiert oder geändert zum anisotropen Trockenätzen mit allen folgenden Eigenschaften:
   a. Hochfrequenzenergiequellen mit mindestens einer gepulsten Ausgangs-Hochfrequenz;
   b. schnelle Gasschaltventile mit einer Schaltzeit kleiner als 300 Millisekunden und
   c. elektrostatische Spannfutter mit mindestens zwanzig steuerbaren Elementen mit variabler Temperatur.

Anmerkung 1:

Nummer 3B1902 schließt das Ätzen durch Radikale, Ionen sowie durch sequenzielle oder nichtsequenzielle Reaktionen ein.

Anmerkung 2:

Nummer 3B1902 schließt das Ätzen unter Verwendung von hochfrequent pulserregtem Plasma, von mit gepulsten Arbeitszyklen erregtem Plasma, von mit gepulster Spannung auf Elektroden modifiziertem Plasma und von zyklischer Einspritzung und Spülung von Gasen kombiniert mit einem Plasma sowie das Ätzen von Atomschichten oder Quasi-Atomschichten mit Plasma ein.

Technische Anmerkung 1:

Im Sinne der Nummer 3B1902 wird die Ätzselektivität von Siliziumgermanium zu Silizium (SiGe:Si) für eine Ge-Konzentration von mindestens 30 % ($Si_{0,70}Ge_{0,30}$) gemessen.

Technische Anmerkung 2:

Im Sinne der Nummer 3B1902 wird ein Radikal als Atom, Molekül oder Ion mit einem ungepaarten Elektron in offener Elektronenschalenkonfiguration definiert.

3B1903 ([22])

Erteilt von Frankreich ([23])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Rasterelektronenmikroskop (REM), konstruiert zur Untersuchung von Halbleiterbauelementen oder integrierten Schaltungen mit allen folgenden Eigenschaften:

a. Positioniergenauigkeit kleiner (besser) als 30°nm;
b. Messung der Positionierung mithilfe von Laserinterferometrie durchgeführt;
c. Positionskalibrierung innerhalb eines Sichtfelds (field-of-view, FOV) auf der Grundlage einer Laserinterferometer-Längenmessung;
d. Sammlung und Speicherung von Bildern mit mehr als 2 x 10^8 Pixel;
e. FOV-Überlappung von weniger als 5 % in vertikaler und horizontaler Richtung;
f. FOV-Überlappung von weniger als 50 nm und
g. Beschleunigungsspannung größer als 21 kV.

([22]) Entsprechender nationaler Code: 3B903.
([23]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.

Anmerkung 1:

Nummer 3B1903 schließt REM-Ausrüstung ein, die für die Wiederherstellung des Chip-Designs konstruiert ist.

Anmerkung 2:

Nummer 3B1903 gilt nicht für REM-Ausrüstung, die für die Aufnahme eines SEMI-Standard-Waferträgers konstruiert ist, wie z. B. FOUP (Front Opening Unified Pod) mit einer Größe von 200 mm oder mehr.

3B1904 ([24])

Erteilt von Frankreich ([25])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Ausrüstung, konstruiert für das Trockenätzen, mit allen folgenden Eigenschaften:

1. Ausrüstung, konstruiert oder geändert zum isotropen Trockenätzen mit einer größten „Ätzselektivität von Siliziumgermanium zu Silizium (SiGe:Si)“ größer/gleich 100:1 oder
2. Ausrüstung, konstruiert oder geändert zum anisotropen Trockenätzen mit allen folgenden Eigenschaften:
   a. Hochfrequenzenergiequellen mit mindestens einer gepulsten Ausgangs-Hochfrequenz;
   b. eines oder mehrere schnelle Gasschaltventile mit einer Schaltzeit kleiner als 300 Millisekunden und
   c. elektrostatische Spannfutter mit mindestens zwanzig steuerbaren Elementen mit variabler Temperatur.

Anmerkung 1:

Nummer 3B1904 schließt das Ätzen durch Radikale, Ionen sowie durch sequenzielle oder nichtsequenzielle Reaktionen ein.

Anmerkung 2:

Nummer 3B1904 schließt das Ätzen unter Verwendung von hochfrequent pulserregtem Plasma, von mit gepulsten Arbeitszyklen erregtem Plasma, von mit gepulster Spannung auf Elektroden modifiziertem Plasma und von zyklischer Einspritzung und Spülung von Gasen kombiniert mit einem Plasma sowie das Ätzen von Atomschichten oder Quasi-Atomschichten mit Plasma ein.

Technische Anmerkung 1:

Im Sinne der Nummer 3B1904 wird die Ätzselektivität von Siliziumgermanium zu Silizium (SiGe:Si) für eine Ge-Konzentration von mindestens 30 % (Si0,70Ge0,30) gemessen.

Technische Anmerkung 2:

Im Sinne der Nummer 3B1904 wird ein „Radikal“ als Atom, Molekül oder Ion mit einem ungepaarten Elektron in offener Elektronenschalenkonfiguration definiert.

3D Datenverarbeitungsprogramme (Software)

3D1007 ([26])

Erteilt von den Niederlanden ([27])

([24]) Entsprechender nationaler Code: 3B901.k.

([25]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.

([26]) Entsprechender nationaler Code: 3D007.

([27]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Software, besonders entwickelt für die Entwicklung, Herstellung oder Verwendung der von dieser Regelung erfassten Güter der Positionen 3B1001.l, 3B1001.m, 3B1001.f.4, 3B1001.d.12, 3B1001.a.4 oder 3B1001.d.19.

3D1901 ([28])

Erteilt von Spanien ([29])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Software, entwickelt zur Extraktion von GDSII- oder gleichwertigen Standard-Layout-Daten und zur Durchführung der Schichtenausrichtung aufgrund von Rasterelektronenmikroskopaufnahmen sowie zur Erzeugung einer Netzliste aus mehrschichtigen GDSII-Daten oder einer Schaltungsnetzliste.

Technische Anmerkung:

GDSII (Graphic Design System II) bezeichnet ein Datenbanken-Dateiformat für den Datenaustausch von Designs oder Layout-Designs integrierter Schaltkreise.

3D1902 ([30])

Erteilt von Frankreich ([31])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

„Software", besonders konstruiert für die „Verwendung" der von Nummer 3B1904 erfassten Ausrüstung.

3D1907 ([32])

Erteilt von Frankreich ([33])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

„Software", entwickelt zur Extraktion von GDSII- oder gleichwertigen Standard-Layout-Daten und zur Durchführung der Schichtenausrichtung aufgrund von Rasterelektronenmikroskopaufnahmen sowie zur Erzeugung einer Netzliste aus mehrschichtigen GDSII-Daten oder der Schaltungsnetzliste.

Anmerkung:

„GDSII" („Geometrical Database Standard II") bezeichnet ein Datenbanken-Dateiformat für den Datenaustausch von Designs oder Layout-Designs integrierter Schaltkreise.

([28]) Entsprechender nationaler Code: 3.D.901.
([29]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.
([30]) Entsprechender nationaler Code: 3.D.902.
([31]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.
([32]) Entsprechender nationaler Code: 3D907.
([33]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.

3E Technologie

3E1005 ([34])

Erteilt von den Niederlanden ([35])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Technologie, die für die Entwicklung, Herstellung oder Verwendung der von dieser Regelung erfassten Güter der Positionen 3B1001.l, 3B1001.m, 3B1001.f.4, 3B1001.d.12, 3B1001.a.4 oder 3B1001.d.19 erforderlich ist.

3E1901 ([36])

Erteilt von Spanien ([37])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Technologie für die Entwicklung oder Herstellung von Rasterelektronenmikroskopen, die von Nummer 3B1901 erfasst werden.

3E1902 ([38])

Erteilt von Spanien ([39])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Technologie für die Entwicklung oder Herstellung von Software, die von Nummer 3D1901 erfasst wird.

3E1903 ([40])

Erteilt von Spanien ([41])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Technologie für die Entwicklung oder Herstellung von Ausrüstung, konstruiert zum Trockenätzen, die von Nummer 3B1902 erfasst wird.

3E1904 ([42])

Erteilt von Spanien ([43])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

([34]) Entsprechender nationaler Code: 3E005.
([35]) Verordnung des Ministers für Außenhandel und Entwicklungszusammenarbeit vom 23. Juni 2023, Nr. MinBuza.2023.15246-27 zur Einführung einer Genehmigungspflicht für die Ausfuhr fortschrittlicher Herstellungsausrüstung für Halbleiter, die nicht in Anhang I der Verordnung 2021/821 aufgeführt sind (Verordnung über fortschrittliche Herstellungsausrüstung für Halbleiter), in Kraft getreten am 1. September 2023.
([36]) Entsprechender nationaler Code: 3.E.901.
([37]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.
([38]) Entsprechender nationaler Code: 3.E.902.
([39]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.
([40]) Entsprechender nationaler Code: 3.E.903.
([41]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.
([42]) Entsprechender nationaler Code: 3.E.904.
([43]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.

Technologie für die Entwicklung oder Herstellung integrierter Schaltungen oder Geräte unter Verwendung von Gate-All-Around-Feldeffekttransistor-Strukturen (GAAFET).

3E1905 ([44])

Erteilt von Frankreich ([45])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

„Technologie" im Sinne der Allgemeinen Technologie-Anmerkung in Anhang I der Verordnung für die „Entwicklung" oder „Herstellung" integrierter Schaltungen und Vorrichtungen unter Verwendung von „Gate-All-Around-Feldeffekttransistor"-Strukturen („GAAFET").

Anmerkung 1:

Nummer 3E1905 schließt „Prozessrezepte" ein.

Anmerkung 2:

Nummer 3E1905 gilt nicht für die Qualifikation oder Wartung von Werkzeugen.

Anmerkung 3:

Nummer 3E1905 erfasst nicht „Process Design Kits" („PDKs"), außer sie enthalten Bibliotheken, welche Funktionen oder Technologien für von Nummer 3A001 des Anhangs I der Verordnung oder von Unternummer 3A1901a15 erfasste Güter implementieren.

Technische Anmerkungen:

Ein „Prozessrezept" im Sinne der Nummer 3E1905 ist eine Reihe von Bedingungen und Parametern für einen bestimmten Prozessschritt. Ein „Process Design Kit" („PDK") ist ein Software-Tool, bereitgestellt von einem Halbleiterhersteller, um die Einhaltung der Entwurfsverfahren und -regeln sicherzustellen, die für die Herstellung eines spezifischen Entwurfs einer integrierten Schaltung in einem spezifischen Halbleiterprozess unter technologischen und herstellungsbezogenen Bedingungen erforderlich ist (jeder Halbleiterherstellungsprozess hat sein eigenes „PDK").

3E1906 ([46])

Erteilt von Frankreich ([47])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

„Technologie" im Sinne der Allgemeinen Technologie-Anmerkung in Anhang I der Verordnung für die „Entwicklung" oder „Herstellung" von Ausrüstung oder Werkstoffen, die von Unternummer 3A1901a15, 3B1904 oder 3B1903 erfasst werden.

Anmerkung:

Nummer 3E1906 erfasst nicht „Process Design Kits" („PDKs"), außer sie enthalten Bibliotheken, welche Funktionen oder Technologien für von Nummer 3A001 des Anhangs I der Verordnung oder von Unternummer 3A1901a15 erfasste Güter implementieren.

([44]) Entsprechender nationaler Code: 3E905.
([45]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.
([46]) Entsprechender nationaler Code: 3E901.
([47]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.

Technische Anmerkung:

Ein „Process Design Kit" („PDK") ist ein Software-Tool, bereitgestellt von einem Halbleiterhersteller, um die Einhaltung der Entwurfsverfahren und -regeln sicherzustellen, die für die Herstellung eines spezifischen Entwurfs einer integrierten Schaltung in einem spezifischen Halbleiterprozess unter technologischen und herstellungsbezogenen Bedingungen erforderlich ist (jeder Halbleiterherstellungsprozess hat sein eigenes „PDK").

KATEGORIE 4 — RECHNER

4A Systeme, Ausrüstung und Bestandteile

4A1901 ([48])

Erteilt von Spanien ([49])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Quantencomputer und zugehörige elektronische Baugruppen und Bestandteile hierfür wie folgt:

a. Quantencomputer gemäß den folgenden Anforderungen:

   1. Quantencomputer, die mindestens 34, aber weniger als 100 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits unterstützen und einen C-NOT-Fehler kleiner/gleich 10^{-4} aufweisen;

   2. Quantencomputer, die mindestens 100, aber weniger als 200 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits unterstützen und einen C-NOT-Fehler kleiner/gleich 10^{-3} aufweisen;

   3. Quantencomputer, die mindestens 200, aber weniger als 350 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits unterstützen und einen C-NOT-Fehler kleiner/gleich $2x10^{-3}$ aufweisen;

   4. Quantencomputer, die mindestens 350, aber weniger als 500 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits unterstützen und einen C-NOT-Fehler kleiner/gleich $3x10^{-3}$ aufweisen;

   5. Quantencomputer, die mindestens 500, aber weniger als 700 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits unterstützen und einen C-NOT-Fehler kleiner/gleich $4x10^{-3}$ aufweisen;

   6. Quantencomputer, die mindestens 700, aber weniger als 1 100 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits unterstützen und einen C-NOT-Fehler kleiner/gleich $5x10^{-3}$ aufweisen;

   7. Quantencomputer, die mindestens 1 100, aber weniger als 2 000 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits unterstützen und einen C-NOT-Fehler kleiner/gleich $6x10^{-3}$ aufweisen;

   8. Quantencomputer, die mindestens 2 000 vollständig gesteuerte, vernetzte und funktionierende physikalische Qubits aufweisen;

b. Qubitgeräte und Qubitschaltungen, die Anordnungen von physikalischen Qubits enthalten oder unterstützen und speziell für von Nummer 4A1901 erfasste Güter konstruiert sind;

c. Quantensteuerungskomponenten und Quantenmessgeräte, besonders konstruiert für von Nummer 4A1901 erfasste Güter,

Erläuterungen

1. Nummer 4A1901 gilt für schaltungsbasierte (oder „gatterbasierte") und Einweg- (oder „messungsbasierte") Quantencomputer.

([48]) Entsprechender nationaler Code: 4.A.901.
([49]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.

2. *Die in Nummer 4A1901 aufgeführten Güter brauchen nicht unbedingt physisch Qubits zu enthalten. So enthalten beispielsweise Quantencomputer, die auf photonischen Systemen basieren, dauerhaft keinen physischen Gegenstand, der als Qubit identifiziert werden kann. Die photonischen Qubits werden während des Betriebs des Computers erzeugt und anschließend verworfen.*

3. *Zu den von Nummer 4A1901 erfassten Gütern gehören Halbleiter, Supraleiter sowie photonische Qubit-Chips und -Chipanordnungen; Ionenfallenanordnungen; andere Qubit-definierende Technologien; und kohärente Verbindungen zwischen diesen Elementen.*

4. *Nummer 4A1901 gilt für Güter, konstruiert zum Kalibrieren, Initialisieren, Manipulieren oder Messen der vorhandenen Qubits eines Quantencomputers.*

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Nummer 4A1901 gilt:

1. *Ein physikalisches Qubit ist ein zweistufiges Quantensystem, das verwendet wird, um die elementare Einheit der Quantenlogik durch nicht fehlerbereinigte Manipulationen und Messungen darzustellen. Physikalische Qubits unterscheiden sich von logischen Qubits dadurch, dass es sich bei Letzteren um fehlerbereinigte Qubits handelt, die aus vielen physikalischen Qubits bestehen.*

2. *„Vollständig gesteuert" bedeutet, dass das physikalische Qubit bei Bedarf kalibriert, initialisiert, mit Gattern manipuliert und ausgelesen werden kann.*

3. *„Vernetzt" bedeutet, dass Gatteroperationen mit zwei Qubits zwischen jedem willkürlichen Paar der verfügbaren funktionierenden physikalischen Qubits durchgeführt werden können. Dies bedeutet nicht unbedingt eine Konnektivität „alle mit allen".*

4. *„Funktionierend" bedeutet, dass das physikalische Qubit universelle Quantenrechenfunktionen gemäß Systemspezifikationen für Volumen- und Kapazitätsmessungen entsprechend der Qubit-Betriebsgüte (fidelity) ausführt.*

5. *„Unterstützung von 34 oder mehr vollständig gesteuerten, vernetzten, funktionierenden physikalischen Qubits" bezieht sich auf die Fähigkeit eines Quantencomputers, die in 34 oder mehr physikalischen Qubits verkörperten Quanteninformationen festzuhalten, zu steuern, zu messen und zu verarbeiten.*

6. *Der C-NOT (Controlled-NOT)-Fehler ist der durchschnittliche physikalische Gatterfehler (Gatefehler) für die C-NOT-Gatter der zwei benachbarten physikalischen Qubits.*

4A1906 ([50])

Erteilt von Frankreich ([51])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Quantencomputer und zugehörige „elektronische Baugruppen" und Bestandteile hierfür wie folgt:

a. Quantencomputer wie folgt:

   1. Quantencomputer, die mindestens 34, aber weniger als 100 „vollständig gesteuerte", „vernetzte" und „funktionierende" „physikalische Qubits" unterstützen und einen „C-NOT-Fehler" kleiner/gleich 10^{-4} aufweisen;

   2. Quantencomputer, die mindestens 100, aber weniger als 200 „vollständig gesteuerte", „vernetzte" und „funktionierende" „physikalische Qubits" unterstützen und einen „C-NOT-Fehler" kleiner/gleich 10^{-3} aufweisen;

   3. Quantencomputer, die mindestens 200, aber weniger als 350 „vollständig gesteuerte", „vernetzte" und „funktionierende" „physikalische Qubits" unterstützen und einen „C-NOT-Fehler" kleiner/gleich $2x10^{-3}$ aufweisen;

   4. Quantencomputer, die mindestens 350, aber weniger als 500 „vollständig gesteuerte", „vernetzte" und „funktionierende" „physikalische Qubits" unterstützen und einen „C-NOT-Fehler" kleiner/gleich $3x10^{-3}$ aufweisen;

([50]) Entsprechender nationaler Code: 4A906.

([51]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.

5. Quantencomputer, die mindestens 500, aber weniger als 700 „vollständig gesteuerte“, „vernetzte“ und „funktionierende“ „physikalische Qubits“ unterstützen und einen „C-NOT-Fehler“ kleiner/gleich $4x10^{-3}$ aufweisen;

6. Quantencomputer, die mindestens 700, aber weniger als 1 100 „vollständig gesteuerte“, „vernetzte“ und „funktionierende“ „physikalische Qubits“ unterstützen und einen „C-NOT-Fehler“ kleiner/gleich $5x10^{-3}$ aufweisen;

7. Quantencomputer, die mindestens 1 100, aber weniger als 2 000 „vollständig gesteuerte“, „vernetzte“ und „funktionierende“ „physikalische Qubits“ unterstützen und einen „C-NOT-Fehler“ kleiner/gleich $6x10^{-3}$ aufweisen;

8. Quantencomputer, die mindestens 2 000 „vollständig gesteuerte“, „vernetzte“ und „funktionierende“ „physikalische Qubits“ unterstützen;

b. Qubitgeräte und Qubitschaltungen, die Anordnungen von „physikalischen Qubits“ enthalten oder unterstützen und speziell für von Nummer 4A1906a erfasste Güter konstruiert sind;

c. Quantensteuerungskomponenten und Quantenmessgeräte, besonders konstruiert für von Nummer 4A1906a erfasste Güter;

Erläuterungen

1. Nummer 4A1906 gilt für schaltungsbasierte (oder gatterbasierte) und Einweg- (oder messungsbasierte) Quantencomputer. Dieser Eintrag gilt nicht für adiabatische Quantencomputer (oder Quantenannealer).

2. Die von Nummer 4A1906 erfassten Güter brauchen nicht unbedingt physisch Qubits zu enthalten. So enthalten beispielsweise Quantencomputer, die auf photonischen Systemen basieren, dauerhaft keinen physischen Gegenstand, der als Qubit identifiziert werden kann. Die photonischen Qubits werden während des Betriebs des Computers erzeugt und anschließend verworfen.

3. Zu den von Nummer 4A1906b erfassten Gütern gehören Halbleiter, supraleitende sowie photonische Qubit-Chips und -Chipanordnungen; Oberflächenionenfallen-Anordnungen; andere Qubit-definierende Technologien; und kohärente Verbindungen zwischen diesen Gütern.

4. Nummer 4A1906.c gilt für Güter, konstruiert zum Kalibrieren, Initialisieren, Manipulieren oder Messen der vorhandenen Qubits eines Quantencomputers.

Technische Anmerkungen:

1. Ein „physikalisches Qubit“ ist ein zweistufiges Quantensystem, das verwendet wird, um die elementare Einheit der Quantenlogik durch nicht fehlerbereinigte Manipulationen und Messungen darzustellen. „Physikalische Qubits“ unterscheiden sich von logischen Qubits dadurch, dass es sich bei logischen Qubits um fehlerbereinigte Qubits handelt, die aus vielen „physikalischen Qubits“ bestehen.

2. „Vollständig gesteuert“ bedeutet, dass das „physikalische Qubit“ bei Bedarf kalibriert, initialisiert, mit Gattern manipuliert und ausgelesen werden kann.

3. „Vernetzt“ bedeutet, dass Gatteroperationen mit zwei Qubits zwischen jedem willkürlichen Paar der verfügbaren „funktionierenden“ „physikalischen Qubits“ durchgeführt werden können. Dies bedeutet nicht unbedingt eine Konnektivität von allen mit allen.

4. „Funktionierend“ bedeutet, dass das „physikalische Qubit“ universelle Quantenrechenfunktionen gemäß Systemspezifikationen für die Qubit-Betriebsgüte (fidelity) ausführt.

5. Unterstützung von 34 oder mehr „vollständig gesteuerten“, „vernetzten“, „funktionierenden“ „physikalischen Qubits“ bezieht sich auf die Fähigkeit eines Quantencomputers, die in 34 oder mehr „physikalischen Qubits“ verkörperten Quanteninformationen festzuhalten, zu steuern, zu messen und zu verarbeiten.

6. Der „C-NOT-Fehler“ (Controlled-NOT-Fehler) ist der durchschnittliche physikalische Gatterfehler (Gatefehler) für die C-NOT-Gatter der zwei benachbarten „physikalischen Qubits“.

4D Datenverarbeitungsprogramme (Software)

4D1901.b.3 ([52])

Erteilt von Frankreich ([53])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

„Software", besonders entwickelt oder geändert für die „Entwicklung" oder „Herstellung" von Ausrüstung, die von Nummer 4A1906b oder 4A1906c erfasst wird.

4E Technologie

4E1901 ([54])

Erteilt von Spanien ([55])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

Technologie für die Entwicklung oder Herstellung von Quantencomputern, Quantengeräten und Qubitschaltungen sowie von Quantenmess- und Quantensteuerungskomponenten, die von Nummer 4A1901 erfasst werden.

4E1902.b.3 ([56])

Erteilt von Frankreich ([57])

Weitere Angaben:

Beschreibung der kontrollierten Güter:

„Technologie" im Sinne der Allgemeinen Technologie-Anmerkung in Anhang I der Verordnung für die „Entwicklung" oder „Herstellung" von Gütern, die von Unternummer 4A1906b oder 4A1906c erfasst werden.

([52]) Entsprechender nationaler Code: 4D901.b.3.
([53]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.
([54]) Entsprechender nationaler Code: 4.E.901.
([55]) Anhang III.5 des Königlichen Erlasses 679/2014 vom 1. August 2014, in Kraft getreten am 7. Juni 2023.
([56]) Entsprechender nationaler Code: 4E901.b.3.
([57]) Erlass vom 2. Februar 2024 über die Ausfuhren von Gütern und Technologien im Zusammenhang mit Quantencomputern und deren Grundlagentechnologien und -ausrüstung für die Ausarbeitung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Inspektion moderner Elektronikkomponenten in Drittländer.