

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. April 2020 (16.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/074534 A3

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 49/02 (2006.01) H01L 29/94 (2006.01)

Bauelementetechnologie IISB, Schottkystrasse 10, 91058
Erlangen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077253

(74) **Anwalt:** HERSINA, Günter et al.; Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler, Schenk & Partner mbB, Radlkoferstr. 2, 81373 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Oktober 2019 (08.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 217 249.8
09. Oktober 2018 (09.10.2018) DE

10 2019 204 503.0
29. März 2019 (29.03.2019) DE

(71) **Anmelder:** FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,

(72) **Erfinder:** BÖTTCHER, Norman; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB, Schottkystrasse 10, 91058 Erlangen (DE). ERLBACHER, Tobias; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und

(54) **Title:** INTEGRATED CAPACITOR AND METHOD FOR PRODUCING AN INTEGRATED CAPACITOR

(54) **Bezeichnung:** INTEGRIERTER KONDENSATOR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES INTEGRIERTEN KONDENSATORS

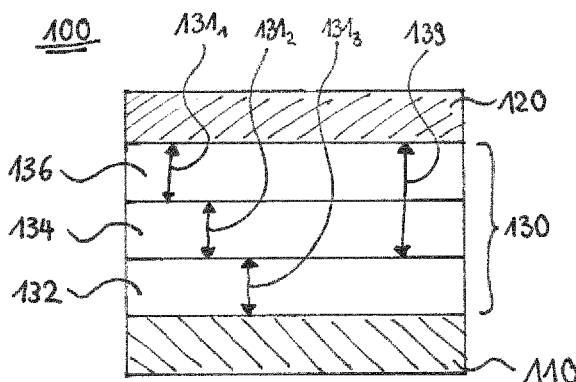


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to an integrated capacitor having a first electrode structure, a second electrode structure and a dielectric layer structure situated therebetween. The dielectric layer structure has a layer combination with a SiO₂-layer, a Si₃N₄-layer and a Si_xN_y-layer. The Si_xN_y-layer comprises a non-stoichiometric silicon nitride material with an increased silicon content.

(57) **Zusammenfassung:** Integrierter Kondensator mit einer ersten Elektrodenstruktur, einer zweiten Elektrodenstruktur und einer dazwischenliegenden Dielektrikumschichtstruktur. Die Dielektrikumschichtstruktur weist eine Schichtkombination mit einer SiO₂-Schicht, einer Si₃N₄-Schicht und einer Si_xN_y-Schicht auf. Die Si_xN_y-Schicht weist ein nicht-stöchiometrisches Siliciumnitrid-Material mit erhöhtem Siliciumanteil auf.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2020/074534 A3



SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts:**

11. Juni 2020 (11.06.2020)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077253

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 49/02**(2006.01)i; **H01L 29/94**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	AKIHIKO ISHITANI ET AL. "NON-EMPIRICAL MODELING ON SINX CVD" <i>NEC RESEARCH AND DEVELOPMENT, NIPPON ELECTRIC LTD. TOKYO, JP</i> , Vol. 33, No. 1, January 1992 (1992-01), pages 1-06 ISSN: 0547-051X, XP000288331	1
Y	abstract page 1, left-hand column page 5, right-hand column - page 6, left-hand column "7. Conclusions"; page 6	2,3,18
X	MATHEWS V K ET AL. "PHYSICAL AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THIN SILICON NITRIDE DIELECTRIC FILMS DEPOSITED ON SMOOTH AND RUGGED POLYCRYSTALLINE SILICON AFTER RAPID THERMAL NITRIDATION" <i>JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, ELECTROCHEMICAL SOCIETY</i> , Vol. 141, No. 4, April 1994 (1994-04), pages 1066-1070 ISSN: 0013-4651, XP000453611	1
Y	page 1067, left-hand column	2,3,18
Y	US 4990463 A (MORI SEIICHI [JP]) 05 February 1991 (1991-02-05) page 3, line 40 - page 4, line 13; figures 2A-2F	2,18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 2020

Date of mailing of the international search report

29 April 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Mosig, Karsten

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077253

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KRACH F ET AL. "Silicon integrated RC snubbers for applications up to 900V with reduced mechanical stress and high manufacturability" <i>2016 74TH ANNUAL DEVICE RESEARCH CONFERENCE (DRC), IEEE</i> , 19 June 2016 (2016-06-19), pages 1-2 DOI: 10.1109/DRC.2016.7548452 XP032948912 Section "Device design optimization"; page 1; figure 2	2,3,18
Y A	US 2013134555 A1 (KURACHI SHUNSUKE [JP]) 30 May 2013 (2013-05-30) paragraphs [0022] - [0039]; figures 3, 5A, 5B	4-13,16,17,19-21 14,15,22,23
Y	US 2006180842 A1 (SHIBATA MAKOTO [JP] ET AL) 17 August 2006 (2006-08-17) abstract; figure 1	4-13,16,17,19-21
A	US 2005230784 A1 (YANG YANG [US] ET AL) 20 October 2005 (2005-10-20) the whole document	1-23

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-3, 18

A capacitor with a three-layered dielectric (SiO₂ / Si₃N₄ / SixNy), in which SixNy is an Si-rich non-stoichiometric silicon nitride, characterised by a trench structure in a semiconductor substrate.

2. claims: 4-17, 19-23

A capacitor with a three-layered dielectric (SiO₂ / Si₃N₄ / SixNy), in which SixNy is an Si-rich non-stoichiometric silicon nitride, characterised by parameters (relative and absolute thickness, composition) of the layers of the dielectric layer structure.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/077253

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4990463	A	05 February 1991	JP	H0216763	A	19 January 1990
				JP	H0517710	B2	09 March 1993
				KR	900002316	A	28 February 1990
				US	4990463	A	05 February 1991
US	2013134555	A1	30 May 2013	JP	2013115371	A	10 June 2013
				US	2013134555	A1	30 May 2013
US	2006180842	A1	17 August 2006	EP	1691383	A1	16 August 2006
				US	2006180842	A1	17 August 2006
US	2005230784	A1	20 October 2005	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L49/02 H01L29/94
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	AKIHIKO ISHITANI ET AL: "NON-EMPIRICAL MODELING ON SINX CVD", NEC RESEARCH AND DEVELOPMENT, NIPPON ELECTRIC LTD. TOKYO, JP, Bd. 33, Nr. 1, Januar 1992 (1992-01), Seiten 1-06, XP000288331, ISSN: 0547-051X	1
Y	Zusammenfassung Seite 1, linke Spalte Seite 5, rechte Spalte - Seite 6, linke Spalte "7. Conclusions"; Seite 6 ----- -/-	2,3,18



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. April 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/04/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mosig, Karsten

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MATHEWS V K ET AL: "PHYSICAL AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THIN SILICON NITRIDE DIELECTRIC FILMS DEPOSITED ON SMOOTH AND RUGGED POLYCRYSTALLINE SILICON AFTER RAPID THERMAL NITRIDATION", JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, ELECTROCHEMICAL SOCIETY, Bd. 141, Nr. 4, April 1994 (1994-04), Seiten 1066-1070, XP000453611, ISSN: 0013-4651	1
Y	Seite 1067, linke Spalte	2,3,18
Y	----- US 4 990 463 A (MORI SEIICHI [JP]) 5. Februar 1991 (1991-02-05) Seite 3, Zeile 40 - Seite 4, Zeile 13; Abbildungen 2A-2F	2,18
Y	----- KRACH F ET AL: "Silicon integrated RC snubbers for applications up to 900V with reduced mechanical stress and high manufacturability", 2016 74TH ANNUAL DEVICE RESEARCH CONFERENCE (DRC), IEEE, 19. Juni 2016 (2016-06-19), Seiten 1-2, XP032948912, DOI: 10.1109/DRC.2016.7548452 [gefunden am 2016-08-22] Abschnitt "Device design optimization"; Seite 1; Abbildung 2	2,3,18
Y	----- US 2013/134555 A1 (KURACHI SHUNSUKE [JP]) 30. Mai 2013 (2013-05-30)	4-13,16, 17,19-21
A	Absätze [0022] - [0039]; Abbildungen 3, 5A, 5B	14,15, 22,23
Y	----- US 2006/180842 A1 (SHIBATA MAKOTO [JP] ET AL) 17. August 2006 (2006-08-17) Zusammenfassung; Abbildung 1	4-13,16, 17,19-21
A	----- US 2005/230784 A1 (YANG YANG [US] ET AL) 20. Oktober 2005 (2005-10-20) das ganze Dokument	1-23

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-3, 18

Kondensator mit dreilagigem Dielektrikum (SiO_2 / Si_3N_4 / SixNy), wobei SixNy ein Si-reiches nicht-stöchiometrisches Siliziumnitrid ist, charakterisiert durch eine Grabenstruktur in einem Halbleitersubstrat.

2. Ansprüche: 4-17, 19-23

Kondensator mit dreilagigem Dielektrikum (SiO_2 / Si_3N_4 / SixNy), wobei SixNy ein Si-reiches nicht-stöchiometrisches Siliziumnitrid ist, charakterisiert durch Parameter (relative und absolute Dicke, Zusammensetzung) der Schichten der Dielektrikumschichtstruktur.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077253

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4990463 A	05-02-1991	JP H0216763 A	19-01-1990
		JP H0517710 B2	09-03-1993
		KR 900002316 A	28-02-1990
		US 4990463 A	05-02-1991
US 2013134555 A1	30-05-2013	JP 2013115371 A	10-06-2013
		US 2013134555 A1	30-05-2013
US 2006180842 A1	17-08-2006	EP 1691383 A1	16-08-2006
		US 2006180842 A1	17-08-2006
US 2005230784 A1	20-10-2005	KEINE	