

(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
7. August 2008 (07.08.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/092740 A3

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
HOIL 41/24 (2006 01) HOIL 41/083 (2006 01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** **PCT/EP2008/050403**
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
15 Januar 2008 (15 01 2008)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2007 004 813 2 31 Januar 2007 (31 01 2007) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** **SIEMENS AKTIENGESellschaft** [DE/DE],
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE)
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** **LENK, Andreas**

[DE/DE], Windmühlenhohe 11, 01728 Bannewitz Ot
Possendorf (DE) **SCHUH, Carsten** [DE/DE], Heideweg
9, 85598 Baldham (DE) **GANSTER, Axel** [DE/DE],
Ursuhnenweg 12, 84419 Schwindegg (DE) **KORNELY,**
Susanne [DE/DE], Quiddestr 26, 81735 München (DE)
MANTOVAN, Andreas [DE/DE], Alte Regenstrasse 40,
93128 Regensburg (DE) **ZAPF, Jörg** [DE/DE], Dalandstr
1, 81927 München (DE)

(74) **Gemeinsamer Vertreter:** **SIEMENS AKTIENGESellschaft**, Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE)

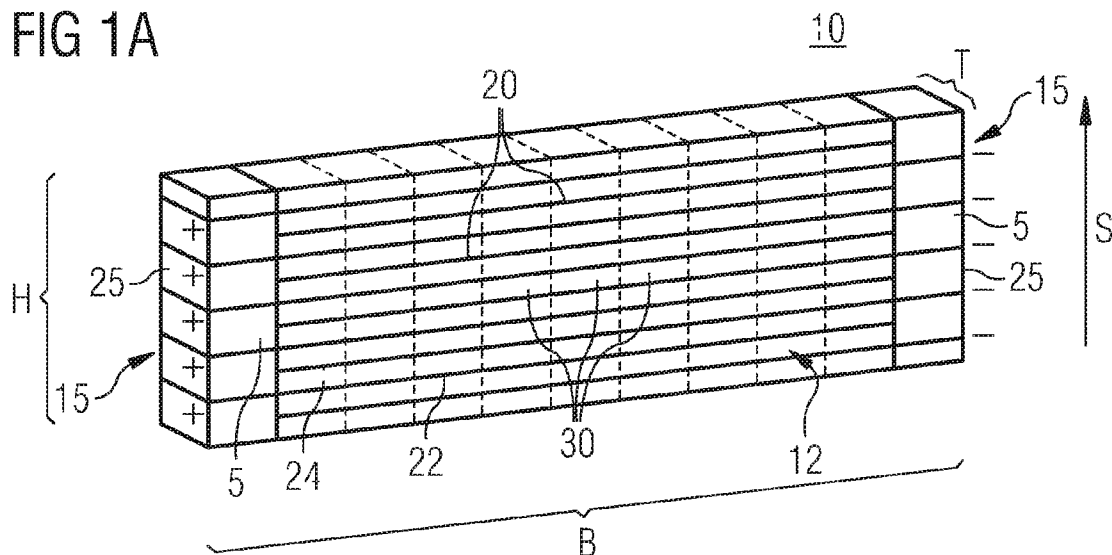
(81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** PIEZOCERAMIC MULTILAYER ACTUATOR AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) **Bezeichnung:** PIEZOKERAMISCHER VIELSCHICHTAKTOR UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

FIG 1A



(57) **Abstract:** The present invention discloses various production methods for producing a piezoceramic multilayer actuator. In the course of the production method, multilayer locks (10) are electrochemically or mechanically processed in such a way that a recess structure is obtained. The lateral surfaces (22, 24) of the electrodes (20) inside these recesses are electrically insulated using the slip casting method in order to be able to contact the remaining electrodes by imprinting an outer metalization.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung offenbart verschiedene Herstellungsverfahren zur Herstellung eines piezokeramischen Vielschichtaktors. Im Rahmen der Herstellungsverfahren werden Vielschicht Riegel (10) elektrochemisch oder mechanisch derart bearbeitet, dass sich eine Senken Struktur ergibt. Die Seitenflächen (22, 24) der Elektroden (20) innerhalb dieser Senken (40) werden elektrisch mit Hilfe von Schlickerguss isoliert, um durch Aufdrucken einer Außenmetallisierung die übrigen Elektroden kontaktieren zu können.

WO 2008/092740 A3



LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist, Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, **HR**, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

- (88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

Recherchenberichts:

18 September 2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/050403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/24 H01L41/083

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)
HOIL H02N

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 practical, 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
Y	JP 01 184968 A (HITACHI CHEMICAL CO LTD) 24 July 1989 (1989-07-24)	1-5
X	abstract; figures 1-6 -----	11
Y	JP 05 267743 A (SUMITOMO METAL IND LTD [JP]) 15 October 1993 (1993-10-15) paragraphs [0004] - [0006], [0009], [0015]; figures 1a-1e, 2a-2g -----	1-5, 11
Y	US 5 252 883 A (KONDO MASAHIRO [JP]) 12 October 1993 (1993-10-12) column 4, lines 61-66; figures 8, 9 -----	3, 8
Y	DE 100 21 919 A1 (PI CERAMIC GMBH [DE]) 23 August 2001 (2001-08-23) column 4, lines 8-50 -----	1, 8, 11
	-/--	

☒ 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 document 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

13 Juni 2008

Date of mailing of the international search report

21/07/2008

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meul , Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/050403

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
Y	US 5 254 212 A (SOMEJI TAKAHIRO [JP] ET AL) 19 October 1993 (1993-10-19) figures 1-7,16,21,22 examples 1,2 -----	1,4,6-11
Y	DE 10 2005 008363 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24 August 2006 (2006-08-24) paragraphs [0011], [0012]; figure 4 -----	2,6
Y	DE 44 10 504 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 29 September 1994 (1994-09-29) column 3, lines 4-17 column 8, lines 1-3 -----	5,7
X	DE 10 2004 012033 A1 (DENSO CORP [JP]) 21 October 2004 (2004-10-21) paragraphs [0069], [0072], [0074]; figures 1,4 -----	8,10,11
Y	US 5 191 688 A (TAKIZAWA HIROYUKI [US] ET AL) 9 March 1993 (1993-03-09) column 44, line 25 - column 45, line 26; figures 51-54 -----	8-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2008/050403

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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:

See supplemental sheet

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.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

I. Claims 1-7, 11

Production method for producing a piezoceramic multilayer actuator, in which, at the beginning of the further processing of the lock and starting from a multilayer lock as a green body having inner electrodes that do not extend over the entire width of the multilayer actuator, an electrochemical return of a lateral surface of each second electrode into a defined State or an electrochemical deposition of electrically conducting material on a lateral surface of each second electrode is carried out by means of temporary auxiliary electrodes.

2. Claims 8-11

Production method for producing a piezoceramic multilayer actuator, which initially uses either a piezoelectrically fully active Stack or a multilayer lock as a green body having inner electrodes that extend over the entire depth and width of the multilayer lock and where a mechanical deposition of of a respective lateral surface of every second electrode is carried out.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/050403

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 1184968	A	24-07-1989	NONE	
JP 5267743	A	15-10-1993	NONE	
US 5252883	A	12-10-1993	JP 4340778 A	27-11-1992
DE 10021919	A1	23-08-2001	NONE	
US 5254212	A	19-10-1993	DE 4192278 T GB 2252869 A WO 9205593 A1	08-10-1992 19-08-1992 02-04-1992
DE 102005008363	A1	24-08-2006	NONE	
DE 4410504	A1	29-09-1994	JP 3149611 B2 JP 6283371 A	26-03-2001 07-10-1994
DE 102004012033	A1	21-10-2004	JP 2004297041 A US 2004178701 A1	21-10-2004 16-09-2004
US 5191688	A	09-03-1993	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L41/24 H01L41/083

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

HOIL H02N

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.
Y	JP 01 184968 A (HITACHI CHEMICAL CO LTD) 24. Juli 1989 (1989-07-24)	1-5
X	Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 -----	11
Y	JP 05 267743 A (SUMITOMO METAL IND LTD [JP]) 15. Oktober 1993 (1993-10-15) Absätze [0004] - [0006], [0009], [0015]; Abbildungen 1a-1e, 2a-2g -----	1-5, 11
Y	US 5 252 883 A (KONDO MASAHIRO [JP]) 12. Oktober 1993 (1993-10-12) Spalte 4, Zeilen 61-66; Abbildungen 8, 9 -----	3, 8
Y	DE 100 21 919 A1 (PI CERAMIC GMBH [DE]) 23. August 2001 (2001-08-23) Spalte 4, Zeilen 8-5ß -----	1, 8, 11
	----- -/-	



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" älteres Dokument, 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 anderen 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

13. Juni 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/07/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P B 5818 Patentlaan 2
NL - 228Q HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meul , Hans

C (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 254 212 A (SOMEJI TAKAHIRO [JP] ET AL) 19. Oktober 1993 (1993-10-19) Abbildungen 1-7,16,21,22 Beispiele 1,2 -----	1,4,6-11
Y	DE 10 2005 008363 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24. August 2006 (2006-08-24) Absätze [0011], [0012]; Abbildung 4 -----	2,6
Y	DE 44 10 504 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 29. September 1994 (1994-09-29) Spalte 3, Zeilen 4-17 Spalte 8, Zeilen 1-3 -----	5,7
X	DE 10 2004 012033 A1 (DENSO CORP [JP]) 21. Oktober 2004 (2004-10-21) Absätze [0069], [0072], [0074]; Abbildungen 1,4 -----	8,10,11
Y	US 5 191 688 A (TAKIZAWA HIROYUKI [US] ET AL) 9. März 1993 (1993-03-09) Spalte 44, Zeile 25 - Spalte 45, Zeile 26; Abbildungen 51-54 -----	8-11

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

PCTASA/ 210

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

1. Ansprüche: 1-7,11

Herstellungsverfahren für einen piezokeramischen Vielschichtaktor, bei dem ausgehend von einem Vielschicht-Riegel als Grünkörper mit Innenelektroden, die sich nicht über die vollständige Breite des Vielschicht-Riegels erstrecken, zu Beginn der Weiterverarbeitung des Riegels mittels temporärer Hilfselektroden ein elektrochemisches Zurücksetzen einer Seitenfläche jeder zweiten Elektrode oder ein elektrochemisches Abscheiden von elektrisch leitendem Material auf einer Seitenfläche jeder zweiten Elektrode erfolgt.

2. Ansprüche: 8-11

Herstellungsverfahren für einen piezokeramischen Vielschichtaktor, das entweder von einem piezoelektrisch vollaktiven Stack ausgeht oder von einem Vielschicht-Riegel als Grünkörper mit Innenelektroden, die sich über die gesamte Tiefe und Breite des Vielschicht-Riegels erstrecken und bei denen ein mechanisches Abtragen jeweils einer Seitenfläche jeder zweiten Elektrode erfolgt.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/050403

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 1184968	A	24-07-1989	KEINE		
JP 5267743	A	15-10-1993	KEINE		
US 5252883	A	12-10-1993	JP	4340778 A	27-11-1992
DE 10021919	A1	23-08-2001	KEINE		
US 5254212	A	19-10-1993	DE	4192278 T	08-10-1992
			GB	2252869 A	19-08-1992
			WO	9205593 A1	02-04-1992
DE 102005008363	A1	24-08-2006	KEINE		
DE 4410504	A1	29-09-1994	JP	3149611 B2	26-03-2001
			JP	6283371 A	07-10-1994
DE 102004012033	A1	21-10-2004	JP	2004297041 A	21-10-2004
			US	2004178701 A1	16-09-2004
US 5191688	A	09-03-1993	KEINE		