

(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
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/032284 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01R 13/03

[DE/DE]; Mirabellenbaumweg 8, 71287 Weissach (DE).
HAAS, Volker [DE/DE]; Robert-Bosch-Platz 1, 70839 Gerlingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003296

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Oktober 2003 (02.10.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 46 062.0 2. Oktober 2002 (02.10.2002) DE

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

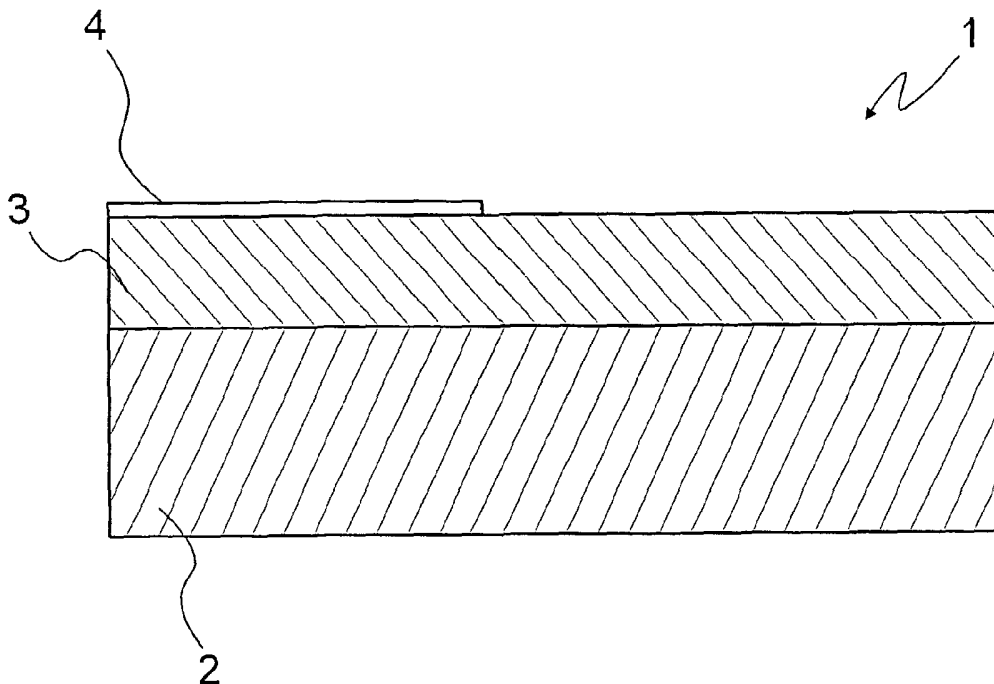
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REHBEIN, Peter

(54) Title: ELECTRIC CONTACT

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHER KONTAKT



(57) Abstract: The invention relates to an electric contact, especially an electric contact of a plug-in connector, comprising a metal substrate (2) whereon a contact layer (3) is applied in the form of a gradient layer. The gradient layer (3) is made of at least two elements. One of the elements is silver and forms a matrix for the second element, or is alloyed therewith or one of said elements is nickel and the other is phosphorous or one is indium and the other is tin.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/032284 A1



(57) Zusammenfassung: Es wird ein elektrischer Kontakt, insbesondere ein elektrischer Kontakt eines Steckverbinders, vorgeschlagen, mit einem metallischen Substrat (2), auf dem eine Kontaktschicht (3) in Form einer Gradientenschicht aufgebracht ist. Die Gradientenschicht (3) ist aus mindestens zwei Elementen gebildet, von denen eines Silber ist und eine Matrix für das zweite Element bildet bzw. mit diesem legiert ist oder von denen das eine Nickel and das andere Phosphor ist oder von denen das eine Indium und das andere Zinn ist.

5

10

Elektrischer Kontakt

15

Stand der Technik

20

Die Erfindung geht von einem elektrischen Kontakt, insbesondere einem elektrischen Kontakt eines Steckverbinders, gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art aus.

25

30

Ein derartiger elektrischer Kontakt ist aus der US 5,892,424 bekannt und stellt eine gekapselte Kontaktstelle einer elektrischen Verbindung dar. Der bekannte elektrische Kontakt besteht aus einem Substrat, auf dem eine Kontaktschicht aufgebracht ist, die zur Verstärkung der Verschleißbeständigkeit des elektrischen Kontaktes dient. Diese Kontaktschicht weist eine aus einem ersten Element gebildete Matrix auf, die mit einem zweiten Element dotiert ist. Die Matrix kann aus einem Element gebildet sein, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die Mo, Zr, Nb, Hf, Ta und W

umfaßt. Das Zusatzelement kann aus einem Element gebildet sein, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Zn, Cd, Hg, Al, Ga, In, Tl, Ge, Sn, Pb, As, Sb und Bi umfaßt. Das Zusatzelement stabilisiert den Kontaktwiderstand des elektrischen Kontakts während eines elektrischen Schaltvorgangs. Ferner führt das Zusatzelement zu einer Verbesserung der Verschleißbeständigkeit und der Oxidationsbeständigkeit des elektrischen Kontaktes. Der Anteil an Zusatzelementen in der Kontaktschicht kann zwischen 0,5 Atom-% und 50 Atom-% liegen.

Die Kontaktschicht ist bei dem bekannten elektrischen Kontakt nach einem Sputterverfahren, einem ionenunterstützten Dampfphasenabscheidungsverfahren, einem Ionen-Plating-Verfahren oder einem Plasma-CVD-Verfahren aufgebracht. Diese Verfahren sind jedoch aufgrund eines erforderlichen Ultrahochvakuums aufwendig und zur Herstellung großer Stückzahlen nicht geeignet.

Ferner sind die Metalle, aus denen die Kontaktschicht des bekannten elektrischen Kontakts hergestellt ist, teuer und daher ebenfalls nicht für Kontakte geeignet, die in großen Stückzahlen benötigt werden. Dies gilt insbesondere für elektrische Kontakte bei Kraftfahrzeugen, die in Stückzahlen von 1000 bis 3000 Stück pro Kraftfahrzeug benötigt werden.

Im Automotive-Bereich haben elektrische Kontakte in der Praxis häufig eine Kontaktschicht aus Zinn. Diese Schicht kann eine feuerverzinnete oder galvanisch abgeschiedene Schicht mit einer Dicke von wenigen Mikrometern sein. Zinn

zeichnet sich durch seine Duktilität sowie durch seine gute elektrische Leitfähigkeit aus. Bei Einsatz einer Zinnkontaktschicht bildet sich an der Grenzfläche zu dem Substrat, das üblicherweise aus einer Legierung auf Kupferbasis, wie CuSn4-Bronze, CuNiSi oder dergleichen, besteht, durch Diffusion eine Zwischenschicht aus, die aus intermetallischen Verbindungen, wie CuSn3, Cu5Sn6, besteht. Die Zwischenschicht ist härter als die Kontaktschicht und kann temperaturbedingt wachsen.

10

Zinnlegierungen bzw. -schichten haben jedoch den Nachteil, daß sie aufgrund ihrer geringen Härte und des daraus resultierenden geringen Verschleißwiderstands bei häufigen Steckvorgängen oder durch fahrzeug- bzw. motorbedingte Vibrationen zu Durchrieb neigen, was zu verstärkter Oxidation, der sogenannten Reibkorrosion, führt. Der Durchrieb und/oder die Reibkorrosion können wiederum zu einem Ausfall einer dem betreffenden Kontakt zugeordneten elektrischen Komponente eines Kraftfahrzeuges, beispielsweise eines Sensors, eines Steuergeräts oder dergleichen, führen.

20

Nachteilig ist bei derartigen Zinnschichten auch, daß die Steckkräfte aufgrund der hohen Adhäsionsneigung und der plastischen Verformung dieser Kontaktschichten für viele Anwendungsfälle zu hoch sind.

25

Des Weiteren ist aus der Praxis eine auf Zinn-Basis hergestellte, auch ThermoZinn genannte Kontaktschicht eines elektrischen Kontakts bekannt, die zu 100 % aus intermetallischen Phasen besteht und durch Warmauslagerung herge-

30

stellt wird. Abrasionstests haben auch für derartige Kontaktschichten nur eine beschränkte Einsetzbarkeit ergeben.

5 Ferner werden bisher bei elektrischen Kontakten als Kontaktschicht auch häufig AuCo-Legierungen mit Unternickelung, Silber-Schichten mit Unterkupferung oder Unternickelung oder auch Goldschichten eingesetzt.

10 Insbesondere Oberflächen bzw. Kontaktschichten auf der Basis von Silber, aber auch von Zinn, neigen zur Kaltverschweißung aufgrund von Adhäsion und sind in Selbstpaarungen durch hohe Reibwerte gekennzeichnet.

15 Auch bei bisher bei elektrischen Kontakten eingesetzten Silber- oder Goldschichten kann es bei einem Schichtdurchrieb oder aufgrund von Abplatzern der Schicht zu oxidativen Verschleißvorgängen des Substrats oder einer als Haftschiicht dienenden Zwischenschicht, die häufig aus Kupfer oder Nickel besteht, kommen.

20 Vorteile der Erfindung

25 Der elektrische Kontakt nach der Erfindung, mit einem metallischen Substrat, auf dem eine Kontaktschicht in Form einer Gradientenschicht aufgebracht ist, welche aus mindestens zwei Elementen gebildet ist, von denen eines Silber ist und eine Matrix für das zweite Element bildet bzw. mit diesem legiert ist oder von denen das eine Nickel und das
30 andere Phosphor ist oder von denen das eine Indium und das andere Zinn ist, hat den Vorteil, daß es sich wegen der für

die Kontaktschicht eingesetzten Komponenten, ihrer Verfügbarkeit und ihrer verhältnismäßig niedrigen Beschaffungskosten um eine Kontaktschicht handelt, die auch für in hohen Stückzahlen erforderliche elektrische Kontakte geeignet ist.

Als Gradientenschicht im Sinne der Erfindung ist eine Kontaktschicht zu verstehen, bei der sich der Anteil der beiden Elemente in Richtung der Normalen der Substratoberfläche ändert. So kann beispielsweise der Anteil von Zinn in einer Silbermatrix bzw. Silber/Zinn-Legierung in der dem Substrat abgewandten Richtung abnehmen. Die Änderung der Elementanteile der Kontaktschicht kann linear sein. In diesem Falle handelt es sich um einen linearen Konzentrationsgradienten. Alternativ kann es sich aber auch um einen gemäß einer Treppenfunktion abgestuften Konzentrationsgradienten handeln. Grundsätzlich kann der Anteil des einen Elements in der Kontaktschicht in Gradientenrichtung einen Bereich zwischen 0 % und 100 % durchlaufen.

Das Substrat ist beispielsweise ein üblicherweise bei Steckverbindungen im Automotive-Bereich eingesetztes Substrat, beispielsweise eine Legierung auf Kupferbasis, wie CuSn4-Bronze, CuNiSi oder dergleichen. Alternativ könnte auch ein Substrat aus einer Legierung auf Nickelbasis eingesetzt werden.

Wenn bei dem elektrischen Kontakt nach der Erfindung eines der beiden Elemente von Silber gebildet ist, das eine Matrix für das zweite Element darstellt bzw. mit dem zweiten

Element legiert ist, kann das zweite Element bzw. Zusatzelement Zinn, Gold oder auch Indium sein.

Die Gradientenschicht hat vorzugsweise eine Dicke von etwa
5 1 μm bis 3 μm , sie kann aber auch mit einer größeren Dicke ausgeführt sein.

Zur Verbesserung der Kontaktierung zwischen dem elektrischen Kontakt und dessen Gegenkontakt kann die Gradientenschicht
10 zumindest bereichsweise eine Edelmetall-Deckschicht aufweisen. Die Edelmetall-Deckschicht weist bevorzugt eine Dicke zwischen etwa 0,1 μm und 0,3 μm auf und stellt damit eine sogenannte „Flash“-Schicht dar. Als Edelmetalle für die „Flash“-Schicht eignen sich insbesondere Au, Ru, Pt
15 und/oder Pd.

Die Herstellung der Kontaktschicht erfolgt vorzugsweise nach einem galvanischen Verfahren oder auch nach einem PVD(Physical Vapour Deposition)-Verfahren.
20

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen des Gegenstandes nach der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen.

25

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel eines elektrischen Kontakts nach der Erfindung ist in der Zeichnung schematisch vereinfacht
30 dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt einen Schnitt durch einen elektrischen Kontakt nach der Erfindung.

5

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In der Figur ist ein elektrischer Kontakt 1 dargestellt, der einen Kontakt eines Steckverbinders darstellt, der bei einem Automobil zum Einsatz kommt.

10

Der elektrische Kontakt 1 umfaßt ein Substrat 2, das aus einer Legierung auf Kupferbasis, wie CuSn4, CuNi2Si oder dergleichen, hergestellt ist. Das Substrat 2 hat eine Dicke zwischen 0,1 mm und 0,5 mm.

15

Auf dem Substrat 2 des elektrischen Kontakts 1 ist eine Kontaktschicht 3 angeordnet, die nach einem galvanischen Verfahren aufgebracht ist. Die Kontaktschicht 3 stellt ein Silber/Zinn-Stoffsystem dar, wobei das Silber und das Zinn miteinander legiert sind. Der Anteil des Zinns in der Kontaktschicht 3 nimmt in der dem Substrat 2 abgewandten Richtung im wesentlichen linear ab, und zwar beispielsweise von etwa 100 % auf etwa 20 %. Die Kontaktschicht 3 bildet mit-

20

25

Die Dicke der Kontaktschicht 3 liegt in einem Bereich zwischen etwa 1 μm und 3 μm .

30

An der Oberseite der Kontaktschicht 3 ist eine als Deckschicht 4 ausgebildete sogenannte Hauchvergoldung bzw.

„Flash“-Vergoldung mit einer Dicke von etwa 0,2 μm angeordnet.

5 Bei einer alternativen Ausführungsform eines elektrischen Kontakts weist der Gradient in die entgegengesetzte Richtung, so daß der Anteil an Zinn in der Kontaktschicht in Richtung des Substrats zunimmt und mithin an der Oberfläche der Kontaktschicht bzw. Gradientenschicht die höchste Silberkonzentration vorliegt.

5

10

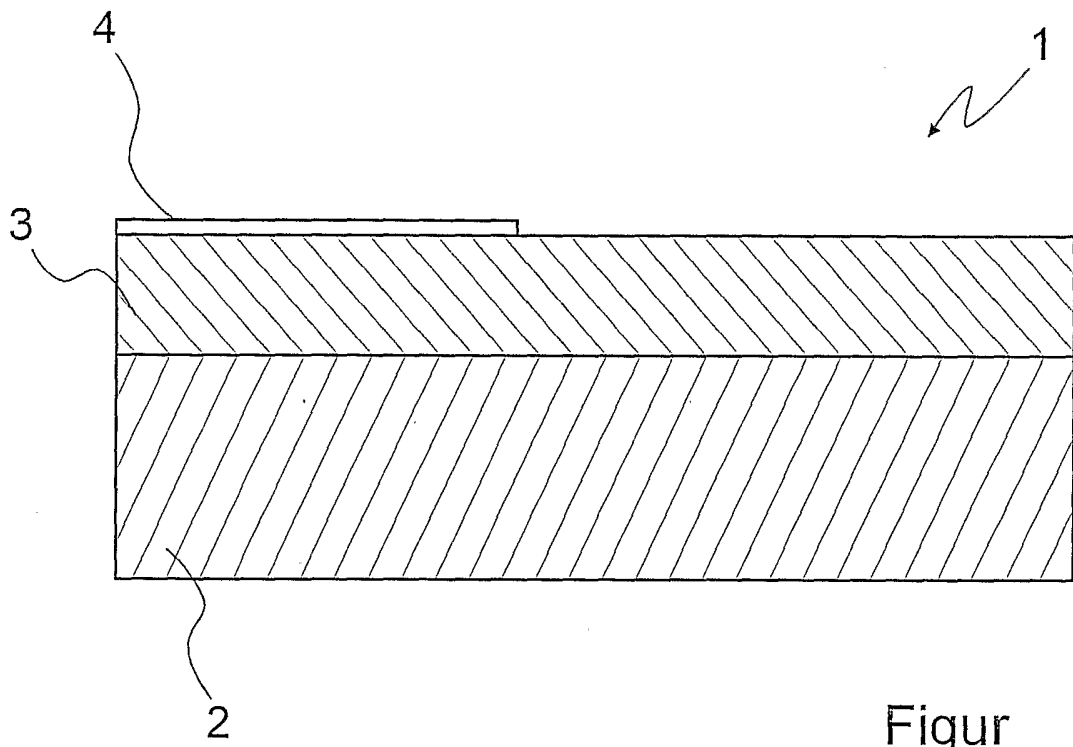
Ansprüche

1. Elektrischer Kontakt, insbesondere ein elektrischer Kontakt eines Steckverbinders, mit einem metallischen Substrat (2), auf dem eine Kontaktschicht (3) in Form einer Gradientenschicht aufgebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Gradientenschicht (3) aus mindestens zwei Elementen gebildet ist, von denen eines Silber ist und mit dem zweiten Element legiert ist oder von denen das eine Nickel und das andere Phosphor ist oder von denen das eine Indium und das andere Zinn ist.
2. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gradientenschicht (3) eine Dicke zwischen etwa 1 µm und 3 µm aufweist.
3. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gradientenschicht (3) zumindest bereichsweise eine Edelmetall-Deckschicht (4) aufweist.

30

4. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Edelmetall-Deckschicht (4) eine Dicke zwischen etwa 0,1 μm und 3 μm aufweist.
- 5
5. Elektrischer Kontakt nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Edelmetall-Deckschicht (4) aus Au, Ru, Pt und/oder Pd gebildet ist.
- 10
6. Elektrischer Kontakt nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gradientenschicht (3) nach einem galvanischen Verfahren oder nach einem PVD-Verfahren auf das Substrat (2) aufgebracht ist.

1 / 1



Figur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01R13/03

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)

IPC 7 H01R H01H B21B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 800 932 A (SUZUKI SATOSHI ET AL) 1 September 1998 (1998-09-01) column 2, line 36 - line 45	1
A	EP 0 428 740 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 29 May 1991 (1991-05-29) page 3, line 15 - line 24 page 5, line 4 - line 7SERRAN	1
A	US 6 183 886 B1 (CHEN SZUCHAIN ET AL) 6 February 2001 (2001-02-06)	

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in 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

19 March 2004

Date of mailing of the international search report

26/03/2004

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

Bertin, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03296

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5800932	A	01-09-1998	JP 8298038 A	12-11-1996
EP 0428740	A	29-05-1991	EP 0428740 A1	29-05-1991
			WO 9013685 A1	15-11-1990
			US 5409762 A	25-04-1995
			US 5597064 A	28-01-1997
US 6183886	B1	06-02-2001	US 6136460 A	24-10-2000
			AU 3193599 A	25-10-1999
			EP 1069960 A1	24-01-2001
			JP 2002510749 T	09-04-2002
			WO 9951363 A1	14-10-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01R13/03

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

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01R H01H B21B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 800 932 A (SUZUKI SATOSHI ET AL) 1. September 1998 (1998-09-01) Spalte 2, Zeile 36 - Zeile 45	1
A	EP 0 428 740 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 29. Mai 1991 (1991-05-29) Seite 3, Zeile 15 - Zeile 24 Seite 5, Zeile 4 - Zeile 7SERRAN	1
A	US 6 183 886 B1 (CHEN SZUCHAIN ET AL) 6. Februar 2001 (2001-02-06)	

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 nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. März 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bertin, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu dieser Patentfamilie gehören

Internationaler Patentsymbol

PCT/DE 03/03296

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5800932	A	01-09-1998	JP 8298038 A	12-11-1996
EP 0428740	A	29-05-1991	EP 0428740 A1	29-05-1991
			WO 9013685 A1	15-11-1990
			US 5409762 A	25-04-1995
			US 5597064 A	28-01-1997
US 6183886	B1	06-02-2001	US 6136460 A	24-10-2000
			AU 3193599 A	25-10-1999
			EP 1069960 A1	24-01-2001
			JP 2002510749 T	09-04-2002
			WO 9951363 A1	14-10-1999