PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

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

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :
B23K 20/10, 20/00

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 96/20806**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. Juli 1996 (11.07.96)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/01686

(22) Internationales Anmeldedatum: 29. November 1995 (29.11.95)

(30) Prioritätsdaten:
P 44 47 073.8 29. December 1994 (29.12.94) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: ALTPETER, Arno [DE/DE]; Spitzholzstrasse 15, D-71067 Sindelfingen (DE). RIEDMÜLLER, Franz [DE/DE]; Im Eichrain 13, D-71706 Markgröningen (DE). REINOLD, Manfred [DE/DE]; Kirchstrasse 36, D-71701 Schwieberdingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

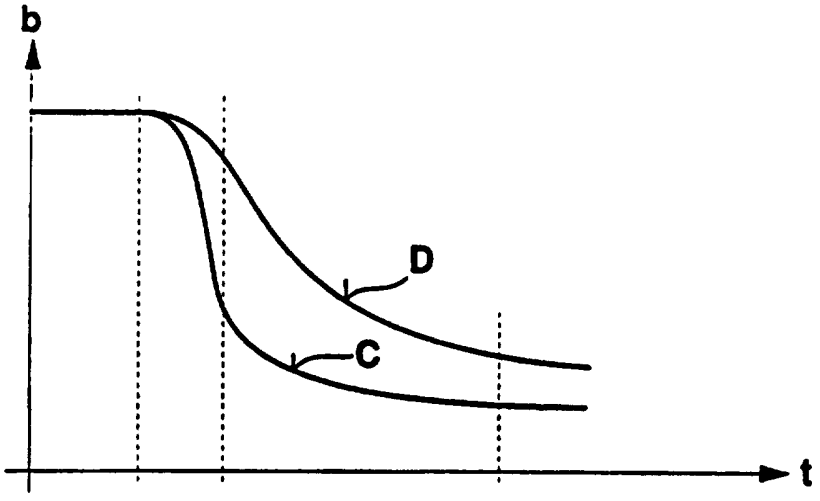
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD OF TESTING CONNECTIONS PRODUCED USING ULTRASONIC WIRE BONDING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM PRÜFEN VON DURCH ULTRASCHALLDRAHTBONDEN HERGESTELLTEN VERBINDUNGEN

(57) Abstract

The invention concerns a method of testing connections produced using ultrasonic wire bonding, the method calling for the strength of the connection to be measured and taken as the parameter determining the quality of the bond. The invention proposes that the speed, or change with time, of the deformation of the wire and the change with time of the bond wedge size are measured during the bonding operation as the parameters determining the strength of the connection and compared with predefined quality-standard data stored in a process-control module. This enables the strength of each individual connection to be tested without interrupting the process or wasting time.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen von durch Ultraschalldrahtbonden hergestellten Verbindungen, bei welchem die Festigkeit der Verbindung als maßgebende Größe für die Bondgüte ermittelt wird. Es wird vorgeschlagen, daß als für die Festigkeit der Verbindung maßgebende Parameter die Geschwindigkeit bzw. der zeitliche Verlauf der Drahtdeformation und der zeitliche Verlauf der Bondkeilamplitude während des Bondvorgangs erfaßt und durch Vergleich mit in einem Prozeßsicherungsbaustein gespeicherten, einem vorgegebenen Qualitätsstandard entsprechenden Daten bewertet werden. Dadurch ist es möglich, daß jede einzelne Verbindung ohne zusätzlichen Zeitaufwand störungsfrei auf Festigkeit geprüft werden kann.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MX**	Mexiko
AT	Österreich	**GE**	Georgien	**NE**	Niger
AU	Australien	**GN**	Guinea	**NL**	Niederlande
BB	Barbados	**GR**	Griechenland	**NO**	Norwegen
BE	Belgien	**HU**	Ungarn	**NZ**	Neuseeland
BF	Burkina Faso	**IE**	Irland	**PL**	Polen
BG	Bulgarien	**IT**	Italien	**PT**	Portugal
BJ	Benin	**JP**	Japan	**RO**	Rumänien
BR	Brasilien	**KE**	Kenya	**RU**	Russische Föderation
BY	Belarus	**KG**	Kirgisistan	**SD**	Sudan
CA	Kanada	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SE**	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KR**	Republik Korea	**SG**	Singapur
CG	Kongo	**KZ**	Kasachstan	**SI**	Slowenien
CH	Schweiz	**LI**	Liechtenstein	**SK**	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	**LK**	Sri Lanka	**SN**	Senegal
CM	Kamerun	**LR**	Liberia	**SZ**	Swasiland
CN	China	**LK**	Litauen	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LU**	Luxemburg	**TG**	Togo
CZ	Tschechische Republik	**LV**	Lettland	**TJ**	Tadschikistan
DE	Deutschland	**MC**	Monaco	**TT**	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	**MD**	Republik Moldau	**UA**	Ukraine
EE	Estland	**MG**	Madagaskar	**UG**	Uganda
ES	Spanien	**ML**	Mali	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	**MN**	Mongolei	**UZ**	Usbekistan
FR	Frankreich	**MR**	Mauretanien	**VN**	Vietnam
GA	Gabon	**MW**	Malawi		

Verfahren zum Prüfen von durch Ultraschalldrahtbonden hergestellten Verbindungen

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Prüfen von durch Ultraschalldrahtbonden hergestellten Verbindungen nach der Gattung des Hauptanspruchs. Bei den bekannten Verfahren dieser Gattung wird neben einer optischen Beurteilung der Verbindungsstelle die Festigkeit im Scher-, Zug- und Schälversuch ermittelt. Dieses Verfahren läßt sich nur stichprobenweise durchführen, so daß es den hohen Qualitätsanforderungen einer modernen Massenfertigung nicht entsprechen kann.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Anordnung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß jede einzelne Verbindung ohne zusätzlichen Zeitaufwand zerstörungsfrei auf Festigkeit bzw. Güte überprüft und so ein unvorhergesehenes Auftreten von die Festigkeit beeinträchtigenden Störgrößen rechtzeitig erkennbar wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens gemäß dem Hauptanspruch möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Prozeßsicherungsbaustein bei Feststellung einer den vorgegebenen Qualitätsstandard nicht entsprechenden Verbindung ein Signal für das Ausschleusen der betreffenden Bauteile erzeugt. Dadurch läßt sich bei entsprechender Ausgestaltung erreichen, daß der Fertigungsfluß durch einen Ausschleusvorgang nicht unterbrochen werden muß.

Der Verlauf der Drahtdeformation während des Bondvorganges kann einfach und sicher durch einen berührungslos arbeitenden Sensor erfaßt werden.

Die Bondkeilamplitude läßt sich vorteilhaft durch Erfassen und Auswerten der Stromaufnahme der Ultraschallvorrichtung ermitteln.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist vorzugsweise bei Keil-Keil-Bondschweißverfahren anwendbar.

Zeichnung

Eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Schweißvorrichtung ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen Figur 1 die im vorliegenden Zusammenhang interessierenden Teile einer Keil-Keil-Bondschweißvorrichtung, Figur 2 den Schwingungsverlauf im Bondkeilwerkzeug nach Figur 1, und die Figuren 3 und 4 die in Vorversuchen für einen bestimmten Anwendungsfall ermittelten zeitlichen Verläufe der auf den Draht übertragenen Amplituden und der Drahtdeformation für

saubere und für verunreinigte Kontaktflächen am Draht und am Substrat.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die Bondschweißvorrichtung gemäß Figur 1 hat eine feste Auflage 10 für das Substrat 12, an welches der Draht 14 durch Bonden angeschweißt werden soll. Dazu dient ein Bondkeilwerkzeug 16, das in üblicher Weise ausgebildet ist und mit dem Draht 14 zusammenwirkt. Das Bondkeilwerkzeug 16 wird beim Bondprozeß durch eine Kraft P gegen das anzuschließende Drahtende und das Substrat 12 gedrückt. Außerdem überträgt eine nicht dargestellte Ultraschallvorrichtung eine Schwingungsenergie E auf das Bondkeilwerkzeug 16, deren Amplitudenverlauf in Längsrichtung des Bondkeilwerkzeugs 16 in Figur 2 dargestellt ist.

Die Kraft P und die Schwingungsenergie E sind so bemessen, daß bei sauberen Kontaktflächen am Draht 14 und Substrat 12 die Zugfestigkeit der Verbindung einen vorgegebenen Wert erreicht bzw. überschreitet. Aus Figur 2 ist ersichtlich, daß die Eingangsamplitude a_1 der Schwingungsenergie E größer als die auf den Draht 14 übertragene Ausgangsamplitude a_2 ist. Dieser durch die Reibung zwischen Draht 14, Substrat 12 und Bondkeilwerkzeug 16 hervorgerufene Dämpfungseffekt ist umso kleiner, je stärker die Kontaktflächen von Draht und Substrat durch Handschweiß, Öl oder gleichen verunreinigt sind. Die vorliegende Erfindung macht sich diesen Umstand dadurch zunutze, daß während des Bondprozesses die Ausgangsamplitude a_2 abgefragt und bewertet wird.

Zu diesem Zweck werden durch Vorversuche, die auf einen bestimmten Anwendungsfall abgestellt sind, die Größen bzw. zeitlichen Verläufe der Ausgangsamplitude a_2 für saubere und für verunreinigte Kontaktflächen ermittelt. Dabei ergeben

sich gemäß Schaubild nach Figur 3 die Kurve A für saubere und die Kurve B für verunreinigte Kontaktflächen. Die Kurve A wird nun als Masterkurve in einem Prozeßsicherungsbaustein gespeichert, der während des zum Zeitpunkt t_0 beginnenden Bondprozesses an zwei verschiedenen Zeitpunkten t_1 und t_2 abgefragt wird. Der Prozeßsicherungsbaustein entscheidet nun, ob die zu diesen Zeitpunkten ermittelten Werte der Ausgangsamplitude a_2 dem Wert auf der Kurve A entsprechen bzw. innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches dazu liegen. Wenn das nicht zutrifft, kann der Prozeßsicherungsbaustein ein Signal für die Notwendigkeit des Ausschleusens der betreffenden Bauteile auslösen.

Bei den auf einen bestimmten Anwendungsfall abgestellten Vorversuchen wird auch die Geschwindigkeit bzw. der zeitliche Verlauf der Drahtdeformation als ein weiterer Parameter für die Festigkeit bzw. Güte der Bondverbindung ermittelt. Dem Schaubild nach Figur 4 ist über der Prozeßzeit t der Abstand b aufgetragen, welcher die Arbeitsfläche des Bondkeilwerkzeugs 16 zu einer Bezugsebene an der Auflage 10 bzw. dem Substrat 12 einnimmt. Bei sauberen Kontaktflächen ergibt sich ein Deformationsverlauf nach Kurve C, bei verunreinigten Kontaktflächen stellt sich ein verlangsamter Verlauf nach Kurve D ein. Die Kurve C wird als Masterkurve in den Prozeßsicherungsbaustein eingespeichert und - wie die Kurve A - zur Beurteilung der zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 ermittelten Istwerte der Drahtdeformation herangezogen.

Die Messungen können so ausgewertet werden, daß ein Signal für das Ausschleusen von Bauteilen erfolgt, wenn nur ein Meßwert außerhalb des vorgegebenen Toleranzbereiches zur entsprechenden Masterkurve A bzw. C liegt. Das Verfahren kann aber auch so gewählt werden, daß die zum Zeitpunkt t_2 erfaßten Meßwerte höher bewertet werden als die zum Zeitpunkt t_1 erfaßten, oder daß ein Fehlersignal erst

erfolgt, wenn zwei oder drei der vier Meßwerte nicht mehr in den vorgegebenen Toleranzbereich fallen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Prüfen von durch Ultraschalldrahtbonden hergestellten Verbindungen, bei welchem die Festigkeit der Verbindung als maßgebende Größe für die Bondgüte ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß als für die Festigkeit der Verbindung maßgebende Parameter die Geschwindigkeit bzw. der zeitliche Verlauf der Drahtdeformation und der zeitliche Verlauf der Bondkeilamplitude während des Bondvorgangs erfaßt und durch Vergleich mit in einem Prozeßsicherungsbaustein gespeicherten, einem vorgegebenen Qualitätsstandard entsprechenden Daten bewertet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßsicherungsbaustein bei Feststellung einer dem vorgegebenen Qualitätsstandard nicht entsprechenden Ausführung der Verbindung ein Signal für das Ausschleusen der betreffenden Bauteile erzeugt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf der Drahtdeformation während des Bondvorgangs durch einen berührungslos arbeitenden Sensor erfaßt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bondkeilamplitude durch Erfassen der Stromaufnahme der Ultraschallvorrichtung ermittelt wird.

Fig. 1

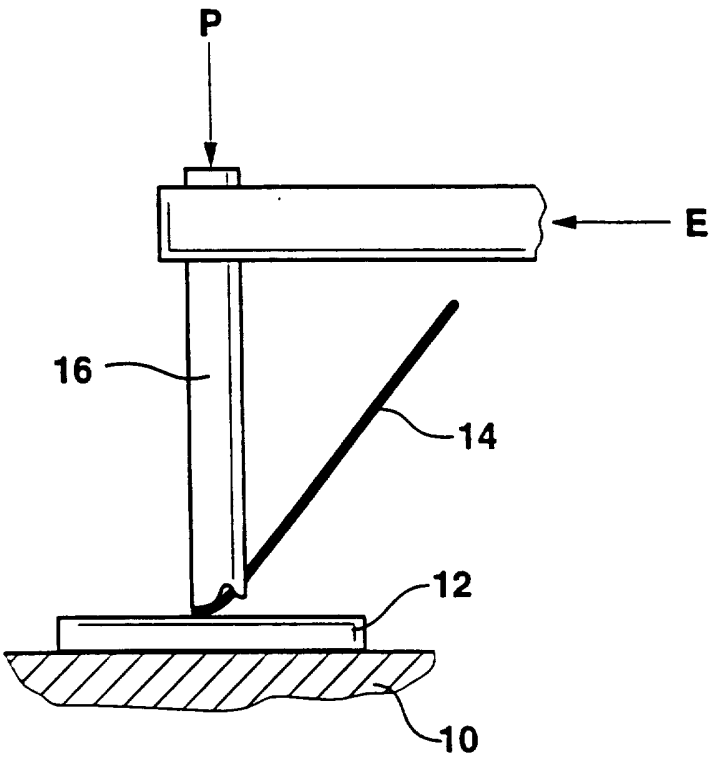


Fig. 2

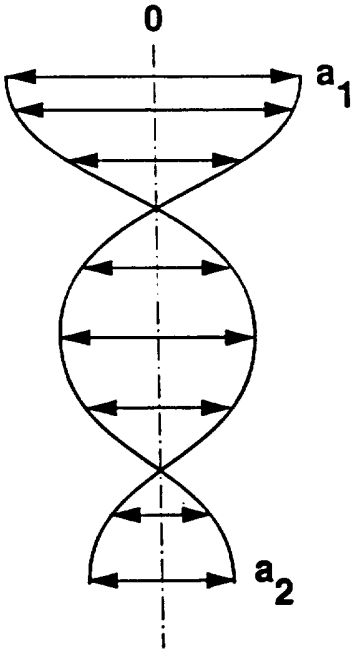


Fig. 3

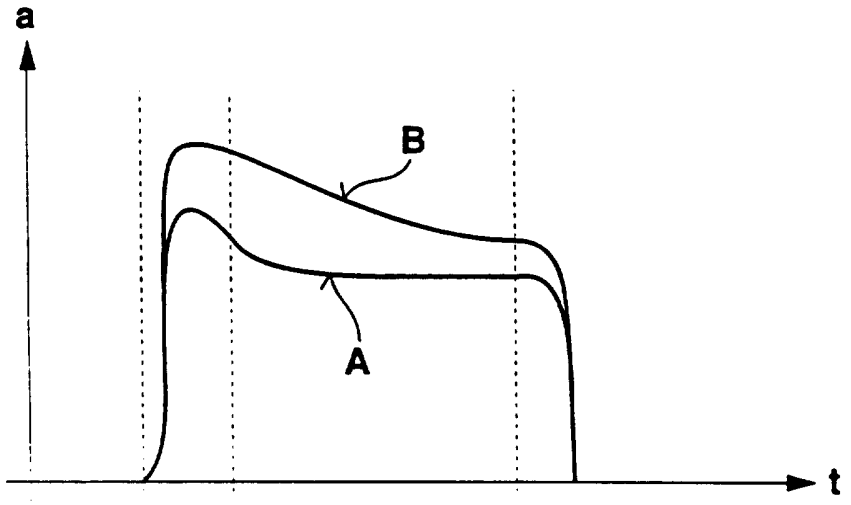
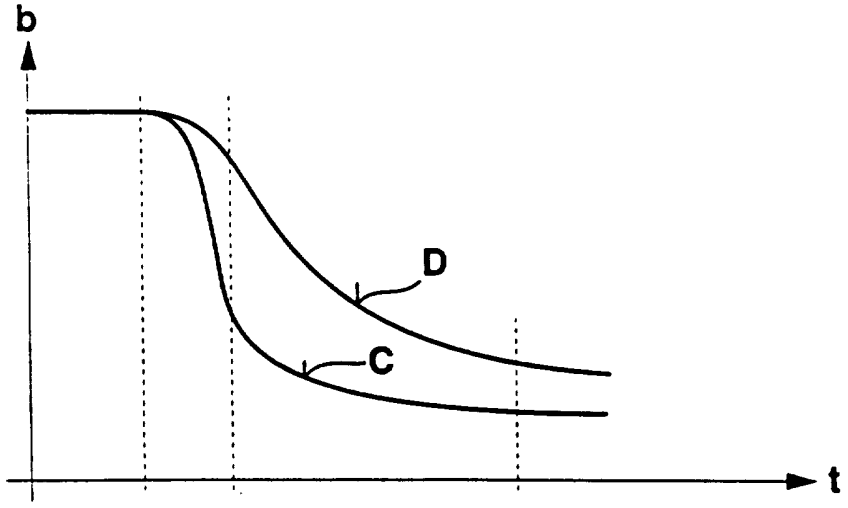


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 95/01686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B23K20/10 B23K20/00

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 6 B23K

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP,A,0 368 533 (DYNAPERT INC) 16 May 1990 see column 3, line 24 - column 4, line 9; figures 3,4	1,3,4
Y	EP,A,0 247 291 (CRESTEK INC) 2 December 1987 see column 3, line 14 - line 52; figure 1	1,3,4
A	US,A,3 890 831 (CUSICK JOHN H ET AL) 24 June 1975 see column 2, last paragraph - column 3, paragraph 1; figure 1	1
A	US,A,4 040 885 (HIGHT MICHAEL JOHN ET AL) 9 August 1977 see column 2, line 53 - column 3, line 37; figure 1	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
22 February 1996	01.03.96

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Rausch, R

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 606 490 (CHAN LO KWAN ET AL) 19 August 1986 ---	
A	EP,A,0 498 936 (ESEC SA) 19 August 1992 ---	
A	DE,A,34 29 776 (SIEMENS AG) 13 February 1986 ---	
A	US,A,4 998 664 (GIBSON OWEN E ET AL) 12 March 1991 -----	

1

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP-A-0368533	16-05-90	JP-A-	2187286	23-07-90
		US-A-	4984730	15-01-91
EP-A-0247291	02-12-87	US-A-	4815001	21-03-89
US-A-3890831	24-06-75	US-A-	3827619	06-08-74
US-A-4040885	09-08-77	GB-A-	1506164	05-04-78
US-A-4606490	19-08-86	NONE		
EP-A-0498936	19-08-92	AT-T-	117611	15-02-95
		DE-D-	59104416	09-03-95
		HK-A-	103495	07-07-95
		JP-A-	4319627	10-11-92
		US-A-	5199630	06-04-93
DE-A-3429776	13-02-86	NONE		
US-A-4998664	12-03-91	CH-A-	682597	15-10-93
		IL-A-	96504	31-10-95
		JP-A-	4120753	21-04-92
		JP-B-	7111999	29-11-95
		NL-A-	9002845	16-07-91

PCT/DE 95/01686

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B23K20/10 B23K20/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 B23K

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)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP,A,0 368 533 (DYNAPERT INC) 16.Mai 1990 siehe Spalte 3, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 9; Abbildungen 3,4	1,3,4
Y	EP,A,0 247 291 (CRESTEK INC) 2.Dezember 1987 siehe Spalte 3, Zeile 14 - Zeile 52; Abbildung 1	1,3,4
A	US,A,3 890 831 (CUSICK JOHN H ET AL) 24.Juni 1975 siehe Spalte 2, letzter Absatz - Spalte 3, Absatz 1; Abbildung 1	1
A	US,A,4 040 885 (HIGHT MICHAEL JOHN ET AL) 9.August 1977 siehe Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 3, Zeile 37; Abbildung 1	1

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22.Februar 1996	01.03.96
Name und Postanschrift der Internationale 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** Rausch, R

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 606 490 (CHAN LO KWAN ET AL) 19.August 1986 ---	
A	EP,A,0 498 936 (ESEC SA) 19.August 1992 ---	
A	DE,A,34 29 776 (SIEMENS AG) 13.Februar 1986 ---	
A	US,A,4 998 664 (GIBSON OWEN E ET AL) 12.März 1991 -----	

1

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/DE 95/01686

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP-A-0368533	16-05-90	JP-A-	2187286	23-07-90
		US-A-	4984730	15-01-91
EP-A-0247291	02-12-87	US-A-	4815001	21-03-89
US-A-3890831	24-06-75	US-A-	3827619	06-08-74
US-A-4040885	09-08-77	GB-A-	1506164	05-04-78
US-A-4606490	19-08-86	KEINE		
EP-A-0498936	19-08-92	AT-T-	117611	15-02-95
		DE-D-	59104416	09-03-95
		HK-A-	103495	07-07-95
		JP-A-	4319627	10-11-92
		US-A-	5199630	06-04-93
DE-A-3429776	13-02-86	KEINE		
US-A-4998664	12-03-91	CH-A-	682597	15-10-93
		IL-A-	96504	31-10-95
		JP-A-	4120753	21-04-92
		JP-B-	7111999	29-11-95
		NL-A-	9002845	16-07-91