



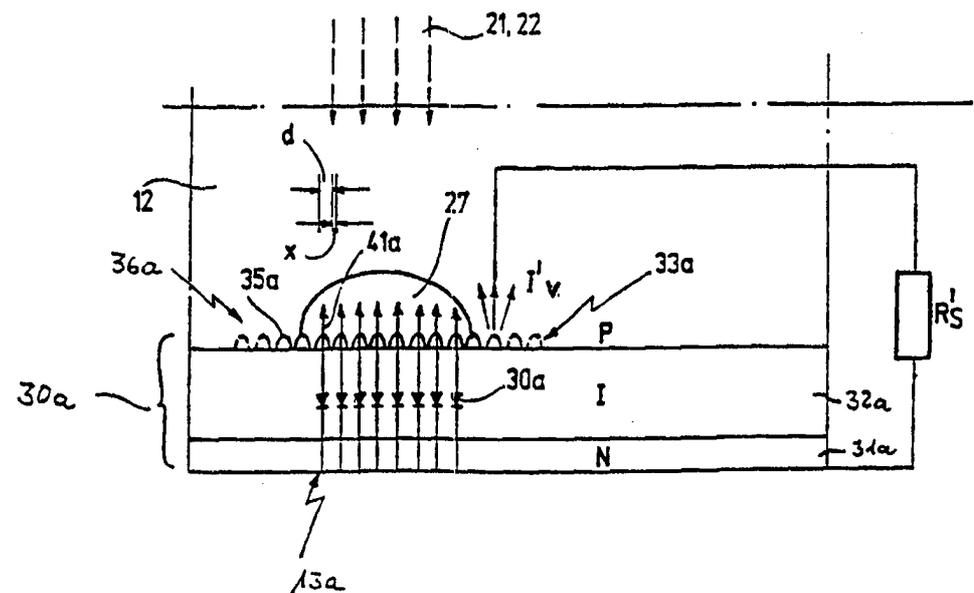
(51) Internationale Patentklassifikation⁶ : A61N 1/05, 1/32, 1/36	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/17344 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. April 1998 (30.04.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/05701 (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Oktober 1997 (16.10.97)	D-72074 Tübingen (DE). WANKA, Harald, N. [DE/DE]; Ina-Seidel-Strasse 14, D-73630 Remshalden (DE). HIRZENBERGER, Anke [DE/DE]; Brandenkopfweg 10, D-71067 Sindelfingen (DE).	
(30) Prioritätsdaten: 196 44 113.7 23. Oktober 1996 (23.10.96) DE 197 05 987.2 17. Februar 1997 (17.02.97) DE	(74) Anwälte: WITTE, Alexander usw.; Rotebühlstrasse 121, D-70178 Stuttgart (DE).	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): EBERHARD-KARLS-UNIVERSITÄT TÜBINGEN UNIVERSITÄTSKLINIKUM [DE/DE]; Geissweg 3, D-72076 Tübingen (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NISCH, Wilfried [DE/DE]; Bismarckstrasse 20, D-72072 Tübingen (DE). STELZLE, Martin [DE/DE]; Adolf-Damaschke-Strasse 47, D-72770 Reutlingen (DE). WEISS, Stefan [DE/DE]; Riedkelterweg 4, D-72070 Tübingen (DE). ZRENNER, Eberhard [DE/DE]; Jasminweg 23, D-72076 Tübingen (DE). GÜNTHER, Elke [DE/DE]; Steinenbergstrasse 34, D-74762 Reutlingen (DE). STETT, Alfred [DE/DE]; Kniebisstrasse 40, D-72768 Reutlingen (DE). GRAF, Heinz, Gerhard [DE/DE]; Im Dobel 10, D-71106 Magstadt (DE). GRAF, Michael [DE/DE]; Christofstrasse 42, D-71332 Waiblingen (DE). SCHUBERT, Markus, B. [DE/DE]; Gertrud-Bäumer-Strasse 40,	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: OPTICALLY CONTROLLABLE MICROELECTRODE ARRANGEMENT FOR STIMULATING CELLS, IN PARTICULAR A RETINA IMPLANT

(54) Bezeichnung: OPTISCH ANSTEUERBARE MIKROELEKTRODENANORDNUNG ZUM STIMULIEREN VON ZELLEN, INSBESONDERE RETINA-IMPLANTAT

(57) Abstract

The invention concerns an optically controllable microelectrode arrangement for stimulating cells (27), in particular a retina implant. This arrangement comprises a surface (28) abutting a tissue, for example a retina (12), containing the cells (27). The surface (28) is provided with electrodes (35a) for stimulating tissue cells (27). The electrodes (35a) are controlled by light (21, 22) impinging on the tissue such that the electrode (35a) exerts an electrical stimulus (41) on the cell (27). The surface (d) of the electrode (35a) used for contact with a cell (27) is substantially smaller than the surface (B) of the cell (27) used for contact with the electrode (35a).



(57) Zusammenfassung

Eine optisch ansteuerbare Mikroelektrodenanordnung zum Stimulieren von Zellen (27), insbesondere ein Retina-Implantat, weist eine an einem die Zellen (27) enthaltenden Gewebe, z.B. an einer Netzhaut (12) anliegende Oberfläche (28) auf. Die Oberfläche (28) ist mit Elektroden (35a) zum Stimulieren von Zellen (27) des Gewebes versehen. Die Elektroden (35a) werden von auf das Gewebe fallendem Licht (21, 22) derart angesteuert, daß ein elektrischer Stimulus (41) von der Elektrode (35a) auf die Zelle (27) ausgeübt wird. Die für einen Kontakt mit einer Zelle (27) in Frage kommende Oberfläche (d) der Elektrode (35a) ist wesentlich kleiner als die für einen Kontakt mit der Elektrode (35a) in Frage kommende Oberfläche (B) der Zelle (27).

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Optisch ansteuerbare Mikroelektrodenanordnung zum
Stimulieren von Zellen, insbesondere Retina-Implantat

Die Erfindung betrifft eine optisch ansteuerbare Mikroelektrodenanordnung zum Stimulieren von Zellen, insbesondere ein Retina-Implantat mit einer an einem die Zellen enthaltenden Gewebe, z.B. einer Netzhaut, anliegenden Oberfläche, wobei die Oberfläche mit Elektroden zum Stimulieren von Zellen der Gewebes versehen ist und die Elektroden von auf das Gewebe fallendem, sichtbarem Licht derart angesteuert werden, daß ein elektrischer Stimulus von der Elektrode auf die Zelle ausgeübt wird.

Eine Anordnung, nämlich ein Retina-Implantat der vorstehend genannten Art ist aus der EP-A2-0 460 320 bekannt.

Das bekannte Implantat ist ein subretinales Implantat, das demzufolge in untere Schichten der Netzhaut implantiert werden soll. Das bekannte Implantat besteht im wesentlichen aus einem Silizium-Chip, der durch eine große Anzahl von dicht gepackten Mikro-Photodioden gebildet wird. Die photoaktive Oberfläche der Photodioden ist gegen das durch das Auge auftreffende Licht gerichtet. Die Photodioden erzeugen einen amplitudenmodulierten Strom, der die auf der Oberfläche des Implantats aufliegende Zellschicht der Netzhaut stimuliert. Auf diese Weise soll es möglich sein, Patienten, die an unterschiedlichen Formen von Netzhautdegenerationen leiden, wieder ein Sehen oder ein besseres Sehen zu ermöglichen.

In der prioritätsälteren, jedoch nicht-vorveröffentlichten Patentanmeldung 195 29 371 ist eine Mikroelektroden-Anordnung für allgemeine Anwendungen beschrieben. Bei dieser Anordnung sollen biologische Zellen in Netzwerken elektrisch stimuliert werden. Hierzu wird eine Vielzahl von Mikroelektroden eingesetzt. Jede Mikroelektrode umfaßt eine Kontaktierelektrode, die mit dem Netzwerk biologischer Zellen in elektrischen Kontakt bringbar ist, ferner eine Anschlußelektrode, die elektrisch leitend mit einem Meßgerät oder dgl. verbindbar ist und schließlich ein lichtempfindliches Element, das zwischen der Kontaktierelektrode und der Anschlußelektrode angeordnet ist. Als bevorzugtes Einsatzgebiet derartiger Anordnungen ist das Gebiet der Retina-Implantate angegeben, die bekannte Anordnung ist jedoch auch z.B. zur Stimulation von elektrogenen Zellen "in vivo" geeignet, z.B. bei Herzschrittmachern, Muskelzellstimulatoren, Blasenstimulatoren, wobei z.B. eine optische Ansteuerung mit Licht, insbesondere Infrarot-Licht, durch die Haut erfolgen kann.

Bei dieser bekannten Anordnung werden die einzelnen Mikroelektroden jeweils optisch angesteuert. Dies kann in der eingangs

erwähnten Weise dazu dienen, um elektrische Stimuli für Bildpunkte an einer Netzhaut zu erzeugen.

In diesem Zusammenhang ist es gleichgültig, ob das Implantat ein subretinales Implantat ist, das an der Unterseite der Netzhaut implantiert wird oder aber ein epiretinales Implantat, das von der Vorderseite her auf die Netzhaut aufgesetzt wird.

Bei den bekannten Anordnungen werden die Elektroden zwar als "Mikroelektroden" ausgebildet, die erreichbaren Abmessungen der Mikroelektroden sind jedoch durch die jeweils eingesetzten Verfahren begrenzt.

So werden bei den bekannten Anordnungen Mikroelektroden eingesetzt, deren Durchmesser z.B. in der Größenordnung von 10 μm liegt. Sie liegen daher mit ihrer für eine Kontaktgabe an einer Zelle zur Verfügung stehenden Oberfläche in derselben Größenordnung wie die Größenabmessung der Zelle selbst.

Bei einer solchen Konfiguration ist es jedoch in der Regel so, daß die Zelle nicht zentrisch auf der jeweiligen Elektrode sitzt und diese praktisch vollständig abdeckt. Vielmehr ist es regelmäßig so, daß die Zelle nur mit einem Teil ihrer für eine Kontaktgabe zur Verfügung stehenden Oberfläche die entsprechende Kontaktfläche der Mikroelektrode überlappt. Dann kommt es jedoch zu Verlusten, weil der "frei" liegende Oberflächenanteil der Mikroelektrode einen Strom in den Elektrolyten der Netzhaut abgibt, der jedoch keinen Stimulus auslöst, sondern vielmehr die Mikroelektrode kurzschließt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Implantat der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß die zur Verfügung stehende Energie für die Stimuli soweit wie irgend möglich an die Zellen der Netzhaut weitergegeben wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die für einen Kontakt mit einer Zelle in Frage kommende Oberfläche der Elektrode wesentlich kleiner ist als die für einen Kontakt mit der Elektrode in Frage kommende Oberfläche der Zelle.

Die zugrundeliegende Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Wenn nämlich, vereinfacht ausgedrückt, die Mikroelektrode wesentlich kleiner ist als die Zelle, ist die Wahrscheinlichkeit eher gering, daß die Mikroelektrode von der Zelle nur teilweise abgedeckt wird. Vielmehr wird es in der Regel so sein, daß mehrere kleine Mikroelektroden von der großen Zelle vollständig überdeckt werden. Dann können diese Elektroden ihren Stimulus nur in vollem Umfange an die Zelle, nicht jedoch an den umgebenden Elektrolyten abgeben.

Bei der bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Implantats ist das Verhältnis der Oberflächen von Zelle und Elektrode mindestens 5 : 1, vorzugsweise mehr als 10 : 1.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß bei praktisch realisierbaren Abmessungen von Elektroden der vorstehend geschilderte Effekt bestmöglich erzielt wird.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Elektroden in dichtestmöglicher Anordnung nebeneinander, jedoch elektrisch voneinander isoliert, auf der Oberfläche angeordnet.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die Zellen vollflächig mit Elektroden in Kontakt geraten können. Wenn die Elektroden elektrisch voneinander isoliert sind, hat die von den Elektroden gebildete "Schicht" auf der Oberfläche des Implantats eine gegen Null gehende Querleitfähigkeit.

Bei Ausführungsformen der Erfindung können die Elektroden in an sich bekannter Weise durch Lithographie auf einem Substrat ausgebildet sein.

Bei besonders kleinen Abmessungen der Elektroden kommen jedoch andere Verfahren in Betracht. Insbesondere ist bevorzugt, die Elektroden durch lokale Kristallisation in einer Substratschicht auszubilden. Die Elektroden werden dann z.B. durch Keime der Kristalle gebildet, die sich selbst auf der Oberfläche organisieren.

Ebenso können in sehr dünnen amorphen Schichten (z.B. aus hydrogenisiertem Silizium ($a\text{-Si:H}$)) durch kombinierte Anwendung von metallinduzierter Kristallisation und selektiven Ätzverfahren verschiedene Konfigurationen solcher Elektroden hergestellt werden.

Wenn die Substratschicht selbst z.B. eine P-Schicht ist und die Querleitfähigkeit sehr gering eingestellt werden kann, kann die von den Elektroden gebildete Schicht selbst als Teil eines Halbleiterschalters oder einer Mikrophotodiode verwendet werden.

Besonders bevorzugt ist, wenn die Elektroden Teil eines licht-gesteuerten Schalters sind, mit dem eine Spannung als lokaler Stimulus an eine Zelle anlegbar ist.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß der Stimulierungsvorgang selbst ausschließlich durch ein optisches Signal ausgelöst werden kann. Dies hat bei Retina-Implantaten besondere Bedeutung, weil das auf die Netzhaut auftreffende Bild helle und dunkle Bereiche umfaßt, mit der Folge, daß an den hellen Stellen durchgeschaltet und stimuliert wird, während an den dunklen Stellen eine Stimulation unterbleibt und die entsprechenden Schalter geschlossen bleiben.

Wie bereits angedeutet wurde, ist bevorzugt, wenn die Schalter durch eine Mehrzahl von Substratschichten und die Elektroden gebildet werden.

Dann ergibt sich der Vorteil, daß die Gesamtanordnung sehr kompakt und dünn ausgebildet werden kann, wenn die von den Elektroden gebildete Schicht selbst eine Schicht des Halbleiterschalters oder der Mikrophotodiode ist.

Wie bereits weiter oben erwähnt wurde, sind Implantate der hier interessierenden Art sowohl als subretinale Implantate als auch als epiretinale Implantate einsetzbar. Im letztgenannten Fall muß lediglich sichergestellt werden, daß das Implantat selbst für sichtbares Licht im wesentlichen durchlässig ist.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils

angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen äußerst schematisierten Querschnitt durch ein Auge, dessen Netzhaut mit einem erfindungsgemäßen Implantat versehen ist;
- Fig. 2 in stark vergrößertem Maßstab einen seitlichen Schnitt durch einen Teil eines Implantats in subretinaler Anordnung; und
- Fig. 3 eine Darstellung, ähnlich Fig. 2, jedoch für ein Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In Fig. 1 bezeichnet 10 insgesamt ein Auge, bspw. ein menschliches Auge. Im Auge 10 sind schematisch eine Linse 11 sowie eine Netzhaut 12 angedeutet.

Bei 13 ist ein subretinales Implantat zu erkennen, das sich in unteren Schichten der Netzhaut 12 befindet. Strichpunktiert ist bei 14 hingegen ein epiretinales Implantat angedeutet, das auf die Oberfläche der Netzhaut aufgesetzt wird.

Ein Gegenstand 20 wird in der üblichen Weise durch die Linse 11 auf der Netzhaut 12 abgebildet, wie mit Strahlen 21, 22 und einem auf dem Kopf stehenden Bild 23 angedeutet.

Fig. 2 zeigt in wesentlich vergrößertem Maßstab einen Schnitt durch ein Implantat.

Das Implantat 13 ist in der Darstellung gemäß Fig. 2 subretinal implantiert, es befindet sich also in der Darstellung unterhalb der Netzhaut 12.

In der Netzhaut 12 ist mit 27 eine Zelle angedeutet, die auf einer Oberfläche 28 des Implantats 13 aufliegt und dort kontaktiert werden kann.

Das Implantat 13 selbst hat einen Schichtenaufbau mit einer Diode 30, z.B. bestehend aus einer N-Schicht 31, einer darauf angeordneten I-Schicht 32 sowie einer oben angeordneten P-Schicht 33. Die Diode 30 kann aber auch andere Struktur aufweisen, z.B. (von oben nach unten) N-I-P oder sie kann zusätzliche Schichten aufweisen. Ferner sind P-N- oder N-P-Strukturen aus kristallinem Silizium einsetzbar.

Auf der P-Schicht 33, d.h. auf der Oberfläche 28, sind zwei Elektroden 35 angedeutet. Die Elektroden 35 sind Teil von lichtgesteuerten elektronischen Schaltern, die insgesamt mit 36 angedeutet sind. Sie vermitteln den Kontakt zwischen den Zellen 27 und den Mikrophotodioden 30.

Weitere Einzelheiten zum Aufbau und zur Funktion dieser Schalter 36 sind der bereits weiter oben erwähnten, nicht-vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 195 29 371 zu entnehmen, auf deren Offenbarung ausdrücklich verwiesen wird.

Wie man aus Fig. 2 erkennt, haben die Elektroden 35 eine Oberfläche, die mit einem Durchmesser D angedeutet ist.

Dieser Durchmesser D liegt in derselben Größenordnung wie die Breite B der Zelle 27, die in der Praxis in der Größenordnung von $10 \mu\text{m}$ liegt.

Die in Fig. 2 eingezeichnete Zelle 27 überdeckt die Elektrode 35 jedoch nur teilweise, nämlich mit einem Teilbereich b_2 , während der größere Teilbereich b_1 der Oberfläche der Zelle 27 lediglich auf der P-Schicht 33 aufliegt, also nicht mit dem Kontakt 35 in Verbindung steht.

Wenn nun, wie mit 21, 22 in Fig. 2 angedeutet, sichtbares Licht auf den optisch betätigbaren Schalter unterhalb der rechts eingezeichneten Elektrode 35 fällt, wird zwar ein Stimulus 41 ausgelöst, dieser Stimulus 41 stellt jedoch nur einen Teil der abgegebenen Energie dar. Ein weiterer Anteil des Photostroms, in Fig. 2 mit I_v als Verluststrom angedeutet, fließt demgegenüber aus der frei liegenden Oberfläche der Elektrode 35 über den Elektrolyten zurück in die gemeinsame oder isolierte Referenzfläche des Implantats 13, wie mit einem Widerstand R_s angedeutet.

Um die sich daraus ergebenden Nachteile des Energieverlustes zu vermeiden oder zumindest deutlich zu vermindern, kann die Anordnung, wie in Fig. 3 dargestellt, wie folgt modifiziert werden:

In Fig. 3 sind die Elektroden 35a deutlich kleiner ausgebildet. Der Durchmesser d ist wesentlich kleiner als der Durchmesser D gemäß Fig. 2. Er beträgt z.B. nur ein Fünftel oder ein Zehntel des Durchmessers D . Die Elektroden 35a sind ferner voneinander über einen kleinen Abstand x beabstandet oder durch isolierende Schichten voneinander getrennt, so daß sie elektrisch voneinander isoliert sind. Mit anderen Worten, die durch die Elektroden 35a gebildete Schicht 33a hat eine Querleitfähigkeit, die gegen

Null geht. Ebenso hat die Schicht 32a eine verschwindend kleine Querleitfähigkeit.

Jeder der Elektroden 35a entspricht einem entsprechenden Schalter 36a, wie ebenfalls in Fig. 3 eingezeichnet.

Die kleinen Elektroden 35a können entweder durch herkömmliche, lithographische Verfahren realisiert werden. Bei sehr kleinen Abmessungen kann hingegen bevorzugt sein, die Elektroden 35a selbstorganisierend herzustellen, indem man sie als Kristallkeime einer Substratschicht 33a darstellt. Diese Substratschicht 33a kann eine P-Schicht sein, wie in Fig. 3 ebenfalls angedeutet. Dann kann die in Fig. 2 als vollständige Schicht 33 vorgesehene P-Schicht entfallen.

Wie man aus Fig. 3 deutlich erkennt, wird die gesamte Unterseite der Zelle 27 (abgesehen von den geringfügigen Zwischenräumen zwischen den Elektroden 35a) von den Elektroden 35a kontaktiert. Wenn nun von jeder dieser kleinen Elektroden 35a ein Stimulus 41a ausgeht, so ist die Gesamtstimulierung der Zelle 27 deutlich größer als dies bei der Anordnung gemäß Fig. 2 der Fall ist.

Wenn auch bei der Konfiguration gemäß Fig. 3 sichtbares Licht auf Elektroden 35a fällt, die nicht von einer Zelle 27 abgedeckt werden, so entsteht auch hier ein Verluststrom I_v' . Allerdings führt im Gegensatz zur Situation gemäß Fig. 2 das gesamte Licht, das durch die Zelle 27 fällt, zu Stimuli, so daß die Ausbeute insgesamt deutlich verbessert ist.

Das Implantat 13 bzw. 13a kann subretinal oder epiretinal implantiert werden. Im letztgenannten Fall ist es lediglich erforderlich, die Schichten 30 bis 32 oder 33 für sichtbares Licht im wesentlichen durchlässig auszubilden.

Patentansprüche

1. Optisch ansteuerbare Mikroelektrodenanordnung zum Stimulieren von Zellen (27), mit einer an einem die Zellen (27) enthaltenden Gewebe anliegenden Oberfläche (28), wobei die Oberfläche (28) mit Elektroden (35; 35a) zum Stimulieren von Zellen (27) des Gewebes versehen ist und die Elektroden (35; 35a) von auf das Gewebe fallendem Licht (21, 22) derart angesteuert werden, daß ein elektrischer Stimulus (41) von der Elektrode (35; 35a) auf die Zelle (27) ausgeübt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die für einen Kontakt mit einer Zelle (27) infrage kommende Oberfläche (d) der Elektrode (35a) wesentlich kleiner ist als die für einen Kontakt mit der Elektrode (35a) infrage kommende Oberfläche (B) der Zelle (27).
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Oberflächen (B/d) von Zelle (27) und Elektrode (35a) mindestens 5:1, vorzugsweise mehr als 10:1, ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (35a) in dichtestmöglicher Anordnung nebeneinander, jedoch elektrisch voneinander isoliert, auf der Oberfläche (28) angeordnet sind.
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden durch Lithographie auf einem Substrat ausgebildet sind.

5. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (35a) durch lokale Kristallisation in einer Substratschicht (33a) ausgebildet sind.
6. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (35a) Teil eines Schalters (36a) sind, mit dem eine Spannung als der Stimulus (41) an eine Zelle (27) anlegbar ist.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter (36a) durch eine Mehrzahl von Substratschichten (31a, 32a, 33a) und die Elektroden (35a) gebildet werden.
8. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Retina-Implantat (13; 14) ausgebildet ist.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Retina-Implantat als subretinales Implantat (13) ausgebildet ist.
10. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Retina-Implantat für sichtbares Licht im wesentlichen durchlässig und als epiretinales Implantat (14) ausgebildet ist.

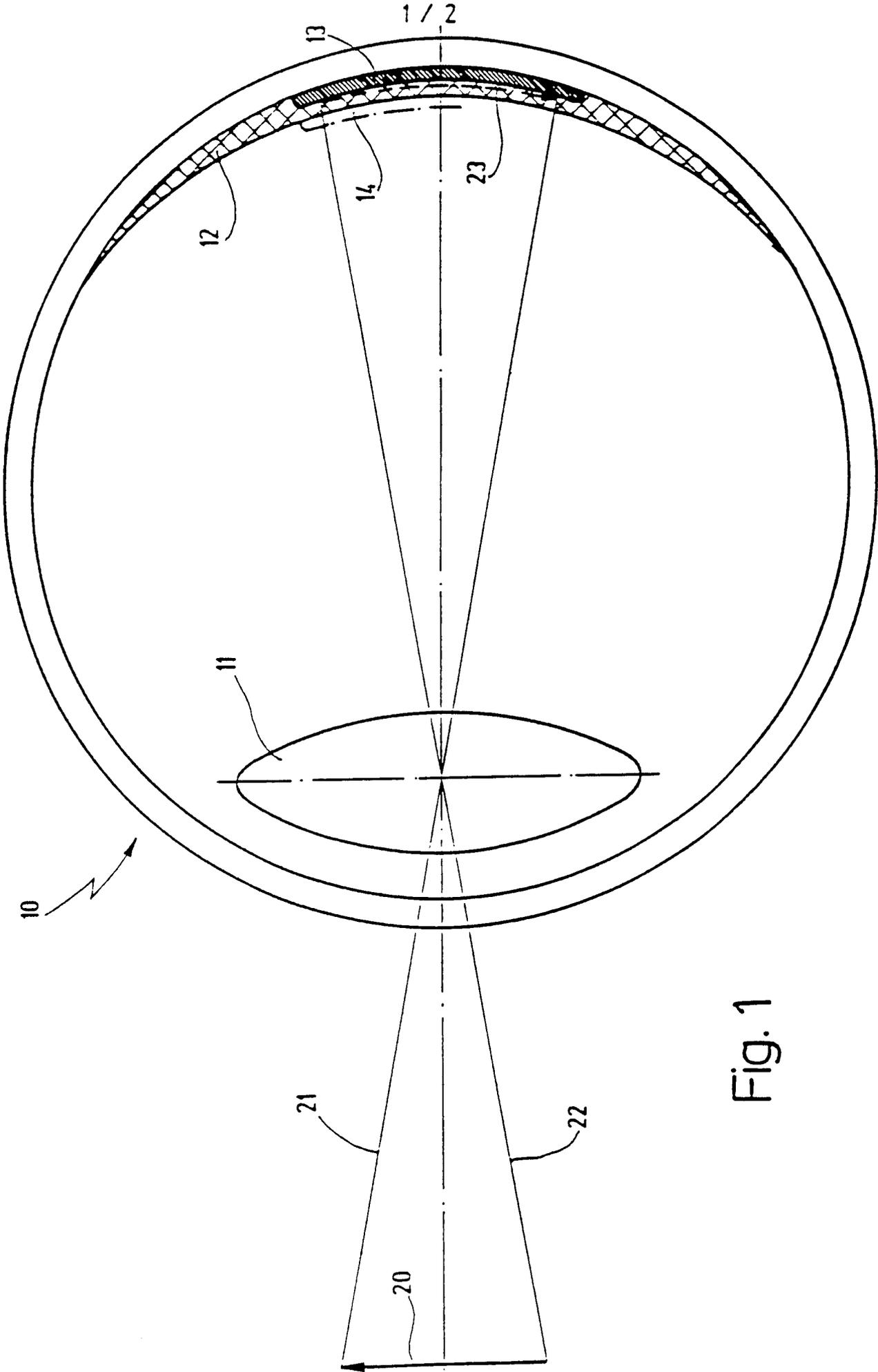


Fig. 1

2 / 2

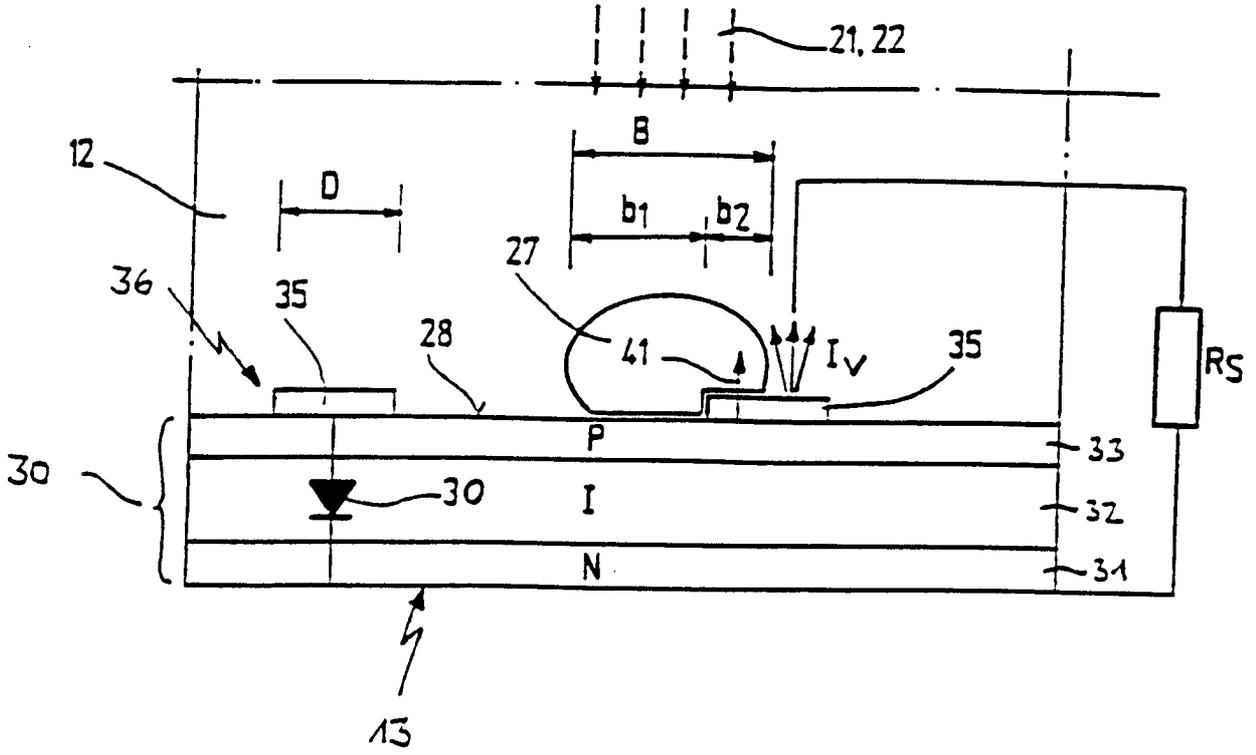


Fig. 2

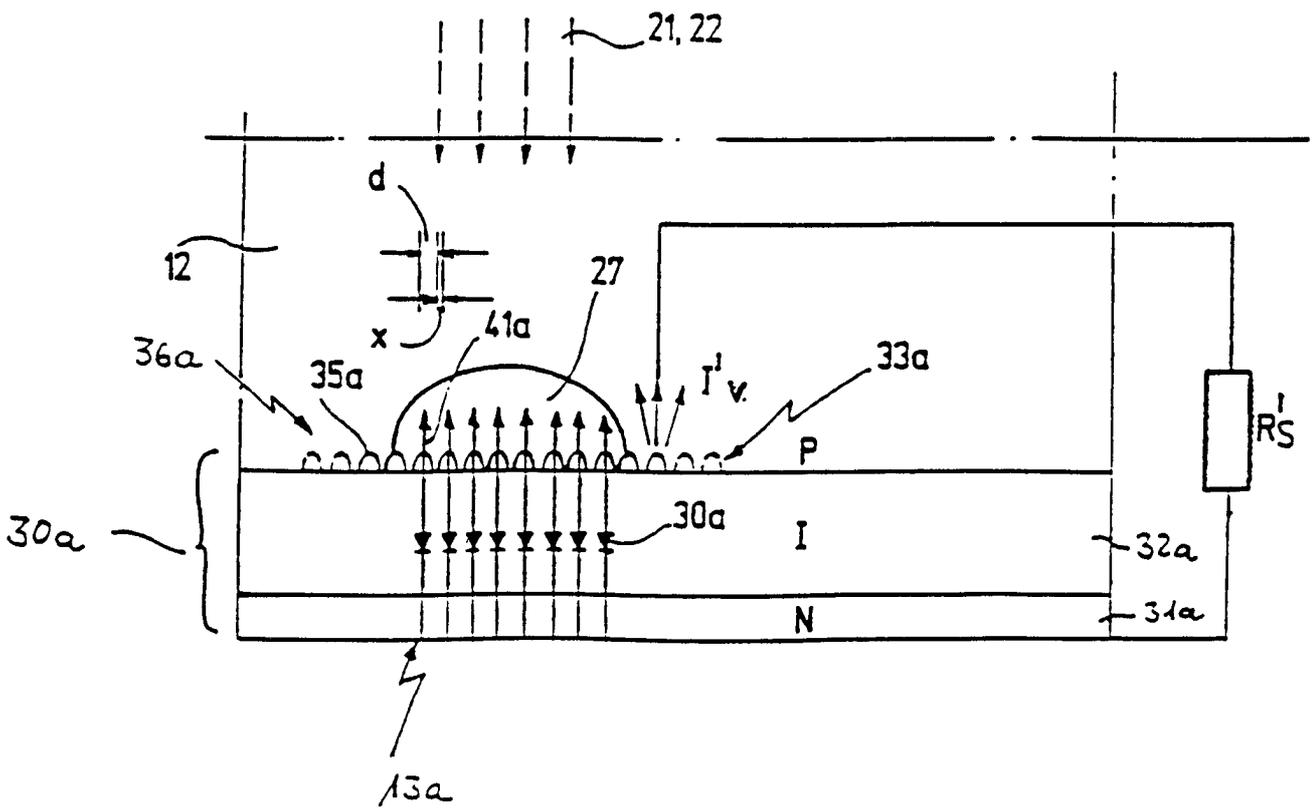


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No
PCT/EP 97/05701

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 A61N1/05 A61N1/32 A61N1/36				
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 A61N A61F				
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.		
A	EP 0 460 320 A (CHOW ALAN Y) 11 December 1991 cited in the application see page 3, column 3, line 55 - page 5, column 7, line 53; figures ---	1-10		
A	WYATT J ET AL: "OCULAR IMPLANTS FOR THE BLIND" IEEE SPECTRUM, vol. 33, no. 5, 1 May 1996, pages 47, 50-53, 68/69, XP000597263 see the whole document ---	1-3,8-10		
A	WO 94 26209 A (CHOW ALAN Y) 24 November 1994 see page 3, line 17 - page 4, line 32; figures --- -/--	1-4,7-10		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.				
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.				
* Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "I" 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 </td> </tr> </table>			"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	"I" 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
"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	"I" 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			
20 March 1998	30/03/1998			
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 Rakotondrajaona, C			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internati. . . Application No
PCT/EP 97/05701

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 5 397 350 A (CHOW ALAN Y ET AL) 14 March 1995 see column 4, line 13 - column 9, line 6; figures -----	1-10
A	DE 44 24 753 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 18 January 1996 see column 2, line 3 - line 64; figures -----	1-4,8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No PCT/EP 97/05701

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0460320 A	11-12-91	US 5016633 A	21-05-91
		US 5024223 A	18-06-91
		CA 2022544 A	09-02-91
		DE 69031908 D	12-02-98
WO 9426209 A	24-11-94	US 5397350 A	14-03-95
		US 5556423 A	17-09-96
		AU 674084 B	05-12-96
		AU 6820594 A	12-12-94
		CA 2162026 A	24-11-94
		EP 0696907 A	21-02-96
		JP 8511697 T	10-12-96
US 5397350 A	14-03-95	AU 674084 B	05-12-96
		AU 6820594 A	12-12-94
		CA 2162026 A	24-11-94
		EP 0696907 A	21-02-96
		JP 8511697 T	10-12-96
		WO 9426209 A	24-11-94
		US 5556423 A	17-09-96
DE 4424753 A	18-01-96	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/05701

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 A61N1/05 A61N1/32 A61N1/36

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 A61N A61F

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.
A	EP 0 460 320 A (CHOW ALAN Y) 11. Dezember 1991 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 3, Spalte 3, Zeile 55 - Seite 5, Spalte 7, Zeile 53; Abbildungen ---	1-10
A	WYATT J ET AL: "OCULAR IMPLANTS FOR THE BLIND" IEEE SPECTRUM, Bd. 33, Nr. 5, 1. Mai 1996, Seiten 47, 50-53, 68/69, XP000597263 siehe das ganze Dokument ---	1-3, 8-10
A	WO 94 26209 A (CHOW ALAN Y) 24. November 1994 siehe Seite 3, Zeile 17 - Seite 4, Zeile 32; Abbildungen ---	1-4, 7-10
	-/--	

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. März 1998	30/03/1998

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 Rakotondrajaona, C
--	---

1

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 397 350 A (CHOW ALAN Y ET AL) 14.März 1995 siehe Spalte 4, Zeile 13 - Spalte 9, Zeile 6; Abbildungen ---	1-10
A	DE 44 24 753 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 18.Januar 1996 siehe Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 64; Abbildungen -----	1-4,8-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat es Aktenzeichen

PCT/EP 97/05701

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0460320 A	11-12-91	US 5016633 A	21-05-91
		US 5024223 A	18-06-91
		CA 2022544 A	09-02-91
		DE 69031908 D	12-02-98
WO 9426209 A	24-11-94	US 5397350 A	14-03-95
		US 5556423 A	17-09-96
		AU 674084 B	05-12-96
		AU 6820594 A	12-12-94
		CA 2162026 A	24-11-94
		EP 0696907 A	21-02-96
		JP 8511697 T	10-12-96
US 5397350 A	14-03-95	AU 674084 B	05-12-96
		AU 6820594 A	12-12-94
		CA 2162026 A	24-11-94
		EP 0696907 A	21-02-96
		JP 8511697 T	10-12-96
		WO 9426209 A	24-11-94
		US 5556423 A	17-09-96
DE 4424753 A	18-01-96	KEINE	