



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G02B 6/12</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/22839</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. Dezember 1992 (23.12.92)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE92/00402</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 15. Mai 1992 (15.05.92)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 41 20 198.1 19. Juni 1991 (19.06.91) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-7000 Stuttgart 30 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : KRAGL, Hans [DE/DE]; Stettiner Straße 46, D-6105 Ober-Ramstadt (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p>		<p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(54) Title: INTEGRATED OPTICAL CIRCUIT</p> <p>(54) Bezeichnung: INTEGRIERT OPTISCHE SCHALTUNG</p>		
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to an integrated optical circuit with waveguides located on the surface of a substrate. Incorporated between the substrate and the waveguide cores are a high-conductivity layer and a layer of refractive index lower than that of the waveguide. The circuit proposed provides efficient coupling of electro-optical components in the substrate with the waveguides and can be manufactured by existing processes.</p>		
<p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Bei einer integriert optischen Schaltung mit auf ein Substrat aufgebrachtten Wellenleitern sind zwischen dem Substrat und den Wellenleiterkernen eine Schicht hoher Leitfähigkeit und eine Schicht mit niedrigerem Brechungsindex als die Wellenleiter aufgebracht. Die erfindungsgemäße Schaltung erlaubt eine günstige Ankopplung von im Substrat angeordneten opto-elektrischen Bauelementen an die Wellenleiter und ist mit eingeführten Verfahren herstellbar.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	FI	Finnland	MN	Mongolei
AU	Australien	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GA	Gabon	MW	Malawi
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BR	Brasilien	IE	Irland	RU	Russische Föderation
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE*	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
ES	Spanien	ML	Mali		

Integriert optische Schaltung

Die Erfindung geht aus von einer integriert optischen Schaltung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Integriert optische Schaltungen bestehen aus einem Trägermaterial (Substrat), auf das optische Strukturen aufgebracht bzw. in das optische Strukturen eingefügt sind. Von entscheidender Bedeutung ist dabei insbesondere die Möglichkeit, optische Wellenleiter mit niedriger Dämpfung herstellen zu können. Ausgehend von der Grundstruktur der Wellenleiter, können verschiedenartige Baugruppen, wie beispielsweise Koppler, Interferometer, Frequenzfilter und andere, realisiert werden.

Zur Realisierung von Wellenleitern, welche elektro-magnetische Wellen führen können, ist eine Ausbreitung des Feldes auf eine jeweils durch den Wellenleiter vorgegebene Richtung zu beschränken. Dazu ist eine "Isolierung" des zu führenden Feldes von der äußeren Umgebung erforderlich.

In der optischen Nachrichtentechnik werden in erster Linie Mittel der dielektrischen Isolation angewandt. Im sogenannten Kernbereich eines Wellenleiters befindet sich ein Material, welches einen höheren Brechungsindex hat als das den Kern umgebende Material, der sogenannte Mantelbereich. Dadurch fällt das geführte elektro-magnetische Feld in Richtung zum Mantel ohne Energiedissipation im wesentlichen exponentiell ab, so daß an der Mantelgrenze eine so geringe Feldstärke vorliegt, daß die dort auftretende Felddämpfung praktisch ohne Bedeutung ist. Diese Art der Wellenführung wird außer bei Glasfasern häufig in integriert optischen Wellenleitern angewendet.

Im Zusammenhang mit integriert optischen Wellenleitern ist ferner eine Wellenführung durch Höhenprofile bekannt, bei welcher die Felddausbreitung durch seitliche Verschmälerung der Kernzone eingeschränkt wird. Zur Anwendung bei aktiven optischen Bauelementen ist schließlich zur Wellenführung die Methode der Gewinnführung bekannt, bei welcher im Kernbereich des Wellenleiters ein Gebiet mit im Vergleich zur Umgebung des Mantels höherer Verstärkung erzeugt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Herstellbarkeit von integriert optischen Schaltungen zu verbessern, insbesondere Mittel zur Führung und/oder Beeinflussung des Wellenfeldes anzugeben, die durch Prozeßschritte hergestellt werden können, die auf dem Substrat durchgeführt werden.

Die erfindungsgemäße integriert optische Schaltung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß für das Substrat ein Werkstoff gewählt werden kann, dessen technische Bearbeitung gut beherrscht wird. Da in den zu realisierenden Wellenleiter-Strukturen das optische Feld vom Substrat ferngehalten wird, können gut zu bearbeitende Werkstoffe ohne Rücksicht auf deren optische Eigenschaften ausgewählt werden.

...

Die bei der erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung vorgesehene Schicht mit niedrigerem Brechungsindex kann wegen der geringen Dicke mit bekannten Verfahren aufgebracht werden. Außerdem ist bei der erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung eine Kopplung mit opto-elektrischen Bauelementen im Substrat in vorteilhafter Weise möglich.

Bei den bekannten Technologien zur Herstellung von integriert optischen Schaltungen werden auf dem Substrat optisch transparente Schichten aufgebracht, die je nach beabsichtigter Funktion des Bauelementes strukturiert und bearbeitet werden. Diese Strukturierung wird jedoch in einem Werkstoff ausgeführt, der wegen seiner optischen Eigenschaften, nicht jedoch wegen seiner Bearbeitbarkeit ausgewählt ist. Bei der erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung kann jedoch die Strukturierung weitgehend im Substrat erfolgen, so daß sich eine Strukturierung der darüberliegenden Schichten teilweise erübrigt. Eine Strukturierung der optischen Schicht ist bei der erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung jedoch nicht ausgeschlossen.

Bei Weiterbildungen der Erfindung ist vorgesehen, daß Durchbrüche in der Schicht hoher Leitfähigkeit vorgesehen sind, die zur optischen Kopplung mit im Substrat angeordneten opto-elektronischen Elementen dienen, und/oder daß Durchbrüche in der Schicht hoher Leitfähigkeit zur Beeinflussung der Wellenführung vorgesehen sind.

Diese Weiterbildungen sind selbst dann vorteilhaft, wenn die Strukturierung bezüglich der Wellenleiter an sich im Bereich der Wellenleiter und nicht im Substrat erfolgt.

...

Durch die in weiteren Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Erfindung möglich.

Für das Substrat eignet sich ein Werkstoff aus der Materialgruppe der IV-Halbleiter (Germanium, Silizium oder Germanium/Silizium-Legierungen) oder der III/V-Halbleiter (GaAs/AlGaAs, InP/InGaAsP). Grundsätzlich sind jedoch für das Substrat einer erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung auch andere Werkstoffe verwendbar.

Als Werkstoffe für die Schicht hoher Leitfähigkeit kommen Aluminium, Gold, Silber, Kupfer, jedoch auch Silizide und Titanitrit in Frage. Zur Verbesserung der Haftung zwischen der Leitschicht und der optisch transparenten Schicht kann nach dem Aufbringen der metallischen Leitschicht eine Haftschrift, beispielsweise aus PSG $[(\text{SiO}_2)_x(\text{P}_2\text{O}_5)_y]$, aufgebracht werden. Dieses ist ein in der Halbleiter-Technologie an sich bekannter Prozeß. PSG ist optisch transparent und ermöglicht das anschließende Aufbringen von Glasschichten.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel mit einem nicht strukturierten Substrat,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel mit einer V-Nutätzung des Substrats (Querschnitt senkrecht zur Wellenleiterachse),

Fig. 3 einen Schnitt durch einen Wellenleiter in Ausbreitungsrichtung, der eine Bragg-Struktur bildet,

...

Fig. 4 einen Schnitt durch einen Wellenleiter in Ausbreitungsrichtung, bei welchem eine Bragg-Struktur durch Unterbrechungen der Schicht hoher Leitfähigkeit realisiert ist,

Fig. 5 eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels, das einen Bragg-Reflektor darstellt,

Fig. 6 einen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel und

Fig. 7 verschiedene Feldverläufe zur weiteren Erläuterung der Erfindung.

Gleiche Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Schicht hoher Leitfähigkeit wird im folgenden auch als Leitschicht, die Schicht mit niedrigerem Brechungsindex auch als dielektrische Zwischenschicht bezeichnet.

Bei der in Fig. 1 skizzierten integriert optischen Schaltung ist auf dem Substrat 1 eine Leitschicht 2 und eine 1 μm dicke Schicht 3 aus SiO_2 aufgebracht. Darauf befindet sich der Wellenleiterkern 4 aus SiO_2 , z. B. mit Phosphor, dessen Brechungsindex höher als der Brechungsindex der Schicht 3 aus SiO_2 ist. Dadurch, daß der Brechungsindex des Wellenleiterkerns 4 auch höher als der Brechungsindex des umgebenden Mediums (Luft) ist, wird seitlich und nach oben eine Wellenführung ermöglicht. Eine gegebenenfalls aufzubringende Abdeckschicht muß ebenfalls einen geringeren Brechungsindex als der Wellenleiterkern 4 aufweisen.

Eine einfache Möglichkeit zur Herstellung von Wellenleitern mit Leitfähigkeitsisolation besteht in einer V-Nutätzung auf dem Substrat, was schematisch in Fig. 2 dargestellt ist.

...

Nach der Strukturierung des Substrats 5 (z. B. mit einer Bragg-Struktur) wird die Leitschicht 6 aufgebracht, die derart dünn ist, daß die Oberfläche der Leitschicht 6 die Struktur ebenfalls aufweist. Danach werden eine Schicht 7 mit niedrigerem Brechungsindex und eine Deckschicht 8 aufgebracht, welche die Wellenleiter darstellt.

Bei der erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung können Bragg-Strukturen durch eine geeignete Strukturierung der Leitschicht erzeugt werden. So kann beispielsweise das Substrat mit der Bragg-Struktur versehen und anschließend die leitfähige Schicht aufgebracht werden. Ein Beispiel dafür ist in Fig. 3 dargestellt. Auf dem entsprechend strukturierten Substrat 9 sind übereinander eine Leitschicht 10, eine Schicht 11 mit niedrigerem Brechungsindex und eine Deckschicht 12, die als Wellenleiter dient, aufgebracht.

Werden beim Strukturieren der Leitschicht Löcher bzw. Langlöcher in der Leitschicht erzeugt, entsteht eine Wellenleiterstruktur, deren Schnitt in Ausbreitungsrichtung beispielhaft in Fig. 4 dargestellt ist. Periodische Unterbrechungen in der leitfähigen Schicht 14 führen zu periodischen Veränderungen des effektiven Brechungsindex innerhalb des Wellenleitergebiets 15. Die dielektrische Zwischenschicht ist mit 13 bezeichnet.

Auf dem Substrat können pn-Übergänge hergestellt werden. Wird die zugehörige Diode vom Sperr- in den Durchlaßbereich geschaltet, findet eine Ladungsträgerinjektion statt, deren Folge eine Veränderung des Brechungsindexes ist. Ist die Leitschicht gegenüber dem Substrat durch eine dünne Isolationsschicht elektrisch isoliert, kann durch Anlegen einer elektrischen Spannung an die Leitschicht ein ähnlicher, den Brechungsindex verändernder Effekt erzielt werden. Durch Influenz wird dabei die Ladungsträgerdichte beeinflusst. Mit Hilfe von Durchbrüchen in der Leitschicht

...

können dadurch das Feld und damit die optischen Übertragungseigenschaften des Wellenleiters beeinflußt werden.

Eine Anwendung dieses Effektes ist in Fig. 5 dargestellt, bei welchem auf einem Substrat 16 eine Leitschicht 17 aufgebracht ist. Die darüberliegende dielektrische Zwischenschicht sowie der Wellenleiter sind in Fig. 5 nicht sichtbar. In ähnlicher Weise wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 sind zwei Bragg-Gitter 18, 19 angeordnet, zwischen denen sich in Ausbreitungsrichtung erstreckende Durchbrüche 20 in der Leitschicht 17 vorgesehen sind. Mit einer veränderbaren Spannung an der Leitschicht 17 gegenüber einer in Fig. 5 nicht dargestellten Gegenelektrode kann der Brechungsindex des Substrats 17 verändert werden. Damit kann das Verhalten des in Fig. 5 dargestellten Wellenfilters gesteuert werden.

Eine weitere Möglichkeit der Steuerung der Übertragungseigenschaften besteht darin, daß der Wellenleiter aus einem Werkstoff mit von der elektrischen Feldstärke abhängigem Brechungsindex besteht. Dieses ist beispielsweise bei Polymeren der Fall. Dabei kann gemäß Fig. 6 die Leitschicht 10 als eine Elektrode verwendet werden, während eine oberhalb des Wellenleiters 12' angeordnete Leitschicht 23 als Gegenelektrode dient. Dabei ist die Leitschicht 23 ebenfalls durch eine dielektrische Zwischenschicht 24 von dem Wellenleiter 12' getrennt, um eine unverhältnismäßig hohe Dämpfung zu vermeiden.

Im folgenden wird anhand von Fig. 7 schematisch der Feldverlauf bei einer bekannten und bei der erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung erläutert. Dabei sind die Schichtdicken etwa maßstäblich, die Feldstärke jedoch unter Überhöhung von kleinen Werten aufgetragen, um letztere überhaupt darstellen zu können. In

...

allen Fällen wird ein Wellenleiter mit einer Dicke von 5 μm vorausgesetzt.

Bei der in Fig. 7a dargestellten bekannten integriert optischen Schaltung ist zur Wellenführung eine Schicht von beispielsweise 10 μm mit niedrigerem Brechungsindex vorgesehen. In dieser Schicht klingt die Feldstärke allmählich ab. An der von dem Wellenleiter entfernten Oberfläche der Schicht mit niedrigerem Brechungsindex ist die Feldstärke nahezu 0, woraus sich eine geringe Dämpfung im Lichtleiter ergibt. Wie eingangs erwähnt, sind derart dicke Schichten mit den in der Halbleiter-Technologie verwendeten Technologien schwierig herzustellen. Andererseits bereitet eine optische Ankopplung an das Substrat Schwierigkeiten.

Eine Wellenführung mit einer Leitschicht, wie sie beispielsweise in Hohlleitern durchgeführt wird, bedeutet jedoch eine extrem hohe Dämpfung im Wellenleiter, was in Fig. 7b schematisch dargestellt ist. Dabei schließt sich an den Wellenleiter aus SiO_2 eine Metallschicht aus Aluminium (Al) an, in welcher wegen der großen Feldstärke entsprechend hohe Verluste auftreten.

Bei dem in Fig. 7c dargestellten Schichtaufbau der erfindungsgemäßen integriert optischen Schaltung ist eine dielektrische Zwischenschicht aus SiO_2 mit einer Stärke von etwa 1 μm vorgesehen, an welche sich eine dünne Aluminiumschicht Al anschließt. Durch die Wirkung der Zwischenschicht ist die Feldstärke im Aluminium gegenüber Fig. 7b derart stark verringert, daß die Verluste auf Werte beschränkt sind, die bei den in integriert optischen Schaltungen vorkommenden Wellenleiterlängen akzeptiert werden können. Sowohl die Leitschicht aus Metall, die beispielsweise 0,1 μm dick sein kann, als auch die dielektrische Zwischenschicht lassen sich leicht mit

...

bekanntem Verfahren aufbringen.

Zur Ankopplung des Wellenleiters an ein im Substrat befindliches opto-elektrisches Bauelement wird die Leitschicht unterbrochen. Der dann im Substrat entstehende Feldverlauf ist in Fig. 7d angedeutet. Das Feld setzt sich dabei in das Substratmaterial hinein oszillatorisch mit einer verhältnismäßig geringen Dämpfung fort. Dadurch ist eine gute Ankopplung von opto-elektrischen Bauelementen möglich. An dieser Stelle erhöht sich die Dämpfung des Wellenleiters zwangsläufig, wie bei jeder Auskopplung von Energie.

Ansprüche

1. Integriert optische Schaltung mit auf ein Substrat aufgebrachtten Wellenleitern, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Substrat (1, 5, 9, 16) und den Wellenleiterkernen (4, 8, 12, 12', 15) eine Schicht hoher Leitfähigkeit (2, 6, 10, 14, 17) aufgebracht ist.
2. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ferner zwischen der Schicht hoher Leitfähigkeit (2, 6, 10, 14, 17) und den Wellenleiterkernen (4, 8, 12, 12', 15) eine Schicht (3, 7, 11, 13) mit niedrigerem Brechungsindex als die Wellenleiterkerne aufgebracht ist.
3. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (3, 7, 11, 13) mit niedrigerem Brechungsindex eine Stärke von $\leq 2 \mu\text{m}$ aufweist.
4. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Wellenfeld im Wellenleiterkern 8, 12, 15) in lateraler Richtung der Oberfläche des Substrats (1, 5, 9, 16) und/oder vom Substrat weg dielektrisch geführt wird.

...

5. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (2, 6, 10, 14, 17) hoher Leitfähigkeit aus einem metallischen Werkstoff besteht.

6. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (5, 9) mit einer die Schaltung bildenden Struktur versehen ist und daß die Dicke der Schicht (6, 10) hoher Leitfähigkeit kleiner als die Tiefe der Strukturen ist.

7. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) eine ebene Oberfläche aufweist und daß die die Schaltung bildenden Strukturen in der entsprechend dicken Schicht (14) hoher Leitfähigkeit vorgesehen sind.

8. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Durchbrüche in der Schicht hoher Leitfähigkeit vorgesehen sind, die zur optischen Kopplung mit im Substrat angeordneten opto-elektronischen Elementen dienen.

9. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Durchbrüche (20) in der Schicht (17) hoher Leitfähigkeit zur Beeinflussung der Wellenführung vorgesehen sind.

10. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß periodische Durchbrüche in der Schicht (14) hoher Leitfähigkeit einen Bragg-Reflektor bilden.

11. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wellenleiterkern (12') aus einem Werkstoff mit von der elektrischen Feldstärke abhängigem Brechungsindex besteht und daß die Schicht (10) hoher Leitfähigkeit und eine weitere leitende Schicht (23)

...

Elektroden zur Zuführung eines elektrischen Feldes bilden.

12. Integriert optische Schaltung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die weitere leitende Schicht (23) und dem Wellenleiterkern (12') eine weitere Schicht (24) mit niedrigerem Brechungsindex eingefügt ist.

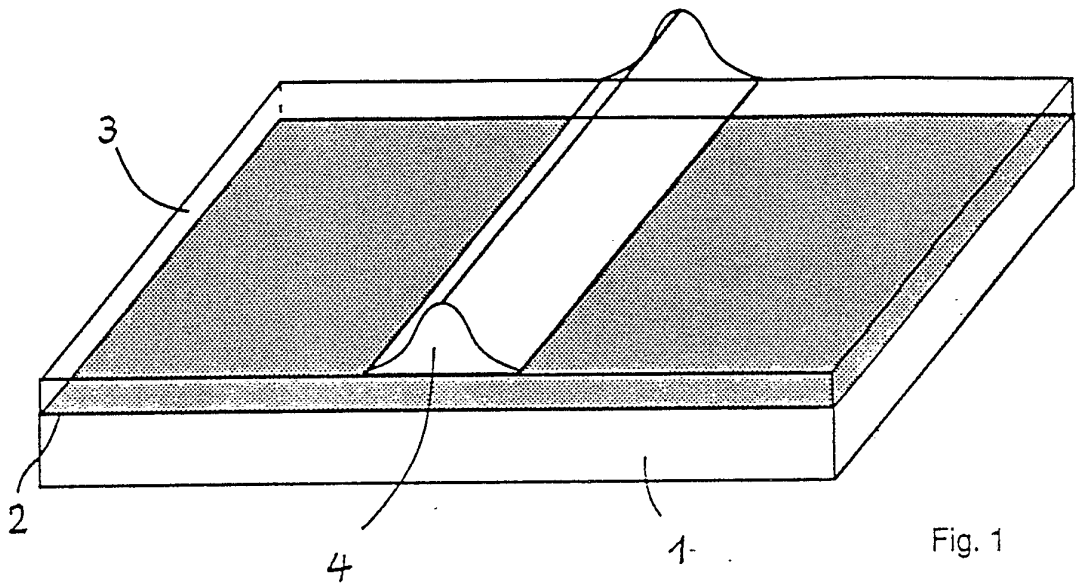


Fig. 1

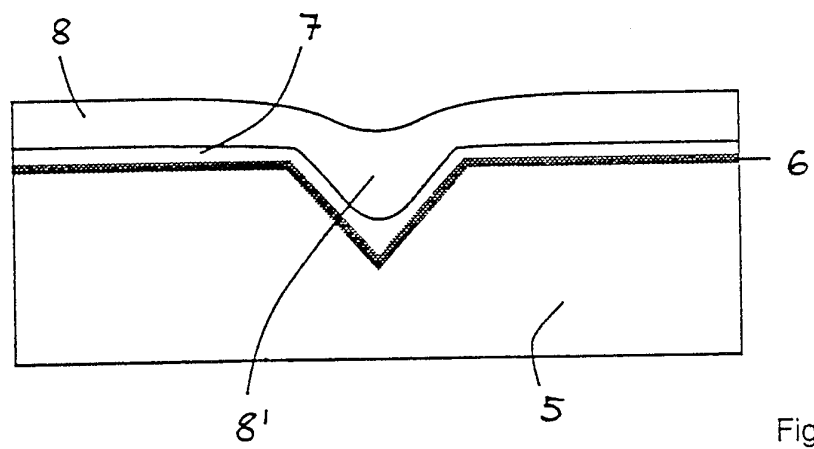


Fig. 2

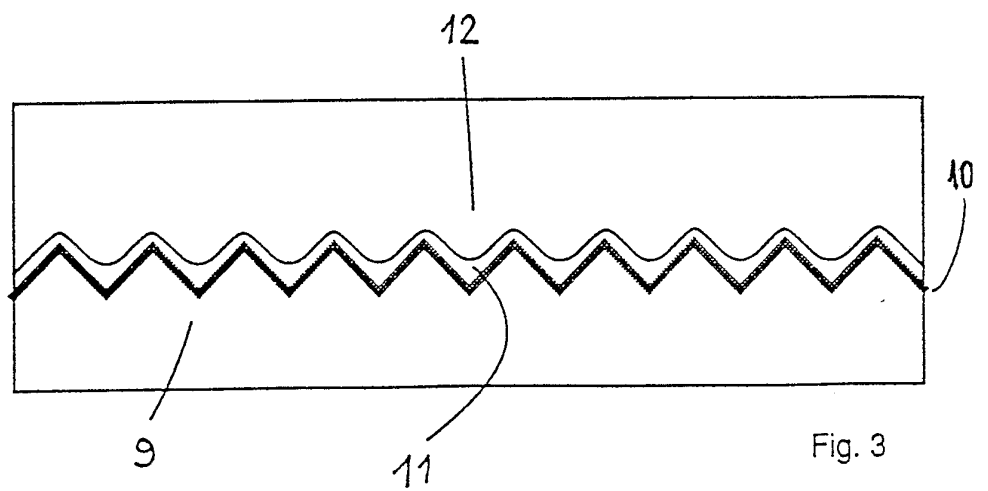
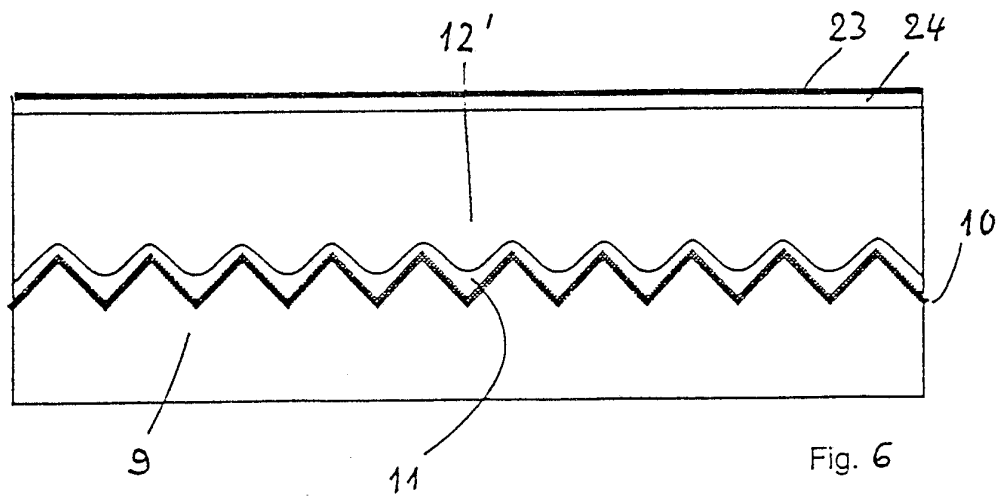
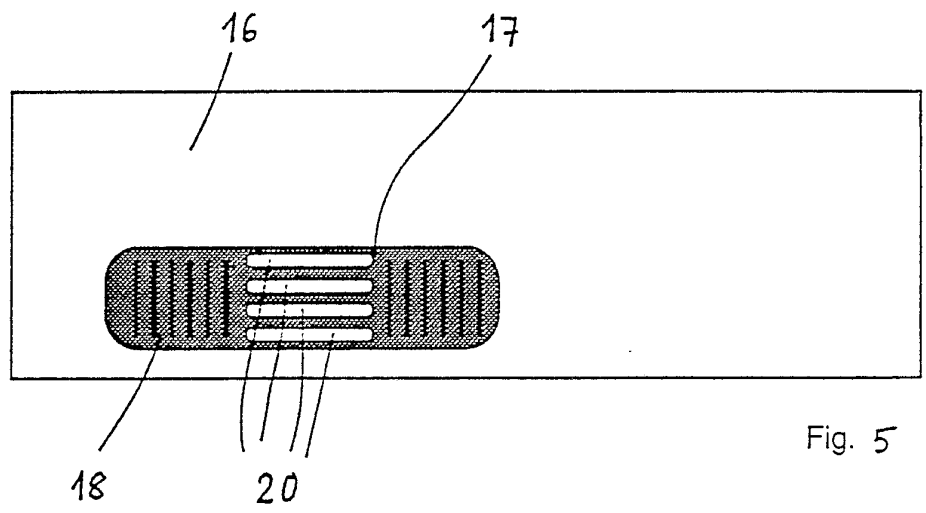
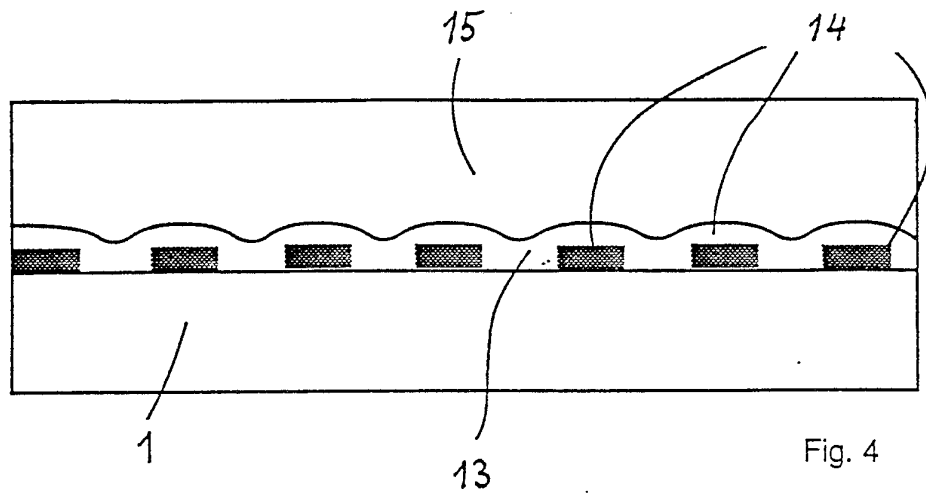


Fig. 3

2/3



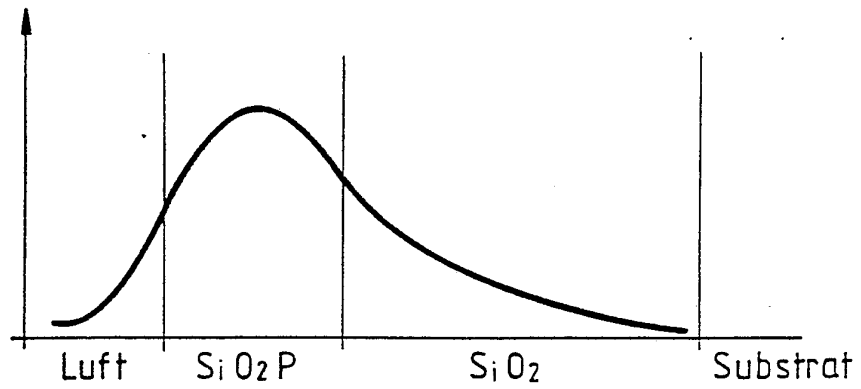


Fig. 7a

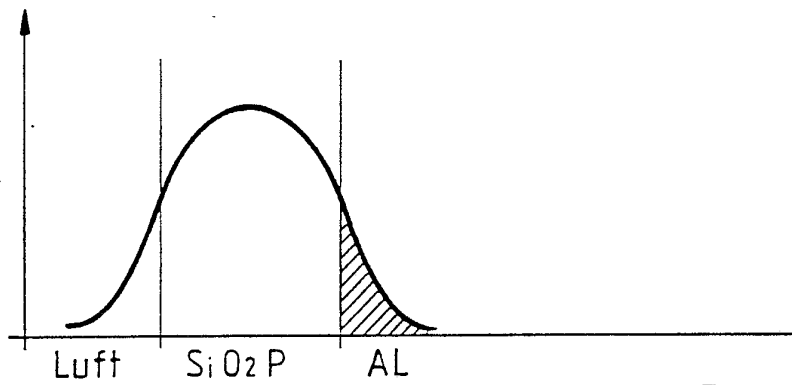


Fig. 7b

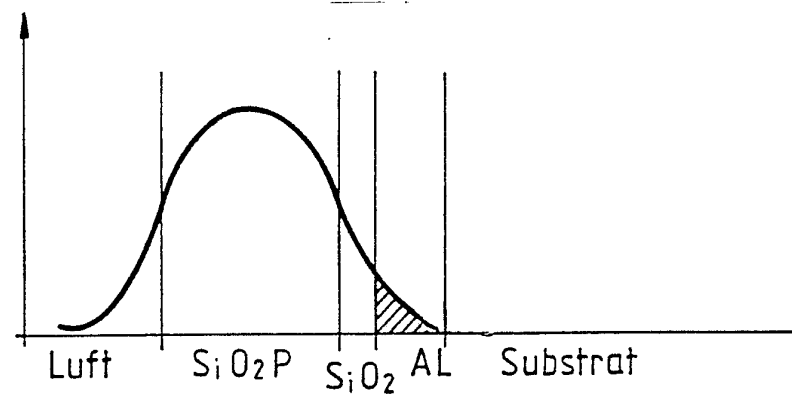


Fig. 7c

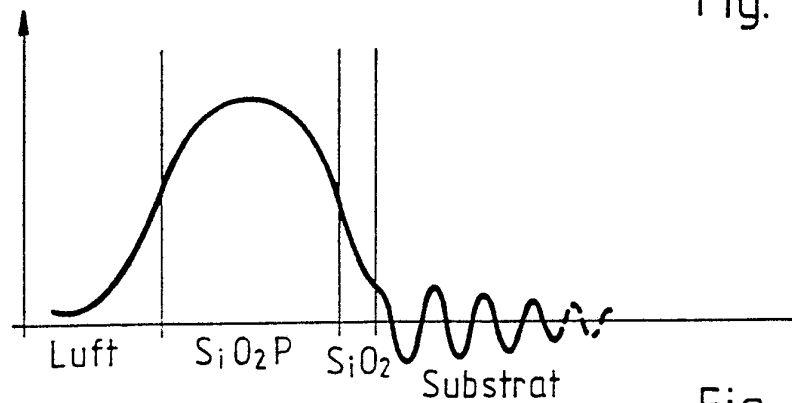


Fig. 7d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE92/00402

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p>Int.Cl.: ⁵ G02B6/12</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>								
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p>Int.Cl.: ⁵ G02B, G02F</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>								
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>GB,A, 2222465 (GEC-MARCONI LIMITED) 7 March 1990 see page 4, line 14 - page 6, line 7, fig. 1,2 -----</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	GB,A, 2222465 (GEC-MARCONI LIMITED) 7 March 1990 see page 4, line 14 - page 6, line 7, fig. 1,2 -----	1-12
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.						
X	GB,A, 2222465 (GEC-MARCONI LIMITED) 7 March 1990 see page 4, line 14 - page 6, line 7, fig. 1,2 -----	1-12						
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>								
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>								
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p>25 June 1992 (25.06.92)</p>		<p>Date of mailing of the international search report</p> <p>04 August 1992 (04.08.92)</p>						
<p>Name and mailing address of the ISA/ EUROPEAN PATENT OFFICE</p> <p>Facsimile No.</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>						

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. PCT/DE 92/00402

SA 59148

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 29/05/92
The European Patent office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A- 2222465	07/03/90	EP-A- 0358414 US-A- 5037168	14/03/90 06/08/91

For more details about this annex : see Official Journal of the European patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 92/00402

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl.5 G 02 B 6/12		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl.5	G 02 B, G 02 F	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	GB, A, 2222465 (GEC-MARCONI LIMITED) 7 März 1990, siehe Seite 4, Zeile 14 - Seite 6, Zeile 7, Figuren 1,2 -- -----	1-12
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHREIBUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
25. Juni 1992	04 AUG 1992	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	M. Westöö	

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.PCT/DE 92/00402**

SA 59148

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 29/05/92
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A- 2222465	07/03/90	EP-A- 0358414 US-A- 5037168	14/03/90 06/08/91

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82