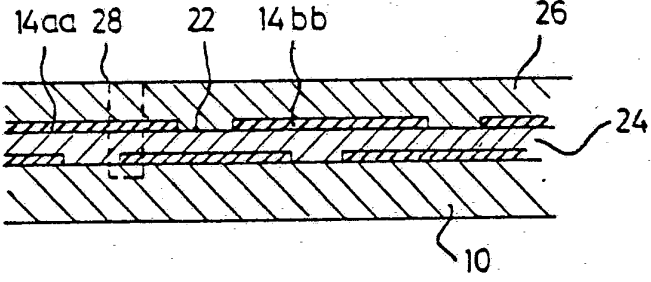


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation⁴ : H01L 21/20, 21/208, 21/82 C30B 19/00</p>	A3	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/ 04854</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. August 1987 (13.08.87)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP87/00064</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Februar 1987 (11.02.87)</p> <p>(31) Prioritätsaktenzeichen: P 36 04 260.9</p> <p>(32) Prioritätsdatum: 11. Februar 1986 (11.02.86)</p> <p>(33) Prioritätsland: DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V. [DE/DE]; Bunsenstrasse 10, D-3400 Göttingen (DE).</p> <p>(72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : BAUSER, Elisabeth [DE/DE]; Bärenseestrasse 8, D-7000 Stuttgart 80 (DE). STRUNK, Horst, Paul [DE/DE]; Bismarckstrasse 78, D-7000 Stuttgart 1 (DE).</p>	<p>(74) Anwälte: SCHÜTZ, Peter usw.; Postfach 860 260, Maria-Theresia-Strasse 22, D-8000 München 86 (DE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p> <p>(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 24. März 1988 (24.03.88)</p>	
<p>(54) Title: LIQUID EPITAXIAL PROCESS FOR PRODUCING THREE-DIMENSIONAL SEMICONDUCTOR STRUCTURES</p>		
<p>(54) Bezeichnung: FLÜSSIGKEITSEPTAXIEVERFAHREN ZUM HERSTELLEN DREIDIMENSIONALER HALBLEITERSTRUKTUREN</p>		
<p>(57) Abstract</p> <p>The process described enables the production of monocrystalline semiconductor layers having a high degree of crystal perfection in a multilayer arrangement on intermediate layers of an insulating material and/or carbone and/or metal, in order to produce three-dimensional semiconductor structures which offer low mechanical stresses and load-bearing densities of between 10^{14} and 10^{21} per cm^3. Very low manufacturing temperatures can be used, for exemple between 300 and 900°C. The seeding for each epitaxial layer is performed in the openings of the intermediate layer where a monocrystalline material is located in a free state. From these openings, the lateral and monocrystalline growth of the intermediate layers takes place. The repeated application of the liquid epitaxial process described allows three-dimensional integration in monocrystalline multilayer structures which are extremely devoid of defects.</p>		
<p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Durch Flüssigkeitsepitaxie werden epitaktische, einkristalline Halbleiterschichten hoher kristalliner Perfektion in Mehrlagenanordnung auf Zwischenschichten aus Isoliermaterial und/oder Kohlenstoff und/oder Metall zur Herstellung dreidimensionaler Halbleiterstrukturen erzeugt, welche geringe mechanische Spannungen, Ladungsträgerdichten zwischen 10^{14} und 10^{21} pro cm^3 aufweisen, wobei mit sehr niedrigen Herstellungstemperaturen, z. B. zwischen 300 und 900°C, gearbeitet werden kann. Die Keimvorgabe für die jeweilige Epitaxieschicht erfolgt in den Öffnungen der Zwischenschicht, wo monokristallines Material frei liegt. Von den Öffnungen aus werden die Zwischenschichten lateral und einkristallin überwachsen. Die wiederholte Anwendung der Flüssigkeitsepitaxie in der beschriebenen Weise erlaubt eine dreidimensionale Integration in einkristallinen, weitestgehend defektfreien Mehrlagenstrukturen.</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	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP87/00064

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁴ H01L 21/20; H01L 21/208; H01L 21/82; C30B 19/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁴	H 01 L , C 30 B	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ¹⁰	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	Journal of the Electrochemical Society, Vol. 129, no. 12, December 1982, (Manchester, New Hampshire, US), B. Jayant Baliga: "Refilling silicon grooves by liquid phase epitaxy", pages 2819-2823 see pages 2820-2822: "Experimental procedure and results", figures 1-10	1
Y	IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 15, no. 3, August 1972, (New York, US) , J.M. Blum et al.: "Integrated light emitting pnpn and npn devices", pages 951-952, see the whole document	1
A		19
A	Journal of the Electrochemical Society, Vol. 133, no. 1, January 1986, (Manchester New Hampshire, US), B. Jayant Baliga: Silicon liquid phase epitaxy", pages 5C-14C see paragraph : "Apparatus and experimen- tal procedure"; page 9C; paragraph :	./..
<p>¹⁰ 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</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>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
9 July 1987 (09.07.87)		22 October 1987 (22.10.87)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
X	"Epitaxial refill"; pages 12C-13C; figures 12-14 -----	1 10,11
A	Applied Physics Letters, vol. 38, no. 5, March 1981, (New York, US) P.C. Chen et al.: "Embedded epitaxial growth of low-threshold GaInAsP/InP injection lasers", pages 301-303, see the whole document -----	1,19
A	US, A, 4028147 (G.SANJIV KAMATH et al.) 7 June 1977, see columns 7,8; figures 4a-4c -----	1,11
A	EP, A, 0143957 (SIEMENS AG) 12 June 1985 -----	
A	Solid State Technology, vol. 27, no. 9 September 1984, (Port Washington, New York, US) L. Jastrzebski: "Silicon CUD for SOI : principles and possible applications", pages 239-243 -----	
A	US, A, 4551394 (R.J. BETSCH et al.) 5 November 1985 -----	
A	Japanese Journal of Applied Physics Vol. 6, no. 7, July 1967, (Tokyo, JP) T.Nakano: "Preparation and properties of GaAs-Si heterojunctions by solution growth method", pages 854-863	

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

V. OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

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

1. Claim numbers....., because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. Claim numbers....., because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. Claim numbers....., because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This international Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

Claims 1, 10, 11, 19	Claim 12	See PCT form
Claims 2, 3, 4	Claims 13, 14, 15	ISA/206 dated 30
Claims 5, 6, 7, 8	Claims 16, 17	July 1987
Claims 9, 10, 11	Claim 18	

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
1, 10, 11, 19.
4. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/EP 87/00064 (SA 16739)

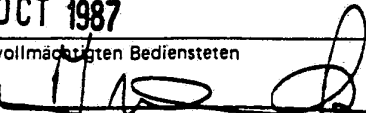
This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 13/10/87

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
US-A- 4028147	07/06/77	US-A- 3994755	30/11/76
		US-A- 4032950	28/06/77
		GB-A- 1494287	07/12/77
EP-A- 0143957	12/06/85	DE-A- 3339272	09/05/85
		JP-A- 60111482	17/06/85
		US-A- 4606780	19/08/86
US-A- 4551394	05/11/85	None	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 87/00064

I. KLASSEFIZKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. ⁴ H 01 L 21/20; H 01 L 21/208; H 01 L 21/82; C 30 B 19/00		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. ⁴	H 01 L C 30 B	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	Journal of the Electrochemical Society, Band 129, Nr. 12, Dezember 1982, (Manchester, New Hampshire, US), B. Jayant Baliga: "Refilling silicon grooves by liquid phase epitaxy", Seiten 2819-2823 siehe Seiten 2820-2822: "Experimental procedure and results", Abbildungen 1-10 --	1
Y	IBM Technical Disclosure Bulletin, Band 15, Nr. 3, August 1972, (New York, US), J.M. Blum et al.: "Integrated light emitting pnpn and npn devices", Seiten 951-952 siehe das ganze Dokument	1
A	--	19
	./.	
<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. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. Juli 1987		22 OCT 1987
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		M. VAN MOL 

ZWEIWECHSELIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	Journal of the Electrochemical Society, Band 133, Nr. 1, Januar 1986, (Manchester, New Hampshire, US), B. Jayant Baliga: "Silicon liquid phase epitaxy", Seiten 5C-14C siehe Abschnitt: "Apparatus and experimental procedure"; Seite 9C; Abschnitt: "Epitaxial refill"; Seiten 12C-13C; Abbildungen 12-14	1
X	--	10,11
A	Applied Physics Letters, Band 38, Nr. 5, März 1981, (New York, US), P.C. Chen et al.: "Embedded epitaxial growth of low-threshold GaInAsP/InP injection lasers", Seiten 301-303 siehe das ganze Dokument	1,19
A	US, A, 4028147 (G. SANJIV KAMATH et al.) 7. Juni 1977 siehe Spalten 7,8; Abbildungen 4a-4c	1,11
A	EP, A, 0143957 (SIEMENS AG) 12. Juni 1985	
A	Solid State Technology, Band 27, Nr. 9, September 1984, (Port Washington, New York, US), L. Jastrzebski: "Silicon CUD for SOI: principles and possible applications", Seiten 239-243	
A	US, A, 4551394 (R.J. BETSCH et al.) 5. November 1985	
A	Japanese Journal of Applied Physics, Band 6, Nr. 7, Juli 1967, (Tokyo, JP), T. Nakano: "Preparation and properties of GaAs-Si heterojunctions by solution growth method", Seiten 854-863	

WEITERE ANGABEN ZU BLATT 2

V. BEMERKUNGEN ZU DEN ANSPRÜCHEN, DIE SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN HABEN¹

Gemäß Artikel 17 Absatz 2 Buchstabe a sind bestimmte Ansprüche aus folgenden Gründen nicht Gegenstand der internationalen Recherche gewesen:

1. Ansprüche Nr., weil sie sich auf Gegenstände beziehen, die zu recherchieren die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr., weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr., weil sie abhängige Ansprüche und nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) PCT abgefaßt sind.

VI. ~~xx~~ BEMERKUNGEN BEI MANGELNDER EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG²

Die Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

Patentansprüche 1,10,11,19	Patentanspruch 12	Siehe PCT Formblatt ISA/206 vom 30. Juli 1987
Patentansprüche 2,3,4	Patentansprüche 13,14,15	
Patentansprüche 5,6,7,8	Patentansprüche 16,17	
Patentansprüche 9,10,11	Patentanspruch 18	

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich der internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche der internationalen Anmeldung.
2. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich der internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche der internationalen Anmeldung, für die Gebühren gezahlt worden sind, nämlich
3. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; sie ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:
1,10,11,19.
4. Da für alle recherchierbaren Ansprüche eine Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Internationale Recherchenbehörde eine solche Gebühr nicht verlangt.

Bemerkung hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- Die Zahlung zusätzlicher Gebühren erfolgte ohne Widerspruch.

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/EP 87/00064 (SA 16739)

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 13/10/87

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4028147	07/06/77	US-A- 3994755	30/11/76
		US-A- 4032950	28/06/77
		GB-A- 1494287	07/12/77
EP-A- 0143957	12/06/85	DE-A- 3339272	09/05/85
		JP-A- 60111482	17/06/85
		US-A- 4606780	19/08/86
US-A- 4551394	05/11/85	Keine	

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