



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

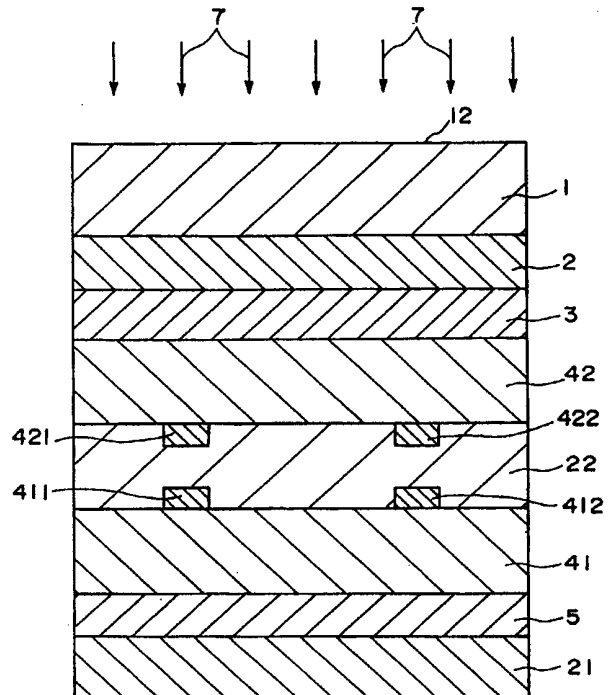
<p>(51) 国際特許分類6 H01L 27/00, 27/301</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/44236</p> <p>(43) 国際公開日 1999年9月2日(02.09.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00819</p> <p>(22) 国際出願日 1999年2月23日(23.02.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/48410 1998年2月27日(27.02.98) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP] 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 井上 聡(INOUE, Satoshi)[JP/JP] 下田達也(SHIMODA, Tatsuya)[JP/JP] 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 鈴木喜三郎, 外(SUZUKI, Kisaburo et al.) 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社 知的財産部内 Nagano, (JP)</p>	<p>(81) 指定国 CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54)Title: METHOD OF MANUFACTURING THREE-DIMENSIONAL DEVICE

(54)発明の名称 3次元デバイスの製造方法

(57) Abstract

A method of manufacturing a three-dimensional device comprises the steps of forming a separator layer (2), an intermediate layer (3) and a first transfer layer (41) on a transparent substrate (1) and similarly forming a separator layer (2), an intermediate layer (3) and a first transfer layer (42) on a transparent substrate (1); attaching a substrate (21) (to be transferred) to an adhesive layer (5) applied to the substrate (1) on the opposite side of the transfer layer (41); irradiating the separator layer (2) with light (7) to cause abrasion within and/or on the surface of the separator layer so that the transfer layer (41) may move from the substrate (1) to the substrate (21); attaching the transfer layer (41) to a conductive adhesive layer (22) applied to the substrate (1) on the opposite side of the transfer layer (42); and similarly irradiating the separator layer (2) with light (7) so that the transfer layer (42) may move from the substrate (1) to the substrate (41).



(57)要約

本発明の3次元デバイスの製造方法は、透光性の基板1上に分離層2、中間層3および第1の被転写層41を形成し、同様に、透光性の基板1上に分離層2、中間層3および第2の被転写層42を形成する工程と、被転写層41の基板1と反対側に接着層5を介して基板(転写側基板)21を接合する工程と、分離層2に照射光7を照射し、アブレーションにより分離層2の層内および/または界面において剥離を生ぜしめ、被転写層41を基板1から離脱させて基板21へ転写する工程と、被転写層42の基板1と反対側に導電性接着層22を介して被転写層41を接合する工程と、前記と同様に分離層2に照射光7を照射し、被転写層42を基板1から離脱させて被転写層41上へ転写する工程とを有する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア 共和国	TM	トルクメニスタン
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	ML	マリ	TR	トルコ
CA	カナダ	HR	クロアチア	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MX	メキシコ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	NE	ニジェール	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	NL	オランダ	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	YU	ユーゴスラビア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	RU	ロシア		
DK	デンマーク	KR	韓国				

明 細 書

3次元デバイスの製造方法

5 技術分野

本発明は、3次元デバイスの製造方法に関するものである。

背景技術

従来、3次元IC等の3次元デバイスを製造する場合には、まず、Si基板上
10 に、電界効果トランジスタ(FET)等を含む第1層を多数工程を経て形成する。
次いで、この第1層上に、同様の第2層を形成する。以下、同様にして、第3層
以降を形成する。

しかしながら、従来の3次元デバイスの製造方法では、同一基板上に各層を順
次重ねてゆくようにして形成するので、上層の形成は、下層に悪影響を与えない
15 ようにしなければならず、種々の制約(例えば、下層が変質しないような温度の
上限等)を受ける。

また、異なる層を積層する場合、各層に適したデバイスパラメータ(例えば、
ゲート線幅、ゲート絶縁膜の膜厚、デザインルール、製造時の温度等の製造条件)
で形成するのは、非常に難しい。

20 また、従来の3次元デバイスの製造方法では、デバイスを構成する基板上に各
層を形成するので、用いる基板は、デバイスの基板としての適合性と、各層を形
成するときの基板としての適合性とを兼ね備えていなければならず、このため、
特定の基板しか使用することができず、不利であった。

このような理由から、3次元IC等の3次元デバイスの実用化は、未だなされ
25 ていない。

本発明の目的は、薄膜デバイス層の形成条件の自由度を広げ、容易に、高性能
の3次元デバイスを製造することができる3次元デバイスの製造方法を提供する
ことにある。

発明の開示

このような目的は、下記（１）～（２２）の本発明により達成される。

（１） ２次元方向の所定の領域内に配置される薄膜デバイス層をその厚さ方向に複数積層して３次元デバイスを製造する３次元デバイスの製造方法であって、
5 前記各薄膜デバイス層のうちの少なくとも１つを転写法により積層することを特徴とする３次元デバイスの製造方法。

（２） 基体上に、２次元方向に広がる所定の領域内で回路を構成する薄膜デバイス層をその厚さ方向に複数積層して３次元方向の回路を構成する３次元デバイスを製造する３次元デバイスの製造方法であって、
10 前記各薄膜デバイス層のうちの少なくとも１つを転写法により積層することを特徴とする３次元デバイスの製造方法。

（３） 前記転写法は、第１の基板の上に分離層を介して薄膜デバイス層を形成した後、前記分離層に照射光を照射して、前記分離層の層内および／または界面において剥離を生ぜしめ、前記第１の基板の上の薄膜デバイス層を第２の基板側へ
15 転写するものである上記（１）または（２）に記載の３次元デバイスの製造方法。

（４） 前記分離層の剥離は、分離層を構成する物質の原子間または分子間の結合力が消失または減少することにより生じる上記（３）に記載の３次元デバイスの製造方法。

（５） 前記分離層の剥離は、分離層を構成する物質から気体が発生すること
20 により生じる上記（３）に記載の３次元デバイスの製造方法。

（６） 前記照射光は、レーザー光である上記（３）ないし（５）のいずれかに記載の３次元デバイスの製造方法。

（７） 前記レーザー光の波長が、１００～３５０nmである上記（６）に記載の３次元デバイスの製造方法。

（８） 前記レーザー光の波長が、３５０～１２００nmである上記（６）に記載の３次元デバイスの製造方法。
25

（９） 前記分離層は、非晶質シリコン、セラミックス、金属または有機高分子材料で構成されている上記（３）ないし（８）のいずれかに記載の３次元デバイスの製造方法。

(10) 前記第1の基板は、透明基板である上記(3)ないし(9)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

(11) 前記薄膜デバイス層に接続電極を形成し、該接続電極により、隣接する前記薄膜デバイス層同士を電氣的に接続する上記(1)ないし(10)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

(12) 前記接続電極は、前記薄膜デバイス層の両面に存在する上記(11)に記載の3次元デバイスの製造方法。

(13) 異方性導電膜を介して隣接する前記薄膜デバイス層同士を接合する上記(11)または(12)に記載の3次元デバイスの製造方法。

10 (14) 前記各薄膜デバイス層のうちの対応する2層において、一方の層に発光部を形成し、他方の層に前記発光部からの光を受光する受光部を形成し、これら発光部および受光部により、前記2層間で光による通信を可能とする上記(1)ないし(10)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

15 (15) 前記転写して積層される薄膜デバイス層は、他の薄膜デバイス層のうちの少なくとも1つと同時に製造される上記(1)ないし(14)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

(16) 前記各薄膜デバイス層のうちの少なくとも1つは、複数の薄膜トランジスタを有する上記(1)ないし(15)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

20 (17) メモリとしての前記薄膜デバイス層を複数回転写し、大規模メモリを形成する上記(1)ないし(16)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

(18) ロジックとしての前記薄膜デバイス層を複数回転写し、大規模ロジックを形成する上記(1)ないし(16)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

25 (19) メモリとしての前記薄膜デバイス層とロジックとしての前記薄膜デバイス層とを転写し、システムLSIを形成する上記(1)ないし(16)のいずれかに記載の3次元デバイスの製造方法。

(20) 前記ロジックと前記メモリは、異なるデザインルールで形成する上記(19)に記載の3次元デバイスの製造方法。

(21) 前記ロジックと前記メモリは、異なるデザインパラメータで形成する上記(19)に記載の3次元デバイスの製造方法。

(22) 前記ロジックと前記メモリは、異なる製造プロセスで形成する上記(19)に記載の3次元デバイスの製造方法。

5

図面の簡単な説明

図1は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

10 図2は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図3は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図4は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

15 図5は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図6は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

20 図7は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図8は、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図9は、本発明における3次元デバイスの構成例を模式的に示す断面図である。

25 図10は、本発明の3次元デバイスの製造方法の第1実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図11は、本発明の3次元デバイスの製造方法の第1実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図12は、本発明の3次元デバイスの製造方法の第1実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図 1 3 は、本発明の 3 次元デバイスの製造方法の第 1 実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図 1 4 は、本発明の 3 次元デバイスの製造方法の第 1 実施例の工程を模式的に示す断面図である。

5 図 1 5 は、本発明の 3 次元デバイスの製造方法の第 1 実施例の工程を模式的に示す断面図である。

図 1 6 は、本発明における 3 次元デバイスの他の構成例を模式的に示す断面図である。

10 図 1 7 は、本発明における 3 次元デバイスの他の構成例を模式的に示す断面図である。

図 1 8 は、本発明における 3 次元デバイスの他の構成例を模式的に示す断面図である。

図 1 9 は、本発明における有機 E L 素子の構成例を示す断面図である。

15 図 2 0 は、本発明における P I N フォトダイオードの構成例を示す断面図である。

符号の説明

	1	基板
	1 1	分離層形成面
20	1 2	照射光入射面
	2	分離層
	2 a、2 b	界面
	3	中間層
	4、4 1 ~ 4 3	被転写層
25	4 1 1、4 1 2	接続電極
	4 2 1、4 2 2	接続電極
	4 1 3、4 2 3	発光部
	4 1 4、4 2 4	受光部
	4 3 1 ~ 4 2 4	接続電極

	5	接着層
	6	転写体
	7	照射光
	1 0	3次元デバイス
5	2 1	基板
	2 2、2 3	導電性接着層
	2 4	接着層
	2 5	透明の接着層
	3 0	有機EL素子
10	3 1	透明電極
	3 2	発光層
	3 3	金属電極
	3 4	隔壁
	5 0	P I Nフォトダイオード
15	5 1	受光部窓電極
	5 2	p型a-SiC層
	5 3	i型a-Si層
	5 4	n型a-SiC層
	5 5	Al-Si-Cu層
20	6 0	薄膜トランジスタ
	6 1	ソース層
	6 2	ドレイン層
	6 3	チャンネル層
	6 4	ゲート絶縁膜
25	6 5	ゲート電極
	6 6	層間絶縁膜
	6 7、6 8	電極
	6 9	保護膜

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の3次元デバイスの製造方法を添付図面に示す好適実施例に基づいて詳細に説明する。

本発明では、後述する「薄膜構造の転写方法（転写技術）」を用いて複数の層5を積層し、3次元デバイス（例えば、3次元IC等）を製造する。まず、前記「薄膜構造の転写方法」を説明する。

図1～図8は、それぞれ、本発明における薄膜構造の転写方法の実施例の工程を模式的に示す断面図である。以下、これらの図に基づいて、薄膜構造の転写方法（剥離方法）の工程を順次説明する。

10 〈1〉 図1に示すように、基板1の片面（分離層形成面11）に、分離層（光吸収層）2を形成する。

基板1は、基板1側から照射光7を照射する場合、その照射光7が透過し得る透光性を有するものであるのが好ましい。

15 この場合、照射光7の透過率は、10%以上であるのが好ましく、50%以上であるのがより好ましい。この透過率が低過ぎると、照射光7の減衰（ロス）が大きくなり、分離層2を剥離するのにより大きな光量を必要とする。

また、基板1は、信頼性の高い材料で構成されているのが好ましく、特に、耐熱性に優れた材料で構成されているのが好ましい。その理由は、例えば後述する被転写層4や中間層3を形成する際に、その種類や形成方法によってはプロセス20温度が高くなる（例えば350～1000℃程度）ことがあるが、その場合でも、基板1が耐熱性に優れていれば、基板1上への被転写層4等の形成に際し、その温度条件等の成膜条件の設定の幅が広がるからである。

従って、基板1は、被転写層4の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、歪点 T_{max} 以上の材料で構成されているのが好ましい。具体的には、基板1の25構成材料は、歪点が350℃以上のものが好ましく、500℃以上のものがより好ましい。このようなものとしては、例えば、石英ガラス、ソーダガラス、コーニング7059、日本電気ガラスOA-2等の耐熱性ガラスが挙げられる。

なお、後述する分離層2、中間層3および被転写層4の形成の際のプロセス温度を低くするのであれば、基板1についても、融点の低い安価なガラス材や合成

樹脂を用いることができる。

また、基板 1 の厚さは、特に限定されないが、通常は、0.1～5.0 mm 程度であるのが好ましく、0.5～1.5 mm 程度であるのがより好ましい。基板 1 の厚さが薄過ぎると強度の低下を招き、厚過ぎると、基板 1 の透過率が低い場合に、
5 照射光 7 の減衰を生じ易くなる。なお、基板 1 の照射光 7 の透過率が高い場合には、その厚さは、前記上限値を超えるものであってもよい。

なお、照射光 7 を均一に照射できるように、基板 1 の分離層形成部分の厚さは、均一であるのが好ましい。

また、基板 1 の分離層形成面 11 や、照射光入射面 12 は、図示のごとき平面
10 に限らず、曲面であってもよい。

本発明では、基板 1 をエッチング等により除去するのではなく、基板 1 と被転写層 4 との間にある分離層 2 を剥離して基板 1 を離脱させるため、作業が容易であるとともに、例えば比較的厚さの厚い基板を用いる等、基板 1 に関する選択の幅も広い。

15 次に、分離層 2 について説明する。

分離層 2 は、後述する照射光 7 を吸収し、その層内および／または界面 2 a または 2 b において剥離（以下、「層内剥離」、「界面剥離」と言う）を生じるような性質を有するものであり、好ましくは、照射光 7 の照射により、分離層 2 を構成する物質の原子間または分子間の結合力が消失または減少すること、換言す
20 れば、アブレーションを生ぜしめることにより層内剥離および／または界面剥離に至るものである。

さらに、照射光 7 の照射により、分離層 2 から気体が放出され、分離効果が発現される場合もある。すなわち、分離層 2 に含有されていた成分が気体となって放出される場合と、分離層 2 が光を吸収して一瞬気体になり、その蒸気が放出さ
25 れ、分離に寄与する場合とがある。

このような分離層 2 の組成としては、例えば次のようなものが挙げられる。

① 非晶質シリコン (a-Si)

この非晶質シリコン中には、H（水素）が含有されていてもよい。この場合、H の含有量は、2 at% 以上程度であるのが好ましく、2～20 at% 程度であるの

がより好ましい。このように、Hが所定量含有されていると、照射光7の照射により、水素が放出され、分離層2に内圧が発生し、それが上下の薄膜を剥離する力となる。

非晶質シリコン中のHの含有量は、成膜条件、例えばCVDにおけるガス組成、
5 ガス圧、ガス雰囲気、ガス流量、温度、基板温度、投入パワー等の条件を適宜設定することにより調整することができる。

② 酸化ケイ素またはケイ酸化合物、酸化チタンまたはチタン酸化合物、酸化ジルコニウムまたはジルコン酸化合物、酸化ランタンまたはランタン酸化合物等の各種酸化物セラミックス、誘電体（強誘電体）あるいは半導体

10 酸化ケイ素としては、 SiO 、 SiO_2 、 Si_3O_2 が挙げられ、ケイ酸化合物としては、例えば K_2SiO_3 、 Li_2SiO_3 、 CaSiO_3 、 ZrSiO_4 、 Na_2SiO_3 が挙げられる。

酸化チタンとしては、 TiO 、 Ti_2O_3 、 TiO_2 が挙げられ、チタン酸化合物としては、例えば、 BaTiO_4 、 BaTiO_3 、 $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$ 、
15 $\text{BaTi}_5\text{O}_{11}$ 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 MgTiO_3 、 ZrTiO_2 、 SnTiO_4 、 Al_2TiO_5 、 FeTiO_3 が挙げられる。

酸化ジルコニウムとしては、 ZrO_2 が挙げられ、ジルコン酸化合物としては、例えば BaZrO_3 、 ZrSiO_4 、 PbZrO_3 、 MgZrO_3 、 K_2ZrO_3 が挙げられる。

20 ③ PZT、PLZT、PLLZT、PBZT等のセラミックスあるいは誘電体（強誘電体）

④ 窒化珪素、窒化アルミ、窒化チタン等の窒化物セラミックス

⑤ 有機高分子材料

有機高分子材料としては、 $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CO}-$ （ケトン）、 $-\text{CONH}-$ （アミド）、
25 $-\text{NH}-$ （イミド）、 $-\text{COO}-$ （エステル）、 $-\text{N}=\text{N}-$ （アゾ）、 $-\text{CH}=\text{N}-$ （シフ）等の結合（照射光7の照射によりこれらの結合が切断される）を有するもの、特にこれらの結合を多く有するものであればいかなるものでもよい。また、有機高分子材料は、構成式中に芳香族炭化水素（1または2以上のベンゼン環またはその縮合環）を有するものであってもよい。

このような有機高分子材料の具体的例としては、ポリエチレン、ポリプロピレンのようなポリオレフィン、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリメチルメタクリレート (PMMA)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリエーテルスルホン (PES)、エポキシ樹脂等が挙げられる。

5 ⑥ 金属

金属としては、例えば、Al、Li、Ti、Mn、In、Sn、Smまたはこれらのうちの少なくとも1種を含む合金が挙げられる。

また、分離層2の厚さは、剥離目的や分離層2の組成、層構成、形成方法等の諸条件により異なるが、通常は、1nm~20 μ m程度であるのが好ましく、10nm~2 μ m程度であるのがより好ましく、40nm~1 μ m程度であるのがさらに好ましい。

分離層2の膜厚が小さすぎると、成膜の均一性が損なわれ、剥離にムラが生じることがあり、また、膜厚が厚すぎると、分離層2の良好な剥離性を確保するために、照射光7のパワー(光量)を大きくする必要があり、後に分離層2を除去する際にその作業に時間がかかる。なお、分離層2の膜厚は、できるだけ均一であるのが好ましい。

分離層2の形成方法は、特に限定されず、膜組成や膜厚等の諸条件に応じて適宜選択される。例えば、CVD(MOCVD、低圧CVD、ECR-CVDを含む)、蒸着、分子線蒸着(MB)、スパッタリング、イオンプレーティング、PVD等の各種気相成膜法、電気メッキ、浸漬メッキ(ディッピング)、無電解メッキ等の各種メッキ法、ラングミュア・プロジェクト(LB)法、スピンコート、スプレーコート、ロールコート等の塗布法、各種印刷法、転写法、インクジェット法、粉末ジェット法等が挙げられ、これらのうちの2以上を組み合わせ形成することもできる。

例えば、分離層2の組成が非晶質シリコン(a-Si)の場合には、CVD、特に低圧CVDやプラズマCVDにより成膜するのが好ましい。

また、分離層2をゾルーゲル法によるセラミックスで構成する場合や、有機高分子材料で構成する場合には、塗布法、特にスピンコートにより成膜するのが好ましい。

また、分離層 2 の形成は、2 工程以上の工程（例えば、層の形成工程と熱処理工程）で行われてもよい。

このような分離層 2 は、2 以上の層で構成されてもよい。この場合、前記 2 以上の層の組成または特性は、同一であってもよく、また、異なってもよい。

5 <2> 図 2 に示すように、分離層 2 の上に中間層（下地層）3 を形成する。

この中間層 3 は、種々の形成目的で形成され、例えば、製造時または使用時において後述する被転写層 4 を物理的または化学的に保護する保護層、絶縁層、導電層、照射光 7 の遮光層、被転写層 4 へのまたは被転写層 4 からの成分の移行（マイグレーション）を阻止するバリア層、反射層としての機能の内の少なくとも 1
10 つを発揮するものが挙げられる。

この中間層 3 の組成としては、その形成目的に応じて適宜設定され、例えば、非晶質シリコンによる分離層 2 と薄膜トランジスタ（TFT）による被転写層 4 との間に形成される中間層 3 の場合には、 SiO_2 等の酸化ケイ素が挙げられ、分離層 2 と PZT による被転写層 4 との間に形成される中間層 3 の場合には、例
15 えば、Pt、Au、W、Ta、Mo、Al、Cr、Ti またはこれらを主とする合金のような金属が挙げられる。

このような中間層 3 の厚さは、その形成目的や発揮し得る機能の程度に応じて適宜決定されるが、通常は、10 nm ~ 5 μm 程度であるのが好ましく、40 nm ~ 1 μm 程度であるのがより好ましい。

20 また、中間層 3 の形成方法も、前記分離層 2 で挙げた形成方法と同様の方法が挙げられる。また、中間層 3 の形成は、2 工程以上の工程で行われてもよい。

なお、このような中間層 3 は、同一または異なる組成のものを 2 層以上形成することもできる。また、本発明では、中間層 3 を形成せず、分離層 2 上に直接被転写層 4 を形成してもよい。

25 <3> 図 3 に示すように、中間層 3 の上に被転写層（被剥離物）4 を形成する。

被転写層 4 は、後述する転写体 6 へ転写される層であって、前記分離層 2 で挙げた形成方法と同様の方法により形成することができる。

被転写層 4 の形成目的、種類、形態、構造、組成、物理的または化学的特性等は、特に限定されないが、転写の目的や有用性を考慮して、薄膜、特に機能性薄

膜または薄膜デバイスであるのが好ましい。

機能性薄膜および薄膜デバイスとしては、例えば、薄膜トランジスタ (TFT)、薄膜ダイオード、その他の薄膜半導体デバイス、電極 (例: ITO、酸化スズ膜のような透明電極)、太陽電池やイメージセンサ等に用いられる光電変換素子、

5 スイッチング素子、メモリー、圧電素子等のアクチュエータ、マイクロミラー (ピエゾ薄膜セラミックス)、磁気記録媒体、光磁気記録媒体、光記録媒体等の記録媒体、磁気記録薄膜ヘッド、コイル、インダクター、薄膜高透磁材料およびそれらを組み合わせたマイクロ磁気デバイス、フィルター、反射膜、ダイクロイックミラー、偏光素子等の光学薄膜、半導体薄膜、超伝導薄膜 (例: YBCO 薄膜)、

10 磁性薄膜、金属多層薄膜、金属セラミック多層薄膜、金属半導体多層薄膜、セラミック半導体多層薄膜、有機薄膜と他の物質の多層薄膜等が挙げられる。

このなかでも、特に、薄膜デバイス、マイクロ磁気デバイス、マイクロ三次元構造物の構成、アクチュエータ、マイクロミラー等に適用することの有用性が高く、好ましい。

15 このような機能性薄膜または薄膜デバイスは、その形成方法との関係で、通常、比較的高いプロセス温度を経て形成される。従って、この場合、前述したように、基板 1 としては、そのプロセス温度に耐え得る信頼性の高いものが必要となる。

なお、被転写層 4 は、単層でも、複数の層の積層体でもよい。さらには、前記薄膜トランジスタ等のように、所定のパターンニングが施されたものであっても

20 よい。被転写層 4 の形成 (積層)、パターンニングは、それに応じた所定の方法により行われる。このような被転写層 4 は、通常、複数の工程を経て形成される。

薄膜トランジスタによる被転写層 4 の形成は、例えば、特公平 2-50630 号公報や、文献: H. Ohshima et al: International Symposium Digest of Technical Papers SID 1983 "B/W and Color LC Video Display Addressed by Poly

25 Si TFTs" に記載された方法に従って行うことができる。

また、被転写層 4 の厚さも特に限定されず、その形成目的、機能、組成、特性等の諸条件に応じて適宜設定される。被転写層 4 が薄膜トランジスタの場合、その合計厚さは、好ましくは $0.5 \sim 200 \mu\text{m}$ 程度、より好ましくは $1.0 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度とされる。また、その他の薄膜の場合、好適な合計厚さは、さらに広

い範囲でよく、例えば50nm～1000μm程度とすることができる。

なお、被転写層4は、前述したような薄膜に限定されず、例えば、塗布膜やシートのような厚膜であってもよい。

〈4〉 図4に示すように、被転写層（被剥離物）4上に接着層5を形成し、該
5 接着層5を介して転写体6を接着（接合）する。

接着層5を構成する接着剤の好適な例としては、反応硬化型接着剤、熱硬化型
接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気硬化型接着剤等の各種硬
化型接着剤が挙げられる。接着剤の組成としては、例えば、エポキシ系、アクリ
レート系、シリコン系等、いかなるものでもよい。このような接着層5の形成
10 は、例えば、塗布法によりなされる。

前記硬化型接着剤を用いる場合、例えば被転写層4上に硬化型接着剤を塗布し、
その上に後述する転写体6を接合した後、硬化型接着剤の特性に応じた硬化方法
により前記硬化型接着剤を硬化させて、被転写層4と転写体6とを接着、固定す
る。

15 光硬化型接着剤を用いる場合は、透光性の転写体6を未硬化の接着層5上に配
置した後、転写体6上から硬化用の光を照射して接着剤を硬化させることが好ま
しい。また、基板1が透光性を有するものであれば、基板1と転写体6の両側か
ら硬化用の光を照射して接着剤を硬化させれば、硬化が確実となり好ましい。

なお、図示と異なり、転写体6側に接着層5を形成し、その上に被転写層4を
20 接着してもよい。また、被転写層4と接着層5との間に、前述したような中間層
を設けてもよい。また、例えば転写体6自体が接着機能を有する場合等には、接
着層5の形成を省略してもよい。

転写体6としては、特に限定されないが、基板（板材）、特に透明基板が挙げ
られる。なお、このような基板は、平板であっても、湾曲板であってもよい。

25 また、転写体6は、前記基板1に比べ、耐熱性、耐食性等の特性が劣るもので
あってもよい。その理由は、本発明では、基板1側に被転写層4を形成し、その
後、該被転写層4を転写体6に転写するため、転写体6に要求される特性、特に
耐熱性は、被転写層4の形成の際の温度条件等に依存しないからである。

従って、被転写層4の形成の際の最高温度を T_{max} としたとき、転写体6の構

成材料として、ガラス転移点 (T_g) または軟化点が T_{max} 以下のものを用いることができる。例えば、転写体 6 は、ガラス転移点 (T_g) または軟化点が好ましくは 800°C 以下、より好ましくは 500°C 以下、さらに好ましくは 320°C 以下の材料で構成することができる。

- 5 また、転写体 6 の機械的特性としては、ある程度の剛性 (強度) を有するものが好ましいが、可撓性、弾性を有するものであってもよい。

このような転写体 6 の構成材料としては、各種合成樹脂または各種ガラス材が挙げられ、特に、各種合成樹脂や通常の (低融点の) 安価なガラス材が好ましい。

- 合成樹脂としては、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれでもよく、例えば、
- 10 ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-プロピレン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体 (EVA) 等のポリオレフィン、環状ポリオレフィン、変性ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、ポリ- (4-メチルペンテン-1)、アイオノマー、アクリル系樹脂、ポリメチルメタクリレート (P
- 15 MMA)、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体 (ABS樹脂)、アクリロニトリル-スチレン共重合体 (AS樹脂)、ブタジエン-スチレン共重合体、ポリオキシメチレン、ポリビニルアルコール (PVA)、エチレン-ビニルアルコール共重合体 (EVOH)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリシクロヘキサントレフタレート (P
- 20 CT) 等のポリエステル、ポリエーテル、ポリエーテルケトン (PEK)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリエーテルイミド、ポリアセタール (POM)、ポリフェニレンオキシド、変性ポリフェニレンオキシド、ポリサルフォ
- ン、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリエーテルスルホン (PES)、ポリアリレート、芳香族ポリエステル (液晶ポリマー)、ポリテトラフルオロエ
- 25 チレン、ポリフッ化ビニリデン、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系、ポリブタジエン系、トランスポリイソプレン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル、シリコーン樹脂、ポリウレタン等、

またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて（例えば2層以上の積層体として）用いることができる。

ガラス材としては、例えば、ケイ酸ガラス（石英ガラス）、ケイ酸アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリ石灰ガラス、鉛（アルカリ）ガラス、バリウムガラス、ホウケイ酸ガラス等が挙げられる。このうち、ケイ酸ガラス以外のものは、ケイ酸ガラスに比べて融点が低く、また、成形、加工も比較的容易であり、しかも安価であり、好ましい。

転写体6として合成樹脂で構成されたものを用いる場合には、大型の転写体6を一体的に成形することができるとともに、湾曲面や凹凸を有するもの等の複雑な形状であっても容易に製造することができ、また、材料コスト、製造コストも安価であるという種々の利点が享受できる。従って、大型で安価なデバイス（例えば、液晶ディスプレイ）を容易に製造することができるようになる。

なお、転写体6は、例えば、液晶セルのように、それ自体独立したデバイスを構成するものや、例えばカラーフィルター、電極層、誘電体層、絶縁層、半導体素子のように、デバイスの一部を構成するものであってもよい。

さらに、転写体6は、金属、セラミックス、石材、木材、紙等の物質であってもよいし、ある品物を構成する任意の面上（時計の面上、エアコンの表面上、プリント基板の上等）、さらには壁、柱、梁、天井、窓ガラス等の構造物の表面上であってよい。

〈5〉 図5に示すように、基板1の裏面側（照射光入射面12側）から照射光7を照射する。この照射光7は、基板1を透過した後、界面2a側から分離層2に照射される。これにより、図6または図7に示すように、分離層2に層内剥離および／または界面剥離が生じ、結合力が減少または消滅するので、基板1と転写体6とを離間させると、被転写層4が基板1から離脱して、転写体6へ転写される。

なお、図6は、分離層2に層内剥離が生じた場合を示し、図7は、分離層2に界面2aでの界面剥離が生じた場合を示す。分離層2の層内剥離および／または界面剥離が生じる原理は、分離層2の構成材料にアブレーションが生じること、

また、分離層 2 内に内蔵しているガスの放出、さらには照射直後に生じる溶融、蒸散等の相変化によるものであることが推定される。

ここで、アブレーションとは、照射光を吸収した固体材料（分離層 2 の構成材料）が光化学的または熱的に励起され、その表面や内部の原子または分子の結合が切断されて放出することを言い、主に、分離層 2 の構成材料の全部または一部が溶融、蒸散（気化）等の相変化を生じる現象として現れる。また、前記相変化によって微小な発泡状態となり、結合力が低下することもある。

分離層 2 が層内剥離を生じるか、界面剥離を生じるか、またはその両方であるかは、分離層 2 の組成や、その他種々の要因に左右され、その要因の 1 つとして、照射光 7 の種類、波長、強度、到達深さ等の条件が挙げられる。

照射光 7 としては、分離層 2 に層内剥離および／または界面剥離を起こさせるものであればいかなるものでもよく、例えば、X 線、紫外線、可視光、赤外線（熱線）、レーザー光、ミリ波、マイクロ波、電子線、放射線（ α 線、 β 線、 γ 線）等が挙げられるが、そのなかでも、分離層 2 の剥離（アブレーション）を生じさせ易いという点で、レーザー光が好ましい。

このレーザー光を発生させるレーザー装置としては、各種気体レーザー、固体レーザー（半導体レーザー）等が挙げられるが、エキシマレーザー、Nd-YAG レーザー、Ar レーザー、CO₂ レーザー、CO レーザー、He-Ne レーザー等が好適に用いられ、その中でもエキシマレーザーが特に好ましい。

エキシマレーザーは、短波長域で高エネルギーを出力するため、極めて短時間で分離層 2 にアブレーションを生じさせることができ、よって、隣接するまたは近傍の中間層 3、被転写層 4、基板 1 等に温度上昇をほとんど生じさせることなく、すなわち劣化、損傷を生じさせることなく分離層 2 を剥離することができる。

また、分離層 2 にアブレーションを生じさせるに際しての照射光に波長依存性がある場合、照射されるレーザー光の波長は、100～350 nm 程度であるのが好ましい。

また、分離層 2 に、例えばガス放出、気化、昇華等の相変化を起こさせて分離特性を与える場合、照射されるレーザー光の波長は、350～1200 nm 程度であるのが好ましい。

また、照射されるレーザー光のエネルギー密度、特に、エキシマレーザーの場合のエネルギー密度は、 $10 \sim 5000 \text{ mJ/cm}^2$ 程度とするのが好ましく、 $100 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$ 程度とするのがより好ましい。また、照射時間は、 $1 \sim 1000 \text{ nsec}$ 程度とするのが好ましく、 $10 \sim 100 \text{ nsec}$ 程度とするのがより好ましい。

- 5 エネルギー密度が低いかまたは照射時間が短いと、十分なアブレーション等が生じず、また、エネルギー密度が高いかまたは照射時間が長くと、分離層2および中間層3を透過した照射光により被転写層4へ悪影響を及ぼすことがある。

このようなレーザー光に代表される照射光7は、その強度が均一となるように照射されるのが好ましい。

- 10 照射光7の照射方向は、分離層2に対し垂直な方向に限らず、分離層2に対し所定角度傾斜した方向であってもよい。

また、分離層2の面積が照射光の1回の照射面積より大きい場合には、分離層2の全領域に対し、複数回に分けて照射光を照射することもできる。また、同一箇所に2回以上照射してもよい。

- 15 また、異なる種類、異なる波長（波長域）の照射光（レーザー光）を同一領域または異なる領域に2回以上照射してもよい。

〈6〉 図8に示すように、中間層3に付着している分離層2を、例えば洗浄、エッチング、アッシング、研磨等の方法またはこれらを組み合わせた方法により除去する。

- 20 図6に示すような分離層2の層内剥離の場合には、基板1に付着している分離層2も同様に除去する。

なお、基板1が石英ガラスのような高価な材料、希少な材料で構成されている場合等には、基板1は、好ましくは再利用（リサイクル）に供される。換言すれば、再利用したい基板1に対し、本発明を適用することができ、有用性が高い。

- 25 以上のような各工程を経て、被転写層4の転写体6への転写が完了する。その後、被転写層4に隣接する中間層3の除去や、他の任意の層の形成等を行うこともできる。

本発明では、被剥離物である被転写層4自体を直接剥離するのではなく、被転写層4に接合された分離層2において剥離するため、被剥離物（被転写層4）の

特性、条件等にかかわらず、容易かつ確実に、しかも均一に剥離（転写）することができ、剥離操作に伴う被剥離物（被転写層 4）へのダメージもなく、被転写層 4 の高い信頼性を維持することができる。

また、図示の実施例では、基板 1 側から照射光 7 を照射したが、例えば、被転写層 4 が照射光 7 の照射により悪影響を受けないもの場合には、照射光 7 の照射方向は前記に限定されず、基板 1 と反対側から照射光を照射してもよい。

また、分離層 2 の面方向に対し部分的に、すなわち所定のパターンで照射光を照射して、被転写層 4 を前記パターンで転写するような構成であってもよい（第 1 の方法）。この場合には、前記〈5〉の工程に際し、基板 1 の照射光入射面 1 2 に対し、前記パターンに対応するマスクングを施して照射光 7 を照射するか、あるいは、照射光 7 の照射位置を精密に制御する等の方法により行うことができる。

また、分離層 2 を基板 1 の分離層形成面 1 1 全面に形成するのではなく、分離層 2 を所定のパターンで形成することもできる（第 2 の方法）。この場合、マスクング等により分離層 2 を予め所定のパターンに形成するか、あるいは、分離層 2 を分離層形成面 1 1 の全面に形成した後、エッチング等によりパターンニングまたはトリミングする方法が可能である。

以上のような第 1 の方法および第 2 の方法によれば、被転写層 4 の転写を、そのパターンニングやトリミングと共に行うことができる。

また、前述した方法と同様の方法により、転写を 2 回以上繰り返し行ってもよい。この場合、転写回数が偶数回であれば、最後の転写体に形成された被転写層の表・裏の位置関係を、最初に基板 1 に被転写層を形成した状態と同じにすることができる。

また、大型の透明基板（例えば、有効領域が 9 0 0 mm × 1 6 0 0 mm）を転写体 6 とし、小型の基板 1（例えば、有効領域が 4 5 mm × 4 0 mm）に形成した小単位の被転写層 4（薄膜トランジスタ）を複数回（例えば、約 8 0 0 回）好ましくは隣接位置に順次転写して、大型の透明基板の有効領域全体に被転写層 4 を形成し、最終的に前記大型の透明基板と同サイズの液晶ディスプレイを製造することもできる。

また、基板 1 上に形成した被転写層 4 を複数用意し、各被転写層 4 を転写体 6 上へ、順次転写し（重ね）、被転写層 4 の積層体を形成してもよい。この場合、積層される被転写層 4 は、同一でもよく、また、異なってもよい。

以上が、本発明で用いる薄膜構造の転写方法である。

5 次に、前述した薄膜構造の転写方法（転写技術）を用いた 3 次元デバイス（多層構造のデバイス）の製造方法の第 1 実施例を説明する。

図 9 は、3 次元デバイスの構成例を模式的に示す断面図、図 10～図 15 は、それぞれ、本発明の 3 次元デバイスの製造方法の第 1 実施例の工程を模式的に示す断面図である。なお、前述した薄膜構造の転写方法との共通点については、説
10 明を省略する。

図 9 に示すように、3 次元デバイス 10 は、基体（ベース）としての基板（転写側基板）21 と、第 1 の被転写層（第 1 の薄膜デバイス層）41 と、第 2 の被転写層（第 2 の薄膜デバイス層）42 とを有している。被転写層 41 および 42 は、それぞれ、2 次元方向（基板 21 に対して平行な方向）に広がっていて、所
15 定の回路を構成している。

この場合、基板 21 の図 9 中上側に、接着層 5 を介して被転写層 41 が接着（接合）されている。

そして、この被転写層 41 の図 9 中上側に、導電性接着層 22 を介して被転写層 42 が接着（接合）されている。

20 被転写層 41 は、その図 9 中上側に接続電極（接続用の端子）411 および 412 をそれぞれ有している。また、被転写層 41 は、その図 9 中下側に接続電極 421 および 422 をそれぞれ有している。この被転写層 41 の接続電極 411 と被転写層 42 の接続電極 421 とは、導電性接着層 22 を介して電氣的に接続されており、また、被転写層 41 の接続電極 412 と被転写層 42 の接続電極 4
25 22 とは、導電性接着層 22 を介して電氣的に接続されている。

導電性接着層 22 としては、異方性導電膜（ACF：Anisotropic Conductive Film）が好ましい。異方性導電膜で接着することにより、厚さ方向（図 9 中、上下方向）のみで導通が確保されるので、図 9 中横方向のショートを防止することができる。すなわち、接続電極 411 と接続電極 412、接続電極 411 と接

続電極 4 2 2、接続電極 4 2 1 と接続電極 4 2 2、接続電極 4 2 1 と接続電極 4 1 2 がショートするのを防止することができる。

また、異方性導電膜で接着することにより、容易に、接続電極 4 1 1 と接続電極 4 2 1、接続電極 4 1 2 と接続電極 4 2 2 とが、それぞれ電氣的に接続するように位置合わせをしつつ、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とを接着（接合）することができる。

なお、この 3 次元デバイス 1 0 の基板（転写側基板）2 1 は、図 4 ～図 8 中の転写体 6 に相当する。

また、3 次元デバイス 1 0 の被転写層 4 1 および 4 2 としては、例えば、前述した被転写層 4 として例示した種々のものが挙げられる。

具体的には、被転写層 4 1 および 4 2 は、DRAM（ダイナミック RAM）、SRAM（スタティック RAM）、E² PROM、ROM等のメモリ、CPU等のロジック（ロジック回路）、光センサー、磁気センサー等のセンサー等とすることができる。なお、被転写層 4 1 および 4 2 が前記のものに限定されないのは、

言うまでもない。

また、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 は、同一でもよく、また、異なってもよい。

被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とが同一の場合としては、例えば、被転写層 4 1 および被転写層 4 2 の両方をメモリ（メモリセルアレイ）とすることができる。

これにより大容量のメモリ（大規模メモリ）が実現する。

また、前記の他、例えば、被転写層 4 1 および被転写層 4 2 の両方をロジック（ロジック回路）とすることもできる。これにより大規模のロジック（大規模ロジック）が実現する。

また、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とが異なる場合としては、例えば、被転写層 4 1 および被転写層 4 2 のうちの一方をメモリとし、他方をロジックとすることができる。すなわち、3 次元デバイス 1 0 は、メモリとロジックとを混載（一体化）したシステム IC（例えば、システム LSI）となる。

このような場合、本発明によれば、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 を異なるデザインルール（最小線幅）で形成することができる。また、被転写層 4 1 と被転写

層 4 2 を異なるデザインパラメータで形成することができる。また、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 を異なる製造プロセスで形成することができる。従来では、積層された層同士で、このような条件を変えることは、不可能または困難であった。

前記システム I C におけるメモリの最小線幅は、例えば、 $0.35 \mu\text{m}$ (μm ルール) 程度とされ、ロジックの最小線幅は、例えば、 $0.5 \mu\text{m}$ (μm ルール) 程度とされる (メモリの最小線幅は、ロジックの最小線幅より小さい)。また、これとは逆に、メモリの最小線幅をロジックの最小線幅より大きくしてもよい。

前記 3 次元デバイス 1 0 は、前述した薄膜構造の転写方法により、例えば、下記のようにして製造する。

10 < A 1 > 図 1 0 に示すように、基板 (元基板) 1 の片面に、分離層 2 を形成する。また、図 1 1 に示すように、基板 (元基板) 1 の片面に、分離層 2 を形成する。

< A 2 > 図 1 0 および図 1 1 に示すように、各基板 1 の分離層 2 の上に、それぞれ、中間層 (下地層) 3 を形成する。

15 < A 3 > 図 1 0 に示すように、中間層 3 の上に、第 1 の被転写層 (第 1 の薄膜デバイス層) 4 1 を形成する。また、図 1 1 に示すように、中間層 3 の上に、第 2 の被転写層 (第 2 の薄膜デバイス層) 4 2 を形成する。

被転写層 4 1 の K 部分 (図 1 0 において一点鎖線で囲まれている部分) の拡大断面図を図 1 0 中に示す。

20 図 1 0 に示すように、被転写層 4 1 は、例えば、中間層 3 (例えば、 SiO_2 膜) 上に形成された薄膜トランジスタ (T F T) 6 0 を有している。

この薄膜トランジスタ 6 0 は、ポリシリコン層に n 型または p 型不純物を導入して形成されたソース層 (n^+ または p^+ 層) 6 1 およびドレイン層 (n^+ または p^+ 層) 6 2 と、チャンネル層 6 3 と、ゲート絶縁膜 6 4 と、ゲート電極 6 5 と、
25 層間絶縁膜 6 6 と、例えばアルミニウムからなる電極 6 7 および 6 8 と、保護膜 6 9 とで構成されている。

この薄膜トランジスタ 6 0 の保護膜 6 9 の図 1 0 中下側には、接続電極 4 1 1 が形成されている。この接続電極 4 1 1 は、保護膜 6 9 に形成されたコンタクトホールを経由して、電極 6 8 に電氣的に接続されている。

また、被転写層 4 2 の K 部分（図 1 1 において一点鎖線で囲まれている部分）の拡大断面図を図 1 1 中に示す。

図 1 1 に示すように、被転写層 4 2 は、例えば、中間層 3（例えば、 SiO_2 膜）上に形成された薄膜トランジスタ（TFT）6 0 を有している。

5 この薄膜トランジスタ 6 0 は、ポリシリコン層に n 型または p 型不純物を導入して形成されたソース層（ n^+ または p^+ 層）6 1 およびドレイン層（ n^+ または p^+ 層）6 2 と、チャンネル層 6 3 と、ゲート絶縁膜 6 4 と、ゲート電極 6 5 と、層間絶縁膜 6 6 と、例えばアルミニウムからなる電極 6 7 および 6 8 と、保護膜 6 9 とで構成されている。

10 この薄膜トランジスタ 6 0 の保護膜 6 9 の図 1 1 中上側には、接続電極 4 2 1 が形成されている。この接続電極 4 2 1 は、保護膜 6 9 に形成されたコンタクトホールを経由して、電極 6 7 に電氣的に接続されている。

なお、電極 4 1 2 の近傍の被転写層 4 1 および電極 4 2 2 の近傍の被転写層 4 2 の構成は、前記とほぼ同様であるので、説明を省略する。

15 本発明では、被転写層 4 1 を図示しない 1 枚の基板（例えば、ガラス製基板）に多数同時に形成し、それを切り出してもよい。同様に、被転写層 4 2 を図示しない 1 枚の基板（例えば、ガラス製基板）に多数同時に形成し、それを切り出してもよい。

この場合、例えば、被転写層 4 1、4 2 が形成された基板をそれぞれプローブ
20 装置にセットし、各被転写層 4 1、4 2 の接続電極や図示しない端子に触針をコンタクトして、各被転写層 4 1、4 2 の電氣的特性検査を実施する。そして、不良と判定された被転写層 4 1、4 2 にはインカーまたはスクラッチ針等でマーキングする。

その後、各被転写層 4 1、4 2 を個々にダイシングする。この際、マーキング
25 の有無により、個々の被転写層 4 1、4 2 を、不良品と良品とに選別しておく。なお、ダイシング後に、個々の被転写層 4 1、4 2 の電氣的特性検査を実施しても良い。

また、本発明では、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とを同時に製造してもよく、特に、同一の基板（元基板）1 上に、同時に製造してもよい。これにより、工程

数を減少させることができる。

〈A 4〉 図 1 2 に示すように、前記基板 1 上に形成した被転写層 4 1 と、基板（転写側基板）2 1 とを接着層 5 を介して接着（接合）する。

5 〈A 5〉 図 1 2 に示すように、基板 1 の裏面側（照射光入射面 1 2 側）から照射光 7 を照射する。前述したように、この照射光 7 は、基板 1 を透過した後、分離層 2 に照射され、これにより、分離層 2 に層内剥離および／または界面剥離が生じ、結合力が減少または消滅する。

そして、基板 1 と基板 2 1 とを離間させる。これにより、図 1 3 に示すように、被転写層 4 1 が基板 1 から離脱して、基板 2 1 へ転写される。

10 〈A 6〉 図 1 3 に示すように、被転写層 4 1 上の中間層 3 や分離層 2 を、例えば洗浄、エッチング、アッシング、研磨等の方法またはこれらを組み合わせた方法により除去する。なお、必要に応じて、接続電極 4 1 1、4 1 2 が露出する程度に、前記中間層 3 を残してもよい。

15 また、分離層 2 の層内剥離の場合には、基板 1 に付着している分離層 2 も同様に除去する。

なお、基板 1 が石英ガラスのような高価な材料、希少な材料で構成されている場合等には、基板 1 は、好ましくは再利用（リサイクル）に供される。換言すれば、再利用したい基板 1 に対し、本発明を適用することができ、有用性が高い。

20 以上のような各工程を経て、被転写層 4 1 の基板 2 1 への転写が完了する。その後、他の任意の層の形成等を行うこともできる。

25 〈A 7〉 図 1 4 に示すように、対応する接続電極同士が対向、すなわち、接続電極 4 1 1 と接続電極 4 2 1 とが対向し、かつ接続電極 4 1 2 と接続電極 4 2 2 とが対向するように位置決めしつつ、前記基板 1 上に形成した被転写層 4 2 と、前記基板 2 1 に転写した被転写層 4 1 とを導電性接着層 2 2 を介して接着（接合）する。

この導電性接着層 2 2 としては、前述したように、異方性導電膜が好ましいが、本発明は、それに限定されるものではない。

異方性導電膜で接着する際は、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 との間に所定の導電性接着剤を充填（配置）し、その導電性接着剤を図 1 4 中縦方向に加圧しつつ

硬化させる。これにより、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とが導電性接着層 2 2 を介して接着されるとともに、この導電性接着層 2 2 中の図示しない導電粒子が図 1 4 中縦方向につながり（接触し）、接続電極 4 1 1 と接続電極 4 2 1、接続電極 4 1 2 と接続電極 4 2 2 が、それぞれ、前記導電粒子を介して電氣的に接続される。

〈A 8〉 図 1 4 に示すように、基板 1 の裏面側（照射光入射面 1 2 側）から照射光 7 を照射する。前述したように、この照射光 7 は、基板 1 を透過した後、分離層 2 に照射され、これにより、分離層 2 に層内剥離および／または界面剥離が生じ、結合力が減少または消滅する。

10 そして、基板 1 と基板 2 1 とを離間させる。これにより、図 1 5 に示すように、被転写層 4 2 が基板 1 から離脱して、被転写層 4 1 上へ転写される。

なお、被転写層 4 1、4 2 および導電性接着層 2 2 の K 部分（図 1 5 において一点鎖線で囲まれている部分）の拡大断面図を図 1 5 中に示す。

〈A 9〉 図 1 5 に示すように、被転写層 4 2 上の中間層 3 や分離層 2 を、例えば洗淨、エッチング、アッシング、研磨等の方法またはこれらを組み合わせた方法により除去する。なお、必要に応じて、前記中間層 3 を残してもよい。

また、分離層 2 の層内剥離の場合には、基板 1 に付着している分離層 2 も同様に除去する。

20 なお、基板 1 が石英ガラスのような高価な材料、希少な材料で構成されている場合等には、基板 1 は、好ましくは再利用（リサイクル）に供される。換言すれば、再利用したい基板 1 に対し、本発明を適用することができ、有用性が高い。

以上のような各工程を経て、被転写層 4 2 の被転写層 4 1 上への転写、すなわち、被転写層 4 2 と被転写層 4 1 の積層が完了する。その後、他の任意の層の形成等を行うこともできる。

25 以上説明したように、本発明によれば、転写により、容易に、3次元デバイス（例えば、3次元 I C）1 0 を製造することができる。

特に、各薄膜デバイス層をそれぞれ単独で作れるので、従来のような下層（下側の薄膜デバイス層）への悪影響を考慮することがなく、製造条件の自由度が広い。

そして、本発明では、複数の薄膜デバイス層を積層するので、集積度を向上することができる。すなわち、比較的緩いデザインルールでも比較的狭い面積にICを形成することができる。

例えば、3次元デバイス10がメモリを有する場合（例えば、被転写層41および42の両方がメモリの場合）には、メモリの大容量化を図ることができる。また、3次元デバイス10がロジックを有する場合（例えば、被転写層41および42の両方がロジックの場合）には、ロジックの大規模化を図ることができる。また、本発明では、各薄膜デバイス層を一旦、異なる基板上に形成することができるので、各薄膜デバイス層を任意のデバイスパラメータ（例えば、ゲート線幅、ゲート絶縁膜の膜厚、デザインルール、製造時の温度等の製造条件）で形成することができる。このため、各薄膜デバイス層をそれぞれ最適なデバイスパラメータで形成することができ、これにより信頼性が高く、高性能の3次元デバイス10を提供することができる。

例えば、3次元デバイス10がメモリとロジックとを混載（一体化）したシステムIC（例えば、システムLSI）の場合、そのシステムICを製造するときに、メモリとロジックとをそれぞれに応じたプロセスで形成することができるので、製造が容易であり、生産性が高く、量産に有利である。

また、各薄膜デバイス層の一端に、接続電極（接続用の端子）を形成するので、隣接する薄膜デバイス層同士を、容易かつ確実に、電氣的に接続することができ、これにより3次元デバイス10の3次元化を図ることができる（3次元方向の回路を構成することができる）。

また、層毎に良品の薄膜デバイス層のみを選別して積層することができるので、同一基板上に各層を順次形成（直接各層を形成）して3次元デバイスを製造する場合に比べ、歩留りが高い。

また、基板（転写側基板）21を選ばず、種々の基板21への転写が可能となる。すなわち、薄膜デバイス層を直接形成することができないかまたは形成するのに適さない材料、成形が容易な材料、安価な材料等で構成されたもの等に対しても、転写によりそれを形成することができる。換言すれば、基板21に自由度があるので、例えば、可撓性の基板上にICを形成することができ、このため、

容易に I C カード等を製造することができる。

また、基板（元基板）1として、比較的価格が低く、かつ大面積のガラス製基板を用いることができるので、コストを低減することができる。

5 なお、前述した実施例では、被転写層（薄膜デバイス層）4 1 および 4 2 の転写の回数は、それぞれ 1 回であるが、本発明では、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とを積層することができれば、被転写層 4 1 の転写の回数は、2 回以上であつてもよく、また、被転写層 4 2 の転写の回数は、2 回以上であつてもよい。

10 例えば、被転写層の転写回数を 2 回とする場合には、基板 1 上の被転写層を、基板 1 および基板 2 1 以外の図示しない第 3 の基板上に転写し、この後、その第 3 の基板上の被転写層を基板 2 1 上に転写する。なお、前記第 3 の基板には、前述した分離層 2 等が形成されている。

被転写層の転写回数が偶数回であれば、最後の転写体である基板（転写側基板）2 1 に形成された被転写層の表・裏の位置関係を、最初に基板（元基板）1 に被転写層を形成した状態と同じにすることができる。

15 また、本発明では、基板（転写側基板）2 1 上に被転写層 4 1 を直接形成し、前述した転写方法により、この被転写層 4 1 上に被転写層 4 2 を転写して、3 次元デバイス 1 0 を製造してもよい。

20 また、本発明では、被転写層（薄膜デバイス層）を 3 層以上積層してもよい。被転写層（薄膜デバイス層）の層数を増加することにより、集積度をより高めることができる。

例えば、3 次元デバイス 1 0 の被転写層（薄膜デバイス層）の層数を 3 層にして、隣接する被転写層同士を電氣的に接続する場合には、図 1 6 に示すように、第 1 の被転写層（第 1 の薄膜デバイス層）4 1 と第 2 の被転写層（第 2 の薄膜デバイス層）4 2 との間に位置する第 3 の被転写層（第 3 の薄膜デバイス層）4 3
25 の両端に接続電極（接続用の端子）を形成する。すなわち、被転写層 4 3 の一端（図 1 6 中下側）に、接続電極 4 3 1 および 4 3 2 を形成し、他端（図 1 6 中上側）に接続電極 4 3 3 および 4 3 4 を形成する。

そして、被転写層 4 1 の接続電極 4 1 1 と被転写層 4 3 の接続電極 4 3 1 とを導電性接着層 2 2 を介して電氣的に接続し、被転写層 4 1 の接続電極 4 1 2 と被

転写層 4 3 の接続電極 4 3 2 とを導電性接着層 2 2 を介して電氣的に接続する。同様に、被転写層 4 3 の接続電極 4 3 3 と被転写層 4 2 の接続電極 4 2 1 とを導電性接着層 2 3 を介して電氣的に接続し、被転写層 4 3 の接続電極 4 3 4 と被転写層 4 2 の接続電極 4 2 2 とを導電性接着層 2 3 を介して電氣的に接続する。

- 5 導電性接着層 2 3 としては、導電性接着層 2 2 と同様の理由で、異方性導電膜が好ましい。

なお、被転写層（薄膜デバイス層）を 3 層以上積層する場合、各層がすべて同一でもよく、また、各層がすべて異なってもよく、また、一部の層のみが同一であってもよい。

- 10 次に、3次元デバイスの製造方法の第 2 実施例を説明する。

図 1 7 は、3次元デバイスの構成例を模式的に示す断面図である。なお、前述した第 1 実施例との共通点については、説明を省略し、主な相違点を説明する。

図 1 7 に示す 3次元デバイス 1 0 も前述した第 1 実施例と同様に、薄膜構造の転写方法により製造する。

- 15 但し、この 3次元デバイス 1 0 では、前記工程〈A 7〉において、第 1 の被転写層（第 1 の薄膜デバイス層）4 1 の接続電極 4 1 1 と第 2 の被転写層（第 2 の薄膜デバイス層）4 2 の接続電極 4 2 1 とを接触させて、これらを電氣的に接続し、被転写層 4 1 の接続電極 4 1 2 と被転写層 4 2 の接続電極 4 2 2 を接触させて、これらを電氣的に接続するとともに、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とを接着層 2 4 を介して接着（接合）する。

この第 2 実施例でも前述した第 1 実施例と同様の効果が得られる。

なお、本発明では、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 との接着（接合）の方法と、対応する接続電極同士を電氣的に接続する方法は、それぞれ、前述した第 1 実施例および第 2 実施例には限定されない。

- 25 例えば、接続電極 4 1 1 と接続電極 4 2 1、接続電極 4 1 2 と接続電極 4 2 2 をそれぞれ接触させ、これらを加熱し、接触面を一旦熔融し、固化させることにより、対応する接続電極同士を固着させてもよい。これにより、対応する接続電極同士が電氣的に接続するとともに、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とが接合する。

また、接続電極 4 1 1 と接続電極 4 2 1 との間と、接続電極 4 1 2 と接続電極

4 2 2との間とに、それぞれ半田（導電性のろう材）を配置し、これらの半田を加熱し、一旦熔融させ、固化させてもよい。これにより、対応する接続電極同士が半田を介して電氣的に接続するとともに、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とが半田を介して接着（接合）する。

5 次に、3次元デバイスの製造方法の第3実施例を説明する。

図18は、3次元デバイスの構成例を模式的に示す断面図である。なお、前述した第1実施例との共通点については、説明を省略し、主な相違点を説明する。

図18に示す3次元デバイス10も前述した第1実施例と同様に、薄膜構造の転写方法により製造する。

10 この3次元デバイス10の第1の被転写層（第1の薄膜デバイス層）41の一端（図18中上側）には、発光部（発光素子）413および受光部（受光素子）414が形成されている。

また、第2の被転写層（第2の薄膜デバイス層）42の一端（図18中下側）には、発光部（発光素子）423および受光部（受光素子）424が形成されて
15 いる。

この3次元デバイス10では、前記工程〈A7〉において、対応する発光部と受光部とが対向、すなわち、発光部413と受光部424とが対向し、かつ発光部423と受光部414とが対向するように位置決めしつつ、被転写層41と被
20 転写層42とを実質的に透明の（発光部413および423からの光に対して光透過性を有する）接着層25を介して接着（接合）する。

この3次元デバイス10における発光部413および423としては、例えば、有機EL素子を用いることができる。

図19は、有機EL素子の構成例を示す断面図である。

同図に示すように、有機EL素子30は、隔壁（バンク）34と、この隔壁3
25 4の内側に形成された透明電極31および発光層（有機EL）32と、金属電極33とで構成されている。

この場合、透明電極31上に発光層32が形成され、隔壁34および発光層32上に金属電極33が形成されている。

透明電極31は、例えば、ITO等で構成される。

また、発光層 3 2 は、例えば、主として発光層 3 2 を形成する共役系高分子有機化合物の前駆体と、発光層 3 2 の発光特性を変化させるための蛍光色素等を所定の溶媒（極性溶媒）に溶解または分散させた有機 E L 素子用組成物（発光層 3 2 用の組成物）を加熱処理し、その有機 E L 素子用組成物中の前記前駆体を高分子化した薄膜（固体薄膜）で構成される。

また、金属電極 3 3 は、例えば、Al-Li 等で構成される。

また、隔壁 3 4 は、例えば、樹脂ブラックレジスト等で構成される。

被転写層 4 1 および 4 2 には、それぞれ、この有機 E L 素子 3 0 を駆動する図示しない駆動部（駆動回路）が形成されている。

10 この有機 E L 素子 3 0 では、前記駆動回路から透明電極 3 1 と金属電極 3 3 との間に所定の電圧が印加されると、発光層 3 2 に電子および正孔（ホール）が注入され、それらは印加された電圧によって生じる電場により発光層 3 2 中を移動し再結合する。この再結合に際し放出されたエネルギーによりエキシトン（励起子）が生成し、このエキシトンが基底状態へ戻る際にエネルギー（蛍光・リン光）を放出する。すなわち、発光する。なお、上記の現象を E L 発光と言う。

15 また、この 3 次元デバイス 1 0 における受光部 4 1 4 および 4 2 4 としては、例えば、PIN フォトダイオードを用いることができる。

図 2 0 は、PIN フォトダイオードの構成例を示す断面図である。

同図に示すように、PIN フォトダイオード 5 0 は、受光部窓電極 5 1 と、p 型 a-SiC 層（p 型半導体層）5 2 と、i 型 a-Si 層（半導体層）5 3 と、n 型 a-SiC 層（n 型半導体層）5 4 と、受光部上部電極と配線（電気配線）を兼ねた Al-Si-Cu 層 5 5 とで構成されている。

25 これら受光部窓電極 5 1、p 型 a-SiC 層 5 2、i 型 a-Si 層 5 3、n 型 a-SiC 層 5 4 および Al-Si-Cu 層 5 5 は、図 2 0 中下側からこの順序で積層されている。なお、前記受光部窓電極 5 1 は、例えば、ITO 等で構成される。

前述したように、有機 E L 素子 3 0 は、該有機 E L 素子 3 0 に電氣的に接続されている図示しない駆動回路により駆動されて発光する。すなわち、有機 E L 素子 3 0 は、光信号（光）を送出（送信）する。

この有機EL素子30からの光は、接着層25を透過して受光部窓電極51から入射する。すなわち、PINフォトダイオード50で受光される。

そして、PINフォトダイオード50からは、受光光量に応じた大きさの電流、すなわち電気信号（信号）が出力される（光信号が電気信号に変換され出力される）。

このPINフォトダイオード50からの信号に基づいて、該PINフォトダイオード50に電氣的に接続されている図示しない回路が作動する。

なお、図18に示すように、発光部413からの光は、接着層25を透過して受光部424で受光され、また、発光部423からの光は、接着層25を透過して受光部414で受光される。すなわち、発光部413、423、受光部414および424により、被転写層41と被転写層42との間で光（光信号）による通信がなされる。

この第3実施例でも前述した第1実施例と同様の効果が得られる。

そして、この第3実施例では、層間の信号の伝達は、電気（電気信号）ではなく、光（光信号）で行うように構成されているので、製造が容易であり、特に、集積度をより高めることができる。

なお、本発明では、発光部413および423は、有機EL素子に限らず、例えば、無機EL素子、発光ダイオード（LED）、半導体レーザ（レーザダイオード）等で構成されていてもよい。

また、本発明では、受光部414および424は、PINフォトダイオードに限らず、例えば、PNフォトダイオード、アバランシェフォトダイオード等の各種フォトダイオード、フォトトランジスタ、フォトルミネッセンス（有機フォトルミネッセンス、無機フォトルミネッセンス等）等で構成されていてもよい。

また、本発明では、被転写層（薄膜デバイス層）41と被転写層（薄膜デバイス層）42との接着（接合）の方法は、前述した方法に限らない。すなわち、被転写層41と被転写層42との間で、光（光信号）による通信が可能なように、被転写層41と被転写層42とを接着（接合）することができればよい。

例えば、被転写層41と被転写層42とを部分的に接着（接合）してもよい。この場合、発光部413、423、受光部414および424以外の部分で接着

(接合)するときには、不透明の接着層で被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とを接着(接合)してもよい。

また、被転写層 4 1 と被転写層 4 2 との間にスペーサ(例えば、柱)を設け、このスペーサを介して被転写層 4 1 と被転写層 4 2 とを接着(接合)してもよい。

5 この場合には、被転写層 4 1 の発光部 4 1 3 および受光部 4 1 4 と、被転写層 4 2 の受光部 4 2 4 および発光部 4 2 3 との間に空間が形成される。

また、被転写層 4 1 の発光部 4 1 3 および受光部 4 1 4 と、被転写層 4 2 の受光部 4 2 4 および発光部 4 2 3 とを、それぞれ接触させてもよい。

10 また、本発明では、3次元デバイスの被転写層(薄膜デバイス層)の層数を3層以上にする場合には、隣接しない層間において、光(光信号)による通信が可能なように構成してもよい。

また、本発明では、発光部を発光特性(例えば、発光する光のピーク波長)の異なる複数の発光素子で構成し、受光部を対応する前記発光素子からの光を受光する複数の受光素子で構成してもよい。

15 この場合には、複数の情報(信号)を同時に通信することができる。すなわち、多チャンネルの光通信による情報伝達が可能となる。

また、本発明では、発光特性(例えば、発光する光のピーク波長)の異なる複数の発光部を設け、対応する前記発光部からの光を受光する複数の受光部を設けてもよい。

20 また、本発明では、少なくとも1つの所定の被転写層(薄膜デバイス層)内において、前記被転写層(薄膜デバイス層)間のような光(光信号)による通信がなされるように構成してもよい。

以上、本発明の3次元デバイスの製造方法を図示の実施例に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。

25 例えば、本発明では、3次元デバイスの被転写層(薄膜デバイス層)の層数を3層以上にする場合には、所定の被転写層間(被転写層同士)を第1実施例または第2実施例等のように電氣的に接続し(以下、「電氣的に接続」と言う)、他の被転写層間では、第3実施例等のように、光(光信号)による通信が可能(以下、「光学的に接続」と言う)であるように構成してもよい。

また、本発明では、所定の被転写層間について、その一部を電氣的に接続し、残部を光学的に接続してもよい。

また、本発明では、3次元デバイスを構成する複数の被転写層（薄膜デバイス層）のうちの少なくとも1層を前述した薄膜構造の転写方法（転写技術）により

5 転写して該デバイスを製造すればよい。

なお、本発明における転写方法は、前述した方法には限らない。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明の3次元デバイスの製造方法によれば、薄膜デバイス層を転写方法により積層するので、容易に、3次元デバイス（例えば、3次元IC）を製造することができる。

10

特に、各薄膜デバイス層をそれぞれ単独で形成することができるので、従来のような下層（下側の薄膜デバイス層）への悪影響を考慮することがなく、製造条件の自由度が広い。

そして、本発明では、複数の薄膜デバイス層を積層してデバイスを製造するので、集積度を高めることができる。

15

また、本発明では、各薄膜デバイス層を異なる基板上に形成することができるので、各薄膜デバイス層をそれぞれ最適なデバイスパラメータで形成することができ、これにより信頼性が高く、高性能のデバイスを提供することができる。

また、本発明では、層毎に良品の薄膜デバイス層のみを選別して積層することができるので、同一基板上に各層を順次形成（直接各層を形成）して3次元デバイスを製造する場合に比べ、高い歩留りが得られる。

20

請求の範囲

1. 2次元方向の所定の領域内に配置される薄膜デバイス層をその厚さ方向に複数積層して3次元デバイスを製造する3次元デバイスの製造方法であって、前記各薄膜デバイス層のうちの少なくとも1つを転写法により積層することを特徴とする3次元デバイスの製造方法。
2. 基体上に、2次元方向に広がる所定の領域内で回路を構成する薄膜デバイス層をその厚さ方向に複数積層して3次元方向の回路を構成する3次元デバイスを製造する3次元デバイスの製造方法であって、前記各薄膜デバイス層のうちの少なくとも1つを転写法により積層することを特徴とする3次元デバイスの製造方法。
3. 前記転写法は、第1の基板の上に分離層を介して薄膜デバイス層を形成した後、前記分離層に照射光を照射して、前記分離層の層内および／または界面において剥離を生ぜしめ、前記第1の基板の上の薄膜デバイス層を第2の基板側へ転写するものである請求項1または2に記載の3次元デバイスの製造方法。
4. 前記分離層の剥離は、分離層を構成する物質の原子間または分子間の結合力が消失または減少することにより生じる請求項3に記載の3次元デバイスの製造方法。
5. 前記分離層の剥離は、分離層を構成する物質から気体が発生することにより生じる請求項3に記載の3次元デバイスの製造方法。
6. 前記照射光は、レーザー光である請求項3に記載の3次元デバイスの製造方法。
7. 前記レーザー光の波長が、100～350nmである請求項6に記載の3次元デバイスの製造方法。
8. 前記レーザー光の波長が、350～1200nmである請求項6に記載の3次元デバイスの製造方法。
9. 前記分離層は、非晶質シリコン、セラミックス、金属または有機高分子材料で構成されている請求項3に記載の3次元デバイスの製造方法。
10. 前記第1の基板は、透明基板である請求項3に記載の3次元デバイスの

製造方法。

- 1 1. 前記薄膜デバイス層に接続電極を形成し、該接続電極により、隣接する前記薄膜デバイス層同士を電氣的に接続する請求項 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 5 1 2. 前記接続電極は、前記薄膜デバイス層の両面に存在する請求項 1 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 1 3. 異方性導電膜を介して隣接する前記薄膜デバイス層同士を接合する請求項 1 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 1 4. 前記各薄膜デバイス層のうちの対応する 2 層において、一方の層に発光
10 部を形成し、他方の層に前記発光部からの光を受光する受光部を形成し、これら発光部および受光部により、前記 2 層間で光による通信を可能とする請求項 1 ないし 1 0 のいずれかに記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 1 5. 前記転写して積層される薄膜デバイス層は、他の薄膜デバイス層のうちの少なくとも 1 つと同時に製造される請求項 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方
15 法。
- 1 6. 前記各薄膜デバイス層のうちの少なくとも 1 つは、複数の薄膜トランジスタを有する請求項 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 1 7. メモリとしての前記薄膜デバイス層を複数回転写し、大規模メモリを形成する請求項 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 20 1 8. ロジックとしての前記薄膜デバイス層を複数回転写し、大規模ロジックを形成する請求項 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 1 9. メモリとしての前記薄膜デバイス層とロジックとしての前記薄膜デバイス層とを転写し、システム L S I を形成する請求項 1 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 25 2 0. 前記ロジックと前記メモリは、異なるデザインルールで形成する請求項 1 9 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 2 1. 前記ロジックと前記メモリは、異なるデザインパラメータで形成する請求項 1 9 に記載の 3 次元デバイスの製造方法。
- 2 2. 前記ロジックと前記メモリは、異なる製造プロセスで形成する請求項 1

9に記載の3次元デバイスの製造方法。

図 1

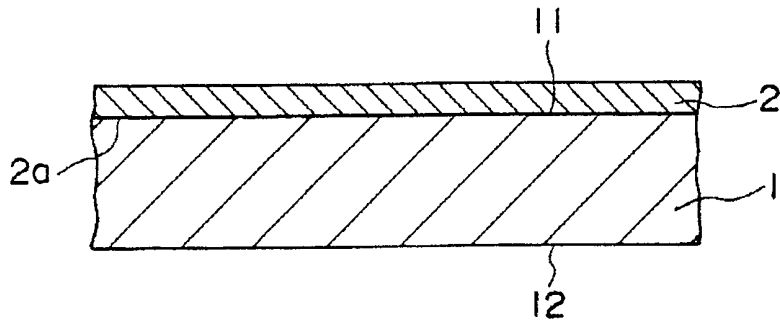


図 2

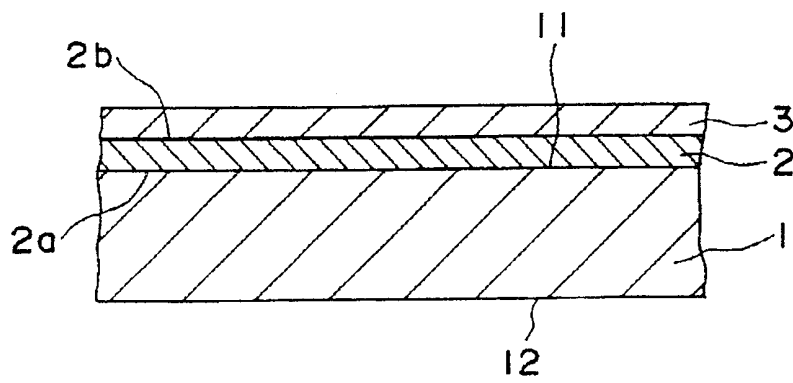


図 3

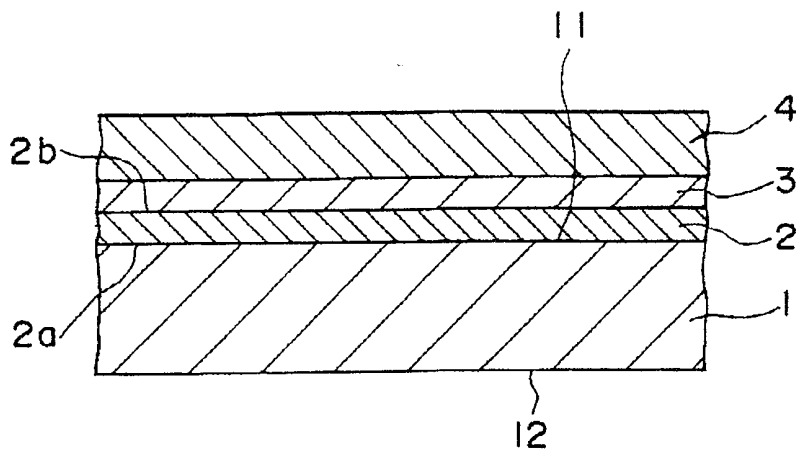


図 4

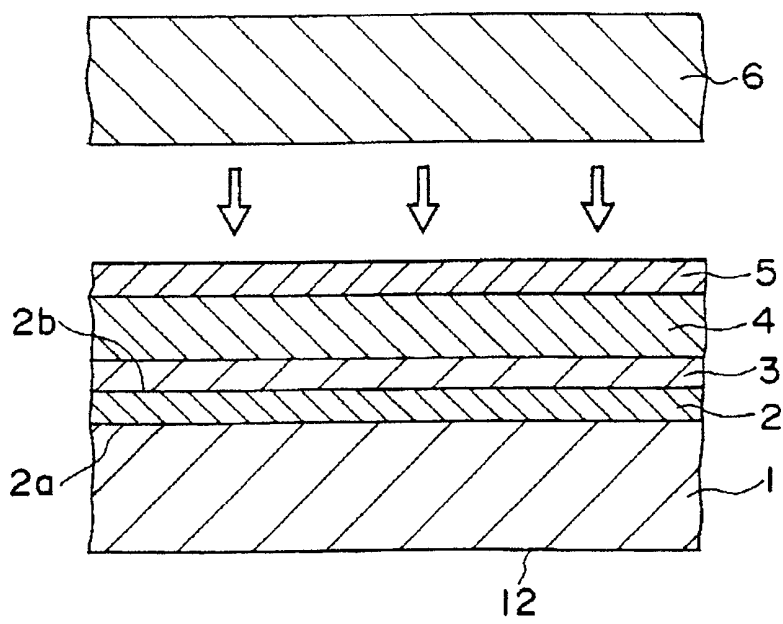


図 5

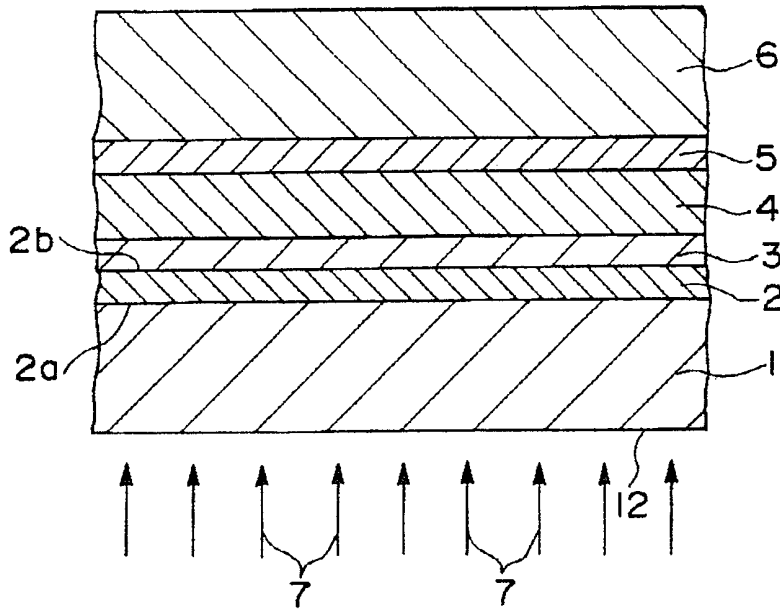


図 6

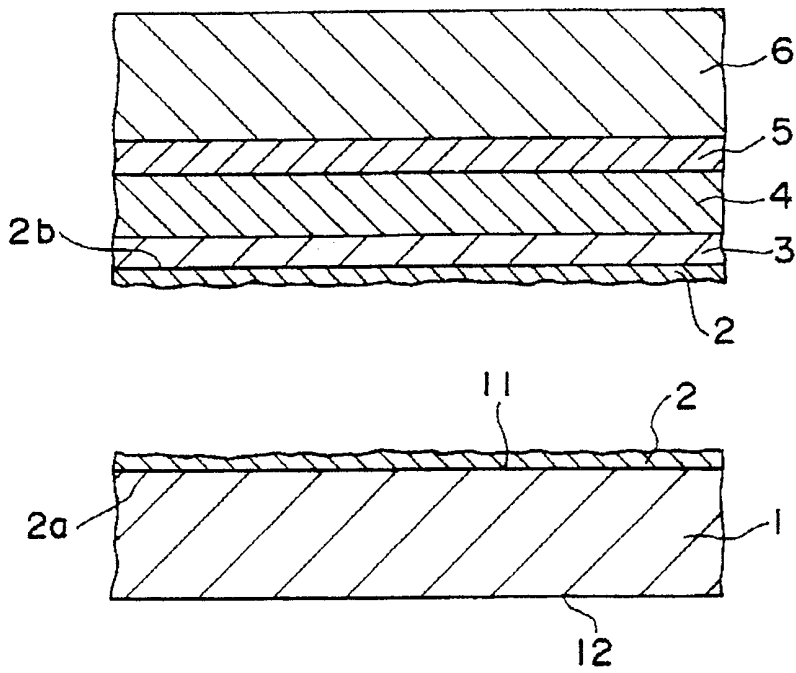


図 7

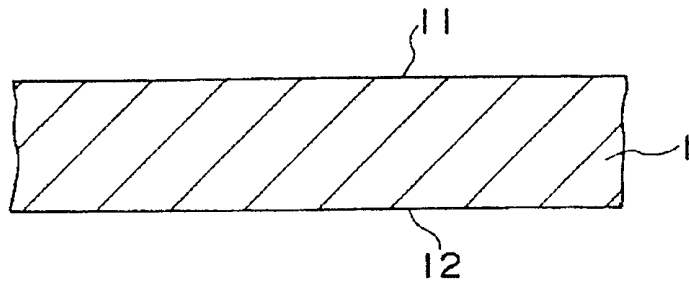
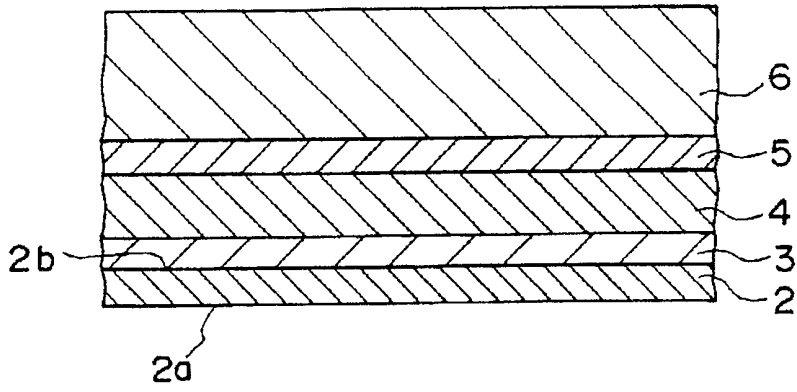


図 8

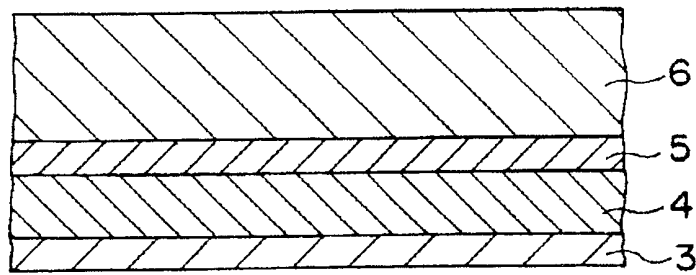


図 9

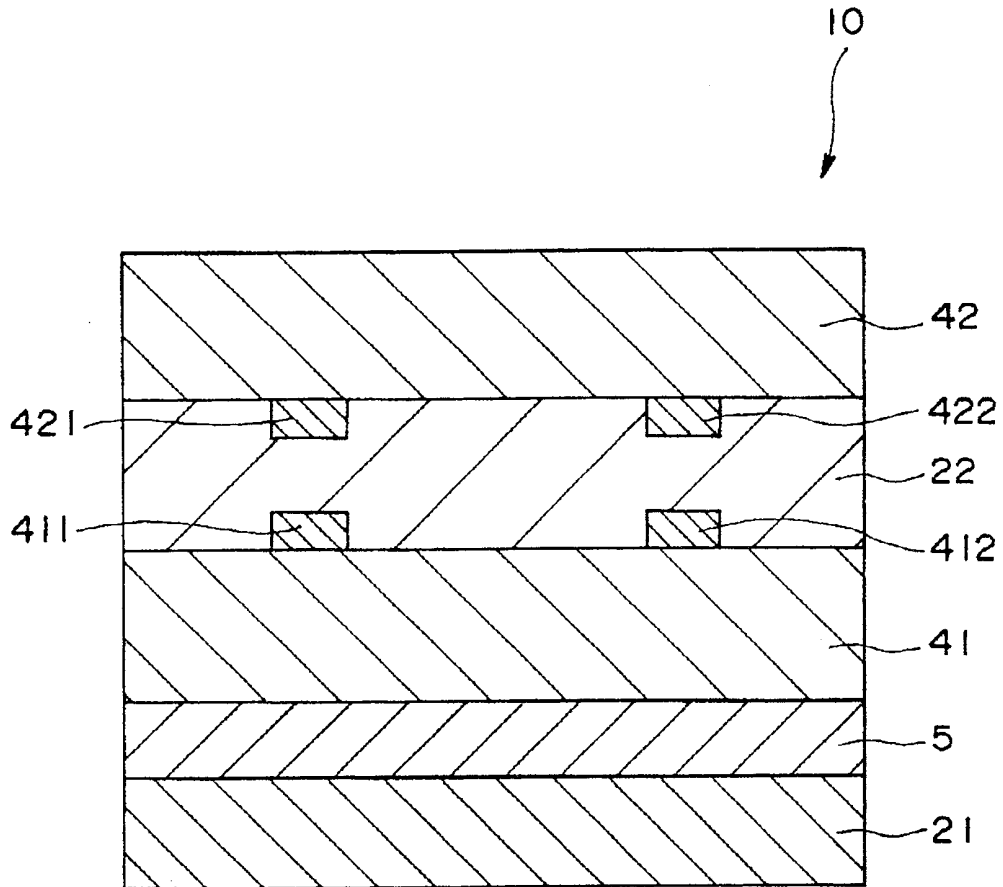


図 10

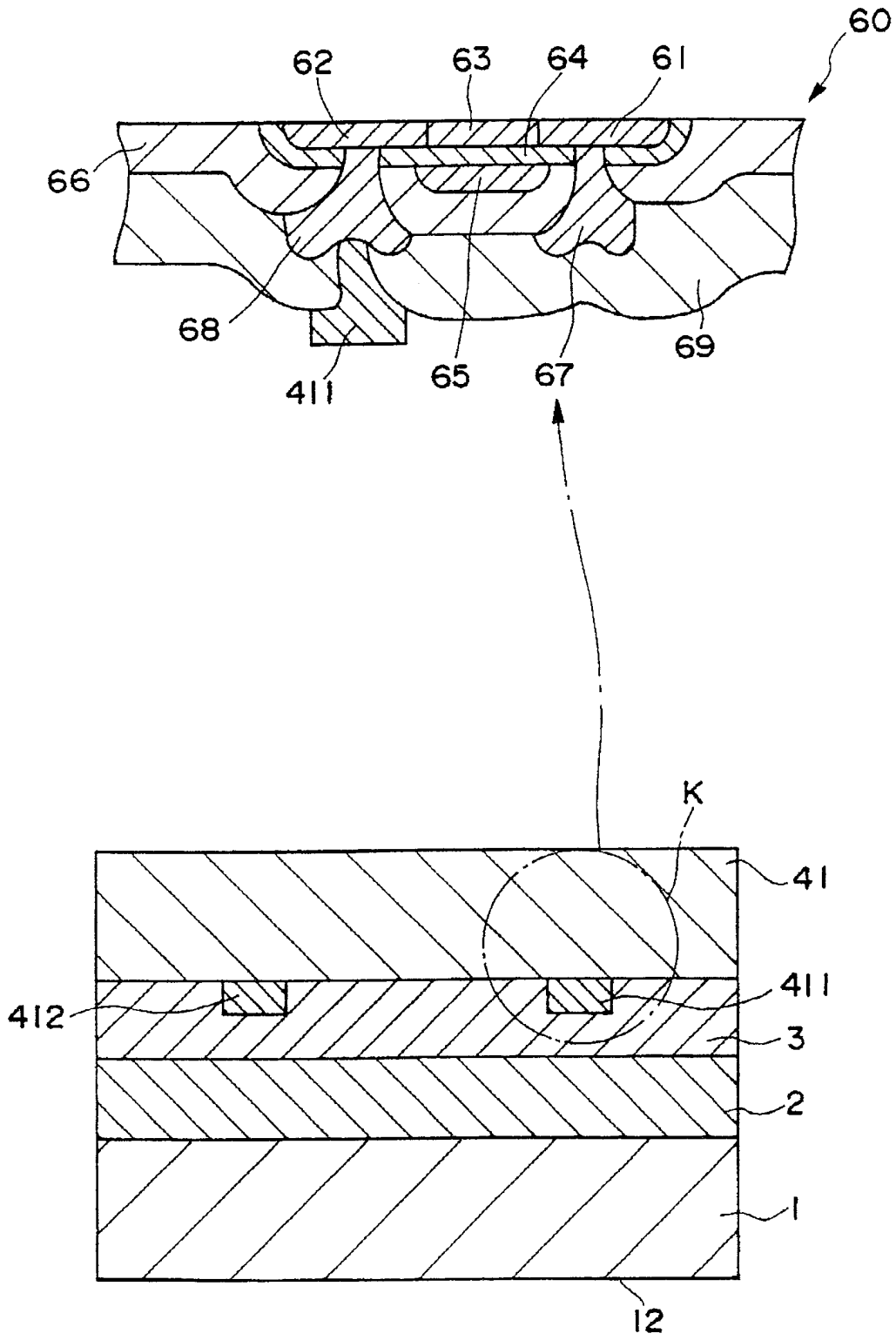


図 1 1

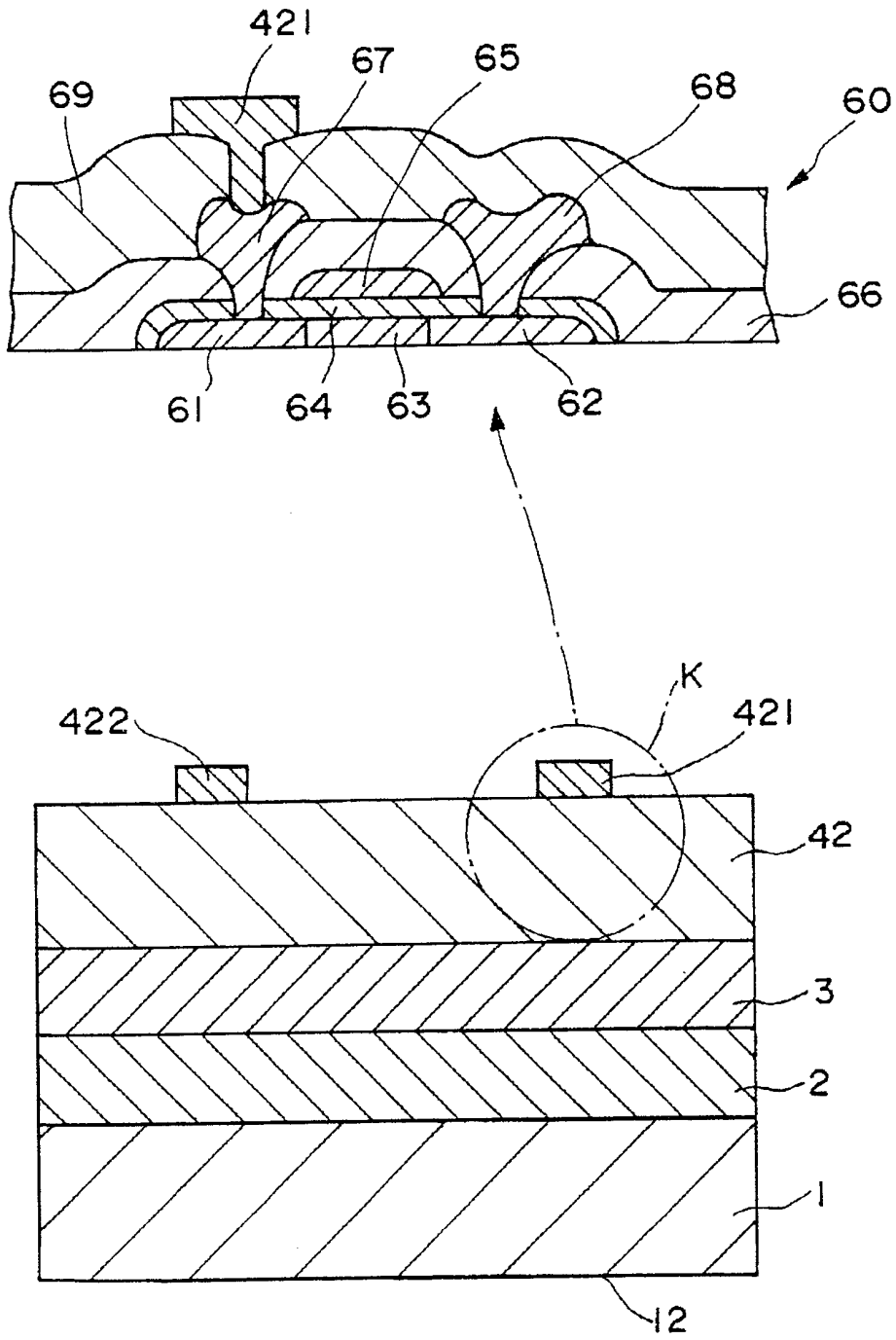


図 1 2

8 / 1 6

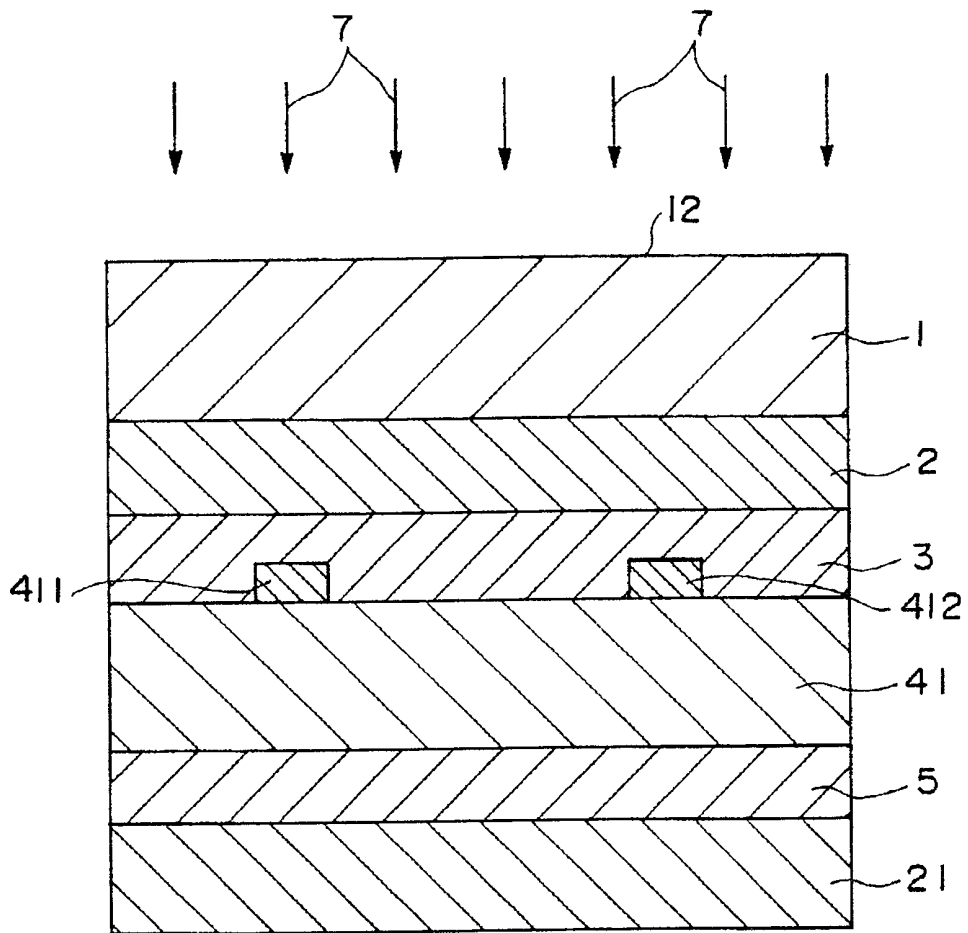


図 13

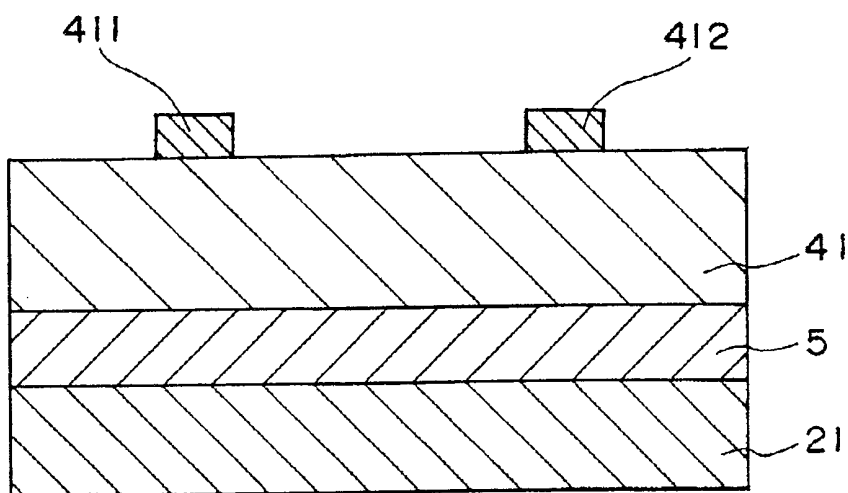


図 14

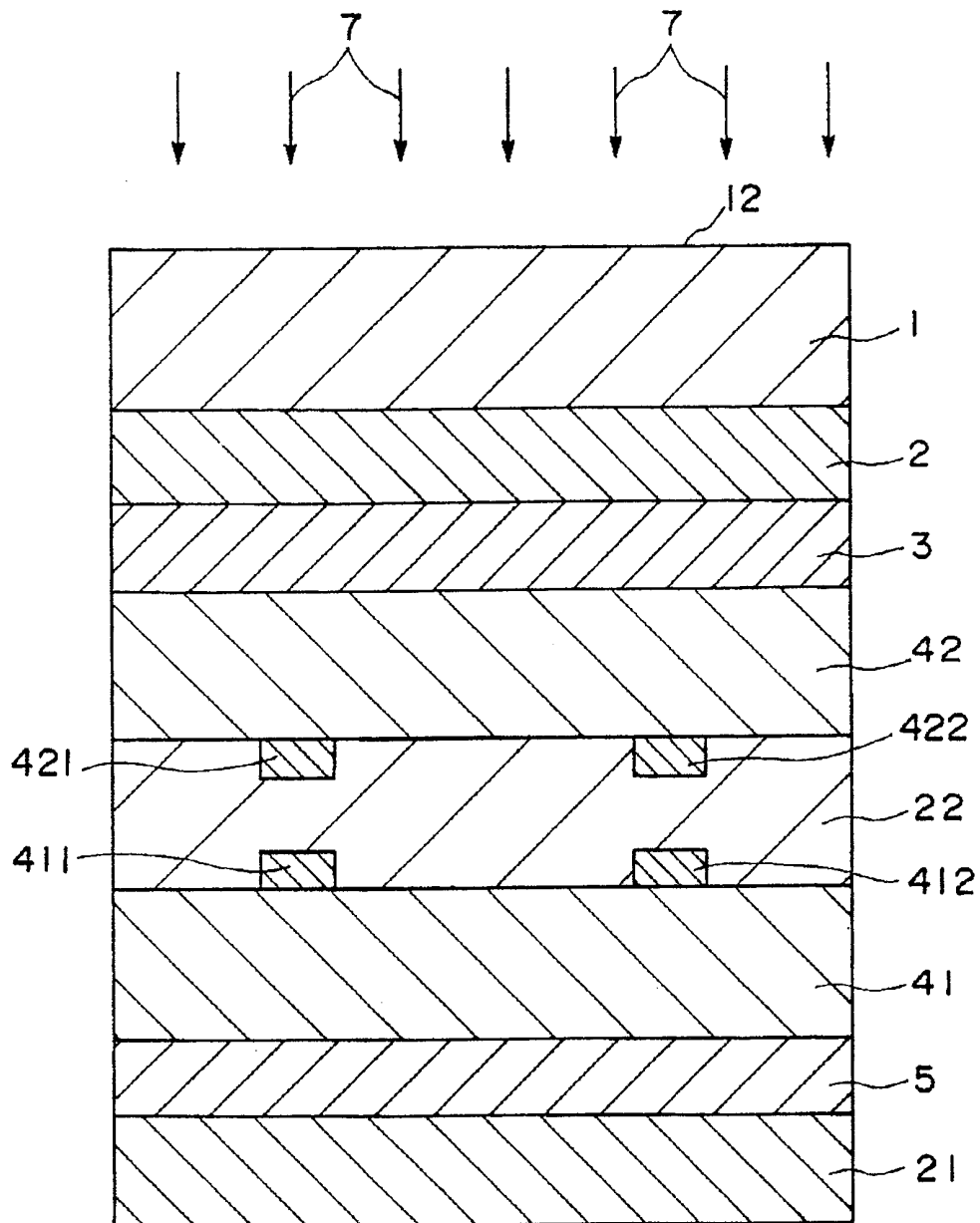


図 15

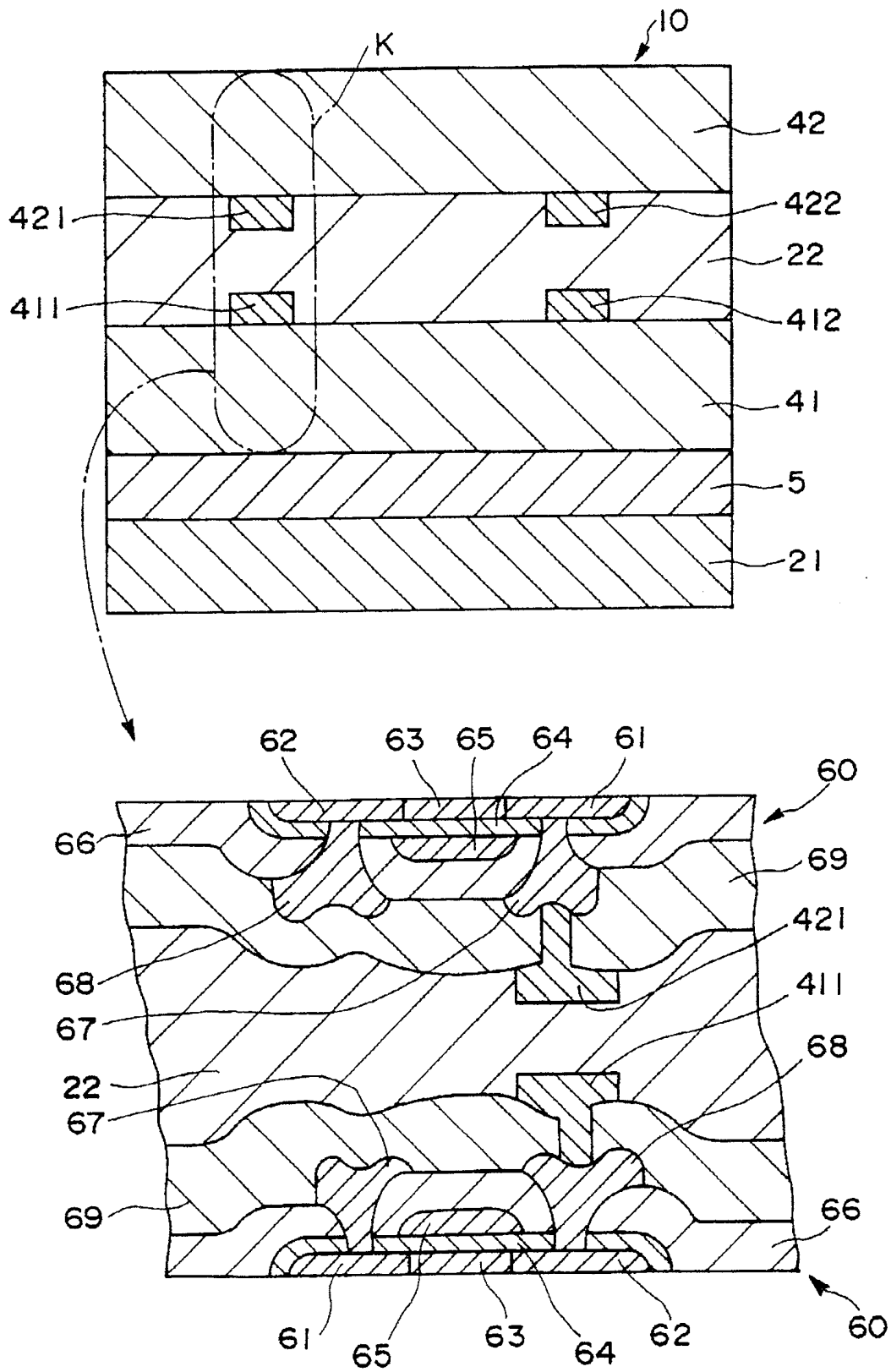


図 16

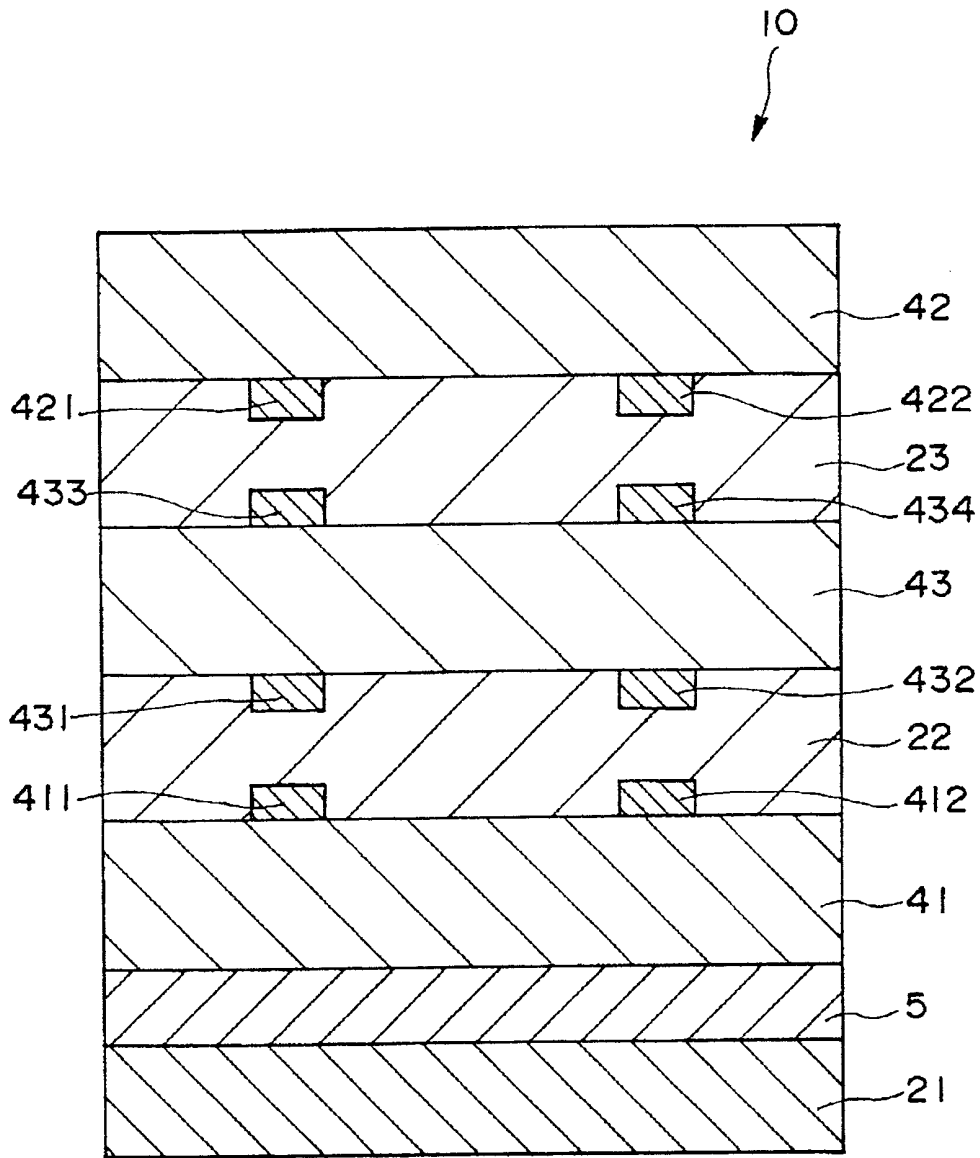


図 17

13 / 16

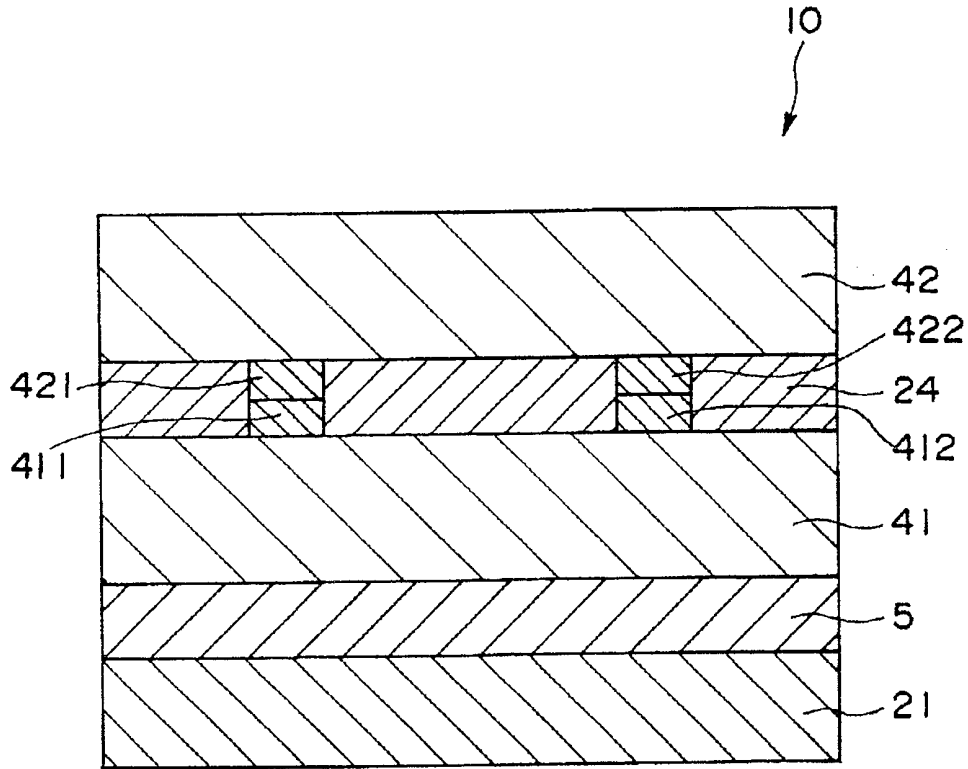


図 18

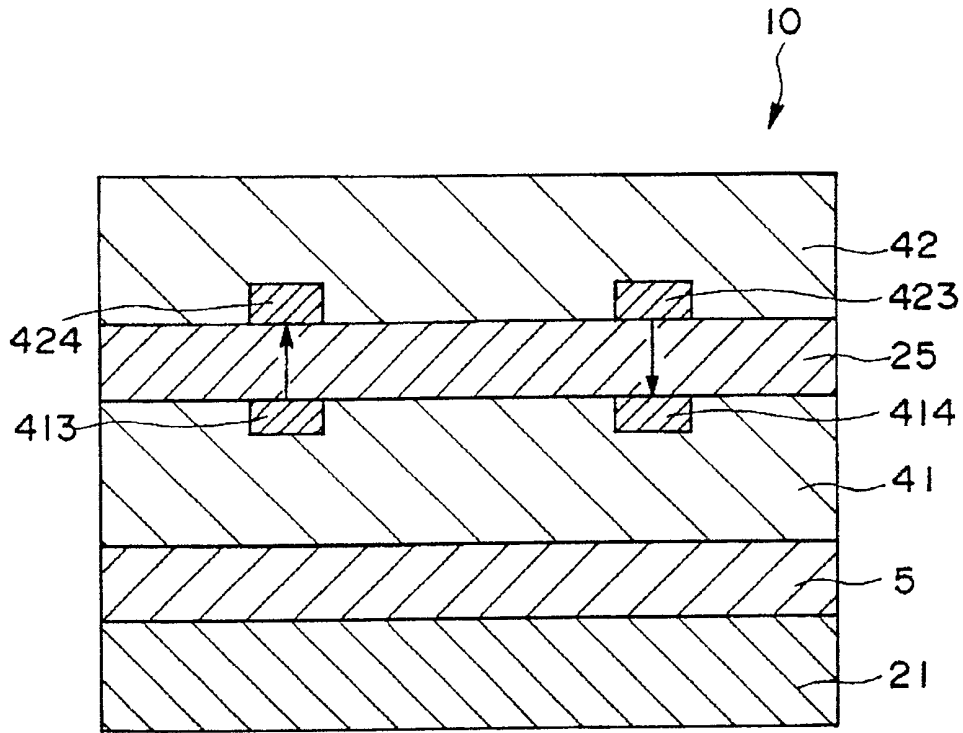
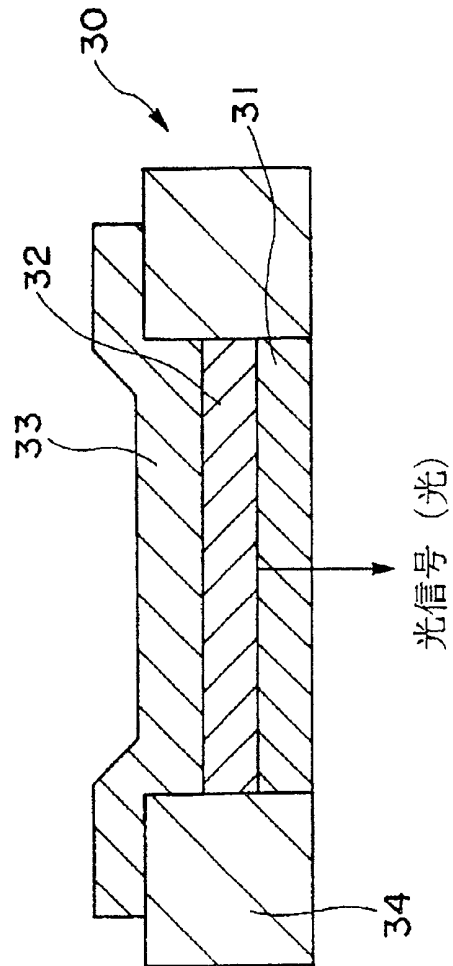
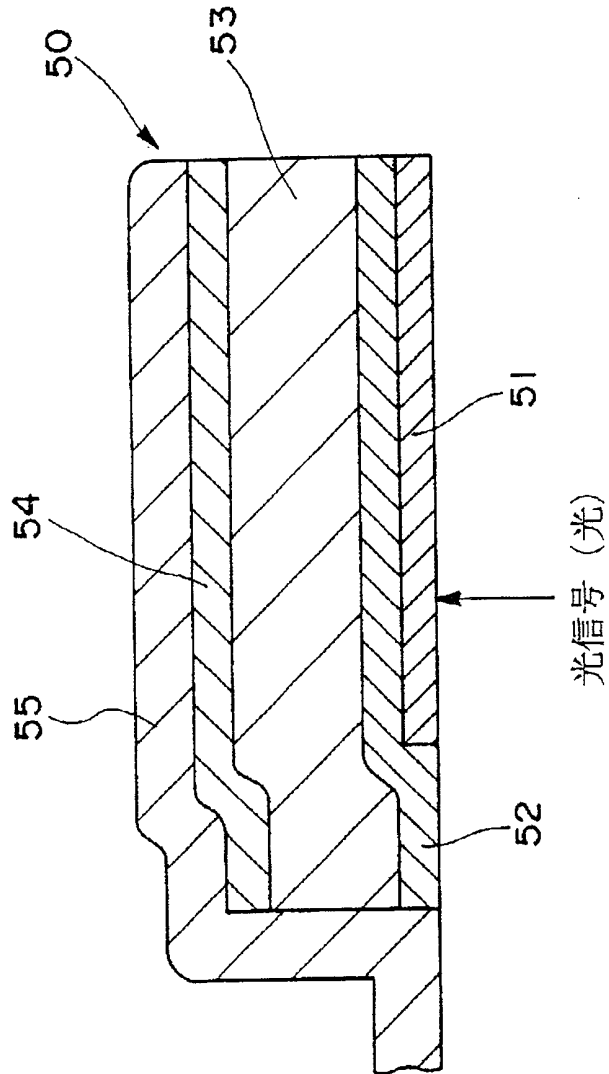


図 19





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/00819

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁶ H01L27/00, 301</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) Int.Cl⁶ H01L27/00, 301</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999</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>JP, 9-503622, A (Kopin Corp.), 8 April, 1997 (08. 04. 97), Detailed description of preferred embodiments ; Figs. 1 to 16</td> <td>1-2, 16-19</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>Detailed description of preferred embodiments ; Figs. 1 to 16 & WO, 95/09438, A1 & EP, 721662, A1 & US, 5656548, A</td> <td>20-22</td> </tr> <tr> <td>P, Y</td> <td>JP, 8-125120, A (Hitachi,Ltd.), 17 May, 1996 (17. 05. 96), Par. No. [0033] (Family: none)</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP, 62-219954, A (Fujitsu Ltd.), 28 September, 1987 (28. 09. 87), Full text ; Figs. 1 to 6, 8</td> <td>1, 2, 11, 12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>Full text ; Figs. 1 to 6, 8 & EP, 238089, B1 & US, 4939568, A</td> <td>13-15</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p> <table border="1"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>Date of the actual completion of the international search 14 May, 1999 (14. 05. 99)</td> <td>Date of mailing of the international search report 25 May, 1999 (25. 05. 99)</td> </tr> <tr> <td>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</td> <td>Authorized officer</td> </tr> <tr> <td>Facsimile No.</td> <td>Telephone No.</td> </tr> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP, 9-503622, A (Kopin Corp.), 8 April, 1997 (08. 04. 97), Detailed description of preferred embodiments ; Figs. 1 to 16	1-2, 16-19	Y	Detailed description of preferred embodiments ; Figs. 1 to 16 & WO, 95/09438, A1 & EP, 721662, A1 & US, 5656548, A	20-22	P, Y	JP, 8-125120, A (Hitachi,Ltd.), 17 May, 1996 (17. 05. 96), Par. No. [0033] (Family: none)	13	X	JP, 62-219954, A (Fujitsu Ltd.), 28 September, 1987 (28. 09. 87), Full text ; Figs. 1 to 6, 8	1, 2, 11, 12	Y	Full text ; Figs. 1 to 6, 8 & EP, 238089, B1 & US, 4939568, A	13-15	* Special categories of cited documents:	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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	"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)	"&" document member of the same patent family	"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		Date of the actual completion of the international search 14 May, 1999 (14. 05. 99)	Date of mailing of the international search report 25 May, 1999 (25. 05. 99)	Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	Facsimile No.	Telephone No.
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																																				
X	JP, 9-503622, A (Kopin Corp.), 8 April, 1997 (08. 04. 97), Detailed description of preferred embodiments ; Figs. 1 to 16	1-2, 16-19																																				
Y	Detailed description of preferred embodiments ; Figs. 1 to 16 & WO, 95/09438, A1 & EP, 721662, A1 & US, 5656548, A	20-22																																				
P, Y	JP, 8-125120, A (Hitachi,Ltd.), 17 May, 1996 (17. 05. 96), Par. No. [0033] (Family: none)	13																																				
X	JP, 62-219954, A (Fujitsu Ltd.), 28 September, 1987 (28. 09. 87), Full text ; Figs. 1 to 6, 8	1, 2, 11, 12																																				
Y	Full text ; Figs. 1 to 6, 8 & EP, 238089, B1 & US, 4939568, A	13-15																																				
* Special categories of cited documents:	"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																																					
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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																																					
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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																																					
"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)	"&" document member of the same patent family																																					
"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																																						
Date of the actual completion of the international search 14 May, 1999 (14. 05. 99)	Date of mailing of the international search report 25 May, 1999 (25. 05. 99)																																					
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer																																					
Facsimile No.	Telephone No.																																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/00819

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, Y	JP, 10-125929, A (Seiko Epson Corp.), 15 May, 1998 (15. 05. 98), Full text ; Figs. 1 to 8 & WO, 98/09333, A1 & JP, 10-125930, A & JP, 10-125931, A & EP, 858110, A1 & CN, 1199507, A & JP, 11-26734, A	3-10
Y	JP, 61-99362, A (Fujitsu Ltd.), 17 May, 1986 (17. 05. 86), Full text ; Fig. 1 (Family: none)	14
Y	JP, 62-145760, A (Hitachi, Ltd.), 20 December, 1985 (20. 12. 85), Full text ; drawings (Family: none)	14
P, Y	JP, 10-335577, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 December, 1998 (18. 12. 98), Par. No. [0036] (Family: none)	15
Y	JP, 7-78938, A (Sony Corp.), 20 March, 1995 (20. 03. 95), Par. No. [0046] (Family: none)	20-22

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁶ H01L27/00, 301			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁶ H01L27/00, 301			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1999年 日本国登録実用新案公報 1994-1999年 日本国実用新案登録公報 1996-1999年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X Y	JP, 9-503622, A (コピン・コーポレーション) 8. 4月. 1997 (08.04.97) 好ましい実施態様の詳細な説明の記載, 第1-16図 好ましい実施態様の詳細な説明の記載, 第1-16図 & WO, 95/09438, A1 & EP, 721662, A1 & US, 5656548, A	1, 2, 16-19 20-22	
P, Y	JP, 8-125120, A (株式会社日立製作所) 17. 5月. 1996 (17.05.96) 段落番号【0033】 (ファミリーなし)	13	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日	14.05.99	国際調査報告の発送日	25.05.99
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 市川 篤	4 L 9544 電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, 62-219954, A (富士通株式会社) 28. 9月. 1987 (28. 09. 87) 全文, 第1-6, 8図 全文, 第1-6, 8図 & EP, 238089, B1 & US, 4939568, A	1, 2, 11, 12 13-15
P, Y	JP, 10-125929, A (セイコーエプソン株式会社) 15. 5月. 1998 (15. 05. 98) 全文, 図1-8 & WO, 98/09333, A1 & JP, 10-125930, A & JP, 10-125931, A & EP, 858110, A1 & CN, 1199507, A & JP, 11-26734, A	3-10
Y	JP, 61-99362, A (富士通株式会社) 17. 5月. 1986 (17. 05. 86) 全文, 第1図 (ファミリーなし)	14
Y	JP, 62-145760, A (株式会社日立製作所) 20. 12月. 1985 (20. 12. 85) 全文, 図面 (ファミリーなし)	14
P, Y	JP, 10-335577, A (松下電器産業株式会社) 18. 12月. 1998 (18. 12. 98) 段落番号【0036】 (ファミリーなし)	15
Y	JP, 7-78938, A (ソニー株式会社) 20. 3月. 1995 (20. 03. 95) 段落番号【0046】 (ファミリーなし)	20-22