

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 2 月 6 日 (06.02.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/010804 A1

- (51) 国際特許分類: **H01L 21/20, 29/786** (74) 代理人: 稲葉 良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号37森ビル 8階 TMI総合法律事務所 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/07436
- (22) 国際出願日: 2002 年 7 月 23 日 (23.07.2002) (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR.
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2001-225125 2001 年 7 月 25 日 (25.07.2001) JP
特願2001-339681 2001 年 11 月 5 日 (05.11.2001) JP
- (71) 出願人: 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).

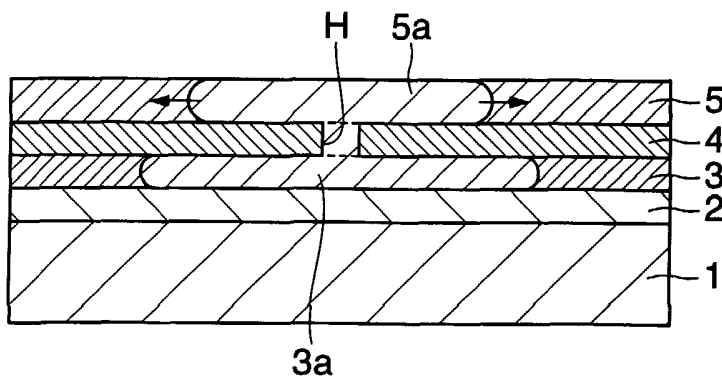
添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

- (72) 発明者: 広島 安 (HIROSHIMA, Yasushi); 〒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).

(54) Title: METHOD OF PRODUCING SEMICONDUCTOR THIN FILM, METHOD OF PRODUCING SEMICONDUCTOR DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE, INTEGRATED CIRCUIT, ELECTROOPTICAL DEVICE AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 半導体薄膜の製造方法、半導体装置の製造方法、半導体装置、集積回路、電気光学装置及び電子機器



(57) Abstract: Methods of producing a semiconductor thin film and a semiconductor device, comprising the steps of providing an insulation film having a through hole between two-layer silicon films, applying a laser beam to partially melt the silicon films, and continuously forming an almost single-crystal silicon film extending from at least a part of a silicon film continuing from the through hole and on the lower-layer side of the insulation film, via the through hole, to at least a part of a silicon film on the upper-layer side of the insulation film. Therefore, the diameter of the through hole in the

insulation film can be equal to or a little smaller than the size of one crystal grain forming a polycrystal produced in a silicon film on the lower-layer side of the insulation film, thus requiring only a through hole having a diameter larger than a conventionally formed hole size. This eliminates the need of expensive, precision exposure system and etching device, and many high-performance semiconductor devices can be easily formed in a large glass substrate such as a large crystal display.

[続葉有]



(57) 要約:

本発明の半導体薄膜及び半導体装置の製造方法によれば、二層の珪素膜の間に貫通孔を有する絶縁膜を設け、レーザを照射することにより珪素膜を部分熔融させ、貫通孔に続く絶縁膜の下層側の珪素膜の少なくとも一部から当該貫通孔を経て絶縁膜の上層側の珪素膜の少なくとも一部にまで略単結晶珪素膜を連続形成するようにした。このため、絶縁膜の貫通孔の径は、絶縁膜下層側の珪素膜に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し小さい大きさでよい。従来の方法で形成する穴よりも大きな径の貫通孔を形成すれば十分である。このため高価で精密な露光装置やエッチング装置を必要としない。また大型液晶ディスプレイ等のように、大きなガラス基板上に多数の高性能の半導体装置を容易に形成できる。

明細書

半導体薄膜の製造方法、半導体装置の製造方法、半導体装置、集積回路、
電気光学装置及び電子機器

5 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は、半導体薄膜及び半導体装置の製造方法に関する。特に、略単結晶状態の珪素膜を好適に形成させることのできる半導体薄膜の形成方法の改良に関する。

10

背景技術

今まで、多結晶珪素薄膜トランジスタ（ $p-Si TFT$ ）に代表される薄膜半導体装置を比較的低温にて製造する方法として、非晶質珪素膜をレーザで熱処理し多結晶珪素膜を形成し、この多結晶珪素膜を半導体膜としてゲート電極、金属薄膜にて配線を形成して薄膜半導体装置を製造する方法が提案
15 されていた。しかしこの方法では、レーザ光のエネルギー制御が難しく、製造される半導体膜の性質にばらつきが生じるため、これに代わり、このような問題の生じない略単結晶珪素膜を成長させる技術が提案されていた（文献「Single Crystal Thin Film Transistors」（IBM TECHNICAL DISCLOSURE
20 BULLETIN Aug.1993 pp257-258）及び文献「Advanced Excimer-Laser Crystallization Techniques of Si Thin-Film For Location Control of Large Grain on Glass」（R.Ishihara 等, proc.SPIE 2001, vol.4295 p.14~23））。

これら文献には、基板上の絶縁膜に穴を開けて、この絶縁膜上及び穴内に非晶質珪素膜を形成した後、この非晶質珪素膜にレーザを照射して、前記穴
25 の底部内の非晶質珪素を非熔融状態に保持しながら、その他の部分の非晶質珪素膜を熔融状態にすることにより、非熔融状態に保持された非晶質珪素を結晶核とした結晶成長を生じさせて、略単結晶状態の珪素膜を形成することが開示されている。

前記両文献に形成された方法では、穴の断面を十分に小さくしないと穴の

底部で複数の結晶核が発生するため、このような径（50 nm～150 nm）の穴の形成には、高価で精密な露光装置およびエッチング装置が必要とされていた。

また、大型液晶ディスプレイ等のように、大きなガラス基板上に多数の薄膜トランジスタを形成する場合等には、前述の装置を用いたのでは穴の形成は困難である。

発明の概要

本発明は、このような課題に着目してなされたものであり、高価で精密な露光装置およびエッチング装置を使用せずに良好な略単結晶珪素膜を有する半導体薄膜を形成することを課題とする。

上記課題を解決するために、本発明は、二層の珪素膜の間に貫通孔を有する絶縁膜を設ける工程と、レーザを照射することにより珪素膜を部分熔融させ、貫通孔に続く絶縁膜の下層側の珪素膜の少なくとも一部から当該貫通孔を経て絶縁膜の上層側の珪素膜の少なくとも一部にまで略単結晶珪素膜を連続形成する工程と、を備える半導体薄膜の製造方法である。この方法を本発明の基本方法と称する。

本発明によれば、レーザ照射後に熔融した珪素の凝固は、絶縁膜下層側の珪素膜で先に始まり、絶縁膜の貫通孔に伝わって絶縁膜上層側の珪素膜に至るので、絶縁膜下層側の珪素膜に多数の結晶粒が発生し、そのうち一つの結晶粒を核とした結晶成長が生じることによって、絶縁膜上層側の珪素膜の面内の貫通孔を中心とした領域が略単結晶状態の珪素膜となる。このため、絶縁膜の貫通孔の径は、絶縁膜下層側の珪素膜に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し小さい大きさ（例えば直径0.2 μm～1.0 μm）でよい。従来方法で形成する穴よりも大きな径の貫通孔を形成すれば十分である。

なお、本発明において「略単結晶」とは、結晶粒が単一である場合のみならずこれに近い状態、すなわち、複数の結晶が組合わさっていてもその数が少なく、半導体薄膜の性質の観点からほぼ単結晶により形成された半導体薄膜と同等の性質を備えている場合も含む。

本発明において「貫通孔」は、絶縁膜を挟む上下の層に続く通路をいい、その断面形状を問わない。また「貫通孔」は必ずしも総ての部分において同一径を有する柱状をしていることを要せず、断面の径が部分毎に異なってもよい。

- 5 本発明において「連続形成」とは、界面を生ずることなく結晶が成長することをいう。

また本発明は、第1絶縁膜の上に第1非晶質珪素膜を形成する工程と、第1非晶質珪素膜の上に第2絶縁膜を形成して、当該第2絶縁膜の面内の所定位置に貫通孔を形成する工程と、第2絶縁膜上と貫通孔内に非晶質珪素を堆積することにより、第2絶縁膜上に第2非晶質珪素膜を形成する工程と、第2非晶質珪素膜にレーザを照射して、第2非晶質珪素膜を完全熔融状態にするとともに、第1非晶質珪素膜を部分熔融状態にすることにより、第2非晶質珪素膜の面内の貫通孔を中心とした領域を略単結晶状態の珪素膜とする工程と、を備える半導体薄膜の製造方法である。この方法を本発明の第1の方法と称する。

また本発明は、第1絶縁膜の上に当該第1絶縁膜とは異なる材料からなる第2絶縁膜を形成する工程と、第2絶縁膜の面内の所定位置に貫通孔を形成する工程と、第1絶縁膜の貫通孔の位置に当該貫通孔よりも断面が大きな凹部を形成する工程と、第2絶縁膜上と貫通孔内および凹部内に非晶質珪素を堆積することにより、当該第2絶縁膜上に非晶質珪素膜を形成する工程と、非晶質珪素膜にレーザを照射して、当該非晶質珪素膜を完全熔融状態にするとともに、凹部内の非晶質珪素を部分熔融状態にすることにより、当該非晶質珪素膜の面内の貫通孔を中心とした領域を略単結晶状態の珪素膜とする工程と、を備える半導体薄膜の製造方法である。この方法を本発明の第2の方法と称する。

さらに本発明は、第1絶縁膜の面内の所定位置に凹部を形成する工程と、凹部内に非晶質珪素を堆積する工程と、第1絶縁膜上に第2絶縁膜を形成する工程と、第2絶縁膜の凹部の位置に凹部より断面の小さな貫通孔を形成す

る工程と、第2絶縁膜上と貫通孔内に非晶質珪素を堆積することにより、第2絶縁膜上に非晶質珪素膜を形成する工程と、非晶質珪素膜にレーザを照射して、当該非晶質珪素膜を完全熔融状態にするとともに、凹部内の非晶質珪素を部分熔融状態にすることにより、当該非晶質珪素膜の面内の貫通孔を中心とした領域を略単結晶状態の珪素膜とする工程と、を備える半導体薄膜の製造方法である。この方法を本発明の第3の方法と称する。

本発明は、第1絶縁膜上に第1非晶質珪素膜を形成する工程と、第1非晶質珪素膜にレーザ照射することにより、第1非晶質珪素膜を多結晶珪素膜に変化させる工程と、多結晶珪素膜上に第2絶縁膜を形成する工程と、第2絶縁膜に貫通穴を形成する工程と、貫通穴に埋め込むようにして、第2絶縁膜上に第2非晶質珪素膜を形成する工程と、第2非晶質珪素膜にレーザ照射し、多結晶珪素膜を非熔融状態または部分熔融状態にしたまま、第2非晶質珪素膜を完全熔融状態にすることにより、貫通孔を中心とした第2非晶質珪素膜を略単結晶珪素膜に変化させる工程と、を備える半導体薄膜の製造方法である。この方法を本発明の第4の方法と称する。

本発明の第1の方法によれば、レーザ照射後の珪素の凝固は、第1非晶質珪素膜で先に始まり、第2絶縁膜の貫通孔を通して、完全熔融状態の第2非晶質珪素膜に至る。したがって、第1非晶質珪素膜に多数の結晶粒が発生し、そのうち一つの結晶粒を核とした結晶成長が生じることによって、第2非晶質珪素膜の面内の貫通孔を中心とした領域が略単結晶状態の珪素膜となる。そのため、第2絶縁膜の貫通孔の断面の大きさは、第1非晶質珪素膜に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し小さい大きさ（例えば直径 $0.2\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ ）でよい。従来の方法で形成する穴よりも大きな径の貫通孔を形成すれば十分である。また、貫通孔を開ける第2絶縁膜の厚さは、貫通孔の断面の大きさ（断面が円であればその直径）と同程度の厚さでよい。

本発明の第2および第3の方法によれば、レーザ照射後の珪素の凝固は、凹部内の非晶質珪素で先ず始まり、第2絶縁膜の貫通孔を通して、完全熔融状態の非晶質珪素膜に至る。したがって、凹部内の非晶質珪素に多数の結晶

粒が発生し、そのうちの一つの結晶粒を核とした結晶成長が生じることによって、非晶質珪素膜の面内の貫通孔を中心とした領域が略単結晶状態の珪素膜となる。そのため、第2絶縁膜の貫通孔の断面の大きさは、凹部内の非晶質珪素に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し小さい大きさ（例えば直径0.2 μm ~ 1.0 μm ）でよい。従来方法で形成する穴よりも大きな径の貫通孔を形成すれば十分である。また、貫通孔を開ける第2絶縁膜の厚さは、貫通孔の断面の大きさ（断面が円であればその直径）と同程度の厚さでよい。

本発明の第4の方法によれば、レーザ照射後の珪素の凝固は、多結晶珪素膜に変化した第1非晶質珪素膜の表面で先ず始まり、第2絶縁膜の貫通孔を
10 通って、完全熔融状態の非晶質珪素膜に至る。したがって、多結晶珪素膜の結晶粒のうちの一つを核とした結晶成長が生じることによって、非晶質珪素膜の面内の貫通孔を中心とした領域が略単結晶状態の珪素膜となる。そのため、第2絶縁膜の貫通孔の断面の大きさは、多結晶をなす一つの結晶粒の
15 大きさと同じか少し小さい大きさ（例えば直径0.2 μm ~ 1.0 μm ）でよい。従来方法で形成する穴よりも大きな径の貫通孔を形成すれば十分である。また、貫通孔を開ける第2絶縁膜の厚さは、貫通孔の断面の大きさ（断面が円であればその直径）と同程度の厚さでよい。

したがって、本発明の第1～第4の方法によれば、従来方法のように、
20 単結晶を成長させる目的で、微細な穴（貫通孔および凹部）の形成に高価で精密な露光装置およびエッチング装置を使用する必要がない。

すなわち、本発明の半導体薄膜の製造方法によれば、貫通穴の径は、多結晶珪素膜に含まれる結晶粒の1個の大きさと同じかそれより小さくてよい。

また、本発明の第1～第4の発明において、第1絶縁膜および第2絶縁膜
25 は酸化珪素膜であり、第1絶縁膜の下層には窒化珪素膜が形成されていてもよい。

さらに、本発明の第2及び第3の発明において、第1絶縁膜を窒化珪素膜とし、第2絶縁膜を酸化珪素膜としてもよい。

さらにまた、本発明は、上記各本発明において製造される略単結晶珪素膜

を半導体薄膜として使用して半導体装置を形成する工程を備えていてもよい。

なお、本発明において「半導体装置」とは、略単結晶珪素膜を備える装置をいい、トランジスタ、ダイオード、抵抗、インダクタ、キャパシタ、その他能動素子・受動素子を問わない単体の素子を含む。

- 5 本発明の半導体装置の製造方法では、略単結晶状態の珪素膜の面内の貫通孔を含まない部分を、半導体薄膜として使用して半導体装置を形成することは好ましい。貫通孔から離れる程、より結晶膜の性質が安定しているからである。

- 10 本発明の半導体装置の製造方法において製造される半導体装置は薄膜トランジスタであり、貫通孔を、当該薄膜トランジスタを形成する位置に対応させて設ける。

- 15 本発明の基本方法で製造される半導体装置は、貫通孔を有する絶縁膜と、貫通孔の内部、当該貫通孔に続く絶縁膜の下層の少なくとも一部、及び当該貫通孔に続く絶縁膜の上層の少なくとも一部に連続形成されている略単結晶珪素膜と、を備え、略単結晶珪素膜を半導体薄膜としている。

- 20 本発明の第1の方法で製造される半導体装置は、絶縁膜の下層として略多結晶珪素膜を備え、単結晶珪素膜は、多結晶珪素膜の少なくとも一部から貫通孔及び絶縁膜の上層にまで連続形成されている。すなわち、レーザ照射によって非晶質の珪素膜が多結晶珪素膜になり、略単結晶珪素膜はこの多結晶珪素膜の結晶粒から成長するからである。

- 25 本発明の第2または第3の方法で製造される半導体装置は、絶縁膜の下層として貫通孔に続く部分に凹部を有する絶縁膜を備え、略単結晶珪素膜は、凹部の少なくとも一部から貫通孔及び絶縁膜の上層にまで連続形成されている。すなわち、レーザ照射によって形成された多結晶珪素の結晶粒の一つから成長して略単結晶珪素が成長するからである。

本発明の第4の方法で製造される半導体装置は、絶縁膜の下層として多結晶珪素膜を備え、略単結晶珪素膜は、多結晶珪素膜に含まれる結晶粒を核として絶縁膜の上層にまで連続形成されている。すなわち、レーザ照射により

非晶質珪素膜が多結晶珪素に変化し、この結晶粒のうち一つから略単結晶珪素が成長するからである。

すなわち、本発明の半導体装置は、第 1 絶縁膜上に形成された多結晶珪素膜と、多結晶珪素膜上に形成された貫通孔を有する第 2 絶縁膜と、貫通孔を介して多結晶珪素膜と接触し、多結晶珪素膜に含まれる結晶粒を核として第 2 絶縁膜上に形成された略単結晶珪素膜と、を備える。

本発明の半導体装置は、略多結晶状態の珪素が含まれる凹部を有する第 1 絶縁膜と、第 1 絶縁膜上に形成され、凹部に続く位置に貫通孔を有する第 2 絶縁膜と、貫通孔を介して凹部内の多結晶珪素膜と接触し、多結晶珪素膜に含まれる結晶粒を核として第 2 絶縁膜上に形成された略単結晶珪素膜と、を備える。

本発明において、第 1 絶縁膜及び第 2 絶縁膜は酸化珪素膜であり、第 1 絶縁膜の下層には窒化珪素膜がさらに形成されていてもよい。窒素珪素膜の形成は任意である。

本発明において、略単結晶珪素の面内のうち貫通孔を含まない部分を半導体薄膜として用いて構成されている。貫通孔から離間する程、より結晶の性質が安定するからである。

本発明において、半導体薄膜を構成する略単結晶珪素膜は、貫通孔とは分離されている。すなわち、略単結晶珪素膜製造時には貫通孔から連続して結晶するため半導体薄膜として使用する領域と貫通孔との間で結晶が繋がっているが、半導体薄膜形成後は、エッチング等で貫通孔と使用領域の半導体薄膜とを分離しても問題ないからである。したがって、半導体装置が製造された後に、貫通孔内に略単結晶珪素が存在してもしなくてもよい。

本発明は、本発明の半導体装置を備える集積回路であり、電気光学装置であり、また電子機器でもある。

ここで「集積回路」とは、一定の機能を奏するように半導体装置及び関連する配線等が集積され配線された回路（チップ）をいう。

本発明は、電気光学装置において、複数の画素領域と、画素領域毎に設けられた半導体装置と、半導体装置により制御される電気光学素子と、を備え、半導体装置は、本発明に係る半導体装置の製造方法により製造されるものでもある。

- 5 ここで「電気光学装置」とは、本発明に係る半導体装置を備えた、電気的作用によって発光するあるいは外部からの光の状態を変化させる電気光学素子を備えた装置一般をいい、自ら光を発するものと外部からの光の通過を制御するもの双方を含む。例えば、電気光学素子として、液晶素子、電気泳動粒子が分散した分散媒体を有する電気泳動素子、EL（エレクトロルミネッセンス）素子、電界の印加により発生した電子を発光板に当てて発光させる電子放出素子を備えたアクティブマトリクス型の表示装置等をいう。
- 10

本発明は、本発明に係る半導体装置の製造方法により製造される半導体装置を備える電子機器でもある。

- 15 ここで「電子機器」とは、本発明に係る半導体装置を備えた一定の機能を奏する機器一般をいい、例えば電気光学装置やメモリを備えて構成される。その構成に特に限定が無いが、例えば、ICカード、携帯電話、ビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、ヘッドマウントディスプレイ、リア型またはフロント型のプロジェクター、さらに表示機能付きファックス装置、デジタルカメラのファインダ、携帯型TV、DSP装置、PDA、電子手帳、電光
- 20 掲示盤、宣伝公告用ディスプレイ等が含まれる。

図面の簡単な説明

- 25 図1A乃至図1Dは、本発明の第1の実施の形態における半導体薄膜の製造方法を説明する断面図であって、レーザ照射工程後の結晶成長過程までを示す工程図である（図2におけるB-B切断面に相当）。

図2は、本発明の半導体装置の製造方法で製造される薄膜トランジスタの例を示す平面図である。

図3A乃至図3Dは、本発明の第1の実施の形態における半導体装置の製造方法を説明する断面図である（図2におけるA-A切断面に相当）。

図 4 A 乃至図 4 C は、貫通孔への略単結晶珪素の残留の態様を示す断面図である（図 2 の C-C 断面に相当）。

図 5 は、本発明の第 2 の実施の形態における半導体装置の製造方法によって製造される薄膜トランジスタの断面図である（図 2 における A-A 切断面に相当）。

図 6 A 乃至図 6 D は、本発明の第 3 の実施の形態における半導体薄膜の製造方法を説明する断面図であって、レーザ照射工程後の結晶成長過程までを示す工程図である（図 2 における B-B 切断面に相当）。

図 7 は、第 3 の実施の形態における半導体装置の製造方法によって製造される薄膜トランジスタの断面図である（図 2 における A-A 切断面に相当）。

図 8 A 乃至図 8 E は、本発明の第 4 の実施の形態における半導体薄膜の製造方法を説明する断面図であって、第 2 絶縁膜上への非晶質珪素膜形成工程までを示す工程図である（図 2 における B-B 切断面に相当）。

図 9 は、第 4 の実施の形態における半導体装置の製造方法によって製造される薄膜トランジスタの断面図である（図 2 における A-A 切断面に相当）。

図 10 A 乃至図 10 E は、本発明の第 5 の実施の形態における半導体薄膜の製造工程を示す断面図である（図 2 における B-B 切断面に相当）。

図 11 は、第 5 の実施の形態における半導体装置の製造方法によって製造される薄膜トランジスタの断面図である（図 2 における A-A 切断面に相当）。

図 12 A 乃至図 12 E は、本発明の第 6 の実施の形態における半導体薄膜の製造工程を示す断面図である（図 2 における B-B 切断面に相当）。

図 13 は、第 6 の実施の形態における半導体装置の製造方法によって製造される薄膜トランジスタの断面図である（図 2 における A-A 切断面に相当）。

図 14 は、本発明の第 7 の実施の形態における半導体装置の製造方法によって製造される薄膜トランジスタの断面図である（図 2 における A-A 切断面に相当）。

図 15 は、本発明の第 8 の実施の形態における電気光学装置の構成図である。

図 16 は、第 9 の実施の形態における電子機器の例であり、図 16 A は携帯電話、図 16 B はビデオカメラ、図 16 C は携帯型パーソナルコンピュー

タ、図 1 6 D はヘッドマウントディスプレイ、図 1 6 E はリア型プロジェクター、図 1 6 F はフロント型プロジェクターへの適用例である。

発明の好適な実施の形態

5 以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

(第 1 の実施の形態)

本発明の第 1 の実施の形態は、上記第 1 の方法の半導体薄膜の製造方法を適用したものである。図 1 A 乃至図 1 D に、本第 1 の実施の形態における半導体薄膜の製造方法を説明する断面図を示す。

10 先ず、図 1 A に示すように、ガラス基板 1 上に酸化珪素膜 (第 1 絶縁膜) 2 を形成する。ガラス基板 1 上への酸化珪素膜 2 の形成方法としては、プラズマ化学気相堆積法 (P E C V D 法)、低圧化学気相堆積法 (L P C V D 法)、スパッタリング法等の気相堆積法が挙げられる。例えば、P E C V D 法により厚さ 1 0 0 n m の酸化珪素膜 2 を形成できる。

15 次に、酸化珪素膜 2 上に第 1 非晶質珪素膜 3 を形成する。酸化珪素膜 2 上への第 1 非晶質珪素膜 3 の形成方法としては、P E C V D 法や L P C V D 法、常圧化学気相堆積法 (A P C V D 法)、スパッタリング法が採用できる。例えば、L P C V D 法により厚さ 5 0 n m の第 1 非晶質珪素膜 3 を形成できる。

次に、第 1 非晶質珪素膜 3 の上に酸化珪素膜 (第 2 絶縁膜) 4 を形成する。
20 当該酸化珪素膜 4 の形成については酸化珪素膜 2 の製造と同様に考えられる。例えば、P E C V D 法により厚さ 5 0 0 n m の酸化珪素膜 4 を形成できる。

次に、貫通孔 H を酸化珪素膜 4 の所定位置に形成する。例えば、フォトリソグラフィ工程およびエッチング工程を行うことにより、酸化珪素膜 4 の面内の所定位置に、断面が直径 0 . 5 μ m の円形である貫通孔 H を開口できる。
25 例えば、エッチング方法として C F₄ ガスと H₂ ガスのプラズマを用いた反応性イオンエッチングにより行うことができる。

次に、図 1 B に示すように、酸化珪素膜 4 上と貫通孔 H の内部に非晶質珪素膜 5 を形成する。例えば、L P C V D 法により、酸化珪素膜 4 の上と貫通孔 H 内に、5 0 n m ~ 5 0 0 n m の範囲の所定厚さで第 2 非晶質珪素膜 5 を
30 形成することができる。なお、高純度の珪素膜を容易に、しかも貫通孔 H 内

に確実に堆積させるために、LPCVD法により非晶質珪素膜5を形成することは好ましい。

次に、図1Cに示すように、第2非晶質珪素膜5にレーザを照射して部分的に溶融させる。例えば、XeClパルスエキシマレーザ(波長308nm、パルス幅30ns)を用い、エネルギー密度: 0.4~1.5 J/cm² (非晶質珪素膜4の膜厚50nm~500nm、好ましくは50nm~250nmに対応)でレーザ照射を行うことにより、部分的溶融が達成できる。

ここで、照射されたXeClパルスエキシマレーザは非晶質珪素膜5の表面近傍でほとんどが吸収される。これはXeClパルスエキシマレーザの波長(308nm)における非晶質珪素および結晶性珪素の吸収係数が其々0.139nm⁻¹と0.149nm⁻¹と大きいためである。また、酸化珪素膜4は、前記レーザに対して略透明であって、このレーザのエネルギーを吸収しないため、レーザ照射によって溶融しない。

これにより、第2非晶質珪素膜5は完全溶融状態となり、第1非晶質珪素膜3は部分溶融状態になる。その結果、レーザ照射後の珪素の凝固は、第1非晶質珪素膜3で先に始まり、酸化珪素膜4の貫通孔Hを通して、完全溶融状態の第2非晶質珪素膜5に至る。ここで、完全溶融状態の第2非晶質珪素膜5は、凝固時に、酸化珪素膜4の貫通孔Hを通過した結晶粒を核として結晶成長する。

したがって、貫通孔Hの断面の寸法を、レーザ照射により第1非晶質珪素膜3に発生する多数の結晶粒(略多結晶状態の珪素膜3a)の1個の結晶粒の大きさと同じか少し小さい大きさにしておくことにより、略多結晶状態の珪素膜3aをなす多数の結晶粒のうちの 하나가、貫通孔Hを通して第2非晶質珪素膜5に至り、この一つの結晶粒を核とした結晶成長が生じる。これにより、第2非晶質珪素膜5の面内の貫通孔Hを中心とした領域は略単結晶状態の珪素膜5aとなる。図1Dはこの状態を示している。

この略単結晶状態の珪素膜5aは、内部に欠陥が少なく、半導体膜の電気特性の点で、エネルギーバンドにおける禁制帯中央部付近の捕獲準位密度が少なくなる効果が得られる。また、結晶粒界が無いために、電子や正孔といったキャリアが流れる際の障壁を大きく減少できる効果が得られる。この珪

素膜 5 a を薄膜トランジスタの能動層（ソース／ドレイン領域やチャネル形成領域）に用いると、オフ電流値が小さく移動度の大きな優良なトランジスタが得られる。

次に、以下のようにして薄膜トランジスタ T を形成した。図 2 は、本実施
5 の形態で製造する半導体装置（薄膜トランジスタ）の平面図であり、図 3 A
乃至図 3 D は図 2 における A - A 線断面に相当する断面図である。なお、図
1 A 乃至図 1 D は図 2 の B - B 線断面に相当する断面図である。

まず、図 3 A に示すように、略単結晶状態の珪素膜 5 a を含む珪素膜をパ
ターニングして、薄膜トランジスタ T 用の半導体領域（半導体膜） 5 b を形
10 成する。ここで、ここで図 2 に示すように、略単結晶状態の珪素膜 5 a の面
内で貫通孔 H を含まない部分を、薄膜トランジスタ T のチャネル形成領域 8
に割り当てることは好ましい。貫通孔から遠ざかると結晶の性質がより安定
するからである。

次に、図 3 B に示すように、酸化珪素膜 4 および半導体領域 5 a の上に、
15 酸化珪素膜 10 を形成する。例えば、酸化珪素膜 10 は、電子サイクロトロ
ン共鳴 PECVD 法（ECR-CVD 法）または PECVD 法にて形成でき
る。この酸化珪素膜 10 は薄膜トランジスタのゲート絶縁膜として機能する
ものである。

次に、図 3 C に示すように、タンタルまたはアルミニウムの金属薄膜をス
20 パッタリング法により形成した後、パターニングすることによって、ゲート
電極 6 を形成する。次に、このゲート電極 6 をマスクとして、ドナーまたは
アクセプターとなる不純物イオンを打ち込み、ソース／ドレイン領域 7 とチャ
ネル形成領域 8 を、ゲート電極 6 に対して自己整合的に作製する。

NMOS トランジスタを作製する場合、例えば、不純物元素としてリン (P)
25 を $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ の濃度でソース／ドレイン領域に打ち込む。その後、Xe
Cl エキシマレーザを照射エネルギー密度 $400 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 程度で照射す
るか、 250°C から 450°C 程度の温度で熱処理することにより、前記不純
物元素の活性化を行う。

次に、図 3 D に示すように、酸化珪素膜 10 およびゲート電極 6 の上面に、
30 酸化珪素膜 12 を形成する。例えば、PECVD 法で約 500 nm の酸化珪

素膜 9 を形成する。次に、ソース／ドレイン領域 7 に至るコンタクトホール C を酸化珪素膜 10、12 に開けて、コンタクトホール C 内および酸化珪素膜 12 上のコンタクトホール C の周縁部に、スパッタリング法によりアルミニウムを堆積して、ソース／ドレイン電極 13 を形成する。これと同時に、
5 ゲート電極 6 に至るコンタクトホールを酸化珪素膜 12 に開けて、ゲート電極 6 用の端子電極 14（図 2 参照）を形成する。以上で、本発明の半導体装置である薄膜トランジスタ T が作製できる。

以上、本第 1 の実施の形態によれば、貫通孔 H の断面の大きさは、第 1 非晶質珪素膜 3 に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し小さい
10 い大きさであればよく、貫通孔 H を開ける酸化珪素膜 4 の厚さも、貫通孔 H の断面の大きさと同程度の厚さでよい。すなわち、貫通孔 H の断面の大きさを、従来技術の方法で形成する穴の大きさよりも大きくすることができる。

その結果、従来技術の方法のように、単結晶を成長させる目的で、穴（貫通孔）の形成に高価で精密な露光装置およびエッチング装置を使用する必要
15 がなくなる。そのため、例えば 300mm 四方を超える大型のガラス基板上に多数の薄膜トランジスタを形成する場合でも、優良な特性が安定的に得られる。

また、本第 1 の実施の形態においては、単結晶の成長方向が貫通孔 H の上部で上方から横方向に変化するため、略単結晶状態の珪素膜 5a の面内の貫
20 通孔 H の部分には歪みや欠陥が生じ易い。これに対して、この実施形態の方法では、図 2 に示すように、歪みや欠陥の生じ易い前記部分ではなく、略単結晶状態の珪素膜 5a の面内の貫通孔 H を含まない部分を半導体薄膜 5b として使用して、薄膜トランジスタ T を形成している。

その結果、この実施形態の方法によれば、略単結晶状態の珪素膜 5a の面
25 内で貫通孔 H を含む部分をチャネル形成領域 8 として使用した場合より、オフ電流値が小さく、より急峻な閾値下特性を有し（サブスレシヨルドスイング値が小さく）、移動度のより大きい、特に性能に優れたトランジスタ T が得られる。

なお、本発明における半導体装置では、貫通孔から離間した位置に半導体
30 薄膜を備えることが好ましく、かつ、略単結晶状態の珪素膜を形成後、半導

体装置の半導体薄膜をパターンニングするため、完成した半導体装置においては貫通孔と半導体薄膜が略単結晶状態の珪素膜で繋がっていない場合が多い。すなわち貫通孔は半導体装置の近傍に、半導体製造の名残として残留することになる。

- 5 例えば、図 4 A に示すように、略単結晶珪素膜 5 a をエッチングする際に貫通孔 H の内部までエッチングされて略単結晶珪素が除去されるような場合、貫通孔 H の内部には酸化珪素膜 1 0 で埋められるようになる。

- また図 4 B に示すように、この略単結晶珪素膜 5 a のエッチングの強さによつては、貫通孔 H の内部に若干略単結晶珪素が詰まり残りが酸化珪素で埋められるようになっていることも考えられる。
- 10

さらに図 4 C に示すように、略単結晶珪素の強さによつては、ちょうどエッチバックをしたように第 2 酸化珪素膜の表面まで略単結晶珪素がエッチングされ、貫通孔 H の内部が略単結晶珪素で充填されているような状態になっていることも考えられる。

- 15 このように貫通孔 H の内部にどのように略単結晶珪素が残留しているかは後のエッチング工程等によって定まることが考えられる。これは以降の実施形態についても同様に考えられることである。

(第 2 の実施の形態)

- 図 5 に、本発明の第 2 の実施の形態における半導体装置の製造方法で形成された薄膜トランジスタの断面図を示す。
- 20

- 本第 2 の実施の形態における半導体装置の製造方法は、基本的に前記第 1 の実施の形態における半導体薄膜及び半導体装置の製造方法と同様である。ただし、当該第 2 の実施の形態の方法は、前記第 1 の実施の形態において、図 1 A に示すようにガラス基板 1 上に酸化珪素膜 2 を形成する前に、ガラス
- 25 基板 1 上に窒化珪素膜 2 0 を形成する点で異なる。

窒化珪素膜 2 0 の形成方法としては、P E C V D 法や L P C V D 法、常圧化学気相堆積法 (A P C V D 法)、スパッタリング法が採用できる。例えば、L P C V D 法により、例えば 5 0 n m の膜厚の窒化珪素膜 2 0 が形成できる。この窒化珪素膜 2 0 の上には、前記第 1 の実施の形態と同様に、前記酸化珪

素膜 2 を形成し、この酸化珪素膜 2 の上に第 1 非晶質珪素膜 3 を形成する。これらの膜の製造方法その他の製造方法に関しては前記第 1 の実施の形態と同じであるため、説明を省略する。ここで、酸化珪素膜 2 の膜厚は、例えば $100\text{ nm} \sim 10\text{ }\mu\text{ m}$ 、好ましくは $100\text{ nm} \sim 200\text{ nm}$ とする。

5 以上、本第 2 の実施の形態によれば、前記第 1 の実施の形態と同様の効果を奏する他、ガラス基板 1 の直上の絶縁膜を窒化珪素膜 20 と酸化珪素膜 2 との 2 層構造としているため、第 1 実施形態の方法よりも、レーザ熱処理時に発生する熱を絶縁膜が基板から遮蔽し、基板への熱ダメージを低減する効果が高い。

10 また、半導体膜にとって望ましくない不純物、すなわちナトリウムやアルミニウムあるいはホウ素などがガラス基板に含まれている場合には、基板上の絶縁層を 2 層構造とすることによって、これらの不純物が基板から半導体膜へ拡散することが効果的に防止されるという新たな効果を奏する。

15 さらに、本発明においては、第 2 非晶質珪素膜を完全熔融する条件でレーザ熱処理を実施するため、基板が熱によって大きなダメージを受け易くなるが、本第 2 の実施の形態によれば、基板上の絶縁層を 2 層構造とすることによって、この熱ダメージが低減される。この熱ダメージ低減効果および前述の不純物拡散防止効果によって、特性の優れた薄膜トランジスタが得られる。

20 さらにまた、本発明においては、第 2 絶縁膜上での珪素の結晶成長の観点から、第 2 絶縁膜の表面を平坦として、熔融した非晶質珪素膜に結晶核が発生しないようにすることが望ましい。酸化珪素膜と窒化珪素膜を比較すると、酸化珪素膜の方が窒化珪素膜よりも表面の平坦性が良好である。そのため、本第 2 の実施の形態によれば、第 1 絶縁膜および第 2 絶縁膜として、表面の平坦性が良好な酸化珪素膜を形成し、第 1 絶縁膜と基板との間に窒化珪素膜
25 を形成しているので、熔融した非晶質珪素膜に結晶が発生しにくくできるという効果を奏する。

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態は、上記第 2 の方法の半導体薄膜の製造方法を適用したものである。図 6 A 乃至図 6 D に、本発明の第 3 の実施の形態にお

ける半導体薄膜の製造方法を説明する断面図を示す。

まず、図6Aに示すように、ガラス基板1上に窒化珪素膜（第1絶縁膜）21を形成する。例えば、PECVD法により厚さ $2\mu\text{m}$ の窒化珪素膜を形成可能である。次に、この窒化珪素膜21の上に酸化珪素4を形成する。例えば、PECVD法により厚さ 500nm の酸化珪素膜4を形成可能である。

次に、この状態で酸化珪素膜4の上にフォトリソレジスト膜を形成し、フォトリソグラフィ工程を行うことにより、所定位置に貫通穴を有するレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行うことにより、まず、酸化珪素膜4の面内の所定位置に貫通孔Hを開け、これに続けてその下側の窒化珪素膜21に凹部22を形成する。

酸化珪素膜4に貫通孔Hを開けるエッチングは、前記第1の実施の形態と同様に行える。例えば、エッチングガスとして CF_4 を用いたRIE（反応性イオンエッチング）法により行うことができる。また窒化珪素膜21に凹部22を形成するエッチングは、例えば、エッチングガスとして NF_3 と Cl_2 を用いたCDE（Chemical Dry Etching）法により行うことができる。貫通孔Hは、断面円の直径が $0.5\mu\text{m}$ で略一定の円柱状とし、凹部22の断面は、貫通孔Hの直下から徐々に大きくなり、底部の断面円の直径が貫通孔Hの断面円の直径より大きく、例えば3倍程度とすることができる。図6Aはこの状態を示している。

次に、図6Bに示すように、酸化珪素膜4の上と貫通孔Hおよび凹部22内に非晶質珪素を堆積することにより、酸化珪素膜4の上に非晶質珪素膜5を形成する。非晶質珪素膜5を形成した。非晶質珪素膜5は、高純度の珪素を容易に、しかも貫通孔Hおよび凹部22内に確実に堆積させるために、LPCVD法を用いることは好ましい。これにより例えば $50\text{nm}\sim 500\text{nm}$ 、好ましくは $50\text{nm}\sim 250\text{nm}$ の範囲の所定厚さで非晶質珪素膜5が形成できる。

次に、図6Cに示すように、前記第1の実施の形態と同様に、非晶質珪素膜5にレーザを照射して熔融を生じさせる。例えば、XeClパルスエキシマレーザ（波長 308nm 、パルス幅 30ns ）を用い、エネルギー密度： $0.4\sim 1.5\text{J}/\text{cm}^2$ （非晶質珪素膜5の膜厚 $50\text{nm}\sim 500\text{nm}$

mに対応)でレーザ照射を行うことができる。

これにより、非晶質珪素膜5は完全溶融状態となり、凹部22内の非晶質珪素は部分溶融状態になる。その結果、レーザ照射後の珪素の凝固は、凹部22内の非晶質珪素で先に始まり、酸化珪素膜4の貫通孔Hを通して、完全溶融状態の非晶質珪素膜5aに至る。ここで、完全溶融状態の非晶質珪素膜は、凝固時に、酸化珪素膜4の貫通孔Hを通過した結晶粒を核として結晶成長する。

したがって、貫通孔Hの断面の寸法を、凹部22内の非晶質珪素に発生する多数の結晶粒(略多結晶状態の珪素5c)の1個の結晶粒の大きさと同じか少し小さい大きさにしておくことにより、略多結晶状態の珪素をなす多数の結晶粒のうちの一つが、貫通孔Hを通して非晶質珪素膜5に至り、この一つの結晶粒を核とした結晶成長が生じる。これにより、非晶質珪素膜5の面内の貫通孔Hを中心とした領域は略単結晶状態の珪素膜5aとなる。図6Dはこの状態を示している。

この珪素膜5aを使用して、前記第1の実施の形態における半導体装置の製造方法と同じ方法で薄膜トランジスタを作製することができる。図7に、この半導体装置の製造方法によって形成される薄膜トランジスタの断面図を示す。

なお、図7では、便宜上、凹部22が薄膜トランジスタの真下に位置するように図示されているが、凹部22は薄膜トランジスタの真下には限られず、任意の位置に設けることができる。

以上、本第3の実施の形態によれば、前記第1の実施の形態と同様の効果を奏する。すなわち、略単結晶状態の珪素膜5aには、内部に欠陥が少なく、半導体膜の電気特性の点で、エネルギーバンドにおける禁制帯中央部付近の捕獲準位密度が少なくなる。また、結晶粒界が無いために、電子や正孔といったキャリアが流れる際の障壁を大きく減少できる。この珪素膜5aを薄膜トランジスタの能動層(ソース/ドレイン領域やチャネル形成領域)に用いると、オフ電流値が小さく移動度の大きな優良なトランジスタが得られる。

すなわち、このような薄膜トランジスタは、オフ電流値が小さく、急峻な閾値下特性を有し(サブスレショルドスイング値が小さく)、移動度の大きい、

特に性能に優れたものとなる。

また、本第 3 の実施の形態によれば、貫通孔 H の断面の大きさは、凹部 2
2 内の非晶質珪素に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し
小さい大きさであればよく、貫通孔 H を開ける酸化珪素膜 4 の厚さも、貫通
5 孔 H の断面の大きさと同程度の厚さでよい。すなわち、貫通孔 H の断面の大
きさを、従来技術の方法で形成する穴の大きさよりも大きくすることができる。
る。

その結果、従来技術の方法のように、単結晶を成長させる目的で、穴（貫
通孔および凹部）の形成に高価で精密な露光装置およびエッチング装置を使
10 用する必要がなくなる。そのため、例えば 300mm 四方を超える大型のガ
ラス基板上に多数の薄膜トランジスタを形成する場合でも、優良な特性が安
定的に得られる。

さらに本第 3 の実施の形態によれば、非晶質珪素膜形成工程が 1 回である
ため、前記第 1 の実施の形態の方法よりもさらに生産コストを低くすること
15 ができる。

（第 4 の実施の形態）

本発明の第 4 の実施の形態は、上記第 3 の方法の半導体薄膜の製造方法を
適用したものである。図 8 A 乃至図 8 D に、本発明の第 4 の実施の形態にお
ける半導体薄膜の製造方法を説明する断面図を示す。

20 先ず、図 8 A に示すように、ガラス基板 1 上に窒化珪素膜（第 1 絶縁膜）
2 1 を形成する。窒化珪素膜 2 1 の形成方法は、前記第 3 の実施の形態と同
様である。例えば、PECVD 法により厚さ 300nm の窒化珪素膜 2 1 を
形成することができる。次に、フォトリソグラフィ工程およびエッチング工
程を行うことにより、この窒化珪素膜 2 1 の面内の所定位置に凹部 2 3 を形
25 成する。この凹部 2 3 は断面が例えば円形の円筒体状であり、断面円の直径
3 μ m、深さ 100nm とすることができる。

次に、図 8 B に示すように、窒化珪素膜 2 1 の上に非晶質珪素膜 5 d を形
成する。例えば、LPCVD 法により非晶質珪素膜 5 d を形成することがで
きる。この非晶質珪素膜 5 d の形成は、凹部 2 3 内全体に非晶質珪素が堆積

され、窒化珪素膜 2 1 の凹部 2 3 の周りの膜面にも非晶質珪素が堆積されるまで行う。

次に、図 8 C に示すように、非晶質珪素膜 5 d をエッチバックすることにより、窒化珪素膜 2 1 の凹部 2 3 内の非晶質珪素 5 d のみを残して、凹部 2 3 以外の窒化珪素膜 2 1 の表面を露出させる。この凹部 2 3 に形成された非晶質珪素 5 d は、後のレーザ照射によって一部熔融状態となり多結晶珪素に変化する。

次に、図 8 D に示すように、窒化珪素膜 2 1 の上に酸化珪素膜 4 を形成する。例えば前記第 1 の実施の形態と同様の方法により、厚さ 500 nm の酸化珪素膜 4 を形成する。次に、酸化珪素膜 4 の凹部 2 3 に対応する部分に貫通孔 H を形成する。例えば、フォトリソグラフィ工程およびエッチング工程を行うことにより、酸化珪素膜 4 の面内の凹部 2 3 の中心部に、断面円の直径が 0.5 μ m である貫通孔 H を形成することができる。

次に、図 8 E に示すように、酸化珪素膜 4 の上と貫通孔 H 内に、非晶質珪素膜 5 を形成する。例えば、前記第 1 の実施の形態と同様にして、LPCVD 法により酸化珪素膜 4 の上に 50 nm ~ 500 nm、好ましくは 50 nm ~ 250 nm の範囲の所定厚さの非晶質珪素膜 5 を形成することができる。

次に、前記第 3 の実施の形態と同じ方法で非晶質珪素膜 5 にレーザを照射し、非晶質珪素膜を部分熔融させる。この結果、凹部 2 3 内の非晶質珪素膜 5 d が一部熔融して多結晶化し、この多結晶の結晶粒の一つから結晶成長させて略単結晶珪素膜を形成することができる。

この略単結晶の珪素膜を使用して、前記第 1 の実施の形態における半導体装置の製造方法と同じ方法で薄膜トランジスタを作製することができる。図 9 に、この半導体装置の製造方法によって形成される薄膜トランジスタの断面図を示す。

なお、図 9 では、便宜上、凹部 2 3 が薄膜トランジスタの真下に位置するように図示されているが、凹部 2 3 は薄膜トランジスタの真下には限られず、任意の位置に設けることができる。

以上、本第 4 の実施の形態によれば、前記第 3 の実施の形態と同様の効果を奏する。すなわち、略単結晶状態の珪素膜には、内部に欠陥が少なく、半

導体膜の電気特性の点で、エネルギーバンドにおける禁制帯中央部付近の捕獲準位密度が少なくなる。また、結晶粒界が無いために、電子や正孔といったキャリアが流れる際の障壁を大きく減少できる。この珪素膜を薄膜トランジスタの能動層（ソース／ドレイン領域やチャネル形成領域）に用いると、
5 オフ電流値が小さく、急峻な閾値下特性を有し（サブスレシヨルドスイング値が小さく）、移動度の大きい、特に性能に優れたトランジスタ T が得られる。

また、本第 4 の実施の形態によれば、貫通孔 H の断面の大きさは、凹部 2
3 内の非晶質珪素に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し
小さい大きさであればよく、貫通孔 H を開ける酸化珪素膜 4 の厚さも、貫通
10 孔 H の断面の大きさと同程度の厚さでよい。すなわち、貫通孔 H の断面の大きさを、従来技術の方法で形成する穴の大きさよりも大きくすることができる。

その結果、従来技術の方法のように、単結晶を成長させる目的で、穴（貫通孔および凹部）の形成に高価で精密な露光装置およびエッチング装置を使用する必要がなくなる。そのため、例えば 300mm 四方を超える大型のガラス基板上に多数の薄膜トランジスタを形成する場合でも、優良な特性が安定的に得られる。
15

また、本第 4 の実施の形態によれば、前記第 3 の実施の形態よりもさらに第 1 絶縁膜に形成する凹部の形状を制御し易く、その凹部に容易に非晶質珪素を堆積できるという点で有利である。
20

（第 5 の実施の形態）

本発明の第 5 の実施の形態は、上記第 4 の方法の半導体薄膜の製造方法を適用したものである。図 10A 乃至図 10E に、本発明の第 5 の実施の形態における半導体薄膜の製造方法を説明する断面図を示す。

25 本実施の形態における製造方法は前記第 1 の実施の形態とほぼ同様に考えることができる。

まず、図 10A に示すように、ガラス基板 1 上に酸化珪素膜 2 を形成する。ここで、ガラス基板 1 上への酸化珪素膜 1 の形成方法としては、例えば、プラズマ化学気相堆積法（PECVD 法）や低圧化学気相堆積法（LPCVD

法)、スパッタリング法等の気相堆積法などを用いることができる。例えば、PECVD法により厚さ200nmの酸化珪素膜2を形成することができる。

次に、酸化珪素膜2上に非晶質珪素膜3を形成する。ここで、酸化珪素膜2上への非晶質珪素膜3の形成方法としては、例えば、PECVD法やLPCVD法、常圧化学気相堆積法(APCVD法)、スパッタリング法などを用
5 いることができる。例えば、LPCVD法により厚さ50nmの非晶質珪素膜3を形成することができる。

さらに、この非晶質珪素膜3にレーザー照射R1を行なうことにより、非晶質珪素膜3を多結晶珪素膜3bに変化させる。例えば、XeClパルスエキシマレーザー光(波長308nm、パルス幅30nsec)を用い、エネルギー密度は0.3J/cm²程度から0.5J/cm²でレーザー照射を行う。また、非晶質珪素膜3の同一個所に対するレーザー照射R1の回数は例えば20
10 回程度とする。

具体的には、「Laser processing of amorphous for large-area polysilicon imagers」(J. B. Boyce 等 Thin Solid Films, vol. 383(2001)p. 137-142)に記載
15 されているように、同一個所に複数回レーザー照射R1を行うことにより、非晶質珪素膜3を、膜面内が結晶方位(111)を有した多結晶珪素膜3bに変化させることができる。

次に、図10Bに示すように、多結晶珪素膜3b上に酸化珪素膜4を形成
20 する。例えば、PECVD法により、厚さ500nmから2μmの範囲の酸化珪素膜4を多結晶珪素膜3b上に形成することができる。

次に、酸化珪素膜4に貫通孔Hを形成する。例えば、フォトリソグラフィ工程およびエッチング工程を行うことにより、断面が直径50nmから500nm程度の略円形である貫通孔Hを酸化珪素膜4の面内の所定位置に形成
25 することができる。なお、このエッチングは、例えば、CF₄ガスやCHF₃ガスのプラズマを用いた反応性イオンエッチングにより行うことができる。

次に、図10Cに示すように、酸化珪素膜上及び貫通孔H内に非晶質珪素膜5を形成する。例えば、LPCVD法により、貫通孔H内を埋め込むようにして、50nm~500nm、好ましくは50nm~250nmの範囲の
30 所定厚さの非晶質珪素膜5を酸化珪素膜4上に堆積することができる。なお、

LPCVD法により非晶質珪素膜4を形成することにより、非晶質珪素膜5を貫通孔H内に確実に埋め込みつつ、高純度の非晶質珪素膜5を酸化珪素膜4上に容易に堆積させることができる。

次に、図10Dに示すように、酸化珪素膜4上に堆積された非晶質珪素膜5にレーザ照射R2を行なう。例えば、XeClパルスエキシマレーザ光（波長308nm、パルス幅30ns）を用い、エネルギー密度は、非晶質珪素膜5の膜厚50nm～500nm、好ましくは50nm～250nmに対応するように、0.4J/cm²程度から1.5J/cm²程度でレーザ照射R2を行う。

ここで、非晶質珪素膜5に照射されたXeClパルスエキシマレーザ光は、非晶質珪素膜5の表面近傍でほとんど吸収される。これは、XeClパルスエキシマレーザ光の波長（308nm）における非晶質珪素および結晶性珪素の吸収係数がそれぞれ0.139nm⁻¹と0.149nm⁻¹と大きいためである。

これにより、酸化珪素膜4下の多結晶珪素膜3bを非熔融状態または部分熔融状態に保ったまま、非晶質珪素膜5を完全熔融状態とすることができる。

これによって、レーザ照射R2後の珪素の凝固を、多結晶珪素膜3bから先に始まるようにし、酸化珪素膜4の貫通孔Hを通して、完全熔融状態の非晶質珪素膜5に至らせることができる。ここで、完全熔融状態の非晶質珪素膜5は、凝固時に、酸化珪素膜4の貫通孔Hを通過した結晶粒を核として結晶成長する。従って、多結晶珪素膜3bに含まれる多数の結晶粒の1個の大きさと同じか少し小さい大きさになるように、貫通孔Hの断面の寸法を設定することにより、多結晶珪素膜3bに含まれる多数の結晶粒の中の1つの結晶方位を、貫通孔Hを通して非晶質珪素膜5に伝え、

この1つの結晶粒を核とした結晶成長を酸化珪素膜4上で生じさせることができる。

これにより、図10Eに示すように、非晶質珪素膜5の面内の貫通孔Hを中心とした領域に、結晶方位の揃った略単結晶珪素膜5aを形成することができる。

この珪素膜5aを使用して、前記第1の実施の形態における半導体装置の

製造方法と同じ方法で薄膜トランジスタを作製することができる。図 11 に、この半導体装置の製造方法によって形成される薄膜トランジスタの断面図を示す。

以上、本第 5 の実施の形態によれば、前記第 1 の実施の形態と同様の効果
5 を奏する。すなわち、この略単結晶珪素膜 5 a は、内部に欠陥が少なく、半導体の電気特性の点で、エネルギーバンド図における禁制帯中央部付近の捕獲準位密度を少なくさせる。この略単結晶珪素膜 5 a には、結晶粒界がないために、電子や正孔といったキャリアが流れる際の障壁を大きく減少させる。このため、この珪略単結晶珪素膜 5 a を薄膜トランジスタの能動層（ソース
10 /ドレイン領域やチャネル形成領域）に用いることにより、オフ電流値が小さく、移動度の大きな優良なトランジスタを容易に得ることができる。

なお、多結晶珪素膜 3 b 上に酸化珪素膜 4 を形成する前に、この多結晶珪素膜 3 b をフォトリソグラフィ工程およびエッチング工程により加工し、貫通孔 H 付近のみを残すようにしてもよい。

15 (第 6 の実施の形態)

本発明の第 6 の実施の形態は、上記第 4 の方法の半導体薄膜の製造方法の変形例に係るものである。図 12 A 乃至図 12 E に、本発明の第 6 の実施の形態における半導体薄膜の製造方法を説明する断面図を示す。

本第 6 の実施の形態は、前記第 5 の実施の形態とほぼ同様である。ただし、
20 非晶質珪素膜 3 を多結晶珪素膜 3 b に変化させた後、多結晶珪素膜 3 b を所定形状にパターニングしてから酸化珪素膜 4 を設ける点で、上記第 5 の実施の形態と異なる。

すなわち、図 12 A において、酸化珪素膜 2 および非晶質珪素膜 3 をガラス基板 1 上に順次形成した後、この非晶質珪素膜 3 にレーザ照射 R 1 を行な
25 うことにより、非晶質珪素膜 3 を多結晶珪素膜 3 b に変化させる。そして、フォトリソグラフィ工程およびエッチング工程を行うことにより、多結晶珪素膜 3 b をパターニングする。

次に、図 12 B に示すように、例えば PECVD 法により、酸化珪素膜 4 を多結晶珪素膜 3 b 上に形成し、例えばフォトリソグラフィ工程およびエッ

チング工程を行うことにより、多結晶珪素膜 3 b 上の酸化珪素膜 4 の所定位
置に貫通孔 H を形成する。

次に、図 1 2 C に示すように、例えば L P C V D 法により、貫通孔 H 内を
埋め込むようにして、非晶質珪素膜 5 を酸化珪素膜 4 上に堆積する。

- 5 次に、図 1 2 D に示すように、酸化珪素膜 4 上に堆積された非晶質珪素膜
5 にレーザ照射 R 2 を行なうことにより、多結晶珪素膜 3 b を非熔融状態ま
たは部分熔融状態に保ったままで、非晶質珪素膜 5 を完全熔融状態とする。

- 次に、図 1 2 E に示すように、レーザ照射 R 2 後に非晶質珪素膜 5 を凝固
させ、非晶質珪素膜 5 の面内の貫通孔 H を中心とした領域に、略単結晶珪素
10 膜 5 a を形成する。

なお、上記実施の形態では、非晶質珪素膜 3 に所定条件でレーザ照射 R 1
を行なった後、非晶質珪素膜 3 をパターニングする方法について説明したが、
非晶質珪素膜 3 をパターニングした後に、レーザ照射 R 1 を行ない、多晶質
珪素膜 3 b を形成するようにしてもよい。

- 15 この珪素膜 5 a を使用して、前記第 1 の実施の形態における半導体装置の
製造方法と同じ方法で薄膜トランジスタを作製することができる。図 1 3 に、
この半導体装置の製造方法によって形成される薄膜トランジスタの断面図を
示す。

- 20 なお、図 1 3 では、便宜上、多結晶珪素膜 3 b が薄膜トランジスタの真下
に位置するように図示されているが、多結晶珪素膜 3 b は薄膜トランジスタ
の真下に限られず、任意の位置に設けることができる。

- 以上、本第 6 の実施の形態によれば、前記第 1 の実施の形態と同様の効果
を奏する。すなわち、2 層の非晶質珪素膜 3、5 間に設けた酸化珪素膜 4 に
貫通孔 H を形成し、また、そのガラス基板 1 側の非晶質珪素膜 3 を結晶方位
25 がほぼ揃った多結晶膜 3 b とすることによって、従来技術の方法の場合のよ
うな略単結晶粒の結晶方位のばらつきを抑えることができる。

- この結果、本第 6 の実施の形態による結晶方位が揃った略単結晶粒を用い
た半導体装置では、その特性のばらつきを低減することができ、例えば、薄
膜トランジスタであれば、オフ電流が小さく、急峻な閾値下特性を有し、移
30 動度の大きい、特に性能に優れた薄膜トランジスタを容易に得ることができ

る。

(第 7 の実施の形態)

図 1 4 に、本発明の第 7 の実施の形態における半導体装置の製造方法で形成された薄膜トランジスタの断面図を示す。

5 本第 7 の実施の形態における半導体装置の製造方法は、基本的に前記第 6 の実施の形態における半導体薄膜及び半導体装置の製造方法と同様である。ただし、当該第 7 の実施の形態の方法は、前記第 6 の実施の形態において、図 1 2 A に示すようにガラス基板 1 上に酸化珪素膜 2 を形成する前に、ガラス基板 1 上に窒化珪素膜 2 0 を形成する点で異なる。

10 すなわち、図 1 4 において、例えばプラズマ化学気相堆積法 (P E C V D 法) や低圧化学気相堆積法 (L P C V D 法)、スパッタリング法等の気相堆積法などにより、ガラス基板 1 上に窒化珪素膜 2 0 を形成する。

そして、この窒化珪素膜 2 0 上には、図 1 2 D の構成と同様に、酸化珪素膜 2、多結晶珪素膜 3 b および酸化珪素膜 4 が順次形成され、酸化珪素膜 4
15 上には、略単結晶珪素膜 5 a が形成される。

そして、略単結晶珪素膜 5 a の貫通孔 H の存在しない領域 5 b には、酸化珪素膜 1 0 を介してゲート電極 6 が形成され、ゲート電極 6 の両側の略単結晶珪素膜 5 b には、ソース／ドレイン領域 7 が形成される。

また、ゲート電極 6 上には、酸化珪素膜 1 2 を介してソース／ドレイン電
20 極 1 3 およびゲート電極用の端子電極 1 4 が形成され、ソース／ドレイン電極 1 3 は、コンタクトホール C を介してソース／ドレイン領域 7 と接続され、ゲート電極用の端子電極 1 4 は別のコンタクトホールを介してゲート電極 6 と接続される。

ここで、窒化珪素膜 2 0 の膜厚は、例えば、5 0 n m とし、酸化珪素膜 2
25 の膜厚は、例えば、1 0 0 n m ~ 2 0 0 n m とすることができる。

以上、本第 7 の実施の形態によれば、前記第 1 の実施の形態と同様の効果を奏する。すなわち、ガラス基板 1 上に窒化珪素膜 2 0 を形成してから、酸化珪素膜 2 を形成することにより、ガラス基板 1 直上の絶縁膜を窒化珪素膜 2 0 および酸化珪素膜 2 の 2 層構造にしたので、レーザ照射 R 1、R 2 時に

発生する熱を絶縁膜がガラス基板 1 から遮蔽する効果を向上させることができ、ガラス基板 1 への熱ダメージを低減することができる。

本発明では単結晶珪素膜 5 を酸化珪素膜 4 上に形成するために、非晶質珪素膜 5 が完全熔融する条件でレーザ照射 R 2 が行われるため、ガラス基板 1 が熱によってダメージを受け易くなるが、本実施の形態によれば、ガラス基板 1 上の絶縁層を 2 層構造とすることによって、この熱ダメージを低減することができる。

また本実施の形態によれば、ガラス基板 1 上の絶縁層を 2 層構造することにより、半導体薄膜にとって望ましくない不純物、すなわちナトリウムやアルミニウムあるいはホウ素などがガラス基板 1 に含まれている場合においても、これらの不純物がガラス基板 1 から半導体薄膜へ拡散することを効果的に防止することができる。

さらに本実施の形態によれば、これらの熱ダメージの低減効果および不純物拡散防止効果によって、特性の優れた薄膜トランジスタを容易に得ることができる。また、酸化珪素膜 4 上での珪素の結晶成長の観点から、酸化珪素膜 4 の表面を平坦として、熔融した非晶質珪素膜に結晶核が発生しないようにすることが望ましい。

ここで、酸化珪素膜 2 と窒化珪素膜 20 とを比較すると、酸化珪素膜 2 の方が窒化珪素膜 20 よりも表面の平坦性が良好である。このため、非晶質珪素膜 3、5 の直下の絶縁膜として、表面の平坦性が良好な酸化珪素膜 2、4 とし、酸化珪素膜 2 とガラス基板 1 との間に窒化珪素膜 20 を形成することがより好ましい。なお、本実施の形態では、レーザ照射 R 2 時のガラス基板 1 への熱ダメージを低減するために、絶縁膜を 2 層構造とする方法について説明したが、絶縁膜を 3 層構造以上としてもよい。

25 (第 8 の実施の形態)

本発明の第 8 の実施の形態は、本発明の半導体装置の製造方法によって製造される半導体装置等を備えた電気光学装置に関する。

図 15 に、本第 8 の実施の形態における電気光学（表示）装置 100 の接続図を示す。本実施の形態の表示装置 100 は、各画素領域 G に電界発光効

果により発光可能な発光層 O E L D、それを駆動するための電流を記憶する保持容量 C を備え、さらに本発明の製造方法によって製造される半導体装置、ここでは薄膜トランジスタ T 1 ~ T 4 を備えて構成されている。ドライバ領域 1 0 1 からは、走査線 V sel 及び発光制御線 V gp が各画素領域 G に供給されている。ドライバ領域 1 0 2 からは、データ線 I data および電源線 V dd が各画素領域 G に供給されている。走査線 V sel とデータ線 I data とを制御することにより、各画素領域 G に対する電流プログラムが行われ、発光部 O E L D による発光が制御可能になっている。

本第 8 の実施の形態によれば、本発明の半導体装置の製造方法によって製造された半導体装置を備えているので、上記各実施の形態における効果と同様の効果を奏する。すなわち、当該半導体装置が備える半導体薄膜は、内部に欠陥が少なく、半導体膜の電気特性の点で、エネルギーバンドにおける禁制帯中央部付近の捕獲準位密度が少なく、また、結晶粒界が無いために、電子や正孔といったキャリアが流れる際の障壁を大きく減少できるため、オフ電流値が小さく移動度の大きな優良な半導体装置となっている。

なお、上記駆動回路は、発光要素に電界発光素子を使用する場合の回路の一例であり他の回路構成も可能である。例えば、ドライバ領域 1 0 1 または 1 0 2 へ本発明の半導体装置の製造方法によってまた発光要素に液晶表示素子を利用することも回路構成を種々変更することにより可能である。

20 (第 9 の実施の形態)

本第 9 の実施の形態は、本発明の半導体装置の製造方法によって製造される半導体装置等を備えた電子機器に関する。図 1 6 A ~ 図 1 6 F に、本第 9 の実施の形態における電子機器の例を挙げる。

図 1 6 A は本発明の製造方法によって製造される半導体装置等が搭載された携帯電話の例であり、当該携帯電話 3 0 は、電気光学装置（表示パネル）3 1、音声出力部 3 2、音声入力部 3 3、操作部 3 4、およびアンテナ部 3 5 を備えている。本発明の半導体装置の製造方法は、例えば表示パネル 3 1 や内蔵される回路に設けられる半導体装置の製造に適用される。

図 1 6 B は本発明の製造方法によって製造される半導体装置等が搭載され

たビデオカメラの例であり、当該ビデオカメラ 40 は、電気光学装置（表示パネル）41、操作部 42、音声入力部 43、および受像部 44 を備えている。本発明の半導体装置の製造方法は、例えば表示パネル 41 や内蔵される回路に設けられる半導体装置の製造に適用される。

5 図 16C は本発明の製造方法によって製造される半導体装置等が搭載された携帯型パーソナルコンピュータの例であり、当該コンピュータ 50 は、電気光学装置（表示パネル）51、操作部 52、およびカメラ部 53 を備えている。本発明の半導体装置の製造方法は、例えば表示パネル 51 や内蔵される回路に設けられる半導体装置の製造に適用される。

10 図 16D は本発明の製造方法によって製造される半導体装置等が搭載されたヘッドマウントディスプレイの例であり、当該ヘッドマウントディスプレイ 60 は、電気光学装置（表示パネル）61、光学系収納部 62 およびバンド部 63 を備えている。本発明の半導体装置の製造方法は、例えば表示パネル 61 や内蔵される回路に設けられる半導体装置の製造に適用される。

15 図 16E は本発明の製造方法によって製造される半導体装置等が搭載されたリア型プロジェクターの例であり、当該プロジェクター 70 は、電気光学装置（光変調器）71、光源 72、合成光学系 73、ミラー 74・75 ミラー及びスクリーン 77 を筐体 76 内に備えている。本発明の半導体装置の製造方法は、例えば光変調器 71 や内蔵される回路に設けられる半導体装置の製造に適用される。

20 図 16F は本発明の製造方法によって製造される半導体装置等が搭載されたフロント型プロジェクターの例であり、当該プロジェクター 80 は、電気光学装置（画像表示源）81 及び光学系 82 を筐体 83 内に備え、画像をスクリーン 84 に表示可能になっている。本発明の半導体装置の製造方法は、
25 例えば画像表示源 81 や内蔵される回路に設けられる半導体装置の製造に適用される。

上記例に限らず本発明に係る半導体装置の製造方法は、あらゆる電子機器の製造に適用可能である。例えば、この他に、表示機能付きファックス装置、デジタルカメラのファインダ、携帯型 TV、DSP 装置、PDA、電子手帳、
30 電光掲示盤、宣伝広告用ディスプレイ、IC カードなどにも適用することが

できる。

本発明に係る電子機器によれば、前記各実施の形態における半導体装置における効果と同様の効果を奏する。すなわち、当該半導体装置が備える半導体薄膜は、内部に欠陥が少なく、半導体膜の電気特性の点で、エネルギーバンドにおける禁制帯中央部付近の捕獲準位密度が少なく、また、結晶粒界が無いために、電子や正孔といったキャリアが流れる際の障壁を大きく減少できるため、オフ電流値が小さく移動度の大きな優良な半導体装置となっている。

10 なお、本発明は上述した各実施形態に限定されることなく、本発明の特許請求の範囲に記載の要旨の範囲内で種々に変形、変更できるものである。

（産業上の利用可能性）

以上説明したように、本発明の半導体薄膜及び半導体装置の製造方法によれば、二層の珪素膜の間に貫通孔を有する絶縁膜を設け、レーザを照射することにより前記珪素膜を部分熔融させ、前記貫通孔に続く前記絶縁膜の下層側の前記珪素膜の少なくとも一部から当該貫通孔を経て前記絶縁膜の上層側の前記珪素膜の少なくとも一部にまで略単結晶珪素膜を連続形成したので、絶縁膜の貫通孔の径は、絶縁膜下層側の珪素膜に生じる多結晶をなす一つの結晶粒の大きさと同じか少し小さい大きさでよい。従来の方法で形成する穴よりも大きな径の貫通孔を形成すれば十分である。このため高価で精密な露光装置やエッチング装置を必要としない。また大型液晶ディスプレイ等のように、大きなガラス基板上に多数の高性能の半導体装置を容易に形成できる。

25 本発明の半導体装置、集積回路、及び電子機器によれば、略単結晶珪素膜を備えるので、オフ電流値が小さく、急峻な閾値下特性を有し、移動度の大きい、性能に優れた半導体装置を得ることができる。

請求の範囲

1. 二層の珪素膜の間に貫通孔を有する絶縁膜を設ける工程と、
レーザを照射することにより前記珪素膜を部分熔融させ、前記貫通孔に続
5 く前記絶縁膜の下層側の前記珪素膜の少なくとも一部から当該貫通孔を経て
前記絶縁膜の上層側の前記珪素膜の少なくとも一部にまで略単結晶珪素膜を
連続形成する工程と、を備えた半導体薄膜の製造方法。
2. 第1絶縁膜の上に第1非晶質珪素膜を形成する工程と、
前記第1非晶質珪素膜の上に第2絶縁膜を形成して、当該第2絶縁膜の面
10 内の所定位置に貫通孔を形成する工程と、
前記第2絶縁膜上と前記貫通孔内に非晶質珪素を堆積することにより、第
2絶縁膜上に第2非晶質珪素膜を形成する工程と、
前記第2非晶質珪素膜にレーザを照射して、前記第2非晶質珪素膜を完全
溶融状態にするとともに、前記第1非晶質珪素膜を部分溶融状態にすること
15 により、前記第2非晶質珪素膜の面内の前記貫通孔を中心とした領域を略単
結晶状態の珪素膜とする工程と、を備える半導体薄膜の製造方法。
3. 第1絶縁膜の上に当該第1絶縁膜とは異なる材料からなる第2絶縁
膜を形成する工程と、
前記第2絶縁膜の面内の所定位置に貫通孔を形成する工程と、
20 前記第1絶縁膜の前記貫通孔の位置に当該貫通孔よりも断面が大きな凹部
を形成する工程と、
前記第2絶縁膜上と前記貫通孔内および前記凹部内に非晶質珪素を堆積す
ることにより、当該第2絶縁膜上に非晶質珪素膜を形成する工程と、
前記非晶質珪素膜にレーザを照射して、当該非晶質珪素膜を完全溶融状態
25 にするとともに、前記凹部内の非晶質珪素を部分溶融状態にすることにより、
当該非晶質珪素膜の面内の前記貫通孔を中心とした領域を略単結晶状態の珪
素膜とする工程と、を備える半導体薄膜の製造方法。
4. 第1絶縁膜の面内の所定位置に凹部を形成する工程と、

前記凹部内に非晶質珪素を堆積する工程と、

前記第 1 絶縁膜上に第 2 絶縁膜を形成する工程と、

前記第 2 絶縁膜の前記凹部の位置に前記凹部より断面の小さな貫通孔を形成する工程と、

- 5 前記第 2 絶縁膜上と前記貫通孔内に非晶質珪素を堆積することにより、前記第 2 絶縁膜上に非晶質珪素膜を形成する工程と、

前記非晶質珪素膜にレーザを照射して、当該非晶質珪素膜を完全熔融状態にするとともに、前記凹部内の非晶質珪素を部分熔融状態にすることにより、当該非晶質珪素膜の面内の前記貫通孔を中心とした領域を略単結晶状態の珪素膜とする工程と、を備える半導体薄膜の製造方法。

10

5. 第 1 絶縁膜上に第 1 非晶質珪素膜を形成する工程と、

前記第 1 非晶質珪素膜にレーザ照射することにより、前記第 1 非晶質珪素膜を多結晶珪素膜に変化させる工程と、

前記多結晶珪素膜上に第 2 絶縁膜を形成する工程と、

- 15 前記第 2 絶縁膜に貫通穴を形成する工程と、

前記貫通穴に埋め込むようにして、前記第 2 絶縁膜上に第 2 非晶質珪素膜を形成する工程と、

前記第 2 非晶質珪素膜にレーザ照射し、前記多結晶珪素膜を非熔融状態または部分熔融状態にしたまま、前記第 2 非晶質珪素膜を完全熔融状態にすることにより、前記貫通孔を中心とした前記第 2 非晶質珪素膜を略単結晶珪素膜に変化させる工程と、を備える半導体薄膜の製造方法。

20

6. 請求の範囲第 1 項乃至第 5 項のいずれか一項に記載の半導体薄膜の製造方法において、

前記貫通穴の径は、前記多結晶珪素膜に含まれる結晶粒の 1 個の大きさと
25 同じかそれより小さい半導体薄膜の製造方法。

7. 請求の範囲第 2 項乃至第 5 項に記載の半導体薄膜の製造方法において、

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜は酸化珪素膜であり、前記第 1 絶縁

膜の下層には窒化珪素膜が形成されている半導体薄膜の製造方法。

8. 請求の範囲第3項又は第4項に記載の半導体薄膜の製造方法において、

前記第1絶縁膜を窒化珪素膜とし、前記第2絶縁膜を酸化珪素膜とする半
5 導体薄膜の製造方法。

9. 請求の範囲第1項乃至第8項のいずれか一項に記載の半導体薄膜の製造方法によって製造される前記略単結晶珪素膜を半導体薄膜として使用して半導体装置を形成する工程を備える半導体装置の製造方法。

10. 請求の範囲第9項に記載の半導体装置の製造方法において、
10 前記略単結晶状態の珪素膜の面内の前記貫通孔を含まない部分を、前記半導体薄膜として使用して前記半導体装置を形成する半導体装置の製造方法。

11. 請求の範囲第9項又は第10項に記載の半導体装置の製造方法において、
前記半導体装置は薄膜トランジスタであり、前記貫通孔を、当該薄膜トランジスタを形成する位置に対応させて設ける半導体装置の製造方法。
15

12. 貫通孔を有する絶縁膜と、
前記貫通孔の内部、当該貫通孔に続く前記絶縁膜の下層の少なくとも一部、及び当該貫通孔に続く前記絶縁膜の上層の少なくとも一部に連続形成されている略単結晶珪素膜と、を備え、
20 前記略単結晶珪素膜を半導体薄膜としている半導体装置。

13. 請求の範囲第12項に記載の半導体装置において、
前記絶縁膜の下層として略多結晶珪素膜を備え、
前記単結晶珪素膜は、前記多結晶珪素膜の少なくとも一部から前記貫通孔及び前記絶縁膜の上層にまで連続形成されている半導体装置。

25 14. 請求の範囲第12項に記載の半導体装置において、
前記絶縁膜の下層として前記貫通孔に続く部分に凹部を有する絶縁膜を備

え、

前記略単結晶珪素膜は、前記凹部の少なくとも一部から前記貫通孔及び前記絶縁膜の上層にまで連続形成されている半導体装置。

15. 請求の範囲第12項に記載の半導体装置において、

5 前記絶縁膜の下層として多結晶珪素膜を備え、

前記略単結晶珪素膜は、前記多結晶珪素膜に含まれる結晶粒を核として前記絶縁膜の上層にまで連続形成されている半導体装置。

16. 第1絶縁膜上に形成された多結晶珪素膜と、

前記多結晶珪素膜上に形成された貫通孔を有する第2絶縁膜と、

10 前記貫通孔を介して前記多結晶珪素膜と接触し、前記多結晶珪素膜に含まれる結晶粒を核として前記第2絶縁膜上に形成された略単結晶珪素膜と、を備える半導体装置。

17. 略多結晶状態の珪素が含まれる凹部を有する第1絶縁膜と、

15 前記第1絶縁膜上に形成され、前記凹部に続く位置に貫通孔を有する第2絶縁膜と、

前記貫通孔を介して前記凹部内の前記多結晶珪素膜と接触し、前記多結晶珪素膜に含まれる結晶粒を核として前記第2絶縁膜上に形成された略単結晶珪素膜と、を備える半導体装置。

18. 請求の範囲第16項又は第17項に記載の半導体装置において、

20 前記第1絶縁膜及び前記第2絶縁膜は酸化珪素膜であり、前記第1絶縁膜の下層には窒化珪素膜がさらに形成されている半導体装置。

19. 請求の範囲第12項乃至第18項のいずれか一項に記載の半導体装置において、

25 前記略単結晶珪素の面内のうち前記貫通孔を含まない部分を前記半導体薄膜として用いて構成されている半導体装置。

20. 請求の範囲第12項乃至第19項のいずれか一項に記載の半導体装置において、

前記半導体薄膜を構成する前記略単結晶珪素膜は、前記貫通孔とは分離されている半導体装置。

21. 請求の範囲第12項乃至第20項のいずれか一項に記載の半導体装置を備える集積回路。

5 22. 請求の範囲第12項乃至第20項のいずれか一項に記載の半導体装置を備える電気光学装置。

23. 請求の範囲第12乃至第20項のいずれか一項に記載の半導体装置を備える電子機器。

1/16

図 1 A

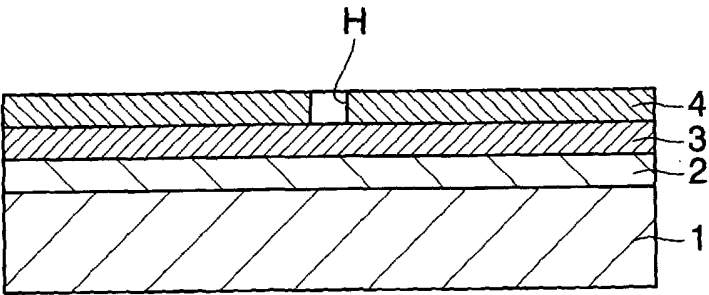


図 1 B

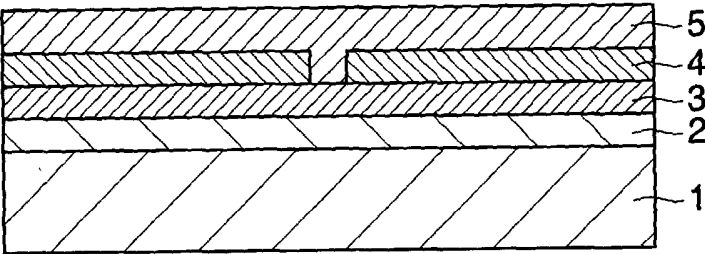


図 1 C

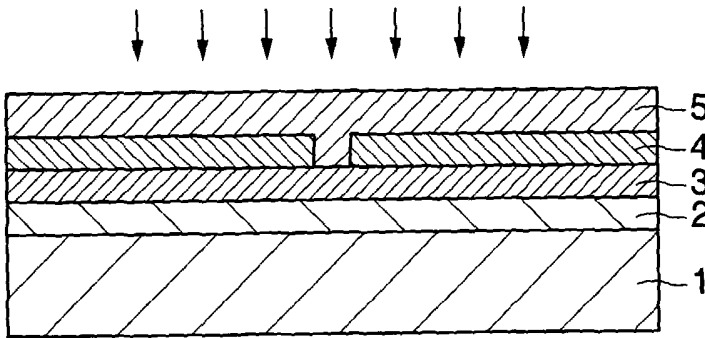


図 1 D

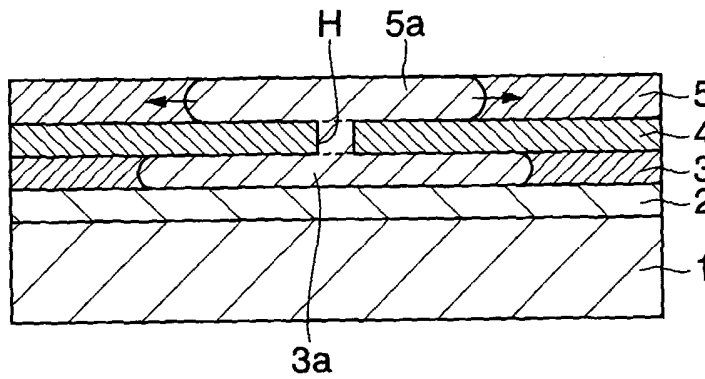
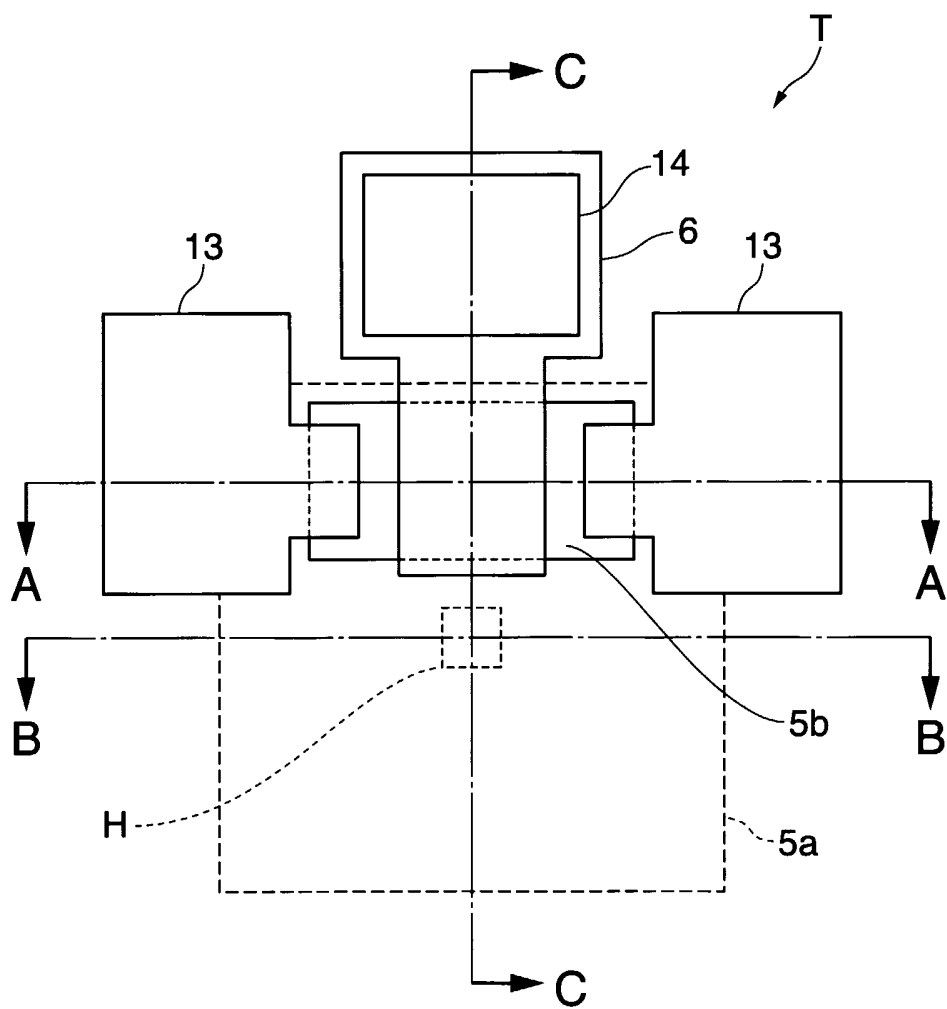


図 2



3/16

図 3 A

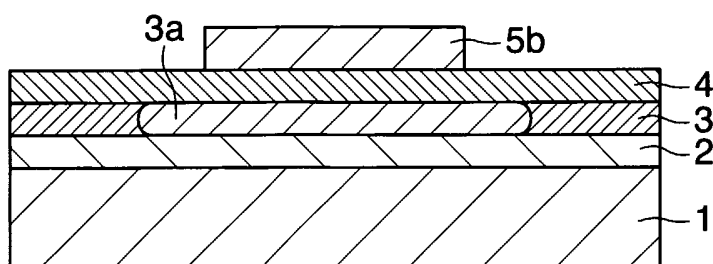


図 3 B

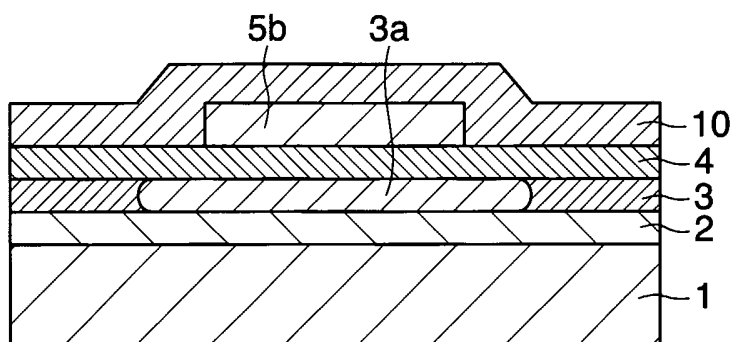


図 3 C

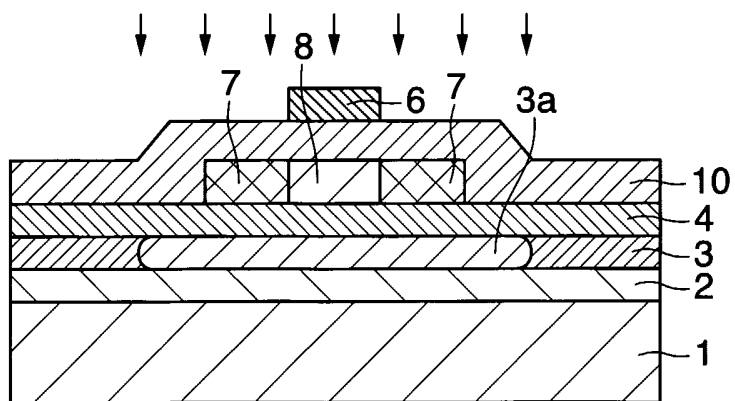


図 3 D

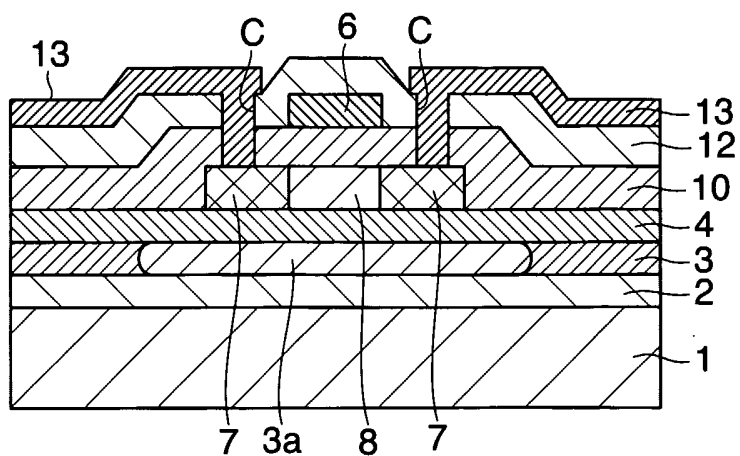


図 4 A

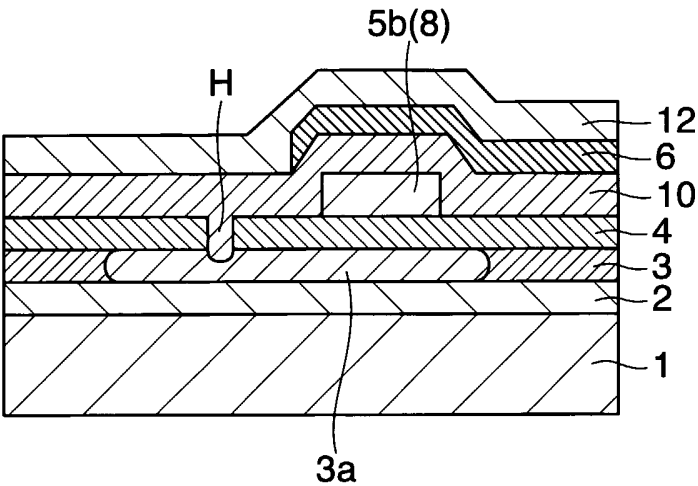


図 4 B

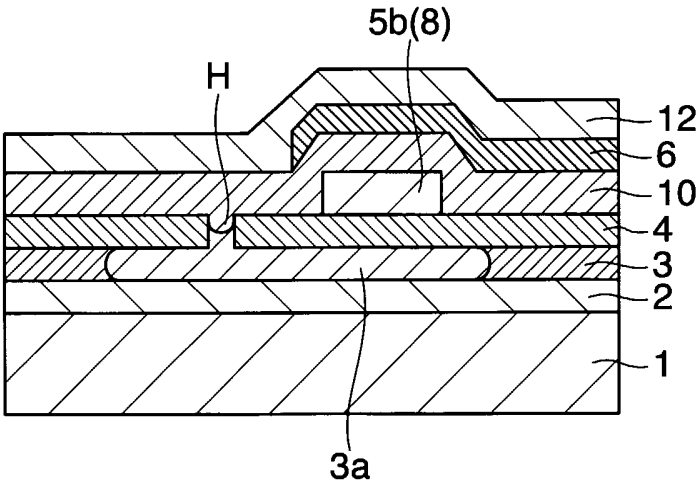


図 4 C

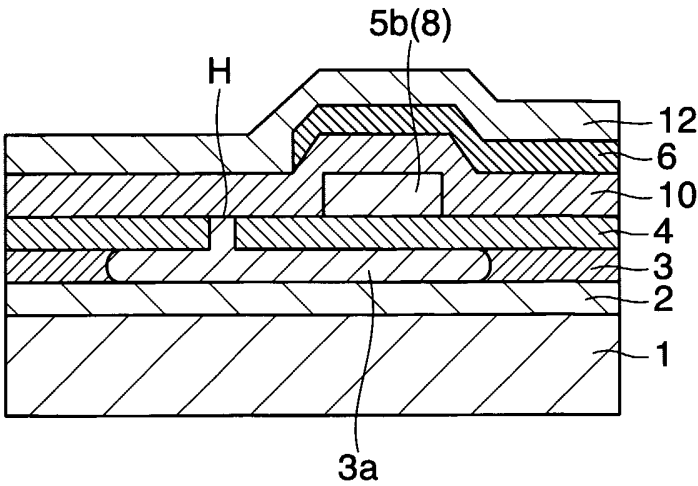
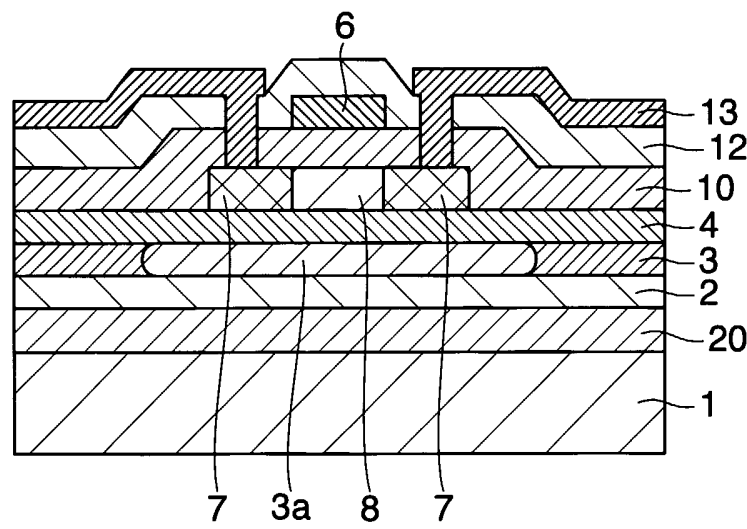


図 5



6/16

図 6 A

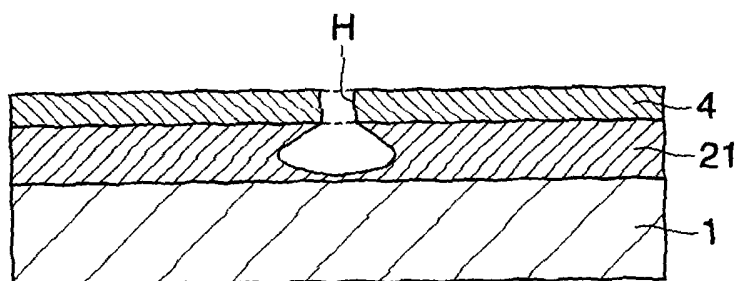


図 6 B

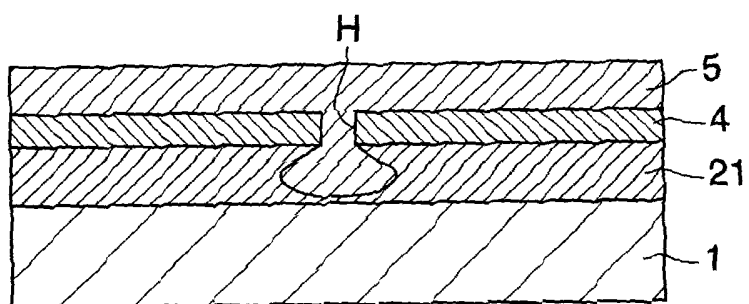


図 6 C

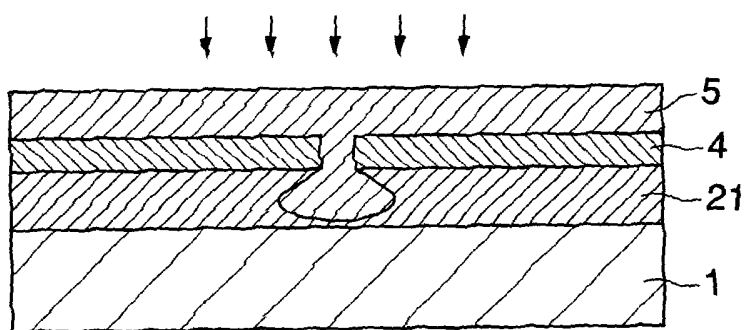


図 6 D

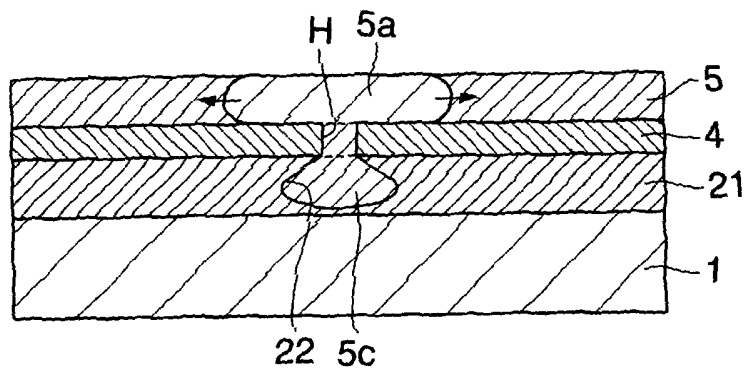


図 7

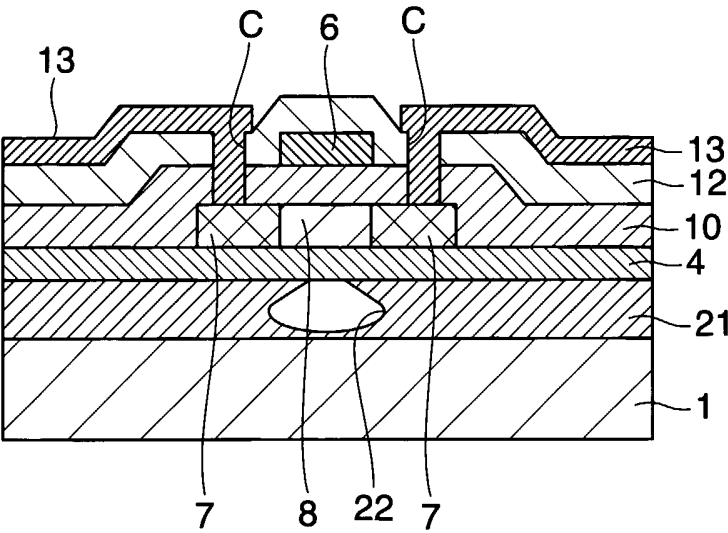


図 8 A

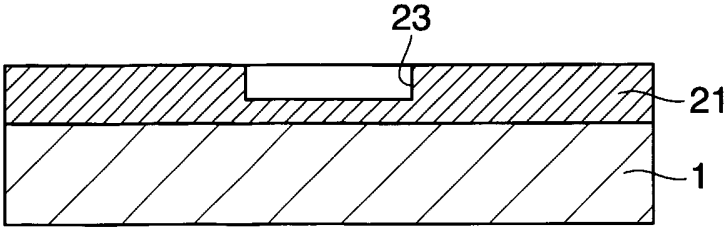


図 8 B

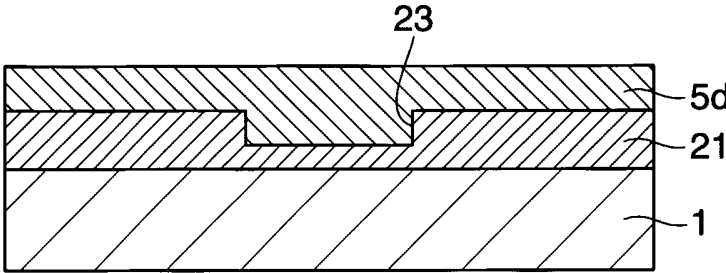


図 8 C

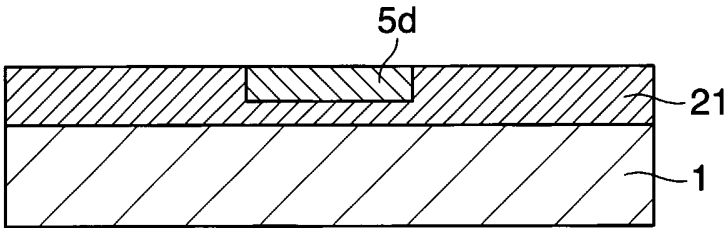


図 8 D

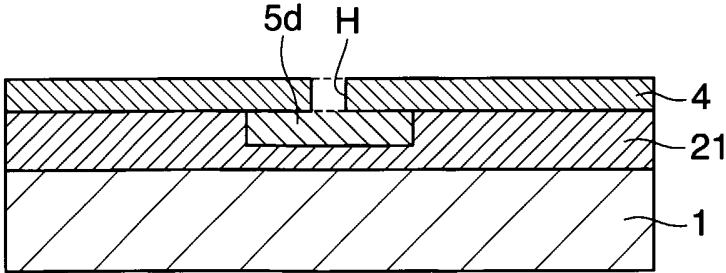


図 8 E

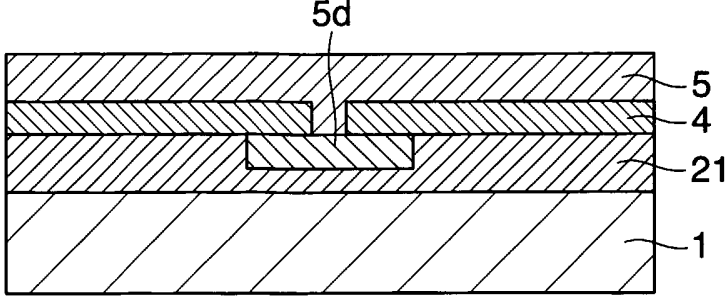
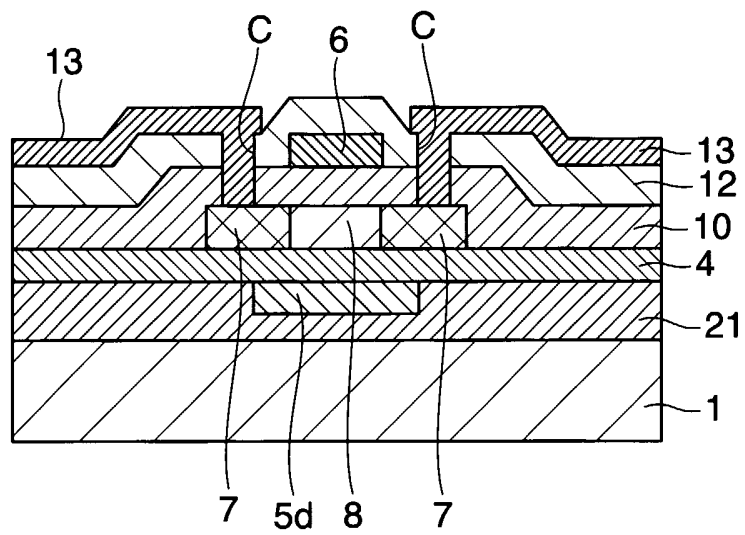


图 9



10/16

図 10A

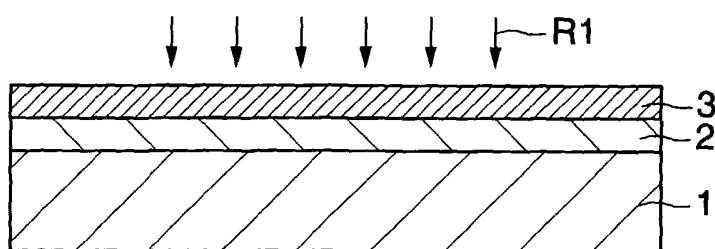


図 10B

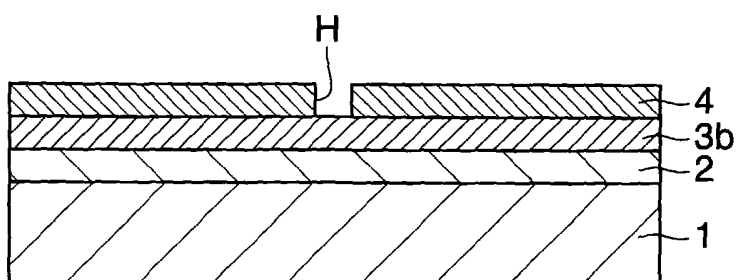


図 10C

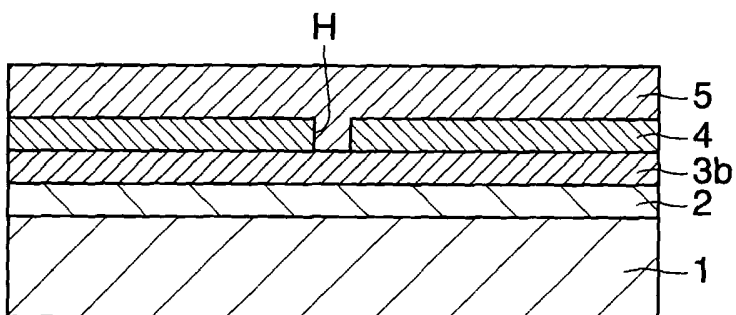


図 10D

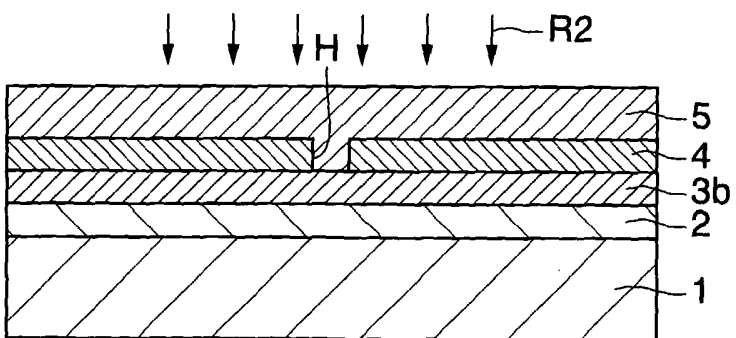


図 10E

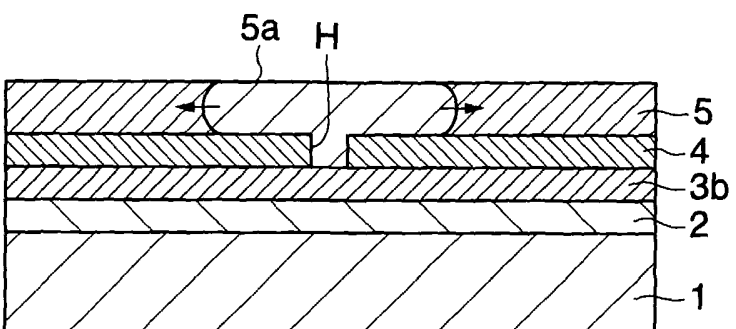
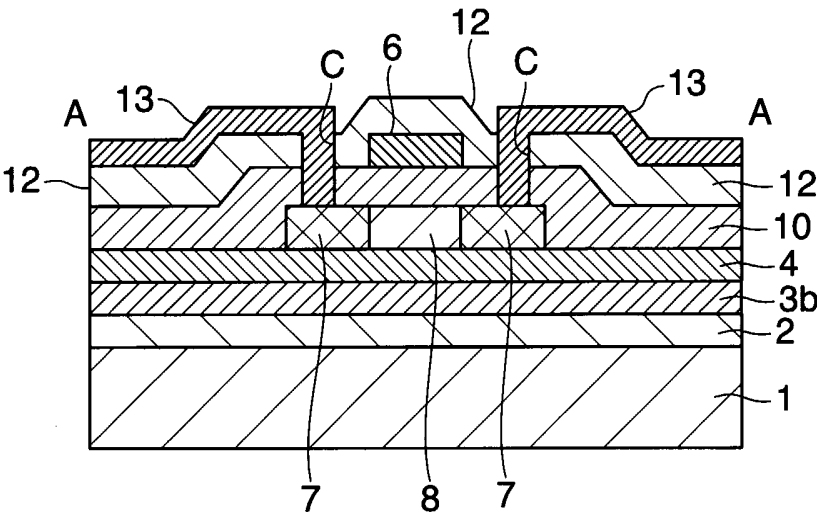


図 1 1



12/16

図 1 2 A

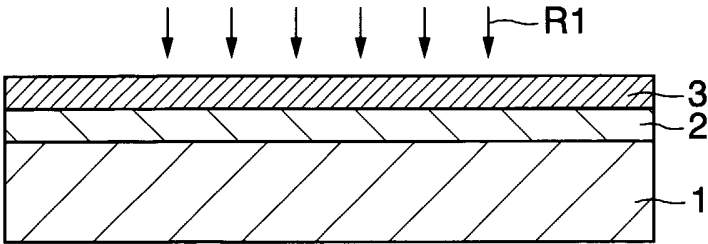


図 1 2 B

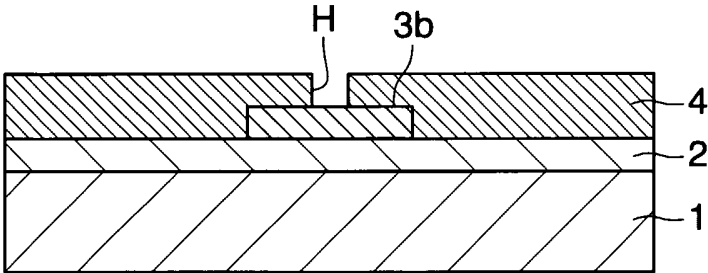


図 1 2 C

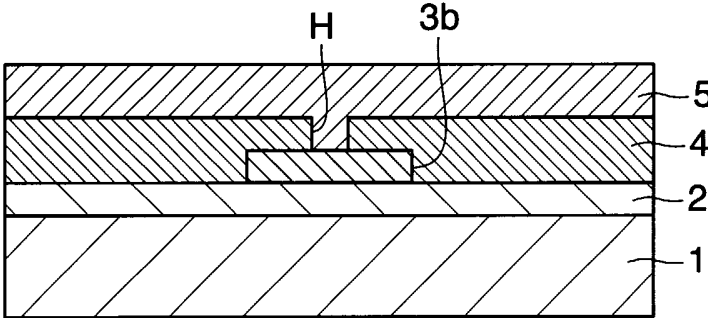


図 1 2 D

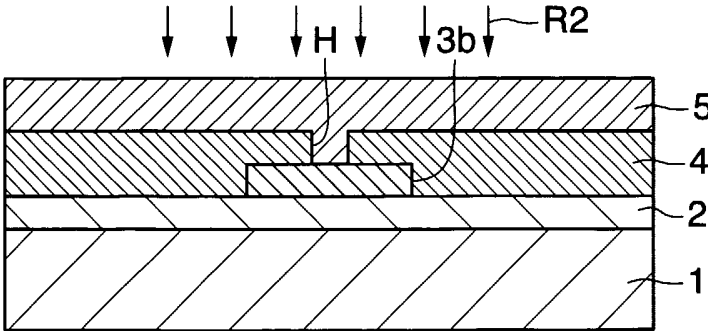


図 1 2 E

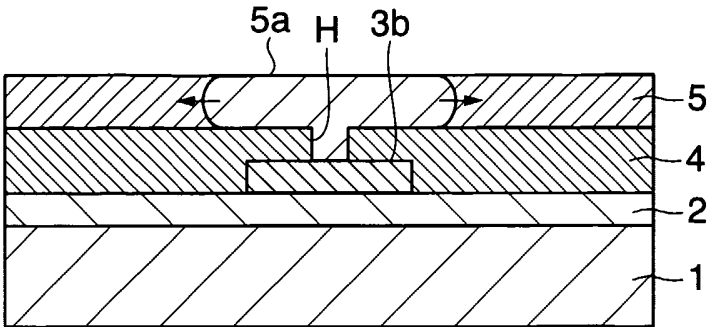


図 13

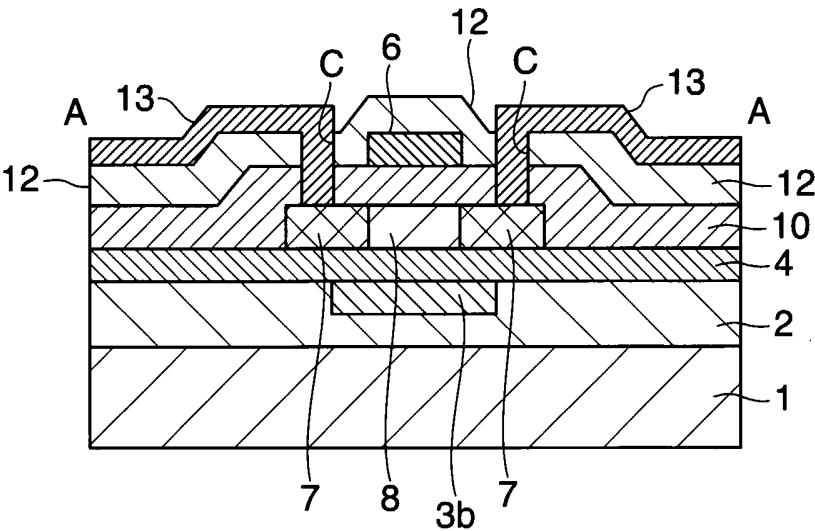
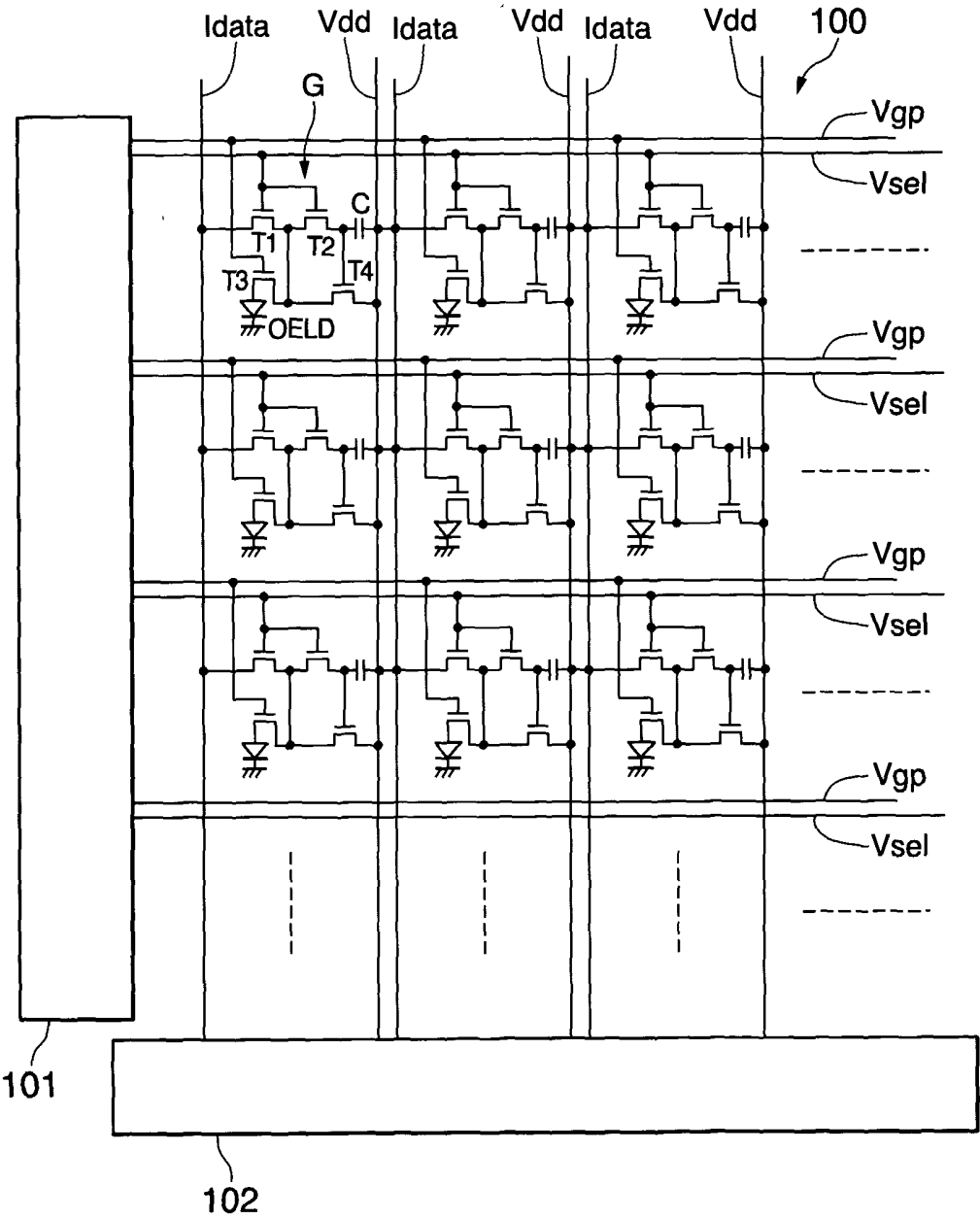


図 1 5



16/16

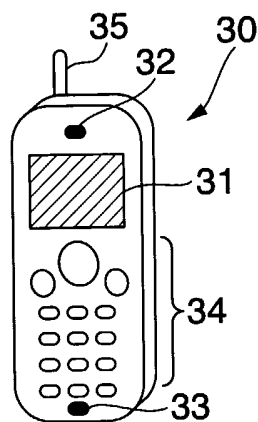


図 1 6 A

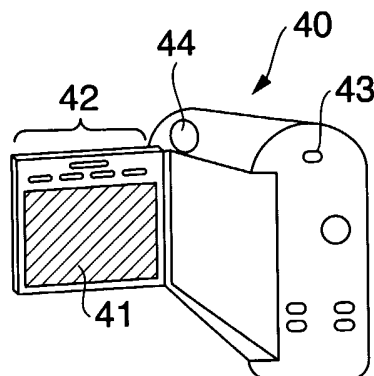


図 1 6 B

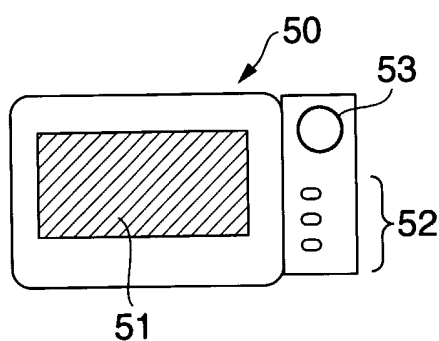


図 1 6 C

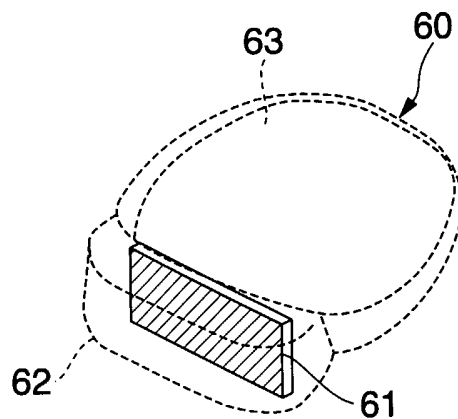


図 1 6 D

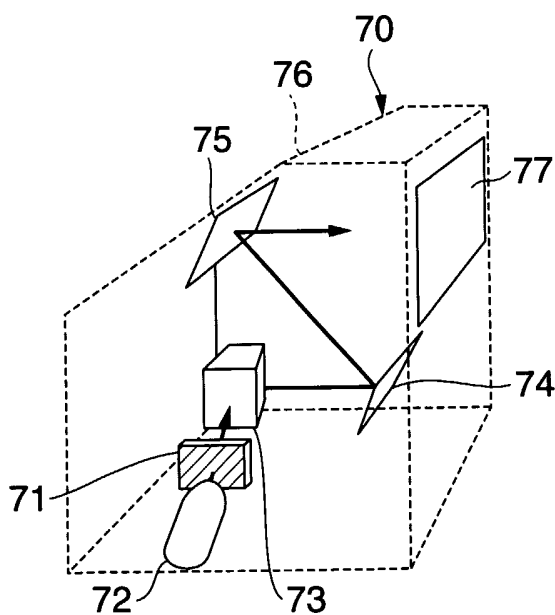


図 1 6 E

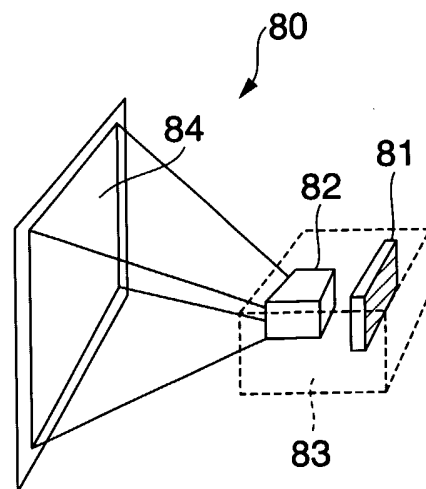


図 1 6 F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/07436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 57-155765 A (Fujitsu Ltd.), 25 September, 1982 (25.09.82),	1, 6, 9-12, 19, 21-23
A	Full text; Figs. 1, 4, 5 (Family: none)	2-5, 7, 8, 13-18, 20
X	JP 58-90740 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 May, 1983 (30.05.83),	1, 6, 9-12, 19, 21-23
A	Full text; Fig. 2 (Family: none)	2-5, 7, 8, 13-18, 20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 October, 2002 (17.10.02)Date of mailing of the international search report
12 November, 2002 (12.11.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

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. Cl⁷ H01L21/20, H01L29/786

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	1971-2002年
日本国実用新案登録公報	1996-2002年
日本国登録実用新案公報	1994-2002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 A	J P 57-155765 A (富士通株式会社) 1982.09.25, 全文, 第1, 4, 5図 (ファミリーなし)	1, 6, 9-12, 19, 21-23 2-5, 7, 8, 13-18, 20
X A	J P 58-90740 A (三菱電機株式会社) 1983.05.30, 全文, 第2図 (ファミリーなし)	1, 6, 9-12, 19, 21-23 2-5, 7, 8, 13-18, 20

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ 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

17.10.02

国際調査報告の発送日

12.11.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
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)

宮崎 園子



4 L

9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3496