

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 5 月 12 日(12.05.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/055618 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/268 (2006.01) H01L 21/336 (2006.01)
H01L 21/20 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/068005
- (22) 国際出願日: 2010 年 10 月 14 日(14.10.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-254216 2009 年 11 月 5 日(05.11.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ブイ・テクノロジー(V Technology Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 梶山 康一 (KAJIYAMA, Koichi) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 株式会社ブイ・テクノロジー内 Kanagawa (JP). 濱野 邦幸 (HAMANO, Kuniyuki) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 株式会社ブイ・テクノロジー内 Kanagawa (JP). 水村 通伸 (MIZUMURA, Michinobu) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3

4 番地 株式会社ブイ・テクノロジー内 Kanagawa (JP).

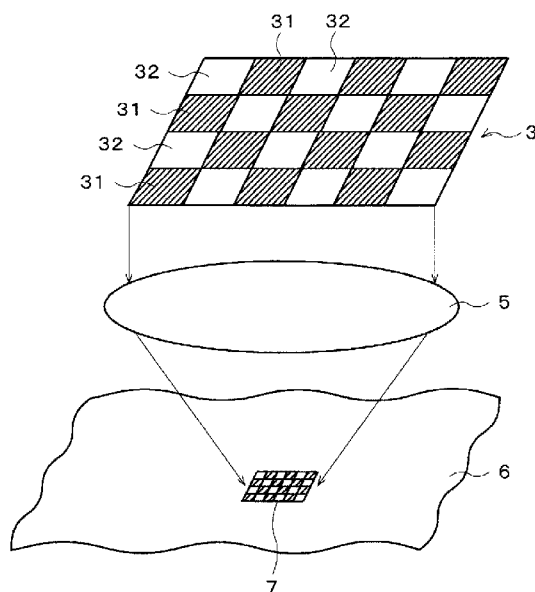
- (74) 代理人: 藤巻 正憲(FUJIMAKI, Masanori); 〒2210052 神奈川県横浜市神奈川区栄町 5 番地 1 横浜クリエーションスクエア 1 9 階 朋友国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR FORMATION OF LOW-TEMPERATURE POLYSILICON FILM

(54) 発明の名称: 低温ポリシリコン膜の形成装置及び方法

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is a formation apparatus and a formation method, which enable the production of a low-temperature polysilicon film that does not undergo the fluctuation in crystal grain size and has a uniform crystal grain size. A mask is so formed that a laser-beam-blocking area and a laser-beam-transmissive area are arranged in a reticular pattern so as not to be adjacent to each other. A predetermined channel-area-forming area is irradiated with a laser beam by means of a microlens through the mask. An a-Si:H film is irradiated with the laser beam that has been transmitted through the transmissive area to cause the annealing of the irradiated part, thereby causing polycrystallization. Subsequently, the mask is removed, and the entire surface of the predetermined channel-area-forming area is irradiated with the laser beam. In an area in which the polycrystallization has occurred already, the melting point is raised and melting does not occur. In an area which is still amorphous is melted and solidified, thereby causing polycrystallization. In the polysilicon film thus produced, the sizes of crystal grains are controlled in accordance with a light-blocking area and a light-transmissive area and fall within a specific range.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

結晶粒の大きさの変動が少なく、均一な結晶粒サイズの低温ポリシリコン膜を得ることができる形成装置及び方法を提供する。マスクは、レーザ光の遮光領域と透過領域とが、これらの遮光領域と透過領域が隣接しないように格子状に配置されたものであり、このマスクを介してマイクロレンズによりレーザ光をチャネル領域形成予定領域に照射する。透過領域を透過したレーザ光が、 $a-Si:H$ 膜に照射されてこの部分をアニールして多結晶化する。次に、マスクを取り外して、チャネル領域形成予定領域の全体にレーザ光を照射すると、既に多結晶化している領域は融点が上昇していて熔融せず、アモルファスのままの領域が熔融凝固して多結晶化する。得られたポリシリコン膜は、その結晶粒の大きさが、遮光領域及び透過領域に規制されたものとなり、一定の範囲に制御される。

明 細 書

発明の名称 : 低温ポリシリコン膜の形成装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、アモルファスシリコン膜（以下、 $a-Si$ 膜という）にレーザー光を照射してアニールすることにより、 $a-Si$ を多結晶シリコン（以下、ポリシリコンという）に結晶化させる低温ポリシリコン膜の形成装置及び方法に関する。

背景技術

[0002] 逆スタガ構造の薄膜トランジスタとしては、絶縁性基板上に Cr 又は Al 等の金属層によりゲート電極を形成し、次いで、このゲート電極を含む基板上にゲート絶縁膜として例えば SiN 膜を形成し、その後、全面に水素化アモルファスシリコン（以下、 $a-Si:H$ と記載する）膜を形成し、この $a-Si:H$ 膜をゲート電極上の所定領域にアイランド状にパターニングし、更に、金属層によりソース・ドレイン電極を形成したアモルファスシリコントランジスタがある。

[0003] しかしながら、このアモルファスシリコントランジスタは、 $a-Si:H$ 膜をチャネル領域に使用しているので、チャネル領域における電荷の移動度が小さいという難点がある。このため、アモルファスシリコントランジスタは、例えば、液晶表示装置の画素部の画素トランジスタとしては使用可能であるが、高速の書き換えが要求される周辺駆動回路の駆動トランジスタとしては、チャネル領域の電荷移動度が小さすぎて、使用することが困難である。

[0004] 一方、多結晶シリコン膜を直接基板上に形成しようとする、 $LP-CVD$ （減圧化学気相成長）法により形成することになるが、これは $1500^{\circ}C$ 程度の高温プロセスになるため、液晶表示装置のようなガラス基板（軟化点が $400\sim500^{\circ}C$ ）上に多結晶シリコン膜を直接形成することはできない。

[0005] そこで、一旦、チャネル領域に $a-Si:H$ 膜を形成し、その後、この a

—S i : H膜にY A Gエキシマレーザ等のレーザ光を照射してレーザアニールすることにより、極短時間での溶融凝固の相転移により、a—S i : H膜をポリシリコン膜に結晶化させる低温ポリシリコンプロセスが採用されるようになっている。これにより、ガラス基板上のチャネル領域を電荷移動度が高くトランジスタ動作の高速化が可能なポリシリコン膜により形成することが可能になる（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平5－63196号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上述の低温ポリシリコン膜の形成方法は、レーザアニールにより形成されたポリシリコン膜の特性が局部的に変動するという問題点があり、これが実用化への障害となっている。このような低温ポリシリコン膜の特性の局部的変動は、液晶表示装置の画面の表示むらを生じさせる。

[0008] a—S i 膜の特性が局部的に変動する要因としては、結晶化したS i の結晶粒の大きさが局部的に変動し、ポリシリコン膜内の電気伝導度が結晶粒界の密度又は状態により変動し、ポリシリコン膜全体の電気伝導度が変動してしまうことにある。このため、例えば、Y A Gエキシマレーザ光の照射によるアニールにより形成されるポリシリコン膜の結晶粒の大きさを一定の範囲に制御することが、低温ポリシリコン膜の実用化には必要である。

[0009] この結晶粒径を制御する方法としては、エキシマレーザ光の照射条件、即ち、レーザのエネルギー、パルス幅、基板温度等を調整する方法がある。しかし、レーザ照射による極短時間での溶融凝固の場合は、結晶化速度が通常の結晶化速度よりも10桁程度速く、このような極めて速い結晶化速度のために、粒径の制御が困難である。特に、粒径を上限値及び下限値を有する所定の範囲内に制御するためのレーザ光照射条件を決めることは、単に粒径を最

大値以下に制御するためのレーザ光照射条件又は粒径を最小値以上に制御するためのレーザ光照射条件だけを決める場合に比して、困難である。特に、 $a-Si$ の膜厚又は膜の Si 密度等が変動すると、同一のアニール条件でも粒径が変化するため、アニールの条件設定には膜質の事前の確認が必要であり、アニール条件の設定作業が極めて煩雑である。

[0010] 本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、結晶粒の大きさの変動が少なく、可及的に均一な結晶粒サイズの低温ポリシリコン膜を得ることができる低温ポリシリコン膜の形成装置及び方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明に係る第1の低温ポリシリコン膜の形成装置は、1次元又は2次的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザ光の発生源と、この発生源からのレーザ光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザ光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザ光を透過する複数個の透過領域と前記レーザ光を遮光する複数個の遮光領域とが、一方向に、互い違いであって、透過領域及び遮光領域が夫々隣接しないように2次的に配置されたものであることを特徴とする。

[0012] この低温ポリシリコン膜の形成装置において、例えば、前記透過領域及び遮光領域は矩形をなし、前記マスクは、これらの透過領域及び遮光領域が格子状に配置されたものである。

[0013] また、本発明に係る第2の低温ポリシリコン膜の形成装置は、1次元又は2次的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザ光の発生源と、この発生源からのレーザ光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザ光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザ光を遮光する遮光領域の中に、前記レーザ光を透過するスポット状の複数個の透過領域が2次的に点在するように配置されて形成されているも

のであることを特徴とする。

[0014] 更に、本発明に係る第3の低温ポリシリコン膜の形成装置は、1次元又は2次元的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザ光の発生源と、この発生源からのレーザ光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザ光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザ光を透過する複数個の透過領域が2次元的に配置され各透過領域間が前記レーザ光を遮光する遮光領域により仕切られたものであることを特徴とする。

[0015] 更にまた、本発明に係る第4の低温ポリシリコン膜の形成装置は、1次元又は2次元的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザ光の発生源と、この発生源からのレーザ光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザ光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザ光を透過する透過部材に対し、前記レーザ光を遮光するスポット状の複数個の遮光領域が2次元的に配置されるように支持されたものであることを特徴とする。

[0016] これらの第1乃至第4の低温ポリシリコン膜の形成装置において、例えば、前記マイクロレンズは、形成すべきトランジスタ毎に設けられている。

[0017] 本発明に係る低温ポリシリコン膜の形成方法は、上述の第1乃至第3のいずれかの低温ポリシリコン膜の形成装置を使用し、先ず、前記マスクを介して前記マイクロレンズによりレーザ光をアモルファスシリコン膜に照射する第1の工程と、次いで、前記マスクを使用しないで前記マイクロレンズによりレーザ光をアモルファスシリコン膜に照射する第2の工程とを有することを特徴とする。

[0018] この低温ポリシリコン膜の形成方法において、例えば、前記第1の工程と前記第2の工程とは、前記レーザ光源によるレーザ光の発光条件は同一であるように構成することができる。

- [0019] 本発明に係る他の低温ポリシリコン膜の形成方法は、上述の第4の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用し、前記マスクを介して、前記マイクロレンズによりレーザ光をアモルファスシリコン膜に照射する工程を有することを特徴とする。
- [0020] 本発明によれば、第1の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用した場合、第1の工程において、マスクの透過領域を透過したレーザ光のみがアモルファスシリコン膜（a-Si膜）に照射され、a-Si膜においては、この透過領域に対応する部分のみがアニールされて溶融凝固し、ポリシリコンに結晶化される。このとき、ポリシリコン部分の結晶粒の大きさは、マスクの各透過領域に対応して規制されたものであり、透過領域を超えて大型化することはないため、結晶粒の大きさのバラツキは小さい。また、マスクの遮光領域に対応する部分は、アモルファスのままである。その後、第2工程においては、第1の工程で多結晶化した部分も含めてa-Si膜の全体にレーザ光を照射する。そうすると、ポリシリコンの部分は、融点が高いので、溶融せず、アモルファスのまま残存している部分（遮光領域に対応する部分）のみが溶融凝固して多結晶化する。この新たに多結晶化した部分も、結晶粒の大きさは、遮光領域の大きさ以上に大型化することはなく、結晶粒の大きさのバラツキは小さい。
- [0021] 本発明の第2の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用した場合は、第1の工程において、マスクの透過領域のみを透過したレーザ光がa-Si膜に照射され、a-Si膜においては、この透過領域に対応する部分のみがアニールされて溶融凝固し、ポリシリコンに結晶化される。これにより、a-Si膜には、ポリシリコンの部分がスポット状に点在的に生成する。次に、第2工程において、全体にレーザ光が照射されると、このa-Si膜に存在する小さなポリシリコン部分が種となり、a-Si膜の全体が多結晶化する。このとき、このポリシリコン膜は、スポット状に点在するように形成されたポリシリコン部分を種にして成長するので、結晶粒が粗大化することなく、結晶粒の大きさが一定の狭い範囲に制御される。

[0022] 本発明の第3の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用した場合は、第1の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用した場合と同様に、第1の工程において、マスクの透過領域を透過したレーザ光のみがアモルファスシリコン膜（ $a-Si$ 膜）に照射され、 $a-Si$ 膜においては、この透過領域に対応する部分のみがアニールされて溶融凝固し、ポリシリコンに結晶化される。このとき、ポリシリコン部分の結晶粒の大きさは、マスクの各透過領域に対応して規制されたものであり、透過領域を超えて粗大化することはないため、結晶粒の大きさのバラツキは小さい。また、マスクの遮光領域に対応する部分は、アモルファスのままである。その後、第2工程においては、第1工程で多結晶化した部分も含めて $a-Si$ 膜の全体にレーザ光を照射する。そうすると、ポリシリコンの部分は、融点が高いので、溶融せず、アモルファスのまま残存している部分（遮光領域に対応する部分）のみが溶融凝固して多結晶化する。この新たに多結晶化した部分も、結晶粒の大きさは、遮光領域の大きさ以上に粗大化することはなく、結晶粒の大きさのバラツキは小さい。

[0023] 本発明の第4の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用した場合は、透過部材に支持された状態で、スポット状の複数個の遮光領域が2次元的に配置されているので、透過部材における遮光領域が存在しない部分を透過したレーザ光はアモルファスシリコン膜に照射されてこの部分を加熱し、溶融させる。しかし、この遮光領域に対応するアモルファスシリコン膜の部分は、レーザ光の照射を受けず、照射領域からの熱伝導によって加熱されるだけであるので、照射領域よりも温度が低い。このように、レーザ光の照射領域と非照射領域との間で温度差が生じるため、凝固時にこの非照射領域から結晶化が進行し、その後照射領域が結晶化していくので、結晶粒の粗大化が生じない。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、第1乃至第3の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用した場合は、マスクを使用したレーザ光の照射と、マスクを使用しないレーザ光の照射との2工程に分けて、被処理領域の $a-Si$ 膜を多結晶化するから

、多結晶化の過程で、結晶粒が粗大化することが防止され、結晶粒径が一定の範囲に制御された低温ポリシリコン膜を得ることができる。また、第4の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用した場合は、透過部材を透過したレーザ光により照射されたa-Si膜の部分は高温に加熱されて熔融し、スポット状の遮光領域によりレーザ光が照射されなかった部分は照射領域からの熱伝導により加熱されて熔融するものの、照射領域よりも低温となり、この低温の部分から結晶化して、結晶粒の粗大化が防止され、結晶粒径が一定の範囲に制御された低温ポリシリコン膜を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の第1実施形態に係る低温ポリシリコン膜の形成装置を示す模式的斜視図である。

[図2]この第1実施形態において、その1個のマイクロレンズ及び対応するマスクを示す模式的拡大斜視図である。

[図3]マイクロレンズを使用したレーザ照射装置を示す図である。

[図4]本発明の第2実施形態に係る低温ポリシリコン膜の形成装置を示す模式的斜視図である。

[図5]本発明の第3実施形態に係る低温ポリシリコン膜の形成装置のマスクを示す模式的斜視図である。

[図6] (a)は本発明の第4実施形態に係る低温ポリシリコン膜の形成装置のマスクを示す断面図、(b)はその平面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の実施形態について、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は、本発明の実施形態に係る低温ポリシリコン膜の形成装置を示す模式的斜視図、図2は、その1個のマイクロレンズ及び対応するマスクを示す模式的拡大斜視図、図3は、マイクロレンズを使用したレーザ照射装置を示す図である。図3に示すレーザ照射装置は、逆スタガ構造の薄膜トランジスタのような半導体装置の製造工程において、例えば、そのチャネル領域形成予定領域のみにレーザ光を照射してアニールし、このチャネル領域形成予

定領域を多結晶化して、ポリシリコン膜を形成するための装置である。このマイクロレンズを使用したレーザアニール装置は、光源 1 から出射されたレーザ光を、レンズ群 2 により平行ビームに整形し、多数のマイクロレンズ 5 からなるマイクロレンズアレイを介して被照射体 6 に照射する。レーザ光源 1 は、例えば、波長が 308 nm 又は 353 nm のレーザ光を例えば 50 Hz の繰り返し周期で放射するエキシマレーザである。マイクロレンズアレイは、透明基板 4 に多数のマイクロレンズ 5 が配置されたものであり、レーザ光を被照射体 6 としての薄膜トランジスタ基板に設定された薄膜トランジスタ形成予定領域に集光させるものである。透明基板 4 は被照射体 6 に平行に配置され、マイクロレンズ 5 は、トランジスタ形成予定領域の配列ピッチの 2 以上の整数倍（例えば 2）のピッチで配置されている。本実施形態の被照射体 6 は、例えば、薄膜トランジスタであり、その a-Si 膜のチャネル領域形成予定領域にレーザ光を照射して、ポリシリコンチャネル領域を形成する。

[0027] 例えば、液晶表示装置の周辺回路として、画素の駆動トランジスタを形成する場合、ガラス基板上に Al 等の金属膜からなるゲート電極を、スパッタによりパターン形成する。そして、シラン及び H₂ ガスを原料ガスとし、250～300℃の低温プラズマ CVD 法により、全面に SiN 膜からなるゲート絶縁膜を形成する。その後、ゲート絶縁膜上に、例えば、プラズマ CVD 法により a-Si:H 膜を形成する。この a-Si:H 膜はシランと H₂ ガスを混合したガスを原料ガスとして成膜する。この a-Si:H 膜のゲート電極上の領域をチャネル形成予定領域として、各チャネル領域に 1 個のマイクロレンズ 5 を配置して、このチャネル形成予定領域のみにレーザ光を照射してアニールし、このチャネル形成予定領域を多結晶化してポリシリコンチャネル領域を形成する。図 3 には図示していないが、チャネル形成予定領域のみにレーザ光を照射するための遮光部材がマイクロレンズ 5 の上方に配置されており、この遮光部材により、チャネル領域が画定される。なお、図 3（a）及び図 1 には、マイクロレンズ 5 が 1 次元に配列されている状態しか示

されていないが、これは、図示の簡略化のためであり、実際は、図3（b）に平面図を示すように、マイクロレンズ5は2次元的に配列されている。但し、このマイクロレンズ5は多結晶化すべき領域の配置に合わせて1次元的に配列してもよい。

[0028] 而して、本実施形態においては、図1及び図2並びに図3（a）に示すように、各マイクロレンズ5の上方に、各マイクロレンズ5毎に1個のマスク3が設けられている。このマスク3は、例えば、全体で矩形をなし、更に微小な矩形の格子状の領域に区画されている。この区画は、レーザ光を遮光する遮光領域31と、レーザ光を透過する透過領域32とが、遮光領域31と透過領域32とが隣接しないように、格子状に配列されたものである。このマスク3を介してレーザ光をマイクロレンズ5により被照射体6に照射することにより、a-Si:H膜には、そのチャネル領域形成予定領域7に対応してレーザ光の照射領域が形成される。この予定領域7におけるレーザ光の照射パターンは、マスク3の透過領域32のパターンに対応するものである。

[0029] 次に、上述のごとく構成された形成装置を使用した低温ポリシリコン膜の形成方法について説明する。まず、第1工程において、マスク3を使用して、レーザ光を被照射体6に照射する。レーザ光の平行ビームは、マスク3を透過した後、各マイクロレンズ5により集光されて、被照射体6のa-Si:H膜におけるチャネル形成予定領域7に照射される。このとき、レーザ光は、マスク3の遮光領域31においては遮光され、透過領域32を透過した部分のみが、予定領域7に照射され、マスク3と同様の格子状パターンにレーザ光の照射領域が形成される。そして、この予定領域7において、レーザ光が照射された部分のみが熔融凝固して結晶化し、この部分がポリシリコンに相変態する。このポリシリコン部分は、マスク3の透過領域32がマイクロレンズ5により縮小投影された部分であり、この縮小投影された部分にしかレーザ光が照射されないので、多結晶化したポリシリコンの結晶粒は、この縮小投影された部分を越えて粗大化することはない。このため、ポリシリ

コン部分は、透過領域 3 2 が縮小投影された領域の大きさに規制されてその結晶粒の大きさが規制され、一定の狭い結晶粒径範囲に、その結晶粒の大きさが制御される。

[0030] 次いで、第 2 工程においては、マスク 3 を取り外し、その後、レーザ光を被照射体 6 に照射することにより、各チャネル領域形成予定領域 7 毎に、その予定領域 7 の全体にレーザ光を照射する。そうすると、ポリシリコンの部分は、アモルファスシリコンの部分よりも融点が高いので、第 1 工程において多結晶化した部分が再溶融することはない。そして、第 1 工程において、 $a-Si:H$ 膜におけるマスク 3 の遮光領域 3 1 に対応する部分がアモルファスのまま残存しているので、このアモルファスの部分が、第 2 工程におけるレーザ照射により、溶融凝固して多結晶化する。この第 2 工程において多結晶化する部分は、 $a-Si:H$ 膜における遮光領域 3 1 が縮小投影された部分であるので、この第 2 工程において多結晶化したポリシリコン部分は、遮光領域 3 1 が縮小投影された部分を超えて結晶粒が粗大化することはない。従って、この第 2 工程において形成されたポリシリコン部分も、遮光領域 3 1 が縮小投影された領域の大きさに規制されて、その結晶粒の大きさが一定の狭い範囲に制御される。

[0031] このようにして、チャネル形成予定領域 7 においては、結晶粒の大きさが一定の狭い範囲に制御されたポリシリコン膜が形成される。従って、このポリシリコン膜をチャネル領域とするトランジスタは、高速動作が可能であると共に、ポリシリコンチャネル領域の結晶粒が均一なので、トランジスタ特性が安定した半導体装置を得ることができる。

[0032] なお、この第 1 実施形態において、マスク 4 の遮光領域 3 1 及び透過領域 3 2 はその形状が矩形に限るものではなく、円形等種々の形状にすることができる。また、上記実施形態においては、第 2 工程にて、チャネル領域を画定する遮光領域以外のマスクを使用しないものであったが、第 2 工程においても、マスクを使用し、第 1 工程において、遮光領域であった部分を透過領域とし、透過領域であった部分を遮光領域として、 $a-Si:H$ 膜において

第1工程でアモルファスのまま残存した部分のみにレーザ光を照射してこの部分をアニールすることとしてもよい。また、この場合に、第2工程における透過領域を、第1工程における遮光領域よりも小さくして、第1工程のレーザ光照射領域と、第2工程のレーザ光照射領域との間に間隙を設けてもよい。これにより、第2工程において、アモルファス領域が多結晶化するとき、第1工程で既に多結晶化しているポリシリコン部分を起点として結晶成長が生じないようにすることができる。これにより、第1工程のポリシリコンの結晶粒形態に影響を受けることなく、第2工程において、ポリシリコンを成長させることができる。

[0033] 次に、本発明の第2実施形態について図4を参照して説明する。この実施形態は、マスク8の構成のみが第1実施形態と異なる。このマスク8は、その全面が遮光領域となっており、この遮光領域の中に、例えば、円形の透過領域83が、点在するように形成されている。このマスク8においても、例えば矩形の複数の領域81、82を想定することができる。即ち、マスク8において、複数の領域81、82を概念し、マスク8は、これらの各領域81、82について1個の透過領域83が配置されたものとする。従って、このマスク8を使用して、マイクロレンズ5により被照射体6にレーザ光を照射すると、被照射体6のチャネル領域形成予定領域7においては、レーザ光の照射部がスポット状に等間隔で配置されたものとなる。

[0034] 次に、この第2実施形態の形成装置を使用した低温ポリシリコン膜の形成方法について説明する。まず、第1工程において、マスク8を使用して、マイクロレンズ5により、被照射体6のチャネル領域形成予定領域7にレーザ光を照射する。そうすると、予定領域7においては、レーザ光がスポット状に照射された領域が等間隔で点在する照射パターンが得られる。このレーザ光がスポット状に照射された領域は、 $a-Si:H$ 膜が熔融凝固して多結晶化したポリシリコンとなる。

[0035] 次いで、マスク8を取り外して、予定領域7の全体にレーザ光を照射する。そうすると、第1工程にて多結晶化したスポット状の領域を種として、結

晶化が生じ、予定領域 7 の全体がポリシリコン膜になる。この場合に、得られたポリシリコン膜は、 $a-Si:H$ 膜におけるマスク 8 が縮小投影された領域において、各領域 8 1, 8 2 の縮小投影領域毎に、透過領域 8 3 に対応する部分の既に多結晶化した部分を種として結晶化したものである。従って、その結晶粒の大きさは、少なくとも領域 8 1, 8 2 の縮小投影領域を超えて粗大化することはなく、得られたポリシリコン膜は、結晶粒の大きさが一定の狭い範囲に制御されたものとなる。よって、この第 2 実施形態の形成装置を使用しても、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

[0036] なお、本実施形態においても、第 2 工程においては、予定領域 7 の全体にレーザ光を照射する。これは、一旦再結晶した領域は、融点が上昇するために、再度レーザ光を照射されても溶融することがなく、多結晶のまま存在するからである。

[0037] 以上の各実施形態において、レーザ光の発光条件、即ち $a-Si:H$ 膜を加熱する条件は、第 1 工程と第 2 工程とで同一とすることができる。また、第 1 実施形態のマスク 3 の遮光領域 3 1 及び透過領域 3 2 の大きさ、並びに、第 2 実施形態のマスク 8 の透過領域 8 3 の間隔（即ち、概念的な領域 8 1, 8 2 の大きさ）は、被照射体 6 に縮小投影された領域において、例えば、1 辺長で $1\mu m$ 程度にすればよい。これにより、ポリシリコン膜の結晶粒の大きさは、 $1\mu m$ 以下に揃う。薄膜トランジスタの大きさが 1 辺長で 10 数 μm ~ 数十 μm 程度であるので、チャネルポリシリコン領域の結晶粒の大きさが $1\mu m$ 以下であれば、十分に安定したトランジスタ特性を得ることができる。上述のごとく、第 2 実施形態の領域 8 1, 8 2 の大きさも、被照射体 6 に縮小投影された領域において、1 辺長で $1\mu m$ 程度にすることができる。この場合に、マスク 8 の透過領域 8 3 の大きさは、被照射体 6 に縮小投影されたときの大きさで、例えば、直径が $0.1\mu m$ 程度とすることができる。

[0038] 次に、図 5 を参照して本発明の第 3 実施形態について説明する。図 5 のマスク 9 は、レーザ光を遮光する材料により形成された遮光部材 9 1 に対し、

複数個の矩形の孔を相互間に一定間隔をおいてくりぬいた形状を有し、この複数個の矩形の孔からなる複数個の透過領域 9 2 が 2 次元的に配置され、これらの透過領域 9 2 が遮光部材 9 1 からなる遮光領域に囲まれてこの遮光領域により仕切られたものとなっている。

[0039] 次に、この第 3 実施形態の形成装置を使用した低温ポリシリコン膜の形成方法について説明する。まず、第 1 工程において、マスク 9 を使用して、マイクロレンズ 5 により、被照射体 6 のチャネル領域形成予定領域にレーザ光を照射する。そうすると、第 1 の実施形態と同様に、マスク 9 の透過領域 9 2 を透過したレーザ光のみがアモルファスシリコン膜（a-Si 膜）に照射される。a-Si 膜においては、この透過領域に対応する部分のみがアニールされて熔融凝固し、ポリシリコンに結晶化される。このとき、ポリシリコン部分の結晶粒の大きさは、マスクの各透過領域 9 2 に対応して規制されたものであり、少なくとも 1 個の結晶粒は 1 個の透過領域 9 2 を超えて粗大化することはない。このため、結晶粒の大きさのバラツキは小さい。また、マスクの遮光領域（遮光部材 9 1）に対応する部分は、アモルファスのままである。

[0040] 次に、マスク 9 を取り外して、チャネル形成予定領域の全体にレーザ光を照射する。そうすると、第 1 工程にて多結晶化したスポット状の領域を種として、結晶化が生じ、予定領域の全体がポリシリコン膜になる。この場合に、得られたポリシリコン膜は、a-Si:H 膜におけるマスク 9 が縮小投影された領域において、各透過領域 9 2 の縮小投影領域毎に、透過領域 9 2 に対応する部分の既に多結晶化した部分を種として結晶化したものである。従って、その結晶粒の大きさは、少なくとも透過領域 9 2 の縮小投影領域を超えて粗大化することなく、得られたポリシリコン膜は、結晶粒の大きさが一定の狭い範囲に制御されたものとなる。よって、この第 3 実施形態の形成装置を使用しても、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

[0041] なお、本実施形態においても、第 2 工程においては、予定領域の全体にレーザ光を照射する。これは、一旦再結晶した領域は、融点が上昇するために

、再度レーザ光を照射されても溶融することがなく、多結晶のまま存在するからである。

[0042] 次に、図6（a）、（b）を参照して本発明の第4実施形態について説明する。本実施形態の低温ポリシリコン形成装置においては、マスク10がレーザ光を透過する板状の透過部材11の下面に、レーザ光を遮光するスポット状の遮光領域12が、一定間隔で2次元的に配置されている。この遮光領域12は、レーザ光を遮光する微小な円柱状の遮光部材を透過部材11の下面に接合して取り付けたものである。このように、本実施形態では、透過部材11に支持された状態で、スポット状の複数の遮光領域12が2次元的に配置されている

[0043] 次に、この第4実施形態の形成装置を使用した低温ポリシリコン膜の形成方法について説明する。本実施形態は、レーザ光の照射工程は、単一工程である。マスク10を介して、レーザ光をa-Si膜に照射すると、透過部材11における遮光領域12が存在しない部分を透過したレーザ光はa-Si膜に照射されてこの部分を加熱し、溶融させる。しかし、この遮光領域12に対応するa-Si膜の部分は、レーザ光の照射を受けず、照射領域からの熱伝導によって加熱されるだけであるので、照射領域よりも温度が低い。このように、レーザ光の照射領域と非照射領域との間で温度差が生じるため、凝固時にこの非照射領域から結晶化が進行し、その後照射領域が結晶化していくので、結晶粒の粗大化が生じない。即ち、図6（b）に細線で区分けした領域に対応して、各遮光領域12に対応する部分から結晶化が進行するので、得られたポリシリコン膜は、この細線で区分けした領域を超えて結晶粒が粗大化することなく、結晶粒径がそろったポリシリコン膜を得ることができる。

産業上の利用可能性

[0044] 本発明は、安定したトランジスタ特性の半導体装置の製造に有益である。

符号の説明

[0045] 1：レーザ光源

3、8、9、10 : マスク

5 : マイクロレンズ

6 : 被照射体

7 : チャネル領域形成予定領域

11 : 透過部材

12 : 遮光領域

31 : 遮光領域

32 : 透過領域

81, 82 : 領域

83 : 透過領域

91 : 遮光部材

92 : 透過領域

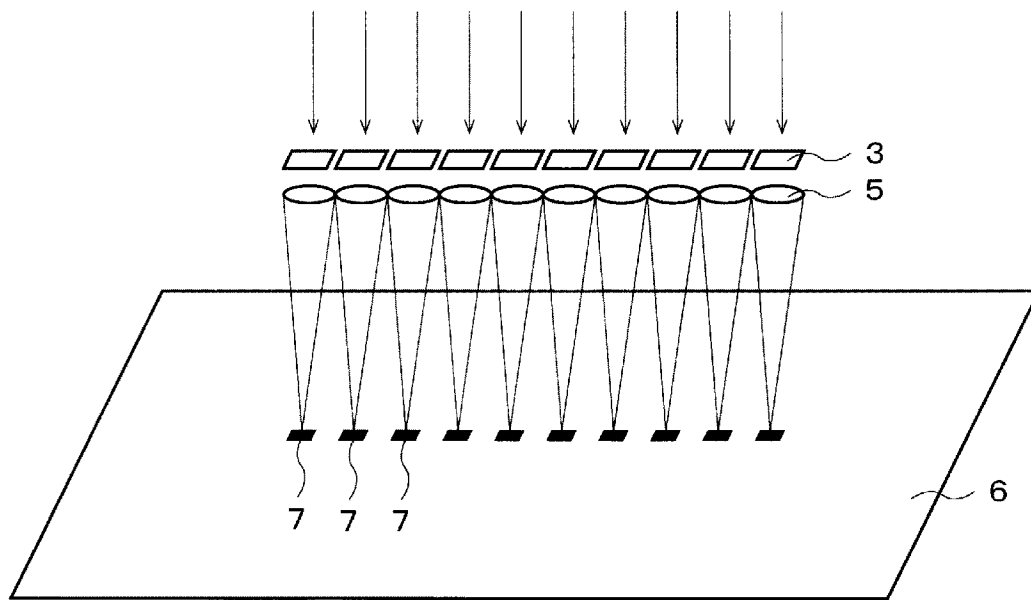
請求の範囲

- [請求項1] 1次元又は2次元的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザー光の発生源と、この発生源からのレーザー光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザー光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザー光を透過する複数個の透過領域と前記レーザー光を遮光する複数個の遮光領域とが、一の方向に、互い違いであって、透過領域及び遮光領域が夫々隣接しないように2次元的に配置されたものであることを特徴とする低温ポリシリコン膜の形成装置。
- [請求項2] 前記透過領域及び遮光領域は矩形をなし、前記マスクは、これらの透過領域及び遮光領域が格子状に配置されたものであることを特徴とする請求項1に記載の低温ポリシリコン膜の形成装置。
- [請求項3] 1次元又は2次元的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザー光の発生源と、この発生源からのレーザー光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザー光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザー光を遮光する遮光領域の中に、前記レーザー光を透過するスポット状の複数個の透過領域が2次元的に点在するように配置されて形成されているものであることを特徴とする低温ポリシリコン膜の形成装置。
- [請求項4] 1次元又は2次元的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザー光の発生源と、この発生源からのレーザー光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザー光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザー光を透過する複数個の透過領域が2次元的に配置され各透過領域間が前記レーザー光を遮光する遮光領域により仕切られたものであることを特徴とする低温ポリシリ

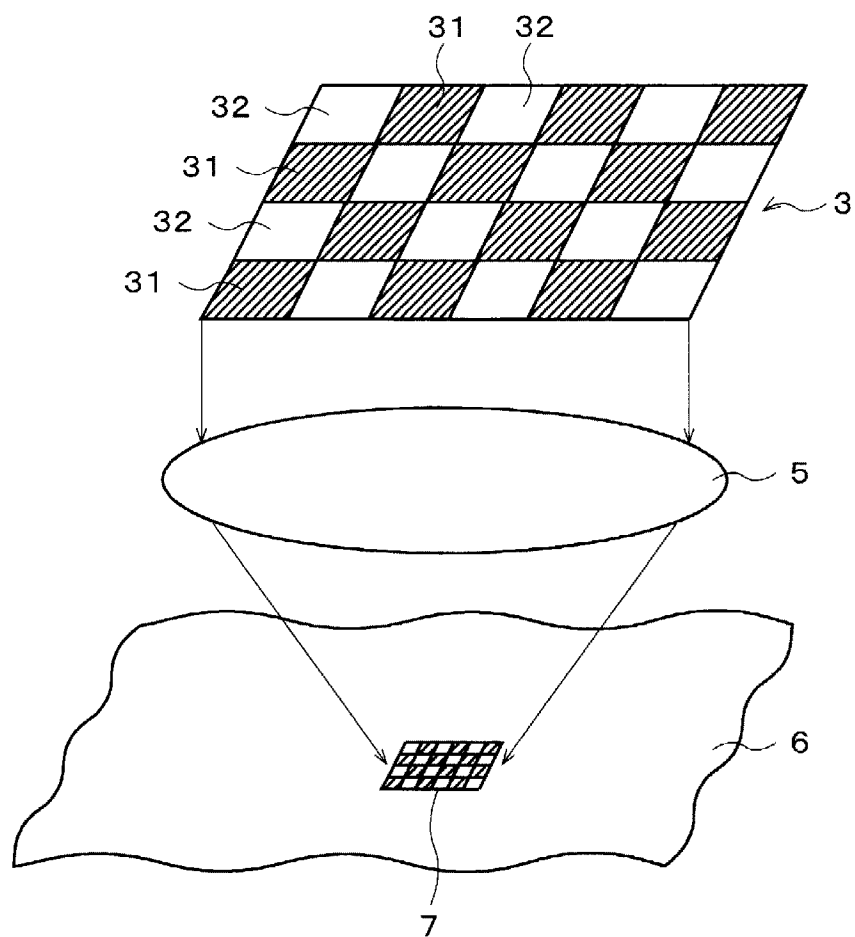
コン膜の形成装置。

- [請求項5] 1次元又は2次元的に配置された複数個のマイクロレンズと、レーザー光の発生源と、この発生源からのレーザー光を前記マイクロレンズに導き前記マイクロレンズにより前記レーザー光をアモルファスシリコン膜に集光させる導光部と、各マイクロレンズ毎に配置された複数個のマスクと、を有し、前記マスクは、前記レーザー光を透過する透過部材に対し、前記レーザー光を遮光するスポット状の複数個の遮光領域が2次元的に配置されるように支持されたものであることを特徴とする低温ポリシリコン膜の形成装置。
- [請求項6] 前記マイクロレンズは、形成すべきトランジスタ毎に設けられていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の低温ポリシリコン膜の形成装置。
- [請求項7] 前記請求項1乃至4のいずれか1項に記載の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用し、先ず、前記マスクを介して前記マイクロレンズによりレーザー光をアモルファスシリコン膜に照射する第1の工程と、次いで、前記マスクを使用しないで前記マイクロレンズによりレーザー光をアモルファスシリコン膜に照射する第2の工程とを有することを特徴とする低温ポリシリコン膜の形成方法。
- [請求項8] 前記第1の工程と前記第2の工程とは、前記レーザー光源によるレーザー光の発光条件は同一であることを特徴とする請求項7に記載の低温ポリシリコン膜の形成方法。
- [請求項9] 前記請求項5に記載の低温ポリシリコン膜の形成装置を使用し、前記マスクを介して、前記マイクロレンズによりレーザー光をアモルファスシリコン膜に照射する工程を有することを特徴とする低温ポリシリコン膜の形成方法。

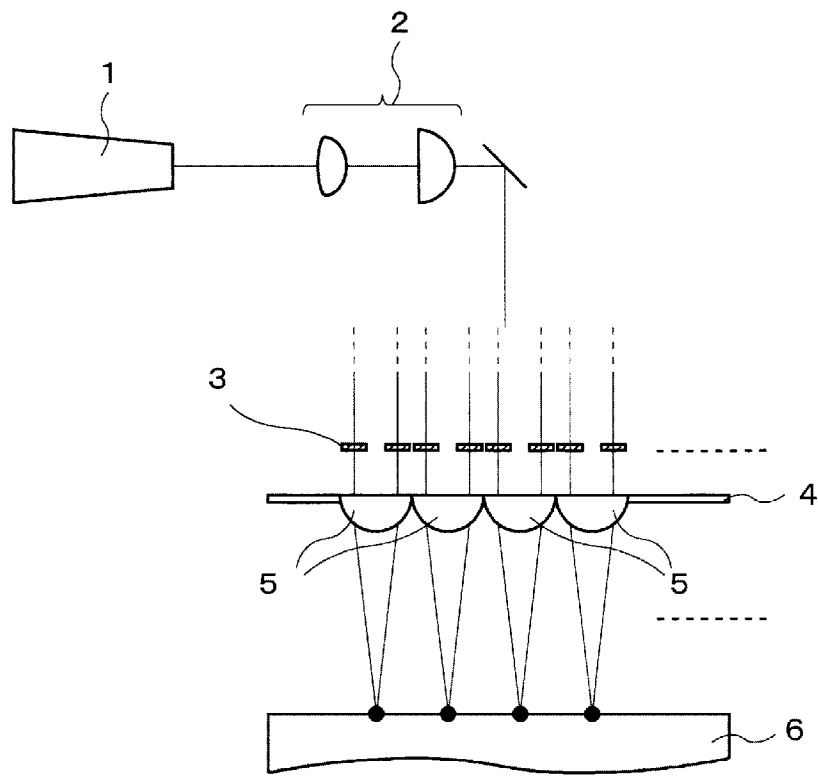
[図1]



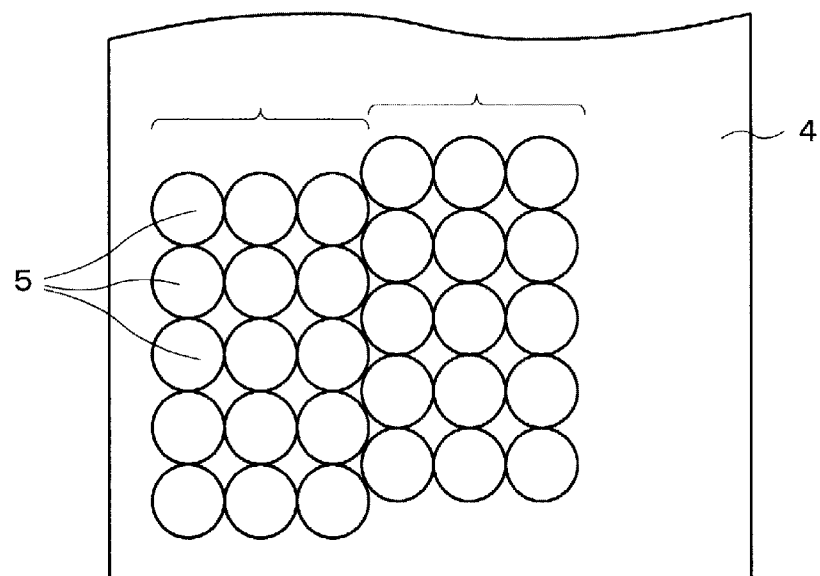
[図2]



[図3]

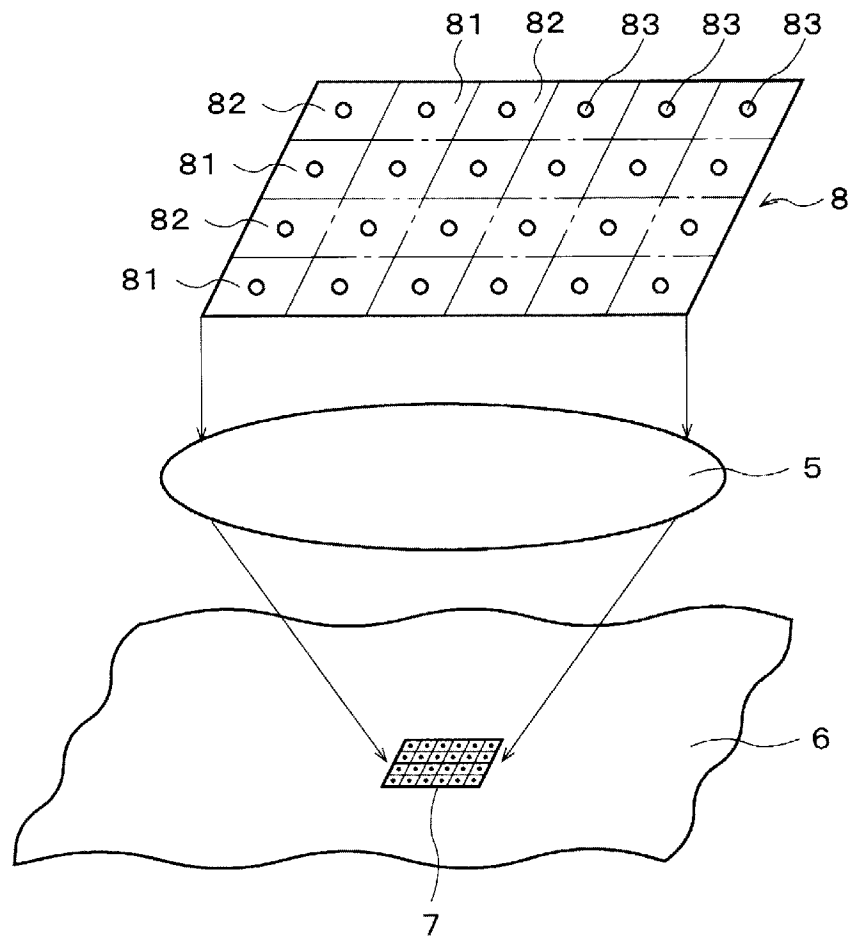


(a)

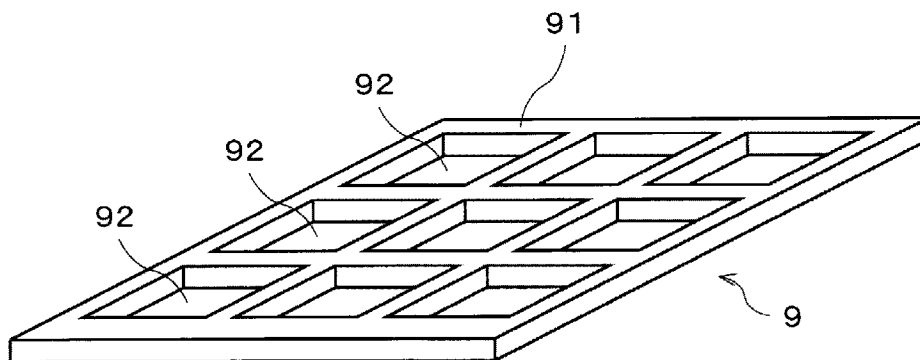


(b)

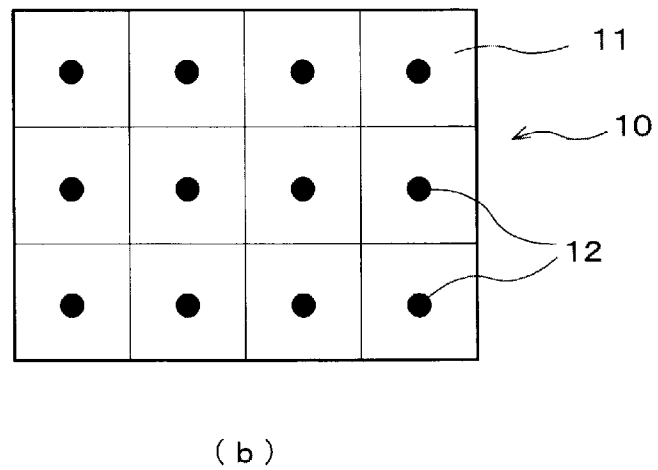
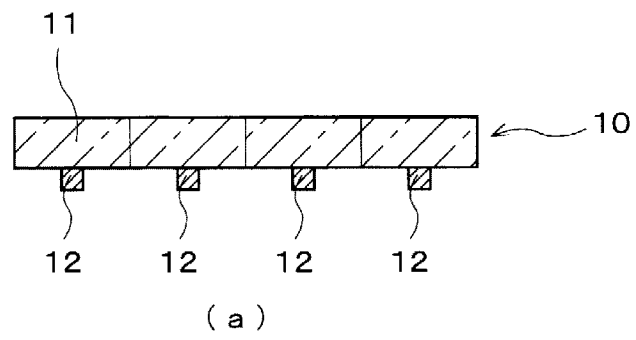
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/068005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/268(2006.01)i, H01L21/20(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i,
H01L29/786(2006.01)i

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)

H01L21/268, H01L21/20, H01L21/336, H01L29/786, B23K26/00-26/42,
H01L21/027, H01L21/30, H01L21/46

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
A	JP 2008-521247 A (The Trustees of Columbia University in the City of New York), 19 June 2008 (19.06.2008), fig. 5 and explanations thereof & WO 2006/055003 A1	1-9
A	JP 2008-131024 A (Canon Inc.), 05 June 2008 (05.06.2008), fig. 1 and explanations thereof (Family: none)	1-9
A	JP 2007-043127 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 15 February 2007 (15.02.2007), fig. 1, 6 and explanations thereof & US 2007/0032050 A1	1-9

☒ 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 application or patent 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

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

“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
01 November, 2010 (01.11.10)

Date of mailing of the international search report
16 November, 2010 (16.11.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/068005

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-511064 A (The Trustees of Columbia University in the City of New York), 30 March 2006 (30.03.2006), fig. 1, 5 and explanations thereof & US 2005/0202654 A1 & WO 2004/017379 A2	1-9
A	JP 2006-287129 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), fig. 1 and explanations thereof (Family: none)	1-9
A	JP 2003-109911 A (Sharp Corp.), 11 April 2003 (11.04.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2003-203874 A (Sharp Corp.), 18 July 2003 (18.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/268 (2006.01)i, H01L21/20 (2006.01)i, H01L21/336 (2006.01)i, H01L29/786 (2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/268, H01L21/20, H01L21/336, H01L29/786, B23K26/00-26/42, H01L21/027, H01L21/30, H01L21/46

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 請求項の番号
A	JP 2008-521247 A (ザ トラスティーズ オブ コロンビア ユニ ヴァーシティ イン ザ シティ オブ ニューヨーク) 2008.06.19, 図5及びその説明箇所 & WO 2006/055003 A1	1 - 9
A	JP 2008-131024 A (キヤノン株式会社) 2008.06.05, 図1及びその 説明箇所 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2007-043127 A (三星電子株式会社) 2007.02.15, 図1, 6及び その説明箇所 & US 2007/0032050 A1	1 - 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

0 1 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

太田 一平

4 L

3 8 4 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 9 8

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 請求項の番号
A	JP 2006-511064 A (ザ トラスティーズ オブ コロンビア ユニ ヴァーシティ イン ザ シティ オブ ニューヨーク) 2006.03.30, 図1, 5 及びその説明箇所 & US 2005/0202654 A1 & WO 2004/017379 A2	1 - 9
A	JP 2006-287129 A (住友重機械工業株式会社) 2006.10.19, 図1 及 びその説明箇所 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2003-109911 A (シャープ株式会社) 2003.04.11, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1 - 9
A	JP 2003-203874 A (シャープ株式会社) 2003.07.18, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1 - 9