

(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 9 月 15 日(15.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/111659 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/26 (2006.01) C23C 16/46 (2006.01)
C23C 4/10 (2006.01) H01L 21/265 (2006.01)
C23C 14/50 (2006.01) H01L 33/64 (2010.01)
C23C 14/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/055260
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 7 日(07.03.2011)
- (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 2010-052421 2010 年 3 月 9 日(09.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 智博 (SUZUKI Tomohiro) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 大矢 和広 (OOYA Kazuhiro) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン

A T 株式会社内 Yamanashi (JP). 米田 昌剛 (YONEDA Masatake) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロン A T 株式会社内 Yamanashi (JP).

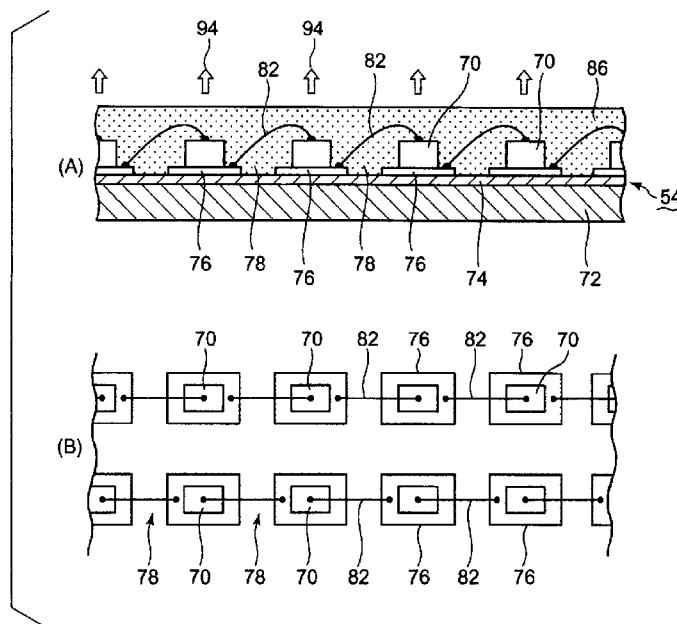
- (74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外(KATSUNUMA Hirohito et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, 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,

[続葉有]

(54) Title: HEATING APPARATUS AND ANNEALING APPARATUS

(54) 発明の名称: 加熱装置及びアニール装置

【図3】



(57) Abstract: Disclosed is a heating apparatus which is provided with an LED module (54) that has: a heat dissipating substrate (72) which is composed of a metal; an insulating layer (74) which is directly formed on the heat dissipating substrate; a plurality of wiring elements (76) which are arranged on the insulating layer and form a wiring pattern; a plurality of LED elements (70) which are provided on the wiring elements, respectively; and a metal wiring line (82) which electrically connects the adjacent LED elements to each other in series. With such configuration, heat of the LED elements can be uniformly and efficiently dissipated.

(57) 要約: 加熱装置は、金属製の放熱基板 72 と、放熱基板上に直接的に形成された絶縁層 74 と、絶縁層上に配列されて配線パターンをなす複数の配線要素 76 と、複数の各配線要素上にそれぞれ設けられた複数の LED 素子 70 と、隣り合う LED 素子間を電氣的に直列に接続する金属配線 82 とを有する LED モジュール 54 とを備える。この構成により、LED 素子の放熱を均一に且つ効率的に行うことが可能となる。



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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：加熱装置及びアニール装置

技術分野

[0001] 本発明は、LED (Light Emitting Diode) 素子を有する加熱装置及びこれを備えたアニール装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、半導体集積回路を製造するためには、シリコン基板等の半導体ウエハに対して、成膜処理、酸化拡散処理、改質処理、エッチング処理、アニール処理等の各種の処理が繰り返し行われる。これらの処理のうち、イオンインプラネーション後にウエハ中にドーパされた不純物原子を活性化させるために行われるアニール処理においては、不純物の拡散を最小限に抑制するために、半導体ウエハをより高速で昇降温させる必要がある。

[0003] 従来のアニール装置では、ハロゲンランプを用いてウエハの加熱を行っていたが、ハロゲンランプは点灯してから熱源として安定するまでに少なくとも1秒程度を要してしまう。このため、最近では、スイッチングの応答性により優れ、ハロゲンランプよりも更に高速昇降温が可能なLED素子を加熱源として用いたアニール装置が提案されている（例えば特表2005-536045号公報（国際公開WO2004/015348号に対応）を参照）。

[0004] 上記アニール装置で用いられる加熱装置は、例えば図8に示すように形成されている。図8はLED素子を有する従来の一般的な加熱装置の一例を示す図であり、(A)は断面図を示し、(B)は平面図を示す。このような加熱装置は、処理容器（図示せず）内に設置される半導体ウエハの表面に対向するように設置されており、各LED素子より放射される光線（熱線）によりウエハWを加熱するようになっている。この加熱装置は、例えば銅等の金属板よりなる放熱基板2を有している。

[0005] 図示例では放熱基板2の上面側にハンダ等よりなる接合層4を介して窒化

アルミニウム等のセラミックよりなる絶縁板 6 が設けられている。この絶縁板 6 の表面に所定の配線パターンをなすように複数の四角形形の配線要素 8 が配列されており、各配線要素 8 上に LED 素子 10 が搭載されている。隣り合う LED 素子 10 同士が金属配線 11 で直列に接続されている。この場合、単位面積当たりの発光量を増加させるために、LED 素子 10 の集積度は高くなされている。

[0006] 上述したような従来の加熱装置にあっては、放熱基板 2 を構成する銅板と絶縁板 6 を形成するセラミック材や樹脂との間の線膨張係数の違いに起因して、ハンダ付けした接合層 4 に剥がれが生じたり、あるいは絶縁板 6 自体に割れが生ずる場合があった。また、LED 素子 10 の光出力を増大させるために大電力を投入すると、LED 素子 10 の発熱が増えるが、LED 素子 10 が高温になると発光効率が低下する。LED 素子 10 の冷却が不十分な場合には、発光効率の低下分を補うために LED 素子 10 への投入電力を増大させると、LED 素子 10 の発熱がさらに増えてゆき、LED 素子 10 への投入電力を増大させても光出力が増大しない飽和状態に早く達してしまう。従って、LED 素子 10 の発光効率を高めるためには、この LED 素子 10 から発生する熱を効率的に逃がす必要がある。しかし、ハンダからなる接合層 4 中に気泡が存在すると、放熱が不均一になり、熱を効率的に逃がすことができない。

発明の概要

[0007] 本発明は、LED 素子の放熱を均一に且つ効率的に行うことが可能な加熱装置及びアニール装置を提供する。

[0008] 本発明によれば、加熱装置において、金属製の放熱基板と、前記放熱基板上に直接的に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に配列されて配線パターンをなす複数の配線要素と、前記複数の配線要素上に設けられた LED 素子と、隣り合う前記 LED 素子間を電氣的に直列に接続する金属配線と、を有する LED モジュールを備えた加熱装置が提供される。

[0009] また、本発明によれば、金属製の放熱基板と、前記放熱基板上に形成され

た絶縁層と、前記絶縁層上に配列されて配線パターンをなす複数の配線要素と、前記複数の配線要素上にそれぞれ設けられた複数のＬＥＤ素子と、隣り合う前記ＬＥＤ素子間を電氣的に直列に接続する金属配線と、を有するＬＥＤモジュールを備えた加熱装置において、隣り合う前記配線要素間の間隙の幅「 d 」は、前記配線要素間に存在する絶縁部材の絶縁破壊電界を「 a 」とし、前記配線要素間の電位差の最大値を「 V_m 」とした場合、関係式 $V_m/a < d$ を満たすような幅に設定されている加熱装置が提供される。

[0010] さらに本発明によれば、被処理体に対してアニール処理を施すアニール装置において、前記被処理体が収容される処理容器と、前記処理容器内で前記被処理体を支持する支持手段と、前記処理容器内へ処理ガスを供給するガス供給手段と、前記処理容器内の雰囲気を排気する排気手段と、前記処理容器に設けられた上述の加熱装置と、を備えたアニール装置が提供される。

[0011] 本発明によれば、ＬＥＤ素子の放熱を均一に且つ効率的に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図１]本発明の実施形態に係る加熱装置を用いたアニール装置の概略構成を示す断面図である。

[図２]加熱装置の表面を示す平面図である。

[図３]加熱装置の第１実施形態に設けられたＬＥＤ素子を示す部分拡大図である。

[図４]ＬＥＤ素子群の接続状態の一例を模式的に示す図である。

[図５]加熱装置の製造方法を説明するための工程図である。

[図６]加熱装置の第２実施形態に設けられたＬＥＤ素子を示す部分拡大図である。

[図７]加熱装置の第２実施形態における電流と光出力との関係を従来の加熱装置と比較して示すグラフである。

[図８]ＬＥＤ素子を有する従来の一般的な加熱装置の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明に係る加熱装置及びアニール装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図1は本発明の実施形態に係る加熱装置を用いたアニール装置の概略構成を示す断面図、図2は加熱装置の表面を示す平面図、図3は加熱装置の第1実施形態に設けられたLED素子を示す部分拡大図、図4はLED素子群の接続状態の一例を模式的に示す図、図5は加熱装置の製造方法を説明するための工程図である。ここでは、被処理体がシリコン基板よりなる半導体ウエハであり、かつ、表面に不純物が注入されたウエハをアニールする場合を例にとって説明する。

[0014] 図1に示すように、このアニール装置12は、アルミニウム或いはアルミニウム合金により形成された中空の処理容器14を有している。この処理容器14は、筒体状の側壁14Aと、側壁14Aの上端部に接合された天井板14Bと、側壁14Aの底部に接合された底板14Cとにより構成されている。側壁14Aには、被処理体である半導体ウエハWを搬出入できる大きさの搬出入口16が形成されており、この搬出入口16には開閉可能になされたゲートバルブ18が取り付けられている。

[0015] 処理容器14内には、ウエハWを支持する支持手段20が設けられている。この支持手段20は、複数本、例えば3本の支持ピン22（図1中では2本のみ記す）と、これらの支持ピン22の下端部に連結される昇降アーム24を有している。各昇降アーム24は図示しないアクチュエータにより昇降できるようになっており、これにより、ウエハWを支持ピン22の上端部に支持させた状態で昇降させることができる。

[0016] 天井板14Bの周辺部の一部には、ガス供給手段26が設けられている。このガス供給手段26は、天井板14Bに形成されたガス導入口28と、このガス導入口28に連結されたガス管30とよりなり、処理容器14内へ必要な処理ガスを図示しない流量制御器により流量制御しつつ導入できるようになっている。ここでは、処理ガスとして、 N_2 等の不活性ガス、あるいはAr、He等の希ガスを用いることができる。そして、天井板14B内には、天井板14Bを冷却する冷媒を流す上側冷媒通路29が形成されている。

[0017] 底板 1 4 C の周辺部の一部には、ガス排気口 3 2 が形成されており、このガス排気口 3 2 には、処理容器 1 4 内の雰囲気気を排気する排気手段 3 4 が設けられる。この排気手段 3 4 は、ガス排気口 3 2 に接続されたガス排気管 3 6 を有しており、このガス排気管 3 6 には、圧力調整弁 3 8 及び排気ポンプ 4 0 が順次介設されている。底板 1 4 C 内には、底板 1 4 C を冷却する冷媒を流す下側冷媒通路 4 1 が形成されている。

[0018] 天井板 1 4 B の中央には、大口径の開口が形成されると共に、この開口に表面側の加熱装置 4 2 が設けられ、ウエハ W の表面（上面）を加熱するようになっている。また、底板 1 4 C の中央部には、大口径の開口が形成されると共に、この開口に表面側の加熱装置 4 2 に対向するように裏面側の加熱装置 4 4 が設けられ、ウエハ W の裏面（下面）を加熱するようになっている。ここで「ウエハ W の表面」とは、成膜やエッチング等の各種の処理が施される面を指す。なお、裏面側の加熱装置 4 4 の加熱能力が十分に大きい場合には、表面側の加熱装置 4 2 を省略することもできる。

[0019] <加熱装置の説明>

次に、加熱装置について説明する。ここで表面側の加熱装置 4 2 と裏面側の加熱装置 4 4 とは、上下が逆になっている点を除いて全く同じ構成を有するので、ここでは表面側の加熱装置 4 2 について説明し、裏面側の加熱装置 4 4 については同一参照符号を付して、その説明を省略する。表面側の加熱装置 4 2 は、天井板 1 4 B の開口に、僅かな隙間を空けて嵌め込まれる素子取付ヘッド 4 6 を有している。素子取付ヘッド 4 6 は、銅、アルミニウムまたはアルミニウム合金等の熱伝導性の高い材料により形成されている。素子取付ヘッド 4 6 は、その上側に形成された円形リング状の取付フランジ 4 6 A の部分において、天井板 1 4 B との間にポリエーテルイミド等よりなる熱絶縁体 4 8 を介在させた状態で、天井板 1 4 B に支持されている。

[0020] 熱絶縁体 4 8 の上下にはＯリング等よりなるシール材 5 0 が介設されており、この部分の気密性を保持するようになっている。素子取付ヘッド 4 6 の下面には、ウエハ W の直径よりも少し大きい直径を有する素子取付凹部 5 2

が形成されており、この素子取付凹部 5 2 の上面（凹部 5 2 の奥の平面）のウエハ W の少なくとも表面全体をカバーできる大きさの領域に亘って、複数の LED モジュール 5 4 が設けられている。素子取付凹部 5 2 の開口部分には、例えば石英板よりなる光透過板 5 5 が取り付けられている。LED モジュール 5 4 はウエハ W に向けて光（熱線）を放射する。

[0021] LED モジュール 5 4 の上方には、すなわちウエハ W とは反対側には、冷却機構 5 8 が設けられている。この冷却機構 5 8 は、素子取付ヘッド 4 6 内に設けた断面矩形状の冷媒通路 6 0 を有しており、この冷媒通路 6 0 の一端の冷媒入口 6 1 には、冷媒導入管 6 0 A が接続されると共に、他端の冷媒出口 6 3 には冷媒排出管 6 0 B が接続されている。冷媒通路 6 0 に冷媒を流して LED モジュール 5 4 より発生した熱を奪うことによって、LED モジュール 5 4 を冷却することができる。冷媒としては、フロリナートやガルデン（商品名）等を用いることができる。冷媒通路 6 0 は、例えば素子取付ヘッド 4 6 の略全体に亘って蛇行状に形成することができる。

[0022] LED モジュール 5 4 の反対側には、給電用の制御ボックス 6 4 が設けられており、ここには各 LED モジュール 5 4 に対応した制御ボード 6 6 が設けられている。制御ボード 6 6 から、各 LED モジュール 5 4 に対して電力を供給する給電線 6 8 が延びている。

[0023] 図 2（A）に示すように、LED モジュール 5 4 は、ここでは例えば一辺が 25 mm 程度の正六角形に形成されており、隣り合う辺が略接するような状態まで互いに接近させて密集させて配置されている。1 つ又は複数の LED モジュール 5 4 を設けることができるが、ウエハ W の直径が 300 mm の場合には、例えば 80 個程度の LED モジュール 5 4 が設けられる。図 2（B）は各 LED モジュールの拡大平面図であり、1 つの LED モジュール 5 4 は、その表面に複数の LED 素子 7 0 を縦横に配列して構成されている。

[0024] この場合、各 LED 素子 7 0 は、サイズが 0.5 mm × 0.5 mm 程度の正方形であり、1 台の LED モジュール 5 4 に 1000 ~ 2000 個程度の LED 素子 7 0 が搭載されている。1 つ LED モジュール 5 4 に属する複数

のLED素子70は、複数のグループに分割され、同一グループ内のLED素子70同士は電氣的に直列に接続されている。ここでLED素子の取り付け状態をより詳しく説明する。図3は上記LED素子の部分を拡大して示しており、(A)は断面図を示し、(B)は平面図を示している。

[0025] 図3に示すように、LEDモジュール54は、例えば銅やアルミニウム等の熱伝導性が良好な金属の板により形成された放熱基板72を有している。この放熱基板72の厚さは、例えば3～10mm程度である。放熱基板72上には、絶縁層74が直接的に形成されている。すなわち、この絶縁層74と放熱基板72の間には、従来の加熱装置で用いられていたハンダのような接合層4(図8参照)は介在されておらず、上述のように放熱基板72の表面に直接的に絶縁層74が形成されている。

[0026] 絶縁層74を構成する材料として、アルミナ(Al_2O_3)や窒化アルミニウム(AlN)やシリコンカーバイド(SiC)等のセラミック材、ダイヤモンドライクカーボン、または熱伝導性が良好で且つ絶縁性が高い樹脂等を用いることができる。また、絶縁層74の製法として、溶射成膜法、CVD(Chemical Vapor Deposition)成膜法や印刷成膜法等を用いることができる。

[0027] 具体的には、アルミナや窒化アルミニウムの場合には溶射成膜法が適し、シリコンカーバイドやダイヤモンドライクカーボンの場合にはCVD成膜法が適し、樹脂の場合には印刷成膜法が適しており、いずれの場合にも絶縁層74は放熱基板72上に強固に付着した状態で形成される。なお、上記の樹脂としては、例えば粉末状のアルミニウムとエポキシ樹脂との混合物を用いることができる。絶縁層74の厚さは、例えば20～150 μm 程度とすることが好ましい。絶縁層74の厚さが20 μm よりも小さい場合には、リーク電流が生ずる可能性があり、逆に厚さが150 μm よりも大きい場合には、熱伝導性が低下して冷却効率が悪化する可能性がある。

[0028] 絶縁層74の表面には、四角形状の配線要素76を所定のパターンで配列してなる配線パターンが形成されている。ここで隣り合う配線要素76同士

は、両者間の絶縁性を確保するために僅かな隙間 78 を隔てて配列されており、例えば、水平面内で縦方向及び横方向へ均等に分布するように設けられている（図 2（B）を参照）。尚、配線要素 76 は、縦横に整列させずに、ランダムに配置してもよい。配線要素 76 は、例えば銅からなり、その厚さは $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 程度であり、サイズが $0.82\text{mm} \times 0.55\text{mm}$ 程度の長方形である。配線要素 76 間の隙間 78 の幅は最も狭い部分で例えば 0.35mm 程度である。尚、配線要素 76 の材料は銅に限定されるものではなく、銅、タングステン、タンタル、モリブデン、ニオブよりなる群から選択される 1 の材料を用いることができる。

[0029] 各配線要素 76 上に、LED 素子 70 が搭載される。このとき、LED 素子 70 の下部電極（図示せず）は配線要素 76 にハンダ等により接続される。そして、隣り合う LED 素子 70 間は金属配線 82 により電氣的に直列に接続される。金属配線 82 は、ワイヤーボンディングにより設けられ、LED 素子 70 の上部にある電極（図示せず）と隣の配線要素 76 とが電氣的に接続される。この結果、前述したように複数の LED 素子 70 が直列接続される。

[0030] 図 4 は LED 素子群の接続状態の一例を模式的に示す図である。図 4 では 1 つの LED モジュール 54 内で LED 素子 70 が 2 つのグループに分割された例を示しており、同一グループ内の LED 素子 70 が直列に接続されている。なお、1 つの LED モジュール 54 内で LED 素子 70 を 2 以上のグループに分割してもよい。

[0031] 各グループの先端と後端の LED 素子 70 は、LED モジュール 54 毎に取り付けられる電極 84 A と電極 84 B とに、それぞれ接続されており、各 LED 素子 70 に電力を供給できるようになっている。この場合、電極 84 A と電極 84 B は、それぞれ先の 2 本の給電線 68 に接続されている。この結果、LED 素子 70 の各グループは、並列に接続された状態となっている。

[0032] 隣り合う配線要素 76 間に露出する絶縁層 74 の表面を含めて、配線要素

76およびLED素子70の表面全体を光（熱線）に対して透明な保護用樹脂86が覆っており、これによりLEDモジュール54の表面全体が封止されている。尚、この保護用樹脂86に、リフレクタ、あるいは各LED素子70に対応するレンズを付加する場合もある。

[0033] ここで図5を参照してLEDモジュール54の製法過程について説明する。まず、図5（A）に示すように、金属板よりなる放熱基板72を用意し、この表面に図5（B）に示すように絶縁層74を直接的に形成する。この絶縁層74の形成方法としては、前述したように溶射成膜法、CVD成膜法、印刷成膜法等を用いることができる。ここでは、セラミック溶射成膜法を用いてアルミナ等のセラミック材を溶射したものとする。

[0034] セラミック材の溶射により絶縁層74を形成した場合には、図5（C）に示すように、絶縁層74の表面を研磨する溶射面研磨を行って、更に、その表面に封孔処理を行う。この封孔処理は、絶縁層74の表面に樹脂を含浸させることによって行う。次に、図5（D）に示すように、この絶縁層74の表面に配線パターンを形成するための薄い金属膜88を形成する。この金属膜88の形成方法としては、例えば銅メッキや銅溶射を用いることができる。次に、図5（E）に示すように、金属膜88をパターンエッチングすることにより、複数の配線要素76（88）からなる配線パターンを形成する。

[0035] 次に、図5（F）に示すように、各配線要素76上にLED素子70をマウントし、隣り合うLED素子70間にワイヤーボンディングにより金属配線82を接続し、更に、保護用樹脂86を設け、これによってLEDモジュール54が完成する。

[0036] 図1に戻って、アニール装置12の動作全体の制御、例えばプロセス温度、プロセス圧力、ガス流量、表面側の加熱装置42や裏面側の加熱装置44のオン・オフ等の各種制御は、コンピュータよりなる制御部90により行われ、この制御に必要なコンピュータに読み取り可能なプログラムは記憶媒体92に記憶されている。この記憶媒体92としては、例えばフレキシブルディスク、CD（Compact Disc）、CD-ROM、ハードディスク

、フラッシュメモリ或いはDVD等が用いられる。

[0037] 次に、アニール装置 12 を用いて行われるアニール処理について説明する。まず、図示しない搬送機構により、予め減圧雰囲気になされた図示しないロードロック室やトランスファチャンバ室等から、開放されたゲートバルブ 18 を介して例えばシリコン基板よりなる半導体ウエハWを、予め減圧雰囲気になされた処理容器 14 内へ搬入する。

[0038] このウエハWの表面には、前述したようなアモルファスシリコンやメタルや酸化膜等が形成されており、加熱光の波長によって異なる吸収率を有する各種の微細領域が形成された表面状態となっている。この搬入されたウエハWは、昇降アーム 24 を昇降駆動させることによって昇降アーム 24 に設けた支持ピン 22 上に移載される。上記搬送機構を退避させた後に、ゲートバルブ 18 が閉じられ、処理容器 14 内が密閉される。

[0039] 次に、ガス供給手段 26 のガス管 30 より流量制御しつつ処理ガス、ここでは例えばN₂ガスやArガス等を通し、処理容器 14 内を所定の圧力に維持する。これと同時に、天井板 14B に設けた表面側の加熱装置 42 及び底板 14C に設けた裏面側の加熱装置 44 を共に通電して、表面側の加熱装置 42 の各LED素子 70 及び裏面側の加熱装置 44 の各LED素子 70 を共に点灯してそれぞれから加熱光を照射し、ウエハWを上下の両面より加熱してアニール処理する。この場合のプロセス圧力は例えば100～10000Pa程度、プロセス温度（ウエハ温度）は例えば800～1100℃程度であり、各LED素子 70 の点灯時間は1～10sec程度である。

[0040] これにより、ウエハWの表面及び裏面は、各LED素子 70 より放射される発光波長にある程度の幅を有する加熱光により照射されるので、ウエハWの表面状態に依存することなく、ウエハWの表面側及び裏面側を面内温度が略均一になるように加熱することができる。また、各加熱装置 42、44 において発生する多量の熱により、各素子取付ヘッド 46 は加熱されるが、この素子取付ヘッド 46 に設けた各冷却機構 58 の冷媒通路 60 に冷媒を流すことにより、これを効率的に冷却することができる。

- [0041] 具体的には、上記各加熱装置 42、44 では、各制御ボード 66 から給電線 68 を介して各 LED モジュール 54 に対して電力が供給され、そして、LED モジュール 54 の直列に接続された多数の LED 素子 70 を駆動して各 LED 素子 70 から加熱光が例えば図 3 (A) 中の矢印 94 に示すように放射される。
- [0042] この結果、ウエハ W はその表面及び裏面の両面側から急速に加熱される。またこの時、各 LED 素子 70 に多量の発熱が生じる。従来の加熱装置にあっては、放熱基板 72 とセラミック材または樹脂等よりなる絶縁板 6 とはハンダの接合層 4 により接合されていた。そのため、この接合部分における熱伝導率が低く効率的な冷却ができないので、線膨張差に起因する剥がれが生じたり、或いは、接合層 4 中に気泡等が存在して放熱が不均一になっていた (図 8 参照)。
- [0043] しかし、本実施形態においては、上述したように絶縁層 74 を、接合層 4 (図 8 参照) を介すことなく放熱基板 72 上に直接的に、例えば溶射法や CVD 法や印刷法により形成しており、しかもこれらの製法による絶縁層 74 は、20 ~ 150 μm 程度と非常に薄い。その結果、冷却効率を高くして LED 素子 70 を十分に冷却することができ、LED 素子 70 が過度に高温になることを防止することができる。また、上述したような製法を用いた結果、LED 素子 70 が高温になることを防止できることと相まって放熱基板 72 と絶縁層 74 との間の接合強度を高くでき、ここに剥がれが生ずることを抑制することができる。
- [0044] 更には、本発明では気泡の混入が危惧されるハンダ等の接合層 4 (図 8 参照) が不要になることから、熱分布を生ぜしめることなく絶縁層 74 の全体に亘って面内均一に冷却することができる。また、高温になると発光効率が低下する傾向にある LED 素子 70 を上述のように十分に冷却することができることから、LED 素子 70 自体の発光効率も高くすることができる。
- [0045] 次に、第 2 実施形態について説明する。前述したように、LED 素子を用いた加熱装置では、LED 素子の発光効率を上げるために LED 素子を効率

的に冷却することが重要であるが、この第2実施形態では、放熱に寄与する配線要素76の面積を可能な限り広く設定している。図6は第2実施形態に設けられたLED素子を示す部分拡大図を示し、(A)は断面図を示し、(B)は平面図を示す。尚、図6中において、先の図3において説明した部分と同一構成部分については、同一参照符号を付してその説明を省略する。

[0046] 図6に示すように、ここでは上述したように絶縁層74上に形成された金属よりなる配線要素76の面積をできる限り広く設定しており、この配線要素76より絶縁層74を介して放熱基板72に熱が効率的に伝わるようにしており、より効率的な放熱を実現している。配線要素76は、上述したように放熱の機能も有しており、できるだけ面積が大きい方が効率的な放熱が可能となる。この場合、LED素子70が設けられた水平面内において縦横に隣り合うように配列された各配線要素76間の間隙78の幅「d」は、パッシェンの法則に基づいて両者間に放電が生じないような大きさに設定されている。

[0047] 具体的には、上記隣り合う配線要素76間の間隙78の幅「d」は、配線要素76間に存在する絶縁部材の絶縁破壊電界を「a」とし、配線要素76間の電位差の最大値を「V_m」とした場合、関係式「 $V_m/a < d$ 」を満たすような幅に設定されている。すなわち、隣り合う配線要素76間に放電が生じないように間隙78の幅「d」が「 V_m/a 」の値よりも大きくなるように設定される。なお、ここでは、「配線要素76間に存在する絶縁部材」とは、LED素子70を封止している保護用樹脂86である。

[0048] 保護用樹脂86としては、一般的には例えばレンズ用シリコン樹脂が用いられており、その絶縁破壊電界は、種類にもよるが20～30kV/mm程度である。そして、安全性を見込んで絶縁破壊電界を10kV/mmとすると、幅「d」の最小値は「 $V_m/10k$ 」となる。また、一般的には、1つのLED素子70に印加される電圧は1～5ボルト程度であり、隣り合うLED素子70間の電圧の最高値は、印加する電圧や各LED素子の配列パターンにもよるが、例えば100ボルト程度である。従って、幅「d」の最

小値は 10^{-2}mm となり、幅「 d 」は 10^{-2}mm 以上に設定する必要があることが判る。また幅「 d 」の値は、1つのLEDモジュール内でLED素子70の配列位置に応じて異なる値が混在するようにしてもよい。尚、幅「 d 」の最大値は隣り合うLED素子70間の距離となる。

[0049] また図6に示す第2実施形態では、放熱基板72の上に配線層74を直接的に形成しているが、上述した間隙78の幅「 d 」の設定を、図8示す放熱基板72の上面に接合層4を介して絶縁板6を設けた構成に適用してもよい。この場合にも、LED素子70の放熱効果を高めて発光効率を向上させることができる。

[0050] ここで放熱基板72の上面に接合層4を介して絶縁板6を設けた図8の加熱装置に上述した間隙78の幅「 d 」の設定を適用して配線要素76の面積を大きくしたものを実施例とし、図8に示す従来構成を比較例として、稼働試験を行ったので、その結果について説明する。図7は試験結果を示すグラフである。横軸はLED素子に流れる電流（任意単位）を示し、縦軸はLED素子の光出力（任意単位）を示している。

[0051] 試験に用いた加熱装置には、共に $72\text{個}/\text{cm}^2$ のLED素子が実装されている。比較例の配線要素はサイズが $0.82\text{mm} \times 0.55\text{mm}$ の長方形であり、間隙の幅 d は 0.35mm であった。実施例の配線要素はサイズが $0.83\text{mm} \times 0.75\text{mm}$ の長方形であり、間隙の幅「 d 」は 0.15mm であった。図7から明らかなように、実施例（白抜き三角△）も比較例（黒塗り三角▲）も、電流が少ない状態から次第に電流を増加した場合は、共に同じような曲線を示して光出力が増加していった。しかし、比較例では光出力が早く飽和状態に達している。これに対して、実施例の加熱装置では冷却効率を上げることができたので、飽和状態になるのが遅くなっており、その分、投入できる電流を大きくすることができた。

[0052] 尚、上記実施形態では、被処理体が半導体ウエハであったが、この半導体ウエハにはシリコン基板やGaAs、SiC、GaNなどの化合物半導体基板も含まれる。また、被処理体は、このような基板に限定されるものではない。

く、液晶表示装置に用いるガラス基板やセラミック基板等であってもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 加熱装置において、
金属製の放熱基板と、
前記放熱基板上に直接的に形成された絶縁層と、
前記絶縁層上に配列されて配線パターンをなす複数の配線要素と、
前記複数の配線要素上にそれぞれ設けられた複数のLED素子と、
隣り合う前記LED素子間を電氣的に直列に接続する金属配線と、
を有するLEDモジュールを備えたことを特徴とする加熱装置。
- [請求項2] 前記絶縁層は、溶射成膜法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 成膜法及び印刷成膜法の内のいずれか1つの方法により形成されていることを特徴とする請求項1記載の加熱装置。
- [請求項3] 前記絶縁層は、セラミック材を含む材料により形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の加熱装置。
- [請求項4] 前記絶縁層の厚さは、 $20 \sim 150 \mu\text{m}$ の範囲内であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の加熱装置。
- [請求項5] 隣り合う前記配線要素間の間隙の幅「 d 」は、前記配線要素間に存在する絶縁部材の絶縁破壊電界を「 a 」とし、前記配線要素間の電位差の最大値を「 V_m 」とした場合、関係式 $V_m / a < d$ を満たすような値に設定されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の加熱装置。
- [請求項6] 金属製の放熱基板と、
前記放熱基板上に形成された絶縁層と、
前記絶縁層上に配列されて配線パターンをなす複数の配線要素と、
前記複数の配線要素上にそれぞれ設けられた複数のLED素子と、
隣り合う前記LED素子間を電氣的に直列に接続する金属配線と、
を有するLEDモジュールを備えた加熱装置において、
隣り合う前記配線要素間の間隙の幅「 d 」は、前記配線要素間に存

在する絶縁部材の絶縁破壊電界を「 a 」とし、前記配線要素間の電位差の最大値を「 V_m 」とした場合、関係式 $V_m / a < d$ を満たすような幅に設定されていることを特徴とする加熱装置。

[請求項7] 前記絶縁層は、前記放射基板上に直接的に設けられていることを特徴とする請求項6記載の加熱装置。

[請求項8] 前記絶縁層は、前記放射基板上に接着層を介して設けられていることを特徴とする請求項6記載の加熱装置。

[請求項9] 前記配線要素間に存在する前記絶縁部材は、前記LED素子を封止するための部材であることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか一項に記載の加熱装置。

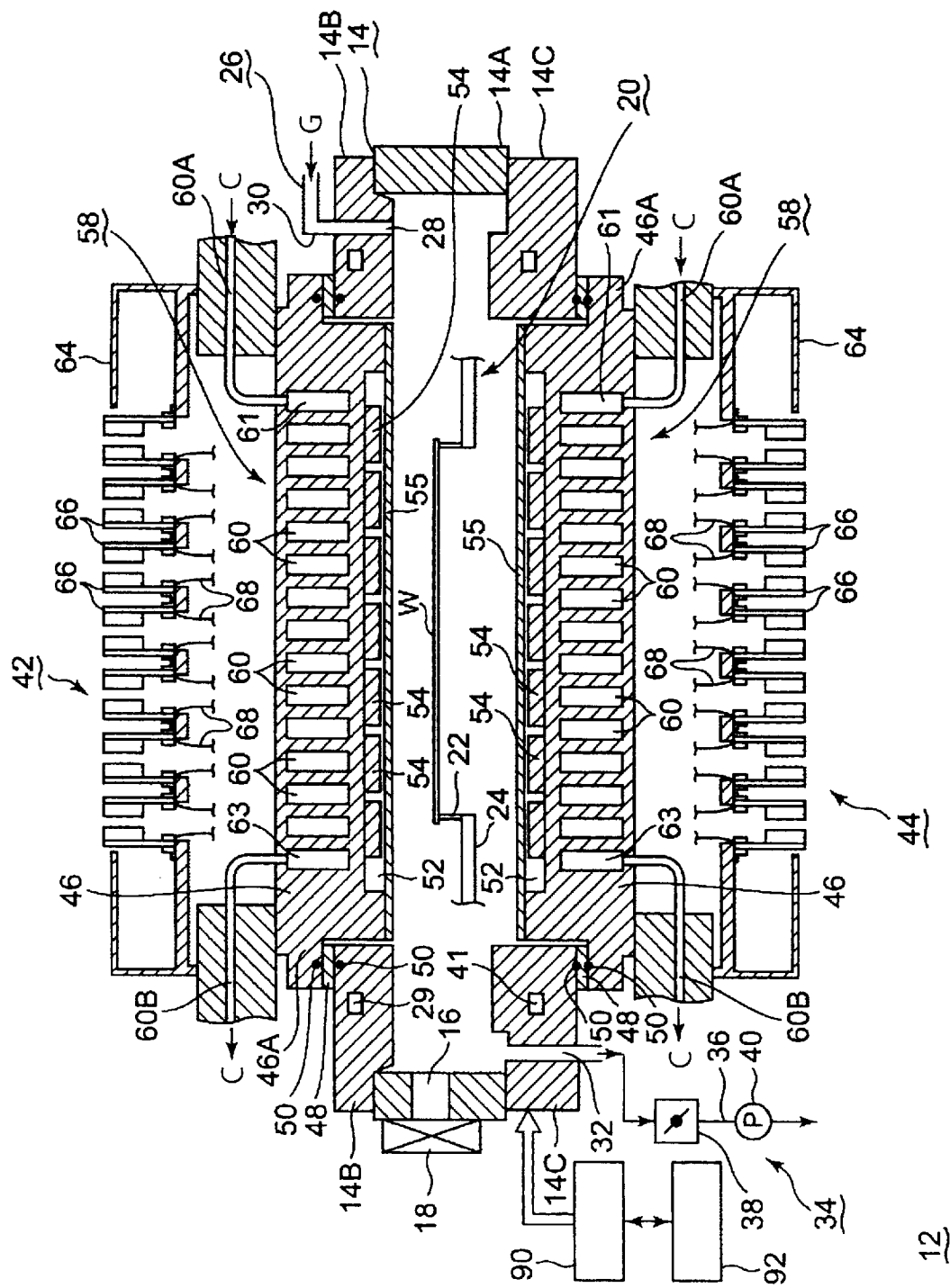
[請求項10] 冷却機構が設けられた素子取付ヘッドをさらに備え、前記素子取付ヘッドに1又は複数個の前記LEDモジュールが設けられていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか一項に記載の加熱装置。

[請求項11] 前記配線要素は、銅、タングステン、タンタル、モリブデン、ニオブよりなる群から選択される1の材料よりなることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一項に記載の加熱装置。

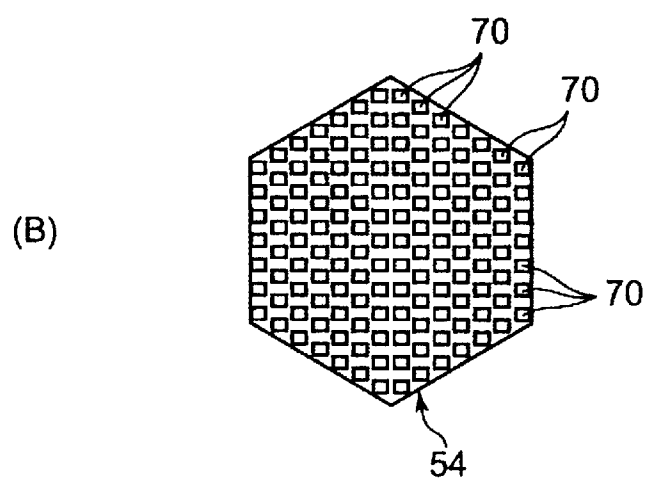
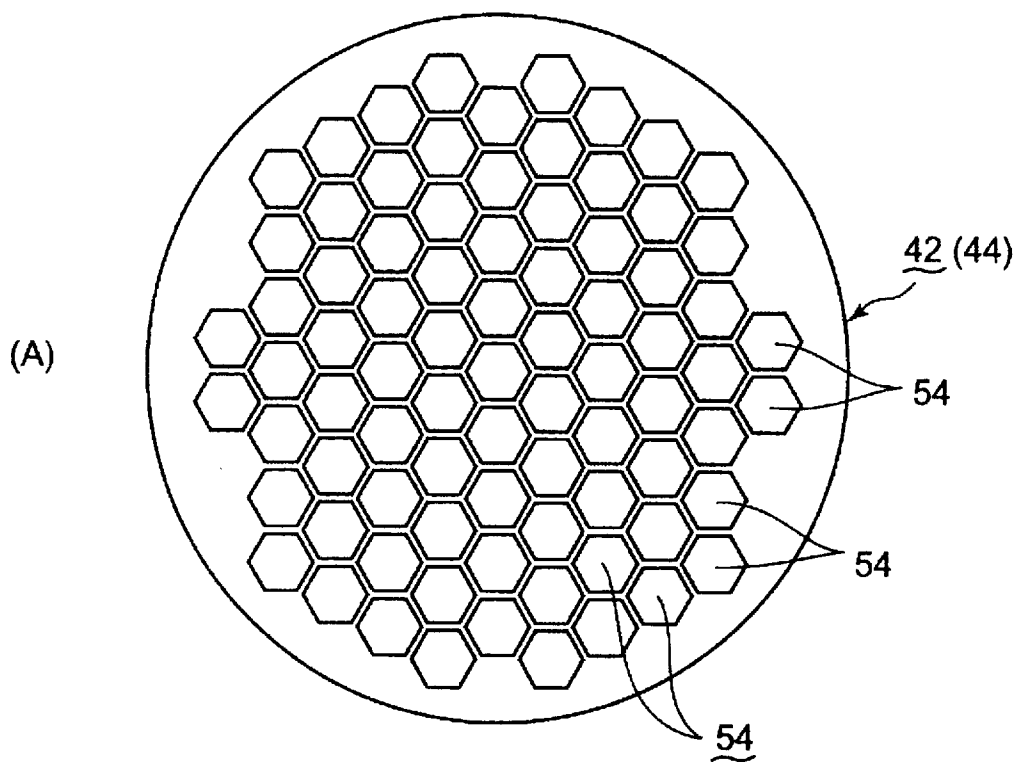
[請求項12] 被処理体に対してアニール処理を施すアニール装置において、
前記被処理体が収容される処理容器と、
前記処理容器内で前記被処理体を支持する支持手段と、
前記処理容器内へ処理ガスを供給するガス供給手段と、
前記処理容器内の雰囲気を排気する排気手段と、
前記処理容器に設けられた請求項1乃至11のいずれか一項に記載の少なくとも1つの加熱装置と、
を備えたことを特徴とするアニール装置。

[請求項13] 前記加熱装置は2つ設けられ、前記処理容器内に収容された前記被処理体の上面と下面とにそれぞれ対向するように設けられていることを特徴とする請求項12記載のアニール装置。

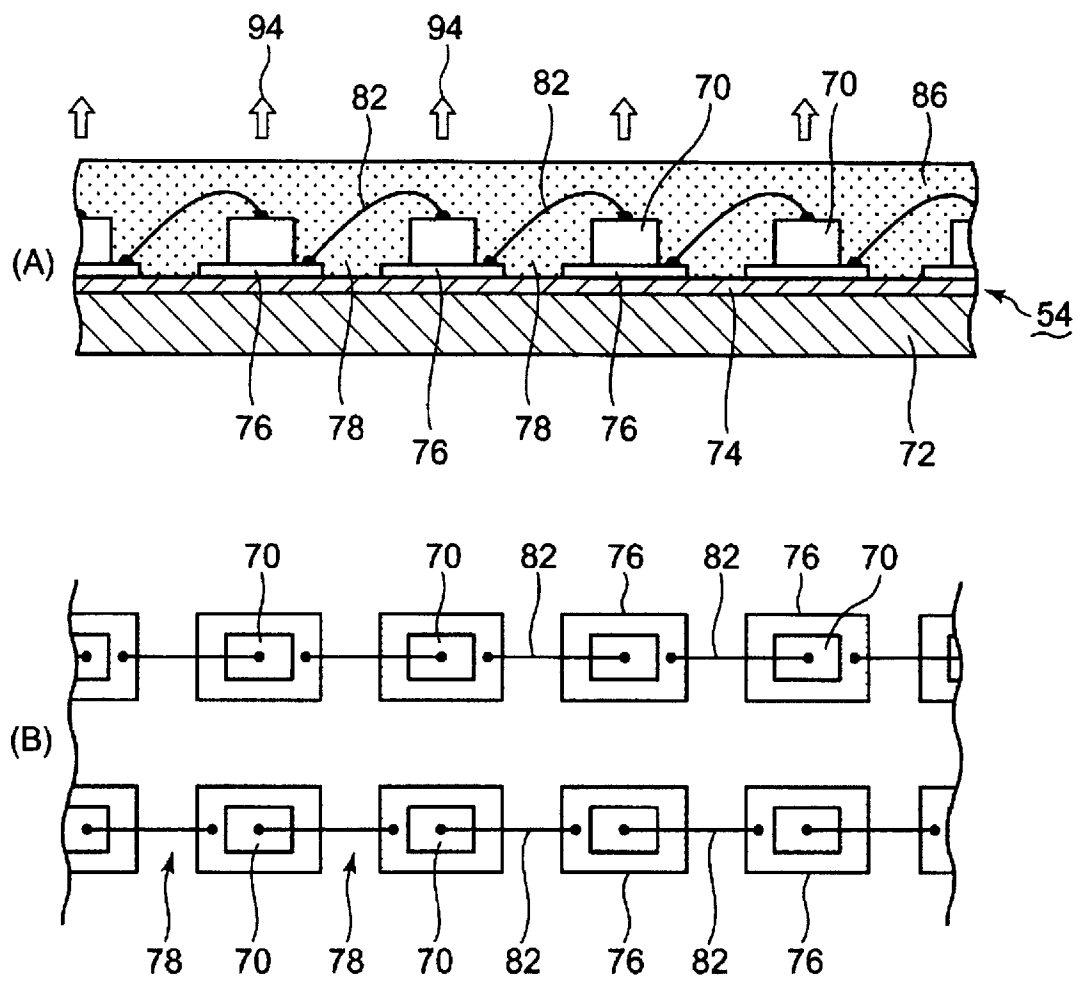
[図1]



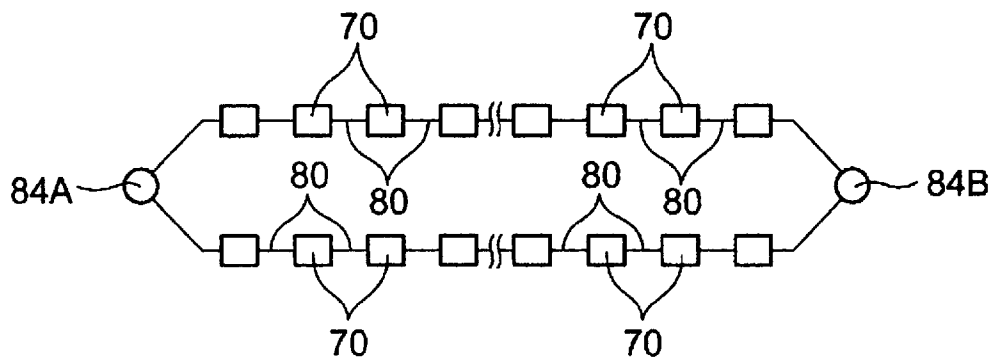
[図2]



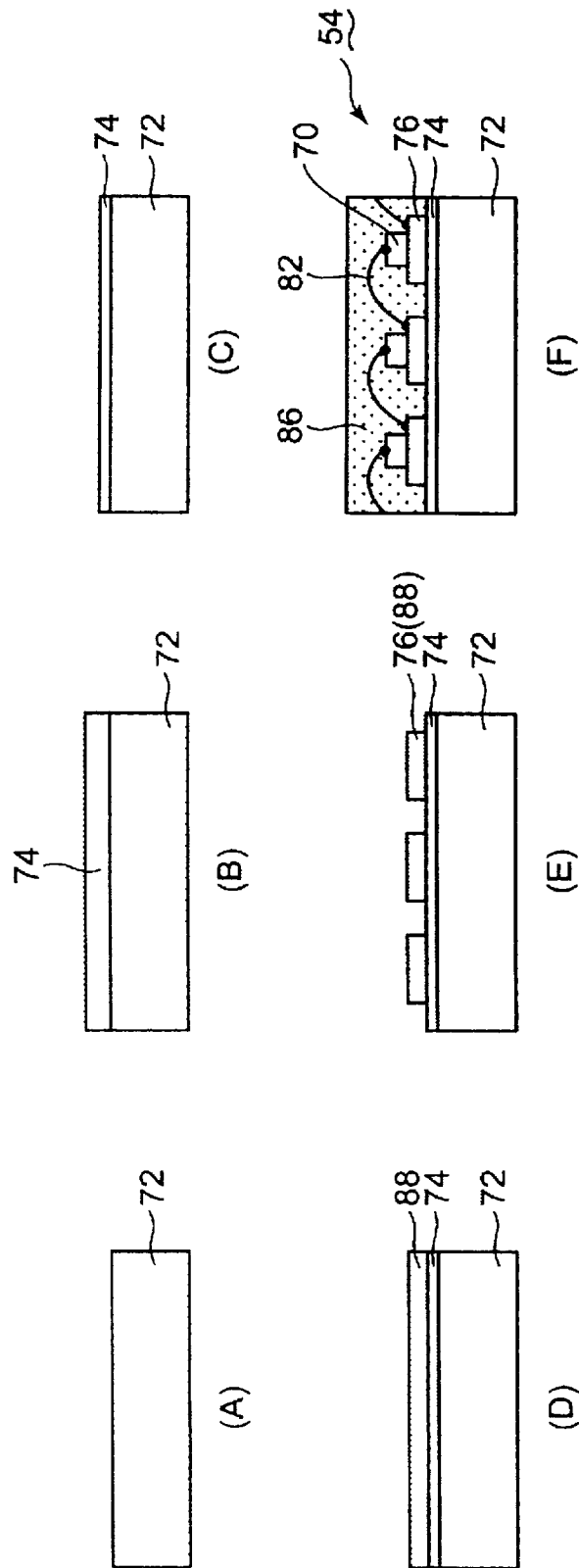
[図3]



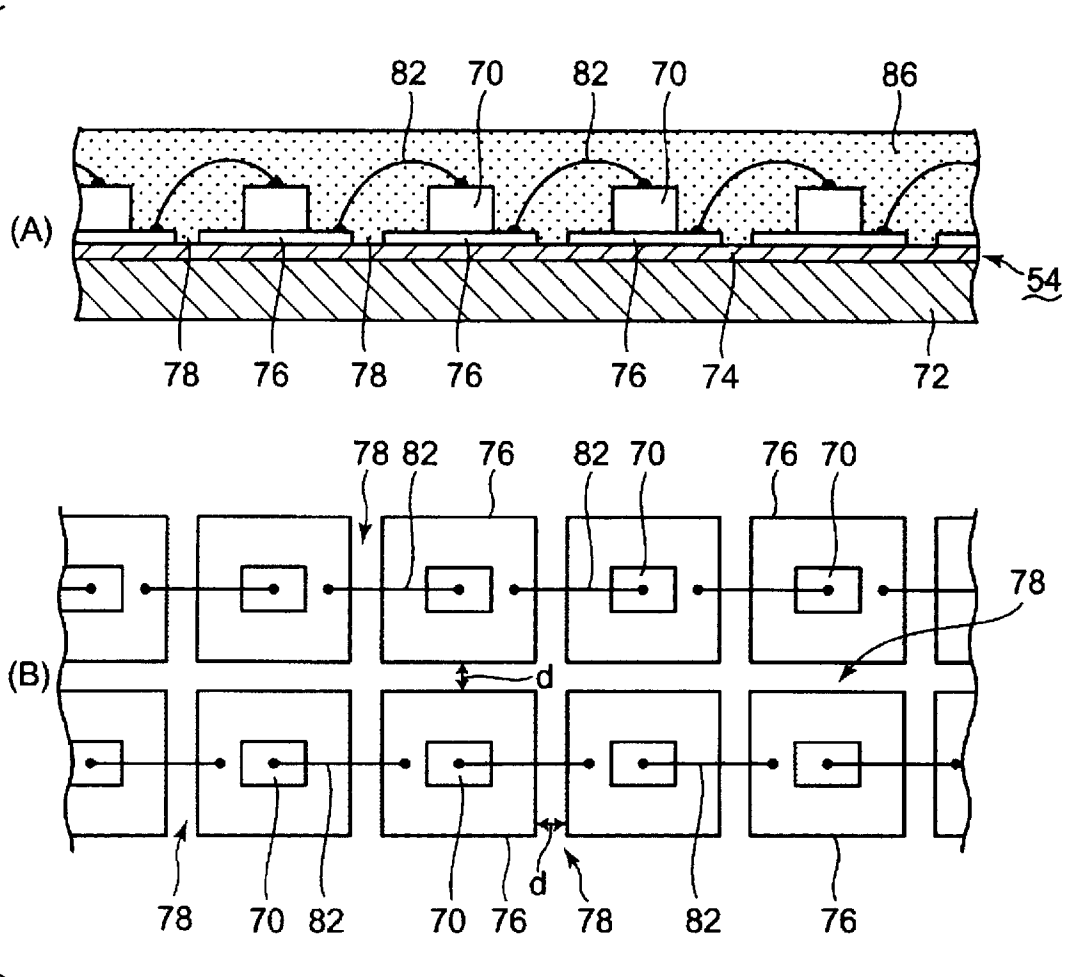
[図4]



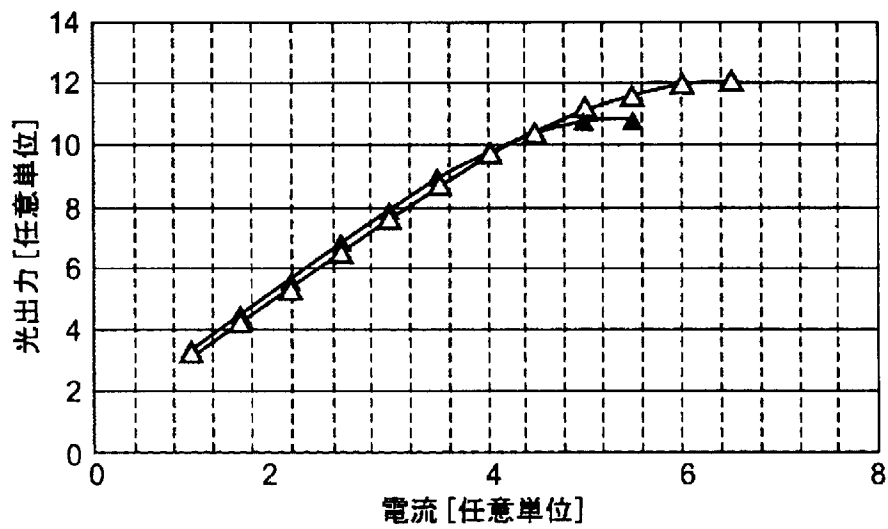
[図5]



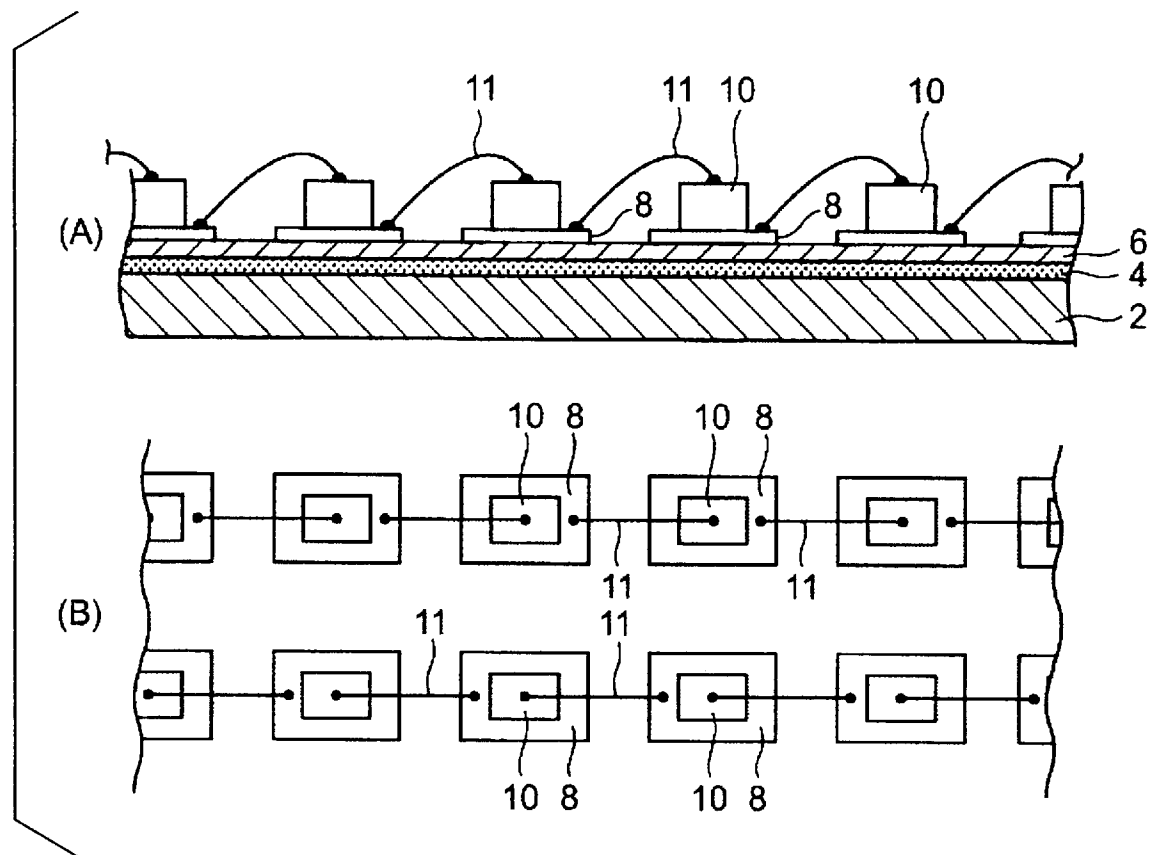
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055260

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/26(2006.01)i, C23C4/10(2006.01)i, C23C14/50(2006.01)i, C23C14/58(2006.01)i, C23C16/46(2006.01)i, H01L21/265(2006.01)i, H01L33/64(2010.01)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)

H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326, C23C4/10, C23C14/00-16/58, C23C16/00-16/56

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2009-295953 A (Tokyo Electron Ltd.), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text & WO 2009/096248 A1 & KR 10-2010-0105751 A	1-13
A	JP 2005-536045 A (ASM America Inc.), 24 November 2005 (24.11.2005), entire text & US 2004/0026400 A1 & US 2005/0077280 A1 & US 2007/0116443 A1 & WO 2004/015348 A1	1-13

☐ 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
23 May, 2011 (23.05.11)

Date of mailing of the international search report
31 May, 2011 (31.05.11)

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（I P C））

Int.Cl. H01L21/26(2006.01)i, C23C4/10(2006.01)i, C23C14/50(2006.01)i, C23C14/58(2006.01)i,
C23C16/46(2006.01)i, H01L21/265(2006.01)i, H01L33/64(2010.01)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. H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326, C23C4/10, C23C14/00-16/58, C23C16/00-16/56

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2009-295953 A (東京エレクトロン株式会社) 2009.12.17, 全文 & WO 2009/096248 A1 & KR 10-2010-0105751 A	1-13
A	JP 2005-536045 A (エーエスエム アメリカ インコーポレイテッド) 2005.11.24, 全文 & US 2004/0026400 A1 & US 2005/0077280 A1 & US 2007/0116443 A1 & WO 2004/015348 A1	1-13

☐ 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

2 3 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 5 . 2 0 1 1

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）

宮澤 尚之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 2

4 M

9 2 7 8