

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5474341号
(P5474341)

(45) 発行日 平成26年4月16日(2014.4.16)

(24) 登録日 平成26年2月14日(2014.2.14)

(51) Int. Cl.	F I	
HO5B 3/10 (2006.01)	HO5B 3/10	A
HO1L 29/861 (2006.01)	HO1L 29/91	F
HO1L 29/868 (2006.01)	HO1L 29/91	A
HO1L 21/329 (2006.01)	HO1L 29/06	GOIN
HO1L 29/06 (2006.01)	HO1L 33/00	I7O
請求項の数 29 (全 40 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-309025 (P2008-309025)
 (22) 出願日 平成20年12月3日(2008.12.3)
 (65) 公開番号 特開2009-238732 (P2009-238732A)
 (43) 公開日 平成21年10月15日(2009.10.15)
 審査請求日 平成23年11月9日(2011.11.9)
 (31) 優先権主張番号 10-2008-0027233
 (32) 優先日 平成20年3月25日(2008.3.25)
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)

(73) 特許権者 390019839
 三星電子株式会社
 Samsung Electronics
 Co., Ltd.
 大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129
 129, Samsung-ro, Yeon
 g-tong-gu, Suwon-si, G
 yeonggi-do, Republic
 of Korea
 (74) 代理人 110000671
 八田国際特許業務法人
 (72) 発明者 崔 濬 熙
 大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14
 -1番地 三星綜合技術院内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロヒーターアレイ及びマイクロヒーターアレイを備えたpn接合、並びにその形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

第1方向に並設された一つ以上の第1マイクロヒーターと、

第2方向に並設された一つ以上の第2マイクロヒーターと、を含むマイクロヒーターアレイであって、

前記一つ以上の第1マイクロヒーターの各々は、前記第1方向に延びる第1加熱部と、前記基板上に直接設置され前記第1加熱部を支持する複数の第1支持体と、を含み、

前記一つ以上の第2マイクロヒーターの各々は、前記第2方向に延びる第2加熱部と、前記基板上に直接設置され前記第2加熱部を支持する複数の第2支持体と、を含み、

前記第1支持体および第2支持体は、前記基板から前記第1または第2加熱部に向かって狭小となる錐台形状に形成されることを特徴とするマイクロヒーターアレイ。

【請求項2】

前記第1方向は前記第2方向に対し直交し、前記一つ以上の第1マイクロヒーターは前記一つ以上の第2マイクロヒーターと交差することを特徴とする請求項1に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項3】

前記第1加熱部は前記第2加熱部と交差することを特徴とする請求項1または2に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項4】

前記第 1 加熱部または前記第 2 加熱部の各々は、前記第 1 または第 2 支持体にそれぞれ支持され接触している領域に対応する第 1 領域と、隣り合う前記第 1 領域の間に対応する第 2 領域と、をさらに含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 5】

前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部とが交差する領域において、前記第 1 加熱部と前記基板間の間隔は、前記第 2 加熱部と前記基板間の間隔より小さいことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 6】

前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部とが交差する領域において、前記第 2 加熱部に開口部が形成されることを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

10

【請求項 7】

前記第 2 加熱部は、透明電極物質を含んでなることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 8】

前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部とが交差する領域以外において、前記第 1 支持体は前記基板と第 1 加熱部との間に位置し、前記第 2 支持体は前記基板と第 2 加熱部との間に位置することを特徴とする請求項 3 ~ 7 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 9】

20

前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部とが交差する領域以外において、前記一つ以上の第 1 マイクロヒーターの前記第 1 加熱部の両側から前記第 1 加熱部の長手方向に沿ってそれぞれ延びる第 1 連結部と、前記一つ以上の第 2 マイクロヒーターの前記第 2 加熱部の両側から前記加熱部の長手方向に沿ってそれぞれ延びる第 2 連結部と、をさらに含み、

前記第 1 支持体は、前記基板と前記第 1 連結部との間に位置して前記第 1 加熱部及び第 1 連結部を支持し、前記第 2 支持体は、前記基板と前記第 2 連結部との間に位置して前記第 2 加熱部及び第 2 連結部を支持することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 10】

前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部とが交差する領域以外において、前記一つ以上の第 1 マイクロヒーターの前記第 1 加熱部の両側から前記第 1 加熱部の長手方向に沿ってそれぞれ延びる第 1 連結部をさらに含み、

30

前記第 1 支持体は、前記基板と前記第 1 連結部との間に位置して前記第 1 加熱部及び第 1 連結部を支持し、前記第 2 支持体は、前記基板と第 2 加熱部との間に位置して前記第 2 加熱部を支持することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 11】

前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部とが交差する領域以外において、前記一つ以上の第 2 マイクロヒーターの前記第 2 加熱部の両側から前記第 2 加熱部の長手方向に沿ってそれぞれ延びる第 2 連結部をさらに含み、

40

前記第 2 支持体は、前記基板と前記第 2 連結部との間に位置して前記第 2 加熱部及び第 2 連結部を支持し、前記第 1 支持体は、前記基板と第 1 加熱部との間に位置して前記第 1 加熱部を支持することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 12】

前記一つ以上の第 1 及び第 2 マイクロヒーターは、独立して駆動されることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイ。

【請求項 13】

前記第 1 方向は前記第 2 方向と同じであることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロヒーターアレイ。

50

【請求項 14】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載のマイクロヒーターアレイを提供する段階と、前記マイクロヒーターアレイに電圧を印加して前記第 1 加熱部と前記第 2 加熱部との間に p n 接合を形成する段階と、を含んでなることを特徴とする p n 接合の形成方法。

【請求項 15】

前記第 1 方向は前記第 2 方向に対し直交し、前記一つ以上の第 1 マイクロヒーターは前記一つ以上の第 2 マイクロヒーターと交差することを特徴とする請求項 14 に記載の p n 接合の形成方法。

【請求項 16】

前記マイクロヒーターアレイをチャンバ内に備える段階と、
前記一つ以上の第 1 及び第 2 マイクロヒーターの少なくとも一つに電圧を印加する段階と、
前記チャンバ内部ヘソースガス及び p - 型ドーピングガスを注入する段階と、
電圧を印加した前記第 1 加熱部及び第 2 加熱部の少なくとも一つに p - 型物質層を成長させる段階と、
前記チャンバ内部ヘソースガス及び n - 型ドーピングガスを注入する段階と、
前記 p - 型物質層上に n - 型物質層を成長させる段階と、を含むことを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の p n 接合の形成方法。

10

【請求項 17】

触媒層及びバッファ層の少なくとも一つを前記第 1 及び第 2 加熱部の少なくとも一つに形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 14 ~ 16 のいずれか一項に記載の p n 接合の形成方法。

20

【請求項 18】

前記 p - 型物質層及び n - 型物質層の間に $In_xGa_{1-x}N$ 層を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 16 または 17 に記載の p n 接合の形成方法。

【請求項 19】

前記第 1 及び第 2 加熱部の少なくとも一つに電圧を印加して前記 p - 型物質層と n - 型物質層を加熱する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 16 ~ 18 のいずれか一項に記載の p n 接合の形成方法。

【請求項 20】

前記第 1 方向は前記第 2 方向と同じであり、前記一つ以上の第 1 及び第 2 マイクロヒーターは互いに交互に配置されることを特徴とする請求項 14 に記載の p n 接合の形成方法。

30

【請求項 21】

前記 p n 接合を形成する段階は、前記第 1 加熱部または前記第 2 加熱部の一つに p - 型物質層と、前記第 1 加熱部または前記第 2 加熱部の残りの一つに n - 型物質層と、をそれぞれ形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 20 に記載のマイクロヒーターアレイを利用した p n 接合の形成方法。

【請求項 22】

前記マイクロヒーターアレイを真空チャンバ内に備える段階と、
前記一つ以上の第 1 マイクロヒーターに電圧を印加する段階と、
前記チャンバ内部ヘソースガス及び p - 型ドーピングガスを注入する段階と、
前記第 1 加熱部に p - 型物質層を成長させる段階と、
前記一つ以上の第 2 マイクロヒーターに電圧を印加する段階と、
前記チャンバ内部ヘソースガス及び n - 型ドーピングガスを注入する段階と、
前記 p - 型物質層と接するように n - 型物質層を前記第 2 加熱部に成長させる段階と、
を含むことを特徴とする請求項 21 に記載の p n 接合の形成方法。

40

【請求項 23】

前記第 1 加熱部または第 2 加熱部の各々は、前記第 1 または第 2 支持体に支持され接触している領域に対応する第 1 領域と、隣り合う前記第 1 領域の間に対応する第 2 領域と、

50

に区画する段階と、

前記第1加熱部の第2領域にそれぞれp-型物質層を形成する段階と、

前記第2加熱部の第2領域にそれぞれn-型物質層を形成する段階と、をさらに含むことを特徴とする請求項22に記載のpn接合の形成方法。

【請求項24】

前記第1及び第2加熱部の少なくとも一つに電圧を印加して前記p-型物質層とn-型物質層を加熱する段階をさらに含むことを特徴とする請求項21～23のいずれか一項に記載のpn接合の形成方法。

【請求項25】

請求項1に記載のマイクロヒーターアレイと、前記一つ以上の第1マイクロヒーターと第2マイクロヒーターとの間に形成される一つ以上のpn接合と、を含み、

前記一つ以上のpn接合は、前記一つ以上の第1加熱部と第2加熱部との間に形成されるp-型物質層及びn-型物質層を含むことを特徴とするpn接合素子。

【請求項26】

前記第1方向は前記第2方向に対し直交し、前記一つ以上の第1マイクロヒーターは前記一つ以上の第2マイクロヒーターと交差することを特徴とする請求項25に記載のpn接合素子。

【請求項27】

前記第1及び第2加熱部は、前記p-型及びn-型物質層の各々に電圧を印加する電極として使用されることを特徴とする請求項25または26に記載のpn接合素子。

【請求項28】

前記第1方向は前記第2方向と同じであることを特徴とする請求項25に記載のpn接合素子。

【請求項29】

前記第1及び第2加熱部は、前記p-型及びn-型物質層の各々に電圧を印加する電極として使用されることを特徴とする請求項28に記載のpn接合素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロヒーターアレイ及びこれを利用したpn接合の形成方法、並びにマイクロヒーターアレイを含むpn接合素子に関する。また、本発明は、基板上に互いに交差して設けられる、または互いに並設される一つ以上の第1及び第2マイクロヒーターを含むマイクロヒーターアレイを提供し、互いに交差して設けられる、または互いに並設される一つ以上の第1及び第2マイクロヒーターを含むマイクロヒーターアレイに電圧を印加することで発生する相対的な高温を利用してpn接合を形成する方法を提供する。

【背景技術】

【0002】

pn接合は、整流作用を持つダイオードに使用されるだけでなく、太陽電池(Solar cell)、発光ダイオード(Light emitting diode; LED)、イメージセンサー(Image sensor)などの光電子装置(Opto-electronic device)に幅広く使用される。pn接合を含む太陽電池を形成するために、シリコン(Si)を主にホスト物質として使用し、リン(P)とホウ素(B)をn-型ドーピング物質とp-型ドーピング物質としてそれぞれ添加することができる。LEDを形成するために、窒化ガリウム(GaN)を主にホスト物質として使用し、マグネシウム(Mg)とシリコン(Si)をn-型ドーピング物質とp-型ドーピング物質としてそれぞれ添加することができる。

【0003】

結晶性(crystallinity)などの薄膜特性が良好な高品質のpn接合を形成するためには、通常、相対的に高温が要求される。ホスト物質が非晶質シリコンであるpn接合を形成する場合、成長温度が300程度であればよいが、LEDに利用される

10

20

30

40

50

単結晶 (GaN) の p n 接合を形成する場合は、約 1000 の成長温度が要求されることがある。このような高温により、ガラス基板が軟化してしまうことで大面積の p n 接合を形成し難いことがある。また、このような高温により、単結晶 (GaN) の p n 接合を形成することができる基板がシリコンウェハ、 Al_2O_3 、SiC などの高価の基板に制限されてしまうこともある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、ガラス基板などの低価で且つ用意し易しい基板上に高品質の p n 接合を形成することができ、p n 接合を大面積化することができるマイクロヒーターアレイ及び p n 接合の形成方法を提供することをその目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するための本発明による一実施の形態は、基板と、上記基板上において第 1 方向に並設された一つ以上の第 1 マイクロヒーター、及び第 2 方向に並設された一つ以上の第 2 マイクロヒーターと、を含んでなるマイクロヒーターアレイを提供する。

【0006】

各々の第 1 マイクロヒーターは、上記基板と離間して存在し、第 1 方向に延びる第 1 加熱部、及び互いに離間して上記基板上に直接備えられ、上記第 1 加熱部を支持する複数の第 1 支持体を含んでよい。各々の第 2 マイクロヒーターは、第 2 方向に延びる第 2 加熱部、及び互いに離間して上記基板上に直接備えられ、上記第 2 加熱部を支持する複数の第 2 支持体を含んでよい。また、第 1 支持体および第 2 支持体は、基板から第 1 または第 2 加熱部に向かって狭小となる錐台形状に形成されてもよい。第 1 方向は第 2 方向に対し垂直であるか、または第 2 方向と同じ方向であればよい。第 1 方向が第 2 方向に対し垂直である場合、一つ以上の第 1 マイクロヒーターは一つ以上の第 2 マイクロヒーターと交差する。一実施の形態において、第 1 及び第 2 加熱部が交差する領域において互いに離間するように上記第 1 加熱部及び上記基板の間隔は、上記第 2 加熱部及び上記基板の間隔より小さくてよい。

20

【0007】

本発明の一実施の形態において、上記第 1 及び第 2 加熱部が交差する領域において、上記第 2 加熱部に開口部が形成されてよい。また、上記第 2 加熱部は透明電極物質からなっており、また、第 1 及び第 2 マイクロヒーターは、独立してそれぞれ駆動されてよい。

30

【0008】

本発明の一実施の形態において、上記第 1 及び第 2 加熱部が交差する領域以外において、上記第 1 支持体は上記基板と第 1 加熱部との間に部分的に備えられ、上記第 2 支持体は上記基板と第 2 加熱部との間に部分的に備えられてよい。本発明の一実施の形態において、第 1 及び第 2 加熱部の各々は接触領域 (contact area; CA) に該当する第 1 領域、及び第 1 領域同士の間隔の第 2 領域を含んでよい。第 1 領域は、第 1 及び第 2 支持体にそれぞれ接触する第 1 及び第 2 加熱部を含んでよい。

【0009】

本発明の他の実施の形態において、上記第 1 及び第 2 加熱部が交差する領域以外において、一つ以上の第 1 マイクロヒーターは、一つ以上の第 1 マイクロヒーターの第 1 加熱部の両側からそれぞれ延び、上記第 1 加熱部の長手方向に沿って互いに離間して配列された第 1 連結部をさらに含んでよい。また、一つ以上の第 2 マイクロヒーターは、一つ以上の第 2 マイクロヒーターの第 2 加熱部の両側からそれぞれ延び、上記第 2 加熱部の長手方向に沿って互いに離間して配列された第 2 連結部をさらに含んでよい。上記第 1 支持体は、上記基板と上記第 1 連結部の間にそれぞれ備えられて上記第 1 加熱部及び第 1 連結部を支持し、上記第 2 支持体は、上記基板と上記第 2 連結部の間にそれぞれ備えられて上記第 2 加熱部及び第 2 連結部を支持する。本発明の一実施の形態において、一つ以上の第 1 マイクロヒーターだけが第 1 連結部を含むか、または / また一つ以上の第 2 マイクロヒーター

40

50

だけが第2連結部を含んでよい。

【0010】

また、本発明は、上記本発明の実施の形態によるマイクロヒーターアレイに電圧を印加することによる第1及び/または第2加熱部からの発熱を利用して上記第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成するマイクロヒーターアレイを利用したpn接合の形成方法を提供する。本発明の一実施の形態によるpn接合の形成方法は、マイクロヒーターアレイをチャンバ内に備え、一つ以上の第1及び第2マイクロヒーターの一方側に電圧を印加する過程を含んでよい。上記チャンバ内部ヘソースガス及びp-型ドーピングガスを注入して第1加熱部及び/または第2加熱部にp-型物質層を成長させることができ、上記チャンバ内部ヘソースガス及びn-型ドーピングガスを注入して上記p-型物質層上にn-型物質層を成長させることができる。

10

【0011】

本発明の一実施の形態において、第1方向が第2方向に対し垂直し、一つ以上の第1マイクロヒーターが一つ以上の第2マイクロヒーターと交差すればよい。本発明の一実施の形態において、第1方向は第2方向と同じであり、一つ以上の第1マイクロヒーター及び第2マイクロヒーターは並んで、または/また交互に配置されてよい。第1方向と第2方向が同じである場合、第1及び第2加熱部にそれぞれp-型物質層及びn-型物質層が形成されてよい。

【0012】

上記方法において、上記p-型物質層とn-型物質層は、薄膜形態及び/またはナノワイヤ形態で形成されてよい。また、上記第1及び第2加熱部の一部分に触媒層及び/またはバッファ層を形成してよい。上記方法において、上記p-型物質層及びn-型物質層の間にIn_xGa_{1-x}N層を形成し、第1及び第2加熱部の少なくとも一つに電圧を印加してp-型及び/またはn-型物質層を加熱する段階を含んでよい。上記基板としてガラス基板を使用してよい。

20

【0013】

さらに、本発明は、上記の本発明によるマイクロヒーターアレイを含むpn接合素子、及び上記のpn接合の形成方法によるpn接合を提供する。

【発明の効果】

【0014】

本発明のマイクロヒーターアレイ及びpn接合の形成方法によれば、ガラス基板などの低価で且つ用意し易い基板上に高品質のpn接合を形成することができ、pn接合を大面積化することができるという効果を奏する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図1aは、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す斜視図であり、図1bは、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す平面図であり、図1cは、図1bに示されたI-I'線に沿う断面図である。図1aないし図1cを参照すれば、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイ101は、基板10と、この基板10上において第1方向D1に並設された複数個の第1マイクロヒーター20、及び第1方向D1と直交する第2方向D2に備えられ上記複数個の第1マイクロヒーター20と交差する複数個の第2マイクロヒーター30とを含んでなる。上記複数個の第1マイクロヒーター20の各々は、第1加熱部21及び第1支持体22を含んでよい。上記第1加熱部21は、上記基板10と離間して存在し、第1方向D1に延びてよい。上記第1支持体22は、上記基板10と第1加熱部21との間に部分的に備えられて第1加熱部21を支持すればよい。

40

【0016】

上記複数個の第2マイクロヒーター30の各々は、第2加熱部31及び第2支持体32を含んでよい。上記第2加熱部31は、第1方向D1と直交する第2方向D2に延びて上記第1加熱部21上において上記第1加熱部21と交差すればよい。上記第2支持体32

50

は、上記基板 10 と第 2 加熱部 31 との間に部分的に備えられ上記第 2 加熱部 31 を支持すればよい。

【0017】

上記第 1 及び第 2 支持体 22、32 は、上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 が交差する領域以外において、上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 の長手方向に沿って互いに離間してそれぞれ配列されてよい。第 1 及び第 2 マイクロヒーター 20、30 は、その構造及び形状が互いに同じであるか、または異なってもよい。

【0018】

図 1c に示されたように、上記第 2 加熱部 31 は、上記第 1 加熱部 21 から所定の間隔または与えられた間隔だけ離間して上記第 1 加熱部 21 上に備えられてよい。上記第 1 加熱部 21 及び上記基板 10 間の間隔 S1 が、上記第 2 加熱部 31 及び上記基板 10 間の間隔 S2 より小さくてよい。例えば、第 1 及び第 2 加熱部 21、31 は、上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 が交差する領域において互いに離間してよく、上記第 1 支持体 22 の高さが第 2 支持体 32 の高さより小さくてよい。

【0019】

図 1b に示されたように、上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 の各々は、第 1 領域 A1 及び第 2 領域 A2 に区画されてよい。上記第 1 領域 A1 は、上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 と上記第 1 及び第 2 支持体 22、32 がそれぞれ接触する接触領域 CA に対応し、第 2 領域 A2 は、上記第 1 領域 A1 の間にそれぞれ存在してよい。接触領域 CA の面積は、第 1 及び第 2 支持体 22、32 が上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 のそれぞれの支持を保持できる限度までできる限り減少するように調節されてよい。上記接触領域 CA の面積が小さいほど上記第 1 加熱部 21 及び第 1 支持体 22 間の熱伝達と上記第 2 加熱部 31 及び第 2 支持体 32 間の熱伝達が減少し、これにより、マイクロヒーターアレイ 101 の駆動に消耗される電力を減少させることができる。図 1a ないし図 1c では、第 1 領域 A1 や接触領域 CA の形状が円形に示されているが、エッチングによっては、上記第 1 領域 A1 や接触領域 CA の形状が、円形でない四角形やその他の形状であってもよい。一方、上記第 1 領域 A1 の各幅が上記第 2 領域 A2 の各幅より大きくてよい。その理由は、第 1 及び第 2 支持体 22、32 のエッチング、特に接触領域 CA のエッチングを容易にするためには、上記第 1 領域 A1 の各幅を上記第 2 領域 A2 の各幅より大きくする必要からである。また、第 2 領域 A2 の各幅が上記第 1 領域 A1 の各幅より小さいと、上記第 2 領域 A2 の発光及び発熱が上記第 1 領域 A1 よりも大きくなるからである。このような技術構成は、発光及び発熱位置の調節を可能にする。

【0020】

このように第 1 及び第 2 加熱部 21、31 を第 1 領域 A1 と第 2 領域 A2 とに区画することができる。第 2 領域 A2 における発光及び発熱を大きくし、第 1 及び第 2 支持体 22、32 により支持される第 1 領域 A1 における発光及び発熱を小さくすることができる。さらに、第 1 領域 A1 における熱伝達面積を最小化することで、不要な電力の無駄遣いを軽減し且つ印加された電圧が第 2 領域 A2 の高温のヒーティングに効率よく使われるようにすることができる。

【0021】

第 1 及び第 2 加熱部 21、31 は、上記第 2 領域 A2 において互いに交差するため、上記交差した領域における高温のヒーティングを利用して上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 の間に pn 接合を形成することができる。上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 は、モリブデン、タングステン、炭化シリコンなどからなってもよい。第 1 及び第 2 加熱部 21、31 は、同種の物質で形成してよく、または、互いに異なる物質で形成してもよい。また、マイクロヒーター 20 及び / または 30 は、電力の印加によって発光及び発熱可能となる。

【0022】

また、実施の形態によっては、上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 が交差する領域において、上記第 2 加熱部 31 に開口部 33 を形成してよく、または上記第 2 加熱部 31 を透

10

20

30

40

50

明電極物質で形成してもよい。これは、上記第1及び第2加熱部21、31の間に形成されるpn接合から発光または吸光できるようにするためである。

【0023】

上記第1及び第2支持体22、32は、上記第1及び第2加熱部21、31から発生する熱の損失を防止するために、熱伝導率が小さい物質からなってよい。一例として、上記第1及び第2支持体22、32は、SiO_xまたはS_{i3}N₄などの絶縁物質からなってよい。

【0024】

上記基板10は、ガラスまたはプラスチック材質からなってよい。上記基板10がガラス材質からなる場合、輻射熱(可視光線やIR)を透過するため、相対的に高温のヒーティングが可能であり、大面積にわたってpn接合を形成することができる。本発明のマイクロヒーターアレイでは、ガラス基板の温度を、例えば50以下に保ちながら第1及び第2加熱部で600~2000の温度にてヒーティングを行うことができる。したがって、マイクロヒーターアレイは、相対的に高温のヒーティングを要求するpn接合の形成に利用することができる。

【0025】

図2a及び図2bは、本発明の他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す図である。第1及び第2マイクロヒーター20'、30'の構成要素のうちの第1及び第2加熱部25、35は、図1aないし図1cに示された第1及び第2加熱部に対応し、上記第1及び第2支持体26、36は、図1aないし図1cに示された第1及び第2支持体に対応する。なお、第1及び第2マイクロヒーター20'、30'の各々が第1及び第2連結部27、37をさらに含むこともできる。第1及び第2マイクロヒーター20'、30'は、上記第1及び第2加熱部25、35の下部ではない第1及び第2連結部27、37の下部にそれぞれ備えられる第1及び第2支持体26、36をさらに含むこともできる。マイクロヒーターアレイ102における基板10、第1及び第2加熱部25、35、第1及び第2支持体26、36の材質は、図1aないし図1cに示された基板、第1及び第2加熱部、第1及び第2支持体の材質とそれぞれ同じものであればよい。

【0026】

図2a及び図2bを参照すれば、マイクロヒーターアレイ102は、基板10と、上記基板10上において第1方向D1に並設された複数個の第1マイクロヒーター20'、及び第1方向D1と直交する第2方向D2に備えられ上記複数個の第1マイクロヒーター20'と交差する複数個の第2マイクロヒーター30'と、を含んでなる。上記複数個の第1マイクロヒーター20'の各々は、第1加熱部25、第1支持体26及び第1連結部27を含んでよい。上記第1加熱部25は、基板10と離間して存在し、第1方向D1に延びてよい。上記第1連結部27は、上記第1加熱部25の両側からそれぞれ延び、上記第1加熱部25の長手方向に沿って互いに離間してよい。上記第1支持体26は、上記基板10と上記第1連結部27の間にそれぞれ備えられて上記第1加熱部25及び第1連結部27を支持することができる。

【0027】

上記複数個の第2マイクロヒーター30'の各々は、第2加熱部35、第2支持体36及び第1連結部37を含んでよい。上記第2加熱部35は、基板10と離間して存在し、第1方向D1と直交する第2方向D2に延びて上記第1加熱部25上において上記第1加熱部25と交差すればよい。上記第2連結部37は、上記第2加熱部35の両側からそれぞれ延び、上記第2加熱部35の長手方向に沿って互いに離間してよい。上記第1支持体36は、上記基板10と上記第2連結部37の間にそれぞれ備えられて上記第2加熱部35及び第2連結部37を支持することができる。

【0028】

第1及び第2加熱部25、35が互いに交差する領域において、上記第1及び第2加熱部25、35が、所定の距離または与えられた距離だけ離間するように上記第1支持体26の高さが上記第2支持体36の高さより小さくてよい。上記第1及び第2加熱部25、

10

20

30

40

50

35の各々は、両端の電圧印加によって発光及び発熱可能であり、独立して駆動され得る。上述したように、第2加熱部35を透明電極物質で形成すればよい。

【0029】

複数個の第2マイクロヒーター30'は、複数個の第1マイクロヒーター20'と直交する方向に基板10上に備えられたことを除いては、その構成及び形状が上記複数個の第1マイクロヒーター20'の構成及び形状に対応する。以下、上記複数個の第1マイクロヒーター20'を基準にし、その構造についてさらに詳細に説明する。

【0030】

図2a及び図2bに示されたように、上記第1連結部27は、上記第1及び第2加熱部25、35が交差する領域以外において、第1加熱部25の両側にそれぞれ備えられてよい。第1連結部27は、上記第1加熱部25の長手方向D1と直交した第2方向D2にそれぞれ延び、上記第1加熱部25の両側に対称に備えられてよい。なお、上記第1連結部27は、上記第1加熱部25の両側に互い違いにそれぞれ備えられてもよい。上記第1連結部27は、第1加熱部25の材質と同じ材質からなり、同じ工程を施して上記第1加熱部25と一体で形成されてよい。

10

【0031】

上記第1支持体26は、上記第1連結部27の各下部に部分的に備えられて、上記第1連結部27と部分的に接触することができる。上記第1連結部27の各々は、第3領域A3及び第4領域A4に区画することができる。上記第3領域A3は、上記第1連結部27と上記第1支持体26がそれぞれ接する接触領域CAに対応すればよい。上記第4領域A4は、上記第1加熱部25と第3領域A3との間に存在すればよい。上記第1支持体26は、上記第1加熱部25から相対的に遠い上記第1連結部27の各端部の下部にそれぞれ備えられてよい。この場合、上記第1連結部27の各第3領域A3は、上記第1連結部27の各端部に該当してもよい。

20

【0032】

図2a及び図2bに示されたように、第1連結部27が上記第1支持体26によって支持されることで上記第1連結部27と一体で形成された第1加熱部25を上記第1支持体26と接触することなく上記第1支持体26によって支持することができる。また、上記第1加熱部25と上記第1支持体26は、上記第1連結部27によって互いに離間して存在するため、上記第1支持体26の各形状による上記第1加熱部25の温度分布への影響が抑えられる。これにより、上記第1加熱部25は、均一な温度分布を保持することができる。

30

【0033】

第1マイクロヒーター20'において、第1加熱部25及び第1連結部27間の熱伝達と第1連結部27及び上記第1支持体26間の熱伝達が生じる領域の面積を減少させ、且つ支持を保ち得る限度まで最小化させると、上記第1マイクロヒーター20'の駆動に消耗される電力を節減することができる。例えば、上記第1加熱部25の両側から上記第1連結部27へとそれぞれ伝達される熱伝導度は、上記第1連結部27の第4領域A4の長さLが長いほど小さくなり、上記第1連結部27の幅W1、W2が小さいほど小さくなる。また、上記第1連結部27から上記第1支持体26へとそれぞれ伝達される熱伝導度は、上記接触領域CAの幅が小さいほど小さくなる。

40

【0034】

さらに、上記第1加熱部25の支持を保ち得る限度まで上記第1連結部27の第4領域A4の長さLを最大化させるか、上記第1連結部27の幅W1、W2及び上記接触領域CAを最小化させると、上記第1加熱部21から生じた熱の損失を減少させることができる。その結果、第1マイクロヒーター20'の駆動に消耗される電力を節減することができる。また印加された電力が上記第1加熱部25の相対的に高温のヒーティングに効率よく使われるようにすることができる。

【0035】

一例として、図2bに示されたように、上記第1連結部27の第4領域A4の幅W2を

50

上記第1加熱部25の幅W3より小さく形成することで上記第1加熱部25から上記第1連結部27の第4領域A4へと伝達される熱量を減少させることができる。また、第1連結部27から第1支持体26へと伝達される熱の損失を減少させるために、接触領域CAの幅を第3領域の幅W1より小さく形成することもできる。

【0036】

上記接触領域CA及び上記第1連結部27の第3領域A3の面積が小さ過ぎると、上記第1支持体26による支持自体が難しくなって構造的安定性を確保することができなくなる。よって、接触領域CA及び上記第3領域A3の面積は、第1支持体26が第1加熱部25及び第1連結部27の支持を保ち得る最小限の面積以上になる必要がある。例えば、図2bに示されたように上記第3領域A3の幅W1及び上記接触領域CAの幅は、上記第4領域A4の幅W2より大きく形成すればよい。

10

【0037】

第2マイクロヒーター30'の場合も、上記したように、第2加熱部35及び第2連結部37間の熱伝達と第2連結部37及び上記第2支持体36間の熱伝達が生じる領域の面積を調節することで第2マイクロヒーター30'の駆動に消費される電力を節減することができる。図2a及び図2bには、上記第1及び第2連結部27、37の第3領域A3と接触領域CAの形状が円形に示されているが、エッチングによっては、上記第3領域A3や接触領域CAの形状を円形ではない四角形やその他の形状にしてもよい。

【0038】

本発明の他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイ102は、複数の第1及び第2マイクロヒーター20'、30'が互いに交差してマトリックスの形態を有するようになってよく、第1及び第2加熱部25、35が全体として均一な温度分布を有し得る。上記マイクロヒーターアレイ102は、大面積の発熱及び発光を要求する電子装置に利用され得る。

20

【0039】

図3aは、本発明のまた他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す平面図である。図3aに示された構成要素のうち、図1aないし図2bに示された構成要素と同じ構成要素に対しては同じ図面符号を付し、それに関する具体的な説明は省くことにする。上記マイクロヒーターアレイ103は、基板10と、上記基板10上において第1方向D1に並設された複数個の第1マイクロヒーター20、及び第1方向D1と直交する第2方向D2に備えられ上記複数個の第1マイクロヒーター20と交差する複数個の第2マイクロヒーター30'と、を含んでなる。

30

【0040】

上記複数個の第1マイクロヒーター20の各々は、第1加熱部21及び第1支持体22を含んでよい。上記第1加熱部21は、上記基板10と離間して存在し、第1方向D1に延びてよい。上記第1支持体22は、上記基板10と第1加熱部21との間に部分的に備えられて第1加熱部21を支持することができる。

【0041】

上記複数個の第2マイクロヒーター30'の各々は、第2加熱部35、第2支持体36及び第1連結部37を含んでよい。上記第2加熱部35は、基板10と離間して存在し、第1方向D1と直交する第2方向D2に延びて上記第1加熱部21上において上記第1加熱部21と交差すればよい。上記第2連結部37は、上記第2加熱部35の両側からそれぞれ延び、上記第2加熱部35の長手方向に沿って互いに離間して配列されてよい。上記第2支持体36は、上記基板10と上記第2連結部37の間にそれぞれ備えられて上記第2加熱部35及び第2連結部37を支持することができる。

40

【0042】

第1及び第2加熱部21、35が互いに交差する領域において、上記第1及び第2加熱部21、35が所定の距離または与えられた距離だけ離間するように上記第1支持体26の高さが上記第2支持体36の高さより小さくてよい。上記第1及び第2加熱部21、35の各々は、両端の電圧印加によって発光及び発熱することができ、独立して駆動され得

50

る。

【0043】

本発明のまた他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイにおいて、図3aに示された第2マイクロヒーター30'の第2加熱部35が図3aに示された第1マイクロヒーター20の第1加熱部21の下部に備えられた場合も本発明によるマイクロヒーターアレイに含まれる。図3bは、図3aに示されたマイクロヒーターアレイの発熱状態を示すCCDイメージである。上記CCDイメージは、図3aに示された複数個の第2マイクロヒーター30'に電圧を印加した場合における第2加熱部35の発熱状態を示す。図3bに示されたように、複数個の第2マイクロヒーター30'は、相対的に均一な発熱状態を示し得る。

10

【0044】

図4aないし図4eは、図1aないし図1cに示された本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイの製造方法を説明する断面図である。なお、本発明は、図1aないし図1cに示されたものに制限されることなく、例えば、マイクロヒーターアレイ102または103を形成するために使用されてもよい。図4aを参照すれば、基板10上に第1支持体22及び第2支持体32の下部でエッチングすべき第1犠牲層22aを蒸着することができる。上記第1犠牲層22a上に第1加熱部21でパターンニングすべき第1加熱層21aを蒸着することができる。

【0045】

図1b及び4bを参照すれば、上記第1加熱層21aは、第1方向D1に延び、第1及び第2領域A1、A2に区画される第1加熱部21でパターンニングすればよい。上記パターンニングは、乾式や湿式などの通常の方法にてエッチングすることによって実施されてよい。

20

【0046】

図4cを参照すれば、上記パターンニングされた第1加熱部21及び第1犠牲層22a上に第2支持体22の上部でエッチングすべき第2犠牲層32aを蒸着することができる。上記第2犠牲層32a上に第2加熱部31でパターンニングすべき第2加熱層31aを蒸着することができる。

【0047】

図1b及び4dに示されたように、第2加熱層31aは、第1方向D1と直交する第2方向D2に延びて第1加熱部21と交差する第2加熱部31でパターンニングすればよい。第1及び第2加熱部21、31が交差する領域において上記第2加熱部31が開口部33を有するようにパターンニングすればよい。

30

【0048】

上記第1及び第2犠牲層22a、32aを湿式（等方性）エッチングすることにより、図1aないし図1c、図4eに示されたように第1及び第2支持体22、32を形成することができる。上記エッチング時間を調節して第1及び第2支持体22、32と第1及び第2加熱部21、31の各接触領域CAの面積が減少されるようにエッチングを実施することができる。

【0049】

基板10としてガラス基板を使用する場合、上記第1犠牲層22aの蒸着を省き、上記基板10の上部をエッチングすることで上記第1支持体22と上記第2支持体32の下部を形成することができる。また、上記第2加熱部31には透明電極物質が蒸着されてもよい。

40

【0050】

本発明の一実施の形態によるpn接合の形成方法を、例えば、図1aないし図1cに示されたマイクロヒーターアレイ101を利用してpn接合を形成する例に適用して説明しているが、他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してpn接合を形成する場合にも同様に適用される。

【0051】

50

図5は、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用して第1及び第2加熱部の間に形成されたpn接合を示す図である。図5に示された構成要素のうち、図1aないし図1cに示された構成要素と同じ構成要素に対しては同じ図面符号を付し、それに関する具体的な説明は省くことにする。

【0052】

第1及び第2加熱部21、31が交差する領域、すなわち、第1及び第2加熱部21、31の間にp-型物質層41及びn-型物質層42を形成することでpn接合40を形成することができる。p-型物質層41及びn-型物質層42は、マイクロヒーターアレイ101への電圧印加時における第1及び第2加熱部21、31の少なくとも一つから発生する発熱を利用して形成することができる。なお、p-型物質層41及びn-型物質層42が逆になってnp接合を形成することもできる。

10

【0053】

図1aないし図1cにおいて説明したように、複数個の第1マイクロヒーター20及び第2マイクロヒーター30は独立してそれぞれ駆動され得る。上記複数個の第1マイクロヒーター20及び/または複数個の第2マイクロヒーター30を駆動させて第1加熱部21及び第2加熱部31の間にpn接合40を形成することができる。また、複数個の第1マイクロヒーター20及び第2マイクロヒーター30を順次駆動させて第1加熱部21の第2領域A2にp-型物質層41を形成し、第2加熱部31の第2領域A2にn-型物質層42を形成することで、第1及び第2加熱部21、31の間にpn接合40を形成することもできる。図5では、複数個の第1マイクロヒーター20への電圧印加時における加熱部21からの発熱を利用してpn接合を形成した例を示している。また、複数個の第1マイクロヒーター20の各々に含まれた第1加熱部21は、独立して発熱し得るため、第1及び第2加熱部21、31の交差領域の一部だけにpn接合40を形成することができる。

20

【0054】

上記第1加熱部21の第2領域A2における局所において相対的に高温のヒーティングが可能であるため、上記第1加熱部21のうちの第2領域A2にp-型物質層41及びn-型物質層42を形成することでpn接合40を形成させることができる。上記第1及び第2加熱部21、31の第2領域A2において第1及び第2加熱部21、31が互いに交差するため、上記第1及び第2加熱部21、31の交差領域においてpn接合40が形成され得るのである。

30

【0055】

図6は、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してpn接合部を形成する過程を説明するための図である。図6に示されたマイクロヒーターアレイは、説明の便宜上、図1aに示されたマイクロヒーターを簡略化したものである。図7aないし図7cは、図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に、第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する事例を説明するための図である。

【0056】

図6及び図7aないし図7cを参照すれば、本発明の一実施の形態によるpn接合の形成方法は次のとおりである。マイクロヒーターアレイ101をチャンバ210内に備えることができる。外部の電源部220によって第1及び第2マイクロヒーター20、30の一方側に電圧を印加することができ、第1マイクロヒーター20に電圧を印加して第1加熱部21を相対的に高温にヒーティングすることができる。上記第1加熱部21は、相対的に高温にて発熱して通常の可視光線及び/または赤外線形態の輻射熱を放出することができる。

40

【0057】

上記チャンバ210の外部から上記チャンバ210に連結された第1ガス供給管230を介して上記チャンバ210内部へソースガス及びp-型ドーピングガスを注入して、図7aに示されたように、第1加熱部21にp-型物質層41を成長させることができる。上記チャンバ210内部に注入されたソースガス及びp-型ドーピングガスが相対的に高

50

温の第1加熱部21において直接反応を起こしてp-型物質層41に成長され得る。工程条件によって、第1加熱部21の発熱温度、ガスの種類及び加熱時間によってp-型物質層41の成長領域を調節することができる。例えば、p-型物質層41を第1加熱部21の上部だけに成長させるか、第1加熱部21の上面及び/または下面に成長させることもできる。また、第1加熱部21における第1支持体22と接触しない第2領域において相対的に高温の発熱が可能であるため、p-型物質層41は、主に第1加熱部21の第2領域に成長され得る。

【0058】

次いで、第1加熱部21のヒーティング状態を保持しつつ、上記チャンバ210の外部から上記チャンバ210に連結された第2ガス供給管240を介して上記チャンバ210内部へソースガス及びn-型ドーピングガスを注入して、図7bに示されたように、p-型物質層41と第2加熱部31の間にn-型物質層42を成長させることができる。上記チャンバ210内部に注入されたソースガス及びn-型ドーピングガスが相対的に高温の第1加熱部21上で直接反応を起こして上記p-型物質層41上において成長され得る。その結果、上記第1及び第2加熱部21、31の間にpn接合40を形成することができる。また、n-型物質層42を形成するために、上記第1マイクロヒーター20に電圧を印加することなく上記第2マイクロヒーター30に電圧を印加することによる上記第2加熱部31からの発熱を利用してn-型物質層42を成長させることもできる。

【0059】

図7cに示されたように、pn接合40を形成した後、上記p-型物質層41とn-型物質層42をアニーリングする過程をさらに施してもよい。アニーリングにより上記p-型物質層41及びn-型物質層42の結晶化が完全でない非晶質薄膜の場合は、後熱処理を施してp-型物質層41及びn-型物質層42を結晶化させることができる。また、pn接合40と上記第1及び第2加熱部21、31間の接触抵抗を低減させることができる。上記アニーリング過程は、第1及び第2マイクロヒーター20、30を同時にまたは別個に駆動し、上記第1及び第2加熱部21、23の少なくとも一つから発生する相対的に高温の熱を利用して施すことができる。上記チャンバ210の下部には、スクラバー250が備えられており、p-型物質層41及び/またはn-型物質層42の形成後、チャンバ210の内部に残留しているガスを吸い込んで中和させることができる。

【0060】

例えば、上記マイクロヒーターアレイ101を利用してSi pn接合を形成する場合、 SiH_4 をSiのソースガスとして使用し、p-型物質層の成長時は B_2H_6 をp-型ドーピングガスとして使用し、n-型物質層の成長時は PH_3 をn-型ドーピングガスとして使用することができる。または、GaN pn接合を金属有機ソースで形成する場合は、TMGa、 NH_3 をGaN形成のためのソースガスとして使用し、p-型物質層の成長時はp-型ドーピングガスとして Cp_2Mg を使用し、n-型物質層の成長時は SiH_4 をn-型ドーピングガスとして使用することができる。

【0061】

以上、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイ101を利用してpn接合を金属有機化学蒸着法(Metal organic chemical vapor deposition、MOCVD)にて形成した例を説明した。本発明によるマイクロヒーターアレイを利用する場合、通常のCVDとは異なって、チャンバ内部の温度、特に基板の温度を低温に保持しつつ、pn接合が形成される第1及び第2加熱部だけを局所的に相対的に高温にヒーティングすることができる。それにより、ガラス基板上に相対的に高温のヒーティングを要求する高品質のpn接合を形成することができる。高品質のpn接合とは、例えば、マイクロ結晶またはポリ結晶構造を有するpn接合のように結晶性に優れたpn接合のことをいう。また、pn接合を形成するためにプラズマや複雑な加熱機構を不要とするため、工程チャンバを単純化することができる。且つpn接合素子の製造コストを下げることができる。

【0062】

10

20

30

40

50

例えば、発光ダイオード (Light emitting diode: LED) に利用される単結晶 GaN を成長させるためには、約 1000 の成長温度が要求される。ガラス基板を使用する場合、550 以上で軟化するためそれ以下の温度で GaN を成長させる必要があるが、その温度では高品質の単結晶 GaN を成長させることが難しい。したがって、かかる相対的な高温のヒーティング条件のため、使用可能な基板がシリコンウェハー、Al₂O₃ 基板、SiC 基板などと高価の基板に制限されてしまい、ガラス基板を使用することができなくなることもある。このため、大面積にわたって p n 接合を形成し難くなり、LED を面光源やディスプレイの光源として使用するのに限界があった。

【0063】

しかし、本発明によるマイクロヒーターアレイを利用して p n 接合を形成する場合、ガラス基板の温度を相対的に低温に保持することができるため、ガラス基板上に高品質の単結晶 GaN p n 接合を形成させることができる。それによって大面積の GaN p n 接合を形成することができ、このような GaN p n 接合で LED 面光源を実現することができる。また、これを大面積ディスプレイの光源として利用することができる。結果的に高効率、長寿命の LED ディスプレイの実現が可能である。また、第 1 及び第 2 加熱部 21、31 からの高温の発熱を利用して p n 接合を第 1 及び第 2 加熱部 21、31 上に直接成長させることができるため、p n 接合素子の製作が容易となる。

【0064】

図 8 a ないし図 8 c は、図 6 に示された III - III' 線に沿う断面を基準に、第 1 及び第 2 加熱部の間に p n 接合を形成する他の例を説明するための図である。図 8 a ないし図 8 c に示された構成要素のうちの図 7 a ないし図 7 c に示された構成要素と同じ構成要素に対しては同じ図面符号を付し、それに関する具体的な説明は省くことにする。

【0065】

本実施の形態では、p n 接合を形成する前に第 1 及び第 2 加熱部 21、31 の一部分に触媒層 51 を形成してナノワイヤ形態の p n 接合を形成する例を説明する。本実施の形態による p n 接合形成過程は、p n 接合を形成する前に別途のチャンバで触媒層を形成する過程を含むことを除いては、図 7 a ないし図 7 c で説明された p n 接合形成過程と同じであってよい。

【0066】

別途のチャンバで第 1 及び第 2 加熱部 21、31 のうちの p n 接合を形成したい部分に触媒層 51 を形成することができる。触媒層 51 を形成した後、ナノワイヤ形態の p n 接合を第 1 及び第 2 加熱部 21、31 のうちの特定の領域に形成させることができる。図 8 a に示されたように、上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 が交差する領域における第 1 加熱部 21 の上面に触媒層 51 を形成することができる。上記触媒層 51 は、別途の工程、一例として、スパッタリングや、電子ビーム蒸着法などの蒸着法によって形成すればよい。

【0067】

上記触媒層 51 が形成されたマイクロヒーターアレイ 101 をチャンバ 210 の内部に備えることができる。図 6 及び図 8 b に示されたように、第 1 マイクロヒーター 20 に電圧を印加することで第 1 加熱部 21 を相対的に高温にヒーティングした状態で、上記チャンバ 210 内部へソースガス及び p - 型ドーピングガスを注入して第 1 加熱部 21 の触媒層 51 上にナノワイヤ形態の p - 型物質層 41 を成長させることができる。第 1 加熱部 21 のヒーティング状態を保持しつつ、上記チャンバ 210 内部へソースガス及び n - 型ドーピングガスを注入して図 8 c に示されたような p - 型物質層 41 と第 2 加熱部 31 の間にナノワイヤ形態の n - 型物質層 42 を成長させることができる。上記第 1 及び第 2 加熱部 21、31 の間にナノワイヤ形態の p n 接合 40 が形成され得る。上記電圧が印加された第 1 加熱部 21 は、発熱することで通常、可視光線及び/または赤外線形態である輻射熱を放出することができる。約 500 以上の温度になれば、ナノ構造の p n 接合が形成され得る。触媒層を利用してナノワイヤ形態の p n 接合を形成した例として、炭素ナノチューブ (carbon nano-tube; CNT) を利用した p n 接合素子または Ga

10

20

30

40

50

Nナノワイヤpn接合素子などがある。

【0068】

pn接合を利用してCNTを形成する場合、Ni、Fe、Invarなどの触媒を利用して触媒層51を形成することができる。次いで、チャンバ内部にマイクロヒーターアレイを備え、CNTの成長のためにアセチレン(C_2H_2)とアルゴン(Ar)を投入すればよい。その後、p-型ドーピング物質とn-型ドーピング物質をチャンバ内に順次投入すればよい。

【0069】

一方、本発明の他の実施の形態によるpn接合の形成方法における、pn接合を形成する前に別途の工程において、上記第1及び第2加熱部の一部分にバッファ層を形成する過程をさらに含んでよい。例えば、ガラス基板上にGaNのpn接合を形成する場合、GaNとガラス基板との格子不整合(lattice mismatch)によってGaNの完全な単結晶成長が難しいことがある。したがって、第1及び第2加熱部21、31上にバッファ層を形成した後、上記バッファ層上にpn接合GaNを成長させると、例えば、ガラス基板とGaNとの格子不整合を緩和させてエピタキシャル成長を可能にする。これにより、高品質のポリ-GaNを得ることができる。バッファ層は、GaNと格子整合する物質を薄膜形態でガラス基板上に形成し特定の方向に配向してなるものであって、GaNもバッファ層の配向方向によってエピタキシャル成長が可能になる。例えば、第1加熱部21上にZnO薄膜をスパッタリングなどの蒸着法にて[0001]面の特定の配向性を有するように形成すれば、GaNもこれに応じて[0001]面に特定の配向性を有するように成長可能になる。これにより、マイクロヒーターアレイの基板10としてSiC、GaNなどの単結晶基板を使用することなく、低廉で且つ用意し易いガラス基板を使用して高品質のGaNを形成することができ、これをLEDに使用することができる。

【0070】

図9は、図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に、第1及び第2加熱部の間に $In_xGa_{1-x}N$ 層を含むpn接合を形成するまた他の例を説明するための断面図である。本実施の形態では、p-型物質層41及びn-型物質層42の間に $In_xGa_{1-x}N$ 層45を形成する段階をさらに含む。

【0071】

図6及び図9を参照すれば、第1加熱部21上にp-型物質層41を形成した後、p-型物質層41上に $In_xGa_{1-x}N$ 層45を形成することができる。このためにTMIn、TEGa、及びNH₃をチャンバ210内部へそれぞれ供給する別途のガス供給管をチャンバ210の外部に備えることができる。TMIn、TEGa、及びNH₃を、 $In_xGa_{1-x}N$ 層を形成するためのIn、Ga及びNのソースとしてそれぞれ使用すればよい。チャンバ210内部へそれぞれ注入されるTMIn、TEGa、及びNH₃の供給量を調節して各種の組成比を有する $In_xGa_{1-x}N$ 層45を形成することができる。

【0072】

次いで、 $In_xGa_{1-x}N$ 層45と第2加熱部31との間にn-型物質層42を形成することで $In_xGa_{1-x}N$ 層45を有するpn接合を形成することができる。 $In_xGa_{1-x}N$ 層は、x値によってIn、Ga及びNの組成が変わり、 $In_xGa_{1-x}N$ 層の組成比によって他の波長の光を放出することができる。したがって、p-型物質層41とn-型物質層42との間に $In_xGa_{1-x}N$ 層45を形成することにより、pn接合から放出される光の波長を調節することでレッド、グリーン、ブルーを含めた各種のカラーを実現することができる。その結果、 $In_xGa_{1-x}N$ 層45を有するpn接合素子をディスプレイに適用する場合、カラーを実現するための別途の素子を有することなく各種のカラーを実現することができるため、ディスプレイ素子の軽量化及び薄型化に貢献することができる。

【0073】

図10は、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してHVPE(

10

20

30

40

50

Halide vapor phase epitaxy)法にてGaN pn接合を形成する過程を説明するための図である。図10に示されたマイクロヒーターアレイは、説明の便宜上、図1aに示されたマイクロヒーターを簡略に示したものである。図10を参照すれば、チャンバ310内部にGa金属が収められた反応器320と、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイ101を備えることができる。上記チャンバ310として石英管を使用すればよく、上記チャンバ310の外部には、上記チャンバ310内部へHCl、NH₃、SiH₄、Cp₂Mg(cyclopentadienyl magnesium)をそれぞれ供給する供給管が連結されてよい。

【0074】

HClを反応器320内部へ供給し、600ないし900の温度範囲、例えば800でGa金属と反応させてGaのソースであるGaCl₂を得ることができる。チャンバ310の外部に設けられた電源部330から第1マイクロヒーター20に電圧を印加して第1加熱部21をヒータリングさせることができる。次いで、GaNのNのソースとしてNH₃を、p-型ドーピングガスとしてCp₂Mgをチャンバ310内部へそれぞれ注入してp-型GaN層を第1加熱部21上に形成することができる。

【0075】

第1加熱部21のヒータリング状態を保持しつつ、NのソースとしてNH₃、n-型ドーピングガスとしてSiH₄をチャンバ310内部へそれぞれ注入してn-型GaN層をp-型GaN層と第2加熱部31との間に形成することができる。その結果、第1及び第2加熱部21、31の間にGaN pn接合が形成され得る。GaN pn接合を形成する過程において、基板10の温度を約80に保持しつつ、第1加熱部21を相対的に高温にヒータリングすることができる。これにより、ガラス基板上にpn接合GaNを形成することができる。

【0076】

図11aないし図11cは、本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してHVPE法にて形成されたポリ-GaNを示す写真である。例えば、HVPE法を用いてGaNを形成する場合、工程条件を変えて第1加熱部の上面にGaNを形成するか、または第1加熱部の上下両面にGaNを形成することができる。一例として、第1加熱部21上に発熱温度550で、5分間非晶質GaNを成長させた場合、第1加熱部21の上面に非晶質GaNが形成され得る。また、第1加熱部21のうちの相対的に高温でヒータリングされる第2領域に形成された非晶質GaNの厚さが、相対的に温度の低い第1領域に形成された非晶質GaNの厚さより大きくてよい。

【0077】

また、HVPE法を用いてポリ-GaNを第1加熱部21の温度1000で、8分間成長させた場合、図11aに示されたように、第1加熱部の上下両面にポリ-GaNが成長され得る。図11bは、図11aに示されたポリ-GaNの各結晶を示す写真であり、図11cは、ポリ-GaNの各結晶のSAD(Selected area diffraction pattern)を示す写真である。図11cに示されたように、ポリ-GaNの各結晶が単結晶を有し得る。

【0078】

図12は、図5に示されたII-II'線に沿う断面図である。図12に示されたように、第1及び第2加熱部21、31の間に形成されたp-型物質層41及びn-型物質層42によってpn接合40が形成され得る。上記p-型物質層41と接する第1加熱部21及びn-型物質層42と接する第2加熱部21に順方向バイアスを印加すると、pn接合40から光が放出され得る。これにより、本発明によるマイクロヒーターアレイ101と上記pn接合40を利用してLED、光ダイオード(Photo diode)などの電子素子を実現することができる。pn接合40から発生した光を放出させるために、図12に示されたように第2加熱部31に開口部33を形成するか、または第2加熱部31を透明電極物質で形成すればよい。

【0079】

10

20

30

40

50

また、本発明によるマイクロヒーターアレイ及びpn接合を利用したLEDをディスプレイなどの電子装置にLED面光源として適用することができる。さらには、第1及び第2加熱部21、31上にp-型物質層41及びn-型物質層42を直接成長させることができるため、pn接合40の形成後、第1及び第2加熱部21、31をpn接合40に電圧を印加する電極として使用することができる。これにより、別途の電極層を備える必要がなくなるため、ディスプレイの薄型化及び軽量化が可能となる。本発明によるマイクロヒーターアレイ及びpn接合は、太陽電池にも利用することができる。この場合、第2加熱部31の開口部33から光をpn接合40に照射すればよい。このように、本発明によるマイクロヒーターアレイ及びこれを利用して形成されたpn接合は、pn接合を利用する各種の電子装置に利用することができる。

10

【0080】

図13aないし図13dは、本発明の他の実施の形態によってpn接合を形成する過程を説明するための図である。図13aは、本発明の他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す平面図であり、図13bは、図13aに示されたIV-IV'線に沿う断面図である。図13a及び図13bを参照すれば、本実施の形態で利用されるマイクロヒーターアレイ111は、基板110と、この基板110上に互いに交互に並設される第1マイクロヒーター120、及び第2マイクロヒーター130とを含んでなる。

【0081】

第1マイクロヒーター120は、第1加熱部121及び第1支持体122を含んでよい。上記第1加熱部121は、上記基板110と離間して存在し、第1方向に延びてよい。上記第1支持体122は、上記基板110と上記第1加熱部121との間に部分的に備えられて上記第1加熱部121を支持することができる。

20

【0082】

上記第2マイクロヒーター130は、上記第1マイクロヒーター120と同様に第2加熱部131及び第2支持体132を含んでよい。上記第2加熱部131は、上記基板110と離間して存在し、上記第1加熱部121と並んで備えられてよい。上記第2支持体132は、上記基板110と上記第2加熱部131との間に部分的に備えられて上記第2加熱部131を支持することができる。

【0083】

上記第1及び第2加熱部121、131の各々は、第1領域A1及び第2領域A2に区画することができる。上記第1領域A1は、上記第1及び第2加熱部121、131と上記第1及び第2支持体122、132がそれぞれ接触する接触領域CAに対応することができ、上記第2領域A2は、上記第1領域A1の間にそれぞれ存在することができる。上記第1及び第2加熱部121、131の第1領域A1より第2領域A2で相対的に高温の発熱が可能である。

30

【0084】

図13a及び図13bに示されたように、第1マイクロヒーター120及び第2マイクロヒーター130は、第1加熱部121の第1領域A1及び第2領域A2と第2加熱部131の第1領域A1及び第2領域A2が互いにそれぞれ隣接するように並設されてよい。

【0085】

本実施の形態による第1及び第2加熱部121、131は、図1a及び図1bに示された第1加熱部21自体と同じ形状及び構造を有すればよい。したがって、本実施の形態による第1及び第2加熱部121、131に関する具体的な説明は省くことにする。

40

【0086】

図13cは、図13a及び図13bに示されたマイクロヒーターアレイを利用して第1及び第2加熱部の間に形成されたpn接合を示す平面図であり、図13dは、図13cに示されたV-V'線に沿う断面図である。

【0087】

上記マイクロヒーターアレイ110への電圧印加時に発生する第1及び第2加熱部121、131からの発熱を利用して図13c及び図13dに示されたように、上記第1及び

50

第2加熱部121、131にp-型物質層41及びn-型物質層42をそれぞれ形成することで上記第1及び第2加熱部121、131の間にpn接合40を形成する過程を説明する。

【0088】

図6で説明したように、MOCVD法を用いてpn接合を形成した例を説明する。図6に示されたマイクロヒーターアレイ101に代えて本実施の形態によるマイクロヒーターアレイ111をチャンバ(図示せず)内に備えることができる。上記第1マイクロヒーター120に電圧を印加することで第1加熱部121を相対的に高温に発熱させることができる。上記チャンバ内部へソースガス及びp-型ドーピングガスを注入して第1加熱部121にp-型物質層41を成長させることができる。第1マイクロヒーター120への電圧印加を止め、上記第2マイクロヒーター130に電圧を印加して第2加熱部131を相対的に高温に発熱させることができる。上記チャンバ内部へソースガス及びn-型ドーピングガスを注入して上記p-型物質層41と接するn-型物質層42を第2加熱部131に成長させることができる。上記第1及び第2加熱部121、131の各々の第2領域A2で相対的に高温の発熱が可能であるため、上記p-型物質層41は、主に上記第1加熱部121の第2領域A2にそれぞれ形成され、上記n-型物質層42は、上記第2加熱部131の第2領域A2にそれぞれ形成され得る。上記p-型物質層41及びn-型物質層42をそれぞれ形成する過程において、加熱温度及び成長時間などをそれぞれ調節して、互いに隣接する第1及び第2加熱部121、131の間でp-型物質層41及びn-型物質層42を成長させることができる。その結果、上記第1及び第2加熱部121、131の間にpn接合40が形成され得る。また、pn接合40を形成した後、上記第1及び第2加熱部121、131の少なくとも一つに電圧を印加することで上記p-型物質層41とn-型物質層42に対し後熱処理を施すことができる。

【0089】

第1及び第2加熱部121、131にp-型物質層41とn-型物質層を直接成長させることができるため、pn接合40を形成した後に第1及び第2加熱部121、131に順方向バイアスを印加してpn接合40から光を放出させることができる。したがって、一実施の形態によるマイクロヒーターアレイ111及び上記マイクロヒーターアレイ111を利用して形成されたpn接合40を利用してLEDなどの電子素子を実現することができる。

【0090】

一実施の形態によるマイクロヒーターアレイは、大面積のpn接合を要する大面積の装置などに有利に適用することができる。また、一実施の形態では、pn接合の形成時における基板温度を相対的に低温または常温近傍にすることができるため、pn接合をガラス基板、プラスチック基板などに実現可能である。例えば、GaN pn接合を利用したLEDなどをシステム・オン・ガラス(SOG)、システム・オン・プラスチック(SOP)の基盤になるガラス上に実現可能である。

【0091】

以上、本発明を上述した実施の形態に関連して説明したが、本発明の要旨と範囲を逸脱することなく各種の修正や変形が可能である。したがって、特許請求の範囲は、本発明の要旨に属するかかる修正や変形を含むものである。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1a】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す斜視図である。

【図1b】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す平面図である。

【図1c】図1bに示されたI-I'線断面図である。

【図2a】本発明の他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す図である。

【図2b】本発明の他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す図である。

【図3a】本発明のまた他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す平面図である。

10

20

30

40

50

【図3 b】図3 aに示されたマイクロヒーターアレイの発熱状態を示すCCDイメージである。

【図4 a】図1 aないし図1 cに示された本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイの製造方法を説明する断面図である。

【図4 b】図1 aないし図1 cに示された本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイの製造方法を説明する断面図である。

【図4 c】図1 aないし図1 cに示された本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイの製造方法を説明する断面図である。

【図4 d】図1 aないし図1 cに示された本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイの製造方法を説明する断面図である。

10

【図4 e】図1 aないし図1 cに示された本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイの製造方法を説明する断面図である。

【図5】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用して第1及び第2加熱部の間に形成されたpn接合を示す図である。

【図6】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してpn接合部を形成する過程を説明するための図であって、同図に示されたマイクロヒーターアレイは説明の便宜のために図1 aに示されたマイクロヒーターを簡略に示している。

【図7 a】図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する事例を説明するための図である。

【図7 b】図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する事例を説明するための図である。

20

【図7 c】図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する事例を説明するための図である。

【図8 a】図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する他の例を説明するための図である。

【図8 b】図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する他の例を説明するための図である。

【図8 c】図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する他の例を説明するための図である。

【図9】図6に示されたIII-III'線に沿う断面を基準に第1及び第2加熱部の間にpn接合を形成する他の例を説明するための図である。

30

【図10】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してHVPE(Halide vapor phase epitaxy)法にてGaN pn接合を形成する過程を説明するための図である。

【図11 a】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してHVPE法にて形成されたポリ-GaNを示す写真である。

【図11 b】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してHVPE法にて形成されたポリ-GaNを示す写真である。

【図11 c】本発明の一実施の形態によるマイクロヒーターアレイを利用してHVPE法にて形成されたポリ-GaNを示す写真である。

40

【図12】図5に示されたII-II'線に沿う断面図である。

【図13 a】本発明の他の実施の形態によるマイクロヒーターアレイを示す平面図である。

【図13 b】図13 aに示されたIV-IV'線に沿う断面図である。

【図13 c】図13 a及び図13 bに示されたマイクロヒーターアレイを利用して第1及び第2加熱部の間に形成されたpn接合を示す平面図である。

【図13 d】図13 cに示されたV-V'線に沿う断面図である。

【符号の説明】

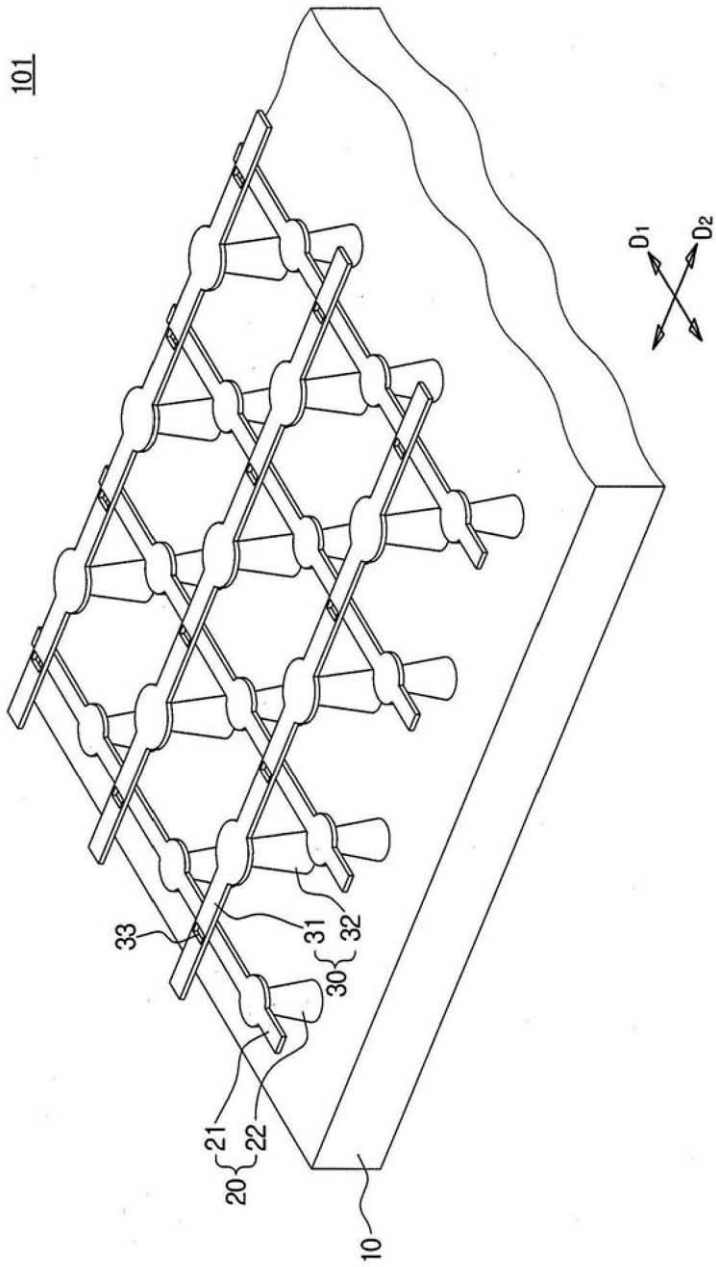
【0093】


20、20' 第1マイクロヒーター、

50

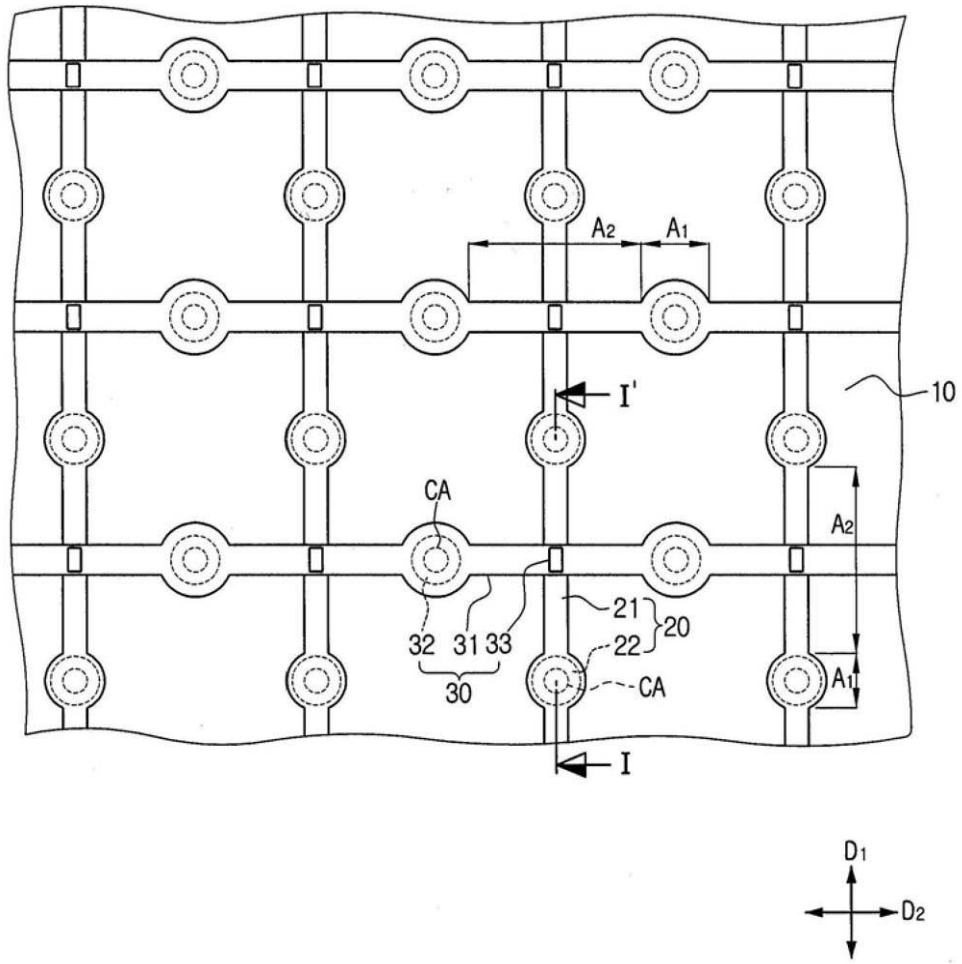
- 2 1、2 5 第 1 加熱部、
- 2 2、2 6 第 1 支持体、
- 3 0、3 0 ' 第 2 マイクロヒーター、
- 3 1、3 5 第 2 加熱部、
- 3 2、3 6 第 2 支持体、
- 4 0 p n 接合、
- 4 1 p - 型物質層、
- 4 2 n - 型物質層、
- 4 5 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層、
- 5 1 触媒層、
- 1 0 1 ~ 1 0 3 マイクロヒーターアレイ。

【図 1 a】

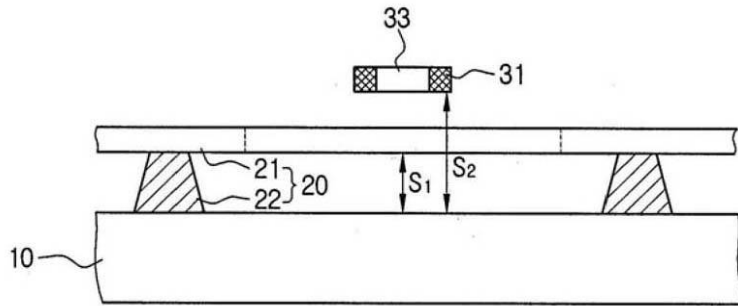


【 1 b】

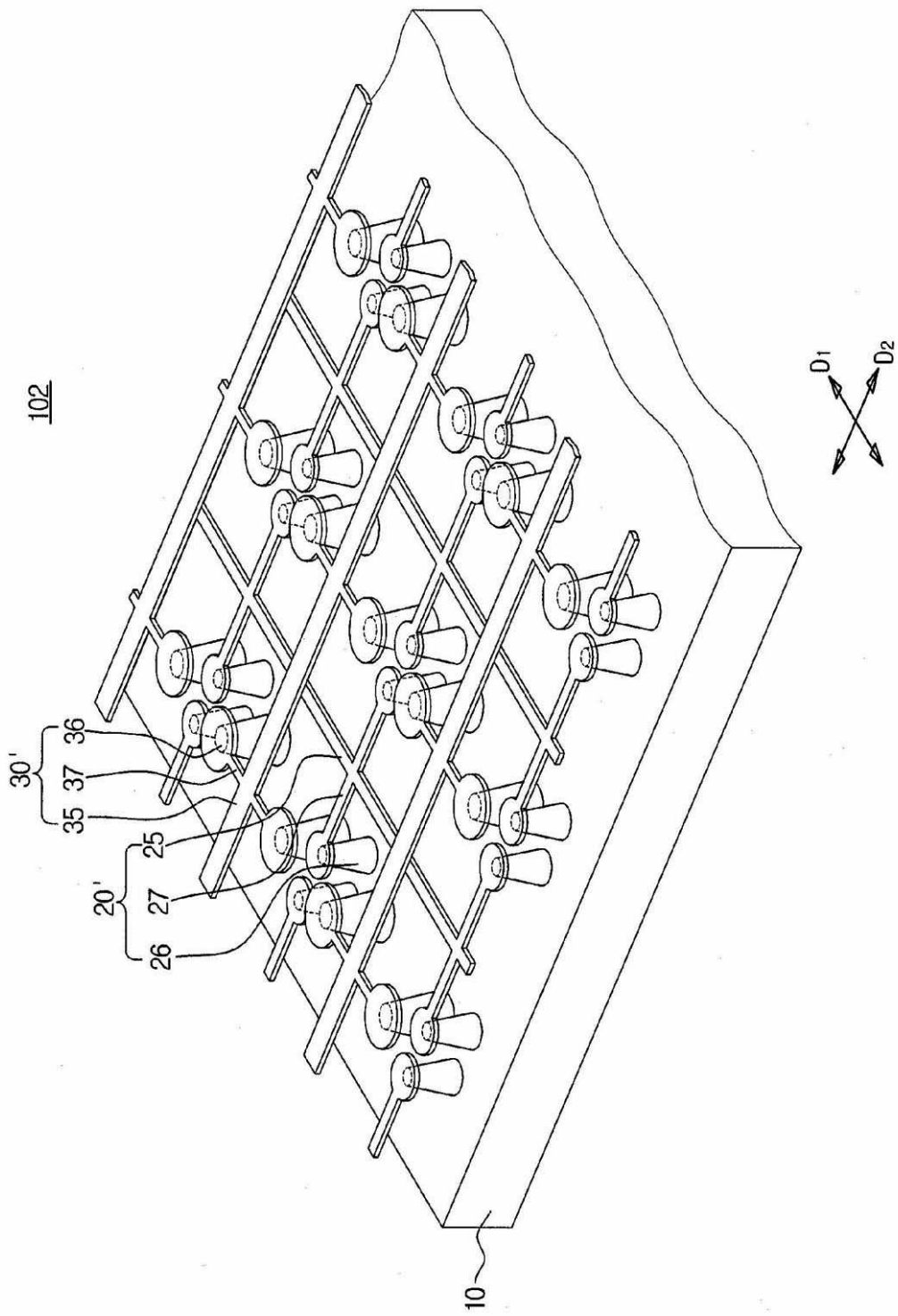
101



【図 1 c】

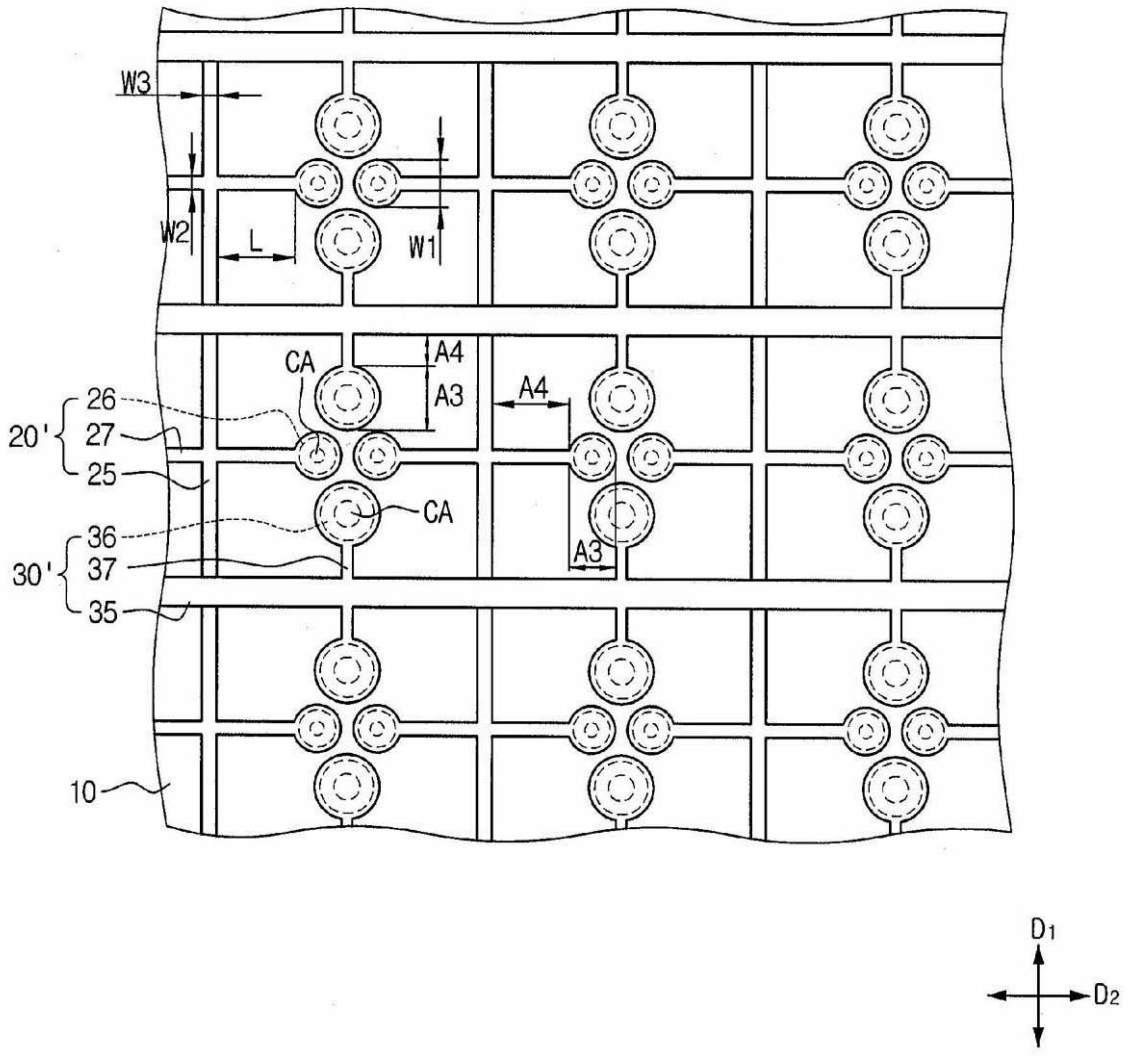


【図 2 a】



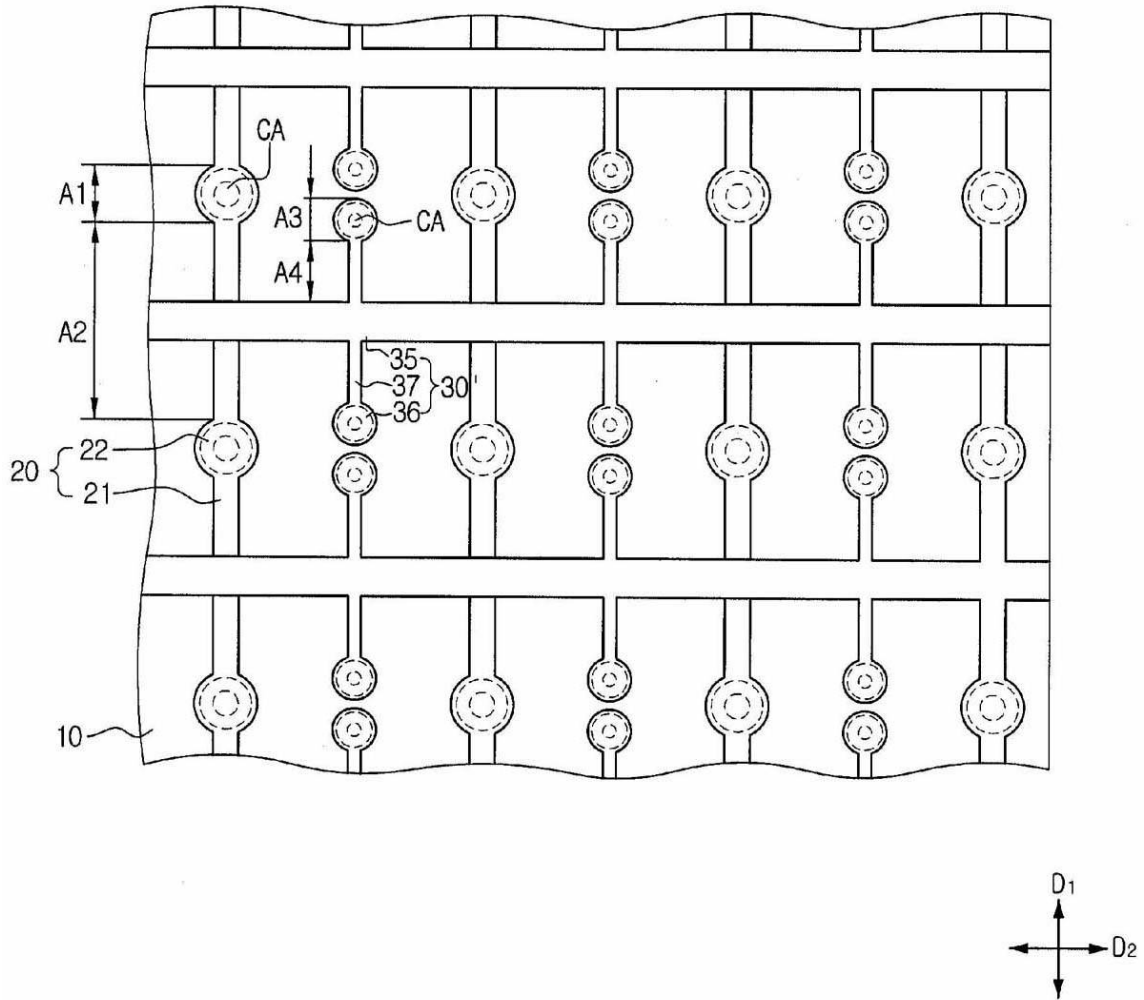
【 図 2 b 】

102

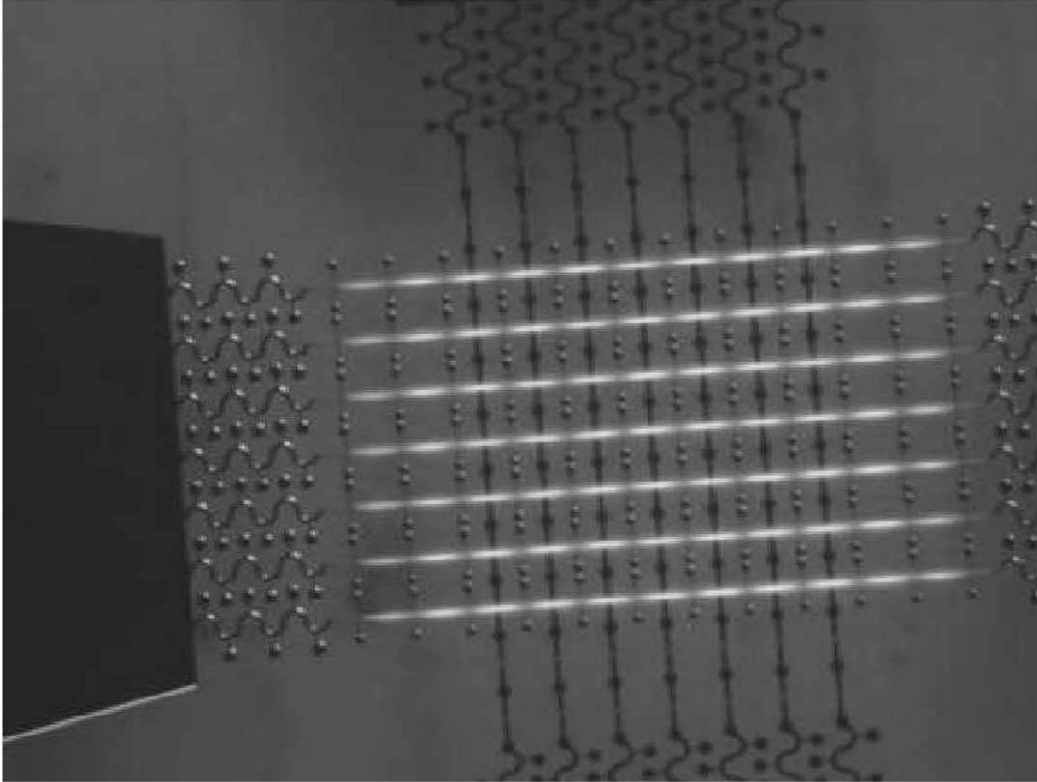


【 図 3 a 】

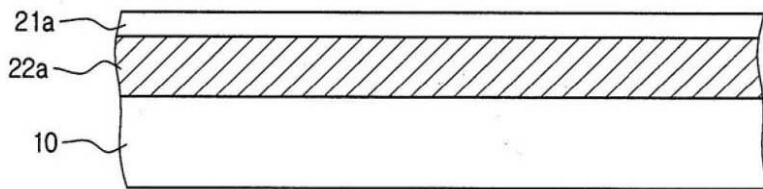
103



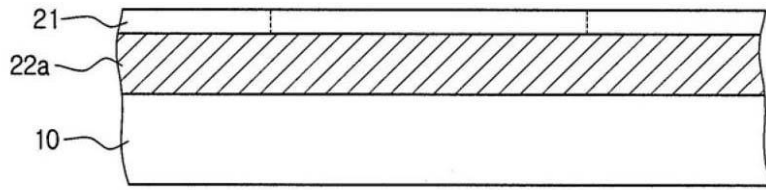
【 図 3 b 】



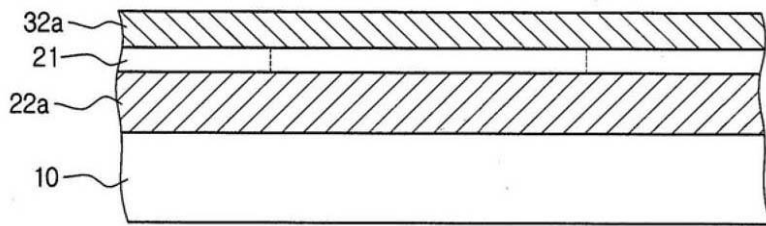
【 図 4 a 】



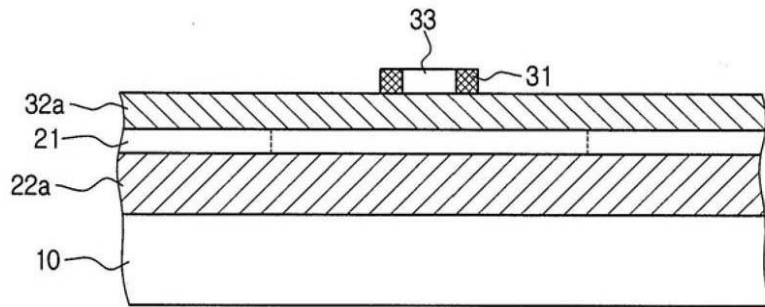
【 図 4 b 】



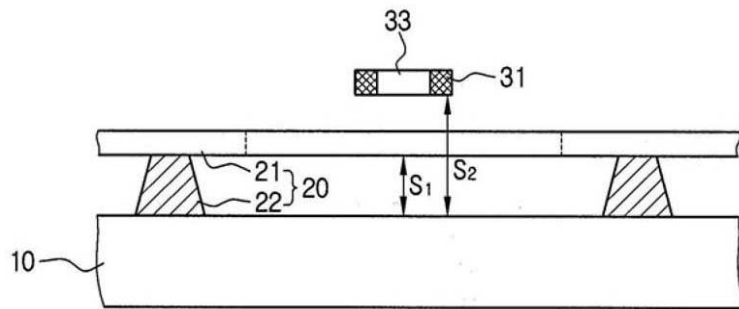
【 図 4 c 】



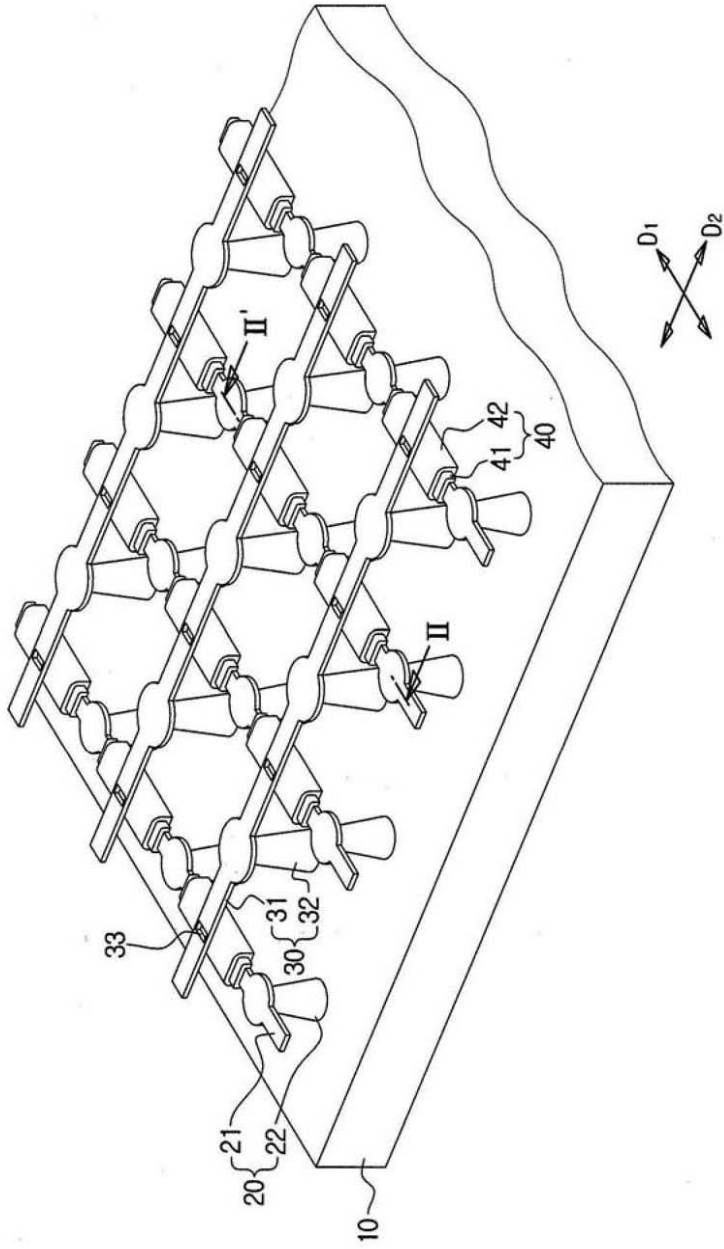
【 図 4 d 】



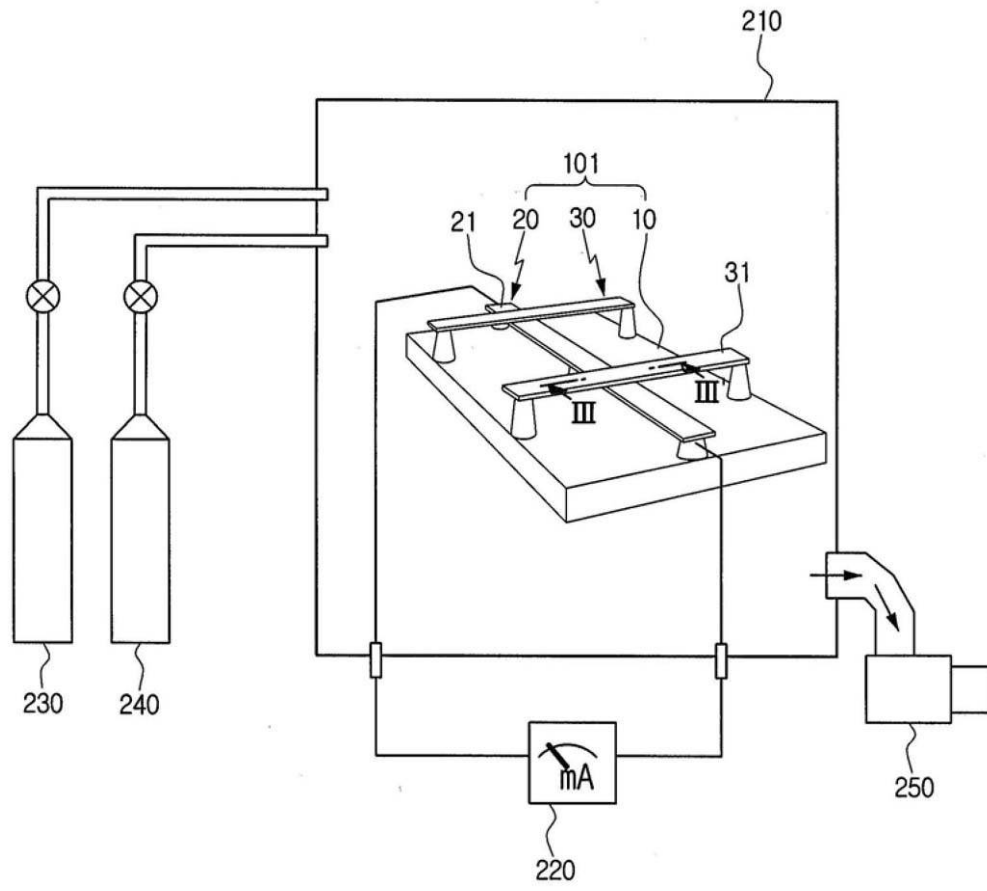
【 図 4 e 】



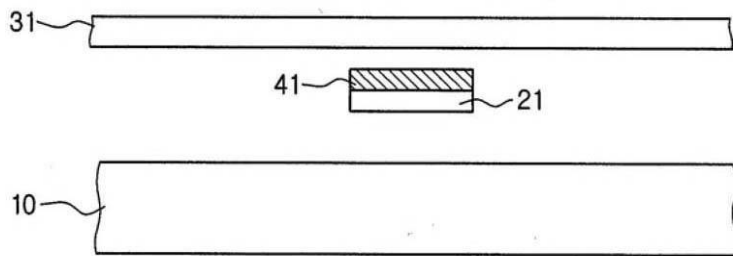
【図5】



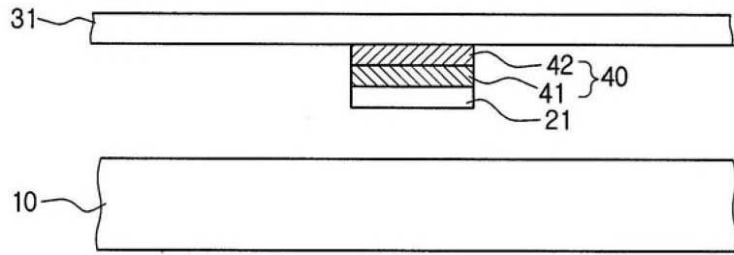
【 図 6 】



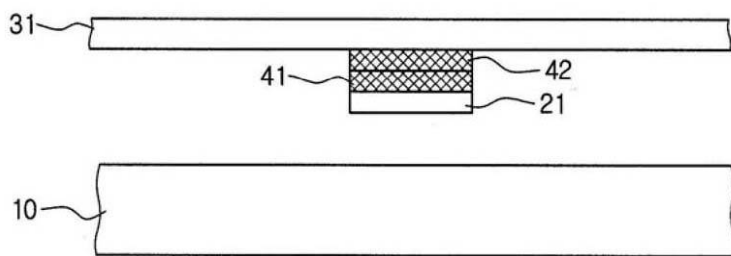
【 図 7 a 】



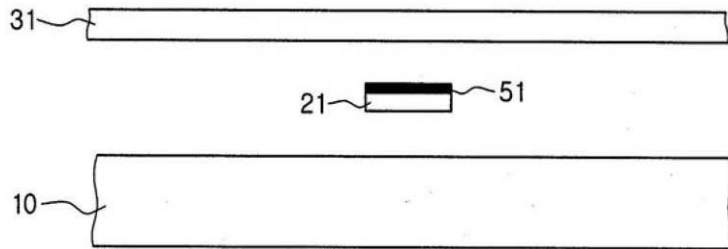
【 図 7 b 】



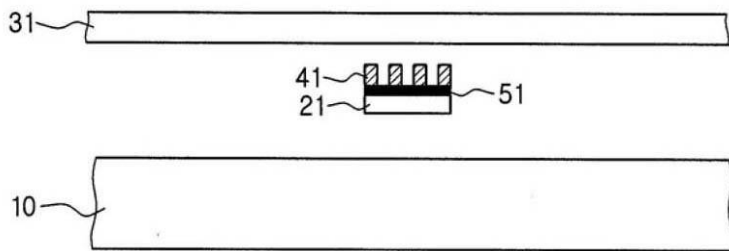
【 図 7 c 】



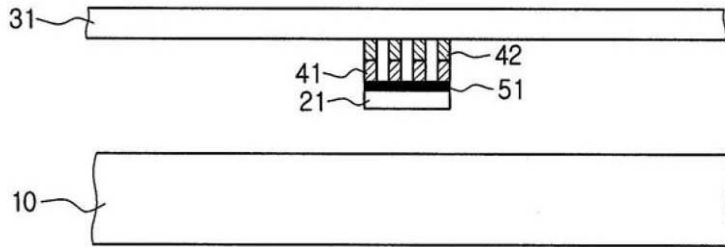
【 図 8 a 】



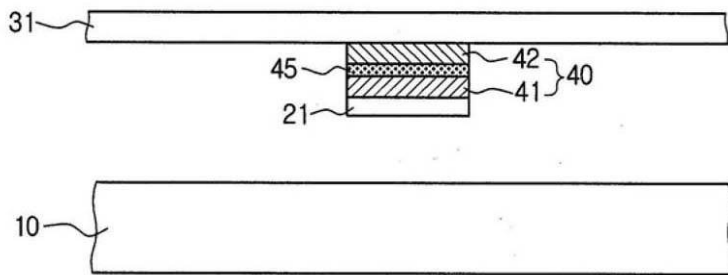
【 図 8 b 】



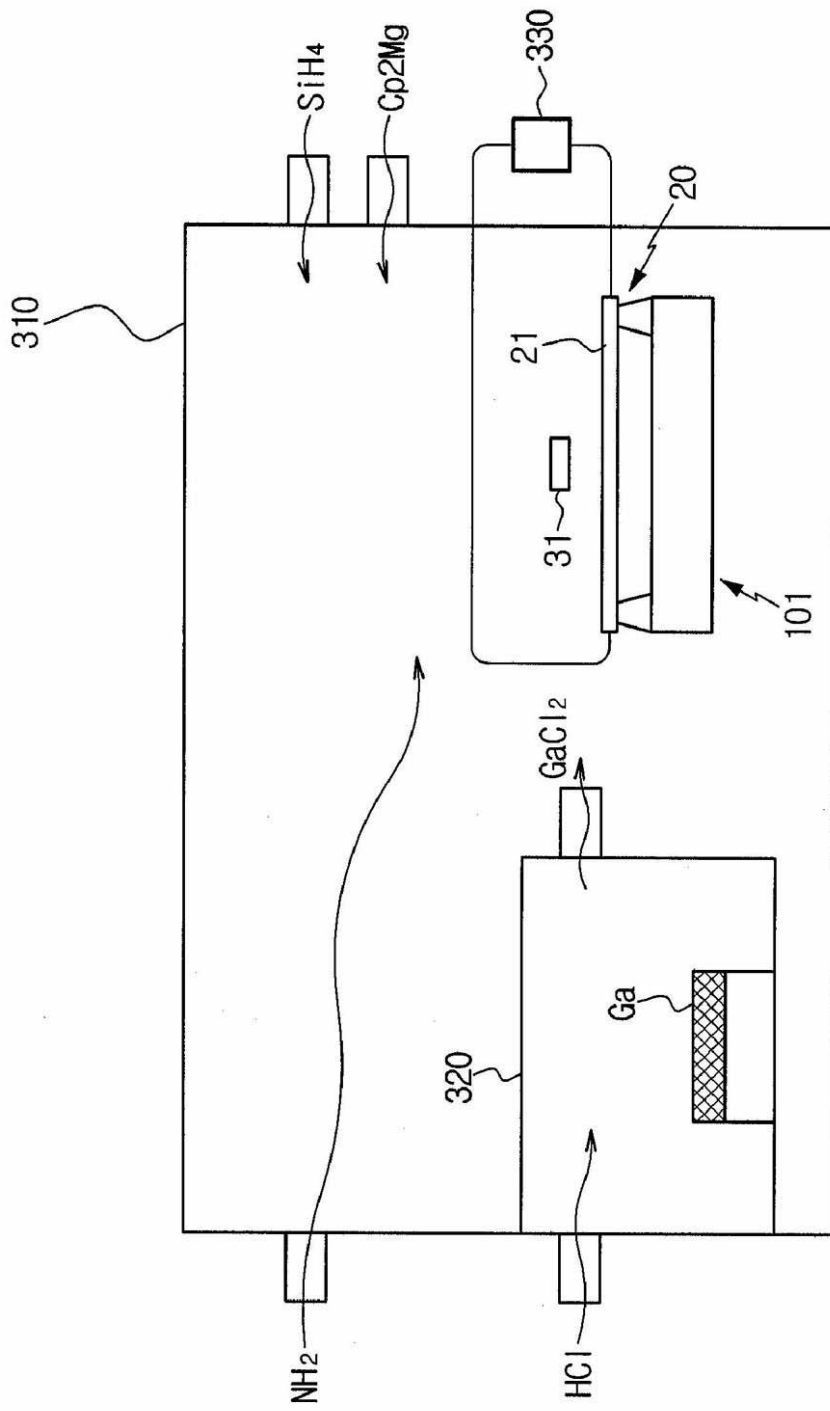
【 図 8 c 】



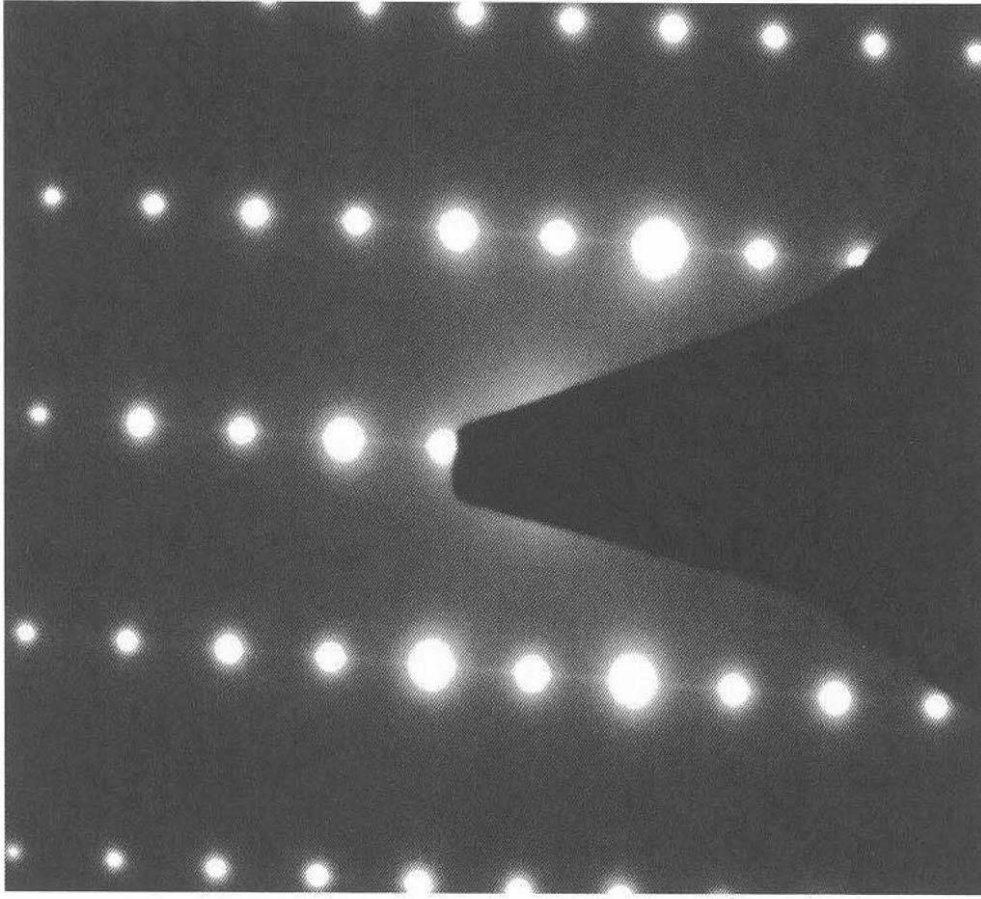
【 図 9 】



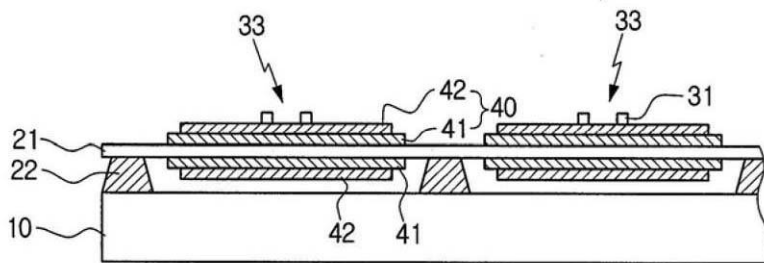
【 図 1 0 】



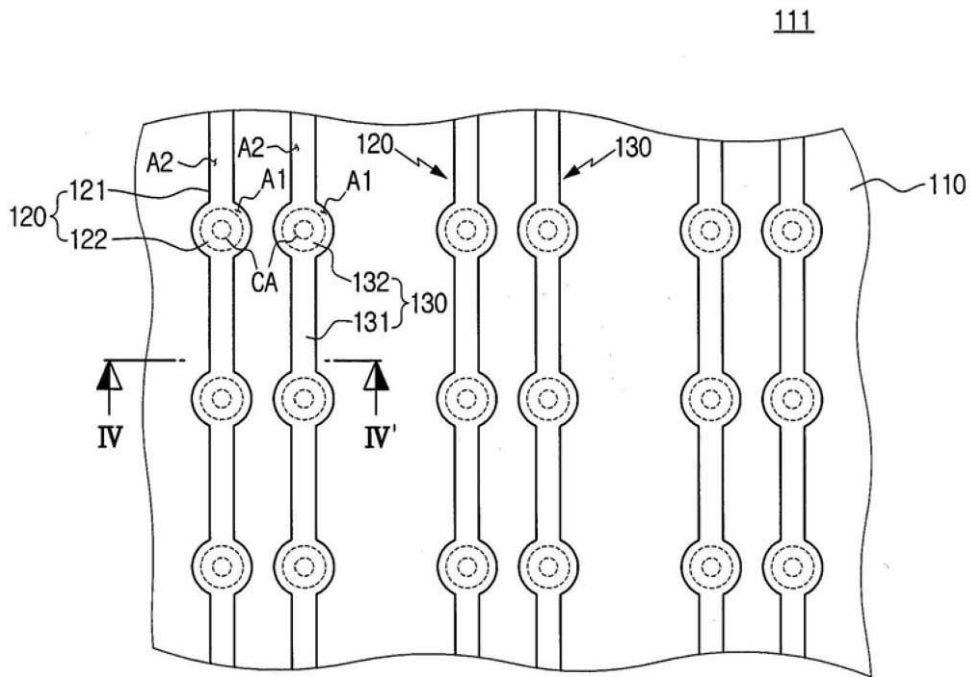
【図 11c】



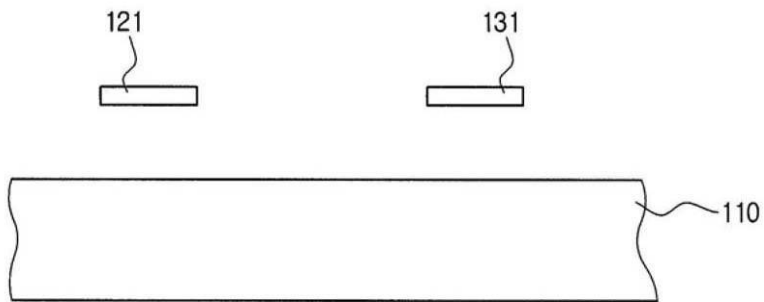
【図 12】



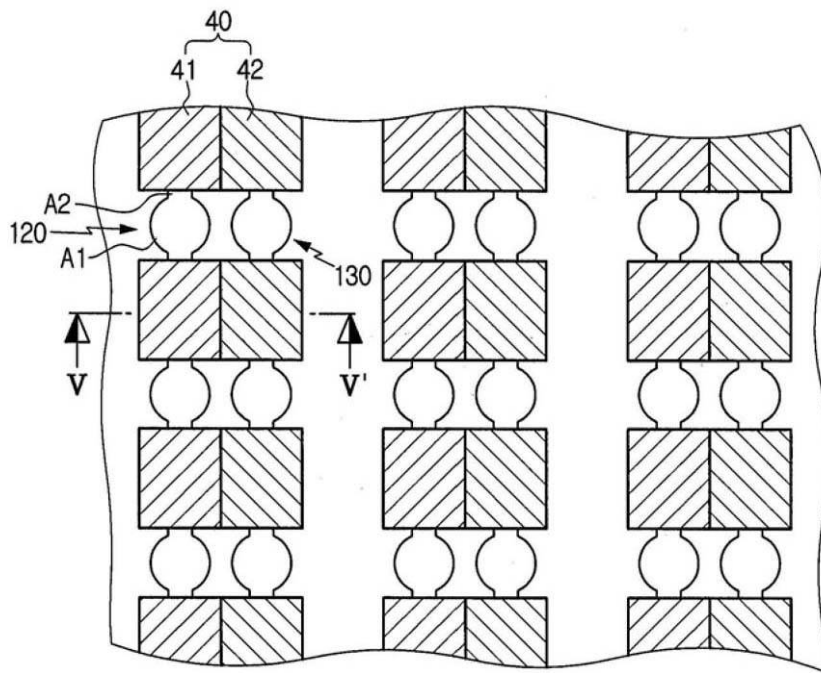
【 図 1 3 a 】



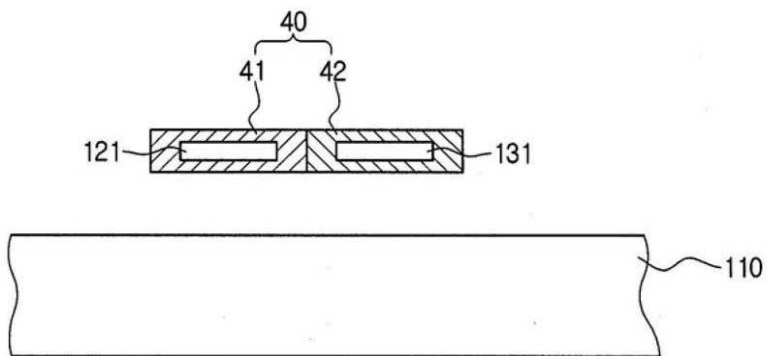
【 図 1 3 b 】



【 図 1 3 c 】



【 図 1 3 d 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 1 L 33/20	(2010.01)	H 0 1 L 29/91	Z
H 0 1 L 21/205	(2006.01)	H 0 1 L 21/205	
H 0 1 L 21/20	(2006.01)	H 0 1 L 21/20	

(72)発明者 朴 性 秀
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 アンドレイ ゴウルカーネフ
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 韓 在 鎔
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 鄭 得 錫
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

審査官 磯部 賢

(56)参考文献 特表2003-503297(JP,A)
実開昭47-030553(JP,U)
米国特許出願公開第2003/0047450(US,A1)
特開2007-242445(JP,A)
特開2003-142235(JP,A)
特開2008-010207(JP,A)
特開昭63-282274(JP,A)
特開平06-302530(JP,A)
特開2007-221016(JP,A)
特開2007-027625(JP,A)
特開2007-305851(JP,A)
特開2005-209734(JP,A)
特開平09-190871(JP,A)
実開平02-020017(JP,U)
特開2003-094395(JP,A)
特開2003-047840(JP,A)
特開平09-237903(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 5 B	1 / 0 0	-	3 / 8 2
H 0 1 L	3 3 / 0 0		
H 0 1 L	2 9 / 0 0	-	2 9 / 9 6
H 0 1 L	2 1 / 0 0	-	2 1 / 8 6
H 0 1 S	5 / 0 0	-	5 / 5 0
B 8 2 Y	5 / 0 0	-	9 9 / 0 0