(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
2018年9月13日(13.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/163502 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 16/04 (2006.01)　*H01L 51/50* (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)　*H05B 33/04* (2006.01)
H01L 21/31 (2006.01)　*H05B 33/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/039427

(22) 国際出願日：　2017年10月31日(31.10.2017)

(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 2017-044079　2017年3月8日(08.03.2017)　JP

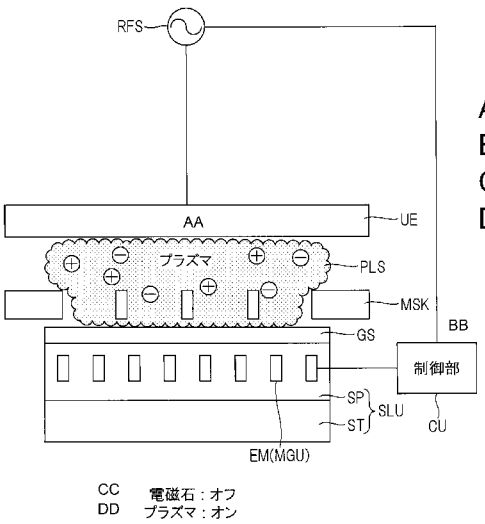
(71) 出願人: 株式会社日本製鋼所 (**THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.**) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目１１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 鷲尾　圭亮 (**WASHIO, Keisuke**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦２丁目２番１号 株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP). 中田 真生(**NAKATA, Masao**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦２丁目２番１号 株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP). 松本 竜弥(**MATSUMOTO, Tatsuya**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦２丁目２番１号 株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP). 次田 純一(**SHIDA, Junichi**); 〒2360004 神奈川県

(54) **Title:** FILM FORMATION METHOD, METHOD FOR MANUFACTURING ELECTRONIC DEVICE, AND APPARATUS FOR GROWING PLASMA ATOMIC LAYER

(54) 発明の名称： 成膜方法および電子装置の製造方法並びにプラズマ原子層成長装置

図 26



(57) **Abstract:** The present invention pertains to a film formation technique using charged particles and suppressing nonuniformity in the film thickness distribution caused by a leakage magnetic field. Provided is a film formation method embodying the technical idea of switching between generating and not generating a magnetic field during a film formation operation such that the generation of the magnetic field is stopped during a period in which plasma is generated, and the

WO 2018/163502 A1

［続葉有］

横浜市金沢区福浦２丁目２番１号 株式会社日本製鋼所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人筒井国際特許事務所(TSUTSUI & ASSOCIATES); 〒1600022 東京都新宿区新宿２丁目３番１０号 新宿御苑ビル３階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

magnetic field is generated during a period in which the plasma is not generated.

(57) 要約: 荷電粒子を使用した成膜技術において、漏洩磁界に起因する膜厚分布の乱れを抑制する。成膜方法は、プラズマが発生している期間にわたって、磁界の発生を停止する一方、プラズマが発生していない期間にわたって、磁界を発生させるように、成膜動作中に磁界の発生／停止を切り換える技術的思想を具現化した成膜方法である。

明　細　書

発明の名称 ：

成膜方法および電子装置の製造方法並びにプラズマ原子層成長装置

技術分野

[0001] 本発明は、成膜技術および電子装置の製造技術並びにプラズマ原子層成長装置に関し、例えば、有機ＥＬ（Electro-Luminescence）膜を保護する保護膜を形成する技術に適用して有効な技術に関する。

背景技術

[0002] 特開平１１－１５８６０５号公報（特許文献１）には、電磁石を内蔵したマスク吸着体において、電磁石を励磁して、マスクをマスク吸着体に吸着した状態で、マスクと基板との位置合わせを実施した後、電磁石を非励磁にして、永久磁石でマスクを基板の表面に吸着する技術が記載されている。

[0003] 特開２００８－７５１２８号公報（特許文献２）には、荷電粒子を使用するスパッタリング法やプラズマＣＶＤ法や蒸着法における成膜の際においても、磁界が成膜空間に漏洩しないようにして、膜厚分布の乱れの少ない膜を形成する技術が記載されている。

[0004] 特開２０１４－３１３５号公報（特許文献３）には、電磁石に対して電流供給部から供給する電流の大きさを調整することにより、マスクと基板との間の間隔を変化させる技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平１１－１５８６０５号公報

特許文献2：特開２００８－７５１２８号公報

特許文献3：特開２０１４－３１３５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 例えば、マスクと基板との隙間に膜が形成されてしまうことを抑制するた

めに、マスクと基板との密着性を向上する技術が望まれている。この点に関し、マスクを強磁性体から構成し、かつ、基板を介してマスクとは反対側に磁界発生部を設けることにより、マスクを磁力で吸引して、マスクと基板との密着性を向上することが検討されている。

[0007] ところが、この技術は、例えば、抵抗加熱蒸着法に代表される非荷電粒子を使用した成膜方法を対象にした技術である。したがって、この技術を、例えば、スパッタリング法やプラズマＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）法やプラズマＡＬＤ（Atomic Layer Deposition）法に代表される荷電粒子を使用する成膜方法に適用する場合、漏洩磁界に起因するローレンツ力が荷電粒子に働く結果、膜厚分布が乱れるという課題が発生する。つまり、荷電粒子を使用する成膜方法において、マスクと基板との密着性を向上するために磁力を使用すると、荷電粒子が漏洩磁界の悪影響を受けることになる結果、漏洩磁界の悪影響を除去する工夫が必要とされるのである。

[0008] その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0009] 一実施の形態における成膜方法は、プラズマが発生している期間にわたって、磁界の発生を停止する一方、プラズマが発生していない期間にわたって、磁界を発生させるように、成膜動作中に磁界の発生／停止を切り換える技術的思想を具現化した成膜方法である。

発明の効果

[0010] 一実施の形態によれば、荷電粒子を使用した成膜技術において、漏洩磁界に起因する膜厚分布の乱れを抑制することができる。この結果、一実施の形態における成膜技術によれば、成膜特性の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]携帯電話機（スマートフォン）を表面側から見た平面図である。

[図2]表示部の一部領域に形成されているレイアウト構成を模式的に示す平面図である。

[図3]図２のＡ－Ａ線で切断した断面図である。

[図4]表示部の製造工程の流れを示すフローチャートである。

[図5]表示部と回路部とを電気的に接続する構成例を模式的に示す図である。

[図6]ガラス基板上にマスクを配置する様子を示す図である。

[図7]（ａ）は、ＣＶＤ法によって、異物の付着したガラス基板上に薄い保護膜を形成する様子を示す断面図であり、（ｂ）は、ＣＶＤ法によって、異物の付着したガラス基板上に厚い保護膜を形成する様子を示す断面図である。

[図8]ＡＬＤ法によって、異物の付着したガラス基板上に薄い保護膜を形成する様子を示す断面図である。

[図9]表示部の基板としてフレキシブル基板を使用し、このフレキシブル基板を折り曲げた場合の状態を模式的に示す図である。

[図10]プラズマ原子層成長法による保護膜の形成方法の流れを説明するフローチャートである。

[図11]関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に原料ガスを導入する様子を示す模式図である。

[図12]関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。

[図13]関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に反応ガスを導入する様子を示す模式図である。

[図14]関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にプラズマを発生させる様子を示す模式図である。

[図15]関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。

[図16]ガラス基板とマスクとの間に生じた微細な隙間にも保護膜が入り込むように形成されている様子を模式的に示す図である。

[図17]関連技術１において、マスクエッジからマスク側に入り込む距離と、形成される保護膜の膜厚との関係を示すグラフである。

[図18]関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に原料ガス

を導入する様子を示す模式図である。

[図19]関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。

[図20]関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に反応ガスを導入する様子を示す模式図である。

[図21]関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にプラズマを発生させる様子を示す模式図である。

[図22]関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。

[図23]実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内の模式的な概略構成を示す図であり、処理室内に原料ガスを導入する様子を示す模式図である。

[図24]実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。

[図25]実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内に反応ガスを導入する様子を示す模式図である。

[図26]実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内にプラズマを発生させる様子を示す模式図である。

[図27]実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。

[図28]測定点であるＡ点～Ｈ点を模式的に示す図である。

[図29]図２８のＡ点～Ｈ点で示される測定ポイントでの保護膜の膜厚の測定結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。なお、図面をわかりやすくするために平面図であってもハッチングを付す場合がある。

[0013] ＜携帯電話機の表示部の構成＞

図１は、携帯電話機（スマートフォン）ＭＰを表面側から見た平面図である。図１に示すように、本実施の形態における携帯電話機ＭＰは、略矩形形状をしており、携帯電話機ＭＰの表面側には、画像を表示するための表示部ＤＵが設けられている。例えば、本実施の形態における表示部ＤＵは、有機ＥＬ素子を利用した有機ＥＬ表示部（有機エレクトロルミネッセンス表示部）である。また、図示はしないが、携帯電話機ＭＰは、表示部ＤＵを駆動する回路部も有している。

[0014] 表示部ＤＵには、複数の画素がアレイ状に配列されており、画像の表示を可能としている。回路部には、必要に応じて種々の回路が形成されている。例えば、回路部は、表示部ＤＵを構成する複数の画素のそれぞれと電気的に接続された駆動回路を含むように構成されており、この駆動回路は、表示部ＤＵを構成する複数の画素を制御することにより、表示部ＤＵにおいて、画像を表示できるように構成されている。

[0015] 次に、図２は、表示部ＤＵの一部領域である領域ＲＡに形成されているレイアウト構成を模式的に示す平面図である。図２に示すように、領域ＲＡにおいては、例えば、それぞれｘ方向に延在する下部電極層ＥＬＢがｙ方向に離間しながら並んで配置されているとともに、それぞれｙ方向に延在する上部電極層ＥＬＡがｘ方向に離間しながら並んで配置されている。したがって、領域ＲＡにおいては、下部電極層ＥＬＢと、上部電極層ＥＬＡとが交差するようにレイアウト配置されていることになる。

[0016] 続いて、図３は、図２のＡ－Ａ線で切断した断面図である。図３に示すように、例えば、可視光に対して透光性を有するガラス基板ＧＳ上には、パッシベーション膜ＰＡＳが形成されている。パッシベーション膜ＰＡＳは、絶縁材料（絶縁膜）からなり、例えば、酸化シリコン膜からなる。パッシベーション膜ＰＡＳは、ガラス基板ＧＳ上に形成しない場合もあり得るが、形成した方がより望ましい。パッシベーション膜ＰＡＳは、ガラス基板ＧＳの上面のほぼ全体にわたって形成することができる。

[0017] パッシベーション膜ＰＡＳは、ガラス基板ＧＳ側から有機ＥＬ素子（特に

有機層ＯＥＬ）への水分の浸入を防止する機能を有している。このため、パッシベーション膜ＰＡＳは、有機ＥＬ素子の下側の保護膜として機能することになる。一方、保護膜ＰＦは、有機ＥＬ素子の上側の保護膜として機能することになり、上側から有機ＥＬ素子（特に有機層ＯＥＬ）への水分の浸入を防止する機能を有していることになる。

[0018] ガラス基板ＧＳの上面上には、パッシベーション膜ＰＡＳを介して、有機ＥＬ素子が形成されている。有機ＥＬ素子は、下部電極層ＥＬＢと有機層ＯＥＬと上部電極層ＥＬＡとからなる。つまり、ガラス基板ＧＳ上のパッシベーション膜ＰＡＳ上には、下部電極層ＥＬＢと有機層ＯＥＬと上部電極層ＥＬＡとが、下から順に積層して形成されており、これらの下部電極層ＥＬＢと有機層ＯＥＬと上部電極層ＥＬＡとにより、有機ＥＬ素子が構成されることになる。

[0019] 下部電極層ＥＬＢは、陽極および陰極うちの一方を構成し、上部電極層ＥＬＡは、陽極および陰極うちの他方を構成する。すなわち、下部電極層ＥＬＢが陽極（陽極層）の場合は、上部電極層ＥＬＡは陰極（陰極層）であり、下部電極層ＥＬＢが陰極（陰極層）の場合は、上部電極層ＥＬＡは陽極（陽極層）である。下部電極層ＥＬＢおよび上部電極層ＥＬＡは、それぞれ導電膜からなる。

[0020] 下部電極層ＥＬＢおよび上部電極層ＥＬＡのうちの一方は、反射電極として機能できるように、アルミニウム膜（ＡＩ膜）などの金属膜から構成することが望ましい。また、下部電極層ＥＬＢおよび上部電極層ＥＬＡのうちの他方は、透明電極として機能できるように、ＩＴＯ（インジウムスズオキサイド）などからなる透明導体膜から構成することが望ましい。ガラス基板ＧＳの下面側から光を取出す、いわゆるボトムエミッション方式を採用する場合は、下部電極層ＥＬＢを透明電極とすることができる。一方、ガラス基板ＧＳの上面側から光を取出す、いわゆるトップエミッション方式を採用する場合は、上部電極層ＥＬＡを透明電極とすることができる。また、ボトムエミッション方式を採用する場合は、ガラス基板ＧＳとして、可視光に対して

透光性を有する透明基板とすることができる。

[0021] ガラス基板ＧＳ上のパッシベーション膜ＰＡＳ上に下部電極層ＥＬＢが形成され、かつ、下部電極層ＥＬＢ上に有機層ＯＥＬが形成され、かつ、有機層ＯＥＬ上に上部電極層ＥＬＡが形成されているため、下部電極層ＥＬＢと上部電極層ＥＬＡとの間には、有機層ＯＥＬが介在していることになる。

[0022] 有機層ＯＥＬは、少なくとも有機発光層を含んでいる。有機層ＯＥＬは、有機発光層以外にも、ホール輸送層、ホール注入層、電子輸送層および電子注入層のうちの任意の層を、必要に応じて更に含むことができる。このため、有機層ＯＥＬは、例えば、有機発光層の単層構造や、ホール輸送層と有機発光層と電子輸送層との積層構造や、ホール注入層とホール輸送層と有機発光層と電子輸送層と電子注入層との積層構造などから構成される。

[0023] 例えば、図２に示すように、下部電極層ＥＬＢは、例えば、ｘ方向に延在するストライプ状のパターンを構成している。すなわち、下部電極層ＥＬＢのそれぞれは、ｘ方向に延在しながら、ｙ方向に所定の間隔で複数配列されている。一方、上部電極層ＥＬＡは、例えば、ｙ方向に延在するストライプ状のパターンを構成している。すなわち、上部電極層ＥＬＡは、ｙ方向に延在しながら、ｘ方向に所定の間隔で複数配列されている。つまり、下部電極層ＥＬＢは、ｘ方向に延在するストライプ状の電極群からなり、上部電極層ＥＬＡは、ｙ方向に延在するストライプ状の電極群からなる。ここで、ｘ方向とｙ方向とは、互いに交差する方向であり、より特定的には、互いに直交する方向である。また、ｘ方向とｙ方向は、ガラス基板ＧＳの上面に略平行な方向でもある。

[0024] 下部電極層ＥＬＢの延在方向はｘ方向であり、上部電極層ＥＬＡの延在方向はｙ方向であるため、下部電極層ＥＬＢと上部電極層ＥＬＡとは、平面視において互いに交差している。なお、「平面視」とは、ガラス基板ＧＳの上面に略平行な平面で見た場合を言う。

[0025] 下部電極層ＥＬＢと上部電極層ＥＬＡとの各交差部においては、下部電極層ＥＬＢと上部電極ＥＬＡとで有機層ＯＥＬが上下に挟まれた構造をしてい

る。このことから、下部電極層ＥＬＢと上部電極ＥＬＡとの各交差部に、下部電極ＥＬＢと上部電極ＥＬＡと有機層ＯＥＬとで構成される有機ＥＬ素子が形成され、その有機ＥＬ素子により画素が形成される。下部電極ＥＬＢと上部電極ＥＬＡとの間に所定の電圧を印加することにより、下部電極ＥＬＢと上部電極ＥＬＡとの間に挟まれた有機層ＯＥＬ中の有機発光層が発光する。

[0026] なお、有機層ＯＥＬは、表示部ＤＵの全体にわたって形成することもできるが、下部電極層ＥＬＢと同じパターンとして形成することもできる。同様に、有機層ＯＥＬは、上部電極層ＥＬＡと同じパターンとして形成することもできる。いずれにしても、下部電極層ＥＬＢと上部電極層ＥＬＡとの各交点には、有機層ＯＥＬが存在している。

[0027] このように、平面視において、表示部ＤＵでは、平面視において、ガラス基板ＧＳ上に画素を構成する有機ＥＬ素子がアレイ状に配置されていることになる。

[0028] なお、ここでは、下部電極層ＥＬＢおよび上部電極層ＥＬＡがストライプ状のパターンから構成されている場合について説明している。このため、アレイ状に配列した複数の有機ＥＬ素子（画素）において、ｘ方向に並んだ有機ＥＬ素子同士は、共通の下部電極層ＥＬＢを有する。一方、ｙ方向に並んだ有機ＥＬ素子同士では、共通の上部電極層ＥＬＡを有する。しかしながら、これに限定されず、アレイ状に配列する有機ＥＬ素子の構造は、種々変更可能である。

[0029] 例えば、アレイ状に配置された数の有機ＥＬ素子が、上部電極層ＥＬＡでも下部電極層ＥＬＢでも互いにつながっておらず、独立に配置されている場合もあり得る。この場合は、各有機ＥＬ素子は、下部電極層と有機層と上部電極層との積層構造を有する孤立パターンから形成され、この孤立した有機ＥＬ素子が、アレイ状に複数配置されることになる。この場合、各画素においては、有機ＥＬ素子に加えてＴＦＴ（薄膜トランジスタ）などのアクティブ素子を設けるとともに、画素同士を配線で接続することができる。

[0030] ガラス基板ＧＳ（パッシベーション膜ＰＡＳ）の上面上には、有機ＥＬ素子を覆うように、したがって下部電極層ＥＬＢと有機層ＯＥＬと上部電極層ＥＬＡとを覆うように、保護膜ＰＦが形成されている。表示部ＤＵに有機ＥＬ素子がアレイ状に配列している場合は、アレイ状に配列した有機ＥＬ素子を覆うように、保護膜ＰＦが形成されている。このため、保護膜ＰＦは、表示部ＤＵの全体に形成されていることが望ましい。また、ガラス基板ＧＳの上面のほぼ全体上にわたって形成されていることが望ましい。有機ＥＬ素子を保護膜ＰＦで覆うことにより、有機ＥＬ素子への水分の浸入（特に、有機層ＯＥＬへの水分の浸入）を保護膜によって防止することができる。

[0031] 保護膜ＰＦ上には、樹脂膜ＰＩＦが形成されている。樹脂膜ＰＩＦの材料としては、例えばＰＥＴ（polyethylene terephthalate：ポリエチレンテレフタレート）などから構成される。樹脂膜ＰＩＦは、その形成を省略することもできる。ただし、樹脂膜ＰＩＦを形成しない場合よりも、樹脂膜ＰＩＦを形成する場合の方が望ましい。樹脂膜ＰＩＦは、柔らかいため、樹脂膜ＰＩＦを設けることにより、表示部ＤＵを扱いやすくなる。以上のようにして、携帯電話機ＭＰの表示部ＤＵが構成されていることになる。

[0032] ＜表示部の製造方法＞

次に、表示部ＤＵの製造方法について、図面を参照しながら説明する。図４は、表示部ＤＵの製造工程の流れを示すフローチャートである。まず、例えば、可視光に対して透光性を有するガラス基板を準備する（Ｓ１０１）。続いて、ガラス基板の上面上に、パッシベーション膜を形成する（Ｓ１０２）。パッシベーション膜は、例えば、スパッタリング法やＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）法やＡＬＤ（Atomic Layer Deposition）法を使用して形成することができる。パッシベーション膜は、絶縁材料からなり、例えば、酸化シリコン膜からなる。特に、ＣＶＤ法により形成した酸化シリコン膜を、パッシベーション膜として使用することができる。

[0033] 次に、パッシベーション膜上に、下部電極層と、下部電極層上の有機層と、有機層上の上部電極層とからなる有機ＥＬ素子を形成する。すなわち、パ

ッシベーション膜上に、下部電極層と有機層と上部電極層とを順に形成する（Ｓ１０３～Ｓ１０５）。この工程は、例えば、次のようにして行うことができる。

[0034] すなわち、パッシベーション膜上に下部電極層を形成する（Ｓ１０３）。下部電極層は、例えば、導電膜をパッシベーション膜上に形成した後、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を使用して導体膜をパターニングすることにより形成することができる。その後、下部電極層上に有機層を形成する（Ｓ１０４）。有機層は、例えば、マスクを用いた蒸着法（真空蒸着法）により形成することができる。そして、有機層上に上部電極層を形成する（Ｓ１０５）。上部電極層は、例えば、マスクを用いた蒸着法により形成できる。

[0035] 続いて、下部電極層と有機層と上部電極層とからなる有機ＥＬ素子を形成した後、上部電極上に保護膜を形成する（Ｓ１０６）。保護膜は、有機ＥＬ素子を覆うように形成される。複数の有機ＥＬ素子がアレイ状に配列している場合は、これらの複数の有機ＥＬ素子が保護膜で覆われることになる。保護膜は、例えば、酸化アルミニウム膜から形成される。

[0036] その後、保護膜上に樹脂膜を形成する（Ｓ１０７）。樹脂膜は、例えばＰＥＴからなり、スピンコート法（塗布法）を使用することにより形成することができる。以上のようにして、表示部ＤＵを製造することができる。

[0037] ＜表示部と回路部との接続構成＞

表示部において画像を表示するためには、表示部を構成する複数の画素（有機ＥＬ素子）を駆動制御する必要があり、この有機ＥＬ素子を駆動制御する機能が回路部で実現される。したがって、表示部において画像を表示させるため、表示部は、回路部と電気的に接続される必要がある。

[0038] 図５は、表示部ＤＵと回路部ＣＲＵとを電気的に接続する構成例を模式的に示す図である。図５に示すように、表示部ＤＵを構成する画素（有機ＥＬ素子）と電気的に接続される電極ＥＬ１が表示部ＤＵを囲む額縁領域に形成されており、この額縁領域に形成された電極ＥＬ１は、表示部ＤＵを構成す

る画素（有機ＥＬ素子）と電気的に接続されている。そして、この電極ＥＬ１は、接続用テープ電極ＴＥに形成されている電極ＥＬ２と接続される。さらに、接続用テープ電極ＴＥには、電極ＥＬ２とともに、電極ＥＬ２と電気的に接続された電極ＥＬ３も形成されており、この電極ＥＬ３は、回路部ＣＲＵと電気的に接続される。したがって、表示部ＤＵは、額縁領域に形成された電極ＥＬ１→接続用テープ電極ＴＥに形成された電極ＥＬ２→接続用テープ電極ＴＥに形成された電極ＥＬ３→回路部ＣＲＵの経路で、回路部ＣＲＵと電気的に接続される。

[0039] ここで、表示部ＤＵを囲む額縁領域に形成されている電極ＥＬ１上に、接続用テープ電極ＴＥに形成されている電極ＥＬ２を重ね合わせるように配置することにより、額縁領域に形成されている電極ＥＬ１と接続用テープ電極ＴＥを構成する電極ＥＬ２とを電気的に接続する。このことから、電極ＥＬ１と電極ＥＬ２との電気的な接続を確保するためには、電極ＥＬ１を覆うように保護膜が形成されないようにする必要がある。なぜなら、電極ＥＬ１を覆うように絶縁膜からなる保護膜が形成されると、電極ＥＬ１と接続用テープ電極ＴＥの電極ＥＬ２とを電気的に接続することができなくなるからである。

[0040] したがって、保護膜は、有機ＥＬ素子を水分の浸入から保護するために、表示部ＤＵに形成されている画素（有機ＥＬ素子）を覆うように形成する必要がある一方で、電極ＥＬ１と接続用テープ電極ＴＥの電極ＥＬ２との導通を確保するために、電極ＥＬ１が形成されている額縁領域には形成しない必要がある。

[0041] ＜保護膜を形成する際におけるマスクの必要性＞

上述したように、保護膜は、表示部ＤＵに形成されている画素（有機ＥＬ素子）を覆うように形成する必要がある一方で、電極ＥＬ１が形成されている額縁領域には形成しない必要がある。ここで、図６に示すように、一枚のガラス基板ＧＳには、表示部ＤＵを形成する領域が複数存在するため、例えば、マスクを使用せずに、有機ＥＬ素子を形成したガラス基板ＧＳの主面の

全面に保護膜を形成することになると、表示部ＤＵだけでなく、表示部ＤＵを囲む額縁領域にまで保護膜が形成されてしまうことになる。このことは、額縁領域に形成されている電極ＥＬ１を覆うように保護膜が形成されてしまうことを意味し、これによって、電極ＥＬ１と接続用テープ電極ＴＥの電極ＥＬ２との導通を確保することができなくなることになる。したがって、保護膜を形成する際には、マスクが必要となるのである。すなわち、図６に示すように、表示部ＤＵに対応した開口領域ＯＰＲと、額縁領域に対応した被覆領域ＣＶＲとを有するマスクＭＳＫをガラス基板ＧＳに重ね合わせた状態で、保護膜を形成する。この場合、マスクＭＳＫに形成された開口領域ＯＰＲから露出するガラス基板ＧＳの領域（表示部ＤＵを形成する領域）に保護膜が形成される一方、マスクＭＳＫに形成された被覆領域ＣＶＲで覆われるガラス基板ＧＳの領域（額縁領域となる領域）には保護膜が形成されないことになる。このようにして、保護膜を形成する際には、表示部ＤＵに対応した開口領域ＯＰＲと、額縁領域に対応した被覆領域ＣＶＲとを有するマスクＭＳＫを使用する。これにより、表示部ＤＵに形成されている画素（有機ＥＬ素子）を覆うように保護膜を形成することができるとともに、電極ＥＬ１が形成されている額縁領域には保護膜を形成しないようにすることができる。

[0042] ＜保護膜の形成に原子層成長法（ＡＬＤ法）を使用する理由＞

次に、有機ＥＬ素子を水分の浸入から保護する保護膜は、例えば、原子層成長法（ＡＬＤ法）を使用して形成されるが、以下に、この理由について説明する。

[0043] 原子層成長法は、原料ガスと反応ガスとを基板上に交互に供給することにより、基板上に原子層単位で膜を形成する成膜方法である。この原子層成長法は、原子層単位で膜を形成することから、段差被覆性や膜厚制御性に優れているという利点を有している。そして、特に、段差被覆性に優れているという利点によって、原子層成長法によれば、膜厚を薄くしながらも、充分に、有機ＥＬ素子を水分の浸入から保護する機能を発揮できる保護膜を形成す

ることができるのである。このことから、有機ＥＬ素子を水分の浸入から保護する保護膜の形成には、原子層成長法が使用されるのである。

[0044] 例えば、異物ＰＣＬの付着したガラス基板ＧＳ上に保護膜ＰＦを形成する場合を考える。ここで、保護膜ＰＦの形成方法として、ＣＶＤ法を使用することも考えられる。ところが、ＣＶＤ法による保護膜の形成傾向として、垂直指向性が強い傾向がある。このため、例えば、図７（ａ）に示すように、ＣＶＤ法によって、異物ＰＣＬの付着したガラス基板ＧＳ上に保護膜ＰＦを形成すると、垂直指向性の強い傾向によって、異物ＰＣＬを覆うように保護膜ＰＦが形成されないことになる。この結果、異物ＰＣＬの周囲に保護膜ＰＦが形成されないデッドスペースが形成されることになり、このデッドスペースから水分の浸入が生じやすくなる。すなわち、ＣＶＤ法では、垂直指向性が強い傾向によって、異物ＰＣＬが付着しているガラス基板ＧＳを覆うように保護膜ＰＦを形成しようとしても、異物ＰＣＬとガラス基板ＧＳとの段差部分に保護膜ＰＦが形成されないデッドスペースが生まれることになり、このデッドスペースから有機ＥＬ素子への水分の浸入を許してしまうのである。このため、ＣＶＤ法で保護膜ＰＦを形成する場合、例えば、図７（ｂ）に示すように、ＣＶＤ法で形成する保護膜の膜厚を厚くすることにより、ガラス基板ＧＳに付着した異物ＰＣＬを完全に覆うように保護膜ＰＦを形成している。つまり、垂直指向性の強いＣＶＤ法で保護膜ＰＦを形成する場合、保護膜ＰＦの膜厚を厚くすることによって、異物ＰＣＬとガラス基板ＧＳとの段差部分に保護膜ＰＦが形成されないデッドスペースが生まれることを抑制することになるのである。つまり、ガラス基板ＧＳに異物ＰＣＬが付着することを完全に抑制することは困難であるため、ガラス基板ＧＳに異物ＰＣＬが付着していることを考慮して、保護膜ＰＦによる有機ＥＬ素子への水分の浸入を効果的に防止するためには、保護膜ＰＦの形成にＣＶＤ法を使用する場合においては、保護膜ＰＦの膜厚を厚くしなければならなくなるのである。

[0045] これに対し、保護膜ＰＦの形成方法として、プラズマ原子層成長法を使用

する場合を考える。例えば、プラズマ原子層成長装置では、基板を保持する下部電極と、下部電極と対向配置される上部電極との間に、原料ガスと反応ガスとを交互に供給し、かつ、反応ガスを供給する際にプラズマ放電することにより、基板上に原子層単位で膜を形成する。このとき、プラズマ原子層成長装置では、原子層単位で膜を形成することにより、段差被覆性に優れた膜を形成することができる。特に、プラズマ原子層成長装置では、段差被覆性を良好にするため、原料ガスとして拡散しやすい材料が使用されるとともに、それぞれのガス（原料ガスやパージガスや反応ガス）が成膜容器内に充分に拡散するだけの時間を確保しながら、それぞれのガスを交互に供給している。このため、プラズマ原子層成長装置では、微細な隙間においても、原料ガスと反応ガスが反応して膜が形成されることになる。つまり、原子層成長装置では、（１）原子層単位で膜を形成すること、（２）微細な隙間の隅々まで原料ガスや反応ガスが行き渡ること、（３）プラズマ放電が生じていない場所でも原料ガスと反応ガスとが反応しやすいことという特徴を有する結果、微細な隙間にも膜が形成されることになる。

[0046] この結果、プラズマ原子層成長法では、段差被覆性が優れているという利点が得られることになり、これによって、例えば、図８に示すように、保護膜ＰＦの膜厚を薄くしても、異物ＰＣＬの付着したガラス基板ＧＳを覆うように保護膜ＰＦを形成することができるのである。すなわち、プラズマ原子層成長法は、段差被覆性に優れていることから、異物ＰＣＬとガラス基板ＧＳとの段差部分に保護膜ＰＦが形成されないデッドスペースが生じることを防止できる結果、保護膜ＰＦの膜厚を薄くしながらも、有機ＥＬ素子への水分の浸入を効果的に抑制することができるのである。つまり、プラズマ原子層成長法で保護膜ＰＦを形成する場合、膜厚を厚くすることなく、有機ＥＬ素子への水分の浸入を効果的に抑制することができる保護膜ＰＦを形成することができるのである。

[0047] 以上のように、プラズマ原子層成長法によれば、段差被覆性に優れている利点によって、ガラス基板ＧＳに異物ＰＣＬが付着している場合であっても

、膜厚を厚くすることなく、水分の浸入防止効果に優れた保護膜ＰＦを形成することができるのである。このことから、有機ＥＬ素子への水分の浸入を効果的に保護する保護膜ＰＦは、プラズマ原子層成長法を使用して形成することが望ましいのである。

[0048] このように、プラズマ原子層成長法によって保護膜ＰＦを形成する場合、保護膜ＰＦの膜厚を薄くすることができるので、例えば、フレキシブル基板に表示部ＤＵを形成する構成にプラズマ原子層成長法によって形成される保護膜ＰＦを適用することも有効である。

[0049] 図９は、表示部ＤＵの基板としてフレキシブル基板１Ｓを使用し、このフレキシブル基板１Ｓを折り曲げた場合の状態を模式的に示す図である。図９には、フレキシブル基板１Ｓ上にパッシベーション膜ＰＡＳが形成され、かつ、パッシベーション膜ＰＡＳ上に有機ＥＬ層ＯＬＤＬが形成され、かつ、有機ＥＬ層ＯＬＤＬ上に保護膜ＰＦが形成され、かつ、保護膜ＰＦ上に樹脂膜ＰＩＦが形成された表示部ＤＵの折り曲げ状態が図示されている。このように、表示部ＤＵをフレキシブル基板１Ｓに形成することによって、表示部ＤＵの折り曲げが可能になることがわかる。基板としてフレキシブル基板１Ｓを使用する場合には、曲げに伴って無機絶縁膜からなる保護膜ＰＦにクラックが生じるリスクがある。このため、無機絶縁膜からなる保護膜ＰＦは、できるだけ薄くすることが望ましい。

[0050] この点に関し、基板としてフレキシブル基板１Ｓを使用する場合において、プラズマ原子層成長法を使用して形成された保護膜ＰＦを採用することにより、保護膜ＰＦの膜厚を薄くすることができる。この結果、無機絶縁膜からなる保護膜ＰＦにクラックが形成されることを抑制しながらも、保護膜ＰＦによる水分の浸入を防止する効果を効率的に得ることができる点で、プラズマ原子層成長法を使用して形成された保護膜ＰＦは、有用である。

[0051] ＜プラズマ原子層成長法による保護膜の形成方法＞

上述したように、保護膜ＰＦの膜厚を薄くしながらも、有機ＥＬ素子を水分の浸入から効果的に保護するためには、プラズマ原子層成長法によって、

保護膜を形成することが有用である。そこで、以下では、プラズマ原子層成長法による保護膜の形成方法について説明する。図１０は、プラズマ原子層成長法による保護膜の形成方法の流れを説明するフローチャートである。

[0052] まず、ガラス基板を準備した後、プラズマ原子層成長装置の下部電極（ステージ）上にガラス基板を搭載する。続いて、プラズマ原子層成長装置のガス供給部から成膜容器（処理室）の内部に原料ガスを導入する（Ｓ２０１）。このとき、原料ガスは、例えば、０．１秒間、成膜容器の内部に供給される。これにより、成膜容器内に原料ガスが供給され、かつ、ガラス基板上に原料ガスが吸着して吸着層が形成される。

[0053] 続いて、原料ガスの供給を停止した後、ガス供給部からパージガスを成膜容器（処理室）内に導入する（Ｓ２０２）。これにより、パージガスは、成膜容器の内部に供給される一方、原料ガスは、排気部から成膜容器の外部に排出される。パージガスは、例えば，０．１秒間、成膜容器の内部に供給される。そして、排気部は、例えば、２秒間、成膜容器内の原料ガスやパージガスを排気する。これにより、成膜容器内にパージガスが供給され、かつ、ガラス基板上に吸着していない原料ガスが成膜容器からパージされる。

[0054] 次に、ガス供給部から反応ガスを供給する（Ｓ２０３）。これにより、反応ガスは、成膜容器の内部に供給される。反応ガスは、例えば，１秒間、成膜容器の内部に供給される。この反応ガスを供給する工程において、上部電極と下部電極との間に放電電圧を印加することにより、プラズマ放電を生じさせる（Ｓ２０４）。この結果、反応ガスにラジカル（活性種）が生成される。このようにして、成膜容器内に反応が供給され、かつ、ガラス基板上に吸着している吸着層が反応ガスと化学反応することにより、原子層からなる保護膜が形成されることになる。

[0055] 続いて、反応ガスの供給を停止した後、ガス供給部からパージガスを供給する（Ｓ２０５）。これにより、パージガスは、成膜容器の内部に供給される一方、反応ガスは、排気部から成膜容器の外部に排出される。パージガスは、例えば，０．１秒間、成膜容器の内部に供給される。そして、排気部は

、例えば、２秒間、成膜容器内の反応ガスやパージガスを排気する。これにより、成膜容器内にパージガスが供給され、かつ、反応に使用されない余分な反応ガスが成膜容器からパージされる。

[0056] 以上のようにして、ガラス基板上に一層の原子層からなる保護膜が形成される。その後、上述したステップ（Ｓ２０１～Ｓ２０５）を所定回数繰り返すことにより（Ｓ２０６）、複数の原子層からなる保護膜を形成する。これにより、成膜処理が終了する（Ｓ２０７）。以上のようにして、プラズマ原子層成長法によって、保護膜ＰＦを形成できる。

[0057] ＜改善の検討＞

以上のことから、有機ＥＬ素子を水分の浸入から保護する保護膜は、表示部に対応した開口領域と額縁領域に対応した被覆領域とを有するマスクを使用したプラズマ原子層成長法によって形成することができる。

[0058] このとき、本発明者の検討によると、表示部に対応した開口領域と額縁領域に対応した被覆領域とを有するマスクを使用したプラズマ原子層成長法によって保護膜を形成する工程においては、改善の余地が存在することを新たに見出した。そこで、以下では、この改善の余地を有する「関連技術１」について、図面を参照しながら説明する。

[0059] ＜＜前提事項＞＞

まず、「＜保護膜を形成する際におけるマスクの必要性＞」の欄で説明したように、保護膜を形成する際には、マスクＭＳＫが必要であり、このマスクＭＳＫは、例えば、図６に示すように、ガラス基板ＧＳと同程度のサイズである。なぜなら、複数の表示部ＤＵに対応したガラス基板ＧＳの領域全部に対して一度に保護膜を形成する必要があるからであり、かつ、保護膜を形成する際に、すべての額縁領域に保護膜が形成されないように、額縁領域となる領域（複数の表示部ＤＵ以外の領域）をすべて被覆する必要があるからである。ここで、近年では、製造効率を向上する観点から、一枚のガラス基板ＧＳから取得できる表示部ＤＵの数を多くするため、ガラス基板ＧＳのサイズは、大きくなってきている。このことは、ガラス基板ＧＳと同程度のサ

イズのマスクＭＳＫのサイズも大型化することを意味する。そして、マスクＭＳＫのサイズの大型化は、マスクＭＳＫの平坦性を確保することが困難になる状況を生み出すことになる。なぜなら、マスクＭＳＫのサイズの大型化によって、マスクＭＳＫ自体の重量が重くなる結果、マスクＭＳＫに撓みが発生しやすくなり、マスクＭＳＫの平坦性を確保することが困難となるからである。そして、このマスクＭＳＫの平坦性の低下に起因して、改善の余地が顕在化するのである。以下に、「関連技術１」を取り上げて、この「関連技術１」に内在する改善の余地について、図面を参照しながら説明することにする。

[0060] ＜＜関連技術１の説明＞＞

図１１は、関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に原料ガスを導入する様子を示す模式図である。図１１において、関連技術１における処理室内には、基板搭載部ＳＬＵが設けられている。この基板搭載部ＳＬＵは、ステージＳＴと、ステージＳＴ上に配置されたサセプタＳＰとを含み、サセプタＳＰ上には、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板ＧＳが搭載されている。

[0061] そして、図１１に示すように、ガラス基板ＧＳ上には、マスクＭＳＫが配置されている。このとき、大型のガラス基板ＧＳに対応して、マスクＭＳＫの平面サイズも大きくなっており、マスクＭＳＫの平坦性が低下している。この結果、例えば、図１１に示すように、関連技術１においては、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間に、微細な隙間が存在する。

[0062] さらに、処理室内には、マスクＭＳＫと対向する位置に上部電極ＵＥが配置されており、マスクＭＳＫと上部電極ＵＥで挟まれた空間が成膜空間となる。そして、この成膜空間に図示しないガス供給部から原料ガスＳＧが導入されている。原料ガスＳＧは、例えば、トリメチルアルミニウム（ＴＭＡ）から構成される。また、原料ガスＳＧは、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間の微細な隙間にも入り込む。なお、図１１に示すこの段階では、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発

生していない。

[0063] 次に、図１２は、関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、窒素ガスからなるパージガスが供給される。これにより、処理空間内に停留している原料ガスＳＧが、処理空間から排出される。この段階においても、依然として、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間には、微細な隙間が存在する。なお、図１２に示すこの段階においても、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していない。

[0064] 続いて、図１３は、関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に反応ガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、酸素ガスからなる反応ガスＡＧが供給される。この段階においても、依然として、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間には、微細な隙間が存在し、関連技術１においては、この微細な隙間にも反応ガスＡＧが供給される。なお、図１３に示すこの段階においても、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していない。

[0065] 次に、図１４は、関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にプラズマを発生させる様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、酸素ガスからなる反応ガスＡＧが供給されている。この段階においても、依然として、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間には、微細な隙間が存在し、関連技術１においては、この微細な隙間にも反応ガスＡＧが供給される。ここで、図１４に示すこの段階において、上部電極ＵＥには、高周波電源ＲＦＳから高周波電圧が印加される。これにより、成膜空間には、ラジカル（活性種）および荷電粒子を含むプラズマＰＬＳが発生する。そして、このプラズマＰＬＳによって、原料ガスＳＧを導入することによりガラス基板ＧＳに形成された吸着層とプラズマ化した反応ガスＡＧとが反応して、例えば、酸化アルミニウム膜からなる保護

膜がガラス基板ＧＳに形成された有機ＥＬ素子を覆うように形成される。

[0066] 続いて、図１５は、関連技術１において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、窒素ガスからなるパージガスが供給される。これにより、処理空間内に停留している反応ガスＡＧが、処理空間から排出される。この段階においても、依然として、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間には、微細な隙間が存在する。なお、図１５に示すこの段階においては、上部電極ＵＥへの高周波電圧の印加が停止される。この結果、成膜空間に発生していたプラズマＰＬＳは消滅する。

[0067] 以上のようにして、関連技術１においては、マスクＭＳＫを使用したプラズマ原子層成長法によって、ガラス基板ＧＳに形成されている有機ＥＬ素子を覆うように、例えば、酸化アルミニウム膜からなる保護膜を形成することができる。

[0068] ＜＜改善の余地の説明＞＞

続いて、関連技術１に存在する改善の余地について説明する。関連技術１では、表示部に対応した開口領域と額縁領域に対応した被覆領域とを有するマスクを使用しているため、ガラス基板の額縁領域には、保護膜が形成されないと考えられる。ところが、関連技術１では、（１）マスクとガラス基板との間に微細な隙間が存在することと、（２）保護膜の形成方法がプラズマ原子層成長方法であることに起因して、ガラス基板の額縁領域の一部にも保護膜が形成されてしまう。例えば、図１６は、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間に生じた微細な隙間にも保護膜が入り込むように形成されている様子を模式的に示す図である。この場合、マスクＭＳＫの下層に存在する額縁領域には、表示部と電気的に接続される電極が形成されており、この電極上に絶縁材料からなる保護膜が形成されてしまうと、電極を介した表示部と回路部との導通を確保することができなくなる。

[0069] すなわち、マスクのサイズの増大に伴って、マスクの平坦性を確保することが難しくなることから、マスクとガラス基板との間に微細な隙間が存在す

る。そして、保護膜を形成するプラズマ原子層成長方法では、段差被覆性を良好にするため、原料ガスとして拡散しやすい材料が使用されるとともに、それぞれのガス（原料ガスやパージガスや反応ガス）が成膜容器内に充分に拡散するだけの時間を確保しながら、それぞれのガスを交互に供給している。このため、例えば、原料ガスや反応ガスは、基板上だけでなく、成膜容器の隅々まで行き渡ることになる。さらには、プラズマ原子層成長装置においては、反応ガスをプラズマ放電させることにより活性種（ラジカル）を形成して、この活性種と基板に吸着した原料ガスとが反応して膜が形成されるだけでなく、プラズマ放電によって活性種（ラジカル）が生じない状態においても、原料ガスと反応ガスとが反応しやすい傾向がある。したがって、プラズマ原子層成長装置では、プラズマ放電が生じていない微細な隙間においても、原料ガスと反応ガスが反応して膜が形成されることになる。つまり、原子層成長装置では、（１）原子層単位で膜を形成すること、（２）成膜容器の隅々まで原料ガスや反応ガスが行き渡ること、（３）プラズマ放電が生じていない場所でも原料ガスと反応ガスとが反応しやすいことという特徴を有する結果、例えば、マスクとガラス基板との間に生じる微細な隙間にも膜が形成されることになるのである。

[0070] 図１７は、関連技術１において、マスクエッジからマスク側に入り込む距離と、形成される保護膜の膜厚との関係を示すグラフである。図１７において、横軸は、マスクエッジからマスク側に入り込む距離（ｍｍ）を示しており、縦軸は、形成される保護膜の膜厚（ｎｍ）を示している。図１７に示すように、マスクエッジからマスク側に入り込んだ位置においても、保護膜が形成されていることがわかる。すなわち、図１７に示す実測結果から、関連技術１では、マスクで覆われているはずのガラス基板の額縁領域の一部にも保護膜が形成されてしまうことがわかる。ここで、携帯電話機（スマートフォン）においては、できるだけ表示部のサイズを大きくする一方、額縁領域のサイズを小さくすることが望まれている。なぜなら、携帯電話機（スマートフォン）においては、表示部のサイズを確保しながら、携帯電話機の全体

サイズを小型化することが望まれているからである。この点に関し、関連技術１において、額縁領域のサイズを小さくすると、保護膜の入り込みによって、額縁領域に形成されている電極を覆うように保護膜が形成されてしまう可能性が高くなり、この場合、電極を介した表示部と回路部との導通を確保することができなくなるおそれがある。一方、額縁領域のサイズを大きくして、保護膜の入り込みが生じない奥の領域に電極を形成するように構成すると、額縁領域のサイズが大きくなることに起因して、表示部のサイズを大きくしないにも関わらず、携帯電話機の全体のサイズが大きくなってしまう。したがって、関連技術１においては、額縁領域のサイズを小さくしながら、額縁領域に形成されている電極を介した表示部と回路部との電気的な接続信頼性を確保する観点から、改善の余地が存在することがわかる。

[0071] ここで、額縁領域への保護膜の入り込みは、ガラス基板とマスクとの間に微細な隙間が生じることが主原因であることから、この微細な隙間を無くすことが考えられる。特に、この微細な隙間は、マスクの平坦性の低下に起因することから、マスクを構成するマスク材の選択によって対応することが考えられる。例えば、マスク材を金属（メタル）から構成する場合、保護膜の入り込む距離は３ｍｍ程度となる一方、マスク材をセラミックから構成する場合、保護膜の入り込む距離は１ｍｍ程度となる。このことから、マスク材を金属からセラミックに変更することにより、額縁領域への保護膜の入り込みを抑制することができると考えられる。ただし、マスクの材料をセラミックに変更したとしても、マスクの平坦性の低下が完全に解決されるものではなく、特に、セラミックからなるマスクにおいても、マスクの大型化に伴って、額縁領域への保護膜の入り込みが拡大することが懸念される。このように、額縁領域への保護膜の入り込みを抑制するために、マスクの材料を変更するという対策は、本質的な対策ではなく、さらなる根本的な対策が必要とされる。

[0072] そこで、関連技術２では、マスクを磁性体から構成して、外部に設けられた磁石からの磁力によって、マスクをガラス基板に強制的に引き付けること

で、額縁領域への保護膜の入り込みの主原因となるガラス基板とマスクとの間の微細な隙間の発生を抑制するという工夫を施している。以下に、この工夫を施した関連技術２について説明する。

[0073] ＜関連技術２の説明＞

図１８は、関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に原料ガスを導入する様子を示す模式図である。図１８において、関連技術２における処理室内には、基板搭載部ＳＬＵが設けられている。この基板搭載部ＳＬＵは、ステージＳＴと、ステージＳＴ上に配置されたサセプタＳＰとを含み、サセプタＳＰの内部には、磁界発生部ＭＧＵとして機能する永久磁石ＰＭが埋め込まれている。さらに、サセプタＳＰ上には、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板ＧＳが搭載されている。そして、図１８に示すように、ガラス基板ＧＳ上には、磁性体からなるマスクＭＳＫが配置されている。したがって、関連技術２においては、磁性体からなるマスクＭＳＫが、永久磁石ＰＭに引き付けられる結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。

[0074] さらに、処理室内には、マスクＭＳＫと対向する位置に上部電極ＵＥが配置されており、マスクＭＳＫと上部電極ＵＥで挟まれた空間が成膜空間となる。そして、この成膜空間に図示しないガス供給部から原料ガスＳＧが導入されている。原料ガスＳＧは、例えば、トリメチルアルミニウム（ＴＭＡ）から構成される。このとき、関連技術２においては、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間が存在しないことから、原料ガスＳＧは、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間には入り込まない。なお、図１８に示すこの段階では、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していない。

[0075] 次に、図１９は、関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、窒素ガスからなるパージガスが供給される。これにより、処理空間内に停留している原料ガスＳＧが、処理空

間から排出される。この段階においても、依然として、磁性体からなるマスクＭＳＫが、永久磁石ＰＭに引き付けられる結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。なお、図１９に示すこの段階においても、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していない。

[0076] 続いて、図２０は、関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内に反応ガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、酸素ガスからなる反応ガスＡＧが供給される。この段階においても、磁性体からなるマスクＭＳＫが、永久磁石ＰＭに引き付けられる結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。このことから、反応ガスＡＧは、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間には入り込まない。なお、図２０に示すこの段階においても、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していない。

[0077] 次に、図２１は、関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にプラズマを発生させる様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、酸素ガスからなる反応ガスＡＧが供給されている。この段階においても、依然として、磁性体からなるマスクＭＳＫが、永久磁石ＰＭに引き付けられる結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。このことから、反応ガスＡＧは、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間には入り込まない。

[0078] ここで、図２１に示すこの段階において、上部電極ＵＥには、高周波電源ＲＦＳから高周波電圧が印加される。これにより、成膜空間には、ラジカル（活性種）および荷電粒子を含むプラズマＰＬＳが発生する。そして、このプラズマＰＬＳによって、原料ガスＳＧを導入することによりガラス基板ＧＳに形成された吸着層とプラズマ化した反応ガスＡＧとが反応して、例えば、酸化アルミニウム膜からなる保護膜がガラス基板ＧＳに形成された有機ＥＬ素子を覆うように形成される。

[0079] 続いて、図２２は、関連技術２において、プラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、窒素ガスからなるパージガスが供給される。これにより、処理空間内に停留している反応ガスＡＧが、処理空間から排出される。この段階においても、依然として、磁性体からなるマスクＭＳＫが、永久磁石ＰＭに引き付けられる結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。なお、図２２に示すこの段階においては、上部電極ＵＥへの高周波電圧の印加が停止される。この結果、成膜空間に発生していたプラズマＰＬＳは消滅する。

[0080] 以上のようにして、関連技術２においては、マスクＭＳＫを使用したプラズマ原子層成長法によって、ガラス基板ＧＳに形成されている有機ＥＬ素子を覆うように、例えば、酸化アルミニウム膜からなる保護膜を形成することができる。

[0081] ＜関連技術２に特有の改善の余地＞

上述した関連技術２においては、図１８～図２２に示すように、成膜動作全体にわたって、磁性体からなるマスクＭＳＫが、永久磁石ＰＭに引き付けられている結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。これにより、関連技術２においては、マスクＭＳＫで覆われている額縁領域への保護膜の入り込みを防止できる。すなわち、関連技術２においては、永久磁石ＰＭから発生する磁界に基づく磁力によって、磁性体からなるマスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの密着性を向上できる結果、額縁領域への保護膜の形成を抑制することができるのである。

[0082] ところが、関連技術２においては、例えば、図２１に示すように、プラズマＰＬＳが発生している状態においても、サセプタＳＰに埋め込まれた永久磁石ＰＭからの磁界が成膜空間に漏れ出る。このことから、成膜空間に発生しているプラズマＰＬＳにも磁界の影響が及ぶことになる。そして、プラズマＰＬＳの内部には、荷電粒子が含まれていることから、この荷電粒子に対してローレンツ力が働く結果、ガラス基板ＧＳに形成される保護膜の膜厚分

布が乱れてしまうのである。

[0083] このように、関連技術２では、マスクＭＳＫを磁性体から構成するとともに、基板搭載部ＳＬＵに永久磁石ＰＭを埋め込むことにより、永久磁石ＰＭからの磁力によって、マスクＭＳＫをガラス基板ＧＳに強制的に引き付けることで、額縁領域への保護膜の入り込みの主原因となるガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間の微細な隙間の発生を抑制することができる。ただし、関連技術２では、永久磁石ＰＭを基板搭載部ＳＬＵに埋め込むことの副作用として、プラズマＰＬＳが発生している状態においても、永久磁石ＰＭからの磁界がプラズマＰＬＳに及ぶ。このことから、プラズマＰＬＳを構成する荷電粒子にローレンツ力という形で磁界の悪影響が及び、これによって、ガラス基板ＧＳに形成される保護膜の膜厚分布が乱れてしまうという副作用が生じるのである。つまり、関連技術２では、磁力を利用することによって、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間の微細な隙間の発生を抑制することができる一方で、プラズマＰＬＳに磁界による悪影響が及ぶことによって、ガラス基板ＧＳに形成される保護膜の膜厚分布が乱れるという副作用が生じるのである。

[0084] ＜＜プラズマを使用する必然性＞＞

ここで、永久磁石から発生する磁界によって、プラズマを構成する荷電粒子にローレンツ力が働く結果、保護膜の膜厚分布が乱れるという副作用を防止する対策として、プラズマを使用しなければ副作用は生じないのではないかと考えることができる。つまり、保護膜を形成する成膜方法として、プラズマを使用するプラズマ原子層成長方法ではなく、プラズマを使用しない原子層成長方法を使用すれば、永久磁石から発生する磁界の悪影響が及ぶことなく、保護膜の膜厚分布が乱れるという副作用を防止できると考えられる。

[0085] この点に関し、特に、有機ＥＬ素子を形成したガラス基板を覆うように保護膜を形成する工程では、プラズマ原子層成長法を使用する必然性があるのである。すなわち、有機ＥＬ素子は、高温に弱いため、有機ＥＬ素子を形成したガラス基板を高温にすることは困難なのである。そして、プラズマを使

用しない原子層成長法において、膜質の優れた保護膜を形成するためには、成膜温度を高温にする必要があり、例えば、有機ＥＬ素子のことを考慮して、成膜温度を低温にして保護膜を形成する場合、優れた膜質の保護膜を形成することが困難なのである。これに対し、プラズマ原子層成長法では、プラズマを利用することから、有機ＥＬ素子に影響を及ぼさない低い成膜温度にしても、膜質の優れた保護膜を形成することができるのである。

[0086] 以上のことから、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆うように保護膜を形成する工程においては、プラズマ原子層成長法を使用する必然性がある。つまり、永久磁石から発生する磁界によって、プラズマを構成する荷電粒子にローレンツ力が働く結果、保護膜の膜厚分布が乱れるという副作用を防止する対策として、プラズマを使用しない原子層成長法を選択する余地は存在しないのである。したがって、永久磁石から発生する磁界によって、プラズマを構成する荷電粒子にローレンツ力が働く結果、保護膜の膜厚分布が乱れるという副作用を解決するためには、さらなる工夫が必要とされる。

[0087] ＜＜関連技術２の適用困難性＞＞

さらに、関連技術２では、マスクを磁性体から構成して、基板搭載部に埋め込まれた永久磁石からの磁力によって、マスクをガラス基板に強制的に引き付けることで、額縁領域への保護膜の入り込みの主原因となるガラス基板とマスクとの間の微細な隙間の発生を抑制するという工夫を施している。この点に関し、実際に、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜の製造工程に対して、関連技術２を適用することは困難である。

[0088] 以下に、この点について説明する。例えば、有機ＥＬ素子は高温に弱いとは言っても、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する場合、成膜温度は、８０℃～１００℃程度になる。このことは、永久磁石が埋め込まれた基板搭載部も８０℃～１００℃程度に加熱されることを意味する。このことは、基板搭載部に埋め込まれた永久磁石にも８０℃～１００℃程度の温度が加わることを意味する。

[0089] ここで、永久磁石は、高温に加熱すると磁石として機能を消失することが

知られている。したがって、マスクを磁性体から構成して、基板搭載部に埋め込まれた永久磁石からの磁力によって、マスクをガラス基板に強制的に引き付けるという思想は、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する工程に適用することは困難なのである。なぜなら、この工程において、永久磁石は、８０℃～１００℃程度の温度に加熱される結果、永久磁石は、磁石としての機能を発揮できなくなるからである。すなわち、関連技術２の思想は、額縁領域への保護膜の入り込みの主原因となるガラス基板とマスクとの間の微細な隙間の発生を抑制する観点から有用な思想に見えるが、実際に有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する工程に適用することは困難であり、さらなる工夫が必要なのである。

[0090] そこで、本実施の形態では、関連技術２の思想を基本思想としながらも、実際に有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する工程に適用すること可能で、かつ、関連技術２で顕在化した副作用も抑制できる工夫を施している。以下では、この工夫を施した本実施の形態における技術的思想について説明する。

[0091] ＜プラズマ原子層成長装置＞

図２３は、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内の模式的な概略構成を示す図である。図２３において、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置は、ガラス基板ＧＳ上に配置された磁性体からなるマスクＭＳＫと、ガラス基板ＧＳの上方に発生するプラズマとを使用して、ガラス基板ＧＳ上に膜を形成するように構成されている。

[0092] 特に、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置は、有機ＥＬ素子を保護する保護膜を形成することができるように構成されている。例えば、有機ＥＬ素子を保護する保護膜は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜あるいは、酸窒化アルミニウム膜などの絶縁膜から構成される。このため、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置は、処理室と接続されているガス供給部（図示せず）を有し、このガス

供給部から処理室内に導入する原料ガスや反応ガスやパージガスを変更することにより、酸化アルミニウム膜や酸化シリコン膜に代表される様々な種類の膜を形成できるように構成されている。

[0093] 次に、図２３に示すように、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置は、ガラス基板ＧＳを搭載する基板搭載部ＳＬＵを有し、この基板搭載部ＳＬＵは、ステージＳＴと、ステージＳＴ上に配置されたサセプタＳＰとを含む。そして、サセプタＳＰには、サセプタＳＰに埋め込まれるように電磁石ＥＭからなる磁界発生部ＭＧＵが設けられている。そして、サセプタＳＰ上には、ガラス基板ＧＳが搭載されている。

[0094] さらに、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置は、基板搭載部ＳＬＵの上方に設けられた上部電極ＵＥと、上部電極ＵＥと接続可能な高周波電源部（図２３では図示せず）と、電磁石ＥＭからなる磁界発生部ＭＧＵと電気的に接続された制御部ＣＵとを備える。このとき、制御部ＣＵは、磁界発生部ＭＧＵからの磁界の発生／停止を制御し、かつ、上部電極ＵＥへの高周波電圧の供給／停止を制御するように構成されている。そして、制御部ＣＵは、成膜動作中に、磁界発生部ＭＧＵからの磁界の発生／停止を切り換えることができるようにも構成されている。

[0095] このように構成されているプラズマ原子層成長装置において、制御部ＣＵは、プラズマが発生している期間にわたって、磁界発生部ＭＧＵからの磁界の発生を停止することができるように構成されている。言い換えれば、制御部ＣＵは、上部電極ＵＥへ高周波電圧を供給している期間にわたって、磁界発生部ＭＧＵからの磁界の発生を停止することができるように構成されているとも言える。一方、制御部ＣＵは、上部電極ＵＥへの高周波電圧の供給を停止している期間にわたって、磁界発生部ＭＧＵから磁界を発生させるようにも構成されている。

[0096] ＜プラズマ原子層成長装置を使用した成膜方法＞

以上のようにして、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置が構成されており、以下では、このように構成されているプラズマ原子層成長装置

を使用して、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板ＧＳを覆う保護膜を形成する成膜方法について説明する。

[0097] 図２３は、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内に原料ガスを導入する様子を示す模式図である。図２３において、本実施の形態における処理室内には、基板搭載部ＳＬＵが設けられている。この基板搭載部ＳＬＵは、ステージＳＴと、ステージＳＴ上に配置されたサセプタＳＰとを含み、サセプタＳＰの内部には、磁界発生部ＭＧＵとして機能する電磁石ＥＭが埋め込まれている。さらに、サセプタＳＰ上には、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板ＧＳが搭載されている。そして、図２３に示すように、ガラス基板ＧＳ上には、磁性体からなるマスクＭＳＫが配置されている。そして、図２３に示す段階において、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の制御部ＣＵは、電磁石ＥＭに電流を流すように制御する。これにより、電磁石ＥＭからは磁界が発生し、この磁界に基づく磁力によって、磁性体からなるマスクＭＳＫが、電磁石ＥＭに引き付けられる。この結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの密着性が向上して、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。

[0098] さらに、処理室内には、マスクＭＳＫと対向する位置に上部電極ＵＥが配置されており、マスクＭＳＫと上部電極ＵＥで挟まれた空間が成膜空間となる。このとき、図２３に示す段階において、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の制御部ＣＵは、上部電極ＵＥと高周波電源とが非接続状態になるように制御する。この結果、図２３に示すこの段階では、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していないことになる。

[0099] そして、この成膜空間に図示しないガス供給部から原料ガスＳＧが導入されている。原料ガスＳＧは、例えば、トリメチルアルミニウム（ＴＭＡ）から構成される。このとき、本実施の形態においては、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間が存在しないことから、原料ガスＳＧは、ガラス基板ＧＳとマスクＭＳＫとの間には入り込まない。

[0100] 次に、図２４は、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、窒素ガスからなるパージガスが供給される。これにより、処理空間内に停留している原料ガスＳＧが、処理空間から排出される。この段階においても、依然として、制御部ＣＵは、電磁石ＥＭに電流を流すように制御する。これにより、電磁石ＥＭからは磁界が発生し続け、この磁界に基づく磁力によって、磁性体からなるマスクＭＳＫが、電磁石ＥＭに引き付けられた状態を維持する。この結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの密着性が向上して、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。

[0101] なお、図２４に示す段階において、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の制御部ＣＵは、上部電極ＵＥと高周波電源とが非接続状態になるように制御する。この結果、図２４に示すこの段階では、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していないことになる。

[0102] 続いて、図２５は、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内に反応ガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、酸素ガスからなる反応ガスＡＧが供給される。この段階においても、依然として、制御部ＣＵは、電磁石ＥＭに電流を流すように制御する。これにより、電磁石ＥＭからは磁界が発生し続け、この磁界に基づく磁力によって、磁性体からなるマスクＭＳＫが、電磁石ＥＭに引き付けられた状態を維持する。この結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの密着性が向上して、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しない。なお、図２５に示す段階において、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の制御部ＣＵは、上部電極ＵＥと高周波電源とが非接続状態になるように制御し続ける。この結果、図２５に示すこの段階では、上部電極ＵＥには、高周波電圧は印加されておらず、成膜空間には、プラズマは発生していないことになる。

[0103] 次に、図２６は、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内にプラズマを発生させる様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、酸素ガスからなる反応ガスＡＧが供給されている。この段階において、制御部ＣＵは、電磁石ＥＭへの電流の供給を遮断するように制御する。これにより、電磁石ＥＭからの磁界の発生は停止する。これにより、磁性体からなるマスクＭＳＫには吸引力が働かなくなる結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間が存在するようになる。一方、図２６に示すこの段階において、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の制御部ＣＵは、上部電極ＵＥと高周波電源ＲＦＳとが接続状態になるように制御する。これにより、上部電極ＵＥには、高周波電源ＲＦＳから高周波電圧が印加されることになる。この結果、成膜空間には、ラジカル（活性種）および荷電粒子を含むプラズマＰＬＳが発生する。そして、このプラズマＰＬＳによって、原料ガスＳＧを導入することによりガラス基板ＧＳに形成された吸着層とプラズマ化した反応ガスＡＧとが反応して、例えば、酸化アルミニウム膜からなる保護膜がガラス基板ＧＳに形成された有機ＥＬ素子を覆うように形成される。すなわち、マスクＭＳＫの開口領域から露出するガラス基板ＧＳの領域に保護膜が形成される。このとき、本実施の形態では、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間が存在する。したがって、この微細な隙間にもプラズマ化した反応ガスが入り込むことも考えられる。しかしながら、本実施の形態では、例えば、図２３に示す原料ガスＳＧを供給する工程においては、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間が存在しない。この結果、微細な隙間には、原料ガスＳＧに基づく吸着層は形成されていないことから、たとえ、この微細な隙間に、プラズマ化した反応ガスが入り込んだとしても化学反応は生じない。このため、図２６に示すマスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間の微細な隙間には、保護膜は形成されないことになる。

[0104] そして、図２６に示すように、プラズマＰＬＳが発生している段階では、電磁石ＥＭからの磁界の発生は停止している。したがって、本実施の形態に

よれば、プラズマＰＬＳを構成する荷電粒子にローレンツ力が働くこともなく、荷電粒子にローレンツ力が働くことに起因する保護膜の膜厚分布の乱れを抑制することができる。

[0105] 続いて、図２７は、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の処理室内にパージガスを導入する様子を示す模式図である。このとき、図示しないガス供給部から処理室の内部に、例えば、窒素ガスからなるパージガスが供給される。これにより、処理空間内に停留している反応ガスＡＧが、処理空間から排出される。この段階において、再び、制御部ＣＵは、電磁石ＥＭに電流を流すように制御する。これにより、電磁石ＥＭからは磁界が発生し始め、この磁界に基づく磁力によって、磁性体からなるマスクＭＳＫが、電磁石ＥＭに引き付けられた状態になる。この結果、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの密着性が向上して、マスクＭＳＫとガラス基板ＧＳとの間に微細な隙間は存在しなくなる。

[0106] なお、図２７に示す段階において、本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置の制御部ＣＵは、上部電極ＵＥと高周波電源とが非接続状態になるように制御する。この結果、図２７に示すこの段階では、上部電極ＵＥには、高周波電圧の印加が停止される。この結果、成膜空間に発生していたプラズマＰＬＳは消滅する。

[0107] 以上のようにして、本実施の形態においては、マスクＭＳＫを使用したプラズマ原子層成長法によって、ガラス基板ＧＳに形成されている有機ＥＬ素子を覆うように、例えば、酸化アルミニウム膜からなる保護膜を形成することができる。

[0108] 本実施の形態における成膜方法は、磁界発生部ＭＧＵを含む基板搭載部ＳＬＵを有するプラズマ原子層成長装置を使用した成膜方法である。そして、本実施の形態における成膜方法は、（ａ）「基板搭載部ＳＬＵ上に基板を配置する工程」と、（ｂ）「基板上に磁性体からなるマスクＭＳＫを配置する工程」と、（ｃ）「（ｂ）工程の後、磁界発生部ＭＧＵから磁界を発生させる工程」とを有する。

[0109] 次に、本実施の形態における成膜方法は、（ｄ）「（ｃ）工程の後、基板上に原料ガスＳＧを供給する工程」と、（ｅ）「原料ガスＳＧの供給を停止する工程」と、（ｆ）「（ｅ）工程の後、磁界発生部ＭＧＵからの磁界の発生を停止する工程」とを備える。

[0110] さらに、本実施の形態における成膜方法は、（ｇ）「（ｅ）工程の後、基板上に反応ガスＡＧを供給する工程」と、（ｈ）「（ｆ）工程および（ｇ）工程を実施した後、基板の上方にプラズマＰＬＳを発生させる工程」とを備える。

[0111] このとき、例えば、磁界発生部ＭＧＵは、電磁石ＥＭを有し、（ｃ）工程では、電磁石ＥＭに電流を流すことにより、磁界発生部ＭＧＵから磁界を発生させる。

[0112] なお、基板は、可視光に対する透光性を有する材料を含む。具体的に、基板は、ガラス材料を含むように構成したり、樹脂材料を含むように構成することができるとともに、基板は、変形可能なフレキシブル基板とすることができる。

[0113] ＜実施の形態における特徴＞

続いて、本実施の形態における特徴点について説明する。本実施の形態における特徴点は、成膜処理中に磁界発生部からの磁界の発生／停止を切り換える点にある。これにより、例えば、プラズマ処理を実施している期間中に、磁界発生部からの磁界の発生を停止することができる。この結果、本実施の形態によれば、プラズマを構成する荷電粒子に磁界に基づくローレンツ力が働くことを防止でき、これによって、保護膜の膜厚分布の乱れを抑制することができる。一方、プラズマ処理を実施していない成膜処理の期間中においては、磁界発生部から磁界を発生させる。これにより、磁性体からなるマスクが磁界発生部に引き付けられる結果、磁界発生部が埋め込まれた基板搭載部上に配置されているガラス基板と、このガラス基板上に配置されているマスクとの密着性を向上することができる。これにより、マスクとガラス基板との間に微細な隙間が発生することを防止できる結果、微細な隙間の内部

に保護膜が入り込むことを抑制することができる。

[0114] このように、本実施の形態によれば、成膜処理中に磁界発生部からの磁界の発生／停止を切り換えるという特徴点を採用することにより、マスクの被覆領域に覆われている額縁領域への保護膜の入り込みを抑制できることと、磁界によるプラズマへの悪影響に起因する保護膜の膜厚分布の乱れを防止できることとを両立することができる。

[0115] すなわち、成膜処理の全期間にわたって、磁界発生部からの磁界の発生を継続すると、プラズマ処理を実施している期間においても、プラズマを構成する荷電粒子に対して、ローレンツ力という形で磁界の影響が及ぶことになる。この場合、ローレンツ力によって、プラズマ内の荷電粒子の分布に乱れが生じることに起因して、保護膜の膜厚分布に乱れが生じてしまう。一方で、磁界発生部による磁界の発生を利用しない場合には、マスクとガラス基板との間に微細な隙間が形成され、この微細な隙間での保護膜の入り込みが生じてしまう。したがって、成膜処理中に磁界発生部からの磁界の発生／停止を切り換えるという思想（特徴点）は、上述した不都合を解消する観点から極めて有用である。

[0116] そして、本実施の形態では、成膜処理中に磁界発生部からの磁界の発生／停止を切り換えるという思想を具現化するため、磁界発生部を電磁石から構成している。なぜなら、電磁石は、電流を流すことにより、磁界を発生させることができる一方、電流を流さなければ、磁界を発生させることがないことから、電磁石に流す電流のオン／オフを制御することにより、電磁石（磁界発生部）からの磁界の発生／停止を切り換えることが可能となるからである。一方、永久磁石は、常に磁界を発生させるため、磁界の発生／停止を切り換えるという思想を具現化することはできないのである。したがって、成膜処理中に磁界発生部からの磁界の発生／停止を切り換えるという思想は、磁界発生部を電磁石から構成することによって容易に実現可能となることがわかる。

[0117] さらに、磁界発生部を電磁石から構成する場合、以下に示す利点を得るこ

とができる。例えば、有機ＥＬ素子は高温に弱いとは言っても、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する場合、成膜温度は、８０℃～１００℃程度になる。このとき、例えば、磁界発生部を永久磁石から構成する場合、永久磁石が埋め込まれた基板搭載部も８０℃～１００℃程度に加熱されることになることから、基板搭載部に埋め込まれた永久磁石にも８０℃～１００℃程度の温度が加わることを意味する。

[0118] ここで、永久磁石は、高温に加熱すると磁石として機能を消失することが知られている。したがって、マスクを磁性体から構成して、基板搭載部に埋め込まれた永久磁石からの磁力によって、マスクをガラス基板に強制的に引き付けるという思想は、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する工程に適用することは困難となってしまうのである。なぜなら、この工程において、永久磁石は、８０℃～１００℃程度の温度に加熱される結果、永久磁石は、磁石としての機能を発揮できなくなるからである。すなわち、基板搭載部に埋め込まれた永久磁石からの磁力によって、マスクをガラス基板に強制的に引き付けるという思想は、額縁領域への保護膜の入り込みの主原因となるガラス基板とマスクとの間の微細な隙間の発生を抑制する観点から有用な思想に見えるが、実際に有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する工程に適用することは困難である。

[0119] これに対し、本実施の形態では、磁界発生部を電磁石から構成している。この場合、永久磁石と異なり、電磁石が高温に曝されても、磁石として機能を消失することはない。すなわち、電磁石が高温状態に置かれても、電磁石に電流を流すことにより、電磁石から磁界を発生させることができるのである。このように、磁界発生部を電磁石から構成することによって初めて、マスクを磁性体から構成して、基板搭載部に埋め込まれた磁界発生部からの磁力によって、マスクをガラス基板に強制的に引き付けるという思想を、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形

成する工程に適用することが可能となるのである。したがって、磁界発生部を電磁石から構成する場合、有機ＥＬ素子が形成されたガラス基板を覆う保護膜をプラズマ原子層成長法で形成する工程のように加熱処理を含む工程において、マスクをガラス基板に磁力によって強制的に引き付けるという構成を実効あらしめることができる利点を得ることができる。

[0120] さらには、磁界発生部を電磁石から構成することにより、マスクをガラス基板に強制的に引き付ける磁力の大きさを調整することができる利点も得ることができる。なぜなら、電磁石に流す電流の大きさによって、電磁石から発生する磁界の大きさが変化するからである。したがって、例えば、電磁石に流す電流を第１電流値にした場合であっても、マスクとガラス基板との間に形成される微細な隙間が発生して、微細な隙間への保護膜の入り込み（マスクで覆われた額縁領域への保護膜の入り込み）が顕在化する場合、電磁石に流す電流を第１電流値よりも大きな第２電流値に変更することによって、マスクを引き付ける磁力の大きさを大きくすることができる。これにより、電磁石の構成を変更することなく、マスクとガラス基板との間に形成される微細な隙間の発生を抑制することができ、これによって、微細な隙間への保護膜の入り込み（マスクで覆われた額縁領域への保護膜の入り込み）に対して柔軟に対応することができる利点も得ることができる。

[0121] ＜実施の形態における効果の検証＞

最後に、本実施の形態における技術的思想によってもたらされる顕著な効果について説明する。本実施の形態におけるプラズマ原子層成長装置を使用して、３７０ｍｍ×４７０ｍｍのガラス基板に保護膜である酸窒化アルミニウム膜（ＡＩＯＮ）を形成する。このとき、原料ガスとして、トリメチルアルミニウムを使用し、かつ、反応ガスとして、酸素ガスおよび窒素ガスを使用する。保護膜は、マスクの開口領域から露出するガラス基板上に１００ｎｍの膜厚で形成されるように、プラズマ原子層成長法のサイクル数（繰り返し数鵜）を６２０とする。このような成膜条件において、図２８に示すＡ点～Ｈ点までの８点の測定ポイントでの保護膜の膜厚を測定する。

[0122] 図２８は、測定点であるＡ点～Ｈ点を模式的に示す図である。図２８に示すように、マスクＭＳＫには、被覆領域ＣＶＲと開口領域ＯＰＲとが形成されている。Ａ点～Ｄ点は、開口領域ＯＰＲのエッジから被覆領域ＣＶＲ側に３００μｍだけ離れた位置であり、Ｅ点～Ｈ点は、開口領域ＯＰＲのエッジから開口領域ＯＰＲの内側に３００μｍだけ離れた位置である。

[0123] 図２９は、図２８のＡ点～Ｈ点で示される測定ポイントでの保護膜の膜厚の測定結果を示すグラフである。図２９において、左側のグラフは、本実施の形態に対応しており、プラズマ処理を実施している期間中に、磁界発生部からの磁界の発生を停止し、かつ、プラズマ処理を実施していない成膜処理の期間中においては、磁界発生部から磁界を発生するように、磁界発生部からの磁界の発生／停止を切り換える構成に対応している。

[0124] 一方、中央のグラフは、磁界発生部を設けない関連技術１に対応しており、成膜処理の全期間にわたって、磁界発生部からの磁界の発生を停止する構成に対応している。また、右側のグラフは、関連技術２に対応しており、成膜処理の全期間にわたって、磁界発生部からの磁界を発生させる構成に対応している。

[0125] 図２９（中央図）に示すように、関連技術１では、Ａ点～Ｄ点において、かなり保護膜が形成されてしまっている一方、Ｅ点～Ｈ点においては、ほぼ均一の膜厚で保護膜が形成されていることがわかる。Ａ点～Ｄ点の結果は、マスクの被覆領域で覆われているガラス基板上に保護膜が入り込んで形成されてしまっていることを示している。一方、Ｅ点～Ｈ点の結果は、プラズマ発生時に磁界の発生が存在しないため、マスクの開口領域から露出するガラス基板上に形成される保護膜の膜厚ばらつき（膜厚分布の乱れ）が生じていないことを示している。これにより、関連技術１では、磁界によるプラズマへの悪影響に起因する保護膜の膜厚分布の乱れを防止できるものの、マスクの被覆領域に覆われている額縁領域への保護膜の入り込みを抑制することはできないことがわかる。

[0126] 図２９（右図）に示すように、関連技術２では、Ａ点～Ｄ点において、ほ

とんど保護膜が形成されていない一方、Ｅ点～Ｈ点においては、かなりのばらつきがある膜厚で保護膜が形成されていることがわかる。Ａ点～Ｄ点の結果は、マスクの被覆領域で覆われているガラス基板上に保護膜が入り込んで形成されていないことを示している。一方、Ｅ点～Ｈ点の結果は、プラズマ発生時に磁界の発生が存在するため、マスクの開口領域から露出するガラス基板上に形成される保護膜の膜厚ばらつき（膜厚分布の乱れ）が生じていることを示している。これにより、関連技術２では、マスクの被覆領域に覆われている額縁領域への保護膜の入り込みを抑制することができるものの、磁界によるプラズマへの悪影響に起因する保護膜の膜厚分布の乱れを防止できないことがわかる。

[0127] これに対し、図２９（左図）に示すように、本実施の形態では、Ａ点～Ｄ点において、ほとんど保護膜が形成されていない一方、Ｅ点～Ｈ点においては、ほぼ均一の膜厚で保護膜が形成されていることがわかる。Ａ点～Ｄ点の結果は、マスクの被覆領域で覆われているガラス基板上に保護膜が入り込んで形成されていないことを示している。一方、Ｅ点～Ｈ点の結果は、プラズマ発生時に磁界の発生を停止しているため、マスクの開口領域から露出するガラス基板上に形成される保護膜の膜厚ばらつき（膜厚分布の乱れ）が生じていいないことを示している。これにより、本実施の形態における技術的思想によれば、マスクの被覆領域に覆われている額縁領域への保護膜の入り込みを抑制できることと、磁界によるプラズマへの悪影響に起因する保護膜の膜厚分布の乱れを防止できることとを両立することができるという顕著な効果が得られることが裏付けられているということができる。すなわち、本実施の形態における技術的思想によれば、関連技術１および関連技術２では得ることにできない顕著な効果を得ることができることがわかる。

[0128] 以上、本発明者によってなされた発明をその実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

符号の説明

[0129] ＡＧ　反応ガス

ＣＵ　制御部

ＥＭ　電磁石

ＧＳ　ガラス基板

ＭＧＵ　磁界発生部

ＭＳＫ　マスク

ＰＦ　保護膜

ＰＬＳ　プラズマ

ＲＦＳ　高周波電源

ＳＧ　原料ガス

ＳＬＵ　基板搭載部

請求の範囲

[請求項1] 磁界発生部を含む基板搭載部を有するプラズマ原子層成長装置を使用した成膜方法であって、

（ａ）前記基板搭載部上に基板を配置する工程、

（ｂ）前記基板上に磁性体からなるマスクを配置する工程、

（ｃ）前記（ｂ）工程の後、前記磁界発生部から磁界を発生させる工程、

（ｄ）前記（ｃ）工程の後、前記基板上に原料ガスを供給する工程、

（ｅ）前記原料ガスの供給を停止する工程、

（ｆ）前記（ｅ）工程の後、前記磁界発生部からの磁界の発生を停止する工程、

（ｇ）前記（ｅ）工程の後、前記基板上に反応ガスを供給する工程、

（ｈ）前記（ｆ）工程および前記（ｇ）工程を実施した後、前記基板の上方にプラズマを発生させる工程、

を備える、成膜方法。

[請求項2] 請求項１に記載の成膜方法において、

前記磁界発生部は、電磁石を有し、

前記（ｃ）工程では、前記電磁石に電流を流すことにより、前記磁界発生部から磁界を発生させる、成膜方法。

[請求項3] 請求項１に記載の成膜方法において、

前記（ｈ）工程では、前記基板の上方にプラズマを発生させることにより、前記基板上に膜を形成する、成膜方法。

[請求項4] 請求項３に記載の成膜方法において、

前記膜は、絶縁膜である、成膜方法。

[請求項5] 請求項４に記載の成膜方法において、

前記膜は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸窒化シリコン膜、

酸化アルミニウム膜あるいは、酸窒化アルミニウム膜のいずれかの膜である、成膜方法。

[請求項6] 請求項３に記載の成膜方法において、

前記膜は、有機ＥＬ素子を水分の浸入から保護する保護膜である、成膜方法。

[請求項7] 請求項３に記載の成膜方法において、

前記基板は、可視光に対する透光性を有する材料を含む、成膜方法。

[請求項8] 請求項７に記載の成膜方法において、

前記基板は、ガラス材料を含む、成膜方法。

[請求項9] 請求項７に記載の成膜方法において、

前記基板は、樹脂材料を含む、成膜方法。

[請求項10] 請求項１に記載の成膜方法において、

前記基板は、変形可能なフレキシブル基板である、成膜方法。

[請求項11] 画像を表示する表示部を有する電子装置の製造方法であって、

（ａ）処理室内に設けられた基板搭載部上に基板を配置する工程、

（ｂ）前記基板上に磁性体からなるマスクを配置する工程、

（ｃ）前記（ｂ）工程の後、前記処理室内に磁界を発生させる工程、

（ｄ）前記（ｃ）工程の後、前記処理室内に原料ガスを供給する工程、

（ｅ）前記原料ガスの供給を停止する工程、

（ｆ）前記（ｅ）工程の後、磁界の発生を停止する工程、

（ｇ）前記（ｅ）工程の後、前記処理室内に反応ガスを供給する工程、

（ｈ）前記（ｆ）工程および前記（ｇ）工程を実施した後、前記処理室内にプラズマを発生させる工程、

を備える、電子装置の製造方法。

[請求項12] 請求項１１に記載の電子装置の製造方法において、

前記表示部は、発光部を構成する有機ＥＬ素子を含み、

前記（ｈ）工程では、前記基板上に膜が形成され、

前記膜は、前記有機ＥＬ素子を保護する保護膜である、電子装置の製造方法。

[請求項13] 請求項１１に記載の電子装置の製造方法において、

前記電子装置の製造方法は、前記（ｅ）工程の後、前記（ｇ）工程の前に、前記原料ガスを前記処理室の外部へ排出する工程を有する、電子装置の製造方法。

[請求項14] 請求項１３に記載の電子装置の製造方法において、

前記原料ガスを前記処理室の外部へ排出する工程は、前記処理室内にパージガスを供給する工程である、電子装置の製造方法。

[請求項15] 請求項１１に記載の電子装置の製造方法において、

前記電子装置の製造方法は、原子層成長法を使用する、電子装置の製造方法。

[請求項16] 基板上に配置された磁性体からなるマスクと、前記基板の上方に発生するプラズマとを使用して、前記基板上に膜を形成するプラズマ原子層成長装置であって、

前記基板を搭載する基板搭載部と、

前記基板搭載部の上方に設けられた上部電極と、

前記上部電極と接続可能な高周波電源部と、

前記基板搭載部に設けられた磁界発生部と、

前記磁界発生部からの磁界の発生／停止を制御し、かつ、前記上部電極への高周波電圧の供給／停止を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、成膜処理中に、前記磁界発生部からの磁界の発生／停止を切り換える、プラズマ原子層成長装置。

[請求項17] 請求項１６に記載のプラズマ原子層成長装置において、

前記制御部は、前記プラズマが発生している期間にわたって、前記磁界発生部からの磁界の発生を停止する、プラズマ原子層成長装置。

[請求項18] 請求項１６に記載のプラズマ原子層成長装置において、

前記制御部は、前記上部電極へ前記高周波電圧を供給している期間にわたって、前記磁界発生部からの磁界の発生を停止する、プラズマ原子層成長装置。

[請求項19] 請求項１８に記載のプラズマ原子層成長装置において、

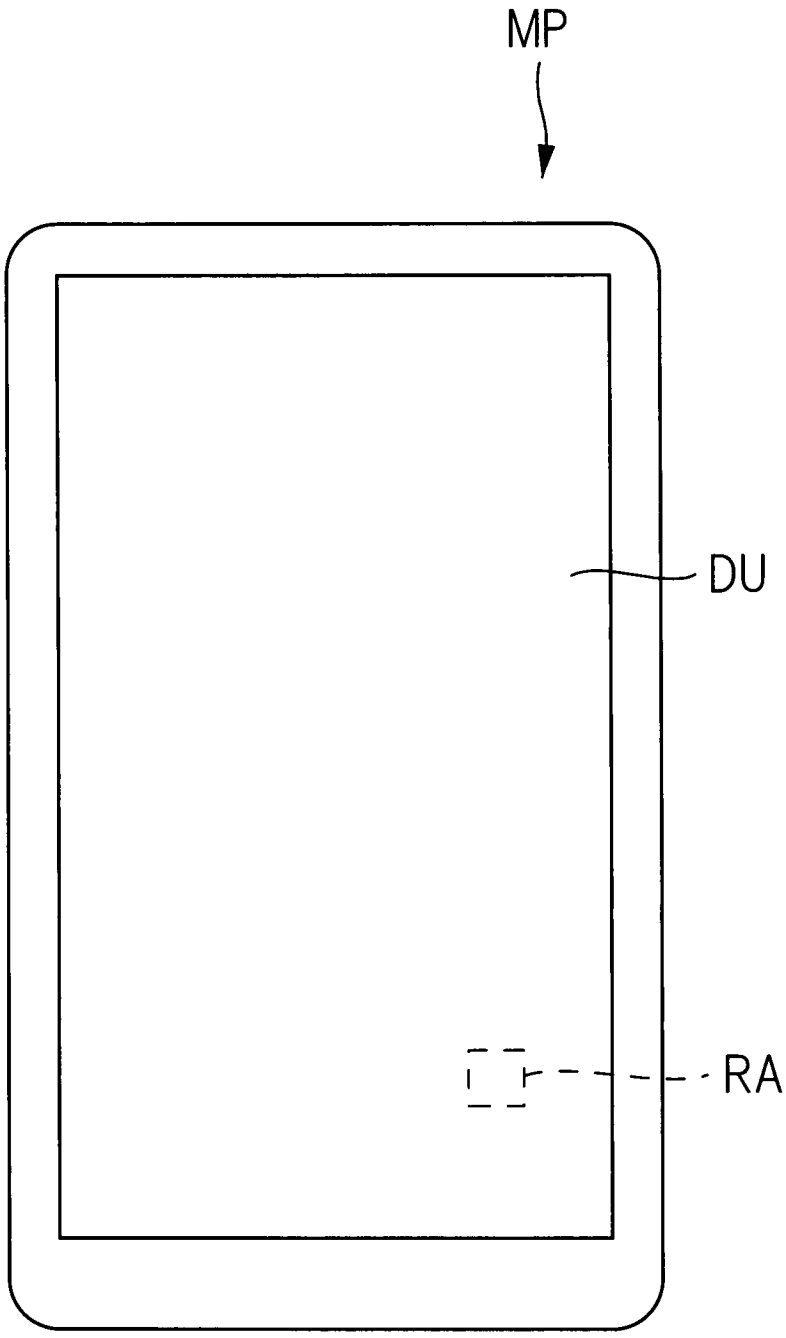
前記制御部は、前記上部電極への前記高周波電圧の供給を停止している期間にわたって、前記磁界発生部から磁界を発生させる、プラズマ原子層成長装置。

[請求項20] 請求項１６に記載のプラズマ原子層成長装置において、

前記膜は、有機ＥＬ素子を保護する保護膜である、プラズマ原子層成長装置。

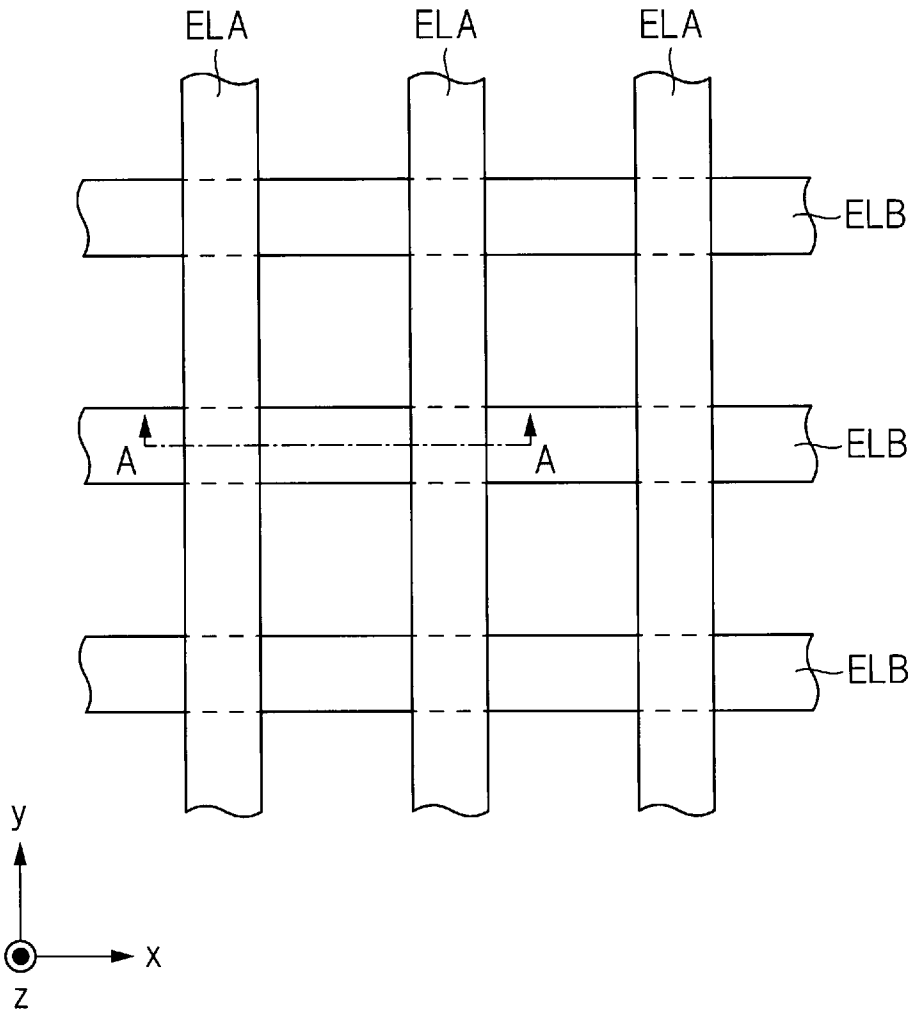
[図1]

図 1



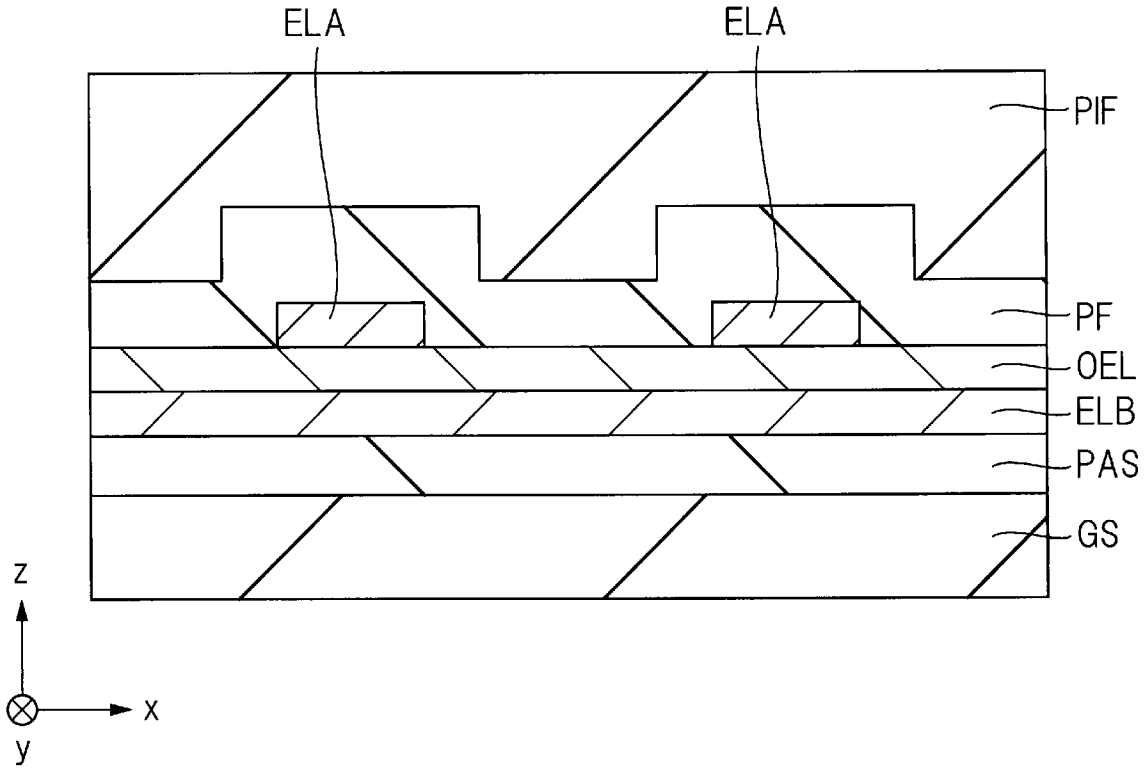
[図2]

図 2



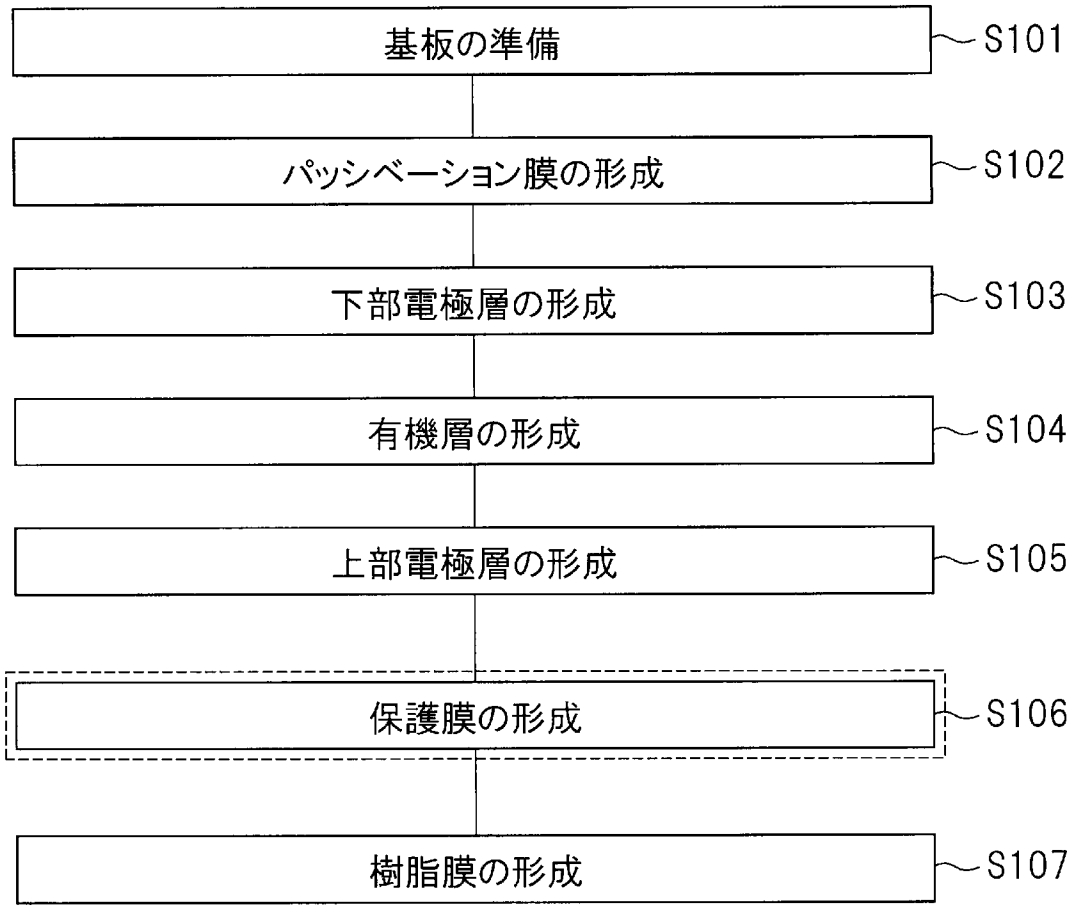
[図3]

図 3



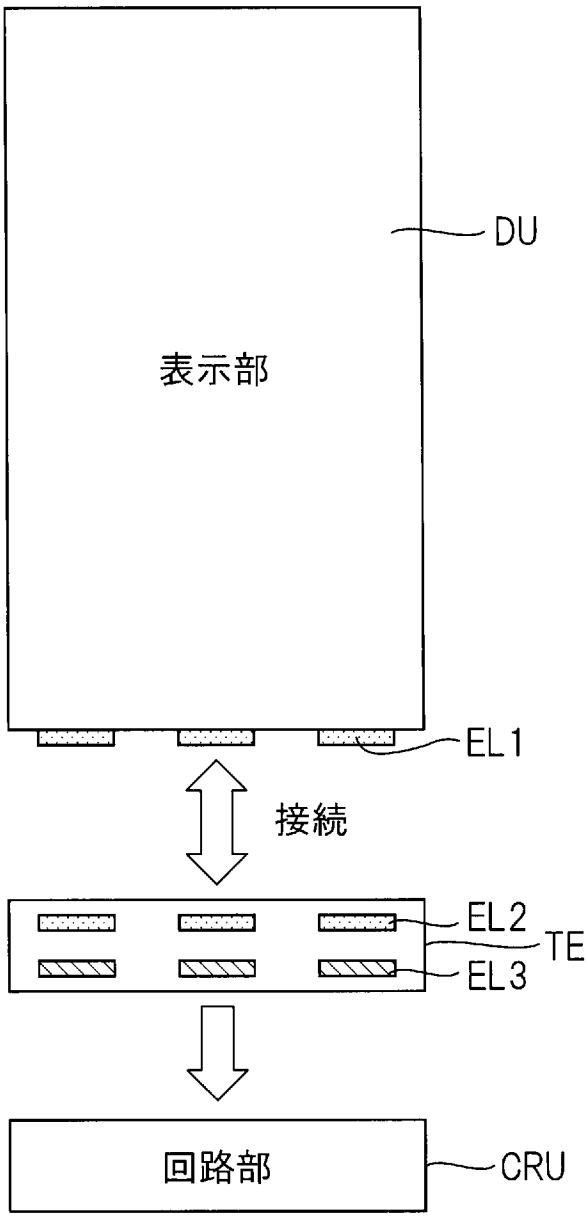
[図4]

図 4


基板の準備
S101
パッシベーション膜の形成
S102
下部電極層の形成
S103
有機層の形成
S104
上部電極層の形成
S105
保護膜の形成
S106
樹脂膜の形成
S107

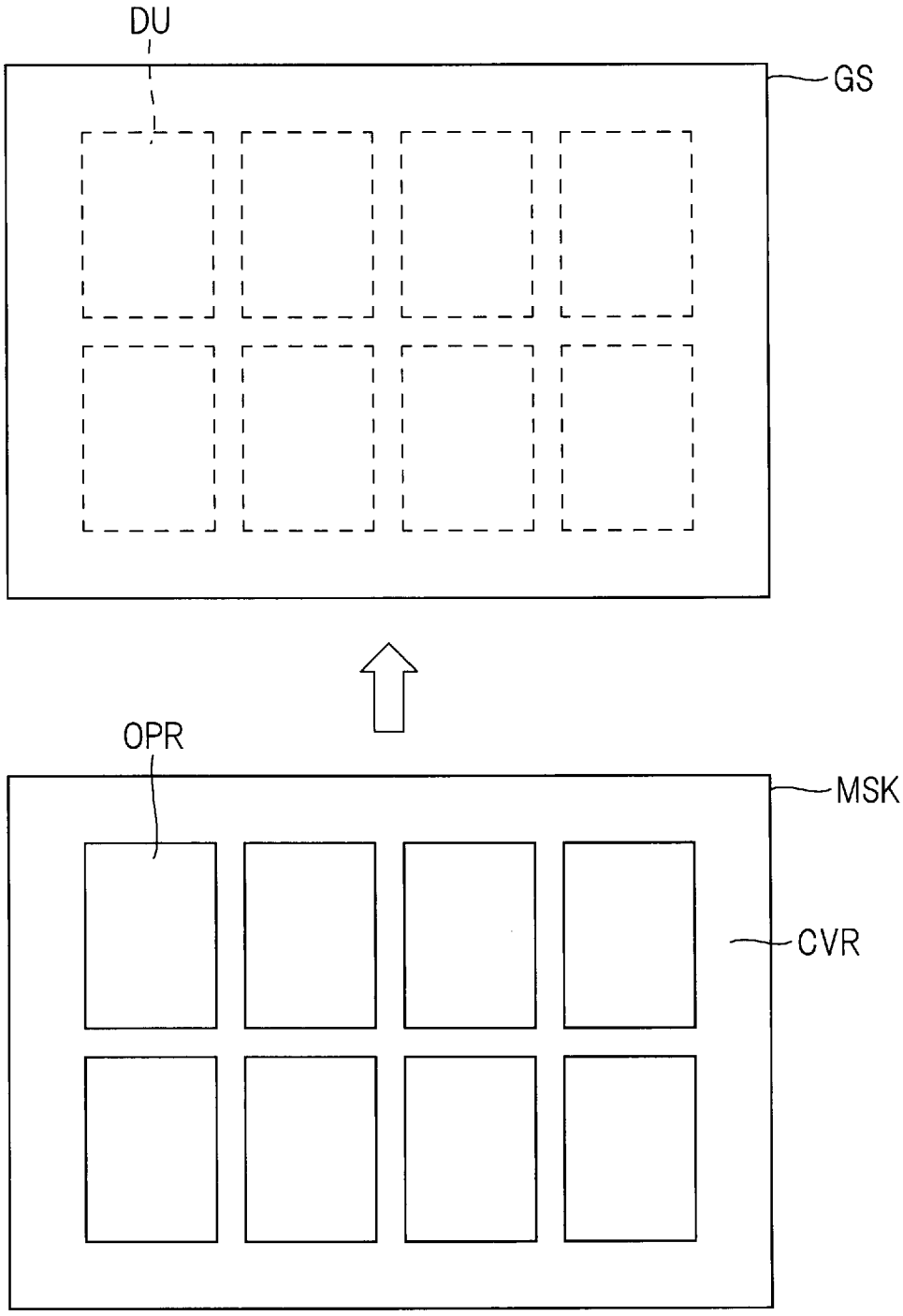
[図5]

図 5



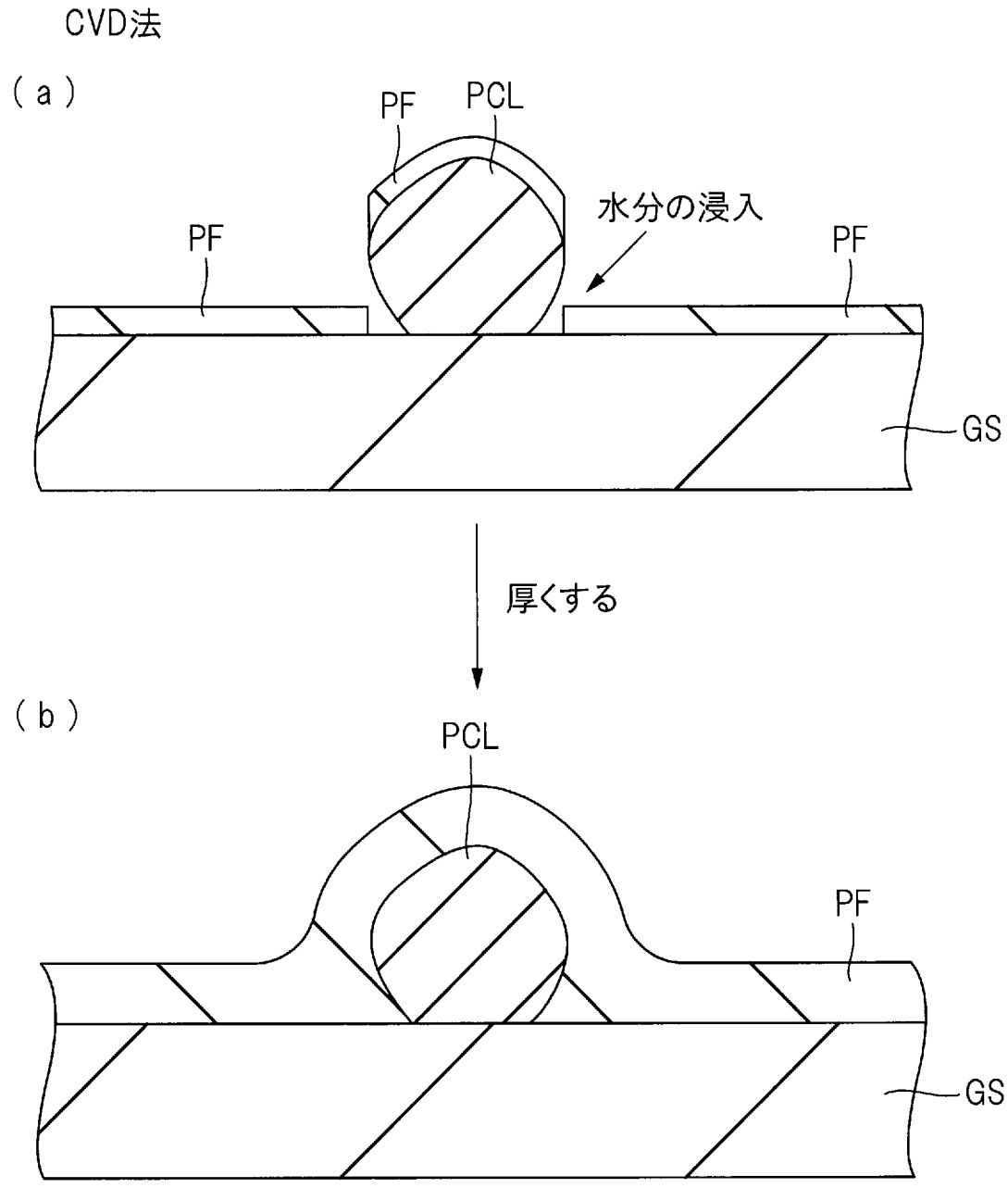
[図6]

図 6



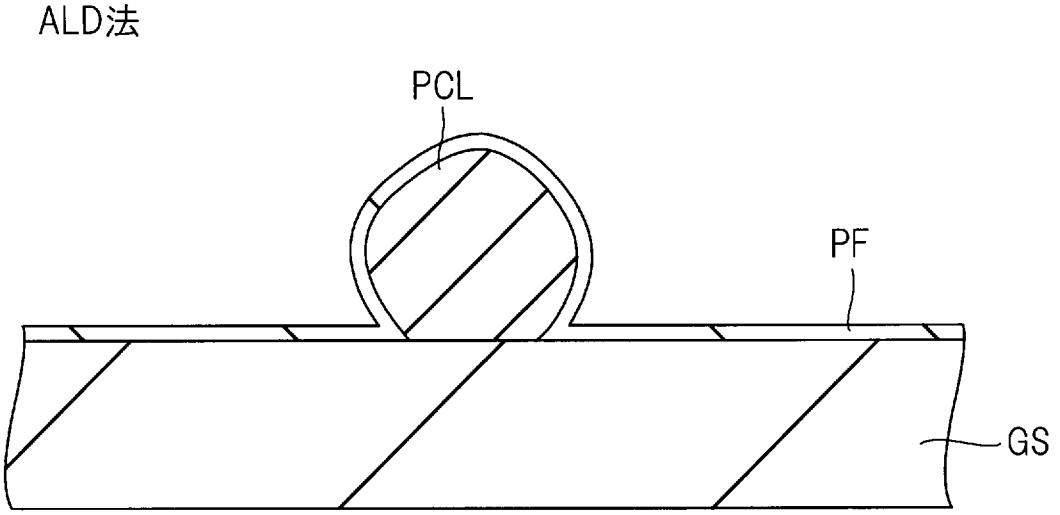
[図7]

図 7



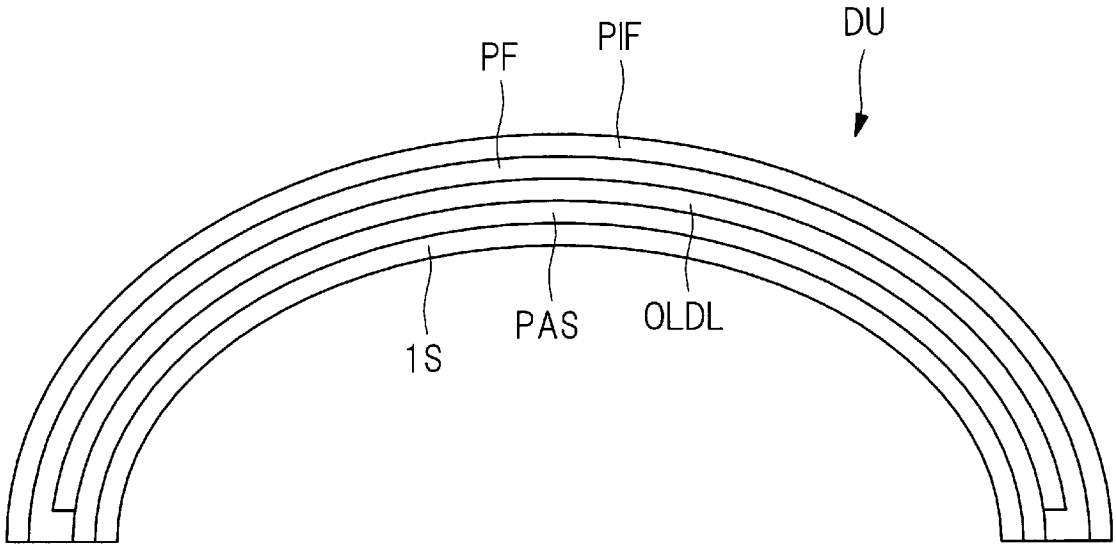
[図8]

図 8



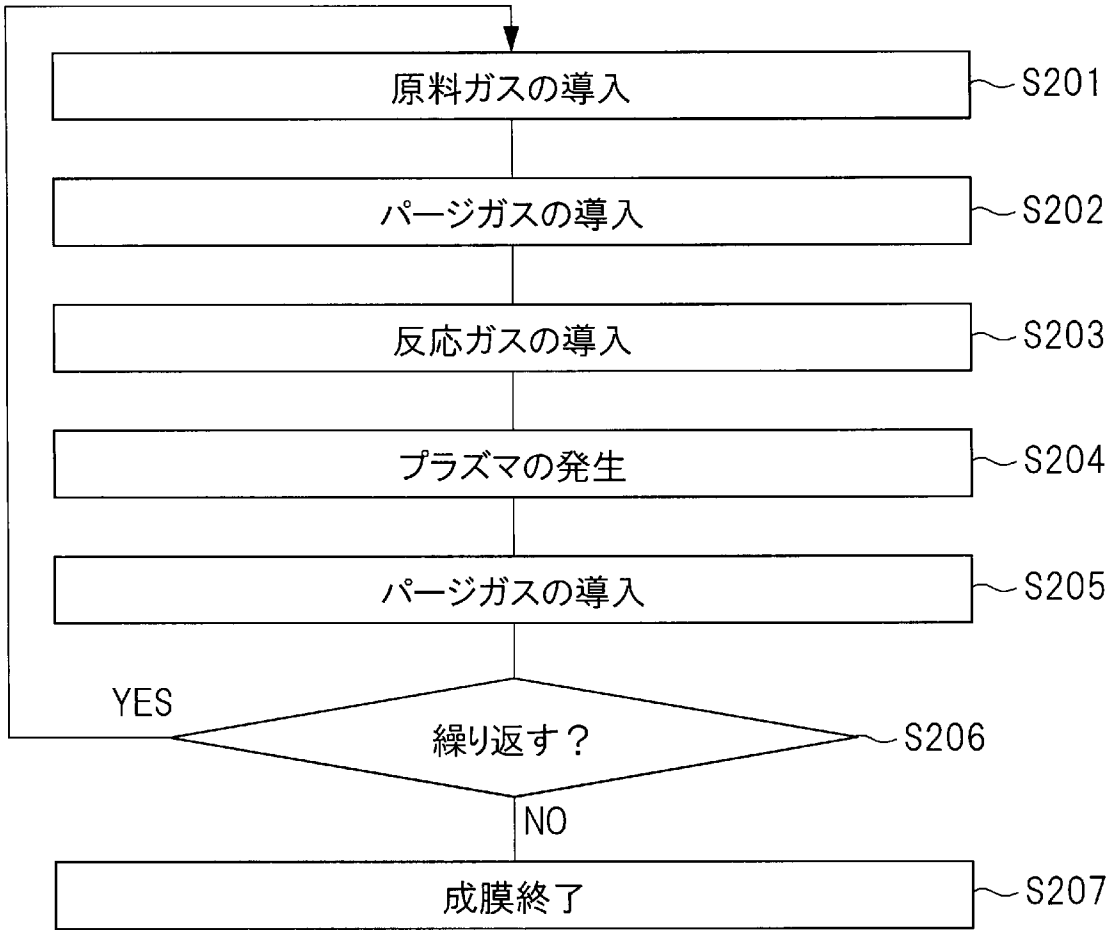
[図9]

図 9



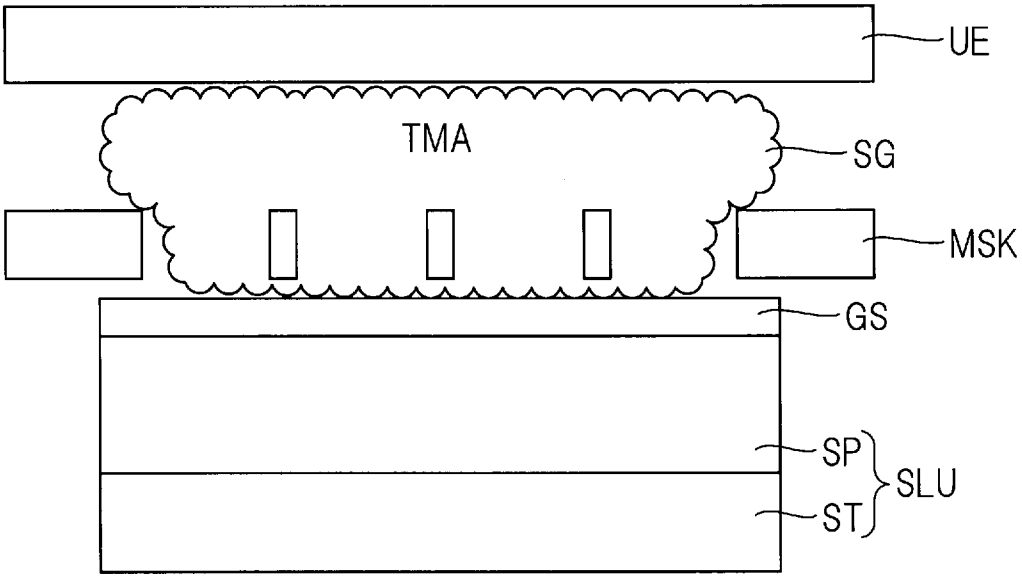
[図10]

図 10


原料ガスの導入
S201
パージガスの導入
S202
反応ガスの導入
S203
プラズマの発生
S204
パージガスの導入
S205
YES
繰り返す？
S206
NO
成膜終了
S207

[図11]

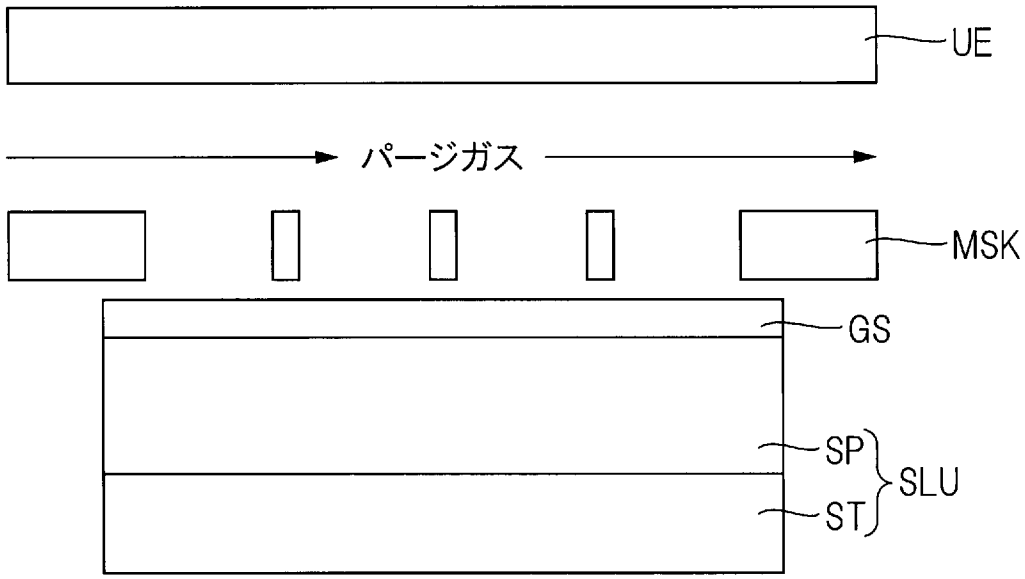
図 11



プラズマ：オフ

[図12]

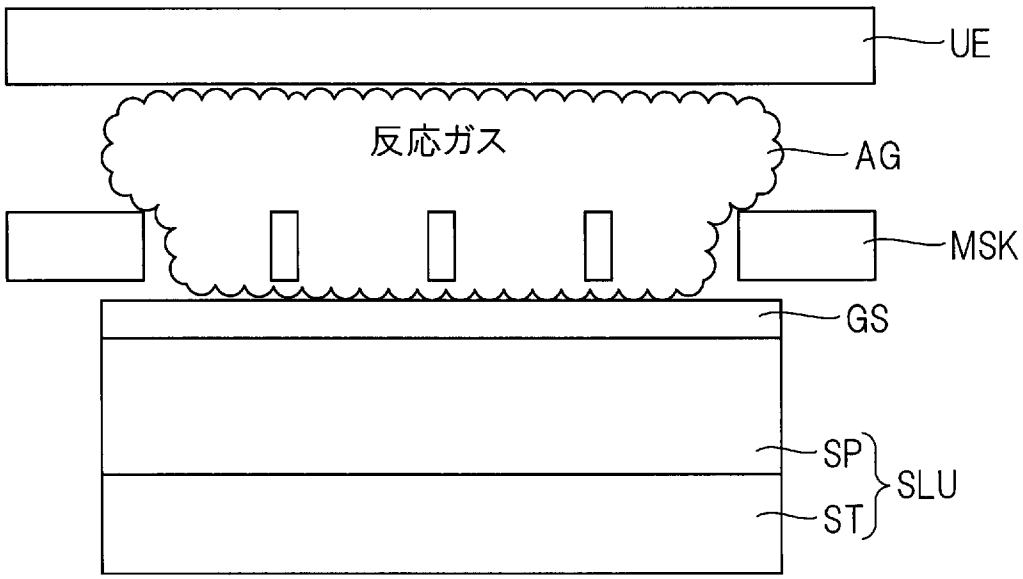
図 12



プラズマ：オフ

[図13]

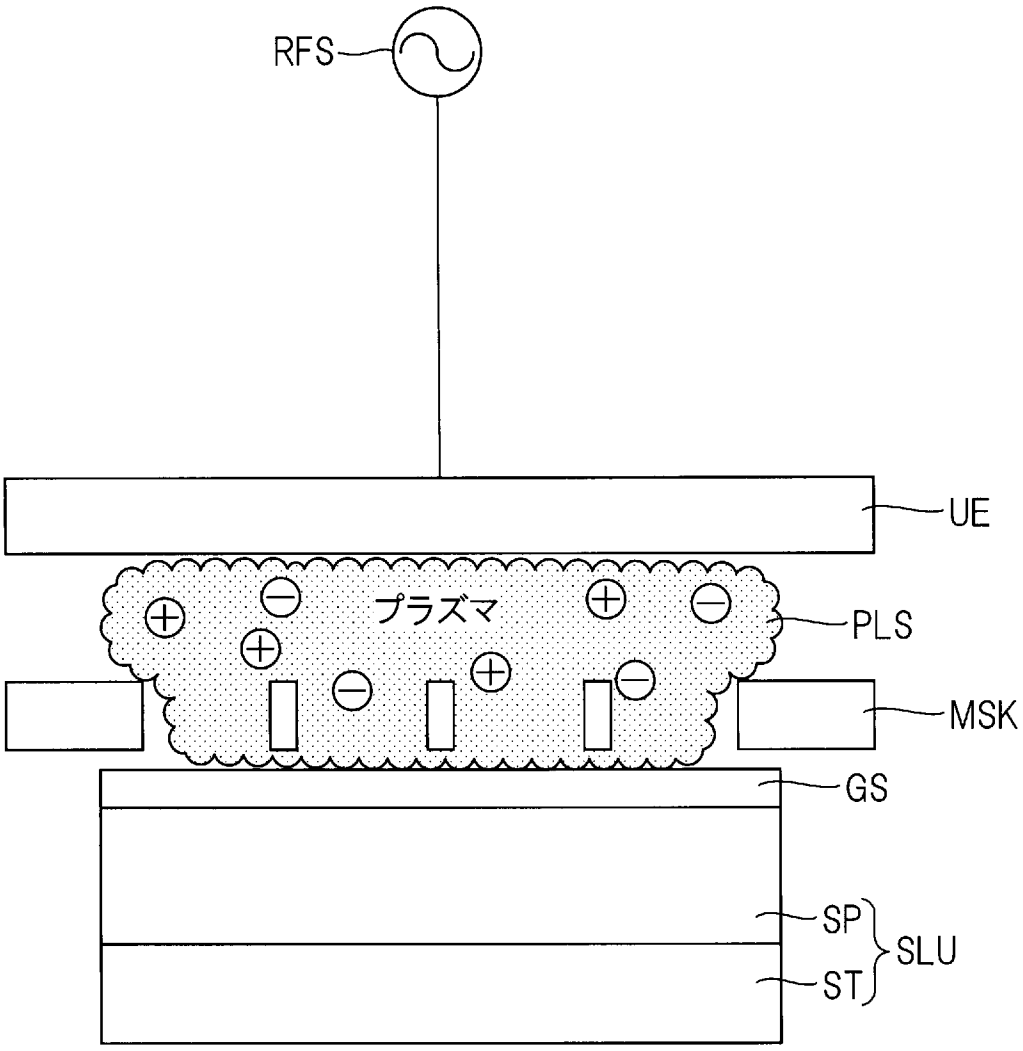
図 13



プラズマ：オフ

[図14]

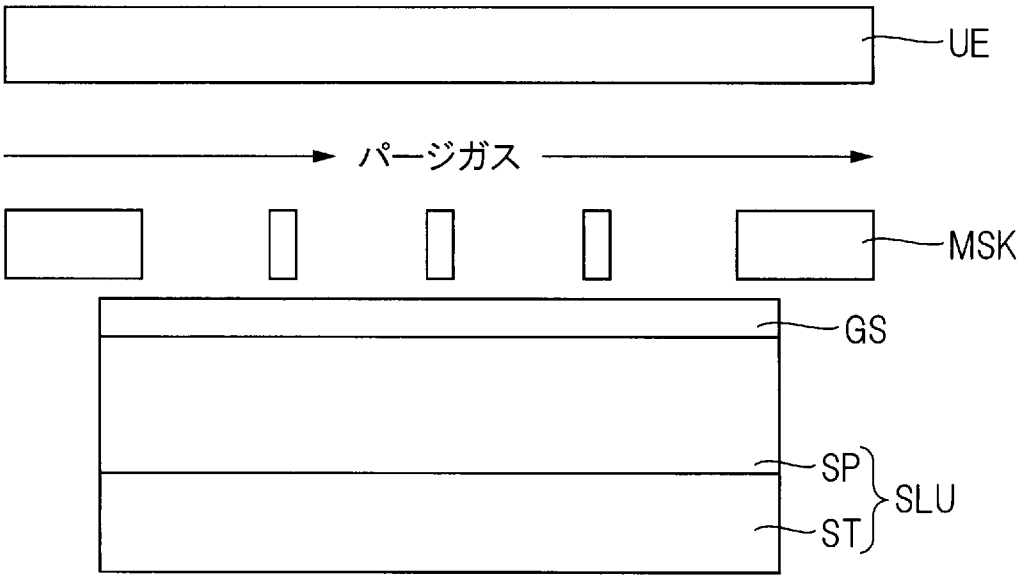
図 14



プラズマ：オン

[図15]

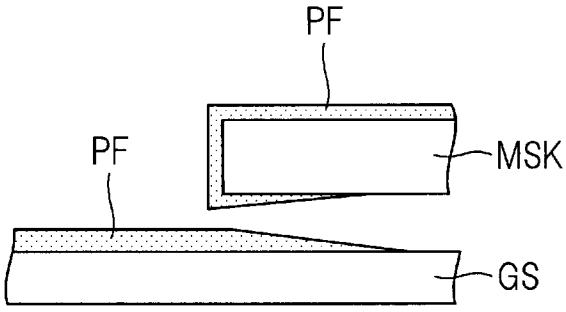
図 15



プラズマ：オフ

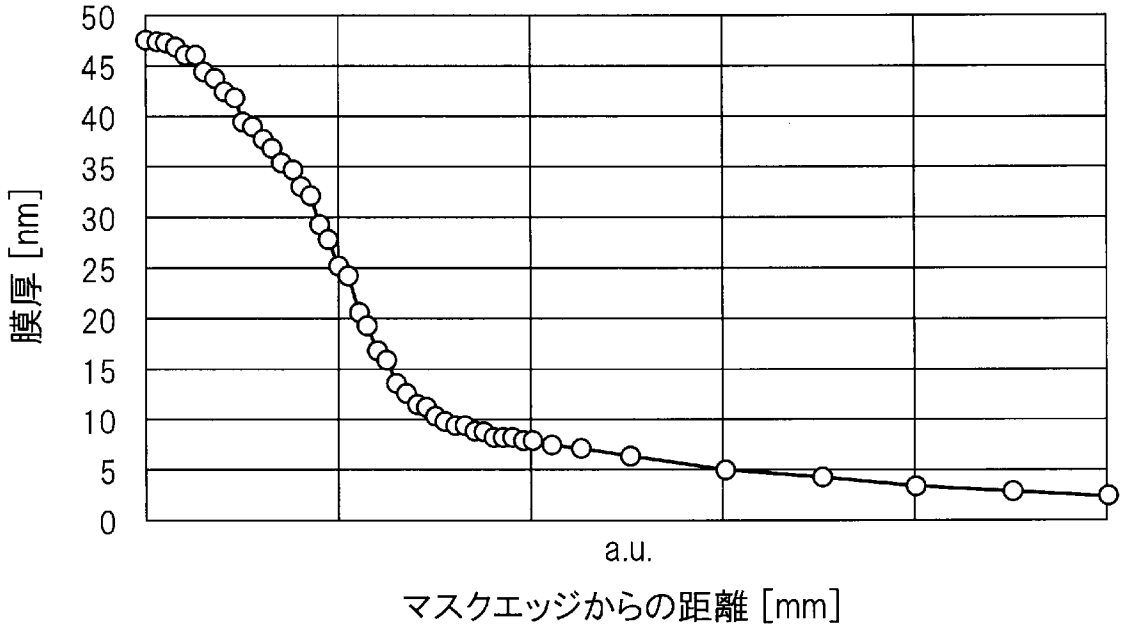
[図16]

図 16



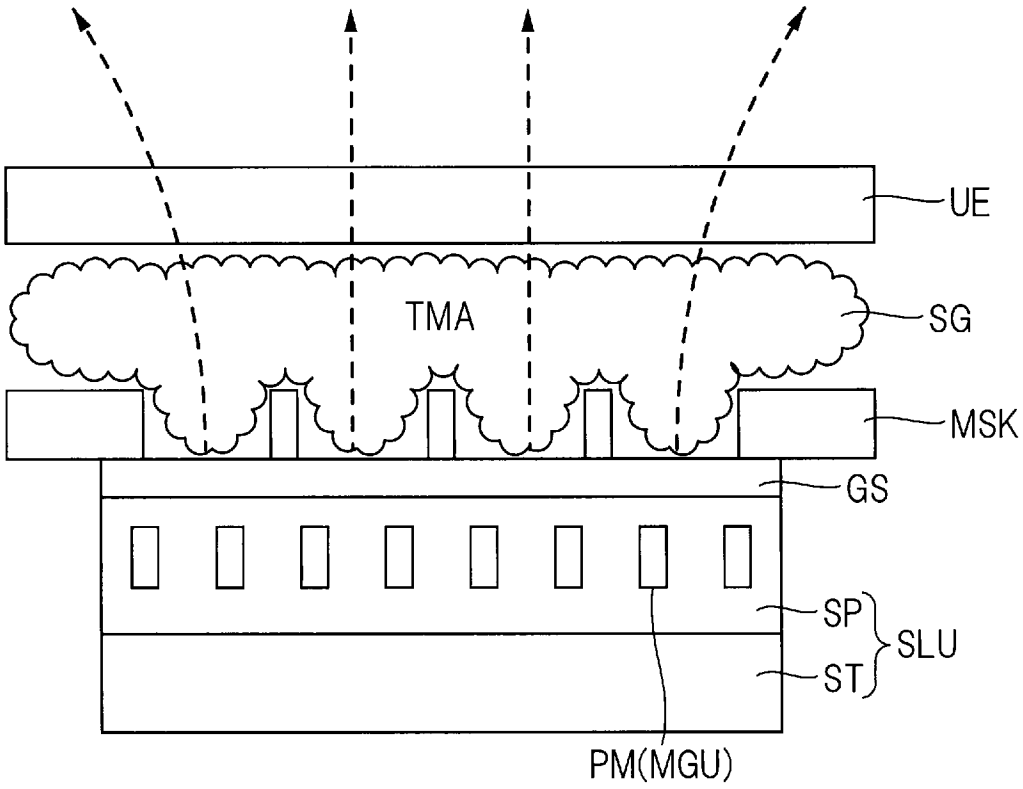
[図17]

図 17



[図18]

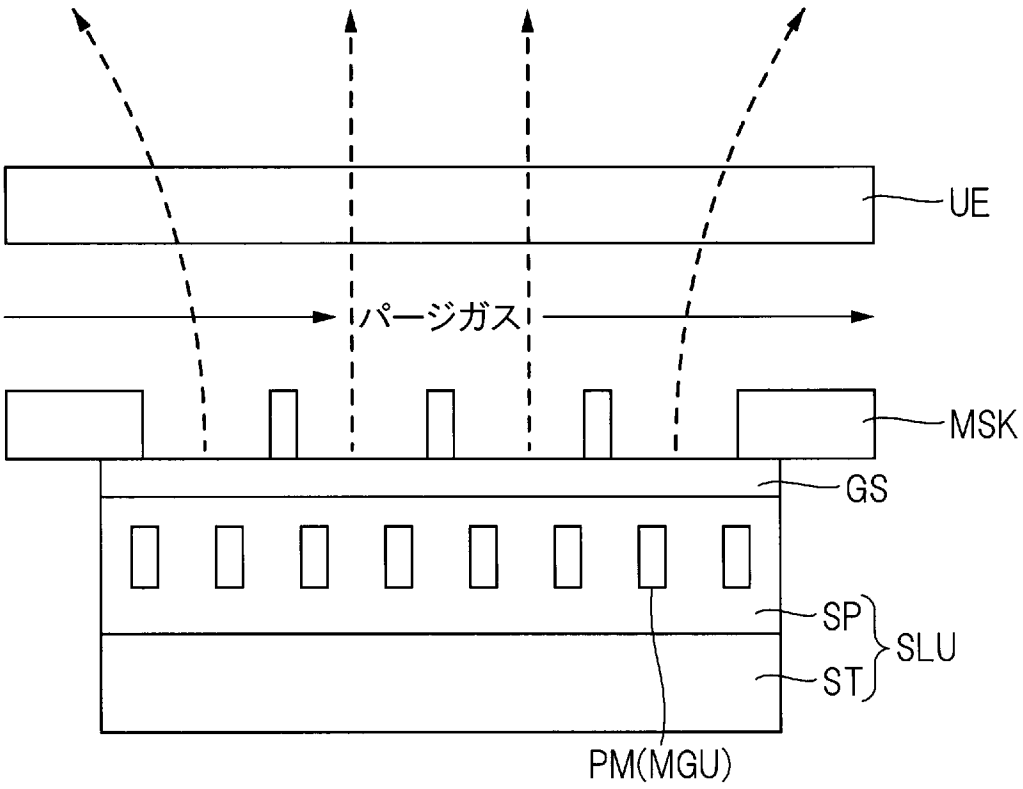
図 18



プラズマ：オフ

[図19]

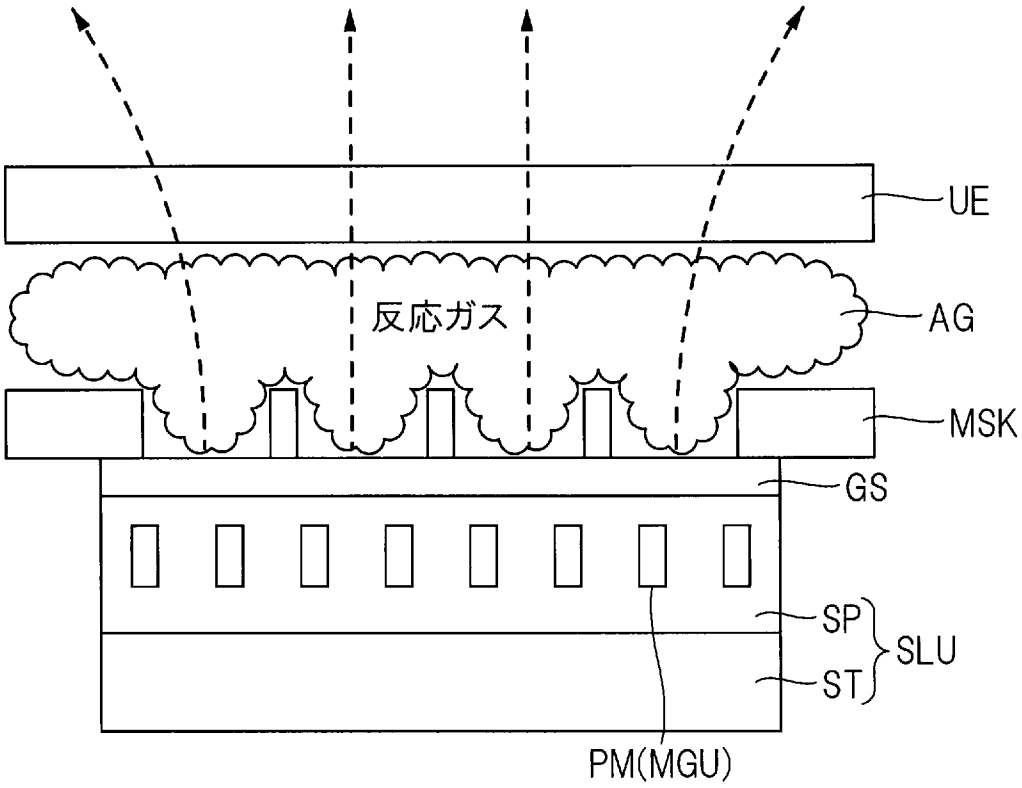
図 19



プラズマ：オフ

[図20]

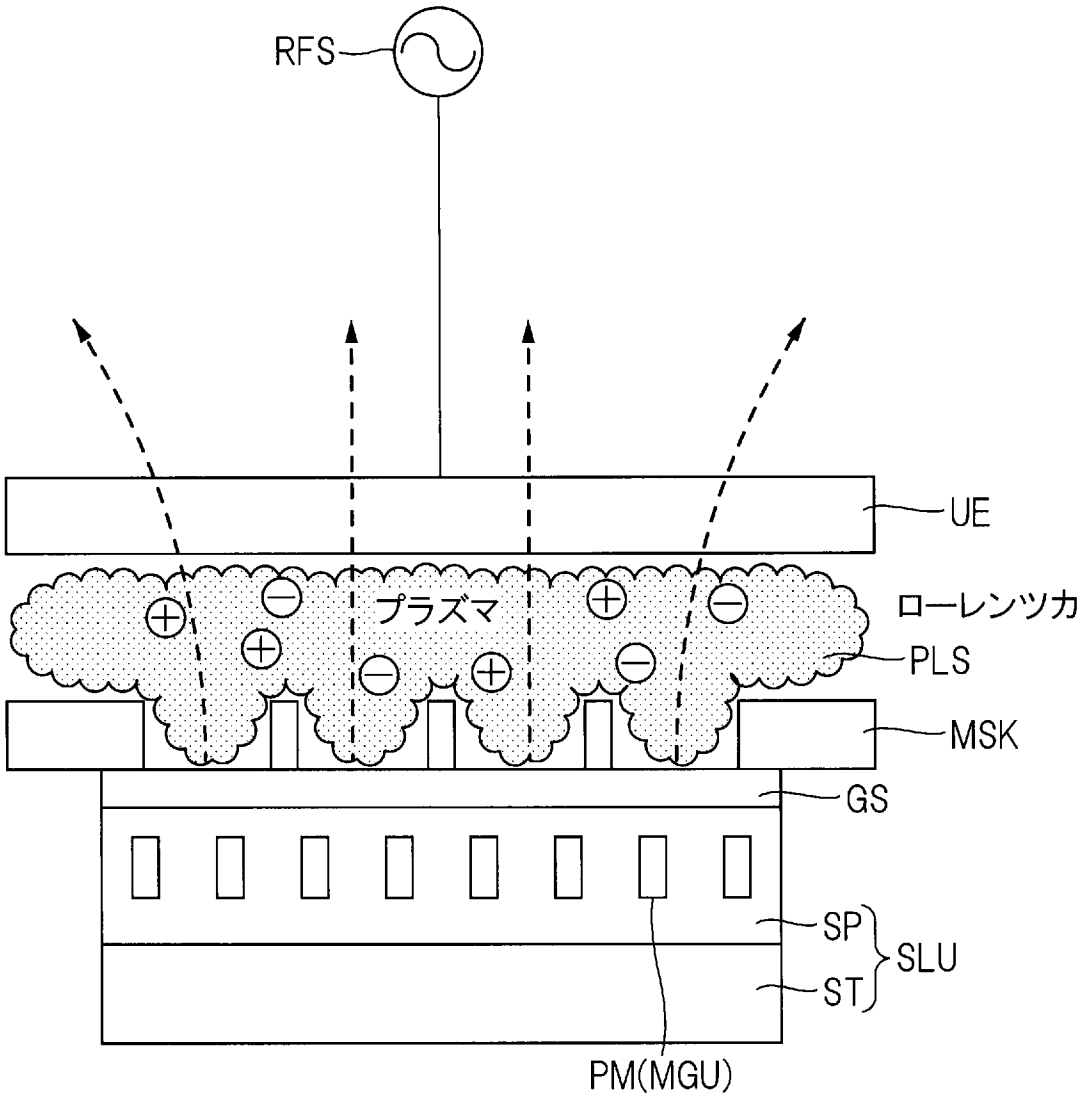
図 20



プラズマ：オフ

[図21]

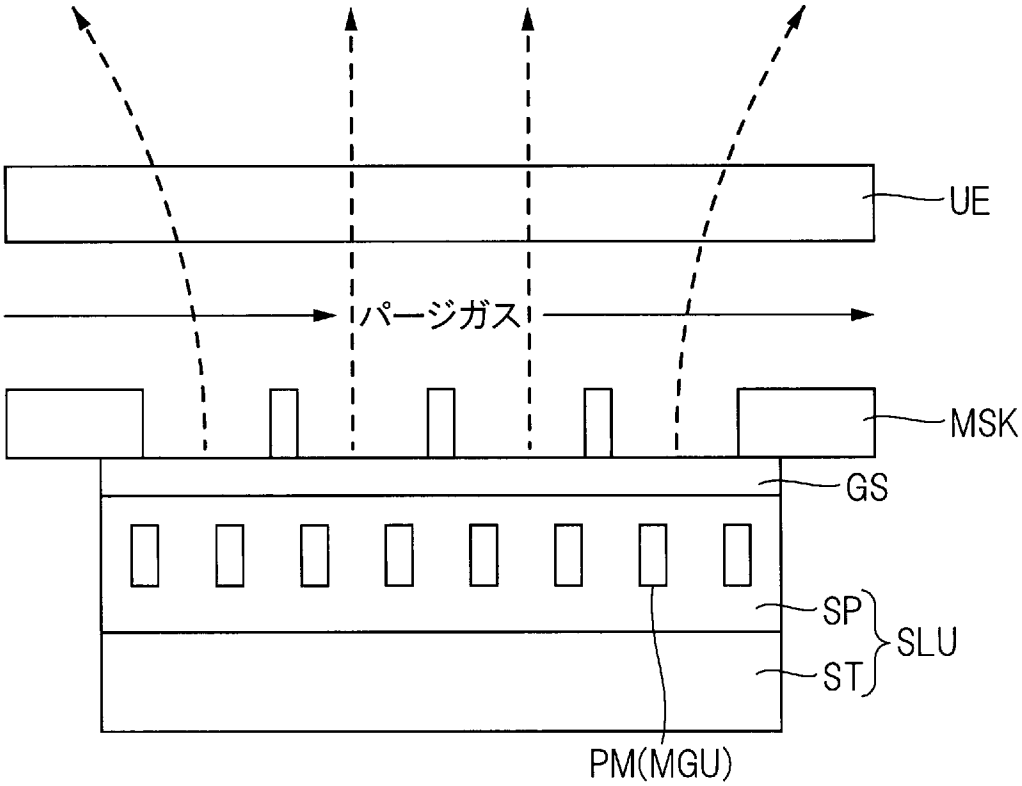
図 21



プラズマ：オン

[図22]

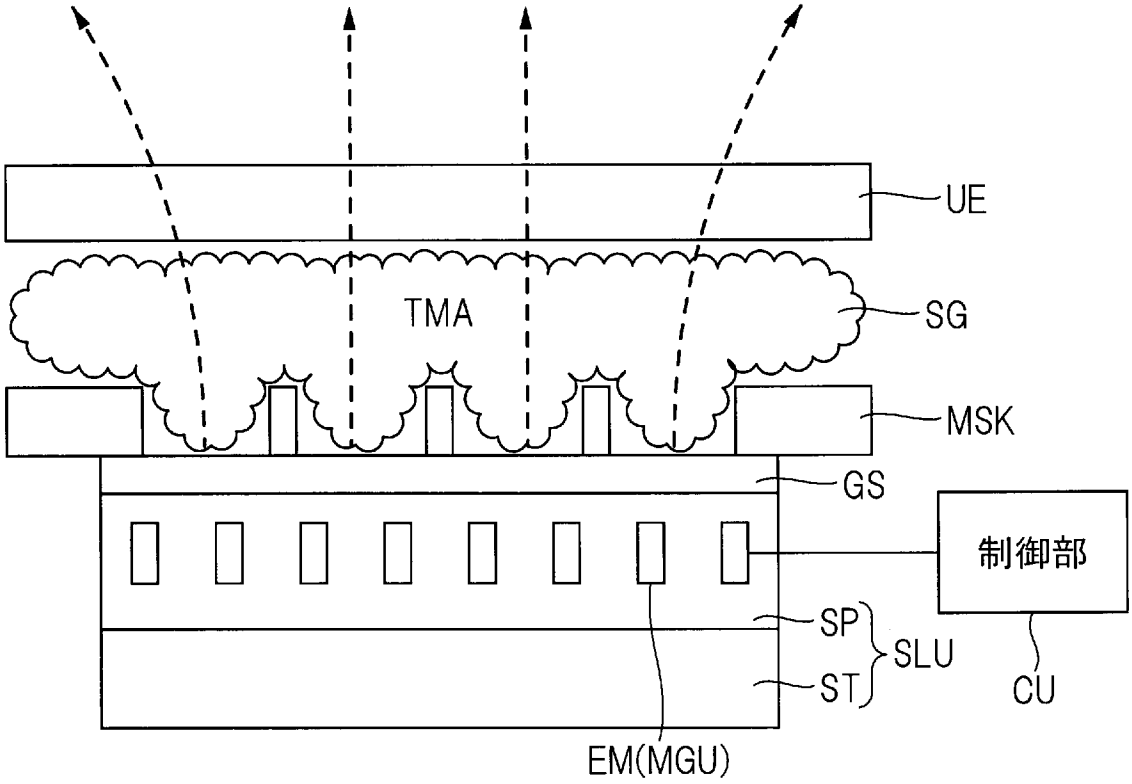
図 22



プラズマ：オフ

[図23]

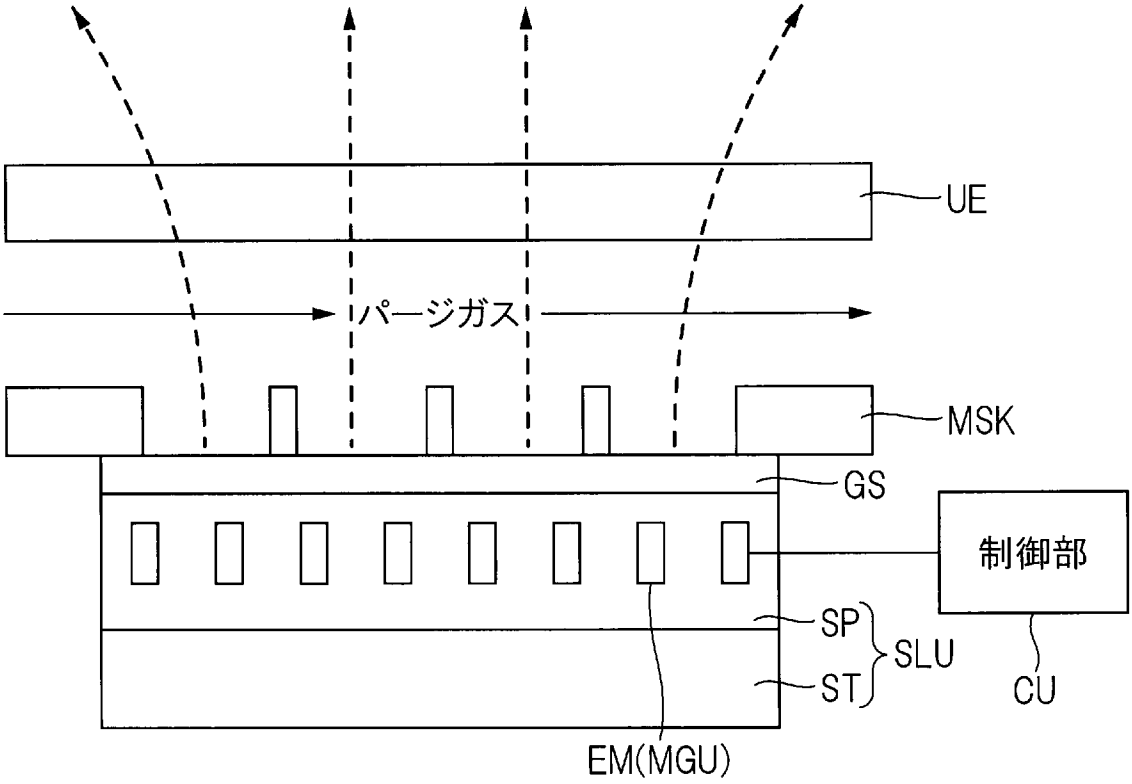
図 23



電磁石：オン
プラズマ：オフ

[図24]

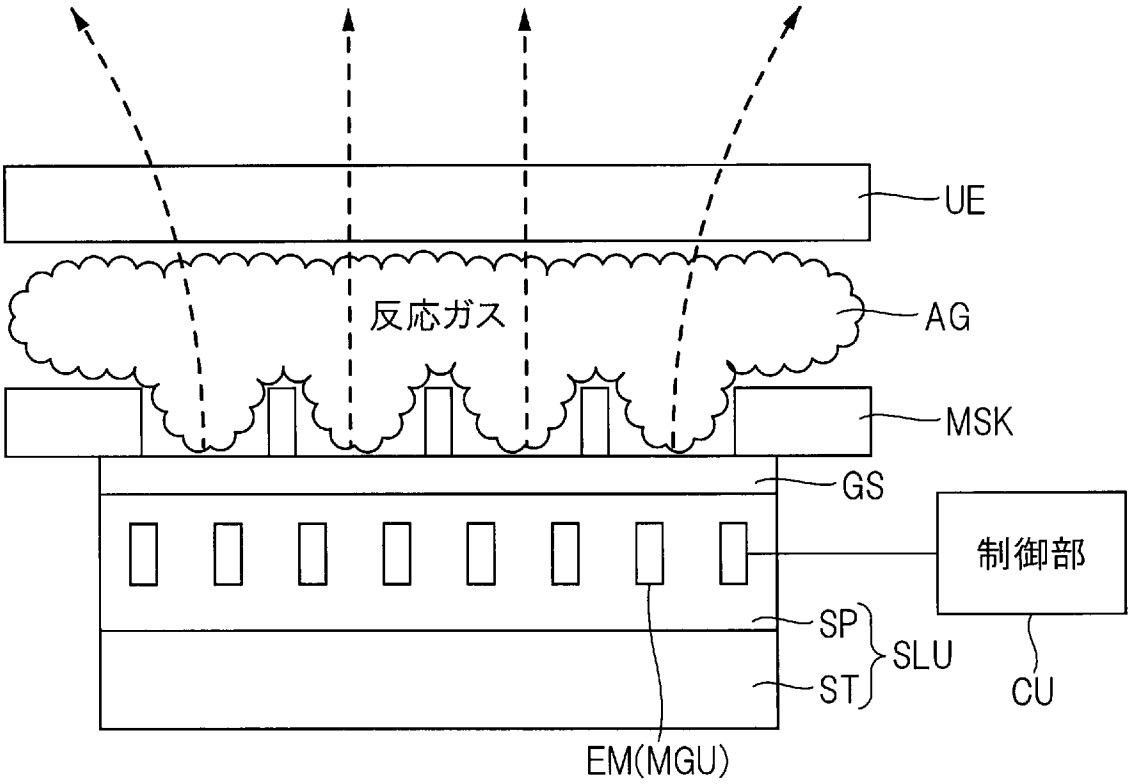
図 24



電磁石：オン
プラズマ：オフ

[図25]

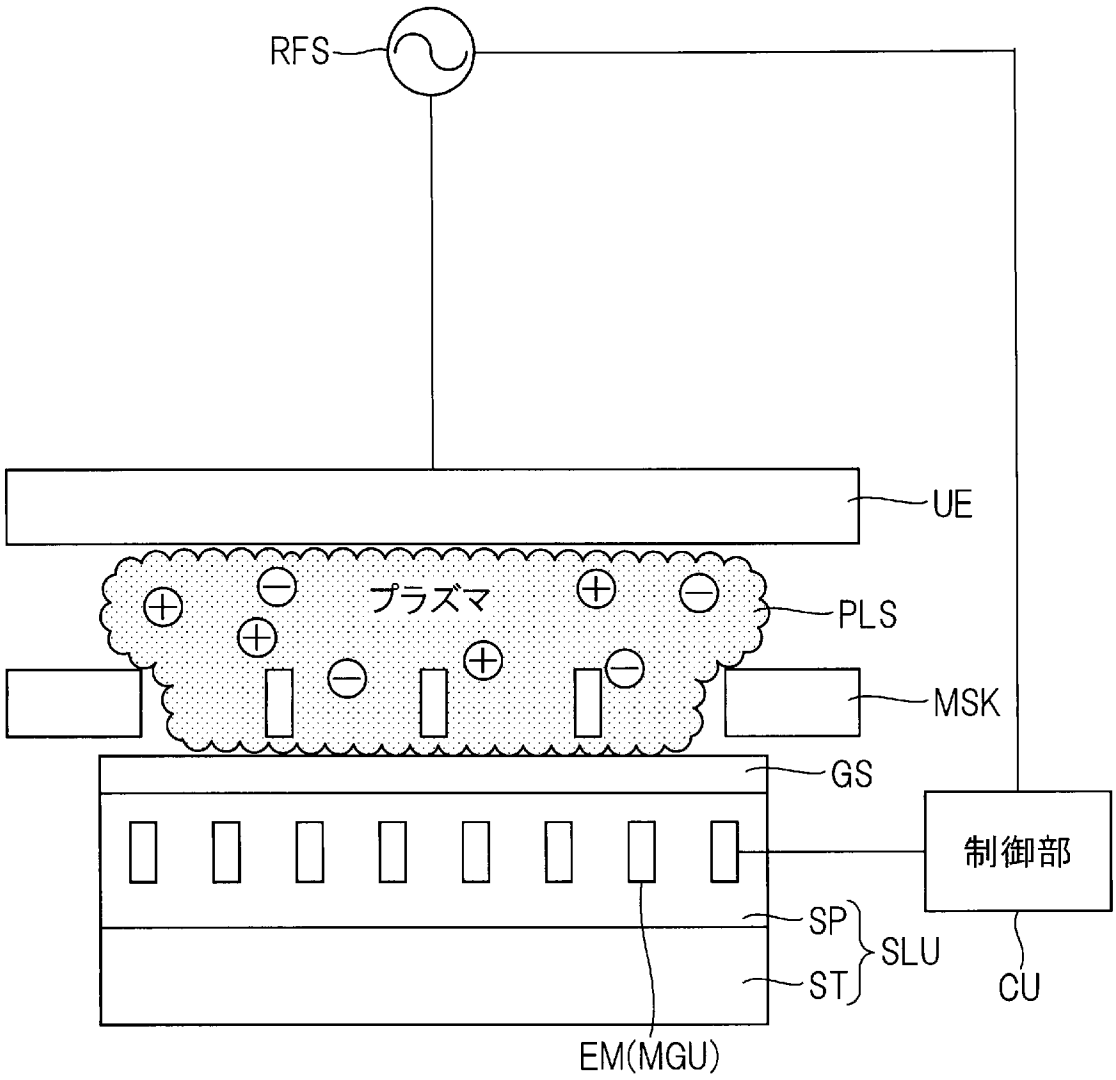
図 25



電磁石：オン
プラズマ：オフ

[図26]

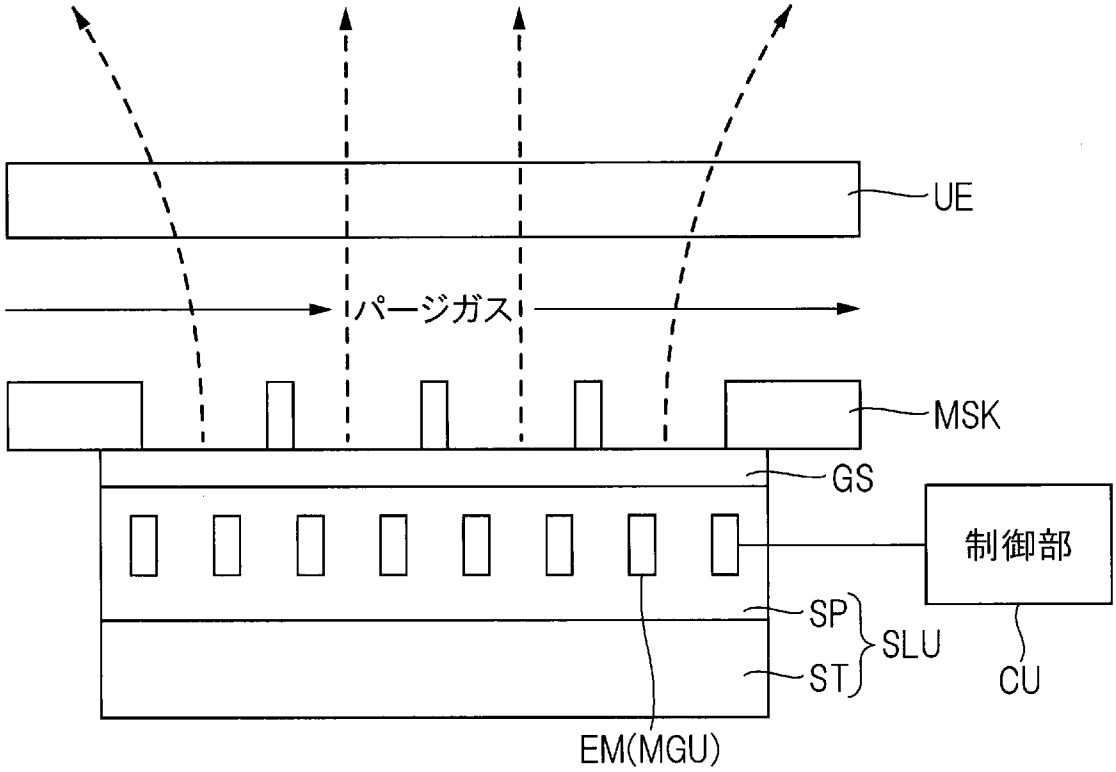
図 26



電磁石：オフ
プラズマ：オン

[図27]

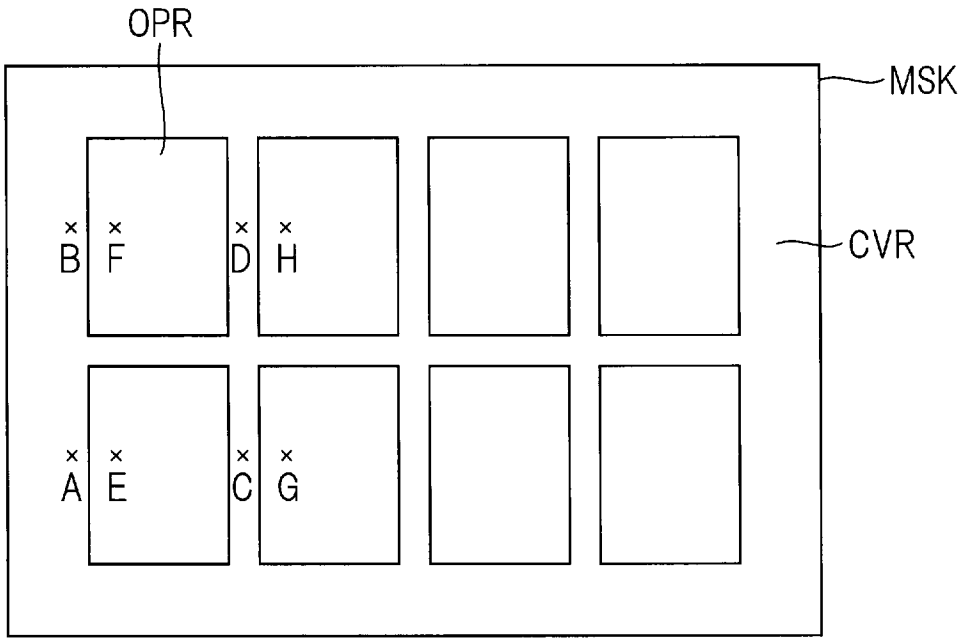
図 27



電磁石：オン
プラズマ：オフ

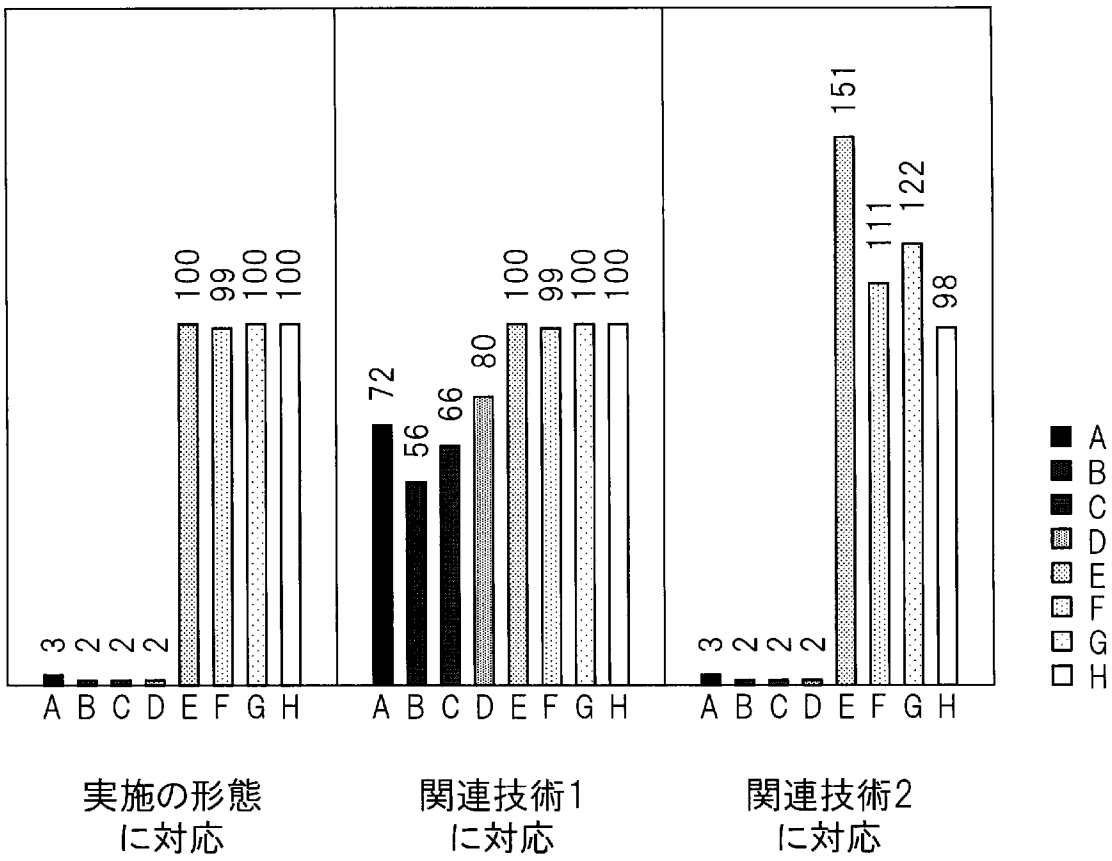
[図28]

図 28



[図29]

図 29


3
2
2
2
100
99
100
100
72
56
66
80
100
99
100
100
3
2
2
2
151
111
122
98
A B C D E F G H
A B C D E F G H
A B C D E F G H
A
B
C
D
E
F
G
H
実施の形態
に対応
関連技術1
に対応
関連技術2
に対応

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/039427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. C23C16/04(2006.01)i, C23C16/455(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/10(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)
Int.Cl. C23C16/04, C23C16/455, H01L21/31, H01L51/50, H05B33/04, H05B33/10

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	WO 2016/170841 A1 (SHARP CORP.) 27 October 2016, paragraphs [0046]-[0052] (Family: none)	1-20
A	JP 2016-206642 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 08 December 2016, paragraphs [0103]-[0107] & US 2016/0147109 A1, paragraphs [0167]-[0171] & KR 10-2016-0063251 A	1-20

☐ 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 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	Date of mailing of the international search report
23 January 2018 (23.01.2018)	06 February 2018 (06.02.2018)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３９４２７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C16/04(2006.01)i, C23C16/455(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/10(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C23C16/04, C23C16/455, H01L21/31, H01L51/50, H05B33/04, H05B33/10

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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	WO 2016/170841 A1 (シャープ株式会社) 2016.10.27, 段落[0046]-[0052] (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2016-206642 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2016.12.08, 段落[0103]-[0107] & US 2016/0147109 A1, 段落[0167]-[0171] & KR 10-2016-0063251 A	1-20

☐　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	国際調査報告の発送日
２３．０１．２０１８	０６．０２．２０１８

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）　４Ｇ　４０３９
原　和秀
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４１６