

(43) 国際公開日
2008年12月11日 (11.12.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/149891 A1

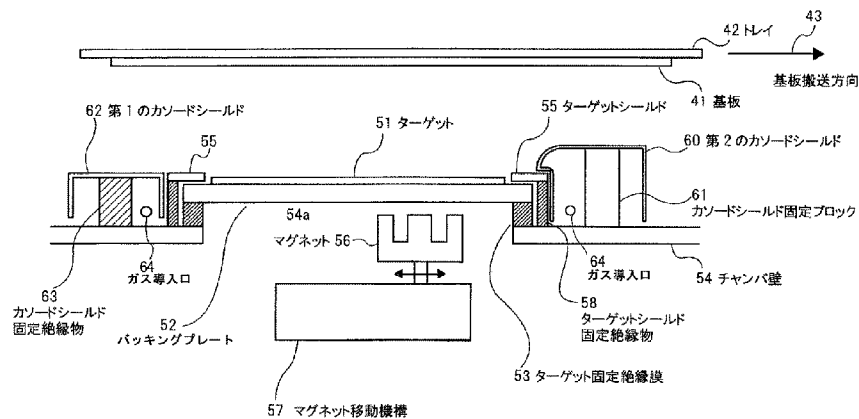
- (51) 国際特許分類:
C23C 14/35 (2006.01) C23C 14/34 (2006.01)
C23C 14/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/060274
- (22) 国際出願日: 2008年6月4日 (04.06.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-148362 2007年6月4日 (04.06.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): キヤノンアネルバ株式会社 (CANON ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 雅夫
- (74) 代理人: 岡部 正夫, 外(OKABE, Masao et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内3-2-3 富士ビル602号室 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, 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, JP, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) Title: FILM FORMING APPARATUS

(54) 発明の名称: 成膜装置

[図2]



42 TRAY
43 SUBSTRATE TRANSFER DIRECTION
41 SUBSTRATE
62 FIRST CATHODE SHIELD
63 CATHODE SHIELD FIXING INSULATING MATERIAL
64 GAS INTRODUCING PORT
51 TARGET
52 PACKING PLATE

56 MAGNET
57 MAGNET MOVING MECHANISM
55 TARGET SHIELD
53 TARGET FIXING INSULATING FILM
58 TARGET SHIELD FIXING INSULATING MATERIAL
60 SECOND CATHODE SHIELD
61 CATHODE SHIELD FIXING BLOCK
54 CHAMBER WALL

(57) Abstract: Provided is a sputtering film forming apparatus by which a thin film having a uniform sheet resistance value can be formed. In the sputtering film forming apparatus, at least two magnetron sputtering mechanisms are arranged in a film forming chamber. An electrically insulated first cathode shield (62) is arranged in upstream a substrate transfer direction (43) of a target shield (55) arranged on the magnetron sputtering mechanism, which is arranged in uppermost stream in the substrate transfer direction, of at least the two magnetron sputtering mechanisms.

[続葉有]



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: シート抵抗値が均一化された薄膜を成膜することができるスパッタ成膜装置を提供する。スパッタ成膜装置は、成膜チャンバ内に少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構が並べて配置されている。少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構のうち、基板搬送方向43の最上流側に配置されたマグネトロンスパッタ機構に備えられたターゲットシールド55の基板搬送方向上流側には、電氣的に絶縁された第1のカソードシールド62が配置されている。

明 細 書

成膜装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板上にスパッタリングによってITO薄膜を成膜する成膜装置に関し、特にマグネットを揺動させながら成膜を行う基板搬送式連続成膜装置に関する。

背景技術

[0002] 複数のマグネトロンスパッタ機構を備えた基板搬送式連続成膜装置として、マグネトロンスパッタ機構のマグネットを揺動させてスパッタを行うものが知られている(特許文献1など)。そして、特許文献1などの連続スパッタ成膜装置では、各マグネトロンスパッタ機構のマグネット(磁気回路)は独立して往復運動による移動を行うように構成されていた。その理由は、基板搬送方向のマグネットの移動速度が基板搬送速度に対して十分に大きいために、それぞれのマグネトロンスパッタ機構で成膜した薄膜の基板上の膜厚分布が基板搬送方向において十分に均一であったためである。

[0003] しかし、マグネット移動機構の機械的耐久性向上のためや、特許文献1に記載されているようにターゲット表面に発生するノジュールの低減を図るために、マグネット移動速度をこれまでのものに比較して遅くする場合が生じた。このとき、基板搬送方向のマグネットの移動速度と基板の搬送速度とが同じ程度になると、基板上に堆積する薄膜の、基板搬送方向における膜厚の均一性は著しく悪くなった。

[0004] そこで、特許文献2や特許文献3に開示されているように、複数のマグネトロンスパッタ機構のマグネット移動の位相を調整し、それぞれのマグネトロンスパッタ機構で成膜した不均一な基板上の膜を、位置をずらして重ね合わせる手法が提案された。このような手法によって、基板上に堆積する薄膜の基板搬送方向における膜厚均一性が改善された。

[0005] 特許文献1:特開2000－345335号公報

特許文献2:特開平11－246969号公報

特許文献3:特開2002－146528号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、上述した従来のスパッタ装置では、基板上にITO膜を形成した場合、シート抵抗値が基板の搬送方向において変動してしまう場合があった。また、近年、基板上にITO膜を形成した基板を組み込んだデバイスがより高機能化していることにより、ITO膜は、より比抵抗の低いものが求められている。

図6に従来のスパッタ成膜装置で形成したITO膜のシート抵抗値を示す。図6に示す基板搬送方向の基板上位置は、上述した従来のスパッタ装置によって薄膜を成膜した4枚の基板を並べたときの位置を示している。シート抵抗値は基板搬送方向の基板上位置に対するITO膜を、成膜装置での成膜後に測定したシート抵抗値で示している。シート抵抗値は図6に示すように基板の搬送方向の位置において周期的に変動している。そのため、各基板においてシート抵抗値に分布が生じ、さらにシート抵抗値の分布が各々の基板ごとに異なる。

[0007] そこで本発明は、シート抵抗値が均一化され、かつ、低抵抗のITO膜を成膜することができるスパッタ成膜装置を提供することを目的とする。また、本発明は、基板上にシート抵抗値が均一化され、かつ、低抵抗のITO膜を基板上に形成する基板の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のITO膜の成膜装置は、成膜チャンバ内に少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構を基板搬送方向に並べて配置し、基板を少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構のそれぞれに順次対向させながら基板搬送方向に搬送し、基板搬送中に基板に対して少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構の各々によって対向時に順次にスパッタ成膜を行うITO膜の成膜装置において、マグネトロンスパッタ機構は、基板搬送方向に往復運動を行うマグネットと、ターゲットと、ターゲットの外周部に隣接して設置され、電氣的に絶縁されフローティング構成であるターゲットシールドと、ターゲットシールドの外側に隣接して設置されたカソードシールドとを備え、少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構のうち、基板搬送方向の最上流側に配置されたマグネトロンスパッタ機構に備えられたカソードシールドのうち前記基板搬送方向の上流側のカソードシールド(第1のカソードシールド)は電氣的に絶縁されフローティング構

成にあり、後続の他のカソードシールド(第2のカソードシールド)は、電氣的に所定の電位(例えば接地電位)に接続されていることを特徴とするITO膜の成膜装置である。

直列配置された少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構及び該直列方向に沿った基板搬送方向に基板を搬送する基板搬送手段とからなり、マグネトロンスパッタ機構は、マグネットを前記基板搬送方向に沿って往復運動させるマグネット往復運動手段、ITOターゲットを装着するターゲット装着手段、ITOターゲットの外周部に隣接する位置に設置し、電氣的に絶縁されフローティング構成であるターゲットシールド、及びターゲットシールドの外側に隣接して設置したカソードシールドとを備え、カソードシールドのうち、ITO成膜手段において基板搬送方向の最上流側に位置するカソードシールドである第1のカソードシールドは電氣的に絶縁されフローティング構成であり、後続の他のカソードシールドである第2のカソードシールドは所定電圧に接続されていることを特徴とする。

また、本発明のITO膜の成膜装置は、ターゲット表面に対し、第1のカソードシールドの上面はターゲットの表面に垂直な方向における高さレベルがほぼ同じことを特徴とする請求項1に記載の成膜装置である。

また、本基板上にITO膜を形成する工程を含む素子の製造方法において、上記成膜装置を用いて、ITO膜を形成することを特徴とする素子の製造方法である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、シート抵抗値が均一化され、かつ、低抵抗のITO膜を成膜することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1の実施形態に係る基板搬送式連続スパッタ装置の概略構成を示す断面図である。

[図2]図1に示す成膜チャンバの両側面に配置されたマグネトロンスパッタ機構のうち、基板搬送方向の最上流側にそれぞれ配置された第1のマグネトロンスパッタ機構の構成を示す図である。

[図3]図2に示したマグネトロンスパッタ機構のターゲット、ターゲットシールドおよびカ

ソードシールドを示す平面図である。

[図4]本発明に係る基板搬送方向のシート抵抗分布を示すグラフである。

[図5]図1に示したスパッタ装置を用い、マグネットを所定の位置に固定し、酸素流量を変えて成膜した膜のシート抵抗変化を示すグラフである。

[図6]従来技術に係る基板搬送方向のシート抵抗分布を示すグラフである。

[図7]従来のスパッタ装置を用い、マグネットを所定の位置に固定し、酸素流量を変えて成膜した膜のシート抵抗変化を示すグラフである。

符号の説明

- [0011] 21 ロードロックチャンバ
22 成膜チャンバ
23 アンロードロックチャンバ
41 基板
42 トレイ
51 ターゲット
52 バッキングプレート
53 ターゲット固定絶縁物
54 チャンバ壁
55 ターゲットシールド
56 マグネット
57 マグネット移動機構
58 ターゲットシールド固定絶縁物
60 第2のカソードシールド
61 カソードシールド固定ブロック
62 第1のカソードシールド
63 カソードシールド固定絶縁物
64 ガス導入口

発明を実施するための最良の形態

- [0012] 次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0013] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る基板搬送式連続スパッタ装置の概略構成を示す断面図である。

[0014] 図1に本発明に係るスパッタ成膜方法が実施される装置の代表的な実施形態を示す。この装置は、複数(例えば4基)のマグネトロンスパッタ機構12, 13, 16, 17が成膜チャンバ内に備えられた基板搬送式のスパッタ成膜装置である。このスパッタ成膜装置では、ロードロックチャンバ21と成膜チャンバ22とアンロードロックチャンバ23とが直列的に接続されている。ロードロックチャンバ21の外側端部、ロードロックチャンバ21と成膜チャンバ22の間、成膜チャンバ22とアンロードロックチャンバ23の間、アンロードロックチャンバ23の外側端部にゲートバルブ31, 32, 33, 34が設けられている。これらのゲートバルブはチャンバと外部、およびチャンバ間を気密に区画する。成膜対象である基板41はトレイ42に搭載された状態で、ゲートバルブ31から搬入され、矢印43で示すように図1中左側から右側へ搬送され、成膜チャンバ22を通り、ここで成膜が行われる。その後、アンロードロックチャンバ23、ゲートバルブ34を通して外部に搬出される。成膜チャンバ22には例えば4基のクライオポンプ24a～24dが付設され、所要の真空となるように排気が行われる。またロードロックチャンバ21とアンロードロックチャンバ23も、図示しないドライポンプで排気される。

[0015] 成膜チャンバ22内には、両側の側壁部の内面に、対向した状態で2対(12と16、13と17)のマグネトロンスパッタ機構が基板搬送方向に沿って直列に配置されている。図1は本装置の上面図であり、各マグネトロンスパッタ機構において、ターゲットは垂直に立った縦置き状態で配置される。成膜チャンバ22内には、2枚1組のトレイ42が垂直に立った状態で平行に配置されている。各々のトレイ42の外側面に例えば2枚の基板41が取り付けられた複数のユニット44が、一列に並んだ状態で、図示しないトレイ搬送機構によって矢印43の方向へ設定された搬送速度で移動させられる。2つのトレイ42の各々に取り付けられた基板41は、基板搬送中に、それぞれマグネトロンスパッタ機構12～17に順次対向し、対向時に順次スパッタ成膜が行われる。なお、図1に示された成膜チャンバ22の構成では両面成膜形式で構成されているが、片面成膜形式で構成することもできる。

[0016] 次に、図2を参照してマグネトロンスパッタ機構の構成を説明する。図2は、図1に示す成膜チャンバの両側面に配置されたマグネトロンスパッタ機構のうち、基板搬送方向の最上流側にそれぞれ配置されたマグネトロンスパッタ機構12、16(以下、「第1のマグネトロンスパッタ機構」という)の構成を示している。勿論、マグネトロンスパッタ機構は相対する一対の構成(12と16)でなく、1つの構成(12又は16)の場合を含む。この場合でも最上流側のマグネトロンスパッタ機構を第1のマグネトロンスパッタ機構と称する。

[0017] トレイ42および基板41は、図中矢印43で示すように、図示左側から図示右側へ移動する。ターゲット51はターゲット装着手段であるバックングプレート52の上に設けられ、バックングプレート52はターゲット固定絶縁物53を介してチャンバ壁54の開口部54aをふさぐようチャンバ壁54に取り付けられている。バックングプレート52の背面部は、大気雰囲気にある。

図2に示す例ではターゲット51は矩形形状を有しており、かつその外周部に隣接してターゲットシールド55が設けられている。ターゲットシールド55は、矩形のターゲット51を囲うように四角い枠の形をしている。ターゲットシールド55は、バックングプレートの露出部(ターゲット51によりカバーされていないバックングプレート52の真空雰囲気側の面がスパッタされるのを防止し、および、ターゲットを固定している固定絶縁物に膜が付着するのを防止する役割を有している。ターゲットシールド55はターゲット51に近いプラズマにより加熱される。ターゲットシールドをグラウンド電位(接地電位)にするとマグネットが移動して近づいたときに大電流が流れさらに温度が上昇し変形する場合がある。そのためターゲットシールド55は、ターゲットシールド固定絶縁物58を介してチャンバ壁54に取り付けられており、電氣的に絶縁され、即ちフローティングされている。そのため、ターゲットシールドへは電流が流れず、熱による変形が抑制されている。

[0018] ターゲット51には図示しない直流電源が接続され、必要な電力が供給される。マグネトロンスパッタ機構のターゲット51に対して搬送されてくる基板41には、その被成膜面がターゲット51に対して対向する位置関係にて、平行な状態で移動する。バックングプレート52の大気側において、上記の開口部54aの部位に、マグネット56とこ

れを往復移動させるためのマグネット移動機構57とが配置されている。マグネット56は、通常、棒状の中心マグネットとこれを囲むリング状外部マグネットから構成される。マグネット56は、マグネット移動機構57によって、ターゲット51の背後の大気空間で基板搬送方向43に沿って往復運動が行われる。

[0019] ガス導入口64は、マグネトロンスパッタ機構のターゲットの両端の外側に設けられている。ガス導入口からスパッタガスであるArガスと、反応性ガスである O_2 (酸素)ガスを導入する。ガス導入口がターゲットの両端の外側に設けられていることにより、ターゲットの表面に流れる酸素ガスの濃度が均一になり、反応性ガスとターゲットの反応の均一化を高めることができる。

ガスが0.5Pa程度になるように供給され、ターゲット51に直流電源から負の電圧が印加されると、ターゲット51表面近傍でマグネットの直上付近に高密度のプラズマが形成され放電が生じる。プラズマ中のおもにArイオンはターゲット51の表面付近のシース中の電界でターゲット51方向に加速され、ターゲットに入射すると、ターゲット材を構成している原子であるIn、Sn、Oなどをスパッタする。これらの原子のうちかなりの部分は基板に達し、基板上にITO膜として堆積する。このさい、酸素ガスとも反応しながら膜として堆積しており、酸素ガス分圧により基板に堆積するITO膜の性質がコントロールされている。ここでいうスパッタはいわゆる平板プレーナーマグネトロンスパッタである。マグネットの棒状の中心マグネットとこれを囲むリング状外部マグネットの間でできる磁場によって電子がターゲット表面付近でドリフト運動することによって、高密度のプラズマがマグネットの直上にできる。この高密度のプラズマの領域のターゲットはより多くスパッタされ、その領域から多くのスパッタ原子が放出される。その分、ターゲットは消費される。マグネットが固定の場合は、ターゲットの消費が偏ったり不均一になるため、マグネットを移動してターゲットの消費を均一にしている。

[0020] 図3は、図2に示したマグネトロンスパッタ機構のターゲット、ターゲットシールドおよびカソードシールドを示す平面図である。ターゲット51は長方形をしており、その外周を囲むように四角い枠の形状のターゲットシールド55が設置されている。本例では、ターゲット51とターゲットシールド55との間の隙間は2mmであり、ターゲットシールド55の幅は60mmである。

[0021] ターゲット51に対して基板搬送方向43の上流側(以下、「LL側」という。)には、第1のカソードシールド62が配置されている。第1のカソードシールド62は、ターゲットシールド55との間に2mmの隙間をおいて配置されている。ターゲット51表面に垂直方向における、第1のカソードシールド62の高さレベルはターゲットシールド55の高さレベルとほぼ同じであり、ターゲットシールド55の高さレベルより所定の距離だけ高い第2のカソードシールド60よりも高さレベルが低くなっている。ここで高さレベルがほぼ同じというのは、基板搬送方向にターゲットシールドとカソードシールドの高さが揃っていること、具体的には、ターゲットシールドの高さレベルとカソードシールドの高さレベルの差が5mm以下であることをいう。

第1のカソードシールド62の基板搬送方向43の幅は113mmである。第1のカソードシールド62の基板搬送方向43の幅は、少なくとも50mmであることが好ましい。第1のカソードシールド62はカソードシールド固定絶縁物63を介してチャンバ壁54に固定されており、電氣的に絶縁され電位的にフローティング構成となっている。

[0022] また、ターゲット51に対して基板搬送方向43の下流側(以下、「ULL側」という。)には、第2のカソードシールド60が配置されている。第2のカソードシールド60は、ターゲットシールド55との間に2mmの隙間を保ちながらターゲットシールド55の一部を覆うように設置されており、ターゲット55から遠ざかるにしたがって高さが高くなっている。本実施例では、第2のカソードシールド60の高さはターゲット51の表面から40mmであり、第2のカソードシールド60の基板搬送方向43における幅は143mmである。第2のカソードシールド60は金属性のカソードシールド固定ブロック61を介してチャンバ壁54に固定されており、電氣的に接地されてグラウンド電位になっている。なお、金属性のカソードシールド固定ブロック61は、第2のカソードシールドを所定電位(例えば接地電位)に接続する接続部として機能する。

[0023] なお、その他のマグネトロンスパッタ機構である第2のマグネトロンスパッタ機構13, 17は、ターゲット51に対して基板搬送方向43の上流側にも第2のカソードシールド60がカソードシールド固定ブロック61を介して設置されている。第2のマグネトロンスパッタ機構13, 17のその他の構成は、第1のマグネトロンスパッタ機構と同様である。

[0024] 本実施形態では、図1に示したように、成膜チャンバ22の各側面に、基板搬送方向

43の上流側から下流側に向かって、第1のマグネトロンスパッタ機構12、16と第2のマグネトロンスパッタ機構13、17との2つのマグネトロンスパッタ機構が順に配置されている。これに対し、成膜チャンバ22の各側面には、3つ以上のマグネトロンスパッタ機構が配置されていてもよい。この場合には、基板搬送方向43の最上流側のマグネトロンスパッタ機構を第1のマグネトロンスパッタ機構とし、それ以外のマグネトロンスパッタ機構は第2のマグネトロンスパッタ機構とする。

[0025] 次に、本実施形態のスパッタ装置による成膜について説明する。本実施形態では、基板搬送速度 V_t を $348.2\text{mm}/\text{min}$ 、マグネット移動幅を 160mm 、マグネットの基板搬送方向往復周期を2分とした。マグネットの基板搬送方向往復周期は、マグネット機構の機械的耐久性や、ジュールの低減を図るためであることから、少なくとも1分以上であることが好ましい。

また、マグネットの基板搬送方向への移動速度は $109.6\text{mm}/\text{min}$ 、その逆方向への移動速度は $296.0\text{mm}/\text{min}$ とした。第1のマグネトロンスパッタ機構と第2のマグネトロンスパッタ機構でのマグネット移動方法は同じとし、位相は反転させた。

[0026] それぞれのターゲットの材料には10重量%の SnO_2 を含むITO（インジウム・スズ酸化物）を用いた。ガスは、 $450\text{ml}/\text{min}$ （normal）のArと $2\text{ml}/\text{min}$ （normal）の O_2 との混合ガスを用い、圧力は 0.5Pa とした。基板温度は 200°C とし、ターゲットに印加する電力は各マグネトロンスパッタ機構で 1.1kW とした。基板はガラス基板を用いた。

[0027] このような条件の下で成膜を行うと、基板上には厚さ 110nm のITO膜が堆積し、基板搬送方向に対して均一な膜厚分布を得ることができた。また、シート抵抗分布も基板搬送方向に対して均一であった。基板搬送方向のシート抵抗分布を図4に示す。搬送方向のシート抵抗の不均一性は $\pm 3.0\%$ であり、従来に比べて不均一性は改善された。また、シート抵抗値が $16\ \Omega/\text{sq}$ 未満の低いITO膜を形成することができた。なお、シート抵抗は、四探針法で測定した。以上のように本発明のスパッタ成膜装置により、シート抵抗値が均一化され、かつ、低抵抗のITO膜を成膜することができる。そのため、本発明の成膜装置を用いて基板上にITOを成膜した基板は、各種デバイス、特に光学素子用の基板として好適に用いられる。

[0028] 次に、本実施形態のスパッタ装置によってシート抵抗分布が改善した理由を説明する。まず、従来のスパッタ装置で成膜した膜のシート抵抗変化について説明する。図7は、従来のスパッタ装置を用い、第1のマグネトロンスパッタ機構のみを使用して、マグネットを所定の位置に固定し、酸素流量を変えて成膜した膜のシート抵抗変化を示すグラフである。

マグネットの位置は、ターゲットに対してLL側、中央、ULL側とした。LL側とULL側は、中央から搬送方向にそれぞれ80mm離れた位置で、かつ往復移動するマグネットの両端の位置とした。

[0029] マグネット位置がLL側のときは、酸素流量が約3ml/min(normal)のときにシート抵抗が最小値になっている。これに対し、マグネット位置が中央とULL側のときは、共に、酸素流量が約2ml/min(normal)のときにシート抵抗が最小値になっている。このように、シート抵抗の酸素流量依存性がマグネットの位置によって変わってしまうため、一定の酸素流量で成膜すると、マグネットの位置によって、シート抵抗の分布が異なる膜が基板上に成膜されてしまう。マグネットを比較的低速で動かした場合、基板上に堆積する膜のシート抵抗が基板搬送方向で周期的に変化することとなる。その場合には、基板面内のシート抵抗の均一性が悪くなる(図6参照)。

[0030] 次に、本実施形態のスパッタ装置で成膜した膜のシート抵抗変化について説明する。図5は、図2に示したスパッタ装置を用い、第一のマグネトロンスパッタ機構のみを使用して、マグネットを所定の位置に固定し、酸素流量を変えて成膜した膜のシート抵抗変化を示すグラフである。

[0031] 本実施形態のスパッタ装置によって成膜された膜では、マグネットがLL側にあるときも、中央やULL側にあるときと同様に、酸素流量が約2ml/min(normal)であるときにシート抵抗が最小値になっている。このように、本実施形態のスパッタ装置によって成膜された膜はマグネットの位置依存性がほとんどなくなっている。酸素流量を2ml/min(normal)とした場合、マグネットの位置に関わらずシート抵抗値がほぼ同じになり、基板上にはマグネットの位置に依存せずほぼ均一なシート抵抗を有する膜が得られる。

[0032] ITOの成膜では、通常、最もシート抵抗が低くなるように酸素流量を調節するため、

本実施形態では酸素流量を2ml/min(normal)とした。その結果、シート抵抗のマグネット位置依存性が少なくなり、均一なシート抵抗が得られた。

[0033] このようにシート抵抗の酸素流量変化のマグネット位置依存性が少なくなったことについては、理由は明確ではないが以下のように考えられる。

[0034] ターゲットは印加した負の電位になっており、基板は絶縁されているためフローティング電位になっている。一方、従来の成膜装置において、カソードシールドはグラウンド電位になっている。

[0035] マグネットがターゲットの中央にある場合のような、マグネットの近くにアノードとなるカソードシールドがない場合は、マグネット直上でターゲット表面付近にできるプラズマの密度分布はマグネット中心に対して対称となる。そのため、マグネットが揺動によってLL側やULL側の端に近づいた場合、近くのカソードシールドがグラウンド電位にあるため良好なアノードとなり、カソードシールドのある方にプラズマ密度の高い領域が偏り、マグネット中心に対して非対称となる。このとき、プラズマ密度の高い領域の方が低い領域よりもガス中の酸素分子を酸素負イオンにイオン化する効率がよく、プラズマ密度の高い領域から多くの酸素負イオンがターゲットのシースの中の電界によって基板に向かって加速され、基板にダメージを与える。この基板ダメージはITO膜の比抵抗を高くする。その結果、LL側やULL側に位置するマグネットの場合、中央に位置する場合に比べて、ターゲットの端に近い領域からスパッタされて成膜する膜の比抵抗が高くなる。

基板は搬送しながら成膜するので、マグネットがLL側の端にあるときには、膜の初期の成長は比抵抗の高い膜となる。本発明者は、ITO膜では初期の成長での比抵抗が低い場合には、その後に成長する膜の比抵抗にかかわらず比抵抗の低い膜が得られることを知見した。そこで、従来の装置では第1のマグネトロンスパッタ機構のマグネットがLL側に近づいたときに基板に最初に堆積する膜の比抵抗は高くなり、その後に堆積する膜はマグネットの位置にかかわらず比抵抗の高い膜となるものと思われる。そして、膜の初期の成長の段階(すなわち、基板が最初にスパッタされる際)のマグネット位置によって、初期の膜の比抵抗の値にバラツキが生じるため、最終的な膜の比抵抗の値にもバラツキが生じることになる。

[0036] そこで、本発明では、第1のマグネトロンスパッタ機構の上流側のカソードシールド(第1のカソードシールド)を電氣的にフローティングとした。また、ターゲットシールドも電氣的にフローティングとなっている。そのため、マグネットがLL側に近づいてもアノードが近くにいないため、プラズマ密度は上流側のカソードに偏ることはなく、マグネットがターゲット中央にある場合とほぼ同じプラズマ密度の分布が得られる。その結果、膜の初期の成膜において比抵抗の低い膜が得られる。最終的に成膜された膜の比抵抗は初期の成膜における比抵抗に影響されるから、初期の成膜を低抵抗とすることで、均一なシート抵抗の膜が得られるものと思われる。

その際、ターゲット表面に垂直方向における第1のカソードシールドの高さレベルがターゲットシールドの高さレベルとほぼ同じため、プラズマの基板搬送方向の広がりがカソードシールドに遮蔽されることなく、マグネット中心に対して対称となり、上記効果が得られやすい。

[0037] このようにして、マグネット位置がLL側にあるときのマグネット直上の空間にできるプラズマ密度分布が基板搬送方向にマグネット位置に対して対称となり、シート抵抗の酸素流量依存性も差違が小さくなった。

[0038] また、本実施形態における第1のマグネトロンスパッタ機構では、ターゲット表面に垂直方向の第2のカソードシールドは高さレベルを第1のカソードの高さレベルより高くしているので、マグネトロンスパッタ機構の相互間の放電の干渉を防止することができる。

[0039] 次に、第1のマグネトロンスパッタ機構のLL側にのみフローティング電位の第1のカソードシールドを設けた理由を説明する。

[0040] 積層した膜の膜質は基板上に堆積する初期の膜の膜質に大きく影響される。つまり、複数のマグネトロンスパッタ機構で積層して成膜する本実施形態の構成の場合、第1のマグネトロンスパッタ機構で成膜した膜の膜質によって、その後に積層する膜の膜質も大きく影響を受ける。第1のマグネトロンスパッタ機構において膜質に大きな変化があると、その後に積層する膜の膜質も同様の変化をする。逆に言うと、第1のマグネトロンスパッタ機構で膜質の均一な成膜ができれば、全体として膜質の均一な成膜が可能である。そのため、第1のマグネトロンスパッタ機構のLL側にだけフローティン

グ電位の第1のカソードシールドを設けることで、膜質が均一になりシート抵抗分布を改善することが可能となる。

[0041] (第2の実施例)

基板として、有機EL膜が形成された基板を用いたこと以外、第1の実施例と同じ条件で成膜することにより、有機EL膜にダメージを与えることなく、均一な膜質のITO膜が得られる。これは、本発明の装置でスパッタした場合には、薄膜形成初期の段階で、露出している有機EL膜の表面が酸素負イオンによるダメージを受けにくいからである。

(第3の実施例)

基板として、透明絶縁性基板上に金属薄膜を成膜し、パターン形成によりゲート電極線が形成され、上記ゲート電極線上にゲート絶縁膜を介して半導体層が形成された基板を用いた以外、第1の実施例と同様にしてITO膜を形成した。その結果、半導体層にダメージを与えることなく、均一な膜質のITO膜が得られる。これは、本発明の装置でスパッタした場合には、薄膜形成初期の段階で、半導体層の表面が酸素負イオンによるダメージを受けにくいからである。

[0042] (第4の実施例)

次に、本実施形態のスパッタ装置の一変形例を説明する。

上述の説明では、2基(2対のマグネトロンスパッタ機構)であったが成膜チャンバ22の両側にそれぞれ4基(4対)のマグネトロンスパッタ機構が備えられている。成膜チャンバ22の各側には、基板搬送方向43の上流側から下流側に向かって、4基のマグネトロンスパッタ機構がこの順に配置されている。ここでは、各マグネトロンスパッタ機構を、基板搬送方向の上流側から下流に向かって位置している順に、マグネトロンスパッタ機構A、マグネトロンスパッタ機構B、マグネトロンスパッタ機構C、マグネトロンスパッタ機構Dと呼ぶ。本変形例でも、基板搬送方向の最上流に位置しているマグネトロンスパッタ機構A(第1のマグネトロンスパッタ機構)のLL側にのみフローティング電位の第1のカソードシールドが設けられ、他のマグネトロンスパッタ機構はターゲットシールドの両側に接地電位の第2のカソードシールドが設けられている。

[0043] マグネトロンスパッタ機構Aを基準として、マグネトロンスパッタ機構Bではマグネット

移動の位相を 180° ずらした。さらに、マグネトロンスパッタ機構Aを基準として、マグネトロンスパッタ機構Cのマグネット移動の位相を 90° ずらし、マグネトロンスパッタ機構Dのマグネット移動の位相を 270° ずらした。各マグネトロンスパッタ機構でのマグネット動作条件は、上述した条件と同じにした。

- [0044] 本変形例のスパッタ装置を用いて上記と同様の方法で成膜を行ったところ、基板には厚さ150nmのITO膜が堆積し、基板搬送方向に対して均一な膜厚分布と均一なシート抵抗分布が得られた。

請求の範囲

- [1] 成膜チャンバ内に少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構を基板搬送方向に並べて配置し、基板を前記少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構のそれぞれに順次対向させながら前記基板搬送方向に搬送し、基板搬送中に前記基板に対して前記少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構の各々によって対向時に順次にスパッタ成膜を行うITO膜の成膜装置において、
- 前記マグネトロンスパッタ機構は、基板搬送方向に往復運動を行うマグネットと、ターゲットと、前記ターゲットの外周部に隣接して設置され、電氣的に絶縁されフローティング構成であるターゲットシールドと、ターゲットシールドの外側に隣接して設置されたカソードシールドとを備え、
- 前記少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構のうち、前記基板搬送方向の最上流側に配置されたマグネトロンスパッタ機構に備えられたカソードシールドのうち前記基板搬送方向の上流側のカソードシールドである第1のカソードシールドは電氣的に絶縁されフローティング構成にあり、後続の他のカソードシールドである第2のカソードシールドは所定電位に接続されていることを特徴とするITO膜の成膜装置。
- [2] 前記ターゲット表面に対し、前記第1のカソードシールドの上面は前記ターゲットの表面に垂直な方向における高さレベルがほぼ同じことを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。
- [3] 前記第1のカソードシールドの上面に対し、前記第2のカソードシールドの上面は前記ターゲットの表面に垂直な方向における高さレベルが所定の距離だけ高いことを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。
- [4] 前記第1のカソードシールドの前記基板搬送方向における幅は少なくとも50mmであることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の成膜装置。
- [5] 前記マグネットの前記基板搬送方向の往復周期が少なくとも1分以上である請求項1から4のいずれか1項に記載の成膜装置。
- [6] ガス導入口を前記マグネトロンスパッタ機構の前記ターゲットの両端の外側に設けたことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の成膜装置。
- [7] 基板上にITO膜を形成する工程を含む素子の製造方法において、請求項1ないし

6のいずれかの成膜装置を用いて基板上にITO膜を形成することを特徴とする素子の製造方法。

[8] 前記基板が光学素子用の基板であることを特徴とする請求項7に記載の素子の製造方法。

[9] 前記光学素子が有機EL素子であることを特徴とする請求項8に記載の素子の製造方法。

[10] 前記光学素子が液晶素子であることを特徴とする請求項8に記載の素子の製造方法。

[11] 直列配置された少なくとも2つのマグネトロンスパッタ機構及び該直列方向に沿った基板搬送方向に基板を搬送する基板搬送手段とからなるITO膜の成膜装置において、

前記マグネトロンスパッタ機構は、マグネットを前記基板搬送方向に沿って往復運動させるマグネット往復運動手段、ITOターゲットを装着するターゲット装着手段、前記ITOターゲットの外周部に隣接する位置に設置し、電氣的に絶縁されフローティング構成であるターゲットシールド、及び該ターゲットシールドの外側に隣接して設置したカソードシールドとを備え、

前記カソードシールドのうち、前記ITO成膜装置において前記基板搬送方向の最上流側に位置するカソードシールドである第1のカソードシールドは電氣的に絶縁されフローティング構成であり、後続の他のカソードシールドである第2のカソードシールドは所定電圧に接続されていることを特徴とするITO膜の成膜装置。

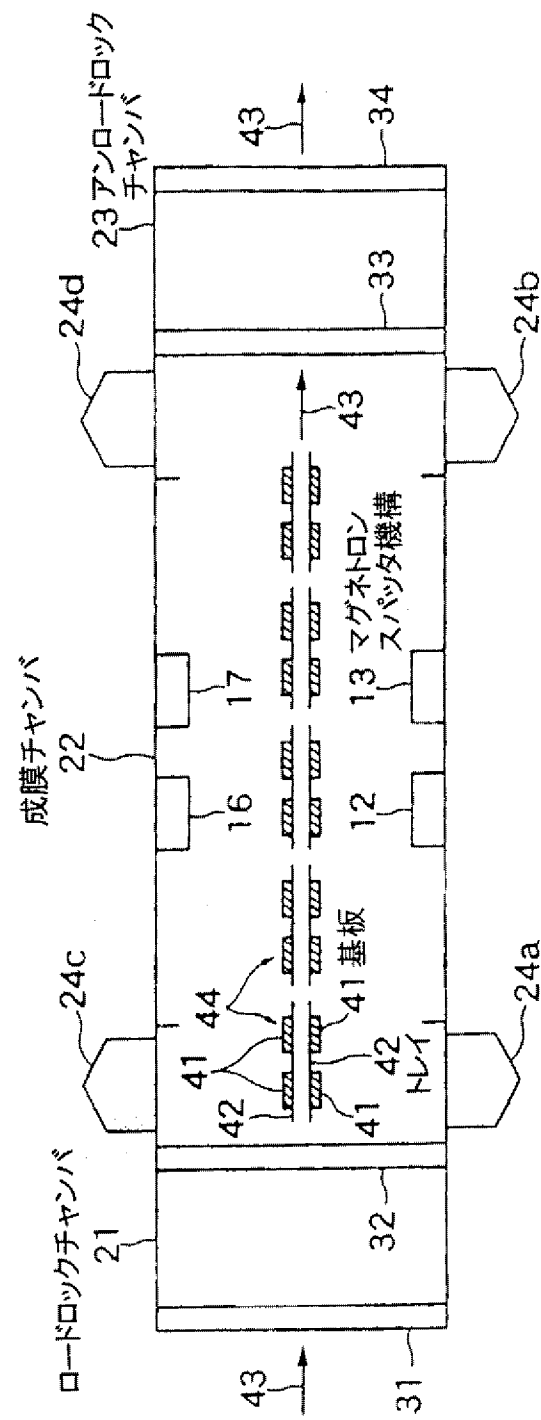
[12] 前記ターゲット表面に対し、前記第1のカソードシールドの上面は前記ターゲットの表面に垂直な方向における高さレベルがほぼ同じことを特徴とする請求項11に記載の成膜装置。

[13] 前記第1のカソードシールドの上面に対し、前記第2のカソードシールドの上面は前記ターゲットの表面に垂直な方向における高さレベルが所定の距離だけ高いことを特徴とする請求項12に記載の成膜装置。

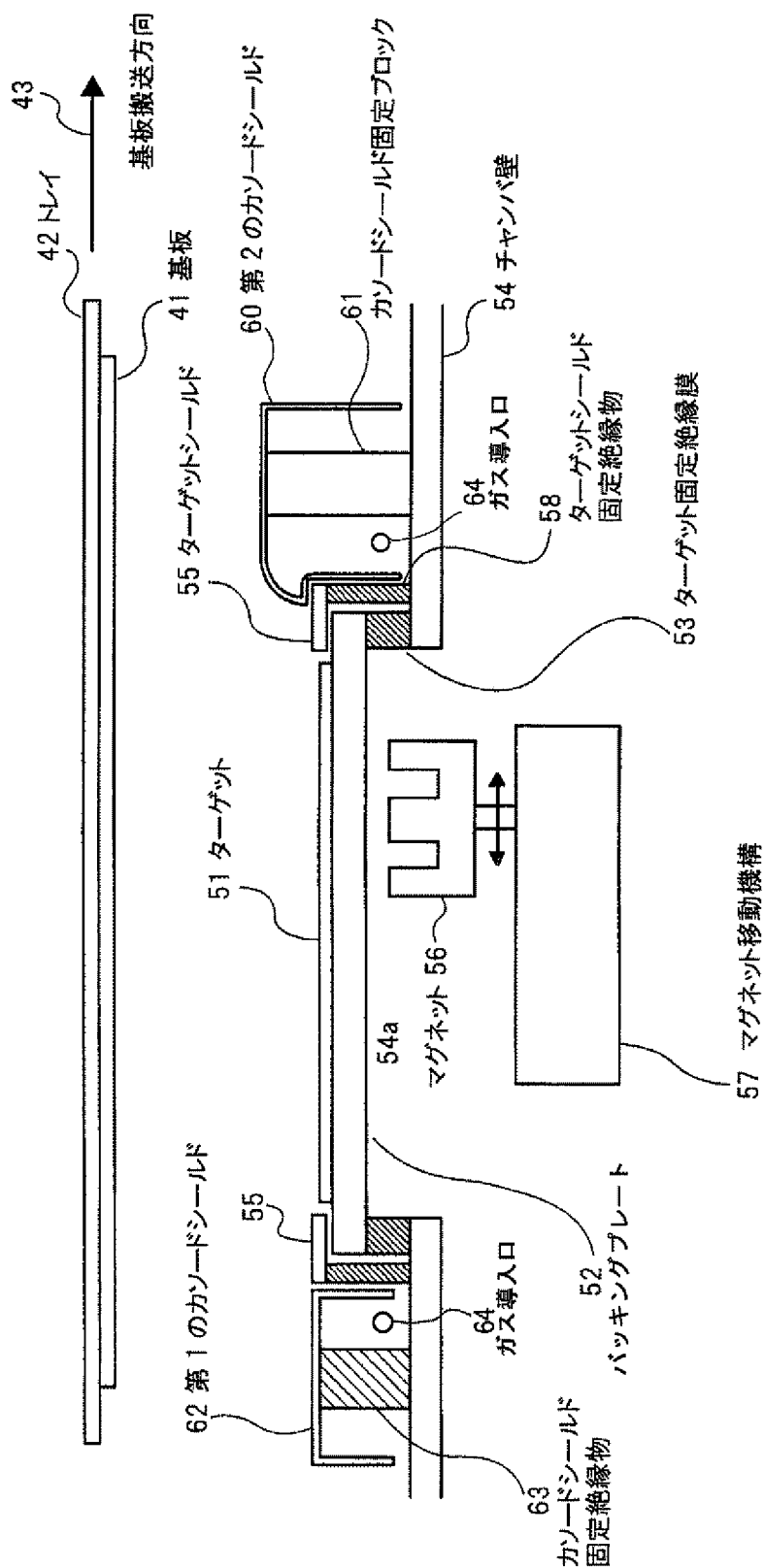
[14] 前記第1のカソードシールドの前記基板搬送方向における幅は少なくとも50mmであることを特徴とする請求項11ないし13のいずれか1項に記載の成膜装置。

- [15] 前記マグネットの前記基板搬送方向の往復周期が少なくとも1分以上である請求項11から14のいずれか1項に記載の成膜装置。
- [16] ガス導入口を前記マグネトロンスパッタ機構の前記ターゲットの両端の外側に設けたことを特徴とする請求項11から15のいずれか1項に記載の成膜装置。
- [17] 基板上にITO膜を形成する工程を含む素子の製造方法において、請求項11ないし16のいずれかの成膜装置を用いてITO膜を形成することを特徴とする素子の製造方法。
- [18] 前記基板が光学素子用の基板であることを特徴とする請求項17に記載の素子の製造方法。
- [19] 前記光学素子が有機EL素子であることを特徴とする請求項18に記載の素子の製造方法。
- [20] 前記光学素子が液晶素子であることを特徴とする請求項18に記載の素子の製造方法。

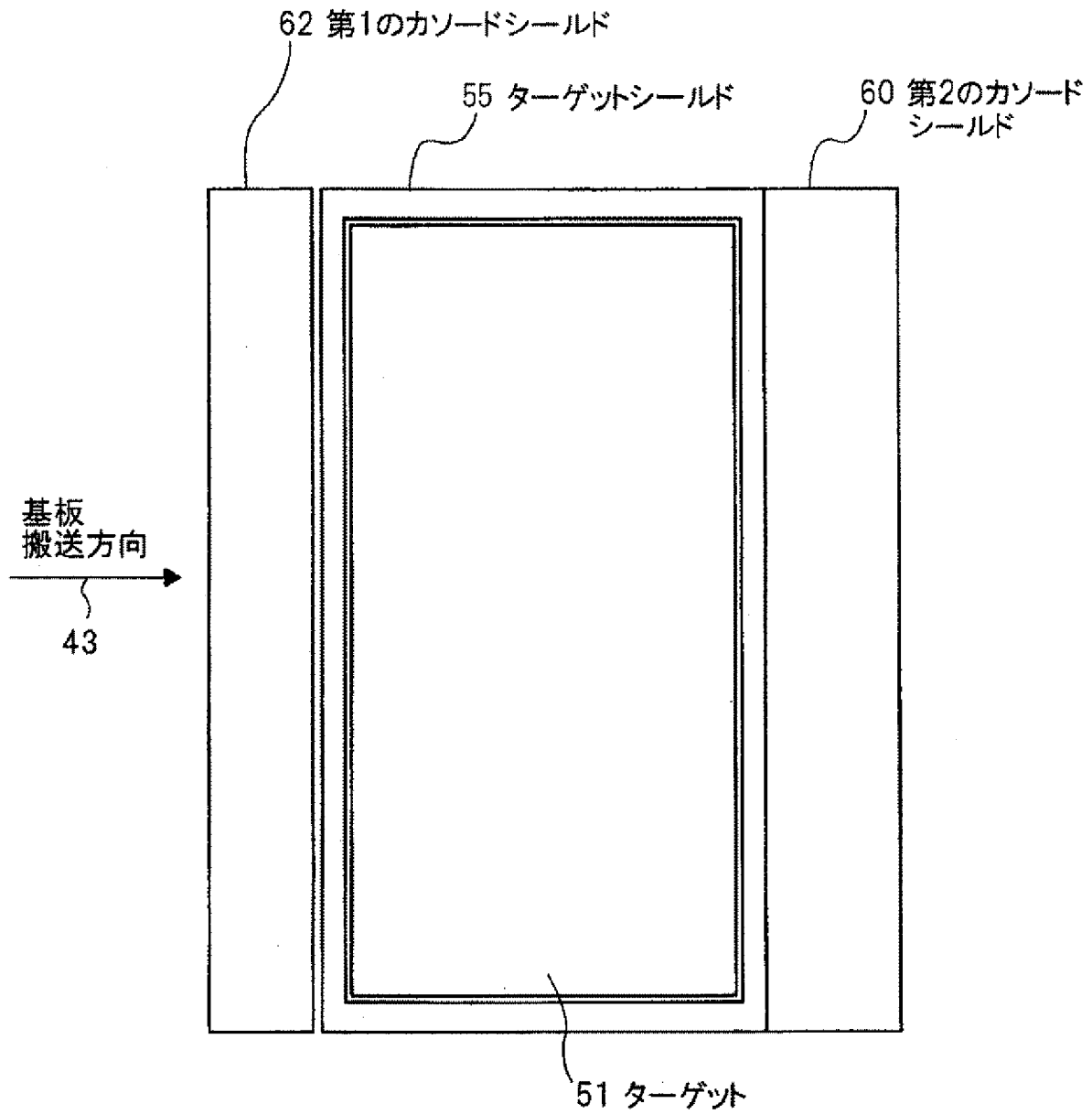
【図1】



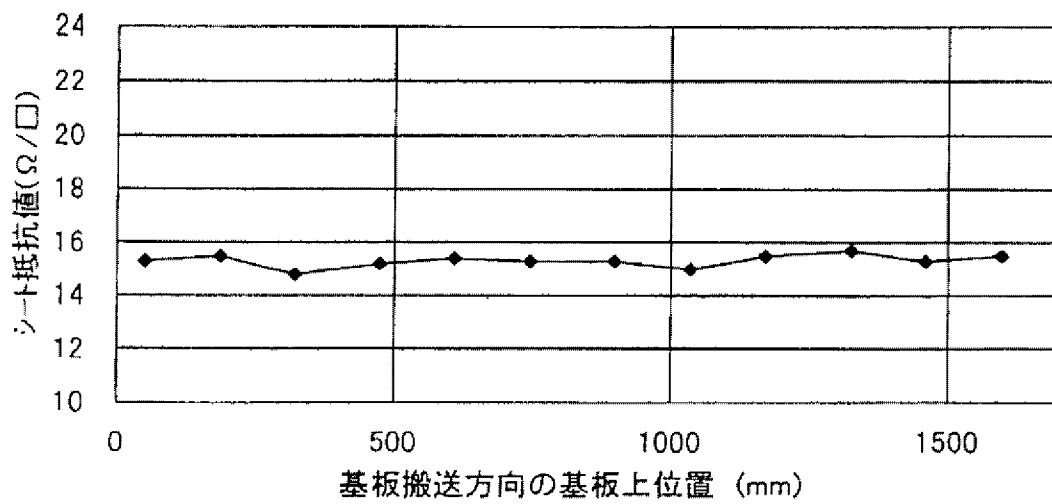
[図2]



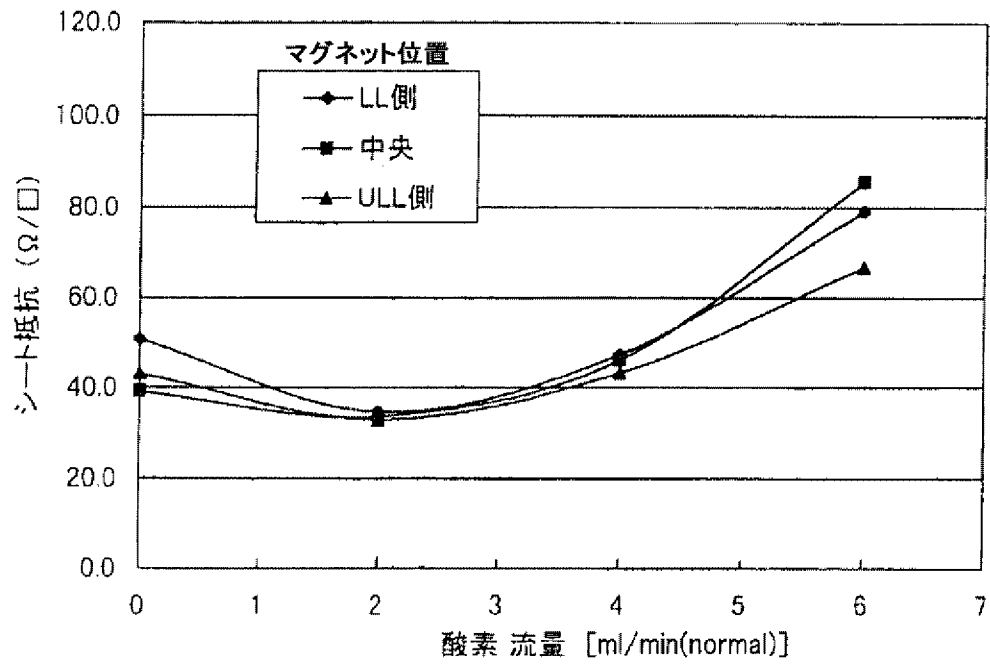
[図3]



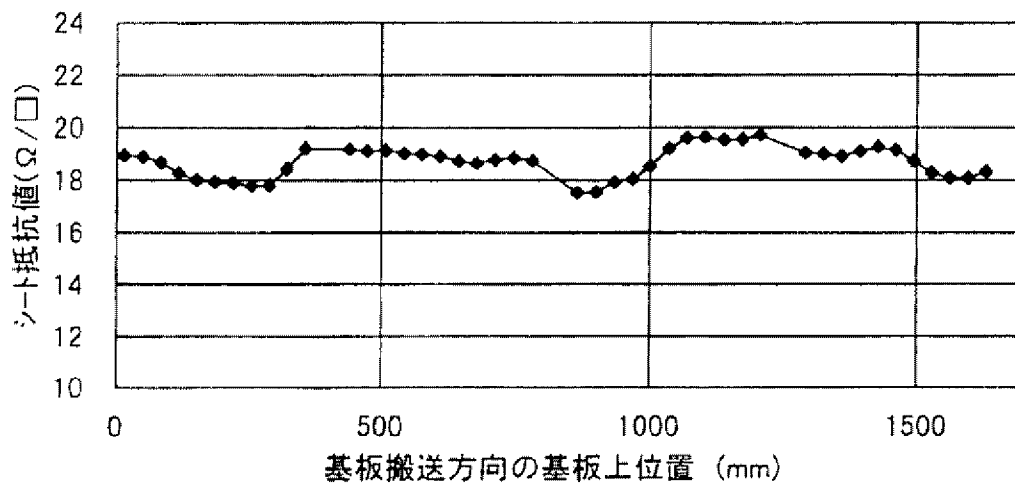
[図4]



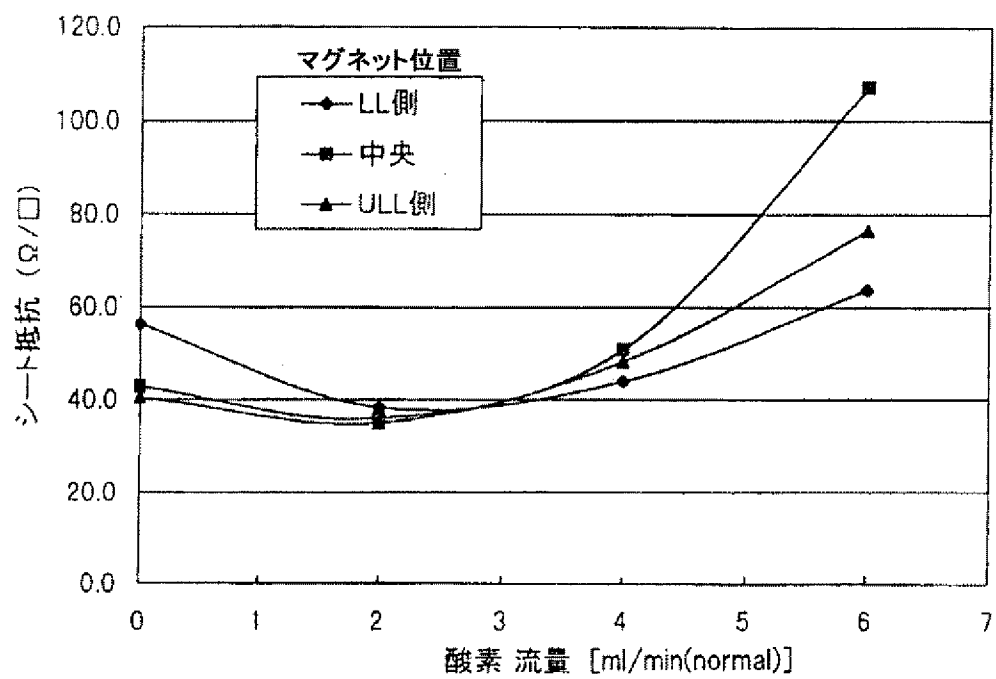
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/060274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/35(2006.01) i, C23C14/08(2006.01) i, C23C14/34(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)

C23C14/35, C23C14/08, C23C14/34

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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 10-046334 A (Anelva Corp.), 17 February, 1998 (17.02.98), Par. Nos. [0025] to [0031], [0051]; Fig. 1 & US 5833815 A	1-20
A	JP 2002-146528 A (Anelva Corp.), 22 May, 2002 (22.05.02), Par. Nos. [0015] to [0017], [0050], [0051]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-20
A	JP 2002-220663 A (Anelva Corp.), 09 August, 2002 (09.08.02), Par. Nos. [0018], [0019], [0023]; Fig. 1 (Family: none)	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
19 August, 2008 (19.08.08)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2008 (02.09.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/060274

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-510045 A (Applied Materials, Inc.), 14 April, 2005 (14.04.05), Par. Nos. [0044], [0113]; Figs. 4, 16 & US 2003/0089601 A1 & EP 1459353 A1	1-20
A	JP 9-272973 A (Anelva Corp.), 21 October, 1997 (21.10.97), Par. No. [0042] (Family: none)	1-20
A	JP 63-103060 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 07 May, 1988 (07.05.88), Page 1, right column, line 10 to page 2, upper left column, line 5 (Family: none)	7,8,10,17, 18,20
A	JP 8-167479 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 25 June, 1996 (25.06.96), Par. Nos. [0001], [0003] (Family: none)	7-9,17-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C23C14/35(2006.01)i, C23C14/08(2006.01)i, C23C14/34(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C23C14/35, C23C14/08, C23C14/34			
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 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 10-046334 A（アネルバ株式会社）1998.02.17, 【0025】 - 【0031】、【0051】、図1 & US 5833815 A	1-20	
A	JP 2002-146528 A（アネルバ株式会社）2002.05.22, 【0015】 - 【0017】、【0050】、【0051】、図1、図2（ファミリーなし）	1-20	
A	JP 2002-220663 A（アネルバ株式会社）2002.08.09, 【0018】、【0019】、【0023】、図1（ファミリーなし）	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 19.08.2008		国際調査報告の発送日 02.09.2008	
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） 鮎沢 輝万 電話番号 03-3581-1101 内線 3416	4 G 4 1 4 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2005-510045 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2005.04.14, 【0044】、【0113】、図 4、図 16 & US 2003/0089601 A1 & EP 1459353 A1	1-20
A	JP 9-272973 A (アネルバ株式会社) 1997.10.21, 【0042】 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 63-103060 A (日本板硝子株式会社) 1988.05.07, 第 1 頁右欄第 10 行-第 2 頁左上欄第 5 行 (ファミリーなし)	7, 8, 10, 17, 18 , 20
A	JP 8-167479 A (凸版印刷株式会社) 1996.06.25, 【0001】、【0003】 (ファミリーなし)	7-9, 17-19