

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-1382

(P2021-1382A)

(43) 公開日 令和3年1月7日(2021.1.7)

(51) Int.Cl.
C23C 14/35 (2006.01)

F I
C 2 3 C 14/35 C

テーマコード(参考)
4 K 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2019-116781 (P2019-116781)
(22) 出願日 令和1年6月24日(2019.6.24)

(71) 出願人 000231464
株式会社アルバック
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
(74) 代理人 110000305
特許業務法人青莪
(72) 発明者 水野 太平
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
アルバック内
(72) 発明者 大久保 裕夫
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
アルバック内
Fターム(参考) 4K029 DC34 DC35 DC40 DC41 DC43

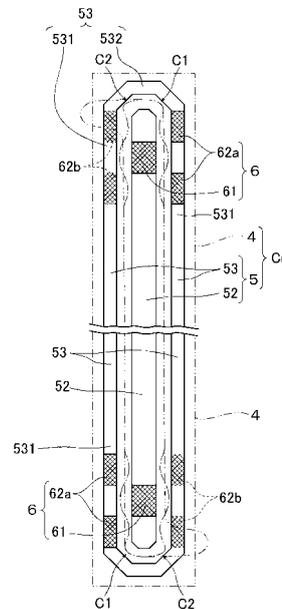
(54) 【発明の名称】 マグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニット

(57) 【要約】

【課題】電子の惰性的な運動に伴う電子の飛び出しを可及的に抑制できる簡単な構造のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットを提供する。

【解決手段】真空チャンバ1内に設置されるターゲット4のスパッタ面41と背向する側に配置される磁石ユニット5が、中央磁石52と周辺磁石53をターゲット側の極性を変えて有して、スパッタ面前方に磁場の垂直成分がゼロとなる位置を通る線がレストラック状に閉じるように漏洩磁場Mfを作用させるカソードユニットCuは、カソードユニットを真空チャンバに取り付け、スパッタ面前方にレストラック状のプラズマを発生させた場合に、これに沿って時計周りまたは反時計周りに運動しているプラズマ中の電子が電磁場で向きを変える位置を第1コーナー部C1、次に向きを変える位置を第2コーナー部C2とし、第1コーナー部に到達する前に、電子を蛇行させる蛇行手段6を更に備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空チャンバ内に設置されるターゲットのスパッタ面と背向する側に配置されて、ターゲットのスパッタ面側に漏洩磁場を作用させる磁石ユニットを備え、

磁石ユニットが、線状の中央磁石と、この中央磁石の周囲を間隔を存して囲う周辺磁石とをターゲット側の極性を変えて有して、スパッタ面の前方に、磁場の垂直成分がゼロとなる位置を通る線が中央磁石の長手方向に沿ってのびてレーストラック状に閉じるように漏洩磁場を作用させるマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットにおいて、

上記カソードユニットをスパッタリング装置の真空チャンバに取り付け、真空雰囲気中の真空チャンバ内に希ガスを含むスパッタガスを導入し、ターゲットに所定電力を投入してスパッタ面の前方にレーストラック状のプラズマを発生させた場合に、これに沿って時計周りまたは反時計周りに運動しているプラズマ中の電子が電磁場で向きを変える位置を第 1 コーナー部、次に向きを変える位置を第 2 コーナー部とし、第 1 コーナー部に到達する前に、電子を蛇行させる蛇行手段を更に備えることを特徴とするマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニット。

10

【請求項 2】

前記蛇行手段は、ターゲット側に位置する中央磁石上面の所定位置に、ターゲット側の極性を一致させて配置した第 1 磁石片と、ターゲット側に位置する周辺磁石上面の所定位置に、ターゲット側の極性を一致させて配置した第 2 磁石片とを備え、第 1 磁石片と第 2 磁石片とが長手方向で互いにオフセットされていることを特徴とする請求項 1 記載のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニット。

20

【請求項 3】

前記中央磁石にその全長に亘って所定間隔で第 1 磁石片が配置されると共に、中央磁石の長さ一致する周辺磁石の部分にその全長に亘って所定間隔で第 2 磁石片が配置されることを特徴とする請求項 2 記載のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットに関する。

30

【背景技術】

【0002】

この種のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットは例えば特許文献 1 で知られている。このものは、真空チャンバ内に設置されるターゲットのスパッタ面と背向する側に配置される磁石ユニットを備える。磁石ユニットは、例えば平面視矩形のターゲットと平行に配置される支持板（ヨーク）を備え、その中央には中央磁石が線状に配置され、この中央磁石の周囲を間隔を存して囲うようにして支持板の外周縁部には周辺磁石が中央磁石とターゲット側の極性を変えて配置されている。中央磁石の同磁化に換算したときの体積は、周辺磁石の同磁化に換算したときの体積の和と同等に設定され、中央磁石の長手方向に沿ってのびてレーストラック状に閉じるようにターゲットのスパッタ面前方に漏洩磁場が作用するようにしている。

40

【0003】

上記カソードユニットをスパッタリング装置の真空チャンバに取り付け、基板が設置されている真空雰囲気中の真空チャンバ内にアルゴンガス等のスパッタガスを導入し、ターゲットに所定電力を投入すると、磁石ユニットによりスパッタ面の前方にレーストラック状のプラズマが発生する。プラズマ中の電子は、中央磁石と周辺磁石とのターゲット側の極性に応じて、レーストラックに沿って時計周り又は反時計周りに運動している。このとき、ターゲットの長手方向両端側では電子が電磁場によって曲げられて 2 回向きを変えるが、2 回目に向きを変える際に、1 回目に向きを変えたときの電子の加速に伴う電子の惰性的な運動が残り、ターゲットの短手方向先端側に電子が飛び出すことが一般に知られてい

50

る。このような惰性的な運動による電子の飛び出しは、放電を不安定にする等の不具合を招来するため、これを可及的に抑制する必要がある。

【0004】

上記従来例のものでは、磁石ユニットを長手方向中央部分とその両側の分割部分とに分割し、固定の中央部分に対する両分割部分の位置を変更することで、惰性的な運動に伴う電子の飛び出しを防止している。然し、このような構成を採用すると、磁石ユニット自体の構造が複雑化すると共に、製作コスト高を招くという問題が生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-154291号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、以上の点に鑑み、電子の惰性的な運動に伴う電子の飛び出しを可及的に抑制できるようにした簡単な構造のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットを提供することをその課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、真空チャンバ内に設置されるターゲットのスパッタ面と背向する側に配置されて、ターゲットのスパッタ面側に漏洩磁場を作用させる磁石ユニットを備え、磁石ユニットが、線状の中央磁石と、この中央磁石の周囲を間隔を存して囲う周辺磁石とをターゲット側の極性を変えて有して、スパッタ面の前方に、磁場の垂直成分がゼロとなる位置を通る線が中央磁石の長手方向に沿ってのびてレーストラック状に閉じるように漏洩磁場を作用させる本発明のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットは、上記カソードユニットをスパッタリング装置の真空チャンバに取り付け、真空雰囲気中の真空チャンバ内に希ガスを含むスパッタガスを導入し、ターゲットに所定電力を投入してスパッタ面の前方にレーストラック状のプラズマを発生させた場合に、これに沿って時計周りまたは反時計周りに運動しているプラズマ中の電子が電磁場で向きを変える位置を第1コーナー部、次に向きを変える位置を第2コーナー部とし、第1コーナー部に到達する前に、電子を蛇行させる蛇行手段を更に備えることを特徴とする。この場合、前記蛇行手段は、ターゲット側に位置する中央磁石上面の所定位置に、ターゲット側の極性を一致させて配置した第1磁石片と、ターゲット側に位置する周辺磁石上面の所定位置に、ターゲット側の極性を一致させて配置した第2磁石片とを備え、第1磁石片と第2磁石片とが長手方向で互いにオフセットされている構成を採用すればよい。

【0008】

本発明によれば、中央磁石と周辺磁石とに、蛇行手段としての第1磁石片と第2磁石片とを長手方向で互いにオフセットさせて配置、言い換えると、中央磁石とこれに平行な周辺磁石の部分とに長手方向で千鳥状に第1磁石片と第2磁石片とを夫々設けて、長手方向にて中央磁石側に磁場強度の強い箇所と周辺磁石側の磁場強度の強い箇所とを交互につくることで、このような第1磁石片と第2磁石片とが存する区間を運動する電子が、中央磁石側と周辺磁石側とに交互に反発するように蛇行しながら運動するようになる。これにより、第1コーナー部で向きを変えたときの電子の加速が抑制され、電子の惰性的な運動に伴う、ターゲット端からの電子の飛び出しが可及的に抑制される。この場合、上記従来例のように磁石ユニットを長手方向中央部分とその両側の分割部分とに分割するといったことは不要にできる一方で、既存の磁石ユニットに磁石片を設置するといった極めて簡単な構成で、ターゲット端からの電子の飛び出しが可及的に抑制できる。

【0009】

ところで、中央磁石と周辺磁石に局所的に第1磁石片と第2磁石片とを配置すると、プラズマ中の電子密度が局所的に高くなり、基板面内の膜厚分布が却って悪化する虞がある

10

20

30

40

50

。そこで、本発明においては、前記中央磁石にその全長に亘って所定間隔で第1磁石片が配置されると共に、中央磁石の長さに一致する周辺磁石の部分にその全長に亘って所定間隔で第2磁石片が配置されることが好ましい。これによれば、プラズマ中の電子密度を均一にできるため、基板面内で膜厚分布良く成膜でき、有利である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットが組み込まれたスパッタリング装置を示す模式図。

【図2】図1に示した蛇行手段6を示す模式的平面図。

【図3】変形例に係る蛇行手段60Aを示す模式的平面図。

10

【図4】変形例に係る蛇行手段60Bを示す模式的平面図。

【図5】変形例に係る蛇行手段70Aを示す模式的平面図。

【図6】変形例に係る蛇行手段70Bを示す模式的平面図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットを備えるスパッタリング装置について説明する。

【0012】

図1及び図2を参照して、SMは、スパッタリング装置であり、スパッタリング装置SMは、成膜室10を画成する真空チャンバ1を備える。以下において、上、下といった方向を示す用語は、スパッタリング装置SMの設置姿勢である図1を基準にする。

20

【0013】

真空チャンバ1には、特に図示して説明しないが、排気管を介して真空ポンプが接続され、成膜室10を所定圧力（例えば 1×10^{-5} Pa）に真空排気できるようになっている。また、真空チャンバ1の上部には、基板搬送装置2が設けられている。基板搬送装置2は、成膜面としての下面を開放した状態で基板Swを保持するキャリア21を有し、図外の駆動装置によってキャリア21ひいては基板Swを後述するターゲット4と対向する位置に搬送できるようになっている。基板搬送装置2としては公知のものが利用できるため、これ以上の説明は省略する。

【0014】

30

真空チャンバ1にはガス導入手段3が設けられている。ガス導入手段3は、マスフローコントローラ31を介設したガス管32を通じてガス源33に連通し、成膜室10にスパッタガスを所定流量で導入できるようになっている。スパッタガスとしては、プラズマ雰囲気形成するためのアルゴンガス等の希ガスだけでなく、反応性スパッタリングの際に用いられる酸素ガスや窒素ガス等の反応性ガスが含まれる。

【0015】

真空チャンバ1の下部には、本発明のマグネトロンスパッタリング装置用のカソードユニットCuが設けられている。カソードユニットCuは、成膜室10を臨むように設けた略直方体（矩形の輪郭）のターゲット4と、ターゲット4の下方（スパッタ面41と反対側）に設けられる磁石ユニット5とを有する。ターゲット4は、Al合金、銅、MoやITO等、基板Swの成膜面（下面）に成膜しようとする薄膜の組成に応じて作製され、ターゲット4のスパッタ面41の面積が基板Swの外形寸法より大きく設定されている。ターゲット4はまた、スパッタリング中、ターゲット4を冷却するバックングプレート42にインジウムやスズなどのボンディング材を介して接合された状態で、スパッタ面41が基板Swと対向するように絶縁体43を介して真空チャンバ1の下壁に装着される。ターゲット4にはスパッタ電源Eからの出力が接続され、ターゲット4に負の電位を持つ直流電力や交流電力（高周波電力）を投入できるようになっている。

40

【0016】

磁石ユニット5は、ターゲット4と平行に配置される磁性材料製の平板からなる支持板（ヨーク）51と、この支持板51上の中央に例えばターゲット側の極性がSとなるよう

50

に設けられる線状の中央磁石 5 2 と、この中央磁石 5 2 の周囲を間隔を存して囲うように、ターゲット側の極性を変えて（ターゲット側の極性が N となるように）支持板 5 1 の外周縁部に沿って設けられる環状の周辺磁石 5 3 とを備える。この場合、中央磁石 5 2 の同磁化に換算したときの体積は、周辺磁石 5 3 の同磁化に換算したときの体積の和（周辺磁石：中心磁石：周辺磁石 = 1：2：1）と同等に設定されて、ターゲット 4 の上方（スパッタ面 4 1 側）に、漏洩磁場 M_f の垂直成分がゼロとなる位置を通る線がレーストラック状に閉じる閉ループの漏洩磁場 M_f が作用するようにしている。そして、上記スパッタリング装置 S M により基板 S w 表面に成膜する場合には、基板 S w をターゲット 4 と対向する位置（成膜位置）に搬送し、ガス導入手段 3 により成膜室 1 0 内にスパッタガスを所定流量で導入し、ターゲット 4 に所定電力を投入する。すると、磁石ユニット 5 によりターゲット 4 のスパッタ面 4 1 上方にレーストラック状のプラズマが発生し、プラズマ中の希ガスのイオンによりターゲット 4 がスパッタリングされ、ターゲット 4 から飛散したスパッタ粒子が基板 S w 表面に付着、堆積することで、基板 S w 表面に薄膜が成膜される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

ここで、上記のようにしてプラズマを発生させたとき、図 2 に二点鎖線で示すように、プラズマ中の電子がレーストラックに沿って反時計周りに運動する。そして、ターゲット 4 の長手方向両端側では、第 1 コーナー部 C 1 と第 2 コーナー部 C 2 で電子が電磁場によって曲げられて 2 回向きを変えるが、このとき、第 2 コーナー部 C 2 で 2 回目に向きを変える際に、第 1 コーナー部 C 1 で 1 回目に向きを変えたときの電子の加速に伴う電子の惰性的な運動が残って、ターゲット 4 の幅方向先端側に電子が飛び出してしまふ。

【 0 0 1 8 】

本実施形態では、中央磁石 5 2 上面にターゲット側の極性を一致させて配置される単一の第 1 磁石片 6 1 と、第 1 コーナー C 1 側に位置する、中央磁石 5 2 に沿ってのびる周辺磁石 5 3 の直線部 5 3 1 上面にターゲット側の極性を一致させて配置される 2 個の第 2 磁石片 6 2 a とで構成される蛇行手段 6 を設けることとした。この場合、一方の第 2 磁石片 6 2 a は、直線部 5 3 1 の長手方向端部に配置され、一方の第 2 磁石片 6 2 a を起点として、長手方向にオフセットされるように第 1 磁石片 6 1 と、他の第 2 磁石片 6 2 a とが千鳥状に配置される。これにより、中央磁石 5 2 側に磁場強度の強い箇所と周辺磁石 5 3 側に磁場強度の強い箇所とが長手方向で交互に作られるため、第 1 磁石片 6 1 と第 2 磁石片 6 2 a とが存する区間を運動する電子（即ち、第 1 コーナー部 C 1 に到達する前の電子）は、図 2 中、一点鎖線で示すように、中央磁石 5 2 側と周辺磁石 5 3 側とに交互に反発するように蛇行しながら運動し、その結果、第 1 コーナー部 C 1 で 1 回目に向きを変えたときの電子の加速が抑制される。

【 0 0 1 9 】

第 1 磁石片 6 1、第 2 磁石片 6 2 a としては、夫々が所定の磁力を持つ永久磁石が利用できるが、1 回目に向きを変えたときの電子の加速が抑制できるものであれば、第 1 磁石片 6 1、第 2 磁石片 6 2 a の磁力や、中央磁石 5 2 と周辺磁石 5 3 への設置位置や設置個数は上記のものに限定されるものではない。また、図 2 中、点線で示すように、第 2 コーナー部 C 2 側に位置する周辺磁石 5 3 の直線部 5 3 1 上面にターゲット側の極性を一致させ、且つ、一方の第 2 磁石片 6 2 a に正対させて第 3 磁石片 6 2 b を設け、第 2 コーナー部 C 2 で 2 回目に向きを変えたときの電子が中央磁石 5 2 側に反発するようにしてもよい。

【 0 0 2 0 】

以上の実施形態によれば、既存の磁石ユニット 5 に第 1 磁石片 6 1、第 2 磁石片 6 2 a を配置するといった簡単な構成で、第 1 コーナー部 C 1 で向きを変えたときの電子の加速を抑制して、電子の惰性的な運動に伴う、ターゲット端からの電子の飛び出しが可及的に抑制される。

【 0 0 2 1 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態のものに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限り、種々の変形が可能である。上記実施形

態では、蛇行手段 6 として中央磁石 5 2 に第 1 磁石片 6 1、周辺磁石 5 3 に第 2 磁石片 6 2 a を夫々配置したものを例に説明したが、第 1 コーナー部 C 1 に到達する前の電子を蛇行させて、第 1 コーナー部 C 1 で向きを変えたときの電子の加速が抑制できるものであれば、これに限定されるものではなく、ターゲット 4 と磁石ユニット 5 との間の空間に永久磁石や電磁石を適宜配置して、電子を蛇行させることもできる。

【0022】

ところで、上記実施形態の如く中央磁石 5 2 と周辺磁石 5 3 に局所的に第 1 磁石片 6 1 と第 2 磁石片 6 2 a を配置すると、プラズマ中の電子密度が局所的に高くなり、基板面の膜厚分布が却って悪化する虞がある。そこで、図 3 に示す蛇行手段 6 0 A のように、中央磁石 5 2 にその全長に亘って所定間隔で第 1 磁石片 6 1 を配置すると共に、中央磁石 5 2 の長さ一致する第 1 コーナー部 C 1 側に位置する周辺磁石 5 3 の直線部 5 3 1 にその全長に亘って所定間隔で第 2 磁石片 6 2 a を配置することが好ましい。これによれば、プラズマ中の電子密度を均一にできるため、基板面内で膜厚分布良く成膜でき、有利である。この場合も、第 2 コーナー部 C 2 側に位置する周辺磁石 5 3 の直線部 5 3 1 にその全長に亘って所定間隔で第 3 磁石片 6 2 b を設けることができる。

10

【0023】

ここで、図 3 において仮想線の円で示す部分では、レーストラックの幅、つまり、逆方向に運動する電子の距離が短くなるため、電子の衝突によりプラズマ放電が不安定になる虞がある。そこで、図 4 に示す蛇行手段 6 0 B のように、長手方向に直交する中央磁石 5 2 の幅方向一側（図 4 中、右側）に配置される第 1 磁石片 6 1 a と、幅方向他側（図 4 中、左側）に配置される第 1 磁石片 6 1 b とが長手方向でオフセットされるように、中央磁石 5 2 上面に配置される第 1 磁石片 6 1 a、6 1 b を千鳥状に配置してもよい。この場合も第 1 磁石片 6 1 a、6 1 b と第 2 磁石片 6 2 a とが存する区間を運動する電子が蛇行しながら運動するため、第 1 コーナー部 C 1 で向きを変えたときの電子の加速を抑制して、電子の惰性的な運動に伴う、ターゲット端からの電子の飛び出しが可及的に抑制される。

20

【0024】

また、上記実施形態及び変形例では、磁石片により蛇行手段を構成する場合を例に説明したが、図 5 に示すように、中央磁石 5 2 と周辺磁石 5 3 との側面に、長手方向でオフセットするように（つまり、千鳥状に）設けた第 1 磁気シャント片 7 1 と第 2 磁気シャント片 7 2 とにより蛇行手段 7 0 A を構成することもできる。この場合も、図 5 中、一点鎖線で示すように、中央磁石 5 2 側と周辺磁石 5 3 側とに交互に引き寄せられるように蛇行しながら電子が運動するようになる。このため、第 1 コーナー部 C 1 で向きを変えたときの電子の加速を抑制して、電子の惰性的な運動に伴う、ターゲット端からの電子の飛び出しが可及的に抑制されるという上記実施形態の効果が得られる。また、図 4 に示す蛇行手段 6 0 B と同様に、図 6 に示す蛇行手段 7 0 B のように、中央磁石 5 2 の幅方向一側（図 6 中、左側）の側面に配置される第 1 磁気シャント片 7 1 と、幅方向他側（図 6 中、右側）の側面に配置される第 1 磁気シャント片 7 1 とが長手方向でオフセットされるように、中央磁石 5 2 の両側面に配置される第 1 磁気シャント片 7 1 を千鳥状に配置してもよい。これによれば、逆方向に運動する電子が衝突することによりプラズマ放電が不安定になることを防止することができ、有利である。尚、磁気シャント片 7 1、7 2 としては公知のものを用いることができるため、ここでは詳細な説明を省略する。

30

40

【0025】

また、上記実施形態では、真空チャンバ 1 内に 1 枚のターゲット 4 が設置される場合を例に説明したが、複数枚のターゲット 4 をその幅方向に間隔を存して並設する場合にも本発明は適用できる。この場合、各ターゲット 4 のスパッタ面 4 1 の下方に磁石ユニット 5 を設け、上記と同様に中央磁石 5 2 と周辺磁石 5 3 に第 1 磁石片 6 1 と第 2 磁石片 6 2 a（及び第 3 磁石片 6 2 b）を夫々配置すれば、大型の基板 Sw に対して成膜する場合に対応させることができ、有利である。

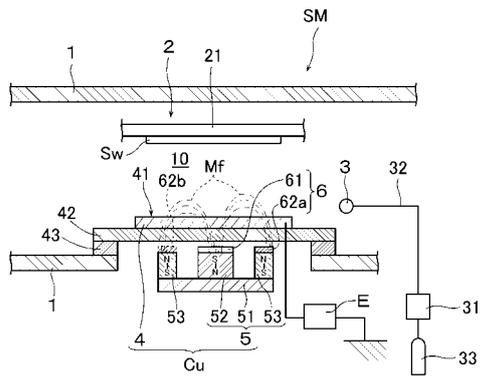
【符号の説明】

【0026】

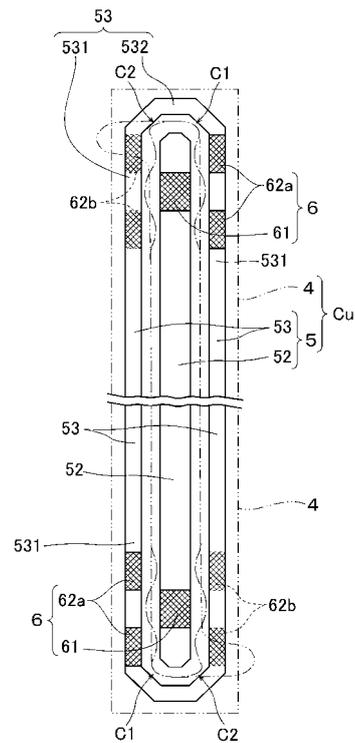
50

Cu ... カソードユニット、C1 ... 第1コーナー部、C2 ... 第2コーナー部、Mf ... 漏洩磁場、SM ... スパッタリング装置、1 ... 真空チャンバ、4 ... ターゲット、5 ... 磁石ユニット、52 ... 中央磁石、53 ... 周辺磁石、6, 60A, 60B, 70A, 70B ... 蛇行手段、61 ... 第1磁石片、62a ... 第2磁石片。

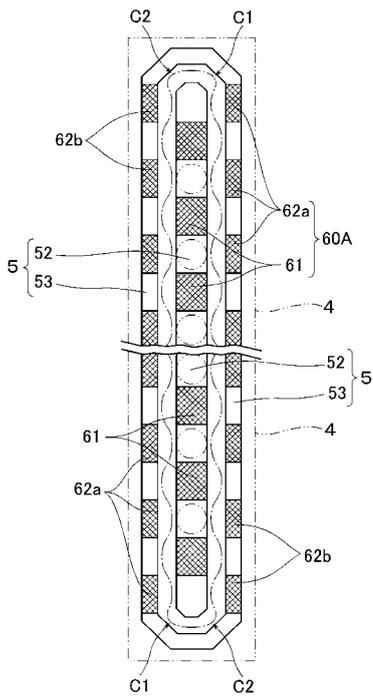
【図1】



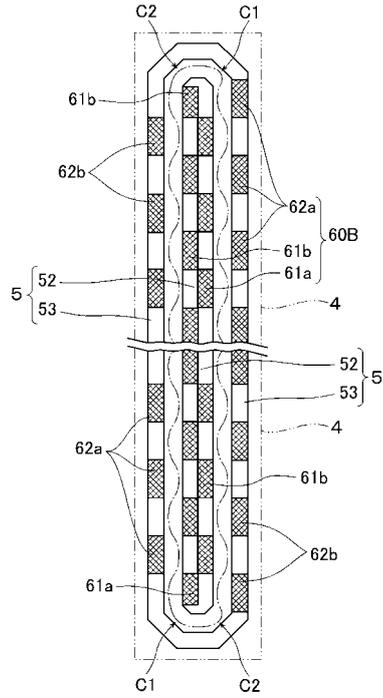
【図2】



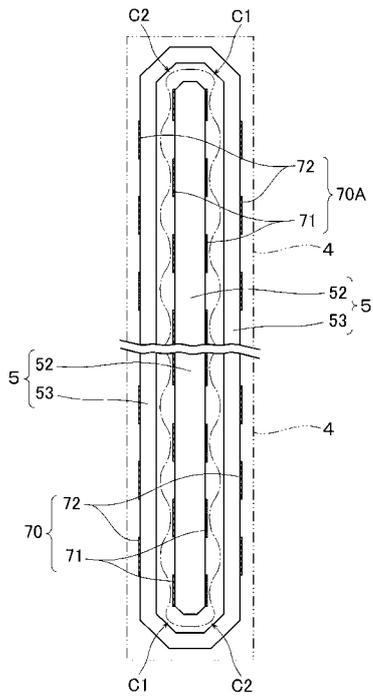
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

