

(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2010-31353

(P2010-31353A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.
C23C 14/35 (2006.01)F I
C23C 14/35テーマコード (参考)
4K029

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-54699 (P2009-54699)
 (22) 出願日 平成21年3月9日 (2009.3.9)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-63515 (P2008-63515)
 (32) 優先日 平成20年3月13日 (2008.3.13)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-168783 (P2008-168783)
 (32) 優先日 平成20年6月27日 (2008.6.27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000227294
 キヤノンアネルバ株式会社
 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1
 (74) 代理人 100064447
 弁理士 岡部 正夫
 (74) 代理人 100085176
 弁理士 加藤 伸晃
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100096943
 弁理士 臼井 伸一
 (74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74) 代理人 100104352
 弁理士 朝日 伸光

最終頁に続く

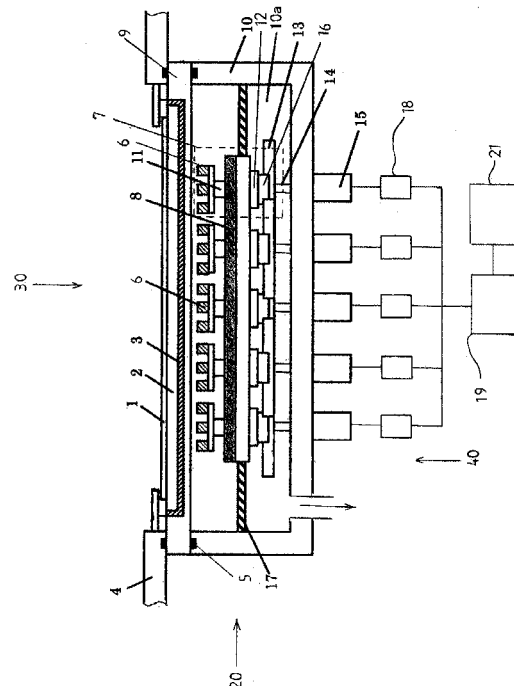
(54) 【発明の名称】 スパッタリングカソード、スパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置、成膜方法、および電子装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ターゲットと磁石ユニットとの距離の調整の自由度を高めることができるスパッタリングカソードを提供すること。

【解決手段】 本発明の一実施形態に係るスパッタリングカソードは、ターゲット1の裏面に対向する位置に配置される複数の磁石ユニット7と、ターゲット1と磁石ユニット7との間の距離を各々の磁石ユニット7ごとに個別に調節する距離調節機構とを有する。また、スパッタリングカソードは、複数の磁石ユニット7をターゲットの裏面に平行に往復移動させる往復移動機構を有する。複数の磁石ユニット7、距離調節機構及び往復移動機構を、真空排気することが可能な磁石室に収容しても良い。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ターゲットを支持するための面に対向する位置に配置される複数の磁石ユニットを備えるスパッタリングカソードであって、

前記磁石ユニットの各々は、

前記磁石ユニットの磁石と、

前記面に対する前記磁石の距離を調節する距離調節機構と、

前記磁石を前記面に平行に往復移動させる往復移動機構とを有し、

前記往復移動の方向とは異なる所定の方向に沿って、前記磁石ユニットが配置されていることを特徴とするスパッタリングカソード。

10

【請求項 2】

前記所定の方向に沿って配置された複数の磁石ユニットは、前記所定の方向を長手方向とする磁石ユニット群を形成しており、

前記磁石ユニット群は、前記往復移動の方向に沿って複数列配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のスパッタリングカソード。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のスパッタリングカソードを備えることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項 4】

前記ターゲットを配置するための成膜室と、

前記磁石ユニットが配置された磁石室とをさらに備え、

前記磁石室は、前記成膜室を真空排気する排気系とは別の排気系によって真空排気されることを特徴とする請求項 3 に記載のスパッタリング装置。

20

【請求項 5】

請求項 3 に記載のスパッタリング装置を制御するための制御装置であって、

同一のターゲットを用いる所定の成膜において、成膜条件を成膜途中で変化させる場合、該変化毎に、前記磁石ユニットの各々において、前記成膜条件の変化による膜厚分布の増大を抑制するよう前記距離を調節するように前記距離調節機構を制御することを特徴とする制御装置。

【請求項 6】

30

前記磁石ユニットの各々に対する、各成膜条件に最適な、前記磁石の位置に関する位置情報が記憶された記憶手段と、

成膜条件を成膜途中で変化させる場合、前記記憶手段を参照して、前記磁石ユニットの各々に対する、変化後の成膜条件に対応する位置情報を取得する取得手段と、

前記取得された位置情報に基づいて、磁石ユニットの各々の前記距離を制御するように距離調節機構を制御する手段と

をさらに備えることを特徴とする請求項 5 に記載の制御装置。

【請求項 7】

減圧されたチャンバ内に配置した基板と対向する位置にターゲットを装着し、該ターゲットの裏面側に複数の磁石ユニットを備えたマグネトロン方式のカソードを用いたスパッタリングによる成膜方法であって、

40

同一のターゲットを用いたスパッタリングによる成膜の途中で成膜条件を変化させる場合、該変化毎に、前記磁石ユニットの各々において、前記成膜条件の変化による膜厚分布の増大を抑制するよう、前記ターゲットと前記磁石との間の距離を制御することを特徴とする成膜方法。

【請求項 8】

減圧されたチャンバ内に配置した基板と対向する位置にターゲットを装着し、該ターゲットの裏面側に複数の磁石ユニットを備えたマグネトロン方式のカソードを用いたスパッタリングによる電子装置の製造方法であって、

同一のターゲットを用いたスパッタリングによる成膜の途中で成膜条件を変化させる場

50

合、該変化毎に、前記磁石ユニットの各々において前記成膜条件の変化による膜厚分布の増大を抑制するように、前記ターゲットと前記磁石との間の距離を制御することを特徴とする電子装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特にマグネトロンスパッタリング装置に用いられるスパッタリングカソード、スパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置、成膜方法及び電子装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、スパッタリング装置のスパッタリングカソード構造として、各種方式のスパッタリングカソード構造が提案されている。その中でも、マグネatron方式のスパッタリングカソードは、膜形成速度が速いため、工業的に最も多く使用されている。

【0003】

従来から、マグネatron方式のカソードには様々なタイプのものが存在している。現在のところ、マグネatron方式のスパッタリングカソードを有するスパッタリング装置の中では、特に、平面形状を有するターゲットを備えたプレーナマグネatronカソードを搭載したものが、工業的に最も有用である。

【0004】

平面形状を有するターゲットを備えたスパッタリング装置は、主に、半導体、電子部品等の電子装置の製造に用いられる。特に、電子装置の中でも、液晶ディスプレイ(LCD)パネルや太陽電池等の製造においては、矩形のマグネatron方式のスパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置が電極や配線の形成に用いられている。近年、このLCDパネルや太陽電池の大型化に伴い、スパッタリング装置には大面積の基板上に薄膜を堆積することがより一層求められている。

【0005】

例えば、多層膜からなる電子装置の一例として、一般的な化合物半導体による薄膜太陽電池がある。

その基本構造の一例としては、SLG(ソーダライムガラス)の基板上に、裏面電極(プラス電極)となるMo電極層を成膜し、そのMo電極層上に光吸収層を成膜し、その光吸収層上にZnS、CdS等からなるバッファ層を介して、マイナス電極となるZnO:Al等からなる透明電極層を成膜したものを挙げることができる。これらの成膜は、それぞれマグネatron方式のカソードを用いたスパッタリングにより行われている。

【0006】

一般に、平面矩形形状を有するターゲットを備えたプレーナマグネatronカソードには、1台ないし複数台の平面矩形形状の磁石ユニットが用いられる。矩形形状の磁石ユニットは軟磁性体からなるヨーク上に、中心磁極となる棒状の磁石と、それを取り囲む外周磁極とが配置されて構成されている。中心磁極と外周磁極との極性は、互いに反するようになっている。

【0007】

大面積の基板上に薄膜を形成する技術が、特許文献1に開示されている。特許文献1には、矩形形状の複数の磁石ユニットを用い、各々の磁石ユニットの間隔を独立に調整できるようにしていると共に、ターゲットと磁石表面との距離を調整できる機構を磁石ユニットの長辺方向(長手方向)の両端に備えたカソードの構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平8-199354号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

以上から明らかなように、磁石ユニットを備えるカソードを用いた成膜においては、磁石ユニットの長手方向におけるプラズマの密度分布を均一にできるので、特許文献1に記載の方式は非常に有力である。しかしながら、このような有力な構成であっても、膜厚分布のより一層の向上のために、まだ改善しなければならない課題が残されている。

【0010】

特に、特許文献1に示された構成では、各磁石ユニットの長辺方向両端にのみ、ターゲットと磁石表面との距離を調整できる機構が設けられている。そのため、磁石ユニットの長辺方向の膜厚分布を調整するには磁石を傾斜させるしかなく、膜厚分布の調整を含めた成膜の自由度が制限されていたという課題が残されていた。

10

【0011】

また、各磁石ユニットを揺動運動させるための駆動系と、ターゲットと磁石表面との距離を調整する機構とが一体化している。そのため、磁石ユニットを駆動させるための機構が複雑になり、メンテナンス等の作業に困難性を生じるなど、改善されるべき課題が残されている。

【0012】

さらに、特許文献1に示された構成では、各磁石ユニットを揺動運動させるための駆動系と、ターゲットと磁石表面との距離を調整する機構とが大気側に配置されている。真空側である成膜室の内部と大気側とは、ターゲットを支持するバックングプレートによって隔てられているが、成膜室の内部が真空排気されているときにはバックングプレートに大きな圧力が常に加わっている。そのため、被成膜物である基板の大型化に伴ってターゲット及びバックングプレートを大型化させた場合には、大気圧との圧力差によるそれらの反り量の増加をもたらす。その結果、ターゲット上の磁場分布の不均一性から膜厚分布が不均一になることがある。

20

【0013】

そこで本発明は、ターゲットと磁石ユニットとの距離の位置調整の自由度を高めることができるスパッタリングカソード、及びそのスパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置を提供することを目的とする。

【0014】

他の目的は、上記ターゲットと磁石ユニットとの距離の調整に要する時間を短縮可能なスパッタリングカソード、及びそのスパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置を提供することである。

30

【0015】

さらには、本発明に係るスパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置を用いて、成膜の開始と終了の途中で成膜条件を変更しても、膜厚分布を増大させない成膜方法及び電子装置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】

【0016】

本発明の第1の態様は、ターゲットを支持するための面に対向する位置に配置される複数の磁石ユニットを備えるスパッタリングカソードであって、前記磁石ユニットの各々は、前記磁石ユニットの磁石と、前記面に対する前記磁石の距離を調節する距離調節機構と、前記磁石を前記面に平行に往復移動させる往復移動機構とを有し、前記往復移動の方向とは異なる所定の方向に沿って、前記磁石ユニットが配置されていることを特徴とする。

40

【0017】

また、本発明の第2の態様は、スパッタリング装置であって、上記第1の態様のスパッタリングカソードを備えることを特徴とする。

【0018】

また、本発明の第3の態様は、上記第2の態様のスパッタリング装置を制御するための制御装置であって、同一のターゲットを用いる所定の成膜において、成膜条件を成膜途中

50

で変化させる場合、該変化毎に、前記磁石ユニットの各々において、前記成膜条件の変化による膜厚分布の増大を抑制するよう前記距離を調節するように前記距離調節機構を制御することを特徴とする。

【0019】

また、本発明の第4の態様は、減圧されたチャンバ内に配置した基板と対向する位置にターゲットを装着し、該ターゲットの裏面側に複数の磁石ユニットを備えたマグネトロン方式のカソードを用いたスパッタリングによる成膜方法であって、同一のターゲットを用いたスパッタリングによる成膜の途中で成膜条件を変化させる場合、該変化毎に、前記磁石ユニットの各々において、前記成膜条件の変化による膜厚分布の増大を抑制するよう、前記ターゲットと前記磁石との間の距離を制御することを特徴とする。

10

【0020】

さらに、本発明の第5の態様は、減圧されたチャンバ内に配置した基板と対向する位置にターゲットを装着し、該ターゲットの裏面側に複数の磁石ユニットを備えたマグネトロン方式のカソードを用いたスパッタリングによる電子装置の製造方法であって、同一のターゲットを用いたスパッタリングによる成膜の途中で成膜条件を変化させる場合、該変化毎に、前記磁石ユニットの各々において前記成膜条件の変化による膜厚分布の増大を抑制するよう、前記ターゲットと前記磁石との間の距離を制御することを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、ターゲットと磁石ユニットとの距離の調整の自由度を高めることができ、および/またはその調整に要する時間を短縮することができるスパッタリングカソード、及びそのスパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置を提供することができる。

20

また、そのため、磁石ユニットはそれぞれ独立した距離調節機構及び往復移動機構を有するため、同等の形状の磁石ユニットの中から、故障や調整を要する磁石ユニットに対してのみ、交換等でそのメンテナンスができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施形態に係るスパッタリングカソードの縦断面図である。

【図2】図1に示したスパッタリングカソードの縦断面図である。

30

【図3】図1等にしたスパッタリングカソードの磁石室内部の構成を示す正面図である。

【図4】図1等にしたスパッタリングカソードの磁石室内部の構成を示す背面図である。

【図5A】本発明の実施例1における下層、上層及び両者を合わせた膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを示す図である。

【図5B】本発明の実施例1における下層、上層及び両者を合わせた膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを示す図である。

【図5C】本発明の実施例1における下層、上層及び両者を合わせた膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを示す図である。

40

【図6A】本発明の比較例1における下層、上層及び両者を合わせた膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを示す図である。

【図6B】本発明の比較例1における下層、上層及び両者を合わせた膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを示す図である。

【図6C】本発明の比較例1における下層、上層及び両者を合わせた膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に、本発明の代表的な実施の形態を添付図面に基づいて説明する。なお、本明細書で説明する図面で、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略

50

する。

【 0 0 2 4 】

図 1 は本発明の一実施形態に係るスパッタリングカソードの縦断面図であり、図 2 は図 1 に示したスパッタリングカソードにおいて、矢印 2 0 の方向から見た横断面図である。図 1 及び図 2 は、共にスパッタリングカソードの磁石室 1 0 a 内部の構成を主に示している。

【 0 0 2 5 】

また、図 3 は、図 1 に示したスパッタリングカソードの磁石室 1 0 a 内部の構成において、矢印 3 0 の方向から見た正面図であり、図 4 は、その磁石室 1 0 a 内部の構成において、矢印 4 0 の方向から見た背面図である。

10

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、本実施形態のスパッタリングカソードは、ターゲット 1 に接触してこれを支持するバックングプレート 2 と、インシュレータ 3 を有する隔壁板 9 と、カソードボディ 1 0 とを有している。カソードボディ 1 0 の内部には磁石室 1 0 a が形成されており、その中に複数の磁石ユニット 7 (点線) が配置されている。

【 0 0 2 7 】

なお、カソードボディ 1 0 の内部空間は、隔壁板 9 とリング 5 とによって磁石室 1 0 a として封止されている。そのため、ターゲット 1 が配置される成膜室 (不図示) を排気する排気系とは異なる排気系を用いて、カソードボディ 1 0 内の磁石室 1 0 a を真空排気することができる。

20

【 0 0 2 8 】

また、隔壁板 9 は、スパッタリングが行われるスパッタリング装置内の不図示の空間 (以下、「成膜室」という。) を形成する真空壁 4 に取り付けられている。隔壁板 9 と真空壁 4 との間はリング 5 によって真空シールされている。ここで「スパッタリング装置」とは、少なくとも、ターゲット 1 が配置される成膜室とスパッタリングカソードとを備える装置である。更に、スパッタリングによる成膜前に行われる加熱等の処理室や、真空と大気との間で被成膜物を搬送するための搬送室等を備えることもできる。

【 0 0 2 9 】

まず、本発明に係るスパッタリングカソードでは、ターゲット 1 とマグネット 6 との間の距離を調節する距離調節機構と、磁石ユニット 7 をターゲット 1 の裏面に平行に往復移動させる往復移動機構との両方を有する磁石ユニット 7 が、カソードボディ 1 0 の磁石室 1 0 a 内に複数個収容され、複数の磁石ユニット 7 が、所定方向 (例えば、磁石ユニットを構成する中心磁石の長手方向) に沿って並ぶように配置されていることを特徴としている。以下では、磁石ユニット 7 の距離調節機構について説明する。

30

【 0 0 3 0 】

ここで、各々の磁石ユニット 7 は、マグネット 6、磁石ユニット支持部 1 1、磁石台座 1 2、スライドユニット 1 6、ガイドレール 1 3、シャフト 1 4 を有しており、アクチュエータ 1 5 を介してカソードボディ 1 0 に連結されている。

【 0 0 3 1 】

磁石ユニット支持部 1 1、磁石台座 1 2、スライドユニット 1 6、ガイドレール 1 3、シャフト 1 4 及びアクチュエータ 1 5 は、各々の磁石ユニット 7 ごとに個別に設けられている。

40

【 0 0 3 2 】

アクチュエータ 1 5 から出力された駆動力は、シャフト 1 4、ガイドレール 1 3、スライドユニット 1 6、磁石台座 1 2、磁石ユニット支持部 1 1 を介してマグネット 6 を駆動させる。シャフト 1 4 は、カソードボディ 1 0 に設けられた穴を通して延びており、カソードボディ 1 0 に設けられた穴とシャフト 1 4 との間は、ターゲット 1 の裏面に垂直な方向にシャフト 1 4 が自由に動くことができるように真空シールされている。

【 0 0 3 3 】

また、磁石ユニット支持部 1 1 は、揺動台座 8 に設けられた穴を通してマグネット 6 に

50

連結され、ターゲット 1 の裏面に垂直な方向に自由に動くように揺動台座 8 に支持されている。

【 0 0 3 4 】

次にアクチュエータ 1 5 について説明する。

アクチュエータ 1 5 の制御は、コンピュータ 1 9、コントローラ 1 8 及びディスプレイ 2 1 を有する制御装置により制御されており、コンピュータ 1 9 で設定された位置（間隔）へ磁石ユニット 7 を移動させることができるようになっている。磁石ユニット 7 の各々の位置は、コンピュータ 1 9 により自由に設定することができる。すなわち、コンピュータ 1 9 は、駆動対象の磁石ユニット 7 に対応するアクチュエータ 1 5 を駆動させて、上記駆動対象の磁石ユニット 7 が有するマグネット 6 をターゲット 1 の裏面に垂直方向（マグネット 6 の面内に垂直方向）に移動させる。

10

【 0 0 3 5 】

また、上記制御装置は、所定の指令あるいはデータなどを入力するキーボードあるいは各種スイッチなどを含む入力操作部（不図示）をさらに有することができる。よって、ユーザが該入力操作部を介して所定の指示を入力すると、上記制御装置（コンピュータ）は、該受け付けた指示に従って、対象となる磁石ユニット 7 が有するマグネット 6 を所定の位置に移動させることができる。

【 0 0 3 6 】

なお、上記コンピュータは、スパッタリング装置に内蔵されていても良いし、別個の装置であっても良い。

20

【 0 0 3 7 】

また、コンピュータ 1 9 にはディスプレイ 2 1 が接続されており、コンピュータ 1 9 に設定されている成膜条件と磁石ユニット 7 の位置関係を表示することができるようになっている。また、この表示から成膜条件と磁石ユニット 7 の位置の組み合わせを選択することができるようにすることも可能である。この場合は、ユーザは、入力操作部を介して、上記成膜条件と磁石ユニット 7 の位置との組み合わせを選択し、制御装置に入力すれば良い。

【 0 0 3 8 】

このような構成を採ることで、各々の磁石ユニット 7 は、ターゲット 1 とマグネット 6 との間の距離を独立に調節する距離調節機構をなしている。該距離調節機構は、マグネット 6 とターゲット 1 との間の距離を調節することを本質としている。該ターゲット 1 は、少なくとも成膜時において、ターゲット支持部としてのバックングプレート 2 上に配置されることになる。従って、バックングプレート 2 のターゲット支持面に対するマグネット 6 の距離を調節できれば、ターゲット 1 とマグネット 6 との間の距離を調節することができる。よって、本発明の距離調節機構は、ターゲットを支持する面に対する、マグネット 6 の距離を調節しているとも言える。

30

【 0 0 3 9 】

例えば、後述するように、本発明のスパッタリングカソードを用いれば、同一ターゲットによる成膜において、成膜の開始と終了とで、成膜された膜の物性、例えば表面粗さ等を変化させることができるよう、成膜の途中で少なくとも 1 回以上ターゲットと磁石ユニットの距離を変化させることができる。

40

【 0 0 4 0 】

カソードボディ 1 0 の磁石室 1 0 a を真空排気しない場合には、隔壁板 9 には大気圧が加わることになる。この場合は、“背景技術”の欄にて述べたように、隔壁板 9 の反りの原因となる。しかしながら、本実施形態では、磁石室 1 0 a に成膜室とは異なる排気系を設け、該磁石室 1 0 a 内を真空排気することができるので、成膜室が真空排気される際に、磁石室 1 0 a 内を真空排気することができる。すなわち、本実施形態の構成によれば、カソードボディ 1 0 の磁石室 1 0 a を排気する排気系とは異なる排気系により減圧される成膜室（不図示）と、カソードボディ 1 0 内の磁石室との圧力差を少なくして、隔壁板 9 に加わる圧力を小さくすることができる。従って、成膜室を真空排気する場合であっても

50

、成膜室内と磁石室 10 a 内との圧力差を抑えることができ、隔壁板 9 に生じる反りを抑えることができる。

【0041】

したがって、本実施形態によれば、隔壁板 9 の板厚を十分に薄くすることができるため、ターゲット 1 の裏面とマグネット 6 との間の距離を短くすることができる。その結果、ターゲット 1 上に形成される磁場の分布を不均一にすることなく、かつ、磁場強度をより強くすることができる。

【0042】

ただし、隔壁板 9 に大気圧が加わらないようにするため、成膜室（不図示）を大気圧から排気する場合には、必ずカソードボディ 10 内の磁石室 10 a と同時に排気を行わなくてはならない。カソードボディ 10 内の磁石室 10 a を真空から大気圧にする場合にも、同様に成膜室（不図示）と同時に大気圧にする必要がある。

10

【0043】

ターゲット 1 とバックングプレート 2 は、インシュレータ 3 を介して隔壁板 9 に取り付けられるため、スパッタリングを行う際にはターゲット 1 とバックングプレート 2 にのみ電力が印加される。従って、カソードボディ 10 内の構造物を同電位に保つことができ、内部の圧力に寄らず異常放電が起こらないようにすることができる。

【0044】

なお、バックングプレート 2 の内部には冷却水を通水する通水路（不図示）が構成されており、この通水路に冷却水を通水することによってターゲット 1 を冷却するようになっている。

20

【0045】

次に、磁石ユニット 7 を含めた往復移動機構について説明する。

揺動台座 8 は、スライドユニット 16 を介してカソードボディ 10 に取り付けられている。揺動台座 8 は、揺動台座 8 に取り付けられたボールネジ 17 が不図示の駆動系によって回転させられると、スライドユニット 16 上でターゲット 1 の裏面に平行な方向に揺動（往復運動）するように構成されている。

【0046】

従って、揺動台座 8 がこのように揺動することで、マグネット 6、磁石ユニット支持部 11、磁石台座 12 及びスライドユニット 16 も、ガイドレール 13 上をターゲット 1 の裏面に平行な方向に揺動する（図 3 の矢印 31 の方向）。

30

【0047】

磁石ユニット 7 の各々をターゲット 1 の裏面に平行に往復移動させる往復移動機構は、上記揺動台座 8、ボールネジ 17、磁石ユニット支持部 11、磁石台座 12 及びスライドユニット 16 を有している。

【0048】

なお、揺動台座 8 が揺動するときに、ガイドレール 13、シャフト 14 及びアクチュエータ 15 はカソードボディ 10 に固定されているため、ターゲット 1 の裏面に平行な方向に動かない。

【0049】

このように、本実施形態の構成では、マグネット 6 をターゲット 1 の裏面に平行に動作させる往復移動機構と、マグネット 6 を含む磁石ユニット 7 をターゲット 1 の裏面に垂直に動作させる距離調節機構とは、互いに独立して動作するようになっている。

40

【0050】

すなわち、アクチュエータ 15 およびスライドユニット 16 の作動は、コンピュータ 19、コントローラ 18 及びディスプレイ 21 を備える制御装置により制御されており、コンピュータ 19 で設定された位置へ磁石ユニット 7（マグネット 6）を移動させることができるようになっている。

【0051】

すなわち、磁石ユニット 7 の位置は、コンピュータ 19 により自由に設定することがで

50

きる。また、コンピュータ 19 にはディスプレイ 21 が接続されており、コンピュータ 19 に設定されている成膜条件と磁石ユニット 7 (マグネット 6) の位置関係を表示することができるようになっている。また、この表示から成膜条件と磁石ユニット 7 (マグネット 6) の位置の組み合わせを選択することができるようにすることも可能である。従って、ユーザは、ディスプレイ 21 に表示された情報に基づいて、入力操作部を介して所望の条件を設定することができる。

【0052】

また、本発明の一実施形態では、本発明に係るスパッタリングカソードを用いて、スパッタリング装置は、一定の成膜条件下で予備的に成膜を行いながら、非接触式の膜厚センサで膜厚の分布状態を測定し、この測定結果をコンピュータ 19 に入力して、ターゲット 1 と磁石ユニット 7 (マグネット 6) の間の垂直距離を調整することを繰り返す連続式のテストを行う。このような測定によって、コンピュータ 19 は、当該成膜条件下での膜厚分布をより大きく抑えるように調整することができる各磁石ユニット 7 (マグネット 6) の位置を知ることができる。このように取得された位置情報は、コンピュータ 19 が備える記憶手段としてのメモリに記憶させれば良い。

10

【0053】

このような測定として例えば、スパッタリング装置は、一定の成膜条件下で成膜を行い、得られた膜の膜厚の分布状態を上記膜厚センサ等により測定する。該測定が行われると、コンピュータ 19 は、該測定結果に基づいて、膜厚分布が小さくなるように磁石ユニット 7 の各々の移動量を算出し、該移動量に基づいて、距離調節機構を制御する。この制御により、スパッタリング装置は、膜厚のムラ (膜厚分布) が小さくなる方向へターゲット 1 と所定の磁石ユニット 7 との間の垂直距離を調整し、再び同じ成膜条件下での成膜を行うことを繰り返す試験的な成膜を行う。このような成膜により、コンピュータ 19 は、当該成膜条件下での膜厚分布をより大きく抑えることができる各磁石ユニット 7 (マグネット 6) の位置を知ることができる。このように取得された位置情報は、コンピュータ 19 が備える記憶手段としてのメモリに記憶させれば良い。

20

【0054】

ターゲット 1 と磁石ユニット 7 の間の垂直距離を調整する場合は、一般に、膜厚が厚い箇所に対応する磁石ユニット 7 (マグネット 6) はターゲット 2 から遠ざけ、膜厚が薄い箇所に対応する磁石ユニット 7 (マグネット 6) はターゲット 2 に近付けることで行われる。よって、上記移動量の算出の際には、例えばコンピュータ 19 が、膜厚の測定結果から、他の領域に対して相対的に膜厚が厚い (薄い) 領域を抽出する。次いで、コンピュータ 19 は、該抽出結果に基づいて、膜厚が厚い場合はその領域に対応する磁石ユニットとターゲットとの距離を大きくするように制御し、膜厚が薄い場合はその領域に対応する磁石ユニットとターゲットとの距離を小さくするように制御すれば良い。

30

【0055】

このようにして、本発明の一実施形態では、種々の成膜条件、例えば、ターゲット種、その消費電力、スパッタ電力等と、当該成膜条件下での膜厚分布をより小さく抑えることができる各磁石ユニット 7 の位置との関係を、予め、コンピュータ 19 に記憶させておき、実際の生産時に使用する成膜条件をコンピュータ 19 に入力しておく。これにより、各磁石ユニット 7 を、膜厚分布が増大しない最適な位置へ自動的に移動させることができる。

40

【0056】

さらに、1 回の成膜途中においても、上記のような成膜条件に対応する膜厚分布を増大させない最適な磁石ユニット 7 (マグネット 6) の位置をコンピュータ 19 が記憶しているため、成膜条件を成膜の開始と途中で変更することができる。すなわち、本発明の一実施形態では、コンピュータ 19 のメモリに、磁石ユニット 7 の各々に対する、各成膜条件に最適な位置に関する位置情報が記憶されている。よって、コンピュータ 19 は、同一のターゲットを用いる所定の成膜において、成膜条件を成膜途中で変化させる場合、上記メモリを参照して変化後の成膜条件に対応する位置情報を取得する。次いで、コンピュータ

50

19は、該位置情報に基づいて、上記成膜条件の変化毎に、磁石ユニットの各々において、磁石ユニットとターゲットとの間の垂直距離を、成膜条件の変化による膜厚分布の増大を抑制するように制御することができる。

【0057】

図3は、ターゲット1の裏面側から揺動台座8を見た上面を示す図である。

図3に示すように、マグネット6は、中心磁極となる棒状の磁石と、それを取り囲む、該中心磁極とは反対の磁性を有する外周磁極とを有している。図示の縦方向（マグネット6の中心磁極の長手方向）に5つのマグネット6を含む磁石ユニット7が並べられ、図示横方向にも5つの磁石ユニット7（マグネット6）が並べられており、合計で25台の磁石ユニット7（マグネット6）が格子状に配置されている一例である。矢印31はマグネ

10

【0058】

本実施形態では、所定の方向（例えば、マグネットの中心磁極の長手方向）に複数の磁石ユニット7（図3では、5個の磁石ユニット）を配置することで磁石ユニット群を形成し、上記所定の方向に対して垂直方向（図3では、矢印31方向）に上記磁石ユニット群を複数列（群）配置している。このように配置することで、1つのメイン磁石ユニットを、磁石ユニット7の往復移動方向と垂直方向である上記所定の方向に細分化し、該細分化されたサブ磁石ユニットのそれぞれに距離調節機構を設けることになる。従って、従来では、上記メイン磁石ユニットの両端でのみしか距離が調節できなかったが、本発明では、上記所定の方向に沿って任意の領域においても距離の調節を行うことができる。すなわち、本実施形態では、位置調整可能な領域を磁石ユニットが配置される領域の全域に分布させることができるので、上記所定の方向に沿って配置された磁石ユニット群の両端のみならず、任意の領域においても、ターゲットと磁石ユニットとの間において適切な距離を確立することができる。よって、ターゲットと磁石ユニットとの間の距離の位置調整の自由度を向上することができる。

20

【0059】

なお、上記所定の方向は、上記往復移動方向と垂直な方向に限らず、該往復移動方向と一致する方向以外であればいずれの方向であっても良い。上記所定の方向を往復移動方向と垂直な方向ではない方向に設定する場合、磁石ユニット群の長手方向が所定の方向となるように、所定の距離だけずらしながら磁石ユニットを配置すれば良い。

30

【0060】

ただし、往復移動方向に垂直な方向を上記所定の方向とすれば、磁石ユニットの各々を、ターゲットに対して対照的に配置することができるので、図3に示すように所定の方向を往復移動方向に対して垂直方向とすることは好ましい。

【0061】

図4に示すように、複数の磁石ユニット7は、ターゲット1の裏面に対向する位置に、ターゲット1の裏面と略平行な面内において縦横方向に格子状に配置されている。例えば、図3の符号32のマグネット6は、図4の符号42に対応している。

このように、一列5つの磁石ユニット7が5列並んだ場合でも、ガイドレール13は、少なくとも両隣の列のガイドレール13と重なり合わないよう配置されている。

40

言い換えれば、ガイドレール13及びスライドユニット16等の磁石ユニット7を構成する部材は、縦方向及び横方向に1つおきに配置されている。

【0062】

図4に示すように、磁石ユニット7の構成部材の各々に含まれるガイドレール13は全て同じ方向（図4の横方向、すなわち往復移動方向）に延びているが、複数の、磁石ユニット7の構成部材は上記のように格子状に配置されている。従って、ガイドレール13を互いに隣接する他のガイドレール13の中央部付近まで延ばした構成にすることができる。

。

【0063】

このような構成にしても、ガイドレール13は構造的に互いに干渉せず、磁石ユニット

50

7の揺動振幅を十分に広く設定することができ、また、その揺動振幅や揺動周期も任意に変更することができる。

【0064】

すなわち、本発明の一実施形態では、ガイドレール13の各々では、その長手方向が磁石ユニット7の往復移動方向と一致しており、ガイドレール13の各々について、長手方向に隣接したガイドレールに対して、ガイドレールの長手方向と垂直方向にずらして配置している。従って、ガイドレールの長手方向に隣接したガイドレール同士を重ねるように配置できるので、スペースの縮小化を図ることができる。また、本発明の特徴的な構成の1つである、ターゲットと磁石ユニットとの距離の位置調整の自由度を高めるために、磁石ユニットを格子状に配置する構成においても、ガイドレールの長手方向に隣接したガイドレールの中心同士を近づけることができる。よって、マグネットの中心磁極の長手方向に沿って磁石ユニットを複数列配置して構成される磁石ユニット群同士を近づけることができるので、より膜厚を均一にすることができる。

10

【0065】

上記のように、本実施形態は、複数の磁石ユニット7を駆動することにより、ターゲット1とマグネット6との間の距離を調節する距離調節機構と、磁石ユニット7をターゲット1の裏面に平行に往復移動させる往復移動機構とが、カソードボディ10の磁石室10a内に収容されている。

【0066】

このような構成を採ることで、成膜室（不図示）及びカソードボディ10の磁石室10aを真空に保った状態のまま、隔壁板9に加わる圧力を低減してその反り量を小さくした状態にすることができる。さらに、各々のマグネット6とターゲット1の裏面との間の距離を、磁石ユニット7のターゲット1に対する平行状態が維持されたまま、任意に調節することができる。さらには、その調節後の磁石ユニット7の配置位置が維持されたまま、全ての磁石ユニット7を同期させてターゲット1の裏面に平行な方向に揺動して、所定のプロセス条件でスパッタリングすることができる。

20

【0067】

（実施例1）

730mm×920mmの大きさの基板に、7台の平面矩形形状の磁石ユニットが背面側に設けられたモリブデンのターゲットを備えた、図1及び図2で説明した本発明に係るスパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置を用いて電子装置の一例として太陽電池の製造を行った。

30

化合物半導体を備える太陽電池は、裏面電極（プラス電極）となるMo電極層を成膜し、そのMo電極層上に光吸収層を成膜し、その光吸収層上にZnS、CdS等からなるバッファ層を介して、マイナス電極となるZnO:Al等からなる透明電極層の各薄膜を形成して製造される。

【0068】

これらの成膜は、それぞれマグネトロン方式のカソードを用いたスパッタリングにより行われているが、ここでは、電極となるMo電極層の成膜を試みた。

成膜は、途中でコンピュータに記憶させた膜厚分布を増大させない最適な磁石ユニットの位置に基づいて、1回成膜条件を変化させて、下層（初期の成膜条件による層）と上層（変化後の成膜条件による層）の二層の積層膜を連続的に形成した。成膜開始の膜質と成膜後の膜質について成膜条件を変更することにより、両者の膜質を変えることができるためである。このようにすることで、積層膜間の密着性等の薄膜間相互の特性を制御できる。

40

【0069】

Mo電極層形成のスパッタリングガスとしてはアルゴンを用い、成膜室であるチャンバ内に基板をセットし、チャンバ内を排気した後、排気しながらアルゴンをチャンバ内に90sccmの流量で供給し、チャンバ内の圧力を0.4Paに維持した。60kWのスパッタ電力を、直流可変電源からカソードに供給してスパッタリングによる成膜を30秒間

50

行って、下層として、平均膜厚 150 nm のモリブデン膜を成膜した。

この下層の成膜時には、予め、コンピュータに記憶させておいた、上記圧力とスパッタ電力下でのモリブデンの成膜に際して膜厚分布を小さくできる磁石ユニットの配置を適用した。下層の膜厚分布は $\pm 14\%$ であった。

【0070】

次いで、上層として、スパッタ電力を 45 kW に変化させると共に、アルゴン流量を 300 sccm (4.91 ml/sec) としてチャンバ内の圧力を 4 Pa に変化させ、スパッタリングによる成膜を 30 秒間行って、平均膜厚 100 nm のモリブデン膜を成膜した。

この上層の成膜時には、予めコンピュータに記憶させておいた、上記圧力とスパッタ電力下でのモリブデンの成膜に際して膜厚分布を小さくできる磁石ユニットの配置を適用した。上層の膜厚分布は $\pm 4.6\%$ で、上層と下層を合わせた膜厚分布は $\pm 8.5\%$ であった。

【0071】

下層、上層及び両者を合わせた積層膜の膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを図 5A ~ 5C に示す。

【0072】

(比較例 1)

下層の成膜時における磁石ユニットの配置が、実施例 1 の上層の成膜時における磁石ユニットの配置と同じとした以外は、実施例 1 と同様のスパッタリング条件にして下層及び上層の成膜を行った。その結果、下層の膜厚分布は $\pm 38\%$ 、上層の膜厚分布は $\pm 4.6\%$ 、上層と下層を合わせた膜厚分布は $\pm 23\%$ であった。

【0073】

下層、上層及び両者を合わせた膜厚分布状態と、下層及び上層の成膜時の模式的磁石ユニット配置とを図 6A ~ 6C に示す。

このように、本発明に係るスパッタリングカソードを備えたスパッタリング装置を用いて成膜を行うことにより、成膜の開始と終了の途中で成膜条件を変更しても、膜厚分布を増大させないことが確認された。

同様の製造方法により、その Mo 電極層上に光吸収層を成膜し、その光吸収層上に ZnS、CdS 等からなるバッファ層を介して、マイナス電極となる ZnO : Al 等からなる透明電極層を形成して電子装置の一例である太陽電池が製造された。

【0074】

なお、アクチュエータ 15 は大気圧側であるカソードボディ 10 の外側に設置されている。そのため、アクチュエータ 15 から発生する熱をその周囲の空気に逃がすことができる。アクチュエータ 15 を真空空間内に備えた構成の場合には、アクチュエータ 15 から発生する熱を逃がすための手段を備える必要があるが、本実施形態のようにアクチュエータ 15 を大気圧側に備えた場合にはそのような手段を備える必要はない。

【0075】

また、アクチュエータ 15 を真空空間内に備えた構成の場合には、真空空間内でも作動するアクチュエータを選択する必要があるが、本実施形態のようにアクチュエータ 15 を大気圧側に備えた場合にはそのような特別なアクチュエータを用いる必要はない。

【0076】

また、本実施形態の構成によれば、アクチュエータ 15 の移動量を、ターゲット 1 の消耗量に応じて個別に制御することで、各々の磁石ユニット 7 の個々のブロックとターゲット 1 との距離を自動的に調整することができる。あるいは、アクチュエータ 15 の移動量を、スパッタリング装置の成膜室 (不図示) 内に備えられている膜厚測定器 (不図示) からの指示値に応じて個別に制御することで、形成された膜の膜厚分布を自動的に調整することができる。

【0077】

以上、添付図面を参照して本願発明の好ましい実施形態を説明したが、本願発明はかか

10

20

30

40

50

る実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲の記載から把握される技術的範囲において種々の形態に変更可能である。

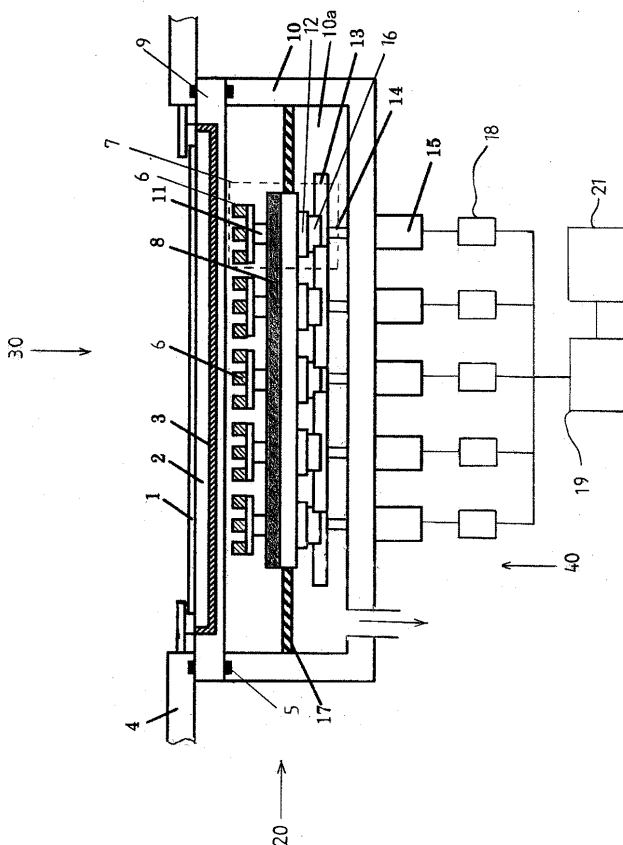
【符号の説明】

【0078】

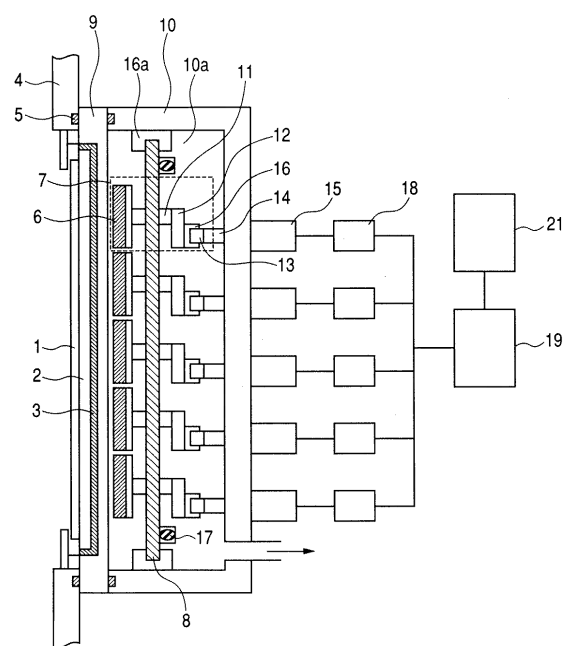
- 1 ターゲット
- 6 マグネット
- 7 磁石ユニット
- 8 揺動台座
- 10 カソードボディ
- 10a 磁石室
- 11 磁石ユニット支持部
- 12 磁石台座
- 13 ガイドレール
- 14 シャフト
- 15 アクチュエータ
- 16 スライドユニット
- 17 ボールネジ

10

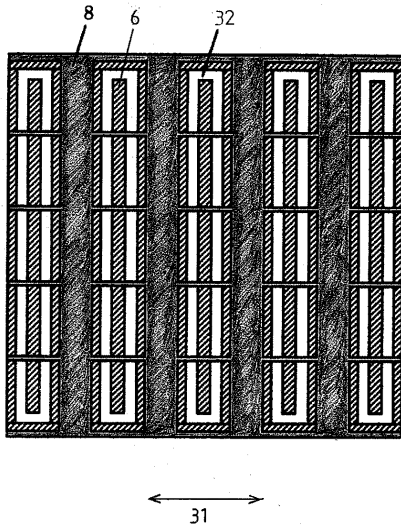
【図1】



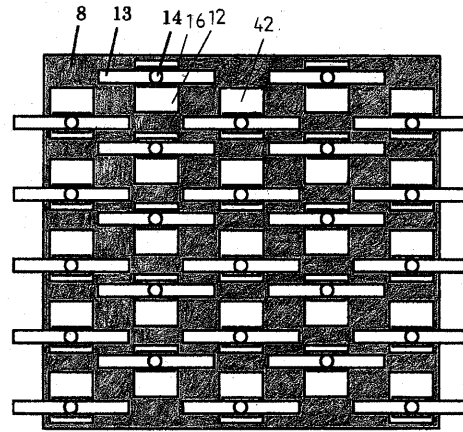
【図2】



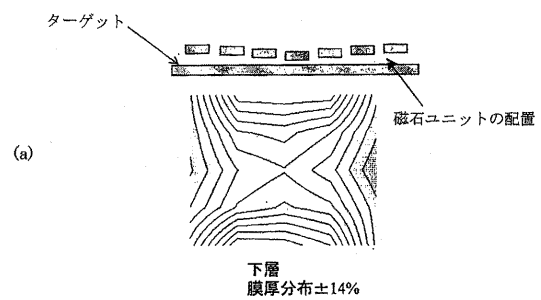
【図 3】



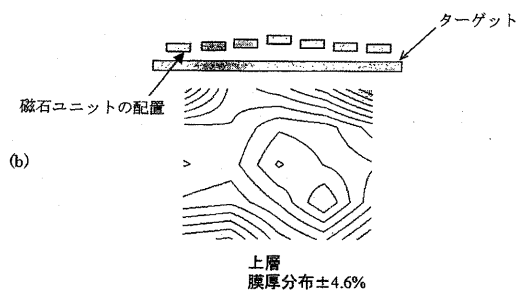
【図 4】



【図 5 A】



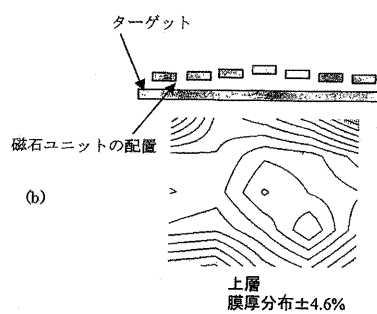
【図 5 B】



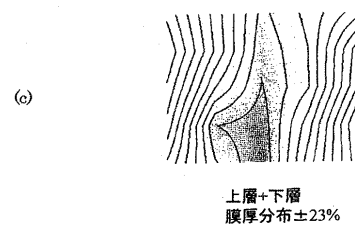
【図 5 C】



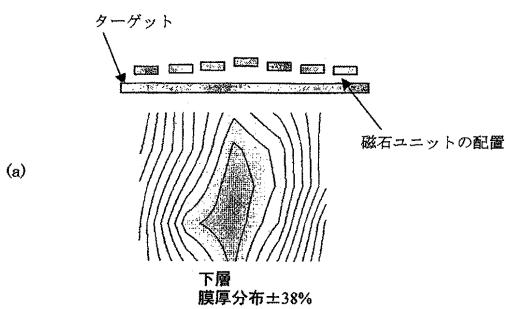
【図 6 B】



【図 6 C】



【図 6 A】



フロントページの続き

(74)代理人 100128657
弁理士 三山 勝巳

(72)発明者 板垣 克則
神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルバ株式会社内

(72)発明者 内山 智雄
神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルバ株式会社内

(72)発明者 開 康子
神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルバ株式会社内

(72)発明者 齋藤 廣明
神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルバ株式会社内

(72)発明者 千葉 俊伸
神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルバ株式会社内

F ターム(参考) 4K029 BA11 BB02 BD02 CA05 DA02 DC39 DC43 DC46 EA00