

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5651502号  
(P5651502)

(45) 発行日 平成27年1月14日(2015.1.14)

(24) 登録日 平成26年11月21日(2014.11.21)

(51) Int.Cl. F 1  
C 2 3 C 16/509 (2006.01) C 2 3 C 16/509

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-50108 (P2011-50108)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成23年3月8日(2011.3.8)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2012-184492 (P2012-184492A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成24年9月27日(2012.9.27)	(74) 代理人	100080159
審査請求日	平成25年6月17日(2013.6.17)		弁理士 渡辺 望稔
		(74) 代理人	100090217
			弁理士 三和 晴子
		(74) 代理人	100152984
			弁理士 伊東 秀明
		(74) 代理人	100148080
			弁理士 三橋 史生
		(72) 発明者	藤縄 淳
			神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
			富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機能性フィルムの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、プラズマCVDによって前記基板の表面に成膜を行うと共に、

前記基板への成膜を停止して成膜系内を大気解放する際に、前記プラズマCVDによる成膜を行なうための成膜電極の表面を所定のカバーで覆うことにより、前記成膜電極の表面が、前記成膜系内に露出していない状態とした後に、前記大気解放を行なうための気体を成膜系内に導入することを特徴とする機能性フィルムの製造方法。

【請求項2】

前記カバーが、前記成膜電極の表面全面に当接して、前記成膜電極の表面を覆う形状を有する請求項1に記載の機能性フィルムの製造方法。

【請求項3】

前記カバーを移動して、前記成膜電極と、この成膜電極と電極対を成す対向電極との間に挿入した後、前記成膜電極を移動することにより、前記成膜電極の表面をカバーで覆う請求項1または2に記載の機能性フィルムの製造方法。

【請求項4】

長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、プラズマCVDによって前記基板の表面に成膜を行うと共に、

前記基板への成膜を停止して成膜系内を大気解放する際に、前記プラズマCVDによる成膜を行なうための成膜電極の表面が、前記成膜系内に露出していない状態とした後に、

10

20

前記大気解放を行なうための気体を成膜系内に導入するものであり、かつ、

前記成膜電極の表面と、この成膜電極と電極対を成す対向電極の表面とが、互いに全面的に接触可能な形状を有し、前記成膜電極の表面を対向電極の表面に当接することにより、前記成膜電極の表面が成膜系内に露出していない状態とすることを特徴とする機能性フィルムの製造方法。

【請求項 5】

前記成膜電極を移動することにより、前記成膜電極の表面を対向電極の表面に当接する請求項 4 に記載の機能性フィルムの製造方法。

【請求項 6】

長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、プラズマ CVD によって前記基板の表面に成膜を行うと共に、

前記基板への成膜を停止して成膜系内を大気解放する際に、前記プラズマ CVD による成膜を行なうための成膜電極を、前記成膜系と気密に分離された別の空間に位置させることにより、前記成膜電極の表面が、前記成膜系内に露出していない状態とした後に、前記大気解放を行なうための気体を成膜系内に導入することを特徴とする機能性フィルムの製造方法。

【請求項 7】

前記長尺な基板が、所定の搬送経路を通紙されている状態で、前記成膜電極の表面が成膜系内に露出していない状態とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の機能性フィルムの製造方法。

【請求項 8】

前記長尺な基板を円筒状のドラムに巻き掛けた状態で、長手方向に搬送しつつプラズマ CVD による成膜を行い、かつ、このドラムが、前記成膜電極と電極対を成す対向電極として作用する請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の機能性フィルムの製造方法。

【請求項 9】

前記長尺な基板をロール状に巻回してなる基板ロールから、前記基板を送り出しつつ成膜を行い、成膜済の基板を、再度、ロール状に巻回する請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の機能性フィルムの製造方法。

【請求項 10】

前記成膜電極が、プラズマ CVD による成膜を行なうための、成膜ガスの供給手段を兼ねる請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の機能性フィルムの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、プラズマ CVD によって成膜を行なってガスバリアフィルム等の機能性フィルムを製造する製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光学素子、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイなどの表示装置、半導体装置、薄膜太陽電池など、各種の装置に、ガスバリアフィルム、保護フィルム、光学フィルタや反射防止フィルム等の光学フィルムなど、各種の機能性フィルム（機能性シート）が利用されている。

これらの機能性フィルムの製造にプラズマ CVD が利用されている。

【0003】

また、プラズマ CVD に限らず、効率良く、高い生産性を確保して成膜を行なうためには、長尺な基板（ウェブ状の基板）を長手方向に搬送しつつ、連続的に成膜を行なうのが好ましい。

このような成膜方法を実施する装置として、長尺な基板をロール状に巻回してなる基板ロールから基板を送り出し、成膜済みの基板をロール状に巻回する、いわゆるロール・ツー・ロール(Roll to Roll (以下、R to Rともいう))の成膜装置が知られている。

10

20

30

40

50

このR t o Rの成膜装置は、成膜位置を含む所定の経路で、基板ロールから巻取り軸まで所定の搬送経路で長尺な基板を通紙し（所定の搬送経路に基板を通し）、基板ロールからの基板の送り出しと、巻取り軸による成膜済の基板の巻取りとを同期して行いつつ、成膜位置において、長手方向に搬送される基板に連続的に成膜を行なう。

#### 【0004】

周知のように、プラズマCVD（容量結合型プラズマCVD）は、成膜される基板を挟んで、成膜電極と対向電極とからなる電極対を形成し、電極対の間に成膜ガス（プロセスガス）を供給すると共に、成膜電極に高周波電力等を供給することにより、プラズマを生成して、成膜を行うものである。

ここで、プラズマCVDによる成膜（気相堆積法による成膜）では、成膜系内において、基板以外の様々な場所に膜が付着／堆積してしまう。特に、成膜電極の表面（対向電極（基板）との対向面）には、大量の膜が付着してしまう。

#### 【0005】

成膜される基板（処理基板）を、順次、出し入れする、一般的な枚葉式（バッチ式）の成膜装置の場合には、成膜を終了したら、成膜ガスの代わりにクリーニングガスを成膜系内に導入し、成膜電極等に付着した膜を除去する。

しかしながら、生産性を向上するために、長時間、連続で成膜を行なうR t o Rの装置では、非常に大量の膜が成膜電極に堆積してしまう。そのため、クリーニングガスを用いた成膜電極からの膜の除去には、多大な時間が必要となり、生産性を著しく低下してしまう結果となる。

#### 【0006】

そのため、R t o Rによる装置では、成膜電極等のクリーニング（清浄化）を迅速に行なうために、成膜電極や部品をとり外して、新しい物（クリーニング済の物）と交換し、膜が堆積した成膜電極等を、外部でクリーニングする方法が考えられる。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

ところが、この方法では、成膜電極等の表面に大量の膜が堆積した状態で、成膜系（成膜空間）を大気解放する結果となる。そのため、大気解放の際に、成膜電極に付着していた大量の膜が、大気導入による急激な温度変化（熱応力）と、激しい気流とによって、成膜電極表面等に付着した膜が剥離し、かつ、いわゆるパーティクルとなって舞って、成膜系内全体に飛散／付着してしまう。

その結果、このパーティクルを除去するための成膜系内のクリーニングに、非常に多くの時間が必要になり、結果的に、やはり生産性を低下してしまう。

#### 【0008】

また、枚葉式の成膜装置では、大気解放は、前述のようなクリーニングガスによるクリーニング後であり、かつ、大気解放時には、通常、成膜済の基板は、成膜系とは異なる空間に退避している。そのため、この大気解放時におけるパーティクルの飛散によって、製品となる成膜済の基板が汚染されることは無い。

これに対し、R t o Rによる成膜装置では、通紙の手間等を考慮して、製品となる成膜済の基板が、成膜系内に存在した状態で、大気解放が行なわれる場合が多い。この際には、大気解放時に飛散したパーティクルが、成膜済の基板の表面や裏面に付着してしまい、これに起因して、成膜した膜の損傷や汚染等が生じ、製品の品質を低下してしまう。また、パーティクルが付着した状態で成膜済の基板を巻き取ると、隣接する基板（積層された基板）にパーティクルが当接し、また、付着して、成膜した膜の損傷や、製品の汚染など、製品品質を低下させる原因となってしまう。

#### 【0009】

同じR t o Rの成膜装置でも、スパッタリング装置では、原理的に膜の付着力が高く、また、ガス同士の反応による成膜でも無いので、カソード等への膜の堆積位置も限られている。そのため、このような大気解放における膜の剥離やパーティクルの飛散の問題は、

10

20

30

40

50

生じない。

しかしながら、プラズマCVDによる膜は、スパッタリングほど密着力は強くなく、しかも、特に成膜電極の表面には、全面的に、大量の膜が付着/堆積してしまう。そのため、このような成膜電極に堆積した膜の剥離、および、パーティクルの飛散を防止することは、困難である。

#### 【0010】

また、前述のように、成膜電極等に付着/堆積した膜が剥離し、パーティクルとなる理由としては、昇温した部材が大気導入によって急速に冷却され、部材と膜との熱応力の差に起因して膜が剥離する点が挙げられる。

この熱応力に起因する膜の剥離を防止するために、温水やチラー等で成膜基板を温度調整して、大気開放を行なうことも可能ではある。しかしながら、プラズマCVDの成膜電極は、数百程度の高温となる。そのため、大気導入時に、成膜電極を、この温度に維持することは、生産性の点でも、安全性の点でも、非常に困難である。

#### 【0011】

さらに、成膜電極等に付着/堆積した膜の剥離、成膜系内でのパーティクルの飛散を防止するために、気流の急激な変化を与えないように、大気開放時における成膜系への大気導入を極めて低速で行なう、いわゆるスローベント機構を用いることも可能である。

しかしながら、最終的には、成膜基板等の温度変化による膜の剥離が発生してしまう。さらに、スローベント機構を用いると、成膜終了から、成膜系の大気解放までに、非常に長い時間がかかってしまうため、結果的に、やはり生産性を低下してしまう。

#### 【0012】

本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決することにより、RtoRを利用してプラズマCVDによって成膜を行なう機能性フィルムの製造において、成膜を停止(終了)した後の、成膜系の大気開放時に、成膜電極に付着/堆積した膜が剥離して、パーティクルとなって成膜系中に舞って、成膜系内の全域に付着/汚染することを防止できる、機能性フィルムの製造方法を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

前記目的を達成するために、本発明の機能性フィルムの製造方法は、長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、プラズマCVDによって前記基板の表面に成膜を行うと共に、前記基板への成膜を停止して成膜系内を大気解放する際に、前記プラズマCVDによる成膜を行なうための成膜電極の表面が、前記成膜系内に露出していない状態とした後に、前記大気解放を行なうための気体を成膜系内に導入することを特徴とする機能性フィルムの製造方法を提供する。

#### 【0014】

このような本発明の機能性フィルムの製造方法において、前記成膜電極の表面を所定のカバーで覆うことにより、前記成膜電極の表面が成膜系内に露出していない状態とするのが好ましい。また、前記カバーが、前記成膜電極の表面全面に当接して、前記成膜電極の表面を覆う形状を有するのが好ましい。また、前記カバーを移動して、前記成膜電極と、この成膜電極と電極対を成す対向電極との間に挿入した後、前記成膜電極を移動することにより、前記成膜電極の表面をカバーで覆うのが好ましい。

また、前記成膜電極の表面と、この成膜電極と電極対を成す対向電極の表面とが、互いに全面的に接触可能な形状を有し、前記成膜電極の表面を対向電極の表面に当接することにより、前記成膜電極の表面が成膜系内に露出していない状態とするのが好ましい。また、前記成膜電極を移動することにより、前記成膜電極の表面を対向電極の表面に当接するのが好ましい。

さらに、前記成膜電極を、前記成膜系と気密に分離された別の空間に位置させることにより、前記成膜電極の表面が成膜系内に露出していない状態とするのが好ましい。

#### 【0015】

また、前記長尺な基板が、所定の搬送経路を通紙されている状態で、前記成膜電極の表

10

20

30

40

50

面が成膜系内に露出していない状態とするのが好ましい。

また、前記長尺な基板を円筒状のドラムに巻き掛けた状態で、長手方向に搬送しつつプラズマCVDによる成膜を行い、かつ、このドラムが、前記成膜電極と電極対を成す対向電極として作用するのが好ましい。

また、前記長尺な基板をロール状に巻回してなる基板ロールから、前記基板を送り出しつつ成膜を行い、成膜済の基板を、再度、ロール状に巻回するのが好ましい。

さらに、前記成膜電極が、プラズマCVDによる成膜を行なうための、成膜ガスの供給手段を兼ねるのが好ましい。

【発明の効果】

【0016】

本発明の機能性フィルムの製造方法は、長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、プラズマCVDによってガスバリア膜等の成膜を行なうと共に、成膜を停止（終了）した際における、成膜系の大気解放時（真空ブレーク時／真空破壊時）に、成膜電極の表面を成膜系に露出していない状態として、大気の導入を行なう。

そのため、本発明の製造方法によれば、成膜系の大気解放時に、大気（大気解放するための気体）の導入による急激な温度低下および激しい気流によって、成膜電極の表面に大量に付着／堆積した膜が、剥離して、パーティクルとなって成膜系内に舞うことを防止できる。すなわち、本発明の製造方法によれば、大気解放時におけるパーティクル（膜）の成膜系内への飛散や、各成膜系内の各部位や基板へのパーティクルの付着等を、大幅に抑制できる。

【0017】

従って、本発明によれば、成膜を停止した後、スローベントや温度調整等を行わずに迅速に成膜系を大気開放することができる。さらに、大気解放した後の成膜系内のパーティクルの除去など、クリーニングに掛かる手間および時間を大幅に低減できる。

そのため、本発明の製造方法によれば、良好な生産性でガスバリアフィルム等の機能性フィルムを製造することができる。

【0018】

また、大気解放によって飛散したパーティクルが、成膜済の基板（製品）に付着することを防止できるので、パーティクルによる成膜済基板の汚染や、パーティクルの付着に起因する成膜した膜の損傷を防止できる。さらに、パーティクルが付着した状態で成膜済基板を巻回することによる、パーティクルの巻き込みも防止でき、このパーティクルの巻き込みに起因する、隣接する成膜済基板（巻回によって積層された基板）の汚染や膜の損傷等も、防止できる。

さらに、パーティクルの飛散を大幅に抑制できるので、成膜系内のクリーニング性を向上でき、クリーニングによって取りきれないパーティクルが成膜系に堆積することも、抑制できる。その結果、成膜系内の汚れに起因する製品品質の低下も、大幅に抑制でき、高品質な製品を長期に渡って安定して製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の機能性フィルムの製造方法の一例を実施するプラズマCVD装置の一例を概念的に示す図である。

【図2】本発明の機能性フィルムの製造方法に利用される電極カパーの別の例を概念的に示す図である。

【図3】（A）～（C）は、図1に示すプラズマCVD装置の作用を説明するための概念図である。

【図4】（A）および（B）は、本発明の機能性フィルムの製造方法の別の例を説明するための概念図である。

【図5】（A）および（B）は、本発明の機能性フィルムの製造方法の別の例を説明するための概念図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

以下、本発明の機能性フィルムの製造方法について、添付の図面に示される好適例を基に、詳細に説明する。

## 【 0 0 2 1 】

図 1 に、本発明の機能性フィルムの製造方法の一例を実施する、プラズマ C V D 装置の一例を概念的に示す。

図 1 に示すプラズマ C V D 装置 1 0 (以下、C V D 装置 1 0 とする)は、長尺な基板 Z (ウェブ状のフィルム原反)を長手方向に搬送しつつ、この基板 Z の表面に、C C P - C V D (Capacitively Coupled Plasma (容量結合プラズマ) - C V D) による成膜を行って、ガスバリアフィルムや各種の光学フィルムなどの機能性フィルムを製造するものである。

10

また、この C V D 装置 1 0 は、長尺な基板 Z をロール状に巻回してなる基板ロール 1 2 から基板 Z を送り出し、基板 Z を長手方向に搬送しつつ成膜を行って、成膜済の基板 Z を巻取り軸 1 4 に、再度、ロール状に巻き取る、いわゆるロール・ツー・ロール(Roll to Roll) 以下、R t o R ともいう)による成膜を行なう装置である。

## 【 0 0 2 2 】

本発明の製造方法において、成膜を行う基板(基材/基体)Zには、特に限定はなく、プラズマ C V D による成膜が可能な、各種の長尺なシート状物が、全て利用可能である。

具体的には、ポリエチレンテレフタレート(P E T)、ポリエチレンナフタレート(P E N)、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリアクリロニトリル、ポリイミド、ポリアクリレート、ポリメタクリレートなどの有機物からなるプラスチック(樹脂)フィルムが、基板 Z として、好適に利用可能である。

20

## 【 0 0 2 3 】

また、本発明においては、このようなプラスチックフィルム等を支持体として、その上に、保護層、接着層、光反射層、遮光層、平坦化層、緩衝層、応力緩和層等の、各種の機能を得るための層(膜)が形成されているシート状物を基板 Z として用いてもよい。

この際においては、基板の上に 1 層のみが形成されたシート状物を基板 Z として用いてもよく、あるいは、基板の上に、複数層が形成されたシート状物を基板 Z として用いてもよい。また、基板 Z が、基板の上に複数層が形成されたシート状物である場合には同じ層を複数層有してもよい。

30

## 【 0 0 2 4 】

前述のように、図 1 に示す C V D 装置 1 0 は、長尺な基板 Z を巻回してなる基板ロール 1 2 から基板 Z を送り出し、基板 Z を長手方向に搬送しつつ成膜を行って、再度、巻取り軸 1 4 によってロール状に巻き取る、いわゆる R t o R による成膜を行なう装置である。この C V D 装置 1 0 は、供給室 1 8 と、成膜室 2 0 と、巻取り室 2 4 と、大気開放手段 2 6 とを有している。

なお、C V D 装置 1 0 は、図示した部材以外にも、各種のセンサ、搬送ローラ対や基板 Z の幅方向の位置を規制するガイド部材など、基板 Z を所定の経路で搬送するための各種の部材(搬送手段)等、長尺な基板 Z に、R t o R によって、プラズマ C V D で成膜を行なう装置が有する各種の部材を有してもよい。

40

## 【 0 0 2 5 】

大気開放手段 2 6 は、基板 Z への成膜を停止(成膜を終了)した際に、供給室 1 8、膜室 2 0 および巻取り室 2 4 を大気開放して、各室を開放可能にするためのものである。図示例において、大気開放手段 2 6 は、導入ライン 2 6 a によって、供給室 1 8、成膜室 2 0 および巻取り室 2 4 に接続されている。

大気開放手段 2 6 は、フィルタ等によって浄化した大気(装置外部の空気)を導入ライン 2 6 a から各室に導入して、供給室 1 8、成膜室 2 0 および巻取り室 2 4 を大気圧に戻して、大気開放するもので、真空成膜装置(気相成膜(堆積)装置)等で利用されている、公知の大気開放手段である。

50

## 【0026】

なお、大気開放手段26は、大気を導入することにより、各室を大気開放するのに限定はされず、窒素等の不活性ガスを各室に導入することにより、各室を大気開放するものでもよい。あるいは、大気の導入と不活性ガスの導入とが、選択可能であってもよい。

さらに、大気開放手段26は、供給室18、成膜室20および巻取り室24に均等に大気を導入するものでも、各室毎に大気の導入量を制御可能なものでもよい。

## 【0027】

供給室18は、回転軸28と、ガイドローラ30と、真空排気手段32とを有する。

長尺な基板Zを巻回した基板ロール12は、供給室18の回転軸28に装填される。

回転軸28に基板ロール12が装填されると、基板Zが基板ロール12から引き出され、供給室18から、成膜室20を通り、巻取り室24の巻取り軸14に至る所定の搬送経路を通紙される(基板Zが、所定の搬送経路を通される)。

CVD装置10においては、基板ロール12からの基板Zの送り出しと、巻取り室24の巻取り軸14における基板Zの巻き取りとを同期して行なって、長尺な基板Zを所定の搬送経路で長手方向に搬送しつつ、成膜室20において、基板Zに、CCP-CVDによる成膜を連続的に行なう。

## 【0028】

供給室18は、図示しない駆動源によって回転軸28を図中時計方向に回転して、基板ロール12から基板Zを送り出し、ガイドローラ30によって所定の経路を案内して、基板Zを、隔壁34に設けられたスリット34aから、成膜室20に送る。

## 【0029】

図示例のCVD装置10においては、好ましい態様として、供給室18に真空排気手段32を、巻取り室24に真空排気手段70を、それぞれ設けている。CVD装置10においては、成膜中は、それぞれの真空排気手段によって、供給室18および巻取り室24の圧力を、後述する成膜室20の圧力(成膜圧力)に応じた、所定の圧力に保つ。これにより、隣接する室の圧力が、成膜室20の圧力(すなわち、成膜室20での成膜)に影響を与えないことを防止している。

真空排気手段32には、特に限定はなく、ターボポンプ、メカニカルブースターポンプ、ドライポンプ、ロータリーポンプなどの真空ポンプ、さらには、クライオコイル等の補助手段、到達真空度や排気量の調整手段等を利用する、真空成膜装置に用いられている公知の(真空)排気手段が、各種、利用可能である。この点に関しては、後述する他の真空排気手段60および70も同様である。

## 【0030】

前述のように、基板Zは、ガイドローラ30によって案内されて、隔壁34のスリット34aから成膜室20に搬送される。

成膜室20は、基板Zの表面に、CCP-CVDによって成膜(膜を形成)するものである。図示例において、成膜室20は、ドラム38と、成膜電極40と、ガイドローラ42、46、48および50と、電極カバー52と、高周波電源54と、ガス供給手段56と、電極移動手段58と、真空排気手段60とを有する。また、成膜室20の構成を簡潔かつ明確に示すために、図示は省略するが、成膜室20には、電極カバー52を移動するためのカバー移動手段も、配置されている。

## 【0031】

成膜室20のドラム38は、中心線を中心に図中反時計方向に回転する円筒状の部材で、ガイドローラ42および46によって所定の経路に案内された基板Zを、周面の所定領域(所定の巻き掛け角)に掛け回して、基板Zを、後述する成膜電極40に対面する所定位置に保持しつつ、長手方向に搬送する。

## 【0032】

このドラム38は、CCP-CVDにおける対向電極としても作用する(すなわち、ドラム38と成膜電極40とで電極対を形成する)。

そのため、ドラム38には、バイアス電力を供給するためのバイアス電源を接続しても

10

20

30

40

50

よく、あるいは、接地してもよい。あるいは、バイアス電源との接続と接地とが、切り換え可能であってもよい。

また、ドラム38は、成膜中の基板Zの温度を調節する温度調整手段を有してもよい。ドラム38の温度調節手段には、特に限定はなく、ドラム内部に冷媒や温媒等を循環する温度調節手段等、各種の温度調節手段が、全て利用可能である。

【0033】

成膜電極40は、基板Zの対向面から成膜ガスを噴射する、CCP-CVDによる成膜に利用される、公知のいわゆるシャワー電極(シャワープレート)である。

図示例において、成膜電極40は、一例として、一面がドラム38(すなわち基板Z)に対面して配置される、内部に空間(ガス供給空間)が形成された、略直方体形状を有する。成膜電極40のドラム38と対向(対面)する面は、ドラム38と周面と平行になるように(すなわち、ドラム38と成膜電極との間隔が全面的に均一になるように)、凹状の曲面となっている。

なお、成膜電極40も、ドラム38と同様、公知の温度調節手段を有してもよい。

【0034】

この成膜電極40のドラム38と対向する面(すなわち、成膜される基板Zと対向する面(=成膜ガスおよびプラズマに曝される面))が、本発明の製造方法における、成膜電極40の表面である。

また、成膜電極40の表面は、好ましい態様として、所定サイズの微細な凹凸が形成されている(粗面化処理されている)。これにより、成膜中に、この面に堆積した膜が剥離するのを、好適に防止できる。

【0035】

前述のように、成膜電極40は、いわゆるシャワー電極であり、その表面には、多数のガス供給孔が形成されている。このガス供給孔は、前述の成膜電極40の内部空間(ガス供給空間)に連通している。また、後述するガス供給手段56は、この成膜電極40の内部空間に成膜ガスを供給する。

従って、ガス供給手段56から供給された成膜ガスは、成膜電極40のガス供給孔から、ドラム38(基板Z)と成膜電極40との間に供給される。

【0036】

なお、本発明において、成膜電極40は、図示例のような曲面を有するものに限定はされず、内部ガス供給空間を有する直方体状であってもよく、あるいは、ドラム周面は平行ではない曲面を有するものであってもよい。

すなわち、本発明においては、CCP-CVDにおいて使用されている公知のシャワー電極が、全て、利用可能である。

【0037】

図示例においては、成膜室20には成膜電極40(CCP-CVDによる成膜手段)が、1個、配置されているが、本発明は、これに限定はされず、基板Zの搬送方向に、複数の成膜電極を配列してもよい。この際には、後述する電極カバー52、および、カバー移動手段は、個々の成膜電極に対応して設けられる。

また、本発明は、シャワー電極を用いる構成にも限定はされず、成膜ガスの吹き出し口(成膜ガスの供給手段)を有さない電極と、電極対の間に成膜ガスを供給するノズル等を用いるCCP-CVDであってもよい。

【0038】

ガス供給手段56は、プラズマCVD装置等の真空成膜装置に用いられる、公知のガス供給手段である。

前述のように、ガス供給手段56は、成膜電極40の内部空間に成膜ガスを供給する。また、成膜電極40の表面(ドラム38との対向面)には、内部空間に連通する多数のガス供給孔が形成されている。従って、成膜電極40に供給された成膜ガスは、このガス供給孔から、成膜電極40とドラム38との間に供給される。

なお、ガス供給手段56から成膜電極40に成膜ガスを供給する供給管は、後述する成

10

20

30

40

50

膜電極 40 の移動に応じて、少なくとも一部が、可撓性を有する配管（フレキシブルな配管）となっている。

【0039】

本発明の製造方法で成膜する膜（すなわち、製造する機能性フィルム）には、特に限定はなく、ガスバリア膜（水蒸気バリア膜）、光反射防止膜や波長帯域フィルタ膜などの各種の光学的な特性を発現する膜、保護膜等、製造する機能性フィルムに要求される機能を発現する膜が、各種、成膜可能である。

従って、ガス供給手段 56 が供給する成膜ガス（プロセスガス／原料ガス）は、基板 Z の表面に成膜する膜に応じた、公知のものでよい。

例えば、CVD 装置 10 が、基板 Z の表面に窒化ケイ素膜を成膜して、ガスバリアフィルムを製造する場合には、ガス供給手段 56 は、CCP-CVD による窒化ケイ素膜の成膜に利用される公知の成膜ガスを、成膜電極 40 に供給すればよい。具体的には、窒化ケイ素膜を成膜する場合には、ガス供給手段 56 は、成膜ガスとして、シランガス、アンモニアガスおよび水素ガスの組み合わせや、シランガス、アンモニアガスおよび窒素ガスの組み合わせ等を供給すればよい。

10

【0040】

高周波電源 54 は、成膜電極 40 に、プラズマ励起電力を供給する電源である。高周波電源 54 も、13.56 MHz の高周波電力を供給する電源等、各種のプラズマ CVD 装置で利用されている、公知の高周波電源が、全て利用可能である。

なお、高周波電源 54 から成膜電極 40 への電力供給線は、少なくとも一部が、可撓性を有する線によって行なう。

20

【0041】

真空排気手段 60 は、プラズマ CVD による成膜のために、成膜室内を排気して、所定の成膜圧力に保つものであり、前述のように、真空成膜装置に利用されている、公知の真空排気手段である。

【0042】

なお、本発明の製造方法において、基板 Z の搬送速度、成膜圧力、成膜ガスの供給量、プラズマ励起電力の強さなどの成膜条件には、特に限定はない。

すなわち、成膜条件は、通常のプラズマ CVD による成膜と同様、成膜する膜、要求される成膜速度、成膜する膜厚、基板 Z の種類等に応じて、適宜、設定すればよい。

30

【0043】

ここで、図示例の CVD 装置 10 においては、成膜室 20 は、さらに、電極カバー 52 と、電極移動手段 58 と、カバー移動手段（図示省略）とを有する。

電極カバー 52 は、一面が成膜電極 40 の表面と同じ曲率を有する凸状の曲面を有し、かつ、この曲面が成膜電極 40 の表面よりもよりも大きな面積を有する、板状の部材（板状のマスク部材）である。従って、電極カバー 52 の凸状曲面は、成膜電極 40 の表面の全面に当接して、覆うことができる。

【0044】

電極カバー 52 は、この凸状曲面を成膜電極 40 の表面に向けて配置される。さらに、電極カバー 52 は、カバー移動手段によって水平方向（図 1 中、紙面と垂直方向）に移動されて、成膜電極 40 とドラム 38 との間と、成膜電極 40 とドラム 38 との間から退避した位置（成膜に影響を与えない位置）とに、移動される。

40

また、電極移動手段 58 は、成膜電極 40 を、ドラム 38 に接近する方向、および、ドラム 38 から離れる方向に移動する。

なお、電極移動手段 58 およびカバー移動手段は、真空中で動作可能な物であれば、公知の筐体状物や板状物等の移動手段が、各種、移動可能である。

【0045】

CVD 装置 10 においては、成膜を停止して、装置内を大気開放する際に、電極カバー 52 をドラム 38 と成膜電極 40 との間に挿入し、次いで、成膜電極 40 をドラム 28 に向かって移動して、電極カバー 52 によって成膜電極 40 の表面全面を覆った後に、大気

50

開放手段 26 によって、成膜室 20 等に大気を導入する（図 3 参照）。

本発明は、これにより、成膜を停止して大気開放する際に、CVD 装置 10 内に、成膜電極 40 の表面に付着 / 堆積した膜が剥離して、パーティクルとなって、装置内部に舞って、飛散することを防止している。

この点に関しては、後に詳述する。

#### 【0046】

また、電極カバーは、図示例のような板状の物に限定はされない。例えば、図 2 に示す電極カバー 52a のように、成膜電極 40 を被嵌して表面全面に接触して覆う、キャップ状（蓋状）の物であってもよい。すなわち、本発明において、電極カバーは、成膜電極 40 の表面を全面的に覆うものができれば、各種の構成や形状の物が利用可能である。

さらに、電極カバーは、図示例のように、成膜電極 40 の表面全面に接触して、成膜電極 40 の表面を覆う構成に限定はされない。例えば、成膜電極 40 の表面とは離間した状態で表面全面を覆うキャップ状であってもよい。しかしながら、成膜電極 40 の表面からの膜の剥離 / パーティクルの飛散を、より確実に防止できる等の点で、電極カバーは、図 1 や図 2 に示される構成のように、成膜電極の表面全面に接触（当接）して、表面全面を覆う構成 / 形状であるのが好ましい。

#### 【0047】

前述のように、ガイドローラ 42 および 46 によって所定の経路に案内された基板 Z は、ドラム 38 の周面に掛け回されて、所定の位置に保持されつつ長手方向に搬送される。ドラム 38 と成膜電極 40 とからなる電極対の間では、成膜電極 40 へのプラズマ励起電力の供給によってプラズマが励起され、成膜ガスからラジカルが生成されて、ドラム 38 によって支持されつつ搬送される基板 Z の表面に、CCP-CVD によって成膜される。

表面に所定の膜を成膜された基板 Z は、次いで、ガイドローラ 42 に案内されて、隔壁 64 のスリット 64a から、巻取り室 24 に搬送される。

#### 【0048】

図示例において、巻取り室 24 は、ガイドローラ 68 と、巻取り軸 14 と、真空排気手段 70 とを有する。

巻取り室 24 に搬送された基板 Z は、ガイドローラ 68 に案内されて巻取り軸 14 に搬送され、巻取り軸 14 によってロール状に巻回されガスバリアフィルムなどの機能性フィルムを巻回してなるロールとして、次の工程に供される。

また、先の供給室 18 と同様、巻取り室 24 にも真空排気手段 70 が配置され、成膜中は、巻取り室 24 も、成膜室 20 における成膜圧力に応じた真空度に減圧される。

#### 【0049】

以下、図 1 および図 3 を参照して、CVD 装置 10 の作用を説明することにより、本発明の機能性フィルムの製造方法について、より詳細に説明する。

なお、図 3 の右側の図は、ドラム 38、成膜電極 40、および、電極カバー 52 を、図 1 の右側（巻取り室 24 側）から見た概念図である。

#### 【0050】

回転軸 28 に基板ロール 12 が装填されると、基板 Z は、基板ロール 12 から引き出される。基板ロール 12 から引き出された基板は、ガイドローラ 30 によって案内されて成膜室 20 に至り、成膜室 20 において、ガイドローラ 42 および 46 に案内されて、ドラム 38 の周面の所定領域に掛け回され、次いで、ガイドローラ 48 および 50 によって案内されて巻取り室 24 に至り、巻取り室 24 において、ガイドローラ 68 に案内されて巻取り軸 14 に至る、所定の搬送経路を通紙される。

#### 【0051】

基板 Z の通紙が終了すると、供給室 18、成膜室 20 および巻取り室 24 が閉塞される（密閉される）。次いで、真空排気手段 32、60、および 70 が駆動され、供給室 18、成膜室 20 および巻取り室 24 が、所定の圧力まで減圧される。各室の圧力が安定したら、成膜室 20 では、ガス供給手段 56 から成膜電極 40 に、成膜ガスが供給される。

成膜室 20 内が成膜に対応する所定圧力で安定したら、供給室 18 から巻取り室 24 に

10

20

30

40

50

向かう基板 Z の搬送が、開始され、また、高周波電源 5 4 から成膜電極 4 0 へのプラズマ励起電力の供給を開始する。

なお、この状態では、電極カバー 5 2 は、図 3 ( A ) に示すように、ドラム 3 8 と成膜電極 4 0 との間ではなく、ドラム 3 8 と成膜電極 4 0 との間の成膜領域から離間した位置 ( 成膜に影響を与えない位置 ) に配置されている。

【 0 0 5 2 】

供給室 1 8 から成膜室 2 0 に搬送された基板 Z は、ガイドローラ 4 2 および 4 6 によって案内され、ドラム 3 8 に巻き掛けられた状態で搬送されつつ、ドラム 3 8 と成膜電極 4 0 とが対面している領域において、CCP - CVD によって、窒化ケイ素膜等の目的とする機能を発現する膜を成膜される。

10

【 0 0 5 3 】

所定の膜を成膜された基板 Z は、ガイドローラ 4 8 および 5 0 によって案内されて、巻取り室 2 4 に搬送される。

巻取り室 2 4 に搬送された基板 Z は、ガイドローラ 6 8 によって所定の経路に案内され、巻取り軸 1 4 によってロール状に巻回される。

【 0 0 5 4 】

基板ロール 1 2 に巻回される基板 Z の量 ( 基板 Z の残量 ) が所定長以下になった場合や、前回の成膜電極 4 0 の交換からの合計の成膜時間が所定時間になった場合など、所定の成膜を行なった時点で、高周波電源 5 4 から成膜電極 4 0 へのプラズマ励起電力の供給、および、ガス供給手段 5 6 から成膜電極 4 0 への成膜ガスの供給を停止し、さらに、基板 Z の搬送を停止して、成膜を停止 ( 終了 ) する。

20

次いで、新たな基板ロール 1 2 の装填や、成膜電極 4 0 の交換等を行なうために、成膜室 2 0、供給室 1 8 および巻取り室 2 4 の大気開放を行なう。

【 0 0 5 5 】

なお、本発明の製造方法において、大気開放は、全部の基板 Z を巻取り軸 1 4 に巻き取った状態で行なってもよい。すなわち、大気開放を、供給室 1 8 および成膜室 2 0 に、基板 Z が無い状態 ( 基板 Z を切った状態 ) で行なってもよい。

しかしながら、図 1 等は概念図であるため、ガイドローラは 6 本しか図示していないが、通常の R t o R による CVD 装置は、多数のガイドローラを有しており、基板 Z の通紙には、非常に手間がかかる。また、基板 Z が無い状態では、巻取り軸 1 4 に巻き取った成膜済の基板 Z には、張力が掛かっていない状態となってしまうため、この状態で大気開放を行なうと、巻き取った基板 Z 間に大気が進入してしまい、基板 Z の巻回状態が不適性になってしまう。

30

そのため、本発明の製造方法においては、基板 Z を所定の経路で通紙した状態 ( すなわち、基板ロール 1 2 から巻取り軸 1 4 まで、所定の張力が掛かった状態 ) で、以下に示す大気開放を行い、大気開放後、新規な基板ロール 1 2 の装填等を行なうのが好ましい。

【 0 0 5 6 】

CVD 装置 1 0 において、前述のようにして成膜を停止したら、まず、図 3 ( A ) ~ 図 3 ( B ) に示すように、ドラム 3 8 と成膜電極 4 0 との間の外部に位置していた電極カバー 5 2 を、カバー移動手段 ( 図示省略 ) によって矢印 a 方向に移動して、ドラム 3 8 と成膜電極 4 0 との間に位置させる。

40

次いで、図 3 ( B ) ~ 図 3 ( C ) に示すように、電極移動手段 5 8 によって、成膜電極 4 0 の表面が電極カバー 5 2 に接触し、かつ、若干、押圧するまで、成膜電極 4 0 をドラム 2 8 に接近する方向 ( 矢印 b 方向 ) に移動する。

これにより、図 3 ( C ) に示すように、成膜電極 4 0 の表面全面に電極カバー 5 2 を当接して、電極カバー 5 2 によって成膜電極 4 0 の表面全面を覆う。

【 0 0 5 7 】

CVD 装置 1 0 においては、このように、電極カバー 5 2 によって成膜電極 4 0 の表面全面を覆った状態とした後に、大気開放手段 2 6 によって、成膜室 2 0、供給室 1 8 および巻取り室 2 4 に、大気 ( 外部の空気 ) を導入する。

50

すなわち、本発明の製造方法においては、成膜系内（成膜空間内）、言い換えれば、基板Zへの成膜のために減圧される空間内に、成膜電極40の表面（基板Z（対向電極（ドラム38））との対向面）が露出していない状態として、成膜室20、供給室18および巻取り室24に、大気開放を行なうための大気を導入する。

【0058】

前述のように、RtoRを利用してプラズマCVDによって成膜を行なうと、基板Z以外の成膜系内にも、膜が付着/堆積してしまう。特に、プラズマの生成領域すなわち成膜領域（成膜位置）に露出されている成膜電極40の表面には、大量の膜が付着し、堆積してしまう。

このような状態で、装置内を大気開放するために大気を導入すると、成膜電極40の表面に付着/堆積した膜が剥離して、パーティクルとなって成膜系内を舞って、飛翔し、成膜系内全域の至る所に付着してしまう。そのため、パーティクルを除去するための成膜系内のクリーニングに、非常に多くの時間が必要になり、生産性を大幅に低下してしまう。

また、前述のように、大気開放は、基板Zを通紙した状態で行なうのが好ましいが、基板Zを通紙して大気を導入すると、成膜済の基板Z（すなわち製品）にパーティクルが付着して、成膜した膜の損傷や基板Zの汚染等が生じる。さらに、パーティクルが付着した状態で成膜済の基板Zを巻き取ると、成膜済基板Zのロールにパーティクルを巻き込んでしまい、その結果、隣接する基板（積層された基板）にパーティクルが当接し、また、付着して、成膜した膜の損傷や、汚染など、製品としての品質を低下させてしまう。

【0059】

これに対し、本発明の製造方法では、電極カバー52によって成膜電極40の表面を覆うなど、成膜系内に成膜電極40の表面が露出していない状態とした後に、成膜系の大気開放のための大気導入を行なう。

そのため、本発明によれば、大気開放のための大気導入を行なっても、成膜基板40の表面に付着/堆積した膜が剥がれるのを、大幅に抑制でき、すなわち、大気の導入によって成膜系内にパーティクルが舞って飛翔するのを、大幅に抑制できる。

その結果、成膜を停止した後、スローベント等を行なわずに迅速に成膜系を大気開放することができ、しかも、大気解放した後の成膜系内のクリーニングに掛かる手間および時間を大幅に低減でき、良好な生産性で機能性フィルムを製造することができる。また、好ましい態様として、基板Zを通紙した状態で大気を導入する場合にも、パーティクルが、成膜済の基板に付着することを防止できるので、パーティクルによる成膜済の基板Zの汚染や膜の損傷、巻回された成膜済基板Zの汚染や損傷等も、好適に防止できる。

加えて、成膜系内のクリーニング性も向上できるので、成膜系内に取りきれないパーティクルが堆積するのも抑制でき、その結果、堆積していく成膜系内の汚れに起因する製品品質の低下も防止して、高品質な製品を長期に渡って安定して製造できる。

【0060】

このように、電極カバー52によって成膜電極40の表面を覆った後、大気開放手段26によって、成膜室20、供給室18および巻取り室24に大気を導入する。

この大気の導入によって、全ての室が大気圧になったら、電極カバー52および成膜電極40を、成膜中と同じ位置に戻す。なお、大気開放終了後における、電極カバー52と成膜電極40とを成膜中と同じ位置に戻す移動のタイミングは、これに限定はされず、作業の都合等に応じて、適宜、設定すればよい。また、任意のタイミングを選択して、電極カバー52と成膜電極40とを成膜中と同じ位置に戻せるようにしてもよい。

【0061】

次いで、成膜室20、供給室18および巻取り室24の必要な室を開放する。

その後、新規な基板ロール12の装填（切断した、通紙されている基板Zの後端と、新規ロールの基板Z先端との接続）、巻回した成膜済基板Zの取り外し（切断した基板Zの先端の巻取り軸14への巻回）、成膜電極40の取り外し、成膜室20内の清掃、新規（クリーニング済）の成膜電極40の取付け等の、必要な作業を行なう。

【0062】

必要な作業を終了したら、成膜室 20、供給室 18 および巻取り室 24 を閉塞して、再度、真空排気手段 32、60、および 70 を駆動し、各室が所定の圧力で安定したら、先と同様に、成膜ガスの供給、基板 Z の搬送、プラズマ励起電力の供給等を開始して、基板 Z への成膜を再開する。

【0063】

図示例の CVD 装置 10 においては、電極カバー 52 の移動手段と、成膜電極 40 の移動手段とを設けて、直線状（1 次元的な）の部材の移動のみで、電極カバー 52 によって成膜電極 40 の表面を覆っている。

しかしながら、本発明は、これに限定はされない。すなわち、ドラム 38 と成膜電極 40 との間に電極カバー 52 を挿入した後、電極カバー 52 を成膜電極 40 に向けて移動することにより、電極カバー 52 によって成膜電極 40 の表面を覆う、2 次元的な移動によって、電極カバー 52 によって成膜電極 40 の表面を覆ってもよい。

【0064】

また、図 1 および図 3 に示す CVD 装置 10 は、電極カバー 52 によって成膜電極 40 の表面を覆うことで、大気開放のための大気導入時に、成膜系内に成膜電極 40 の表面が露出していない状態としている。

しかしながら、本発明の製造方法は、これに限定はされず、大気開放のための大気導入時に、成膜系内に成膜電極 40 の表面が露出していない状態にする方法は、各種の方法が利用可能である。

なお、以下の図 4 および図 5 に示す例においては、図 1 ~ 図 3 と同じ部材には同じ符号を付し、説明は、異なる部位を主に行なう。

【0065】

一例として、図 4 に概念的に示す成膜電極 80 のように、成膜電極 80 の表面を、ドラム 38 と同じ曲率の凹面（あるいは、基板 Z の厚さを考慮した同曲率の凹面）として、ドラム 38 の周面（通紙された基板 Z）を、成膜電極 80 の表面の全面に当接して、成膜電極 80 の表面を覆う方法が例示される。

すなわち、成膜電極の表面と、対向電極の表面（成膜電極との対向面）とを、互いに全面的に接触可能な形状（凹凸状）として、大気開放のための大気導入時に、成膜電極および/または対向電極を移動して、対向電極によって、成膜電極の表面を全面的に覆うようにしてもよい。

【0066】

図 4 に示す例では、成膜中は、図 4 (A) に示すように、成膜電極 80 と、対向電極であるドラム 38 とは、所定の距離、離間しており、成膜電極 80 とドラム 38 との間でプラズマが生成され、基板 Z への成膜が行なわれる。

先の例と同様に、基板 Z への成膜を停止したら、電極移動手段 82 によって、成膜電極 80 をドラム 38 に向かって移動して、ドラム 38 の周面（基板 Z）と、成膜電極 80 の表面とを、全面的に接触し、好ましくは、成膜電極 80 によってドラム 38 を、若干、押圧する。なお、電極移動手段 82 は、先の電極移動手段 58 と同様、真空中で駆動可能な公知の移動手段が、各種、利用可能である。

【0067】

このように、ドラム 38 によって成膜電極 80 の表面全面を覆い、成膜電極 80 の表面が成膜系に露出していない状態とした後に、先と同様にして、大気開放手段 26 によって、成膜室 20、供給室 18 および巻取り室 24 に大気を導入し、各室を大気開放する。

本例でも、先の図 1 および図 3 に示される例と同様に、成膜電極 80 の表面全面がドラム 38 によって覆われて、成膜系内に露出していないので、大気の導入による成膜電極 80 表面からの膜の剥離、および、成膜系内へのパーティクルの飛翔を、大幅に抑制することができる。

【0068】

ここで、図 4 に示すように、ドラム 38（対向電極）によって成膜電極 80 の表面を覆う場合にも、基板 Z を通紙した状態で、大気開放を行なうのが好ましい。

10

20

30

40

50

これにより、前述の各種のメリットに加え、成膜電極 80 とドラム 38 とが直接的に当接することが無いので、両者の接触による互いの損傷を防止できる。

【0069】

また、成膜停止直後は、成膜電極 80 は、非常に高温になっている。そのため、成膜停止直後に、基板 Z に成膜電極 80 を接触すると、基板 Z が熱で損傷する可能性も有る。

一方で、基板ロール 12 に巻回される基板 Z の長さは、当然、既知であり、成膜停止時に、基板 Z のどの領域が成膜電極 80 と対面する位置（成膜領域）に来るのかは、予測ができる。

これを利用して、成膜停止時に、長尺な基板 Z において、成膜電極 80 と対面する位置となる領域（予想される領域）を、ポリイミド等の耐熱性の高い樹脂で形成してもよい。さらに、成膜電極 80 と基板 Z（ドラム 38）との密着を、より、好適にするために、成膜停止時に、基板 Z の成膜電極 80 と対面する位置となる領域は、耐熱性に加え、弾性を有する材料で形成してもよい。

【0070】

また、本発明は、何らかの部材によって成膜電極の表面を覆うことにより、大気開放のための大気導入時に、成膜系内に成膜電極 40 の表面が露出していない状態にするのに限定はされない。

例えば、いわゆるロードロック機構を利用して、大気開放のための大気導入時に、成膜電極を成膜系と気密に分離された別の空間に移動することにより、成膜電極 40 の表面が成膜系内に露出していない状態としてもよい。

図 5 に、その一例を概念的に示す。

【0071】

図 5 に示す例においては、成膜室 20 内に、ロードロック室 86（成膜電極 40 の退避室）およびロードロック室 90 の蓋体 90 を設け、さらに、ロードロック室 86 への大気導入手段 92、および、成膜電極 40 の移動手段（図示省略）を設ける。

なお、成膜電極 40 の移動手段は、前述の電極移動手段 58 などと同様、真空中で駆動可能な公知の移動手段が、各種、利用可能である。

この装置において、基板 Z への成膜中は、図 5（A）に示すように、成膜電極 40 は、ロードロック室 86 の外部の、ドラム 38 とは、所定の距離、離間した位置に配置され、成膜電極 80 とドラム 38 との間でプラズマが生成され、基板 Z への成膜が行なわれる。また、蓋体 90（図 5（A）では省略）は、成膜に影響を与えない位置に退避している。

【0072】

先の例と同様に、基板 Z への成膜を停止したら、図 5（B）に示すように、成膜電極 40 の移動手段によって、成膜電極 40 をドラム 38 と離間する方向に移動して、ロードロック室 86 に収容する。次いで、図示しない移動手段によって、蓋体 90 を移動して、蓋体 90 によって、ロードロック室 86 を気密に閉塞する。これにより、成膜電極 40 の表面が、成膜系に露出していない状態となる。

なお、蓋体 90 の移動手段も、前述の例と同様、真空中で駆動可能な公知の移動手段が、各種、利用可能である。

【0073】

このように、成膜電極 40 をロードロック室 86 に収容して、蓋体 90 によって、ロードロック室 86 を気密に閉塞したら、先と同様にして、大気開放手段 26 によって、成膜室 20、供給室 18 および巻取り室 24 に大気を導入し、各室を大気開放する。

また、並行して、大気導入手段 92 によってロードロック室 86 内に大気（空気）を導入して、ロードロック室 86 内を大気圧にして、ロードロック室 86 から成膜電極 40 を取り出し可能にする。

本例では、成膜電極 40 は、成膜系内とは気密に離間されたロードロック室 86 に位置しているので、成膜電極 80 表面からの剥離した膜は、ロードロック室 86 内のみで飛翔する。従って、成膜室 20 等を大気開放するために、各室に大気をして、成膜系内へのパーティクルの飛翔を、大幅に抑制することができる。

## 【0074】

以上、本発明の機能性フィルムの製造方法について詳細に説明したが、本発明は、上記実施例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行なってもよいのは、もちろんである。

例えば、図1に示す例は、円筒状のドラムの周面に基板Zを巻き掛けた状態で、長手方向に搬送しつつ、成膜を行う装置であるが、本発明は、これに限定はされない。例えば、本発明の製造方法は、直線状（平面状）に基板Zを搬送しつつ、成膜を行う装置にも、好適に利用可能である。すなわち、本発明の製造方法では、長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、プラズマCVDによって成膜を行う装置であれば、各種の構成の成膜装置が、全て、利用可能である。

10

## 【実施例】

## 【0075】

## [実施例1]

図1および図3に示すようなCVD装置10を用いて、基板Zの表面に、窒化ケイ素膜を成膜して、ガスバリアフィルムを製造した。

## 【0076】

ドラム38は、温度調整手段を有する、直径1500mmのステンレス製のドラムを用いた。

基板Zは、厚さ100 $\mu$ mのPETフィルムを用いた。

成膜ガスは、シランガス(SiH<sub>4</sub>)、アンモニアガス(NH<sub>3</sub>)、窒素ガス(N<sub>2</sub>)および水素ガス(H<sub>2</sub>)を用いた。供給量は、シランガスが100sccm、アンモニアガスが200sccm、窒素ガスが500sccm、水素ガスが500sccmとした。また、成膜圧力は50Paとした。

20

成膜電極40には、高周波電源54から、周波数13.5MHzで、3000Wのプラズマ励起電力を供給した。さらに、ドラム38には、図示しない電源から、500Wのバイアス電力を供給した。また、成膜中は、ドラム38の温度を-20℃に調整した。

## 【0077】

上記成膜条件の下、前述のようにして、基板Zに厚さ100nmの窒化ケイ素膜を成膜した。なお、成膜中は、電極カバー52は、ドラム38と成膜電極40との間からは、退避しているのは、前述のとおりである。

30

成膜を1000m行なった時点で（すなわち1000mのガスバリアフィルムを製造した時点で）、成膜ガス、プラズマ励起電力、およびバイアス電力の供給を停止し、さらに、基板Zの搬送を停止して、成膜を停止した。

次いで、図3(A)~(C)に示すように、カバー移動手段によって、電極カバー52をドラム38と成膜電極40との間に挿入し、さらに、電極移動手段58によって、成膜電極40をドラム38に向けて移動して、電極カバー52に、若干、押圧し、電極カバー52によって成膜電極40の表面全面を覆った。

## 【0078】

このようにして、電極カバー52によって成膜電極40の表面全面を覆った後に、大気開放手段26によって、成膜室20、供給室18および巻取り室24に、大気（装置外部の空気）を導入して、各室を大気圧に戻した。

40

なお、大気の導入開始から、全ての室が大気圧になるまでの時間は、40分であった。

## 【0079】

## [実施例2]

図5に示す成膜室20を有するCVD装置を用いて、実施例1と、全く同様にして、基板Zに、厚さ100nmの窒化ケイ素膜を成膜して、ガスバリアフィルムを製造した。

なお、このCVD装置は、成膜室20が、電極カバー52、電極移動手段58およびカバー移動手段を有さず、かつ、ロードロック室86、成膜電極40の移動手段、蓋体90、および、蓋体90の移動手段を有する、図5に示す構成である以外は、実施例1で用いたCVD装置10と全く同じ構成を有する。

50

## 【 0 0 8 0 】

実施例 1 と同様に、成膜を 1 0 0 0 m 行なった時点で、成膜ガス、プラズマ励起電力、およびバイアス電力の供給を停止し、さらに基板 Z の搬送を停止して、成膜を停止した。

次いで、成膜電極 4 0 をロードロック室 8 6 に収容し、蓋体 9 0 によってロードロック室 8 6 を気密に閉塞した。次いで、実施例 1 と全く同様に、大気開放手段 2 6 によって大気を導入して、各室を大気圧に戻した。また、大気開放手段 9 2 によって大気を導入して、ロードロック室 8 6 も大気開放した。なお、大気の導入開始から、全ての室が大気圧になるまでの時間は、4 0 分であった。

## 【 0 0 8 1 】

## 〔 比較例 1 〕

実施例 1 と全く同様に、基板 Z の表面に厚さ 1 0 0 n m の窒化ケイ素膜を成膜して、ガスバリアフィルムを製造した。

実施例 1 と同様に、成膜を 1 0 0 0 m 行なった時点で、成膜ガス、プラズマ励起電力、およびバイアス電力の供給を停止し、さらに基板 Z の搬送を停止して、成膜を停止した。

次いで、電極カバー 5 2 によって成膜電極 4 0 の表面を覆わず、成膜電極 4 0 の表面を成膜系内に剥き出しにした状態で、実施例 1 と全く同様に、大気開放手段 2 6 によって大気を導入して、各室を大気圧に戻した。なお、大気の導入開始から、全ての部屋が大気圧になるまでの時間は、4 0 分であった。

## 【 0 0 8 2 】

## 〔 評価 〕

上記実施例 1、実施例 2、および、比較例において、大気開放を行なった後、ガイドローラ 4 8 からスリット 6 4 a までの間において、成膜済の基板 Z をサンプリングして、光学顕微鏡で観察した。その結果、実施例 1 および実施例 2 では、成膜した窒化ケイ素膜の剥離やクラックは、認められなかった。これに対し、比較例では、成膜した窒化ケイ素膜の剥離やクラックが確認された。

また、サンプリングした基板 Z ( ガスバリアフィルム ) の水蒸気透過率  $[g/(m^2 \cdot day)]$  を、カルシウム腐食法 ( 特開 2 0 0 5 - 2 8 3 5 6 1 号公報に記載される方法 ) によって、測定した。その結果、水蒸気透過率は、実施例 1 が、 $1.2 \times 10^{-3} [g/(m^2 \cdot day)]$ 、実施例 2 が、 $1.7 \times 10^{-3} [g/(m^2 \cdot day)]$ 、比較例が、 $7.4 \times 10^{-1} [g/(m^2 \cdot day)]$  であった。

## 【 0 0 8 3 】

また、実施例 1 および比較例では、大気開放を行なった後、装置内のクリーニングを行なって、再度、全く同様に、1 0 0 0 m の基板 Z に酸化ケイ素膜を成膜した。

なお、実施例 1 では、パーティクルによる装置内の汚染が極めて少なく、装置内のクリーニングは約 3 0 分で終了し、迅速に、2 回目の成膜を開始できた。これに対し、比較例では、装置内全体にパーティクルが飛散して、壁面等に付着しており、装置内のクリーニングに約 9 0 分の時間が掛かってしまった。

## 【 0 0 8 4 】

2 回目の成膜で酸化ケイ素膜を成膜した基板 Z について、ガイドローラ 4 8 からスリット 6 4 a までの間のみならず、巻取り軸 1 4 に巻き取られた領域からも 1 0 0 m 間隔で 1 0 点をサンプリングして、先と同様に、水蒸気透過率  $[g/(m^2 \cdot day)]$  を測定した。

その結果、実施例 1 では、全てのサンプルが、 $1.2 \times 10^{-3} [g/(m^2 \cdot day)]$  前後の水蒸気透過率であった。これに対して、比較例の水蒸気透過率は、ガイドローラ 4 8 からスリット 6 4 a までの間のサンプルは先と同じく  $7.4 \times 10^{-1} [g/(m^2 \cdot day)]$  であり、巻取り軸 1 4 に巻き取られた領域のサンプルは  $2.5 \times 10^{-2} [g/(m^2 \cdot day)]$  前後であった。

## 【 0 0 8 5 】

従来のように、成膜電極 4 0 の表面を成膜系内に露出した状態で大気開放のための大気導入を行なう比較例は、大気導入によって、成膜電極 4 0 の表面に付着 / 堆積した膜が剥離して、パーティクルとなって装置内を舞って、飛翔し、これが、窒化ケイ素膜を損傷し

10

20

30

40

50

、ガスバリア性を低下させたと考えられる。

これに対して、成膜電極40の表面を成膜系内に露出しない状態として、大気開放のための大気導入を行なった実施例1および実施例2は、窒化ケイ素膜の損傷およびガスバリア性の低下が認められなかった。この結果より、成膜電極40の表面を成膜系内に露出しないで大気導入を行なった実施例1および実施例2は、成膜電極40の表面に付着/堆積した膜が剥離して、装置内部で舞うことを、大幅に抑制できたと考えられる。

【0086】

また、2回目の成膜において、実施例1では、成膜した全域において、適正なガスバリア性が得られた。

これに対し、比較例では、装置内に付着したパーティクルが多いため、クリーニングを行なってもパーティクルを完全に除去できなかつたと思われる。そのため、ガイドローラ等に残存したパーティクルが、2回目の成膜の際に、基板Zの表裏面や酸化ケイ素に付着してしまい、これが酸化ケイ素膜の損傷等を招き、成膜した全域において、ガスバリア性が低下したと考えられる。すなわち、比較例では、前回の成膜/クリーニングで残存したパーティクルが、次回の成膜に悪影響を及ぼしてしまい、製品全域において適正な性能を得ることができなかつた。

以上の結果より、本発明の効果は、明らかである。

【産業上の利用可能性】

【0087】

ガスバリアフィルムや反射防止フィルムの製造など、各種の機能性フィルムの製造に、好適に利用可能である。

【符号の説明】

【0088】

10 (プラズマ)CVD装置

12 基板ロール

14 巻取り軸

18 供給室

20 成膜室

24 巻取り室

26 大気開放手段

28 回転軸

30, 42, 46, 48, 50, 68 ガイドローラ

32, 60, 70 真空排気手段

34, 64 隔壁

38 ドラム

40, 80 成膜電極

52 電極カバー

54 高周波電源

56 ガス供給手段

58, 82 電極移動手段

10

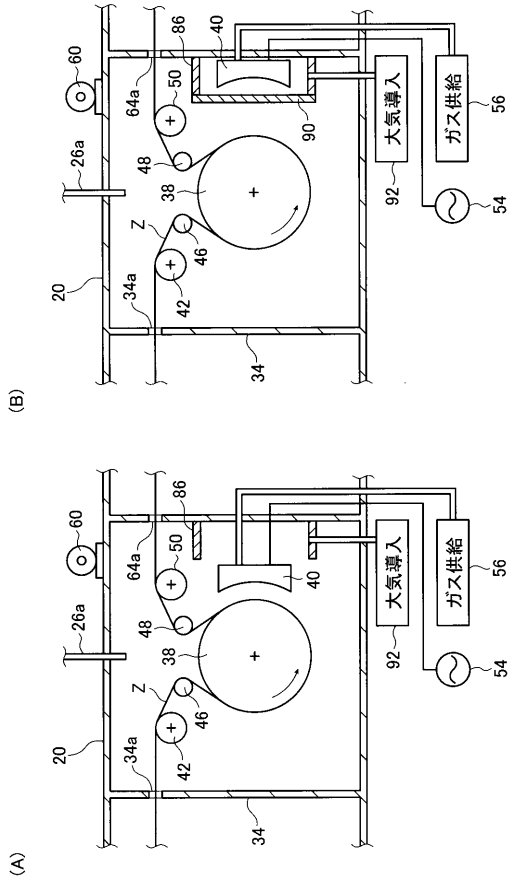
20

30

40



【 図 5 】



---

フロントページの続き

審査官 植前 充司

- (56)参考文献 特開2011-006788(JP,A)  
特開2003-142472(JP,A)  
特開2001-226776(JP,A)  
特開2009-209381(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C23C 16/509  
C23C 16/54