



(51) 国際特許分類6 C23C 14/30, 14/56	A1	(11) 国際公開番号 WO97/40206 (43) 国際公開日 1997年10月30日(30.10.97)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/01368 (22) 国際出願日 1997年4月21日(21.04.97) (30) 優先権データ 特願平8/124089 1996年4月22日(22.04.96) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東洋メタライジング株式会社 (TOYO METALLIZING CO., LTD.)[JP/JP] 〒103 東京都中央区日本橋本石町3丁目3番16号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 遠山俊六(TOHYAMA, Shunroku)[JP/JP] 〒411 静岡県三島市文教町2丁目12番3号 東レ鑑坂D-54 Shizuoka, (JP) 青柳 力(AOYAGI, Tsutomu)[JP/JP] 〒195 東京都町田市薬師台1丁目24番7号 Tokyo, (JP) 望月清人(MOCHIZUKI, Kiyohito)[JP/JP] 〒419-01 静岡県田方郡函南町344 コーポ服部206 Shizuoka, (JP)		谷 知(TANI, Satoru)[JP/JP] 〒411 静岡県駿東郡長泉町中土狩734 東レ中土狩5-16 Shizuoka, (JP) (74) 代理人 弁理士 香川幹雄(KAGAWA, Mikio) 〒279 千葉県浦安市美浜1丁目8番1号 (東レビル) 東レ株式会社 知的財産部内 Chiba, (JP) (81) 指定国 AU, CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書
(54)Title: DEVICE AND METHOD FOR CONTINUOUS VAPOR-DEPOSITION ON FILM (54)発明の名称 フィルムの連続蒸着加工装置および連続蒸着加工方法 (57) Abstract A device for continuous vapor-depositing on a film a thin layer having a highly accurate and uniform thickness and structure by providing a plurality of EBs (electron guns)/a plurality of evaporation points and the optimum design of the number of evaporation sources and the positions thereof to realize width-direction uniformity and the extremely high productivity. A method for continuous vapor-deposition of a film using the device is also disclosed. The device which continuously forms a single thin layer or multiple thin layers of a dielectric substance of metal having a width (L) of over 500 nm on a continuously running organic polymer film by using such a vapor-depositing system that an evaporation source material is housed in a hearth which is moving at a fixed speed and the evaporation source is continuously supplied to the point where an electron beam is applied. The device has the following features: (1) two or more electron beam applied points are provided for one kind of vapor-depositing material in the width direction of the film; (2) the vertical distance (D) between the electronic beam applied points and the film running is 300 mm; (3) the moving direction and moving speed of the hearth can be set separately, and (4) an appropriate correcting plate is provided between the electron beam applied points and the film so as to uniform the vapor-depositing speed distribution in the width direction.		

(57) 要約

複数のEB（電子銃）／蒸発点を設けて、幅方向の均一性と極大の生産性を実現するための蒸発源の数と位置の最適設計を提供し、以て、膜の厚みや構造などに関して改善された精度や均一性を有する薄膜を達成できるフィルムの連続的蒸着加工装置、およびそれを使ったフィルムの連続的蒸着加工方法が開示されている。

本発明のフィルムの連続蒸着加工装置は、一定速度で移動するハースに蒸発源材料を収納し、電子ビームの照射点に連続的に蒸発源を移動供給する蒸着方式によって、連続走行する有機高分子フィルムに蒸着加工幅（L）が500mm以上となるように、誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜する蒸着加工装置において、次の要件を満足することを特徴とするフィルムの連続蒸着加工装置である。

- (1) フィルムの幅方向に沿って、1種類の蒸着物質材料について2個以上の電子ビーム照射点を備えていること。
- (2) 電子ビーム照射点とフィルムの走行面との垂直距離（D）が300mm以上であること。
- (3) ハースの移動方向と移動速度を個別に設定できること。
- (4) 電子ビーム照射点とフィルムの走行面の間に、幅方向の蒸着速度分布を均一にするための適切な補正板が設けられていること。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボスニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャード
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴス	TJ	タジキスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ		ラヴィア共和国	TM	トルクメニスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	ML	マリ	TR	トルコ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MX	メキシコ	US	米国
CG	コンゴ	IT	イタリア	NE	ニジェール	UZ	ウズベキスタン
CH	スイス	JP	日本	NL	オランダ	VN	ヴェトナム
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NO	ノルウェー	YU	ユーゴスラビア
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	KR	朝鮮民主主義人民共和国	PL	ポーランド		
CU	キューバ	KP	大韓民国	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SD	スーダン		
EE	エストニア	LK	スリランカ	SE	スウェーデン		

明細書

フィルムの連続蒸着加工装置および連続蒸着加工方法

技術分野

本発明は、エレクトロンビーム方式（以下、E B方式と略す）によって、走行する有機高分子フィルムに誘電体または金属の単層または多層の薄膜を連続的に安定して成膜する連続蒸着加工装置、およびそれを用いて、長尺で幅の広い有機高分子フィルムに、誘電体または金属の単層または多層の薄膜を連続的に成膜する方法に関する。

本発明は、とくに蒸着加工幅が500mm以上になるように、長尺の有機高分子フィルムに、幅方向および長さ方向の膜厚分布が均一な成膜を可能とするフィルムの連続蒸着加工装置および連続蒸着加工方法に関する。

従来の技術

種々の目的の機能付与のために、広幅、長尺の有機高分子フィルムに二酸化硅素など金属酸化物薄膜を単層として、あるいは多層膜の1構成層として成膜することは、よく知られている。

例えば酸素や水蒸気などを対象としたガスバリア性をフィルムに付与するために、二酸化硅素薄膜をポリエステルフィルムなどに形成することが広く一般に行われている。この場合には、目的がガスバリア性の付与であるために、膜の厚みや構造などに関して厳しい精度や均一性は問われない。

また、反射防止を目的とする多層膜の1構成層として二酸化硅素など誘電体の薄膜を成膜することも多数実施されている。たとえば、特開昭56-113101号には、プラスチック基材の上に1ミクロン前後の二酸化硅素膜を真空蒸着し、さらにその上に多層膜の反射防止膜をコートする方法が開示されている。また、特公平6-85001号には、プラスチック透明基材の上に、ハードコート層を設けた後、第1および第4層を二酸化硅素膜とする4層からなる多層反射防止膜を形成した光学物品が提案されている。この場合には、反射防止というような光学的な使用を目的にするので当然のことながらその膜厚みに関しては精度と均一性が重要であると思われる。

しかし、この場合を含めて、膜厚みや構造に関して厳しい精度と均一性が問わ

れる場合に関して、金属酸化物薄膜を連続の長尺のフィルムに連続的に成膜することに関しては、精度と均一性との向上の困難性の認識を示したものではなく、かつ精度と均一性とを向上させる技術に関しての提案も見当たらない。

発明の開示

本発明者らは、長尺のフィルムに連続的に、多層膜の1構成層として二酸化硅素など金属酸化物で代表される誘電体や金属の薄膜をEB方式により蒸着成膜するときに、ある困難に突き当たった。すなわち、広幅、長尺のフィルムに連続的に蒸着成膜するためには、同一真空系内で、二酸化硅素など蒸着材料を継続的にEB照射領域に供給する必要がある。そのために常時一定方向に移動できる、好ましくは回転ハース（ハースとは蒸発源材料を収納する容器を意味する。）に蒸着材料である誘電体または金属酸化物を装填し、EB照射域で熔融、蒸着消費されるとともに、EB照射域を通過後、必要によっては消費量相応量を、熔融して蒸発せずに冷却固化した表層に補給しながら、EB照射点にもどってくる蒸着材料を繰り返し蒸着に供する方法を考案した。

また、とくに広幅の基板フィルムに、ある程度の生産性をもって、幅方向に関して均一な膜厚みとして蒸着成膜するためには、どうしても幅方向に関して複数のEBビームと蒸発点を設けて、生産性と膜厚の均一性のバランスを有効に設計することが重要な課題となった。一般に、EBビームが蒸着材料に照射されて蒸発し、蒸発領域に置かれた基板（本発明の場合：走行するフィルム）上に蒸着成膜させる場合、基板上のある1点における蒸着速度（単位時間当たりの膜厚）は、蒸発点とその点との距離および角度によって決定される。一般的には、基板を平面とし、蒸発点の直上のある点に基板平面を水平に設定した場合、その基板平面上の任意の点の蒸着速度は、 $\cos^n \theta$ （ θ ：蒸発点と任意の点との角度、 n ：4～7）に比例することが実験的にも、また論理的にも検証されている。

これらのことから、基板（本発明の場合：走行するフィルム）の面に関して均一な蒸着速度を実現するためには、基本的には蒸発密度の等密度分布曲面、上の議論からいえば、 $\cos^n \theta$ に沿った曲面にそって基板を設置する（本発明の場合：フィルムを走行させる）必要がある。しかも幅の広い基板の場合、一つの蒸発源で広い面積（幅方向）をカバーすることは生産性を考慮した場合、ほとんど

実現不可能な要請となる。本発明の場合、長さ方向に関しては走行速度の調節で膜厚と均一性はコントロールできる。通常使用可能なEB電子銃の場合、幅方向500mm程度までは、膜厚均一化のための適正な補正板を設けて、1個のEBガン／1蒸発源でまかなえる。

すなわち、本発明の課題は、一定速度で移動するハースに蒸発源材料を収納し、電子ビームの照射点に連続的に蒸発源を移動供給する蒸着方式によって、連続走行する有機高分子フィルムに蒸着加工幅(L)が500mm以上、望ましくは蒸着有効幅1000mm以上となるように、誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜する蒸着加工装置において、膜の厚みや構造などに関して改善された精度や均一性を有する薄膜を達成できる連続的蒸着加工装置を提供せんとするものであり、またそれを使った連続的蒸着加工方法を提供せんとするものである。

より具体的には、本発明の課題は、複数のEB(電子銃)／蒸発点を設けて、幅方向の均一性と極大の生産性を実現するための蒸発源の数と位置の最適設計を提供し、以て、膜の厚みや構造などに関して改善された精度や均一性を有する薄膜を達成できるフィルムの連続的蒸着加工装置を提供せんとするものであり、またそれを使ったフィルムの連続的蒸着加工方法を提供せんとするものである。

本発明者らが鋭意検討した結果、本発明の上記課題は、下記の構成を有する本発明によって工業的に有利に達成された。

[1] 一定速度で移動するハースに蒸発源材料を収納し、電子ビームの照射点に連続的に蒸発源を移動供給する蒸着方式によって、連続走行する有機高分子フィルムに蒸着加工幅(L)が500mm以上となるように、誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜する蒸着加工装置において、次の要件を満足することを特徴とするフィルムの連続蒸着加工装置。

- (1) フィルムの幅方向に沿って、1種類の蒸着物質材料について2個以上の電子ビーム照射点を備えていること。
- (2) 電子ビーム照射点とフィルムの走行面との垂直距離(D)が300mm以上であること。
- (3) ハースの移動方向と移動速度を個別に設定できること。

(4) 電子ビーム照射点とフィルムの走行面の間に、幅方向の蒸着速度分布を均一にするための適切な補正板が設けられていること。

[2] 電子ビーム照射点の数を $2m$ 個 ($m: 1$ 以上の整数) とし、フィルム幅方向の中心の位置 $\pm 200\text{ mm}$ の範囲の点 (A 点とする) に対して、 m 個ずつ互いにはほぼ対称の位置になるように配置し、かつ幅方向両端の電子ビーム照射点と A 点の距離 (X) を次式で表される範囲内にすることを特徴とする上記 [1] 項のフィルムの連続蒸着加工装置。

$$(m-1)L / (m+1) \leq X \leq mL / (m+1)$$

[3] 電子ビーム照射点の数を $2m+1$ 個 ($m: 1$ 以上の整数) とし、フィルムの幅方向の中心の位置 $\pm 200\text{ mm}$ の範囲の点 (A 点とする) に 1 個を配置し、他の $2m$ 個を A 点に対して互いにはほぼ対称の位置になるように左右 m 個ずつ配置されてなり、かつ幅方向両端の電子ビーム照射点と A 点の距離 (X) を次式で表される範囲内にすることを特徴とする上記 [1] 項のフィルムの連続蒸着加工装置。

$$mL / (2m+1) \leq X \leq (m+1)L / (2m+1)$$

[4] ハースが円回転し、蒸発源材料を収納する容器部分の水平断面形状が円板または円板の中央部分をくりぬいた円環形状であることを特徴とする上記 [1] 項のフィルムの連続蒸着加工装置。

[5] ハース内部にはほぼ隙間なくちょうどはまる形状に成型され蒸発源材料を用いて、上記 [4] 項の連続蒸着加工装置によって、連続走行する有機高分子フィルムに、蒸着加工幅 (L) が 500 mm 以上になるように、誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜することを特徴とするフィルムの連続蒸着加工方法。

[6] 上記 [4] 項の連続蒸着加工装置を使用し、顆粒または粉末状の蒸発源材料を、常時あるいは間欠的に、ハースに供給しながら、連続走行する有機高分子フィルムに、蒸着加工幅 (L) が 500 mm 以上になるように誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜することを特徴とするフィルムの連続蒸着加工方法。

[7] 顆粒または粉末状の蒸発源材料のハースへの供給量が蒸発消費される量

であることを特徴とする上記〔6〕項のフィルムの連続蒸着加工方法。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施例を行うための、フィルム、複数個の蒸発点の配置、そのための蒸着材料を装填するハース、その回転方向などの蒸発系周辺の設備条件を模式的に示した模式図である。

図2は、ハースH3とそれに対応するEBガンを使って、二酸化硅素をフィルムFに、特定の蒸着条件で蒸着させたときの、フィルム幅方向の二酸化硅素蒸着膜の厚みの分布を示したグラフである。

図3は、実施例における蒸発点E1、E2、E3、E4、E5の蒸発総和の分布を示したグラフである。

図中に用いられている符号（F、F0、H1～H5、E1～E5）は下記を意味する。

F：ポリエチレンテレフタレートフィルム

F0：ポリエチレンテレフタレートフィルムFの幅方向中心点

H1、H2、H3、H4、H5：5個のハース

E1、E2、E3、E4、E5：各ハースの蒸発点（EB照射点）

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の各構成の詳細な内容について説明する。

本発明において有機高分子フィルムとしては、目的とする機能に対応する1層または複数層の蒸着膜を形成して、その機能を担い、発現するに適したものが使われる。たとえば、反射防止機能を目的とする場合は、可視光線を透過できる透明性がある、ポリオレフィン系樹脂、ポリメタクリル酸系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、トリアセテート系樹脂などからなるフィルムが挙げられる。また場合によっては、その表面にハードコート層が形成されたものでもよい。本発明において、フィルムには、シートも含まれる。

本発明が目的とするところは、広幅、長尺のフィルムに連続的に二酸化硅素に代表される誘電体、金属酸化物や金属の薄膜を安定して蒸着成膜することであるので、本発明において有機高分子フィルムとしては、具体的には、幅500mm以上、長さ数十m、望ましくは数百m以上の長さのフィルムが通常用いられる。

また本発明の製品をディスプレイなどに装着する場合、一般的には片面に反射防止膜などの目的の機能を有する層を形成し、他の面とディスプレイを密着させて使用するために、その結合面の接着性をよくするために何等かの化学的、物理的表面処理（コーティング、コロナ放電処理など）を施すことも望ましい。

本発明で、蒸着対象とする二酸化硅素など金属酸化物は固体の状態ではース内に装填されるが、粉末、顆粒、溶融体からハース形状に合わせて成型した固体いずれであってもよい。しかし、安定した蒸発現象を保つために1回の連続蒸着成膜においては、形状的にも、化学組成的にも同一均質な材料を装填する必要がある。また、粉末、顆粒を使用する場合は、容積密度が小さいので、蒸着に消費された量に見合う量を継続的あるいは断続的に補給していくことが望ましい。溶融体から成型した固体の場合は容積密度が大きいので1回の連続蒸着に必要な量を1成型物とするのが望ましい。また溶融体から成型した固体の場合、電子ビームが表面で反射され易いので、効率よく照射エネルギーを吸収するために表面を粗面化したり、表層に薄く粉末か顆粒を敷いて蒸着を開始することも好ましい。

また標準的にはハースは、電荷のチャージアップを避けるためにアースを確実に取ることが必要である。しかし、金属酸化物でもITO（インジウム・スズ酸化物）など導電性材料の場合には、高周波プラズマを補助手段として使う場合、プラズマからハース、蒸着材料への電流ショートを避けるため、ハースをアースから完全に遮断する必要がある。

本発明の主要な構成を成す、2個以上の電子ビームの配置について説明する。すでに述べたように、有効蒸着加工幅（L）が500mm以上となると、蒸発源／蒸発点（EB照射点）を幅方向に2個以上配置して、生産性を確保する必要がある。1個の蒸発点で広い幅をカバーしようとする、蒸発点と基板（フィルム）の垂直距離（D）を大きくする必要があるが、Dの平方に逆比例して蒸着速度が低下する。またDをあまり小さくすると、EBガンの輻射熱の影響が大きく、耐熱性があまり高くない有機高分子フィルムにとっては好ましくない。これらのことから、Dは300mm以上が必須であり、望ましくは500mm以上であり、2個以上の蒸発点（EB照射点）が必要となる。真空系装置の限られた空間的大きさの制約と、蒸着加工幅を大きく越えて蒸発点を配置することは無駄が大き

くなることから、自ずと蒸発点（E B 照射点）の数には限界がある。平均すれば、蒸着加工幅 250 ～ 450 mm に対して 1 個の蒸発点を配置することが現実的である。当然のことながら、基板（フィルム）の任意の 1 点を考えた場合は、基本的にはすべての蒸発源からの蒸発粒子がデポジットされて、蒸発速度が決まる。そこで問題となるのが、幅方向に対して複数個の蒸発点（E B 照射点）をいかに配置して、複数の蒸発分布の総和を、目的とする有効蒸着加工幅（L）全域について均一にするかである。このとき、複数個の蒸発分布の総和を、フィルム面幅方向について、まったく均一にすることは不可能であるから、許容される分布幅を考慮して、蒸発分布の総和の凹凸を適切にコントロールする形で適正な補正板を用意する必要がある。この補正板で蒸着を遮らなければならない部分を最小にすることが複数個配置での課題といえる。また、複数個の蒸発量をすべて同じにする必要はなく、配置と各蒸発点の蒸発量のコントロールで全体の分布バランスを最適化する。

連続した長尺のフィルムに成膜するために、蒸着材料は十分に供給されなければならないが、安定した蒸着状態で、一つの固定された位置で十分な蒸着材料を供給することは困難であるため、一定速度で移動するハース望ましくは回転移動する容器に蒸着材料を充填し、蒸発点を E B 照射点に常時回転移動させることにより、一回の充填量で連続長尺のフィルムの蒸着必要量をまかなうか、あるいは E B 照射点から離れた位置で消費量に見合って顆粒または粉末を供給する方法が望ましい。一回の充填量で対応する場合は、容積密度を確保するために、移動容器に密着して収納できる形状の、熔融冷却してつくられた成型品が望ましい。ある深さをもった、水平断面形状が円環状の回転ハースが、この目的のために好都合に使うことができる。ここで、蒸着材料の移動方向（回転方向）によって、蒸発の空間分布が変動するので、複数個の蒸発点に対応する同じ数の複数個のハースの移動方向と移動速度はそれぞれ独立に設定できるようにして、幅方向の蒸発の総和の分布の均一化を容易ならしめることが必要である。一つの蒸発点に着目したとき、蒸着材料の移動方向（回転方向）に対応した空間蒸発分布となるので、一般的には、蒸発点に関して点対称の分布とはならず、ある傾きをもった分布となるため、複数個の蒸発の分布の総和も、複数個蒸発点の配置の中心点に対し

て必ずしも対称とはならない。したがって、フィルムにおける蒸着すべき幅（本発明では500mm以上）に対して、その中心点と複数個蒸発点の配置の中心点とは異なった位置に設定する必要がある、すなわち、実験あるいは計算で個別の蒸発点における蒸発条件（移動方向、移動速度など）に対応する蒸発分布を確認しておき、複数個蒸発点の配置の中心点とフィルムにおける蒸着すべき幅の中心点との相対位置関係を設定する必要がある。種々検討の結果、フィルムにおける蒸着すべき幅の中心点の位置±200mmの範囲に複数個蒸発点の中心点を設定すれば、決められた数の蒸発源に対して、蒸発速度と均一分布の点から効率的な蒸発源配置が可能となることが判った。

この検討の中で、効率的な配置を取るための重要な要件として、複数個の蒸発点の配置で、幅方向両端の位置が極めて重要であることがわかった。フィルムの蒸着すべき幅方向に対して、両端の蒸発点があまりに内側過ぎると、幅方向端部の蒸着速度が小さく、幅方向の均一性の確保が不可能となる。両端の蒸発点がフィルムの蒸着すべき幅を越えて、その外に配置することも含めて、フィルムの蒸着すべき幅両端部に接近した位置に両端の蒸発点を設置する必要があることを見出した。

すなわち、電子ビーム照射点の数が2m個（m：1以上の整数）の場合は、フィルム幅方向の中心の位置±200mmの範囲の点（A点とする）に対して、m個ずつ互いにはほぼ対称の位置になるように配置し、かつ幅方向両端の電子ビーム照射点とA点の距離（X）が（1）式で表される配置とし、

$$(m-1)L/(m+1) \leq X \leq mL/(m+1) \quad (1)$$

電子ビーム照射点の数が2m+1個（m：1以上の整数）とする場合は、フィルムの幅方向の中心の位置±200mmの範囲の点（A点とする）に1個を配置し、他の2m個をA点に対して互いにはほぼ対称の位置になるように左右m個ずつ配置されてなり、かつ幅方向両端の電子ビーム照射点とA点の距離（X）が（2）式で表される位置に配置することが望ましい。

$$mL/(2m+1) \leq X \leq (m+1)L/(2m+1) \quad (2)$$

Xを大きくして、フィルムの蒸着すべき幅両端部をあまりに越えて外の位置に設置することは、分布の均一性の点からは望ましい場合でも、蒸発成分を無駄にす

るという点から好ましくない。現実的には、(1)、(2)式で表される範囲にすることが望ましい。

このような幅方向両端の蒸発点配置（電子ビーム位置）を取ることで、残る蒸発点（電子ビーム位置）の配置設計は簡単な試行計算によって決定できる。これら複数個の蒸発点（電子ビーム位置）の配置は必ずしも正確に左右対称の必要がないが、ほぼ対称配置設計から出発し、すでに説明した個別の蒸発分布の非対称性を織り込んで、蒸発の総和の分布の凹凸を最小限にする方向で、配置設計を微調整することによって最終的な配置設計が可能である。

以上の最適配置設計で、まだ幅方向に関して残る蒸発の分布総和の凹凸（不均一性）は、最終的に適正な補正版の設置によって対応しなければならない。

本発明のEB方式による、長尺のフィルムへの金属酸化物の安定した蒸着膜の形成技術は、種々の蒸着物質の蒸着に使用できることはいうまでもない。上記の説明から、とくに二酸化硅素のほかに、酸化アルミ、酸化セシウム、酸化すず、酸化アンチモン、酸化鉛など溶融体の粘性の高い金属酸化物の蒸着膜を、厚みなどを精度高く、形成しようとする場合に優れて有効である。

さらに本発明の金属酸化物などの誘電体あるいは導電体（ITOなど）および金属の蒸着膜の形成方法は、フィルム面に、単一層として成膜する場合だけでなく、反射防止膜など多層構成のなかの構成層として成膜する場合についても有効であることはいうまでもない。

また、金属酸化物のEB蒸着を効率よく、緻密で酸化度の十分な膜を成膜するために、この分野でよく利用されている、高周波プラズマ、イオンビーム、プラズマガンなどの蒸着補助手段（assisting measures）を併用することも望ましい。

実施例

以下に本発明の態様を実施例をもって説明するが、これによって本発明は限定されるものではない。

図1に、実施例を行った際の、走行フィルム系、5つの回転ハースの蒸発点の配置についての全体関係をモデル図式化したものを示す。回転ハースの水平断面図と真上から見た図も示す。厚み150μm、幅1100mm、長さ500mの

ポリエチレンテレフタレートフィルムの片面に、紫外線硬化型の多官能アクリル樹脂を主体とする厚み $6\text{ }\mu\text{m}$ のハードコートを施した。このフィルムの片面に、第1層が酸化ジルコニウム、第2層と第4層が二酸化珪素、第3層が酸化チタンからなる反射防止膜を形成した。これら各蒸着材料は、円環外径 160 mm 、円環内径 90 mm 、厚み 15 mm のディスクに成型して、回転ハース内部に密着するようにした。

図1に示すように、5個の回転ハース（左側から、H1、H2、H3、H4、H5）を、横一線、同一平面上になるように配置した。それぞれのハースでの蒸発点（左側から、E1、E2、E3、E4、E5）と走行するフィルム面との垂直距離が 600 mm になるようにフィルム走行面とハースの相対位置を設定した。また、蒸発点E3を中心に、点E1とE5、E2とE4がそれぞれ点対称の位置になるように、各ハースとEBガン（図には描いていない）の位置を設定した。図2に、予備実験として、ハースH3とそれに対応するEBガンだけを使って、二酸化珪素をフィルムFに、特定の蒸着条件（ハース回転速度、EB照射条件、フィルム走行速度など）で蒸着させたときの、フィルム幅方向の二酸化珪素蒸着膜の厚みの分布を計測した結果を示した。この時の、ハースH3の回転方向は、図1と同じ反時計方向とした。

図2から分かるように、膜厚の分布は、蒸発点E3の真上のフィルム上の点F0に対して対称ではない。これは、すでに説明したようにハースの回転方向、回転速度、EB照射条件によって決まる対象からの偏差である。この偏差は、ある程度は計算によっても推定が可能であるが、実際には、実験によって測定し、この結果を用いて、蒸発点E1、E2、E3、E4、E5、ハースH1、H2、H3、H4、H5の配置と回転方向の決定を行う。図2の分布が与えられれば、試行計算あるいはコンピューターによる計算から、フィルム全面が受ける膜厚分布の最適化が達成される。この場合、図1に示したように、蒸発点E1、E2、E4、E5は、それぞれ蒸発点E3からそれぞれ 600 mm 、 350 mm 、 350 mm 、 600 mm と設定することにより、図3に示すような、蒸発点E1、E2、E3、E4、E5の総和の分布を得ることができた。このときの各ハースの回転方向は図1に示したように、計算から、好ましい設定としてH1、H2、H

4 を時計針回転方向、H3、H5 を反時計針回転方向としてある。

次に、図3で得た5個の蒸発の総和分布から、1100mm幅の均一な膜厚分布を得るための適切な補正板形状を決定した。

以上によって、目的とする蒸着幅1100mmに対して、5個の蒸発点（5個のEBガン）の空間配置、ハースの回転方向、補正板の形状を設定できた。図2の予備実験と同じ加工条件で、この蒸発点（5個のEBガン）配置設計で、多層膜の構成層として第2層と第4層の二酸化硅素蒸着膜を成膜した。

第1層の酸化ジルコニウム、第3層の酸化チタンも、上記と同じ予備実験過程を経て、それぞれに蒸発点（5個のEBガン）配置設計、補正板形状、ハース回転条件（方向と速度）を設定して、4層からなる反射防止膜を形成した。得られた反射防止膜は、フィルムの全長500m、幅方向1100mmにわたって、波長450～650nmの可視光線領域での反射率は1.0%以下で、反射防止膜特性として極めて均一性の良好な物を得ることができた。

本実施例の場合は、5個の蒸発点の中心位置（E3）フィルムの幅方向の中心位置とを一致させることができたが、E3単一の蒸発の分布が著しく非対象となる場合は、複数個の蒸発点の中心位置はフィルムの幅方向の中心点からずらして設定し、かつ複数個の蒸発点の相対位置関係も本実施例のように対称的配置より若干ずらすことが必要になる。

産業上の利用可能性

本発明によって、広幅、連続長尺の有機高分子フィルムに、複数個のEBガンを使う蒸着方式で誘電体など金属酸化物あるいは金属の薄膜を連続的に安定して成膜でき、幅方向、長さ方向に関して性能の均一な製品が得られる。従って、本発明にかかるフィルムの連続蒸着加工装置および連続蒸着加工方法は、特に多層反射防止膜を有するプラスチック製光学物品の工業的製造に極めて有効に用いることが出来る。そして、かかる多層反射防止膜を有するプラスチック製光学物品は、カソードレイチューブ、液晶ディスプレイおよびガラスまたはプラスチック製ショーケースに有効に適用できる。

請求の範囲

1. 一定速度で移動するハースに蒸発源材料を収納し、電子ビームの照射点に連続的に蒸発源を移動供給する蒸着方式によって、連続走行する有機高分子フィルムに蒸着加工幅（L）が500mm以上となるように、誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜する蒸着加工装置において、次の要件を満足することを特徴とするフィルムの連続蒸着加工装置。

- (1) フィルムの幅方向に沿って、1種類の蒸着物質材料について2個以上の電子ビーム照射点を備えていること。
- (2) 電子ビーム照射点とフィルムの走行面との垂直距離（D）が300mm以上であること。
- (3) ハースの移動方向と移動速度を個別に設定できること。
- (4) 電子ビーム照射点とフィルムの走行面の間に、幅方向の蒸着速度分布を均一にするための適切な補正板が設けられていること。

2. 電子ビーム照射点の数を2m個（m：1以上の整数）とし、フィルム幅方向の中心の位置±200mmの範囲の点（A点とする）に対して、m個ずつ互いにほぼ対称の位置になるように配置し、かつ幅方向両端の電子ビーム照射点とA点の距離（X）を次式で表される範囲内とすることを特徴とする請求項1記載のフィルムの連続蒸着加工装置。

$$(m-1)L/(m+1) \leq X \leq mL/(m+1)$$

3. 電子ビーム照射点の数を2m+1個（m：1以上の整数）とし、フィルムの幅方向の中心の位置±200mmの範囲の点（A点とする）に1個を配置し、他の2m個をA点に対して互いにほぼ対称の位置になるように左右m個ずつ配置されてなり、かつ幅方向両端の電子ビーム照射点とA点の距離（X）を次式で表される範囲内とすることを特徴とする請求項1記載のフィルムの連続蒸着加工装置。

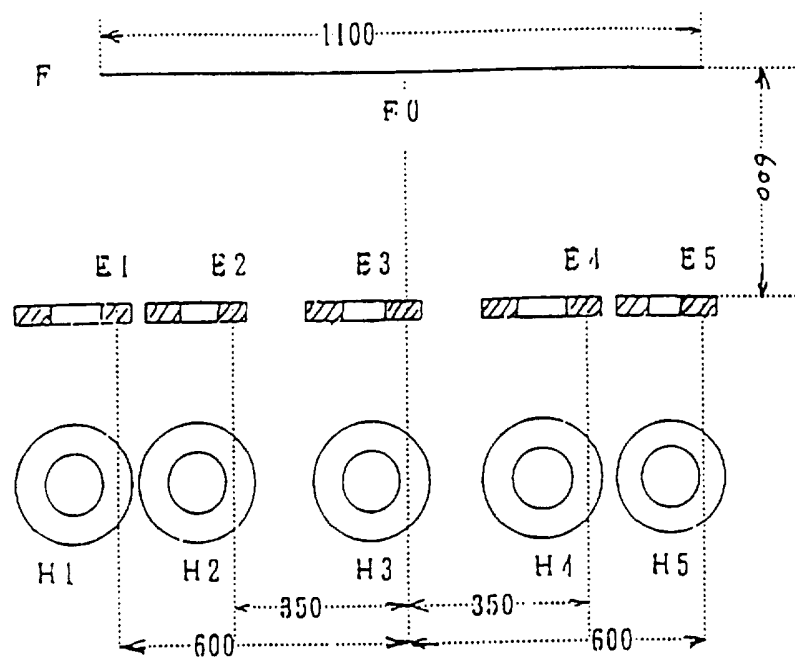
$$mL/(2m+1) \leq X \leq (m+1)L/(2m+1)$$

4. ハースが円回転し、蒸発源材料を収納する容器部分の水平断面形状が円板または円板の中央部分をくりぬいた円環形状であることを特徴とする請求項1記載のフィルムの連続蒸着加工装置。

5. ハース内部にはほぼ隙間なくちょうどはまる形状に成型され蒸発源材料を用いて、請求項4の連続蒸着加工装置によって、連続走行する有機高分子フィルムに、蒸着加工幅（L）が500mm以上になるように、誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜することを特徴とするフィルムの連続蒸着加工方法。

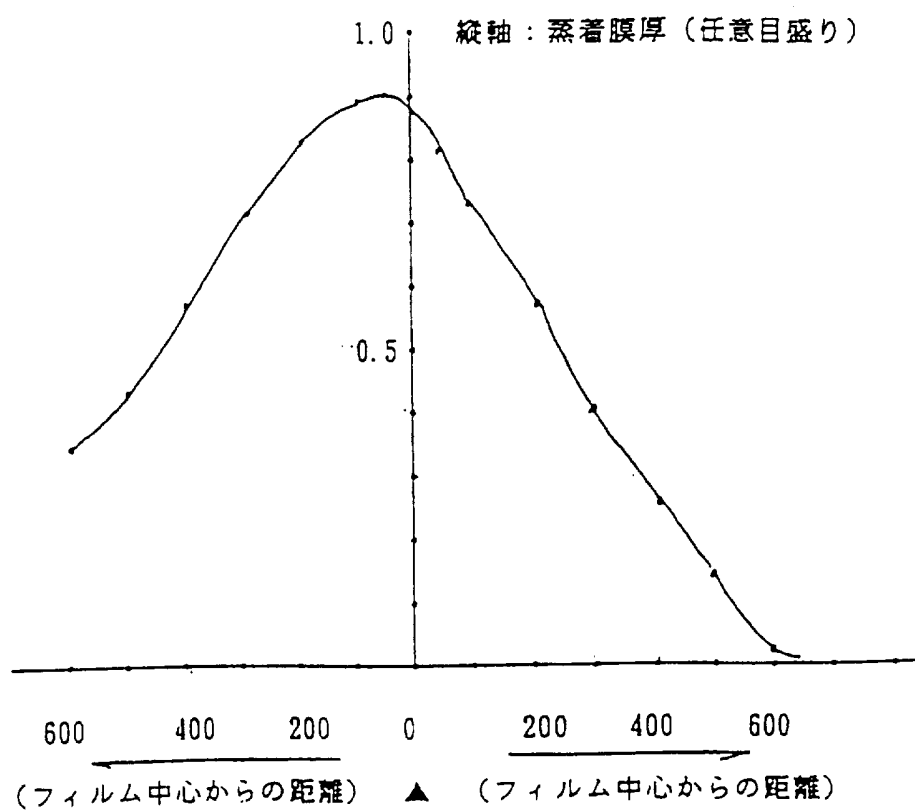
6. 請求項4の連続蒸着加工装置を使用し、顆粒または粉末状の蒸発源材料を、常時あるいは間欠的に、蒸発消費される量に見合うようにハースに供給しながら、連続走行する有機高分子フィルムに、蒸着加工幅（L）が500mm以上になるように誘電体または金属の蒸着物質の単層または多層の薄膜を連続的に成膜することを特徴とするフィルムの連続蒸着加工方法。

図 1



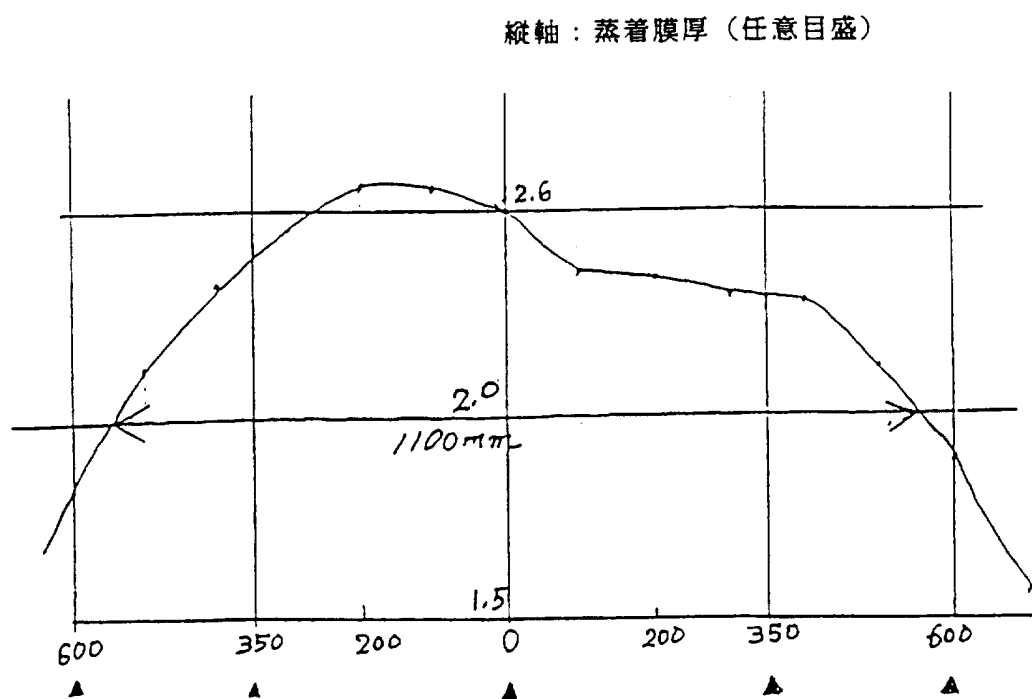
注：単位はmm

図 2



注：単位はmm

図 3



▲：蒸発点直上点

注：単位はmm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/01368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ C23C14/30, 14/56

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. Cl⁶ C23C14/30, 14/56

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996	Jitsuyo Shinan Toroku
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997	1996 - 1997

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, 61-94239, A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), May 13, 1986 (13. 05. 86) (Family: none)	1 - 6

☐ 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 document 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

July, 8, 1997 (08. 07. 97)

Date of mailing of the international search report

July 23, 1997 (23. 07. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁸ C 23 C 14/30, 14/56		
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 ⁸ C 23 C 14/30, 14/56		
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 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1997年 日本国登録実用新案公報 1994-1997年 日本国実用新案登録公報 1996-1997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	J P, 61-94239, A, (富士写真フィルム株式会社) 13. 5月. 1986 (13. 05. 86) (ファミリーなし)	1-6
☐ 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」先行文献ではあるが、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	国際調査報告の発送日	
08. 07. 97	23.07.97	
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	
日本国特許庁 (ISA/J P)	鈴木正紀	
郵便番号100	4 K	8520
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101 内線 3435	