

(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2004-137385  
(P2004-137385A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
C08F 291/00

F I  
C O 8 F 291/00

テーマコード (参考)  
4 J O 2 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-303989 (P2002-303989)	(71) 出願人 000004097 日本原子力研究所 千葉県柏市末広町1-4番1号
(22) 出願日	平成14年10月18日 (2002.10.18)	(71) 出願人 000000239 株式会社荏原製作所 東京都大田区羽田旭町1-1番1号
		(74) 代理人 100089705 弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人 100075236 弁理士 栗田 忠彦
		(74) 代理人 100092015 弁理士 桜井 周矩
		(74) 代理人 100092886 弁理士 村上 清

最終頁に続く

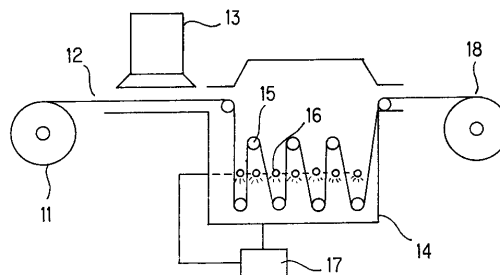
(54) 【発明の名称】 長尺高分子基材に対する放射線グラフト重合方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】長尺の有機高分子基材、特にフィルムやネットなどの形状の長尺有機高分子基材に対して、少ないモノマー量で放射線グラフト重合を均一に且つ効率的に行う方法及び装置を提供する。

【解決手段】本発明は、長尺の有機高分子基材を順次送りだしてそれに放射線を照射する工程；照射済みの基材にモノマー液を噴霧しながらグラフト重合を行う工程；を含むことを特徴とする、長尺有機高分子基材の放射線グラフト重合方法に関する。本発明によって得られるグラフト材料は、ガス除去フィルタ、重金属類除去フィルタ、イオン交換材料、液体用イオン除去フィルタなどとして有用に用いることができる。

【選択図】 図2



本発明の連続グラフト重合装置

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

長尺の有機高分子基材を順次送りだしてそれに放射線を照射する工程；照射済みの基材にモノマー液を噴霧しながらグラフト重合を行う工程；を含むことを特徴とする、長尺有機高分子基材の放射線グラフト重合方法。

## 【請求項 2】

長尺の有機高分子基材が、フィルム状又はネット状の基材である請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

長尺の有機高分子基材を順次送り出す装置；送り出された長尺の有機高分子基材に順次放射線を照射するための放射線照射装置；照射済みの基材に対してグラフト重合を行うためのグラフト反応室；グラフト反応室から排出されるグラフト済みの有機高分子基材を巻き取る装置；を有し、グラフト反応室において、照射済みの基材をグラフト反応室内を通過させるための搬送手段が配置されており、グラフト反応室内で搬送されている基材に対して、グラフトモノマー液を噴霧する手段が配置されていることを特徴とする長尺有機高分子基材用の放射線グラフト重合処理装置。

10

## 【請求項 4】

グラフトモノマー液を噴霧する手段が、ノズル、シャワー又はミスト発生装置である請求項 3 に記載の装置。

## 【請求項 5】

噴霧後のグラフトモノマー液を回収し、モノマー液噴霧手段に再循環する手段を有する請求項 3 又は 4 に記載の装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、長尺の有機高分子基材、特にフィルムやネットなどの形状の長尺有機高分子基材に対して、少ないモノマー量で放射線グラフト重合を均一に且つ効率的に行う方法及びそれに用いる装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

放射線グラフト重合法は、有機高分子（ポリマー）基材に放射線を照射してラジカルを生成させ、それにグラフトモノマーを反応させることによって、所望のグラフト重合体側鎖を基材に導入することのできる方法であり、グラフト鎖の数や長さを比較的自由にコントロールすることができ、また、各種形状の既存の高分子材料にも、均一に内部にまでラジカルを生成させて重合体側鎖を導入することができるので、機能性材料、例えばガス除去フィルタ、重金属類除去フィルタ、イオン交換材料、液体用イオン除去フィルタなどの製造方法として、最近とみに注目されている。

30

## 【0003】

放射線グラフト重合法用の有機高分子基材としてよく使用されている基材の形状としては、織布、不織布、多孔膜、フィルム、ネット等が挙げられるが、これらの基材は長尺ロールとして取り引きされている場合が多い。このような長尺ロール状の基材に放射線グラフト重合を行う方法としては、長尺ロールに対してそのまま放射線照射・グラフト重合反応を行う方法と、長尺ロールから順次基材を送り出しながら放射線照射・グラフト重合反応を行う方法とに大別される。前者はガンマ線照射を行う場合に適しており、後者は電子線照射を行う場合に適している。

40

## 【0004】

電子線照射装置が最近では安価になってきたこと、及びグラフト重合の生産性が上がるなどの利点により、長尺基材に対して工業的に放射線グラフト重合を行う場合には電子線照射を用いて、長尺ロールから順次基材を送り出しながら電子線照射・グラフト重合反応を行う方法が有利であると言われている。

## 【0005】

50

一方、グラフト重合法には、モノマーと基材との接触方法により、モノマー溶液に基材を浸漬させたまま重合を行う液相グラフト重合法、モノマーの蒸気に基材を接触させて重合を行う気相グラフト重合法、基材をモノマー溶液を浸漬した後、モノマー溶液から取り出して気相中で反応を行わせる含浸気相グラフト重合法などがある。

【0006】

放射線グラフト重合処理を行う長尺ロール状の基材が織布や不織布などの空隙性材料の場合には、反応させたい量のモノマー液を基材に保持させてグラフト重合を行う含浸気相重合法が適している。これは、グラフト率のばらつきが小さいという液相グラフト重合法の利点と、モノマーの消費量が少ないという気相グラフト重合法の利点という、両者の長所が生かせるからである。

10

【0007】

しかしながら、モノマー液を保持できない形態の基材、例えばフィルム、ネット等の基材の場合には、含浸気相グラフト重合法を採用することができない。従って、これらの形態の長尺基材に対しては、液相グラフト重合法を採用することが多かった。図1に、長尺ロール状の基材に対して、連続的に液相グラフト重合を行う装置の概要を示す。長尺基材2は、送り出しロール1に取り付けられ、順次送り出されて、電子線照射装置3によって電子線が照射される。照射済みの基材は、次にグラフトモノマー液5が収容されたグラフト反応槽4内に誘導される。グラフト反応槽4内には誘導ロール6が配置されていて、これによって、基材はモノマー液中を連続的に通過せしめられて、グラフト重合反応が行われる。グラフト重合処理が終わった基材は、順次巻き取りロール7に巻き取られる。

20

【0008】

このような液相グラフト重合法では、グラフトモノマー液を収容するグラフト反応槽4を大きくしなければならないため、使用済みのモノマー液が大量に発生すること、基材に残留するモノマーを洗浄するための薬剤が多量に必要となることなどといった問題点があり、省資源・省エネルギーの社会的背景に合致しないばかりでなく、コスト的にも高いものになっていた。

【0009】

また、気相グラフト重合法では、グラフト重合反応器内におけるグラフトモノマー蒸気の濃度を均一にすることが難しく、グラフトむらなどの問題があった。

【0010】

30

【特許文献1】

特開平1-292174号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

このような状況の中で、フィルムやネットなどの保液性の小さな高分子基材に対しても、使用するモノマー液量が少なく、均一なグラフト重合が可能な連続重合方法が待望されていた。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記の課題を解決する手段として本発明を完成した。即ち、本発明は、長尺の有機高分子基材を順次送りだしてそれに放射線を照射する工程；照射済みの基材にモノマー液を噴霧しながらグラフト重合を行う工程；を含むことを特徴とする、長尺有機高分子基材の放射線グラフト重合方法に関する。

40

【0013】

また、本発明の他の態様は、長尺の有機高分子基材を順次送り出す装置；送り出された長尺の有機高分子基材に順次放射線を照射するための放射線照射装置；照射済みの基材に対してグラフト重合を行うためのグラフト反応室；グラフト反応室から排出されるグラフト済みの有機高分子基材を巻き取る装置；を有し、グラフト反応室において、照射済みの基材をグラフト反応室内を通過させるための搬送手段が配置されており、グラフト反応室内で搬送されている基材に対して、グラフトモノマー液を噴霧する手段が配置されているこ

50

とを特徴とする長尺有機高分子基材用の放射線グラフト重合処理装置に関する。

【0014】

【発明の実施の形態】

本発明は、放射線を照射した基材に、グラフトモノマー液を噴霧しながらグラフト重合を行うことを特徴とする。このように基材に対してモノマー液を噴霧することにより、必要量のモノマー液のみを使用することができるので、コストが低くなると共に、廃液処理の問題も低減される。

【0015】

基材に対してグラフトモノマー液を噴霧する方法としては、例えば、超音波発生装置などによってグラフトモノマーのミストを発生させ、これを基材に対して吹き付けたりして施す方法や、シャワーやスプレーなどでモノマー液を基材に対して吹き付ける方法などを採用することができる。なお、モノマーのミストを発生させる方法においては、グラフト反応室内にミストが拡散するので、反応室内でモノマーミストの濃度分布が均一になるように、攪拌機構を設置することができる。この目的で用いられる攪拌機構としては、超音波攪拌装置やファンなどを好適に用いることができる。

10

【0016】

本発明によってグラフト重合処理することのできる基材としては、ポリオレフィン系の有機高分子材料などが好ましい例として挙げられる。ポリオレフィン系の有機高分子材料は、放射線に対して崩壊性ではないので、放射線グラフト重合法によってグラフト側鎖を導入する目的に用いるのに適している。また、有機高分子基材の形態としては、繊維、又は繊維の集合体である織布又は不織布、或いはそれらの加工品、例えばスポンジ状の材料等や、中空系、膜、フィルム、ネットなどの形態を挙げることができる。この中でも特に、含浸気相グラフト重合法を適用することができない保液性が小さなフィルムやネットなどの形態の基材に対して、本発明を好適に適用することができる。

20

【0017】

本発明において用いることのできる放射線としては、 $\gamma$ 線、 $e^-$ 線、電子線、紫外線などを挙げることができるが、本発明において用いるのには、長尺ロール状の基材を順次送りだしながら照射を行う場合に適している電子線が最も好ましい。吸収線量としては10～300 kGyが好ましく、50～200 kGyがより好ましい。

【0018】

本発明によって基材にグラフト重合することのできるグラフトモノマーとしては、放射線グラフト重合法において通常用いられている任意のモノマーを用いることができる。例えば、イオン交換基や親水基などの官能基を有する重合性モノマーをグラフトモノマーとして用いて本発明の放射線グラフト重合を行うことにより、有機高分子基材の主鎖上に、これらの官能基を有するグラフト重合体側鎖を有する有機高分子材料を形成することができる。この目的で用いることのできるグラフトモノマーとしては、例えば、カチオン交換基を有する重合性単量体として、アクリル酸、メタクリル酸、スチレンスルホン酸ナトリウム、ビニルスルホン酸ナトリウムなど；アニオン交換基を有する重合性単量体として、ビニルベンジルトリメチルアンモニウムクロリド、ジエチルアミノエチルメタクリレート、ジメチルアミノプロピルアクリルアミド(DMA PAA)など；親水基を有する重合性単量体として、アクリルアミド、ヒドロキシエチルメタクリレート、N-ビニルアセトアミドなどを挙げることができる。

30

40

【0019】

また、それ自体は上記の官能基を有しないが、上記の官能基に変換させることのできる基を有する重合性単量体をグラフトモノマーとして用いて本発明に係るグラフト重合を行い、次に所定の薬剤を作用させることによって、上記の官能基を有するグラフト重合体側鎖を有する有機高分子材料を形成することができる。この目的で用いることのできる重合性単量体としては、メタクリル酸グリシジル、スチレン、アクリロニトリル、アクロレイン、クロロメチルスチレンなどを挙げることができる。例えば、メタクリル酸グリシジルをグラフト重合によって高分子基材上に重合体側鎖として導入した後、ジメチルアミンやイ

50

ミノジエタノールを反応させてアミノ化することによって、アニオン交換基をグラフト重合体側鎖上に有する有機高分子材料を形成することができる。同様にメタクリル酸グリシジルをグラフト重合によって高分子基材上に重合体側鎖として導入した後、亜硫酸ナトリウム水溶液でスルホン化することによってカチオン交換基に転換させることができる。また、グラフト重合を行った後の高分子基材にイミノジ酢酸などのキレート化剤を作用させるとイミノジ酢酸基などのキレート基を導入することができる。

【0020】

なお、用いるグラフトモノマーが液体の場合にはそのまま或いは適当な濃度に希釈して基材に施すことができ、またモノマーが固体の場合には水などのような適当な溶媒に溶解した溶液を基材に施すことができる。

10

【0021】

本発明によってイオン交換基などの各種官能基を有するグラフト重合体側鎖が導入された多孔膜や不織布などの形態の有機高分子材料は、ガス中のイオン除去フィルター、液体中のイオン除去フィルター、液体中の金属除去フィルターなどとして好適に用いることができる。また、アクリルアミド、ジメチルアクリルアミド、ヒドロキシエチルメタクリレート、ビニルピロリドンなどのような親水性基を有するグラフト重合体側鎖を導入した材料は、水分吸着材料として用いることができるし、各種イオン交換基を透過膜（フィルム）基材に導入すると、電池材料や逆浸透膜材料として有用な材料を得ることができる。更に、本発明方法によって製造された有機高分子材料の官能基に更に機能性の金属や金属酸化物などを担持すれば、更に別の機能を有する機能性材料を形成することができる。例えば、イオン交換基やキレート基などを導入した有機高分子材料の当該官能基にマンガン酸化物などを担持させれば、硫黄系ガス除去材として有効な有機高分子材料を形成することができる。

20

【0022】

以下において、本発明を図2を参照して説明する。図2は、本発明の一具体例に係るグラフト重合装置の構成を示す概念図である。図2において、11は送り出しロール、12は長尺基材、13は電子線照射装置、14はグラフト反応室、15は誘導ロール、16はモノマー液噴射ノズル、17はモノマー液回収装置、18は巻き取りロールである。

【0023】

長尺基材12は、送り出しロール11に取り付けられ、順次送り出されて、電子線照射装置3によって電子線が照射される。照射済みの基材は、次にグラフト反応室14内に誘導される。グラフト反応室14内には誘導ロール15が配置されていて、これによって、基材はグラフト反応室内を連続的に通過せしめられる。グラフト反応室内を搬送される基材に近接してモノマー液噴射ノズル16が配置されていて、グラフト反応室を搬送中の基材に対してモノマー液が吹き付けられる。この際、例えば、適当な量のモノマー液を基材に吹き付けて、モノマー液が基材表面を流れ落ちるようにして基材表面を均一に濡らすようにすると好ましい。これによって、基材にモノマー液が均一に施されて、グラフト反応室内を基材が搬送される間にグラフト重合が行われる。

30

【0024】

なお、グラフト反応室内は、所望のグラフト重合を速やかに進行させるために、25 ~ 100、より好ましくは35 ~ 80の温度に保持することが望ましい。

40

【0025】

また、グラフト反応室内を搬送される基材の表裏両面に均一にモノマー液が施されるように、モノマー液噴射ノズルを搬送される基材の表裏両側面に配置して、基材の表裏両面で均一にグラフト重合を進行させることが好ましい。

【0026】

連続グラフト重合においては、有機高分子基材上で励起されたラジカルを直ちに重合反応に利用するので、反応速度が大きく、モノマー濃度の不均一化が生じやすい。特に、反応初期においてグラフト重合速度が大きいので、モノマー液噴射ノズル16を、グラフト反応室内の基材搬送路に沿って複数設置することが好ましい。

50

## 【0027】

疎水性の基材に親水性のモノマーを接触させる場合などは、他のモノマーや薬液を共存させて使用してもよい。例えば、ポリエチレンフィルムにスチレンスルホン酸ナトリウムをグラフトする場合などは、固体のスチレンスルホン酸ナトリウムを水に溶解した溶液をポリエチレンフィルムに吹き付けただけでは全くグラフト重合が進行しない。この場合、スチレンスルホン酸ナトリウム溶液に単独でもグラフト重合が可能なアクリル酸を適宜量添加すると、スチレンスルホン酸ナトリウムのグラフト重合を進行させることができる。

## 【0028】

所望のモノマー液が施されてグラフト重合が行われた処理済みの基材は、順次巻き取りロール18に巻き取られる。

本発明の主たる目的の一つはモノマー使用量の低減である。そこで、基材に対して供給したモノマーを回収して再利用することが好ましい。図2に示す装置においては、モノマー液噴射ノズル16からグラフト反応室内を搬送される基材に吹き付けられて、基材の表面上を濡らしながら流下した後に下方に落下したモノマー液を、モノマー液回収装置17で回収して、再びモノマー液噴射ノズル16に送ることによって、モノマー液の再利用が図れ、モノマー使用量の更なる低減を促進することができる。また、グラフト反応室14内で気化したモノマー蒸気は、冷却トラップなどで凝縮させてモノマー液回収装置17に回収し、再利用することができる。更には、モノマーミストを用いる場合には、ミストセパレーターなどを利用してモノマー液の回収・再利用を図ることができる。回収したモノマー液はそのまま再利用することができる場合もあるが、回収モノマー液中に、ホモポリマー（単独重合物）や反応室内の汚れが剥離したものなどが含まれている場合があるので、その場合には、フィルター等の浄化装置を、モノマー液回収装置17からモノマー液噴射ノズル16へのライン中などに配置して、回収したモノマー液を浄化した後に再利用することが望ましい。本発明において用いる基材の形状がフィルムやネットなどのような保液性が小さい場合に、特にモノマー回収・再利用によるモノマー使用量低減効果が大きい。

## 【0029】

本発明によれば、特にネットやフィルムなどのような保液性の小さな有機高分子基材、特に長尺ロール状の基材に対して、適正なモノマー使用量で、連続的に且つ均一に放射線グラフト重合を行うことができる。本発明において、基材をグラフト反応室内に滞留させる時間は、所望のグラフト率、用いるグラフトモノマー、グラフト反応室の温度などの条件によって異なるが、一般に、5～300分の間、基材をグラフト反応室内に滞留させてグラフト重合反応を進行させることが好ましい。また、本発明において、基材の搬送速度は、基材をグラフト反応室内に滞留させる時間、グラフト反応室内における基材搬送路の長さなどによって変動するが、基材の強度等を考慮すると、0.1～10m/minの範囲内とすることが好ましい。

## 【0030】

## 【実施例】

以下の実施例により本発明を更に具体的に説明する。以下の記載は本発明の一具体例を例示するものであり、本発明はこれらの記載によって限定されるものではない。

## 【0031】

## 実施例1

デュボン社製のポリエチレン不織布：商品名タイベック1059B（目付64g/m<sup>2</sup>、厚さ0.165mm、透気度22s/100cc、300mm幅×400m長さのロール状）を図2に示す連続重合装置の送り出しロール11にセットして、1m/minの速度で搬送した。電子線照射装置13から、加速電圧250kVで照射量が50kGyとなるように電子線を基材に照射し、基材搬送路の表裏4箇所に設置したモノマー液噴射ノズル16からアクリル酸/水（重量比1/9）の溶液を不織布全体が濡れるように噴霧した。グラフト反応室14内は50℃に保持した。グラフト反応室内での基材の滞留時間（グラフト重合反応時間）は約2時間であった。グラフト重合終了後の不織布シートから順次サンプルを切り出し、ジメチルホルムアミド溶液、アセトンで順次洗浄した

10

20

30

40

50

後、乾燥し、目付の変化率からグラフト率を計算した。結果を表 1 に示す。

【 0 0 3 2 】

【表 1】

表 1 : 長さ方向のグラフト率の計算結果

サンプリング箇所 重合開始位置からの長さ (m)	グラフト率 (%)	サンプリング箇所 重合開始位置からの長さ (m)	グラフト率 (%)
1	61	40	54
5	56	50	59
10	59	60	53
15	60	70	52
20	53	80	55
25	55	85	57
30	56	90	54

10

【 0 0 3 3 】

各サンプリング箇所のグラフト率から、平均で 5 6 % のグラフト率であることが分かった。グラフト率の分布は ± 5 % 以内に収まっており、不織布自体の目付のバラツキを考慮すると十分に均一であった。また、モノマー量はアクリル酸 1 5 0 0 g が必要であった。これに対してグラフト重合に有効に利用されたモノマー量を平均グラフト率 5 6 % から算出すると 1 2 9 0 g であり、モノマーの使用効率は 8 6 % と高かった。

20

【 0 0 3 4 】

実施例 2

厚さ 0 . 0 3 0 mm、目付 4 0 g / m<sup>2</sup> の低密度ポリエチレンフィルム ( 3 0 0 mm 幅 × 2 0 0 m 長さのロール状 ) を実施例 2 に示す装置の送り出しロール 1 1 にセットし、モノマー液としてメタクリル酸グリシジル液を用いて実施例 1 と同様に連続グラフト重合処理を行った。グラフト重合終了後の不織布シートから順次サンプルを切り出し、ジメチルホルムアミド溶液、アセトンで順次洗浄した後、乾燥し、目付の変化率からグラフト率を計算した。結果を表 2 に示す。

30

【 0 0 3 5 】

【表 2】

表 2 : 長さ方向のグラフト率の計算結果

サンプリング箇所 重合開始位置からの長さ (m)	グラフト率 (%)	サンプリング箇所 重合開始位置からの長さ (m)	グラフト率 (%)
1	27	40	29
5	30	50	32
10	35	60	33
15	28	70	30
20	29	80	29
25	31	85	30
30	30	90	35

40

【 0 0 3 6 】

平均グラフト率は 3 1 % であり、グラフト率の分布は ± 4 % の範囲であった。このバラツキは十分に許容できるものであった。また、使用したモノマー量 1 4 4 9 g に対してグラ

50

フト重合に有効に利用されたモノマー量は51%と高い数値であった。

【0037】

得られたグラフトフィルムを、亜硫酸ナトリウム10%、イソプロピルアルコール10%水溶液に浸漬し、80℃で8時間スルホン化を行った。得られた膜の断面でのスルホン基の分布をSEM-XMAで観察したところ、膜の両表面から中心方向まで均一にスルホンSが導入されており、表裏均一にグラフトされていることが分かった。

【0038】

比較例

実施例2と同じ長尺ロール状のフィルムを用いて、グラフト重合を行った。グラフト反応槽として、直径300mm、高さ400mmの円筒形の反応容器にメタクリル酸グリシジル液を300mmの高さまで入れたものを用いた。フィルムのロールに電子線を50kGy照射した後、ロールをほぐして緩めてから、上記のグラフト反応槽内に浸漬し、温度35℃で2時間反応させた後、ロール状フィルムを取り出した。フィルムをジメチルホルムアミド溶液、アセトンで順次洗浄した後、乾燥して重量を測定し、グラフト率を算出した。グラフト率は52%±5%であった。モノマー全使用量67500gに対して、グラフト重合に有効利用されたモノマー量は1248gであり、有効利用率は1.8%と小さかった。

10

【0039】

モノマーの有効利用率を上げるために、直径250mmの容器を使用して、上記と同様にグラフト重合を行ったところ、モノマー全使用量は14700gと約1/5に減少したが、それでも有効利用率は8.5%と小さかった。しかも、グラフト率のバラツキが大きく、ロールの内側が小さく外側が大きかった。これは、ロール内側のフィルムの巻き締まりの為に、十分にモノマー液が行き渡らなかったためであると推察される。

20

【0040】

【発明の効果】

本発明によれば、少ないモノマー使用量で、不織布や、更にはフィルム、ネットのような保液性の小さな基材に対しても効率よく且つ均一に、連続的に放射線グラフト重合を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

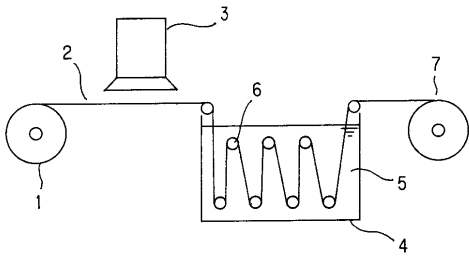
【図1】従来の長尺基材用連続液相グラフト重合装置の構成を示す概念図である。

30

【図2】本発明の一態様に係る連続グラフト重合装置の構成を示す概念図である。

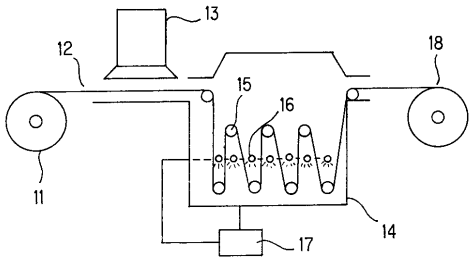


【 図 1 】



従来の連続液相グラフト重合装置

【 図 2 】



本発明の連続グラフト重合装置

---

フロントページの続き

(74)代理人 100102727

弁理士 細川 伸哉

(74)代理人 100114904

弁理士 小磯 貴子

(72)発明者 藤原 邦夫

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72)発明者 河津 秀雄

千葉県袖ヶ浦市中袖30番1号 株式会社イー・シー・イー内

(72)発明者 菅野 淳一

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72)発明者 須郷 高信

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原子力研究所高崎研究所内

Fターム(参考) 4J026 AA11 BA05 BA08 BA12 BA25 BA29 BA30 BA31 BA32 BA39

BB01 BB02 DB06 DB22 DB27 DB32 DB36 DB38 FA05 GA08