

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3874799号
(P3874799)

(45) 発行日 平成19年1月31日(2007.1.31)

(24) 登録日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int.C1.

F 1

F 26B 13/10

(2006.01)

F 26B 13/10

Z

請求項の数 22 (全 17 頁)

| | |
|---------------|-----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平9-512750 |
| (86) (22) 出願日 | 平成8年9月9日(1996.9.9) |
| (65) 公表番号 | 特表平11-511546 |
| (43) 公表日 | 平成11年10月5日(1999.10.5) |
| (86) 國際出願番号 | PCT/US1996/014435 |
| (87) 國際公開番号 | W01997/011328 |
| (87) 國際公開日 | 平成9年3月27日(1997.3.27) |
| 審査請求日 | 平成15年7月30日(2003.7.30) |
| (31) 優先権主張番号 | 08/536,593 |
| (32) 優先日 | 平成7年9月18日(1995.9.18) |
| (33) 優先権主張国 | 米国(US) |
| (31) 優先権主張番号 | 08/699,522 |
| (32) 優先日 | 平成8年9月4日(1996.9.4) |
| (33) 優先権主張国 | 米国(US) |

| | |
|-----------|--|
| (73) 特許権者 | スリーエム カンパニー アメリカ合衆国55144-1000ミネソタ州セント・ポール、スリーエム・センター |
| (74) 代理人 | 弁理士 青山 葉 |
| (74) 代理人 | 弁理士 伊藤 晃 |
| (72) 発明者 | ヒュールズマン, ゲイリー・エル アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス33427 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】被覆基材乾燥システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材を乾燥する方法であって、

(a) 基材の表面から短距離隔てて、当該基板の長手方向の通路にほぼ対応して凝縮表面を配置するステップであって、基材と凝縮表面との間に長手方向に延びる間隔を形成するステップと、

(b) 蒸気を発生させるべく基材から液体を蒸発させるステップと、

(c) 対流を適用することなく前記蒸気を前記濃縮表面に搬送するステップと、

(d) 凝縮液を生成するべく凝縮表面上で蒸気を凝縮させるステップと、

(e) 少なくとも毛細管現象の力をを利用して凝縮表面上の凝縮液を移動させ、これにより、凝縮表面から凝縮液を順次除去することを可能にするステップと、を備えた基材を乾燥する方法。10

【請求項 2】

さらに、凝縮表面から凝縮液を除去するステップを備えた、請求の範囲第1項に記載の方法。

【請求項 3】

上記毛細管現象の力は、凝縮プラテン上のチャネル若しくは溝によって提供されるか、又は、凝縮プラテンに接するか若しくは凝縮プラテンから隔てられた小孔材料によって提供されるようにした、請求の範囲第1項に記載の方法。

【請求項 4】

上記凝縮液は、上記凝縮表面の少なくとも 1 つの縁に運ばれるようにした、請求の範囲第 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

上記凝縮表面は、上記凝縮液を除去するための少なくとも 1 つの縁プレートを含む、請求の範囲第 4 項に記載の方法。

【請求項 6】

上記凝縮表面は、上記基材の上、及び上記基材から 5 mm 未満の少なくとも一方に配置される、請求の範囲第 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

上記凝縮液を除去するステップは、重力や、機械的な力や、上記毛細管現象の力や、これらの組み合わせの使用を含む、請求の範囲第 2 項に記載の方法。 10

【請求項 8】

さらに、上記凝縮表面を不動状態に維持しつつ、上記基材を移動させることにより、基材と凝縮表面との間で相対移動を行なうステップを備えた、請求の範囲第 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

上記凝縮液は、上記基材の動作方向に対して横断する方向に除去されたようにした、請求の範囲第 8 項に記載の方法。

【請求項 10】

上記基材は、ウェブ若しくはコーティングされたウェブである、請求の範囲第 1 ~ 9 項のいずれかに記載の方法。 20

【請求項 11】

上記凝縮表面は、複数の凝縮プレートを備えた、請求の範囲第 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

さらに、上記基材に接する加熱されたプラテン、若しくは基材の表面に近接する加熱されたプラテンであって該プラテンと上記基材の表面との間に間隔を形成するための加熱されたプラテン、を備えた、請求の範囲第 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

上記基材と上記加熱されたプラテンとの間における、若しくは、上記基材と上記凝縮表面との間における、質量及びエネルギーの移動は、基材と凝縮表面との間の間隔、基材と加熱されたプラテンとの間の間隔、加熱されたプラテンの温度、及び凝縮表面の温度、の少なくとも 1 つを調整することによって制御されたようにした、請求の範囲第 1 ~ 12 項のいずれかに記載の方法。 30

【請求項 14】

基材を乾燥させる装置であって、

基材から短距離離てられた、前記基板の長手方向の通路に対応した凝縮面であって、基材と凝縮面との間に間隔を形成する凝縮面と、

蒸気を発生させるべく基材から液体を蒸発させる手段であって、蒸気の少なくとも一部が凝縮面に接して凝縮液を形成する手段と、

少なくとも毛細管現象の力をを利用して凝縮表面上の凝縮液を移動させる手段であって、これにより、凝縮表面から凝縮液を順次除去することを可能にする手段と、を備えた基材を乾燥させる装置。 40

【請求項 15】

さらに、上記凝縮表面から上記凝縮液を除去する手段を備えた、請求の範囲第 14 項に記載の装置。

【請求項 16】

さらに、上記基材を上記凝縮表面に対して移動させる手段であって、凝縮面が不動であるところの手段を備えた、請求の範囲第 14 又は 15 項に記載の装置。

【請求項 17】

上記凝縮液を除去する手段は、上記凝縮面に連絡する少なくとも 1 つの縁プレートを備え 50

た、請求の範囲第15項に記載の装置。

【請求項18】

上記毛細管現象の力は、上記凝縮表面上のチャネル若しくは溝によって提供されるか、又は、凝縮表面に接するか若しくは凝縮表面から隔てられた小孔材料によって提供されるようにした、請求の範囲第14項に記載の装置。

【請求項19】

上記凝縮液の除去は、重力や、機械的な力や、上記毛細管現象の力や、これらの組み合わせの使用を含む、請求の範囲第15項に記載の装置。

【請求項20】

上記基材は、ウェブ若しくはコーティングされたウェブである、請求の範囲第14項に記載の装置。 10

【請求項21】

液体を蒸発させる手段は、上記基材に接する加熱されたプラテン、若しくは基材の表面に近接する加熱されたプラテンであって該プラテンと上記基材の表面との間に間隔を形成するための加熱されたプラテン、を備えた、請求の範囲第14項に記載の装置。

【請求項22】

上記基材と上記加熱されたプラテンとの間における、若しくは、上記基材と上記凝縮表面との間における、質量及びエネルギーの移動は、基材と凝縮表面との間の間隔、基材と加熱されたプラテンとの間の間隔、加熱されたプラテンの温度、及び凝縮表面の温度、の少なくとも1つを調整することによって制御されたようにした、請求の範囲第14～21項のいずれかに記載の装置。 20

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、質量およびエネルギーを輸送し、基材上のコーティングを乾燥するための方法および装置に関する。厳密には、本発明は、包囲された領域内で質量およびエネルギーを輸送することと、基材を乾燥させることとにに関する。

背景技術

ウェブなど、コーティングされた基材を乾燥するには、コーティングにエネルギーを供給し、次に蒸発した液体を除去しなければならない。コーティングから蒸発させられる液体は、有機溶剤系や、水性溶剤系を含む無機系などの溶剤を含む任意の液体であっても良い。対流、伝導、輻射、およびマイクロ波エネルギーがコーティングされたウェブにエネルギーを供給するために使用される。適用された対流、または強制的に送られた気体流が、蒸発した液体を除去するために使用される。適用された対流は、電力の入力によって生成され、計画的に起こされた対流として定義される。これは、ウェブの運動によりまれに起こる対流、自然対流、および他の避けがたい力は除外する。水蒸気など、蒸気が非毒性である場合には、その蒸気は、周囲環境に急速蒸発されることによって取り除かれる。 30

対流乾燥技術では、大量の、不活性、またはそうではない気体が、気体／液体界面から蒸発した液体を除去するのに必要となる。これらの乾燥法は、乾燥される被覆ウェブと乾燥容器の上部との間に大きな空間が、大量の気体流を与えるために必要となる。乾燥は、特に、気体／液体界面における拡散、対流、移動ウェブからの境界層空気および衝突空気の流れ、蒸気濃度、および液体・蒸気状態変化対流などの要因によって決定される。これらの現象は、被覆されたウェブのすぐ上で、典型的に表面から15cm以内のところで起こる。従来の乾燥法は被覆されたウェブ上に広い空間を有し、それらは全気体流の平均速度と温度しか制御できないので、それらは、気体／液体界面近辺でのこれらの現象を制御する能力に限界があった。

有機溶剤系の場合、これらの全気体流の蒸気濃度は、低く、典型的に1～2%に保たれて、蒸気／気体混合物の引火限界以下に留める。これらの大量の気体流は、処理過程から蒸発した液体を取り除くためのものである。これらの気体を封じ込め、加熱し、加圧するのに掛かる費用は、乾燥コストの大部分を占めこととなる。これらの大量の気体流を不要にすることができる好都合となる。 40

これらの気体流は、大規模熱交換器、または拭いブレードを備えたチルドロールを使用して、排出前に凝縮システムに導かれて、蒸気を抽出することができる。これらの凝縮システムは、全気体流内の被覆ウェブから比較的遠く離れたところに設置される。この気体流が低蒸気濃度であるために、これらのシステムは、大規模、且つ高価であり、低温で操作されなければならない。

蒸気濃度が高い、被覆された基材に近いところにこの凝縮システムを配置できれば好都合である。但し、従来の熱交換器は、それらが傾けて設置されていない、あるいは回収容器を備えていなかった場合、重力によって、凝縮された液体を被覆表面上に再度排出し、製品の品質に悪影響を及ぼすこととなる。それらが回収容器を備えていた場合、それらは高濃度ウェブ表面から単離されることとなる。それらが傾けて設置されていた場合でも、滴のしたたりが尚も問題となろう。従来の熱交換器は、ウェブ通路をたどって、乾燥条件を制御するように平面的でもない。

米国特許第4,365,423号では、乾燥されるウェブ上の小孔表面を利用して、大量の気体流によって生成される乱れからコーティングを遮蔽して、まだらとなるのを防止する乾燥システムが記載されている。但し、このシステムは、適用された対流を排除せず、二次的低効率溶剤回収法を用いる必要があり、乾燥速度を低減した。乾燥速度が低減したため、この発明は、乾燥長の5~25%のみにこの遮蔽を利用することを教示する。

獨国特許公報第4009797号では、蒸発した液体を除去するために乾燥容器内に配置された溶剤回収システムを開示している。拭いブレードを備えたチルドロールは、ウェブ表面の上に配置され、液状の蒸気を除去する。適用された対流は、蒸発した液体を何も除去しない。但し、このロールは、乾燥器長の一部の短い区域の表面に近接した高蒸気濃度内においてのみ有効である。これは、気体／液体界面における条件の最適制御を提供しない。事実、このロールが回転すると、ウェブ表面の近くに乱れを起こし得る。このシステムは、乾燥システム内を移動する際にその形状を被覆されるウェブの一連の平坦な表面に適応することもできない。故に、このシステムは、小さな平面ギャップで動作して乾燥条件を制御することができず、最適な凝縮効率を達成することができない。

英國特許第1,401,041号では、被覆される基材に近接した加熱および凝縮プレートを使用することによって従来乾燥法では必要とされる大量の気体流を利用しないで動作する溶剤回収システムを開示している。このシステムは、重力のみを利用して凝縮表面から液体を除去する。故に、この凝縮表面は、重力が被覆された基材上に凝縮された液体を戻すので、被覆基材の上に配置できない。図面、および説明(3頁、89~92行目)では、凝縮表面は、凝縮表面の上に、垂直な、または被覆された面が下向きとなった状態の被覆基材で開示されている。基材の底面にコーティングを施す、またはコーティング後に基材を反転させることは、工業界では好適な方法であるとは言えない。反転させた姿勢でのコーティング、および乾燥前に被覆された基材を反転すると、コーティング不良となり得る。これらの限界は、方法に関わる柔軟性を非常に減じ、それを標準の製造法に適応させるにかなりの費用が必要となる。垂直、または反転乾燥法のこの必要条件が、おそらく産業界でこの方法が採用、または議論されなかつた理由のようである。

米国特許第1,401,041号では、2頁の126行目から3頁の20行目までで、凝縮表面上での液状膜層の成長、および滴形成が起こるこの方法の問題が開示されている。

「結果としてできる液状膜14は、凝縮器の底端に向かって厚みが増す可能性がある」ので、凝縮表面の長さがこの液膜層の発達および安定性によって制限される。凝縮表面の長さを制限することは、乾燥器長を制限する、またはコーティングが未乾燥の状態で乾燥システムを出て行くことを求めることとなる。これは、幾つかの溶剤蒸気を周囲に散逸させ、乾燥現象の制御を損ない、不良品を生成すると言った、望ましくない効果を有する。その他の限界は、被覆された基材からの凝縮表面の距離を約5ミリメートル以下に保って、凝縮液状膜が基材と接触するのを防止し、滴が基材に接触するのを防止するのが難しいからである。

垂直、または反転乾燥法に対するこのシステムの限界、乾燥器の長さの制限、および被覆された基材から所望の距離で動作する能力の欠落のため、それが所望の乾燥結果を達成す

10

20

30

40

50

るには不十分である。

気体 / 液体界面近辺の条件の制御を改善した、被覆された基材を乾燥するためのシステムへの要請があり、これは、蒸発した液体を輸送するために適用された対流の利用を不要にし、凝縮蒸気回収システムの効率を改善する。基材に近接した小さなギャップで動作できるシステムへの要請もある。

発明の開示

本発明は、質量およびエネルギーを輸送し、被覆された基材を乾燥する方法、および装置である。凝縮表面は、乾燥されている基材面（被覆面）の基材に近接して設置される。被覆された基材からの液体は、蒸発され、次に適用された対流を利用せずに、凝縮表面上で凝縮される。凝縮された液体は、凝縮表面から移動されるが、それは液体のままである。凝縮液の液膜層は、凝縮表面上に生成されて、凝縮液の滴の形成、および基材への凝縮液の架橋を防止することができる。10

凝縮表面は、基材から 5 mm 未満の間隔を空けて配置できる。他の態様では、凝縮表面は、基材の上に設置できる。他の態様では、凝縮液体は、凝縮表面側縁部に向かって移動される。

凝縮された液体は、少なくとも部分的に重力を利用することによって、除去できる。凝縮表面は、被覆された基材の少なくとも一方の横側に傾かせることができる。重力は凝縮表面から凝縮液を移動する。凝縮された液体は、小孔材料を利用することによってなど、表面張力、または毛管現象の力を利用しても除去できる。

複数の凝縮表面も、使用できる。一方のものが、被覆基材の上に設置され、基材の少なくとも一方の横側に傾けられた凝縮プラテンであり、他方のものが、上部表面、および下部表面を有するシートである。これらのシートは、それらが凝縮プラテンの下部縁部に直面するそれらの下部縁部の水平位置からそれで傾斜されるように凝縮プラテンの下に設置できる。これらのシートは、互いに重複して、その重複領域で互いに間隔を空けて配置できる。20

他の態様では、凝縮プラテンは、凝縮プレート、この凝縮プレートの下に、間隔を空けて配置された上部表面と下部表面とを有する小孔シートを有する。小孔シートの上部表面および下部表面は、凝縮表面を形成する。凝縮プラテンと小孔シートとの間の間隔幅、シート内の小孔のサイズ、および小孔シートの開口部分と中実部分との比は、表面張力を引き起こして凝縮表面上に凝縮液を保持するように選択できる。30

乾燥速度は、ギャップ高さ、および被覆された基材と凝縮表面との間の温度差を制御することによって制御できる。

凝縮表面は、静止、または回転ベルト上に形成できる。代わりに、凝縮表面は、任意のタイプの平面、または溝付きプレート、チューブ、フィン、または他の形状から形成できる。凝縮表面は、凝縮液を保持するためにヤング・ラプラス表面張力を、それを移動するために毛管現象の力を利用する小孔プレートから形成できる。

凝縮表面が凝縮された液体を長手方向に流れさせる場合、収集システムが液体を捕集するのし使用できる、または凝縮表面上の基材が液体を導くことができる。凝縮表面上の、リブなど、構造物は、凝縮液の蓄積を制限でき、滴の形成を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

第 1 図は、本発明の乾燥システムの斜視図である。

第 2 図は、第 1 図のシステムの端面図である。

第 3 図は、第 1 図の線 3 - 3 についての断面図である。

第 4 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの斜視図である。

第 5 図は、第 4 図のシステムの端面図である。

第 6 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの斜視図である。

第 7 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。

第 8 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。

第 9 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。

第 10 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの略側面図である。50

第11図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。
第12図は、本発明の他の実施例による凝縮プラテンの底面図である。
第13図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの平面図である。
第14図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの平面図である。
第15図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの側面図である。
第16図は、処理変数を示す本発明の略側面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明のシステムは、コーティング表面の上に小さな制御された環境ギャップを与える凝縮表面を利用して、移動ウェブなどの、質量およびエネルギーを輸送し、被覆された基材上のコーティングを乾燥させるための方法、および装置である。化学反応、硬化、および相変化など、乾燥行程中に起こる他の物理的、および化学的現象も、本発明によって影響を受ける。

第1図、2図、3図の実施例では、乾燥「液体を加熱してそれを蒸気に蒸発させ、その蒸気をウェブから離れた遠くに輸送し、蒸気を凝縮し、凝縮された蒸気「凝縮液とも呼ばれる」をウェブから離れて遠くに輸送すること」は、従来の乾燥方法と関連した適用された気体の対流を必要とせずに起こる。これは、多くの精密コーティングと関連するまだらの形成を低減し、乾燥速度を増した乾燥を可能にする。第4～15図の実施例では、少なくともウェブからの蒸発した液体の除去が、適用された気体の対流を利用せずに起こる。このシステムの全ての態様は、気体／液体界面近くで起こる現象についての制御の改善を達成し、高い液体回収効率を達成する。

態様の全ては、凝縮を利用して、適用された対流の力を必要としない実質的に平面であり、ここでは周囲、および境界対流の力が最小限に抑えられるギャップ内で蒸発した液体を除去する。この乾燥システムは、コーティング表面に近接して小さな制御された環境ギャップを与え、乾燥機構から適用された対流に対する必要条件を無くすことによって従来の乾燥技術と比べて多数の利点を有する。ある製品では、化学反応、または他の物理的および化学的作用が、乾燥中にコーティング内で起こる。この乾燥システムは、これらの作用がその工程内で進んでいるかどうかに関係なく機能する。この乾燥システムは、乾燥中これら的作用に影響を及ぼすことができる。その一例は、溶剤内に分散した、または溶解した湿分硬化重合体のものであり、乾燥雰囲気内に湿度があるために乾燥工程中に逆に影響を及ぼされる可能性がある。本発明は、コーティング表面の上に小さな制御した環境ギャップを与えることができるので、湿度を制御した乾燥雰囲気を提供してこれらの重合体の硬化を改善するのが実質的により簡単となる。乾燥現象の制御を改善し、被覆された表面の上に小さな制御した環境ギャップを与えることによって、乾燥工程中に起こる他の物理的、および化学的作用が利用できる数多くの用途がある。

代わりの方法では、乾燥システムは、適用された対流と組み合わせることができ、適用された対流は、コーティングを横切って、長手方向、横方向、またはその他任意の方向のいずれかに気体を強制的に送ることによって生成できる。これは、被覆された表面の上の雰囲気に追加的な質量移動、または他の修正を提供できる。この方法は、適用された対流が製品の性質を損なわないようなところで使用できる。

本発明者は、基材を乾燥するのに、顕著な乾燥の改善、および乾燥速度の増加は、凝縮表面から被覆された基材までの距離が5ミリメートル以下であるときに起こることを発見した。英国特許第1 401 041号のシステムは、乾燥制御についての大幅な改善がなされるような範囲では現実的に動作できない。

平面であるか無いか、多孔質であるか無いか、組織化されているか無いかに関係なく、任意のタイプのプレート、またはチューブ、またはフィンなど他の形状のものなどの、多種の凝縮構造が使用できる。凝縮表面構造は、巨視的規模、中規模、および微小規模の形状および寸法を組み合わせることができる。これらのプレートには、固定、または移動プラテン、液体スクレーパー付き、または無しの移動ベルト、および同様のシステムを含む。この凝縮構造は、ウェブと平行をなす、またはウェブと角度をなして設置でき、平面、または湾曲した表面を有することができる。

10

20

30

40

50

凝縮表面は、3つの基準を満たさなければならない。第1は、凝縮の潜熱を除去するのに十分なエネルギーの移動ができなければならない。第2は、凝縮液が少なくとも部分的に凝縮表面を湿らせなければならない。第3では、凝縮表面は、凝縮された蒸気（凝縮液）がウェブの被覆された表面に戻るのを防止しなければならない。凝縮表面に関連することは、液膜の不均質の兆候が現れる有効臨界凝縮液膜厚みである。この厚みは、凝縮液の物理的性質（表面張力、密度、および粘度など）だけでなく、凝縮表面材料、形状、寸法、外形、向き、構造、および他の要素の関数である。システムの他の特徴は、凝縮液の移動および除去である。これは、凝縮液の液膜厚みを有効臨界厚み未満に維持し、毛細管現象の力、重力、機械力、またはこれらの力の様々な組み合わせによって達成できる。

毛細管の力、または毛細管圧力は、湾曲したメニスカスで作用する表面張力の結果として説明でき、ヤング・ラプラス等式として知られる毛管現象の基礎的等式によって決定される。ヤング・ラプラス等式は、 $p = (1/R_1 + 1/R_2)$ であり、ここで p は界面での圧力降下、 γ は表面張力、 R_1 および R_2 は、界面の主曲率半径である。毛細管現象については、Adamson, A. W. の「Physical Chemistry of Surfaces, 4th ed.」John Wiley & Sons, Inc. (1982) で詳述される。第1図、2図、4図、5図、9図、10図、11図は、他の力と共に、毛管現象の力をを利用して、凝縮表面から凝縮液を除去する例を示す。

重力は、重力場における流体質量の位置に起因し、これは、静水落差である。第7図、8図、10図、12図は、他の力と共に、重力をを利用して、凝縮表面から凝縮液を除去する例を示す。

他の機構は、凝縮表面から凝縮された液体を除去して凝縮された液体が基材に戻るのを防ぐために使用できる。例えば、ワイヤー、ベルト、スクレーパー、ポンプシステム、または任意の組み合わせなどの機械的装置は、凝縮された液体を除去するために使用できる。第6図、13図、14図、15図は、他の力と共に、機械的力をを利用して、凝縮表面から凝縮液を除去する例を示す。

第1図、2図、3図は、2つのプラテンを使用する装置を示す。第4図、5図は、1つのプラテンを使用する装置を示す。いずれの場合も、1つのプラテンは、ウェブの被覆された表面から短距離に配置された凝縮液移動表面を有する。15 ~ 20 cm 未満の距離が好み。5 mm 未満の距離は、より好都合である。また、0.5 mm 未満の距離、および 0.1 mm 以下の距離でも達成可能である。

第1図、2図では、装置10には、冷却でき、加熱されたプラテン14から間隔を空けて配置された凝縮プラテン12を含む。この凝縮プラテン12は、周囲温度よりも高い、または低い温度温度 T_1 に設定され、加熱されたプラテン14は、周囲温度よりも高い、または低い温度温度 T_2 に設定される。被覆されたウェブ16の温度は T_3 である。ウェブ位置は、 h_1 および h_2 によって定義され、ウェブ16、凝縮および加熱プラテンのそれぞれの対向表面間距離である。第16図は、これらの変数の相対的場所を示す。凝縮プラテンと任意の加熱プラテンとの間の総ギャップ h は、 h_1 、 h_2 、および被覆されたウェブの厚みとの合計である。コーティング18を有するウェブ16は、2つのプラテン間で任意の速度で移動する。代わりに、ウェブが静止して、装置全体10が移動するか、またはウェブと装置の両方が移動するものであっても良い。これらのプラテンは、装置内で静止しているものである。加熱されたプラテン14は、ウェブ16の非被覆側に、ウェブと接触して、またはウェブとプラテンとの間に小さなギャップ h_2 をもたせて設置される。凝縮プラテン12は、ウェブとプラテンとの間に小さなギャップ h_1 をもたせて、ウェブ16の被覆側に設置される。凝縮プラテン12との加熱プラテン14とは、ウェブ16の上下両方に適用される対流を不要にする。乾燥は、温度 T_1 、 T_2 、および距離 h_1 、 h_2 を調整することによって制御される。

静止、または移動可能であっても良い凝縮プラテン12は、被覆表面に近接して配置される（10 cm 離して、5 cm 離して、またはそれよりも接近させて）。このようにこれらのプラテンを配置することで、被覆されたウェブに近接して小さなギャップを与える。このギャップは、実質的に一定であり、これは少量の収束、または発散を起こし得る。この

10

20

30

40

50

ギャップは、凝縮表面上のいかなる溝（後述の）にもかかわらず、実質的に一定である。これらプラテンの向きは、重要ではない。凝縮プラテン12は、ウェブの上に（第1図、2図、4図、および5図9図で示されるように）、ウェブの下に（ウェブの底部表面にコーティングがある場合には）あっても良く、この装置は、ウェブ移動方向の軸周りで傾けられることを含む、垂直の、またはその他の任意角度のウェブで動作できる。

この加熱されたプラテン14は、ウェブ16を通して加えられた対流を用いることなくコーティング18にエネルギーを供給して、コーティング18から液体を蒸発させてそのコーティングを乾燥させる。エネルギーは、高熱伝達速度を達成する伝導、輻射、および対流の組み合わせによって伝達される。これは、ウェブ16上のコーティング18内の液体を蒸発させる。コーティング18からの蒸発した液体は、次にウェブ16と凝縮プラテン12との間のギャップ h_1 を横切って運ばれ（拡散および対流を利用して）、凝縮プラテン12の底部表面上で凝縮する。
10

第3に示されるように、凝縮プラテン12の底部表面は、凝縮表面22であり、毛細管現象を利用して凝縮された液体が重力によってコーティングに戻るのを防ぎ、凝縮された液体を縁のプレート26に向かって横方向に移動させる横断開口チャネル、まなわち溝24を有する。これらの溝は、三角形、方形、円形、またはその他のより複雑な形状、またはそれらの形状の組み合わせであっても良い。溝材料、形状、および寸法は、表面張力、粘度、および密度など、所望の質量流、および凝縮液の物理的性質に適応するように設計される。

特定タイプの凝縮表面は、コーナーを有する開口チャネル、すなわち溝を有するものである。例えば、第3図に示されたこのタイプの毛細管凝縮表面は、コンカス・フィン不均質{コンカス(Concave).Pおよびフィン(Finn).Rの「On the Behavior of a Capillary Surface in a Wedge」National Academy of Science会報、第63巻、292~299頁(1969年)}を利用して設計され、これは、 $\theta_s < 90^\circ$ であり、ここで θ は任意のコーナー挾角の半分であり、 θ_s は気体/液体/固体静的接触角である。この静的接触角は、気体状の所与表面材料に対する液体の表面張力によって決まる。不均質が満たされない場合、この界面は、制限され、不均質が満たされる場合、この界面は有限平衡位置を持たず、そのメニスカスは制限されない。この後者の場合、液体は毛細管現象によって、無限に、またはチャネル、すなわち溝の端部まで進む。コーナー角度で溝を付けた表面は、コーティング液が、水などの高表面張力を有するものである場合には有用である。コーナーを備えた毛細管表面は、Lopez de Ramos, A. L.の「Capillary Enhanced Diffusion of CO₂ in Porous Media」Ph.D.学位論文、タルサ大学(1993年)で詳述されている。
20
30

これら溝24は、長手方向、または任意のその他の方向であっても良い。これらの溝が長手方向にある場合、適当な収集システムが溝の端部に配置されて凝縮された液体が被覆された表面18に落下して戻るのを防ぐことができる。この実施例は、凝縮プレート12の長さを限定し、さらに最小ギャップ h_1 をも限定する。

液体が溝24の端部に達すると、それは縁プレート26と凝縮表面22との間の角度で相交わる。液体メニスカスは、凝縮表面から少なくとも一方の縁プレートに凝縮液を引き寄せる低圧領域を形成する。重力は、メニスカス内の毛細管の力に打ち勝ち、液体は、液膜、または滴として縁プレート26の面に落流する。縁プレート26は、端に溝を備えただけのものではなく、任意の凝縮表面と共に使用できる。滴28は、各縁プレート26から落下し、収集システム(図示せず)に収集することができる。例えば、スロット付きパイプは、各縁プレート26の底端の周りに設置されて液体を収集し、それを容器に導くことができる。これらの縁プレート26は、明細書全体を通じて凝縮プラテンの凝縮表面の端部と接觸しているものとして示される。但し、これらの縁プレートは、凝縮された液体を受けるのに機能的に十分接近している限り、凝縮プラテンに接觸することなく、それらに近接して設置できる。
40
50

代わりに、凝縮された液体は、凝縮表面 22 から除去される、またはウェブ 16 に戻ることが少なくとも防止される限り、プラテンから全く除去される必要がない。これらの縁プレート 26 は、凝縮表面 14 と平行に配置されて示されているが、それらはその他の角度を持って配置されても良く、縁プレート 26 は、平滑、溝付き、多孔質、または他の材料であっても良い。

加熱されたプラテン 14、および凝縮プラテン 12 は、チャネルなどの、内部通路をも包含できる。熱伝達流体は、外部加熱システムによって加熱され、通路を通して循環されて、加熱されたプラテン 14 の温度 T_2 を設定することができる。同じ、またはそれとは異なる熱伝達流体は、外部冷却システムによって冷却され、通路を通して循環されて、凝縮プラテン 12 の温度 T_1 を設定することもできる。プラテン 14 を加熱するため、および 10 プラテン 12 を冷却するための他の機構も使用できる。

第 4 図および 5 図の装置 30 は、加熱プラテンを備えていないことを除いて、第 1 ~ 3 図のものと同じである。装置 30 では、ウェブ 16 は、任意のタイプの加熱装置を使用して、伝導、輻射、マイクロ波、対流、または周囲エネルギーのいずれかの、任意の加熱法、または加熱法の組み合わせによって加熱されてコーティングから液体を蒸発させる。これには、これらのものに限定されるものではないが、加熱されたドラム、輻射加熱装置、または強制ガス流を含む。このシステムは、いかなる加えられたエネルギーも、乾燥器の外部でも使用することなく、液体を蒸発させるために単に周囲エネルギーしか利用しないで動作できる。この装置 30 は、ウェブ 16 から凝縮プラテン 12 上の凝縮表面 22 まで蒸発した液体を運ぶための適用された対流が不要な第 1 ~ 3 図と同じように動作する。被覆されたウェブ 16 と凝縮表面 22 との間のギャップ h_1 は、ウェブ 1、およびウェブ支持体、または他の障壁の任意組み合わせによって加熱装置から絶縁される。これは、いかなる適用された対流からもその部分を絶縁することができる。第 6 図では、この装置 32 には、凝縮表面 22 を備えたベルト 34 を含む。このベルト 34 は、基材の形状に実質的に対応し、基材と凝縮表面との間にギャップを与える。このベルトは、中実、または多孔質であり、様々な材料から形成できる。ベルトは、凝縮表面 22 と基材 16 との間で相対的運動を与えることができるローラ 36 によって駆動される。代わりに、この凝縮表面 22 は、ウェブ 16 に対して何の運動も与えないように駆動される、またはウェブ 16 の反対方向に駆動されるようにすることもできる。代わりに、システム全体が、示された位置から回転され、ベルト 34 が、ウェブ 16 の運動方向に対して実質的に横方向に駆動されるようにすることもできる。この方法では、液体は、ウェブ 16 の縁を超えて除去されることになる。凝縮表面 22 からの液体の除去は、ベルト 34 に近接して設置される機械的拭い取り装置 38 によって行われる。この機械的拭い取り装置 38 は、剪断力をを利用して凝縮表面 22 から液体を除去し、それを適当な収集装置 40 に導く。

第 7 図および 8 図は、重力が利用されて凝縮表面から液体溶剤を除去する装置の実施例を示す。この凝縮表面 22 は、第 7 図ではウェブ 16 の一方の横側に傾けられるプレート 42 上にあり、凝縮表面 22 は、第 8 図ではウェブ 16 の両方の横側に中央から傾けられる一つ、または二つのプレート 44 上にある。いずれの場合でも、重力が利用されて凝縮表面から液体を立ち退かせる。この角度は、ウェブの長手方向の中心線上に中心が置かれる、または中心から外れても良い。毛細管現象は、重力と組み合わされて利用することもできる。

第 9 図は、毛細管現象の力が凝縮表面から液体を除去する他の実施例である。この実施例では、凝縮プレート 46 は、焼結金属、またはスポンジなどの、多孔質、または吸上材料であり、これは毛細管現象の力をを利用して液体溶剤を運ぶ。この溶剤は、凝縮表面 22 上で凝縮し、毛細管現象の力のために凝縮プレート 46 全体に分配される。凝縮プレート 46 に近接する縁プレート 26 は、毛細管表面を形成する。液体メニスカスは、凝縮表面から少なくとも一方の縁プレートまで凝縮液を引き寄せる低圧力領域を形成する。重力は、毛細管現象の力に打ち勝ち、液体は、液膜、または滴として縁プレート 26 の表面に落流する。

第 10 図は、毛細管現象、および重力が利用されて凝縮表面 22 から凝縮された液体を運 50

ぶ他の実施例を示す。示されるように、凝縮表面 2 2 は、多数の表面上に形成される。凝縮プラテン 4 8 は、ウェブ 1 6 の上の片側に、または中心から両側に傾斜される。薄いシート 5 0 の材料は、凝縮プラテン 4 8 の下に垂下され、それらが凝縮プラテン 4 8 の下部縁に直面するそれらの下部縁の水平位置からそれる方向に傾けられるように配置される。示されるように、シート 5 0 の材料は、少なくとも 0 . 0 5 cm だけ重複され、0 . 0 1 cm ~ 0 . 2 5 cm のスロットだけ重複領域から間隔を空けて配置される。凝縮表面 2 2 上で凝縮する蒸気は、表面張力によって表面上に保持される。重力は、液体がウェブ 1 6 の縁を越えるまで、凝縮された液体を階段状効果でシート 5 0 の各上部表面に沿って下方に運ぶ。薄いシート 5 0 の下部表面上で凝縮される液体は、重複領域に運ばれ、スロットによって与えられた毛細管現象の力は、液体をスロット内に引き寄せる。この液体は、次に次シート 5 0 の上部表面に運ばれ、重力が段階的にそれを基材の縁まで運ぶ。故に、シートの下部表面上で凝縮する液体は、被覆された基材に落下して戻る滴を形成しない。ある場合では、液体が、シート 5 0 と凝縮プラテン 4 8 との間のスロットを完全に満たすことが望ましい。

第 1 1 図は、重力と毛細管現象の力を組み合わせて凝縮表面から液体を運ぶことができる他の実施例である。この実施例では、多孔質、スロット付き、スポンジ状、ハチの巣状、網目状、または小孔材料 5 2 が、凝縮プラテン 5 4 の下に取り付け、配置される。凝縮プラテン 5 4 と小孔材料 5 2 との間の間隔、材料 5 2 内の小孔寸法、および小孔材料 5 2 上の中実部分に対する開口部分の比率は、表面張力によって液体を 3 つの凝縮表面 2 2 上に保持させるように全て設計される。この装置は、ウェブ 1 6 に近接して配置される。凝縮表面 2 2 上で凝縮する蒸気は、多孔質材料のボイド内、およびプレート間隔領域 5 6 内に液体として保持される。液体が、プレート間隔領域 5 6 から除去されると、ウェブ 1 6 に直面する側の多孔質材料 5 2 上の液体は、毛細管現象の力によって運ばれてプレート間隔領域 5 6 内のボイドを満たす。液体は、重力、毛細管現象、または機械的力のいずれかによってプレート間隔領域 5 6 から除去できる。水平位置からそれる任意の方向に凝縮プラテン 5 4 を傾けることによって、重力は、プレート間隔領域 5 6 からウェブ 1 6 の縁を越える地点まで液体を除去する。代わりに、この液体は、少なくとも一方の縁プレート 2 6 を凝縮プラテン 5 4 の縁に位置決めすることによってプレート間隔領域 5 6 から除去できる。この縁プレート 2 6 は、凝縮プラテン 5 4 と接触して毛細管状表面を形成する。これらの縁プレートは、ある場合には、小孔材料 2 2 と接触できる。液体メニスカスは、凝縮液を少なくとも一方の縁プレートに向かって引き寄せる低圧力領域を形成する。重力は、毛細管現象の力に打ち勝ち、液体は、液膜、または滴として縁プレート 2 6 の表面に落流する。凝縮液は、プレート間隔領域 5 6 から機械的にポンプ押し出しすることもできる。

第 1 2 図は、突出構造体を備えた凝縮プラテン 6 0 を示す。凝縮プラテン 6 0 は、ウェブ 1 6 の形状に実質的に対応できる凝縮表面 2 2 となる。重力は、プラテン 6 0 を水平位置からそれるように位置決めすることによって凝縮表面 2 2 から液体を除去するために使用される。水平位置からのこの傾斜は、ウェブ 1 6 通路に対して横方向、および平行な方向を含む、任意の方向であっても良い。いかなる追加の装置も用いずに、凝縮表面 2 2 から排出する液体は、短距離（典型的に 1 メートル未満）を経て、表面張力が液体を保持することができなくなり、液体が滴としてウェブ 1 6 上に落下するほど十分な液膜厚さとなる。リブ 2 6 などの、任意の形状を有する構造は、凝縮プラテン 6 0 の凝縮表面 2 2 上に位置決めされて液膜厚さの増加を制限し、ウェブ 1 6 上に落下する滴の形成を防ぐことができる。これらのリブ 6 2 は、凝縮表面 2 2 の傾斜面に斜め方向に配置されてウェブ 1 6 の縁を超えて適当な収集装置（図示せず）に液体を導く。それらは、特定リブ 6 2 によって排出された表面部分を制限するのに十分な数量、および適当な間隔で提供され、それによって滴形成を起こす臨界点を越えないように液膜厚を維持する。この凝縮表面は、ウェブ長手方向に走る溝を備えることができる。第 1 3 図の装置 6 4 は、凝縮表面および凝縮された液体を、ウェブ 1 6 の縁を超えて機械的に移動し、そこで液体が除去される。凝縮プラテン 6 6 は、ウェブ 1 6 に近接して配置される凝縮表面 2 2 を提供する。円形、または

その他の形状であっても良いこのプラテン 6 6 は、凝縮表面 2 2 上で凝縮する液体がウェブ 1 6 の縁を越える部分に運ばれるように機械的に回転される。凝縮表面 2 2 からの液体の除去は、凝縮表面 2 2 に近接して、ブロック 6 9 に固定された機械的拭い装置 6 8 によって行われる。この機械的拭い装置 6 8 は、剪断力を利用して凝縮表面 2 2 から液体を除去し、それを適当な収集装置 7 0 に導く。一連のこれらのシステムは、それらが長手方向において基材の形状に実質的に対応するように配置される。

第 14 図は、表面張力をを利用して液体を保持し、機械的装置を使用して凝縮表面から液体を除去する装置 7 2 を示す。凝縮プラテン 7 4 は、ウェブ 1 6 の形状に実質的に対応できる凝縮表面 2 2 を提供する。凝縮表面 2 2 で凝縮する液体は、表面張力によってその表面で保持される。凝縮表面 2 2 からの液体の除去は、凝縮表面 2 2 に近接する 1 つ以上の機械的拭い装置 7 6 によって提供される。この機械的拭い装置 7 6 は、ウェブ 1 6 の通路に對して横方向に、ウェブ 1 6 の通路と平行方向に、または任意のその他の方向に凝縮表面上を移動できる。機械的拭い装置 7 6 は、剪断力を利用して凝縮表面 2 2 から液体を除去し、それを、機械的拭い装置 7 6 の下に設置された適当な収集装置 7 8 に導く。この液体は、ウェブ 1 6 の縁を超えて収集装置 7 8 内に運ばれ、そこでこの液体は運び去られる。

第 15 図は、ポンプ 8 0 を利用して凝縮表面から凝縮された液体を除去する実施例を概略的に示す。このポンプは、任意のタイプのポンプであっても良く、負圧を生成する任意の他の装置が使用できる。第 15 図にも示されるように、凝縮液体は、毛細管現象および重力などによって、除去前に凝縮表面の横方向中央に向かって押しやることができる。

他の使用法では、このシステムは、最初に液体を被覆された基材から除去できる。次に、乾燥位置からウェブ下流位置において、このシステムは、「後退で」使用されて少量の湿度、または追加的反応物を基材に添加し、コーティングを改質できる。

この装置は、液体を蒸発させるためにいかなる適用されたエネルギーも利用せず、周囲熱しか利用しない乾燥器構造外で動作できる。周囲温度に、またはそれに接近するように凝縮表面 2 2 の温度を制御することによって、液体蒸発は、凝縮表面とウェブ 1 6 との間のギャップ h_1 内蒸気濃度が凝縮表面 2 2 とウェブ 1 6 との温度によって規定されるような飽和濃度となるまでしか起こらない。蒸発した液体は、ウェブの粘性抵抗によって保持され、ギャップ h_1 を経てシステムの出口に運ばれる。望ましくない乾燥は低減され、蒸気の排出も周囲条件から隔離できる。

本発明の乾燥システムは、コーティングの乾燥を低減、または実質的に停止するために使用できる。乾燥速度は、ギャップ高さ、およびウェブ 1 6 の被覆された表面 1 8 と凝縮表面 2 2 との間の蒸気濃度勾配の関数である。所与のギャップ h_1 に対して、ウェブ 1 6 と凝縮表面 2 2 との間の温度差は、蒸気濃度勾配を規定する。被覆された表面 1 8 の温度が凝縮表面 2 2 に対してより高くなると、乾燥速度もより早くなる。凝縮表面 2 2 の温度が被覆された表面 1 8 の温度に接近すると、速度は、ゼロに向かう。従来の乾燥では、蒸気濃度勾配は、高価な不活性ガス乾燥システムを使用しなければ制御できない。ある液体コーティングは、1種類以上の溶剤が多数の溶剤を有し、最適製品特性とするために乾燥速度を緩やかに落とすように機能する。被覆された表面 1 8 と凝縮表面 2 2 との温度を調整することによって、本発明は、乾燥速度を低減し、できる限り溶剤の使用を不要にして乾燥速度を遅延できる。

乾燥速度は、ギャップ h_1 の高さ、および被覆された表面 1 8 と凝縮表面 2 2 との間の温度差によって制御される。故に、所与温度差に対して、乾燥速度は、ギャップ h_1 を規定する凝縮プレートの位置によって制御できる。故に、相対的ギャップを変更することによってなど、乾燥システムの寸法を変更することによって、乾燥速度を制御することが可能となる。従来の乾燥システムにはこの能力がなかった。

適用された対流を使用して幾つかの被覆されたウェブを乾燥すると、コーティングにまだら模様が付く。まだら模様は、液膜コーティングでは不良であり、液体表面における不均一乾燥を引き起こすコーティングの上の蒸気濃度、または気体速度勾配によって形成される。標準室内気流は、しばしばこれらの不良を起こすのに十分である。本発明は、所望乾燥位置の外側の位置において、まだらなど、自然対流により誘導される不良を低減、制御

10

20

30

40

50

するために使用される。被覆された表面が、乾燥領域内に存在しない、そうでない場合には、周囲気流からの、またはウェブの運動に起因する境界層乱気流からの対流に暴露されるであろう位置では、溝、またはその他の液体輸送、および除去特徴、装置、構造物を備えた、または備えていない装置、ギャップ h_1 によって分離された被覆ウェブ16に近接して配置できる。被覆されたウェブ16に近接した凝縮プレート12の位置は、コーティング表面から周囲気流を遮断することができる。これは被覆された表面の上の境界層空気が乱流となるのを防止することもできる。故に、まだらなど、乾燥位置の外側の対流による不良は、低減、または無くすことができる。この装置は、第4～15図と同じように凝縮および溶剤除去と共に動作できる、またはギャップ h_1 内の蒸気の露点温度以上に凝縮表面22の温度を上昇させることによって凝縮および溶剤除去なしでも動作できる。

実施例の全てにおいて、多数の対を使用して加熱および凝縮構成要素の多数のゾーンを与えることが望ましい。加熱および凝縮構成要素の各対の温度およびギャップは、他の対から独立して制御できる。これらのゾーンは、互いに間隔を空けて、または空けないで配置できる。

実施例の全てのシステムは、ウェブ16上のコーティングと凝縮表面22との間の小さなギャップで、被覆されたウェブ16に近接した凝縮を利用する。適用される対流に対する要件もなく、ほとんど蒸気体積もない。蒸気濃度および対流の力は、ウェブ温度、ギャップ、および凝縮表面温度を調整することによって制御できる。これは、気体／液体界面近くの条件の制御性を改善する。プレート温度およびギャップは、連続的であり、乾燥システムの全体を通じて一定であるので、熱および質量伝達速度は、従来の乾燥システムのものよりも均一に制御される。これらの要素の全てが、乾燥性能の改善に役立つ。それは、凝縮蒸気回収システムの効率をも改善し、二次気体流内で燃焼、吸着、または凝縮する周知の高価な方法と比べても余分な費用も掛けないで高い効率の液体回収を提供する。

爆発する、または引火限界よりも上にあるウェブの上の周囲空気についての心配もほとんどない。事実、ギャップが、例えば、1 cm未満など、非常に小さい場合、引火性的心配は、ウェブの上の全空間が引火させるには酸素が不十分であるので、無用となる。さらに、本システムは、大量の気体流の必要もない。機械的装置および制御システムは、従来型空気浮遊乾燥システムのコストの20%だけである。

実験が、横溝を備えた30.5 cm幅のプラテンで行われた。底部プラテンは、プラテン内の通路を通って循環される伝熱流体で15から190までの範囲の温度まで加熱された。熱がコーティングに伝達されると、コーティング内の液体が蒸発する。凝縮プラテンの温度は、任意の適当な方法で-10から65までの範囲に制御されて、蒸気を移動および凝縮させるための駆動力を提供した。ギャップ h_1 の有効範囲は、0.15～5 cmである。まだらの無いコーティングが得られた。

ある例では、11.5%固形、2センチポアズ、7.6ミクロン湿潤厚み、および20.3 cm幅のまだら傾向のある重合体/MEK溶液が被覆された。ウェブは、21.6 cm幅で、0.635 m/sの速度で移動された。ウェブを加熱するために使用された加熱プラテンの温度は、82で制御された。凝縮プラテン温度は、27で制御された。これらのプラテンの全長は、1.68 mであり、それらは入り口側が低くなる状態で水平位置から3.4°の角度をもって搭載された。プラテンへの入り口は、コーティング塗布位置から76 cmに配置された。加熱されたプラテンは、約0.076 cmのギャップによってウェブから分離された。ギャップ h_1 は0.32 cmに設定された。毛細管現象溝は、深さが0.0381 cm、山と山との距離が0.076 cm、角度が30°、および溝の上部のランドが0.013 cmであった。ウェブは、長さが1.68 mのプラテンでまだらの無いように乾燥されたが、プラテンを通過した後もコーティング内に若干の残留溶剤があった。従来の乾燥システムでは、同様の乾燥段階に達するのに約9 mも必要となり、5倍以上の大きさの乾燥システムが必要となろう。

このシステムの他の用途には、ふくれによる不良がありがちな接着剤を乾燥することを含む。ふくれ不良は、残りのコーティングが乾燥する前に乾燥した表皮が形成され、この表皮の下に溶剤が閉じ込められて成るコーティング表面によって起きる。従来の乾燥法では

10

20

30

40

50

、内部ガスの溶剤蒸気濃度は、引火限界のため非常に低い。過度な熱がコーティングに加えられる場合、表面の溶剤は、非常に速く低蒸気濃度ガス流に変わり、表面上に表皮を形成することになる。本発明のシステムは、表面上に表皮を形成する傾向を低減できる制御した蒸気濃度をウェブの上の空間内に生成する。他の用途は、特定の製品性能を得るために乾燥システムが高溶剤濃度で作動される分野にある。

このシステムは、溶剤回収および乾燥性能以上の利点がある。他の利点は、コーティング流体を磁界にさらすための単純化工程を含む。周知の乾燥システム内に磁界ジェネレータを配置するのではなく、本発明では、磁界ジェネレータは乾燥システムの外側に配置できる（すなわち、装置 10、30 の外部）。これは、装置が小型であることによって可能となる。これは、映像、音声記録テープ、コンピュータ、およびデータ記憶テープ、コンピュータディスクett、および同等のものなどの製品を製造するために基材上に金属粒子充填流体をコーティングするときに特に適している。装置の外部にあるので、磁界ジェネレータは容易に調整、および保守が可能となる。

この装備は、粒子配向をも改善する。磁気出力は、これらの粒子が、物理的に記録の方向に配向される場合、改善される。従来、配向装置は、乾燥システム内に備えられており、粒子は、溶剤が除去されるときに一点で、または多点で配向される。ここでの一つの利点は、磁気配向装置が乾燥システムの外部にあり、非侵入性であるので（乾燥システム内部にある従来の配向装置は、対流熱および質量輸送を中断させる）、それはどのような形であれ溶剤除去速度に影響を及ぼさないことがある。これは、均一な溶剤除去を可能にする。磁気粒子は、本発明では流体が、乾燥の初期段階で粘度が小さいときに容易に配向される。粒子が、乾燥の初期段階で従来型の配向装置を出て行くと、コーティングの面に存在しない磁界の任意の構成要素は、粒子を垂直方向に投げ出すなど、好ましくない方向に粒子を再配向することとなる。溶剤が除去されると、粘度が増し、配向装置が粒子を回転させるのが困難となる。これらの粒子は、磁界を去るとき、または粒子間の力によって再配向されることはない。

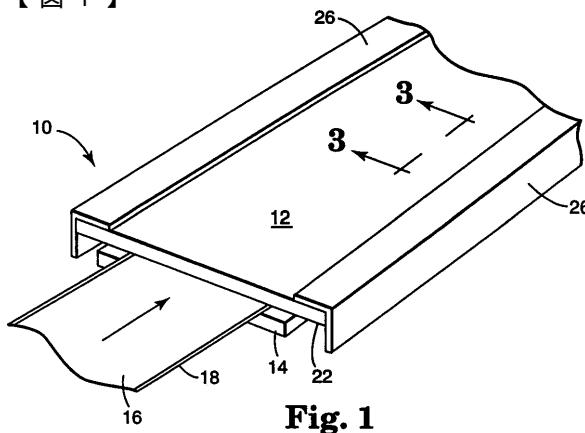
他の利点は、その小さなサイズ、および溶剤除去速度の増加のために、本発明は乾燥システムおよび配向装置の始めに粒子を配向することができることである。均一な磁界は、粘着力が優勢となる時点まで粘度が増すほどのレベルまで、溶剤が均一な乾燥環境で除去されると好ましい方向に粒子を保持する。これは、粒子が配向装置を、または粒子間の力から去るときの望ましくない粒子の再配向を防止する。従来の乾燥システムでの乾燥すると、製品の表面が粗くなる。本発明の乾燥システムの制御した環境で溶剤を除去すると、溶剤除去速度を上昇させて、より滑らかな表面が生成されることが明白となる。これは、例えば、結果として得られるテープが記録ヘッドにより接近して流れる際の、磁気出力をも改善する。

10

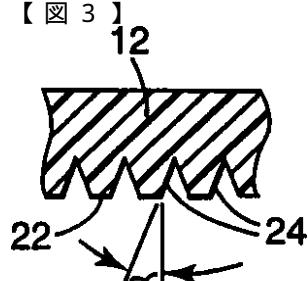
20

30

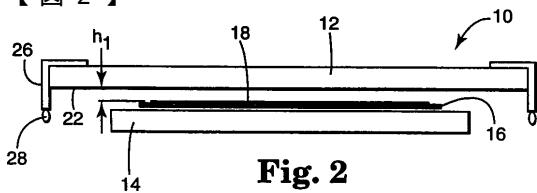
【図1】



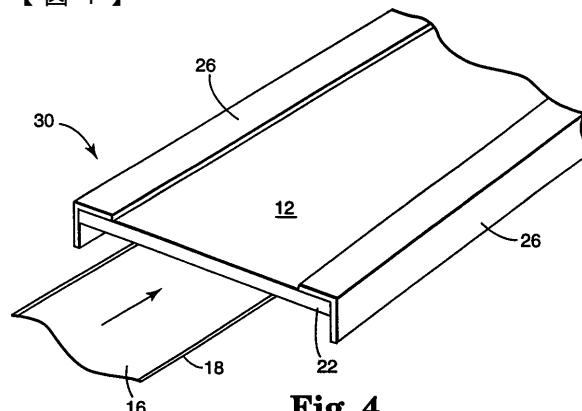
【図3】

**Fig. 3**

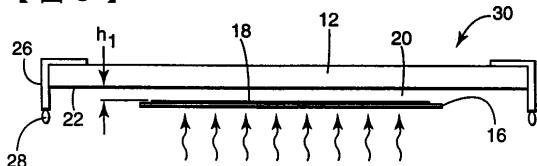
【図2】

**Fig. 2**

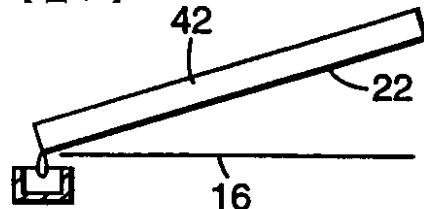
【図4】

**Fig. 4**

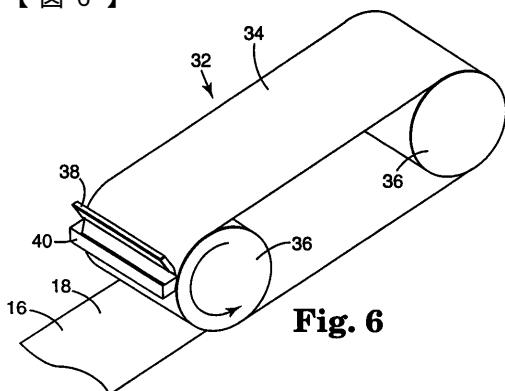
【図5】

**Fig. 5**

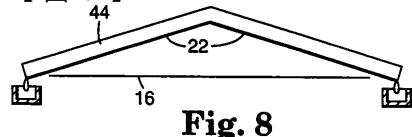
【図7】

**Fig. 7**

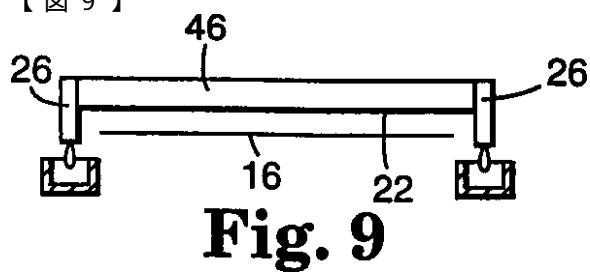
【図6】

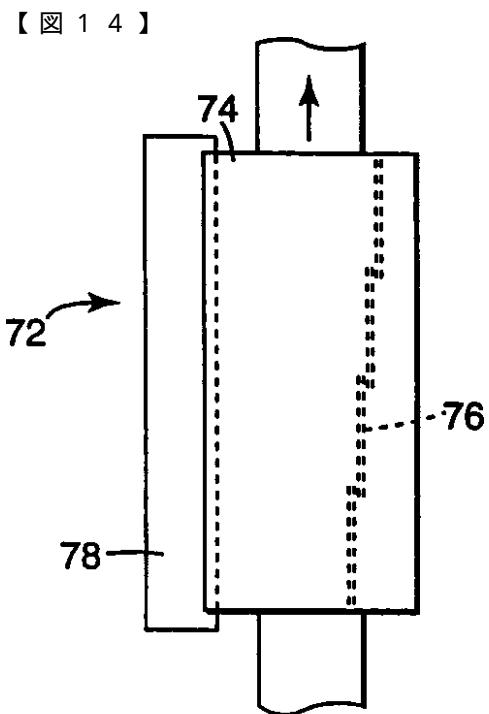
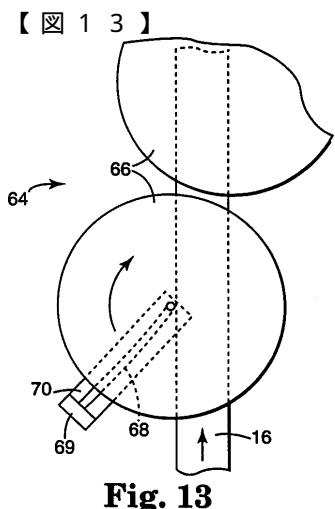
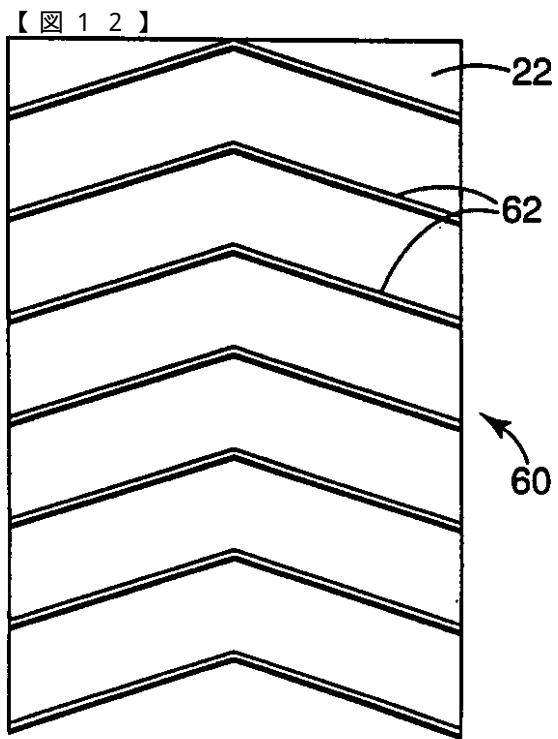
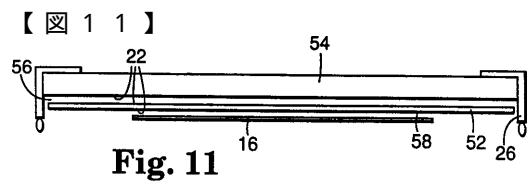
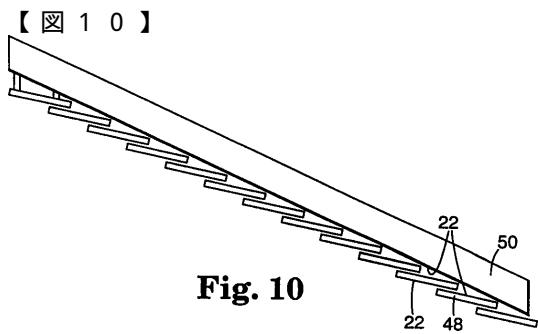
**Fig. 6**

【図8】



【図9】

**Fig. 9**



【図 15】

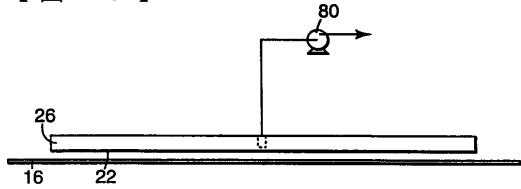


Fig. 15

【図 16】

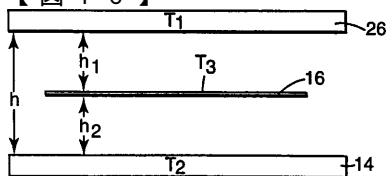


Fig. 16

フロントページの続き

(72)発明者 コルブ, ウィリアム・ビー

アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス3
3427

審査官 長崎 洋一

(56)参考文献 特表昭58-500454(JP,A)

特開昭57-154492(JP,A)

英国特許出願公開第01401041(GB,A)

特開昭63-158166(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F26B 13/10