

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3725168号  
(P3725168)

(45) 発行日 平成17年12月7日(2005. 12. 7)

(24) 登録日 平成17年9月30日(2005. 9. 30)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

F 2 6 B 13/10

F 2 6 B 13/10

Z

B 4 1 M 5/26

G O 3 C 1/498

G O 3 C 1/498

G O 3 C 1/74

G O 3 C 1/74

B 4 1 M 5/26

A

請求項の数 8 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願平9-535258  
 (86) (22) 出願日 平成9年2月21日(1997. 2. 21)  
 (65) 公表番号 特表2000-508049(P2000-508049A)  
 (43) 公表日 平成12年6月27日(2000. 6. 27)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US1997/002590  
 (87) 国際公開番号 W01997/037181  
 (87) 国際公開日 平成9年10月9日(1997. 10. 9)  
 審査請求日 平成16年2月20日(2004. 2. 20)  
 (31) 優先権主張番号 08/624, 164  
 (32) 優先日 平成8年3月29日(1996. 3. 29)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者  
 ミネソタ・マイニング・アンド・マニユ  
 ファクチャリング・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 稔  
 (74) 代理人  
 弁理士 伊藤 晃  
 (72) 発明者  
 ヨンコスキー、ロジャー・ケイ  
 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】 支持体上のコーティングを乾燥させるための装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の支持体表面と第2の支持体表面とを有する支持体(14)上のコーティング(12)からコーティング溶剤を蒸発させ、かつ該コーティング溶剤を蒸発させる際にまだらの形成を最小限に抑えるための方法であって、

(a) 該支持体の第1の支持体表面上に第1のコーティング厚さで該コーティング(12)を塗布するステップであって、該コーティング(12)は、該第1の支持体表面に塗布されるときに第1のコーティング粘度と第1のコーティング温度とを有するステップと、

(b) 第1の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第1の乾燥ガスを用いて該コーティング(12)を加熱するステップであって、該第1の乾燥ガスは第1の乾燥ガス温度を有し、該第1の熱伝達率は、該第1のコーティング温度と該第1の乾燥ガス温度との第1の温度差と、第1の熱伝達係数とによって与えられ、該第1の熱伝達率は、該コーティング(12)が該第1のコーティング厚さおよび該第1のコーティング粘度であるとき、まだらが有意に形成されることなく該コーティング溶剤の最大の蒸発を生じせしめ、該コーティング(12)は、主に、該支持体の第2の表面に隣接した該第1の乾燥ガスにより加熱されるステップと、

(c) 該コーティング溶剤の第1の部分が蒸発し該コーティング(12)が第2の湿潤厚さおよび第2の粘度を有した後に第2の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第2の乾燥ガスを用いて該コーティング(12)を加熱するステップであって、該コーティング(12)は、該第2の乾燥ガスにより加熱される直前に第2のコーティング温度を有し、該第2の湿潤厚さは該第1の湿潤厚さよりも小さく、該第2の乾燥ガスは第2の乾燥ガス温度を有し、該第2の熱伝達

10

20

率は、該第2のコーティング温度と該第2の乾燥ガス温度との第2の温度差と、第2の熱伝達係数とによって与えられ、該第2の熱伝達率は、該コーティング(12)が該第2の湿潤厚さおよび該第2の粘度であるとき、まだらが有意に形成されることはなく最大の蒸発を生じせしめ、該第2の熱伝達係数および該第2の乾燥ガス温度のうちの少なくとも1つは、それぞれの該第1の熱伝達係数および該第1の乾燥ガス温度よりも大きく、該コーティング(12)は、主に、該支持体の第2の表面に隣接した該乾燥ガスにより加熱されるステップとを含む方法。

【請求項2】

前記コーティング溶剤の第2の部分が蒸発し前記コーティング(12)が第3の湿潤厚さおよび第3の粘度を有した後に第3の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第3の乾燥ガスを用いて前記コーティング(12)を加熱するステップであって、前記コーティング(12)は、該第3の乾燥ガスにより加熱される直前に第3のコーティング温度を有し、該第3の湿潤厚さは前記第2の湿潤厚さより小さく、該第3の乾燥ガスは第3の乾燥ガス温度を有し、該第3の熱伝達率は、該第3のコーティング温度と該第3の乾燥ガス温度との第3の温度差と、第3の熱伝達係数とによって与えられ、該第3の熱伝達率は、前記コーティング(12)が該第3の湿潤厚さおよび該第3の粘度であるときにまだらが有意に形成されることなく前記コーティング溶剤の最大の蒸発を生じせしめ、該第3の熱伝達係数および該第3の乾燥ガス温度のうちの少なくとも1つは、それぞれの前記第2の熱伝達係数および前記第2の乾燥ガス温度よりも高く、前記コーティング(12)は、主に、前記支持体の第2の表面に隣接した該乾燥ガスにより加熱されるステップを更に含む請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記第1の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で前記コーティング(12)を加熱するステップが、略前記第1の熱伝達率で前記コーティング(12)を加熱するステップを含み、更に、前記第2の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で前記コーティング(12)を加熱するステップが、略前記第2の熱伝達率で前記コーティングを加熱するステップを含む請求項1記載の方法。

【請求項4】

前記支持体の第1の表面に隣接してガスが存在し、該ガスが前記支持体の第1の表面に対してガス速度を有し、更に、前記コーティング(12)中での有意なまだらの形成を防止するガス速度閾値よりも大きくないガス速度を保持するステップを含む請求項1記載の方法。

【請求項5】

前記支持体(14)が支持体移動方向に移動し、前記支持体の第2の表面に隣接する前記乾燥ガスは、前記支持体の第2の表面上に衝突する乾燥ガスと、該支持体移動方向と略同じ方向に流動する乾燥ガスと、該支持体移動方向に対してほぼ逆の方向に流動する乾燥ガスと、該支持体移動方向に対してほぼ直角に流動する乾燥ガスと、該支持体移動方向に対して略対角方向に流動する乾燥ガスとのうちの少なくとも一つである請求項1記載の方法。

【請求項6】

請求項1記載の方法を実施するための装置(10)であって、

(a) 第1の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第1の乾燥ガスを用いて第1の支持体表面上のコーティング(12)を加熱するための手段であって、該コーティング(12)は、該第1の支持体表面に塗布されるときに第1のコーティング厚さと第1のコーティング粘度と第1のコーティング温度とを有し、該第1の乾燥ガスは第1の乾燥ガス温度を有し、該第1の熱伝達率は、該第1のコーティング温度と該第1の乾燥ガス温度との第1の温度差と、第1の熱伝達係数とによって与えられ、該第1の熱伝達率は、該コーティング(12)が該第1のコーティング厚さおよび該第1のコーティング粘度であるときにまだらが有意に形成されることなく該コーティング溶剤の最大の蒸発を生じせしめ、該コーティング(12)は、主に、該支持体の第2の表面に隣接した該第1の乾燥ガスにより加熱されるようにした手段と、

(b) 該コーティング溶剤の第1の部分が蒸発し該コーティング(12)が第2の湿潤厚さと第2の粘度とを有した後に第2の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第2の乾燥ガスを用い

10

20

30

40

50

て該コーティング(12)を加熱するための手段であって、該コーティング(12)は、該第2の乾燥ガスにより加熱される直前に第2のコーティング温度を有し、該第2の湿潤厚さは該第1の湿潤厚さより小さく、該第2の乾燥ガスは第2の乾燥ガス温度を有し、該第2の熱伝達率は、該第2のコーティング温度と該第2の乾燥ガス温度との第2の温度差と、第2の熱伝達係数とによって与えられ、該第2の熱伝達率は、該コーティング(12)が該第2の湿潤厚さおよび該第2の粘度であるときにまだらが有意に形成されることなく最大の蒸発を生じせしめ、該第2の熱伝達係数および該第2の乾燥ガス温度のうちの少なくとも1つは、それぞれの該第1の熱伝達係数および該第1の乾燥ガス温度よりも高く、該コーティング(12)は、主に、該支持体の第2の表面に隣接した該乾燥ガスにより加熱されるようにした手段と、を有してなる前記装置(10)。

10

#### 【請求項7】

第1の支持体表面と該第1の支持体表面の反対側に位置する第2の支持体表面とを有する支持体(14)の該第1の支持体表面上に塗布されるときに第1のコーティング温度 $T_{c1}$ を有する該第1の支持体表面上のコーティング(12)からコーティング溶剤を蒸発させ、かつ該コーティング溶剤を蒸発させる際に該コーティング中でのまだらの形成を最小限に抑えるための方法であって、

(a) 該コーティング(12)に対して第1の蒸発雰囲気を提供するステップであって、該第1の蒸発雰囲気には、主として、該第2の支持体表面に隣接して流動することにより該コーティング(12)を加熱する乾燥ガスが含まれるステップと、

(b) 第1の熱伝達係数 $h_1$ が得られるように第1の乾燥ガス速度で該第2の支持体表面に隣接して該乾燥ガスを流動させ、更に、次の積：

20

$$h_1 (T_{ガス1} - T_{c1})$$

が第1の閾値より大きくはなく、まだらの形成が実質的に防止されるように、該乾燥ガスを第1の乾燥ガス温度 $T_{ガス1}$ まで加熱するステップと、

(c) 次の積：

$$h_1 (T_{ガス1} - T_{c1})$$

に対する該第1の閾値を決定するステップと、

(d) 該第1の蒸発雰囲気中を通過するように該支持体(14)を移動させるステップとを含む方法。

#### 【請求項8】

30

更に、

(e) 第2のコーティング温度 $T_{c2}$ のときに前記コーティング(12)に対して第2の蒸発雰囲気を提供するステップであって、該第2の蒸発雰囲気には、主として前記第2の支持体表面に隣接した乾燥ガスにより前記コーティング(12)を加熱する乾燥ガスが含まれるステップと、

(f) 第2の熱伝達係数 $h_2$ が得られるように第2の乾燥ガス速度で前記第2の支持体表面に隣接して該乾燥ガスを流動させ、更に、次の積：

$$h_2 (T_{ガス2} - T_{c2})$$

が第2の閾値より大きくはなく、前記コーティング(12)が該第2の蒸発雰囲気内にあるときにまだらの形成が実質的に防止されるように、該乾燥ガスを第2の乾燥ガス温度 $T_{ガス2}$ まで加熱するステップと、

40

(g) 次の積：

$$h_2 (T_{ガス2} - T_{c2})$$

に対する該第2の閾値を決定するステップと、

(h) 該第2の蒸発雰囲気中を通過するように前記支持体(14)を移動させるステップとを含む請求項7記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

発明の分野

本発明は、支持体上のコーティングを乾燥させるための方法に関し、より詳細には、イメージング製品の製造に使用されるコーティングを乾燥させるための方法に関する。

50

## 発明の背景

特に、写真製品、フォトサーモグラフィ製品、サーモグラフィ製品などの高品質な製品の製造には、コーティング溶液の薄膜を連続的に移動する支持体上に塗布するステップが含まれる。薄膜の塗布は、ディップ塗布、正転または逆転ロール塗布、ワイヤワウンド塗布、ブレード塗布、スロット塗布、スライド塗布、カーテン塗布などの様々な技法を用いて行うことができる（例えば、L. E. Scriven; W. J. Suszynski; Chem. Eng. Prog. 1990, September, p. 24を参照のこと）。コーティングは、単層としてまたは2つ以上の重層として塗布することができる。通常、支持体は連続支持体の形状のものが最も便利であるが、別々のシートをつなげた形状をとることもできる。

初期のコーティングは溶剤と固形分との混合物または溶液であり、最終的に乾燥させた製品を得るために、乾燥させなければならない。塗布プロセスのコストは塗布方法によって決まるが、乾燥プロセスのコストは所望のライン速度に比例する場合が多い（E. D. Cohen; E. J. Lightfoot; E. B. Gutoff; Chem. Eng. Prog. 1990, September, p. 30を参照のこと）。ライン速度はオープンの能力による制約を受ける。コストを削減するためには、コーティングからの溶剤の除去をできるかぎり効率的に行うことが望ましい。このことは、一般的には、コーティングの施された製品への熱の移動をできるかぎり効率的に行うことにより達成される。このことは、しばしば、コーティング表面における乾燥ガスの速度を増大させて熱の移動および溶剤の蒸発を促進し、コーティングを迅速に乾燥させることにより達成される。しかしながら、生成する乱流空気により欠陥形成を起こす傾向が増大される。

支持体にコーティングを施し、支持体上のコーティングを乾燥させるプロセスは、本質的に、ベナール渦、ミカン肌、まだらなどの欠陥を生じる可能性がある。ベナール渦とは、塗布後のコーティング内の循環運動によって生じる欠陥である（C. M. Hanson; P. E. Pierce; Cellular Convection in Polymer Coatings-An Assessment, 12 Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop. 1973, p.67を参照のこと）。

ミカン肌はベナール渦と関連がある。ミカン肌は、固形分比に対して高い粘度を有する流体コーティングにおいてごく普通に見られるものである。これは、こうした系が、比較的少量の溶剤が消失した際にベナール渦を伴うトポグラフィを「内部凍結」する傾向によるものである。こうしたトポグラフィは、ミカン肌の表面のような細かい斑点の小規模なパターンとして観測されることがある。パターンの規模は、ミリメートル以下の大きさである。

まだらは、しみの外観を呈する不規則なパターンまたは不均一な密度の欠陥である。このしみは、粗いこともあるし、細かいこともある。このパターンは、1方向を向くことさえもある。規模はかなり小さいこともあるし、かなり大きいこともあり、センチメートル程度の場合もある。しみは、様々な色または色相となって現れることもある。白黒イメージング材料において、しみは、一般的には、灰色を帯びているが、未処理製品のときは現れないが、現像すると現れる場合もある。まだらは、通常、乾燥機に入る前、乾燥機に入る時、または乾燥機中に入っている時のコーティング上の空気の動きによって生じる（例えば、"Modern Coating and Drying Technology," Eds. E. D Cohen, E. B. Gutoff, VCH Publishers, NY, 1992; p. 288を参照のこと）。

まだらは、多種多様な条件下で生じる問題である。例えば、ポリマ樹脂の有機溶剤溶液を含んでなるコーティングを、合成有機ポリマ支持体のウェブまたはシート上に設ける場合、しばしば、まだらが生成する。まだらは、コーティング溶液が揮発性有機溶剤を含有する場合、特に深刻な問題であるが、水性コーティング組成物の場合または低揮発性有機溶剤を使用したコーティング組成物の場合でさえも、かなりの程度で生成する可能性がある。まだらは最終製品の外観を損ねるので、望ましくない欠陥である。イメージング製品などの場合、被覆製品の機能に悪影響を及ぼすため、更に望ましくない。

コーティングの施された支持体は、乾燥ガスの入った乾燥オープンを用いて乾燥させることが多い。乾燥ガスは通常、空気であり、好適な高温まで加熱され、コーティングと接触することによって、溶剤の蒸発を生じせしめる。乾燥ガスは、種々の方法で乾燥オーブ

10

20

30

40

50

ン中に導入することができる。典型的には、乾燥ガスは、コーティング層の乱れを最小量に抑えるようにデザインされた注意深い制御条件下で、コーティングの表面上に均一に分配されるように方向付けされる。使用済みの乾燥ガス、すなわち、コーティングから蒸発した有機溶剤の蒸気を含んだ乾燥ガスは、乾燥器から連続的に排出される。

多くの工業用乾燥器では、乾燥路に沿って乾燥特性を柔軟に変えられるよに多数のそれぞれ孤立したゾーンが使用される。例えば、米国特許第5,060,396号には、移動する支持体から溶剤を除去するためのゾーン方式シリンダ乾燥器が開示されている。複数の乾燥ゾーンは物理的に分離され、各乾燥ゾーンは異なる温度および圧力で作動可能である。複数の乾燥ゾーンが望ましいのは、次第に低濃度化する溶剤蒸気組成物を使用することができるからである。独国特許DD 236,186号には、最小のコストで最大の乾燥が行えるように各乾燥ゾーンの湿度および温度を制御することについての記載がある。ソ連特許SU 620766号には、木材内の応力を低減する段階的溫度増加方式の多段木材乾燥器が記載されている。オープン中に複数のゾーンが存在する場合、通常、ゾーンは互いに孤立している。コーティングの施された支持体は、スロットを介してゾーン間を移動する。ゾーン間の空気および熱の流れを最小限に抑えるために、更に、各ゾーンにおける乾燥条件を効率的に制御するために、典型的には、支持体がゾーン間を通過できる状態を保ちつつ、このスロットの断面積をできるかぎり小さくする。しかしながら、隣接したゾーンはスロットを介して互いにつながっており、従って、一般的にはゾーン間で圧力差を生じる。空気は一方のゾーンから他方のゾーンへ流れるが、スロットの寸法が小さいため、空気ガスの速度は速い。従って、オープン間のスロットは、まだら欠陥の原因となる傾向がある。

米国特許第4,365,423号には、まだらを低減するための乾燥装置および乾燥方法が開示されている。図1は、この発明の実施態様を示している。乾燥装置2Aでは、空気の外乱から液体コーティング6Aを保護するために有孔シールド4Aを使用する。有孔シールド4Aは、支持体上に「静止」ゾーンを設けるスクリーンまたは有孔プレートであり、均一な熱および物質の移動状態を促進すると記載されている。また、シールド4Aは、液体コーティング6Aに向かって流動する使用済み乾燥ガスがコーティングの表面に接触する度合いを制限するとともに記載されている。この方法は、写真材料、特に、揮発性有機溶剤を含有した組成物から形成された1つ以上の層を含んでなる写真材料、を乾燥させる場合に特に有利であると報告されている。この装置および方法には、乾燥速度を遅いという制約がある。

米国特許第4,999,927号には、乾燥ゾーンを通過して移動するキャリア材料に塗布され、かつ揮発性溶剤成分と非揮発性成分の両方を含有した液体層、を乾燥させるためのもう1つの装置および方法が開示されている。図2は、この装置2Bおよび方法を示している。乾燥ガスは、キャリア材料8Bの方向に流動し、乾燥ゾーン内で流動方向に加速される。この方法では、キャリア材料上の液体層に隣接して乾燥ガスの境界層の層流が保持される。外乱空気流動を回避することにより、まだらが減少する。

図3および4には、2つの他の公知の乾燥装置および方法の例が示されている。図3は、囲いの一端から他端へ空気が流動(矢印を参照のこと)する公知の乾燥装置2Cを略図で示している。図3において、空気流は、コーティングの施された支持体に平行でかつその移動方向と逆の方向になるように(すなわち、向流として)示されている。平行な並流の空気流もまた公知である。

図4は、支持体8Dの面に比較的垂直な流入空気流(矢印を参照のこと)が形成される公知の乾燥装置2Dを略図で示している。流入空気はまた、オープン全体にわたり支持体を浮揚または支持するための手段としても働く。

米国特許第4,051,278号には、塗布ゾーン中で溶剤の蒸発によって生じるまだらを低減するための方法が記載されている。蒸発可能な液体ビヒクル中に膜形成性材料を含んでなる組成物の、可撓性ウェブまたは合成有機ポリマ上への塗布など、支持体上へのまだらを低減させた塗布は、次の温度：すなわち、(1)塗布位置の外界温度、(2)塗布位置のコーティング組成物の温度、および(3)塗布ゾーンにおける支持体の温度、のうちの少なくとも2つ温度を、塗布ゾーンにおけるコーティング層の平衡表面温度と実質的に等しい温度に保持することによって達成される。平衡表面温度は、塗布ゾーンにおいて熱伝達およびそれに

10

20

30

40

50

続く層の蒸発冷却が平衡状態にあるときのコーティング組成物層の表面の温度として定義される。塗布後、従来の方法によってコーティング層の乾燥を行う。この発明には、塗布ゾーンにおいて温度を制御することにより(例えば、冷却することにより)まだらの形成を防ぎながら乾燥させる方法が含まれるが、乾燥オープン内での温度制御またはまだらの形成についての記載はない。更に、この方法は、結果としてまだらを引き起こす蒸発冷却によって著しく冷却するコーティングに対してのみ有用である。

米国特許第4,872,270号には、キャリアフィルム上に塗布された、水および1つ以上の高沸点有機溶剤を含んでなるラテックスペイント、を乾燥させる方法が記載されている。この方法により、膨れおよび泡の欠陥のない乾燥ペイント層が得られる。コーティングの施されたフィルムは、暖かい中程度の湿度の空気と接触する一連の少なくとも3つの段階を連続的に通過し、蒸発に必要な熱の半分がフィルムの下側に供給される。少なくとも最初の3つの各段階の乾燥条件は、中程度の速度かつ有機溶剤よりも速い速度で水を蒸発させ、結果として、ペイントの合体および表面硬化ペイント層中への液体のトラッピングの防止が達成されるようなフィルムの温度プロファイルを保持するように制御される。報告によると、フィルム内の揮発性溶剤の蒸気圧を制御することにより、泡の生成が低減される。まだらの形成は、膨れとは異なる機構で起こり、その制御および除去のためには異なる方法が必要である。

10

米国特許第4,894,927号には、引火性有機溶剤を含有したコーティング組成物が塗布された移動ウェブを乾燥させる方法が記載されている。ウェブは、不活性ガスが充填された密閉型オープン中およびウェブの上側および下側の平板状ヒータ中を通過する。ガスの必要量が少ないため、不活性乾燥ガスの動きによりコーティング表面が影響されることはほとんどないと報告されている。ガス流動系の重要性およびまだらの防止の必要性についての記載はない。

20

米国特許第5,077,912号には、有機溶剤を含有するコーティング組成物が塗布された連続的に移動するウェブを乾燥させる方法が記載されている。最初に、コーティングが指触乾燥するまで、熱風を用いてコーティングを乾燥させる。指触乾燥状態を得るためには、温度、熱風速度などの乾燥条件を調節すれば十分である。指触乾燥は、 $10^8 \sim 10^{10}$  ポアズの粘度に対応する。次に、熱ロールを用いて残存溶剤を除去する。この方法により、乾燥欠陥を低減し、乾燥時間を削減し、更に、オープンサイズを減少することができると言われている。オープンの構成、乾燥方法、またはガス流動系および流路の重要性についての記載はない。

30

米国特許第5,147,690号には、支持体上の液体膜を乾燥させるための方法および装置が記載されており、これには、下側のガスまたは空気の供給システムと上側のガスまたは空気の供給システムが含まれる。支持体の下側の加熱ガスは、支持体に対して搬送クッションを形成すると同時に、支持体に対して乾燥エネルギーを供給する。使用済み空気は、リターンチャンネルから送出される。ガスを供給および戻すためのスロットは、下側のガスシステム中に交互に配置されている。上側のガスまたは空気の供給システムは、下側のガスまたは空気の供給システムよりも幅が広い。上側のガスまたは空気の供給システムでは、供給空気またはガスは、バッフルにより支持体上に向けられ、戻り空気またはガスとして支持体ウェブ上を通過して戻される。上側のガスまたは空気の供給システムは、供給空気および排出空気のためにいくつかのセクションに分割され、それぞれのセクションには、多孔性材料の2枚のプレートが備えられている。

40

米国特許第5,433,973号には、支持体上に磁気記録媒体を塗布する方法が記載されており、このコーティングには、実質的にベナール渦がない。この方法には、(a) ポリマバイнда、顔料、および溶剤を含有した分散体を提供するステップと、(b) 支持体の表面上に分散体を塗布するステップと、(c) 分散体を乾燥させるステップと、(d) それぞれ粘度、温度勾配、および分散体の湿潤厚さを表す  $\mu$ 、 $\theta$ 、および  $d$  を含む値を計算するステップと、(e) ステップ(a)、(b)、および(c)を実施する間、次の比：

$$\frac{\beta d^2}{\mu}$$

を、磁気記録媒体コーティング中でのベナール渦の形成を防止するのに十分な閾値未満に保持するステップと、が含まれる。乾燥オープンの内部ならびに空気の吸入口および排出口の配置についての記載はない。

多くの方法には、オープン内の乾燥ガスの制御が含まれる。例えば、米国特許第5,001,845号には、材料の搬送ウェブから引火性溶剤または蒸気を除去するために使用される工業用乾燥器の制御システムが記載されている。各ゾーン内のセンサにより、加圧雰囲気中の酸素含有量が測定される。酸素含有量が所定の限界値を超えた場合、不活性ガスが添加される。同時に、外界に過剰なガスを放出することにより、オープン本体内の圧力が保持される。

10

米国特許第5,136,790号には、液体を有する連続的に移動するウェブを乾燥させるための方法および装置が記載されており、これによると、ウェブは乾燥器を通り、乾燥器中でウェブが加熱乾燥ガスの再循環流に暴露される。排気ガスは、最大レベルおよび最小レベルの間で変動可能なガス速度で再循環ガス流に向けて排出され、補給ガスは、同様に最大レベルおよび最小レベルの間で変動可能なガス速度で再循環ガス流に添加される。プロセス変数を検知して、所定の設定値と比較する。上述の第1の流速は、プロセス変数を所定の設定値に保持するように調節され、上述の第2の流速は、第1の乾燥ガスの速度がその最大レベルおよび最小レベルの間に保持されるように、第1の乾燥ガスの速度に対する調節に

20

ソ連特許SU 1,276,889号には、オープン内の空気ガス速度を制御することにより乾燥ガスを制御する方法が記載されている。この方法では、排出口のウェブの温度を特定の温度に保持するために、1つのゾーン中でのファン速度を調節して空気の流速を制御する。この手法には、乾燥仕様を満足させるために空気ガス速度を増大させるとまだらを生じる可能性があるという点で制約がある。

乾燥オープンを制御するために、乾燥ウェブの物理的状態を利用することもできる。例えば、上述のソ連特許SU 1,276,889号では、オープンの排気口におけるウェブの温度を使用して空気の流速を設定した。

30

米国特許第5,010,659号には、移動ウェブの幅に沿った特定のゾーン位置において温度、含水量、または他の物理的性質をモニタし、コンピュータ制御システムを利用して物理的性質の均一化およびウェブの乾燥のために複数の赤外ランプに対して有限の時間、通電および制御を行う赤外乾燥システムが記載されている。この赤外乾燥システムは、グラフィックアート工業、コーティング工業、および製紙工業、ならびに物理的性質のプロフィリングおよび材料の移動ウェブの幅方向の乾燥が必要な任意の他の用途に特に有用である。乾燥オープンの内部ならびに空気の吸入口および排出口の配置についての記載はない。

米国特許第4,634,840号には、熱可塑性シートおよびフィルムの熱処理に使用されるオープンの中の乾燥温度を制御する方法が記載されている。複数の放射線加熱炉を使用することにより、高精度でかつ所定の熱プロフィルで、広くかつ連続したシートまたはフィルムが一樣に加熱される。この際、各放射線加熱炉の内部では、複数列のヒータが、加熱されるシートまたはフィルムの搬送方向に直角に配置される。シートまたはフィルムの温度を測定するための温度計は、各放射線加熱炉の外側にあるシートまたはフィルム用送出口の近傍に配置される。各温度計の直前に位置する放射線加熱炉の内部に配置されたヒータの出力は、各温度計により検出された温度に基づいて、コンピュータを用いた制御が行われる。

40

2つの他の特許は乾燥上の問題に取り組んでいるが、まだらの問題を扱っていない。米国特許第3,849,904号には、ウェブの縁で空気流に機械的制約を加えることについての記載がある。調節可能な縁部デクルがシールを形成し、布の下側が端部で異なる加熱状態になると記されている。これにより、布の縁部が冷却され、布の残りの部分が加熱される。し

50

かしながら、この手法は、ポリマ支持体を使用する場合、有利ではない。ポリマ支持体に引っ掻き傷を生じる可能性があり、小さい粒子が生成してコーティング上に付着する恐れがある。米国特許第3,494,048号には、ウェブの縁で空気流の方向を変えるために機械的手段を使用するという記載がある。パッフルは、空気を偏向させ、インキ乾燥器中における用紙の裏側への空気の浸透およびドラムからの用紙の浮上を防止すると記されている。用紙をドラム上に保持すると、乾燥インキのにじみが防止される。

まだら、ミカン肌などのコーティングの欠陥の1つ以上を、たとえ除去しないにしても、低減させ、しかも高いスループットが得られる乾燥装置および方法に対する必要性が存在する。フォトサーモグラフィ製品、サーモグラフィ製品、および写真製品の製造に使用されるコーティングの乾燥のほかに、改良された乾燥装置および方法に対する必要性は、接着剤溶液、磁気記録溶液、下塗溶液などのコーティングの乾燥にまで及ぶ。

10

#### 発明の概要

本発明は、コーティングの施された支持体を乾燥させるために利用できるが、特に、フォトサーモグラフィ製品、サーモグラフィ製品、および写真製品の製造に使用される、コーティングの施された支持体、を乾燥させるために利用できる。より詳細には、本発明を利用すると、著しいまだらを形成することなく、しかも既知の乾燥方法よりも速いウェブ速度で、こうした乾燥を行うことができる。

1実施態様には、支持体上のコーティングからコーティング溶剤を蒸発させ、かつコーティング溶剤を蒸発させる際、まだらの形成を最小限に抑えるための方法が含まれる。支持体は、第1の表面と第2の表面を有する。この方法には、該支持体の第1の支持体表面上に第1のコーティング厚さでコーティングを施すステップが含まれるが、このコーティングは、第1の支持体表面に塗布されるとき、第1のコーティング粘度と第1のコーティング温度を有する。もう1つのステップでは、第1の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第1の乾燥ガスを用いてコーティングを加熱するが、この第1の乾燥ガスは、第1の乾燥ガス温度を有し、第1の熱伝達率は、第1の熱伝達係数、および第1のコーティング温度と第1の乾燥ガス温度との第1の温度差、によって与えられる。コーティングが第1のコーティング厚さおよび第1のコーティング粘度であるとき、第1の熱伝達率は、まだらが有意に形成されることなくコーティング溶剤の最大の蒸発を生じせしめる。コーティングは、主に、支持体の第2の表面に隣接した第1の乾燥ガスにより加熱される。もう1つのステップでは、コーティング溶剤の第1の部分が蒸発した後、第2の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第2の乾燥ガスを用いてコーティングを加熱するが、コーティングは第2の湿潤厚さおよび第2の粘度を有する。コーティングは、第2の乾燥ガスにより加熱される直前、第2のコーティング温度を有する。第2の湿潤厚さは、第1の湿潤厚さよりも小さい。第2の乾燥ガスは、第2の乾燥ガス温度を有する。第2の熱伝達率は、第2の熱伝達係数、および第2のコーティング温度と第2の乾燥ガス温度との第2の温度差、によって与えられる。コーティングが第2の湿潤厚さおよび第2の粘度であるとき、第2の熱伝達率は、まだらが有意に形成されることなく最大の蒸発を生じせしめる。第2の熱伝達係数および第2の乾燥ガス温度のうちの少なくとも1つは、それぞれの第1の熱伝達係数および第1の乾燥ガス温度よりも高い。コーティングは、主に、支持体の第2の表面に隣接した乾燥ガスにより加熱される。

20

30

もう1つの実施態様には、第1の支持体表面上のコーティングからコーティング溶剤を蒸発させ、かつコーティング溶剤を蒸発させる際、コーティング中のまだらの形成を最小限に抑えるための方法が含まれる。コーティングは、支持体に塗布されるとき、第1のコーティング温度 $T_{c1}$ を有する。支持体はまた、第1の支持体表面に対向する第2の支持体表面を有する。この方法には、コーティングに対して第1の蒸発雰囲気を提供するステップが含まれる。第1の蒸発雰囲気には、主として第2の支持体表面に隣接して流動することによりコーティングを加熱する乾燥ガスが含まれる。もう1つのステップでは、第1の熱伝達係数 $h_1$ が得られるように第1の乾燥ガス速度で第2の支持体表面に隣接して乾燥ガスを流動させ、更に、次の積：

40

$$h_1 (T_{ガス1} - T_{c1})$$

が第1の閾値以下で、結果としてまだらの形成が実質的に防止されるように、乾燥ガスを

50



第1の乾燥ガス温度 $T_{ガス1}$ まで加熱する。もう1つのステップでは、次の積：

$$h_1 (T_{ガス1} - T_{c1})$$

に対する第1の閾値を決定する。もう1つのステップでは、第1の蒸発雰囲気中を通過するように支持体を移送する。

もう1つの実施態様には、支持体上のコーティングからコーティング溶剤を蒸発させ、かつコーティング溶剤を蒸発させる際、まだらの形成を最小限に抑えるための装置が含まれる。支持体は、第1の表面と第2の表面を有する。この装置には、該支持体の第1の支持体表面上に第1のコーティング厚さでコーティングを施す手段が含まれる。このコーティングは、第1の支持体表面に塗布されるとき、第1のコーティング粘度と第1のコーティング温度を有する。この装置には更に、第1の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第1の乾燥ガスを用いてコーティングを加熱するための手段が含まれる。第1の乾燥ガスは、第1の乾燥ガス温度を有する。第1の熱伝達率は、第1の熱伝達係数、および第1のコーティング温度と第1の乾燥ガス温度との第1の温度差、によって与えられる。コーティングが第1のコーティング厚さおよび第1のコーティング粘度であるとき、第1の熱伝達率は、まだらが有意に形成されることなくコーティング溶剤の最大の蒸発を生じせしめる。コーティングは、主に、支持体の第2の表面に隣接した第1の乾燥ガスにより加熱される。この装置には更に、コーティング溶剤の第1の部分が蒸発した後、第2の熱伝達率よりも大きくない熱伝達率で第2の乾燥ガスを用いてコーティングを加熱するための手段が含まれるが、コーティングは第2の湿潤厚さおよび第2の粘度を有する。コーティングは、第2の乾燥ガスにより加熱される直前、第2のコーティング温度を有する。第2の湿潤厚さは、第1の湿潤厚さよりも小さい。第2の乾燥ガスは、第2の乾燥ガス温度を有する。第2の熱伝達率は、第2の熱伝達係数、および第2のコーティング温度と第2の乾燥ガス温度との第2の温度差、によって与えられる。コーティングが第2の湿潤厚さおよび第2の粘度であるとき、第2の熱伝達率は、まだらが有意に形成されることなく最大の蒸発を生じせしめる。第2の熱伝達係数および第2の乾燥ガス温度のうちの少なくとも1つは、それぞれの第1の熱伝達係数および第1の乾燥ガス温度よりも高い。コーティングは、主に、支持体の第2の表面に隣接した乾燥ガスにより加熱される。

もう1つの実施態様には、第1の支持体表面上のコーティングからコーティング溶剤を蒸発させ、かつコーティング溶剤を蒸発させる際、コーティング中のまだらの形成を最小限に抑えるための装置が含まれる。コーティングは、支持体に塗布されるとき、第1のコーティング温度 $T_{c1}$ を有する。支持体はまた、第1の支持体表面に対向する第2の支持体表面を有する。この装置には、コーティングに対して第1の蒸発雰囲気を提供するための手段が含まれる。第1の蒸発雰囲気には、主として第2の支持体表面に隣接して流動することによりコーティングを加熱する乾燥ガスが含まれる。第1の乾燥ガス速度で第2の支持体表面に隣接して乾燥ガスを流動させるための手段は、第1の熱伝達係数 $h_1$ を与え、更に、次の積：

$$h_1 (T_{ガス1} - T_{c1})$$

が第1の閾値以下で、結果としてまだらの形成が実質的に防止されるように、乾燥ガスを第1の乾燥ガス温度 $T_{ガス1}$ まで加熱する。この装置には更に、次の積：

$$h_1 (T_{ガス1} - T_{c1})$$

に対する第1の閾値を決定するための手段が含まれる。この装置には更に、第1の蒸発雰囲気中を通過するように支持体を移送するための手段が含まれる。

本明細書中で使用する場合、用語の意味は次の通りである。

「フォトサーモグラフィ製品」とは、少なくとも1つのフォトサーモグラフィ乳剤層と、任意の支持体、トップコート層、受像層、ブロッキング層、ハレーション防止層、下塗層もしくは下地層などを含んでなる構成体を意味する。

「サーモグラフィ製品」とは、少なくとも1つのサーモグラフィ乳剤層と、任意の支持体、トップコート層、受像層、ブロッキング層、ハレーション防止層、下塗層もしくは下地層などを含んでなる構成体を意味する。

「乳剤層」とは、感光性ハロゲン化銀と非感光性の還元しうる銀供給材料を含むフォトサ

10

20

30

40

50

ーモグラフィ要素の層、または非感光性の還元しうる銀供給材料を含むサーモグラフィ要素の層を意味する。

本発明の他の態様、利点、および利益については、詳細な説明、実施例、および請求の範囲により開示され、明らかにされる。

#### 【図面の簡単な説明】

本発明の前述の利点、構成、および操作については、以下の説明および添付の図面から、より自明なものとなるであろう。

図1は、既知の乾燥装置の側面図である。

図2は、もう1つの既知の乾燥装置の断面図である。

図3は、もう1つの既知の乾燥装置の略側面図である。

10

図4は、もう1つの既知の乾燥装置の略側面図である。

図5は、本発明に係る乾燥装置の側面図である。

図6は、図5に示されている乾燥装置の部分側面図である。

図7は、図6に示されている乾燥装置の部分断面図である。

図8は、図6に示されている乾燥装置の部分断面図である。

図9は、図6に示されている乾燥装置の断面正面図である。

図10は、図5～9に示されているエアフォイルおよびエアバーの略側面図である。

図11は、図5～10に示されている乾燥装置のもう1つの実施態様の側面図である。

図12は、図5～11に示されている乾燥装置のもう1つの実施態様の側面図である。

図13は、乾燥オープン内の乾燥ガスの一定した温度を示すとともに、得られたコーティング温度をオープン内の移動距離の関数として示したグラフである。

20

図14は、最大の許容しうる熱伝達率を示すとともに、図13に示されている一定した乾燥ガス温度の結果としてコーティングに対する実際の熱伝達率を示したグラフである。

図15は、コーティングを2つの異なる乾燥ガス温度に晒した場合について、得られたコーティング温度をオープン内の移動距離の関数として示したグラフである。

図16は、最大の許容しうる熱伝達率を示すとともに、図15に示されている2つの乾燥ガス温度に晒した結果としてコーティングに対する実際の熱伝達率を示したグラフである。

図17は、コーティングを3つの異なる乾燥ガス温度に晒した場合について、得られたコーティング温度をオープン内の移動距離の関数として示したグラフである。

図18は、最大の許容しうる熱伝達率を示すとともに、図17に示されている3つの乾燥ガス温度に晒した結果としてコーティングに対する実際の熱伝達率を示したグラフである。

30

図19は、コーティングを15個の異なる乾燥ガス温度に晒した場合について、得られたコーティング温度をオープン内の移動距離の関数として示したグラフである。

図20は、最大の許容しうる熱伝達率を示すとともに、図19に示されている15個の乾燥ガス温度に晒した結果としてコーティングに対する実際の熱伝達率を示したグラフである。

図21は、コーティングを15個の異なる乾燥ガス温度に晒した場合について、得られたコーティング温度をオープン内の移動距離の関数として示したグラフであるが、ただし、最大の許容しうる熱伝達率は、オープンの長手方向に沿って増加する。

図22は、最大の許容しうる熱伝達率を示すとともに、図19に示されている15個の乾燥ガス温度に晒した結果としてコーティングに対する実際の熱伝達率を示したグラフである。

40

図23は、図5に略図で示された乾燥装置のもう1つの実施態様の側面図である。

#### 発明の詳細な説明

乾燥装置10は、図5に略図で示され、図6～10では更に詳細に示されている。この乾燥装置10は、支持体14に適用（すなわち、塗布）されて被覆支持体16を形成するコーティング12を乾燥させるのに有用である。コーティング12が、蒸発可能な液体ビヒクル中に膜形成性材料または他の個体物質を溶解、分散、または乳化してなる場合、乾燥とは、乾燥した膜または固体層（例えば、接着剤層またはフォトサーモグラフィ層）が支持体14上に残留するように蒸発可能な液体ビヒクルを蒸発させることを意味する。これ以降では、より一般性のある用語「蒸発可能な液体ビヒクル」を、本明細書中では「溶剤」と記す。

乾燥装置10は、多種多様なコーティングに好適なものであるが、特に、フォトサーモグラ

50

フィコーティングおよびサーモグラフィコーティングを乾燥して、フォトサーモグラフィ製品およびサーモグラフィ製品を作製するのに好適である。乾燥装置10は、こうしたコーティングを比較的短時間で乾燥させるとともに、まだらなどの乾燥に起因した欠陥の生成を最小限に抑える能力を備える。以下に開示される内容は、乾燥装置10の実施態様、乾燥装置10の使用の実施態様、および乾燥装置10による乾燥に特に好適な材料の詳細、に関する説明である。

#### 乾燥装置10

図5～10は、一般的には、第1のゾーン18と第2のゾーン20を有する乾燥用囲い17を具備可能な乾燥装置10の実施態様を示している。第1および第2のゾーン18、20は、ゾーン壁22により分割可能である。後述の開示内容の中でより明確になるであろうが、第1のゾーン18の重要性が特に大きい。第1のゾーン18と第2のゾーン20には、それぞれ異なる乾燥雰囲気

10

を配置することができる。また、後で更に説明するが、第1のゾーン18には、その中に複数の乾燥雰囲気を配置することができる。

支持体14は、支持体巻出機24により巻出可能であり、コーティング12は、塗布装置26により支持体14上に塗布されるように図示されている。コーティングの施された支持体16は、被覆支持体送入口27を介して乾燥装置10に送入され、第1および第2のゾーン18、20を通過するときに乾燥させることができる。この被覆支持体は、被覆支持体送出口28を介して乾燥装置10から送出され、次に被覆支持体巻取機29で巻き取ることができる。被覆支持体16は、第1のゾーン18中の円弧状の通路に沿って通過するように図示されているが、この通路は平らであってもよいし、他の形状のものでもよい。また、被覆支持体16は、ゾーン2

20

内で再方向付けされ、結果として被覆支持体がゾーン2中を3回通過するように図示されているが、より少ない回数またはより多くの回数で通過するように乾燥装置10をデザインすることもできる。

第1のゾーン18は、図6～10に、より詳細に示されているが、これらの図には、第1のゾーン18に沿って被覆支持体16の下に配置された多数エアfoil30が含まれている。エアfoil30は、被覆支持体が乾燥ガスのクッション上に乗ることができるように被覆支持体16の底面に向けて乾燥ガス(例えば、熱風、不活性ガス)を供給する。乾燥ガスは、エアfoilプレナム31により一群のエアfoil30に供給される。

一群のエアfoil30から供給される乾燥ガスの温度およびガス速度は、対応するエアfoilプレナム31中の乾燥ガスの温度および圧力を制御することにより調節可能である。従って、各エアfoilプレナム31内の乾燥ガスの温度および圧力を独立に制御することにより、各群のエアfoil30により供給される乾燥ガスの温度およびガス速度を独立して制御することが可能である。

30

各エアfoilプレナム31は、一群が12個または15個のエアfoil30から成るように図示されているが、他のダクト配置を使用することも可能である。極端な例としては、1個のエアfoilプレナム31が、1つだけのエアfoil30に乾燥ガスを供給する場合が挙げられる。この配置を用いると、各エアfoilプレナム31に対して温度と圧力を独立して制御することにより、各エアfoil30から送出される乾燥ガスの温度とガス速度を独立して制御することができる。

各エアfoilは、乾燥ガスの流れが乾燥装置10に流入する際に通過するフォイルスロット(この側面図が図10に示されている)を具備可能である。フォイルスロットは、支持体の幅よりもそれほど広くないスロット幅をもつことができ、これにより、第1および第2のコーティング縁上のまだらが最小限に抑えられる。このように幅を設定すると、支持体の縁の周りの乾燥ガスの流れを変えることができる。フォイルスロットの幅が支持体の幅にほぼ等しいかまたはそれよりも狭い場合、液体の縁上のまだらは低減する。

40

図10は、エアfoil30のフォイルスロットからの空気の流れを示しており、図7は、エアfoil30の長さを示している。エアfoil30の端部まで延在するようにスロットを作製することができるので、スロットの長さは、實際上、エアfoil30と同じ程度の長さにすることができる。フォイルスロットの長さよりも著しく短い幅を有する被覆支持体16(ならびにフォイルスロットの長さにほぼ等しいかまたはそれよりも広い幅を有する被

50

覆支持体16)を乾燥させるために乾燥装置10を使用することができるので、フォイルスロットの長さがそれよりも狭い被覆支持体の幅とほぼ等しくなるように、フォイルスロットの1端または両端にデクルを設けることができる。スロットの端部の一部分を接着テープなどの材料でカバーすることにより、スロットの長さを制限または調節することができる。このほか、フォイルスロットの一部分を塞ぐために、フォイルスロットの各端部に内方向および外方向に移動可能な金属プレートを配置することもできる。また、整合性材料(例えば、ゴム)などの材料でスロットの端部を塞ぐことも可能である。

下側排出口32は、エアフォイル30により供給される乾燥ガスまたは乾燥ガスの少なくとも一部分を除去するためにエアフォイル30の下に配置される。一群の下側排出口32により排出される乾燥ガスは、下側排出プレナム33中に排出される。5つの下側排出プレナム33が図示されているが、これらはそれぞれ2つの下側排出口32に連結されている。下側排出口32は、集中点においてではなく乾燥装置10全体にわたり乾燥ガスを除去するために、乾燥装置10の下側内部全体にわたり分布させる。他の類似のダクト配置も考えられる。

下側排出口32を通過する乾燥ガスの速度は、乾燥装置10の下側内部(被覆支持体レベルより下の内側部分)と所定の好適な基準点(例えば、塗布装置26が配置されている塗布室または各下側排出プレナム33)との静圧差を制御することによってかなり調節可能である。この結果、乾燥装置10の下側内部と各下側排出プレナム33との静圧差を独立して制御することにより、各下側排出プレナム33の下側排出口32の群から排出されるガスの速度を独立して制御することが可能となる。

各エアフォイルプレナム31により供給される乾燥ガス(温度およびガス速度)を独立して制御する能力と、各排出プレナム33により排出される乾燥ガスを独立して制御する能力を組合せると、乾燥装置10の第1のゾーン18内に下側サブゾーンを形成することが可能となる。図に示されているように、第1のゾーン18には、5つのエアフォイルプレナム31と5つの下側排出プレナム33の独立した制御に基づく5つの下側サブゾーンが含まれる。この結果、5つの下側サブゾーンは、独自の温度と独自のガス速度(または他の熱伝達係数因子)をもつ乾燥ガスを含有することができる。言い換えると、5つの異なる乾燥雰囲気(サブゾーン)に被覆支持体16を通ることができる。

エアフォイル30からの乾燥ガスの流動方向は、エアフォイルの配置に基づいて制御可能である。図10に示されているように、エアフォイル30は、最初に、被覆支持体の移動方向と同じ方向で、かつ被覆支持体16の底面に接触させて乾燥ガスを供給する配置をとることにより、被覆支持体を浮揚させる空気のクッションを形成することができる。乾燥ガスが被覆支持体16と実質的に平行に流動し、かつ被覆支持体16がエアフォイル30の上側部分から約0.3~0.7センチメートル上に浮揚されるように、エアフォイル30をデザインすることができる。支持体の移動方向と同じ方向のガスの流れを起こすように図示されているが、乾燥ガスが支持体の第2の表面に衝突するように、支持体の移動方向に対してほぼ逆の方向に流動するように、支持体の移動方向に対してほぼ直角方向に流動するように、または支持体の移動方向に対してほぼ対角方向に流動するように、エアフォイル30をデザインすることも可能である。

エアバー34は、第1のゾーン18の長手方向に沿って被覆支持体16の上に配置される。エアバー34は、追加乾燥に有効に利用できる上側ガス(例えば、新鮮な空気、不活性ガス)を供給するために、蒸発させた溶剤を運び去るために、および/または乾燥用囲い17内で溶剤レベルを制御する必要がある場合に溶剤を希釈するために、使用できる。上側ガスは、エアバープレナム35により一群のエアバー34に供給される。各エアバープレナム35には特定の数のエアバー34が配設されているように図示されているが、他のダクト配置も考えられる。必要に応じて、上側ガスが必要でないかまたは望ましくない場合(例えば、乾燥装置10が不活性ガスで満たされている場合)、エアバー34によりガスが供給されない状態で乾燥装置10を使用することもできる。

一群のエアバー34から供給される上側ガスの速度は、乾燥装置10の上側内部(被覆支持体レベルより上の部分)と、対応するエアバープレナム35との静圧差を制御することにより調節可能である。乾燥装置10の上側内部とエアバープレナム35との静圧差を独立して制御

10

20

30

40

50

すると、エアバー34の対応する群により供給される上側ガスの温度およびガス速度を独立して制御することが可能となる。

上側排出口36は、エアバー34により供給されたガスの少なくとも一部分を排出するためにエアバー34の上に配置され、被覆支持体16から蒸発する溶剤の少なくとも一部分を排出することができる。一群の上側排出口36により排出された上側ガスは、上側排出プレナム37中に排出される。5つの上側排出プレナム37が図示されているが、これらはそれぞれ2つの上側排出口36に連結されている。上側排出口36は、集中点においてではなく乾燥装置10全体にわたり上側ガスを除去するために、乾燥装置10の上側内部全体にわたり分布させる。他の類似のダクト配置も考えられる。

一群の上側排出口36を通過する上側ガスの速度は、乾燥装置10の上側内部と所定の好適な基準点(例えば、塗布装置26が配置されている塗布室または各上側排出プレナム37)との静圧差を制御することによってかなり調節可能である。この結果、乾燥装置10の上側内部と各上側排出プレナム37との静圧差を独立して制御することにより、各上側排出プレナム37の上側排出口36の群から排出されるガスの速度を独立して制御することが可能となる。

図10は、エアバー34の側面図を表している。上側ガスは、2つの開口部から放出されるように図示されている。エアバー34に対する開口部の長さは、エアバー34の長さとはほぼ等しいか、またはそれより短くすることができる。各開口部が単一の開口部ではなく一連の別々の孔である場合、エアバー34は、有効プレートまたは多孔プレートとさえ考えられる。エアバー34の代わりに、有効プレートまたは多孔プレートを使用することができるとともに、上側ガスの他の供給源(例えば、エアターン、エアフォイル)を使用することもできる。

高温計38、静圧計39、および風速計40の位置が図5に示されている。これらの既知の計測器は、乾燥装置10内の種々の位置における乾燥ガスの温度、静圧、およびガス速度を測定するために使用できる。これらの計測器により測定された測定値は、中央演算装置または他の制御機構(図示せず)へ送ることができ、更に、こうした装置または機構を使用してプレナム内の乾燥ガス温度および圧力を変えることによりオープン10内の状態を制御することができる。

コーティング溶剤(すなわち、コーティングの溶剤部分)を蒸発させるために必要な熱を被覆支持体へ提供するための乾燥ガスは、空気または不活性ガスであってもよい。または、図11に示されているように、乾燥ガスを使用する代わりに、被覆支持体を上に乗せることのできる熱ロール50を使用するか、または併用することができる。同様に、図12に示されている離間して配置された赤外線ヒータを用いる場合のように、乾燥ガスの代わりに赤外線加熱を利用することもでき、更に、被覆支持体16の上もしくは下に配置された熱プレートを用いることもできる。各熱ロール50もしくは各赤外線ヒータ52(または一群のロール50もしくは一群の赤外線ヒータ52)の温度は、独立して制御することができる。

乾燥装置10を使用して乾燥を行うための方法

コーティング12への熱伝達率を制御し、かつ被覆支持体16の被覆面に隣接したガス(すなわち、上側ガス; 実施例の節を参照のこと)の外乱を最小限に抑えることによつて、有意なまだらの欠陥を誘発することなくコーティングを乾燥できることを見出した。例えば、乾燥装置10中で、乾燥ガスを用いてコーティング溶剤を蒸発させる場合、被覆支持体への熱伝達率( $h \cdot T$ )は、乾燥ガスの熱伝達係数( $h$ )と、被覆支持体と接触する乾燥ガスの温度( $T_{\text{ガス}}$ )と被覆支持体の温度( $T_{\text{cs}}$ )との温度差( $\Delta T$ )と、の積である。(コーティング12の温度は、被覆支持体の温度に等しいと仮定する。コーティング12への熱伝達率は、まだらの形成を防止または最小限に抑えるための中心的な因子である。)乾燥中にコーティング12中でのまだらの形成を防止するために、コーティング12へのこの熱伝達率( $h \cdot T$ )を、まだら形成閾値未満に保持しなければならない。特定の支持体14を使用する場合、被覆支持体16への熱伝達率は、対応するまだら形成閾値未満にしなければならない。

特定のコーティング12を乾燥(あるいは固化)する際、実際には、実質的にまだらの生成しなくなる点まで到達させるであろう。この点において、温度差  $\Delta T$  の増加および/または熱伝達係数  $h$  の増加(例えば、被覆支持体16の被覆面上または非被覆面上の乾燥ガスの速度

10

20

30

40

50

の増加)を行うことにより、熱伝達率を有意に増大させることができる。

典型的な乾燥ゾーンに対して、熱伝達係数 $h$ および乾燥ガス温度 $T_{ガス}$ は、ほぼ一定であるが、被覆支持体16(およびコーティング12)の温度は、被覆支持体16を加熱することにより増大させる。従って、積( $h \cdot T$ )は、ゾーンの最初の点においてその最大値をとる。特定の乾燥ゾーン中において、まだらを防止するために、コーティングに対する初期熱伝達率( $h \cdot T_i$ )を最大許容(閾)値未満に保持するだけで十分である場合も多い。

コーティングを乾燥させるための(すなわち、コーティング溶剤を蒸発させるための)最も効率的な方法は、まだらを形成することなく、できるかぎり迅速に熱を加える方法である。被覆支持体の温度 $T_{cs}$ が増大すると、乾燥ゾーンに沿って熱伝達率( $h \cdot T$ )が減少し、乾燥ゾーンの効率が低下する( $T$ が減少するため)。被覆支持体に伝達される熱の総量( $q$ )は、オープンの長さおよびコーティングの幅に沿って積( $h \cdot T$ )を積分することにより計算できる。コーティング幅がほぼ一定である場合、被覆支持体に伝達される熱の総量は、以下で説明および図示される熱伝達率曲線の下側の面積に比例する。この曲線の下側面積を最大にすると、被覆支持体に伝達される熱が最大となり、乾燥プロセスの効率が最大となる。

特定のコーティングの最大許容熱伝達率すなわち最大閾熱伝達率は、コーティング12の粘度に比例して変化する。コーティングの厚さが薄くなるかまたは粘度が高くなると、最大許容熱伝達率すなわち最大閾熱伝達率は増大するであろう。このことはまた、コーティング12を更に乾燥させると、粘度が増大し、コーティング厚さが低下するため、閾熱伝達率が増大することを意味する。従って、閾温度曲線が許すかぎり、熱伝達率を増大させてコーティングを加熱することができる。更に、先に述べたように、実際には、まだらの生成しない点(すなわち、ガス温度によっても、またはガス速度によっても、更には、熱伝達係数 $h$ に影響を及ぼす任意の他の因子によっても、まだらの形成が起こらない点)までコーティング12を乾燥させるであろう。

以下の説明では、乾燥ガスの熱伝達係数 $h$ を一定に保ち、乾燥ガスの温度 $T_{ガス}$ を可変とする。まだらを起こさない最大熱伝達率( $h \cdot T$ ) $_{max}$ が存在する場合、乾燥ガスの温度と被覆支持体16の温度との間に特定の最大許容差が存在するであろう。

ガス温度を変化させる代わりに、熱伝達係数 $h$ を可変にし、温度を一定に保つこともできる。乾燥ガスの速度を使用して熱伝達係数を変化させる場合、まだらを防止するために、この速度を、最大許容速度未満すなわち最大閾速度未満に保たなければならない。

追加ゾーンの利点について、実施例の節で説明するとともに、図13~22に図示す。以下の表1は、後述の乾燥条件および被覆支持体16に対する典型的な乾燥ガスおよび被覆支持体の温度を示している。溶剤の蒸発によるウェブの冷却は、以下の説明では無視しうるものと仮定する。

表1—図13~22に対応する典型的な乾燥条件

熱伝達係数- $h$	5 cal/sec- $m^2$ - $^{\circ}C$
初期被覆支持体温度 $T_{ci}$	20 $^{\circ}C$
まだらを形成しない 最大熱伝達率- $h \Delta T$	150 cal/sec- $m^2$
乾燥長	30m
支持体上のコーティングの幅	1m

図13は、被覆支持体16に対する典型的な温度曲線を示している。初期温度が20 である被覆支持体16は、一定の乾燥ガス温度50 に暴露される。被覆支持体16の温度は、乾燥ガスの温度に達するまで、乾燥ゾーン(30m)の長さによりゆっくりと増加する。図14は、乾燥が進行するときの特定の位置における積 $h \cdot T$ を示している。常に、熱伝達率は、最大許容熱伝達率150cal/sec- $m^2$ またはそれ未満にあり、まだらは生成しない。単位時間当たりに被覆支持体16に伝達される熱の量は、被覆支持体の温度 $T_{cs}$ が低下するにつれて減少する。乾燥ゾーンの端で、この量は最大許容熱伝達率よりも著しく小さくなる。従って、

ロセスの効率は、可能な効率よりも低くなる。

図15および16は、乾燥プロセスを2つの等しいゾーンに分割した場合の利点を示している。第2のゾーンの利点は、乾燥ガスの温度 $T_{ガス}$ を増加させて積 $h \cdot T$ を増大させ、第2のゾーンにおける乾燥をより迅速に行うことができることである。この場合にも、常に、積 $h \cdot T$ は、最大許容熱伝達率 $150 \text{ cal/sec} \cdot \text{m}^2$ 未満に保たれる。この場合、図16中の熱伝達率曲線の下側面積により表される、被覆支持体に伝達される総熱量が、1つだけのゾーンを使用する場合よりもかなり大きいことは注目すべきである。

同様に、図17および18は、3つの加熱雰囲気またはゾーンを使用した場合、乾燥のために伝達される熱の総量が更に大きくなり、プロセスがより効率的になることを示している。図19および20に示されているように15個の加熱雰囲気またはゾーンを使用した場合、プロセスはより一層効率的となる。乾燥雰囲気またはゾーンのサイズが無小で数が無限大である極限状態では、乾燥ガスの温度を徐々に増大させて被覆支持体に対する許容熱伝達率を最大にすることができ、しかも依然としてまだらが防止される。

図13～20は、単純化した場合を表している。実際には、コーティング溶剤が蒸発し始めると(例えば、コーティングが乾燥し始めると)、コーティングの粘度は増大し、その厚さは低下する。その結果、部分的に乾燥したコーティングへの最大の可能な熱伝達率( $h \cdot T$ )を、まだらの形成を伴うことなく増大させることができる。図21～22は、増大する最大許容熱伝達率に対応して熱伝達率を増大させることにより、最大許容熱伝達率が一定であると仮定された図19～20に示されている単純化した場合よりも更に迅速に乾燥速度を増加させることができることを示している。

図2は、様々な数の乾燥雰囲気またはゾーンに対して被覆支持体に伝達される熱の総量( $q$ )を示している。

表2—図13～19および図22に対する乾燥変数

サブゾーン	伝達される熱の総量 (cal/sec)	対応する図
1	1427	13, 14
2	2389	15, 16
3	2936	17, 18
15	4269	19, 20
$\infty$	4500	図なし
15*	5070	21, 22

\*最大許容熱伝達率が増大する場合。

サイズの異なるサブゾーンを使用することにより、更なる利点および効率が得られる。例えば、最大許容熱伝達率が最も迅速に変化する領域では、より多くのより小さいサブゾーンが有利であろう。蒸発冷却により乾燥サブゾーン内の被覆支持体の温度 $T_{cs}$ が低下する可能性があり、その場合、サブゾーン内の特定の間点において積( $h \cdot T$ )が最大になるであろう。

先に述べたように、乾燥させるための方法の1態様には、乾燥オープン10中の位置またはサブゾーンの内部、特に第1のゾーン18の内部の温度および熱伝達係数 $h$ を制御するステップが含まれる。このステップは、主に、エアフォイルプレナム31により供給されかつ下側排出プレナム33により排出される乾燥ガスの温度およびガス速度を制御することによって行うことができる。特定のエアフォイルプレナム31が乾燥ガスを供給する速度および対応する下側排出プレナム33が乾燥ガスを排出する速度により、使用者は、これら2つのバランスをとることができ、実際に、特定のガス温度およびガス速度を有するサブゾーンを形成することができる。プレナム31、33の対応する対を同様に制御することにより、いくつかのサブゾーン内の乾燥ガスの温度およびガス速度を制御することができる。この結果、いくつかのサブゾーン内においてコーティング12への熱伝達率の制御および最大化を行うことができる。例えば、第1のサブゾーン内において、被覆面上のガスの被覆面に対する

速度は、まだらを形成し易いフォトサーモグラフィコーティング12(例えば、以下の実施例1に記載のフォトサーモグラフィコーティング)を保護するために、上側ガス速度閾値、例えば150ft/分(46m/分)、を超えないようにしなければならない。

第1の乾燥ゾーン18が解放体として図示されていることに更に注目することが重要である。言い換えると、第1のゾーン18は、先に述べたサブゾーンの間でバリヤとして働くスロット付きの垂直壁(または開口部を有する物理的構造体)をもたないものとして図示されている。それぞれのサブゾーン内の熱伝達率の制御は、物理的バリヤを必要とせずに行うことができる。物理的バリヤを使用することもできるが、悪影響を及ぼす恐れのある空気の流れの作用を生じる可能性があるため、必要でもなければ好ましいものでもない。更に、(移動する被覆支持体の搬送を可能にするために)サブゾーン間に開口部を有する物理的バリヤを使用することも可能である。しかし、好ましくは、結果としてまだらの形成が最小限に抑えるかまたは防止されるように、サブゾーン間の圧力差を最小限に抑えるべく開口部は十分に大きいものとなるであろう。

特定のサブゾーン内および全体として第1のゾーン18内の乾燥ガスの温度およびガス速度は、先に述べた高温計38、静圧計39、風速計40、および先に記載の制御機構(図示せず)を用いて制御可能である。高温計38は、被覆支持体の温度 $T_{cs}$ を検出することができる。静圧計39は、乾燥装置10の内部の位置と特定の基準点(例えば、乾燥装置10の外側の点または近傍のプレナム内の点)との静圧差を検出することができる。風速計40は、乾燥ガスの速度を検出することができる。

高温計38、静圧計39、および風速計40から得られた測定値により、制御機構および/または使用者は、熱伝達率(乾燥ガスの温度、熱伝達係数)を調節し、(最大許容熱伝達率すなわち最大閾熱伝達率でまたはそれ未満で)まだらの形成を最小限に抑えることができる。例えば、被覆支持体が1つのサブゾーンから出て下流のサブゾーンに入るときの被覆支持体の温度 $T_{cs}$ を検出するように、高温計38を配置することができる。先に述べた制御機構は、実際の温度対目標温度に基づいて、下流のサブゾーン中の熱伝達率を、最大許容熱伝達率すなわち最大閾熱伝達率にまたはそれ未満になるように決定および設定することができる。この制御能力は、温度設定点のためのフィードフォワード手順と呼ぶことができる。

同様に、制御機構は、実際の温度と目的温度とを比較し、上流のサブゾーン中の熱伝達率を最大許容熱伝達率もしくは最大閾熱伝達率にまたはそれ未満に調節することができる。この制御能力は、フィードバックループまたはフィードバック手順と呼ぶことができる。先に述べた目標温度を実験的に測定し、それに従って、被覆支持体16への熱伝達率を監視および調節することができる。

静圧計39および風速計40の両方を用いて、利用者は、ガスの速度および方向を制御する方式を選択する。これらの2つの計測器は、独立してまたは組合せて使用し、乾燥装置10から排出されるガスの容量を制御することにより、ガスの速度および方向を制御することができる。

第1のゾーン18内の静圧差を制御することにより、第1のゾーン18を通過するガスの流れを調節することができる。各サブゾーン内のガスは、一方のサブゾーンから他方のサブゾーンへのガスの流れを最小限に抑えるように制御されるものとして先に記載したが、第1のサブゾーン18全体にわたる静圧差を制御することにより、一方のサブゾーンから他方のサブゾーンへのガスの流れの度合いを制御する能力を得ることもできる。例えば、上流の上側排出プレナム37内の圧力 $P_1$ は、上側ガスが下流方向に低速度で流動するように、下流の下側排出プレナム37中の圧力 $P_2$ よりもわずかに高くすることができる(すなわち、並流)。これは、被覆支持体16の速度とほぼ一致する上側ガスのガス速度を得るために意図的に行うこともできる。このように速度を一致させると、被覆支持体16の被覆面上の外乱を最小限に抑えることができる。このほか、並流の代わりに向流を誘発するか、または並流と向流の組合せを誘発することもできる。

静圧差を制御して、乾燥装置10の上側内部と下側内部との間のガスの流れを調節することもできる。例えば、被覆支持体16の上の圧力 $P_{上}$ を被覆支持体16の下側の圧力 $P_{下}$ よりも高い

10

20

30

40

50



値に設定すると、下側内部へガスを排出するようにバイアスがかかる。この手法は、被覆支持体の下のより熱い乾燥ガスが上向きに流動してコーティングに接触するのを防止するうえで望ましいこともある。このほか、被覆支持体の下の乾燥ガスの一部分が上向きに流動して上側排出口36から排出されるように、圧力に逆向きのバイアスをかけることもできるし、あるいは、乾燥装置10の上側内部と下側内部との間の流動を最小限に抑えるように、圧力を調節することもできる。

コーティング12の温度を、乾燥ガスの温度と実質的に同じになるまで上昇させた場合、乾燥ガスの流動を減少させることができることに注目することもまた重要である。同様に、コーティング12の温度を、所望の温度まで上昇させた場合(たとえ、乾燥ガスの温度と異なる温度まで上昇させた場合でも)、乾燥ガスの流動を減少させることができる。言い換

10

えると、必要なエネルギーが低下し、コストも削減される。熱伝達係数 $h$ が乾燥ガスの速度により制御されるものとして主に説明されたことに注目することも重要である。熱伝達係数 $h$ に影響を及ぼす他の因子としては、エアフォイル30と被覆支持体16との間隔、乾燥ガスの密度、および乾燥ガスが被覆支持体16に衝突または入射する角度が挙げられる。エアフォイルおよびエアバー以外の加熱手段(例えば、有効プレート、赤外線ランプ、熱ローラ、熱プレート、および/またはエアターン)を備えた本発明の実施態様では、熱伝達係数に影響を及ぼす他の因子が存在する。

乾燥装置10による乾燥に特に好適な材料

グラフィックアート材料および磁気媒体などのまだらの形成し易い任意の材料を、上述の乾燥装置10および方法を用いて乾燥させることができる。乾燥装置10による乾燥に特に好適な材料は、フォトサーモグラフィイメージング構成体(例えば、処理液ではなく熱を用いて現像されるハロゲン化銀含有写真製品)である。フォトサーモグラフィ構成体または製品は、「ドライシルバー」組成物または乳剤としても知られ、一般的には、(a)放射線照射した場合に銀原子を発生する感光性化合物、(b)比較的非感光性で還元しうる銀供給源、(c)銀イオン、例えば、非感光性で還元しうる銀供給源中の銀イオンに対する還元剤、および(d)バインダを上塗布してなる支持体または基体(例えば、紙、プラスチック、金属、ガラスなど)を含む。

20

乾燥装置10を用いて乾燥させることのできるサーモグラフィイメージング構成体(すなわち、熱現像可能な製品)は、熱を用いてかつ液体現像を用いずに処理され、イメージング技術分野で広く知られており、イメージの生成を助けるために熱が使用される。これらの製品には、一般的には、(a)感熱性で還元しうる銀供給源、(b)感熱性で還元しうる銀供給源に対する還元剤(すなわち、現像薬)、および(c)バインダを上塗布してなる支持体(例えば、紙、プラスチック、金属、ガラスなど)が含まれる。

30

本発明に使用されるフォトサーモグラフィ乳剤、サーモグラフィ乳剤、および写真乳剤は、多種多様な支持体上に塗布することができる。支持体(ウェブまたは支持体とも呼ばれる)14は、イメージング要件にもよるが、広範な材料から選択することができる。支持体は、透明、半透明、または不透明であってもよい。典型的な支持体としては、ポリエステルフィルム(例えば、ポリエチレンテレフタレートまたはポリエチレンナフタレート)、酢酸セルロースフィルム、セルロースエステルフィルム、ポリビニルアセタールフィルム、ポリオレフィンフィルム、および関連材料または樹脂状材料、ならびにアルミニウム、ガラス、紙などが挙げられる。

40

実施例

以下の実施例では、本発明の製品の調製および乾燥を行うための模範的手順を提示する。フォトサーモグラフィイメージング要素を示す。以下の実施例中で使用される材料はすべて、特に記載のない限り、ウィスコンシン州MilwaukeeのAldrich Chemical Co.などの標準的な供給業者から容易に入手可能である。特に記載のない限り、パーセントはすべて重量基準である。このほか以下のような用語および材料を使用した。

Acryloid<sup>TM</sup> A-21は、ペンシルヴェニア州PhiladelphiaのRohm and Haasから入手可能なアクリル系コポリマである。

Butvar<sup>TM</sup> B-79は、ミズーリ州St. LouisのMonsanto Companyから入手可能なポリビニルブ

50



をメタノール177.38gに溶解させた予備混合物とを、プレフォーム型銀石鹼分散体95.18lb. (43.17Kg)に添加することにより、フォトサーモグラフィ乳剤を調製した。60分間混合を行った後、メタノール中の臭化カルシウムの5重量%予備混合物318.49gを添加し、30分間混合した。次に、2-(4-クロロベンゾイル)安息香酸329.31g、増感色素-1 6.12g、およびメタノール4.76lb. (2.16Kg)の予備混合物を添加した。60分間混合を行った後、Butvar<sup>TM</sup> B-79ポリビニルブチラル樹脂22.63lb. (10.26Kg)を添加し、30分間混合を行った。樹脂が溶解した後、2-ブタノン6.47lb. (2.93Kg)中の2-(トリブロモメチルスルホニル)キノリン255.08gの予備混合物を添加し、15分間混合を行った。次に、1,1-ビス(2-ヒドロキシ-3,5-ジメチルフェニル)-3,5,5-トリメチルヘキサン5.41lb. (2.45Kg)を添加し、更に15分間混合した。次に、THDI 144.85gと2-ブタノン72.46gとの予備混合物を添加し、15分間混合した。その後、2-ブタノン中のテトラクロロフタル酸の26.0%溶液311.61gを添加し、15分間混合した。最後に、フタラジン243.03gと2-ブタノン861.64gとの溶液を添加し、15分間混合した。

フタル酸564.59gをメタノール30.00lb. (13.61Kg)に添加し、固形分が溶解するまで混合することにより、トップコート溶液を調製した。2-ブタノン174.88lb. (79.3Kg)を添加した後、テトラクロロフタル酸149.69gを添加し、15分間混合した。次に、CAB 171-15S樹脂34.38lb. (15.59Kg)を添加し、1時間混合した。樹脂が溶解した後、2-ブタノン中のFT-Aの15.0重量%溶液2.50lb. (1.13Kg)を添加し、10分間混合した。次に、2-ブタノン26.33lb. (11.94Kg)とAcryloid A-21樹脂630.72gとの予備混合物と、2-ブタノン26.33lb. (11.94Kg)と、CAB 171-15S樹脂796.60gと、炭酸カルシウム398.44gとの予備混合物とを添加し、10分間混合した。

本明細書の図23中に示されているものと同じような乾燥装置10Aを用いて、フォトサーモグラフィ製品を作製した。(図23に示されている乾燥装置10A内の第1のゾーン18は、サブゾーンを形成する能力はない。)厚さ6.8ミル(173 $\mu$ m)を有するポリエステル支持体に、75ft/分(0.38メートル毎秒)で、フォトサーモグラフィ乳剤およびトップコート溶液を同時に塗布した。フォトサーモグラフィ乳剤は、3.2ミル(81.3 $\mu$ m)の湿潤厚さで塗布した。トップコート溶液は、0.75ミル(19.1 $\mu$ m)の湿潤厚さで塗布した。コーティングダイを通過した後、被覆支持体16Aは約13フィート(4メートル)の距離を移動し、入口スロットを通過して3つのゾーンを有する乾燥機中に入った。第1のゾーン18Aは被覆支持体16Aの下にエアfoil 30Aを有し、エアfoil 30Aは、乾燥ガスを供給するとともに被覆支持体16Aを浮揚させた。また、被覆支持体16Aの20センチメートル上に配置された有孔プレート型エアバー34Aがあり、これは、溶剤の引火点の下限値未満の安全な作動状態を保持するために上側ガスを供給した。乾燥熱の大部分は、裏側エアfoil 30Aにより供給される(すなわち、熱は支持体14Aの下からコーティング12Aに供給される)。空気の温度は、各ゾーン中で同じ値に設定したが、空気の圧力、従って空気の速度は、エアfoil 30Aおよびエアバー34Aに対して独立して制御した。第1のゾーン内においてまだらが生成しないようにコーティング12Aを乾燥させた。第2および第3のオープンゾーン20A、21Aでは向流の平行空気流を使用して残存溶剤を除去した。(図中において、空気の流れの方向は、矢印で示されている。)

調べた変数は、乾燥ガスの温度 $T_{ガス}$ と熱伝達係数 $h$ であった。エアfoilの圧力低下を調節することにより熱伝達係数 $h$ を変化させ、その測定は独立して行った。

まだらの存在および酷さは、「グレイアウト」を作製することにより決定した。グレイアウトとは、均一に露光し、例えば、1.0~2.0の均一な光学濃度が得られるように熱ロールプロセッサ(図示せず)を用いて255 $^{\circ}$ F(124 $^{\circ}$ C)で現像したサンプルである。

まだらの量は、ライドボックス上に配置されたサンプルを比較することにより主観的に決定した。現像したフィルムのまだらに関して目視検査を行い、互いに比較して等級付けした。まだらは、多い、中程度、または少ないに等級付けした。

第1のゾーン18Aにおいて使用した条件および得られた結果は、以下の表4にまとめられている。DP<sub>下</sub>または $T_{ガス}$ が増大すると、まだらのレベルは増大した。

表4—第1のゾーンの条件

実施例	DP <sub>下</sub> (kPa)	DP <sub>上</sub> (kPa)	T <sub>ガス</sub> (°C)	DP <sub>静圧</sub> (Pa)	まだらの 等級
1-1	0.125	0.025	37.8	-0.5	少ない
1-2	0.500	0.025	37.8	-0.5	中程度
1-3	0.125	0.025	60.0	-0.5	多い

DP<sub>下</sub>は、エアfoil31Aの横方向の圧力低下である。

DP<sub>上</sub>は、エアバー34Aの横方向の圧力低下である。

T<sub>ガス</sub>は、熱せられた乾燥ガスの温度である。

DP<sub>静圧</sub>は、第1のゾーン18Aと塗布室(図示せず)との間での圧力低下である。マイナスの符号は、乾燥装置10Aが塗布室よりも低い圧力であることを示唆する。排気ファン(図示せず)を調節することにより、この値を保持した。

より激しく乾燥させたところ、まだらの酷さは増大した。利用可能な操作パラメータだけで乾燥条件を強化することを考えた場合、まだらに及ぼす影響に関して適切な結論は得られないであろう。圧力低下を0.125kPaから0.5kPaに変化させると、その低下は4倍に増大したことになる。ガス温度を37.8 から60 まで増大させると、この温度は2.3倍となる。エアfoilの圧力低下はまだらにより大きな影響を及ぼすと考える者もいるであろうが、実際にはその逆である。

まだらに及ぼす影響を調べるためには、熱伝達係数と、乾燥ガスの温度T<sub>ガス</sub>とゾーンに入るときの被覆支持体の温度T<sub>cs(i)</sub>との差と、の積などのようなより適切な測度を考慮する必要がある。この積は、フィルムに伝達される熱の速度であり、フィルムを加熱する速度の直接的な測度である。以下の表5に示されているように、フィルムへの初期熱伝達率(h T<sub>i</sub>)を増加させたところ、まだらの酷さが増大した。

表5

実施例	DP <sub>下</sub> (kPa)	T <sub>ガス</sub> (°C)	T <sub>cs(i)</sub> (°C)	h (cal/m <sup>2</sup> s K)	h ΔT <sub>i</sub> (cal/m <sup>2</sup> s)	まだらの 等級
1-1	0.125	37.8	21.1	13.7	229	少ない
1-2	0.500	37.8	21.1	19.4	324	中程度
1-3	0.125	60.0	21.1	13.7	532	多い

項ΔT<sub>i</sub>は、T<sub>ガス</sub>とT<sub>cs(i)</sub>の差を示している。

項T<sub>cs(i)</sub>は、乾燥装置10Aに入る直前の被覆支持体の初期温度である。

## 実施例2

実施例1に記載のコーティング材料およびオープンを用いて、6.8ミル(173 μm)ポリエステル支持体上に、フォトサーモグラフィ乳剤およびトップコート溶液を、それぞれ3.6ミル(91.4 μm)および0.67ミル(17.0 μm)で同時塗布した。実施例1の記載に従って、グレイアウトを作製し、等級付けした。使用した乾燥条件および得られた結果は、以下の表6に示されているが、この表から、フィルムへの初期熱伝達率(h T<sub>i</sub>)の増加に伴い、まだらの酷さが増大したことが分かる。より詳細には、一定の熱伝達係数において、コーティング12Aと乾燥ガスとの初期温度差の増加により、まだらの酷さが増大した。

表6

実施例	$T_{\text{ガス}}$ (°C)	$T_{\text{CS(i)}}$ (°C)	$h$ (cal/m <sup>2</sup> s K)	$h\Delta T_i$ (cal/m <sup>2</sup> s)	まだらの 等級
2-1	37.8	21.1	13.7	229	少ない
2-2	51.7	21.1	13.7	419	中程度
2-3	82.2	21.1	13.7	837	多い

## 実施例3

実施例1の記載に従って溶液を調製し、100ft/分(0.508メートル毎秒)でポリエステル支持体上に同時塗布した。コーティングダイを通過した後、支持体は約10フィート(3メートル)の距離を移動し、スロットを通過して、図3と類似の3つのゾーンを有する乾燥機中に入った。向流の平行な流れの空気のガス速度は一定に保ち、温度は、以下の表7に示されているように変化させた。被覆支持体16への初期熱伝達率( $hDT_i$ )の増加に伴い、まだらの酷さが増大した。熱伝達係数 $h$ の値を考慮しなければ、実施例2と実施例3の直接の比較はできない。

表7

実施例	$T_{\text{ガス}}$ (°C)	$T_{\text{CS(i)}}$ (°C)	$h$ (cal/m <sup>2</sup> s K)	$h\Delta T_i$ (cal/m <sup>2</sup> s)	まだらの 等級
3-1	93.3	21.1	2.85	206	少ない
3-2	71.1	21.1	2.58	129	非常に少ない

## 実施例4

実施例1の記載に従って溶液を調製し、25ft/分(0.127メートル毎秒)でポリエステル支持体上に同時塗布した。コーティングダイを通過した後、支持体は約10フィート(3メートル)の距離を移動し、スロットを通過して、図23のゾーン18Aと類似の3つのゾーンを有する乾燥機中に入った。これは、底部にエアフォイルを有し、上部にエアバーを有し、空気がオープン全体にわたり流動するオープンである。雰囲気は不活性ガスであり、冷却管ループを用いて溶剤の分圧を制御可能であった。実験条件は、以下の表8(ゾーン1)および表9(ゾーン2)に示されている。ゾーン1における積( $hDT_i$ )の増加に伴い、まだらの酷さは増大した。同様に、ゾーン1における特定の積( $hDT_i$ )に対して、ゾーン2における積( $hDT_i$ )もまだらに影響を与えた。コーティングが未だにまだらを生じていない状態でゾーン2に入った場合、ゾーン2における積( $hDT_i$ )の減少は、まだらの酷さの低下をもたらした。

表8-ゾーン1

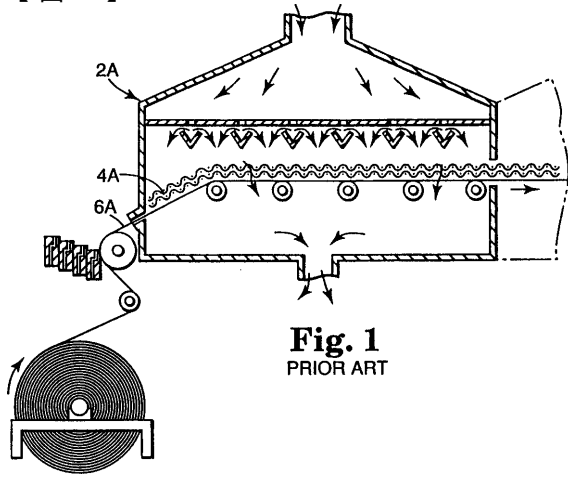
実施例	$T_{\text{ガス}}$ (°C)	$T_{\text{CS(i)}}$ (°C)	$h$ (cal/m <sup>2</sup> s K)	$h\Delta T_i$ (cal/m <sup>2</sup> s)
4-1	82.2	21.1	29.0	1770
4-2	37.8	21.1	18.9	316
4-3	37.8	21.1	18.9	316

表9-ゾーン2

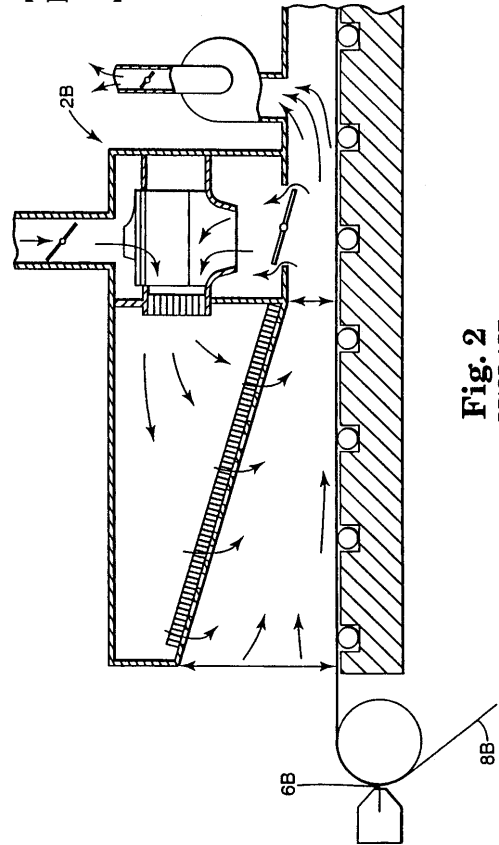
実施例	$T_{\text{ガス}}$ (°C)	$T_{\text{CS(i)}}$ (°C)	$h$ (cal/m <sup>2</sup> s K)	$h\Delta T_i$ (cal/m <sup>2</sup> s)	まだらの 等級
4-1	82.2	71.1	29.7	329	多い
4-2	60	26.7	24.0	799	中程度
4-3	60	37.8	24.2	537	少ない

請求の範囲により規定される本発明の精神または範囲のいずれから逸脱することなく、前述の開示内容からの合理的な修正および変更を行うことが可能である。

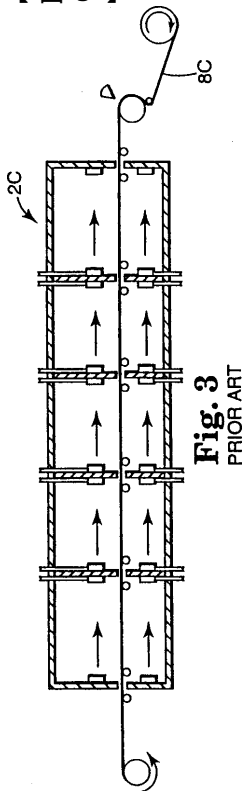
【 図 1 】



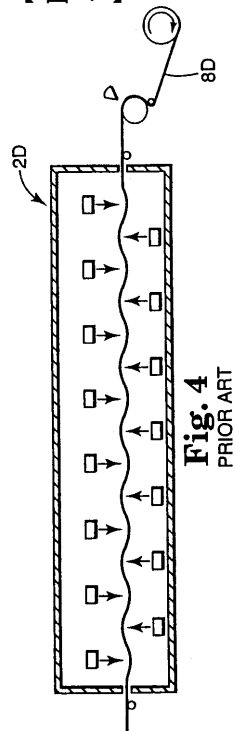
【 図 2 】



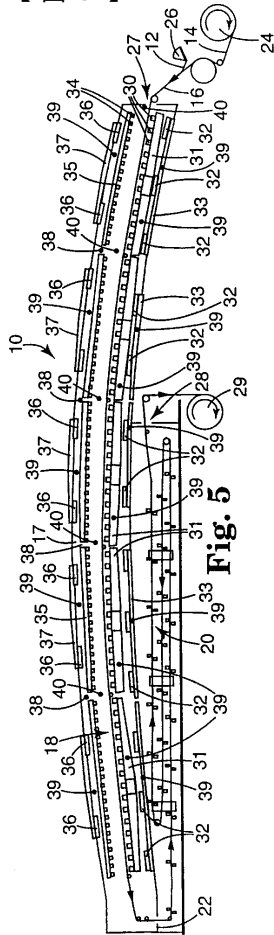
【 図 3 】



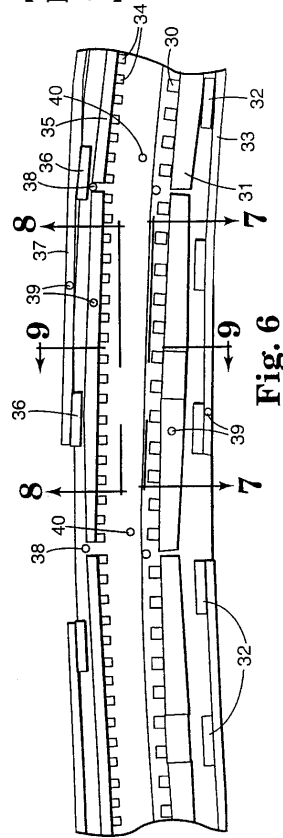
【 図 4 】



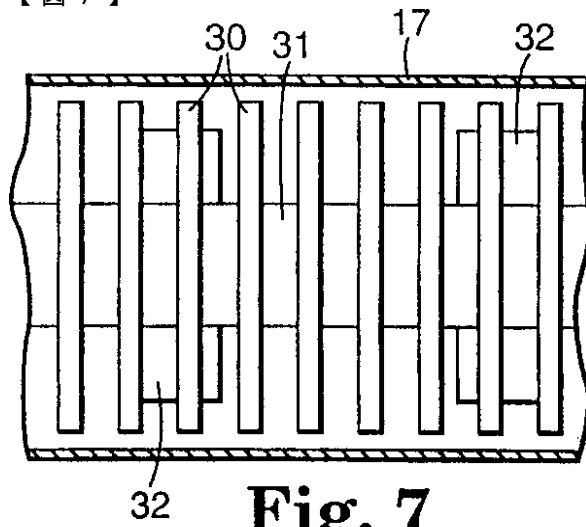
【 図 5 】

**Fig. 5**

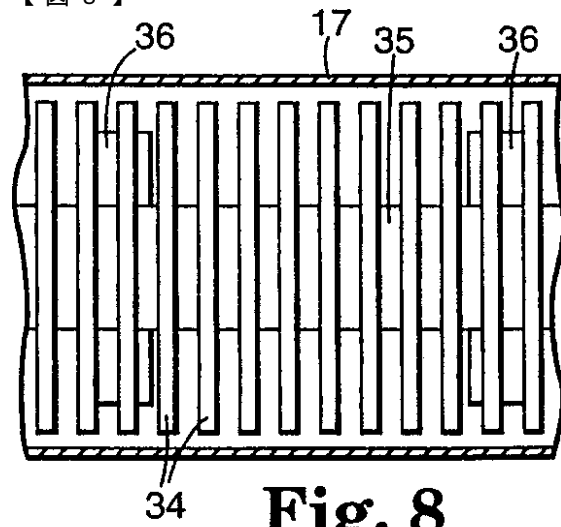
【 図 6 】

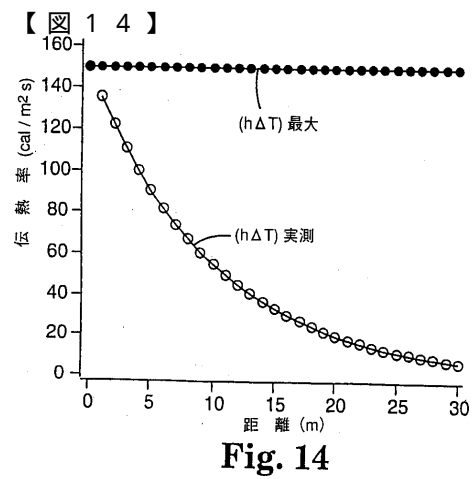
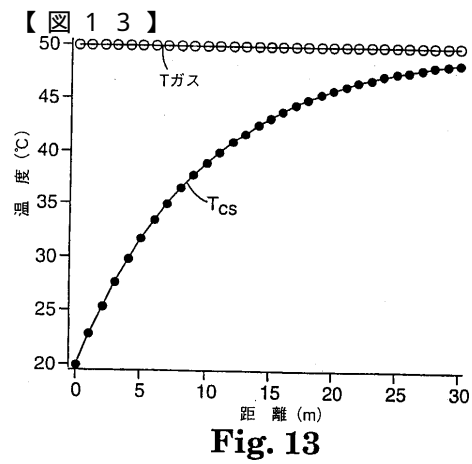
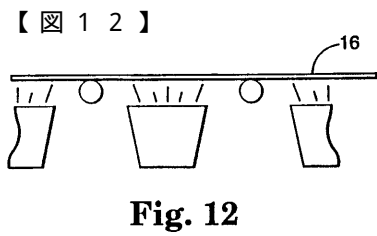
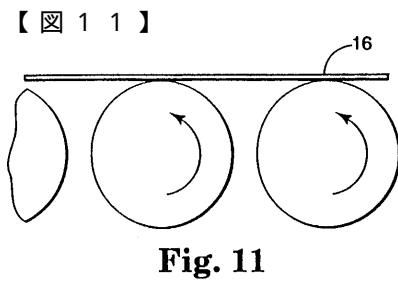
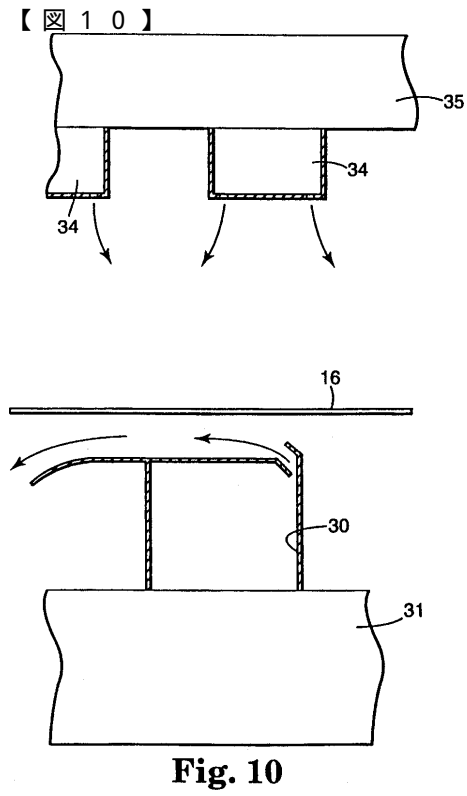
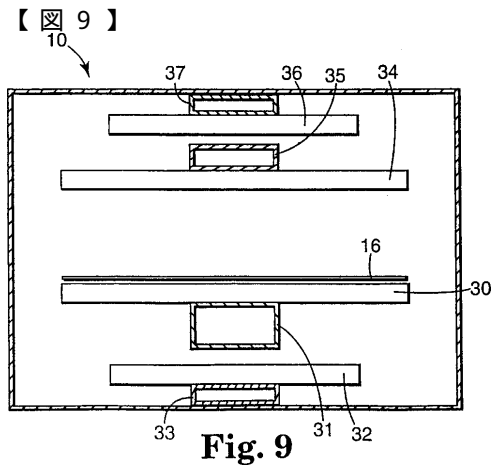
**Fig. 6**

【 図 7 】

**Fig. 7**

【 図 8 】

**Fig. 8**





【図 15】

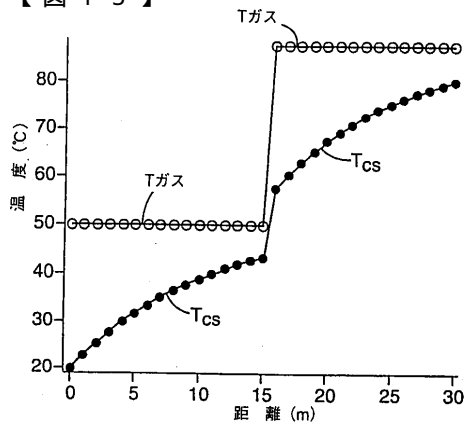


Fig. 15

【図 16】

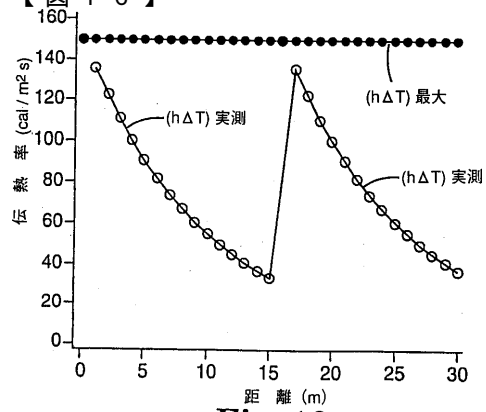


Fig. 16

【図 17】

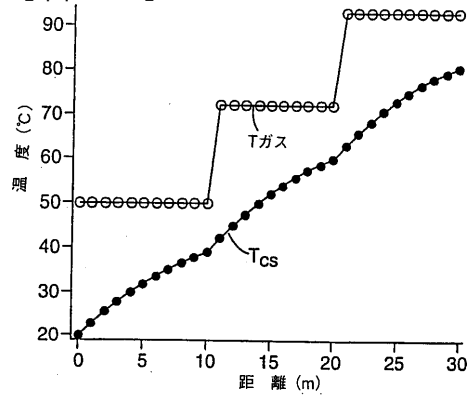


Fig. 17

【図 18】

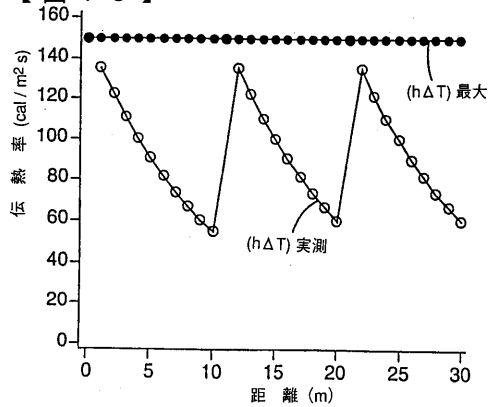


Fig. 18

【図 20】

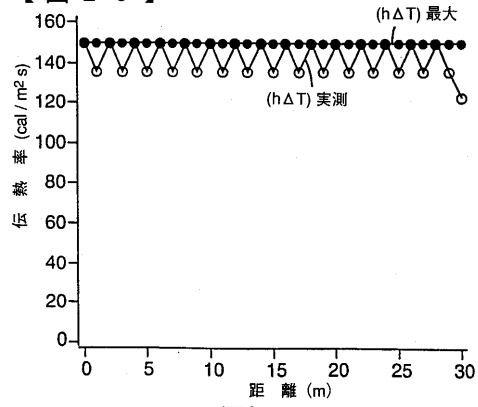


Fig. 20

【図 19】

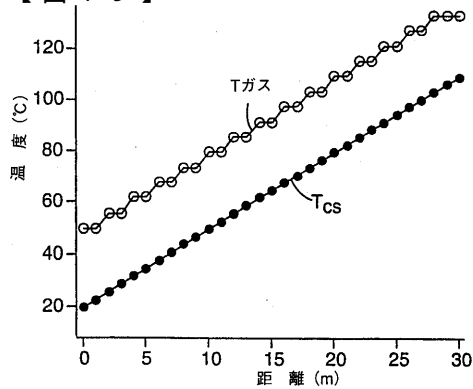


Fig. 19

【図 21】

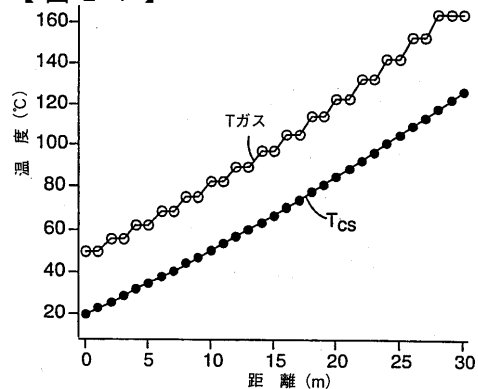
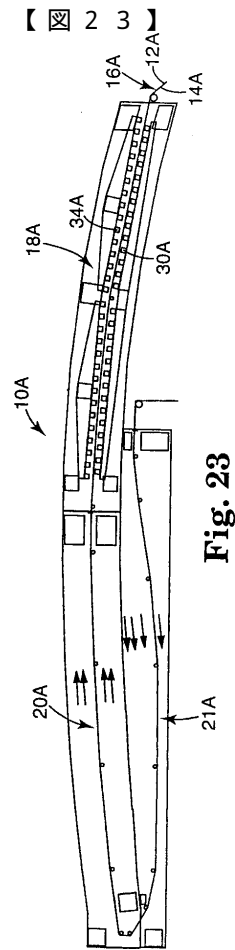
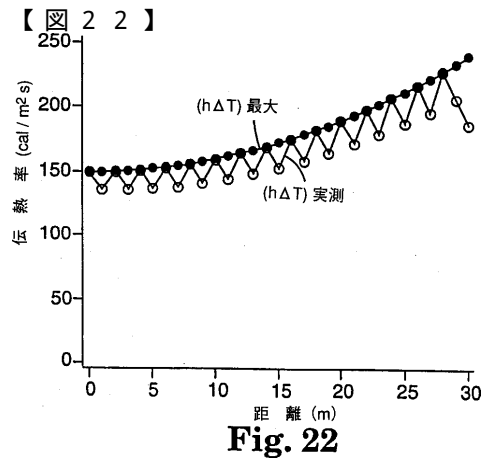


Fig. 21



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ストロブッシュ, ブライアン・エル  
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3  
3 4 2 7
- (72)発明者 ルードマン, トーマス・ジェイ  
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3  
3 4 2 7
- (72)発明者 イエイベル, ロバート・エイ  
アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3  
3 4 2 7

審査官 久保 克彦

- (56)参考文献 米国特許第 5 3 9 4 6 2 2 ( U S , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

F26B 13/10  
B41M 5/26  
G03C 1/498  
G03C 1/74