

(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2007-262644  
(P2007-262644A)

(43) 公開日 平成19年10月11日(2007.10.11)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)	
<b>DO1D</b>	<b>5/08</b>	<b>(2006.01)</b>	DO1D	5/08	ZBPD	4LO35	
<b>DO1F</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	DO1F	1/00	ZAB	4LO45	
<b>DO1F</b>	<b>6/62</b>	<b>(2006.01)</b>	DO1F	6/62	3O3J	4LO47	
<b>DO4H</b>	<b>1/72</b>	<b>(2006.01)</b>	DO4H	1/72	C		

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-248272 (P2006-248272)	(71) 出願人	504180239 国立大学法人信州大学 長野県松本市旭三丁目1番1号
(22) 出願日	平成18年9月13日 (2006.9.13)	(74) 代理人	100088306 弁理士 小宮 良雄
(31) 優先権主張番号	特願2006-52741 (P2006-52741)	(74) 代理人	100126343 弁理士 大西 浩之
(32) 優先日	平成18年2月28日 (2006.2.28)	(72) 発明者	大越 豊 長野県上田市常田3-15-1 信州大学 繊維学部内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	高崎 縁 長野県上田市常田3-15-1 信州大学 繊維学部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極細繊維とその製造方法

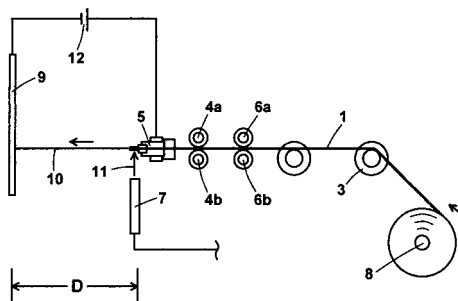
(57) 【要約】

【課題】 溶媒を用いることなく、極めて細径でありながら径の均一性が高く、また物性的にも優れた極細繊維を提供する。

【解決手段】 極細繊維製造方法は、原料繊維1である熱可塑性高分子に赤外線11を照射して熔融させ、熱可塑性高分子1とターゲット9の間に高電圧を印加し、高電圧の電場の引力により熱可塑性高分子をターゲット9上に曳いて細化する。

【選択図】 図1

図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

赤外線を照射して加熱し、低粘度化した熱可塑性高分子融液とターゲットとの間に高電圧を印加し、該高電圧の電場の引力により該熱可塑性高分子を該ターゲットに曳いて細化することを特徴とする極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 2】

前記により高電圧を印加するとともに、空気流を付与することで該熱可塑性高分子融液を加速させることを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 3】

該熱可塑性高分子が繊維状であることを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。 10

## 【請求項 4】

該繊維状の熱可塑性高分子の直径が  $10\ \mu\text{m}$  以上  $1\ \text{mm}$  以下の繊維であることを特徴とする請求項 3 に記載の極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 5】

該熱可塑性高分子がノズルから吐き出された融液であることを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 6】

該赤外線がレーザービームであることを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。 20

## 【請求項 7】

該レーザービームが炭酸ガスレーザーであって、照射により該熱可塑性高分子の温度を該熱可塑性高分子の結晶融解温度もしくは軟化温度よりも  $50\sim 500\ \text{K}$  高い温度まで昇温させることにより該熱可塑性高分子を十分に低粘度化することを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 8】

該高電圧が  $1\sim 40\ \text{kV}$  であり、かつ該高電圧の平均電場が  $0.05\sim 1.0\ \text{V/m}$  であることを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 9】

該ターゲットが捕集板であり、その捕集板の上に、前記により細化した該極細繊維が無秩序に捕捉されることを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。 30

## 【請求項 10】

該ターゲットがポピンであり、そのポピンに、前記により細化した該極細繊維が巻き取られることを特徴とする請求項 1 に記載の極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 11】

該空気流の速度が  $0.1\sim 500\ \text{m/sec}$  であり、該空気流の温度が  $0\sim 600$  であることを特徴とする請求項 2 に記載の極細繊維を製造する方法。

## 【請求項 12】

赤外線を照射して加熱して十分に低粘度化した熱可塑性高分子融液とターゲットの間に高電圧を印加し、該高電圧の電場の引力により熱可塑性高分子をターゲットに曳いて細化されたことを特徴とする極細繊維。 40

## 【請求項 13】

赤外線を照射して加熱して十分に低粘度化した熱可塑性高分子融液とターゲットの間に高電圧を印加するとともに、空気流を付与することで該熱可塑性高分子融液を加速させ、該高電圧の電場の引力により熱可塑性高分子をターゲットに曳いて細化されたことを特徴とする極細繊維。

## 【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載した極細繊維の直径が、 $10\ \text{nm}$  から  $5\ \mu\text{m}$  であることを特徴とする極細繊維。

## 【請求項 15】

該熱可塑性高分子が、ポリエステル系、ポリアクリル系、ポリアミド系、ポリビニル系、ポリ乳酸系、ポリオレフィン系、フッ素系樹脂から選ばれる高分子であることを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載の極細繊維。

【請求項 1 6】

請求項 1 2 , 1 3 , 1 4 または 1 5 に記載した極細繊維を含むことを特徴とする繊維ウェブ。

【請求項 1 7】

請求項 1 2 に記載した極細繊維を製造する装置であって、該ターゲットが捕集板であり、その捕集板の上に、前記により細化した極細繊維が無秩序に捕捉されることを特徴とする極細繊維の製造装置。

10

【請求項 1 8】

請求項 1 2 に記載した極細繊維を製造する装置であって、該ターゲットがボビンであり、そのボビンに、前記により細化した極細繊維が巻き取られることを特徴とする極細繊維の製造装置。

【請求項 1 9】

請求項 1 3 に記載の極細繊維を製造する装置であって、該空気流の速度が  $0.1 \sim 500 \text{ m/s}$  であり、該空気流の温度が  $0 \sim 600$  であることを特徴とする極細繊維の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、溶媒を使用することなく、極めて細径でありながら径の均一性が高く、また物性的にも優れた極細繊維、およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

熱可塑性の原料樹脂を熔融紡糸により繊維化し、その繊維を高速の気体によって吹き飛ばして捕集板上でシート状に捕集して不織布を一貫連続して製造する方法は、メルトブローン法といわれて、例えば特許文献 1 に開示されている。また、例えば特許文献 2 に示されているエレクトロスピング法は、溶液紡糸法を採用して繊維化し、不織布を連続して製造する方法である。

30

【0003】

【特許文献 1】特開昭 49 - 10258 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 330624 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、メルトブローン法等の直接紡糸法では直径  $3 \mu\text{m}$  程度以下の繊維を量産することは困難とされている。また、熔融した原料樹脂を細いノズルから押し出すため、原料樹脂の分子量に限界があって物性の向上も望めない。直径ムラも大きくなりやすい。エレクトロスピング法等の溶液紡糸法は、溶媒を回収するためのコストがかかり、また溶媒を完全に回収することは極めて困難であることから、地球環境への負荷という面から好ましいものではない。

40

【0005】

本発明は前記の課題を解決するためになされたもので、溶媒を用いることなく、極めて細径でありながら径の均一性が高く、また物性的にも優れた極細繊維を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記の目的を達成するためになされた、請求項 1 に係る発明の極細繊維製造方法は、熱可塑性高分子に赤外線を照射して低粘度化し、この熱可塑性高分子とターゲットとの間に

50

高電圧を印加し、該高電圧の電場の引力により該熱可塑性高分子を該ターゲットに曳いて細化することを特徴とする。

【0007】

同じく請求項2に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、前記により高電圧を印加するとともに、空気流を付与することで該熱可塑性高分子融液を加速させることを特徴とする。

【0008】

請求項3に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、該熱可塑性高分子が該赤外線照射する前の時点において固体繊維状であることを特徴とする。

10

【0009】

請求項4に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項3の極細繊維を製造する方法であって、該繊維状の熱可塑性高分子の直径が10 $\mu$ m以上1mm以下の繊維であることを特徴とする。

【0010】

請求項5に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、該熱可塑性高分子が該赤外線照射する前の時点においてノズルから吐き出された融液であることを特徴とする。

【0011】

請求項6に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、該赤外線がレーザービームであることを特徴とする。

20

【0012】

請求項7に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、該レーザービームの光源が炭酸ガスレーザーであり、レーザーの照射によって該熱可塑性高分子の温度を充分高温まで昇温させることにより該熱可塑性高分子を充分に低粘度化することを特徴とする。

【0013】

レーザーの照射による温度上昇は、該熱可塑性高分子の結晶融解温度もしくは軟化温度よりも50~500K高い温度までとすることが好ましく、該熱可塑性高分子の結晶融解温度もしくは軟化温度よりも100~300K高い温度がより好ましい。この程度の温度にすることにより、熱可塑性高分子の十分な低粘度化が得られ、電場の引力により引き伸ばし細化できる。これより低い温度では、該熱可塑性高分子を電場によって引き伸ばすことができるほどには充分に低粘度化することができず、この方法によって極細繊維をえることができない。またこの温度よりも高い場合には、繊維が電場によって引き伸ばされて冷却固化する以前に分解が進んでしまうため、良好な極細繊維が製造できない。

30

【0014】

従って、良好な極細繊維を作成するためには、適度の温度まで昇温することが必要になる。このためには、レーザー照射後に該熱可塑性高分子が到達する最高温度を実測して制御するのが好ましいが、実際には瞬間的に昇温して電場により引き伸ばされ、冷却・固化するため、直接高精度に測定・制御することは一般に難しい。ただし、電場を加えない状態でなら最高温度を実測できることも多いため、この場合は実測することが好ましい。一方で、試料の分解が進む場合や試料のサイズが小さい場合には、直接測定では温度精度が確保できない。この場合には、計算によって求めた温度精度の方が高いので、こちらを採用する方が合理的である。

40

【0015】

レーザー照射後に該熱可塑性高分子が到達する最高温度は、レーザー照射前の該熱可塑性高分子の温度、レーザー光源の出力、レーザービームの照射効率、照射時間、およびレーザービームが照射される該熱可塑性高分子の体積、および該熱可塑性高分子の密度と比熱より、次式によって推定できる。

【0016】

50

最高温度 = 照射前温度 + レーザー出力 × 照射効率 × 照射時間 / (比熱 × 密度 × 体積)

例えば結晶融解温度約250、密度約1.3 g/cm<sup>3</sup>、比熱2.3 kJ/kg/KのPETを20の室温から結晶融解温度よりも120K高い370まで昇温させる場合を考えると、該熱可塑性高分子1m<sup>3</sup>あたり約1.0Jのエネルギーを照射すれば良いことになる。従って、出力10Wのレーザーを照射効率0.5で1m<sup>3</sup>のPETに照射する場合を考えると、レーザーを照射する時間は約0.2秒になる。PETを連続的に供給する場合、0.2秒間に1m<sup>3</sup>のPETを供給すればよいので、試料流量は5m<sup>3</sup>/秒、すなわち質量流量約0.4g/minでPETを供給すれば求める温度まで昇温することができる。同様に、280のPET溶融体を結晶融解温度よりも200K高い450まで昇温するには、レーザー照射時間は約0.1秒で良く、PETを連続的に供給する場合の試料流量は10m<sup>3</sup>/秒、すなわち質量流量約0.8g/minと算出できる。

10

【0017】

ここで照射効率とは、レーザー光の照射エネルギーのうち繊維原料となる該熱可塑性高分子に吸収されるエネルギーの割合を表す0から1の範囲の数値であり、照射される熱可塑性高分子の形態やレーザービームの形状、および照射のための光学系等によって決まる。サイズや性質が既知の試料に弱めのレーザービームを照射し、最高温度を実測することにより照射効率を算出し、製造時の温度推定に用いる。

【0018】

請求項8に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、該高電圧が1～40kVであり、かつ該高電圧の平均電場が0.05～1.0V/mであることを特徴とする。電場がこれ以上の場合には電極間でスパークが生じ易くなるため電場が安定しない。一方電場がこれ以下の場合には、充分低粘度化した該熱可塑性高分子を電場によって効率的に引き伸ばすことができない。

20

【0019】

請求項9に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、該ターゲットが捕集板であり、その捕集板の上に、前記により細化した該極細繊維が無秩序に捕捉されることを特徴とする。

【0020】

請求項10に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項1の極細繊維を製造する方法であって、該ターゲットがポピンであり、そのポピンに、前記により細化した該極細繊維が巻き取られることを特徴とする。

30

【0021】

請求項11に係る発明の極細繊維製造方法は、請求項2の極細繊維を製造する方法であって、空気流の速度が0.1～500m/secであり、空気流の温度が0～600であることを特徴とする。

【0022】

また、請求項12に係る発明の極細繊維は、赤外線照射して十分に低粘度化した熱可塑性高分子と、ターゲットの間に高電圧を印加し、該高電圧の電場の引力により熱可塑性高分子をターゲットに曳いて細化されたことを特徴とする。

【0023】

請求項13に係る発明の極細繊維は、赤外線照射して加熱して十分に低粘度化した熱可塑性高分子融液とターゲットの間に高電圧を印加するとともに、空気流を付与することで該熱可塑性高分子融液を加速させ、該高電圧の電場の引力により熱可塑性高分子をターゲットに曳いて細化されたことを特徴とする。

40

【0024】

請求項14に係る発明の極細繊維は、請求項12または13に記載した極細繊維の直径が10nmから5μmであることを特徴とする。

【0025】

請求項15に係る発明の極細繊維は、請求項12または13に記載した極細繊維であって、該熱可塑性高分子が、ポリエステル系、ポリアクリル系、ポリアミド系、ポリビニル系、ポリ乳酸系、ポリオレフィン系、フッ素系樹脂から選ばれる高分子であることを特徴

50

とする。

【0026】

さらに請求項16に係る発明の繊維ウェブは、請求項12, 13, 14または15に記載した極細繊維を含むことを特徴とする。

【0027】

また、請求項17に係る発明の極細繊維の製造装置は、請求項12に記載した極細繊維を製造する装置であって、該ターゲットが捕集板であり、その捕集板の上に、前記により細化した極細繊維が無秩序に捕捉されることを特徴とする。

【0028】

請求項18に係る発明の極細繊維の製造装置は、請求項12に記載した極細繊維を製造する装置であって、該ターゲットがポピンであり、そのポピンに、前記により細化した極細繊維が巻き取られることを特徴とする。

10

【0029】

請求項19に係る発明の極細繊維の製造装置は、請求項13に記載の極細繊維の製造装置であって、該空気流の速度が0.1~500m/secであり、該空気流の温度が0~600であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0030】

本発明の極細繊維製造方法によれば、原料の熱可塑性高分子に高エネルギーの熱線である赤外線照射し、急速にきわめて粘度の低い融液とすることによって、電場の引力により曳いて紡糸することができるようになるから、極めて細い繊維を造ることができる。この方法により、従来のメルトブローン法等の直接紡糸法では不可能とされていた直径3 $\mu$ m程度以下の極細繊維を、溶媒を用いずに量産することが可能となった。紡糸時に高分子を十分粘度の低い溶融状態にできるため、高分子の分子量が大きくても糸切れなく紡糸ができる。また赤外線照射により急速昇温して十分粘度の低い融液にした直後に電場の引力により引き伸ばされて急速に冷却され固化するため、高温かつ低粘度の状態にある時間はきわめて短く、熱分解による物性低下も避けられる。そのため糸強力等の物性面でも優れた繊維が得られる。直径 $\mu$ mも少なくなる。この製造方法で、電場形成のための電極形状や電極間の電位分布を制御することにより、得られる繊維集合体中での繊維配向を制御することも可能である。

20

30

【0031】

また溶媒を使用しないため、溶媒回収コストの不要だけではなく、資源の節約、溶媒の飛散がない等の環境維持の面から好ましい。

さらに、本発明の極細繊維製造方法によれば、連続的に極細繊維を製造でき、さらにはその極細繊維で連続的に不織布を製造できる。そのため、高い生産性の製造方法であり、安価に極細繊維およびその不織布を製造できる。

【発明を実施するための形態】

【0032】

本発明を実施するため好ましい形態は、以下のとおりである。

図1は本発明を適用する極細繊維製造方法を実施するための装置の一例の概略構成を示す図である。原料として繊維状の熱可塑性高分子を使用する例である。図に示すとおり、原料繊維1が、レーザービーム11を照射されて溶融し、高電圧の電場引力で曳かれ、極細繊維10となってターゲットである捕集板9に到達して捕捉される。

40

【0033】

原料繊維1は、例えばポリエステルであるポリエチレンテレフタレートであり、軟化点~溶融点は240~250のものである。目的とする極細繊維10の直径0.01~5 $\mu$ mの10~1000倍程度の太さである10~1000 $\mu$ mのポリエステル原料繊維1がリール8に巻かれている。原料繊維1は、偏向ローラ3により進行方向を決められ、夫々モータ(不図示)に駆動されるニップロール6aと6bおよびニップロール4aと4bに銜えられて引かれ、オリフィス(ニードル)5を通過してから出る。

50

## 【0034】

オリフィス5の出口では、赤外線源である炭酸ガスレーザー7が目標を定めて原料繊維1にレーザービーム11を照射する。レーザービーム11の照射時間は0.1ミリ秒以上1秒以下であり、この照射により原料高分子の温度を原料高分子の融点もしくはガラス転移温度のどちらか高い方の温度よりも充分高い温度まで加熱する。これにより原料繊維1のポリエステルは軟化溶融する。一方、オリフィス5と捕集板9との間には、電源12から直流高電圧が印加されている。溶融している原料繊維1は、その電場引力に曳かれて細化し、目的とする直径の極細繊維10となり、そして捕集板9の上に無秩序に捕捉された繊維集合体となる。

## 【0035】

この状態からさらに極細繊維の捕捉量を増やし、接着処理や加熱融着処理をすれば、不織布とすることができる。繊維集合体または不織布は、フィルター、電池セパレータ、医療用途、衣料品などへの利用ができる。

## 【0036】

図2は同じく本発明を適用する極細繊維製造方法を実施するための装置の一例の概略構成を示す図である。原料の熱可塑性高分子がエクストルーダー22のノズル20から吐き出された溶融樹脂28である例を示している。図に示すとおり、溶融樹脂28が、赤外線を照射されて加熱され、十分低粘度となった融液で、高電圧の電場引力で曳かれ、極細繊維10となってポビン29に捕集される。この際、ポビンの回転速度が電場によってもたらされる系速度よりも充分に大きければ単独の繊維として巻き取られる。ポビンの回転速度が電場によってもたらされる系速度よりも小さければ極細繊維からなるウェット状態となって捕集される。得られた繊維もしくはウェットは、ポビン29以降で延伸することにより、分子鎖や繊維を配列させ、物性を制御することができる。

## 【0037】

原料の熱可塑性高分子は、例えばポリアミド樹脂であるナイロン(登録商標)のペレットである。ナイロンのペレットはエクストルーダー22により溶融して押し出される。エクストルーダー22は、ヒーター付きシリンダ27に、スクリュウ24が挿通され、ホッパー23が付されている。スクリュウ24はモータ25にベルトで連結されている。ナイロンのペレットがホッパー23から投入されると、シリンダ27で加熱されながらスクリュウ24の回転で練られ軟化溶融しつつ進行し、融液状態28となってノズル20から吐き出される。

## 【0038】

ノズル20では、赤外線発光ダイオード26が目標を定めて融液状態の樹脂28に赤外線を照射する。この照射により、溶融樹脂28のナイロンは温度が上昇して粘度が充分低下する。一方、ノズル20とポビン29との間(距離D=2~300mm)には、電源12から直流高電圧が印加されている。溶融樹脂28は、その電場引力に曳かれて細化し、目的とする直径の極細繊維10となる。この極細繊維10はモータ(不図示)に連結したポビン29に巻かれ、無限長の単繊維もしくは繊維ウェットとして様々な用途に利用される。

## 【0039】

図3は同じく本発明を適用する極細繊維製造方法を実施するための装置の一例の概略構成を示す図である。この装置はエクストルーダー22とメルトブローンダイ30とが一体化している。図中、メルトブローンダイ30は一部、断面構造を表している。エクストルーダー22は、ヒーター付きシリンダ27に、スクリュウ24が挿通され、ノズル20及びホッパー23が付されている。スクリュウ24はモータ25にベルトで連結されている。エクストルーダー22のノズル20の一部は、メルトブローンダイ30に挿入されている。メルトブローンダイ30は空洞状になっており、空間部Sと筒状空間部Tとを有している。筒状空間部Tの一端は空気流入口13aを備えている。また、メルトブローンダイ30は筒状空間部Tの他端付近に空気流入口13b及び13cを備えている。空気流入口13a、13b及び13cは、それぞれ独立して外部コンプレッサー(不図示)と接続さ

10

20

30

40

50

れる。

【0040】

メルトブローンダイ30は、ノズル20の先端より下方の筒状空間部Tと外部との間であって、ノズル20の挿入方向に対して垂直な空間部の外部側に、外部電源と接続された炭酸ガスレーザー7を備えており、空間部の筒状空間部T側に、レーザー透過材32を備えている。また、電極14は、レーザー透過材32の設置部より下方に埋め込まれ、その一部が筒状空間部Tに露出している。この電極14は、外部電源と接続されている。メルトブローンダイ30はコンベア19、サクション17及びボビン29と係合している。コンベア19は、メルトブローンダイ30の空間部Sの左右両端に上下に並んだニップロール18a及び18bとニップロール18c及び18dにそれぞれ銜えられ、メルトブローンダイ30の外部で四つの偏向ローラ3に支承されている。各ニップロール及び各偏向ローラ3はモータ(不図示)と連結している。ボビン29は、コンベア19の上部の延長線上に、その一端が位置するように、外部に備えられ、モータ(不図示)と連結している。また、サクション17は通気管16を介してメルトブローンダイ30の空間部Sと通気している。

10

【0041】

図3の装置による極細繊維10は以下のように製造される。エクストルーダー22から溶融樹脂28がメルトブローンダイ30内へ吐き出され、メルトブローンダイ30内の筒状空間部T及び空間部Sを介して、極細繊維10となり、コンベア19に誘導されて外部のボビン29に巻き取られる。詳しく説明すると、原料の熱可塑性高分子であるナイロンのペレットは、ホッパー23から投入されると、シリンダ27で加熱されながらスクリー24の回転で練られ軟化溶融しつつ進行し、融液樹脂28となってノズル20からメルトブローンダイ30内へ吐き出される。このとき、炭酸ガスレーザー7からレーザービーム11が、レーザー透過材32を介して照射口31へ照射される。吐き出された溶融樹脂28は、筒状空間部Tにおいて、照射口31からのレーザービーム11に照射され、粘度が充分低下する。電極14とノズル20との間に、図1及び図2と同様に外部電源より直流高電圧が印加され、コンベア19の方向に電場引力が発生している。このとき、ノズル20は電極として作用している。溶融樹脂28は、電場引力によりコンベア19方向に曳かれるとともに、外部コンプレッサーにより空気が空気流入口13a~13cから流入することで加速され、極細繊維10となってターゲットであるコンベア19上に到達する。コンベア19上に到達した極細繊維10は、モータ(不図示)に駆動される偏向ローラにより誘導され、コンベア19とともに別なモータ(不図示)に駆動されるニップロール18aと18bに銜えられて引かれる。さらに別なモータ(不図示)に連結したボビン29に巻き取られる。この際、ボビンの回転速度が電場及び空気流によってもたらされる糸速度よりも十分に大きければ単独の繊維として巻き取られる。ボビンの回転速度が電場及び空気流によってもたらされる糸速度よりも小さければ極細繊維からなるウェット状態となって捕集される。得られた繊維もしくはウェットは、ボビン29以降で延伸することにより、分子鎖や繊維を配列させ、物性を制御することができる。また、空気流入口13a~13cより流入した空気は、空間部Sを介してサクション17により吸引され、装置外へ排気される。

20

30

40

【0042】

空気流入口13a、13b及び13cの中でも、空気流入口13aからの外部コンプレッサーによる空気の流入は、均一な極細繊維製造のために特に好適である。また、空気流入口13b及び13cからの空気の流入量を制御することによって、極細繊維10の走行を安定させることができる。

また、空気流入口13a、13b及び13cに、外部コンプレッサーを接続せず、外気と通気していてもよい。

電極14は複数設置していてもよい。この場合、ノズル20と各電極14との間に印加される電圧を変えることで、筒状空間部T内の電位分布及び電場引力の分布を制御することができる。

50



レーザー透過材として、例えば、カルコゲナイトガラス、ジंकセレン、珪素、ゲルマニウムが挙げられる。

【0043】

上記図1の実施形態では、原料が繊維状の熱可塑性高分子、赤外線がレーザービーム、ターゲットが捕集板という組み合わせ、図2の実施形態では原料が熔融樹脂、赤外線が発光ダイオードの光線、ターゲットがポピンという組み合わせとなっている。また、図3の実施形態では原料が熔融樹脂、赤外線がレーザービーム、ターゲットがコンベアという組み合わせとなっている。しかし、これらの要素は適宜組み合わせを変えて実施できる。

【実施例】

【0044】

以下、本発明を適用した実施例の実験を説明するが、本発明の範囲はこれらの実験例に限定されるものではない。図1の装置を使い、本発明の実験1, 2及び3を行った。また、図3の装置を使い、本発明の実験4を行った。尚、比較のため、メルトブローによる比較実験を行った。ここで試料の最高温度は、レーザー照射前の試料温度、レーザー光源の出力およびレーザービーム内の出力分布、試料の断面積および走行速度、照射時間、および試料高分子の密度と比熱より算出した推定値である。推定には、レーザー照射による繊維温度上昇が、レーザー出力と照射時間に比例し、繊維の走行速度には反比例することを利用した。具体的には、まず実施例の実験条件からレーザー出力と照射時間、もしくは繊維の走行速度を変えることによって繊維が熔融しないようにする。そしてこの状態で赤外温度計によって繊維の最高温度を実測する。得られた温度と、実験条件、すなわちレーザー出力、照射時間、および繊維走行速度の比より、実施例における最高温度を推定した。

【0045】

(実験1)

直径 $231.3 \pm 4.2 \mu\text{m}$ の繊維状ポリエチレンテレフタレートを一一定速度で送り出しながら、レーザー光照射により加熱し、印加電圧によって引き伸ばして極細繊維を製造した。照射したレーザービームは、円筒状であり、ビーム直径3mmである。走行速度 $0.1 \text{ m/sec}$ 、オリフィス-捕集板間距離50mm、印加電圧20kV、電場 $0.40 \text{ V/m}$ 、レーザー出力7.0W、ファイバー直径 $1.6 \mu\text{m}$ 、試料の最高温度440、照射時間0.29Secである。推定された最高繊維温度は440であり、ポリエチレンテレフタレートの結晶融解温度250よりも190K高い。レーザー出力をこれ以上に高めると、分解が進み、均一な繊維を得られなかった。一方レーザー出力がこれ以下だと、直径5ミクロン以下の繊維が得られなかった。

【0046】

(実験2)

直径 $231.3 \pm 4.2 \mu\text{m}$ 、長さ3mmの繊維状ポリエチレンテレフタレートにレーザー光を照射して加熱し、印加電圧によって引き伸ばして極細繊維を製造した。照射したレーザービームは、円筒状であり、ビーム直径3mmである。試料長3mm、オリフィス-捕集板間距離65mm、印加電圧9.8kV、電場 $0.15 \text{ V/m}$ 、レーザー出力11.0W、ファイバー直径 $2 \mu\text{m}$ 、試料の最高温度480、照射時間0.20Secである。推定された最高繊維温度は480であり、ポリエチレンテレフタレートの結晶融解温度250よりも230K高い。

【0047】

(実験3)

平均直径 $242 \mu\text{m}$ の繊維状ポリエチレンテレフタレートを一一定速度で送り出しながら、レーザー光照射により加熱し、印加電圧によって引き伸ばして極細繊維を製造した。照射したレーザービームは扁平筒状であり、繊維の走行方向に対し、平行方向の幅が1.9mm、垂直方向の幅が9.1mmである。吐出速度 $0.0004 \text{ m/sec}$ 、オリフィス-捕集板間距離50mm、印加電圧15kV、電場 $0.30 \text{ V/m}$ 、レーザー出力8.5W、ファイバー直径 $1.8 \mu\text{m}$ 、試料の最高温度490である。推定された最高繊維温度は490であり、ポリエチレンテレフタレートの結晶融解温度250よりも240K高

10

20

30

40

50

い。レーザー出力を9.1W以上に高めると、分解が進み、均一な繊維が得られなかった。

【0048】

(実験4)

平均直径242 $\mu$ mの繊維状ポリエチレンテレフタレートを一速度で送り出しながら、レーザー光照射により加熱後、空気流による加速と印加電圧によって引き伸ばして極細繊維を製造した。照射したレーザーは扁平筒状であり、繊維の走行方向に対し、平行方向の幅が1.9mm、垂直方向の幅が9.1mmである。吐出速度0.0004m/sec、オリフィス-捕集板間距離50mm、空気流の流速5m/sec、印加電圧15kV、電場0.30V/m、レーザー出力9.1W、ファイバー直径1.1 $\mu$ m、試料の最高温度525である。空気流による加速前の推定最高繊維温度は525であり、ポリエチレンテレフタレートの結晶融解温度250よりも275K高い。

10

【0049】

(実験5)

平均直径242 $\mu$ m、長さ3mmの繊維状ポリ乳酸系樹脂にレーザー光を照射して加熱し、印加電圧によって引き伸ばして極細繊維を製造した。照射したレーザーは扁平筒状であり、繊維の走行方向に対し、平行方向の幅が2.3mm、垂直方向の幅が6.6mmである。オリフィス-捕集板間距離50mm、印加電圧15kV、電場0.30V/m、レーザー出力8.1W、ファイバー直径0.7 $\mu$ m、試料の最高温度300、照射時間0.18secである。推定した最高繊維温度は300であり、ポリエチレンテレフタレートの結晶融解温度170よりも130K高い。

20

【0050】

(比較実験1)

直径231.3 $\pm$ 4.2 $\mu$ m、長さ3mmの繊維状ポリエチレンテレフタレートにレーザー光を照射して加熱し、エアブロー Hyper Clean 490(エツミ社製)による空気流の吹き付けによって繊維を引き伸ばして極細繊維の製造を試みた。照射したレーザーは、円筒状であり、ビーム直径3mmである。試料長3mm、オリフィス-捕集板間距離70mm、電圧印加なし、レーザー出力3.5W、ファイバー直径6.6 $\mu$ m、試料の最高温度454、照射時間0.60Secである。実験条件より算出された繊維温度は454であり、ポリエチレンテレフタレートの結晶融解温度250よりも204K高い。得られた繊維の直径は最小でも6.6 $\mu$ mに留まり、これより細い極細繊維は作成できなかった。レーザー出力をこれ以上に高めると、分解が進み、均一な繊維を得られなかった。一方レーザー出力がこれ以下だと、さらに太い繊維しか得られなかった。

30

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明を適用する極細繊維製造方法を実施するための装置の一例の概略構成を示す図である。

【0052】

【図2】同じく本発明を適用する極細繊維製造方法を実施するための装置の別な例の概略構成を示す図である。

40

【0053】

【図3】同じく本発明を適用する極細繊維製造方法を実施するための装置の別な例の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

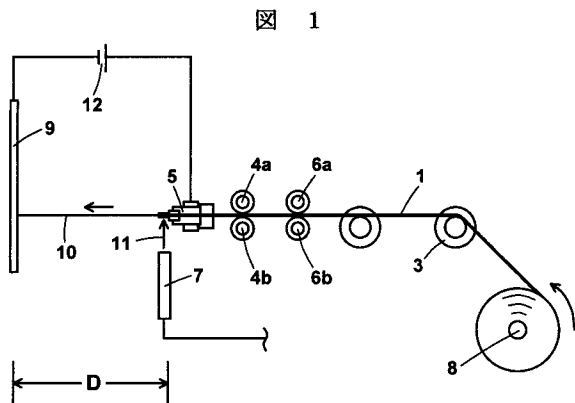
【0054】

1は原料繊維、3は偏向ローラ、4a, 4bはニップロール、5はオリフィス、6a, 6bはニップロール、7は炭酸ガスレーザー、8はリール、9は捕集板、10は極細繊維、11はレーザービーム、12は電源、13a, 13b, 13cは空気流入口、14は電極、16は通気管、17はサクシオン、18a, 18b, 18c, 18dはニップロール、19はコンベア、20はノズル、22はエクストルーダー、23はホッパー、24はスクリーン、

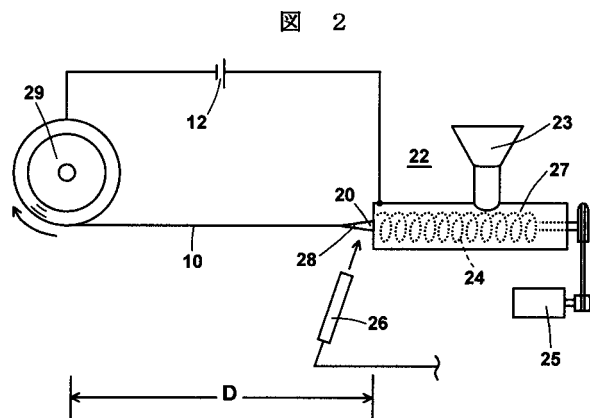
50

25はモータ、26は赤外線発光ダイオード、27はヒーター付きシリンダ、28は溶融樹脂、29はボビン、30はメルトブローンダイ、31は照射口、32はレーザー透過材、Sは空間部、Tは筒状空間部である。

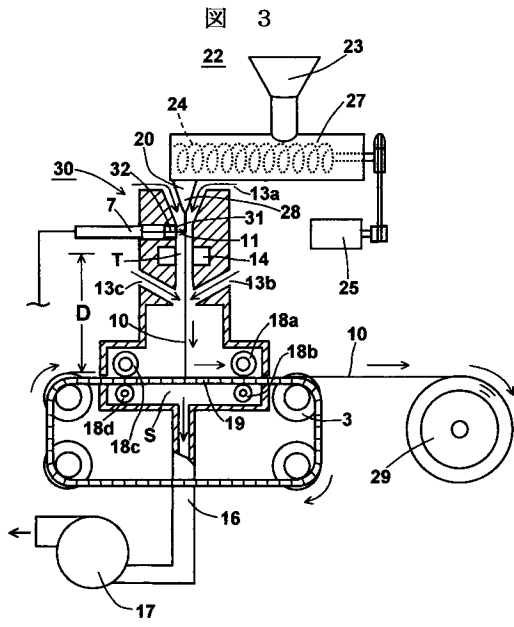
【図1】



【図2】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 木村 睦

長野県上田市常田 3 - 1 5 - 1 信州大学繊維学部内

(72)発明者 平井 利博

長野県上田市常田 3 - 1 5 - 1 信州大学繊維学部内

Fターム(参考) 4L035 AA05 AA07 BB31 DD13

4L045 AA05 AA06 BA02 BA34 BA60 CA25 CA40 DA08 DA60 DC21

4L047 AA14 AA16 AA17 AA18 AA21 AA23 AB03 AB08 BA09 CB01

CB10 EA05