

(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2020-157751

(P2020-157751A)

(43) 公開日 令和2年10月1日(2020.10.1)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|-------------------------------|--------------------|-------------|
| B 4 1 J 2/04 (2006.01) | B 4 1 J 2/04 | 2 C 0 5 6 |
| B 4 1 J 2/01 (2006.01) | B 4 1 J 2/01 1 0 1 | 2 C 0 5 7 |
| B 4 1 M 5/00 (2006.01) | B 4 1 M 5/00 1 0 0 | 2 H 1 8 6 |
| | B 4 1 M 5/00 1 2 0 | |

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2019-197550 (P2019-197550)
 (22) 出願日 令和1年10月30日 (2019.10.30)
 (31) 優先権主張番号 特願2019-52284 (P2019-52284)
 (32) 優先日 平成31年3月20日 (2019.3.20)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

新規性喪失の例外適用申請有り

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100107515
 弁理士 廣田 浩一
 (72) 発明者 青戸 淳
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 岩田 宗朗
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 鈴木 一己
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内

最終頁に続く

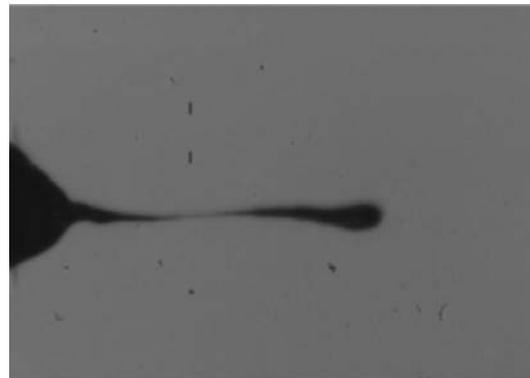
(54) 【発明の名称】 光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法、画像形成方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】高解像度の画像を形成することができる光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法の提供。

【解決手段】光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収材から生じさせる光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法である。前記基材の表面への前記光渦レーザービームの照射方向が非重力方向であり、前記液柱乃至液滴が非重力方向に生じることが好ましい。

【選択図】 図10A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収材から生じさせることを特徴とする光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法。

【請求項 2】

前記基材の表面への前記光渦レーザービームの照射方向が非重力方向であり、前記液柱乃至液滴が非重力方向に生ずる、請求項 1 に記載の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法。

【請求項 3】

光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収材から生じさせ、前記液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させることを特徴とする画像形成方法。

【請求項 4】

前記基材の表面への前記光渦レーザービームの照射方向が非重力方向であり、前記液柱乃至液滴が非重力方向に生ずる、請求項 3 に記載の画像形成方法。

【請求項 5】

前記基材の表面に前記光渦レーザービームを照射した際、前記光吸収材が回転運動を伴って前記光渦レーザービームの照射方向に略ドーム形状に膨らみ、前記略ドーム形状の前記光吸収材の頂部から前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴が生ずる、請求項 3 から 4 のいずれかに記載の画像形成方法。

【請求項 6】

前記光吸収材が、前記光渦レーザービームの波長に対する吸光度が 1 よりも大きい、請求項 3 から 5 のいずれかに記載の画像形成方法。

【請求項 7】

前記基材の表面に配された前記光吸収材の厚みが 10 μm 以上である、請求項 3 から 6 のいずれかに記載の画像形成方法。

【請求項 8】

前記光渦レーザービームの照射径が 100 μm 以下である、請求項 3 から 7 のいずれかに記載の画像形成方法。

【請求項 9】

前記光渦レーザービームの照射エネルギーが 60 μJ / ドット以下である、請求項 3 から 8 のいずれかに記載の画像形成方法。

【請求項 10】

光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収材から生じさせる光吸収材飛翔手段と、

前記液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させる転写手段と、
を有することを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法、画像形成方法及び装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

画像形成装置においては、インク滴を所望の位置に飛翔させることができることから、近年では、立体的な造形を行う3Dプリンタ分野、印刷技術により電子部品を形成するプリントエレクトロニクス分野などにも応用が検討されている。

【0003】

具体的には、従来の画像形成で用いられる低粘度のインクのみならず、様々な材料を所望の位置に正確に飛翔させる必要があり、種々の画像形成装置が提案されている。例えば、普通のレーザーを高粘度のインクの塗膜に照射して重力方向にインクの突出部を形成し、形成した突出部を媒体に接触させることで、高粘度材料をプリントする方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、高解像度の画像を形成することができる光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法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】

【0005】

前記課題を解決するための手段として本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法は、光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収材から生じさせることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、高解像度の画像を形成することができる光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】図1Aは、一般的なレーザービームにおける波面（等位相面）の一例を示す概略図である。

【図1B】図1Bは、一般的なレーザービームにおける光強度分布の一例を示す図である。

【図1C】図1Cは、一般的なレーザービームにおける位相分布の一例を示す図である。

【図2A】図2Aは、光渦レーザービームにおける波面（等位相面）の一例を示す概略図である。

【図2B】図2Bは、光渦レーザービームにおける光強度分布の一例を示す図である。

【図2C】図2Cは、光渦レーザービームにおける位相分布の一例を示す図である。

【図3A】図3Aは、一般的なレーザービームを光吸収材に照射させたときの一例を示す写真である。

【図3B】図3Bは、光渦レーザービームを光吸収材に照射させたときの一例を示す写真である。

【図4A】図4Aは、光渦レーザービームにおける干渉計測の結果の一例を示す説明図である。

【図4B】図4Bは、中心に光強度0の点を有するレーザービームにおける干渉計測の結果の一例を示す説明図である。

【図5A】図5Aは、本発明の画像形成装置の一例を示す説明図である。

【図5B】図5Bは、本発明の画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

【図5C】図5Cは、本発明の画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

【図6A】図6Aは、光吸収材供給手段及び被付着物搬送手段を付加した図5Bに示す画像形成装置の一例を示す概略断面図である。

【図6B】図6Bは、光吸収材供給手段及び被付着物搬送手段を付加した図5Bに示す画像形成装置の他の一例を示す概略断面図である。

10

20

30

40

50

【図 7 A】図 7 A は、定着手段を付加した図 6 A に示す画像形成装置の一例を示す概略断面図である。

【図 7 B】図 7 B は、定着手段を付加した図 6 A に示す画像形成装置の他の一例を示す概略断面図である。

【図 7 C】図 7 C は、定着手段を付加した図 6 A に示す画像形成装置の他の一例を示す概略断面図である。

【図 8 A】図 8 A は、本発明の画像形成装置の一例を示す概略断面図である。

【図 8 B】図 8 B は、本発明の画像形成装置の他の一例を示す概略断面図である。

【図 9】図 9 は、本発明の立体造形物の製造装置の一例を示す概略断面図である。

【図 10 A】図 10 A は、実施例 1 における光吸収材の飛翔状態を示す写真である。

10

【図 10 B】図 10 B は、実施例 1 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 11 A】図 11 A は、実施例 2 における光吸収材の飛翔状態を示す写真である。

【図 11 B】図 11 B は、実施例 2 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 12 A】図 12 A は、実施例 3 における光吸収材の飛翔状態を示す写真である。

【図 12 B】図 12 B は、実施例 3 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 13 A】図 13 A は、実施例 4 における光吸収材の飛翔状態を示す写真である。

【図 13 B】図 13 B は、実施例 4 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 14 A】図 14 A は、比較例 1 における光吸収材の飛翔状態を示す写真である。

【図 14 B】図 14 B は、比較例 1 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 15 A】図 15 A は、比較例 2 における光吸収材の飛翔状態を示す写真である。

20

【図 15 B】図 15 B は、比較例 2 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 16】図 16 は、実施例 5 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 17】図 17 は、実施例 6 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【図 18】図 18 は、実施例 7 における光吸収材の付着状態を示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

(光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法、画像形成方法、及び画像形成装置)

本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法は、光吸収材を表面に配した基材における、光吸収材が配された側とは反対側の基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、光渦レーザービームの照射方向にかつ光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を光吸収材から生じさせる。

30

本発明の画像形成方法は、光吸収材を表面に配した基材における、光吸収材が配された側とは反対側の基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、光渦レーザービームの照射方向にかつ光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を光吸収材から生じさせ、液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させる。

即ち、本発明の画像形成方法は、本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法により光吸収材から生じさせた小さな径の液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させる。

したがって、本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法は、本発明の画像形成方法の説明で足りるため、本発明の画像形成方法の説明を通じて本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法の詳細についても明らかにする。

40

【0009】

本発明の画像形成方法は、従来技術のレーザーを用いた画像を形成する方法では、インクの突出部の長さが一定になりにくく、媒体に接触する面積がばらついて高解像度の画像を形成できない場合があるという知見に基づくものである。

また、本発明の画像形成方法は、従来技術のレーザーの径を小さくするのみではインクが飛散しやすくなるため、高解像度の画像を形成できない場合があるという知見に基づくものである。

さらに、本発明の画像形成方法は、従来技術のレーザーを用いた画像を形成する方法では、重力方向にしか直進性のあるインクの突出部を形成できず、装置の設計の自由度が制限される場合があるという知見に基づくものである。

50

【0010】

そこで、本発明の画像形成方法は、光吸収材の塗膜に光渦レーザービームを照射した際に、照射方向側に半球状に膨らんだ光吸収材の端部から光吸収材の一部を回転させながら引きちぎるように突出乃至飛翔させる。言い換えると、本発明の画像形成方法は、基材の表面に光渦レーザービームを照射した際、光吸収材が回転運動を伴って光渦レーザービームの照射方向に略ドーム形状に膨らみ、略ドーム形状の光吸収材の頂部から光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴が生ずるようにする。

さらに、本発明の画像形成方法は、光吸収材から生じさせた液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させることにより、高解像度の画像を形成することができる。

【0011】

まず、光渦レーザービームについて説明する。

一般的なレーザービームは、位相が揃っているため、図1Aに示すように平面状の等位相面(波面)を有している。レーザービームのポインティングベクトルの方向が平面状の等位相面の直交方向であることにより、レーザービームの照射方向と同じ方向となるため、レーザービームが光吸収材に照射された場合には、光吸収材に対して照射方向に力が作用する。しかし、レーザービームの断面における光強度分布が、図1Bに示すようにビームの中心が最も強い正規分布(ガウシアン分布)であるため、光吸収材が飛散しやすい。また、位相分布の観察を行うと図1Cに示すように位相差がないことが確認される。

これに対し、光渦レーザービームは、図2Aに示すように螺旋状の等位相面を有している。光渦レーザービームのポインティングベクトルの方向が螺旋状の等位相面に対して直交方向であるため、光渦レーザービームが光吸収材に照射された場合には、直交方向に力が作用する。このため、図2Bに示すように光強度分布がビームの中央が零となる凹んだドーナツ状の分布となり、光渦レーザービームを照射された光吸収材は、ドーナツ状のエネルギーを放射圧として印加される。すると、光渦レーザービームを照射された光吸収材は、光渦レーザービームの照射方向に沿って飛翔し、被付着物に飛散しにくい状態で付着する。また、位相分布の観察を行うと図2Cに示すように位相差が発生していることが確認される。

【0012】

図3Aは、一般的なレーザービームを光吸収材に照射させたときの一例を示す写真である。図3Bは、光渦レーザービームを光吸収材に照射させたときの一例を示す写真である。

図3Aと図3Bとを比較すると、図3Aのほうが図3Bよりも光吸収材が飛散していることが確認できる。このことから、光渦レーザービームを照射された光吸収材は、ドーナツ状のエネルギーを放射圧として印加され、光渦レーザービームの照射方向に沿って飛翔し、被付着物に飛散しにくい状態で付着することがわかる。

【0013】

光渦レーザービームか否かを判別する方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、前述の位相分布の観察、干渉計測などが挙げられ、干渉計測が一般的である。

干渉計測は、レーザービームプロファイラ(Spiricon社製レーザービームプロファイラ、浜松ホトニクス株式会社製レーザービームプロファイラなど)を用いて観察でき、干渉計測した結果の一例を図4A、図4Bに示す。

図4Aは、光渦レーザービームにおける干渉計測の結果の一例を示す説明図であり、図4Bは、中心に光強度0の点を有するレーザービームにおける干渉計測の結果の一例を示す説明図である。

光渦レーザービームを干渉計測すると、図4Aに示すように、エネルギー分布がドーナツ状であって、図1Cと同様に中心に光強度0の点を持つレーザービームであることが確認できる。

一方、中心に光強度0の点を有する一般的なレーザービームを干渉計測すると、図4Bに示すように、図4Aで示した光渦レーザービームの干渉計測と類似しているが、ドーナツ部のエネルギー分布が一樣ではないことから、光渦レーザービームとの差異が確認できる。

【0014】

10

20

30

40

50

本発明の画像形成方法は、本発明の画像形成装置により好適に行うことができる。

【0015】

本発明の画像形成装置は、光吸収材を表面に配した基材における、光吸収材が配された側とは反対側の基材の表面に光渦レーザビームを照射する。これにより、本発明の画像形成装置は、光渦レーザビームの照射方向にかつ光渦レーザビームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を光吸収材から生じさせ、液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させる装置である。

画像形成装置は、光吸収材飛翔手段と、転写手段とを有し、更に必要に応じてその他の手段を有することが好ましい。

【0016】

< 光吸収材飛翔手段 >

光吸収材飛翔手段は、光吸収材を表面に配した基材における、光吸収材が配された側とは反対側の基材の表面に光渦レーザビームを照射することにより、光渦レーザビームの照射方向にかつ光渦レーザビームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を光吸収材から生じさせる手段である。

【0017】

また、光吸収材飛翔手段としては、例えば、レーザー光源と、光渦変換部と、波長変換部とを有するものを用いることができ、光吸収材飛翔手段は、更に必要に応じて、その他の部材を有することが好ましい。

【0018】

<< レーザ光源 >>

レーザー光源としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、レーザビームを発生させる固体レーザー、気体レーザー、半導体レーザーなどが挙げられ、パルス発振可能なものが好ましい。

固体レーザーとしては、例えば、YAGレーザー、チタンサファイアレーザなどが挙げられる。

気体レーザーとしては、例えば、アルゴンレーザ、ヘリウムネオンレーザ、炭酸ガスレーザなどが挙げられる。

これらの中でも、出力が30mW程度の半導体レーザーが、装置の小型化及び低コスト化の点で、好ましい。ただし、本実施例では、実験的にチタンサファイアレーザを使用した。

レーザビームの波長としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、300nm以上11 μ m以下が好ましく、350nm以上1100nm以下がより好ましい。

レーザビームのビーム径としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、10 μ m以上10mm以下が好ましく、10 μ m以上1mm以下がより好ましい。

レーザビームのパルス幅としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、2ナノ秒以上100ナノ秒以下が好ましく、2ナノ秒以上10ナノ秒以下がより好ましい。

レーザビームのパルス周波数としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、10Hz以上200Hz以下が好ましく、20Hz以上100Hz以下がより好ましい。

なお、レーザー光源としては、光渦レーザビームを出力可能なレーザー光源でもよい。

【0019】

<< 光渦変換部 >>

光渦変換部としては、レーザビームを光渦レーザビームに変換できれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、回折光学素子、マルチモードファイバ、液晶位相変調器などが挙げられる。

回折光学素子としては、例えば、螺旋位相板、ホログラム素子などが挙げられる。これ

10

20

30

40

50

らの中でも、螺旋位相板 (Spiral Phase Plate) が好ましい。

なお、光渦レーザービームを発生させる方法としては、光渦変換部を用いる方法に限らず、例えば、レーザー共振器から光渦を固有モードとして発振させる方法、ホログラム素子を共振器に挿入する方法などが挙げられる。他の光渦レーザービームを発生させる方法としては、例えば、ドーナツビームに変換した励起光を用いる方法、暗点を有する共振器ミラーを用いる方法、側面励起固体レーザーで発生する熱レンズ効果を空間フィルタとして用いて光渦モード発振する方法などが挙げられる。

【0020】

<<波長変換部>>

波長変換部としては、光渦レーザービームに円偏光を付与することにより、以下の式(1)で表されるトータルの回転モーメント $J_{L,S}$ が、 $|J_{L,S}| = 0$ となる条件を満たすことができれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。波長変換部としては、例えば、1/4波長板などが挙げられる。1/4波長板の場合には、光学軸を +45° 又は -45° 以外に設置して光渦レーザービームに楕円状の円偏光(楕円偏光)を付与してもよいが、光学軸を +45° 又は -45° に設置して光渦レーザービームに真円状の円偏光を付与し、上記の条件を満たすことが好ましい。これにより、画像形成装置は、光吸収材を安定的に飛翔させ、飛散を抑制した形状で被付着物に付着させる効果を大きくすることができる。

【0021】

【数3】

$$J_{L,S} = \epsilon_0 \left\{ \omega L I - \frac{1}{2} \omega S r \frac{\partial I}{\partial r} \right\} \dots (1)$$

ただし、式(1)において、 ϵ_0 は真空中の誘電率であり、 ω は光の角周波数であり、 L はトポロジカルチャージであり、 I は下記数式(2)で表される光渦レーザービームの次数に対応する軌道角運動量であり、 S は円偏光に対するスピン角運動量であり、 r は円筒座標系の動径である。

【数4】

$$I(r) = r^{(2|L|)} \exp\left(-\frac{r^2}{\omega_0^2}\right) \dots (2)$$

ただし、式(2)において、 ω_0 は光のビームウエストサイズである。

なお、トポロジカルチャージとは、光渦レーザービームの円筒座標系における方位方向の周期的境界条件から現れる量子数を意味する。また、ビームウエストサイズとは、光渦レーザービームにおけるビーム径の最小値を意味する。

【0022】

L は、波長板における螺旋波面の巻数で決まるパラメータである。 S は、波長板における円偏光の向きで決まるパラメータである。なお、 L 及び S はいずれも整数である。また、 L 及び S の符号は、それぞれ螺旋の向き(時計回り、反時計回り)を表す。

なお、光渦レーザービームにおけるトータルの回転モーメントを J とすると、 $J = L + S$ と表すことができる。

【0023】

画像形成装置は、例えば、レーザービームを光渦レーザービームに変換する光渦変換部、及び光渦レーザービームに円偏光を付与する波長変換部を備え、 $|J_{L,S}| = 0$ と設定することにより、高粘度又は固体の光吸収材の飛翔物の直線指向性を発現させ、光吸収材の飛散を抑制できる。

【0024】

<<その他の部材>>

その他の部材としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ビーム径変更部材、ビーム波長変更素子、出力調整部などが挙げられる。

【0025】

ビーム径変更部材

ビーム径変更部材としては、レーザビーム又は光渦レーザビームのビーム径を変更できれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、集光レンズなどが挙げられる。

光渦レーザビームのビーム径（照射径）としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、100 μ m以下が好ましい。光渦レーザビームの照射径が100 μ m以下であると、高解像度の画像を形成しやすい点で好ましい。

なお、ビーム径は、例えば、レーザスポット径及び集光レンズにより変更することが可能である。

また、光吸収材が分散体の場合、ビーム径としては、光吸収材の体積平均粒径の最大値以上が好ましく、分散体の最大値の3倍がより好ましい。ビーム径がより好ましい範囲内であると、光吸収材を安定して飛翔させることが可能となる点で有利である。

【0026】

ビーム波長変更素子

ビーム波長変更素子としては、レーザビーム又は光渦レーザビームの波長を、光吸収材が吸収可能であり、かつ後述する基材を透過可能である波長に変更できれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。ビーム波長変更素子としては、例えば、KTP結晶、BBO結晶、LBO結晶、CLBO結晶などが挙げられる。

【0027】

出力調整部

出力調整部としては、レーザビーム又は光渦レーザビームを適正な出力値に調整することができれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ガラスなどが挙げられる。

【0028】

光吸収材に照射する光渦レーザビームの出力値としては、照射方向を軸とした照射径の中心軸に回転運動をしながら照射径よりも小さい径に収束する液柱を生じ得る状態、あるいは一部が切り離され液滴を生じ得る状態を実現可能である限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。なお、以下では「出力値」を「照射エネルギー」と称することもある。

光渦レーザビームの照射エネルギーとしては、光吸収材の粘度や膜厚によっても適正值が変化するため、適宜調整されることが好ましいが、具体的には、100 μ J/ドット以下がより好ましく、60 μ J/ドット以下が更に好ましい。光渦レーザビームの照射エネルギーが60 μ J/ドット以下であると、照射方向を軸とした照射径の中心軸に回転運動をしながら照射径よりも小さい径に収束する液柱を生じ得る状態、あるいは一部が切り離され液滴を生じ得る状態を実現しやすい点で有利である。

【0029】

< 転写手段 >

転写手段は、光渦レーザビームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を光吸収材から生じさせた液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させる手段である。

転写手段としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、光吸収材から生じさせた液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させる機構を備える手段などが挙げられる。具体的には、転写手段としては、例えば、被付着物と光吸収材との間隙を調整する機構や、被付着物を搬送する機構を有するようによい。

【0030】

<< 被転写媒体 >>

被転写媒体（被付着物）としては、光吸収材から生じさせた液柱乃至液滴が接触できれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、画像形成装置で用

10

20

30

40

50

いられる記録媒体や中間転写ベルトなどが挙げられる。

【0031】

<その他の手段>

その他の手段としては、例えば、光吸収材供給手段、ビーム走査手段、被付着物搬送手段、定着手段、制御手段などが挙げられる。

また、光吸収材飛翔手段、基材、光吸収材供給手段、及びビーム走査手段を一体として光吸収体飛翔ユニットとして扱ってもよい。

その他の工程としては、例えば、光吸収材供給工程、ビーム走査工程、被付着物搬送工程、定着工程、制御工程などが挙げられる。

【0032】

光吸収材供給手段としては、光吸収材飛翔手段と被付着物との間の光渦レーザビームの光路上に、光吸収材を供給できれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。光吸収材供給手段としては、例えば、光路上に配置された円筒状の基材を介して光吸収材を供給するようにしてもよい。

具体的には、光吸収材が液体であって、基材に光吸収材を供給する場合には、光吸収材供給手段として供給ローラ及び規制ブレードを設けることが、非常に簡単な構成で光吸収材を基材の表面に一定の平均厚みで供給することができるため好ましい。

この場合、供給ローラは、光吸収材を貯蔵する貯蔵槽に表面が一部浸漬し、光吸収材を表面に担持しながら回転して、基材に当接することにより光吸収材を供給する。規制ブレードは、供給ローラの回転方向における貯蔵槽の下流側に配置され、供給ローラが担持した光吸収材を規制して平均厚みを均一にし、飛翔させる光吸収材の量を安定させる。平均厚みを非常に薄くすることにより、飛翔させる光吸収材の量を低減できるため、光吸収材を飛散が抑制された微小なドットとして被付着物に付着可能とし、網点が太るドットゲインを抑制することができる。なお、規制ブレードは、基材の回転方向における供給ローラの下流側に配置されていてもよい。

【0033】

また、光吸収材が高粘度である場合には、供給ローラの材質は、基材と確実に接触させるようにする点で、少なくとも表面が弾性を有するものが好ましい。光吸収材が比較的 low 粘度である場合には、供給ローラとしては、例えば、精密ウェットコーティングで用いられるような、グラビアロール、マイクログラビアロール、フォーワードロールなどが挙げられる。

【0034】

更に、供給ローラを設けない光吸収材供給手段としては、貯蔵槽内の光吸収材に基材を直接接触させた後にワイヤーバーなどで余分な光吸収材を掻き取ることにより基材の表面に光吸収材の層を形成するようにしてもよい。なお、貯蔵槽は、光吸収材供給手段とは別に設け、ホース等で光吸収材を光吸収材供給手段に供給するようにしてもよい。

光吸収材供給工程としては、光吸収材飛翔手段と被付着物との間の光渦レーザビームの光路上に、光吸収材を供給する工程であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、光吸収材供給手段を用いて好適に行うことができる。

【0035】

ビーム走査手段としては、光渦レーザビームを光吸収材に対して走査可能であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、ビーム走査手段は、光吸収材飛翔手段から照射された光渦レーザビームを光吸収材に向けて反射させる反射鏡と、反射鏡の角度及び位置を変化させて光渦レーザビームを光吸収材に対して走査させる反射鏡駆動部とを有するようにしてもよい。

ビーム走査工程としては、光渦レーザビームを光吸収材に走査させる工程であれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ビーム走査手段を用いて好適に行うことができる。

【0036】

被付着物搬送手段としては、被付着物を搬送することができれば特に制限はなく、目的

10

20

30

40

50

に応じて適宜選択することができ、例えば、搬送ローラ対などが挙げられる。

被付着物搬送工程としては、被付着物を搬送する工程であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、被付着物搬送手段を用いて好適に行うことができる。

【0037】

定着手段としては、被付着物に付着させた光吸収材を定着させることができれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、加熱加圧部材を用いた熱圧着方式のものなどが挙げられる。

加熱加圧部材としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、加熱ローラ、加圧ローラ、加熱ローラ及び加圧ローラを組み合わせたものなどが挙げられる。他の加熱加圧部材としては、例えば、これらに定着ベルトを組合せたもの、これらのうち加熱ローラを加熱ブロックに代えたものなどが挙げられる。

10

【0038】

加圧ローラとしては、被付着物搬送手段により搬送される被付着物と等速度で加圧面が移動するものが、擦れによる画像劣化を抑制する点で、好ましい。この中でも、表面近傍に弾性層を形成したものが、被付着物に対して接触加圧しやすい点で、より好ましい。更に、最表面にシリコン系の撥水性材料やフッ素化合物などの低表面エネルギーの素材で撥水性表面層を形成した加圧ローラが、表面に光吸収材が付着することによる画像の乱れを抑制する点で、特に好ましい。

シリコン系の撥水性材料からなる撥水性表面層としては、例えば、シリコン系離型剤の皮膜、シリコンオイル又は各種変性シリコンオイルの焼付皮膜、シリコンワニス

20

の皮膜、シリコンゴムの皮膜、シリコンゴムと各種金属、ゴム、プラスチック、セラミック等の複合物からなる皮膜などが挙げられる。

フッ素化合物からなる撥水性表面層としては、フッ素樹脂の皮膜、有機フッ素化合物の皮膜、フッ素オイルの焼付皮膜又は吸着膜、フッ素ゴムの皮膜、若しくはフッ素ゴムと各種金属、ゴム、プラスチック、セラミック等の複合物からなる皮膜などが挙げられる。

【0039】

加熱ローラにおける加熱温度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、80 以上200 以下が好ましい。

【0040】

定着ベルトとしては、耐熱性があり、機械的強度が高ければ特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ポリイミド、PET、PEN等のフィルムなどが挙げられる。また、定着ベルトとしては、表面に光吸収材が付着することによる画像の乱れを抑制する点で、加圧ローラの最表面を形成する材料と同じものを用いることが好ましい。定着ベルトは、肉厚を薄くすることができることにより、ベルト自体を加熱するエネルギーを小さくできるため、電源を入れてすぐに使用することができる。このときの温度及び圧力は定着させる光吸収材の組成により変化するが、温度としては200 以下が省エネの観点から好ましく、圧力としては1 kg/cm以下が装置の剛性の点で好ましい。

30

【0041】

なお、2種以上の光吸収材を用いる場合は、各色の光吸収材が被付着物に付着する毎に定着させてもよく、全種の光吸収材が被付着物に付着して積層された状態で定着させてもよい。

40

また、光吸収材が非常に高粘度であって、乾燥が遅くなり被付着物に対する付着速度の向上が困難な場合には、被付着物を追加で加熱し、乾燥を促進させてもよい。

更に、光吸収材の被付着物への浸透及び濡れが遅く、付着させた光吸収材が十分に平滑化していない状態で乾燥させた場合、光吸収材が付着した被付着物の表面が粗くなるため、被付着物の表面の光沢が得られない場合がある。被付着物の表面の光沢を得るためには、加圧して定着させる定着手段とすることにより、被付着物に付着した光吸収材をつぶしながら被付着物に押し込むよう定着させて、被付着物の表面粗さを小さくするようしてもよい。

50

定着手段は、特に粉体を押し固めて形成した固体の光吸収材を用いた場合などに、被附着物に定着させるために必要となる。なお、必要に応じて、定着手段とともに公知の光定着器を用いてもよい。

定着工程としては、被附着物に付着させた光吸収材を、被附着物に定着させる工程であれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、定着手段を用いて好適に行うことができる。

【0042】

制御手段としては、各手段の動きを制御することができる限り特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、シーケンサー、コンピュータ等の機器が挙げられる。

制御工程は、各工程を制御する工程であり、制御手段により好適に行うことができる。

【0043】

<光吸収材>

光吸収材は、光吸収物質を有し、更に必要に応じて適宜選択した、その他の物質を有する。

光吸収材としては、光渦レーザービームの波長に対する吸光度が1よりも大きいことが好ましく、2よりも大きいことがより好ましい。光吸収材が光渦レーザービームの波長に対する吸光度が2よりも大きいと、エネルギー効率を高めることができる点で有利である。

【0044】

<<光吸収物質>>

光吸収物質としては、所定の波長の光を吸収するものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、顔料、染料などの着色剤が挙げられる。

【0045】

光吸収物質における所定の波長の光の吸収性能としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、膜厚が3 μmにおける塗膜状態での透過率(吸光度)として、80%以下(0.1以上)が好ましく、50%以下(0.3以上)がより好ましく、30%以下(0.5以上)が特に好ましい。

また、光吸収性能を有する光吸収材により形成された塗膜において、光吸収材の膜厚における透過率(吸光度)としては、10%以下(1以上)が好ましく、1%以下(2以上)がより好ましく、0.1%以下(3以上)がさらに好ましく、0.01%以下(4以上)が特に好ましい。透過率が好ましい範囲内であると、基材に吸収された光渦レーザービームのエネルギーが熱に変換されにくいいため、光吸収材に乾燥や溶融などの変化を与えることが少ない点でも有利である。さらに、透過率が好ましい範囲内であると、光吸収材に与えるエネルギーが低下しにくい点で有利である。

なお、透過率(吸光度)は、例えば、分光光度計(株式会社島津製作所製、UV3600)などを用いて測定することができる。

【0046】

光吸収材としては、その形態、大きさ、材質などについては特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

光吸収材の形態としては、例えば、液体、固体、粉体などが挙げられる。特に、高粘性体又は固体を飛翔可能としたことは、従来のインクジェット記録方式には成し得ない長所となっている。

また、光吸収材が固体又は粉体であれば、光吸収材の形態としては、光渦レーザービームを照射する際に光吸収材が粘性を有する状態であることが好ましい。具体的には、固体又は粉体を飛翔させたい場合には、例えば、光渦レーザービームを照射する前に加熱して溶融状態にして粘性を有する形態にすることが好ましい。

【0047】

液体の光吸収材としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、顔料及び溶剤を含むインク、導電体及び溶剤を含む導電性ペーストなどが挙げられる。なお、溶剤を含むインクに光渦レーザービームが照射されると、溶剤が光を吸収しない

10

20

30

40

50

場合には、溶剤以外の光を吸収する含有物に光渦レーザービームのエネルギーが付与され、その含有物とともに溶剤が飛翔する。

液体の光吸収材の粘度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上が好ましく、 $1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $20 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下がより好ましい。

なお、粘度は、例えば、回転粘度計（東機産業株式会社製、VISCOMATE VM-150III）などを用いて 25 の環境下で測定することができる。

【0048】

導電性ペーストは、導電体を含むインクであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、回路基板の製造方法において公知乃至慣用の導電性ペーストなどが挙げられる。

導電体としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、銀、金、銅、ニッケル、ITO、カーボン、カーボンナノチューブ等の導電性を有する無機粒子；ポリアニリン、ポリチオフェン（例えば、ポリ（エチレンジオキシチオフェン）等）、ポリアセチレン、ポリピロール等の導電性の有機高分子からなる粒子などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

導電性ペーストの体積抵抗率としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、通常の電極用途として使用できる点から $10^3 \cdot \text{cm}$ 以下が好ましい。

【0049】

粉体の光吸収材としては、例えば、顔料及び結着樹脂を含むトナーや半田ボールの様な金属微粒子などが挙げられる。

この場合、光渦レーザービームが照射されると、顔料に光渦レーザービームのエネルギーが付与され、顔料とともに結着樹脂がトナーとして飛翔する。なお、粉体の光吸収材としては、顔料のみとしてもよい。

【0050】

固体の光吸収材としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、スパッタや蒸着により製膜された金属薄膜、分散体などの粉体を押し固めたものなどが挙げられる。

【0051】

金属薄膜としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。金属としては、例えば、銀、金、アルミ、白金、銅など蒸着やスパッタ加工が可能な一般的な金属が挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

金属薄膜を飛翔させて画像パターンを形成する方法としては、例えば、予めガラスやフィルムなどの基材上に金属薄膜を作成し、金属薄膜に光渦レーザービームを照射して飛翔させることで画像パターンを形成させる方法が挙げられる。また、他の方法としては、非画像部を飛翔させることで画像パターンを形成させる方法などが挙げられる。

【0052】

粉体を押し固めたものとしては、所定の平均厚みである層状であることが好ましく、基材の表面に層状の固体を担持されるようにしてもよい。

【0053】

光吸収材の大きさとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

光吸収材の平均厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $5 \mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $10 \mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $10 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下が更に好ましい。光吸収材の平均厚みを上記の好ましい範囲とすることにより、光渦レーザービームを照射しときの光吸収材の飛散を抑制することができる。

光吸収材の平均厚みが好ましい範囲内であると、光吸収材を層状にして供給した場合、連続して飛翔させたときであっても層の強度を確保することができるため、安定した供給が可能となる点で有利である。また、光渦レーザービームのエネルギーが大きくなりすぎないため、特に光吸収材が有機物の場合、劣化や分解が発生しにくい点で有利である。

なお、塗布する方法によっては、一定のパターンを保持した層として供給することも可

10

20

30

40

50

能となる。

【0054】

平均厚みの測定方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、光吸収材に対して任意の複数の点を選択し、複数の点の厚みの平均を算出することにより求める方法などが挙げられる。平均としては、5点の厚みの平均が好ましく、10点の厚みの平均がより好ましく、20点の厚みの平均が特に好ましい。

平均厚みの測定機器としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、レーザー変位計やマイクロメータなどの非接触または接触方式の方法が挙げられる。

【0055】

光吸収材の材質としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、画像形成を行う場合にはトナーのような着色剤であってもよく、立体造形物を製造する場合には後述する立体造形剤であってもよい。

【0056】

- 着色剤 -

着色剤としては、光吸収材と同様に、その形状、材質などについては特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。以下、光吸収材を着色剤とした際に異なる点を説明する。

【0057】

液体の着色剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、溶剤としての水に、染料、顔料、着色粒子、着色油滴などの色材を分散させた水性インクが使用可能である。また、水性インクに限らず、溶剤として、例えば、炭化水素系の有機溶剤や各種アルコールなど、比較的低温の液体を含んだ着色剤も使用可能である。これらの中でも、揮発成分の安全性、爆発の危険性などの点から、水性インクが好ましい。

【0058】

また、画像形成装置では、版を用いるオフセット印刷用のプロセスインキ、JAPAN COLOR対応インキ、特色インキなどでも画像形成が可能であるため、オフセット印刷で用いる色に合わせたデジタル画像を無版で容易に再現することができる。

更に、UV硬化インキでも画像形成が可能であるため、定着工程において紫外線を照射して硬化することにより、重なった記録媒体が貼り付くブロッキングの防止、及び乾燥工程の簡略化ができる。

【0059】

色材の材質としては、例えば、有機顔料、無機顔料、染料などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

【0060】

有機顔料としては、例えば、ジオキサジンバイオレット、キナクリドンバイオレット、銅フタロシアニンブルー、フタロシアニングリーン、サブグリーン、モノアゾイエロー、ジスアゾイエロー、ポリアゾイエロー、ベンズイミダゾロンイエロー、イソインドリノンイエロー、ファーストイエロー、クロモフタルイエロー、ニッケルアゾイエロー、アゾメチンイエロー、ベンズイミダゾロンオレンジ、アリザリンレッド、キナクリドンレッド、ナフトールレッド、モノアゾレッド、ポリアゾレッド、ペリレンレッド、アンスラキノニルレッド、ジケトピロロピロールレッド、ジケトピロロピロールオレンジ、ベンズイミダゾロンブラウン、セピア、アニリンブラック、などが挙げられ、有機顔料のうち金属レーキ顔料としては、例えば、ローダミンレーキ、キノリンイエローレーキ、プリリアントブルーレーキなどが挙げられる。

【0061】

無機顔料としては、例えば、コバルトブルー、セルリアンブルー、コバルトバイオレット、コバルトグリーン、ジンクホワイト、チタニウムホワイト、チタンイエロー、クロムチタンイエロー、ライトレッド、クロムオキサイドグリーン、マルスブラック、ピリジャ

10

20

30

40

50

ン、イエローオーカー、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、バーミリオン、リトポン、ウルトラマリン、タルク、ホワイトカーボン、クレー、ミネラルバイオレット、ローズコバルトバイオレット、シルバーホワイト、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、酸化亜鉛、硫化亜鉛、硫化ストロンチウム、アルミン酸ストロンチウム、黄銅、金粉、ブロンズ粉、アルミニウム粉、真鍮顔料、アイボリーブラック、ピーチブラック、ランプブラック、カーボンブラック、ブルシャンブルー、オーレオリン、雲母チタン、イエローオーカー、テールベルト、ローシェンナ、ローアンバー、カッセルアース、白亜、石膏、パーントシェンナ、パーントアンバー、ラピスラズリ、アズライト、マラカイト、オーピメント、辰砂、珊瑚末、胡粉、ベンガラ、群青、紺青、魚鱗箔、酸化鉄処理パールなどが挙げられる。

10

【0062】

これらの中でも、ブラック顔料としては、色相、画像保存性の点から、カーボンブラックが好ましい。

シアン顔料としては、色相、画像保存性の点から、銅フタロシアニンブルーであるC・I・ピグメントブルー15：3が好ましい。

【0063】

マゼンタ顔料としては、キナクリドンレッドであるC・I・ピグメントレッド122、ナフトールレッドであるC・I・ピグメントレッド269、及びローダミンレーキであるC・I・ピグメントレッド81：4が好ましく、これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、色相、画像保存性の点から、C・I・ピグメントレッド122及びC・I・ピグメントレッド269の混合物がより好ましく、C・I・ピグメントレッド122(P・R・122)及びC・I・ピグメントレッド269(P・R・269)の混合物としては、P・R・122：P・R・269が5：95以上80：20以下の混合物が特に好ましい。P・R・122：P・R・269が特に好ましい範囲内であると、色相がマゼンタ色として外れない。

20

【0064】

イエロー顔料としては、モノアゾイエローであるC・I・ピグメントイエロー74、ジスアゾイエローであるC・I・ピグメントイエロー155、ベンズイミダゾロンイエローであるC・I・ピグメントイエロー180、イソインドリンイエローであるC・I・ピグメントイエロー185が好ましい。これらの中でも、色相、画像保存性の点から、C・I・ピグメントイエロー185がより好ましい。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

30

【0065】

光吸収材を着色剤としてのプロセスカラーインクとして用いる場合、4色のインクセットで用いることが好ましい。

【0066】

無機顔料は、体積平均粒径が10 μ mを超える粒子からなるものが多い。体積平均粒径が10 μ m以上の無機顔料を着色剤として用いる場合、着色剤としては、液体であることが好ましい。着色剤が液体であれば、静電気力など非静電付着力以外の力を用いることなく着色剤を安定した状態で維持できる点で有利である。また、この場合、ノズルつまりやインクの沈降などが顕著となりやすく、安定した連続印刷プロセスは望みにくいインクジェット記録方式と比較すると、本発明の画像形成方法は、非常に有効である。更に、着色剤の粒子の表面積が小さくなると十分な帯電量が得られず、安定した連続印刷プロセスとして成立しない電子写真方式と比較しても、本発明の画像形成方法は、非常に有効である。

40

【0067】

染料としては、例えば、モノアゾ染料、ポリアゾ染料、金属錯塩アゾ染料、ピラゾロンアゾ染料、スチルベンアゾ染料、チアゾールアゾ染料、アントラキノン誘導体、アントロン誘導体、インジゴ誘導体、チオインジゴ誘導体、フタロシアニン染料、ジフェニルメタン染料、トリフェニルメタン染料、キサントン染料、アクリジン染料、アジン染料、オキ

50

サジン染料、チアジン染料、ポリメチン染料、アゾメチン染料、キノリン染料、ニトロ染料、ニトロソ染料、ベンゾキノロン染料、ナフトキノロン染料、ナフトルイミド染料、ペリノン染料などが挙げられる。

【0068】

着色剤の粘度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

記録媒体に浸透する液体の着色剤を用いた場合、記録媒体に付着した着色剤がフェザリングやブリーディングを発生することがあるが、本発明の画像形成装置で取り扱いが可能である高粘度の着色剤にすると、記録媒体への浸透速度に対して乾きのほうが速いため、特にブリーディングの減少によって発色性の向上とエッジ部分の鮮鋭化が図れ、高画質の画像を形成することができる。また、着色剤を重ねて付着させる重ね打ちによる階調表現を行う場合にも、着色剤の量の増加による滲みも少なくすることができる。

10

更に、この画像形成方法は、液体の着色剤を飛翔させて付着させるものであるため、例えば、フィルム状の着色剤担持体から熱により着色剤を溶融転写するいわゆる熱転写方式と比較すると、記録媒体に微小な凹凸が存在していても良好に記録を行うことができる。

【0069】

着色剤の平均厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、100 μm以下が好ましい。着色剤の平均厚みが100 μm以下であると、着色剤を飛翔させるためのエネルギーを小さくできるため、着色剤担持体の耐久性、着色剤が有機物である場合の組成の分解などが発生しにくくなる点で有利である。なお、平均厚みの好ましい範囲は、記録媒体、目的などにより変化する。

20

【0070】

例えば、一般的なオフセット印刷で用いられるコート紙や平滑なフィルムを記録媒体として用いる場合には、着色剤の平均厚みとしては、0.5 μm以上5 μm以下が好ましい。平均厚みが好ましい範囲内であると、記録媒体の微小な平均厚みの違いによる色差が人間の目でも判別しにくくなるためコート紙でも彩度の高い画像になりやすくなるとともに、網点のドットゲインが顕著とならず鮮鋭な画像が表現しやすくなる点で有利である。

【0071】

また、例えば、オフィスなどで用いられる上質紙など、表面粗さがコート紙やフィルムよりも大きな記録媒体を用いる場合には、着色剤の平均厚みとしては、3 μm以上10 μm以下が好ましい。平均厚みが好ましい範囲内であると、記録媒体の表面粗さに影響されにくく良好な画質を得やすくなるとともに、特にプロセスカラーの着色剤でフルカラー画像を表現する場合、複数の着色剤の層を重ね合わせても段差感が顕著となりにくい。

30

【0072】

更に、例えば、布、繊維などを染色する捺染に用いる場合、記録媒体となる綿、絹、化学繊維などに着色剤を付着させるには、着色剤の平均厚みとしては、5 μm以上の平均厚みが必要となる場合が多い。これは、繊維の太さが紙に比べ大きくなるため、多くの着色剤が必要となる場合が多い。

【0073】

< 基材 >

基材としては、その形状、構造、大きさ、材質などについては特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。基材の形状としては、光吸収材を表面に担持し、裏面から光渦レーザビームを照射可能であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。基材の形状としては、例えば、平板状、真円又は楕円等の筒状、筒状の一部を切り出した面、無端ベルト状などが挙げられる。これらの中でも、基材が筒状であって、周方向に回転する基材の表面に光吸収材を供給する光吸収材供給手段を有するようになることが好ましい。筒状の基材の表面に光吸収材を担持すると、外周方向における被付着物の寸法に依存せず供給することができる。また、この場合、筒状の内部には光吸収材飛翔手段を配置し、内部から外周に向けて光渦レーザビームを照射可能とし、基材が周方向に回転することで連続的に照射することができる。また、平板状の基材の形状としては、例えば、スライドガラスなどが挙げられる。

40

50

【0074】

基材の構造としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0075】

基材の大きさとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、被付着物の幅に合わせた寸法とすることが好ましい。

【0076】

基材の材質としては、光を透過するものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。光を透過するもののうち、酸化珪素を主成分とする各種ガラスなどの無機材料、透明性の耐熱プラスチック、エラストマーなどの有機材料が、透過率と耐熱性の点で、好ましい。

10

【0077】

基材の表面粗さ R_a としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、光渦レーザービームの屈折散乱を抑制し、光吸収材に付与するエネルギーを低下させない点で、表面及び裏面のどちらも $1\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、表面粗さ R_a が好ましい範囲内であると、被付着物に付着した光吸収材の平均厚みのばらつきを抑制することができる。所望の量の光吸収材を付着させることができる点で有利である。

表面粗さ R_a は、JIS B0601に従って測定することができる。例えば、共焦点式レーザー顕微鏡（株式会社キーエンス製）や触針式表面形状測定装置（Dektak150、ブルカー・エイエックスエス株式会社製）を用いて測定することができる。

【0078】

20

<被付着物>

被付着物（被転写媒体）としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、画像を形成するための記録媒体、立体造形物を形成するための造形物支持基板などが挙げられる。

【0079】

- 記録媒体 -

記録媒体としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、コート紙、上質紙、フィルム、布、繊維などが挙げられる。

【0080】

被付着物と光吸収材との間隙（ギャップ）としては、被付着物と光吸収材とを接触させなければ特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $0.05\ \text{mm}$ 以上 $5\ \text{mm}$ 以下が好ましく、 $0.10\ \text{mm}$ 以上 $1\ \text{mm}$ 以下がより好ましく、 $0.10\ \text{mm}$ 以上 $0.50\ \text{mm}$ 以下が特に好ましい。被付着物と光吸収材との間隙が好ましい範囲内であると、被付着物に対する光吸収材の付着位置の精度が低下しにくくなる点で有利である。また、被付着物と光吸収材とを接触させないことにより、光吸収材、被付着物の組成を選ばず光吸収材を被付着物に付着させることが可能となる。

30

更に、間隙は、例えば、被付着物の位置を一定に維持する位置制御手段などにより一定に保たれることが好ましい。この場合、光吸収材及び被付着物の位置変動、平均厚みのバラつきを考慮して各部位を配置することが重要となる。

【0081】

40

また、被転写媒体（被付着物）における、転写（付着）後の光吸収材の平均直径（平均ドット径）としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $100\ \mu\text{m}$ 以下とすることが、形成する画像や立体造形物の解像度をより向上させることができる点で好ましい。本発明においては、飛翔する液滴の径は照射される光渦レーザービーム径よりも小さい径で飛翔するが、被転写媒体上では着滴時の衝撃及び被転写媒体表面との表面張力の関係によって形成されるドット径は変化する。

また、平均ドット径は、例えば、マイクロスコブ等で光吸収材のドット画像を取得して画像輝度情報からドット領域を検出し、検出したドット領域のピクセル数から各ドットの面積を算出、円形に換算した時の直径をドット径とし、これを平均することにより求めることができる。

50

【0082】

さらに、被転写媒体（被付着物）における、転写（付着）後の光吸収材の直径（ドット径）のばらつきの値としては、10%以下とすることが好ましく、6%以下とすることがより好ましい。被転写媒体における、転写後の光吸収材の直径のばらつきの値を、上記の好ましい範囲とすることにより、画像や立体造形物を形成する際の精度をより向上させることができる。

また、被転写媒体における、転写後の光吸収材の直径のばらつきの値は、例えば、マイクロスコブ等で光吸収材のドット画像を取得して画像輝度情報からドット領域を検出し、検出したドット領域のピクセル数から各ドットの面積を算出、円形に換算した時の直径をドット径とし、各ドットの粒径分布の平均粒径と標準偏差から算出することにより求めることができる。

10

【0083】

加えて、被転写媒体（被付着物）における、転写（付着）後の光吸収材の位置（ドット位置）のばらつきの値としては、10 μ m以下とすることが好ましく、5 μ m以下とすることがより好ましい。被転写媒体における、転写後の光吸収材の位置のばらつきの値を、上記の好ましい範囲とすることにより、画像や立体造形物を形成する際の精度をより向上させることができる。なお、被転写媒体における、転写後の光吸収材の位置のばらつきの値としては、例えば、光吸収材のドットを一列に付着させる場合には、そのドットの列と直行する方向における、光吸収材の位置のばらつきの値とすることができる。

例えば、マイクロスコブ等で光吸収材のドット画像を取得して画像輝度情報からドット領域を検出し、検出した各ドット領域の重心座標を算出、各重心の最小二乗法による近似直線からのずれを算出することにより求めることができる。

20

【0084】

なお、光吸収材飛翔手段、光吸収材供給手段、及びビーム走査手段を一体として着色剤飛翔ユニットとして扱ってもよい。

例えば、着色剤飛翔ユニットを画像形成装置に4つ設け、プロセスカラーであるイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの着色剤を飛翔させるようにしてもよい。着色剤の色数としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、必要に応じて着色剤飛翔ユニットの数を増減させてもよい。また、記録媒体の搬送方向における、プロセスカラーの着色剤を有する着色剤飛翔ユニットの上流側に、白色の着色剤を有する着色剤飛翔ユニットを配置することで、白色隠蔽層を設けることが可能となるため、透明な記録媒体に色再現性に優れた画像を形成できる。ただし、特にイエロー、白色、透明の着色剤においては、光渦レーザビームの波長の光の透過率（吸光度）が適正となるように、レーザー光源を、例えば、ブルーレーザビーム、紫外線レーザビームなどに適宜選択してしなければならない場合がある。

30

【0085】

更に、画像形成装置では、高粘度の着色剤を用いることができるので、記録媒体上に順次異なる色の着色剤を重ねて画像を形成しても、着色剤が滲み出して交じり合うブリーディングの発生を抑制できるため、高画質のカラー画像を得ることができる。

【0086】

画像形成装置の小型化などを目的として、着色剤飛翔ユニットを1つだけ設け、供給ローラ及び着色剤担持体に供給する着色剤自体を切り替えて複数色の画像を形成するようにしてもよい。

40

【0087】

また、本発明の画像形成装置を、以下のように、立体造形物の製造装置に応用することもできる。

【0088】

（立体造形物の製造装置）

立体造形物の製造装置は、立体造形剤飛翔装置を少なくとも有し、立体造形剤硬化手段を有することが好ましく、更に必要に応じて、その他の手段を有する。立体造形剤飛翔装

50

置は、光吸収材が立体造形剤である画像形成装置であり、立体造形剤飛翔手段により立体造形剤を飛翔させる。

【0089】

< 立体造形剤飛翔手段 >

立体造形剤飛翔手段は、光吸収材が立体造形剤であり、被付着物が造形物支持基板であること以外は前述の光吸収材飛翔手段と同様であるため、その説明を省略する。なお、立体造形剤飛翔手段は、造形物支持基板に対して立体造形剤を層として積み重ね、立体的に付着させる。

【0090】

< 立体造形剤硬化手段 >

立体造形剤硬化手段としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、立体造形剤が紫外線硬化性材料であれば、紫外線照射器などが挙げられる。

立体造形剤硬化工程としては特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、立体造形剤が紫外線硬化性材料であれば、紫外線照射工程などが挙げられ、立体造形剤硬化手段を用いて好適に行うことができる。

【0091】

< その他の手段 >

その他の手段としては、例えば、立体造形剤供給手段、立体造形ヘッドユニット走査手段、基板位置調整手段、制御手段などが挙げられる。

【0092】

<< 立体造形剤供給手段 >>

立体造形剤供給手段は、光吸収材が立体造形剤であり、被付着物が造形物支持基板であること以外は前述の光吸収材供給手段と同様であるため、その説明を省略する。

【0093】

<< 立体造形ヘッドユニット走査手段 >>

立体造形ヘッドユニット走査手段としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、光吸収体飛翔ユニットと紫外線光吸収材飛翔手段とを一体とした立体造形ヘッドユニットを造形物支持基板上で装置の幅方向（X軸）に走査させてもよい。なお、立体造形ヘッドユニットは、例えば、光吸収体飛翔ユニットが付着させた紫外線硬化性の立体造形剤を紫外線光吸収材飛翔手段により硬化させるものとして行うことができる。また、立体造形ヘッドユニットは複数設けるようにしてもよい。

【0094】

<< 基板位置調整手段 >>

基板位置調整手段としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、装置の奥行き方向（Y軸）及び高さ方向（Z軸）に造形物支持基板の位置を調整可能な基体（ステージ）としてもよい。

【0095】

<< 制御手段 >>

制御手段は、前述した画像形成装置の制御手段と同様であるため、その説明を省略する。

【0096】

< 立体造形剤 >

立体造形剤としては、光吸収材と同様に、その形状、材質などについては特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。以下、光吸収材を立体造形剤とした際に異なる点を説明する。

【0097】

立体造形剤の平均厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、求められる精密さなどにより変化するが、5 μm以上500 μm以下が好ましい。平均厚みが好ましい範囲内であると、立体造形物の精度、質感、滑らかさ、製造時間などの点で有利である。また、立体造形剤の平均厚みとしては、5 μm以上100 μm以下がよ

10

20

30

40

50

り好ましい。平均厚みがより好ましい範囲内であると、光渦レーザービームのエネルギーを低く抑えられ、立体造形剤の劣化などを抑制する点で有利である。

【0098】

立体造形剤としては、硬化性材料を少なくとも含有してなり、更に必要に応じて、その他の成分を含有してなる。

【0099】

<<硬化性材料>>

硬化性材料としては、活性エネルギー線（紫外線、電子線等）照射、加熱等により重合反応を生じ硬化する化合物であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、活性エネルギー線硬化性化合物、熱硬化性化合物などが挙げられる。これらの中でも、常温で液体の材料が好ましい。

活性エネルギー線硬化性化合物は、分子構造中にラジカル重合可能な不飽和二重結合を有する比較的低粘度のモノマーであり、単官能モノマー、多官能モノマーなどが挙げられる。

【0100】

<<その他の成分>>

その他の成分としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、水、有機溶剤、光重合開始剤、界面活性剤、着色剤、安定化剤、水溶性樹脂、低沸点アルコール、表面処理剤、粘度調整剤、接着性付与剤、酸化防止剤、老化防止剤、架橋促進剤、紫外線吸収剤、可塑剤、防腐剤、分散剤などが挙げられる。

【0101】

<立体造形剤担持体>

立体造形剤担持体は、光吸収材を立体造形剤とした以外は前述の基材と同様であるため、その説明を省略する。

【0102】

<造形物支持基板>

造形物支持基板としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、基板位置調整手段によりY軸及びZ軸の位置が調整されるようにしてもよい。

【0103】

造形物支持基板と立体造形剤担持体との間隙としては、被付着物と基材との間隙と同じであるので、その説明を省略する。

【0104】

次に、本発明における画像形成装置の一例について図面を参照して説明する。

なお、下記構成部材の数、位置、形状等は本実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好ましい数、位置、形状等にすることができる。

【0105】

図5Aは、本発明の画像形成装置の一例を示す説明図である。

図5Aにおいて、画像形成装置300は、光吸収材飛翔手段1と、光を吸収する光吸収材20と、被付着物30と、基材40とを有する。画像形成装置300は、基材40に担持されている光吸収材20に、光吸収材飛翔手段1により光の光渦レーザービーム12を照射し、光渦レーザービーム12のエネルギーにより光吸収材20を照射方向に飛翔させ、被付着物30に付着させる装置である。

【0106】

光吸収材飛翔手段1は、レーザー光源2と、ビーム径変更部材3及び7と、ビーム波長変更部材4と、光渦変換部5と、波長変換部6と、を有している。

【0107】

レーザー光源2は、例えば、チタンサファイアレーザーであり、パルス発振させたレーザービーム11を発生させ、ビーム径変更部材3に照射する。

ビーム径変更部材3は、例えば、集光レンズであり、レーザー光源2が発生させたレーザービーム11の光路におけるレーザー光源2の下流に配置され、レーザービーム11の径を

10

20

30

40

50

変更する。

ビーム波長変更部材 4 は、例えば、KTP 結晶であり、レーザビーム 11 の光路におけるビーム径変更部材 3 の下流に配置され、レーザビーム 11 の波長を光吸収材 20 が吸収可能な波長に変更する。

光渦変換部 5 は、例えば、螺旋位相板であり、レーザビーム 11 の光路におけるビーム波長変更部材 4 の下流に配置され、レーザビーム 11 を光渦レーザビーム 12 に変換する。

波長変換部 6 は、例えば、1/4 波長板であり、光渦レーザビームに円偏光を付与する。

【0108】

光吸収材 20 は、光吸収材飛翔手段 1 から光渦レーザビーム 12 を照射され、光渦レーザビーム 12 の径の範囲におけるエネルギーを受けて飛翔し、被付着物 30 に付着する。

なお、飛翔した光吸収材 20 は、光渦レーザビーム 12 により付与された、適度なエネルギーによる前方推進とジャイロ効果により、ビーム径の中心軸近傍に収束しながら掠り切られることにより、周辺への飛散を抑制されつつ被付着物 30 に付着する。

このとき、飛翔する光吸収材 20 の飛翔量は、光渦レーザビーム 12 が照射された光吸収材 20 の面積のうち一部であり、波長変換部 6 などにより調整することができる。

【0109】

図 5 B は、本発明の画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

図 5 B において、画像形成装置 301 は、図 5 A に示した画像形成装置 300 の各手段などに加え、基材 40 と、ビーム走査手段 60 とを有している。この画像形成装置 301 は、光吸収材飛翔手段 1 が発生させた光渦レーザビーム 12 を、ビーム走査手段 60 により光渦レーザビーム 12 の照射方向と直交する方向に走査する。これにより、画像形成装置 301 は、平板状の基材 40 が担持する光吸収材 20 の任意の位置に照射し、飛翔させた光吸収材 20 を被付着物 30 に付着させることができる。

【0110】

ビーム走査手段 60 は、光渦レーザビーム 12 の光路における光吸収材飛翔手段 1 の下流に配置され、反射鏡 61 を有している。

反射鏡 61 は、反射鏡駆動手段により図 5 B 中矢印 S で示す走査方向に可動し、光渦レーザビーム 12 を光吸収材 20 の任意の位置に反射する。

なお、ビーム走査手段 60 は、例えば、光吸収材飛翔手段 1 自体を移動させるか、光吸収材飛翔手段 1 を回動させて光渦レーザビーム 12 の照射方向を変化させるようにしてもよい。あるいは、ビーム走査手段 60 は、反射鏡 61 としてポリゴンミラーを用いたりすることにより、任意の位置に光渦レーザビーム 12 を走査させるようにしてもよい。

【0111】

基材 40 は、光渦レーザビーム 12 の光路におけるビーム走査手段 60 の下流に配置され、例えば、光吸収材 20 が高粘度の液体である場合、光吸収材 20 が塗布されて固定する目的で用いられる。この基材 40 は、光を透過可能であって、光吸収材 20 を表面に担持し、裏面から光渦レーザビーム 12 により光吸収材 20 が照射される。

また、光吸収材 20 を基材 40 に担持される段階で、層を形成した光吸収材 20 の平均厚みが一定となるように制御することにより、光吸収材 20 の飛翔量を安定させることができる。

なお、光吸収材飛翔手段 1 と、ビーム走査手段 60 とを合わせたものを光渦レーザビーム照射ユニット 100 と称する。

【0112】

図 5 C は、本発明の画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

図 5 C において、画像形成装置 301 a は、図 5 B に示した画像形成装置 301 におけるビーム走査手段 60 として、ガルバノスキャナ（ガルバノミラー）62 a 及び 62 b を有する。ガルバノスキャナ 62 a 及び 62 b は、それぞれが独立した走査方向（2次元）に可動し、光渦レーザビーム 12 を光吸収材 20 の任意の位置に反射することができる。

10

20

30

40

50

ビーム走査手段 60 としてガルバノスキャナ 62 a 及び 62 b を用いることにより、光渦レーザビーム 12 の走査スピード及び走査精度をより向上させることができる。

また、画像形成装置 301 a においては、例えば、ガルバノスキャナ 62 b と基材 40 の間に、f レンズを配置することも好ましい。

【0113】

図 6 A は、光吸収材供給手段及び被付着物搬送手段を付加した図 5 B に示す画像形成装置の一例を示す説明図である。

図 6 A において、画像形成装置 302 は、図 5 B に示した画像形成装置 301 の各手段などに加え、光吸収材供給手段 50 と、被付着物搬送手段 70 とを有しており、平板状の基材 40 を円筒状の光吸収材担持ローラ 41 に変更したものである。また、光吸収材担持ローラ 41 の内側には、光渦レーザビーム照射ユニット 100 が配置されており、光吸収材担持ローラ 41 が外周に担持する被付着物 30 に光渦レーザビーム 12 を照射する。

【0114】

光吸収材供給手段 50 は、貯蔵槽 51 と、供給ローラ 52 と、規制ブレード 53 とを有している。

貯蔵槽 51 は、供給ローラ 52 の下方の近傍に配置され、光吸収材 10 を貯蔵する。

供給ローラ 52 は、光吸収材担持ローラ 41 と当接するように配置され、貯蔵槽 51 の光吸収材 10 に一部が浸漬されている。供給ローラ 52 は、回転駆動手段により、又は光吸収材担持ローラ 41 の回転に従動して図 6 A 中矢印 R2 で示す回転方向に回転しながら光吸収材 10 を表面に付着させる。付着した光吸収材 10 は、規制ブレード 53 により平均厚みを均一にされ、光吸収材担持ローラ 41 に転移することにより層として供給される。光吸収材担持ローラ 41 の表面に供給された光吸収材 10 は、光吸収材担持ローラ 41 が回転することにより、光渦レーザビーム 12 が照射される位置に連続的に供給される。

規制ブレード 53 は、図中矢印 R2 で示す回転方向における光吸収材担持ローラ 41 の上流側に配置され、供給ローラ 52 が表面に付着させた光吸収材 10 を規制し、光吸収材担持ローラ 41 に供給する光吸収材 10 の平均厚みを均一にする。

【0115】

被付着物搬送手段 70 は、光吸収材担持ローラ 41 と搬送する被付着物 30 が接触しないように光吸収材担持ローラ 41 の近傍に配置され、被付着物搬送ローラ 71 と、被付着物搬送ローラ 71 に張架された被付着物搬送ベルト 72 とを有している。この被付着物搬送手段 70 は、回転駆動手段により被付着物搬送ローラ 71 を回転させ、被付着物搬送ベルト 72 により被付着物 30 を図 6 A 中矢印 C で示す搬送方向に搬送する。

このとき、光渦レーザビーム照射ユニット 100 は、画像情報に従って光吸収材担持ローラ 41 の内側より光渦レーザビーム 12 を照射し、被付着物 30 に光吸収材 20 を付着させる。被付着物 30 を被付着物搬送ベルト 72 により移動させながら、このような光吸収材 20 を被付着物 30 に付着させる付着動作を行うことにより、被付着物 30 に 2 次元の画像を形成することができる。

【0116】

なお、光吸収材担持ローラ 41 の表面に担持されたが飛翔させなかった光吸収材 20 は、光吸収材担持ローラ 41 が回転し、供給ローラ 52 との当接により溜まっていき、やがて貯蔵槽 51 に落下して回収される。また、光吸収材 20 の回収方法としては、それに限られることなく、光吸収材担持ローラ 41 の表面の光吸収材 20 を掻き取るスクレーパなどを設けてもよい。

【0117】

図 6 B は、光吸収材供給手段及び被付着物搬送手段を付加した図 5 B に示す画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

図 6 B において、画像形成装置 303 は、図 6 A で示した画像形成装置 302 における円筒状の光吸収材担持ローラ 41 を、軸方向に沿って 2 分割した光吸収材担持部 42 とし、画像形成装置 302 の配置を変更したものである。

【0118】

10

20

30

40

50

光吸収材担持部 42 は、円筒状の一部の面となっており、かつ円筒中心線の対向側には面が無い形状である。このように対向面がない担持体とすることにより、光渦レーザービーム照射ユニット 100 を円筒状の光吸収材担持ローラ 41 に設けることなく、光渦レーザービーム 12 の光路が確保しやすくなるため、装置を単純化することができる。

【0119】

図 7A は、定着手段を付加した図 6A に示す画像形成装置の一例を示す説明図である。

図 7A において、画像形成装置 305 は、図 6A に示した画像形成装置 302 の各手段などに加え、定着手段 80 を有しており、被付着物 30 に付着させた光吸収材 20 を定着させて平滑にするようにしている。なお、被付着物搬送手段 70 の位置は、図 6A では光吸収材担持ローラ 41 の側面としたが、図 7A では説明の便宜上、光吸収材担持ローラ 41 の上方とした。

10

【0120】

定着手段 80 は、加圧方式の定着手段であって、被付着物 30 の図 7A 中矢印 C で示す搬送方向において光吸収材担持ローラ 41 の下流側に配置され、加圧ローラ 83 と、対向ローラ 84 とを有している。この定着手段 80 は、光吸収材 20 が付着した被付着物 30 を、挟持しながら搬送することにより加圧して定着させる。

【0121】

加圧ローラ 83 は、対向ローラ 84 に向かって付勢されており、表面が被付着物 30 と接触し、対向ローラ 84 とにより被付着物 30 を挟持しながら加圧する。

対向ローラ 84 は、加圧ローラ 83 と当接する位置に配置され、被付着物 30 を加圧ローラ 83 とにより被付着物搬送ベルト 72 を介して挟持する。

20

【0122】

例えば、画像形成装置 305 を画像形成装置とし、1,000 mPa・s 以上である非常に高粘度の光吸収材 20 を用いると、光吸収材 20 の被付着物 30 への浸透又は濡れが遅くなりやすい。そして、光吸収材 20 がそのままの状態では乾燥してしまうと、画像の表面粗さが粗くなり、画像の光沢が低下してしまう場合がある。このような場合、定着手段 80 は、光吸収材 20 が付着した被付着物 30 を加圧ローラ 83 で加圧し、光吸収材 20 を被付着物 30 に押し込む、あるいは光吸収材 20 を潰すことができるため、光吸収材 20 が付着した被付着物 30 の表面粗さを小さくできる。

【0123】

図 7B は、定着手段を付加した図 6A に示す画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

30

図 7B において、画像形成装置 306 は、図 7A で示した画像形成装置 305 における加圧方式の定着手段 80 を加熱加圧方式の定着手段 81 に変更したものである。

定着手段 81 は、被付着物 30 の図 7B 中矢印 C で示す搬送方向において光吸収材担持ローラ 41 の下流側に配置され、加熱加圧ローラ 85 と、定着ベルト 86 と、従動ローラ 87 と、ハ口ゲンランプ 88 と、対向ローラ 84 とを有している。この定着手段 81 は、溶解が必要な材料を分散した分散液の光吸収材 20 として用いた場合で、加圧のみでは狙いの画像を得られないときに用いられる。

【0124】

加熱加圧ローラ 85 は、対向ローラ 84 に向かって付勢されており、定着ベルト 86 を介して、被付着物 30 を対向ローラ 84 と挟持しながら加熱及び加圧する。

40

定着ベルト 86 は、無端のベルト状であり、加熱加圧ローラ 85 及び従動ローラ 87 に張架され、表面が被付着物 30 と接触する。

従動ローラ 87 は、加熱加圧ローラ 85 の下方に配置され、加熱加圧ローラ 85 の回転に従って従動する。

ハ口ゲンランプ 88 は、加熱加圧ローラ 85 の内部に配置され、被付着物 30 に光吸収材 20 を定着させるための熱を発生させる。

対向ローラ 84 は、定着ベルト 86 と当接する位置に配置され、被付着物 30 を加圧ローラ 83 とにより被付着物搬送ベルト 72 を介して挟持する。

50

【 0 1 2 5 】

図 7 C は、定着手段を付加した図 6 A に示す画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

図 7 C において、画像形成装置 3 0 7 は、図 7 A で示した画像形成装置 3 0 5 における加圧方式の定着手段 8 0 を UV 照射方式の定着手段 8 2 に変更したものである。

定着手段 8 2 は、被付着物 3 0 の図 7 C 中矢印 C で示す搬送方向において光吸収材担持ローラ 4 1 の下流側に配置され、UV ランプ 8 9 を有している。この定着手段 8 1 は、光吸収材 2 0 として紫外線硬化性材料を用いた場合に使用され、UV ランプ 8 9 により UV を照射して被付着物 3 0 に定着させる。

【 0 1 2 6 】

図 8 A は、本発明の画像形成装置の一例を示す説明図である。

図 8 A において、画像形成装置 2 0 0 は、図 7 B に示した画像形成装置 3 0 6 の各手段などに加え、光吸収体飛翔ユニット 1 2 0 を 3 つ有しており、光吸収材 2 0 を着色剤 2 1 に変更したものである。

また、光吸収体飛翔ユニット 1 2 0 は、光吸収材供給手段 5 0 と、光吸収材飛翔手段 1 と、ビーム走査手段 6 0 と、光吸収材担持ローラ 4 1 と、光吸収材 2 0 とにより構成される。

【 0 1 2 7 】

光吸収体飛翔ユニット 1 2 0 Y、M、C、K は、それぞれプロセスカラーであるイエロー (Y)、マゼンタ (M)、シアン (C) 及びブラック (K) の 4 色のトナーを着色剤 2 1 として貯蔵している。

これにより、記録媒体 3 1 上に各色の画像を順次形成し、カラー画像を得るカラープロセスに適用することができる。

【 0 1 2 8 】

図 8 B は、本発明の画像形成装置の他の一例を示す説明図である。

図 8 B において、画像形成装置 2 0 1 は、図 8 A に示した画像形成装置 2 0 0 の各手段などに加え、転写手段としての中間転写手段 9 0 を有している。

【 0 1 2 9 】

中間転写手段 9 0 は、中間転写体 9 1 と、中間転写体駆動ローラ 9 2 と、中間転写体従動ローラ 9 3 とを有している。

中間転写体 9 1 は、例えば、無端状のベルトであり、4 つの光吸収体飛翔ユニット 1 2 0 の上方に配置され、中間転写体駆動ローラ 9 2 と、中間転写体従動ローラ 9 3 とにより張架されている。

中間転写体駆動ローラ 9 2 は、回転駆動手段により図 8 B 中矢印 R 2 で示す回転方向に回転し、中間転写体 9 1 を回転させる。

中間転写体従動ローラ 9 3 は、中間転写体駆動ローラ 9 2 の回転に従って従動する。

このように、まず中間転写体 9 1 に画像を形成し、これを所望の記録媒体 3 1 に転写するようにしてもよい。この画像形成装置 2 0 1 においても、画像形成装置 2 0 0 と同様に高画質のカラー画像を得ることができる。また、中間転写体 9 1 に形成した画像を記録媒体 3 1 に転写する際に中間転写体駆動ローラ 9 2 により押圧するので、画像形成装置 2 0 0 と同様に、着色剤 2 1 を付着させた記録媒体 3 1 の表面粗さを小さくすることができる。

【 0 1 3 0 】

また、図 5 B では、光渦レーザビームを照射する方向を重力方向としたが、図 5 A 及び図 6 A ~ 図 8 B では、光渦レーザビームを照射する方向を重力方向とは逆の方向にすることや、水平方向にすることを示した。

このように、本発明の画像形成方法では、基材の表面への光渦レーザビームの照射方向が非重力方向であり、液柱乃至液滴が非重力方向に生ずるようにしてもよい。これにより、装置の設計において自由度を高めることができる。

【 0 1 3 1 】

10

20

30

40

50

図9は、本発明の立体造形物の製造装置の一例を示す説明図である。

図9において、立体造形物の製造装置500は、造形物支持基板122と、ステージ123と、立体造形ヘッドユニット130とを有している。この立体造形物の製造装置500は、付着させた立体造形剤22を硬化しながら積層して立体造形物124を製造する。

立体造形ヘッドユニット130は、立体造形物の製造装置500の上部に配置され、駆動手段により図中矢印Lで示す方向に走査することができる。この立体造形ヘッドユニット130は、光吸収体飛翔ユニット120と、紫外線照射器121とを有している。

【0132】

光吸収体飛翔ユニット120は、立体造形ヘッドユニット130の中央に配置され、下方に光吸収体20を飛翔させ、造形物支持基板122又はすでに硬化させた光吸収体20に付着させる。

紫外線照射器121は、光吸収体飛翔ユニット120の両側面に配置され、光吸収体飛翔ユニット120が飛翔させた光吸収体20に紫外線を照射して硬化させる。

造形物支持基板122は、立体造形物の製造装置500の下部に配置され、立体造形ヘッドユニット130が立体造形剤22の層を形成する際の基板となる。

ステージ123は、造形物支持基板122の下方に配置され、駆動手段により造形物支持基板122を図中垂直方向に移動させることができる。また、このステージ123は、図中矢印Hで示す方向に移動させることができ、立体造形ヘッドユニット130と立体造形物124との間隙を調整することができる。

【0133】

なお、画像形成装置及び立体造形物の製造装置においては、被付着物、記録媒体及び造形物支持基板を搬送又は移動させる例を示したが、これに限らず、被付着物などを静止させて光吸収材飛翔ユニットなどを移動させてもよい。あるいは、被付着物などと光吸収材飛翔ユニットなどの両者を移動させてもよい。

また、被記録媒体の全面の画像を同時に形成する場合などでは、少なくとも記録時には両者が静止しレーザーのみ動作してもよい。

【実施例】

【0134】

以下、本発明の実施例を説明するが、本発明は、これらの実施例に何ら限定されるものではない。

以下では、図5Bに示した光吸収材飛翔手段により、パルス発振させた光渦レーザービームを光吸収材としてのUVインクに照射して、被付着物にドットを形成するように付着させた実施例及び比較例について説明する。

【0135】

(実施例1)

<基材、光吸収材及び被付着物>

基材としてのスライドガラス(松浪硝子工業株式会社製、マイクロスライドガラスS7213; 532nm波長光の透過率が99%)上に、光吸収材として、以下の配合のUVインクを表面に塗布して、平均厚み20μmとした膜を形成した。このとき、膜状の光吸収材における532nm波長光の透過率が0.01%以下(吸光度が4以上)であった。また、UVインクの粘度は、回転粘度計(VISCO MATE VM-150III、東機産業株式会社製)などを用いて25℃の環境下で測定したところ、4Pa・sであった。

- ・UV Core TYPE-A紅(株式会社T&K TOKA製) 100質量部
- ・UVフレキシソ500紅(株式会社T&K TOKA製) 50質量部

【0136】

次に、光吸収材を塗布した基材の表面を被付着物と対向させ、光吸収材の裏面から光渦レーザービームを垂直に照射できるように基材を設置した。

被付着物としては、PODグロスコート紙(三菱製紙株式会社製)を用い、被付着物と光吸収材との間隙(ギャップ)を1.5mmとした。

【0137】

< 光吸収材飛翔手段 >

光吸収材飛翔手段は、レーザー光源と、ビーム径変更部材と、ビーム波長変更素子と、光渦変換部としての螺旋位相板と、波長変換部としての1/4波長板とを有する。

【0138】

レーザー光源としては、千葉大学大学院融合科学研究科尾松研究室において自作したレーザー光源(YAG)を用いた。このレーザー光源を用いて、発生させたレーザービームにおける波長を532nm、ビーム径を1.25mm×1.23mm、パルス幅を2ナノ秒、パルス周波数を20Hzとした1パルスのレーザービームを発生させた。発生させた1パルスのレーザービームを、ビーム径変更部材としての集光レンズ(シグマ光機株式会社製、YAGレーザー集光レンズ)に照射して、光吸収材に照射させたときのビーム径を80μmとなるようにした。次に、ビーム径変更部材を経たレーザービームを、螺旋位相板(株式会社ルミネックス製、Vortexフェイズプレート)に通過させて光渦レーザービームに変換させた。次に、螺旋位相板により変換させた光渦レーザービームを、螺旋位相板の下流に配置されている1/4波長板(QWP; 株式会社光学技研製)に通過させた。このとき、上記の式(1)で表されるトータルの回転モーメントJが2となるように、螺旋位相板と1/4波長板の光学軸を+45°に設定した。変換させた光渦レーザービームを、エネルギー調整フィルタ(シグマ光機株式会社製、NDフィルタ)に通過させることにより、光吸収材に照射させたときのレーザー出力を調整し、50μJ/ドットとした。

10

【0139】

< 飛翔状態の評価 >

上記のようにした光渦レーザービームを光吸収材としてのUVインクに照射したときの飛翔状態を、高速度ビデオカメラ(HyperVision HPV-X、株式会社島津製作所製)を用いて、光吸収材の飛翔方向に直交する方向から1フレーム100nsで撮影し、以下の基準で評価した。飛翔状態を図10Aに示し、結果を表1に示した。

20

〔評価基準〕

- : レーザビームの光路軸に収束し直進
- : レーザビームの光路軸に収束するが、直進性がやや乱れる
- × : レーザビーム径以上に拡散して飛翔

【0140】

< 付着状態の評価 >

飛翔させた光吸収材が付着した被付着物の付着状態を、以下の基準で評価した。付着状態を図10Bに示し、結果を表1に示した。なお、本評価が○又は○であれば、実使用上問題ないレベルである。

30

〔評価基準〕

- : 飛散なし
- : わずかに飛散あり
- × : 飛散あり

【0141】

(実施例2)

実施例1において、光渦レーザービームを光吸収材に照射させるときの照射エネルギーを50μJ/ドットから60μJ/ドットになるようにエネルギー調整フィルタを設定した以外は、実施例1と同様にして、飛翔状態及び付着状態を評価した。結果を表1に示した。なお、飛翔状態を図11Aに示し、付着状態を図11Bに示した。

40

【0142】

(実施例3)

実施例1において、被付着物と光吸収材との間隙を1.5mmから0.2mmになるようにした以外は、実施例1と同様にして、飛翔状態及び付着状態を評価した。結果を表1に示した。なお、飛翔状態を図12Aに示し、付着状態を図12Bに示した。図12Aに示すように、光渦レーザービームを照射されたUVインクの膜は、切り離される前に被付着

50

物に接触し、その後に切り離されていることがわかる。

【0143】

(実施例4)

実施例3において、光渦レーザービームを光吸収材に照射させるときの照射エネルギーを50 μ J/ドットから60 μ J/ドットになるようにエネルギー調整フィルタを設定した以外は、実施例3と同様にして、飛翔状態及び付着状態を評価した。結果を表1に示した。なお、飛翔状態を図13Aに示し、付着状態を図13Bに示した。

【0144】

(比較例1)

実施例1において、光渦レーザービームを光吸収材に照射させるときの照射エネルギーを50 μ J/ドットから70 μ J/ドットになるようにエネルギー調整フィルタを設定した以外は、実施例1と同様にして、飛翔状態及び付着状態を評価した。結果を表1に示した。なお、飛翔状態を図14Aに示し、付着状態を図14Bに示した。

10

【0145】

(比較例2)

実施例1において、基材の表面に塗布したUVインクの膜厚を平均厚み20 μ mから3 μ mになるようにした以外は、実施例1と同様にして、飛翔状態及び付着状態を評価した。結果を表1に示した。なお、飛翔状態を図15Aに示し、付着状態を図15Bに示した。また、UVインクの膜厚を3 μ mとしたときの532nm波長光の透過率は、1%であった。

20

【0146】

【表1】

| | 照射エネルギー | 膜厚 | 被付着物と光吸収材との間隙 | 飛翔状態 | 付着状態 |
|------|----------------|------------|---------------|------|------|
| 実施例1 | 50 μ J/ドット | 20 μ m | 1.5mm | ○ | ○ |
| 実施例2 | 60 μ J/ドット | 20 μ m | 1.5mm | △ | △ |
| 実施例3 | 50 μ J/ドット | 20 μ m | 0.2mm | ○ | ○ |
| 実施例4 | 60 μ J/ドット | 20 μ m | 0.2mm | ○ | ○ |
| 比較例1 | 70 μ J/ドット | 20 μ m | 1.5mm | × | × |
| 比較例2 | 50 μ J/ドット | 3 μ m | 1.5mm | × | × |

30

【0147】

表1の結果から、実施例1、3及び4において、UVインクの飛翔状態及び付着状態が良好であった。また、実施例2においては、照射エネルギーが強めで、かつ被付着物と光吸収材との間隙が広がったため、実施例1、3及び4よりも多少飛散していたが良好な結果であった。

40

一方、比較例1では、照射エネルギーを強くしたため、図14A及び14Bに示すように、光吸収材(UVインク)が光渦レーザービームの照射径よりも広く飛散してしまった。すなわち、比較例1においては、光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液滴を光吸収材から生じさせることができなかった。

また、比較例2では、UVインクの膜厚を平均厚み20 μ mから3 μ mに変更したため、単位体積あたりの照射エネルギーが強くなり、図15A及び15Bに示すように、光吸収材(UVインク)が光渦レーザービームの照射径よりも広く飛散してしまった。すなわち、比較例2においては、光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液滴を光吸収材から生じさせることができなかった。

50

【0148】

このように、光渦レーザーの照射エネルギー、膜厚、被付着物と光吸収材との間隔、あるいはインクの種類や粘度などの各パラメータを適宜組み合わせることにより、実施例1～4のように、本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法は、高粘度の材料を用いて小径の液柱乃至液滴を形成することが容易にできるため、高解像度の画像を形成することができる。

【0149】

(実施例5)

実施例5では、実施例1～4及び比較例1及び2とは異なり、光吸収材飛翔手段として、図5Cに示したような2つのガルバノスキャナを有するものを用いて、パルス発振させた光渦レーザービームを光吸収材としてのUVインクに照射して、被付着物にドットを一列に形成した。

10

また、実施例5においては、レーザービーム径を60 μm に集光し、ガルバノスキャナの走査速度を100 mm/s とし、レーザーの繰り返し周波数(パルス周波数)を500 Hz として、約200 μm 間隔で被付着物(非転写媒体)にドットを形成した。さらに、実施例5では、被付着物と光吸収材との間隙(ギャップ)を0.1 mm とし、光渦レーザービームを光吸収材に照射させるときの照射エネルギーが27 μJ /ドットとなるようにエネルギー調整フィルタを設定した。

なお、実施例5では、上述した条件以外は実施例1と同様にして、被付着物にドットを形成した。

【0150】

20

実施例5で形成したドットについて、デジタルマイクロスコープ(株式会社キーエンス製、VHX-5000)を用いて観察を行った。

また、上記のデジタルマイクロスコープを用いて取得した画像を解析することにより、ドットの平均直径(平均ドット径)、ドットの直径(ドット径)のばらつきの値、及びドットの位置(ドット位置)のばらつきの値を求めた。

【0151】

より具体的には、平均ドット径は、デジタルマイクロスコープで光吸収材のドット画像を取得して画像輝度情報からドット領域を検出し、検出したドット領域のピクセル数から各ドットの面積を算出、円形に換算した時の直径をドット径とし、これを平均することにより求めた。

30

また、ドット径のばらつきの値は、デジタルマイクロスコープで光吸収材のドット画像を取得して画像輝度情報からドット領域を検出し、検出したドット領域のピクセル数から各ドットの面積を算出、円形に換算した時の直径をドット径とし、各ドットの粒径分布の平均粒径と標準偏差から算出することにより求めた。

さらに、ドット位置のばらつきの値は、デジタルマイクロスコープで光吸収材のドット画像を取得して画像輝度情報からドット領域を検出し、検出した各ドット領域の重心座標を算出、各重心の最小二乗法による近似直線からのずれを算出することにより求めた。

【0152】

実施例5においては、平均ドット径は67.4 μm であり、ドット径のばらつきの値は3.4%であり、ドット位置のばらつきの値は0.6 μm であった。結果を表2に示す。また、実施例5における光吸収材の付着状態(一列のドットの状態)を図16に示した。

40

【0153】

(実施例6)

実施例6では、実施例5において、被付着物と光吸収材との間隙(ギャップ)を0.2 mm に変更した以外は実施例5と同様にして、被付着物にドットを一列に形成した。

実施例6においては、平均ドット径は69.9 μm であり、ドット径のばらつきの値は5.3%であり、ドット位置のばらつきの値は3.2 μm であった。結果を表2に示す。また、実施例6における光吸収材の付着状態(一列のドットの状態)を図17に示した。

【0154】

(実施例7)

50

実施例 7 では、実施例 5 において、被付着物と光吸収材との間隙（ギャップ）を 0.5 mm に変更した以外は実施例 5 と同様にして、被付着物にドットを一行に形成した。

実施例 7 においては、平均ドット径は 75.7 μm であり、ドット径のばらつきの値は 9.0 % であり、ドット位置のばらつきの値は 2.9 μm であった。結果を表 2 に示す。また、実施例 7 における光吸収材の付着状態（一行のドットの状態）を図 18 に示した。

【0155】

【表 2】

| | 被付着物と 光吸収材との間隙 (mm) | 平均ドット径 (μm) | ドット径の ばらつきの値 (%) | ドット位置の ばらつきの値 (μm) |
|-------|---------------------------|----------------|------------------------|--------------------------|
| 実施例 5 | 0.1 | 67.4 | 3.4 | 0.6 |
| 実施例 6 | 0.2 | 69.9 | 5.3 | 3.2 |
| 実施例 7 | 0.5 | 75.7 | 9.0 | 2.9 |

10

【0156】

図 16 及び 17 に示すように、被付着物と光吸収材との間隙（ギャップ）が 0.1 mm 又は 0.2 mm である場合（実施例 5 及び 6）は、ドットの形状が特に類似している。さらに、表 2 に示すように、被付着物と光吸収材との間隙（ギャップ）が 0.1 mm 又は 0.2 mm である場合（実施例 5 及び 6）においては、平均ドット径及びドット径のばらつきの値が特に近くなっている。

20

実施例 3 及び 4 でも説明したように、被付着物と光吸収材との間隙が 0.2 mm 以下である場合には、光渦レーザービームを照射された UV インク（光吸収材）の膜は、切り離される前に被付着物に接触し、その後切り離されてドットが形成される。このため、実施例 5 及び 6 においては、光吸収材の先端が分離することなく被付着物に付着するので、光吸収材の分離時に発生する飛び散りが少なく、径がより揃ったドットが生成していると考えられる。

【0157】

また、付着物と光吸収材との間隙（ギャップ）が 0.5 mm である実施例 7 においては、UV インク（光吸収材）の先端が分離して飛翔したインク滴が被付着物に着弾することにより、ドットが形成される。このため、実施例 7 では、図 18 に示すように、多少のインクの飛び散りが発生し、実施例 5 及び 6 と比べるとドット径のばらつきが少し大きくなっている。

30

しかしながら、実施例 7 においても、図 18 に示すように、十分にドット形状は形成されており、従来技術である比較例 1 及び 2 の付着状態を示す図 14 B 及び 15 B と比べると違いは明らかである。

なお、ドット位置のばらつきに関しては、実施例 5 ~ 7 のいずれにおいても 3 μm 程度となっており、高い精度でドットを形成できていることがわかる。

【0158】

40

以上説明したように、本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法は、光吸収材を表面に配した基材における、光吸収材が配された側とは反対側の基材の表面に光渦レーザービームを照射することで、光渦レーザービームの照射方向にかつ光渦レーザービームの照射径よりも小径の液柱乃至液滴を光吸収材から生じさせる。これにより、本発明の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法は、高解像度の画像を形成することができる。

【0159】

本発明の態様としては、例えば、以下のとおりである。

< 1 > 光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収

50

材から生じさせることを特徴とする光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法である。

< 2 > 前記基材の表面への前記光渦レーザービームの照射方向が非重力方向であり、前記液柱乃至液滴が非重力方向に生ずる、前記< 1 >に記載の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法である。

< 3 > 光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収材から生じさせ、前記液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させることを特徴とする画像形成方法である。

< 4 > 前記基材の表面への前記光渦レーザービームの照射方向が非重力方向であり、前記液柱乃至液滴が非重力方向に生ずる、前記< 3 >に記載の画像形成方法である。

< 5 > 前記基材の表面に光渦レーザービームを照射した際、前記光吸収材が回転運動を伴って前記光渦レーザービームの照射方向に略ドーム形状に膨らみ、前記略ドーム形状の前記光吸収材の頂部から前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴が生ずる、前記< 3 >から< 4 >のいずれかに記載の画像形成方法である。

< 6 > 前記光吸収材が、前記光渦レーザービームの波長に対する吸光度が1よりも大きい、前記< 3 >から< 5 >のいずれかに記載の画像形成方法である。

< 7 > 前記基材の表面に配された前記光吸収材の厚みが10 μm 以上である、前記< 3 >から< 6 >のいずれかに記載の画像形成方法である。

< 8 > 前記光渦レーザービームの照射径が100 μm 以下である、前記< 3 >から< 7 >のいずれかに記載の画像形成方法である。

< 9 > 前記光渦レーザービームの照射エネルギーが60 μJ /ドット以下である、前記< 3 >から< 8 >のいずれかに記載の画像形成方法である。

< 10 > 光吸収材を表面に配した基材における、前記光吸収材が配された側とは反対側の前記基材の表面に光渦レーザービームを照射することにより、前記光渦レーザービームの照射方向にかつ前記光渦レーザービームの照射径よりも小さな径の液柱乃至液滴を前記光吸収材から生じさせる光吸収材飛翔手段と、

前記液柱乃至液滴を被転写媒体に接触させ、転写させる転写手段と、
を有することを特徴とする画像形成装置である。

【0160】

前記< 1 >から< 2 >のいずれかに記載の光渦レーザーを用いた飛翔体発生方法、前記< 3 >から< 9 >のいずれかに記載の画像形成方法、及び前記< 10 >に記載の画像形成装置によれば、従来における前記諸問題を解決し、前記本発明の目的を達成することができる。

【符号の説明】

【0161】

- 1 光吸収材飛翔手段
- 2 レーザー光源
- 3、7 ビーム径変更部材
- 4 ビーム波長変更部材
- 5 螺旋位相板（光渦変換部）
- 6 1/4波長板（波長変換部）
- 11 レーザービーム
- 12 光渦レーザービーム
- 20 光吸収材
- 21 着色剤
- 22 立体造形剤
- 30 被付着物
- 31 記録媒体
- 32 基板

10

20

30

40

50

- 4 0 基材
- 1 0 0 光吸収材飛翔ユニット
- 1 1 0 着色剤飛翔ユニット
- 1 2 0 立体造形剤飛翔ユニット
- 1 2 4 立体造形物
- 1 3 0 立体造形ヘッドユニット
- 3 0 0 ~ 3 0 7 画像形成装置
- 4 0 0、4 0 1 画像形成装置
- 5 0 0 立体造形物の製造装置

【先行技術文献】

【特許文献】

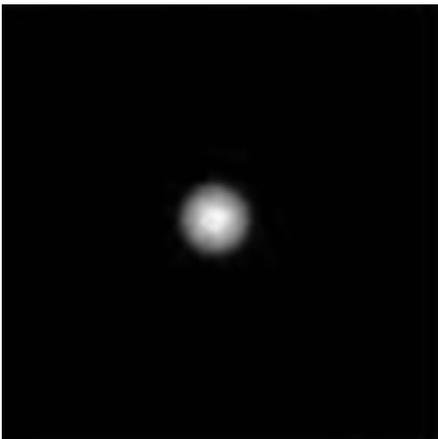
【0162】

【特許文献1】特開2018-56565号公報

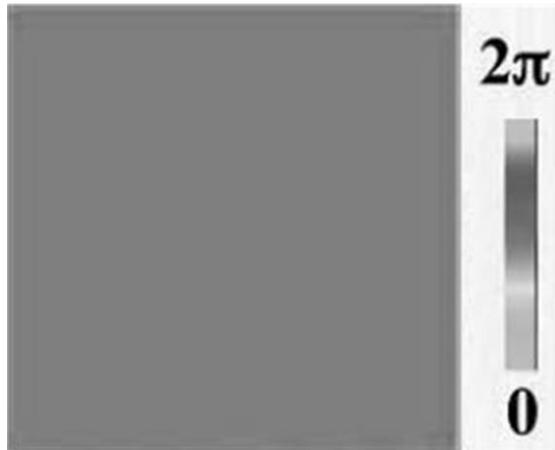
【図1A】



【図1B】



【図1C】



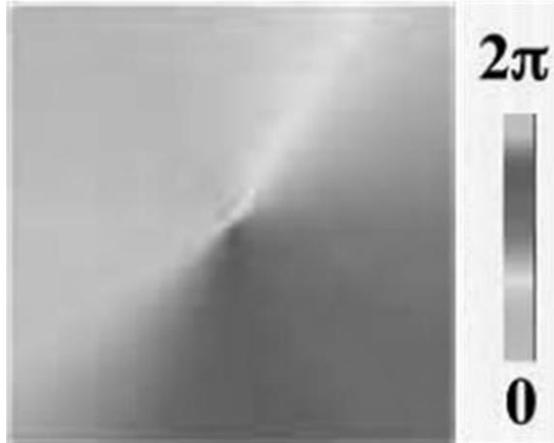
【図2A】



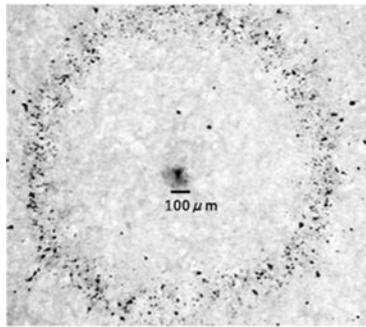
【 図 2 B 】



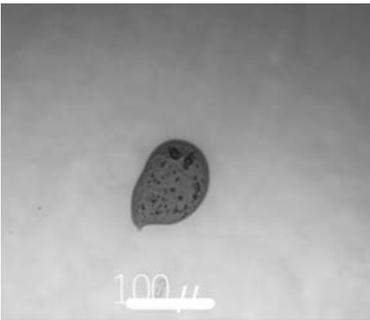
【 図 2 C 】



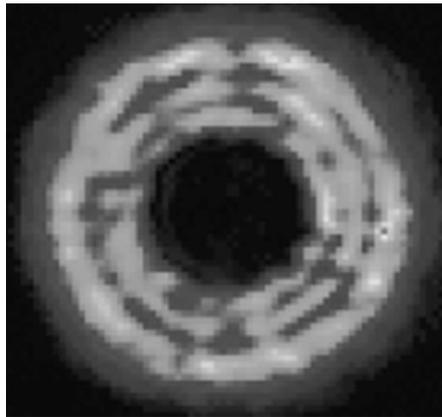
【 図 3 A 】



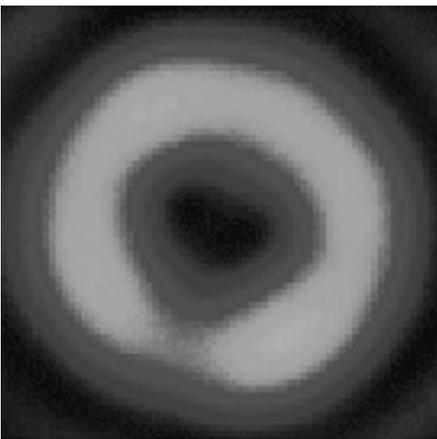
【 図 3 B 】



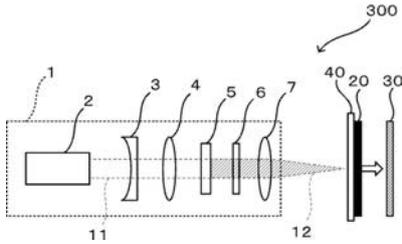
【 図 4 B 】



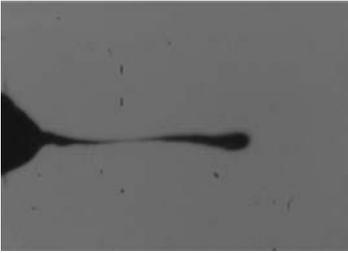
【 図 4 A 】



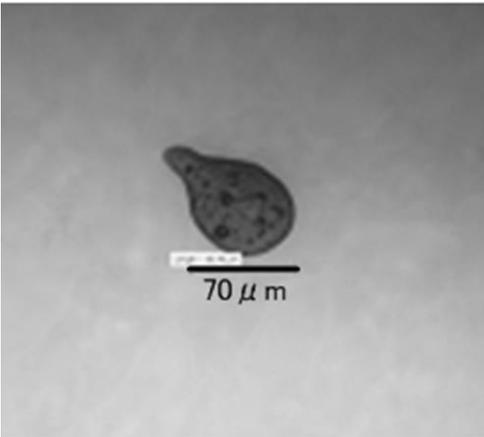
【 図 5 A 】



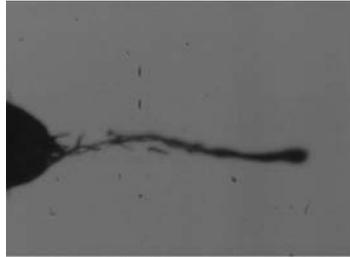
【 図 1 0 A 】



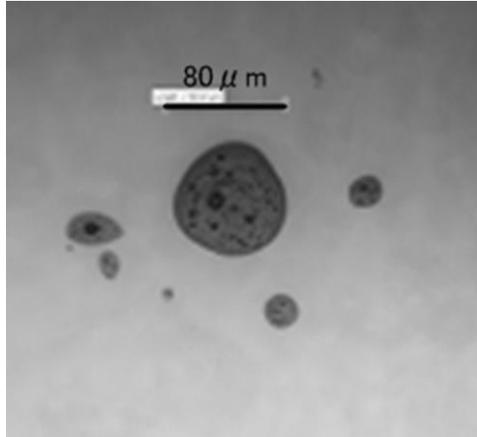
【 図 1 0 B 】



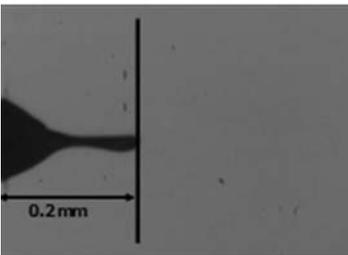
【 図 1 1 A 】



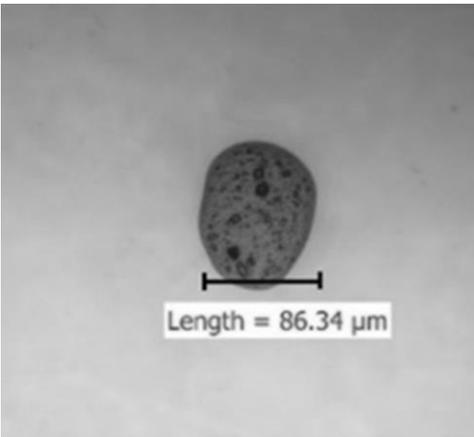
【 図 1 1 B 】



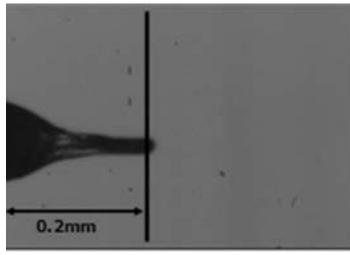
【 図 1 2 A 】



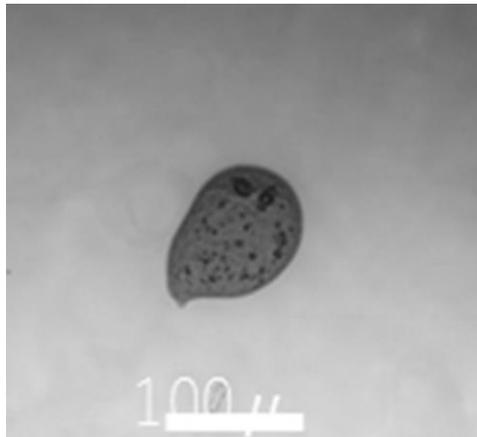
【 図 1 2 B 】



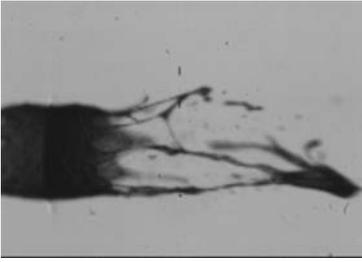
【 図 1 3 A 】



【 図 1 3 B 】



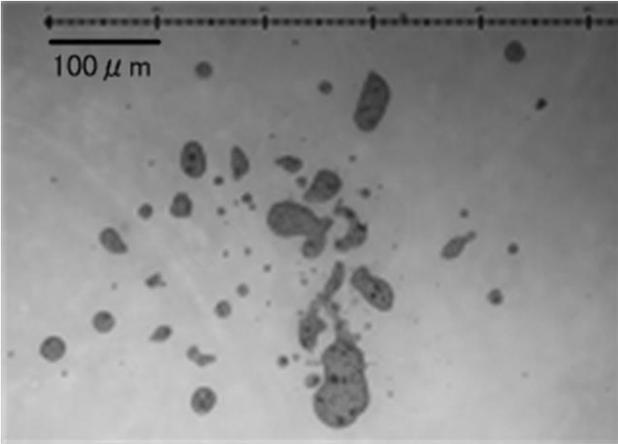
【 図 1 4 A 】



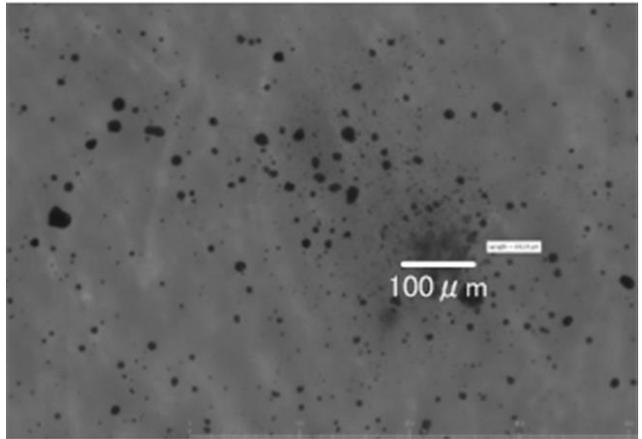
【 図 1 5 A 】



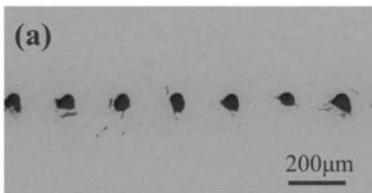
【 図 1 4 B 】



【 図 1 5 B 】



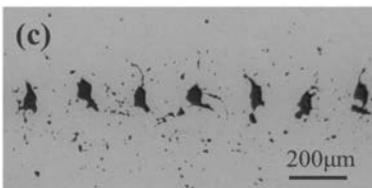
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 須原 浩之

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 金子 晃大

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 尾松 孝茂

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1 番 3 3 号 国立大学法人千葉大学大学院 融合科学研究科内

(72)発明者 中村 龍介

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1 番 3 3 号 国立大学法人千葉大学大学院 融合科学研究科内

F ターム(参考) 2C056 EA04 FB01 FD13 HA44

2C057 AF21 DB01 DC02 DC08 DC18

2H186 AA01 BA08 DA12 FA18