

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6510322号
(P6510322)

(45) 発行日 令和1年5月8日 (2019. 5. 8)

(24) 登録日 平成31年4月12日 (2019. 4. 12)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 9 C 64/112 (2017. 01)

B 2 9 C 64/112

B 2 9 C 64/393 (2017. 01)

B 2 9 C 64/393

B 3 3 Y 10/00 (2015. 01)

B 3 3 Y 10/00

B 3 3 Y 30/00 (2015. 01)

B 3 3 Y 30/00

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-105462 (P2015-105462)
 (22) 出願日 平成27年5月25日 (2015. 5. 25)
 (65) 公開番号 特開2016-215577 (P2016-215577A)
 (43) 公開日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)
 審査請求日 平成30年1月25日 (2018. 1. 25)

(73) 特許権者 000137823
 株式会社ミマキエンジニアリング
 長野県東御市滋野乙2182-3
 (74) 代理人 100166545
 弁理士 折坂 茂樹
 (74) 代理人 100142653
 弁理士 小林 直樹
 (74) 代理人 100103676
 弁理士 藤村 康夫
 (72) 発明者 大川 将勝
 長野県東御市滋野乙2182-3 株式会
 社ミマキエンジニアリング内

審査官 関口 貴夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元造形物の製造方法及び造形装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、造形材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで三次元造形物を造形する三次元造形物の製造方法であって、

前記造形材料として、ノズルから吐出された後に所定の条件に応じて固まる、白色材料と、白色以外の1または2以上の加飾用材料とを用い、

前記白色材料と、前記1または2以上の加飾用材料とを混在させた前記層体を複数重ねた複数層で構成される加飾層を形成し、

かつ、前記加飾層を構成する各層について、各層へ打たれるドット位置を示すパターンであり、前記加飾層を構成する各層の各位置に対応付けられた2値データへの変換を行う階調変換により生成される吐出パターンに基づいて形成し、

前記加飾層を構成する前記複数層において、少なくとも隣接する2層の前記層体の間で、前記吐出パターンを移動させるか、又は前記吐出パターンを異ならせる処理を行うことで、同一色の前記加飾用材料のドット位置が重ならないようにすることを特徴とする三次元造形物の製造方法。

【請求項 2】

前記加飾用材料と前記白色材料とで形成される領域の周囲の領域における最表面の少なくとも一層について、前記白色材料を用いることなく、前記加飾用材料とクリア材とを混在させて形成することを特徴とする請求項1記載の三次元造形物の製造方法。

10

20

【請求項 3】

前記白色材料は、1層分の厚さで前記層体を形成した場合に20%以上の光を透過する材料であることを特徴とする請求項1又は2に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 4】

前記造形材料は、紫外線硬化型インクであることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項 5】

造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、造形材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで三次元造形物を造形する造形装置であって、

前記造形材料を吐出するノズルヘッドと、
前記ノズルヘッドの動作を制御する駆動制御部と
を備え、

前記造形材料として、ノズルから吐出された後に所定の条件に応じて固まる、白色材料と、白色以外の1または2以上の加飾用材料とを用い、

前記白色材料と、前記1または2以上の加飾用材料とを混在させた前記層体を複数重ねた複数層で構成される加飾層を形成し、

かつ、前記加飾層を構成する各層について、各層へ打たれるドット位置を示すパターンであり、前記加飾層を構成する各層の各位置に対応付けられた2値データへの変換を行う階調変換により生成される吐出パターンに基づいて形成し、

前記駆動制御部は、前記吐出パターンを移動させるか、又は前記吐出パターンを異ならせる処理を行うことで、前記加飾層を構成する前記複数層において、少なくとも隣接する2層の前記層体の間で、同一色の前記加飾用材料のドット位置が重ならないように、前記ノズルヘッドに対する制御を行うことを特徴とする造形装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インクジェットプリンタによって着色された状態で造形される三次元造形物の製造方法及び造形装置に関する。に関する。更に詳述すると、本発明は、表面のみならず内部（切断面）までも加飾された内部加飾三次元造形物等の製造方法及び造形装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、立体的な造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面ごとに樹脂を順次積層することによって立体造形を行い、造形対象物の三次元モデルとなる造形物を生成することが知られている。そして、このような三次元造形物において着色する場合には、予め着色した造形用樹脂が用いられることになる。

【0003】

また、三次元造形物において着色するものとしては、三次元造形物の表面の層において彩色用の材料を吐出すると共に、内部領域において造形用の樹脂を吐出させて造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を形成し、該層体を順次積層していくことで表面に彩色が施された造形対象物の三次元造形物を生成することが提案されている（特許文献1）。この三次元造形物では、Y、M、Cの3色だけでは表現できない明るい色や色の濃淡や階調を表現するために、白色（W）の樹脂を使用するようにしている。白色の樹脂は、造形対象物から導かれた彩色情報に基づいてY、M、Cの3色と共に三次元造形物の表面の層にのみ必要に応じて吐出されることもあるが、造形用樹脂として白色の樹脂を用いる場合には、これが通常の2D印刷における紙（基板）としての役目を果たすため、表面の層の彩色層では白色（W）の樹脂は用いられずにY、M、Cの3色だけで彩色される。ここで、彩色用の材料は、厳密に表面だけを彩色することが制御上困難な場合を除いて、三次元造形物の表面にだけ吐出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-280357公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、予め所望の色に調合した単一樹脂材料で形成される従来の三次元造形物は、単一の着色状態でしかないため、どこで割っても同じ色に加飾することはできるが、どこも同じ色にしかならない。即ち、単一の着色状態であるため、フルカラーでの加飾や着色の濃淡、グラデーションなどを施すことは不可能である。また、複数色の材料（インク等）を用いて造形を行い、2次色や3次色を表現する方法も知られているが、その場合も、通常、表現可能な色数は限定的になる。このため、三次元造形物に複数の色による彩色や色の濃淡による変化を含む彩色が必要な場合には、その後の工程でデザイナーが模様を描いたり、色付けを行ったりしなければならず、時間と費用が必要以上にかかるという問題がある。

10

【0006】

さらに、単一又は限定的な着色状態であるため、部品単位などで色を変えることはできるが、装置の構成上の理由等により、1つの三次元造形物において局部的な色違いやグラデーションを形成することは困難である。しかも、三次元造形物の造形後に施す加飾は内部領域にはできないという問題がある。

20

【0007】

また、特許文献1記載の発明では、白色（W）の樹脂を利用してY，M，Cの3色だけでは表現できない明るい色や色の濃淡や階調を表現しているが、表面層のみを加飾するだけであり、内部加飾を実現するものではない。また、例えば二次元（2D）の印刷で使用するインクのように、一層のインクの層で着色が可能なインクを用い、かつ、複数のインクの層を積み重ねた加飾層を形成して三次元造形物を造形する場合、インク自体の濃度は決まっていって部分的にコントロールすることができないことから、減法混色の性質上、どのような色を使っても色を重ねる毎に暗くなり、黒っぽく見えてしまっただけで色の濃淡や階調表現ができない。即ち、内部まで加飾する場合には、フルカラー発色ができない問題がある。このため、どこから見ても目的の色に見え、どの断面においても彩色あるいは描画された内部加飾を実現することができない。

30

【0008】

本発明は、どこから見ても目的の色に見え、どの断面においても彩色あるいは描画された内部加飾を実現する三次元造形物の製造方法及び造形装置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】

【0009】

かかる目的を達成するために請求項1記載の発明は、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、造形材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで三次元造形物を造形する三次元造形物の製造方法であって、前記造形材料として、ノズルから吐出された後に所定の条件に応じて固まる、白色材料と、白色以外の1または2以上の加飾用材料とを用い、前記白色材料と、前記1または2以上の加飾用材料とを混在させた前記層体を複数重ねた複数層で構成される加飾層を形成し、かつ、前記加飾層を構成する各層について、各層へ打たれるドット位置を示すパターンであり、前記加飾層を構成する各層の各位置に対応付けられた2値データへの変換を行う階調変換により生成される吐出パターンに基づいて形成し、前記加飾層を構成する前記複数層において、少なくとも隣接する2層の前記層体の間で、前記吐出パターンを移動させるか、又は前記吐出パターンを異ならせる処理を行うことで、同一色の前記加飾用材料のドット位置が重ならないようにすることを特徴とする。この場合、例えば、連続して積層される

40

50

所定数（例えば、3以上の所定の整数）の複数層の間で、同一色の前記加飾用材料のドット位置が重ならないようにすることがより好ましい。また、この場合、加飾用材料と白色材料とを混在させて層体を形成するとは、例えば、三次元造形物の一部の領域（例えば、外部からの視認結果に影響を与える領域）を構成する層体を形成することであってもよい。

【0010】

また、請求項2記載の発明は、請求項1に記載の三次元造形物の製造方法において、前記加飾用材料と前記白色材料とで形成される領域の周囲の領域における最表面の少なくとも一層について、前記白色材料を用いることなく、前記加飾用材料とクリア材とを混在させて形成することを特徴とする。この場合、例えば、三次元造形物において、最外層の少なくとも1層について、加飾用材料とクリア材とを混在させて形成することが考えられる。

10

【0011】

また、請求項3記載の発明は、請求項1又は2に記載の三次元造形物の製造方法において、前記白色材料は、1層分の厚さで前記層体を形成した場合に20%以上の光を透過する材料であることを特徴とする。

【0012】

加飾用材料のドット位置が重ならないように制御する方法としては、例えば、ドット位置を選択するマスク（ディザマスク）について、層毎に移動させる方法等が考えられる。また、この場合、より具体的に、例えば、マスクを平行移動させる方法や、マスクを回転させる方法等が考えられる。また、使用するマスクの種類（マスク種）を層毎に変更すること等も考えられる。また、例えば、3次元マスク（3次元ディザマスク等）を使用する方法等も考えられる。また、例えば誤差拡散法を用いる場合には、層毎に誤差拡散の重みを変更する方法（例えば、誤差拡散のランダム化）や、3次元で誤差拡散を行う方法等も考えられる。

20

【0013】

また、請求項4記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の三次元造形物の製造方法において、前記造形材料は、紫外線硬化型インクであることを特徴とする。

【0014】

また、請求項5記載の発明は、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、造形材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで三次元造形物を造形する造形装置であって、前記造形材料を吐出するノズルヘッドと、前記ノズルヘッドの動作を制御する駆動制御部とを備え、前記造形材料として、ノズルから吐出された後に所定の条件に応じて固まる、白色材料と、白色以外の1または2以上の加飾用材料とを用い、前記白色材料と、前記1または2以上の加飾用材料とを混在させた前記層体を複数重ねた複数層で構成される加飾層を形成し、かつ、前記加飾層を構成する各層について、各層へ打たれるドット位置を示すパターンであり、前記加飾層を構成する各層の各位置に対応付けられた2値データへの変換を行う階調変換により生成される吐出パターンに基づいて形成し、前記駆動制御部は、前記吐出パターンを移動させるか、又は前記吐出パターンを異ならせる処理を行うことで、前記加飾層を構成する前記複数層において、少なくとも隣接する2層の前記層体の間で、同一色の前記加飾用材料のドット位置が重ならないように、前記ノズルヘッドに対する制御を行う。

30

40

【発明の効果】

【0015】

請求項1記載の三次元造形物の製造方法によれば、例えば、造形材料の硬化物内部に加飾用材料（白色を除く材料）と白色材料とを混在させることによって、加飾用材料を通過した光がその周囲の白色材料で反射されて、あるいは白色材料で反射された光が加飾用材料を通過して人間の眼に入るので、減法混色と併置混色とを併用した発色により、色鮮やかな色をつくりだすことができる。しかも、白色材料の隠蔽性により、一定の深さ以上には光が到達できずに色が完結（飽和）して変わらなくなるため、造形物の厚みに影響を受

50

けない色再現、即ち造形物の内部まで加飾されるものであっても、色が濃過ぎて暗くなったり、黒く見えたりすることがない。したがって、製造される三次元造形物において、どこから見ても目的の色に見え、どの断面においても彩色あるいは描画された内部加飾、即ち三次元造形物内部の色分けを実現できる。

【 0 0 1 6 】

また、三次元造形物の内部の白色材料に反射した光を加飾用材料を通して見ることから、白色材料の含有量は変えずに加飾用材料の含有量を調整すれば濃い色も淡い色もできるので、階調表現が可能となる。しかも、加飾用材料と白色材料とは、別々のノズルから吐出されて着弾後に混じることから、配合比率を調整することで色を変化させ得る。したがって、グラデーションを伴う内部加飾も、またフルカラーによる加飾も実現できる。さらに、造形材料として硬化物性の異なる材料、例えばインクの混合により質感（材料特性）を可変できる。また、この場合、例えば、加飾層の層方向に重ねて配設された各層における同一色の加飾用材料のドット位置を、各層毎にずらすことにより、ドット位置が積み重なって粒状感が強まること適切に防ぐことができる。また、これにより、粒状感を抑えた着色を適切に行うことができる。

10

【 0 0 1 7 】

なお、加飾用材料及び白色材料等は、特定の材料に限定されないが、好ましくは紫外線硬化型インクあるいはエレクトロビーム硬化型インク、あるいは熱硬化型インクあるいはホットメルト樹脂などのノズルから吐出された後に所定の条件に応じて固まる材料を用いることができる。この場合、材料が固まるとは、例えば、重合反応等により材料が硬化することである。また、この材料は、ノズルから吐出されると瞬時に固まるものであることが好ましい。また、この材料は、より好ましくは紫外線硬化型インクあるいはエレクトロビーム硬化型インクであり、最も好ましくは紫外線硬化型インクである。

20

【 0 0 1 8 】

また、請求項 2 に記載の三次元造形物の製造方法によれば、例えば、三次元造形物の外周部において、白色材料に代えてクリア材が混在されているため、例えば吐出時の誤差等により加飾用材料の着弾精度が低下した場合にも、三次元造形物の表面に白色が見えること等を生じ難くできる。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 3 に記載の三次元造形物の製造方法によれば、例えば、薄めの白色材料を適切に用いることができる。

30

【 0 0 2 0 】

また、請求項 4 に記載の三次元造形物の製造方法によれば、例えば、三次元造形物を構成する各層をより適切に形成することができる。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 5 に記載の三次元造形物の製造方法によれば、例えば、請求項 1 に記載の発明と同様の効果を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

40

【図 1】本発明にかかる内部加飾三次元造形物の着色断面を模式的に示す図であり、（ A ）は濃い色の場合、（ B ）は薄い色の場合を示す。

【図 2】本発明にかかる三次元造形物の一例を示す図で、（ A ）は正面上から見た斜視図、（ B ）は横断図である。

【図 3】本発明にかかる内部加飾三次元造形物の加飾層の一例を薄いブルーの場合を例にして示す図であり、（ A ）は加飾層、（ B ）は反射の原理を示す説明図である。

【図 4】白インク 6 倍希釈品での塗膜厚さ 66 ~ 120 μm（5 層）時の発色性評価結果（1 層当たりのインク印字濃度を白 100 % + カラーインク 1 ~ 10 % で混合させた際の色味を評価）を示す、a * 軸、b * 軸から成る座標系で表示したガモットである。

【図 5】同じく白インク 6 倍希釈品での塗膜厚さ 198 ~ 360 μm（15 層）時の発色

50

性評価結果（１層当たりのインク印字濃度を白１００％＋カラーインク１～１０％で混合させた際の色味を評価）を示す、 a^* 軸、 b^* 軸から成る座標系で表示したガモットである。

【図６】白インク６倍希釈品での塗膜厚さ３７８～５４０ μm （３０層）時の階調性評価結果（１層当たりのインク印字濃度を白１００％＋カラーインク５～５０％で混合させた際の色味を評価（インクリミットを５０％に設定した状態））を示す、 a^* 軸、 b^* 軸から成る座標系で表示したガモットである。

【図７】同じく白インク６倍希釈品での塗膜厚さ３７８～５４０ μm （３０層）時の階調性評価結果（１層当たりのインク印字濃度を白１００％＋カラーインク５～５０％で混合させた際の色味を評価（インクリミットを５０％に設定した状態））を示す、プロセスカラーインクの各印刷濃度と反射濃度との関係を示すグラフである。

【図８】２Ｄカラー印刷と本発明にかかる内部加飾三次元造形物の色再現性を比較した a^* 軸、 b^* 軸から成る座標系で表示したガモットである。

【図９】本発明にかかる内部加飾三次元造形物を造形する装置の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００２３】

以下、本発明の構成を図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

【００２４】

図１に本発明の一実施形態にかかる製造方法で製造される内部加飾三次元造形物の着色断面を模式的に示す。この実施形態にかかる三次元造形物は、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を造形材料を微小な粒にして噴射することによって形成し、層体を順次積層していくことで形成されている。例えば、ノズルから吐出されると瞬時に固まる造形材料をインクジェットプリンタから微小な粒にして噴射することによって、造形過程と同時に着色を実行して、フルカラーで色の濃淡や階調を伴う彩色あるいは描画を施した加飾を表面のみならず内部全域までも施した三次元造形物１０が得られる。

【００２５】

三次元造形物１０を構成する造形材料は、ノズルから吐出されると瞬時に固まる白色材料１５と、白色以外の１または２以上の加飾用材料１３とを含む。そして、白色材料１５と１または２以上の加飾用材料１３とを同時に吐出し混合しながら積層を行うことで、三次元造形物の造形と加飾とが同時に実施される。尚、本実施形態では、白色材料１５としては白（Ｗ）色の紫外線硬化型インクが、白色以外の１または２以上の加飾用材料１３としては、イエロー（Ｙ）、マゼンタ（Ｍ）、シアン（Ｃ）及び必要に応じて黒（Ｋ）色の紫外線硬化型インクが用いられている。また、必要に応じてクリア材（透明材料）１４が加飾用材料と併用される。このクリア材１４としては、紫外線硬化型のクリア（ＣＬ）インクが用いられている。加飾用材料は所謂カラーモデル材であり、紫外線硬化型インクを用いる本実施形態では加飾用インクとも呼ぶ。また、白色材料は所謂白色モデル材であり、紫外線硬化型インクを用いる本実施形態では白色インクとも呼ぶ。

【００２６】

加飾用インクと白色インクとを別々のノズルから同時に吐出し、着弾平面上で混合しながら積層を行うことによって、得られるインク硬化物の内部には、図１に示されるように、加飾用インクに含まれる加飾用顔料（カラー顔料）（Ｙ、Ｍ、Ｃ及び必要に応じてＫの少なくとも１つあるいは２つ以上）１１と白色顔料１２とが混在することとなる。また、図１に示した構成において、加飾用顔料１１及び白色顔料１２以外の部分は、例えば、インクに含まれるバインダ樹脂等で形成される。そして、この混在状態によって、加飾用顔料１１を通過した光はその周囲の白色顔料１２で反射されて、あるいは白色顔料１２で反射された光が加飾用顔料１１を通過して人間の眼に入るので、減法混色と併置混色とを併用した発色により、色鮮やかな色をつくりだすことができる。しかも、白色顔料１２の隠蔽性により、一定の深さ以上には光が到達しない。このことは本発明者等の実験においても明らかとなった。表面から５層程度で色が完結（飽和）して色が変わらなくなるため、例

10

20

30

40

50

えば200～300層あっても、即ち造形物の中心あるいは深層まで加飾された内部加飾であっても、色が濃過ぎて暗くなったり、黒く見えたりすることがない。このため、造形物の厚さに影響を受けない色再現が可能となる。しかも、どこから見ても目的の色に見え、どの断面においても彩色あるいは描画された内部加飾が実現できる。

【0027】

また、減法混色と併置混色との併用により混色あるいは色の階調を表現することができる。一般に、彩色を行うためにはY、M、Cの三原色を混色すればよいが、色の濃淡を表現するためには三原色の加飾用インク13に加えてクリアインク14を同時に吐出して面積配分により混色することが有効となる。

【0028】

また、加飾用インク13と白色インク15とは、別々のノズルから吐出されて着弾後に混じることから、白色顔料12の含有量を変えずに加飾用顔料11の含有量即ち配合比率を調整することで階調を変化させ得る。同じ白色顔料12の含有量でありながら、加飾用顔料11の含有量を多くすれば、造形物の表面では濃い色として見え（図1（A）参照）、加飾用顔料11の含有量を少なくすれば薄い色として見える（図1（B）参照）。図1ではシアン顔料を例に挙げて説明したが、プロセスカラーと呼ばれるY、M、C及び必要に応じて用いられるKの4色の全てにおいて云えることであり、さらにはこれらの組み合わせで構成されるその他の色例えば、R（赤）、G（緑）、B（青）等においても同様であり、加飾用顔料11の含有量即ち配合比率を調整することで階調を変化させ得る。同時に、複数の加飾用顔料11の含有量を調整することで、色の濃さを変化させ得る。例えば、薄いブルーを発色させる場合には、図3（A）に示すように、1層の中に、加飾用顔料11を含む加飾用材料13を一定量だけちらばせるようにして、必要量の加飾用顔料MとC並びにCLを混ぜる。これによって、図3（B）に示すように、造形物の表面ではどこから見ても薄いブルーが見える。したがって、グラデーションを伴う内部加飾も、またフルカラーによる加飾も実現できる。尚、マス目の記号が付されていない箇所にはクリア（CL）インクが打たれている。

【0029】

本発明にかかる内部加飾三次元造形物の加飾層の一例として、薄いブルーを加飾する場合を図3に例示する。この場合、内部加飾三次元造形物とは、例えば、少なくとも外周部分に加飾層を有する三次元造形物のことである。この場合、三次元造形物の外周部とは、例えば、外部から視認される色彩等の視認結果に影響を与える部分のことである。また、加飾層とは、例えば、三次元造形物の視認結果に影響を与える加飾（着色等）がされた層のことである。加飾層は、例えば、白色材料と、1または2以上の加飾用材料とを混在させた層体を複数重ねた複数層で構成される。また、より具体的に、図中に例示した内部加飾三次元造形物においては、図3の（A）に示すように、加飾用インク13のM、Cの吐出量を減らしながらその分をクリア材14で補うことで彩色材料13のインク濃度を薄くして、これらを面積配分により混色することにより薄いブルーに見えるように形成されている。この場合にも、三次元造形物の表面では、図3の（B）に示すように、加飾用カラーを通過した光はその周囲の白色インクで反射されて、あるいは白色インクで反射された光が加飾用カラーを通過して人間の眼に入るので、減法混色と併置混色とを併用した発色により、色鮮やかな色をつくりだすことができる。

【0030】

ここで、三次元造形物の内部加飾においては、上述したように、内部の白色顔料12に反射した光を加飾用顔料11を通して見る、あるいは加飾用顔料11を通過した光をその周囲の白色顔料12で反射させて見ることから、白色顔料12の含有量・混合量は色の完結する厚みをどの程度に設定するかで適宜決められる。また、白色顔料は加飾用顔料の上に重なったときと下になったときで加飾用顔料の色の表示に与える影響が大きく異なる。さらに、白が濃すぎると、表裏色差が大きくなって加飾用顔料によって所望の色が上手く再現できない反面、白が薄過ぎると下地の影響が出やすくなる。このことから、ある程度、白も濃くなければならないが、濃すぎても表裏色差が大きくなって好ましくないと考え

10

20

30

40

50

られる。そこで、２Ｄ印刷用白色インクに比べて薄めの白色インクが加飾用インクと同時に吐出させることによって、図１に示すように、インク硬化物内部において加飾用顔料１１の周りに白色顔料１２を散らばすように混在させるようにしている。この場合、薄めの白色インクとは、例えば、予め設定された１層分の厚さでインクの層を形成した場合には光を完全には反射せずに、一部の光を透過させる濃さの白色インクである。より具体的に、薄めの白色インクとは、例えば、１層分の厚さでインクの層を形成した場合に１０％以上の光を透過する濃度のインクであってよい。また、光の透過量は、２０％以上であってよい。

【００３１】

本発明者等行った白インクとカラーインクとの混合性評価において用いた株式会社ミマキエンジニアリング製紫外線硬化型インクの白（商品名UVインクLH-100 W：製品No.SPC-0597W）、シアン（商品名UVインクLH-100 C：製品No.SPC-0597 C）、マゼンタ（商品名UVインクLH-100 M：製品No.SPC-0597M）、イエロー（商品名UVインクLH-100 Y：製品No.SPC-0597Y）及びクリア（UVインクLH-100CL：製品No.SPC-0597CL）での組み合わせにおいては、白インクが濃すぎると混合し難く（一層印刷時における印刷表面と裏面の色差平均値が大きくなり、見る方向により見え方が大きく変わるという問題があり）、薄過ぎるとバックング（下地）の影響を受けやすくなることが判明した。このことから、所定の濃度の白色顔料を含む公知の白インク（商品名UVインクLH-100 W：製品No.SPC-0597W）の場合には、６倍希釈から１１倍希釈のものをを用いることが好ましく、より好ましくは６倍希釈して用いることである。また、２Ｄ印刷用白色インクの場合には、通常、白色顔料が１０～１５％含有されている。そのため、白色インクにおける白色顔料の濃度は、特定の濃度に限られるものではないが、１～２％に薄めたもの、より好ましくは２％程度に薄められた白色インクの使用が好ましいと考えられる。そして、この顔料濃度１～２％の白インク１００％に必要な量のカラーインクを混合して着色することが好ましい。

【００３２】

例えば、本発明者等が本発明の評価試験を行う際に用いた株式会社ミマキエンジニアリング製紫外線硬化型インクの白（商品名UVインクLH-100 W：製品No.SPC-0597W）、シアン（商品名UVインクLH-100 C：製品No.SPC-0597 C）、マゼンタ（商品名UVインクLH-100 M：製品No.SPC-0597M）、イエロー（商品名UVインクLH-100 Y：製品No.SPC-0597Y）及びクリア（UVインクLH-100CL：製品No.SPC-0597CL）については、本発明者等が行った評価試験では、６倍に希釈した白インク１００％にカラー配合濃度５０％のときの色域が広く良好であることが明らかにされた。

【００３３】

このことから、上述のUVインクを用いて内部加飾三次元造形物を得るには、１層当たりのカラー配合濃度５０％をインクリミットに設定し、白インク１００％として吐出させることが好ましいと考えられる。ちなみに、このときの１層当たりのインク厚みは、１色のカラーインク例えばシアンを用いる場合には、彩色用インク５０％と白インク１００％としたときに、トータルインク量は１５０％となり、１８μmのインク厚さとなる。また、２色のカラーインク例えばC、Mを用いる場合には、各々５０％と白インク１００％で、トータルインク量は２００％、インク厚さ２４μmとなり、３色のカラーインク例えばC、M、Yを用いる場合には、各々５０％と白インク１００％で、トータルインク量は２５０％、インク厚さ３０μmとなる。

【００３４】

なお、実際の造形時においては、例えば各層の厚さを一定にするため、トータルインク量を一定にすることが好ましい場合もある。そのような場合には、例えば、彩色用インク及び白インクの量について、上記の比率を維持した上で、トータルインク量が予め設定された一定になるように適宜調整することが好ましい。このように構成すれば、例えば、形成する各層の膜厚を一定に制御することができる。

【００３５】

また、上述の実施形態では、造形用材料として紫外線硬化型インクを用いるようにして

いるが、これに特に限られるものではなく、場合によっては紫外線以外の光（例えば可視光）や電子ビーム（EB）などの照射により硬化する硬化性インクや熱硬化性インクを利用することも可能であるが、その場合には、紫外線照射部が不必要となる反面、ステージ上に付着したインクを硬化させるためのエネルギー線照射装置などが必要となる。また、ホットメルト樹脂を用いる場合にはノズルに溶融状態の樹脂を供給するために加熱装置を必要とすることは言うまでもない。

【0036】

図9に三次元造形装置の一例を概略図で示す。この三次元造形装置は、コンピュータ1と駆動制御部2とXY方向駆動部3とZ方向駆動部8とノズルヘッド4とタンク部6と紫外線照射部5とステージ7とを備えてなる。

10

【0037】

コンピュータ1は三次元形状の造形対象物をデータ化し、それを幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データを作成し、駆動制御部2に対して出力する。同時に、コンピュータ1は、造形対象物を造形する際の積層厚さに関する情報を駆動制御部2に出力する。つまり、モデルデータから鉛直軸方向に積層するインクの一層分の厚みに相当する厚さピッチでスライスされた断面体が切り出され、断面形状および彩色領域のデータが作成される。つまり、モデルデータから切り出されたある断面の層体は、格子状に細分化され、各層の各位置ごとに色情報を持たせた断面データに変換される。尚、造形対象物のデータには一般の三次元CADモデリングソフトウェアで作成されるカラー三次元モデルデータを使用することができる。また、三次元形状入力装置で計測された形状データおよび

20

【0038】

駆動制御部2は、コンピュータ1からの断面データを取得して、その断面データに基づいて、XY方向駆動部3、Z方向駆動部8、紫外線照射部5、ノズルヘッド4及びステージ7の各駆動部に対して駆動指令を与え、それらの動きを制御することによりステージ7上に一層ごとの断面形状を積層させるものである。駆動制御部2では図示していないデータ変換手段で断面データに対して階調変換等のデータ変換が行われ、各吐出ノズルから吐出される液滴サイズに適した層形状や彩色等に関する情報が生成される。そして、データ変換によって生成された層形状、彩色情報に従って駆動制御部2がXY方向駆動部3に駆動指令を与えることによりノズルヘッド4を所定方向に移動させるとともに、その移動に伴って各吐出ノズルからのインクの吐出を適宜に行わせる。ノズルヘッド4は、駆動制御部2からの指令を受けて、紫外線硬化型インクを小滴として吐出することにより、コンピュータ1から与えられた断面データに基づく三次元造形物をステージ7上に造形する。

30

【0039】

ここで、駆動制御部2において所定の階調変換が行われると、断面データに含まれる多値の階調データは、各層の各位置に対応付けられた2値データに変換される。この2値データはノズルヘッド4の各ノズルをON/OFF制御するための情報となる。階調表現としては、各層へ吐出される非常に小さなドットの密度を変えることで、また色はドットの色を組み合わせることで表現される。そこで、予め設定されている濃度分解能にしたがって、各層へ打たれるドット位置が定められるが、例えば、断面データにおいて256階調を有している場合であってその階調を低下させずにON/OFF制御のための2値データに変換する場合、一定領域内には256個の吐出領域が定められる。

40

【0040】

ところで、隣接する複数の一定領域において同一の階調を表示しようとする場合、吐出パターンが同一であるとそのパターンの規則的配置によって造形対象物にはない模様が三次元造形物10の表面に現れる場合がある。このような事態を回避するために同一の階調を表示する場合であっても各層におけるドット位置を変化させることが好ましい。この場合には駆動制御部2が吐出パターン決定手段として機能し、各吐出ノズルからの吐出パターンを変化させて造形対象物にはない模様が三次元造形物上に現れることを回避することができる。

50

【 0 0 4 1 】

X Y 方向駆動部 3 はノズルヘッド 4 を水平面内で直交する X 軸および Y 軸の 2 軸によって規定される平面内で移動させるべく設けられた駆動手段であり、駆動制御部 2 からの駆動指令に基づいてノズルヘッド 4 をその平面における駆動範囲内で任意の位置に移動させることができる。ノズルヘッド 4 のステージ 7 に対する動きは相対的な移動であっても良く、ノズルヘッド 4 を固定してステージ 7 側を X Y 平面内で水平移動させるようにしても良い。

【 0 0 4 2 】

Z 方向駆動部 8 は、ステージ 7 を鉛直軸 (Z 軸) 方向に移動させる駆動手段を備え、駆動制御部 2 からの駆動指令に基づいて、ステージ 7 上に三次元造形物の一層分の造形または数層分の造形が行われるごとに、ステージ 7 を下降させるものである。このステージ 7 の動きにより、ステージ 7 上に積層生成される三次元造形物 1 0 とノズルヘッド 4 とが接触することなく一定の間隔を保つようにすることができる。ステージ 7 の昇降移動は相対的な動きであれば良く、場合によってはステージ 7 を固定してノズルヘッド側を昇降させるようにしても良い。

【 0 0 4 3 】

ノズルヘッド 4 は X Y 方向駆動部 3 に搭載されて X Y 平面内で移動自在に設けられている。このノズルヘッド 4 には、タンク部 6 から供給される加飾用材料並びに造形用材料としての各 UV 硬化型インクを吐出する複数のノズルが備えられており、各ノズルが駆動制御部 2 によって個別に制御されることによって、紫外線硬化型インクを微小な液滴として計算されたステージ 7 上の位置あるいはその上に造形中の三次元造形物の上の位置に噴射させる。

【 0 0 4 4 】

したがって、以上のように構成された装置によれば、三次元造形物の彩色部分についてインクの吐出を行う際には造形対象物から導かれた彩色情報並びに階調表現に基づいて調整されたインク濃度の Y , M , C , CL のいずれか 1 つ以上のインクと、白色顔料の含有量が一定となるよう量の白色インクとが吐出されることにより、三次元造形物が造形されると同時に所望の加飾が施される。

【 0 0 4 5 】

なお、各層における白色顔料の濃度については、例えば、クリアインク (CL) と白インクとの使用量の比率を変えることで適宜調整することができる。また、この場合、白色顔料の濃度を変化させることにより、例えば、色が飽和するまでの深さを様々に変化させることができる。

【 0 0 4 6 】

以下に、例えば図 9 に示す装置を用いて、図 2 に示す円柱形状の三次元造形物 1 0 を得る場合を例に挙げて内部加飾三次元造形物の造形方法を説明する。

【 0 0 4 7 】

まず、一層目の断面形状、即ち、最初の層体を吐出造形するために適した位置にステージ 7 を上昇させる。これにより、ステージ 7 とノズルヘッド 4 との位置関係は所定の位置関係となり、ノズルヘッド 4 の各吐出ノズルから吐出されるインクはステージ 7 上の適切な位置に付着させられる。

【 0 0 4 8 】

ステージ 7 の移動が終了すると、コンピュータ 1 からの断面データに基づいて駆動制御部 2 で生成された各吐出ノズルから吐出される液滴サイズに適した層形状や彩色等に関する情報に従って X Y 方向駆動部 3 を駆動させてノズルヘッド 4 を所定方向に移動させるとともに、各吐出ノズルからのインクの吐出を適宜に行わせる。加飾用インク 1 3 と白色インク 1 5 とは円形物を形成するようにステージ 7 の決められたドット位置に吐出される。

【 0 0 4 9 】

ステージ 7 上に吐出された加飾用インク 1 3 と白色インク 1 5 とは対応するエネルギーを得て瞬時に硬化される。例えば、UV 硬化型インクを用いる場合には、ヘッドの主走査

10

20

30

40

50

方向の両端に設置されたUVランプ5からの紫外線を受けて瞬時に固まる。また、図示していないが、EB硬化型インクを用いる場合には、ヘッドの主走査方向の両端に設置されたEB照射装置からの電子線（エレクトロビーム）を受けて瞬時に固まる。あるいは、熱硬化型インクを用いる場合には、自然放熱又はステージの内部側に設けられた図示しない冷却手段によって冷却されて熔融状態から固体に変化して硬化する。

【0050】

このようにして1主走査が完了すると、ヘッドの主走査幅と三次元造形物の幅との関係によっては、必要に応じて副走査方向にヘッドを移動させてから、同じ平面でさらに主走査を繰り返す。これにより、三次元造形物の一層分の断面体である1つの平面・層体の造形が行われる。

10

【0051】

そして、一層分の造形が終了すると、駆動制御部2が一層分の造形が終了したと判断して、ステージ7を造形された一層の高さ寸法分だけ降下させ、次の層の造形時においてノズルヘッド4とステージ7上に積層されていく造形物との位置関係を適切な位置関係に修正する。そして、再び先の円形の造形物の上に重ねて加飾用インク13と白色インク15とをインクジェットヘッドから吐出して円形の層を鉛直軸方向（ステージ7の昇降方向）に積み上げる。

【0052】

この層体を三次元造形物の高さに相当する層分だけ、ステージ7を移動させながら積み上げ、所望の形状の三次元造形物を造形する。即ち、上記の動作をモデルデータから切り出された断面体の数の分だけ繰り返すことにより、ステージ7上に一層ごとの層体が順次積層されて、最終的に造形対象物の三次元造形物がステージ7上に造形される。

20

【0053】

しかして、データ変換によって生成された層形状、彩色情報に従って計算された位置に吐出される白インク15と加飾用インク13とで加飾層（彩色だけでなく、図柄などの描画を含めたもの）が積み上げられて、所望の彩色あるいは描画で造形物内部が色分けされた図2（A）に示す三次元造形物10が造形される。

【0054】

なお、上述の形態は本発明の好適な形態の一例ではあるがこれに限定されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。例えば、上述の実施形態では、同じ彩色データで最初から最後まで（即ち表面から内部中心まで）形成して表面の彩色も任意断面における彩色も同じものが得られる例を主に挙げて説明したが、これに限られるものではなく、必要に応じて彩色あるいは描画の内容を部分的に変更するようにしても良い。例えば、皮と中身が異なる彩色あるいは図柄の果物のように、表の彩色・描画と内部の彩色・描画とを異ならせることも可能である。また、彩色あるいは描画の必要のない部分には、白インクあるいは無彩色または無着色のインクを使用しても良い。

30

【0055】

また、上述の実施形態においては、Y、M、C及び必要あればKを含めた4色のプロセスインクあるいは更に他の色を含めた加飾用インク13と白色インク15とを混在させた層を積み重ねて三次元造形物を形成するようにしているが、この構造に特に限られるものではなく、場合によっては一部に白色インク15のみから成る層、あるいは白色以外の着色インクや透明インクで形成する層を設けるようにしても良い。

40

【0056】

また、上述の実施形態では、表面から内部中心まで各層毎に加飾用インク13と白色インク15とを混在させて彩色しているが、これに特に限らず、特に三次元造形物の表面となる少なくとも1層においては層の中に白インク15を存在させないようにしても良い。白インク15とカラーインク13とを一緒に打つ場合に着弾精度（着弾ずれ）が悪い場合には白色が見えることがある。そこで、最表面の少なくとも1層（薄皮）では、白インク15の代わりにクリアインク14を打って、クリアインク14とカラーインク13とを混ぜた表面加飾を行う。この場合、外側の寸法は決まっているので、白インク15を打つ層

50

を少なくとも1層は無くすということである。つまり、最後の層で本来白インク15を打つところにクリアインク14を打つことにより、白色が外観に露出するのを防ぐことができる。

【0057】

また、上記においても説明をしたように、加飾用インク13と白色インク15を用いて造形を行った場合、白色インク15における白色顔料の隠蔽性により、一定の深さ以上には光が到達できずに色が完結（飽和）して変わらなくなる。そのため、三次元造形物の内部（中心部等）について、必ずしも加飾用インク13と白色インク15を用いて造形を行う必要はない。即ち、三次元造形物の視認結果に影響を与えない内部の領域については、任意の色の材料（インク）で形成することも考えられる。

10

【0058】

また、加飾層を何層にも積み重ねて内部加飾三次元造形物を形成するので、その外観に粒状感が表れることもある。より具体的に、例えば、各層においてドットを打ち込む位置について、ディザマトリックスを用いて決定する場合、通常、インク濃度が決まると、各層におけるマトリックスのマス目に打ち込まれるドット位置はディザマトリックスで予め決まることになる。また、その結果、複数の層を積層する場合において、上の層では同じ位置でさらにドットが打たれることとなる。このため、ドット位置が積み重なり粒状感が強まることになる。そこで、各層毎にドットの位置をずらす処理を施すこと、例えばカラードットが重なり合わないよう層間でディザマトリックスを変更することにより、ドットの重なりを少なくして内部造形領域の白との明度差を小さくすることで、粒状感を抑えること等が考えられる。ここで、厚み方向において各層毎にドット位置をずらして打つとは、完全にずらして打つ場合もあれば、僅かにずらして一部が重なるように打つようにしても良い。また、ドット位置をずらす処理についても、全ての層において実施する必要はなく、間引いて行うようにしても効果はある。

20

【0059】

ここで、以下において、各層毎のドット位置をずらす構成について、更に詳しく説明をする。上記のように、粒状感を抑えるためには、各層毎のドット位置をずらすことが好ましい。この場合、例えば、加飾層を構成する複数層において、少なくとも、隣接する2層の層体の間で、同一色のカラーインク13のドット位置が重ならないようにすることが好ましい。このように構成すれば、例えば、同一色のカラーインク13のドット位置を適切にずらし、白インク15に対して生じる明度差を適切に抑えることができる。また、これにより、例えば、カラーインク13の個別のドットを目立たなくして、粒状感等を適切に抑えることができる。

30

【0060】

また、この場合、カラーインク13のドット位置が重ならないように制御する具体的な方法としては、例えば、ドット位置を選択するマスク（ディザマスク）について、層毎に移動させる方法等が考えられる。この場合、より具体的に、例えば、マスクを平行移動させる方法や、マスクを回転させる方法等が考えられる。マスクを平行移動させる方法とは、例えば、層毎にマスクの位置を移動させることでドット位置をずらす方法のことである。また、マスクの位置を移動させるとは、例えば、マスクを適用する原点を移動させることであってよい。この場合、移動方向については、X方向のみ、Y方向のみ、又はXY方向同時のいずれでもよく、また、これらを混合した方向であってもよい。また、X方向及びY方向とは、例えば、XY方向駆動部3におけるX軸及びY軸の方向である。移動量については、固定（規則的）にしてもよく、変数（ランダム）にしてもよい。また、マスクを回転させる方法とは、例えば、層毎にマスクを回転させることによりドット位置をずらす方法のことである。この場合、回転角度については、任意の角度に適宜設定することができる。また、回転量については、固定（規則的）にしてもよく、変数（ランダム）にしてもよい。

40

【0061】

また、マスクを移動又は回転させる方法ではなく、使用するマスクの種類（マスク種）

50

を層毎に変更する方法（可変マスク）で、ドット位置をずらすことも考えられる。この場合、複数のマスク（ディザマトリックス）を予め用意し、層毎に使用するマスクを異ならせることが考えられる。また、例えば、2次元平面のマトリックスで作成されたマスクではなく、3次元で作成された3次元マスク（3次元ディザマスク等）を使用する方法等も考えられる。また、例えば誤差拡散法を用いる場合には、層毎に誤差拡散の重み（変数）を可変にし、重みを変更することでドット位置をずらす方法（例えば、誤差拡散のランダム化）等も考えられる。この場合、重みの変更の仕方は、規則的にしてもよく、ランダムにしてもよい。また、3次元で誤差拡散を行うことでドット位置をずらす方法（3次元誤差拡散）等も考えられる。

【0062】

なお、加飾用材料として顔料の濃度を低くした薄いインク（ライトインクとも呼ばれる）を用意して、ドット数を増やすことにより所望の濃さの色を再現しようとする場合には、上述の各層毎でのドット位置を層方向に重ならないようにずらす処理を敢えて施さなくとも粒状感は抑制される。さらには、白との明度差が少ない色、例えばイエローなどのような色では、粒状感が抑えられるため、これらの色では層毎にずらす処理は必要なくなる場合もある。即ち、白色材料と加飾用材料との明度の差が少ない場合には粒状感が軽減される。

【0063】

また、本実施形態においては、紫外線硬化型インクを用いているが、これに特に限られるものではなく、ノズルから吐出されると瞬時に固まるインクあるいは着色された樹脂であれば使用可能であり、例えば熱可塑性インクや光硬化性インク、熱硬化性インクを利用することも可能である。その場合には、紫外線照射部に代えて溶融部や、インクを硬化させるためのエネルギー線照射装置が必要となる。

【0064】

また、上述の実施形態では色違いのUV硬化型インクを用いることで三次元造形物の造形と内部加飾とを同時に進行させる例を挙げて主に説明したが、場合によっては造形材料として硬化物性の異なる材料・インクを組み合わせることで質感（材料特性）を部分的にあるいは全体的に変化させることも可能である。

【0065】

また、本実施形態に対しては、上記において説明をした以外にも、様々な変更を更に行うことが考えられる。例えば、三次元造形物の最外周部（加飾層の外側）について、クリア材14で形成した透明層を形成すること等も考えられる。このように構成すれば、例えば、三次元造形物の外側をクリア層で覆うことにより、三次元造形物をより適切に保護できる。

【実施例1】

【0066】

株式会社ミマキエンジニアリング製UV（紫外線）硬化型インクの白（商品名UVインクLH-100 W：製品No.SPC-0597W）、シアン（商品名UVインクLH-100 C：製品No.SPC-0597 C）、マゼンタ（商品名UVインクLH-100 M：製品No.SPC-0597M）、イエロー（商品名UVインクLH-100 Y：製品No.SPC-0597Y）及びクリア（UVインクLH-100CL：製品No.SPC-0597CL）を用いて、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、ブルーの6色について白インクとカラーインクの混合性評価を行った。

【0067】

評価試験は、株式会社ミマキエンジニアリング製インクジェットプリンタUJF-3042HGで白インク100%とカラーインク10～100%を同時に吐出して一層印刷をした際の1層色味を評価した。尚、この評価試験においては、ヘッドの配列上、白インクが先に吐出された。また、白インクは、市販品・UVインクLH-100 Wそのままの状態（希釈しない白インク）と、クリアインクで6倍希釈したもの（6倍希釈品）と、11倍希釈したもの（11倍希釈品）とを使用して、評価を行った。ここで、6倍希釈は、白インク1に対してクリアインク5、11倍希釈は白インク1に対してクリアインク10を混ぜたものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

この結果、印刷表面と裏面の色差平均値は、白インク（商品名UVインクLH-100 W：製品No.SPC-0597W）を希釈せずに用いた場合、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、及びブルーの各色について、4.03、3.72、7.07、4.32、7.75、及び4.47になった。即ち、この場合、最大7の色差が出たことになる。

【 0 0 6 9 】

一方、白インクを6倍に希釈した白インク6倍希釈品を用いた場合、印刷表面と裏面の色差平均値は、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、及びブルーの各色について、1.04、0.93、1.13、1.43、1.74、及び1.57になった。また、白インクを11倍に希釈した白インク11倍希釈品を用いた場合、印刷表面と裏面の色差平均値は、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、及びブルーの各色について、1.05、0.87、0.89、1.34、1.47、及び0.92になった。即ち、白インク6倍希釈品の場合には、0.93～1.74の色差に収まり、白インク11倍希釈品の場合には、0.89～1.47の色差に収まった。このことから、白インクはその濃度が薄い程、印刷表面と裏面の色差が無くなることが判明した。

【 0 0 7 0 】

他方、白・黒バックングでの色差平均値は、希釈しない白インク（商品名UVインクLH-100 W：製品No.SPC-0597W）の場合には、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、及びブルーの各色について、4.69、8.56、13.43、9.78、4.77、1.47になった。即ち、この場合、色差平均値は、1.42～13.43になった。

【 0 0 7 1 】

また、白・黒バックングでの色差平均値は、白インク6倍希釈品を用いた場合、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、及びブルーの各色について、22.46、27.34、40.21、32.67、28.56、13.19になった。また、白インク11倍希釈品を用いた場合、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、及びブルーの各色について、34.80、36.83、52.73、43.94、43.05、22.18になった。即ち、白・黒バックングでの色差平均値は、白インク6倍希釈品の場合には、13.19～40.21になり、白インク11倍希釈品の場合には、22.18～52.73になった。

【 0 0 7 2 】

このことから、白インクはその濃度が薄い程、白・黒バックングでの色差平均値が高くなることが判明した。つまり、白インクが濃すぎると混合し難く、薄すぎるとバックング（下地）の影響を受けやすくなることが判明した。そして、白インクは、上記の白インク（商品名UVインクLH-100 W：製品No.SPC-0597W）の場合には、6倍希釈して用いることが好ましいことが判明した。即ち、白インクは薄い程良いが、薄すぎるとカラーと白とが重なったものが下地の影響を受け易くなるので、ある程度の濃さは必要であるということが判明した。

【 0 0 7 3 】

そこで、株式会社ミマキエンジニアリング製UV硬化型白インク、商品名UVインクLH-100 W（製品No.SPC-0597W）の白インクを6倍希釈したものを使って、発色性評価を行った。具体的には、1層当たりのインク印字濃度を白インク100%+カラーインク10～100%で混合させた際の色味を評価した。図4は5層（塗膜厚さ66～120μm）を形成した場合の色域（ガモット）を示す。図5は15層（塗膜厚さ168～360μm）を形成した場合の色域（ガモット）を示す。この結果から、5層の場合と15層の場合とで色域に大きな差がなく、5層で色は完結していると判断できる。また、発色性に塗膜厚さの影響を受けずに配合比率によって一定の色再現ができていたことが判明した。また、カラー配合濃度50%でガモットの拡大は飽和していた。

【 0 0 7 4 】

さらに、白インク6倍希釈品での階調性評価を、インクジェットプリンタで形成した30層（塗膜厚さ378～540μm）の膜に対して行った。評価は、1層当たりのインク

印字濃度を白１００％＋カラーインク５～５０％で混合させた際の色味を評価（インクリミットを５０％に設定した状態）した。評価結果を図６及び図７に示す。図６に示すように、１層当たり白１００％＋カラー５０％、３０層トータルで白３０００％＋カラー１５００％の場合に最大のガモットの広さを示し、１層当たり白１００％＋カラー５％、３０層トータルで白３０００％＋カラー１５０％の場合に最小のガモットの広さを示した。この間で階調変化を付けられることが判明した。また、図７に示すように、シアン、マゼンタ、イエロー、黒（ＢＫ）についての印刷濃度と反射濃度との関係を示す。これにおいてもある程度リニアな関係を示した。このことから、連続的な階調表現はできており、配合比率を極端にすれば、はっきりとした階調表現が可能と考えられる。

【００７５】

10

また、図８に示す、２Ｄカラー印刷と本実施例の内部着色方式との色再現性比較においても、本実施例の内部加飾における色再現性の可能性が裏付けられた。２Ｄカラー印刷におけるガモット面積比率を１００％としたときに、本実施例における内部加飾三次元造形物のそれは３６．３％を呈し、色域はあまり広いとは言えないが、色再現性の可能性があることを示唆している。また、色見本となる米Pantone社のカラー印刷用インクを基準にして算出した色再現性の再現率は、２Ｄカラー印刷時の９３．２％に対し６５．０％であることが示された。

【００７６】

以上の評価から、本発明にかかる内部加飾三次元造形物によれば、塗膜厚さの影響を受けずに加飾用材料の配合比率によって一定の色再現ができること、並びに三次元造形物の表面のみならず内部全域までもフルカラーで加飾することの可能性が示された。つまり、本発明にかかる内部加飾三次元造形物によれば、どこから見ても目的の色に見え、どの断面においても彩色あるいは描画された内部加飾が実現できる。

20

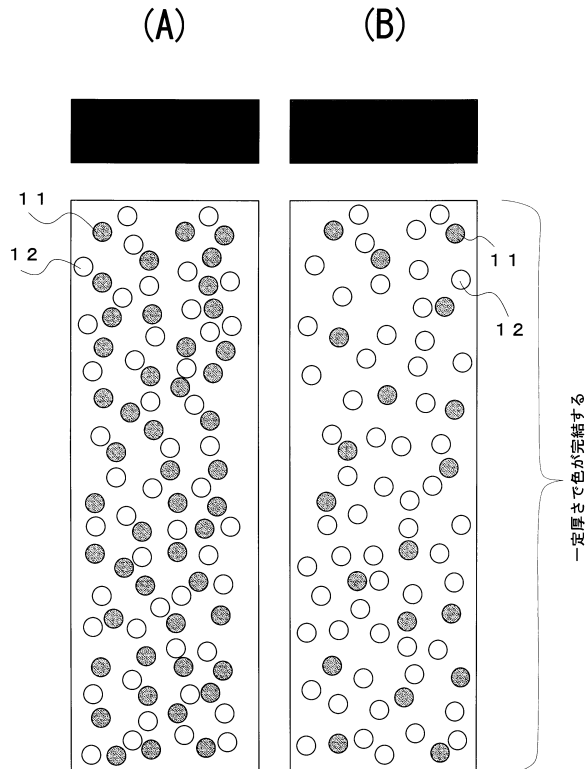
【符号の説明】

【００７７】

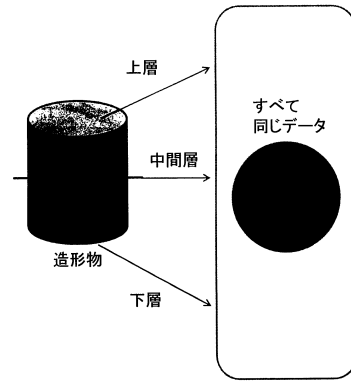
- １０ 三次元造形物
- １１ 加飾用顔料
- １２ 白色顔料
- １３ 加飾用材料（Ｙ，Ｍ，Ｃあるいは必要に応じてＫのいずれかのＵＶ硬化型インク）
- １４ クリア材（ＵＶ硬化型クリアインク）
- １５ 白色材料（白色（Ｗ）のＵＶ硬化型インク）

30

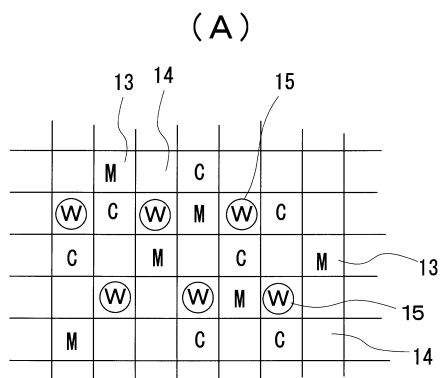
【図 1】



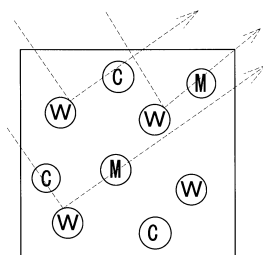
【図 2】



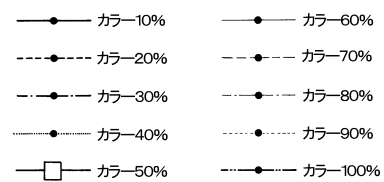
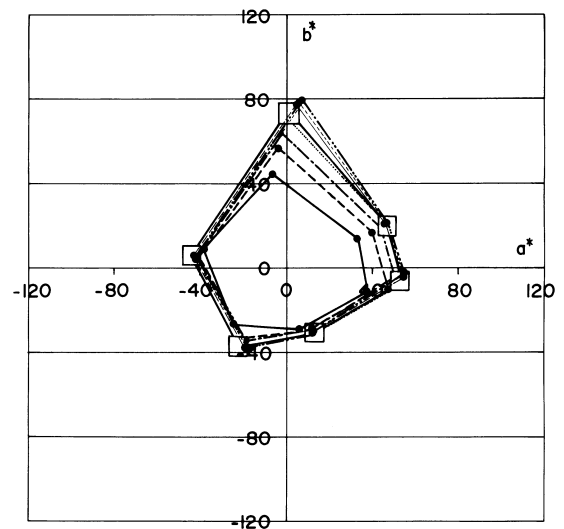
【図 3】



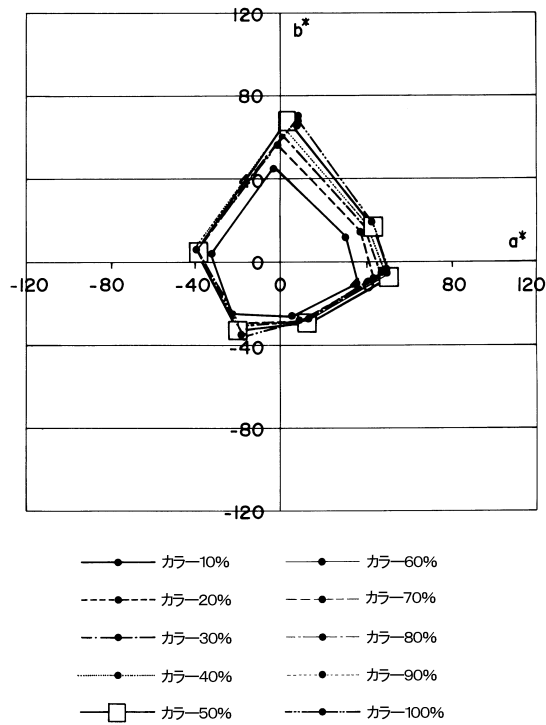
(B)



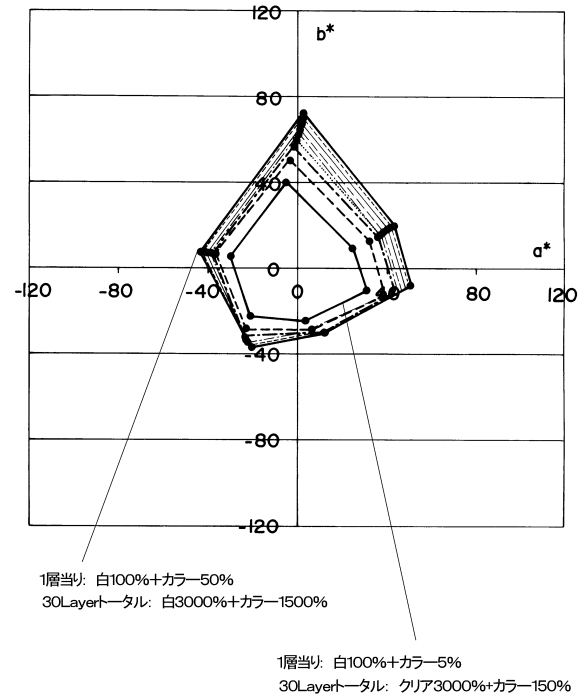
【図 4】



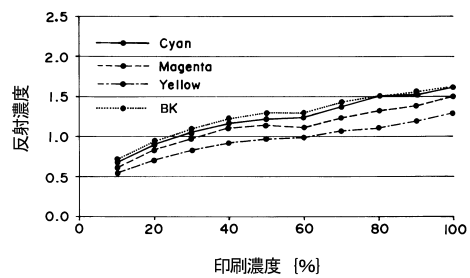
【図 5】



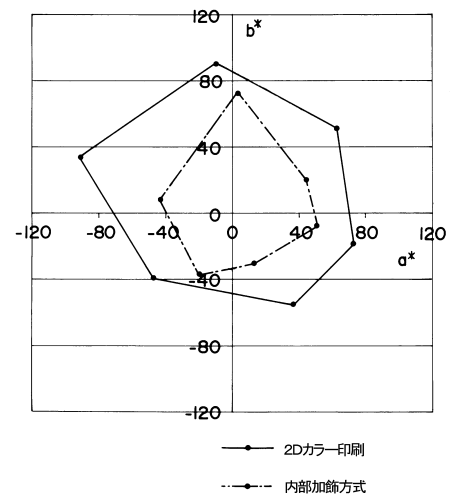
【図 6】



【図 7】



【図 8】



The diagram illustrates a measurement system for a mechanical component. A horizontal beam (3) is supported by a vertical stand (8) with a base (7). A component (10) is mounted on the beam. A sensor or probe (6) is positioned to measure the component (10). The sensor (6) is connected to a control unit (2) via a cable. The control unit (2) is also connected to a data acquisition system (1) via a cable. The sensor (6) is labeled with 'w/v/m/g/l' and 'w/v/m/g/l' on its sides. The control unit (2) is labeled with 'w/v/m/g/l' on its side. The data acquisition system (1) is labeled with 'w/v/m/g/l' on its side. The vertical stand (8) is labeled with 'w/v/m/g/l' on its side. The base (7) is labeled with 'w/v/m/g/l' on its side. The component (10) is labeled with 'w/v/m/g/l' on its side.

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 2 4 6 5 1 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 0 8 8 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 8 0 3 5 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 5 / 0 7 3 3 0 1 (W O , A 1)
特開 2 0 1 4 - 1 3 6 3 1 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0

B 3 3 Y 1 0 / 0 0、3 0 / 0 0