

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年12月1日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/190341 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 67/00 (2006.01) B33Y 30/00 (2015.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065415
- (22) 国際出願日: 2016年5月25日(25.05.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-105461 2015年5月25日(25.05.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社ミマキエンジニアリング(MI-MAKI ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3890512 長野県東御市滋野乙2182-3 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 大川 将勝(OKAWA, Masakatsu); 〒3890512 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 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人上野特許事務所(WENO & PARTNERS); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄三

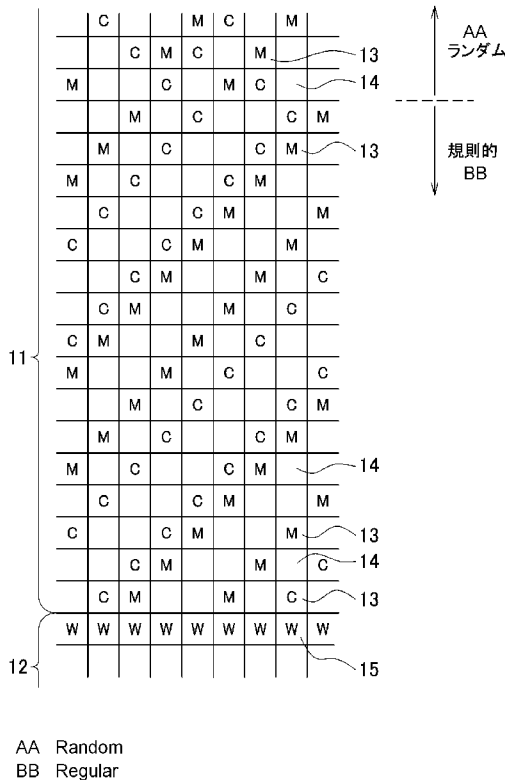
丁目21番23号ケイエスイセヤビル8階 Ai-chi (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL MOLDED OBJECT PRODUCTION METHOD AND MOLDING DEVICE

(54) 発明の名称: 三次元造形物の製造方法及び造形装置



(57) Abstract: In order to increase the thickness of a decorative surface layer without markedly losing color shade or gradation expression, this production method for three-dimensional molded objects uses a white material 15, at least one colored material 13 other than white, and a clear material. The at least one colored material 13 and the clear material 14 are used and a decorative surface layer 11 comprising a plurality of layers having layered therein a plurality of laminates is formed; at least one laminate is formed using the white material 15, in an area on the decorative surface layer 11 side in an internal molded area 12 constituting at least the lowermost layer of the decorative surface layer 11 or the interior of the three-dimensional molded object; each of the plurality of layers constituting the decorative surface layer 11 is formed using the same color; and, by laminating the plurality of layers, the depth of color visible when the three-dimensional molded object is observed is adjusted so as to be deeper than the depth of color in each layer included in the plurality of layers.

(57) 要約: 色の濃淡や階調表現を著しく損なうことなく表面加飾層を厚くする。三次元造形物の製造方法であって、白色材料15と、白色以外の1または2以上の彩色材料13と、クリア材14とを用い、1または2以上の彩色材料13と、クリア材14とを用いて、複数の層体を重ねた複数層で構成される表面加飾層11を形成すると共に、少なくとも表面加飾層11の最下層あるいは三次元造形物の内部を構成する内部造形領域12における表面加飾層11側の領域に、白色材料15で少なくとも一の層体を形成し、かつ、表面加飾層11を構成する複数層のそれぞれを、同じ色で形成し、かつ、複数層を積層することにより、三次元造形物を観察した場合に視認される色の濃度について、複数層に含まれる各層における色の濃度よりも濃くなるように調整する。

WO 2016/190341 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 三次元造形物の製造方法及び造形装置

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。更に詳述すると、本発明は、多重層から成る厚膜の表面加飾を備える表面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、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。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。しかしながら、従来の三次元造形物は、単一樹脂材料で形成されるため単一の着色状態でしかない。また、複数色の材料（インク等）を用いて造形を行う構成も知られているが、その場合も、通常、表現可能な色数は限定的になる。

[0003] そのため、三次元造形物に彩色が必要な場合にはその後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。即ち、複数の色を有する三次元造形物を作成する場合や任意の混合色からなる三次元造形物を作成する場合、従来の手法によると短時間にかつ低コストで最終的な三次元造形物の生成を行うことができず、造形後に人手に頼らざるを得ないという問題が伴うものである。

[0004] そこで、三次元造形物の表面の層では彩色用の材料を吐出すると共に、内部領域では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、造形用の樹脂として白色

(W) のインクを使用するようにしている。白色のインクは、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インクを用いる場合には、これが通常の 2 D 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。また、この場合、彩色用の材料 (インク) は、通常、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

[0005] 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

[0006] しかしながら、表面の 1 層に加飾するだけなので、1 層で色が完結する紙などの二次元 (2 D) 印刷媒体に行う 2 D (二次元) 印刷と同様に、ガモット (色域) 面積を広くとれる彩色・着色はできるが、見る角度によっては中が透けたり、表面が着色されている部分が欠けた場合等に三次元造形物の内部の白色部分が露出する場合がある。また、三次元造形物・立体物であるので、あらゆる方向から見られるため、加飾層を複数層にして厚くすることで、見る角度によって色が違って見えること等を防ぐことが好ましい場合がある。さらに、三次元造形物は、造形後に表面を磨かれることが多いことから、厚く加飾することが望まれる。

[0007] 他方、二次元 (2 D) の印刷で使用されるインクのように、一層のインクの層で着色が可能なインクを用いる場合、複数のインクの層を積み重ねて加飾層を形成することで加飾層全体の膜厚を厚くすると、インク自体の濃度は決まっています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暗くなり、黒っぽく見えてしまう問題がある。したがって、加飾層を何層にも積み重ねて膜厚を厚くする場合には、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表現ができないという問題を伴う。

[0008] ここで、従来、加飾層の膜厚を調整することで色の濃度を調整する方法等も知られている。この場合、色の薄い処は膜厚を薄く、色の濃い処は膜厚を厚くすることになる。しかし、この場合、均一な膜厚（膜厚一定）にして色の濃淡をつけることは困難である。また、換言すれば、濃さの異なる樹脂材料・インクを予め用意しない限り膜厚を一定にできない問題があるといえる。

[0009] これに対し、本発明は、色の濃淡や階調表現を著しく損なうことなく表面加飾層を厚くすることを可能と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

[0010] かかる目的を達成するため、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、複数の材料を微小な粒にして噴射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、前記複数の材料として、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以上の彩色材料と、クリア材とを用い、1または2以上の前記彩色材料と、前記クリア材とを用いて、複数の前記層体を重ねた複数層で構成される表面加飾層を形成すると共に、少なくとも前記表面加飾層の最下層あるいは前記三次元造形物の内部を構成する内部造形領域における前記表面加飾層側の領域に、前記白色材料で少なくとも一の前記層体を形成し、かつ、前記表面加飾層を構成する前記複数層のそれぞれを、同じ色で形成し、かつ、前記複数層を積層することにより、前記三次元造形物を観察した場合に視認される前記色の濃度について、前記複数層に含まれる各層における前記色の濃度よりも濃くなるように調整することを特徴とする。

[0011] 複数の材料、即ち白色材料、彩色材料及びクリア材は、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、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、着弾す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。

- [0012] 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、前記表面加飾層を構成する前記複数層のそれぞれは、予め設定された所望の濃度を均等に分割した濃度で前記色が着色された層であることを特徴とする。
- [0013] 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、前記白色材料で形成される前記少なくとも一の前記層体を、前記表面加飾層の最下層あるいは前記内部造形領域において前記表面加飾層と隣接する領域に形成することを特徴とする。
- [0014] また、請求項 4 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、前記ノズルから吐出される一の液滴が固まることにより形成される前記彩色材料の一のドットの平均直径と、前記複数層の積層により形成される前記表面加飾層の厚さとを比較した場合、前記表面加飾層の厚さは、前記ドットの平均直径よりも大きいことを特徴とする。
- [0015] また、請求項 5 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、前記複数層の積層により形成される前記表面加飾層の厚さは、50 μm 以上であることを特徴とする。表面加飾層の厚さは、好ましくは 80 μm 以上、より好ましくは、100 μm 以上である。表面加飾層の厚さは、100~500 μm であってよい。また、80~200 μm 、好ましくは 100~150 μm であってよい。
- [0016] また、請求項 6 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、前記表面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層の前記層体の中で、同一色の前記彩色材料のドット位置が重ならないようにする。この場合、連続して積層される所定数（例えば、3以上の所定の整数）の複数層の中で、同一色の前記彩色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。

[0017] 彩色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、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、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、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、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（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。

[0018] また、請求項7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、前記複数の材料は、紫外線硬化型インクであることを特徴とする。

[0019] また、請求項8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、複数の材料を微小な粒にして噴射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、前記複数の材料として、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以上の彩色材料と、クリア材とを用い、1または2以上の前記彩色材料と、クリア材とを用いて、複数の前記層体を重ねた複数層で構成される表面加飾層を形成すると共に、少なくとも前記表面加飾層の最下層あるいは前記三次元造形物の内部を構成する内部造形領域における前記表面加飾層側の領域に、前記白色材料で少なくとも一の前記層体を形成し、かつ、前記表面加飾層を構成する前記複数層のそれぞれを、同じ色で形成し、かつ、前記複数層を積層することにより、前記三次元造形物を観察した場合に視認される前記色の濃度について、前記複数層に含まれる各層における前記色の濃度よりも濃くなるように調整するこ

とを特徴とする。

発明の効果

- [0020] 請求項 1 記載の三次元造形物の製造方法によれば、表面加飾層の内側に白色材料の層を形成すると共に表面加飾層を彩色材料とクリア材とで形成し、複数層で構成される表面加飾層により所望の濃度の色を表現することができる。また、この場合、彩色材料の各層あたりの吐出量を減らしながらその分をクリア材で補うことで膜厚を増やすことにより、表面加飾層を厚くした場合にも、色が暗くなること等を防ぎつつ、所望の濃度での色を適切に表現することが可能になる。即ち、このように構成すれば、表面加飾層を多層化して厚くしても発色性が良く良好な階調表現ができ、膜厚一定にして色の濃淡や階調表現を作り出すことができる。
- [0021] また、クリア材と彩色材料とを用いて表面加飾層の各層を形成することで、各層の色を薄くしながら何層も積み重ねることで厚くして所望の濃さの色を再現するので、層方向・奥行き方向に彩色のためのドットを分散させることができる。そのため、この場合、各層において彩色材料が含まれている部分の面積比率を高め、同一色の彩色材料を同じ位置に重ねる場合と比べ、視認されるドット自体の色の濃度を下げることができる。また、これにより、粒状感を抑えることができる。また、従来の方法で着色を行った場合、三次元造形物が水の中に入っているように見え、着色の解像度が低下したように感じられる場合もあった。これに対し、上記のように構成すれば、このような感覚が生じること等も適切に防ぐことができる。
- [0022] また、請求項 2 記載の三次元造形物の製造方法によれば、表面加飾層の各層の色の濃度を容易かつ適切に設定できる。また、これにより、厚い表面加飾層を用いた着色をより適切に行うことができる。
- [0023] また、請求項 3 記載の三次元造形物の製造方法によれば、表面加飾層での色表現の基板として機能する白色材料の層を適切に形成できる。また、これにより、減法混色法による着色をより適切に行うことができる。

- [0024] また、請求項4記載の三次元造形物の製造方法によれば、表面加飾層の厚さを適切かつ十分に大きくすることができる。
- [0025] ここで、表面加飾層の厚さが小さい場合、三次元造形物の表面付近に割れや欠け等が生じることにより、三次元造形物の内部の色が露出するおそれがある。また、表面加飾層の厚さが小さい場合、三次元造形物を磨くことにより表面加飾層の厚さが変化すると、色の濃度が大きく低下したり、色が見えなくなるおそれもある。そのため、表面加飾層については、ある程度以上の厚さを有することが望まれる。これに対し、このように構成した場合、表面加飾層の厚さをドットの平均直径よりも大きくすることにより、表面加飾層の厚さを適切かつ十分に大きくすることができる。
- [0026] また、この場合、表面加飾層の各層については、低い濃度での着色がされている。そのため、表面加飾層の一部に割れや欠けが生じた場合や、磨くことで表面加飾層の厚さがある程度変化したとしても、視認される色への影響を適切に抑えることができる。そのため、このように構成すれば、厚い表面加飾層を用いた着色をより適切に行うことができる。
- [0027] また、この場合、更に、三次元造形物を視認した場合に感じられる印象について、三次元造形物の内部から着色がされているような印象を適切に与えることができる。また、表面加飾層の各層における色の濃度を小さくすることにより、透明感のある着色等を行うこともできる。
- [0028] また、請求項5記載の三次元造形物の製造方法によれば、表面加飾層の厚さを適切かつ十分に大きくすることができる。また、これにより、厚い表面加飾層を用いた着色をより適切に行うことができる。
- [0029] また、請求項6記載の三次元造形物の製造方法によると、表面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彩色材料のドット位置を、ずらすことにより、色表現の基板として機能する白色材料の層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、彩色材料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。
- [0030] また、請求項7記載の三次元造形物の製造方法によれば、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。

[0031] また、請求項 8 記載の三次元造形物の製造方法によれば、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

[0032] [図1]本発明にかかる三次元造形物の表面加飾層と内部造形領域との各層を構成する複数の材料の配列状態の一例を示す説明図である。

[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)は各セクションにおける横断面図であり、(B-1)上面の表面加飾層のみの横断面図、(B-2)表面加飾層と内部造形領域との横断面図、(B-3)底面の表面加飾層のみの横断面図である。

[図3]塗膜厚さ $350\mu\text{m}$ (30層)時の発色性評価結果(1層当たりのインク印字濃度をクリア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4]塗膜厚さ $350\mu\text{m}$ (30層)時の発色性評価結果(1層当たりのインク印字濃度をクリア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、カラー配合濃度と反射濃度との関係を示すグラフである。

[図5]塗膜厚さ $350\mu\text{m}$ (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クリア100%+カラーインク0.4~4%で混合させた際の色味を評価(インクリミットを4%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6]塗膜厚さ $350\mu\text{m}$ (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クリア100%+カラーインク0.4~4%で混合させた際の色味を評価(インクリミットを4%に設定した状態))を示す、印刷濃度と反射濃度との関係を示すグラフである。

[図7]2Dカラー印刷と本発明にかかる表面加飾三次元造形物の表面加飾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8]本発明にかかる表面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

[0033] 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。図1に本発明の一実施形態に係る製造方法で製造される三次元造形物の一例を示す。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複数の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。ノズルから吐出され、着弾すると瞬時に固まる複数の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、表面加飾層11と内部造形領域12とを造形過程において連続的に形成して、表面に色の濃淡や階調を伴う彩色あるいは描画を施した厚い表面加飾層11を備える三次元造形物が得られる。

[0034] 三次元造形物を構成する複数の材料は、ノズルから吐出され、着弾すると瞬時に固まる白色材料15と、白色以外の1または2以上の彩色材料13とを含む。そして、白色材料15で内部造形領域12が形成されると共に、1または2以上の彩色材料13とクリア材（透明材料）14とで表面加飾層11が形成されている。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以上の彩色材料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、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。また、図1において、W、Y、M、C、Kのいずれの記号も記載されていないマス目には、クリア（CL）インクが打たれていることを示している。

[0035] なお、彩色用材料たる表面加飾用インク（あるいは彩色用インクとも呼ぶ）13としては前述のY、M、Cの三原色のインクを使用してこれらを面積配分により混色することにより、表面加飾層11に中間色等の全ての色成分について彩色することが好ましいが、他の色成分例えば、R（赤）、G（緑）

、 B（青）等のインクを使用しても、あるいはこれらを併用しても良い。さらには、より鮮明な黒色を再現するために黒色の（K）インクを使用してもよい。

[0036] このように白色インク 15 を使用して内部造形領域 12 を造形する一方、 Y、 M、 C 及び必要に応じて K の表面加飾用インク 13 の液滴の集合によって表面加飾層 11 が構成されることで、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表面加飾用インク 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。また、基材として機能する内部造形領域 12 の白色を利用すれば色の濃淡を表現するための白色インク 15 は必要ではなく、 Y、 M、 C の三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができると共に Y、 M、 C の 3 色のみでは表現できない明るい色等も表現することが可能になり、色の濃淡や階調を分厚い表面加飾層 11 に対して再現させることができる。しかしながら、このことは表面加飾層 11 における白色インク 15 の使用を特に妨げるものではない。

[0037] 本実施形態の場合、内部造形領域 12 は全体が白色インク 15 で造形されている。他方、表面加飾層 11 は、 1 または 2 以上の彩色用インク 13 とクリアインク 14 とを併用することにより彩色を薄くした層を形成し、この薄い色の層を積み重ねることで色を完結させるようにして、厚みを持たせながら、色が濃くなり過ぎないように形成されている。換言すれば、表面加飾層 11 は、彩色材料 13 とクリア材 14 とで形成され、全層が重ねられたときに、 1 層で加飾層を形成する場合に 1 層で実現するインク濃度になるように、均等に分割された同一濃度の層を複数重ねることにより、彩色材料 13 の各層あたりの吐出量を減らしながらその分をクリア材 14 で補うことで膜厚を増やすようにしている。即ち、彩色材料 13 の各層あたり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 1 層当たりの彩色を薄くし、この薄い色を積み重ねることで膜厚を厚くしても濃くなりすぎない色とすること

により、多層化により表面加飾層 11 を厚くしても色が暗くならず 1 層で表面加飾層を形成する場合と同じ濃さの色にすることを可能としている。これにより、表面加飾層 11 を多層化して厚くしても発色性が良く良好な階調表現ができ、膜厚一定にして色の濃淡や階調表現を作り出すことができる。

[0038] 本実施形態では、表面加飾層 11 の 1 層当たりのインク濃度は、30 層積み重ねたときに、所望の濃さの色として見えるように、各層における色の薄さは決められている。つまり、内部造形領域 12 の周囲に形成される複数層の表面加飾層 11 は、各彩色材料 13 のインク濃度が均等に分割された同一濃度の層が 30 個重ねられることによって、所望の色が得られるようにしている。このため、表面加飾層 11 に厚みをもたせても、表面加飾用インク 13 が濃くなり過ぎない色とすることができる。

[0039] 以上のように、本実施形態においては、彩色材料 13 と、クリア材 14 とを用いて複数層で構成される表面加飾層 11 を形成する場合において、内部造形領域 12 の外側に表面加飾層 11 を形成し、かつ、表面加飾層 11 を構成する複数層のそれぞれを、同じ色で形成している。この場合、内部造形領域 12 の外側に表面加飾層 11 を形成する構成において、白色材料である白色インク 15 で形成される少なくとも一の層体が、表面加飾層 11 の最下層あるいは内部造形領域 12 において表面加飾層 11 に隣接する領域に形成されている。また、本実施例においては、内部造形領域 12 を白色インク 15 で形成することにより、白色材料で形成される層体について、表面加飾層 11 の最下層に隣接して形成している。また、本実施形態においては、更に、薄く着色した複数層を積層することにより、完成した三次元造形物を観察した場合に視認される色の濃度について、表面加飾層 11 の各層における色の濃度よりも濃くなるように調整している。また、これにより、積層後の色の濃度を所望の濃さに調整している。

[0040] そのため、本実施形態によれば、複数層で構成される表面加飾層 11 により、所望の濃度で様々な色を適切に表現することができる。また、この場合、

彩色材料の各層あたりの吐出量を減らしながらその分をクリア材で補うことで膜厚を増やすことで、表面加飾層 11 を厚くした場合にも、色が暗くなること等を防ぎつつ、所望の濃度での色を適切に表現することが可能になる。即ち、このように構成すれば、表面加飾層 11 を多層化して厚くしても発色性が良く良好な階調表現ができ、膜厚一定にして色の濃淡や階調表現を適切に作り出すことができる。

[0041] また、この場合、表面加飾層 11 の厚さについて、50 μm 以上にすることが好ましい。表面加飾層 11 の厚さは、好ましくは 80 μm 以上、より好ましくは、100 μm 以上である。また、表面加飾層 11 の厚さは、100～500 μm であってよい。また、80～200 μm 、好ましくは 100～150 μm であってよい。また、他の観点により、彩色材料 13 の一のドットの平均直径と表面加飾層 11 の厚さとを比べた場合、表面加飾層 11 の厚さについて、ドットの平均直径よりも大きくすることが好ましいともいえる。また、ドットの平均直径は、100 μm 程度（80～150 μm ）である。

[0042] ここで、表面加飾層 11 の厚さが小さい場合、三次元造形物の表面付近に割れや欠け等が生じることにより、三次元造形物の内部の色が露出するおそれがある。また、表面加飾層 11 の厚さが小さい場合、三次元造形物を磨くことにより表面加飾層 11 の厚さが変化すると、色の濃度が大きく低下したり、色が見えなくなるおそれもある。そのため、表面加飾層 11 については、ある程度以上の厚さを有することが望まれる。これに対し、上記のように構成すれば、表面加飾層 11 の厚さを適切かつ十分に大きくすることができる。

[0043] また、本実施形態において、表面加飾層 11 の各層については、低い濃度での着色がされている。そのため、表面加飾層 11 の一部に割れや欠けが生じた場合や、磨くことで表面加飾層 11 の厚さがある程度変化したとしても、視認される色への影響を適切に抑えることができる。そのため、このように構成すれば、厚い表面加飾層 11 を用いた着色をより適切に行うことができ

る。

[0044] また、この場合、更に、三次元造形物を視認した場合に感じられる印象について、三次元造形物の内部から着色がされているような印象を適切に与えることができる。また、表面加飾層 11 の各層における色の濃度を十分に小さくすることにより、透明感のある着色等を行うこともできる。また、この場合、表面加飾層 11 が複数の層を積層した構成であるため、層方向・奥行き方向に彩色のためのドットを分散させることができる。そして、この場合、1 層の中で複数の彩色材料を重ねる場合と比べ、視認されるドット自体の色の濃度を下げることができる。また、これにより、粒状感を適切に抑えることができる。

[0045] また、本実施形態の場合、より具体的には、1 層当たり 12～13 μm 程度のインク厚さの層を 30 層積み重ねることで、おおよそ 350 μm 程度の表面加飾層 11 を得るようにしている。この表面加飾層 11 の厚みは特に 350 μm 程度に限定される理由はなく、必要に応じた厚さ・層数に設定されることは言うまでもない。一般の 2D 印刷における加飾層が 10～50 μm 程度であることから、100～500 μm 程度の厚みが望まれることが想定され、この場合にも彩色の濃淡・階調表現が可能な表面加飾層 11 が形成できるものであることを本明細書では明らかにしている。また、この表面加飾層 11 の層数においても同様で有り、特に 30 層に限定される理由はなく、350 μm の表面加飾層厚さを想定した場合に導かれたものであって、単なる一例に過ぎない。

[0046] 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、カラー配合濃度 4% のときの発色性が最も良いと判断できた。

[0047] したがって、上述のUV (ultraviolet) インクを用いて、1層当たりのカラー配合濃度4%をインクリミットに設定し、クリアインク100%として30層を重ねたときに、表面加飾層を多層化して2D印刷時の加飾層よりも10倍以上の350 μ m程度の厚さにしても、発色性が良く良好な階調表現ができ、膜厚一定にして色の濃淡や階調表現を作り出すことができる。因みに、この場合における1層毎のインク配合量は、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4%とクリアインク100%としたときに、トータルインク量は104%となり、12.48 μ mのインク厚さとなる。また、2色のカラーインクC、Mを用いる場合には、各々4%とクリア100%で、トータルインク量は108%、インク厚さ12.96 μ mとなり、3色のカラーインクC、M、Yを用いる場合には、各々4%とクリア100%で、トータルインク量は112%、インク厚さ13.44 μ mとなる。

[0048] なお、上記の説明では、彩色用インク及びクリアインクの量について、説明の便宜上、クリアインク量を100%として、彩色用インクの量を相対的に示している。また、その結果、トータルインク量は、100%を超えた値になっている。しかし、実際の造形時においては、各層の厚さを一定にするため、彩色用インクの量によらず、トータルインク量を一定にする必要がある。そのため、彩色用インク及びクリアインク量の実際の量については、上記の比率を維持した上で、トータルインク量が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、形成する各層の膜厚を一定に制御することができる。

[0049] また、上記において説明をした構成では、各色の彩色用インクの量を4%としている。しかし、彩色用インクの量は、インクの濃度に応じて、適宜設定することが好ましい。彩色用インクとして淡色のインク（ライトインク）を用いる場合、各色の彩色用インクの量について、20%程度にすること等も考えられる。

[0050] また、上述の実施形態では、30層で350 μ m厚さの表面加飾層11を構

成する場合において、30層積み重ねたときに、所望の濃さの色として見えるように、各層における色の薄さを均等に分割して同一濃度とし、この層を30層重ねる例を挙げて主に説明している。このような構成は、表面加飾層11を構成する複数層のそれぞれについて、予め設定された所望の濃度を均等に分割した濃度で着色を行う場合の例である。この場合、表面加飾層11全体の濃度として予め設定された全体の濃度を層数Nで除した $1/N$ の濃度で各層を着色すること等が考えられる。このように構成すれば、表面加飾層11の各層の色の濃度を容易かつ適切に設定できる。また、これにより、厚い表面加飾層11を用いた着色をより適切に行うことができる。

[0051] しかし、表面加飾層11の各層への着色の仕方は、これに特に限られるものではない。表面加飾層11の全ての層に対して必ずしも着色を行わず、一部の層のみに彩色材料13のドットを形成すること等も考えられる。また、各層の濃度について、均等($1/N$)に設定するのではなく、層毎に異なる濃度で着色を行ってもよい。

[0052] この場合、表面に近くなるほど濃度が薄くなるようなピラミッド型の濃度変化をするように各層を着色する方法等が考えられる。このように構成すれば、三次元造形物の表面付近の色の濃度を薄くすることにより、透明感のある着色を行うこと等ができる。また、表面に近くなるほど濃度が濃くなるような逆ピラミッド型の濃度変化をするように各層を着色する方法等も考えられる。このように構成すれば、三次元造形物の表面付近の色の濃度を濃くすることにより、色彩をより明確にした着色を行うこと等ができる。

[0053] また、上記においては、表面加飾層11の各層について、主に、同じ色での着色を行う場合について、説明をした。この場合、各層の色の濃度を異ならせる場合にも、各色のインクの比率を同一にして、同一色で濃度の異なる着色を行う。しかし、表面加飾層11全体により所望の濃度で所望の色を着色できるのであれば、原理的には、表面加飾層11の各層を必ずしも同一色にする必要はない。そのため、表面加飾層11内での各色のドットの配置について、奥行き方向(厚さ方向)に分散させてもよい。

[0054] また、上述の実施形態では、造形用インク 15 及び表面加飾用インク 13 並びにクリアインク 14 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: electron beam）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。

[0055] 図 8 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 X Y 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。

[0056] 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テクスチャを利用することも可能である。

[0057] 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、X Y 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 X Y 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 10 をステージ 7 上に造形する。

[0058] 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、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。

[0059] 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 の表面加飾層 11 上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 10 上に現れることを回避することができる。

[0060] 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XY平面内で水平移動させるようにしても良い。

[0061] 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10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10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。

[0062] ノズルヘッド4はXY方向駆動部3に搭載されてXY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り、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10の上の位置に噴射させる。

[0063] 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10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に基づいてY、M、C、CLのインクを吐出することにより、さらには内部造形領域12においてはWのインクを吐出することにより、三次元造形物10の造形過程における表面加飾並びに三次元造形物10の造形を連続的に実施できる。

[0064] 以下に、図8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10

を得る場合を例に挙げて表面加飾三次元造形物の造形方法を説明する。

- [0065] 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。
- [0066] 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XY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。そして、表面加飾用インク13とクリアインク14とで円形の層を鉛直軸方向（ステージ7の昇降方向）に30層（350 μ m）積み上げる（図2（B-3）参照）。このとき、各層における色の濃さは、30層重ねたときに所望の濃さの色として見えるように、均等に分割された同一濃度となるように決められる。つまり、1層当たりの色を薄くし、それを30層積み重ねることで色が完結させるようにしている。
- [0067] ステージ7上に吐出された表面加飾用インク13とクリアインク14とは対応するエネルギーを得て瞬時に硬化される。UV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。
- [0068] 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10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10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。
- [0069] 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表面加飾用インク13とクリアインク14とをインクジェットヘッドから吐出して円形の層を形成する。これを30層分繰り返して、表面加飾用インク13とクリアインク14とで成る円形の表面加飾層（底面）11を積み上げる（図2（B-3）参照）。

[0070] 次いで、輪郭となる円環状の表面加飾層11と、中実の円形となる内部造形領域12とをインクジェットプリンタで連続的に形成する（図2（B-2）参照）。この造形は、主走査方向に、まず表面加飾用インク13とクリアインク14とで成る30層の表面加飾層11を円弧状に形成しながら、その内側に白色インク15で成る内部造形領域12を形成し、半円分が打たれた時点で再び表面加飾層11を円弧状に収束させるように形成しながら、その内側に白色インク15で成る内部造形領域12を形成し、円環状の30層の表面加飾層11と円形の内部造形領域12とを1主走査で形成する。つまり、白色インク15で形成された内部造形領域12の表面を30層の表面加飾層11で覆った状態の1つの平面（層体）が造形される。勿論、ヘッドの主走査方向の幅と三次元造形物10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とにより、三次元造形物10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こともある。

[0071] この層体の形成を三次元造形物10の高さに相当する層分だけ、ステージ7を移動させながら繰り返し造形する。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10がステージ7上に造形される。

[0072] そして、再び表面加飾用インク13とクリアインク14とで円形の表面加飾層11を30層（350 μ m）積み上げ（（図2（B-1）参照））、上面の表

面加飾層 11 を形成する。

[0073] しかして、内部造形領域 12 の全表面が 30 層の表面加飾層（彩色だけでなく、図柄などの描画を含めたもの）11 で覆われた図 2（A）に示す三次元造形物 10 が造形される。この三次元造形物 10 によれば、層方向・奥行き方向に彩色のためのドットを分散させることで粒状感を抑えることができる上に、厚い表面加飾層 11 でありながら水の中に存在しているような感覚を減らすことができる。また、表面加飾層 11 が厚く着弾ずれがあっても、内部造形領域の白が見えにくくなるので、加飾層の造形の際に高い精度が求められず製作が容易となる。

[0074] 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。上述の実施形態では、三次元造形物の表面の加飾層を厚くすることを主題としているが、表面加飾層の粒状感が問題となることもある。より具体的に、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。

[0075] また、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、表面加飾層 1 1 を構成する複数層において、少なくとも、隣接する 2 層の層体の中で、同一色の彩色材料 1 3 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、同一色の彩色材料 1 3 のドット位置を適切にずらし、色表現の基板として機能する白色材料 1 5 の層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、彩色材料 1 3 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。

[0076] また、図 1 においては、表面加飾層 1 1 を構成する複数の層について、同一色の彩色材料 1 3 のドット位置を層毎にずらした場合の例を示している。この場合、彩色材料 1 3 のドット位置のずらし方については、規則的に行ってもよく、ランダムに行ってもよい。また、図中に示すように、一部の層について彩色材料 1 3 のドット位置をランダムにずらし、他の層について彩色材料 1 3 のドット位置を規則的にずらすこと等も考えられる。より具体的に、図 1 においては、三次元造形物の表面側の複数の層について彩色材料 1 3 のドット位置をランダムにずらし、より内部の層について彩色材料 1 3 のドット位置を規則的にずらした場合の構成を示している。

[0077] また、彩色材料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、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、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、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、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 X Y 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、X Y 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、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。

[0078] 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）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、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、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（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。

[0079] なお、表面加飾用インク（彩色材料）そのものの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、白色材料と彩色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。

[0080] また、上述の実施形態においては、内部造形領域12の全域を白色インク15で形成し、表面加飾層11をY、M、C及び必要あればKの4色のプロセスインクあるいは更に他の色を加えて多層（例えば30層）に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、少なくとも表面加飾層11の最下層あるいは内部造形領域12の表面加飾層11に隣接した層が白色インク15のみから成る層であれば足り、内部造形領域12を形成する

インクは白色のインクによってのみ形成される場合に限られず、白色以外の着色インクあるいは透明インクで形成するようにしても良い。即ち、複数層重ねて形成した表面加飾層 1 1 と内部造形領域 1 2 との境界に白色層が存在すれば足りる。

[0081] 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 1 0 の最外周部について、クリア材 1 4 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、表面加飾層 1 1 の外側をクリア層で覆うことにより、表面加飾層 1 1 をより適切に保護できる。また、このような構成については、表面加飾層 1 1 における最外周側をクリア材 1 4 のみで形成した構成と考えることもできる。

[0082] また、上記においては、主に、三次元造形物 1 0 の最上部に形成される表面加飾層 1 1 に着目して、表面加飾層 1 1 の特徴等の説明をした。しかし、図 2 (B-2) 等に示したように、本実施形態では、三次元造形物 1 0 の側面部分にも表面加飾層 1 1 が形成される。このような側面部分の表面加飾層 1 1 については、側面に垂直な方向から見た表面加飾層 1 1 の様子が三次元造形物 1 0 の最上部に形成される表面加飾層 1 1 と同一又は同様になるように形成することが考えられる。また、三次元造形物 1 0 の底面部分の表面加飾層 1 1 についても、底面側から見た表面加飾層 1 1 の様子が三次元造形物 1 0 の最上部に形成される表面加飾層 1 1 と同一又は同様になるように形成することが考えられる。このように構成すれば、側面及び底面の表面加飾層 1 1 についても、適切に形成することができる。

実施例 1

[0083] 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、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で図2に例示する三次元構造物を製作し、発色性評価試験を行った。

- [0084] まず、30層で350 μ m程度の加飾層を形成した。塗膜厚さ350 μ m（30層：UJF-3042HG 720 \times 600dpi 3drop ND）時の発色性評価試験を行った。その結果を図3に示す。この試験においては、1層当たりのインク印字濃度をクリア100%+表面加飾用インク1~10%で混合させた際の色味を評価した。この評価結果によると、1層当たりのカラー配合濃度を1%から増やして行くに従って、ガモットが広がり明るくなる傾向にあることが確認された。その反面、カラー配合濃度が4%を超えると、ガモットは再び狭くなり始めて暗くなった。他方、カラー配合濃度4%のときの反射濃度も、図4に示すように、2程度となった。このことから、本実施例におけるUVインクでは、カラー配合濃度4%のときの発色性が最も良いと判断できた。
- [0085] そこで、1層当たりのインク印字濃度をクリア100%+表面加飾用インク0.4%~4%（インクリミットを4%に設定した状態）の範囲で混合させた際の色味を評価した。この場合、図5に示すように、1層当たりクリア100%+彩色用4%（30層の合計：クリア3000%+彩色用120%）におけるガモットが最も広く、徐々にカラー配合量を減らすに従って色域は狭くなって明確に区別できた。そして、1層当たりクリア100%+彩色用0.4%（30層の合計：クリア3000%+彩色用12%）が最も狭くなった。他方、印刷濃度と反射濃度との関係については、図6に示すように、印刷濃度を上げるに従って反射濃度が増大するというリニアな相関が得られた。したがって、塗膜厚さ350 μ m（30層：UJF-3042HG 720 \times 600dpi 3drop ND）時の階調性評価結果は、カラー配合濃度4%でガモットの拡大は頭打ち傾向を示したが、反射濃度はリニアに上昇していることから、概ね階調表現が可能となったことを示唆している。因みに、上記評価試験では、シアン（C）色の表面加飾用インク（商品名UVインクLH-100，製品No.SPC-0597 C）を用いて例を示したが、他の色即ちマゼンタ（M）色の表面加飾用インク（商品名UVインクLH-100，製品No.SPC-0597 M）、イエロー（Y）色の表面加飾用インク（

商品名UVインクLH-100, 製品No. SPC-0597 Y) を用いても同様の結果が得られた。

[0086] このことから、通常は1層で色が完結する濃さの表面加飾用インクを奥行き方向（内部造形領域に向けた層方向）に分割して吐出し、表面加飾用インク（表面加飾用材料）の各層あたりの吐出量を減らしながらその分をクリアインク（クリア材）で補うことで膜厚を増やすことにより、薄い色として積み重ねることで厚みを持たせても濃くなり過ぎない色として再現できること、即ち表面加飾層を厚くしても1層で表面加飾層を形成する場合と同じ濃さの色にすることができ、色が暗くならないことが判明した。

[0087] このことは、図7に示す、2Dカラー印刷と本実施例の表面加飾三次元造形物との色再現性比較においても裏付けられた。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、本実施例における表面加飾三次元造形物のそれは79.1%を呈し、色域の広い色再現性が可能で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85.2%と遜色ないことが示された。

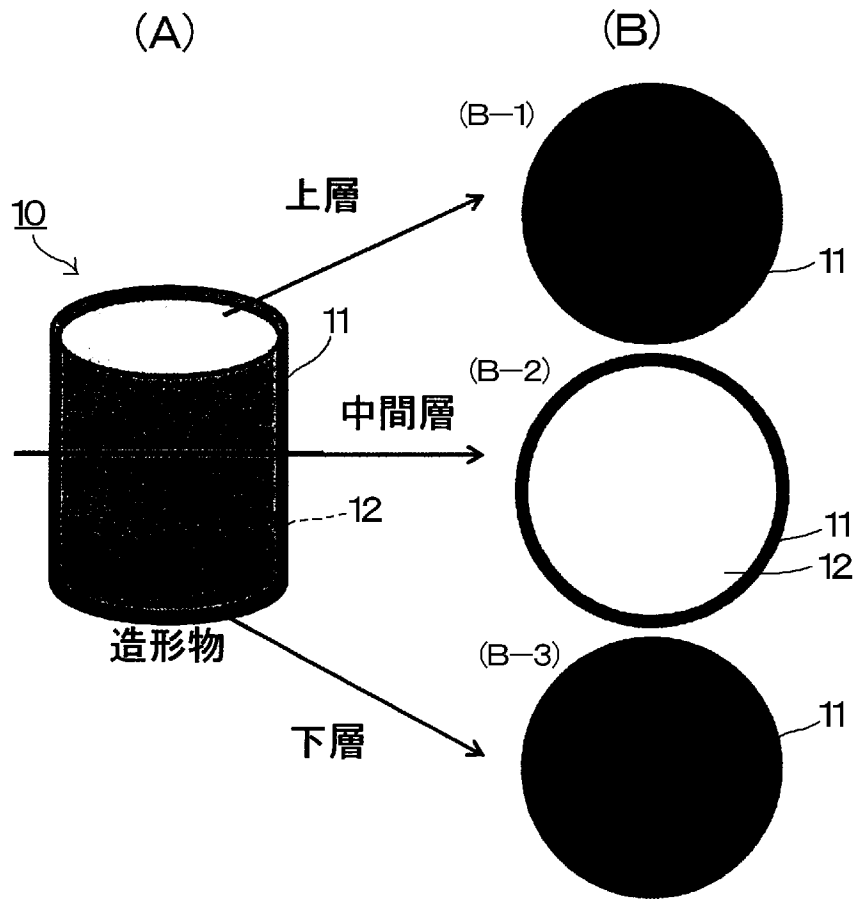
[0088] 以上の評価から、本発明にかかる表面加飾三次元造形物によれば、表面加飾層を多層化して厚くしても発色性が良く良好な階調表現ができ、膜厚一定にして色の濃淡や階調表現を作り出すことが可能であることが明らかとなった。

請求の範囲

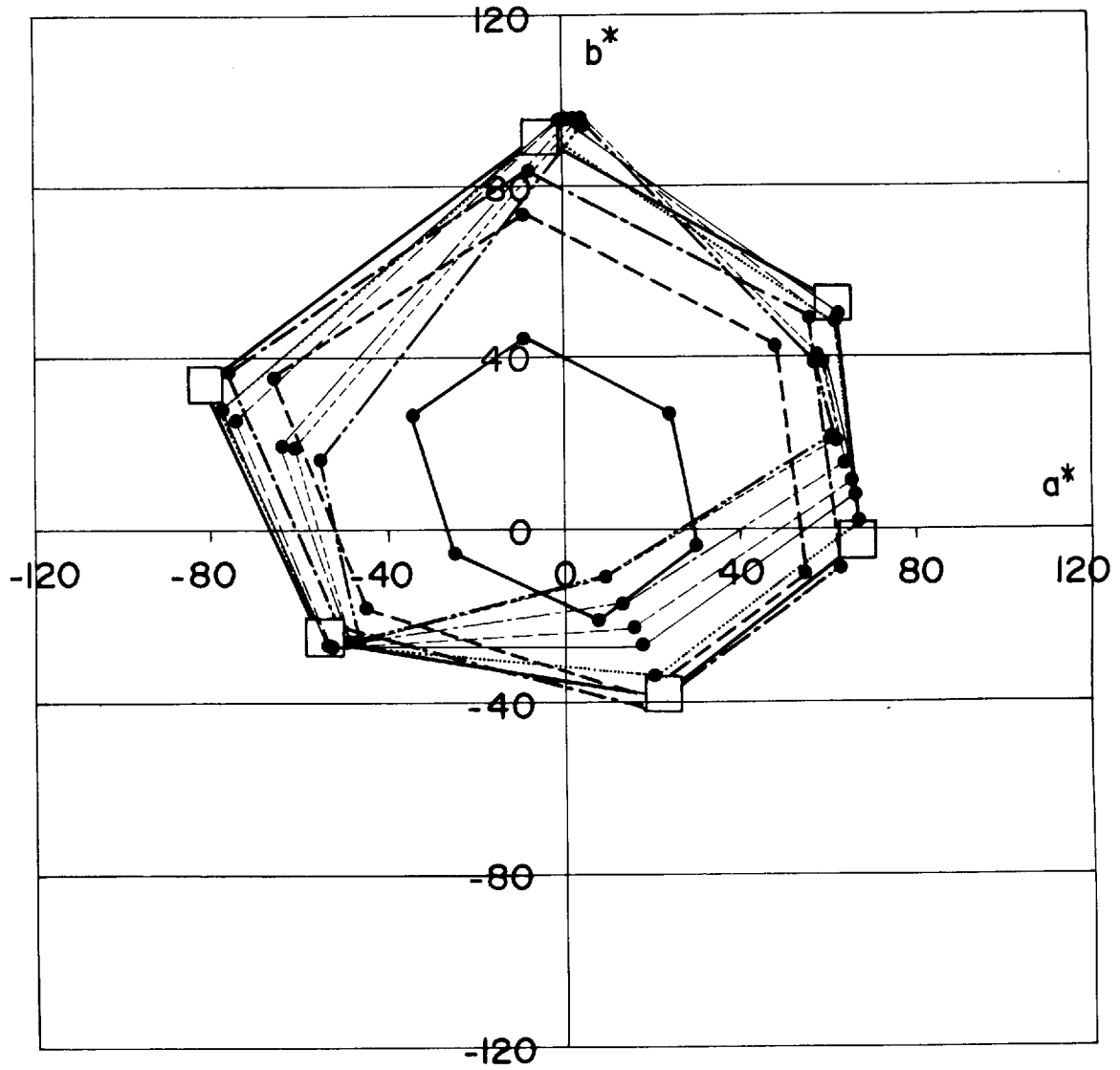
- [請求項1] 造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を、複数の材料を微小な粒にして噴射することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで三次元造形物を造形する三次元造形物の製造方法であって、前記複数の材料として、ノズルから吐出された後に所定の条件に応じて固まる、白色材料と、白色以外の1または2以上の彩色材料と、クリア材とを用い、1または2以上の前記彩色材料と、前記クリア材とを用いて、複数の前記層体を重ねた複数層で構成される表面加飾層を形成すると共に、少なくとも前記表面加飾層の最下層あるいは前記三次元造形物の内部を構成する内部造形領域における前記表面加飾層側の領域に、前記白色材料で少なくとも一の前記層体を形成し、かつ、前記表面加飾層を構成する前記複数層のそれぞれを、同じ色で形成し、かつ、前記複数層を積層することにより、前記三次元造形物を観察した場合に視認される前記色の濃度について、前記複数層に含まれる各層における前記色の濃度よりも濃くなるように調整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] 前記表面加飾層を構成する前記複数層のそれぞれは、予め設定された所望の濃度を均等に分割した濃度で前記色が着色された層であることを特徴とする請求項1に記載の三次元造形物の製造方法。
- [請求項3] 前記白色材料で形成される前記少なくとも一の前記層体を、前記表面加飾層の最下層あるいは前記内部造形領域において前記表面加飾層と隣接する領域に形成す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] 前記ノズルから吐出される一の液滴が固まることにより形成される前記彩色材料の一のドットの平均直径と、前記複数層の積層により形成される前記表面加飾層の厚さとを比較した場合、前記表面加飾層の厚さは、前記ドットの平均直径よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の三次元造形物の製造方法。

- [請求項5] 前記複数層の積層により形成される前記表面加飾層の厚さは、50 μ m以上であることを特徴とする請求項1に記載の三次元造形物の製造方法。
- [請求項6] 前記表面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層の前記層体の中で、同一色の前記彩色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請求項1に記載の三次元造形物の製造方法。
- [請求項7] 前記複数の材料は、紫外線硬化型インクであることを特徴とする請求項1に記載の三次元造形物の製造方法。
- [請求項8] 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、複数の材料を微小な粒にして噴射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、
前記複数の材料として、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以上の彩色材料と、クリア材とを用い、1または2以上の前記彩色材料と、クリア材とを用いて、複数の前記層体を重ねた複数層で構成される表面加飾層を形成すると共に、少なくとも前記表面加飾層の最下層あるいは前記三次元造形物の内部を構成する内部造形領域における前記表面加飾層側の領域に、前記白色材料で少なくとも一の前記層体を形成し、かつ、
前記表面加飾層を構成する前記複数層のそれぞれを、同じ色で形成し、かつ、前記複数層を積層することにより、前記三次元造形物を観察した場合に視認される前記色の濃度について、前記複数層に含まれる各層における前記色の濃度よりも濃くなるように調整することを特徴とする造形装置。

[図2]



[図3]



—●— カラー1%

- - ● - - カラー2%

- · - ● - カラー3%

—□— カラー4%

····●···· カラー5%

—●— カラー6%

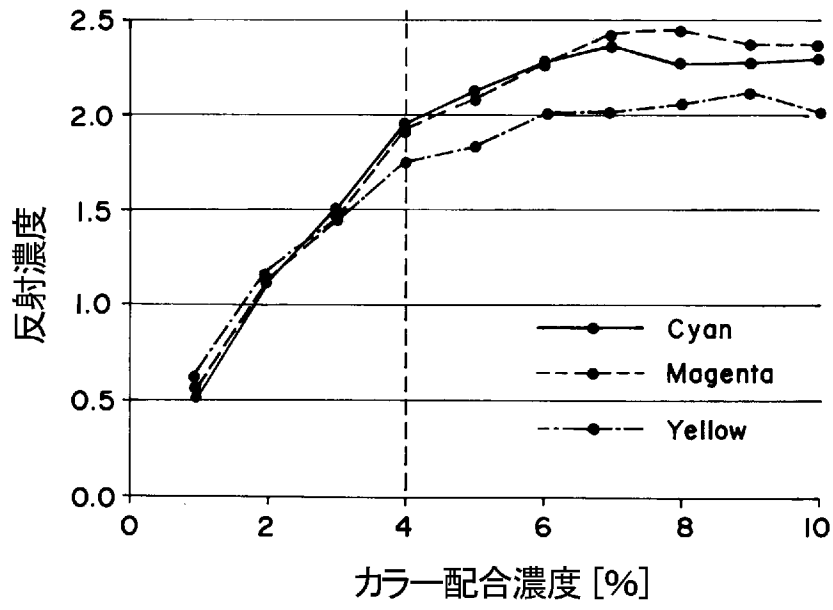
- - ● - - カラー7%

- · - ● - カラー8%

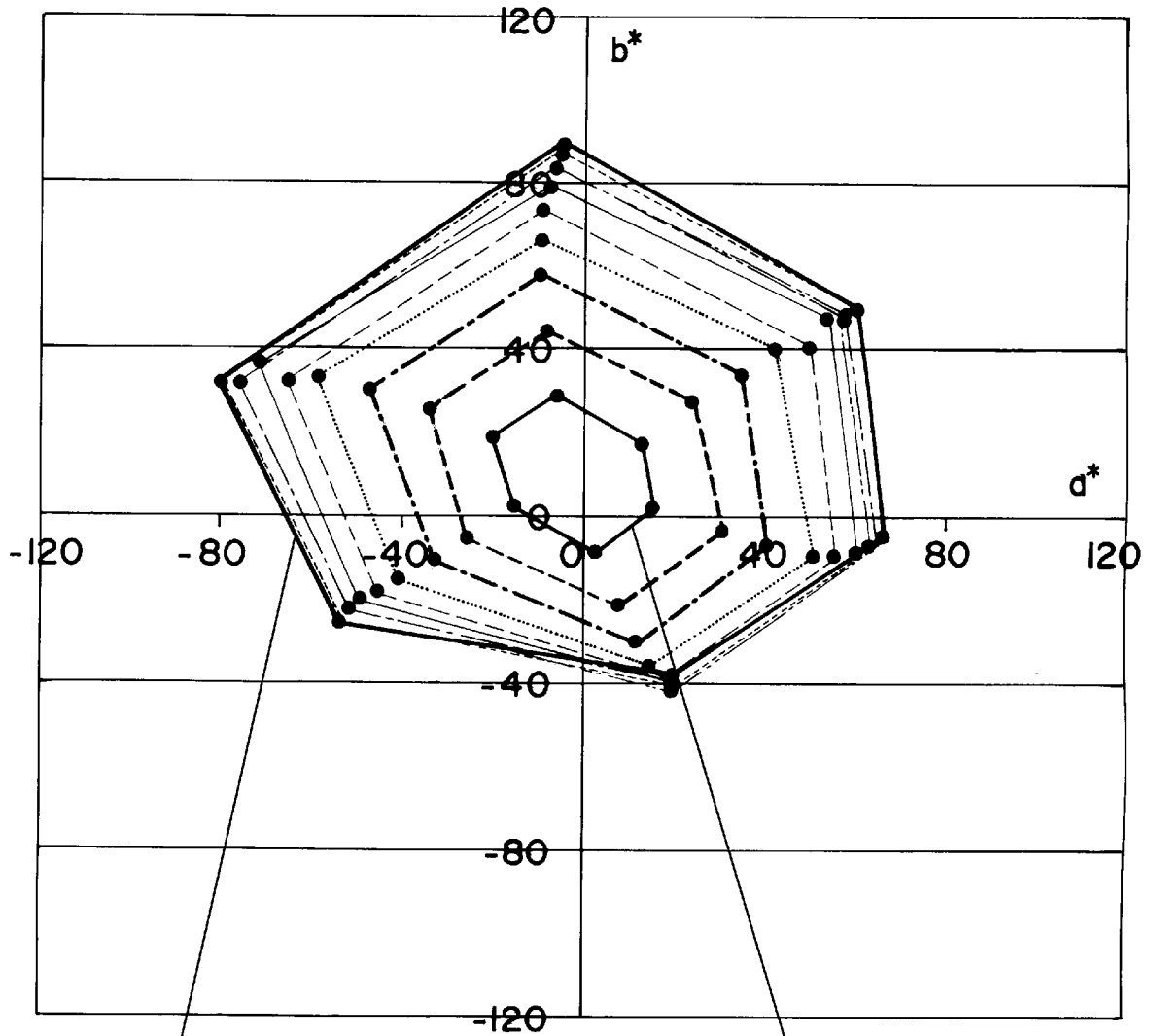
····●···· カラー9%

- · - · - ● - カラー10%

[図4]



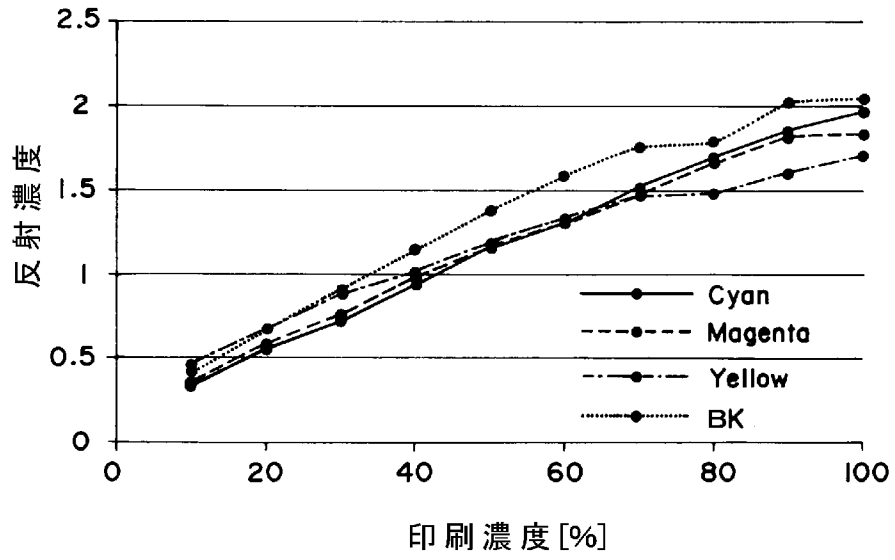
[図5]



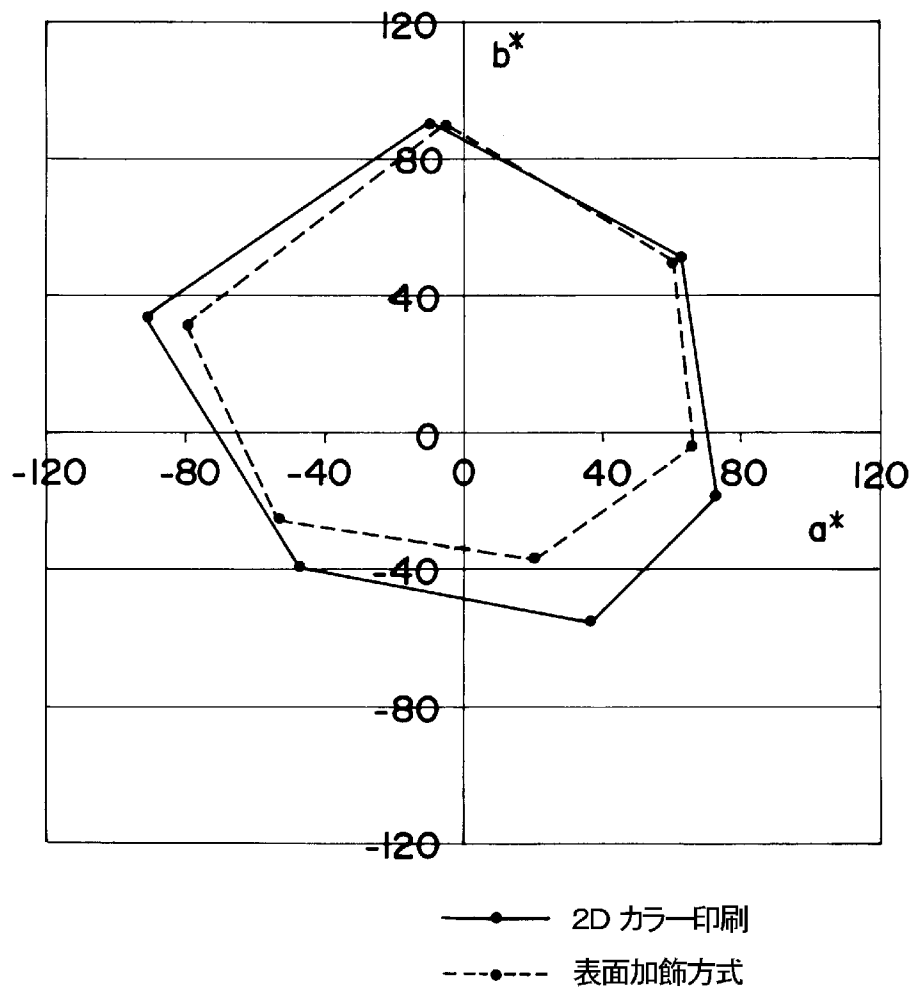
1層当たり:クリア100%+カラー4%
 30Layerトータル:クリア3000%+カラー120%

1層当たり:クリア100%+カラー0.4%
 30Layerトータル:クリア3000%+カラー12%

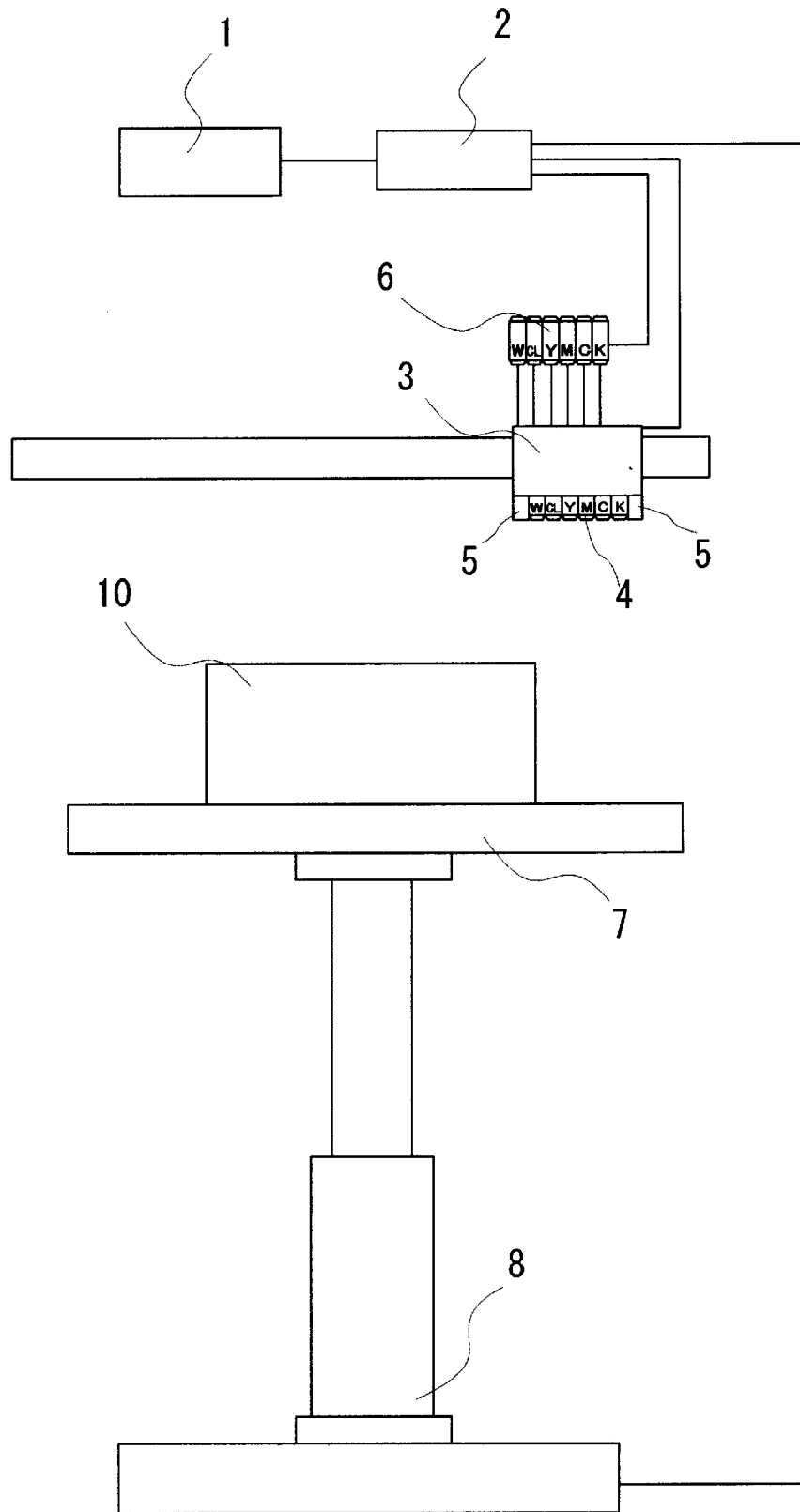
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/065415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B29C67/00(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)n, B33Y30/00(2015.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C67/00, B33Y10/00, B33Y30/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-230895 A (Hewlett-Packard Development Co., L.P.), 19 August 2004 (19.08.2004), entire text & US 2004/0159978 A1 entire text & EP 1442870 A1	1-8
A	JP 2000-280357 A (Minolta Co., Ltd.), 10 October 2000 (10.10.2000), entire text & US 2002/0167101 A1 entire text	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 July 2016 (22.07.16)	Date of mailing of the international search report 02 August 2016 (02.08.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065415

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-208878 A (Brother Industries, Ltd.), 10 October 2013 (10.10.2013), entire text (Family: none)	1-8
A	JP 2015-24651 A (Canon Inc.), 05 February 2015 (05.02.2015), entire text & US 2014/0374958 A1 entire text	1-8
P,A	JP 2015-186892 A (Seiko Epson Corp.), 29 October 2015 (29.10.2015), entire text (Family: none)	1-8
P,A	JP 2016-64538 A (Mimaki Engineering Co., Ltd.), 28 April 2016 (28.04.2016), entire text & US 2016/0082654 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B29C67/00(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)n, B33Y30/00(2015.01)n

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B29C67/00, B33Y10/00, B33Y30/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2016年
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年
 日本国登録実用新案公報 1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-230895 A (ヒューレット-パッカード デベロップメント カンパニー エル ピー) 2004.08.19, 全文 & US 2004/0159978 A1, 全文 & EP 1442870 A1	1-8
A	JP 2000-280357 A (ミノルタ株式会社) 2000.10.10, 全文 & US 2002/0167101 A1, 全文	1-8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 22.07.2016	国際調査報告の発送日 02.08.2016
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） ▲高▼橋 理絵 電話番号 03-3581-1101 内線 3469	4R	5797
--	---	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-208878 A (ブラザー工業株式会社) 2013.10.10, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2015-24651 A (キヤノン株式会社) 2015.02.05, 全文 & US 2014/0374958 A1, 全文	1-8
P, A	JP 2015-186892 A (セイコーエプソン株式会社) 2015.10.29, 全文 (ファミリーなし)	1-8
P, A	JP 2016-64538 A (株式会社ミマキエンジニアリング) 2016.04.28, 全文 & US 2016/0082654 A1	1-8