

(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10月13日(13.10.2016)



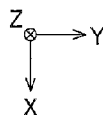
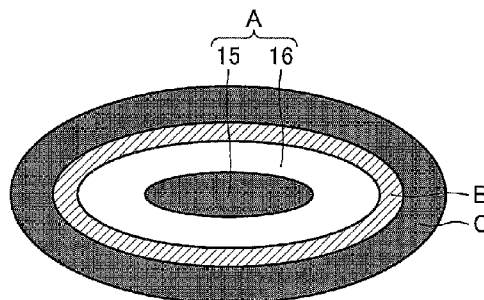
(10) 国際公開番号  
WO 2016/163391 A1

- (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/JP2016/061253
  - (22) 国際出願日: 2016年4月6日(06.04.2016)
  - (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 2015-078777 2015年4月7日(07.04.2015) 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: 越智 和浩(OCHI, Kazuhiro); 〒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), ユーロパ (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), 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))

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING THREE-DIMENSIONAL OBJECT

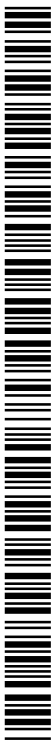
(54) 発明の名称: 三次元造形物の製造方法および製造装置

【図6】



(57) Abstract: [Problem] To provide a method for manufacturing a three-dimensional object such that difference in the amounts used of modeling material and decorating ink can be reduced. [Solution] A method for manufacturing a three-dimensional object comprising a body portion (A) and a decorative portion (C), wherein the body portion (A) is formed using at least a decorating ink and a modeling material and the decorative portion (C) that covers the body portion (A) is formed using the decorating ink.

(57) 要約: モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる、三次元造形物の製造方法を提供すること。【解決手段】造形本体部分 (A) および加飾部分 (C) を含む三次元造形物の製造方法であって、少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて造形本体部分 (A) を形成し、加飾インクを用いて造形本体部分 (A) を被覆する加飾部分 (C) を形成する。



WO 2016/163391 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：三次元造形物の製造方法および製造装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、三次元造形物の製造方法に関し、より詳細には、インクを堆積させた層を積層して製造される三次元造形物の製造方法および製造装置に関する。

### 背景技術

[0002] 三次元造形物を製造する技術として、インクジェット法、シート積層法、熔融物堆積法（FDM：Fused Deposition Molding）、インクジェットバイнда法、光造形法（SL：Stereo Lithography）および粉末焼結法（SLS：Selective Laser Sintering）等が知られている。

[0003] なかでも、インクジェット法として、光の照射を受けることで硬化するモデル材を吐出して製造した層を積層する方法が多用されている。この方法では、まず最終的に得たい三次元造形物の外観内観のデザイン・機構等を三次元CADによってデータ化した後、当該データを一定間隔でスライスした多層型のパターンデータを作成する。次いで、各層のパターンデータに則して、モデル材を吐出して、各層を積層することにより三次元造形物を製造する。

[0004] このような手法を用いて造形した三次元造形物の表面を加飾することも可能である。例えば、特許文献1には、モデル材を積層する手段に加えて、積層造形中の1つまたは複数の層単位でモデル材の表面に加飾インクで印刷する手段が設けられた造形装置が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-43338号公報

### 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、特許文献1に記載の造形装置のように、表面が加飾された三次元造形物を製造する場合、三次元造形物の造形本体部分を製造するモデル材の消費量に比べて、三次元造形物の加飾部分を製造する加飾インクの消費量が極端に低く、モデル材と加飾インクとの使用量に差が出てしまう。

[0007] このようにモデル材と加飾インクとでは使用頻度が異なるため、インク交換を同時に行うことができず、結局、使用頻度が高いインク（モデル材）の交換タイミングに合わせて、使用頻度の低いインク（加飾インク）も交換することになり、加飾インクの多量の廃棄につながってしまう。また、使用頻度の高いインクのみを交換したとしても、使用頻度の低いインクは、場合によっては消費期限を超えてしまうことも考えられる。

[0008] そこで、本発明は、これらの問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することが可能な、三次元造形物の製造方法および製造装置を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、造形本体部分および加飾部分を含む三次元造形物の製造方法であって、少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて、上記造形本体部分を形成する造形本体部分形成工程と、上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する上記加飾部分を形成する加飾部分形成工程と、を含むことを特徴とする。

[0010] 上記の方法では、本来モデル材で形成する造形本体部分を少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて形成している。すなわち、本発明の一態様によれば、造形本体部分の一部にモデル材の代わりに加飾インクを使用して造形本体部分を形成することができる。このように、使用頻度が高いモデル材の代わりに、使用頻度の低い加飾インクを用いて造形本体部分を形成することにより、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0011] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法においては、上記本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコ

ア部分を形成するコア部分形成工程と、少なくともモデル材を用いて、上記造形本体部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有することができる。

[0012] 上記の方法によれば、加飾部分とコア部分との間に、外殻部分を設けることにより、コア部分に使用されている加飾インクの色が三次元造形物の表層側の加飾部分に影響を及ぼすことを抑制することができる。

[0013] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、上記コア部分形成工程では、上記加飾インクを用いて上記コア部分を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記モデル材を用いて上記外殻部分を形成する。

[0014] 上記の方法のように、造形本体部分のコア部分を、加飾インクを用いて形成し、造形本体部分の外殻部分を、モデル材を用いて形成してもよい。なお、モデル材が白色の場合は、加飾部分とコア部分との間に、白色インクにより形成された外殻部分を設けることにより、コア部分に使用されている加飾インクの色が三次元造形物の表層側から出現してしまうことを抑制し、加飾部分に対して減法混色により色調表現することができる。

[0015] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、上記コア部分形成工程では、上記モデル材および上記加飾インクを混合した混合材料を用いて上記コア部分を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記混合材料を用いて上記外殻部分を形成し、白色インクを用いて、上記外殻部分を被覆する被覆部分を形成する被覆部分形成工程を含む。

[0016] 上記の方法のように、造形本体部分のコア部分および外殻部分の双方を、加飾インクおよびモデル材を混合した混合材料を用いて形成してもよいこの場合、加飾部分と外殻部分との間に、白色インクにより形成された被覆部分を設けることにより、造形本体部分に使用されている加飾インクの色が三次元造形物の表層側から出現してしまうことが抑制され、加飾部分の色調を減法混色により調整することができる。

[0017] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、上記三次元造形物の三次元データに基づき、当該三次元造形物の上記造形本体部分を、上記モデ

ル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、当該三次元造形物の上記加飾部分を、上記加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する当該加飾インクの総量とを算出する算出工程と、上記算出工程で算出した上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量とを比較する比較工程と、をさらに含み、上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、上記造形本体部分形成工程および上記加飾部分形成工程を行う。

[0018] 上記の方法では、モデル材の総量と加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、造形本体部分の一部にモデル材の代わりに加飾インクを使用して造形本体部分を形成している。すなわち、形成する三次元造形物の三次元データを解析した上で、造形本体部分の一部にモデル材の代わりに加飾インクを使用するか否かを判断しているため、より効果的にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0019] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有し、上記コア部分形成工程では、上記加飾インクを用いて上記コア部分を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記モデル材を用いて上記外殻部分を形成し、上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、両者の差分に応じて、上記コア部分および上記外殻部分の領域を決定する領域決定工程をさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記加飾インクを用いて上記コア部分を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記モデル材を用いて上記外殻部分を形成する。

[0020] 上記の方法によれば、モデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分および外殻部分の領域が決定されるため、より正確にモデル

材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0021] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、上記算出工程において算出された上記加飾インクの総量に応じて、上記コア部分を形成するために用いる上記加飾インクを決定する加飾インク決定工程と、上記領域決定工程において決定された上記コア部分の領域に応じて、上記加飾インク決定工程において決定された上記加飾インクの使用量を決定する使用量決定工程とをさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクを用いて、上記使用量決定工程で決定された使用量で上記コア部分を形成する。

[0022] 上記の方法によれば、コア部分に用いる加飾インクを、加飾インクの総量に応じて決定しているため、各加飾インクについて、より正確にモデル材との使用量の差を低減することができる。

[0023] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有し、上記コア部分形成工程では、上記モデル材および上記加飾インクを混合した混合材料を用いて上記コア部分を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記混合材料を用いて上記外殻部分を形成し、白色インクを用いて、上記外殻部分を被覆する被覆部分を形成する被覆部分形成工程をさらに含み、上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、両者の差分に応じて、上記コア部分および上記外殻部分を形成するために用いる上記混合材料を構成する上記加飾インクの使用量を決定する使用量決定工程をさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記コア部分を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記外殻部分を形成する。

- [0024] 上記の方法によれば、モデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分および外殻部分を形成するために用いる混合材料を構成する加飾インクの使用量が決定されるため、より正確にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。
- [0025] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、上記算出工程において算出された上記加飾インクの総量に応じて、上記混合材料を構成する上記加飾インクを決定する加飾インク決定工程をさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクであって、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記コア部分を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクであって、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記外殻部分を形成する。
- [0026] 上記の方法によれば、混合材料を構成する加飾インクが、加飾インクの総量に応じて決定されるため、各加飾インクについて、より正確にモデル材との使用量の差を低減することができる。
- [0027] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、白色インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する被覆部分を形成する被覆部分形成工程をさらに含み、上記加飾部分形成工程では、上記加飾インクを用いて、上記被覆部分を被覆する上記加飾部分を形成する。
- [0028] 上記の方法によれば、加飾部分と造形本体部分との間に白色インクにより形成された被覆部分が設けられることにより、モデル材が例えば透明の場合などに、コア部分に使用されている加飾インクの色が三次元造形物の表層側から出現してしまうことが抑制され、加飾部分の色調を減法混色により調整することができる。
- [0029] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材を用い

て、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有し、上記外殻部分形成工程では、上記コア部分で用いた上記加飾インクの色が、上記外殻部分を通して出現しない厚みで上記外殻部分を形成する。

[0030] 上記の方法によれば、コア部分で用いた加飾インクの色が、被覆部分または外殻部分を通して出現することで加飾部分の色調品位が低下するのを抑制することができ、加飾部分で配色したインクを所望の色調にすることができる。

[0031] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有し、上記コア部分の体積は、上記外殻部分の体積よりも大きく、上記外殻部分の体積は、上記加飾部分の体積以上である。

[0032] 上記の方法によれば、コア部分の領域（体積）を外殻部分の領域（体積）よりも大きくすることにより、外殻部分を形成するために使用するインクよりも、コア部分を形成するために使用するインクの方が多くなる。そのため、モデル材の代わりに使用する加飾インクの使用量が多くなり、より効率的に加飾インクを消費することができるので、モデル材と加飾インクとの使用量の差をより効果的に低減することができる。さらに、外殻部分が、加飾部分の厚み以上の厚みを有していれば、コア部分に使用されている加飾インクの色が外殻部分を通して三次元造形物の表層側から出現してしまうことを十分に抑制することができる。

[0033] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、上記モデル材および上記加飾インクは、同じ硬化収縮率を有している。

[0034] 上記の方法によれば、モデル材および加飾インクを硬化した後に、コア部分および外殻部分の界面で歪みが発生することを抑制することができる。



- [0035] 本発明の一態様に係る、三次元造形物の製造方法は、インクジェット法を用いて上記モデル材および上記加飾インクを吐出して、上記三次元造形物を製造する。
- [0036] 本発明の一態様に係る、三次元造形物5の製造方法は、インクジェット法を用いて三次元造形物5を製造する場合に、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減する効果をより効果的に奏することができる。
- [0037] 本発明の一態様に係る製造装置は、造形本体部分および加飾部分を含む三次元造形物を製造するための製造装置であって、モデル材および加飾インクを用いて上記三次元造形物を形成する印刷部と、上記三次元造形物の三次元データに基づき、当該三次元造形物の上記造形本体部分を、上記モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、当該三次元造形物の上記加飾部分を、上記加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する当該加飾インクの総量とを算出する算出部と、上記算出部が算出した上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量とを比較する比較部と、を備え、上記印刷部は、上記比較部による比較の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成し、上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する上記加飾部分を形成する。
- [0038] 上記の構成によれば、使用頻度が高いモデル材の代わりに、使用頻度の低い加飾インクを用いて造形本体部分を形成することにより、加飾インクを効率的に消費することができるので、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

### 発明の効果

- [0039] 本発明の一態様によれば、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0040] [図1]図中の(a)は、製造しようとする三次元造形物の斜視図であり、図中の(b)は、図中の(a)の切断線A-A'における三次元造形物の矢視断

面の一部分を示す図である。

[図2]図1の(b)に示す上から5層目の層の上面を示す図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る、三次元造形物の製造装置の主要構成を示す図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る記録ユニットの具体的構成を示したものであり、記録ユニットのインク吐出面(下面)を示す図である。

[図5]本発明の一実施形態に係る、三次元造形物の製造方法の流れを示すフロー図である。

[図6]図5のフロー図に基づいて実際に製造される三次元造形物の断面を示す図である。

[図7]本発明の変形例に係る、三次元造形物の製造方法に基づいて実際に製造される三次元造形物の断面を示す図である。

[図8]本発明の他の実施形態に係る、三次元造形物の製造方法の流れを示すフロー図である。

[図9]図8のフロー図に基づいて実際に製造される三次元造形物の断面を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0041] [第1の実施形態]

本発明の一実施形態に係る、三次元造形物の製造方法について説明するが、まずは、本実施形態において製造しようとする三次元造形物、および当該三次元造形物を製造するための製造装置の概要を説明する。

[0042] (1) 三次元造形物の概要

図1は、本実施形態において、製造しようとする三次元造形物を示す図である。図1の(a)は、三次元造形物の外観図であり、図1の(b)は、図1の(a)の切断線A-A'における三次元造形物の矢視断面の一部分を示す図である。

[0043] 図1の(a)に示す三次元造形物5は、水平断面が楕円形を有する略楕円球形状を有している。なお、三次元造形物5の形状は、図1に示す形状に限

定されるものではなく、例えば、六面体、球型、中空構造、リング構造または蹄鉄型等、あらゆる形状であってよい。

[0044] 図1の(b)に示すように、三次元造形物5は、造形本体部分A、被覆部分Bおよび加飾部分Cを有する。造形本体部分Aは造形層1からなり、被覆部分Bは光反射層2からなり、加飾部分Cは着色層3および透明層4からなる。本図に示すように、三次元造形物5の表層側(外周側)から内側(中心部側)に向かって、透明層4、着色層3、光反射層2および造形層1がこの順番で形成されている。

[0045] 本実施形態では、上述したように、造形層1を造形本体部分Aとみなし、この造形本体部分Aの表面を被覆する光反射層2を被覆部分Bとみなし、この被覆部分Bの表面を被覆する着色層3および透明層4を加飾部分Cとみなす。しかしながら、本発明は必ずしもこれに限定されるわけではない。例えば、被覆部分Bを設けずに三次元造形物5を構成してもよいし、着色層3のみを加飾部分Cとみなしてもよい。

[0046] 造形層1、光反射層2、着色層3および透明層4は、いずれも後述する本実施形態の製造装置を用いて、インクジェット法によりインクを吐出し、これを堆積することによって形成されている。

[0047] 上記インクとしては、紫外線硬化型インクを用いることができる。紫外線硬化型インクを用いれば、短時間でインクを硬化できるため、インクを積層させることが容易であり、三次元造形物5をより短時間で製造することができるというメリットがある。紫外線硬化型インクは紫外線硬化型化合物を含む。紫外線硬化型化合物としては、例えば、紫外線の照射により重合する硬化型モノマーおよび硬化型オリゴマーが挙げられる。硬化型モノマーとしては、例えば、低粘度アクリルモノマー、ビニルエーテル類、オキセタン系モノマーまたは環状脂肪族エポキシモノマー等が挙げられる。硬化オリゴマーとしては、例えば、アクリル系オリゴマーが挙げられる。

[0048] なお、本発明は紫外線硬化型インクに限定されるものではなく、例えば熱可塑性インクを用いることができる。熱可塑性インクは、吐出された高温の

インクが室温で冷却されることによって硬化する。このとき、より短時間で硬化させるためにインクを強制的に冷却する手法を用いてもよい。

[0049] 三次元造形物5は、図1の(b)に示すように、複数の層5 a、5 b、5 c、5 d、5 e…を、インクジェット法を用いて積層する積層方式によって立体造形された構造体である。なお、図面には、積層方向に沿った軸をZ軸とする座標系を示している。この座標系において、各層5 a、5 b、5 c、5 d、5 e…は、それぞれXY軸平面に沿って広がっている。なお、積層する層の総数は特に制限はない。

[0050] 上述したように、中心部にある造形層1から、表層側に向かって、光反射層2と、着色層3と、透明層4とがこの順で造形層1をコーティングした三次元造形物5を、図1の(b)のようにZ軸方向に複数の層にスライスした形で得られる層5 a、5 b、5 c、5 d、5 e…にはそれぞれ、その積層位置に応じて、造形層1の一部分（以下、「造形層の一部分5 1」と称す）、光反射層2の一部分（以下、「光反射層の一部分5 2」と称す）、着色層3の一部分（以下、「着色層の一部分5 3」と称す）または透明層4の一部分（以下、「透明層の一部分5 4」と称す）を含む。

[0051] 具体的には、図1の(b)に示すように、複数の層5 a…のうち、最下位置に在る層5 tと、最上位置に在る層5 aを、透明層の一部分5 4のみからなる層とする。そして、これらの層5 a、5 tが対向している領域側（内側）にそれぞれ、透明層の一部分5 4が着色層の一部分5 3の外周に形成された層5 b、5 sを配置する。さらにその内側に、外周端から中央に向かって透明層の一部分5 4、着色層の一部分5 3および光反射層の一部分5 2がこの順で形成された層5 c、5 rを配置する。さらにその内側に外周端から中央に向かって透明層の一部分5 4、着色層の一部分5 3、光反射層の一部分5 2および造形層の一部分5 1がこの順で形成された層5 d、5 qを配置する。そして、インクジェット法を用いて最下位置に在る層5 tからZ軸方向を上方に向かって最後の最上位置に在る層5 aに至るまでを積層方式で形成することによって、図1の(b)に示す積層構造を実現することができる。

なお、これら各種の層の配置数は図1の(b)に示したものに限定されるものではない。また、図1の(a)に示す三次元造形物5を積層方式によって立体形成するものであれば、各層5 a…の構成は上述したものに限定されない。

[0052] 図1の(b)に示すように複数の層5 a、5 b、5 c、5 d、5 e…がZ軸方向に積層されていることにより、各層5 a、5 b、5 c、5 d、5 e…の透明層の一部分5 4が概ね三次元造形物5の最外周表面方向に連なって、透明層4を形成している。また、着色層の一部分5 3を含んでいる各層5 b、5 c…、5 sの着色層の一部分5 3が概ね三次元造形物5の最外周表面方向に連なって、着色層3を形成している。また、光反射層の一部分5 2を含んでいる各層5 c、5 d…、5 rの光反射層の一部分5 2が積層されて光反射層2を形成している。また、造形層の一部分5 1を含んでいる各層5 d、5 e…、5 qの造形層の一部分5 1が積層されて造形層1を形成している。

[0053] 図2に、図1の(b)に示す上から5層目の層5 eの上面図を示す。図2に示すように、層5 eは、その中心部から外周端部に向かって、造形本体部分Aをなす造形層の一部分5 1、被覆部分Bをなす光反射層の一部分5 2、加飾部分Cをなす、着色層の一部分5 3および透明層の一部分5 4がこの順で配置されている。

[0054] (2) 三次元造形物の各層

以下、本実施形態において製造しようとする三次元造形物5の各層について説明する。

[0055] 造形層1は、造形本体部分の中心構造をなす層であり、モデル材によって形成される。また、光反射層2は、光反射性を有するインクによって形成された層であり、光反射層2の少なくとも着色層3側の表面において可視光の全領域の光を反射することができる光反射性を有している。光反射層2は、具体的には金属粉末を含んだインク、あるいは白色顔料を含むインクから形成することができるが、白色インクから形成することが好ましい。白色インクから形成することにより、光反射層2において三次元造形物5の表層側か

ら入った光を良好に反射し、減法混色による着色を実現することができる。

[0056] 着色層3は、着色剤を含むインクによって形成される。着色剤を含む着色インク（以下、着色インクと記載することもある）としては、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）、および各々の淡色のインクが含まれるが、これに限定されるものではなく、赤（R）、緑（G）、青（B）、オレンジ（Or）等を加えてもよい。また、メタリック、パールまたは蛍光体色を使用することも可能である。所望の色調を表現するべく、これらの着色インクの一種類または複数種類を用いる。

[0057] 最後に、透明層4は、透明インクから形成される。透明インクとは、単位厚さ当たりの光透過率が50%以上である透明層を形成することができるインクであればよい。単位厚さとは、透明層の最小寸法の厚みである。透明層の単位厚さ当たりの光透過率が50%を下回ると、光の透過が不都合に阻止されて、三次元造形物5が減法混色による所望の色調を呈することができないため望ましくない。また、好ましくは、透明層の単位厚さ当たりの光透過率が80%以上となるインクを用い、透明層の単位厚さ当たりの光透過率が90%以上となるインクを用いることがより好ましい。

[0058] 透明層4は、着色層3の保護層としての機能を有するだけでなく、積層方式を採用している本実施形態において、三次元造形物5をち密に製造することを可能にするという優位な効果を奏する。すなわち、仮に着色層3が三次元造形物5の最表層を構成している場合、所望の濃度の着色を行おうとすると、着色層3に用いられる着色インクだけでは、他の層（造形層1や光反射層2）の厚みよりも薄い厚みでしか積層できず、着色層3が精度よく形成できない虞がある。しかしながら、本実施形態のように三次元造形物5の最表層に透明層4が形成されていることにより、着色層3の厚みを他の層の厚みと同等にして積層することができるため、透明層4によって、所望の色調を呈することに寄与できる。

[0059] なお、透明層4を設けずに三次元造形物5を形成してもよいが、着色層3が三次元造形物5の最表層を構成している場合は、着色層3がむき出しにな

るので、擦れによる脱色または紫外線による退色が起きやすくなる。一方、本実施形態では三次元造形物5の最表層に透明層4が形成されていることにより、着色層3の脱色や退色が防止されている。この点からも、透明層4は設けておくことが好ましい。

[0060] (3) 製造装置

図3は、本実施形態における、三次元造形物5の製造装置60（以下、製造装置60と記載する）の主要構成を示した図である。なお、図3には、製造途中の三次元造形物5も併せて図示している。

[0061] 本実施形態の製造装置60は、造形本体部分Aと、その表面を被覆している被覆部分Bと、その表面を加飾している加飾部分Cとを含む三次元造形物5を、図1の(b)に示した積層構造体として積層方式により製造する装置である。本実施形態の製造装置60は、図3に示すように、記録ユニット10（印刷部）と、制御ユニット20と、基台40とを備えている。

[0062] なお、図3に示す支持体6とは、三次元造形物5には構成されないものであるが、三次元造形物5の形成過程において、モデル材等を支持あるいは保持するためのものである。支持体6は、三次元造形物5には構成されない部分であるため、適当なタイミングで除去される。

[0063] (3-1) 記録ユニット

記録ユニット10は、インクジェット法を用いて、上述したインクを吐出すると共に、吐出したインクを硬化させるためのユニットである。図4は、記録ユニット10の具体的構成を図示したものであり、記録ユニット10のインク吐出面（下面）を示している。記録ユニット10は、図4に示すように、キャリッジ13と、インクジェットヘッド11と、UV（Ultraviolet）照射部12とを有している。

[0064] (3-1-1) キャリッジ13

キャリッジ13は、Y軸に沿って往復移動可能であり、インクジェットヘッド11およびUV照射部12を搭載している。キャリッジ13の移動は、後述する制御ユニット20によって制御される。

[0065] (3-1-2) インクジェットヘッド11

インクジェットヘッド11は、インクジェット法を用いて上述したインクを吐出する。具体的には、インクジェットヘッド11は、図4に示すように、第1インクジェットヘッドノズル部11Aと、第2インクジェットヘッドノズル部11Bと、第3インクジェットヘッドノズル部11Cとを有している。

[0066] 第1インクジェットヘッドノズル部11Aは、図1の(b)に示した三次元造形物5の一部である造形本体部分A(図1の(b)に示した造形層1)および被覆部分B(図1の(b)に示した光反射層2)を形成するためのインクを吐出する。本実施形態では、当該インクとして、造形層1を形成するための造形インクと、光反射層2を形成するための白色インクとを用いる。そのため、第1インクジェットヘッドノズル部11Aには、モデル材を吐出するモデル材用ノズル列MDと、白色インクを吐出する白色インク用ノズル列Wとを有している。モデル材には、従来周知のモデル材を用いることができるが、白色インク用ノズル列Wから吐出する白色インク、または後述する透明インク用ノズル列CLから吐出する透明インクを用いることも可能である。

[0067] 第2インクジェットヘッドノズル部11Bは、図1の(b)に示した三次元造形物5の一部である加飾部分C(図1の(b)に示した着色層3および透明層4)を形成するための加飾インクを吐出する。本実施形態では、加飾インクとして、着色層3を形成するための着色インク(イエローインク、マゼンタインク、シアンインクおよびブラックインク)と、透明層4を形成するための透明インクとを用いる。そのため、第2インクジェットヘッドノズル部11Bには、イエローインクを吐出するイエローインク用ノズル列Yと、マゼンタインクを吐出するマゼンタインク用ノズル列Mと、シアンインクを吐出するシアンインク用ノズル列Cと、ブラックインクを吐出するブラックインク用ノズル列Kと、透明インクを吐出する透明インク用ノズル列CLとが設けられている。



[0068] 第3インクジェットヘッドノズル部11Cは、三次元造形物5には構成されない支持体6を形成するためのサポート材を吐出する。そのため、第3インクジェットヘッドノズル部11Cには、サポート材を吐出するサポート材用ノズル列Sが設けられている。サポート材には、水溶性の紫外線硬化樹脂等の従来周知のものを用いることができる。

[0069] 第1インクジェットヘッドノズル部11Aに具備される複数のノズル列と、第2インクジェットヘッドノズル部11Bに具備される複数のノズル列と、第3インクジェットヘッドノズル部11Cに具備されるノズル列とは、記録ユニット10の走査方向（Y軸方向）に沿って配列している。すなわち、図4に示すように、イエローインク用ノズル列Yと、マゼンタインク用ノズル列Mと、シアンインク用ノズル列Cと、ブラックインク用ノズル列Kと、透明インク用ノズル列CLと、白色インク用ノズル列Wと、モデル材用ノズル列MDと、サポート材用ノズル列Sとが、この順でY軸方向に沿って配列している。

[0070] なお、各ノズル列は、図4に示すように複数のノズル孔をX軸方向に配列している。これら複数のノズル孔の一部のノズル孔のみからインクを吐出することがあってもよい。また、ノズル列の配列順や数も、図4に示すものに限定されない。

[0071] 記録ユニット10は、これら複数のノズル列各々をキャリッジ13に搭載しているため、キャリッジ13の移動に伴うY方向への移動時に複数のノズル列からインクをZ軸方向に吐出（滴下）することが可能となっている。

[0072] (3-1-3) UV照射部12

UV照射部12は、インク硬化用の光源を有した複数の照射器12Aを有しており、これらはキャリッジ13に搭載されている。具体的には、UV照射部12は、Y軸方向に沿って配列した3つの照射器12Aを有している。キャリッジ13には、図4の紙面右側から左側に向かってY軸方向に沿って、照射器12A、第3インクジェットヘッドノズル部11C、第1インクジェットヘッドノズル部11A、照射器12A、第2インクジェットヘッドノ

ズル部 1 1 B および照射器 1 2 A がこの順で配列している。このように、すべてのノズル列が Y 方向に配列して設けられているため、1 回の Y 方向への移動で一層を構成するすべてのインクを吐出することが可能であると共に、吐出と同時に紫外線照射も行うため、吐出と硬化とを同じタイミングで行うことができる。

[0073] なお、UV 照射部 1 2 は 1 つの照射器 1 2 A のみでも、すべてのインクを硬化させることができるが、Y 軸方向において双方向に吐出を行う場合は、インクジェットヘッド 1 1 の両端に照射器 1 2 A が設けられていることが望ましい。

[0074] (3-2) 制御ユニット 2 0

制御ユニット 2 0 は、インクジェットヘッド 1 1 によるインク吐出の制御、UV 照射部 1 2 による UV 照射の制御およびキャリッジ 1 3 の移動（走査）の制御等、各種部材の制御を行うユニットである。

[0075] 図 1 ～図 3 に示したように三次元造形物 5 を製造する場合、当該三次元造形物 5 を製造するために使用するモデル材の総量が、当該三次元造形物 5 を製造するために使用する加飾インクの総量よりも多くなってしまふ。その結果、使用頻度が高いインク（モデル材）の交換タイミングに合わせて、使用頻度の低いインク（加飾インク）も交換することになり、加飾インクの多量の廃棄につながってしまったり、使用頻度の高いインクのみを交換したとしても、使用頻度の低いインクは、場合によっては消費期限を超えてしまったりすることがある。

[0076] そこで、本実施形態では、インクジェットヘッド 1 1 によるインク吐出の制御を行うにあたり、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減するために、三次元造形物 5 を製造するためのインクの使用量に応じて、三次元造形物 5 の造形データを補正している。この処理は、制御ユニット 2 0 が有する造形データ受付部 3 1、インク使用量算出部 3 2（算出部）、インク使用量比較部 3 3（比較部）、補正造形データ作成部 3 4 および印刷制御部 3 5 によって行われる。

- [0077] 造形データ受付部31は、三次元造形物5の造形データ（加飾部分を形成するための入力データも含む）等を取得する。三次元造形物5の造形データとは、最終的に得たい三次元造形物5の外観内観のデザイン・機構等を三次元CADによってデータ化した後、当該データを一定間隔でスライスした多層型のパターンデータである。各層のパターンデータは、インクの吐出パターンを示しており、三次元造形物5がオーバーハング部分を有している場合、このパターンデータには、サポート材の吐出パターンも含まれている。なお、この三次元造形物5の形状データは、造形データ受付部31の外部から取得するものであってもよいし、造形データ受付部31に予め記憶されているものであってもよいし、あるいは造形データ受付部31の外部から取得した情報に基づいて造形データ受付部31が作成するものであってもよい。
- [0078] インク使用量算出部32は、造形データ受付部31が取得した造形データに基づき、当該造形データによって製造される三次元造形物5を製造するために使用するインクの使用量を算出する。具体的には、インク使用量算出部32は、造形データに基づき、三次元造形物5の造形本体部分Aを、モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、三次元造形物5の加飾部分Bを、加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する当該加飾インクの総量とを算出する。
- [0079] インク使用量比較部33は、インク使用量算出部32が算出したモデル材の総量と加飾インクの総量とを比較する。インク使用量比較部33による比較結果の情報は、補正造形データ作成部34または造形データ受付部31に送られる。具体的には、インク使用量比較部33による比較の結果、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多い場合は、その比較結果の情報は補正造形データ作成部34に送られる。一方、インク使用量比較部33による比較の結果、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下の場合は、その比較結果の情報は造形データ受付部31に送られる。
- [0080] 補正造形データ作成部34は、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多いという比較結果の情報をインク使用量比較部33より受け取ると、造形

データを補正した補正造形データを作成する。詳細は後述するが、補正造形データ作成部34は、造形データ受付部31が取得した造形データに基づき、造形本体部分Aを少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて形成する補正造形データを作成する。具体的には、補正造形データ作成部34は、造形本体部分Aを少なくとも加飾インクを用いて形成し、当該造形本体部分を被覆し、造形本体部分Aの外殻をなす外殻部分を少なくともモデル材を用いて形成する補正造形データを作成する。そして、補正造形データ作成部34は、作成した補正造形データを印刷制御部35に送る。

[0081] 一方、造形データ受付部31は、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下であるという比較結果の情報をインク使用量比較部33より受け取ると、取得した造形データをそのまま印刷制御部35に送る。

[0082] 印刷制御部35は、造形データ受付部31から受け取った造形データまたは補正造形データ作成部34から受け取った補正造形データに基づいて、インクジェットヘッド11によるインク吐出（具体的には、インクの吐出、その吐出量およびその吐出力等）を制御して各層を形成する。印刷制御部35は、インクジェットヘッド11によるインク吐出の制御と同時に、キャリッジ13の移動（走査）の制御を行う。また、印刷制御部35は、UV照射部12のUV照射を制御し、インクジェットヘッド11によって形成された層にインク硬化用の光を照射することにより、当該層を硬化させる。

[0083] (3-4) 基台40

基台40は、記録ユニット10のインクジェットヘッド11から吐出されたインクを堆積させるプレート状のステージである。基台40上に、図3に示すように三次元造形物5が製造される。

[0084] 基台40の上面に記録ユニット10の下面を対向配置し、上述したように、記録ユニット10をY軸方向に往復移動させてその移動中にインクを吐出させることにより、基台40の上面に沿って広がる層5tを最下位置の層として、複数層（本実施形態では全20層）積層させることができる。

[0085] なお、本実施形態では、基台40の位置は固定されており、記録ユニット

10のみが移動する態様について説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、記録ユニット10と、基台40との相対位置が所定の変化する方向に変化すればよい。記録ユニット10がXYZ座標系において所定の変化する方向に移動してもよいし、基台40をXYZ座標系において所定の変化する方向に移動させてもよい。

[0086] (4) 三次元造形物の製造方法

本実施形態に係る、三次元造形物5の製造方法について、図5および図6を参照して説明する。図5は、三次元造形物5の製造方法の流れを示すフロー図である。また、図6は、図5のフロー図に基づいて実際に製造する三次元造形物5の断面図である。

[0087] まず、制御ユニット20の造形データ受付部31は、造形データを取得し（ステップS1；以下、「S1」と略記する）、その造形データをインク使用量算出部32に送る。インク使用量算出部32は、造形本体部分Aを、モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、加飾部分を、加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する加飾インクの総量とを算出する（S2）。

[0088] インク使用量比較部33は、インク使用量算出部32の算出結果に基づき、インク使用量算出部32が算出したモデル材の総量と加飾インクの総量とを比較する。比較の結果、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多い場合には（S3, Yes）、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多いという比較結果の情報を補正造形データ作成部34に送る。

[0089] 補正造形データ作成部34は、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多いという比較結果の情報をインク使用量比較部33より受け取ると、造形データを補正した補正造形データを作成する（S4）。補正造形データ作成部34は、造形データ受付部31が取得した造形データに基づき、造形本体部分Aを少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて形成する補正造形データを作成する。具体的には、補正造形データ作成部34は、造形本体部分Aを少なくとも加飾インクを用いて形成し、当該造形本体部分を被覆し、造

形本体部分Aの外殻をなす外殻部分を少なくともモデル材を用いて形成する補正造形データを作成する。

[0090] 以下では、図6に示す断面を有する三次元造形物5を製造する補正造形データを作成する場合を例に挙げて説明する。この場合、補正造形データ作成部34は、図6に示すように、造形本体部分Aのコア部分15を、加飾インクを用いて形成し、当該コア部分15を被覆し、造形本体部分Aの外殻をなす外殻部分16を、モデル材を用いて形成する補正造形データを作成する。そして、補正造形データ作成部34は、作成した補正造形データを印刷制御部35に送る。

[0091] 印刷制御部35は、補正造形データに基づき、加飾インクを用いてコア部分15を形成するように、記録ユニット10を制御する(S5)。その後、印刷制御部35は、補正造形データに基づき、モデル材を用いて外殻部分16を、コア部分15を覆うように形成するように、記録ユニット10を制御する(S6)。このようにして、三次元造形物5の造形本体部分Aを形成する。次いで、印刷制御部35は、補正造形データに基づき、白色インクを用いて被覆部分Bを、外殻部分16を覆うように形成するように、記録ユニット10を制御した後(S7)、補正造形データに基づき、加飾インクを用いて加飾部分Cを、被覆部分Bを覆うように形成するように、記録ユニット10を制御する(S8)。

[0092] なお、インク使用量比較部33が、インク使用量算出部32の算出結果に基づき、モデル材の総量と加飾インクの総量とを比較した結果、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下の場合は(S3, No)、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下であるという比較結果の情報を造形データ受付部31に送る。造形データ受付部31は、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下であるという比較結果の情報をインク使用量比較部33より受け取ると、取得した造形データをそのまま印刷制御部35に送る。印刷制御部35は、造形データに基づき、造形本体部分A、被覆部分Bおよび加飾部分Cを形成する(S9)。

- [0093] このように、本実施形態では、本来モデル材で形成する造形本体部分 A をコア部分 15 および外殻部分 16 に分け、コア部分 15 を、少なくとも加飾インクを用いて形成し、外殻部分 16 を、少なくともモデル材を用いて形成している。すなわち、本実施形態では、造形本体部分 A の一部分にモデル材の代わりに加飾インクを使用して造形本体部分 A を形成している。これにより、モデル材で造形本体部分 A を形成する場合と比較して、本実施形態に係る造形本体部分 A を形成するために使用するモデル材の使用量を抑え、より多くの加飾インクを使用することができる。
- [0094] このように、本実施形態では、使用頻度が高いモデル材の代わりに、使用頻度の低い加飾インクを用いて造形本体部分 A を形成することにより、加飾インクを効率的に消費することができるので、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減できることにより、使用頻度が高いモデル材の交換タイミングに合わせて、使用頻度の低い加飾インクも交換することで生じる加飾インクの多量の廃棄を軽減することができる。また、使用頻度の低い加飾インクも頻繁に使用されることにより、当該加飾インクが消費期限を超えてしまうことを防ぐこともできる。
- [0095] 更に、使用頻度の低い加飾インクは、定常的な吐出が行われなことから、インク自体の粘性が高まることで、加飾インクを吐出するノズルのノズル詰まりが発生しやすい傾向がある。本実施形態では、使用頻度の低い加飾インクで造形本体部分 A を形成することで、加飾インクの定常的な吐出を行うことになるため、加飾インクの増粘を抑制することができ、加飾インクを吐出するノズルのノズル詰まりを抑制することができる。
- [0096] また、本実施形態では、インク使用量比較部 33 による比較の結果、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多い場合に、補正造形データ作成部 34 は、補正造形データを作成する。すなわち、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多い場合に、造形本体部分 A の一部分にモデル材の代わりに加飾インクを使用して造形本体部分 A を形成している。このように、本実施形

態では、製造する三次元造形物の三次元データを解析した上で、造形本体部分Aの一部にモデル材の代わりに加飾インクを使用するか否かを判断しているため、より効果的にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0097] 本実施形態では、インク使用量比較部33による比較の結果、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも少しでも多い場合には、常に補正造形データ作成部34により補正造形データが作成されるが、補正造形データの作成条件はこれには限定されない。例えば、インク使用量比較部33による比較の結果、モデル材の総量と加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合にのみ、補正造形データ作成部34が補正造形データを作成する構成としてもよい。すなわち、補正造形データ作成部34は、インク使用量比較部33による比較の結果、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも所定の量だけ多い場合にのみ、補正造形データを作成するようにしてもよい。

[0098] なお、モデル材および加飾インクは、同じ硬化収縮率を有していることが好ましい。これにより、モデル材および加飾インクを硬化した後に、コア部分および外殻部分の界面で歪みが発生することを抑制することができる。

[0099] また、三次元造形物5の剛性を確保するためには、硬化した際の硬度（強度）がモデル材と同程度の加飾インクを造形本体部分Aに用いることが好ましい。特に、モデル材と加飾インクの使用量を同程度とすることで使用量の差を小さくしようとする、造形本体部分Aに用いられる加飾インク量は三次元造形物5に使用するインク量の約半分近くを占めることになるため、硬化時の硬度がモデル材よりも極端に低い加飾インクを造形本体部分Aに用いると、三次元造形物5の剛性が極端に小さくなってしまふ虞がある。このため、加飾インクの硬化時の硬度は、モデル材の硬度と同程度であることが好ましい。

[0100] (5) 変形例

造形本体部分Aに使用するモデル材が透明である場合は、白色インクで被覆部分Bを形成することにより、三次元造形物5の表層側からコア部分15



に使用されている加飾インクの色が外殻部分 16 を通して出現してしまうことが抑制され、加飾部分の色調を減法混色により調整することができる。しかし、本発明は必ずしもこれに限定されるわけではない。例えば、モデル材が白色である場合には、補正造形データ作成部 34 は、図 7 に示す断面を有する三次元造形物 5 を製造する補正造形データを作成してもよい。この場合、補正造形データ作成部 34 は、図 7 に示すように、被覆部分 B が不在の補正造形データを作成する。モデル材が白色であれば、造形本体部分 A の外殻部分 16 が被覆部分 B の機能をなすため、当該被覆部分 B を省略することができる。被覆部分 B を省略する場合の製造方法は、図 5 の S7 を省略すればよい。

[0101] 上述したように、被覆部分 B または外殻部分 16 は、コア部分 15 に使用されている加飾インクの色が外殻部分 16 を通して三次元造形物 5 の表層側から出現してしまうことを抑制する機能を果たしている。そのためいずれも、コア部分 15 で用いた加飾インクの色が、被覆部分 B または外殻部分 16 を通して出現しない厚みで形成することが好ましい。これにより、コア部分 15 で用いた加飾インクの色が、被覆部分 B または外殻部分 16 を通して出現することで加飾部分 C の色調品位が低下するのを抑制することができ、加飾部分 C で配色したインクを所望の色調にすることができる。

[0102] (6) 補正造形データの作成方法

補正造形データを作成するにあたり、造形本体部分 A におけるコア部分 15 および外殻部分 16 それぞれの領域の割合、ならびにコア部分 15 に用いる加飾インクおよびその使用量等には特に限定はない。以下には、これらの決定方法の一例を示すが、本発明はこれに限定されるわけではない。

[0103] (6-1 領域決定)

例えば、補正造形データ作成部 34 は、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多いという比較結果の情報をインク使用量比較部 33 より受け取った場合、両者の差分に応じて、コア部分 15 および外殻部分 16 の領域を決定してもよい。これにより、モデル材の総量および加飾インクの総量の差分

に応じて、コア部分 1 5 および外殻部分 1 6 の領域が決定されるため、より正確にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0104] 補正造形データ作成部 3 4 は、インク使用量比較部 3 3 が比較したモデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分 1 5 および外殻部分 1 6 の領域を決定し、決定された領域のコア部分 1 5 および外殻部分 1 6 を持つ補正造形データを作成する。印刷制御部 3 5 は、補正造形データに基づき、補正造形データ作成部 3 4 が決定したコア部分 1 5 の領域に対して、加飾インクを用いてコア部分 1 5 を形成し、補正造形データ作成部 3 4 が決定した外殻部分 1 6 の領域に対して、モデル材を用いて外殻部分 1 6 を形成するように、記録ユニット 1 0 を制御する。

[0105] なお、補正造形データ作成部 3 4 は、コア部分 1 5 の領域（体積）が外殻部分 1 6 の領域（体積）よりも大きい補正造形データを作成することが好ましい。コア部分 1 5 の領域（体積）を外殻部分 1 6 の領域（体積）よりも大きくすることにより、外殻部分 1 6 を形成するために使用するインクよりも、コア部分 1 5 を形成するために使用するインクの方が多くなる。そのため、モデル材の代わりに使用する加飾インクの使用量が多くなり、より効率的に加飾インクを消費することができるので、モデル材と加飾インクとの使用量の差をより効果的に低減することができる。

[0106] さらに補正造形データ作成部 3 4 は、外殻部分 1 6 の領域（体積）が加飾部分 C の領域（体積）以上となる補正造形データを作成することが好ましい。外殻部分 1 6 が、加飾部分の厚み以上の厚みを有していれば、コア部分 1 5 に使用されている加飾インクの色が外殻部分 1 6 を通して三次元造形物 5 の表層側から出現してしまうことを十分に抑制することができる。ただし、コア部分 1 5 で用いた加飾インクの色が、外殻部分 1 6 を通して出現することをより確実に抑制するためには、外殻部分 1 6 は、コア部分 1 5 に使用されたインクの色が被覆部分 B または外殻部分 1 6 を通して出現しない厚みにすることが望ましい。

[0107] （6-2 加飾インクおよびその使用量の決定）

ここで、補正造形データ作成部 34 は、コア部分 15 に用いる加飾インクを、インク使用量算出部 32 が算出した加飾インクの総量に応じて決定してもよい。例えば、補正造形データ作成部 34 は、インク使用量算出部 32 が算出した加飾インクの総量に基づき、最も使用量が少ない加飾インクをコア部分 15 に用いる加飾インクとして選択したり、使用量が少ない複数の加飾インクを選択したりすればよい。これにより、コア部分 15 に用いる加飾インクを、インク使用量算出部 32 が算出した加飾インクの総量に応じて決定することができ、各加飾インクについて、より正確にモデル材との使用量の差を低減することができる。

[0108] 補正造形データ作成部 34 は、インク使用量比較部 33 が比較したモデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて決定したコア部分 15 の領域に基づき、コア部分 15 に用いる加飾インクとして決定した加飾インクの使用量を決定することができる。例えば、補正造形データ作成部 34 は、決定されたコア部分 15 の領域に対してコア部分 15 を形成するために使用するインクの量を、コア部分 15 に用いる加飾インクとして決定した加飾インクの使用量とすればよい。

[0109] コア部分 15 に用いる加飾インクとして複数の加飾インクを選択した場合は、決定されたコア部分 15 の領域に対してコア部分 15 を形成するために使用するインクの量を、選択した加飾インクごとに割り振ればよい。この際、コア部分 15 を形成するために使用するインクの量は、選択した加飾インクごとに均一に割り振ってもよいし、選択した各加飾インクの残量に応じて割り振ってもよい。

[0110] 補正造形データ作成部 34 は、コア部分 15 に用いる加飾インクとして決定した加飾インクを用いて、当該加飾インクの使用量として決定した使用量で形成したコア部分 15 を持つ補正造形データを作成する。印刷制御部 35 は、補正造形データに基づき、補正造形データ作成部 34 が決定したコア部分 15 の領域に対して、コア部分 15 に用いる加飾インクとして決定した加飾インクを用いて、当該加飾インクの使用量として決定した使用量でコア部

分15を形成するように、記録ユニット10を制御する。

[0111] (6-3 他の例)

以上では、製造する三次元造形物5に使用するモデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分15および外殻部分16の領域を決定する例を示したが、本発明はこれに限定されない。

[0112] 例えば、三次元造形物に使用するモデル材の総量および加飾インクの総量の一般的な比率または過去の平均比率に基づき、コア部分15および外殻部分16の領域を決定してもよい。モデル材の総量および加飾インクの総量の一般的な比率とは、一般的な三次元造形物を製造するために通常使用するモデル材の総量および加飾インクの総量の一般的な比率であり、補正造形データ作成部34に予め記憶しておくことができる。

[0113] また、モデル材の総量および加飾インクの総量の過去の平均比率とは、所定の期間（例えば、過去1ヶ月）で製造した三次元造形物に使用したモデル材の総量および加飾インクの総量の比率の平均値である。所定の期間で製造した三次元造形物に使用したモデル材の総量および加飾インクの総量の比率を補正造形データ作成部34に記憶しておき、補正造形データ作成部34が補正造形データを作成する際に、記憶していた所定の期間の比率の平均値を求めればよい。

[0114] 補正造形データ作成部34は、三次元造形物に使用するモデル材の総量および加飾インクの総量の一般的な比率または過去の平均比率に基づき、コア部分15および外殻部分16の領域を決定し、決定された領域のコア部分15および外殻部分16を持つ補正造形データを作成する。印刷制御部35は、補正造形データに基づき、補正造形データ作成部34が決定したコア部分15の領域に対して、加飾インクを用いてコア部分15を形成し、補正造形データ作成部34が決定した外殻部分16の領域に対して、モデル材を用いて外殻部分16を形成するように、記録ユニット10を制御する。

[0115] [第2の実施形態]

上述した実施形態では、コア部分15を加飾インクで形成し、外殻部分1

6をモデル材で形成する例を示したが、本発明は必ずしもこれに限定されるわけではない。そこで、以下には、上述した実施形態とは別の実施形態について、図8および図9を参照して説明する。図8は、三次元造形物5の製造方法の流れを示すフロー図である。また、図9は、図8のフロー図に基づいて実際に製造される三次元造形物5の断面図である。

[0116] (1) 三次元造形物の製造方法

本実施形態に係る、三次元造形物5の製造方法では、図9に示す断面を有する三次元造形物5を製造する補正造形データを作成する。図9に示す三次元造形物5では、モデル材および加飾インクを混合した混合材料を用いて、造形本体部分Aのコア部分15および外殻部分16の双方が形成されている。すなわち、図9に示す三次元造形物5では、モデル材および加飾インクを混合した混合材料を用いて造形本体部分Aが形成されている。

[0117] まず、制御ユニット20の造形データ受付部31は、造形データを取得し(S11)、その造形データをインク使用量算出部32に送る。インク使用量算出部32は、造形本体部分Aを、モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、加飾部分Cを、加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する加飾インクの総量とを算出する(S12)。

[0118] インク使用量比較部33は、インク使用量算出部32の算出結果に基づき、インク使用量算出部32が算出したモデル材の総量と加飾インクの総量とを比較する。比較の結果、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多い場合には(S13, Yes)、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多いという比較結果の情報を補正造形データ作成部34に送る。

[0119] 補正造形データ作成部34は、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多いという比較結果の情報をインク使用量比較部33より受け取ると、造形データを補正した補正造形データを作成する(S14)。具体的には、補正造形データ作成部34は、造形データ受付部31が取得した造形データに基づき、図9に示すように、造形本体部分Aのコア部分15および外殻部分16の双方を、モデル材および加飾インクを混合した混合材料を用いて形成す

る補正造形データを作成する。すなわち、補正造形データ作成部34は、造形本体部分Aを、モデル材および加飾インクを混合した混合材料を用いて形成する補正造形データを作成する。そして、補正造形データ作成部34は、作成した補正造形データを印刷制御部35に送る。

[0120] 印刷制御部35は、補正造形データに基づき、混合材料を用いてコア部分15および外殻部分16を形成するように、記録ユニット10を制御する(S15)。すなわち、S15において、造形本体部分Aが形成されることになる。次いで、印刷制御部35は、補正造形データに基づき、白色インクを用いて被覆部分Bを、造形本体部分Aを覆うように形成するように、記録ユニット10を制御した後(S16)、補正造形データに基づき、加飾インクを用いて加飾部分Cを、被覆部分Bを覆うように形成するように、記録ユニット10を制御する(S17)。

[0121] なお、インク使用量比較部33が、インク使用量算出部32の算出結果に基づき、インク使用量算出部32が算出したモデル材の総量と加飾インクの総量とを比較した結果、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下の場合(S13, No)、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下であるという比較結果の情報を造形データ受付部31に送る。造形データ受付部31は、モデル材の総量が加飾インクの総量の同等以下であるという比較結果の情報をインク使用量比較部33より受け取ると、取得した造形データをそのまま印刷制御部35に送る。印刷制御部35は、造形データに基づき、造形本体部分A、被覆部分Bおよび加飾部分Cを形成する(S18)。

[0122] このように、コア部分15および外殻部分16をまとめて混合材料で形成した場合でも、モデル材で造形本体部分Aを形成する場合と比較して、本実施形態に係る造形本体部分Aを形成するために使用するモデル材の使用量を抑え、より多くの加飾インクを使用することができる。結果、加飾インクを効率的に消費することができるので、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0123] なお、本実施形態では、造形本体部分Aを混合材料で形成しているため、

造形本体部分 A に使用されている加飾インクの色が三次元造形物 5 の表層側から出現してしまうことを抑制するために、造形本体部分 A を被覆する被覆部分 B を白色インクで形成することが好ましい。これにより、加飾部分の色調を減法混色により調整することができる。

[0124] (2) 補正造形データの作成方法

補正造形データを作成するにあたり、造形本体部分 A に用いる混合材料を構成する加飾インクおよびその使用量等には特に限定はない。以下には、これらの決定方法の一例を示すが、本発明はこれに限定されるわけではない。

[0125] (2-1 加飾インクの使用量の決定)

例えば、補正造形データ作成部 34 は、モデル材の総量が加飾インクの総量よりも多いという比較結果の情報をインク使用量比較部 33 より受け取った場合、両者の差分に応じて、コア部分 15 および外殻部分 16 を形成するために用いる混合材料を構成する加飾インクの使用量を決定してもよい。これにより、モデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分 15 および外殻部分 16 を形成するために用いる混合材料を構成する加飾インクの使用量が決定されるため、より正確にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0126] 補正造形データ作成部 34 は、インク使用量比較部 33 が比較したモデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分 15 および外殻部分 16 を形成するための混合材料を構成する加飾インクの使用量を決定する。そして、補正造形データ作成部 34 は、混合材料を構成する加飾インクの使用量として決定した使用量の加飾インクを含む混合材料で形成したコア部分 15 および外殻部分 16 を持つ補正造形データを作成する。印刷制御部 35 は、補正造形データに基づき、補正造形データ作成部 34 が混合材料を構成する加飾インクの使用量として決定した使用量の加飾インクを含む混合材料でコア部分 15 および外殻部分 16 を形成するように、記録ユニット 10 を制御する。

[0127] (2-2 加飾インクの決定)

ここで、補正造形データ作成部 34 は、コア部分 15 および外殻部分 16 を形成するために用いる混合材料を構成する加飾インクを、インク使用量算出部 32 が算出した加飾インクの総量に応じて決定してもよい。例えば、補正造形データ作成部 34 は、インク使用量算出部 32 が算出した加飾インクの総量に基づき、混合材料を構成する加飾インクとして最も使用量が少ない加飾インクを選択したり、使用量が少ない複数の加飾インクを選択したりすればよい。これにより、混合材料を構成する加飾インクを、インク使用量算出部 32 が算出した加飾インクの総量に応じて決定することができるため、各加飾インクについて、より正確にモデル材との使用量の差を低減することができる。

[0128] 補正造形データ作成部 34 は、混合材料を構成する加飾インクとして決定した加飾インクであって、当該加飾インクの使用量として決定した使用量の加飾インクを含む混合材料で形成したコア部分 15 および外殻部分 16 を持つ補正造形データを作成する。印刷制御部 35 は、補正造形データに基づき、混合材料を構成する加飾インクとして決定した加飾インクであって、当該加飾インクの使用量として決定した使用量の加飾インクを含む混合材料でコア部分 15 および外殻部分 16 を形成するように、記録ユニット 10 を制御する。

[0129] なお、混合材料を構成する加飾インクとして複数の加飾インクを選択した場合は、混合材料を構成する加飾インクの使用量として決定した使用量を、選択した加飾インクごとに割り振ればよい。この際、混合材料を構成する加飾インクの使用量は、選択した加飾インクごとに均一に割り振ってもよいし、選択した各加飾インクの残量に応じて割り振ってもよい。

[0130] [まとめ]

本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法は、造形本体部分 A および加飾部分 C を含む三次元造形物 5 の製造方法であって、少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて、上記本体部分 A を形成する造形本体部分形成工程と、上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する上記加飾



部分Cを形成する加飾部分形成工程と、を含むことを特徴とする。

[0131] 上記の方法では、本来モデル材で形成する造形本体部分Aを少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて形成している。すなわち、本発明の一態様によれば、造形本体部分の一部にモデル材の代わりに加飾インクを使用して造形本体部分Aを形成することができる。このように、使用頻度が高いモデル材の代わりに、使用頻度の低い加飾インクを用いて造形本体部分を形成することにより、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0132] 本発明の一態様に係る、三次元造形物5の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分15を形成するコア部分形成工程と、少なくともモデル材を用いて、上記コア部分15の外殻をなす外殻部分16であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程とを有する。

[0133] 上記の方法によれば、加飾部分Cとコア部分15との間に、外殻部分16を設けることにより、コア部分15に使用されている加飾インクの色が三次元造形物の表層側の加飾部分に影響を及ぼすことを抑制することができる。

[0134] 本発明の一態様に係る、三次元造形物5の製造方法は、上記コア部分形成工程では、上記加飾インクを用いて上記コア部分15を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記モデル材を用いて上記外殻部分16を形成する。

[0135] 上記の方法のように、造形本体部分Aのコア部分15を、加飾インクを用いて形成し、造形本体部分Aの外殻部分16を、モデル材を用いて形成してもよい。なお、モデル材が白色の場合は、加飾部分Cとコア部分15との間に、白色インクにより形成された外殻部分16を設けることにより、コア部分15に使用されている加飾インクの色が三次元造形物5の表層側から出現してしまうことが抑制され、加飾部分Cの色調を減法混色により調整することができる。

[0136] 本発明の一態様に係る、三次元造形物5の製造方法は、上記コア部分形成工程では、上記モデル材および上記加飾インクを混合した混合材料を用いて

上記コア部分 15 を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記混合材料を用いて上記外殻部分 16 を形成し、白色インクを用いて、上記外殻部分 16 を被覆する被覆部分 B を形成する被覆部分形成工程を含む。

[0137] 上記の方法のように、造形本体部分 A のコア部分 15 および外殻部分 16 の双方を、加飾インクおよびモデル材を混合した混合材料を用いて形成してもよい場合、加飾部分 C と外殻部分 16 との間に、白色インクにより形成された被覆部分 B を設けることにより、造形本体部分 A に使用されている加飾インクの色が三次元造形物 5 の表層側から出現してしまうことが抑制され、加飾部分 C の色調を減法混色により調整することができる。

[0138] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法は、上記三次元造形物 5 の三次元データに基づき、当該三次元造形物 5 の上記造形本体部分 A を、上記モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、当該三次元造形物 5 の上記加飾部分を、上記加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する当該加飾インクの総量とを算出する算出工程と、上記算出工程で算出した上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量とを比較する比較工程と、をさらに含み、上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、上記造形本体部分形成工程および上記加飾部分形成工程を行う。

[0139] 上記の方法では、モデル材の総量と加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、造形本体部分 A の一部分にモデル材の代わりに加飾インクを使用して造形本体部分 A を形成している。すなわち、形成する三次元造形物 5 の三次元データを解析した上で、造形本体部分 A の一部分にモデル材の代わりに加飾インクを使用するか否かを判断しているため、より効果的にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0140] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分 15 を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分 15 の外殻をなす外殻部分 16 であって、当該コア

部分 1 5 を被覆する外殻部分 1 6 を形成する外殻部分形成工程と、を有し、上記コア部分形成工程では、上記加飾インクを用いて上記コア部分 1 5 を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記モデル材を用いて上記外殻部分 1 6 を形成し、上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、両者の差分に応じて、上記コア部分 1 5 および上記外殻部分 1 6 の領域を決定する領域決定工程をさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記加飾インクを用いて上記コア部分 1 5 を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記モデル材を用いて上記外殻部分 1 6 を形成する。

[0141] 上記の方法によれば、モデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分 1 5 および外殻部分 1 6 の領域が決定されるため、より正確にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0142] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法は、上記算出工程において算出された上記加飾インクの総量に応じて、上記コア部分 1 5 を形成するために用いる上記加飾インクを決定する加飾インク決定工程と、上記領域決定工程において決定された上記コア部分 1 5 の領域に応じて、上記加飾インク決定工程において決定された上記加飾インクの使用量を決定する使用量決定工程とをさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクを用いて、上記使用量決定工程で決定された使用量で上記コア部分 1 5 を形成する。

[0143] 上記の方法によれば、コア部分 1 5 に用いる加飾インクを、加飾インクの総量に応じて決定しているため、各加飾インクについて、より正確にモデル材との使用量の差を低減することができる。

[0144] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分 1 5 を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材

を用いて、上記コア部分 15 の外殻をなす外殻部分 16 であって、当該コア部分 15 を被覆する外殻部分 16 を形成する外殻部分形成工程と、を有し、上記コア部分形成工程では、上記モデル材および上記加飾インクを混合した混合材料を用いて上記コア部分 15 を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記混合材料を用いて上記外殻部分 16 を形成し、白色インクを用いて、上記外殻部分 16 を被覆する被覆部分 B を形成する被覆部分形成工程をさらに含み、上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、両者の差分に応じて、上記コア部分 15 および上記外殻部分 16 を形成するために用いる上記混合材料を構成する上記加飾インクの使用量を決定する使用量決定工程をさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記コア部分 15 を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記外殻部分 16 を形成する。

[0145] 上記の方法によれば、モデル材の総量および加飾インクの総量の差分に応じて、コア部分 15 および外殻部分 16 を形成するために用いる混合材料を構成する加飾インクの使用量が決定されるため、より正確にモデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0146] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法は、上記算出工程において算出された上記加飾インクの総量に応じて、上記混合材料を構成する上記加飾インクを決定する加飾インク決定工程をさらに含み、上記コア部分形成工程では、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクであって、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記コア部分 15 を形成し、上記外殻部分形成工程では、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクであって、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記外殻部分 16 を形成する。

[0147] 上記の方法によれば、混合材料を構成する加飾インクが、加飾インクの総

量に応じて決定されるため、各加飾インクについて、より正確にモデル材との使用量の差を低減することができる。

[0148] 本発明の一態様に係る、三次元造形物5の製造方法は、白色インクを用いて、上記造形本体部分Aを被覆する被覆部分Bを形成する被覆部分形成工程をさらに含み、上記加飾部分形成工程では、上記加飾インクを用いて、上記被覆部分Bを被覆する上記加飾部分Cを形成する。

[0149] 上記の方法によれば、加飾部分Cと造形本体部分Aとの間に白色インクにより形成された被覆部分Bが設けられることにより、モデル材が例えば透明の場合などに、コア部分15に使用されている加飾インクの色が三次元造形物5の表層側から出現してしまうことが抑制され、加飾部分Cの色調を減法混色により調整することができる。

[0150] 本発明の一態様に係る、三次元造形物5の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分15を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分15の外殻をなす外殻部分16であって、当該コア部分15を被覆する外殻部分16を形成する外殻部分形成工程と、を有し、上記外殻部分形成工程では、上記コア部分15で用いた上記加飾インクの色が、上記外殻部分16を通して出現しない厚みで上記外殻部分16を形成する。

[0151] 上記の方法によれば、コア部分15で用いた加飾インクの色が、被覆部分Bまたは外殻部分16を通して出現することで加飾部分Cの色調品位が低下するのを抑制することができ、加飾部分Cで配色したインクを所望の色調にすることができる。

[0152] 本発明の一態様に係る、三次元造形物5の製造方法においては、上記造形本体部分形成工程は、少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分15を形成するコア部分形成工程と、少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分15の外殻をなす外殻部分16であって、当該コア部分15を被覆する外殻部分16を形成する外殻部分形成工程と、を有し、

上記コア部分 15 の体積は、上記外殻部分 16 の体積よりも大きく、上記外殻部分 16 の体積は、上記加飾部分 C の体積以上である。

[0153] 上記の方法によれば、コア部分 15 の領域（体積）を外殻部分 16 の領域（体積）よりも大きくすることにより、外殻部分 16 を形成するために使用するインクよりも、コア部分 15 を形成するために使用するインクの方が多くなる。そのため、モデル材の代わりに使用する加飾インクの使用量が多くなり、より効率的に加飾インクを消費することができるので、モデル材と加飾インクとの使用量の差をより効果的に低減することができる。さらに、外殻部分 16 が、加飾部分の厚み以上の厚みを有していれば、コア部分 15 に使用されている加飾インクの色が外殻部分 16 を通して三次元造形物 5 の表層側から出現してしまうことを十分に抑制することができる。

[0154] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法は、上記モデル材および上記加飾インクは、同じ硬化収縮率を有している。

[0155] 上記の方法によれば、モデル材および加飾インクを硬化した後に、コア部分 15 および外殻部分 16 の界面で歪みが発生することを抑制することができる。

[0156] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法は、インクジェット法を用いて上記モデル材および上記加飾インクを吐出して、上記三次元造形物 5 を製造する。

[0157] 本発明の一態様に係る、三次元造形物 5 の製造方法は、インクジェット法を用いて三次元造形物 5 を製造する場合に、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減する効果をより効果的に奏することができる。

[0158] 本発明の一態様に係る製造装置は、造形本体部分 A および加飾部分 C を含む三次元造形物 5 を製造するための製造装置 60 であって、モデル材および加飾インクを用いて上記三次元造形物 5 を形成する印刷部（記録ユニット 10）と、上記三次元造形物 5 の三次元データに基づき、当該三次元造形物 5 の上記造形本体部分 A を、上記モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、当該三次元造形物 5 の上記加飾部分 C を、上記加

飾インクのみを用いて形成する場合に使用する当該加飾インクの総量とを算出する算出部（インク使用量算出部 3 2）と、上記算出部が算出した上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量とを比較する比較部（インク使用量比較部 3 3）と、を備え、上記印刷部は、上記比較部による比較の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて、上記造形本体部分 A を形成し、上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する上記加飾部分 C を形成する。

[0159] 上記の構成によれば、使用頻度が高いモデル材の代わりに、使用頻度の低い加飾インクを用いて造形本体部分 A を形成することにより、加飾インクを効率的に消費することができるので、モデル材と加飾インクとの使用量の差を低減することができる。

[0160] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

### 産業上の利用可能性

[0161] 本発明は、三次元造形物の製造に利用することができる。

## 請求の範囲

- [請求項1] 造形本体部分および加飾部分を含む三次元造形物の製造方法であつて、
- 少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて、上記造形本体部分を形成する造形本体部分形成工程と、
- 上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する上記加飾部分を形成する加飾部分形成工程と、を含むことを特徴とする、三次元造形物の製造方法。
- [請求項2] 上記造形本体部分形成工程は、
- 少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、
- 少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であつて、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有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3] 上記コア部分形成工程では、上記加飾インクを用いて上記コア部分を形成し、
- 上記外殻部分形成工程では、上記モデル材を用いて上記外殻部分を形成することを特徴とする請求項2に記載の、三次元造形物の製造方法。
- [請求項4] 上記コア部分形成工程では、上記モデル材および上記加飾インクを混合した混合材料を用いて上記コア部分を形成し、
- 上記外殻部分形成工程では、上記混合材料を用いて上記外殻部分を形成し、
- 白色インクを用いて、上記外殻部分を被覆する被覆部分を形成する被覆部分形成工程を含むことを特徴とする請求項2に記載の、三次元造形物の製造方法。
- [請求項5] 上記三次元造形物の三次元データに基づき、当該三次元造形物の上



記造形本体部分を、上記モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、当該三次元造形物の上記加飾部分を、上記加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する当該加飾インクの総量とを算出する算出工程と、

上記算出工程で算出した上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量とを比較する比較工程と、をさらに含み、

上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、上記造形本体部分形成工程および上記加飾部分形成工程を行う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]

上記造形本体部分形成工程は、

少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、

少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有し、

上記コア部分形成工程では、上記加飾インクを用いて上記コア部分を形成し、

上記外殻部分形成工程では、上記モデル材を用いて上記外殻部分を形成し、

上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、両者の差分に応じて、上記コア部分および上記外殻部分の領域を決定する領域決定工程をさらに含み、

上記コア部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記加飾インクを用いて上記コア部分を形成し、

上記外殻部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記モデル材を用いて上記外殻部分を形成することを特徴と

する請求項5に記載の、三次元造形物の製造方法。

[請求項7]

上記算出工程において算出された上記加飾インクの総量に応じて、上記コア部分を形成するために用いる上記加飾インクを決定する加飾インク決定工程と、

上記領域決定工程において決定された上記コア部分の領域に応じて、上記加飾インク決定工程において決定された上記加飾インクの使用量を決定する使用量決定工程とをさらに含み、

上記コア部分形成工程では、上記領域決定工程で決定された領域に対して、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクを用いて、上記使用量決定工程で決定された使用量で上記コア部分を形成することを特徴とする、請求項6に記載の、三次元造形物の製造方法。

[請求項8]

上記造形本体部分形成工程は、

少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、

少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有し、

上記コア部分形成工程では、上記モデル材および上記加飾インクを混合した混合材料を用いて上記コア部分を形成し、

上記外殻部分形成工程では、上記混合材料を用いて上記外殻部分を形成し、

白色インクを用いて、上記外殻部分を被覆する被覆部分を形成する被覆部分形成工程をさらに含み、

上記比較工程の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、両者の差分に応じて、上記コア部分および上記外殻部分を形成するために用いる上記混合材料を構成する上記加飾インクの使用量を決定する使用量決定工程をさらに含み、

上記コア部分形成工程では、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記コア部分を形成し、

上記外殻部分形成工程では、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記外殻部分を形成することを特徴とする請求項5に記載の、三次元造形物の製造方法。

[請求項9]

上記算出工程において算出された上記加飾インクの総量に応じて、上記混合材料を構成する上記加飾インクを決定する加飾インク決定工程をさらに含み、

上記コア部分形成工程では、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクであって、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記コア部分を形成し、

上記外殻部分形成工程では、上記加飾インク決定工程で決定された上記加飾インクであって、上記使用量決定工程で決定された使用量の上記加飾インクを含む上記混合材料を用いて、上記外殻部分を形成することを特徴とする請求項8に記載の、三次元造形物の製造方法。

[請求項10]

白色インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する被覆部分を形成する被覆部分形成工程をさらに含み、

上記加飾部分形成工程では、上記加飾インクを用いて、上記被覆部分を被覆する上記加飾部分を形成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11]

上記造形本体部分形成工程は、

少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、

少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部

分形成工程と、を有し、

上記外殻部分形成工程では、上記コア部分で用いた上記加飾インクの色が、上記外殻部分を通して出現しない厚みで上記外殻部分を形成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12]

上記造形本体部分形成工程は、

少なくとも上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分のコア部分を形成するコア部分形成工程と、

少なくとも上記モデル材を用いて、上記コア部分の外殻をなす外殻部分であって、当該コア部分を被覆する外殻部分を形成する外殻部分形成工程と、を有し、

上記コア部分の体積は、上記外殻部分の体積よりも大きく、

上記外殻部分の体積は、上記加飾部分の体積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13]

上記モデル材および上記加飾インクは、同じ硬化収縮率を有してい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14]

インクジェット法を用いて上記モデル材および上記加飾インクを吐出して、上記三次元造形物を製造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15]

造形本体部分および加飾部分を含む三次元造形物を製造するための製造装置であって、

モデル材および加飾インクを用いて上記三次元造形物を形成する印刷部と、

上記三次元造形物の三次元データに基づき、当該三次元造形物の上記造形本体部分を、上記モデル材のみを用いて形成する場合に使用する当該モデル材の総量と、当該三次元造形物の上記加飾部分を、上記加飾インクのみを用いて形成する場合に使用する当該加飾インクの総量とを算出する算出部と、

上記算出部が算出した上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量

とを比較する比較部と、を備え、

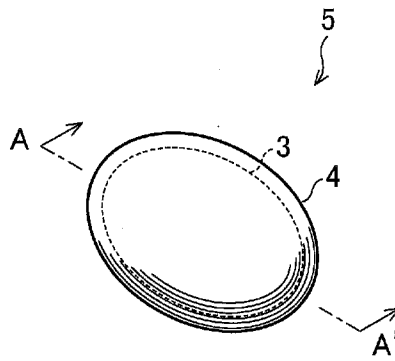
上記印刷部は、上記比較部による比較の結果、上記モデル材の総量と上記加飾インクの総量との差が所定の量よりも多い場合に、

少なくとも加飾インクおよびモデル材を用いて、上記造形本体部分を形成し、

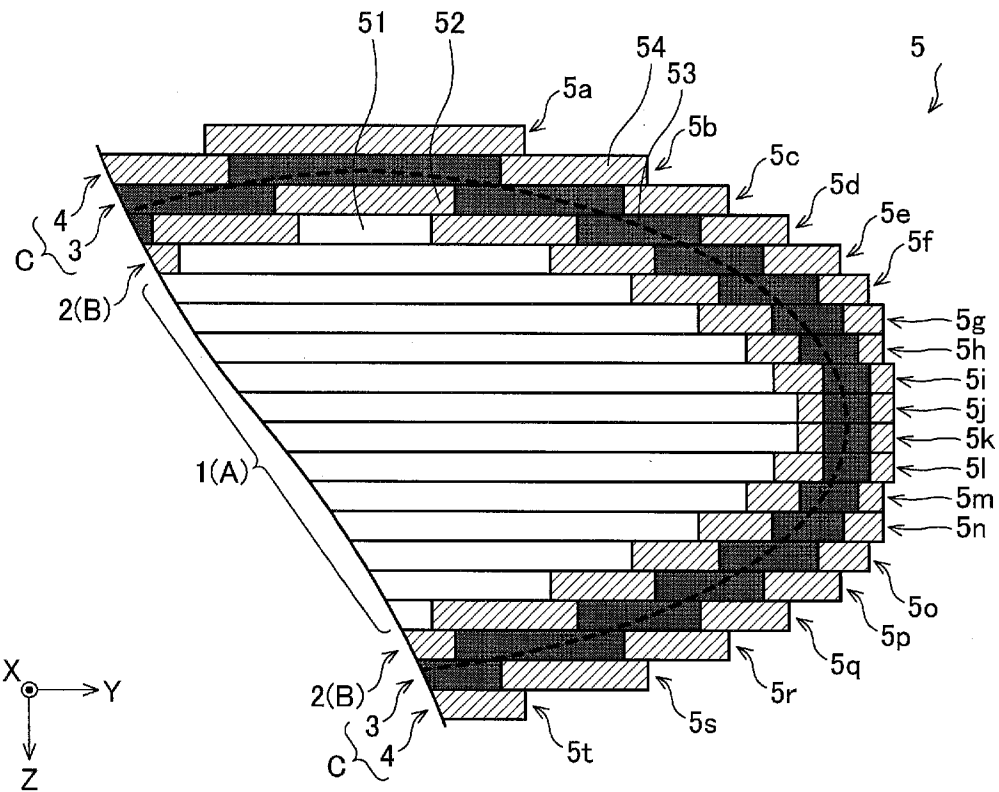
上記加飾インクを用いて、上記造形本体部分を被覆する上記加飾部分を形成することを特徴とする製造装置。

[図1]

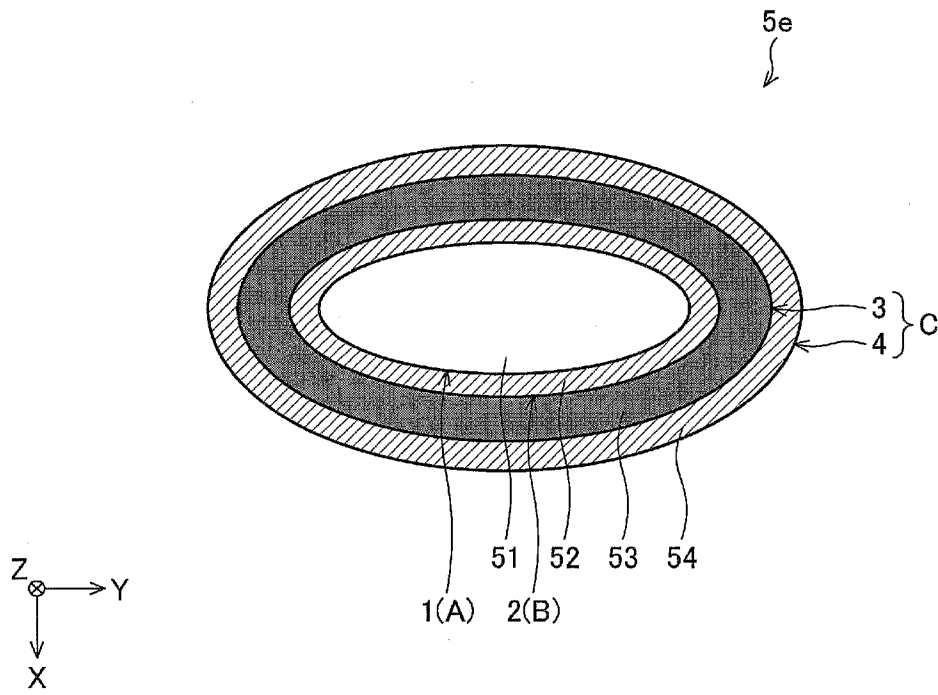
(a)



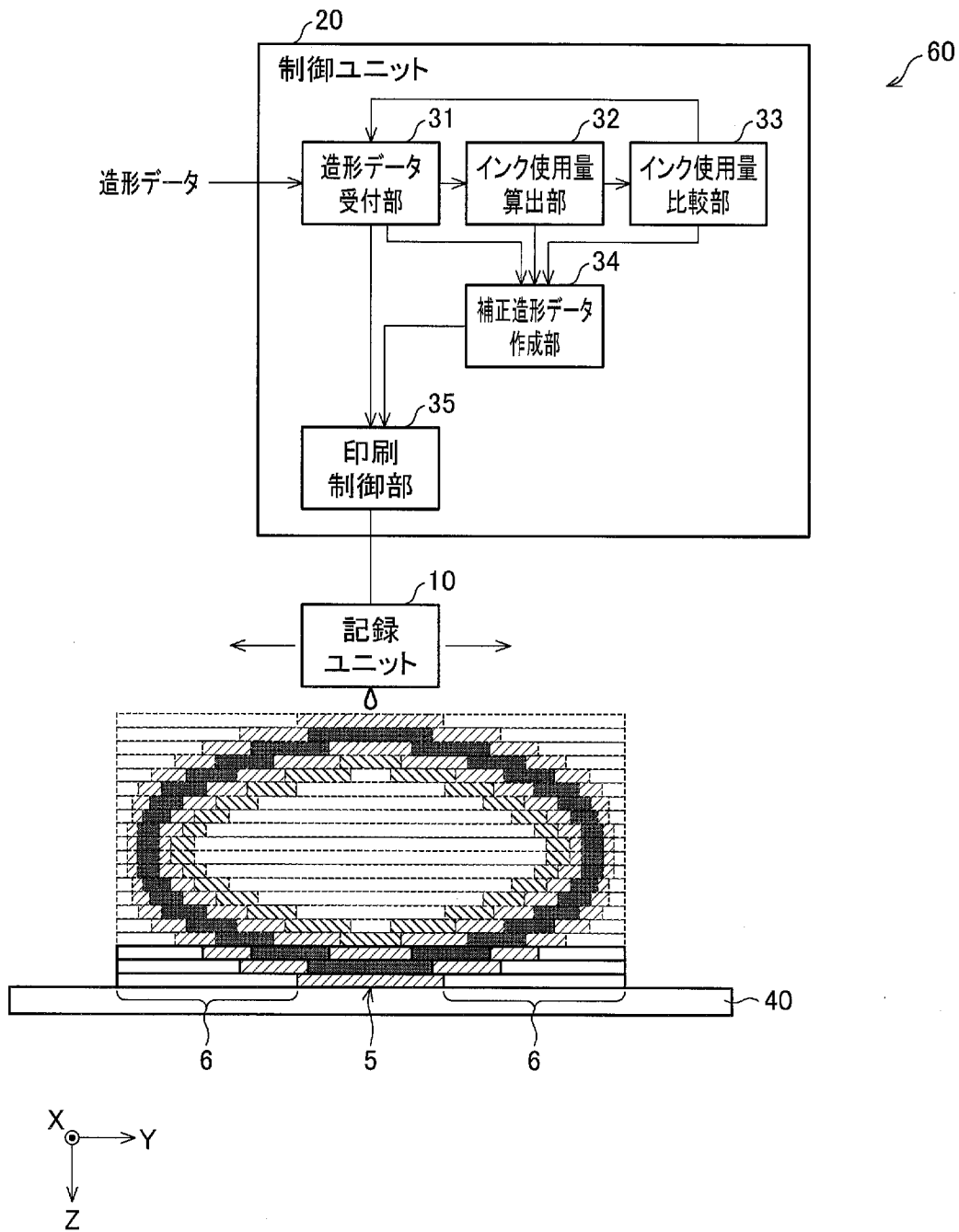
(b)



[図2]

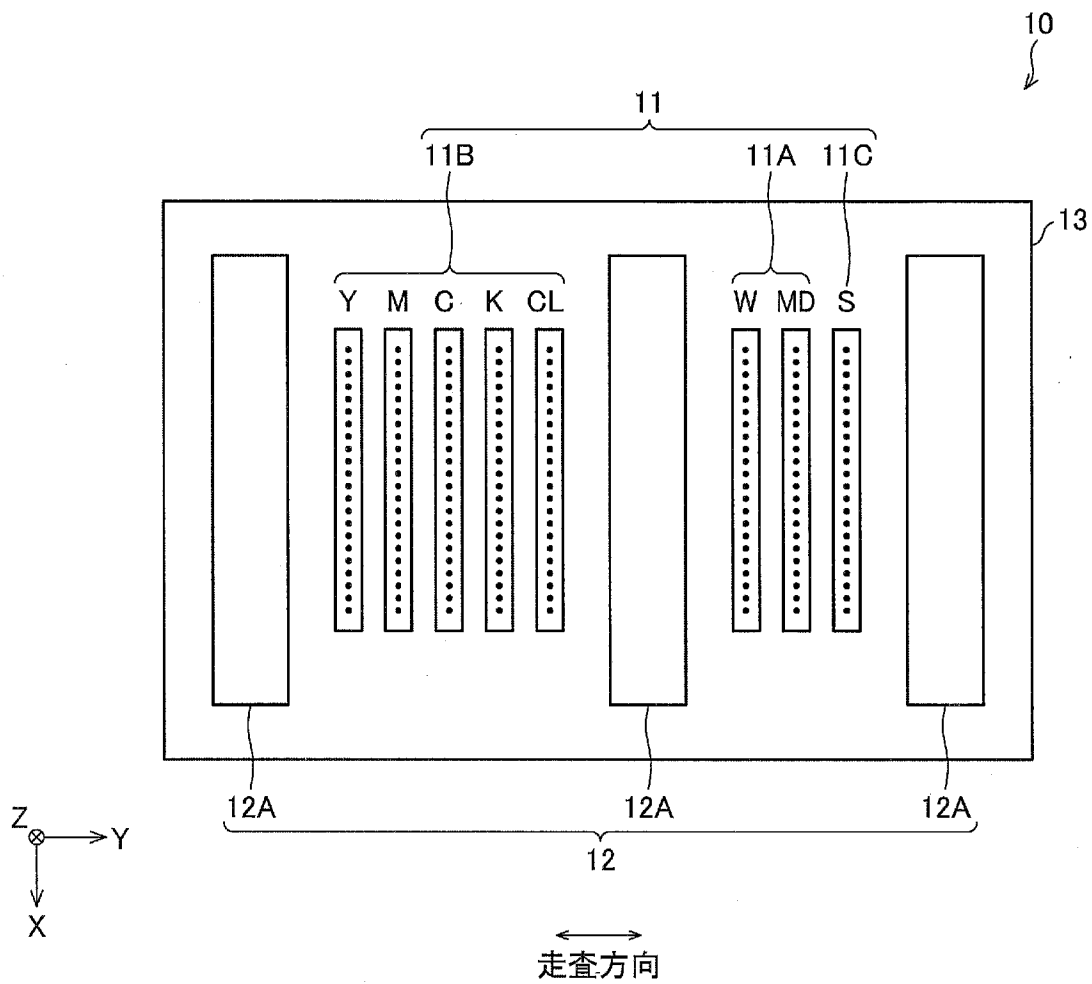


[図3]

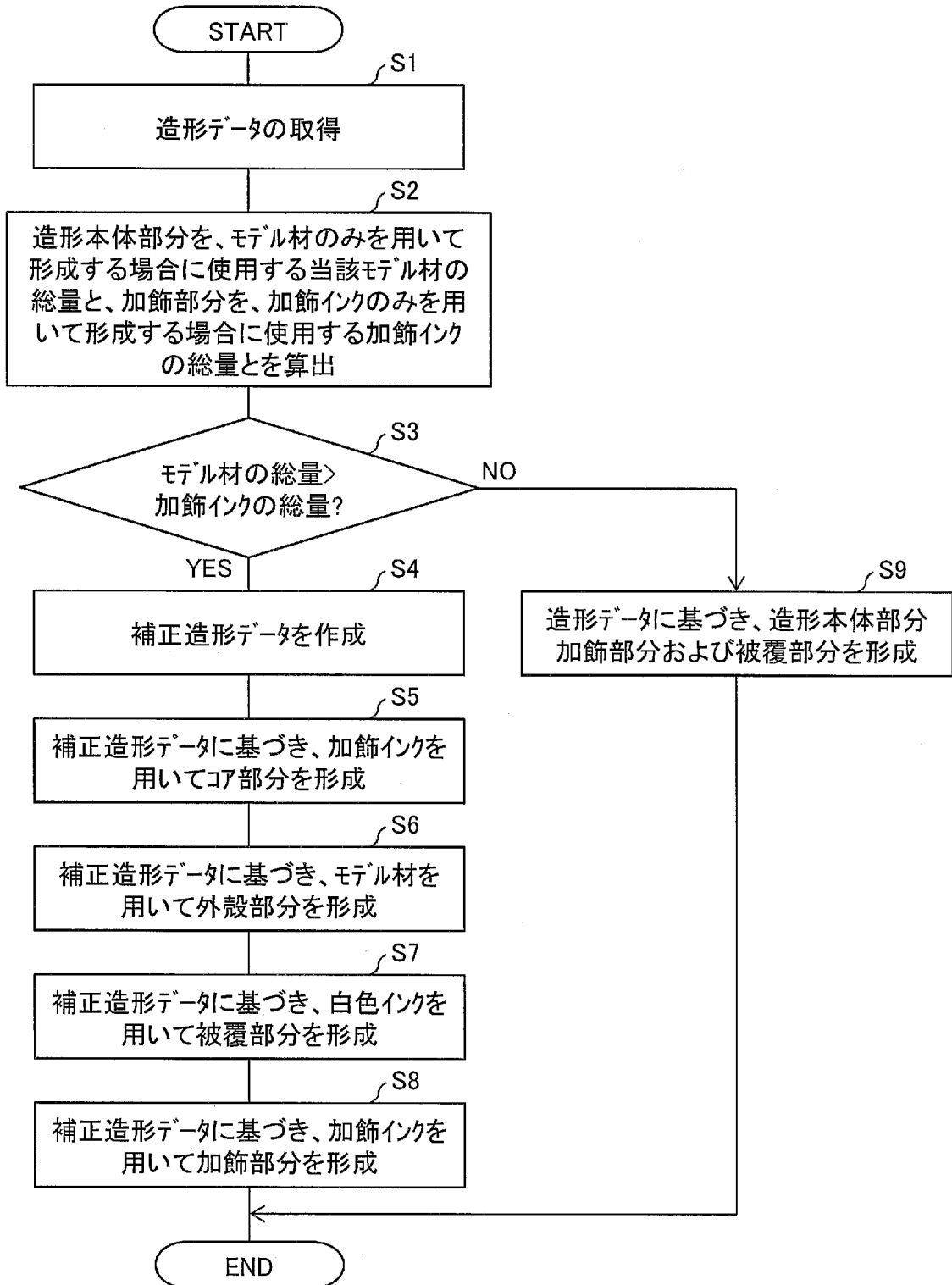




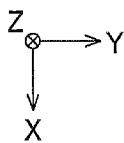
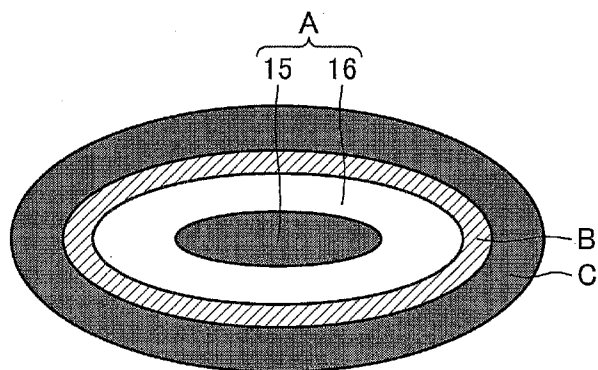
[図4]



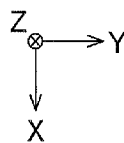
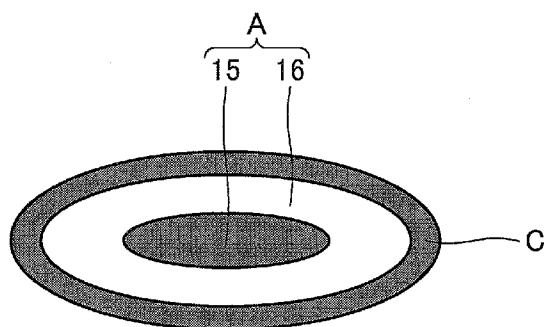
[図5]



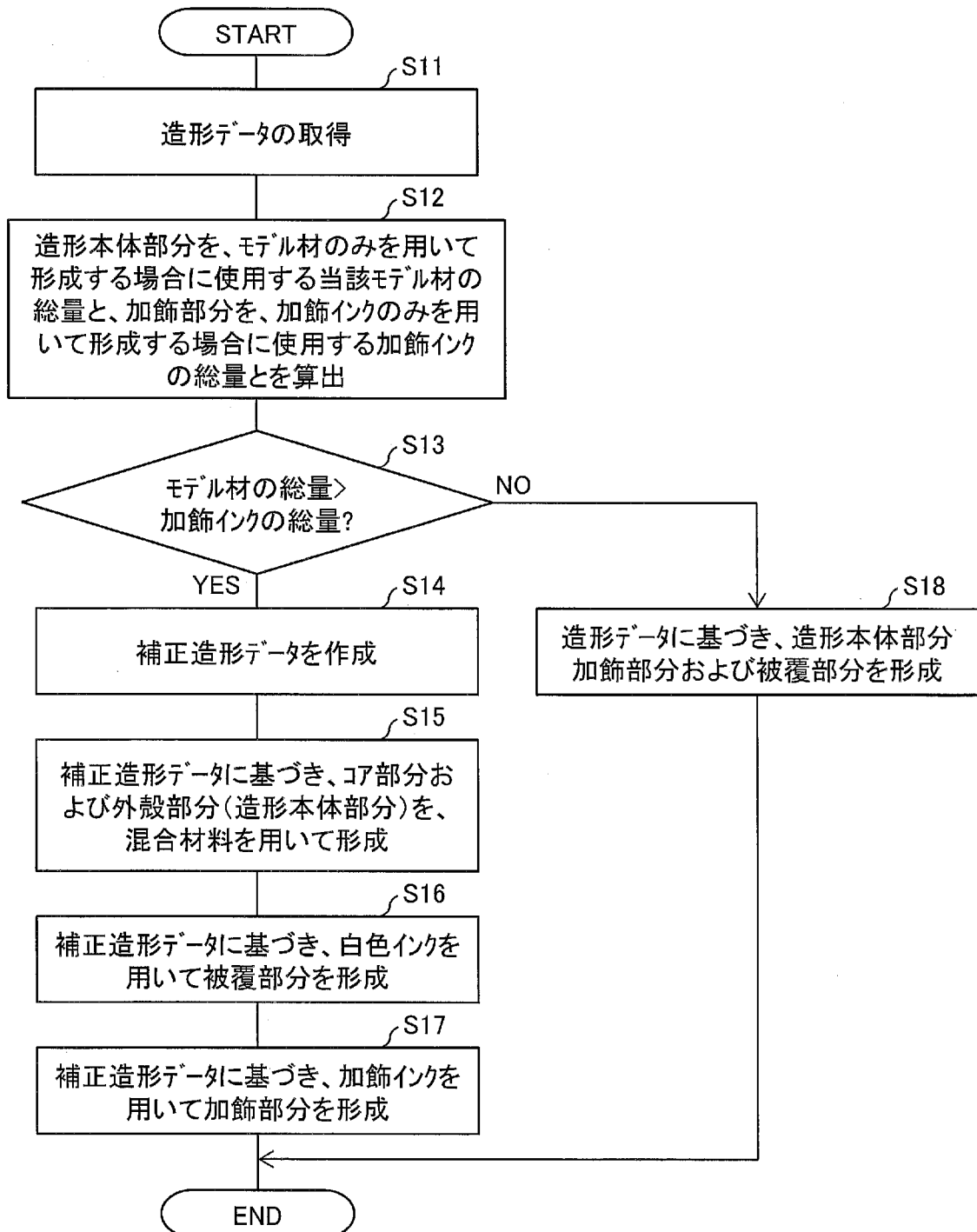
[図6]



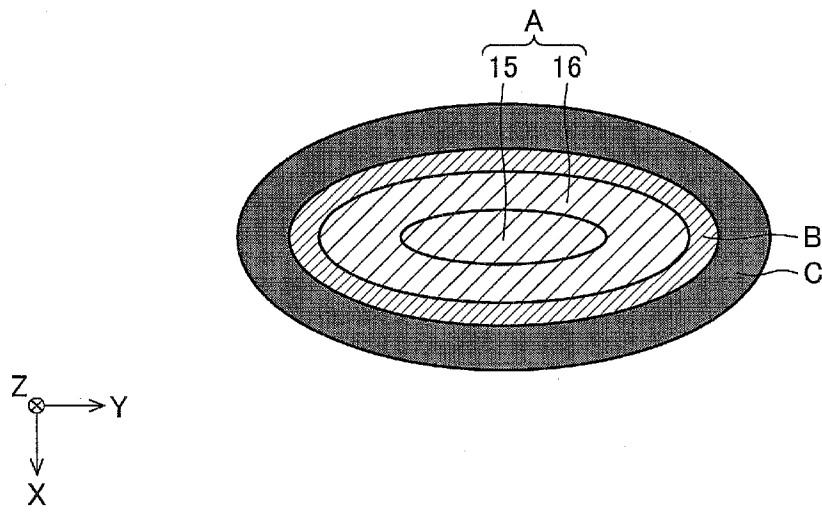
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/061253

**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

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 2000-280354 A (Minolta Co., Ltd.), 10 October 2000 (10.10.2000), entire text & US 2002/0167101 A1 the whole document	1-15
A	JP 2000-280356 A (Minolta Co., Ltd.), 10 October 2000 (10.10.2000), entire text & US 2002/0167101 A1 the whole document	1-15
P, X	JP 2016-26915 A (Mimaki Engineering Co., Ltd.), 18 February 2016 (18.02.2016), claims; paragraphs [0083] to [0149] & US 2016/0001505 A1 claims; paragraphs [0093] to [0159]	1, 14

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 24 June 2016 (24.06.16)	Date of mailing of the international search report 05 July 2016 (05.07.16)
--------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

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

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,		
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 2000-280354 A（ミノルタ株式会社） 2000.10.10, 全文 & US 2002/0167101 A1 the whole document	1-15
A	JP 2000-280356 A（ミノルタ株式会社） 2000.10.10, 全文 & US 2002/0167101 A1 the whole document	1-15
P, X	JP 2016-26915 A（株式会社ミマキエンジニアリング） 2016.02.18, [特許請求の範囲], [0083] - [0149] & US 2016/0001505 A1 claims, [0093]-[0159]	1, 14
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="float: right;">☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 引用文献のカテゴリー 「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 「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 「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） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「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 「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 「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 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 24.06.2016	国際調査報告の発送日 05.07.2016	
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） 今井 拓也 電話番号 03-3581-1101 内線 3469	4R 5797