



(10) **DE 11 2017 007 132 T5** 2019.11.07

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/154767**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 007 132.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/007407**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.02.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.08.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **07.11.2019**

(51) Int Cl.: **B29C 67/00 (2017.01)**  
**B33Y 50/00 (2015.01)**

(71) Anmelder:  
**HOSEI UNIVERSITY, Tokyo, JP; Mutoh Industries  
Ltd., Tokyo, JP**

(72) Erfinder:  
**Touma, Takashi, Tokyo, JP; Tanuma, Chiaki,  
Tokyo, JP**

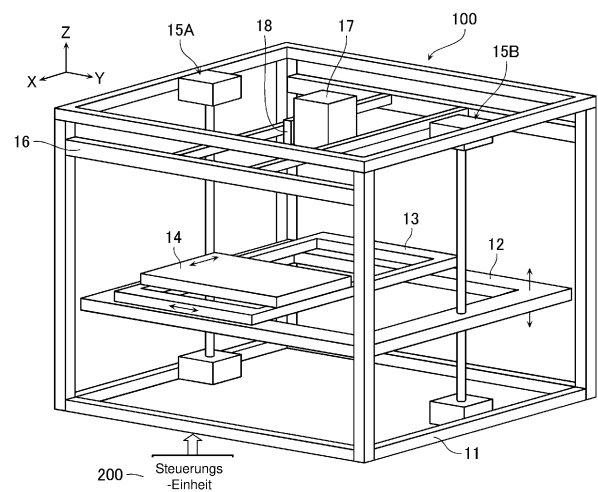
(74) Vertreter:  
**Gleiss Große Schrell und Partner mbB  
Patentanwälte Rechtsanwälte, 70469 Stuttgart, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Dreidimensionales Formgebungsverfahren und dreidimensionale Formgebungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die dreidimensionale Formgebungsvorrichtung umfasst eine dreidimensionale Datenerfassungseinheit, die dreidimensionale Daten erfasst, die eine dreidimensionale Struktur mit Voxeln repräsentieren, einen Abgabemechanismus, der ein laminiertes Material einschließlich einer Vielzahl an Arten von Färbemittel abgibt, und eine Steuerungseinheit, die den Abgabemechanismus auf Grundlage der dreidimensionalen Daten steuert, um die dreidimensionale Form zu formen. Eines der Voxel ist in jeder der sich schneidenden drei Richtungen in eine Vielzahl von Elementen unterteilt, wobei jedes aus der Vielzahl von Elementen mit Farbdaten versehen ist, die einer aus einer Vielzahl Farben entsprechen, und die Farbdaten des Elements so bestimmt sind, dass alle aus einer Vielzahl von Oberflächen des Voxels eine ungefähr identische Farbe aufweisen.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein dreidimensionales Formgebungsverfahren und eine dreidimensionale Formgebungsvorrichtung

## Bisheriger Stand der Technik

**[0002]** Bei herkömmlichen 3D-Druckern wurde beispielsweise bereits in der Patentliteratur 1 ein 3D-Farbdrucker vorgeschlagen, der dazu ausgebildet ist, eine Oberflächenform zu kolorieren. Jedoch ist der herkömmliche 3D-Farbdrucker dazu ausgebildet, nur eine Oberfläche einer geformten dreidimensionalen Form auf der Grundlage von Polygondaten und ähnlichen Daten zu kolorieren und es war schwer, das Innere der dreidimensionalen Form mit einer Farbe zu kolorieren, die wirklich die Farbe einer ursprünglichen dreidimensionalen Struktur wiedergibt. Der Grund ist, dass dreidimensionale CAD-Daten, die für die Formgebung verwendet werden, nur Daten auf der Oberfläche der dreidimensionalen Form verwenden und keine innere Struktur der dreidimensionalen Form definieren und keine Farbdaten der inneren Struktur umfassen. In Anbetracht dessen wird ein dreidimensionales Formgebungsverfahren und eine Vorrichtung benötigt, um auch das Innere der dreidimensionalen Form genau zu kolorieren.

## Literaturliste

## Patentliteratur

**[0003]** Patentliteratur 1: JP 2016-221789 A

## Zusammenfassung der Erfindung

## Technisches Problem

**[0004]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein dreidimensionales Formgebungsverfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, die dazu ausgebildet sind, auch das Innere einer dreidimensionalen Form genau zu kolorieren.

## Lösung des Problems

**[0005]** Ein dreidimensionales Formgebungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen Schritt des Erfassens von dreidimensionalen Daten, die eine dreidimensionale Struktur mit Voxeln repräsentieren; und einen Schritt des Unterteilens eines der Voxel in jeder der sich schneidenden drei Richtungen in eine Vielzahl von Elementen, und des Bereitstellens von Farbdaten für jedes aus der Vielzahl der Elemente, die einer aus einer Vielzahl von Farben entspricht,

wobei das Bereitstellen der Farbdaten für die Elemente so durchgeführt wird, dass eine Vielzahl von Oberflächen des Voxels eine ungefähr identische Farbe aufweist.

**[0006]** Eine dreidimensionale Formgebungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine dreidimensionale Datenerfassungseinheit, die dreidimensionale Daten erfasst, die eine dreidimensionale Struktur mit Voxeln repräsentieren, einen Abgabemechanismus, der ein laminiertes Material einschließlich einer Vielzahl an Arten von Färbemitteln abgibt, und eine Steuerungseinheit, die den Abgabemechanismus auf Grundlage der dreidimensionalen Daten steuert, um die dreidimensionale Form zu formen. Eines der Voxel ist in jeder der sich schneidenden drei Richtungen in eine Vielzahl von Elementen unterteilt, wobei jedes aus der der Vielzahl der Elemente mit Farbdaten versehen ist, die einer aus einer Vielzahl von Farben entspricht, und die Farbdaten des Elements so bestimmt sind, dass alle aus einer Vielzahl von Oberflächen des Voxels eine ungefähr identische Farbe aufweisen.

**[0007]** Eine dreidimensionale Formgebungsvorrichtung gemäß eines anderen Aspekts der vorliegenden Erfindung umfasst: eine dreidimensionale Datenerfassungseinheit, die dreidimensionale Daten erfasst, die eine dreidimensionale Struktur mit Voxeln repräsentieren; einen Abgabemechanismus, der ein laminiertes Material einschließlich einer Vielzahl an Arten von Färbemitteln abgibt; und eine Steuerungseinheit, die den Abgabemechanismus auf Grundlage der dreidimensionalen Daten steuert, um eine dreidimensionale Form zu formen, wobei eines der Voxel in jeder der sich schneidenden drei Richtungen in eine Vielzahl von Elementen unterteilt ist, jedes aus der Vielzahl der Elemente mit Farbdaten versehen ist, die einer aus einer Vielzahl von Farben entspricht, und eine Vielzahl der Elemente, die in einem der Voxel enthalten sind, exponierte Elemente, die auf einer der Oberflächen der Voxel erscheinen, und Kernelemente, die mit den exponierten Elementen bedeckt sind, aufweisen und die Steuerungseinheit Farbdaten für die Farbkorrektur der Kernelemente bereitstellt.

## Figurenliste

**Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Ansicht, die einen Gesamtaufbau eines 3D-Druckers **100** einer ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das einen Aufbau einer Steuerungseinheit **200** zeigt, die den 3D-Drucker **100** in **Fig. 1** steuert.

**Fig. 3** ist ein schematisches Diagramm, das ein Konzept von dreidimensionalen Daten (Voxeln) zeigt, die in der Ausführungsform verwendet werden.

**Fig. 4** ist ein konzeptuelles Diagramm, das dreidimensionale Daten zeigt, die Voxel **VD** verwenden.

**Fig. 5** zeigt eine Beziehung zwischen dem Voxel **VD** und den Elementen **ED**.

**Fig. 6** zeigt Farbdaten (Pallettendaten), die dem Voxel **VD** bereitgestellt werden.

**Fig. 7** zeigt Farbdaten (Schattierung) die dem Voxel **VD** bereitgestellt werden.

**Fig. 8** ist ein konzeptionelles Diagramm, das eine Operation einer Phasenumwandlungseinheit **223** zum Verhindern des Auftretens eines Moiré beschreibt.

**Fig. 9** ist ein konzeptionelles Diagramm, das die Operation einer Phasenumwandlungseinheit **223** zum Verhindern des Auftretens des Moiré beschreibt.

**Fig. 10** ist ein konzeptionelles Diagramm, das eine Operation einer Farbtonumwandlungseinheit **223** beschreibt.

#### Beschreibung der Ausführungsformen

**[0008]** Als Nächstes werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Einzelnen unter Hinweis auf die Zeichnungen beschrieben. Während die folgende Beschreibung einen 3D-Drucker vom Tintenstrahltyp als Beispiel verwendet, ist die vorliegende Erfindung nicht auf den Tintenstrahltyp beschränkt und der 3D-Drucker ist lediglich dazu ausgebildet, laminiertes Material abzugeben, das eine Vielzahl an Arten von Färbemitteln für jedes später beschriebene Element umfasst.

#### [Erste Ausführungsform]

**[0009]** **Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Ansicht, die einen Gesamtaufbau eines 3D-Druckers **100** einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, die sich auf ein dreidimensionales Formgebungsverfahren und eine Vorrichtung bezieht. Der 3D-Drucker **100** umfasst einen Rahmen **11**, ein Z-Gerüst **12**, ein Y-Gerüst **13**, einen Formgebungstisch **14**, Hubvorrichtungen **15A** und **15B**, einen Kopfhalteabschnitt **16**, einen Tintentank **17**, und einen Tintenstrahlkopf **18**.

**[0010]** Der Rahmen **11** weist ein rechteckig geformtes Rahmenwerk auf und nimmt innen das Z-Gerüst **12** und andere später beschriebene Teile auf. Das Z-Gerüst **12** ist dazu ausgebildet, innen in dem Rahmen **11** durch die Hubvorrichtungen **15A** und **15B** in einer Z-Richtung (einer Richtung, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptebene des Formgebungstischs **14** ist) in **Fig. 1** bewegt zu werden.

**[0011]** Das Y-Gerüst **13** ist dazu ausgebildet, auf einer Oberfläche des Z-Gerüsts **12** entlang einer Y-Richtung (einer Richtung, die parallel zur Hauptebene des Formgebungstischs **14** ist) in **Fig. 1** zu gleiten. Der Formgebungstisch **14** ist dazu ausgebildet, auf einer Oberfläche des Y-Gerüsts **13** in einer X-Richtung (einer Richtung, die parallel zur Hauptebene des Formgebungstischs **14** und einer Richtung, die senkrecht zu der Y-Richtung ist) in **Fig. 1** zu gleiten. Die vorstehend beschriebenen Operationen des Z-Gerüsts **12**, des Y-Gerüsts **13**, und des Formgebungstischs **14** ermöglichen es einer dreidimensionalen Form, die auf dem Formgebungstisch **14** geformt ist, sich in drei Richtungen zu bewegen, der X-Richtung, der Y-Richtung und der Z-Richtung. Die dreidimensionale Form auf dem Formgebungstisch **14**, die sich relativ in einer dreidimensionalen Richtung im Hinblick auf den Tintenstrahlkopf **18** bewegt, ermöglicht das Formen der dreidimensionalen Form auf Grundlage von dreidimensionalen Daten.

**[0012]** Der Kopfhalteabschnitt **16** ist sicher an dem Rahmen **11** in einer Position angebracht, die höher als mindestens eine maximale Höhe des Z-Gerüsts **12** ist. Der Tintentank **17** und der Tintenstrahlkopf **18** werden auf dem Kopfhalteabschnitt **16** gehalten. Der Tintentank **17** enthält eine Vielzahl an Arten von Tinten, beispielsweise C (Zyan), M (Magenta), Y (Gelb) und Weiß (W) für die Farbformgebung der dreidimensionalen Form. Anschließend injiziert der Tintenstrahlkopf **18** die Tinten, um Voxel als Komponenteneinheiten (dreidimensionale Pixel) der dreidimensionalen Form zu formen. Als Tinte kann eine Tinte vom Ultraviolettaushärtungstyp, die durch Bestrahlen mit einem Ultraviolettstrahl gehärtet wird, verwendet werden. In diesem Fall kann eine Ultraviolettbestrahlungseinheit (nicht gezeigt) neben dem Tintenstrahlkopf **18** angeordnet sein.

**[0013]** **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das einen Aufbau einer Steuerungseinheit **200** zeigt, die den 3D-Drucker **100** in **Fig. 1** steuert. Die Steuerungseinheit **200** umfasst einen Computer **21**, eine Systemsteuerungseinheit **22**, eine Kopfsteuerungseinheit **23**, eine mechanische Steuerungseinheit **24**, einen Höhensteuerungsmotor **25**, einen Y-Gerüststeuerungsmotor **26**, einen Tischsteuerungsmotor **27** und eine Display-Einheit **28**.

**[0014]** Der Computer **21** dient als dreidimensionale Datenerfassungseinheit, die von außen bereitgestellte dreidimensionale Daten der zu formenden dreidimensionalen Form erfasst, und führt die Umwandlung verschiedener Daten und ähnliche Operationen durch, die für die Formgebung notwendig ist. Die dreidimensionalen Daten weisen ein Basiselement (dreidimensionales Pixel) eines Voxels mit einer Breite in der dreidimensionalen Richtung als eine Einheit auf und werden durch einen Satz der Voxel repräsentiert. Das heißt, eine Vielzahl von Voxeln sind dreidimen-

sional angeordnet, um die dreidimensionalen Daten darzustellen. Jedes Voxel kann verschiedene Informationen einschließen, beispielsweise Farbinformationen wie RGB und CMKY, Informationen zu einem Material, welches das Voxel darstellt. Dies wird später beschrieben.

**[0015]** Die Systemsteuerungseinheit **22** weist eine Funktion auf, um Kopfsteuerungsdaten zum Steuern des Tintenstrahlkopfes **18** und Motorsteuerungsdaten zum Steuern der verschiedenen Arten von Motoren auf Grundlage der dreidimensionalen Daten zu erzeugen, und überträgt die Daten auf die Kopfsteuerungseinheit **23** und die mechanische Steuerungseinheit **24**. Die Systemsteuerungseinheit **22** umfasst eine Pallettendatenaufnahmeeinheit **221**, eine Farbumwandlungseinheit **222**, eine Phasenumwandlungseinheit **223** und eine Farbtonkorrektureinheit **224**.

**[0016]** Die Pallettendatenaufnahmeeinheit **221** enthält Pallettendaten als Farbdaten. Die Farbumwandlungseinheit **222** weist eine Funktion auf, um Farbdaten, die in dem Voxel enthalten sind, in die Pallettendaten umzuwandeln, die den Farbdaten entsprechen. Die Phasenumwandlungseinheit **223** weist eine Funktion auf, um die Phase des Voxels auf Grundlage der dem Voxel bereitgestellten Pallettendaten umzuwandeln. Die Farbtonkorrektureinheit **224** weist eine Funktion auf, um einen Farbton der Pallettendaten, die dem Voxel auf Grundlage von verschiedenen Daten bereitgestellt werden, zu korrigieren.

**[0017]** Die Kopfsteuerungseinheit **23** steuert auf Grundlage der erhaltenen Kopfsteuerungsdaten den Typ der Tinte, die von dem Tintenstrahlkopf **18** abgegeben wird und die Abgabemenge. Die mechanische Steuerungseinheit **24** unterteilt ferner die Motorsteuerungsdaten in **Z**-Richtungsdaten, **Y**-Richtungsdaten, und **X**-Richtungsdaten und überträgt diese jeweils auf den Höhensteuerungsmotor **25**, den **Y**-Gerüststeuerungsmotor **26** und den Tischsteuerungsmotor **27**. Der Höhensteuerungsmotor **25**, der **Y**-Gerüststeuerungsmotor **26** und der Tischsteuerungsmotor **27** treiben das **Z**-Gerüst **12**, das **Y**-Gerüst **13** und den Formgebungstisch **14** auf Grundlage der **Z**-Richtungsdaten, der **Y**-Richtungsdaten und der **X**-Richtungsdaten an. Die Display-Einheit **28** besteht beispielsweise aus einem Flüssigkristalldisplay.

**[0018]** Als Nächstes erfolgt eine Beschreibung der durch das Voxel repräsentierten dreidimensionalen Daten. In einem üblichen 3D-Drucker wird ein STL-Format typischerweise zum Repräsentieren einer dreidimensionalen Form durch Explodieren in Ebenendaten in einer horizontalen Richtung verwendet. Das STL-Format weist kein Verfahren zum Repräsentieren von Eigenschaften des Inneren der Struktur auf. Demgemäß ist es schwierig, durch Bilden der dreidimensionalen Form auf Grundlage des STL-

Formats eine innere Struktur der dreidimensionalen Struktur zu repräsentieren und nur die Oberfläche kann koloriert werden.

**[0019]** Beispielsweise ist es notwendig, eine Struktur des Inneren eines Herzens einschließlich der Farbe zu formen, wenn die Form des Herzens in einer Form eines menschlichen Körpers durch einen 3D-Drucker geformt wird. Jedoch ist dies für einen herkömmlichen 3D-Drucker, der das STL Format verwendet, schwierig.

**[0020]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, repräsentiert der 3D-Drucker gemäß der Ausführungsform im Gegensatz dazu die Struktur der dreidimensionalen Form durch den Satz der Voxel **VD**, von denen jedes eine Einheit der dreidimensionalen Struktur darstellt. Der Fall der Voxel **VD** erleichtert es, die innere Struktur der dreidimensionalen Struktur zu repräsentieren und jedes der Voxel **VD** ist mit den Farbdaten ausgestattet, und erleichtert daher die Repräsentation der Farbe des Inneren der dreidimensionalen Struktur. Als ein Format, welches die Voxel verarbeitet, ist bereits das FAV (FABricatable Voxel = fabrizierbare Voxel) Format bekannt, und das FAV Format ist auf die Ausführungsform anwendbar.

**[0021]** Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist ein Voxel **VD** ferner in eine Vielzahl von Elementen **ED** in jeder Richtung der sich schneidenden drei Richtungen (**X**/**Y**/**Z**) unterteilt. Beispielsweise ist ein Voxel **VD** in mehrere, beispielsweise vier Elemente **ED** sowohl in der **X**-Richtung, der **Y**-Richtung, und der **Z**-Richtung unterteilt, um in  $4 \times 4 \times 4 = 64$  Teile unterteilt zu werden.

**[0022]** Die Größe eines Voxel **VD** wird in Abhängigkeit von einer Mindest-Abgabemenge des Tintenstrahlkopfes **18** bestimmt. Wenn beispielsweise die Mindest-Abgabemenge des Tintenstrahlkopfes **18** **16** pl (Picoliter) beträgt, sind die **16** pl eine Mindest-Größe eines Elements **ED**. Demgemäß, wenn es sich bei dem Element **ED** um einen Würfel handelt, beträgt ein Mindestwert einer Seite eines Elements **ED** ungefähr  $25 \mu\text{m}$ . Wenn eine sichtbare Größe (Auflösung) in einer Beobachtungsentfernung der dreidimensionalen Form  $0,1 \text{ mm}$  beträgt, werden vier Elemente **ED**, die eine Seite von  $25 \mu\text{m}$  aufweisen, sowohl in der **X**-Richtung, der **Y**-Richtung, und der **Z**-Richtung gesammelt, in  $4 \times 4 \times 4 = 64$  Teilen insgesamt, um ein Voxel **VD** zu bilden. Wie in **Fig. 5** gezeigt, können die **64** Elemente **ED** des einen Voxel **VD** in **56** exponierte Elemente **EDe** klassifiziert werden, die auf den Oberflächen der Voxel **VD** und der Kernelemente **EDc** erscheinen, die periphere Bereiche mit den exponierten Elementen **EDe** bedecken lassen, um innen in dem Voxel **VD** verborgen zu werden, damit sie von außen nicht mehr sichtbar sind. Die exponierten Elemente **EDe** können mit anderen Farbdaten als weiß ausgestattet werden. Auf der anderen Seite werden die Kernelemente **EDc** im We-

sentlichen mit Daten für Weiß ausgestattet, mit Ausnahme des Falles, in dem eine Farbtonkorrektur an dem Voxel durchgeführt wird.

**[0023]** In einem Voxel **VD** müssen die Teilungszahlen (die Anzahl der Elemente) in der X-Richtung, der Y-Richtung und der Z-Richtung nicht notwendigerweise identisch sein. Beispielsweise kann ein Voxel aus den Elementen von  $4 \times 6 \times 8$  Teilen zusammengesetzt sein. Ein Element **ED**, das sich keiner Würfel-form annähern kann, kann in der **Z**-Richtung oder einer ähnlichen Richtung verglichen mit dem Würfel eine abgeflachte Form aufweisen. In diesem Fall kann die Anzahl von Anordnungen der Elemente in einer Voxel **VD** in der **Z**-Richtung, der **Y**-Richtung und der **X**-Richtung verschieden sein, so dass der Voxel **VD** eine Würfelform aufweist.

**[0024]** Jedes Element **ED** ist mit einem Teil der Farbdaten unter einer Vielzahl an Arten von Farbdaten (beispielsweise Weiß (W), Zyan (C), M (Magenta), Y (Gelb)) auf Grundlage der Pallettendaten bereitgestellt, die in Übereinstimmung mit den Farbdaten (beispielsweise eine der sechs Farben von achromatischen Farben und jeweils vier Farben unter R, G, B, C, M, und Y, insgesamt 30 Farben) zugeordnet sind, um dem Voxel **VD** bereitgestellt zu werden. Das heißt, zum Bereitstellen eines Teils der Farbdaten für eine von sechs Oberflächen des Voxel **VD**, wird ein Teil der Farbdaten unter Weiß (W), Zyan (C), M (Magenta), und Y (Gelb) den 16 ( $4 \times 4$ ) Elementen **ED** bereitgestellt, die auf der einen Oberfläche erscheinen. Kombinationen der Farbdaten (W, C, M, und Y), die den 16 Elementen **ED** bereitgestellt sind, bestimmen die Farbdaten, die auf einer Oberfläche des Voxels bereitgestellt sind.

**[0025]** Wenn man die Farbdaten den Elementen **ED**, die auf den sechs Oberflächen des Voxel **VD** auf solch eine Weise erscheinen, bereitstellt, ist es notwendig, den sechs Oberflächen des Voxel **VD** eine ungefähr identische Farbe bereitzustellen. In dieser Hinsicht sind in der Ausführungsform die Farbdaten der Elemente **ED** so bestimmt, dass alle sechs Oberflächen eine ungefähr identische Farbe in dem Voxel **VD** aufweisen. Dies wird im Einzelnen unter Verwendung von **Fig. 6** beschrieben.

**[0026]** Das oben dargestellte Beispiel zeigt den Farbtyp der Tinte in dem Fall, in dem der Tintenstrahltyp 3D-Drucker in **Fig. 1** verwendet wird. Der 3D-Drucker in **Fig. 1** führt Ultraviolettaushärtung an der Tinte selbst aus, um die Elemente **ED** und ferner die Voxel **VD** zu laminieren, um die dreidimensionale Form herzustellen, daher wird eine weiße Tinte benötigt. Im Gegensatz dazu können im Fall der Drucker vom anderen Typ, die beispielsweise Färbemittel der Tinte und ähnliches Material auf einem weißen laminierten Material abgeben, eine Vielzahl von Tinten beispiels-

weise nur C, M und Y sein, und Weiß ist nicht notwendigerweise eingeschlossen.

**[0027]** **Fig. 6** ist ein Entwicklungsdiagramm eines Voxel **VD**. Das Voxel **VD** weist sechs Flächen Fs1 bis Fs6 auf. Beispielsweise liegt die Fläche Fs5 der Fläche Fs3 auf einer Seite gegenüber, welche durch die Referenznummern **L1** und **L2** in **Fig. 6** angezeigt werden. In **Fig. 6** ist das Element **ED** mit Weiß (W) als Farbdaten durch eine Referenzzahl  $D_w$  dargestellt. Gleichermaßen werden die Elemente **ED**, die mit Zyan (C), M (Magenta) und Y (Gelb) ausgestattet sind, jeweils durch die Referenzzahlen  $D_c$ ,  $D_m$  und  $D_y$  repräsentiert. Daher handelt es sich bei den Daten, welche die Farbdaten angeben, die der Vielzahl der Elemente **ED** zugeordnet sind, die in einem Voxel **VD** enthalten sind, um die oben beschriebenen Pallettendaten. Die Pallettendaten werden von der Pallettendaten-Aufnahmeeinheit **221** aufgenommen, und die Pallettendaten, welche zu der Farbe passen, werden beispielsweise von der Pallettendaten-Aufnahmeeinheit **221** ausgelesen, in Übereinstimmung mit der Art der Farbe (beispielsweise eine der sechs Farben von achromatischen Farben und jeweils vier Farben unter R, G, B, C, M, und Y, insgesamt 30 Farben), um dem Voxel **VD** bereitgestellt zu werden. Wenn die Pallettendaten ausgelesen werden, werden die Farbdaten zu jedem Element auf Grundlage der Pallettendaten bereitgestellt.

**[0028]** **Fig. 6** gibt die Verteilung der Farbdaten für jedes Element **ED** im Fall an, in welchem dem Voxel **VD** eine graue Farbe bereitgestellt ist. Um den sechs Flächen Fs1 bis Fs6 des Voxel **VD** eine identische Farbe bereitzustellen, sind die Proportionen der Elemente, die mit den Referenzzahlen  $D_w$ ,  $D_c$ ,  $D_m$  und  $D_y$  in den jeweiligen Flächen bereitgestellt werden, ungefähr identisch.

**[0029]** Wie in **Fig. 7** gezeigt, wenn Grau dem Voxel **VD** bereitgestellt ist, wird die Farbe der Oberfläche des Voxel **VD** ein dunkleres Grau, wenn eine Summe der Anzahl von Elementen **ED** der Referenzzahlen  $D_c$ ,  $D_m$  und  $D_y$  auf der Oberfläche des Voxel **VD** im Vergleich zu der Anzahl von Elementen der Referenzzahl  $D_w$  ansteigt. Wenn Gelb dem Voxel **VD** bereitgestellt wird, wird jedes der Elemente **ED** der Referenzzahlen  $D_w$  und  $D_y$  bereitgestellt, und, wenn die Anzahl der Elemente **ED** der Referenzzahl  $D_y$  auf einer Oberfläche im Vergleich mit der Anzahl der Elemente der Referenzzahl  $D_w$  ansteigt, wird das Gelb, das dem Voxel **VD** bereitgestellt wird, zu einem dunkleren Gelb. Gleichermaßen, wenn Blau dem Voxel **VD** bereitgestellt wird, wird jedes der Elemente **ED** der Referenzzahlen  $D_y$ ,  $D_m$  und  $D_w$  bereitgestellt, und, wenn die Anzahl der Elemente **ED** der Referenzzahlen  $D_y$  und  $D_m$  auf einer Oberfläche im Vergleich mit der Anzahl der Elemente **ED** der Referenzzahl  $D_w$  ansteigt, wird das Blau, das dem Voxel **VD** bereitgestellt wird, zu einem dunkleren Blau.

**[0030]** Die Elemente **ED**, die mit den Farben, die den Referenzzahlen  $D_y$ ,  $D_m$  und  $D_c$  entsprechen, ausgestattet sind, sind die in **Fig. 5** gezeigten exponierten Elemente  $E_{D_y}$ , und die Kernelemente  $E_{D_c}$  können im Wesentlichen die Elemente **ED** der Referenzzahl  $D_w$  sein, weil die Kernelemente  $E_{D_c}$  nicht zur Außenseite hin exponiert sind. Wenn jedoch die Farbtonkorrektur benötigt wird, werden manchmal andere Farbdaten als die Referenzzahl  $D_w$  bereitgestellt. Dies wird später beschrieben.

**[0031]** Während die in **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigten Beispiele eine Anordnung verwenden (ein Punktzeichnungsstil), in welcher die Elemente **ED**, die eine identische Farbe aufweisen, in der **X**-Richtung und der **Y**-Richtung soweit wie möglich nicht aneinander angrenzen, sondern nur in einer schrägen Richtung auf einer Oberfläche aneinander angrenzen, wobei die Anordnung der Elemente **ED** nicht darauf beschränkt ist, und es kann ein Layout (ein Strichzeichnungsstil) angewendet werden, in welchem zwei Elemente **ED**, die eine identische Farbe aufweisen, eine gemeinsame Seite aufweisen (in anderen Worten, sie grenzen in der **X**-Richtung und der **Y**-Richtung aneinander an).

**[0032]** Wenn eine Vielzahl der Voxel **VD**, die mit einer identischen Farbe ausgestattet sind, entlang einer Oberfläche angeordnet sind, tritt in einigen Fällen Moiré auf, um möglicherweise eine Farbschattierung bereitzustellen, die sich von der ursprünglichen dreidimensionalen Struktur unterscheidet. Anschließend wird in der Ausführungsform die oben beschriebene Phasenumwandlungseinheit **223** verwendet, um die folgenden Steuerungen auszuführen, um das Auftreten des Moiré zu verhindern.

**[0033]** Es wird beispielsweise davon ausgegangen, wie in **Fig. 8** gezeigt, dass auf einer Oberfläche eine Vielzahl (beispielsweise vier Teile) von Voxeln  $VD_{11}$ ,  $VD_{12}$ ,  $VD_{21}$ , und  $VD_{22}$ , die eine identische Farbe (eine identische Farbnummer) aufweisen, in einem Gittermuster ( $2 \times 2$ ) auf einer identischen Oberfläche angeordnet sind. Anschließend weisen die vier Voxel  $VD_{11}$ ,  $VD_{12}$ ,  $VD_{21}$ , und  $VD_{22}$ , denen eine identische Farbe bereitgestellt wird, jeweils die in **Fig. 6** gezeigte Fläche  $Fs_4$  auf, welche derselben identischen Oberflächenseite gegenüberliegt. Es wird davon ausgegangen, dass die letzten Zahlen der Flächen  $Fs_1$  bis  $Fs_6$  in **Fig. 8** die Flächennummer **F** sind, und die Flächen  $Fs_1$  bis  $Fs_6$  Drehwinkel ( $0^\circ$  (1),  $90^\circ$  (2),  $180^\circ$  (3) und  $270^\circ$  (4)) bezüglich einer Referenzposition als einen Flächenwinkel  $\theta$  aufweisen.

**[0034]** In diesem Fall sind, wie in **Fig. 8** gezeigt, eine Vielzahl der Elemente **ED**, die eine identische Farbe aufweisen, beispielsweise die Referenzzahl  $D_m$ , manchmal in einer geraden Linie angeordnet und dadurch wird möglicherweise das Moiré auf der Oberfläche hervorgerufen. Jedoch wird in der ersten Aus-

führungsform, um das Auftreten des Moiré zu verhindern, eine Steuerung durchgeführt, die notwendig ist, um den Voxel **VD** zu drehen und damit das Auftreten des Moiré zu verhindern. **Fig. 8** zeigt einen Beispielfall, in welchem die Elemente der Referenzzahl  $D_m$  in einer schrägen Richtung angeordnet sind, die das Moiré hervorruft. Jedoch ist das Auftreten des Moiré nicht auf den Fall beschränkt, in dem die Elemente, welche eine identische Farbe aufweisen, in der schrägen Richtung angeordnet sind, und das Moiré tritt möglicherweise in dem Fall auf, in welchem die Elemente, die eine identische Farbe aufweisen, mit einer vorbestimmten Regelmäßigkeit angeordnet sind. Beispielsweise tritt das Moiré möglicherweise in dem Fall auf, in dem die Elemente, welche eine identische Farbe aufweisen, in einer Richtung angeordnet sind, die parallel zur Seite des Voxels angeordnet sind. Selbst in diesem Fall kann eine ähnliche Operation durchgeführt werden.

**[0035]** Dies wird im Einzelnen unter Hinweis auf **Fig. 9** beschrieben. Wenn die Vielzahl von Voxeln  $VD_{11}$ ,  $VD_{12}$ ,  $VD_{21}$ , und  $VD_{22}$  wie in **Fig. 8** gezeigt, erzeugt werden, dreht (wandelt die Phasen) die Phasenumwandlungseinheit **223** die Voxel  $VD_{11}$ ,  $VD_{12}$ ,  $VD_{21}$  oder  $VD_{22}$  um und verhindert damit, dass die Elemente **ED**, welche eine identische Farbe aufweisen, in einer geraden Linie angeordnet sind.

**[0036]** **Fig. 9** zeigt einen Zustand, in dem die Voxel in der Anordnung der **Fig. 8**, in der das Moiré auftritt, gedreht wurden, um eine Anordnung der Elemente aufzuweisen, in welcher das Moiré nicht auftritt. Wenn die Anordnung, in welcher das Moiré auftritt, bereitgestellt wird, dreht beispielsweise die Phasenumwandlungseinheit **223**, die Voxel  $VD_{12}$  and  $VD_{21}$ , um die Flächen  $Fs_1$  auf einer Papieroberflächenseite anstelle der Flächen  $Fs_4$  erscheinen zu lassen. In **Fig. 9** wird speziell auf dem Voxel  $VD_{12}$  ( $f, \theta$ ) = (4, 1) in ( $f, \theta$ ) = (1, 2) umgewandelt. Auf dem Voxel  $VD_{21}$  wird ( $f, \theta$ ) = (4, 1) in ( $f, \theta$ ) = (1, 4) umgewandelt.

**[0037]** Auf dem Voxel  $VD_{22}$  wird die Fläche  $Fs_4$  um  $90^\circ$  (2) ( $(f, \theta) = (4, 2)$ ) nach links gedreht, während die Fläche  $Fs_4$  immer noch der Papieroberflächenseite gegenüberliegt.

**[0038]** Die oben beschriebene Drehung der Voxel ermöglicht eine Auswahl der Anordnung, in welcher die Elemente, welche eine identische Farbe aufweisen, nicht in einer Reihe angeordnet sind, und verhindern damit das Auftreten des Moiré. Das oben beschriebene Beispiel verwendet ein Vorgehen, bei dem eines oder beide der Flächennummer  $f$  der Voxel **VD** und des Drehwinkels  $\theta$  geändert werden, um das Moiré zu verhindern. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt, und ein Vorgehen, bei dem entweder das  $f$  oder das  $\theta$  festgelegt sind und nur das andere geändert wird, kann verwendet

werden, soweit die Verhinderung des Moiré erreicht werden kann.

**[0039]** Wenn die Drehoperation durch die Phasenumwandlungseinheit **223** vorzugsweise so durchgeführt wird, dass, wenn die Systemsteuerungseinheit **22** die angeordneten Voxel **VD**, die eine identische Farbe aufweisen, erkennt, wird die Drehsteuerung automatisch durchgeführt, um eine Anordnung für das Verhindern des Auftretens des Moiré bereitzustellen. Alternativ kann die Drehoperation durch die Phasenumwandlungseinheit **223** vorzugsweise so durchgeführt werden, dass die Systemsteuerungseinheit **22** die oben beschriebene Anordnung der Elemente **ED**, welche eine identische Farbe aufweisen, automatisch erkennt, um die Drehsteuerung für das Freigeben der Anordnung durchzuführen.

**[0040]** Alternativ wird stattdessen ermöglicht, dass beispielsweise die Display-Einheit **28** die Anordnung der Voxel **VD** zeigt und ein Bediener die Anzeige der Display-Einheit **28** erfasst und die Drehung der Voxel über eine Eingabeeinheit (eine Computermaus, eine Tastatur und ähnliche Einheit) des Computers **21** anweist.

**[0041]** Die in **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigten Beispiele zeigen die Fälle, in denen, unter den vier Voxel **VD**, die in dem Gittermuster angeordnet sind, die Voxel angeordnet sind, die eine identische Farbe aufweisen. Jedoch ist dies lediglich ein Beispiel und die Phasenumwandlungseinheit **223** kann dazu ausgebildet sein, in dem Fall, in dem die Voxel, die eine identische Farbe aufweisen, in einer Einheit von zwei angrenzenden Voxeln aneinander angrenzen, zu funktionieren.

**[0042]** Als nächstes wird unter Hinweis auf **Fig. 10** eine Beschreibung einer Verteilung der Farbdaten durch die Farbtonumwandlungseinheit **224** an das Kernelement **EDc** gegeben. Wie oben beschrieben, können die zugeordneten Farbdaten, die dem Kernelement **EDcy** bereitgestellt sind, Weiß (W) sein (die Referenzzahl ist **Dw**), weil das Kernelement **EDc** von der Außenseite nicht gesehen wird.

**[0043]** Jedoch wird in einigen Fällen aus verschiedenen Gründen ein gewünschter Farbton nur in Abhängigkeit von den Farbdaten, die dem exponierten Element **EDe** bereitgestellt sind, nicht erhalten. Beispielsweise wird erwartet, dass das Bereitstellen der Farbdaten von Weiß (W), Zyan (C), Magenta (M) und Gelb (Y) für jedes Element **ED** des Voxel **VD** theoretisch sicherstellt, dass dem Voxel **VD** der gewünschte Farbton bereitgestellt wird. Jedoch zeigt ein Prüfen der jeweiligen Farben auf einen tatsächlichen Farbton in Farbräumen von  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  an, dass der tatsächliche Farbton von dem theoretischen Farbton abweicht. In diesem Fall wird eine Operation für die Farbkorrektur benötigt.

**[0044]** Weil die verwendeten Tinten oft eine vorbestimmte Transparenz aufweisen, beeinflusst die Farbschattierung des Kernelements **EDc** möglicherweise die Farbschattierung des gesamten Voxel **VD**.

**[0045]** In Anbetracht des vorstehenden kann, in dem Fall, in dem die Farbkorrektur notwendig ist, in der Ausführungsform das Kernelement **EDc** mit Zyan (C), Magenta (M) und Gelb (Y) ausgestattet sein, während das Kernelement **EDc** im Wesentlichen mit Weiß (W) ausgestattet ist. Dies ermöglicht die Korrektur des Farbtons des Voxel **VD**.

**[0046]** Beispielsweise kann davon ausgegangen werden, wie oben in **Fig. 10** gezeigt, dass jedes Kernelement **EDc** weiß ist. Ein einfallendes Licht **IL** dringt in das Element der Referenzzahl **Dm** des Voxel **VD** ein, um ein reflektiertes Licht **RL** von Rot (R) zu werden und das reflektierte Licht **RL** durchdringt das Element **ED** der Referenzzahl **Dy** nach außen. Zu diesem Zeitpunkt führt ein Farbton des Elements der Referenzzahl **Dm**, welcher zu einer **Y**-Richtung tendiert, manchmal dazu, dass das reflektierte Licht **RL** eine gelbliche Farbe aufweist.

**[0047]** In solch einem Fall kann beispielsweise die Farbtonumwandlungseinheit **224** wie in einer unteren Seite von **Fig. 10** gezeigt, die Farbdaten von Weiß (W) zur anderen Farbe, beispielsweise Magenta (M), ändern, die einem **EDcR** als einem der Kernelemente **EDc** bereitgestellt werden. Dies ermöglicht die Korrektur des reflektierten Lichts **RL** zu einer Farbe, die näher an dem ursprünglichen Rot liegt.

**[0048]** Während bestimmte Ausführungsformen beschrieben wurden, wurden diese Ausführungsformen nur als Beispiel dargestellt und sollen den Umfang der Erfindungen nicht einschränken. Tatsächlich können die hier beschriebenen neuen Ausführungsformen in verschiedenen anderen Formen verkörpert werden; darüber hinaus können verschiedene Auslassungen, Ersetzungen und Änderungen in der Form der hier beschriebenen Ausführungsformen vorgenommen werden, ohne von der Idee der Erfindungen abzuweichen. Die begleitenden Ansprüche und ihre Entsprechungen sollen solche Formen oder Änderungen abdecken, die unter den Umfang und die Idee der Erfindungen fallen würden.

#### Bezugszeichenliste

<b>100</b>	3D-Drucker
<b>200</b>	Steuerungseinheit
<b>11</b>	Rahmen
<b>12</b>	Z-Gerüst
<b>13</b>	Y-Gerüst
<b>14</b>	Formgebungstisch

<b>15A, 15B</b>	Hubvorrichtung
<b>16</b>	Kopfhalteabschnitt
<b>17</b>	Tintentank
<b>18</b>	Tintenstrahlkopf
<b>21</b>	Computer
<b>22</b>	Systemsteuerungseinheit
<b>23</b>	Kopfsteuerungseinheit
<b>24</b>	Mechanische Steuerungseinheit
<b>25</b>	Höhensteuerungsmotor
<b>26</b>	Y-Gerüststeuerungsmotor
<b>27</b>	Tischsteuerungsmotor
<b>28</b>	Display-Einheit
<b>VD</b>	Voxel
<b>ED</b>	Element



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2016221789 A [0003]

**Patentansprüche**

1. Dreidimensionales Formgebungsverfahren, umfassend:

einen Schritt des Erfassens dreidimensionaler Daten, die eine dreidimensionale Struktur mit Voxeln repräsentieren; und

einen Schritt des Unterteilens eines der Voxel in jeder der sich schneidenden drei Richtungen in eine Vielzahl von Elementen, und des Bereitstellens von Farbdaten für jedes aus der Vielzahl der Elemente, die einer aus einer Vielzahl von Farben entspricht, wobei das Bereitstellen der Farbdaten für die Elemente so durchgeführt wird, dass eine Vielzahl von Oberflächen des Voxels eine ungefähr identische Farbe aufweist.

2. Dreidimensionales Formgebungsverfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:  
einen Schritt des Drehens des Voxels.

3. Dreidimensionales Formgebungsverfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Drehens des Voxels ausgeführt wird, wenn eine Vielzahl der Voxel, die eine identische Farbe aufweisen, Seite an Seite angeordnet sind.

4. Dreidimensionales Formgebungsverfahren nach Anspruch 1, wobei eine Vielzahl von Elementen, die in einem der Voxel enthalten sind, exponierte Elemente, die auf einer Oberfläche des Voxels erscheinen und Kernelemente, die mit den exponierten Elementen bedeckt sind, aufweisen und das dreidimensionale Formgebungsverfahren ferner einen Schritt des Bereitstellens von Farbdaten zur Farbkorrektur für die Kernelemente einschließt.

5. Dreidimensionales Formgebungsverfahren, umfassend:

eine dreidimensionale Datenerfassungseinheit, die dreidimensionale Daten erfasst, die eine dreidimensionale Struktur mit Voxeln repräsentieren;

ein Abgabemechanismus, der ein laminiertes Material einschließlich einer Vielzahl an Arten von Färbemitteln abgibt; und

eine Steuerungseinheit, die den Abgabemechanismus auf Grundlage der dreidimensionalen Daten steuert, um die dreidimensionale Form zu formen, wobei eines der Voxel in jeder der sich schneidenden drei Richtungen in eine Vielzahl von Elementen unterteilt ist,

jedes aus der Vielzahl der Elemente mit Farbdaten versehen ist, die einer aus einer Vielzahl von Farben entsprechen, und

die Farbdaten des Elements so bestimmt sind, dass eine Vielzahl von Oberflächen des Voxels eine ungefähr identische Farbe aufweist.

6. Dreidimensionales Formgebungsverfahren nach Anspruch 5, wobei die Steuerungseinheit eine Steuerung zum Drehen des Voxels ausführt.

7. Dreidimensionales Formgebungsverfahren nach Anspruch 6, wobei die Steuerungseinheit die Steuerung zum Drehen des Voxels ausführt, wenn eine Vielzahl der Voxel, die eine identische Farbe aufweisen, Seite an Seite angeordnet sind.

8. Dreidimensionales Formgebungsverfahren nach Anspruch 5:

wobei eine Vielzahl der Elemente, die in dem einen der Voxel enthalten sind, exponierte Elemente, die auf einer Oberfläche des Voxels erscheinen und Kernelemente, die mit den exponierten Elementen bedeckt sind, aufweisen und die Steuerungseinheit Farbdaten für die Farbkorrektur der Kernelemente bereitstellt.

9. Dreidimensionales Formgebungsverfahren, umfassend:

eine dreidimensionale Datenerfassungseinheit, die dreidimensionale Daten erfasst, die eine dreidimensionale Struktur mit Voxeln repräsentieren;

einen Abgabemechanismus, der ein laminiertes Material einschließlich einer Vielzahl an Arten von Färbemitteln abgibt; und

eine Steuerungseinheit, die den Abgabemechanismus auf Grundlage der dreidimensionalen Daten steuert, um die dreidimensionale Form zu formen, wobei eines der Voxel in jeder der sich schneidenden drei Richtungen in eine Vielzahl von Elementen unterteilt ist,

jedes aus der Vielzahl der Elemente mit Farbdaten versehen ist, die einer aus einer Vielzahl von Farben entsprechen, und

eine Vielzahl von Elementen, die in dem einen der Voxel enthalten sind, exponierte Elemente, die auf einer Oberfläche des Voxels erscheinen und Kernelemente, die mit den exponierten Elementen bedeckt sind, aufweisen und die Steuerungseinheit Farbdaten für die Farbkorrektur der Kernelemente bereitstellt.

10. Dreidimensionales Formgebungsverfahren nach Anspruch 9:

wobei die Steuerungseinheit das Kernelement in Weiß hält, wenn keine Farbkorrektur nötig ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

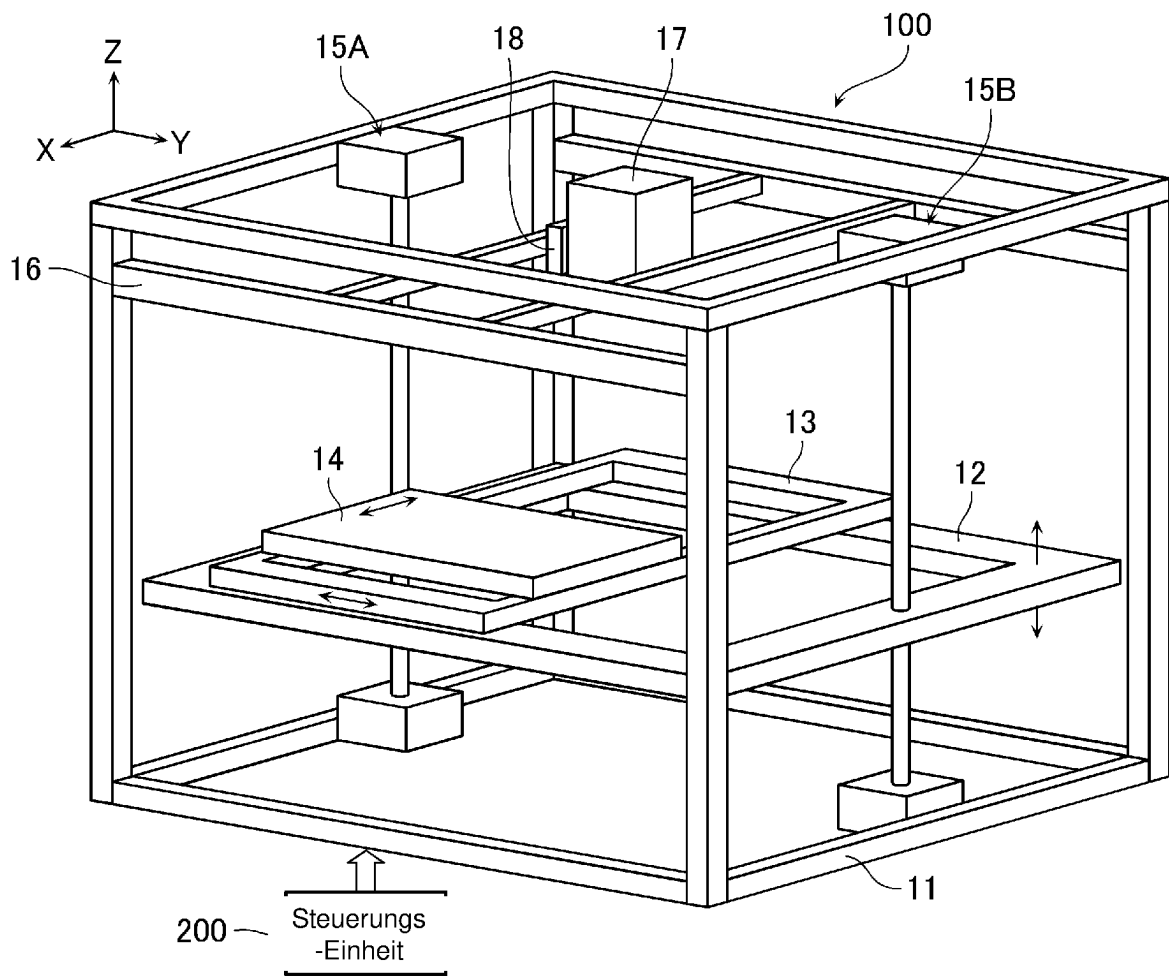


Fig. 2

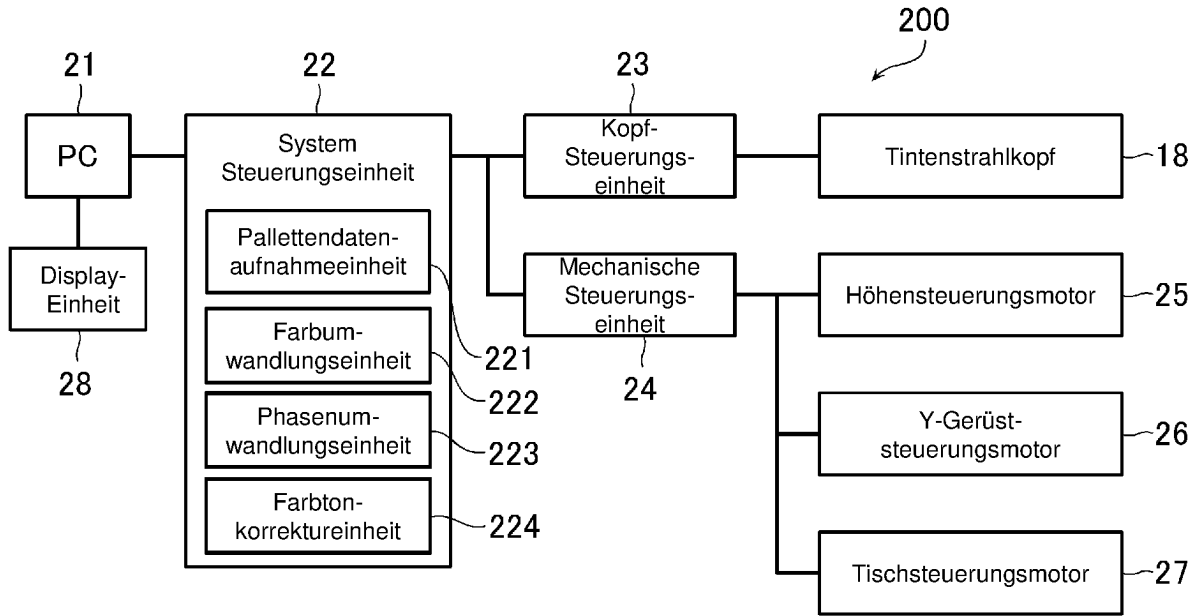


Fig. 3

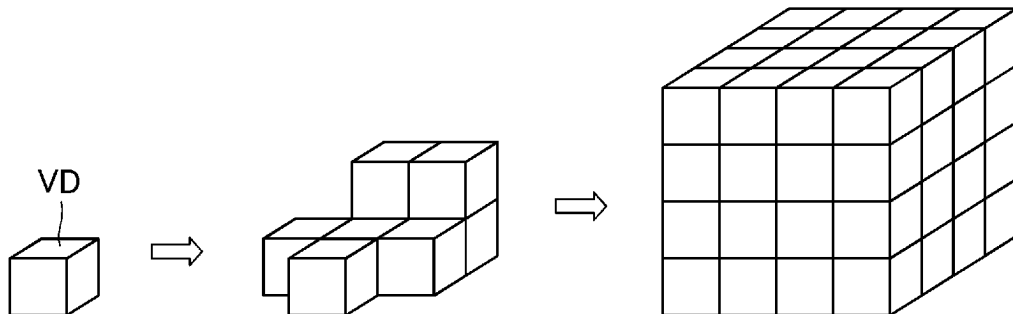


Fig. 4

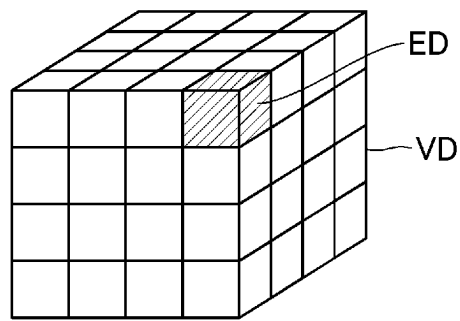


Fig. 5

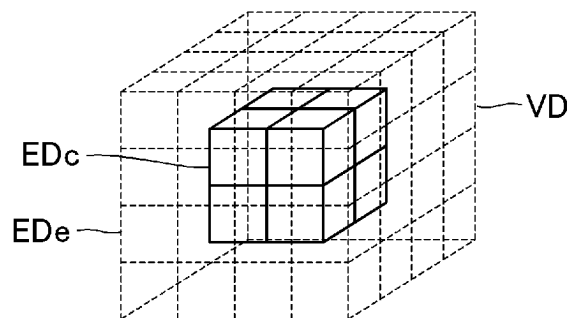


Fig. 6

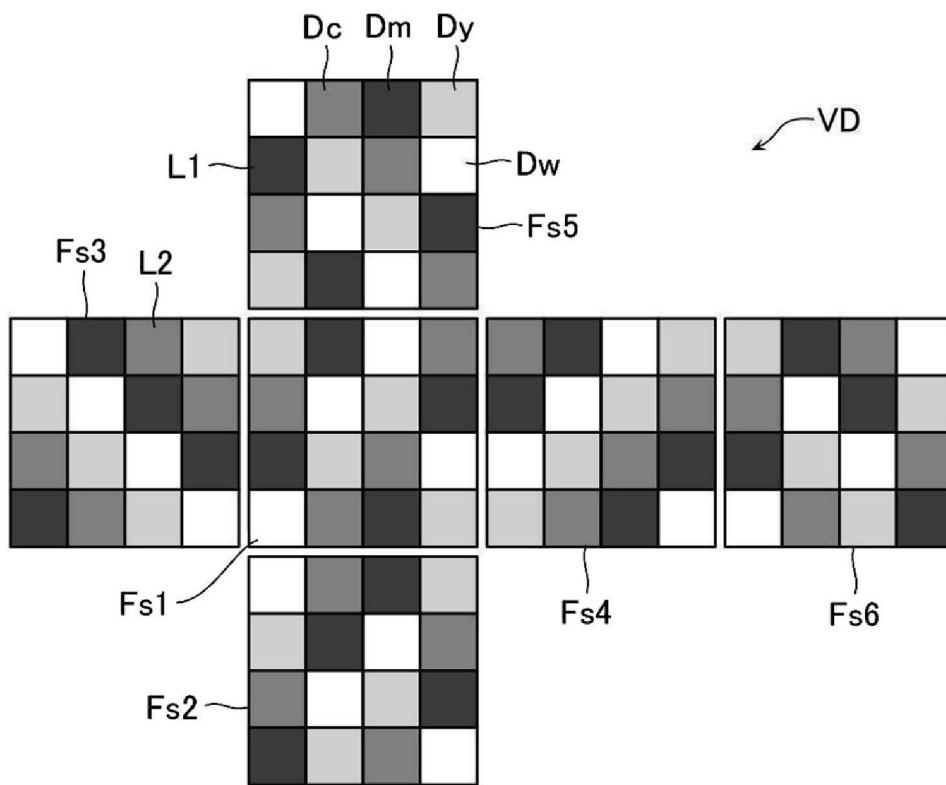


Fig. 7

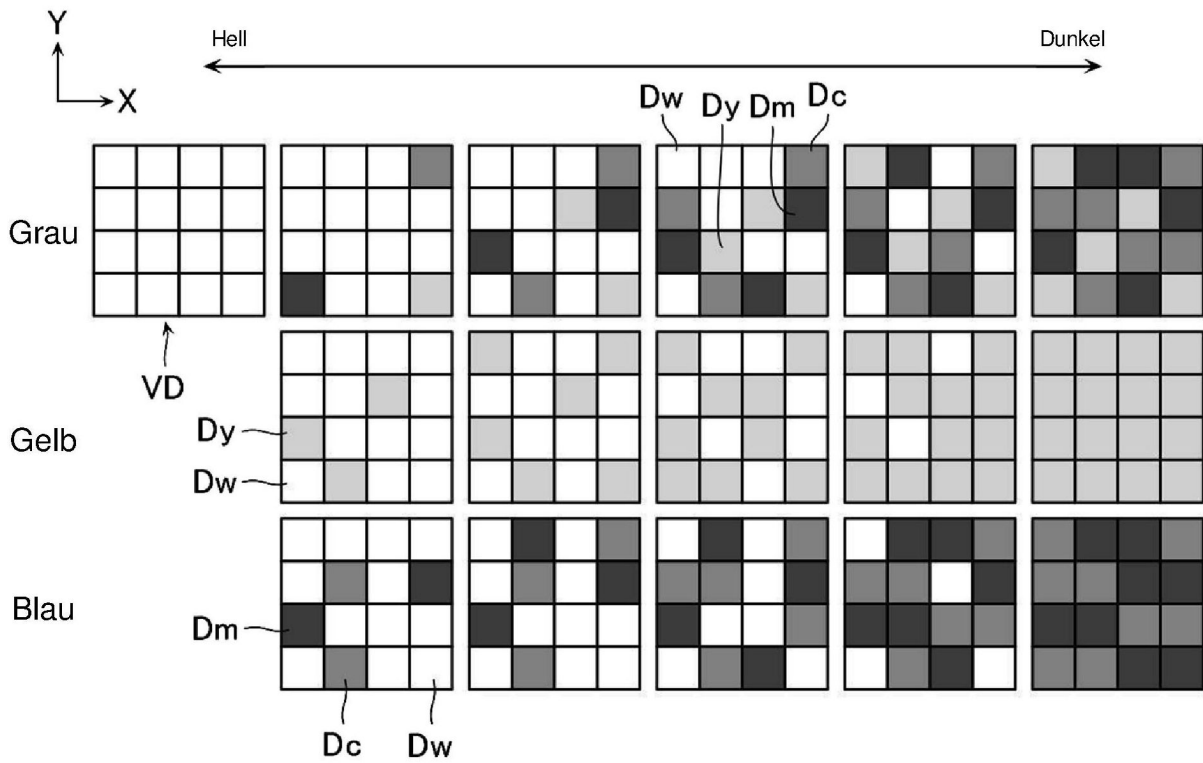


Fig. 8

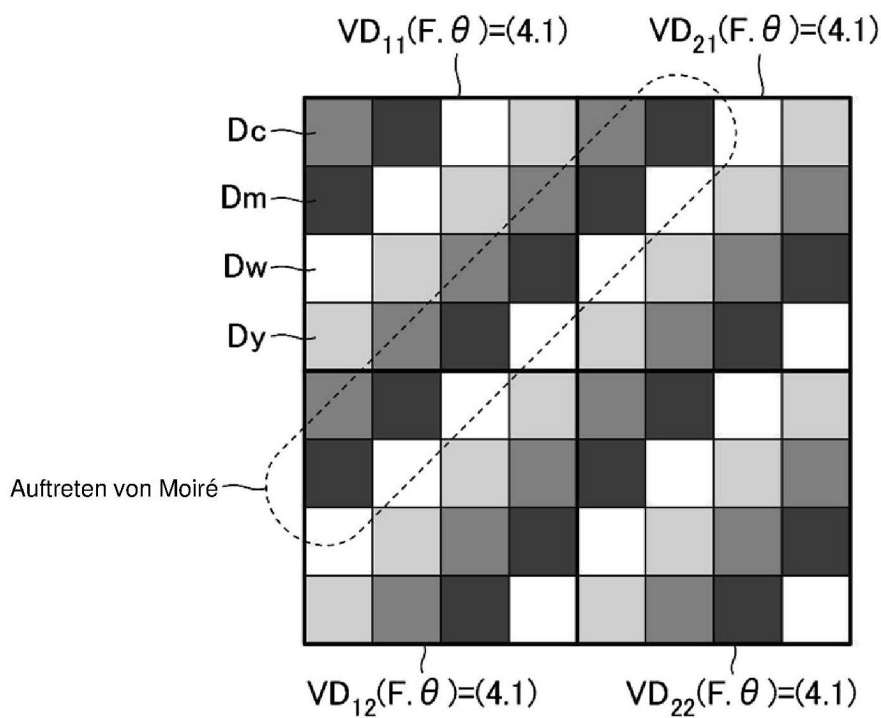


Fig. 9

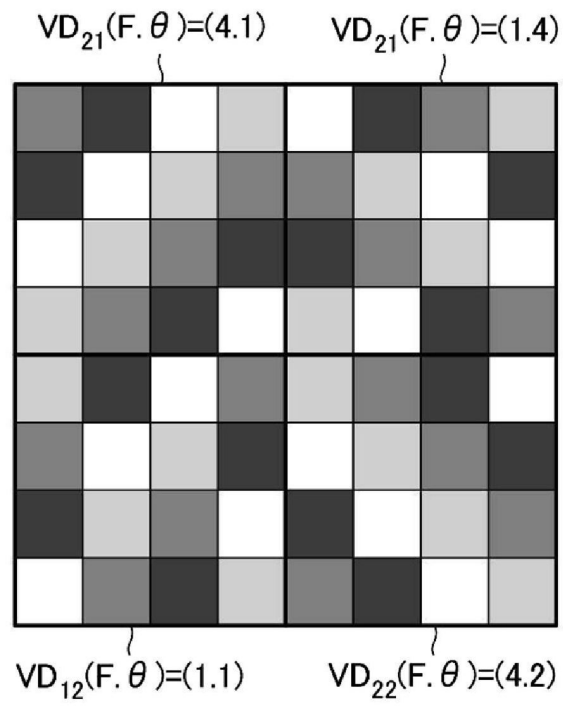




Fig. 10

