



(10) **DE 11 2015 001 289 T5** 2016.12.29

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/141335**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 001 289.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/053680**
(86) PCT-Anmeldetag: **10.02.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.09.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.12.2016**

(51) Int Cl.: **B29C 67/00 (2006.01)**
B22F 3/105 (2006.01)
B22F 3/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014-055661 **18.03.2014** **JP**

(71) Anmelder:
Kabushiki Kaisha Toshiba, Tokyo, JP

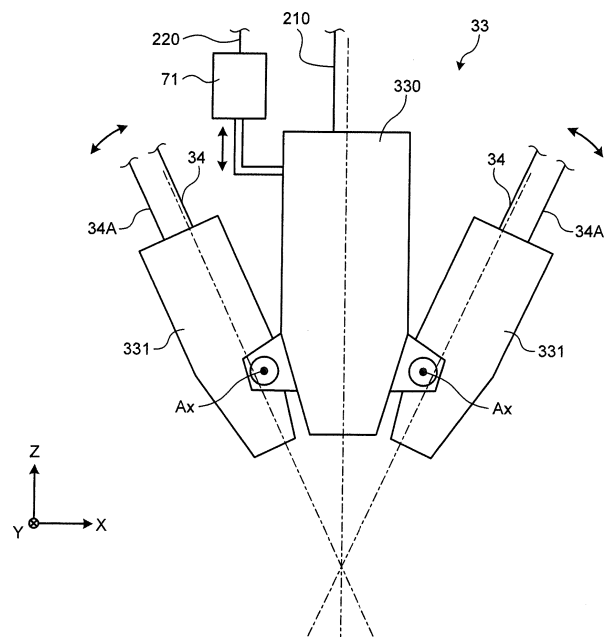
(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:
Shimoyama, Sadao, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Düse, Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts und Verfahren zur Herstellung eines Schichtobjekts**

(57) Zusammenfassung: Eine Düse für eine Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist einen Materialzufuhrteil und einen Unterstützungsteil auf. Der Materialzufuhrteil ist mit einer Materialzufuhröffnung vorgesehen, durch die Pulver eines Materials zugeführt wird. Der Unterstützungsteil unterstützt den Materialzufuhrteil auf eine bewegliche Weise, um eine Richtungsänderung der Zufuhr des Pulvers zu ermöglichen.



Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen eine Düse, eine Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts und ein Verfahren zur Herstellung eines Schichtobjekts.

HINTERGRUND

[0002] Es ist eine herkömmliche Schichtobjekt-Herstellungsvorrichtung zum Ausbilden von Schichtobjekten bekannt. Eine solche Schichtobjekt-Herstellungsvorrichtung stellt ein Schichtobjekt her durch Abgeben von Pulver eines Materials aus einer Düse und Ausgeben eines Laserstrahls, der das Pulver zum Schmelzen bringt, so dass dadurch eine Materialschicht ausgebildet wird, und durch Ausbilden mehrerer Schichten übereinander.

ZITATLISTE**Patentliteratur****[0003]**

Patentliteratur 1: Japanische Patentanmeldung
Veröffentlichungsnummer: 2009-1900

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**Von der Erfindung zu lösendes Problem**

[0004] Es ist beispielsweise eine solche Einrichtung wünschenswert, die das Material zuverlässiger oder effizienter einer Formgebungsposition zuführen kann, wodurch eine vorteilhafte Wirkung erzielt wird.

Mittel zum Lösen des Problems

[0005] Eine Düse für eine Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist einen Materialzufuhrteil und einen Unterstützungsteil auf. Der Materialzufuhrteil weist eine Materialzufuhröffnung auf, durch die Pulver eines Materials abgegeben wird. Der Unterstützungsteil unterstützt den Materialzufuhrteil, so dass dieser beweglich ist, um eine Richtungsänderung beim Abgeben des Pulvers zu ermöglichen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0006] Fig. 1 ist eine graphische Darstellung eines beispielhaften schematischen Aufbaus einer Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0007] Fig. 2 ist eine Seitenansicht eines beispielhaften schematischen Aufbaus einer Düse gemäß einer ersten Ausführungsform.

[0008] Fig. 3 ist eine erklärende graphische Darstellung eines beispielhaften Ablaufs der Formgebung (Herstellverfahren) mittels der Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts gemäß der ersten Ausführungsform.

[0009] Fig. 4 ist eine schematische Schnittansicht einer beispielhaften Düse gemäß der ersten Ausführungsform, die darstellt, dass ein Material in einer ersten Richtung zugeführt wird.

[0010] Fig. 5 ist eine schematische Schnittansicht einer beispielhaften Düse gemäß der ersten Ausführungsform, die darstellt, dass Pulver eines Materials in einer zweiten Richtung zugeführt wird.

[0011] Fig. 6 ist eine Seitenansicht eines beispielhaften schematischen Aufbaus eines Teils einer Düse gemäß einer Modifikation der vorliegenden Erfindung.

[0012] Fig. 7 ist eine Seitenansicht eines beispielhaften schematischen Aufbaus einer Düse gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0013] Fig. 8 ist ein Flussdiagramm eines beispielhaften Ablaufs der Formgebung (Herstellungsverfahren) mittels einer Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts gemäß der zweiten Ausführungsform.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0014] Im Folgenden werden einige beispielhafte Ausführungsformen und Modifikationen der vorliegenden Erfindung offenbart. Aufbau und Steuerung (technische Merkmale) und Vorgänge und Resultate (Wirkungen), die durch den Aufbau und die Steuerung gemäß den unten beschriebenen Ausführungsformen und Modifikationen erzielt werden, sind aber nur beispielhaft.

[0015] Ferner teilen sich die unten offenbarten Ausführungsformen und Modifikationen einige gemeinsame Elemente. In der folgenden Beschreibung sind die gleichen Elemente mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und redundante Erläuterungen derselben werden hierin ausgelassen.

Erste Ausführungsform

[0016] Wie es in Fig. 1 dargestellt ist, weist eine Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts eine Bearbeitungskammer **11**, ein Gestell **12**, eine Bewegungseinrichtung **13**, eine Düseneinrichtung **14**, eine

optische Einrichtung **15**, eine Messeinrichtung **16** und eine Steuereinrichtung **17** auf.

[0017] Die Vorrichtung zur Herstellung des Schichtobjekts **1** stellt ein Schichtobjekt **100** einer bestimmten Form her, durch Ausbilden mehrerer Schichten eines Materials **121**, das aus der Düseneinrichtung **14** einem Objekt **110**, das auf dem Gestell **12** angeordnet ist, zugeführt wird.

[0018] Das Objekt **110** ist ein Objekt, auf welches das Material **121** mittels der Düseneinrichtung **14** zugeführt wird, und es weist eine Basis **110a** und eine Schicht **110b** auf. Auf einer oberen Fläche der Basis **110a** werden die Schichten **110b** ausgebildet. Beispiele des Materials **121** umfassen ein Metallmaterial und ein Harzmaterial in Pulverform. Eines oder mehrere Materialien **121** können zur Formgebung des Schichtobjekts **100** verwendet werden.

[0019] Die Bearbeitungskammer **11** weist eine Hauptkammer **21** und eine Nebenkammer **22** auf. Die Nebenkammer **22** ist benachbart zur Hauptkammer **21** angeordnet. Eine Tür **23** ist zwischen der Hauptkammer **21** und der Nebenkammer **22** vorgesehen. Wenn die Tür **23** offen ist, kommuniziert die Hauptkammer **21** mit der Nebenkammer **22**. Wenn die Tür **23** geschlossen ist, ist die Hauptkammer **21** luftdicht abgeschlossen.

[0020] Die Hauptkammer **21** ist mit einem Gaseinlass **21a** und einem Gasauslass **21b** vorgesehen. Durch Betätigen einer Gaseinbringeinrichtung (nicht dargestellt) wird Inertgas, wie etwa Stickstoff oder Argon, über den Gaseinlass **21a** der Hauptkammer **21** zugeführt. Durch Betätigen einer Gasabgabereinrichtung (nicht dargestellt), wird das Gas in der Hauptkammer **21** über den Gasauslass **21b** aus der Hauptkammer **21** abgegeben.

[0021] In der Hauptkammer **21** ist eine Übergabeeinrichtung (nicht dargestellt) vorgesehen, und es ist eine Transporteinrichtung **24** vorgesehen, wobei sich diese von der Hauptkammer **21** in die Nebenkammer **22** erstreckt. Die Übergabeeinrichtung übergibt das Schichtobjekt **100**, das in der Hauptkammer **21** bearbeitet wurde, der Transporteinrichtung **24**. Die Transporteinrichtung **24** transportiert das Schichtobjekt **100**, das von der Übergabeeinrichtung übergeben wurde, in die Nebenkammer **22**. In anderen Worten wird das Schichtobjekt **100**, das in der Hauptkammer **21** bearbeitet wurde, in der Nebenkammer **22** aufbewahrt. Nachdem das Schichtobjekt **100** in die Nebenkammer **22** gebracht ist, wird die Tür **23** geschlossen, so dass die Nebenkammer **22** von der Hauptkammer **21** isoliert ist.

[0022] Das Gestell **12**, die Bewegungseinrichtung **13**, ein Teil der Düseneinrichtung **14**, die Messein-

richtung **16** und dergleichen sind in der Hauptkammer **21** vorgesehen.

[0023] Das Gestell **12** unterstützt das Objekt **110**. Die Bewegungseinrichtung **13** (erster Bewegungsmechanismus) kann das Gestell **12** in drei Achsenrichtungen, die senkrecht aufeinander stehen, bewegen.

[0024] Die Düseneinrichtung **14** führt das Material **21** auf das Objekt **110** zu, das auf dem Gestell **12** angeordnet ist. Eine Düse **33** der Düseneinrichtung **14** bestrahlt das Objekt **110**, das auf dem Gestell **12** angeordnet ist, mit einem Laserstrahl **200**. Die Düseneinrichtung **14** ist so eingerichtet, dass sie mehrere Materialien **121** parallel zuführen kann, und sie ist ferner so eingerichtet, dass sie eines der Materialien **121** selektiv zuführen kann. Die Düse **33** gibt den Laserstrahl **200** parallel zur Zufuhr des Materials **121** aus. Der Laserstrahl **200** ist ein Beispiel für einen Energiestrahle. Statt des Laserstrahls kann auch ein anderer Energiestrahle verwendet werden, solange der Energiestrahle imstande ist, das Material wie der Laserstrahl zu schmelzen, und weitere Beispiele des Energiestrahls umfassen einen Elektronenstrahl und eine elektromagnetische Welle im Bereich der Mikrowellen bis Ultraviolett.

[0025] Die Düseneinrichtung **14** weist eine Zufuhreinrichtung **31**, eine Zufuhreinrichtung **31A**, die Düse **33** und ein Zufuhrrohr **34** auf. Das Material **121** wird von der Zufuhreinrichtung **31** über das Zufuhrrohr **34** in die Düse **33** geschickt. Die Zufuhreinrichtung **31A** schickt das Gas über ein Zufuhrrohr **34A** in die Düse **33**.

[0026] Die Zufuhreinrichtung **31** weist einen Tank **31a** und eine Zufuhreinheit **31b** auf. Der Tank **31a** bewahrt das Material **121** auf. Die Zufuhreinheit **31b** führt eine bestimmte Menge des Materials **121** vom Tank **31a** zu. Die Zufuhreinrichtung **31** führt Trägergas zu, welches das Pulvermaterial **121** enthält. Das Trägergas ist ein Inertgas, wie beispielsweise Stickstoff oder Argon. Die Zufuhreinrichtung **31A** weist die Zufuhreinheit **31b** auf. Die Zufuhreinrichtung **31A** führt dieselbe Art von Gas zu, die durch die Zufuhreinrichtung **31** zugeführt wird.

[0027] Wie es in **Fig. 2** dargestellt ist, weist die Düse **33** einen Emissionsteil **330** und einen oder mehrere (beispielsweise zwei) Materialzufuhrteile **331** auf. Im Folgenden werden zum Zweck der Darstellung eine X-Richtung, eine Y-Richtung und eine Z-Richtung, die senkrecht aufeinander stehen, definiert. Die X-Richtung ist die Links-/Rechtsrichtung in der **Fig. 2**, die Y-Richtung ist eine Richtung, die senkrecht auf der Zeichnungsebene der **Fig. 2** steht, und die Z-Richtung ist die Hoch-/Runterrichtung in der **Fig. 2**. Die oberen Flächen des Gestells **12**, des Schichtobjekts **100**, des Objekts **110**, der Basis **110a** und der

Schicht **110b** erstrecken sich jeweils im Wesentlichen entlang einer Ebene, die von der X-Richtung und der Y-Richtung aufgespannt wird. Bei der Vorrichtung **1** zur Herstellung eines Schichtobjekts wird eine Relativbewegung der Düse **33** und des Gestells **12** durch Bewegen der Düse **33** und/oder des Gestells **12** in der X- und Y-Richtung erzielt, so dass die Schicht **110b** des Materials **121** entlang der Ebene ausgebildet wird, die von der X- und Y-Richtung definiert wird. Die Schicht **110b** des Materials **121** wird sequentiell in der Z-Richtung akkumuliert, um das dreidimensionale Schichtobjekt **100** auszubilden. Die X- und Y-Richtung werden beispielsweise auch als horizontale Richtung und laterale Richtung bezeichnet. Die Z-Richtung wird beispielsweise auch als vertikale Richtung, Höhenrichtung, Dickenrichtung und Längsrichtung bezeichnet.

[0028] Der Emissionsteil **330** ist über ein Kabel **210** mit einem optischen System **42** verbunden. Der Emissionsteil **330** emittiert Laserlicht **200** an die Formgebungsposition. Jeder Materialzufuhrteil **331** wird mit Pulver des Materials **121** aus der Zufuhreinrichtung **31** durch die Zufuhrrohre **34** versorgt und wird mit Gas aus der Zufuhreinrichtung **31A** über eine Gaszufuhrrohre **34A** versorgt. Der Materialzufuhrteil **331** führt das Material der Formgebungsposition zu und führt ferner das Gas separat vom Material zu. Das Gas, das separat vom Material zugeführt wird, dient als Abschirmgas.

[0029] Jeder Materialzufuhrteil **331** wird von dem Emissionsteil **330** unterstützt, so dass dieser um ein Drehzentrum Ax drehbar ist. Die Richtung (Winkel, Ausrichtung) der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** ändert sich mit Drehung des Materialzufuhrteils **331**. Die Axialrichtung des Drehzentrums Ax ist beispielsweise so festgelegt, dass diese eine Richtung entlang der Ebene ist, die senkrecht auf der Emissionsrichtung des Laserlichts **200** steht, und sie ist so festgelegt, dass die Richtung der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** (die Axialrichtung einer Öffnung **333** (vgl. Fig. 4), eine Öffnungsrichtung, die Z-Richtung) sich entlang des optischen Wegs des Laserlichts **200** ändert, während diese den optischen Weg schneidet, wenn sich der Materialzufuhrteil **331** dreht. Der Drehwinkel des Materialzufuhrteils **331** kann manuell festgelegt oder so vorgesehen sein, dass dieser sich automatisch (elektrisch) ändert. Die Struktur gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist kein beschränkendes Beispiel, wie sich die bewegliche Unterstützung der Materialzufuhrteile **331** erzielen lässt, um eine Richtungsänderung der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** zu ermöglichen. Die Materialzufuhrteile **331** können beispielsweise von dem Emissionsteil **330** unterstützt werden, um verschiebbar, in anderen Worten beweglich, zu sein. Beispielsweise können die Materialzufuhrteile **331** so unterstützt werden, dass diese entlang der Emissionsrichtung (der Hoch-/Runterrichtung in Fig. 2) des Laser-

lichts **200** beweglich sind. Der Emissionsteil **330** ist ein beispielhafter Unterstützungsteil.

[0030] Eine Bewegungseinrichtung **71** kann die Position der Düse **33** ändern. Die Bewegungseinrichtung **71** ändert die Position der Düse **33** entlang der Emissionsrichtung des Laserlichts **200** und ändert den Abstand zwischen der Düse **33** und der Formgebungsposition. Die Bewegungseinrichtung **71** ist mit der Steuereinrichtung **17** über eine Signalleitung **220** verbunden. Die Bewegungseinrichtung **71** kann die Düse **33** in der vertikalen Richtung in Fig. 2 bewegen. Die Bewegungseinrichtung **71** weist beispielsweise einen Linearaktuator, einen Motor und einen Verbindungsmechanismus auf.

[0031] Wie es in Fig. 1 dargestellt ist, weist die optische Einrichtung **15** eine Lichtquelle **41** und ein optisches System **42** auf. Die Lichtquelle **41** weist eine Oszillatoreinrichtung (nicht dargestellt) auf und gibt den Laserstrahl **200** durch Oszillation der Oszillatoreinrichtung aus. Die Lichtquelle **41** ist so eingerichtet, dass diese die Leistungsdichte eines auszugehenden Laserstrahls ändern kann.

[0032] Die Lichtquelle **41** ist mit dem optischen System **42** über ein Kabel **210** verbunden. Der Laserstrahl **200**, der von der Lichtquelle **41** ausgegeben wird, trifft über das optische System **42** auf die Düse **33** auf. Die Düse **33** bestrahlt anschließend das Objekt **110** und das Material **121**, das auf das Objekt **110** abgegeben ist, mit dem Laserstrahl **200**.

[0033] Speziell weist das optische System **42** eine erste Linse **51**, eine zweite Linse **52**, eine dritte Linse **53**, eine vierte Linse **54** und einen Galvanoscanner **55** auf. Die erste Linse **51**, die zweite Linse **52**, die dritte Linse **53** und die vierte Linse **54** sind feststehend vorgesehen. Das optische System **42** kann aber auch eine Einstelleinrichtung aufweisen, mit der die erste Linse **51**, die zweite Linse **52**, die dritte Linse **53** und die vierte Linse **54** in zwei Axialrichtungen bewegt werden können, insbesondere in Richtungen, die den Lichtweg schneiden (beispielsweise senkrecht dazu liegen).

[0034] Die erste Linse **51** wandelt den Laserstrahl **200**, der über das Kabel **210** einfällt, in paralleles Licht um. Der umgewandelte Laserstrahl **200** trifft dann auf den Galvanoscanner **55**.

[0035] Der Laserstrahl **200**, der vom Galvanoscanner **55** ausgegeben wird, wird von der zweiten Linse **52** gebündelt. Der Laserstrahl **200**, der von der zweiten Linse **52** gebündelt ist, tritt durch das Kabel **210** und erreicht die Düse **33**.

[0036] Der Laserstrahl **200**, der von dem Galvanoscanner **55** ausgegeben wird, wird von der dritten Linse **53** gebündelt. Das Objekt **110** wird anschließend

mit dem Laserstrahl **200**, der von der dritten Linse **53** gebündelt ist, bestrahlt.

[0037] Der Laserstrahl **200**, der von dem Galvanoscanner **55** ausgegeben wird, wird von der vierten Linse **54** gebündelt. Das Objekt **110** wird anschließend mit dem Laserstrahl **200**, der von der vierten Linse **54** gebündelt ist, bestrahlt.

[0038] Der Galvanoscanner **55** teilt das Laserlicht, das von der ersten Linse **51** umgewandelt ist, in Lichtstrahlen auf, die entsprechend auf die zweite Linse **52**, dritte Linse **53** und vierte Linse **54** auftreffen. Der Galvanoscanner **55** weist einen ersten Galvanospiegel **57**, einen zweiten Galvanospiegel **58** und einen dritten Galvanospiegel **59** auf. Die Galvanospiegel **57**, **58** und **59** können Licht teilen und deren Neigungswinkel (Ausgabewinkel) ändern.

[0039] Ein Teil des Laserstrahls **200**, der durch die erste Linse **51** getreten ist, tritt durch den ersten Galvanospiegel **57**, und der hindurchgetretene Laserstrahl **200** trifft auf den zweiten Galvanospiegel **58**. Der erste Galvanospiegel **57** reflektiert den anderen Teil des Laserstrahls **200**, und der reflektierte Laserstrahl **200** trifft auf die vierte Linse **54**. Der erste Galvanospiegel **57** ändert die Position, die mit dem Laserstrahl **200**, der durch die vierte Linse **54** getreten ist, bestrahlt wird, durch Ändern des Neigungswinkels desselben.

[0040] Ein Teil des Laserstrahls **200**, der durch den ersten Galvanospiegel **57** getreten ist, tritt durch den zweiten Galvanospiegel **58**, und der hindurchgetretene Laserstrahl **200** trifft auf den dritten Galvanospiegel **59**. Der zweite Galvanospiegel **58** reflektiert den anderen Teil des Laserstrahls **200**, und der reflektierte Laserstrahl **200** trifft auf die dritte Linse **53**. Der zweite Galvanospiegel **58** ändert die Position, die mit dem Laserstrahl **200**, der durch die dritte Linse **53** getreten ist, bestrahlt wird, durch Ändern des Neigungswinkels desselben.

[0041] Der dritte Galvanospiegel **59** gibt einen Teil des Laserstrahls **200**, der durch den zweiten Galvanospiegel **58** getreten ist, zur zweiten Linse **52** aus.

[0042] In dem optischen System **42** implementieren der erste Galvanospiegel **57**, der zweite Galvanospiegel **58** und die dritte Linse **53** eine Schmelzeinrichtung **45**. Die Schmelzeinrichtung **45** dient zur Ausbildung einer Schicht **110b** und zur Durchführung eines Glühvorgangs, durch Erhitzen des Materials **121** (**123**), das von der Düse **33** zum Objekt **110** zugeführt wird, durch Ausgeben des Laserstrahls **200**.

[0043] Das optische System **42** implementiert ferner eine Entfernungsvorrichtung **46** zum Entfernen von Material **121**. Die Entfernungsvorrichtung **46** entfernt einen unnötigen Anteil, der auf der Basis **110a** oder

der Schicht **110b** ausgebildet ist, durch Ausgeben des Laserstrahls **200**. Insbesondere entfernt die Entfernungsvorrichtung **46** jeden Abschnitt bzw. Anteil, der nicht zu einer bestimmten Form des Schichtobjekts **100** beiträgt, umfassend jeden unnötigen Abschnitt des Materials **121**, der beim Zuführen des Materials **121** aus der Düse **33** streut, und jeden unnötigen Abschnitt, der bei der Ausbildung der Schicht **110b** ausgebildet wird. Die Entfernungsvorrichtung **46** gibt den Laserstrahl **200** mit einer Leistungsdichte aus, die zur Entfernung solcher unnötiger Anteile ausreicht.

[0044] Die Messeinrichtung **16** misst die Form der verfestigten Schicht **110b** und die Form des ausgebildeten Schichtobjekts **100**. Die Messeinrichtung **16** überträgt Informationen der gemessenen Form an die Steuereinrichtung **17**. Die Messeinrichtung **16** weist beispielsweise eine Kamera **61** und eine Bildverarbeitungseinrichtung **62** auf. Die Bildverarbeitungseinrichtung **62** führt eine Bildverarbeitung basierend auf Informationen durch, die von der Kamera **61** ermittelt werden. Die Messeinrichtung **16** misst beispielsweise die Form der Schicht **110b** und des Schichtobjekts **100** unter Verwendung optischer Interferometrie, eines Lichtschnittverfahrens.

[0045] Die Bewegungseinrichtung **71** (erster Bewegungsmechanismus) ist eingerichtet, um die Düse **33** in drei Axialrichtungen, die senkrecht aufeinander stehen, zu bewegen.

[0046] Die Steuereinrichtung **17** ist mit der Bewegungseinrichtung **13**, der Transporteinrichtung **24**, der Zufuhreinrichtung **31**, der Zufuhreinrichtung **31A**, der Lichtquelle **41**, dem Galvanoscanner **55**, der Bildverarbeitungseinrichtung **62** und der Bewegungseinrichtung **71** (vgl. Fig. 2) über eine Signalleitung **220** elektrisch verbunden.

[0047] Die Steuereinrichtung **17** bewegt das Gestell **12** in den drei Axialrichtungen durch Steuern der Bewegungseinrichtung **13**. Die Steuereinrichtung **17** transportiert das ausgebildete Schichtobjekt **100** in die Nebenkammer **22** durch Steuern der Transporteinrichtung **24**. Die Steuereinrichtung **17** steuert, ob das Material **121** zuzuführen ist, und stellt die Menge des zuzuführenden Materials ein, durch Steuern der Zufuhreinrichtung **31**. Die Steuereinrichtung **17** stellt durch Steuern der Lichtquelle **41** die Leistungsdichte des Laserstrahls **200** ein, der von der Lichtquelle **41** auszugeben ist. Die Steuereinrichtung **17** stellt durch Steuern des Galvanoscanners **55** die Neigungswinkel des ersten Galvanospiegels **57**, des zweiten Galvanospiegels **58** und des dritten Galvanospiegels **59** ein. Die Steuereinrichtung **17** steuert auch die Position der Düse **33** durch Steuern der Bewegungseinrichtung **71**.

[0048] Die Steuereinrichtung **17** ist mit einer Speichereinheit **17a** vorgesehen. Die Speichereinheit **17a** speichert beispielsweise Daten, welche die Form (Referenzform) des auszubildenden Schichtobjekts **100** darstellen. Die Speichereinheit **17a** speichert ferner Daten, welche die Höhe der Düse **33** und die Höhe des Gestells **12** an jeder dreidimensionalen Verarbeitungsposition (Punkt) darstellen.

[0049] Die Steuereinrichtung **17** kann eine Funktion des selektiven Zuführens mehrerer unterschiedlicher Materialien **121** aus der Düse **33** und des Einstellens (Änderns) des Verhältnisses der Materialien **121** aufweisen. Beispielsweise steuert die Steuereinrichtung **17** die Zufuhreinrichtung **31** und dergleichen basierend auf den Daten, welche das Verhältnis der Materialien **121** darstellen, das in der Speichereinheit **17a** gespeichert ist, so dass die Schicht **100b** der Materialien **121** in diesem Verhältnis ausgebildet wird. Diese Funktion ermöglicht die Formgebung eines graduellen Materials (funktional graduellen Material), bei dem das Verhältnis der Materialien **121** sich über die Positionen (Orte) des Schichtobjekts **100** ändert (allmählich abnimmt oder zunimmt). Insbesondere wenn eine Schicht **100b** ausgebildet wird, kann das Schichtobjekt **100** als ein graduell (funktionell graduell) ausgebildet werden, bei dem das Verhältnis der Materialien **121** sich in einer oder mehreren dreidimensionalen Richtungen ändert, durch die Steuereinrichtung **17**, welche beispielsweise die Zufuhreinrichtung **31** steuert, um das Verhältnis der Materialien **121** zu erzielen, die für entsprechende Positionen in den dreidimensionalen Koordinaten des Schichtobjekts **100** festgelegt (gespeichert) sind. Der Grad der Änderung des Verhältnisses des Materials **121** (das Verhältnis der Änderung) pro Längeneinheit kann verschiedenartig festgelegt werden.

[0050] Die Steuereinrichtung **17** weist eine Funktion des Bestimmens der Form des Materials **121** auf. Beispielsweise bestimmt die Steuereinrichtung **17**, ob ein Abschnitt vorhanden ist, der außerhalb der bestimmten Form liegt, durch Vergleichen der Form der Schicht **110b** oder der Form des Schichtobjekts **100**, die durch die Messeinrichtung **16** ermittelt wird, mit der Referenzform, die in der Speichereinheit **17a** gespeichert ist.

[0051] Die Steuereinrichtung **17** weist auch eine Funktion des Abtragens des Materials **121** auf die bestimmte Form auf, durch Entfernen überflüssiger Abschnitt, die als außerhalb der bestimmten Form bestimmt werden, beim Bestimmen der Form des Materials **121**. Wenn beispielsweise das Material **121** streut und an einem Abschnitt anhaftet, der sich außerhalb der bestimmten Form befindet, steuert die Steuereinrichtung **17** zunächst die Lichtquelle **41** auf eine solche Weise, dass die Ausgabe des Laserstrahls **200** von der vierten Linse **54** über den ers-

ten Galvanospiegel **57** so eingestellt wird, dass diese die Leistungsdichte aufweist, mit der das Material **121** verdampft werden kann. Die Steuereinrichtung **17** steuert anschließend den ersten Galvanospiegel **57** und verdampft das Material **121** durch Bestrahlen des Abschnitts mit dem Laserstrahl **200**.

[0052] Im Folgenden wird ein Verfahren zur Herstellung des Schichtobjekts **100** mit der Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben. Wie es in **Fig. 3** dargestellt ist, wird zunächst das Material **121** zugeführt und mit dem Laserstrahl **200** bestrahlt. Die Steuereinrichtung **17** steuert die Zufuhreinrichtungen **31** und **31A** und dergleichen, so dass das Material **121** aus der Düse **33** in einen bestimmten Bereich zugeführt wird, und steuert die Lichtquelle **41**, den Galvanoscanner **55** und dergleichen, so dass das zugeführte Material **121** durch den Laserstrahl **200** schmelzen kann. Auf diese Weise wird das geschmolzene Material **123** einer bestimmten Menge auf den Bereich der Basis **110a** zugeführt, auf dem die Schicht **110b** auszubilden ist, wie es in **Fig. 2** dargestellt ist. Wenn das Material **123** auf die Basis **110a** oder die Schicht **110b** abgegeben wird, verformt sich das Material **123** und wird in eine schichtförmige oder dünnfilmartige Aggregation des Materials **123** gebracht. Wenn das Material **123** durch das Gas (Gas), welches das Material **121** transportiert, gekühlt wird oder durch die Wärmeübertragung zur Aggregation des Materials **121** gekühlt wird, akkumuliert das Material **123** auf eine granulare bzw. körnige Weise und bildet eine granulare Aggregation aus.

[0053] Die Vorrichtung **1** zur Herstellung eines Schichtobjekts führt anschließend den Glühvorgang durch. Die Steuereinrichtung **17** steuert die Lichtquelle **41**, die Schmelzeinrichtung **45** und dergleichen auf eine solche Weise, dass die Aggregation des Materials **123** auf der Basis **110a** mit dem Laserstrahl **200** bestrahlt wird. Auf diese Weise wird die Aggregation des Materials **123** dazu gebracht, abermals zu schmelzen, und sie wird in die Schicht **110b** überführt.

[0054] Die Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts misst anschließend die Form. Die Steuereinrichtung **17** steuert die Messeinrichtung **16**, um das Material **123** auf der Basis **110a**, das dem Glühvorgang unterzogen wurde, zu messen. Die Steuereinrichtung **17** vergleicht die Form der Schicht **110b** oder die Form des Schichtobjekts **100**, die von der Messeinrichtung **16** ermittelt wurde, mit der Referenzform, die in der Speichereinheit **17a** gespeichert ist.

[0055] Die Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts führt anschließend einen Abtragsvorgang durch. Wenn bestimmt wird, dass das Material **123** auf der Basis **110a** an einer Position anhaf-

tet, auf eine Weise außerhalb der bestimmten Form, beispielsweise durch die Formmessung und den Vergleich mit der Referenzform, steuert die Steuereinrichtung **17** die Lichtquelle **41**, die Entfernungsvorrichtung **46** und dergleichen, um das überflüssige Material **123** zu verdampfen. Wenn durch die Formmessung und den Vergleich mit der Referenzform bestimmt wird, dass die Schicht **110b** die bestimmte Form aufweist, führt die Steuereinrichtung **17** keinen Abtragungsvorgang durch.

[0056] Wenn die Ausbildung der Schicht **110b**, wie oben beschrieben, abgeschlossen ist, bildet die Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts eine weitere Schicht **110b** oben auf der Schicht **110b** aus. Die Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts bildet das Schichtobjekt **100** durch wiederholendes Akkumulieren der Schichten **110b** aus.

[0057] Im Folgenden werden ein beispielhafter Aufbau und eine beispielhafte Funktion der Düse **33** gemäß der vorliegenden Ausführungsform im Detail mit Bezug auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. Die Düse **33** weist den Emissionsteil **330** und den einen oder die mehreren (beispielsweise zwei) Materialzufuhrteile **331** auf. Der Emissionsteil **330** weist eine längliche Form auf und ist aus einem hoch wärmebeständigen Material, wie beispielsweise Bornitrid (Keramikmaterial), gefertigt. Die Längsrichtung (Axialrichtung) des Emissionsteils **330** liegt beispielsweise entlang der Z-Richtung. Die Querrichtung (Breitenrichtung) des Emissionsteils **330** liegt beispielsweise entlang der X- oder Y-Richtung. Der Emissionsteil **330** weist beispielsweise eine zylindrische Erscheinung auf. Der Emissionsteil **330** weist an dessen Ende in der Emissionsrichtung des Laserlichts **200** einen sich verjüngenden Teil auf, der in der Emissionsrichtung schmaler wird. Der Emissionsteil **330** weist eine Bodenfläche **330a** und eine Seitenfläche **330b** als dessen Außenflächen (Flächen) auf. Die Bodenfläche **330a** ist in der Längsrichtung an einem Ende (unteren Ende) des Emissionsteils **330** angeordnet und wird auch als eine Endfläche bezeichnet. Die Bodenfläche **330a** ist beispielsweise dem Gestell **12**, dem Schichtobjekt **100** und dem Objekt **110** zugewandt. Die Bodenfläche **330a** ist als eine Ebene ausgebildet. Die Seitenfläche **330b** ist in der Breitenrichtung an einem Ende des Emissionsteils **330** angeordnet und wird auch als eine Umfangsfläche bezeichnet. Die Seitenfläche **330b** ist als eine zylindrische Fläche ausgebildet.

[0058] Eine Öffnung **332** ist an einem mittleren Teil der Bodenfläche **330a** des Emissionsteils **330** vorgesehen. Die Öffnung **332** erstreckt sich entlang der Längsrichtung des Emissionsteils **330**. Die Öffnung **332** weist einen kreisförmigen Querschnitt entlang der Breitenrichtung, in anderen Worten einen kreisförmigen Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung auf. Die Öffnung **332** kann so ausgebildet sein, dass

diese einen Durchmesser aufweist, der sich zu einem Kopf hin allmählich verringert. Das Laserlicht **200** wird beispielsweise durch das Kabel **210** in die Öffnung **332** eingebracht (vgl. **Fig. 1**). Die Öffnung **332** stellt einen Weg für das Laserlichts **200** bereit und ist eine beispielhafte Emissionsöffnung.

[0059] Jeder Materialzufuhrteil **331** weist eine längliche Form auf und ist beispielsweise aus einem Metallmaterial gefertigt. Die Längsrichtung (Axialrichtung) des Materialzufuhrteils **331** ist beispielsweise entlang einer Richtung (schräge Richtung) vorgesehen, welche die XY-Ebene und die Z-Richtung schneidet. Der Materialzufuhrteil **331** weist eine zylindrische Erscheinung auf, die einen sich verjüngenden Teil hat. Der Materialzufuhrteil **331** weist ein Bodenfläche **331a** und eine Seitenfläche **331b** als dessen Außenflächen (Flächen) auf. Die Bodenfläche **331a** ist in der Längsrichtung an einem Ende (unteren Ende) des Materialzufuhrteils **331** angeordnet und wird auch als eine Endfläche bezeichnet. Die Bodenfläche **331a** ist beispielsweise dem Gestell **12**, dem Schichtobjekt **100** und dem Objekt **110** zugewandt. Die Bodenfläche **331a** ist als eine Ebene ausgebildet. Die Seitenfläche **331b** ist in der Breitenrichtung an einem Ende des Materialzufuhrteils **331** angeordnet und wird auch als eine Umfangsfläche bezeichnet. Die Seitenfläche **331b** ist als eine zylindrische Fläche ausgebildet.

[0060] Die Bodenfläche **331a** des Materialzufuhrteils **331** weist die Öffnung **333** und eine Öffnung **334** auf. Die Öffnungen **333** und **334** erstrecken sich parallel zueinander entlang der Längsrichtung des Materialzufuhrteils **331**. Die Öffnung **333** ist näher am Zentrum des Emissionsteils **330** angeordnet als die Öffnung **334** (auf einer Seite der Mittelachse der Öffnung **334**). Die Öffnungen **333** und **334** weisen kreisförmige Querschnitte entlang der Breitenrichtung, in anderen Worten kreisförmige Querschnitte senkrecht zur Längsrichtung auf.

[0061] Die Öffnung **333** ist beispielsweise über die Zufuhrrohre **34** mit der Zufuhreinrichtung **31** verbunden (vgl. **Fig. 1**). Die Öffnung **333** befindet sich auf einem Weg, durch den das Pulver des Materials **121** auf einen Bearbeitungsbereich (Formgebungsposition Ps) zugeführt wird. Die Öffnung **334** ist beispielsweise über die Zufuhrrohre **34A** mit der Zufuhreinrichtung **31A** verbunden (vgl. **Fig. 1**). Die Öffnung **334** befindet sich auf einem Weg, durch den Gas auf den Bearbeitungsbereich zugeführt wird. Das Gas, das von der Öffnung **334** zugeführt wird, wird beispielsweise als Abschirmgas verwendet. Der Querschnitt der Öffnung **334** entlang der Breitenrichtung kann eine Form haben (beispielsweise eine Bogen- oder eine C-Form), welche die Öffnung **333** von einer Seite gegenüber der Öffnung **332** umgibt.

[0062] Wie es in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt ist, wird das Laserlicht **200** (optischer Weg), das vom Emissionsteil **330** zum Objekt **110** emittiert wird, auf das Objekt **110** gebündelt. Somit können Durchmesser **D1** und **D2** des Laserlichts **200** an der Formgebungsposition **Ps** (Bestrahlungsposition) geändert werden, durch Ändern des Abstands zwischen der Düse **33** und dem Objekt **110** (Abstand in der Z-Richtung), in anderen Worten der Position der Düse **33** in der Z-Richtung. Der Durchmesser des Laserlichts **200** ist am kleinsten, wenn das Laserlicht **200** am stärksten gebündelt ist, und nimmt ausgehend von diesem Zustand mit Zunahme des Abstands zwischen der Düse **33** und dem Objekt **110** zu und nimmt mit Abnahme des Abstands zwischen der Düse **33** und dem Objekt **110** zu. **Fig. 4** zeigt, dass die Düse **33** an einer Position **P1** angeordnet ist, und **Fig. 5** zeigt, dass die Düse **33** an einer Position **P2** angeordnet ist, die von der Fläche des Objekts **110** weiter weg ist als die Position **P1**. In anderen Worten ist ein Abstand **H2** zwischen der Bodenfläche **330a** des Emissionsteils **330** und der Formgebungsposition **Ps** (der Fläche des Objekts **110**), wenn die Düse **33** an der Position **P2** angeordnet ist (**Fig. 5**), größer als ein Abstand **H1** zwischen diesen, wenn die Düse **33** an der Position **P1** angeordnet ist (**Fig. 4**) ($H2 > H1$). In diesem Fall ist der Durchmesser **D1** des Laserlichts **200** an der Formgebungsposition **Ps**, wenn die Düse **33** an der Position **P1** angeordnet ist (**Fig. 4**), kleiner als der Durchmesser **D2** des Laserlichts **200** an der Formgebungsposition **Ps**, wenn die Düse **33** an der Position **P2** angeordnet ist (**Fig. 5**) ($D1 < D2$). Ein kleinerer Durchmesser des Laserlichts **200** an der Formgebungsposition **Ps** ermöglicht eine präzisere Formgebung mit höherer Genauigkeit, wohingegen ein größerer Durchmesser eine schnellere Formgebung ermöglicht. Somit kann die Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts gemäß der vorliegenden Ausführungsform durch Ändern der Position der Düse **33** die Formgebung beispielsweise mit dem kleineren Durchmesser **D1** in einer Situation (die Formgebungsposition **Ps**), in der eine Formgebung mit höherer Genauigkeit erforderlich ist, wie es in **Fig. 4** dargestellt ist, und mit dem größeren Durchmesser **D2** in einer Situation (die Formgebungsposition **Ps**) durchführen, in der eine schnellere Formgebung erforderlich ist, wie es in **Fig. 5** dargestellt ist. Dadurch kann eine verbesserte Genauigkeit und Geschwindigkeit der Formgebung auf einfachere Weise erzielt werden.

[0063] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird bei der Düse **33**, welche die Materialzufuhrteile **331** aufweist, die um den Emissionsteil **330** herum angeordnet sind, das Pulver des Materials **121** von jedem Materialzufuhrteil **331** schräg zum optischen Weg des Laserlichts **200** zugeführt, wie es in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt ist. Wenn die Lage (Winkel) des Materialzufuhrteils **331** bezüglich des Emissionsteils **330** feststehend (konstant) ist, verbleibt die

Richtung (Ausrichtung) der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** vom Materialzufuhrteil **331** unverändertlich, und somit ist der Abstand einer Zufuhrposition des Pulvers des Materials **121** von der Bodenfläche **330a** des Emissionsteils **330** unveränderlich. Wenn somit, wie es oben beschrieben ist, beispielsweise der Abstand zwischen der Düse **33** und dem Objekt **110** geändert wird, um den Durchmesser des Laserlichts **200** zu ändern, wird es dadurch schwierig, das Pulver des Materials **121** auf die Formgebungsposition **Ps** zuzuführen. Wenn insbesondere die Düse **33** an die oberen Seiten in den **Fig. 4** und **Fig. 5** bewegt wird, wird auch die Zufuhrposition des Pulvers des Materials **121** an die oberen Seiten bewegt. Der Materialzufuhrteil **331** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist allerdings imstande, die Richtung (Ausrichtung) der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** zu ändern. Wie es in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt ist, ist ein Winkel $\alpha 1$ zwischen dem Emissionsteil **330** und dem Materialzufuhrteil **331**, wenn die Düse **33** an der Position **P1** (**Fig. 4**) angeordnet ist, größer als ein Winkel $\alpha 2$ zwischen diesen, wenn die Düse **33** an der Position **P2** (**Fig. 5**) angeordnet ist. Es ist offensichtlich, dass vermieden werden kann, dass die Richtung der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** von der Öffnung **333** sich von der Formgebungsposition **Ps** verschiebt, da die Winkel $\alpha 1$ und $\alpha 2$ (Lage) des Materialzufuhrteils **331** gemäß der Position der Düse **33** geeignet festgelegt werden. Wenn das Pulver des Materials **121** zugeführt wird, steht die Lage (Winkel) des Materialzufuhrteils **331** relativ zum Emissionsteil **330** beispielsweise fest. Die Lage des Materialzufuhrteils **331** kann unter Verwendung einer Befestigung (Verbinder, wie etwa eine Schraube; nicht dargestellt) festgelegt bzw. fixiert werden. In diesem Fall ist ein Aufbau möglich, bei dem die Lage des Materialzufuhrteils **331** durch Lösen oder Lockern der Fixierung durch die Befestigung geändert (eingestellt) werden kann.

[0064] Wie es oben beschrieben ist, kann gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Richtung der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** vom Materialzufuhrteil **331** durch Drehung (Bewegung) des Materialzufuhrteils **331** geändert werden. Somit kann das Pulver des Materials **121** beispielsweise zuverlässiger oder effizienter zugeführt werden. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann beispielsweise eine einzelne Düse **33** verwendet werden, anstelle mehrerer Düsen, die in einer herkömmlichen Einrichtung verwendet werden. Somit kann die Zufuhreffizienz des Pulvers des Materials **121** verbessert werden, und die Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts kann kleiner aufgebaut sein, wodurch vorteilhafte Wirkungen erzielt werden.

[0065] Die Düse **33** weist mehrere Materialzufuhrteile **331** auf, welche die Richtung der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** ändern können. Somit kann das Pulver des Materials **121** beispielsweise schnell-

ler zugeführt werden, und eine Ungleichmäßigkeit (Schwankung) des Pulvers des Materials **121** wird reduziert, verglichen mit einem Fall der Zufuhr des Materials **121** von einem einzelnen Materialzufuhrteil **331**, wodurch vorteilhafte Wirkungen erzielt werden.

[0066] Bei der Vorrichtung **1** zur Herstellung eines Schichtobjekts wird das Pulver des Materials **121** von den Materialzufuhrteilen **331** in einer ersten Richtung zur Formgebungsposition Ps (erste Formgebungsposition) zugeführt, dargestellt in **Fig. 4**, und gleichzeitig wird das Laserlicht **200** von dem Emissionsteil **330** emittiert, so dass die Formgebung an dieser Formgebungsposition Ps (erste Formgebungsposition) durchgeführt wird. Das Pulver des Materials **121** wird von den Materialzufuhrteilen **331** in einer zweiten Richtung zur Formgebungsposition Ps (zweite Formgebungsposition) zugeführt, dargestellt in **Fig. 5**, und gleichzeitig wird das Laserlicht **200** von dem Emissionsteil **330** emittiert, so dass eine Formgebung an dieser Formgebungsposition Ps (zweite Formgebungsposition) durchgeführt wird. Somit kann das Pulver des Materials **121** beispielsweise zuverlässiger oder effizienter zugeführt werden, basierend auf der Formgebungsposition Ps.

Modifikation der ersten Ausführungsform

[0067] Eine Düse **33A** gemäß der vorliegenden Modifikation, dargestellt in **Fig. 6**, weist denselben Aufbau auf wie in der oben beschriebenen Ausführungsform. Somit kann die vorliegende Modifikation dieselben Resultate (Wirkungen) erzielen, basierend auf demselben Aufbau, wie bei der oben beschriebenen Ausführungsform. Wenngleich **Fig. 6** lediglich einen einzelnen Materialzufuhrteil **331** zeigt, kann die Düse **33A** gemäß der vorliegenden Modifikation mehrere Materialzufuhrteile **331** aufweisen. Allerdings wird gemäß der vorliegenden Modifikation jeder Materialzufuhrteil **331** von dem Emissionsteil **330** (Unterstützungsteil) lösbar unterstützt. Speziell ist eine zulaufende bzw. sich verjüngende Fläche **331c** an einem Kopfteil der Seitenfläche **331b** des Materialzufuhrteils **331** ausgebildet. Der Emissionsteil **330** ist mit einem Halter **335** vorgesehen, der den Materialzufuhrteil **331** lösbar unterstützt. Der Halter **335** weist einen Arm **335a** und einen beweglichen Abschnitt **335b** auf. Der Arm **335a** steht von dem Emissionsteil **330** vor. Der Arm **335a** ist an dem Emissionsteil **330** befestigt. Der bewegliche Abschnitt **335b** wird von dem Arm **335a** unterstützt, so dass dieser um das Drehzentrum Ax drehbar ist. Die Axialrichtung des Drehzentrums Ax ist beispielsweise als eine Richtung entlang der Ebene festgelegt, die senkrecht auf der Emissionsrichtung des Laserlichts **200** steht, und sie ist so festgelegt, dass bei einer Drehung des beweglichen Abschnitts **335b** und des Materialzufuhrteils **331**, der an diesem beweglichen Abschnitt **335b** angebracht ist, die Richtung (die Axialrichtung der Öffnung **333**, die Öffnungsrichtung, die

Z-Richtung) der Zufuhr des Pulvers des Materials **121** sich entlang des Öffnungswegs des Laserlichts **200** ändert, während diese den optischen Weg schneidet. Während das Pulver des Materials **121** zugeführt wird, ist der bewegliche Abschnitt **335b** beispielsweise an dem Emissionsteil **330** in einer festgelegten Lage (Winkel) befestigt. Der bewegliche Abschnitt **335b** ist als ein Kreis (Ring) ausgebildet und weist eine sich verjüngende Unterstützungsfläche **335c** (Innenfläche) innerhalb des Kreises auf. Die Unterstützungsfläche **335c** weist eine Form auf (Krümmungsradius, Neigung und dergleichen), die der sich verjüngenden Fläche **331c**, die an dem Materialzufuhrteil **331** vorgesehen ist, entspricht. Der Materialzufuhrteil **331** ist von der oberen Seite der **Fig. 6** in den beweglichen Abschnitt **335b** zur unteren Seite der **Fig. 6** an einer Position eingebracht, an der die Unterstützungsfläche **335c** mit der sich verjüngenden Fläche **331c** in Kontakt steht, und er ist mittels der Befestigung (Verbinder, wie etwa Schraube; nicht dargestellt) an dieser Position an dem beweglichen Abschnitt **335b** fixiert. Der Materialzufuhrteil **331** kann von dem beweglichen Abschnitt **335b** durch Lösen der Fixierung durch die Befestigung entfernt werden. Ein Winkel zwischen dem Arm **335a** und dem beweglichen Abschnitt **335b** kann fixiert werden, durch Fixieren der Befestigung. Dieser Aufbau, bei dem der Materialzufuhrteil **331** von dem Emissionsteil **330** (Unterstützungsteil) lösbar ist, erlaubt beispielsweise ein einfacheres Ersetzen des Materialzufuhrteils **331**. Dadurch werden verschiedene Arten von Wirkungen erzielt, wie beispielsweise eine einfachere Wartung des Materialzufuhrteils **331** und ein einfacherer Austausch des Materialzufuhrteils **331** mit dem Materialzufuhrteil **331**, der das Pulver eines anderen Materials **121** zuführt. Der Halter **335** ist ein beispielhafter Unterstützungsteil. Dieser lösbare Aufbau ist nicht auf die Modifikation beschränkt.

Zweite Ausführungsform

[0068] Eine Düse **33B** gemäß der vorliegenden Modifikation weist denselben Aufbau wie in der oben beschriebenen Ausführungsform und Modifikation auf. Somit werden dieselben Resultate (Wirkungen) basierend auf demselben Aufbau wie in der oben beschriebenen Ausführungsform und Modifikation erhalten. Allerdings weist die Düse **33B** gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wie es in **Fig. 7** dargestellt ist, eine Einrichtung **81** auf, welche die Lage des entsprechenden Materialzufuhrteils **331** ändert. Die Bewegungseinrichtung **81** ist mit der Steuereinrichtung **17** (vgl. **Fig. 1**) über die Signalleitung **220** elektrisch verbunden. Die Bewegungseinrichtung **81** weist einen Linearaktuator, einen Motor und einen Verbindungsmechanismus auf. Die Steuereinrichtung **17** steuert die Bewegungseinrichtung **81**, so dass der Materialzufuhrteil **331** eine gewünschte Lage hat. Die Steuereinrichtung **17** kann so steuern, dass die Lage des Materialzufuhrteils **331** wäh-

rend der Formgebung sich nicht ändert (beibehalten wird). Die Speichereinheit **17a** (**Fig. 1**) der Steuereinrichtung **17** speichert Informationen (Daten), die zur Steuerung der Lage der Bewegungseinrichtung **81** verwendet werden. Die Bewegungseinrichtung **81** ist eine beispielhafte zweite Bewegungseinrichtung.

[0069] Im Folgenden wird ein Ablauf zum Einstellen (Ändern) der Lage jedes Materialzufuhrteils **331** in der Düse **33B** mit Bezug auf **Fig. 8** beschrieben. Zunächst ermittelt die Steuereinrichtung **17** Positionsinformationen bezüglich der Formgebungsposition Ps (vgl. **Fig. 4**) der Düse **33B** (S10). Die Positionsinformationen können beispielsweise Informationen über die dreidimensionalen Positionskordinaten der Formgebungsposition Ps, Informationen über jede Schicht **110b** und Informationen über jeden Bereich in bzw. die Umgebung der Schicht **110b** sein. Als Nächstes ermittelt die Steuereinrichtung **17** Informationen über die Höhe der Düse **33B** und den Winkel des Materialzufuhrteils **331**, entsprechend der Formgebungsposition Ps (S11). Diese Höhen- und Winkelinformationen, die in S11 verwendet werden, werden in der Speichereinheit **17a** in Verbindung mit den Positionsinformationen gespeichert. Die Höheninformationen können beispielsweise ein Steuerbetrag der Bewegungseinrichtung **71** sein, wohingegen die Winkelinformationen beispielsweise ein Steuerbetrag der Bewegungseinrichtung **81** sein können. Die Höhen- und Winkelinformationen können Daten sein, welche die Höhe und den Winkel kennzeichnen, oder sie können Informationen bezüglich Parameter sein, die der Höhe und dem Winkel entsprechen. Als Nächstes steuert die Steuereinrichtung **17** die Bewegungseinrichtungen **71** und **81** basierend auf den Höhen- und Winkelinformationen, die in S11 ermittelt wurden (S12). Folglich weist die Düse **33B**, in anderen Worten der Emissionsteil **330** und der Materialzufuhrteil **331** gewünschte Positionen und Lagen (Winkel) entsprechend der Formgebungsposition Ps auf. Speziell wird, wie es in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt ist, jede Formgebungsposition Ps mit dem Laserlicht **200** bestrahlt, das die Durchmesser D1 und D2 aufweist, entsprechend dieser Formgebungsposition Ps, und das Pulver des Materials **121** wird in der Richtung, die der Formgebungsposition Ps entspricht, zugeführt. Die Durchmesser D1 und D2 können gemäß den Positionsinformationen festgelegt werden. Als Nächstes führt die Steuereinrichtung **17** eine Formgebung an der Formgebungsposition Ps über die Düse **33B** durch, welche die gewünschte Position und Lage aufweist (S13). Die Vorrichtung **1** zur Herstellung eines Schichtobjekts führt diese Bearbeitung aus, um die Schicht **110b** auszubilden (vgl. **Fig. 4** und **Fig. 5**).

[0070] Wie es oben beschrieben ist, steuert die Steuereinrichtung **17** (Stuereinheit) die Bewegungseinrichtung **81** (zweiter Bewegungsmechanismus) gemäß einer Änderung des Abstands zwischen der

Formgebungsposition Ps und der Düse **33B** (den Materialzufuhrteilen **331**), um die Zufuhrrichtung des Pulvers des Materials **121** von den Materialzufuhrteilen **331** zu ändern. Folglich kann das Pulver des Materials **121** beispielsweise zuverlässiger oder effizienter an die Formgebungsposition Ps zugeführt werden.

[0071] Bei der Vorrichtung **1** zur Herstellung des Schichtobjekts ändert sich der Durchmesser des Laserlichts **200** an der Formgebungsposition Ps mit Änderung des Abstands zwischen der Formgebungsposition Ps und der Düse **33B** (den Materialzufuhrteilen **331**). Somit kann der Durchmesser des Laserlichts **200** relativ einfach geändert werden. Folglich können die Genauigkeit und Effizienz der Formgebung auf einfache Weise verbessert werden. Mit einer Funktion zur Änderung dieses Durchmessers ist es möglich, das Pulver des Materials **121** zuverlässiger und effizienter der Formgebungsposition Ps zuzuführen.

[0072] Bei der Vorrichtung **1** zur Herstellung eines Schichtobjekts ändert sich die Zufuhrrichtung des Pulvers des Materials **121** von jedem Materialzufuhrteil **331** mit Änderung des Durchmessers des Laserlichts **200**. Somit wird das Pulver des Materials **121** basierend auf der Änderung des Durchmessers zuverlässiger oder effizienter zugeführt. Die Änderung des Durchmessers des Laserlichts **200** kann ohne Bewegung der Düse **33B** erzielt werden. In anderen Worten kann das Pulver des Materials **121** an die Formgebungsposition Ps zuverlässiger oder effizienter zugeführt werden, wenn sich der Durchmesser des Laserlichts **200** ohne Bewegung der Düse **33B** ändert.

[0073] Wenngleich einige beispielhafte Ausführungsformen und Modifikationen der vorliegenden Erfindung oben beschrieben wurden, sind diese Ausführungsformen und Modifikationen lediglich beispielhaft, und es ist nicht beabsichtigt, dass diese den Gegenstand der vorliegenden Erfindung in irgendeiner Weise beschränken. Die Ausführungsformen und Modifikationen können auf unterschiedliche Weise implementiert werden, und es ist möglich, dass verschiedene Weglassungen, Ersetzungen, Kombinationen und Modifikationen weiterhin im Gegenstand liegen, ohne vom Wesen der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die Ausführungsformen und Modifikationen der Ausführungsformen fallen in den Gegenstand und das Wesen der vorliegenden Erfindung, und sie liegen im Gegenstand der vorliegenden Erfindung, der in den beigefügten Ansprüchen definiert ist, und dessen Äquivalente. Die vorliegende Erfindung kann anders als die Konfigurationen und die Steuerung (technische Merkmale), die in den Ausführungsformen und Modifikationen offenbart sind, implementiert werden. Ferner kann mit der vorliegenden Erfindung wenigstens eines von verschiedenen Resultaten (umfassend die Wirkungen und die ab-

geleiteten Wirkungen) erzielt werden, die durch die technischen Merkmale erzielt werden. Beispielsweise kann die Abgaberichtung des Pulvermaterials geändert werden, in Abhängigkeit einer Änderung im Innern des Materialzufuhrteils oder des Trägergases, ohne dass die Lage oder die Position des Materialzufuhrteils geändert wird.

[0074] Beispielsweise kann die Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts so aufgebaut oder verwendet werden, dass Pulver unterschiedlicher Materialien aus mehreren Materialzufuhrteilen zugeführt werden. In diesem Fall können die Mengen und das Verhältnis der Materialpulver, die von den entsprechenden Materialzufuhrteilen zugeführt werden, variabel gesteuert werden. Beispielsweise kann die Vorrichtung zur Herstellung des Schichtobjekts so aufgebaut sein, dass die Materialzufuhrteile die Materialpulver in Zufuhrmengen zuführen, die von einer dreidimensionalen Formgebungsposition abhängen, um einen Materialgradienten (funktionaler Materialgradient) auszuformen, bei dem das Materialverhältnis sich auf eine zweidimensionale oder dreidimensionale Weise ändert. Die Zufuhrpositionen aller Materialien können durch den entsprechenden Materialzufuhrteil (Richtung, Lage, Winkel, Position und dergleichen des Materialzufuhrteils) gemäß der Art und Fließmenge (Zufuhrmenge, Abgabemenge) des Materials variabel gesteuert werden.

Patentansprüche

1. Düse für eine Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts, wobei die Düse aufweist:
einen Materialzufuhrteil, der mit einer Materialzufuhröffnung vorgesehen ist, durch die Pulver eines Materials abgegeben wird; und
einen Unterstützungsteil, der den Materialzufuhrteil beweglich unterstützt, um eine Richtungsänderung der Abgabe des Pulvers zu ermöglichen.

2. Düse nach Anspruch 1, bei welcher der Materialzufuhrteil lösbar an dem Unterstützungsteil vorgesehen ist.

3. Düse nach Anspruch 1, bei welcher der Materialzufuhrteil von dem Unterstützungsteil verschiebbar unterstützt wird.

4. Düse nach Anspruch 3, bei welcher der Materialzufuhrteil von dem Unterstützungsteil unterstützt wird, um entlang einer Emissionsrichtung eines Energiestrahls verschiebbar zu sein.

5. Düse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welcher der Materialzufuhrteil mehrere Materialzufuhrteile aufweist.

6. Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts, die aufweist:

eine Lichtquelle, die eingerichtet ist, um einen Energiestrahls zu erzeugen;
einen Emissionsteil, der eingerichtet ist, um den Energiestrahls zu emittieren;
einen Materialzufuhrteil, der mit einer Materialzufuhröffnung vorgesehen ist, durch die Pulver eines Materials abgegeben wird, und der eingerichtet ist, um eine Richtungsänderung der Abgabe des Pulvers durch die Materialzufuhröffnung zu ermöglichen; und
einen ersten Bewegungsmechanismus, der eingerichtet ist, um eine Relativposition zwischen einer Formgebungsposition und dem Materialzufuhrteil zu ändern.

7. Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts nach Anspruch 6, bei welcher
der Materialzufuhrteil beweglich vorgesehen ist, um eine Richtungsänderung der Abgabe des Pulvers zu ermöglichen, und wobei dieser aufweist:
einen zweiten Bewegungsmechanismus, der eingerichtet ist, um den Materialzufuhrteil zu bewegen, um die Abgaberichtung des Pulvers zu ändern, und
eine Steuereinheit, die eingerichtet ist, um den zweiten Bewegungsmechanismus zu steuern.

8. Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts nach Anspruch 7, bei welcher
der erste Bewegungsmechanismus eine Abstandsänderung zwischen einer Formgebungsposition und dem Materialzufuhrteil ermöglicht, und
die Steuereinheit den zweiten Bewegungsmechanismus so steuert, dass die Abgaberichtung des Pulvers sich mit Änderung des Abstands ändert.

9. Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts nach Anspruch 8, bei der ein Durchmesser eines Energiestrahls an der Formgebungsposition sich mit Änderung des Abstands ändert.

10. Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der die Steuereinheit den zweiten Bewegungsmechanismus so steuert, dass die Abgaberichtung des Pulvers sich mit einer Durchmesseränderung eines Energiestrahls an der Formgebungsposition ändert.

11. Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei welcher der Materialzufuhrteil von dem Emissionsteil verschiebbar unterstützt wird.

12. Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts nach Anspruch 11, bei welcher der Materialzufuhrteil so von dem Emissionsteil unterstützt wird, dass dieser entlang einer Emissionsrichtung des Energiestrahls verschiebbar ist.

13. Verfahren zur Herstellung eines Schichtobjekts, wobei das Verfahren aufweist:

Formgeben durch Abgeben von Pulver eines Materials an eine erste Formgebungsposition in einem ersten Winkel von dem Materialzufuhrteil der Vorrichtung zur Herstellung eines Schichtobjekts nach einem der Ansprüche 6 bis 12 und Bestrahlen der ersten Formgebungsposition mit einem Energiestrahl von einem Emissionsteil; und

Formgeben durch Abgeben des Pulvers des Materials an eine zweite Formgebungsposition in einem zweiten Winkel von dem Materialzufuhrteil und Bestrahlen der zweiten Formgebungsposition mit einem Energiestrahle von dem Emissionsteil.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

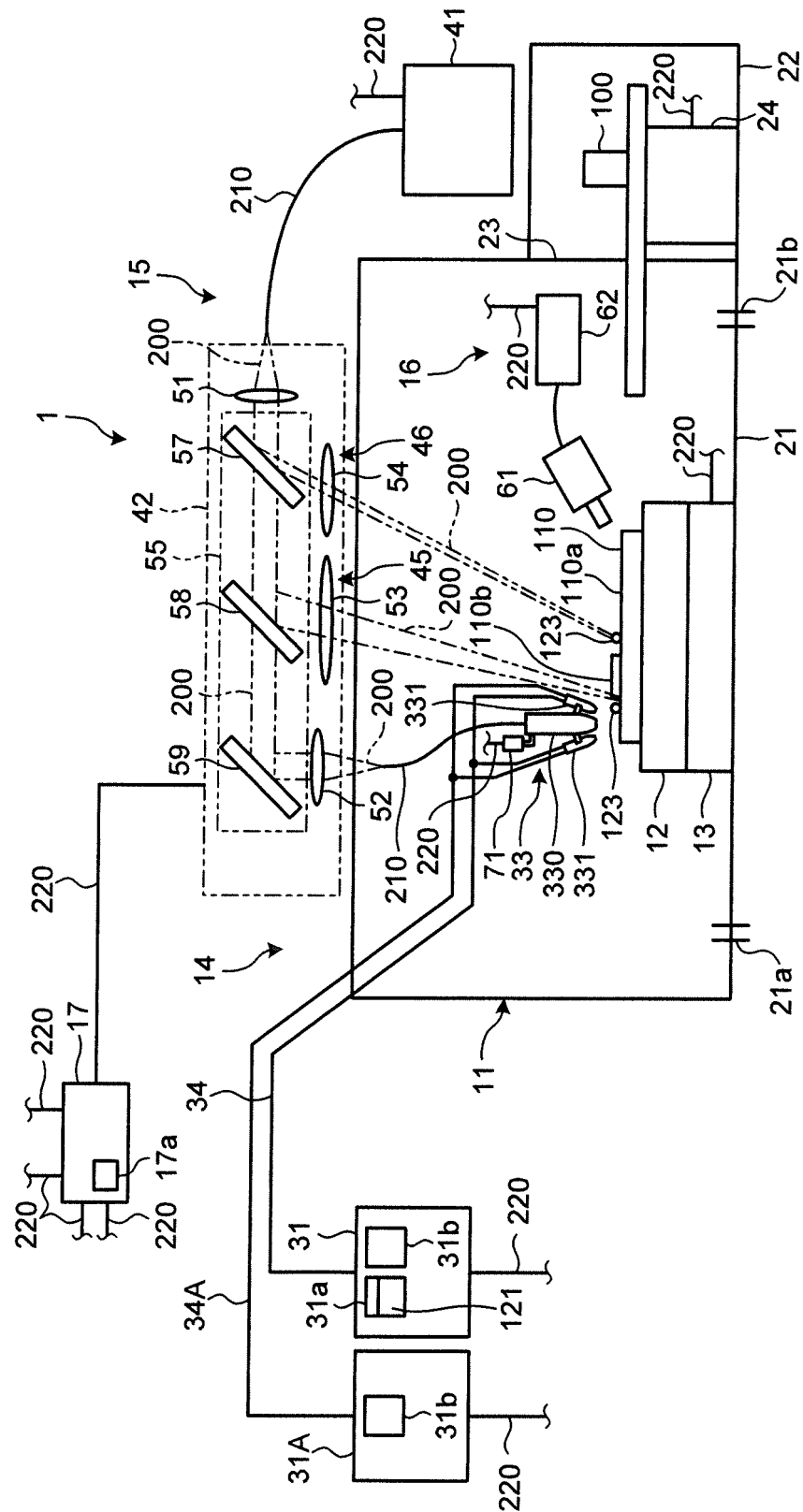


FIG.2

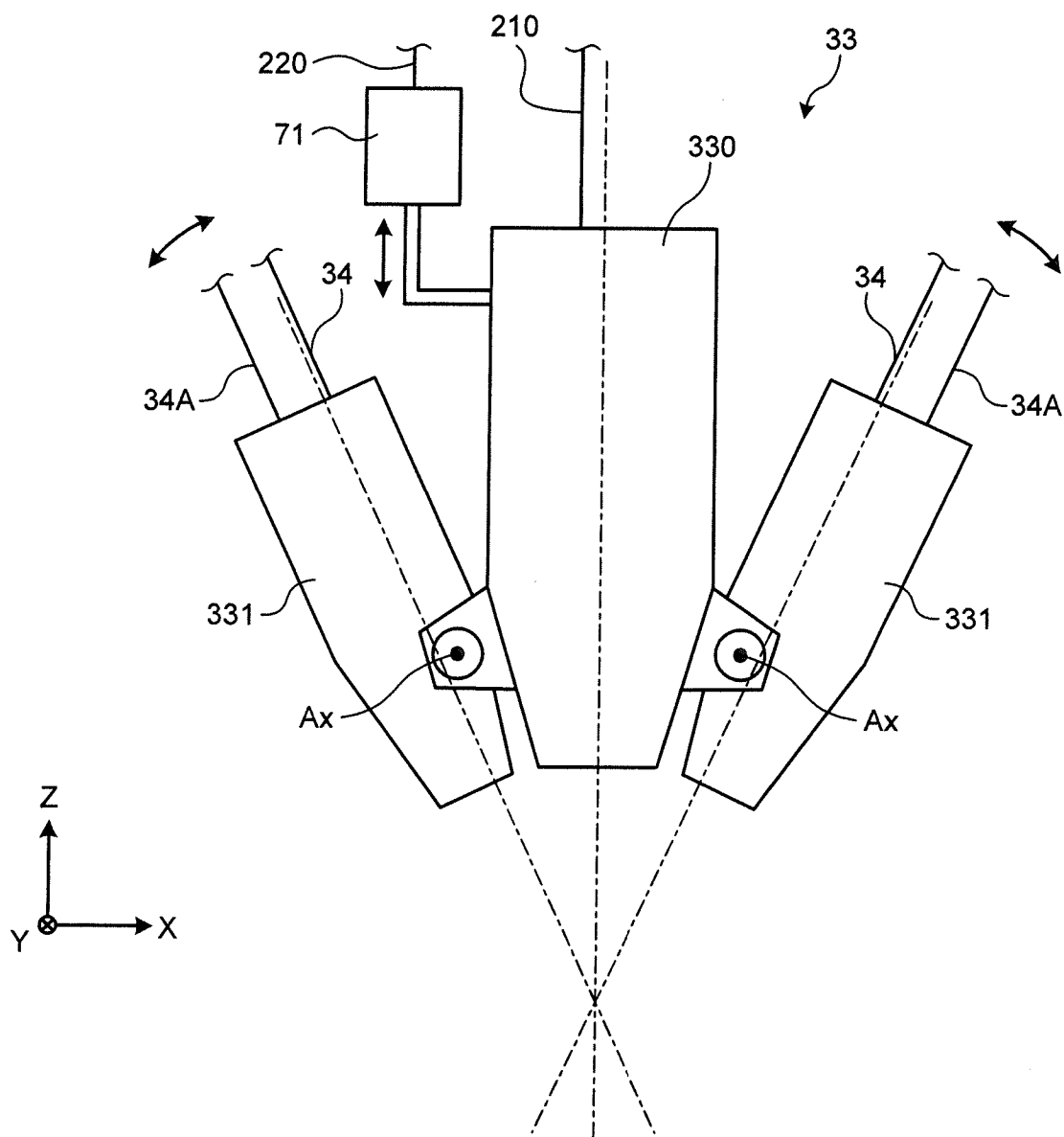


FIG.3

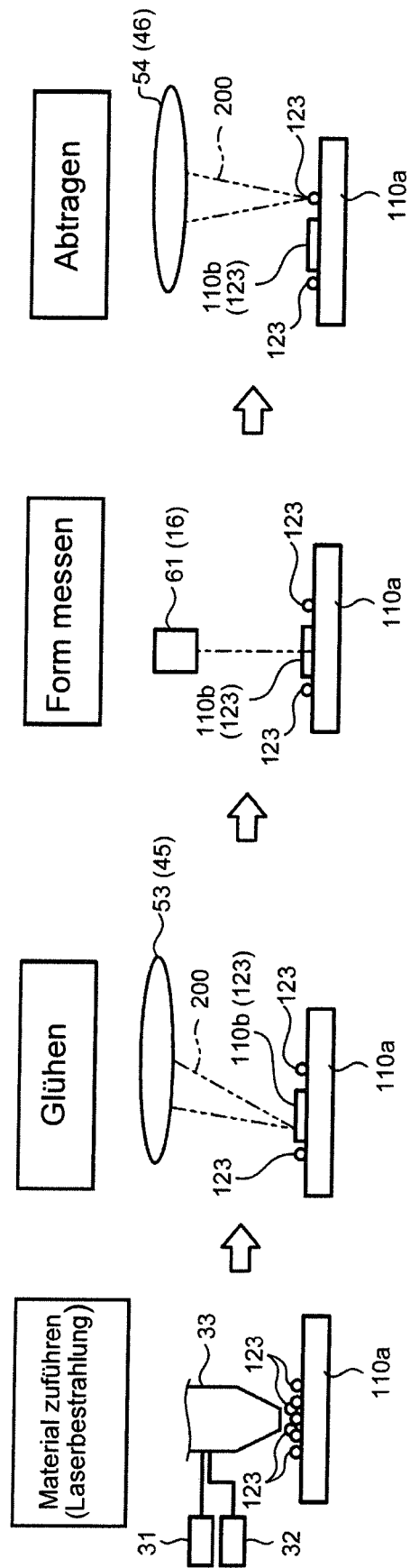


FIG.4

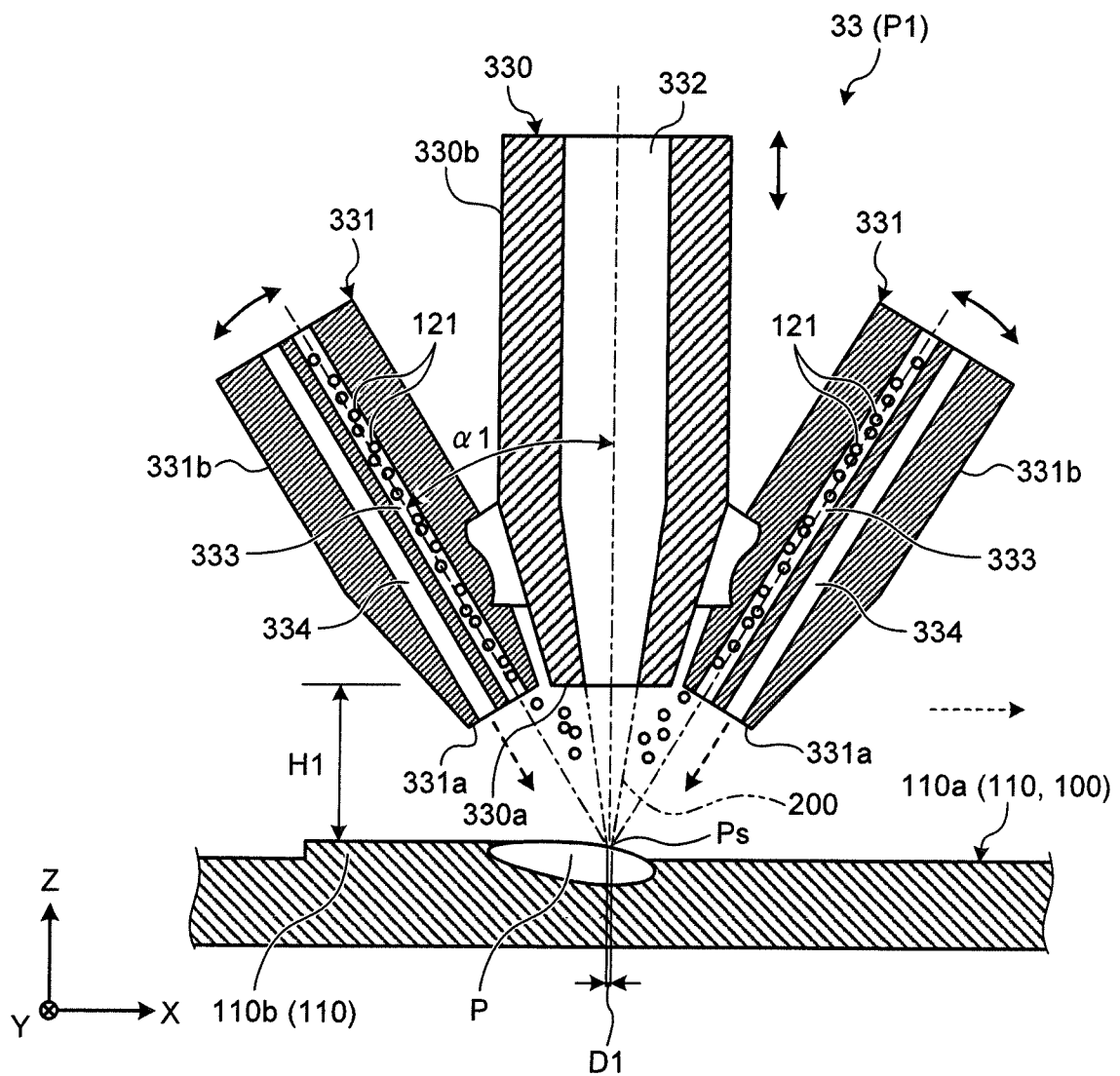


FIG.5

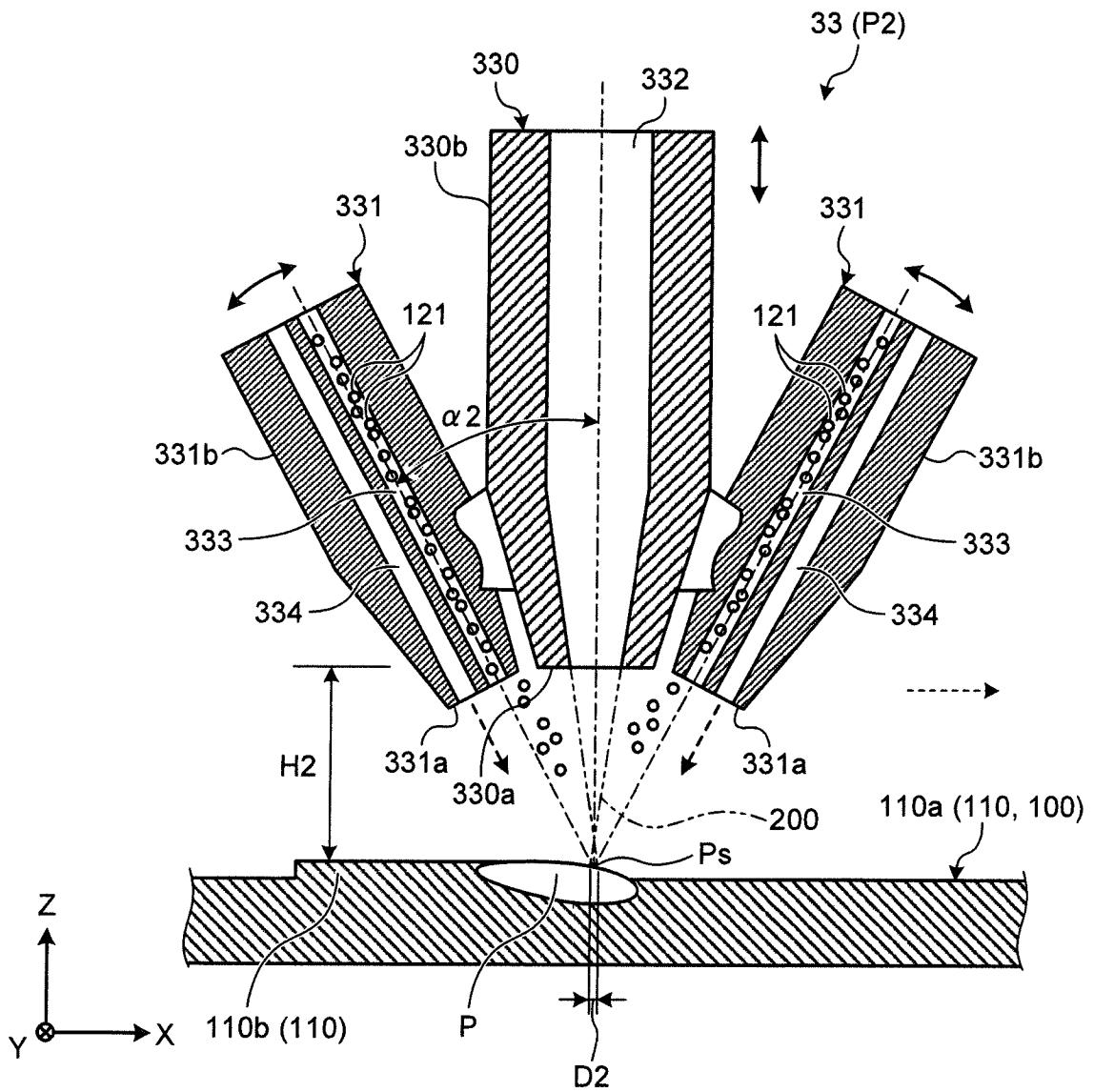


FIG.6

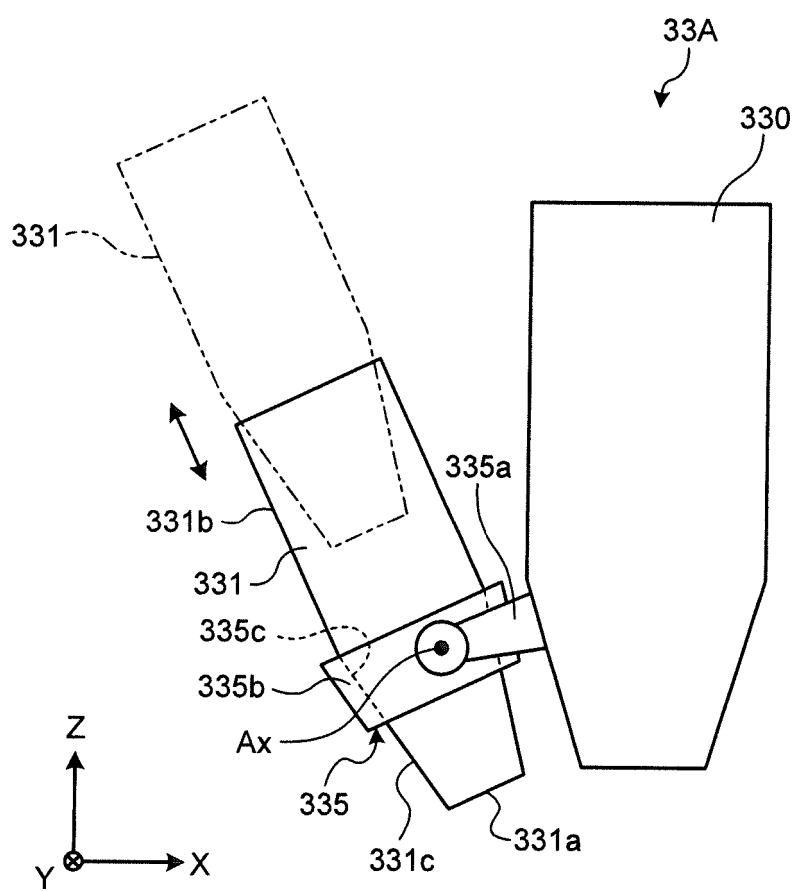


FIG.7

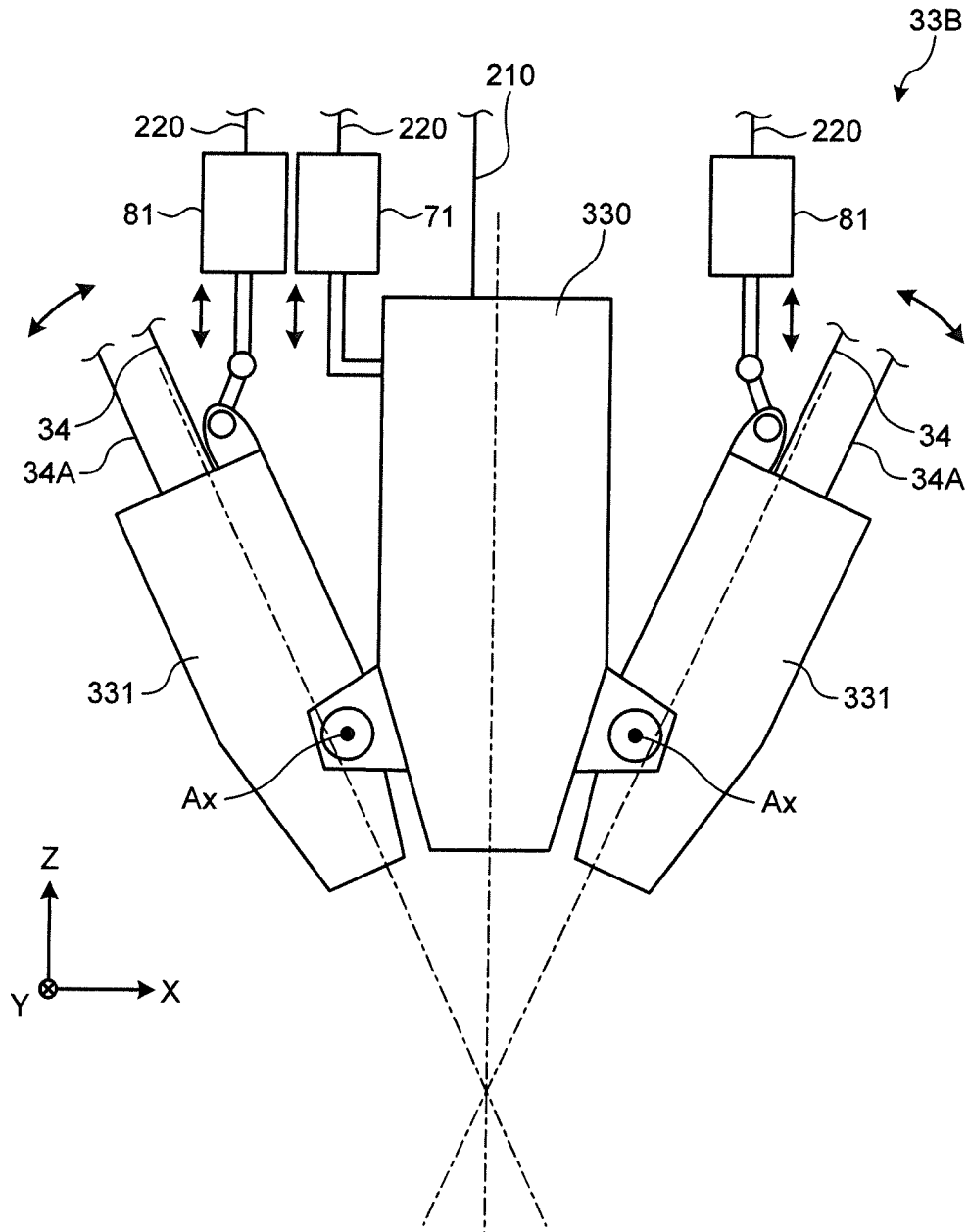


FIG.8

