



(10) **DE 10 2016 112 652 A1** 2017.01.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 112 652.7**

(22) Anmeldetag: **11.07.2016**

(43) Offenlegungstag: **19.01.2017**

(51) Int Cl.: **B22F 3/105 (2006.01)**
B33Y 30/00 (2015.01)

(30) Unionspriorität:
2015-139330 13.07.2015 JP

(71) Anmelder:
Sodick Co., Ltd., Yokohama-shi, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
Becker, Kurig, Straus, 80336 München, DE

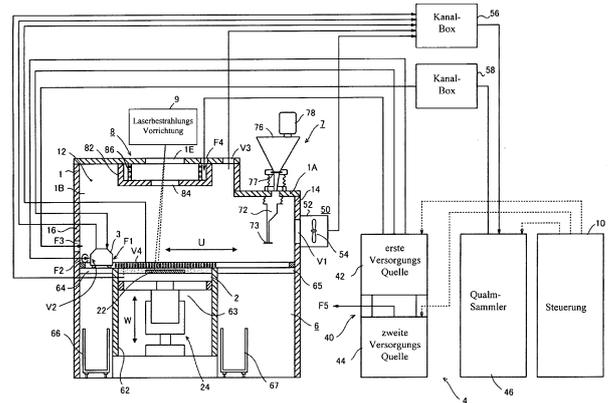
(72) Erfinder:
Kawada, Shuichi, Yokohama, Kanagawa, JP;
Okazaki, Shuji, Yokohama, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Metall-3D-Drucker**

(57) Zusammenfassung: Ein Metall-3D-Drucker enthält: ein Gehäuse (1), das eine Formungskammer (1B) bildet; einen Neubeschichtungskopf (3), der sich zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position in einer Richtung einer horizontalen U-Achse in der Formungskammer hin- und herbewegt, um eine Pulverschicht eines Metalls zu bilden; eine Laserstrahlungsrichtung (9), die eine Bestrahlungsregion in der Pulverschicht mit einem Laserstrahl bestrahlt, um eine gesinterte Schicht zu bilden, und eine Schutzgasversorgungsvorrichtung (4). Die Schutzgasversorgungsvorrichtung enthält: einen ersten Ansauganschluss (V1), der an einer (14) der Seitenwände angeordnet ist, die einander in der Richtung der U-Achse zugewandt sind, der näher an der ersten Position als an der zweiten Position ist; einen ersten Ausstoßanschluss (F1), der so an einer Seite des Neubeschichtungskopfs angeordnet ist, dass er dem ersten Ansauganschluss zugewandt ist; und einen zweiten Ausstoßanschluss (F2), der so angeordnet ist, dass er dem ersten Ansauganschluss über der Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Metall-3D-Drucker zum Schichtformen eines dreidimensionalen Objekts als ein Produkt durch wiederholtes Sintern eines Metallpulvers in einer Formungskammer. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Metall-3D-Drucker, der mit einer Vorrichtung zum Entfernen von Dämpfen bzw. Qualm ausgestattet ist, die durch Sintern von Metallpulver aus der Formungskammer erzeugt werden.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Der herkömmliche Metall-3D-Drucker bildet eine dünne Pulverschicht durch einheitliches Verteilen von Metallpulver auf einem Tisch und Bestrahlen einer spezifischen Bestrahlungsregion in der Pulverschicht mit einem Laserstrahl, um so eine gesinterte Schicht zu bilden. Ein gewünschtes dreidimensionales Objekt wird durch Stapeln einer großen Anzahl von gesinterten Schichten gebildet. Der Metall-3D-Drucker bestimmt eine Bestrahlungsregion des Laserstrahls für jede Teilschicht, die erhalten wird durch Teilen des dreidimensionalen Objekts bei einer bestimmten Höhe. Anders ausgedrückt, der Metall-3D-Drucker bestimmt die Bestrahlungsregion für jede Pulverschicht. Um eine Verschlechterung des Metallpulvers zu verhindern, ist es notwendig soweit wie möglich Sauerstoff aus der Atmosphäre um die Pulverschicht herum zu entfernen. Der herkömmliche Metall-3D-Drucker erhält eine geringe Sauerstoffkonzentration bei durch Einspeisen eines Schutzgases, z. B. Stickstoffgas, in die Formungskammer, die die Pulverschicht einschließt.

[0003] Wenn das Metallpulver durch den Laserstrahl bestrahlt wird, wird Rauch, genannt „Qualm“, aus der Aggregation von Metaldampf erzeugt. Der Qualm steigt auf und verteilt sich. Der Qualm, der die Formungskammer füllt, kann den Laserstrahl blockieren. Eine Folge dessen ist, dass der Laserstrahl, der die benötigte Energie trägt, die Bestrahlungsregion nicht erreicht und ein Sinterfehler verursacht wird. Der Sintervorgang muss verzögert werden bis der Qualm soweit eliminiert wurden, dass er den Laserstrahl nicht negativ beeinträchtigt. Metallstaub ist schädlich für den menschlichen Körper. Außerdem können die feinen Metallpartikel in dem Qualm herabfallen und sich mit dem frischen Pulver vermischen und die Produktqualität beeinträchtigen.

[0004] Patentdokument 1 und Patentdokument 2 offenbaren eine Verarbeitungskammer mit einer rechteckigen parallel-flachen Form und ein Verfahren, um den Qualm mit einem Strom von Schutzgas wegzutragen, um den Qualm von dem Strahlungspfad des Laserstrahls zu entfernen. Ein Schutzgaseinlass ist

an der oberen Seite einer Seitenwand der Prozesskammer angeordnet während ein Schutzgaseinlass an der unteren Seite einer anderen Seitenwand gegenüber der einen Seitenwand angeordnet ist, um so einen Fluss des Schutzgases über die Bestrahlungsregion hinweg zu erzeugen.

[0005] Patentdokument 3 offenbart einen Metall-3D-Drucker, der in der Lage ist einen lokalen Schutzgasfluss zu erzeugen, um Qualm effektiv von dem Strahlungspfad des Laserstrahls zu eliminieren. Der Metall-3D-Drucker erzeugt den lokalen Gasfluss durch Einspeisen eines komprimierten Gases von einer Versorgungsdüse, die an der Wand der Kammer angebracht ist. Alternativ wird der lokale Gasfluss durch einen Ventilator erzeugt, der in der Kammer installiert ist.

[0006] Patentdokument 4 offenbart einen Metall-3D-Drucker, bei dem wenigstens zwei Belüftungskanäle in dem Tische gebildet sind. Einer der Belüftungskanäle speist das Schutzgas in die Kammer während der andere das Schutzgas nach außerhalb der Kammer abführt. Die wenigstens zwei Belüftungskanäle sind mit einer Eintrittspumpe oder einem Austrittsventilator über Röhren verbunden. Gemäß der Erfindung in Patentdokument 4 kann Qualm aktiv aus der nahen Umgebung der Erzeugungsquelle des Qualms entfernt werden.

Patentdokumente

[0007]

Patentdokument 1: US 6,215,093
 Patentdokument 2: US 2014/301883
 Patentdokument 3: US 2012/251378
 Patentdokument 4: US 2010/044547

Zusammenfassung der Erfindung

Zu lösendes Problem

[0008] Der Metall-3D-Drucker, der in Patentdokument 4 offenbart ist, sendet das Schutzgas, das den Qualm enthält zu einem Staubsammler außerhalb der Kammer. Der Staubsammler entfernt feine Metallpartikel aus dem Schutzgas. Dann wird das gereinigte Schutzgas wieder in die Kammer gespeist. Jedoch gibt es für die maximale Einspeisungsmenge an Schutzgas ein praktisches Limit. Falls das Schutzgas mit einer Flussrate zirkuliert wird, die die maximale Einspeisungsmenge überschreitet, nimmt die Konzentration an Schutzgas ab und verursacht, dass die Sauerstoffkonzentration in der Kammer den erlaubten Wert überschreitet.

[0009] Falls die Öffnung des Belüftungskanals nahe an der Bestrahlungsregion liegt, kann die Pulverschicht gestört werden. Außerdem, falls die Öffnungen der zwei Belüftungskanäle in der Kammer zu

nahe bei einander liegen, kann frisches Schutzgas sofort nach draußen gesaugt werden und kann sich nicht in dem gesamten Raum der Kammer verteilen. Im Allgemeinen, wenn sich die Fläche der Einstrahlungsregion vergrößert, wird eine längere Zeit zum Sintern des Pulvers benötigt und die Menge an erzeugten Qualm wird sich ebenfalls erhöhen. Wenn sich die Menge an Qualm erhöht, wird es eine längere Zeit dauern, den Qualm in der Kammer zu eliminieren und die Produktionseffizienz wird sinken.

[0010] Angesichts der obigen Ausführungen, stellt die Erfindung einen Metall-3D-Drucker bereit, der in der Lage ist Qualm effizient aus der Formungskammer abzuführen. Einige andere Aufgaben oder Vorteile der Erfindung sind in den folgenden Abschnitten erläutert.

Mittel zur Lösung des Problems

[0011] Gemäß der Erfindung enthält ein Metall-3D-Drucker, der angepasst ist zum Schichtformen eines dreidimensionalen Objekts: ein Gehäuse (1) mit einer Vielzahl von Seitenwänden, um eine Formungskammer (1B) zu bilden; einen Neubeschichtungskopf (3), der sich zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position in einer Richtung einer horizontalen U-Achse in der Formungskammer hin- und herbewegt, um eine Pulverschicht eines Metalls zu bilden; eine Laserstrahlungsrichtung (9), die eine Bestrahlungsregion in der Pulverschicht mit einem Laserstrahl bestrahlt, um eine gesinterte Schicht zu bilden, und eine Schutzgasversorgungsrichtung (4), die ein Schutzgas durch die Formungskammer zirkuliert, um Qualm zu entfernen, der in der Bestrahlungsregion in der Formungskammer erzeugt wird. Die Schutzgasversorgungsrichtung enthält: einen ersten Ansauganschluss (V1), der an einer (14) der Seitenwände angeordnet ist, die einander in der Richtung der U-Achse zugewandt sind, die näher an der ersten Position als an der zweiten Position ist; einen ersten Ausstoßanschluss (F1), der so an einer Seite des Neubeschichtungskopfs angeordnet ist, dass er dem ersten Ansauganschluss zugewandt ist; und einen zweiten Ausstoßanschluss (F2), der so angeordnet ist, dass er dem ersten Ansauganschluss über der Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist.

[0012] Bevorzugt enthält die Schutzgasversorgungsrichtung eine Ansaugvorrichtung (50), die das Schutzgas in der Formungskammer durch den ersten Ansauganschluss absaugt. Die Ansaugvorrichtung enthält eine Verkleidung (52), die den ersten Ansauganschluss umgibt und einen Ventilator oder ein Gebläse (54), der bzw. das in der Verkleidung angeordnet ist. Bevorzugt enthält die Schutzgasversorgungsrichtung einen zweiten Ansauganschluss (V2), der an der anderen Seite des Neubeschichtungskopfs angeordnet ist, um dem zweiten Ausstoßanschluss zugewandt zu sein.

[0013] Der Metall-3D-Drucker enthält weiterhin eine Steuerung (10), die die Schutzgasversorgungsrichtung steuert. Die Steuerung kann den ersten Ausstoßanschluss verschließen und den zweiten Ausstoßanschluss öffnen, wenn der Neubeschichtungskopf in der ersten Position ist und den zweiten Ausstoßanschluss verschließen und den ersten Ausstoßanschluss öffnen, wenn der Neubeschichtungskopf in der zweiten Position ist.

[0014] Der Metall-3D-Drucker enthält weiterhin eine Materialversorgungsrichtung (7), die Pulver in den Neubeschichtungskopf speist. Der erste Ansauganschluss kann unterhalb der Materialversorgungsrichtung angeordnet sein. Das Gehäuse enthält eine Oberseite bzw. Raumdecke bzw. Decke und die Schutzgasversorgungsrichtung kann einen dritten Ansauganschluss (V3) enthalten, der an der Decke angeordnet ist. Die Decke enthält eine untere Decke (1A) und die Materialversorgungsrichtung und der dritte Ansauganschluss können an der unteren Decke angeordnet sein.

[0015] Bevorzugt enthält der Metall-3D-Drucker weiterhin zwei Führungsschienen, die an zwei Seiten der Bestrahlungsregion angeordnet sind, um den Neubeschichtungskopf zu führen. Die Schutzgasversorgungsrichtung enthält einen vierten Ansauganschluss, der entlang wenigstens einer der zwei Führungsschienen angeordnet ist und zu der Bestrahlungsregion geöffnet ist. Die Schutzgasversorgungsrichtung kann einen dritten Ausstoßanschluss enthalten, der an einer der Seitenwände angeordnet ist und dem ersten Ansauganschluss über die Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist.

[0016] Das Gehäuse kann eine Decke enthalten, die ein Fenster unter der Laserbestrahlungsrichtung aufweist und die Schutzgasversorgungsrichtung kann ein zylindrisches Gehäuse enthalten, das eine untere Fläche des Fensters umgibt und einen vierten Ausstoßanschluss, der an der Decke angeordnet ist, um zu einem Inneren des zylindrischen Gehäuses geöffnet zu sein bzw. und zu einem Inneren des zylindrischen Gehäuses geöffnet ist.

Effekt der Erfindung

[0017] Die Ansaugvorrichtung zwingt das Schutzgas in Richtung des ersten Ansauganschlusses über den Bestrahlungspfad des Laserstrahls hinweg zu fließen. Dementsprechend wird der Qualm mit höherer Effizienz von dem Bestrahlungspfad entfernt. Zusätzlich wird die Belüftungsfähigkeit der Formungskammer verbessert und die Abfuhrmenge von Qualm wird weiter erhöht. Insbesondere, da das frische Schutzgas von dem zweiten Ausstoßanschluss eingespeist wird, wenn der Neubeschichtungskopf nahe an dem ersten Ansauganschluss ist, wird der Fluss des sau-

berem Schutzgases während des Formens nach wie vor in die gleiche Richtung gebildet.

[0018] Der Metall-3D-Drucker der Erfindung ist in der Lage die Zeit zu minimieren die benötigt wird, um den Qualm aus der Formungskammer zu entfernen in solch einem Umfang, dass es dem Laserstrahl mit der benötigten Energie ermöglicht wird eingestrahlt zu werden, um so die Produktionseffizienz zu verbessern. Außerdem wird der Qualm effektiv entfernt, um die feinen Metallpartikel zu reduzieren, die in der Formungskammer driften, so dass die Qualität und die Sicherheit verbessert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Fig. 1 ist eine Frontansicht, die den Metall-3D-Drucker der Erfindung zeigt.

[0020] Fig. 2 ist eine Ansicht von der rechten Seite des Metall-3D-Druckers aus Fig. 1.

[0021] Fig. 3 ist eine Perspektivansicht, die ein Beispiel der Basen **64** und **65** in Fig. 1 zeigt.

[0022] Fig. 4 ist eine Perspektivansicht des Neubeschichtungskopfes **3** aus Fig. 1 von der oberen rechten Richtung.

[0023] Fig. 5 ist eine Perspektivansicht des Neubeschichtungskopfes **3** aus Fig. 1 von der unteren linken Richtung.

[0024] Fig. 6 ist eine Perspektivansicht, die den ersten Ansauganschluss V1 und den fünften Ansauganschluss V5 zeigt.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0025] Eine Ausführungsform der Erfindung wird detailliert mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Die gepunkteten Linien in Fig. 1 und Fig. 2 deuten eine Signalleitung an, während die gepunkteten Linien in Fig. 3 einen Strahlungspfad eines Laserstrahls andeuten.

[0026] Fig. 1 und Fig. 2 stellen einen Metall-3D-Drucker zum Schichtformen eines dreidimensionalen Objekts durch wiederholtes Sintern von Metallpulver dar. Der Metall-3D-Drucker enthält ein Gehäuse **1**, einen Neubeschichtungskopf **3**, eine Materialversorgungsvorrichtung **7**, eine Schutzgasversorgungsvorrichtung **4**, eine Stromversorgung, eine Steuerung **10** und einen Qualmsammler **46**. Die Stromversorgung, die Steuerung **10** und der Qualmsammler **46** befinden sich in dem Rückraum des Gehäuses **1**.

[0027] Das Gehäuse **1** ist ein Mittel zum Bilden einer Umgebung, in der eine Sauerstoffkonzentration geringer ist als ein vorbestimmter Wert. Das Gehäuse **1**

enthält eine Decke und vier Seitenwände und bildet eine abgedichtete Kammer. Die abgedichtete Kammer ist durch einen Faltbalg **12** bzw. eine Trennwand **12** in eine Formungskammer **1B** an der vorderen Seite und eine Antriebskammer **1C** an der hinteren bzw. rückwärtigen Seite getrennt. Die Trennwand **12** ist in die seitliche Richtung des Metall-3D-Druckers ausfahrbar/einziehbar. Eine Region einer Pulverschicht, die durch den Laserstrahl bestrahlt werden soll, wird „Bestrahlungsregion“ genannt. Die Bestrahlungsregion ist annähernd übereinstimmend mit einer Region einer Teilschicht, die erhalten wird durch Teilen des dreidimensionalen Objekts bei einer vorbestimmten Höhe. Die Formungskammer **1B** ist ein Raum, der die Bestrahlungsregion umgibt und den Neubeschichtungskopf **3** und das dreidimensionale Objekt beherbergt. Die Formungskammer **1B** ist durch drei Seitenwände des Gehäuses **1**, die Trennwand **12**, Basen **64** und **65** und einen Tisch **2** definiert.

[0028] Zwischen der Formungskammer **1B** und der Antriebskammer **1C** existiert eine leichte Lücke, damit Schutzgas hindurchtreten kann. Eine Antriebsvorrichtung **5** ist in der Antriebskammer **1C** beherbergt zum Abschließen einer Oberfläche einer gesinterten Schicht unter Verwendung eines Schneidwerkzeugs. Eine Öffnung **1D** ist an der vorderen Seitenwand des Gehäuses **1** gebildet. Das Gehäuse **1** ist mit einer Arbeitstür (nicht gezeigt) ausgestattet, so dass die Öffnung **1D** verschlossen wird.

[0029] Eine Materialhaltewand **62** mit einem rechteckigen Querschnitt ist in einem Bett **6** angeordnet, um einen zentralen Raum **63** zu bilden. Der Tisch **2** ist so angeordnet, dass er vertikal in dem zentralen Raum **63** bewegt werden kann. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, wird eine Steuerungsachse zur vertikalen Bewegung des Tisches **2** als eine W-Achse bezeichnet. Eine ringförmige Dichtung oder Versiegelung ist an dem Rand des Tisches **2** angeordnet. Die Dichtung oder Versiegelung ist aus einem Material hergestellt, das an der Materialhaltewand **62** leicht verschiebbar ist. Pulver wird in einem Raum gesammelt, der durch die Materialhaltewand **62** und den Tisch **2** umgeben ist. Das dreidimensionale Objekt wird direkt oder indirekt auf dem Tisch **2** platziert. Eine Formungsplatte **22** ist an dem Tisch **2** befestigt. Die Formungsplatte **22** kann ein Teil des dreidimensionalen Objekts sein.

[0030] Eine W-Antriebsvorrichtung **24** zum Bewegen des Tisches **2** in die Richtung der W-Achse in dem zentralen Raum **63** ist in dem Bett **6** angeordnet. Die W-Achse ist eine Steuerungsachse, die sich vertikal erstreckt. Behälter **66** und **67** sind an der linken und der rechten Seite der Materialhaltewand **62** an der Seite des Betts **6** angeordnet. Pulver, das auf dem Tisch **2** und der Formungsplatte **22** verteilt ist, fällt in die Behälter **66** und **67** durch einen geeigneten Abfuhranschluss, der in der Materialhaltewand **62** gebildet ist.

[0031] Die Basen **64** und **65**, die eine flache Plattenform aufweisen, sind auf dem Bett **6** befestigt, so dass sich der Tisch **2** dazwischen befindet bzw. dazwischen eingelegt ist. Die Basen **64** und **65** weisen horizontale obere Fläche auf, die bei der gleichen Höhe liegen. Wie in **Fig. 3** gezeigt wird, sind die Basen **64** und **65** getrennt voneinander und eine rechteckige (z. B. quadratische) Lücke ist zwischen den Basen **64** und **65** gebildet. Die Lücke zwischen den Basen **64** und **65** steht mit dem zentralen Raum **63** in Verbindung.

[0032] Der Neubeschichtungskopf **3** ist in der Formungskammer **1B** angeordnet und bewegt sich zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position in einer Richtung einer horizontalen U-Achse durch eine Antriebsvorrichtung (nicht gezeigt) hin und her. Die U-Achse ist eine Steuerungsachse, die sich in seitlicher Richtung des Metall-3D-Druckers erstreckt. Der Neubeschichtungskopf **3** ist in **Fig. 3** in der ersten Position und in **Fig. 1** in der zweiten Position. Der Neubeschichtungskopf **3** erstreckt sich in eine Richtung senkrecht zu der U-Achse. Der Neubeschichtungskopf **3** ist ein Beispiel des Mittels zum einheitlichen Verteilen von Metallpulver wenigstens in der Bestrahlungsregion, um die Pulverschicht zu bilden. Es ist möglich eine Dicke einer jeden Pulverschicht einzustellen. Der Neubeschichtungskopf **3** wird durch zwei Führungsschienen **68** und **69** geführt, die sich an zwei Seiten der Bestrahlungsregion befinden. Die zwei Führungsschienen **68** und **69** erstrecken sich parallel zu der U-Achse.

[0033] Der Neubeschichtungskopf **3** enthält eine Materialspeicherbox **32**, zwei Klingen **36** und **37** mit der gleichen Form und Führungsblöcke **38** und **39**. Die Materialspeicherbox **32** ist ein rechteckiges Behältnis zum Speichern und Fallenlassen bzw. Abgeben von Pulver. Die Klingen **36** und **37** sind an einer unteren Fläche der Materialspeicherbox **32** angebracht, um die Dicke des Pulvers, das von der Materialspeicherbox **32** abgegeben wurde zu vereinheitlichen. Der Führungsblock **38** ist an einem Ende der Materialspeicherbox **32** angebracht, um mit der Führungsschiene **68** einzugreifen und der Führungsblock **39** ist an dem anderen Ende der Materialspeicherbox **32** angebracht, um mit der Führungsschiene **69** einzugreifen. Der Neubeschichtungskopf **3** wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** detailliert beschrieben.

[0034] Die Materialspeicherbox **32** erstreckt sich in die Richtung senkrecht zu der U-Achse und eine Gesamtlänge der Materialspeicherbox **32** ist größer als die der Bestrahlungsregion. Die Materialspeicherbox **32** ist nach oben geöffnet und ein längliches Loch **33**, das sich in die Längsrichtung erstreckt, ist an der unteren Fläche der Materialspeicherbox **32** gebildet. Wenn die Materialspeicherbox **32** mit Pulver nachgefüllt werden soll, wird der Neubeschichtungskopf **3**

bewegt, so dass er direkt unterhalb der Materialversorgungsvorrichtung **7** ist, wie in **Fig. 1** gezeigt. Dann wird einer vorbestimmten Menge an Pulver ermöglicht von der Materialversorgungsvorrichtung **7** frei in die Materialspeicherbox **32** zu fallen.

[0035] Die Klingen **36** und **37** weisen im Wesentlichen die gleiche Länge wie der Tisch **2** in der Vorne-Hinten-Richtung des Metall-3D-Druckers auf. Klingenkanten der Klingen **36** und **37** werden auf der gleichen Höhe gehalten. Eine Entfernung zwischen den Klingenkanten der Klingen **36** und **37** und den Basen **64** und **65** bestimmt die Dicke der Pulverschicht. Wie am besten in **Fig. 5** gezeigt ist, erstrecken sich die Klingen **36** und **37** parallel zueinander an zwei Seiten des länglichen Lochs **33** der Materialspeicherbox **32**.

[0036] Wenn der Neubeschichtungskopf **3** sich in die Richtung des Pfeils in **Fig. 4** bewegt, entfernt die Klinge **36** ein Hindernis aus der Bestrahlungsregion. Das Hindernis ist zum Beispiel ein Chip, der durch Schneiden erzeugt wurde. Während der Bewegung des Neubeschichtungskopfs **3** wird das Pulver von dem länglichen Loch **33** der Materialspeicherbox **32** durch die Lücke, die zwischen der Klinge **37** und den Basen **64** und **65** gebildet wird, verteilt. Wenn die Bewegungsrichtung des Neubeschichtungskopfs **3** umgekehrt wird, werden die Funktionen der Klingen **36** und **37** vertauscht.

[0037] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, ist die Basis **65** an der rechten Seite länger als die Basis an der linken Seite bezogen auf die Länge in die Richtung der U-Achse. Die Materialversorgungsvorrichtung **7** ist in einem Raum oberhalb der Basis **65** auf der rechten Seite angeordnet und enthält einen Trichter **76** und eine Leitung **72**. Der Trichter **76** ist außerhalb des Gehäuses **1** angeordnet und die Leitung **72** ist in der Formungskammer **1B** angeordnet und mit dem Trichter **76** verbunden. Der Trichter **76** weist einen Verschluss **77** auf und die Leitung **72** weist einen Verschluss **73** auf. Die Menge an Pulver in der Materialspeicherbox **32** wird erfasst, wenn der Neubeschichtungskopf **3** in der ersten Position stoppt. Falls die Menge an Pulver in der Materialspeicherbox **32** geringer ist als ein vorbestimmter Wert, wird die Leitung **72** abgesenkt und die Verschlüsse **77** und **73** werden geöffnet. Dementsprechend fällt das Pulver in dem Trichter **76** frei herab, um die Materialspeicherbox **32** wiederaufzufüllen. Eine austauschbare Pulverflasche **78** ist in den Trichter **76** geladen.

[0038] Schutzgasversorgungsvorrichtung **4** ist ein Mittel zum Speisen eines hochreinen Schutzgases von einer Schutzgasversorgungsquelle **40** in die Formungskammer **1B**, um die Sauerstoffkonzentration in der Formungskammer **1B** unterhalb eines vorbestimmten Werts zu halten. Außerdem ist die Schutzgasversorgungsvorrichtung **4** ein Mittel zum Sammeln des Schutzgases, das Qualm enthält, von der

Formungskammer **1B** und zum Entfernen von Verunreinigungen von dem Schutzgas, so dass das Schutzgas zurück in die Formungskammer **1B** geführt werden kann.

[0039] Die Schutzgasversorgungsanlage **4** enthält die Schutzgasversorgungsquelle **40**, einen Staubsammler zum Reinigen des Schutzgases, das aus der Formungskammer **1B** gesammelt wurde und eine Ansaugvorrichtung **50**. Der Staubsammler ist der Qualmsammler **46**. Die Schutzgasversorgungsanlage **4** enthält eine Vielzahl von Ausstoßanschlüssen und Ansauganschlüssen für Schutzgas und eine Röhre, zum Verbinden von jedem Ausstoßanschluss und Ansauganschluss.

[0040] Das Schutzgas ist ein Gas, das im Wesentlichen nicht mit Metallpulver reagiert. Das Schutzgas, das in dieser Ausführungsform verwendet wird, ist Stickstoff bzw. Stickstoffgas. Die Schutzgasversorgungsquelle **40** ist zum Beispiel ein Flüssigstickstoffzylinder, der ein Ventil enthält. Abgesehen von Stickstoffgas kann das Schutzgas auch Argon bzw. Argongas und Helium bzw. Heliumgas sein. Die Schutzgasversorgungsquelle **40** enthält eine erste Versorgungsquelle **42** zum Einspeisen des Schutzgases in die Antriebskammer **1C**.

[0041] Die Schutzgasversorgungsanlage **4** weist zumindest einen ersten Ansauganschluss V1, einen ersten Ausstoßanschluss F1 und einen zweiten Ausstoßanschluss F2 auf. Das Schutzgas wird von dem Ausstoßanschluss nahe der Bestrahlungsregion in die Formungskammer B1 eingeführt, um so zu verhindern, dass Sauerstoff durch die Lücke zwischen dem Tisch **2** und der Materialhaltewand **62** in die Formungskammer **1B** eintritt. Qualm wird zu dem von der Bestrahlungsregion entfernten Ansauganschluss geleitet. Dadurch wird Qualm durch eine geeignete Ansaugvorrichtung stark von der Formungskammer **1B** entfernt ohne die Pulverschicht zu stören. In dieser Ausführungsform ist der Ausstoßanschluss nahe der Bestrahlungsregion der ersten Ausstoßanschluss F1 oder der zweite Ausstoßanschluss F2 und der von der Bestrahlungsregion entfernte Ansauganschluss ist der erste Ansauganschluss V1.

[0042] Wie in **Fig. 1** gezeigt wird, ist der erste Ansauganschluss V1 soweit wie möglich von der Bestrahlungsregion entfernt angeordnet, um so die Pulverschicht nicht zu stören. Der erste Ansauganschluss V1 ist an einer rechten Seitenwand **14** weit entfernt von der Bestrahlungsregion angeordnet, unter den Seitenwänden, die in Richtung der U-Achse blicken bzw. dieser zugewandt sind. Der erste Ansauganschluss V1 befindet sich an einer unteren Position des Gehäuses **1**, so dass der Qualm den Bestrahlungspfad nicht stört. In dieser Ausführungsform befindet sich der erste Ansauganschluss V1 höher als

der Neubeschichtungskopf **3**, wenn man das Aufsteigen des Qualms berücksichtigt.

[0043] Die Schutzgasversorgungsanlage **4** enthält die Ansaugvorrichtung **50** zum Ansaugen des Schutzgases in der Formungskammer **1B**. Die Ansaugvorrichtung **50** ist außerhalb des Gehäuses **1** angeordnet und enthält eine Verkleidung **52**, die den ersten Ansauganschluss V1 umgibt, und einen Ventilator oder ein Gebläse **54**, der bzw. das in der Verkleidung **52** installiert ist. Der erste Ansauganschluss V1 wird durch ein geeignetes Panel abgedeckt, wie in **Fig. 6** gezeigt wird. Die Verkleidung **52** ist durch einen geeigneten Kanal mit einer Ductbox bzw. Kanalbox **56** verbunden. Die Ansaugvorrichtung **50** zieht Qualm stark aus der Bestrahlungsregion zu dem ersten Ansauganschluss V1. Außerdem hilft die Ansaugvorrichtung mehr Qualm durch den ersten Ansauganschluss V1 abzuführen, um zu verhindern, dass der Qualm sich in der Formungskammer **1B** ausbreitet.

[0044] Ein Luftfluss des Ventilators oder Gebläses **54** ist groß genug, um die Effekte des Führens des Qualms von der Bestrahlungsregion zu dem ersten Ansauganschluss V1 und des Erhaltens der Konzentration des Schutzgases in der Formungskammer **1B** bei oder oberhalb eines vorbestimmten Wertes zu erreichen. Jedoch ist der Luftfluss des Ventilators oder Gebläses **54** klein genug, um die Pulverschicht nicht zu stören. Der Luftfluss kann durch Durchführen von Testdurchläufen bestimmt werden.

[0045] der erste Ausstoßanschluss F1 ist an einer Seite des Neubeschichtungskopfs **3** angeordnet, der sich in die Richtung senkrecht zur U-Achse erstreckt, um dem ersten Ansauganschluss V1 zugewandt zu sein. Da der erste Ansauganschluss V1 an der rechten Seitenwand **14** angeordnet ist, ist der erste Ausstoßanschluss F1 an der rechten Seite der Seiten des Neubeschichtungskopfs **3** angeordnet. Das Stickstoffgas, das von der ersten Versorgungsquelle **42** zugeführt wird, fließt von dem ersten Ausstoßanschluss F1 in Richtung des ersten Ansauganschlusses V1 über den Bestrahlungspfad des Laserstrahls hinweg.

[0046] Wie in **Fig. 3** gezeigt wird, ist der zweite Ausstoßanschluss F2 oberhalb der Basis **64** angeordnet, so dass er dem ersten Ansauganschluss V1 über die Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist. Der zweite Ausstoßanschluss F2 ist mit der ersten Versorgungsquelle **42** durch eine geeignete Röhre verbunden, die durch eine linke Seitenwand **16** des Gehäuses **1** verläuft. Der zweite Ausstoßanschluss F2 befindet sich gerade oberhalb der Basis **64** und ist nahe der Bestrahlungsregion angeordnet ohne den Neubeschichtungskopf **3** zu stören.

[0047] Wenn der Neubeschichtungskopf **3** sich von der zweiten Position zu der ersten Position bewegt und die Bestrahlungsregion passiert hat, wird der zweite Ausstoßanschluss F2 geöffnet, um den ersten Ausstoßanschluss F1 zu ersetzen. Daher wird ein Fluss von Schutzgas von dem zweiten Ausstoßanschluss F2 zu dem ersten Ansauganschluss hin über die Bestrahlungsregion hinweg gebildet. Der zweite Ausstoßanschluss F2 speist das Schutzgas mit dem gleichen Druck und der gleichen Flussrate ein wie das Schutzgas, das von dem ersten Ausstoßanschluss F1 zu dem ersten Ansauganschluss V1 gespeist wurde. Demgemäß ist die Richtung des Flusses von Schutzgas im Wesentlichen die gleiche, ungeachtet der Position des Neubeschichtungskopfs **3**, so dass ein stabiles Sintern durchgeführt werden kann.

[0048] Die Schutzgasversorgungsrichtung **4** enthält einen zweiten Ansauganschluss V2 zusätzlich zu dem ersten Ansauganschluss V1. Der zweite Ansauganschluss V2 ist an einer anderen Seite des Neubeschichtungskopfs **3** angeordnet, der sich in die Richtung senkrecht zur U-Achse erstreckt. Der zweite Ansauganschluss V2 assistiert dem ersten Ansauganschluss V1 nur, wenn der zweite Ausstoßanschluss F2 anstelle des ersten Ausstoßanschlusses F1 das Schutzgas in die Formungskammer **1B** speist.

[0049] Die Schutzgasversorgungsrichtung **4** enthält einen dritten Ansauganschluss V3. Der dritte Ansauganschluss V3 ist an der Decke des Gehäuses **1** in einem rechten Seitenteil des Metall-3D-Druckers angeordnet. Der dritte Ansauganschluss V3 ist bevorzugt gerade oberhalb des ersten Ansauganschlusses V1 angeordnet, falls möglich. Wie in **Fig. 6** gezeigt wird, kann der dritte Ansauganschluss V3 an einer unteren Decke **1A** angeordnet sein, der aufgrund der Installation der Materialversorgungsrichtung **7** abgesenkt ist.

[0050] Die Schutzgasversorgungsrichtung **4** kann einen dritten Ansauganschluss V3 enthalten, so lange eine maximale Einspeisungsmenge des Schutzgases nicht überschritten wird. Der vierte Ansauganschluss V4 erstreckt sich entlang der Führungsschiene **68** und ist zu der Bestrahlungsregion hin ausgerichtet. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 3** gezeigt wird, ist der vierte Ansauganschluss V4 in einem rückwärtigen Teil des Metall-3D-Druckers angeordnet. Jedoch kann der vierte Ansauganschluss V4 sich stattdessen entlang der Führungsschiene **69** erstrecken und in dem vorderseitigen Teil des Metall-3D-Druckers angeordnet sein.

[0051] Es ist vorteilhaft einen fünften Ansauganschluss V5 anzuordnen, der dem vierten Ansauganschluss V4 über die Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist. Abhängig von der Bestrahlungsposition ist es möglich, dass der Qualm driftet, ohne auf dem

Fluss des Schutzgases in Richtung des ersten Ansauganschlusses V1 zu reiten bzw. von diesem mitgerissen zu werden. Der vierte Ansauganschluss V4 und der fünfte Ansauganschluss V5 sind angeordnet, um den driftenden leichten Qualm abzuführen.

[0052] Die Schutzgasversorgungsrichtung **4** enthält weiterhin einen dritten Ausstoßanschluss F3. Wie in **Fig. 1** besser gezeigt wird, ist der dritte Ausstoßanschluss F3 an der linken Seitenwand **16** des Gehäuses **1** angeordnet, um eine Abnahme der Stickstoffgaskonzentration zu verhindern. Der dritte Ausstoßanschluss F3 speist das Schutzgas, das durch den Qualmsammler **46** wiederaufbereitet wird, in die Formungskammer **1B**, entsprechend der Stickstoffgaskonzentration.

[0053] Die Antriebsrichtung **5** enthält einen X-beweglichen Körper **5X** bzw. einen in X-Bewegungskörper **5X**, einen Y-Bewegungskörper **5Y** und einen Bearbeitungskopf **5Z** zum Bewegen des Schneidwerkzeugs bezüglich des dreidimensionalen Objekts. Der X-Bewegungskörper **5X** ist auf einem Bett **6** platziert, um in der Richtung einer horizontalen X-Achse bewegbar zu sein. Die X-Achse ist eine Steuerungsachse zum Bewegen des Schneidwerkzeugs nach links oder nach rechts. Der Y-Bewegungskörper **5Y** ist auf dem X-Bewegungskörper **5X** platziert, um in Richtung einer horizontalen Y-Achse bewegbar zu sein, die senkrecht zu der X-Achse ist. Der Bearbeitungskopf **5Z** ist an einer Vorderseite des Y-Bewegungskörper **5Y** angebracht, um in der Richtung einer vertikalen Z-Achse bewegbar zu sein. Eine Spindel (nicht gezeigt) ist rotierbar in dem Bearbeitungskopf **5Z** angeordnet und das Schneidwerkzeug ist an der Spindel angebracht. Die Antriebsrichtung **5** steht während des Sinterprozesses an dem linken Ende des Metall-3D-Druckers bereit.

[0054] Eine Laserbestrahlungsrichtung **9** ist oberhalb des Gehäuses **1** angeordnet. Wie in **Fig. 3** gezeigt wird, enthält die Laserbestrahlungsrichtung **9** eine Laserquelle **9** und einen Galvano-Scanner **9B**. Der Galvano-Scanner enthält ein Paar rotierbarer Galvanometerspiegel, so dass ein Laserstrahl die Pulverschicht in der Bestrahlungsregion scannen bzw. abtasten kann. Der Laserstrahl ist nicht auf einen bestimmten Typ beschränkt so lange er das Metallpulver sintern kann. Zum Beispiel kann ein CO₂-Laser, ein Faserlaser, und ein VAG-Laser verwendet werden.

[0055] Die Decke des Gehäuses **1** weist ein kreisförmiges Fenster **1E** auf, das sich unter der Laserbestrahlungsquelle **9** befindet. Das Fenster **1E** ist aus einem Material zusammengesetzt, das den Laserstrahl hindurchlässt aber die Energie so wenig wie möglich reduziert oder die Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls so wenig wie möglich ablenkt. In dem Fall, dass der Laserstrahl ein Faserlaser oder ein

VAG-laser ist, ist das Fenster **1E** zum Beispiel aus Quarzglas hergestellt. Der Laserstrahl verläuft durch das Fenster **1E** und die Formungskammer **1B**, um die Sinterschicht in der Bestrahlungsregion zu bilden.

[0056] Eine Luftreinigungsverrichtung **8** ist ein Beispiel eines Mittels, das verhindert, dass Qualm an dem Fenster **1E** festklebt, und stellt einen Teil der Schutzgasversorgungsrichtung **4** dar. Die Luftreinigungsverrichtung **8** enthält ein zylindrisches Gehäuse **82**, eine zylindrische Partition **86** und den vierten Ausstoßanschluss F4. Das zylindrische Gehäuse **82** ist an der Decke des Gehäuses **1** befestigt, um eine untere Fläche des Fensters **1E** zu umgeben. Eine kreisförmige Öffnung **84**, durch die der Laserstrahl passieren soll, ist an einer unteren Fläche des zylindrischen Gehäuses **82** gebildet.

[0057] Die zylindrische Partition **86** ist zwischen der Decke des Gehäuses **1** und der Bodenfläche des zylindrischen Gehäuses **82** angeordnet, um die untere Fläche des Fensters **1E** zu umgeben. Eine Vielzahl von Poren ist in der zylindrischen Partition **86** gebildet. Die Poren erstrecken sich in eine radiale Richtung. Ein ringförmiger Raum ist durch die Decke des Gehäuses **1**, das zylindrische Gehäuse **28** und die zylindrische Partition **86** gebildet. Der vierte Ausstoßanschluss F4 ist mit der ersten Versorgungsquelle **42** verbunden und ist so in der Decke des Gehäuses **1** gebildet, dass er zu dem ringförmigen Raum geöffnet ist. Die Luftreinigungsverrichtung **8** treibt Gase aus dem zylindrischen Gehäuse **82**, um so das Fenster **1E** vor dem Qualm zu schützen.

[0058] Das saubere Schutzgas, das von dem vierten Ausstoßanschluss F4 in den ringförmigen Raum gespeist wird, passiert durch die Poren, um das zylindrische Gehäuse **82** gerade unterhalb des Fensters **1E** zu füllen. Das Schutzgas wird weiterhin durch die kreisförmige Öffnung **84** nach außerhalb des zylindrischen Gehäuses **82** ausgestoßen und fließt nach unten im Wesentlichen koaxial zu dem Bestrahlungspfad des Laserstrahls. Das Schutzgas, das von der kreisförmigen Öffnung **84** ausgestoßen wird, treibt den Qualm, der durch den Bestrahlungspfad des Laserstrahls fließt, in Richtung der Seitenwände des Gehäuses **1**.

[0059] Ein Betrieb der Schutzgasversorgungsrichtung **4** wird im Folgenden beschrieben. Die Schutzgasversorgungsquelle **40** speist sauberes Stickstoffgas von der ersten Versorgungsquelle **42** zu der Formungskammer **1B** durch den ersten Ausstoßanschluss F1 und speist sauberes Stickstoffgas von der zweiten Versorgungsquelle **44** zu der Antriebskammer **1C** durch den fünften Ausstoßanschluss F5 durch steuern eines Steuerungsventils gemäß einer Anweisung der Steuerung **10**. Zusätzlich wird sauberes Stickstoffgas von der ersten Versorgungsquelle **42** zu der Luftreinigungsverrichtung **8** durch den

vierten Ausstoßanschluss F4 gespeist. Der Neubeschichtungskopf **3** und die Laserbestrahlungsvorrichtung **9** stehen bereit bis die Stickstoffgaskonzentration in der Formungskammer **1B** einen vorbestimmten Wert erreicht, das heißt, bis die Sauerstoffkonzentration unter einen vorbestimmten Wert fällt.

[0060] In der Ausführungsform ist ein Türdetektor (nicht gezeigt) zum Erfassen des Öffnens und Schließens der Arbeitstür mit der Steuerung **10** verbunden. Wenn der Türdetektor erfasst, dass die Arbeitstür geöffnet ist, stoppt die Steuerung **10** die Versorgung des Stickstoffgases von der ersten Versorgungsrichtung **42** aber erhält die Versorgung des Stickstoffgases von der zweiten Versorgungsrichtung **44**. Wenn die Arbeitstür geschlossen ist und die Steuerung die Versorgung des Stickstoffgases von der ersten Versorgungsrichtung **42** in die Formungskammer **1B** wiederaufnimmt, fließt das Stickstoffgas in der Antriebskammer **1C** durch die Lücke zwischen dem Gehäuse **1** und der Trennwand **12** in die Formungskammer **1B**. Demnach wird die Zeit, die benötigt wird, um die Sauerstoffkonzentration in der Formungskammer **1B** unter den vorgebestimmten Wert zu senken, verkürzt.

[0061] Die Schutzgasversorgungsquelle **40** erhöht die Flussrate des Stickstoffgases, das in die Formungskammer **1B** gespeist wird, so dass sie höher ist, als die Flussrate des Stickstoffgases, das in die Antriebskammer **1C** gespeist wird, um so die Formungskammer **1B** zu reinigen. Die Steuerung **10** steuert den Ventilator oder das Gebläse **54** und den Qualmsammler **46** während der Einspeisung des Stickstoffgases von der ersten Versorgungsquelle **42** so, dass diese arbeiten.

[0062] Das Stickstoffgas von der ersten Versorgungsquelle **42** wird aus dem ersten Ausstoßanschluss F1 in den unteren Teil der Formungskammer **1B** ausgestoßen. Der erste Ausstoßanschluss F1 ist an der rechten Seite des Neubeschichtungskopfs **3** angeordnet, so dass dieser dem ersten Ansauganschluss V1 über die Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist. Dadurch wird ein seitlicher Fluss des Stickstoffgases von dem ersten Ausstoßanschluss F1 zu dem ersten Ansauganschluss V1 erzeugt.

[0063] Die Steuerung **10** öffnet den ersten Ausstoßanschluss F1, wenn der Neubeschichtungskopf **3** in der zweiten Position ist oder sich bezüglich der Bestrahlungsregion an der linken Seite befindet. Der erste Ausstoßanschluss F1 stößt frisches Stickstoffgas nahe einer Erzeugungsquelle des Qualms aus. Daher ist es möglich den Qualm zu entfernen, der gerade von dem Strahlungspfad des Laserstrahls erzeugt wurde. Die Steuerung **10** schließt den ersten Ausstoßanschluss F1 und öffnet den zweiten Ausstoßanschluss F2 und den zweiten Ansauganschluss V2, wenn der Neubeschichtungskopf **3** in der ersten

Position ist oder sich bezüglich der Bestrahlungsregion an der rechten Seite befindet. Der zweite Ausstoßanschluss F2 speist das Stickstoffgas mit dem gleichen Druck und der gleichen Flussrate ein wie das Stickstoffgas, das von dem ersten Ausstoßanschluss F1 in die Formungskammer **1B** gespeist wurde.

[0064] Der erste Ansauganschluss V1 ist an der rechten Seitenwand **14** angeordnet, die weit von der Bestrahlungsregion entfernt ist. Entsprechend, auch wenn der Ventilator oder das Gebläse **54** das schmutzige Gas in der Formungskammer **1B** stark entfernt, wird die Pulverschicht nicht gestört. Wie besser in **Fig. 1** gezeigt wird, befindet sich die Materialversorgungsvorrichtung **7** nahe der ersten Position des Neubeschichtungskopfs **3** und daher ist ein Teil der Decke des Gehäuses **1** abgesenkt. Daher kann gerade unterhalb der Materialversorgungsvorrichtung **7** eine Strömung des Qualms gebildet werden. Da sich der erste Ansauganschluss V1 gerade unterhalb der Materialversorgungsvorrichtung **7** befindet, wird der Qualm zwangsweise durch den Ventilator oder das Gebläse **54** zusammen mit dem Stickstoffgas abgeführt, um so die Strömung zu verhindern.

[0065] Der Qualm, der durch die Aufströmung von gerade unterhalb der Materialversorgungsvorrichtung **7** mitgerissen wird, und entlang der nahegelegenen rechten Seitenwand **14** aufsteigt, wird von dem fünften Ansauganschluss V5 abgeführt. **Fig. 6** zeigt den fünften Ansauganschluss V5, der solchen Qualm effizient entfernt.

[0066] der erste Ausstoßanschluss F1 ist an der rechten Seite des Neubeschichtungskopfs **3** angeordnet und der zweite Ansauganschluss V2 ist an der linken Seite des Neubeschichtungskopfs **3** angeordnet. Der zweite Ansauganschluss V2 arbeitet nur, wenn der erste Ausstoßanschluss F1 geschlossen ist. Der zweite Ansauganschluss V2 hilft dabei den Qualm zu entfernen, der von dem zweiten Ausstoßanschluss F2 in Richtung des ersten Ansauganschlusses V1 über die Bestrahlungsregion hinweg fließt. Da der zweite Ansauganschluss V2 nicht mit einem Ventilator oder einem Gebläse ausgestattet ist, gibt es keine Bedenken, dass die Pulverschicht gestört werden könnte.

[0067] Die Steuerung **10** hält wenigstens einen des dritten Ansauganschlusses V3 und des vierten Ansauganschlusses V4 während des Formens konstant offen. Das Stickstoffgas, das von dem ersten Ansauganschluss V1 bis fünften Ansauganschluss V5 abgeführt wird, wird in der Kanalbox **56** gesammelt und zu dem Qualmsammler **46** gesandt. Der Qualmsammler **46** entfernt die erzeugten feinen Metallpartikel durch kühlen des Qualms, um so das Stickstoffgas zu reinigen. Das wiederaufbereitete Stickstoffgas von dem Qualmsammler **46** wird in der Kanalbox **58** gesam-

melt und zu dem dritten Ausstoßanschluss F3 mit einer vorbestimmten Flussrate gesandt.

[0068] das saubere, wiederaufbereitete Stickstoffgas, das durch den Qualmsammler **46** gereinigt wurde, wird von dem dritten Ausstoßanschluss F3 in die Formungskammer **1B** gespeist. Der dritte Ausstoßanschluss F3 ist an der linken Seitenwand des Gehäuses **1** angeordnet, so dass er dem ersten Ansauganschluss V1 über die Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist. Das Stickstoffgas, das von dem dritten Ausstoßanschluss F3 eingespeist wird, verhindert eine Abnahme der Konzentration des Stickstoffgases in der Formungskammer **1B**.

[0069] Die Ausführungsformen wurden gewählt, um die Grundlagen der Erfindung und ihre praktische Anwendung zu erklären. Verschiedene Verbesserungen und Modifikationen können mit Bezug auf die obige Beschreibung vorgenommen werden. Der Ventilator oder das Gebläse **54** sind in der Verkleidung **52** angeordnet, die den ersten Ansauganschluss V1 umgibt. Jedoch können diese auch in einem Kanal zwischen dem ersten Ansauganschluss V1 und der Kanalbox **56** angeordnet sein. Es ist beabsichtigt, dass der Umfang der Erfindung durch die folgenden Ansprüche definiert wird.

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

- US 6215093 [0007]
- US 2014/301883 [0007]
- US 2012/251378 [0007]
- US 2010/044547 [0007]

Patentansprüche

1. Metall-3D-Drucker, angepasst zum Schichtformen eines dreidimensionalen Objekts, wobei der Metall-3D-Drucker umfasst:

ein Gehäuse (1), umfassend eine Vielzahl von Seitenwänden, um eine Formungskammer (1B) zu bilden;

einen Neubeschichtungskopf (3), der sich zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position in einer Richtung einer horizontalen U-Achse in der Formungskammer (1B) hin- und herbewegt, um eine Pulverschicht eines Metalls zu bilden;

eine Laserbestrahlungsvorrichtung (9), die eine Bestrahlungsregion in der Pulverschicht mit einem Laserstrahl bestrahlt, um eine gesinterte Schicht zu bilden; und

eine Schutzgasversorgungsvorrichtung (4), die ein Schutzgas durch die Formungskammer (1B) zirkuliert, um Qualm zu entfernen, der in der Bestrahlungsregion in der Formungskammer (1B) erzeugt wird, wobei die Schutzgasversorgungsvorrichtung (4) umfasst:

einen ersten Ansauganschluss (V1), der an einer der Seitenwände angeordnet ist, die einander in der Richtung der U-Achse zugewandt sind, die näher an der ersten Position als an der zweiten Position ist;

einen ersten Ausstoßanschluss (F1), der so an einer Seite des Neubeschichtungskopfs (3) angeordnet ist, dass er dem ersten Ansauganschluss (V1) zugewandt ist; und

einen zweiten Ausstoßanschluss (F2), der so angeordnet ist, dass er dem ersten Ansauganschluss (V1) über der Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist.

2. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Steuerung (10), die die Schutzgasversorgungsvorrichtung (4) steuert, wobei die Steuerung (10) den ersten Ausstoßanschluss (F1) verschließt und den zweiten Ausstoßanschluss (F2) öffnet, wenn der Neubeschichtungskopf (3) in der ersten Position ist und den zweiten Ausstoßanschluss (F2) verschließt und den ersten Ausstoßanschluss (F1) öffnet, wenn der Neubeschichtungskopf (3) in der zweiten Position ist.

3. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 1, wobei die Schutzgasversorgungsvorrichtung (4) eine Ansaugvorrichtung (50) umfasst, die das Schutzgas in der Formungskammer (1B) durch den ersten Ansauganschluss (V1) ansaugt.

4. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 3, wobei die Ansaugvorrichtung (50) einen Ventilator oder ein Gebläse (54) umfasst.

5. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 4, wobei die Ansaugvorrichtung (50) eine Verkleidung (52) umfasst, die den ersten Ansauganschluss (V1) um-

gibt und wobei der Ventilator oder das Gebläse (54) in der Verkleidung (52) angeordnet ist.

6. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 3, wobei die Ansaugvorrichtung (50) außerhalb des Gehäuses (1) angeordnet ist.

7. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 1, wobei die Schutzgasversorgungsvorrichtung (4) einen zweiten Ansauganschluss (V2) umfasst, der an der anderen Seite des Neubeschichtungskopfs (3) so angeordnet ist, dass er dem zweiten Ausstoßanschluss (F2) zugewandt ist.

8. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Materialversorgungsvorrichtung (7), die Pulver in den Neubeschichtungskopf (3) speist, wobei der erste Ansauganschluss (V1) unterhalb der Materialversorgungsvorrichtung (7) angeordnet ist.

9. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 8, wobei das Gehäuse (1) eine Decke umfasst und die Schutzgasversorgungsvorrichtung (4) einen dritten Ansauganschluss (V3) umfasst, der an der Decke angeordnet ist.

10. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 9, wobei die Decke eine untere Decke (1A) umfasst und die Materialversorgungsvorrichtung (7) und der dritte Ansauganschluss (V3) an der unteren Decke (1A) angeordnet sind.

11. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend zwei Führungsschienen (68, 69), die an zwei Seiten der Bestrahlungsregion angeordnet sind, um den Neubeschichtungskopf (3) zu führen, wobei die Schutzgasversorgungsvorrichtung (4) einen vierten Ansauganschluss (V4) umfasst, der entlang wenigstens einer der zwei Führungsschienen (68, 69) angeordnet ist und zu der Bestrahlungsregion geöffnet ist.

12. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 1, wobei die Schutzgasversorgungsvorrichtung einen dritten Ausstoßanschluss (F3) umfasst, der so an einer der Seitenwände angeordnet ist, dass er dem ersten Ansauganschluss (V1) über die Bestrahlungsregion hinweg zugewandt ist.

13. Metall-3D-Drucker gemäß Anspruch 1, wobei das Gehäuse (1) eine Decke umfasst, die ein Fenster (1E) unter der Laserbestrahlungsvorrichtung (9) aufweist und die Schutzgasversorgungsvorrichtung (4) ein zylindrisches Gehäuse (82), das eine untere Fläche des Fensters (1E) umgibt und einen vierten Ausstoßanschluss (F4) umfasst, der so an der Decke gebildet ist, dass er zu einem Inneren des zylindrischen Gehäuses (82) geöffnet ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

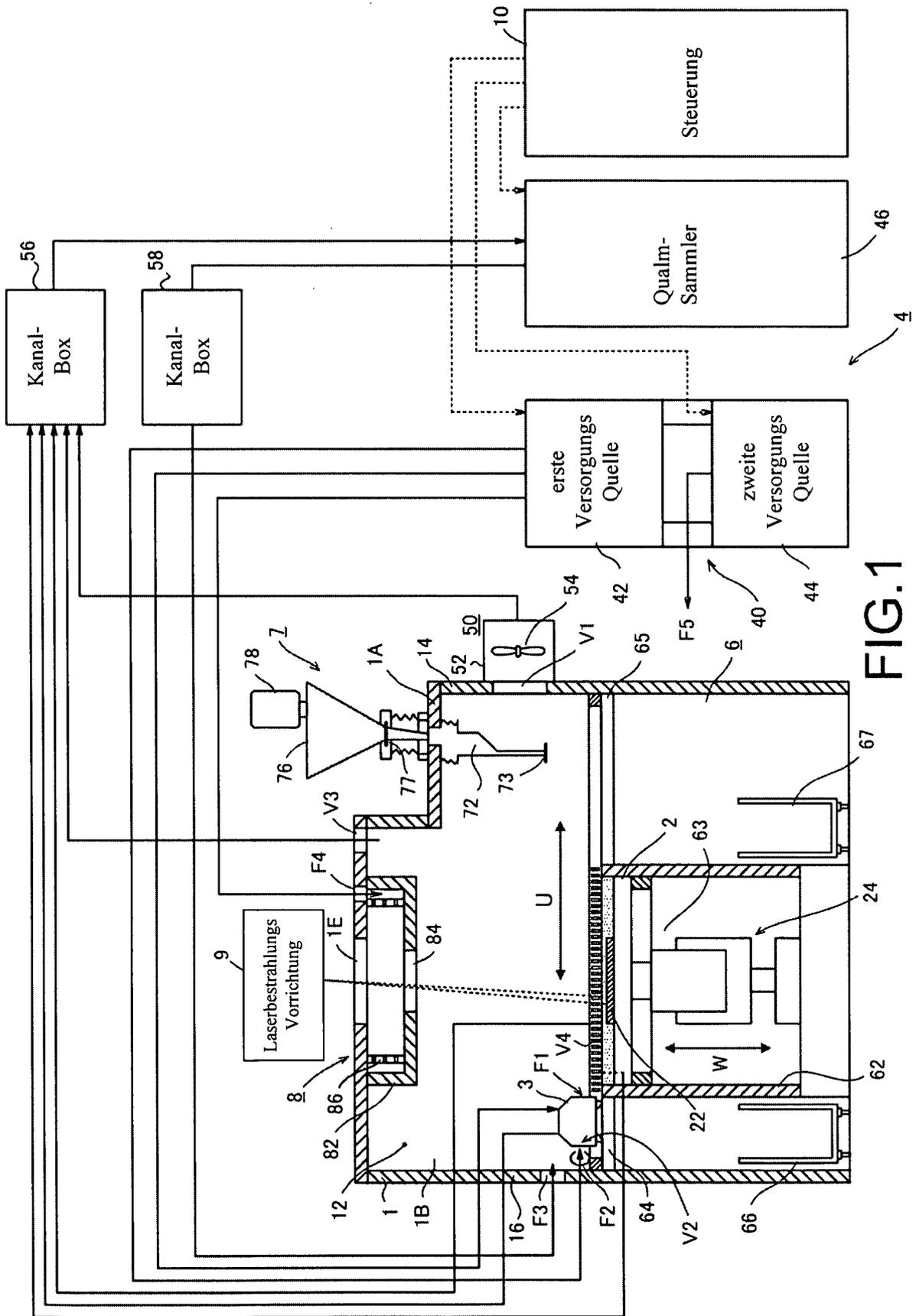


FIG.1

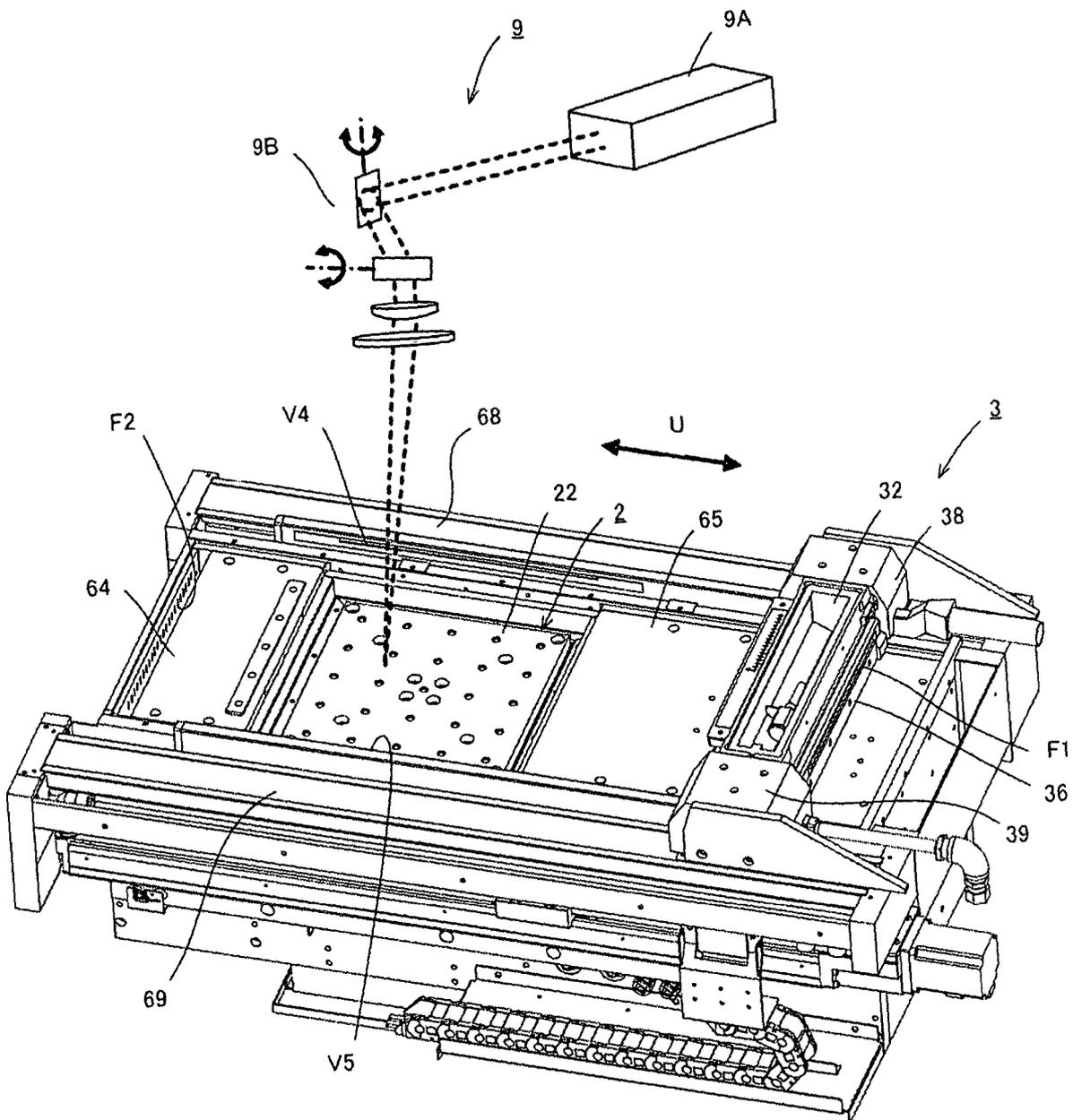


FIG. 3

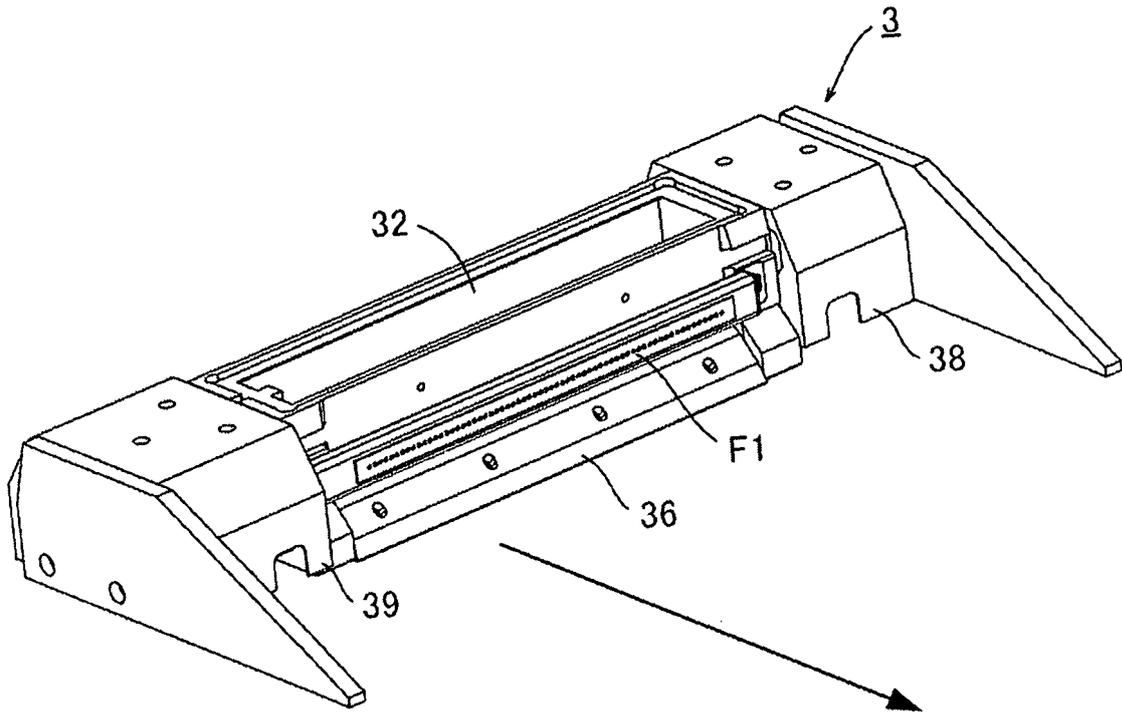


FIG. 4

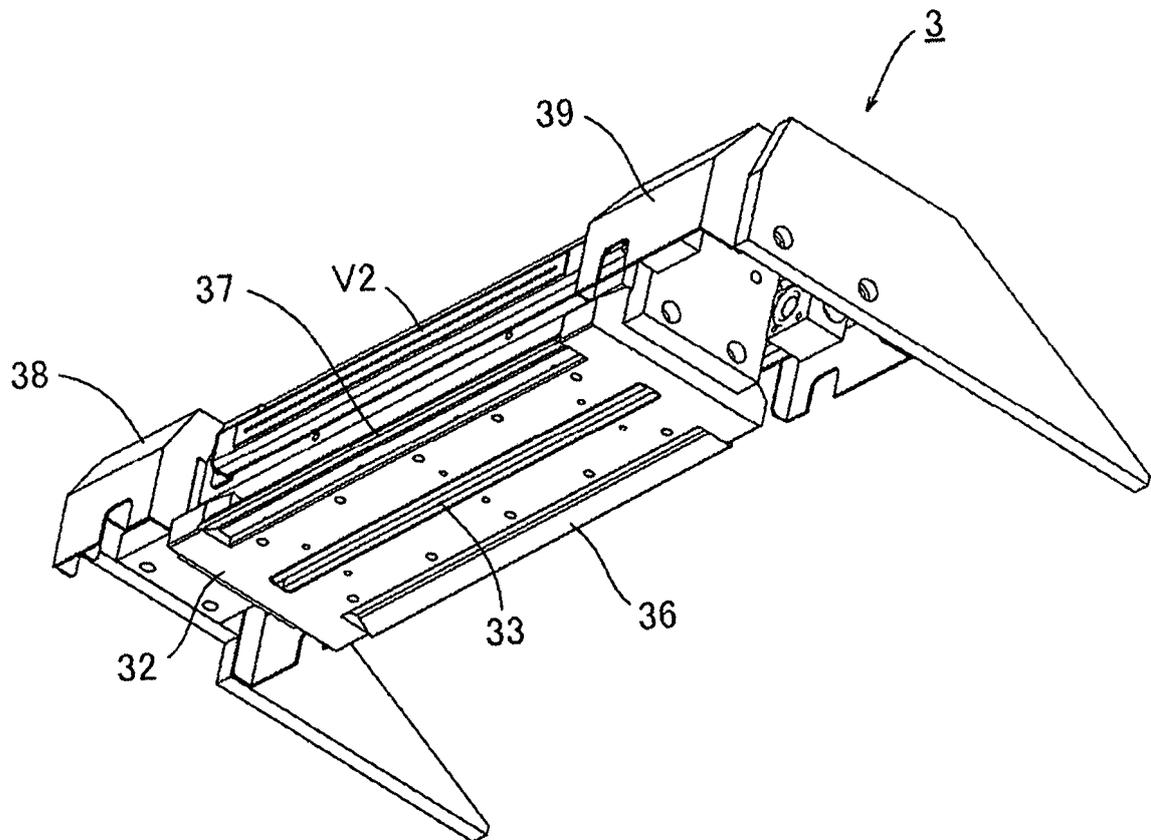


FIG. 5

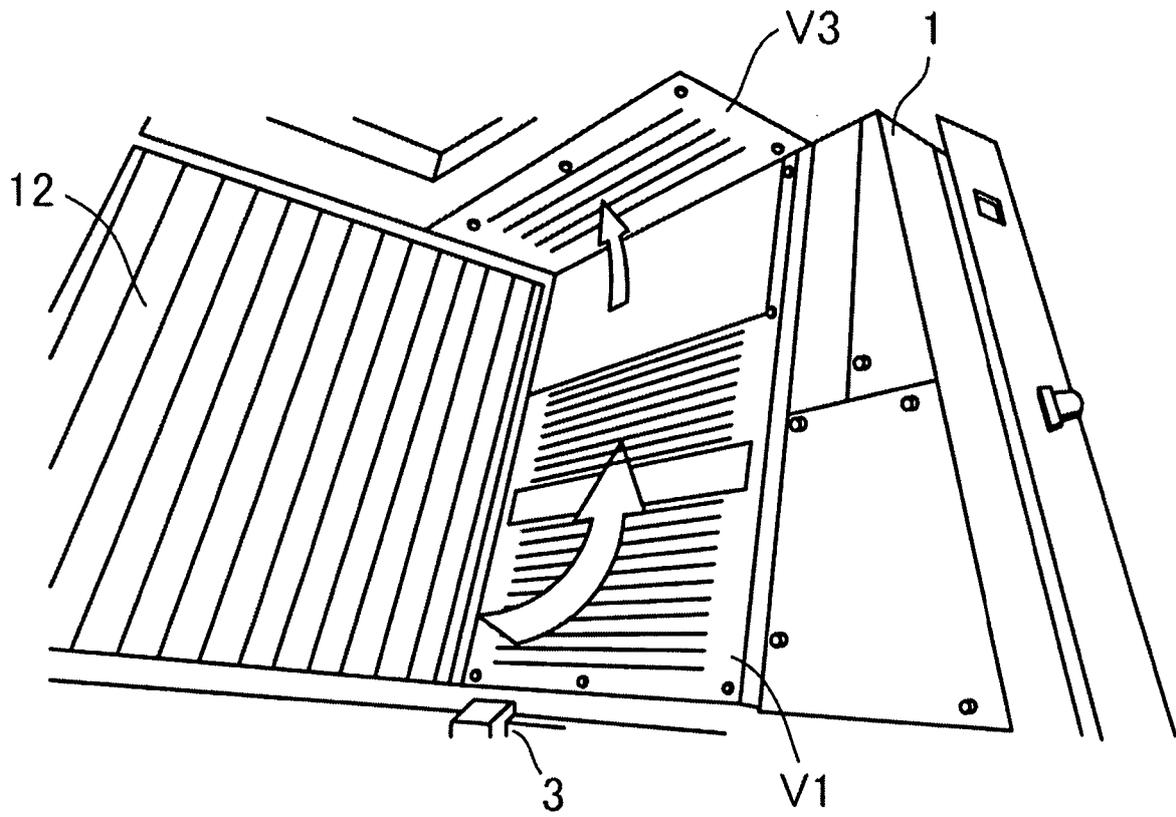


FIG.6