

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

5

Steuerbefehlssatz zur Steuerung einer additiven Herstellvorrichtung und eine derartige additive Herstellvorrichtung

10

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Steuerbefehlssatz zur Steuerung der Herstellung eines dreidimensionalen Objekts mittels einer additiven Herstellvorrichtung, sowie eine daran angepasste additive Herstellvorrichtung und eine Prozessüberwachungs-
15 überwachungs- vorrichtung zur Bereitstellung von Prozessinformationen in einer additiven Herstellvorrichtung.

Vorrichtungen und Verfahren dieser Art werden beispielsweise beim Rapid Prototyping, Rapid Tooling oder Additive Manufacturing verwendet. Ein Beispiel eines solchen Verfahrens ist unter dem Namen "Selektives Lasersintern oder Laserschmelzen" bekannt. Dabei wird wiederholt eine dünne Schicht eines pulverförmigen Aufbaumaterials aufgebracht und das Aufbaumaterial in jeder Schicht durch selektives Bestrahlen von einem Querschnitt
20 des herzustellenden Objekts entsprechenden Stellen mit einem Laserstrahl selektiv verfestigt.

Hierzu wird ein Steuerbefehlssatz erzeugt, dieser in die Vorrichtung geladen und durch Ausführen der Steuerbefehle in der
30 Vorrichtung ein dreidimensionales Objekt hergestellt. Der Steu-

erbefehlssatz enthält die digitalen Konstruktionsdaten für das herzustellende dreidimensionale Objekt, er basiert also auf der Objektgeometrie und spezifiziert über entsprechende Steuerbefehle wie dieses schichtweise herzustellen ist. Der Steuerbefehlssatz wird in der Regel außerhalb der Herstellvorrichtung erzeugt und dann an diese übermittelt. Insbesondere wenn der Datensatz von einem Auftraggeber an einen externen Fertiger übermittelt wird, aber auch bei einer internen Weitergabe in einem Unternehmen, kann es aus Gründen der Geheimhaltung, Datenkontrolle und des Datenschutzes erwünscht sein, den Zugriff auf diesen Datensatz einzuschränken.

WO 2012/146943 A2 schlägt hierzu ein zentrales Kommunikationsnetzwerk und einen Server vor, mittels denen zwischen Auftraggeber und Fertiger zu übermittelnde Daten verschlüsselt versendet werden und der Zugriff auf die Daten durch Weitergabe entsprechender Entschlüsselungscodes gesteuert wird. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass alle Daten und die entsprechenden Verschlüsselungscodes an dem zentralen Server vorliegen, welcher somit einen weiteren Angriffspunkt für Datenspionage bietet. Zudem werden die Steuerbefehlsdaten beim Fertiger unverschlüsselt an die Herstellvorrichtung übermittelt, wodurch sie ebenfalls leicht durch Unbefugte abgegriffen werden können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen alternativen bzw. verbesserten Steuerbefehlssatz zur Steuerung der Herstellung eines dreidimensionalen Objekts mittels einer additiven Herstellvorrichtung bzw. eine alternative bzw. verbesserte additive Herstellvorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts durch Verfestigen eines formlosen Aufbaumaterials bzw. eine alternative bzw. verbesserte Prozessüberwachungsvorrichtung zur Bereitstellung von Informationen in einer derartigen additiven Herstellvorrichtung bereitzustellen,

mit denen insbesondere bevorzugt eine verbesserte Geheimhaltung von übermittelten Daten erzielt wird.

Prinzipiell zielt die Erfindung also darauf ab, eine sichere
5 Datenübermittlung von einem Auftraggeber (auch Designer oder Konstrukteur, d.h. Datengenerierer) zu der additiven Herstellvorrichtung zu gewährleisten. Damit wird den Anforderungen an die Datenkontrolle, den Datenschutz, beispielsweise bei personalisierten Produkten im Medizinbereich, und an die Geheimhaltung,
10 beispielsweise beim Bau von Prototypen, nachgekommen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Steuerbefehlssatz gemäß Anspruch 1, ein Verfahren zur Generierung eines Steuerbefehlssatzes gemäß Anspruch 7, eine additive Herstellvorrichtung gemäß Anspruch 8, ein Herstellverfahren gemäß Anspruch 13 und eine
15 Prozessüberwachungsvorrichtung gemäß Anspruch 15. Weiterbildungen der Erfindung sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben. Dabei können die Verfahren auch durch die untenstehenden bzw. in den Unteransprüchen ausgeführten Merkmale der Vorrichtungen weitergebildet sein oder umgekehrt, bzw. die Merkmale
20 einer Vorrichtung und eines Verfahrens können auch jeweils zur Weiterbildung einer anderen Vorrichtung bzw. eines anderen Verfahrens genutzt werden.

25 Ein erfindungsgemäßer Steuerbefehlssatz zur Steuerung der Herstellung mindestens eines dreidimensionalen Objekts mittels einer additiven Herstellvorrichtung weist verschlüsselte Objektbeschreibungsdaten auf, die eine Gestalt und/oder Größe eines Abschnitts des herzustellenden mindestens einen Objekts be-
30 schreiben und von der additiven Herstellvorrichtung mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselt werden können.

Mit einem permanent hinterlegten Schlüssel ist hier ein Schlüssel gemeint, der nicht vorgangsweise in der Vorrichtung abgelegt wird, sondern der Vorrichtung fest zugeordnet, d.h. Bestandteil derselben ist. Der permanent hinterlegte Schlüssel wird mit Installation der Vorrichtung in dieser abgelegt oder nachträglich, beispielsweise von einem Software- bzw. Wartungsingenieur, installiert und ist in der Vorrichtung sicher gespeichert. Er ist bevorzugt lediglich mit einem Administrator- oder Spezialpasswort für die Maschine änderbar, über welches beispielsweise ausschließlich der Vorrichtungshersteller (d.h. nicht zwangsweise der Besitzer der Maschine) verfügt.

Die additive Herstellvorrichtung kann beispielsweise eine additive Schichtbauvorrichtung sein, in der das herzustellende Objekt durch schichtweises Aufbringen eines Aufbaumaterials und selektives Verfestigen an den dem Querschnitt des Objekts in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen hergestellt wird. Die Objektbeschreibungsdaten können dabei auch die Gestalt und/oder Größe des gesamten dreidimensionalen Objekts beschreiben und nicht lediglich einen Abschnitt desselben.

Da der zum Entschlüsseln des erfindungsgemäßen Steuerbefehlssatzes benötigte Schlüssel nur in der Herstellvorrichtung hinterlegt ist, ist es beispielsweise möglich, einen Steuerbefehlssatz bereitzustellen, der gegen einen unbefugten Zugriff gut geschützt ist. Dabei kennt nur der Steuerbefehlssatzerzeuger, d.h. der Designer und/oder Konstrukteur, der hier als Auftraggeber fungiert, die Gestalt bzw. Größe des Abschnitts des herzustellenden Objekts bzw. des gesamten Objekts. Einem Fertiger (Bediener der additiven Herstellvorrichtung) beispielsweise liegt diese Information in der Regel nicht vor, da sie erst in der Herstellvorrichtung entschlüsselt wird.

Erfindungsgemäß kommt hier beispielsweise eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung („end-to-end encryption“), z.B. openPGP, zum Einsatz. Dabei ist beispielsweise ein privater (geheimer) Schlüssel in der Herstellvorrichtung abgelegt. Beim Auftraggeber werden mittels eines von der Herstellvorrichtung übermittelten (oder eines dem Auftraggeber bereits vorliegenden) zugehörigen öffentlichen Schlüssels die geheim zu haltenden Informationen des Steuerbefehlssatzes verschlüsselt. Die verschlüsselten Informationen können dann nur mittels des in der Herstellvorrichtung hinterlegten privaten Schlüssels wieder entschlüsselt werden. Dies steht im Gegensatz zu einer Leitungs- oder Punkt-zu-Punkt-Verschlüsselung („point-to-point encryption“), bei der die zu übermittelnden Daten nur in den Leitungsabschnitten zwischen Zwischenstationen in einem Netzwerk verschlüsselt vorliegen und die Zwischenstationen somit Zugriff auf die Daten haben.

Es sei bemerkt, dass der öffentliche Schlüssel auch nur einem begrenzten Kreis zugänglich sein muss, d.h. dass er nicht öffentlich im Sinne einer breiten Öffentlichkeit sein muss.

Damit können beispielsweise die im Steuerbefehlssatz enthaltenen Steuerbefehle von einer Steuerbefehlgenerierungseinheit (die bei dem Auftraggeber lokalisiert ist) über ein Netzwerk (z.B. ein LAN oder das Internet) sicher zu einer davon räumlich entfernten Schichtbauvorrichtung übermittelt werden.

Vorzugsweise spezifiziert der Steuerbefehlssatz neben den Objektbeschreibungsdaten zusätzlich verschlüsselte Steuerparameter der additiven Herstellvorrichtung, die von der additiven Herstellvorrichtung mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselbar sind.

Damit kann beispielsweise ein Steuerbefehlssatz bereitgestellt werden, dessen Steuerparameter ebenfalls erst in der Herstellvorrichtung entschlüsselt werden können und somit gegen einen unbefugten Zugriff gut geschützt ist. So können die Steuerparameter, wie beispielsweise Belichtungsstrategien, Laserparameter und/oder Heiz-/Kühlparameter, beispielsweise einem Fertiger bzw. Bediener der Herstellvorrichtung gegenüber geheim gehalten werden. Mit den verschlüsselten Steuerparametern ist es zudem beispielsweise möglich, einen kompletten Steuerbefehlssatz bereitzustellen, mittels dem durch Ausführung der Steuerbefehle auf einer geeigneten Herstellvorrichtung das gewünschte dreidimensionale Objekt herstellbar ist. Somit kann auch ein spezieller Fertigungsprozess gegenüber dem externen Fertiger geheim gehalten werden, obwohl der Fertigungsprozess beim externen Fertiger abläuft.

Voraussetzung hierfür ist, dass der Auftraggeber dazu in der Lage ist die zusätzlichen Steuerparameter betreffend z.B. die Orientierung und Platzierung eines Bauteils in der Herstellvorrichtung und eventuell benötigte Stützstrukturen, z.B. die Erzeugung von entsprechenden Schichtdaten, also das sogenannte „slicing“, und die Wahl geeigneter weiterer Prozessparameter wie z.B. Laserparameter für die Herstellung des Objekts in einer bestimmten additiven Herstellvorrichtung bereitzustellen. Dann ist es dem Auftraggeber möglich, die von ihm als notwendig erachtete Kontrolle über die Datensicherheit und/oder Verfahrensgleichheit, beispielsweise wenn identische Objekte bei verschiedenen Fertigern in Auftrag gegeben werden sollen, zu erlangen.

Vorzugsweise weist der Steuerbefehlssatz weiterhin unverschlüsselte Hüllbeschreibungsdaten auf, die die Gestalt und/oder Größe einer den Abschnitt des Objekts zumindest teilweise umgeben-

den Hülle spezifizieren. Weiter bevorzugt spezifizieren die unverschlüsselten Hüllbeschreibungsdaten eine den Abschnitt des Objekts im Wesentlichen vollständig umschließende Hülle.

- 5 Die unverschlüsselten Hüllbeschreibungsdaten können so beispielsweise von einem Bediener der Herstellvorrichtung ausgelesen werden und die Herstellvorrichtung kann dann von dem Bediener für den Bauauftrag vorbereitet werden, obwohl dieser das herzustellende Objekt bzw. den Abschnitt des Objekts, dessen
10 Daten ihm nur in verschlüsselter Form zugänglich sind, nicht kennt.

Die Hülle kann während des Bauvorgangs des dreidimensionalen Objekts auch mitgebaut werden. Dadurch kann der Fertiger beispielsweise das fertige Objekt bzw. den von der Hülle umschlossenen Abschnitt desselben nicht erkennen bzw. hat keinen Zugriff darauf. Das Objekt kann somit beispielsweise in der Hülle an den Auftraggeber übergeben werden und erst von diesem von der Hülle befreit werden.

- 20 Vorzugsweise beträgt der Abstand der Hülle zum Objektabschnitt entlang einer Geraden durch den Objektabschnitt maximal 20% der Länge des innerhalb des Objektabschnitts verlaufenden Geradenabschnitts und/oder maximal 20% der Länge des innerhalb der minimalen Hülle, vorzugsweise der minimalen konvexen Hülle, um
25 den Objektabschnitt verlaufenden Geradenabschnitts und/oder die Hüllbeschreibungsdaten spezifizieren eine Hülle, die ein Volumen umschließt, welches um maximal 50% größer ist als das Volumen des darin befindlichen Objektabschnitts und/oder welches um
30 maximal 50% größer ist als das Volumen der darin befindlichen minimalen Hülle, vorzugsweise der minimalen konvexen Hülle, des Objektabschnitts.

Als minimale Hülle wird hierbei eine kleinstmögliche Hüllfläche um das Objekt bzw. den Objektabschnitt herum verstanden, d.h. eine Hüllfläche, die möglichst wenig von dem Objekt(abschnitt) selbst beabstandet ist bzw. in einem möglichst großen Bereich der Objektaußenfläche an dieser anliegt, das Objekt also „ein-
5 hüllt“. Eine Hülle wird als konvex bezeichnet, wenn sie mit je zwei Punkten auch deren Verbindungsstrecke enthält. Der Abstand der Hülle zum Objektabschnitt bzw. der minimalen (konvexen) Hülle wird dabei vorzugsweise in schichtparallelen Ebenen bzw.
10 in Ebenen senkrecht zu einem Baufortschritt ermittelt.

Dadurch, dass der Abstand der Hülle zum Objekt(abschnitt) bzw. das Volumen der Hülle beschränkt ist, ist es beispielsweise möglich, die benötigte Menge an Aufbaumaterial zu reduzieren
15 und das Herstellverfahren somit kostengünstig und zeiteffizient zu gestalten wenn die Hülle mit dem Objekt in der Herstellvorrichtung hergestellt wird. Zudem kann der Bediener der Herstellvorrichtung (Fertiger) anhand der Hülldaten die Lage und/oder Position und/oder den Pulverbedarf des herzustellenden
20 Objekts bzw. Objektquerschnitts möglichst genau einschätzen. Im Sinne der Reduzierung von Aufbaumaterial bzw. zum Recycling möglichst alles Aufbaumaterials, das nicht zur Herstellung des Objekts benötigt wird, kann zusätzlich vorgesehen sein, die Hülle mit mindestens einem Loch zu versehen (das bereits im er-
25 findungsgemäßen Steuerbefehlssatz vorgesehen sein kann). Ein jedes solches Loch ist bevorzugt so bemessen, dass das Aufbaumaterial problemlos durch es hindurch von innerhalb der Hülle nach außen gelangen kann. Andererseits ist es auch bevorzugt, jedes solches Loch so klein zu bemessen, dass ein menschlicher
30 Betrachter nicht durch es hindurch in das Innere der Hülle sehen kann, um unerwünschtem Blickzugriff vorzubeugen.

Insbesondere bei komplizierteren Objektgeometrien und/oder unregelmäßig gestalteten Objektoberflächen kann eine minimale konvexe Hülle für das herzustellende Objekt bzw. den Objektabschnitt definiert werden und die Hülldaten in Bezug auf diese ermittelt werden. Dadurch kann beispielsweise die Beschreibung der Hülldaten vereinfacht werden und bei einem Mitbauen der Hülle um das dreidimensionale Objekt (bzw. Objektabschnitt) herum verhindert werden, dass die Gestalt der Hülle Hinweise auf geheimzuhaltende geometrische Eigenschaften (z.B. Oberflächenstrukturen) des Objekts (bzw. Objektabschnitts) gibt.

Vorzugsweise weist der Steuerbefehlssatz weiter einen Bauauftragszähler auf, der die Maximalzahl an Herstellvorgängen des durch die Objektbeschreibungsdaten spezifizierten Objektabschnitts vorgibt, wobei bevorzugt der Wert des Bauauftragszählers dergestalt verschlüsselt ist, dass er von der additiven Herstellvorrichtung mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselt werden kann.

Damit kann beispielsweise sichergestellt werden, dass lediglich die vom Auftraggeber autorisierte Anzahl an Objekten in der Herstellvorrichtung hergestellt wird, indem nach Erreichen der Maximalzahl keine weiteren Herstellvorgänge möglich sind. Somit kann beispielsweise das Herstellen von unautorisierten Kopien durch den Fertiger verhindert werden. Der Bauauftragszähler kann beispielsweise auch in einem geschützten und nicht manipulierbaren Speicherbereich der Herstellvorrichtung liegen. Die Maximalanzahl an Herstellvorgängen kann auf eine Herstellvorrichtung bezogen sein, sie kann jedoch auch die maximale Zahl an gesamten, in verschiedenen Herstellvorrichtungen durchzuführenden Herstellvorgängen sein.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Generierung eines Steuerbefehlssatzes für eine additive Herstellvorrichtung zur Herstellung mindestens eines dreidimensionalen Objektes mittels derselben weist die folgenden Schritte auf:

- 5 - Verschlüsseln von Objektbeschreibungsdaten, die eine Gestalt und/oder Größe eines Abschnitts des herzustellenden mindestens eines Objekts beschreiben, dergestalt, dass sie von der additiven Herstellvorrichtung mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselt werden können und
- 10 - Erzeugen eines Steuerbefehlssatzes, der die verschlüsselten Objektbeschreibungsdaten aufweist.

Mit dem Verfahren ist es beispielsweise möglich, einen oben beschriebenen Steuerbefehlssatz zu erzeugen. Zum Verschlüsseln der Objektbeschreibungsdaten kann dabei beispielsweise ein öffentlicher, von der Herstellvorrichtung erzeugter Schlüssel verwendet werden, so dass die Objektbeschreibungsdaten nur mittels des entsprechenden geheimen Schlüssels, der in der Herstellvorrichtung hinterlegt ist, wieder entschlüsselt werden können.

Vorzugsweise weist das Verfahren weiterhin den Schritt des Integrierens von verschlüsselten Steuerparametern der additiven Herstellvorrichtung in den Steuerbefehlssatz auf, wobei die verschlüsselten Steuerparameter von der additiven Herstellvorrichtung mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselbar sind.

Vorzugsweise werden in dem Verfahren weiterhin Hüllbeschreibungsdaten generiert, die die Gestalt und/oder Größe einer den Abschnitt des Objekts zumindest teilweise umgebenden, vorzugsweise im Wesentlichen vollständig umgebenden, Hülle spezifizieren, und die unverschlüsselten Hüllbeschreibungsdaten in den

Steuerbefehlssatz integriert. Die unverschlüsselten Hüllbeschreibungsdaten können alternativ auch in einem zweiten, dem Steuerbefehlssatz zugeordneten, Datensatz gespeichert sein. Ferner können die Hüllbeschreibungsdaten beispielsweise auch
5 mittels eines von dem Bediener der Herstellvorrichtung entschlüsselbaren Schlüssels verschlüsselt sein.

Vorzugsweise beträgt der Abstand der Hülle zum Objektabschnitt entlang einer Geraden durch den Objektabschnitt maximal 20% der
10 Länge des innerhalb des Objektabschnitts verlaufenden Geradenabschnitts und/oder maximal 20% der Länge des innerhalb der minimalen Hülle, vorzugsweise der minimalen konvexen Hülle, um den Objektabschnitt verlaufenden Geradenabschnitts und/oder die Hüllbeschreibungsdaten spezifizieren eine Hülle, die ein Volumen umschließt, welches um maximal 50% größer ist als das Volumen des darin befindlichen Objektabschnitts und/oder welches um maximal 50% größer ist als das Volumen der darin befindlichen minimalen Hülle, vorzugsweise der minimalen konvexen Hülle, des Objektabschnitts.
15

Vorzugsweise wird in dem Verfahren weiterhin ein Bauauftragszähler in den Steuerbefehlssatz integriert, der die Maximalzahl an Herstellvorgängen des durch die Objektbeschreibungsdaten spezifizierten Objektabschnitts vorgibt, wobei bevorzugt der
20 Wert des Bauauftragszählers dergestalt verschlüsselt ist, dass er von der additiven Herstellvorrichtung mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselt werden kann.

30 Eine erfindungsgemäße additive Herstellvorrichtung ist dazu geeignet, mindestens ein dreidimensionales Objekt durch Verfestigen eines formlosen Aufbaumaterials herzustellen. Die additive Herstellvorrichtung weist eine Datenentgegennahmeeinrichtung

auf zur Entgegennahme eines Steuerbefehlssatzes, der die Herstellung des mindestens eines Objektes mittels der additive Herstellvorrichtung spezifiziert und eine Entschlüsselungseinrichtung, die geeignet ist, Daten in einem von der Datenentgegennahmeeinrichtung entgegengenommenen Steuerbefehlssatz mittels eines in der additiven Herstellvorrichtung permanent hinterlegten Schlüssels zu entschlüsseln.

Die additive Herstellvorrichtung kann beispielsweise eine additive Schichtbauvorrichtung sein, insbesondere eine Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung. Als formloses Aufbaumaterial kann beispielsweise ein Pulver und/oder ein flüssiges Aufbaumaterial verwendet werden. Die erfindungsgemäße Herstellvorrichtung ist somit beispielsweise dazu geeignet, einen oben beschriebenen Steuerbefehlssatz entgegenzunehmen, diesen zu entschlüsseln und durch Ausführen der darin enthaltenen Steuerbefehle ein spezifiziertes dreidimensionales Objekt herzustellen. Da der Steuerbefehlssatz nur von einer geeigneten Herstellvorrichtung entschlüsselt werden kann (beispielsweise einer, in der der entsprechende private Schlüssel hinterlegt ist), kann das Herstellen eines Objekts mittels Ausführens des Steuerbefehlssatzes auf einer nichtautorisierten Herstellvorrichtung verhindert werden.

Vorzugsweise ist ein von der Entschlüsselungseinrichtung für die Entschlüsselung eines Steuerbefehlssatzes zu verwendender Schlüssel so in der additiven Herstellvorrichtung abgelegt, dass er nur unter Verwendung eines speziellen Zugangscode abgeändert werden kann. Ein derartiger spezieller Zugangscode kann beispielsweise ein Administrator- oder Spezialpasswort sein. Dieses kann beispielsweise nur einer autorisierten Person, wie beispielsweise dem Vorrichtungshersteller, vorliegen.

Eine erfindungsgemäße additive Herstellvorrichtung, insbesondere die oben beschriebene Herstellvorrichtung, ist dazu geeignet, mindestens ein dreidimensionales Objekt durch Verfestigen eines formlosen Aufbaumaterials herzustellen, und weist auf:

- 5 - eine Prozessüberwachungsvorrichtung, die geeignet ist, während des Herstellvorgangs des mindestens einen dreidimensionalen Objekts Prozessinformationen, insbesondere optische Informationen über das noch nicht fertiggestellte mindestens eine dreidimensionale Objekt, bereitzustellen und
 - 10 - eine Anzeigevorrichtung zur Darstellung der von der Prozessüberwachungsvorrichtung bereitgestellten optischen Informationen auf einem Monitor,
- wobei die additive Herstellvorrichtung und/oder die Prozessüberwachungsvorrichtung so ausgelegt ist, das bei der Anzeige
- 15 der optischen Informationen nur eine einen Abschnitt des Objekts zumindest teilweise umgebende Hülle, nicht jedoch der Objektabschnitt selbst, dargestellt werden.

Mit optischen Informationen ist hierbei nicht nur sichtbares

- 20 Licht gemeint. Generell können mit der Prozessüberwachungsrichtung Prozessdaten erfasst und vorzugsweise auch ausgewertet werden. So kann beispielsweise eine Prozessstrahlung, z.B. eine elektromagnetische Strahlung, insbesondere auch eine thermische Strahlung bzw. Infrarotstrahlung, von der Prozessüberwachungs-
- 25 vorrichtung erfasst und ausgewertet werden. Damit ist es beispielsweise möglich, den Bauprozess zu überwachen und eventuell auftretende Unregelmäßigkeiten zu erkennen. Dadurch, dass durch die Anzeigevorrichtung lediglich die Hüllinformationen angezeigt werden, kann ein Bediener der Herstellvorrichtung keine
- 30 Rückschlüsse auf den von der Hülle umgebenen Objektabschnitt ziehen.

Vorzugsweise ist die Prozessüberwachungsvorrichtung der Herstellvorrichtung so ausgelegt, dass sie optische Informationen, die eine Gestalt des Objektabschnitts selbst widerspiegeln, verschlüsselt bereitstellt. Diese verschlüsselten Daten können
5 beispielsweise dem Auftraggeber bereitgestellt werden, so dass dieser Rückschlüsse auf die Qualität des hergestellten Objekts ziehen kann und/oder Unregelmäßigkeiten im Bauvorgang erkennen kann.

10 Ein erfindungsgemäßes Verfahren, vorzugsweise ein Lasersinter- oder Laserschmelzverfahren, dient der additiven Herstellung mindestens eines dreidimensionalen Objekts mittels einer additiven Herstellvorrichtung. Dabei wird die additive Herstellvorrichtung zur Herstellung des mindestens einen dreidimensionalen
15 Objekts durch einen erfindungsgemäßen Steuerbefehlssatz angesteuert. Mit einem derartigen Herstellungsverfahren ist es beispielsweise möglich, ein von einem Auftraggeber entworfenes dreidimensionales Objekt in einer additiven Herstellvorrichtung herzustellen, ohne dass der Fertiger (Bediener der Herstellvorrichtung) die Gestalt und/oder Größe des herzustellenden Ob-
20 jekt(abschnitt)s kennt. Dabei können in dem Steuerbefehlssatz unverschlüsselte bzw. für den Bediener zugängliche Informationen hinterlegt sein, die diesem für die Auftragsplanung und/oder Auftragsvorbereitung dienen.

25 Eine erfindungsgemäße Prozessüberwachungsvorrichtung dient der Bereitstellung von Prozessinformationen, insbesondere optischen Informationen über das noch nicht fertig gestellte mindestens eine dreidimensionale Objekt, während des Herstellvorgangs des
30 Objekts durch Verfestigen eines formlosen Aufbaumaterials in einer additiven Herstellvorrichtung. Die Prozessüberwachungsvorrichtung ist so ausgelegt, dass die bereitgestellten optischen Informationen nur die Gestalt einer einen Abschnitt des

Objekts zumindest teilweise umgebenden Hülle widerspiegeln, nicht jedoch die Gestalt des Objektabschnitts selbst widerspiegeln.

- 5 Mit optischen Informationen ist hierbei nicht nur sichtbares Licht gemeint. Generell können mit der Prozessüberwachungsvorrichtung Prozessdaten wie beispielsweise eine Prozessesstrahlung, z.B. eine elektromagnetische Strahlung, insbesondere auch eine thermische Strahlung bzw. Infrarotstrahlung, erfasst werden.
- 10 Damit ist es beispielsweise möglich, den Bauprozess zu überwachen und eventuell auftretende Unregelmäßigkeiten zu erkennen. Dadurch, dass durch die Anzeigevorrichtung in der additiven Herstellvorrichtung lediglich die Hüllinformationen angezeigt werden, kann ein Bediener der Herstellvorrichtung keine Rück-
- 15 schlüsse auf den von der Hülle umgebenen Objektquerschnitt ziehen.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der

20 beigefügten Zeichnungen.

Fig. 1 ist eine schematische, teilweise im Schnitt dargestellte Ansicht einer Vorrichtung zum additiven Herstellen eines dreidimensionalen Objekts gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

25

Fig. 2a ist eine Ansicht eines mittels der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung herstellbaren dreidimensionalen Objekts, Fig. 2b zeigt eine Hülle, Fig. 2c zeigt das Objekt aus Fig. 2a mit der es umgebenden Hülle aus Fig. 2b und Fig. 2d zeigt einen Querschnitt entlang der in Fig. 2c gestrichelt gezeichneten Linie A-A.

30

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Steuerbefehlssatzes gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 ist ein schematisches Blockdiagramm, welches schematisch ein Verfahren zum Erzeugen eines in Fig. 3 gezeigten Steuerbefehlssatzes zeigt.

Fig. 5 ist ein schematisches Blockdiagramm, welches schematisch ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts in einer in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zeigt.

Im Folgenden wird mit Bezug auf Fig. 1 ein Beispiel einer additiven Herstellvorrichtung beschrieben, mit der die vorliegende Erfindung ausgeführt werden kann. Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung ist eine Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung 1. Zum Aufbauen eines Objekts 2 enthält sie eine Prozesskammer 3 mit einer Kammerwandung 4.

In der Prozesskammer 3 ist ein nach oben offener Behälter 5 mit einer Behälterwandung 6 angeordnet. Durch die obere Öffnung des Behälters 5 ist eine Arbeitsebene 7 definiert, wobei der innerhalb der Öffnung liegende Bereich der Arbeitsebene 7, der zum Aufbau des Objekts 2 verwendet werden kann, als Baufeld 8 bezeichnet wird.

In dem Behälter 5 ist ein in einer vertikalen Richtung V bewegbarer Träger 10 angeordnet, an dem eine Bauunterlage 11, 12 angebracht ist, auf der das Objekt 2 aufgebaut wird. In Fig. 1 ist das in dem Behälter 5 auf der Bauplattform 12 zu bildende Objekt 2 unterhalb der Arbeitsebene 7 in einem Zwischenzustand dargestellt mit mehreren verfestigten Schichten, umgeben von unverfestigt gebliebenem Aufbaumaterial 13.

Die Lasersintervorrichtung 1 enthält weiter einen Vorratsbehälter 14 für ein durch elektromagnetische Strahlung verfestigbares pulverförmiges Aufbaumaterial 15 und einen in einer horizontalen Richtung H bewegbaren Beschichter 16 zum Aufbringen
5 des Aufbaumaterials 15, z.B. ein Pulver, innerhalb des Baufelds 8. Vorzugsweise erstreckt sich der Beschichter 16 quer zu seiner Bewegungsrichtung über den ganzen zu beschichtenden Bereich. Optional ist in der Prozesskammer 3 eine Strahlungsheizung 17 angeordnet, die zum Beheizen des aufgetragenen Aufbaumaterials 15 dient. Als Strahlungsheizung 17 kann beispielsweise ein Infrarotstrahler vorgesehen sein.
10

Die Lasersintervorrichtung 1 enthält ferner eine Belichtungs-
vorrichtung 20 mit einem Laser 21, der einen Laserstrahl 22 erzeugt, der über eine Umlenkvorrichtung 23 umgelenkt und durch
15 eine Fokussiervorrichtung 24 über ein Einkoppelfenster 25, das an der Oberseite der Prozesskammer 3 in der Kammerwandung 4 angebracht ist, auf die Arbeitsebene 7 fokussiert wird.

Optional enthält die Lasersintervorrichtung einen Sensor 30, der dazu geeignet ist, eine Prozessstrahlung 34 zu erfassen, welche beim Auftreffen des Laserstrahls 22 auf das Aufbaumaterial 15 in der Arbeitsebene 7 emittiert wird. Der Sensor 30 steht in Verbindung mit einer (optionalen) Prozessüberwachungsvorrichtung 31. Der Sensor 30 kann dabei wie in Fig. 1 gezeigt
20 in der Prozesskammer 3 angeordnet sein. Alternativ dazu ist es auch möglich, den Sensor 30 außerhalb der Prozesskammer 3 anzuordnen und die Prozessstrahlung 34 durch das Einkoppelfenster 25 oder ein zweites Fenster (nicht gezeigt) auf den Sensor 30
25 auftreffen zu lassen.
30

Der Sensor 30 kann beispielsweise als optische Kamera oder als Fotodiode ausgeführt sein zum Erfassen einer von dem auftref-

fenden Laserstrahl 22 emittierten elektromagnetischen Strahlung, oder als Temperaturfühler zum Erfassen einer emittierten thermischen Strahlung. Ferner können auch mehrere Sensoren 30 in der Lasersintervorrichtung 1 vorgesehen sein zum Erfassen
5 einer optischen und/oder thermischen Prozessstrahlung 34.

Die Prozessüberwachungsvorrichtung 31 ist vorzugsweise dazu ausgebildet, ein von dem Sensor 30 erfasstes Signal auszuwerten und auf einem Monitor grafisch bzw. optisch darzustellen. Der
10 Monitor kann auch an einer separaten Anzeigevorrichtung vorgesehen sein, die dann mit der Prozessüberwachungsvorrichtung 31 in Verbindung steht und von dieser das ausgewertete Signal empfängt.

15 Weiter enthält die Lasersintervorrichtung 1 eine Steuereinheit 29, über die die einzelnen Bestandteile der Vorrichtung 1 in koordinierter Weise zum Durchführen des Bauprozesses gesteuert werden. Die Steuereinheit kann eine CPU enthalten, deren Betrieb durch ein Computerprogramm (Software) gesteuert wird. Das
20 Computerprogramm kann getrennt von der Vorrichtung auf einem Speichermedium gespeichert sein, von dem aus es in die Vorrichtung, insbesondere in die Steuereinheit geladen werden kann.

Die Steuereinheit 29 wird über einen Steuerbefehlssatz angesteuert, der u.a. ein Schichtmodell des herzustellenden Objekts
25 enthält mit Informationen über die in den jeweiligen Schichten zu verfestigenden Querschnittsflächen des Objekts und Daten, die die genauen Parameter beim Verfestigen des Aufbaumaterials festlegen. Der Steuerbefehlssatz wird unten in Bezug auf Fig. 2
30 und 3 näher beschrieben.

Die Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung 1 enthält erfindungsgemäß zudem eine Datenentgegennahmeeinrichtung 32 zum Ent-

gegennehmen eines außerhalb der Vorrichtung 1 erzeugten Steuerbefehlssatzes und eine Entschlüsselungseinrichtung 33 zum Entschlüsseln der von der Datenentgegennahmeeinrichtung 32 entgegengenommenen Daten.

5

Die Datenentgegennahmeeinrichtung 32 kann beispielsweise eine Datenschnittstelle (Software- oder Hardwareschnittstelle) oder ein Lesegerät für ein Speichermedium sein. Sie kann auch einen Speicher und/oder einen Puffer enthalten zum Speichern bzw.

10 Zwischenspeichern der entgegengenommenen Daten. In der Entschlüsselungseinrichtung 33 ist ein permanenter geheimer Schlüssel hinterlegt, mit dem entsprechend verschlüsselte Daten entschlüsselt werden können.

15 Optional ist die Entschlüsselungseinrichtung 33 zusätzlich dazu ausgebildet, einen öffentlichen Schlüssel zu generieren und über eine nicht gezeigte Ausgabeschnittstelle zur Verschlüsselung von Daten auszugeben, wobei diese verschlüsselten Daten nur mit dem in der Entschlüsselungseinrichtung 33 permanent
20 hinterlegten Schlüssel wieder entschlüsselt werden können. Alternativ kann zusätzlich zu der Entschlüsselungseinrichtung 33 eine separate Schlüsselgenerierungseinrichtung (nicht gezeigt) vorgesehen sein, die einen entsprechenden öffentlichen Schlüssel erzeugt. Der öffentliche Schlüssel kann auch bereits vor-
25 liegen und muss nicht erst in der Vorrichtung 1 erzeugt werden.

Optional kann zwischen der Entschlüsselungseinrichtung 33 und der Steuereinrichtung noch ein vorrichtungsinterner, abgesicherter Speicher und/oder Puffer vorgesehen sein zum Speichern
30 bzw. Zwischenspeichern der von der Entschlüsselungseinrichtung entschlüsselten Steuerbefehle.

Fig. 2a zeigt ein Beispiel eines in der Vorrichtung 1 aus dem Aufbaumaterial hergestellten dreidimensionalen Objekts 2. Das Objekt 2 besteht aus einem kugelförmigen Kopf 2a, einer spiralförmigen Struktur 2b und einem Sockel 2c, die über einen Stab 2d miteinander verbunden sind. Bevorzugt ist eine Hülle 9 um das Objekt 2 herum vorgesehen, die mit dem Objekt 2 um dieses herum schichtweise aus dem Aufbaumaterial mit aufgebaut wird und in Fig. 2b gezeigt ist. Fig. 2c zeigt die Hülle 9 (als gestrichelte Linie) mit dem darin eingeschlossenen Objekt 2, wobei die Hülle lediglich zur besseren Veranschaulichung durchsichtig dargestellt ist.

Die Hülle 9 umschließt das Objekt 2 vorzugsweise vollständig in allen drei Raumrichtungen. Dabei müssen jedoch nicht alle Außenflächen des Objekts 2 an die Hülle 9 angrenzen. Vielmehr kann auch ein Zwischenraum zwischen der Hülle und dem Objekt vorgesehen sein, der mit unverfestigt gebliebenem Aufbaumaterial gefüllt ist. Die Größe und geometrische Form der Hülle 9 ist somit an eine äußere Gestalt des Objekts 2 angepasst, d.h. die Hülle 9 weist einen kugelförmigen Kopfabschnitt 9a auf, der den kugelförmigen Kopf 2a des Objekts 2 umschließt, einen Zylinder 9b zur Umschließung der spiralförmigen Struktur 2b und einen Sockel 9c, der den Sockel 2c des Objekts 2 umschließt. Das Zwischenstück 9d zwischen Kopf 9a und Zylinder 9b ist an den Stab 2d angepasst. Somit ist das fertige Objekt 2 nicht sichtbar, sondern nur die Hülle 9.

Fig. 2d zeigt einen schichtparallelen Querschnitt durch das Objekt 2 und die das Objekt umschließende Hülle 9 entlang der in Fig. 2c gestrichelt gezeichneten Linie A-A. In dem Querschnitt ist zudem ein kreisförmiger Querschnitt mit einem Radius L_2 einer minimalen konvexen Hülle 9b' um den spiralförmigen Objektabschnitt 2b herum gezeigt. Der kreisförmige Querschnitt des

Zylinders 9b der Hülle 9 ist ein zu dem Querschnitt der minimalen konvexen Hülle 9b' konzentrischer Kreis im Abstand L1. Die minimale konvexe Hülle 9' wird unten in Bezug auf Fig. 4 näher beschrieben.

5

Fig. 3 zeigt beispielhaft einen erfindungsgemäßen Steuerbefehlssatz 40. Er umfasst einen verschlüsselten Teil 41 und einen unverschlüsselten Teil 42. In dem verschlüsselten Teil 41 sind insbesondere Objektbeschreibungsdaten 43 und Steuerparameter 44 für die Herstellvorrichtung 1 hinterlegt. Optional kann der verschlüsselte Teil 41 noch Bauauftragszählerdaten 45 umfassen, die die maximale Anzahl an herzustellenden Objekten 2 spezifizieren. Der Bauauftragszähler (d.h. beispielsweise ein Algorithmus, der die Anzahl der durch Ausführen des Steuerbefehlssatzes hergestellten Objekte zählt) selbst kann ebenfalls in dem verschlüsselten Teil 41 des Steuerbefehlssatzes 40 implementiert sein oder alternativ in einem geschützten Speicherbereich der Vorrichtung 1.

20 In dem unverschlüsselten Teil 42 des Steuerbefehlssatzes 40 sind Hüllbeschreibungsdaten 46 einer um das Objekt 2 herum zu bauenden Hülle 9 und/oder einer minimal konvexen Hülle 9' und/oder Informationen 47 zu dem zu verwendenden Aufbaumaterial und/oder Orientierungsdaten 48 über die Lage und/oder Position des herzustellenden Objekts 2 bzw. der (minimal konvexen) Hülle 9 bzw. 9' in dem Behälter 5 der Vorrichtung 1 und/oder weitere Informationen 49, die ein Benutzer benötigt, um die Vorrichtung 1 für den Bauvorgang vorzubereiten, hinterlegt.

30 Die im unverschlüsselten Teil 42 gespeicherten Daten sind somit Metadaten für den verschlüsselten Teil 41 und dienen dem Zweck, die Herstellvorrichtung für den Bauvorgang vorbereiten zu kön-

nen, ohne die Steuerbefehle des verschlüsselten Teils 41 zu kennen.

Es sei erwähnt, dass es je nach Anwendungsfall und Geheimhaltungsbedürfnis auch vorgesehen sein kann, Daten, die hier dem unverschlüsseltem Teil 42 zugeordnet sind, dem verschlüsselten Teil 41 zuzuordnen oder vice versa. Auch ist es nicht zwingend erforderlich überhaupt einen unverschlüsselten Teil 42 im Steuerbefehlssatz 40 vorzusehen.

Im Folgenden wird mit Bezug auf Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Erzeugen eines mit Bezug auf Fig. 3 beschriebenen Steuerbefehlssatzes beschrieben. Zuerst werden in Schritt 50 dreidimensionale Objektbeschreibungsdaten des herzustellenden Objekts 2 erzeugt. Hierzu kann beispielsweise ein CAD-Programm verwendet werden. Diese werden dann mittels eines der Entschlüsselungseinheit 33 der Vorrichtung 1 zugeordneten Schlüssels verschlüsselt und so die verschlüsselten Objektbeschreibungsdaten 43 erzeugt.

In Schritt 51 werden Daten einer minimalen konvexen Hülle 9' um das Objekt 2 herum errechnet. Dies kann auch, wie in den Fig. 2a-2d gezeigt, abschnittsweise geschehen. So wird beispielsweise für den spiralförmigen Objektabschnitt 2b eine minimale konvexe Hülle 9b' um diesen herum berechnet (Fig. 2d). Da sich die Lage des spiralförmigen Objektquerschnitts 2b in der schichtparallelen Querschnittsfläche entlang der Höhe des Objekts (d.h. mit sich änderndem Abstand der Schnittlinie A-A zu dem Sockel 2c) innerhalb eines Kreises mit Durchmesser L2 um den Stab 2d herum ändert, ist die minimale konvexe Hülle 9b' des Objektabschnitts 2b ein Kreiszylinder mit Durchmesser L2.

Die minimalen konvexen Hüllen der Objektabschnitte 2a, 2c und des stabförmigen Verbindungsabschnitts 2d sind jeweils die Außenoberflächen dieser Objektabschnitte. Die gesamte minimale konvexe Hülle 9' ergibt sich dann als Gesamtheit der minimalen konvexen Hüllabschnitte.

In Schritt 52 werden Hüllbeschreibungsdaten 46 der Hülle 9 um das Objekt 2 herum basierend auf der minimalen konvexen Hülle 9' errechnet. Für den kreiszylinderförmigen Abschnitt 9b' der minimalen konvexen Hülle um den spiralförmigen Objektabschnitt 2b herum ist der Hüllabschnitt 9b ebenfalls ein Kreiszylinder, dessen Wandung in einem regelmäßigen Abstand L1 von dem Kreiszylinder 9b' beabstandet ist (Fig. 2d).

Vorzugsweise beträgt der Abstand L1 des Abschnitts 9b der Hülle zum Abschnitt 9b' der minimalen konvexen Hülle maximal 20% des Durchmessers L2 der minimalen konvexen Hülle 9b' und/oder die zylinderförmige Hülle 9b schließt ein Volumen ein, welches um maximal 50% größer ist als das Volumen der zylinderförmigen minimalen konvexen Hülle 9b'.

Analog dazu werden Hüllabschnitte 9a, 9d und 9c um die entsprechenden Objektabschnitte 2a, 2d und 2c herum basierend auf den entsprechenden Abschnitten der minimalen konvexen Hülle 9' errechnet. Die Hülle 9 um das Objekt 2 herum ergibt sich dann als Gesamtheit der Hüllabschnitte 9a, 9b, 9c und 9d.

Da die minimale konvexe Hülle 9' in den Objektabschnitten 2a, 2d und 2c der Außenoberfläche des jeweiligen Objektabschnitts entspricht, können die Hüllabschnitte 9a, 9c und 9d auch direkt aus den Objektabschnitten 2a, 2c und 2d errechnet werden. Vorzugsweise wird dabei ebenfalls der Abstand der Hülle zum Objektabschnitt entlang einer Geraden durch den Objektabschnitt

so gewählt, dass er maximal 20% der Länge des innerhalb des Objektabschnitts verlaufenden Geradenabschnitts beträgt. Alternativ oder zusätzlich wird die Hülle 9 so gewählt, dass sie ein Volumen umschließt, welches um maximal 50% größer ist als das
5 Volumen des darin befindlichen Objekts.

Anschließend wird in dem optionalen Schritt 53 eine gewünschte Lage und/oder Position des herzustellenden Objekts und/oder der Hülle während dessen Herstellung in dem Behälter festgelegt
10 und/oder es werden Stützstrukturdaten für eine das Objekt bzw. den Hüllbereich stützende Zusatzstruktur ermittelt. Die entsprechenden CAD-Daten des Objekts und/oder der Hülle und/oder der Stützstruktur können gegebenenfalls in ein anderes Datenformat (z.B. STL) umgerechnet werden.

15
Danach werden die Objekt- und Hüllbeschreibungsdaten 43 bzw. 46 in einem Schritt 54, beispielsweise mithilfe einer geeigneten Software, in Schichtdaten umgewandelt. Diese Schichtdaten entsprechen den zu verfestigenden Querschnittsflächen in den jeweiligen Schichten.
20

Anschließend werden in Schritt 55 Steuerparameter für die Herstellung des Objekts 2 und der Hülle 9 erzeugt, die beispielsweise Belichtungsparameter und/oder Belichtungsmuster beschreiben. Diese werden dann mittels eines von der Entschlüsselungseinheit 33 der Vorrichtung 1 erzeugten Schlüssels verschlüsselt und so die verschlüsselten Steuerbefehle 44 erzeugt. Nun wird, beispielsweise mithilfe einer Prozesssoftware, aus den Schichtdaten unter Berücksichtigung der Steuerbefehle 44 der Steuerbefehlssatz 40 erzeugt. Optional kann dabei noch ein Algorithmus für einen Bauauftragszähler bzw. ein Bauauftragszählerwert in den Steuerbefehlssatz integriert werden. Diese Bauauftragszählerdaten 45 werden ebenfalls mittels eines von der Entschlüsse-
30

lungseinheit 33 der Vorrichtung 1 erzeugten Schlüssels verschlüsselt. Die Bauauftragszählerdaten können auch in einem früheren Schritt 50 bis 54 erzeugt werden.

5 Alternativ zu dem mit Bezug auf Fig. 4 beschriebenen Vorgehen können die Objektbeschreibungsdaten 43, Steuerbefehle 44 und Bauauftragszählerdaten 45 in den Schritten 50 bzw. 55 auch in unverschlüsselter Form erzeugt werden und erst wenn der fertige Steuerbefehlssatz 40 vorliegt die dem verschlüsselten Teil 41
10 entsprechenden Daten verschlüsselt werden.

Im Folgenden wird mit Bezug auf Fig. 5 ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Steuersatzes beschrieben.

15 Zuerst entwirft der Auftraggeber in Schritt 60 ein Modell des herzustellenden Objekts 2 und erzeugt daraus gemäß den Schritten 50 bis 54 des mit Bezug auf Fig. 4 beschriebenen Verfahrens zum Erzeugen eines Steuerbefehlssatzes Schichtdaten des Objekts
20 2 und der Hülle 9.

Anschließend wählt der Auftraggeber eine Herstellvorrichtung für die Herstellung des Objekts bei einem Fertiger aus und lässt sich in Schritt 61 vom Fertiger einen öffentlichen
25 Schlüssel zum Verschlüsseln von Daten übermitteln. Der öffentliche Schlüssel kann dabei beispielsweise von der Entschlüsselungseinrichtung 33 der gewählten Herstellvorrichtung 1 erzeugt werden. Er wird dabei so erzeugt, dass mit ihm verschlüsselte Daten nur mit dem in der ausgewählten Herstellvorrichtung 1
30 hinterlegten geheimen Schlüssel wieder entschlüsselt werden können. Alternativ dazu kann der öffentliche Schlüssel dem Auftraggeber bzw. dem Fertiger bereits vorliegen, so dass er nicht erst übermittelt bzw. erzeugt werden muss.

Zudem übermittelt der Fertiger in Schritt 61 optional Maschinenparameter, die der Auftraggeber zum Erstellen von Steuerparametern (Schritt 55 in Fig. 4) benötigt. Der Auftraggeber erzeugt dann einen Steuerbefehlssatz (Schritt 55 in Fig. 4) und verschlüsselt den zu verschlüsselnden Teil 41 des Steuerbefehlssatzes 40 mit dem übermittelten öffentlichen Schlüssel. Dieser so erzeugte, teilweise verschlüsselte, Steuerbefehlssatz 40 wird dann in Schritt 62 an den Fertiger übermittelt, beispielsweise über ein Netzwerk (z.B. ein LAN oder das Internet) oder mittels eines Speichermediums.

In Schritt 63 liest der Fertiger bzw. Bediener der Vorrichtung 1 den unverschlüsselten Teil 42 des Steuerbefehlssatzes 40 aus und bereitet basierend auf den darin enthaltenen Informationen die Vorrichtung 1 für den Herstellvorgang vor. Hierzu kann der Bediener insbesondere Informationen über das zu verwendende Aufbaumaterial, die Lage und/oder Ausrichtung des herzustellen- den Objekts oder der Hülle, die Größe und/oder Gestalt der Hülle etc. verwenden.

In Schritt 64 wird nun der Steuerbefehlssatz 40 oder zumindest der verschlüsselte Teil 41 desselben an die Datenentgegennahm- einrichtung 32 der Vorrichtung 1 übermittelt. Diese leitet den verschlüsselten Teil 41 an die Entschlüsselungseinrichtung 33 weiter, wo er entschlüsselt wird und so die Steuereinheit 29 Zugriff auf die Steuerbefehle zur Herstellung des Objekts 2 hat.

In dem Herstellvorgang wird durch die Steuereinrichtung 29 der Träger 10 Schicht für Schicht abgesenkt, der Beschichter 16 zum Auftrag einer neuen Pulverschicht angesteuert und die Umlenkvorrichtung 23 und gegebenenfalls auch der Laser 21

und/oder die Fokussiervorrichtung 24 zum Verfestigen der jeweiligen Schicht an den dem jeweiligen Objekt entsprechenden Stellen mittels des Laserstrahls 22 in dem Baufeld 8 angesteuert und so das Objekt 2 mit der es umgebenden Hülle 9 gemäß den Objekt- und Hüllbeschreibungsdaten 43, 46 hergestellt.

Während des Herstellungsprozesses erfasst der Sensor 30 eine von der Auftreffstelle des Laserstrahls 22 ausgehende Prozessstrahlung 34 und leitet ein entsprechendes Signal an die Prozessüberwachungsvorrichtung 31 weiter, die dieses auswertet und an dem Monitor grafisch darstellt. Vorzugsweise werden an dem Monitor lediglich die Hülle 9 betreffende Informationen angezeigt. Beispielsweise können das Objekt 2 betreffende Informationen in der Anzeige geschwärzt oder anderweitig unkenntlich gemacht werden. Die das Objekt 2 betreffenden Informationen können jedoch von der Prozessüberwachungsvorrichtung 31 an einen internen, geschützten Speicher der Vorrichtung 1 weitergeleitet und dort gespeichert werden.

Nach Fertigstellung des Objekts und der Hülle wird in Schritt 65 die Hülle mitsamt dem Objekt aus der Vorrichtung 1 entnommen und an den Auftraggeber übergeben. Dieser kann nun das Objekt von der Hülle befreien und optional weiteren Nachbearbeitungsprozessen unterziehen. Zusätzlich können die von der Prozessüberwachungsvorrichtung 31 gesammelten, das Objekt und/oder die Hülle betreffenden Daten an den Auftraggeber übermittelt werden, vorzugsweise in verschlüsselter Form, so dass dem Auftraggeber Informationen über den tatsächlichen Ablauf des Herstellungsprozesses vorliegen.

30

In dem oben mit Bezug auf Fig. 4 beschriebenen Verfahren werden in Schritt 50 die gesamten Daten des dreidimensionalen Objekts verschlüsselt. Alternativ ist es aber auch möglich, nur die Da-

ten eines geheim zu haltenden Objektabschnitts (beispielsweise der spiralförmige Abschnitt 2b in Fig. 2a-2d) zu verschlüsseln. Entsprechend liegen in dem Steuerbefehlssatz 40 auch nur die entsprechenden Objektabschnitt betreffenden Daten und/oder Steuerbefehle in verschlüsselter Form vor. Die Hülle 9 kann dann um das gesamte Objekt herum gebaut werden, oder auch nur um den geheim zu haltenden Objektabschnitt herum.

Ferner muss die Hülle nicht mitgebaut werden, es reicht vielmehr beispielsweise auch aus, nur die Hülldaten zu berechnen und dem Fertiger zur Planung des Herstellungsvorganges bereitzustellen. Hierfür können auch die Daten der minimalen konvexen Hülle verwendet werden. Die Hülle bzw. minimale konvexe Hülle kann auch ganz weggelassen werden. Dies kann vor allem dann vorteilhaft sein, wenn eine geheim zu haltende Struktur des Objekts im Inneren des Objekts liegt und so von außen nicht sichtbar ist und/oder wenn die Gestalt des Objekts nicht verborgen werden, sondern lediglich ein Schutz der an den Fertiger übermittelten Daten gewünscht ist, z.B. wenn dem Herstellungsprozess zugrundeliegende Verfestigungsparameter geheim gehalten werden sollen.

Auch wenn die vorliegende Erfindung anhand einer Lasersinter- bzw. Laserschmelzvorrichtung beschrieben wurde, ist sie nicht auf das Lasersintern oder Laserschmelzen eingeschränkt. Sie kann auf beliebige Verfahren zum additiven Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen und/oder selektives Aufbringen und Verfestigen eines Aufbaumaterials angewendet werden. Neben dem Lasersintern und Laserschmelzen seien hier beispielsweise noch Maskenverfahren, Stereolithografieverfahren, Inhibitions- und Absorptionssinterverfahren, sowie das Auftragsschweißen bzw. Cladding genannt.

Als Aufbaumaterial können verschiedene Arten von Pulver verwendet werden, insbesondere Metallpulver, Kunststoffpulver, Keramikpulver, Sand, gefüllte oder gemischte Pulver. Anstelle von
5 Pulver können auch andere geeignete Materialien als Aufbaumaterial verwendet werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Steuerbefehlssatz zur Steuerung der Herstellung mindestens
5 eines dreidimensionalen Objekts (2) mittels einer additiven
Herstellvorrichtung (1), wobei der Steuerbefehlssatz (40) auf-
weist:

verschlüsselte Objektbeschreibungsdaten (43), die eine Ge-
stalt und/oder Größe eines Abschnitts (2, 2a, 2b, 2c, 2d) des
10 herzustellenden mindestens einen Objekts (2) beschreiben und
von der additiven Herstellvorrichtung (1) mittels eines perma-
nent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselt werden
können.

15 2. Steuerbefehlssatz nach Anspruch 1, der weiterhin ver-
schlüsselte Steuerparameter (44) der additiven Herstellvorrich-
tung (1) spezifiziert, die von der additiven Herstellvorrich-
tung (1) mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüs-
sels entschlüsselbar sind.

20 3. Steuerbefehlssatz nach Anspruch 1 oder 2, weiterhin auf-
weisend:

unverschlüsselte Hüllbeschreibungsdaten (46), die die Ge-
stalt und/oder Größe einer den Abschnitt (2, 2a, 2b, 2c, 2d)
25 des Objekts (2) zumindest teilweise umgebenden Hülle spezifi-
zieren.

4. Steuerbefehlssatz nach Anspruch 3, wobei die Hüllbeschrei-
bungsdaten (46) eine den Abschnitt (2, 2a, 2b, 2c, 2d) des Ob-
30jekts (2) im Wesentlichen vollständig umschließende Hülle (9,
9a, 9b, 9c, 9d) spezifizieren.

5. Steuerbefehlssatz nach Anspruch 3 oder 4, wobei der Abstand (L1) der Hülle (9, 9a, 9b, 9c, 9d) zum Objektabschnitt (2, 2a, 2b, 2c, 2d) entlang einer Geraden durch den Objektabschnitt maximal 20% der Länge des innerhalb des Objektabschnitts verlaufenden Geradenabschnitts und/oder maximal 20% der Länge (L2) des innerhalb der minimalen Hülle, vorzugsweise der minimalen konvexen Hülle (9', 9b'), um den Objektabschnitt verlaufenden Geradenabschnitts beträgt und/oder wobei die Hüllbeschreibungsdaten (46) eine Hülle (9, 9a, 9b, 9c, 9d) spezifizieren, die ein Volumen umschließt, welches um maximal 50% größer ist als das Volumen des darin befindlichen Objektabschnitts (2, 2a, 2b, 2c, 2d) und/oder um maximal 50% größer ist als das Volumen der darin befindlichen minimalen Hülle, vorzugsweise der minimalen konvexen Hülle (9', 9b'), des Objektabschnitts.

6. Steuerbefehlssatz nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiterhin aufweisend einen Bauauftragszähler, der die Maximalzahl an Herstellvorgängen des durch die Objektbeschreibungsdaten (43) spezifizierten Objektabschnitts (2, 2a, 2b, 2c, 2d) vorgibt, wobei bevorzugt der Wert des Bauauftragszählers dergestalt verschlüsselt ist, dass er von der additiven Herstellvorrichtung (1) mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselt werden kann.

7. Verfahren zur Generierung eines Steuerbefehlssatzes (40) für eine additive Herstellvorrichtung (1) zur Herstellung mindestens eines dreidimensionalen Objektes (2, 2a, 2b, 2c, 2d) mittels derselben, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Verschlüsseln von Objektbeschreibungsdaten, die eine Gestalt und/oder Größe eines Abschnitts (2, 2a, 2b, 2c, 2d) des herzustellenden mindestens eines Objekts (2) beschreiben, dergestalt, dass sie von der additiven Herstellvorrichtung (1)

mittels eines permanent in dieser hinterlegten Schlüssels entschlüsselt werden können;

Erzeugen eines Steuerbefehlssatzes (40), der die verschlüsselten Objektbeschreibungsdaten (43) aufweist.

5

8. Additive Herstellvorrichtung, wobei die additive Herstellvorrichtung (1) geeignet ist, mindestens ein dreidimensionales Objekt (2) durch Verfestigen eines formlosen Aufbaumaterials herzustellen und die additive Herstellvorrichtung aufweist:

10 eine Datenentgegennahmeeinrichtung (32) zur Entgegennahme eines Steuerbefehlssatzes (40), der die Herstellung des mindestens eines Objektes (2) mittels der additive Herstellvorrichtung (1) spezifiziert und

15 eine Entschlüsselungseinrichtung (33), die geeignet ist, Daten in einem von der Datenentgegennahmeeinrichtung (32) entgegengenommenen Steuerbefehlssatz (40) mittels eines in der additiven Herstellvorrichtung (1) permanent hinterlegten Schlüssels zu entschlüsseln.

20 9. Additive Herstellvorrichtung nach Anspruch 8, wobei ein von der Entschlüsselungseinrichtung (33) für die Entschlüsselung eines Steuerbefehlssatzes (40) zu verwendender Schlüssel so in der additiven Herstellvorrichtung (1) abgelegt ist, dass er nur unter Verwendung eines speziellen Zugangscodes abgeändert werden kann.

10. Additive Herstellvorrichtung, insbesondere nach Anspruch 8 oder 9, wobei die additive Herstellvorrichtung (1) geeignet ist, mindestens ein dreidimensionales Objekt (2) durch Verfestigen eines formlosen Aufbaumaterials herzustellen, und wobei
30 die additive Herstellvorrichtung aufweist:

eine Prozessüberwachungsvorrichtung (31), die geeignet ist, während des Herstellvorgangs des mindestens einen dreidi-

mensionalen Objekts (2) Prozessinformationen, insbesondere optische Informationen über das noch nicht fertiggestellte mindestens eine dreidimensionale Objekt (2), bereitzustellen und

5 eine Anzeigevorrichtung zur Darstellung der von der Prozessüberwachungsvorrichtung bereitgestellten optischen Informationen auf einem Monitor,

wobei die additive Herstellvorrichtung (1) so ausgelegt ist, das bei der Anzeige der optischen Informationen nur eine einen Abschnitt (2, 2a, 2b, 2c, 2d) des Objekts (2) zumindest
10 teilweise umgebende Hülle (9, 9a, 9b, 9c, 9d), nicht jedoch der Objektabschnitt (2, 2a, 2b, 2c, 2d) selbst, dargestellt werden.

11. Additive Herstellvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Prozessüberwachungsvorrichtung (31) so ausgelegt ist, dass die
15 bereitgestellten optischen Informationen nur die Gestalt einer einen Abschnitt (2, 2a, 2b, 2c, 2d) des Objekts (2) zumindest teilweise umgebenden Hülle (9, 9a, 9b, 9c, 9d) widerspiegeln, nicht jedoch die Gestalt des Objektabschnitts (2, 2a, 2b, 2c, 2d) selbst widerspiegeln.

20

12. Additive Herstellvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Prozessüberwachungsvorrichtung (31) so ausgelegt ist, dass sie optische Informationen, die eine Gestalt des Objektabschnitts (2, 2a, 2b, 2c, 2d) selbst widerspiegeln, verschlüsselt bereitstellt.
25

13. Verfahren zur additiven Herstellung mindestens eines dreidimensionalen Objekts (2) mittels einer additiven Herstellvorrichtung (1),

30 wobei die additive Herstellvorrichtung (1) zur Herstellung des mindestens eines dreidimensionalen Objekts (2) durch einen Steuerbefehlssatz (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 angesteuert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei es sich um ein Lasersinter- oder Laserschmelzverfahren handelt.

5 15. Prozessüberwachungsvorrichtung zur Bereitstellung von Prozessinformationen, insbesondere optischen Informationen über das noch nicht fertig gestellte mindestens eine dreidimensionale Objekt (2), während des Herstellvorgangs des Objekts (2) durch Verfestigen eines formlosen Aufbaumaterials in einer additiven Herstellvorrichtung (1),
10

wobei die Prozessüberwachungsvorrichtung (31) so ausgelegt ist, dass die bereitgestellten optischen Informationen nur die Gestalt eines einen Abschnitt (2, 2a, 2b, 2c, 2d) des Objekts (2) zumindest teilweise umgebenden Hülle (9, 9a, 9b, 9c, 9d)
15 widerspiegeln, nicht jedoch die Gestalt des Objektabschnitts (2, 2a, 2b, 2c, 2d) selbst widerspiegeln.

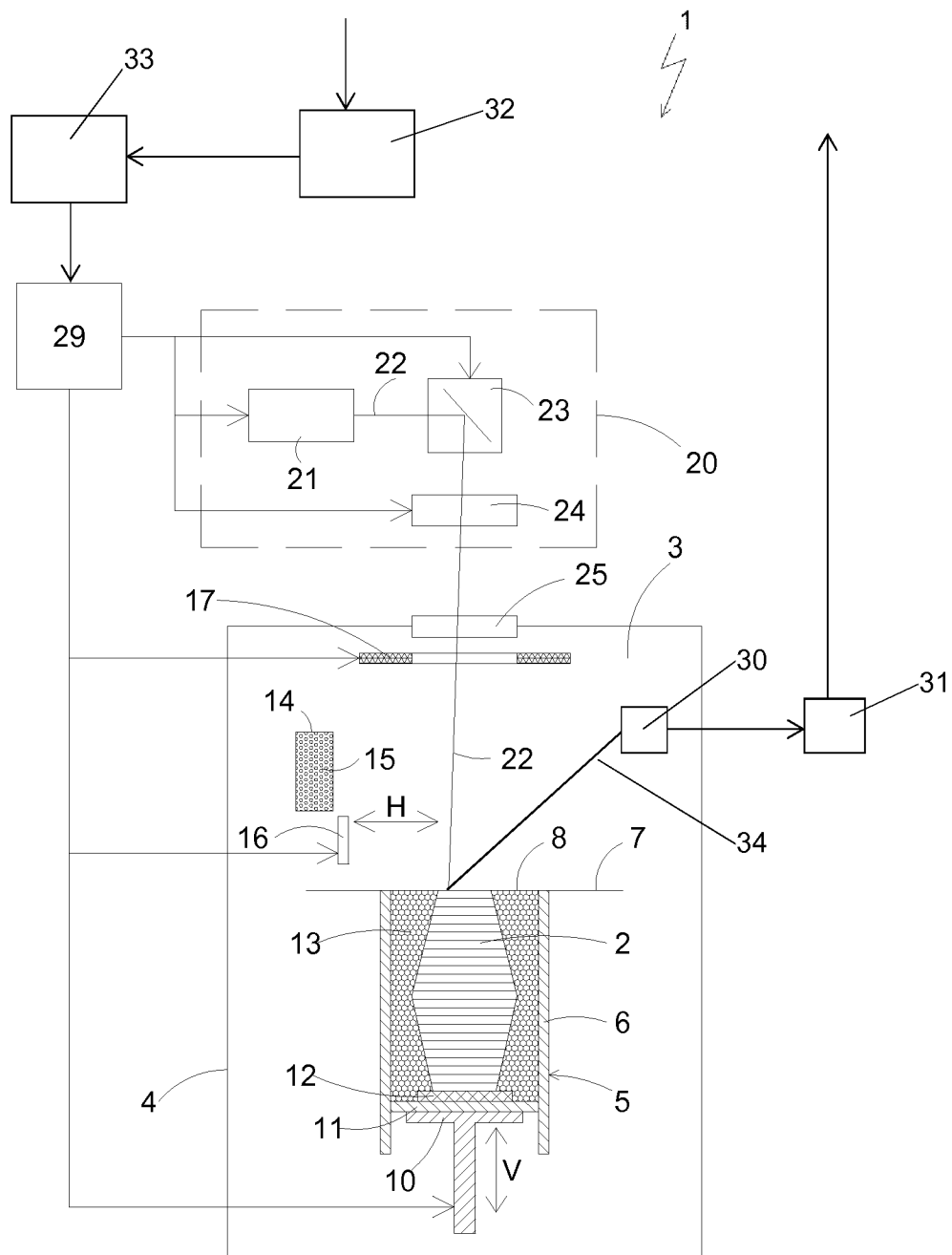


Fig. 1

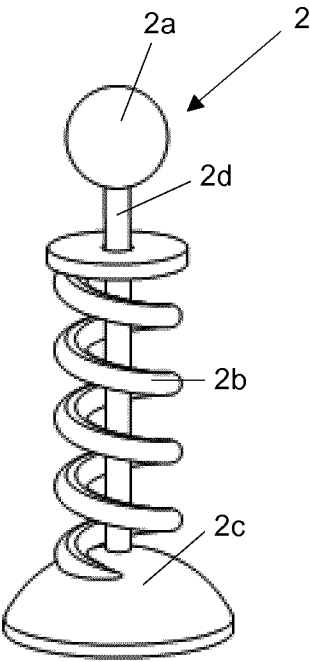


Fig. 2a

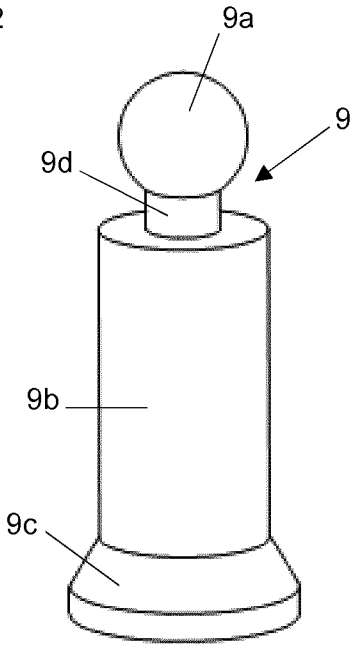


Fig. 2b

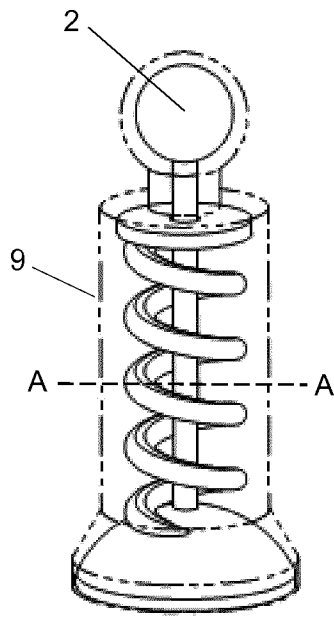


Fig. 2c

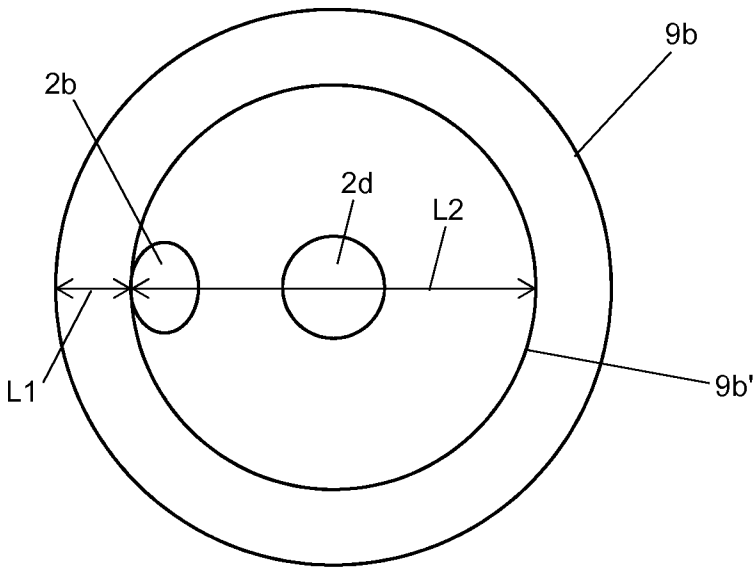


Fig. 2d

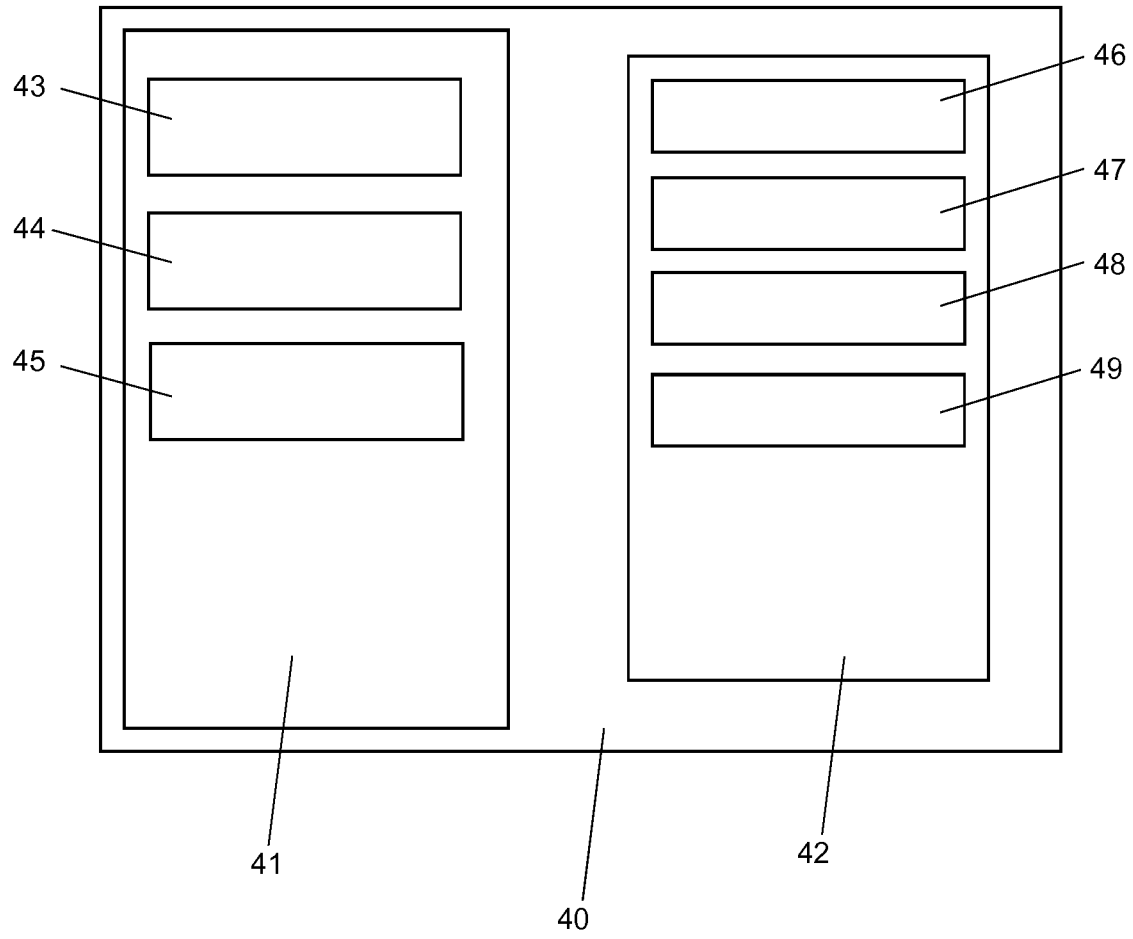


Fig. 3

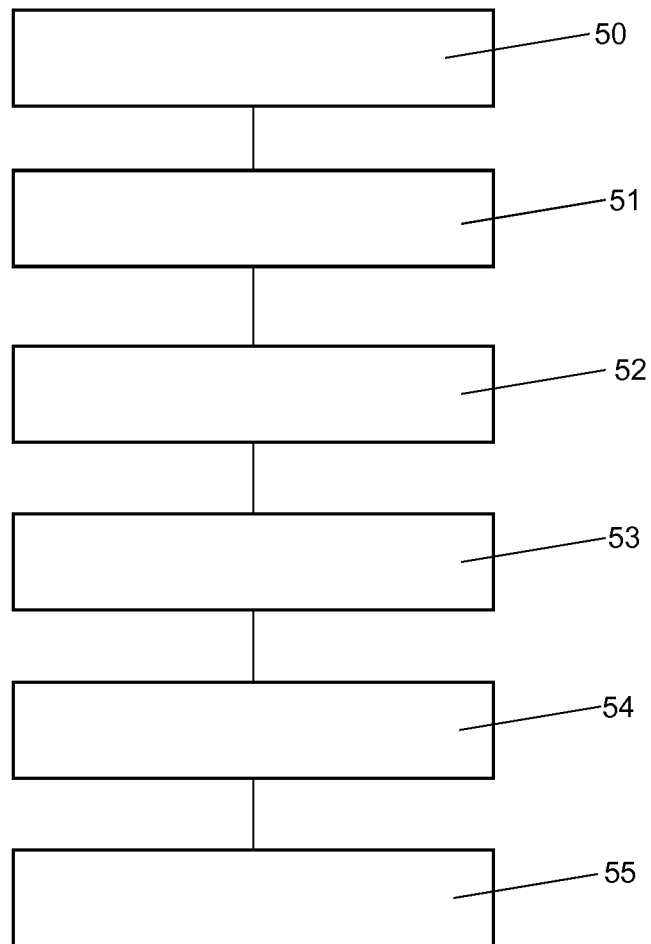


Fig. 4

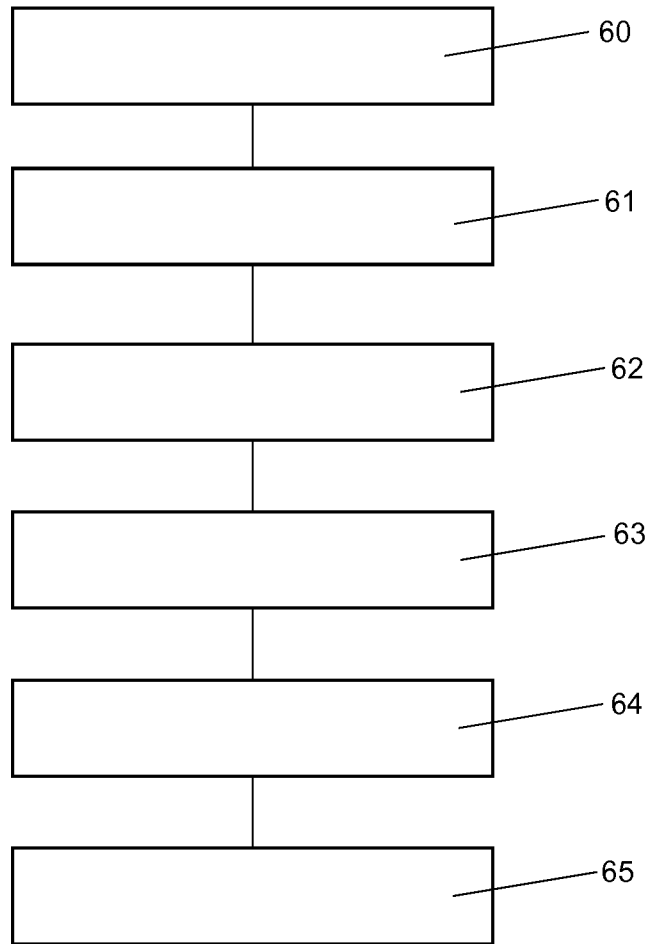


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/079483**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G06F 21/60(2013.01)i; **G06F 21/62**(2013.01)i; **G06F 21/10**(2013.01)i; **H04L 29/06**(2006.01)i; **B22F 3/00**(2006.01)n;
B22F 3/105(2006.01)n

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L; G06F; B22F; B29C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3159824 A1 (MORPHO CARDS GMBH [DE]) 26 April 2017 (2017-04-26) abstract paragraph [0007] - paragraph [0013] paragraph [0039] - paragraph [0046]	1-14
X	WO 2012146943 A2 (WITHIN TECHNOLOGIES LTD [GB]; MAHDAVI SIAVASH HAROUN [GB]; RUTO ANTHON) 01 November 2012 (2012-11-01) abstract page 3, line 23 - page 5, line 33 page 6, line 15 - page 7, line 30 page 15, line 9 - page 19, line 16 figure 4	1-14
A	DE 19638623 A1 (HOGL CHRISTIAN [DE]) 26 March 1998 (1998-03-26) abstract column 1, line 1 - column 4, line 40 claim 7	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 January 2019

Date of mailing of the international search report

25 March 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kopp, Klaus

Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-14

Encryption of object description data for producing at least one three-dimensional object.

2. claim: 15

Process monitoring device for providing process information during the production of a three-dimensional object.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-14**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/079483

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	3159824	A1	26 April 2017	NONE	
WO	2012146943	A2	01 November 2012	EP 2701893 A2	05 March 2014
				EP 3446862 A1	27 February 2019
				US 2014156053 A1	05 June 2014
				US 2017157859 A1	08 June 2017
				WO 2012146943 A2	01 November 2012
DE	19638623	A1	26 March 1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/079483

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06F21/60 G06F21/62 G06F21/10 H04L29/06
ADD. B22F3/00 B22F3/105

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H04L G06F B22F B29C

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 3 159 824 A1 (MORPHO CARDS GMBH [DE]) 26. April 2017 (2017-04-26) Zusammenfassung Absatz [0007] - Absatz [0013] Absatz [0039] - Absatz [0046] -----	1-14
X	WO 2012/146943 A2 (WITHIN TECHNOLOGIES LTD [GB]; MAHDAVI SIAVASH HAROUN [GB]; RUTO ANTHON) 1. November 2012 (2012-11-01) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 23 - Seite 5, Zeile 33 Seite 6, Zeile 15 - Seite 7, Zeile 30 Seite 15, Zeile 9 - Seite 19, Zeile 16 Abbildung 4 ----- -/--	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Januar 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/03/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kopp, Klaus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/079483

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 38 623 A1 (HOGL CHRISTIAN [DE]) 26. März 1998 (1998-03-26) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 4, Zeile 40 Anspruch 7 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/079483

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-14

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN**PCT/ISA/ 210**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-14

Verschlüsselung von Objektbeschreibungsdaten zur Herstellung mindestens eines dreidimensionalen Objekts

2. Anspruch: 15

Prozessüberwachungsvorrichtung zur Bereitstellung von Prozessinformation während der Herstellung eines dreidimensionalen Objekts

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/079483

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3159824	A1	26-04-2017	KEINE

WO 2012146943	A2	01-11-2012	EP 2701893 A2 05-03-2014
			EP 3446862 A1 27-02-2019
			US 2014156053 A1 05-06-2014
			US 2017157859 A1 08-06-2017
			WO 2012146943 A2 01-11-2012

DE 19638623	A1	26-03-1998	KEINE
