



(10) **DE 10 2016 202 281 A1** 2016.09.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 202 281.4**

(22) Anmeldetag: **15.02.2016**

(43) Offenlegungstag: **08.09.2016**

(51) Int Cl.: **G06K 19/06** (2006.01)
B33Y 50/00 (2015.01)

(30) Unionspriorität:
14/635,529 **02.03.2015** **US**

(71) Anmelder:
Xerox Corporation, Norwalk, Conn., US

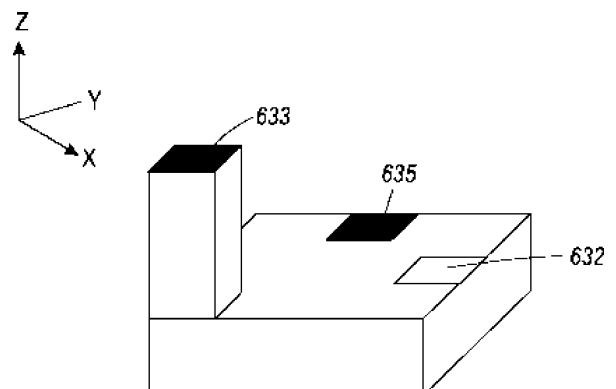
(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

(72) Erfinder:
Flores, Eliud Robles, Rochester, N.Y., US;
Anderson Jr., Robert Bruce, Syracuse, N.Y., US;
Foley, Timothy P., Marion, N.Y., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND SYSTEM ZUM GENERIEREN UND DRUCKEN DREIDIMENSIONALER
BARCODES**

(57) Zusammenfassung: System, das ein dreidimensionales (3D-)Druckgerät, einen Prozessor und einen computerlesbaren Speicher umfasst einen 3D-Barcode und ein dreidimensionales Objekt druckt, das in den 3D-Barcode eingebettete Informationen enthält, durch: (i) Empfangen von in den 3D-Barcode einzubettenden Informationen; (ii) Festlegen einer Barcode-Symbologie, wobei die Barcode-Symbologie zumindest ein Symbolzeichen in einer z-Dimension enthält; (iii) Generieren einer Aufbaufolge, die das 3D-Druckgerät dazu veranlasst, den 3D-Barcode zu drucken, in dem die empfangenen Informationen gemäß der Barcode-Symbologie in den 3D-Barcode einbettet werden; und (iv) Verwenden der Aufbaufolge zum Drucken des 3D-Objekts, so dass jedes Symbolzeichen der Symbologie, das in der z-Dimension erscheinen soll, als eine physische Darstellung in z-Richtung auf das 3D-Objekt gedruckt wird.



Beschreibung

[0001] Barcodes sind heute ein Verfahren mit breiter Akzeptanz zum Speichern von Informationen über Objekte wie Identifikationsinformationen, Teile, Preise, Seriennummern und zahlreiche andere Datenelemente. Ein eindimensionales bzw. zweidimensionales Barcodesymbol ist typischerweise eine maschinenlesbare Anordnung von codierten Elementen, die direkt auf eine Objektoberfläche oder auf ein an einer Objektoberfläche befestigtes Etikett aufgedruckt werden. Barcodesymbole werden typischerweise durch optische Techniken wie Lesegeräte, bei denen Abtastlaserstrahlen zur Anwendung kommen, handgeführte Stiftscanner oder Kameras von Mobiltelefonen gelesen. Barcodesymbole umfassen typischerweise Striche und Lücken, wobei Striche unterschiedlicher Breite Zeichenketten aus binären Einsen und Lücken unterschiedlicher Breite binäre Nullen darstellen. Ein Beispiel eines eindimensionalen Barcodes **101** ist in **Fig. 1** dargestellt.

[0002] Ein QR-Code ist ein Typ eines zweidimensionalen Barcodes oder eines Matrix-Barcodes, der durch elektronische Geräte mit einer Kamera, wie Smartphones, Computergeräte, spezialisierte Scanner usw., gelesen werden kann. Der Matrix-Barcode kann schwarze Blöcke oder Module umfassen, die in einem Muster auf weißem Hintergrund angeordnet sind. Bei den im Matrix-Barcode codierten Informationen kann es sich um Text, Uniform Resource Locators (URL), alphanummerische, numerische und andere Daten handeln. Ein Beispiel für einen zweidimensionalen Barcode **102** ist in **Fig. 1B** dargestellt.

[0003] Bei den bisher bekannten Verfahren wird bei (mit 2D-Druckern gedruckten) traditionellen eindimensionalen Barcodes und zweidimensionalen Barcodes Farbe hinzugefügt, um die Datenkapazität zu erhöhen. Die Datenkapazität von farbigen Barcodes ist jedoch nach wie vor sehr eingeschränkt. Dadurch beschränkt sich die Menge an Informationen, die in Barcodes gespeichert werden kann, auf Rückverfolgungsinformationen, Identifikationsinformationen und dergleichen. Darüber hinaus können Barcodes nach den bestehenden Verfahren keine für einen Benutzer nicht leicht zugänglichen oder sichtbaren Informationen umfassen.

[0004] Mit der Einführung von dreidimensionalen (3D-)Drucktechnologien kann es wünschenswert sein, neue Möglichkeiten zum Vergrößern der Datenkapazität von Barcodes und zum Integrieren von sensiblen, nicht öffentlichen Informationen vorzustellen, sodass Barcodes mehr Informationen speichern können, z. B. Herstellungsinformationen, Rückverfolgungsinformationen für Fertigungsteile und 3D-Designdateien für das Objekt. In diesem Schriftstück sind Verfahren und Systeme beschrieben, die auf zumin-

dest einige der vorstehend beschriebenen Probleme abgestellt sind.

[0005] In einer Ausführungsform ein System, das ein dreidimensionales (3D-)Druckgerät, einen Prozessor und einen computerlesbaren Speicher umfasst, einen 3D-Barcode und ein dreidimensionales Objekt druckt, das in den 3D-Barcode eingebettete Informationen enthält, durch: (i) Empfangen von in den 3D-Barcode einzubettenden Informationen; (ii) Festlegen einer Barcode-Symbologie, wobei die Barcode-Symbologie zumindest ein Symbolzeichen in einer z-Dimension enthält; (iii) Generieren einer Aufbaufolge, die das 3D-Druckgerät dazu veranlasst, den 3D-Barcode zu drucken, in dem die empfangenen Informationen gemäß der Barcode-Symbologie in den 3D-Barcode einbettet werden; und (iv) Verwenden der Aufbaufolge zum Drucken des 3D-Objekts, sodass jedes Symbolzeichen der Symbologie, das in der z-Dimension erscheinen soll, als eine physische Darstellung in z-Richtung auf das 3D-Objekt gedruckt wird.

[0006] Optional kann das System Informationen auch in öffentliche Informationen und nicht-öffentliche Informationen sortieren. In diesem Fall kann es die Barcode-Symbologie so festlegen, dass die nicht-öffentlichen Informationen in dem mindestens einen Symbolzeichen in z-Richtung eingebettet werden. Das System kann öffentliche Informationen als zweidimensionale Symbolzeichen auf eine Fläche des Objekts drucken. Die öffentlichen Informationen können zum Beispiel eine Teilenummer, Teile-Identifikationsinformationen, Erfinderinformationen, Gebrauchsanleitung, Sicherheitsinformationen bzw. Lizenzierungsinformationen umfassen. Die nicht-öffentlichen Informationen können zum Beispiel Informationen in Bezug auf das Drucken eines Objekts, Informationen in Bezug auf das Drucken von Objektteilen, sekundäre Fertigungsinformationen bzw. Informationen, die die Ablaufsteuerung der Teile bei der Fertigung eines Objekts definieren, umfassen.

[0007] Optional kann das System auch mindestens eine Kopie der Barcode-Symbologie innerhalb des dreidimensionalen Barcodes codieren. Alternativ oder zusätzlich kann das System mindestens eine Kopie der Barcode-Symbologie an einem Ort außerhalb des dreidimensionalen Barcodes speichern und mindestens einen Link zu diesem Ort im dreidimensionalen Barcode codieren.

[0008] In einigen Ausführungsformen kann das System, falls die empfangenen Informationen einen eindimensionalen Barcode aus Strichen und Lücken umfassen, beim Festlegen der Barcode-Symbologie die Striche in eine erste Höhendarstellung umwandeln und die Lücken in eine zweite Höhendarstellung umwandeln. Anschließend kann das System beim Generieren einer Aufbaufolge Anweisungen für das 3D-

Druckgerät generieren, eine einzige Farbe zum Drucken der Striche in einer ersten Höhe entsprechend der ersten Höhendarstellung und zum Drucken der Lücken in einer zweiten Höhe entsprechend der zweiten Höhendarstellung zu verwenden, sodass die erste Höhe und die zweite Höhe mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmbar sind.

[0009] In einigen Ausführungsformen kann das System, falls die empfangenen Informationen einen eindimensionalen Barcode mit Strichen und Lücken sowie einer Reihe von zusätzlichen Daten umfassen, beim Festlegen der Barcode-Symbologie die Striche in eine erste Höhendarstellung umwandeln, die Lücken in eine zweite Höhendarstellung umwandeln und die zusätzlichen Daten in eine Farbdarstellung umwandeln. Anschließend kann das System beim Generieren einer Aufbaufolge Anweisungen für das 3D-Druckgerät generieren, eine erste Farbe zum Drucken der Striche in einer ersten Höhe entsprechend der ersten Höhendarstellung zu verwenden und die Lücken in einer zweiten Höhe entsprechend der zweiten Höhendarstellung zu drucken und zumindest einige der Striche oder Lücken mit einer zweiten Farbe zu verstärken, um die Farbdarstellung wiederzugeben.

[0010] In einigen Ausführungsformen kann das System, falls die empfangenen Informationen einen zweidimensionalen Barcode mit ersten und zweiten Pixeln, die unterschiedliche Farben aufweisen, umfassen, beim Festlegen der Barcode-Symbologie die ersten Pixel in eine erste Höhendarstellung umwandeln und die zweiten Pixel in eine zweite Höhendarstellung umwandeln. Anschließend kann das System beim Generieren einer Aufbaufolge Anweisungen für das 3D-Druckgerät generieren, eine einzige Farbe zum Drucken der ersten Pixel in einer ersten Höhe entsprechend der ersten Höhendarstellung und zum Drucken der zweiten Pixel in einer zweiten Höhe entsprechend der zweiten Höhendarstellung zu verwenden, sodass die erste Höhe und die zweite Höhe mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmbar sind.

[0011] In einigen Ausführungsformen kann das System, falls die empfangenen Informationen einen zweidimensionalen Barcode aus ersten und zweiten Pixeln, die unterschiedliche Farben aufweisen, sowie eine Reihe von zusätzlichen Daten umfassen, beim Festlegen der Barcode-Symbologie die ersten Pixel in eine erste Höhendarstellung umwandeln, die zweiten Pixel in eine zweite Höhendarstellung umwandeln und die zusätzlichen Daten in eine Farbdarstellung umwandeln. Anschließend kann das System beim Generieren einer Aufbaufolge Anweisungen für das 3D-Druckgerät generieren, eine erste Farbe zum Drucken der ersten Pixel in einer ersten Höhe entsprechend der ersten Höhendarstellung zu verwenden, und die zweiten Pixel in einer zweiten Höhe entsprechend der zweiten Höhendarstellung zu drucken,

und zumindest einige der ersten Pixel oder zweiten Pixel mit einer zweiten Farbe zu verstärken, um die Farbdarstellung wiederzugeben.

[0012] Fig. 1 stellt Beispiele eines eindimensionalen bzw. eines zweidimensionalen Barcodes nach dem früheren Stand der Technik dar.

[0013] Fig. 2 veranschaulicht eine schematische Darstellung eines Systems zur Herstellung eines dreidimensionalen Barcodes nach einer Ausführungsform.

[0014] Fig. 3 stellt ein Beispiel für ein Ablaufdiagramm eines Prozesses zur Herstellung eines dreidimensionalen Barcodes nach einer Ausführungsform dar.

[0015] Fig. 4 stellt ein Beispiel für ein Ablaufdiagramm eines Prozesses zur Festlegung einer Barcode-Symbologie nach einer Ausführungsform dar.

[0016] Fig. 5 stellt ein Beispiel für ein Ablaufdiagramm eines Prozesses zum Generieren einer Aufbaufolge für ein 3D-Objekt und zum Drucken eines 3D-Barcodes auf das Objekt dar.

[0017] Die Fig. 6A–Fig. 6D veranschaulichen Beispielstrukturen dreidimensionaler Barcodes, hergestellt nach einer Ausführungsform.

[0018] Fig. 7 veranschaulicht ein Blockdiagramm beispielhafter Hardware, die dazu dienen kann, Programmieranweisungen nach einer Ausführungsform zu enthalten oder zu implementieren.

[0019] Zum Zweck dieses Schriftstücks haben folgende Begriffe folgende Bedeutungen:

Wie sie in diesem Schriftstück verwendet sind, umfassen die Singularformen „ein“, „eine“, und „der“, „die“, „das“ auch den Plural, sofern nicht der Kontext ausdrücklich etwas anderes vorgibt. Sofern nicht anderweitig definiert haben alle hier verwendeten technischen und wissenschaftlichen Begriffe dieselben Bedeutungen, wie sie im Allgemeinen von Personen mit durchschnittlichen Fachkenntnissen verstanden werden. Wie er in diesem Schriftstück verwendet wird, bedeutet der Begriff "umfassend" "einschließlich, aber nicht beschränkt auf".

[0020] Ein "Computergerät" oder "elektronisches Gerät" bezieht sich auf ein Gerät, das einen Prozessor und einen nicht-flüchtigen, computerlesbaren Speicher enthält. Der Speicher kann Programmieranweisungen enthalten, die, wenn sie vom Prozessor ausgeführt werden, das Computergerät oder elektronische Gerät dazu veranlassen, einen oder mehrere Vorgänge nach den Programmieranweisungen auszuführen. Wie in dieser Beschreibung verwendet, kann ein "Computergerät" oder ein "elek-

tronisches Gerät" ein einzelnes Gerät oder eine beliebige Anzahl von Geräten mit einem oder mehreren Prozessoren sein, die miteinander kommunizieren und Daten bzw. Anweisungen gemeinsam nutzen. Sofern nicht der Kontext spezifisch etwas anderes vorgibt, umfasst der Begriff "Prozessor" Ausführungsformen mit einem einzelnen Prozessor sowie Ausführungsformen, in denen mehrere Prozessoren zusammen verschiedene Schritte eines Prozesses ausführen. Beispiele für Computergeräte bzw. elektronische Geräte umfassen Personalcomputer, Server, Großrechner, Spielsysteme, Fernseher und tragbare elektronische Geräte wie Smartphones, Personal Digital Assistants, Kameras, Tablets, Laptops, Mediaplayer und dergleichen.

[0021] Wie er in diesem Schriftstück verwendet wird, bezeichnet der Begriff "traditioneller eindimensionaler Barcode" die Darstellung von Daten als in x-Richtung oder y-Richtung gedruckte oder strukturelle oder dargestellte Elemente. Ein zweidimensionaler Barcode, wie z. B. eine Datamatrix und QR-Codes, und umfasst in der x-Richtung und der y-Richtung gedruckte oder strukturelle oder dargestellte Elemente. Die Begriffe "dreidimensionaler Barcode" und "3D-Barcode" beziehen sich auf einen eindimensionalen bzw. zweidimensionalen Barcode, in dem eine unterschiedliche Höhenkomponente (z-Richtung) in der Anordnung codierter Elemente als zusätzliche Dimension integriert ist. (In diesem Kontext stehen die Richtungen x, y und z senkrecht zueinander).

[0022] In einigen Ausführungsformen kann sich die Herstellung eines 3D-Barcodes auf das Erzeugen oder Prägen eines 3D-Barcodes direkt auf die Oberfläche eines Objekts beziehen. Alternativ bzw. zusätzlich kann sich die Herstellung eines 3D-Barcodes auf das Erzeugen oder Prägen eines 3D-Barcodes auf ein Substrat, das auf Objekt aufgebracht sein kann, beziehen. Beispiele für Substrate können u. a. Blech, Papier, Stoff, Kunststoff oder andere biegsame oder starre Materialien umfassen, die dazu geeignet sind, ein oder mehrere Symbolzeichen darauf zu drucken oder zu bilden.

[0023] Barcode-Symbologie bezieht sich auf das Mapping zwischen Daten und Barcode und bezieht sich auf eine Reihe von barcodespezifischen Regeln und Definitionen, die die vom Barcodesymbol dargestellten Informationen auf der Basis der spezifischen Anordnung und der spezifischen Eigenschaften von Strichen oder Elementen in einem Barcodesymbol definieren. Anordnungen und Eigenschaften können u. a. die durch die verwendete Symbologie festgelegte Größe, Form, Höhe, Farbe und Breite der Elemente sowie Lücken zwischen den Elementen umfassen. Zum Beispiel könnte in einem traditionellen Barcode ein schmaler Strich oder eine schmale Lücke eine 0 darstellen, während ein breiter Strich oder eine breite Lücke eine 1 darstellen könnte, oder ein langer Strich

könnte eine 0 darstellen, während ein kurzer Strich eine 1 darstellen könnte. Des Weiteren bezieht sich "Symbolzeichen" auf die einzigartigen geometrischen Formen oder Strich- und Lücken-Muster oder auf in einer Barcode-Symbologie verwendete Elemente, die bestimmte Datenzeichen darstellen sollen. Zum Beispiel wird in dem 16-Bit-Zeichen, das Standard-Unicode codiert, das Datenzeichen "A" durch den 16-Bit-Code "0041" in hexadezimaler Schreibweise und "65" in dezimaler Schreibweise dargestellt. Das Datenzeichen "A" wird als "10" in der traditionellen Barcode-Symbologie vom Typ Code 93 dargestellt. Die Darstellung 10 in Code 93 (eindimensional) entspricht einem Symbolzeichen mit einem Muster eines Strichs mit der Breite von zwei Modulen, gefolgt von einer Lücke mit der Breite von einem Modul, einem Strich mit der Breite von einem Modul und einer Lücke mit der Breite von drei Modulen. Diese Offenlegung beschreibt eine einzigartige dritte Dimension, wobei die Symbolzeichen eine Höhendimension umfassen können.

[0024] Die Begriffe "Dreidimensionaldruck" und "3D-Druck" beziehen sich auf ein oder verschiedene Verfahren zur Bildung eines dreidimensionalen Objekts aus einem Modell oder einer anderen elektronischen Datenquelle durch einen Prozess, in dem mehrere Schichten eines Werkstoffs geformt und gehärtet werden, typischerweise gesteuert von einem Computergerät. Beispiele für 3D-Druckverfahren umfassen u. a. Stereolithographie, selektives Lasersintern, Fused Deposition Modeling und Laminated Object Manufacturing.

[0025] Die Begriffe "Dreidimensional-Druckgerät" und "3D-Druckgerät" beziehen sich auf ein Gerät oder System, das in der Lage ist, ein 3D-Druckverfahren auszuführen. Ein 3D-Druckgerät umfasst einen Prozessor. Der Prozessor implementiert Programmieranweisungen, typischerweise unter Verwendung von Parametern aus einer Datendatei, die einen Applikator des Geräts dazu veranlassen, selektiv Schichten eines Werkstoffs (wie eines Photopolymers oder Pulvers) abzulagern, und die eine Strahlung generierende Vorrichtung (wie einen Laser oder eine Wärmequelle) dazu veranlasst, selektiv Energie anzuwenden, um das Härten der aufgetragenen Werkstoffschichten zu unterstützen. Wie in dieser Offenlegung verwendet, beziehen sich die Begriffe "dreidimensionales Drucksystem", "dreidimensionaler Drucker", "3D-Druckgerät", "3D-Drucksystem" und "3D-Drucker" auf ein(en) beliebiges/beliebigen heute oder in Zukunft bekanntes/bekannten 3D-Drucksystem oder -Drucker.

[0026] Die Begriffe "dreidimensionales Scangerät" und "3D-Scanner" beziehen sich auf ein Gerät oder System, das in der Lage ist, Daten zu scannen, die in einem 3D-Barcode codiert sind. Ein 3D-Druckgerät umfasst einen Prozessor und einen oder meh-

rere Sensoren, die physische Merkmale der Objekte erkennen können. Die Sensoren können zum Beispiel einen Bildsensor (eine Kamera), einen akustischen Sensor (z. B. ein Sonar), einen Sensor für Material oder für chemische Eigenschaften, einen Magnetsensor, ein Röntgengerät, eine Kombination aus einer Infrarotkamera und einer Infrarot-Lichtquelle, ein Lesegerät in Luftrakel-Ausführung oder andere Sensoren umfassen. Der Prozessor implementiert Programmierungsanweisungen, typischerweise unter Verwendung von Parametern aus einer Datendatei, die den Sensor dazu veranlassen, in einem 3D-Barcode eingebettete Daten zu erfassen. Wie in dieser Offenlegung verwendet, beziehen sich die Begriffe "dreidimensionales Drucksystem", "dreidimensionaler Scanner", "3D-Scangerät", "3D-Scansystem" und "3D-Scanner" auf ein(en) beliebiges/beliebigen heute oder in Zukunft bekanntes/bekannten 3D-Drucksystem oder -Drucker.

[0027] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Systems zur Herstellung eines 3D-Objekts bzw. von 3D-Objekten mit einem 3D-Barcode (hier nicht dargestellt) mittels eines 3D-Druckgeräts **202**. Das 3D-Druckgerät **202** kann mit einem Computergerät **201** kommunizieren, das ein Speichergerät zur Speichern von computerunterstützter Design-(nachstehend als "CAD" bezeichnet) Software umfasst, die in der Lage ist, Objekte zu konstruieren und das 3D-Druckgerät dazu zu veranlassen, Objekte durch 3D-Druck zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen kann das Computergerät **201** im 3D-Druckgerät **202** integriert sein. Alternativ können das Computergerät **201** und das 3D-Druckgerät **202** getrennte Geräte sein, die Datendateien über ein oder mehrere Kommunikationsnetze oder durch ein physisches oder manuelles Dateiübertragungsverfahren gemeinsam nutzen. Typischerweise enthalten CAD-Dateien Spezifikationen, aus denen die Geometrie eines Objekts generiert wird, die wiederum eine Darstellung des zu generierenden Objekts ermöglichen. Geometrie und Darstellung können in einer einzigen CAD-Datei oder in mehreren CAD-Dateien gespeichert werden. Das CAD-Softwaremodul umfasst Grafik-Tools zur Darstellung der modellierten Objekte für die Designer. Diese Tools sind für die Anzeige komplexer Objekte bestimmt. Ein CAD-System verwaltet Objektmodelle, die in elektronischen Dateien gespeichert werden. Die in diesem Schriftstück offengelegten Verfahren können auch als Stand-alone-Software unabhängig von bestehender CAD-Software oder einem CAD-Rahmen implementiert werden. Ein derartiges Programm kann seine eigene grafische Benutzeroberfläche ("GUI") implementieren und Standard-3D-Software-Bibliotheken zum Generieren von 3D-Modellen verwenden. Alternativ kann ein derartiges Programm seine eigenen Bibliotheken zum Generieren von 3D-Modellen implementieren. Die Verwendung von CAD-Software in dieser Offenlegung ist als Bei-

spiel zu verstehen, und es ist für fachkundige Personen offensichtlich, dass andere Software bzw. Design-Tools verwendet werden können, ohne von den Prinzipien dieser Offenlegung abzuweichen.

[0028] Das Computergerät kann auch ein oder mehrere Module zur Verbesserung der Funktionalitäten der Original-CAD-Software umfassen, sodass sie einem Benutzer ermöglichen kann, einen 3D-Barcode nach den hier offengelegten Prinzipien zu erzeugen. Das/die Modul/e kann/können eine Software-Anwendung einschließlich einer Funktionalität sein, die es einem Benutzer ermöglicht, Daten aus Informationen zu generieren und Barcode-Symbologie festzulegen und die Daten bzw. Informationen in Form eines 3D-Barcodes in ein Objekt bzw. ein Substrat einzubetten. In einigen Ausführungsformen kann das Modul in einem Speichergerät des Computergeräts **201** abgelegt sein. Alternativ kann das Modul an einem separaten Gerät (wie einem Speicher-Stick) oder als cloud-basierte Software-Anwendung, die Datendateien, Anweisungen oder beides über ein oder mehrere Kommunikationsnetze oder durch ein physisches oder manuelles Dateiübertragungsverfahren mit der CAD-Software gemeinsam nutzen kann, zur Verfügung gestellt werden. In bestimmten Ausführungsformen können die Daten aus einem eindimensionalen oder zweidimensionalen Barcode extrahiert und in einen 3D-Barcode eingebettet werden.

[0029] In Bezug auf das Ablaufdiagramm aus Fig. 3 wird ein Verfahren zum Erzeugen eines 3D-Barcodes durch Bereitstellung von Anweisungen an einen Prozessor des Computergeräts offengelegt. Das System kann Informationen empfangen, die in Schritt **301** in den Barcode einzubeziehen sind. In einer Ausführungsform kann ein Benutzer die Informationen über eine Benutzerschnittstelle zur Verfügung stellen. In bestimmten Ausführungsformen kann der Prozessor die Informationen automatisch aus Datenbanken extrahieren, die mit dem Objekt, auf das der 3D-Barcode geprägt bzw. aufgebracht wird, verbunden sind. In einigen Ausführungsformen können die Informationen selbst im 3D-Barcode eingebettet sein. In bestimmten anderen Ausführungsformen kann zumindest ein Teil der Informationen an einem externen Ort gespeichert sein und (ein) Verweis/e auf den externen Ort kann/können im 3D-Barcode eingebettet sein. Der Verweis kann die Form eines Hyperlinks auf eine Website oder andere ähnliche Formen annehmen.

[0030] Die Informationen können Anweisungen bereitstellen und Details im Zusammenhang mit dem Objekt, auf das der 3D-Barcode geprägt bzw. aufgebracht wird, enthalten. Die Informationen können u. a. folgender Art sein: für das Drucken von Kopien des Objekts erforderliche Informationen; Identifikationsinformationen; Fertigungslizenzinformationen; Informationen über geistiges Eigentum; Qua-

litätskontrollinformationen; Zusammensetzungsinformationen; Sicherheitsinformationen; Postbuild-Informationen; Gebrauchsinformationen für Kunden; Informationen zu gewerblichen Funktionen, Informationen zur Verbrauchersicherheit; Ersatzteillisten; Informationen zu Sicherheitsfunktionen und Kombinationen davon.

[0031] Beispiele für zum Drucken von Kopien des 3D-Objekts erforderliche Informationen können u. a. Folgendes umfassen: Strukturparameter, Designdateien, CAD-Dateien bzw. andere derartige Informationen zur Herstellung von Kopien des Objekts (wie vorstehend in Bezug auf Verweisinformationen erläutert). Herstellungsinformationen können auch Informationen umfassen, die für die Lizenzierung des Rechts auf Herstellung des Objekts bzw. für den Kauf der Lizenz erforderlich sind. Zum Beispiel kann der 3D-Barcode Folgendes umfassen: Links zu den CAD-Dateien zum Drucken des Objekts, zu Copyright-Servern, Autorisierungsservern bzw. einen Pfad zu einem Server, der die Übertragung von Geldmitteln auf das Bankkonto des Designeigentümers ermöglicht.

[0032] Beispiele für Identifikationsinformationen können bezüglich des Objekts Kundenkennung (Seriennummern), Chargen- und Losnummern, Kaufinformationen, Aufträge für die Warteschlange, Herstellungsdatum, Anlage und Identifikationsdetails ähnlicher Art umfassen. In einer Ausführungsform können die Informationen auch Anweisungen für die Handhabung des hergestellten 3D-Objekts nach dem Fertigstellungsvorgang enthalten.

[0033] Qualitätskontrollinformationen können Informationen zum Herstellungsjahr, der Modellnummer, dem Fertigungsplan und den Fertigungsoptionen umfassen. In einigen Ausführungsformen können die Qualitätskontrollinformationen weiterhin Informationen wie die Seriennummer des Druckers, die chemische Formel von Medien, die Chargennummer, Feuchtigkeit, Temperatur, Fertigungszeit, Operator-Nummer, Kalibrierungsnummer sowie häufige Fehler und deren Schweregrad umfassen.

[0034] Die Informationen können auch Informationen im Zusammenhang mit den verschiedenen für das Drucken von Kopien eines Objekts erforderlichen Teilen umfassen. Beispiele können u. a. Teilenummern, Auftragsinformationen, Webseitendaten, organisatorische Informationen und andere derartige Informationen umfassen, die für die Bestellung, den Druck oder die kundenspezifische Anpassung von Teilen erforderlich sind. Mindestens ein Teil dieser Informationen kann in 3D-Barcodes enthalten sein, die auf die jeweiligen Teile zu prägen oder direkt daran anzubringen sind.

[0035] Als nächstes kann der Prozessor in Schritt **302** Sortierregeln anwenden, um die empfangenen Informationen zu sortieren in Informationen, die einem Benutzer einfach zugänglich sind (öffentliche Informationen) und Informationen, die einem Benutzer nicht leicht zugänglich sind (nicht-öffentliche Informationen). In einer Ausführungsform kann das Modul Sortierregeln von einem Benutzer über eine Benutzerschnittstelle empfangen und einen Prozessor anweisen, die Informationen auf der Basis der durch den Benutzer bereitgestellten Logik zu sortieren. In bestimmten anderen Ausführungsformen kann der Prozessor die Informationen basierend auf der im System vorprogrammierten Logik oder einer Logik, die er aus einer Datendatei abrufen kann, sortieren. Beispiele für derartige Logiken können Folgendes umfassen: (i) ein Regelwerk, das fordert, dass Informationen in Bezug auf die Herstellung oder den Druck des Objekts bzw. der Objektteile, wie z. B. Designdateien-Objekt bzw. -Teile, CMYK-Zusammensetzung der Teile, sekundäre Fertigungsoperationen und Fertigungsdatum, nicht-öffentliche Informationen sein sollen, (ii) eine Regel, die fordert, dass Informationen, die an Kunden und Benutzer verteilt werden, wie z. B. Bedienungsanleitung, Sicherheitsinformationen und Lizenzierungsinformationen, öffentliche Informationen sein sollen, (iii) ein Regelwerk, das fordert, dass Informationen in Bezug auf die Bestellung oder kundenspezifische Anpassung von Teilen, wie z. B. Teilenummern, Teile-Identifikationsinformationen, Bestandsinformationen und Teile-Bestellinformationen, öffentliche Informationen sein sollen, und (iv) ein Regelwerk, das fordert, dass Informationen, wie z. B. die Anzahl von Teilen bzw. die Ablaufplanung im Fertigungsprozess, nicht-öffentliche Informationen sein sollen. Die vorstehende Logik ist als Beispiel zu verstehen und andere Sortierlogiken sind im Geltungsbereich dieser Offenlegung eingeschlossen. In einigen Ausführungsformen kann es einem Benutzer möglich sein, die Standard-Sortierregeln anzupassen.

[0036] In bestimmten Ausführungsformen kann das System weiterhin mindestens einen Teil der Informationen mittels Verschlüsselungstechniken, die fachkundigen Personen bekannt sind, verschlüsseln.

[0037] In Schritt **303** kann der Prozessor Daten aus den empfangenen Informationen generieren, indem er Informationen in einem Format codiert, das durch einen Barcode dargestellt werden kann. Beliebige bekannte Verfahren und Anwendungen (wie z. B. XML) können zum Erzeugen der Daten verwendet werden. Die Daten können auch Metadaten umfassen, um die Rückkonvertierung von Daten in Informationen zu vereinfachen.

[0038] Das Format oder der Typ der generierten Daten kann unterschiedlich sein, u. a. in Abhängigkeit von der Informationsmenge, der Datenmenge, der

zum Extrahieren von Daten aus dem 3D-Barcode verwendeten Scannerausführung oder der Barcode-Symbologie, die die zur Darstellung der Daten (nachstehend erläutert) zu verwendenden Typen von Barcode-Elementen definiert. Die Datentypen können u. a. den Zeichensatz des American Standard Code for Information Exchange (ASCII), ganze Zahlen (16-bit, 32-bit usw.), boolesche (binär, oktal usw.), alphanumerische Zeichenketten, Textinformationen oder eine Kombination davon umfassen. In einigen Ausführungsformen stellen Zahlzeichen und -wörter wie z. B. 8, ocho, 100-92, Wurzel von vierundsechzig usw. Symbole dar, die zur Darstellung von Zahlen verwendet werden können.

[0039] In einigen Ausführungsformen kann ein Benutzer eine Vielzahl von Zeichen im Zusammenhang mit speziellen Informationen eingeben, um Daten zu generieren.

[0040] In bestimmten Ausführungsformen kann mindestens ein Teil der empfangenen Informationen nicht in Daten konvertiert werden und kann mit oder neben dem 3D-Barcode als Textinformation als solche gedruckt werden. Beispiele für derartige Informationen können u. a. Herstellungsdaten, Teilenummern und Seriennummern umfassen.

[0041] In Schritt **304** kann das System Barcode-Symbologie zum Erzeugen des 3D-Barcodes festlegen, wie in **Fig. 4** dargestellt.

[0042] Wie in **Fig. 4** dargestellt, kann das System in Schritt **401** Benutzeranweisungen zur Festlegung von mindestens einem Teil der Barcode-Symbologie empfangen. Beispiele für derartige Benutzeranweisungen können u. a. den Typ der Barcode-Symbologie zur Darstellung der Daten in x-Richtung bzw. y-Richtung, die Anzahl der Barcodes, in x-, y- oder z-Richtung zu codierende Datentypen, den Symbolzeichentyp und andere derartige Informationen umfassen.

[0043] In Schritt **402** kann das System den Barcode-Symbologietyp zur Darstellung von Daten in x-Richtung bzw. y-Richtung auswählen. Wie vorstehend erläutert kann ein Benutzer durch Eingabe (wie z. B. als Antwort auf ein durch das System generierte Aufforderung) den Barcode-Symbologietyp zur Darstellung von Daten in x-Richtung bzw. y-Richtung definieren. In bestimmten anderen Ausführungsformen kann der Prozessor die Barcode-Symbologietypen in x-Richtung bzw. y-Richtung basierend auf Faktoren wie z. B. dem geografischen Standort, Kennzeichnungsnormen, einheitlichen Protokollen, dem verfügbaren Footprint, Größenbegrenzungen des Barcodes und anderen ähnlichen Faktoren auswählen. Beispiele der Barcode-Symbologie in x-Richtung bzw. y-Richtung können u. a. Plessey, ein Universal Pro-

duct Code (UPC), Codabar, Code 11, Pharmacode, POSTNET, PostBar usw. umfassen.

[0044] Die Festlegung der Barcode-Symbologie kann weiterhin das Sortieren der in jeder Richtung einzubettenden Daten bzw. Informationen **403** umfassen. In einigen Ausführungsformen kann das System eine Reihe von Regeln zum Sortieren der Daten bzw. Informationen empfangen. In bestimmten anderen Ausführungsformen kann der Prozessor die Daten bzw. Informationen basierend auf der im System vorprogrammierten Logik oder einer Logik, die er aus einer Datendatei abrufen kann, sortieren. Beispiele einer derartigen Logik umfassen u. a.: (i) ein Regelwerk, das die in jeder Richtung zu codierenden Informationstypen definiert (z. B. nicht-öffentliche sind nur in z-Richtung zu codieren); (ii) eine Reihe von Regeln, die fordern, dass unverschlüsselte Informationen in z-Richtung zu codieren sind; (iii) ein Regelwerk, das fordert, dass nicht-öffentliche Informationen zuerst in x-Richtung, anschließend – nachdem die Datenkapazität in x-Richtung erschöpft ist – in y-Richtung, und schließlich – nachdem die Datenkapazität in y-Richtung erschöpft ist – in z-Richtung zu codieren sind. Die vorstehende Logik ist als Beispiel zu verstehen und andere Sortierlogiken sind im Geltungsbereich dieser Offenlegung eingeschlossen. In einigen Ausführungsformen kann es einem Benutzer möglich sein, die Standard-Sortierregeln anzupassen.

[0045] In einigen Ausführungsformen kann das Festlegen der Barcode-Symbologie weiterhin das Definieren **404** eines im 3D-Barcode zu verwendenden Farbschemas umfassen, um die Datenkapazität zu erhöhen. Zum Beispiel können verschiedene Farben in die Symbolzeichen integriert werden, um zusätzlich zu Lücke, Höhe, Breite und anderen derartigen Faktoren verschiedene Datentypen zu codieren. Das Farbschema kann basierend auf Faktoren wie zum Beispiel der Scannerausführung, der Farbe bzw. dem Typ des Objekts bzw. Substrats, der Datenkapazität, dem Informationstyp (öffentlich oder nicht-öffentlich) und der Informationsmenge ausgewählt werden. Es sei klargestellt, dass der Begriff "Farbe", wenn er in diesem Schriftstück verwendet wird, eindeutig unterschiedliche Farben (d. h. verschiedene Kombinationen von CMY) oder unterschiedliche Töne einer einzelnen Farbe (z. B. CMYK) umfassen kann. Zum Beispiel können verschiedene Grautöne verwendet werden, um das Codieren zusätzlicher Daten in einen Barcode zu ermöglichen oder die Möglichkeiten einer bestehenden Symbologie zum Codieren zusätzlicher Daten zu erweitern.

[0046] In Schritt **405** kann das System jedem Datenzeichen oder -wert Symbolzeichen in z-Richtung zuordnen. In einer Ausführungsform können Symbolzeichen in z-Richtung ein oder mehrere Elemente umfassen, um Eigenschaften physischer Darstellun-

gen wie z. B. Höhe bzw. Tiefe der physischen Darstellungen, Form der physischen Darstellungen (rund, quadratisch, rechteckig, zylindrisch usw.), Maße der physischen Darstellungen und Abstände zwischen den physischen Darstellungen wiederzugeben. Beispiele für physische Darstellungen können u. a. Vertiefungen und erhabene Bereiche an der Oberfläche eines Objekts bzw. eines auf einem Objekt aufzubringenden Substrats umfassen.

[0047] Die Symbolzeichen können basierend auf Faktoren wie z. B. Typ der Barcode-Symbologie in x-Richtung bzw. y-Richtung und deren jeweilige Größenbegrenzungen, geografischer Standard, Kennzeichnungsnormen, verfügbare Footprint-Größe, Farbschema, zu codierende Informationsmenge in z-Richtung, Informationstyp (öffentlich oder nicht-öffentlich bzw. verschlüsselt oder nicht-verschlüsselt), Typ des 3D-Druckers, Scannertyp, Objekt- bzw. Substrattyp, sichtbare oder unsichtbare z-Dimension und anderen ähnlichen Faktoren zugeordnet werden. Der Prozessor kann die Symbolzeichen basierend auf der im System vorprogrammierten Logik oder einer Logik, die er ggf. aus einer Datendatei abrufen kann, zuordnen. Beispiele einer derartigen Logik umfassen u. a. Regelwerke, (i) die die maximale Anzahl von Elementen und den maximalen Abstand eines jeden Symbolzeichens basierend auf der Informationsmenge und dem verfügbaren Footprint definieren; (ii) die den Bereich von Höhe, Tiefe, Breite oder Abstand physischer Darstellungen in den Symbolzeichen basierend auf mindestens dem zu verwendenden Scannertyp und dessen Auflösung definieren; (iii) die den Bereich von Höhe, Tiefe, Breite oder Abstand physischer Darstellungen in den Symbolzeichen basierend auf mindestens der Auflösung des 3D-Druckers definieren; (iv) die den Bereich von Höhe, Tiefe, Breite oder Abstand physischer Darstellungen in den Symbolzeichen basierend mindestens darauf, ob die Daten evtl. für das menschliche Auge sichtbar sind oder nicht, definieren; (v) die den Bereich von Höhe, Tiefe, Breite oder Abstand physischer Darstellungen in den Symbolzeichen basierend auf der Symbologie in x-Richtung bzw. y-Richtung definieren; und (vi) die Einschränkungen der Kombinationen aus Formen, Größen und Farben der physischen Darstellungen vorgeben. Die vorstehende Logik ist als Beispiel zu verstehen und andere Sortierlogiken sind im Geltungsbereich dieser Offenlegung eingeschlossen. In einigen Ausführungsformen kann es einem Benutzer möglich sein, die Standard-Sortierregeln anzupassen.

[0048] Einige Beispiele für Symbolzeichen in z-Richtung können die Darstellung numerischer Binärwerte umfassen, sodass eine vorhandene Vertiefung mit mindestens einem Grenzwert bezüglich Tiefe oder Breite eine Null darstellt, und ein vorhandener erhabener Bereich mit mindestens einem Grenzwert bezüglich Höhe oder Breite eine Eins darstellt, oder umgekehrt. Oder sie können relativ sein, wobei die Ver-

tiefung oder der erhabene Bereich mit einem ersten Tiefen-, Breiten- oder Höhenbereich eine Null darstellt; und ein zweiter Tiefen-, Breiten- oder Höhenbereich eine Eins darstellt. In nicht-binären Systemen kann ein zusätzlicher Tiefen- oder Höhenbereich zusätzliche Werte darstellen. Zum Beispiel kann ein Datenzeichen wie z. B. ein "A" einem Symbolzeichen entsprechen, das ein Muster eines Paares bestehend aus einer rechteckigen Vertiefung mit einer Tiefe von 0,1 mm und einer Breite von 0,1 mm in einem Abstand von 0,2 mm in x-Richtung von einem runden erhabenen Bereich mit einer Höhe von 0,1 mm und einem Durchmesser von 0,1 mm aufweist. Ein zusätzliches Farbelement kann einbezogen werden, um die Datenkapazität zu erhöhen. Zum Beispiel kann das vorstehend genannte Symbolzeichen in roter Farbe dem Datenzeichen "A", in blauer Farbe dem Binärzeichen "0" und in grüner Farbe dem Datenzeichen "B" entsprechen usw. Die vorstehend genannte Zuordnung von Symbolzeichen ist willkürlich gewählt und soll lediglich als Beispiel dienen.

[0049] Die Abfolge der Schritte in **Fig. 4** ist als Beispiel zu verstehen und andere Abfolgen sind innerhalb des Geltungsbereichs dieser Offenlegung möglich, ohne von den Prinzipien dieser Offenlegung abzuweichen.

[0050] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 3** kann der Prozessor auf einem computerlesbaren Speicher eine Reihe von Programmierungsanweisungen (oder einen als Anweisungsvorlage zu verwendenden Datensatz) generieren **305** und speichern **306**, die eine Aufbaufolge für die Erzeugung des 3D-Barcodes durch Codieren von Daten basierend auf der festgelegten Barcode-Symbologie direkt auf einem Objekt oder auf einem auf das Objekt aufzubringenden Substrat zur Verfügung stellen.

[0051] In einigen Ausführungsformen kann die Barcode-Symbologie weiterhin an einem Ort außerhalb des 3D-Barcodes gespeichert werden, sodass ein Scanner darauf Bezug nehmen kann, um Informationen aus einem mittels der Barcode-Symbologie erzeugten 3D-Barcode abzurufen. Der Link zu dem Ort kann innerhalb des 3D-Barcodes codiert sein. Bei bestimmten anderen Informationen kann die Barcode-Symbologie im 3D-Barcode selbst codiert sein.

[0052] In Schritt **307** kann das System die Aufbaufolge an jeden beliebigen bekannten 3D-Drucker übertragen, um den 3D-Barcode durch Codieren von Daten gemäß der vorgegebenen Symbologie zu erzeugen.

[0053] Schließlich kann in Schritt **308** der 3D-Drucker den 3D-Barcode mit den codierten Informationen gemäß der Aufbaufolge einschließlich der Barcode-Symbologie drucken. Dies kann in jedem beliebigen heute oder in Zukunft bekannten 3D-Druckpro-

zess erfolgen, in dem z. B. der Drucker ein Objekt mittels einer Vielzahl von Werkstoffschichten über einem Substrat aufbaut. Beim Aufbau des Objekts ausgehend vom Substrat kann der Drucker zusätzlich zu den traditionellen eindimensionalen und zweidimensionalen Barcodes Hohlräume (Vertiefungen) lassen oder erhabene Bereiche auf externen Oberflächen hinzufügen, um den 3D-Barcode zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen kann die z-Dimension des 3D-Barcodes mittels eines 3D-Druckers und die x-Dimension und die y-Dimension mittels traditioneller Barcode-Drucker gedruckt werden.

[0054] In einer anderen Ausführungsform kann das System einen 3D-Barcode gemäß dem Verfahren erzeugen, das in **Fig. 5** dargestellt ist. In Schritt **501** kann das System in den 3D-Barcode aufzunehmende Daten direkt aus einem eindimensionalen bzw. zweidimensionalen Referenz-Barcode extrahieren. Das System kann alle bekannten Verfahren nutzen, um die Daten zu extrahieren. Beispiele für derartige Verfahren können u. a. optische Scanner für eindimensionale Barcodes und beliebige elektronische Geräte mit einer Kamera für einen zweidimensionalen Barcode umfassen.

[0055] In einigen Ausführungsformen kann das System anschließend einen 3D-Barcode erzeugen, um die extrahierten Daten mittels der Verfahren einzubetten, die vorstehend in Bezug auf **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben sind, beginnend bei Schritt **304**. Zusätzliche Informationen können gemäß den vorstehend beschriebenen Prinzipien in den 3D-Barcode einbezogen werden.

[0056] In bestimmten anderen Ausführungsformen kann das System eine Barcode-Symbologie **502** so festlegen, dass die Elemente des eindimensionalen bzw. zweidimensionalen Referenz-Barcodes als die variablen Höhenelemente des 3D-Barcodes in z-Richtung dargestellt werden. Zum Beispiel umfasst ein eindimensionaler Barcode Informationen, die als Striche unterschiedlicher Stärke und weiße Lücken zwischen den Strichen (in x-Richtung) dargestellt sind. Das System kann eine Barcode-Symbologie so erzeugen, dass die unterschiedlichen Stärken der Striche als unterschiedliche Höhen von Elementen eines 3D-Barcodes (erhabene Bereiche bzw. Vertiefungen), der auf der Objekt- oder Substratoberfläche erzeugt wird, dargestellt werden. Die Abstände zwischen den erhabenen Bereichen bzw. den Vertiefungen können die gleichen sein wie im Referenz-Barcode. In ähnlicher Weise können die Elemente eines zweidimensionalen Barcodes in Höhenelemente eines 3D-Barcodes konvertiert werden. Beispiele hierfür werden in **Fig. 6A** und **Fig. 6C** gezeigt. Demnach kann der gemäß diesem Verfahren erzeugte 3D-Barcode für das menschliche Auge unsichtbar und nur mit einem 3D-Scanner lesbar sein. Folglich kann das System einen sichtbaren eindimensio-

nalen bzw. zweidimensionalen Barcode in einen unsichtbaren 3D-Barcode konvertieren. Oder das System kann einen sichtbaren 3D-Barcode erzeugen, der mehr Daten umfasst als ein typischer 1D- oder 2D-Barcode umfassen könnte.

[0057] In bestimmten Ausführungsformen kann das System zusätzliche Informationen durch Einbeziehen eines Farbelements in die Barcode-Symbologie in den 3D-Barcode einbetten, wie vorstehend in Bezug auf **Fig. 4** beschrieben. In anderen Ausführungsformen kann das System einen Barcode in einer einzigen Farbe generieren, der mit dem bloßen Auge nicht sichtbar ist, sondern durch einen Scanner gelesen werden kann, der in der Lage ist, Höhendifferenzen in den Barcode-Elementen zu erfassen.

[0058] Der Prozessor kann anschließend auf einem computerlesbaren Speicher einen Datensatz bzw. Anweisungen generieren **503** und speichern **504**, die eine Aufbaufolge darstellen für die Erzeugung eines 3D-Barcodes durch Codieren von Daten basierend auf der festgelegten Barcode-Symbologie direkt auf einem Objekt oder auf einem auf das Objekt aufzubringenden Substrat. In Schritt **505** kann das System die Aufbaufolge an jeden beliebigen bekannten 3D-Drucker übertragen, um den 3D-Barcode durch Codieren von Daten gemäß der vorgegebenen Symbologie zu erzeugen. Schließlich kann in Schritt **506** der 3D-Drucker den 3D-Barcode mit den codierten Informationen gemäß der Aufbaufolge einschließlich der Barcode-Symbologie drucken, wie vorstehend erläutert.

[0059] **Fig. 6A–Fig. 6D** veranschaulichen Beispiele für 3D-Barcodes, die gemäß den Prinzipien der aktuellen Offenlegung erzeugt wurden. **Fig. 6A** und **Fig. 6B** veranschaulichen Vertiefungen und erhabene Bereiche, die traditionellen eindimensionalen Barcodes in z-Richtung mit unterschiedlichen Breiten, Formen und Abständen hinzugefügt wurden. Im Beispiel nach **Fig. 6A** hat das System einen 1D-Barcode in einen 3D-Barcode einer einzigen Farbe konvertiert durch (1) Konvertieren der ersten Farbelemente des 1D-Barcodes (z. B. schwarze Striche) in eine erste Höhendarstellung (z. B. erhabene Elemente **603**, die in z-Richtung ragen), (2) Konvertieren der zweiten Farbelemente des 1D-Barcodes (z. B. weiße Lücken zwischen schwarzen Strichen) in eine zweite Höhendarstellung (z. B. Vertiefungen **602**). Das System kann die relative Breite eines jeden dieser Elemente beibehalten, um die durch die Breite wiedergegebenen Daten zu erhalten. Das System kann diese Daten in einer Datendatei speichern, die der 3D-Drucker zum Drucken des 3D-Barcodes auf ein 3D-Objekt oder Substrat verwendet. In diesem Kontext bezieht sich der Begriff "erhabene Bereiche" und "Vertiefungen" auf die relativen Höhen der beiden Ebenen. Ein "erhabener Bereich" wird typischerweise bündig oder nur geringfügig oberhalb der Oberfläche

eines 3D-Objekts oder Substrats gedruckt, und eine "Vertiefung" kann bündig oder nur geringfügig unterhalb der Oberfläche des 3D-Objekts oder Substrats gedruckt werden. Der relative Höhenunterschied ist so, dass er mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmbar ist, jedoch von einem 3D-Scanner erfasst werden kann. Auf diese Weise kann der 3D-Scanner die Höhe und Breite eines jeden Elements erfassen und den 3D-Barcode codieren, als ob er ein 1D-Barcode wäre.

[0060] Im Beispiel nach **Fig. 6B** ist ein 3D-Barcode mit mindestens zwei Farben dargestellt. In diesem Beispiel hat das System einen 1D-Barcode zusammen mit zusätzlichen Daten in einen zweifarbigen 3D-Barcode konvertiert durch (1) Konvertieren der ersten Farbelemente des 1D-Barcodes (z. B. schwarze Striche) in eine erste Höhendarstellung (z. B. erhabene Elemente **613**), (2) Konvertieren der zweiten Farbelemente des 2D-Barcodes (z. B. weiße Lücken zwischen schwarzen Strichen) in eine zweite Höhendarstellung (z. B. Vertiefungen **602**); und (3) Verstärken von mindestens einer der Höhendarstellungen mit einer zusätzlichen Farbe (z. B. weiße Lücke **615** in Vertiefung **612**), die zusätzliche codierte Daten wiedergibt. Das System kann die relative Breite eines jeden Elements des 1D-Barcodes beibehalten, um die durch die Breite dargestellten Daten zu erhalten, und die zusätzlichen Farbelemente können in dieser Breite (wie dargestellt) oder mit ihrer eigenen Breite einbezogen werden. Das System kann diese Daten in einer Datendatei speichern, die der 3D-Drucker zum Drucken des 3D-Barcodes auf ein 3D-Objekt oder Substrat verwendet. Auf diese Weise kann der 3D-Scanner die Höhe und Breite eines jeden Elements erfassen und den 3D-Barcode decodieren, als ob er ein 1D-Barcode wäre; und er kann auch die zusätzlichen Farbelemente erfassen und Ort, Breite und Höhe der zusätzlichen Farbelemente nutzen, um die zusätzlichen Daten zu decodieren.

[0061] Im Beispiel nach **Fig. 6C** hat das System einen 2D-Matrix-Barcode in einen 3D-Barcode einer einzigen Farbe konvertiert durch (1) Konvertieren der ersten Farbelemente des 2D-Barcodes (z. B. schwarze Pixel) in eine erste Höhendarstellung (z. B. Elemente der oberen Höheebene **623**, die in z-Richtung herausragen), (2) Konvertieren der zweiten Farbelemente des 2D-Barcodes (z. B. weiße Pixel) in eine zweite Höhendarstellung (z. B. Elemente der unteren Höheebene **622**). Das System kann die relative Breite eines jeden dieser Elemente beibehalten, um die durch die Breite wiedergegebenen Daten zu erhalten. Das System kann diese Daten in einer Datendatei speichern, die der 3D-Drucker zum Drucken des 3D-Barcodes auf ein 3D-Objekt oder Substrat verwendet. Der relative Höhenunterschied zwischen den erhabenen Elementen **623** (der oberen Ebene) und den Vertiefungen (Elemente der unteren Ebene) **622** ist so, dass er mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmbar ist, jedoch von einem 3D-Scanner erfasst

werden kann. Auf diese Weise kann der 3D-Scanner den Ort eines jeden Elements erfassen und den 3D-Barcode codieren, als ob er ein 2D-Barcode wäre.

[0062] Im Beispiel nach **Fig. 6D** ist ein 3D-Barcode mit mindestens zwei Farben dargestellt. In diesem Beispiel hat das System einen 2D-Barcode zusammen mit zusätzlichen Daten in einen zweifarbigen 3D-Barcode konvertiert durch (1) Konvertieren der ersten Farbelemente des 2D-Barcodes (z. B. schwarze Pixel) in eine erste Höhendarstellung (z. B. Elemente der oberen Ebene **633**), (2) Konvertieren der zweiten Farbelemente des 2D-Barcodes (z. B. weiße Pixel) in eine zweite Höhendarstellung (z. B. Elemente der unteren Ebene **632**); und (3) Verstärken von mindestens einer der Höhendarstellungen mit einer zusätzlichen Farbe (z. B. schwarze Pixel **635** auf der unteren Ebene), die zusätzliche codierte Daten wiedergibt. Das System kann demnach einen oder mehrere der Pixel des 2D-Barcodes mit einer anderen Farbe verstärken, um dem Barcode mehr Daten hinzuzufügen. Das System kann diese Daten in einer Datendatei speichern, die der 3D-Drucker zum Drucken des 3D-Barcodes auf ein 3D-Objekt oder Substrat verwendet. Auf diese Weise kann der 3D-Scanner den Ort eines jeden Elements erfassen und den 3D-Barcode decodieren, als ob er ein 1D-Barcode wäre; und er kann auch die zusätzlichen Farbelemente erfassen und den Ort der zusätzlichen Farbelemente nutzen, um die zusätzlichen Daten zu decodieren.

[0063] **Fig. 7** veranschaulicht ein Blockdiagramm von Hardware, die dazu eingesetzt werden kann, Programmanweisungen zu enthalten oder zu implementieren. Ein Bus **700** dient als Haupt-Informationskanal, der die anderen dargestellten Komponenten der Hardware untereinander verbindet. Die CPU **705** stellt die Zentraleinheit des Systems dar und führt die zur Ausführung eines Programms erforderlichen Berechnungen und logischen Verknüpfungen durch. Die CPU **705** stellt für sich allein oder in Verbindung mit einem oder mehreren der anderen in **Fig. 7** offengelegten Elemente ein Beispiel für ein elektronisches Gerät, ein Computergerät oder einen Prozessor in der Bedeutung dar, wie diese Begriffe in dieser Offenlegung verwendet werden. Nurlesespeicher (ROM) **710** und Arbeitsspeicher (RAM) **715** stellen Beispiele für nicht-flüchtige computerlesbare Speichermedien dar.

[0064] Ein Controller **720** ist mit einem oder mehreren optionalen nicht-flüchtigen computerlesbaren Speichermedium/-medien **725** mit dem Systembus **700** gekoppelt. Diese Speichermedien **725** können zum Beispiel ein externes oder internes DVD-Laufwerk, ein CD-ROM-Laufwerk, eine Festplatte, einen Flash-Speicher, einen USB-Stick oder dergleichen umfassen. Wie vorstehend erwähnt stellen diese verschiedenen Laufwerke und Controller optionale Geräte dar.

[0065] Programmanweisungen, Software oder interaktive Module zur Bereitstellung der Schnittstelle zur und Durchführung beliebiger Abfragen oder Analysen im Zusammenhang mit einem oder mehreren Datensätzen können im ROM **710** bzw. RAM **715** gespeichert werden. Optional können die Programmanweisungen auf einem materiellen, nicht-flüchtigen computerlesbaren Medium wie einer Compact-Disc, einer Digital Disc, einem Flashspeicher, einer Speicherkarte, einem USB-Stick, einem Optical Disc-Speichermedium bzw. einem anderen Aufzeichnungsmedium gespeichert werden.

[0066] Eine optionale Display-Schnittstelle **730** kann die Darstellung von Informationen vom Bus **700** auf dem Display **735** im Audio-, visuellen, graphischen oder alphanummerischen Format ermöglichen. Die Kommunikation mit externen Geräten wie z. B. einem Druckgerät ist unter Verwendung verschiedener Kommunikationsanschlüsse **740** möglich. Ein Kommunikationsanschluss **740** kann an ein Kommunikationsnetz wie das Internet oder an ein Intranet angeschlossen werden.

[0067] Die Hardware kann auch eine Schnittstelle **745** umfassen, die den Empfang von Daten von Eingabegeräten wie z. B. einer Tastatur **750** oder anderen Eingabegeräten **755** wie z. B. einer Maus, einem Joystick, einem Touchscreen, einer Fernbedienung, einem Zeigegerät, einem Video-Eingabegerät bzw. einem Audio-Eingabegerät, ermöglicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Drucken eines dreidimensionalen Objekts, das in einem dreidimensionalen Barcode eingebettete Informationen enthält, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:
den Empfang von in den dreidimensionalen Barcode einzubettenden Informationen durch einen Prozessor;
die Festlegung einer Barcode-Symbologie durch den Prozessor, wobei die Barcode-Symbologie mindestens ein Symbolzeichen in einer z-Dimension umfasst;
das Generieren einer Aufbaufolge durch den Prozessor, die ein 3D-Druckgerät dazu veranlasst, den dreidimensionalen Barcode zu drucken, der die empfangenen Informationen in den dreidimensionalen Barcode gemäß der Barcode-Symbologie einbettet; und
die Verwendung der Aufbaufolge für den Druck des dreidimensionalen Objekts durch ein 3D-Druckgerät, sodass jedes Symbolzeichen der Symbologie, das in z-Dimension erscheinen soll, als eine physische Darstellung in z-Richtung auf das dreidimensionale Objekt gedruckt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das darüber hinaus folgende durch den Prozessor durchgeführte Schritte umfasst:

Sortieren der empfangenen Informationen in öffentliche Informationen und nicht-öffentliche Informationen; und

Festlegung der Barcode-Symbologie derart, dass die nicht-öffentlichen Informationen in dem mindestens einen Symbolzeichen in z-Richtung eingebettet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die öffentlichen Informationen mindestens eines der folgenden Elemente umfassen: eine Teilenummer, Teile-Identifikationsinformationen, Bestandsinformationen, Bedienungsanleitung, Sicherheitsinformationen oder Lizenzierungsinformationen; und das Verfahren auch den Druck der öffentlichen Informationen als zweidimensionale Symbolzeichen auf eine Oberfläche des Objekts durch das 3D-Druckgerät umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die nicht-öffentlichen Informationen mindestens eines der folgenden Elemente umfassen: Informationen in Bezug auf das Drucken eines Objekts, Informationen in Bezug auf das Drucken von Objektteilen, sekundäre Fertigungsinformationen oder Informationen, die die Ablaufsteuerung der Teile bei der Fertigung eines Objekts definieren.

5. System zum Drucken eines dreidimensionalen Objekts, das in einem dreidimensionalen Barcode eingebettete Informationen enthält, wobei das System Folgendes umfasst:

ein 3D-Druckgerät;

einen Prozessor; und

ein Speichergerät, das Programmierungsinformationen enthält, die dazu konfiguriert sind, den Prozessor zu veranlassen:

in den dreidimensionalen Barcode einzubettende Informationen zu empfangen;

eine Barcode-Symbologie festzulegen, die mindestens ein Symbolzeichen in einer z-Dimension umfasst;

eine Aufbaufolge zu generieren, die das 3D-Druckgerät dazu veranlasst, den dreidimensionalen Barcode zu drucken, der die empfangenen Informationen in den dreidimensionalen Barcode gemäß der Barcode-Symbologie einbettet; und

das 3D-Druckgerät zu veranlassen, die Aufbaufolge für den Druck des dreidimensionalen Objekts zu verwenden, sodass jedes Symbolzeichen der Symbologie, das in der z-Dimension erscheinen soll, als eine physische Darstellung in z-Richtung auf das dreidimensionale Objekt gedruckt wird.

6. System nach Anspruch 5, wobei die Anweisungen zum Empfang der Informationen Anweisungen zum Empfang eines eindimensionalen Barcodes mit einer Vielzahl von Strichen und einer Vielzahl von Lücken umfassen;
die Anweisungen zur Festlegung der Barcode-Symbologie Anweisungen enthalten, die Striche in einer

erste Höhendarstellung zu konvertieren und die Lücken in eine zweite Höhendarstellung zu konvertieren; und
 die Anweisungen zum Generieren der Aufbaufolge Anweisungen zum Generieren von Anweisungen zur Verwendung einer einzigen Farbe enthalten, um die Striche in einer ersten Höhe entsprechend der ersten Höhendarstellung zu drucken und die Lücken in einer zweiten Höhe entsprechend der zweiten Höhendarstellung zu drucken, sodass die erste Höhe und die zweite Höhe mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmbar sind.

die ersten und die zweiten Striche eine erste Farbe aufweisen, und
 ein dritter Teil der codierten Informationen Striche einer zweiten Farbe aufweist, die entweder auf der ersten oder der zweiten Höhe positioniert sind.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

7. System nach Anspruch 5, wobei
 die Anweisungen zum Empfang von Informationen Folgendes umfassen: Anweisungen zum Empfang eines zweidimensionalen Barcodes mit einer Vielzahl von ersten Pixeln und einer Vielzahl von zweiten Pixeln, wobei die ersten Pixel eine andere Farbe als die zweiten Pixel aufweisen, und auch zum Empfang einer Reihe von zusätzlichen Daten;
 die Anweisungen zur Festlegung der Barcode-Symbologie Anweisungen umfassen, die ersten Pixel in eine erste Höhendarstellung zu konvertieren, die zweiten Pixel in eine zweite Höhendarstellung zu konvertieren und die zusätzlichen Daten in eine Farbdarstellung zu konvertieren; und
 die Anweisungen zum Generieren einer Aufbaufolge Anweisungen umfassen, Anweisungen zu generieren, eine erste Farbe zum Drucken der ersten Pixel in einer ersten Höhe entsprechend der ersten Höhendarstellung zu verwenden und die zweiten Pixel in einer zweiten Höhe entsprechend der zweiten Höhendarstellung zu drucken, und zumindest einige der ersten oder zweiten Pixel mit einer zweiten Farbe zu verstärken, um die Farbdarstellung wiederzugeben.

8. Dreidimensionale auf ein Objekt gedruckte Barcode-Struktur, die codierte Informationen umfasst, wobei mindestens ein Teil der Informationen in einer z-Dimension eingebettet ist.

9. Barcode-Struktur nach Anspruch 8, wobei
 ein erster Teil der codierten Informationen erste Striche einer ersten Höhe umfasst,
 ein zweiter Teil der codierten Informationen zweite Striche einer zweiten Höhe umfasst, und
 die ersten Striche und die zweiten Striche eine einzige Farbe aufweisen und die erste Höhe und die zweite Höhe eng genug beieinander liegen, sodass der Barcode von einem 3D-Scangerät erkannt werden kann, jedoch mit bloßem Auge nicht wahrnehmbar ist.

10. Barcode-Struktur nach Anspruch 8, wobei
 ein erster Teil der codierten Informationen erste Striche einer ersten Höhe umfasst,
 ein zweiter Teil der codierten Informationen zweite Striche einer zweiten Höhe umfasst,

Anhängende Zeichnungen

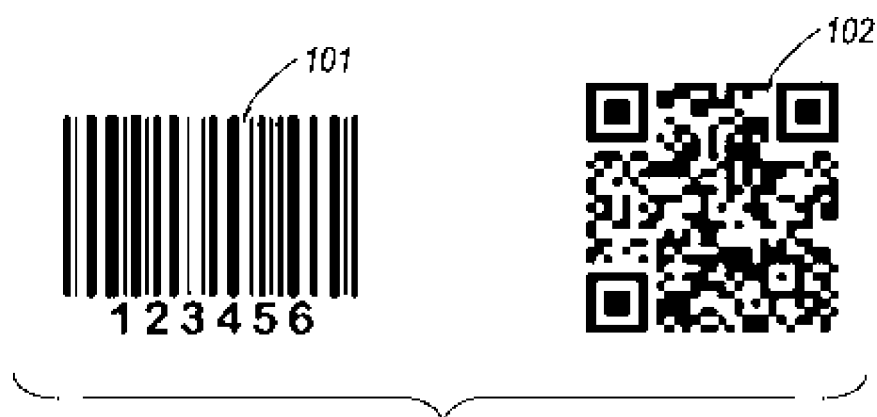


FIG. 1

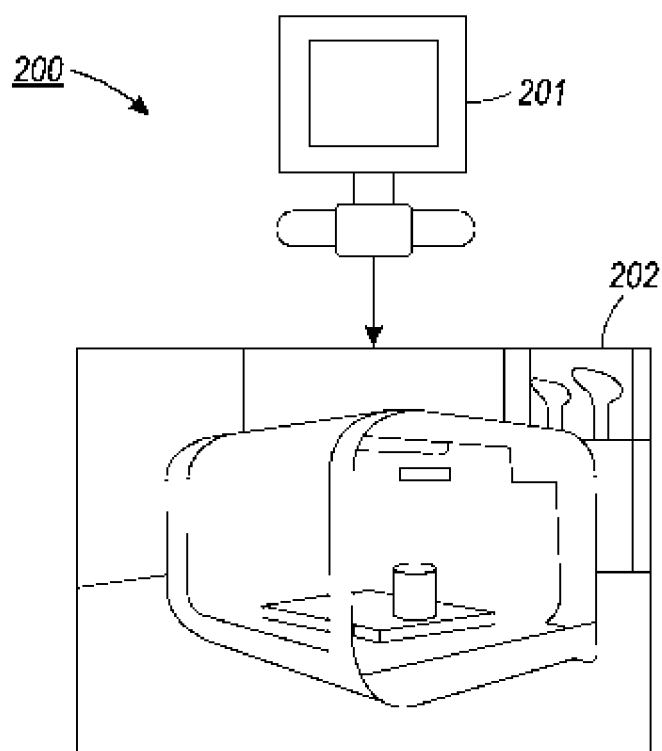
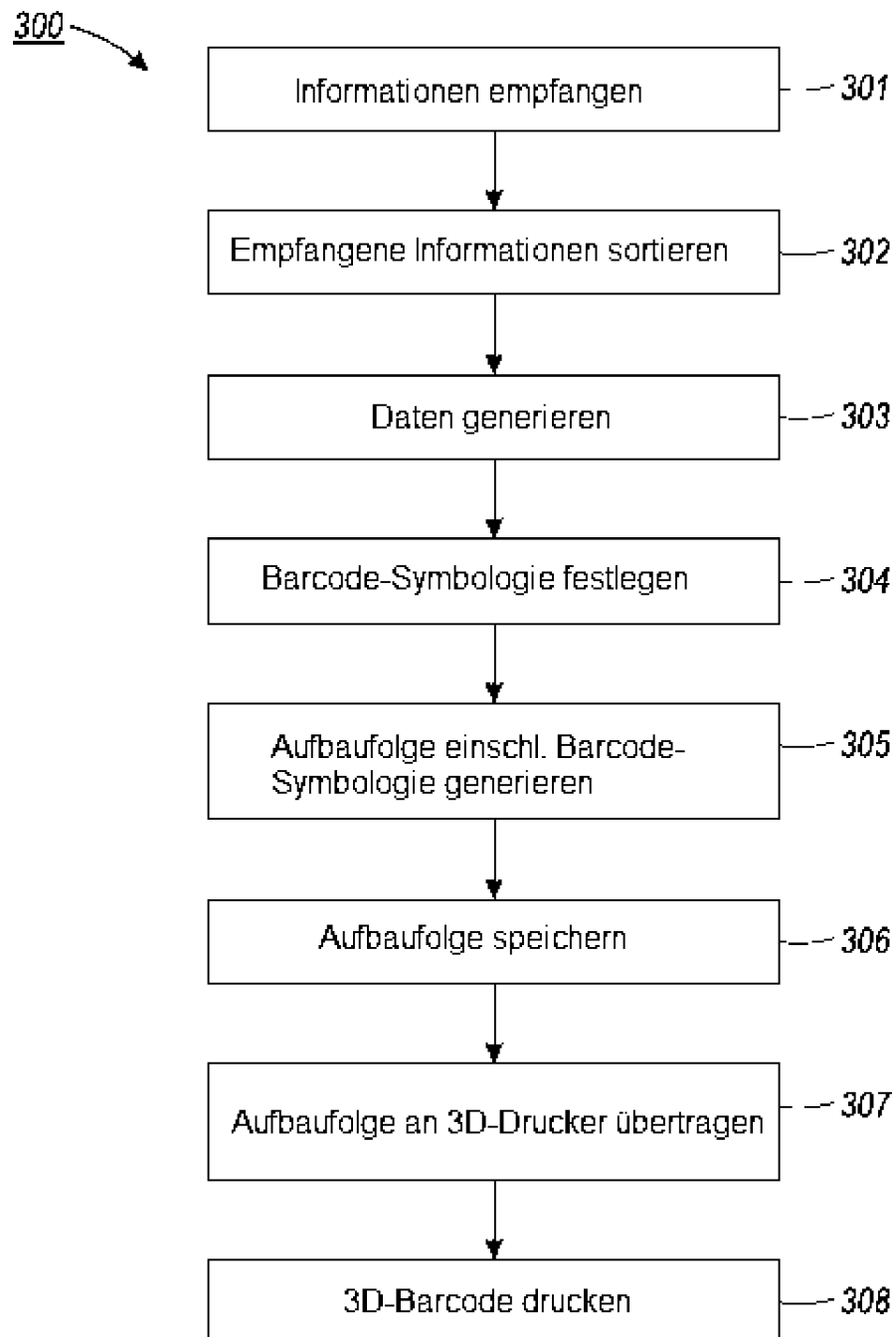


FIG. 2

**FIG. 3**

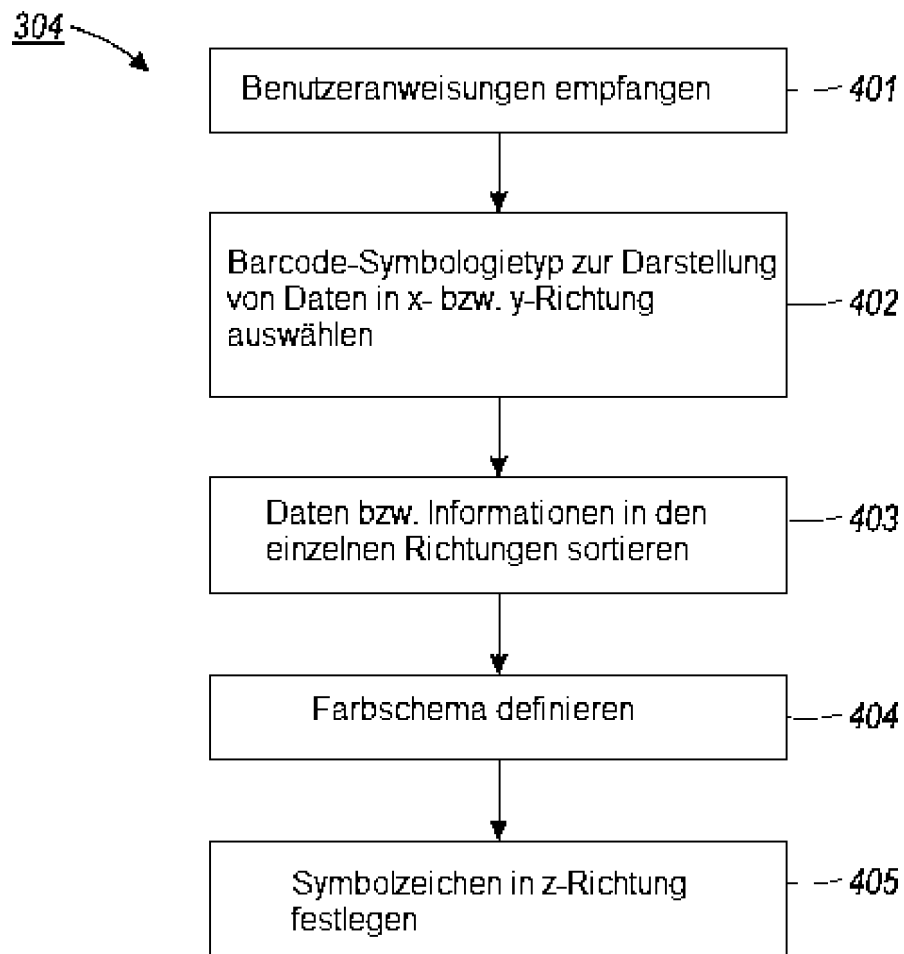


FIG. 4

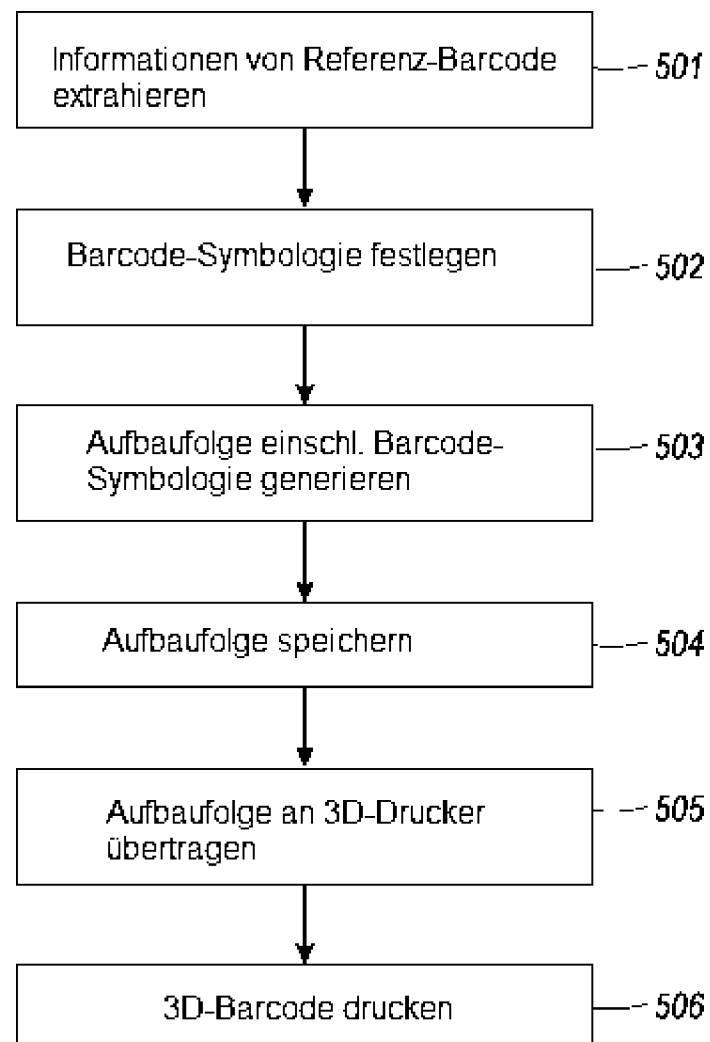


FIG. 5

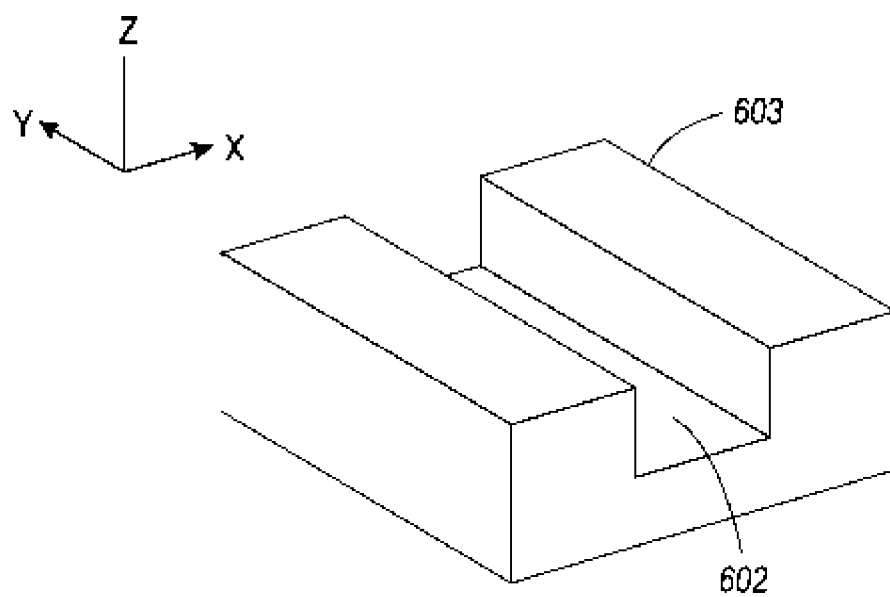


FIG. 6A

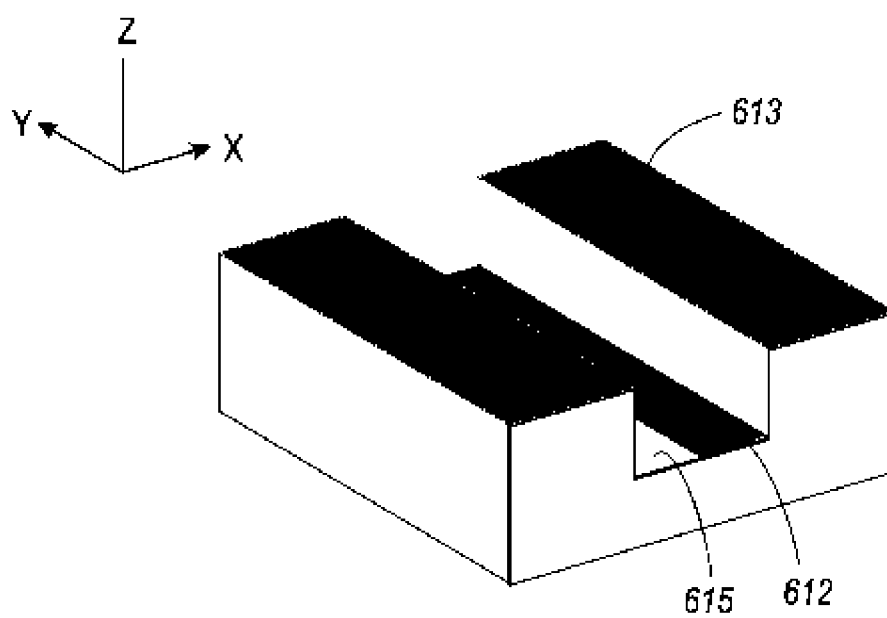


FIG. 6B

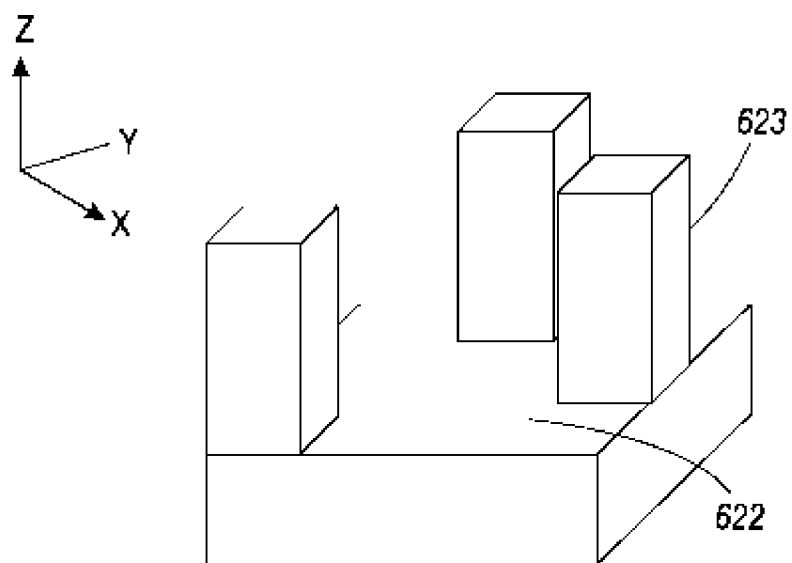


FIG. 6C

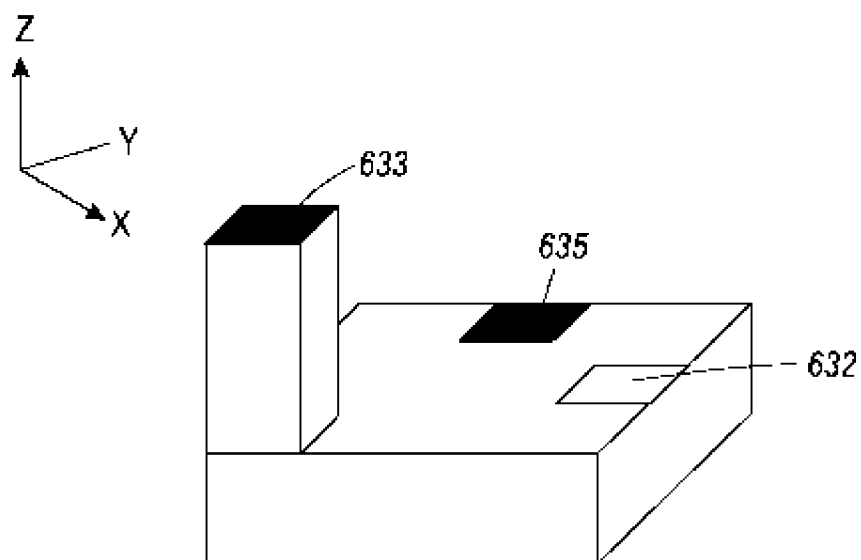


FIG. 6D

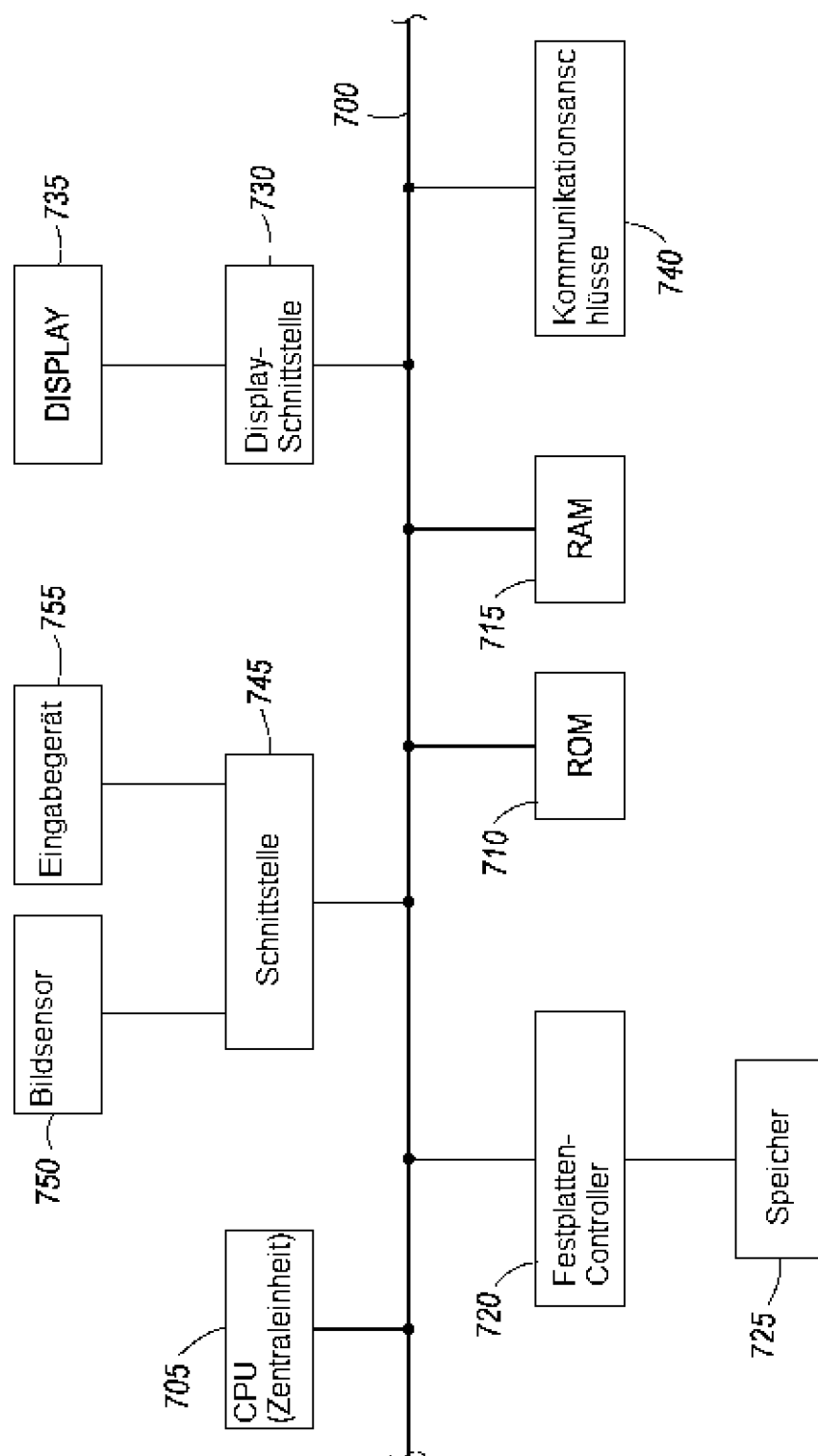


FIG. 7