



(10) **DE 10 2005 014 979 B4** 2018.08.23

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 014 979.0**

(22) Anmeldetag: **24.03.2005**

(43) Offenlegungstag: **05.10.2006**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.08.2018**

(51) Int Cl.: **G06F 17/50 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE; AUDI AG,
85057 Ingolstadt, DE**

(74) Vertreter:

**Gulde & Partner Patent- und
Rechtsanwaltskanzlei mbB, 10179 Berlin, DE**

(72) Erfinder:

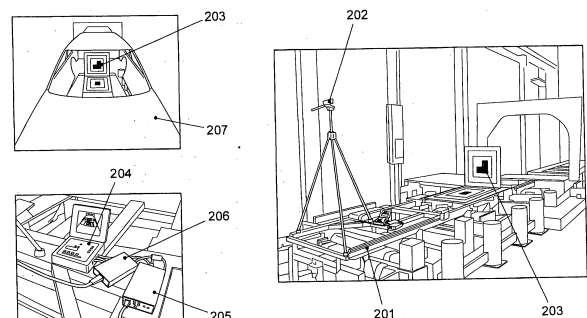
**Schreiber, Werner, Dr., 38527 Meine, DE; Doil,
Fabian, 38100 Braunschweig, DE; Huschka,
Carsten, 85051 Ingolstadt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 28 015	A1
DE	102 40 392	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung zur Planung von Fertigungseinrichtungen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Planung von Fertigungseinrichtungen unter Verwendung von Mitteln zur visuellen Aufzeichnung, mindestens einer Datenverarbeitungseinrichtung und mindestens einer visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) für ein durch die Fertigungseinrichtungen zu führendes Objekt, wobei die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke (103, 203) wenigstens teilweise durch die Fertigungseinrichtungen geführt und von den Mitteln zur visuellen Aufzeichnung aufgezeichnet wird und die Aufzeichnung der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) durch mindestens ein auf der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung installiertes Computerprogramm ausgewertet und in Abhängigkeit der Ergebnisse der Auswertung eine computerinterne Darstellung eines Modells des Objektes berechnet und das Hindurchführen der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) durch die Fertigungseinrichtungen mit mindestens einem Sensor zur Abstandsmessung wenigstens teilweise erfasst wird und durch Auswertung von computerinternen Darstellungen des Modells und wenigstens eines Teils der Sensordaten Lagebeziehungen des Objektes in der Fertigungseinrichtung ermittelt werden für den Fall, dass das Objekt in der durch die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke (103, 203) vorgegebenen Weise durch die Fertigungseinrichtung geführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke (103, 203) und ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Planung von Fertigungseinrichtungen, welche insbesondere einsetzbar sind zur Planung oder Kontrolle des Durchlaufes eines Werkstücks oder Werkzeugs durch eine Fertigungseinrichtung.

[0002] Ein bekanntes Verfahren für die Planung von Fertigungseinrichtungen ist die so genannte Störkantenanalyse. Eine Störkantenanalyse kann auf verschiedene Arten ausgeführt werden:

- durch eine 3D-Simulation,
- durch eine Störkantenanalyse mit realen Bauteilen,
- durch eine Störkantenanalyse mit Referenzmodellen,
- unter Einsatz von Augmented-Reality- (AR) Technologie.

[0003] Für eine Störkantenanalyse mit Hilfe einer 3D-Simulation müssen ein großer Teil der Fertigungseinrichtung und das durch die Fertigungseinrichtung durchlaufende Werkstück oder Werkzeug als aktuelle 3D-Datensätze zur Verfügung stehen. Werkstücke liegen meist in digitaler Form vor, da diese bereits computergestützt konstruiert wurden, so dass die diesbezüglichen Datensätze für die 3D-Simulation genutzt werden können. Für die Fertigungseinrichtung beziehungsweise die Werkzeuge ist dies in der Regel jedoch nicht der Fall. Es wäre dann also erforderlich, die Fertigungseinrichtung beziehungsweise das Werkzeug nachträglich zu erfassen und zu digitalisieren. Aus diesem Grunde ist eine Störkantenanalyse mit Hilfe der 3D-Simulation sehr zeit- und kostenintensiv.

[0004] Bei der Störkantenanalyse mit realen Bauteilen beziehungsweise Referenzmodellen (Styropormodelle oder ähnliche) benötigt man keine 3D-Daten der Fertigungsanlage. Jedoch muss für die Störkantenanalyse die Produktion unter Umständen unterbrochen werden, da beim Auftreten von Störkanten (Kollisionen) das reale Bauteil beziehungsweise Referenzmodell aus der Anlage entfernt werden muss und gegebenenfalls Schäden auftreten, die repariert werden müssen. Zudem ist dieses Verfahren sehr unflexibel, da für jedes Bauteil ein neues Modell hergestellt werden muss.

[0005] Die DE 101 28 015 A1 beschreibt ein Verfahren und ein System zum Planen einer veränderten Produktionsumgebung, insbesondere einer Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten. Dabei werden die virtuellen Planungsergebnisse mit Hilfe eines Augmented-Reality-Systems mit der realen Fertigungsumgebung überlagert.

[0006] Die DE 102 40 392 A1 offenbart ein System und Verfahren zur Bestimmung von Abständen virtueller Objekte zu realen Objekten durch den Einsatz der Augmented-Reality-Technologie. Dies erfolgt durch die Kopplung eines Augmented-Reality-Systems mit einem anderen Vermessungssystem oder durch die Positionierung von Referenzgeometrien im Raum.

[0007] Beim Einsatz der AR-Technologie wird anstelle des Werkstücks beziehungsweise Werkzeugs eine Referenzmarke durch die Fertigungseinrichtung gefahren und mit einer Kamera aufgezeichnet. Die Bewegung der Referenzmarke durch die Fertigungseinrichtung kann somit auf einem Monitor beobachtet werden. In diese Darstellung auf dem Monitor wird das Werkzeug beziehungsweise Werkstück virtuell als Modell eingeblendet, wobei die Referenzmarke als Bezugssystem dient. Während auf diese Weise das virtuelle Werkstück beziehungsweise Werkzeug durch die Fertigungseinrichtung geführt wird, kann man auf dem Bildschirm kritische Situationen erkennen, beispielsweise Bereiche, in denen das Werkstück beziehungsweise Werkzeug mit Teilen der Fertigungseinrichtung kollidieren würde. Nachteilig an diesem Vorgehen ist allerdings, dass die Störkantenanalyse hier durch die visuelle Einschätzung einer zweidimensionalen Darstellung durchgeführt wird. Dies kann zu Fehleinschätzungen führen oder das wiederholte Hindurchführen des Werkstücks beziehungsweise Werkzeugs durch die Fertigungseinrichtung zum Beispiel mit veränderter Kamerakonstellation erforderlich machen, um Unklarheiten auszuräumen.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren und eine Anordnung zur Planung von Fertigungseinrichtungen bereitzustellen, welche die vorgenannten Nachteile vermeiden und insbesondere eine weitgehend automatisierte Störkantenanalyse ermöglichen.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale in den Ansprüchen 1 und 10 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0010] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass eine Störkantenanalyse vollautomatisch vorgenommen werden kann, indem eine Planung von Fertigungseinrichtungen unter Verwendung von Mitteln zur visuellen Aufzeichnung, mindestens einer Datenverarbeitungseinrichtung und mindestens einer visuell wahrnehmbaren Referenzmarke für ein durch die Fertigungseinrichtungen zu führendes Objekt durchgeführt wird, wobei die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke wenigstens teilweise durch die Fertigungseinrichtungen geführt und von den Mitteln zur visuellen Aufzeichnung aufgezeichnet wird, und die Aufzeich-

nung der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke durch mindestens ein auf der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung installiertes Computerprogramm ausgewertet und in Abhängigkeit der Ergebnisse der Auswertung eine computerinterne Darstellung eines Modells des Objektes berechnet, das Hindurchführen der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke durch die Fertigungseinrichtungen mit mindestens einem Sensor zur Abstandsmessung wenigstens teilweise erfasst wird und durch Auswertung von computerinternen Darstellungen des Modells und wenigstens eines Teils der Sensordaten Lagebeziehungen des Objektes in der Fertigungseinrichtung ermittelt werden für den Fall, dass das Objekt in der durch die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke vorgegebenen Weise durch die Fertigungseinrichtung geführt wird, wobei erfindungsgemäß die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke und der mindestens eine Sensor zur Abstandsmessung auf einem Werkstückträger installiert ist und durch diesen durch die Fertigungseinrichtung geführt wird.

[0011] Gegenüber herkömmlichen Lösungen bietet das erfindungsgemäße Planungsverfahren den Vorteil, dass eine digitale Modellierung der Fertigungseinrichtung nicht vorgenommen beziehungsweise ein Referenzmodell des Werkzeugs beziehungsweise Werkstücks nicht angefertigt werden muss. Darüber hinaus wird der laufende Produktionsprozess durch das erfindungsgemäße Prüfverfahren nicht beeinträchtigt.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass solche Lagebeziehungen signalisiert werden, in denen ein vorgegebener Abstandswert zwischen Fertigungseinrichtung und Objekt erreicht oder unterschritten wird. Dies stellt einen erheblichen Vorteil gegenüber der lediglich visuellen Beurteilung der Freigängigkeit beziehungsweise Zugängigkeit des Werkzeugs beziehungsweise Werkstücks beim Einsatz herkömmlicher AR-Technologie dar.

[0013] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass zusätzlich Mittel zur bildgebenden Datenausgabe verwendet werden und durch Auswertung der Aufzeichnung der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke Daten für eine bildliche Darstellung des computererzeugten Modells des Objektes ermittelt, die bildliche Darstellung des computererzeugten Modells des Objektes und die Aufzeichnung der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke bei einer Ausgabe durch die Mittel zur bildgebenden Datenausgabe überlagert werden. Dadurch wird die rein sensorgestützte Störkantenanalyse durch visuelle Beurteilung der Werkzeugbeziehungsweise Werkstücksituation innerhalb der Fertigungseinrichtung unterstützt. Hierbei kann

die Werkzeug- beziehungsweise Werkstücksituation in einen weiteren Kontext gestellt werden, als es bei einer rein computergestützten Lösung möglich wäre, da die komplexen Bedingungen innerhalb der Fertigungseinrichtung nur durch die (wie oben bereits erwähnt) mit relativ großem Aufwand zu erstellenden Modelle computertechisch simuliert werden können.

[0014] Als vorteilhaft erweist es sich ebenfalls, wenn die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke und das computererzeugte Modell des Objektes durch ein Bezugskordinatensystem miteinander verknüpft werden. Dadurch lässt sich das Modell des Objektes leicht gemäß der Lage und Orientierung ausrichten und visualisieren, die durch die visuell wahrnehmbare Referenzmarke (und ihr Koordinatensystem) vorgegeben werden. Computerintern sind damit das Modell und die visuell wahrnehmbare Referenzmarke virtuell starr miteinander verknüpft.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass als Sensor zur Abstandsmessung ein 3D-Scanner, vorzugsweise so genannte Time-of-Flight- (TOF) Scanner, oder eine Stereo-Kamera eingesetzt werden. Dadurch erhält man ein Oberflächenprofil eines großen Teils der Umgebung. Dies lässt sich besonders vorteilhaft nutzen, indem bei einer Ausgabe über die Mittel zur visuellen Datenausgabe wenigstens ein Teil der Bildpunkte (Pixel) der bildlichen Darstellung mit einem Abstandswert des durch den Bildpunkt dargestellten Gegenstandes verknüpft wird. Dieses Vorgehen kann vorteilhaft eingesetzt werden, um die Bildaufnahme zu steuern, indem die visuelle Aufzeichnung durch wenigstens einen Teil der von den Sensoren zur Abstandsmessung gelieferten Daten gesteuert wird.

[0016] Ein besonders vorteilhaftes Einsatzgebiet des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt im Fahrzeugbau. Bei den Objekten handelt es sich somit insbesondere um Kraftfahrzeuge, die durch die Fertigungseinrichtung geführt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht deshalb vor, dass eine Planung von Fertigungseinrichtungen der Fahrzeugproduktion durchgeführt wird und als Objekt ein Werkzeug oder Werkstück, insbesondere ein Kraftfahrzeug, modelliert wird. Da die Fahrzeuge in der Regel auf so genannten Skids durch die Fertigungseinrichtung geführt werden, erweist es sich als vorteilhaft, auch die mindestens eine Referenzmarke auf einem Skid oder einem Werkstückträger zu installieren.

[0017] Eine Anordnung zur Planung von Fertigungseinrichtungen nach der Erfindung umfasst Mittel zur visuellen Aufzeichnung, mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung und mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke, wobei die Anord-

nung derart eingerichtet ist, dass ein Verfahren gemäß Anspruch 1 ausführbar ist.

[0018] Die Erfindung stellt damit insbesondere ein flexibles System zur Störkantenanalyse bei Planungen, speziell Umplanungen oder Integration im Bereich der Anlagentechnik und Fördertechnik zur Verfügung. 3D-Daten der Fertigungseinrichtung sind nicht mehr erforderlich. Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Produktion während des Analysevorgangs nicht unterbrochen werden muss, zum Beispiel durch das Auftreten von Störkanten (Kollision). Dadurch werden die Kosten des Gesamtprozesses reduziert. Die Kosten werden weiter verringert, indem das erfindungsgemäße System nur eine Einmalinvestition erfordert, da es durch Umprogrammierung für verschiedene Modelle (Objekte) anwendbar ist.

[0019] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnungen an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Funktionsweise eines videobasierten Augmented-Reality-Systems und

Fig. 2 eine beispielhafte Ausführung eines erfindungsgemäßen Werkzeugträgersystems.

[0020] Im Folgenden soll die Erfindung beispielhaft an der Störkantenanalyse bei der Kraftfahrzeugfertigung näher erläutert werden. Die Erfindung ist dabei in ein Augmented-Reality (AR)-System integriert. Im Folgenden soll einleitend kurz die Funktionsweise eines solchen AR-Systems beschrieben werden.

[0021] Die AR-Technologie basiert kurz gesprochen darauf, dass Daten, die beispielsweise durch Standardaufnahmesysteme wie Kameras **101** von realen Objekten gewonnen werden, mit Daten virtueller Objekte, die beispielsweise als 3D-Datensätze von CAD-Modellen in Datenbanken **102** gespeichert sind, verknüpft werden. Bei der hier beispielhaft beschriebenen Störkantenanalyse in einer Fertigungseinrichtung für die Kraftfahrzeugfertigung stellen die Fertigungseinrichtung selbst, der Werkzeugträger (Skid) und die auf dem Werkzeugträger installierte Referenzmarke **103** die Objekte dar, welche die Daten für die reale Umgebung liefern (vergleiche **Fig. 1**). Fertigungseinrichtung, Werkzeugträger und Referenzmarke **103** werden in einer einfachen Ausführungsform durch eine Kamera **101** aufgezeichnet. Ein Tracking-System **104** wertet diese Aufzeichnungen, insbesondere die Aufzeichnung der Referenzmarke **103**, aus und liefert im Ergebnis Angaben, welche die Ausrichtung und Position der Referenzmarke **103** analytisch beschreiben. Das können beispielsweise die x,y,z-Position der Referenzmarke **103** sein, zusammen mit Winkelangaben, welche die Blickrichtung beschreiben, in welcher die Referenzmarke **103** auf einem Anzeigegerät **105** einem

Betrachter erscheint. Als Anzeigegerät **105** kommen sowohl Head Mounted Displays (HMD) als auch gewöhnliche Monitore zum Einsatz. Diese Daten beziehungsweise Angaben (Videobild, x,y,z-Position und Blickrichtung) werden einem Szenengenerator **106** übergeben. Der Szenengenerator **106** hat darüber hinaus Zugriff auf eine Datenbank **102** von CAD-Modellen **107** von Fahrzeugen beziehungsweise Fahrzeugteilen. Aus dieser Datenbank **102** entnimmt der Szenengenerator **106** Angaben über die 3D-Geometrie des CAD-Modells **107**, welches mit der Referenzmarke **103** verknüpft werden soll. Die Verknüpfung zwischen Referenzmarke **103** und CAD-Modell **107** erfolgt über ein Referenzkoordinatensystem. Da Position und Ausrichtung der Referenzmarke **103** durch das Tracking-System **104** ermittelt wurden und somit bekannt sind, kann auch das CAD-Modell **107** des Fahrzeugs vom Szenengenerator **106** an der richtigen Stelle in die auf dem Anzeigegerät **105** wiedergegebene Szene eingefügt und auf dem Anzeigegerät **105** wiedergegeben werden. Im Ergebnis erscheint auf dem Anzeigegerät **105** (HMD, Monitor oder dergleichen) die von der Kamera **101** aufgezeichnete reale Szene zusammen mit dem eingeblendeten virtuellen Objekt **108**, so dass man mit Hilfe eines solchen AR-Systems bereits auf dieser Stufe per Augenschein untersuchen kann, wie sich das reale Fahrzeug in der Fertigungseinrichtung verhalten würde. Die von der Kamera **101** aufgezeichnete Szene und/oder die vom Szenengenerator **106** generierte Szene können für eine spätere Auswertung bzw. zur Archivierung oder Dokumentation durch Aufzeichnungsgeräte **109** aufgezeichnet werden.

[0022] Dieses rein visuelle System wird erfindungsgemäß durch den Einsatz weiterer Sensoren erweitert (vergleiche **Fig. 2**). Diese Sensoren können dabei sowohl auf dem Skid **201** (Werkstückträger) oder in der Fertigungseinrichtung installiert sein. Insbesondere kommt dabei Sensorik für die Vermessung des Umfeldes und die Abstandsvermessung zum Einsatz, wie beispielsweise 3D-Laserscanner, Stereo-Kameras oder dergleichen.

[0023] In einer beispielhaften Ausführungsform ist ein Werkstückträger (zum Beispiel Skid **201**) mit folgenden Komponenten ausgerüstet:

- Aufnahmeeinrichtungen (zum Beispiel Videokameras **202**, Fotokameras, IR-Kameras, Mikrophone oder dergleichen) an unterschiedlichen Positionen, fest oder beweglich (intern oder extern gesteuert);
- Sensorik für Umfeld- und Abstandsvermessung (zum Beispiel 3D-Laserscanner, Stereo-Kameras oder dergleichen);
- Markierungen, Referenzmarken **203** oder interne beziehungsweise externe Marker;

- Aufzeichnungsgeräte **204** wie beispielsweise Videorekorder oder DAT-Rekorder;
- Lampen zur Beleuchtung des Umfeldes und des Skids **201** (Licht, Infrarot oder dergleichen);
- Steuereinheit **205** zur Synchronisation der Aufzeichnungsgeräte **204**, der Bewegungssteuerung oder dergleichen;
- Signalübertragung zu externen Stellen;
- Signalaustausch mit Skid-externen Markern;
- Energieversorgung **206**;
- Schutzeinrichtung gegen Umwelteinflüsse wie Temperatur, Feuchtigkeit, Staub, die in verschiedenen Bereichen wie beispielsweise einer Lackierstraße auftreten können.

- 202** Videokamera
- 203** Referenzmarke
- 204** Aufzeichnungsgerät
- 205** Steuereinheit
- 206** Energieversorgung
- 207** Überlagerungsergebnis

Patentansprüche

[0024] Bei Einsatz entsprechender 3D-Scanner, wie beispielsweise einem so genannten Time-of-Flight-(TOF) Scanner, kann eine hochgenaue Abstandsmessung der Umgebung des Skid **201** durchgeführt und diese Umgebung gleichzeitig visuell erfasst werden. Im Ergebnis dieser Erfassung liegt ein Datensatz vor, der jedem Bildpunkt gleichzeitig einen Abstandswert zuordnet. Beim Einfügen des CAD-Modells in die Szene, welches wie oben beschrieben vom Szenengenerator **106** durchgeführt wird, können die vom TOF-Scanner gelieferten Abstandsdaten mit der 3D-Geometrie des eingefügten CAD-Modells verglichen und Störkanten automatisch ermittelt werden. Im Überlagerungsergebnis **207** ist es somit möglich, Bereiche kenntlich zu machen, die bestimmte Kriterien erfüllen - insbesondere also Störkanten, schwer zugängliche oder andere kritische Bereiche.

[0025] Es kann sich als vorteilhaft erweisen, dass der Skid **201** wie ein Standardwerkzeugträger der entsprechenden Fertigungseinrichtung ausgeführt ist. Alternativ kann der Skid **201** aber auch als Aufsatz für einen solchen Standardwerkzeugträger ausgeführt sein.

Bezugszeichenliste

- 101** Kamera
- 102** Datenbank
- 103** Referenzmarke
- 104** Tracking-System
- 105** Anzeigegerät
- 106** Szenengenerator
- 107** CAD-Modell
- 108** virtuelles Objekt
- 109** Aufzeichnungsgerät
- 201** Skid

1. Verfahren zur Planung von Fertigungseinrichtungen unter Verwendung von Mitteln zur visuellen Aufzeichnung, mindestens einer Datenverarbeitungseinrichtung und mindestens einer visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) für ein durch die Fertigungseinrichtungen zu führendes Objekt, wobei die mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke (103, 203) wenigstens teilweise durch die Fertigungseinrichtungen geführt und von den Mitteln zur visuellen Aufzeichnung aufgezeichnet wird und die Aufzeichnung der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) durch mindestens ein auf der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung installiertes Computerprogramm ausgewertet und in Abhängigkeit der Ergebnisse der Auswertung eine computerinterne Darstellung eines Modells des Objektes berechnet und das Hindurchführen der mindestens einen visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) durch die Fertigungseinrichtungen mit mindestens einem Sensor zur Abstandsmessung wenigstens teilweise erfasst wird und durch Auswertung von computerinternen Darstellungen des Modells und wenigstens eines Teils der Sensordaten Lagebeziehungen des Objektes in der Fertigungseinrichtung ermittelt werden für den Fall, dass das Objekt in der durch die mindestens eine visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) vorgegebenen Weise durch die Fertigungseinrichtung geführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine visuell wahrnehmbaren Referenzmarke (103, 203) und der mindestens eine Sensor zur Abstandsmessung auf einem Werkstückträger installiert sind und durch diesen durch die Fertigungseinrichtung geführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass solche Lagebeziehungen signalisiert werden, in denen ein vorgebarer Abstandswert zwischen Fertigungseinrichtung und Objekt erreicht oder unterschritten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich Mittel zur bildgebenden Datenausgabe verwendet werden und - durch Auswertung der Aufzeichnung der mindestens einen Referenzmarke (103, 203) Daten für eine bildliche Darstellung des computererzeugten Modells des Objektes ermittelt,

- die bildliche Darstellung des computererzeugten Modells des Objektes und die Aufzeichnung der mindestens einen Referenzmarke (103, 203) bei einer Ausgabe durch die Mittel zur bildgebenden Datenausgabe überlagert werden.

bei die Anordnung derart eingerichtet ist, ein Verfahren gemäß Anspruch 1 auszuführen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Referenzmarke (103, 203) und das computererzeugte Modell des Objektes durch ein Bezugskordinatensystem miteinander verknüpft werden.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Sensor zur Abstandsmessung ein 3D-Scanner oder eine Stereo-Kamera eingesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Ausgabe über die Mittel zur visuellen Datenausgabe wenigstens ein Teil der Bildpunkte der bildlichen Darstellung mit einem Abstandswert des durch den Bildpunkt dargestellten Gegenstandes verknüpft wird.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die visuelle Aufzeichnung durch wenigstens einen Teil der von dem mindestens einen Sensor zur Abstandsmessung gelieferten Daten gesteuert wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Planung von Fertigungseinrichtungen der Fahrzeugproduktion durchgeführt wird und als Objekt ein Werkzeug oder Werkstück, insbesondere ein Kraftfahrzeug, modelliert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Werkstückträger mit

- mindestens einer intern oder extern gesteuerten, fest oder beweglich installierten Aufnahmeeinrichtung,
- Sensorik für Umfeld oder Abstandsvermessung,
- mindestens einem Mittel zur Beleuchtung des Umfeldes,
- mindestens einer Steuereinrichtung,
- mindestens einem Mittel zur Signalübertragung an externe Geräte,
- mindestens einer Energieversorgung und/oder
- mindestens einer Schutzeinrichtung gegen Temperatur und/oder Feuchtigkeit und/oder Staub ausgerüstet ist.

10. Anordnung zur Planung von Fertigungseinrichtungen umfassend Mittel zur visuellen Aufzeichnung, Sensor zur Abstandsmessung, mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung und mindestens eine visuell wahrnehmbare Referenzmarke (103, 203), wo-

Anhängende Zeichnungen

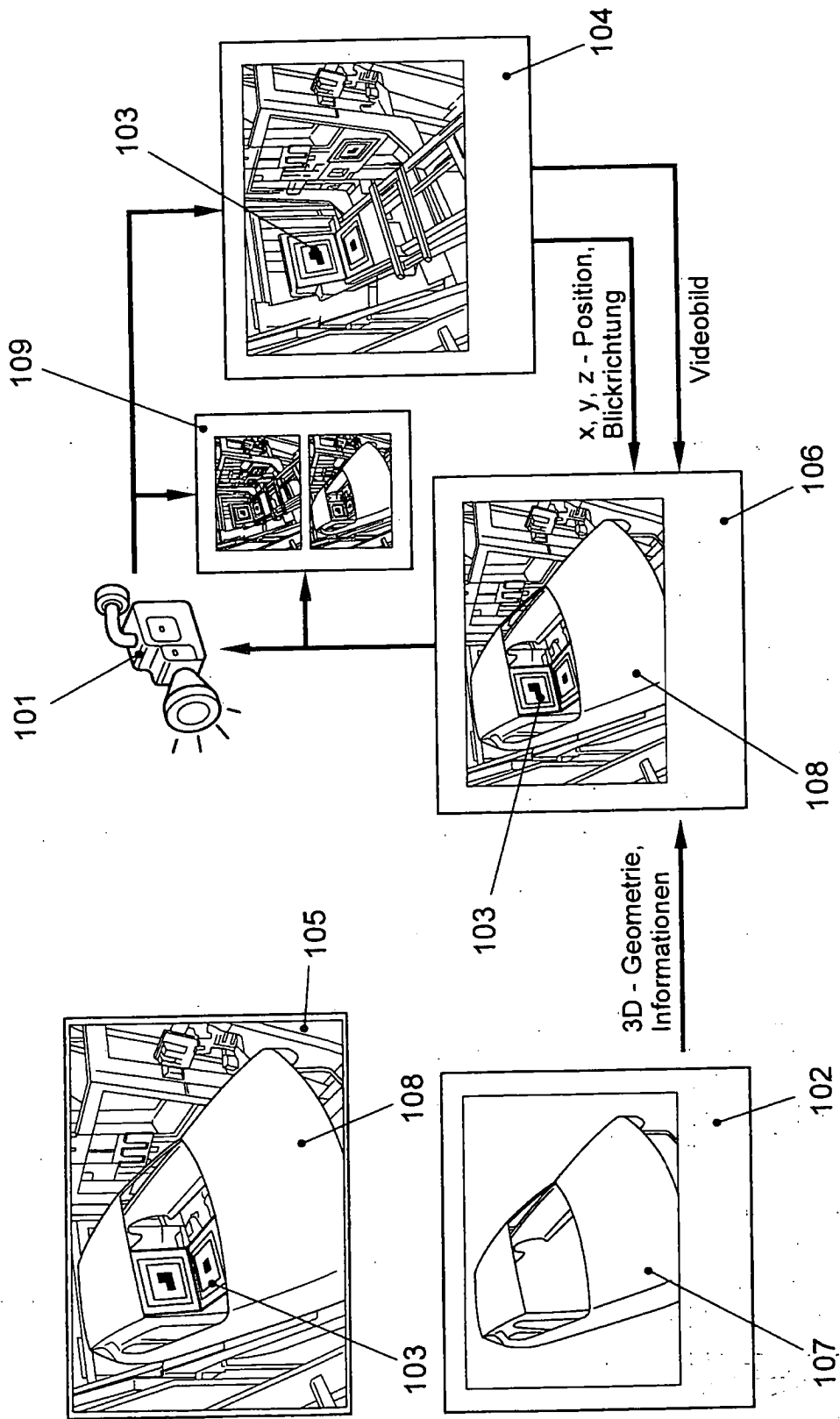


FIG. 1

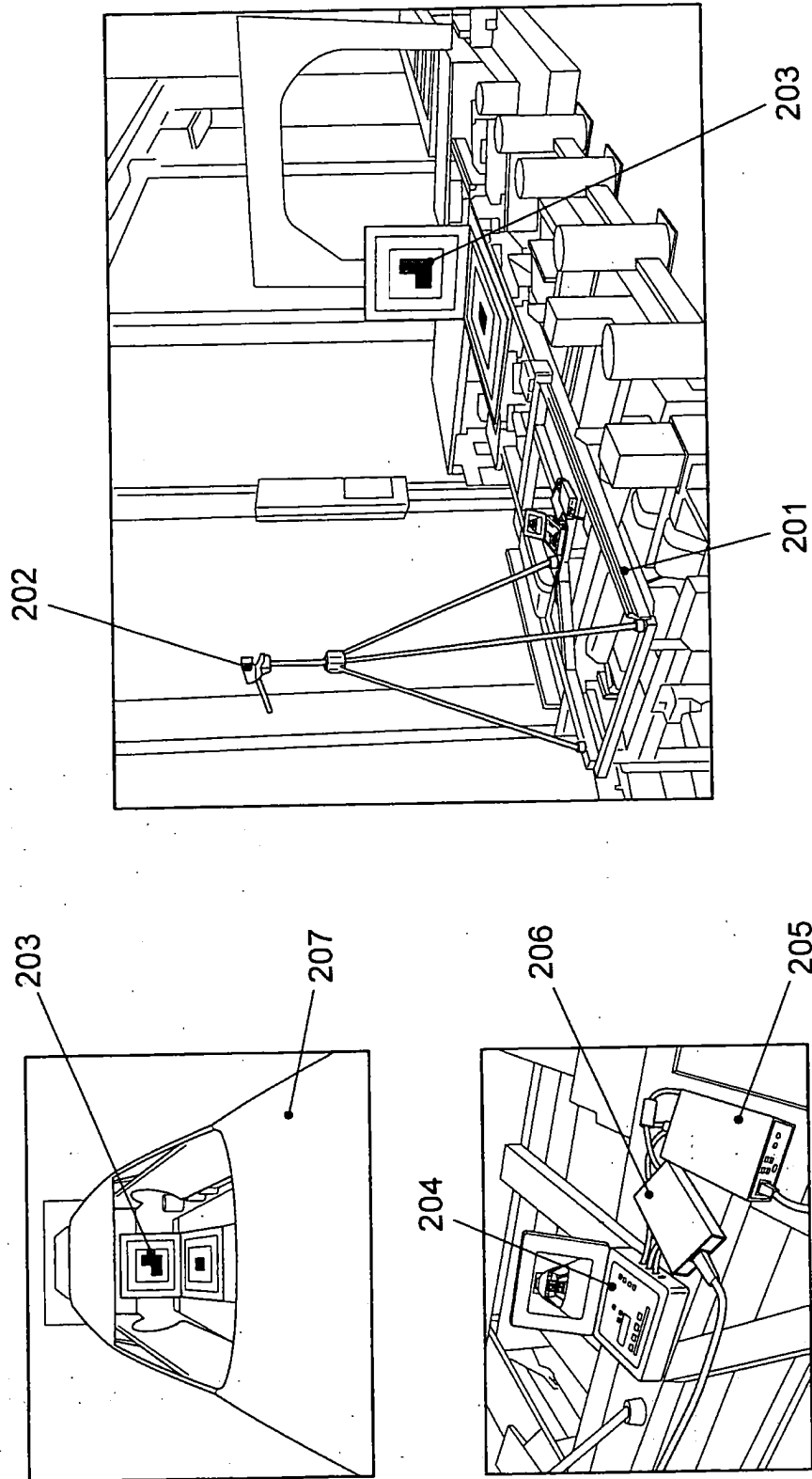


FIG. 2