

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50158/2021
(22) Anmeldetag: 05.03.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2023

(51) Int. Cl.: **B29C 70/38** (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2010034044 A2
DE 102011054650 A1

(73) Patentinhaber:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

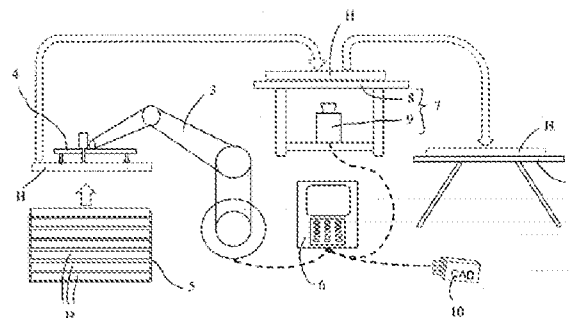
(72) Erfinder:
Dubois Eric
4219 Wasseiges (BE)
Zwicklhuber Paul MSc
4550 Kremsmünster (AT)
Neiberger Alexander Dipl.-Ing.
4331 Naarn im Machland (AT)
Mühllehner Michael
4283 Bad Zell (AT)

(74) Vertreter:
Torggler & Hofmann Patentanwälte GmbH & Co
KG
6020 Innsbruck (AT)

(54) Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen

(57) Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen (H) zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden, mit den Schritten Aufnehmen eines Halbzeugs (H) an einer bekannten Position mittels eines End-of-Arm-Tools (4) eines Handlingroboters (3) und Ablegen des Halbzeugs (H) an einer Ablageposition (2), wobei die Ablageposition (2) aus einer digitalen Halbzeug-Ablagevorlage ermittelt wird, wobei die digitale Halbzeug-Ablagevorlage durch die Schritte Einlesen eines digitalen Verbundformteil-Modells, vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, eines zu produzierenden Faser-Kunststoff-Verbundes, Vergleichen des digitalen Verbundformteil-Modells mit hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modellen (M), vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, wobei diese hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modelle (M) Halbzeuge (H) mit verschiedenen Größen und Formen repräsentieren und digitales Anordnen von mehreren hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modellen (M) im digitalen Verbundformteil-Modell, sodass sich die digitale Halbzeug-Ablagevorlage ergibt, generiert wird.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft in einer ersten Variante ein Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1. Zudem betrifft die Erfindung gemäß einer zweiten Variante ein Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 2. Weiters betrifft die vorliegende Erfindung gemäß der ersten Variante eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 8 und gemäß einer zweiten Variante eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 9.

[0002] Die DE 10 2012 203 134 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufnehmen eines Konturteils. Das Verfahren kann im Rahmen einer Herstellung eines Faserverbundwerkstoffs durchgeführt werden. Eine Ausrichtung des Konturteils kann durch Bestimmung eines Bezugspunkts des Konturteils und einer Orientierung des Konturteils bestimmt werden. Für einen Mustervergleich kann ein Abbild eines zu detektierenden Konturteils erzeugt werden. Das Abbild kann aus CAD-Daten des Konturteils unter Kenntnis von Abbildungsmaßstab und Kameraauflösung erzeugt werden. Das Abbild kann in einem Arbeitsspeicher erzeugt werden. Das Abbild kann dergestalt erzeugt werden, dass sich eine pixelweise räumliche Korrespondenz von Abbild und Kamerabild ergibt. Es ist angeführt, dass zur Durchführung des Konturvergleichs aus den CAD-Daten des Konturteils Informationen über eine Kontur, einen Bezugspunkt und/oder eine Orientierung des Konturteils verfügbar gemacht werden. Es geht bei dieser Schrift hauptsächlich um das Aufnehmen der Konturteile, wobei unterschiedliche und wechselnde Konturteile zuverlässig erkannt und präzise aufgenommen werden, wodurch eine nachfolgende Ablagegenauigkeit ebenfalls erhöht ist. Das Ablegen an sich wird dann aber nicht mehr beschrieben.

[0003] Das Ablegen eines Fasermaterials auf einer Formwerkzeugoberfläche wird beispielsweise in der DE 10 2016 118 791 A1 beschrieben. Es geht bei dieser Schrift vor allem darum, dass beim Ablegen die Krümmungen der Oberfläche berücksichtigt werden. In Absatz [0052] wird auf die zu vermeidenden „Bananenbahnen“ eingegangen. In Absatz [0021] ist folgendes angeführt: „Mithilfe des erfindungsgemäßen Bahnplanungsprozesses können auf eine Bauteiloberfläche abzulegende Bahnen bezüglich ablegbarer Bahnbreite, notwendigem Materialverzug und Materialverschnitt optimiert werden. Dafür kann ein MATLAB Tool verwendet werden, welches unter Berücksichtigung diverser Vorgabeparameter eine optimierte Bahn über eine gewünschte Ablagegeometrie sucht und erzeugt. Dabei kann eine Bahnkantenlänge, rechte Bahnkante zur linken Bahnkante, gleichbleiben.“ Die Bahnbreite ist hier ein vorgegebener Wert, welcher im Prozess nicht kontrolliert wird. Dadurch kann es zu Ungenauigkeiten kommen.

[0004] In den nachfolgend angeführten Schriften wird nicht konkret auf CAD-Daten zur Kameraerfassung eingegangen, es geht aber jeweils um das Ablegen von faserverstärkten Elementen auf bestimmten Positionen.

[0005] Die DE 10 2016 104 926 A1 zeigt ein Verfahren zur Herstellung eines mehrlagigen Vorleges aus faserverstärkten Matten. Gemäß Absatz [0006] lässt sich die definierte Orientierung und der definierte Abstand der Matten einer jeweiligen Einzellage noch einfacher überwachen und steuern durch ein Kamerasystem mit entsprechender Bildauswertung. Es ist angeführt, dass die Ausrichtung der Matten in Relation zu einem ersten Ablageelement erfolgt.

[0006] Die DE 10 2014 012 204 A1 beschreibt, dass die Positioniervorrichtung zwei Belichtungsquellen und als Positionssensor eine Kamera aufweist. Mit dieser Kamera wird die Ist-Position des Grundträgers bzw. des Verstärkungselements überprüft und mit einer im Steuerprogramm gespeicherten und errechneten Soll-Position abgeglichen. Wenn eine Abweichung vorliegt, wird vom Steuerprogramm ein entsprechendes Steuersignal an die Transportvorrichtung übermittelt, das sogleich eine Positionskorrektur durchführt.

[0007] Auch in der DE 10 2015 102 467 A1 geht es um eine Ablegevorrichtung zum Ablegen eines Halbzeugs zur Herstellung eines faserverstärkten Bauteils. Fig. 5 zeigt eine Legeeinheit

beim Ablegen des Halbzeugs auf der Oberfläche eines herzustellenden faserverstärkten Bauteils. Die Legeeinheit weist einen Energiespeicher in Form eines Akkumulators bzw. in Form von Batterien auf. Ferner weist die Legeeinheit eine Ortungseinheit auf, über welche eine Positionserfassung der Legeeinheit über der Oberfläche des herzustellenden faserverstärkten Bauteils erfolgen kann. Beispielsweise erfolgt die Ortung über ein Satellitennavigationssystem wie zum Beispiel GPS oder über ein kamerabasiertes System.

[0008] Gemäß der WO 2018/078141 A1 geht es darum, dass unter Steuerung einer Steuereinrichtung die Tapes derart auf dem Legetisch an einem Ablageort abgelegt werden, dass der Überhang minimiert wird. Die Erfassungseinheit ist vorzugsweise ein optischer Sensor oder eine Kamera, welche die Geometrie des Tapes oder des Tape-Bandmaterials teilweise oder vollständig erfasst. Beide Anlagenkomponenten der Tapelegevorrichtung, Legeeinrichtung und Legetisch, sind voneinander unabhängig bewegbar, so dass je nach Ausgangslage die Legeeinrichtung und/oder der Legetisch sich in eine optimale Ablegeposition bewegen können, um eine möglichst geringe Taktzeit zum Legen des Tapes zu erzielen.

[0009] Die DE 10 2012 102 205 A1 beschreibt eine Faser-Legevorrichtung. Es ist eine Steuereinheit vorgesehen, die zum Ansteuern der Faser-Legevorrichtung so ausgebildet ist, dass an vorbestimmten Legepositionen die Faserbahnen durch den Ablegekopf auf dem Werkzeug abgelegt werden. In einem Ausführungsbeispiel ist der Ablegekopf über eine entsprechende Steuerkette mit der Steuereinheit verbunden, um an vorbestimmten Legepositionen die Faserbahnen durch den Ablegekopf auf dem Werkzeug abzulegen.

[0010] Die DE 10 2011 054 650 A1 betrifft ein Verfahren zum überlappenden Aufbauen eines Vorformlings aus einer Mehrzahl zugeschnittener und entsprechend einer vorgegebenen Form des Vorformlings gelegter Formelemente. Dabei steht vor allem das schnelle und kostengünstige Aufbauen der Formelemente im Vordergrund. Hierzu wird auf präzises Ablegen und ein genaues Erfassen der Position der Formelemente verzichtet. Stattdessen werden die relativen Positionen der einzelnen Formelemente in Bezug auf andere bereits gelegte Formelemente unter Verwendung von deren Position relativ zum Haltemittel und/oder dem Transportweg und/oder der Ablageposition eines oder mehrerer zuvor abgelegter Formelemente ermittelt oder errechnet.

[0011] Die WO 2010 034044 A2 weicht insofern von den bisherigen Stand-der-Technik-Dokumenten ab, als dass nicht explizit faserverstärkte Elemente abgelegt werden und konkret auf CAD-Daten zur Kameraerfassung eingegangen wird. Hier handelt es sich um ein Verfahren zum Aufnehmen und/oder Bearbeiten von einzelnen Objekten aus einer bewegten Objektmenge. Das hierfür notwendige maschinelle Sehen wird durch einen fortlaufenden Bildinformationsstrom generiert. Dieser beinhaltet sowohl Objektpunktkoordinaten als auch Bewegungsinformationen der Objektmenge.

[0012] Zurückkehrend zur DE 10 2012 203 134 A1 ist folgendes noch festzuhalten: Diese Schrift zeigt ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur automatisierten Erkennung von Positionen von vor-konfektionierten technischen Textilien. Ein robotisches Handhabungssystem kann mit einem Bildverarbeitungssystem gekoppelt werden, welches auf CAD-Daten zurückgreift, um eine Position aufzunehmender Objekte zu ermitteln. Somit muss bei diesem Verfahren das Greifgut (entspricht dem Halbzeug) in Bezug auf das Handhabungssystem nicht ausgerichtet werden, da das Handhabungssystem auf die Orientierung des Greifgutes reagieren kann. Sind der Steuerung mehrere CAD-Daten bekannt, können auch unterschiedliche und wechselnde Konturteile zuverlässig erkannt und präzise aufgenommen werden. Bei diesem Verfahren muss somit die Kamera schon vor der Bauteilaufnahme auf das Greifgut gerichtet sein und anhand eines Musterabgleichs kann das Greifgut lokalisiert werden. Sobald das Greifgut lokalisiert ist, werden die Daten der Robotersteuerung zur Verfügung gestellt und der Roboter kann mit einem Greifer das Greifgut aufnehmen. Somit ist es möglich das Greifgut aufzunehmen, ohne dieses vor der Aufnahme zentrieren zu müssen. Auf mögliche Positionsveränderungen, welche bei der Aufnahme des Greifguts passieren können, kann somit nicht reagiert werden.

[0013] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung gattungsgemäßer Verfahren, welche die oben diskutierten Probleme zumindest teilweise lösen und gattungsgemä-

ßer Vorrichtungen, welche zur Durchführung solcher Verfahren konfiguriert ist.

[0014] Diese Aufgabe wird durch Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1, mit einem Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 2, einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 sowie einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0015] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0016] In anderen und vereinfachten Worten ausgedrückt, bezieht sich der erste Aspekt der Erfindung auf das automatische Generieren einer Halbzeug-Ablagevorlage aus einer Datei (z. B. CAD-File) des gesamten Faser-Kunststoff-Verbundes.

[0017] Der zweite Aspekt der Erfindung bezieht sich auf das Ablegen der Halbzeuge anhand des Vergleiches der Referenzpunkte und Orientierungen (Ausrichtungen).

[0018] Bei Halbzeugen gemäß der Erfindung kann es sich zum Beispiel um faserverstärkte Bändchen oder Platten handeln. Halbzeuge können auch als Tape bezeichnet werden.

[0019] Die Erfindung bewirkt, dass die Ablageposition nicht manuell in eine Steuer- oder Regelvorrichtung eingegeben werden muss, sondern anhand eines digitalen Halbzeugmodells an die Steuer- oder Regelvorrichtung gesandt wird. Die Steuer- oder Regelvorrichtung kann anhand des digitalen Halbzeugmodells die zumindest eine Ablageposition bestimmen.

[0020] Zur Definition des digitalen Halbzeug-Modells sei folgendes festgehalten: Diese können beispielsweise aus einem CAD-File übernommen werden. Insbesondere werden diese digitalen Halbzeug-Modelle aus dem gleichen CAD-File entnommen, welches dem fertigen Produkt entspricht, in welchem die einzelnen Tape-Typen (bzw. Tape-Sorten) enthalten sind.

[0021] Ein Referenzpunkt entspricht einem Koordinatenpunkt in einem zweidimensionalen Koordinatensystem. Zum Beispiel setzt sich der Referenzpunkt aus ein x-Wert und einem y-Wert zusammen.

[0022] Die Ausrichtung ist beispielsweise durch einen Winkelwert in einem Koordinatensystem definiert.

[0023] Die Halbzeug-Ablagevorlage kann so definiert werden, dass zumindest eine Ablageposition und eine Orientierungsinformation aus dieser ableitbar ist. Anders ausgedrückt: Jeder Datensatz, aus welchem man eine Punktinformation und eine Orientierungsinformation ableiten kann, ist eine Halbzeug-Ablagevorlage. Zum Beispiel kann die Halbzeug-Ablagevorlage ein Punkt und ein Vektor, oder ein Ausgangspunkt und ein Zielpunkt, oder ein Punkt und ein Winkel bezogen auf einen Ausgangswinkel, oder zwei Vektoren, usw. sein.

[0024] Mit der beschriebenen Vorrichtung bzw. mit dem beschriebenen Verfahren sollen Halbzeuge, insbesondere faserverstärkte Bändchen oder Platten, vorzugsweise aus einem thermoplastischen Kunststoff, mit einem Handlingroboter aufgenommen und an einer definierten Ablageposition abgelegt werden.

[0025] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Ablageposition mittels eines digitalen Halbzeugmodells (vorzugsweise in Form eines CAD-Files, besonders bevorzugt in Form des Drawing Interchange File Format) der Steuer- oder Regelvorrichtung dem automatisierten Handlingroboter bekannt gegeben wird.

[0026] Es können mehrere digitale Halbzeug-Modelle in einer gemeinsamen Datei (vorzugsweise CAD-File) vorliegen. In einer gemeinsamen Datei können sich dabei unterschiedliche Einzelgeometrien befinden. Das bedeutet, dass in einer Datei auch mehrere verschiedene Geometrien vorhanden sein können. So können zum Beispiel in einer Datei zwei Quadrate zu sehen sein, welche, wenn sie zusammengelegt werden, als übergeordnete Form ein Rechteck bilden.

[0027] Vorzugsweise wird das beschriebene Verfahren bzw. die Vorrichtung für das Tapelegen verwendet und deshalb kann es auch vorkommen, dass es unterschiedliche Lagen gibt. Der Lagenaufbau wird typischerweise im Plybook (=Legenanweisung) beschrieben. Das bedeutet, dass

für jede Lage auch unterschiedliche Dateien (z. B. CAD-Files) für die Ablage verwendet werden können. Somit wird bei einem mehrlagigen Aufbau zusätzlich noch die Information benötigt, welche Datei in welcher Lage verwendet werden soll. Diese Information kann der Steuer- oder Regelvorrichtung als Textfile mitgeteilt werden. Natürlich kann diese Information auch in einem anderen Format oder auch manuell an der Steuer- oder Regelvorrichtung eingegeben werden.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Zuführvorrichtung vorgesehen. Damit die, insbesondere faserverstärkten, Halbzeuge abgelegt werden können, müssen diese zu Prozessbeginn an einer bekannten Position gelagert werden. Vorzugsweise werden an einer Position mehrere Halbzeuge desselben Typs gelagert (z. B. in einem Halbzeugmagazin).

[0029] Alternativ zur eigenständigen Zuführvorrichtung kann vorgesehen sein, dass der Handlingroboter das Halbzeug direkt (z. B. aus einem Magazin) entnimmt oder dass die Zuführung durch eine Bedienungsperson (z. B. auf Basis von vorgegebenen Anweisungen der Steuer- oder Regelvorrichtung) durchgeführt wird.

[0030] Besonders bevorzugt wird für die Lagerung eine Vorrichtung verwendet, wo mehrere Halbzeuge gelagert werden.

[0031] Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Halbzeuge von der Vorrichtung vereinzelt werden. Das bedeutet, dass die Vorrichtung aus einem Lager ein einzelnes Halbzeug aufnimmt und an einer definierten Position bereitstellt.

[0032] Von dieser Position kann das Halbzeug anschließend von dem, durch einer Steuer- oder Regelvorrichtung gesteuerten Handlingroboter (im Folgenden kurz als automatisierter Handlingroboter bezeichnet) aufgenommen werden. Der automatisierte Handlingroboter (vorzugsweise ein Industrieroboter), weist eine hohe Absolut-Genauigkeit auf.

[0033] Auf dem automatisierten Handlingroboter befindet sich ein Übernahmekopf (auch als End-of-Arm-Tool bezeichnet), der dazu ausgebildet ist, das Halbzeug aufzunehmen.

[0034] Für die Halbzugaufnahme können verschiedene Greifelemente wie Nadelgreifer, Greifzangen, Vakuumgreifer, Gefriergreifer, elektrostatische Greifer oder ähnliches verwendet werden.

[0035] Vorzugsweise befindet sich auf dem Übernahmekopf noch eine Beleuchtung und Schweißelemente, welche die Halbzeuge bei der Ablage miteinander verschweißen können.

[0036] Werden bei einem Legeprozess mehrere verschiedene Halbzeuge benötigt, so können bevorzugt auch mehrere Lagerpositionen vorgesehen sein, an welchen die Halbzeuge durch den Handlingroboter oder die bevorzugt vorgesehene Zuführvorrichtung abgeholt werden können.

[0037] Die Position eines Lagers kann daher als Abholposition dienen und ist vorzugsweise eine fixe Position. Somit sollte das Halbzeug zumindest grob vorzentriert sein, damit es vom Übernahmekopf aufgenommen werden kann.

[0038] Nachdem das Halbzeug vom automatisierten Handlingroboter aufgenommen ist, bewegt sich der automatisierte Handlingroboter zu einer Prüfposition.

[0039] An der Prüfposition wird, vorzugsweise mit einem visuellen Messsystem, bestimmt, wo sich das Halbzeug am Übernahmekopf befindet. Unter einem visuellen Messsystem wird beispielsweise ein optisches Kamerasystem mit einer aus dem Stand der Technik Auswertesoftware verstanden. Natürlich können hier auch andere Systeme verwendet werden, welche eine Objekterkennung und Lokalisierung ermöglichen (z. B. Radarsensoren am Übernahmekopf).

[0040] Um eine Objekterkennung zu ermöglichen und anschließend das Objekt genau ablegen zu können, sollten zumindest zwei Kriterien erfüllt sein.

[0041] Einerseits sollte die Auswertesoftware wissen, welches Objekt gesucht werden muss. Dazu wird der Auswertesoftware für jede abzulegende Geometrie zumindest ein CAD-File zur Verfügung gestellt, wobei sich in einem CAD-File auch mehrere Objekte befinden können. Bevorzugt wird aus dem CAD-File und für das reale Objekt derselbe Referenzpunkt gesucht und

verwendet.

[0042] Weiters sollte das gefundene Objekt in ein Koordinatensystem transferierbar sein, welches dem automatisierten Handlingroboter bekannt ist. Um das zu ermöglichen, werden (vorzugsweise vor dem Legeprozess) der automatisierte Handlingroboter und das Messsystem miteinander kalibriert. Hierfür kann z. B. eine „hand to eye“ Kalibrierung durchgeführt werden. Dabei wird vom Übernahmekopf auf zumindest zwei verschiedenen Positionen des Messsystems eine Objekterkennung vorgenommen. Vorzugsweise handelt es sich um ein optisches Messverfahren und somit wird auf zumindest zwei verschiedenen Positionen ein Bild aufgenommen. Zum Zeitpunkt der Bildaufnahme ist die Position des automatisierten Handlings bekannt und somit kann, mit diesen beiden Bildaufnahmen, ein gemeinsames Koordinatensystem errechnet werden.

[0043] Damit die Auswertesoftware zwischen Geometrien unterscheiden kann oder weiß, wonach sie suchen soll, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Auswertesoftware die Halbzeug-Konturen aus dem CAD-File einlernt. Das bedeutet, dass die Auswertesoftware das CAD-File öffnen und so weit lesen kann, dass sie das im CAD-File gezeigte Objekt einlernen kann. An der Prüfposition wird eine Bildaufnahme des Übernahmekopfs gemacht und dieses Bild wird anschließend von der Auswertesoftware analysiert. Vorzugsweise ist der Auswertesoftware bekannt, welches Objekt bzw. welche Muster sie suchen soll.

[0044] Sollten mehrere und verschiedene Halbzeuge abgelegt werden, ist in einer besonders bevorzugten Variante die Auswertesoftware auch in der Lage zu ermitteln, welches Objekt bzw. welches Muster sich gerade am Übernahmekopf befindet.

[0045] Um vom aufgenommenen Halbzeug eine bestmögliche Bildaufnahme zu machen, kann die Prüfstation eine für das visuelle Messsystem zumindest teilweise transparente Platte umfassen. Vor der Bildaufnahme wird das Halbzeug vom automatisierten Handlingroboter zu dieser Platte bewegt, bis das Halbzeug mit der Platte in Kontakt steht.

[0046] Je nach Ausführung des automatisierten Handlingroboter, kann diese Position auch etwas unterschiedlich sein. So kann es bei einem Übernahmekopf welche in der Ebene normal zum Halbzeug beweglich geführt ist auch sinnvoll sein, den Übernahmekopf samt Halbzeug gegen diese transparente Platte zu drücken.

[0047] Alternativ kann auch auf eine transparente Platte verzichtet werden, wenn das End-of-Arm-Tool (z. B. ein Greifer) das Halbzeug von selbst flach hält. Dann reicht es aus, wenn das Halbzeug in den Aufnahmebereich des Messsystems bewegt wird.

[0048] Dass bei der Prüfposition der Kontakt zur vorzugsweisen transparenten Platte gesucht wird, hat folgende Vorteile: Einerseits wird das Halbzeug, welches sich am Übernahmekopf befindet, in eine gestreckte Lage gebracht und andererseits kann somit sichergestellt werden, dass die Bildaufnahme immer im gleichen Fokusbereich der Kamera vorgenommen wird.

[0049] Die Auswertesoftware der Kamera verfügt über eine Vielzahl von Möglichkeiten, um das Halbzeug am Übernahmekopf zu finden. Bevorzugt wird eine Mustersuche verwendet. Das Ergebnis der Mustersuche wird dann zumindest als ein Punkt mit Orientierung an die Steuer- oder Regelvorrichtung des automatisierten Handlingroboter gesandt.

[0050] Bei dem Punkt samt Orientierung kann es sich um einen beliebigen Punkt handeln, welcher zum Halbzeug in Bezug gesetzt werden kann. Vorzugsweise werden der Schwerpunkt des Objekts und dessen Orientierung verwendet. Diese Daten werden in weiterer Folge an die den Handlingroboter steuernde Steuer- oder Regelvorrichtung weitergegeben und von der Steuer- oder Regelvorrichtung für die Berechnung der Ablageposition verwendet. Ist die genaue Position sowie die Orientierung des Halbzeugs am Übernahmekopf bekannt, kann das Halbzeug äußerst präzise auf eine Ablageposition gelegt werden.

[0051] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Ablageposition durch einen Ablagetisch gebildet wird, auf welchem zumindest die erste Halbzeuglage fixiert werden kann.

[0052] Vorzugsweise wird hierfür eine Vakuumplatte verwendet, welche mittels Unterdrucks ein Halbzeug fixieren kann. Somit werden alle Halbzeuglagen, welche zumindest teilweise Kontakt

zum Ablagetisch haben, vom Ablagetisch fixiert.

[0053] Sollten weitere Lagen folgen, werden diese mittels Punktschweißen mit zumindest der darunterliegenden Lage verschweißt. So kann schrittweise das sogenannte Plybook abgearbeitet werden.

[0054] Sind alle Halbzeuge abgelegt, wird das punktgeschweißte Halbzeug vorzugsweise automatisiert vom Ablagetisch entfernt und auf ein Förderband bzw. auf einen weiterführenden Arbeitsplatz gelegt.

[0055] Der Prozess kann anschließend so oft wiederholt werden, bis die gewünschte Anzahl an Halbzeugen produziert ist.

[0056] Die optische Prüfung bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten das Halbzeug zu untersuchen. So lässt sich mit einer Mustersuche feststellen, ob oder wie weit die Halbzeug-Kontur mit einer Kontur aus einer der Dateien (CAD-Files) übereinstimmt. Somit kann eine Qualitätsuntersuchung vor der eigentlichen Halbzeugablage vorgenommen werden und Bauteile, welche Qualitätskriterien nicht erfüllen, können aus dem Prozess ausgeschleust und durch neue ersetzt werden. Dabei beziehen sich die Qualitätskriterien nicht ausschließlich auf die Kontur des Bauteils. Es kann beispielsweise auch eine Faserorientierung untersucht werden.

[0057] Weiters ist es auch vorstellbar, dass Halbzeuge auf ihre Homogenität untersucht werden und dass beispielsweise Bauteile mit Matrixgassen oder ähnlichen Fehlern aussortiert werden. Um Fehler bei der Faserorientierung bzw. Matrixgassen zu finden, ist es auch vorstellbar, dass von der Kamera zumindest ein weiteres Bild mit anderen Aufnahmeeinstellungen (z. B. längere Belichtungszeit) gemacht wird. Weiters ist es auch vorstellbar, dass zumindest eine weitere Kamera mit z. B. einem anderen Objektiv oder einem Polarisationsfilter verwendet wird.

[0058] Nach der Bildaufnahme an der Prüfposition wird von Auswertesoftware das Objekt am Übernahmekopf gesucht. Vorzugsweise weiß die Auswertesoftware zu diesem Zeitpunkt, welches Objekt es zu erwarten hat. Handelt es sich beim Messsystem um ein optisches Messsystem, wird das Objekt (vorzugsweise mittels einer Mustersuche) gesucht.

[0059] Natürlich können hier alle gängigen Verfahren der Bildverarbeitung verwendet werden und das Objekt kann auch mit einem Blob-Tool oder ähnlichem gesucht werden.

[0060] Nach der Bildaufnahme kann sofort mit der Objektsuche begonnen werden und während dieser Zeit kann der automatisierte Handlingroboter schon Richtung Ablageposition bewegt werden, ohne zu diesem Zeitpunkt die genaue Ablageposition zu kennen.

[0061] Nachdem das Objekt am Übernahmekopf lokalisiert wurde, wird zumindest ein Punkt für die Ablage des Halbzeugs berechnet. Die Berechnung kann dabei von der Steuer- oder Regelvorrichtung des automatisierten Handlingroboters oder dem Messsystem gemacht werden.

[0062] Vorzugsweise kann für die Berechnung auch ein zusätzlicher Rechner oder Server verwendet werden, welcher anschließend zumindest den einen Punkt für die Ablage an die Steuer- oder Regelvorrichtung weitergibt. Vorzugsweise werden zumindest ein Punkt inklusive Orientierungsinformation an die Steuer- oder Regelvorrichtung für die Ablage weitergegeben.

[0063] Sobald die Steuer- oder Regelvorrichtung des automatisierten Handlingroboters die genaue Position des Halbzeugs am Übernahmekopf erhalten hat, kann die Roboterposition errechnet und das Halbzeug an der Ablageposition abgelegt werden. Da der automatisierte Handlingroboter nach der Bildaufnahme diese Position vorzugsweise schon wieder verlassen hat, kann die Ablageposition sehr schnell erreicht werden.

[0064] Abschließend wird das Halbzeug an der Ablageposition abgelegt. Hierbei wird zumindest das erste Halbzeug vom Ablagetisch fixiert. Der Ablageprozess wird in weiterer Folge so oft wiederholt, bis das Plybook abgearbeitet ist.

[0065] Im Folgenden werden die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei

- [0066] Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zum Ablegen von Halbzeugen,
 [0067] Fig. 2 schematisch eine Darstellung eines CAD-Files mit zwei Quadraten,
 [0068] Fig. 3 schematisch eine Darstellung eines CAD-Files mit verschiedenartig geformten Halbzeugen und
 [0069] Fig. 4 schematisch eine Übersicht über das Softwarekonzept

[0070] zeigen.

[0071] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 1 zum Ablegen von Halbzeugen H zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden (noch nicht erkennbar) dargestellt, welche auf einer Ablageposition 2 (hier als Ablagetisch dargestellt) abgelegt werden.

[0072] Fig. 1. zeigt auch einen Handlingroboter 3 mit einem End-of-Arm-Tool 4 zum Aufnehmen eines Halbzeugs H aus einem Halbzeug-Magazin 5.

In Fig. 1 ist auch eine Steuer- oder Regelvorrichtung 6 für den Handlingroboter 3 erkennbar, welche dazu konfiguriert ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen.

[0073] Die Steuer- oder Regelvorrichtung 6 ist signaltechnisch mit dem Messsystem 9 und dem Handlingroboter 3 verbunden.

[0074] Das mit dem End-of-Arm-Tool 4 des Handlingroboters 3 aufgenommene Halbzeug H wird zur Prüfstation 7 transportiert. Die Prüfstation 7 weist eine transparente Platte 8 und das Messsystem 9 (hier eine Kamera) auf.

[0075] Es können mehrere digitale Halbzeug-Modelle M (in Fig. 2 mit einer quadratischen Form dargestellt) in einer gemeinsamen Datei 10 (vorzugsweise CAD-File) vorliegen. In einer gemeinsamen Datei 10 können sich dabei unterschiedliche Einzelgeometrien befinden. Das bedeutet, dass in einer Datei 10 auch mehrere verschiedene Geometrien vorhanden sein können. So können zum Beispiel in einer Datei 10 zwei Halbzeugmodelle M (beispielhaft in Form von Quadraten) zu sehen sein, welche, wenn sie zusammengelegt werden, als übergeordnete Form beispielhaft ein Rechteck bilden.

[0076] Im Gegensatz zu Fig. 2 sind in Fig. 3 mehrere (konkret acht) hinterlegte, digitale Halbzeug-Modelle M mit (konkret drei) verschiedenen Größen und Formen. Diese (acht) hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modelle M werden im digitalen Verbundformteil-Modell so angeordnet, dass sich eine digitale Halbzeug-Ablagevorlage ergibt.

[0077] Fig. 4 zeigt schematisch die Verfahrensschritte. In einer Datenbank 11 ist ein digitales Verbundformteil-Modell (vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format) eines zu produzierenden Faser-Kunststoff-Verbundes hinterlegt. In diesem digitalen Verbundformteil-Modell ist zumindest ein Halbzeug-Modell M modelliert.

[0078] Anschließend wird ein Halbzeug-Umriss des Halbzeug-Modells M aus dem digitalen Verbundformteil-Modell bestimmt oder der Halbzeug-Umriss aus der Datenbank 11 eingelesen.

[0079] Dann wird ein erster Referenzpunkt R1 und eine Ausrichtung A1 des Halbzeug-Modells M basierend auf dem Halbzeug-Umriss bestimmt.

[0080] Weiters wird das Halbzeug H durch das End-of-Arm-Tool 4 des Handlingroboters 3 aufgenommen und zum Messsystem 9 bewegt, wobei ein Abbild des Halbzeugs H aufgenommen wird.

[0081] Dann wird ein zweiter Referenzpunkt R2 und eine Ausrichtung A2 des Halbzeugs H im Abbild auf Basis des Halbzeug-Umrisses und auf Basis des ersten Referenzpunkts R1 aus dem Verbundformteil-Modell generiert oder bestimmt, sodass der erste Referenzpunkt R1 und der zweite Referenzpunkt R2 samt jeweiliger Ausrichtung A1 und A2 (Orientierung) in Bezug auf das Halbzeug H aufeinander liegen.

[0082] Schließlich werden - insbesondere über die Auswertesoftware 12 - auf Basis des bestimmten zweiten Referenzpunkt R2 und der bestimmten Ausrichtung A2 die Koordinaten bestimmt, an

welchen der Handlingroboter 3 (gesteuert von der Steuer-oder Regelvorrichtung 6) das Halbzeug H ablegt.

[0083] Die Auswertesoftware 12 kann signaltechnisch mit der Steuer- oder Regelvorrichtung 6 verbunden sein. Alternativ kann die Auswertesoftware 12 integraler Bestandteil des Steuer- oder Regelvorrichtung 6 sein.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1 Vorrichtung
- 2 Ablageposition
- 3 Handlingroboter
- 4 End-of-Arm-Tool
- 5 Halbzeug-Magazin
- 6 Steuer- oder Regelvorrichtung
- 7 Prüfstation
- 8 transparente Platte
- 9 Messsystem
- 10 Datei
- 11 Datenbank
- 12 Auswertesoftware
- H Halbzeug
- M Halbzeugmodelle
- R1 erster Referenzpunkt
- R2 zweiter Referenzpunkt
- A1 Ausrichtung
- A2 Ausrichtung

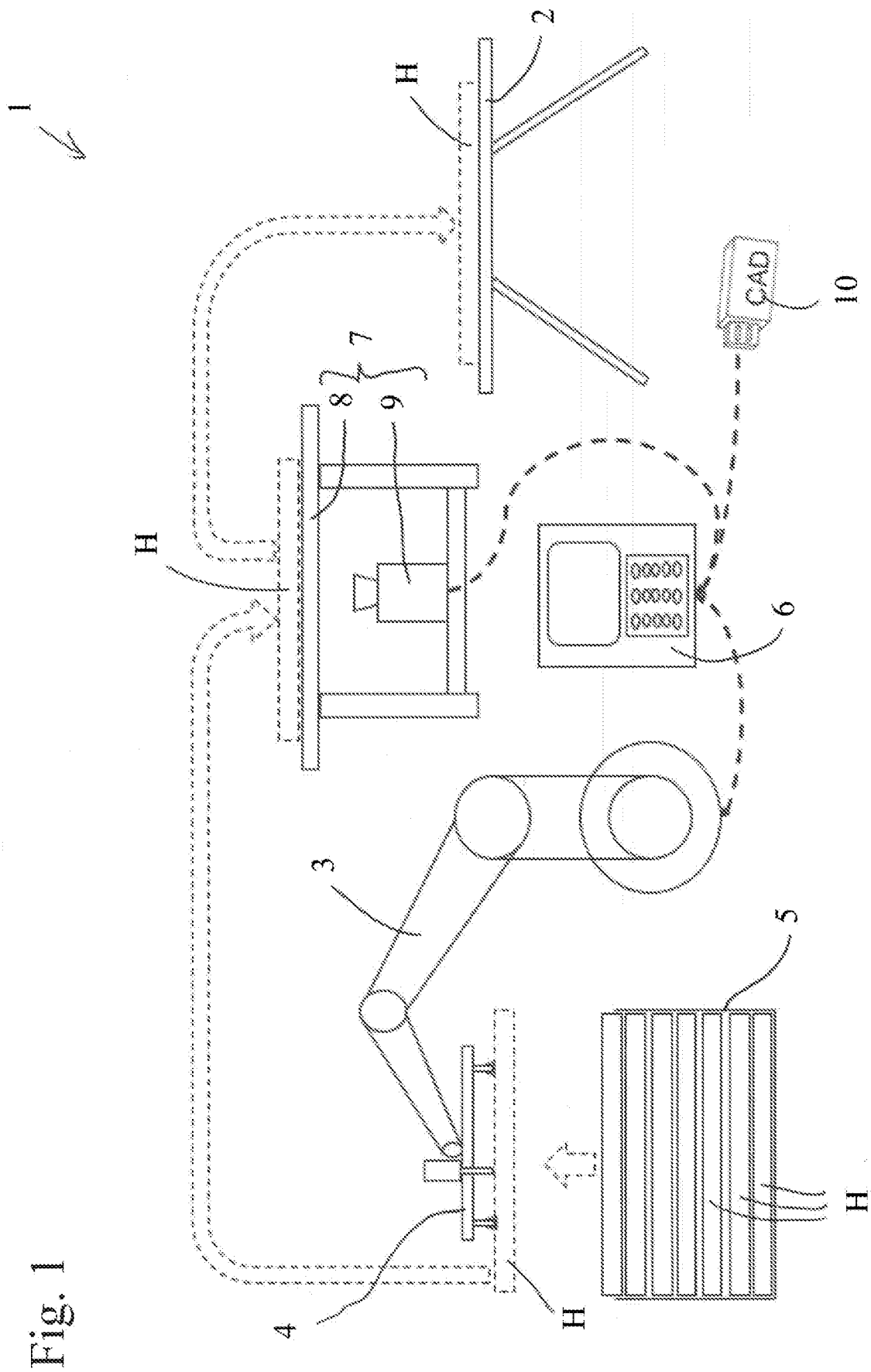
Patentansprüche

1. Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen (H) zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden, mit den Schritten:
 - Aufnehmen eines Halbzeugs (H) an einer bekannten Position mittels eines End-of-Arm-Tools (4) eines Handlingroboters (3),
 - Ablegen des Halbzeugs (H) an einer Ablageposition (2), wobei die Ablageposition (2) aus einer digitalen Halbzeug-Ablagevorlage ermittelt wird,**dadurch gekennzeichnet**, dass die digitale Halbzeug-Ablagevorlage durch die folgenden Schritte generiert wird:
 - Einlesen eines digitalen Verbundformteil-Modells, vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, eines zu produzierenden Faser-Kunststoff-Verbundes,
 - Vergleichen des digitalen Verbundformteil-Modells mit hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modellen (M), vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, wobei diese hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modelle (M) Halbzeuge (H) mit verschiedenen Größen und Formen repräsentieren und
 - digitales Anordnen von mehreren hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modellen (M) im digitalen Verbundformteil-Modell, sodass sich die digitale Halbzeug-Ablagevorlage ergibt.
2. Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen (H) zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden, mit den Schritten:
 - Aufnehmen eines Halbzeugs (H), insbesondere aus einem Halbzeug-Magazin (5), mittels eines End-of-Arm-Tools (4) eines Handlingroboters (3),
 - Ablegen des Halbzeugs (H) an einer Ablageposition (2), wobei die Ablageposition (2) aus einer digitalen Halbzeug-Ablagevorlage ermittelt wird,**dadurch gekennzeichnet**, dass die digitale Halbzeug-Ablagevorlage durch die folgenden Schritte generiert wird:
 - Einlesen eines digitalen Verbundformteil-Modells, vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, eines zu produzierenden Faser-Kunststoff-Verbundes, wobei im digitalen Verbundformteil-Modell zumindest ein Halbzeug-Modell (M) modelliert ist,
 - Bestimmen eines Halbzeug-Umrisses des Halbzeug-Modells (M) aus dem digitalen Verbundformteil-Modell oder Einlesen des Halbzeug-Umrisses aus einer Datenbank (11),
 - Bestimmen eines ersten Referenzpunktes (R1) und einer Ausrichtung (A1) des Halbzeug-Modells basierend auf dem Halbzeug-Umriss,
 - Aufnehmen des Halbzeugs (H) durch das End-of-Arm-Tool (4),
 - Aufnehmen eines Abbilds des Halbzeugs (H) durch ein Messsystem (9), vorzugsweise eine Kamera,
 - Bestimmen eines zweiten Referenzpunktes (R2) und einer Ausrichtung (A2) des Halbzeugs (H) im Abbild auf Basis des Halbzeug-Umrisses und auf Basis des ersten Referenzpunktes (R1) aus dem Verbundformteil-Modell, sodass der erste Referenzpunkt (R1) und der zweite Referenzpunkt (R2) samt Ausrichtung (A1, A2) in Bezug auf das Halbzeug (H) aufeinander liegen,
 - Bestimmen von Koordinaten, an welchen der Handlingroboter (3) das Halbzeug (H) ablegt, auf Basis des bestimmten zweiten Referenzpunktes (R2) und der bestimmten Ausrichtung (A2).
3. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Halbzeug-Modelle (M) in einer Datei hinterlegt sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zuführvorrichtung vorgesehen ist, welche Halbzeuge (H) von einer bekannten Position, vorzugsweise aus einem Halbzeug-Magazin (5), entnimmt und für den Handlingroboter (3) bereitstellt.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Messsystem (9) Teil einer Prüfstation (7) ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prüfstation (7) eine transparente Platte (8) aufweist, an welche das Halbzeug (H) andrückbar ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass über eine, vorzugsweise in der Steuer- oder Regelvorrichtung (6) hinterlegte, Auswertesoftware (12) der Halbzeug-Umriss bestimmt wird.
8. Vorrichtung (1) zum Ablegen von Halbzeugen (H) zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden, mit:
 - einem Handlingroboter (3) mit einem End-of-Arm-Tool (4) zum Aufnehmen eines Halbzeugs (H), insbesondere aus einem Halbzeug-Magazin (5), und Ablegen des Halbzeugs (H) an einer Ablageposition (2) und
 - einer Steuer- oder Regelvorrichtung (6) für den Handlingroboter (3), welche dazu konfiguriert ist, ein Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen (H) zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden, mit den folgenden Schritten auszuführen:
 - Aufnehmen eines Halbzeugs (H) an einer bekannten Position mittels eines End-of-Arm-Tools (4) eines Handlingroboters (3),
 - Ablegen des Halbzeugs (H) an einer Ablageposition (2), wobei die Ablageposition (2) aus einer digitalen Halbzeug-Ablagevorlage ermittelt wird,**dadurch gekennzeichnet**, dass die digitale Halbzeug-Ablagevorlage durch die folgenden Schritte generiert wird:
 - Einlesen eines digitalen Verbundformteil-Modells, vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, eines zu produzierenden Faser-Kunststoff-Verbundes,
 - Vergleichen des digitalen Verbundformteil-Modells mit hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modellen (M), vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, wobei diese hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modelle (M) Halbzeuge (H) mit verschiedenen Größen und Formen repräsentieren und
 - digitales Anordnen von mehreren hinterlegten, digitalen Halbzeug-Modellen (M) im digitalen Verbundformteil-Modell, sodass sich die digitale Halbzeug-Ablagevorlage ergibt.
9. Vorrichtung (1) zum Ablegen von Halbzeugen (H) zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden, mit:
 - einem Handlingroboter (3) mit einem End-of-Arm-Tool (4) zum Aufnehmen eines Halbzeugs (H), insbesondere aus einem Halbzeug-Magazin (5), und Ablegen des Halbzeugs (H) an einer Ablageposition (2) und
 - einer Steuer- oder Regelvorrichtung (6) für den Handlingroboter (3), welche dazu konfiguriert ist, ein Verfahren zum Ablegen von Halbzeugen (H) zur Herstellung von, insbesondere faserverstärkten, Faser-Kunststoff-Verbunden, mit den folgenden Schritten auszuführen:
 - Aufnehmen eines Halbzeugs (H), insbesondere aus einem Halbzeug-Magazin (5), mittels eines End-of-Arm-Tools (4) eines Handlingroboters (3),
 - Ablegen des Halbzeugs (H) an einer Ablageposition (2), wobei die Ablageposition (2) aus einer digitalen Halbzeug-Ablagevorlage ermittelt wird,**dadurch gekennzeichnet**, dass die digitale Halbzeug-Ablagevorlage durch die folgenden Schritte generiert wird:
 - Einlesen eines digitalen Verbundformteil-Modells, vorzugsweise basierend auf dem Drawing Interchange File Format, eines zu produzierenden Faser-Kunststoff-Verbundes, wobei im digitalen Verbundformteil-Modell zumindest ein Halbzeug-Modell (M) modelliert ist,

- Bestimmen eines Halbzeug-Umrisses des Halbzeug-Modells (M) aus dem digitalen Verbundformteil-Modell oder Einlesen des Halbzeug-Umrisses aus einer Datenbank (11),
- Bestimmen eines ersten Referenzpunktes (R1) und einer Ausrichtung (A1) des Halbzeug-Modells basierend auf dem Halbzeug-Umriss,
- Aufnehmen des Halbzeugs (H) durch das End-of-Arm-Tool (4),
- Aufnehmen eines Abbilds des Halbzeugs (H) durch ein Messsystem (9), vorzugsweise eine Kamera,
- Bestimmen eines zweiten Referenzpunktes (R2) und einer Ausrichtung (A2) des Halbzeugs (H) im Abbild auf Basis des Halbzeug-Umrisses und auf Basis des ersten Referenzpunktes (R1) aus dem Verbundformteil-Modell, so dass der erste Referenzpunkt (R1) und der zweite Referenzpunkt (R2) samt Ausrichtung (A1, A2) in Bezug auf das Halbzeug (H) aufeinander liegen,
- Bestimmen von Koordinaten, an welchen der Handlingroboter (3) das Halbzeug (H) ablegt, auf Basis des bestimmten zweiten Referenzpunktes (R2) und der bestimmten Ausrichtung (A2).

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



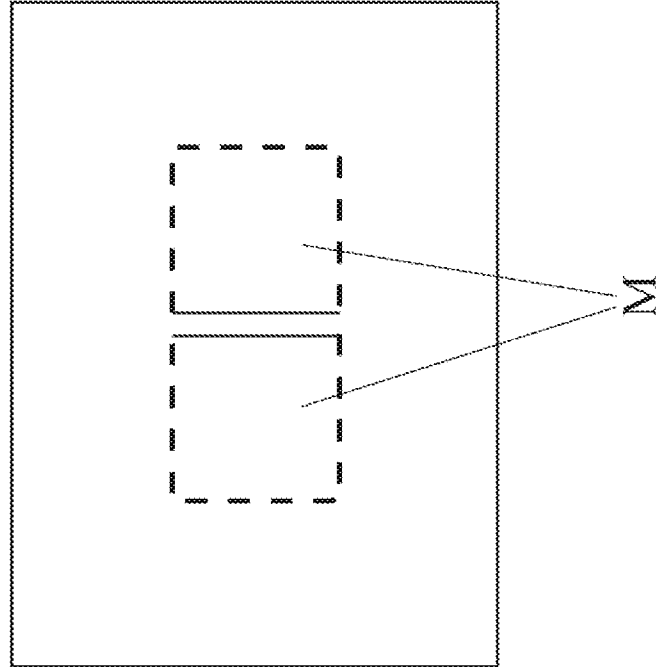


Fig. 2

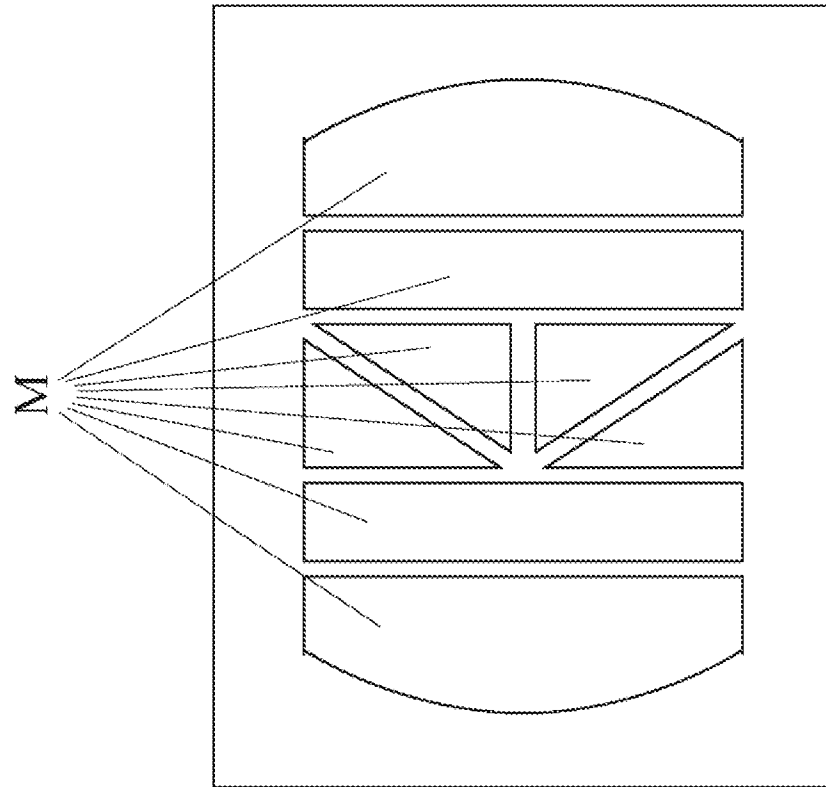
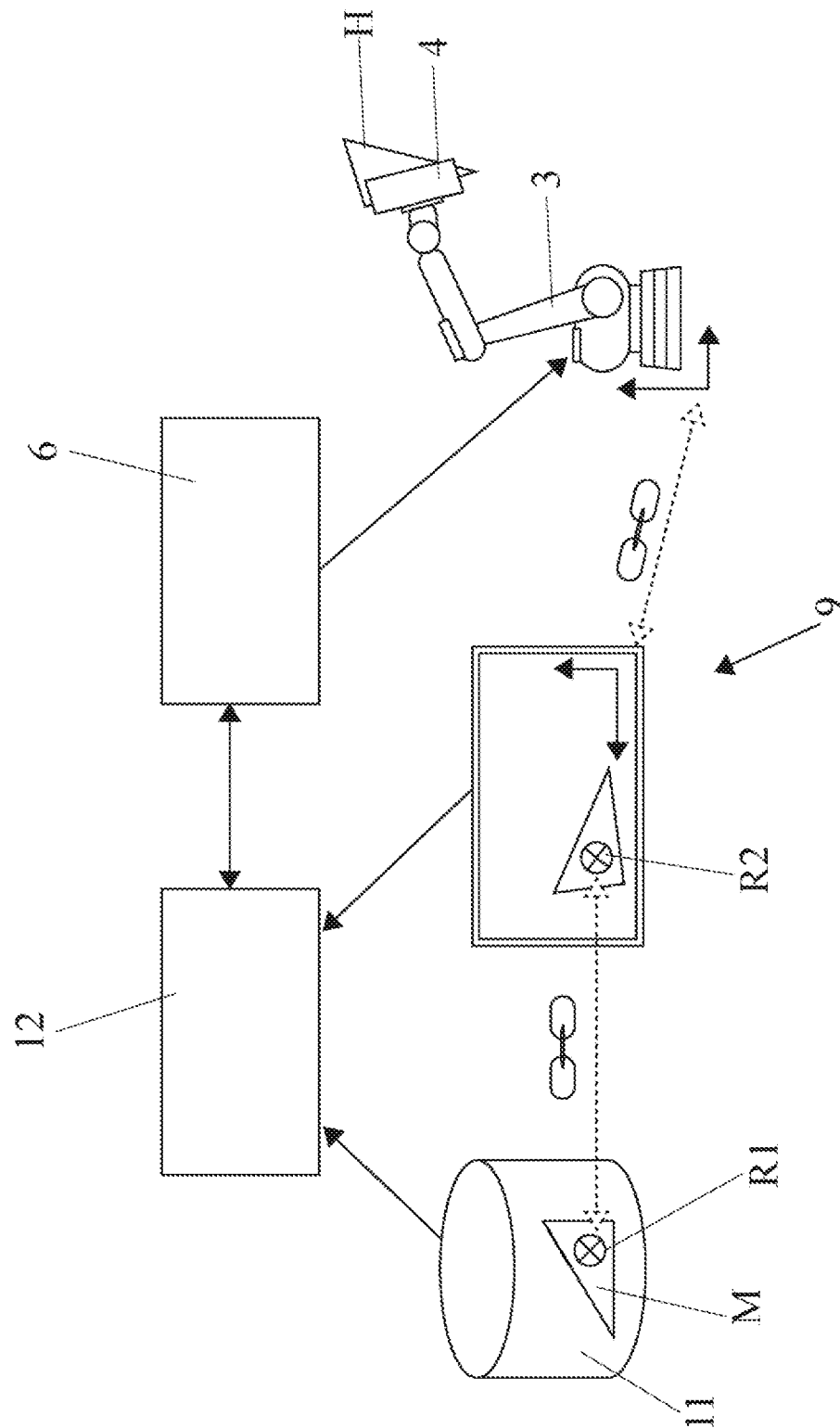


Fig. 3



١٥٠