

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. April 2025 (10.04.2025)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/073560 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21D 3/05 (2006.01) *B23P 15/00* (2006.01)
B21D 43/28 (2006.01) *B21F 1/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/076979

(22) Internationales Anmeldedatum:

25. September 2024 (25.09.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 126 784.1

02. Oktober 2023 (02.10.2023) DE

(71) Anmelder: **WAFIOS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Silberburgstraße 5, 72764 Reutlingen (DE).

(72) Erfinder: **WEIGMANN, Uwe-Peter**; Urbanstr. 42, 72622 Nürtingen (DE). **EISELE, Jörg**; Hirschgasse 5, 72818 Trochelfingen (DE). **WIDMANN, Christoph**; Ahornstraße 23, 72574 Bad Urach - Sirchingen (DE). **SINGLE, Tobias**; Wolfgartenweg 18, 72581 Dettingen (DE). **HÖRMANN, Uli**; Gartenstraße 17, 72119 Ammerbuch (DE). **WEIBLEN, Frank**; Stauseestraße 13, 72555 Metzingen - Neuhausen (DE).

(74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE RUFF, WILHELM, BEIER, DAUSTER & PARTNER MBB**; Kronenstraße 30, 70174 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR CONFIGURING A STRAIGHTENING SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SYSTEM ZUM EINRICHTEN EINES RICHTSYSTEMS

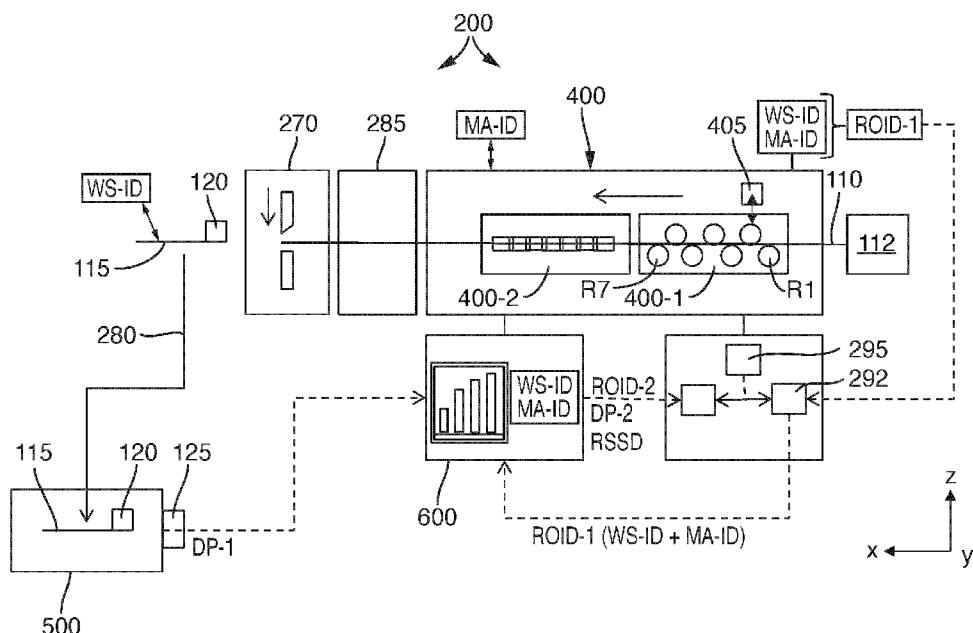


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for configuring straightening systems for straightening continuous wire-like or tubular material to be straightened in a plurality of forming machines in a machine group for producing straight or curved shaped parts from the material to be straightened. Each of the forming machines in the machine group has a straightening system (400) having two adjustable roller straightening apparatuses (400-1, 400-2) which are connected in series and have straightening planes oriented perpendicularly to one another. A shaped part (115) made from straightened material is separated from the material to be straightened after passing through the straightening system and a straightened portion of the shaped part is measured by means of a measuring unit (500) in order to determine measurement data which represent a residual curvature of the straightened material. By evaluating the measurement data, an

WO 2025/073560 A1



GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

evaluation unit (600) determines a feed strategy and straightening system control data (RSSD) corresponding to the feed strategy, on the basis of which the straightening geometry of the straightening system (400) is changed such that a residual curvature of a subsequently straightened portion of the material to be straightened is improved by changing the straightening geometry with regard to a desired residual curvature. The same common measuring unit (500) is used for measuring the straightened portions of all forming machines in the machine group. An error-proof data exchange for exchanging data between each of the forming machines (200), the measuring unit (500) and an evaluation unit (600) ensures that the straightening geometry of a selected straightening system can only be changed on the basis of measurement data which were determined from a shaped part produced from material straightened using the selected straightening system.

(57) **Zusammenfassung:** Bei einem Verfahren zum Einrichten von Richtsystemen zum Richten von durchlaufendem drahtförmigem oder rohrförmigem Richtgut in einer Vielzahl von Umformmaschinen einer Maschinengruppe zur Herstellung von geraden oder gebogenen Formteilen aus dem Richtgut hat jede der Umformmaschinen der Maschinengruppe ein Richtsystem (400) mit zwei hintereinander geschalteten einstellbaren Rollenrichtapparaturen (400-1, 400-2) mit senkrecht zueinander orientierten Richtebenen. Ein aus gerichtetem Richtgut gefertigtes Formteil (115) wird nach Durchlaufen des Richtsystems von dem Richtgut abgetrennt und ein gerichteter Abschnitt des Formteils wird mittels einer Messeinheit (500) gemessen, um Messdaten zu ermitteln, die eine Restkrümmung des gerichteten Richtguts repräsentieren. Durch Auswertung der Messdaten werden mit einer Auswerteeinheit (600) werden eine Zustellstrategie und der Zustellstrategie entsprechende Richtsystem-Stelldaten (RSSD) ermittelt, auf deren Basis die Richtgeometrie des Richtsystems (400) derart verändert wird, dass eine Restkrümmung eines nachfolgend gerichteten Abschnitts des Richtguts durch Veränderung der Richtgeometrie im Hinblick auf eine Soll-Restkrümmung verbessert wird. Zum Messen der gerichteten Abschnitte aller Umformmaschinen der Maschinengruppe wird dieselbe gemeinsame Messeinheit (500) verwendet. Durch einen verwechslungsgesicherten Datenaustausch zum Austausch von Daten zwischen jeder der Umformmaschinen (200), der Messeinheit (500) und einer Auswerteeinheit (600) wird sichergestellt, dass die Richtgeometrie eines ausgewählten Richtsystems ausschließlich aufgrund von Messdaten veränderbar ist, die an einem Formteil ermittelt wurden, welches aus mit dem ausgewählten Richtsystem gerichteten Richtgut hergestellt wurde.

Verfahren und System zum Einrichten eines Richtsystems

ANWENDUNGSGEBIET UND STAND DER TECHNIK

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einrichten eines Richtsystems zum Richten von durchlaufendem drahtförmigem oder rohrförmigem Richtgut. Das Richtgut sollte geeignet sein zur Verwendung in einer Umformmaschine zur Herstellung von geraden oder gebogenen Formteilen aus dem Richtgut.

Drähte, Rohre oder andere langgestreckte Halbzeug-Materialien liegen unmittelbar nach ihrer Herstellung häufig in Form von aufgewickelten Materialvorräten (coils) vor und müssen normalerweise vor der Weiterverarbeitung gerichtet werden. Das Richten (straightening) ist ein Fertigungsverfahren aus der Gruppe der Umformverfahren und dient dazu, das langgestreckte Material, das hier auch als Richtgut bezeichnet wird, vor der Weiterverarbeitung in eine möglichst gerade Form, d.h. in einen Zustand mit geringer oder verschwindender Restkrümmung zu versetzen. In einem Richtprozess wird hierzu das Material von einem Materialvorrat durch ein Richtsystem gefördert und das Richtsystem erzeugt aus dem Material durch Umformen in einer Richtoperation gerichtetes Material bzw. gerichtetes Richtgut.

Richtsysteme der in dieser Anmeldung betrachteten Art weisen mindestens einen Rollenrichtapparat auf, der eine Vielzahl von passiven, also nicht-drehangetriebenen Richtrollen mit zueinander parallelen Drehachsen umfasst, die in einer Durchlaufrichtung abwechselnd auf gegenüberliegenden Seiten einer Durchlaufstrecke angeordnet sind und im Betrieb mit werkstückberührenden Umfangsabschnitten eine Richtgeometrie definieren. Mithilfe eines Rollenrichtapparates ist es möglich, eindimensionale Eingangskrümmungen (Krümmungen vor Eintritt in den Rollenrichtapparat) eines Richtguts in einer Ebene zu verändern, so dass nach dem Richtprozess eine definierte Restkrümmung in dieser Ebene vorliegt. Meist wird ein Endprodukt ohne Restkrümmung, also ein gerades Endprodukt angestrebt. Häufig werden Richtsysteme mit zwei hintereinandergeschalteten Rollenrichtapparaten verwendet, die die Eingangskrümmungen in zwei zueinander senkrechten Ebenen beseitigen.

Richtsysteme mit Rollenrichtapparaten rotieren nicht und unterscheiden sich insoweit prinzipiell von rotierenden Richtsystemen mit sogenannten Richtflügeln, die in vielen unterschiedlichen Ebenen Richtkräfte einbringen.

Bei einstellbaren Rollenrichtapparaten ist wenigstens eine der Richtrollen in einer quer zur Durchlaufrichtung orientierten Zustellrichtung zustellbar. Dadurch kann die Richtgeometrie des Rollenrichtapparats verändert werden, um ein besseres Richtergebnis zu erzielen. Abhängig vom Typ des Rollenrichtapparats kann eine Richtrolle manuell, teilautomatisch oder mittels eines zugeordneten Aktors (z.B. Servomotor, Pneumatikzylinder, Hydraulikzylinder etc.) in Reaktion auf Steuersignale einer Steuereinheit automatisch zugestellt werden.

Unzureichende Richtergebnisse können sich beispielsweise zu Beginn der Verwendung von frischem Richtgut nach einem Coil-Wechsel oder nach Umstellung auf einen anderen Prozess ergeben. Auch im laufenden Prozess können Material-Inhomogenitäten, Änderungen der Werkstoffkennwerte und/oder Verschleiß an Richtrollen zur Verschlechterung der Richtergebnisse führen. Rohmaterial ist auch Fertigungstoleranzen unterworfen. Änderungen können durch regelmäßige Kontrollen anhand von Stichproben erkannt werden. Wenn sich eine nicht akzeptable Verschlechterung der Richtgüte ergibt, sollte das Richtsystem durch Ändern der Richtgeometrie besser eingerichtet werden.

In der Praxis benötigt ein Maschinenbediener sehr viel Erfahrung und Geschick, um bei der betreuten Maschine eine hinreichend gleichbleibende Richtgüte sicherzustellen. Es gibt bereits zahlreiche Ansätze, um unabhängig von den Fähigkeiten eines Maschinenbedieners Fertigungsprozesse mit reproduzierbar guter Richtgüte zu erreichen.

Die Patentschrift DE 195 03 850 C1 beschreibt einen nichtrotierenden Richtapparat für Biegemaschinen mit integrierter Messvorrichtung. Der Richtapparat umfasst wenigstens ein nicht rotierendes, in wenigstens einer Richtebeine arbeitendes Richtwerk für Draht- oder Bandmaterial. Das Richtwerk hat mehrere aufeinanderfolgende, das Material bearbeitenden Richtrollen, die in der Richtebeine und quer zur Durchlaufachse des Materials mittels wenigstens eines Stelltriebs einstellbar sind. In Durchlaufrichtung des Materials hinter dem Richtwerk ist eine Material-Biegungs-Messvorrichtung vorgesehen, in der wenigstens eine Messstrecke für einen in der Länge vorbestimmten Materialabschnitt vorgesehen und entlang der Messstrecke wenigstens eine das Ausmaß der Biegung und den Biegungssinn ermittelnde mechanische und/oder elektronische und/oder optische Abtastvorrichtung angeordnet ist, dass mit der Abtastvorrichtung die gemessene Biegung des Materialabschnitts repräsentierende Signale erzeugbar sind, und dass der Stelltrieb wenigstens einer Richtrolle ein auf die Signale mit korrigierenden Stellbewegungen ansprechender Stelltrieb ist.

Die Patentschrift EP 0 946 312 B1 verweist auf Nachteile der in der DE 195 03 850 C1 beschriebenen Vorgehensweise der nachträglichen Messung und beschreibt ein Verfahren zur

automatisierten Führung eines Richtprozesses in einem Richtapparat oder einer Richtmaschine mit mindestens einer durch einen Aktor verstellbaren Richtrolle. Bei dem Verfahren wird zunächst ein Prozesssimulationsmodell eines durchzuführenden Richtprozesses und ein Prozesssimulationsprogramm erstellt und in eine Regelungseinrichtung des Richtapparats/der Richtmaschine eingegeben.

Das Dokument WO 2023/072818 A1 beschreibt ein Messverfahren und eine Messeinheit zum Messen von Restkrümmungen an gerichtetem drahtförmigen oder rohrförmigen Richtgut, welches ein Richtsystem mit zwei hintereinander geschalteten einstellbaren Rollenrichtapparaten mit unterschiedlich orientierten Richtebenen durchlaufen hat. Die Messeinheit umfasst eine Messvorrichtung zur Aufnahme jeweils eines von dem Richtgut abgetrennten stabförmigen Abschnitts des durch das Richtsystem hindurchgelaufenen Richtguts in einer Messposition und zur Ermittlung von Messdaten, die eine Restkrümmung des gerichteten Richtguts repräsentieren. Die Messeinheit ist für eine Richtebenen-spezifische Messung konfiguriert, die eine Zuordnung der durch die Messdaten repräsentierten Krümmungs-Anteile zu den unterschiedlichen Richtebenen der Rollenrichtapparate erlaubt. Das zu messende Richtgut des Stabes kann sich aufgrund der Trennung vom nachfolgenden Rest ohne äußeren Zwang entspannen, so dass die Gestalt des Stabes die wahren Krümmungsverhältnisse wenigstens näherungsweise unverfälscht repräsentiert.

AUFGABE UND LÖSUNG

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und ein System zum Einrichten von Richtsystemen zum Richten von durchlaufendem drahtförmigem oder rohrförmigem Richtgut bereitzustellen, das unabhängig von der Erfahrung eines Maschinenbedieners eine schnelle und präzise Einrichtung von Richtsystemen ermöglicht. Das Einrichten soll auch in komplexen industriellen Fertigungsumgebungen mit einer Vielzahl einzurichtenden Richtsysteme zu wirtschaftlichen Bedingungen prozesssicher ermöglicht werden.

Diese Aufgaben werden gemäß einer Formulierung der Erfindung gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie durch ein System mit den Merkmalen von Anspruch 11. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

Das Verfahren gemäß der beanspruchten Erfindung dient zum Einrichten von Richtsystemen, die dafür ausgelegt sind, durchlaufendes drahtförmiges oder rohrförmiges Richtgut zu richten.

Ein Richtsystem kann z.B. in eine Umformmaschine zur Herstellung von geraden oder gebogenen Formteilen aus dem Richtgut integriert sein oder im Bereich der Materialzuführung zu einer solchen Umformmaschine verwendet werden.

Ein Richtsystem der in dieser Anmeldung betrachteten Art weist zwei hintereinander geschaltete einstellbare Rollenrichtapparate mit unterschiedlich orientierten Richtebenen auf. Ein einstellbarer Rollenrichtapparat weist eine Vielzahl von passiven, also nicht-drehangetriebenen Richtrollen mit zueinander parallelen Drehachsen auf, die in einer Durchlaufrichtung abwechselnd auf gegenüberliegenden Seiten einer Durchlaufstrecke angeordnet sind und im Betrieb mit das Richtgut berührenden Umfangsabschnitten eine wirksame Richtgeometrie des Rollenrichtapparats definieren, wobei wenigstens eine der Richtrollen in einer quer zur Durchlaufrichtung orientierten Zustellrichtung zustellbar ist. Vorzugsweise sind mehrere der Richtrollen, ggf. alle Richtrollen, unabhängig voneinander in einer quer zur Durchlaufrichtung orientierten Zustellrichtung zustellbar.

Ein einzelner Rollenrichtapparat verändert die Krümmung im Wesentlichen nur in einer einzigen Ebene, der Richtebeine. Diese ist im Kontext dieser Anmeldung definiert als eine senkrecht zu den Drehachsen der Richtrollen liegenden Ebene. Das Richtsystem weist zwei hintereinander geschaltete, unabhängig voneinander einstellbare Rollenrichtapparate mit unterschiedlich orientierten Richtebenen auf. Die Drehachsen der Richtrollen der hintereinandergeschalteten Richtapparate sind dabei vorzugsweise orthogonal zueinander ausgerichtet. Somit kann das Richtgut in zwei zueinander senkrechten Ebenen (Richtebeinen) gerichtet werden.

Wenigstens eine der Richtrollen des Rollenrichtapparats ist als zustellbare Richtrolle ausgelegt. Vorzugsweise können zwei oder mehr Richtrollen unabhängig voneinander in einer quer, insbesondere senkrecht zur Durchlaufrichtung orientierten Zustellrichtung zugestellt werden. Die Zustellung kann manuell, teilautomatisch oder mithilfe eines zugeordneten Aktors in Reaktion auf Steuersignale einer Steuereinheit automatisch erfolgen. Der Begriff „Zustellung“ umfasst hierbei Positionsänderungen einer Richtrolle in zwei gegenläufigen Richtungen, also zum einen eine Verstellung der Rollenposition in Richtung des Richtguts und auch eine Verstellung in Gegenrichtung, also vom Richtgut weg.

Durch das „Einrichten“ bzw. durch den Akt der „Einrichtung“ wird das Richtsystem in einen gewünschten Zustand bzw. in eine angestrebte Konfiguration gebracht, um es betriebsbereit zu machen bzw. um ein gewünschtes Richtergebnis zu erzielen. Dazu werden Einstellungen vorgenommen, indem eine oder mehrere Richtrollen zur Veränderung ihrer Zustellposition

zugestellt werden. Eine Zustellung ist eine Verlagerung der Drehachse der Richtrolle quer zur Durchlaufrichtung.

Bei dem Verfahren wird ein aus gerichtetem Richtgut gefertigtes Formteil von dem Richtgut abgetrennt, nachdem das Richtgut das Richtsystem durchlaufen hat.

Das Formteil kann aus einem gerichteten Abschnitt bestehen, so dass das Formteil ein mehr oder weniger gerader stabförmiger Abschnitt des Richtguts ist, also ein Abschnitt des Richtguts, der über seine gesamte Länge nominell gerade ist. Ein gerichteter Abschnitt ist ein Abschnitt des Richtguts, der aufgrund des vorangegangenen Richtprozesses über eine gewisse Länge mehr oder weniger geradlinig verläuft. Bei einem idealen Richtprozess verbleibt keine Restkrümmung im gerichteten Abschnitt, in der Praxis verbleibt oft eine Restkrümmung, die jedoch so gering wie möglich sein sollte. Ein stabförmiger Abschnitt weist per Spezifikation keine Biegung auf.

Es ist auch möglich, dass das Formteil wenigstens einen im Wesentlichen geraden gerichteten Abschnitt aufweist, an den sich wenigstens eine Biegung oder Krümmung anschließt. Bei diesen Varianten ist der gerichtete Abschnitt Bestandteil eines Formteils, das zusätzlich zu wenigstens einem gerichteten Abschnitt wenigstens eine Biegung aufweist, die sich an den nominell geradlinig verlaufenden gerichteten Abschnitt anschließt. Bei dem Formteil kann es sich z.B. um einen sogenannten Hairpin handeln, also um ein Steckspulenelement, das im fertigen Zustand annähernd die Form einer U-förmigen Haarnadel aufweist, die zwei relativ lange, gerade Schenkel aufweist, die über einen komplex gekrümmten dachförmigen Abschnitt verbunden sind. Jeder der geradlinigen Schenkel ist ab einem gewissen Abstand zur anschließenden Biegung ein gerichteter Abschnitt, dessen Gestalt den Restkrümmungszustand des Richtguts nach Durchlaufen der Rollenrichtapparate repräsentiert. Ein anderes Beispiel ist eine Schenkelfeder, die einen Federabschnitt mit helixförmig verlaufenden Windungen sowie mindestens einen daran anschließenden geraden Schenkel aufweist, der als gerichteter Abschnitt fungieren kann.

In beiden Fällen ist der gerichtete Abschnitt geeignet, um auf Basis von Messungen Rückschlüsse auf die Qualität der Richtoperation zu ziehen. Der gerichtete Abschnitt wird mithilfe einer Messeinheit gemessen bzw. vermessen, um Messdaten zu ermitteln, die eine Restkrümmung des gerichteten Richtguts repräsentieren.

Die Restkrümmung ist ein charakteristischer Wert bzw. ein charakteristisches Maß zur Quantifizierung des Ergebnisses eines Richtprozesses bzw. der Richtgüte. In der Regel wird

angestrebt, gerades Richtgut zu erzeugen, worin die Restkrümmung unter Berücksichtigung der Toleranz gleich null ist. Es kann auch sein, dass als Zielgröße in der Produktion eine von null verschiedene Soll-Restkrümmung angestrebt wird. Hierbei ist zu beachten, dass die Messgröße nicht unmittelbar der Restkrümmung entsprechen muss, sondern einen die Restkrümmung repräsentierenden Wert darstellen kann.

Um die angestrebte Soll-Restkrümmung zu erreichen, wird mit dem Verfahren die Richtgeometrie des Rollenrichtapparats in Abhängigkeit von den Messdaten gemäß einer Zustellstrategie durch Ändern der Zustellposition mindestens einer zustellbaren Richtrolle derart verändert, dass eine Restkrümmung eines in einem nachfolgenden Arbeitsschritt gerichteten Abschnitts des Richtguts durch Veränderung der Richtgeometrie im Hinblick auf die Soll-Restkrümmung verringert bzw. verbessert wird.

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, wie eine Veränderung der Richtgeometrie eines Rollenrichtapparats im Rahmen des Verfahrens herbeigeführt werden kann. Bei manchen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die Richtgeometrie in Reaktion auf Steuersignale der Steuereinheit automatisch verstellt wird. Dazu können Rollenrichtapparate verwendet werden, deren Richtrollen mithilfe geeigneter Aktoren (zum Beispiel Servomotor oder Pneumatiksystem oder Hydrauliksystem) zugestellt werden können. Sollte ein Rollenrichtapparat nur manuell zustellbare Richtrollen aufweisen, ist es möglich, die zur Verstellung erforderlichen Angaben über die zu verstellende Richtrolle und die zugehörigen Zustellparameter an einer geeigneten Anzeigeeinrichtung anzuzeigen, so dass ein Bediener die Einstellung vornehmen kann.

Ein wesentlicher Schritt des Verfahrens findet an oder in einer Messeinheit statt. Mithilfe der Messeinheit wird ein gerichteter Abschnitt von gerichtetem Richtgut nach Durchlauf durch das Richtsystem und Abtrennen des Formteils vom Richtgut gemessen, um Messdaten zu ermitteln, die eine Restkrümmung des gerichteten Richtguts repräsentieren.

Das Verfahren umfasst eine Übertragung von an dem Formteil ermittelten Messdaten von der Messeinheit zu einer Auswerteeinheit. Die Auswerteeinheit ist eine rechnergestützte Einheit, die dazu konfiguriert ist, aus solchen Messdaten qualitative oder quantitative Information über den Krümmungszustand des vermessenen gerichteten Abschnitts zu ermitteln.

Gemäß der beanspruchten Erfindung sind komplexe Fertigungssysteme mit einer Vielzahl von Umformmaschinen produktionssicher betreibbar. Einige oder alle Umformmaschinen des Fertigungssystems gehören zu einer Maschinengruppe, welche zwei, drei, vier oder mehr Umformmaschinen umfasst, die jeweils ein Richtsystem mit zwei Rollenrichtapparaten

aufweisen. Allen Umformmaschinen der Maschinengruppe ist eine gemeinsame Messeinheit zugeordnet. Die Messeinheit ist zur Ermittlung von Messdaten konfiguriert, die eine Restkrümmung des gerichteten Richtguts repräsentieren. Es kann somit ein und dieselbe Messeinheit genutzt bzw. verwendet werden, um Formteile zu vermessen, die von unterschiedlichen Umformmaschinen der Maschinengruppe hergestellt wurden.

Jeder der Umformmaschinen der Maschinengruppe ist eine Auswerteeinheit zugeordnet. Eine Auswerteeinheit ist dazu konfiguriert, durch Auswertung der Messdaten eine Zustellstrategie und der Zustellstrategie entsprechender Richtsystem-Stelldaten zur Veränderung der Richtgeometrie des jeweiligen Richtsystems zu ermitteln.

Die Konfiguration, bei der eine einzige Messeinheit mehreren Umformmaschinen zugeordnet ist, ist erheblich wirtschaftlicher, als für jede der Umformmaschinen eine eigene Messeinheit bereitzustellen. Allerdings erhöht sich dadurch das Risiko, dass es zu einer Verwechslung von Messwerten und zu entsprechenden Fehleinstellungen an den Richtsystemen kommen kann. Gemäß der beanspruchten Erfindung sind jedoch besondere Maßnahmen vorgesehen, um die Einrichtprozedur dennoch prozesssicher auszustalten und systematisch Fehlerquellen auszuschließen, die insbesondere in einem industriellen Umfeld bei intensiver Nutzung durch gegebenenfalls unterschiedliche Nutzer auftreten können.

Ein Fertigungssystem mit einer Vielzahl von Umformmaschinen kann mehrere Messeinheiten aufweisen. Die Messeinheiten können der Vielzahl von Umformmaschinen so zugeordnet sein, dass jede der Messeinheiten an jeder Umformmaschine funktioniert. Die Anzahl von Messeinheiten kann geringer sein als die Anzahl von Umformmaschinen.

Gemäß einer Formulierung der Erfindung wird durch einen verwechslungsgesicherten Datenaustausch bzw. durch ein verwechslungsgesichertes Datenaustauschsystem zum Austausch von Daten zwischen jeder der ein Richtsystem aufweisenden Umformmaschinen, der Messeinheit und einer zugeordneten Auswerteeinheit sichergestellt, dass die Richtgeometrie eines ausgewählten Richtsystems ausschließlich aufgrund von Messdaten veränderbar ist, die an einem Formteil ermittelt wurden, welches aus mit dem ausgewählten Richtsystem gerichteten Richtgut hergestellt wurde.

Eine wesentliche Aufgabe einer Auswerteeinheit besteht darin, durch Auswertung der mithilfe der Messeinheit ermittelten Messdaten eine Zustellstrategie für das Richtsystem und der Zustellstrategie entsprechende Richtsystem-Stelldaten zu ermitteln. Hierzu können hochkomplexe Rechnungen notwendig sein, die eine Vielzahl von Einflussparametern

berücksichtigen müssen, um Veränderungen der Richtgeometrie vorzuschlagen, die systematisch zu einer Verbesserung des Richtergebnisses führen. Zu den zu berücksichtigenden Parametern gehören in der Regel sowohl werkstückspezifische Parameter betreffend das Richtgut (wie z.B. Werkstoff des Richtguts, Zugfestigkeit, Streckgrenze, E-Modul, Werkstückquerschnitt, Durchmesser etc.) als auch maschinenspezifische Parameter, wie zum Beispiel Parameter über die Geometrie der Richtapparate, der Richtrollen etc. oder über den Zusammenhang zwischen dem Ausmaß einer Richtgeometrieänderung und einer dadurch erzielbaren Änderung richteinen-spezifischen Krümmungswerten. Unter Umständen sind auch Detailinformationen über maschinenspezifische Besonderheiten erforderlich, um zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen.

Jede der Umformmaschinen kann eine eigene Auswerteeinheit aufweisen, die mit der Messeinheit zusammenarbeitet. Es ist auch möglich, dass sich zwei oder mehr Umformmaschinen eine gemeinsame Auswerteeinheit teilen. Insbesondere kann es so sein, dass allen Umformmaschinen der Maschinengruppe eine gemeinsame Auswerteeinheit zugeordnet ist, die dann mit der zugehörigen Messeinheit zusammenarbeitet. Die Auswerteeinheit kann bei Bedarf sehr leistungsfähig sein, gleichzeitig kann diese Variante besonders wirtschaftlich sein, weil die Auswerteeinheit mehrfach genutzt wird.

Die Auswerteeinheit kann physisch zum Beispiel in der Messeinheit als Bestandteil der Steuereinheit der Messeinheit vorgesehen sein. Die Auswerteeinheit kann auch als funktioneller Bestandteil der Steuereinheit einer Umformmaschine vorgesehen sein. Die Auswerteeinheit kann auch Bestandteil eines Zentralrechners sein, der physisch sowohl von der Umformmaschine als auch von der Messeinheit entfernt angeordnet ist und mit diesen Einheiten lediglich über die Datenpfade mittels Datenfernübertragung entsprechende Daten austauscht. Auf diese Weise können besonders hohe Rechenleistungen zur Verfügung gestellt werden, ohne die Rechenkapazität bei den in der Fertigung genutzten Maschinen unnötig zu vergrößern. Gegebenenfalls können Maßnahmen des sogenannten Edge-Computing genutzt werden, um einen Teil der Datenverarbeitung maschinennah und einen anderen Teil maschinenfern zu leisten.

Im Rahmen der Ermittlung einer Zustellstrategie sind bei bevorzugten Ausführungsformen Techniken des Maschinenlernens (künstliche Intelligenz, KI) vorgesehen. Dabei kann die künstliche Intelligenz mit den Messdaten der Messeinheit bedient werden und auf Basis dieser Messdaten eine Zustellstrategie ermitteln.

Als weitere Maßnahme zur Erhöhung der Prozesssicherheit ist bei manchen Ausführungsformen vorgesehen, dass die Umformmaschine so ausgelegt ist, dass eine manuelle Eingabe von Daten zur Veränderung der Richtgeometrie nicht möglich ist. Somit bleibt dann nur der verwechslungsgesicherte Datenaustausch, der sicherstellt, dass das Richtsystem nun mit den „richtigen“ dazu passenden Messdaten optimiert werden kann. Anders ausgedrückt erfolgt eine Freigabe der Veränderung der Richtgeometrie nur dann, wenn Daten auf einem autorisierten Pfad zur Steuereinheit gelangen, es ist keine risikobehaftete Umgehung möglich.

Nachfolgend wird eine vorteilhafte Möglichkeit der Umsetzung eines verwechslungsgesicherten Datenaustauschs erläutert. Bei einer Ausführungsform wird jedem zu messenden Formteil eine individuelle Werkstückidentifikation zugeordnet. Weiterhin wird der das Richtsystem aufweisenden Umformmaschine eine individuelle Maschinenidentifikation zugeordnet. Damit kann die spezifische Umformmaschine von jeder anderen Umformmaschine in der hier betrachteten Arbeitsumgebung unterschieden werden. Eine Verknüpfung der Werkstückidentifikation mit der Maschinenidentifikation repräsentiert erste Richtoperationsidentifikationsdaten, die für eine mit dem Richtsystem durchgeführte individuelle Richtoperation spezifisch sind. Aus den ersten Richtoperationsidentifikationsdaten ist eindeutig abzuleiten, welche Umformmaschine das betreffende Richtgut gerichtet hat. Gegebenenfalls sind weitere Angaben zur Richtoperation kodiert, z.B. Zeitpunkt der Richtoperation. Häufig wird bei der Herstellung von geraden oder gebogenen Formteilen aus dem Richtgut eine komplette Historie gespeichert. Unter anderem werden Angaben zum verwendeten Material, dem Bediener, Auftrag und Kunden aufgezeichnet. Diese Angaben eigneten sich auch zur Kodierung.

Die ersten Richtoperationsidentifikationsdaten werden in einem für eine Steuereinheit der Umformmaschine zugänglichen Speicher gespeichert. In diesem Speicher liegt somit Information über eine bestimmte Richtoperation vor, die an einem Werkstück mithilfe der Umformmaschine durchgeführt wurde.

Die Verfahrensvariante umfasst weiterhin eine Übertragung einer Werkstückidentifikation sowie einer Maschinenidentifikation an eine für die Auswertung zuständige Auswerteeinheit. Das kann für alle Umformmaschinen dieselbe Auswerteeinheit sein. Bei fehlerfreiem Ablauf des Verfahrens sollten diese Werkstückidentifikation und diese Maschinenidentifikation der oben genannten Werkstückidentifikation beziehungsweise der oben genannten Maschinenidentifikation entsprechen. Eine Verknüpfung der von der Auswerteeinheit empfangenen Werkstückidentifikation und einer von der Auswerteeinheit empfangenen Maschinenidentifikation repräsentiert messungsspezifische zweite

Richtoperationsidentifikationsdaten. Somit hat die Auswerteeinheit nun Zugriff auf die über den ersten Datenpfad empfangenen Messdaten sowie auf die messungsspezifischen zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten. Eine Aufgabe der Auswerteeinheit ist nun die Auswertung der Messdaten und basierend darauf eine Ermittlung einer Zustellstrategie und der Zustellstrategie entsprechende der Richtsystem-Stelldaten. Diese beinhalten Informationen darüber, auf welche Weise die Richtgeometrie gegebenenfalls verändert werden muss, um zu einer Verringerung der Restkrümmung zu gelangen. Die Richtsystem-Stelldaten und die diesen Richtsystem-Stelldaten durch die Auswerteeinheit zugeordneten zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten werden dann über einen zweiten Datenpfad an die Steuereinheit der Umformmaschine übertragen.

Ein weiterer Verfahrensschritt ist die Durchführung einer Sicherheitsprüfung mithilfe eines Prüfmoduls der Steuereinheit. Bei der Sicherheitsprüfung werden die von der Auswerteeinheit empfangenen zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten mit den im Speicher gespeicherten ersten Richtoperationsidentifikationsdaten in einer Vergleichsoperation verglichen.

Anhand dieses Vergleichs kann nun festgestellt werden, ob es im Messablauf sicherheitsrelevante Fehler gab oder nicht, beispielsweise durch eine ungewollte Verwechslung von zu messenden Formteilen. Ergibt die Vergleichsoperation, dass die über den zweiten Datenpfad empfangenen zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten mit den für die Steuereinheit zugänglich gespeicherten ersten Richtoperationsidentifikationsdaten übereinstimmen, so ist damit sichergestellt, dass die von der Auswerteeinheit gelieferten Messdaten genau zu dem Formteil bzw. zu dessen gerichteten Abschnitt gehören, welcher in der Richtoperation gerichtet wurde, zu der die ersten Richtoperationsidentifikationsdaten gehören. Wenn also eine Übereinstimmung der zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten mit den ersten Richtoperationsidentifikationsdaten festgestellt wird, so kann eine in Abhängigkeit vom Ergebnis der Vergleichsoperation ausgelöste Aktion darin bestehen, dass eine Veränderung der Richtgeometrie des Richtsystems auf Basis der übertragenen Richtsystem-Stelldaten freigegeben wird. Denn es ist durch die Sicherheitsprüfung verifiziert, dass die von der Auswerteeinheit gelieferten Messdaten und die damit errechneten Richtsystem-Stelldaten sich auf das Ergebnis derjenigen Richtoperation beziehen, zu der die ersten Richtoperationsidentifikationsdaten gehören. Dadurch ist eine abgesicherte Interaktion zwischen der Messeinheit und der Umformmaschine erzielbar, die systematisch ausschließt, dass ein Richtapparat irrtümlich auf Basis nicht passender Messwerte verstellt und damit möglicherweise die Richtgeometrie verschlechtert wird.

Durch das Verfahren wird automatisch sichergestellt, dass die Richtgeometrie eines Richtsystems auf Basis von Messdaten der Messeinheit nur dann erfolgen kann, wenn die Messdaten von einem gerichteten Abschnitt stammen, der mithilfe dieses individuellen Richtsystems mit dessen aktueller Einstellung gerichtet wurde. Anders ausgedrückt kann die Richtgeometrie eines Richtsystems nicht mithilfe von Daten verstellt werden, die nicht zu der mit diesem spezifischen Richtsystem durchgeföhrten Richtoperation gehören.

Daher ist bei manchen Ausführungsformen vorgesehen, dass in der Maschinenidentifikation auch Information über die Maschinenhersteller oder eine Gruppe von Maschinenherstellern codiert ist, auf die die entsprechenden Maschinenparameter zutreffen. Damit kann sichergestellt werden, dass die Messeinheit nur mit einer bestimmten Klasse von Umformmaschinen sinnvoll zusammenarbeiten kann. Das ist im Sinne einer Produktionssicherheit von Vorteil.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Messeinheit als eine autarke Messeinheit ausgebildet, die entfernt von einer zugeordneten Umformmaschine und/oder entfernt von einer zugeordneten Auswerteeinheit betreibbar ist, wobei die Messeinheit wenigstens eine DFÜ-Schnittstelle zur Datenfernübertragung (DFÜ) zwischen der Messeinheit und der Umformmaschine und/oder zwischen der Messeinheit und der Auswerteeinheit aufweist. Damit besteht für den Nutzer beziehungsweise den Nutzerkreis größtmögliche Freiheit bezüglich der Aufstellung der Messeinheit zum Beispiel in einer Fertigungshalle. Es können sich unterschiedliche Nutzer, die an unterschiedlichen Umformmaschinen arbeiten, ein und dieselbe Messeinheit teilen, wobei durch die erfindungsgemäße Handhabung von Daten automatisch eine Verwechslungsgefahr ausgeschlossen ist.

Gemäß einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Messeinheit als eine mobile Messeinheit ausgebildet ist, die ggf. entfernt von einer zugeordneten Umformmaschine betreibbar und an unterschiedlichen Positionen im Raum positionierbar ist. Die Messeinheit kann beispielsweise auf einem fahrbaren Untersatz montiert sein, so dass sie bei Bedarf entfernt von einer Umformmaschine aufgestellt sein kann, gegebenenfalls aber auch in die Nähe einer Umformmaschine geschoben oder gezogen oder mittels eines eigenen Antriebs gefahren werden kann, um für die Einrichtoperation der Umformmaschine kurze Wege zu haben.

In manchen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die Messeinheit mechanische Kopplungsstrukturen zur lösbar Ankopplung der Messeinheit an eine Umformmaschine mit komplementären mechanischen Kupplungsstrukturen aufweist. Dies kann die Übergabe eines gefertigten Formteils (stabförmiger Abschnitt oder Formteil mit gerichtetem Abschnitt) zur Messeinheit erheblich erleichtern, die Übergabe kann gegebenenfalls einfach automatisiert

werden. Auch in diesem Fall ist jedoch beispielsweise die Maschinenidentifikation nützlich, da es beispielsweise sein kann, dass ein Bediener einer anderen Umformmaschine die angekoppelte Messeinheit nutzen möchte, um sein Formteil einzulegen und zu vermessen. In diesem Fall wäre automatisch sichergestellt, dass aufgrund der mit dem Fremdteil ermittelten Messdaten nicht die Richtgeometrie des Richtsystems der Umformmaschine der angekoppelten Umformmaschine verstellt wird.

Eine Messeinheit kann mehrere oder alle dieser Eigenschaften aufweisen, so dass z.B. Beispiel die Messeinheit als autarke, mobile Messeinheit mit mechanischen Kupplungsstrukturen der genannten Art ausgebildet sein kann.

Eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Flexibilität bei der Nutzung des Gesamtsystems besteht darin, dass wenigstens eine Transporteinheit zum lagedefinierten Aufnehmen eines durch ein Richtsystem einer Umformmaschine gerichteten Abschnitts und zum Transportieren des gerichteten Abschnitts zu einer entfernt von der Umformmaschine angeordneten Messeinheit vorgesehen ist derart, dass an der Messeinheit eine Richtebebenen-spezifische Messung an dem gerichteten Abschnitt durchführbar ist, die eine eindeutige Zuordnung der durch die Messdaten repräsentierten Krümmungs-Anteile zu den unterschiedlichen Richtebebenen der Rollenrichtapparate erlaubt.

Damit ist eine Richtebebenen-spezifische Zuordnung zwischen Messdaten und Richtsystem auch dann möglich, wenn die Messeinheit entfernt von der Umformmaschine angeordnet ist und das zu vermessende Formteil über eine größere Strecke transportiert werden muss. Die Bereitstellung einer solchen Transporteinheit schafft weitere Freiheitsgrade bei der räumlichen Auslegung eines Fertigungssystems mit mehreren Umformmaschinen und einer für mehrere Umformmaschinen nutzbaren Messeinheit.

Für die Übertragung von Daten zwischen den einzelnen Komponenten eines Fertigungssystems (z.B. Werkstückidentifikationsdaten, Maschinenidentifikationsdaten, Messdaten etc.) sind prinzipiell viele Techniken nutzbar. Bei manchen Ausführungsformen weist die Umformmaschine erste Komponenten und die Messeinheit und/oder die Auswerteeinheit komplementäre zweite Komponenten einer lösbarer Schnittstelle zur Übertragung von Daten, Signalen und/oder Leistung auf. Beispielsweise kann eine Messeinheit über einen Steckverbinder mit einer Umformmaschine zur Übertragung von Daten, Signalen und Leistungen verbunden werden. Ist die Arbeit abgeschlossen, kann die Messeinheit in analoger Weise an einer anderen Umformmaschine benutzt werden. Auch die Verwendung von Kabelverbindungen, Near Field Communication (NFC)-Transpondern oder Radio Frequency

Identification (RFID)-Transpondern, normierten Schnittstellen wie zum Beispiel USB-A oder USB-C, Übertragungen über Funk oder Bluetooth oder drahtlose Netzwerke sind möglich. Weiterhin kann eine Datenübertragung optisch erfolgen, beispielsweise mithilfe von QR-Codes oder Barcodes und entsprechenden Leseeinheiten.

Es ist auch möglich, dass die Werkstückidentifikation direkt an dem abgetrennten Formteil mit dem gerichteten Abschnitt oder an dem stabförmigen Abschnitt angebracht wird, zum Beispiel durch Gravieren mittels Laser, durch eine Farbmarkierung oder dergleichen. Alternativ kann auch ein gesonderter Datenträger an dem zu vermessenden Formteil angebracht werden, beispielsweise ein RFID-Chip, ein Barcode, ein QR-Code oder dergleichen.

Bei Varianten, die eine Transporteinheit zum Transportieren des zu vermessenden Formteils von der Umformmaschine zur Messeinheit nutzen, kann der Datenaustausch auch mithilfe der Transporteinheit erfolgen. Dazu kann an der Transporteinheit ein Datenspeicher angebracht sein, der z.B. drahtlos mittels RFID-Technik oder auch leitungsgebunden beschreibbar und auslesbar ist. An der Umformmaschine sowie an der Messeinheit können entsprechende Übertragungseinheiten angebracht sein, um den Datenträger zu beschreiben bzw. auszulesen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Weitere Vorteile und Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die nachfolgend anhand der Figuren erläutert sind.

Fig. 1 zeigt schematisch Komponenten einer Drahtverarbeitungsanlage gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 zeigt schematisch Komponenten einer Drahtverarbeitungsanlage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 zeigt schematisch Komponenten einer Drahtverarbeitungsanlage gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 zeigt schematisch Komponenten einer Drahtverarbeitungsanlage gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 zeigt schematisch Komponenten einer Drahtverarbeitungsanlage gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel;

Fig. 6 zeigt schematisch Komponenten einer Drahtverarbeitungsanlage gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Nachfolgend werden Beispiele für Verfahren und Systeme zum Einrichten von Richtsystemen 400 zum Richten von durchlaufendem drahtförmigem oder rohrförmigem Richtgut erläutert. Ein Richtsystem weist zwei hintereinander geschaltete Rollenrichtapparate 400-1 und 400-2 mit senkrecht zueinander orientierten Richtebenen auf. Bei der Einrichtprozedur wird eine Messeinheit 500 zum Messen von Restkrümmungen an dem gerichteten Richtgut verwendet.

Die Fig. 1 zeigt Komponenten einer Drahtverarbeitungsanlage, die dafür ausgelegt und eingerichtet ist, langgestreckte Werkstücke 110 in Form von metallischen Drähten zu verarbeiten, die als Werkstückvorrat in Form eines sogenannten Coils 112, also eines nach Art einer Spule aufgewickelten Drahtgebordes, zur Verfügung stehen. Aus dem Werkstückmaterial werden in einem computernumerisch gesteuerten Fertigungsprozess mehr oder weniger große Stückzahlen gleichartiger oder ungleichartiger Formteile durch Umformen hergestellt. Formteile können generell zweidimensional oder dreidimensional gebogen sein, ggf. aber auch in Form gerader Stäbe vorliegen (z.B. bei Richtmaschinen oder Stabkonfektioniermaschinen). Das kartesische x-y-z-Maschinenkoordinatensystem dient zur besseren Beschreibung von Richtungen und Lagebeziehungen.

Fig. 1 zeigt Komponenten einer Umformmaschine 200 in Form einer Zuführvorrichtung 200 zum Zuführen des langgestreckten drahtförmigen Werkstückmaterials zu einer weiteren Umformmaschine, die zum Beispiel als Biegemaschine ausgelegt sein kann. Die Zuführvorrichtung ist eine Umformmaschine, die aus mehr oder weniger stark gekrümmtem Draht des gewickelten Drahtvorrats durch Umformung einen gerade gerichteten Draht erzeugt.

Eine Aufgabe der Zuführvorrichtung 200 besteht darin, der nachgeschalteten Umformmaschine bzw. deren Einzugseinrichtung den Draht in gerade gerichteter Form (Restkrümmung nahe null im Toleranzbereich) zu jedem Zeitpunkt möglichst genau in der zu diesem Zeitpunkt benötigten Geschwindigkeit zuzuführen. Die Zuführvorrichtung 200 hat eine eigene Steuereinheit 290, die mit der Steuereinheit der Umformmaschine kommuniziert. Die Funktionalitäten der beiden

Steuereinheiten können in einer einzigen Steuereinheit integriert sein. Die Zuführeinheit kann z.B. entsprechend der Zuführeinheit der WO 2023/072818 A1 ausgebildet sein.

Die Zuführvorrichtung umfasst eine Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme des Werkstückvorrats in Form eines Coils 112 sowie das nachgeschaltete Richtsystem 400 zum Richten des Werkstücks vor Eintritt in die Umformmaschine. Der Werkstückvorrat (Coil) wird auf einer auswechselbaren Haspel vorgehalten, die um eine horizontale oder vertikale Drehachse drehbar gelagert ist und mittels eines Haspelantriebs aktiv gedreht werden kann. Der abgewickelte Draht durchläuft eine Spannungsausgleichseinrichtung, eine Hilfseinzugseinrichtung und einen flachen Pufferspeicher und wird danach im Wesentlichen horizontal zum Richtsystem 400 geführt. Für weitere Details und Varianten sei auf die WO 2023/072818 A1 verwiesen, deren Offenbarungsgehalt bezüglich des Aufbaus der Zuführreinrichtung durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht wird.

Das Richtsystem 400 umfasst zwei unmittelbar hintereinander geschaltete, unabhängig voneinander einstellbare Rollenrichtapparate 400-1, 400-2, die jeweils eine Anzahl achsparalleler Richtrollen R1 bis R7 (Rx) aufweisen. Hier sind jeweils sieben Richtrollen vorgesehen, auch andere Anzahlen, z.B. fünf bis neun, sind möglich. Die die Drehachsen der Richtrollen der hintereinandergeschalteten Richtapparate sind orthogonal zueinander ausgerichtet.

Bei einem Rollenrichtapparat erzeugen Richtrollen aufgrund außermittiger Einstellung in Bezug auf eine neutrale Achse des zu richtenden Materials Wechselbiegungen, die das zu richtende Material in den plastischen Bereich hinein verformen und dadurch richten. Im Unterschied zu einer Rollenrichtmaschine sind die Richtrollen hier passiv bzw. nicht drehangetrieben, es gibt also keine Antriebe für die Drehung der Richtrollen. Der Draht wird durch die Rollenrichtapparate hindurchgezogen. Dazu ist eine Einzugseinrichtung 285 vorgesehen, die in Materialflussrichtung hinter dem Richtsystem 400 angeordnet ist und unter anderem dazu dient, das Drahtmaterial durch die beiden Rollenrichtapparate 400-1, 400-2 des Richtsystems 400 hindurch in Richtung nachfolgender Komponenten zu ziehen.

Die Komponenten des Richtsystems 400 werden von einem Gestellteil getragen, in welchem auch die Steuereinheit 290 der Zuführvorrichtung untergebracht sein kann. Das Gestellteil trägt auch die Einzugseinrichtung 285. Die Einzugseinrichtung 285 ist im Beispielsfall als Walzeneinzug gestaltet und kann bei anderen Ausführungsformen auch als Riemeneinzugseinrichtung oder Zangeneinzug ausgestaltet sein.

Weitere Details werden am Beispiel des in der Vertikalebene (x-z-Ebene) wirksamen ersten Rollenrichtapparats 400-1 erläutert. Der erste Rollenrichtapparat 400-1 weist sieben passive Richtrollen R1, ...R7 mit zueinander parallelen, horizontalen Drehachsen auf, die in einer Durchlaufrichtung abwechselnd auf gegenüberliegenden Seiten einer Durchlaufstrecke (parallel zur x-Achse) angeordnet sind. Die Richtrollen definieren im Betrieb des Richtsystems mit ihren das Richtgut 110 berührenden Umfangsabschnitten die wirksame Richtgeometrie des Rollenrichtapparats. Der erste Rollenrichtapparat 400-1 verändert die Krümmung im Wesentlichen nur in einer vertikalen Ebene (x-z-Ebene), der Richtebene. Der für das Richten in einer Horizontalebene zuständige zweite Rollenrichtapparat 400-2 ist analog aufgebaut, hier verlaufen die Richtrollen-Drehachsen vertikal.

Im Beispielsfall sind alle sieben Richtrollen als automatisiert zustellbare Richtrollen ausgelegt und können in Reaktion auf Steuersignale der Steuereinheit 290 automatisch mittels servomotorischer Antriebe (z.B. Antrieb 405) unabhängig voneinander in einer senkrecht zur Durchlaufrichtung orientierten Zustellrichtung (parallel zur z-Achse) bidirektional zugestellt werden.

Es gibt auch Varianten, bei denen alle Richtrollen manuell verstellbar sind. Dazu können z.B. Einstellschrauben und Positionsanzeigen vorgesehen sein. Es gibt auch Beispiele, bei denen ein Anteil der Richtrollen (z.B. zwei, drei oder vier) automatisch und ein anderer Anteil (z.B. drei, vier oder fünf) manuell zustellbar ist.

Aufgrund der Vielzahl von Freiheitsgraden bei der Einstellung ist für die richtige Einstellung eines Rollenrichtapparats ein Maschinenbediener mit viel Erfahrung erforderlich. In jedem Fall benötigt die Einstelloperation bzw. das Einrichten erheblich Zeit.

Die Zuführvorrichtung umfasst weiterhin eine Schnitteinrichtung 270, mit der im Zuge der Einstellarbeiten an dem Richtsystem 400 probeweise gerichtete Formteile 115 in Form von stabförmigen Abschnitten vom zugeführten Draht abgeschnitten und damit für eine Geradheitsprüfung bereitgestellt werden. Im Beispielsfall ist eine automatisierte Schnitteinrichtung 270 vorgesehen, alternativ kann eine manuell betätigbare Schnitteinrichtung vorgesehen sein.

Die mittels der Schnitteinrichtung abgetrennten geraden Formteile 115 bzw. Drahtstäbe werden mithilfe der Messeinheit 500 auf Geradheit bzw. Restkrümmungen geprüft. Die Messeinheit kann z.B. entsprechend der Messeinheit der WO 2023/072818 A1 ausgebildet sein.

Die Messeinheit 500 des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1 ist eine eigenständige bzw. autarke Einheit, die im Beispielsfall mehrere Meter entfernt von der Zuführvorrichtung 200 in derselben Fertigungshalle aufgestellt ist.

Zur Durchführung einer Messung werden die abgetrennten Drahtabschnitte über eine Transportstrecke 280 zur Messeinheit transportiert. Dabei wird durch besondere Maßnahmen sichergestellt, dass die Drehstellung des zur Messung vorgesehenen Materialstabs um seine Längsachse unverändert bleibt, so dass der Draht in derjenigen Drehstellung gemessen wird, in welcher er durch das Richtsystem gelaufen ist.

Die Messeinheit 500 ist für eine Richtebebenen-spezifische Messung konfiguriert, die eine eindeutige Zuordnung der durch die Messdaten repräsentierten Krümmungs-Anteile zu den unterschiedlichen Richtebebenen der Rollenrichtapparate erlaubt. Die Messeinheit umfasst Einrichtungen zum Fixieren des gerichteten Abschnitts zwei mit Abstand zueinander angeordneten Fixierungsstellen derart, dass für jede der Fixierungsstellen ausschließlich eine Vertikalposition und eine Querposition des stabförmigen Richtguts vorgegeben ist derart, dass ein zwischen den Fixierungsstellen liegender Abschnitt des stabförmigen Richtguts bis auf die Schwerkraft kräftefrei ist. Weiterhin sind Einrichtungen zum Messen einer Position des Richtguts in einer zwischen den Fixierungsstellen liegenden Messebene vorgesehen. Die Restkrümmung kann dann unter Verwendung von Positionsdaten für die Position des Richtguts an den Fixierungsstellen und in der Messebene ermittelt werden.

Die bei der Messung der Restkrümmung ermittelten Messdaten werden von der Messeinheit mittels Datenfernübertragung (DFÜ) über einen ersten Datenpfad DP-1 zu einer Auswerteeinheit 600 übertragen.

Die Auswerteeinheit 600 ist durch geeignete Hardware und Software dazu konfiguriert, die Messdaten auszuwerten, dadurch eine Zustellstrategie für die Richtrollen zu ermitteln und der Zustellstrategie entsprechende Richtsystem-Stelldaten RSSD über einen zweiten Datenpfad DP-2 an die Steuereinheit 290 der Zuführvorrichtung zu übertragen. Die Richtgeometrie des Richtsystems 400 wird dann durch Änderung der Zustellposition mindestens einer zustellbaren Richtrolle derart verändert, dass eine Restkrümmung eines nachfolgend gerichteten Abschnitts des Richtguts durch Veränderung der Richtgeometrie im Hinblick auf eine Soll-Restkrümmung verbessert wird.

Beim Beispiel der Fig. 1 ist die Auswerteeinheit 600 ein funktionaler Bestandteil der Umformmaschine 200, die das Richtsystem 400 aufweist. Die Auswerteeinheit kommuniziert

unmittelbar mit der Steuereinheit 290, sie kann dieselbe Rechnereinheit nutzen wie die Steuereinheit.

In der Fertigungshalle stehen zusätzlich zu der Umformmaschine, zu der die Zuführvorrichtung 200 gehört, noch zahlreiche weitere Umformmaschinen mit zugehörigen Zuführvorrichtungen, in denen Richtsysteme mit orthogonalen Rollenrichtapparaten untergebracht sind. Auch diese müssen von Zeit zu Zeit, beispielsweise beim Wechsel zu einem neuen Werkstückmaterial, neu eingerichtet werden.

Die Messeinheit 500 steht allen Nutzern der in der Fertigungshalle untergebrachten Umformmaschinen für Geradheitsmessungen zur Verfügung.

Damit besteht prinzipiell das Risiko, dass ein bestimmtes Richtsystem auf Basis von Messdaten verstellt wird, die an einem gerichteten Abschnitt gewonnen wurden, welcher von einem anderen Richtsystem stammt. Damit ist eine zielgerichtete Einrichtoperation nicht möglich und es kann zu Qualitätseinbußen oder sogar zu Fertigungsausfällen kommen. Um solche Fehlerquellen zuverlässig zu vermeiden und damit die Prozesssicherheit zu erhöhen, sind besondere Maßnahmen zur Realisierung einer abgesicherten Interaktion zwischen der Messeinheit und den mit einem Richtsystem ausgestatteten Umformmaschinen vorgesehen.

Eine abgesicherte Interaktion stellt u.a. automatisch sicher, dass die Messeinheit nur mit den damit kompatiblen Umformmaschinen funktioniert, und z.B. bei Verwendung von Werkstücken unbekannter Herkunft, einer inkompatiblen Messeinrichtung oder einer nicht kompatiblen Umformmaschine erst gar keine Interaktion ermöglicht wird. Unter anderem kann die Anzeige von systemspezifischen Richtsystem-Stelldaten bei nicht vorhandener Kompatibilität verhindert werden. Eine abgesicherte Interaktion und Datenübertragung zwischen Messeinheit und Auswerteeinheit/Steuereinheit kann z.B. mittels eines Steckverbinder realisiert werden.

Bei dem System wird durch ein verwechslungsgesichertes Datenaustauschsystem zum Austausch von Daten zwischen jeder der ein Richtsystem aufweisenden Umformmaschinen, der Messeinheit und einer Auswerteeinheit sichergestellt, dass die Richtgeometrie eines ausgewählten Richtsystems ausschließlich aufgrund von Messdaten veränderbar ist, die an einem Formteil ermittelt wurden, welches aus mit dem ausgewählten Richtsystem gerichteten Richtgut hergestellt wurde.

Dabei ist ein zielgerichteter Datenaustausch zwischen allen im Zuge einer Einrichtoperation genutzten Komponenten so organisiert, dass Fehlnutzungen ausgeschlossen sind.

Um das Gesamtsystem für einen solchen gesicherten Prozessablauf zu ertüchtigen, ist unter anderem ein Speicher 292 vorgesehen, auf den die Steuereinheit 290 zugreifen kann und in welchem bestimmte Daten gegen Veränderungen gesichert abgespeichert werden können. Der Speicher kann in die Steuereinheit 290 integriert sein oder aber bezogen auf die Steuereinheit ein externer Speicher sein, der über Datenfernübertragung adressiert und genutzt werden kann. Weiterhin ist in der Steuereinheit 290 ein besonderes Softwaremodul installiert, welches als Prüfmodul 295 im Rahmen einer später noch erläuterten Sicherheitsüberprüfung fungiert.

Jeder ein Richtsystem aufweisenden Umformmaschine ist eine individuelle Maschinenidentifikation MA-ID zugeordnet. Die Maschinenidentifikation ist ein Datensatz, der zum Beispiel eine Maschinenummer sowie gegebenenfalls weitere zur eindeutigen Kennzeichnung der Maschine geeignete Angaben in codierter Form enthält, zum Beispiel Angaben zum Maschinenhersteller, Angaben zum Baujahr, Angaben zum Richtsystem-Typ, etc. Alle Umformmaschinen einer Maschinengruppe werden sich dabei in mindestens einem dieser Parameter unterscheiden, so dass die Maschinenidentifikationen eindeutig sind.

Weiterhin erhält jedes Formteil 115, das von dem gerichteten Richtgut nach Durchlauf durch das Richtsystem vom Richtgut abgetrennt wird und mittels der Messeinheit gemessen werden soll, eine individuelle Werkstückidentifikation WS-ID, welche dem Formteil bzw. dem zu messenden gerichteten Abschnitt des Formteils zugeordnet ist. Auch die Werkstückidentifikation kann ein Datensatz sein, der eine Vielzahl individualisierender Parameter für den zu messenden gerichteten Abschnitt enthält. Dazu gehören beispielsweise Werkstückmaterial, Querschnitt, ein Zeitstempel zur Definition des Zeitpunkts des Richtens, ein Längenparameter zur Charakterisierung der für die Messung zur Verfügung stehenden Länge des zu messenden gerichteten Abschnitts.

Aus einer Verknüpfung der Werkstückidentifikation und der Maschinenidentifikation für eine mit dem Richtsystem durchgeführte individuelle Richtoperation ergeben sich dann für diese individuelle Richtoperation spezifische erste Richtoperationsidentifikationsdaten ROID-1. Diese enthalten Informationen darüber, welche Maschine zu welchem Zeitpunkt welches bestimmte Werkstück (das heißt welchen bestimmten gerichteten Abschnitt) gerichtet hat.

Die ersten Richtoperationsidentifikationsdaten werden dann in dem für die Steuereinheit 290 zugänglichen Speicher 292 gespeichert beziehungsweise hinterlegt. Damit ist anhand des Speicherinhalts dokumentiert, dass es eine bestimmte Richtoperation mit dem Richtsystem 400 gegeben hat, welches zu dem mittels Werkstückidentifikation identifizierbaren Werkstück geführt hat.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 wird die Werkstückidentifikation WS-ID physisch an dem damit gekennzeichneten stabförmigen Abschnitt 115 angebracht und mit diesem zu den weiteren Stationen transportiert. Im Beispielsfall wird am stabförmigen Abschnitt ein Datenträger 120 in Form eines RFID-Chips befestigt, der kontaktlos ausgelesen werden kann und die Angaben der Werkstückidentifikation in codierter Form enthält. Der RFID-Chip wird so einseitig an dem stabförmigen Abschnitt 115 angebracht, dass damit gleichzeitig auch die diejenige Drehlage gekennzeichnet ist, in der das Richtgut durch das Richtsystem hindurchgetreten ist. Beispielsweise kann der RFID-Chip vom Abtrennen des stabförmigen Abschnitts an dessen Oberseite angebracht werden, so dass der Stab später auch mit derselben Orientierung in die Messeinheit 500 eingelegt werden kann derart, dass der RFID-Chip wieder nach oben weist.

Die Maschinenidentifikation MA-ID wird unmittelbar leitungsgebunden zur Auswerteeinheit 600 übertragen.

An dem stabförmigen Abschnitt wird dann mithilfe der Messeinheit 500 eine Geraheitsmessung durchgeführt. Die dabei am stabförmigen Abschnitt ermittelten Messdaten werden über den ersten Datenpfad DP-1 zur Auswerteeinheit 600 übertragen. An der Messeinheit ist außerdem eine RFID-Leseeinheit 125 angebracht, die den Datenträger 120 mit der Werkstückidentifikation WS-ID ausliest. Somit kann eine Werkstückidentifikation WS-ID gemeinsam mit den an dem Werkstück ermittelten Messdaten von der Messeinheit 500 zur Auswerteeinheit 600 übertragen werden.

Eine Verknüpfung der von der Auswahleinheit 600 empfangenen Werkstückidentifikation WS-ID mit der von der Auswerteeinheit empfangenen Maschinenidentifikation MA-ID repräsentiert messungsspezifische zweite Richtoperationsidentifikationsdaten ROID-2.

Die Auswerteeinheit 600 ermittelt durch Auswertung der Messdaten eine Zustellstrategie, in der prinzipiell definiert ist, welche Richtrollen (eine oder mehrere) gegebenenfalls in welche Richtung und in welchem Ausmaß zugestellt werden sollten, um das Richtergebnis zu verbessern beziehungsweise die Restkrümmung zu verringern. Die Auswerteeinheit 600 nutzt dabei u.a. Angaben zum Typ des Richtsystems 400 sowie dessen Konstruktionsdaten und weitere Daten. Die Eingangsdaten werden unter Verwendung von Techniken der künstlichen Intelligenz (KI) verarbeitet. Mithilfe der Auswerteeinheit werden Richtsystem-Stelldaten RSSD ermittelt. Die Richtsystem-Stelldaten enthalten diejenige Information, die die Verstellung der Richtrollen betrifft in einer Form, die durch die Steuereinheit 290 verarbeitet werden kann, so dass diese die Richtrollen entsprechend verstehen kann.

Diese Richtsystem-Stelldaten RSSD werden über einen zweiten Datenpfad DP-2 von der Auswerteeinheit 600 an die Steuereinheit 290 der Umformmaschine übertragen. Zusammen mit diesem Datensatz werden die diesen Richtsystem-Stelldaten durch die Auswerteeinheit 600 zugeordneten zweiten RichtoperationsidentifikationsdatenROID-2 über den zweiten Datenpfad DP-2 an die Steuereinheit übertragen. Die insgesamt übertragene Information enthält dann somit Angaben darüber, welcher Typ von Richtsystem genutzt wurde, um das bestimmte Werkstück zu richten und wie zustellbare Richtrollen gegebenenfalls in ihrer Lage verändert werden müssen, um das Richtergebnis zu verbessern.

Die Steuereinheit 290 könnte nun die Information unmittelbar zur Ansteuerung des Rollenrichtapparats bzw. des Richtsystems nutzen. Um jedoch Fehler bei der Verstellung zu vermeiden, wird systematisch mithilfe eines Prüfmoduls 295 der Steuereinheit eine Sicherheitsprüfung durchgeführt. Dabei werden die von der Auswerteeinheit empfangenen zweiten RichtoperationsidentifikationsdatenROID-2 mit den im Speicher 292 gespeicherten ersten RichtoperationsidentifikationsdatenROID-1 in einer Vergleichsoperation verglichen. Im Normalfall werden diese Daten übereinstimmen, so dass verifiziert ist, dass die Richtsystem-Stelldaten auf Basis des vorher gerichteten stabförmigen Abschnitts ermittelt wurden, und nicht etwa auf Basis von Messdaten, die an einem anderen Werkstück ermittelt wurden.

Bei Übereinstimmung der Daten wird eine Aktion ausgelöst, die im Beispielsfall darin besteht, dass eine oder mehrere der zustellbaren Richtrollen gemäß den von der Auswerteeinheit berechneten Richtsystem-Stelldaten RSSD verstellt werden, um die Richtgeometrie zu optimieren.

Neben diesem regelmäßigen Ablauf sind jedoch auch Szenarien denkbar, in denen es zum Beispiel zu Verwechslungen kommen kann. Beispielsweise kann es sein, dass die Messeinheit 500 vor Kurzem von einem anderen Nutzer genutzt wurde, um einen stabförmigen Abschnitt zu vermessen, der an einer anderen Umformmaschine mit anderem Richtsystem gefertigt wurde. Auch zu diesem Werkstück würden Messdaten gehören, denen nicht angesehen werden kann, dass sie eine andere Richtoperation betreffen. Jedoch würde das „Fremdwerkstück“ eine andere Werkstückidentifikation WS-ID aufweisen, die dann zusammen mit den Messdaten über den ersten Datenpfad DP-1 zur Auswerteeinheit gelangen würde. Diese würde zweite RichtoperationsidentifikationsdatenROID-2 erstellen, die dann Information über die falsche Werkstückidentifikation enthielte. Dementsprechend würde das Prüfmodul 295 feststellen, dass die Messdaten nicht an einem Werkstück gewonnen wurden, welches mit dem angeschlossenen Richtsystem 400 erstellt wurde. Damit würde eine Verstellung der

Richtgeometrie nicht freigegeben, sondern blockiert. Das System kann so konfiguriert sein, dass beispielsweise eine Warnung angezeigt wird.

Mit anderen Worten würde bei der Prüfung mithilfe des Prüfmoduls auffallen, dass die Messdaten, aufgrund derer die Auswerteeinheit eine Zustellstrategie errechnet hat, nicht anhand eines Werkstücks ermittelt wurden, welches mit dem Richtsystem 400 gerichtet wurde. Eine Verstellung der Richtgeometrie würde dann automatisch unterbleiben.

Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist die Auswerteeinheit 600 bezüglich des Datenflusses direkt an die Zuführvorrichtung 200 mit dem zu prüfenden Richtsystem angeschlossen in der Weise, dass eine Verwechslung hinsichtlich der zugrunde liegenden Maschine ausgeschlossen ist. Es sind zahlreiche andere Konfigurationen möglich. Die Auswerteeinheit kann z.B. als Teil der Messeinheit 500 dort integriert sein. Die Auswerteeinheit kann auch entfernt von der Messeinheit und der Umformmaschine untergebracht sein. Die Auswerteeinheit kann auch dezentral arbeiten, z.B. als Teil eines Zentralrechners, der auch andere Abläufe in der Fertigungshalle steuert (vgl. Fig. 2).

In einer Startkonfiguration werden die Werkstückidentifikationsdaten WS-ID und Maschinenidentifikationsdaten MA-ID von der Umformmaschine an die Auswerteeinheit 600 übertragen. Auf der anderen Seite können diese Daten im Laufe vieler Einrichtoperationen auch im Speicher 295 der Steuereinheit gespeichert werden. Das hat den Vorteil, dass falls zu einem späteren Zeitpunkt eine ähnliche oder identische Konfiguration (Werkstück, Maschine,...) bearbeitet werden sollte, diese Daten bereits vorliegen und entsprechend aus dem Speicher abgegriffen und dann zur Auswerteeinheit übertragen werden können.

Bei der folgenden Beschreibung anderer Ausführungsbeispiele werden aus Gründen der Übersichtlichkeit für gleiche oder ähnliche Merkmale oder Komponenten dieselben Bezugssymbole verwendet wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 entspricht in großen Teilen demjenigen der Fig. 1, wobei jedoch hier abweichend vom ersten Ausführungsbeispiel eine dezentrale Auswerteeinheit 600 vorgesehen ist. Diese ist weder in die Messeinheit noch in die Steuereinheit der Umformmaschine integriert, sondern sowohl mit der Messeinheit 500 als auch mit der Steuereinheit 290 über entsprechende Datenfernübertragungspfade (DP-1, DP-2) zum Datenaustausch verbunden. Die Auswerteeinheit 600 kann beispielsweise ein Modul eines Zentralrechners sein, der in einer Fertigungshalle auch andere Vorgänge steuert.

Alle Auswerteoperationen von Messdaten, die an Formteilen gewonnen wurden, welche von unterschiedlichen Umformmaschinen hergestellt wurden, werden durch diese gemeinsame Auswerteeinheit ausgewertet.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel der Fig. 1 dadurch, dass die Umformmaschine, die das Richtsystem 400 enthält, zusätzlich zu den auch bei der Variante von Fig. 1 vorhandenen Komponenten noch eine Umformeinrichtung 300 aufweist, die ein Umformwerkzeug oder mehrere Umformwerkzeuge umfasst und dazu konfiguriert ist, an dem zunächst noch geraden Richtgut eine oder mehrere Biegungen durch Umformen anzubringen, so dass ein gebogenes Formteil 115B entsteht, das dann vom zugeführten Richtgut abgetrennt wird. Das Formteil 115B weist einen oder mehrere Abschnitte auf, die nach dem Richten nicht mehr umgeformt wurden, so dass sie über einen ausreichend großen Teil ihrer Länge einen gerade gerichteten Abschnitt bilden, dessen Krümmungszustand aussagekräftig im Hinblick auf die Richtgeometrie des Richtsystems ist. Analog zum ersten Fall wird das Formteil dann zur Messeinheit 500 transportiert und eine Messung wird an einem im Wesentlichen geraden, gerichteten Abschnitt durchgeführt. Die dadurch ermittelten Messdaten haben im Wesentlichen die gleiche Aussagekraft bezüglich der Richtgeometrie wie die an einem stabförmigen Abschnitt gewonnenen Messdaten. Ein gebogenes Formteil kann insoweit vorteilhaft sein, weil es leichter ist, sicherzustellen, dass die Messdaten eine genaue eindeutige Zuordnung der Krümmungsanteile zu den einzelnen Richtebenen erlaubt.

Bei den bisherigen Ausführungsbeispielen ist die Messeinheit 500 mit Abstand von der das Richtsystem 400 aufweisenden Umformmaschine angeordnet, so dass das zu vermessende Werkstück über eine Transportstrecke dorthin transportiert werden muss. Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 ist die Messeinheit 500 als stationär nutzbare Messeinheit in der Weise ausgelegt, dass die Messeinheit über eine mechanische und elektrische Schnittstelle 510 an diejenige Umformmaschine angekoppelt werden kann, die gerade eingerichtet werden soll. Die Messeinheit 500 weist dazu mechanische Kopplungsstrukturen zur lösbareren Ankopplung der Messeinheit an die Umformmaschine auf, wobei diese komplementäre mechanische Kopplungsstrukturen aufweist. Weiterhin sind komplementäre Schnittstellenkomponenten zur Übertragung von Daten, Signalen und/oder elektrischer Leistung vorgesehen.

Die Messeinheit 500 ist als mobile Messeinheit ausgebildet und kann dadurch nicht nur an einer einzigen Umformmaschine, sondern auch an anderen Umformmaschinen mit geeigneten Kopplungsstrukturen genutzt werden. Bei dieser Variante ist es besonders einfach möglich, sicherzustellen, dass das zu vermessende Werkstück in der Orientierung gemessen wird, in der

es durch das Richtsystem gelaufen ist. Die Übergabe kann bei Bedarf relativ einfach automatisiert werden, es ist jedoch auch möglich, dass ein Benutzer ein zu messendes Formteil entnimmt und in die angekoppelte Messeinheit einlegt.

Die schematische Fig. 5 ist ein besonders anschauliches Beispiel für eine Konfiguration, bei der eine einzige Messeinheit 500 mehreren Umformmaschinen einer Maschinengruppe zugeordnet ist. Im Beispielsfall handelt es sich um eine mobile Messeinheit, in die die Auswerteeinheit 600 integriert ist. Für den Datenaustausch sind geeignete Funk-Sendeeinheiten und Funk-Empfangseinheiten vorgesehen. Die Figur zeigt ein vereinfachtes Beispiel eines hochproduktiven Fertigungssystems, welches eine Maschinengruppe mit mehreren untereinander im Wesentlichen identischen oder sehr ähnlichen Umformmaschinen haben kann. Da hier Werkstücke, die mit unterschiedlichen Richtsystemen gerichtet wurden, mit derselben Messeinheit vermessen werden, besteht grundsätzlich ein Risiko, dass Messdaten verwechselt und den falschen Werkstücken zugeordnet werden. Mithilfe der oben erwähnten Sicherheitsprüfung sind solche Fehlerquellen systematisch ausgeschlossen. So kann beispielsweise das Richtsystem der oben gezeigten Umformmaschine (mit Maschinenidentifikation (MA-ID)x nicht mithilfe von Richtgeometrie-Stelldaten verstellt werden, die bei der Vermessung eines Formteils gewonnen wurden, welches mit der unteren Umformmaschine (Maschinenidentifikation (MA-ID)y) gefertigt wurde).

Die schematische Fig. 6 zeigt eine Umformmaschine (Maschinenidentifikation MA-ID) einer Gruppe mit mehreren identischen oder ähnlichen Umformmaschinen, denen gemeinsam nur eine einzige Messeinheit 500 zugeordnet ist. Die Messeinheit ist mit Abstand zu allen Umformmaschinen angeordnet. Zum Transport eines gefertigten Formteils von der Umformmaschine zur Messeinrichtung 500 sowie zur Übertragung von den relevanten Daten von der Umformmaschine über die Messeinheit zur Auswerteeinheit ist eine Transporteinheit 700 vorgesehen, die so konstruiert ist, dass sie ein durch ein Richtsystem einer Umformmaschine gerichtetes Formteil mit einem zu vermessenden geraden Abschnitt lagedefiniert aufnehmen und von der Umformmaschine zur Messeinheit (und zurück) transportieren kann. Die Transporteinheit kann, wie dargestellt, als verfahrbare Transporteinheit (mit Rollen oder Rädern) ausgestaltet sein, gegebenenfalls auch einfach als tragbare Transporteinheit, die von einem Bediener gefasst und zwischen den Stationen an der Umformmaschine und an der Messeinheit getragen werden kann.

Im Bereich der Umformmaschine ist ein Ablageplatz für die Transporteinheit 700 vorgesehen, so dass die Transporteinheit lagedefiniert an der Umformeinrichtung platziert werden kann. Dadurch kann das zu vermessende Formteil mit der richtigen Orientierung einfach in die

Transporteinheit 700 übernommen werden. Die Transporteinheit dient auch als Hilfsmittel zur Übertragung von Daten zwischen den zusammenarbeitenden Komponenten. Dazu weist die Transporteinheit einen RFID-Chip 710 auf, also einen Datenspeicher, der drahtlos mit relevanten Informationen beschrieben werden kann. Die Umformmaschine weist ein entsprechendes Schreibgerät auf, um zum Beispiel die Maschinenidentifikation und nach einer Richtoperation auch die Werkstückidentifikation an dem aufgenommenen Werkstück einzuspeichern.

Die Messeinheit 500 umfasst einen RFID-Schreib- und Lesekopf, so dass die in dem RFID-Chip gespeicherten Informationen (insbesondere Maschinenidentifikation und Werkstückidentifikation) an der Messeinheit ausgelesen werden können. Die an der Messeinheit ermittelten Messdaten werden in dem Speicher des RFID-Chips gespeichert. Die Daten werden dann physisch mithilfe der Transporteinheit 700 zur Auswerteeinheit 600 transportiert und können dort ausgelesen werden.

Alternativ ist es auch möglich, dass die Auswerteeinheit 600 in die Messeinrichtung 500 integriert ist. Dann können auch die Ergebnisse der Berechnungen der Auswerteeinheit, also die Richtsystem-Stelldaten RSSD, mithilfe der Transporteinheit 700 von der Messeinheit 500 zur Steuereinheit 290 der Umformmaschine transportiert werden.

Mithilfe einer solchen Konfiguration kann das Richtsystem beispielsweise nach folgendem Verfahren schnell und zielgerichtet eingerichtet werden. Ausgangspunkt sei ein Werkstückwechsel, wobei ein neuer Draht in die Umformmaschine eingefädelt wird. Geometriedaten für das neue Werkstückmaterial und die Richtapparate können in die Steuerung eingegeben oder eingelesen werden, zum Beispiel über Barcode. In einer Ausgangskonfiguration befindet sich die Transporteinheit 700 mit dem RFID-Chip 710 an ihrem Ablageplatz, der zum Beispiel im Bereich der Bedieneinheit der Umformmaschine liegen kann. Sobald in der Steuereinheit die Daten über das neue Werkstückmaterial vorliegen und die Transporteinheit sich an ihrem Ablageplatz befindet, findet eine automatische Datenübertragung auf den RFID-Chip 710 der Transporteinheit 700 statt. Wird die Transporteinheit aus dem Ablageplatz entnommen, so erkennt die Maschine automatisch, dass ein Messprogramm im Rahmen der Einrichtroutine demnächst stattfinden soll. Dann ist kein Automatikbetrieb mehr möglich und das Programm für den Richtablauf wird in der Steuereinheit vorbereitet.

Dann wird die Transporteinheit 700 an ihre definierte Aufnahmeposition an der Umformmaschine eingesetzt, beispielsweise auf einen Lineartransport oder auf einen Halter.

Das Richtprogramm kann dann auf Knopfdruck gestartet werden. Zunächst werden zur Sicherheit eine definierte Anzahl von Stäben in eine Schrottliste produziert und entsorgt. Dann wird der zu messende stabförmige Abschnitt produziert und in die Transporteinheit eingelegt.

Danach kann die Transporteinheit 700 aus der Umformmaschine entnommen und zur Messeinheit 500 getragen oder gefahren und an ihrem Aufnahmeplatz in der Messeinheit eingesetzt werden. Der zu messende stabförmige Abschnitt liegt dann frei in der Messeinheit. Die gespeicherten Werkstückidentifikationen und die Maschinenidentifikationen werden durch die Messeinheit bzw. dessen Schreib- und Lesekopf vom RFID-Chip ausgelesen. Über eine Bedieneroberfläche an der Messeinheit 500 wird das Messprogramm gestartet. Nach dessen Abschluss können bei Bedarf die rohen Messwerte auf einem Bildschirm angezeigt werden.

Zu beachten ist hier, dass die rohen Messwerte einem Bediener allenfalls eine Orientierung über den Grad der Restkrümmung erlauben, nicht jedoch eine zielgerichtete Verstellung des Richtsystems. Diese ist erst möglich, nachdem auf Basis der Messdaten mithilfe der Auswerteeinheit 600 die Richtsystem-Stelldaten berechnet wurden.

Diese Einstellwerte für die Richtapparate werden dann auf den RFID-Chip 710 der Transporteinheit übertragen. Die Transporteinheit kann aus der Messeinheit 500 entnommen und das gemessene Formteil entsorgt oder eingelagert werden. Die Transporteinheit kann dann wieder an ihren Ablageplatz an der Umformmaschine getragen und dort eingesetzt werden. Dann werden Einstellwerte für den Rollenrichtapparat, das heißt die Richtsystem-Stelldaten RSSD, mittels RFID übertragen.

Abhängig davon, ob das Richtsystem 400 automatisch mithilfe geeigneter Stellantriebe verstellbar oder manuell verstellbar ist, können die Abläufe dann unterschiedlich sein. Im Fall manueller Einstellbarkeit kann sich in der Steuereinheit auf deren Anzeige ein Fenster öffnen und die Einstellwerte anzeigen, die dann vom Bediener an den betroffenen Richtrollen beziehungsweise deren Stellantrieb eingestellt werden. Bei einer vollautomatisierten Variante kann die Anzeige die Einstellwerte unterbleiben und die verstellbaren Rollen werden über ihre entsprechenden Antriebe automatisch entsprechend der Richtsystem-Stelldaten verstellt. Die Vorgänge werden zyklisch so lange wiederholt, bis sich die Geradheit des jeweils gemessenen stabförmigen Abschnitts innerhalb der vorgegebenen Toleranzen bewegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einrichten von Richtsystemen zum Richten von durchlaufendem drahtförmigem oder rohrförmigem Richtgut in einer Vielzahl von Umformmaschinen einer Maschinengruppe zur Herstellung von geraden oder gebogenen Formteilen aus dem Richtgut, wobei

jede der Umformmaschinen der Maschinengruppe ein Richtsystem mit zwei hintereinander geschalteten einstellbaren Rollenrichtapparaten mit unterschiedlich orientierten Richtebenen aufweist, wobei ein einstellbarer Rollenrichtapparat eine Vielzahl von Richtrollen mit zueinander parallelen Drehachsen umfasst, die in einer Durchlaufrichtung abwechselnd auf gegenüberliegenden Seiten einer Durchlaufstrecke angeordnet sind und im Betrieb mit das Richtgut berührenden Umfangsabschnitten eine Richtgeometrie definieren, wobei mindestens eine der Richtrollen in einer quer zur Durchlaufrichtung orientierten Zustellrichtung zustellbar ist, und wobei das Verfahren für das Einrichten eines Richtsystems folgende Schritte umfasst:

Abtrennen eines aus gerichtetem Richtgut gefertigten Formteils von dem Richtgut nach Durchlaufen des Richtsystems, wobei das Formteil wenigstens einen (geraden) gerichteten Abschnitt aufweist oder aus einem gerichteten Abschnitt besteht;

Messen des gerichteten Abschnitts mittels einer Messeinheit zur Ermittlung von Messdaten, die eine Restkrümmung des gerichteten Richtguts repräsentieren;

Ermitteln einer Zustellstrategie und der Zustellstrategie entsprechender Richtsystem-Stelldaten (RSSD) durch eine Auswerteeinheit durch Auswertung der Messdaten; und

Verändern der Richtgeometrie des Richtsystems in Abhängigkeit von den Messdaten durch Änderung der Zustellposition mindestens einer zustellbaren Richtrolle gemäß den Richtsystem-Stelldaten derart, dass eine Restkrümmung eines nachfolgend gerichteten Abschnitts des Richtguts durch Veränderung der Richtgeometrie im Hinblick auf eine Soll-Restkrümmung verbessert wird; wobei

zum Messen der gerichteten Abschnitte aller Umformmaschinen der Maschinengruppe dieselbe gemeinsame Messeinheit verwendet wird, und

durch einen verwechslungsgesicherten Datenaustausch zum Austausch von Daten zwischen jeder der ein Richtsystem aufweisenden Umformmaschinen, der Messeinheit und einer Auswerteeinheit sichergestellt wird, dass die Richtgeometrie eines ausgewählten Richtsystems ausschließlich aufgrund von Messdaten veränderbar ist, die an einem Formteil ermittelt wurden, welches aus mit dem ausgewählten Richtsystem gerichteten Richtgut hergestellt wurde.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Auswertung der Messdaten aller mit Richtsystemen unterschiedlicher Umformmaschinen der Maschinengruppe gerichteten Abschnitte dieselbe gemeinsame Auswerteeinheit verwendet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine manuelle Eingabe von Daten zur Veränderung der Richtgeometrie nicht möglich ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit als eine autarke Messeinheit ausgebildet ist und entfernt von einer zugeordneten Umformmaschine und/oder entfernt von der Auswerteeinheit betrieben wird, und dass eine Datenfernübertragung (DFÜ) zwischen der Messeinheit und der Umformmaschine und/oder zwischen der Messeinheit und der Auswerteeinheit erfolgt und/oder dass die Messeinheit als eine mobile Messeinheit ausgebildet ist und entfernt von einer zugeordneten Umformmaschine betrieben und/oder an unterschiedlichen Positionen im Raum positioniert wird, und/oder dass die Messeinheit mittels mechanischer Kopplungsstrukturen an eine Umformmaschine mit komplementären mechanischen Kopplungsstrukturen lösbar angekoppelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

Zuordnen einer individuellen Werkstückidentifikation (WS-ID) zu dem zu messenden Formteil;

Zuordnen einer individuellen Maschinenidentifikation (MA-ID) zu der das Richtsystem aufweisenden Umformmaschine;

wobei eine Verknüpfung der Werkstückidentifikation mit der Maschinenidentifikation für eine mit dem Richtsystem durchgeführte individuelle Richtoperation spezifische erste Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-1) repräsentieren;

Speichern der ersten Richtoperationsidentifikationsdaten in einem für eine Steuereinheit der Umformmaschine zugänglichen Speicher;

Übertragen von an dem gerichteten Abschnitt ermittelten Messdaten von der Messeinheit über einen ersten Datenpfad (DP-1) zu einer Auswerteeinheit;

Übertragen einer Werkstückidentifikation an die Auswerteeinheit;

Übertragen einer Maschinenidentifikation an die Auswerteeinheit;

wobei eine Verknüpfung der von der Auswerteeinheit empfangenen Werkstückidentifikation und einer von der Auswerteeinheit empfangenen

Maschinenidentifikation messungsspezifische zweite Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-2) repräsentieren;

Ermitteln einer Zustellstrategie und der Zustellstrategie entsprechender Richtsystem-Stelldaten (RSSD) durch die Auswerteeinheit durch Auswertung der Messdaten;

Übertragen der Richtsystem-Stelldaten und der diesen Richtsystem-Stelldaten durch die Auswerteeinheit zugeordneten zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten über einen zweiten Datenpfad (DP-2) an die Steuereinheit der Umformmaschine;

Durchführen einer Sicherheitsprüfung mittels eines Prüfmoduls der Steuereinheit durch Vergleichen der von der Auswerteeinheit empfangenen zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-2) mit den im Speicher gespeicherten ersten Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-1) in einer Vergleichsoperation;

Freigeben einer Veränderung der Richtgeometrie des Richtsystems auf Basis der übertragenen Richtsystem-Stelldaten nur bei Übereinstimmung der zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten mit den ersten Richtoperationsidentifikationsdaten.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückidentifikation (WS-ID) direkt an dem zu vermessenden Formteil angebracht wird oder an einem gesonderten Datenträger, der an dem zu vermessenden Formteil angebracht wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zu vermessende Formteil mittels einer Transporteinheit von der Umformmaschine zu einer entfernt angeordneten Messeinheit transportiert wird, wobei vorzugsweise das Formteil derart lagedefiniert aufgenommen wird, dass an der Messeinheit eine Richtebeben-spezifische Messung durchführbar ist, die eine eindeutige Zuordnung der durch die Messdaten repräsentierten Krümmungs-Anteile zu den unterschiedlichen Richtebebenen der Rollenrichtapparate erlaubt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass Daten mithilfe der Transporteinrichtung zwischen der Umformmaschine und der Messeinheit übertragen werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformmaschine und die Messeinheit und/oder die Auswerteeinheit phasenweise über komplementäre Komponenten einer lösbar Schnittstelle zur Übertragung von Daten, Signalen und/oder Leistung verbunden werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtgeometrie in Reaktion auf Steuersignale der Steuereinheit automatisch verstellt wird.

11. System zum Einrichten von Richtsystemen zum Richten von durchlaufendem drahtförmigem oder rohrförmigem Richtgut in einer Vielzahl von Umformmaschinen einer Maschinengruppe zur Herstellung von geraden oder gebogenen Formteilen aus dem Richtgut, wobei jede der Umformmaschinen der Maschinengruppe aufweist:

ein Richtsystem mit zwei hintereinander geschalteten einstellbaren Rollenrichtapparaten mit unterschiedlich orientierten Richtebenen aufweist, wobei ein einstellbarer Rollenrichtapparat eine Vielzahl von Richtrollen mit zueinander parallelen Drehachsen umfasst, die in einer Durchlaufrichtung abwechselnd auf gegenüberliegenden Seiten einer Durchlaufstrecke angeordnet sind und im Betrieb mit das Richtgut berührenden Umfangsabschnitten eine Richtgeometrie definieren, wobei mindestens eine der Richtrollen in einer quer zur Durchlaufrichtung orientierten Zustellrichtung zustellbar ist,

eine Steuereinheit (290) zur Steuerung der Umformmaschine;

eine Schnitteinrichtung (270) zum Abtrennen eines aus gerichtetem Richtgut gefertigten Formteils von dem Richtgut nach Durchlaufen des Richtsystems, wobei das Formteil wenigstens einen gerichteten Abschnitt aufweist oder aus einem gerichteten Abschnitt besteht;

Stelleinrichtungen (405) zum Verändern einer Richtgeometrie des Richtsystems in Abhängigkeit von den Messdaten durch Änderung der Zustellposition mindestens einer zustellbaren Richtrolle;

dadurch gekennzeichnet, dass

allen Umformmaschinen der Maschinengruppe eine gemeinsame Messeinheit (500) zugeordnet ist, die zur Ermittlung von Messdaten konfiguriert ist, die eine Restkrümmung des gerichteten Richtguts repräsentieren;

jeder Umformmaschine der Maschinengruppe eine Auswerteeinheit (600) zum Ermitteln einer Zustellstrategie und der Zustellstrategie entsprechender Richtsystem-Stelldaten (RSSD) durch Auswertung der Messdaten zugeordnet ist; und

ein verwechslungsgesichertes Datenaustauschsystem zum Austausch von Daten zwischen jeder der ein Richtsystem aufweisenden Umformmaschinen, der Messeinheit und einer Auswerteeinheit vorgesehen ist, welches dazu konfiguriert ist, sicherzustellen, dass die Richtgeometrie eines ausgewählten Richtsystems ausschließlich aufgrund von Messdaten veränderbar ist, die an einem Formteil ermittelt wurden, welches aus mit dem ausgewählten Richtsystem gerichteten Richtgut hergestellt wurde.

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformmaschine derart ausgelegt ist, dass eine manuelle Eingabe von Daten zur Veränderung der Richtgeometrie des Richtsystems nicht möglich ist.

13. System nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass allen Umformmaschinen der Maschinengruppe eine gemeinsame Auswerteeinheit zugeordnet ist.

14. System nach Anspruch einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften aufweist:

- (i) die Messeinheit ist als eine autarke Messeinheit ausgebildet, die entfernt von einer zugeordneten Umformmaschine und/oder entfernt von der Auswerteeinheit betreibbar ist, wobei die Messeinheit wenigstens eine DFÜ-Schnittstelle zur Datenfernübertragung (DFÜ) zwischen der Messeinheit und der Umformmaschine und/oder zwischen der Messeinheit und der Auswerteeinheit aufweist.
- (ii) die Messeinheit ist als eine mobile Messeinheit ausgebildet, die entfernt von einer zugeordneten Umformmaschine betreibbar und an unterschiedlichen Positionen im Raum positionierbar ist.
- (iii) die Messeinheit weist mechanische Kopplungsstrukturen zur lösbarer Ankopplung der Messeinheit an eine Umformmaschine mit komplementären mechanischen Kopplungsstrukturen aufweist.

15. System nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinheit (350) für eine Richtebeben-spezifische Messung konfiguriert ist, die eine eindeutige Zuordnung der durch die Messdaten repräsentierten Krümmungs-Anteile zu den unterschiedlichen Richtebeben der Rollenrichtapparate erlaubt.

16. System nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformmaschine erste Komponenten und die Messeinheit und/oder die Auswerteeinheit komplementäre zweite Komponenten einer lösbarer Schnittstelle zur Übertragung von Daten, Signalen und/oder Leistung aufweisen, wobei vorzugsweise eine Messeinheit über einen Steckverbinder mit einer Umformmaschine zur Übertragung von Daten, Signalen und Leistungen verbindbar ist.

17. System nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das verwechslungsgesicherte Datenaustauschsystem umfasst:

Einrichtungen zum Zuordnen einer individuellen Werkstückidentifikation (WS-ID) zu dem zu messenden Formteil und zum Zuordnen einer individuellen Maschinenidentifikation (MA-ID) zu der das Richtsystem aufweisenden Umformmaschine, wobei eine Verknüpfung der Werkstückidentifikation mit der Maschinenidentifikation für eine mit dem Richtsystem durchgeführte individuelle Richtoperation spezifische erste Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-1) repräsentieren;

einen für eine Steuereinheit der Umformmaschine zugänglichen Speicher zum Speichern der ersten Richtoperationsidentifikationsdaten;

einen ersten Datenpfad (DP-1) zum Übertragen von an dem gerichteten Abschnitt ermittelten Messdaten von der Messeinheit zu einer Auswerteeinheit;

Einrichtungen zum Übertragen einer Werkstückidentifikation und einer Maschinenidentifikation an die Auswerteeinheit, wobei eine Verknüpfung der von der Auswerteeinheit empfangenen Werkstückidentifikation und einer von der Auswerteeinheit empfangenen Maschinenidentifikation messungsspezifische zweite Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-2) repräsentieren;

einen zweiten Datenpfad (DP-2) zum Übertragen der Richtsystem-Stelldaten und der diesen Richtsystem-Stelldaten durch die Auswerteeinheit zugeordneten zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten an die Steuereinheit der Umformmaschine;

wobei die Steuereinheit ein Prüfmodul zum Durchführen einer Sicherheitsprüfung aufweist, die eine Vergleichsoperation zum Vergleichen der von der Auswerteeinheit empfangenen zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-2) mit den im Speicher gespeicherten ersten Richtoperationsidentifikationsdaten (ROID-1) umfasst, wobei die Steuereinheit derart konfiguriert ist, dass eine Freigabe einer Veränderung der Richtgeometrie des Richtsystems auf Basis der übertragenen Richtsystem-Stelldaten nur bei Übereinstimmung der zweiten Richtoperationsidentifikationsdaten mit den ersten Richtoperationsidentifikationsdaten erfolgt.

18. System nach einem der Ansprüche 11 bis 17, gekennzeichnet durch eine Transporteinheit zum lagedefinierten Aufnehmen eines durch ein Richtsystem einer Umformmaschine gerichteten Formteils und zum Transportieren des Formteils zu einer entfernt von der Umformmaschine angeordneten Messeinheit derart, dass an der Messeinheit eine Richtebenen-spezifische Messung an dem Formteil durchführbar ist, die eine eindeutige Zuordnung der durch die Messdaten repräsentierten Krümmungs-Anteile zu den unterschiedlichen Richtebenen der Rollenrichtapparate erlaubt.

19. System nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass an der Transporteinheit ein Datenspeicher angebracht ist, der drahtlos oder leitungsgebunden beschreibbar und auslesbar ist und dass an der Umformmaschine sowie an der Messeinheit entsprechende Übertragungseinheiten angebracht sein, um den Datenträger zu beschreiben oder auszulesen.

1/6

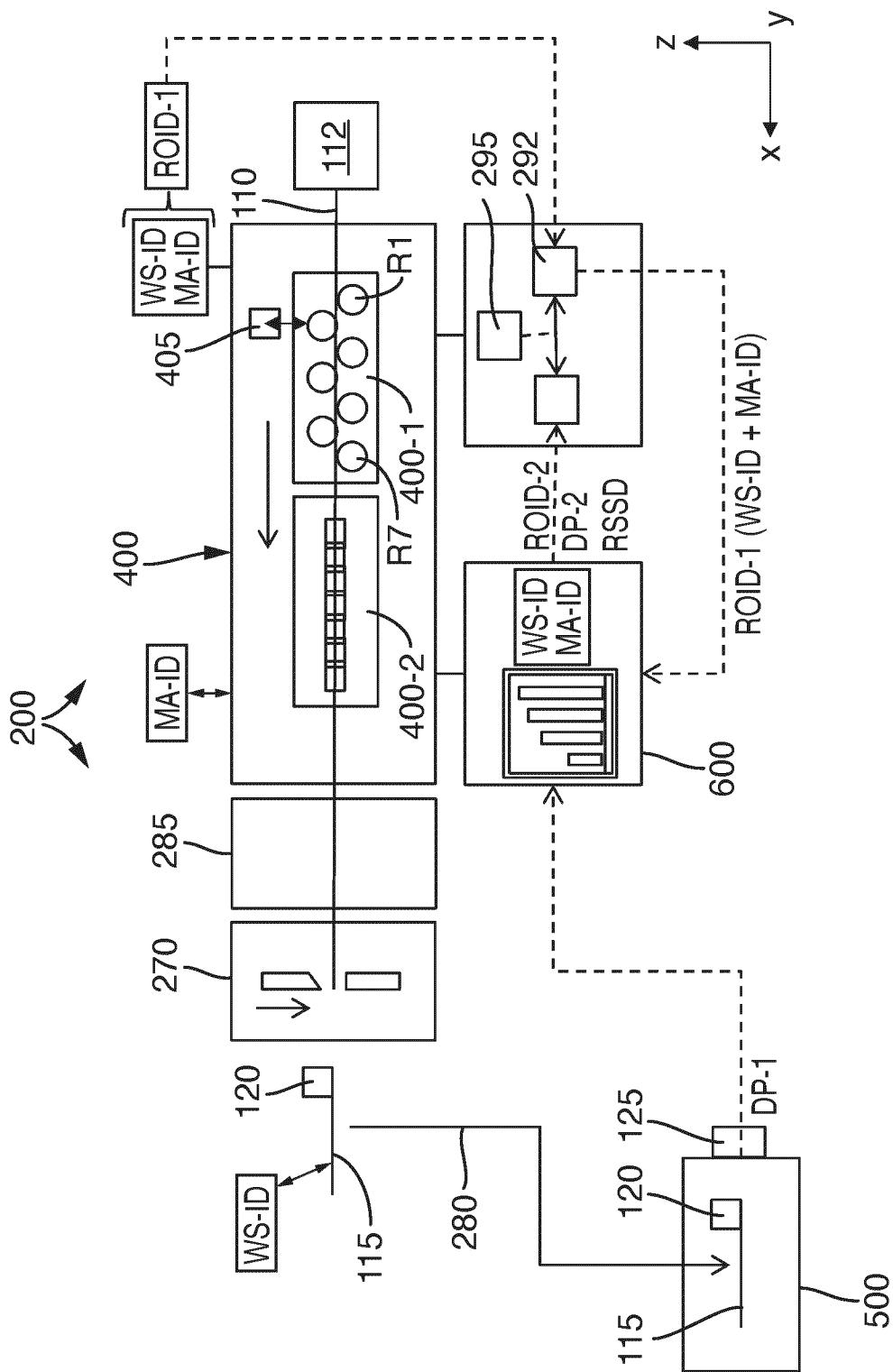
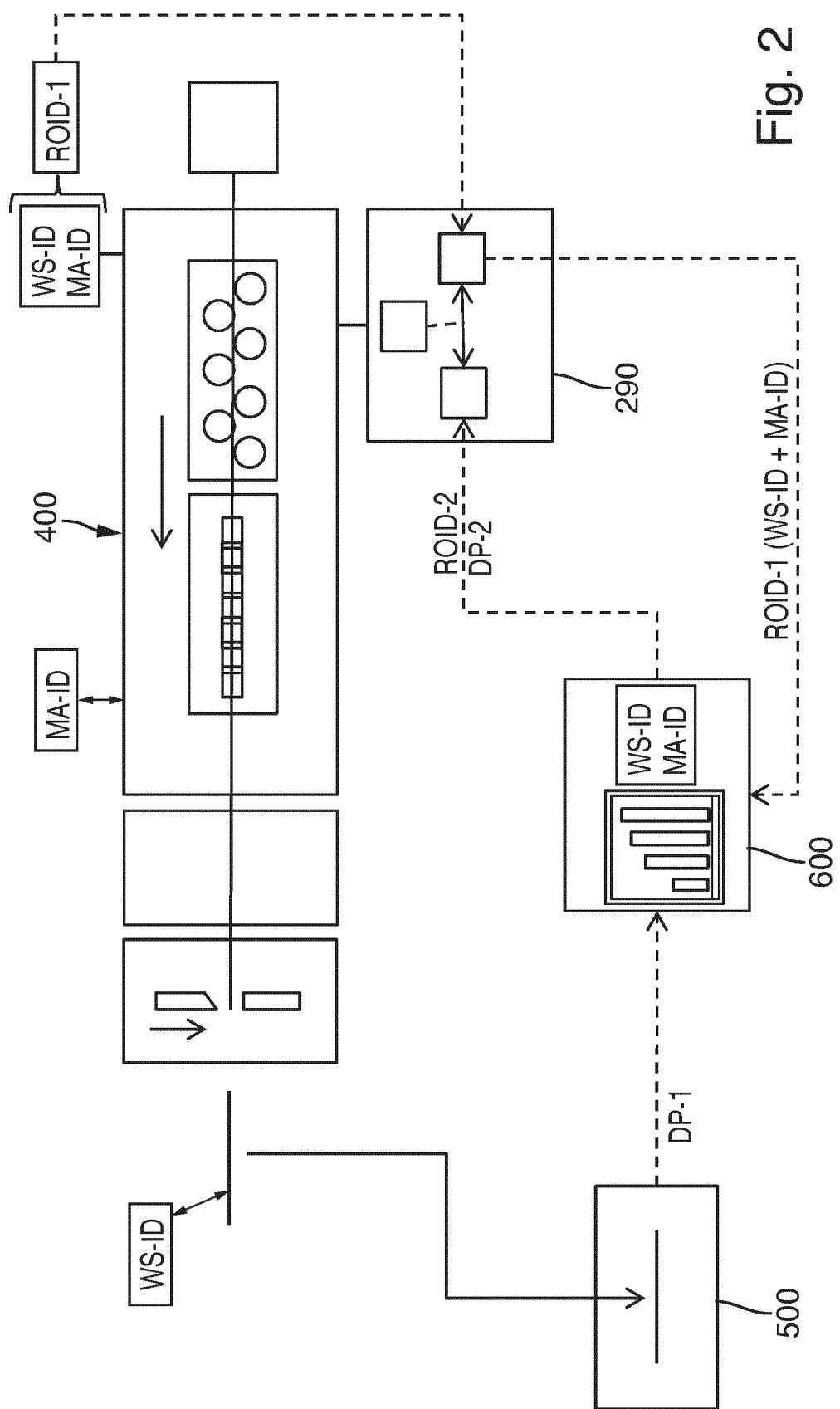
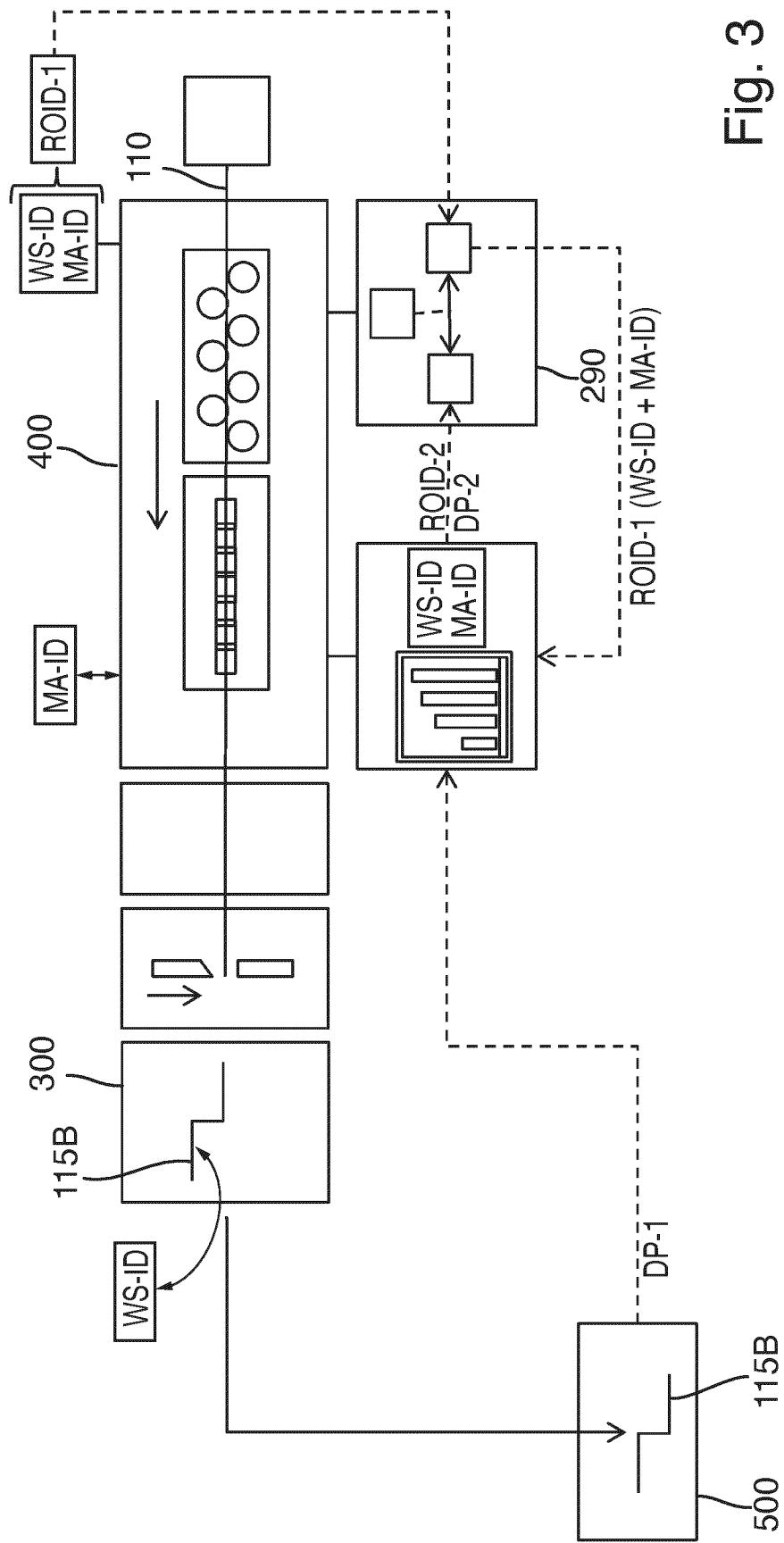


Fig. 1

2/6



3/6



4/6

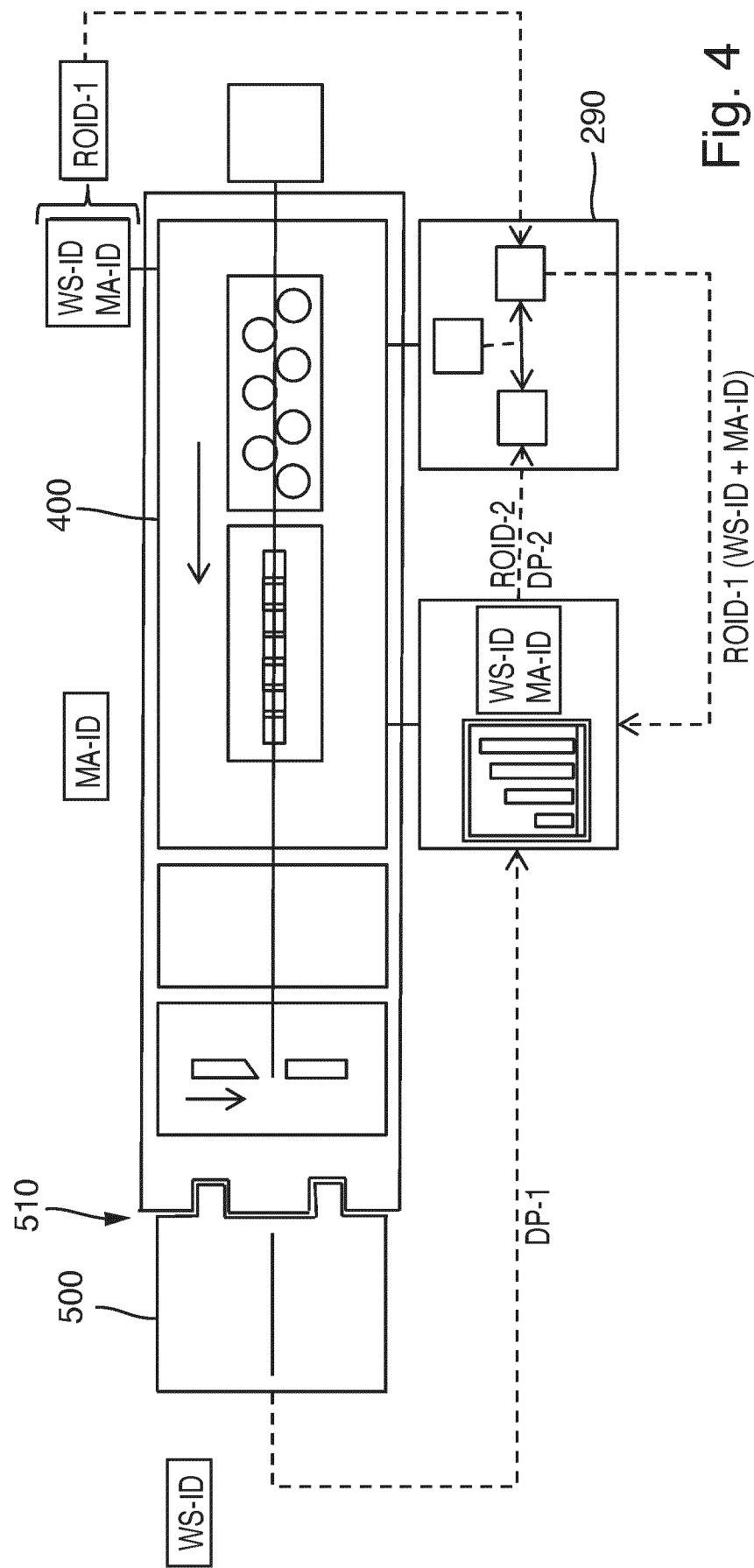


Fig. 4

5/6

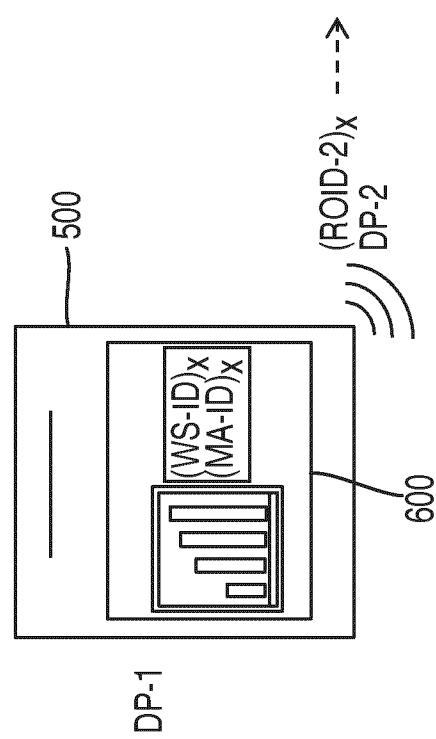
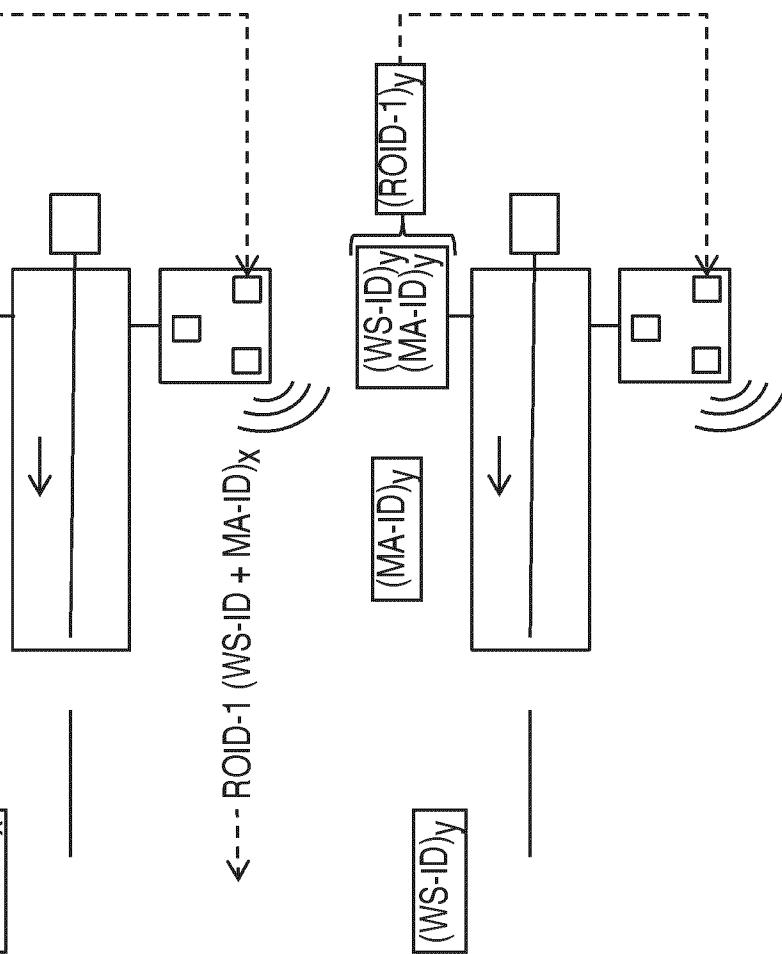


Fig. 5

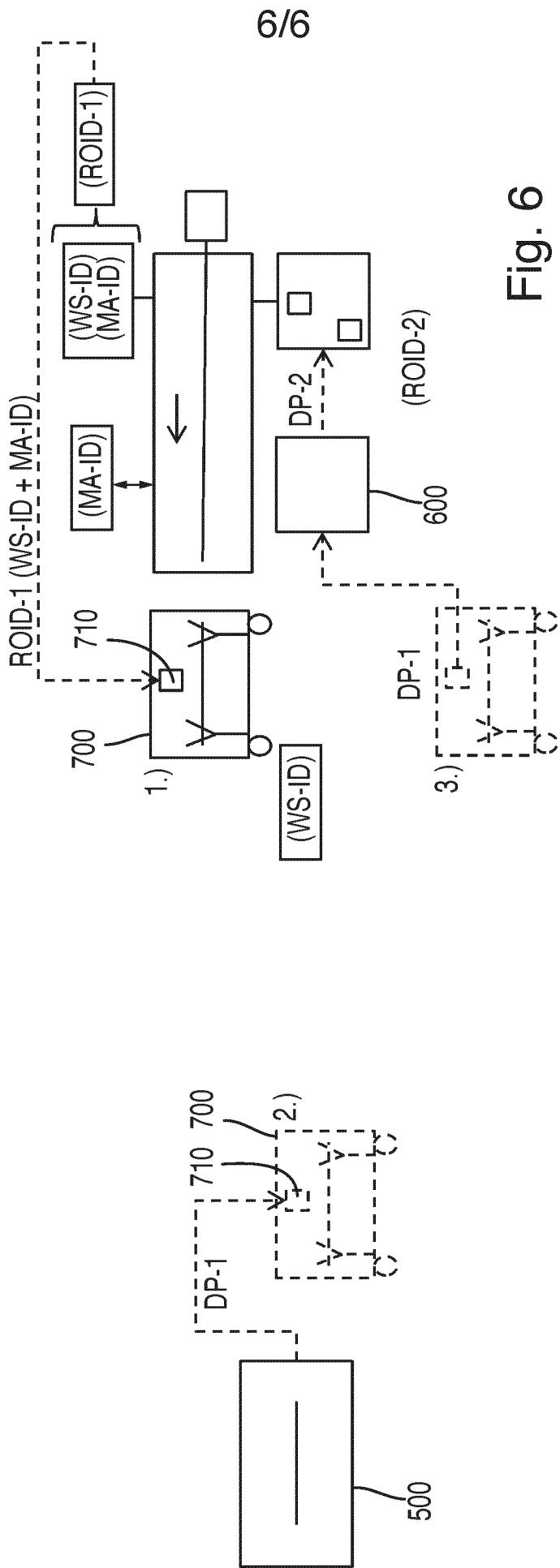


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/076979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B21D 3/05**(2006.01)i; **B21D 43/28**(2006.01)i; **B23P 15/00**(2006.01)i; **B21F 1/02**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21D; B23P; B21L; B21F

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107855438 A (AKODI INTELLIGENT LOGISTICS TECH CO LTD) 30 March 2018 (2018-03-30) paragraph [0006] - paragraph [0027]; figure 1	1-19
X	CN 110918828 A (UNIV SHENYANG JIANZHU; SHENYANG CONSTRUCTION UNIV FACTORY) 27 March 2020 (2020-03-27) paragraph [0006] - paragraph [0019]; figure 1	1-19

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2024

Date of mailing of the international search report

21 November 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

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

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

Authorized officer

Vesterholm, Mika

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT**Information on patent family members**

International application No.

PCT/EP2024/076979

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 107855438 A	30 March 2018	NONE	
CN 110918828 A	27 March 2020	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/076979

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES			
INV. B21D3/05		B21D43/28	B23P15/00
ADD.			
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC			
B. RECHERCHIERTE GEBIETE			
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B21D B23P B21L B21F			
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen			
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO - Internal			
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN			
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile		Betr. Anspruch Nr.
X	CN 107 855 438 A (AKODI INTELLIGENT LOGISTICS TECH CO LTD) 30. März 2018 (2018-03-30) Absatz [0006] - Absatz [0027]; Abbildung 1 -----		1 - 19
X	CN 110 918 828 A (UNIV SHENYANG JIANZHU; SHENYANG CONSTRUCTION UNIV FACTORY) 27. März 2020 (2020-03-27) Absatz [0006] - Absatz [0019]; Abbildung 1 -----		1 - 19
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie			
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
12. November 2024		21/11/2024	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Vesterholm, Mika	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/076979

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 107855438	A	30-03-2018	KEINE
CN 110918828	A	27-03-2020	KEINE