

(19)



(11)

EP 3 401 036 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2018 Patentblatt 2018/46

(51) Int Cl.:
B21F 1/00 (2006.01) B21F 35/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18168898.7**

(22) Anmeldetag: **24.04.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **WAFIOS Aktiengesellschaft**
72764 Reutlingen (DE)

(72) Erfinder: **SCHNEIDER, Ralf**
72147 Nehren (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **05.05.2017 DE 202017002608 U**

(54) **WERKZEUGSET MIT WERKZEUGKOMPONENTEN ZUM KONFIGURIEREN VON BIEGEWERKZEUGEN**

(57) Ein Werkzeugset mit einer Vielzahl von Werkzeugkomponenten zum Konfigurieren von Biegewerkzeugen (200) unterschiedlicher Wirkgeometrie zur Verwendung in einem Biegekopf einer Drahtverformungsmaschine umfasst mehrere Grundkörper, wobei jeder der Grundkörper eine Grundkörperachse (265) definiert und einen Einführabschnitt sowie einen Stifträgerabschnitt aufweist, wobei der Einführabschnitt zum Einführen in eine Aufnahmeöffnung einer Werkzeugaufnahme (130) eines Biegekopfs konfiguriert ist, der Stifträgerabschnitt mit einer zu einer Stirnseite des Grundkörpers offenen ersten Aufnahmebohrung (270-1) und einer zu der Stirnseite offenen zweiten Aufnahmebohrung (270-2) zur Aufnahme eines zweiten Biegestifts (C) aufweist, und die erste Aufnahmebohrung coaxial zur Grundkörperachse (265) und die zweite Aufnahmebohrung achsparallel zur ersten Aufnahmebohrung exzentrisch zur Grundkörperachse angeordnet ist und Aufnahmebohrungen einen Achsenabstand (AA) aufweisen. Weiterhin umfasst das Werkzeugset eine Vielzahl von ersten Biegestiften (B), die jeweils einen Einführabschnitt zum spielfreien Einführen in eine erste Aufnahmebohrung und einen Angriffsabschnitt zum Angreifen an dem zu biegenden Draht (D) aufweisen und eine Vielzahl von zweiten Biegestiften (C), die jeweils einen Einführabschnitt zum spielfreien Einführen in eine zweite Aufnahmebohrung und einen Angriffsabschnitt zum Angreifen an dem zu biegenden Draht aufweisen; wobei die Grundkörper des Werkzeugsets unterschiedliche Stifträgerabschnitte aufweisen, wobei sich Durchmesser der Aufnahmebohrungen und/oder Achsenabstände der Aufnahmebohrungen unterscheiden; erste Biegestifte (B) des Werkzeugsets wenigstens zum Teil unterschiedliche Angriffsabschnitte aufweisen, die sich bezüglich der wirksamen Durchmesser der Angriffsabschnitte unterscheiden; und zweite Biegestifte (C) des Werkzeugsets wenigstens zum Teil unterschiedliche Angriffsabschnitte aufweisen, die sich bezüglich der wirksamen Durchmesser der Angriffsabschnitte unterscheiden.

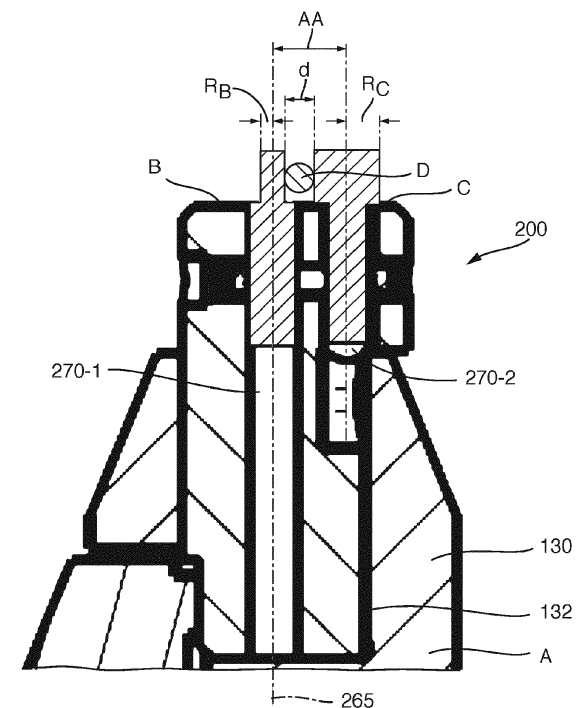


Fig. 7

EP 3 401 036 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Werkzeugset mit einer Vielzahl von Werkzeugkomponenten zum Konfigurieren von Biegewerkzeugen unterschiedlicher Wirkgeometrie zur Verwendung in einem Biegekopf einer Drahtverformungsmaschine.

[0002] Drahtverformungsmaschinen sind computer-numerisch gesteuerte, mehrachsige Werkzeugmaschinen, die mit Hilfe geeigneter Werkzeuge aus Draht in einem automatischen Fertigungsprozess kleinere oder größere Serien von Formteilen mit teilweise komplexer Geometrie überwiegend durch Umformen erzeugen können. Bei einer Drahtverformungsmaschine kann es sich beispielsweise um eine Biegemaschine zum Erzeugen von Biegeteilen aus Drahtmaterial oder um eine Federmaschine zur Herstellung von Schraubenfedern, wie z.B. Druckfedern, Zugfedern, Schenkelfedern, oder von anderen federartigen Formteilen handeln.

[0003] Viele dieser Drahtverformungsmaschinen sind mit mindestens einem Biegesystem ausgestattet, welches einen Biegekopf aufweist, der mithilfe eines zugeordneten Antriebs um eine Biegekopfachse drehbar ist. Um den Biegekopf für einen bestimmten Biegeprozess einzurichten, wird ein passendes Biegewerkzeug in eine Aufnahmeöffnung einer Werkzeugaufnahme des Biegekopfs eingesetzt und dort drehfest fixiert. Das Biegewerkzeug hat an seiner dem Werkstück (Draht) zugewandten Stirnseite ein erstes Werkzeugelement in Form eines stiftförmigen Fortsatzes, der bei eingebautem Biegewerkzeug coaxial zur Biegekopfachse angeordnet ist und eine im Wesentlichen rotationssymmetrische Außenkontur hat. Exzentrisch zur Biegekopfachse und mit Abstand zum zentrischen Fortsatz ist ein zweites Werkzeugelement angebracht, welches sich bei Drehung des Biegekopfs um den zentrischen Fortsatz bzw. um die Biegekopfachse herumbewegt. Zwischen den Werkzeugelementen besteht ein Zwischenraum, in welchen der zu biegende Draht mit relativ geringem Spiel passen sollte.

[0004] Für eine Biegeoperation wird zunächst derjenige Drahtabschnitt, in welchem eine Biegung erzeugt werden soll, in den Zwischenraum zwischen den beiden Werkzeugelementen gebracht, beispielsweise durch Zustellung des Biegekopfs parallel zu der Biegekopfachse in Richtung des Drahts. Beim Drehen des Biegekopfs um die Biegekopfachse wird dann ein umzubiegender Abschnitt des Drahts von dem exzentrischen Werkzeugelement ergriffen und um das innenliegende zentrische Werkzeugelement herum gebogen. Der Durchmesser bzw. der Halbmesser des innenliegenden Werkzeugelementes bestimmt dabei den Biegeradius (Krümmungsradius) der erzeugten Biegung, während der Drehwinkel des Biegekopfs bei der Biegeoperation den Biegewinkel bestimmt.

[0005] Drahtverformungsmaschinen sind in der Regel dazu ausgelegt, Drähte unterschiedlicher Durchmesser aus einem gewissen Durchmesserpektrum (dem Arbeitsbereich der Drahtverformungsmaschine) zu biegen.

In den meisten Anwendungsfällen sollen solche Drahtverformungsmaschinen im Laufe der Zeit dazu benutzt werden, eine Vielzahl von Biegeteilen mit unterschiedlichen Biegegeometrien aus Drähten mit unterschiedlichen Durchmessern zu erzeugen. Ein Wechsel zwischen Biegewerkzeugen unterschiedlicher Wirkgeometrie ist dabei meist dann erforderlich, wenn von einem Drahtdurchmesser auf einen anderen Drahtdurchmesser übergegangen werden soll und/oder wenn der Biegeradius der zu erzeugenden Biegungen verändert werden soll.

[0006] Wenn bei einem Anwender eine größere Vielfalt unterschiedlicher Biegeteile erzeugt werden soll, müssen entsprechend viele Biegewerkzeuge unterschiedlicher Wirkgeometrie vorgehalten werden, um bei Bedarf eingewechselt werden zu können. Dies bedeutet für einen Anwender unter Umständen eine höhere Investition in Biegewerkzeuge, die gegebenenfalls nur selten genutzt werden.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0007] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, dem Anwender einer Drahtverformungsmaschine eine kostengünstige Möglichkeit zu bieten, mit einer Drahtverformungsmaschine eine große Vielfalt unterschiedlicher Biegegeometrien erzeugen zu können.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe stellt die Erfindung ein Werkzeugset mit den Merkmalen von Anspruch 1 bereit. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0009] Ein Werkzeugset gemäß der beanspruchten Erfindung weist eine Vielzahl von Werkzeugkomponenten zum Konfigurieren von Biegewerkzeugen unterschiedlicher Wirkgeometrie für die Verwendung in einem Biegekopf einer Drahtverformungsmaschine auf. Zu den Werkzeugkomponenten gehören mehrere (zwei oder mehr) Grundkörper, wobei jeder der Grundkörper eine Grundkörperachse definiert und einen Einführabschnitt sowie einen Stiftträgerabschnitt aufweist. Der Einführabschnitt ist zum Einführen in eine Aufnahmeöffnung einer Werkzeugaufnahme eines Biegekopfs konfiguriert. Damit kann der Grundkörper so in die Aufnahmeöffnung eingeführt werden, dass die Grundkörperachse mit der Biegekopfachse fluchtet. Weiterhin hat ein Grundkörper einen Stiftträgerabschnitt mit einer zu einer Stirnseite des Grundkörpers offenen ersten Aufnahmebohrung zur Aufnahme eines ersten Biegestifts und einer zu der Stirnseite offenen zweiten Aufnahmebohrung zur Aufnahme eines zweiten Biegestifts. Die erste Aufnahmebohrung liegt coaxial zur Grundkörperachse, so dass die Bohrungsachse der ersten Aufnahmebohrung bei in dem Biegekopf eingebautem Biegewerkzeug coaxial zur Biegekopfachse angeordnet sein kann. Die zweite Aufnahmebohrung ist achsparallel zur ersten Aufnahmebohrung

exzentrisch zur Grundkörperachse angeordnet. Die Bohrungsachsen der Aufnahmebohrungen liegen in einem Achsenabstand zueinander.

[0010] Weiterhin umfasst das Werkzeugset eine Vielzahl von ersten Biegestiften, die jeweils einen Einführabschnitt zum spielfreien Einführen in eine erste Aufnahmebohrung und einen Angriffsabschnitt zum Angreifen an dem zu biegenden Werkstück aufweisen. Weiterhin ist eine Vielzahl von zweiten Biegestiften vorgesehen, die jeweils einen Einführabschnitt zum spielfreien Einführen in eine zweite Aufnahmebohrung und einen Angriffsabschnitt zum Angreifen an dem zu biegenden Werkstück aufweisen. Der Angriffsabschnitt eines in eine erste Aufnahmebohrung eingeführten ersten Biegestifts dient als koaxial zur Biegekopfachse liegendes Werkzeugelement (nach Art eines Biegedorns), während der Angriffsabschnitt eines in eine zweite Aufnahmebohrung eingeführten zweiten Biegestifts als zweites Werkzeugelement dazu dient, beim Drehen des Biegekopfs seitlich an dem umzubiegenden Abschnitt anzugreifen und diesen (bei Drehung des Biegewerkzeugs um die Biegekopfachse) umzubiegen.

[0011] Die Grundkörper des Werkzeugsets haben unterschiedlich gestaltete Stifträgerabschnitte in der Weise, dass sich die Durchmesser der Aufnahmebohrungen und/oder die Achsenabstände zwischen den Aufnahmebohrungen unterscheiden. Die Stifträgerabschnitte können sich auch durch weitere Gestaltungsmerkmale unterscheiden, beispielsweise durch die äußere Form und/oder Größe. Die ersten Biegestifte des Werkzeugsets weisen wenigstens zum Teil unterschiedliche Angriffsabschnitte auf, die sich bezüglich der wirksamen Durchmesser der Angriffsabschnitte unterscheiden. Auch die zweiten Biegestifte des Werkzeugsets weisen wenigstens zum Teil unterschiedliche Angriffsabschnitte auf, die sich bezüglich der wirksamen Durchmesser der Angriffsabschnitte unterscheiden.

[0012] Ein erster Biegestift, der in die koaxial zur Grundkörperachse liegende erste Aufnahmebohrung eingesetzt ist, wird hier auch als passiver Stift bezeichnet, da er sich beim Biegevorgang nur um seine eigene Achse (die Längsmittelachse des Biegestifts) dreht. Der Durchmesser des Angriffsabschnitts des ersten Biegestifts bzw. der Halbmesser (bzw. Radius) dieses Angriffsabschnitts bestimmt den Biegeradius, also den Krümmungsradius der Biegung, die am Draht erzeugt wird.

[0013] Ein zweiter Biegestift, der in die exzentrisch zur Grundkörperachse liegende zweite Aufnahmebohrung eingesetzt ist, wird hier auch als aktiver Stift bezeichnet, da er sich beim Biegevorgang auf einer Kreisbogenbahn um die Biegekopfachse dreht und die Biegung bewirkt. Der Durchmesser (bzw. der Halbmesser oder Radius) des Angriffsabschnitts des zweiten Biegestifts, der in die (exzentrische) zweite Aufnahmebohrung eingeführt ist, bestimmt gemeinsam mit dem Achsenabstand zwischen den Aufnahmebohrungen und dem Durchmesser des ersten Angriffsabschnitts den lichten Abstand bzw. die

Breite des Zwischenraums zwischen dem Angriffsabschnitt des ersten Biegestifts und dem Angriffsabschnitt des zweiten Biegestifts in derjenigen Ebene, die durch die Bohrungsachsen der Aufnahmebohrungen aufgespannt wird. Dieser lichte Abstand bestimmt den maximalen Durchmesser, den ein Draht haben darf, welcher zwischen die Angriffsabschnitte passen soll.

[0014] Eine Paarung von zueinander passenden Biegestiften (Stift-Paar) wird so zusammengestellt, dass der lichte Abstand im Wesentlichen dem Durchmesser des zu biegenden Drahts entspricht bzw. nur geringfügig größer als dieser Durchmesser ist. Ein eventuelles Spiel (Differenz zwischen lichtem Abstand der Angriffsabschnitte und Drahtdurchmesser sollte gering sein. Das Spiel kann z.B. weniger als 0.1 mm betragen, insbesondere maximal 0.05 mm.

[0015] Ein nach diesen Kriterien zusammengestelltes Werkzeugset zum Konfigurieren von Biegewerkzeugen bietet durch seine freie Konfigurierbarkeit höchstmögliche Flexibilität in der Produktion zu einem für den Anwender günstigen Preis. Durch Kombinieren eines geeigneten Grundkörpers mit dazu passenden ersten und zweiten Biegestiften können mithilfe weniger gezielt dimensionierter Werkzeugkomponenten zahlreiche unterschiedliche Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen realisiert werden. Durch die einfache Konfigurierbarkeit, kurze Rüstzeit und bei Bedarf dem einfachen Austausch verschlissener Komponenten können für einen Anwender schnell Kostenvorteile erzielt werden. Durch die Modularität des Konzepts ist eine Kostenoptimierung auf Seiten der Anwender erzielbar.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung umfassen die ersten Biegestifte und/oder die zweiten Biegestifte unterschiedliche Stiftypen, wobei bei einem ersten Stiftyp der Einführabschnitt und der Angriffsabschnitt den gleichen Durchmesser haben, bei einem zweiten Stiftyp der Durchmesser des Angriffsabschnitts kleiner als der Durchmesser des Einführabschnitts ist und bei einem dritten Stiftyp der Durchmesser des Angriffsabschnitts größer als der Durchmesser des Einführabschnitts ist. Biegestifte vom ersten Stiftyp können also durchgehend kreiszylindrisch gestaltet sein und damit besonders kostengünstig aus geeignetem Rundmaterial hergestellt werden. Biegestifte des zweiten Stiftyps und des dritten Stiftyps sind dagegen stufenzylindrisch gestaltet. In jedem Fall kann es sich um kostengünstig präzise zu fertigende Drehteile handeln. Mit einer geringen Typenvielfalt von nur drei unterschiedlichen Stiftypen kann eine große Kombinationsvielfalt hinsichtlich erzielbarer Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen erreicht werden.

[0017] Die Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets, d.h. die Grundkörper und Biegestifte, können derart aufeinander abgestimmt sein, dass mittels der damit konfigurierbaren Biegewerkzeuge an Drähten mit einer Anzahl N_D unterschiedlicher Durchmesser unterschiedlich geformte Biegungen mit einer Anzahl N_{BR} unterschiedlicher Biegeradien erzeugbar sind, so dass eine

Anzahl N_{KOMB} möglicher Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen realisierbar ist, wobei eine Summe SUM der Anzahl N_G von Grundkörpern und der Anzahl N_{BS} unterschiedlicher Biegestifte des Werkzeugsets geringer ist als die Anzahl möglicher Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen (also $\text{SUM} < N_{\text{KOMB}}$). Insbesondere kann die Bedingung $2 \cdot \text{SUM} < N_{\text{KOMB}}$ gelten, so das mit einer vorgegebenen Anzahl von Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets mehr als doppelt so viele Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen realisierbar sind.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Werkzeugset mehrere Biegestifte enthält, welche für eine erste Durchmesser-Biegeradius-Kombination als erster Biegestift und für dieselbe erste Durchmesser-Biegeradius-Kombination oder für eine davon unterschiedliche zweite Durchmesser-Biegeradius-Kombination als zweiter Biegestift verwendbar sind. Solche Mehrzweck-Biegestifte sind also in unterschiedlichen Funktionen verwendbar. Dadurch kann die Teilevielfalt hinsichtlich der Biegestifte reduziert werden, ohne die mögliche Vielfalt von Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen zu verringern. Die Biegestifte des Werkzeugsets können derart gestaffelt dimensioniert sein, dass mehr als die Hälfte aller unterschiedlich gestalteten Biegestifte, insbesondere mehr als 60% oder mehr als 70% oder mehr als 80% aller Biegestifte solche Mehrzweck-Biegestifte sind.

[0019] Es kann auch so sein, dass das Werkzeugset ein Paar oder mehrere Paare von zueinander identischen Biegestiften aufweist, wodurch unter anderen die Fertigung der Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets insgesamt vereinfacht wird.

[0020] Um einem Anwender die Nutzung des Werkzeugsets möglichst bequem zu machen und Fehler bei der Zusammenstellung bzw. Konfigurierung von Biegewerkzeugen möglichst zu vermeiden, ist gemäß einer Weiterbildung ein Aufbewahrungsbehälter mit einer Vielzahl von separaten Fächern für die Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets vorgesehen, wobei die Fächer erste Fächer zur Aufnahme jeweils eines Grundkörpers und unterschiedlich zu den ersten Fächern gestaltete zweite Fächer zur Aufnahme von Biegestiften umfassen. Dadurch ergibt sich eine für den Bediener übersichtliche Sortierung derjenigen Werkzeugkomponenten, mit denen ein Biegewerkzeug aufgebaut werden kann.

[0021] Besonders übersichtlich ist die Aufbewahrung gemäß einer Weiterbildung dadurch, dass der Aufbewahrungsbehälter in zwei oder mehr räumlich getrennte Zonen unterteilt ist, wobei in jeder der Zonen ein Fach zur Aufnahme eines Grundkörpers sowie daneben eine Vielzahl von Fächern für zu dem Grundkörper passende Biegestifte angeordnet ist. Dadurch wird es für einen Anwender einfacher, Fehler beim Zuordnen von Grundkörpern und dazu passenden Biegestiften zu vermeiden. Voraussetzung hierfür ist, dass die Fächer geeignet bestückt sind. Hierzu können an den Fächern und den Biegestiften eindeutige Identifikationsmarkierungen vorgesehen sein, beispielsweise in Form von Zahlencodes,

Buchstabencodes oder Zahlen-/Buchstabencodes.

[0022] Um den Bediener beim Zusammenbau des gewünschten Biegewerkzeugs zu unterstützen, ist gemäß einer Weiterbildung vorgesehen, dass dem Werkzeugset eine Zuordnungstabelle zugeordnet ist, die für eine Vielzahl unterschiedlicher Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen eine eindeutige Zuordnung zwischen einem für eine ausgewählte Durchmesser-Biegeradius-Kombination auszuwählenden Grundkörper, einem auszuwählenden ersten Biegestift und einem dazu passenden zweiten Biegestift angibt. Damit können Biegewerkzeuge auch von ungelerntem Personal nach kurzer Einweisung zuverlässig und fehlerfrei konfiguriert werden.

[0023] Für jeden Maschinentyp einer Drahtverformungsmaschine kann es einen passenden Aufbewahrungsbehälter, beispielsweise in Form eines Kastens oder eines Koffers geben, der mit möglichst wenigen Grundkörpern und Biegestiften alle Kombinationen von Biegeradien und Drahtdurchmessern abdeckt, die für den Arbeitsbereich dieser Drahtverformungsmaschine vorgesehen sind. Anhand der Zuordnungstabelle kann ein Endnutzer die möglichen Kombinationen von Grundkörpern sowie ersten und zweiten Biegestiften einfach und übersichtlich entnehmen. Durch eine Erweiterung eines Werkzeugsets können beispielsweise auch Grundkörper, erste Biegestifte und zweite Biegestifte für andere Maschinentypen, d.h. Maschinentypen mit anderen Arbeitsbereichen hinsichtlich der Drahtdurchmesser, gemeinsam abgedeckt werden.

[0024] In einfachen Fällen kann es ausreichen, wenn das Werkzeugset nur zwei unterschiedliche Grundkörper aufweist. Ein besonders guter Kompromiss zwischen möglicher Vielfalt von Werkzeuggeometrien und begrenzter Anzahl von Werkzeugkomponenten lässt sich meist dadurch erzielen, dass das Werkzeugset genau drei oder genau vier oder genau fünf unterschiedliche Grundkörper aufweist. Wenn ein größeres Spektrum von Biegeradien und/oder Werkstückdurchmessern abgedeckt werden soll, können es gegebenenfalls auch sechs, sieben oder mehr Grundkörper sein.

[0025] Biegewerkzeuge des Werkzeugsets können bei Bedarf auch zum Biegen von Rohren verwendet werden, deren Außendurchmesser den korrespondierenden Drahtdurchmessern entspricht.

[0026] Die Erfindung betrifft auch ein Biegewerkzeug, das unter Verwendung eines Grundkörpers, eines ersten Biegestifts und eines zweiten Biegestifts des Werkzeugsets konfiguriert bzw. zusammengebaut wurde.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0027] Weitere Vorteile und Aspekte der Erfindung ergeben sich außer aus den Ansprüchen auch aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung, die nachfolgend anhand der Figuren erläutert sind.

Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht einer als

- Fig. 2 Schenkelfedermaschine ausgeleg-
ten Drahtverformungsmaschine;
zeigt eine Werkzugaufnahme eines
Biegekopfs mit einem darin aufge-
nommenen mehrteiligen Biegewerk-
zeug, das mit Werkzeugkomponen-
ten eines Werkzeugsets konfiguriert
wurde;
- Fig. 3A und 3B zeigen verschiedene Varianten von
Grundkörpern eines Werkzeugsets;
- Fig. 4 bis 6 zeigen drei unterschiedliche Stiffty-
pen von Biegestiften eines Werk-
zeugsets gemäß einer Ausführungs-
form;
- Fig. 7 zeigt einen teilweisen Schnitt durch
die Werkzugaufnahme, in deren
Aufnahmeöffnung ein Biegewerk-
zeug eingesetzt ist, welches unter
Verwendung von Werkzeugkompo-
nenten des Werkzeugsets zusam-
mengebaut wurde;
- Fig. 8 zeigt eine Zuordnungstabelle in Form
einer Kombinationsmatrix; und
- Fig. 9 zeigt eine Ansicht eines Aufbewah-
rungsbehälters für Werkzeugkompo-
nenten des Werkzeugsets.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜH- RUNGSBEISPIELE

[0028] Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht einer als Schenkelfedermaschine ausgelegten Drahtverformungsmaschine 100. Die computernumerisch gesteuerte, mehrachsige Drahtverformungsmaschine hat mehrere steuerbare Maschinenachsen, ein Antriebssystem mit mehreren elektrischen Antrieben zum Antreiben der Maschinenachsen und eine Steuereinrichtung zur koordinierten Ansteuerung von Arbeitsbewegungen der Maschinenachsen in einem Fertigungsprozess gemäß einem für den Fertigungsprozess spezifischen, computerlesbaren Steuerprogramm. Die Drahtverformungsmaschine umfasst u.a. mehrere Biegesystemen mit Biegeköpfen, an denen mehrkomponentige, zusammengesetzte Biegewerkzeuge verwendet werden können.

[0029] Die Schenkelfedermaschine 100 weist ein (nicht dargestelltes) Maschinengestell auf, das an seiner Vorderseite eine vertikal ausgerichtete Maschinenvorderwand 105 trägt. Nicht sichtbar hinter der Maschinenvorderwand 105 befinden sich u.a. eine Richteinheit und eine Drahtzuführeinrichtung, auch Drahteinzug genannt. Die Richteinheit besteht aus Richtrollen, die in unterschiedlichen Ebenen angebracht sind und durch eine entsprechende Zustellung die Eigenspannung im Draht und damit Biegungen in diesem beseitigen bzw. einen möglichst gerade gerichteten Draht erzeugen. Die der Richteinheit nachgeschaltete Drahtzuführeinrichtung weist mehrere Paare von Zuführrollen auf, die aufeinanderfolgende Drahtabschnitte eines von einem Drahtvor-

rat kommenden und durch die Richteinheit gerichteten Drahtes D (in Fig. 1 nicht gezeigt) mit numerisch gesteuertem Vorschubgeschwindigkeitsprofil in horizontaler Drahtzuführrichtung in den Bereich einer Umformeinrichtung 120 zuführen kann. Die mit mehreren Werkzeugeinheiten ausgestattete Umformeinrichtung 120 befindet sich an der Vorderseite der Maschinenvorderwand. Der Draht tritt im Bereich einer mit einer Drahtführungsbuchse ausgestatteten Drahtführungseinrichtung 110 senkrecht zur Vorderwand (d.h. senkrecht zur Zeichnungsebene) aus der Drahtführungseinrichtung in den Bereich der Umformeinrichtung 120 aus.

[0030] Der Draht wird mit Hilfe von numerisch gesteuerten Werkzeugen der Umformeinrichtung 120 zu einer Schenkelfeder umgeformt. Das fertig oder weitgehend fertig umgeformte Formteil wird dann mittels eines Scherenschnittsystems 180 vom zugeführten Draht abgetrennt.

[0031] Zu den Werkzeugen der Umformeinrichtung 120 gehört ein in Vertikalrichtung zustellbarer Windestift 122, der in Radialrichtung zur Mittelachse bzw. zur Achse des zugeführten Drahts ausgerichtet ist und dafür vorgesehen ist, den Durchmesser der Schraubenfederabschnitte zu bestimmen. Ein Schnittsystem mit einem Schneidmesser 124 steht unter 45° zur Vertikalrichtung und wird im Beispielsfall der Herstellung einer Schenkelfeder nicht genutzt.

[0032] Rechts ist ein horizontal zustellbares Biegesystem 125 mit einem um eine horizontale Achse (Biegekopfachse) drehbaren Biegekopf 126 zu erkennen. Der Biegekopf ist auf einem auf Vertikalschienen vertikal verschiebbaren Tisch (Vertikaltisch) 121 montiert und kann mittels eines Servoantriebs 123 vertikal verfahren werden, um die Position der horizontalen Biegekopfachse 128 bezüglich der Drahtführung 110 zu verändern.

[0033] Unter 45° zur Vertikalrichtung ist unter dem Biegesystem ein nicht mit einem Werkzeug bestückter Schieber zu erkennen, der wahlweise mit einer Werkzeugeinheit bestückt werden kann. Diametral gegenüber dem (nicht genutzten) Schnittsystem ist ein weiteres Biegesystem mit drehbaren Biegekopf 126 montiert. Links ist eine in Horizontalrichtung zustellbare Halteeinheit mit einer Haltezange 129 montiert, mit der das Umformteil nach Abtrennen vom zugeführten Draht noch gehalten werden kann, um bei Bedarf eine weitere Biegung am Draht zu erzeugen. Die Bewegungen der einzelnen Einheiten können mit Hilfe elektrischer Antriebe unter Kontrolle der numerischen Steuerung koordiniert werden.

[0034] Weitere Details des Biegesystems 125 werden im Zusammenhang mit den nachfolgenden Figuren näher erläutert. Der Biegekopf 126 hat an seiner dem Werkstück (Draht) zugewandten Vorderseite eine in Fig. 2 gezeigte Werkzugaufnahme 130 zur Aufnahme eines Biegewerkzeugs 200. Das Biegewerkzeug wird bei der Einrichtung der Drahtverformungsmaschine für einen bestimmten Fertigungsprozess stirnseitig in die Aufnahmeöffnung 132 der Werkzugaufnahme 130 eingeführt und mit Hilfe einer Pratze 133, die an einer abgeflachten Seite

am Fuße des Biegewerkzeugs angreift, drehfest fixiert.

[0035] Das Biegewerkzeug 200 ist unter Verwendung von drei zueinander passend gewählten Werkzeugkomponenten eines Werkzeugsets zum Konfigurieren von Biegewerkzeugen zusammengesetzt. Im fertig montierten Zustand, der insbesondere in den Fig. 2 und 7 dargestellt ist, hat das Biegewerkzeug 200 an seiner dem Draht zu zuwendenden Stirnseite 266 ein erstes Werkzeugelement in Form eines stiftförmigen Fortsatzes 210, der bei einem in die Werkzeugaufnahme eingebauten Biegewerkzeug koaxial zur Biegekopfachse 128 angeordnet ist und eine kreiszylindrische Außenkontur hat. Exzentrisch zur Biegekopfachse 128 und mit Abstand zu dem zentrischen Fortsatz 210 ist ein zweites Werkzeugelement 220 angeordnet, welches sich bei Drehung des Biegekopfs um den zentrischen Fortsatz beziehungsweise um die Biegekopfachse 128 dreht. Zwischen den beiden Werkzeugelementen besteht ein Zwischenraum 250, in welchen der zu biegende Draht mit relativ geringem Spiel passen sollte.

[0036] Zu den verwendeten Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets gehören insbesondere ein Grundkörper 260 (vgl. z.B. die Ausführungsbeispiele in Fig. 3A und 3B) und zwei Biegestifte, die in den Grundkörper eingesetzt werden und die im zusammengesetzten Zustand mit einem aus dem Grundkörper herausragenden Teil ihrer Länge die Werkzeugelemente 210 und 220 bilden. Unterschiedliche Stifttypen von Biegestiften sind in den Fig. 4 bis 6 gezeigt.

[0037] Der Aufbau eines Grundkörpers wird am Beispiel des Grundkörpers 260 in Fig. 3B näher erläutert. Der Grundkörper 260 kann in einen im Wesentlichen zylindrischen Einführabschnitt 262 und einen einstückig damit ausgebildeten Stiftträgerabschnitt 264 unterteilt werden. Der Einführabschnitt mit seiner im Wesentlichen kreiszylindrischen Außenkontur ist zum passgenauen Einführen in die Aufnahmeöffnung 132 der Werkzeugaufnahme 130 ausgebildet und hat an seinem unteren Endbereich eine seitliche Abflachung 268, an der die Spannpratze 133 der Werkzeugaufnahme angreift, um den Grundkörper verdrehsicher in der Werkzeugaufnahme festzuklemmen. Die Längsmittelachse des zylindrischen Einführabschnitts bildet die Grundkörperachse 265, die bei eingebautem Grundkörper beziehungsweise eingebautem Biegewerkzeug mit der Biegekopfachse 128 fluchtet.

[0038] Der Stiftträgerabschnitt ist im Beispielsfall der Fig. 2 und 3B gegenüber dem Einführabschnitt verbreitert und damit massiver. Im Beispiel von Fig. 3A ist der Stiftträgerabschnitt gegenüber dem Einführabschnitt dachförmig verjüngt. Im Grundkörper sind zwei achsparelle Aufnahmebohrungen 270-1, 270-2 zur Aufnahme jeweils eines Biegestifts ausgebildet. Die erste Aufnahmebohrung 270-1 ist koaxial zur Grundkörperachse 265 angeordnet, so dass ihre Bohrungsachse 272-1 koaxial zur Grundkörperachse 265 verläuft. Die zweite Aufnahmebohrung 270-2 (mit Bohrungsachse 272-2) verläuft achsparallel zur ersten Aufnahmebohrung exzentrisch

zur Grundkörperachse 265. Der senkrechte Abstand zwischen den beiden Bohrungsachsen in der durch die Bohrungsachsen aufgespannten Ebene wird hier als Achsenabstand 275 bezeichnet.

[0039] Die beiden Aufnahmebohrungen haben den gleichen Innendurchmesser. Wie in Fig. 3A veranschaulicht, gibt es auch Grundkörper 360 mit anders gestaltetem und dimensioniertem Stiftträgerabschnitt. Im Beispielsfall des Grundkörpers 360 in Fig. 3A unterscheiden sich sowohl die Durchmesser der Aufnahmeöffnungen als auch der Achsenabstand zwischen den Aufnahmeöffnungen für die Biegestifte von dem Beispiel aus Fig. 3B.

[0040] Das Biegewerkzeug 200 ist aus ausgewählten Werkzeugkomponenten eines Werkzeugsets zusammengesetzt, zu denen eine Vielzahl unterschiedlicher Biegestifte gehört. Jeder Biegestift hat einen im Wesentlichen kreiszylindrisch gestalteten Einführabschnitt zum spielfreien Einführen in eine der Aufnahmebohrungen und einen bei eingeführtem Einführungsabschnitt aus der Aufnahmebohrung herausragenden Angriffsabschnitt zum Angreifen an den zu biegenden Draht. Die über die Stirnseite des Grundkörpers herausragenden Angriffsabschnitte bilden die in Fig. 2 gezeigten Werkzeugelemente 210, 220 des fertig zusammengesetzten Biegewerkzeugs.

[0041] Ein Biegestift, der bei einem Biegewerkzeug in die erste Aufnahmebohrung eingeführt ist, wird hier als "erster Biegestift" bezeichnet, während ein Biegestift, der in die exzentrische zweite Aufnahmebohrung eingesetzt ist, als "zweiter Biegestift" bezeichnet wird. Einem Biegestift, der nicht in einen Grundkörper eingebaut ist, ist an seiner Gestalt in der Regel nicht anzusehen, ob er in einer bestimmten Konfiguration als erster Biegestift oder als zweiter Biegestift genutzt werden soll. Der erste und der zweite Biegestift eines zusammengebauten Biegewerkzeugs können zueinander identisch oder unterschiedlich gestaltet sein.

[0042] Anhand der Fig. 4A, 4B, 5A, 5B, 6A und 6B werden drei besonders vorteilhaft kombinierbare Stifttypen jeweils in isometrischer Ansicht und in Seitenansicht dargestellt. Fig. 4A und 4B zeigen einen ersten Stifttyp, der eine durchgehend kreiszylindrische Gestalt hat, so dass der in eine Aufnahmebohrung einzuführende Einführabschnitt 430 und der daran anschließende, später aus der Bohrung herausragende Angriffsabschnitt 410 den gleichen Durchmesser haben. Bei dem in Fig. 5A und 5B gezeigten zweiten Stifttyp ist der Durchmesser des Angriffsabschnitts 510 kleiner als der Durchmesser des Einführabschnitts 530. Bei dem in Fig. 6A und 6B gezeigten dritten Stifttyp ist der Durchmesser des Angriffsabschnitts 610 dagegen größer als der Durchmesser des Einführabschnitts 630. In allen Fällen ist die axiale Länge des Einführabschnitts größer als diejenige des Angriffsabschnitts, wobei die Länge des Angriffsabschnitts beispielsweise zwischen 20 % und 40 % der Gesamtlänge des jeweiligen Biegestifts betragen kann. Dadurch ist eine für alle auftretenden Biegekräfte ausreichende Ein-

föhrlänge gegeben, wobei sich gleichzeitig der kürzere Angriffsabschnitt auch unter den beim Biegevorgang wirkenden Kräften nicht dauerhaft verformt.

[0043] In den Fig. 4 bis 6 sind nur einige von zahlreichen möglichen Durchmesserhältnissen zwischen Einführabschnitt und Angriffsabschnitt dargestellt. Beispielweise kann es beim zweiten Stifttyp und beim dritten Stifttyp Angriffsabschnitte unterschiedlicher Durchmesser bei gleich dimensioniertem Einführabschnitt geben. Im Hinblick auf die mechanische Stabilität der Biegestifte hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Durchmesserunterschied nicht zu groß ist. Vorzugsweise sollte der kleinere der beiden Durchmesser mehr als 50 %, insbesondere mehr als 60 % oder mehr als 70 % des größeren der beiden Durchmesser betragen. Vorzugsweise sollte der kleinste Radius des Angriffsabschnitts mindestens 60% vom Radius des Einführabschnitts betragen.

[0044] Drahtverarbeitungsmaschinen, wie beispielsweise Federmaschinen der in Fig. 1 gezeigten Art, sind normalerweise dafür ausgelegt, Drähte unterschiedlicher Durchmesser aus einem bestimmten Drahtdurchmesserbereich (Arbeitsbereich der Federmaschine) zu verarbeiten. Dabei wird berücksichtigt, dass zum Biegen von Drähten mit größeren Durchmessers unter Umständen stärkere und stabilere Komponenten benötigt werden als zum Biegen dünnerer Drähte. Häufig sind die zur Verfügung stehenden Ausgangsdrähte in unterschiedlichen Durchmesserstufen verfügbar, die sich beispielsweise um jeweils 1/10 mm unterscheiden können. Die Durchmesser können sich vom Bereich unterhalb eines Millimeters 1 mm bis in den Bereich mehrerer Millimeter erstrecken. Weiterhin variieren die Anforderungen an die zu erzeugenden Biegeradien in der Regel in der Vielfalt der zu fertigenden Biegeteile stark.

[0045] Die Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets sind bezüglich ihrer Dimensionen so ausgelegt und aneinander angepasst, dass mit einer sehr übersichtlichen Anzahl unterschiedlicher Biegestifte und Grundkörper eine weitaus höhere Anzahl möglicher Drahtdurchmesser-Biegeradius-Kombinationen realisierbar sind. Einige Auslegungskriterien werden nun anhand der Fig. 7 und 8 erläutert. Fig. 7 zeigt einen teilweisen Schnitt durch eine Werkzeugaufnahme 130, in deren weitgehend zylindrische Aufnahmeöffnung 132 ein Biegewerkzeug 200 eingesetzt ist, welches unter Verwendung von Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets zusammengebaut wurde. Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt einer Zuordnungstabelle (Kombinationsmatrix) mit Buchstaben-Zahlen-Kombinationen zur Identifizierung von zueinander passenden Werkzeugkomponenten eines Werkzeugsets zum Aufbau von Biegewerkzeugen, mit denen ausgewählte Drahtdurchmesser-Biegeradius-Kombinationen realisiert werden können.

[0046] Die zur Grundkörperachse 265 zentrierte erste Aufnahmebohrung 270-1 des Biegewerkzeugs 200 in Fig. 7 ist eine durch den Grundkörper in Längsrichtung hindurchgehende Durchgangsbohrung. Die exzentri-

sche zweite Aufnahmebohrung 270-2 ist als Sacklochbohrung gestaltet. Beide Ausgestaltungen erlauben im Bedarfsfall, einen eingesetzten Biegestift mit Hilfe von hinten einführbaren Werkzeugen wieder aus der Aufnahmeöffnung zu lösen.

[0047] In die erste Aufnahmeöffnung ist ein erster Biegestift B eingesetzt und mittels einer radialen Spannschraube fixiert. In die zweite Aufnahmeöffnung ist ein zweiter Biegestift C eingesetzt und mittels einer radialen Spannschraube fixiert. Der Großbuchstabe "B" steht allgemein für einen ersten Biegestift, also denjenigen Biegestift, der in die zentrische erste Aufnahmeöffnung eingeführt ist oder werden soll. Der Großbuchstabe "C" steht entsprechend für einen zweiten Biegestift, der in die exzentrische zweite Aufnahmeöffnung eingeführt ist oder eingeführt werden soll. Der Grundkörper wird allgemein durch den Großbuchstaben "A" gekennzeichnet. Der Angriffsabschnitt des ersten Biegestifts hat den Radius bzw. Halbmesser R_C . Der Achsabstand 275 zwischen den Bohrungsachsen sei durch das Kürzel "AA" gekennzeichnet. Der Kleinbuchstabe "d" steht generell für den Durchmesser des Drahtes D, der zwischen die Angriffsabschnitte der eingeführten Biegestifte passen und gebogen werden soll.

[0048] In den nachfolgenden Erläuterungen stehen die Buchstaben-Zahlenkombinationen B1, B2, B3 etc. für erste Biegestifte mit Angriffsabschnitten unterschiedlicher Durchmesser bzw. Radien, während die Buchstaben-Zahlenkombinationen C1, C2, C3 etc. für zweite Biegestifte unterschiedlicher Radien bzw. Halbmesser ihres Angriffsabschnitts stehen. Die Radien (Halbmesser) können z.B. in Schritten von 1/10 mm stufenweise gestaffelt sein, andere Radienunterschiede sind auch möglich. Stimmen die zugeordneten Ziffern eines Stift-Paars überein, beispielsweise bei einer Stift-Paarung B6 - C6, so bedeutet dies, dass die Biegestifte identisch zueinander sind, wobei der eine Biegestift (B6) als erster Biegestift und der andere Biegestift (C6) als zweiter Biegestift verwendet wird. Die unterschiedlich ausgelegten Grundkörper werden mit den Kürzeln A1, A2, A3 etc. gekennzeichnet, wobei sich im Beispielsfall bei den unterschiedlichen Grundkörpern sowohl die Durchmesser der Aufnahmeöffnungen als auch deren Achsenabstand unterscheiden, und zwar in der Weise, dass Durchmesser und Achsenabstand der Aufnahmeöffnungen größer werden, je größer die Endziffer ist. Beispielsweise können die Durchmesser in Stufen von 1 mm zwischen den Grundkörpern zunehmen.

[0049] Als Berechnungsgrundlage für die Kombinationen der Werkzeugkomponenten für das Biegen des Drahts eines vorgegebenen Durchmessers d kann beispielsweise die folgende Beziehung genutzt werden:

$$AA - SP - d - R_B = R_A$$

[0050] Dabei steht AA für den Achsenabstand der Auf-

nahmebohrungen im Grundkörper. Der Parameter SP beschreibt ein zulässiges Spiel zwischen dem Außendurchmesser des aufzunehmenden Drahtes und den angrenzenden Angriffsabschnitten, Parameter R_B bezeichnet den Radius des passiven Stifts (des ersten Biegestifts) und Parameter R_A bezeichnet den dazu passenden Radius des Angriffsabschnitts des dazu passenden zweiten Biegestifts.

[0051] Unter Zuhilfenahme dieser Beziehung kann eine in Fig. 8 beispielhaft dargestellte Zuordnungstabelle 800 bzw. Kombinationsmatrix ermittelt werden, die angibt, welche Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen für ausgewählte Drahtdurchmesser d1, d2 etc. innerhalb des Arbeitsbereichs einer Drahtverformungsmaschine bei Vorgabe der gewünschten Biegeradien r1, r2, r3 etc. mit welchen Grundkörper-Biegestift-Kombinationen realisierbar sind. Soll beispielsweise mit einem Draht des Durchmessers d2 eine Biegung mit Radius r5 erzeugt werden, so sollte für den Zusammenbau des entsprechenden Biegewerkzeugs der Grundkörper A1 ausgewählt werden, wobei ein Biegestift B5 in die erste Aufnahmeöffnung und der Biegestift C6 in die zweite Aufnahmeöffnung eingeführt werden soll. Entsprechend würde zum Biegen eines Drahts mit Durchmesser d7 zu einem Biegeradius r13 die Biegestift-Paarung B20/C12 gemeinsam mit einem Grundkörper A3 ausgewählt werden.

[0052] In der auszugsweise dargestellten Kombinationsmatrix geben die mit Buchstaben-Zahlenkombinationen gefüllten hellen Felder diejenigen Kombinationen an, die bei der gewählten Auslegung der Komponenten des Werkzeugsets realisierbar sind, während die dunkel schraffierten Felder nicht realisierbare Kombinationen angeben.

[0053] Der Ausschnitt der Kombinationsmatrix veranschaulicht, dass deutlich weniger Biegestifte unterschiedlicher Gestalt bereitgestellt werden müssen, als der Anzahl der als realisierbar gewünschten Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen entspricht. Beispielsweise können zum Biegen eines Drahts mit Durchmesser d1 auf einen Biegeradius r6 zwei identische Biegestifte verwendet werden (nämlich B6 und C6). Entsprechendes gilt beispielsweise auch beim Biegen eines Drahts mit Durchmesser d5 auf einen Radius r7 oder eines Drahts mit Durchmesser d6 auf einen Radius r10 oder eines Drahts mit Durchmesser d7 auf einen Radius r9.

[0054] Es ist auch ersichtlich, dass Biegestifte für jeden Grundkörper in unterschiedlichen Kombinationen zur Biegung von Drähten mit unterschiedlichen Durchmessern auf unterschiedliche Biegeradien benutzt werden können, also bei mehreren unterschiedlichen Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen. Beispielhaft kann dasjenige Feld betrachtet werden, welches durch die Durchmesser d1, d2, d3 und die Biegeradien r1 bis r9 festgelegt wird. Darin gibt es 27 unterschiedliche Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen (d.h. $N_{KOMB} = 27$). Diese können mit neun unterschiedlichen gestalteten Biegestiften (d.h. $N_{BS} = 9$) realisiert werden, die je nach

gewünschter Durchmesser-Biegeradius-Kombination als erster und/oder als zweiter Biegestift verwendet werden können. Ähnliches gilt z.B. für die Biegestifte mit den Endziffern 10 bis 18, die für den Grundkörper des Typs A2 vorgesehen sind, wobei hier $N_{BS} = 9$ und $N_{KOMB} = 18$ gilt, und auch für die Biegestifte, die zu anderen Grundkörpern gehören.

[0055] Nach dem Konzept des Werkzeugsets kann man mit einer Anzahl N_{BS} von Biegestiften unterschiedlicher Gestalt eine deutlich höhere Anzahl N_{KOMB} möglicher Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen realisieren. Beispielsweise können in einer Ausgestaltung mit weniger als 40 Biegestiften mehr als 60 unterschiedliche Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen realisiert werden. Betrachtet man nur den in Fig. 8 gezeigten Ausschnitt der Zuordnungstabelle 800, so können mit drei unterschiedlichen Grundkörpern ($N_{GK} = 3$) und 28 unterschiedlich gestalteten Biegestiften ($N_{BS} = 28$) insgesamt 63 unterschiedliche Durchmesser-Biegeradius-Kombination ($N_{KOMB} = 63$) realisiert werden.

[0056] Besonders günstig für die Anwender von Drahtverformungsmaschinen ist es, wenn es für jeden Maschinentyp oder jede Gruppe von Maschinentypen einen eigens zusammengestellten Aufbewahrungsbehälter, zum Beispiel nach Art eines Kastens oder eines Koffers, gibt, der mit mehreren Grundkörpern und dazu passenden Biegestiften bestückt ist und der mit möglichst wenig Grundkörpern und Biegestiften alle für die Fertigung gewünschten Kombinationen von Biegeradien aus abdeckt, die für die Drahtdurchmesser des Arbeitsbereichs dieser Maschine vorgesehen sind.

[0057] In Fig. 9 ist schematisch eine Ausführungsform eines derartigen Aufbewahrungsbehälters 900 schematisch dargestellt. In dem rechteckförmigen Aufnahmebehälter gibt es drei untereinanderliegende, beispielsweise quadratische erste Fächer 910, wobei in jedes der ersten Fächer einer der Grundkörper (A1, A2 oder A3) hineinpasst. Die Fächer können beispielsweise mit Schaumstoff ausgelegt sein, in dem eine passende Ausnehmung für den Grundkörper vorgesehen ist. Neben dem ersten Fach zur Aufnahme des ersten Grundkörpers A1 gibt es eine Doppelreihe mit insgesamt zehn rechteckigen zweiten Fächern 920, die jeweils zur Aufnahme eines oder mehrerer Biegestifte vorgesehen sind, die (bezüglich des Durchmessers der Einführabschnitte) zu dem daneben angeordneten Grundkörper A1 passen. Entsprechende Zonen mit zweiten Fächern sind neben den ersten Fächern für die anderen Grundkörper A2 und A3 vorgesehen.

[0058] Am Beispiel derjenigen Biegestifte, die zum ersten Grundkörper A1 passen, wird eine vorteilhafte Art der Bestückung erläutert. Wie bereits oben erwähnt, passen zum ersten Grundkörper A1 die Biegestifte mit den Endziffern 1 bis 9, deren Einführabschnitte jeweils identisch dimensioniert sind und in die Aufnahmeöffnungen des ersten Grundkörpers A1 passen. Da zu einer gegebenen Zeit mit einem Biegewerkzeug immer nur ein Draht eines bestimmten Drahtdurchmessers gebogen werden kann,

reicht es aus, nur einen Biegestift der Endziffer 1 vorzuhalten, dessen Angriffsabschnitt bei der Nutzung als ersten Biegestift B1 den Biegeradius r1 ergeben würde. Derselbe Biegestift kann beim Biegen eines Drahts mit Durchmesser d3 auf den Radius r9 als zweiter Biegestift (C1) verwendet werden. Somit reicht es aus, den Biegestift nur einmal (siehe Klammerausdruck 1x) vorzuhalten. Entsprechendes gilt für die Biegestifte mit den Endziffern 2, 3, 4, 7, 8 und 9. Die Biegestifte mit der Endziffer 5, deren Angriffsabschnitt den Biegeradius r5 erzeugen könnte, sollten dagegen zweifach vorhanden sein, da beim Biegen eines Drahts mit Durchmessers d3 auf einen Biegeradius r5 identischen Stifte als erster Biegestift (B5) als zweiter Biegestift (C5) benötigt werden. Entsprechendes gilt für die Biegestifte der Endziffer 6, die beim Biegen eines Drahts des Durchmessers d1 auf den Radius r1 doppelt benötigt werden. Nach entsprechenden Kriterien können die anderen Fächer bestückt werden.

[0059] Im Beispielsfall würden also insgesamt 11 Biegestifte unterschiedlicher Gestalt ausreichen, um in Kombination mit dem Grundkörper A1 insgesamt 27 Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen zu realisieren.

[0060] Die erforderliche Teilevielfalt bei Biegestiften und Grundkörpern kann somit bei geschickter Dimensionierung und Staffelung der Dimensionierung der Werkzeugkomponenten des Werkzeugsets auf einen sehr geringen Umfang reduziert werden, der eine übersichtliche Aufbewahrung und damit bei Bedarf einen schnellen Zusammenbau jedes gewünschten Biegewerkzeugs ermöglicht.

[0061] Um dem Bediener diese Arbeit zu erleichtern, kann beispielsweise im Deckel des Aufbewahrungsbehälters eine entsprechende Zuordnungstabelle 800 nach Art der in Fig. 8 gezeigten Kombinationsmatrix angebracht sein.

[0062] Zusätzlich kann in weiteren Fächern Werkzeug hinterlegt werden, welches zum Aus- und Einbau der Biegestifte in den Grundkörper dient. Wie im Beispiel von Fig. 9 gezeigt kann z.B. zwischen einem Fach 910 für einen Grundkörper und den Fächern 920 für Biegestifte ein Fach 930 zur Aufnahme eines Schraubendrehers und ein Auswerferstifts vorgesehen sein. Der Schraubendreher dient zum Festziehen und Lösen der Spannschraube und der Auswerferstift kann verwendet werden, um den Biegestift von unten durch die Aufnahmebohrung für die Biegestifte im Grundkörper auszudrücken. Solche Fächer sind optional, andere Aufnahmekästen können ohne Werkzeugfächer ausgestaltet sein.

[0063] Werkzeugsets mit Werkzeugkomponenten zum Zusammenbau von Biegewerkzeugen können nach dem hier dargestellten Kriterien prinzipiell mit beliebiger Größe realisiert werden. Wenn beispielsweise bei einem Nutzer Drahtverformungsmaschinen für unterschiedliche Drahtdurchmesser-Bereiche stehen, könnte ein Kombinationsset bereitgestellt werden, dessen Grundkörper und Biegestifte sowohl den Arbeitsbereich der einen Drahtverformungsmaschine also auch den Arbeits-

bereich der anderen Drahtverformungsmaschine abdecken.

[0064] Zusätzlich zu den hier beschriebenen Nutzungsmöglichkeiten gibt es weitere Nutzungsmöglichkeiten. Beispielsweise ist es auch möglich, den Radius einer Biegung über den (bezüglich der Grundkörperachse) exzentrischen zweiten Biegestift zu erzeugen und mit dem (bezüglich der Grundkörperachse) zentrischen ersten Biegestift die aktive Bewegung auszuführen. Dafür wird eine zusätzliche Achsbewegung an der Maschine genutzt. Mit Hilfe des Servomotors 123 kann der Vertikaltisch 121, auf dem das Biegesystem montiert ist, über Linearführungen quer zum Draht/Werkstück verfahren werden. Dadurch kann erreicht werden, dass der exzentrisch angeordnete zweite Biegestift zentrisch zur neuen Biegeachse positioniert wird. Durch Querverfahren mit dem Vertikaltisch und gleichzeitiges Verdrehen des Grundkörpers kann eine weitere Biegung erzeugt werden. Beim exzentrischen Biegen entspricht der erstellte Biegeradius dem Durchmesser des exzentrisch angebrachten zweiten Biegestifts im Grundkörper. Es ist somit möglich, durch eine weitere Achsbewegung an der Maschine, nämlich durch Versetzen bzw. Verschieben der Biegekopfachse 128, die Funktion von passivem Biegestift und aktivem Biegestift zu tauschen. Ein solcher exzentrischer Biegeablauf kann z.B. bei der Herstellung von Ösen genutzt werden. Wenn beispielsweise zwei unterschiedliche Biegeradien an einem Werkstück angebracht werden sollen, würde eine Möglichkeit darin bestehen, beide Biegestifte abwechselnd nacheinander zu nutzen. Gleiches gilt beim Biegen von einer Rechts- und anschließenden Links-Biegungen ohne Umsetzen des Werkzeugs.

Patentansprüche

1. Werkzeugset mit einer Vielzahl von Werkzeugkomponenten zum Konfigurieren von Biegewerkzeugen (200) unterschiedlicher Wirkgeometrie zur Verwendung in einem Biegekopf einer Drahtverformungsmaschine (100) umfassend:

mehrere Grundkörper (260), wobei jeder der Grundkörper eine Grundkörperachse (265) definiert und einen Einführabschnitt (262) sowie einen Stifträgerabschnitt (264) aufweist, wobei der Einführabschnitt zum Einführen in eine Aufnahmeöffnung (132) einer Werkzeugaufnahme (130) eines Biegekopfs konfiguriert ist, der Stifträgerabschnitt mit einer zu einer Stirnseite (266) des Grundkörpers offenen ersten Aufnahmebohrung (270-1) und einer zu der Stirnseite offenen zweiten Aufnahmebohrung (270-2) zur Aufnahme eines zweiten Biegestifts (C) aufweist, und die erste Aufnahmebohrung koaxial zur Grundkörperachse (265) und die zweite Aufnahmeboh-

- rung achsparallel zur ersten Aufnahmebohrung
 exzentrisch zur Grundkörperachse angeordnet
 ist und Aufnahmebohrungen einen Achsenab-
 stand (AA) aufweisen,
 eine Vielzahl von ersten Biegestiften (B), die je-
 weils einen Einführabschnitt (430, 530, 630)
 zum spielfreien Einführen in eine erste Aufnah-
 mebohrung und einen Angriffsabschnitt (410,
 510, 610) zum Angreifen an dem zu biegenden
 Draht (D) aufweisen;
 eine Vielzahl von zweiten Biegestiften (C), die
 jeweils einen Einführabschnitt (430, 530, 630)
 zum spielfreien Einführen in eine zweite Aufnah-
 mebohrung und einen Angriffsabschnitt (410,
 510, 610) zum Angreifen an dem zu biegenden
 Draht aufweisen; wobei
 die Grundkörper des Werkzeugsets unter-
 schiedliche Stifträgerabschnitte aufweisen, wo-
 bei sich Durchmesser der Aufnahmebohrungen
 und/oder Achsenabstände der Aufnahmeboh-
 rungen unterscheiden;
 erste Biegestifte (B) des Werkzeugsets wenig-
 stens zum Teil unterschiedliche Angriffsabschnit-
 te aufweisen, die sich bezüglich der wirksamen
 Durchmesser der Angriffsabschnitte unter-
 scheiden;
 zweite Biegestifte (C) des Werkzeugsets we-
 nigstens zum Teil unterschiedliche Angriffsab-
 schnitte aufweisen, die sich bezüglich der wirk-
 samen Durchmesser der Angriffsabschnitte un-
 terscheiden.
2. Werkzeugset nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** die ersten Biegestifte (B) und/oder
 die zweiten Biegestifte (C) unterschiedliche Stifty-
 pen umfassen, wobei bei einem ersten Stiftyp der
 Einführabschnitt (430) und der Angriffsabschnitt
 (410) den gleichen Durchmesser haben, bei einem
 zweiten Stiftyp der Durchmesser des Angriffsab-
 schnitts (510) kleiner als der Durchmesser des Ein-
 führabschnitts (530) und bei einem dritten Stiftyp
 der Durchmesser des Angriffsabschnitts (610) grö-
 ßer als der Durchmesser des Einführabschnitts
 (630) ist.
 3. Werkzeugset nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-
 kennzeichnet, dass** das Werkzeugset genau drei
 oder genau vier oder genau fünf unterschiedliche
 Grundkörper (A1, A2, A3) aufweist.
 4. Werkzeugset nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
 Grundkörper und Biegestifte des Werkzeugsets der-
 art aufeinander abgestimmt sind, dass mittels der
 damit konfigurierbaren Biegewerkzeuge an Drähten
 mit einer Anzahl N_D unterschiedlicher Durchmesser
 unterschiedlich geformte Biegungen mit einer An-
 zahl N_{BR} unterschiedlicher Biegeradien erzeugbar
 - sind, so dass eine Anzahl N_{KOMB} möglicher Durch-
 messer-Biegeradius-Kombinationen realisierbar ist,
 wobei eine Summe SUM der Anzahl N_{GK} von Grund-
 körpern und der Anzahl N_{BS} unterschiedlicher Bie-
 gestifte des Werkzeugsets geringer ist als die Anzahl
 möglicher Durchmesser-Biegeradius-Kombinati-
 onen.
 5. Werkzeugset nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
 Werkzeugset mehrere Biegestifte enthält, welche für
 eine erste Durchmesser-Biegeradius-Kombination
 als erster Biegestift (B) und für dieselbe erste Durch-
 messer-Biegeradius-Kombination oder für eine da-
 von unterschiedliche zweite Durchmesser-Biegera-
 dius-Kombination als zweiter Biegestift (C) verwend-
 bar sind.
 6. Werkzeugset nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
 Werkzeugset ein Paar oder mehrere Paare von zu-
 einander identischen Biegestiften (B6, C6) aufweist.
 7. Werkzeugset nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem
 Werkzeugset eine Zuordnungstabelle (800) zuge-
 ordnet ist, die für eine Vielzahl unterschiedlicher
 Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen eine ein-
 deutige Zuordnung zwischen einem für eine ausge-
 wählte Durchmesser-Biegeradius-Kombinationen
 auszuwählenden Grundkörper (A1, A2, A3), einem
 auszuwählenden ersten Biegestift (B1, B2) und ei-
 nem dazu passenden zweiten Biegestift (C1, C2) an-
 gibt.
 8. Werkzeugset nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche, **gekennzeichnet durch** einen Aufbewah-
 rungsbehälter (900) mit einer Vielzahl von separaten
 Fächern (910, 920) für die Komponenten des Werk-
 zeugsets, wobei die Fächer erste Fächer (910) zur
 Aufnahme jeweils eines Grundkörpers (A1, A2, A3)
 und, vorzugsweise unterschiedlich zu den ersten Fä-
 chern gestaltete, zweite Fächer (920) zur Aufnahme
 von Biegestiften umfassen.
 9. Werkzeugset nach Anspruch 8, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** der Aufbewahrungsbehälter (900) in
 zwei oder mehr räumlich getrennte Zonen unterteilt
 ist, wobei in jeder der Zonen ein erstes Fach (910)
 zur Aufnahme eines Grundkörpers sowie daneben
 eine Vielzahl von zweiten Fächern (920) für zu dem
 Grundkörper passenden Biegestiften angeordnet
 ist.
 10. Biegewerkzeug (200) zur Verwendung in einem Bie-
 gekopf (126) einer Drahtverformungsmaschine
 (100), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Biege-
 werkzeug (200) unter Verwendung eines Grundkör-

pers (A1, A2, A3), eines ersten Biegestifts (B) und eines zweiten Biegestifts (C) des Werkzeugsets gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche zusammengebaut ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

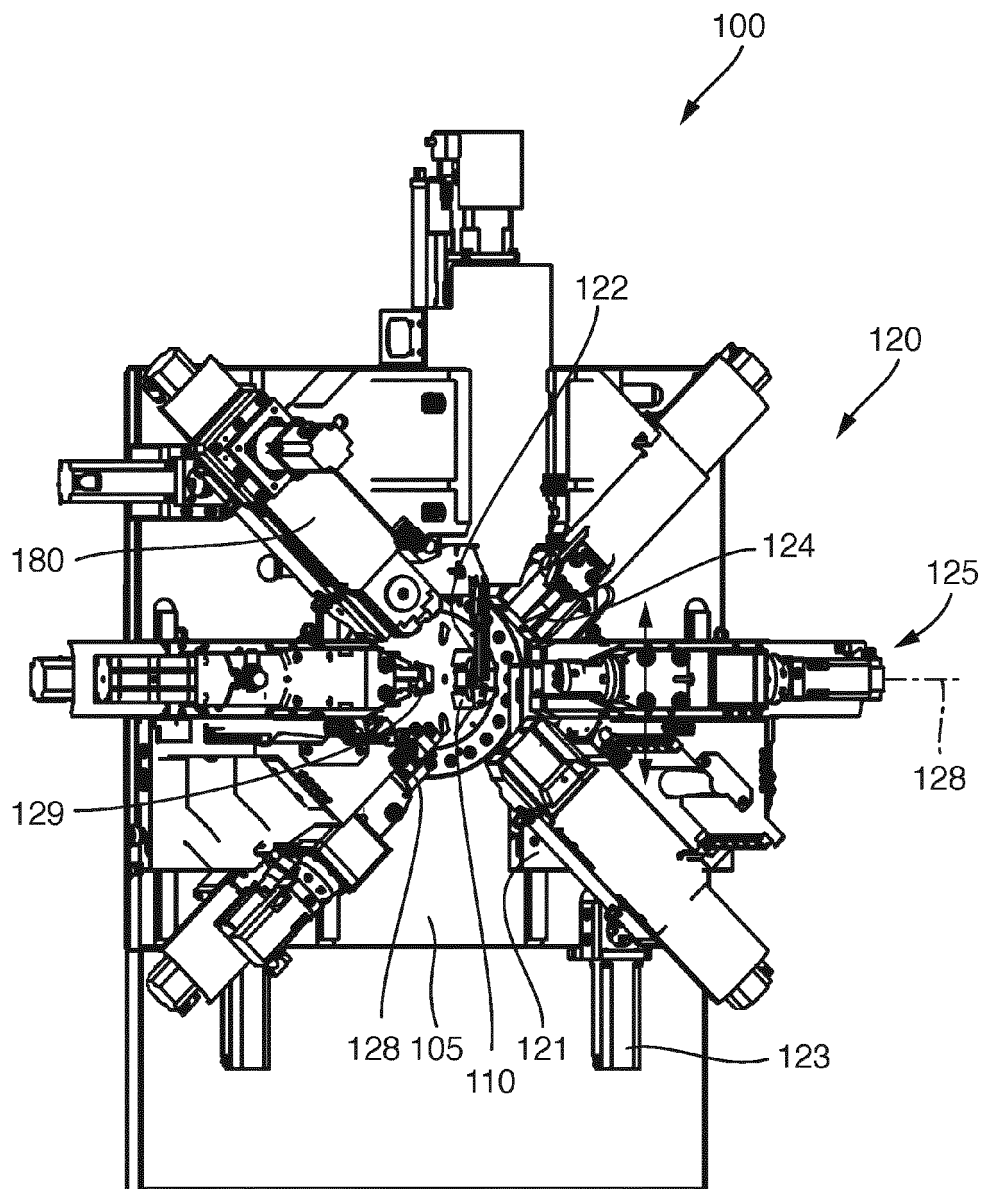


Fig. 1

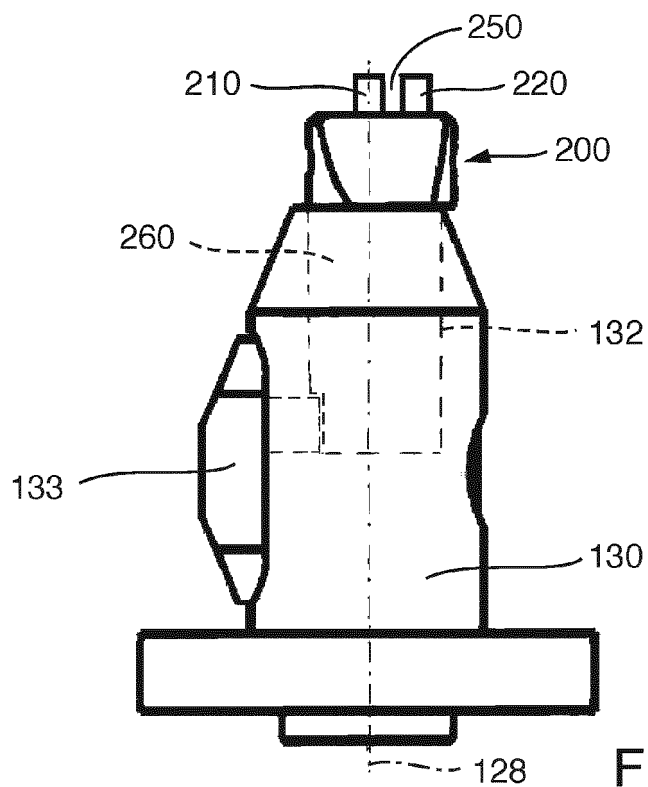


Fig. 2

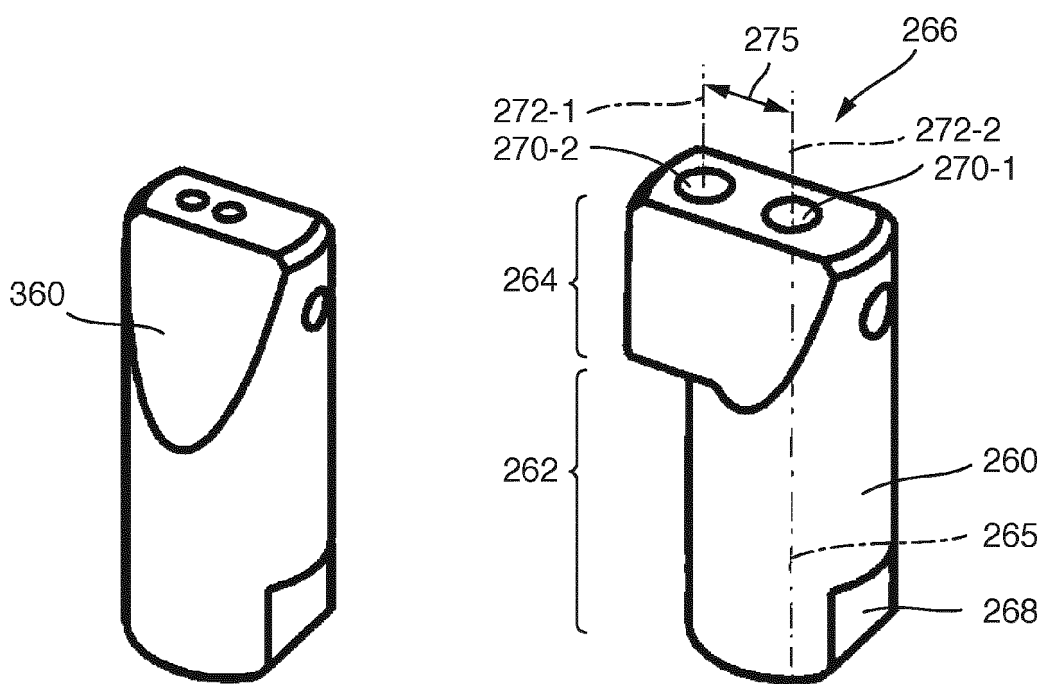


Fig. 3A

Fig. 3B

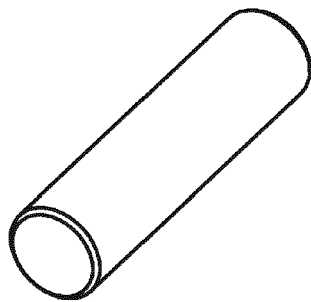


Fig. 4A

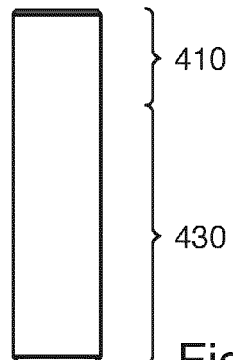


Fig. 4B

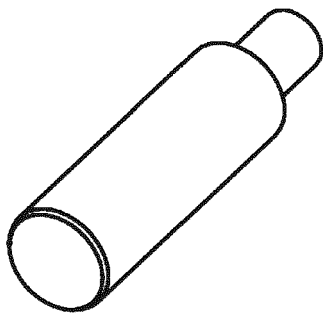


Fig. 5A

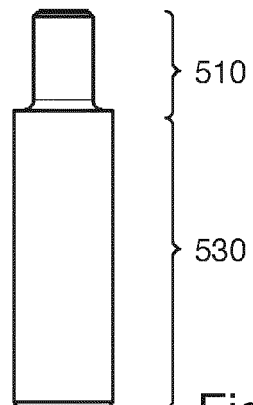


Fig. 5B

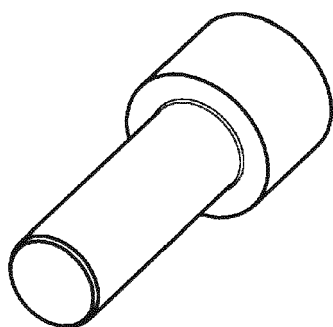


Fig. 6A

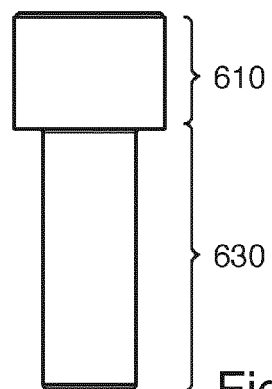


Fig. 6B

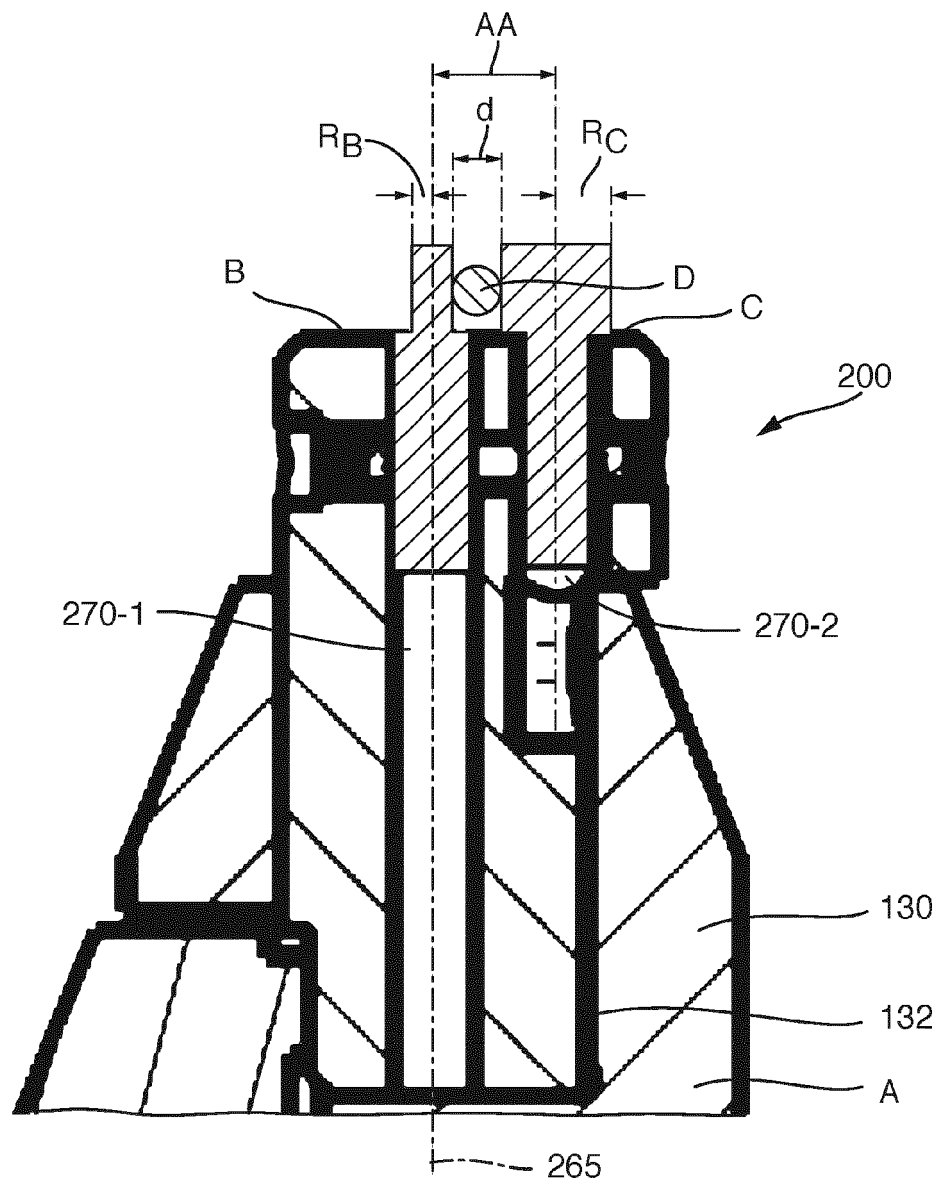


Fig. 7

800

		d1		d2		d3		d4		d5		d6		d7	
	r1	B1	C 9	B1	C 9	B1	C 9								
	r2	B2	C 9	B2	C 9	B2	C 9								
	r3	B3	C 9	B3	C 8	B3	C 7	B10	C18	B10	C18				
	r4	B4	C 8	B4	C 7	B4	C 6	B11	C18	B11	C17				
	r5	B5	C 7	B5	C 6	B5	C 5	B12	C17	B12	C16	B12	C20	B12	C20
	r6	B6	C 6	B6	C 5	B6	C 4	B13	C16	B13	C15	B13	C20	B13	C19
	r7	B7	C 5	B7	C 4	B7	C 3	B14	C15	B14	C14	B14	C20	B14	C18
	r8	B8	C 4	B8	C 3	B8	C 2	B15	C14	B15	C13	B15	C19	B15	C17
	r9	B9	C 3	B9	C 2	B9	C 1	B16	C13	B16	C12	B16	C18	B16	C16
	r10							B17	C12	B17	C11	B17	C17	B17	C15
	r11							B18	C11	B18	C10	B18	C16	B18	C14
	r12											B19	C15	B19	C13
	r13											B20	C14	B20	C12
	r14														
	r15														
	r16														
	r17														
	r18														
	r19														
	r20														
		A1					A2					A3			

Fig. 8

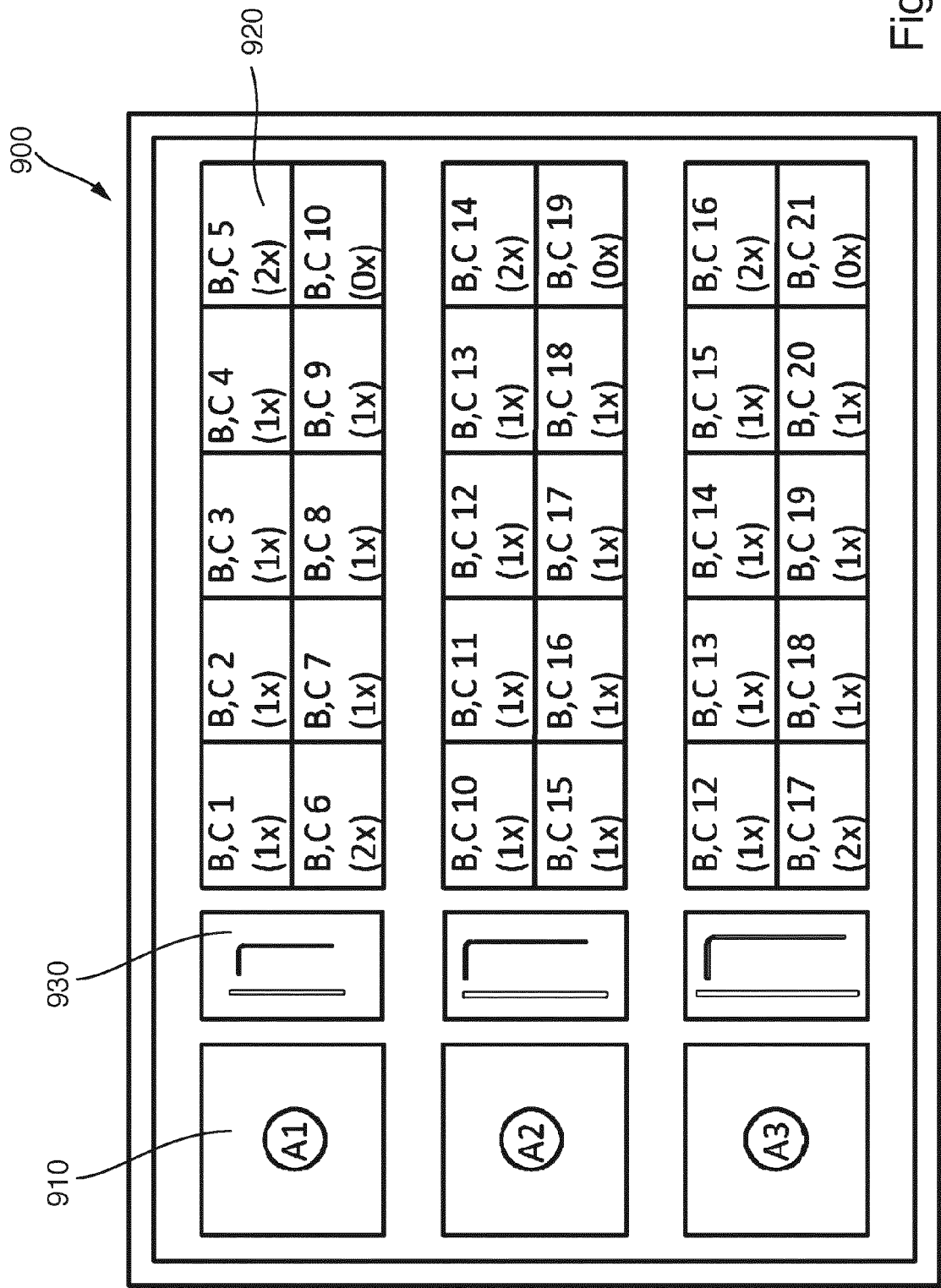


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 16 8898

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2011 085005 A1 (BIHLER OTTO HANDELS BETEILIGUNGS GMBH [DE]) 25. April 2013 (2013-04-25) * Absatz [0007] - Absatz [0009] * * Absatz [0043] - Absatz [0044]; Abbildung 1 *	1-10	INV. B21F1/00 ADD. B21F35/00
A	DE 39 15 784 C1 (WAFIOS MASCHINENFABRIK GMBH & CO KG) 5. Juli 1990 (1990-07-05) * Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 17 * * Spalte 4, Zeile 10 - Zeile 20; Abbildungen 1,3 *	1-10	
A	DE 10 2009 039225 A1 (WAFIOS AG [DE]) 17. März 2011 (2011-03-17) * Absatz [0014] * * Absatz [0035] - Absatz [0053]; Abbildungen 1-4 *	1-10	
A	DE 92 12 041 U1 (WAFIOS MASCHINENFABRIK GMBH & CO KG) 5. November 1992 (1992-11-05) * Seite 4, Zeile 1 - Zeile 18; Abbildungen 1,3,4 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21F B21D
A	DE 10 2014 206603 B3 (WAFIOS AG [DE]) 3. September 2015 (2015-09-03) * Absatz [0047] - Absatz [0049]; Abbildungen 3,4 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. September 2018	Prüfer Ritter, Florian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 16 8898

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-09-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102011085005 A1	25-04-2013	KEINE	
15	DE 3915784 C1	05-07-1990	DE 3915784 C1	05-07-1990
			DE 8915888 U1	06-02-1992
			EP 0397918 A2	22-11-1990
			JP H0761518 B2	05-07-1995
			JP H02303642 A	17-12-1990
			US 5105641 A	21-04-1992
20	DE 102009039225 A1	17-03-2011	KEINE	
	DE 9212041 U1	05-11-1992	KEINE	
25	DE 102014206603 B3	03-09-2015	DE 102014206603 B3	03-09-2015
			EP 3126073 A1	08-02-2017
			WO 2015150130 A1	08-10-2015
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82