

(19)



(11)

EP 2 283 945 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2011 Patentblatt 2011/07

(51) Int Cl.:
B21D 39/02 (2006.01) B21D 53/88 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10171410.3**

(22) Anmeldetag: **30.07.2010**

(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 SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(72) Erfinder:
• **Kraus, Johann**
86690 Mertingen (DE)
• **Fischer, Wolfgang**
86199 Augsburg (DE)

(30) Priorität: **05.08.2009 DE 202009005111 U**

(74) Vertreter: **Ernicke, Hans-Dieter et al**
Schwibbogenplatz 2b
86153 Augsburg (DE)

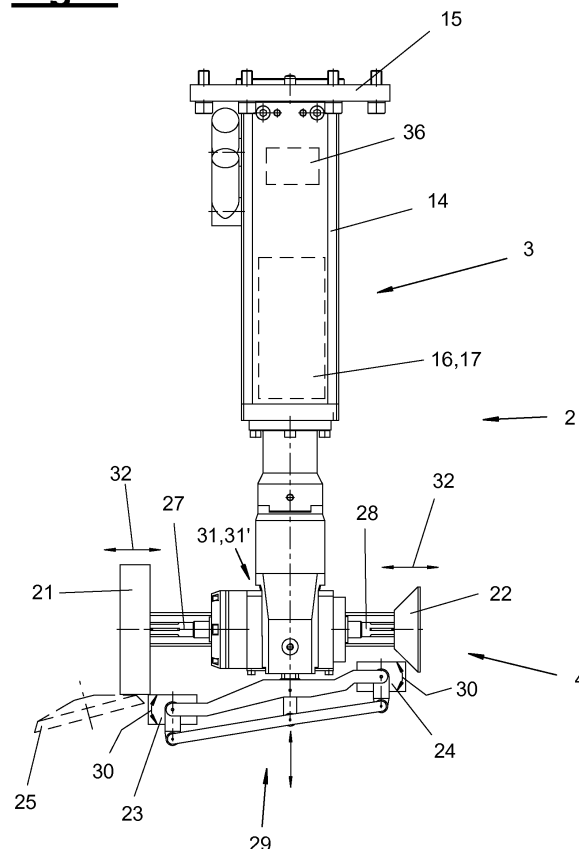
(71) Anmelder: **KUKA Systems GmbH**
86165 Augsburg (DE)

(54) **Falzeinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Falzeinrichtung mit mindestens einem Falzwerkzeug (2), welches einen Grundträger (3) und einen Werkzeugkopf (4) aufweist.

Das Falzwerkzeug (2) weist mindestens eine von einem Elektromotor steuerbar oder geregelt angetriebene Falzrolle (21,22) und mindestens eine frei drehbare Gegenrolle (23,24) auf.

Fig. 8



EP 2 283 945 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Falzeinrichtung mit den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Rollenfalztechnik aufzuzeigen.

[0003] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Hauptanspruch.

[0004] Die erfindungsgemäße Falzeinrichtung hat den Vorteil, dass sie für unterschiedlichste Falz- und Bördelvorgänge einsetzbar ist. Die Falzeinrichtung kann in einer einfachen Ausführungsform aus einem Falzwerkzeug mit einer Paarung von einer angetriebenen Falzrolle und einer frei drehbaren Gegenrolle bestehen.

[0005] Während eines Falzvorgangs kann der zu bearbeitende Rand eines Bauteils oder Werkstücks durch die Drehbewegung der angetriebenen Falzrolle in den Bereich zwischen Falzrolle und Gegenrolle eingezogen werden. Dies führt vorteilhafterweise zu einer kontinuierlichen und kontrolliert ausführbaren Falzbearbeitung. Auch an solchen Stellen des Werkstücks, an denen bei der Bearbeitung große Dehnungen des Falzrandes erfolgen müssen oder die nur schwer zugänglich sind, ist eine hohe Fertigungsgüte gewährleistet.

[0006] Die Bearbeitung eines Falz- oder Bördelrandes kann ein- oder mehrstufig erfolgen. Hierzu kann das Falzwerkzeug bevorzugt mehrere Paarungen von angetriebenen Falzrollen und in ihrer Lage verstellbaren Gegenrollen aufweisen. Somit können mehrere aufeinander folgende Falzvorgänge mit dem gleichen Werkzeug erfolgen, ohne dass ein Wechsel notwendig wird, was vorteilhafterweise zu sehr geringen Taktzeiten unter Beibehaltung einer großen Einsatzflexibilität der Falzeinrichtung führt. Mit der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung können auch unterschiedliche zu bearbeitende Werkstücke mit unterschiedlichen Falz- und/oder Bördelgeometrie in beliebiger Reihenfolge mit dem gleichen Werkzeug bearbeitet werden.

[0007] In der Automobilindustrie ist es beispielsweise üblich, Fahrzeuge in unterschiedlichen Fertigungsverfahren auf der gleichen Linie zu produzieren, wobei beispielsweise manche Varianten über eine geschlossene Dachform und andere über ein Schiebedach oder ein großflächiges Faltdach verfügen. Die zugehörigen Dachbleche werden bisher in separaten Teilprozessen vorgefertigt, von unterschiedlichen Falzeinrichtungen mit den jeweiligen Falz- oder Bördelrändern versehen und der Hauptlinie zugeführt.

[0008] Mit der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung ist es möglich, derartige Dachbleche unterschiedlicher Varianten direkt auf der Hauptlinie zu falzen. Die Falzungen und Bördelungen können vor oder auch nach Einbau des Dachblechs in die Karosserie erfolgen. Die Dachbleche können beispielsweise in nur einer Falzeinrichtung außenseitig mit einem umlaufenden Falz versehen werden und im Bereich einer innenseitigen Ausstanzungen für Schiebedach oder Faltdach durch Bördeln mit einem entsprechenden Stützrahmen verbunden werden. Mit der

erfindungsgemäßen Falzeinrichtung können mehrere unterschiedliche Falzungen und/oder Bördelungen an verschiedenen Werkstückformen mit demselben Falzwerkzeug gefertigt werden. Dies führt zu erheblichen Kosteneinsparungen für die Fertigungsanlage und einer flexiblen Einbindung wechselnder Falzprozesse in den Produktionsablauf. Die Variantenflexibilität kann somit bei gleichzeitiger Kostensenkung erhöht werden.

[0009] Das Falzwerkzeug der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung kann bevorzugt ein oder mehrere steuer- oder regelbare Elektromotoren zum Antreiben der Falzrollen aufweisen. Die Falzeinrichtung kann ferner eine Erfassungseinrichtung für Falzparameter aufweisen, die beispielsweise die Antriebsenergien der Falzrollen insbesondere über die Motorströme in den Antrieben erfasst. Hierdurch können beispielsweise durch Material- und/oder Fertigungsungenauigkeiten hervorgerufene Abweichungen während der Falzbearbeitung erkannt und ggf. regulativ ausgeglichen werden, was zu einer Verbesserung der Prozesskontrolle und einer konstant hohen Fertigungsqualität beiträgt. Auch für die Qualitätssicherung und für andere Zwecke ist die Parametererfassung vorteilhaft.

[0010] Die Erfassungseinrichtung kann auch als Sensorik zur Aufnahme von Reaktionskräften und/oder Reaktionsmomenten im Bereich des Falzwerkzeugs, z.B. des Werkzeugeingriffs ausgebildet sein.

[0011] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Falzeinrichtung beinhaltet ein Falzwerkzeug mit einer konischen Falzrolle und einer zylindrischen Falzrolle, denen jeweils mindestens eine zylindrische Gegenrolle zugeordnet ist. Die Gegenrollen sind in ihrer Achse frei drehbar, jedoch in ihrer Lage um eine oder mehrere rotatorische und/oder translatorische Achsen verstellbar angeordnet. Hierbei kann z.B. die Position und/oder die Orientierung der Gegenrolle verstellt werden. Die Gegenrollen können dabei an einem verstellbaren Rollenträger gelagert sein. Durch die Verstellung der Gegenrollen kann der Winkel zwischen den Achsen der angetriebenen Falzrolle und der jeweiligen Gegenrolle verstellbar sein. Hierdurch können mit einer Rollenpaarung mehrere Falzschräge nacheinander ausgeführt werden, wobei der Falzrand auf sukzessiv kleinere Falzöffnungswinkel gefalzt wird.

[0012] Beispielsweise können mit einer zylindrischen Falzrolle und einer zylindrischen Gegenrolle in einem ersten Schritt ein gerader Falzrand von einem Falzöffnungswinkel von 180° auf etwa 135° und in einem weiteren Schritt von 135° auf etwa 90° gefalzt werden. Die Verstellung der Gegenrolle kann vorteilhafterweise auch während des Werkzeugeingriffs erfolgen. So kann beispielsweise ein umlaufender Falzrand in zwei aufeinander folgenden Falzstufen ohne Absetzen des Falzwerkzeuges erfolgen. Dies führt zu einer Verkürzung der Taktzeiten und zu einer Vermeidung von Fertigungsungenauigkeiten durch das Wiederansetzen des Falzwerkzeuges. Das Verstellen der Gegen- und/oder Falzrollen kann jedoch auch in einer Ruhestellung nach Absetzen des

Werkzeuges vom Werkstück erfolgen.

[0013] Auch der Rollenträger kann beweglich und bevorzugt verschieblich am Werkzeugkopf gelagert sein. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, die Beabstandung der Gegenrolle von der angetriebenen Falzrolle gezielt zu beeinflussen, wodurch das Falzwerkzeug auf einfache Weise an unterschiedliche zu bearbeitende Werkstückdicken oder Falzwinkel angepasst werden kann.

[0014] Ebenso können die angetriebenen Falzrollen auf der jeweiligen Antriebsachse beweglich gelagert sein. Mittels einer Stelleinrichtung können die Falzrollen gezielt positioniert und zugestellt werden. Zu Beginn eines Falzumlaufs kann beispielsweise das Falzwerkzeug zuerst mit einer Gegenrolle an den zu bearbeitenden Falzrand angelegt werden und sodann der zu bearbeitende Bereich des Falzrandes durch eine Zustellung der angetriebenen Falzrolle angefalzt werden. Hierdurch kann eine ungewollte Verformung der neben dem Falzrand liegenden Materialbereiche vorteilhafterweise minimiert oder gänzlich vermieden werden.

[0015] Weiterhin kann das Falzwerkzeug eine oder mehrere zusätzlich Gegenrollen aufweisen. Diese können beispielsweise in eine solche Lage am zu bearbeitenden Falzrand gebracht werden, dass der in Verformung befindliche Teil des Falzrandes in definierter Weise rückseitig durch eine zweite Gegenrolle unterstützt wird. Gleichzeitig kann der Bereich des Falzrandes, welcher aufrecht stehen bleiben soll, zwischen der ersten und der zweiten Gegenrolle eingespannt werden, wodurch eine ungewollte Verformung dieses eingespannten Bereichs vermieden wird. Hierdurch können vorteilhafterweise stationär angeordnete und auf eine konkrete Falzgeometrie angepasste Spanneinrichtungen entfallen.

[0016] Zwischen erster und zweiter Gegenrolle können beispielsweise auch ein zu bearbeitender Bördelrand eines ersten Bauteils und ein in Anlage gebrachter Stützrand eines dahinter liegenden weiteren Bauteils wie beispielsweise eines Stützrahmens, miteinander für den Werkzeugeingriff lokal fixiert und verspannt werden. Hierdurch kann in vielen Bearbeitungsfällen auf stationäre Spanneinrichtungen verzichtet werden, was zu Vereinfachungen in der Werkstückhandhabung und zu einer Verkürzung der Rüstzeiten führt.

[0017] Die Falzeinrichtung kann eine oder mehrere Stelleinrichtungen für die Verstellung der Falzrollen und/oder der Gegenrollen aufweisen. Die Stelleinrichtungen können eigene Antriebe aufweisen oder über eine externe Vorrichtung betätigbar sein. Das Falzwerkzeug kann ferner ein oder mehrere Vorrichtungen zur mechanischen Arretierung der Relativposition von Falzrollen und Gegenrollen aufweisen. Die Arretierungsvorrichtungen können vorteilhafterweise Teil der Stelleinrichtungen und mit diesen am Grundträger oder am Werkzeugkopf des Falzwerkzeugs angeordnet sein. Die Arretiereinrichtungen können jedoch auch Teil eines Rollenträgers sein.

[0018] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Falzeinrichtung weist das Falzwerkzeug einen modularen Aufbau aus einem Grundträger und einem als

austauschbares Kopfmodul gebildeten Werkzeugkopf auf. Der Grundträger kann hierbei ein oder mehrere Anschlüsse zur Medien- und/oder Energiebereitstellung für den Werkzeugkopf aufweisen und mit diesem modular verbindbar sein.

[0019] Ein solches Falzwerkzeug kann mehrere für den jeweiligen Einsatzzweck optimierte Kopfmodule haben, die bedarfsweise gewechselt werden können. Durch den modularen Aufbau können die Antriebe für die Falzrollen und/oder die Stelleinrichtungen je nach Bedarf im Grundträger oder Werkzeugkopf angeordnet sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann beispielsweise ein leistungsstarker und vergleichsweise großer Elektromotor als Antrieb für die Falzrollen im Grundträger angeordnet sein, welcher über eine Welle-Nabe-Verbindung mit dem Kopfmodul und dort beispielsweise über ein Getriebe mit ein oder mehreren Falzrollen verbunden ist. Zwei weitere vergleichsweise leistungsschwache Antriebe können beispielsweise zur Bestätigung der Stelleinrichtungen für die Verschiebung der Falzrollen und für die Verstellung der Gegenrollen als Hydraulikzylinder im Kopfmodul angeordnet sein.

[0020] Durch den modularen Aufbau des Falzwerkzeugs ist dieses schnell für eine Vielzahl von Falzvorgängen anpassbar und kann in seinem Funktionsumfang erweitert werden. Die Falzeinrichtung kann ein oder mehrere Magazine zur Bereitstellung und gegebenenfalls zum automatischen Wechsel von Kopfmodulen aufweisen. Hierdurch wird vorteilhafter Weise erreicht, dass mit der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung mehrere unterschiedliche Bauteilvarianten ohne manuellen Eingriff in beliebiger und veränderlicher Reihenfolge bearbeitet werden können.

[0021] Die Mantelform der Falzrollen kann unterschiedlich, insbesondere zylindrisch, konisch oder ballig ausgebildet sein. Die Falzrollen können in der Mantelfläche abgesetzte Bereiche zur Formung von speziellen Falzquerschnitten oder zur Nachformung von Falzkannten aufweisen.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann das Falzwerkzeug eine Paarung aus einer konischen Falzrolle und einer zugeordneten konischen Gegenrolle aufweisen, wobei zwischen der Falzrolle und der Gegenrolle ein Spalt gebildet wird. Ein zu bearbeitender Falzrand eines Werkstückes kann während des Falzens in diesen Spalt eingezogen und um eine Kante der Falzrolle oder der Gegenrolle in definierter Weise umgefalzt werden. Der Spalt kann hierbei derart ausgebildet sein, dass während des Falzens eine vom Untergrund bzw. von der Innenseite des Werkstücks weggerichtete Zugkraft auf den Falzrand ausgeübt wird. Durch die Zugkraft können die Materialspannungen im Bereich der Falzkannte beeinflusst und ein Aus- oder Einbeulen der zur Werkstückinnenseite neben der Falzkannte gelegenen Materialbereiche vermieden werden. Hierdurch kann vorteilhafterweise auf Spanneinrichtungen und insbesondere auf ein Falzbett verzichtet werden. Da Falzbetten üblicherweise auf eine bestimmte dreidimensio-

nale Raumform des zu fertigenden Bauteils angepasst und optimiert sind, ist deren Herstellung kostenintensiv. Der Wegfall von solchen Falzbetten stellt einen großen wirtschaftlichen Vorteil der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung dar.

[0023] Die Falzeinrichtung kann eine Trageinrichtung für ein oder mehrere Falzwerkzeuge aufweisen. Eine solche Trageinrichtung kann als stationäres Gestell ausgebildet sein, an dem ein Falzwerkzeug fest verbunden ist, wobei die Trageinrichtung und das Falzwerkzeug gemeinsam eine Bearbeitungsstation bilden. Relativ zu dieser Bearbeitungsstation kann ein Werkstück beispielsweise von einem Industrieroboter geführt sein.

[0024] Alternativ kann die Trageinrichtung für das Falzwerkzeug selbst ein mehrachsiger Manipulator wie beispielsweise ein Industrieroboter sein. Hierbei kann das Falzwerkzeug von dem Manipulator relativ zu einem beispielsweise stationär angeordneten Werkstück bewegt werden.

[0025] Die Anordnung des Falzwerkzeugs an einem Manipulator hat den Vorteil, dass das Falzwerkzeug frei im Raum beweglich ist und auch an schwer zugängliche Werkstückbereiche zugestellt werden kann. Auch schwere oder unhandliche Werkstücke können so leichter bearbeitet werden.

[0026] Die Anordnung aus einem stationär angeordneten Falzwerkzeug und einem relativ dazu bewegten Werkstück hat hingegen den Vorteil, dass das Werkstück nicht nur dem Falzwerkzeug, sondern auch anderen, im Umfeld angeordneten Bearbeitungsstationen zugeführt werden kann, wodurch ein Prozessablauf in der Falzeinrichtung optimiert werden kann.

[0027] Die Falzeinrichtung kann ein Falzbett aufweisen, das im Bereich einer zu bearbeitenden Falzkante unter einem Werkstück angeordnet sein kann. Das Falzbett kann stationär befestigt sein oder an einer Greifeinrichtung eines Manipulators angeordnet sein und mit einem Werkstück mitbewegt werden. Eine Unterstützung einer Falz- oder Bördelkante kann insbesondere bei sog. Sichtkanten die Bearbeitungsqualität positiv beeinflussen. Die Falzeinrichtung kann ferner ein oder mehrere Spanneinrichtungen aufweisen, mittels derer ein ein- oder mehrteiliges Werkstück auf dem Falzbett fixiert werden kann.

[0028] Die Falzeinrichtung kann eine oder mehrere weitere Bearbeitungsstationen wie beispielsweise eine Auftragvorrichtung oder einen Eckenschieber aufweisen. Die Auftragvorrichtung kann insbesondere als stationäre Vorrichtung zum Auftragen von einem Klebe- oder Dichtmittel auf das Werkstück ausgebildet sein. Der Eckenschieber kann zum Zwischen- oder Nachbearbeiten von Eckbereichen einer Falzgeometrie ausgebildet sein und stationär als eigene Bearbeitungsstation oder als Anformung an das Falzwerkzeug vorliegen.

[0029] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Falzeinrichtung eine Trageinrichtung für das Werkstück in Form eines mehrachsigen Industrieroboters. Ein oder mehrere Falzwerk-

zeuge sind stationär an einem Gestell angeordnet und bilden eine Bearbeitungsstation. Das Falzwerkzeug sowie ein Eckenschieber und eine Auftragvorrichtung befinden sich im Bewegungsbereich des vom Roboter geführten Werkstücks.

[0030] In einer solchen Falzeinrichtung ist es vorteilhafterweise möglich, Falzbearbeitungsschritte und Klebe- oder Dichtmittelauftrag sowie eine Zwischen- oder Nachfaltung von Eckbereichen in einem optimierten Prozess zu verbinden. So kann beispielsweise in einem ersten Schritt ein Vorfalzen der jeweiligen Falzränder eines Werkstücks erfolgen. In einem weiteren Schritt kann in die vorgeformten Falzkanten ein Dichtmittel eingebracht werden. Anschließend kann das ggf. mehrstufige Fertigfalzen erfolgen.

[0031] Mit der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung lassen sich hierbei unterschiedliche Bördelungen und Faltungen mit dem gleichen Falzwerkzeug und ggf. nur unter Wechsel eines Kopfmoduls ausführen. Der Wechsel eines solchen Kopfmoduls kann vorteilhafterweise erfolgen, während ein Klebe- oder Dichtmittel in die vorbearbeiteten Falzkanten eingebracht wird, wodurch die Prozesszeit verkürzt werden kann. In der genannten Ausführungsform der Falzeinrichtung können auch bei sehr geringen Taktzeiten unterschiedliche Werkstückvarianten oder gänzlich verschiedene Werkstücke in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden. Somit ermöglicht die Falzeinrichtung ein Höchstmaß an Flexibilität.

[0032] Die Falzeinrichtung weist vorteilhafterweise eine Steuerung auf, die bevorzugt mit dem Falzwerkzeug, einem Manipulator sowie ein oder mehreren Bearbeitungsstationen verbunden sein kann. Das Falzwerkzeug, der Manipulator und die Bearbeitungsstationen werden bevorzugt gemeinsam gesteuert oder geregelt. Die Steuerung kann hierbei mit der Erfassungseinrichtung für Falzparameter verbunden sein. Hierdurch wird vorteilhafter Weise erreicht, dass die jeweiligen Teile der Falzeinrichtung aufeinander abgestimmte Prozessschritte und Bewegungen ausführen können.

[0033] Die Falzeinrichtung kann ferner eine Abstimmungseinrichtung aufweisen, mittels welcher die Drehgeschwindigkeit der angetriebenen Falzrollen und die Bahngeschwindigkeit der Relativbewegung von Falzwerkzeug und Falzrand beeinflussbar ist. Je nach Ausbildung des zu bearbeitenden Werkstückes kann es vorteilhaft sein, die Dreh- und Wälzgeschwindigkeit der Falzrollen und die Bahngeschwindigkeit zu synchronisieren oder gezielt eine Geschwindigkeitsdifferenz einzustellen. Die Abstimmungseinrichtung kann hierbei vorteilhafterweise als Teil der Steuerung ausgebildet und/oder mit der Erfassungseinrichtung für Falzparameter verbunden sein. Die Veränderung der Relativgeschwindigkeit kann als regulativer Eingriff zur Optimierung des Falzvorganges genutzt sein.

[0034] Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Es zeigen:

Figur 1: Eine schematische Darstellung einer

- Falzeinrichtung in Seitenansicht,
- Figuren 2 bis 7: teilweise geschnittene Darstellungen eines Falzrandes unter Eingriff eines Falzwerkzeugs,
- Figur 8: eine erste Ausführungsform eines Falzwerkzeugs,
- Figur 9: eine weitere Ausführungsform eines Falzwerkzeugs,
- Figur 10: eine Draufsicht auf eine Falzeinrichtung.

[0035] Die Erfindung betrifft eine Falzeinrichtung (1) und ein Falzverfahren. Sie betrifft auch die Komponenten der Falzeinrichtung (1), insbesondere ein Falzwerkzeug (2).

[0036] Die erfindungsgemäße Falzeinrichtung (1) kann in unterschiedlichen Ausbaustufen ausgebildet sein. Sie weist mindestens ein Falzwerkzeug (2) auf, welches bevorzugt aus einem Grundträger (3) und einem Werkzeugkopf (4) gebildet ist. Das Falzwerkzeug (2) hat mindestens eine drehend angetriebene Falzrolle (21,22) und mindestens eine Gegenrolle (23,24), die z.B. frei drehbar gelagert ist. Die Falzrolle (21,22) und die Gegenrolle (23,24) können einander zugeordnet sein und beim Falzprozess zusammenwirken.

[0037] Bei einer mehrfachen Rollenanordnung können die Falzrollen (21,22), ggf. mit ihrer zugehörigen Gegenrolle (23,24), an verschiedenen Seiten des Falzwerkzeugs (2), insbesondere des Werkzeugkopfs (4), angeordnet sein. Sie können insbesondere an diametral einander gegenüber liegenden Seiten oder auch über Eck angeordnet sein.

[0038] Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Falzeinrichtung (1) in schematischer Seitenansicht. Die Falzeinrichtung (1) weist in dieser Ausbildung ein Falzwerkzeug (2) auf. Das Falzwerkzeug (2) ist an einer Trageinrichtung (41) beweglich angeordnet. Die Trageinrichtung (41) besteht in dieser Ausführungsform aus einem mehrachsigen Manipulator (6), beispielsweise einem Industrieroboter, insbesondere einem Gelenkarmroboter mit sechs oder mehr Achsen. Der Manipulator (6) oder Roboter kann eine programmierbare Steuerung haben, in der insbesondere eine Bewegungsbahn des Manipulators (6) oder Roboters programmiert und gespeichert ist. Das Falzwerkzeug (2) ist mit einer Manipulatorhand (7) verbunden, die ebenfalls mehrachsig sein kann und z.B. zwei oder drei Drehachsen aufweist. Im Bereich der Verbindungsstelle kann das Falzwerkzeug (2) einen Anschluss (15) zur Anbindung an den Abtriebsflansch der Roboterhand (7) aufweisen, der hier als Flanschplatte ausgebildet ist.

[0039] Die Falzeinrichtung (1) weist ferner in der dargestellten Ausführungsform eine Trageinrichtung (42) für ein ein- oder mehrteiliges Werkstück (9,10) auf. Die Tra-

geinrichtung (42) ist als stationäres Gestell ausgebildet. Auf dem Gestell ist ein Falzbett (13) angeordnet. Auf dem Falzbett (13) kann ein wiederum aus ein oder mehreren Bauteilen (9,10) gebildetes Werkstück aufliegen und ggf. mit Spanneinrichtungen (11) fixiert sein. Das Falzwerkzeug (2) kann durch den Manipulator (6) relativ zum ein- oder mehrteiligen Werkstück (9,10) bewegt werden.

[0040] Gemäß Figur 1 kann die Falzeinrichtung ferner eine Steuerung (8) aufweisen, die bevorzugt mit dem Manipulator (6), dem Falzwerkzeug (2) und ggf. weiteren Bearbeitungsstationen verbunden sein kann. Eine solche Bearbeitungsstation kann beispielsweise eine am Falzbett (13) angeordnete Vorfalzvorrückung (12) sein. Ebenso ist es möglich, ein oder mehrere stationäre Eckenschieber (44) am Falzbett (13) oder der Trageinrichtung (42) für das Werkstück (9,10) anzuordnen, wobei auch die Eckenschieber (44) mit der Steuerung (8) verbunden sein können.

[0041] Die Falzeinrichtung (1) ist dazu ausgebildet, Falzungen oder Bördelungen an ein oder mehreren Falz- oder Bördelrändern (33,34) eines ein- oder mehrteiligen Werkstückes (9,10) durchzuführen. Hierzu weist das Falzwerkzeug (2) bevorzugt eine oder mehrere Paarungen von angetriebenen Falzrollen (21,22) und ggf. einer oder mehreren frei drehbaren Gegenrollen (23,24,25,26) auf.

[0042] In den Figuren 2 bis 6 sind bevorzugte Eingriffspositionen der angetriebenen Falzrollen (21,22) und Gegenrollen (23,24,25) in verschiedenen Bearbeitungsstufen einer Bördelung schematisch und im Teilschnitt dargestellt. Figur 2 zeigt einen aufrecht stehenden Bördelrand (33) eines zu falzenden Bauteils (9), welches auf einem Falzbett (13) angeordnet ist. Im Bereich des Falzrandes (33) ist ein Stützrand (35) eines weiteren Bauteils, hier eines Stützrahmens (10), angeordnet, der im Wesentlichen mit dem Bördelrand (33) in Anlage kommt.

[0043] Eine derartige Bauteilkonfiguration besteht beispielsweise bei Schiebedach- oder Faltdachausnehmungen, die in das Dachblech einer Fahrzeugkarosserie eingearbeitet werden. Hierbei wird das Fahrzeugdach als aus einem Blech vorgeformtes Bauteil (9) auf ein Falzbett (13) aufgelegt. Das Bauteil (9) weist eine innenseitige Ausstanzung oder Ausnehmung in Form der späteren Schiebedachöffnung auf. An den Innenseiten der Ausnehmung bleibt ein im wesentlichen quer zum Dachblech stehender Werkstückrand (33) stehen, der als Bördelrand dient. An der zur Fahrzeuginnenseite gerichteten Seite des Bauteils (9) wird ein weiteres Bauteil (10) in Form eines Stützrahmens aufgelegt, welches einen Werkstückrand (35) aufweist. Dieser Werkstückrand dient als Stützrand (35), um den der Bördelrand (33) des Bauteils (9) herumgefaltet werden soll. Der Stützrand (35) kommt an der von der Ausnehmung wegweisenden Seite des Falz- oder Bördelrands (33) zur Anlage.

[0044] Die Figuren 2 bis 6 stellen dar, wie ein solcher Bördelrand (33) mittels der Falzeinrichtung (1) des Falzwerkzeugs (2) in mehreren Stufen um den Stützrand (35) gebördelt werden kann.

[0045] In der Ausgangsstellung von Figur 2 beträgt der Falzöffnungswinkel α des Bördelrandes (33) etwa 180°. In einem ersten Bearbeitungsschritt kann der Bördelrand (33) beispielsweise auf einen Falzöffnungswinkel α von etwa 135° gefalzt werden, wie dies in Figur 3 dargestellt ist.

[0046] Hierbei wird der Bördelrand (33) durch eine angetriebene Falzrolle (21) entlang einer Falzkante (51) gefalzt. Unterhalb der Falzkante (51) bleibt ein unterer Bereich des Bördelrandes (33) als aufrechter Steg bestehen, der im wesentlichen parallel zum daran anliegenden Stützrand (35) orientiert ist. Die erste Gegenrolle (23) kann hierbei in jenem unteren Bereich des Bördelrandes (33) in Richtung des dahinterliegenden Stützrandes (35) von außen anpresst sein und ein Ausbeulen oder ungewolltes Verformen des Falzrandes (33) in diesen Bereich verhindern.

[0047] Auf der der angetriebenen Falzrolle (21) abgewandten Seite des Bördelrandes (33) kann eine zweite Gegenrolle (25) angeordnet sein. Die Gegenrolle (25) weist bevorzugt zwei konische oder kegelstumpfförmige und zueinander abgesetzte Bereiche der Mantelfläche auf. Während eines Falzvorganges kann die zweite Gegenrolle (25) eine Doppelfunktion wahrnehmen. Zum einen kann sie zur rückseitigen Abstützung gegen die Gegenrolle (23) dienen, wobei der untere Bereich des Bördelrandes (33) und der Stützrand (35) zwischen den beiden Gegenrollen (23,25) gespannt werden. Andererseits kann der obere Bereich des Bördelrandes (33) in definierter Weise von der angetriebenen Falzrolle (21) auf die zweite Gegenrolle (25) aufgefalzt werden. Hierdurch kann vorteilhafter Weise eine genaue Positionierung der einzubringenden Falzkante (51) mit gleichzeitiger Spannung der Werkstückteile (9,10) erfolgen.

[0048] Während eines Falzvorgangs bewegen sich das Falzwerkzeug (2) mit den daran angeordneten Falzrollen (21) und Gegenrollen (23,25) mit einer Bahngeschwindigkeit (50) entlang des zu bearbeitenden Werkstückrandes (33). Auf diese Weise kann das Falzwerkzeug (2) den ringförmigen Falzrand (33) der beispielhaft genannten Schiebedachausnehmung ein Mal umlaufen.

[0049] In einem weiteren, beispielsweise zweiten Bearbeitungsschritt kann der Bördelrand (33), wie in Figur 4 dargestellt, von einem Falzöffnungswinkel α von 135° auf einen Falzöffnungswinkel α von etwa 90° gefalzt werden. Hierzu kann eine angetriebene Falzrolle (21) den Falzrand (33) im wesentlichen in Richtung des Falzbettes (13) falzen. Der untere Bereich des Falzrandes (33) kann wiederum von einer Gegenrolle (23) außenseitig in Richtung des Stützrandes (35) gegengehalten oder angepresst sein. Die Bearbeitung kann mit einer bestimmten Bahngeschwindigkeit (50) und in Richtung des im wesentlichen ringförmig verlaufenden Werkstückrands (33) erfolgen.

[0050] Der Bördelrand (33) kann gemäß Figur 5 in einem beispielsweise dritten Bearbeitungsschritt auf einen Falzöffnungswinkel von etwa 45° gefalzt werden. Hierzu kann der obere Bereich des Falzrandes (33) durch eine

angetriebene konische Falzrolle (22) im wesentlichen in Richtung zum Falzbett (13) gerichtet um den Stützrand (35) gefalzt werden. Der untere Bereich des Bördelrandes (33) kann durch eine Gegenrolle (24) gegen den dahinter liegenden Stützrand (35) gehalten und ggf. angepresst sein, wobei das Falzwerkzeug (2) erneut den beispielsweise ringförmigen Werkstückrand (33) mit einer regelbaren Bahngeschwindigkeit (50) umläuft.

[0051] In einem beispielsweise vierten Bearbeitungsschritt kann gemäß Figur 6 ein Fertigfalzen des Bördelrandes (33) erfolgen. Hierbei kann eine angetriebene konische Falzrolle (22) den oberen Bereich des Bördelrandes (33) zu einem Falzöffnungswinkel von im wesentlichen 0° um den nun innen liegenden Stützrand (35) herumfalzen. Der untere Bereich des Bördelrandes (33) kann hierbei von einer Gegenrolle (24) gegengehalten und ggf. in Richtung der angetriebenen Falzrolle (22) und des dazwischen liegenden Stützrahmens (35) angepresst werden. Die Bearbeitung kann wiederum mit einer vorgegebenen Bahngeschwindigkeit (50) und durch einmaliges Umlaufen des beispielsweise ringförmigen Werkstückrandes (33) erfolgen.

[0052] In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung können die ersten beiden Bearbeitungsschritte der gezeigten Art durch eine Paarung aus einer zylindrischen angetriebenen Falzrolle (21) und einer zylindrischen frei drehenden Gegenrolle (23) ausgeführt werden. Für den ersten Bearbeitungsschritt kann eine weitere Gegenrolle (25) mit im wesentlichen abgesetzter Doppelkegelform zusätzlich zur Gegenrolle (23) eingesetzt werden. Die Falzrolle (21) und die Gegenrolle (23) können derart ausgerichtet werden, dass sie, wie in Figur 3 gezeigt, zwischen ihren Wirkflächen einen Falzöffnungswinkel α von etwa 135° bilden, wobei auch die Drehachsen der Antriebsrolle (21) und der Gegenrolle (23) zwischen sich einen Winkel β von etwa 135° einschließen.

[0053] Für die Durchführung des zweiten Bearbeitungsschrittes kann die gleiche Paarung von Falzrolle (21) und Gegenrolle (23) genutzt sein, wobei die Gegenrolle (23) und/oder die Falzrolle (21) derart verstellt werden, dass sie zwischen ihren Wirkflächen einen Falzöffnungswinkel α von etwa 90° formen und auch zwischen den Rollachsen der angetriebenen Falzrolle (21) und der Gegenrolle (23) ein Winkel β von etwa 90° gebildet wird.

[0054] Die Verstellung der Gegenrolle (23) und oder der Falzrolle (21) kann nach Absetzen des Falzwerkzeugs (2) vom Werkstück (9,10) erfolgen oder auch während des Werkzeugeingriffs und ohne Absetzen.

[0055] Die in Figuren 5 und 6 dargestellten Bearbeitungsschritte können beide bevorzugt mittels einer weiteren Paarung von einer zylindrischen Falzrolle (22) und einer zylindrischen Gegenrolle (24) ausgeführt werden. Für den dritten Bearbeitungsschritt können die Falzrolle (22) und die Gegenrolle (24) derart relativ zueinander positioniert sein, dass zwischen ihren Wirkflächen ein Falzöffnungswinkel von etwa 45° gebildet wird. Hierbei

kann der Winkel β zwischen den Rollachsen von Falzrolle (22) und Gegenrolle (24) etwa 90° betragen.

[0056] Wie in Figur 6 dargestellt, können die Gegenrolle (24) und/oder die Falzrolle (22) für den vierten Bearbeitungsschritt derart zueinander verstellt werden, dass die Wirkflächen der Falzrolle (22) und der Gegenrolle (24) im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind. Hierbei kann der Winkel β zwischen den Rollachsen etwa 45° betragen.

[0057] Neben den gezeigten Paarungen einer zylindrischen Falzrolle (21) sowie einer kegeligen Falzrolle (22) mit jeweils einer zylindrischen Gegenrolle (23,24) sind auch beliebige andere Formen von Falzrollen (21,22) und Gegenrollen (23,24) möglich. Die zwischen den jeweiligen Rollachsen liegenden Winkel β können entsprechend anders sein und sind von dem herzustellenden Falzöffnungswinkel α und der Mantelgeometrie der Falzrollen (21,22) und Gegenrollen (23,24) abhängig.

[0058] Figur 7 zeigt einen weiteren bevorzugten Einsatzbereich der Falzeinrichtung (1), nämlich wie ein beispielsweise außenliegender Falzrand (34) eines Werkstücks (9) von einem anfänglichen Falzöffnungswinkel von etwa 135° bis 150° (Falzrand 34 in gestrichelter Darstellung) auf einen Falzöffnungswinkel von etwa 90° gefalzt werden kann. Derartige Falzgeometrien kommen beispielsweise in der Automobilindustrie vor, wenn die Außenränder von flächigen Bauteilen, wie beispielsweise Motorhauben, umgefalzt werden. Solche Bauteile (9) weisen beispielsweise nach einem Vorformprozess in einer Presse einen Werkstückrand mit einem Falzöffnungswinkel von etwa 135 bis 150° auf, der mit einem Flach- oder Tropfenfalz nach innen umgefalzt wird.

[0059] Die Bearbeitung eines solchen Falzrandes (34) kann wiederum mehrstufig erfolgen. Figur 7 zeigt, wie der Falzrand (34) des Bauteils (9) in einem ersten Bearbeitungsschritt durch eine Paarung von einer kegeligen Falzrolle (22) und einer kegeligen oder ggf. doppelkegeligen Gegenrolle (26) auf einen Falzöffnungswinkel von etwa 90° gefalzt wird.

[0060] Die angetriebene Falzrolle (22) und die Gegenrolle (26) können hierbei derart angeordnet sein, dass zwischen ihnen ein Spalt (38) gebildet wird. Während eines Falzvorganges kann der Falzrand (34) zwischen der angetriebenen Falzrolle (22) und der Gegenrolle (26) in den Spalt (38) eingezogen werden. Hierbei kann auf den im Spalt (38) befindlichen Falzrand (34) eine im wesentlichen in Spalttrichtung und vom Bauteil (9) weggerichtete Zugkraft erzeugt sein, durch welche der Falzrand (34) in definierter Weise und kraftgeführt im Spalt (38) gehalten wird. Hierdurch können die mechanischen Spannungen im Bauteil (9) im Bereich der Falzkante (51) gezielt beeinflusst werden, wodurch eine besonders wohldefinierte Falzung unter Vermeidung von Aus- oder Einbeulungen in den von der Falzkante weggerichteten Bereichen des Bauteils (9) erreicht wird. Je nach Ausführung der Gegenrolle (26) kann das Bauteil (9) in dem vom Falzrand (34) wegweisenden Bereich zusätzlich an der Falzrolle (26) in Anlage kommen und von dieser un-

terstützt werden.

[0061] Durch die erfindungsgemäße Falzeinrichtung (1) ist es möglich, auch an Sichtkanten qualitativ hochwertige Falzungen vorzunehmen, ohne dass die dem Falzrand (34) abgelegenen Bereiche des Werkstücks (9) durch ein Falzbett (13) unterstützt werden müssten. Es kann also auf ein Falzbett (13) bei diesem Falzschrift verzichtet werden.

[0062] Das Falzwerkzeug (2) der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung (1) ist in Figur 8 in einer ersten bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Es weist einen Grundträger (3) in Form eines z.B. rohrartigen Gestells (14) und ein damit fest oder lösbar verbundenes Kopfteil (4) auf. Der Grundträger (3) kann an seinem dem Falzkopf (4) abgewandten Ende einen Anschluss (15) zur Verbindung an eine Trageinrichtung (41) aufweisen.

[0063] Der Anschluss (15) kann hierbei zur Befestigung an ein stationäres Gestell ausgebildet sein oder als Flanschplatte zur Anbindung an eine Manipulatorhand (7) vorliegen. Der Anschluss (15) weist bevorzugt eine Mediendurchführung auf. Diese kann auch als sog. Medien-Kupplung ausgebildet und an entsprechende Elemente einer Manipulatorhand (7) angepasst sein. Über die Mediendurchführung können beispielsweise elektrische Energie, Druckluft sowie Sensor-, Steuer- und Regelsignale durch den Anschluss (15) geleitet und mit Teilen des Falzwerkzeugs (2) verbunden werden. Im oder am Gestell (14) des Grundkörpers (3) können beispielsweise ein oder mehrere Antriebe (16,17) und/oder ein oder mehrere Erfassungseinrichtungen (36) angeordnet sein, die mit der Mediendurchführung verbunden sind.

[0064] Am Kopfteil (4) des Falzwerkzeugs (2) können ein oder mehrere angetriebene Falzrollen (21,22) angeordnet sein, denen jeweils eine oder mehrere frei drehende Gegenrollen (23,24,25) zugeordnet sein können. Die Falzrollen (21,22) können bevorzugt verschieblich auf einer jeweiligen Antriebsachse (27,28) gelagert sein. Die Antriebsachse(n) (27,28) können quer oder schräg zur Längsachse des Gestells (14) ausgerichtet sein. Das Falzwerkzeug (2) kann über eine Stelleinrichtung (31') verfügen, über welche eine Zustellbewegung (32) der angetriebenen Falzrollen (21,22) einzeln oder gemeinsam bewirkt sein kann. Die Zustellbewegung (32) kann z.B. entlang der Antriebsachse (27,28) erfolgen.

[0065] Die Falzrollen (21,22) können auch starr auf den Antriebsachsen (27,28) angeordnet sein. Eine Zustellung der Falzrollen (21,22) relativ zum Werkstück (9,10) kann in diesem Fall über eine von einer Trageinrichtung (41,42) bewirkte Relativbewegung zwischen Werkstück(9,10) und Falzwerkzeug (2) erfolgen.

[0066] Die Gegenrollen (23,24) sind z.B. an einem Rollenträger (29) angeordnet. Der in Figur 8 dargestellte Rollenträger ist nur eine mögliche Ausführungsform. Die Gegenrollen (23,24,25) können über beliebige andere Ausformungen von eigenen oder gemeinsamen Rollenträgern, beispielsweise als Schwenk- oder Schiebemechanismen oder als Revolver, am Falzwerkzeug (2) gelagert sein. Der Rollenträger (29) kann selbst fest mit dem Falz-

werkzeug (2) verbunden sein oder wie in Figur 8 dargestellt, verschieblich angeordnet sein. Das Falzwerkzeug (2) kann ferner über mehrere Rollenträger (29) verfügen, die an unterschiedlichen Bereichen des Falzwerkzeugs (2) gelagert und auf unterschiedliche Weise zugestellt werden können.

[0067] Das Falzwerkzeug (2) kann eine oder mehrere Stelleinrichtungen (31) zur Verstellung der Gegenrollen (23,24,25,26) aufweisen. Die Stelleinrichtungen können beispielsweise eine Schwenkbewegung (30) zur Verstellung der Lage der Gegenrollen (23,24,25,26) bewirken. Die Stelleinrichtungen (31) können im Werkzeugkopf (4) oder im Grundträger (14) angeordnet sein und können über eigene Antriebe (17) verfügen. Die Stelleinrichtungen (31) können auch über externe Antriebe betätigbar sein. Weiterhin kann eine Verstellung, insbesondere eine Schwenkbewegung (30) der Gegenrollen (23,24,25,26) auf beliebige andere Weise und ggf. auch manuell erfolgen.

[0068] Die Stelleinrichtungen (31) oder die Rollenträger (29) können Vorrichtungen zur mechanischen Arretierung der Gegenrollen (23,24,25,26) in bestimmten vordefinierten Positionen aufweisen.

[0069] Figur 9 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Falzwerkzeugs (2) der erfindungsgemäßen Falzeinrichtung (1). Das Falzwerkzeug (2) weist einen modularen Aufbau auf, wobei das Kopfteil (4) als Kopfmodul (37) ausgeführt ist. Das Kopfmodul (4) kann ggf. durch eine Schnellspann- oder Kupplungsvorrichtung (nicht dargestellt) mit dem Grundträger (3) verbunden werden. Der Grundträger (3) weist ein oder mehrere Anschlüsse (18,19,20) auf, über welche eine Medien und/oder Energiebereitstellung für den Werkzeugkopf (4) und insbesondere ein Kopfmodul (37) erfolgen kann. Es kann sich hierbei beispielsweise um einen Anschluss (18) in Form einer Keilwelle zur Bereitstellung von kinetischer Energie sowie um einen Anschluss (19) zur Bereitstellung von Druckluft oder pneumatischer Energie und einen Anschluss (20) zur Bereitstellung von elektrischer Energie handeln. Es können auch Anschlüsse (nicht dargestellt) zum Austausch von Sensor-, Steuer- oder Regelsignalen zwischen Grundträger (3) und Kopfmodul (37) vorliegen.

[0070] Das Kopfmodul (37) kann beliebige unterschiedliche Ausführungsformen haben und ein oder mehrere Paarungen von einer angetriebenen Falzrolle (21,22) mit jeweils ein oder mehreren frei drehenden Gegenrollen (23,24,25,26) aufweisen. Das Kopfmodul (37) kann auch zusätzliche angetriebene oder frei drehende Falzrollen oder Gegenrollen aufweisen.

[0071] Der Antrieb (16) für die Falzrollen (21,22) kann bevorzugt als steuer- oder regelbarer Elektromotor ausgeführt und im Gestell (14) des Grundträgers (3) angeordnet sein. Die Abtriebsenergie des Elektromotors kann beispielsweise über den Anschluss (18) in das Kopfmodul (37) eingeleitet und dort ggf. über ein Getriebe (nicht dargestellt) an ein oder mehrere Falzrollen (21,22) weitergeleitet sein.

[0072] Am Kopfmodul (37) können Stelleinrichtungen (31,31') zum Verstellen von Gegenrollen (23,24,25,26) sowie Falzrollen (21,22) angeordnet sein. Zur Betätigung der Stelleinrichtungen (31,31') können ein oder mehrere Antriebe (17) im Kopfmodul (37) angeordnet sein. Die Antriebe (17) können über Anschlüsse (19,20) bevorzugt mit elektrischer oder pneumatischer Energie versorgt sein.

[0073] Es ist weiterhin möglich, ein oder mehrere Antriebe (17) im Gestell (14) des Grundträgers (3) anzuordnen, wobei die Antriebsenergie der Antriebe (17) über Anschlüsse (18,19,20) in das Kopfmodul (37) und an die Stelleinrichtungen (31,31') weitergeleitet sein können.

[0074] Die Falzeinrichtung (1) kann eine Erfassungseinrichtung (36) für Falzparameter aufweisen, die beispielsweise zur Erfassung von Antriebsenergien der Falzrollen (21,22) und insbesondere zur Erfassung von Motorströmen eines oder mehrerer Antriebe (16) ausgebildet ist. Die Erfassungseinrichtung (36) kann auch als Sensorik zur Erfassung von Reaktionskräften und/oder Reaktionsmomenten ausgebildet sein. Die Reaktionskräfte und/oder Reaktionsmomente können direkt über eine im Falzwerkzeug (2) angeordnete Messeinrichtung (nicht dargestellt) und/oder indirekt über andere Messeinrichtungen wie beispielsweise Kraft- und Momentenmessmittel eines Manipulators (6) erfasst werden.

[0075] Die Erfassungseinrichtung (36) kann eigenständig ausgebildet sein und beispielsweise im Gestell (14) des Grundträgers (3) angeordnet sein. Sie kann auch Teil einer gemeinsamen Steuerung (8) der Falzeinrichtung (1) sein.

[0076] In Figur 10 ist eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsform der Falzeinrichtung (1) dargestellt. Die Falzeinrichtung (1) weist ein stationär angeordnetes Falzwerkzeug (2) auf, welches an einer Trageinrichtung (41) angeordnet ist und gemeinsam mit dieser eine Falzbearbeitungsstation (40) bildet. Die Falzeinrichtung (1) weist ferner zwei weitere Bearbeitungsstationen (40) als stationär ausgebildeten Eckenschieber (44) und stationär angeordnete Auftrageinrichtung (43) für Klebe und/oder Dichtmittel auf.

[0077] In der in Figur 10 gezeigten Ausführungsform wird ein mehrteiliges Werkstück (9,10) von einer Trageinrichtung (42) relativ zu den Bearbeitungsstationen (40) bewegt. Die Trageinrichtung (42) ist hier als mehrachsiger Manipulator (6) ausgebildet, welcher an einer Manipulatorhand (7) eine Greifeinrichtung (47) aufweist. An der Greifeinrichtung (47) kann ein mitführbares Falzbett (13) angeordnet sein. Die Greifeinrichtung (47) kann ggf. auch als Spanneinrichtung dienen und die Bauteile (9,10) des Werkstücks miteinander und auf dem Falzbett (13) fixieren. Es können jedoch auch separate Spanneinrichtungen (11) vorhanden sein.

[0078] Im Bewegungsbereich des vom Manipulator (6) geführten Werkstücks (9,10) sind in der gezeigten Ausführungsform der Falzeinrichtung (1) ferner eine Zufuhr (45) und eine Abfuhr (46) für Bauteile (9,10) und Werkstücke sowie eine Assemblingstation (48) zum Zusam-

menfügen von Bauteilen (9,10) angeordnet. Über die Zufuhr (45) können Bauteile (9,10) einzeln oder gemeinsam von außen zur Falzeinrichtung (1) zugeführt und dort ggf. in der Assemblingstation (48) zu einem mehrteiligen Werkstück (9,10) zusammengefügt werden. Das fertig bearbeitete Werkstück (9,10) kann über die Abfuhr (46) abtransportiert werden.

[0079] Die Falzeinrichtung (1) weist bevorzugt eine Steuerung (8) auf, welche beispielsweise in der dargestellten Ausführungsform mit der Trageinrichtung (42) in Form eines Manipulators (6) sowie dem Falzwerkzeug (2), dem Eckenschieber (44) und der Auftrageinrichtung (43) verbunden ist. Die Falzeinrichtung (1) kann ferner eine Abstimmungseinrichtung (39) zum Abstimmen der Drehgeschwindigkeit (49) oder Abwälzgeschwindigkeit der angetriebenen Falzrollen (21,22) am Werkstück (9,10) und der Bahngeschwindigkeit (50) der Führungsbewegung der Trageinrichtung (41,42) auf. Die Abstimmungseinrichtung (39) ist hier Teil der Steuerung (8) und mit einer im Falzwerkzeug (2) angeordneten Erfassungseinrichtung (36) verbunden.

[0080] Über die Abstimmungseinrichtung (39) können die Drehgeschwindigkeit (49) der angetriebenen Falzrollen (21,22) und die Bewegungen des vom Manipulator (6) geführten Werkstücks (9,10) derart beeinflusst werden, dass die Drehgeschwindigkeit (49) mit der Bahngeschwindigkeit (50) auf Gleichlauf synchronisiert ist. Die Abstimmungseinrichtung (39) kann jedoch auch eine gezielte Geschwindigkeitsdifferenz oder Proportionalität zwischen der Drehgeschwindigkeit (49) und der Bahngeschwindigkeit (50) erzeugen.

[0081] Während eines Falz- oder Bördelvorganges kann die Erfassungseinrichtung (36) Parameter der Falzung, wie Drehgeschwindigkeit (49), Antriebsenergie, Anpress- und Führungskraft oder dgl., erfassen und beispielsweise durch Material- oder Fertigungsungenauigkeiten hervorgerufene Abweichungen im Falzprozess feststellen. Die Steuerung (8) kann beispielsweise unter Einbeziehung der Signale der Erfassungseinrichtung (36) über die Abstimmungseinrichtung (39) regulativ in den Falzprozess eingreifen. Der Eingriff kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Drehgeschwindigkeit (49) der Falzrollen (21,22) gegenüber der Bahngeschwindigkeit (50) der Relativbewegung von Falzwerkzeug (2) und Falzrand (33,34) erhöht oder vermindert wird. Auch die im Roboter (6) programmierte und gespeicherte Führungsbahn kann verändert werden.

[0082] Es sind auch andere regulative Eingriffe in den Falzprozess möglich, beispielsweise indem der Winkel β zwischen den Achsen einer im Eingriff befindlichen Falzrolle (21,22) und einer oder mehreren Gegenrollen (23,24,25,26) vergrößert oder verkleinert wird.

[0083] Abwandlungen der gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind in verschiedener Weise möglich. Das Falzwerkzeug (2) kann eine beliebige Anzahl von Rollenpaarungen aufweisen, wobei die Verstellung und die Zustellung der Falzrollen (21,22) sowie Gegenrollen (23,24,25,26) auf beliebige andere Weise er-

folgen kann. Beispielsweise kann ein von außen betätigbarer Verstell- und oder Schwenkmechanismus vorgesehen sein, der gegebenenfalls über eine mechanische Arretierung verfügt und keines eigenen Antriebs (17) bedarf.

[0084] Die Zahl und Anordnung der Falz- und Gegenrollen (21 bis 26) kann variieren. Beispielsweise kann nur eine angetriebene Falzrolle (21) am Werkzeugkopf (4) angeordnet sein, der über einen Revolvermechanismus ein oder mehrere Gegenrollen zugestellt werden können. Es ist ferner möglich, als Erweiterung der Falzeinrichtung (1) andere Falzwerkzeuge (2) ohne angetriebene Falzrollen oder ohne Gegenrollen einzubringen.

[0085] Verändert werden können auch die Ausbildung der Bearbeitungsstationen (40). Diese können stationär oder bewegbar angeordnet sein und ggf. über eigene Steuerungen verfügen. Außerdem ist es möglich, die in den gezeigten und in den beschriebenen Ausführungsbeispielen enthaltenen Merkmale beliebig untereinander zu vertauschen und zu kombinieren.

[0086] Innerhalb der verschiedenen Varianten können auch folgende Einzelmerkmale erfindungswesentlich sein, die auch in Kombination untereinander bedeutsam sind. Mindestens einer Falzrolle (21,22) ist eine Gegenrolle (23,24) zugeordnet ist. Das Falzwerkzeug (2) kann insbesondere zwei Falzrollen (21,22) aufweisen, denen jeweils mindestens eine Gegenrolle (23,24,25,26) zugeordnet ist. Ferner können mindestens einer Falzrolle (21,22) zwei oder mehr Gegenrollen (23,25) zugeordnet sein. Die Falzrollen (21,22) können unterschiedliche, insbesondere zylindrische, konische oder ballige, Mantelformen, insbesondere mit abgesetzten Mantelflächen haben. Das Falzwerkzeug (2) kann mindestens eine Paarung von einer konischen Falzrolle (22) und einer konischen Gegenrolle (26) aufweisen, wobei zwischen Falzrolle (22) und Gegenrolle (26) ein Spalt (38) gebildet ist. Eine Falzrolle (22) und eine Gegenrolle (26) können derart zueinander angeordnet sein, dass während des Falzens eine von einem Untergrund, z.B. einem Falzbett (13), weggerichtete Zugkraft (F) auf den im Spalt (38) zwischen den Rollen (22,26) befindlichen Falzrand (34) ausübt wird.

[0087] Der Grundträger (3) weist einen Anschluss (15) für eine stationäre Anordnung oder für eine Verbindung an einen Manipulator (6) auf. Der Anschluss (15) hat eine Mediendurchführung. Der Anschluss (15) kann als Flanschplatte zur Anbindung an eine Manipulatorhand (7) oder zur Befestigung an einem stationären Gestell ausgebildet sein. Die Trageinrichtung (42), insbesondere ein mehrachsiger Manipulator (6), kann eine Greifvorrichtung (47) zur Aufnahme von einteiligen oder mehrteiligen Werkstücken (9,10) aufweisen, wobei z.B. ein Falzwerkzeug (2) an einer stationären Trageinrichtung (41) angeordnet ist und mit dieser eine Bearbeitungsstation (40) für relativ dazu bewegbare Werkstücke (9,10) bildet. Die Falzeinrichtung (1) kann ein Falzbett (13) mit Spanneinrichtung (11) für ein oder mehrere Werkstücke aufweisen, das ggf. mehrfach vorhanden ist und das mit

der Trageinrichtung (42) für Werkstücke (9,10) verbunden ist. Insbesondere können an der Greifvorrichtung (47) ein oder mehrere mitgeführte Falzbetten (13) angeordnet sein.

[0088] Die Falzeinrichtung (1) kann eine Auftragvorrichtung (43) insbesondere für Klebe- oder Dichtmittel aufweisen. Sie kann ferner mindestens einen stationären und/oder vom Falzwerkzeug (2) mitgeführten Eckenschieber (44) aufweisen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0089]

- 1 Falzeinrichtung
- 2 Falzwerkzeug
- 3 Grundträger
- 4 Werkzeugkopf
- 5 Magazin
- 6 Manipulator
- 7 Manipulatorhand
- 8 Steuerung
- 9 Werkstück, Bauteil, Blech
- 10 Werkstück, Bauteil, Stützrahmen
- 11 Spanneinrichtung
- 12 Vorfalzvorrückung
- 13 Falzbett
- 14 Gestell
- 15 Anschluss, Flanschplatte
- 16 Antrieb
- 17 Antrieb
- 18 Anschluss, kinematisch
- 19 Anschluss, pneumatisch
- 20 Anschluss, elektrisch
- 21 Falzrolle, zylindrisch
- 22 Falzrolle, konisch
- 23 Gegenrolle, zylindrisch
- 24 Gegenrolle, zylindrisch
- 25 Gegenrolle, konisch
- 26 Gegenrolle, konisch
- 27 Antriebsachse
- 28 Antriebsachse
- 29 Rollenträger
- 30 Schwenkbewegung
- 31 Stelleinrichtung, Schwenkeinrichtung
- 31' Stelleinrichtung, Zustellvorrückung
- 32 Zustellbewegung
- 33 Werkstückrand, Bördelrand, Falzrand
- 34 Werkstückrand, Falzrand
- 35 Werkstückrand, Stützrand
- 36 Erfassungseinrichtung
- 37 Kopfmodul
- 38 Spalt
- 39 Abstimmungseinrichtung
- 40 Bearbeitungsstation
- 41 Trageinrichtung für Falzwerkzeug
- 42 Trageinrichtung für Werkstück
- 43 Auftragvorrichtung

- 44 Eckenschieber
- 45 Zufuhr
- 46 Abfuhr
- 47 Greifvorrichtung, Werkstückträger
- 5 48 Assemblingstation
- 49 Drehgeschwindigkeit
- 50 Bahngeschwindigkeit
- 51 Falzkante, Bördelkante

- 10 α Falzöffnungswinkel, Falzwinkel
- β Winkel zwischen Rollachsen
- F Zugkraft

15 Patentansprüche

- 1. Falzeinrichtung mit mindestens einem Falzwerkzeug (2), welches einen Grundträger (3) und einen Werkzeugkopf (4) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Falzwerkzeug (2) mindestens eine von einem Elektromotor steuerbar oder regelbar drehend angetriebene Falzrolle (21,22) und mindestens eine frei drehbare Gegenrolle (23,24) aufweist.
- 20 2. Falzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Falzrolle(n) (21,22) und die Gegenrolle(n) (23,24) am Werkzeugkopf (4) angeordnet ist/sind, wobei der Grundträger (3) einen oder mehrere Anschlüsse (18,19,20) zur Medien- und/oder Energiebereitstellung für den Werkzeugkopf (4) aufweist.
- 25 3. Falzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Falzrollen (21,22) an verschiedenen Seiten des Werkzeugkopfs (4) angeordnet sind.
- 30 4. Falzeinrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Falzrollen (21,22) über einen oder mehrere, bevorzugt im Werkzeugkopf (4) angeordnete, Antriebe (16) einzeln oder gemeinsam angetrieben sind.
- 35 5. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Falzeinrichtung (1) eine Erfassungseinrichtung (36) für Falzparameter aufweist.
- 40 6. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Erfassungseinrichtung (36) Antriebsenergien der Falzrollen (21,22), insbesondere Motorströme erfasst und/oder eine Erfassungseinrichtung (36) als Sensorik zur Erfassung von Reaktionskräften und/oder Reaktionsmomenten ausgebildet ist.
- 45 7. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine
- 50
- 55

oder mehrere Gegenrollen (23,24,25,26) verstellbar angeordnet sind, wobei das Falzwerkzeug (2) eine Stellvorrichtung (31) zur Verstellung von Gegenrollen (23,24,25,26) und/oder von einem Rollenträger (29) aufweist.

5

und/oder die Abstimmungseinrichtung (39) Teil der Steuerung (8) ist.

8. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Falzrollen (21,22) auf einer jeweiligen Antriebsachse (27,28) verschieblich angeordnet sind. 10
9. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Falzwerkzeug (2) eine Stelleinrichtung (31'), für eine Verstellung, insbesondere axiale Zustellung von Falzrollen (21,22) aufweist. 15
10. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Falzeinrichtung (1) eine als mehrachsiger Manipulator (6) ausgebildete Trageinrichtung (41,42) für ein oder mehrere Falzwerkzeuge (2) und/oder für ein- oder mehrteilige Werkstücke (9,10) aufweist. 20
25
11. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder mehrere Bauteile (9,10) eines Werkstücks mittels einer oder mehrerer Spanneinrichtung(en) (11) auf einem Falzbett (13) fixiert ist/sind. 30
12. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugkopf (4) als austauschbares Kopfmodul (37) ausgebildet ist, wobei die Falzeinrichtung (1) ein oder mehrere Magazine (5) zur Bereitstellung von Kopfmodulen (37) aufweist. 35
13. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Falzeinrichtung (1) eine Steuerung (8) aufweist, die mit einem Manipulator (6) und mit mindestens einem Falzwerkzeug (2) verbunden ist. 40
14. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Falzeinrichtung (1) eine Abstimmungseinrichtung (39) zum Abstimmen, insbesondere Synchronisieren, von einer Drehgeschwindigkeit (49) einer angetriebenen Falzrolle (21,22) und von einer Bahngeschwindigkeit (50) der Relativbewegung von Falzwerkzeug (2) und von einem Falzrand (33,34) aufweist. 45
50
15. Falzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstimmungseinrichtung (39) mit einer Erfassungseinrichtung (36) für Falzparameter verbunden ist 55

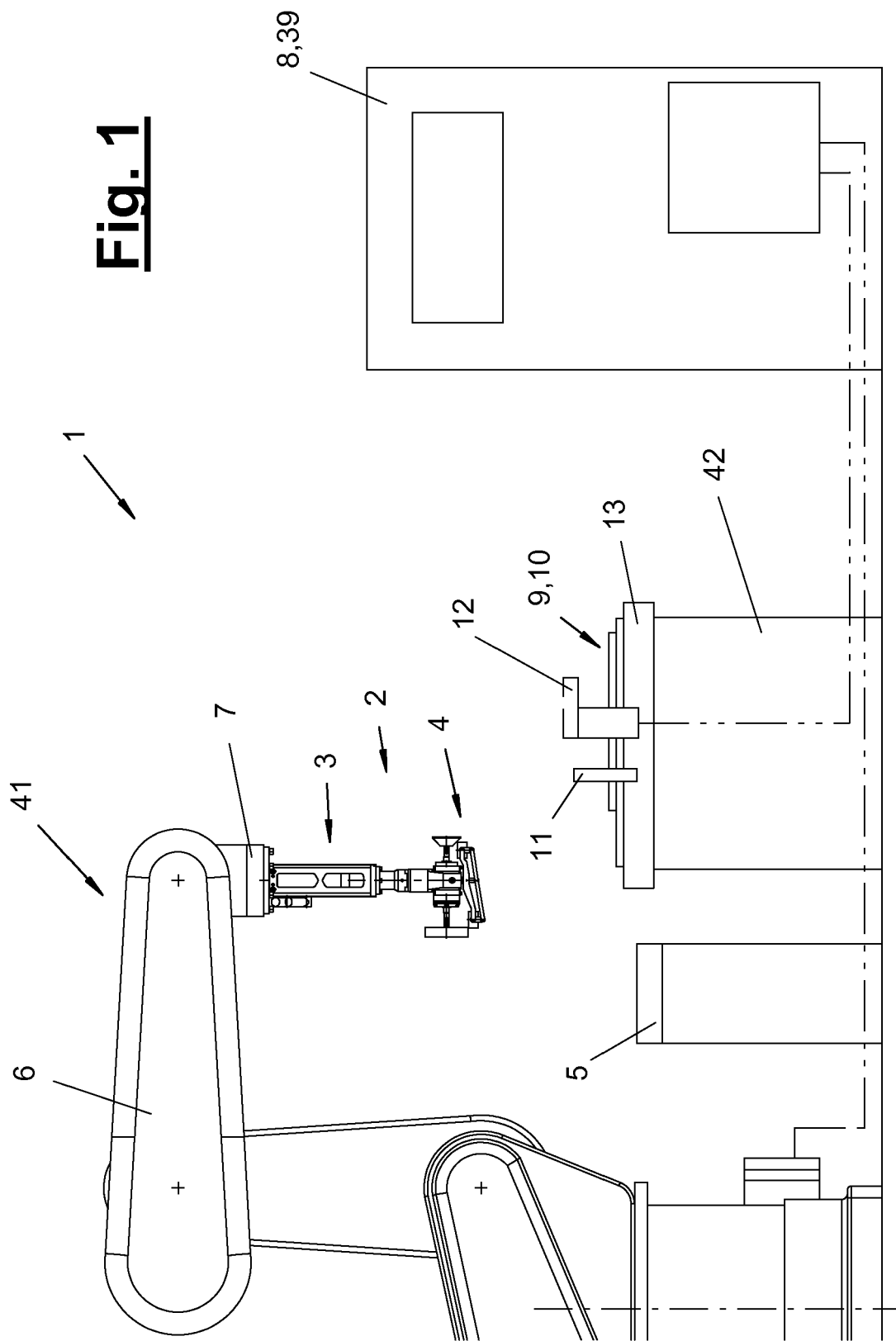


Fig. 2

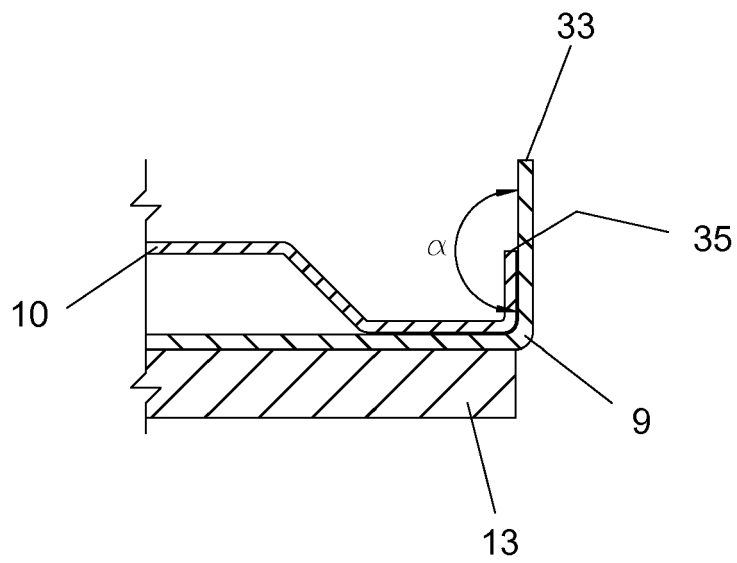


Fig. 3

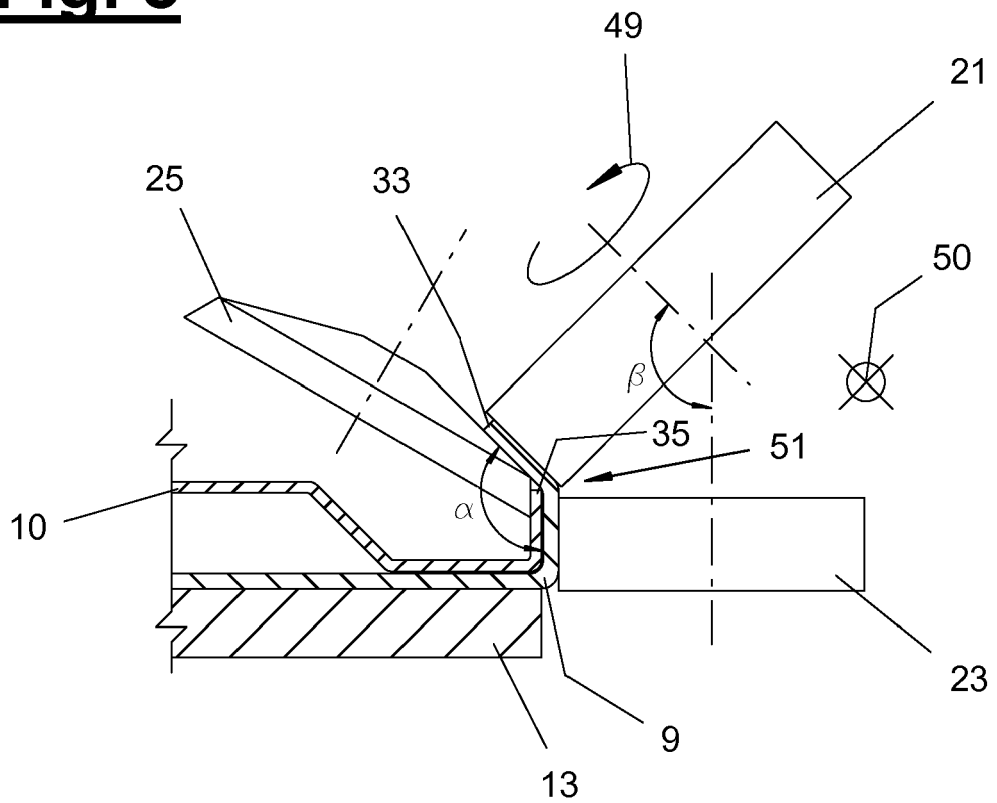


Fig. 4

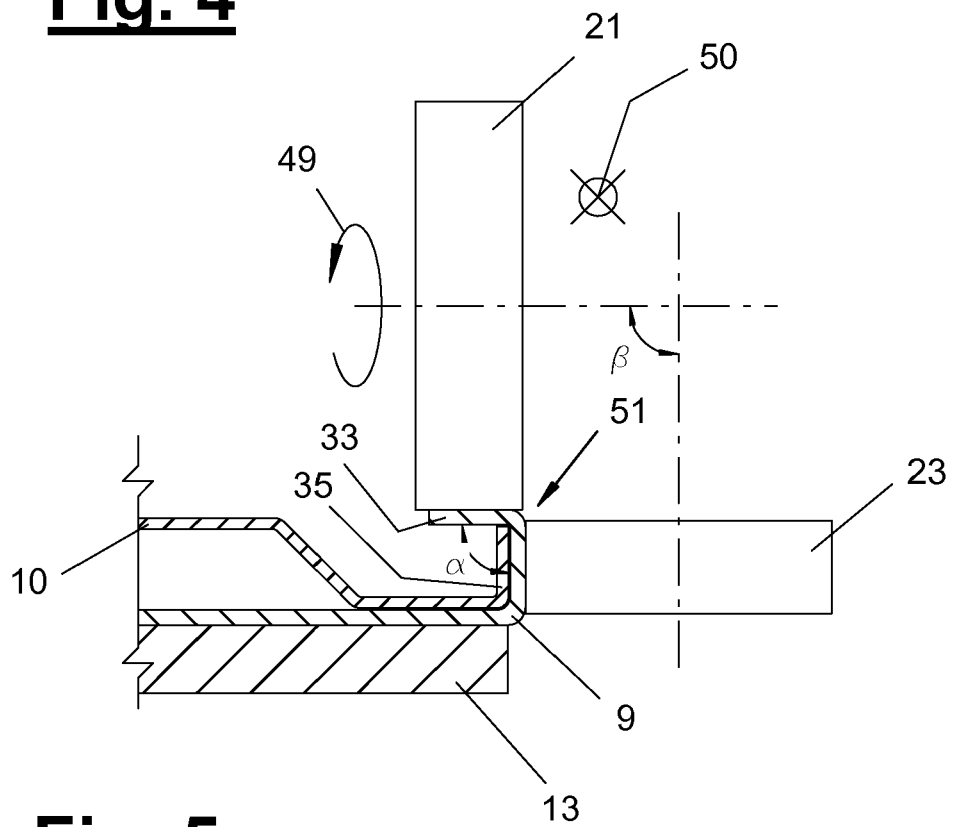


Fig. 5

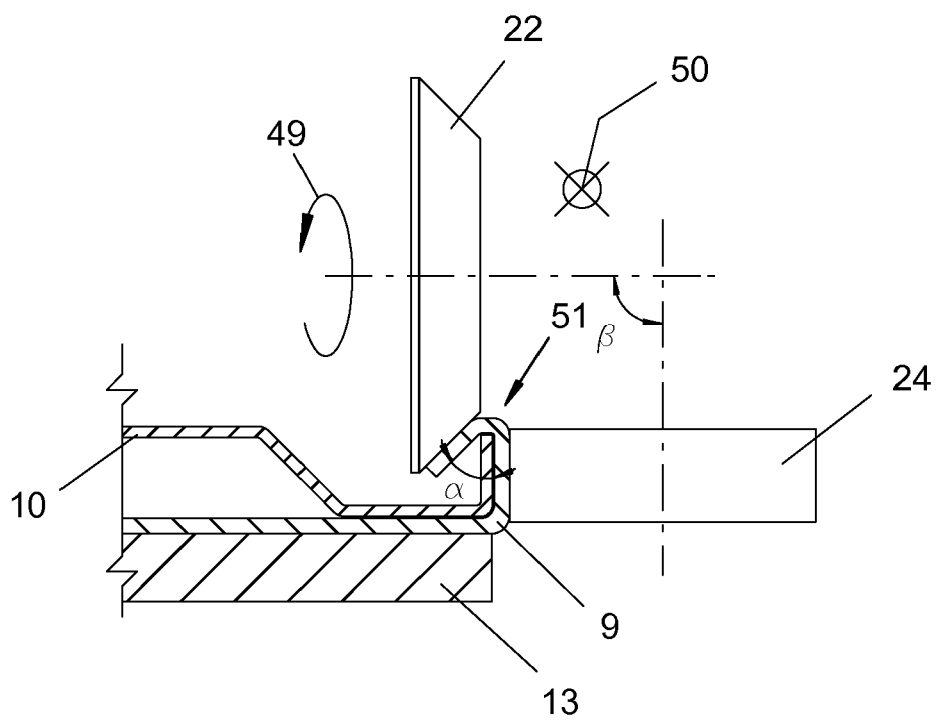


Fig. 6

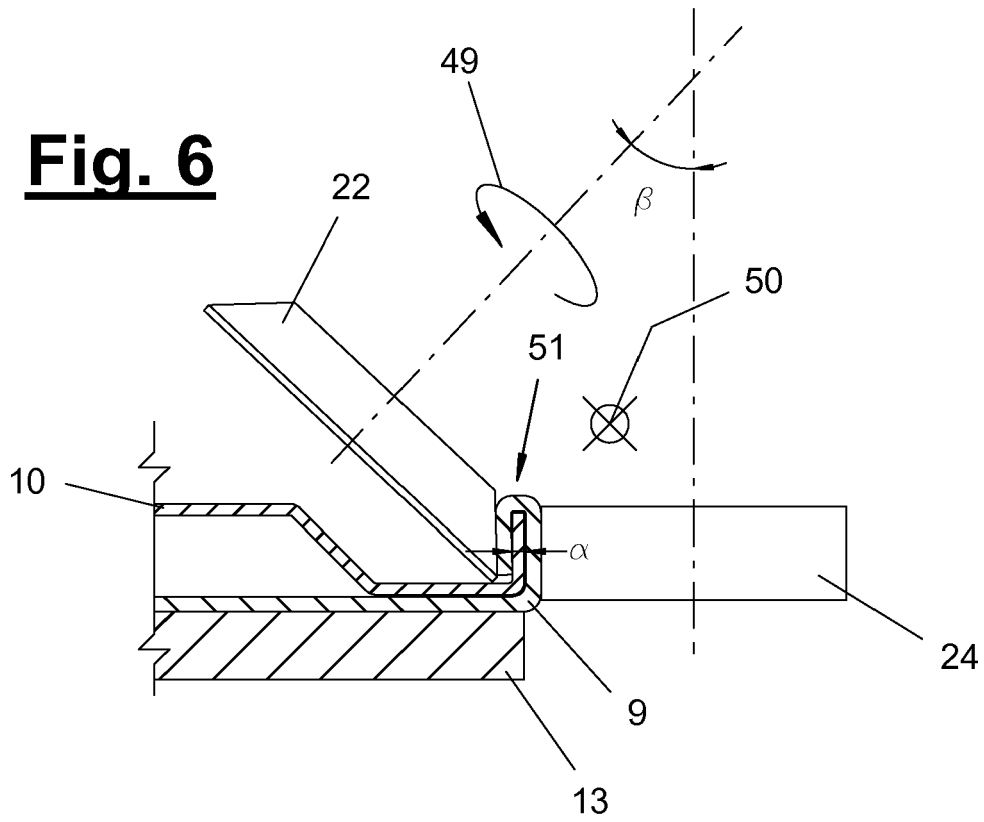


Fig. 7

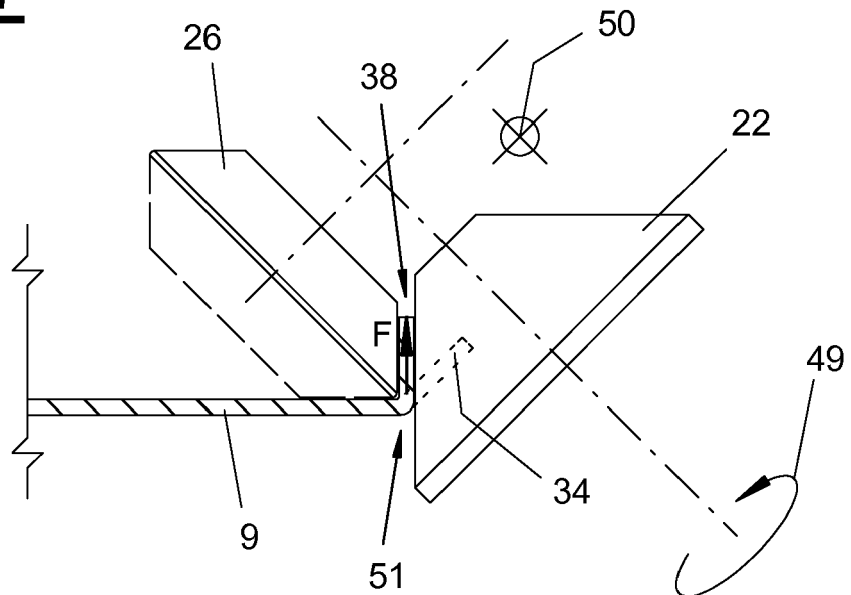


Fig. 8

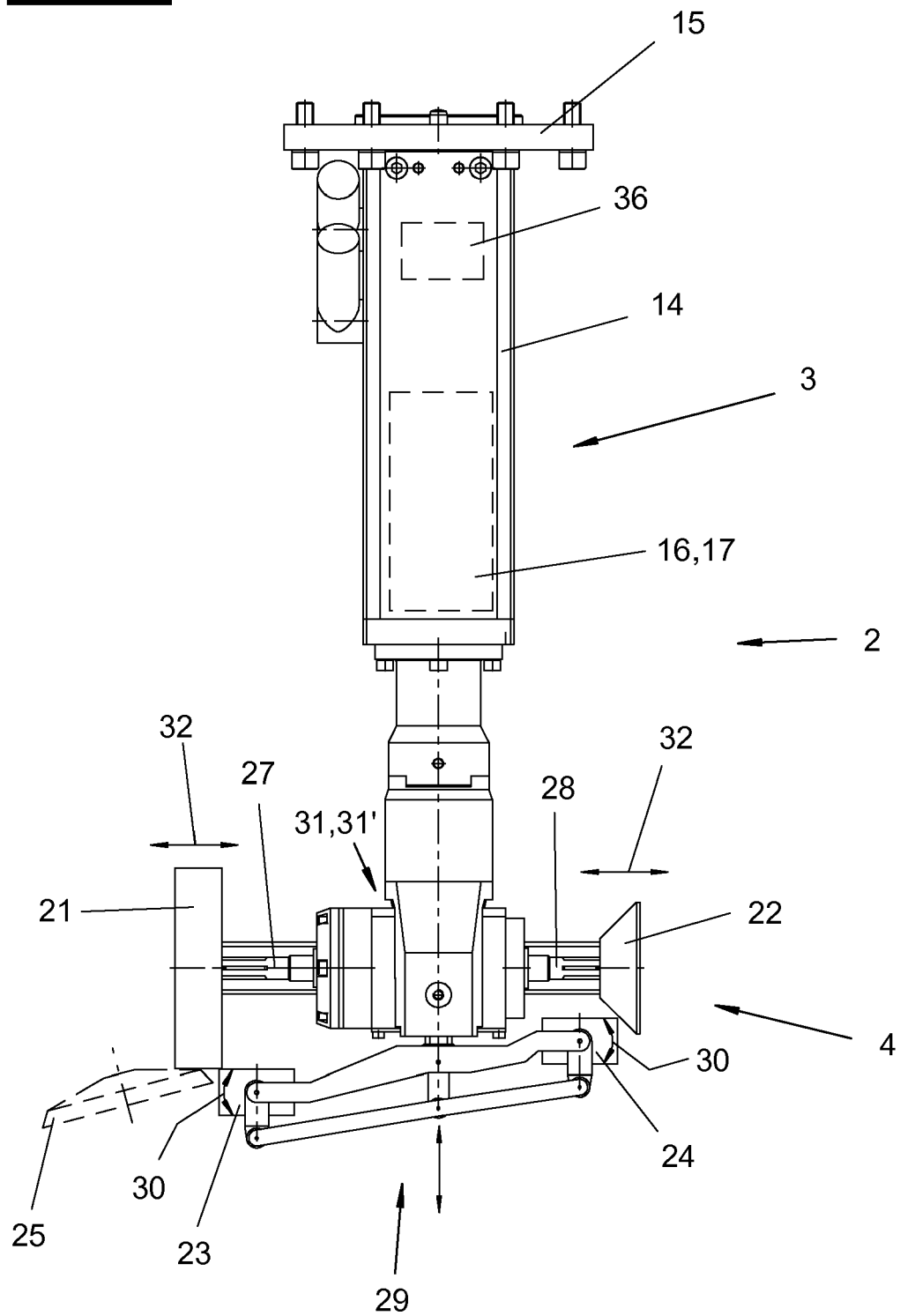
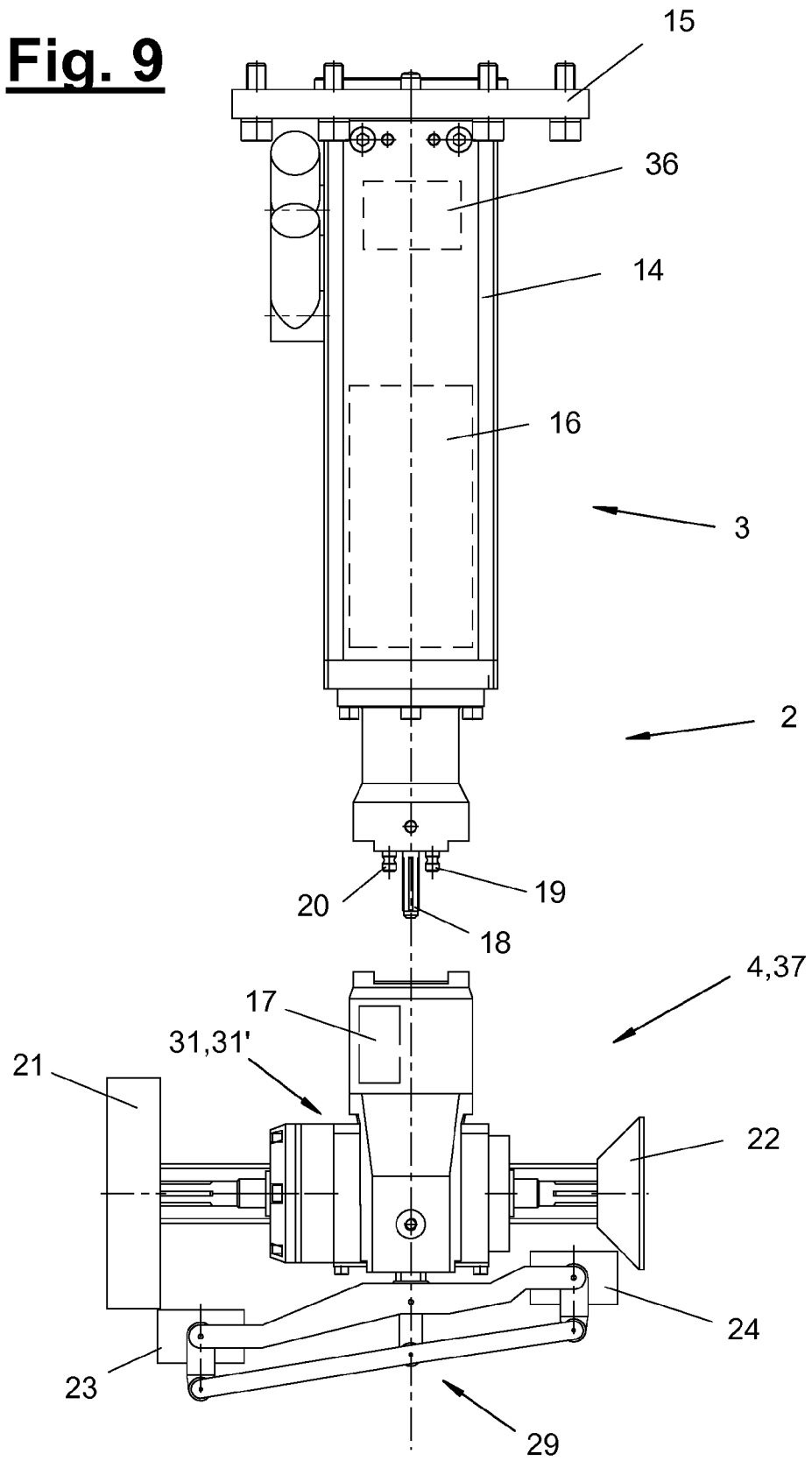


Fig. 9



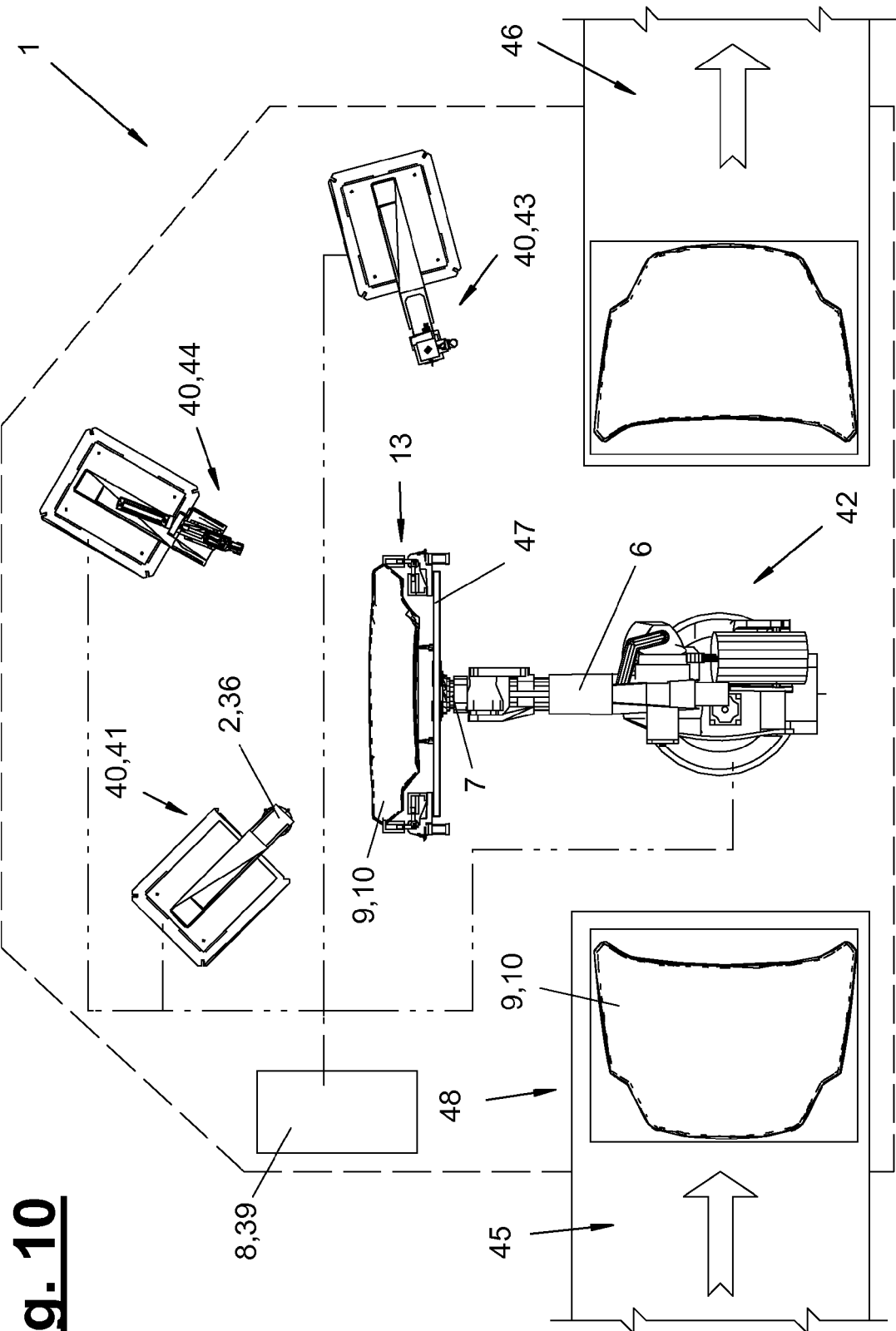


Fig. 10