

(19)



(11)

EP 4 529 995 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.04.2025 Patentblatt 2025/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21D 5/04 (2006.01) B21D 17/02 (2006.01)
B21D 19/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24198552.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21D 5/042; B21D 5/045; B21D 17/02; B21D 19/08

(22) Anmeldetag: **05.09.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Duscher, Nikolaus Franz**
5101 Bergheim bei Salzburg (AT)
• **Allerberger, Emanuel**
83404 Ainring (DE)

(30) Priorität: **27.09.2023 DE 102023126271**

(74) Vertreter: **Weickert, Jonas**
Thum & Partner
Thum Mötsch Weickert
Patentanwälte PartG mbB
Siebertstraße 6
81675 München (DE)

(71) Anmelder: **EVOBEND GmbH**
83404 Ainring (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR FERTIGUNG EINER VERTIEFUNG MIT EINER BIEGEMASCHINE UND DAZU EINGERICHTETE BIEGEMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung (13; 313) in einem Werkstück (12; 312) aus Flachmaterial mit einer Biegemaschine (10; 310). Die Biegemaschine (10; 310) umfasst eine erste Klemmwange (22; 322), eine zweite Klemmwange (24; 324), die relativ zu der ersten Klemmwange (22; 322) bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange (22; 322) ein mit einer Vertiefung (13; 313) zu versehenes Werkstück (12; 312) einzuspannen, eine erste Biegeeinheit (26; 326), die an der ersten Klemmwange (22; 322) angeordnet ist und ein erstes Biegewerkzeug (30; 330) aufweist, und eine zweite Biegeeinheit (28; 328), die an der zweiten Klemmwange (24; 324) angeordnet ist und ein zweites Biegewerkzeug (31; 331) aufweist. Das Verfahren umfasst ein Einspannen des Werkstücks (12; 312) mit der ersten Klemmwange (22; 322) und der zweiten Klemmwange (24; 324) derart, dass ein vorstehender Abschnitt (14; 314) des Werkstücks (12; 312) von den Klemmwangen (22, 24; 322, 324) vorsteht, ein Bewegen eines der beiden Biegewerkzeuge (30; 31; 330; 331) in eine Gegenhalteposition derart, dass es von den Klemmwangen (22, 24; 322, 324) beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt (14; 314) des Werkstücks (12; 312) anliegt, und ein Ausfahren des anderen Biegewerkzeugs (30; 31; 330; 331) derart, dass dieses gegen das Werkstück (12; 312) drückt, sodass die Vertiefung (13; 313) in dem Werkstück (12; 312) ausgebildet wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine dazu eingerichtete Biegemaschine (10; 310).

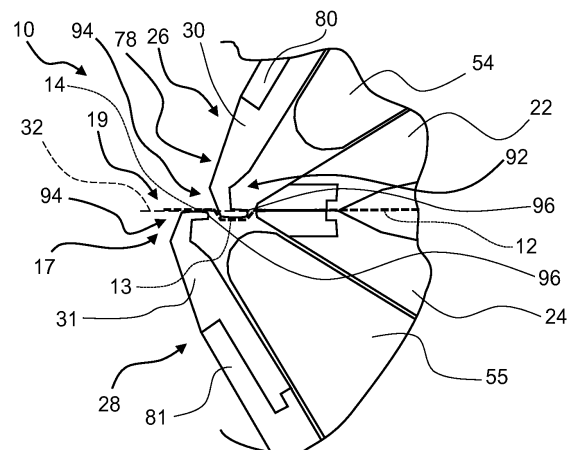


Fig. 10B

EP 4 529 995 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung, insbesondere einer Sicke oder Gegenbüge, in einem Werkstück aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, mit einer Biegemaschine, und eine dazu eingerichtete Biegemaschine.

[0002] Zum Biegeumformen von Flachmaterial, also flächigem Material, wie beispielsweise Blech, werden mitunter Biegemaschinen, wie beispielsweise Schwenkbiegemaschinen, eingesetzt, in welche Flachmaterial eingespannt und mit geraden Biegestellen bzw. Abkantungen versehen werden kann. Durch mehrmaliges Vorschieben und Umbiegen können mehrere Abkantungen an dem Flachmaterial erzeugt werden, sodass je nach Vorschiebetrag und Biegerichtung verschiedene Biegegeometrien herstellbar sind. Typischerweise wird hierbei ein umzuformendes Flachmaterial von gegenüberliegenden Klemmwangen eingespannt und mittels eines relativ zu den Klemmwangen bewegbaren Biegewerkzeugs um eine Biegekante umgebogen. Nach dem Biegevorgang kann das Biegewerkzeug zurückbewegt werden und die Klemmwangen vorübergehend geöffnet werden, sodass das nun mit einer Abkantung versehene Flachmaterial für einen erneuten Biegevorgang an einer weiteren Biegestelle verschoben werden kann.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist allgemein eine Biegemaschine zum Biegen von Blechen bekannt, die zwei an gegenüberliegenden Klemmwangen angeordnete Biegewerkzeuge aufweist, sodass ein Doppelbiegen möglich ist. Das umzuformende Blech kann also in entgegengesetzte Richtungen gebogen werden, indem jeweils eines der Biegewerkzeuge bewegt wird. Diese Bewegung des Biegewerkzeugs kann durch Schwenken oder Verlagern, insbesondere durch zueinander geneigt verlaufende Linearbewegungen, erfolgen. Beim Schwenken des Biegewerkzeugs wird die Biegemaschine auch Schwenkbiegemaschine bezeichnet.

[0004] Bei einer Blechumformung zu einem gewünschten Blechprofil kann es erforderlich sein, einen Rand eines Blechs mit einer oder mehreren Abkantungen zu versehen, welche allgemein als Falz oder auch Faltung bezeichnet werden. Abkantungen werden durch Umbiegen eines Blechabschnitts gegenüber dem verbleibenden Blechabschnitt des Blechs bewirkt. Der Falz kann beispielsweise als Umschlag, Stehfalz, Profilschenkel oder Kombination davon gebildet sein. Eine Abkantung mit einem Biegewinkel von ungefähr 90° wird als Stehfalz bezeichnet bzw. bildet mit dem entsprechend umgebogenen Werkstückabschnitt einen Stehfalz aus. Eine Abkantung mit einem Biegewinkel von ungefähr 180° wird als Umschlag oder vollständig geschlossene Abkantung bezeichnet. Ein Falz mit einem Umschlag kann als geschlossener Falz bezeichnet werden. Ein Beispiel für einen Profilschenkel ist eine Kombination aus Umschlag und Stehfalz, wobei der Umschlag durch eine weitere Abkantung zu einem Stehfalz gebogen ist. Eine Kombination kann beispielsweise zwei Stehfalze

umfassen, sodass ein U-förmiger Falz gebildet ist. Die jeweiligen Biegewinkel können hierbei frei gewählt werden und sind keinesfalls auf die zur Erläuterung aufgegriffenen Biegewinkel von 90° oder 180° begrenzt. Eine Kombination kann also beispielsweise einen V-förmigen, W-förmigen, Z-förmigen oder beliebig andersförmigen Falz mit beliebigen Biegewinkeln bilden.

[0005] Übliche Biegemaschinen, insbesondere Schwenkbiegemaschinen, stoßen bei einer Fertigung eines Falzes mit einem Biegewinkel von mehr als 90° an ihre Grenzen. Bekannt sind hierbei lediglich Biegemaschinen, die den Falz mit einem Biegewinkel von etwas mehr als 90° mit dem Biegewerkzeug fertigen können und anschließend eine von den Klemmwangen nutzen, um den Falz weiter zu biegen, also zu schließen oder auch vollständig zu schließen. Das Schließen des Falzes mit Klemmwangen hat den Nachteil, dass es wenig präzise ist und darüber hinaus eine Gefahr besteht, dass das Blech dadurch beschädigt wird. Außerdem dürfen im Bereich der Klemmwange keine bereits gebogenen Strukturen eines Falzes, wie beispielsweise bereits gebogene Profilschenkel, vorhanden sein, da diese ansonsten zusammen mit dem weiter zu biegenden Teil des Falzes von der Klemmwange zusammengedrückt werden.

[0006] Alternativ oder zusätzlich dazu kann es bei einer Fertigung eines Falzes, insbesondere eines stehenden Profilschenkel, an einem Rand eines Blechs ferner notwendig sein, dessen Winkel bezüglich eines angrenzenden Abschnitts zu ändern. Solche weiteren Verformungen sind für die üblichen Biegemaschinen, insbesondere für die Schwenkbiegemaschinen, nicht bekannt.

[0007] Weiterhin kann es bei der Blechbearbeitung, insbesondere zusätzlich zu den Biegeumformungen, notwendig sein, eine Vertiefung, wie beispielsweise eine Sicke oder Gegenbüge, auszubilden. Übliche Biegemaschinen, insbesondere Schwenkbiegemaschinen können einen solchen Bearbeitungsschritt nicht ohne einen Werkzeugwechsel ausführen.

[0008] Aus DE 20 2020 002 598 U1 ist eine Biegemaschine zum Biegen eines Werkstücks aus Flachmaterial wie beispielsweise Blech bekannt. Die Biegemaschine umfasst eine erste Klemmwange, eine zweite Klemmwange, die relativ zu der ersten Klemmwange bewegbar gelagert ist und die zusammen mit der ersten Klemmwange einen Abschnitt des Werkstücks in einer Einspannebene einspannen kann, und eine Biegeeinheit, die an der ersten Klemmwange angeordnet ist und ein Biegewerkzeug zum Umbiegen eines Abschnitts des Werkstücks durch seine Verlagerung aufweist.

[0009] Mit dieser Biegemaschine können Stehfalze und auch Umschläge verwirklicht werden. Die Fertigung von Umschlägen ist in einem Kneifbiegebetriebsmodus bekannt, bei dem eine Vorbiegestelle durch eine Art Kneifbewegung zwischen dem Biegewerkzeug und der Klemmwange weiter zusammengedrückt wird, um damit an einer Hauptbiegestelle einen Umschlag zu bilden.

Dieses Verfahren zur Fertigung eines Falzes nutzt also die Klemmwange für ein Schließen eines Falzes zu einem Umschlag.

[0010] Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für eine Biegemaschine und eine dazu eingerichtete Biegemaschine bereitzustellen, das/die effiziente und zuverlässige Biegevorgänge bietet.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung und ein Verfahren, wie sie hierin beschrieben und in den Ansprüchen definiert sind.

[0012] Ein Verfahren zur Fertigung eines Falzes, insbesondere eines geschlossenen Falzes, an einem Werkstück aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, gemäß einem ersten Aspekt mit einer Biegemaschine, die eine erste Klemmwange, eine zweite Klemmwange, die relativ zu der ersten Klemmwange bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange ein mit einem Falz zu versehendes Werkstück einzuspannen, und eine Biegeeinheit, die an einer der Klemmwangen, insbesondere an der ersten Klemmwange, angeordnet ist und ein Biegewerkzeug aufweist, wobei die Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, umzubiegen, um eine Abkantung zu bilden, umfasst, umfasst ein Erzeugen eines Vorfalzes an dem Werkstück, umfassend ein Bilden einer ersten Abkantung, und ein Schließen des Vorfalzes zu einem Falz durch Schließen der ersten Abkantung durch die Biegeeinheit in einem Zustand, in dem die andere der Klemmwangen, insbesondere die zweite Klemmwange, von dem Falz beabstandet ist.

[0013] Eine Biegemaschine zur Fertigung eines Falzes, insbesondere eines geschlossenen Falzes, an einem Werkstück aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, gemäß dem ersten Aspekt umfasst eine erste Klemmwange, eine zweite Klemmwange, die relativ zu der ersten Klemmwange bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange ein mit einem Falz zu versehendes Werkstück einzuspannen, eine Biegeeinheit, die an einer der Klemmwangen, insbesondere an der ersten Klemmwange, angeordnet ist und ein Biegewerkzeug aufweist, wobei die Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere der ersten Klemmwange, umzubiegen, um eine Abkantung zu bilden, und eine Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, das Verfahren zur Fertigung eines Falzes, insbesondere eines geschlossenen Falzes, auszuführen.

[0014] Mit dem Verfahren und der Biegemaschine kann der Falz effizient und zuverlässig an dem Werkstück gebildet werden. In anderen Worten kann dem ersten Aspekt insbesondere auch die Aufgabe zugrunde liegen, einen Falz effizient und zuverlässig auszubilden.

Da zum Schließen des Vorfalzes das Biegewerkzeug verwendet wird, kann der Biegevorgang genau und präzise ausgeführt werden. Somit wird ein hoher Grad an Biegequalität erzielt. Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren, wenn an dem Werkstück bereits weitere Abkantungen zu einem Profilschenkel gebildet sind und anschließend erst ein Schließen des Vorfalzes möglich ist. Hierbei besteht beispielsweise die Gefahr, dass bei Verwendung einer Klemmwange zum Schließen des Vorfalzes unbeabsichtigte Verformungen am Werkstück oder Beschädigungen auftreten. Insbesondere ist die typischerweise relative große ebene Fläche der Klemmwange zum präzisen Biegen ungeeignet und kann bei einem Schließen des Vorfalzes bereits erzeugte Abkantungen, die beispielsweise einen Profilschenkel bilden, unbeabsichtigt verformen, insbesondere quetschen. Solche bereits erzeugte Profilschenkel beim Schließen eines Falzes können beispielsweise bei einer Fertigung eines Blechs mit einer Tropfkante für eine Dachtraufe vorliegen.

[0015] Gemäß einem zweiten Aspekt umfasst ein Verfahren zur Fertigung eines Falzes, insbesondere eines geneigten Falzes, an einem Werkstück aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, mit einer Biegemaschine, wobei die Biegemaschine eine erste Klemmwange, eine zweite Klemmwange, die relativ zu der ersten Klemmwange bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange ein mit einem Falz zu versehendes Werkstück in einer Einspannebene einzuspannen, und eine Biegeeinheit, die an einer der Klemmwangen, insbesondere an der ersten Klemmwange, angeordnet ist und ein Biegewerkzeug aufweist, wobei die Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung, insbesondere durch Verlagerung oder durch Schwenken, des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, umzubiegen, um eine Abkantung zu bilden, ein Erzeugen eines Vorfalzes an dem Werkstück derart, dass dieser in einem Bereich vor den Klemmwangen angeordnet, umfassend ein Bilden einer Abkantung, wobei sich der Vorfalz relativ zu der Einspannebene in einem Winkel erstreckt, und Verändern des Winkels durch Verlagerung des Biegewerkzeugs.

[0016] Eine Biegemaschine zur Fertigung eines Falzes an einem Werkstück aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, gemäß dem zweiten Aspekt umfasst eine erste Klemmwange, eine zweite Klemmwange, die relativ zu der ersten Klemmwange bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange ein mit einem Falz zu versehendes Werkstück in einer Einspannebene einzuspannen, die Biegeeinheit, die an einer der Klemmwangen, insbesondere an der ersten Klemmwange, angeordnet ist und ein Biegewerkzeug aufweist, wobei die erste Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung, insbesondere durch Verlagerung oder durch Schwenken, des Biegewerkzeugs relativ zu der zuge-

hörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, umzubiegen, um eine Abkantung zu bilden, und eine Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, das Verfahren zur Fertigung eines Falzes auszuführen.

[0017] Mit dem Verfahren und der Biegemaschine kann eine Geometrie eines Falzes zuverlässig und präzise eingestellt werden. In anderen Worten kann dem zweiten Aspekt insbesondere auch die Aufgabe zugrunde liegen, eine Neigung oder eine Erstreckungsrichtung eines Falzes zuverlässig und präzise einzustellen. Insbesondere kann der Winkel, mit dem sich der Falz erstreckt, effizient und zuverlässig verändert werden. Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren in einem Fall, in dem der Falz als Profilschenkel gebildet ist. Hierbei kann der Profilschenkel, dessen Erstreckungsrichtung durch seinen Schenkel definiert ist, nach dessen Biegung besonders effizient mit einem vorbestimmten Winkel versehen werden.

[0018] Gemäß einem dritten Aspekt umfasst ein Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung, insbesondere einer Gegenbüge oder Sicke, in einem Werkstück aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, mit einer Biegemaschine, wobei die Biegemaschine eine erste Klemmwange, eine zweite Klemmwange, die relativ zu der ersten Klemmwange bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange ein mit einer Vertiefung zu versehendes Werkstück einzuspannen, eine erste Biegeeinheit, die an der ersten Klemmwange angeordnet ist und ein erstes Biegewerkzeug aufweist, wobei die erste Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung des Biegewerkzeugs relativ zu der ersten Klemmwange umzubiegen, und eine zweite Biegeeinheit, die an der zweiten Klemmwange angeordnet ist und ein zweites Biegewerkzeug aufweist, wobei die zweite Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung des zweiten Biegewerkzeugs relativ zu der zweiten Klemmwange umzubiegen, ein Einspannen des Werkstücks mit der ersten Klemmwange und der zweiten Klemmwange derart, dass ein vorstehender Abschnitt des Werkstücks von den Klemmwangen vorsteht, und Bewegen eines der beiden Biegewerkzeuge in eine Gegenhalteposition derart, dass es von den Klemmwangen beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt des Werkstücks anliegt, und ein Ausfahren des anderen Biegewerkzeugs derart, dass dieses gegen das Werkstück drückt, sodass die Vertiefung in dem Werkstück ausgebildet wird.

[0019] Eine Biegemaschine zur Fertigung einer Vertiefung, insbesondere einer Gegenbüge oder Sicke, in einem Werkstück aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, gemäß dem dritten Aspekt umfasst eine erste Klemmwange, eine zweite Klemmwange, die relativ zu der ersten Klemmwange bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange ein mit einer Vertiefung zu versehendes Werkstück einzuspannen, eine erste Biegeeinheit, die an der ersten Klemmwange angeordnet ist und ein erstes Bie-

gewerkzeug aufweist, wobei die erste Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung des Biegewerkzeugs relativ zu der ersten Klemmwange umzubiegen, eine zweite Biegeeinheit, die an der zweiten Klemmwange angeordnet ist und ein zweites Biegewerkzeug aufweist, wobei die zweite Biegeeinheit dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks durch Bewegung des zweiten Biegewerkzeugs relativ zu der zweiten Klemmwange umzubiegen, und eine Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, das Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung auszuführen.

[0020] Mit dem Verfahren und der Biegemaschine kann effizient und präzise eine Vertiefung gefertigt werden. In anderen Worten kann dem dritten Aspekt insbesondere auch die Aufgabe zugrunde liegen, effizient und präzise eine Vertiefung zu fertigen. Eine Vertiefung in ein Blech wird üblicherweise mit Tiefziehwerkzeugen oder Prägwerkzeugen gefertigt. Durch das Wegfallen eines damit verbundenen Werkzeugwechsels kann eine Blechbearbeitung also besonders effizient gestaltet werden. Somit können also komplexe Strukturen in effizienter Weise gefertigt werden. Zudem können vielfältige Bewegungsbahnen in einfacher Weise realisiert werden.

[0021] Es versteht sich, dass die genannten Aspekte unabhängig voneinander realisiert sein können. In einigen Ausführungsformen könne auch zwei oder drei Aspekte kombiniert sein. Insbesondere kann ein Verfahren beispielsweise beliebige zwei der oder alle drei Verfahren umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann eine Biegemaschine die Merkmale beliebiger zwei der oder aller drei Aspekte aufweisen. Die Merkmale des ersten Aspekts können teilweise oder vollständig mit den Merkmalen des zweiten Aspekts kombiniert sein, insbesondere bzgl. des Verfahrens und/oder bzgl. der Biegemaschine. Die Merkmale des ersten Aspekts können teilweise oder vollständig mit den Merkmalen des dritten Aspekts kombiniert sein, insbesondere bzgl. des Verfahrens und/oder bzgl. der Biegemaschine. Die Merkmale des zweiten Aspekts können teilweise oder vollständig mit den Merkmalen des dritten Aspekts kombiniert sein, insbesondere bzgl. des Verfahrens und/oder bzgl. der Biegemaschine. Die Merkmale des ersten Aspekts, des zweiten Aspekts und des dritten Aspekts können teilweise oder vollständig miteinander kombiniert sein, insbesondere bzgl. des Verfahrens und/oder bzgl. der Biegemaschine.

[0022] Ein Falz kann ein einfach oder mehrfach umgebogener Abschnitt des Werkstücks sein. Eine Abkantung kann eine Biegestelle zwischen einem umgebogenen Abschnitt und einen verbleibenden Abschnitt des Werkstücks sein. Ein Falz hat insbesondere wenigstens eine Abkantung. Eine Abkantung hat insbesondere einen Winkel oder Biegewinkel, der ein Ausmaß einer Biegung bezüglich eines verbleibenden Abschnittes des Werkstücks angibt. Ein Falz kann als Stehfalz gebildet sein. Ein Stehfalz kann eine Abkantung mit einem Biegewinkel von 90° aufweisen. Eine Abkantung kann eine vollständig geschlossene Abkantung oder ein Um-

schlag sein. Eine vollständig geschlossene Abkantung oder ein Umschlag kann eine Abkantung mit einem Biegewinkel von ungefähr 180° aufweisen. Ein Falz mit einem Umschlag kann ein geschlossener Falz sein. Ein Vorfalz ist insbesondere ein Falz mit einer oder mehreren Abkantungen mit beliebigen Biegewinkeln, der beispielsweise dazu vorgesehen ist, weiterbearbeitet zu werden, indem einer der Biegewinkel verändert wird. Ein Vorfalz kann eine Abkantung mit einem Biegewinkel von mindestens 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100°, 110°, 120°, 130°, 140°, 150°, 160° oder 170° aufweisen. Ein Vorfalz kann als Stehfalz gebildet sein. Eine Abkantung kann durch Abkanten eines Abschnitts des Werkstücks erzeugt werden. Eine Abkantung kann durch Abkanten mit dem Biegewerkzeug der Biegemaschine erzeugt werden. Ein Vorfalz kann durch Bewegung, insbesondere Verlagerung oder Schwenken, des Biegewerkzeugs relativ zu der ersten Klemmwange erzeugt werden. Ein Schließen des Vorfalzes kann ein Erhöhen eines Biegewinkels einer Abkantung umfassen. Ein geschlossener Falz kann ein teilweise geschlossener Vorfalz mit einer teilweise geschlossenen Abkantung mit einem Biegewinkel von mehr als 135° sein. Ein geschlossener Falz kann ein teilweise geschlossener Vorfalz mit einer teilweise geschlossenen Abkantung mit einem Biegewinkel von mehr als 140°, 150° 160° oder 170° sein. Ein Vorfalz kann eine Abkantung mit einem Biegewinkel von größer als 90° aufweisen. Ein Vorfalz kann eine Abkantung mit einem Biegewinkel von kleiner als 90° aufweisen.

[0023] Das Werkstück kann ein flächiges Werkstück sein. Es kann sich hierbei um ein Werkstück aus einem Flachmaterial handeln. Das Werkstück kann beispielsweise ein Blech sein. Das Werkstück kann beispielsweise aus Metall sein und/oder es kann sich um ein metallisches Werkstück handeln. Das Werkstück kann alternativ ein Werkstück aus Kunststoff sein. Das Werkstück kann beispielsweise auch einen Verbundwerkstoff umfassen. Das Werkstück kann aber grundsätzlich aus einem hierfür geeigneten beliebigen Material ausgebildet sein. Das Werkstück kann ein ungleichmäßiges Profil aufweisen.

[0024] Ein Zustand, in dem die zweite Klemmwange von dem Falz beabstandet ist, ist insbesondere ein Zustand, in dem die zweite Klemmwange nicht im Kontakt mit dem Falz ist. Ein Zustand, in dem die zweite Klemmwange von dem Falz beabstandet ist, kann ein Zustand sein, in dem zwischen der zweiten Klemmwange und dem Falz ein Abstand von mindestens 1 cm, mindestens 2 cm, mindestens 3 cm oder mindestens 4 cm vorliegt.

[0025] In der Gegenhalteposition an dem Werkstück anliegen kann bedeuten, dass das Biegewerkzeug zumindest so viel Kraft von einem Abschnitt des Werkstücks aufnehmen kann, dass sich dieser Abschnitt während eines Bearbeitungsvorganges durch die Biegemaschine nicht bewegt.

[0026] Die Vertiefung kann beispielsweise eine Sicke oder Gegenbüge sein. Die Vertiefung kann insbesondere

eine längliche Vertiefung sein. Die Vertiefung kann eine rillenförmige Vertiefung sein. Die Vertiefung kann derart ausgestaltet sein, dass sie eine Versteifung des Werkstücks bewirkt.

[0027] Das Einspannen des Werkzeugs kann ein festes Fixieren des Werkstücks bedeuten. Das Einspannen des Werkzeugs kann derart ausgeführt werden, dass ein Werkstück während eines Biegevorgangs der Biegemaschine fixiert bleibt. Die Einspannebene kann senkrecht zu einer vertikalen Achse der Biegemaschine angeordnet sein. Die Einspannebene kann beispielsweise durch einen Schwerpunkt eines eingespannten Abschnitts und/oder parallel zu einer Haupterstreckungsebene desselben verlaufen. Grundsätzlich ist jedoch auch eine Anordnung der Einspannebene parallel oder in einem beliebigen Winkel zu der vertikalen Achse denkbar.

[0028] Die Biegemaschine kann einen Tisch umfassen, auf welchen das Werkstück ablegbar ist. In einem eingespannten Zustand des Werkstücks und/oder vor einem Einspannen des Werkstücks kann ein eingespannter Abschnitt bzw. ein einzuspannender Abschnitt des Werkstücks wenigstens teilweise auf dem Tisch aufliegen. Der Tisch kann Teil einer Halteeinheit sein, die zudem ein Halteelement umfasst, mittels dessen das Werkstück unabhängig von den Klemmwangen gehalten werden kann. Die Halteeinheit anzusteuern. Wahlweise ist der Tisch unbeweglich mit einem Maschinengestell der Biegemaschine verbunden oder relativ zu dem Maschinengestell verlagerbar. Die Biegemaschine kann hierbei den Antrieb für den Tisch aufweisen, der beispielsweise ein Ausfahren des Tisches und/oder ein Anheben bzw. Absenken des Tisches ermöglicht. Es ist erfindungsgemäß denkbar, dass die erste Klemmwange und die zweite Klemmwange relativ zu dem Tisch bewegbar sind, insbesondere in positive bzw. in negative vertikale Richtung parallel zu der vertikalen Achse der Biegemaschine.

[0029] Die Steuereinheit kann ferner dazu eingerichtet sein, die Biegeeinheit und gegebenenfalls die weiteren Biegeeinheiten sowie die Klemmwangen anzusteuern, um das Biegewerkzeug bzw. die Biegewerkzeuge sowie die Klemmwangen zu bewegen. Die Steuereinheit kann zudem dazu eingerichtet und programmiert sein, in der erfindungsgemäßen Biegemaschine als zentrale Steuereinheit verwendet zu werden.

[0030] Die erste Klemmwange und/oder die zweite Klemmwange können dazu eingerichtet sein, durch ein Gegenhalten zumindest eine Biegeachse zu definieren, um die ein Umbiegen des Werkstücks mittels der Biegeeinheit und/oder mittels der weiteren Biegeeinheit erfolgen kann. Beim Vorsehen mehrerer Biegeachsen können diese in eine Richtung senkrecht zu der Einspannebene voneinander beabstandet sein.

[0031] Die erste Klemmwange kann eine obere Klemmwange und die zweite Klemmwange eine untere Klemmwange sein. Alternativ kann die erste Klemmwange eine untere Klemmwange und die zweite Klemmwange eine obere Klemmwange sein. Selbiges gilt für die

Biegeeinheiten.

[0032] Die erste und/oder die zweite Klemmwange kann eine Klemmfläche aufweisen, die in dem eingespannten Zustand des Werkstücks mit diesem in Anlage gebracht ist. Die Klemmfläche kann parallel zu der Einspannebene angeordnet sein, zumindest in dem eingespannten Zustand des Werkstücks. Das Werkstück kann zuverlässig eingespannt werden, wenn die erste Klemmwange und die zweite Klemmwange jeweils eine Klemmfläche aufweisen, wobei die Klemmflächen der Klemmwangen einander gegenüberliegend angeordnet sind. Hierdurch kann das Werkstück von oben und unten von den Klemmwangen gehalten werden.

[0033] Wenigstens eine der Klemmwangen kann beispielsweise als abgeschrägte Platte ausgebildet sein, wobei deren Abschrägung eine der Klemmflächen bildet. Eine Längsachse der Klemmwange verläuft vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu der ersten Biegeachse. Die erste Biegeachse verläuft bevorzugt parallel zu dem Untergrund und/oder senkrecht zu der vertikalen Achse der Biegemaschine. Die erste Biegeachse ist vorzugsweise parallel zu einer Längsachse der Biegemaschine angeordnet. Zudem ist bevorzugt eine Querachse der Biegemaschine senkrecht zu der Längsachse und senkrecht zu der vertikalen Achse der Biegemaschine angeordnet. Bevorzugt sind wenigstens die Klemmflächen umfassende Abschnitte der Klemmwangen bezüglich der Einspannebene spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet.

[0034] Die Biegeeinheit und/oder die weitere Biegeeinheit kann dazu eingerichtet sein, das jeweilige Biegewerkzeug relativ zu der zugehörigen Klemmwange auszufahren und einzufahren. Die Biegeeinheit und/oder die weitere Biegeeinheit kann eine Linearführung aufweisen, mit der das jeweilige Biegewerkzeug zur Verlagerung in einer Vorschubebene lineargeführt ist. Hierdurch kann eine präzise Bewegbarkeit in einfacher Weise definiert sein, die aufgrund der Konstruktion der Biegemaschine zugleich vielfältige Bewegungsbahnen gestattet. Die Linearführung der Biegeeinheit kann eine Führungssachse definieren, die parallel zu der Vorschubebene verläuft und insbesondere in der Vorschubebene liegt. Vorzugsweise weist die Biegeeinheit mehrere Linearführungen auf, die an unterschiedlichen Positionen entlang der Längsachse, insbesondere in gleichmäßigen Abständen, angeordnet sind. Die Führungsachsen der Linearführungen sind bevorzugt parallel zueinander angeordnet.

[0035] Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Biegeeinheit und/oder die weitere Biegeeinheit einen Schwenkmechanismus aufweisen, mit dem das jeweilige Biegewerkzeug relativ zu der zugehörigen Klemmwange ausgefahren und eingefahren wird.

[0036] Die Biegemaschine kann ein Maschinengestell umfassen, das zu einem Aufstellen auf einem Untergrund, beispielsweise einem Hallenboden, eingerichtet ist. In einem regulären Aufstellzustand der Biegemaschine ist das Maschinengestell auf einem ebenen Unter-

grund aufgestellt, dessen Oberflächennormale eine vertikale Achse der Biegemaschine definiert.

[0037] Zudem kann die Biegemaschine eine Positionierungseinheit zum Verschieben des Werkstücks in der Einspannebene und/oder senkrecht zu dieser umfassen, etwa wenn das Werkstück auf dem Tisch abgelegt ist. Dabei kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, die Positionierungseinheit anzusteuern, um einen Vorschub des Werkstücks relativ zu den Klemmwangen zu bewirken. Die Positionierungseinheit kann von der Halteeinheit gebildet sein. Die Positionierungseinheit kann einen geeigneten Antrieb und/oder geeignete Anschläge, Greifer, Schieber, Walzen oder dergleichen umfassen, um eine Positionierungskraft und/oder -bewegung auf das Werkstück auszuüben. Zudem ist es denkbar, dass wenigstens eine der Klemmwangen parallel oder in einem beliebigen Winkel zu der Einspannebene bewegbar ist, sodass beispielsweise durch koordinierte Bewegungen der Klemmwangen das Werkstück bewegbar ist.

[0038] Eine der Einspannebene und/oder dem eingespannten Abschnitt des Werkstücks abgewandte Oberfläche wenigstens einer der Klemmwangen verläuft vorzugsweise schräg bezüglich der Einspannebene und schließt beispielsweise einen Winkel mit der Einspannebene ein, der weniger als 90° , vorzugsweise höchstens 45° , bevorzugt höchstens 30° und besonders bevorzugt höchstens 45° beträgt. Diese Oberfläche ist vorteilhaft eben. Die entsprechend andere Klemmwange kann zudem eine zu dieser Oberfläche bezüglich der Einspannebene spiegelsymmetrische Oberfläche aufweisen. Die Klemmwangen sind in diesem Fall vorzugsweise in einer V-Anordnung angeordnet, wobei die Einspannebene einen Winkelhalbierende definieren kann. In dem eingespannten Zustand des Werkstücks ist der eingespannte Abschnitt innerhalb eines von den Klemmwangen definierten Einspannbereichs angeordnet, der beispielsweise auch den Tisch beinhalten kann. Das Werkstück kann zwischen den Klemmwangen, beispielsweise zwischen deren Klemmflächen, hindurch aus dem Einspannbereich herausragen, wobei ein vorstehender Abschnitt des Werkstücks dann einen zu bearbeitenden Abschnitt, insbesondere einen umzubiegenden Abschnitt bildet.

[0039] Das Biegewerkzeug kann eine Erstreckung entlang der Längsachse der Biegemaschine aufweisen, die im Wesentlichen einer Erstreckung der entsprechenden Klemmwange entlang der Längsachse entspricht. Ein gleichmäßiges Biegen kann beispielsweise erzielt werden, wenn das Biegewerkzeug dazu eingerichtet ist, das Werkstück über dessen gesamte Länge entlang der jeweiligen Biegeachse mit einer Biegekraft zu beaufschlagen. Hierdurch kann bei dem Biegen des Werkzeugs eine Biegestelle entlang der jeweiligen Biegeachse erzeugt werden. Das Biegewerkzeug kann dazu eingerichtet sein, das Werkstück beim Einfahren und/oder beim Ausfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der entsprechenden Klemmwange mit einer Biegekraft zu beaufschlagen.

[0040] Vorzugsweise sind die Biegeeinheiten im We-

sentlichen baugleich. Es ist auch denkbar, dass Biegeeinheiten unterschiedlicher Bauart eingesetzt werden. Die an der ersten Klemmwange angeordnete Biegeeinheit kann zu einem Biegen eines Abschnitts auf die zweite Klemmwange zu eingerichtet sein und/oder die an der zweiten Klemmwange angeordnete Biegeeinheit kann zu einem Biegen des Abschnitts auf die erste Klemmwange zu eingerichtet sein.

[0041] Gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels umfasst die Biegeeinheit wenigstens einen Antrieb für das Biegewerkzeug, der dazu eingerichtet ist, das Biegewerkzeug in einer Vorschubebene zu bewegen. Der Antrieb für das Biegewerkzeug ist bevorzugt ein Linearantrieb. Ebenso kann der Antrieb für das Biegewerkzeug ein Hebelantrieb sein. Es ist aber auch ein Hydraulikantrieb oder ein beliebiger anderer Antrieb denkbar. Der Antrieb für das Biegewerkzeug kann beispielsweise einen Linearantrieb mit einem Rollengewindetrieb, einen Linearantrieb mit einem Antriebszylinder, einen elektromagnetischen Linearmotor oder dergleichen umfassen und/oder als ein solcher ausgebildet sein. Zudem kann der Antrieb für das Biegewerkzeug mehrere seriell oder parallel angeordnete Linearantriebe umfassen. Alternativ kann der Antrieb für das Biegewerkzeug einen Rotationsantrieb wie beispielsweise einen Elektromotor sowie geeignete Elemente wie Hebel, Kurbelwellen oder dergleichen zur Umwandlung einer Rotationsbewegung in eine Linearbewegung umfassen. Vorzugsweise weist der Antrieb für das Biegewerkzeug wenigstens einen Kugelgewindetrieb auf. Besonders bevorzugt umfasst die Biegeeinheit mehrere Antriebe für das Biegewerkzeug, die insbesondere in regelmäßigen Abständen in eine Richtung parallel zu der ersten Biegeachse angeordnet sein können. Eine Anzahl von Linearführungen für das Biegewerkzeug und eine Anzahl von Antrieben für das Biegewerkzeug können identisch sein oder voneinander abweichen.

[0042] Die Vorschubebene kann die Einspannebene schneiden oder parallel zu dieser verlaufen. Schneiden sich die Vorschubebene und die Einspannebene, verläuft deren Schnittgerade vorzugsweise parallel zu der ersten Biegeachse oder fällt mit dieser zusammen. Bei einem Biegen kann sich die Vorschubebene relativ zu der Einspannebene und/oder relativ zu der ersten Biegeachse translatorisch bewegen. Hierdurch kann eine Bewegungsbahn des Biegewerkzeugs präzise abgefahren werden.

[0043] Ein großer Gestaltungsspielraum hinsichtlich realisierbarer Bewegungsbahnen des Biegewerkzeugs kann insbesondere dann erzielt werden, wenn die Biegeeinheit und/oder die weitere Biegeeinheit ein an der ersten Klemmwange bzw. der zweiten Klemmwange bewegbar gelagertes Basiselement umfasst, an welchem das Biegewerkzeug linear bewegbar, insbesondere verschiebbar gelagert ist. Das Basiselement kann gegenüberliegende Seiten aufweisen, die einen Winkel von weniger als 90° aber von mehr als 0° einschließen. Eine von der entsprechenden Klemmwange abgewand-

te Oberseite des Basiselements kann bezüglich der Klemmwange angestellt sein. Beispielsweise ist das Basiselement im Querschnitt dreieckig und/oder dreiseitig. Insbesondere aufgrund seines dreieckigen Querschnitts kann das Basiselement das Biegewerkzeug und/oder die Vorschubebene des Biegewerkzeugs relativ zu der der Biegeeinheit zugeordneten Klemmwange anstellen. Beispielsweise in einem Bereich der ersten Biegeachse kann somit ein Vorschub des Biegewerkzeugs unter einem Winkel erfolgen, der wenigstens 45° und vorteilhaft wenigstens 60° beträgt, etwa wenn das Basiselement in einen vorderen Bereich, beispielsweise einen Bereich der Klemmfläche, der der Biegeeinheit zugeordneten Klemmwange gefahren ist und das Biegewerkzeug in seiner Vorschubebene verlagert wird. Bevorzugt ist eine Längsachse des Basiselements im Wesentlichen parallel zu der ersten Biegeachse angeordnet. Das Biegewerkzeug kann auf einer der entsprechenden Klemmwange abgewandten Seite des Basiselements linear geführt sein. Diese Seite des Basiselements ist vorzugsweise im Wesentlichen eben und/oder parallel zu der Vorschubebene des Biegewerkzeugs angeordnet. Ferner kann eine dieser Seite gegenüberliegende Seite des Basiselements auf der der Einspannebene und/oder dem eingespannten Abschnitt des Werkstücks abgewandten Oberfläche der entsprechenden Klemmwange bewegbar und/oder parallel zu dieser Oberfläche angeordnet sein.

[0044] Die Biegeeinheit und/oder die weitere Biegeeinheit kann wenigstens eine Linearführung umfassen, mit der das Basiselement zur Verlagerung in einer Vorschubebene lineargeführt ist. Hierdurch kann ein breites Spektrum möglicher Bewegungsbahnen realisiert werden, wobei eine Steifigkeit bewegter Komponenten weitestgehend unabhängig von der entsprechenden Bewegungsbahn ist, sodass aufwendige Korrekturen entfallen können. Zu einem Biegen ist das Biegewerkzeug in seiner Vorschubebene sowie zusätzlich in der Vorschubebene des Basiselements bewegbar. Eine Bewegung des Biegewerkzeugs kann eine überlagerte Bewegung in der Vorschubebene des Biegewerkzeugs und in der Vorschubebene des Basiselements sein, wobei sich dabei bevorzugt das Basiselement relativ zu der entsprechenden Klemmwange und das Biegewerkzeug relativ zu dem Basiselement bewegt. Das Basiselement ist bevorzugt derart ausgebildet, dass die Linearführung des Biegewerkzeugs und die Linearführung des Basiselements einen Winkel einschließen, der zwischen 0° und 90° liegt, wobei dieser Winkel vorzugsweise dem Winkel zwischen den Vorschubebenen und/oder dem Winkel zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen des Basiselements entspricht. Dieser Winkel kann beispielsweise wenigstens 10° und vorteilhaft wenigstens 20° und/oder höchstens 70° und vorteilhaft höchstens 50° betragen. Beispielsweise kommt ein Winkel von 25° oder von 30° infrage.

[0045] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung umfasst das Biegewerkzeug einen hakenförmigen Biege-

abschnitt mit einer Innenfläche und einer Außenfläche. Der hakenförmige Biegeabschnitt des Biegewerkzeugs kann in einer Betrachtung parallel zu der ersten Biegeachse hakenförmig ausgebildet sein. Der hakenförmige Biegeabschnitt kann einen Endabschnitt aufweisen. Der Endabschnitt kann einen vordersten Abschnitt des Biegewerkzeugs ausbilden. Der Endabschnitt kann zwischen der Innenfläche und der Außenfläche liegen. Der Endabschnitt kann in einem Bereich liegen, wo die Innenfläche in die Außenfläche übergeht. Der Endabschnitt kann eine gekrümmte Oberfläche aufweisen. Die gekrümmte Oberfläche kann in einer Betrachtung parallel zu der Längsrichtung kreisbogenförmig ausgebildet sein. Vorzugsweise weist der hakenförmige Biegeabschnitt des Biegewerkzeugs in eine Richtung parallel zu der ersten Biegeachse einen im Wesentlichen konstanten und bevorzugt hakenförmigen Querschnitt auf. Der hakenförmige Biegeabschnitt des Biegewerkzeugs kann dazu eingerichtet sein, bei der Bearbeitung des Werkstücks, insbesondere dem Biegen des Werkstücks, wahlweise mit der Außenfläche gegen einen Abschnitt des Werkstücks gedrückt zu werden. Zusätzlich oder alternativ dazu kann der hakenförmige Biegeabschnitt des Biegewerkzeugs dazu eingerichtet sein, bei der Bearbeitung des Werkstücks, insbesondere dem Biegen des Werkstücks, wahlweise mit der Innenfläche, etwa mit einem Hakeninnenbereich des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs, gegen einen Abschnitt des Werkstücks gedrückt zu werden. Zusätzlich oder alternativ dazu kann der hakenförmige Biegeabschnitt des Biegewerkzeugs dazu eingerichtet sein, bei der Bearbeitung des Werkstücks, insbesondere dem Biegen des Werkstücks, wahlweise mit dem Endabschnitt des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs gegen einen Abschnitt des Werkstücks gedrückt zu werden. Der Hakeninnenbereich kann dabei eine bereits teilweise geformte Biegestelle umgreifen. Vorzugsweise ist die Innenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs dem von den Klemmwangen definierten Einspannbereich zugewandt und/oder die Außenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs dem von den Klemmwangen definierten Einspannbereich abgewandt.

[0046] Gemäß einer Weiterbildung ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, eine Bewegungsbahn für das erste Biegewerkzeug durch Überlagerung wenigstens zweier Linearbewegungen zu erzeugen. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, eine Bewegungsbahn für das zweite Biegewerkzeug durch Überlagerung wenigstens zweier Linearbewegungen zu erzeugen. Bevorzugt ist die Bewegungsbahn eine Kurvenbahn, die eine nichtlineare Bewegung definiert. Die Bewegungsbahn verläuft besonders bevorzugt in einer Ebene senkrecht zu der ersten Biegeachse. Die Bewegungsbahn kann beispielsweise eine Bahn einer Bewegung eines bestimmten unveränderten, aber bewegten Punkts des entsprechenden Biegewerkzeugs sein, etwa ein vorderster Punkt des hakenförmigen Bie-

geabschnitts des entsprechenden Biegewerkzeugs. Vorzugsweise ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, den Antrieb des entsprechenden Biegewerkzeugs und/oder den Antrieb des entsprechenden Basiselements anzusteuern. Die Steuereinheit kann dazu eingerichtet sein, Steuersignale zu erzeugen, die dazu vorgesehen sind, eine Bewegung des entsprechenden Biegewerkzeugs in seiner Vorschubebene und außerdem eine Bewegung des entsprechenden Basiselements in dessen Vorschubebene zu veranlassen. Die Steuereinheit kann dazu eingerichtet sein, die beiden Bewegungen in der Vorschubebene des entsprechenden Biegewerkzeugs und der Vorschubebene des entsprechenden Basiselements derart zu überlagern, dass unterschiedliche nichtlineare Bewegungsbahnen erzeugbar sind.

[0047] Ferner kann vorgesehen sein, dass die erste Klemmwange und/oder die zweite Klemmwange in eine Richtung senkrecht zur Einspannebene bewegbar ist. Die entsprechende Klemmwange kann dabei linear bewegbar sein. Alternativ oder zusätzlich kann die erste Klemmwange relativ zu der zweiten Klemmwange entlang einer Schwenkbahn bewegbar sein, sodass eine Verlagerung auch senkrecht zur Einspannebene erfolgt. Die senkrechte Bewegbarkeit kann auch dadurch verwirklicht sein, dass die erste Klemmwange durch ein Schwenken von der zweiten Klemmwange abhebbar ist oder umgekehrt.

[0048] Gemäß einer Weiterbildung ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, in einem Vorbiegebetriebsmodus die Klemmwangen derart anzusteuern, dass diese eine Biegeachse definieren, und die Biegeeinheit derart anzusteuern, dass das Werkstück um die Biegeachse umgebogen wird, wodurch eine Vorbiegestelle erzeugbar ist. Dabei kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, ein Biegen des Werkstücks an der Vorbiegestelle um einen Winkel von mehr als 90° zu bewirken. Die Biegeachse kann dadurch definiert sein, dass beide Klemmwangen das Werkstück einklemmen.

[0049] Alternativ oder zusätzlich kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, in einem Anstellbetriebsmodus die Klemmwangen derart anzusteuern, dass diese die Biegeachse definieren, und die zweite Biegeeinheit derart anzusteuern, dass das Werkstück um die Biegeachse umgebogen wird, wodurch eine Anstellbiegestelle erzeugbar ist. Dabei kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, ein Biegen des Werkstücks an der Anstellbiegestelle, um einen Winkel von im Wesentlichen 90° zu bewirken. Grundsätzlich sind jedoch beliebige Winkel für eine Anstellbiegestelle denkbar. Diese können insbesondere in Abhängigkeit von einer gewünschten Zielgeometrie gewählt werden.

[0050] Die Steuereinheit kann des Weiteren dazu eingerichtet sein, nach Durchführung des Vorbiegebetriebsmodus und vor Durchführung des Anstellbetriebsmodus einen Vorschub des Werkstücks parallel zu der Einspannebene zu bewirken, sodass in dem Anstellbetriebsmodus ein Abschnitt des Werkstücks umbiegbar ist, der die Vorbiegestelle umfasst. Der Vorschub des

Werkstücks kann dabei eine Länge eines Abschnitts des Werkstücks zwischen der Vorbiegestelle und der Anstellbiegestelle definieren.

[0051] Die Biegemaschine kann insbesondere zur Ausbildung von Biegestellen in einem bereits vorgeschobenen Abschnitt eines Werkstücks genutzt werden, wenn die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, in einem Kneifbiegebetriebsmodus die Klemmwangen derart anzusteuern, dass diese eine weitere Biegeachse definieren, und die Biegeeinheit derart anzusteuern, dass das Werkstück um die weitere Biegeachse umgebogen wird, wodurch eine Hauptbiegestelle erzeugbar ist. Der Kneifbiegebetriebsmodus könnte auch als Falzbiegebetriebsmodus oder als Stehfalzbiegemodus bezeichnet werden. Insbesondere wird in dem Kneifbiegebetriebsmodus ein Stehfalz geschlossen. In dem Kneifbiegebetriebsmodus kann das Werkstück zwischen dem ersten Biegewerkzeug der ersten Biegeeinheit und der gegenhaltenden ersten Klemmwange zusammengedrückt werden, sodass beispielsweise eine Kneifbewegung erfolgt. Dabei kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, die Klemmwangen und die Biegeeinheit derart anzusteuern, dass in dem Kneifbiegebetriebsmodus die Hauptbiegestelle aus der Vorbiegestelle formbar ist. Ein Gegenhalten durch die erste Klemmwange kann dabei in der Nähe der Vorbiegestelle erfolgen, wodurch die zweite Biegeachse durch die Vorbiegestelle verläuft. Dabei kann in dem Kneifbiegebetriebsmodus die erste Klemmwange von der zweiten Klemmwange und von der Einspannebene beabstandet sein.

[0052] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, ein von einem Benutzer vorgegebenes Zielprofil für ein zu bearbeitendes Werkstück zu erhalten und auf der Grundlage des Zielprofils eine vorgeschlagene Biegereihenfolge zu bestimmen. Ferner kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, eine Biegesimulation durchzuführen. Die Biegesimulation kann Eigenschaften des Werkstücks berücksichtigen, die beispielsweise einen Grad eines Überbiegens oder andere Biegeparameter definieren. Ein hoher Grad an Bedienkomfort kann insbesondere dann erzielt werden, wenn die Biegemaschine ferner eine Benutzerschnittstelle umfasst, die dazu eingerichtet ist, eine Eingabe des Zielprofils zu gestatten und/oder ein Ergebnis der Biegesimulation anzuzeigen.

[0053] Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Erzeugung einer Biegestelle, etwa zur Fertigung eines Vorfalzes oder eines Stehfalzes an einer beliebigen Stelle des Werkstücks bzw. an einem beliebigen Punkt im Biegeablauf stattfinden kann. Die Steuereinheit kann somit dazu eingerichtet sein, einzelne oder sämtliche der beschriebenen Verfahren zur Fertigung an beliebigen Punkten in einem Biegeprogramm vorzusehen bzw. einzubinden. Zudem kann die Steuereinheit in Kombination mit der Benutzerschnittstelle dazu eingerichtet sein, es dem Benutzer zu gestatten, an beliebiger Stelle eines Biegeprogramms ein Biegen des Vorfalzes, des Falzes, des geschlossenen Falzes, des Stehfalzes, des geneig-

ten Falzes, der Vertiefung, der Sicke, der Gegenbüge oder dergleichen vorzusehen.

[0054] Die Biegemaschine kann eine Blechbiegemaschine, insbesondere eine Langabkantmaschine sein. Die Biegemaschine kann insbesondere dazu geeignet sein, flächige Werkstücke zu bearbeiten. Die Biegemaschine kann grundsätzlich als Einzelbieger oder als Doppelbieger ausgebildet sein. Die Biegemaschine kann also eine Biegeeinheit oder zwei Biegeeinheiten umfassen bzw. lediglich eine erste Biegeeinheit an einer ersten Klemmwange, oder eine erste Biegeeinheit an einer ersten Klemmwange und eine zweite Biegeeinheit an einer zweiten Klemmwange umfassen. Im Fall eines Einzelbiegers kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, sämtliche Biegeverformungen mittels der einzelnen Biegeeinheit durchzuführen.

[0055] Bei dem Verfahren zur Fertigung eines Falzes, insbesondere eines geschlossenen Falzes, gemäß dem ersten Aspekt kann der Schritt des Schließens des Vorfalzes in einem Zustand ausgeführt werden, in dem die erste Klemmwange oder die zweite Klemmwange von dem Werkstück beabstandet ist. Eine Beabstandung nicht nur zu dem Falz, sondern vollständig von dem Werkstück bietet einen noch größeren Gestaltungsfreiraum des Werkstückprofils, bevor dieses mit einem Falz versehen wird. Die Beabstandung kann eine Beabstandung parallel zu einer Oberflächennormalen des Werkstücks und/oder dessen Haupterstreckungsebene sein. Die Beabstandung kann wenigstens 5 mm, wenigstens 10 mm, wenigstens 15 mm oder wenigstens 20 mm betragen.

[0056] Der Schritt des Schließens des Vorfalzes kann insbesondere im Zustand ausgeführt werden, in dem das Werkstück auf der ersten oder zweiten Klemmwange liegt. Die Ablage des Werkstücks auf der ersten oder zweiten Klemmwange während des Schließens unterstützt die präzise Fertigung des Falzes. Insbesondere liegt das Werkstück auf derjenigen Klemmwangen, an der die Biegeeinheit angeordnet ist, die zum Schließen des Vorfalzes verwendet wird. Das Werkstück kann hierbei aufgrund seiner Gewichtskraft auf der ersten Klemmwange oder der zweiten Klemmwange liegen. Das Werkstück kann zusätzlich mittels der Halteeinheit derart gehalten werden, dass es auf der ersten Klemmwange liegt. Insbesondere liegt das Werkstück auf einer der Klemmwangen auf und ist dabei mit der anderen der Klemmwangen berührungsfrei.

[0057] Der Schritt des Schließens des Vorfalzes kann in einem nicht eingespannten Zustand des Werkstücks ausgeführt werden, insbesondere in einem Zustand, in dem das Werkstück nicht zwischen den Klemmwangen geklemmt ist. Der nicht eingespannte Zustand des Werkstücks kann ein Zustand sein, in dem das Werkstück lediglich in eine Richtung oder in zwei Richtungen fixiert ist. Der nicht eingespannte Zustand kann auch ein Zustand sein, bei dem das Werkstück nicht fixiert ist. Das Weglassen der Einspannung führt zu einer effizienteren Bearbeitung des Werkstücks.

[0058] Bei dem Schritt des Erzeugens des Vorfalzes kann die erste Abkantung durch die Biegemaschine, insbesondere durch Bewegung des Biegewerkzeugs relativ zu der ersten oder zweiten Klemmwange gebildet werden. Der Schritt des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück kann durch die Biegemaschine, insbesondere durch Verlagerung oder Schwenken des Biegewerkzeugs relativ zu der ersten Klemmwange oder der zweiten Klemmwange, ausgeführt werden. Der Schritt des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück kann insbesondere durch Drücken mit der Außenseite des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs und/oder mit dem Endabschnitt des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs erfolgen. Der Schritt des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück kann alternativ oder zusätzlich dazu durch Drücken mit der Innenseite des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs und/oder mit dem Endabschnitt des hakenförmigen Biegeabschnitts des Biegewerkzeugs erfolgen. Das Drücken kann durch Ausfahren und/oder Einfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange erfolgen. Das Einfahren und Ausfahren kann durch ein lineares Verschieben des Biegewerkzeugs relativ zu dem zugehörigen Basiselement und/oder durch ein lineares Verschieben des zugehörigen Basiselements zusammen mit dem Biegewerkzeug relativ zu der zugehörigen Klemmwange erfolgen. Das Einfahren und Ausfahren kann durch ein Schwenken des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange erfolgen. Je nach Form des hakenförmigen Biegeabschnitts und/oder nach Form des Basiselements ist das Erzeugen des Vorfalzes an dem Werkstück durch Einfahren oder Ausfahren des Biegewerkzeugs und gleichzeitigem Drücken mit einem bestimmten Abschnitt bzw. einer bestimmten ebenen Fläche des hakenförmigen Biegeabschnitts vorteilhaft. Bei dem erzeugten Vorfalz kann es sich um einen Profilschenkel handeln.

[0059] Das Erzeugen eines Vorfalzes an dem Werkstück kann ein Bilden mehrerer Abkantungen, insbesondere durch die Biegemaschine umfassen. Bei dem Schritt des Erzeugens des Vorfalzes kann eine oder können mehrere der Abkantungen durch Umbiegen mit dem weiteren Biegewerkzeug gebildet werden. Das Erzeugen des Vorfalzes kann ferner ein Bilden einer zweiten Abkantung als Stehfalz umfassen, wobei die zweite Abkantung von der ersten Abkantung verschieden ist. Das Erzeugen des Vorfalzes kann ferner ein Bilden einer dritten Abkantung als Umschlag umfassen, wobei die dritte Abkantung von der ersten Abkantung, und vorzugsweise von der zweiten Abkantung, verschieden ist.

[0060] Das Verfahren kann ferner ein Erzeugen eines Stehfalzes, insbesondere mit einem Umschlag, durch Umbiegen eines Abschnitts des Werkstücks um eine zweite Abkantung, die sich von der ersten Abkantung unterscheidet umfassen, wobei, bei dem Erzeugen des Vorfalzes, der Stehfalz relativ zu einem eingespannten Abschnitt des Werkstücks um die erste Abkantung umbogen wird, und wobei bei dem Schließen des Vor-

falzes der Stehfalz von der zugehörigen Klemmwange in Richtung der beabstandeten Klemmwangen vorsteht

[0061] Das Verfahren kann ferner, anschließend an den Schritt des Erzeugens des Vorfalzes, ein Bewegen der ersten Klemmwange oder der zweiten Klemmwange weg von dem Werkstück umfassen. Das Wegfahren der betreffenden Klemmwange bietet dem Biegewerkzeug beim Schließen des Vorfalzes einen hohen Grad an Bewegungsfreiheit.

[0062] Der Schritt des Schließens des Vorfalzes kann durch ein Drücken des Vorfalzes mit dem Biegewerkzeug ausgeführt werden. Der Schritt des Schließens des Vorfalzes kann insbesondere durch ein Drücken des Vorfalzes mit dem Endabschnitt des hakenförmigen Biegeabschnitts und/oder mit der Innenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts und/oder mit der Außenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts ausgeführt werden. Ein derartiges Schließen des Vorfalzes kann äußerst präzise ausgeführt werden. Bei dem Schritt des Schließens des Vorfalzes kann die erste Abkantung durch ein Ausfahren und/oder ein Einfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange geschlossen werden. Vorzugsweise kann der Schritt des Schließens des Vorfalzes durch ein Drücken des Vorfalzes mit dem Endabschnitt des hakenförmigen Biegeabschnitts und mit der Innenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts bei einem Einfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange ausgeführt werden. Der Schritt des Schließens des Vorfalzes kann insbesondere ein vollständiges Schließen der ersten Abkantung zu einer vollständig geschlossenen Abkantung, also einem Umschlag, umfassen.

[0063] Der Schritt des Schließens des Vorfalzes kann insbesondere durch Bewegen der Innenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts zu der ersten Klemmwange oder der zweiten Klemmwange ausgeführt werden. Eine solche Bewegung ist besonders geeignet für eine effizientere und präzise Fertigung des Falzes. Insbesondere kann der Schritt des Schließens des Vorfalzes durch Bewegen einer ebenen Fläche der Innenfläche, welche parallel zu einer Klemmfläche der zweiten Klemmwange oder der ersten Klemmwange orientiert ist, ausgeführt werden. Dies ermöglicht eine besonders präzise Fertigung eines Umschlags.

[0064] Die Steuereinheit der Biegemaschine kann ferner dazu eingerichtet sein, die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte auszuführen.

[0065] Bei dem Verfahren zur Fertigung eines Falzes gemäß einem zweiten Aspekt kann es sich um einen Falz mit einem Schenkel, insbesondere einem Profilschenkel, handeln. Der Schritt des Veränderns des Winkels kann durch ein Ausfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, ausgeführt werden. Dies ist insbesondere für eine effiziente Fertigung vorteilhaft. Insbesondere kann der Schritt des Veränderns des Winkels durch ein Drücken mit der Außenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts und/oder des Endabschnitts des

hakenförmigen Biegeabschnitts bei dem Ausfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, ausgeführt werden. Durch das Drücken mit der Außenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts kann die Fertigung des Falzes nicht nur effizient, sondern auch präzise ausgeführt werden. Alternativ dazu kann der Schritt des Veränderns des Winkels durch ein Einfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, ausgeführt werden. Insbesondere kann der Schritt des Veränderns des Winkels durch ein Drücken mit der Innenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts und/oder mit dem Endabschnitt des hakenförmigen Biegeabschnitts bei dem Ausfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, ausgeführt werden. Je nachdem, welcher Bearbeitungsschritt vor dem Schritt des Veränderns des Winkels stattfindet bzw. wo sich die Biegewerkzeuge befinden, kann auch ein Verändern des Winkels durch das Einfahren zu einer kurzen Bewegungstrecke der Biegewerkzeuge führen, sodass die Fertigung effizient ist. Das Einfahren und das Ausfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, kann durch ein lineares Verschieben des Biegewerkzeugs relativ zu dem zugehörigen Basiselement, insbesondere relativ zu dem ersten Basiselement, und/oder durch ein lineares Verschieben des zugehörigen Basiselements, insbesondere relativ zu dem ersten Basiselement, zusammen mit dem Biegewerkzeug relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, erfolgen. Das Einfahren und das Ausfahren des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, kann durch ein Schwenken des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange, insbesondere relativ zu der ersten Klemmwange, erfolgen.

[0066] Das Erzeugen des Vorfalzes an dem Werkstück kann ein Bilden mehrerer Abkantungen umfassen. Bei dem Schritt des Erzeugens des Vorfalzes kann eine Abkantung und/oder mehrere Abkantungen durch Umbiegen mit dem weiteren Biegewerkzeug gebildet werden.

[0067] Die Steuereinheit der Biegemaschine kann ferner dazu eingerichtet sein, die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte auszuführen.

[0068] Bei dem Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung, insbesondere Gegenbuge oder Sicke, gemäß einem dritten Aspekt kann bei dem Schritt des Bewegens, insbesondere des Verlagerns oder des Schwenkens, das eine Biegewerkzeug an einer ersten Seite des Werkstücks anliegen und kann bei dem Schritt des Ausfahrens das andere Biegewerkzeug auf einer der ersten Seite entgegengesetzten zweiten Seite des Werkstücks gegen das Werkstück gedrückt werden, sodass die Vertiefung in dem Werkstück ausgebildet wird. Ein solche

Ausführung kann eine Effizienz der Fertigung einer Vertiefung weiter erhöhen.

[0069] Der Schritt des Einspannens kann das Werkstück in einer Einspannebene spannen und bei dem Schritt des Bewegens, insbesondere des Verlagerns oder des Schwenkens, kann eines der beiden Biegewerkzeuge entlang der Einspannebene beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt des Werkstücks anliegen. Beim Einspannen in der Einspannebene kann eine Vertiefung besonders präzise gefertigt werden.

[0070] Vorzugsweise kann zumindest das andere Biegewerkzeug einen hakenförmigen Biegeabschnitt mit einer Innenfläche und einer Außenfläche aufweisen, und bei dem Schritt des Ausfahrens des anderen Biegewerkzeugs seine Außenfläche auf die zweite Seite des Werkstücks gegen das Werkstück drücken, sodass die Vertiefung in dem Werkstück ausgebildet wird. Die Fertigung der Vertiefung mit der Außenfläche des hakenförmigen Biegeabschnitts führt zu einer höheren Präzision.

[0071] Alternativ oder zusätzlich dazu kann zumindest das andere Biegewerkzeug einen hakenförmigen Biegeabschnitt mit einer Innenfläche, einer Außenfläche und einem dazwischen angeordneten Endabschnitt aufweisen, und bei dem Schritt des Ausfahrens des anderen Biegewerkzeugs sein Endabschnitt auf die zweite Seite des Werkstücks gegen das Werkstück drücken, sodass die Vertiefung in dem Werkstück ausgebildet wird.

[0072] Das Ausfahren des anderen Biegewerkzeugs kann ein Ausfahren relativ zu der zugehörigen Klemmwange sein. Das Ausfahren des anderen Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange kann durch ein lineares Verschieben des anderen Biegewerkzeugs relativ zu dem zugehörigen Basiselement und/oder durch ein lineares Verschieben des zugehörigen Basiselements zusammen mit dem anderen Biegewerkzeug relativ zu der zugehörigen Klemmwange erfolgen.

[0073] Vorzugsweise kann das eine Biegewerkzeug einen hakenförmigen Biegeabschnitt mit einer Innenfläche und einer Außenfläche umfassen und bei dem Schritt des Verlagerns das eine Biegewerkzeug in der Gegenhalteposition mit seiner Außenfläche an dem vorstehenden Abschnitt des Werkstücks an der ersten Seite des Werkstücks anliegen. Auch das derartige Gegenhalten kann die präzise Fertigung der Vertiefung verbessern.

[0074] Alternativ oder zusätzlich dazu kann das eine Biegewerkzeug den hakenförmigen Biegeabschnitt mit einem Endabschnitt zwischen der Innenfläche und der Außenfläche umfassen und bei dem Schritt des Bewegens, insbesondere des Verlagerns oder des Schwenkens, das eine Biegewerkzeug in der Gegenhalteposition mit seinem Endabschnitt an dem vorstehenden Abschnitt des Werkstücks an der ersten Seite des Werkstücks anliegen. Das Bewegen, insbesondere das Verlagern, kann durch ein lineares Verschieben des Biegewerkzeugs relativ zu dem zugehörigen Basiselement und/oder durch ein lineares Verschieben des zugehörigen Basiselements zusammen mit dem Biegewerkzeug

relativ zu der zugehörigen Klemmwange erfolgen. Das Bewegen, insbesondere das Schwenken, kann durch ein Schwenken des Biegewerkzeugs relativ zu der zugehörigen Klemmwange erfolgen.

[0075] Die Steuereinheit der erfindungsgemäßen Biegemaschine kann ferner dazu eingerichtet sein, die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte auszuführen.

[0076] Die erfindungsgemäße Vorrichtung, sowie das erfindungsgemäße Verfahren sollen/soll hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere kann die erfindungsgemäße Vorrichtung und/oder das erfindungsgemäße Verfahren zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen und Einheiten sowie Verfahrensschritten abweichende Anzahl aufweisen. Zudem sollen bei den in dieser Offenbarung angegebenen Wertebereichen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als offenbart und als beliebig einsetzbar gelten.

[0077] Es wird insbesondere darauf hingewiesen, dass alle in Bezug auf die Vorrichtung beschriebenen Merkmale und Eigenschaften, aber auch Verfahrensweisen, sinngemäß auf das erfindungsgemäße Verfahren übertragbar und im Sinne der Erfindung einsetzbar und als mitoffenbart gelten. Gleiches gilt auch in umgekehrter Richtung. Das bedeutet, dass auch in Bezug auf das Verfahren genannte, bauliche also vorrichtungsgemäße Merkmale im Rahmen der Vorrichtungsansprüche berücksichtigt, beansprucht und ebenfalls zur Offenbarung gezählt werden können.

[0078] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand der beigefügten Figuren beispielhaft beschrieben. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und im Rahmen der Ansprüche sinnvoll in Kombination verwenden.

[0079] Falls von einem bestimmten Objekt mehr als ein Exemplar vorhanden ist, ist ggf. nur eines davon in den Figuren und in der Beschreibung mit einem Bezugszeichen versehen. Die Beschreibung dieses Exemplars kann entsprechend auf die anderen Exemplare von dem Objekt übertragen werden. Sind Objekte insbesondere mittels Zahlenwörtern, wie beispielsweise erstes, zweites, drittes Objekt etc. benannt, dienen diese der Benennung und/oder Zuordnung von Objekten. Demnach können beispielsweise ein erstes Objekt und ein drittes Objekt, jedoch kein zweites Objekt umfasst sein. Allerdings könnten anhand von Zahlenwörtern zusätzlich auch eine Anzahl und/oder eine Reihenfolge von Objekten ableitbar sein.

[0080] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Darstellung einer Biegemaschine, die als Doppelbieger ausgeführt ist;

Fig. 2

eine schematische perspektivische Darstellung eines Ausschnitts einer Rückseite der Biegemaschine;

5 Fig. 3

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine;

Fig. 4A

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer ersten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

10

Fig. 4B

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

15

Fig. 4C

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer dritten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

20

Fig. 4D

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

25

Fig. 4E

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

30

Fig. 4F

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

35

Fig. 5

ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

40

Fig. 6A

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer ersten Stellung eines weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

45

Fig. 6B

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer zweiten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

50

Fig. 6C

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer dritten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;

55

Fig. 6D

eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer vierten Stellung des weiteren Verfahrens zur Ferti-

	gung eines geschlossenen Falzes;				ritten Stellung des Verfahrens zur Ferti- gung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 6E	eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer fünften Stellung des weiteren Verfahrens zur Ferti- gung eines geschlossenen Falzes;	5	Fig. 13D	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Ferti- gung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 6F	eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer sechsten Stellung des weiteren Verfahrens zur Ferti- gung eines geschlossenen Falzes;	10	Fig. 13E	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Ferti- gung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 7	ein Ablaufdiagramm des weiteren Verfah- rens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	15	Fig. 13F	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fer- tigung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 8A	eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer ersten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung ei- nes geneigten Falzes;	20	Fig. 14	ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der anderen Biegemaschine;	
Fig. 8B	eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes;	25	Fig. 15A	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer ersten Stellung eines weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 9	ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes;		Fig. 15B	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer zweiten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 10A	eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer ersten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung ei- ner Vertiefung;	30	Fig. 15C	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer dritten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 10B	eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung;	35	Fig. 15D	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer vierten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 11	ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung;	40	Fig. 15E	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer fünften Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 12	eine schematische Seitenansicht eines Teils einer anderen Biegemaschine, die als Einzelbieger ausgeführt ist;	45	Fig. 15F	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer sechsten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	
Fig. 13A	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer ersten Stellung eines Verfahrens zur Ferti- gung eines geschlossenen Falzes;	50	Fig. 16	ein Ablaufdiagramm des weiteren Verfah- rens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der anderen Biegemaschine;	
Fig. 13B	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Ferti- gung eines geschlossenen Falzes;	55	Fig. 17A	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer	
Fig. 13C	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer				

	ersten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes;		Fig. 22A	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer ersten Stellung eines weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 17B	eine schematische Seitenansicht eines Teils der anderen Biegemaschine in einer zweiten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes;	5	Fig. 22B	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer zweiten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 18	ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes mit der anderen Biegemaschine;	10		
Fig. 19	eine schematische Seitenansicht eines Teils einer als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine, die als Einzelbieger ausgeführt ist;	15	Fig. 22C	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer dritten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 20A	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer ersten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	20	Fig. 22D	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer vierten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 20B	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	25	Fig. 22E	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer fünften Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 20C	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer dritten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	30	Fig. 22F	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer sechsten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 20D	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	35		
		40	Fig. 23	ein Ablaufdiagramm des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;
Fig. 20E	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	45	Fig. 24A	eine schematische Seitenansicht eines Teils einer als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer ersten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes;
Fig. 20F	eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes;	50	Fig. 24B	eine schematische Seitenansicht eines Teils einer als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine in einer zweiten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes; und
Fig. 21	ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine;	55	Fig. 25	ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes mit der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine;
			Fig. 26	eine schematische Seitenansicht eines

Teils einer als Schwenkbiegemaschine ausgestaltete Biegemaschine, die als Doppelbieger ausgeführt ist;

Fig. 27C eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestaltete Biegemaschine, die als Doppelbieger aufgeführt ist, in einer ersten Stellung eines Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung;

Fig. 27B eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestaltete Biegemaschine, die als Doppelbieger aufgeführt ist, in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung; und

Fig. 28 ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung mit der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine, die als Doppelbieger ausgeführt ist.

[0081] Fig. 1 zeigt eine Biegemaschine 10, die als Doppelbieger ausgeführt ist, zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer perspektivischen Darstellung. In Fig. 2 ist ein Ausschnitt einer Rückseite der Biegemaschine 10 perspektivisch dargestellt. Zudem zeigt Fig. 3 eine Seitenansicht eines Ausschnitts der Biegemaschine 10. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen. Die Biegemaschine 10 ist zum Biegen eines flächigen Werkstücks 12 eingerichtet. Im gezeigten Fall ist das flächige Werkstück 12 ein Blech.

[0082] Die Biegemaschine 10 umfasst ein Maschinengestell 20. Die Biegemaschine 10 ist mit dem Maschinengestell 20 auf einem ebenen Untergrund aufgestellt. Eine Flächennormale des ebenen Untergrundes definiert eine vertikale Richtung 98, wobei eine nicht gezeigte vertikale Achse der Biegemaschine 10 parallel zu der vertikalen Richtung angeordnet ist. Die Biegemaschine 10 weist zudem eine nicht gezeigte Längsachse sowie eine nicht gezeigte Querachse auf, die parallel zu einer Längsrichtung 100 beziehungsweise einer Querrichtung 102 angeordnet sind. Die vertikale Richtung 98, die Längsrichtung 100 und die Querrichtung 102 sind im vorliegenden Fall paarweise senkrecht zueinander angeordnet.

[0083] Zudem umfasst die Biegemaschine 10 eine erste Klemmwange 22 und eine zweite Klemmwange 24. Die erste Klemmwange 22 ist im gezeigten Fall eine obere Klemmwange, während die zweite Klemmwange 24 eine untere Klemmwange ist.

[0084] Die erste Klemmwange 22 und die zweite Klemmwange 24 sind dazu eingerichtet, das Werkstück 12 in einer Einspannebene 32 einzuspannen. Die Einspannebene 32 ist parallel zu dem ebenen Untergrund bzw. parallel zu der horizontalen Richtung 102 und senk-

recht zu der vertikalen Richtung 98 angeordnet. Das Werkstück 12 ist derart eingespannt, dass es einen eingespannten Abschnitt 16 sowie einen zu bearbeitenden, vorstehenden Abschnitt 14 umfasst. Der vorstehende Abschnitt 14 und der eingespannte Abschnitt 16 sind einteilig verbunden und einander unmittelbar benachbart.

[0085] Die Klemmwangen 22, 24 sind plattenförmig ausgebildet. Im gezeigten Fall sind die Klemmwangen 22, 24 Stahlplatten. Die Klemmwangen 22, 24 weisen jeweils eine Klemmfläche auf, die in dem eingespannten Zustand des Werkstücks 12 an dieses angelegt sind. Die Klemmflächen sind parallel zu der Einspannebene 32 angeordnet.

[0086] Die Klemmwangen 22, 24 sind unter einem Winkel von etwa 60° zueinander angeordnet. Das Werkstück 12 steht von den Klemmwangen 22, 24 in einen Biegebereich der Biegemaschine 10, innerhalb dessen der vorstehende Abschnitt 14 des Werkstücks 12 bei einem Biegenabgekantet werden kann.

[0087] Die Biegemaschine 10 weist wenigstens einen Tisch 88 auf, auf welchem das Werkstück 12 abgelegt ist. Der Tisch 88 ist zum Beispiel bewegbar angeordnet. Zudem ist der Tisch 88 wahlweise relativ zu dem Maschinengestell 20 bewegbar oder feststehend. Im gezeigten Fall ist der Tisch 88 parallel zu der Einspannebene 32 ausfahrbar. Des Weiteren kann der Tisch 88 parallel zu der vertikalen Richtung 98 verfahrbar sein, beispielsweise um wenigstens einige Zentimeter. In einem eingespannten Zustand ist das Werkstück 12 zwischen den Klemmwangen 22, 24 eingespannt und zusätzlich abschnittsweise auf dem Tisch 88 abgelegt. Die Biegemaschine 10 umfasst zudem eine nicht dargestellte Positionierungseinheit, die zu einem Verschieben des Werkstücks 12 parallel zu einer Oberfläche des Tisches 88 eingerichtet ist. Die Positionierungseinheit umfasst beispielsweise mehrere Greifer, die das Werkstück 12 an einer dem vorstehenden Abschnitt des Werkstücks 12 entgegengesetzten Seite greifen können und parallel zu der Oberfläche des Tisches 88 verfahrbar sind. Ist das Werkstück 12 von den Klemmwangen 22, 24 freigegeben, kann dieses mittels der Positionierungseinheit zwischen den Klemmwangen 22, 24 hindurch vorgeschoben werden.

[0088] Die erste Klemmwange 22 ist relativ zu dem Maschinengestell 20 in eine Richtung senkrecht zu der Einspannebene 32 bewegbar. Hierfür kann die Biegemaschine 10 geeignete Antriebe aufweisen. Die Klemmwangen 22, 24 können somit senkrecht zur Einspannebene 32 aufeinander zu und voneinander weg bewegt werden.

[0089] Im gezeigten Fall ist die erste Klemmwange 22 an mehreren Trägern 90 befestigt, von denen lediglich einer mit einem Bezugszeichen versehen ist. Die Träger 90 sind schwenkbar an dem Maschinengestell 20 gelagert. Die zweite Klemmwange 24 ist an dem Maschinengestell 20 befestigt. Mittels eines Schwenkens der Träger 90 ist entsprechend die erste Klemmwange 22

relativ zu der zweiten Klemmwange 24 schwenkbar, wodurch das Werkstück 12 einspannbar und lösbar ist. Ferner ist hierdurch die erste Klemmwange 22 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 in eine Richtung senkrecht zu der Einspannebene 32 bewegbar.

[0090] Die Biegemaschine 10 umfasst ferner eine erste Biegeeinheit 26, die an der ersten Klemmwange 22 angeordnet ist. Die erste Biegeeinheit 26 weist ein erstes Biegewerkzeug 30 auf. Außerdem umfasst die Biegemaschine 10 eine zweite Biegeeinheit 28, die an der zweiten Klemmwange 24 angeordnet ist. Die zweite Biegeeinheit 28 weist ein zweites Biegewerkzeug 31 auf. Die erste Biegeeinheit 26 und die zweite Biegeeinheit 28 sind im Wesentlichen baugleich und bezüglich der Querrichtung 102 spiegelverkehrt angeordnet. Im Folgenden wird überwiegend lediglich auf die Ausgestaltung der ersten Biegeeinheit 26 eingegangen. Die Beschreibung der ersten Biegeeinheit 26 ist jedoch entsprechend auf die zweite Biegeeinheit 28 übertragbar. Grundsätzlich können aber Konstruktionsunterschiede zwischen den Biegeeinheiten 26, 28 vorhanden sein.

[0091] Die erste Biegeeinheit 26 ist dazu eingerichtet, den vorstehenden Abschnitt 14 des Werkstücks 12 relativ zu dem eingespannten Abschnitt 16 des Werkstücks 12, um eine Biegeachse 18 umzubiegen, um eine Abkantung 15 zu bilden. Die Biegeachse 18 verläuft parallel zu der Längsrichtung 100. Die Biegeachse 18 definiert einen Verbindungsbereich des eingespannten Abschnitts 16 des Werkstücks 12 und des vorstehenden Abschnitts 14 des Werkstücks 12.

[0092] Die erste Biegeeinheit 26 weist wenigstens eine Linearführung 34-44 auf, mit der das erste Biegewerkzeug 30 zur Verlagerung in einer Vorschubebene 48 lineargeführt ist (vgl. Fig. 1 und Fig. 3). Im gezeigten Fall weist die erste Biegeeinheit 26 sechs Linearführungen 34-44 auf. Die Linearführungen 34-44 sind bezüglich der Längsrichtung 100 in regelmäßigen Abständen angeordnet.

[0093] Die zweite Biegeeinheit 28 weist ebenfalls sechs Linearführungen 46 auf, von denen für eine bessere Übersichtlichkeit lediglich eine mit einem Bezugszeichen versehen ist.

[0094] Die erste Biegeeinheit 26 umfasst einen ersten Biegewerkzeugträger 80, an welchem das erste Biegewerkzeug 30 wechselbar befestigt ist. Das erste Biegewerkzeug 30 ist im gezeigten Fall formschlüssig an den ersten Biegewerkzeugträger 80 angelegt und ferner an diesen angeschraubt. Der erste Biegewerkzeugträger 80 ist im Wesentlichen plattenförmig ausgebildet. Eine Haupterstreckungsebene des ersten Biegewerkzeugträgers 80 erstreckt sich parallel zu der Vorschubebene 48. Die Linearführungen 34-44 sind zum Linearführen des ersten Biegewerkzeugträgers 80 eingerichtet. Da das erste Biegewerkzeug 30 an dem ersten Biegewerkzeugträger 80 befestigt ist, führen die Linearführungen 34-44 hierdurch das erste Biegewerkzeug 30.

[0095] Die erste Biegeeinheit 26 umfasst ein an der ersten Klemmwange 22 bewegbar gelagertes erstes

Basiselement 54, an welchem das erste Biegewerkzeug 30 linear bewegbar und verschiebbar gelagert ist. Die Linearführungen 34-44 für das erste Biegewerkzeug 30 sind in das erste Basiselement 54 integriert.

[0096] Die erste Biegeeinheit 26 umfasst eine weitere Linearführung 56, mit der das erste Basiselement 54 zur Verlagerung in einer weiteren Vorschubebene 64 lineargeführt ist. Die weitere Linearführung 56 führt das erste Basiselement 54 parallel zu einer Oberfläche der ersten Klemmwange 22. Im gezeigten Fall umfasst die erste Biegeeinheit 26 vier weitere Linearführungen 56-62 für das erste Basiselement 54, die in regelmäßigen Abständen entlang der Längsrichtung 100 angeordnet sind. Die weiteren Linearführungen 56-62 für das erste Basiselement 54 sind entlang der Längsrichtung 100 relativ zu den Linearführungen 34-44 für das erste Biegewerkzeug 30 versetzt angeordnet.

[0097] Das erste Basiselement 54 weist senkrecht zu der Biegeachse 18 einen dreieckigen Querschnitt auf. Das erste Basiselement 54 ist als ein in Längsrichtung 100 ausgedehntes Element mit dreieckigem Querschnitt ausgebildet. Eine Oberseite des ersten Basiselements 54 ist parallel zu der Vorschubebene 48 angeordnet. Zudem ist eine Unterseite des ersten Basiselements 54 parallel zu der weiteren Vorschubebene 64 angeordnet. Die Oberseite und die Unterseite des ersten Basiselements 54 schließen einen Winkel von weniger als 90° ein. Die weitere Vorschubebene 64 ist wiederum parallel zu einer Oberseite der ersten Klemmwange 22 angeordnet.

[0098] Die zweite Biegeeinheit 28 umfasst einen zweiten Biegewerkzeugträger 81, ein zweites Biegewerkzeug 31 und ein zweites Basiselement 55, wobei die Beschreibung der ersten Biegeeinheit 26 entsprechend auf die zweite Biegeeinheit 28 übertragbar ist.

[0099] In Fig. 3 ist die Biegemaschine 10 in einem Zustand dargestellt, in welchem die erste Biegeeinheit 26 in einen Bereich der Biegeachse 18 relativ zu der ersten Klemmwange 22 ausgefahren ist. Des Weiteren ist in dem in Fig. 3 gezeigten Zustand die zweite Biegeeinheit 28 auf der zweiten Klemmwange 24 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 eingefahren, also von der Biegeachse 18 wegbewegt, sodass ein möglichst großer Biegebereich vor der zweiten Klemmwange 24 freigegeben ist, in welchen der vorstehende Abschnitt 14 des Werkstücks 12 wahlweise hineingebogen werden kann, um eine Abkantung 15 zu bilden.

[0100] Durch ein Verlagern des ersten Basiselements 54 in der weiteren Vorschubebene 64 relativ zu der ersten Klemmwange 22 sowie durch ein Verlagern des ersten Biegewerkzeugs 30 in der Vorschubebene 48 relativ zu dem ersten Basiselement 54 kann das erste Biegewerkzeug 30 entlang einer Bewegungsbahn bewegt bzw. verlagert werden, um das Werkstück 12 zu biegen. Durch die Überlagerung der Bewegungen in der Vorschubebene 48 und in der weiteren Vorschubebene 64 kann eine Gesamtbewegung des ersten Biegewerkzeugs 30 relativ zu der Einspannebene bzw. relativ zu dem Werkstück 12

erzeugt werden, wobei unterschiedlichste Bewegungsbahnen erzeugt werden können. Hierauf wird im Folgenden nochmals eingegangen werden.

[0101] Bei einem Bewegen bzw. Verlagern des ersten Basiselements 54 relativ zur ersten Klemmwange 22 wird die Vorschubebene 48 relativ zu der Biegeachse 18 entlang der weiteren Vorschubebene 64 mitbewegt. Die weitere Vorschubebene 64 ist hingegen relativ zu der Biegeachse 18 ortsfest.

[0102] Die Vorschubebene 48 schneidet die weitere Vorschubebene 64. Eine Schnittgerade der Vorschubebene 48 und der weiteren Vorschubebene 64 ist parallel zu der Biegeachse 18 angeordnet. Wird das erste Biegewerkzeug 30 und/oder das erste Basiselement 54 geeignet verfahren, kann die Schnittgerade mit der Biegeachse 18 zusammenfallen. Zudem schneiden sowohl die Vorschubebene 48 als auch die weitere Vorschubebene 64 die Einspannebene 32. Wird das erste Biegewerkzeug 30 und/oder das erste Basiselement 54 geeignet verfahren, können Schnittgeraden der Einspannebene 32 und der Vorschubebene 48 sowie der Einspannebene 32 und der weiteren Vorschubebene 64 zusammenfallen, beispielsweise auch mit der Biegeachse 18. Die Vorschubebene 48 ist relativ zu der weiteren Vorschubebene 64 um beispielsweise 25° angestellt. Dieser Winkel entspricht einem Winkel zwischen der Oberseite und der Unterseite des ersten Basiselements 54. Zudem ist die weitere Vorschubebene 64 relativ zu der Einspannebene 32 um beispielsweise 30° angestellt. Dieser Winkel entspricht einem halben Winkel zwischen den Klemmwangen 22, 24.

[0103] Die erste Biegeeinheit 26 weist einen Antrieb 50 für das erste Biegewerkzeug 30 auf, der dazu eingerichtet ist, das erste Biegewerkzeug 30 in der Vorschubebene 48 zu bewegen. Wie in Fig. 1 zu erkennen ist, umfasst die Biegemaschine 10 zwei Antriebe 50, 52 für das erste Biegewerkzeug 30. Die Antriebe 50, 52 für das erste Biegewerkzeug 30 sind im gezeigten Fall baugleich ausgeführt, weshalb lediglich der Antrieb 50 näher beschrieben wird. Der Antrieb 50 ist in das erste Basiselement 54 integriert. Der Antrieb 50 ist mit dem ersten Basiselement 54 mitbewegbar. Der Antrieb 50 ist ein Linearantrieb. Die Antriebe 50, 52 für das erste Biegewerkzeug 30 sind im gezeigten Fall versetzt zu den Linearführungen 34-44 für das erste Biegewerkzeug 30 angeordnet.

[0104] Die erste Biegeeinheit 26 umfasst ferner einen Antrieb 66 für das erste Basiselement 54, der dazu eingerichtet ist das erste Basiselement 54 in der weiteren Vorschubebene 64 zu bewegen. Im gezeigten Fall umfasst die erste Biegeeinheit 26 zwei Antriebe 66, 68 für das erste Basiselement 54. Die Antriebe 66, 68 sind an der ersten Klemmwange 22 angeordnet. Die Antriebe 66, 68 für das erste Basiselement 54 sind im gezeigten Fall baugleich ausgeführt, weshalb lediglich der Antrieb 66 näher beschrieben wird. Der Antrieb 66 ist ein Linearantrieb. Der Antrieb 66 für das erste Basiselement 54 ist teilweise in das erste Basiselement 54 und teilweise in

die erste Klemmwange 22 integriert.

[0105] Das zweite Biegewerkzeug 31 und das zweite Basiselement 55 der zweiten Biegeeinheit 28 können auf die gleiche Weise bewegt werden, wobei die Beschreibung der ersten Biegeeinheit 26 entsprechend auf die zweite Biegeeinheit 28 übertragbar ist.

[0106] Im Folgenden soll auf einen Biegebetrieb der Biegemaschine 10 näher eingegangen werden. Bei einem Biegen mit der ersten Biegeeinheit 26 wird um die zweite Klemmwange 24 gebogen. Der vorstehende Abschnitt 14 des Werkstücks 12 kann dabei um die zweite Klemmwange 24 umgebogen werden, indem mittels geeigneten Bewegens bzw. Verfahrens des ersten Biegewerkzeugs 30 dieses eine Biegekraft auf den vorstehenden Abschnitt 14 des Werkstücks 12 ausübt, um eine Abkantung 15 zu bilden. In analoger Weise kann bei einem Biegen mit der zweiten Biegeeinheit 28 der vorstehende Abschnitt 14 des Werkstücks 12 um die erste Klemmwange 22 umgebogen werden, indem mittels geeigneten Bewegens, vorliegend Verfahrens, des zweiten Biegewerkzeugs 31 dieses eine Biegekraft auf den vorstehenden Abschnitt 14 des Werkstücks 12 ausübt, um eine Abkantung 15 zu bilden. Die Biegemaschine 10 ist also zu einem Doppelbiegen eingerichtet.

[0107] Das erste Biegewerkzeug 30 und das zweite Biegewerkzeug 31 weisen jeweils einen hakenförmigen Biegeabschnitt 78 auf, der bei einem Umformen des Werkstücks 12 mit diesem in Kontakt gebracht wird. Der hakenförmige Biegeabschnitt 78 übt dabei eine Kraft, insbesondere eine Biegekraft, auf das Werkstück 12 aus, wenn das erste Biegewerkzeug 30 oder das zweite Biegewerkzeug 31 relativ zu dem Werkstück 12 verfahren wird. Das Biegewerkzeug 30, 31 kann hierbei sowohl beim Einfahren des Biegewerkzeugs 30, 31 relativ zu der entsprechenden Klemmwange 22, 24 als auch beim Ausfahren des Biegewerkzeugs 30, 31 relativ zu der entsprechenden Klemmwange 22, 24 eine Kraft auf das Werkstück 12 ausüben, um dieses zu bearbeiten, insbesondere zu biegen.

[0108] Der hakenförmige Biegeabschnitt 78 weist senkrecht zu der Längsrichtung 100 einen hakenförmigen Querschnitt auf.

[0109] Der hakenförmige Biegeabschnitt 78 weist eine Innenfläche 92 und eine Außenfläche 94 auf. Die Innenfläche 92 ist eine Hakeninnenfläche. Die Innenfläche 92 ist beispielsweise aus mehreren im Wesentlichen ebenen Flächen zusammengesetzt, die abgerundet ineinander übergehen. Ebenso ist die Außenfläche 94 aus mehreren im Wesentlichen ebenen Flächen zusammengesetzt, wobei Übergänge als abgerundete Kanten ausgebildet sind.

[0110] Der hakenförmige Biegeabschnitt 78 umfasst zudem einen Endabschnitt 96, der zwischen der Innenfläche 92 und der Außenfläche 94 liegt. Der Endabschnitt 96 bildet einen vordersten Abschnitt des Biegewerkzeugs 30. In einem Bereich des Endabschnitts 96 geht die Innenfläche 92 in die Außenfläche 94 über. Der Endabschnitt 96 weist eine gekrümmte Oberfläche auf, die in

einer Betrachtung parallel zu der Längsrichtung 100 kreisbogenförmig ausgebildet ist. Gemäß einer Biegevariante kann das Werkstück 12 mit dem Endabschnitt 96 derart gebogen werden, dass der Endabschnitt 96 stets entlang einer sich parallel zu der Biegeachse 18 erstreckenden Linie an dem Werkstück 12 anliegt. Die gekrümmte Oberfläche des Endabschnitts 96 rollt bei einem Biegevorgang über das Werkstück 12 ab, sodass es zwischen Werkstück 12 und Biegewerkzeug 30 vorzugsweise möglichst nicht zu einem Gleiten kommt, das unter Umständen ein Zerkratzen des Werkstücks 12 nach sich ziehen könnte. Dieses Abrollen wird dadurch erzeugt, dass eine Bewegungsbahn des Biegewerkzeugs 30 und somit des Endabschnitts 96 entsprechend gewählt wird, sodass der Endabschnitt 96 nicht relativ zu dem vorstehenden Abschnitt 14 des Werkstücks 12 rutscht.

[0111] Zur Steuerung der Bewegung der Biegewerkzeuge 30, 31 bzw. der Basiselemente 54, 55 in ihren Vorschubebenen, beispielsweise in der Vorschubebene 48 bzw. in der weiteren Vorschubebene 64, weist die Biegemaschine 10 eine elektronische Steuereinheit 82 auf, die in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Die Steuereinheit 82 ist dazu eingerichtet, eine Bewegungsbahn für das Biegewerkzeug 30 durch Überlagerung wenigstens zweier Linearbewegungen zu erzeugen. Selbiges gilt für eine Bewegungsbahn für das Biegewerkzeug 31 der zweiten Biegeeinheit 28. Diese Linearbewegungen sind im gezeigten Fall die Bewegung des Biegewerkzeugs 30 in der Vorschubebene 48 sowie die Bewegung des Basiselements 54 in der weiteren Vorschubebene 64.

[0112] Wie unter nochmaligem Verweis auf die Figur 1 zu erkennen ist, umfasst die Biegemaschine 10 zudem eine Benutzerschnittstelle 216, die beispielsweise einen Bildschirm und geeignete Bedienelemente und/oder einen Touch-Bildschirm umfasst. Mittels der Benutzerschnittstelle 216 kann ein Benutzer ein zu biegendes Zielprofil eingeben. Die Steuereinheit 82 ist dazu eingerichtet, das Zielprofil zu erhalten und auszuwerten. Auf der Grundlage des Zielprofils berechnet die Steuereinheit 82 dann eine vorgeschlagene Biegereihenfolge. Zudem kann eine Simulation eines Biegevorgangs erstellt werden, die dem Benutzer wiederum über die Benutzerschnittstelle 216 angezeigt werden kann. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Benutzer ausgehend von der Simulation die vorgeschlagene Biegereihenfolge bestätigen und/oder Änderungen daran vornehmen kann, die vor einer Durchführung eines Biegevorgangs von der Steuereinheit 82 berücksichtigt werden.

[0113] Fig. 4A bis Fig. 4F und Fig. 5 zeigen ein Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der erfindungsgemäßen Biegemaschine 10 gemäß einem ersten Aspekt. Fig. 4A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 4B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 4C zeigt schematische Seitenansicht

eines Teils der Biegemaschine in einer dritten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 4D zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 4E zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 4F zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes und Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0114] Das Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes umfasst einen ersten Schritt S11 eines Erzeugens eines Vorfalzes an dem Werkstück 12, umfassend ein Bilden einer ersten Abkantung 15A, wie in Fig. 4A und Fig. 4B gezeigt ist. Das Verfahren umfasst ferner einen zweiten Schritt S12 eines Bewegens der ersten Klemmwange 22 weg von dem Werkstück 12, wie in Fig. 4C und Fig. 4D gezeigt ist. Diese Bewegung der ersten Klemmwange 22 weg von dem Werkstück 12 wird in Fig. 4D durch einen Pfeil veranschaulicht. Anstelle des Bewegens der ersten Klemmwange 22 weg von dem Werkstück 12 wäre auch ein Bewegen weg von dem Vorfalz ausreichend, um den Schritt erfindungsgemäß auszuführen. Das Verfahren umfasst ferner einen dritten Schritt S13 eines Schließens des Vorfalzes zu einem vollständig geschlossenen Falz durch vollständiges Schließen der ersten Abkantung 15A mit der zweiten Biegeeinheit 31 in einem Zustand, in dem die erste Klemmwange 22 von dem Werkstück 12 beabstandet ist, wie in Fig. 4E und Fig. 4F gezeigt ist.

[0115] Der erste Schritt S11 des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12 durch die Biegemaschine 10 wird durch Bewegung, insbesondere Verlagerung, des zweiten Biegewerkzeugs 31 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 ausgeführt. Bei der Verlagerung wird das zweite Biegewerkzeug 31 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 ausgefahren. Insbesondere wird dabei das zweite Biegewerkzeug 31 relativ zu dem zweiten Basiselement 55 mit einer linearen Verschiebung ausgefahren, und gleichzeitig wird das zweite Basiselement 55 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 mit einer linearen Verschiebung eingefahren. Diese Verlagerung bewirkt zunächst, wie in Fig. 4A dargestellt, dass die Außenfläche 94 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 mit dem vorstehenden Abschnitt 14 in Kontakt kommt und dass der vorstehende Abschnitt 14 relativ zu dem eingespannten Abschnitt 16 durch Drücken mit dem zweiten Biegewerkzeug 31 gebogen wird. Im Verlauf der Biegung kommt anschließend der Endabschnitt 96 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 mit dem vorstehenden Abschnitt 14 in Kontakt und biegt diesen durch Drücken mit dem zweiten Biegewerkzeug 31 derart weiter, dass, wie in Fig. 4B dargestellt, ein Vorfalz mit der

ersten Abkantung 15A erzeugt wird.

[0116] Der zweite Schritt S12 des Bewegens der ersten Klemmwange 22 weg von dem Werkstück 12 wird vorliegend, wie in Fig. 4C und Fig. 4D gezeigt, durch ein Schwenken des Trägers 90 ausgeführt. Das Werkstück 12 wird dafür beispielsweise durch die nicht dargestellte Positionierungseinheit relativ zu den Klemmwangen 22, 24 vor- und zurückgeschoben, um einen Zusammenstoß der ersten Klemmwange 22 mit dem Werkstück 12 zu vermeiden. Der Träger 90 wird dabei zunächst zusammen mit der ersten Klemmwange 22 etwas nach oben geschwenkt, sodass das Werkstück 12, wie in Fig. 4C gezeigt, nicht mehr zwischen der ersten Klemmwange 22 und der zweiten Klemmwange 24 eingespannt ist. Das Werkstück 12 kann anschließend teilweise vorgeschoben werden. Hierfür bietet sich insbesondere die nicht dargestellte Positioniereinheit an. Es können allerdings auch andere Vorrichtungen verwendet werden oder das Vorschieben kann manuell erfolgen. Anschließend kann die erste Klemmwange 22 durch Schwenken des Trägers 90 nach oben, wie in Fig. 4D gezeigt, weg von dem Werkstück 12 bewegt werden, ohne dabei mit dem Werkstück 12 zusammenzustoßen. Für den dritten Schritt S13 des Schließens des Vorfalzes wird das Werkstück 12 anschließend wieder zurückgeschoben.

[0117] Alternativ dazu könnte die erste Abkantung 15A des Vorfalzes beispielsweise auch mit einem solchen Winkel gebogen werden, dass das Vor- und Zurückschieben des Werkstücks 12 nicht notwendig ist, um die erste Klemmwange 22 weg von dem Werkstück 12 bzw. dem Vorfalz zu bewegen, ohne dabei mit dem Werkstück 12 zusammenzustoßen. Außerdem könnte die Biegemaschine 10 beispielsweise auch derart modifiziert werden, dass die erste Klemmwange 22 horizontal entlang der Einspannebene 32 bewegbar ist, um das Vor- und Zurückschieben des Werkstücks 12 zu vermeiden.

[0118] Der dritte Schritt S13 des Schließens des Vorfalzes wird, wie in Fig. 4E dargestellt, in einem Zustand ausgeführt, in dem das Werkstück 12 auf der zweiten Klemmwange 24 liegt, wobei die erste Klemmwange 22 weggefahren ist. Das Werkstück 12 befindet sich also in einem nicht eingespannten Zustand. Das Schließen wird vorliegend durch ein Drücken mit dem zweiten Biegewerkzeug 31 gegen den vorstehenden Abschnitt 14, der vorliegend den Vorfalz mit der ersten Abkantung 15A bildet, bei einem Einfahren des zweiten Biegewerkzeugs 31 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 ausgeführt. Hierbei wird das zweite Biegewerkzeug 31 relativ zu dem zweiten Basiselement 55 mit einer linearen Verschiebung eingefahren, und gleichzeitig wird das zweite Basiselement 55 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 mit einer linearen Verschiebung ausgefahren. Diese Verlagerung bewirkt zunächst, wie in Fig. 4E dargestellt, dass der Endabschnitt 96 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 mit dem vorstehenden Abschnitt 14 in Kontakt bleibt und dass der vorstehende Abschnitt 14 relativ zu dem eingespannten Abschnitt 16 durch Drücken mit dem zweiten Biegewerkzeug 31 weiter gebogen wird. Im Ver-

lauf der Biegung kommt anschließend die Innenfläche 92 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 mit dem vorstehenden Abschnitt 14 in Kontakt und biegt diesen durch Drücken mit dem zweiten Biegewerkzeug 31 derart weiter, dass, wie in Fig. 4F dargestellt, die erste Abkantung 15A des Falzes vollständig geschlossen ist. Diese Verlagerung bewirkt das Einfahren des zweiten Biegewerkzeugs 31 relativ zu der zweiten Klemmwange 24 zum Drücken mit der Innenfläche 92 und dem Endabschnitt 96 derart, dass es vorzugsweise zwischen Werkstück 12 und zweitem Biegewerkzeug 31 möglichst nicht zu einem Gleiten kommt. Das Gleiten könnte unter Umständen ein Zerkratzen des Werkstücks 12 nach sich ziehen.

[0119] Die Vermeidung des Gleitens wird dadurch erzeugt, dass eine Bewegungsbahn des zweiten Biegewerkzeugs 31 und somit der Innenfläche 92 und dem Endabschnitt 96 94 entsprechend gewählt wird, sodass diese möglichst nicht relativ zu dem vorstehenden Abschnitt 14 des Werkstücks 12 rutschen.

[0120] Das vollständige Schließen der ersten Abkantung 15A wird dabei durch Bewegen der Innenfläche 92 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 zu der zweiten Klemmwange 24 ausgeführt. Insbesondere wird dabei eine ebene Fläche der Innenfläche 92, welche parallel zu einer Klemmfläche der zweiten Klemmwange 24 orientiert ist, auf diese zu bewegt. Hierbei wird die Krafteinwirkung auf das Werkstück 12 mit dem zweiten Biegewerkzeug 31 flächiger, sodass das vollständige Schließen der ersten Abkantung 15A besonders präzise ausgeführt werden kann.

[0121] Alternativ dazu wäre das Schließen des Vorfalzes auch durch ein Drücken mit dem ersten Biegewerkzeug 30 beim Ausfahren des ersten Biegewerkzeugs 30 relativ zu der ersten Klemmwange 22 möglich.

[0122] Die Steuereinheit 82 der Biegemaschine 10 ist dazu eingerichtet die Schritte S11 bis S13 wie in Fig. 5 dargestellt auszuführen. Die Steuereinheit 82 kann eine für die Schritte S11 bis S13 notwendige Bewegungsbahn für das erste Biegewerkzeug 31 durch Überlagerung der Linearbewegung zwischen der zweiten Klemmwange 28 und des zweiten Basiselements 55 und der Linearbewegung zwischen dem zweiten Basiselement 55 und dem zweiten Biegewerkzeug 31 erzeugen.

[0123] Zum Ausführen der Schritte S11 bis S13 ist es nicht erforderlich eine Biegemaschine mit zwei Biegeeinheiten zu verwenden. Das Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes kann also auch mit einer Biegemaschine mit einer einzelnen Biegeeinheit, insbesondere mit einem Einzelbieger, ausgeführt werden, wie beispielsweise bei einer im weiteren Verlauf beschriebenen Ausführungsform. Zudem können die Schritte S11 bis S13 auch von einer oberen Biegeeinheit ausgeführt werden, wobei ein geschlossener Falz mit einer geschlossenen Abkantung 15 dann entsprechend zu einer entgegengesetzten Seite gefertigt wird und das Werkstück 12 während dem dritten Schritt S13 des Schließens des Vorfalzes beispielsweise in einem nicht eingespannten Zustand auf dem Tisch 88 liegt bzw. von diesem in

Position gehalten wird. Ferner können die Schritte S11 bis S13 auch mit einer Biegemaschine ausgeführt werden, die an den jeweiligen Biegeeinheiten ein Biege-
werkzeug mit einer anderen Form, insbesondere mit einer anderen Biegegeometrie, aufweist.

[0124] Fig. 6A bis Fig. 6F und Fig. 7 zeigen ein weiteres Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der erfindungsgemäßen Biegemaschine 10 gemäß einem ersten Aspekt. Fig. 6A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 6B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 6C zeigt schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer dritten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 6D zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 6E zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 6F zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes und Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0125] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes an einem Werkstück 12 mit der Biegemaschine 10 umfasst einen ersten Schritt S11' des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12, umfassend ein Bilden einer ersten Abkantung 15A, wie in Fig. 6A und Fig. 6B gezeigt, einen zweiten Schritt S12' eines Bewegens der zweiten Klemmwange 22 weg von dem Werkstück 12, wie in Fig. 6C und Fig. 6D gezeigt, und einen dritten Schritt S13' eines Schließens des Vorfalzes zu einem Falz durch Schließen der ersten Abkantung 15A durch die Biegeeinheit 28 in einem Zustand, in dem die zweite Klemmwange 22 weg von dem Werkstück 12 beabstandet ist, wie in Fig. 6E und Fig. 6F gezeigt.

[0126] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S11' bis S13' ist eine erweiterte Ausführungsform zu dem oben beschriebenen Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S11 bis S13 und kann beispielsweise zur Fertigung eines Blechs mit einer Tropfkante für eine Dachtraufe verwendet werden. Hierbei entspricht der Schritt S12' dem Schritt S12 und der Schritt S13' dem Schritt S13. Der Schritt S11' basiert auf dem Schritt S11 und unterscheidet sich durch die Fertigung eines Vorfalzes mit Profilschenkel. Gleiche bzw. ähnliche Schritte sind mit denselben Bezugszeichen wie zuvor versehen, wobei die Bezugszeichen der alternativen Verfahrensschritte jedoch zur Kenntlichmachung ein Hochkomma tragen. Bezüglich der Beschreibung kann also auf die

obigen Ausführungen verwiesen werden. Auf eine zusätzliche detaillierte Beschreibung dieser Verfahrensschritte wird daher verzichtet.

[0127] Der erste Schritt S11' des Erzeugens des Vorfalzes mit einem Profilschenkel an dem Werkstück 12, umfassend ein Bilden mehrerer Abkantungen 15, durch die Biegemaschine 10 wird durch mehrere Biegevorgänge mittels Bewegungen, vorliegend Verlagerungen, von den ersten und zweiten Biegewerkzeugen 30, 31 relativ zu den ersten und zweiten Klemmwangen 22, 24 ausgeführt. Zwischen den Biegevorgängen wird das Werkstück 12 vorgeschoben, um die Biegevorgängen an verschiedenen Positionen an dem Werkstück 12 auszuführen. Hierfür bietet sich insbesondere die nicht dargestellte Positioniereinheit an. Es können allerdings auch andere Vorrichtungen verwendet werden oder das Verschieben kann manuell erfolgen. Fig. 6A und Fig. 6B zeigen den letzten Biegevorgang der mehreren Biegevorgänge des ersten Schritts S11' des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12.

[0128] Der erste Schritt S11' des Erzeugens des Vorfalzes mit einem Profilschenkel umfasst dabei ein Bilden einer zweiten Abkantung 15B als Stehfalz, wobei die zweite Abkantung 15B von der ersten Abkantung 15A verschiedenen ist. Der erste Schritt S11' umfasst ferner ein Bilden einer dritten Abkantung 15C als Umschlag, wobei die dritte Abkantung 15C von der ersten Abkantung 15A und der zweiten Abkantung 15B verschiedenen ist. Der Profilschenkel wird dabei als Stehfalz mit einem Umschlag durch Umbiegen eines Abschnitts des Werkstücks 12 um die zweite Abkantung 15B erzeugt. Bei dem ersten Schritt S11' des Erzeugens des Vorfalzes, wird der Stehfalz dabei relativ zu einem eingespannten Abschnitt des Werkstücks 12 um die erste Abkantung 15A umgebogen. Bei dem dritten Schritt S13' des Schließens des Vorfalzes steht der Stehfalz dabei, wie in Fig. 6E und Fig. 6F gezeigt, von der zweiten Klemmwange 24 in Richtung der beabstandeten ersten Klemmwangen 22 vor.

[0129] Vorliegend wird also zunächst die dritte Abkantung 15C, anschließend die zweite Abkantung 15B und daran anschließend die erste Abkantung 15A gebildet.

[0130] Die Steuereinheit 82 der Biegemaschine 10 ist für dieses weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes ferner dazu eingerichtet, die Schritte S11', S12' und S13' wie in Fig. 7 dargestellt auszuführen.

[0131] Fig. 8A, Fig. 8B und Fig. 9 zeigen ein Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes mit der Biegemaschine 10 gemäß einem zweiten Aspekt. Fig. 8A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes, Fig. 8B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes, und Fig. 9 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes.

[0132] Wie in Fig. 8A und Fig. 8B dargestellt ist, umfasst der Vorfalz einen Profilschenkel. Das Verfahren zur

Fertigung eines geneigten Falzes umfasst einen ersten Schritt S21 des Erzeugens eines Vorfalzes an dem Werkstück 12 derart, dass dieser in einem Bereich vor den Klemmwangen 22, 24 angeordnet ist, umfassend ein Bilden einer Abkantung 15, wobei sich der Vorfalz relativ zu der Einspannebene 32 in einem Winkel 99 erstreckt, und einen zweiten Schritt S22 eines Veränderns des Winkels 99 durch Verlagerung des ersten Biegewerkzeugs 30.

[0133] Der Schritt S21 des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12 ist vorliegenden durch Steuern eines Biegebetriebs der Biegemaschine 10 ausgeführt, der einen Vorfalz mit zwei Abkantungen 15 durch Umbiegen mit den Biegewerkzeugen 30, 31 als Vorfalz mit Profilschenkel erzeugt. Dabei erfolgt ein Biegen um unterschiedliche Biegeachsen, wobei die Steuereinheit 82 einen Vorbiegebetriebsmodus, einen Anstellbetriebsmodus und einen Kneifbiegebetriebsmodus ausführt. Ein solcher Biegebetrieb zur Fertigung eines Vorfalzes als Teil eines Profilschenkels ist beispielsweise aus DE 20 2020 002 598 U1 bekannt und dessen Beschreibung hier durch Bezugnahme mitaufgenommen.

[0134] Alternativ dazu kann der Schritt S21 des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12 dem zuvor ausgeführten Schritt S11 entsprechen, wie beispielsweise bei einer im weiteren Verlauf beschriebenen Ausführungsform, wobei der Vorfalz keinen Profilschenkel aufweist. Die verschiedene Ausgestaltung des Vorfalzes hat keinen Einfluss auf die folgende Beschreibung des Schritts S22 des Veränderns des Winkels 99.

[0135] Der Schritt S22 des Veränderns des Winkels 99 wird, wie in Fig. 8A und Fig. 8B gezeigt, durch ein Drücken mit der Außenfläche 94 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 bei einem Ausfahren des ersten Biegewerkzeugs 30 relativ zu der ersten Klemmwange 22 ausgeführt. Hierbei wird das erste Biegewerkzeug 30 relativ zu dem ersten Basiselement 54 mit einer linearen Verschiebung ausgefahren, und gleichzeitig wird das erste Basiselement 54 zusammen mit dem ersten Biegewerkzeug 30 relativ zu der ersten Klemmwange 22 mit einer linearen Verschiebung eingefahren. Diese Verlagerung bewirkt das Ausfahren des ersten Biegewerkzeugs 30 relativ zu der ersten Klemmwange 22 zum Drücken mit der Außenfläche 94 derart, dass es vorzugsweise zwischen Werkstück 12 und erstem Biegewerkzeug 30 möglichst nicht zu einem Gleiten kommt. Das Gleiten könnte unter Umständen ein Zerkratzen des Werkstücks 12 nach sich ziehen.

[0136] Die Vermeidung des Gleitens wird dadurch ausgeführt, dass eine Bewegungsbahn des ersten Biegewerkzeugs 30 und somit der Außenfläche 94 entsprechend gewählt wird, sodass die Außenfläche 94 möglichst nicht relativ zu dem vorstehenden Abschnitt 14 des Werkstücks 12 rutscht.

[0137] Der Winkel 99 wird also durch ein Drücken mit der Außenfläche 94 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 verändert. In der in Fig. 8A gezeigten ersten Stellung beträgt der Winkel 99 des Vorfalzes ca. 90° relativ zu der

Einspannebene 32 und wird durch die Verlagerung des ersten Biegewerkzeugs 30 zu dem Winkel 99 verändert, der wie in der zweiten Stellung in Fig. 8B gezeigt ca. 70° relativ zu der Einspannebene 32 beträgt.

[0138] Alternativ dazu ist auch ein Verändern des Winkels 99 bei einem Einfahren des ersten Biegewerkzeugs 30 relativ zu der ersten Klemmwange 22 möglich. Hierbei wird der Winkel 99 durch ein Drücken mit der Innenfläche 92 und dem Endabschnitt 96 des hakenförmigen Biegeabschnitts 78 bei dem Einfahren des ersten Biegewerkzeugs 30 relativ zu der ersten Klemmwange 22 verändert. Entsprechend ist auch ein Verändern des Winkels 99 in eine entgegengesetzte Richtung, also hin zu einem größeren Winkel 99 möglich. Eine weitere nicht dargestellte alternative Ausführung ist das Verändern des Winkels 99 durch Bewegung bzw. Verlagerung des zweiten Biegewerkzeugs 31 anstelle der Bewegung bzw. Verlagerung mit dem ersten Biegewerkzeug 30.

[0139] Die Steuereinheit 82 der Biegemaschine 10 ist dazu eingerichtet, die Schritte S21 und S22 wie in Fig. 9 dargestellt auszuführen.

[0140] Fig. 10A, 10B und Fig. 9 zeigen ein Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung mit der Biegemaschine 10 gemäß einem dritten Aspekt. Fig. 10A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung, Fig. 10B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10 in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung, und Fig. 9 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung.

[0141] Das Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung umfasst einen ersten Schritt S31 eines Einspannens des Werkstücks 12 mit der ersten Klemmwange 22 und der zweiten Klemmwange 24 derart, dass ein vorstehender Abschnitt 14 des Werkstücks 12 von den Klemmwangen 22, 24 vorsteht, und einem zweiten Schritt S32 eines Bewegens bzw. Verlagerns eines der beiden Biegewerkzeuge 30, 31 in eine Gegenhalteposition, wie in Fig. 10A dargestellt, derart, dass es von den Klemmwangen 22, 24 beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt 14 des Werkstücks 12 anliegt, und einen dritten Schritt S33 eines Ausfahrens des anderen Biegewerkzeugs 30, 31 derart, dass dieses gegen das Werkstück 12 drückt, sodass die Vertiefung 13 in dem Werkstück 12 ausgebildet wird, wie in Fig. 10B dargestellt.

[0142] Bei dem in Fig. 10A und Fig. 10B dargestellten Beispiel ist das eine Biegewerkzeug das zweite Biegewerkzeug 31, und das andere Biegewerkzeug ist das erste Biegewerkzeug 30.

[0143] Bei dem ersten Schritt S31 des Einspannens das Werkstück 12 wird das Werkstück 12 in der Einspannebene 32 eingespannt. Wie in Fig. 10A und Fig. 10B dargestellt ist das Werkstück 12 zwischen der ersten Klemmwange 22 und der zweiten Klemmwange 24 so einklemmt, dass das Werkstück 12 fixiert ist.

[0144] Bei dem zweiten Schritt S32 des Bewegens bzw. Verlagerns liegt das eine Biegewerkzeug 31 an

einer ersten Seite 17 des Werkstücks 12 an, und bei dem dritten Schritt S33 des Ausfahrens des anderen Biege-
werkzeugs 30 drückt das andere Biegewerkzeug 30 auf
einer der ersten Seite 17 entgegengesetzten zweiten
Seite 19 des Werkstücks 12 gegen das Werkstück 12,
sodass die Vertiefung 13 in dem Werkstück 12 ausge-
bildet wird. Das Biegewerkzeug 31 liegt dabei entlang der
Einspannebene 32 beabstandet an dem vorstehenden
Abschnitt 14 des Werkstücks 12 an. In der Gegenhalte-
position liegt das Biegewerkzeug 31 mit seiner Außen-
fläche 94 an dem vorstehenden Abschnitt 14 des Werk-
stücks 12 an der ersten Seite 17 des Werkstücks 12 an.

[0145] Bei dem Schritt S33 ist das Ausfahren des
anderen Biegewerkzeugs 30 ein Ausfahren relativ zu
der ersten Klemmwange 22. Hierbei wird das andere
Biegewerkzeug 30 relativ zu dem ersten Basiselement
54 mit einer linearen Verschiebung ausgefahren, und
gleichzeitig wird das erste Basiselement 54 zusammen
mit dem anderen Biegewerkzeug 30 relativ zu der ersten
Klemmwange 22 mit einer linearen Verschiebung einge-
fahren. Diese Verlagerung bewirkt das Ausfahren des
Biegewerkzeugs 30 relativ zu der ersten Klemmwange
22 zum Drücken mit der Außenfläche 94 derart, dass es
vorzugsweise zwischen Werkstück 12 und Biegewerk-
zeug 30 zu möglichst wenig Gleiten kommt, wodurch ein
Zerkratzen des Werkstücks 12 zumindest weitestgehend
verhindert werden kann.

[0146] Bei dem dritten Schritt S33 des Ausfahrens des
anderen Biegewerkzeugs 30 wird also seine Außenflä-
che 94 auf die zweite Seite 19 des Werkstücks 12 gegen
das Werkstück 12 gedrückt, sodass die Vertiefung 13 in
dem Werkstück 12 auf eine ähnliche Weise wie bei einem
Tiefziehen ausgebildet wird.

[0147] Alternativ dazu ist bei entsprechender Ausge-
staltung des Biegewerkzeugs 30 oder des zugehörigen
Basiselements 54 ein Drücken mit dem Endabschnitt
möglich, um eine Vertiefung auszubilden.

[0148] Die Steuereinheit 82 der Biegemaschine 10 ist
dazu eingerichtet, die Schritte S31 bis S33 wie in Fig. 9
dargestellt auszuführen.

[0149] Das Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung
mit den Schritten S31, S32, und S33 kann insbesondere
in Kombination mit dem Verfahren gemäß dem ersten
Aspekt oder dem Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt
insbesondere jeweils davor und/oder danach ausgeführt
werden. Jedoch ist auch eine Kombination aus allen drei
Verfahren in einer beliebigen Reihenfolge möglich.

[0150] Fig. 12 zeigt einen Teil einer weiteren beispiel-
haft dargestellten Biegemaschine 10', die als Einzelbie-
ger ausgeführt ist, zur Ausführung des erfindungsgemä-
ßen Verfahrens in einer schematischen Seitenansicht als
alternative Ausführungsform der oben beschriebenen
Biegemaschine 10, die als Doppelbieger ausgeführt ist.

[0151] Ähnliche Komponenten sind mit denselben Be-
zugszeichen wie zuvor versehen, wobei die Bezugszei-
chen der alternativen Ausführungsform jedoch zur
Kennzeichnung ein Hochkomma tragen.

[0152] Die Biegemaschine 10', die als Einzelbieger

ausgeführt ist, entspricht weitestgehend der Biege-
maschine 10, die als Doppelbieger ausgeführt ist, wobei die
Biegemaschine 10' ohne eine obere Biegeeinheit ge-
bildet ist. Außerdem hat die Biegemaschine 10' eine
untere Biegeeinheit mit einem anders geformten Biege-
werkzeug. Der Einzelbieger kann allerdings auch mit
dem oben beschriebenen Biegewerkzeug oder anderen
geeigneten Biegewerkzeugen verwendet werden. Gleich-
es gilt für die bei dem oben beschriebenen Doppel-
bieger verwendeten Biegewerkzeuge.

[0153] Die Biegemaschine 10' umfasst ein Maschinen-
gestell 20' und ist mit dem Maschinengestell 20' auf
einem ebenen Untergrund aufgestellt. Die Biegemaschi-
ne 10' umfasst ferner eine erste Klemmwange 22' und
eine zweite Klemmwange 24', wobei, im Unterschied zu
der zuvor beschriebenen als Doppelbieger ausgeführten
Biegemaschine 10, die erste Klemmwange 22' eine un-
tere Klemmwange ist, während die zweite Klemmwange
24' eine obere Klemmwange ist. Die erste Klemmwange
22' ist also mit dem Maschinengestell 20' verbunden und
die zweite Klemmwange 24' ist entsprechend mit einem
Träger 90' verbunden. Ferner umfasst die Biegemaschi-
ne 10' nur eine Biegeeinheit 26', die an der ersten
Klemmwange 22' angeordnet ist. Bezüglich der Be-
schreibung kann also unter Berücksichtigung der hier
beschriebenen Unterschiede auch auf die obigen Aus-
führungen verwiesen werden. Anders ausgedrückt um-
fasst die Biegemaschine 10' alle Merkmale der Biege-
maschine 10, welche nicht zur oberen (ersten) Biege-
einheit 22 der Biegemaschine 10 gehören. Auf eine
zusätzliche detaillierte Beschreibung dieser Merkmale
wird daher verzichtet.

[0154] Die Biegeeinheit 26' umfasst ein Biegewerk-
zeug 30', dessen hakenförmiger Biegeabschnitt 78' eine
Innenfläche 92' und eine Außenfläche 94' aufweist. Die
Innenfläche 92' ist eine Hakeninnenfläche. Die Innen-
fläche 92' und die Außenfläche 94' sind vorliegend je-
weils aus ebenen und gekrümmten Flächen zusamen-
gesetzt, die abgerundet ineinander übergehen. Der ha-
kenförmige Biegeabschnitt 78' umfasst zudem einen
Endabschnitt 96', der zwischen der Innenfläche 92'
und der Außenfläche 94' liegt. Der Endabschnitt 96'
bildet einen vordersten Abschnitt des Biegewerkzeugs
30'. In einem Bereich des Endabschnitts 96' geht die
Innenfläche 92' in die Außenfläche 94' über. Gemäß
einer Biegevariante kann das Werkstück 12' mit dem
Endabschnitt 96' derart gebogen werden, dass der En-
dabschnitt 96' stets an dem Werkstück 12 anliegt. Die
gekrümmte Oberfläche des Endabschnitts 96' rollt bei
einem Biegevorgang über das Werkstück 12' ab, sodass
es zwischen Werkstück 12' und Biegewerkzeug 30' vor-
zugsweise möglichst nicht zu einem Gleiten kommt, das
unter Umständen ein Zerkratzen des Werkstücks 12'
nach sich ziehen könnte.

[0155] Fig. 13A bis 13F und Fig. 14 zeigen ein weiteres
Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit
der erfindungsgemäßen Biegemaschine 10', die als Ein-
zelbieger ausgeführt ist, gemäß einem ersten Aspekt.

Fig. 13A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 13B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 13C zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer dritten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 13D zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 13E zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 13F zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes und Fig. 14 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes. Im Folgenden wird dabei auf beide Figuren zugleich Bezug genommen.

[0156] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes umfasst einen ersten Schritt S211 eines Erzeugens eines Vorfalzes an dem Werkstück 12', umfassend ein Bilden einer ersten Abkantung 15A', wie in Fig. 13A und Fig. 13B gezeigt, einen zweiten Schritt S212 eines Bewegens der zweiten Klemmwange 24' weg von dem Werkstück 12', wie in Fig. 13C und Fig. 13D gezeigt, und einen dritten Schritt S213 eines Schließens des Vorfalzes zu einem Falz durch vollständige Schließen der ersten Abkantung 15A' durch die Biegeeinheit 26' in einem Zustand, in dem die zweite Klemmwange 24' weg von dem Werkstück 12' beabstandet ist, wie in Fig. 13E und Fig. 13F gezeigt. Hierbei entspricht der Schritt S211 dem Schritt S11, der Schritt S212 dem Schritt S12 und der Schritt S213 dem Schritt S13, wobei sich lediglich die Bezeichnung der Klemmwangen und der Biegeeinheit unterscheiden. Bezüglich der Beschreibung kann also auf die obigen Ausführungen verwiesen werden. Auf eine zusätzliche detaillierte Beschreibung dieser Verfahrensschritte wird daher verzichtet. Es versteht sich, dass wiederum auch analog zu den Figuren 6A bis 6F das Verfahren dazu verwendet werden kann, einen bereits vorab hergestellten Stehfalz nochmals umzuschlagen, um eine Geometrie zu fertigen, wie sie beispielhaft in Fig. 6F gezeigt ist.

[0157] Die Steuereinheit 82' der Biegemaschine 10' ist dazu eingerichtet, die Schritte S211, S212 und S213 wie in Fig. 14 dargestellt auszuführen.

[0158] Fig. 15A bis Fig. 15F und Fig. 16 zeigen ein weiteres Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der erfindungsgemäßen Biegemaschine 10', die als Einzelbieger ausgeführt ist, gemäß einem ersten Aspekt. Fig. 15A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer ersten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 15B zeigt eine schematische

Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer zweiten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 15C zeigt schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer dritten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 15D zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer vierten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 15E zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer fünften Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 15F zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer sechsten Stellung des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes und Fig. 16 zeigt ein Ablaufdiagramm des weiteren Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0159] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes an einem Werkstück 12' mit der Biegemaschine 10' umfasst einen ersten Schritt S211' des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12', umfassend ein Bilden einer ersten Abkantung 15A', wie in Fig. 15A und Fig. 15B gezeigt, einen zweiten Schritt S212' eines Bewegens der zweiten Klemmwange 24' weg von dem Werkstück 12', wie in Fig. 15C und Fig. 15D gezeigt, und einen dritten Schritt S213' eines Schließens des Vorfalzes zu einem Falz durch Schließen der ersten Abkantung 15A' durch die Biegeeinheit 26' in einem Zustand, in dem die zweite Klemmwange 24' weg von dem Werkstück 12' beabstandet ist, wie in Fig. 15E und Fig. 15F gezeigt.

[0160] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S211' bis S213' ist eine erweiterte Ausführungsform zu dem oben beschriebenen Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S211 bis S213 und kann beispielsweise zur Fertigung eines Blechs mit einer Tropfkante für eine Dachtraufe verwendet werden. Hierbei entspricht der Schritt S212' dem Schritt S212 und der Schritt S213' dem Schritt S213. Der Schritt S211' basiert auf dem Schritt S211 und unterscheidet sich durch die Fertigung eines Vorfalzes mit Profilschenkel. Gleiche bzw. ähnliche Schritte sind mit denselben Bezugszeichen wie zuvor versehen, wobei die Bezugszeichen der alternativen Verfahrensschritte jedoch zur Kenntlichmachung ein Hochkomma tragen. Bezüglich der Beschreibung kann also auf die obigen Ausführungen verwiesen werden. Auf eine zusätzliche detaillierte Beschreibung dieser Verfahrensschritte wird daher verzichtet.

[0161] Der erste Schritt S211' des Erzeugens des Vorfalzes mit einem Profilschenkel an dem Werkstück 12', umfassend ein Bilden mehrerer Abkantungen 15', durch die Biegemaschine 10' wird durch mehrere Biegevorgänge mittels Bewegungen, vorliegend Verlagerungen, von dem Biegewerkzeug 30' relativ zu der ersten Klemm-

wangen 22' ausgeführt. Zwischen den Biegevorgängen wird das Werkstück 12' vorgeschoben, um die Biegevorgänge an verschiedenen Positionen an dem Werkstück 12' auszuführen. Hierfür bietet sich insbesondere die nicht dargestellte Positioniereinheit an. Es können allerdings auch andere Vorrichtungen verwendet werden oder das Verschieben kann manuell erfolgen. Zum Bilden einer zweiten Abkantung 15B' wird das Werkstück 12' entsprechend gewendet. Fig. 15A und Fig. 15B zeigen den letzten Biegevorgang der mehreren Biegevorgänge des ersten Schritts S211' des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12'.

[0162] Der erste Schritt S211' des Erzeugens des Vorfalzes mit einem Profilschenkel umfasst dabei ein Bilden der zweiten Abkantung 15B' als Stehfalz, wobei die zweite Abkantung 15B' von der ersten Abkantung 15A' verschiedenen ist. Der erste Schritt S211' umfasst ferner ein Bilden einer dritten Abkantung 15C' als Umschlag, wobei die dritte Abkantung 15C' von der ersten Abkantung 15A' und der zweiten Abkantung 15B' verschiedenen ist. Der Profilschenkel wird dabei als Stehfalz mit einem Umschlag durch Umbiegen eines Abschnitts des Werkstücks 12' um die zweite Abkantung 15B' erzeugt. Bei dem ersten Schritt S211' des Erzeugens des Vorfalzes, wird der Stehfalz dabei relativ zu einem eingespannten Abschnitt des Werkstücks 12' um die erste Abkantung 15A' umgebogen. Bei dem dritten Schritt S213' des Schließens des Vorfalzes steht der Stehfalz dabei, wie in Fig. 15E und Fig. 15F gezeigt, von der ersten Klemmwange 22' in Richtung der beabstandeten zweiten Klemmwange 24' vor. Vorliegend wird also zunächst die dritte Abkantung 15C', anschließend die zweite Abkantung 15B' und daran anschließend die erste Abkantung 15A' gebildet.

[0163] Die Steuereinheit 82' der Biegemaschine 10' ist für dieses weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes ferner dazu eingerichtet, die Schritte S211', S212' und S213' wie in Fig. 16 dargestellt auszuführen.

[0164] Fig. 17A, Fig. 17B und Fig. 18 zeigen ein weiteres Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes mit der erfindungsgemäßen Biegemaschine 10', die als Einzelbieger ausgeführt ist, gemäß dem zweiten Aspekt. Fig. 17A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes, Fig. 15B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 10' in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes und Fig. 18 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes. Im Folgenden wird dabei auf beide Figuren zugleich Bezug genommen.

[0165] Wie in Fig. 17A dargestellt ist der Vorfalz im Unterschied zu dem zuvor beschriebenen Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes ein zu einer entgegengesetzten Seite gebogener Profilschenkel. Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes umfasst einen ersten Schritt S221 des Erzeugens eines Vorfalzes

an einem Werkstück 12' derart, dass dieser in einem Bereich vor den Klemmwangen 22', 24' angeordnet ist, umfassend ein Bilden von zwei Abkantungen 15' zu einem Profilschenkel, wobei sich der Vorfalz relativ zu der Einspannebene 32' in einem Winkel 99' erstreckt, wie in Fig. 17A gezeigt, und einen zweiten Schritt S222 eines Veränderns des Winkels 99' durch Bewegung, vorliegend Verlagerung, des Biegewerkzeugs 30', wie in Fig. 17B gezeigt.

[0166] Der Schritt S221 des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 12' wird vorliegend durch Steuern eines Biegebetriebs der Biegemaschine 10' ausgeführt, der einen Vorfalz mit einem Profilschenkel erzeugt. Dabei erfolgt ein mehrmaliges Biegen zum Bilden der zwei Abkantungen 15' beispielsweise um eine Biegeachse 18' der Biegemaschine 10' an verschiedenen Stellen des Werkstücks 12', wobei das Werkstück 12' entsprechend gewendet wird. Das Biegen wird von einer Steuereinheit 82' der Biegemaschine 10' gesteuert. Der Schritt S221 des Erzeugens des Vorfalzes an einem Werkstück 12' entspricht also weitestgehend den zuvor beschriebenen Schritten S11 und S211.

[0167] Der Schritt S222 des Veränderns des Winkels 99' wird, wie in Fig. 17B gezeigt, durch ein Drücken mit der Außenfläche 94' des hakenförmigen Biegeabschnitts 78' bei einem Ausfahren des Biegewerkzeugs 30' relativ zu der ersten Klemmwange 22' ausgeführt. Hierbei wird das Biegewerkzeug 30' relativ zu dem Basiselement 54' mit einer linearen Verschiebung eingefahren, und gleichzeitig wird das Basiselement 54' zusammen mit dem Biegewerkzeug 30' relativ zu der ersten Klemmwange 22' mit einer linearen Verschiebung eingefahren. Diese Verlagerung bewirkt das Ausfahren des Biegewerkzeugs 30' relativ zu der ersten Klemmwange 22' zum Drücken mit der Außenfläche 94' derart, dass es vorzugsweise zwischen Werkstück 12' und Biegewerkzeug 30' möglichst nicht zu einem Gleiten kommt. Das Gleiten könnte unter Umständen ein Zerkratzen des Werkstücks 12' nach sich ziehen.

[0168] Der Winkel 99' wird also durch ein Drücken mit der Außenfläche 94' des hakenförmigen Biegeabschnitts 78' verändert. Alternativ dazu wäre ein Verändern des Winkels 99' in eine entgegengesetzte Richtung bei einem Einfahren des Biegewerkzeugs 30' relativ zu der ersten Klemmwange 22' möglich. Dabei würde der Winkel 99' durch ein Drücken mit der Innenfläche 92' und dem Endabschnitt 96' des hakenförmigen Biegeabschnitts 78' bei dem Einfahren des Biegewerkzeugs 30' relativ zu der ersten Klemmwange 22' geändert werden.

[0169] Die Steuereinheit 82' der Biegemaschine 10' ist dazu eingerichtet, die Schritte S221 und S222 wie in Fig. 18 dargestellt auszuführen.

[0170] Das Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes mit den Schritten S221 und S222 kann insbesondere in Kombination mit dem Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S211, S212 und S213 gemäß dem ersten Aspekt, insbesondere

re unmittelbar davor oder unmittelbar danach, ausgeführt werden.

[0171] In Fig. 19, Fig. 20A bis Fig. 20F, Fig. 21, Fig. 22A bis Fig. 22F, Fig. 23, Fig. 24A, Fig. 24B und Fig. 25 ist eine alternative Ausführungsform einer als Schwenkbiegemaschine ausgeführten Biegemaschine 310 dargestellt. Die Biegemaschine 310 ist als Einzelbieger ausgeführt. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0172] Die Biegemaschine 310 ist grundsätzlich analog zur Biegemaschine 10' des vorherigen Ausführungsbeispiels mit einem Maschinengestell 320 und einem Träger 380 aufgebaut, umfasst jedoch eine Biegeeinheit 326 zum Schwenkbiegen. Die Biegemaschine 310 umfasst also eine erste Klemmwange 322, an der die zum Schwenkbiegen ausgestaltete Biegeeinheit 326 angebracht ist, und eine zweite Klemmwange 324. Im Gegensatz zum vorherigen Ausführungsbeispiel umfasst die Biegeeinheit 326 also ein Biegewerkzeug 330, das entlang der Klemmwange 322 verschiebbar und zusätzlich relativ zu der Klemmwange 322 schwenkbar ist. Die Biegeeinheit 326 kann somit einen vorstehenden Abschnitt 314 eines Werkstücks 312 durch Schwenken des Biegewerkzeugs 330 um eine Biegeachse 318 biegen, während das Werkstück 312 durch die erste Klemmwange 322 und die zweite Klemmwange 324 in einer Einspannebene 332 eingespannt ist.

[0173] Ein Schwenkmechanismus der Biegeeinheit 326 wird dabei durch mehrere Drehgelenke und/oder Hubzylindern realisiert. Der Schwenkmechanismus kann beispielsweise gemäß der in der Druckschrift EP 3 403 738 A1 offenbarten Schwenkbiegemaschine ausgebildet sein. Alternativ dazu kann der Schwenkmechanismus der Biegeeinheit 326 auch gemäß der in der Druckschrift EP 2 014 381 A2 oder der Druckschrift DE 199 01 797 A1 offenbarten Schwenkbiegemaschine ausgebildet sein. Grundsätzlich kann jeder Schwenkmechanismus verwendet werden, solange eine Schwenkbewegung 348 des Biegewerkzeugs 330 um die Biegeachse 118 möglich ist. Eine solche Schwenkbewegung 348 ist durch einen Pfeil und eine ausgeschwenkte Position des Biegewerkzeugs 330 in Fig. 19 skizziert, welche durch Strichpunktlinien dargestellt sind.

[0174] Das Schwenken des Biegewerkzeugs 330 relativ zu der ersten Klemmwange 322 erfolgt durch Ein- und Ausfahren der Biegeeinheit 326 relativ zu der Klemmwange 322 und Drehen des Biegewerkzeugs 330 relativ zu der Klemmwange 322 um die Biegeachse 318. Der Schwenkmechanismus ist in Fig. 19, Fig. 20A bis Fig. 20F, und Fig. 24A und Fig. 24B lediglich schematisch skizziert. Ein struktureller Aufbau der Biegeeinheit 326 ist nicht weiter spezifiziert und kann bekannten Schwenkbiegemaschinen, wie beispielsweise in den zuvor genannten Druckschriften beschrieben, entnommen werden.

[0175] Bezüglich der Beschreibung kann also unter Berücksichtigung der hier beschriebenen Unterschiede auch auf die obigen Ausführungen verwiesen werden.

Anders ausgedrückt umfasst die Biegemaschine 310 alle Merkmale der Biegemaschine 10', welche nicht zur Biegeeinheit 26' der Biegemaschine 10' gehören. Auf eine zusätzliche detaillierte Beschreibung dieser Merkmale wird daher verzichtet. Es versteht sich, dass die Biegemaschine 310 auch als Doppelbieger ausgeführt werden kann. Eine solche als Doppelbieger ausgeführte Biegemaschine umfasst zusätzlich eine obere Biegeeinheit entsprechend der Biegeeinheit 326 und kann die nachfolgend beschriebenen Verfahren gleichermaßen ausführen.

[0176] Fig. 20A bis Fig. 20F zeigen ein weiteres beispielhaftes Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der alternativen als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 gemäß dem ersten Aspekt. Fig. 20A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 20B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 20C zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 in einer dritten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 20D zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 20E zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 20F zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes und Fig. 21 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes. Im Folgenden wird teilweise auf mehrerer dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0177] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der alternativen Biegemaschine 310 umfasst einen ersten Schritt S311 des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 312, umfassend ein Bilden einer ersten Abkantung 315A, wie in Fig. 20A und Fig. 20B gezeigt, einen zweiten Schritt S312 eines Bewegens der zweiten Klemmwange 324 weg von dem Werkstück 312, wie in Fig. 20C und Fig. 20D gezeigt, und einen dritten Schritt S313 eines Schließens des Vorfalzes zu einem geschlossenen Falz durch Schließen der ersten Abkantung 315A zu einem Umschlag durch die Biegeeinheit 326 in einem Zustand, in dem die zweite Klemmwange 324 weg von dem Werkstück 312 beabstandet ist, wie in Fig. 20E und 18F gezeigt.

[0178] Der zweite Schritt S312 des Bewegens der zweiten Klemmwange 324 weg von dem Werkstück

312 wird, wie in Fig. 20C und Fig. 20D gezeigt, durch ein Vor- und Zurückschieben des Werkstücks 312 und einer Schwenkbewegung der zweiten Klemmwange 324 ausgeführt. Das Biegewerkzeug 330 ist währenddessen zurückgeschwenkt und somit eingefahren. Das Werkstück 314 kann also vorgeschoben werden, um die zweite Klemmwange 324 weg von dem Werkstück 314 zu bewegen, und anschließend wieder zurückgeschoben werden. Dies kann wie zuvor in Schritt S12 beschrieben erfolgen.

[0179] Der dritte Schritt S313 des Schließens des Vorfalzes wird, wie in Fig. 20E dargestellt, in einem Zustand ausgeführt, in dem das Werkstück 312 auf der ersten Klemmwange 322 liegt, wobei die zweite Klemmwange 324 wegbewegt ist. Das Werkstück 312 befindet sich also in der Einspannebene 332 liegend in einem nicht eingespannten Zustand. Das Schließen wird vorliegend durch ein Drücken mit dem Biegewerkzeug 330 gegen den vorstehenden Abschnitt 314, der den Vorfalz bildet, bei einem Ausschwenken des Biegewerkzeugs 330 relativ zu der zweiten Klemmwange 322 ausgeführt. Das Ausschwenken des Biegewerkzeugs kann optional mit einer Bewegung senkrecht zu der Einspannebene 332 hin zu der zweiten Klemmwange 322 erfolgen. Diese optionale Bewegung senkrecht zu der Einspannebene 332 kann beispielsweise durch gleichzeitiges lineares Einfahren des Biegewerkzeugs 330 oder durch ein dafür eingerichtetes Drehgelenk erfolgen und ermöglicht ein Schließen des Vorfalzes, ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Biegemaschinen 10, 10'. Im Verlauf der Schwenkbewegung 348 und gegebenenfalls der weiteren optionalen Bewegung biegt das Biegewerkzeug 330 den vorstehenden Abschnitt 314 durch Drücken gegen diesen derart weiter, dass, wie in Fig. 20F dargestellt, die erste Abkantung 315A des Falzes vollständig zu einem Umschlag geschlossen ist.

[0180] Eine Steuereinheit der Biegemaschine 310 ist dazu eingerichtet, die Schritte S311, S312 und S313 wie in Fig. 21 dargestellt auszuführen.

[0181] Fig. 22A bis Fig. 22F und Fig. 23 zeigen ein weiteres Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit der erfindungsgemäßen als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310 gemäß einem ersten Aspekt. Fig. 22A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 22B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 22C zeigt schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer dritten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 22D zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer vierten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes, Fig. 22E zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer fünften Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines ge-

schlossenen Falzes, Fig. 22F zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer sechsten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes und Fig. 23 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geschlossenen Falzes. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0182] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes an einem Werkstück 312 mit der Biegemaschine 310 umfasst einen ersten Schritt S311' des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 312, umfassend ein Bilden einer ersten Abkantung 315A, wie in Fig. 22A und Fig. 22B gezeigt, einen zweiten Schritt S312' eines Bewegens der zweiten Klemmwange 324 weg von dem Werkstück 312, wie in Fig. 22C und Fig. 22D gezeigt, und einen dritten Schritt S313' eines Schließens des Vorfalzes zu einem Falz durch Schließen der ersten Abkantung 315A durch die Biegeeinheit 328 in einem Zustand, in dem die zweite Klemmwange 324 weg von dem Werkstück 312 beabstandet ist, wie in Fig. 22E und Fig. 22F gezeigt.

[0183] Das weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S311' bis S313' ist eine erweiterte Ausführungsform zu dem oben beschriebenen Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S311 bis S313 und kann beispielsweise zur Fertigung eines Blechs mit einer Tropfkante für eine Dachtraufe verwendet werden. Hierbei entspricht der Schritt S312' dem Schritt S312 und der Schritt S313' dem Schritt S313. Der Schritt S311' basiert auf dem Schritt S311 und unterscheidet sich durch die Fertigung eines Vorfalzes mit Profilschenkel. Gleiche bzw. ähnliche Schritte sind mit denselben Bezugszeichen wie zuvor versehen, wobei die Bezugszeichen der alternativen Verfahrensschritte jedoch zur Kenntlichmachung ein Hochkomma tragen. Bezüglich der Beschreibung kann also auf die obigen Ausführungen verwiesen werden. Auf eine zusätzliche detaillierte Beschreibung dieser Verfahrensschritte wird daher verzichtet.

[0184] Der erste Schritt S31 1' des Erzeugens des Vorfalzes mit einem Profilschenkel an dem Werkstück 312, umfassend ein Bilden mehrerer Abkantungen 315, durch die Biegemaschine 310 wird durch mehrere Biegevorgänge mittels Bewegungen, vorliegend Schwenkbewegungen, von dem Biegewerkzeug 330 relativ zu der ersten Klemmwange 322 teilweise ausgeführt. Zwischen den Biegevorgängen wird das Werkstück 312 vorgeschoben, um die Biegevorgängen an verschiedenen Positionen an dem Werkstück 312 auszuführen. Hierfür bietet sich insbesondere die nicht dargestellte Positioniereinheit an. Es können allerdings auch andere Vorrichtungen verwendet werden oder das Vorschieben kann manuell erfolgen. Zum Bilden einer zweiten Abkantung 315B wird das Werkstück 312 entsprechend gewendet. Fig. 22A und Fig. 22B zeigen den letzten Biegevorgang der mehreren Biegevorgänge des ersten Schritts S31 1' des Erzeugens des Vorfalzes an dem

Werkstück 312 durch das Bilden der ersten Abkantung 315A.

[0185] Der erste Schritt S311' des Erzeugens des Vorfalzes mit einem Profilschenkel umfasst dabei ein Bilden der zweiten Abkantung 315B als Stehfalz, wobei die zweite Abkantung 315B von der ersten Abkantung 315A verschiedenen ist. Der erste Schritt S311' umfasst ferner ein Bilden einer dritten Abkantung 315C als Umschlag, wobei die dritte Abkantung 315C von der ersten Abkantung 315A und der zweiten Abkantung 315B verschiedenen ist. Der Profilschenkel wird dabei als Stehfalz mit einem Umschlag durch Umbiegen eines Abschnitts des Werkstücks 312 um die zweite Abkantung 315B erzeugt. Bei dem ersten Schritt S311' des Erzeugens des Vorfalzes, wird der Stehfalz dabei relativ zu einem eingespannten Abschnitt des Werkstücks 312 um die erste Abkantung 315A umgebogen. Bei dem dritten Schritt S313' des Schließens des Vorfalzes steht der Stehfalz dabei, wie in Fig. 22E und Fig. 22F gezeigt, von der ersten Klemmwange 322 in Richtung der beabstandeten zweiten Klemmwangen 324 vor. Vorliegend wird also zunächst die dritte Abkantung 315C, anschließend die zweite Abkantung 315B und daran anschließend die erste Abkantung 315A gebildet.

[0186] Die Steuereinheit der Biegemaschine 310 ist für dieses weitere Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes ferner dazu eingerichtet, die Schritte S311', S312' und S313' wie in Fig. 23 dargestellt auszuführen.

[0187] Fig. 24A, Fig. 24B und Fig. 25 zeigen ein weiteres Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes mit der Biegemaschine 310, die als Schwenkbiegemaschine und als Einzelbieger ausgeführt ist, gemäß dem zweiten Aspekt. Fig. 24A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes, Fig. 24B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der Biegemaschine 310 in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes und Fig. 25 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung eines geneigten Falzes. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0188] Das Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes umfasst einen ersten Schritt S321 eines Erzeugens eines Vorfalzes an dem Werkstück 312 derart, dass dieser in einem Bereich vor den Klemmwangen 322, 324 angeordnet ist, umfassend ein Bilden von zwei Abkantungen 315, wobei sich der Vorfalz relativ zu der Einspannebene 332 in einem Winkel 399 erstreckt, und einen zweiten Schritt S322 eines Veränderns des Winkels 399 durch Verlagerung des Biegewerkzeugs 330.

[0189] Der Schritt S321 des Erzeugens des Vorfalzes an dem Werkstück 312 wird vorliegend durch Steuern eines Biegebetriebs der Biegemaschine 310 ausgeführt, der einen Vorfalz mit zwei Abkantungen 315 erzeugt. Dabei erfolgt ein Biegebetrieb nach herkömmlichem Schwenkbiegen, wobei das Werkstück 312 entsprechend gewendet wird. Wie in Fig. 24A gezeigt ist der

vorstehende Abschnitt 314 im vorliegenden Beispiel durch zwei Abkantungen 315 zu einem Vorfalz mit Profilschenkel gebildet.

[0190] Der Schritt S322 des Veränderns des Winkels 399 wird, wie in Fig. 24B gezeigt, durch ein Drücken mit dem Biegewerkzeug 330 bei einem Ausfahren des Biegewerkzeugs 330 relativ zu der ersten Klemmwange 322 ausgeführt. Optional kann das Biegewerkzeug 330 dabei zusätzlich relativ zu der Klemmwange 322 wie bei einem Schwenkbiegevorgang geschwenkt werden.

[0191] Die nicht dargestellte Steuereinheit der Biegemaschine 310 ist dazu eingerichtet, die Schritte S321 und S322 wie in Fig. 25 dargestellt auszuführen.

[0192] Das Verfahren zur Fertigung eines geneigten Falzes mit den Schritten S321 und S322 kann insbesondere in Kombination mit dem Verfahren zur Fertigung eines geschlossenen Falzes mit den Schritten S311, S312 und S313 gemäß dem ersten Aspekt, insbesondere unmittelbar davor oder unmittelbar danach, ausgeführt werden.

[0193] In Fig. 26, Fig. 27A und Fig. 27B ist eine alternative Ausführungsform einer als Schwenkbiegemaschine ausgeführten Biegemaschine 310' dargestellt. Die Biegemaschine 310' ist als Doppelbieger ausgeführt. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0194] Die Biegemaschine 310' ist grundsätzlich analog zu der Biegemaschine 310 des vorherigen Ausführungsbeispiels aufgebaut, umfasst jedoch eine weitere Biegeeinheit 326' zum Schwenkbiegen. Ähnliche Komponenten sind mit denselben Bezugszeichen wie zuvor versehen, wobei die Bezugszeichen der alternativen Ausführungsform jedoch zur Kenntlichmachung ein Hochkomma tragen.

[0195] Zum besseren Verständnis werden die Biegeeinheiten 326', 328' als erste Biegeeinheit 326' und als zweite Biegeeinheit 328' bezeichnet. Die Biegemaschine 310' umfasst also eine erste Klemmwange 322', an der die zum Schwenkbiegen ausgestaltete erste Biegeeinheit 326' mit einem ersten Biegewerkzeug 330' angebracht ist, und eine zweite Klemmwange 324', an der die zum Schwenkbiegen ausgestaltete zweite Biegeeinheit 328' mit einem zweiten Biegewerkzeug 331' angebracht ist. Die erste Klemmwange 322' ist hierbei die obere Klemmwange und die zweite Klemmwange 324' die untere Klemmwange, die ein Werkstück 312' in einer Einspannebene 332' einspannen können. Die erste und die zweite Biegeeinheit 326', 328' sind also dazu eingerichtet, einen Abschnitt des Werkstücks 312' durch Bewegung, vorliegend Schwenken, der Biegewerkzeuge 330', 331' relativ zu der zugehörigen Klemmwange 322', 344' umzubiegen, um eine Abkantung 315' zu bilden.

[0196] Das erste Biegewerkzeug 330' und das zweite Biegewerkzeug 331' sind beide jeweils relativ zu den Klemmwangen 322', 324' bewegbar, insbesondere sind beide jeweils um die Biegeachse 318' schwenkbar. Ein Schwenkbewegung 348' des ersten Biegewerkzeugs 330' ist durch einen Pfeil und einem in einer ausge-

schwenkten Position angeordnetem Biegewerkzeug 330' skizziert, welche durch Strichpunktlinien dargestellt sind.

[0197] Zusätzlich zu der weiteren Biegeeinheit umfasst die Biegemaschine 310' eine modifizierte untere Biegeeinheit. Diese zweite Biegeeinheit 328' ist dazu eingerichtet, das Biegewerkzeug 331' entlang der Einspannebene 332' zu bewegen. Eine solche Bewegung 349' kann zusätzlich zu der Schwenkbewegung erfolgen und ist durch einen Pfeil und einem in einer von der Klemmwange 324' beabstandeten Position bewegten Biegewerkzeug 331' skizziert, welche durch Strichpunktlinien dargestellt sind.

[0198] Bezüglich der Beschreibung kann also unter Berücksichtigung der hier beschriebenen Unterschiede auch auf die obigen Ausführungen verwiesen werden. Anders ausgedrückt umfasst die Biegemaschine 310' alle Merkmale der Biegemaschine 310, wobei eine weitere Biegeeinheit und ein zusätzlicher Bewegungsmechanismus der unteren Biegeeinheit vorgesehen ist. Auf eine zusätzliche detaillierte Beschreibung dieser Merkmale wird daher verzichtet.

[0199] Fig. 27A, Fig. 27B und Fig. 28 zeigen ein weiteres beispielhaftes Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung mit der Biegemaschine 310', die als Schwenkbiegemaschine und als Doppelbieger ausgeführt ist, gemäß dem dritten Aspekt. Fig. 27A zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestaltete Biegemaschine 310', die als Doppelbieger ausgeführt ist, in einer ersten Stellung des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung, Fig. 27B zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils der als Schwenkbiegemaschine ausgestaltete Biegemaschine 310', die als Doppelbieger ausgeführt ist, in einer zweiten Stellung des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung und Fig. 28 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fertigung einer Vertiefung mit der als Schwenkbiegemaschine ausgestalteten Biegemaschine 310', die als Doppelbieger ausgeführt ist. Im Folgenden wird teilweise auf mehrere dieser Figuren zugleich Bezug genommen.

[0200] Das Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung umfasst einen ersten Schritt S331 eines Einspannens des Werkstücks 312' mit der ersten Klemmwange 322' und der zweiten Klemmwange 324' derart, dass ein vorstehender Abschnitt 314' des Werkstücks 312' von den Klemmwangen 322', 324' vorsteht, und einem zweiten Schritt S332 eines Verlagerns des zweiten Biegewerkzeugs 331' in eine Gegenhalteposition, wie in Fig. 27A gezeigt, derart, dass es von der Klemmwangen 324' beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt 314' des Werkstücks 312' anliegt, und einen dritten Schritt S333 eines Ausfahrens des ersten Biegewerkzeugs 330', derart, dass dieses gegen das Werkstück 312' drückt, so dass eine Vertiefung 313' in dem Werkstück 312' ausgebildet wird, wie in Fig. 27B gezeigt.

[0201] Bei dem ersten Schritt S331 des Einspannens das Werkstück 312' wird das Werkstück 312' in der Einspannebene 332' eingespannt. Wie in Fig. 27A gezeigt

ist das Werkstück 312' zwischen der ersten Klemmwange 322' und der zweiten Klemmwange 324' so ein-klemmt, dass das Werkstück 312' fixiert ist.

[0202] Bei dem zweiten Schritt S332 des Bewegens liegt das erste Biegewerkzeug 331' an einer ersten Seite 317' des Werkstücks 312' an, wie in Fig. 27A gezeigt, und bei dem dritten Schritt S333 des Ausfahrens des ersten Biegewerkzeugs 330' drückt das erste Biegewerkzeug 330' auf einer der ersten Seite 317' entgegengesetzten zweiten Seite 319' des Werkstücks 312' gegen das Werkstück 312', sodass die Vertiefung 313' in dem Werkstück 312' ausgebildet wird, wie in Fig. 27B gezeigt. Das zweite Biegewerkzeug 331 liegt dabei durch die Bewegung 349' beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt 314' des Werkstücks 312' an.

[0203] Die Steuereinheit 82 der Biegemaschine 10 ist dazu eingerichtet, die Schritte S331 bis S333 wie in Fig. 28 dargestellt auszuführen.

[0204] Das Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung mit den Schritten S331, S332, und S333 kann insbesondere in Kombination mit dem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt oder dem Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt insbesondere jeweils davor und/oder danach ausgeführt werden. Jedoch ist auch eine Kombination aus allen drei Verfahren in einer beliebigen Reihenfolge möglich.

Bezugszeichenliste

[0205]

10	Biegemaschine
12	Werkstück
13	Vertiefung
14	vorstehender Abschnitt
15	Abkantung
16	eingespannter Abschnitt
17	erste Seite
18	Biegeachse
19	zweite Seite
20	Maschinengestell
22	erste Klemmwange
24	zweite Klemmwange
26	(erste) Biegeeinheit
28	zweite Biegeeinheit
30	(erstes) Biegewerkzeug
31	zweites Biegewerkzeug
32	Einspannebene
34	Linearführung
36	Linearführung
38	Linearführung
40	Linearführung
42	Linearführung
44	Linearführung
46	Linearführung
48	Vorschubebene
50	Antrieb
52	Antrieb

54	(erstes) Basiselement	
55	zweites Basiselement	
56	Linearführung	
58	Linearführung	
60	Linearführung	5
62	Linearführung	
64	Vorschubebene	
66	Antrieb	
68	Antrieb	
78	hakenförmiger Biegeabschnitt	10
80	(erster) Biegewerkzeugträger	
81	zweiter Biegewerkzeugträger	
82	Steuereinheit	
88	Tisch	
90	Träger	15
92	Innenfläche	
94	Außenfläche	
96	Endabschnitt	
98	vertikale Richtung	
99	Winkel	20
100	Längsrichtung	
102	Querrichtung	
206	Positionierungseinheit	
216	Benutzerschnittstelle	
310	Biegemaschine	25
312	Werkstück	
314	vorstehender Abschnitt	
315	Abkantung	
317	erste Seite	
318	Biegeachse	30
319	zweite Seite	
320	Maschinengestell	
322	erste Klemmwange	
324	zweite Klemmwange	
326	(erste) Biegeeinheit	35
328	zweite Biegeeinheit	
330	(erstes) Biegewerkzeug	
331	zweites Biegewerkzeug	
332	Einspannebene	
348	Schwenkbewegung	40
349	Bewegung	
390	Träger	
399	Winkel	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fertigung einer Vertiefung (13; 313), insbesondere einer Gegenbüge oder Sicke, in einem Werkstück (12; 312) aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, mit einer Biegemaschine (10; 310), insbesondere mit einer Langabkantmaschine,
 - wobei die Biegemaschine (10; 310) umfasst:
 - eine erste Klemmwange (22; 322),
 - eine zweite Klemmwange (24; 324), die relativ zu der ersten Klemmwange (22; 322) bewegbar gelagert ist und die dazu

eingerrichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange (22; 322) ein mit einer Vertiefung (13; 313) zu versehendes Werkstück (12; 312) einzuspannen, eine erste Biegeeinheit (26; 326), die an der ersten Klemmwange (22; 322) angeordnet ist und ein erstes Biegewerkzeug (30; 330) aufweist, wobei die erste Biegeeinheit (26; 326) dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks (12; 312) durch Bewegung des Biegewerkzeugs (30; 330) relativ zu der ersten Klemmwange (22; 322) umzubiegen, um eine Abkantung zu bilden, und eine zweite Biegeeinheit (28; 328), die an der zweiten Klemmwange (24; 324) angeordnet ist und ein zweites Biegewerkzeug (31; 331) aufweist, wobei die zweite Biegeeinheit (28; 328) dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks (12; 312) durch Bewegung des zweiten Biegewerkzeugs (31; 331) relativ zu der zweiten Klemmwange (24; 324) umzubiegen,

das Verfahren umfassend:

Einspannen des Werkstücks (12; 312) mit der ersten Klemmwange (22; 322) und der zweiten Klemmwange (24; 324) derart, dass ein vorstehender Abschnitt (14; 314) des Werkstücks (12; 312) von den Klemmwangen (22, 24; 322, 324) vorsteht, Bewegen eines der beiden Biegewerkzeuge (30; 31; 330; 331) in eine Gegenhalterposition derart, dass es von den Klemmwangen (22, 24; 322, 324) beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt (14; 314) des Werkstücks (12; 312) anliegt, und Ausfahren des anderen Biegewerkzeugs (30; 31; 330; 331) derart, dass dieses gegen das Werkstück (12; 312) drückt, sodass die Vertiefung (13; 313) in dem Werkstück (12; 312) ausgebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei bei dem Schritt des Bewegens das eine Biegewerkzeug (30; 31; 330; 331) an einer ersten Seite (17; 317) des Werkstücks (12; 312) anliegt, und wobei bei dem Schritt des Ausfahrens das andere Biegewerkzeug (30; 31; 330; 331) auf einer der ersten Seite (17; 317) entgegengesetzten zweiten Seite (19; 319) des Werkstücks (12; 312) gegen das Werkstück (12; 312) drückt, sodass die Vertiefung (13; 313) in dem Werkstück (12; 312) ausgebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

- wobei der Schritt des Einspannens das Werkstück (12; 312) in einer Einspannebene (32; 332) einspannt, und
wobei bei dem Schritt des Bewegens eines der beiden Biegewerkzeuge (30; 31; 330; 331) entlang der Einspannebene (32; 332) beabstandet an dem vorstehenden Abschnitt (14; 314) des Werkstücks (12; 312) anliegt. 5
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 10
- wobei zumindest das andere Biegewerkzeug (30; 31) einen hakenförmigen Biegeabschnitt (78) mit einer Innenfläche (92) und einer Außenfläche (94) umfasst, und
wobei bei dem Schritt des Ausfahrens des anderen Biegewerkzeugs (30; 31) seine Außenfläche (94) auf die zweite Seite (19) des Werkstücks (12) gegen das Werkstück (12) drückt, sodass die Vertiefung (13) in dem Werkstück (12) ausgebildet wird. 15 20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25
- wobei zumindest das eine Biegewerkzeug (30; 31) einen hakenförmigen Biegeabschnitt (78) mit einer Innenfläche (92) und einer Außenfläche (94) umfasst, und
wobei bei dem Schritt des Ausfahrens das eine Biegewerkzeug (30; 31) in der Gegenhalteposition mit seiner Außenfläche (94) an dem vorstehenden Abschnitt (14) des Werkstücks (12) an der ersten Seite (17) des Werkstücks (12) anliegt. 30 35
6. Biegemaschine (10; 310), insbesondere Langabkantmaschine, zur Fertigung einer Vertiefung (13; 313), insbesondere einer Gegenbüge oder Sicke, in einem Werkstück (12; 312) aus Flachmaterial, insbesondere aus Blech, umfassend: 40
- eine erste Klemmwange (22; 322),
eine zweite Klemmwange (24; 324), die relativ zu der ersten Klemmwange (22; 322) bewegbar gelagert ist und die dazu eingerichtet ist, zusammen mit der ersten Klemmwange (22; 322) ein mit einer Vertiefung (13; 313) zu versehenes Werkstück (12; 312) einzuspannen, 45 50
- eine erste Biegeeinheit (26; 326), die an der ersten Klemmwange (22; 322) angeordnet ist und ein erstes Biegewerkzeug (30; 330) aufweist, wobei die erste Biegeeinheit (26; 326) dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks (12; 312) durch Bewegung des Biegewerkzeugs (30; 330) relativ zu der ersten Klemmwange (22; 322) umzubiegen, um eine 55
- Abkantung zu bilden,
eine zweite Biegeeinheit (28; 328), die an der zweiten Klemmwange (24; 324) angeordnet ist und ein zweites Biegewerkzeug (31; 331) aufweist, wobei die zweite Biegeeinheit (28; 328) dazu eingerichtet ist, einen Abschnitt des Werkstücks (12; 312) durch Bewegung des zweiten Biegewerkzeugs (31; 331) relativ zu der zweiten Klemmwange (24; 324) umzubiegen, und
eine Steuereinheit (82), die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.
7. Biegemaschine (10) nach Anspruch 6, wobei zumindest das andere Biegewerkzeug (30; 31) einen hakenförmigen Biegeabschnitt (78) mit einer Innenfläche (92) und einer Außenfläche (94) umfasst.
8. Biegemaschine (10) nach Anspruch 6 oder 7, wobei zumindest das eine Biegewerkzeug (30; 31) einen hakenförmigen Biegeabschnitt (78) mit einer Innenfläche (92) und einer Außenfläche (94) umfasst, und
wobei die Steuereinheit (82) ferner dazu eingerichtet ist, bei dem Schritt des Verlagerns das eine Biegewerkzeug (30; 31) in der Gegenhalteposition mit seiner Außenfläche (94) an dem vorstehenden Abschnitt (14) des Werkstücks (12) an der ersten Seite (17) des Werkstücks (12) anzulegen.

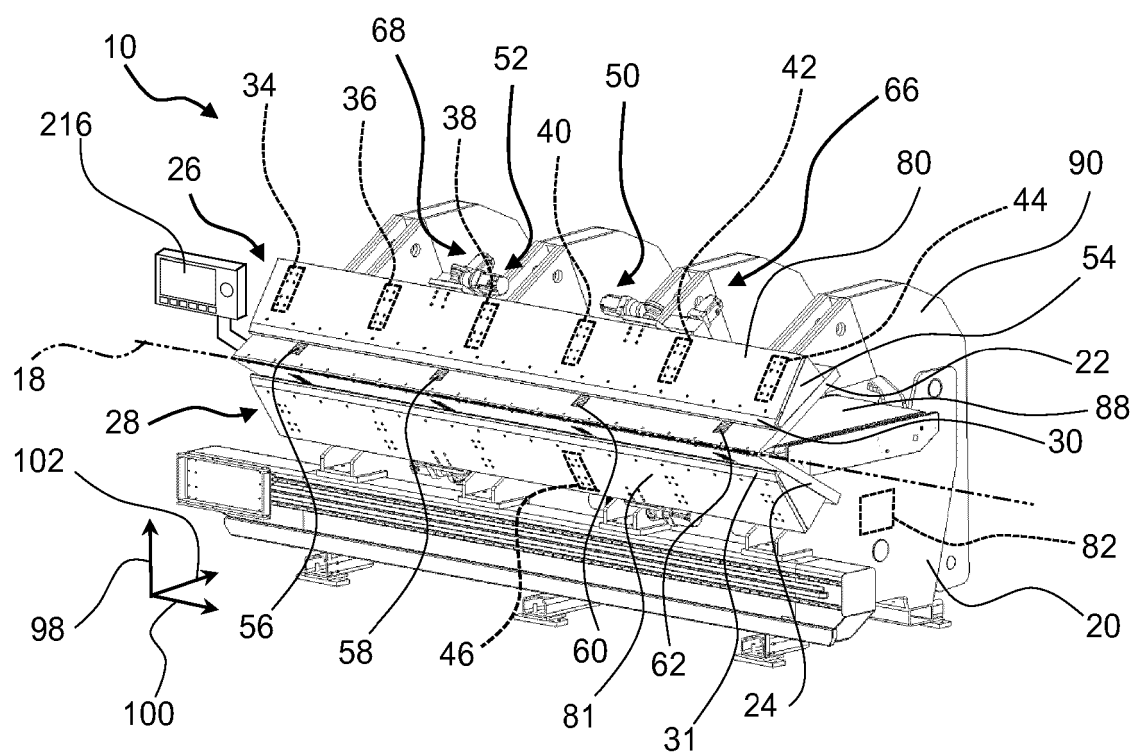


Fig. 1

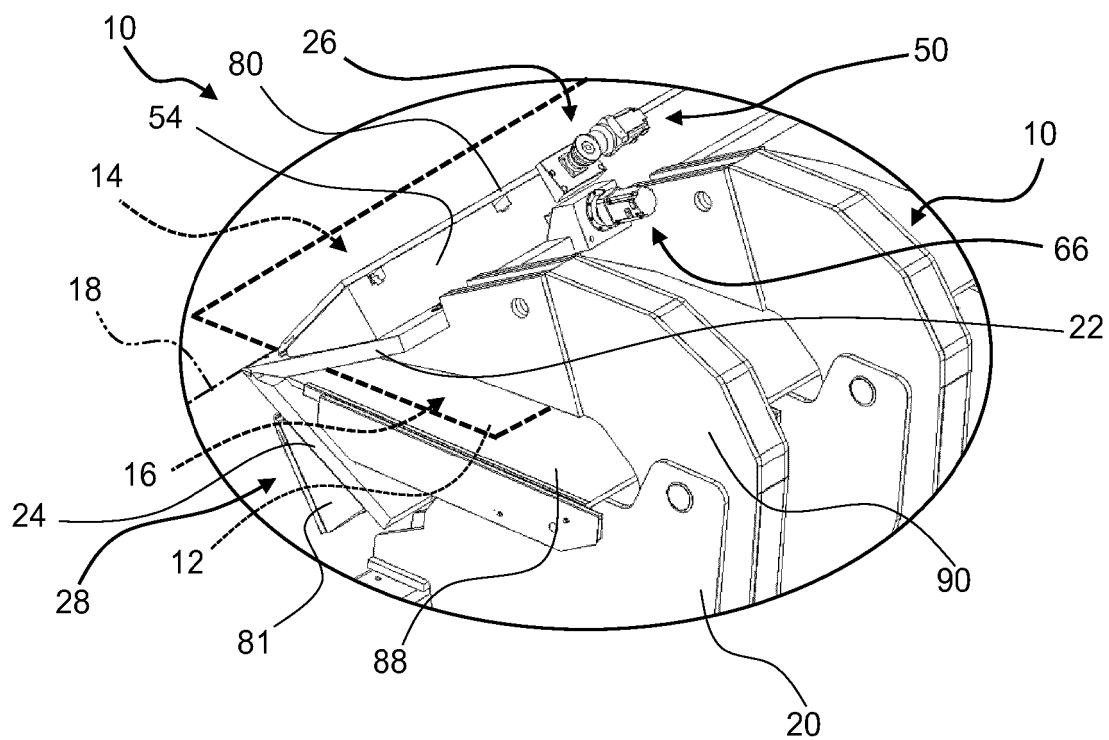


Fig. 2

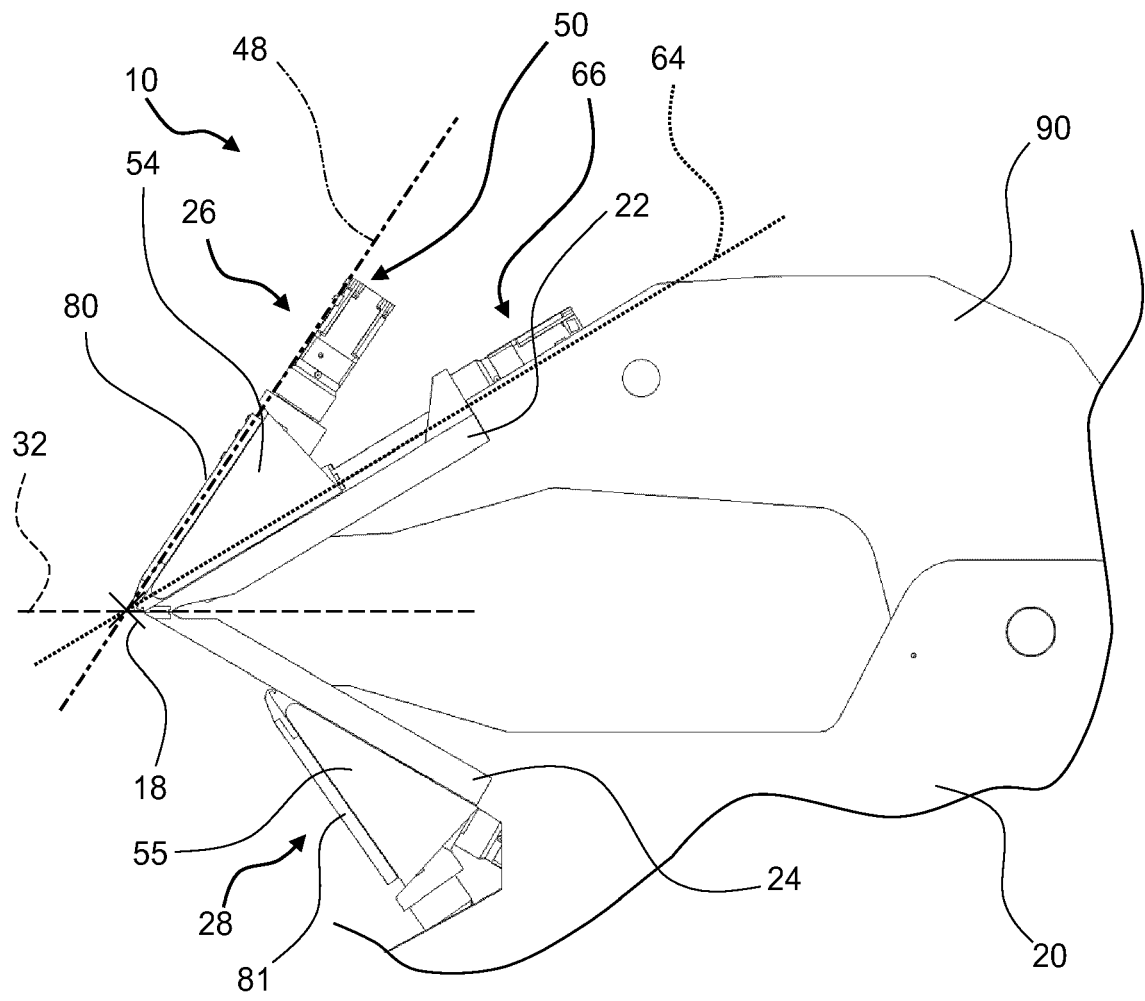


Fig. 3

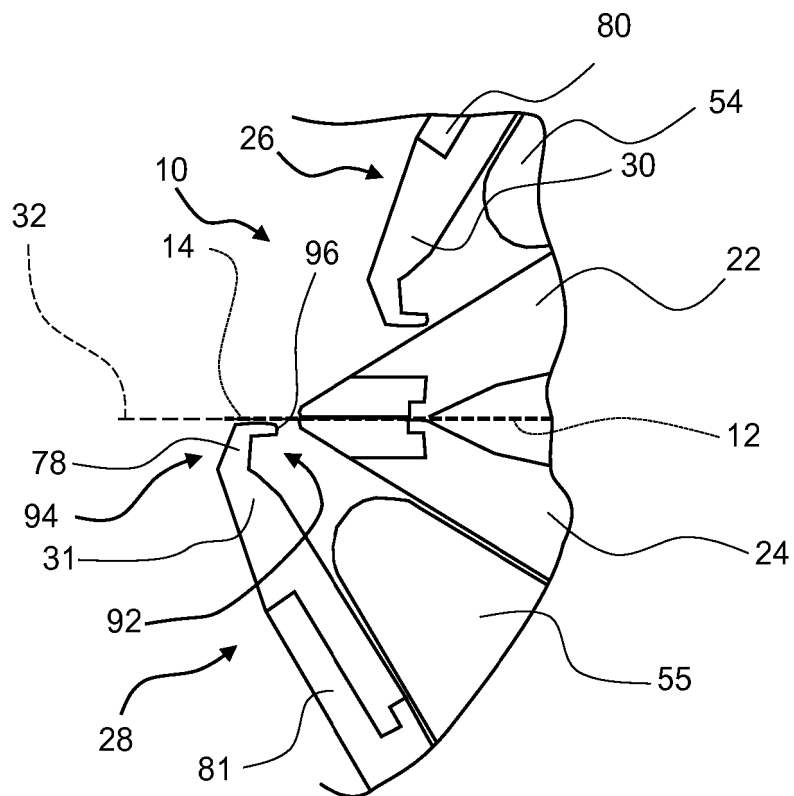


Fig. 4A

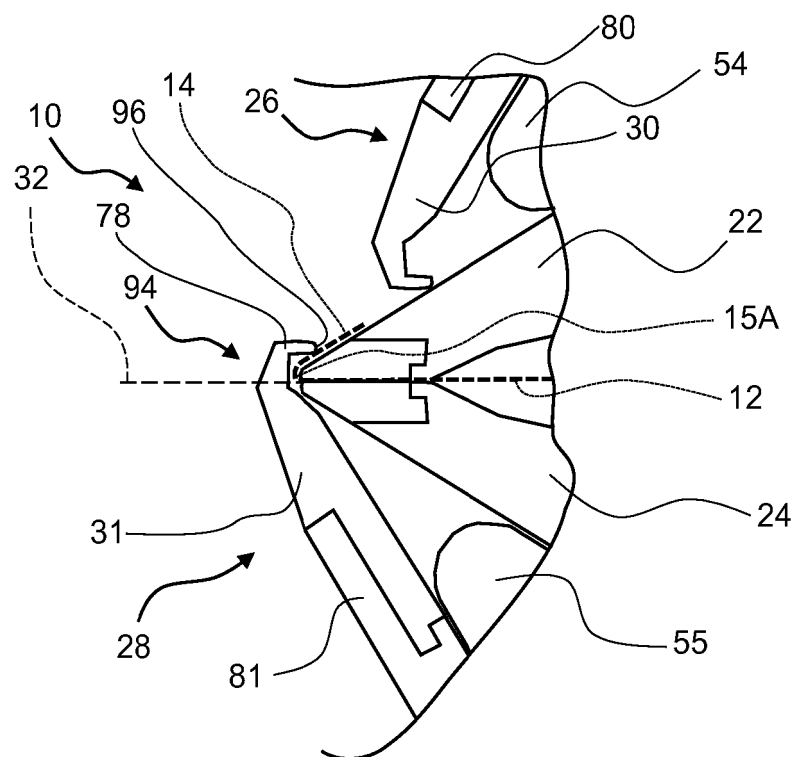


Fig. 4B

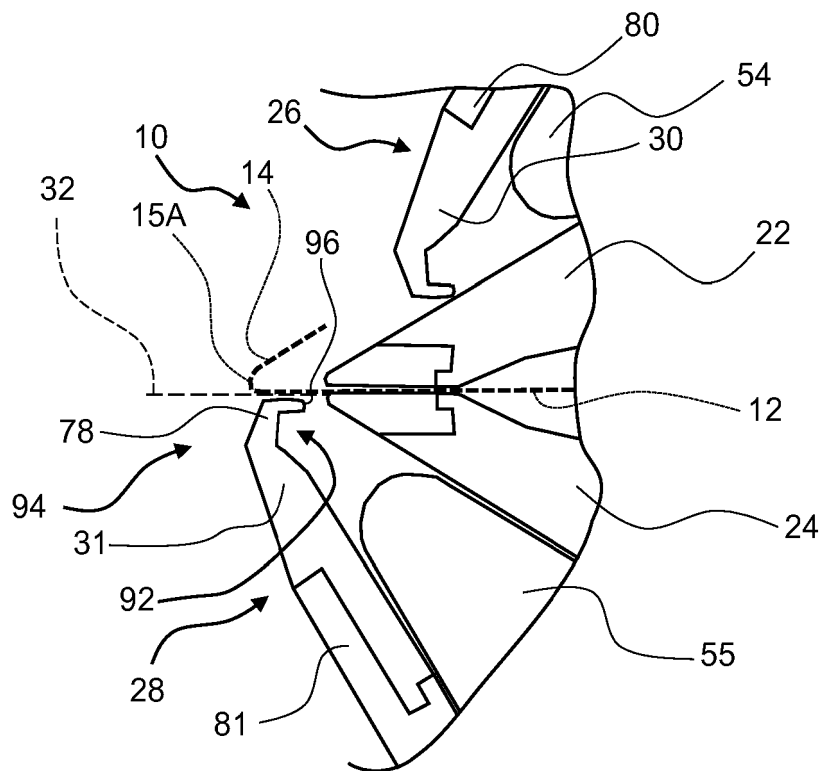


Fig. 4C

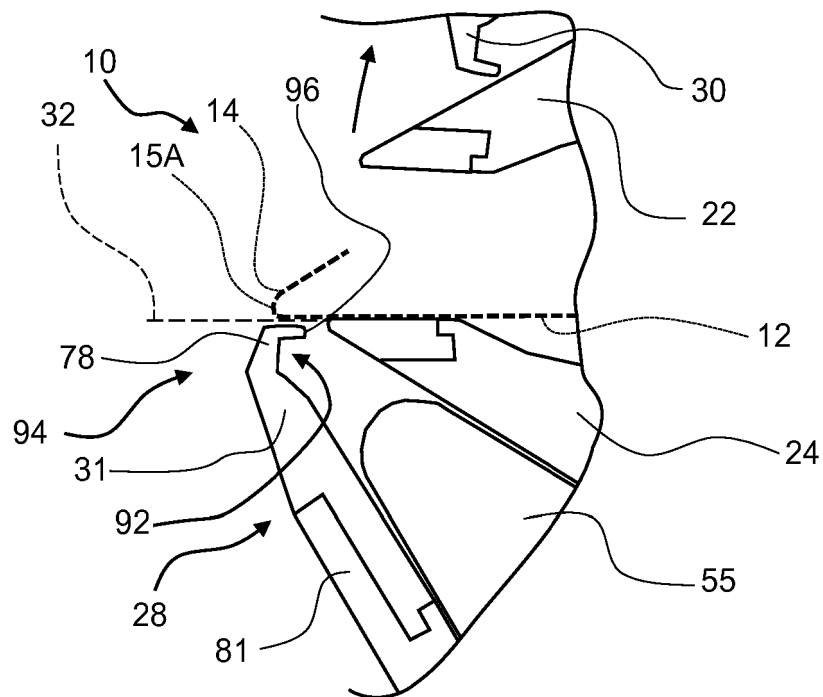


Fig. 4D

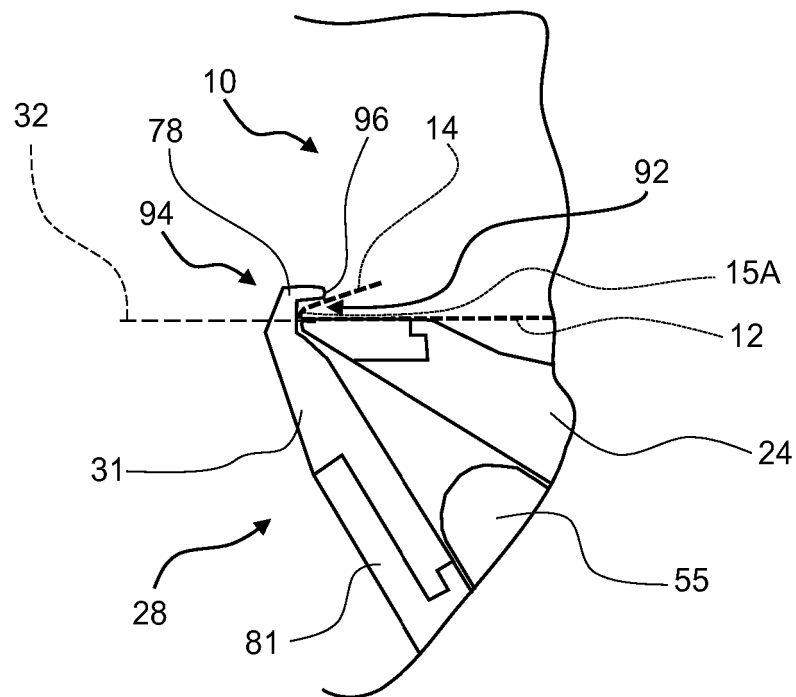


Fig. 4E

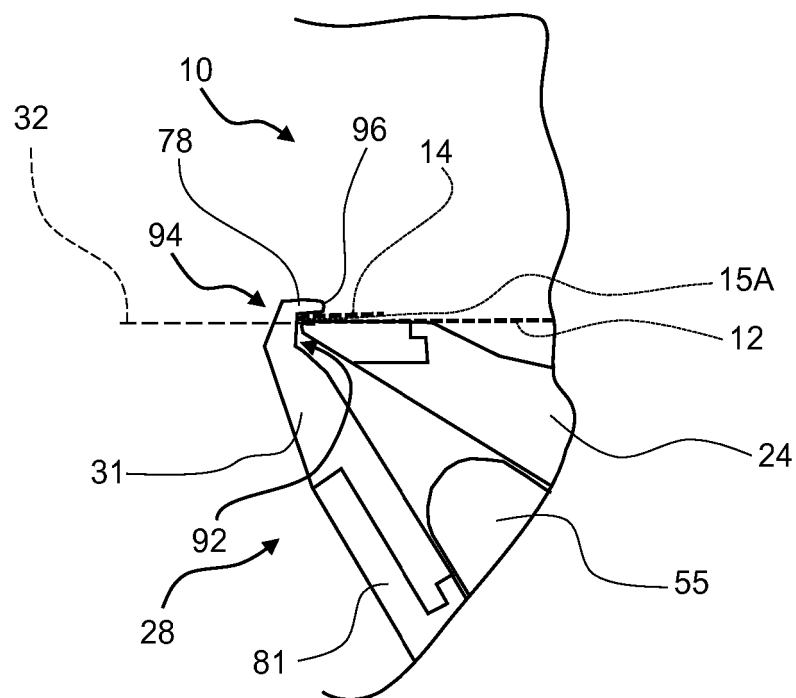


Fig. 4F

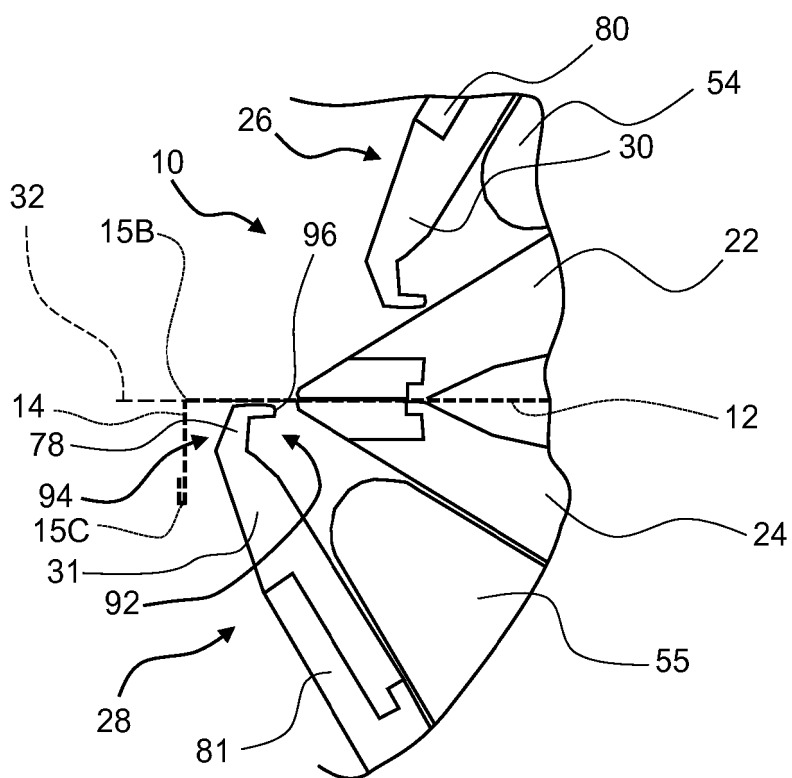


Fig. 6A

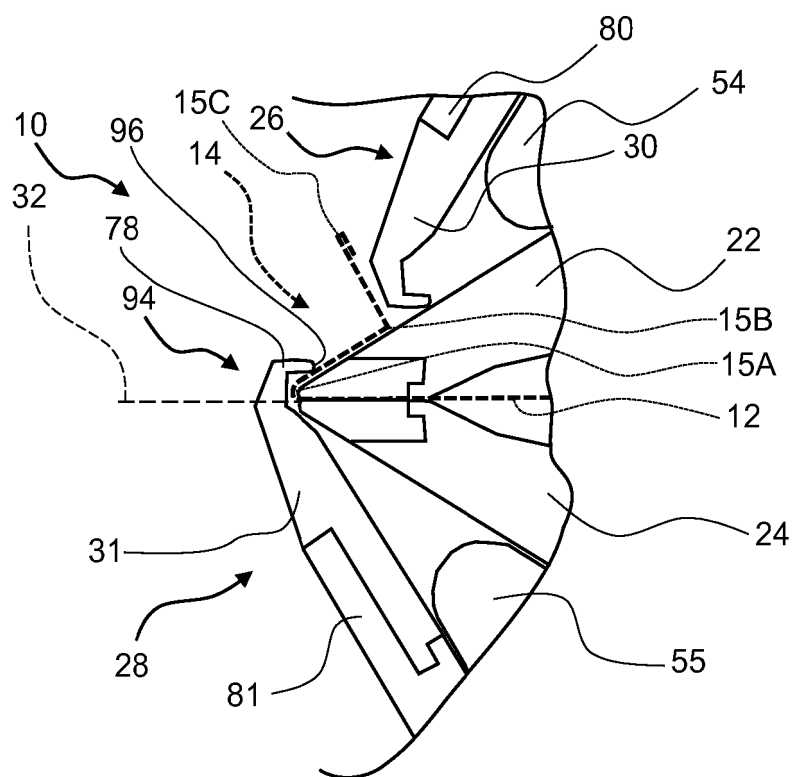


Fig. 6B

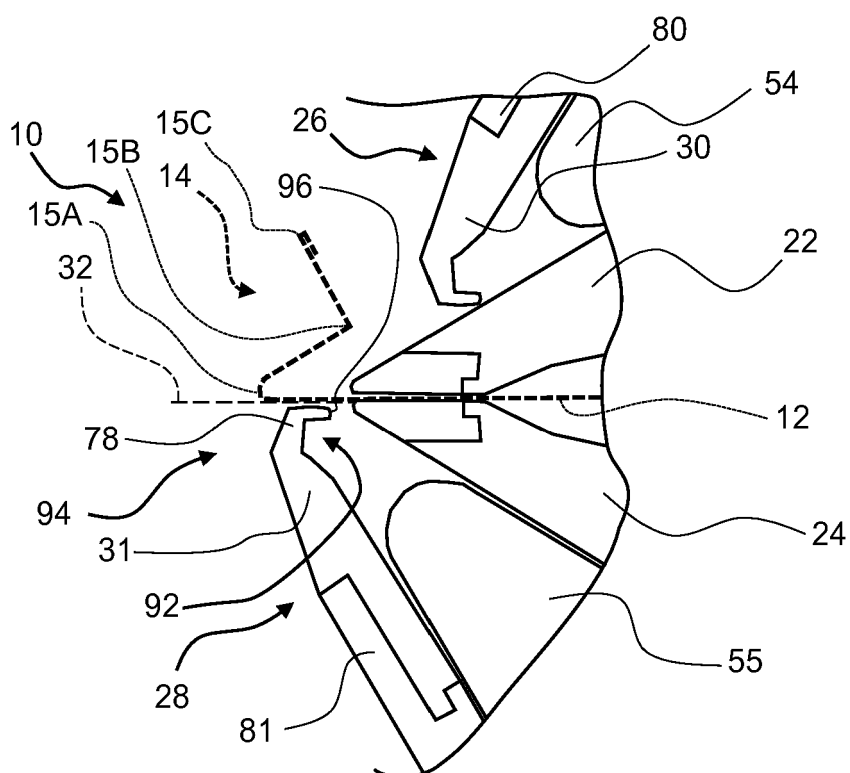


Fig. 6C

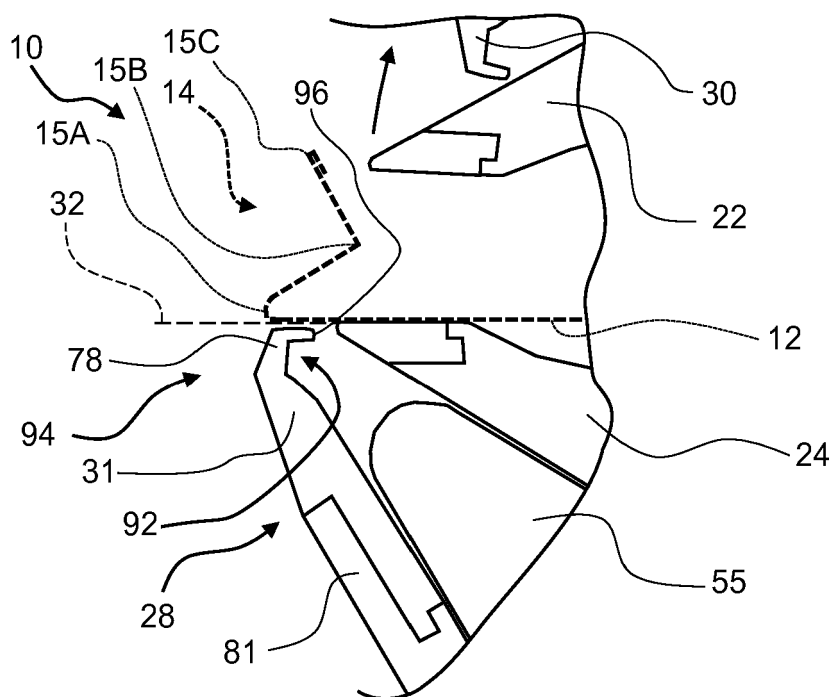


Fig. 6D

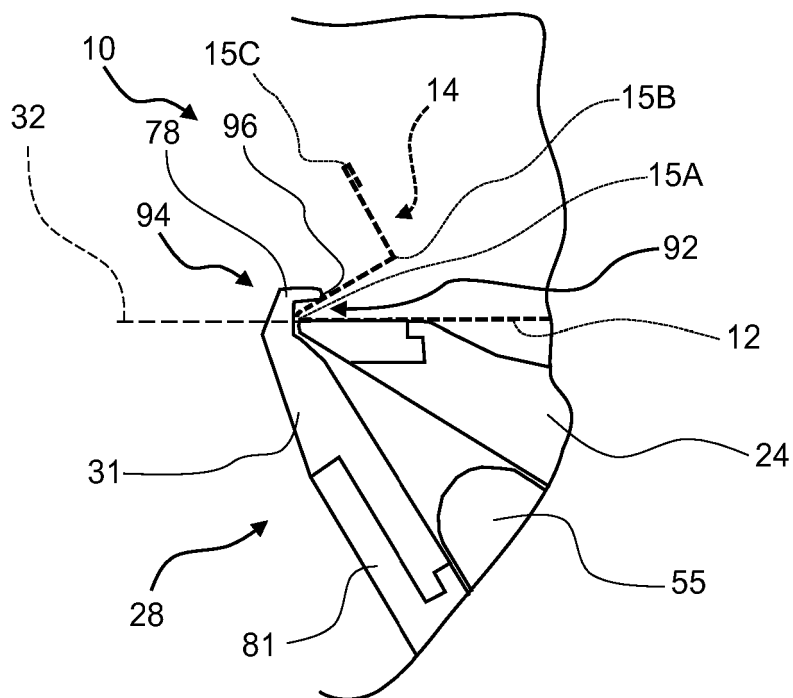


Fig. 6E

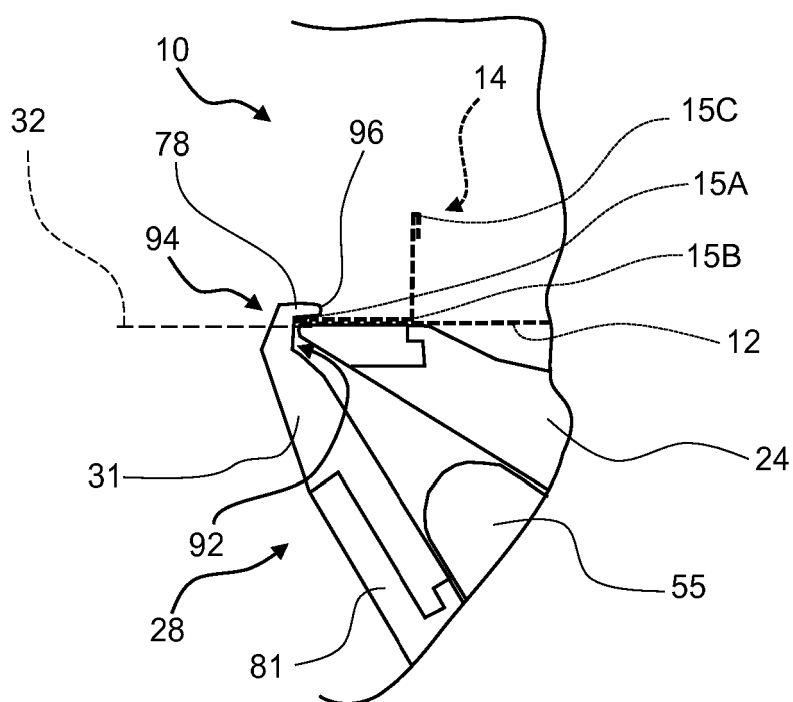


Fig. 6F

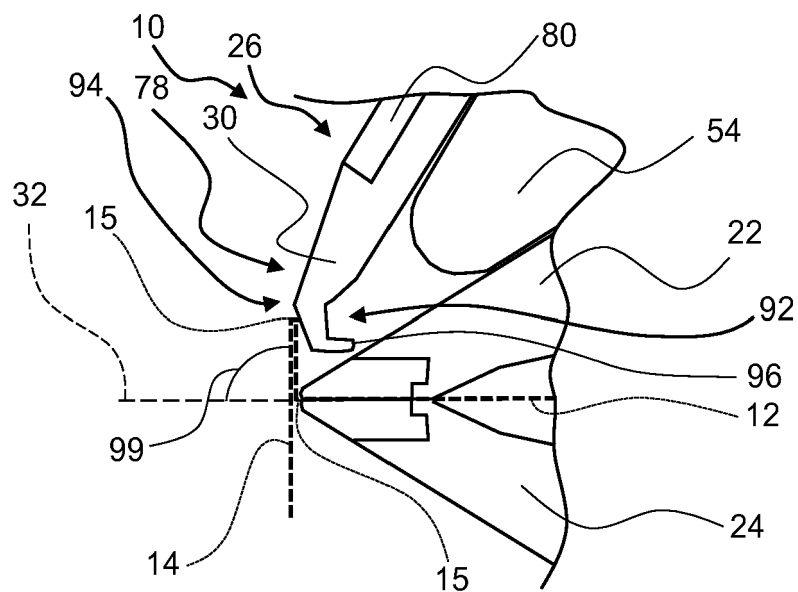


Fig. 8A

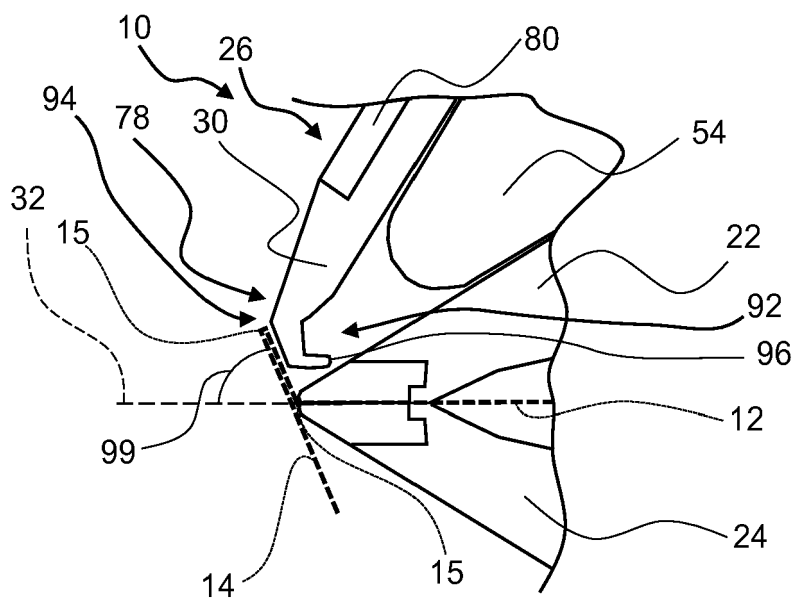


Fig. 8B

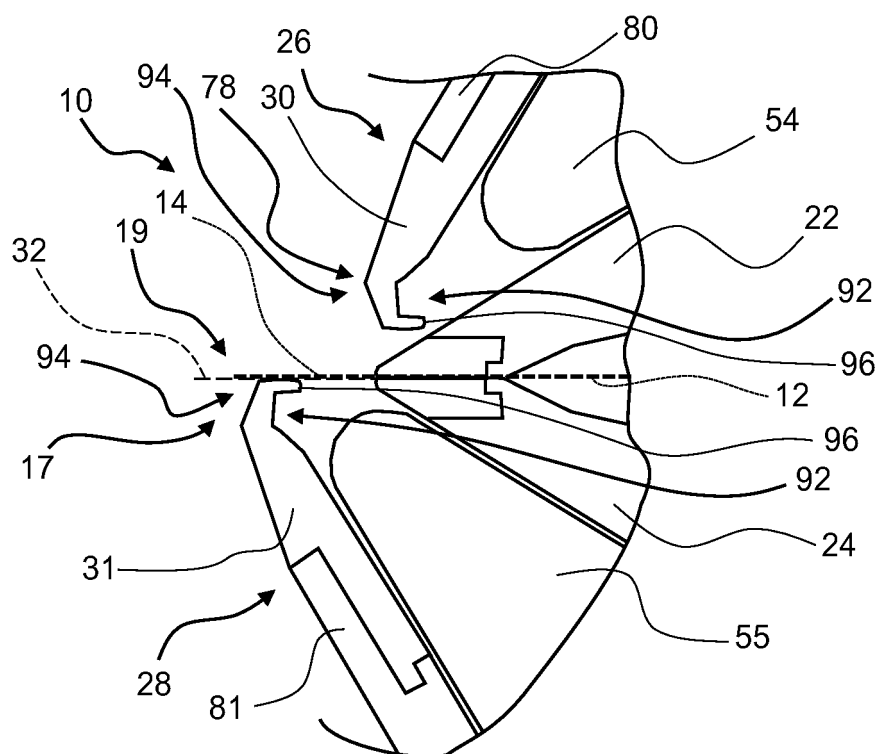


Fig. 10A

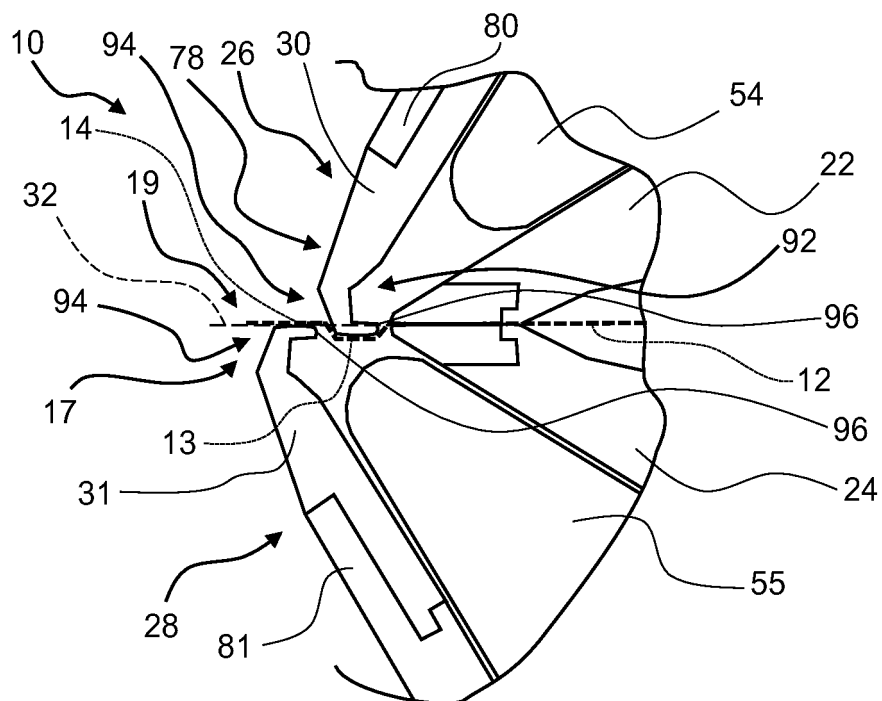


Fig. 10B

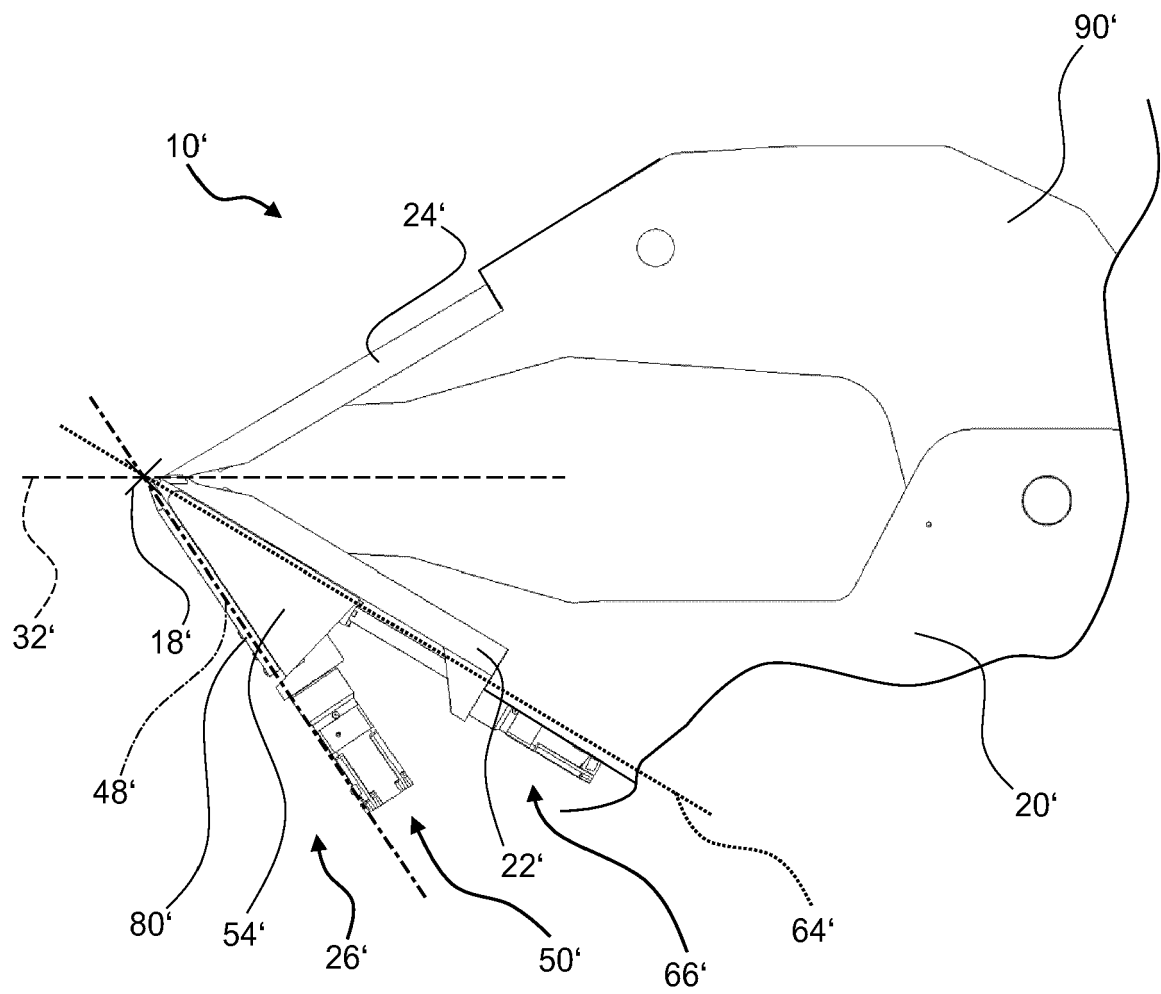


Fig. 12

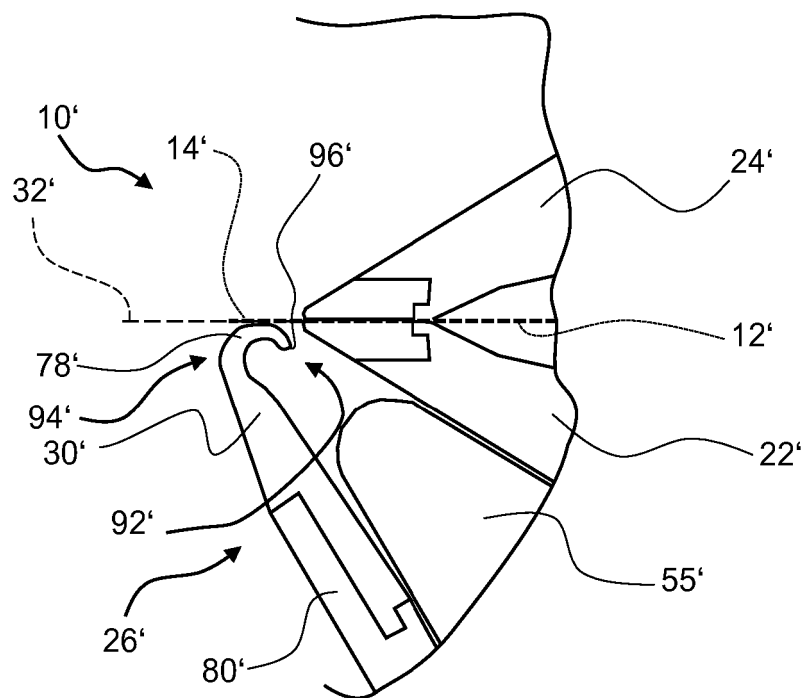


Fig. 13A

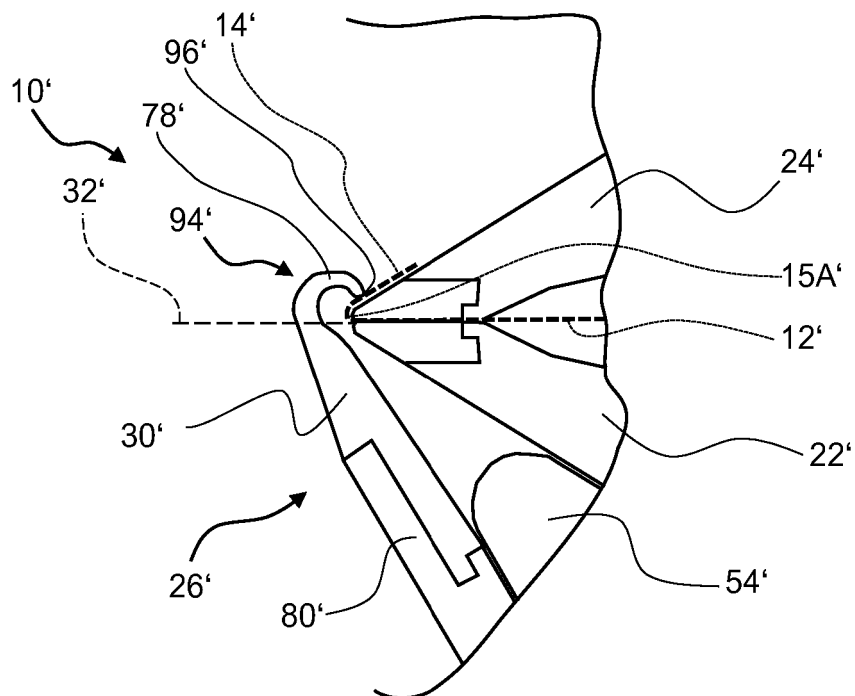


Fig. 13B

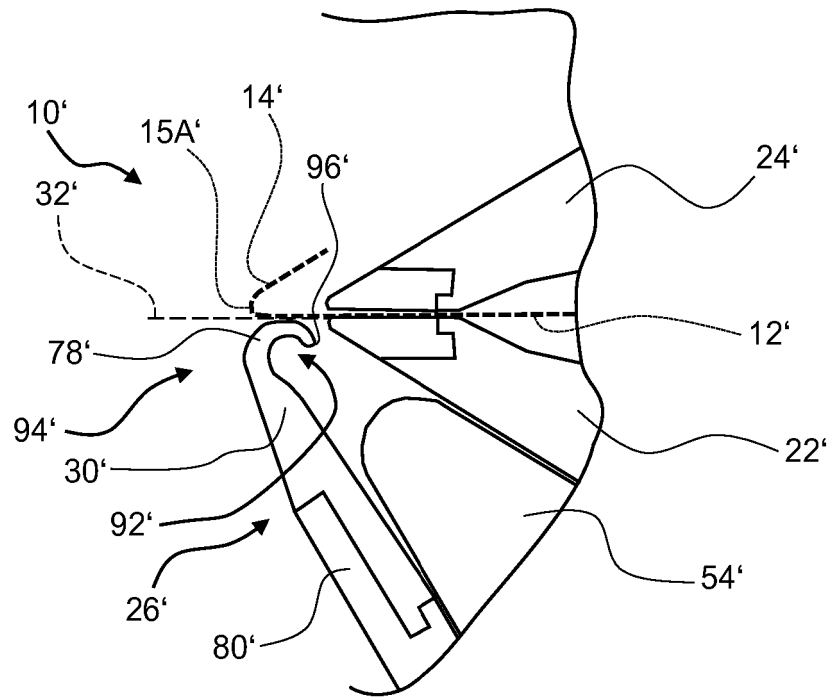


Fig. 13C

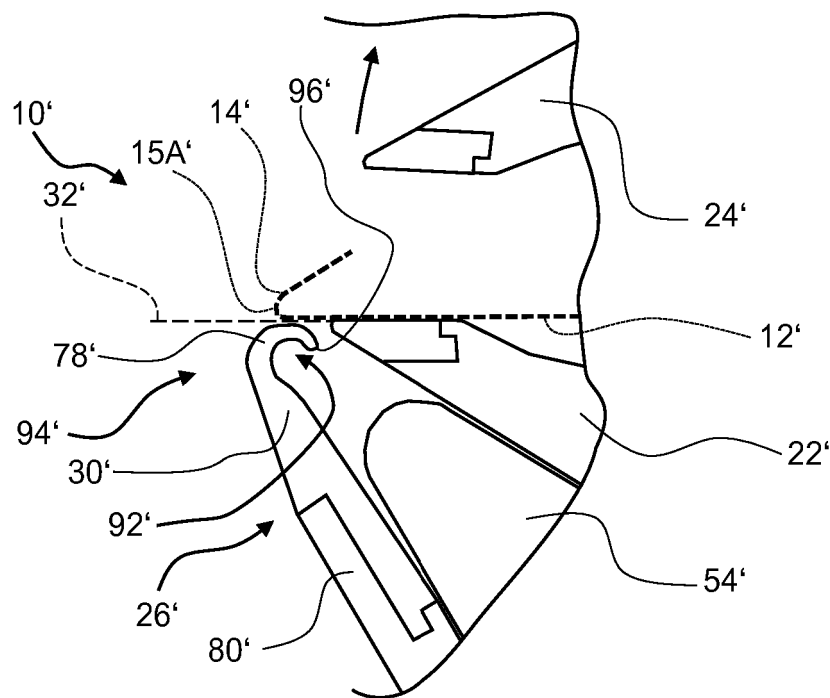


Fig. 13D

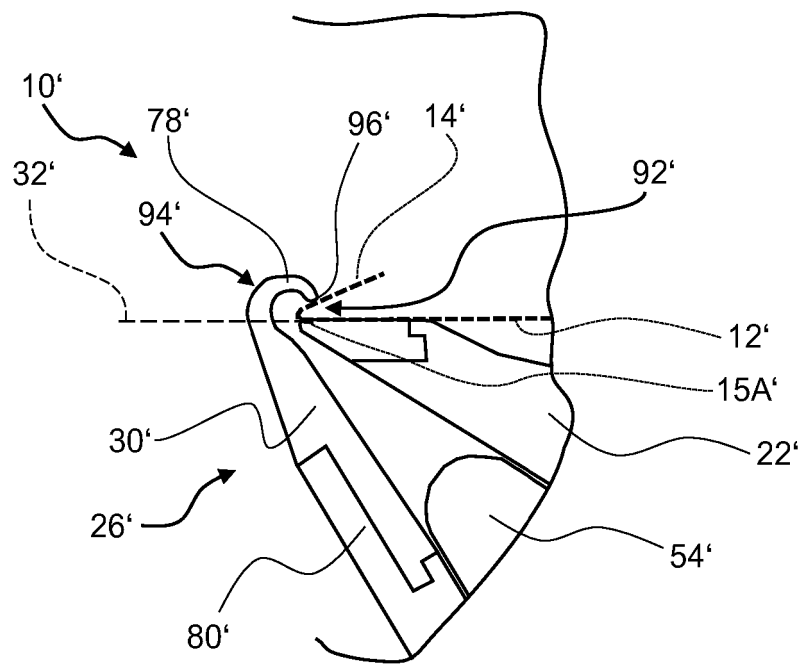


Fig. 13E

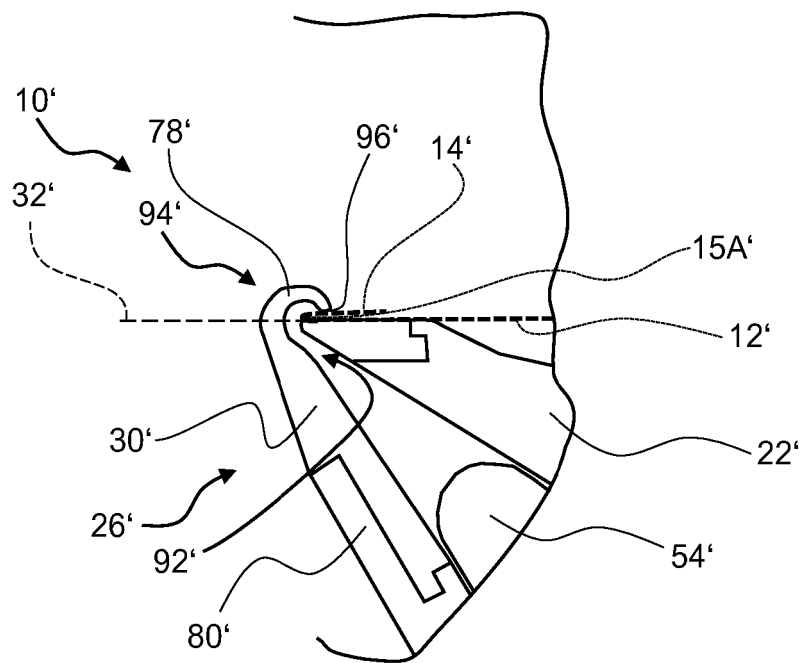


Fig. 13F

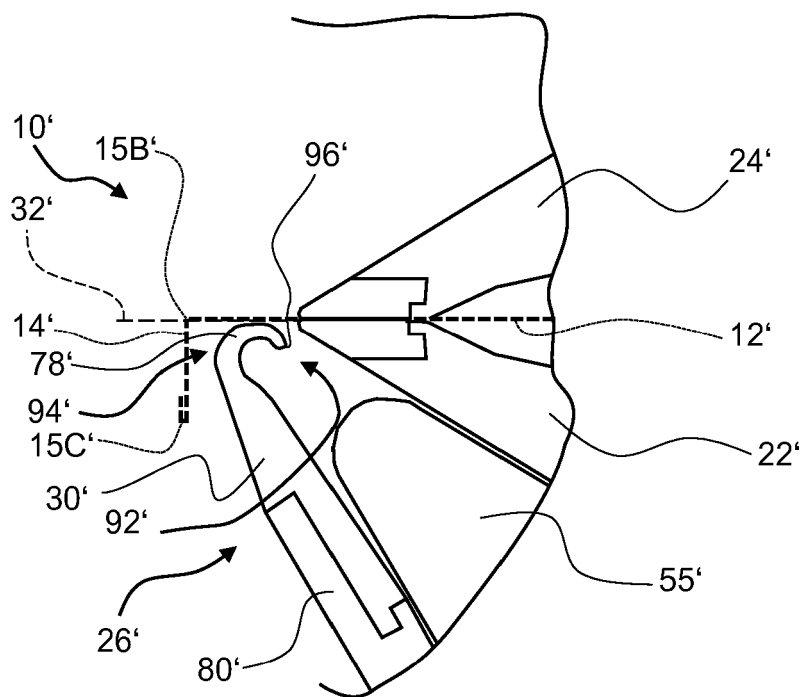


Fig. 15A

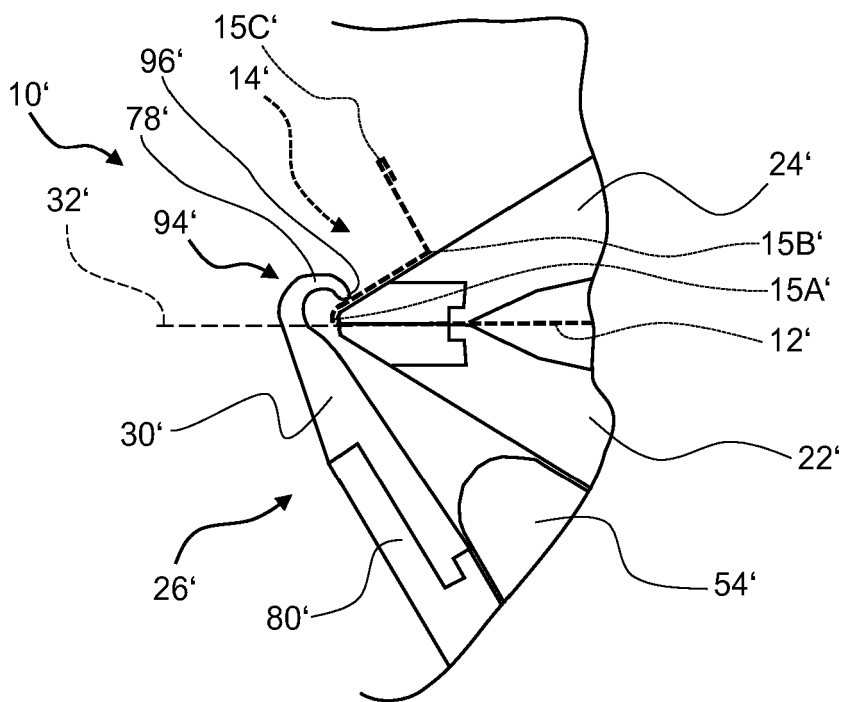


Fig. 15B

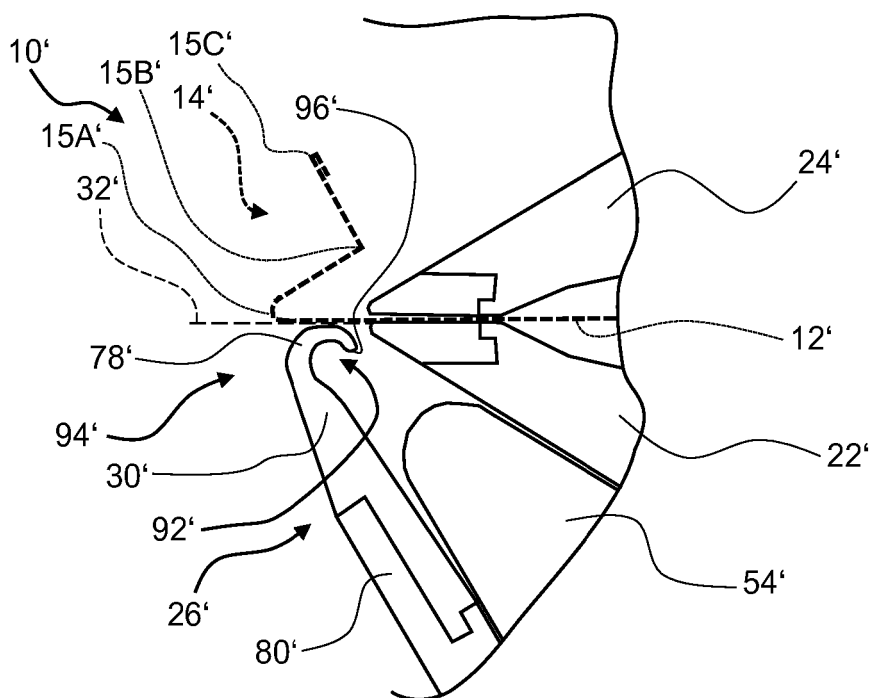


Fig. 15C

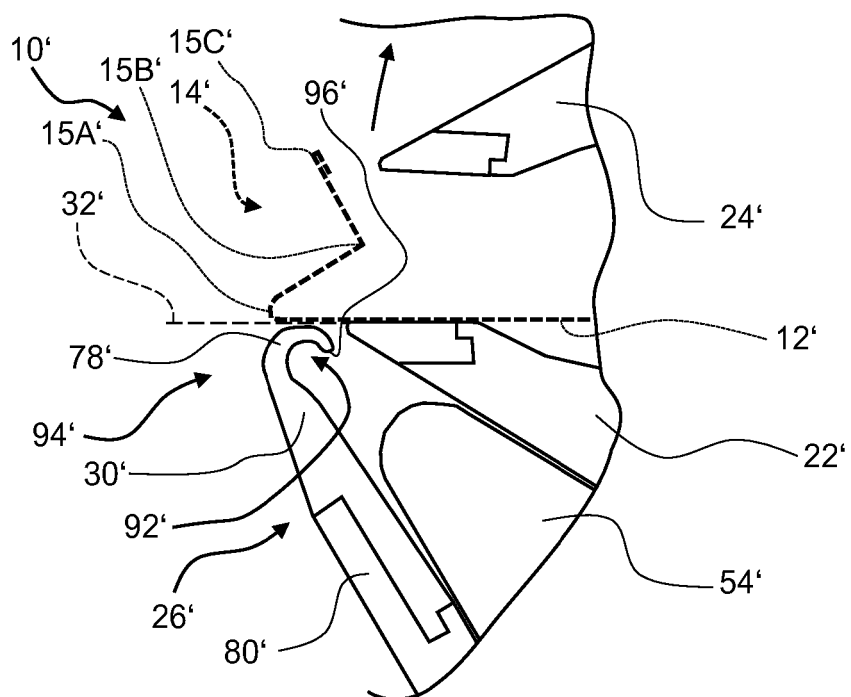


Fig. 15D

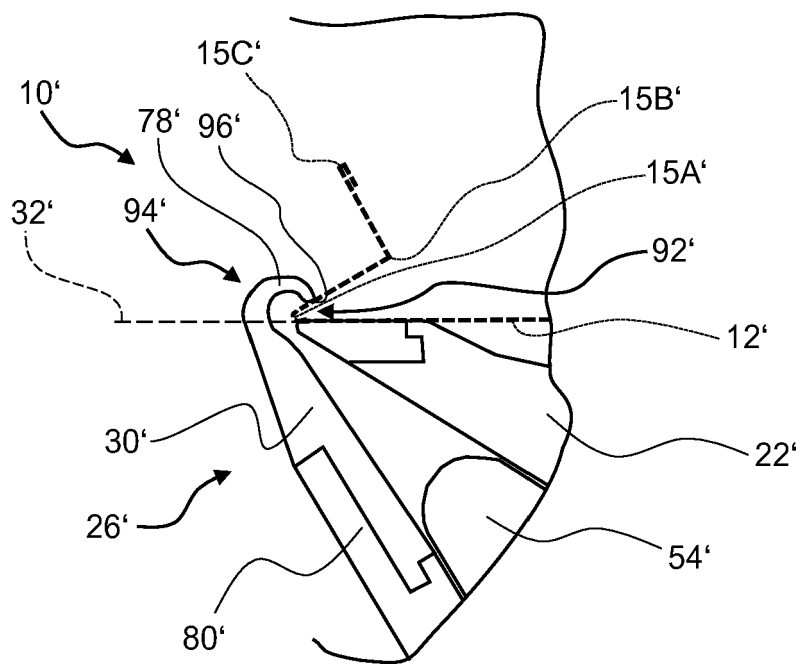


Fig. 15E

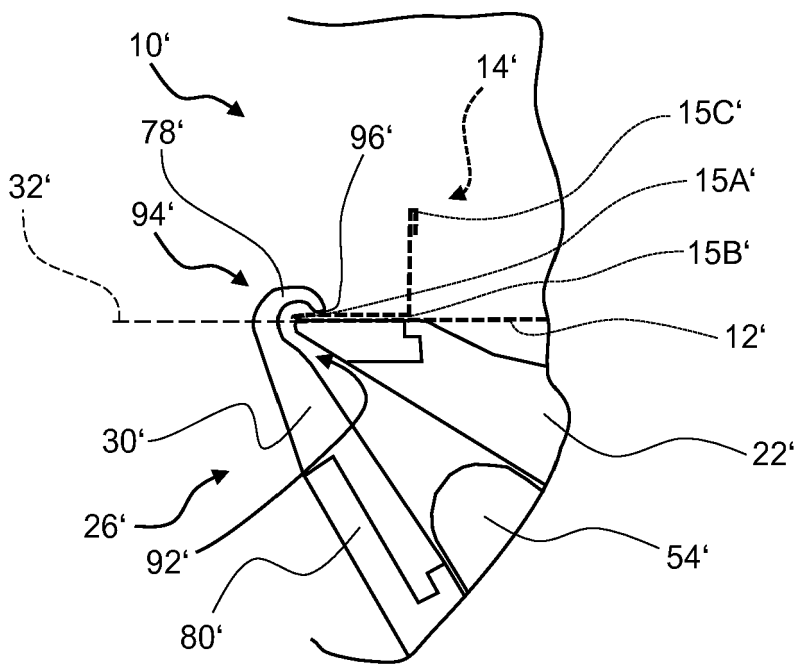


Fig. 15F

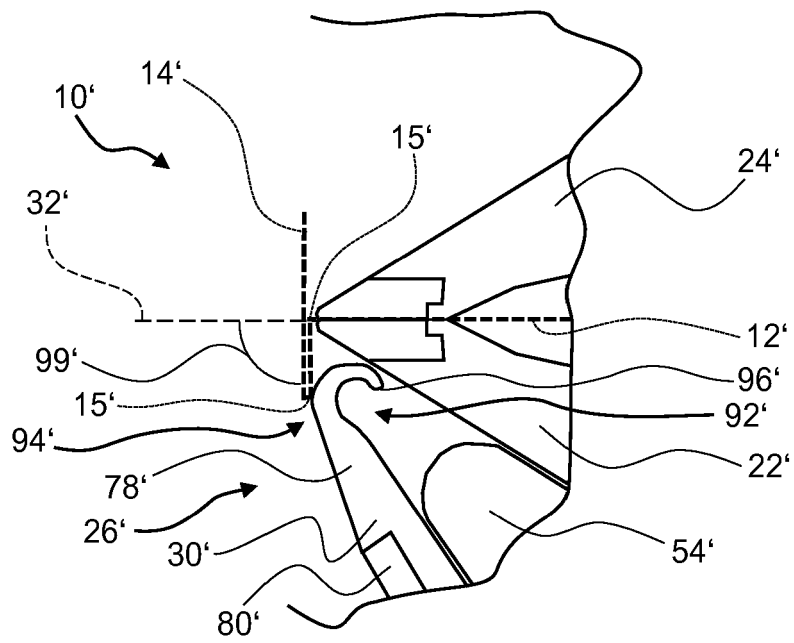


Fig. 17A

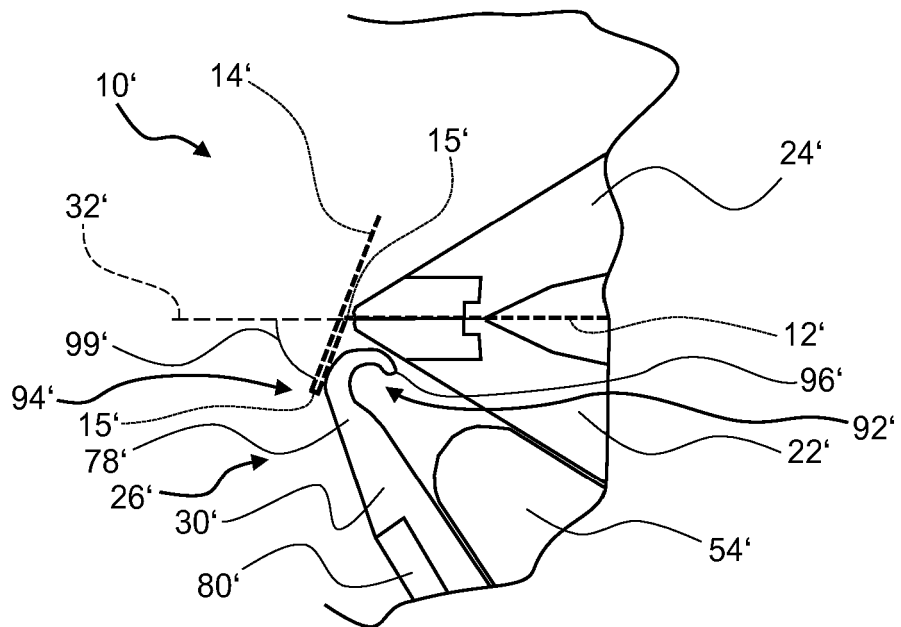


Fig. 17B

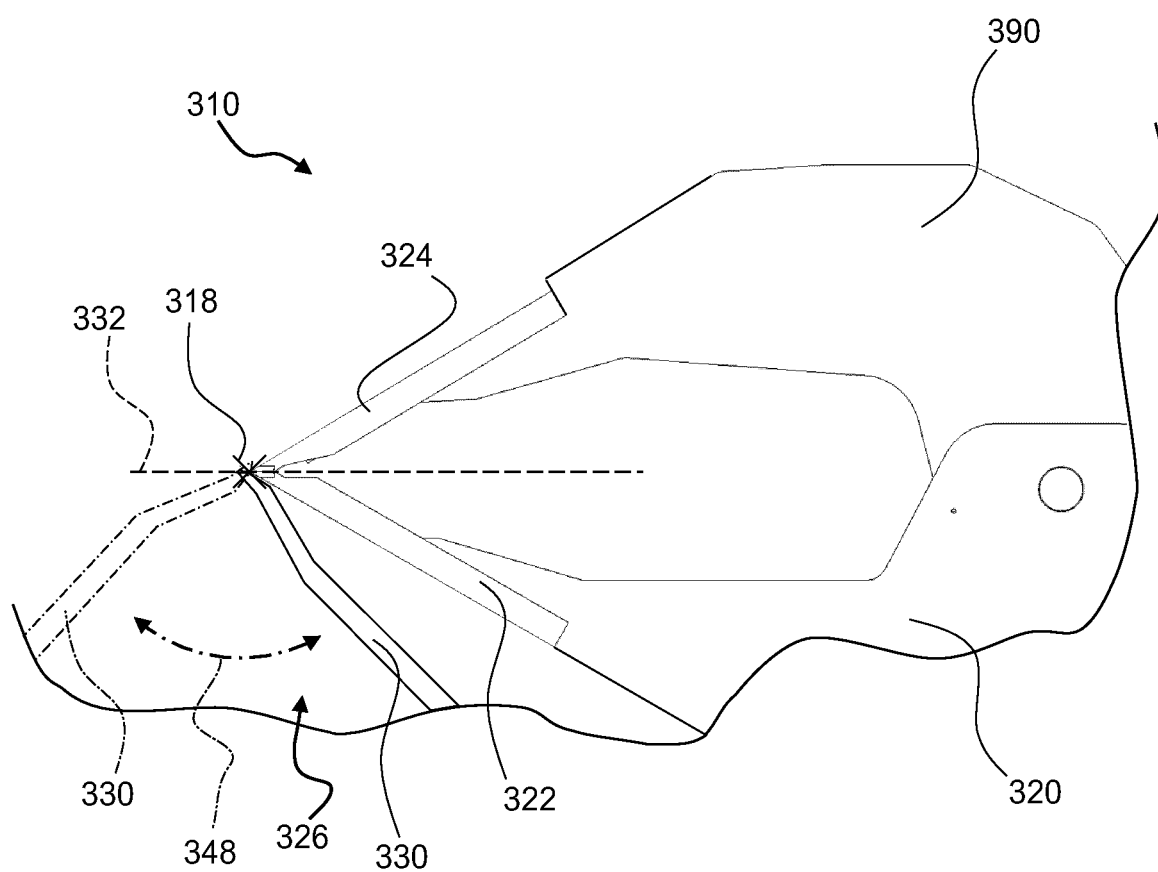


Fig. 19

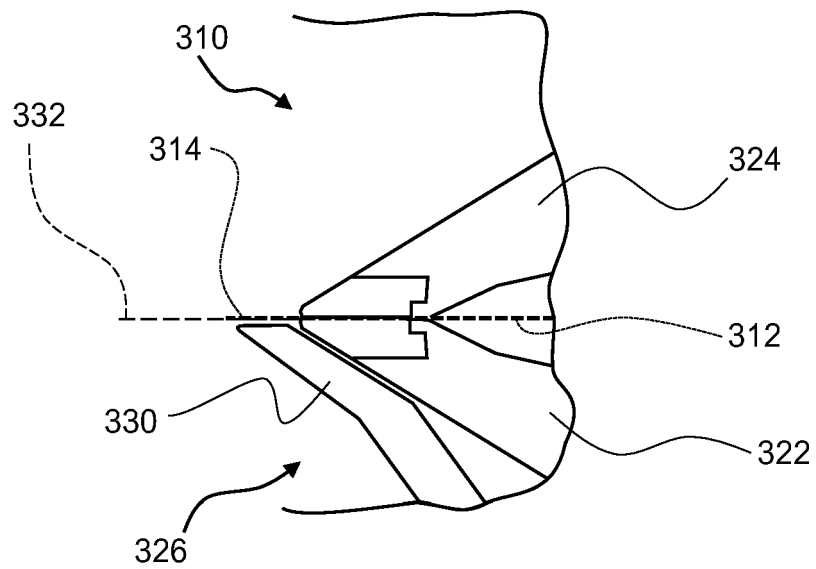


Fig. 20A

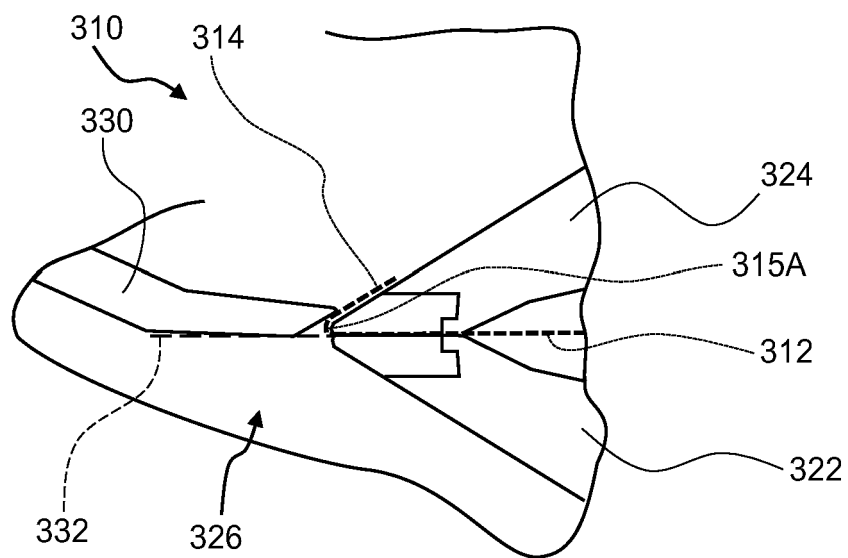


Fig. 20B

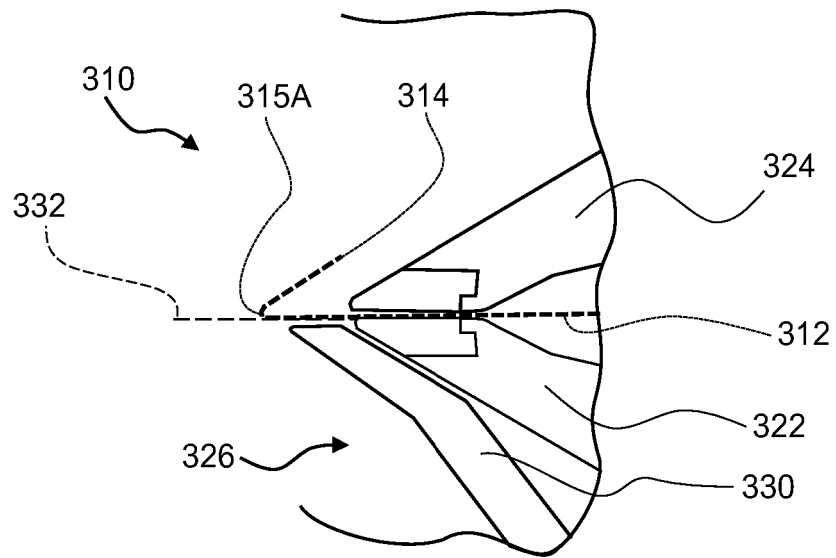


Fig. 20C

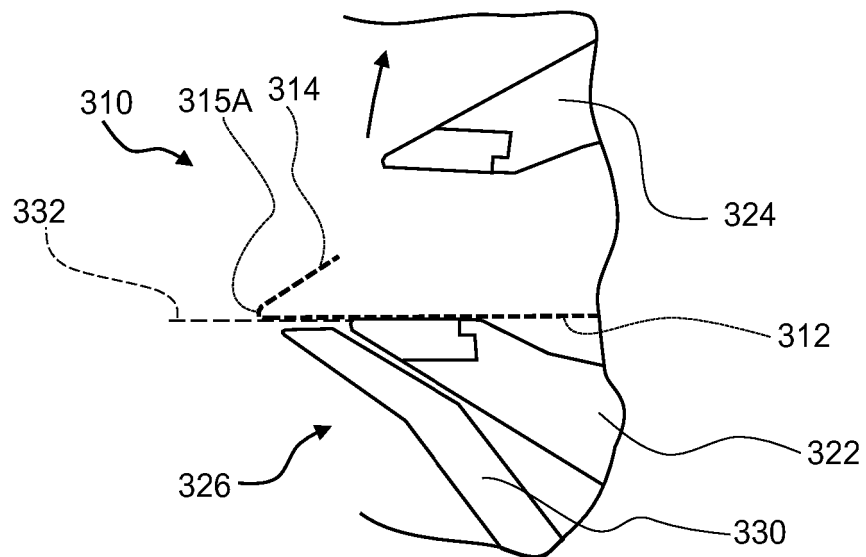


Fig. 20D

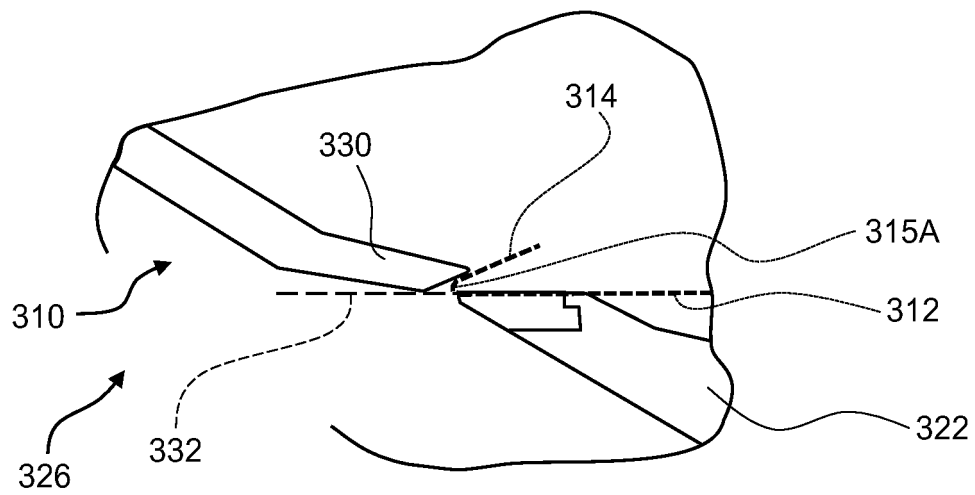


Fig. 20E

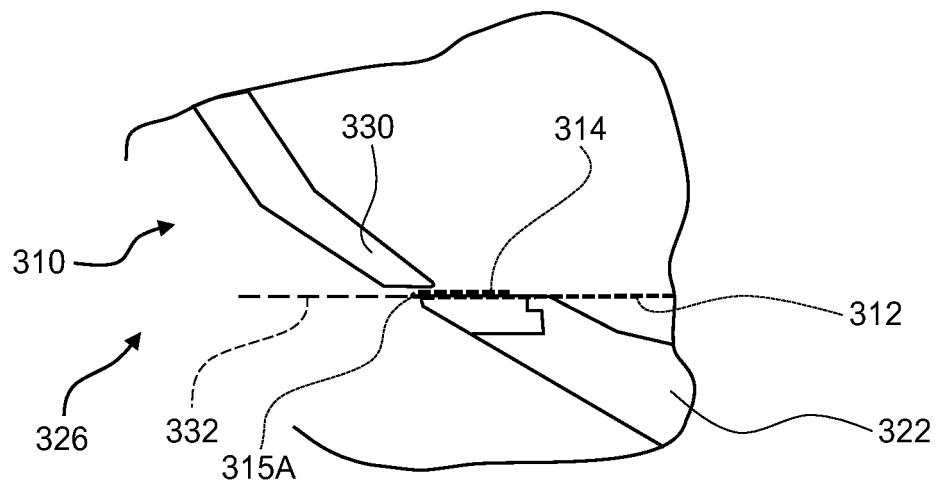


Fig. 20F

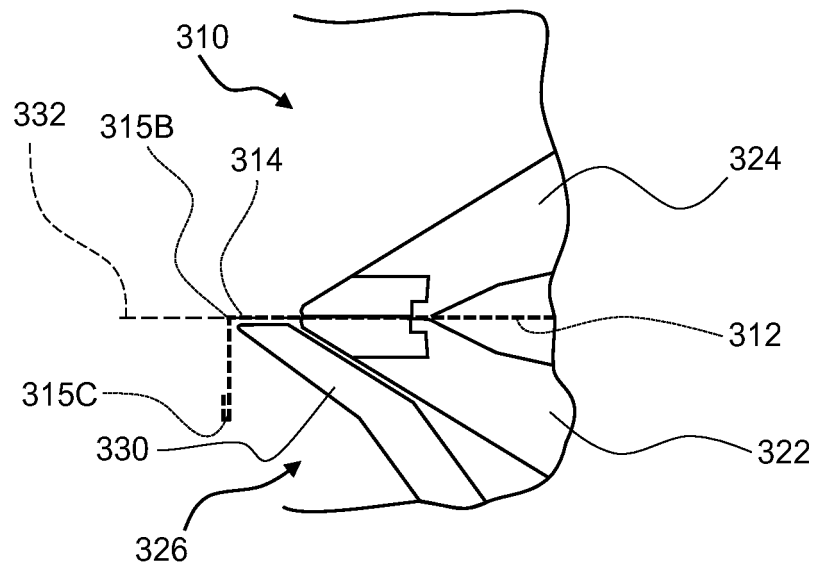


Fig. 22A

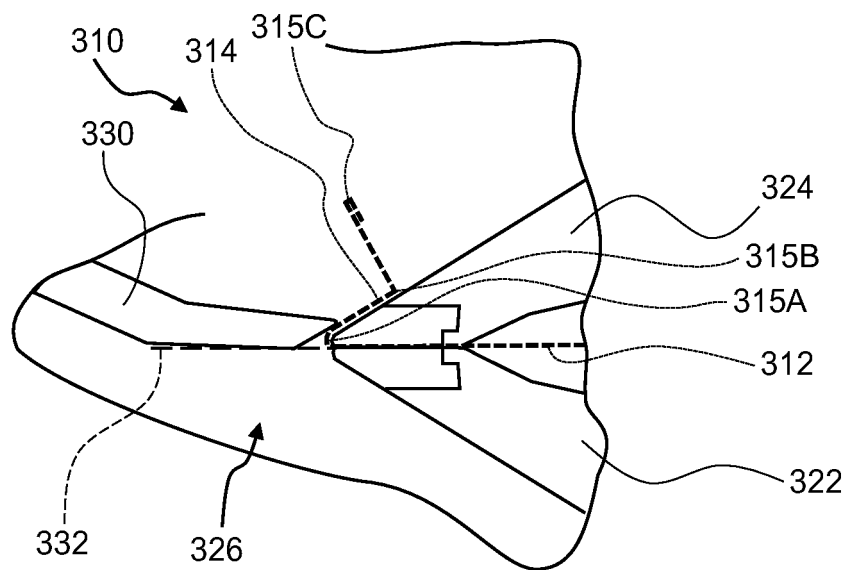


Fig. 22B

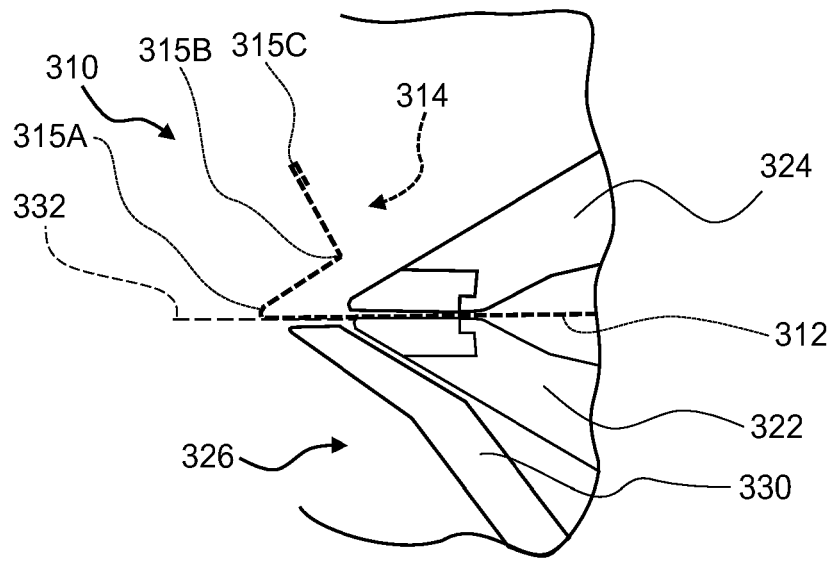


Fig. 22C

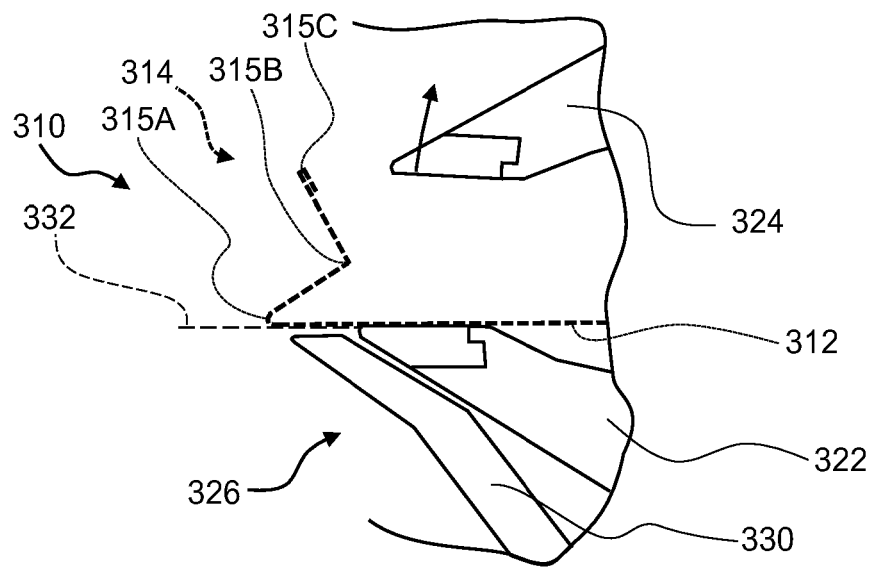


Fig. 22D

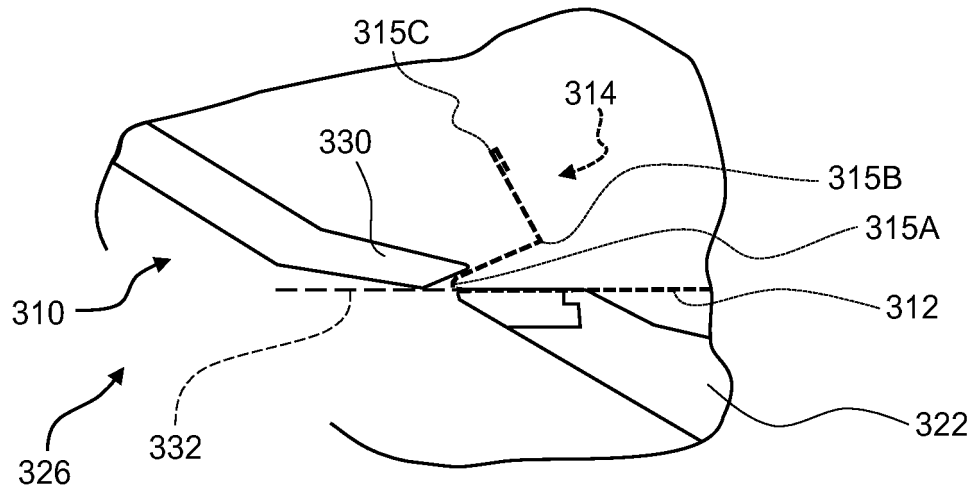


Fig. 22E

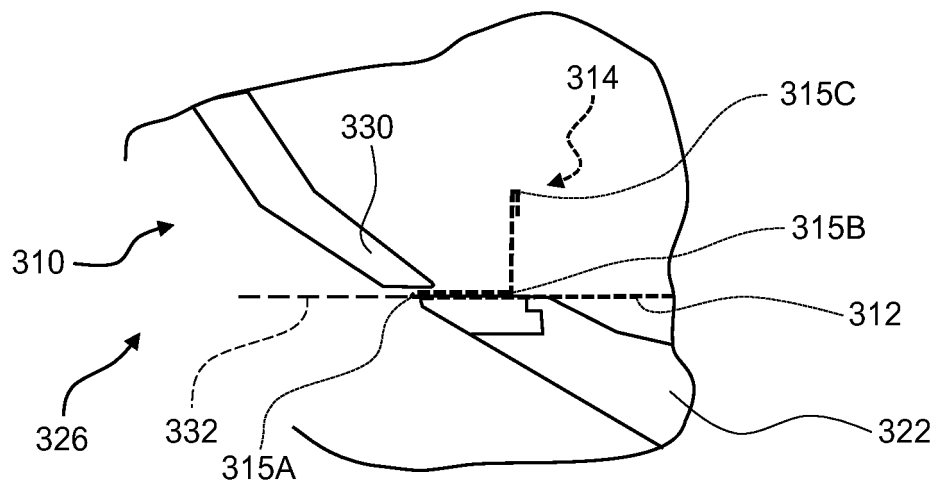


Fig. 22F

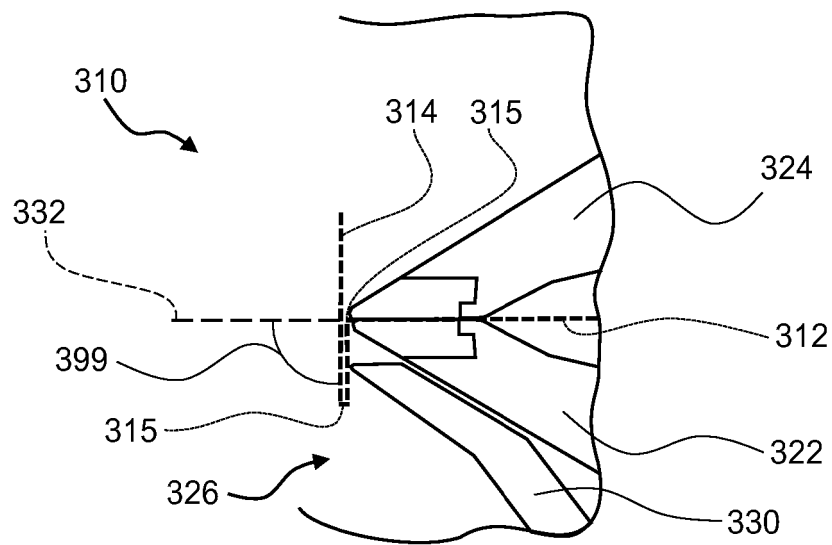


Fig. 24A

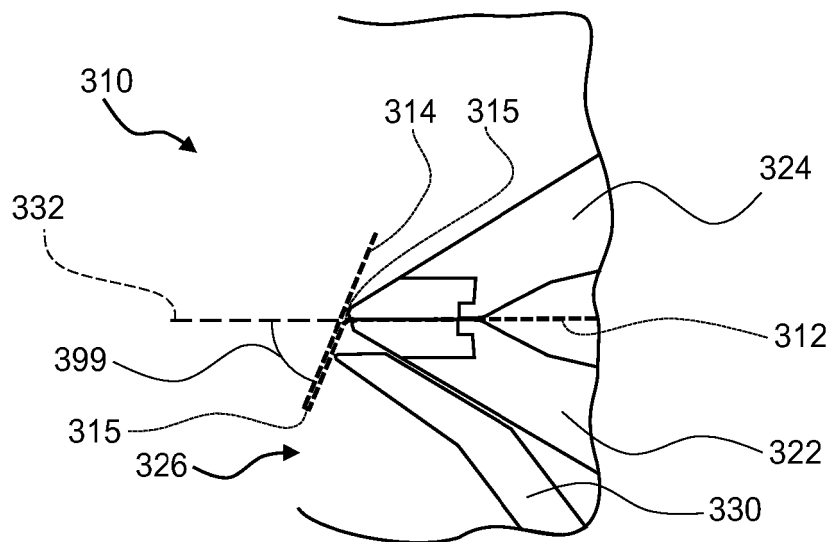


Fig. 24B

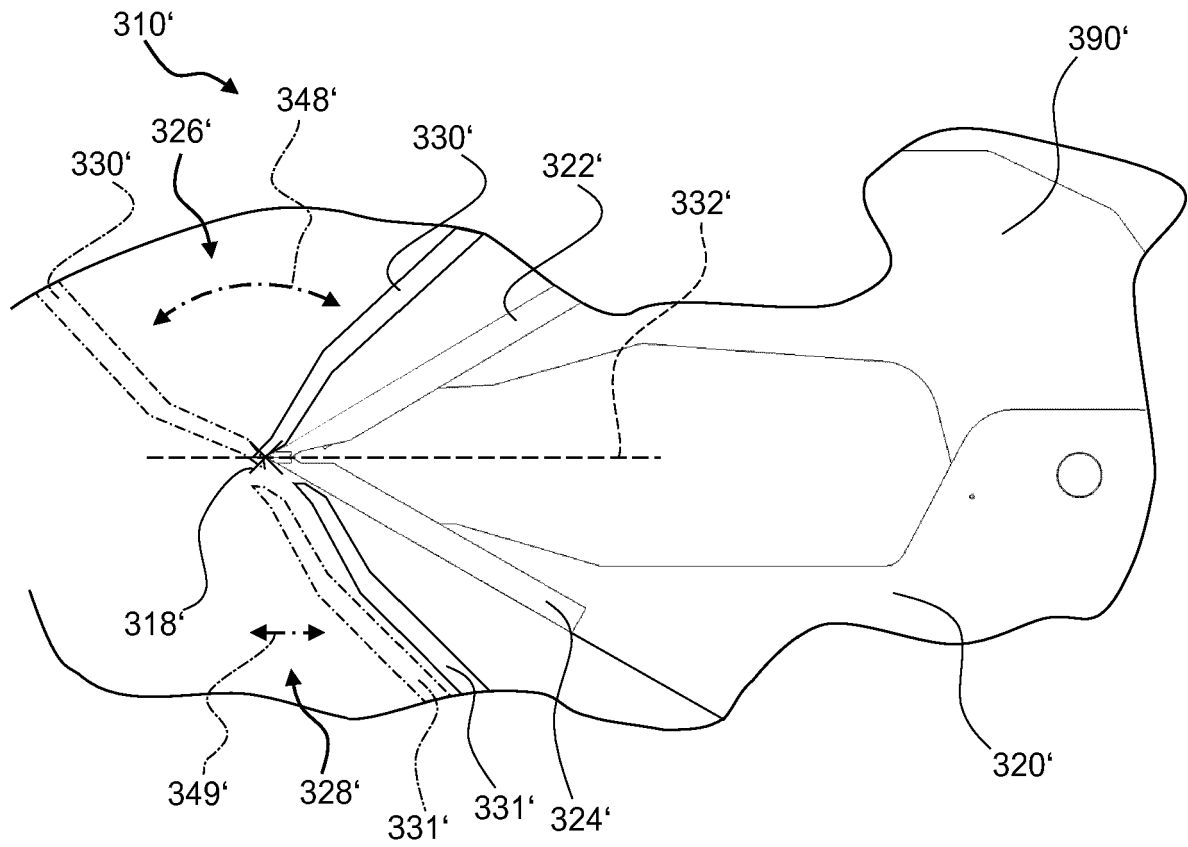


Fig. 26

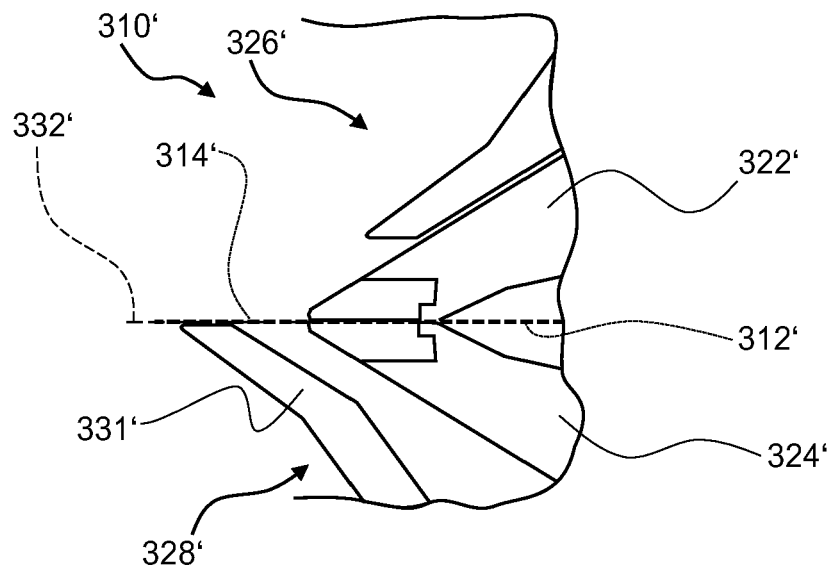


Fig. 27A

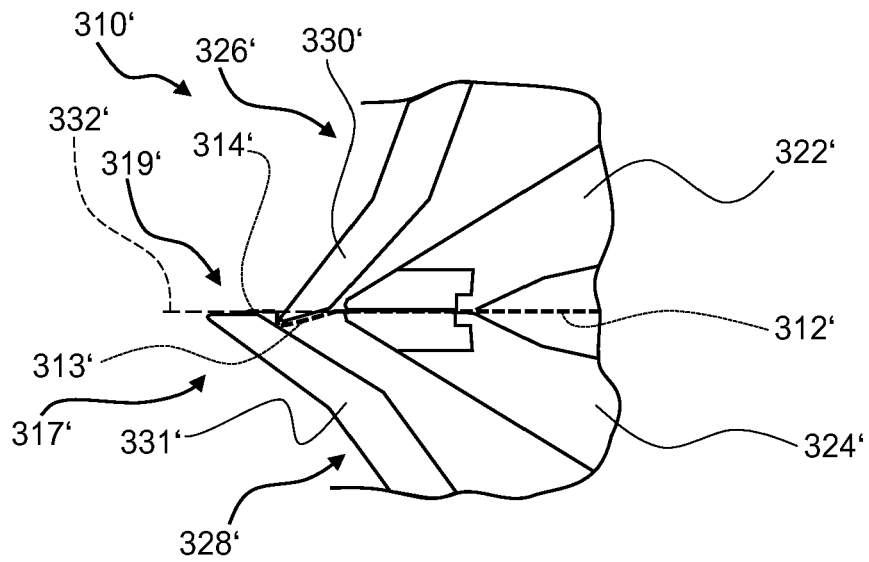


Fig. 27B

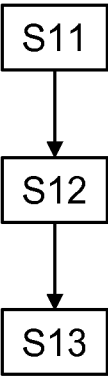


Fig. 5

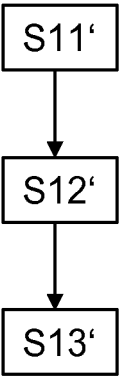


Fig. 7

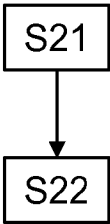


Fig. 9

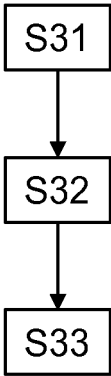


Fig. 11

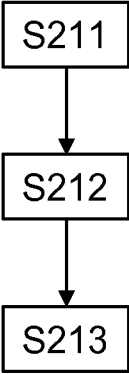


Fig. 14

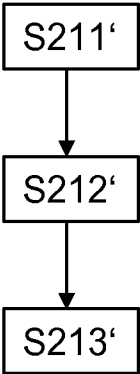


Fig. 16

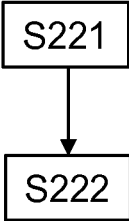


Fig. 18

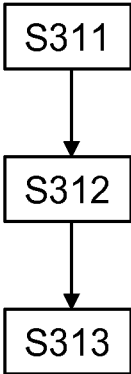


Fig. 21

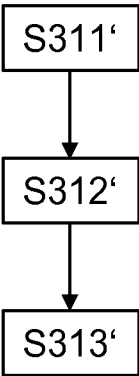


Fig. 23

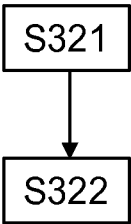


Fig. 25

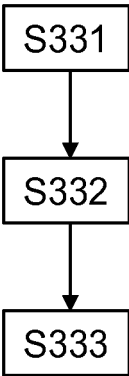


Fig. 28



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 19 8552

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2020/002466 A1 (ROLAND RUEGENBERG GMBH [DE]) 2. Januar 2020 (2020-01-02)	1-3,6	INV.
A	* Seite 9, Zeilen 21-23; Abbildungen 7A-7H *	4,5,7,8	B21D5/04
	* Seite 24, Zeilen 5-9 *		B21D17/02
	-----		B21D19/08
A,D	DE 20 2020 002598 U1 (EVOBEND GMBH [DE]) 6. Juli 2020 (2020-07-06)	1-8	
	* Abbildungen 1-17 *		

A	DE 42 06 417 A1 (GRIEBEL EDGAR [DE]) 2. September 1993 (1993-09-02)	1-8	
	* Abbildungen 1-7 *		

A	DE 10 2019 008118 A1 (HOCHSTRATE WOLFRAM [DE]) 27. Mai 2021 (2021-05-27)	1-8	
	* Abbildungen 1-7 *		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		17. Januar 2025	Vassoille, Philippe
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 19 8552

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

17-01-2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2020002466 A1	02-01-2020	CN 112512718 A	16-03-2021
		DE 102018115382 A1	02-01-2020
		US 2021245223 A1	12-08-2021
		WO 2020002466 A1	02-01-2020
DE 202020002598 U1	06-07-2020	KEINE	
DE 4206417 A1	02-09-1993	DE 4206417 A1	02-09-1993
		EP 0583449 A1	23-02-1994
		WO 9316822 A1	02-09-1993
DE 102019008118 A1	27-05-2021	KEINE	

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202020002598 U1 [0008] [0133]
- EP 3403738 A1 [0173]
- EP 2014381 A2 [0173]
- DE 19901797 A1 [0173]