

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
27. März 2014 (27.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/044338 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21D 24/06 (2006.01) **B21D 24/10** (2006.01)
B21D 24/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002384

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. August 2013 (08.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 018 606.1
20. September 2012 (20.09.2012) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).
AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: **ROSCHER, Hans-Jürgen**; Am Schrebergarten
20B, 09419 Thum-Jahnsbach (DE). **WOLF, Klaus**; Louis-

Wilsdorf-Strasse 4, 09117 Chemnitz (DE). **MAINDA,
Patrick**; Zum Siepenbach 43, 59823 Arnsberg (DE).
KERSCHNER, Matthias; Etwiesen 19, 85296 Rohrbach
(DE).

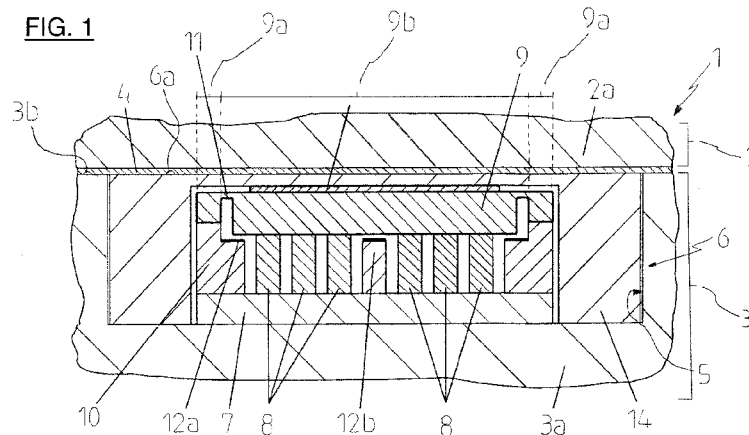
(74) Anwalt: **KLITZSCH, Gottfried**; Grünecker, Kinkeldey,
Stockmair & Schwanhäusser, Leopoldstrasse 4, 80802
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEEP DRAWING DIE AND METHOD FOR DEEP DRAWING A WORKPIECE

(54) Bezeichnung : TIEFZIEHWERKZEUG UND VERFAHREN ZUM TIEFZIEHEN EINES WERKSTÜCKES



(57) Abstract: The invention relates to a deep drawing die (1) with a top die and a bottom die (2, 3), wherein the top die (2) has a holding down clamp (2a) and the bottom die (3) has a die plate (3a), and wherein at least one device (6), with which the distance between the holding down clamp (2a) and the die plate (3a) can be modified in portions or partially, is arranged in a flange region. The invention further relates to a method for deep drawing a workpiece (4) with a deep drawing die (1), wherein a workpiece (4) is inserted between a top die and a bottom die (2, 3) and deep drawn by closing the top and bottom dies (2, 3), and wherein at least one actuator (8) is controlled to generate a holding force during deep drawing. Essentially, the invention presented controls the flange feed of a workpiece (4) in the tool (1) by pressure distributions which are adjustable in the forming process. By selectively increasing forces in the flange feed at selected locations between holding down clamp (2a) and die plate (3a) it is possible to control the flow of material into the die plate (3a) during deep drawing. Using this control, it is possible to relieve the load on regions with high deforming work, so that tears or cracks at these points in the finished component can be prevented. This involves increasing the friction between die plate (3a) and plate (4) or between plate (4) and holding down clamp (2a) by generating holding forces, as a result of which the material is held fast and prevented from flowing at this location.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/044338 A1



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

CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Tiefziehwerkzeug (1) mit einem Ober- und einem Unterwerkzeug (2, 3), wobei das Oberwerkzeug (2) einen Niederhalter (2a) und das Unterwerkzeug (3) eine Matrize (3a) aufweist, und wobei in einem Flanschbereich mindestens eine Vorrichtung (6) angeordnet ist, mit welcher der Abstand zwischen Niederhalter (2a) und Matrize (3a) in Teilbereichen bzw. partiell verändert werden kann. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes (4) mit einem Tiefziehwerkzeug (1), wobei ein Werkstück (4) zwischen einem Ober- und einem Unterwerkzeug (2, 3) eingelegt wird und durch Schließen von Ober- und Unterwerkzeug (2, 3) tiefgezogen wird, und wobei mindestens ein Aktor (8) zur Erzeugung einer Haltekraft während des Tiefziehens gesteuert wird. Im Wesentlichen wird mit der vorgestellten Erfindung die Steuerung des Flanscheinzugs eines Werkstückes (4) im Werkzeug (1) durch im Umformprozess verstellbare Druckverteilungen gesteuert. Durch die gezielte Erhöhung von Kräften im Flanscheinzug an ausgewählten Orten zwischen Niederhalter (2a) und Matrize (3a) kann während des Tiefziehens der Fluss an Material in die Matrize (3a) gesteuert werden. Mit Hilfe dieser Steuerung können Bereiche mit hohen Umformarbeiten entlastet werden, sodass an diesen Stellen Reißen bzw. Risse im fertig gestellten Bauteil vermeidbar sind. Dabei wird durch die Erzeugung von Haltekräften die Reibung zwischen Matrize (3a) und Platine (4) bzw. Platine (4) und Niederhalter (2a) erhöht, wodurch das Material an diesem Ort festgehalten wird und am Abfließen gehindert wird.

Tiefziehwerkzeug und Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes

Die Erfindung betrifft ein Tiefziehwerkzeug mit einem Ober- und einem Unterwerkzeug, wobei das Oberwerkzeug einen Niederhalter und das Unterwerkzeug eine Matrize aufweist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes mit einem Tiefziehwerkzeug.

Beim Tiefziehen handelt es sich um ein Zugdruckumformen einer Platine bzw. eines Bleches zu einem Hohlkörper oder es wird ein vorgezogener Hohlkörper in einen solchen mit geringerem Querschnitt umgeformt. Beides geschieht in der Regel ohne beabsichtigte Veränderung der Blechdicke. Mit Hilfe des Tiefziehens können runde, ovale aber auch eckige Bauteilquerschnitte realisiert werden. Die Bandbreite von Tiefziehteilen erstreckt sich von kleinen Bauteilen mit großer Ziehtiefe, wie z.B. Getränkedosen, bis hin zu großflächigen Bauteilen mit unterschiedlichen Ziehtiefen, wie z.B. Karosserieteile eines Kraftfahrzeuges.

In der Regel weist ein Tiefziehwerkzeug ein Oberwerkzeug mit einem Stempel und einem Niederhalter auf, sowie ein Unterwerkzeug mit einer Matrize. Hierbei wird zunächst eine ebene Blechplatte auf der Matrize positioniert, woraufhin sich das Oberwerkzeug in Richtung des Unterwerkzeuges bewegt. Nachdem das Oberwerkzeug die Blechplatte kontaktiert, wird vom Niederhalter eine Haltekraft auf die Platte ausgeübt, wobei sich der Ziehstempel von dem Oberwerkzeug in das Unterwerkzeug bzw. in die Matrize weiter nach unten bewegt und aus der Platte beispielsweise ein napfförmiges Tiefziehteil formt.

Dabei dient der Niederhalter dazu, während der Umformung die Blechplatte derart mit einer Haltekraft zu beaufschlagen, dass eine Faltenbildung des Blechs aufgrund der Zugdruckspannungen der Blechplatte im Bereich zwischen Niederhalter und Matrize vermieden wird. Jedoch ist die Haltekraft so gewählt, dass ein Nachfließen von Werkstoff in Richtung des Stempels nicht verhindert wird.

Die zur Umformung der Blechplatte notwendige Kraft, wird vom Stempel auf den Boden des zu fertigenden Tiefziehteiles in den Flansch der Blechplatte, der zwischen Ziehring und Niederhalter liegt, übertragen. Dabei fließt der Werkstoff der Blechplatte über die Kante der Matrize bzw. des Zieh rings aus dem Rand der Platte bzw. dem Flansch nach, wobei sich der äußere Umfang verringert.

Der Tiefziehvorgang bzw. die Umformung ist beendet, wenn der Stempel seine definierte Lage innerhalb der Matrize erreicht hat. Im Anschluss daran kehren Stempel und Niederhalter bzw. das Oberwerkzeug in seine Ausgangslage zurück. Der Boden der umgeformten Blechplatine weist die Ausgangsblechdicke auf, wobei die Napfwand gedehnt und der Flansch gestaucht wurde.

Zusammengefasst erfolgt die Umformung unter der Wirkung von radialen Zug- und tangentialen Druckspannungen, wobei die Druckspannungen durch den überschüssigen Werkstoff verursacht werden, die den Flansch zum Ausknicken bringen würden, wenn kein Niederhalter vorgesehen wäre.

Aufgrund immer kürzer werdender Produktzyklen und aufgrund der zunehmenden Komplexität von Bauteilen, wie auch von Baugruppen, hinsichtlich ihrer Form ist man bestrebt, Prozessschwankungen beim komplexen Prozess des Tiefziehens weitgehend im Vorfeld auszuräumen, so dass ein Ausschuss an Teilen im Serienbetrieb gering gehalten wird und lange Zeiträume im Anlauf der Produktion vermieden werden können.

Des Weiteren ist man bestrebt, aus Kostengründen und aus energetischer Sicht dünnwandige Blechplatten umzuformen.

Trotz numerischer Simulation von Umformprozessen kommt es bei der realen Durchführung zu Problemen, die normalerweise eine Verbesserung des Werkzeuges bzw. der Matrize zur Folge haben und somit kostenintensiv sind. Auch erhöht sich aufgrund der zunehmenden Komplexität der Bauteile und der verkürzten Produktzyklen die Ausschussrate von Tiefziehbauteilen.

So geschieht es insbesondere bei Matrizen mit komplexen Formen, dass beim Tiefziehen der Blechplatine die Umformspannungen so groß werden, dass das Material der Blechplatine durch das Umformen derart ausgedünnt wird, dass Risse bzw. Reißen entstehen.

Somit scheinen die Anforderungen, aus dünnwandigen Blechplatten komplexe Bauteile tiefzuziehen, in entgegengesetzten Richtungen zu liegen.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Tiefziehwerkzeug anzugeben, das eine Beeinflussung des Werkstoffes einer Platine während des Umformens / Tiefziehens ermöglicht bzw. das das Fließverhalten einer umzuformenden Platine steuerbar gestaltet.

Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Tiefziehen einer Platine anzugeben, das es gestattet, das Fließverhalten einer Platine während des Tiefziehens zu beeinflussen und durch Reduzierung von ausschüssigen Bauteilen Kosten zu minimieren.

Die vorgenannten Aufgaben werden hinsichtlich des Tiefziehwerkzeuges erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 sowie hinsichtlich des Verfahrens zum Tiefziehen einer Platine durch die Merkmale des Anspruchs 9 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Vorzugsweise wird die Erfindung von dem Gedanken geleitet, eine Steuerung des Flansch-einzugs im Werkzeug durch im Umformprozess verstellbare Druckverteilungen zu ermöglichen.

Gemäß eines ersten Aspekts der Erfindung ist es günstigerweise vorgesehen, dass ein Tiefziehwerkzeug ein Ober- und ein Unterwerkzeug umfasst, wobei das Oberwerkzeug vorteilhafterweise einen Niederhalter und das Unterwerkzeug vorteilhafterweise eine Matrize aufweist.

Mit Hilfe des Niederhalters und der Matrize kann ein Werkstück bzw. eine Platine in Position für einen Tiefziehvorgang gehalten werden. Eine Haltekraft, aufgebracht vom Niederhalter auf die Platine und somit auf die Matrize, ist so gewählt, dass während des Umformens der Werkstoff der Platine, der zwischen Niederhalter und Matrize gehalten wird, in die Matrize abfließen kann. Der Bereich der Platine, der zwischen Niederhalter und Matrize angeordnet ist, wird auch Flansch genannt, welcher beim Tiefziehen – wie bereits erwähnt – in die Matrize fließt. Der Flansch bzw. der Bereich zwischen Niederhalter und Matrize läuft um die gesamte Platine in Umfangsrichtung herum bzw. bildet den Rand der Tiefziehform.

Vorteilhafterweise ist in mindestens einem Teilbereich zwischen Niederhalter und Matrize mindestens eine Vorrichtung angeordnet, mit welcher der Abstand zwischen Niederhalter und Matrize in dem mindestens einen Teilbereich veränderbar ist.

Durch Veränderung des Abstandes kann eine Haltekraft mit geringerer oder höherer Intensität in dem mindestens einen Teilbereich von dem Niederhalter auf eine Platine und somit auch auf die Matrize erzeugt werden, wodurch der Einzug des Flansches der Platine in die Matrize steuerbar wird. Logischerweise kann die Kraft auch ausgehend von der Matrize auf die Platine und dann auf den Niederhalter erzeugt werden.

Anders ausgedrückt, kann durch die im Umformprozess verstellbare Kraft des Niederhalters und/oder der Matrize in dem mindestens einen Teilbereich ein Druck auf die Platine erzeugt oder vermindert werden, der das Fließverhalten in dem mit mehr oder weniger Druck beaufschlagten Teilbereich verändert. Folgerichtig wird dadurch auch das Fließverhalten der um den mindestens einen Teilbereich liegenden Bereiche der Platine beeinflusst. Denn während z.B. in dem mindestens einen Teilbereich das Fließen durch eine höhere Haltekraft verhindert bzw. erschwert wird, muss mehr Material aus den umliegenden Bereichen fließen. Folglich kann durch geschickte Anordnung der mindestens einen Vorrichtung, das Fließverhalten der Platine während eines Tiefziehvorganges gesteuert werden.

Aufgrund der Veränderung des Abstandes in dem mindestens einen Teilbereich wird einerseits die Haltekraft variiert, jedoch im Wesentlichen die Reibung zwischen Platine und Oberwerkzeug bzw. Niederhalter und auch zwischen Platine und Unterwerkzeug bzw. Matrize.

Bei dem mindestens einen Teilbereich handelt es sich vorteilhafterweise um einen Abschnitt / Teil der Fläche, die sich zwischen Niederhalter und Matrize definiert. Es handelt sich also um den Bereich, der die Platine klemmt bzw. der die Bildung von Falten am Ziehteil verhindert.

Ferner ist es günstig, wenn die mindestens eine Vorrichtung innerhalb des Ober- und/oder Unterwerkzeuges angeordnet ist. Somit wird eine Platine nicht schon beim Schließen des Tiefziehwerkzeuges verformt, wodurch keine zusätzlichen Kräfte auf die Platine wirken bevor diese gezielt aufgebracht werden.

Damit die mindestens eine Vorrichtung innerhalb des Ober- und/oder Unterwerkzeuges anordenbar ist, ist es günstig, wenn das Ober- und/oder Unterwerkzeug eine Aufnahme aufweist. Mit Hilfe dieser Aufnahme kann die mindestens eine Vorrichtung form-, kraft- und/oder stoffschlüssig in dem Unter- und/oder Oberwerkzeug gehalten werden. Somit ist es ein Leichtes, bei Ausfall der mindestens einen Vorrichtung, diese auszutauschen und gegen eine neue zu ersetzen bzw. die defekte Vorrichtung zu reparieren und erneut mit dem Werkzeug zu verbinden.

Eine formschlüssige Verbindung zwischen der mindestens einen Vorrichtung und dem Ober- und/oder Unterwerkzeug kann beispielsweise durch eine Schwalbenschwanzverbindung, Zahnkupplung, Nut-Feder-Verbindung oder Passfeder realisiert werden. Ein Kraftschluss ist beispielsweise durch eine Schraubenverbindung und/oder Federklemmen möglich. Stoffschlüssige Verbindungen können durch Löten, Schweißen und/oder Kleben realisiert werden.

Für die Aufnahme ist es von Vorteil, wenn diese von der Oberfläche des Ober- und/oder Unterwerkzeuges gebildet wird. Somit kann die mindestens eine Vorrichtung mithilfe der vorgenannten Verbindungsarten in die Oberfläche bzw. in das Ober- oder Unterwerkzeug eingesetzt werden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die mindestens eine Vorrichtung im jeweiligen Werkzeug angeordnet ist. D.h., es ist für die mindestens eine Vorrichtung günstig, wenn diese nahe unterhalb der Oberfläche von Niederhalter und/oder Matrize angeordnet ist. Dabei ist die mindestens eine Vorrichtung vorzugsweise nah an der Seite bzw. Oberfläche des Ober- und/oder Unterwerkzeuges angeordnet, an der die umzuformende Platine aufliegt.

Auf diese Weise kommt die mindestens eine Vorrichtung nicht in Kontakt mit der Platine, kann jedoch die Oberfläche des Unter- bzw. Oberwerkzeuges, die zu einer Platine zeigt, verformen, wodurch eine zusätzliche Haltekraft auf die Platine erzeugt wird.

Folglich kann eine Kraft auf eine Platine mittelbar aufgebracht werden, wobei zwischen Platine und der mindestens einen Vorrichtung ein oder wenige Zwischenelemente angeordnet werden können, wie beispielsweise ein Abschnitt des Unter- oder Oberwerkzeuges.

Ferner ist es von Vorteil, wenn eine Oberfläche der mindestens einen Vorrichtung mit einer Oberfläche des Ober- oder Unterwerkzeuges niveaugleich abschließt. Niveaugleich bedeutet in diesem Zusammenhang, dass zwischen der Oberfläche des jeweiligen Werkzeuges und der mindestens einen Vorrichtung kein Unterschied besteht, d.h. eine plane Oberfläche realisierbar ist bzw. kein Höhenunterschied zwischen beiden auftritt. Anders ausgedrückt, bilden die Oberflächen der mindestens einen Vorrichtung und die Oberfläche des Unter- oder Oberwerkzeuges eine gemeinsame plane Oberfläche für eine Platine. Auf diese Weise kommt die mindestens eine Vorrichtung direkt in Kontakt mit der Platine.

Somit ist eine gute Erreichbarkeit für Wartung und Ersatz der Vorrichtung gewährleistet. Ferner kann somit eine maximale Kraft auf den Teilbereich der Platine, in dem die mindestens eine Vorrichtung angeordnet ist, aufgebracht werden. Folglich kann eine von der mindestens einen Vorrichtung aufgebrachte Kraft auf eine Platine unmittelbar, also direkt ausgeübt werden, ohne Verluste durch Reibung. Dadurch wird beispielsweise die Energieeffizienz einer solchen Anordnung erhöht.

In der Folge kann unter dem Begriff „innerhalb“ verstanden werden, dass die mindestens eine Vorrichtung so innerhalb des Ober- oder Unterwerkzeuges angeordnet ist, dass sie mittelbar oder unmittelbar in Kontakt mit der Platine kommt.

Günstigerweise ist ein Bereich der mindestens einen Vorrichtung, der an das Ober- oder Unterwerkzeug grenzt, niveaugleich mit dem Ober- oder Unterwerkzeug. Niveaugleich hat dabei die Bedeutung wie oben bereits dargelegt, wobei vorzugsweise der genannte Grenzbereich bzw. der Übergang von der mindestens einen Vorrichtung zum Tiefziehwerkzeug oder umgekehrt stufenlos ausgebildet ist. Diese Ausbildung ist von Vorteil für z.B. einen Befestigungsbereich des Adapters.

Hingegen kann ein Schwingungsbereich des Adapters eine beliebige Kontur wie beispielsweise eine konkave und/oder konvexe Krümmung aufweisen. Selbstverständlich sind auch weitere Formen bzw. Verläufe der Oberfläche des Schwingungsbereichs des Adapters denkbar, wie z.B. ein zickzackförmiger Verlauf.

Bevorzugterweise wird die mindestens eine Vorrichtung im Ober- und/oder Unterwerkzeug an Orten angeordnet, an denen und/oder in deren Nähe Risse / Reiße oder andere Schäden im Fertigbauteil zu erwarten sind. Auf diese Weise kann das Fließverhalten des Werkstoffes der Platine günstig beeinflusst werden.

Die mindestens eine Vorrichtung kann eine beliebige Form wie z.B. eine rechteckige, quadratische, ovale, kreisrunde, und/oder polygone Form aufweisen. Hierbei ist es möglich, dass die mindestens eine Vorrichtung längs und/oder quer zum Niederhalter und/oder zur Matrize angeordnet ist. D.h., eine beliebige Form der mindestens einen Vorrichtung kann mit beliebiger Orientierung im Ober- und/oder Unterwerkzeug angeordnet sein.

So ist es z.B. möglich, dass die mindestens eine Vorrichtung diagonal schlangen-, wellen-, mäanderförmig und/oder im Zickzack verläuft. Als günstig hat es sich zudem erwiesen, die mindestens eine Vorrichtung sternförmig oder umlaufend im Bereich des Flansches im Ober- und/oder Unterwerkzeug anzubringen. Auch kann die mindestens eine Vorrichtung im gesamten Bereich zwischen Niederhalter und Matrize, also im gesamten Flanschbereich angeordnet sein. Auf diese Weise kann der Materialeinlauf während des Tiefziehens optimal gesteuert werden.

Auch ist es auf diese Weise möglich, die Kraft zwischen Niederhalter und Matrize in ausgewählten Bereichen (bereichsweise) bzw. in dem mindestens einen Teilbereich zu variieren. Somit kann durch Verkleinerung des Abstandes zwischen Niederhalter und Matrize eine Platine bzw. deren Werkstoff am Abfließen gehindert werden und der benachbarte Bereich neben dem Bereich mit verkleinertem Abstand zum verstärkten Abfließen angeregt werden. Im Endeffekt kann dadurch das Fließverhalten des Werkstückes bzw. der Platine während eines

Tiefziehvorganges an bestimmten Orten, also für einzeln ausgewählte Teilbereiche, gesteuert werden.

Darüber hinaus kann während des Tiefziehvorganges die Haltekraft in dem mindestens einen Teilbereich, in dem die mindestens eine Vorrichtung angeordnet ist, angepasst und variiert werden. Infolgedessen kann in verschiedenen Phasen bzw. an verschiedenen Positionen des Stempels die Haltekraft gesteuert werden, sodass beispielsweise am Anfang des Ziehvorganges keine zusätzliche Haltekraft von der mindestens einen Vorrichtung erzeugt wird. Ferner kann ca. in der Mitte des gesamten Vorganges der mindestens einen Teilbereich entlastet werden, sodass das Material besser in eine bestimmte Region innerhalb der Matrize fließt, hingegen am Ende, wenn der Umformungsgrad am höchsten wird, kann das Fließverhalten durch eine zusätzliche Haltekraft dahin gehend gesteuert bzw. variiert werden, dass z.B. weniger Material aus dem mindestens einen Teilbereich abfließt.

Dementsprechend wird dadurch der Fließprozess im Flanscheinzug, d.h. zwischen Niederhalter und Matrize derart beeinflussbar, dass Flanschbereiche mit hoher Umformbeanspruchung während des Tiefziehens entlastet werden können, sodass Produktionsfehler wie z.B. Reißen im fertig umgeformten Bauteil vermeidbar sind.

Besonders bevorzugt ist es, wenn der Abstand zwischen Niederhalter und Matrize in Bereichen veränderbar ist, die in der Nähe von hochbeanspruchten Umformbereichen liegen. Auch auf diese Weise kann vermieden werden, dass Material von einem Bereich mit hoher Umformarbeit abfließt, so dass folglich mehr Material an den Stellen hoher Umformbelastung zurückbleibt, wodurch diese entlastet werden.

Anders ausgedrückt wird durch die Veränderung des Abstandes zwischen Niederhalter und Matrize bzw. durch die Veränderung der Haltekraft in dem mindestens einen Teilbereich Material der Platine am Fließen gehindert oder das Fließen unterstützt, so dass Material aus anderen Bereichen abfließt, womit hoch belastete Bereiche entlastet werden können.

Durch die Veränderung des Abstandes zwischen Niederhalter und Matrize wird folglich die Haltekraft bzw. der Druck an/in ausgewählten Bereichen bzw. Teilbereichen zwischen Niederhalter und Matrize bereichsweise variiert.

Bevorzugterweise weist die mindestens eine Vorrichtung wenigstens einen Aktor auf. Günstigerweise ist dieser als Piezoaktor ausgeführt. Piezoaktoren sind elektromechanische Wandler für beide Wandlungsrichtungen, d.h. für eine Wegverlängerung und eine Wegverkürzung, wobei sie dabei Kräfte produzieren. Die Wirkungsweise wird in der Fachliteratur

umfassend beschrieben. Bei einer ausreichend steifen Anbindung an einen Wirkungsort in einer Fertigungseinrichtung können mit relativ kleinen Dehnungen, die durch angelegte Spannung oder aufgebrachte Ladung erzeugt werden, Kräfte in prozessrelevanter Richtung generiert werden.

Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn die mindestens eine Vorrichtung, die eine Haltekraft in einem Tiefziehwerkzeug erzeugt, eine Grundplatte, einen Adapter und mindestens einen Aktor aufweist, wobei der mindestens eine Aktor zwischen dem Adapter und der Grundplatte angeordnet ist.

Hinsichtlich der Grundplatte ist es von Vorteil, wenn diese aus Modulen aufgebaut ist. Unter der Voraussetzung, dass Piezoaktoren für den mindestens einen Aktor eingesetzt werden, ist dies günstig, da Piezoaktoren nach ihrem formgebenden Herstellungsschritt einer Polarisierung zur Initiierung der elektromechanischen Eigenschaften unterzogen werden. Hierbei weisen die Aktoren nach der Polarisierung unterschiedliche Längen auf. Damit eine gleichmäßige Kraft mehrerer Aktoren von der Grundplatte auf den Adapter übertragen werden kann, ist eine Selektion der Piezoaktoren nach Länge und Dehnvermögen durch Einteilung in Klassen notwendig.

Zur Nutzung möglichst vieler Klassen ist es bevorzugt, Aktoren einer Klasse auf einem streifenförmigen Modul aufzubauen. Vorteilhafterweise sind die einzelnen Module bzw. Streifen, aus denen die Grundplatte zusammengesetzt wird, miteinander verbindbar. Das Verbinden erfolgt günstigerweise durch einen Kraft-, Form- und/oder Stoffschluss.

Um z.B. einen defekten Aktor einfach auszutauschen, ist es bevorzugt, wenn ein Modul bzw. ein Streifen mit anderen Modulen bzw. Streifen verschraubt ist. Das Verschrauben der streifenförmigen Grundplatten ist eine praktikable und einfache Lösung die Reparatur einer Vorrichtung zu erleichtern, da nur das Modul mit den defekten Aktoren ausgewechselt werden muss, wodurch Kosten einsparbar sind.

Aufgrund der vorgenannten Ausgestaltung einer Grundplatte mit Modulen, auf denen Aktoren angeordnet sind, kann sich auf der den Aktoren abgewandten Seite der Grundplatte eine unebene Oberfläche ausbilden.

Daher ist es bevorzugt, die aus Modulen aufgebaute Grundplatte an zumindest dieser Seite zu nivellieren, um eine einheitliche, ebene, plane Oberfläche zu schaffen. Dies ist günstig für eine plane Aufstandsfläche zur Abstützung im Tiefziehwerkzeug bzw. im Unter- oder Oberwerkzeug. Eine derartige Oberfläche kann nach dem Zusammenbau der zusammengefügte

streifenförmigen Module zu einer Grundplatte z.B. durch Bearbeitung der Unterseite, also der Seite, die den Aktoren abgewandt ist, erfolgen. Für eine solche Bearbeitung ist es günstig, ein spanabhebendes Verfahren zu wählen, wie z.B. das Planfräsen und/oder das Planschleifen.

Durch die Schaffung einer planparallelen Aufstandsfläche zur Abstützung im Tiefziehwerkzeug kann ein Überschleifen der Piezoaktoren als Alternativlösung vermieden werden. Dies ist vor allem wegen des Aufwandes zur Verhinderung mechanischer Beanspruchung und auch wegen der Verschmutzungsgefahr problematisch.

Ferner ist es auch möglich, eine gemeinsame ebene Unterseite der zu einer streifenförmigen Grundplatte gefügten Module durch Nivellierung mit einer hochfesten Vergussmasse zu erzeugen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, eine Grundplatte zu verwenden, die einstückig ausgebildet ist, anstelle einer Grundplatte, die teilbar bzw. modular aufbaubar ist.

Hinsichtlich der Anordnung von mindestens einem Aktor innerhalb der mindestens einen Vorrichtung bzw. zwischen Adapter und Grundplatte ist es von Vorteil, wenn eine Vielzahl von Aktoren aufeinanderfolgen angeordnet ist.

Günstigerweise ist die Vielzahl von Aktoren in wenigstens einer Reihe und/oder wenigstens einer Spalte auf der Grundplatte angeordnet. Mit Hilfe einer derartigen Anordnung kann die mindestens eine Vorrichtung exakt auf den Bedarfsfall innerhalb des Unter- und/oder Oberwerkzeuges angepasst und positioniert werden. Somit kann auch jede beliebige Form der mindestens einen Vorrichtung auf einfache Weise realisiert werden.

Mithilfe des Adapters können Einzelkräfte, erzeugt von unterschiedlichen Aktoren, zusammengefasst werden, wodurch Unterschiede der generierten Kräfte ausgeglichen werden können. Auch kann somit der Ausfall einzelner Aktoren oder eine Leistungsverringerung kompensiert werden. Ferner kann der Adapter die Kräfte der einzelnen Aktoren bündeln und als Gesamtkraft weitergeben.

Die Anordnung von Adapter und Grundplatte, zwischen denen mindestens ein Aktor angebracht ist, kann auf einfache Weise zu einer schützenden Einhausung vervollständigt werden. Somit kann der mindestens eine Aktor vor Öl und Fett, die beim Tiefziehen die Reibung zwischen Niederhalter und Stempel günstig beeinflussen, geschützt werden. Folglich können Kurzschlüsse in den elektrischen Anschlüssen der Aktoren, wenn diese als Piezoaktoren ausgestaltet sind, vermieden werden.

Zum Schutz der mindestens einen Vorrichtung vor Einflüssen wie z.B. Ölen oder Fetten ist es vorteilhaft, wenn der Adapter, die Grundplatte und ein Rahmen den mindestens einen Aktor einkapseln. Dementsprechend kann die zuvor erwähnte schützende Einhausung erstellt werden. Dabei ist es bevorzugt, wenn der Rahmen zwischen Adapter und Grundplatte angeordnet ist, um eine Einhausung bzw. ein Gehäuse zu bilden.

Bevorzugterweise weist der Adapter wenigstens ein Festkörpergelenk auf. Dabei ist es günstig, wenn dieses Festkörpergelenk zwischen einem Befestigungs- und einem Schwingungsbereich des Adapters angeordnet ist, wobei beide Bereiche zueinander bewegbar sind. Auf diese Weise ist es möglich, ein verschleißfestes Gelenk zu konstruieren, das Kräfte von Aktoren ohne Verlust weiterleitet. Außerdem ist ein solches Festkörpergelenk wartungsarm und langlebig.

Günstigerweise sichert der Adapter bzw. dessen Befestigungsbereich das Festkörpergelenk gegen eine transversale oder laterale Bewegung bei gleichzeitig verfügbarer Auslenkbarkeit in lateraler bzw. transversaler Richtung.

Bei einem Festkörpergelenk handelt es sich nicht um ein herkömmliches Gelenk, wobei dessen Beweglichkeit vielmehr auf der Elastostatik beruht. Bei einem solchen Gelenk wird die Funktion durch einen Bereich verminderter Biegesteifigkeit gewährleistet, dieser liegt zwischen zwei angrenzenden Bereichen mit im Vergleich höherer Biegesteifigkeit, wobei alle drei Teile miteinander verbunden sind und in der Regel ein einheitliches Material aufweisen. Mithilfe eines derartigen Festkörpergelenkes kann zugleich eine Führung des sich bewegenden Bereichs bzw. des Schwingungsbereiches realisiert werden. Dies ist günstig, da ein weiteres Bauelement für diese Funktion eingespart werden kann, und somit es nicht notwendig ist, eine Führung mit z.B. Schmiermitteln zu warten.

Aufgrund der Tatsache, dass ein Festkörpergelenk sich sowohl weg als auch hin zu dem mindestens einen Aktor bewegen kann, ist es von Vorteil, wenn die mindestens eine Vorrichtung wenigstens einen Anschlag aufweist. Idealerweise stellt dieser Anschlag einen Mindestabstand zwischen Adapter und Grundplatte ein, so dass ein wirksamer Überlastschutz für den mindestens einen Aktor erzielt wird. Auf diese Weise können Kräfte in Richtung des mindestens einen Aktors wirksam abgestützt werden, so dass die Langlebigkeit des mindestens einen Aktors gewährleistet wird. Bei Verwendung von Piezoaktoren kann ferner mithilfe eines Festkörpergelenkes eine weitgehend gleichmäßige mechanische Mindestvorspannung auf die Piezoaktoren aufgebracht werden. Auf diese Weise kann eine sofortige Kraftweitergabe des Piezoaktors sichergestellt werden.

Idealerweise weist der Rahmen und/oder die Grundplatte den wenigstens einen Anschlag auf. So ist es günstig, bei einer konkreten Ausgestaltung des wenigstens einen Anschlages, wenn der Rahmen einen Absatz aufweist, gegen den der Schwingungsbereich des Adapters drücken kann ohne dass der mindestens eine Aktor einen mechanischen Schaden nimmt.

Außerdem ist es von Vorteil, wenn die Grundplatte den wenigstens einen Anschlag aufweist. Konkret ausgestaltet kann dieser ähnlich dem mindestens einen Aktor sein, jedoch eine größere Steifigkeit ausweisen, um den mindestens einen Aktor vor einer Überlastung zu schützen. Selbstverständlich ist auch eine Kombination von Anschlägen möglich, d.h. es ist mindestens ein Anschlag am Rahmen und mindestens ein Anschlag auf der Grundplatte angeordnet.

Vorzugsweise ist die Haltekraft der mindestens einen Vorrichtung regelbar. Auf diese Weise ist es möglich, die Kraft, die von der mindestens einen Vorrichtung erzeugt wird, stufenlos veränderbar zu regeln. Somit kann der Einlauf der Platine bzw. des Flanschbereiches der Platine derart geregelt werden, dass sogenannte Reißer bzw. Risse in der umgeformten Platine vermieden werden können. Regelbar bedeutet hierbei, dass die mindestens eine Vorrichtung sowohl eine zusätzliche Haltekraft erzeugen kann, aber auch die Haltekraft des Niederhalters bzw. des Oberwerkzeuges auf die Platine mindern kann.

Mit Hilfe der mindestens einen Vorrichtung bzw. deren mindestens einen Aktor ist es bei der Verwendung von Piezoaktoren auch möglich, nicht nur eine Haltekraft von den Piezoaktoren auf die Platine wirken zu lassen, sondern gleichzeitig auch die Haltekraft zu detektieren und somit Rückschlüsse auf das Fließverhalten an ausgewählten Positionen innerhalb des Tiefziehwerkzeuges zu detektieren.

Ferner ist es von Vorteil, wenn jeder Aktor einen Vorwiderstand aufweist, der vor einer Schnellentladung schützt und vorzugsweise mit dem Aktor in Reihe geschaltet ist. Des Weiteren ist es günstig, wenn ein defekter Aktor von einer Speiseleitung, die jeden Aktor mit elektrischer Energie versorgt, getrennt wird.

Vorteilhafterweise wird die Forderung nach ausreichender Verfügbarkeit in einem laufenden Tiefziehprozess auch dadurch gelöst, dass jeder Einzelaktor durch einen ausreichend bemessenen Vorwiderstand vor einer unzulässigen Schnellentladung geschützt wird und dieser Vorwiderstand weiterhin so bemessen und ausgeführt wird, dass er vorzugsweise als sogenannter Sicherungswiderstand wirkt und den defekten Aktor zuverlässig von einer energievorsorgenden Speiseleitung trennt.

Des Weiteren ist es bevorzugt, wenn dieser Vorwiderstand so klein bemessen wird, dass er auf die Dynamik des Stellverhaltens durch eine elektrische Ansteuerung einen untergeordneten Einfluss hat und die durch die Steuerung bedingten Lade- und Entladeströme nicht die Sicherungsfunktion auslösen. Der Schutz des einzelnen Aktors mit elektronischen Mitteln wie Strombegrenzung und Management zum Zurückfahren des Stromes aus Verlustleistungsgründen ist aufwändiger.

Sind die Vorwiderstände aus Gründen der Kompaktheit innerhalb der mindestens einen Vorrichtung angeordnet, ist es bevorzugt, durch isolationstechnisch geeignete Ausführung im Fehlerfall den Übertritt von eventuell weggeschleuderten heißen Partikeln des Widerstands oder des defekten Aktors auf benachbarte Piezoaktoren zu verhindern. Vorteilhafterweise wird diese isolationstechnische Aufgabe von einem absorbierenden Material übernommen, das idealerweise gleichzeitig Feuchte absorbieren kann.

Des Weiteren ist es bevorzugt, den Weiterbetrieb mindestens einer Vorrichtung bei Ausfall einzelner Aktoren zu gewährleisten. Dabei ist eine einfache, direkte elektrische Parallelschaltung von piezoelektrischen Einzelaktoren innerhalb der mindestens einen Vorrichtung aus physikalischen Gründen nicht sinnvoll, da jeder Piezoaktor auch eine aufzuladende elektrische Kapazität darstellt, speichert die mindestens eine angesteuerte Vorrichtung eine erhebliche elektrische Energiemenge.

Daher ist es bevorzugt, eine seriell geschaltete Anordnung von mindestens einem Aktor und einem Vorwiderstand mit weiteren Anordnungen, insbesondere ebenfalls mit mindestens einem Aktor und einem Vorwiderstand, parallel zu verschalten. D.h., dass beliebig viele Anordnungen parallel geschaltet sind, wobei jede Anordnung vorzugsweise mindestens einen Aktor und einen Vorwiderstand umfasst, und wobei der mindestens einen Aktor und der Vorwiderstand günstigerweise in Reihe geschaltet ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn ein Ansteuergerät wenigstens zum Eigenschutz strombegrenzbar ist. In der Regel weist ein defekter Piezoaktor einen Kurzschluss auf, wodurch die in den defekten Aktor abfließende Gesamtladung von direkt elektrisch parallel geschalteten Aktoren eine weitere Kurzschlussausbildung befördert bzw. beschleunigt. Aufgrund der Strombegrenzung bzw. aufgrund der Leistungsbegrenzung des Steuergerätes bricht bei einem Kurzschluss die elektrische Spannung an allen Aktoren sehr schnell zusammen, wodurch in der Folge mechanischen Beanspruchungen durch Spannungsspitzen in den Piezoaktoren entstehen, die erlaubte Grenzwerte überschreiten. Folglich kann dadurch die Lebensdauer der Aktoren herabgesetzt werden. Bei aus anwendungstechnischen Gründen

relativ klein zu haltender mechanischer Vorspannung der Piezoaktoren wurde ferner eine Kettenreaktion aus der Abfolge mechanischer und elektrischer Schädigung beobachtet.

Eine weitere vorteilhafte Maßnahme zur Gewährleistung einer ausreichenden Verfügbarkeit mindestens einer Vorrichtung ist die Aufteilung in Funktionsgruppen dergestalt, dass bei Ausfall der Stromversorgung einer Gruppe von Aktoren die funktionsfähigen Gruppen den Verlust an Stellkraft ganz oder mit vertretbarer Minderung übernehmen.

Entgegen kommt hier die Vermittlung der Einzelkräfte zur Gesamtkraft durch den eingangs beschriebenen Adapter. Eine dazu beispielhafte einfache Anordnung ist die parallele Anordnung mehrerer Reihen von Aktoren, wobei jede Reihe von einem zugeordneten Stromversorgungsgerät gespeist wird. Vorteilhaft ist diese Ausgestaltung auch dahingehend, dass die die jeweilige Teilleistung liefernden Stromversorgungsgeräte aufgrund des kleineren Bauvolumens im Werkzeugeinsatz oder in der Nähe im Tiefziehwerkzeug mit fester Verkabelung platziert werden können. Damit wird eine Minimierung der Kabelzuführungen zum Werkzeug bzw. zur mindestens einen Vorrichtung erreicht. Ferner können dadurch die Stromversorgungsgeräte dezentral angeordnet werden und vorzugsweise hinsichtlich ihrer Energierückspeisung miteinander vernetzt werden.

Günstigerweise kommen Stromversorgungsgeräte mit Aufnahmemöglichkeit elektrischer und elektromechanisch gewandelter Aktorenergie zum Einsatz.

Da die mindestens eine Vorrichtung bzw. auch das Tiefziehwerkzeug mehrere Aktoren (mindestens einen Aktor) enthalten kann, ist es vorteilhaft, alle oder einen Teil an verschiedenen Wirkungsorten im Tiefziehwerkzeug zugeordnete Stromversorgungsgeräte zu vernetzen bzw. miteinander zu verbinden. Dies hat den Vorteil, dass aus einem mechanisch-elektrischen Wandlungsprozess an einem Wirkungsort generierte Energie auf Stromversorgungsgeräte für andere Wirkungsorte verteilt werden kann und somit der Aufwand für die Pufferung von Leistungsspitzen verringert werden kann.

Bei einem zweiten Aspekt der Erfindung ist es vorzugsweise vorgesehen, ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes mit einem Tiefziehwerkzeug mit nachfolgenden Schritten anzugeben:

So wird vorzugsweise in einem Verfahrensschritt eine Platine zwischen ein Ober- und ein Unterwerkzeug eingelegt. Auf diese Weise kann das tiefziehende Werkstück bzw. die Platine innerhalb des Tiefziehwerkzeuges, das das Ober- und Unterwerkzeug aufweist, positioniert werden.

Bei einem weiteren Schritt ist es vorteilhaft, wenn durch Schließen von Ober- und Unterwerkzeug die Platine tiefgezogen wird. Auf diese Weise wird das ebene Werkstück bzw. die ebene Platine dreidimensional verformt.

Günstigerweise wird in einem weiteren Schritt eine Haltekraft von mindestens einem Aktor, insbesondere von einem Piezoaktor, während des Tiefziehens eingebracht. Auf diese Weise kann der Einlauf an Material in die Matrize kontrolliert werden, wodurch Bereiche mit hoher Umformarbeit gezielt entlastet werden können. Denn durch die Erhöhung der Reibung zwischen Niederhalter und Matrize bzw. im Flanschbereich wird das Abfließen des Materials der Platine lokal an der Stelle mit der generierten Haltekraft verzögert, sodass Material aus anderen Orten nachfließen muss. Durch das Einbringen der Haltekraft ist es auch möglich, die Aktoren bzw. deren erzeugte Haltekraft in Abhängigkeit der Position des Stempels und/oder des Verformungsgrades zu beeinflussen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, die Reibung zusätzlich zu verringern. Dies kann geschehen durch z.B. Verringerung der Haltekraft im Flanschbereich. Folglich kann dadurch ein schnelleres Abfließen von Material der Platine befördert werden.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Haltekraft in mindestens einem Teilbereich zwischen Ober- und Unterwerkzeug erzeugt wird. Somit können auf unterschiedliche Bereiche unterschiedliche Kräfte ausgeübt werden, wodurch das Fließverhalten während des Tiefziehens an und um den mindestens einen Teilbereich beeinflussbar ist.

Vorzugsweise ist in dem mindestens einen Teilbereich zwischen Niederhalter und Matrize bzw. zwischen Ober- und Unterwerkzeug mindestens eine Vorrichtung angeordnet, welche vorzugsweise mindestens einen Aktor aufweist und welche den Abstand zwischen Niederhalter und Matrize in dem mindestens einen Teilbereich verändert. Auf diese Weise können unterschiedliche Haltekraften leicht mittels der mindestens einen Vorrichtung generiert werden.

Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn die Haltekraft des mindestens einen Aktors während des Tiefziehens geregelt wird. Somit ist insbesondere bei Verwendung von Piezoaktoren neben dem Aufbringen einer Haltekraft zusätzlich eine Detektion sowie Regulierung der aufgewendeten Kräfte möglich. Folglich kann die Haltekraft veränderbar gesteuert bzw. geregelt werden. Anders ausgedrückt ist es möglich, über die Dauer des Tiefziehvorganges den mindestens einen Aktor bzw. die mindestens eine Vorrichtung zu variieren, sodass unterschiedliche Beträge der erzeugten Haltekraft zu unterschiedlichen Positionen des Stempels des Oberwerkzeuges realisiert werden können.

Des Weiteren ist es günstig, wenn die Haltekraft des mindestens einen Aktors während des Tiefziehens geregelt wird. Bei einer Regelung werden die Aktoren auch als Sensoren genutzt, sodass die Haltekraft in Abhängigkeit der Position des Stempels und/oder des Verformungsgrades beeinflusst werden kann.

Grundsätzlich kann die mindestens eine Vorrichtung gesteuert betrieben werden, also vorzugsweise ohne Messsystem für den Einzug einer Platine. Selbstverständlich kann die mindestens eine Vorrichtung gesteuert und/oder geregelt betrieben werden.

Günstigerweise weist die Vorrichtung und/oder das Tiefziehwerkzeug mindestens ein Messsystem zur Messung einer Platinenbewegung auf. Dadurch kann während des Einzugs reagiert bzw. geregelt werden.

Die vorbeschriebenen Merkmale, die alle der Ausbildung eines Tiefziehwerkzeuges und einem Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes dienen, sind frei miteinander kombinierbar. So sind auch die Merkmale der Vorrichtung mit dem vorgestellten Tiefziehwerkzeug und dem vorgestellten Verfahren kombinierbar.

Als Material für die erwähnten Platinen ist es günstig, Metalle, insbesondere Blech, oder Kunststoffe aller Art zu verwenden, die sich für den Vorgang des Tiefziehens eignen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In diesem zeigen, schematisch:

Figur 1 eine Schnittansicht durch ein Tiefziehwerkzeug nach einem ersten Ausführungsbeispiel, und

Figur 2 eine seitliche Schnittansicht eines Tiefziehwerkzeuges nach einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Figur 1 zeigt in geschnittener Seitenansicht ein Tiefziehwerkzeug 1 mit einem Ober- und einem Unterwerkzeug 2, 3. Das Oberwerkzeug 2 weist einen Niederhalter 2a auf, der eine Blechplatine 4, die zwischen dem Ober- und dem Unterwerkzeug 2, 3 angeordnet ist, mit einer Haltekraft beaufschlagt.

Das Unterwerkzeug 3 weist eine Matrize 3a auf, in der eine Aufnahme 5 für eine Vorrichtung 6 angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine zusätzliche Haltekraft in dem Tiefziehwerkzeug 1 erzeugen und variieren kann. Die Aufnahme 5 ist innerhalb des Unterwerkzeuges 3 hinsichtlich ihrer Größe und Abmessungen so gewählt, dass die Vorrichtung 6 darin beherbergt werden kann. Die Tiefe der Aufnahme entspricht dabei der Höhe der Vorrichtung 6, so dass die Oberfläche 3b des Unterwerkzeuges 3 mit der Oberfläche 6a der Vorrichtung 6 niveaugleich abschließt. Das heißt, die Oberflächen von Vorrichtung 6a und Unterwerkzeug 3b bilden gemeinsam eine plane, oberflächengleiche Ebene.

Die Vorrichtung 6 ist kraftschlüssig in der Aufnahme 5 aufgenommen, so dass lediglich eine Bewegung entlang der Höhe der Vorrichtung möglich ist. Selbstverständlich sind auch weitere Verbindungstechniken möglich, die zwar die Vorrichtung 6 auf ihrer Position halten, jedoch eine Veränderung/Verschiebung entlang der Höhe der Vorrichtung 6 zulassen. Somit ist neben einem Kraftschluss auch ein Form- und/oder Stoffschluss möglich.

Die Vorrichtung 6 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Grundplatte 7 auf, auf der Piezoaktoren 8 angeordnet sind. Die Piezoaktoren erstrecken sich im rechten Winkel zur Grundplatte 7, wobei sie mit einem Ende an der Grundplatte 7 und mit einem anderen Ende an einem Adapter 9 angeordnet sind. Der Adapter 9 stützt sich über einen Rahmen 10 auf der Grundplatte 7 ab. Grundplatte 7, Rahmen 10 und Adapter 9 bilden zusammen ein Gehäuse, in dem die Piezoaktoren 8 eingekapselt sind. Die Einkapselung bzw. das Gehäuse hat den Vorteil, dass die Vorrichtung 6 mit ihren Piezoaktoren 8 vor z.B. Öl, Fett oder Schmutz schützt.

Der Adapter 9 weist einen Befestigungs- 9a und einen Schwingungsbereich 9b auf. Zwischen den beiden genannten Bereichen befindet sich ein Festkörpergelenk 11. Dieses ermöglicht eine Relativbewegung zwischen dem Befestigungs- und dem Schwingungsbereich.

Bei einem Festkörpergelenk 11 handelt es sich nicht um ein Gelenk im herkömmlichen Sinne, vielmehr beruht die Beweglichkeit beim Festkörpergelenk auf dem Prinzip der Elastostatik. Gewährleistet wird die Funktion des Festkörpergelenks durch einen Bereich verminderter Biegesteifigkeit, der zwei angrenzende Bereiche höherer Biegesteifigkeit miteinander verbindet. Anders ausgedrückt und dies zeigt auch Figur 1, ist ein Festkörpergelenk eine Querschnittsverengung in einem Bauteil und zwar wie hier in dem dargestellten Adapter 9.

Aufgrund der Tatsache, dass Piezoaktoren eine piezoelektrische Keramik aufweisen und auch ein ähnliches Bruchverhalten wie eine Keramik haben, weist die Vorrichtung 6 zudem zwei Anschläge 12a und 12b auf, die eine Bewegung des beweglichen Bereiches 9b des

Adapters 9 in Richtung der Grundplatte 7 begrenzen. Somit können die Piezoaktoren gegen eine mechanische Überlastung geschützt werden.

Der eine Anschlag 12a ist hierbei als Absatz auf dem Rahmen 10 ausgebildet. Auf diesem kann die Unterseite des Adapters 9 aufsetzen, ohne dass die Piezoaktoren weiter in Richtung der Grundplatte zusammengedrückt werden.

Gleiches gilt für den Anschlag 12b, der ähnlich wie ein Piezoaktor 8 ausgebildet ist, jedoch aus einem ähnlichen Material wie der Rahmen 10 oder die Grundplatte 7 hergestellt ist, so dass auch dieser eine Bewegung des beweglichen Bereichs 9b des Adapters 9 in Richtung der Grundplatte 7 unterbindet. Auf diese Weise kann ein Mindestabstand zwischen Adapter und Grundplatte eingestellt werden.

Der Adapter 9 bzw. der Befestigungsbereich 9a ist mit der Grundplatte 7 über den Rahmen 10 kraftschlüssig verbunden. Dies kann beispielsweise durch eine Schraubenverbindung realisiert werden. Selbstverständlich sind auch weitere Verbindungsarten, wie Schweißen, möglich.

Des Weiteren weist die Vorrichtung 6 einen Werkzeugeinsatz 14 auf, der ähnlich einem Napf ausgebildet ist und in dessen Vertiefung eine Kraftausleitfläche 13, der Adapter 9, der Rahmen 10 und die Grundplatte 7 aufgenommen sind.

Mithilfe dieser Konstellation wird ein Kraftfluss erzeugt, der ausgehend von den Erzeugern, den Piezoaktoren 8, auf den Adapter 9 bzw. auf dessen Schwingungsbereich 9b und anschließend auf die Kraftausleitfläche 13 wirkt.

Durch die Abstützung der Aktoren 8 auf der Grundplatte 7 bewegt sich der Schwingungsbereich 9b und die Kraftausleitfläche 13 nach oben. Ferner fließt von der Kraftausleitfläche 13 der Kraftfluss hin zum Werkzeugeinsatz 14, der dadurch aus der Aufnahme 5 angehoben wird. Somit drücken die erzeugten Kräfte bzw. der Kraftfluss den Werkzeugeinsatz 14 gegen die Blechplatte 4. Folglich wird die Blechplatte 4 im Bereich der Vorrichtung 6 bzw. im Bereich des Werkzeugeinsatzes 14 mit einer höheren Kraft gegen den Niederhalter 2a gedrückt als in den Bereichen zwischen Niederhalter 2a und Matrize 3a, in denen keine Vorrichtung 6 angeordnet ist.

Der Vorteil am Erzeugen einer zusätzlichen Kraft an einem speziellen Ort zwischen Niederhalter 2a und Matrize 3a bzw. im Flansch des Werkstückes bzw. der Blechplatte, der zwischen Ziehring und Niederhalter liegt, ist die Steuerung des Einzuges bzw. des Einfließens des Flansches in die Matrize.

Anders formuliert, kann durch die im Umformprozess verstellbare Kraft des Niederhalters 2a in dem Teilbereich, in dem die Vorrichtung 6 angeordnet ist, ein Druck auf die Blechplatte 4 erzeugt werden, der das Fließverhalten des Blechmaterials in dem mit Druck beaufschlagten Teilbereich verändert. Der erhöhte Druck beeinflusst das Fließverhalten dahingehend, dass ein erhöhtes Maß an Reibung generiert wird, insbesondere im Bereich zwischen Blechplatte 4 und Oberwerkzeug 2 bzw. Niederhalter 2a und auch zwischen Blechplatte 4 und Unterwerkzeug 3 bzw. Matrize 3a.

Selbstverständlich wird dadurch auch das Fließverhalten der um den Teilbereich liegenden Bereiche der Blechplatte 4 beeinflusst. Denn während in einem Bereich das Fließen durch eine höhere Haltekraft verhindert wird, fließt mehr Material aus anderen umliegenden Bereichen. Folglich kann durch geschickte Anordnung der Vorrichtung 6, das Fließverhalten der Blechplatte 4 bzw. deren Material während eines Tiefziehvorganges gesteuert werden.

Wie Fig. 1 zudem zeigt, weist die Aufnahme 5 innerhalb des Werkzeugeinsatzes 14 eine Tiefe auf, die es ermöglicht, die Vorrichtung 6 komplett darin unterzubringen. Im vorliegenden Beispiel ist der Werkzeugeinsatz 14 sogar so ausgebildet, dass dessen Höhe exakt der Höhe der Aufnahme 5 entspricht.

Somit dient die Kraftausleitfläche 13 als Passstück, das die korrekte Höhe von Grundplatte 7, Rahmen 10, Adapter 9 und Kraftausleitfläche 13 auf die exakte Tiefe des Napfes des Werkzeugeinsatzes 14 abstimmt.

Im Falle, dass der Werkzeugeinsatz 14 nicht die exakte Tiefe der Aufnahme 5 aufweist, kann mithilfe der Kraftausleitfläche 13 die Höhe der Vorrichtung 6 exakt auf die Tiefe der Aufnahme 5, d.h. den Abstand vom Boden der Aufnahme 5 hin zur Oberkante der Aufnahme 5, angepasst werden. Somit kann eine plane Oberfläche zwischen der Oberfläche 3b des Unterwerkzeuges 3 und der Oberfläche 6a der Vorrichtung 6 geschaffen werden, bzw. können auf diese Art die Oberflächen 6a und 3b niveaugleich zum Abschluss gebracht werden.

Die Piezoaktoren 8 sind mit einer Steuerung (nicht dargestellt) verbunden, die den Aktoren ermöglicht, sich zu dehnen oder zusammenzuziehen.

Im Falle einer Ansteuerung der Piezoaktoren 8 für eine Dehnung, d.h. Längung, wirkt eine Kraft auf den beweglichen Bereich 9b des Adapters 9, wodurch dieser sich von der Grundplatte 7 beabstandet. Aufgrund der Vergrößerung der Abstandes zwischen Adapter 9 und Grundplatte 7 wird eine zusätzliche Haltekraft über die Kraftausleitfläche 13 auf den Werkzeugeinsatz 14 übertragen, der die Blechplatte 4 im Bereich seiner Erstreckung gegen das

Oberwerkzeug 2 bzw. gegen den Niederhalter 2a klemmt. Auf diese Weise wird während des Tiefziehens die Blechplatte 4 zwischen Niederhalter 2a und der Vorrichtung 6 bzw. dem Werkzeugeinsatz 14 mit einer größeren Kraft gehalten, wodurch das Abfließen des Materials in die Matrizenform, hervorgerufen durch einen Stempel (nicht dargestellt) manipuliert werden kann. Somit ist es möglich, Bereiche mit hoher Umformarbeit zu entlasten.

Günstigerweise ist hierfür die Vorrichtung 6 in der Nähe eines solchen Bereiches angeordnet. Besonders bevorzugt sind mindestens zwei solcher Vorrichtungen neben einem Bereich mit erhöhter Umformarbeit angeordnet, die sich insbesondere an Eckbereichen befinden. Auf diese Weise kann ein sogenannter Reißer in der tiefgezogenen Form verhindert werden.

Figur 1 zeigt ferner, dass die Piezoaktoren 8 aufeinanderfolgend angeordnet sind. In der konkreten Ansicht von Figur 1 ist dargestellt, dass die Aktoren 8 in einer Reihe angeordnet sind. Auch befinden sich hinter den dargestellten Aktoren 8 weitere Piezoaktoren, so dass sich in Summe eine reihen- und spaltenweise Anordnung der Piezoaktoren 8 auf der Grundplatte 7 ergibt.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, die identisch ist zur vorher vorgestellten aus Figur 1, jedoch mit dem Unterschied, dass die Grundplatte 7 aus verschiedenen Modulen 15, d.h. modular, aufgebaut ist.

Der Ausgangspunkt für die modulare Aufbauweise ist, dass Piezoaktoren 8 nach der die wesentlichen Herstellungsschritte abschließenden Polarisierung zur Initiierung der elektromechanischen Eigenschaften keine einheitliche Länge aufweisen. In reihenweiser und spaltenweiser Anordnungen kann zur Vergleichmäßigung der Kraftaufteilung die Selektion der Piezoaktoren nach Länge und deren Einteilung in Klassen notwendig werden.

D.h., dass zur Nutzung möglichst vieler Klassen vorgeschlagen wird, Akkorreihen mit Aktoren einer Klasse, d.h. mit gleicher Länge und gleichem Dehnvermögen, auf einem Modul einer streifenförmig aufgebauten Grundplatte aufzubauen und diese, wie Fig. 2 zeigt, zu einer Grundplatte 7 zu fügen.

Die die Grundplatte 7 ergebenden einzelnen Module 15 sind derart miteinander verbunden, dass sie kraftschlüssig durch z.B. Schrauben miteinander verbunden sind (nicht dargestellt).

Das Verschrauben der streifenförmigen Module ist dabei eine praktikable Lösung und erfolgt dahingehend, dass alle Aktoren 8 am Adapter 9 gleichmäßig anliegen. Die anschließende Bearbeitung der Unterseiten der zusammengefügt streifenförmigen Module 15 ergibt die zur Verbindungsebene Piezoaktoren-Adapter planparallele Aufstandsfläche 16 zur Abstüt-

zung im Tiefziehwerkzeug 1. Ein Überschleifen der Piezoaktoren 8 selbst als Alternativlösung ist vor allem wegen des Aufwandes zur Verhinderung mechanischer Beanspruchung und auch wegen der Verschmutzungsgefahr problematisch.

Wie in Figur 2 dargestellt, weisen die verbundenen Module 15 – wie bereits erwähnt – ein unterschiedliches Höhenprofil auf, das sich aus den unterschiedlichen Längen der Piezoaktoren 8 ergibt. Um dennoch eine plane Oberfläche auf der Unterseite der Vorrichtung 6 zu erreichen, ist es möglich, die ungleiche Unterseite der Module 15 bzw. der Grundplatte 7 mittels eines Fräasers oder einer Schleifmaschine so zu bearbeiten, sodass eine plane Oberfläche entlang der angedeuteten Aufstandfläche 16 entsteht.

Eine weitere erfindungsgemäße Möglichkeit zur Erzeugung einer gemeinsamen ebenen Unterseite der gefügten streifenförmigen Grundplatten ist die Nivellierung mit einer hochfesten Vergussmasse (nicht dargestellt). Hierbei wird nach dem Verbinden der einzelnen Module 15 zu einer Grundplatte 7 die Grundplatte in eine Form eingesetzt, in die eine Vergussmasse eingelassen wird, um eine ebene Aufstandfläche zu erstellen.

In den beiden geschilderten Fällen umfasst die Vorrichtung 6 den Werkzeugeinsatz 14, die Kraftausleitfläche 13, den Adapter 9, den Rahmen 10 und die Grundplatte 7, wodurch der von den Piezoaktoren 8 erzeugte Weg bzw. die erzeugte Haltekraft unmittelbar auf die Blechplatine 4 abgegeben wird.

Es ist aber auch möglich, dass die Vorrichtung lediglich den Adapter 9, den Rahmen 10 und die Grundplatte 7 aufweist. Jedoch wird dann die erzeugte Haltekraft mittelbar auf die Blechplatine 4 über die Kraftausleitfläche 13 und den Werkzeugeinsatz 14 abgegeben.

Die Erfindung betrifft ein Tiefziehwerkzeug mit einem Ober- und einem Unterwerkzeug, wobei das Oberwerkzeug einen Niederhalter und das Unterwerkzeug eine Matrize aufweist, und wobei in einem Flanschbereich mindestens eine Vorrichtung angeordnet ist, mit welcher der Abstand zwischen Niederhalter und Matrize in Teilbereichen bzw. partiell verändert werden kann.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes mit einem Tiefziehwerkzeug, wobei ein Werkstück zwischen einem Ober- und einem Unterwerkzeug eingelegt wird und durch Schließen von Ober- und Unterwerkzeug tiefgezogen wird, und wobei mindestens ein Aktor zur Erzeugung einer Haltekraft während des Tiefziehens gesteuert wird.

Im Wesentlichen wird mit der vorgestellten Erfindung die Steuerung des Flanscheinzugs eines Werkstückes im Werkzeug durch im Umformprozess verstellbare Druckverteilungen gesteuert. Durch die gezielte Erhöhung von Kräften im Flanscheinzug an ausgewählten Orten zwischen Niederhalter und Matrize kann während des Tiefziehens der Fluss an Material in die Matrize gesteuert werden. Mit Hilfe dieser Steuerung können Bereiche mit hohen Umformarbeiten entlastet werden, sodass an diesen Stellen Reißen bzw. Risse im fertig gestellten Bauteil vermeidbar sind. Dabei wird durch die Erzeugung von Haltekräften die Reibung zwischen Matrize und Platine bzw. Platine und Niederhalter erhöht, wodurch das Material an diesem Ort festgehalten wird und am Abfließen gehindert wird.

Die Erfindung betrifft ein Tiefziehwerkzeug mit einem Ober- und einem Unterwerkzeug, wobei das Oberwerkzeug einen Niederhalter und das Unterwerkzeug eine Matrize aufweist, und wobei in einem Flanschbereich mindestens eine Vorrichtung angeordnet ist, mit welcher der Abstand zwischen Niederhalter und Matrize in Teilbereichen bzw. partiell verändert werden kann.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes mit einem Tiefziehwerkzeug, wobei ein Werkstück zwischen einem Ober- und einem Unterwerkzeug eingelegt wird und durch Schließen von Ober- und Unterwerkzeug tiefgezogen wird, und wobei mindestens ein Aktor zur Erzeugung einer Haltekraft während des Tiefziehens gesteuert wird.

Im Wesentlichen wird mit der vorgestellten Erfindung die Steuerung des Flanscheinzugs eines Werkstückes im Werkzeug durch im Umformprozess verstellbare Druckverteilungen gesteuert. Durch die gezielte Erhöhung von Kräften im Flanscheinzug an ausgewählten Orten zwischen Niederhalter und Matrize kann während des Tiefziehens der Fluss an Material in die Matrize gesteuert werden. Mit Hilfe dieser Steuerung können Bereiche mit hohen Umformarbeiten entlastet werden, sodass an diesen Stellen Reißen bzw. Risse im fertig gestellten Bauteil vermeidbar sind. Dabei wird durch die Erzeugung von Haltekräften die Reibung zwischen Matrize und Platine bzw. Platine und Niederhalter erhöht, wodurch das Material an diesem Ort festgehalten wird und am Abfließen gehindert wird.

Patentansprüche

1. Tiefziehwerkzeug (1) mit einem Ober- und einem Unterwerkzeug (2, 3), wobei das Oberwerkzeug einen Niederhalter (2a) und das Unterwerkzeug eine Matrize (3a) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

in mindestens einem Teilbereich zwischen Niederhalter (2a) und Matrize (3a) mindestens eine Vorrichtung (6) angeordnet ist, mit welcher der Abstand zwischen Niederhalter und Matrize in dem mindestens einen Teilbereich veränderbar ist.

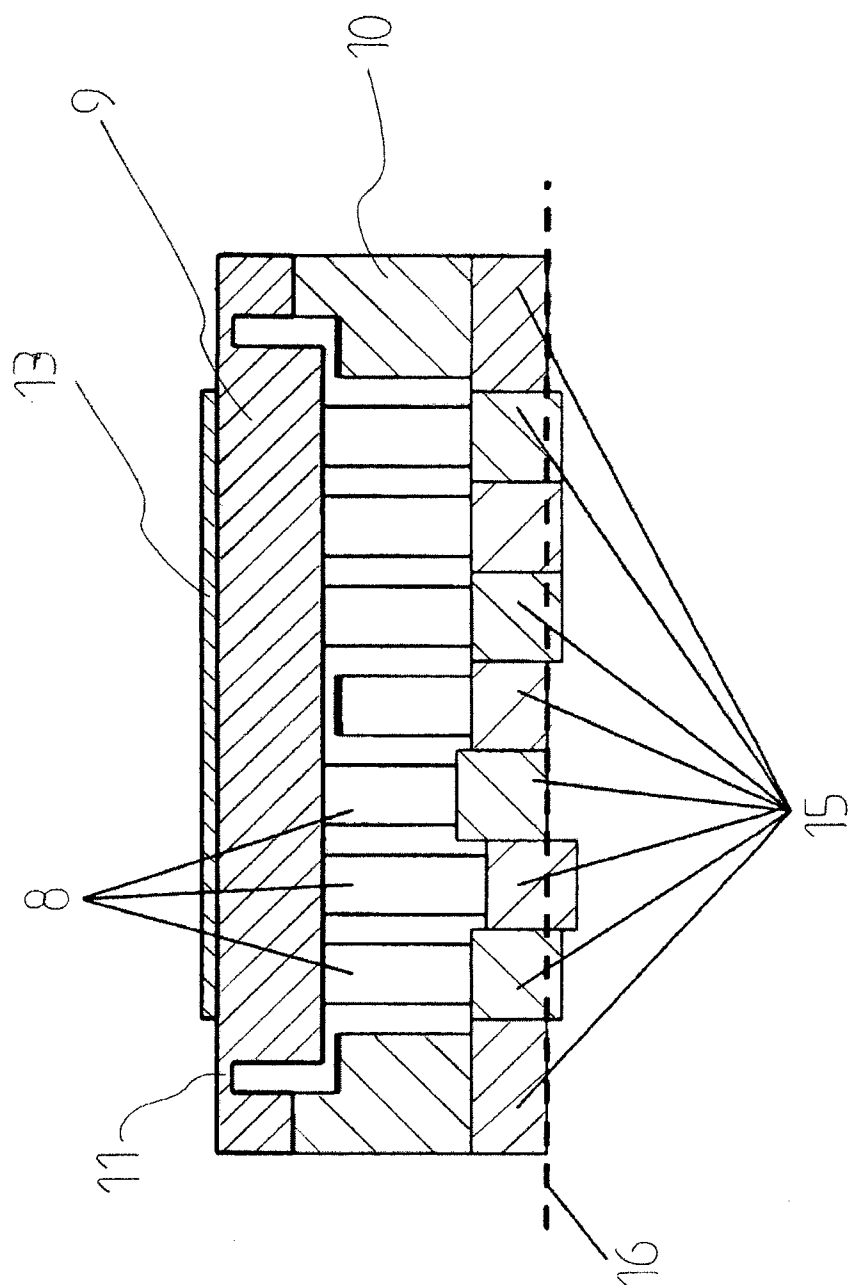
2. Tiefziehwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ober- und/oder Unterwerkzeug (2, 3) eine Aufnahme (5) aufweist, in der die mindestens eine Vorrichtung (6) form-, kraft- und/oder stoffschlüssig gehalten wird.
3. Tiefziehwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Vorrichtung (6) innerhalb des Ober- und/oder Unterwerkzeuges (2, 3) angeordnet ist.
4. Tiefziehwerkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Vorrichtung (6) wenigstens einen Aktor (8), insbesondere einen Piezoaktor, aufweist.
5. Vorrichtung, insbesondere nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei die Vorrichtung (6), die eine Haltekraft in einem Tiefziehwerkzeug (1) erzeugt,
 - eine Grundplatte (7),
 - einen Adapter (9), und
 - mindestens einen Aktor (8) aufweist,
 - wobei der mindestens eine Aktor (8) zwischen dem Adapter (9) und der Grundplatte (7) angeordnet ist, und
 - wobei die Haltekraft regelbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Adapter (9) wenigstens ein Festkörpergelenk (11) aufweist, insbesondere zwischen einem Befestigungs- (9a) und einem Schwingungsbereich (9b) des Adapters (9), wobei beide Bereiche zueinander bewegbar sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Vorrichtung (6) wenigstens einen Anschlag (12a, 12b) aufweist, der einen Mindestabstand zwischen Adapter (9) und Grundplatte (7) einstellt.
8. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Grundplatte (7) aus Modulen (5) aufgebaut ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Module (5) streifenförmig ausgebildet und vorzugsweise miteinander verbindbar sind.
10. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Aktor (8) einen Vorwiderstand aufweist, der vor einer Schnellentladung schützt, und/oder ein defekter Aktor (8) von einer Speiseleitung getrennt wird, die jeden Aktor (8) mit elektrischer Energie versorgt.
11. Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstückes mit einem Tiefziehwerkzeug (1), insbesondere mit einer Vorrichtung (6) oder einem Tiefziehwerkzeug (1) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10,
 - a. wobei ein Werkstück (4) zwischen das Ober- und Unterwerkzeug (2, 3) eingelegt wird,
 - b. wobei durch Schließen von Ober- und Unterwerkzeug (2, 3) eine Platine (4) tiefgezogen wird,**dadurch gekennzeichnet**, dass
 - c. eine Haltekraft von mindestens einem Aktor (8) während des Tiefziehens in mindestens einem Teilbereich zwischen Ober- und Unterwerkzeug (2, 3) eingebracht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei

in dem mindestens einen Teilbereich zwischen Ober- und Unterwerkzeug (2, 3) mindestens eine Vorrichtung (6) angeordnet ist, welche den mindestens einen Aktor (8) aufweist und welche den Abstand zwischen Ober- und Unterwerkzeug (2, 3) in dem mindestens einen Teilbereich verändert.

FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B21D24/06 B21D24/04 B21D24/10
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21D B30B

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

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

EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 54 310 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE] THOMS VOLKER [DE]) 31 May 2001 (2001-05-31)	1-5,7-12
A	abstract; claims; figures 1,2 -----	6
X	DE 10 2006 031438 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 10 January 2008 (2008-01-10)	1-5,7, 10-12
A	abstract; figures 1,3,7,8 paragraph [0004] -----	6,8,9
X	EP 1 593 443 A1 (WALTER NEFF GMBH [DE]) 9 November 2005 (2005-11-09)	1-5,7, 10-12
A	abstract; figures 1-6 paragraph [0011] -----	6,8,9
X	DE 198 05 706 A1 (REITTER [DE]) 19 August 1999 (1999-08-19)	1-3,5,7, 11,12
A	abstract; figures 1-4 -----	4,6,8-10
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2013

Date of mailing of the international search report

24/09/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cano Palmero, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002384

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P A,P	US 2012/255337 A1 (MATSUDA TOSHIFUMI [JP] ET AL) 11 October 2012 (2012-10-11) abstract; figures 1,6-8 paragraph [0051] -----	1-5,7, 10-12 6,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/002384

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19954310 A1	31-05-2001	NONE	
DE 102006031438 A1	10-01-2008	NONE	
EP 1593443 A1	09-11-2005	NONE	
DE 19805706 A1	19-08-1999	NONE	
US 2012255337 A1	11-10-2012	CN 102728697 A JP 2012218018 A US 2012255337 A1	17-10-2012 12-11-2012 11-10-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002384

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21D24/06 B21D24/04 B21D24/10
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21D B30B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 54 310 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE] THOMS VOLKER [DE]) 31. Mai 2001 (2001-05-31)	1-5,7-12
A	Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen 1,2	6

X	DE 10 2006 031438 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 10. Januar 2008 (2008-01-10)	1-5,7, 10-12
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,7,8 Absatz [0004]	6,8,9

X	EP 1 593 443 A1 (WALTER NEFF GMBH [DE]) 9. November 2005 (2005-11-09)	1-5,7, 10-12
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 Absatz [0011]	6,8,9

	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. September 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/09/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cano Palmero, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002384

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 05 706 A1 (REITTER [DE]) 19. August 1999 (1999-08-19)	1-3,5,7, 11,12
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 -----	4,6,8-10
X,P	US 2012/255337 A1 (MATSUDA TOSHIFUMI [JP] ET AL) 11. Oktober 2012 (2012-10-11)	1-5,7, 10-12
A,P	Zusammenfassung; Abbildungen 1,6-8 Absatz [0051] -----	6,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002384

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19954310 A1	31-05-2001	KEINE	
DE 102006031438 A1	10-01-2008	KEINE	
EP 1593443 A1	09-11-2005	KEINE	
DE 19805706 A1	19-08-1999	KEINE	
US 2012255337 A1	11-10-2012	CN 102728697 A	17-10-2012
		JP 2012218018 A	12-11-2012
		US 2012255337 A1	11-10-2012