

(19)



(11)

EP 4 094 860 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.11.2022 Patentblatt 2022/48

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21D 22/22 ^(2006.01) **B21D 24/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22175335.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21D 24/10; B21D 22/22; B21D 53/88

(22) Anmeldetag: **25.05.2022**

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

(72) Erfinder:
• **Stenzenberger, Kevin**
73035 Bartenbach (DE)
• **Spottek, Louis**
20099 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Bosch Jehle Patentanwalts-gesellschaft mbH**
Flügggenstraße 13
80639 München (DE)

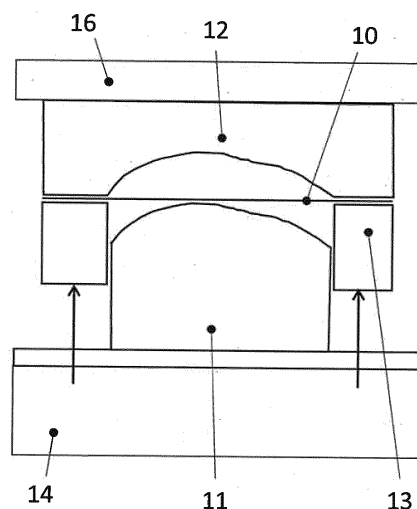
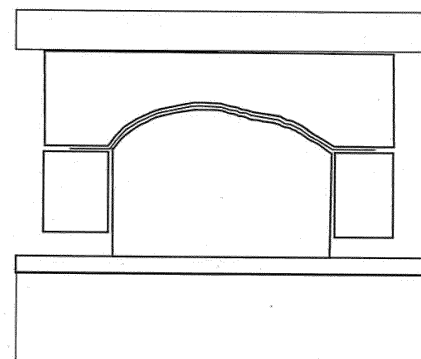
(30) Priorität: **28.05.2021 DE 102021002777**

(71) Anmelder: **Allgaier Werke GmbH**
73066 Uchingen (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM EINSATZ BEI DER FERTIGUNG VON TIEFGEZOGENEN BLECHFORMTEILEN**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, wobei ein Ziehrandmaß eines durch Tiefziehen geformten Ziehteils durch einen Regelprozess in ein vorgegebenes Toleranzintervall für das Ziehrandmaß geführt wird und/oder in diesem gehalten wird, wobei ei-

ne für das Tiefziehen verwendete Blechhalterkraft oder eine für das Tiefziehen verwendete Blechhalterdistanzeinstellung als Stellgröße des Regelprozesses verwendet wird und das Ziehrandmaß des Ziehteils die Regelgröße des Regelprozesses ist. Eine entsprechende Vorrichtung ist ebenfalls Teil der Erfindung.

Figur 1**a)****b)****EP 4 094 860 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, insbesondere Karosseriebauteilen.

[0002] Damit aus einer rechteckigen Platine, aus Stahl- bzw. Aluminiumblech, beispielsweise die gewünschte Motorhaube, Seitenwand oder Heckklappe entsteht, ist eine Reihe unterschiedlicher Fertigungsschritte erforderlich. Zu Beginn wird der ebene Blechzuschnitt in der Regel zu einem Hohlkörper tiefgezogen. Als Folgeoperationen reihen sich mindestens zwei Beschneidewerkzeuge ein, welche das Ziehteil um den Umfang oder einen Innenausschnitt beschneiden und/oder lochen, sodass die gewünschte Oberfläche des Karosserieteils bei der Montage der Karosse die erforderlichen Anschlussmaße besitzt.

[0003] Das Tiefziehen gehört zur Kategorie "Umformen", die alle die Fertigungsverfahren umfasst, welche unter Beibehalt der Masse und des Stoffzusammenhalts, die Form eines Körpers verändern. Es wird also lediglich die Position der Werkstoffteilchen verschoben und dabei die Eigenschaft der plastischen Verformung von metallischem Blech genutzt, um Bauteile mit Wandstärken wesentlich dünner als deren Fläche irreversibel in beliebig geformte Hohlkörper umzuformen. Dabei spricht man von Tiefziehen als Zugdruckumformung.

[0004] Die Figuren 1 und 2 zeigen Schaubilder zweier beispielhafter Tiefziehprozesse.

[0005] Figur 1 a zeigt eine mit einem Tiefziehwerkzeug gerüstete Presse und einem zwischen Matrize 12 und Blechhalter 13 geklemmten Blechzuschnitt 10, im Folgenden Platine 10 genannt, direkt vor dem Tiefziehvorgang.

[0006] Beim eigentlichen Tiefziehvorgang fährt der Pressenstößel 16 nach unten und presst die Matrize 12 auf die Platine 10, welche wiederum gegen den Stempel 11 gepresst wird. Hierbei wird die Platine 10 an ihren Rändern von dem Blechhalter mit einer nach oben gerichteten Blechhalterkraft gegen die Matrize 12 gedrückt. Der Abstand zwischen Matrize 12 und Blechhalter 13 ist so gewählt, dass die Platine 10 während des Tiefziehens zwar nachrutschen, aber keine Falten bilden kann.

[0007] Figur 1b zeigt die Presse mit geschlossenem Tiefziehwerkzeug und tiefgezogenem Formteil am Ende des Tiefziehprozesses. Die Umformung der Platine erfolgt durch radiale Zugspannung und dadurch bewirkte tangential Druckspannungen. Das tiefgezogene Formteil weist den eigentlichen einseitig offenen Hohlkörper auf, welcher von dem sogenannten Ziehrand flanschartig umgeben ist. Der durch das Tiefziehen entstehende Platineneinzug ist abhängig von der Tiefe des geformten einseitig offenen Hohlkörpers und variiert entlang des Randes des tiefgezogenen Blechformteils. Ein Beispiel eines tiefgezogenen Blechformteils mit stark ausgeprägtem Platineneinzug zeigt Figur 4.

[0008] Figuren 2a und 2b zeigen Schaubilder eines

weiteren beispielhaften Tiefziehvorgangs.

[0009] Figur 2a zeigt eine mit einem Tiefziehwerkzeug gerüstete Presse und einem zwischen Matrize 22 und Blechhalter 23 geklemmten Blechzuschnitt 20, im Folgenden Platine 20 genannt, direkt vor dem Tiefziehvorgang.

[0010] Beim eigentlichen Tiefziehvorgang fährt der Ziehstößel 27 nach unten und presst die den Stempel 21 auf die Platine 20, welche wiederum gegen die Matrize 22 gepresst wird. Hierbei wird die Platine 20 an ihren Rändern vom Blechhalter 23 mit einer nach unten gerichteten Blechhalterkraft gegen die Matrize 22 gedrückt. Die Blechhalterkraft wird von dem Blechhalterstößel 28 bereitgestellt, welcher den Blechhalter 23 mit der Blechhalterkraft nach unten drückt. Der Abstand zwischen Matrize 22 und Blechhalter 23 ist auch hier so gewählt, dass die Platine 20 während des Tiefziehens zwar nachrutschen, aber keine Falten bilden kann. Figur 2b zeigt die Presse mit geschlossenem Tiefziehwerkzeug und tiefgezogenem Formteil am Ende des Tiefziehprozesses. Das tiefgezogene Formteil weist den eigentlichen einseitig offenen Hohlkörper auf, welcher vom Ziehrand flanschartig umgeben ist. Der durch das Tiefziehen entstehende Platineneinzug ist auch hier abhängig von der Tiefe des geformten einseitig offenen Hohlkörpers und variiert entlang des Randes des tiefgezogenen Blechformteils.

[0011] Figur 3 zeigt eine beispielhafte Blechhalterdistanz 31, die am Ziehwerkzeug eingebaut wird, um gegebenenfalls einen Spalt zwischen Werkzeugoberteil und Werkzeugunterteil zu vergrößern und die Platine im Werkzeug bei der Umformung einfacher fließen zu lassen. Die verwendeten Blechhalterdistanzen bestimmen somit die Größe des Spalts zwischen Werkzeugoberteil und Werkzeugunterteil im Blechhaltebereich.

[0012] Für die Produktion hoher Stückzahlen werden automatisierte Pressenstraßen verwendet, und die Qualität der erzeugten fertigen Blechformteile kontrolliert. Als Pressenstraße wird eine Aneinanderreihung mehrerer Pressen bezeichnet, wobei die Automatisierung beispielsweise mittels zwischen den einzelnen Pressen angeordneten Robotern oder anderen geeigneten Transfereinrichtungen erfolgt, welche die geformten und gegebenenfalls geschnittenen, aber noch unfertigen Blechformteile von einer Presse zur nächsten Presse transportieren. In der Pressenstraße wird üblicherweise die erste Presse mit dem Ziehwerkzeug gerüstet und die Folgepressen werden mit den Werkzeugen der Folgeoperationen der Fertigungsmethode des jeweiligen Karosseriebauteils gerüstet. Ist der Rüstprozess beendet, fahren Pressenstößel und Werkzeugoberteil, durch Schrauben verbunden, vertikal nach oben in den oberen Totpunkt. Daraufhin legt z.B. ein Roboter, ausgestattet mit einem Sauggreifer, die ebene Blechplatine in das Ziehwerkzeug und der Pressenstößel fährt den unteren Totpunkt an. Dabei fahren Werkzeugober- und Unterteil zusammen und formen die Platine zum Ziehteil um. Zwischen der ersten und zweiten Presse befindet sich bei-

spielsweise ebenfalls ein Roboter mit Sauggreifer, welcher das Ziehteil von der Ziehpresse zur zweiten Presse transportiert und auf dem Werkzeugunterteil ablegt. Die zweite Presse führt einen weiteren Fertigungsschritt, wie z.B. einen weiteren Formprozess oder einen Beschneidprozess aus. Nach diesem Prinzip durchlaufen Karosseriebauteile mehrere Werkzeugoperationen in mehreren, in Reihe geschaltete Pressen, bevor ein Fertigteil auf Maßhaltigkeit überprüft werden kann.

[0013] Wichtige Oberflächenpunkte und Anschlussmaße können vor Ort an der Pressenstraße mit Hilfe einer Lehrenvorrichtung kontrolliert oder im Messraum durch objektive Messverfahren wie optischer oder taktiler Messtechnik ausgewertet werden. Sind die Messwerte in der Toleranz, wird die Produktionsfreigabe erteilt und mit der Abpressung begonnen. Beim manuellen Abstackeln der Fertigteile in Ladungsträger ist es beispielsweise üblich, dass Bauteile mit optischen Mäkeln, wie Rissen, Riefen oder Einschnürung durch Sichtkontrolle aussortiert werden. Des Weiteren werden üblicherweise über die Abpressung hinweg mehrere Fertigteile auf der Lehre oder im Messraum ausgewertet.

[0014] Zur Einhaltung vorgegebener Toleranzfenster bzw. Toleranzintervalle für die Fertigteile müssen eine Vielzahl von Produktions- bzw. Pressenparametern eingestellt und gegebenenfalls nachjustiert werden. Sobald Einflussparameter während der Abpressung nicht direkt kontrollierbar sind, spricht man von Störgrößen. Beispiele hierfür sind die schwankende Qualität des Chargenmaterials im Gefüge, der Topografie oder in der Materialstärke.

[0015] Die Blechplatten werden von Lieferanten in Form von kilometerlangen, aufgerollten Bandmaterial, sogenannten Coils, angeliefert. Des Weiteren wird zwischen der Grund- und Zusatzbeölung des Coils unterschieden. Ersteres wird vor dem Aufrollen in Form von Trockenfett gleichmäßig auf dem Bandmaterial verteilt und macht sich unter Umständen als Störgröße bemerkbar. Denn Schwankungen sind abhängig von der Standzeit des Coils, welche dazu beiträgt, dass die Grundbeölung durch das Eigengewicht des Coils nach außen verdrängt wird. Eine weitere, sehr wichtige Störgröße ist die Werkzeugtemperatur, welche im Ziehwerkzeug aufgrund der hohen Reibung zwischen Blechplatte und Werkzeugoberfläche große Änderungen durchläuft.

[0016] Aufgrund der eben genannten ständig variierenden Störgrößen sind Standardeinstellungen für die Produktions- bzw. Pressenparameter in einer neuen Abpressung zunächst nicht zielführend. Dennoch läuft in der Regel die Produktion mit den Standardeinstellungen an und die ersten Teile durchlaufen alle Fertigungsoperationen, damit das erste Teil, welches frei von optischen Mäkeln ist, auf der Lehre an der Pressenstraße oder im Messraum auf Maßhaltigkeit untersucht werden kann. Sind Messpunkte außerhalb der Toleranz, werden die Produktions- bzw. Pressenparameter, auch Stellgrößen genannt, an der Ziehpresse in der Regel nach subjektivem Empfinden der Pressenführer, das auf jahrelanger

Erfahrung beruht, nachjustiert. Daraufhin durchlaufen wieder ein paar Teile alle Fertigungsoperationen unter der Annahme, dass alle Messpunkte in der Toleranz liegen.

[0017] Damit liegen die Hauptprobleme beim Produktionsanlauf, also dem Zeitraum, in welchem Parameter ständig nachjustiert werden müssen, um die hergestellten Teile in das vorgegebene Toleranzfenster zu bringen und darin zu halten. Da in dieser als Anlaufzeit bezeichneten Phase nur wenige Teile produziert werden, die zusätzlich einen hohen Ausschussanteil aufweisen, kann dies zu erheblichen Umsatzeinbußen führen.

[0018] Sind die richtigen Pressen- und Werkzeugparameter eingestellt und durch Maßhaltigkeit der Fertigteile verifiziert, werden fortwährend fertige Blechformteile produziert. Dabei nähert sich die Temperatur im Ziehwerkzeug degressiv einer individuellen Asymptote, welche zur Raumtemperatur ein Temperaturdelta von bis zu ca. 20 °C aufweisen kann. Die Auswirkungen der Störgröße Temperaturanstieg sind bei manchen Ziehwerkzeugen nach wenigen Minuten feststellbar. Die Qualität sinkt, die Ausschusszahlen steigen und es besteht die Gefahr, dass das Werkzeug während des Ziehprozesses beschädigt wird. Es ist dann die Aufgabe der Pressenführer, Vorarbeiter und Fertigungsmeister, die passenden Änderungen der Stellgrößen bzw. Pressenparameter zu finden, welche zumindest für eine gewisse Zeit zu einer akzeptablen Qualität der Fertigteile führt.

[0019] Somit ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, welche die Mängel und Nachteile herkömmlicher Verfahren und Vorgehensweisen beseitigt bzw. abschließt.

[0020] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch die Verfahren gemäß den Ansprüchen 1, 8 und 11, sowie der Vorrichtung gemäß Anspruch 14 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen 2 - 7, 9, 10, 12 und 13 angegeben.

[0021] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen bereitgestellt, wobei das Verfahren aufweist:

Ermitteln eines Ziehrandmaßes eines ersten Zieh-teils, welches durch Tiefziehen eines ersten Blech-zuschnitts mit einer ersten Blechhalterkraft geformt wurde;

Ermitteln einer Abweichung des ermittelten Ziehrandmaßes von einem vorgegebenen Toleranzintervall für das Ziehrandmaß; und

Modifizieren eines Betrags der ersten Blechhalterkraft um einen Korrekturwert, der in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall bestimmt wird, um eine zweite Blechhalterkraft zu bestimmen, die für ein Tiefziehen eines zweiten Blechzuschnitts verwendet wird.

[0022] Das Verfahren ist besonders gut geeignet zur Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, wie z.B. Karosseriebauteilen, in einer Pressenstraße, in welcher mehrere, mit verschiedenen Werkzeugen gerüstete Pressen seriell angeordnet sind und verschiedene Fertigungsschritte durchführen. In der Regel erfolgt das Tiefziehen als erster Fertigungsschritt in der ersten Presse der Pressenstraße.

[0023] Vorteilhafterweise wird das Ziehrandmaß eines Ziehteils, welches durch Tiefziehen eines Blechzuschnitts mit einer bestimmten Blechhalterkraft geformt wurde, nach dem Tiefziehfertigungsschritt bestimmt, um bei Abweichungen von dem gewünschten Toleranzintervall die Blechhalterkraft, die für ein Tiefziehen des nächsten, nachfolgenden Blechzuschnitts verwendet wird, schnell modifizieren bzw. anpassen zu können.

[0024] Es ist aber natürlich genauso möglich, das Ziehrandmaß eines Ziehteils erst zu einem späteren Zeitpunkt zu bestimmen, d.h. nach einem in einer der nachfolgenden Pressen der Pressenstraße später erfolgten Fertigungsschritt, wie z.B. das Zuschneiden, wobei natürlich vorausgesetzt sein muss, dass ein noch messbarer Ziehrand am Ziehteil vorhanden ist.

[0025] Besonders vorteilhaft ist es, das Ziehrandmaß eines ersten Ziehteils während eines laufenden Fertigungsprozesses in Echtzeit zu ermitteln und darauf basierend den Betrag einer Blechhalterkraft zu korrigieren, die für ein darauffolgendes Tiefziehen eines zweiten Ziehteils verwendet wird.

[0026] Gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird für das Bestimmen des Korrekturwerts für die Blechhalterkraft überprüft, ob die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall einen ersten Grenzwert und/oder einen zweiten Grenzwert überschreitet, welcher größer als der erste Grenzwert ist, wobei bestimmt wird, dass:

der Korrekturwert ein erster Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes den ersten Grenzwert nicht überschreitet,
 der Korrekturwert ein zweiter Korrekturwert ist, der größer als der erste Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes nur den ersten Grenzwert überschreitet, und
 der Korrekturwert ein dritter Korrekturwert ist, der größer als der zweite Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes auch den zweiten Grenzwert überschreitet.

[0027] Dieses erste Ausführungsbeispiel der Erfindung stellt ein besonders einfach zu implementierendes Verfahren bereit, in welchem das Ziehrandmaß von durch Tiefziehen geformten Ziehteilen über die für das Tiefziehen verwendete Blechhalterkraft geregelt wird.

[0028] Um den Regelprozess zu beschleunigen, ist es vorteilhaft, mehrere Grenzwerte für die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall vorzusehen, bei deren Überschreitung der

Betrag des Korrekturwerts, um den die Blechhalterkraft modifiziert wird, dem überschrittenen Grenzwert entsprechend in einem vorgegebenen Maß erhöht wird. Eine große Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall hat demzufolge auch eine entsprechend große Änderung des Betrags des Korrekturwerts, um den die Blechhalterkraft modifiziert wird, zur Folge.

[0029] Es können natürlich nicht nur zwei, sondern auch drei, vier oder noch mehr gestaffelte Grenzwerte vorgesehen sein, wobei der erste Grenzwert kleiner als der zweite Grenzwert ist, welcher wiederum kleiner als der dritte Grenzwert ist usw. Auf diese Weise kann der Korrekturwert, um den die für ein Tiefziehen eines nachfolgenden Blechzuschnitts verwendete Blechhalterkraft modifiziert wird, noch besser an die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall angepasst werden. Eine sehr große Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall hat dann auch eine entsprechend große Korrektur der für ein Tiefziehen eines nachfolgenden Blechzuschnitts verwendeten Blechhalterkraft zur Folge. Auf diese Weise kann das Ziehrandmaß schneller in das vorgegebene Toleranzintervall geführt werden und der erzeugte Ausschuss an tiefgezogenen Blechformteilen, deren Ziehrandmaße nicht in dem vorgegebenen Toleranzintervall liegen, verringert werden.

[0030] Gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Korrekturwert für die Blechhalterkraft in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzfenster mittels einer vorab ermittelten Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft bestimmt, wobei die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft vorteilhafterweise mit Hilfe einer Korrelationsgeraden oder einer sich selbst anpassenden Korrelationsfunktion bestimmt wird.

[0031] Hierfür wird eine Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft für ein bestimmtes, durch Tiefziehen geformtes Blechformteil und die hierfür verwendete Presse bestimmt und vorzugsweise für zukünftige Tiefziehprozesse gespeichert. Für das Bestimmen der Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft kann die Änderung des Ziehrandmaßes zumindest näherungsweise als proportional zur Änderung der Blechhalterkraft betrachtet werden, so dass die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft durch eine Korrelationsgerade als Korrelationsfunktion dargestellt werden kann.

[0032] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung einer Korrelationsfunktion, die während der Serienfertigung der Ziehteile kontinuierlich angepasst wird, indem das in Echtzeit ermittelte Ziehrandmaß des gerade gefertigten Ziehteils zusammen mit der zugehörigen Blechhalterkraft gespeichert wird, um die Korrelationsfunktion anhand der neu hinzukommenden Wertepaare stetig anzupassen. Bei Verwendung einer linearen Korrelationsfunktion kann demzufolge mit jedem neu hinzukommen-

den Wertepaar die Steigung der Korrelationsgeraden angepasst werden. Die Steigung der Korrelationsgeraden kann beispielsweise mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den bisher ermittelten Wertepaaren bestimmt werden.

[0033] In einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel werden das erste und zweite Ausführungsbeispiel in vorteilhafter Weise verknüpft:

So kann beispielsweise während des Produktionsanlaufs, also dem Zeitraum, in welchem Parameter ständig nachjustiert werden müssen, um die hergestellten Teile in das vorgegebene Toleranzintervall zu bringen bzw. darin zu halten, das Verfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet werden, um das Ziehrandmaß möglichst schnell in das vorgegebene Toleranzintervall zu bringen und darin zu halten.

[0034] In der Phase des Produktionsanlaufs ist es zudem äußerst schwierig, eine Korrelation zwischen Ziehrandmaß und Blechhalterkraft zu bestimmen, da sich andere Parameter schnell verändern, wie beispielsweise die Werkzeugtemperatur in der Presse, die während des Produktionsanlaufs in kurzer Zeit stark ansteigt. So ist beispielsweise die Bestimmung der Steigung einer Korrelationsgeraden mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate in dieser Phase mit einem großen Fehler behaftet. Denn die dieser Methode zugrundeliegenden Annahme, dass die Änderung des Ziehrandmaßes (zumindest annähernd) proportional zur Änderung der Blechhalterkraft sei, ist in dieser Phase nicht mehr korrekt, da die Störgröße Temperatur sich in dieser Phase zu stark ändert.

[0035] Nach dem Produktionsanlauf, also während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen, kann dann beispielsweise das Verfahren gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel verwendet werden, um das Ziehrandmaß zuverlässig in dem vorgegebenen Toleranzintervall zu halten. Während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen ändert sich beispielsweise die Werkzeugtemperatur nicht mehr wesentlich, so dass die Annahme, die Änderung des Ziehrandmaßes sei zumindest annähernd proportional zur Änderung der Blechhalterkraft, in dieser Phase wieder eher als gerechtfertigt anzusehen ist und somit die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft mit Hilfe einer Korrelationsgerade ermittelt werden kann.

[0036] Zweckmäßigerweise ist das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils eine Ziehrandposition des ersten Ziehteils, eine Ziehteilbreite des ersten Ziehteils, eine Ziehrandlänge des ersten Ziehteils oder ein Mittelwert aus zwei oder mehreren Ziehrandpositionen, die an unterschiedlichen Stellen des ersten Ziehteils ermittelt werden.

[0037] Über die Ziehrandposition wird vorteilhafterweise der Platineneinzug des ersten Ziehteils bestimmt. Als Platineneinzug wird hierbei der Abstand des Randes eines Ziehteils, das durch Tiefziehen eines Blechzuschnitts geformt wurde, zum Rand des Blechzuschnitts in der ursprünglichen Form, also vor dem Tiefziehen, be-

zeichnet.

[0038] Vorteilhafterweise wird das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils mittels eines Lasersensors oder eines Laserscanners ermittelt, wobei der Lasersensor oder Laserscanner auch zur Erkennung von Rissen in dem ersten Ziehteil verwendet werden kann.

[0039] Jedoch kann das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils ebenso mittels optischer oder taktiler Messverfahren oder auch mittels Ultraschall-Laufzeitverfahren ermittelt werden.

[0040] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen bereitgestellt, wobei ein Ziehrandmaß eines durch Tiefziehen geformten Ziehteils durch einen Regelprozess in ein vorgegebenes Toleranzintervall für das Ziehrandmaß geführt wird und in diesem gehalten wird, wobei eine für das Tiefziehen verwendete Blechhalterkraft als Stellgröße des Regelprozesses verwendet wird und das Ziehrandmaß des Ziehteils die Regelgröße des Regelprozesses ist.

[0041] Das Verfahren ist besonders gut geeignet zur Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, wie z.B. Karosseriebauteilen, in einer Pressenstraße, in welcher mehrere, mit verschiedenen Werkzeugen gerüstete Pressen seriell angeordnet sind und verschiedene Fertigungsschritte durchführen. In der Regel erfolgt das Tiefziehen als erster Fertigungsschritt in der ersten Presse der Pressenstraße.

[0042] Vorteilhafterweise wird das Ziehrandmaß eines Ziehteils, welches durch Tiefziehen eines Blechzuschnitts mit einer bestimmten Blechhalterkraft geformt wurde, nach dem Tiefziehfertigungsschritt bestimmt, um bei Abweichungen von dem gewünschten Toleranzintervall die Blechhalterkraft, die für ein Tiefziehen des nächsten, nachfolgenden Blechzuschnitts verwendet wird, schnell modifizieren bzw. anpassen zu können.

[0043] Es ist aber natürlich genauso möglich, das Ziehrandmaß eines Ziehteils erst zu einem späteren Zeitpunkt zu bestimmen, d.h. nach einem in einer der nachfolgenden Pressen der Pressenstraße später erfolgten Fertigungsschritt, wie z.B. das Zuschneiden, wobei natürlich vorausgesetzt sein muss, dass ein noch messbarer Ziehrand am Ziehteil vorhanden ist.

[0044] Besonders vorteilhaft ist es, das Ziehrandmaß eines ersten Ziehteils während eines laufenden Fertigungsprozesses in Echtzeit zu ermitteln und darauf basierend den Betrag einer Blechhalterkraft zu korrigieren, die für ein darauffolgendes Tiefziehen eines zweiten Ziehteils verwendet wird.

[0045] Gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird für ein Bestimmen eines Korrekturwerts für die Blechhalterkraft überprüft, ob eine ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall einen ersten Grenzwert und/oder einen zweiten Grenzwert überschreitet, welcher größer als der erste Grenzwert ist, wobei bestimmt wird, dass:

der Korrekturwert ein erster Korrekturwert ist, wenn

die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes den ersten Grenzwert nicht überschreitet, der Korrekturwert ein zweiter Korrekturwert ist, der größer als der erste Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes nur den ersten Grenzwert überschreitet, und der Korrekturwert ein dritter Korrekturwert ist, der größer als der zweite Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes auch den zweiten Grenzwert überschreitet.

[0046] Dieses Ausführungsbeispiel der Erfindung stellt ein besonders einfach zu implementierendes Verfahren bereit, in welchem das Ziehrandmaß von durch Tiefziehen geformten Ziehteilen über die für das Tiefziehen verwendete Blechhalterkraft geregelt wird.

[0047] Um den Regelprozess zu beschleunigen, ist es vorteilhaft, mehrere Grenzwerte für die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall vorzusehen, bei deren Überschreitung der Betrag des Korrekturwerts, um den die Blechhalterkraft modifiziert wird, dem überschrittenen Grenzwert entsprechend in einem vorgegebenen Maß erhöht wird. Eine große Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall hat demzufolge auch eine entsprechend große Änderung des Betrags des Korrekturwerts, um den die Blechhalterkraft modifiziert wird, zur Folge.

[0048] Es können natürlich nicht nur zwei, sondern auch drei, vier oder noch mehr gestaffelte Grenzwerte vorgesehen sein, wobei der erste Grenzwert kleiner als der zweite Grenzwert ist, welcher wiederum kleiner als der dritte Grenzwert ist usw. Auf diese Weise können die Korrekturwerte, um den die für ein Tiefziehen eines nachfolgenden Blechzuschnitts verwendete Blechhalterkraft modifiziert wird, noch besser an die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall angepasst werden. Eine sehr große Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall hat dann auch eine entsprechend große Korrektur der für ein Tiefziehen eines nachfolgenden Blechzuschnitts verwendeten Blechhalterkraft zur Folge. Auf diese Weise kann das Ziehrandmaß schneller in das vorgegebene Toleranzintervall geführt werden und der erzeugte Ausschuss an tiefgezogenen Blechformteilen, deren Ziehrandmaße nicht in dem vorgegebenen Toleranzintervall liegen, verringert werden.

[0049] Gemäß einem fünften bevorzugten Ausführungsbeispiel wird ein Korrekturwert für die Blechhalterkraft in Abhängigkeit von einer ermittelten Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzfenster mittels einer vorab ermittelten Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft bestimmt, wobei die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft vorteilhafterweise mit Hilfe einer Korrelationsgeraden oder einer sich selbst anpassenden Korrelationsfunktion bestimmt wird.

[0050] Hierfür wird eine Korrelation zwischen Ziehr-

andmaß und zugehöriger Blechhalterkraft für ein bestimmtes, durch Tiefziehen geformtes Blechformteil und die hierfür verwendete Presse bestimmt und vorzugsweise für zukünftige Tiefziehprozesse gespeichert. Für das Bestimmen der Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft kann die Änderung des Ziehrandmaßes zumindest näherungsweise als proportional zur Änderung der Blechhalterkraft betrachtet werden, so dass die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft durch eine Korrelationsgerade als Korrelationsfunktion dargestellt werden kann.

[0051] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung einer Korrelationsfunktion, die während der Serienfertigung der Ziehteile kontinuierlich angepasst wird, indem das in Echtzeit ermittelte Ziehrandmaß des gerade gefertigten Ziehteils zusammen mit der zugehörigen Blechhalterkraft gespeichert wird, um die Korrelationsfunktion anhand der neu hinzukommenden Wertepaare stetig anzupassen. Bei Verwendung einer linearen Korrelationsfunktion kann demzufolge mit jedem neu hinzukommenden Wertepaar die Steigung der Korrelationsgeraden angepasst werden. Die Steigung der Korrelationsgeraden kann beispielsweise mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den bisher ermittelten Wertepaaren bestimmt werden.

[0052] In einem sechsten bevorzugten Ausführungsbeispiel werden das vierte und fünfte Ausführungsbeispiel in vorteilhafter Weise verknüpft:

So kann beispielsweise während des Produktionsanlaufs, also dem Zeitraum, in welchem Parameter ständig nachjustiert werden müssen, um die hergestellten Teile in das vorgegebene Toleranzintervall zu bringen bzw. darin zu halten, das Verfahren gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet werden, um das Ziehrandmaß möglichst schnell in das vorgegebene Toleranzintervall zu bringen und darin zu halten.

[0053] In der Phase des Produktionsanlaufs ist es zudem äußerst schwierig, eine Korrelation zwischen Ziehrandmaß und Blechhalterkraft zu bestimmen, da sich andere Parameter schnell verändern, wie beispielsweise die Werkzeugtemperatur in der Presse, die während des Produktionsanlaufs in kurzer Zeit stark ansteigt. So ist beispielsweise die Bestimmung der Steigung einer Korrelationsgeraden mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate in dieser Phase mit einem großen Fehler behaftet. Denn die dieser Methode zugrundeliegenden Annahme, dass die Änderung des Ziehrandmaßes (zumindest annähernd) proportional zur Änderung der Blechhalterkraft sei, ist in dieser Phase nicht mehr korrekt, da die Störgröße Temperatur sich in dieser Phase zu stark ändert.

[0054] Nach dem Produktionsanlauf, also während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen, kann dann beispielsweise das Verfahren gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel verwendet werden, um das Ziehrandmaß zuverlässig in dem vorgegebenen Toleranzintervall zu halten. Während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen ändert sich beispielsweise die

Werkzeugtemperatur nicht mehr wesentlich, so dass die Annahme, die Änderung des Ziehrandmaßes sei zumindest annähernd proportional zur Änderung der Blechhalterkraft, in dieser Phase wieder eher als gerechtfertigt anzusehen ist und somit die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft mit Hilfe einer Korrelationsgerade ermittelt werden kann.

[0055] Zweckmäßigerweise ist das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils eine Ziehrandposition des ersten Ziehteils, eine Ziehteilbreite des ersten Ziehteils, eine Ziehrandlänge des ersten Ziehteils oder ein Mittelwert aus zwei oder mehreren Ziehrandpositionen, die an unterschiedlichen Stellen des ersten Ziehteils ermittelt werden.

[0056] Über die Ziehrandposition wird vorteilhafterweise der Platineneinzug des ersten Ziehteils bestimmt. Als Platineneinzug wird hierbei der Abstand des Randes eines Ziehteils, das durch Tiefziehen eines Blechzuschnitts geformt wurde, zum Rand des Blechzuschnitts in der ursprünglichen Form, also vor dem Tiefziehen, bezeichnet.

[0057] Vorteilhafterweise wird das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils mittels eines Lasersensors oder eines Laserscanners ermittelt, wobei der Lasersensor oder Laserscanner auch zur Erkennung von Rissen in dem ersten Ziehteil verwendet werden kann.

[0058] Jedoch kann das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils ebenso mittels optischer oder taktiler Messverfahren oder auch mittels Ultraschall-Laufzeitverfahren ermittelt werden.

[0059] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen bereitgestellt, wobei ein Ziehrandmaß eines durch Tiefziehen geformten Ziehteils durch einen Regelprozess in ein vorgegebenes Toleranzintervall für das Ziehrandmaß geführt wird und in diesem gehalten wird, wobei eine für das Tiefziehen verwendete Blechhalterdistanzeinstellung als Stellgröße des Regelprozesses verwendet wird und das Ziehrandmaß des Ziehteils die Regelgröße des Regelprozesses ist.

[0060] Zweckmäßigerweise ist die für das Tiefziehen verwendete Blechhalterdistanzeinstellung die für das Tiefziehen verwendete Einstellung der Blechhalterdistanzen, wie z.B. die für das Tiefziehen verwendete Einstellung eines verstellbaren Distanzelements, welches als einstellbare Blechhalterdistanz verwendet wird.

[0061] Das Verfahren ist besonders gut geeignet zur Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, wie z.B. Karosseriebauteilen, in einer Pressenstraße, in welcher mehrere, mit verschiedenen Werkzeugen gerüstete Pressen seriell angeordnet sind und verschiedene Fertigungsschritte durchführen. In der Regel erfolgt das Tiefziehen als erster Fertigungsschritt in der ersten Presse der Pressenstraße.

[0062] Vorteilhafterweise wird das Ziehrandmaß eines Ziehteils, welches durch Tiefziehen eines Blechzuschnitts mit einer bestimmten Blechhalterdistanzeinstellung geformt wurde, nach dem Tiefziehfertigungsschritt

bestimmt, um bei Abweichungen von dem gewünschten Toleranzintervall die Blechhalterdistanzeinstellung, die für ein Tiefziehen des nächsten, nachfolgenden Blechzuschnitts verwendet wird, schnell modifizieren bzw. anpassen zu können.

[0063] Es ist aber natürlich genauso möglich, das Ziehrandmaß eines Ziehteils erst zu einem späteren Zeitpunkt zu bestimmen, d.h. nach einem in einer der nachfolgenden Pressen der Pressenstraße später erfolgten Fertigungsschritt, wie z.B. das Zuschneiden, wobei natürlich vorausgesetzt sein muss, dass ein noch messbarer Ziehrand am Ziehteil vorhanden ist.

[0064] Besonders vorteilhaft ist es, das Ziehrandmaß eines ersten Ziehteils während eines laufenden Fertigungsprozesses in Echtzeit zu ermitteln und darauf basierend den Betrag einer Blechhalterdistanzeinstellung zu korrigieren, die für ein darauffolgendes Tiefziehen eines zweiten Ziehteils verwendet wird.

[0065] Gemäß einem siebten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird für ein Bestimmen eines Korrekturwerts für die Blechhalterdistanzeinstellung überprüft, ob eine ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall einen ersten Grenzwert und/oder einen zweiten Grenzwert überschreitet, welcher größer als der erste Grenzwert ist, wobei bestimmt wird, dass:

der Korrekturwert ein erster Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes den ersten Grenzwert nicht überschreitet,
der Korrekturwert ein zweiter Korrekturwert ist, der größer als der erste Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes nur den ersten Grenzwert überschreitet, und
der Korrekturwert ein dritter Korrekturwert ist, der größer als der zweite Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes auch den zweiten Grenzwert überschreitet.

[0066] Dieses Ausführungsbeispiel der Erfindung stellt ein besonders einfach zu implementierendes Verfahren bereit, in welchem das Ziehrandmaß von durch Tiefziehen geformten Ziehteilen über die für das Tiefziehen verwendete Blechhalterdistanzeinstellung geregelt wird.

[0067] Um den Regelprozess zu beschleunigen, ist es vorteilhaft, mehrere Grenzwerte für die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall vorzusehen, bei deren Überschreitung der Betrag des Korrekturwerts, um den die Blechhalterdistanzeinstellung modifiziert wird, dem überschrittenen Grenzwert entsprechend in einem vorgegebenen Maß erhöht wird. Eine große Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall hat demzufolge auch eine entsprechend große Änderung des Betrags des Korrekturwerts, um den die Blechhalterdistanzeinstellung modifiziert wird, zur Folge.

[0068] Es können natürlich nicht nur zwei, sondern auch drei, vier oder noch mehr gestaffelte Grenzwerte

vorgesehen sein, wobei der erste Grenzwert kleiner als der zweite Grenzwert ist, welcher wiederum kleiner als der dritte Grenzwert ist usw. Auf diese Weise können die Korrekturwerte, um den die für ein Tiefziehen eines nachfolgenden Blechzuschnitts verwendete Blechhalterdistanzeinstellung modifiziert wird, noch besser an die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall angepasst werden. Eine sehr große Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall hat dann auch eine entsprechend große Korrektur der für ein Tiefziehen eines nachfolgenden Blechzuschnitts verwendeten Blechhalterdistanzeinstellung zur Folge. Auf diese Weise kann das Ziehrandmaß schneller in das vorgegebene Toleranzintervall geführt werden und der erzeugte Ausschuss an tiefgezogenen Blechformteilen, deren Ziehrandmaße nicht in dem vorgegebenen Toleranzintervall liegen, verringert werden.

[0069] Gemäß einem achten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird ein Korrekturwert für die Blechhalterdistanzeinstellung in Abhängigkeit von einer ermittelten Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzfenster mittels einer vorab ermittelten Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterdistanzeinstellung bestimmt, wobei die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterdistanzeinstellung vorteilhafterweise mit Hilfe einer Korrelationsgeraden oder einer sich selbst anpassenden Korrelationsfunktion bestimmt wird.

[0070] Hierfür wird eine Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterdistanzeinstellung für ein bestimmtes, durch Tiefziehen geformtes Blechformteil und die hierfür verwendete Presse bestimmt und vorzugsweise für zukünftige Tiefziehprozesse gespeichert. Für das Bestimmen der Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterdistanzeinstellung kann die Änderung des Ziehrandmaßes zumindest näherungsweise als proportional zur Änderung der Blechhalterdistanzeinstellung betrachtet werden, so dass die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterdistanzeinstellung durch eine Korrelationsgerade als Korrelationsfunktion dargestellt werden kann.

[0071] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung einer Korrelationsfunktion, die während der Serienfertigung der Ziehteile kontinuierlich angepasst wird, indem das in Echtzeit ermittelte Ziehrandmaß des gerade gefertigten Ziehteils zusammen mit der zugehörigen Blechhalterdistanzeinstellung gespeichert wird, um die Korrelationsfunktion anhand der neu hinzukommenden Wertepaare stetig anzupassen. Bei Verwendung einer linearen Korrelationsfunktion kann demzufolge mit jedem neu hinzukommenden Wertepaar die Steigung der Korrelationsgeraden angepasst werden. Die Steigung der Korrelationsgeraden kann beispielsweise mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den bisher ermittelten Wertepaaren bestimmt werden.

[0072] In einem neunten bevorzugten Ausführungs-

beispiel werden das siebte und achte Ausführungsbeispiel in vorteilhafter Weise verknüpft:

So kann beispielsweise während des Produktionsanlaufs, also dem Zeitraum, in welchem Parameter ständig nachjustiert werden müssen, um die hergestellten Teile in das vorgegebene Toleranzintervall zu bringen bzw. darin zu halten, das Verfahren gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel verwendet werden, um das Ziehrandmaß möglichst schnell in das vorgegebene Toleranzintervall zu bringen und darin zu halten.

[0073] In der Phase des Produktionsanlaufs ist es zudem äußerst schwierig, eine Korrelation zwischen Ziehrandmaß und Blechhalterdistanzeinstellung zu bestimmen, da sich andere Parameter schnell verändern, wie beispielsweise die Werkzeugtemperatur in der Presse, die während des Produktionsanlaufs in kurzer Zeit stark ansteigt. So ist beispielsweise die Bestimmung der Steigung einer Korrelationsgeraden mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate in dieser Phase mit einem großen Fehler behaftet. Denn die dieser Methode zugrundeliegenden Annahme, dass die Änderung des Ziehrandmaßes (zumindest annähernd) proportional zur Änderung der Blechhalterdistanzeinstellung sei, ist in dieser Phase nicht mehr korrekt, da die Störgröße Temperatur sich in dieser Phase zu stark ändert.

[0074] Nach dem Produktionsanlauf, also während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen, kann dann beispielsweise das Verfahren gemäß dem achten Ausführungsbeispiel verwendet werden, um das Ziehrandmaß zuverlässig in dem vorgegebenen Toleranzintervall zu halten. Während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen ändert sich beispielsweise die Werkzeugtemperatur nicht mehr wesentlich, so dass die Annahme, die Änderung des Ziehrandmaßes sei zumindest annähernd proportional zur Änderung der Blechhalterdistanzeinstellung, in dieser Phase wieder eher als gerechtfertigt anzusehen ist und somit die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterdistanzeinstellung mit Hilfe einer Korrelationsgerade ermittelt werden kann.

[0075] Zweckmäßigerweise ist das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils eine Ziehrandposition des ersten Ziehteils, eine Ziehteilbreite des ersten Ziehteils, eine Ziehrandlänge des ersten Ziehteils oder ein Mittelwert aus zwei oder mehreren Ziehrandpositionen, die an unterschiedlichen Stellen des ersten Ziehteils ermittelt werden.

[0076] Über die Ziehrandposition wird vorteilhafterweise der Platineneinzug des ersten Ziehteils bestimmt. Als Platineneinzug wird hierbei der Abstand des Randes eines Ziehteils, das durch Tiefziehen eines Blechzuschnitts geformt wurde, zum Rand des Blechzuschnitts in der ursprünglichen Form, also vor dem Tiefziehen, bezeichnet.

[0077] Vorteilhafterweise wird das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils mittels eines Lasersensors oder eines Laserscanners ermittelt, wobei der Lasersensor oder Laserscanner auch zur Erkennung von Rissen in dem ers-

ten Ziehteil verwendet werden kann.

[0078] Jedoch kann das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils ebenso mittels optischer oder taktiler Messverfahren oder auch mittels Ultraschall-Laufzeitverfahren ermittelt werden.

[0079] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die dafür eingerichtet ist, eines der oben beschriebenen Verfahren auszuführen.

[0080] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der nachfolgenden Figuren beschrieben.

Figur 1 zeigt ein Schaubild eines ersten beispielhaften Tiefziehprozesses.

Figur 2 zeigt ein Schaubild eines zweiten beispielhaften Tiefziehprozesses.

Figur 3 zeigt eine beispielhafte Blechhalterdistanz an einem Ziehwerkzeug.

Figur 4 zeigt ein beispielhaftes tiefgezogenes Ziehteil und die verwendete Blechplatine in ihrer ursprünglichen Form.

Figur 5 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0081] Zur Verringerung des Ausschussanteils bei der Fertigung von tiefgezogenen Formteilen, wie z.B. Karosseriebauteilen, wurde untersucht, welcher Fertigungsschritt, das Tiefziehen oder die nachfolgenden Schneideoperationen, den stärksten Einfluss auf die Maßhaltigkeit der fertigen Formteile hat. Hierbei hat sich eindeutig ergeben, dass die Tiefziehoperation vorrangig die Maßhaltigkeit der fertigen Formteile bestimmt, wohingegen die nachfolgenden Schneideoperationen die Maßhaltigkeit der Formteile nur in sehr geringem Maße beeinflussen. Demnach ist die Tiefziehoperation von essenzieller Bedeutung bezüglich der Maßhaltigkeit der Fertigteile und es ist somit verfahrenstechnisch sinnvoll, bereits diesen ersten Fertigungsschritt zu überwachen, in das gewünschte Toleranzintervall bzw. Toleranzfenster zu führen und darin zu halten.

[0082] Für die Überwachung der Maßhaltigkeit der durch das Tiefziehen geformten Teile hat sich die Überwachung des Ziehstands, d.h. die Messung eines Ziehrandmaßes, wie z.B. der Ziehrandlänge, als besonders vorteilhaft erwiesen. Die Größe des Ziehrandmaßes des Ziehteils, wie z.B. die Ziehrandlänge des Ziehteils, zeigt wiederum eine starke Abhängigkeit vom Betrag der beim Tiefziehen verwendeten Blechhalterkraft.

[0083] Ferner zeigt die Größe des Ziehrandmaßes des Ziehteils, wie z.B. die Ziehrandposition des Ziehteils, eine starke Abhängigkeit vom Betrag der beim Tiefziehen verwendeten Blechhalterdistanzeinstellung, die zweckmäßigerweise die beim Tiefziehen verwendeten Einstellung der Blechhalterdistanzen darstellt.

[0084] Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Regelprozesse, bei denen die Blechhalterkraft als Stellgröße des Regelprozesses verwendet wird. Jedoch sind die folgenden Ausführungen auch in einfacher Weise auf

Regelprozesse übertragbar, bei denen die Blechhalterdistanzeinstellung als Stellgröße verwendet wird.

[0085] Figur 4 zeigt ein Beispiel eines tiefgezogenen Ziehteils mit noch vorhandenem Ziehrand und die verwendete Blechplatine in ihrer ursprünglichen Form vor dem Tiefziehen. Der Ziehrand soll zweckmäßigerweise an einer markanten Stelle des Ziehteils vermessen und ein Ziehrandmaß des Ziehteils bestimmt werden, wobei das Ziehrandmaß des Ziehteils eine Ziehrandposition des Ziehteils, eine Ziehteilbreite des Ziehteils oder eine Ziehrandlänge des Ziehteils sein kann. Als markante Stelle kann vorteilhafterweise eine Stelle ausgewählt werden, an welcher der Platineneinzug 40 möglichst stark ausgebildet ist und somit auch das Ziehrandmaß, wie z.B. die Ziehrandposition, bei Änderungen der Blechhalterkraft stark variiert. Als Platineneinzug 40 wird hierbei der Abstand des Randes der tiefgezogenen Blechplatine zum Rand der Blechplatine in der ursprünglichen Form, also vor dem Tiefziehen, bezeichnet (siehe Figur 4). Zugleich sollte die markante Stelle natürlich auch eine für die Messung, insbesondere Laserscan-Messung, zugängliche Stelle sein.

[0086] Ist der Platineneinzug 40 eines bestimmten Formteils nicht bekannt, so kann zur Bestimmung einer zur Messung geeigneten Stelle, d.h. der "markanten" Stelle, ein erstes Ziehteil mit geringer Blechhalterkraft und ein zweites Ziehteil mit großer Blechhalterkraft tiefgezogen und anschließend verglichen werden. Die Stellen an denen der Platineneinzug 40 besonders stark zwischen den beiden Ziehteilen variiert, sind dann die für die Messung besonders geeigneten "markanten" Stellen.

[0087] Vorteilhafterweise wird jedem Bauteil ein idealer Platineneinzug 40 bzw. ideales Ziehrandmaß L für die gewählte markante Stelle als Referenzwert zugeordnet und ein einzuhaltendes Toleranzfenster oder Toleranzintervall $[L-x; L+x]$ festgelegt, das symmetrisch um das ideale Ziehrandmaß angeordnet ist. Referenziert wird zweckmäßigerweise an einem "idealen" Ziehrandmaß, welches von einem Ziehteil stammt, dessen späteres Fertigteil möglichst viele Messpunkte mittig in der Toleranz aufweist.

[0088] Bei der Fertigung des jeweiligen Bauteils wird dann das Ziehrandmaß der durch Tiefziehen geformten Ziehteile mittels eines Regelprozesses in dem festgelegten einzuhaltenden Toleranzintervall gehalten, das symmetrisch um das zu dem jeweiligen Bauteil gehörige ideale Ziehrandmaß angeordnet ist. Hierbei wird die für das Tiefziehen verwendete Blechhalterkraft als Stellgröße des Regelprozesses verwendet, während das Ziehrandmaß des Ziehteils die Regelgröße des Regelprozesses darstellt. Um einen Referenzwert für die gewählte markante Stelle zu erhalten, wird das Ziehrandmaß eines "idealen" Ziehteils, das den Qualitätsanforderungen entspricht und dessen späteres Fertigteil möglichst viele Messpunkte mittig in der Toleranz aufweist, vorteilhafterweise durch einen Laserscan bestimmt.

[0089] Das in Figur 5 dargestellte Flussdiagramm zeigt

ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines solchen Regelprozesses.

[0090] Für den Regelprozess ist es besonders vorteilhaft, wenn der Platineinzug 40 bzw. das Ziehrandmaß der tiefgezogenen Ziehteile in Echtzeit erfasst wird.

[0091] Vorteilhafterweise wird das Ziehteil nach dem Tiefziehen in der Ziehpresse während des Transports (durch einen Roboter) von der Ziehpresse zur nachfolgenden Presse mittels eines Laserscanners oder Lasersensors vermessen.

[0092] Um sicherzustellen, dass die Messung immer an der gleichen Stelle erfolgt, wird die Messung des Laserscanners automatisch und damit reproduzierbar aktiviert, indem die Messung beispielsweise mittels eines Trigger-Signals gestartet wird. Hierfür kann vorteilhafterweise ein Trigger-Sensor, welcher nach dem Triangulations-Verfahren arbeitet, verwendet werden. Alternativ kann die Messung auch mittels einer Abfrage einer Position des Roboters an einer bestimmten Position des Transferweges getriggert werden.

[0093] Der Laserscanner kann an einer mobilen Vorrichtung montiert sein, so dass dieser nicht nur für einen Standort nutzbar ist. Hierbei ist es notwendig, dass feste, vorbestimmte Standorte für die mobile Vorrichtung vorgesehen bzw. festgelegt sind, so dass die Messungen reproduzierbar immer am selben Ort vorgenommen werden. Dies kann beispielsweise durch eine Verankerung für ein mobiles Stativ, an dem der Laserscanner oder Lasersensors befestigt ist, oder auch mittels einer Markierung oder Befestigungsvorrichtung für eine Grundplatte erreicht werden, wie sie auch für Messlehren verwendet wird und auf welcher eine Halterung für den Laserscanner oder Lasersensor vorgesehen ist.

[0094] Für die Messung des Ziehrandmaßes ist es nicht unbedingt notwendig, dass der Laser frontal auf das Ziehteil ausgerichtet ist. Auch wenn der Laserscanner ein verzerrtes Bild des Ziehteils erfasst, ist dies für den korrekten Ablauf des Regelprozesses vollkommen ausreichend, sofern der "Verzerrwinkel", also die Ausrichtung des Laserscanners, bei den Messungen der verschiedenen Ziehteile, einschließlich des als Referenz benutzten Ziehteils, konstant bleibt und die Variationen des Ziehrandmaßes weiterhin gut detektierbar bleiben.

[0095] Das in Figur 5 dargestellte Flussdiagramm zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Verfahren. Zuerst wird in Schritt 510 überprüft, ob der ermittelte Ziehrand zu groß ist. Wenn der Ziehrand nicht zu groß ist, wird in Schritt 520 überprüft, ob der Ziehrand zu klein ist. Ist der Ziehrand auch nicht zu klein, dann liegt die Größe des Ziehlands im vorgegebenen Toleranzintervall, welches auch als Toleranzfenster bezeichnet wird, und die verwendete Blechhalterkraft kann in Schritt 530 unverändert an die Presse für den nächsten Tiefziehprozess weitergegeben werden.

[0096] Wenn in Schritt 510 ermittelt wird, dass der Ziehrand zu groß ist, wird in Schritt 512 der Betrag der Blechhalterkraft um einen vorbestimmten Korrekturwert verringert. In Schritt 514 wird dann überprüft, ob die um

den Korrekturwert verringerte Blechhalterkraft im Arbeitsfenster für die Blechhalterkraft der verwendeten Presse liegt. Ist dies der Fall, wird in Schritt 516 die um den Korrekturwert verringerte Blechhalterkraft an die Presse weitergegeben. Andernfalls wird in Schritt 518 eine Fehlermeldung ausgegeben, die besagt, dass die um den Korrekturwert verringerte Blechhalterkraft außerhalb des Arbeitsfensters für die Blechhalterkraft der verwendeten Presse liegt.

[0097] Wenn in Schritt 520 ermittelt wird, dass der Ziehrand zu klein ist, wird in Schritt 522 der Betrag der Blechhalterkraft um einen vorbestimmten Korrekturwert vergrößert. In Schritt 524 wird dann überprüft, ob die um den Korrekturwert vergrößerte Blechhalterkraft im Arbeitsfenster für die Blechhalterkraft der verwendeten Presse liegt. Ist dies der Fall, wird in Schritt 526 die um den Korrekturwert vergrößerte Blechhalterkraft an die Presse weitergegeben. Andernfalls wird in Schritt 528 eine Fehlermeldung ausgegeben, die besagt, dass die um den Korrekturwert vergrößerte Blechhalterkraft außerhalb des Arbeitsfensters für die Blechhalterkraft der verwendeten Presse liegt.

[0098] Die Presse formt mit der übertragenen Blechhalterkraft das nächste Ziehteil, dessen nachfolgend ermittelte Ziehrandposition dann als nächster Eingabewert für das oben beschriebene Verfahren dient. So kann die Ziehrandposition sukzessive in das gewünschte Toleranzfenster bzw. Toleranzintervall geführt und darin gehalten werden.

[0099] Um die Blechhalterkraft schneller in das Toleranzintervall führen zu können, werden in einem bevorzugtem Ausführungsbeispiel zwei Zähler in das obige Flussdiagramm eingeführt, welche angeben, wie oft die Ziehrandposition hintereinander ober- bzw. unterhalb des Toleranzintervalls liegt bzw. gelegen hat. Der Wert des Zählers "Ziehrand zu groß" wird um 1 erhöht und der Wert des Zählers "Ziehrand zu klein" auf Null gesetzt, wenn in Schritt 510 ermittelt wird, dass der Ziehrand zu groß ist, wohingegen der Wert des Zählers "Ziehrand zu klein" um 1 erhöht und der Wert des Zählers "Ziehrand zu groß" auf Null gesetzt wird, wenn in Schritt 520 ermittelt wird, dass der Ziehrand zu klein ist.

[0100] Dieser Wert des entsprechenden Zählers wird dann als Faktor vor den vorbestimmten Korrekturwert für die Blechhalterkraft gesetzt, sodass die Regelung der Ziehrandposition über die Blechhalterkraft die Ziehrandposition schneller in das Toleranzintervall führen kann.

[0101] Um die Blechhalterkraft noch schneller in das Toleranzintervall führen zu können, wird in einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel überprüft, ob die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall einen ersten Grenzwert und/oder einen zweiten Grenzwert und/oder einen dritten Grenzwert überschreitet, wobei der dritte Grenzwert größer als der zweite Grenzwert ist, welcher wiederum größer als der erste Grenzwert ist. Darauf basierend wird bestimmt, dass der vorbestimmte Korrekturwert ein erster Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des

Ziehrandmaßes den ersten Grenzwert nicht überschreitet, der Korrekturwert ein zweiter Korrekturwert ist, der größer als der erste Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes den ersten Grenzwert überschreitet, der Korrekturwert ein zweiter Korrekturwert ist, der größer als der erste Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes nur den ersten Grenzwert überschreitet, der Korrekturwert ein dritter Korrekturwert ist, der größer als der zweite Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes auch den zweiten Grenzwert überschreitet, und der Korrekturwert ein vierter Korrekturwert ist, der größer als der dritte Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes auch den dritten Grenzwert überschreitet.

[0102] Es ist natürlich auch eine andere Anzahl von verschiedenen Grenzwerten für die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall möglich. Die hier beschriebenen drei verschiedenen Grenzwerte sollen lediglich als Beispiel dienen.

[0103] Um die Blechhalterkraft noch schneller in das Toleranzintervall führen zu können, können auch in diesem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel zwei Zähler eingeführt werden, welche angeben, wie oft die Ziehrandposition hintereinander ober- bzw. unterhalb des Toleranzintervalls liegt. Auch hier wird der Wert des Zählers "Ziehrand zu groß" um 1 erhöht und der Wert des Zählers "Ziehrand zu klein" auf Null gesetzt, wenn ermittelt wird, dass der Ziehrand zu groß ist, wohingegen der Wert des Zählers "Ziehrand zu klein" um 1 erhöht und der Wert des Zählers "Ziehrand zu groß" auf Null gesetzt wird, wenn ermittelt wird, dass der Ziehrand zu klein ist.

[0104] Der Wert des entsprechenden Zählers wird dann als Faktor vor den vorbestimmten Korrekturwert, also den ersten, zweiten, dritten oder vierten Korrekturwert, für die Blechhalterkraft gesetzt, sodass die Regelung der Ziehrandposition über die Blechhalterkraft die Ziehrandposition noch schneller in das Toleranzintervall führen kann.

[0105] Dadurch lassen sich beispielsweise Krafttragheiten in Form von ansteigenden Offsetbeträgen bei der Blechhalterkraft, wie sie bei einer Presse häufiger vorkommen können, schnell durchfahren.

[0106] Des Weiteren können mit dem gerade beschriebenen Regelprozess Änderungen dynamischer Störgrößen, wie z.B. die Werkzeugtemperatur, die sich insbesondere in der Phase des Produktionsanlaufs stark verändert, zügig durch die oben beschriebene Anpassung der Blechhalterkraft ausgeglichen werden, ohne dass der Einfluss dieser Störgrößen genauer analysiert werden muss.

[0107] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird an Stelle von einem oder mehreren festen Korrekturwert(en) der Korrekturwert mit Hilfe einer Korrelationsfunktion, insbesondere einer Korrelationsgeraden, bestimmt.

[0108] Um eine Korrelationsgerade für ein bestimmtes Ziehstück (Bauteil) zu bestimmen, sind im einfachsten Fall mindestens zwei Punkte bzw. Wertepaare (Blechhalterkraft/Ziehrandmaß) zu ermitteln, durch welche die Korrelationsgerade gelegt werden kann.

[0109] Hierfür wird beispielsweise ein erstes Ziehteil mit einer möglichst geringen Blechhalterkraft tiefgezogen und die markante Stelle durch den Laserscan gemessen. Ein zweites Ziehteil wird mit einer möglichst großen Blechhalterkraft tiefgezogen und ebenfalls vermessen. Auf Grundlage der beiden so ermittelten Punkte bzw. Wertepaare kann dann die Gleichung für die Korrelationsgerade aufgestellt werden.

[0110] Zu dem vorgegebenen Referenzwert des Ziehrandmaßes für das entsprechende Bauteil kann dann mit Hilfe der ermittelten Korrelationsfunktion, also der Geradengleichung, die zugehörige benötigte Blechhalterkraft berechnet werden. Ein drittes Ziehteil kann daraufhin mit der berechneten Blechhalterkraft tiefgezogen werden, das Ziehrandmaß des dritten Ziehteils durch den Laserscan ermittelt werden und es kann daraufhin überprüft werden, ob das ermittelte Ziehrandmaß innerhalb des für das entsprechende Bauteil vorab festgelegten Toleranzintervalls liegt.

[0111] Ferner kann das zu dem dritten Ziehteil gehörige Wertepaar für ein Anpassen der Gleichung bzw. der Steigung der Korrelationsgerade herangezogen werden, wobei die Korrelationsgerade zweckmäßigerweise über die Methode der kleinsten Fehlerquadrate bestimmt werden kann.

[0112] Liegt das Ziehrandmaß des dritten Ziehteils nicht innerhalb des Toleranzintervalls, kann mit Hilfe der angepassten Geradengleichung ein Korrekturwert für die Blechhalterkraft für das vierte Ziehteil berechnet werden.

[0113] Durch die Messung des Ziehrandmaßes von jedem weiteren tiefgezogenen Ziehteil kann die Steigung der Korrelationsgeraden kontinuierlich angepasst werden und, wenn nötig, auch ein Korrekturwert für die Blechhalterkraft für das nächste Ziehteil bestimmt werden.

[0114] Bei der Berechnung und Anpassung der Korrelationsgeraden ist es wichtig, den Einfluss dynamischer Störgrößen, wie Pressenstillstände und Werkzeugtemperatur, zu beachten.

[0115] So ist es in der Phase des Produktionsanlaufs äußerst schwierig, eine Korrelation zwischen Ziehrandmaß und Blechhalterkraft zu bestimmen, da sich andere Parameter, die in diesem Zusammenhang als Störgrößen bezeichnet werden, schnell verändern. Ein wichtiges Beispiel hierfür ist die bereits genannte Werkzeugtemperatur in der Presse, die während des Produktionsanlaufs in kurzer Zeit stark ansteigt. So ist beispielsweise die Bestimmung bzw. Anpassung der Steigung einer Korrelationsgeraden mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate in dieser Phase mit einem großen Fehler behaftet. Denn die dieser Methode zugrundeliegenden Annahme, dass die Änderung des Ziehrandmaßes (zumindest annähernd) proportional zur Änderung der Blech-

halterkraft sei, ist in dieser Phase nicht mehr korrekt, da die sich stark verändernde Störgröße Temperatur wesentlichen Einfluss auf das Ziehrandmaß hat.

[0116] Hingegen ist während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen die Bestimmung bzw. Anpassung der Steigung einer Korrelationsgeraden mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate nicht mehr so stark fehlerbehaftet wie in der Phase des Produktionsanlaufs.

[0117] Während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen ändert sich beispielsweise die Werkzeugtemperatur nicht mehr wesentlich, so dass die Annahme, die Änderung des Ziehrandmaßes sei zumindest annähernd proportional zur Änderung der Blechhalterkraft, in dieser Phase wieder eher als gerechtfertigt anzusehen ist.

[0118] Steht jedoch die Ziehpresse auch nur für eine für kurze Zeit still, wird bei Wiederanlauf der Produktion die ermittelte bzw. angepasste Steigung der Korrelationsgeraden markant von den obengenannten dynamischen Störgrößen beeinflusst. Die während des (erneuten) Produktionsanlaufs ermittelte Korrelationsgerade sollte somit nicht zur Ermittlung des Korrekturwerts für die Blechhalterkraft während der laufenden Serienproduktion von Blechformteilen herangezogen werden.

[0119] Es ist hervorzuheben, dass das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhafterweise in einer bereits bestehenden Pressenstraße implementiert werden kann. Die zusätzlich bereitgestellte Sensorik kommuniziert mit der Pressensteuerung, um ein Ziehrandmaß vorzugsweise an einer markanten Stelle in einem vorher festgelegten Toleranzfenster bzw. Toleranzintervall zu halten. Referenziert wird zweckmäßigerweise an einem Ziehrandmaß, welches von einem Ziehteil stammt, dessen späteres Fertigteil möglichst viele Messpunkte mittig in der Toleranz aufweist. Der Grad der Über- bzw. Unterschreitung der tolerierten Ziehranddifferenz der Ziehteile bezüglich dieses Referenzwertes bestimmt die Änderung der Blechhalterkraft in der Pressensteuerung. Somit kann eine bessere Störgrößenunabhängigkeit erreicht und die Anpassung der Blechhalterkraft automatisiert werden. Denn in der Pressenstraße kann jedes Ziehteil überprüft und gegebenenfalls ein Korrekturwert für die Blechhalterkraft, die für das nächste Ziehteil angewendet wird, errechnet werden, ohne dabei die Zahl der in der Pressenstraße in einem bestimmten Zeitraum gefertigten Bauteile zu reduzieren.

[0120] Wenn für das Ermitteln des Ziehrandmaßes der tiefgezogenen Ziehteile ein Lasersensor oder Laserscanner verwendet wird, so kann dieser vorteilhafterweise auch zur Erkennung von Rissen in den untersuchten Ziehteilen verwendet werden, wobei ein möglichst frontaler "Blickwinkel" auf die Rissstelle besonders vorteilhaft ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, wobei das Verfahren aufweist:

Ermitteln eines Ziehrandmaßes eines ersten Ziehteils, welches durch Tiefziehen eines ersten Blechzuschnitts mit einer ersten Blechhalterkraft geformt wurde;
Ermitteln einer Abweichung des ermittelten Ziehrandmaßes von einem vorgegebenen Toleranzintervall für das Ziehrandmaß; und
Modifizieren eines Betrags der ersten Blechhalterkraft um einen Korrekturwert, der in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall bestimmt wird, um eine zweite Blechhalterkraft zu bestimmen, die für ein Tiefziehen eines zweiten Blechzuschnitts angewendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei für das Bestimmen des Korrekturwerts überprüft wird, ob die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzintervall einen ersten Grenzwert und/oder einen zweiten Grenzwert überschreitet, welcher größer als der erste Grenzwert ist, wobei bestimmt wird, dass:

der Korrekturwert ein erster Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes den ersten Grenzwert nicht überschreitet,
der Korrekturwert ein zweiter Korrekturwert ist, der größer als der erste Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes nur den ersten Grenzwert überschreitet, und
der Korrekturwert ein dritter Korrekturwert ist, der größer als der zweite Korrekturwert ist, wenn die ermittelte Abweichung des Ziehrandmaßes auch den zweiten Grenzwert überschreitet.

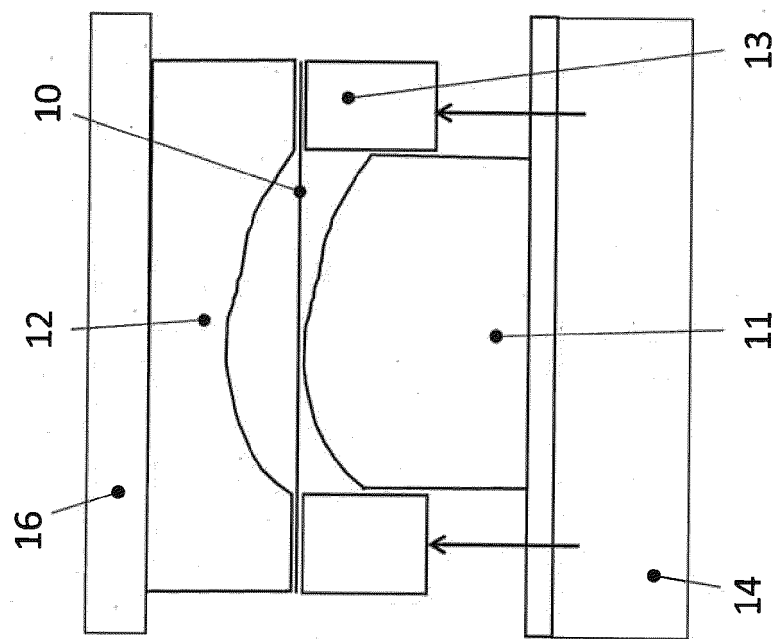
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Korrekturwert in Abhängigkeit von der ermittelten Abweichung des Ziehrandmaßes von dem vorgegebenen Toleranzfenster mittels einer vorab ermittelten Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Korrelation zwischen Ziehrandmaß und zugehöriger Blechhalterkraft mit Hilfe einer Korrelationsgeraden oder einer sich selbst anpassenden Korrelationsfunktion bestimmt wird.

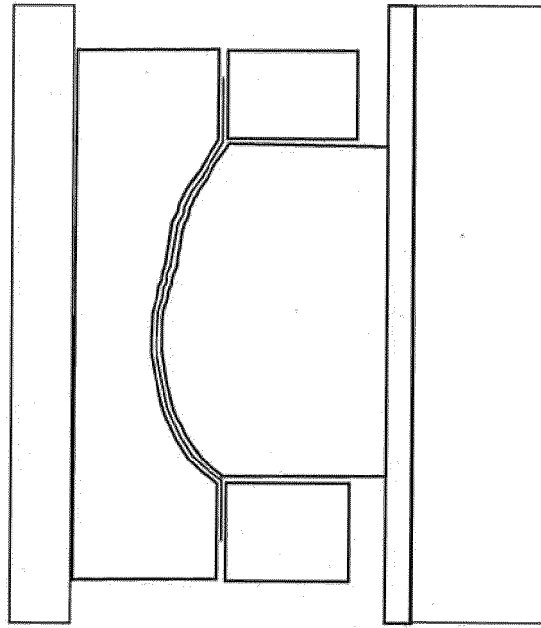
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils

- eine Ziehrandposition des ersten Ziehteils, eine Ziehteilbreite des ersten Ziehteils, eine Ziehrandlänge des ersten Ziehteils oder ein Mittelwert aus zwei oder mehreren Ziehrandpositionen ist, die an unterschiedlichen Stellen des ersten Ziehteils ermittelt werden. 5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ziehrandmaß des ersten Ziehteils mittels eines Lasersensors oder eines Laserscanners ermittelt wird. 10
7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Lasersensor oder Laserscanner auch zur Erkennung von Rissen in dem ersten Ziehteil und/oder weiteren gescannten Ziehteilen verwendet wird. 15
8. Verfahren zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, wobei ein Ziehrandmaß eines durch Tiefziehen geformten Ziehteils durch einen Regelprozess in ein vorgegebenes Toleranzintervall für das Ziehrandmaß geführt wird und/oder in diesem gehalten wird, wobei eine für das Tiefziehen verwendete Blechhalterkraft als Stellgröße des Regelprozesses verwendet wird und das Ziehrandmaß des Ziehteils die Regelgröße des Regelprozesses ist. 20 25
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei ein Ziehrandmaß eines ersten Ziehteils während eines laufenden Fertigungsprozesses in Echtzeit ermittelt wird und darauf basierend der Betrag einer Blechhalterkraft korrigiert wird, die für ein darauffolgendes Tiefziehen eines zweiten Ziehteils verwendet wird. 30 35
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Ziehrandmaß des durch Tiefziehen geformten Ziehteils mittels eines Lasersensors oder eines Laserscanners ermittelt wird. 40
11. Verfahren zum Einsatz bei der Fertigung von tiefgezogenen Blechformteilen, wobei ein Ziehrandmaß eines durch Tiefziehen geformten Ziehteils durch einen Regelprozess in ein vorgegebenes Toleranzintervall für das Ziehrandmaß geführt wird und/oder in diesem gehalten wird, wobei eine für das Tiefziehen verwendete Blechhalterdistanzeinstellung als Stellgröße des Regelprozesses verwendet wird und das Ziehrandmaß des Ziehteils die Regelgröße des Regelprozesses ist. 45 50
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei ein Ziehrandmaß eines ersten Ziehteils während eines laufenden Fertigungsprozesses in Echtzeit ermittelt wird und darauf basierend der Betrag einer Blechhalterdistanzeinstellung korrigiert wird, die für ein darauffolgendes Tiefziehen eines zweiten Ziehteils verwendet wird. 55
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Ziehrandmaß des durch Tiefziehen geformten Ziehteils mittels eines Lasersensors oder eines Laserscanners ermittelt wird.
14. Vorrichtung, die dafür eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

Figur 1

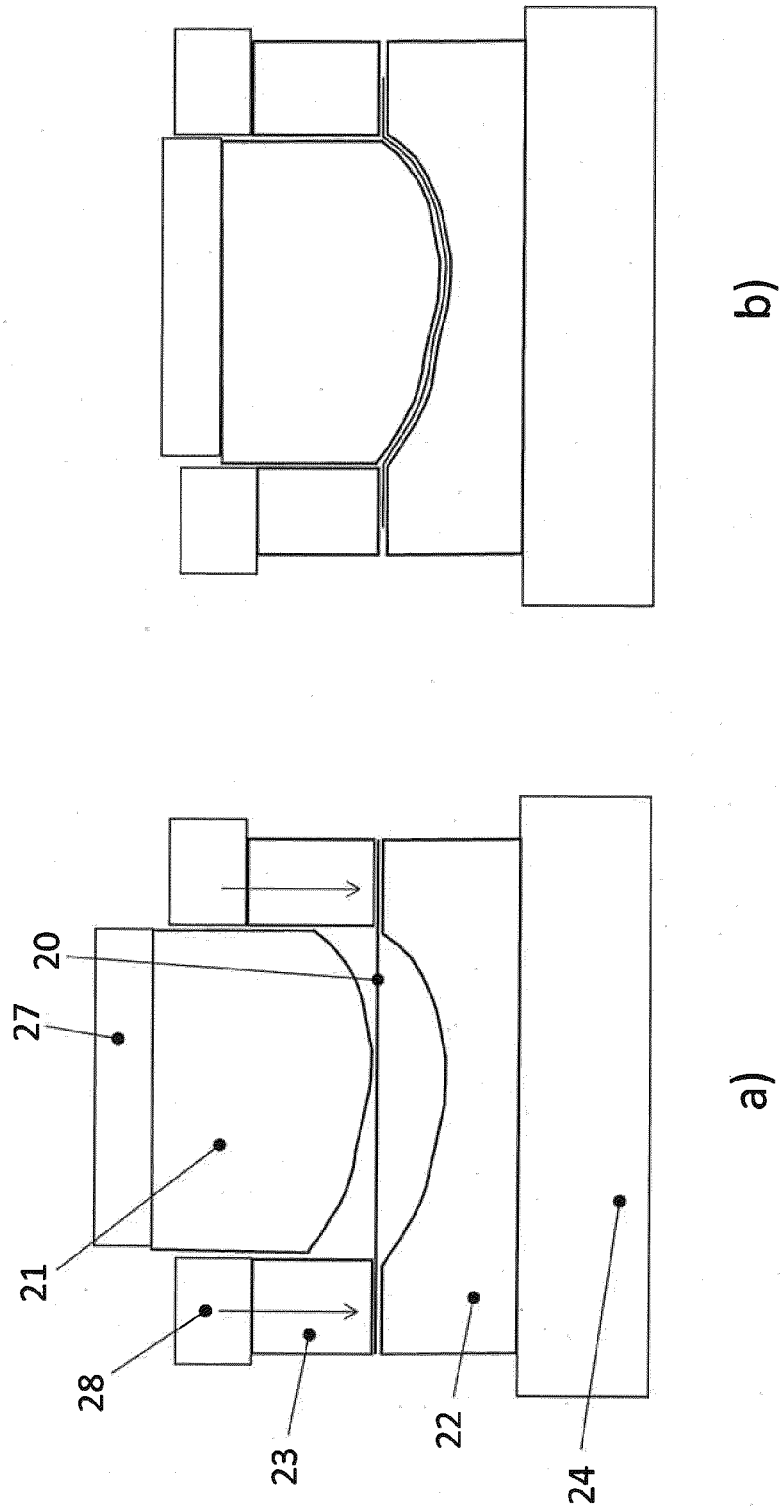


a)

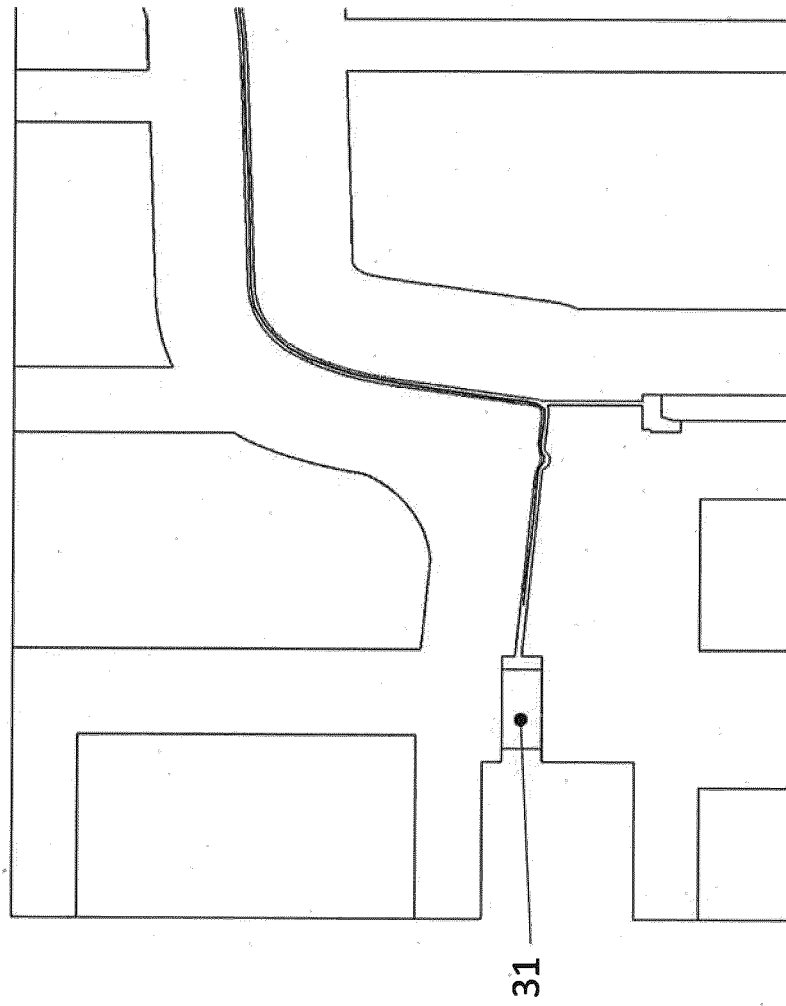


b)

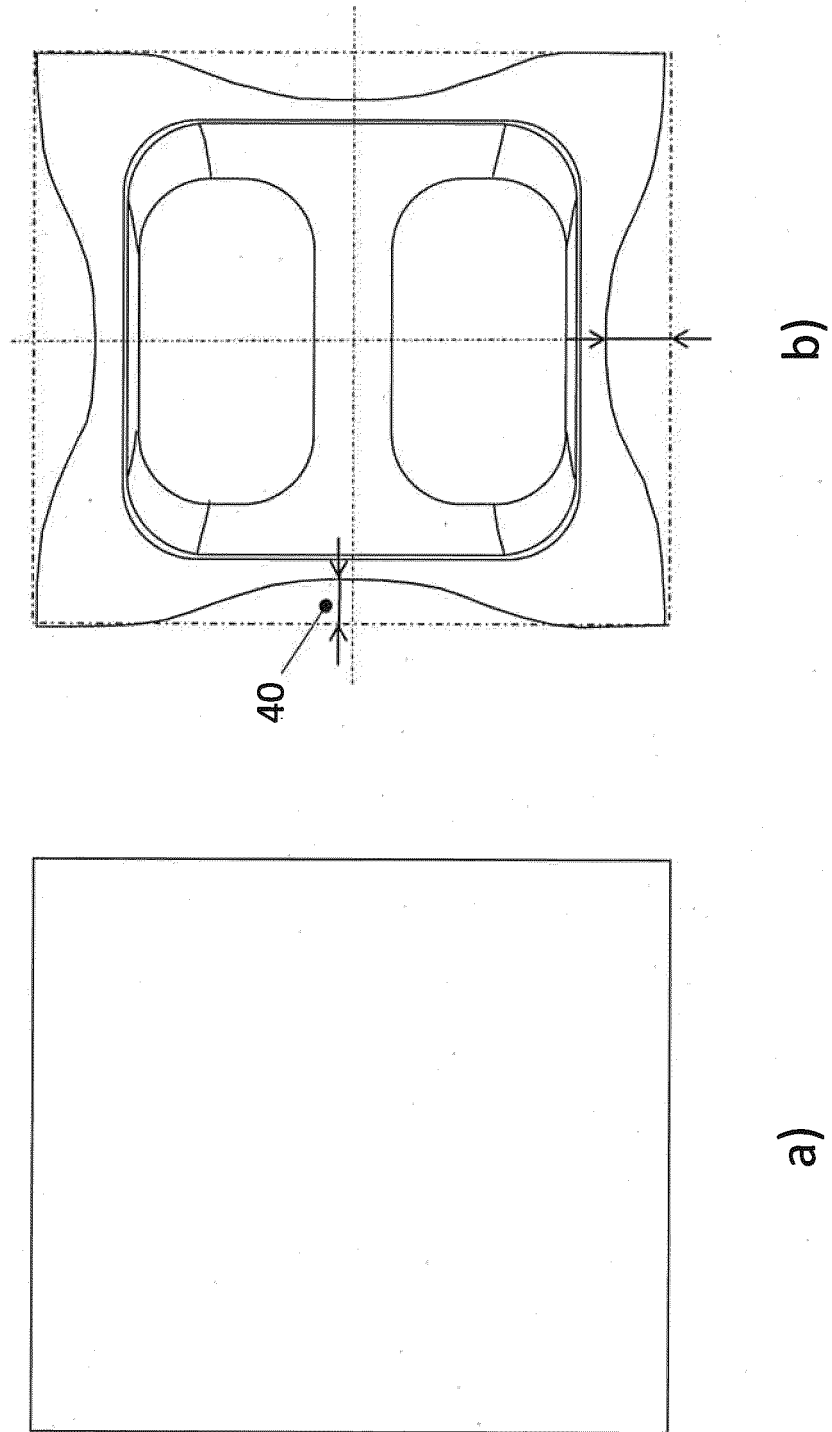
Figur 2



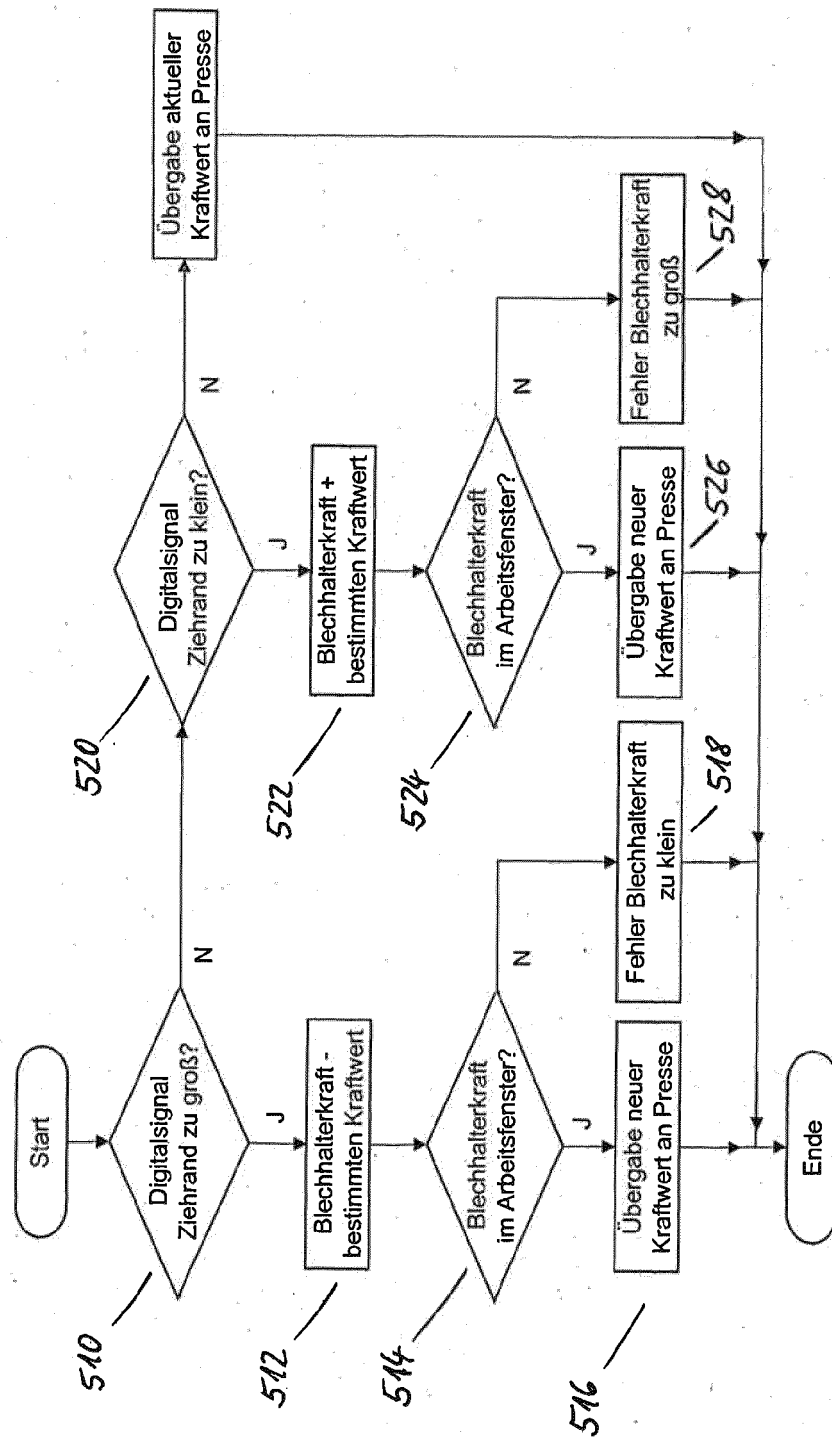
Figur 3



Figur 4



Figur 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 5335

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

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	DE 10 2017 114596 A1 (FORSCHUNGSGES UMFORMTECHNIK [DE]) 3. Januar 2019 (2019-01-03)	1-5, 8, 9, 11, 12, 14	INV. B21D22/22 B21D24/10
Y	* Absatz [0032] - Absatz [0039]; Abbildung 2 *	6, 7, 10, 13	
X	EP 3 409 394 A1 (NISSHIN STEEL CO LTD [JP]) 5. Dezember 2018 (2018-12-05)	1-5, 8, 9, 11, 12, 14	
A	* Absatz [0037] - Absatz [0039]; Abbildungen 1, 7-8 *	6, 7, 10, 13	
Y	DE 10 2013 207309 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 23. Oktober 2014 (2014-10-23) * Absatz [0021] *	6, 7, 10, 13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Oktober 2022	Prüfer Vesterholm, Mika
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 17 5335

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.

14-10-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017114596 A1	03-01-2019	KEINE	
EP 3409394 A1	05-12-2018	CN 108778552 A	09-11-2018
		EP 3409394 A1	05-12-2018
		JP 6352539 B2	04-07-2018
		JP WO2017150690 A1	08-03-2018
		KR 20180115327 A	22-10-2018
		MY 176104 A	24-07-2020
		TW 201738011 A	01-11-2017
		US 2019054515 A1	21-02-2019
		WO 2017150690 A1	08-09-2017
DE 102013207309 A1	23-10-2014	CN 105050744 A	11-11-2015
		DE 102013207309 A1	23-10-2014
		EP 2988886 A1	02-03-2016
		WO 2014173658 A1	30-10-2014

EPO FORM P0461

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