



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 31 939.5**
(22) Anmeldetag: **15.07.2003**
(43) Offenlegungstag: **10.02.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.09.2014**

(51) Int Cl.: **B21D 24/10** (2006.01)
B21D 22/22 (2006.01)
B21C 51/00 (2006.01)
G01L 1/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

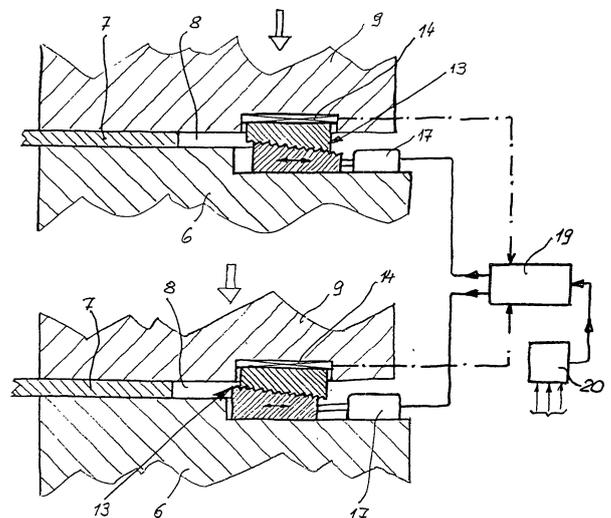
(72) Erfinder:
**Altner, Werner, Dr., 82205 Gilching, DE;
Hirmer, Karl, 84130 Dingolfing, DE; Hadrys,
Hans-Jochem, 85716 Unterschleißheim, DE;
Girschewski, Bardo, 81667 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	36 40 507	C3
DE	42 42 442	C2
DE	43 39 153	C2
DE	196 41 411	A1
DE	197 18 841	A1
DE	199 54 310	A1

(54) Bezeichnung: **Blechumformwerkzeug**

(57) Hauptanspruch: Blechumformwerkzeug mit einem hubkraftbetätigten Blech- und einem Gegenhalter (6, 9) zum Einspannen einer Blechplatte (7) sowie mit mehreren, in Umfangsrichtung eines Ziehspalts (8) zwischen dem Blech- und Gegenhalter (6, 9) verteilt angeordneten, höhenverstellbaren Distanzstücken (13), dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung der örtlichen Blecheinspannkraft den Distanzstücken (13) jeweils zugeordnete Kraftsensoren (14, 15) vorgesehen und diese durch Höhenverstellung der Distanzstücke (13) auf einen für die einzelnen Kraftsensoren (14, 15) jeweils individuell vorgegebenen Messsignalwert einstellbar sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Blechumformwerkzeug nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, 4 oder 7.

[0002] Es ist bekannt, dass Blechziehteile, und insbesondere Karosserieteile mit einer nicht-rotationssymmetrischen Raumform, während des Umformprozesses eine in Umfangsrichtung ungleichförmige Randeinspannung der Blechplatine im Ziehspalt zwischen Blech- und Gegenhalter benötigen, um eine riss-, falten- und einschnürungsfreie Blechumformung zu garantieren. Zu diesem Zweck sind bei den bekannten Umformwerkzeugen am Blechhalter des Werkzeugs mehrere, getrennt ansteuerbare, zumeist hydraulische oder auch piezoelektrische Hubantriebe angeordnet, die die Blechplatine im Formspalt zwischen Ziehstempel und Matrix nach Maßgabe von Schall-, Reib- oder Kraftsensorsignalen mit einer örtlich individuellen Klemmkraft beaufschlagen. Eine solche Maßnahme ist jedoch mit einem sehr hohen Bauaufwand verbunden (DE 197 18 841 A1, DE 199 54 310 A1, DE 196 41 411 A1, DE 43 39 153 C2, DE 42 42 442 C2, DE 36 40 507 C3).

[0003] Wesentlich einfacher hingegen sind die Umformwerkzeuge der eingangs genannten Art aufgebaut, bei denen der Blechhalter als Ganzes hubkraftbeaufschlagt ist und im Ziehspalt randseitig der Blechplatine in Umfangsrichtung verteilt individuell höhenverstellbare Distanzstücke angeordnet sind, die einen zur Blechplatine parallelen Kraftübertragungspfad zwischen Blech- und Gegenhalter bilden und einen je nach Höheneinstellung mehr oder weniger großen Anteil der örtlichen Blechhalterkraft aufnehmen, so dass nur der restliche Kraftanteil als effektive Einspannkraft im angrenzenden Platinenbereich wirksam ist. Da aber ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Gesamthubkraft des Blechhalters, der Einstellhöhe der Distanzstücke und der örtlichen Blecheinspannkraft aufgrund von unvermeidbaren Störeinflüssen, etwa der Eigenelastizität des Umformwerkzeugs, fehlt, ist eine zeit- und kostenintensive Einzeljustierung der Distanzstücke notwendig, bevor die bauteilgemäß richtige Höhenpositionierung der Distanzstücke vom Werker zumeist erst nach Anfertigung mehrerer Probebauteile aufgefunden wird.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Blechumformwerkzeug der eingangs genannten Art so zu gestalten, dass mit geringem Bau- und Arbeitsaufwand eine prozessoptimale Höhenjustierung der Distanzstücke zu erzielen ist.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das in den Ansprüchen 1, 4 oder 7 gekennzeichnete Blechumformwerkzeug gelöst.

[0006] Das erfindungsgemäße Blechumformwerkzeug nach Anspruch 1 bietet eine exakte und kontinuierliche Kontrolle der örtlichen Einspannkraft, so dass diese ohne eine zeit- und kostenintensive Anfertigung von Probebauteilen durch Höhenjustierung der Distanzstücke gezielt und in Umfangsrichtung des Blechhalters variabel auf einen für die einzelnen Distanzstücke jeweils vorgegebenes Kraftniveau eingestellt werden kann. Dabei sind die Kraftsensoren entweder im Kraftübertragungspfad der Distanzstücke positioniert und somit die effektive Einspannkraft sich gegensinnig zu dem gemessenen Kraftniveau verhält, oder, wie aus Gründen einer höheren Messgenauigkeit bevorzugt, jeweils in dem parallel zum Distanzstück über die Blechplatine verlaufenden Kraftübertragungspfad angeordnet, so dass das Sensorsignal unmittelbar der örtlichen Einspannkraft entspricht.

[0007] Wahlweise, vorzugsweise aber zusätzlich sind nach der zweiten Variante der Erfindung (Anspruch 4) zur individuellen Höhenverstellung der Distanzstücke jeweils stellsignalbetätigte Aktuatoren mit einer Ansteuerung durch einen Stellsignalgeber nach Maßgabe mindestens einer Prozesskenngröße vorgesehen. Hierdurch wird nicht nur die Höhenjustierung der Distanzstücke in Verbindung mit den Kraftsensoren wesentlich vereinfacht, sondern auch die Möglichkeit eröffnet, durch einmalige Vermessung eine den Zusammenhang zwischen Höhenjustierung der Distanzstücke und effektiver örtlicher Blecheinspannkraft angegebende Kennlinie zu ermitteln und dann unter Verzicht auf den weiteren Einsatz der Kraftsensoren die Aktuatoren auf der Basis dieser Kennlinie vom Stellsignalgeber zu steuern. Dabei wird die Kennlinie vorzugsweise durch Einbeziehung bauteilspezifischer Daten, etwa der Blechdicke, der Werkstoffkennwerte und/oder der Raumgeometrie der herzustellenden Bauteile, oder auch des Zusammenhangs zwischen Einspannkraft und Blecheinlaufbewegung im Bereich des Distanzstücks zu einem Kennlinienfeld erweitert, aus dem dann vom Stellsignalgeber nach Eingabe der jeweils vorliegenden Prozesskenndaten das entsprechende Stellsignal für den Aktuator ausgewählt wird.

[0008] Nach der dritten, besonders bevorzugten Variante der Erfindung (Anspruch 7) besitzt das Umformwerkzeug anstelle einer Aktuatorsteuerung eine Aktuatorregelung zur Höhenjustierung der Ziehspalt-Distanzen. In diesem Fall kann der Sollwert der Regelung nicht nur konstant, sondern gewünschtenfalls auch während des Umformprozesses veränderlich vorgegeben und als Regelgröße wiederum die örtliche Einspannkraft, aber auch die örtliche Einlaufgeschwindigkeit des Blechteils an den jeweiligen Distanzstücken gemessen werden. Vorzugsweise wird der eingegebene Sollwert, also die örtliche Einspannkraft oder Einlaufgeschwindigkeit, von einem der Regelung zugeordneten Sollwertgeber wie-

derum nach Maßgabe weiterer, bauteilspezifischer Kenndaten, wie Blechdicke oder -rauigkeit, Materialeigenschaften und/oder Raumgeometrie des herzustellenden Bauteils modifiziert.

[0009] Die Erfindung wird nunmehr anhand mehrerer Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in stark schematisierter Darstellung:

[0010] Fig. 1 eine Blechumformmaschine mit einem Blechumformwerkzeug nach der Erfindung im Längsschnitt;

[0011] Fig. 2 die Aufsicht auf den Blechhalter der Blechumformmaschine nach Fig. 1;

[0012] Fig. 3 eine vergrößerte Teilansicht der Blechumformmaschine nach Fig. 1 im Bereich des Ziehspalts mit einer zugeordneten Regelung für die örtlichen Einspannkraft; und

[0013] Fig. 4 eine der Fig. 3 entsprechende Darstellung einer alternativen Ausführungsform der Erfindung.

[0014] Die in den Fig. gezeigte Blechumformmaschine (Ziehpresse) enthält als Hauptbestandteile ein am Pressenstößel **1** befestigtes Oberwerkzeug **2** und ein auf dem Maschinenbett **3** angeordnetes Unterwerkzeug **4**, bestehend aus dem Formstempel **5** und einem Blechhalter **6**, durch den die Blechplatte **7** während des Umformvorgangs randseitig in dem Ziehspalt **8** zwischen Blechhalter **6** und einem am Oberwerkzeug **2** ausgebildeten Gegenhalter **9** eingespannt wird, wobei der Blechhalter **6** als Ganzes durch einen Hubtisch **10** unter Zwischenschaltung von Pinolen **11** mit einer definierten, an den Hubantrieben **12** des Hubtisches **10** einstellbaren Hubkraft nach oben gedrückt wird.

[0015] Um die Einspannkraft des Blechhalters **6** in Umfangsrichtung der Blechplatte **7** variabel verteilen zu können, sind im Ziehspalt **8** zwischen Blech- und Gegenhalter **6**, **9** randseitig der Blechplatte **7** feinfühlig, nämlich etwa schrittweise um 0,02 mm, höhenverstellbare Distanzstücke **13** angeordnet, die einen – je nach Höhenjustierung – mehr oder weniger großen Anteil der örtlichen Blechhalterkraft unmittelbar zwischen Blech- und Gegenhalter **6**, **9** übertragen, so dass nur der restliche Kraftanteil als effektive Einspannkraft auf die Blechplatte **7** im Ziehspalt **8** einwirkt.

[0016] Wie die Fig. 3 und Fig. 4 am deutlichsten zeigen, sind im Bereich der Distanzstücke **13**, die jeweils aus zwei keilförmigen, in Pfeilrichtung relativ zueinander verstellbaren und an ihren gegenseitigen Kontaktflächen gezahnten Druckstücken bestehen können, Kraftsensoren **14** bzw. **15** angeordnet, von de-

nen die Kraftsensoren **14** (Fig. 3) im Kraftübertragungspfad des Distanzstücks **13** angeordnet sind, so dass sich die örtliche Einspannkraft der Blechplatte **7** im Bereich des Distanzstücks **13** gegensinnig zu dem vom Kraftsensor **14** gemessenen Kraftanteil verhält, während die Kraftsensoren **15** gemäß Fig. 4 unter Zwischenlage einer Druckplatte **16** unmittelbar im Kraftübertragungspfad der Blechplatte **7** positioniert sind, so dass deren Messsignal direkt proportional zur effektiven Einspannkraft der Blechplatte **7** im Bereich des Distanzstücks **13** ist. Auf diese Weise lässt sich eine blechteil- und werkzeugspezifische Kraftverteilung der Einspannkraft in Umfangsrichtung der Blechplatte **7** exakt einstellen und überwachen.

[0017] Wie die Fig. 3 und Fig. 4 weiterhin zeigen, sind zur Höhenverstellung der Ziehspalt-Distanzen stellsignalbetätigte Aktuatoren **17** in Form von hydraulischen, elektro-mechanischen oder auch piezoelektrischen Linearantrieben vorgesehen, denen gemäß Fig. 4 ein Stellsignalgeber **18** zugeordnet ist. Hierdurch wird nicht nur die Einstellung der Distanzstücke **13** auf einen vom Kraftsensor **15** ermittelten, örtlichen Einspannwert der Blechplatte **7** vereinfacht, sondern es besteht auch die Möglichkeit, durch einmalige Vermessung einen Zusammenhang zwischen dem Stellsignal des Aktuators **17** und der örtlichen Einspannkraft der Blechplatte **7** angegebene Kennlinie zu ermitteln und im Stellsignalgeber **18** zu speichern, so dass nachfolgende Höhenjustierungen der Distanzstücke **13** auf eine definierte, örtliche Blecheinspannkraft allein nach Maßgabe dieser Kennlinie und unabhängig von den Messsignalen des Kraftsensors **15** erfolgen und dieser daher – zusammen mit der Druckplatte **16** – durch ein entsprechendes festes Einsatzstück ersetzt und an anderer Stelle weiterverwendet werden kann. Anstelle einer solchen Kraft-Höhendistanz-Kennlinie kann auch die örtliche Einlaufgeschwindigkeit der Blechplatte **7** in Abhängigkeit von dem Stellsignal der Aktuatoren **17** einmalig vermessen und die entsprechende Kennlinie zur Ansteuerung eines vorgegebenen Einlauf-Geschwindigkeitswerts im Stellsignalgeber **18** gespeichert werden. Die so ermittelte Kennlinie wird vorzugsweise unter Berücksichtigung bauteilspezifischer Prozessdaten, wie Blechdicke, Materialeigenschaften und/oder Raumgeometrie des herzustellenden Bauteils zu einem Kennlinienfeld erweitert, derart, dass der Stellsignalgeber **18** nach Eingabe der entsprechenden, bauteilspezifischen Daten die jeweils prozessoptimale Einstellung des Aktuators **17** und somit auch der Höhenpositionierung der Distanzstücke **13** auswählt.

[0018] Nach Fig. 3 ist anstelle einer Steuerung eine Regelung für die Ziehspalt-Distanzen vorgesehen. Diese enthält als Messwertgeber den Kraftsensor **14**, dessen Messsignale in einem Regler **19** mit einem vorgegebenen, gewünschtenfalls sich während des Umformvorgangs auch ändernden Soll-

wert verglichen werden. Als Stellglied der Regelung dient wiederum ein Aktuator **17** zur Höhenjustierung der Ziehspalt-Distanzen. Die örtliche Blech-Einspannkraft wird somit unbeeinflusst von Störwirkungen exakt auf einem an den einzelnen Distanzstücken **13** individuell vorgegebenen Sollwert gehalten. Anstelle des Kraftsensors **14** kann als Messwertgeber auch ein die Einlaufbewegung der Blechplatine **7** abtastender Geschwindigkeitssensor vorgesehen sein, so dass nicht die örtliche Einspannkraft, sondern die örtliche Einlaufgeschwindigkeit der Blechplatine **7** im Ziehspalt **8** auf einen entsprechend vorgegebenen Sollwert eingeregelt wird. Dem Regler **19** ist ein Sollwertgeber **20** zugeordnet, der den vorgegebenen Einspann- oder Geschwindigkeits-Sollwert wiederum nach Maßgabe bauteilspezifischer Eingabedaten, etwa der Blechdicke oder -rauigkeit, der Materialkennwerte oder des Einlaufweges der Blechplatine **7** und/oder der Raumgeometrie des herzustellenden Bauteils modifiziert.

Patentansprüche

1. Blechumformwerkzeug mit einem hubkraftbetätigten Blech- und einem Gegenhalter (**6, 9**) zum Einspannen einer Blechplatine (**7**) sowie mit mehreren, in Umfangsrichtung eines Ziehspalts (**8**) zwischen dem Blech- und Gegenhalter (**6, 9**) verteilt angeordneten, höhenverstellbaren Distanzstücken (**13**), **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Messung der örtlichen Blecheinspannkraft den Distanzstücken (**13**) jeweils zugeordnete Kraftsensoren (**14, 15**) vorgesehen und diese durch Höhenverstellung der Distanzstücke (**13**) auf einen für die einzelnen Kraftsensoren (**14, 15**) jeweils individuell vorgegebenen Messsignalwert einstellbar sind.
2. Blechumformwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraftsensoren (**14**) jeweils im Kraftübertragungspfad der Distanzstücke (**13**) angeordnet sind.
3. Blechumformwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraftsensoren (**15**) jeweils in dem parallel zum Distanzstück (**13**) über die Blechplatine (**7**) verlaufenden Kraftübertragungspfad angeordnet sind.
4. Blechumformwerkzeug mit einem hubkraftbetätigten Blech- und einem Gegenhalter (**6, 9**) zum Einspannen einer Blechplatine (**7**) sowie mit mehreren, in Umfangsrichtung eines Ziehspalts (**8**) zwischen dem Blech- und Gegenhalter (**6, 9**) verteilt angeordneten, höhenverstellbaren Distanzstücken (**13**), **dadurch gekennzeichnet**, dass den einzelnen Distanzstücken (**13**) zur individuellen Höhenverstellung jeweils ein stellsignalbetätigter Aktuator (**17**) mit einem diesen nach Maßgabe mindestens einer Prozesskenngröße steuernden Stellsignalgeber (**18**) zugeordnet ist.
5. Blechumformwerkzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktuatoren (**17**) jeweils nach Maßgabe mindestens eines bauteilspezifischen Kennwertes, wie Blechdicke, Werkstoffkennwerte und/oder Raumgeometrie des herzustellenden Bauteils, stellsignalbetätigt sind.
6. Blechumformwerkzeug nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktuatoren (**17**) jeweils nach Maßgabe mindestens einer im Bereich der Distanzstücke (**13**) sensorgemessenen Prozesskenngröße, wie örtliche Einspannkraft oder Einlaufbewegung der Blechplatine (**7**), stellsignalbetätigt sind.
7. Blechumformwerkzeug mit einem hubkraftbetätigten Blech- und einem Gegenhalter (**6, 9**) zum Einspannen einer Blechplatine (**7**) sowie mit mehreren, in Umfangsrichtung eines Ziehspalts (**8**) zwischen dem Blech- und Gegenhalter (**6, 9**) verteilt angeordneten, höhenverstellbaren Distanzstücken (**13**), gekennzeichnet durch eine Regelung für die Ziehspalt-Distanzen mit
 - mehreren, jeweils im Bereich des Distanzstücks (**13**) angeordneten Messwertgebern und
 - den Distanzstücken (**13**) zur Höhenverstellung jeweils zugeordneten, nach Maßgabe der Regelabweichung zwischen dem Messsignal und einem vorgegebenen Sollwert stellsignalbetätigten Aktuatoren (**17**).
8. Blechumformwerkzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Messwertgeber jeweils die örtliche Einspannkraft der Blechplatine (**7**) im Bereich der Distanzstücke (**13**) messende Kraftsensoren (**14**) vorgesehen sind.
9. Blechumformwerkzeug nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelung einen den vorgeschriebenen Sollwert in Abhängigkeit von vorermittelten, bauteilspezifischen Kenndaten, wie Blechdicke oder -rauigkeit, Werkstoffkennwerten und/oder Raumgeometrie des herzustellenden Bauteils, bestimmenden Sollwertgeber (**20**) enthält.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

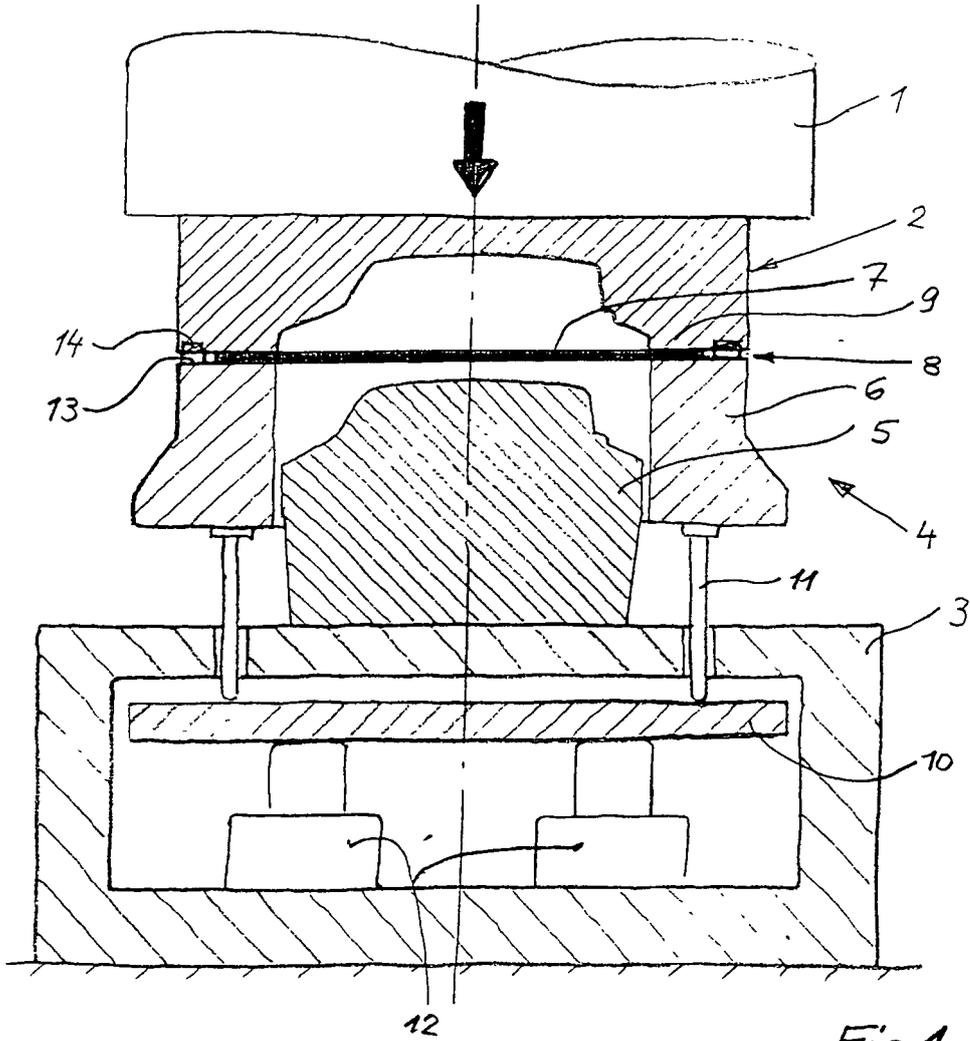


Fig. 1

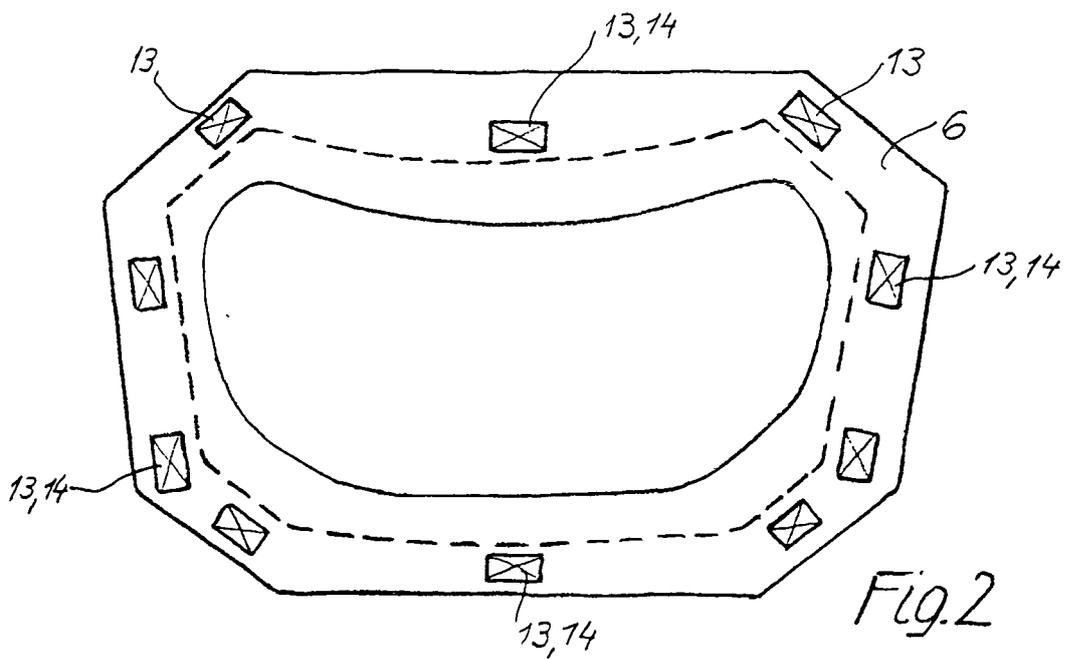


Fig. 2

