

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 332 870 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **28.07.93**

(51) Int. Cl.⁵: **B21D 11/20, B21D 47/00**

(21) Anmeldenummer: **89102671.8**

(22) Anmeldetag: **16.02.89**

(54) **Einrichtung zur Biegeumformung von Paneelen, insbesondere Paneele für die Beplankung der Zelle von Luftfahrzeugen, Raketen oder dergleichen.**

(30) Priorität: **16.03.88 DE 3808763**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.09.89 Patentblatt 89/38

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
28.07.93 Patentblatt 93/30

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT NL

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B- 1 197 841
US-A- 2 958 242
US-A- 4 498 325

(73) Patentinhaber: **DORNIER GMBH**
Postfach 1420
W-7990 Friedrichshafen 1(DE)

(72) Erfinder: **Reccius, Helmut, Ing.-grad.**
Aindorferstrasse 130a
W-8000 München 21(DE)

(74) Vertreter: **Landsmann, Ralf, Dipl.-Ing.**
DORNIER GMBH - Patentabteilung - Kleeweg
3
W-7990 Friedrichshafen 1 (DE)

EP 0 332 870 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Biegeumformung von Paneelen, insbesondere Paneele für die Beplankung oder die konstruktive Bildung der Zelle von Luftfahrzeugen, Raketen oder dergleichen, mit auf einer Behütung einseitig angeordneten, unter der Bildung von Knotenstellen einander überkreuzenden Versteifungsrippen, wobei die Einrichtung zur Erzielung einer Bauteilkrümmung kraftbetätigte, zueinander verstellbare Umformglieder aufweist, vorgesehen für einen formschlüssigen Angriff jeweils an einander benachbarten Knotenstellen und Längenänderung der in Bauteil-Krümmungsrichtung verlaufenden Versteifungsrippen.

Derartige Paneele werden aus elastisches und plastisches Umformverhalten aufweisenden Werkstoffe, wie z.B. aus Aluminium, hergestellt.

Bei Teilen für den angegebenen Verwendungszweck ist aus Gründen der Verminderung des Luftwiderstandes von besonderer Wichtigkeit, die der Luftströmung ausgesetzte Paneelaussenseite glatt und mit stetiger Krümmung auszuführen. Ausserdem müssen solche Bauteile für Luftfahrzeuge, auch der allgemeinen Luftfahrt, mit Arbeitsmitteln herstellbar sein, die eine preisgünstige Fertigung zulassen.

Solche Paneele können entweder in Integralbauweise, bestehend aus einer Beplankung mit integrierten, einander überkreuzenden Versteifungsrippen, (Rippengurte, Stringer) oder in Differentialbauweise, das heißt, mit auf die Behütung aufgenieteten Versteifungsrippen, ausgeführt sein.

Aus der **EP-A-0 078 891 B1** (& US-A-4 498 325), die als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird ist bereits ein Verfahren und eine Einrichtung zur Biegeumformung von Paneelen, insbesondere für die Beplankung der Zelle von Luftfahrzeugen, vorgeschlagen worden, wonach die Umformung durch eine plastische, geradlinige Längenänderung der sich in Richtung des Wölbungsverlaufs erstreckenden Versteifungsrippen bewirkt wird und wobei die Einleitung der Umformkräfte an den Versteifungsrippen in einem solchen Abstand von der Behütung erfolgt, bei dem das Paneel einem Spannungsverlauf mit innerhalb der Behütung liegender neutraler Faser unterworfen ist.

Es ist ferner durch die **US-A-2 958 242** eine Einrichtung zum Umformen von Blechprofilstreifen relativ geringer Dicke bekannt, die um Lagerachsen an einem einrichtungsfesten Trägerteil schwenkbare Umformglieder trägt. Die Umformglieder werden beim Umformvorgang zwangsläufig in Abhängigkeit von einem Nocken aufweisenden Betätigungsglied im Sinne einer Verschwenkbewegung gesteuert, wobei der Angriff der Umformglieder am Werkstück mittels Reibschluß erfolgt.

So ausgebildete Umformeinrichtungen lassen durch

die unveränderbaren Lagerabstände der Umformglieder eine Anpassung der Angriffsrichtung der Umformkräfte, insbesondere auch während eines Umformvorganges an den sich ändernden Krümmungsverlauf nicht zu.

Ferner ist zum Umzuformen von Bauteilen mit größeren Wandstärken ein reibschlüssiger Angriff der Umformglieder nicht ausreichend die Umformkräfte zu übertragen.

Zudem ist durch die unveränderbare Lagerung der Umformglieder eine freie Einstellung der Einrichtung auf die Abmessungen des umzuformenden Werkstückes nur in eingeschränktem Umfang möglich.

Die Erfindung geht von Einrichtungen aus, ausgebildet nach der **EP-A-0 078 891 B1** und hat zum Ziel eine Verbesserung der bekannten Einrichtungsausbildungen und zwar so, daß zwischen je einander benachbarten Knotenstellen der Versteifungsrippen, einer Biegeumformung unterworfenen Bauteile, jeweils der in Krümmungsrichtung verlaufende, der Umformung unterworfenen Rippengurt nach Abschluß des Umformvorganges über seine gesamte Erstreckung eine konstante Dehnungsverteilung und damit Eigenspannungsverteilung aufweist.

Die gestellte Aufgabe ist gegenüber dem Stand der Technik gelöst mittels einer Einrichtung nach den Merkmalen des Anspruchs 1 und in weiterer, vorteilhafter Ausgestaltung entsprechend den Merkmalen der dem Anspruch 1 folgenden Ansprüche.

Eine gemäß der Erfindung ausgebildete Umformeinrichtung erlaubt, die Einleitung der die Umformung bewirkenden Kräfte am Werkstück, in bezug auf die Kraftangriffsrichtung, an dem einer Längenänderung zu unterwerfenden Abschnitten der Rippengurte zu verändern und damit eine Krafteinleitung zu bewirken, aus der eine Eigenspannungsverteilung in den Rippengurten resultiert, die über die gesamte Erstreckung der Rippengurte zwischen je zwei einander benachbarten Knotenstellen gleichmässigen Verlauf aufweist.

Die Krafteinleitung kann dadurch senkrecht zu den quer zur Krümmungsrichtung verlaufenden Stringern, das heisst rechtwinklig zur Linie zwischen den Schwenkachsen der schwenkbaren Umformglieder und den Kraftangriffspunkten der Glieder am Werkstück, erfolgen.

Durch die Schwenkbarkeit der Klemmbackenpaare an den Umformgliedern ist eine Anpassung, entsprechend dem jeweiligen Umformgrad während eines Umformvorganges, frei um ihre Schwenkachse einstellbar. Damit ist eine Krafteinleitung am Werkstück erzielbar, die sowohl Ausgleichsbewegungen des Werkzeuges, beziehungsweise der Einrichtung und auch des Werkstückes selbst, auszugleichen vermag und eine Anpassung der Klemmbacken, an die sich während des Um-

formvorganges ändernde Richtung beziehungsweise Lage der Stringer erlaubt.

Die Erfindung wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert.

In der Zeichnung zeigt:

- Figur 1 schematisiert in Perspektive einen Ausschnitt aus einem Paneel in umgeformtem Zustand,
- Figur 2 in schematisierter Darstellung eine Umformeinrichtung nach dem Stand der Technik in einer Umformstellung und Angabe der Richtung des Angriffs der Umformkraft am Werkstück,
- Figur 3 in einem Kräfte diagramm die Einleitung der Umformkräfte in das Werkstück, in schematischer Darstellung und in Gegenüberstellung bekannter Ausführungen einer Umformeinrichtung gegenüber der erfindungsgemässen Ausbildung,
- Figur 4 in schematisierter Darstellung den Aufbau der erfindungsgemässen Umformeinrichtung in Verbindung mit der Krafteinleitung am Werkstück,
- Figur 4a schematisiert in einer ausschnittweisen Darstellung eine Draufsicht auf das Paneel mit dem Angriff der Umformglieder,
- Figur 5 eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung nach Figur 4 in einer Seitenansicht und
- Figur 6 eine Ansicht der Umformeinrichtung gesehen in Richtung des Pfeiles X der Figur 5.

In Figur 1 ist das Paneel insgesamt mit 2, dessen Behütung mit 3, sowie die einander überkreuzenden Versteifungsrippen mit 4 und 5 bezeichnet.

Beispielsweise ist das Paneel 2 ein Beplankungsteil für die Zelle von Luftfahrzeugen, wobei die einer Längenänderung zu unterwerfenden Versteifungsrippen 4 nachfolgend als Rippengurte und die sich mit diesen überkreuzenden Versteifungsrippen 5 als Stringer bezeichnet sind. Ferner trägt die im Einbauzustand des Paneels 2 in der Luftströmung liegende Paneelaussenfläche die Bezugsziffer 6 und die durch die sich überkreuzenden Versteifungsrippen gebildeten Knotenstellen die Bezugsziffer 7.

Die Knotenstellen 7 können auch so gebildet sein, dass anstelle der Stringer 5 nur Stummel derselben mit den Rippengurten 4 vereinigt sind, um somit eine Ansatzmöglichkeit für den formschlüssigen Angriff der Umformeinrichtung zu erhalten.

In Figur 2 ist eine Umformeinrichtung nach dem bisherigen Stand der Technik gezeigt. Die Umformeinrichtung 10 enthält Umformglieder 11, 11a, an deren freiem Ende Klemmbackenpaare 12, 12' für den Angriff am Werkstück 2 befestigt sind. Die Umformglieder 11, 11a sind angeordnet auf einer Trägerachse 15', die gleichzeitig die Kolbenstange des Arbeitskolbens 15 eines hydraulisch arbeitenden Servomotors 13 bildet. Der Servomotor 13 nimmt den Kolben 15 in einem Zylindergehäuse 14 unter Bildung von Zylinderkammern axial verschiebbar auf, wobei das Umformglied 11 mit dem Zylindergehäuse 14 fest verbunden ist. Das zweite Umformglied 11a ist seinerseits mit der Kolbenstange 15 fest verbunden, so dass bei Betätigung des Servomotors 13, der mit einer hier nicht dargestellten Druckmittel-Steuereinrichtung zusammenwirkt, die beiden Umformglieder parallel und linear zueinander verstellt werden.

Hierbei werden die Umformkräfte F in Angriffspunkt A an einander benachbarten Knotenstellen 7 des Paneels 2 koaxial gegeneinander gerichtet wirksam. Dabei bleibt die Angriffsrichtung der einander koaxial entgegengerichtet wirkenden Umformkräfte F am Werkstück 2, unabhängig vom Biegezustand des Werkstückes 2, ungeändert. Aus der linearen Übertragung der Umformkräfte F auf das Werkstück 2 resultiert eine ungleiche Verteilung des Biegemoments an den zwischen je zwei einander benachbarten Knotenstellen liegenden, einer Längenänderung zu unterwerfenden Abschnitte der Rippengurte 5. Es ergibt sich eine Konzentration der Eigenspannungen im Werkstück in Verbindung mit einem ungleichmässigen Krümmungsverlauf der Behütung 3 und damit der im Einbauzustand des Paneels 2 umströmten Aussenfläche 6.

Im Kräfte diagramm gemäss Figur 3 sind neben Umformkräften F, die beim gezeigten Umformzustand des Paneels 2 in einem Winkel zur Lage der Stringer 5 koaxial gegeneinander gerichtet wirksam sind, mit F' Umformkräfte bezeichnet, die in den Angriffspunkten A am Werkstück angreifen und zur Lage der Stringer 5 entsprechend dem Umformzustand und damit zum Radius R zwischen der Schwenkachse der Umformglieder und dem Kraftangriffspunkt A rechtwinklig angreifen.

Mit A' sind hierbei die Fußpunkte der Stringer 5 und der Rippen 4 auf der Behütung 3 angedeutet und p stellt den Biegeabstand des Angriffs der Umformkräfte F beziehungsweise F' im Angriffspunkt A vom Fußpunkt A' dar.

Mit h ist ferner der Differenzabstand zwischen den Fußpunkten A' und den Krümmungsscheitelpunkt D der Beplankung 3 in einem gegebenen Krümmungszustand des Werkstückes 2 angedeutet. Die Differenz zwischen den Punkten C, C' in der Wirkungslinie der koaxial zueinander gerichteten Umformkräfte F gegenüber den Umformkräften F' lässt

die Differenz der in den Rippengurten 4 beim Umformvorgang im gezeigten Umformzustand wirksamen Biegespannungen, hervorgerufen durch die unterschiedliche Richtung des Angriffs der Umformkräfte F gegenüber den Kräften F' erkennen.

Bei der in Figur 4 dargestellten, erfindungsgemässen Ausbildung, sind die mit 111, 111a bezeichneten Umformglieder relativ zueinander schwenkbar angeordnet.

Im Bereich des einen Endes der Umformglieder 111, 111a sind, wie bei der bekannten Ausbildung nach Figur 2, die mit dem Werkstück 2 in Eingriff bringbaren Klemmbackenpaare 112, 112' angeordnet, welche die einer Umformung zu unterwerfenden Rippengurte 4 zwischen sich fassen und die formschlüssig an einander benachbarten Knotenstellen 7 des Paneels angreifen.

Im Bereich des entgegengesetzten Endes der Umformglieder greift der hier mit 113 bezeichnete Servomotor an. Dabei stützt sich dessen Arbeitskolben 115 am Umformglied 111 und der Arbeitszylinder 114 am Umformglied 111a gelenkig ab. Mit 123 ist hier das Lagerauge des Arbeitskolbens be bezeichnet.

Bezogen auf die Längserstreckung der Umformglieder 111, 111a, ist zwischen den Klemmbackenpaaren 112, 112' und dem Servomotor 113 ein Ankerteil 130 angeordnet, das als Abstützung und als getrennte Schwenklagerung für eine voneinander unabhängige Relativschwenkbewegung der Umformglieder 111, 111a in Richtung der Schwenkebene E-E (Figur 1) dient. Sowohl der Zylinder 114, als auch der Arbeitskolben 115 des Servomotors 113 greift mittels eines Schwenklagers 120, 121 an den Umformgliedern 111, 111a gelenkig an.

Das Ankerteil 130 trägt mittels Lagern 134, 134a schwenkbar die Umformglieder 111, 111a. Das Ankerteil 130 enthält ferner Einstellmittel zur Veränderung des Abstandes L der Achsen der Lager 134, 134a, wie aus der konstruktiven Ausbildung gemäss der nachfolgend beschriebenen Ausführungsform der Einrichtung nach den Figuren 5 und 6 zu erkennen ist.

In den Figuren 5 und 6, ist ein Ausführungsbeispiel gemäss der Erfindung dargestellt, wobei mit Teilen der Figuren 1 bis 4 korrespondierende Teile gleich benannt und mit gleichen Bezugsziffern versehen sind.

Die Umformglieder 111, 111a sind hier in der Art eines geschlossenen Rahmens ausgeführt, dessen Durchbrechung 150 zur Aufnahme von Teilen des Servomotors 113, sowie von Teilen des Ankers 130 dient. An dem die Umformglieder 111, 111a bildenden Rahmen lagern sich die Klemmbackenpaare 112, 112'.

Die Einstelleinrichtung 140 enthält einen auf das Gewinde der Ankerstange 131 des Ankerteiles

130 aufschraubbaren und arretierbaren Gewindering 142. Dieser stützt sich an der Schulter 144, der die Zapfen der Lager 134, 134a tragenden, auf der Ankerstange 131 verschiebbaren Lagerbüchse 143 so ab, dass je nach Einstellung des Gewinderinges 142 eine entsprechende Einstellung des Abstandes L der Achsen der Lager 134, 134a an den beiden Umformgliedern 111, 111a und damit eine Änderung der Richtung des Kraftangriffs der Umformkraft F' bewirkt wird. Daraus resultiert, dass die Umformkraft F' entsprechend der Ausbildung des Bauteils 2 während des Umformvorganges, beziehungsweise in End-Umformstellung der Glieder 111, 111a zueinander, senkrecht zur Erstreckung der Stringer 5 beziehungsweise rechtwinklig zum Schwenkradius R, um den die Umformglieder 111, 111a schwenkbar sind, im Kraftangriffspunkt A an den Rippengurten 4 angreift.

Es ist anstelle der gezeigten Verstelleinrichtung 142, 143, 131 zur Veränderung des Abstandes L auch eine Ausbildung denkbar, mit deren Hilfe eine Lageveränderung der Lage 134, 134a mit dem Ankerteil 130 in Richtung der Längserstreckung der Umformglieder 111, 111a ermöglicht wird. Eine solche Änderung des Abstandes zwischen den Angriffspunkten A der Umformkraft F' und den Achsen der Schwenklager 134, 134a, das heisst einer Veränderung des Radius R, lässt die Verwendung der Einrichtung auf Bauteile unterschiedlicher Abmessungen zu.

Die Einrichtung weist ferner eine Hubbegrenzung 160 auf, die einen in das Umformglied 111a fest eingesetzte Schraube 161 und eine auf deren Gewinde aufschraubbare und arretierbare Stellmutter 162 enthält.

Ausserdem ist eine sich an der Stellmutter 162 der Hubbegrenzung 160 abstützende Federungseinrichtung 170 vorgesehen. Die Feder dient dazu, die Umformglieder 111, 111a bei drucklosem Stellmotor 113 in einer vorbestimmten Öffnungsstellung zu halten. Daraus resultiert ein leichteres Aufsetzen der Einrichtung auf das Bauteil.

Die Einrichtung kann als mobiles Werkzeug oder als Komponente einer feststehenden Bearbeitungseinheit ausgeführt sein.

Bei der vorliegenden Ausführungsform der Einrichtung sind die Klemmbackenpaare 112, 112' an den Umformgliedern 111, 111a um Achsen 180 quer zur Richtung der Umformkraft F' frei schwenkbar angeordnet. Mittels der so gelagerten Klemmbackenpaare 112, 112' ist während des gesamten Umformvorganges eine selbsttätige Anpassung an die Lage beziehungsweise den Umformgrad der Stringer 5 gewährleistet und damit eine einwandfreie Übertragung der Umformkraft F auf das Bauteil 2 ermöglicht. Mit 178 ist ferner noch eine Einstellschraube bezeichnet, die zur einstellbaren Begrenzung des Öffnungsweges der Einrichtung

dient.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Biegeumformung von Paneelen, insbesondere Paneele für die Beplankung oder die konstruktive Bildung der Zelle von Luftfahrzeugen oder Raketen, wobei die Beplankung einseitig angeordnete, unter Bildung von Knotenpunkten einander überkreuzende Versteifungsrippen aufweist, mit
 - relativ zueinander verstellbaren, kraftbetätigten Umformgliedern (111, 111a) für den formschlüssigen Angriff an jeweils einander benachbarten Knotenstellen und für die Längenänderung der in Bauteilkrümmungsrichtung verlaufenden Versteifungsrippen,**dadurch gekennzeichnet, daß** jedes der Umformglieder (111, 111a) an einem ihnen gemeinsamen Ankerteil (130) mittels Schwenklagerungen (134, 134a) relativ und voneinander unabhängig in Richtung des Krümmungsverlaufes des Werkstückes (2) verschwenkbar gelagert ist, wobei der Schwenklagerungen (134, 134a) einstellbar ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Änderung des Abstandes (L) der Schwenklagerungen (134, 134a) am Ankerteil (130) mittels einer Einstelleinrichtung durch Nachführung während des Ablaufs des Umformvorganges zur Aufrechterhaltung eines stets senkrechten Angriffs der Umformkräfte (F') am Bauteil (2) erfolgt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und bzw. oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** Mittel zur Änderung des Schwenkradius (R) der Umformglieder (111, 111a) zwischen den Schwenklagerungen (134, 134a) und den Angriffspunkten (A) der Umformkräfte (F, F') am Bauteil (2) vorgesehen sind.
4. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den Umformgliedern (111, 111a) an einander benachbarten Knotenstellen (7) angreifende und die einer Längenänderung durch Umformung zu unterwerfenden Rippengurte (4) zwischen sich formschlüssig fassende Klemmbackenpaare (112, 112') angeordnet sind.
5. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Klemmbackenpaare (112, 112') an den Umformgliedern (111, 111a) mittels senkrecht zur Schwenkebene (E-E) angeordneter

Schwenkzapfen (180) in Abhängigkeit vom jeweiligen Umformzustand des Bauteils (2) selbsttätig frei einstellbar gelagert sind.

6. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Bereich der freien Enden der Umformglieder (111, 111a) die Elemente (114, 115, 115', 123) eines die Umformkräfte (F') erzeugenden Servomotors (113) mittels Gelenklagerungen (120, 121) angreifen.

Claims

1. Device for bending panels, in particular panels for the covering or constructional formation of the airframe of aircraft or rockets, wherein the covering comprises reinforcing ribs which are disposed on one side and intersect one another to form junction points, the device having power-activated deforming members (111, 111a) which are adjustable relative to one another for the positive-locking engagement at junction points adjacent one another in each case and for altering the length of the reinforcing ribs extending in the direction of curvature of the structural component, characterised in that each of the deforming members (111, 111a) is mounted on an anchor part (130) which is common thereto so as to pivot by means of pivot bearings (134, 134a) relative to and independently of one another in the direction of curvature of the workpiece (2), the distance (L) between the pivot bearings (134, 134a) being adjustable.
2. Device according to claim 1, characterised in that the distance (L) between the pivot bearings (134, 134a) on the anchor part (130) is altered by means of an adjusting device by means of a tracking process during the course of the reshaping process in order to maintain a constantly perpendicular application of the deforming forces (F') on the structural component (2).
3. Device according to claim 1 and/or claim 2, characterised in that means are provided for altering the pivot radius (R) of the deforming members (111, 111a) between the pivot bearings (134, 134a) and the points of application (A) of the deforming forces (F, F') on the structural component (2).
4. Device according to any one of the preceding claims, characterised in that pairs of clamping jaws (112, 112'), which engage at adjacent junction points (7) and retain between them-

selves in a positive-locking manner a rib web (4) of which the length is to be altered by deforming, are disposed on the deforming members (111, 111a).

5. Device according to any one of the preceding claims, characterised in that the pairs of clamping jaws (112, 112') are mounted on the deforming members (111, 111a) so as to be automatically and freely adjustable by means of pivot pins (180) disposed at right angles to the pivot plane (E-E) as a function of the respective deformation state of the structural component (2).
6. Device according to any one of the preceding claims, characterised in that the components (114, 115, 115', 123) of a servo motor (113) generating the deforming forces (F') engage by means of hinged bearings (120, 121) in the vicinity of the free ends of the deforming members (111, 111a).

Revendications

1. Dispositif de cintrage de panneaux, en particulier de panneaux pour l'habillage ou la réalisation structurale des cellules d'aéronefs ou de fusées, l'habillage présentant des nervures de renfort disposées unilatéralement, se croisant les unes les autres, avec formation de points nodaux, comprenant,
 - des éléments de formage mûs mécaniquement, déplaçables les uns par rapport aux autres (111, 111a) pour s'appliquer en correspondance de formes sur des points nodaux voisins les uns des autres et pour modifier la longueur des nervures de renfort s'étendant dans le sens de la courbure de la pièce d'ouvrage,
 caractérisé en ce que les éléments de formage (111, 111a) sont supportés, chacun, sur une partie d'ancrage (130) commune au moyen de coussinets pivotants (134, 134a) de manière à pivoter relativement et indépendamment les uns des autres en direction de l'allure de courbure de la pièce d'ouvrage (2), l'écart (L) entre les coussinets pivotants (134, 134a) étant réglable.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la modification de l'écart (L) des coussinets pivotants (134, 134a) sur la partie d'ancrage (130) s'effectue au moyen d'un dispositif de réglage par asservissement durant le déroulement du processus de formage en vue du maintien d'une application constamment

perpendiculaire des forces de formage (F') sur la pièce d'ouvrage (2).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que des moyens de modification du rayon de pivotement (R) des éléments de formage (111, 111a) entre les coussinets pivotants (134, 134a) et les points d'application (A) des forces de formage (F, F') sur la pièce d'ouvrage (2) sont prévus.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que sur les éléments de formage (111, 111a) sont disposées, s'appliquant en des points nodaux (7) adjacents, des paires de mâchoires de serrage (112, 112') enserrant entre elles, en correspondance de formes, les membrures des nervures (4) devant être soumises à une variation de longueur par formage.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les paires de mâchoires de serrage (112, 112') sont disposées réglables librement automatiquement sur les éléments de cintrage (111, 111a), au moyen de pivots (180) disposés perpendiculairement au plan de pivotement (E-E), en fonction de l'état de déformation de la pièce d'ouvrage (2).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à proximité des extrémités libres des éléments de formage (111, 111a) s'appliquent au moyen de paliers à rotule (120, 121) les éléments (114, 115, 115', 123) d'un servomoteur (113) générant les forces de formage (F').

Fig.1

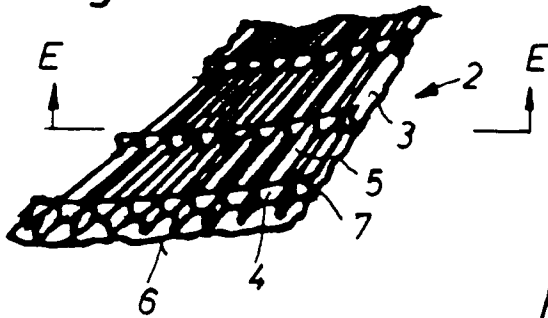


Fig.2

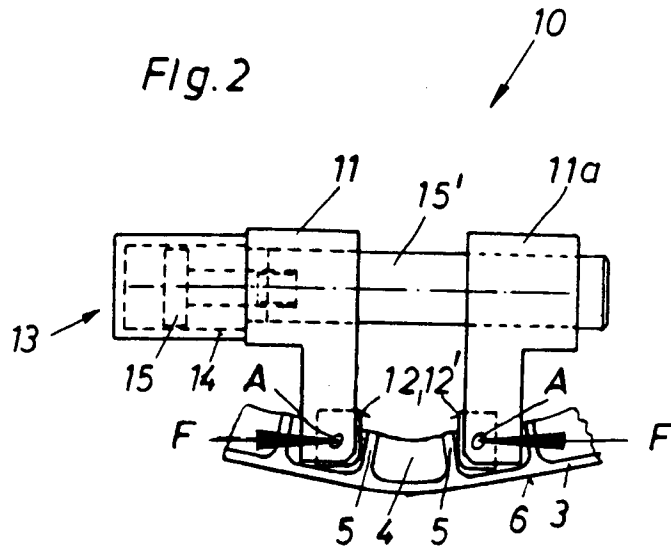


Fig.3

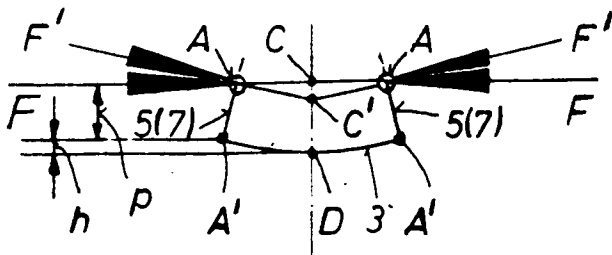


Fig.4

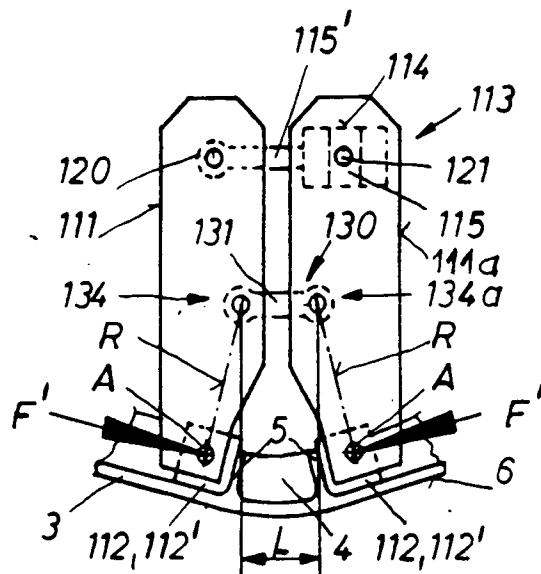


Fig.4a

