



⑩ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 36 721 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 64 C 3/48

⑳ Aktenzeichen: 199 36 721.3
㉑ Anmeldetag: 6. 8. 1999
㉒ Offenlegungstag: 15. 2. 2001

DE 199 36 721 A 1

㉓ **Anmelder:**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt eV,
53175 Bonn, DE

㉔ **Vertreter:**

Einsel, M., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 38102
Braunschweig

㉕ **Erfinder:**

Pabsch, Arno, Dipl.-Ing., 38110 Braunschweig, DE

㉖ **Entgegenhaltungen:**

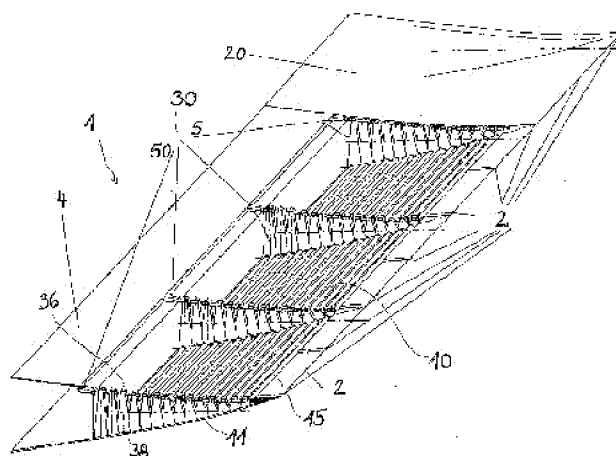
DE-OS	27 13 902
US	51 44 104
US	42 47 066
US	36 98 668

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ **Tragflügelprofil mit adaptiver Verwölbung**

㉘ Ein Tragflügelprofil besitzt eine Profilkante (2) und zwei von der Profilkante (2) ausgehende Hautfelder (10, 20) so wie außerdem senkrecht zur Profilkante (2) verlaufende Rippen (5). Die Rippen (5) weisen scheibenähnliche Elemente (30) auf, deren Scheibenflächen senkrecht zur Profilkante (2) ausgerichtet sind und die um parallel zur Profilkante (2) verlaufende Gelenkachsen (36, 37, 38) drehbar sind. Die scheibenähnlichen Elemente (30) weisen jeweils drei in einem Dreieck angeordnete Gelenkachsen (36, 37, 38) auf. Benachbart zu dem einen Hautfeld (10) haben die Rippen (5) jeweils eine biegeflexible Längsstruktur (11). Je zwei der Gelenkachsen (37, 38) eines jeden scheibenähnlichen Elementes (30) sind an dieser biegeflexiblen Längsstruktur (11) des einen Hautfeldes (10) angelenkt. Benachbart zu dem anderen Hautfeld (20) weisen die Rippen (5) jeweils eine längenveränderliche Längsstruktur (50) auf. Die jeweils dritte der Gelenkachsen (36) ist an dieser längenveränderten Längsstruktur (50) angelenkt.



DE 199 36 721 A 1

Die Erfindung betrifft ein Tragflügelprofil mit einer Profilkante, mit zwei von der Profilkante ausgehenden Hautfeldern, mit senkrecht zur Profilkante verlaufenden Rippen, wobei die Rippen scheibenähnliche Elemente aufweisen, deren Scheibenflächen senkrecht zur Profilkante ausgerichtet sind und die um parallel zur Profilkante verlaufende Gelenkachsen drehbar sind.

Es ist bekannt, daß sich während eines Fluges die insbesondere auf die Tragflügel einwirkenden Belastungen ständig ändern. Um hier eine Verbesserung der aerodynamischen Eigenschaften zu erzielen, werden seit langem zahlreiche Möglichkeiten geschaffen, welche insbesondere eine Verkipfung oder Verwölbung des Tragflügelprofils vorsehen. Beispielsweise sind ausfahrbare Vorder- und Hinterklappen bei modernen Verkehrsflugzeugen vorgesehen, die während der Start- und Landephase, somit also in der Zeit des Langsamfluges, zum Einsatz kommen. Für die Schnellflugphase von insbesondere Langstreckenflugzeugen in großen und mittleren Höhen wurden bislang nur wenig Leistungsverbesserungen unternommen, obgleich Berechnungen eine Treibstoffersparnis von bis zu 36% ergeben. Es sind jedoch verschiedene Lösungen geometrisch veränderbarer Tragflügelprofile bekannt. Beispielsweise werden variable Wölbklappen an der Hinterklappe eines Tragflügels vorgesehen. Eine solche Wölbklappe wird als auftriebserhöhender Hilfsflügel ein- und ausgefahren. Durch das Ausfahren der Wölbklappe als Hochauftriebsmittel werden die niedrigen Fluggeschwindigkeiten in der Start- und Landephase an das aerodynamische Verhalten eines Flugzeuges optimal angepaßt.

Aus der EP 0 045 988 B2 ist eine Trägerschiene mit hutförmigem Querschnitt und einer Zahnstange bekannt, die zum Ein- und Ausfahren der Tragflügelvorderkante eines Vorflügels dient. Es ist bekannt, daß die Grenzschicht einer umströmten Tragflügeloberseite auch bei veränderten Flugbedingungen über einen Flügelbereich laminar aufrechterhalten und eine Strömungsablösung verhindert werden soll. Ziel ist dabei eine Widerstandsverminderung. Dieses kann durch geometrische Änderung der Profiloberfläche erreicht werden. Eine Widerstandsverminderung beruht nämlich darauf, daß die laminare Grenzschicht einen wesentlich kleineren Reibungswiderstand verursacht als die turbulente Grenzschicht.

Aus der US-PS 1,773,530 ist es bekannt, in einem Vorflügel eine Führungsbahn zu integrieren. Durch einen Aktuator wird die Flügeloberfläche gelenkig angehoben. Die Aktuatorbewegung wird über eine Zahnstange erzeugt. An einem elektromechanisch angetriebenen Zahnrad mit integriertem Schlitten ist dabei eine an beiden Seiten gelenkig gelagerte Verbindungsstange zum beweglichen Verstellen des Flügeloberteiles angebracht.

Zur besseren Ausbildung laminarer Anströmungsverhältnisse bei hohen Fluggeschwindigkeiten und somit zur Leistungssteigerung ist es ebenfalls bekannt, zur Veränderung von Tragflügelhinterkantenprofilen Aktuatorssysteme zu verwenden, die die Rückstellkraft von SMA (Shape Memory Alloy, Formgedächtnislegierungen) - Werkstoffen in Form von Drähten verwenden. In der US-PS 5,186,420 ist ein in einer Kühlkammer angeordnetes SMA-Drahtsystem zur Bewegung einer Wölbklappe offenbart. Die Kühlkammer verhindert dabei eine thermische Aktivierung des SMA-Aktuator-Drahtsystems.

Die DE 197 41 326 A1 schlägt ein Profil vor, bei dem flexible Bereiche von Rippen dadurch geschaffen werden, daß kinematische Ketten aus scheibenförmigen langovalen Elementen gebildet werden. Dadurch kann eine adaptive Ver-

wölbung geschaffen werden. Diese Ideen sind sehr erfolgreich und zweckmäßig, lassen aber noch Raum für weitere Verbesserungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Tragflügelprofil zu schaffen, mit dem konstruktiv, zuverlässig und zugleich kostengünstig eine adaptive Verwölbung erzielt werden kann.

Die Aufgabe wird mit einem Tragflügelprofil dadurch gelöst, daß die scheibenähnlichen Elemente jeweils drei in einem Dreieck angeordnete Gelenkachsen aufweisen, daß benachbart zu dem einen Hautfeld die Rippen jeweils eine biegeflexible Längsstruktur aufweisen, daß je zwei der Gelenkachsen eines jeden scheibenähnlichen Elementes an dieser biegeflexiblen Längsstruktur des einen Hautfeldes angelenkt sind, daß benachbart zu dem anderen Hautfeld die Rippen jeweils eine längenveränderliche Längsstruktur aufweisen, und daß die jeweils dritte der Gelenkachsen an dieser längenveränderlichen Längsstruktur angelenkt ist.

Dadurch wird eine Möglichkeit geschaffen, durch Erzeugen einer gezielten Verkrümmung von Tragflügelprofilen aus Faserverbundleichtbaumwerkstoffen eine aerodynamisch günstige Umsetzung von Steuerfunktionen zu erhalten. Besonders bevorzugt wird dabei eine Führungshaut in Form von einem der beiden Hautfelder durch gezielte Verkrümmung mittels verspannter Dreieckselemente formgebend beeinflusst. Durch die erfindungsgemäße Verkettung von diesen Dreieckselementen im Bereich der Rippenstringer wird besonders vorteilhaft eine Verbiegesteuerung der adaptiven Tragflügelhinterkante erzielt.

Das Mittel zum Erzeugen einer gezielten Verwölbung des Tragflügelprofils weist vorzugsweise Dreieckselemente auf. Diese sind vorteilhaft so zwischen Oberhaut- und Unterhautfeld eingefügt, daß zwei Ecken der Dreieckselemente an den mit dem Hautfeld fest verbundenen Rippenstringern, eine freie Verformbarkeit des Hautfeldes ermöglichend angelenkt sind. Die jeweils dritte Ecke eines jeden Dreieckselementes ist dabei frei. Die jeweiligen freien Ecken der Dreieckselemente sind besonders bevorzugt so ausgebildet, daß sie eine drehbare Anlenkung für das Antriebsmittel, insbesondere einen Aktuator, sowie für die Roll- oder Gleiteinrichtung zum Erzielen einer schiefbefreien Anbindung der freien Ecken an das andere Hautfeld aufnehmen.

Besonders bevorzugt ist als Antriebsmittel oder Aktuator eine abgestufte Gewindespindel vorgesehen. Die Gewindesteigung der Gewindespindel ist besonders bevorzugt zwischen den einzelnen Dreieckselementen unterschiedlich und nimmt zur hinteren Erstreckung des Tragflügelprofils hin ab. Vorzugsweise liegt der Spindelweg bei einer Tragflügelprofilhöhe von 1 m unterhalb von 100 mm, insbesondere bei 53 mm.

Vorzugsweise ist das Oberhautfeld als druckbeanspruchtes Hautfeld das an den Dreieckselementen fest angeschlossene Hautfeld. Dieses ist dann mit Längstringern und Rippenstringern oder Spanten, welche wie ein Federelement wirken, versehen. Die an den Rippenstringern oder Spanten angelenkte Anzahl von Dreieckselementen wird vorzugsweise optimiert. Die freie Ecke eines jeweiligen Dreieckselementes wird dabei dann schiefbefrei bzw. gleitfähig an dem Unterhautfeld angebunden.

Aus der höchsten Steigung der Gewindespindel ergibt sich die Gesamtbewegung, aus den Steigungsdifferenzen innerhalb der Gewindespindel die jeweilige Relativbewegung zwischen zwei benachbarten Dreieckselementen. Zwischen den einzelnen Gewindestufen der Gewindespindel können bevorzugt kardanische Zwischenelemente eingefügt werden. Dadurch wird vorteilhaft die Dauerbiegeelastizität der Gewindespindel als Steuerspindel für die Verwölbung des Tragflügelprofils nicht überschritten. Vorzugsweise ist bei

einer solchen Ausführungsform das schiebende Hautfeld entweder im Bereich der Tragflügelprofilspitze oder aber der Tragflügelprofilwurzel festgesetzt. Eine schiebefreie Anbindung wird durch ein Material mit niedrigem Elastizitätsmodul und geringer Rückstellkraft geschaffen. Bei einer schiebefreien Anbindung des Unterhautfeldes kann das Oberhautfeld vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff gefertigt sein.

Anstelle einer Gewindespindel kann vorzugsweise auch ein Seilzugsystem als Antriebsmittel oder Aktuator vorgesehen werden. Der Grad der Verwölbung des Tragflügelprofils wird vorzugsweise dabei durch Ändern des Steifigkeitsverlaufes des Rippenstringers eingestellt, an dem die beiden Ecken eines jeweiligen Dreieckselementes angelenkt sind. Durch das Seilzugsystem kann eine gewünschte Verwölbung des Tragflügelprofils durch Einleiten einer Zugkraft erzeugt werden. Um einzelne Positionen des Tragflügelprofils arretieren zu können, sind besonders bevorzugt Distanzstücke vorgesehen. Diese sind dann vorteilhaft zwischen den einzelnen Dreieckselementen im Bereich des Seilzugsystems eingefügt. Vorzugsweise wird das Tragflügelprofil bei Verwenden eines Seilzugsystems vorab nach oben vorgekrümmt geformt. Dadurch wird eine spätere Verwölbung des Tragflügelprofils in eine gewünschte Positionierung erleichtert.

Ist in einer anderen Ausführungsform das fest angeschlossene Hautfeld das Unterhautfeld und ist das Tragflügelprofil bereits nach oben vorgekrümmt, sind besonders bevorzugt Druckaktuatoren als Antriebsmittel vorgesehen, welche zwischen den einzelnen Dreieckselementen angeordnet werden. Druckaktuatoren sind bevorzugt reihenweise parallel angesteuert bzw. können reihenweise parallel angesteuert werden. Dadurch kann die gewünschte Verwölbung des Tragflügelprofils eingestellt werden. Alternativ zu Druckaktuatoren und/oder einem Seilzugsystem können auch Zugaktuatoren vorgesehen werden, welche eine entsprechende Ansteuerung der Dreieckselemente ermöglichen.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung werden im folgenden Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen beschrieben. Diese zeigen in:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Tragflügelprofils,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus **Fig. 1**,

Fig. 3 einen Schnitt durch ein Tragflügelprofil ähnlich **Fig. 1**,

Fig. 4 eine andere Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 5 eine vergrößerte Detaildarstellung eines scheibenähnlichen Elementes,

Fig. 6 eine alternative Ausführungsform zu **Fig. 5**,

Fig. 7 eine weitere alternative Ausführungsform zu **Fig. 5**,

Fig. 8 eine vierte alternative Ausführungsform zu **Fig. 5**,

Fig. 9 einen Schnitt senkrecht zu **Fig. 5**,

Fig. 10 eine seitliche teilweise Schnittansicht einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tragflügelprofils,

Fig. 11 eine Seitenansicht des Tragflügelprofils gemäß **Fig. 10** in der nicht ausgelenkten Positionierung,

Fig. 12 eine Seitenansicht des Tragflügelprofils gemäß **Fig. 11** in der nach unten ausgelenkten Positionierung,

Fig. 13 eine Seitenansicht des Tragflügelprofils gemäß **Fig. 11** in der nach oben ausgelenkten Positionierung,

Fig. 14 eine Seitenansicht einer vierten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tragflügelprofils,

Fig. 15 eine Seitenansicht einer fünften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tragflügelprofils.

Fig. 16 eine Querschnittsansicht durch eine Tragflügelhinterkante, bei der die unteren Ecken von Dreieckselementen in einer Gleiteinrichtung gelagert sind.

In **Fig. 1** ist eine perspektivische Darstellung eines Tragflügelprofils **1** wiedergegeben. In der Perspektive auf der rechten Seite ist die Profilkante **2** gut zu erkennen, die hier eine Hinterkante des Profils ist. Diese Hinterkante soll durch die Erfindung flexibel gestaltet werden.

Der linke Bereich des Tragflügelbereichs **1** geht dann in den vollständigen Tragflügel über, der hier nicht mit dargestellt ist. Angedeutet ist die Basisstruktur **4** dieses Tragflügels. Wesentliches Element des Tragflügelprofils **1** sind die Rippen **5**, von denen in der **Fig. 1** insgesamt vier Stück zu erkennen sind. Bei herkömmlichen, nicht flexiblen Tragflügelprofilen sind diese Rippen steife Flächen, im vorliegenden Falle ist ein anderer, noch zu beschreibender Aufbau gewählt. Die Rippen **5** spannen zwei Hautfelder **10**, **20** auf. Von der dem oberen Hautfeld **20** ist im vorliegenden Falle nur ein kleiner Teilbereich dargestellt, der Rest ist offen abgebildet, um das Innere des Tragflügelprofils **1** besser darstellen zu können. In der **Fig. 1** blickt man nun auf den Innenraum bis hindurch zum unteren Hautfeld **10**. Auf diesem unteren Hautfeld **10** sind Längstringer **15** zu erkennen, die der Versteifung dienen. Die Längstringer **15** verlaufen parallel zur Profilkante **2** und senkrecht zu den Rippen **5**.

Insgesamt zeigt der dargestellte Ausschnitt aus dem Tragflügelprofil eine hochbeanspruchte Leichtbaustruktur, in der möglichst alle Werkstoffe in optimaler Weise zum Tragen der erforderlichen Lasten herangezogen werden. Die beiden Hautfelder **10**, **20** sind zweidimensional versteift.

In der **Fig. 2** ist vergrößert ein Ausschnitt der **Fig. 1** zu erkennen. Statt der vier Rippen **5** aus der **Fig. 1** sieht man hier noch zwei Rippen **5** auf dem Hautfeld **10** mit seinen Längstringern **15**. Links ist noch der Anschluß an die Basisstruktur **4** und rechts die Profilkante **2** zu erkennen. Angedeutet ist auch ein Drehantrieb **55** für eine Zug-Druck-Aktuatorik.

Jede der beiden sichtbaren Rippen **5** besitzt eine Vielzahl von scheibenähnlichen Elementen **30**. Diese scheibenähnlichen Elemente **30** sind im wesentlichen dreieckig, wobei die Ecken jeweils abgerundet sind. Wichtig ist dabei insbesondere, daß in oder benachbart zu diesen Ecken jeweils Gelenkachsen **36**, **37**, **38** ausgebildet sind. Die einzelnen Dreiecke beziehungsweise scheibenähnlichen Elemente **30** sind nicht exakt, aber annähernd gleichschenkelig, wobei die beiden langen Schenkel deutlich länger sind als der kurze Schenkel. Der kurze Schenkel wird parallel zum Hautfeld **10** angeordnet. Sämtliche Dreiecke stehen so nebeneinander mit ihren kurzen Schenkeln aneinandergereiht und bilden gemeinsam die Rippe **5**. Die Gelenkachsen **37**, **38**, die miteinander den kurzen Schenkel des dreieckigen scheibenähnlichen Elementes **30** aufspannen, sind bei jedem der scheibenähnlichen Elemente **30** so angeordnet, daß je eine Gelenkachse **38** mit einer Gelenkachse **37** des benachbarten scheibenähnlichen Elementes **30** zusammenfällt. Zugleich ist außerdem eine biegeflexible Längsstruktur **11** vorgesehen, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer Spante bzw. einem Rippenstringer **11** des Hautfeldes **10** zusammenfällt. An dieser biegeflexiblen Längsstruktur **11** sind jeweils alle unteren Gelenkachsen **37**, **38** der scheibenähnlichen dreieckigen Elemente **30** drehbar befestigt. Die scheibenähnlichen Elemente sind also an ihren unteren Eckpunkten bzw. Gelenkachsen übergreifend miteinander und gleichzeitig mit der biegeflexiblen Längsstruktur **11**, also dem Rippenstringer oder der Spante des zweidimensional versteiften Hautfeldes **10** verbunden.

Auch die dritten Gelenkachsen **36** eines jeden dreieckigen scheibenähnlichen Elementes **30** sind miteinander verbunden. Sie überlappen sich allerdings nicht, sondern jede die-

ser Gelenkachsen 36 ist mit einer längenveränderlichen Längsstruktur 50 drehbar bzw. gelenkig verbunden. Diese längenveränderliche Längsstruktur 50 liegt benachbart zu dem anderen Hautfeld 20, das ist in diesem Falle die hier in der Fig. 2 nicht dargestellte Oberhaut. Die längenveränderliche Längsstruktur 50 ist leicht gekrümmt und trifft mit der biegeflexiblen Längsstruktur 11, also dem Rippenstringer des unteren Hautfeldes 10, an der Profilkante 2 zusammen. Die einzelnen Dreieckselemente besitzen hierzu eine kontinuierlich veränderte Höhe, d. h., der Abstand der dritten Gelenkachsen 36 von den ersten beiden Gelenkachsen 37, 38 eines jeden scheibenähnlichen Elementes 30 nimmt in der Fig. 2 von links nach rechts in Richtung der Profilkante 2 ab.

Der Abstand zwischen je zwei voneinander benachbarten Gelenkachsen 36 längs der längenveränderlichen Längsstruktur 50 ist definierbar und einstellbar. Dies bedeutet, daß bei einer Vergrößerung dieses Abstandes zwischen je zwei dritten Gelenkachsen 36 die dreieckigen Scheibenelemente 30 gewissermaßen oben voneinander weggespreizt werden. Sie sind unten miteinander durch die jeweils benachbarten Gelenkachsen 38, 37 des entsprechenden scheibenähnlichen Elementes 30 miteinander verbunden, so daß eine Vergrößerung der Länge der längenveränderlichen Längsstruktur 50 zu einer nach unten gebogenen Krümmung der biegeflexiblen Längsstruktur 11 führt. Das bedeutet, daß diese biegeflexible Längsstruktur 11, die ja hier zugleich die Spante bzw. der Rippenstringer ist, das untere Hautfeld 10 insgesamt krümmt. Dabei werden zweckmäßigerweise die einander benachbarten Rippen 5 bzw. alle Rippen 5 eines Tragflügelprofils 1 gleichzeitig so angesteuert, daß sie eine koordinierte Bewegung machen.

Es entsteht also eine Zwängung in der Krümmungsrichtung. Insgesamt ergibt sich eine ideale biegesteife Fachwerkstruktur, in der die verketteten Dreieckselemente vorwiegend die Querkraftschubkräfte tragen. Sobald der Abstand zwischen den oberen Eckpunkten der dreieckigen scheibenähnlichen Elemente 30, also zwischen den dritten Gelenkachsen 36 verändert wird, entstehen Biegezwängungen, die zur Verformung des gesamten Fachwerks führen.

Durch Verkettung der Abstandsaktuatorik oder das Verändern einzelner Abstände können sogar beliebige Profils eingestellt werden. Dabei sollten, wie schon erwähnt, alle in einer Reihe angeordneten Elementketten, hier also Rippen 5, gleichartig verändert werden.

Zur Schließung des aerodynamischen Profils wird die offene Seite mit dem Hautfeld 20 abgedeckt, das ein eindimensional versteiftes Hautfeld sein kann. Zur Kompensation der Aktuatorbewegung, also der Längenveränderung der längenveränderlichen Struktur 50, sollte dieses Hautfeld 20 an einer Seite gegen die gesamte Struktur oder zumindest gegenüber der längenveränderlichen Längsstruktur 50 verschiebbar sein.

Von besonderem Vorteil bei dieser Ausführungsform ist die schubstarre Koppelung der Dreieckselemente 30 miteinander. Die bei einer Belastung der Hinterkante bzw. Profilkante 2 entstehenden Querkkräfte müssen nicht über das bewußt biegeweich gestaltete Hautfeld übertragen werden, was zu einer vollständigen, ungeminderten Auslenkung und zur Vermeidung aerodynamisch ungünstiger Wellenbildung führt.

Fig. 3 zeigt die Konzeption der Fig. 1 und 2 im Schnitt durch ein entsprechendes Tragflügelprofil 1. Rechts ist wiederum die Kante 2, ein unteres Hautfeld 10 und ein oberes Hautfeld 20 decken die Innenkonstruktion des Tragflügelprofils 1 ab. Man blickt wiederum auf die Rippe 5 mit ihren scheibenähnlichen dreieckigen Elementen 30. An der der unteren biegeflexiblen Längsstruktur 11, die hier einen Rippenstringer im Schnitt zeigt, sind jeweils die Gelenkachsen

37 und 38 eines scheibenähnlichen Elementes 30 befestigt. Die Gelenkachse 38 ist speziell in der in Fig. 3 hervorgehobenen Ausführungsform eines scheibenähnlichen Elementes 30 zugleich die Gelenkachse 37 des rechts davon angeordneten scheibenähnlichen Elementes 30. Die oberen Gelenkachsen 36 sind in Fig. 3 weniger gut zu erkennen. Hier ist insbesondere die längenveränderliche Längsstruktur 50 dargestellt. Diese verläuft parallel zu dem oberen Hautfeld 20. Diese längenveränderliche Längsstruktur 50 besteht hier aus einzelnen, miteinander drehbar verbundenen Stiften, wobei jeder einzelne Stift aus zwei Halbstiften besteht, die dadurch eine variable Länge besitzen können. Der eigentliche Drehpunkt liegt hier nicht exakt auf der Gelenkachse 36, sondern kann jeweils zwischen zwei Gelenkachsen 36 liegen. Gleichwohl aber ist dadurch die Gelenkachse 36 drehbar bzw. gelenkig mit der längenveränderlichen Längsstruktur 50 in ihrer Gesamtheit verbunden.

Fig. 4 zeigt eine andere Darstellung einer solchen Konzeption im Schnitt. Wiederum befinden sich zwischen dem unteren Hautfeld 10 und dem oberen Hautfeld 20 eine Rippe 5 mit scheibenähnlichen Elementen 30. Rechts ist wiederum die Profilkante 2 zu erkennen.

Hier ist insbesondere auf die Gelenkachse 36 neben den beiden Gelenkachsen 37 und 38 des scheibenförmigen dreieckigen Elementes 30 hinzuweisen.

Die Fig. 3 und 4 zeigen in sich nochmals zwei Alternativen zum Hautfeld 20. Auf der rechten Seite ist jeweils angedeutet, daß das Hautfeld schiebfrei an einer Referenzhaut angelenkt sein kann und damit hin- und herschiebbar ist. Dadurch ist stets eine Abdeckung des Tragflügelprofils 1 nach oben gewährleistet, trotzdem kann eine Verschiebung erfolgen.

Auf der linken Seite ist angedeutet, daß die Haut schiebfrei an der Struktur angelenkt ist.

Auf der Unterseite ist das Hautfeld 10 starr mit der Basisstruktur 4 verbunden.

Eine noch weiter vergrößerte Darstellung eines Bereiches eines scheibenähnlichen Elementes 30 ist in vier verschiedenen Varianten in den Fig. 5, 6, 7 und 8 dargestellt. In diesen vier Figuren ist jeweils unten wiederum ein Hautfeld 10 und oben ein Hautfeld 20 zu erkennen. Die biegeflexible Längsstruktur 11 auf der Unterseite ist in einem kleinen Ausschnitt zu erkennen; es zeigt sich, daß es sich nicht um eine rein geradlinig verlaufende Rippenstruktur handelt, sondern um eine harmonische Biegelinie durch einen profilierten Rippenstringer 11. Das scheibenähnliche dreieckige Element 30 ist an der biegeflexiblen Längsstruktur 11 über die beiden unteren Gelenkachsen 37 und 38 angelenkt. Von den benachbarten scheibenähnlichen Elementen 30 sind noch kleinere Abschnitte zu erkennen, insbesondere da diese ja ebenfalls durch Gelenkachsen 38 bzw. 37 mit der biegeflexiblen Längsstruktur 11 verbunden sind.

Auf der Oberseite ist das obere Hautfeld 20 zu erkennen, darunter insbesondere die längenveränderliche Längsstruktur 50. Die Längsstruktur 50 weist unter anderem ein kardisches Zwischenelement 70 auf, hier ein Kardangelenkelement. Zwischen zwei solchen Kardangelenken 70 ist ein stiftähnliches Element aufgenommen und mit der Gelenkachse 36 des dreieckigen scheibenähnlichen Elementes 30 verbunden. Dieses stiftförmige Zwischenstück 74 ist über Kugelgewinde 71 oder ein Axialkugellager 72 in einer Hülse 75 gelagert, die mit dem Hautfeld 20 in Verbindung steht.

Ein Dreh-Vierkant 73 hält die beiden Hälften des Stiftelementes 74 zusammen. Zugleich wird dadurch ermöglicht, die längenveränderliche Längsstruktur 50 zu drehen, diese Drehbewegung von einem außerhalb des dargestellten Bereiches befindlichen Antrieb aus vorzunehmen und durch die Wirkung des Kugelgewindes und des Axialkugellagers

die beiden Hälften des Stiftelementes **74** voneinander zu entfernen, ohne daß die längsveränderliche Längsstruktur **50** auseinanderfällt. Durch diese Entfernung der beiden Hälften des Stiftelementes **74** entsteht die Längenveränderung.

In der Ausführungsform in **Fig. 6** ist im Unterschied hierzu kein Kugelgewinde und kein Axialkugellager vorgesehen, sondern statt dessen je ein Rechtsgewinde **76** bzw. ein Linksgewinde **77** in den beiden Hälften des Stiftelementes **74**. Die Funktion ist im übrigen ähnlich.

Fig. 7 arbeitet mit einer anderen längsveränderlichen Längsstruktur **50**. Diese weist hier ein Zugseil **78** umgeben von einer Spreizfeder **79** auf, wobei auch hier wiederum diese längsveränderliche Längsstruktur **50** in einer Hülse **75** läuft und so an das Hautfeld **20** angebunden ist.

Schließlich zeigt **Fig. 8** noch eine vierte Version, bei der unmittelbar ein Aktuator **60** die Längenveränderung entsprechend vornimmt.

Fig. 9 zeigt jetzt einen Schnitt senkrecht zu einer der Darstellungen in **Fig. 5** bis **8**. Unten befindet sich das untere Hautfeld **10** und oben das obere Hautfeld **20**, dazwischen die Rippe **5** mit einem Schnitt durch eines der scheibenähnlichen dreieckigen Elemente **30**. Deutlich im Schnitt zu erkennen ist neben dem scheibenähnlichen Element **30**, das die Längstringer **15** in diesem Bereich eine kurze Unterbrechung aufweisen. Außerhalb der Bildfläche setzen sie sich dann unverändert fort.

Auch das obere Hautfeld **20** kann solche Längstringer **25** besitzen.

Zwischen den Längstringern **15** benachbart zum Hautfeld **10** ist die biegeflexible Längsstruktur, also der Rippenstringer **11** im Schnitt zu erkennen. Man sieht eine der Gelenkachsen **37** hier im Schnitt durch ihre Achse.

Zu erkennen ist auch, daß die scheibenähnlichen Elemente **30** nicht notwendig zwei planparallele Seitenwände haben müssen, sondern es ist durchaus möglich, hier auch geschwungene, leicht gebogene oder wie hier konisch zulaufende Seitenflächen je nach Bedarf einzusetzen.

Benachbart zum Hautfeld **20** ist hier deutlich die Gelenkachse **36** zu erkennen, die parallel zu den Längstringern **25** und zu der hier außerhalb der Bildfläche liegenden Profilkante **2** verläuft.

Senkrecht zur Bildebene verläuft die längsveränderliche Längsstruktur **50**. Angedeutet ist dabei hier der Dreh-Vierkant **73** als Beispiel aus den **Fig. 5** und **6**.

Im folgenden wird anhand einiger weiterer Ausführungsbeispiele gezeigt, daß natürlich auch eine Umkehr von oberem Hautfeld **20** und unterem Hautfeld **10** stattfinden kann, es kann also auch das obere Hautfeld mit der biegeflexiblen Längsstruktur **11** und das untere Hautfeld mit der längsveränderlichen Längsstruktur **50** versehen werden. Die Bezugszeichen sind daher hier entsprechend vertauscht worden.

In **Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht durch ein Teilstück eines Tragflügelprofils **1** dargestellt. Das Tragflügelprofil **1** weist hier auf seiner Oberseite ein Hautfeld **10** auf. Dieses ist beispielsweise aus Faserverbundwerkstoff, insbesondere Glasfaserverbundwerkstoff, hergestellt. Auf seiner Unterseite bildet das Hautfeld **10** einen Rippenstringer **11** aus. Dieser ist beispielsweise als Falte gebildet.

Auf seiner Unterseite wird das Tragflügelprofil von einem Hautfeld **20** begrenzt. Unterhalb des Rippenstringers **11** des oberen Hautfeldes **10**, symmetrisch zu diesem, bildet das andere Hautfeld **20** auf seiner Oberseite eine Aufnahmeeinrichtung **21** für eine hier die längsveränderliche Längsstruktur **50** bildende Roll- oder Gleiteinrichtung aus. Beispielsweise ist diese Aufnahmeeinrichtung **21** ebenfalls als Hautfalte eines aus beispielsweise Faserverbundwerkstoff hergestellten unteren Hautfeldes **20** gebildet. Innerhalb der

Aufnahmeeinrichtung **21** ist eine Führungsbahn **22** vorgesehen, welche Rollen **51** der Roll- oder Gleiteinrichtung aufnimmt. Die Rollen **51** können auch kufenähnliche Elemente sein. Diese sind innerhalb der Führungsbahn **22** des unteren Hautfeldes **20** gleitfähig, können also eine senkrecht zur Zeichenebene stehende Bewegung ausführen, ohne das Hautfeld **20** mit zu bewegen. Dies ermöglicht damit eine schiebefreie Anbindung an das Hautfeld.

Innerhalb eines Lagerteiles **52** der Roll- oder Gleiteinrichtung ist das scheibenähnliche Element **30** gelagert, im folgenden als Dreieckselement bezeichnet. Das Dreieckselement **30** besteht aus zwei zweifach gekrümmten Teilelementen **31**, **32**, welche miteinander in einem Teilbereich **35** verbunden sind. In diesem Teilbereich **35** lagern die beiden Teilelemente **31**, **32** flach aneinander an und sind insbesondere in diesem Bereich fest miteinander verbunden. Eine solche Verbindung kann beispielsweise durch Verschweißen oder Verlöten geschehen, sofern die Dreieckselemente aus Metall bestehen. Wenn als Material für die Dreieckselemente Faserverbundwerkstoff oder ein anderes Material gewählt wird, wird eine materialentsprechende Verbindungsmöglichkeit gewählt, beispielsweise Verkleben.

Die Teilelemente **31**, **32** weisen zum Ermöglichen einer Verbindung mit dem Lagerteil **52** der Roll- oder Gleiteinrichtung **50** Öffnungen **34** auf. Auch das Lagerteil **52** weist entsprechende Öffnungen **53** auf. Durch diese Öffnungen **34**, **53** wird ein jeweiliges Verbindungselement **41** geführt. Dies kann beispielsweise ein Bolzen o. ä. sein, welcher eine Schwenkbarkeit der unteren Ecke des Dreieckselementes **30** ermöglicht.

Auch im Bereich des Rippenstringers **11** des oberen Hautfeldes **10** ist das Dreieckselement **30** mit diesem verbunden. Die beiden zweifach gekrümmten Teilelemente **31**, **32** des Dreieckselementes **30** umgreifen dabei den Rippenstringer **11** beidseitig von außen. Sowohl der Rippenstringer als auch die beiden Teilelemente **31**, **32** weisen zum Verbinden der Einzelteile miteinander jeweilige Öffnungen **12**, **33** auf. Durch diese Öffnungen ist ein Verbindungselement **40**, insbesondere ein Verbindungsbolzen, geführt. Dieser ermöglicht eine einerseits feste Anbindung des Dreieckselementes **30** an dem Oberhautfeld **10**, andererseits eine gegenüber dem Rippenstringer schwenkbare Verbindung. Durch die feste Anbindung an dem Oberhautfeld **10** wird eine sog. schiebende Anbindung geschaffen, da eine Bewegung des Dreieckselementes in diesem Bereich stets auch eine Bewegung des Oberhautfeldes über den Rippenstringer mitbewirkt.

Zum Bewegen des Dreieckselementes **30** senkrecht zur Zeichenebene, also in Längserstreckung des Tragflügelprofils, ist im Bereich der unteren Ecke des Dreieckselementes zwischen den beiden zweifach gekrümmten Teilelementen **31**, **32** innerhalb des Umfassungsbereiches des Lagerteiles **52** der Roll- oder Gleiteinrichtung **50** ein Aktuator **60** vorgesehen. Dieser kann eine Gewindespindel oder ein Seilzugsystem sein. Ebenfalls kann er ein Druck- oder Zugaktuator sein. Der Aktuator **60** ist, wie in **Fig. 1** nicht gezeigt, zumindest an zwei Stellen gelagert. Vorzugsweise ist hier eine Lagerung im Wurzel- und Spitzenbereich des Tragflügelprofils vorgesehen. Zum Verhindern einer Durchbiegung in dem dazwischen angeordneten Teilbereich können auch da einzelne unterstützende Lagerungen des Aktuators **60** vorgesehen sein.

Fig. 11 zeigt eine Seitenansicht eines Teilbereiches des Tragflügelprofils im Bereich der flexiblen Hinterkante, also der Profilkante **2** des Tragflügelprofils **1**. In dieser Seitenansicht sind die Dreieckselemente **30** deutlicher erkennbar. Die Dreieckselemente sind insbesondere flach plattenförmig. Aufgrund der sich stark zur hinteren Spitze verzweigenden Hinterkante des Tragflügelprofils sind auch die einzel-

nen Dreieckselemente unterschiedlich dimensioniert, Vorzugsweise sind die unteren Ecken **36** der Dreieckselemente **30** in einem im wesentlichen gleichmäßigen Abstand zueinander angeordnet. Beispielsweise ist zwischen einem Ausgangspunkt A und einem Punkt B im Bereich der unteren Ecke **36** des ersten Dreieckselementes ein Abstand von 211,58 mm, zwischen dem Punkt B und einem Punkt C als untere Ecke **36** des zweiten Dreieckselementes ein Abstand von 200,58 mm, zwischen dem Punkt C und einem Punkt D als unterem Eckpunkt des dritten Dreieckselementes ein Abstand von 200,58 mm, zwischen dem Punkt D und einem nächsten Punkt E als unterer Ecke eines vierten Dreieckselementes ein Abstand von 189,58 mm und zwischen dem Punkt E und einem Punkt F als Spitzenpunkt am Ende der Hinterkante des Tragflügelprofils ein Abstand von 191,69 mm vorgesehen.

Aktuator **60**, welcher beispielsweise in den Punkten A und F mittels einer Aktuatorlagerung **61** gelagert ist, ist hier eine mit Abstufungen versehene Gewindespindel. Diese Abstufungen bedeuten jeweils unterschiedliche Durchmesser der Gewindespindelteile sowie eine unterschiedliche Steigung des Gewindes der Gewindespindel. Dadurch wird eine jeweils auf die Positionierung des jeweiligen Dreieckselementes innerhalb des Hinterkantentragflügelprofils angepasste Bewegung der jeweiligen unteren Ecken **36** der Dreieckselemente erzielt. Bei einer Drehung der Gewindespindel werden alle Dreieckselemente zugleich bewegt. Die Gesamtbewegung wird dabei von der höchsten Steigung bestimmt. Diese liegt im Anbindungspunkt B. Aus der jeweiligen Steigungsdifferenz zwischen zwei benachbarten Gewindespindelteilen ergibt sich dann die jeweilige Relativbewegung der einzelnen Punkte A bis F zueinander.

Fig. 12 zeigt das Ergebnis einer solchen Relativbewegung der einzelnen Punkte zueinander. Im Vergleich zu Fig. 2 ist eine Auslenkung der flexiblen Hinterkante bzw. Profilkante **2** nach unten erfolgt. Um die unterschiedliche Relativbewegung der jeweiligen unteren Ecken **36** der einzelnen Dreieckselemente **30** zueinander besser zu verdeutlichen, soll dies anhand von Zahlenbeispielen erfolgen. Beispielsweise tritt zwischen dem Punkt A und dem Punkt B eine Relativbewegung von 9,41 mm, zwischen B und C eine von 8,14 mm, zwischen C und D eine von 6,23 mm, zwischen D und E eine von 2,57 mm sowie zwischen E und F eine von 0,19 mm auf. Gesamtheitlich ergibt sich damit eine Bewegung von 26,54 mm in Richtung zum Punkt A.

Fig. 13 zeigt eine Verwölbung der flexiblen Hinterkante bzw. Profilkante **2** des Tragflügelprofils **1** nach oben. Diese Neigung wird dadurch erzielt, daß die jeweiligen unteren Ecken **36** der Dreieckselemente **30** auf der Gewindespindel als Aktuator **60** eine Bewegung in Richtung zum Spitzenpunkt F hin ausführen. Beispielsweise tritt dabei eine Relativbewegung zwischen dem Punkt A und dem Punkt B von 9,88 mm, zwischen B und C von 5,74 mm, zwischen C und D von 7,08 mm, zwischen D und E von 1,61 mm und zwischen E und F von 2,14 mm auf. Als Summe ergibt sich dadurch eine Bewegung von 26,45 mm aller unteren Ecken der Dreieckselemente.

Im Unterschied zu der Neigung nach unten gemäß Fig. 12 tritt bei einer Neigung der Hinterkante bzw. Profilkante **2** nach oben gemäß Fig. 13 zwischen den einzelnen unteren Ecken der Dreieckselemente **30** eine ständig wechselnde, mal steigende, mal fallende Relativbewegung auf. Zwischen den Punkten B und C ist dabei die Relativbewegung geringer als zwischen den Punkten C und D. Dadurch wird im Bereich zwischen den Punkten C und D eine stärkere Verwölbung des Tragflügelprofils erzielt. Ebenso wird auch im Endbereich zwischen den Punkten E und F eine größere Verwölbung bzw. Neigung der flexiblen Hinterkante erzeugt als

zwischen den Punkten D und E. Diese Zahlenbeispiele sollen verdeutlichen, daß mittels der erfindungsgemäßen Dreieckselemente in Verbindung mit dem Aktuator und der Roll- oder Gleiteinrichtung anwendungs- bzw. situationsabhängig variable Verwölbungen erzielt werden können.

Vorzugsweise sind zwischen den einzelnen Teilstücken des Aktuators in Form der Gewindespindel kardanische Zwischenelemente eingefügt. Ein solches kardanisches Zwischenelement **70** ist in der Nähe vom Punkt A in Fig. 13 skizziert. Durch Vorsehen dieser kardanischen Zwischenelemente wird die Dauerbiegeelastizität der Gewindespindel nicht überschritten. Das schiebende Hautfeld **10** ist vorzugsweise in dem Spitzenpunkt F sowie an der Wurzel des Tragflügelprofils, welche in Fig. 13 nicht gezeigt ist, festgelegt.

Anstelle einer Gewindespindel kann auch ein Seilzugsystem **80** vorgesehen sein, wie dies in Fig. 14 dargestellt ist. Die oberen Rippenstringer **11** weisen dabei vorzugsweise zwischen den einzelnen Dreieckselementen im Bereich von deren oberen Ecken **37**, **38** jeweils unterschiedliche Steifigkeiten auf. Die erzielbare Verformung der flexiblen Hinterkante bzw. Profilkante **2** des Tragflügelprofils kann dabei durch einen entsprechend optimierten Steifigkeitsverlauf dieses oberen Rippenstringers eingestellt werden.

Das Seilzugsystem **80** ist über Umlenkrollen **81** geführt. Zwischen diesen einzelnen Umlenkrollen sind Distanzstücke **82** vorgesehen. Die Distanzstücke **82** ermöglichen jeweils eine Arretierung der Verwölbung in Einzelschritten. Die Distanzstücke sind daher so ausgeführt, daß beispielsweise bei stetigem Zug keine Arretierung auftritt, jedoch in dem Augenblick, in dem die Zugkraft nachläßt, eine entsprechende Arretierung vorgenommen wird. Das Prinzip ähnelt daher dem bei beispielsweise einem Sicherheitsgurt oder anderen Seilsystemen, bei welchen Einzelbewegungen arretiert werden sollen. Die dabei zu verwendenden Mittel können auch für das erfindungsgemäße Seilzugsystem verwendet werden.

Fig. 15 zeigt eine weitere alternative Ausführungsform zur Ansteuerung der einzelnen Dreieckselemente **30** der flexiblen Hinterkante bzw. Profilkante **2** des Tragflügelprofils. Ebenso wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 14 wird auch hierbei eine Vorkrümmung der Hinterkante nach oben vorgesehen. Dadurch kann das Seilzugsystem bei der Ausführungsform gemäß Fig. 12 betätigt werden durch eine Zugkraft. Ebenso kann dadurch gemäß Fig. 13 eine Betätigung durch dort vorgesehene Druckaktuatoren **90** erfolgen. Bei dieser Ausführungsform ist, im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsformen gemäß Fig. 10 bis 14 das untere Hautfeld **20** fest mit den unteren Ecken **36** der einzelnen Dreieckselemente verbunden. Das Oberhautfeld **10** hingegen ist gleitfähig im Bezug auf die oberen Ecken **37**, **38** der Dreieckselemente **30**.

Die Druckaktuatoren **90** sind zwischen den jeweiligen Ecken **37**, **38** zwischen den einzelnen Dreieckselementen **30** im Bereich des Oberhautfeldes angeordnet.

Wie in Fig. 15 lediglich angedeutet, werden die einzelnen Druckaktuatoren **90** reihenweise parallel angesteuert, um die gewünschte Verwölbung der Hinterkante bzw. Profilkante **2** zu erzeugen. Diese erfolgt stets in Richtung nach unten, da das Hinterkantenprofil nach oben vorgewölbt ist.

Anstelle von Druckaktuatoren können alternativ Zugaktuatoren vorgesehen sein. Diese wirken dann entsprechend umgekehrt durch Aufbringen einer Zugkraft und dadurch erfolgendes Verstellen des Abstandes zwischen den einzelnen Dreieckselementsecken **37**, **38**.

Derartige Zugaktuatoren können auch bei einem Seilzugsystem gemäß Fig. 5 verwendet werden. Dadurch entfallen beispielsweise die Distanzstücke **82** zwischen den einzelnen Ecken **36** der Dreieckselemente. Durch die Zugak-

tuatoren, welche vorzugsweise ebenfalls reihenweise parallel angesteuert werden und zwischen den einzelnen Dreieckselementen angeordnet sind, können ebenfalls Einzelbewegungen arretiert werden.

In **Fig. 16** ist eine alternative Ausführungsform der Anbindung der jeweiligen unteren Ecken **36** der Dreieckselemente an das Unterhautfeld **20** dargestellt. Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß **Fig. 1** mit Rolleneinrichtung mit Rollen ist hier eine Gleiteinrichtung **50** mit Gleitschuhen **54** vorgesehen. Die Gleitschuhe **54** führen eine Gleitbewegung innerhalb der Führungsbahn **22** aus. Zu diesem Zweck ist die Führungsbahn vorzugsweise mit einem möglichst geringen Reibwert seiner Oberfläche versehen. Dies kann beispielsweise durch Wahl eines entsprechenden Harzes, mit dem das Unterhautfeld **20** getränkt ist, geschehen.

Bezugszeichenliste

1 Tragflügelprofil	20
2 Profilkante, insbesondere flexible Hinterkante	
4 Basisstruktur	
5 Rippe	
10 Hautfeld	
11 biegeflexible Längsstruktur, insbesondere Rippenstringer oder Spante	25
12 Öffnung	
15 Längstringer	
20 Hautfeld	
21 Aufnahmeeinrichtung	30
22 Führungsbahn	
25 Längstringer	
30 scheibenähnliche Elemente, insbesondere Dreieckselemente	
31 zweifach gekröpftes Teilelement	35
32 zweifach gekröpftes Teilelement	
33 Öffnung	
34 Öffnung	
35 Teilbereich	
36 Gelenkachse	40
37 Gelenkachse	
38 Gelenkachse	
40 Verbindungselement	
41 Verbindungselement	
50 längenveränderliche Längsstruktur mit Roll- oder Gleiteinrichtung	45
51 Rollen	
52 Lagerteil	
53 Öffnung	
54 Gleitschuh	50
55 Drehantrieb	
60 Aktuator/Gewindespindel	
61 Aktuatorlagerung	
70 kardanisches Zwischenelement	
71 Kugelgewinde	55
72 Axialkugellager	
73 Dreh-Vierkant	
74 Stützelement	
75 Hülse	
76 Rechtsgewinde	60
77 Linksgewinde	
80 Seilzugsystem	
81 Umlenkrollen	
82 Distanzstücke	
90 Druckaktuator	65
A Ausgangspunkt	
B Punkt	
C Punkt	

D Punkt
E Punkt
F Spitzenpunkt

Patentansprüche

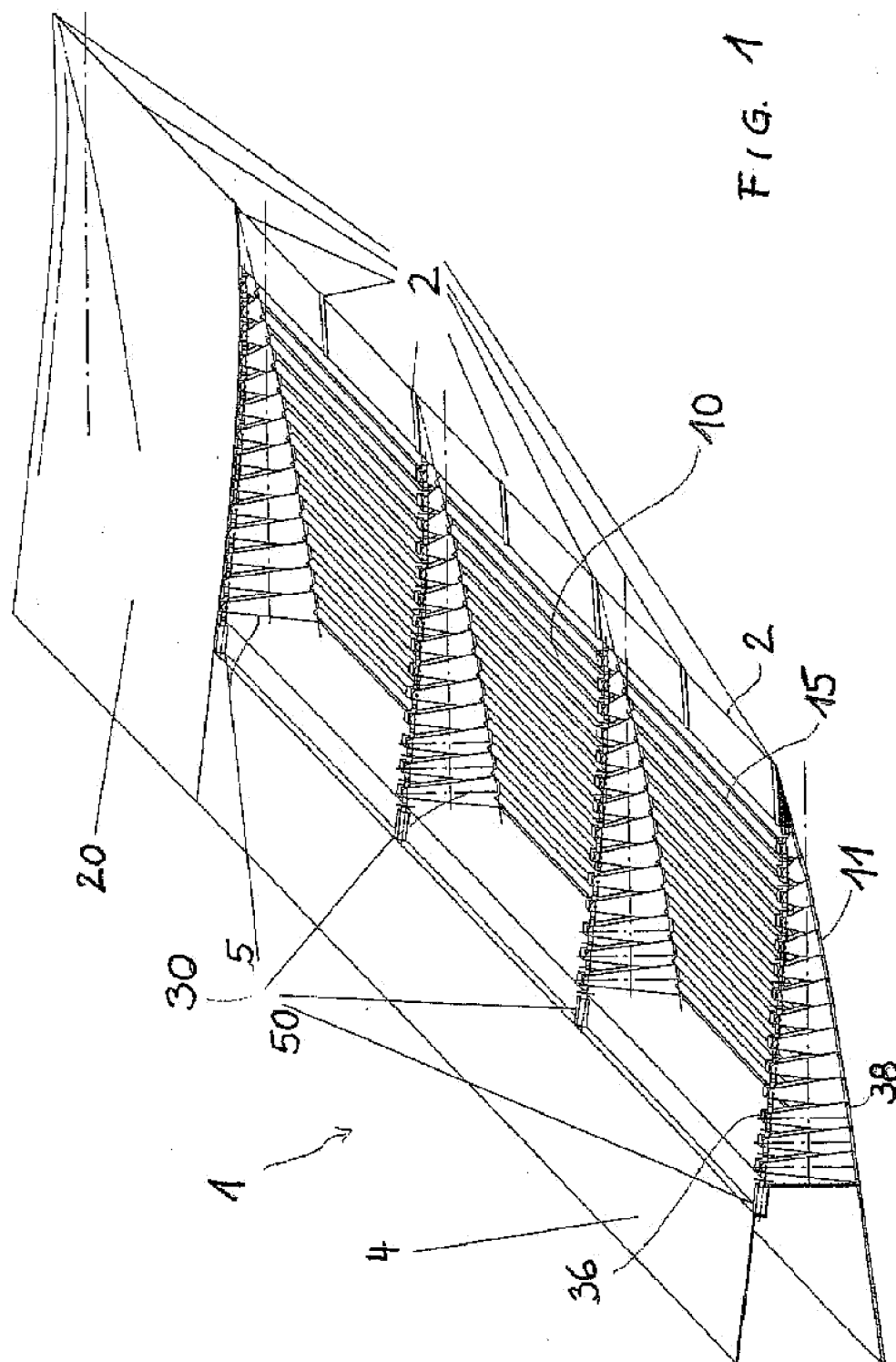
1. Tragflügelprofil mit einer Profilkante (2), mit zwei von der Profilkante (2) ausgehenden Hautfeldern (10, 20), mit senkrecht zur Profilkante (2) verlaufenden Rippen (5), wobei die Rippen (5) scheibenähnliche Elemente (30) aufweisen, deren Scheibenflächen senkrecht zur Profilkante (2) ausgerichtet sind und die um parallel zur Profilkante (2) verlaufende Gelenkachsen (36, 37, 38) drehbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die scheibenähnlichen Elemente (30) jeweils drei in einem Dreieck angeordnete Gelenkachsen (36, 37, 38) aufweisen, daß benachbart zu dem einen Hautfeld (10) die Rippen (5) jeweils eine biegeflexible Längsstruktur (11) aufweisen, daß je zwei der Gelenkachsen (37, 38) eines jeden scheibenähnlichen Elementes (30) an dieser biegeflexiblen Längsstruktur (11) des einen Hautfeldes (10) angelenkt sind, daß benachbart zu dem anderen Hautfeld (20) die Rippen (5) jeweils eine längenveränderliche Längsstruktur (50) aufweisen, und daß die jeweils dritte der Gelenkachsen (36) an dieser längenveränderlichen Längsstruktur (50) angelenkt ist.
2. Tragflügelprofil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß je eine der beiden an der biegeflexiblen Längsstruktur (11) angelenkten Gelenkachsen (37, 38) eines jeden scheibenähnlichen Elementes (30) zugleich auch mit der jeweils benachbarten Gelenkachse (38, 37) eines der beiden jeweils benachbarten scheibenähnlichen Elemente gemeinsam ist.
3. Tragflügelprofil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die von den Gelenkachsen (36, 37, 38) der scheibenähnlichen Elemente (30) aufgespannten Dreiecke in Rippenrichtung zur Profilkante (2) hin einen kontinuierlichen abnehmenden Abstand der dritten Gelenkachse (36) von den beiden anderen Gelenkachsen (37, 38) aufweisen.
4. Tragflügelprofil nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Distanzen zwischen den dritten Gelenkachsen (36) benachbarter scheibenähnlicher Elemente (30) längs der längenveränderlichen Längsstruktur (50) steuerbar sind.
5. Tragflügelprofil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Antriebsmittel oder Aktuator (60) für die Längenveränderung der längenveränderlichen Längsstruktur (50) vorgesehen ist.
6. Tragflügelprofil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß Antriebsmittel oder Aktuator eine abgestufte Gewindespindel (60) ist.
7. Tragflügelprofil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewindesteigung der Gewindespindel zwischen den einzelnen Dreieckselementen unterschiedlich ist und zur hinteren Erstreckung (F) des Tragflügelprofils (1) hin abnimmt.
8. Tragflügelprofil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer Tragflügelprofiltiefe von 1 m der Spindelweg unterhalb von 100 mm, insbesondere

bei 53 mm, liegt,

9. Tragflügelprofil nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die einzelnen Gewindestufen der Gewindespindel kartlanische Zwischen-elemente (70) eingelügt sind, 5
10. Tragflügelprofil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das gleitfähige Hautfeld an der Spitze (F) oder an der Wurzel des Tragflügelprofils festgesetzt ist,
11. Tragflügelprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 10 dadurch gekennzeichnet, daß ein Seilzugsystem (80) als Antriebsmittel oder Aktuator vorgesehen ist.
12. Tragflügelprofil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die biegeflexiblen Längsstrukturen (11) benachbart zu dem einen 15 Hautfeld (10) zugleich als an diesem Hautfeld (10) befestigte Rippenstringer oder Spante (11) ausgebildet sind.
13. Tragflügelprofil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die längenveränderlichen Längsstrukturen (50) benachbart zu dem anderen Hautfeld (20) mit diesem Hautfeld (20) über Roll- oder Gleiteinrichtungen längsverschieblich verbunden sind. 20
14. Tragflügelprofil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die scheibenähnlichen Elemente (30) dreieckförmig sind, wobei die drei Gelenkachsen (36, 37, 38) benachbart zu den drei Ecken des Dreieckes angeordnet sind. 25
15. Tragflügelprofil nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verwölbung des Tragflügelprofils durch Ändern des Steifigkeitsverlaufes des Rippenstringers oder Rippenspantes (11) einstellbar ist, an dem die beiden Ecken des Dreieckselementes angelenkt sind. 30
16. Tragflügelprofil nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß Distanzstücke (82) zum Arrestieren des Seilzugsystems in Einzelbewegungsstufen vorgesehen sind.
17. Tragflügelprofil nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Tragflügelprofil nach oben vorgekrümmt ist und das fest angechlossene Hautfeld das Oberhautfeld (10) ist. 40
18. Tragflügelprofil nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Tragflügelprofil nach oben vorgekrümmt ist und das fest angeschlossene Hautfeld das Unterhautfeld (20) ist. 45
19. Tragflügelprofil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Druckaktuatoren (90) als Antriebsmittel vorgesehen sind, die zwischen den einzelnen Dreieckselementen (30) angeordnet sind. 50
20. Tragflügelprofil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ansteuerung der Dreieckselemente durch Zugaktuatoren geschieht. 55
21. Tragflügelprofil nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Druck- oder Zugaktuatoren reihenweise parallel ansteuerbar und/oder angesteuert sind. 60
22. Tragflügelprofil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hautfelder (10, 20) an der Hinterkante (2) durch Führungselemente so geführt werden, daß bei möglichst geringer Behinderung der Biegeverformung eine kraftschlüss- 65

sige Torsionskoppelung möglich ist,

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen



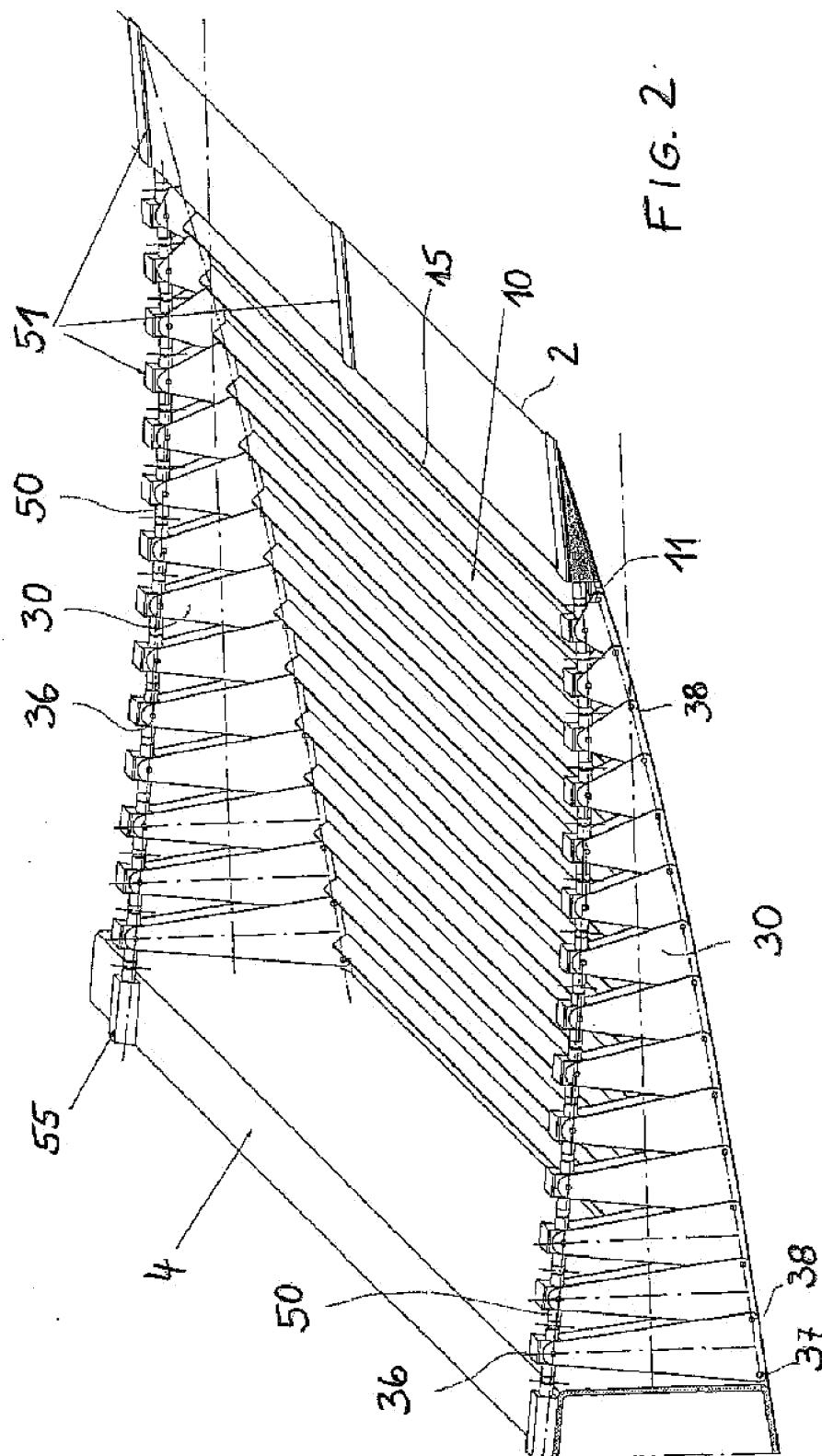


FIG. 2

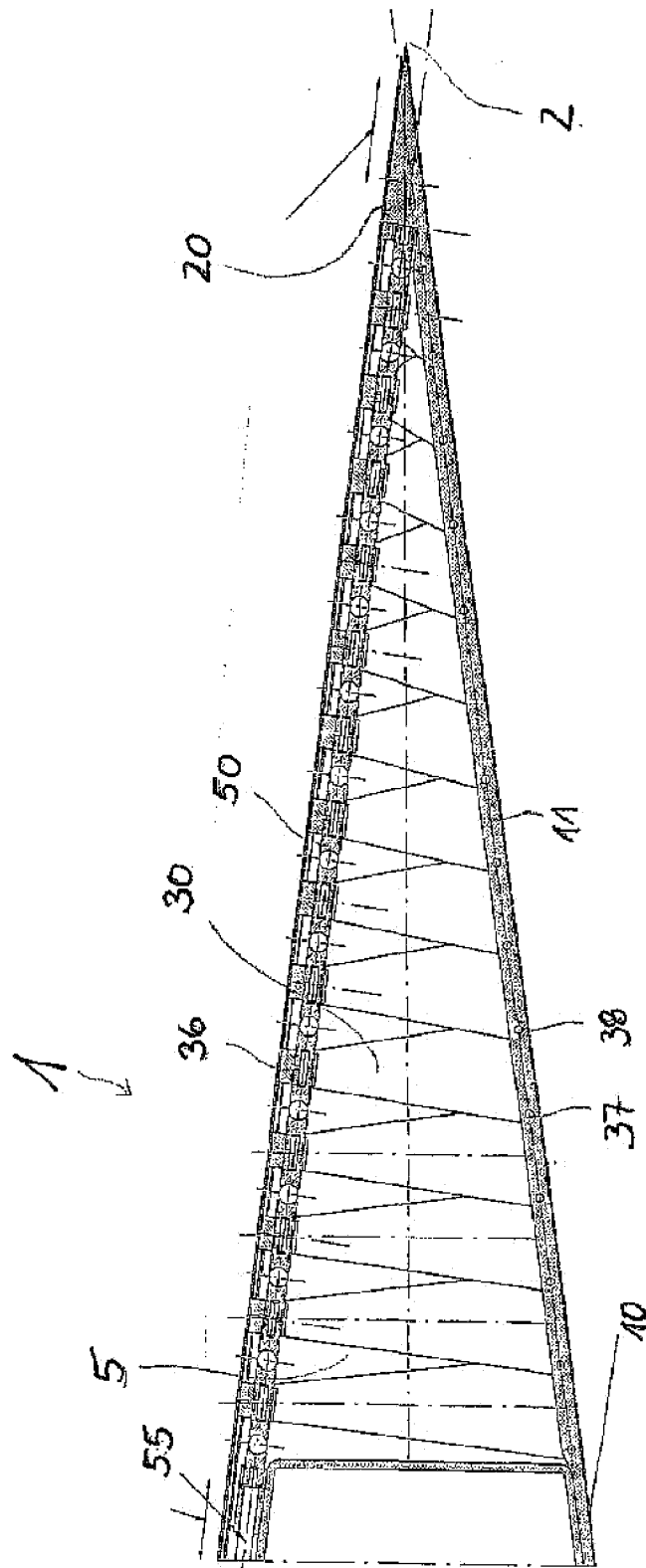


FIG. 3

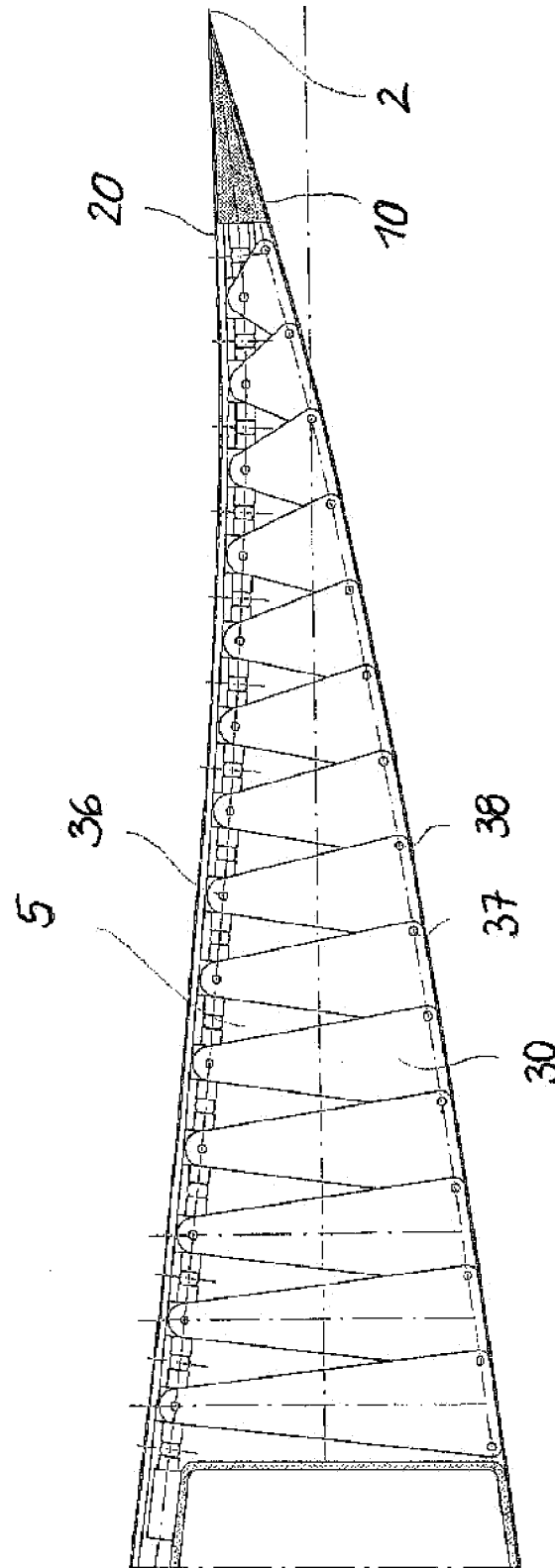


FIG. 4

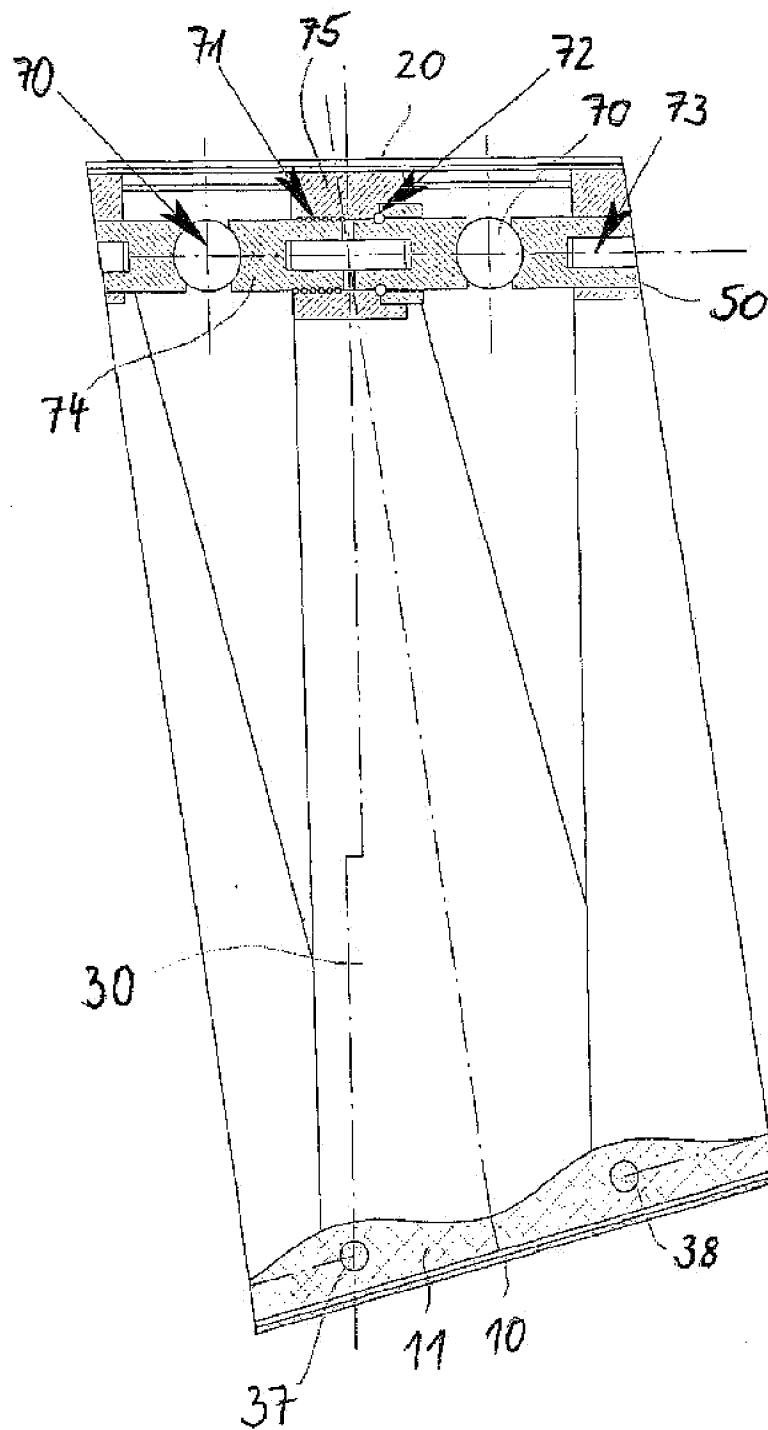


Fig. 5

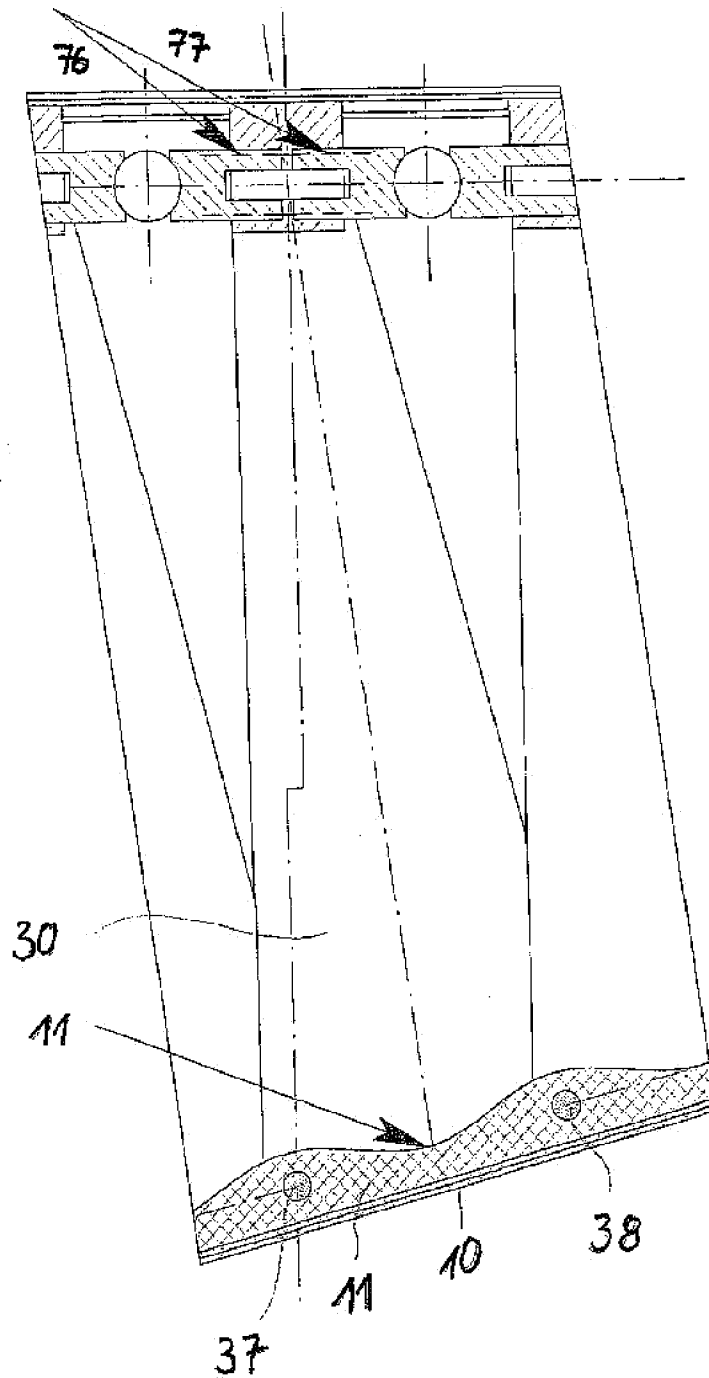


FIG. 6

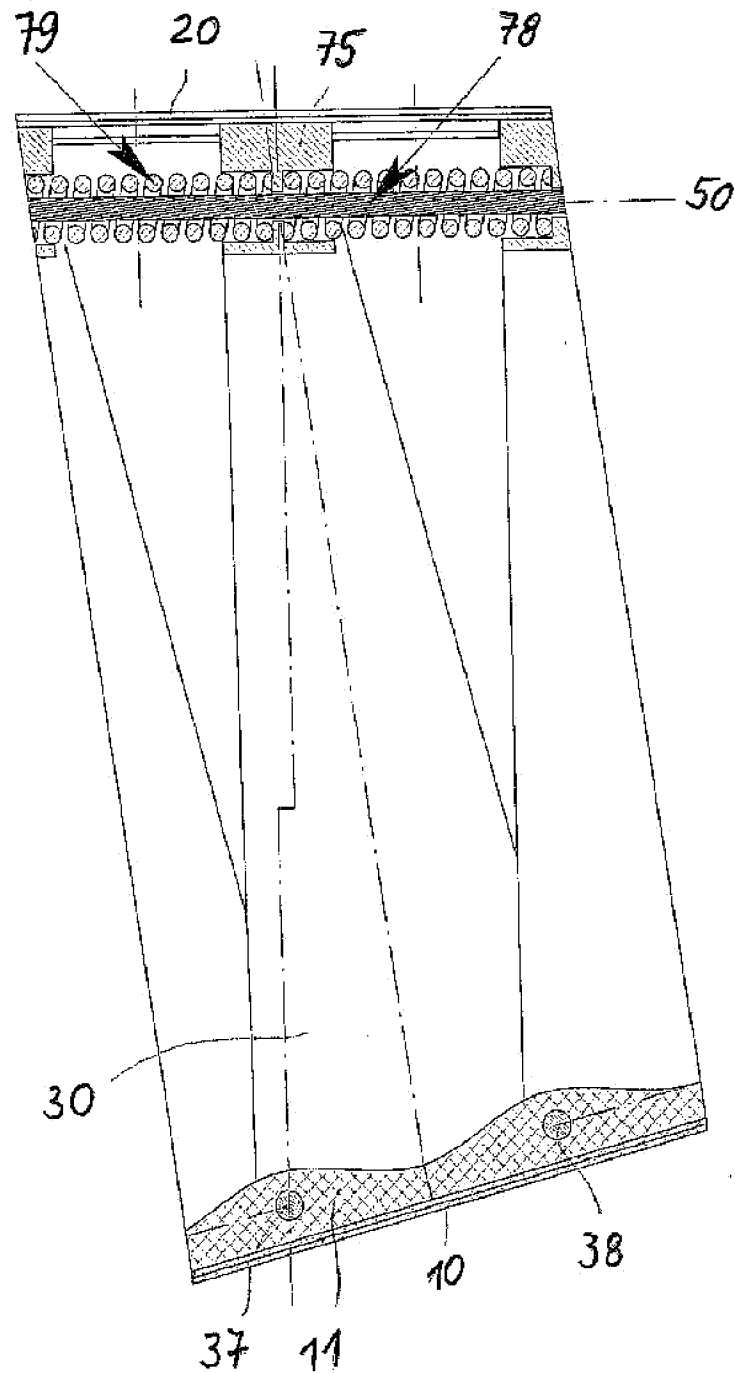
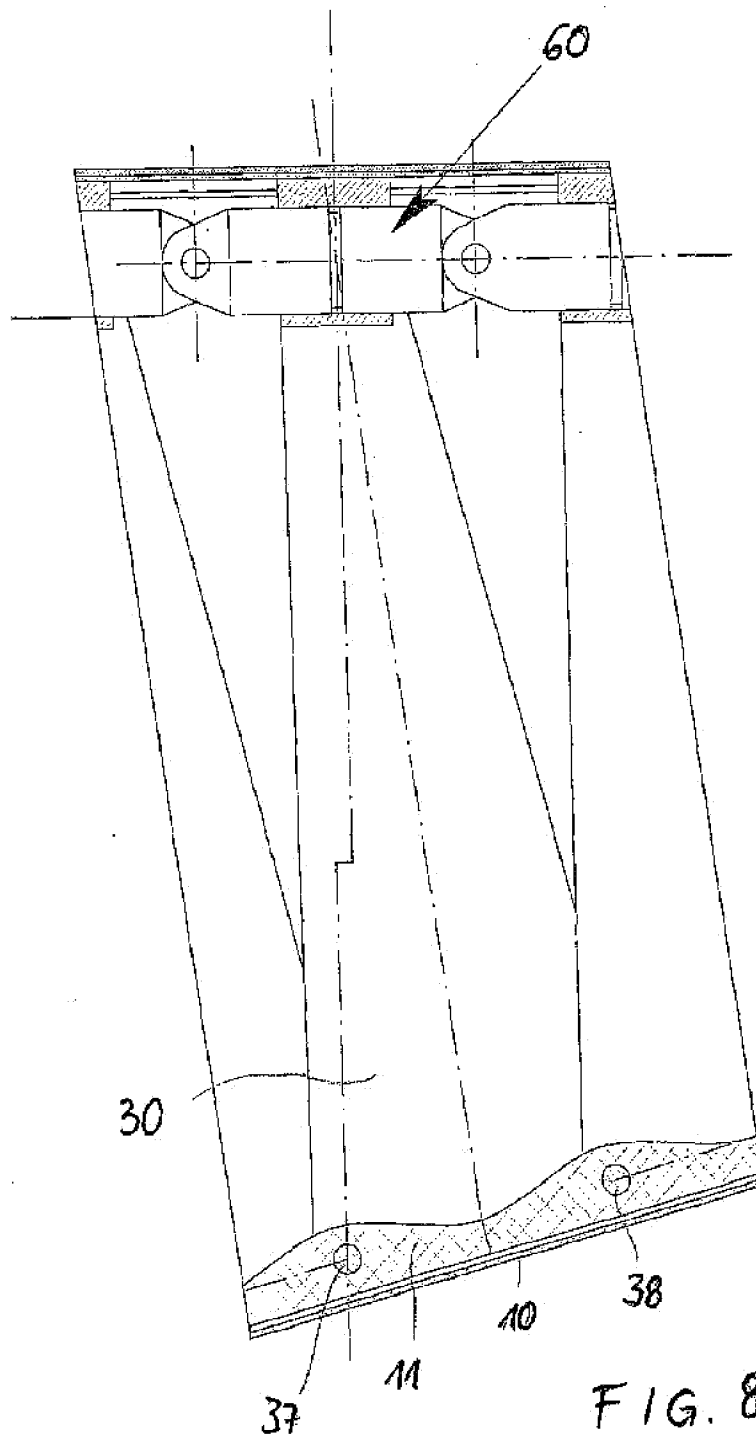
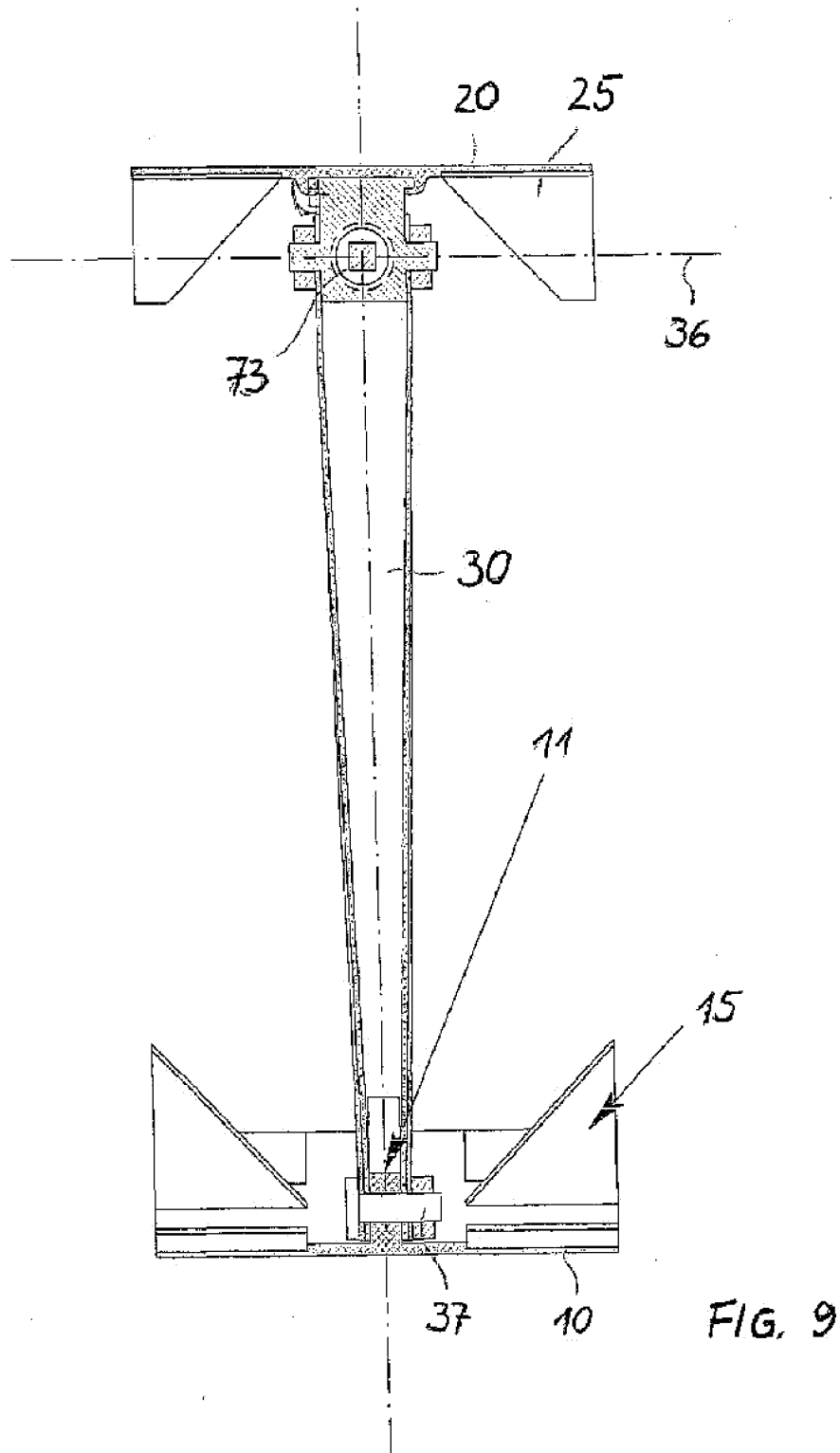


FIG. 7





1

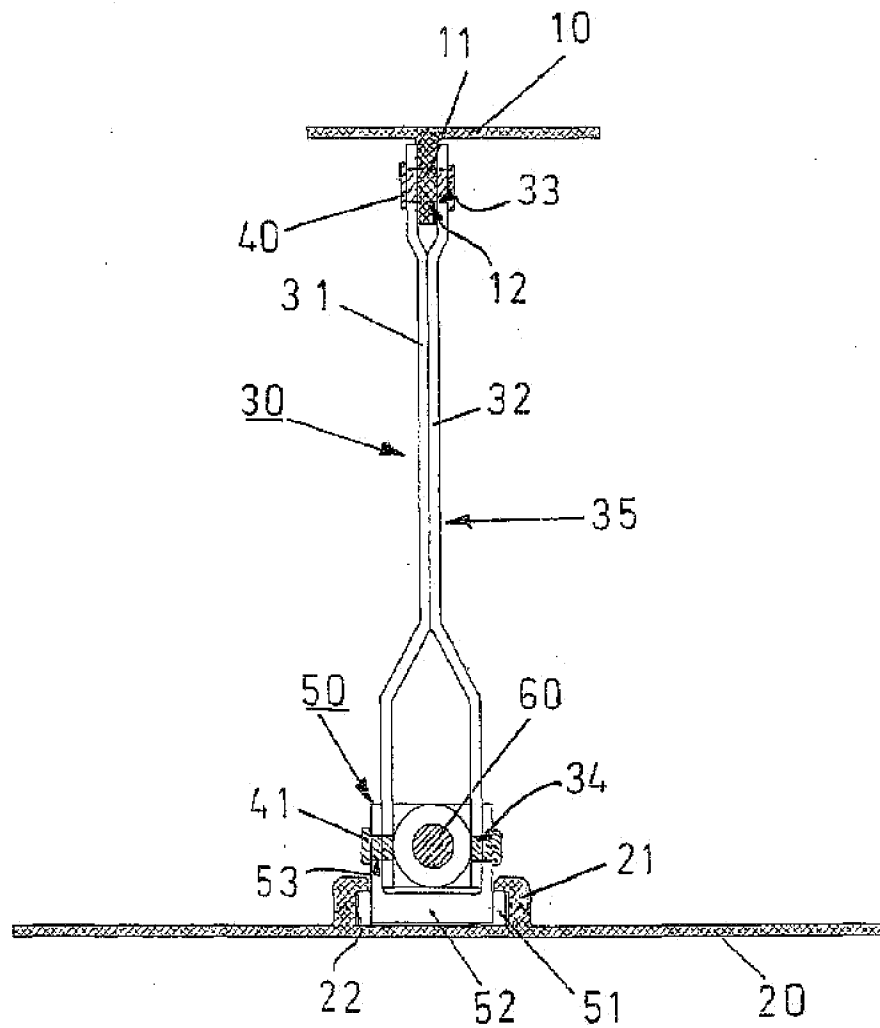


FIG. 10

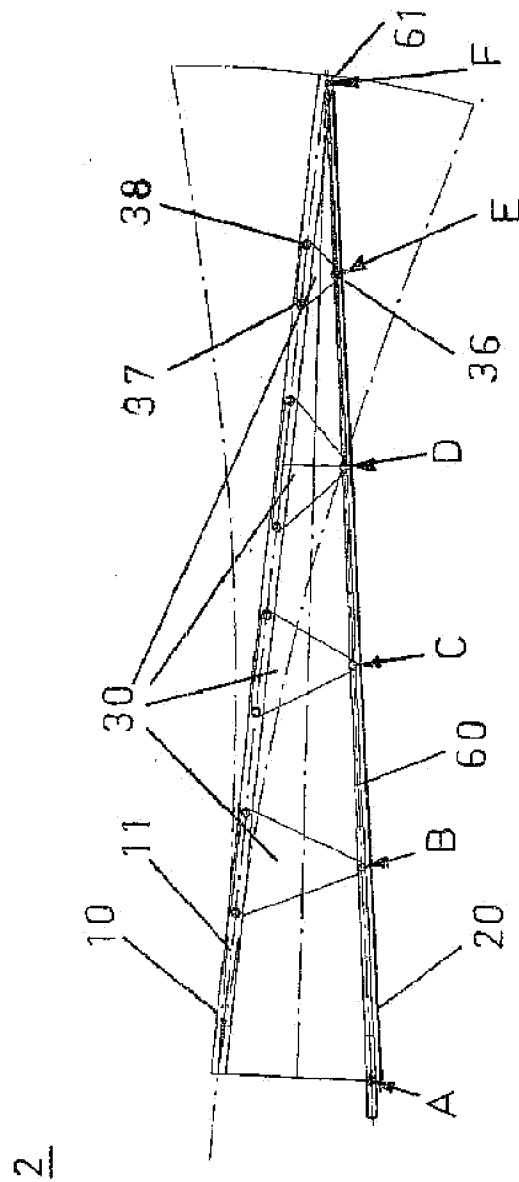
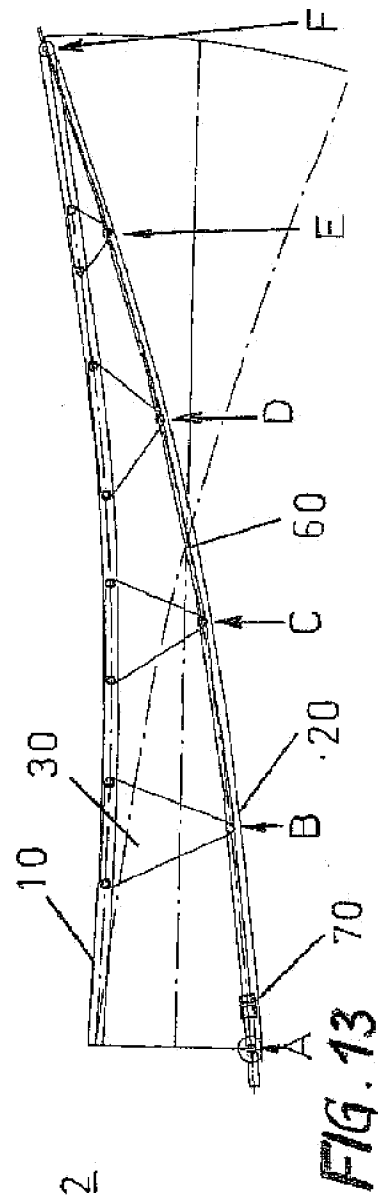
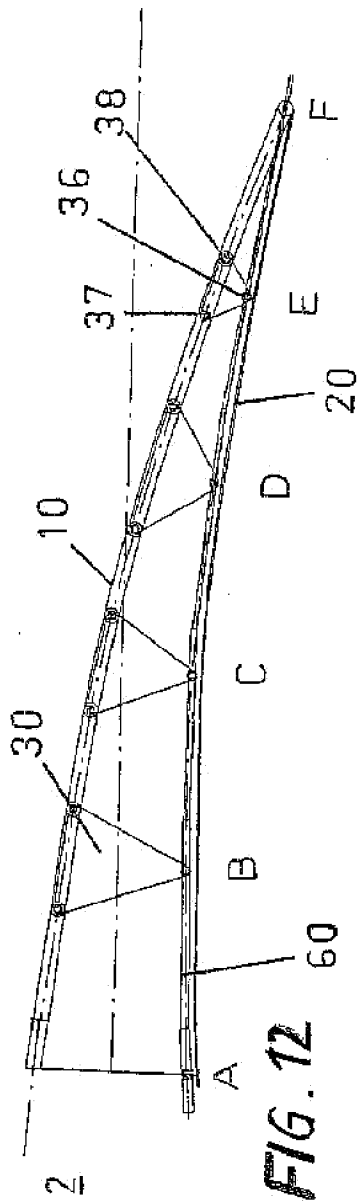
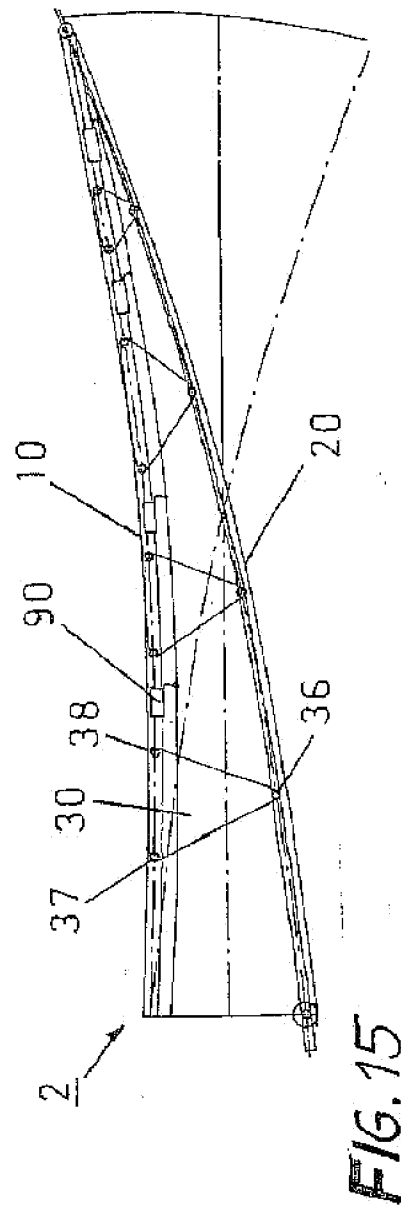
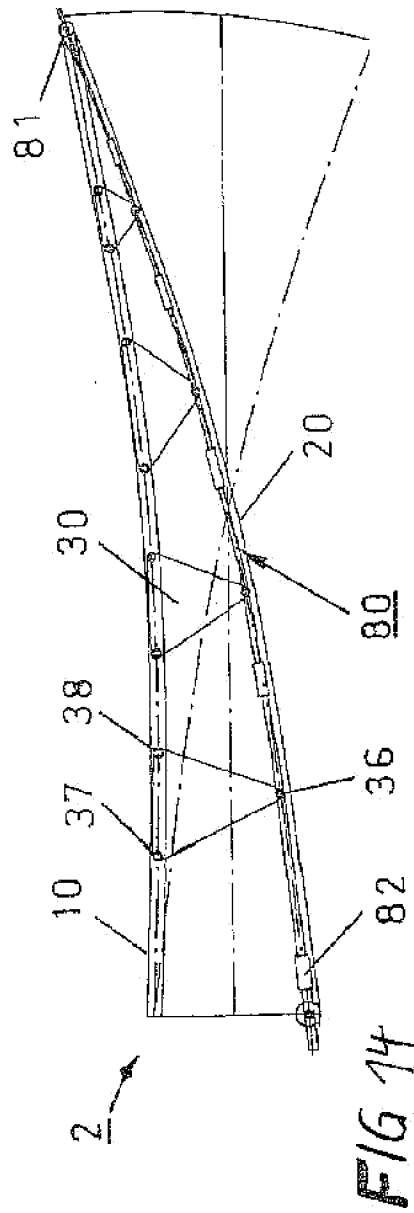


FIG. 11





1

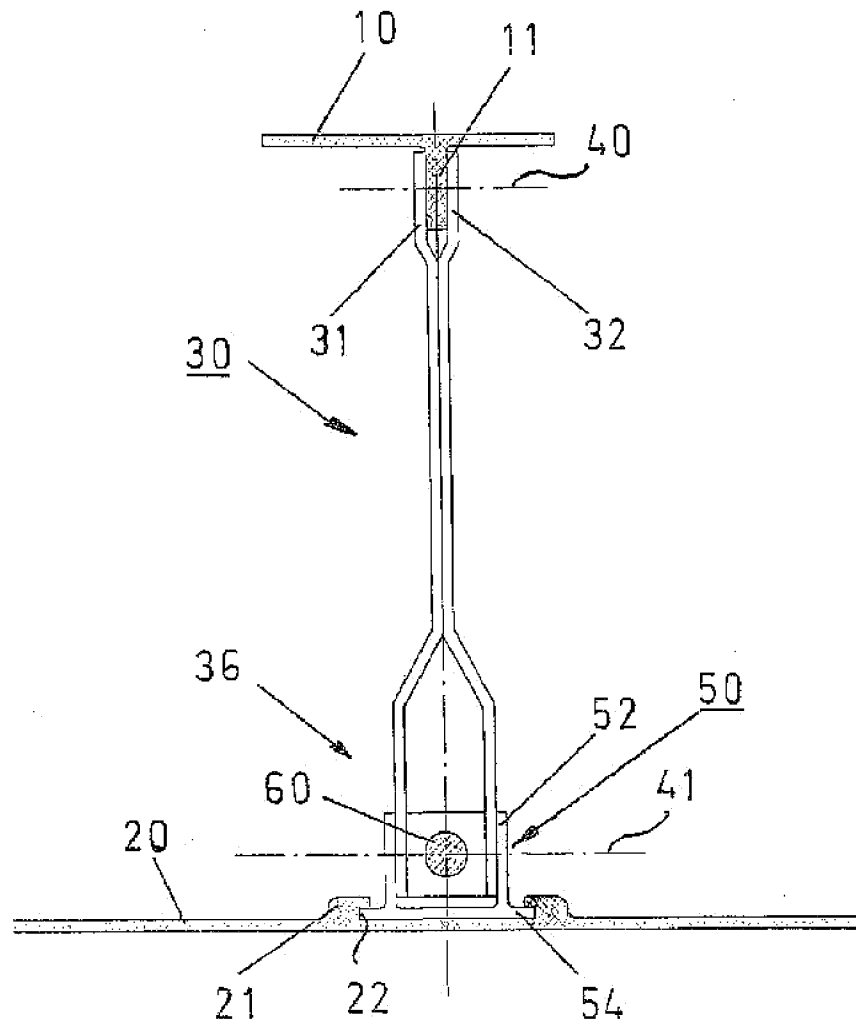


FIG. 16