(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 12 070 T2** 2004.08.05

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 002 717 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 12 070.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 500 146.8**
(96) Europäischer Anmeldetag: **17.08.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.05.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **15.10.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.08.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B64G 1/64**
F16B 2/08, F16F 3/00, F16L 23/04

(30) Unionspriorität:
9802421 **18.11.1998** **ES**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
EADS CASA Espacio, S.L., Madrid, ES

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(72) Erfinder:
Lancho Doncel, Miguel, 28223 Pozuelo de Alarcon (Madrid), ES; Cabrera Revuelta, Enrique, 28040 Madrid, ES; Cespedosa Castan, Fernando, 28010 Madrid, ES

(54) Bezeichnung: **Ein System zur Änderung der Steifheits/Dämpfungseigenschaften von Strukturverbindungen**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Fachgebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Fachgebiet von Strukturverbindungen und betrifft insbesondere ein System, das ermöglicht, die Merkmale einer Strukturverbindung ansprechend auf einen Steuerbefehl abhängig von den unter einer bestimmten Voraussetzung geforderten Bedürfnissen zu verändern.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Der Bedarf, die strukturellen Eigenschaften einer Verbindung oder Kopplung zwischen zwei Strukturen zum Beispiel zum Zwecke der Dämpfung, Filterung und/oder Zerstreuung mechanischer Erschütterungen, die von einer der verbundenen Strukturen über die andere Verbindungsstruktur induziert werden, zu ändern, um die dynamische Strukturverbindung zwischen ihnen zu ändern, hat zur Entwicklung und Anwendung verschiedener Systeme geführt, von denen jedes für eine spezifische Funktion geeignet ist, wie zum Beispiel: viskoelastische Reibungsenergieableiter, etc., Relativausrichtungsvorrichtungen für Strukturen unter Verwendung elektrischer Motoren, pneumatischer Antriebe und anderer, Verankerungs- und Lösevorrichtungen für diese Strukturen, oder auch zu der spezifischen Konstruktion dieser Strukturen, so daß diese entsprechend dem Verbindungsplan verbinden.

[0003] Von einigen Systemen ist bekannt, daß sie eine sichere und lösbare Befestigung zweier Strukturen erzielen, die unter einer ersten Bedingung ineinandergreifend und steif verbunden sein sollte und die unter mindestens einer zweiten Bedingung in der Lage sein sollten, gelöst zu werden, wobei eine ansprechend auf einen in einem speziellen Moment gesendeten Steuerbefehl von der anderen getrennt wird.

[0004] Insbesondere auf dem Fachgebiet der Raumfahrttechnik sind verschiedene Systeme bekannt, um ein Trägerfahrzeug und eine Nutzlast (zum Beispiel einen Satelliten) bis zum Eintritt in eine vorgesehene Umlaufbahn, wenn die steife Verbindung zwischen beiden Strukturen bricht, was die Trennung der Nutzlast von dem Fahrzeug ermöglicht, miteinander zu verhaken.

[0005] Als ein Beispiel für den bisherigen Stand der Technik kann die eigene europäische Patentanmeldung des Anmelders, veröffentlicht mit der Nummer 0 768 241, erwähnt werden, in der ein Satellitenbefestigungs- und Trennsystem geschützt wird. Die in dieser Anmeldung beschriebene Aufgabe der Erfindung ist es, die Befestigung des Satelliten an der Satellitenträgerrakete und seine Loslösung beim Eintritt in die Umlaufbahn zu vereinfachen. Diese Aufgabe wird erfüllt mit Hilfe eines Befestigungsbestandteils, der an den oberen Ring des Anpaßstücks der Trägerrakete geschraubt wird, eines Zugstreifens, der aus einem zweiteiligen Metallband besteht, und gekrümmten Metallteilen, um den an ihrem oberen Teil ruhenden Satelliten auf dem unteren Ring des letzteren zu befestigen, wobei sie ihn umgeben und dagegen drücken.

[0006] Ebenso offenbart US-A-3 737 117, das auf ein Raumfahrt-Ankopplungssystem anwendbar ist, zwei konische Strukturen, wobei eine aus einem Kopplungsbehälter in einem der Fahrzeuge und die andere in der Form eines konischen Vorsprungs in einem zweiten Fahrzeug besteht. Wenn beide konischen Ankopplungsstrukturen aneinander koppeln, bleiben sie ineinander verhakt, wobei die Kopplungsenergie von Druckgas absorbiert wird, das in einem dichten Abteil enthalten ist, dessen äußerer Teil der konische Behälter des ersten Fahrzeugs ist. Den Rückstoßkräften wirken eine Vielzahl von Stellzylindern entgegen, welche den konischen Behälter halten.

[0007] Die französische Patentanmeldung Nr. 8 122 144 vom 26.11.1981 schützt ein Befestigungs- und Lösesystem, das die vorübergehende Verbindung zwischen zwei Teilen, eines mobil, das andere ortsfest, ermöglicht, die während ihrer spezifischen Verwendung getrennt werden müssen. Das System ermöglicht, daß beide Teile zu einem gegebenen Zeitpunkt in einer vorbestimmten Position sperren, um in einen gelösten Zustand überzugehen, in dem ein mobiler Träger und eine Klammer in einer zurückgezogenen Position sind und das Mobilteil loslassen. Das System ist insbesondere auf das Gebiet der Raumfahrttechnik anwendbar.

[0008] US-A-3 564 564 betrifft eine Verhakungseinrichtung, um Kopplungsringe in Raumfahrzeugen zu befestigen. Sie weist einen Befestigungshaken auf, der mit einer Energiespeicheranordnung, wie etwa einer Feder, verbunden ist, und einen Griff der Anordnung, der gleichzeitig den Haken löst und Energie in der Anordnung speichert. Sie weist auch Auslöseeinrichtungen auf, um den Haken geeignet zu positionieren und ihn in der montierten Position zu halten, bis er zum richtigen Zeitpunkt gelöst wird.

[0009] EP 0 402 263 „Temporary Joint Device, Especially for an Artificial Satellite Appendix and Release Procedure of said Joint" beschreibt eine Befestigungsvorrichtung, die eine mechanische Haltespannung auf die zu verbindenden Bestandteile anwenden kann, und Lösevorrichtungen, deren thermische Leistung diese mechanische Spannung beseitigt und eine Trennung herbeiführt, welche eine relative Bewegung zwischen den Bestandteilen ermöglicht, deren Lösevorrichtungen ein Element enthalten, das aus einem Material mit Formgedächtnis gefertigt ist und das mit der Befestigungsvorrichtung zusammenwirkt.

[0010] Schließlich wird in der europäischen Patentnummer 0 469 939, „Linking Device Between Two Objects by Several Fastening Points" offenbart, daß eines der Objekte mobile Bajonetteile hat, die durch

Verbindungsstangen verbunden sind, um sie gleichzeitig zu steuern. Das andere Objekt hat feste Bajonetteile. Die Vorrichtung arbeitet in zwei Stufen, eine erste Phase stellt mit Hilfe der Bajonetteile die Verbindung her und die zweite Phase die Anpassung von Keilen.

[0011] Die Bajonette dürfen sich nur drehen, wenn die Wirkung eines Sperrsystems unterbrochen ist.

[0012] Wie bereits erwähnt, offenbaren alle diese Dokumente verschiedene Befestigungs- und/oder Lösevorrichtungen für eine Verbindung, welche ermöglichen, daß zwei Strukturen bis zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer ineinandergreifenden Weise miteinander verbunden werden, zu dem diese Verbindung unterbrochen wird, um diese Strukturen zu trennen oder umgekehrt. Das übliche Verfahren, um diese Verbindung zwischen den Strukturen zu durchtrennen, ist mindestens eine pyrotechnische Ladung zu betätigen oder die ineinandergreifenden Verbindungen auf andere Weise zu durchbrechen.

[0013] Also sind bei den Verbindungen der bekannten Technik keine Vorrichtungen vorgesehen, um die Erschütterungen oder Schwingungen, die in einer der verbundenen Strukturen auf die andere Struktur übertragen werden, zu verhindern, so daß die letztere mechanisch beeinflußt werden kann, was zum Beispiel auf dem Gebiet der Raumfahrzeuge, wo beträchtliche Stöße oder Schwingungen erzeugt werden, wenn die Trennung der verschiedenen Fahrzeugphasen im allgemeinen durch pyrotechnische Verfahren eintritt, sehr wichtig ist. Diese Stöße und Schwingungen werden durch die bis jetzt verwendeten Verbindungen direkt an die transportierte empfindliche Nutzlast (z. B. den Satelliten) übertragen.

[0014] In dem bisher erwähnten Stand der Technik wird das durch diese Stöße oder Schwingungen dargestellte Problem nicht behandelt, obwohl diese die freigegebene Struktur stark beeinträchtigen können.

Zusammenfassung der Erfindung

[0015] Im allgemeinen ermöglicht das System der Erfindung, daß zwei Strukturen mit Hilfe der Einfügung einer mindestens einen Verbindungsabschnitt aufweisenden dritten Struktur dazwischen miteinander verbunden werden, wobei diese Strukturen wegen der Vorspannung, die von mindestens einem mechanisch um den Umfang fest gezogenen metallischen Band angelegt wird, sicher verbunden bleiben, wobei das Band enthält: mehrere erste Bestandteile zur Änderung der Steifheit, welche zwischen der ersten der Strukturen und dem mindestens einen Verbindungsabschnitt der dritten Zwischenstruktur verbunden werden, und mehrere zweite Bestandteile zur Änderung der Steifheit, welche die miteinander zu verbindenden Strukturen verbinden und den mindestens einen Verbindungsabschnitt der dritten Zwischenstruktur freilassen.

[0016] Außerdem ermöglicht das erfindungsgemäße System auch, daß andere Funktionen ausgeführt werden, die von den bisher bekannten Verbindungssystemen nach bisherigem Stand der Technik nicht ausgeführt werden könnten. Zum Beispiel ist es mit Hilfe seiner körperlichen Einheit möglich, eine vorübergehende Änderung der Steifheit der erwähnten Verbindung zu erzielen, um die dynamische strukturelle Verbindungsänderung zwischen den miteinander verbundenen Strukturen bereitzustellen, um zum Beispiel das Flugsteuerungsgesetz eines Raumfahrzeugträgers zu ändern, oder es kann eine Änderung der Verbindungsgeometrie vorgenommen werden mit dem Zweck, zum Beispiel im Falle des Faltens und Anvisierens von Antennen oder, wenn es notwendig ist, Satellitenkonstellationen zu trennen, eine neue Ausrichtung zwischen den beiden verbundenen Strukturen zu erzielen.

[0017] Die Erfindung kann auch Anwendung finden, wenn es notwendig ist, thermoplastische Verformungen und die thermischen Verbindungen zwischen den miteinander zu verbindenden Strukturen, wie etwa bei der Montage von Teleskopen und/oder Nutzlasten, die eine erhebliche Entkopplung erfordern, zu lösen oder zu trennen.

[0018] Auch ist es mit Hilfe des Einbaus des erfindungsgemäßen Systems möglich, die Lastübertragung zwischen zwei verbundenen Strukturen durch vorher definierte diskrete Verbindungen zu leiten.

[0019] Diese und andere Aufgaben, die für Fachleute offensichtlich sind, werden mit Hilfe eines Systems wie dem in Anspruch 1 beschriebenen gelöst.

Kurze Beschreibuna der Zeichnungen

[0020] In den Zeichnungen:

[0021] **Fig.** 1 ist ein stark vereinfachtes Diagramm des erfindungsgemäßen Verbindungssystems in seiner einfachsten Ausführungsform.

[0022] **Fig.** 2 ist eine schematische Perspektivansicht der verbundenen Strukturen von **Fig.** 1.

[0023] **Fig.** 3A–C sind Diagrammansichten im Querschnitt, die den Betrieb einer ersten Ausführungsform des Verbindungssystems von **Fig.** 1 darstellen.

[0024] **Fig.** 4A–C sind Diagrammansichten im Querschnitt, die den Betrieb einer zweiten Ausführungsform des Verbindungssystems von **Fig.** 1 darstellen.

[0025] **Fig.** 5A–D sind Diagramme, welche die Übertragung von Spannungen zwischen den zwei mittels des Systems der Erfindung verbundenen Strukturen darstellen.

[0026] Und **Fig.** 6A–E sind Diagramme, die verschiedene Anwendungen des erfindungsgemäßen Verbindungssystems darstellen.

Beschreibuna der bevorzugten Ausführungsform

[0027] Das Folgende bezieht sich auf die beigefügten Zeichnungen, in denen gleichartige Teile in allen Figuren die gleichen Bezugszeichen haben, um eine

bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems zu beschreiben, die als Veranschaulichung auf das Gebiet der Raumfahrttechnologie angewendet wird.

[0028] Daher sind in **Fig.** 1 schematisch gezeigt: der obere Teil **1** einer ersten Struktur, zum Beispiel ein Trägerfahrzeug, und der untere Teil **2** einer zweiten Struktur, zum Beispiel eine aus einem Satelliten oder einem Behälter bestehende Nutzlast **2**, deren mit Flanschen **4**, **4** versehene Verbindungsmündungen **1a**, **2a** mit der eingefügten Zwischenstruktur **3** verbunden sind, welche an beiden Enden mit Flanschen **5**, **5** versehen ist. In diesem spezifischen Fall wird, nachdem dies der üblichere Fall ist, überlegt, daß beide zu verbindenden Strukturen **1** und **2** Rotationskörper sind, wenngleich Fachleute ohne weiteres erfassen, daß die Erfindung auf Strukturen mit jedem anderen Querschnittaufbau anwendbar ist.

[0029] Das Ineinandergreifen der Strukturen **1**, **2** und **3**, um eine Anordnung mit den notwendigen mechanischen Merkmalen zu bilden, kann zum Beispiel erreicht werden, indem einige Zugbänder **6** um die Flansche oder die Anpassungsringe **4**, **5** (siehe **Fig.** 2) herum angeordnet werden, wie zum Beispiel in den spanischen Patentanmeldungen mit den Nummern 9 501 994 und 9 702 028 unter dem Namen des Anmelders, deren Beschreibung hier per Referenz eingebunden ist. Die genannten metallischen Zugbänder **6** legen eine Vorspannung an, was die notwendigen Verbindungsspannungen liefert.

[0030] Jedoch kann jede andere auf dem Fachgebiet bereits bekannte Verbindungsart zu diesem Zweck verwendet werden.

[0031] Weiter unten wird ein Verbindungssystem, das aus drei im allgemeinen zylinderförmigen Strukturen und zwei Zugbändern besteht, betrachtet, um die Beschreibung zu vereinfachen.

[0032] Im Inneren werden zumindest mehrere erste die Steifheit verändernde Verbindungsbestandteile **7** vorgesehen, welche jeweils an ihren Enden mit der Innenseite der unteren Struktur **1** und der Innenseite des Verbindungsabschnitts verbunden sind, der die Zwischenstruktur **3** bildet. Außerdem können zwischen der erwähnten Innenseite der Zwischenstruktur **3** und der Innenseite der oberen Struktur **2** mehrere zweite Verbindungsbestandteile **7** vorgesehen werden. Die Anzahl, mit der die Bestandteile **7** vorgesehen werden, ebenso wie ihre mechanischen Merkmale werden sowohl bei den mehreren ersten als auch bei den mehreren zweiten Bestandteilen in jedem Fall durch die spezifische Anwendung vorgegeben.

[0033] Ebenfalls können im Inneren jeder Verbindung auch mehrere Verbindungsbestandteile **8** zur Änderung der Steifheit vorgesehen werden, die an ihren Enden jeweils mit der Innenseite der Strukturen **1** und **2** verbunden sind und die Zwischenstruktur **3** freilassen. Sowohl die Anzahl als auch die mechanischen Merkmale dieser Bestandteile **8** hängen ebenso von jeder spezifischen Anwendung ab.

[0034] Die genannten Bestandteile **7** und **8** zur Änderung der Steifheit stellen bistabile Bestandteile bereit, die von dem kritischen oder Euler-Lastkonzept profitieren. Jeder dieser bistabilen Bestandteile basiert auf dem Verhalten eines Bands, das zwei Zustände annehmen kann: einen ersten instabilen Zustand, in dem eine Biegung bis zum Überschreiten der kritischen Last auferlegt wurde (in **Fig.** 2 dargestellter Zustand), und einen zweiten stabilen oder Ruhezustand, in dem diese Last nicht überschritten wurde und in dem dieser Bestandteil seine ursprüngliche Länge wieder erlangt.

[0035] Ebenso tragen die erwähnten Bestandteile **7** und **8** die von dem erfindungsgemäßen System geforderten Eigenschaften bei und erfüllen die Steifheitsfunktionen, betätigen getrennte ineinander greifende Strukturen, liefern dynamische Dämpfung, thermische Isolierung und die Fähigkeit, die Verbindungsgeometrie zu ändern.

[0036] Weiter unten wird Bezug auf **Fig.** 3A–C und 5A–C genommen, um den Betrieb einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verbindungssystems zu erklären.

[0037] **Fig.** 3A zeigt schematisch den Anfangszustand, in dem beide Strukturen **1** und **2** mit Hilfe der dritten Struktur **3** durch die Verbindung der zwei Ringe **6** mit den Flanschpaaren **4**, **5** steif verbunden sind. In dieser Figur sind gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung die Bestandteile **7** und **8** zur Änderung der Steifheit in ihrem ersten instabilen Zustand als idealisierte bistabile lineare Anordnungen gezeigt, wobei die Befestigungspositionen der Bestandteile **7** und **8** an den Innenseiten der Strukturen **1** und **2** mit der Nummer **9** und die Befestigungsposition eines Bestandteils **7** an der Innenseite der Zwischenstruktur **3** mit **10** bezeichnet sind. Einige ideale Verbindungspositionen für diese Bestandteile **7** und **8** sind mit der Nummer 11 bezeichnet.

[0038] Dieser erste Zustand ist auch in **Fig.** 5A gezeigt, wo ein dicker Pfeil den direkten Weg zeigt, entlang dem die in einer der Verbindungsstrukturen induzierten Lasten auf die Struktur übertragen werden, die auf der anderen Seite der ersteren angeordnet ist. Diese Anfangskonfiguration ist zum Beispiel gültig, um induzierte Lasten zu halten, und stellt die berichteten strukturellen Eigenschaften zur Verfügung.

[0039] Nun lenken wir unsere Aufmerksamkeit auf **Fig.** 3B und 5B, wobei der von den verbundenen Strukturen angenommene Zustand und der der Verbindung nach dem Bruch eines der Zugbänder **6**, zum Beispiel desjenigen, das die untere Struktur **1** und die Zwischenstruktur **3** verbunden hält, gezeigt ist. Das untere Band **6** wurde von den Flanschen **4**, **5** auf eine auf dem Fachgebiet bekannte Weise getrennt, die in dieser Beschreibung nicht im Detail beschreiben wird und die ermöglicht, daß die Wirkung der bistabilen Bestandteile **7** nach Wiedererlangung ihres Ruhezustands die Flansche **4** und **5** trennt. In **Fig.** 5B ist der Weg, dem eine über die verbundenen Strukturen übertragene Last dann folgt, zu sehen (di-

cker Pfeil).

[0040] Auf diese Weise werden die strukturellen Eigenschaften in dieser Phase durch den neuen Lastübertragungsweg bestimmt, der seinerseits durch neue gemäß der Anwendung vorbestimmte Strukturverbindungen definiert wird. Gewöhnlich werden die Dimensionierung und die Anzahl der Bestandteile **7**, welche dann die Zwischenverbindungen mit größerer Steifheit zwischen der Struktur **1** und dem Satz von Strukturen **3** und **2** ausmachen, ausgewählt, um geringere Strukturmerkmale (geringere Steifheit) als die der früher definierten Referenzen zu erhalten.

[0041] Schließlich wird Bezug auf **Fig.** 3C und 5C der Zeichnungen genommen. In ihnen sind jeweils der Zustand, den die mit Hilfe des erfindungsgemäßen Systems verbundenen Strukturen annehmen würden, und der neue Lastübertragungsweg gezeigt, wenn es nach der Trennung von den Strukturen **1** und **3** notwendig wäre, strukturelle Merkmale mit einem größeren Betrag wiederzuerlangen. Dies würde erreicht, indem die Trennung des zweiten Bands **6** veranlaßt würde, so daß die bistabilen Bestandteile **8** ihren Ruhzustand wiedererlangen müßten und die Strukturen **3** und **2** betätigten, um sie zu trennen.

[0042] Dann wären die bistabilen Bestandteile **8** mit stärkeren Strukturmerkmalen (größerer Steifheit) als die Bestandteile **7** die Bestandteile, die von da ab die Funktion der endgültigen Verbindung zwischen den Strukturen **1** und **2** erfüllen würden. In der genannten **Fig.** 5C kann die Verbindungsbeziehung, in der die Strukturen **1**, **2**, **3** bleiben würden, ebenso wie der neue Übertragungsweg der Lasten zwischen den Strukturen **1** und **2** bestätigt werden.

[0043] Andererseits kann in **Fig.** 4A–C, 5A, 5B und 5D der Betrieb einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung betrachtet werden, gemäß derer die größten Bänder **8** vermieden werden und sie durch einen zweiten Satz von Bändern **7'** ersetzt werden. In diesem Fall zeigt die Entsprechung zwischen **Fig.** 4A und 5A, 4B und 5B und 4C und 5D die verschiedenen Spannungsübertragungswege zwischen den verbundenen Strukturen, die wie bisher von der Reihenfolge des Lösens der Zugringe abhängen, welche die gleiche ist wie für die erste Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

[0044] Die bevorzugte Anwendung der Erfindung ist ein Dämpfungssystem für Erschütterungen, die durch die pyrotechnische Trennung der Stufen eines Trägerfahrzeugs induziert werden, das geeignet ist, einen Satelliten in einer Umlaufbahn zu plazieren, das aus drei Zylindern **1**, **2**, **3** besteht, die verbunden sind mit Hilfe von zwei Zugbändern **6**, einer ersten Anordnung aus bistabilen Bestandteilen **7** zur Änderung der Steifheit, zum Beispiel in einer Anzahl drei, welche den Zwischen- und den unteren Zylinder **2**, **3** verbinden, und einem zweiten Satz bistabiler Bestandteile **8** zum Ändern der Steifheit, welche den unteren und den oberen Zylinder **1**, **2** verbinden, und das wie folgt arbeitet.

[0045] Während des Starts und des Flugs, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem eine erste Stufe sich selbst von dem Trägerfahrzeug lösen muß, bleiben die sechs Bestandteile **7**, **8** zur Änderung der Steifheit in einem instabilen Zustand, wobei alle Strukturen durch die Zugbänder **6** und die Anordnung, welche die Referenzstrukturmerkmale aufrecht erhält, direkt verbunden sind.

[0046] Nach Empfang des entsprechenden Befehls löst sich das untere Band, was dann die Flansche der verbundenen Strukturen **1**, **3** frei läßt; in diesem Moment wechselt die Anordnung **7** bistabiler Bestandteile in eine stabile Ruheposition, weshalb eine erste Änderung der Strukturmerkmale bewirkt wird, welche geringer als die der Referenz (geringere Steifheit) werden. In diesem Zustand geringerer Steifheit der Verbindung zwischen Propeller und Nutzlast werden die Auswirkungen des durch die pyrotechnische Trennung einer Startstufe erzeugten Stoßes auf letztere auf ein Minimum verringert.

[0047] Wenn diese Trennung einmal hergestellt ist, kann es notwendig sein, einige Strukturmerkmale (Steifheit) zumindest teilweise näher an der Referenz wieder herzustellen, bei denen nach Übertragen in der entsprechenden Reihenfolge die Trennung des zweiten oberen Bands **6** hergestellt wird, wobei die Flansche **4**, **5** der Zwischen- und der oberen Struktur **3**, **2** gelöst werden. Wenn dies stattfindet, nehmen die bistabilen Bestandteile **8** ihre stabile Ruheposition ein und erlangen folglich einen Teil der in dem vorhergehenden Arbeitsschritt verlorenen Steifheit wieder.

[0048] Schließlich Bezug nehmend auf **Fig.** 6A bis 6E sind einige Anwendungen des erfindungsgemäßen Systems dargestellt, wobei 6A seine Anwendung als eine Dämpfungsstruktur zeigt, die einen gemäß den Pfeilen CH angewandten Stoß filtert; **Fig.** 6B seine Anwendung als eine Filterstruktur mit einer veränderbaren Steifheit/Dämpfung zeigt, während **Fig.** 6C ein Verwendungsschema des erfindungsgemäßen Systems als eine Struktur mit veränderbarer Geometrie ist, welche die Änderung der Anhebung einer der verbundenen Strukturen zum Beispiel durch einen Winkel θ, erlaubt, und in **Fig.** 6E ermöglicht die spezifische Anordnung der Verbindungsbestandteile **7**, **8** den Durchgang von Lasten, die zwischen beiden Strukturen gelenkt werden sollen.

[0049] Die verbleibende **Fig.** 6D betrachtend ist eine Ausführungsformvariante des erfindungsgemäßen Systems gezeigt, wobei das Zwischenverbindungselement **3** durch eine balgartige Struktur ersetzt wurde, die den Zweck erfüllt, der mindestens einen der mehreren Verbindungsbestandteile **7** anvertraut wurde, um eine stetige/unstetige Verbindung zwischen den beiden verbundenen Strukturen bereitzustellen.

[0050] Wie bestätigt werden kann, stellt die Erfindung ein System zur Verfügung, welches das Erzielen einer aktiven oder „intelligenten" Verbindung zur Verfügung stellt, welche alle funktionellen Fähigkeiten der Systeme nach bisherigem Stand der Technik

vereinigt, während seine praktische Ausführung einfacher ist und in jede Art von Verbindung eingearbeitet werden kann.

Patentansprüche

1. System zur Änderung der Steifheits/Dämpfungseigenschaften von Strukturverbindungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß es aufweist:
– mindestens eine Zwischenverbindungsstruktur (**3**), die geeignet ist, an ihren beiden Seiten zwei zu verbindende Strukturen (**1**, **2**) aufzubringen und aufzunehmen;
– erste und zweite lösbare Sperreinrichtungen (**6**), die geeignet sind, in einem gegenseitig verbindenden Verhältnis eine erste der Strukturen (**1**, **2**) mit einem ersten Teil der Zwischenstruktur (**3**) und die zweite der zwei zu verbindenden Strukturen mit einem zweiten entgegengesetzten Teil der Zwischenstruktur unbeweglich zu machen;
– einen Satz erster verlängerter bistabiler Bestandteile (**7**) mit einem ersten Merkmal des strukturellen Widerstands, die beabstandet um den inneren Umfang der genannten Strukturen und an einem ihrer Enden an der Innenseite der ersten zu verbindenden Struktur (**1**) befestigt sind und die an dem anderen Ende an der Innenseite der Zwischenverbindungsstruktur (**3**) befestigt sind, wobei jedes der ersten bistabilen Bestandteile (**7**) in einem teilweise gebogenen Zustand ist, wenn die erste Struktur aufgrund der Wirkung der ersten lösbaren Sperreinrichtung (**6**) relativ zu der Zwischenstruktur gesperrt ist;
– einen Satz zweiter verlängerter bistabiler Bestandteile (**8**) mit einem zweiten Merkmal des strukturellen Widerstands, der größer als der der ersten bistabilen Bestandteile (**7**) ist, die beabstandet um den inneren Umfang der genannten Strukturen und an einem ihrer Enden an der Innenseite der ersten zu verbindenden Struktur (**1**) befestigt sind und die an dem anderen Ende an der Innenseite der zweiten Struktur (**2**) befestigt sind, wobei jeder der zweiten bistabilen Bestandteile (**8**) in einem teilweise gebogenen Zustand ist, wenn die erste Struktur (**1**) durch die Zwischenstruktur (**3**) und wegen der Wirkung der ersten und zweiten lösbaren Sperreeinrichtung (**8**) in einer verbindenden Beziehung mit der zweiten Struktur (**2**) gesperrt ist, wobei eine Reihe von Strukturreferenzmerkmalen definiert wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Strukturen (**1**, **2**) einen Flanschteil (**4**) in ihren Verbindungsenden zeigen und die Zwischenstruktur (**3**) in ihren beiden Enden einen ähnlichen Verbindungsflansch (**5**) hat, und daß jede der ersten und zweiten lösbaren Sperreinrichtungen (**6**) aus zwei Spannringen besteht, die geeignet sind, am Umfang um die Verbindung jeder der ersten und zweiten Strukturen (**1**, **2**) mit der Zwischenstruktur (**3**) angebracht zu werden, in ihrem Inneren die Flanschteile (**4**, **5**) von benachbarten Strukturen aufweisend.

3. System nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den ersten und zweiten lösbaren Sperreinrichtungen (**6**) Einrichtungen vorgesehen sind, um zu einem vorbestimmten Zeitpunkt deren Sperrbeziehung mit den verbundenen Strukturen zu unterbrechen.

4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechung der genannten Sperrbeziehung in den ersten und/oder zweiten lösbaren Sperreinrichtungen unabhängig hergestellt wird.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Satz bistabiler Bestandteile (**7**) nach Unterbrechen der von der ersten lösbaren Sperreinrichtung (**6**) angebrachten Sperrung die ungebogene Ruheposition wiedererlangt und folglich die einzige Verbindung zwischen der ersten zu verbindenden Struktur (**1**) und der Zwischenverbindungsstruktur (**3**) wird.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten bistabilen Bestandteile in einer ungebogenen Ruheposition weniger Strukturmerkmale haben als die Referenzbestandteile.

7. System nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß, der Satz zweiter bistabiler Bestandteile (**8**), wenn von der zweiten lösbaren Sperreinrichtung (**6**) die Unterbrechung der Sperrung zwischen der Zwischenstruktur (**3**) und der zweiten zu verbindenden Struktur (**2**) herbeigeführt wird, die ungebogene Ruheposition wiedererlangt, und folglich die einzige Verbindung zwischen den ersten und zweiten zu verbindenden Strukturen (**1**, **2**) wird.

8. System nach den Ansprüchen 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten bistabilen Bestandteile (**8**) in einem ungebogenen Ruhezustand bessere Strukturmerkmale als die ersten bistabilen Bestandteile (**7**), aber weniger als die Referenzbestandteile haben.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Verbindungsstruktur aus einer Struktur vom Faltenrohrtyp besteht.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

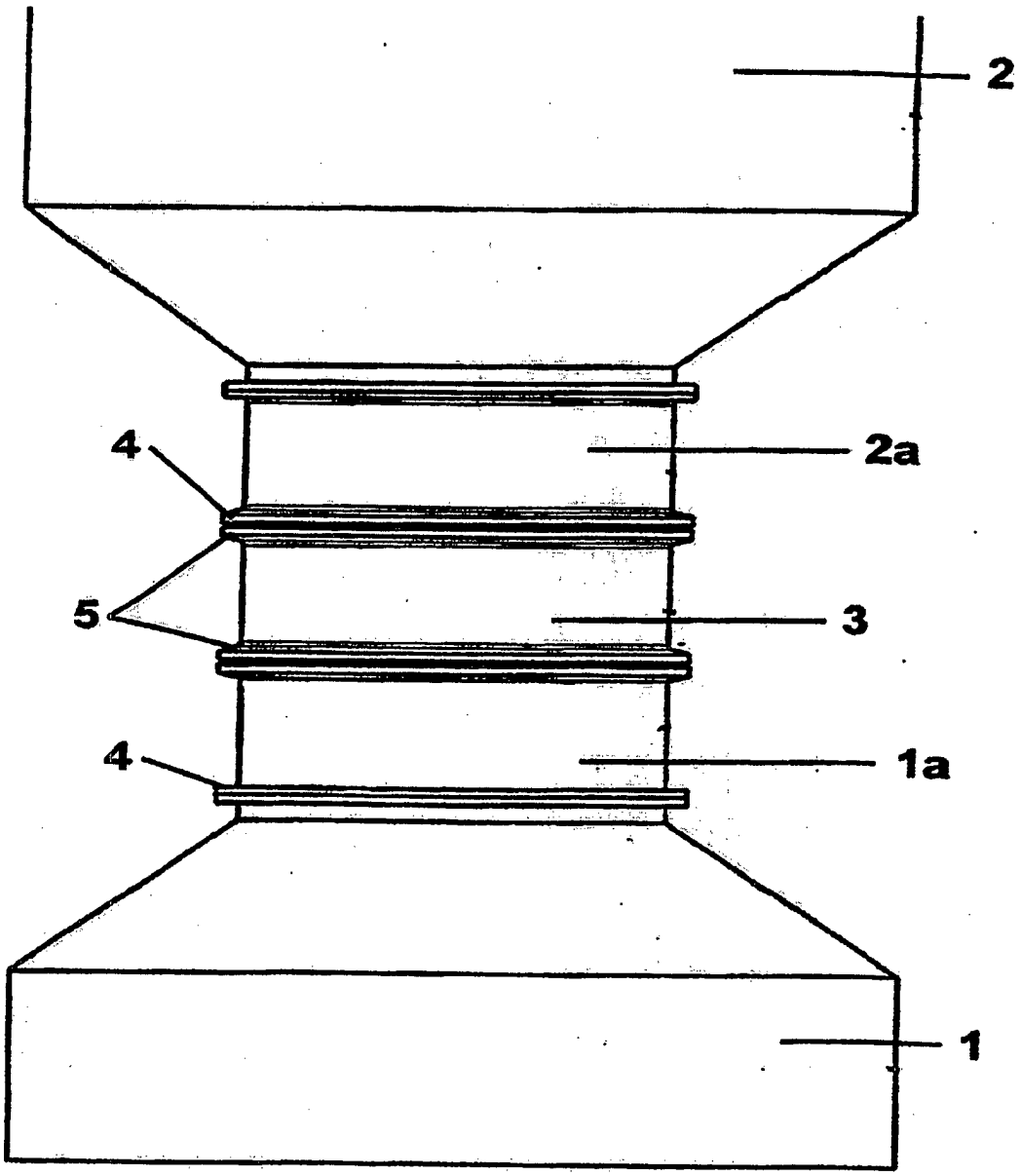


FIG. 1

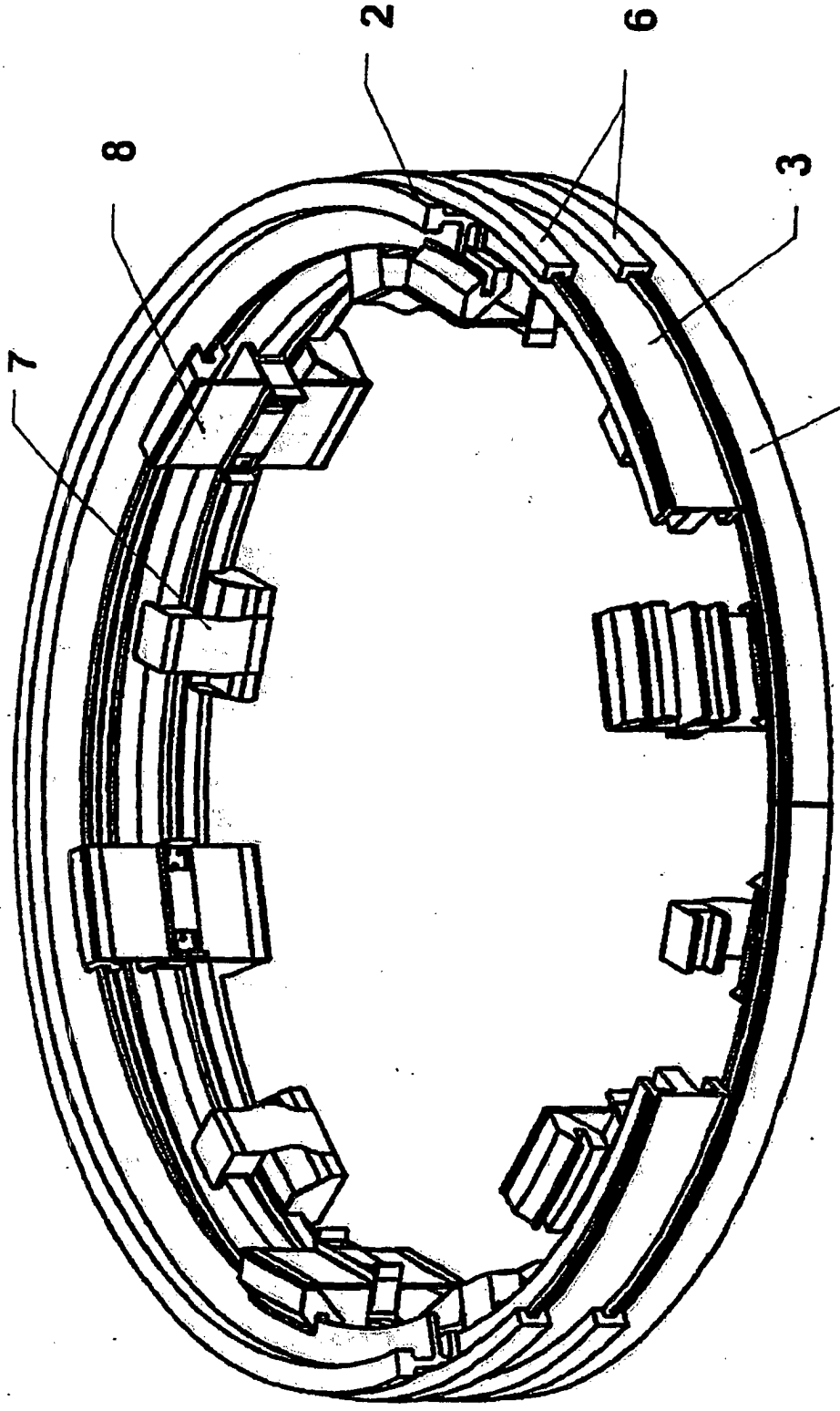


FIG. 2

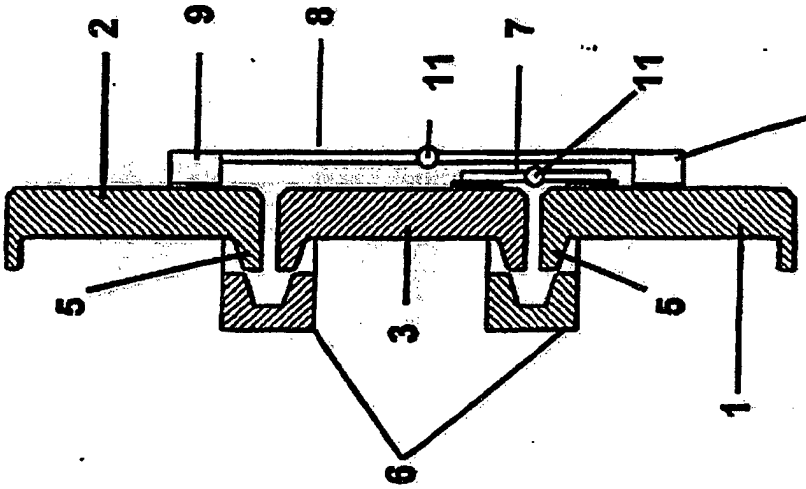


FIG. 3C

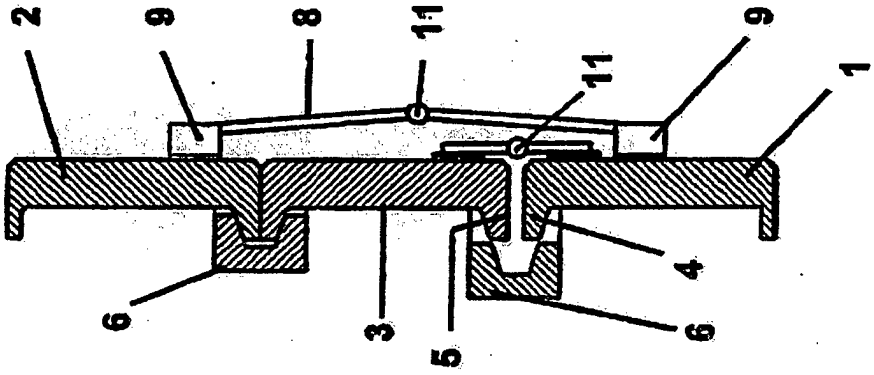


FIG. 3B

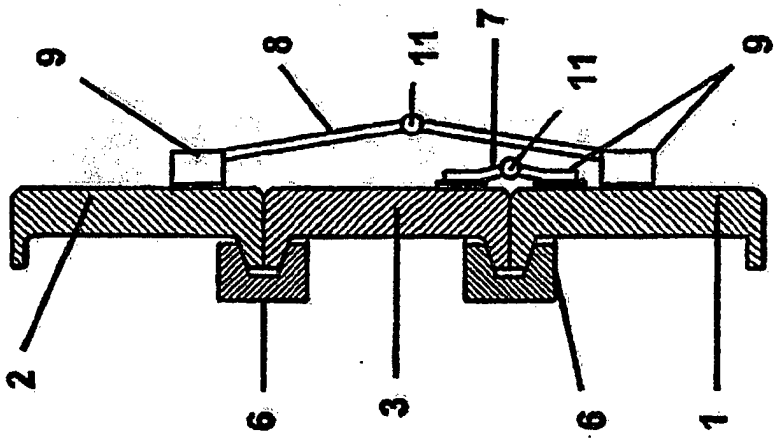


FIG. 3A

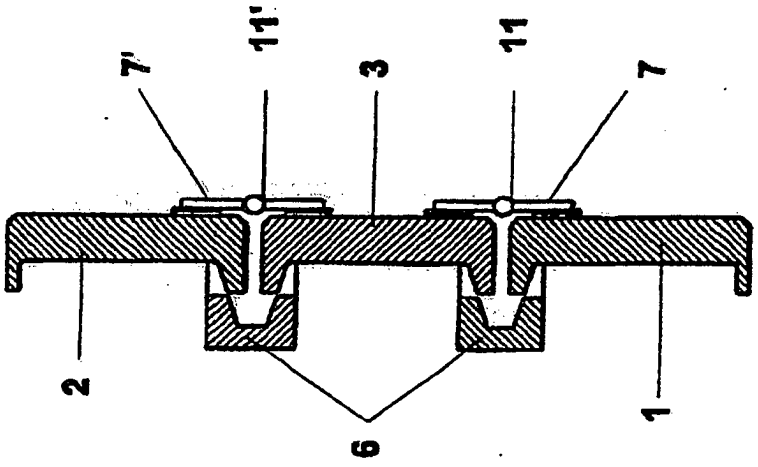


FIG. 4C

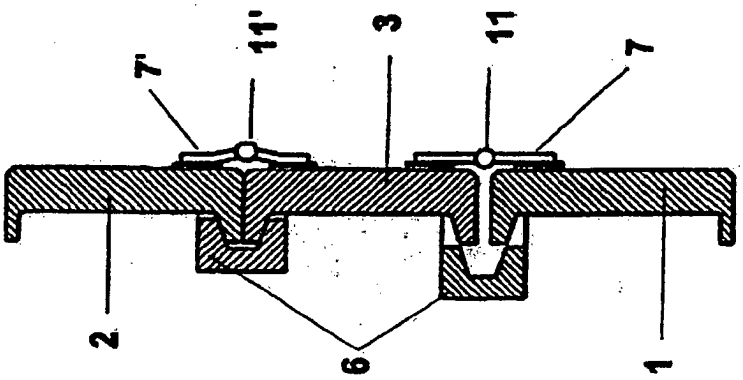


FIG. 4B

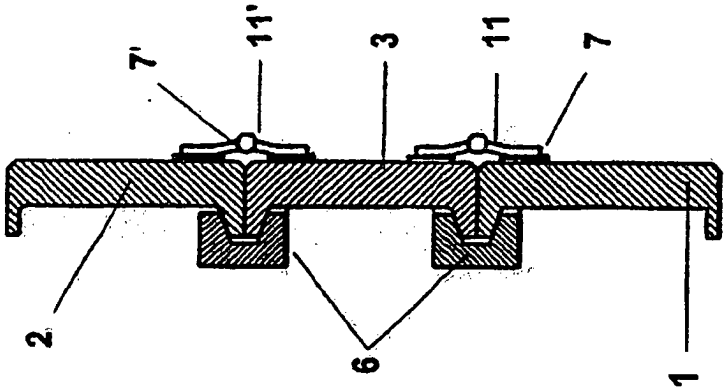


FIG. 4A

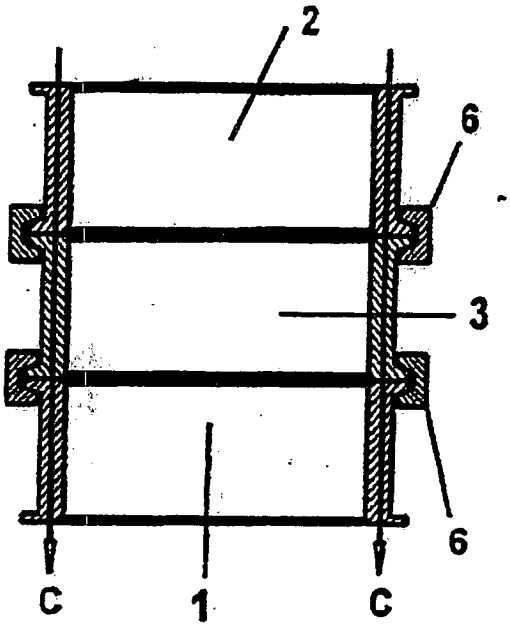


FIG. 5A

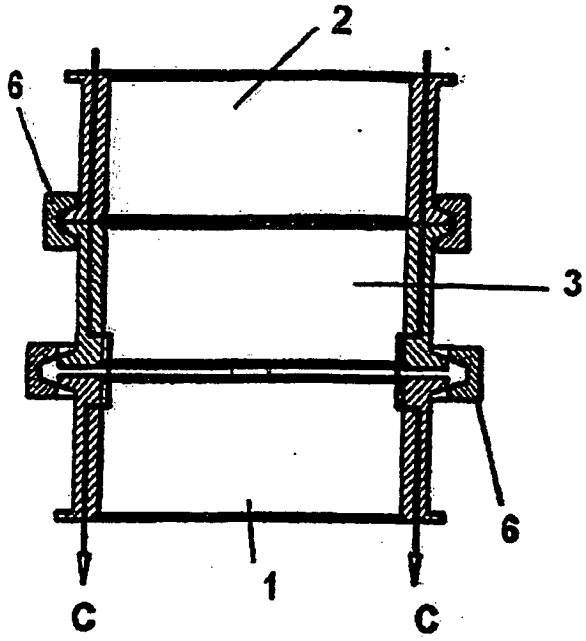


FIG. 5B

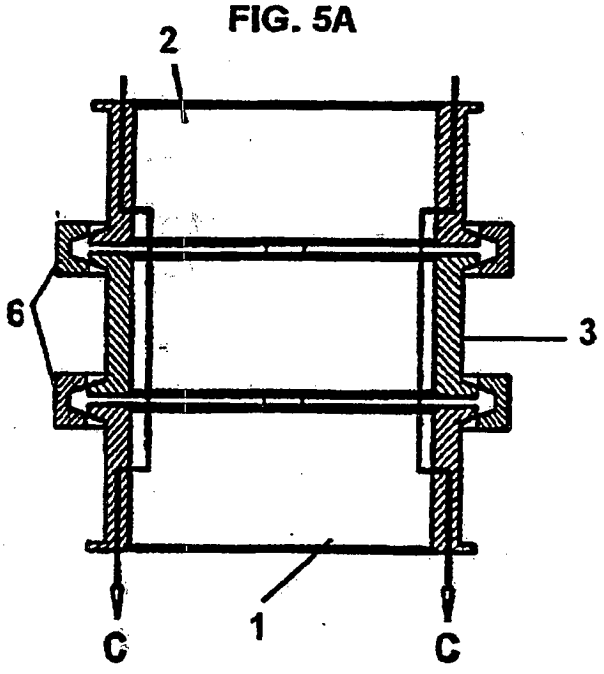


FIG. 5C

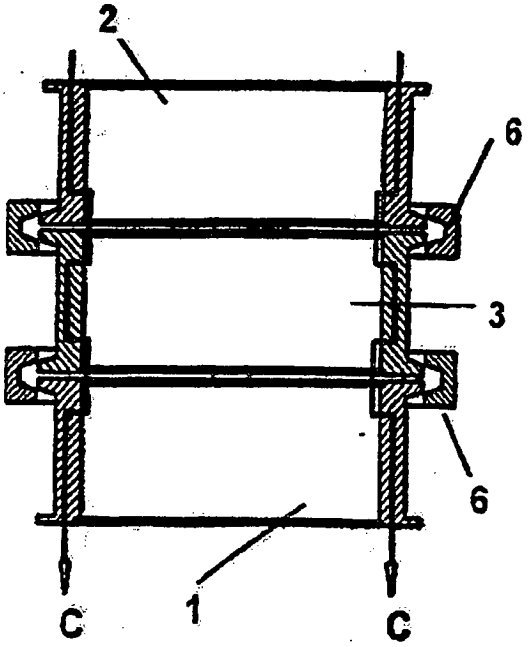


FIG. 5D

FIG. 6C

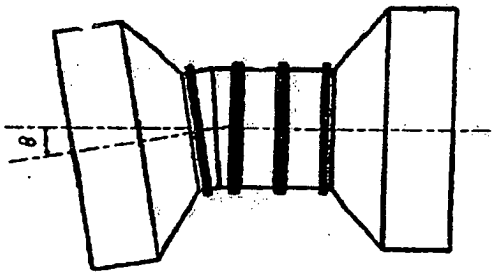


FIG. 6E

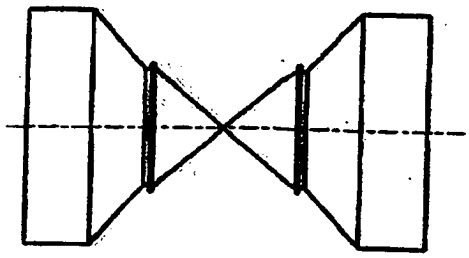


FIG. 6B

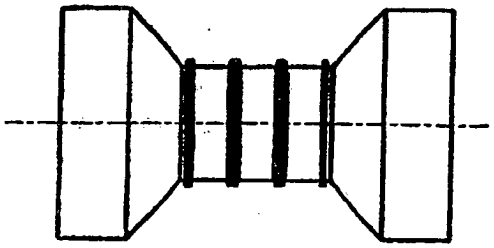


FIG. 6D

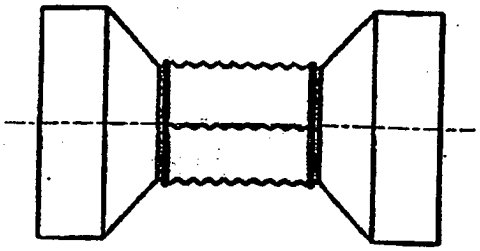


FIG. 6A

