



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

AT 392 525 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 3317/85

(51) Int.Cl.⁵ : F16F 1/28

(22) Anmeldetag: 14.11.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 3.1988

(45) Ausgabetag: 25. 4.1991

(56) Entgegenhaltungen:

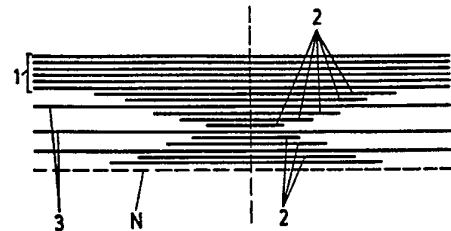
US-PS3900357 EP-A1-158623

(73) Patentinhaber:

KOFLER WALTER DR.
A-6020 INNSBRUCK, TIROL (AT).

(54) BLATTFEDER AUS FASER-KUNSTSTOFF-VERBUNDWERKSTOFF

(57) Blattfeder aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoff, bestehend aus mehreren übereinander angeordneten, in einer Kunstharzmatrix eingebetteten Faserstofflagen, wobei äußere, sich über die ganze Länge der Blattfeder erstreckende, den Zug- und Druckzonen zugeordnete Faserstofflagen (1) und kürzere, innere Faserstofflagen (2) mit in Richtung zur neutralen Zone (N) abgestufter Länge vorgesehen sind. Im Bereich zwischen der neutralen Zone (N) und der Zug- bzw. Druckzone sind zusätzlich zu den abgestuften inneren Faserstofflagen (2) auch Faserstoffzwischenlagen (3) angeordnet, deren Länge größer ist als die Länge der benachbarten inneren Faserstofflagen (2), wobei die Länge der Faserstoffeinlagen (2) in Richtung zur neutralen Zone (N) zunächst abnimmt und dann bis zur neutralen Zone (N) weiter zunimmt.



AT 392 525 B

Die Erfindung bezieht sich auf eine Blattfeder aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoff, mit einer in Längsrichtung von einem Bereich maximaler Dicke, vorzugsweise nach beiden Seiten hin abnehmenden Dicke und vorzugsweise über die ganze Länge gleichen Breite, bestehend aus mehreren übereinander angeordneten, in einer Kunstharzmatrix eingebetteten Faserstofflagen, wobei äußere, sich über die ganze Länge der Blattfeder erstreckende, den Zug- und Druckzonen zugeordnete Faserstofflagen und kürzere, innere Faserstofflagen mit in Richtung zur neutralen Zone abgestufter Länge vorgesehen sind, und im Bereich zwischen der neutralen Zone und der Zug- bzw. Druckzone zusätzlich zu den abgestuften inneren Faserstofflagen auch Faserstoffzwischenlagen angeordnet sind, deren Länge größer ist als die Länge der benachbarten inneren Faserstofflagen.

Es wurde bereits mehrfach vorgeschlagen, Blattfedern aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen herzustellen und anstelle von geschichteten Blattfedern (Parabelfedern) aus Stahl, beispielsweise für Nutzfahrzeuge, einzusetzen (vgl. z. B. US-PS 3 900 357). Betrachtet man die Biegeschwellsenspannungen und die Anzahl der Lastspiele, die z. B. eine Blattfeder aus Glasfaser-Epoxidharz-Verbundwerkstoff erträgt, dann ist dies ein durchaus erreichbares Ziel, wobei die Faserstoff-Kunstharz-Verbund-Blattfeder gegenüber der Stahl-Blattfeder den großen Vorteil von etwa 50 % Gewichtseinsparung aufweist.

Kritisch sind aber in Blattfedern aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen die Schubspannungen, die in den Ebenen der Faserstofflagen bzw. zwischen den Faserstofflagen auftreten. Diese Schubspannungen nehmen bei biegebeanspruchten Blattfedern von den äußeren Druck- und Zugzonen der Blattfeder in Richtung zur neutralen Zone (Neutralebene, Mittelebene) und vom Bereich maximaler Dicke der Blattfeder bis zu den Federenden zu. Diese Spannungsspitzen an den Federenden und die Tatsache, daß bei Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen die interlaminaire Schubwellenfestigkeit relativ gering ist (sie ist kleiner als die Biegeschwellenfestigkeit) führt häufig zu einem Aufplatzen des Faser-Kunststoff-Verbundkörpers entlang der neutralen Zone.

Diese Problem ist bekannt und es wurde zu seiner Lösung beispielsweise vorgeschlagen, durch senkrecht zur Federoberfläche angeordnete, in Federlängsrichtung verlaufende Faserlagen ein Aufplatzen der Faser-Kunststoff-Verbund-Blattfeder zu verhindern (EP-OS 65087). Eine solche Konstruktion ist jedoch zu aufwendig in der Herstellung und daher von der Kostenseite für große Serien nicht geeignet. Auch neueste Veröffentlichungen weisen auf das Problem der Schubspannungen in Faser-Kunststoff-Verbund-Blattfedern hin, enthalten aber keine Lösungsvorschläge (Zeitschrift "Kunststoffe" 75 1985, Nr. 6, Seite 355 ff).

Um die unter Biegebeanspruchung auftretenden Schubspannungen besser zu beherrschen und ein Aufplatzen der Blattfeder entlang der Mittelebene bei den üblichen Belastungen zu vermeiden sind nun bei der in der EP-A1 158 623 beschriebenen Kunststoff-Blattfeder im Bereich zwischen der neutralen Zone und der Zug- und Druckzone zusätzlich zu den abgestuften inneren Faserstofflagen auch Faserstoffzwischenlagen angeordnet, deren Länge größer ist als die Länge der benachbarten inneren Faserstofflagen.

Diese Maßnahme bringt eine gegenüber einer herkömmlichen Anordnung der Faserstofflagen (z. B. gemäß Fig. 4 der US-PS 3 900 357) bessere Verteilung der Schubspannungen über die Höhe und Länge der Blattfeder, und zwar im Sinne eines Abbaues der Schubspannungsspitzen in der neutralen Zone und im Bereich der Federenden. Wesentlich für die Erzielung dieses Effektes ist es, daß die von den äußeren Zonen in Richtung zur neutralen Zone verlagerten längeren Faserstoffschichten tatsächlich auch zwischen den abgestuften inneren Faserstofflagen zu liegen kommen und nicht etwa (wie in Fig. 9 und 15 der US-PS 3 900 357) in die neutrale Zone selbst versetzt werden, weil dann zwischen den äußeren durchgehenden Faserstofflagen und den mittleren durchgehenden Faserstofflagen wiederum nur die abgestuften Faserstofflagen vorhanden wären, die in dieser bekannten Anordnung - ohne längere Faserstoffzwischenlagen - zum Abbau der Schubspannungen nicht beitragen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die bekanntgewordenen Kunststoffblattfedern weiter zu verbessern.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Länge der Faserstoffinnenlagen (2) in Richtung zur neutralen Zone (N) zunächst abnimmt und dann bis zur neutralen Zone (N) weiter zunimmt und daß sowohl im Innenlagenbereich abnehmender Länge als auch Innenlagenbereich zunehmender Länge Faserstoffzwischenlagen (3) angeordnet sind, die eine größere Länge als die benachbarten Faserstoffinnenlagen (2) aufweisen.

Eine weitere Möglichkeit, die Schubspannungen im Bereich der Federenden zu verringern und die Schubspannungsspitzen abzubauen, besteht gemäß der Erfindung darin, daß ein Teil der Faserstofflagen der Zug- und Druckzone und/oder der inneren Faserstoffzwischenlagen im Bereich der Längsenden, insbesondere im Bereich der Krafteinleitungsvorrichtung und vorzugsweise in unterschiedlichen Abständen vom Federende quer unterbrochen ist.

Dies ist tragbar, da einerseits Teile der Krafteinleitungsvorrichtung die Federenden verstärken und weil die Federenden - wenn ihre Dicke wie üblich gleich der Hälfte der maximalen Dicke (Mitteldicke) der Blattfeder ist - ohnehin überdimensioniert sind, daher die Unterbrechung einiger der äußeren Faserstoffschichten praktisch weder die Biegesteifigkeit der Blattfeder beeinflusst, noch die Bruchgefahr erhöht.

Ebenfalls im Sinne einer Verringerung der Schubspannungen bzw. deren schädlicher Auswirkungen im Bereich der Federenden wirkt die fakultative Maßnahme, daß eine oder mehrere der am weitesten von der Oberfläche der Feder entfernten, durchgehenden äußeren Faserstofflagen und/oder eine oder mehrere der durchgehenden inneren Faserstoffzwischenlagen mit ihrem Endbereich durch die Trennstellen der getrennten Faserstofflagen hindurch näher an die Oberfläche der Feder geführt sind.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in schaubildlicher Darstellung eine erfindungsgemäße Faser-Kunststoff-Verbund-Blattfeder. Fig. 2 bis 4 zeigen schematisch bekannte Anordnungen von Faserstofflagen.

In Fig. 5 - 7 sind schematisch verschiedene Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Anordnungen der Faserstofflagen dargestellt. In den Fig. 2 bis 5 ist jeweils nur die Hälfte der Faserstofflagen einer Blattfeder oberhalb der neutralen Zone dargestellt. Die andere (untere) Hälfte der Faserstofflagen kann spiegelbildlich in bezug auf die neutrale Zone aufgebaut sein. In Fig. 6 und 7 sind lediglich die Faserstofflagen der (oberen) äußeren Zone der Blattfeder dargestellt.

Die Blattfeder gemäß Fig. 1 ist eine doppelarmige Blattfeder (Halbelliptikblattfeder), die bei entsprechender Dimensionierung insbesondere zur Anwendung bei Kraftfahrzeugen geeignet ist. Der Umriss der in Fig. 1 dargestellten Blattfeder ist rechteckig und die Höhe (Dicke) nimmt von einer maximalen Höhe (H_1) in der Mitte (M) der Blattfeder zu den beiden Längsenden (E) hin auf die Höhe (H_2), welche halb so groß ist wie die Höhe (H_1), ab, und zwar nach einem parabolischen Verlauf. Die Lage der neutralen Zone (N) bei Biegebelastungen der Blattfeder ist in Fig. 1 durch eine strich-punkt-förmige Linie markiert.

Die Blattfeder besteht aus einem Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoff, beispielsweise aus einem Glasfaser-Epoxidharz-Verbund mit mehreren übereinander liegenden Faserstofflagen, die in einer Matrix aus Kunstharz eingebettet sind. Die Faserstofflagen können aus Rovings, Geweben, z. B. aus einem in Federlängsrichtung orientierten Unidirektionalgewebe od. dgl. bestehen. Die Faserstofflagen können unmittelbar vor dem Einlegen in die Preßform mit dem Kunstharz getränkt werden oder aber auch als Prepregs verarbeitet werden.

Die Anordnung der Faserstofflagen gemäß bekanntem Stand der Technik sind aus Fig. 2 bis 4 ersichtlich. Demnach sind (gemäß Fig. 2) zu beiden Seiten der neutralen Zone (N) äußere Faserstofflagen (1) vorhanden, die über die ganze Länge der Blattfeder durchgehend verlaufen. Innerhalb der äußeren Faserstofflagen (1) sind kürzere innere Faserstofflagen (2) mit in Richtung zur neutralen Zone abgestufter Länge vorgesehen.

In Fig. 3 sind zwischen einzelnen der abgestuften inneren Faserstofflagen (2) Faserstoffzwischenlagen (3) angeordnet, die über die Länge der Blattfeder durchgehend verlaufen, also gleiche Länge wie die äußeren Faserstofflagen (1) aufweisen. Die Anzahl der äußeren in den Zug- und Druckzonen angeordneten durchgehenden Faserstofflagen (1) ist gegenüber dem Beispiel gemäß Fig. 2 verringert. Statt dessen ist aber eine entsprechende Anzahl von durchgehenden Faserstofflagen in Form von Faserstoffzwischenlagen (3) vorhanden. Obgleich die Faserstoffzwischenlagen (3) von der Oberfläche der Blattfeder weiter entfernt sind als die äußeren Faserstofflagen (1), tragen dennoch auch die Faserstoffzwischenlagen (3) zur Festigkeit der Außenzonen bei, da diese Zwischenlagen immerhin auch noch einen mehr oder weniger großen Abstand von der neutralen Zone (N) aufweisen.

In Fig. 4 sind Faserstoffzwischenlagen (3), (3') unterschiedlicher Länge vorhanden, wobei die Faserstoffzwischenlagen (3) wiederum über die Länge der Blattfeder durchgehend verlaufen und die Faserstoffzwischenlagen (3') eine geringere Länge und zudem eine Längenabstufung in Richtung zur neutralen Zone (N) aufweisen. Es sind aber auch die Faserstoffzwischenlagen (3') länger als die eigentlichen abgestuften inneren Faserstofflagen (2). Es werden dadurch die auch an den Enden der gestuften inneren Faserstofflagen entstehenden Schubspannungen gleichmäßiger über die Federlänge verteilt.

Bei Blattfedern, die auch Achsführungsaufgaben übernehmen müssen, entstehen durch die Brems- und Anfahrmanöver Drehmomente an der Mitteleinspannung der Blattfeder, durch die beiderseits derselben nicht unerhebliche Schubspannungen entstehen. Bei diesen Blattfedern kann es nun von Vorteil sein, die gestuften Faserstofflagen erfindungsgemäß so zu schichten, daß die kürzesten Faserstofflagen in der Mitte zwischen der neutralen Zone (N) und den äußeren Faserstofflagen (1) zu liegen kommen. Eine derartige Anordnung der Faserstofflagen zeigt Fig. 5, wobei auch in diesem Falle zwischen den abgestuften inneren Faserstofflagen (2) Faserstoffzwischenlagen (3) vorhanden sind, welche sich über die ganze Federlänge erstrecken.

Wie bereits ausgeführt, besteht eine weitere Möglichkeit, die Schubspannungen an den Federenden zu verringern, darin, daß auch die an sich durchgehenden Faserstofflagen im Bereich der Enden unterbrochen werden. Dieser Fall ist beispielsweise in Fig. 6 veranschaulicht. Die äußersten Faserstofflagen (1') bleiben ohne Unterbrechung; bei den übrigen (1'') sind die Trennstellen (4) von vorne oben nach hinten unten gestaffelt. In Fig. 6 und 7 sind lediglich die äußeren, der Federoberfläche (O) benachbarten Faserstofflagen (1) dargestellt. Die inneren Faserstofflagen bzw. die Faserstoffzwischenlagen können beispielsweise wie in Fig. 3 bis 5, allenfalls sogar wie in Fig. 2 angeordnet werden.

Bei einer Unterbrechung der äußeren Faserstofflagen (1) im Bereich der Federenden kann gemäß Fig. 7 die am weitesten von der Oberfläche (O) der Feder (mit (1'') bezeichnete), innerste von den äußeren Faserstofflagen durch die Trennstellen (4) der darüberliegenden Faserstofflagen (1'') hindurch nach außen versetzt werden. Die mit ihrem Ende nach außen versetzte Faserstofflage (1') könnte auch die äußerste der Faserstoffzwischenlagen (3) sein. Es können ferner auch zwei oder mehrere übereinanderliegende durchgehende Faserstofflagen, wie die einzelne Faserstofflage (1'), mit ihrem Ende in der in Fig. 7 dargestellten Weise nach außen versetzt werden. Schließlich besteht auch die Möglichkeit, eine oder mehrere Faserstofflagen von einer Seite der Mittelebene auf die andere zu führen. Auch ein Versetzen von wenigen Millimetern verhindert ein Aufplatzen des Federkörpers entlang der am meisten auf Schub belasteten Mittelebene. Die versetzten Faserstofflagen können durch die auftretenden Schubkräfte nicht zerreißen. Bei zu großen Belastungen wird sich die Bruchlinie entlang dieser

versetzten Faserstofflage fortsetzen, führt jedoch dann in Bereiche mit niedrigerer Schubspannung, sodaß zur Zerstörung größerer Kräfte notwendig wären, die Blattfeder also haltbarer wird.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen lassen sich Blattfedern aus Faser-Verbundwerkstoffen so auslegen, daß sie bei der dynamischen Prüfung bzw. in der Praxis im statistischen Durchschnitt - bei Überbeanspruchung - zu gleichen Teilen durch Aufplatzen in Längsrichtung bzw. durch Zerstörung der Zug- oder Druckzone unbrauchbar werden. Das eingesetzte Material ist dann optimal ausgenützt und die Blattfeder am haltbarsten.

Welche konkrete Anordnung der Faserstofflagen im Rahmen der erfindungsgemäßen Lehre gewählt wird, hängt von mehreren Faktoren ab, wie beispielsweise vom Verhältnis der Federlänge zur Federdicke, von der Federform bei Vollast (noch positiv gekrümmt, plan oder negativ gekrümmt), ferner ob es sich um eine achsführende oder nicht-achsführende Feder handelt, etc.

PATENTANSPRÜCHE

1. Blattfeder aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoff, mit einer in Längsrichtung von einem Bereich maximaler Dicke, vorzugsweise nach beiden Seiten hin abnehmenden Dicke und vorzugsweise über die ganze Länge gleichen Breite, bestehend aus mehreren übereinander angeordneten, in einer Kunstharzmatrix eingebetteten Faserstofflagen, wobei äußere, sich über die ganze Länge der Blattfeder erstreckende, den Zug- und Druckzonen zugeordnete Faserstofflagen und kürzere, innere Faserstofflagen mit in Richtung zur neutralen Zone abgestufter Länge vorgesehen sind, und im Bereich zwischen der neutralen Zone und der Zug- bzw. Druckzone zusätzlich zu den abgestuften inneren Faserstofflagen auch Faserstoffzwischenlagen angeordnet sind, deren Länge größer ist als die Länge der benachbarten inneren Faserstofflagen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge der Faserstoffinnenlagen (2) in Richtung zur neutralen Zone (N) zunächst abnimmt und dann bis zur neutralen Zone (N) weiter zunimmt und daß sowohl im Innenlagenbereich abnehmender Länge als auch Innenlagenbereich zunehmender Länge Faserstoffzwischenlagen (3) angeordnet sind, die eine größere Länge als die benachbarten Faserstoffinnenlagen (2) aufweisen.

2. Blattfeder aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoff, mit einer in Längsrichtung von einem Bereich maximaler Dicke, vorzugsweise nach beiden Seiten hin abnehmenden Dicke und vorzugsweise über die ganze Länge gleichen Breite, bestehend aus mehreren übereinander angeordneten, in einer Kunstharzmatrix eingebetteten Faserstofflagen, wobei äußere, sich über die ganze Länge der Blattfeder erstreckende, den Zug- und Druckzonen zugeordnete Faserstofflagen und kürzere, innere Faserstofflagen mit in Richtung zur neutralen Zone abgestufter Länge vorgesehen sind, und im Bereich zwischen der neutralen Zone und der Zug- bzw. Druckzone zusätzlich zu den abgestuften inneren Faserstofflagen gegebenenfalls auch Faserstoffzwischenlagen angeordnet sind, deren Länge größer ist als die Länge der benachbarten inneren Faserstofflagen, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Teil der Faserstofflagen (1'') der Zug- und Druckzone und/oder der inneren Faserstoffzwischenlagen (3) im Bereich der Längsenden, insbesondere im Bereich der Krafteinleitungsvorrichtung und vorzugsweise in unterschiedlichen Abständen vom Federende quer unterbrochen ist.

3. Blattfeder nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand der Trennstellen (4) vom Federende umso größer ist, je weiter die betreffende äußere Faserstofflage (1'') von der Oberfläche (O) der Feder entfernt ist.

4. Blattfeder nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine oder mehrere der am weitesten von der Oberfläche (O) der Feder entfernten, durchgehenden äußeren Faserstofflagen (1''') und/oder eine oder mehrere der durchgehenden Faserstoffzwischenlagen (3) mit ihrem Endbereich durch die Trennstellen (4) der getrennten Faserstofflagen (1'') hindurch näher an die Oberfläche der Feder geführt sind.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

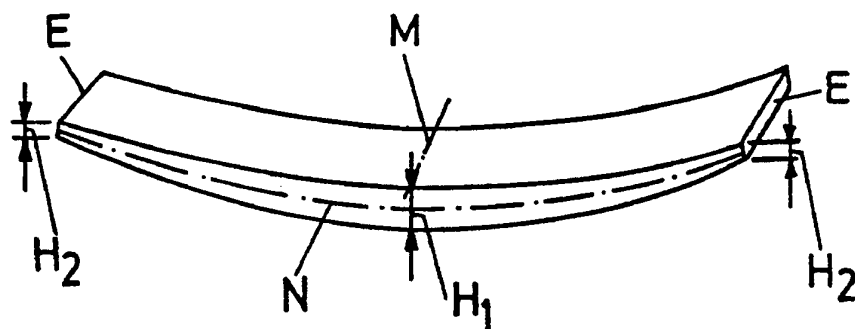


Fig. 2

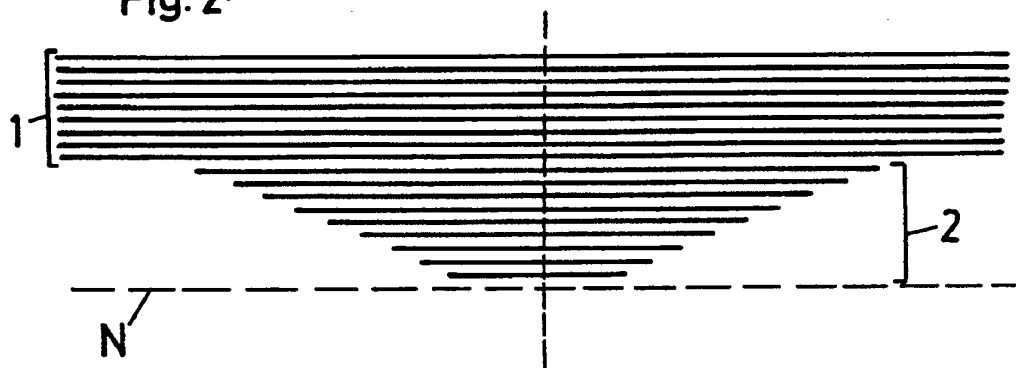


Fig. 3

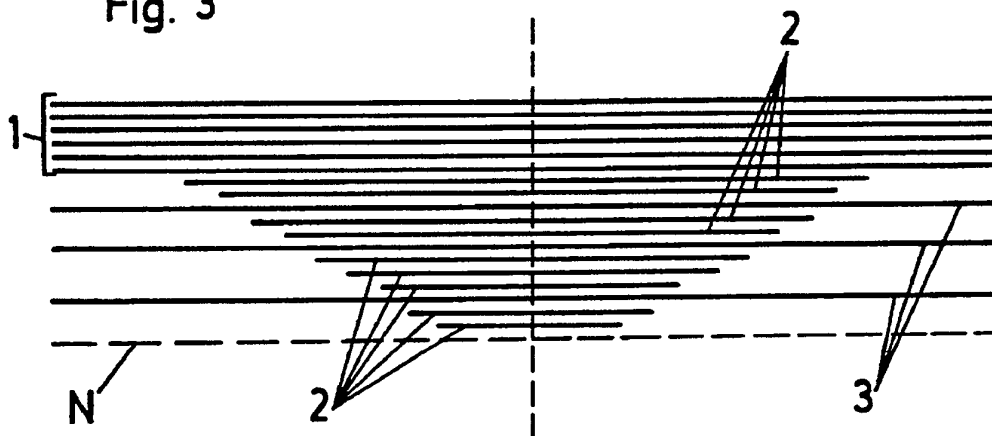


Fig. 4

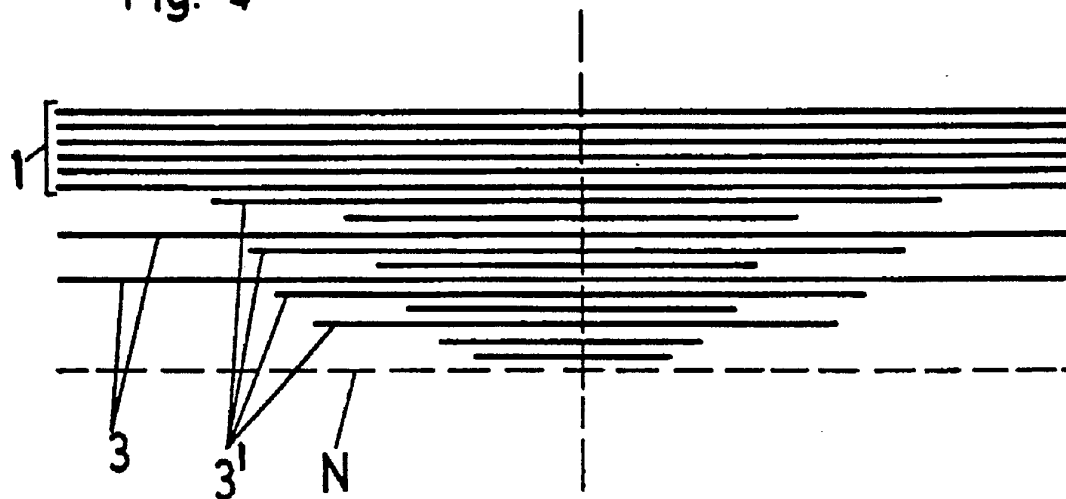


Fig. 5

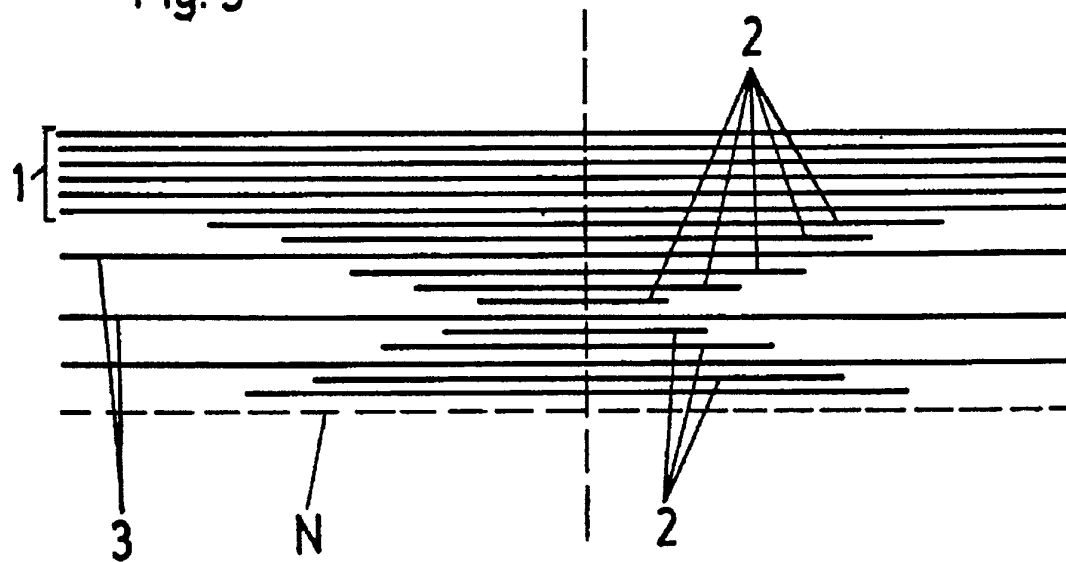


Fig. 6

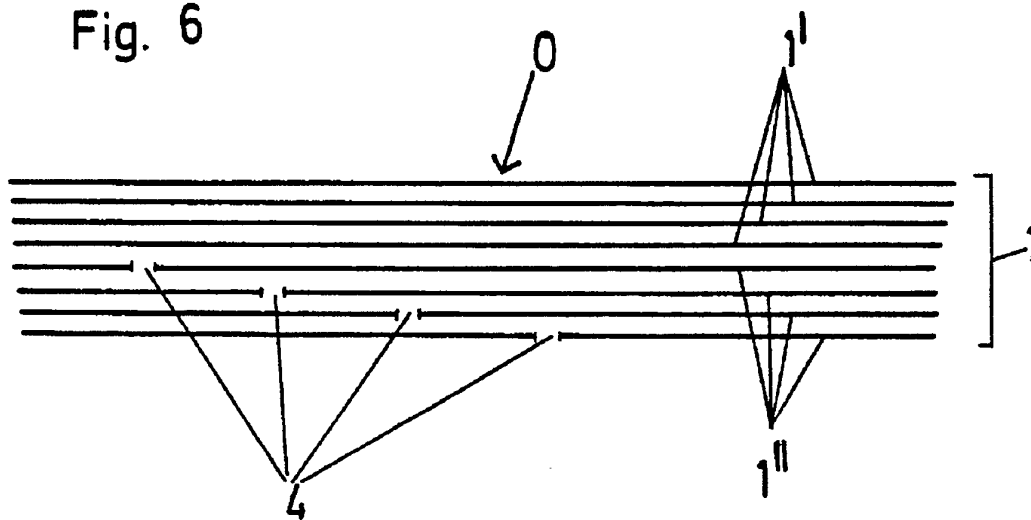


Fig. 7

