

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 455 885 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **90125299.9**

51 Int. Cl.⁵: **A63B 49/02**

22 Anmeldetag: **21.12.90**

30 Priorität: **10.05.90 DE 4014999**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.11.91 Patentblatt 91/46

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE

71 Anmelder: **Schlenker, Eckard, Dipl.-Ing.**
Allmendäckerstrasse 6/1
W-7533 Tiefenbronn-Mühlhausen(DE)

72 Erfinder: **Schlenker, Eckard, Dipl.-Ing.**
Allmendäckerstrasse 6/1
W-7533 Tiefenbronn-Mühlhausen(DE)

74 Vertreter: **Haug, Dietmar et al**
Patentanwälte Andrae, Flach, Haug, Kneissl
Balanstrasse 55
W-8000 München 90(DE)

54 **Ballschläger, insbesondere Tennisschläger.**

57 Die Erfindung betrifft einen Ballschläger, insbesondere Tennisschläger, mit einem eine Bespannung 3 aufweisenden geschlossenen inneren Rahmen 4 und einem den inneren Rahmen wenigstens teilweise umschließenden äußeren Rahmen 1 mit Griffteil 2.

Die Rahmen 1, 4 sind stellenweise durch mindestens zwei Gelenke 5 miteinander derart verbunden, daß jeweils an den Verbindungsstellen eine lokale Drehung der beiden Rahmen relativ zueinander zugelassen ist.

Die Gelenke 5 sind relativ zueinander so angeordnet, daß der innere Bespannrahmen 4 keine Starrkörperbewegung relativ zum äußeren Tragrahmen 1 ausführt.

Durch die Ausführung der Gelenke 5 wird eine translatorische Bewegung der beiden Rahmen 1,4 zueinander senkrecht zu der von den Rahmen aufgespannten Schlägerebene verhindert.

EP 0 455 885 A1

Die Erfindung betrifft einen Ballschläger, insbesondere Tennisschläger, mit einem eine Bespannung aufweisenden geschlossenen inneren Bespannrahmen und einem den inneren Bespannrahmen wenigstens teilweise umschließenden äußeren Tragrahmen mit Griffteil, wobei beide Rahmen stellenweise miteinander verbunden sind.

Ein solcher zweirahmiger Ballschläger ist aus der DE-OS 27 25 471 bekannt. Bei diesem Ballschläger ist ein geschlossener bespannter Rahmen lösbar mit einem gabelförmigen Schaft-/Griffteil ausschließlich durch schwingungsabsorbierende Pufferelemente verbunden. Dies geschieht stellenweise, d.h. punktförmig, und im wesentlichen in symmetrischer Anordnung zur Quermittalebene des Rahmens, wobei sich die beiden Ausführungen vor allem durch die Anzahl schwingungsabsorbierender Pufferelemente unterscheiden.

Die Zahl der Pufferelemente ist folglich die Hauptvariable des bekannten Ballschlägers. Die Variation der Härte der federelastischen Pufferelemente (silent blocks) soll das Frequenzband der ausgefilterten, absorbierten Schwingungen höherer Frequenz steuern und stellt somit die sekundäre Variable dar.

Typisch für die Ausführung ist dabei, daß hochfrequente Schwingungsenergie dissipativ in Verformungsenergie und somit irreversibel in Wärmeenergie umgewandelt wird.

Durch Mehrpunktaufhängung mittels blockförmiger Pufferelemente mit ihren bekannten linear-elastischen Federeigenschaften wird eine lediglich sehr begrenzte Relativbewegung durch Vibration der so flexibel gekoppelten Untersysteme zugelassen. Diese Pufferelemente werden zur Schwingungsdämmung eingesetzt, sodaß Schwingungen nicht auf den Schaft-/Griffteil übergreifen können. Die Gestaltung der Pufferelemente ist beliebig, sofern nur eine Schwingung des Innenrahmens in eine Verformung eines Teiles des Elementes umgewandelt wird.

Bei dem bekannten Schläger wird also auf die dynamische Absorption der Schwingungen in den Pufferelementen abgestellt, wobei das zu absorbierende Frequenzband durch die Art der Pufferelemente eingestellt wird und das Frequenzband nur höhere Frequenzen enthält.

Über besondere Ausgestaltung der Rahmen bezüglich Profilverteilung, Schwerpunktlagen und besonders geeignete absolute wie relative Positionierungen der Auflagerpunkte wird nicht näher eingegangen, allenfalls lassen zwei Abbildungen gewisse Rückschlüsse zu.

Keinesfalls wird eine bevorzugte oder wünschenswerte Konfiguration oder Positionierung der Elemente als funktionswesentlich oder entscheidend hervorgehoben, da die Absorptionseigenschaften der erfindungsgemäß einzusetzenden Elemente

funktionswesentliches Ziel und Merkmal der Erfindung sind.

Ferner ist aus der DE-OS 21 16 920 ein gattungsgemäßer Ballschläger bekannt, bei dem eine elastische Bewegung des Schlägerkopfes zum Griff so zu bewerkstelligen ist, daß die Winkelstellung desselben zum Griff unverändert bleibt. Dies geschieht durch eine Anordnung elastischer Mittel vornehmlich freier auf Stiften lagernder Schraubenfedern außerhalb des Schlägerkopfes. Alle Ausführungsformen haben gemeinsam, daß Innen- und Außenrahmenebenen bei der Relativbewegung parallel zueinander verbleiben. Der Unterschied verschiedener Ausführungsformen liegt im unmittelbaren Einflußbereich der elastischen Mittel auf einzelne oder gruppierte, teils elastisch gekoppelte Fäden oder Saiten.

Die Schraubenfedern haben eine linear-elastische Federcharakteristik. Durch eine Vielzahl solcher Federn und den begrenzten Raum und Federweg bilden die Federn in ihrer Gesamtheit ein Feder-Masse System mit höherer Eigenfrequenz und geringer Schwingungsamplitude. Ein besonderes Kennzeichen dieses Ballschlägers liegt darin, daß die Kraftübertragung vom Innen- auf den Außenrahmen über den Rahmenlängsumfang verteilt erfolgt. Insbesondere müssen Federn kopf-/griffseitig positioniert sein, mit genügender Härte, um bei in diesen Bereichen auftreffenden Bällen die Winkelstellung konstant zu halten.

Impuls-/Stoßkräfte werden somit im wesentlichen über den gesamten Außenrahmenbereich ein- und zum Griff weitergeleitet. Sofern bei diesem Schläger Stifte vorgesehen sind, dienen diese der Verbindung der elastischen Mittel mit den Fäden der Saiten.

Dieser Schläger hat also eine Mehrpunktlagerung von Rahmenteil, die durch federelastische Schrauben-/Blattfederelemente eine rein translatorische und begrenzte Relativbewegung zulassen sollen. Eine Schwingungsdämpfung ist im wesentlichen durch innere Reibung bei harmonischer Dehnung, also durch Steifigkeitsdämpfung gegeben. Rahmen und elastische Mittel erleiden bei der Arbeitsaufnahme irreversible Verluste (Wärme).

Weiter ist aus der englischen "Patent Specification 431,394" von 1934 ein gattungsgemäßer Ballschläger bekannt, bei dem der Schlägerkopf in einer Ausführung über Drehzapfen lösbar ("pivotally mounted by pivots") mit einem gabelförmigen Schaft mit Griffteil ("handle and fork") verbunden ist.

Dabei wird vorgeschlagen (fig. 7), Federelemente vorzusehen, welche die gewünschte Winkelstellung zum Griffteil herstellen. Diese "resilient members", also die elastischen Mittel, die aus Federn oder elastischen Bändern/Saiten bestehen, sollen die reduzierte Federung der Schlagflächenbesaitung an

den Schlägerkopfen kompensieren.

Nach dem britischen Patent -zwei Gelenkzapfen bilden eine gemeinsame Schwenkachse, wobei griffseitig zwischen den Rahmen ein Federelement in Schlägerlängsrichtung angebracht ist- kann der innere Rahmen ("head") unabhängig von der sonstigen Flexibilität der Ballschlagerteile eine Starrkörperdrehung um die Drehachse der Gelenkzapfen ausführen. Das griffseitige Federelement wird jedoch die Starrkörperdrehung begrenzen, da beim Schwenken der Rahmen gegeneinander die Wirkungslinie der Zug-/Druckfederung sich gegen die Ballschlägerebene neigt und so ein Rückstellmoment um die Drehachse aufgebaut wird. Insbesondere ein ideal starrer Schlägerkopf ("head") kann derart gestaltet begrenzte Starrkörperdrehungen relativ zum Griffteil ausführen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen gattungsgemäßen Ballschläger, insbesondere Tennisschläger, zu schaffen, der ein höheres Ballreflexionsvermögen, insbesondere in Richtung Kopf, bei geringerer Armbelastung während und nach dem Ballkontakt realisiert.

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß äußerer Tragrahmen und innerer Bespannrahmen über mindestens zwei Gelenke miteinander verbunden sind, die jeweils an den Verbindungsstellen eine lokale Drehung der beiden Rahmen relativ zueinander zulassen und eine translatorische Bewegung der beiden Rahmen zueinander senkrecht zu der von den Rahmen aufgespannten Schlägerebene verhindern, wobei die Gelenke relativ zueinander so angeordnet sind, daß der innere Rahmen keine Starrkörperbewegung relativ zu dem äußeren Rahmen ausführt.

Der erfindungsgemäße Ballschläger zeichnet sich dadurch aus, daß die Art der zugelassenen Koppelschwingungen und die zugehörigen Eigenfrequenzen über die Anordnung und Ausbildung der Gelenkverbindungen beeinflußt und gezielt gesteuert werden können. Insbesondere und in ganz besonderem Maße bei isostatischer relativer Lagerung des inneren Bespannrahmens im äußeren Tragrahmen mit Griffteil wird eine Selektion der zugelassenen und nicht zugelassenen Untersystemschwingungen und Gesamtsystem-Koppelschwingungen vorgenommen. Dabei steuern die Freiheitsgrade im Einzelgelenk und die Anordnung der Gelenkpunkte und effektiven Drehachsen zueinander maßgeblich Art und Abfolge der Modalformen sowie den zugehörigen Frequenzbereich. Selbst bei unveränderter Gestalt und unverändertem Aufbau des inneren wie äußeren Ballschlägerrahmens, wird so deutlich unterschiedliches Schwingungsverhalten erzielt.

Gleichzeitig ist es möglich, die Art der vom Innenrahmen durch Ballaufschlag übertragenen Schwingungen zu beeinflussen, wobei die Bie-

geschwingungen parallel und lateral zur Schlägerebene so entkoppelt werden können, daß die Besaitung dynamisch geringer beansprucht wird.

Durch gezielte Ausnutzung systembedingter Koppelschwingermassendämpfung, unter besonderer Berücksichtigung des Schwerpunkterhaltungssatzes, werden die effektiven Massen nach Maßgabe von Anordnung und Ausbildung der Gelenkverbindungen konstruktiv festgelegt und den Ball-/Besaitungsfrequenzen bestmöglich zugeordnet. Lage und Breite des "Sweet-Spots" sind konstruktiv bei erfindungsgemäß zusätzlich verfügbaren Freiheitsgraden/Systemparametern gezielter einstellbar. Die erzielbare Dämpfung der Nachvibrationen übertrifft das übliche materialbedingte Maß (ungefähr 3%), teilweise werden bestimmte Amplituden insbesondere im Tragrahmen ausgelöscht/unterdrückt.

So zeichnet sich ein erfindungsgemäßer Ballschläger auch dadurch aus, daß bei im Bespannflächenzentrum auftreffenden Bällen die Griffamplituden deutlich geringer als die Bespannrahmenamplituden sind oder wie auch die dortigen Beschleunigungen praktisch verschwinden.

Beim erfindungsgemäßen Ballschläger werden außer durch Grund- und Querschnittsform, Material-Auswahl und -Aufbau, die Spieleigenschaften durch zusätzliche freie Systemparameter wie Zahl und Anordnung der Gelenke, Ausbildung des einzelnen Gelenkes -z.B. Buchse-Achse oder Kugelgelenk-, Ausrichtung der effektiv wirksamen Drehachsen relativ zueinander, Profilpaarung von Bespann- und Tragrahmen, Massen- und Steifigkeitsverhältnisse zwischen Bespann- und Tragrahmen des Ballschlägers stärker beeinflußt, da erfindungsgemäß die elastischen Modalformen des inneren Rahmens durch eine geringe Anzahl von Zwangs- oder Koppelbedingungen (z.B. isostatisch) mit den elastischen Modalformen des äußeren Rahmens mit Griffteil gekoppelt sind.

Insbesondere läßt sich bei balleffektiven Eigenschwingungsformen die Lage von Schwingungsknoten und Schwingungsbäuchen in weiteren Grenzen verschieben, als dies bei anderen bekannten Ballschlägern der Fall ist.

Der erfindungsgemäße Ballschläger realisiert folglich eine Spezialisierung, indem die Untersysteme wie innerer Bespannrahmen und äußerer Tragrahmen örtlich wie zeitlich unterschiedliche Aufgaben und Funktionen wahrnehmen.

Nicht balleffektive Schwingungen können durch Separation gezielter auf ein niedrigeres Energieniveau gebracht werden, balleffektive Schwingungen können lokal in den Auftreffbereichen verstärkt zur Impulsrückgewinnung herangezogen werden.

Das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip und die gewählte Lösung findet seine Analogien. So ist die Massenträgheit von Wasser beim harten

Aufschlag für die Impulsrückgewinnung größer als bei moderaten Schwingungsbewegungen (z.B. reflektierter Steinwurf).

Auch ähnelt die Schwingungsisolierung und Funktionsspezialisierung bei erfindungsgemäßen Ballschlägern gegenüber solchen üblicher Art in gewisser Weise dem Unterschied zwischen einer starren Radachse und einer Einzelradaufhängung (lokalisierte Schock- und Schwingungsdämpfung).

Die räumliche Funktionstrennung beim erfindungsgemäßen Ballschläger wird durch relativ-bewegliche Gelenklagerung zweier Rahmen mit unterschiedlichen Aufgaben bewerkstelligt.

Die zeitlich unterschiedliche Reaktion während und nach dem Ballkontakt ist durch Positionierung der Relativlagerung und -Bewegung sowie Abstimmung der Bespann- und Tragrahmen Massen- und Steifigkeitsverhältnisse zu bewerkstelligen, unter Beachtung der beim Ballkontakt veränderten Massen- und Schwerpunktsverhältnisse (und nicht nur Kraftverhältnisse!), gegenüber den Verhältnissen nach dem Ballkontakt. Dynamische Verhältnisse werden so dynamisch genutzt, indem sonst schädliche Effekte weitgehend nutzbar gemacht werden können.

Insbesondere liegt die erfindungsgemäße Realisierung der Zielsetzungen in der besonderen Ausnutzung von Impulskonzentration und Massendämpfung. Weiteres erfindungsgemäßes Ziel ist eine stärkere Entkoppelung von Ballschläger "in-plane" und "off-plane" Schwingungen, also der Biege-(Torsions) Schwingungen parallel und normal zur Schlägerbenene.

Vorzugsweise sind bei dem erfindungsgemäßen Ballschläger der innere Bespannrahmen und äußere Tragrahmen im Kopfbereich durch ein bis zwei Gelenke verbunden, wobei desweiteren beide Rahmen im griffseitigen bis mittleren Bespannrahmenbereich durch zwei bis drei weitere Gelenke verbunden sind. Sofern ein Gelenk im extremalen Kopfbereich vorgesehen ist, kann dieses mit zwei weiteren Gelenken im griffseitigen bis mittleren Bespannrahmenbereich kombiniert werden, um eine Dreigelenkausbildung zu erzielen. Eine Dreigelenkausbildung ist auch in Umkehrung der Gelenkanordnung dadurch möglich, daß ein Gelenk im extremalen griffseitigen Innenrahmenbereich angeordnet wird, wobei im Kopf- bis Mittelbereich zwei Gelenke vorgesehen sind.

Die Viergelenkausbildung kann durch zwei jeweils im kopf- und griffseitigen Bereich zwischengeschaltete Gelenkverbindungen beider Rahmen bestehen. In einer Abwandlung ist jeweils nur ein Gelenk kopf- und griffseitig angebracht, die beiden übrigen Gelenke liegen sich im mittleren Bespannrahmenbereich bezüglich Schlägerlängsachse gegenüber.

Die Gelenke, nur einachsige oder nur mehrachs-

sig beweglich, oder auch kombiniert ein- und mehrachsig pro Ballschlägerausführung, können durch eine Buchse-Achse Kombination oder als Kugelpfanne beispielsweise repräsentiert werden.

Einzelne oder alle am Ballschläger befindlichen Gelenke können erfindungsgemäß in einer Ausbildung derart gestaltet sein, daß die Rahmen sich an der betreffenden Gelenkstelle axial gegeneinander verschieben können, entlang einer ausgezeichneten Drehachse des Gelenks, die parallel zur Schlägerebene orientiert ist. Erfindungsgemäß kann jedes Einzelgelenk für sich eine federnd-dämpfende Umschließung aufweisen, um axiale Relativbewegungen der Rahmen an der Gelenkstelle abzufangen oder zu beeinflussen.

Nach einer spezifischen Ausbildung der Erfindung sind drei Gelenke bei einem Ballschläger (Typ 1) vorgesehen, wobei jedes Gelenk lediglich eine Drehachse aufweist, und die Gelenke relativ zueinander so angeordnet sind, daß sich die Drehachsen auf der Schlägerlängsachse schneiden. Der Schnittpunkt der Achsen kann innerhalb oder außerhalb der bespannten Innenrahmenfläche liegen. Durch Positionierung der Gelenke und Ausrichtung der Drehachsen kann der Schnittpunkt entlang der Schlägerlängsachse verschoben werden, um die gewünschten Spieleigenschaften konstruktiv oder auch justierbar einzustellen. Die Lage des Schnittpunktes beeinflußt die Lage von Schwingungsknoten und Schwingungsbäuchen, was für balleffektive Schwingungsformen nutzbar gemacht werden kann.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind bei dem Ballschläger (Typ 2) zwei oder drei Gelenke so angeordnet sind, daß zwei zueinander senkrechte Drehachsen gebildet werden, die in der Schlägerebene liegen, wobei eine Drehachse mit der Ballschlägerlängsachse zusammenfällt. Bei dieser Ausführung sitzt beispielsweise ein Gelenk im Ballschlägerkopf. Bei der Zweigelenkausbildung ist das zweite Gelenk griffseitig gegenüberliegend angeordnet. Sofern eine Dreigelenkausbildung realisiert ist, sind zweites und drittes Gelenk symmetrisch zur Längsachse des Ballschlägers und im griffseitigen bis mittleren Bespannrahmenbereich angeordnet.

Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung wird bei einem solchen Ballschläger, insbesondere Tennisschläger, (Typ 3) die Gelenkverbindung von innerem und äußerem Rahmen aus zwei, drei oder vier Gelenkstellen gebildet.

Diese Ballschlägerausführung ist dadurch gekennzeichnet, daß zwei zueinander parallele und in der Schlägerebene liegende Drehachsen gebildet werden, und daß die beide Drehachsen bildenden Gelenke sich im kopf- und griffseitigen Bespannrahmenbereich exakt oder angenähert gegenüberliegen. In einer ersten Abwandlung dieser Ballschlägerausführung sind zwei einachsige Gelenke extre-

mal griff- und kopfseitig angeordnet.

In einer zweiten Abwandlung ist ein Gelenk extremal kopfseitig angebracht und zwei weitere Gelenke befinden sich im griffseitigen bis mittleren Innenrahmenbereich.

Eine weitere Abwandlung wird durch Vertauschung der Gelenkanordnung der zweiten Abwandlung gewonnen, also durch Verlagerung weg von Kopf- hin zur Griffseite und umgekehrt.

In einer Anordnung mit vier Gelenken werden die Gelenke paarweise kopf- und griffseitig derart angeordnet, daß zwei Drehachsen die Schlägerlängsachse innerhalb des bespannten Bereiches schneiden.

Nach einer weiteren Weiterbildung der Erfindung sind bei einem Ballschläger, (Typ 4) vier Gelenkstellen so angeordnet, daß zwei in der Schlägerebene liegende Drehachsen entstehen, dadurch gekennzeichnet, daß diese senkrecht zueinander orientiert sind und sich innerhalb der Bespannfläche schneiden.

In einer ersten Abwandlung eines solchen Ballschlägers schneiden sich beide Achsen im zentralen Bespannflächenbereich.

Bei einer zweiten Abwandlung liegt der Schnittpunkt der Drehachsen im kopfseitigen Bereich, während bei einer dritten Abwandlung dieser im griffseitigen Bereich zu liegen kommt. Die Gelenke können bei allen drei Abwandlungen so angeordnet sein, daß eine der beiden Drehachsen mit der Schlägerlängsachse zusammenfällt.

Alle erfindungsgemäßen Ausführungen mit zwei, drei oder vier Gelenkstellen respektive zwei oder drei daraus gebildeten Drehachsen haben erfindungsgemäß gemeinsam, daß beim Ballkontakt mit der Innenrahmenbespannung senkrecht auf die Schlägerebene wirkende Impulskräfte direkt über das Drehgelenk in den Außen- oder Tragrahmen als Aktionskräfte über- und abgetragen werden.

Mit derart -im Gegensatz zu zwischengeschalteten Feder- oder Pufferelementen realisierter- "harter" Anlenkung tragen die Bespannrahmenreaktionskräfte durch erfindungsgemäße Ausgestaltung zur größtmöglichen Impulsrückgewinnung durch Impulskraftkonzentration in den Gelenkstellen bei. Wegen der weitgehend unbehinderten drehgelenkigen relativen Rahmenlagerung können beide Rahmen lokal gegeneinander drehen, die elastische Verformungsenergie ist weitgehend rückgewinnbar zur Ballrückbeschleunigung.

Das Eigen- und Koppelschwingverhalten von innerem und äußerem Ballschlägerahmen sowie die für die Ballrückbeschleunigung nutzbaren Massenträgheitskräfte sowie Systembedingten Schwingungsbäuche und -Knoten können über geschickte Anordnung der Achspunkte gezielt gesteuert werden. Über erfindungsgemäß zusätzlich gewonnene Systemparameter eröffnen sich konstruktiv nutzba-

re Gestaltungsmöglichkeiten, um die Spieleigenschaften auch auf unterschiedliche Spielertypen und Spielweisen abstimmen zu können.

Die aufgrund derzeit gewonnener Erkenntnisse aus Computersimulationen und praktischer Erprobung bevorzugte Placierung der Gelenke im kopf- und griffseitigen (Extremal-) Bereich bewirkt eine höhere Elastizität des Bespannrahmens im Zentral- bis Kopfbereich mit Verbesserung der Ballreflexion.

Darüberhinaus erweist sich als vorteilhaft, daß im Kopfbereich auftreffende Bälle im Kopfgelenk höhere Reaktions-/Aktionskräfte erzeugen, wobei die in den Tragrahmen eingeleiteten Impulskräfte über den gesamten Rahmen bei voller Lauflänge abgetragen werden und daher besser gedämpft werden können (Dämpfungsweg).

Gegenläufig ausgelenkte Rahmen (selbst während des Ballkontaktes!) des Koppelschwingersystems bewirken eine geringere Auslenkung des Bespannrahmens (Schwerpunktserhaltungssatz), was der Ballimpulsrückgewinnung über innere Spannkkräfte und größeres Beharrungsvermögen nutzbar gemacht werden kann.

Nach dem Ballkontakt werden Nachschwingungen dadurch massengedämpft, daß auch gegenläufige Schwingungen auftreten, wobei geringere Amplituden und kleinere Beschleunigungen auftreten, womit der Spieler grundsätzlich entlastet wird. Spieltests mit ersten Prototypen ergaben bei Armschonung ein direkteres Ballgefühl.

Die Erfindung beruht also wesentlich auf dem Prinzip der achsgesteuerten Massendämpfung. Diese wird so verwirklicht, daß

- a. die effektiven Massen vergrößert werden und
- b. Stoßenergie in zunächst weitgehend rückführbare Biegeverformungsenergie achsgesteuert umgewandelt wird.

Energien werden stärker lokal konzentriert und die möglichen Schwingungsformen inklusive Besaitung werden über die Gelenkanordnung beeinflußt.

Der Unterschied zum zweirahmigen Ballschläger mit einer Vielzahl federelastischer Elemente oder auch mit einzelnen (Puffer-) Elementen liegt darin, daß keine Absorption von Impuls- oder Schwingungsenergie in Übertragungselementen bei größerer Verformung / kleiner Dehnung derselben erfolgt. Eine Restdämpfung in den Gelenken ist dagegen durchaus erwünscht, wie etwa durch eine Metall-Kunststoff Achse-Buchse Paarung gegeben.

Wenn längs der Drehachsen grundsätzlich eine Gleitbewegung beider Rahmen relativ zueinander möglich ist, müssen Schwingungen bzw. Verformungen des Innenrahmens in der Schlägerebene nicht notwendigerweise auf den Außenrahmen übertragen werden. Entkoppelte Verformungsenergie in der Schlägerebene ist ohnehin kaum für die Ballrückgewinnung nutzbar und kann somit erfindungsgemäß durch ein die Drehgelenkachse lose

oder hülsenartig umschließendes wenigstens axial elastisches Element axial abgebaut werden. Der Spieler empfindet gerade mehrachsige Biegeschwingungen als besonders unangenehm.

Desweiteren wird eine Verformung des Tragrahmens in seiner Ebene über die axiale Beweglichkeit weniger stark bzw. nur punktuell und gerichtet auf den Bespannrahmen übertragen, sodaß die Besaitung durch reduzierte Schwingungen in ihrer Ebene geschont wird, was zur Wirtschaftlichkeit wie auch zur besseren Spielbarkeit beiträgt.

Die angeführten positiven Effekte der teilweisen und ausführungsbedingten Schwingungskopplung treten insbesondere dann hervor, wenn der bespannte Innenrahmen isostatisch, also zwangsfrei, im Außenrahmen gelagert ist.

Mit der Erfindung werden folgende Effekte erzielt:

1. Gute Ballreflexion in weiten Bereichen des bespannten Rahmens, auch im Bereich des Drehachsen Schnittpunktes und im Zentral- und Kopfbereich, desweiteren in an den Bespannrahmen seitlich angrenzenden Bereichen zwischen Mitte und Kopf (ausgezeichnete Ballbeschleunigungszonen).
2. Beruhigung des Griffbereiches mit Verlagerung der max. Schwingungsamplituden vom Griff fort, beim "Impact".
3. Elimination von Nachschwingungen im Griffbereich, wobei bei bestimmten Schwingungsformen die Griffamplituden völlig ausgelöscht sein können.
4. Funktionsspezialisierung von Tragrahmen und Bespannrahmen vermittels zwangsarmer Drehgelenklagerung. Am besten wird diese Spezialisierung verstanden im Vergleich des Unterschiedes einer starren Radachse und einer Einzelradaufhängung: das Prinzip der lokalen Begrenzung von Stoßeffecten findet hier bedingt seine Analogie.

Bei der zweiachsigen Lösungsvariante mit Konzentration der Reaktionskräfte im Kopf- und Herzbereich ist, bei sonst identischen Aufrissen und Querschnittsausbildungen, die Flexibilität des Innenrahmens am größten (gelenkig aufgelagerter Biegeträger). Ein derartiger Ballschläger bietet Vorteile für "Leichtgewichte".

Die zweiachsige Dreigelenkausführung bietet ähnliche Flexibilitäten wie vorgenannt, die beiden Drehachsen schneiden sich rechtwinklig etwa im unteren Bespannflächenbereich und bilden dort für bestimmte Eigenfrequenzen einen Schwingungsknoten, in dessen Umgebung durch Impulskonzentration (Wellenausbreitung) auftreffende Bälle gut beschleunigt werden.

Eine derzeit bevorzugte Lösungsvariante weist drei Drehachsen bei drei Gelenkpunkten auf. Die beiden spiegelsymmetrisch zueinander liegenden

Gelenkpunkte sind am unteren Bespannflächenbereich positioniert.

Achsposition und Ausrichtung der Achsen sind dabei so zu wählen, daß der Schnittpunkt der drei Drehachsen (Achsknoten) im unteren bis mittleren Bespannflächenbereich liegt. Bei dieser Lösung konzentrieren sich im Achsknoten die Impulskräfte. Liegt der Achsknoten überdies mittwärts ("Sweet Spot"), so kommt er im Bereich maximaler Bespannrahmendurchbiegung zu liegen ("Flexpunkt"). Dieser Bereich weist somit je nach Frequenz / Eigenform dort ausgeprägte Schwingungsbäuche oder -Knoten auf.

Die drei Drehachsen definieren drei unterschiedliche Bespannflächenbereiche.

Erfindungsgemäße Ballschläger mit drei Gelenken und zwei Drehgelenken wurden per FEM-Computersimulation sowohl im Balken- als auch Schalenmodell überwiegend dynamisch untersucht.

Neben Modalanalysen wurden Impact/Time-History Analysen vorgenommen, um das charakteristische Verhalten bei wechselnden Ballaufschlagarten zu simulieren und analysieren.

Außerdem wurden entsprechende Prototypen im Funktionsmodell Spieltests unterzogen. Es zeigte sich, daß bei angepaßt spezifischer Bauweise der erfindungsgemäße Ballschläger durchaus in üblichen Gewichtsklassen von etwa 350 - 390 g Totalgewicht realisiert werden kann. Durch Massenabgleich im Griffbereich lassen sich dabei etwa ähnliche Schwerpunktlagen handelsüblicher Ballschläger erzielen.

Zu Anhaltzwecken sei beispielhaft ein Dreigelenk Ballschläger angeführt. Alle bezogenen Längenangaben "xsi" sind -ausgehend vom Griffende- mit der Gesamtlänge "L" relativiert.

Gesamtmasse: $m = 370$ g, Gesamtlänge: $L = 680$ mm

Massenverhältnis Trag- zu Bespannrahmen: $f = 2.5$ (ohne Massenabgleich, Bespannung, Griffband)

Gesamtschwerpunkt:

$x_{sig} = 0.56$

Bespannrahmenschwerpunkt:

$x_{sia} = 0.49$

Innenrahmenschwerpunkt:

$x_{sii} = 0.75$

Hauptträgheitsmomente:

$I_1 : I_2 : I_3 = 7.5 : 6.5 : 1.0$

Tragrahmenfrequenzen

1-5 : 155, 181, 193, 397, 473 Hz

Bespannrahmenfrequenzen

1-5: 317, 322, 449, 455, 876 Hz

Ballschlägerfrequenzen

1-5: 171, 181, 244, 277, 365 Hz

Bisher untersuchte Massenverhältnisse beider Rahmen: 1.5 - 2.5 .

Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und wer-

den im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1a-1b eine Draufsicht und ein Schrägbild eines Ballschlägers gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung (Typ 1) mit drei Gelenken und drei Drehachsen,

Fig. 2a-2c drei typische Grundschwingungsformen eines Ballschlägers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 3a-3d Resonanzkurven des Ballschlägers Ausführung 1, beim zentralen Impact für Lateralschwingung (a), Längsschwingung (b), Querschwingung (d) und ausgewählte Punkte nach (c),

Fig. 4a-4d Resonanzkurven des Ballschlägers Ausführung 1, beim zentralen Impact für Lateralschwingung und Innenrahmen Mitte-Seite (a), Außenrahmen Mitte-Seite (b), Griffende (c), Außenrahmenkopf (d),

Fig. 5 Resonanzkurven für Griffende, Kopf und Innen-Außenrahmen Seitenmitten für das Koppelschwingersystem (leichte Schwebung),

Fig. 6a-6d eine Draufsicht für grundsätzlich unterschiedliche Ausführungen hinsichtlich der Zahl der Gelenke, Zahl der Drehachsen:

- 3 Gelenke, 3 Achsen (a)
- 3 Gelenke, 2 Achsen (b), eine Variante
- 3 Gelenke, 2 Achsen (c), andere Variante
- 4 Gelenke, 2 Achsen (d),

durch Anwendung der morphologischen Methode lassen sich sämtliche mögliche wie auch relevante übrige erfindungsgemäße Gelenk- und Achsanordnungen der Ausführungen auf-

Fig. 7 eine Draufsicht einer Ausführung (Typ 3) mit zwei Gelenken und zwei parallelen Achsen,

Fig. 8 eine typische Schwingungsform des in Fig. 7 dargestellten Ballschlägers,

Fig. 9 eine Draufsicht einer nicht typisierten Ausführung mit drei Gelenkstellen und drei Drehachsen,

Fig. 10 eine Draufsicht einer Ausführung (Typ 4) mit vier Gelenken

Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

Fig. 15

Fig. 16a-16d

und zwei Drehachsen, einen Ballschläger einer Ausführung (Typ 3) der Erfindung mit vier Gelenken und zwei Drehachsen,

eine Schwingungsform des in Fig. 11 dargestellten Ballschlägers,

eine Schnittdarstellung einer möglichen Ausführungsform eines einzelnen Drehgelenkes, das bei allen Ballschlägerausführungen Verwendung finden kann,

eine Schnittdarstellung eines Teiles einer anderen Ausführungsform eines einzelnen Drehgelenkes (Momentenfreiheit),

einen Teil der beiden Rahmen in perspektivischer Darstellung,

eine Draufsicht der Ausführung mit drei Gelenken, drei Achsen bei abweichender Lage des Achsschnittpunktes.

In Fig. 1a ist in Draufsicht ein Ballschläger gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Er besteht aus einem äußeren Tragrahmen 1, der einen Griffteil 2 hat. Der Tragrahmen 1 umschließt einen inneren, eine Bespannung 3 aufweisenden Bespannrahmen 4, der mit dem Tragrahmen durch drei Gelenke 5 verbunden ist, von denen eines im extremen Kopfbereich angeordnet ist, während die beiden anderen Gelenke 5 sich im griffseitigen Bereich gegenüberliegen.

Die Ausbildung der Gelenke ist derart gewählt, daß sie jeweils an der Gelenkstelle eine Drehachse 7 bilden, beispielsweise realisiert über eine Bolzen-Buchse Gelenkverbindung. Die drei Drehachsen 7 schneiden sich bei dieser Ausführung im griffseitigen Bereich der Bespannung 3 in der Schlägerebene auf der Schlägerlängsachse.

Fig. 1b zeigt den selben Ballschläger in einem Schrägbild, in dem beispielhaft eine mögliche Wahl der Querschnittsprofile gezeigt ist. Bespann- und Tragrahmenprofil stellen sich in aneinandergrenzenden Bereichen optisch als eine Einheit dar.

Fig. 2a zeigt eine Grundschwingungsform, wobei der Tragrahmen als äußerer Rahmen 1 mit Griff 2 zwei Schwingungsknoten aufweist (symm. Biegung), während der innere bespannte Rahmen 4 über die Gelenkverbindungen 5 relativ zum Tragrahmen 1,2 eine gegenläufige symmetrische Biegeauslenkung erfährt. Beide Rahmenteile verformen sich so, daß für den Ballschläger der Gesamtschwerpunkt in der Schlägerebene verbleibt.

Fig. 2b zeigt die hier nächst höhere "in-plane" Grundschwingungsform in der Schlägerebene, wo-

bei beide Rahmen eine elastische Biegeverformung erfahren. Je nach Ausführung der Gelenke 5 sind bei dieser Schwingungsform axiale Relativbewegungen beider Rahmen an den Gelenkstellen möglich, da immanent.

Fig 2c zeigt eine höhere elastische Biegeschwingung des Ballschlägers transversal zur Schlägerebene. Während der äußere Rahmen 1 mit Griffteil 2 eine quasi antimetrische Biegeform mit drei Schwingungsknoten einnimmt, ist auch bei dieser Schwingungsform der innere Rahmen 4 über die Gelenkverbindung 5 symmetrisch und gegenläufig ausgelenkt. Diese Grundswingungsform wird erzwungen bevorzugt angeregt bei beispielsweise zentrisch auftreffenden Bällen. Der Griffbereich 2 erfährt bei dieser Grundswingung eine relativ geringe Auslenkung, was angestrebt wird.

Fig. 3a bis 3d zeigen das Antwortverhalten des in Fig. 1a,b und Fig. 3c dargestellten Ballschlägers im zeitlichen Verlauf ("time-history"), über den Analysezeitraum von 0.8 sec mit 80 Zeitschritten und aufgeprägtem Dirac-Stoß.

Die gedämpften Schwingungskurven wurden per FEM-Simulation gewonnen beim "Impact" im Schlagflächenzentrum.

Während in Fig. 3a die transversale Anfangsauslenkung (z) bei -1.1 mm liegt, ist die in Fig. 3b dargestellte Längsauslenkung (x) in der Schlägerebene um vier Zehnerpotenzen kleiner und damit praktisch verschwindend, ebenso wie die "in-plane" Auslenkung (y) in Querrichtung mit drei Zehnerpotenzen Unterschied. Die Resonanzkurven Fig. 3a,b,d haben gemeinsam, daß die in Fig. 2c gezeigte Grundswingungsform angeregt wird und daß das Abklingverhalten der angefachten Schwingungen ausgesprochen gut, d.h. stärker als materialbedingt, gedämpft ist. In Fig. 3c sind ausgewählte Knoten des Tragrahmens am Griffende NODE 19, im Kopf NODE 3757, in der Seitenmitte NODE 1949, als repräsentativ herausgegriffen, ebenso wie der Knoten NODE 1975 des Bespannrahmens, ebenfalls in Seitenmitte. Auf diese Knotenpunkte wird auch in den Fig. 4a-4d und 5 Bezug genommen.

Fig. 4a bis 4d zeigt die Resonanzkurven der Transversalschwingungen (z) von Fig. 3a, jedoch die Knoten separiert. Fig. 4a zeigt die Bespannrahmenauslenkung über der Zeit für den Knoten NODE 1975 in Seitenmitte. Der Bespannrahmen weist die maximalen Schwingungsamplituden auf (100%).

Fig. 4b zeigt an gleicher Position gegenüberliegend den Schwingungsverlauf des Tragrahmenknotens NODE 1949 mit etwa 25% der maximalen Amplitude des Bespannrahmens.

Fig. 4c zeigt die Schwingungsvariation des Knoten NODE 19 am Griffende, weiter reduziert, ebenso wie die Schwingung im Tragrahmenkopf Knoten

NODE 3757.

Fig. 5 ist eine vergrößerte Darstellung der Abbildungen von Fig. 3a und stellt die Zusammenfassung der Transversalschwingungen der Fig. 4a bis 4d dar. Im direkten Vergleich sind die unterschiedlichen zeitlich abklingenden Amplituden der repräsentativen Knoten zu erkennen. Die Gegenphasen der Schwingungen von Bespann- und Tragrahmen sind prinzipiell ebenso erkennbar wie identische Nulldurchgänge und das exponentiell starke Abklingen der Schwingungen, überlagert von moderaten Schwebungen mit etwa einem Viertel der Resonanzfrequenz.

Fig. 6a bis 6d zeigt schematisch in Draufsicht eine Auswahl möglicher Abwandlungen des erfindungsgemäßen Ballschlägers. Fig. 6a, als vom "Typ 1" bezeichnet, entspricht dem in Fig. 1a,b gezeigten Ballschläger. Kennzeichnend ist die Anordnung der Gelenke 5, die den äußeren Rahmen 1 mit Griffteil 2 und den inneren Rahmen 4 so verbinden, daß drei die beiden Rahmen hier etwa senkrecht durchsetzende lokale Drehachsen 7 entstehen, die einen gemeinsamen Schnittpunkt A im griffwärtigen Bereich des inneren Rahmens 4 aufweisen.

Fig. 6b zeigt eine ähnliche, als vom "Typ 2" bezeichnete Anordnung der Gelenke 5 wie in Fig. 6a, jedoch werden Tragrahmen 1,2 und Bespannrahmen 4 so von den Drehachsen 7 durchsetzt, daß die zwei Drehachsen der griffwärts positionierten Gelenke 5 zusammenfallen, sodaß zwei sich in A schneidende zueinander senkrechte Drehachsen 7 entstehen.

Fig. 6c zeigt eine Abwandlung der Anordnung vom "Typ 2" der Fig. 6b, bei der wiederum Zwei zueinander senkrechte lokale Drehachsen 7 entstehen. Die gezeigte Konfiguration ist als vom "Typ 3" bezeichnet, da beide griffseitigen Gelenke 5 im extremalen Bereich des Bespannrahmens 4 positioniert sind. Im Grenzfall fallen die beiden griffseitigen Gelenke quasi zusammen, sodaß insgesamt nur ein Gelenk 5 im Kopf und eines gegenüberliegend auf der Schlägerlängsachse vorhanden ist. Das griffseitige Gelenk 5 würde dann eine zum inneren Rahmen 4 tangential verlaufende Drehachse 7 aufweisen, wobei der Achsschnittpunkt A am griffseitigen Innenrahmenende liegt.

Fig. 6d zeigt einen erfindungsgemäßen Ballschläger, bezeichnet als vom "Typ 4".

Ein Ballschläger dieser Ausführung weist vier Gelenkstellen 5 auf, die sich paarweise in extremalen Positionen am inneren Rahmen 4 und längs und quer zum äußeren Rahmen 1 befinden. Die vier Gelenkstellen 5 bilden zwei zueinander senkrechte Drehachsen 7, wobei der gemeinsame Achsschnittpunkt A im Bereich des Besaitungszentrums zu liegen kommt.

Fig. 7 zeigt in Draufsicht eine weitere Ausführ-

rung des erfindungsgemäßen Ballschlägers mit
 zwei am äußeren Rahmen 1 und inneren Rahmen 4
 extremal am kopf- und griffseitigen Innenrahmen-
 bereich befindlichen Gelenkstellen 5, wobei zwei
 zueinander parallele Drehachsen 7 entstehen, wel-
 che die Schlägerlängsachse senkrecht durchset-
 zen. Bei bestimmten Frequenzen ergeben sich ge-
 genläufige Auslenkungen von Tragrahmen 1,2 und
 Bespannrahmen 4, wie aus Fig. 8 ersichtlich.

Wie in Fig. 8 dargestellt, zieht bei einer Verbie-
 gung des Bespannrahmens 4 dieser den Tragrah-
 men 1,2 in Schlägerlängsrichtung zusammen, wo-
 durch der Tragrahmen rückführbare elastische Ver-
 formungsenergie speichert und der Bespannrah-
 men an einer größeren Verformung gehindert wird.
 Die sich anschließende Entspannung des äußeren
 Rahmens 1 setzt beschleunigende Kräfte auf den
 ebenfalls sich entspannenden inneren Bespannrah-
 men 4 frei. Diese Entspannung wird in zusätzliche
 kinetische Ballenergie übergeführt. Ein Ballschläger
 gemäß dieser Ausführung hat also ebenfalls ein
 gutes Ballreflexionsvermögen.

Fig. 9 zeigt einen Ballschläger gemäß einer
 weiteren Ausführungsform der Erfindung. Bei die-
 sem Ballschläger sind zwei Gelenkstellen 5 mit
 zwei Drehachsen 7 im Kopfbereich und eine Ge-
 lenkstelle 5 im gegabelten griffseitigen Bereich des
 Tragrahmens 1,2 und Bespannrahmens 4 senk-
 recht zur Schlägerlängsachse durchsetzt. Der
 Schnittpunkt A der Drehachsen 7 kommt im Kopf-
 bereich des Bespannrahmens 4 zu liegen.

Fig. 10 zeigt eine mögliche Ausführung des in
 Fig. 6d schematisch und funktionell dargestellten
 Ballschlägers vom "Typ 4".

Bei dieser Ausführung sind die Gelenke 5 sämtlich
 als einachsige Drehgelenke ausgebildet, etwa be-
 stehend aus Bolzen-Buchse Paarungen. Beide
 Drehachsen 7 schneiden sich etwa zentral in A und
 stehen senkrecht aufeinander.

Fig. 11 zeigt einen Ballschläger gemäß einem
 weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei
 diesem Ballschläger wird der Bespannrahmen 4
 vollständig vom Tragrahmen 1 umgeben, der den
 Griffteil 2 aufweist. Der Bespannrahmen 4 ist mit
 dem Tragrahmen 1 durch zwei sich gegenüberlie-
 gender nicht dargestellter Drehgelenke 5 verbun-
 den, wobei jedes Paar sich gegenüberliegender
 Drehgelenke eine gemeinsame Drehachse 7 hat.
 Die beiden Drehachsen 7 verlaufen parallel zuein-
 ander und senkrecht zur Schlägerlängsachse. Fer-
 ner liegen die Drehachsen 7 innerhalb der vom
 Bespannrahmen 4 umschlossenen Fläche. Am
 griffseitigen Ende des Rahmens 4 ist dieser durch
 ein Feder-Dämpfer Element 8 mit dem Rahmen 1
 verbunden. Das Feder-Dämpferelement besteht
 aus einem pneumatischen oder hydraulischen
 Dämpfungselement 9 und zwei Federn 15. das
 Feder-Dämpferelement 8 ist gelenkig mit den bei-

den Rahmen verbunden. Die Drehachsen 7 sind
 etwa in jeweils endseitigem Viertel der Bespann-
 rahmenlänge angeordnet.

Fig. 12 zeigt den in Fig. 11 dargestellten Ball-
 schläger in der Seitenansicht, wobei die relative
 Auslenkung der beiden Rahmen 1 und 4 ersichtlich
 ist.

Fig. 13 zeigt eine mögliche Ausführungsform
 eines Drehgelenks 5, welches eine lokale Drehung
 des Bespannrahmens 4 gegen den Tragrahmen 1,2
 um die Gelenkachse wie auch eine begrenzte axia-
 le Relativbewegung entlang derselben zuläßt. Bei-
 de Rahmen 1,4 bestehen aus einer äußeren Schale
 10 und einem inneren Schaumstoffkern 11. Im
 Bereich des Drehgelenks 5 ist jeder Rahmen 1,4
 beispielsweise durch einen zylindrischen Abschnitt
 12, der den äußeren und inneren Wandabschnitt
 der Schale 10 miteinander verbindet, verstärkt. Im
 zylindrischen Abschnitt 12 eines jeden Rahmens
 1,4 ist ein Paar Lagerbuchsen 13 eingesetzt. Zwi-
 schen der inneren Lagerbuchse 13 des Bespann-
 rahmens 4 sind ein oder mehrere Distanzscheiben
 14 angeordnet.

Durch die Wahl der Dicke oder Anzahl der Distanz-
 scheiben 14 kann nicht nur der Abstand zwischen
 den sich gegenüberliegenden Lagerbuchsen 13,
 sondern auch die Vorspannung justiert werden.
 Eine beide Rahmen 1,4 durchsetzende Achse 15
 ist durch die Lagerbuchse 13 hindurchgeführt. Die
 Achse 15 ist im dargestellten Beispiel ein einfacher
 Paßstift, der an einem Ende einen größeren abge-
 flachten Kopf 16 und am anderen Ende eine Boh-
 rung aufweist, durch die ein Splint 17 zur axialen
 Sicherung des Paßstiftes bzw. der Gelenkverbin-
 dung gesteckt ist. Anstelle eines Splintes 17 könn-
 te auch eine Sprengringsicherung vorgesehen sein.
 Gegebenenfalls ist eine Abdeckkappe 18 für die
 Abdeckung des inneren Paßstiftendes und des
 Splintes vorgesehen. Versuche haben gezeigt, daß
 unter geeigneten Passungen, Achsausrichtungen
 und eventuell Vorspannungen eine axiale Gelenk-
 bolzensicherung entbehrlich werden kann. Auch an-
 dere bekannte einfache Sicherungsmöglichkeiten
 sind denkbar.

Die Stift- bzw. Bolzenlänge ist so gewählt, daß bei
 Biegeverformung in der Schlägerenebene, wie z.B.
 bei Längsschwingungen, der Bespann- und/oder
 der Tragrahmen durch Querkontraktion in Bolzen-
 längsrichtung gleiten können, so daß Zwangsver-
 formungen abgebaut werden können. Eine Zug-
 Druckfeder 19 oder ein entsprechendes umschlie-
 ßendes Elastomer ist zwischen beiden Rahmen 1,4
 vorgesehen, um deren axialen Schluß zu verbes-
 sern und eine stützende und dämpfende Wirkung
 zwischen den Rahmen auszuüben. Die Feder 19
 kann aber auch fortgelassen werden.

Fig. 14 zeigt in vereinfachter Darstellung einen
 Teil einer Gelenkverbindung 5 in Abwandlung der

Ausführung, als Gelenk mit drei zueinander orthogonalen Dreh- oder Schwenkachsen 7, von denen eine dargestellt ist und mit der Stift-/Bolzenachse zusammenfällt. Der dargestellte Gelenkteil besteht aus einer innen kugelig ausgeformten Buchse 20, die im Bespannrahmen 4 eingepaßt ist, sowie dem darin eingefügten und gesicherten außen tonnenförmigen Gelenkring 21.

Der in der Buchse 20 schwenkbare Gelenkring 21 wird von dem Stift 15, der vom nicht dargestellten Tragrahmen 1,2 gemäß Fig. 13 aufgenommen wird, so durchsetzt, daß er im Gelenkring 21 entlang der Drehachse 7 ohne nennenswertes Spiel gleiten kann.

Das in Fig. 14 skizzierte Gelenk mit drei Rotationsfreiheitsgraden kann zur Erfüllung der erfindungsgemäßen Funktion auch durch andere bekannte Gelenkverbindungen, z.B. ein Kugelgelenk ersetzt werden. Auch ist ein solches Gelenk denkbar, welches dem Ballspieler gestattet, die Ausrichtung der Achse 7 nachträglich zu verändern, um damit die Frequenzen und somit die Spieleigenschaften an unterschiedliche Bespannungsarten anzupassen. Ein solches Gelenk könnte so gestaltet sein, daß Buchse 20 und Gelenkring 21 über eine Schraube gegeneinander festgestellt werden, so daß der Stift 15 und damit die verbleibende Drehachse 7 ausgerichtet werden können.

Fig. 15 zeigt beispielhaft eine Paarung von vorteilhaften Querschnittsformen für den Tragrahmen 1 und den Bespannrahmen 4. Während der Bespannrahmen 4 einen in der Schlägerebene gestreckten flachen Querschnitt aufweist, hat der Tragrahmen 1 quer zur Schlägerebene eine größere Bauhöhe als der Bespannrahmen 4. Aufgrund dieser prinzipiellen Querschnittsform ist der Tragrahmen 1 eher steif gegen eine Biegung senkrecht zur Schlägerebene, während der Bespannrahmen 4 eher steif gegen eine Biegung in der Schlägerebene ist. Denn es hat sich gezeigt, daß schon infolge der Längsabmessungen der Tragrahmen 1 mit Griff 2 weit mehr auf zur Schlägerebene senkrechte Durchbiegung beansprucht wird, als der Bespannrahmen 4, dessen Hauptbiegebeanspruchung in der Schlägerebene liegt. Auf der Innenseite ist der Tragrahmen 1 abgeschrägt, wie in Fig. 15 zu sehen ist, wodurch der zwischen den beiden Rahmen 1,4 sich befindliche Spalt aerodynamisch günstig gestaltet ist, um den Luftwiderstand des Ballschlägers senkrecht zur Schlägerebene herabzusetzen. Im übrigen kommt der in Fig. 15 exemplarisch dargestellten Profilkombination mit Luftspalt besondere Bedeutung hinsichtlich Harmonisierung der Gebrauchseigenschaften zu. Die erforderliche Optimierung wird ein Kompromiss sein aus "optischem Gewicht", aus Festigkeits- und Massenverhältnissen zur Erfüllung der erfindungs-

gemäßen Funktion und aus aerodynamischen Widerstandsbeiwerten.

Fig. 16a bis 16d fassen exemplarisch eine Auswahl morphologisch gewonnener Möglichkeiten der Anordnung der Dreigelenkausführung vom "Typ 1" gemäß Fig. 6a zusammen. Insbesondere sind verschiedene Ausrichtungen der Drehachsen 7 und Lagen des Achsschnittpunktes A gezeigt, welche es gestatten, bei sonst identischer Ausführung des Ballschlägers bzw. des Tragrahmens 1,2 und des Bespannrahmens 4, die jeweils gewünschten individuellen Spieleigenschaften konstruktiv einzustellen.

Fig. 16a zeigt eine Anordnung der drei Gelenke 5 zwischen Tragrahmen 1 und Bespannrahmen 4, bei der die Achsen so ausgerichtet sind, daß die eingeschlossenen Winkel α_0 gleich sind (120 Grad). Der Schnittpunkt A der Achsen 7 liegt im zentralen Bespannrahmenbereich.

Fig. 16b zeigt eine ähnliche Anordnung wie in Fig. 16a, jedoch ist die Ausrichtung der Gelenke 5 derart, daß der Schnittpunkt A der Achsen 7 im Kopfbereich zu liegen kommt, wobei diese einen Winkel α_1 und zwei Winkel β_1 miteinander einschließen.

Fig. 16c zeigt in Abwandlung der Fig. 16b eine Anordnung der Gelenke 5, bei welcher der Schnittpunkt der Achsen A im griffseitigen Bespannflächenbereich liegt und wobei ein Winkel α_2 und zwei Winkel β_2 (größer 90 Grad) von den Achsen 7 eingeschlossen werden.

Fig. 16d unterscheidet sich von Fig. 16c dadurch, daß der Schnittpunkt A der Achsen 7 gegen den Rahmen 4 oder außerhalb desselben wandert und die beiden eingeschlossenen Winkel β_3 zwischen den Achsen 7 folglich kleiner als 90 Grad sind.

Ebenfalls morphologisch lassen sich alle möglichen und sinnvollen Kombinationen für erfindungsgemäße Ballschläger, insbesondere Tennisschläger, mit zwei drei und vier Gelenkstellen finden. Dabei kann insbesondere durch die Festlegung oder Lösung der axialen Freiheitsgrade im Einzelgelenk isostatische Lagerung ganz oder angenähert realisiert werden.

Patentansprüche

1. Ballschläger, insbesondere Tennisschläger, mit einem eine Bespannung aufweisenden geschlossenen inneren Rahmen und einem den inneren Rahmen wenigstens teilweise umschließenden äußeren Rahmen mit Griffteil, wobei beide Rahmen stellenweise miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rahmen über mindestens zwei Gelenke miteinander verbunden sind, die jeweils an den Verbindungsstellen eine lokale Drehung der beiden

- Rahmen relativ zueinander zulassen und eine translatorische Bewegung der beiden Rahmen zueinander senkrecht zu der von den Rahmen aufgespannten Schlägerebene verhindern, wobei die Gelenke relativ zueinander so angeordnet sind, daß der innere Rahmen keine Starrkörperbewegung relativ zu dem äußeren Rahmen ausführt,
2. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Gelenk im Kopfbereich angeordnet ist, und weitere Gelenke im griffseitigen bis mittleren Bespannflächenbereich so angeordnet sind, daß der Ballschläger insgesamt bis zu vier Gelenkstellen aufweist,
3. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Gelenke ein Drehgelenk ist, das eine zur Schlägerebene parallele Drehachse hat, wobei je nach Ausführung des Gelenkes eine axiale Verschiebung des Innenrahmens relativ zum Außenrahmen an der Gelenkstelle zugelassen oder gesperrt ist, und/oder eine im wesentlichen axial wirksame federnd-dämpfende Umschließung der Gelenkverbindung vorgesehen ist,
4. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Gelenke ein Kugelgelenk ist, welches ein bis drei Drehachsen aufweist, die, insofern mehr als ein Drehfreiheitsgrad im Gelenk zugelassen ist, zueinander orthogonale Drehbewegungen im Gelenk ermöglichen,
5. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ausführungsart (Typ 1) drei Gelenke vorhanden sind, die jeweils eine Drehachse haben, wobei die Gelenke so angeordnet sind, daß die Drehachsen sich auf der Schlägerlängsachse schneiden,
6. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ausführungsart (Typ 2) zwei oder drei Gelenke so angeordnet sind, daß zwei zueinander senkrechte Drehachsen entstehen, wobei eine Achse mit der Schlägerlängsachse zusammenfällt und beide Achsen sich schneiden,
7. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ausführungsart (Typ 3) zwei, drei oder vier Gelenke zwei zueinander parallele Drehachsen bilden, wobei die Einzelgelenkachsen paarweise miteinander fluchten können,
8. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ausführungsart (Typ 4) vier Gelenke zwei zueinander senkrechte sich schneidende Achsen definieren,
9. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenk- und Achsausbildung eine isostatische Lagerung beider Rahmen zueinander ganz oder angenähert realisiert,
10. Ballschläger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim unverformten Schläger der Schnittpunkt der Drehachsen der Gelenke in der Schlägerebene und auf der Schlägerlängsachse liegt, wobei der gemeinsame Achsschnittpunkt innerhalb oder außerhalb der Innenrahmenbespannfläche zu liegen kommt.

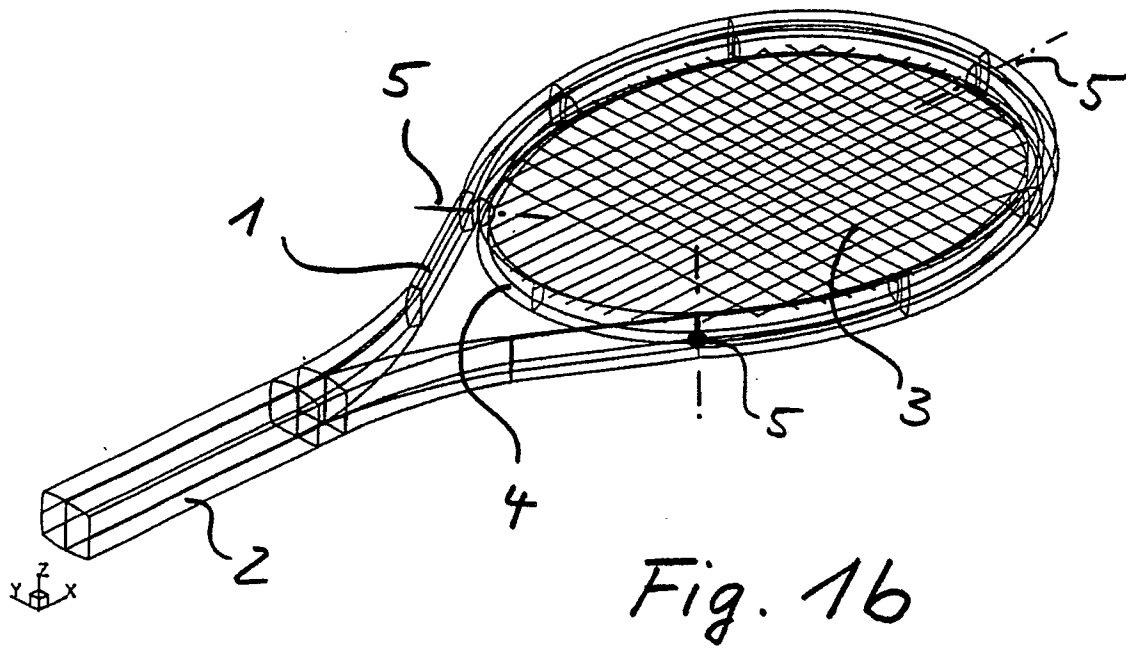
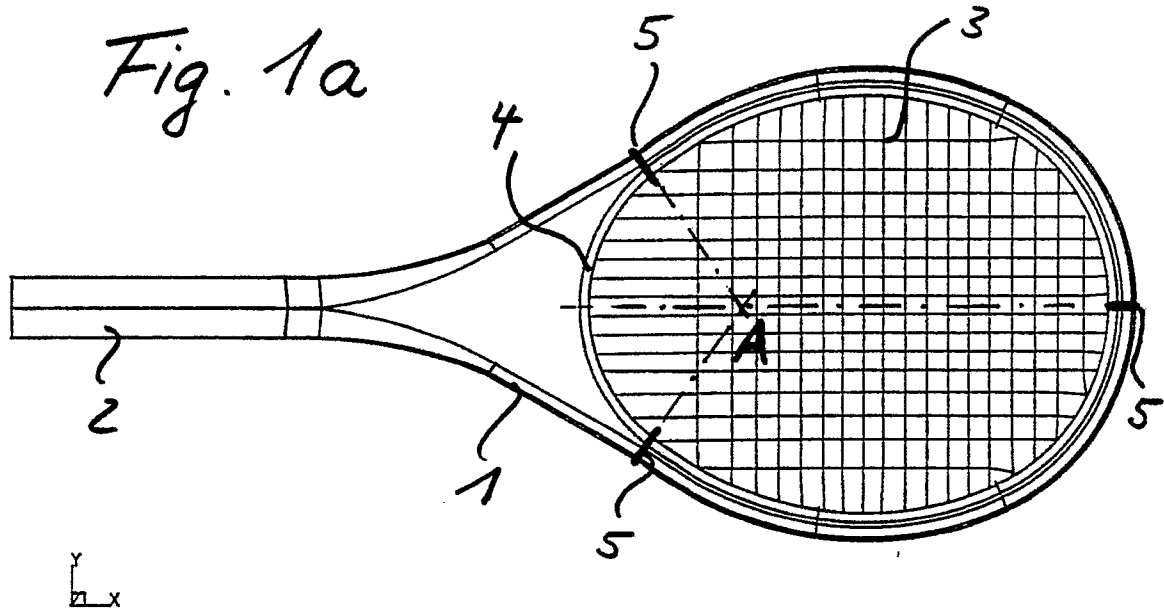


Fig. 2a

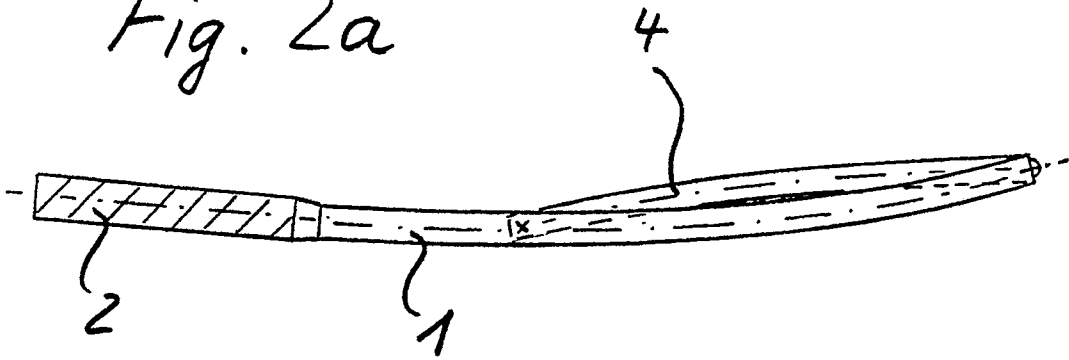


Fig. 2b

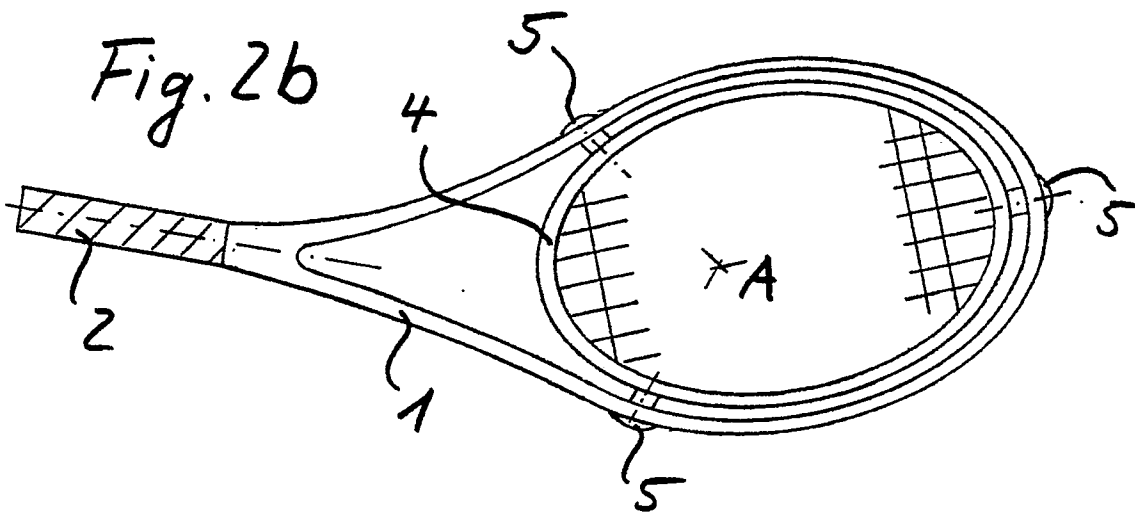


Fig. 2c

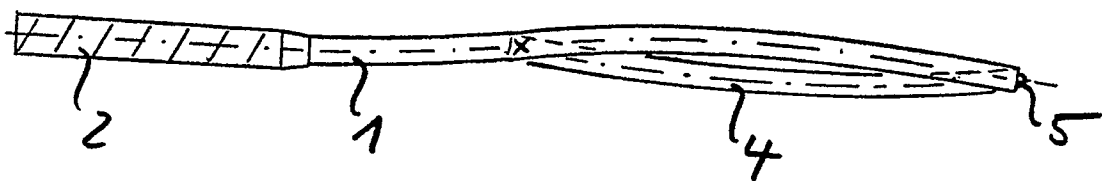


Fig. 3a - 3d

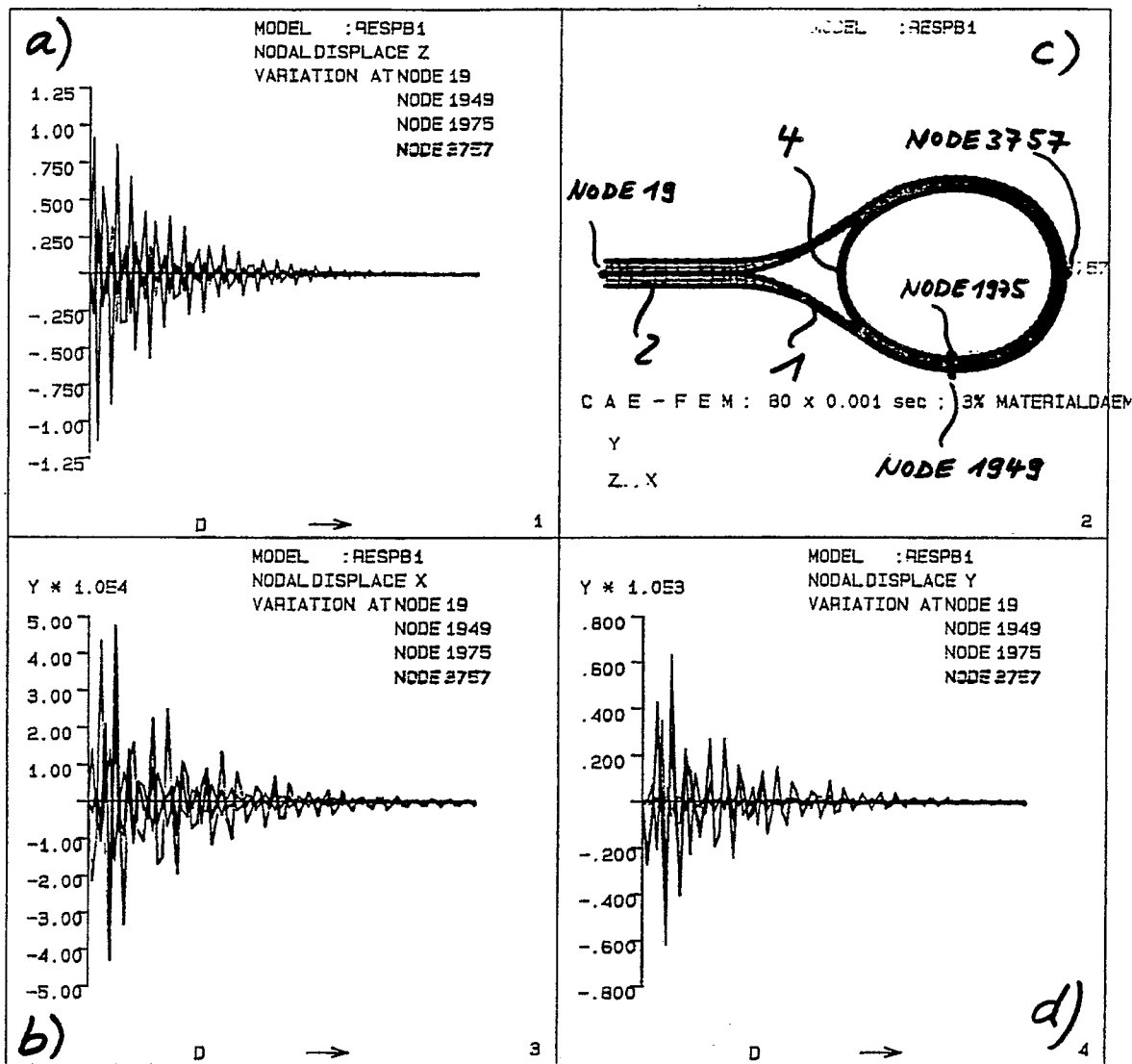


Fig. 4a - 4d

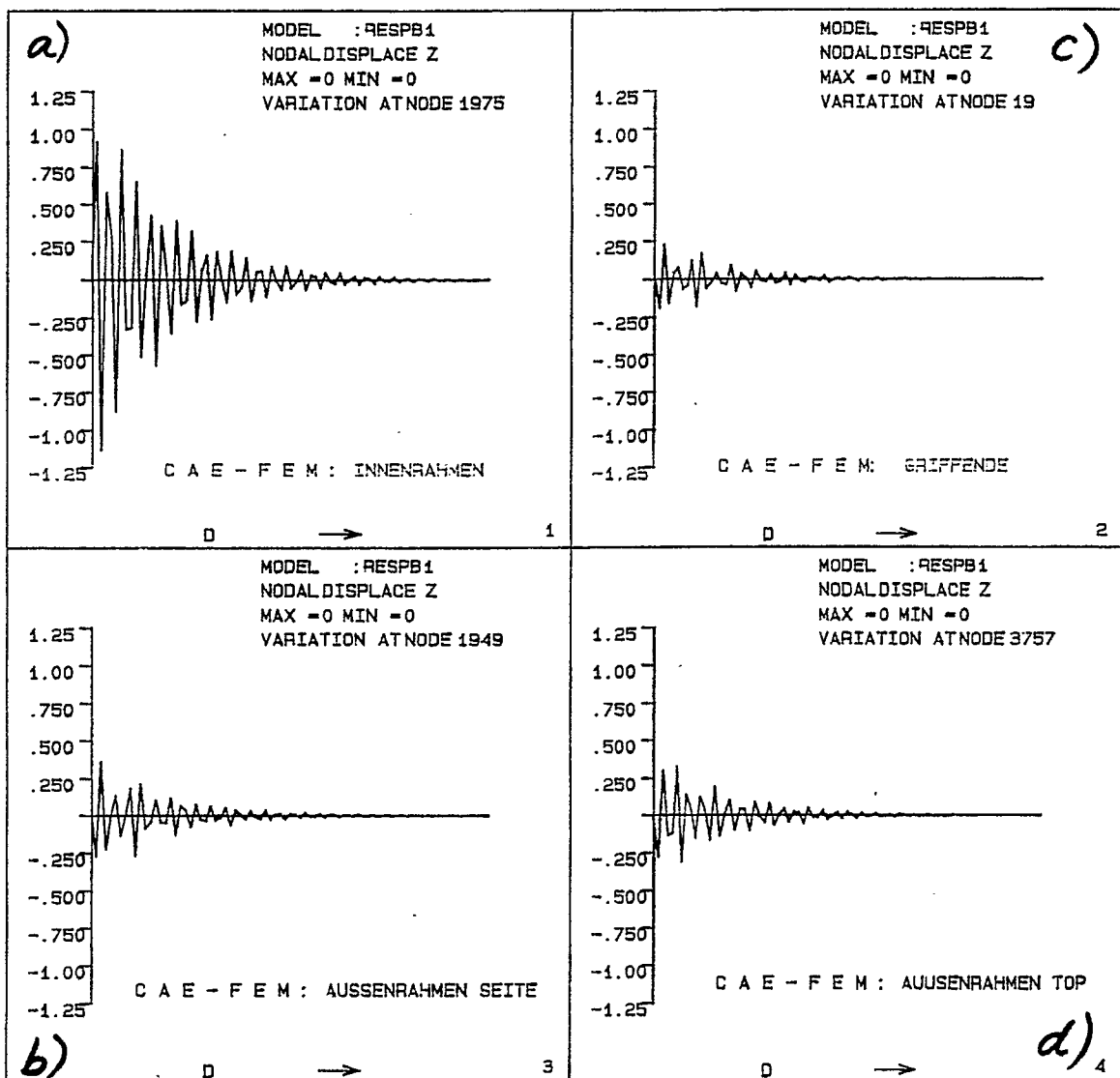


Fig. 6a
"Typ 1"

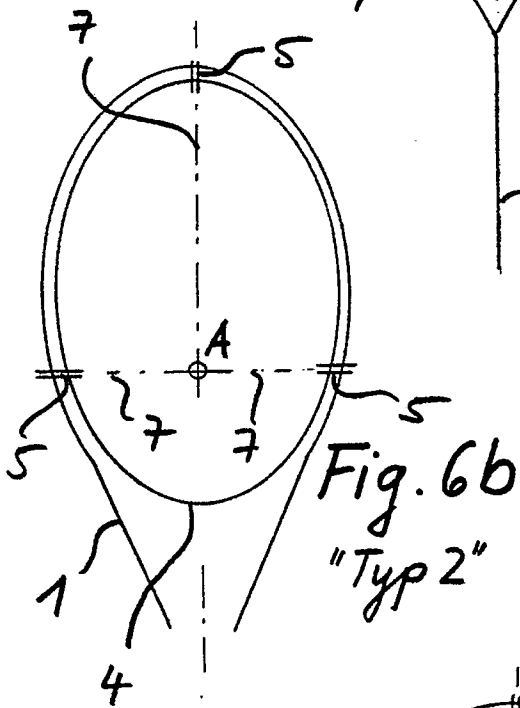
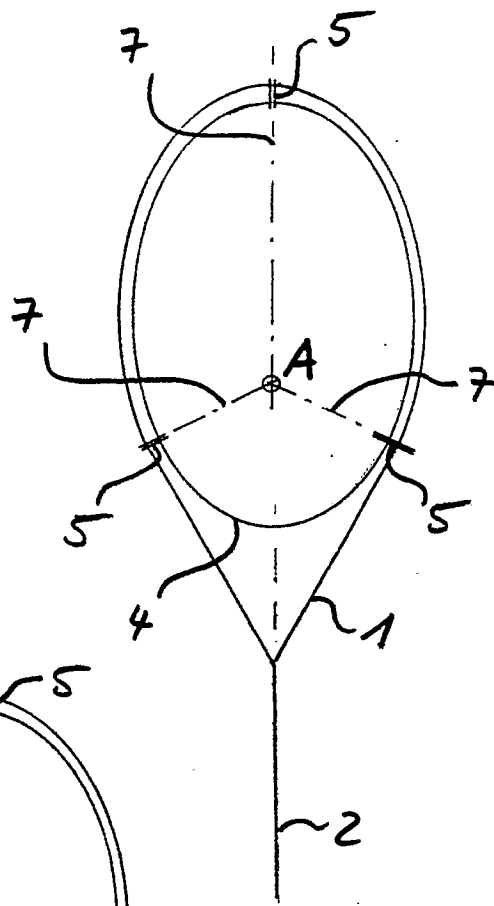


Fig. 6b
"Typ 2"

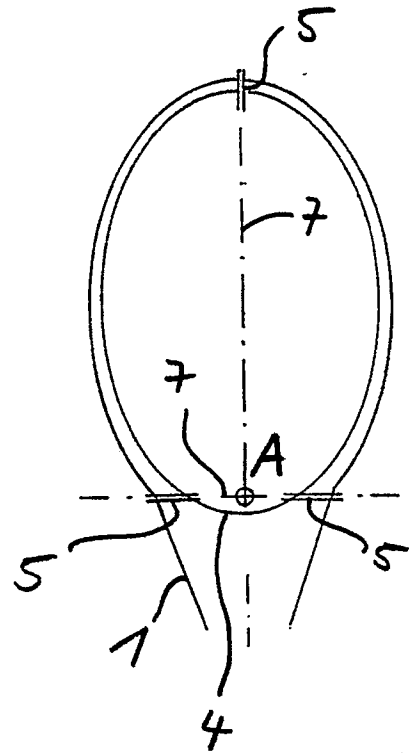


Fig. 6c
"Typ 3"

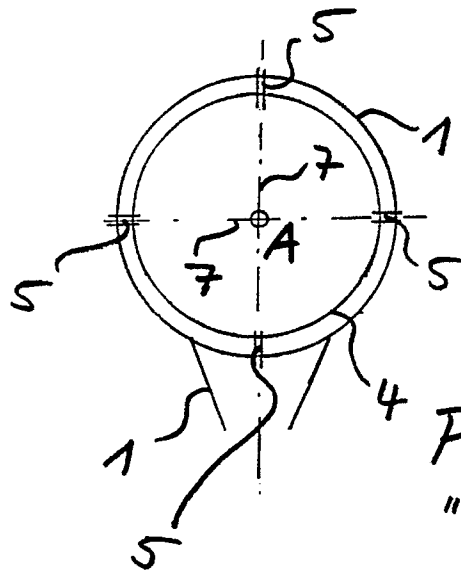


Fig. 6d
"Typ 4"

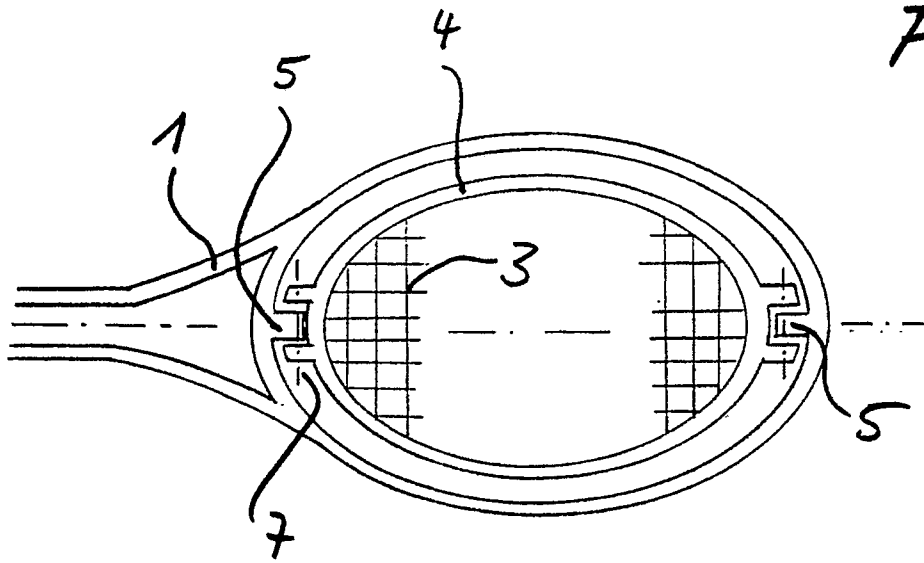


Fig. 7
"Typ 3"

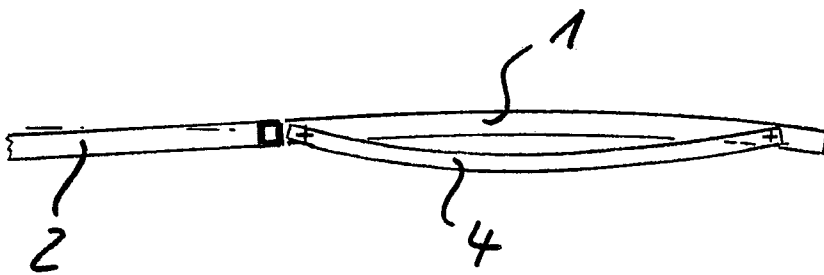


Fig. 8

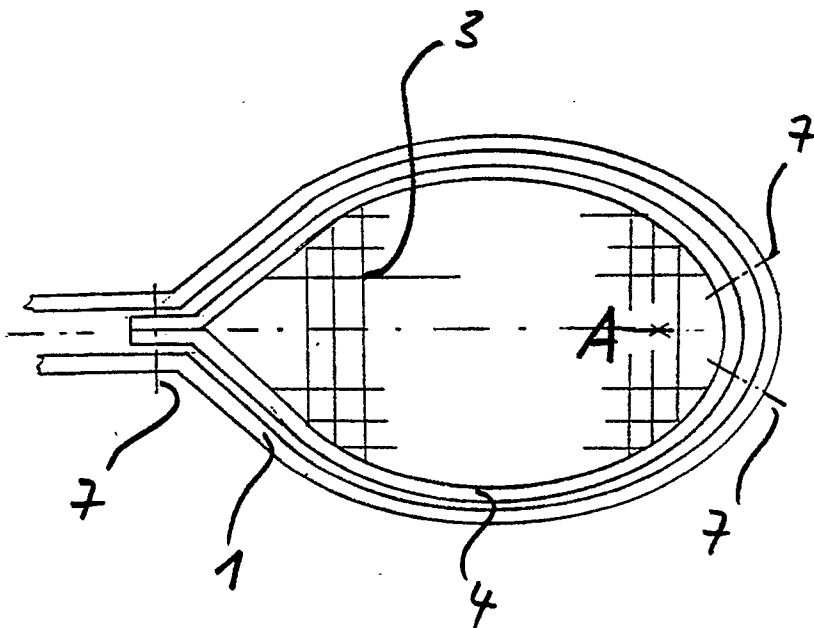


Fig. 9

Fig. 10
"Typ 4"

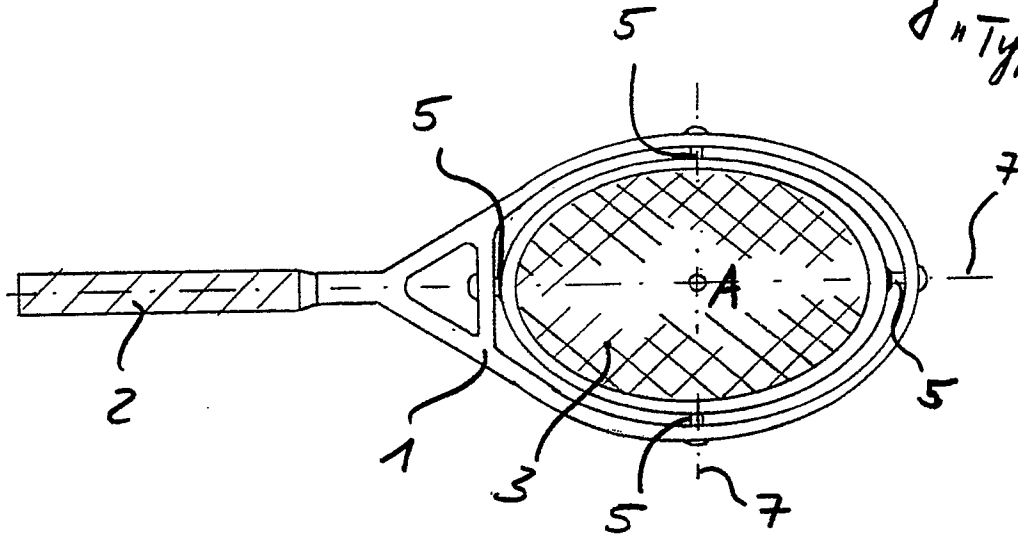


Fig. 11
"Typ 3"

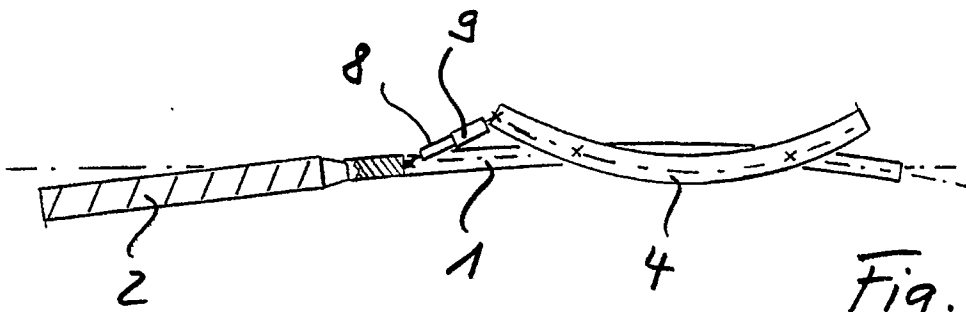
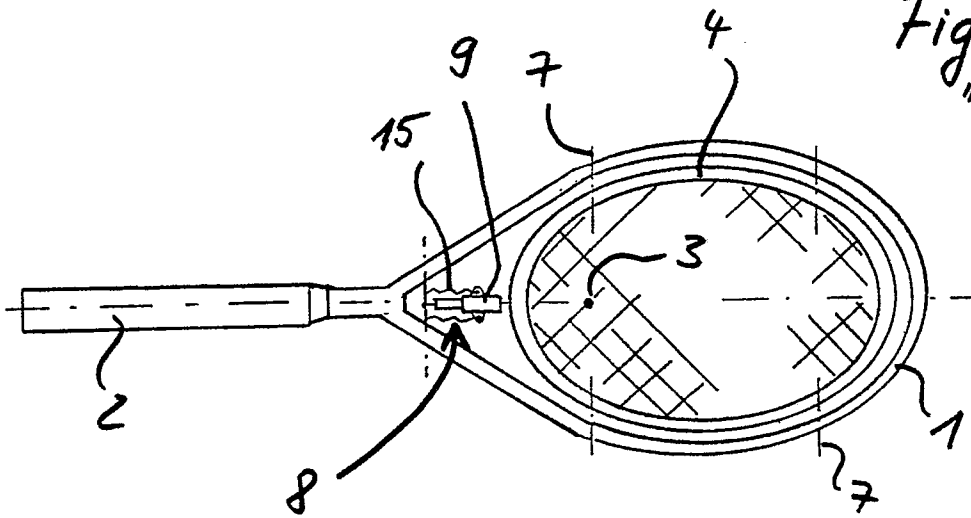


Fig. 12

Fig. 13

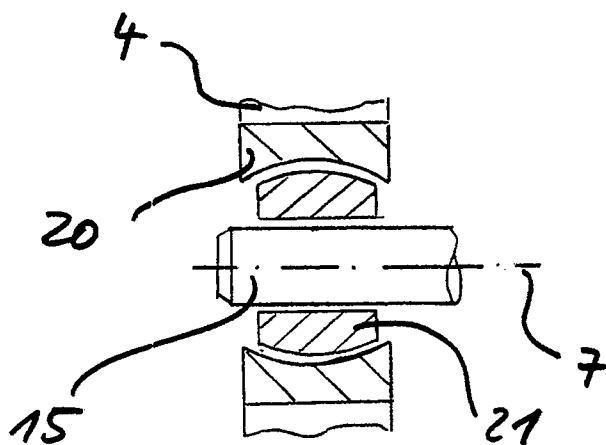
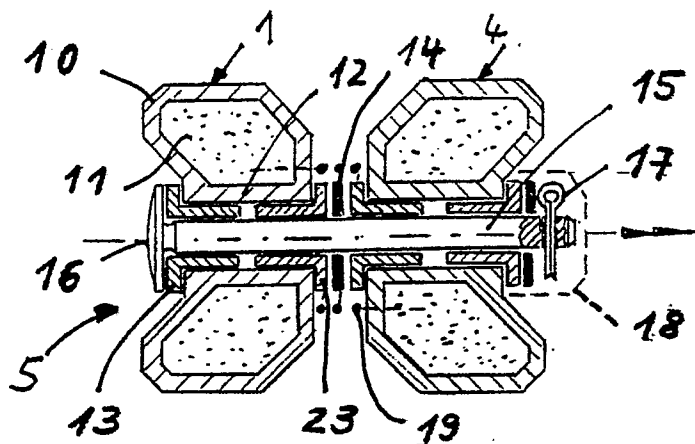


Fig. 14

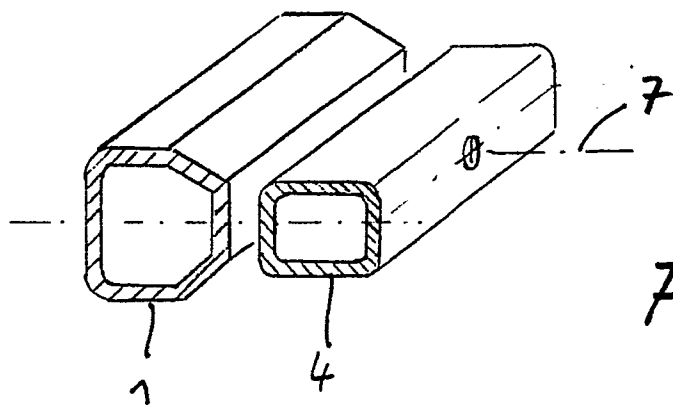


Fig. 15

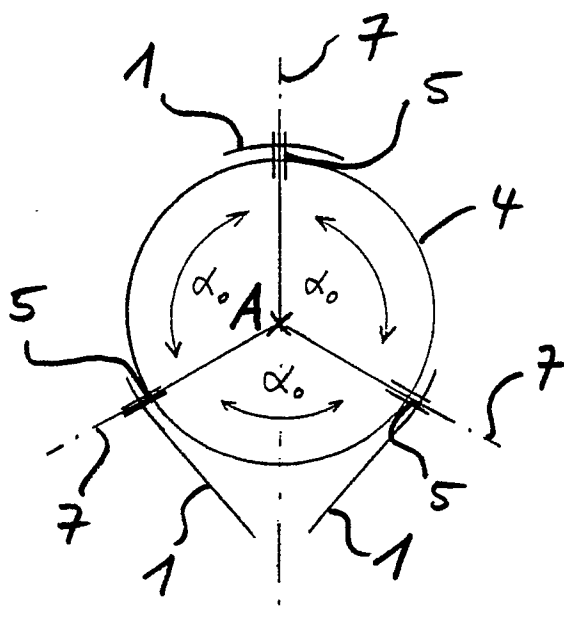


Fig. 16a

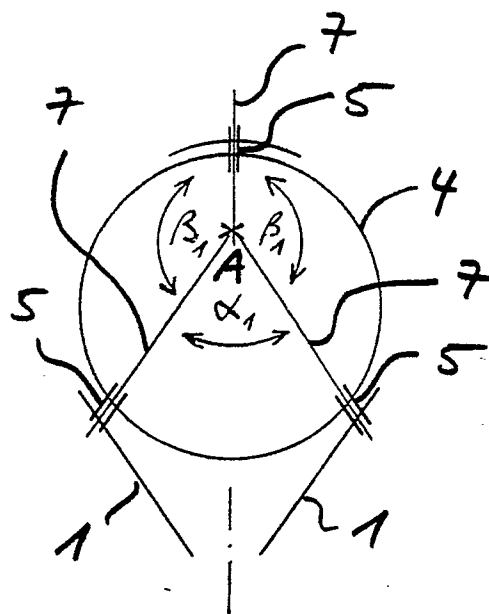


Fig. 16b

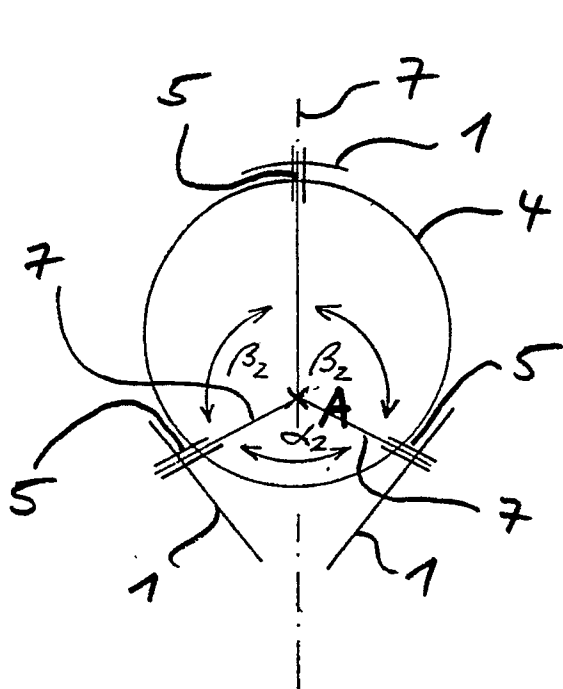


Fig. 16c

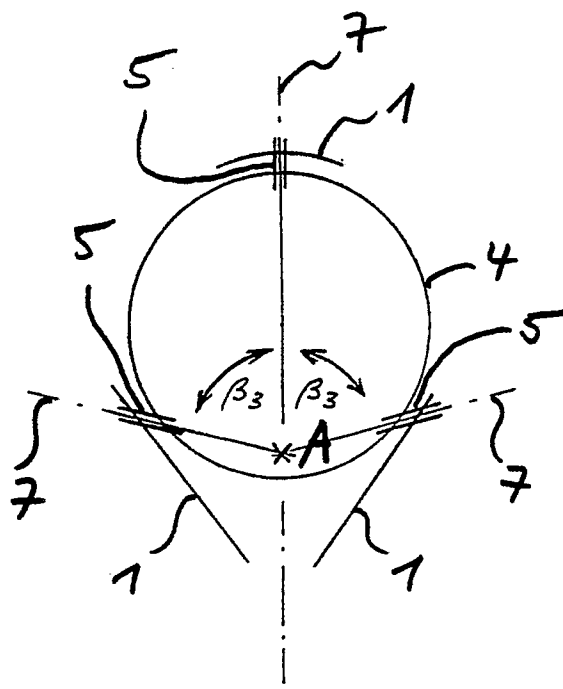


Fig. 16d



EP 90125299.9

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 90125299.9
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
X, A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED P,Q section, week 8651, February 4, 1987 DERWENT PUBLICATIONS LTD. page 36 * SU-1227 214 (RIAV) * --	1, 2, 3, 5, 6, 10	A 63 B 49/02
A	FR - A1 - 2 581 317 (MUSSAT) * Gesamt * --	1, 2, 3, 6, 7, 10	
A	EP - A2 - 0 207 308 (KURUSU) * Fig. 5, 4; 2, 3 * --	1, 3, 7, 9	
D, A	GB - A - 431 394 DONISTHORPE) * Fig. 7 * -----	1, 3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) A 63 B 49/00
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 18-02-1991	Prüfer BRÄUER
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			