



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 663 281 A5

⑤① Int. Cl. 4: G 01 G 21/23  
G 01 G 3/12

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 220/84

㉔ Anmeldungsdatum: 18.01.1984

㉓ Priorität(en): 18.01.1983 US 458887

㉔ Patent erteilt: 30.11.1987

㉔ Patentschrift  
veröffentlicht: 30.11.1987

㉔ Inhaber:  
Ohaus Scale Corporation, Florham Park/NJ (US)

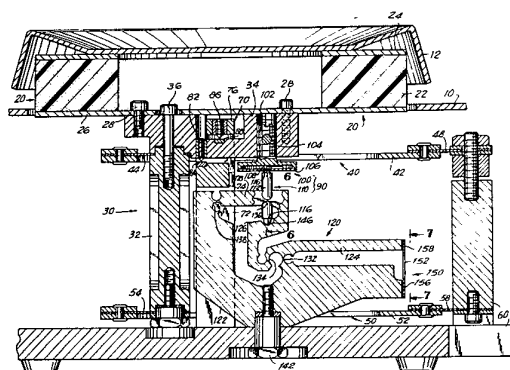
㉔ Erfinder:  
EerNisse, Errol P., Sandy/UT (US)  
Gaiser, Mark D., Salt Lake City/UT (US)  
Hanley, John P., West Paterson/NJ (US)  
Kistler, Walter P., Redmond/WA (US)  
Paros, Jerome M., Redmond/WA (US)  
Wiggins, Robert B., West Valley City/UT (US)

㉔ Vertreter:  
E. Blum & Co., Zürich

㉔ **Umwandlevorrichtung für eine Waage.**

㉔ Ein Schwingquarz des Biegeschwingertyps kann verwendet werden, weil eine Übertragungsvorrichtung (120), ein Kopplungsglied (90) und eine Ausbiegeeinheit (30, 40, 50) derart konstruiert sind, dass aufgrund einer beliebig belasteten Waagschale nur Zug- bzw. Druckkräfte von vorbestimmtem maximalem Betrag auf den Schwingquarz (150) übertragen werden.

Die Verschwenk-Verbindungen (44, 48, 54, 58, 132, 134, 136 und 138), welche eine Bewegung der Waagschale erlauben, sind derart ausgestaltet, dass ihre Verschwenkachsen horizontal und zueinander parallel verlaufen. Das Kopplungsglied (90) verhindert die Übertragung von Momenten auf die Übertragungsvorrichtung (120) und bewirkt durch ein federndes Element (100) eine Untersetzung der aufgrund eines auf der Waagschale (12) positionierten Objekts ausgelösten Verschiebung von Bauteilen der Waage.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Umwandlervorrichtung für eine Waage, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine parallelogrammförmige Ausbiegeeinheit (40, 50, 60, 70) mit unteren und oberen, vertikal voneinander getrennten, im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Biegegliedern (46, 48, 56, 58), deren erste Seiten fest mit einem starren Rahmen (60) verbunden sind und deren zweite Seiten vertikal verschiebbar sind und einem vertikal angeordneten Säulenglied (32), an welchem die zweiten Seiten der Biegeglieder (46, 48, 56, 58) befestigt sind und durch welches ein zu wägendes Objekt getragen ist; ein Schwingquarz-Umwandlerglied des Biegeschwingertyps (150); und Kopplungsmittel (90, 120) zur Übertragung von vertikal gerichteter Kraft von der Biegeeinheit (40, 50, 60, 70) auf den Schwingquarz (150) aufweist.

2. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Biegeglied ein im wesentlichen steifes Glied (40; 50) und drei an dem steifen Glied an seiner Peripherie, die Ecken eines Dreiecks bildend, angebrachte nachgiebige Biegeglieder (44, 46, 48; 54, 56, 58) aufweist, wobei das steife Glied (40, 50) mit dem Rahmen (60) mit Hilfe von zwei (46, 48; 56, 58) und mit dem Säulenglied (32) mit Hilfe eines nachgiebigen Biegeglieds (44, 54) verbunden ist.

3. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Biegeglied (40; 50) im wesentlichen planar ausgebildet ist und jedes nachgiebige Biegeglied (44, 46, 48; 54, 56, 58) nur senkrecht zur Ebene, in welcher das entsprechende Biegeglied (40; 50) liegt, biegsam ist.

4. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingquarz (150) in seitlichem Abstand angeordnete, parallel zueinander verlaufende, an ihren Enden mit Befestigungslaschen (156, 158) verbundene Zinken (152, 154) umfasst.

5. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungsmittel (90, 120) eine einen ersten (122) und einen zweiten Arm (124) aufweisende Übertragungsvorrichtung (120) aufweisen, wobei jeder Arm in Längsrichtung gesehen einen ersten und einen zweiten Abschnitt aufweist und der erste Arm (122) bezüglich des Rahmens (60) der Biegeglieder fixiert ist und die Arme (122, 124) an ihren ersten Abschnitten gegenseitig verschwenkbar verbunden sind, wobei die Verschwenkachse senkrecht zu der durch die Längsachsen der Arme (122, 124) gebildeten Ebene verläuft und der Schwingquarz (150) zwischen den zweiten Abschnitten der Arme (122, 124) angebracht ist.

6. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Arm (124) in dem Abschnitt biegsam ausgestaltet ist, welcher begrenzt ist, einerseits durch den Punkt, in welchem Kraft aufgrund eines zu wägenden Objekts auf ihn ausgeübt und andererseits begrenzt ist durch den Befestigungspunkt des Schwingquarzes (150).

7. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungsmittel (90, 120) weitere Mittel (126, 128) zur Übertragung von vertikal gerichteter Kraft von der Biegeeinheit zu einem in Längsrichtung gesehen, vom ersten und vom zweiten Abschnitt entfernt gelegenen Punkt auf den zweiten Arm (124) aufweisen.

8. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsvorrichtung (120) einstückig ausgebildet ist und die Verschwenk-Verbindung der Arme (122, 124) als Biegestelle (132) in der Übertragungsvorrichtung ausgebildet ist.

9. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingquarz (150) in seitlichem Abstand angeordnete, parallel zueinander verlaufende, an ihren Enden durch Befestigungslaschen (156, 158) verbun-

dene Zinken (152, 154) aufweist, und dass jede Befestigungslasche (156, 158) am zweiten Abschnitt des jeweils entsprechenden ersten (122) oder zweiten Arms (124) angeklebt ist.

10. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste (122) und der zweite Arm (124) sowie die Verschwenkverbindung (132) der Übertragungsvorrichtung (120) zwei Glieder und eine Verschwenkverbindung eines vier Glieder (122, 124, 126, 128) aufweisenden Gliederwerks umfassen und dass die Übertragungsvorrichtung weiter zwei zusätzliche Glieder und drei zusätzliche Verschwenkverbindungen (134, 136, 138) des vier Glieder aufweisenden Gliederwerks aufweist.

11. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungsmittel weiter Mittel (90) zum Übertragen von vertikal gerichteter Kraft von der Biegeeinheit auf eines der zusätzlichen Glieder des vier Glieder aufweisenden Gliederwerks derart aufweisen, dass Kraft auf den Schwingquarz via das vier Glieder aufweisende Gliederwerk übertragen wird.

12. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsvorrichtung einstückig ausgebildet ist und die vier Verschwenkverbindungen als Biegestellen (132, 134, 136, 138) in der Übertragungsvorrichtung ausgebildet sind.

13. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungsmittel (60, 120) ein federnd deformierbares Kraftübertragungselement (120) derart aufweisen, dass die Verschiebung des Säulenglieds (32) grösser ist als die entsprechend erzeugte Deformation des Schwingquarzes (150).

14. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplungsmittel (60, 120) zur Übertragung von zur vertikalen Achse des Säulenglieds (32) parallel gerichteter Kraft mindestens eine Kopplungsstelle (90) derart aufweisen, dass die Übertragung von Momenten durch letztere mindestens annähernd ausgeschlossen ist.

15. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass weiter die vertikale Verschiebung des Säulenglieds (32) limitierenden Anschlagmittel (74, 76) derart vorgesehen sind, dass der Schwingquarz (150) Kräften nur bis zu einem vorbestimmten maximalen Betrag ausgesetzt ist.

16. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter eine im wesentlichen horizontal verlaufende Waagschale (12) zur Aufnahme des zu wägenden Objekts; und Waagschale (12) und Säulenglied (32) verbindende, Stöße im wesentlichen absorbierende Stoss-Absorbtionsmittel (20) aufweist.

17. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Stoss-Absorbtionsmittel ein federndes Element aufweisen.

18. Umwandlervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass derjenige Abschnitt des ersten Armes (122), an welchem der Schwingquarz (150) angebracht ist, vom Rahmen der Biegeglieder absteht.

60 Die Erfindung bezieht sich auf eine Umwandlervorrichtung für eine Waage. Bei solchen Umwandlern kann das Gewicht eines Objektes in ein dem Gewicht entsprechendes elektrisches Signal umgesetzt werden.

Umwandler, welche piezoelektrische Schwingquarze des Biegeschwingertyps aufweisen, sind bereits entwickelt worden. Sie können eine auf den Schwingquarz aufgebrachte Kraft in ein der Kraft entsprechendes elektrisches Signal umwandeln. Solch ein Schwingquarz wird im US-Patent

4.215.570 unter dem Titel «Miniature Quartz Resonator Force Transducer» beschrieben. «Biegeschwingertyp» bezieht sich auf die spezifische Schwingungsart des Schwingers. Diese Schwingungsart wird charakterisiert durch eine Biegeschwingung eines vergleichsweise langen, dünnen Kristallkörpers. Schwingquarze, welche diese Schwingungsart aufweisen, sind typischerweise relativ heikle Strukturen. Sie neigen zum Bruch, wenn sie mechanischem Schock oder signifikanter Biegung, Torsion oder Schwerkraft ausgesetzt werden. Der Schwinger ist am widerstandsfähigsten und am genauesten in seinem Verhalten bestimmbar, wenn er stabförmig ausgebildet ist und nur Zug oder Kompression ausgesetzt wird.

Der Schwingquarz des Biegeschwingertyps muss nicht piezoelektrisch sein, ein nicht-piezoelektrischer Kristall (z.B. ein Silikonkristall) kann als Biegeschwinger durch ein piezoelektrisches Material (z.B. Zinkoxyd) angetrieben werden. Obschon in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung als Schwingquarz ein piezoelektrischer Kristall verwendet wird, soll hier unterstrichen werden, dass der Ausdruck «Schwingquarz des Biegeschwingertyps», wie er hier verwendet wird, sowohl ein piezoelektrischer Schwingquarz des Biegeschwingertyps als auch ein piezoelektrisch angetriebener Schwingquarz sein kann.

Ein bei Waagen vergleichsweise seltenes Problem besteht darin, dass die Wirkungslinie der Gewichtskraft des zu wägenden Objektes nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden kann. Bei Geräten, wie z.B. Druckumwandlern und Beschleunigungsmessgeräten ist die Wirkungslinie der zu messenden Kraft immer dieselbe; bei Waagen hängt die Wirkungslinie der Kraft davon ab, wo der Benutzer das zu wägende Objekt auf der Waagschale platziert. Es ist für genauen und befriedigenden Betrieb einer Waage von grösster Wichtigkeit, dass das angegebene Gewicht des Objektes nicht vom Ort der Platzierung auf der Waagschale abhängt. Zusätzlich muss bei einer Waage, welche einen Schwingquarz des Biegeschwingertyps von der obengenannten Art enthält, darauf geachtet werden, dass der Schwinger von Scherkraft-, Biege- und Torsionskraftkomponenten geschützt ist, welche durch aussermittige Belastung der Waagschale entstehen. Durch solche Kraftkomponenten besteht nicht nur eine Vergrösserung des Risikos den Schwinger zu beschädigen, der Schwinger wird auch Lastkomponenten ausgesetzt, welche seine Genauigkeit als Umwandler reduzieren.

Es sind Umwandler für Waagen entwickelt worden, welche piezoelektrische Schwingquarze des Dicken-Scherungsschwingertyps aufweisen. Solche Schwingquarze sind vergleichsweise breite und robuste Kristallquarzscheiben mit einem Durchmesser von ungefähr 1,5 cm (siehe z.B. das US-Patent 4.130.624). Solche Umwandler umfassen 1. zwei vertikal voneinander getrennte, im wesentlichen parallel zueinander verlaufende Ausbiegeeinheiten, um die Waagschale zu tragen, 2. eine Schwingquarzscheibe des Dicken-Scherungsschwingertyps auf welche an zwei diametral einander gegenüberliegenden Punkten an der Kante der Scheibe eine Druckkraft aufgebracht wird, und 3. Kopplungsglieder zum Aufbringen von vertikaler Kraft von den Ausbiegeeinheiten zu den Kanten der Schwingquarzscheibe. Die Ausbiegeeinheit weist angelenkte Lager auf, damit verhindert wird, dass Momente von der Ausbiegeeinheit auf die Schwingquarzscheibe übertragen werden. Weiter ist ebenfalls zwischen den angelenkten Lagern und der Schwingquarzscheibe eine sekundäre Anordnung von vertikal voneinander getrennten, im wesentlichen parallel zueinander verbiegbaren Biegegliedern vorgesehen, wodurch sichergestellt wird, dass die Kopplungsglieder vertikal ausgerichtet sind. Zusätzlich zum unterschiedlichen mechanischen Aufbau zwischen solchen

Umwandlern und dem Umwandler der vorliegenden Erfindung, besteht kein Hinweis darauf, die viel heikleren Schwingquarze des Biegeschwingertyps oder sogar eine Anordnung, welche solche Schwinger des Biegeschwingertyps aufnehmen kann, als konstruierbar in Betracht zu ziehen.

Entsprechend obigen ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Umwandler für eine Waage zu schaffen, in welchen ein Schwingquarz des Biegeschwingertyps verwendet wird.

Weiter ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung zu schaffen, welche sicherstellt, dass der Schwingquarz des Biegeschwingertyps in einer Waage des oben erwähnten Typs nur axialer Last ausgesetzt wird und von irgendeiner signifikanten Biege-, Torsions- oder Scherkraft unabhängig vom Ort der Platzierung des zu wägenden Objektes in der Waagschale geschützt ist.

Dieses und weitere Ziele der vorliegenden Erfindung werden erfindungsgemäss durch die Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele noch etwas näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Waage, welche einen erfindungsgemässen Umwandler enthalten kann;

Fig. 2 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Umwandlers in einer Ansicht von oben.

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie 3-3 von Figur 2.

Fig. 4 eine Explosionszeichnung des Umwandlers von den Figuren 2 und 3.

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Bereichs der Vorrichtung von Fig. 3.

Fig. 6 einen teilweisen Schnitt entlang der Linie 6-6 von Figur 3.

Fig. 7 eine Teilansicht entlang der Linie 7-7 von der Fig. 3.

Fig. 8 eine vereinfachte Ansicht eines weiteren erfindungsgemässen Ausführungsbeispiels des Umwandlers.

Fig. 9 eine vereinfachte Ansicht eines weiteren erfindungsgemässen Ausführungsbeispiels des Umwandlers.

Fig. 10 eine vereinfachte Ansicht noch eines weiteren erfindungsgemässen Ausführungsbeispiels des Umwandlers.

Eine typische Waage, welche einen erfindungsgemässen Umwandler enthalten kann, wird in Fig. 1 gezeigt. Solch eine Waage weist ein Gehäuse 10, eine im gewissen Mass vertikal bewegbare Waagschale 12 oberhalb des Gehäuses 10 auf.

Weiter sind Kontrollknöpfe 14 und 16 (z.B. ein Hauptschalter und ein Knopf zur Tara-Abgleichung) und eine elektronische Digitalanzeige 18 vorgesehen. Durch Betätigen der Knöpfe 14 und 16 wird die Waage in Betriebsbereitschaft versetzt und, falls notwendig, abgeglichen. Danach kann ein zu wägendes Objekt in die Waagschale 12 gebracht werden. Das Gewicht dieses Objektes wird auf der Digitalanzeige 18 angezeigt. Die spezielle, in Fig. 1 dargestellte Waage ist nur zu Illustrationszwecken dargestellt, damit ersichtlich ist, bei welchen Waagen der erfindungsgemässe Umwandler verwendet werden kann. Abgesehen von der Umwandleranordnung, welche weiter unten detailliert beschrieben wird, sind Konstruktion und Betrieb der Waage nicht Gegenstand der Erfindung.

In Fig. 3 ist am besten ersichtlich, dass die Waagschale 12 auf einem Stösse absorbierenden Aufbau 20 ruht. Dieser Aufbau 20 weist einen Ring aus elastischem, Stösse absorbierendem Material 22 (z.B. konventioneller Hochdruck-Polyether-Urethanschaum), welcher zwischen oberen und unteren Zwischenplatten 24 und 26 vorgesehen ist (siehe

auch Fig. 5). Die Komponenten des Stösse absorbierenden Aufbaus 20 sind mit irgendeinem geeigneten Mittel, wie z.B. einem Leim zusammengefügt. Der Stösse absorbierende Aufbau 20 absorbiert mindestens den Hauptteil jeder stossartig auf die Waagschale 12 aufgetragenen Kraft, wie es z.B. bei einem auf die Waagschale fallenden Objekt der Fall ist.

Die untere Zwischenplatte 26 ist mit Hilfe der Schrauben 28 am Teilesatz 30 angebracht. Der Teilesatz 30 weist das vertikale Säulenglied 32 und den horizontalen Arm 34 auf; diese Teile sind mit Hilfe der Schraube 36 (siehe auch Fig. 4) verbunden. Der Teilesatz 30 ist am oberen und unteren Biegearm 40, 50 (siehe auch Fig. 2 und 4) derart angeordnet, dass er vertikal beweglich ist. Jeder Biegearm weist einen im wesentlichen ebenen, steifen Teil 42, 52 auf, solch ein Teil weist einen im wesentlichen dreieckigen Umriss auf. Jeder der Teile 42, 52 ist entlang einer seiner Seiten mit dem oberen oder unteren Ende des Säulenglieds 32 verbunden. Der Teil 42 ist somit mit dem oberen Ende des Säulenglieds 32 mit Hilfe des Biegeglieds 44 verbunden; der Teil 52 ist entsprechend mit dem unteren Ende des Säulenglieds 32 mit Hilfe des Biegeglieds 54 verbunden. Jeder der Teile 42, 52 ist an seinen zwei verbleibenden Seiten mit dem festen und steifen Rahmen 60 der Waage auf gleiche Weise verbunden. Diese Verbindungen werden durch die Biegeglieder 46 und 48 beim Teil 42, und durch die Biegeglieder 56 und 58 beim Teil 52 geschaffen. Jedes der Biegeglieder 44, 46, 48, 54, 56 und 58 besteht aus einem ebenen Stück von federnd biegbarem Metall (z.B. Beryllium-Kupfer). Jedes Biegeglied ist im wesentlichen zu dem entsprechenden steifen Teil 42, 52 koplanar angeordnet und nur in einer Ebene, welche senkrecht zum steifen Teil verläuft, biegebar. Entsprechend bilden die Biegearme 40 und 50 zusammen mit dem Teilesatz 30 und dem vertikalen Teil des Rahmens 60 ein Gliederwerk in der Form eines Parallelogramms, welches das Säulenglied 30 zu einer vertikalen Bewegung in der Ebene des Papiers von Fig. 3 zwingt.

Die zwei Biegeglieder der fixierten Seite jedes der Biegearme 40 und 50 (z.B. die Biegeglieder 46 und 48 des Arms 40 und die Biegeglieder 56 und 58 des Arms 50) sind horizontal gesehen voneinander genügend entfernt, um ein Verdrehen bzw. ein Verkanten des Gliederwerks aufgrund von nicht-mittig in der Waagschale 12 angreifender Last zu verhindern. Eine lange Grundseite des in diesem Ausführungsbeispiel gleichschenkelig dreieckig ausgebildeten Teils 42 bzw. 52 trägt also dazu bei, ein Verkanten oder Verdrehen des Gliederwerks aufgrund von aussermittig angreifender Last zu verhindern.

Obschon im bevorzugten Ausführungsbeispiel der Zeichnung die Biegearme 40 und 50 jeweils am Rahmen 60 mit Hilfe von horizontal voneinander getrennten Biegegliedern angebracht sind, sind weitere Montagemöglichkeiten möglich und im Bereich der Erfindung denkbar. Z.B. könnte nur je ein langes Biegeglied etwa dazu verwendet werden, die Biegearme 42, 52 zu befestigen; weiter ist es möglich, jeweils drei oder mehr voneinander horizontal entfernte Biegeglieder zu verwenden. Vorzugsweise wird durch einen Anschlag 70 die vertikale Bewegung des Teilesatzes 30 limitiert. Solch ein Anschlag weist einen am Rahmen 60 der Waage angebrachten Träger 72 mit zwei Querarmen 74 und 76 auf. Diese Querarme erstrecken sich unter und über einen Bereich des horizontalen Arms 34. Der Arm 34 trägt die Schraube 82, das untere Ende dieser Schraube berührt die Oberfläche 84 des Arms 74, um die Bewegung nach unten des Teilesatzes 30 zu limitieren. Analog trägt der Arm 76 eine Schraube 86, das untere Ende letzter berührt die Anschlagfläche 88 auf dem horizontalen Arm 34, um die Aufwärtsbewegung des Teilesatzes 30 zu limitieren. Durch den Anschlag 70 wird verhindert, dass übermässig Kräfte aufgrund von

mechanischem Stoss oder Überladen der Waagschale 12 auf den weiter unten beschriebenen Schwingquarz des Biegeschwingertyps tragen werden.

Das der vertikalen Strebe 32 gegenüberliegende Ende des horizontalen Arms 34 ist mit einem Koppelglied 90 verbunden. Dieses Glied weist ein Diaphragma 100 und einen Druckbolzen 110 auf. Das Diaphragma 100 umfasst ein Einschraubstück 102, welches in den Endbereichen des horizontalen Arms 34 eingeschraubt ist. Die Schraube 104 dient zum Blockieren des Einschraubstücks 102 in gewünschter Position. Das untere Ende des Einschraubstücks 102 trägt das aus elastischem Metall bestehende Diaphragma 106; letzteres wirkt zwischen dem Teilesatz 30 und dem Druckbolzen 110 als Feder um dem Teilesatz 30 eine grössere vertikale Bewegung zu erlauben, als sie entsprechend im Druckbolzen 110 erzeugt wird. Dadurch kann der mechanische Anschlag 70 als Anschlag für den Teilesatz 30 dienen, dies obschon die maximale Verschiebung des Schwingquarzes im Betrieb sehr klein (z.B. um 0,003 mm). Der Federeffekt des Diaphragmas 106 verstärkt eine Deformation des Schwingquarzes auf bemerkenswerte Weise derart, dass die entsprechende Verschiebung des Teilesatzes 30 ungefähr zehnmal grösser ist (z.B. um 0,03 bis 0,07 mm). Mechanische Anschläge können vorgesehen werden, um diese Verschiebung des Teilesatzes 25 zu limitieren.

Das Diaphragma 106 weist eine mittig angeordnete Öffnung 108 auf. Darin wird das obere Ende des Druckbolzens 110 aufgenommen und gelagert (siehe auch Fig. 6). Der Druckbolzen weist einen vertikal angeordneten Metallbolzen 112 mit Absätzen an jedem seiner Enden auf. Am Ende jeder Öffnung ist eine Saphirscheibe 114 vorgesehen, ebenso befindet sich in jedem Sockel eine rostfreie Stahlkugel 116 derart, dass sich die entsprechende Saphirscheibe darauf abstützt. Eine Anordnung von Öffnungen 118 im Bolzen 112 erleichtert den Einbau der Scheibe 114 in den Bolzen 112; durch den Einbau eingeschlossene Luft kann entweichen. Der Übertragungsteil 90 und speziell der Druckbolzen 110 übertragen mit dem Bolzen 112 gleichgerichtete Kraft vom Streben-Satz 30 zur weiter unten näher beschriebenen Übertragungsvorrichtung 120.

Im wesentlichen wird dadurch eine Übertragung von Momenten durch die Kugeln 116 vermieden. Die Scheiben 114 und die Kugeln 116 stellen im wesentlichen reibungsfrei arbeitende Schwenklager an jedem Ende des Druckbolzens 110 dar. Entsprechend trägt das Kopplungsglied 90 dazu bei, den Schwingquarz von verfälschenden Kraftkomponenten zu schützen.

Das untere Ende des Druckbolzens 110 ist auf einem inneren Bereich der Übertragungsvorrichtung 120 gelagert. Diese Übertragungsvorrichtung besteht vorzugsweise aus einem einstückigen Metallteil, welcher verschiedene, verschwenkbar miteinander verbundene Arme aufweist. Die Verbindungen bestehen aus biegbaren Bereichen oder «lebenden Scharnieren» der Übertragungsvorrichtung. Die Übertragungsvorrichtung 120 besteht vorzugsweise aus Aluminium und Beryllium-Kupfer. Obschon weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten der Übertragungsvorrichtung innerhalb des Erfindungsbereichs denkbar sind (weitere Alternativen sind in den Fig. 8–10 gezeigt), besteht die Übertragungsvorrichtung 120 eines bevorzugten Ausführungsbeispiels, welches in den Figuren 2–4 dargestellt ist, im wesentlichen aus einer vierarmigen Anordnung, mit vier koplanaren Armen 122, 124, 126 und 128. Diese Arme sind durch die Biegestellen 132, 134, 136 und 138 miteinander verbunden. Der Arm 122 ist mit der Grundplatte 60 der Waage mit Hilfe des Schraubenbolzens 142 fest verbunden. Die rechts und links vom Schraubenbolzen 142 sich befindenden Bereiche des

Arms 122 sind, wie in Figur 3 gezeigt, von der Grundplatte 60 der Waage abstehend vorgesehen.

Dieses Abstehen, speziell das Abstehen des Arms 122 in Richtung der Biegestelle 132, wie es in Figur 3 gezeigt wird, trägt dazu bei, die Übertragungsvorrichtung 120 von Störkräften, z.B. aufgrund von Deformation der Grundplatte 60 zu isolieren. Mit Hilfe der Biegestelle 132 ist der Arm 124 verschwenkbar am Arm 122 befestigt. Diese Biegestelle 132 ist, wie die anderen Biegestellen auch, mit Hilfe von Bohrungen erzeugt worden; aufgrund von Bohrungen auf jeder Seite solch einer Biegestelle verbleibt ein die Arme 122 und 124 verbindender Materialstreifen. Die Drehachse der Biegestelle 132 verläuft, wie die Drehachsen der anderen Biegestellen auch, senkrecht zu der durch die Längsachsen der mit den Biegestellen verbundenen Arme aufgespannten Ebene. Während des Betriebs werden die Biegestellen der Übertragungsvorrichtung nie überdehnt. Deshalb wird die Übertragungsvorrichtung 120 nach Entfernen einer auf der Waagschale plazierten Last elastisch wieder in ihre Ausgangsstellung zurückkehren.

Weiter ist der Arm 124 mit Hilfe der Biegestelle 134 verschwenkbar mit dem Arm 126 verbunden. Der Arm 126 ist mit der Biegestelle 136 verschwenkbar mit dem Arm 128 verbunden. Der Arm 128 ist mit Hilfe der Biegestelle 138 verschwenkbar mit dem Arm 122 zurückverbunden. Der Druckbolzen 110 ragt frei durch die Öffnung 144 in der Biegestelle 136, die untere Kugel 116 des Druckbolzens 110 ruht in einer Ausnehmung 146 des Arms 126.

Die Elemente der Übertragungsvorrichtung 120 sind derart angeordnet, dass aufgrund eines Gewichtes auf der Waagschale 12 und einer entsprechenden Verschiebung nach unten des Druckbolzens 110 eine vertikal nach unten gerichtete Bewegung des Arms 126 erfolgt. Dies bewirkt, wie in Figur 3 gezeigt, eine Verschwenkung im Gegenuhrzeigersinn des Arms 124 um die Biegestelle 132. Der Arm 128 wird im Uhrzeigersinn um die Biegestelle 138 verschwenkt. Natürlich bleibt der Arm 122 die ganze Zeit über stationär. Die Arme der Übertragungsvorrichtung 120 des Ausführungsbeispiels von Figur 3 sind derart angeordnet, dass sie einem sogenannten Watt-Gestänge entsprechen. Dies bedeutet, dass bei jeder Betriebsbewegung der Gestängeelemente der Auflagepunkt des unteren Endes des vom Arm 126 getragenen Druckbolzens 110 nur vertikal sich bewegen kann. Der Arm 126 als ganzes kann sich leicht um diesen Punkt verschwenken, die Bewegung des Punktes selbst jedoch, ist linear (nicht bogenförmig) und vertikal gerichtet. Dies trägt dazu bei, dass der Druckbolzen 110 zu jeder Zeit vertikal ausgerichtet ist; solch eine Ausrichtung wiederum trägt dazu bei, dass der Schwingquarz von störenden Kraftkomponenten isoliert wird, und die Antwort des Umsetzers auf Lasten von verschiedenstem Betrag linearisiert wird.

Die Arme 122 und 124 weisen Bereiche auf, welche sich im wesentlichen parallel zueinander erstrecken (wie in Figur 3 gezeigt, zur Rechten der Biegestelle 132), gleichzeitig sind diese Arme in vertikaler Richtung voneinander getrennt. Ein Schwingquarz des Biegeschwingertyps 150 ist zwischen den Enden der Arme 122 und 124, von der Biegestelle 132 entfernt angeordnet. Obschon auch andere Typen von Schwingquarzen verwendbar sind, wird auf einen speziell geeigneten Quarz verwiesen, welcher in der US-Patent 4.215.570 näher beschrieben wird. Figur 7 zeigt vereinfacht, dass solch ein Schwingquarz zwei seitlich voneinander getrennte, im wesentlichen parallel verlaufende Materialstreifen 152, 154 aufweist, welche an ihren beiden Enden jeweils mit den Befestigungsglaschen 156, 158 verbunden sind. Typischerweise ist jede Zinke ungefähr 8,45 mm lang, 0,20 mm breit und 0,25 mm dick. Elektroden (hier nicht dargestellt, jedoch im obenerwähnten US-Patent beschrieben) sind an der Ober-

fläche des Schwingquarzes angebracht, um elektrische Signale in konventioneller Weise zu übertragen. Die Materialstreifen des Schwingers oszillieren in der Biegeschwingergart in der Ebene des Papiers von Figur 7. Die Befestigungsglaschen 156 und 158 sind an den jeweiligen Enden der Arme 122 bzw. 124 mit Hilfe eines geeigneten Mittels, wie z.B. einem Klebstoff, befestigt. Wenn ein zu wägendes Objekt auf die Waagschale 12 gebracht wird, bewegen sich der Teilesatz 30, das Kopplungsglied 90 und der Arm 126 der Übertragungsvorrichtung aufgrund der Gewichtskraft des Objektes alle vertikal nach unten. Dadurch wird der Arm 124 der Übertragungsvorrichtung im Gegenuhrzeigersinn verschwenkt; die Materialstreifen 152, 154 des Schwingers 150 werden gespannt. Die auf solche Weise auf die Materialstreifen aufgebrachte Spannung ist proportional zum Gewicht des zu wägenden Objektes; es wird eine proportionale Frequenzänderung der Oszillation der Schwingerbewegungen bewirkt und ein entsprechender elektrischer Output des Umwandlers ist die Folge. Die Waage gibt das Gewicht eines Objektes aufgrund dieses Umwandler-Outputs an.

Durch Verwendung von relativ breiten Verschwenkverbindungen oder Biegestellen 132, 134, 136 und 138 zwischen den Armen der Übertragungsvorrichtung 120 trägt dazu bei, letztere bezüglich Deformationen ausserhalb der Papierebene von Figur 3 zu versteifen. (Die «Breite» der verschwenkbaren Verbindungen muss also senkrecht zu der Papierebene von Figur 3 gemessen werden.) Die Übertragungsvorrichtung 120 widersteht deshalb Torsionsbelastungen, welche bewirken würden, dass der Schwinger 150 nicht axialen Kräften ausgesetzt wäre. Wie oben bereits erwähnt, bewirken solche nicht-axialen Kräfte eine Verminderung der Genauigkeit des Umwandler-Outputs und können zusätzlich den relativ heiklen Schwingquarz beschädigen. Weiter wird die obenbeschriebene Versteifung der Übertragungsvorrichtung 120 weiter angehoben, wenn eine Vorrichtung vier Biegestellen 132, 134, 136 und 138 mit umfasst, die Verwendung einer einstückig ausgeführten Übertragungsvorrichtung mit Biegestellen trägt weiter dazu bei, die Widerstandsfähigkeit gegenüber der Drehung zu erhöhen.

Es sollte weiter beachtet werden, dass das Kopplungsglied 90 Kraft auf einen Punkt der Übertragungsvorrichtung 120 überträgt, welcher sowohl von der Biegestelle 132 als auch vom Schwingquarz 150 entfernt ist. Dies erlaubt, die Übertragungsvorrichtung 120 je nach Wunsch als Verstärker oder Dämpfer der auf den Schwingquarz 150 zu übertragenden Kraft zu verwenden.

Obschon die Arme der Übertragungsvorrichtung 120, wie es oben beschrieben ist, alle steif ausgeführt sind, ist es denkbar, einen oder mehrere dieser Arme nach Wunsch in kleinem Mass biegebar auszugestalten. In solch einem Fall kann das elastische Diaphragma 106 weggelassen werden, da ein flexibler Arm der Übertragungsvorrichtung dessen Funktion übernimmt. Die vertikale Strebe 32 kann grosse vertikale Bewegungen ausführen und damit die Verwendung von mechanischen Anschlägen 82 und 86 erlauben. Obschon es sich bei der in den Figuren 3 und 4 gezeigten Konfiguration der Übertragungsvorrichtung 120 um ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel handelt, können weitere Konfigurationen in Übereinstimmung mit dem Prinzip der Erfindung verwendet werden. Figur 8 zeigt z.B. eine Umwandleranordnung, welche derjenigen von den Figuren 2-7 ähnlich ist; es ist jedoch eine alternative Übertragungsvorrichtung 160 vorgesehen. Diese Übertragungsvorrichtung weist zwei vertikal voneinander getrennte, im wesentlichen parallel zueinander verlaufende Arme 162 und 164 auf; diese sind auf der einen Seite mit Hilfe der Biegestelle 166 miteinander verbunden. Wie bereits beim vorhergehenden Ausführungsbeispiel

beschrieben, ist die Übertragungsvorrichtung 160 vorzugsweise einstückig ausgeführt. Ein Schwingquarz des Biegeschwingertyps 150 ist zwischen den der Biegestelle 166 gegenüberliegenden Enden der Arme 162 und 164 angebracht. Der Arm 162 ist auf der Grundplatte 60 der Waage befestigt. Das untere Ende des Druckbolzens 110 liegt auf dem Arm 164 zwischen der Biegestelle 166 und den Umwandlerquarz 150 auf. Entsprechend bewirkt eine auf der Waagschale 12 aufgebrachte Last eine Druckbeanspruchung des Schwingquarzes 150. Die Last wird durch die Änderung in den elektrischen Charakteristiken des Schwingquarzes 150 bestimmt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Figur 9 gezeigt, es ist demjenigen von Figur 8 ähnlich. Der Unterschied besteht darin, dass der Arm 174 der Übertragungsvorrichtung sich über die Biegestelle 176 hinaus vom Schwingquarz 150 weg erstreckt. Das untere Ende des Druckbolzens 110 liegt auf dieser Verlängerung des Arms 174 derart auf, dass eine Last auf der Waagschale im Schwingquarz 150 Zugspannung bewirkt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Figur 10 gezeigt. Es ist wiederum den weiter oben diskutierten ähnlich. Die Übertragungsvorrichtung 180 weist jedoch vier Arme 182, 184,

186 und 188 auf, welche mit Hilfe der Biegestellen 192, 194, 196 und 198 miteinander verbunden sind. Der Arm 182 ist auf der Grundplatte 60 der Waage mit Hilfe des Schraubenbolzens 142 befestigt und steht von der Grundplatte 60 nach rechts, wie in Figur 10 gezeigt, ab. Wie bereits anhand des Ausführungsbeispiels der Figuren 2-7 dargelegt, trägt das Abstehen des Hauptteils der Übertragungsvorrichtung 180 von der Grundplatte 60 der Waage dazu bei, Störkräfte aufgrund von Deformationen der Grundplatte 60 zu vermeiden. Durch das untere Ende des Druckbolzens 110 wird die Übertragungsvorrichtung unter Last gesetzt. Dieses untere Ende liegt auf einem inneren Punkt in der Nähe der Mitte des Arms 186 auf. Wie bereits bei der Übertragungsvorrichtung 120, welche in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, bewirkt die Verwendung von vier Biegestellen eine erhöhte Widerstandsfähigkeit der Übertragungsvorrichtung 180 gegenüber unerwünschten Deformationen (z.B. Deformationen aus der Papierebene von Fig. 10 hinaus).

Weitere Modifikationen sind innerhalb des Erfindungsreichs selbstverständlich möglich. Z.B. kann das Parallelogramm-Gliederwerk 30, 40, 50 und 60 andere Arten von Biegeteilen 30 und 40 als die beschriebenen aufweisen.

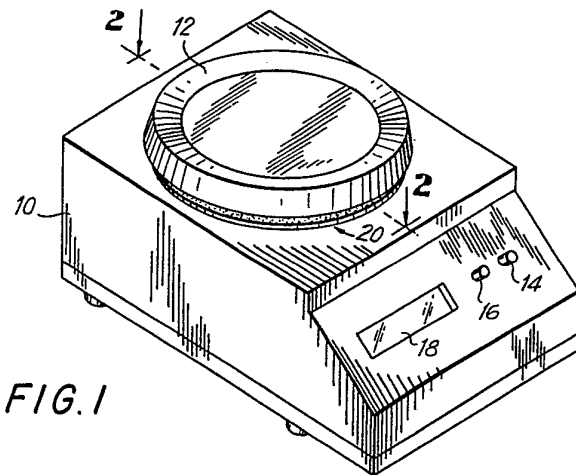


FIG. 1

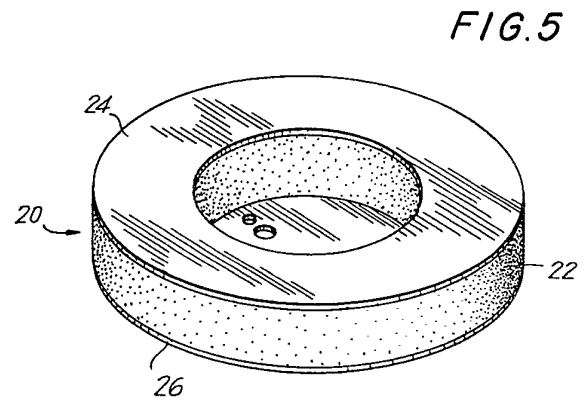


FIG. 5

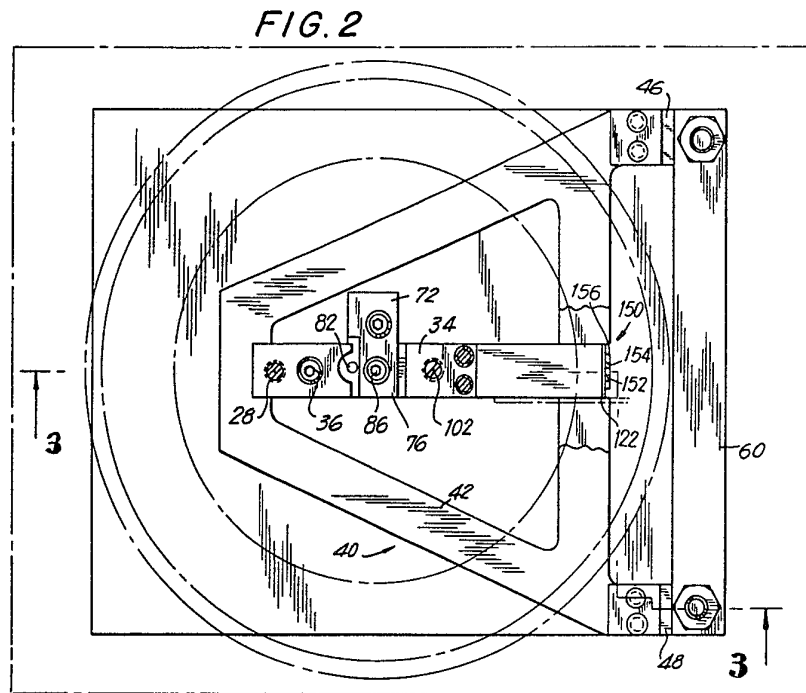


FIG. 2

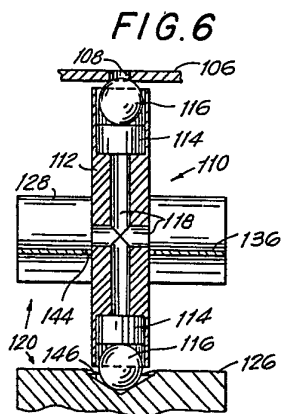


FIG. 6

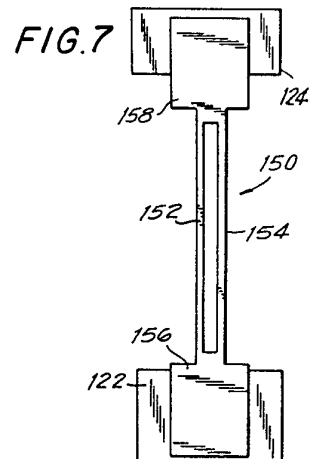


FIG. 7

FIG. 3

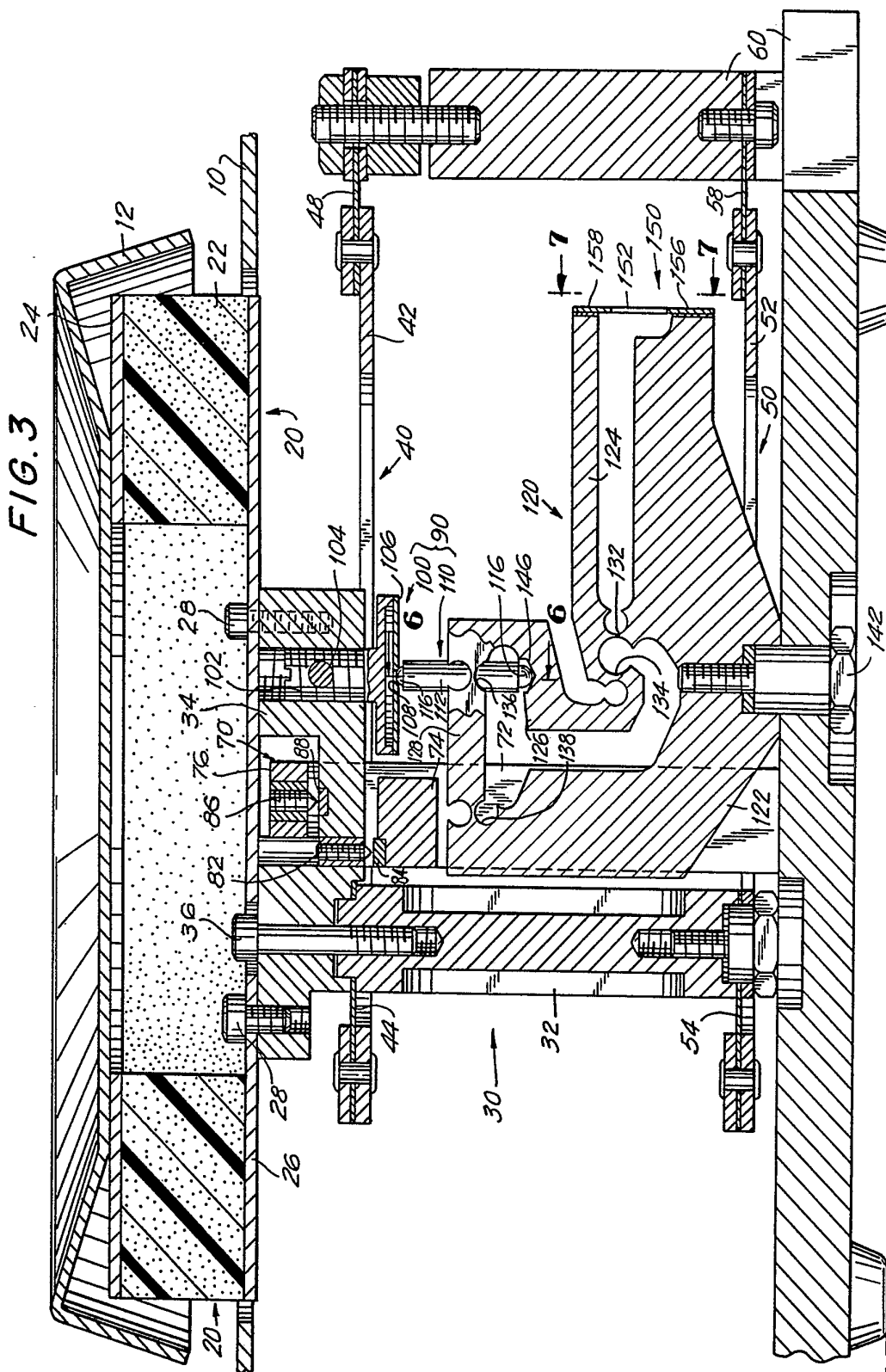




FIG. 8

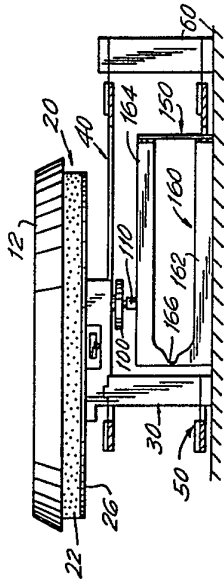


FIG. 9

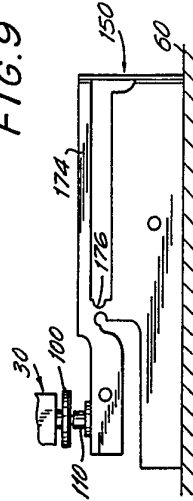


FIG. 10

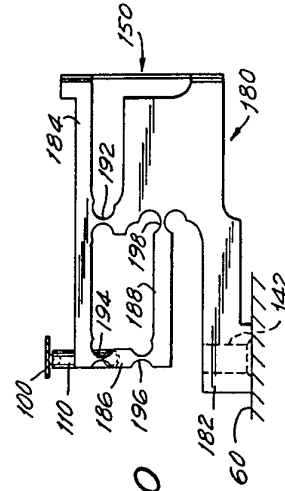


FIG. 4

