



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 567 024 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②¹ Anmeldenummer: 93106269.9

⑤① Int. Cl.⁵: **G10C** 3/12

② Anmeldetag: 17.04.93

③ Priorität: 24.04.92 DE 4213469
18.07.92 DE 4223739
17.02.93 DE 4304807

D-99084 Erfurt(DE)

④³ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.10.93 Patentblatt 93/43

⑦ Erfinder: **Hermann, Ulrich**
Theaterstrasse 3
D-99084 Erfurt(DE)

Benannte Vertragsstaaten:
AT DE GB IT NL

74 Vertreter: **Liedtke, Klaus, Dr.**
Cyriakstrasse 27
Postfach 956
D-99019 Erfurt (DE)

71 Anmelder: **Hermann, Ulrich**
Theaterstrasse 3

54 **Tastatur, insbesondere für klavierartige Instrumente.**

57) Die Erfindung betrifft eine Tastatur für klavierartige Instrumente, die zu Übungszwecken oder in hochwertigen elektronischen Instrumenten eingesetzt wird. Dabei soll der Spieleindruck des Klavierspiels simuliert werden. Die Tastatur soll in beliebiger Lage benutzt werden können.

Dazu wird vorgeschlagen, eine im Verhältnis zur Taste (2,2') lange und in ihrer Zugkraft einstellbare Zugfeder (1) nahezu parallel zur Taste (2) anzuordnen, wobei das eine Ende der Zugfeder (1) etwa in der Mitte der Taste (2,2') an einer Federaufhängung

befestigt ist und das andere Ende einstellbar am Gestell befestigt ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Tastatur sieht vor, daß an den Tasten (2,2') und am Gestell (6) der Tastatur jeweils Magnete (MT, MG) so angeordnet sind, daß sie sich beim Betätigen der Tasten (2,2') mit geringen Abstand aneinander vorbei bewegen. Die Magnete (MT, MG) sind gleichartig gepolt, so daß beim Vorbeibewegen abstoßende Kräfte auftreten.

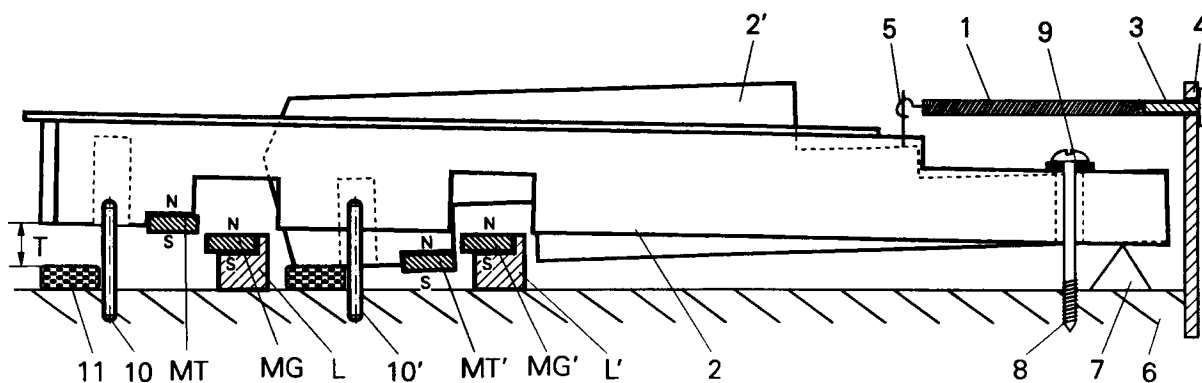


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Tastatur, insbesondere für klavierartige Instrumente, mit der der Spieleindruck des Klavierspiels simuliert wird, wobei die Tastatur über beweglich an einem Gestell angeordnete Tasten verfügt.

Nach dem Stand der Technik sind klavierartige Tastaturen bekannt, die zu Übungszwecken oder in hochwertigen elektronischen Instrumenten eingesetzt werden. Mit diesen Tastaturen sollen die beim Klavierspiel auftretenden Bedingungen möglichst getreu nachgebildet werden. Für die Nachbildung ist es insbesondere wichtig, sowohl eine als Spielschwere bezeichnete Widerstandskraft zu erzeugen, als auch den bei natürlichen Klavieren und bei anderen Instrumenten auftretenden Druckpunkt nachzubilden. Zur Erzeugung der Spielschwere werden Federanordnungen mit Bleibeschwerungen ergänzt. Zur Druckpunktsimulation werden bei den bekannten Einrichtungen Reibungs-, Schwerkraft- oder Federkräfte verwendet. Da beim Spielen auf der Tastatur im Moment des Druckpunktes die maximale Kraft erzeugt werden und diese danach wieder abklingen soll, sind dazu aufwendige mechanische Einrichtungen erforderlich. Den bekannten Einrichtungen haftet der Nachteil an, daß sie entweder einem hohen Verschleiß unterliegen, wie das beispielsweise bei Reibungsmechanismen der Fall ist, oder daß sie aufwendige mechanische Konstruktionen erfordern. Bei den bekannten Einrichtungen, bei denen durch die Tastenhebel gegenläufig Bleigewichte angehoben werden oder Bleigewichte zur Erzeugung von Trägheitsmomenten vorgesehen sind, ist nachteilig, daß sie nicht in beliebiger Lage aufgestellt und bespielt werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfach herstellbare Tastatur anzugeben, an der der beim Klavierspielen übliche Spieleindruck empfunden wird und die in beliebiger Lage benutzt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine im Verhältnis zum Tastenhebel lange und in ihrer Zugkraft einstellbare Zugfeder nahezu parallel zum Tastenhebel als Rückstell- und Spielschwere bestimmendes Element angeordnet ist, wobei das eine Ende der Zugfeder etwa in der Mitte des Tastenhebels an einer Federaufhängung befestigt ist und das andere Ende einstellbar am Gestell befestigt ist. Die Federlänge beträgt dabei ein Mehrfaches der Spieltiefe der Tasten, so daß bei der Tastenbetätigung die Länge der Zugfeder nur geringfügig verändert wird.

Bei einer vorteilhaften Weiterentwicklung der erfindungsgemäßen Tastatur ist die Zugfeder gegen Resonanzschwingungen durch zusätzlich angebrachte elastische Dämpfungsmittel gesichert. Dazu wird die Zugfeder in ganzer Länge im gespannten Zustand mit flüssigem Gummi bestri-

chen bzw. besprüht, oder es wird ein streifen aus Filz, Wolle oder Schaumstoff in das Innere der Zugfeder gezogen. Auch Tuschschläuche, die über die Feder gezogen werden, und andere schwingungsdämpfende Maßnahmen sind hierzu anwendbar.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Tastatur sieht vor, daß an den Tasten und am Gestell der Tastatur jeweils Magnete angeordnet sind, wobei die Magnete so angeordnet sind, daß sie sich beim Betätigen der Tasten mit geringen Abstand aneinander vorbei bewegen. Außerdem sind die Magnete gleichartig gepolt, so daß beim Vorbeibewegen abstoßende Kräfte auftreten.

Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht vor, daß als Magnete Permanentmagnete, vorzugsweise anisotrope Ferritmagnete, verwendet werden.

Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung entsteht dadurch, daß die am Gestell der Tastatur angebrachten Magnete zum Zwecke der Einstellung der Kraft und des Ortes innerhalb der Spieltiefe, an dem der Druckpunkt simuliert werden soll, in zwei Richtungen justierbar angeordnet sind.

Ferner ist es möglich, daß die Magnete am feststehenden Teil so ausgebildet sind, daß sie für mehrere Tasten wirksam sind.

Eine weitere Form der erfindungsgemäßen Anordnung sieht vor, daß an den Tasten und/oder am Gestell Anlagekanten zur Lagefixierung der Magnete angebracht sind.

Die Anordnung der Magnete kann - in Längsrichtung des Tastenhebels gesehen - hintereinander oder nebeneinander erfolgen. Sind die Magnete nebeneinander angeordnet, werden sie bei der Betätigung der Tasten seitlich aneinander vorbeigeführt. Der magnetkraftbestimmende Abstand bleibt in diesem Falle auch dann konstant, wenn Verschleiß an der Lagerstelle des Tastenhebels eintritt. Durch die seitliche Anordnung wird dieser Verschleiß außerdem verringert, weil die Magnetkräfte vom Lager fern gehalten werden.

Die feststehenden Magnete können zweckmäßigerweise kammartig angebracht werden, so daß die an den Tastenhebeln angebrachten Magnete sich jeweils zwischen zwei feststehenden Magneten bewegen. Die Magnetwirkung wird hierbei an zwei Flächen der Magnete genutzt. Damit tritt eine Erhöhung der magnetischen Kraftwirkung ein.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung ist, daß durch geeignete Bemessung der Magnetstärke und durch entsprechende Positionierung der Magnete innerhalb der Anordnung der Verlauf der Betätigungskraft so gestaltet werden kann, daß das Auslösemoment mehr oder weniger spürbar wird.

Bei der Benutzung einer Tastatur mit derartiger

Simulationseinrichtung wird ein auf der Strecke der Spieltiefe auftretender Widerstand vom Spieler mit einer Erhöhung des Fingerdruckes beantwortet. Ein wesentlicher Gesichtspunkt für die naturgetreue Nachbildung von Instrumenten ist dabei das verzögernde Reaktionsvermögen des Spielers. Der Spieler ist bei normaler Anschlaggeschwindigkeit nicht in der Lage, dem wirklichen Kraftverlauf - vor allem im abnehmenden Bereich - zu folgen. Daher tritt nach dem Überwinden des Druckpunktes eine erhöhte Betätigungskraft und damit eine Beschleunigung auf. Diese Beschleunigung wird beim Klavier bewußt zur sicheren Hammerauslösung genutzt.

Eine vorteilhafte Weiterentwicklung der Erfindung sieht vor, daß mindestens einer der Magnete beweglich so gelagert ist, daß der Magnet bei der Rückbewegung der Taste der abstoßenden Magnetkraft ausweichen kann und daß an der Lagerstelle des gelagerten Magneten Anschläge zur Begrenzung der Schwenkbewegung angeordnet sind. Durch die erfindungsgemäße Lagerung einer der Magnete wird erreicht, daß während des Niederdrückens der Taste der bewegliche Magnet das abstoßende Kraftfeld, das durch beide Magnete gebildet wird, überwinden muß. Nach Überschreitung des kritischen Punktes kippt er in eine entfernte Position um, so daß ein größerer Luftspalt entsteht, der die Magnetwirkung praktisch ausschaltet. Bei der Rückwärtsbewegung des Tastenhebels verbleibt der Magnet zunächst in der entfernten Position und wird auch in dieser am Festmagnet vorbei zurück geführt. Erst am Ende oder kurz vor Erreichen des Endes der Rückbewegung der Taste geht der bewegliche Magnet durch die wiederum gleichpolige Gegenüberstellung der Magnete in seine Ausgangsstellung zurück. Als Vorteil ergibt sich außer dem erzielten Effekt, daß durch ein schnelles Wegkippen des beweglichen Magneten bei Überwinden des kritischen Punktes, nämlich dem der größten Spannung, ein wesentlich markanterer Druckpunkt simuliert wird und ein scheinbar stärkerer Druckpunkt tastbar ist. Das erlaubt bei gleicher Wirkung den Einsatz schwächerer oder kleinerer Magnete.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Figur 1: Einen Teilschnitt durch die erfindungsgemäße Tastatur.

Figur 2a bis 2e: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform mit Druckpunktunterdrückung während der Rückbewegung der Tasten in 5 Phasen der Bewegung.

Figur 3: eine Ausführungsform mit einer Magnetspule.

Figur 1 zeigt die Anordnung der Zugfeder 1 parallel zur Taste 2 zwischen einer Federaufhängung 5 an der Taste 2 und einer Stellschraube 4.

Damit die Zugfeder 1 bei der Einstellung nicht verdreht wird, ist entweder an der Stellschraube 4 ein Drehgelenk angebracht oder es wird ein Gewinde 3 innerhalb der Zugfeder 1 genutzt.

Die Federbefestigung ist in gleicher Weise an der weißen Taste 2 wie an der schwarzen Taste 2' möglich. Die Taste 2 ist an einer Lagerstelle 7 beweglich angeordnet. Zur Begrenzung der einstellbaren Spieltiefe ist eine Stellschraube 8 mit dem Gestell 6 justierbar verbunden. Der Kopf der Stellschraube 8 liegt am Rückschlagpolster 9 der Taste 2 an, um Rückschlaggeräusche zu vermindern. Der Kopf der Stellschraube 8 weist dazu eine vergrößerte Anlagefläche auf. Die Tasten 2 und 2' werden mittels eines Stiftes 10 geführt und in ihrer Bewegung begrenzt. Die Kissen 11 verhindern dabei wiederum einen harten Anschlag.

Die Druckpunktwirkung wird dadurch erzielt, daß die Magnete MT, MG gleichartig gepolt angeordnet sind, so daß sie in dem Bereich des Druckpunktes, also in der Stellung wo sie sich am nächsten gegeneinander befinden, abstoßende Wirkung zeigen. Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht es, den zu simulierenden Druckpunkt an jeden Bereich der Spieltiefe T anzuordnen. Vorzugsweise wird dabei der zu simulierende Widerstand, analog dem Vorbild der Klaviermechanik, dem unteren Teil der Spieltiefe T zuzuordnen sein. Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Druckpunktsimulation wird zweckmäßigerweise gemeinsam mit der Anordnung zur Simulation der Spielschwere verwendet. Dabei ist es möglich, die Spielschwere und die Größe des Druckpunktwidestand aneinander anzupassen. Damit kann der Eindruck nachgebildet werden, wie er beim Spielen auf einer Klaviatur mit Mechanik, beispielsweise beim Klavierspielen, auftritt.

Dabei ist es möglich, den am Gestell 6 befestigten Gestellmagneten MG auf einer stabilen Leiste L oder L' zu befestigen, beispielsweise durch Kleben. Die Leiste L wird justierbar am Gestell 6 befestigt. Damit kann sowohl der Luftspalt beziehungsweise die Entfernung der krafterzeugenden Magnete als auch die Druckpunktposition eingestellt werden. Es ist für den Justiervorgang zweckmäßig, sowohl an der Leiste L als auch an der Taste 2 eine Anlagekante einzuarbeiten. Damit wird ein gleichmäßiger Magnetabstand über die gesamte Klaviatur ermöglicht.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht dabei vor, daß die am Gestell 6 befestigten Gestellmagnete MG so bemessen und angeordnet sind, daß sie unabhängig voneinander mehreren Tastenmagneten MT zugeordnet werden können. Die maximale Länge dieser Magnete MG gibt sich aus der Bruchsicherheit der Magnetelemente. Zweckmäßigerweise werden anisotrope Ferritmagnete verwendet, um kleinere und damit leichtere Magnete MT, MG einsetzen zu können. Werden Magnete neben-

einander auf einer Leiste L angeordnet, so ist ein geringer Abstand zu gewährleisten, um Verzerrungen des Magnetfeldes zu vermeiden.

Das in Figur 2a bis Figur 2e dargestellte Beispiel erläutert die Wirkungsweise einer Tastatur, bei der der Druckpunkt nur beim Niederdrücken der Taste spürbar ist, bei der Rückbewegung der Taste jedoch vermieden wird. In diesem Fall wird der Spieleindruck einer Klaviertastatur mit Hammerauslösung noch besser nachgebildet. Bei der dargestellten Ausführungsform sind an der Taste 2 und am Gestell 6 Permanentmagnete MT und MG angeordnet. Die Polung der Magnete ist jeweils durch Kennzeichnung der Nord- und Südpole N und S angegeben. Im hier dargestellten Fall ist der an der Taste 2 angeordnete Permanentmagnet MT beweglich. Die Bewegung wird ermöglicht durch die Lagerung des Magneten MT in einem Drehgelenk G. Die Schwenkbewegung des Magneten MT wird dabei begrenzt nach oben durch den oberen elastischen Anschlag A1 und nach unten durch den elastischen Anschlag A2, der mit Hilfe eines Bügels B und einer Schraube S an der Taste 2 befestigt ist. Der Magnet MT ist an einem Befestigungsteil BT angebracht. Im Ausgangszustand a) liegt der Magnet M1 infolge der abstoßenden Kraftwirkung der beiden Magnete MT und MG am Anschlag A1 an. Die Stellung des Magneten MT gegenüber der Taste 2 bleibt erhalten bis der in der Stellung b) dargestellte Zustand erreicht wird. In dieser Stellung nähern sich die beiden Magnete MT und MG auf einen minimalen Luftspalt L1, bei dem die größte Abstoßungskraft erreicht wird. In dieser Position ist der Druckpunkt spürbar. Bereits eine geringfügige Weiterbewegung der Taste 2 in die untere Richtung bewirkt das in c) dargestellte beschleunigte Abkippen des Magneten MT bis zur Anlage an den unteren Anschlag A2. Dieser Zustand wird bis zum Erreichen der unteren Stellung der Taste 2 beibehalten. Bei der in den Darstellungen 2d) und 2e) gezeigten Aufwärtsbewegung der Taste 2 bleibt die abgekippte Stellung des Magneten MT zunächst erhalten, so daß - wie in der Stellung d) gezeigt - beim Vorbeibewegen der Magnete ein größerer Luftspalt L2 wirksam ist. Die abstoßenden Kräfte der Magnete sind demzufolge in der Taste 2 nicht spürbar. Erst nachdem - wie in Darstellung e) gezeigt - die Taste 2 mit den Magneten MT sich oberhalb des Magneten MG befindet, kommt die abstoßende Wirkung der Magnete in der Weise zum Ausdruck, daß der Magnet MT nach oben gekippt wird. Damit wird erreicht, daß die Ausgangsstellung wieder gegeben ist und der Vorgang von neuem ausgeführt werden kann. Besonders vorteilhaft ist bei der erfindungsgemäßen Anordnung die elastische Ausbildung der Anschläge A1 und A2, die einerseits eine schonende Behandlung der empfindlichen Magnete gewährleisten

und andererseits störende Geräusche vermeiden.

Es sind auch Ausführungsformen möglich, bei denen der an der Taste 2 angeordnete Magnet MT fest mit der Taste 2 verbunden und der am Gestell 6 angebrachte Magnet MG schwenkbar angeordnet sind. Dabei ist es vorteilhaft, den Magnet MG auf einer Wippe anzuordnen, die so ausgebildet ist, daß eine Anschlagebene zwei unterschiedliche Anschlagpositionen ermöglicht.

Neben der Anordnung von Permanentmagneten ist auch der Einsatz von Elektromagneten möglich. Da bei vielen Tastaturen elektrische Schaltkontakte vorhanden sind, ist die Ansteuerung elektromagnetischer Elemente mit geringem Aufwand leicht zu realisieren.

Figur 3 zeigt eine Möglichkeit, bei der der an der Taste 2 befindliche Magnet MT in das Magnetfeld eines Elektromagneten eintaucht. Als Elektromagnete sind verschiedene Formen, wie hufeisen- oder stabförmige Magnete einsetzbar. Es ist auch möglich, die Elektromagnete so auszubilden, daß sie aneinander vorbeigeführt werden. Der zu simulierende Druckpunkt wird auch dabei in der Stellung erreicht, in der die gleichpolig zueinander angeordneten Magnete den geringsten Abstand zueinander haben. Wird dieser Zustand überschritten, wird durch einen elektrischen Kontakt der Elektromagnet ausgeschaltet, so daß bei der Rückbewegung der Taste 2 die Druckpunktsimulation nicht mehr spürbar ist.

Bei Verwendung einer Spule mit Eisenkern als Elektromagnet wird dem Schalter vorteilhaft ein Widerstand parallel geschaltet, der so eingestellt ist, daß bei der Rückbewegung der Taste keine Anziehung des Permanentmagneten an den Eisenkreis erfolgen kann und der Elektromagnet in seiner Kraft so reduziert ist, daß er nicht abstoßend wirkt.

Es sind auch Ausführungsformen möglich, bei der die gewünschte Magnetkraft durch eine Luftspule erzeugt wird.

Die Druckpunktstärke ist bei der elektromagnetischen Anwendung elektrisch einstellbar.

Patentansprüche

1. Tastatur, insbesondere für klavierartige Instrumente, mit der der Spieleindruck des Klavierspiels simuliert wird, wobei die Tastatur über beweglich an einem Gestell angeordnete Tasten verfügt, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine im Verhältnis zum Tastenhebel (2) lange und in ihrer Zugkraft einstellbare Zugfeder (1) nahezu parallel zum Tastenhebel als Rückstell- und Spielschwere bestimmendes Element angeordnet ist, wobei das eine Ende der Zugfeder (1) etwa in der Mitte des Tastenhebels (2) an einer Federaufhängung befestigt ist und das andere Ende einstellbar am Gestell befe-

stigt ist.

2. Tastatur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Ende der Zugfeder (1) über ein Drehgelenk oder ein Gewinde (3) mit einer Stellschraube (4) verbunden ist. 5
3. Tastatur nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zugfeder (1) mit einer Schwingungsdämpfung aus elastischem Material umgeben ist. 10
4. Tastatur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß**
 - an den Tasten (2,2') und am Gestell (6) der Tastatur jeweils Magnete (MT, MG) angeordnet sind, 15
 - daß die Magnete (MT, MG) so angeordnet sind, daß sie sich beim Betätigen der Tasten mit geringem Abstand aneinander vorbei bewegen und 20
 - daß die Magnete (MT, MG) gleichartig gepolt angeordnet sind, so daß beim Vorbeibewegen abstoßende Kräfte auftreten. 25
5. Tastatur nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Magnete (MT, MG) Permanentmagnete, vorzugsweise anisotrope Ferritmagnete verwendet werden. 30
6. Tastatur nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die am Gestell (6) der Tastatur angebrachten Magnete (MG) zum Zwecke der Einstellung der Kraft und des Ortes innerhalb der Spieltiefe in zwei Richtungen justierbar angeordnet sind. 35
7. Tastatur nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magnete (MG) am feststehenden Teil so ausgebildet und angeordnet sind, daß sie für mehrere Tasten wirksam sind. 40
8. Tastatur nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens einer der Magnete beweglich so gelagert ist, daß der Magnet bei der Rückbewegung der Taste der abstoßenden Magnetkraft ausweichen kann und daß an der Lagerstelle des gelagerten Magneten Anschläge (A1,A2) zur Begrenzung der Schwenkbewegung angeordnet sind. 45 50
9. Einrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der am Gestell angebrachte Magnet (MG) auf einer Wippe angeordnet ist und daß in einer Anschlagenebene zwei unter- 55

schiedliche Anschlagpositionen vorgesehen sind.

10. Einrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** eines der beiden Magnetfelder von einer stromdurchflossenen elektrischen Spule erzeugt wird, wobei die Spule so geschaltet ist, daß sich gegenüber dem relativ zu ihr bewegten Permanentmagnet ein abstoßendes Magnetfeld ergibt, welches elektrisch abschaltbar ist.

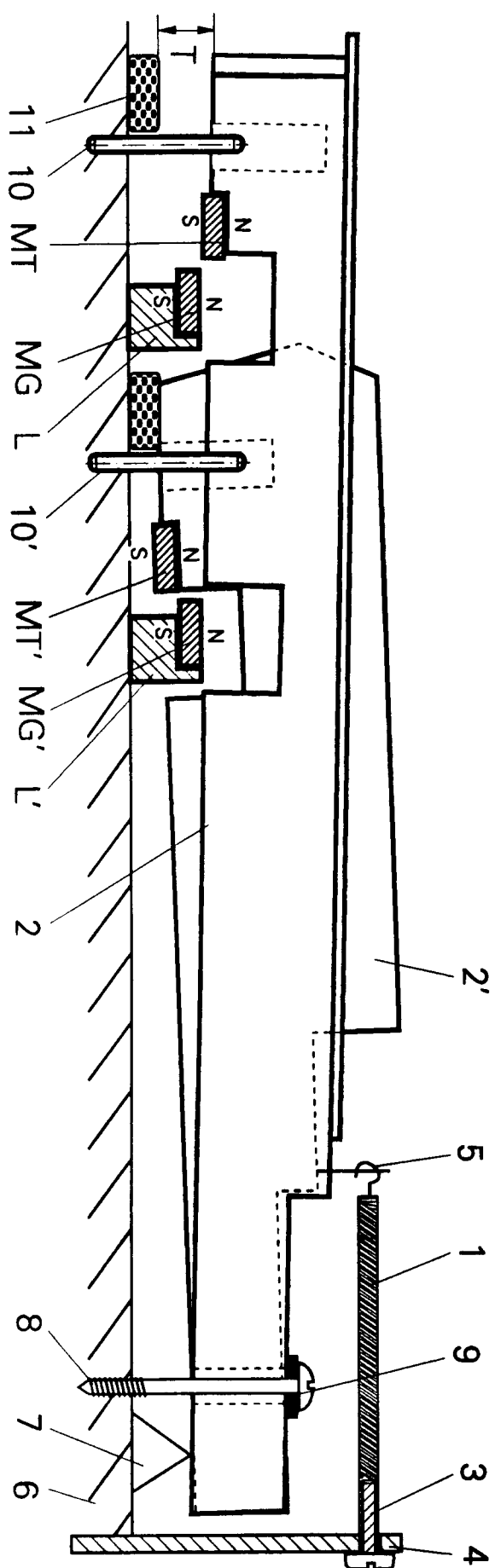


Fig. 1

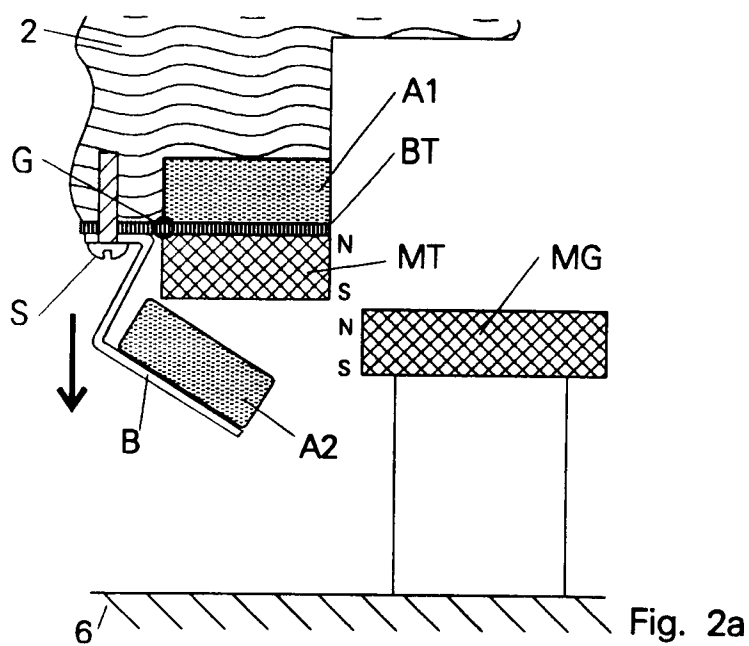


Fig. 2a

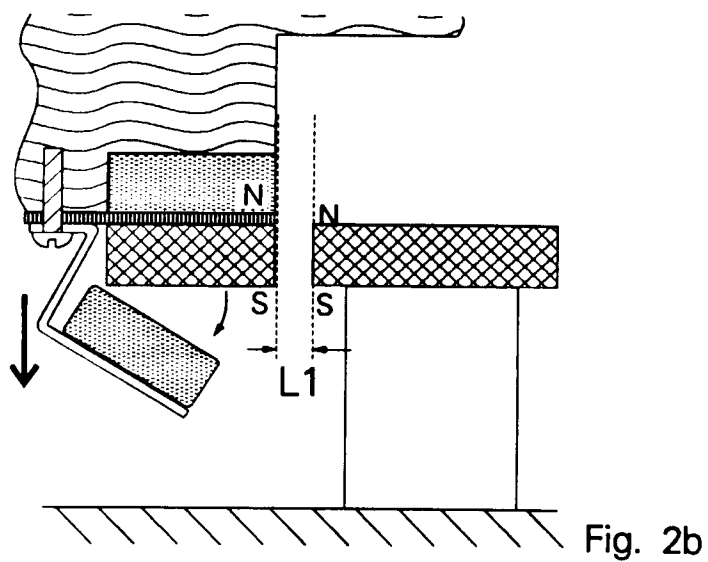


Fig. 2b

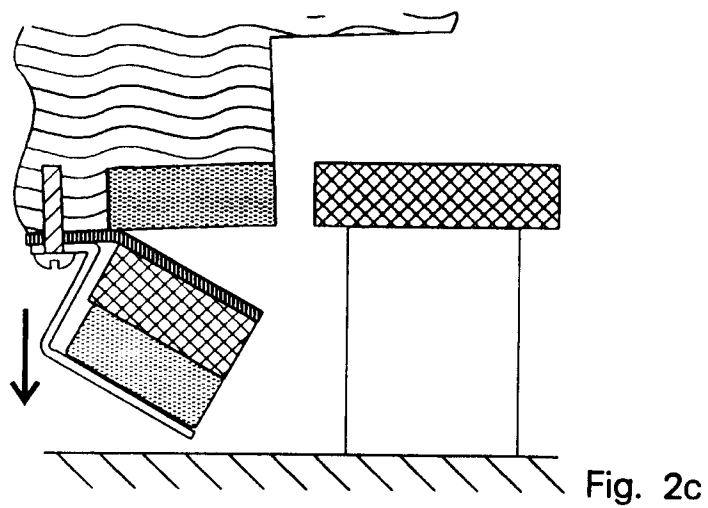


Fig. 2c

