

DEUTSCHES REICH

Bibliothek
Bur. Ind. Eigendom
15 MEI 1937



AUSGEGEBEN AM
5. APRIL 1937

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

№ 643 316

KLASSE 20k GRUPPE 3

K 130005 II 203

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 18. März 1937

Dipl.-Ing. Hermann Kemper in Nortrup

Schwebebahn mit räderlosen Fahrzeugen, die an eisernen Fahr­schienen
mittels magnetischer Felder schwebend entlang geführt werden

Patentiert im Deutschen Reiche vom 11. August 1934 ab

Die Erfindung löst die Aufgabe, Körper mit Hilfe elektromagnetischer Kräfte entgegen der Erdschwerkraft in der Schwebelage zu halten. Sie bringt weiter unter Anwendung der gefundenen Lösung die Grundlagen für ein neuartiges Verkehrsmittel, die Schwebebahn. Die Schwebebahn ist eine Schienenbahn für Menschen- und Güterbeförderung, bei der die räderlosen Fahrzeuge eisernen Schienen entlang schwebend geführt werden.

Es ist schon früher versucht worden, die Aufgaben zu lösen, die eine Schwebebahn stellt. Einmal sollten bei den bisher bekannten Anordnungen dazu die abstoßenden Kräfte dienen, die zwischen einem Elektromagnet und elektrischen Leitern auftreten, wenn das Feld des Magnets Änderungen unterworfen wird und dann Ströme in den Leitern erregt. Zum anderenmal sollten, genau wie bei der Erfindung, die magnetischen Zugkräfte zwischen Elektromagneten und eisernen Schienen benutzt werden. Die zum Schweben erforderliche Stromregelung sollte bei der letztgenannten bekannten Anordnung erreicht werden durch Vorrichtungen, die, beeinflußt vom Abstand zwischen Fahrzeug und Schiene, mechanisch die Stärke des die Elektromagneten durchfließenden Stromes verändern. Es ist nicht bekanntgeworden, daß eine Verwirklichung der älteren Erfindungsgedanken auch nur in Versuchen gelungen ist, geschweige denn daß eine Beförderungseinrichtung auf Grund derselben je ausgeführt worden wäre.

Es erscheint dies auch kaum möglich. Der Lösungsversuch, durch Erzeugung magnetisch abstoßender Kräfte größere Fahrzeuge im Schweben zu erhalten, muß an dem dafür erforderlichen Aufwand scheitern; dieser ist der Natur der Dinge entsprechend um ein Mehrfaches größer als bei Verwendung magnetisch anziehender Kräfte. Verwendet man hingegen letztere, so erscheint der Gedanke undurchführbar, eine geeignete Stromregelung durch mechanische Vorrichtungen zu erreichen, weil sich hierfür kaum praktisch brauchbare Formen entwickeln lassen dürften, die gleichzeitig eine ausreichende Regelgeschwindigkeit aufweisen. Die Beherrschung der Geschwindigkeit für die Stromregelung ist einwandfrei nur möglich unter Verwendung der erst nach der Zeit der älteren Erfindungen zur Ausbildung gelangten Mittel der Elektronentechnik.

Körper mit elektromagnetischen Kräften schwebend aufzuhängen, ist trotz des bisherigen Standes der Technik eine in den Kreisen der Technik und der Öffentlichkeit ganz unbeachtete Aufgabe geblieben. Sie wird hier neu aufgegriffen. Im vorliegenden Patent und den späteren Zusatzerfindungen werden die Mittel und Wege zu ihrer befriedigenden Lösung und fruchtbringenden Verwertung aufgezeigt.

Die Erfindung geht, um zu einer Stromsteuerung zu kommen, die das Schweben einwandfrei ermöglicht, von Regelorganen, Abstandssteuerorganen, eigener Art aus. Die Ab-

standssteuerorgane sind mit den Schwebewagen fest verbundene Einrichtungen; sie werden nahe den Elektromagneten, deren Steuerung, sie dienen sollen, gegenüber den Führungsschienen angebracht. Mechanisch sind sie unveränderlich, jedoch ändern sich ihre elektrischen Eigenschaften mit der Größe ihres Abstandes von den Führungsschienen. Werden solche Organe in Stromkreise eingeschaltet, so ändert sich deren elektrischer Zustand mit der Änderung ihrer elektrischen Eigenschaften. Dies läßt sich nun mit Hilfe der heutigen Mittel der Elektrotechnik zu einer genügend trägheitsfreien Steuerung für die Ströme der Schwebewagenmagnete ausbilden.

Die Grundform der Schwebelbahn wird näher erläutert durch die Abb. 1 bis 3, die eine eiserne Führungsschiene 2 und ein Fahrzeug 3 in Querschnitt (Abb. 1), Seitenansicht (Abb. 2) und Draufsicht (Abb. 3) andeuten, wobei in der Darstellung bei der letzten Abbildung die Führungsschiene fortgelassen ist.

In diesen Abbildungen sind Kraftlinien 1 der Magnetfelder angegeben, die die Zugkräfte erzeugen, welche das Fahrzeug 3 der Schwebelbahn, den Schwebewagen, entgegen der Schwerkraft in der Schwebelbahn erhalten in einem passenden, innerhalb gewisser zulässiger Grenzen schwankenden Abstand von der oberhalb des Wagens gelegenen Führungsschiene 2. Die Magnetfelder werden von mehreren Elektromagneten 4, 5, 6, 7 erzeugt, die oben an dem Fahrzeug befestigt und über seine ganze Länge gestreckt sind. Die Pole der Magnete und die fortlaufende eiserne Führungsschiene entsprechen einander in ihren Abmessungen. Eine Unterteilung der magnetischen Kräfte durch Anbringung mehrerer einzelner Elektromagnete und deren Verteilung auf verschiedenen Stellen des Schwebewagens, wie sie in geeigneter Ausführungsmöglichkeit in Abb. 3, 4, 5, 6, 7 angegeben ist, ist erforderlich, um jeweils die richtige Lage des Schwebewagens zu den Führungsschienen und ein einwandfreies Schweben zu gewährleisten. Die Stromstärken sind für die einzelnen Elektromagnete gesondert zu regeln, wofür später geeignete Wege aufgezeigt werden.

Infolge der schwebenden Aufhängung benötigen die Schwebewagen zur Fortbewegung keine Räder. Es entfällt jede körperliche Berührung zwischen dem Schwebewagen und den Führungsschienen. Der Fahrwiderstand der rollenden Reibung, der bei der Eisenbahn hinsichtlich Fahrstienenabnutzung und Energieverbrauch eine erhebliche Rolle spielt, fällt hier fort. Statt dessen erfordert bei der Schwebelbahn der Schwebevorgang elektrische Energie; der Verbrauch hierfür ist aber ins-

besondere für hohe Fahrgeschwindigkeiten bedeutend geringer als unter gleichen Bedingungen der Energieverbrauch der Eisenbahn für die Überwindung der rollenden Reibung. Aus dieser Sachlage und den besonderen anderen Grundverhältnissen der Schwebelbahn ergeben sich folgende wesentliche technische Fortschritte:

a) Die Fahrt auf der Schwebelbahn kann vollkommen geräuschlos und stoßfrei gestaltet werden.

b) Die Fahrwiderstände verringern sich für hohe Fahrgeschwindigkeiten.

c) Die Abnutzung der Schienen durch das Betahren fällt fort.

d) Es sind Fahrgeschwindigkeiten erreichbar, die mehrfach so hoch sind als die, welche man bei den Eisenbahnen heute kennt.

Abb. 4 und 5 geben Beispiele für die Abstandssteuerorgane. Abb. 4 deutet ein Abstandssteuerorgan an, dessen Kapazität vom Abstand zwischen Schwebewagen 3 und Führungsschiene 2 abhängt. Es besteht aus zwei isoliert am Schwebewagen befestigten Platten 8, 9 mit Stromzuführungsleitungen. Ersichtlich schließt sich ein dielektrischer Verschiebungsstrom zwischen den Platten bei geeigneter Formgebung in der Hauptsache über das Metall der Schiene 2. Die Platten bilden also einen Kondensator, dessen Kapazität mit geringer werdendem Abstand zwischen Schwebewagen und Schiene wächst, umgekehrt sich mindert. In Abb. 5 ist das Abstandssteuerorgan ein kleinerer, am Schwebewagen 3 befestigter Elektromagnet, bei dem sich die seinen Kern 10 durchsetzenden Kraftlinien in erster Linie über das Eisen der Schiene 2 schließen. Wird solch ein Elektromagnet mit seiner Wicklung 11 in einen Stromkreis geschaltet, so stellt er offenbar darin eine Induktivität dar, deren Größe mit Annäherung des Schwebewagens an die Führungsschiene wächst, mit Entfernung sich jedoch mindert.

Abb. 6 zeigt nun den grundsätzlichen Schaltungsaufbau für die Regelung der Stromstärke in einem der Elektromagnete, beispielsweise 4. Es ist als Abstandssteuerorgan 15 an einen Kondensator nach Abb. 4 gedacht. Dieser Kondensator ist mit einem Widerstand 14 in Reihe an eine konstante Wechselspannung 16 hoher Frequenz gelegt. Der Spannungsabfall am Widerstand 14 steigt nun mit Annäherung des Schwebewagens an die Schiene und fällt mit sich vergrößernder Entfernung. Die Spannung an dem Widerstand 14 wird durch eine mit bekannten Mitteln der Elektrotechnik aufzubauende Verstärker- und Gleichrichteranordnung 13 verstärkt und gleichgerichtet und dann zur Gittersteuerung einer Hauptröhre 12 verwendet, die so bemessen ist,

daß sie genügende Stromstärken für die Versorgung des Elektromagnets 4 bewältigen kann. Die Polarität der verstärkten und gleichgerichteten Steuerspannung ist so zu richten, daß ein Anwachsen der Spannung die Stromstärke in der Hauptröhre 12 verkleinert und eine Minderung derselben sich vergrößert. Die Mittel, mit denen die elektrische Trägheit dieser Steuerungsschaltung genügend klein gehalten werden kann und die in der richtigen Wahl der elektrischen Größen bestehen, sind bekannt. Es läßt sich mit einer Abstandssteuereinrichtung nach den Angaben der Abb. 6 erreichen, daß sich die Steuerspannung der Röhre praktisch stets augenblicklich entsprechend dem Abstand des Schwebewagens von der Führungsschiene einstellt. Die Anordnung, insbesondere die Gitterspannung der Hauptröhre 12, ist so einzustellen, daß die Stromstärke zum Elektromagnet 4 gerade dann eine der Schwerkraft gleiche Zugkraft herstellt, wenn der Abstand an dem Sitz des Abstandssteuerorgans 15 gerade der gewünschte ist. Ändert sich der Abstand, so läßt sich durch passende Bemessung der Verstärkungsgrößen erreichen, daß der Strom in der Hauptröhre stärker wächst als der Abstand bzw. stärker abnimmt als der Abstand. Damit wird die Zugkraft innerhalb von Abständen, die praktisch zwischen Höchstschränken begrenzt zu denken sind, auf höhere Beträge gebracht als die Schwerkraft, wenn der Abstand das Sollmaß überschreitet, dagegen unter die Schwerkraft verringert, wenn der Abstand unter das Sollmaß sinkt. So wird der Wagen schwebend an die Führungsschienen gebannt, gleichgültig ob er fährt oder stillsteht. Der Strom in der Hauptröhre 12 und dem Magnet 4 muß dabei den Änderungen der Steuerspannung mit genügender Schnelligkeit folgen. Dies zu erzielen, steht als eine Möglichkeit zur Verfügung die Übersteuerung der Gitterspannung; es ist bekannt, daß die Stromänderungen in der Zeiteinheit um so größer sind, je größer die Änderung der Steuerspannung ist. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Wirkwiderstände im Hauptstromkreis groß zu halten gegenüber dem induktiven Widerstand des Magnets 4. Dies ist allerdings mit Energieverlusten verbunden. Eine spätere Zusatz-erfindung beseitigt diesen Nachteil durch eine bessere Lösung.

Bei höchsten Geschwindigkeiten, für die die Schwebebahn in erster Linie gedacht ist, würde es für die Verringerung der Gesamtfahrwiderstände keinen großen Gewinn bedeuten, wenn nur eine Vermeidung des Widerstandes der rollenden Reibung erreicht würde, da dann der Luftwiderstand der wichtigste wird. Darum ist ein weiteres Mittel dies, daß

die mit luftdichten Wagen ausgestattete Schwebebahn in dichte Röhren verlegt wird, in denen die Luft eine Verdünnung erfährt, wodurch der Luftwiderstand weitgehend herabgesetzt werden kann. Durch Vereinigung beider Mittel, der Schwebung und der Luftverdünnung, läßt sich bei der Schwebebahn der Fahrwiderstand selbst für höchste Geschwindigkeiten ganz gering halten.

Für den Antrieb der Schwebewagen stehen verschiedene, auch nichtelektrische Möglichkeiten offen. Für einen elektromagnetischen Antrieb lassen sich u. a. die Schwebewagenmagnete selbst oder ähnliche, für diesen Zweck eigens angebrachte Magnete, denen dann zur Wirkung im Fahrgeleis besondere Schienen gegenübergestellt werden, mit Vorteil verwenden. Die Magnete werden dazu aufgeteilt in kleine Einzelmagnete und erhalten eine mehrfache Wicklung nach Art von Induktionsmotoren. Insbesondere kann man Antriebsmagnete so ausbilden, daß in ihnen wie in Drehstrommotoren ein Feld entsteht, das sich, betrachtet von einem in dem Schwebewagen mitfahrenden Beobachter, durch die Antriebsmagnete hindurch entgegen der Fahrtrichtung mit einer der Fahrgeschwindigkeit gleichen Geschwindigkeit fortbewegt, das dagegen, von einem unbewegten Beobachter aus gesehen, in den Fahrschienen stillsteht und sich nur entsprechend der Fortbewegung des Schwebewagens an dessen vorderer Spitze aufbaut und an dessen hinterer Spitze abbaut. Die Antriebsmagnete am Schwebewagen würden so im Vergleich mit einem Drehstromkurzschlußankermotor dem Ständer entsprechen, während die Schienen die Aufgabe des Kurzschlußläufers hätten.

PATENTANSPRUCH:

Schwebebahn mit räderlosen Fahrzeugen, die an eisernen Fahrschienen mittels magnetischer, in zwischen den Schienen und an den Fahrzeugen verteilt befestigter Elektromagneten erzeugter Felder schwebend entlang geführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der magnetischen Felder durch Abstandssteuerorgane geschieht, die an den Schwebewagen (3) gegenüber den Führungsschienen (2) räumlich nahe den von ihnen zu steuernden Elektromagneten befestigt sind. Die Abstandssteuerorgane (Abb. 4, 5) sind mechanisch unveränderliche, jedoch in ihrem elektrischen Widerstand durch den Abstand von den Schienen beeinflusste elektrische oder magnetische Anordnungen (z. B. Kondensatoren 8, 9 oder Drosselspulen 10, 11) und werden in elektrische Stromkreise eingeschaltet, wobei sie an ihren Polen Spannungen erzeugen, die sich mit

dem Abstand von den Führungsschienen
unverzüglich ändern. Diese Spannungen
werden, soweit erforderlich, in ebenfalls
trägheitsarmen Schaltungen verstärkt und,
gegebenenfalls gleichgerichtet, elektrischen
Röhren zu deren Steuerung zugeführt
(Abb. 6). Der Sinn und die Größe dieser
Steuerspannungen ist so zu wählen, daß
durch die von den Röhren den Elektro-

magneten zugeleiteten Ströme magnetische 10
Zugkräfte erzeugt werden, die der Schwer-
kraft das Gleichgewicht halten, wenn der
Abstand der Fahrzeuge von den Schienen
das vorgeschriebene Maß hat, die dagegen
die Schwerkraft übersteigen, wenn der Ab- 15
stand zu groß wird, sie endlich unter-
schreiten, wenn der Abstand unter das
Sollmaß herabsinkt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Abb. 1

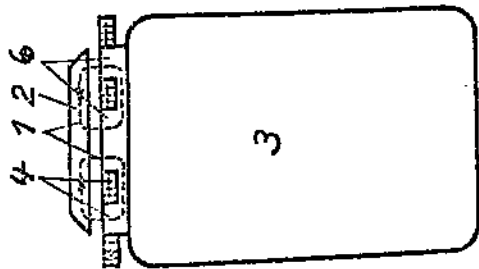


Abb. 2

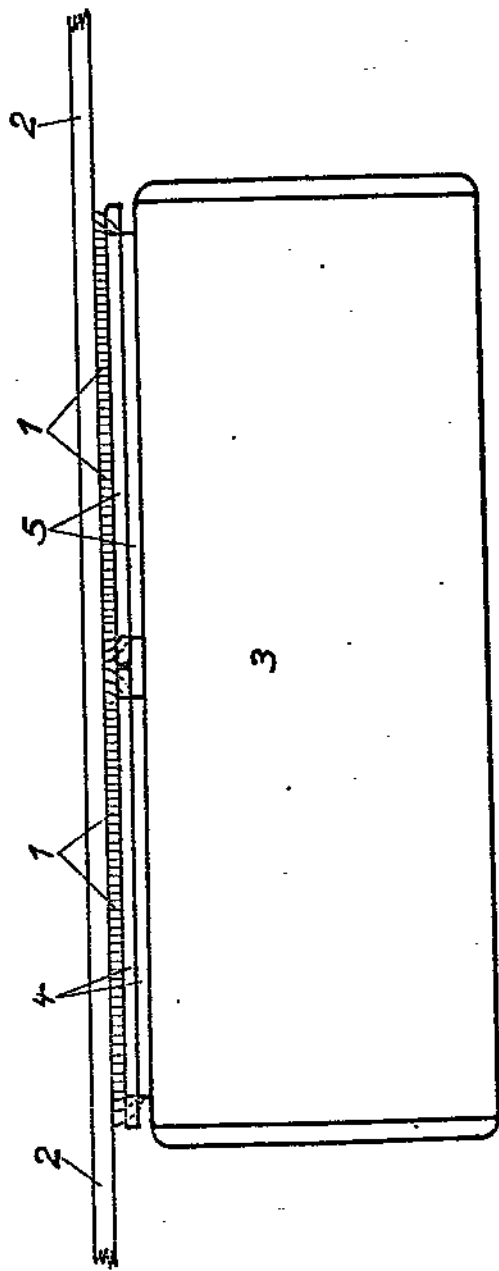


Abb. 3

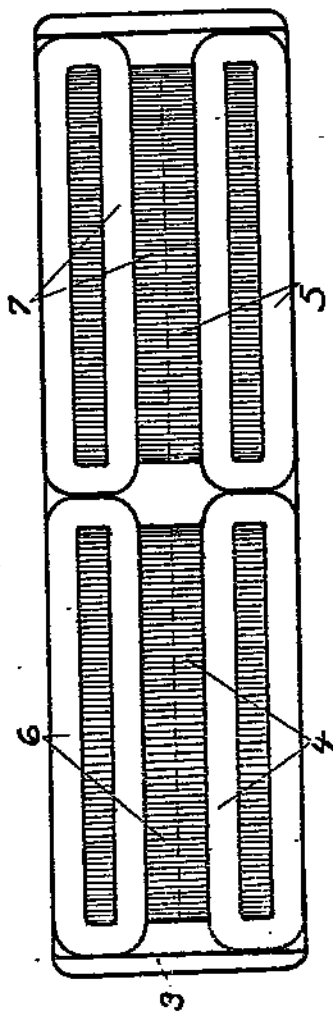


Abb. 6

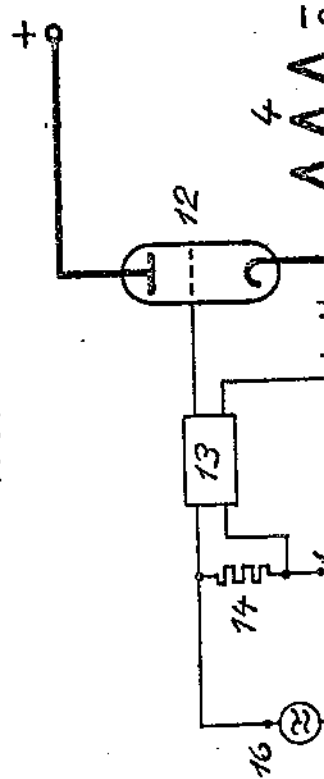


Abb. 5

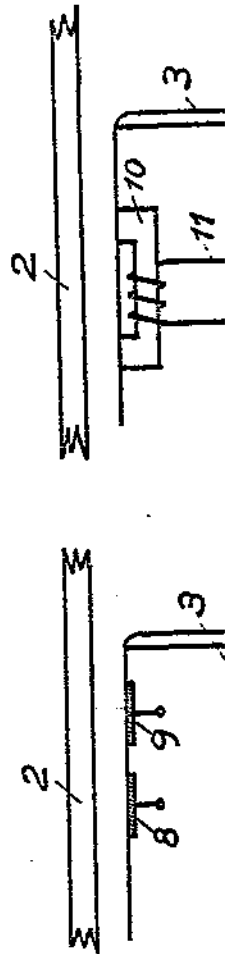


Abb. 1

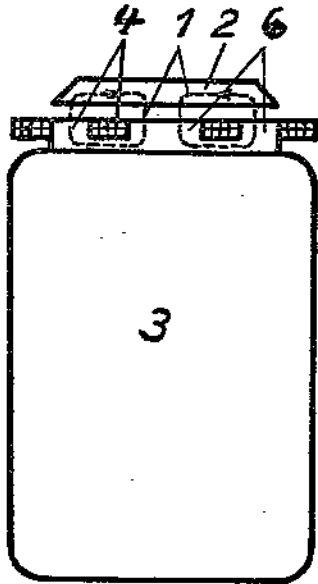


Abb. 2

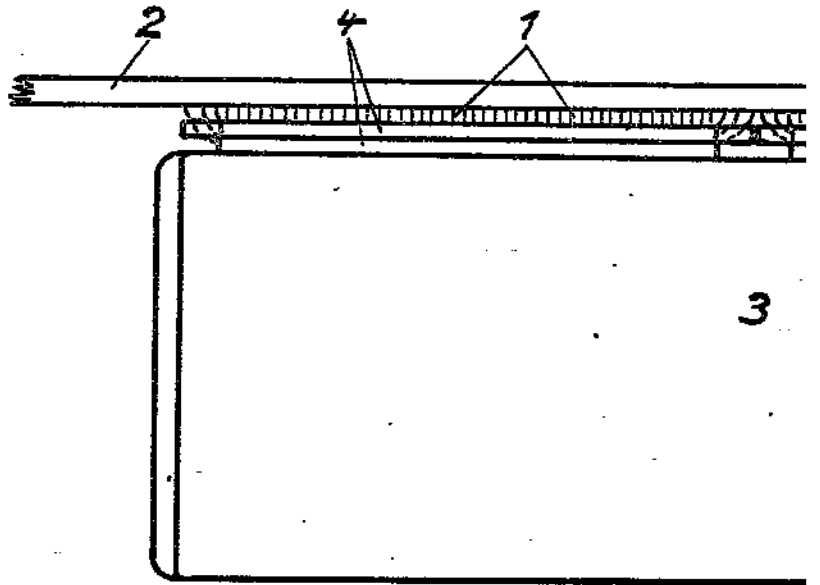


Abb. 3

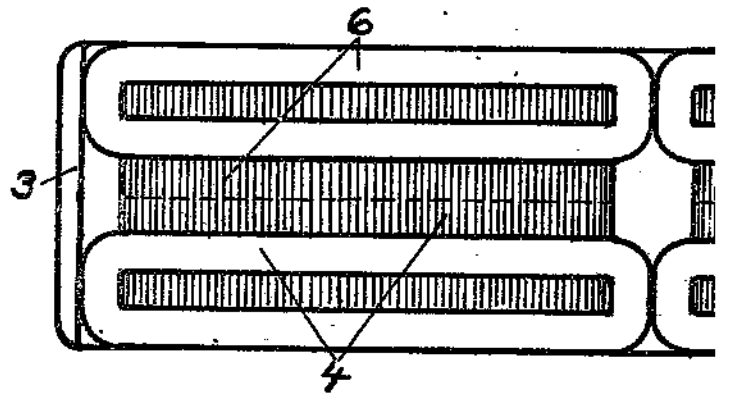


Abb. 6

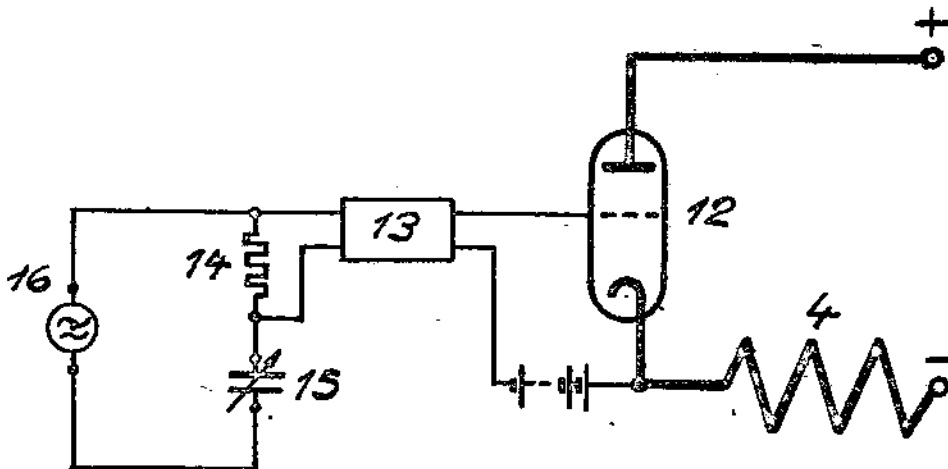


Abb. 4

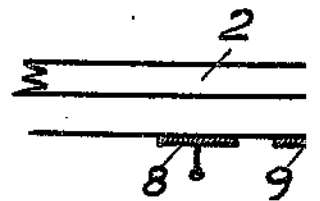


Abb. 2

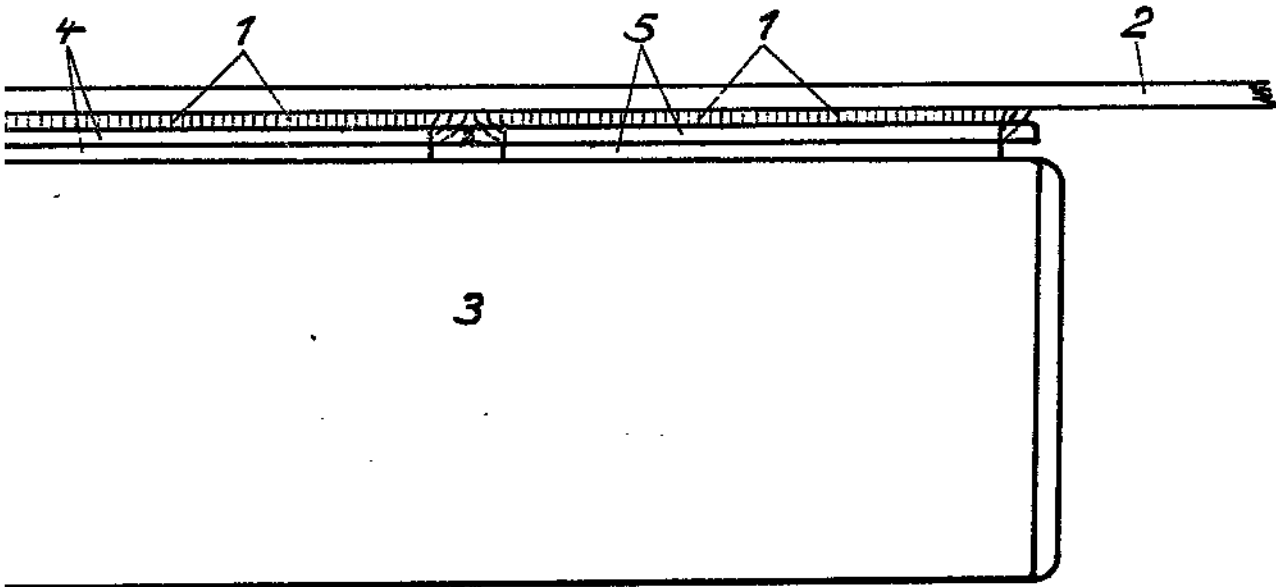


Abb. 3

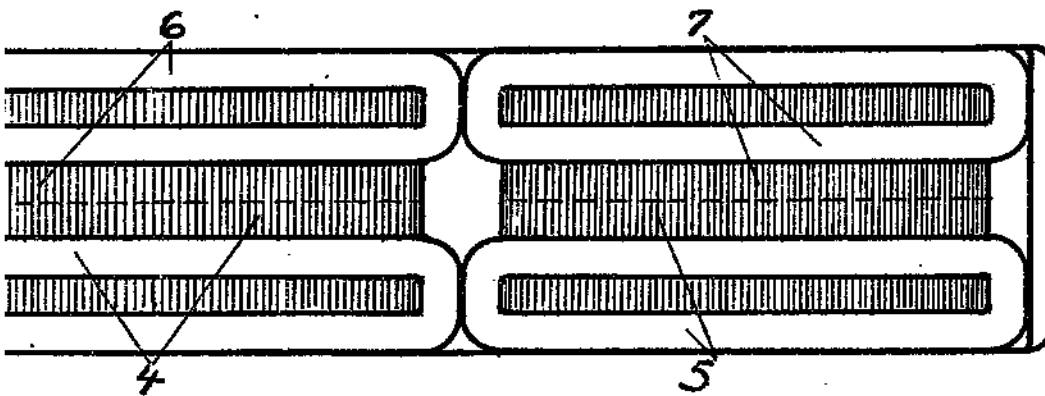


Abb. 4

Abb. 5

