



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT.
PATENTSCHRIFT N^R. 147264.

JAMES A. MILLER IN NEW YORK.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer Schwingungsaufzeichnung.

Angemeldet am 17. September 1932; beanspruchte Priorität: Patentansprüche 1 bis 4, 6 bis 9 vom 30. September 1931
(Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika).

Beginn der Patentdauer: 15. Mai 1936.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufzeichnen von Schwingungen. Der Einfachheit halber wird im folgenden bloß von „Schallschwingungen“ gesprochen, obwohl die Erfindung nicht auf solche beschränkt ist, sondern sich auch auf das Aufzeichnen anderer Schwingungen bezieht.

5 Nach dem Verfahren gemäß der Erfindung werden die Schwingungen auf mechanischem Wege derart aufgezeichnet, daß ein Wiedergeben auf optischem Wege möglich ist. Unter „Wiedergeben auf optischem Wege“ soll hierbei jeder Vorgang (Betrachten, Projizieren, photographisch Kopieren, Beeinflussen einer Photozelle) usw. verstanden sein, bei dem Licht angewandt wird, das entweder durch die Schallspur hindurchgeht oder von dieser zurückgeworfen wird. Ein übliches System, bei welchem der Schall
10 optisch wiedergegeben wird, ist das jetzt weit verbreitete Tonfilmsystem, bei welchem auf eine Schallspur am Rand eines Bildfilms ein Lichtstrahl auffällt und die Schallspur den Betrag an Licht steuert, der durch die Schallspur hindurchgeht und auf eine lichtempfindliche Zelle fällt, die ihrerseits den Betrag an elektrischem Strom für eine Schallwiedergabevorrichtung, z. B. einen Lautsprecher, steuert.

15 Üblicherweise erfolgt nicht nur die Wiedergabe, sondern auch die Aufnahme auf optischem Wege, u. zw. dadurch, daß der Schall bei der Aufnahme mittels eines photographischen Verfahrens auf einen lichtempfindlichen Träger aufgezeichnet wird.

Obwohl diese Methode allgemein angewendet wird und bei der Wiedergabe gute Ergebnisse erzielt werden können, sind einige Schwierigkeiten vorhanden, deren Behebung eine erhebliche Verbesserung sowohl der Aufnahme als der Wiedergabe bedeuten.

20 Es ist vor allem mit den optischen Aufnahmesystemen nicht möglich, eine genaue, den aufzuzeichnenden Schwingungen vollkommen entsprechende Schallspur zu erzielen. Diese Ungenauigkeit wird teilweise durch die Linsenungenauigkeit hervorgerufen, wodurch eine gewisse Verschwommenheit in der Begrenzung der aufgezeichneten Spur entsteht. Dieser Nachteil haftet sogar den besten Linsensätzen an. Für eine Schallaufzeichnung bedeutet dies hauptsächlich, daß die Abbildungen der höheren
25 Frequenzen, z. B. über 4000 Perioden, nicht scharf voneinander zu unterscheiden sind, wie dies für eine naturgetreue optische Wiedergabe erforderlich ist, sondern sich teilweise überlappen. Ferner wird die Ungenauigkeit bekanntlich auch durch die in Zusammenhang mit den höheren Frequenzen beschränkte Minimalbreite des Schlitzes hervorgerufen, welcher bei sämtlichen optischen Aufzeichnungssystemen notwendig ist. Ein anderer und sehr wichtiger Nachteil der optischen oder photographischen Schall-
30 wellenaufzeichnungen besteht darin, daß diese Schallaufzeichnung nicht unmittelbar nach ihrer Herstellung zur Schallwiedergabe benutzt werden kann. Die ganze Aufzeichnung muß nämlich zunächst photographisch entwickelt werden. Diese Nachteile des optischen Aufzeichnungsverfahrens lassen sich dadurch beseitigen, daß das Aufzeichnen auf mechanischem Wege erfolgt, d. h. mit Hilfe eines Aufzeichnungsorgans, das mit dem für die Aufzeichnung bestimmten Träger in mechanischer Berührung
35 ist. Auf diese Weise kann in erster Linie eine schärfere Begrenzung der Ränder der Spur erzielt werden, als dies bei den photographischen Aufzeichnungssystemen möglich ist.

Da mit der Erfindung die Erzielung einer mechanisch angebrachten Aufzeichnung bezweckt wird, die auf optischem Wege, z. B. mittels einer photoelektrischen Zelle, wiedergegeben werden kann, ist es, wie aus der Technik des optischen Aufzeichnens bekannt ist, erwünscht, danach zu streben, daß eine Spur mit möglichst großen Breitenänderungen für das ganze aufzuzeichnende Frequenzgebiet entsteht.

5 Bei elektromechanischen Aufnahmeapparaten, die ein in einem schwingenden Anker befestigtes Aufzeichnungsorgan enthalten, das mit der Oberfläche des für die Aufzeichnung bestimmten Trägers in Berührung ist, kann die Größe der Amplituden des Aufzeichnungsorgans jedoch nicht unbegrenzt dadurch gesteigert werden, daß z. B. die Energie, die dem Apparat zugeführt wird, vergrößert wird. Die Folge der Energievergrößerung wäre, daß eine Sättigung des Ankers auftritt, dessen Maße und somit dessen
10 Abmessungen in Zusammenhang mit dem einwandfreien Ansprechen des Apparates auf die höheren Frequenzen an einem bestimmten, nicht zu überschreitenden Wert gebunden sind. Eine Steigerung der Energie über ein gewisses Maß hinaus ergibt also keine nützliche Auswirkung mehr.

Überdies hat ein mechanisch schwingendes System naturgemäß die Eigenschaft, daß die Schwingungsamplituden mit zunehmender Frequenz an Größe abnehmen, wodurch insbesondere bei der Aufzeichnung
15 auf einem Träger die höheren Frequenzen mangelhaft zum Ausdruck kommen. Diesem Übelstand kann dadurch abgeholfen werden, daß dem schwingenden System eine Resonanz in dem Gebiet der höheren Frequenzen gegeben wird. Zufolge der dafür erforderlichen Steifheit des schwingenden Systems nimmt dann aber die totale Empfindlichkeit erheblich ab, was in dem ganzen Frequenzbereich in der Größe der aufgezeichneten Amplituden zum Ausdruck kommt.

20 Die genannten Schwierigkeiten werden dadurch beseitigt, daß mit Hilfe eines Aufzeichnungsorgans, das von und zu der Trägeroberfläche in Schwingung versetzt wird, auf mechanischem Wege wenigstens eine Aufzeichnung mit zur optischen Wiedergabe geeigneten Breitenänderungen erzeugt wird, wobei erfindungsgemäß ein Aufzeichnungsorgan und bzw. oder ein Träger verwendet wird, die derart ausgebildet sind und derart in bezug aufeinander in Schwingung versetzt werden, daß die Breitenänderungen der Aufzeichnung eine wesentliche, z. B. 20—40fache Vergrößerung der Schwingungsamplituden des Aufzeichnungsorgans sind. Diese Aufzeichnung kann gegebenenfalls in an sich bekannter Weise auf photographischem Wege kopiert werden. Unter „zur optischen Wiedergabe geeigneten Breitenänderungen“ wird hier verstanden, daß die Breitenänderungen proportional den Schwingungen des Aufzeichnungsorgans sein sollen, so daß die Wiedergabe mittels einer optisch-elektrischen Vorrichtung,
25 z. B. einer Photozelle, gegebenenfalls sofort nach der Aufzeichnung, möglich ist.

In einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung enthält die Aufzeichnungsvorrichtung ein Aufzeichnungsorgan, z. B. ein Messer oder einen Meißel, das derart ausgebildet ist und derart in bezug auf die Trägeroberfläche in Schwingung versetzt werden kann, daß eine Aufzeichnung mit Breitenänderungen erzeugt wird, derart, daß die Amplituden der Aufzeichnung eine wesentliche, z. B. 20—40fache
35 Vergrößerung der entsprechenden Schwingungsamplituden des Aufzeichnungsorgans sind. Dies kann erzielt werden durch Verwendung eines Aufzeichnungsorgans, das eine keil- oder V-förmig ausgebildete Schneide aufweist, deren Projektion auf eine Fläche senkrecht zur Bewegung des Aufzeichnungsorgans wesentlich größer ist als die Projektion auf eine Linie in der Bewegungsrichtung des Aufzeichnungsorgans. Der Winkel zwischen den Schenkeln der V-förmigen Schneide ist zweckmäßig möglichst stumpf, z. B.
40 174°, so daß eine starke Vergrößerung der Schwingungsamplituden erzielt wird. Dies bedeutet, daß bei der Aufzeichnung die Schneide einen Winkel kleiner als 45°, vorzugsweise 3°, mit der Trägeroberfläche bildet. Unter „Schneide“ sind im vorliegenden Fall sämtliche an dem Aufzeichnungsorgan vorgesehenen, beim Aufzeichnen wirksamen Teile zu verstehen.

Ein wichtiger Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch die genannte mechanische Vergrößerung
45 Schwingungen mit kleinen Amplituden, die auf andere Weise nicht genügend, d. h. nicht über das bekannte Grundgeräusch hinausgehend, aufgezeichnet werden können (insbesondere die der höheren Frequenzen) erfindungsgemäß, einwandfrei aufgezeichnet werden.

Es hat sich z. B. gezeigt, daß auf diese Weise Schallschwingungen mit einer Frequenz von 6000 und mehr noch mit derartigen Amplituden aufgezeichnet werden, daß sie mittels einer lichtempfindlichen
50 Zelle naturgetreu wiedergegeben werden können.

Ein anderer Vorteil ist der, daß durch die mechanische Vergrößerung es überhaupt erst möglich ist, auf mechanischem Wege eine 2 mm breite doppelseitig modulierte Aufzeichnungsspur zu erhalten, wie das bei der photographischen Tonaufzeichnung üblich ist.

Von den bekannten mechanischen Aufnahmeverfahren ist das üblichste wohl dasjenige, bei dem
55 der Schall auf einer Scheibe aufgezeichnet wird. Wie allgemein bekannt ist, werden hievon mittels eines Klischees Abzüge (Schallplatten) hergestellt, von denen der Schall mechanisch mittels einer in der Schallspur bewegten Nadel od. dgl. wiedergegeben wird, wobei die Nadel entweder mechanisch oder elektrisch mit einer akustischen Membran verbunden ist. Bekanntlich eignet sich aber eine solche Aufnahme nicht zur Wiedergabe des Schalles auf optischem Wege.

60 Es sind auch schon Verfahren bekannt, bei denen die Aufnahme mechanisch und die Wiedergabe optisch vor sich geht. Bei einem von diesem Verfahren wird mittels eines Stiftes mit V-förmiger Spitze, die von und zu der Trägeroberfläche schwingt, eine Schallspur mit Tiefen- und dementsprechenden Breiten-

änderungen erzeugt. Der Träger besteht dabei aus einer Platte aus undurchsichtigem Wachs, auf der eine undurchsichtige, kein Licht reflektierende Deckschicht angebracht ist. Von diesen beiden Materialien werden durch den Stift während des Aufzeichnens Teile entfernt. Bei der Wiedergabe wird Licht verwendet, das von der Schallspur auf eine lichtempfindliche Zelle reflektiert wird.

5 Im Gegensatz zu dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem vorzugsweise eine V-förmige Spitze mit einem zweckmäßig möglichst großen Spitzenwinkel, z. B. von 174° , verwendet wird, ist der Spitzenwinkel bei dem bekannten Verfahren so scharf, daß von einer erheblichen Vergrößerung der Breitenänderungen der Aufzeichnungsspur hinsichtlich der Tiefenänderungen nicht die Rede sein kann. Die obenerwähnten Vorteile der mechanischen Vergrößerung der Meißelamplituden treten hier also nicht auf.

10 Da die erwähnte Aufzeichnung in der Form einer spiralenförmigen Rille auf Platten festgelegt wird und der Abstand der Rillen zum Zwecke des Anbringens einer möglichst großen Anzahl dieser Rillen möglichst klein gewählt wird, bestand überdies kein Anlaß dazu, eine Aufzeichnung mit stark vergrößerten Breitenänderungen zu erzeugen, wodurch die Rillen notwendigerweise zu weit auseinanderliegen würden.

Des weiteren ist schon vorgeschlagen worden, Schallschwingungen auf einem Träger aufzuzeichnen, 15 der in der Hauptsache aus lichtdurchlässigem Material besteht. Zu diesem Zweck wird ein Stift derart in Schwingung versetzt, daß ein Teil einer auf den durchlässigen Träger angebrachten undurchlässigen Schicht entfernt wird. Der Stift führt dabei seitliche Schwingungen parallel zur Auftragsfläche des Trägers aus. Es entsteht auf diese Weise eine lichtdurchlässige Schlangenlinie konstanter Breite. In einer derartigen Aufzeichnung ist überdies keine Vergrößerung der Amplituden des Aufzeichnungs- 20 organs vorhanden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf verschiedene Weisen durchgeführt werden, wobei es nicht darauf ankommt, ob das Aufzeichnungsorgan in bezug auf den Träger oder der Träger in bezug auf das Aufzeichnungsorgan schwingt. Das zweckmäßig als Meißel ausgebildete, ausschließlich schneidend arbeitende Aufzeichnungsorgan wird senkrecht oder nahezu senkrecht zur flach ausgebildeten Träger- 25 fläche bewegt, so daß darin eine Aufzeichnung mit Tiefenänderungen entsteht, wobei das Organ derart ausgestaltet ist, daß in der Aufzeichnung gleichzeitig ein- oder doppelseitige Breitenänderungen entstehen, welche zu einer oder jeder Seite eine Vergrößerung der Meißelamplituden und somit der Tiefenänderungen darstellen.

Die Spur kann derart erzeugt werden, daß eine Rille geschnitten wird, die eine konstante Breite 30 hat, solange keine Schwingungen aufgezeichnet werden, während sie beim Aufzeichnen von Schwingungen eine sich ändernde Breite erhält.

Ein anderes Verfahren zur Erzielung einer Aufzeichnung der erwünschten Art besteht darin, daß sie in einem Träger mit einem profilierten Querschnitt erzeugt wird. Der Träger kann zu diesem Zweck an der Aufzeichnungsfläche mit einer Rippe versehen sein. Diese Rippe kann dadurch erhalten 35 werden, daß der Träger an der Aufzeichnungsstelle über eine Rolle geführt wird, auf der am Umfang eine Rippe angebracht ist, welche den Träger während des Aufzeichnens profiliert.

Der Träger ist vorzugsweise von derartiger Beschaffenheit, daß sich die eingeschnittene Spur unmittelbar nach der Erzeugung in der Lichtdurchlässigkeit von ihrer Umgebung unterscheidet, so daß damit die Möglichkeit geschaffen ist, die aufgezeichneten Schwingungen unmittelbar nach dem 40 Aufzeichnen wiederzugeben, ohne daß irgendwelche Zwischenbehandlung des Trägers oder der Aufzeichnung erforderlich ist. Ein zu diesem Zweck geeigneter Träger kann wenigstens eine durchsichtige Schicht aufweisen, z. B. aus regenerierter Zellulose, wie dem als „Zellophan“ bekannten Produkt, die so weich ist, daß das Aufzeichnen mechanisch erfolgen kann, und mindestens eine undurchsichtige Schicht, die als Bedeckung dient.

45 Bei Verwendung eines solchen Trägers kann die Spur dadurch erzeugt werden, daß Teile der undurchsichtigen Schicht, die z. B. aus Farbstoff od. dgl. besteht, zusammen mit Teilen der durchsichtigen Schicht entfernt werden, so daß die Schallspur Breitenänderungen sowohl in der undurchsichtigen als in der durchsichtigen Schicht aufweist. Es ist hiebei vorteilhaft, daß außer in die undurchsichtige Schicht auch in eine durchsichtige Unterlage geschnitten wird, da zur Erzielung einer guten Aufzeichnung die 50 undurchsichtige Schicht möglichst dünn sein soll, damit das Aufzeichnungsorgan schon bei winzigen Verstellungen in der Schwingungsrichtung bereits eine lichtdurchlässige Stelle auf dem Träger erzeugt.

Wenn das Material der Unterlage wegen seiner Härte nicht zur mechanischen Aufzeichnung geeignet ist, ist eine Zwischenschicht aus durchsichtigem Material zu verwenden, die so weich ist, daß die Aufzeichnung darin ohne Schwierigkeiten auf mechanischem Wege angebracht werden kann, wodurch 55 überdies gewährleistet ist, daß die Vorteile, die durch die mechanische Vergrößerung der Amplituden der aufzeichnenden Schwingungen erhalten werden, nicht wieder verlorengehen. In einem derartigen Träger besteht die Unterlage vorzugsweise aus Zelluloid und die Zwischenschicht, die eine Dicke von der Größenordnung von 0.05 mm haben soll, aus Gelatine, durchsichtiger Seife oder Wachs. Ein geeigneter Träger dieser Art ist ein Film mit einer Deckschicht aus einer üblichen photographischen Emulsion, die 60 belichtet und entwickelt worden und somit undurchsichtig ist. Natürlich kann die Emulsion auch unmittelbar auf einem Träger angebracht sein, der aus einer einzigen Schicht von durchsichtigem Material besteht, in welcher die Aufzeichnung auf mechanischem Wege angebracht werden kann.

Wenn auch bei Bewegung des Aufzeichnungsorgans eine Berg- und Talspur erzeugt wird, ist es jedoch nicht notwendig, von dieser Eigenschaft der Schallspur bei der Wiedergabe Gebrauch zu machen, denn für die Wiedergabe genügen die Breitenänderungen der Spur.

Weitere Kennzeichen der Erfindung ergeben sich aus der Zeichnung, in der einige Ausführungs-
 5 beispiele des Erfindungsgedankens dargestellt sind. Es zeigen: Fig. 1 eine Vorderansicht der Vorrichtung gemäß der Erfindung zur Herstellung der Schallaufzeichnung, Fig. 2 eine Seitenansicht der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung, Fig. 3 eine Seitenansicht der elektromagnetischen Vorrichtung zur Betätigung des Aufzeichnungsorgans, Fig. 4 einen senkrechten Schnitt nach der Linie VI—VI der Fig. 1, Fig. 7 einen vergrößerten Querschnitt eines Teiles eines aus drei Schichten bestehenden Filmstreifens mit dem
 10 Aufzeichnungsorgan in Vorderansicht, Fig. 5 eine geschnittene Seitenansicht einer Ausführungsform eines Aufzeichnungsorgans, Fig. 6 eine Vorderansicht des in Fig. 5 dargestellten Aufzeichnungsorgans, Fig. 8 und Fig. 9 Querschnitte durch aus nur zwei Schichten bestehende Filmstreifen, Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Filmstreifen nach Fig. 7, auf dem der Schall durch ein Aufzeichnungsorgan der in Fig. 7 gezeigten Art aufgezeichnet worden ist, Fig. 11 die Draufsicht auf einen Teil eines Bildfilms, zu dessen
 15 Herstellung die Schallaufzeichnung nach Fig. 10 als Negativ benutzt worden ist, Fig. 12 eine der Fig. 7 ähnliche Ansicht, jedoch mit einem anders ausgebildeten Aufzeichnungsorgan, Fig. 13 eine Seitenansicht des in Fig. 12 gezeigten Aufzeichnungsorgans, die zeigt, auf welche Weise das Aufzeichnungsorgan bewegt wird, Fig. 14 eine elektromagnetische Vorrichtung, die dazu dient, den Filmstreifen zu und von dem in den Fig. 12 und 13 gezeigten Aufzeichnungsorgan in Schwingung zu versetzen, Fig. 15 eine
 20 Ansicht ähnlich der Fig. 7 und 12 einer weiteren abgeänderten Ausführungsform des Aufzeichnungsorgans, Fig. 16 die Draufsicht auf einen Teil eines Filmstreifens, auf dem der Schall durch die Anwendung eines in Fig. 15 gezeigten Aufzeichnungsorgans aufgezeichnet worden ist, Fig. 17 die Draufsicht auf einen Teil eines Bildfilms, auf dem eine Schallspur kopiert worden ist durch Anwendung des in Fig. 16 gezeigten Filmstreifens als Negativ. Fig. 18 und 19 Ansichten entsprechend der Fig. 7, die verschiedene
 25 Wege zur Herstellung einer Schallspur darstellen, Fig. 20 eine Teilansicht der Trommel im Schnitt, die für das in Fig. 19 dargestellte Verfahren zur Vorbeiführung des Films an der Aufzeichnungsstelle benutzt werden kann.

Die Tonbildfilme bilden einen der wichtigsten Anwendungsgebiete der Erfindung und aus diesem Grund ist in der Zeichnung die Schallaufzeichnung in Anwendung auf einen Filmstreifen dargestellt.
 30 Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Erfindung nicht darauf beschränkt ist.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Vorrichtung besteht aus einem Gehäuse 1, in dessen oberem Teil eine Rolle 2 angebracht ist, auf der sich der Filmstreifen 3 befindet, auf dem der Schall aufgezeichnet werden soll. Der Filmstreifen wird von der Rolle 2 durch ein Zahnrad 4 abgerollt, um dessen eine Seite der Filmstreifen herumgeführt ist, so daß der Streifen nach unten geführt wird, wie durch die Pfeile
 35 angegeben ist. Das Kettenrad 4 wird durch einen Elektromotor 5 (Fig. 2) gedreht. Der Motor 5 treibt eine lotrechte Welle 6 durch Getrieberäder 7, 8 an, und die lotrechte Welle 6 treibt ihrerseits die Welle des Zahnrades 4 mittels Getrieberäder 9, 10 an. Wenn der Filmstreifen nach unten um die linke Seite des Zahnrades 4 (Fig. 1) bewegt wird, wird er mittels der Führungsrollen 11 und 12 in Berührung mit dem Zahnrad 4 gehalten. Der Filmstreifen bewegt sich dann über eine an einem federnden Arm 14 angebrachte Zwischenrolle 13 und von dieser Rolle unterhalb einer Trommel 15 um diese herum. Der Schall wird auf den Filmstreifen 3 aufgezeichnet, wenn er die unterste Stelle der Trommel 15 erreicht. Die Einzelheiten der Trommel 15 und die Art und Weise, in der sie den Filmstreifen hält, während der Schall aufgezeichnet wird, werden später beschrieben werden. In den Fig. 1 und 2 sind weder die Aufzeichnungsorgane noch die Einzelheiten der elektromagnetischen Vorrichtung gezeigt, die dazu dienen, das Auf-
 45 zeichnungsorgan in Schwingung zu versetzen, jedoch ist in Fig. 1 bei 16 die Rückseite der elektromagnetischen Vorrichtung zu erkennen. Ein Saugrohr 17, dessen inneres Ende in der Nähe des Aufzeichnungsorgans liegt, kann mit irgend einer Saugvorrichtung verbunden sein, um die von dem Film durch das Aufzeichnungsorgan abgeschnittenen Späne wegzusaugen. Nachdem der Filmstreifen die Trommel 15 verläßt, wird er aufwärts über eine Zwischenrolle 18 und dann um die rechte Seite des Zahnrades 4 geführt, mit dem er durch die Führungsrollen 19 und 20 in Eingriff gehalten wird. Der Filmstreifen wird so durch das Zahnrad 4 um die Trommel 15 bewegt und nach oben zu einer Aufnahmerolle 21 geführt, die im oberen Teil des Gehäuses 1 angebracht ist. Diese Rolle wird mittels eines Treibriemens 52 (Fig. 2) angetrieben, der seinerseits von der Welle, auf der das Zahnrad 4 befestigt ist, bewegt wird.
 50

Die elektromagnetische Vorrichtung und das Aufzeichnungsorgan in Schwingung zu versetzen
 55 ist in Rückansicht bei 16 in Fig. 1, in Vorderansicht in Fig. 3 und in geschnittener Seitenansicht in Fig. 4 gezeigt. In der dargestellten Ausführungsform besitzt sie zwei Hufeisenmagnete 24 und 25, die in derselben Ebene liegen und deren Polenden in Berührung mit einer Zwischenlage 26 aus magnetischem Material stehen. In der Zwischenlage 26 ist eine sogenannte Sprechspule 27 untergebracht, durch deren Mittelteil ein Anker 28 hindurchgeht. Der Anker 28 ist von Zungenbauart und mit seinem hinteren Ende
 60 starr in dem magnetischen Material 26 befestigt. Das vordere Ende des Ankers 28 erstreckt sich durch einen Luftspalt, der durch Formstücke 29 und 30 gebildet wird. Das Aufzeichnungsorgan 22 ist an dem Ende des Ankers 28 befestigt. Z. B. kann das Ende des Ankers 28 einen lotrechten Schlitz 31 haben

in dem das Aufzeichnungsorgan mittels Wachs (Siegellack) od. dgl. gehalten werden kann. Das Aufzeichnungsorgan ist mit seiner Spitze nach oben angeordnet. Der aufzuzeichnende Schall wird in der üblichen Weise aufgenommen und in elektrische Ströme verwandelt, die verstärkt und dann durch die Sprechspule 27 geschickt werden. Der schwankende Strom veranlaßt eine wechselnde Magnetisierung des Ankers 28 und damit das Schwingen des Ankers 28 zwischen Polen 29 und 30 in Übereinstimmung mit dem aufzuzeichnenden Schall und bewirkt, daß das Aufzeichnungsorgan von dem Film einen schmalen Streifen seiner lichtundurchlässigen Deckschicht ausschneidet und eine lichtdurchlässige Schallspur hinterläßt, mittels der der Schall in einem optischen Wiedergabesystem wiedergegeben werden kann, wie noch später beschrieben werden wird. Es ist nicht notwendig, daß die Aufzeichnungsvorrichtung, wie oben angegeben, elektrischer Art ist; unter Umständen kann sie auch mechanischer Art sein, wobei z. B. der Meißel von einer Membrane angetrieben wird, die entsprechend den aufzuzeichnenden Schwingungen schwingt.

Nachfolgend wird beschrieben, in welcher Weise durch das Aufzeichnungsorgan auf dem Filmstreifen eine Schallspur erzeugt wird, die unmittelbar zur Anwendung in einem optischen Wiedergabesystem geeignet ist.

Die vorzugsweise Ausführungsform des Aufzeichnungsorgans ist in den Fig. 5 und 6 angedeutet. Es hat keilförmige Schneidkanten 23, an denen der Film in Richtung des in Fig. 5 gezeigten Pfeiles vorbewegt wird.

Der Filmstreifen, auf dem der Schall aufgezeichnet wird, besteht vorzugsweise aus einer Zelluloidunterlage 37 (Fig. 7), einer lichtundurchlässigen Deckschicht 38 und einer Zwischenschicht 39 aus einem Material, das weicher als die Zelluloidunterlage ist und z. B. aus Gelatine besteht. Wenn diese weiche Zwischenschicht nicht vorhanden wäre, so würde die Spitze des Aufzeichnungsorgans in das Zelluloid schneiden. Dies würde der Bewegung des Aufzeichnungsorgans einen zu großen Widerstand entgegenzusetzen. Die Zwischenschicht 39 hat vorzugsweise eine solche Dicke, daß bei der maximalen Bewegung des Aufzeichnungsorgans die Aufzeichnungsspur die Zelluloidunterlage 37 nicht erreicht. Es hat sich herausgestellt, daß es vorteilhaft ist, die Dicke der Schicht 39 von der Größenordnung von 0,05 mm zu machen. Die besten Ergebnisse werden bei einer Stärke von 0,038—0,075 mm erhalten. Der Winkel zwischen den Schneidkanten 23 des Aufzeichnungsorgans soll zweckmäßig möglichst stumpf sein, damit kleine Bewegungen des Organs in der Breitenrichtung des Trägers möglichst groß zum Ausdruck kommen. Es hat sich gezeigt, daß mit einem Winkel von 174° zwischen den Schneidkanten vorzügliche Ergebnisse erzielt werden. Die Vergrößerung wird im allgemeinen dadurch erzielt, daß die Schneidkanten einen solchen Winkel mit der Fläche des Trägers bilden, daß ihre Projektion auf eine Fläche senkrecht zur Bewegung des Aufzeichnungsorgans wesentlich größer ist als die Projektion auf eine Linie in der Bewegungsrichtung des Aufzeichnungsorgans. Dies ist in Fig. 7 noch näher erläutert. Das Aufzeichnungsorgan 22 schwingt in den angegebenen Pfeilrichtungen senkrecht zur Filmfläche, die deuthalber mit der Durchschnittslinie A—A angegeben ist. B—B ist eine Linie, die mit der Achse der Schwingungsrichtung zusammenfällt. Erfindungsgemäß ist nun die Projektion *a* der Schneidkanten auf die senkrecht zur Schwingungsrichtung B—B liegende Fläche A—A größer als die Projektion *b* der Schneidkanten auf die Linie B—B.

Wenn erwünscht, kann ein Aufzeichnungsträger der in Fig. 7 gezeigten Art aus einem Bildfilmstreifen für Negative hergestellt werden. Ein derartiger Film (Fig. 10) hat eine Zelluloidunterlage, die der bei 37 gezeigten ähnlich ist, eine Gelatineschicht ähnlich der bei 39 gezeigten und eine Deckschicht 38 aus einer photographischen Emulsion. Durch Belichtung und Entwicklung eines solchen Filmstreifens wird die photographische Emulsion lichtundurchlässig gemacht. Wenn ein in dieser Weise hergestellter Schallaufzeichnungsträger angewandt werden soll, so muß, wenn in die Zelluloidunterlage 37 nicht eingeschnitten werden soll, die durch das Aufzeichnungsorgan hergestellte Spur flach sein, da die Gelatineschicht bei den jetzt gebräuchlichen negativen Bildfilmen nicht sehr dick ist. Um eine Schallspur größerer Tiefe erhalten zu können, muß ein besonders hergestellter negativer Film angefertigt werden, der eine Gelatineschicht 39 von besonderer Stärke (ungefähr 0,038—0,075 mm) hat. Die photographische Emulsion auf der Oberfläche der Gelatineschicht wird belichtet und entwickelt, um die Emulsion lichtundurchlässig zu machen.

Bei dem in Fig. 8 gezeigten Schallaufzeichnungsträger ist nur ein Material unter der lichtundurchlässigen Deckschicht 38 *a* vorgesehen. Dieses bei 39 *a* gezeigte Material kann Gelatine oder eine Art regenerierter Zellulose wie das unter dem Handelsnamen bekannte Material „Zellophan“ sein. Dieses ist so weich, daß das Aufzeichnungsorgan in dasselbe einschneiden kann, nachdem die lichtundurchlässige Deckschicht durchdrungen worden ist, und hat gleichzeitig genügend Stärke, um als Unterlage zu dienen. Die lichtundurchlässige Deckschicht kann durch Färbung, Anstrich od. dgl. hergestellt sein, oder es kann eine photographische Emulsion sein, die belichtet und entwickelt worden ist.

Eine andere Ausführungsform des Films ist in Fig. 9 dargestellt, bei welcher der Film aus einer Zelluloidunterlage 37 *b* und einer Schicht 39 *b* besteht, die so weich ist, daß die Aufzeichnungen auf mechanischem Wege darin angebracht werden können, und so dick ist, daß das Aufzeichnungswerkzeug bei seinen Bewegungen die Zelluloidunterlage nicht erreicht. Ein solcher Film muß zur Erzielung des

für die Wiedergabe erforderlichen verschiedenen Lichtdurchlässigkeitsgrades nachbehandelt werden, z. B. mit einem lichtundurchlässigen Farbstoff.

Die Teile der Vorrichtung sind so eingerichtet, daß, wenn der Filmstreifen durch die Vorrichtung läuft und kein Schall aufgezeichnet wird, das Aufzeichnungsorgan durch die lichtundurchlässige Deckschicht 38 5 und zum Teil in die Gelatineschicht 39, wie in Fig. 7 gezeigt ist, schneidet. In dieser und in den folgenden Figuren der gleichen Art ist die Stellung des Films und des Aufzeichnungsorgans aus Gründen der Deutlichkeit umgekehrt worden. Hiedurch wird in der lichtundurchlässigen Deckschicht eine lichtdurchlässige Spur gleichbleibender Breite erzeugt. In Fig. 7 ist ein Querschnitt des Filmstreifens dargestellt, der im rechten Winkel zur Papierebene, vom Beobachter sich wegbewegend, zu denken ist. Wenn 10 der Schall aufgezeichnet wird, verändern die Schwingungen des Aufzeichnungsorgans 22 die Breite der in der lichtundurchlässigen Deckschicht hergestellten lichtdurchlässigen Spur, wie bei 40 in Fig. 10 gezeigt ist. Natürlich hängt die Beschaffenheit der Schallspur von der Art des aufzuzeichnenden Schalles ab. Die in Fig. 10 gezeigte Schallspur ist durch einen einfachen Schwingungston von z. B. 60 Perioden hergestellt worden.

Das Aufzeichnungsorgan schneidet also eine Spur in den Filmstreifen, und diese Spur hat sowohl 15 eine sich verändernde Tiefe als auch eine sich verändernde Weite. Von der sich verändernden Tiefe der Schallspur wird jedoch kein Gebrauch gemacht. Für das Wiedergabesystem wird nur die sich verändernde Breite der Schallspur benutzt. Unmittelbar nachdem der Schall in dieser Weise aufgezeichnet worden ist, kann die Aufzeichnung sofort zur Schallwiedergabe benutzt werden, da sie, wenn sie in einem 20 optischen Wiedergabesystem benutzt wird, imstande ist, den Lichtbetrag, der durch die Schallspur hindurchgeht und auf die übliche photoelektrische Zelle fällt, zu steuern, d. h. zu ändern. Obgleich ein Filmstreifen der in Fig. 10 gezeigten Art an sich eine Schallaufzeichnung ist und in diesem Zustand in einem Schallwiedergabesystem benutzt werden kann, so kann er auch als Negativ bei dem Verfahren zur Herstellung von Schallbildern benutzt werden. Durch die üblichen Verfahren kann eine Schallspur sofort 25 auf einen Bildfilm, wie in Fig. 11 gezeigt ist, kopiert werden.

In Fig. 12 hat das Aufzeichnungsorgan die Beschaffenheit eines sich drehenden Schneidwerkzeuges 41, das einer Kreissäge ähnlich ist. Das Aufzeichnungsorgan kann auf irgendeine Weise gedreht werden, so z. B. mittels eines Elektromotors 42 (Fig. 13). Bei dieser Anordnung ist es zweckdienlicher, den Filmstreifen schwingen zu lassen als das sich drehende Schneidwerkzeug. Zu diesem Zwecke kann die Kante 30 des Filmstreifens mit dem Ende des Ankers 28 der elektromagnetischen Vorrichtung, die ebenso wirkt wie die nach Fig. 4, im Eingriff sein, wie bei 43 in Fig. 14 gezeigt ist. Der Filmstreifen kann z. B. mittels Rollen 44 (Fig. 13) durch einen Schlitz in dem Ende des Ankers 28 geführt werden, so daß dieser, wenn der Anker schwingt, den Filmstreifen in einer Richtung zu und von der Kante des Aufzeichnungsorgans 41 bewegt. Hiedurch wird eine Schallspur der in Fig. 10 gezeigten Art hergestellt.

An Stelle eines keilförmigen Aufzeichnungsorgans der in den Fig. 4 und 5 gezeigten Art kann ein 35 Aufzeichnungsorgan der in Fig. 15 gezeigten Art benutzt werden, das eine gerade Schneidkante 46 hat, die mit der Oberfläche des Filmstreifens einen Winkel bildet. Hiedurch wird eine Schallspur der in Fig. 16 gezeigten Art erzeugt, die an der einen Seite durch eine gerade Linie und auf der andern Seite durch eine wellenförmige Linie begrenzt ist, die dem aufgenommenen Schall entsprechend ausgebildet ist. Ein 40 Teil eines Bildtonfilms mit einer Schallspur, die hergestellt wurde, indem die in Fig. 16 gezeigte Aufzeichnung als Negativ benutzt wurde, ist in Fig. 17 gezeigt.

Die Fig. 18 und 19 zeigen verschiedene Wege, auf denen eine Schallspur der in Fig. 10 gezeigten Art hergestellt werden kann, indem ein Schneidwerkzeug 49 mit einfacher gerader Schneide an Stelle eines keilförmigen Aufzeichnungsorgans benutzt wird. In Fig. 18 sind die Gelatineschicht 39' auf dem 45 Filmstreifen und die lichtundurchlässige Deckschicht 38' so ausgebildet, daß sie eine Rippe längs der Oberfläche des Filmstreifens bilden. Es ist klar, daß durch Schwingung des Aufzeichnungsorgans 49 in einer Richtung zu und von dem Filmstreifen in der lichtundurchlässigen Deckschicht 38' eine lichtdurchlässige Schallspur mit verschiedener Breite erzeugt wird. Dieselbe Art Schallspur kann erhalten werden durch die in Fig. 19 gezeigte Ausführung, bei der der Filmstreifen, anstatt vorher in eine bestimmte Gestalt 50 gebracht zu sein, wie in Fig. 18 dargestellt ist, zu dieser Gestalt verformt wird, wenn er um die Trommel an der Aufzeichnungsstelle herumgeführt wird. Der Filmstreifen ist derselbe wie der in Fig. 7 gezeigte, jedoch hat die Rolle 51, um die der Film an der Aufzeichnungsstelle herumläuft, eine Umfangsrippe, wie in Fig. 20 gezeigt ist, die veranlaßt, daß der Film während der Aufzeichnung die in Fig. 19 gezeigte Form annimmt.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil der Vereinfachung, die sich aus dem Wegfall 55 der lichtempfindlichen Schichten, der Dunkelkammerarbeit und der Nachbehandlung mit Flüssigkeiten ergibt, und gestattet die sofortige und laufende Kontrolle der Qualität der Schallaufzeichnung.

PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer optisch wiederzugebenden Schwingungsaufzeichnung, z. B. einer Tonaufzeichnung, auf einem Träger, vorzugsweise einem Film, bei dem auf 60 dem Träger mit Hilfe eines Aufzeichnungsorgans, das etwa senkrecht zur Trägeroberfläche in Schwingung

versetzt wird, auf mechanischem Wege wenigstens eine Aufzeichnung mit gegenüber den Schwingungen des Aufzeichnungsorgans proportionalen Breitenänderungen erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß durch Ausbildung des Aufzeichnungsorgans und (oder) der Oberfläche des Trägers sowie der gegenseitigen Bewegung dieser Teile die Breitenänderungen der Aufzeichnung wesentlich, z. B. 20—40 fach, 5 vergrößert gegenüber den Schwingungsamplituden des Aufzeichnungsorgans in den Träger aufgezeichnet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Spur mit Tiefenänderungen und ein- oder doppel-
seitigen Breitenänderungen erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß Trägerteile, die die Tiefen-
und die Breitenänderungen bestimmen, mittels eines Meißels mit schräger oder V-förmiger Schneide aus
10 dem Träger herausgeschnitten werden, wobei die Schneide (n) einen Winkel mit der Trägeroberfläche
bildet (bilden), der kleiner ist als 45° , vorzugsweise etwa 3° .

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Aufzeichnungsorgan mit einer oder
mehreren Schneidekanten, die einen solchen Winkel mit der Fläche des Trägers bilden, daß die Projek-
tion (a) der Schneidekante (bzw. -kanten) auf eine Fläche senkrecht zur Bewegung des Aufzeichnungs-
15 organs wesentlich größer ist als die Projektion (b) auf eine Linie in der Bewegungsrichtung des Auf-
zeichnungsorgans (Fig. 7),

4. Meißel zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 mit einer V-förmigen Schneide-
kante, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen den beiden Schenkeln des V einen Wert von
wenigstens 150° hat.

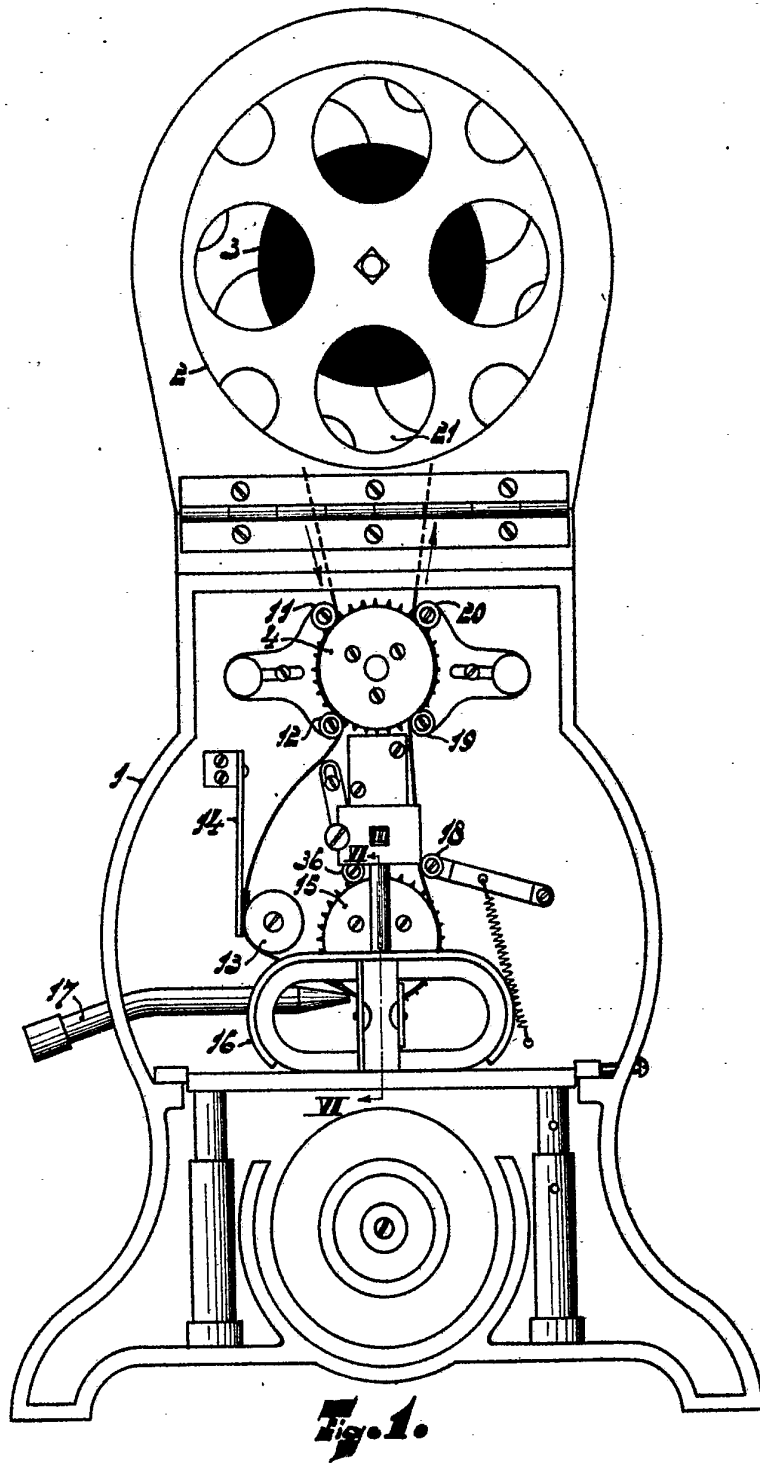
20 5. Meißel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen den beiden Schenkeln
des V einen Wert von etwa 174° hat.

6. Träger, insbesondere Film zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 bzw.
zur optischen Wiedergabe nach dem Verfahren gemäß diesen Ansprüchen, gekennzeichnet durch einen
Querschnitt, der mit wenigstens einer sich in der Bewegungsrichtung des Films erstreckenden Rippe
25 oder Rille versehen ist, die zur Aufzeichnung nach Anspruch 1 oder 2 (bestimmt ist) bzw. mit dieser Auf-
zeichnung versehen ist.

7. Träger, insbesondere Film zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 bzw. zur
optischen Wiedergabe nach dem Verfahren gemäß diesen Ansprüchen, gekennzeichnet durch eine sehr
dünne, gegebenenfalls undurchsichtige Schicht und eine daran grenzende lichtdurchlässige Schicht, die
30 eine Dicke von z. B. der Größenordnung von 0.05 mm hat und auf einer härteren Unterlage angebracht
ist, wobei die beiden erstgenannten Schichten zur Aufzeichnung nach Anspruch 1 oder 2 bestimmt bzw.
mit dieser Aufzeichnung versehen sind.

8. Film nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer üblichen Unterlage von Zelluloid
od. dgl. von der Dicke der Unterlage eines normalen photographischen Films eine Zwischenschicht aus
35 Gelatine, durchsichtiger Seife, Wachs od. dgl. und darüber eine Deckschicht aus undurchsichtigem
Material, z. B. einer belichteten und entwickelten photographischen Emulsion, schwarzer Tusche, Farb-
stoff, kolloidalem Graphit od. dgl. angeordnet, ist.

9. Film nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterlage und die durchsichtige
Zwischenschicht durch eine Schicht aus dem unter dem Handelsnamen „Zellophan“ bekannten Material
40 ersetzt ist.



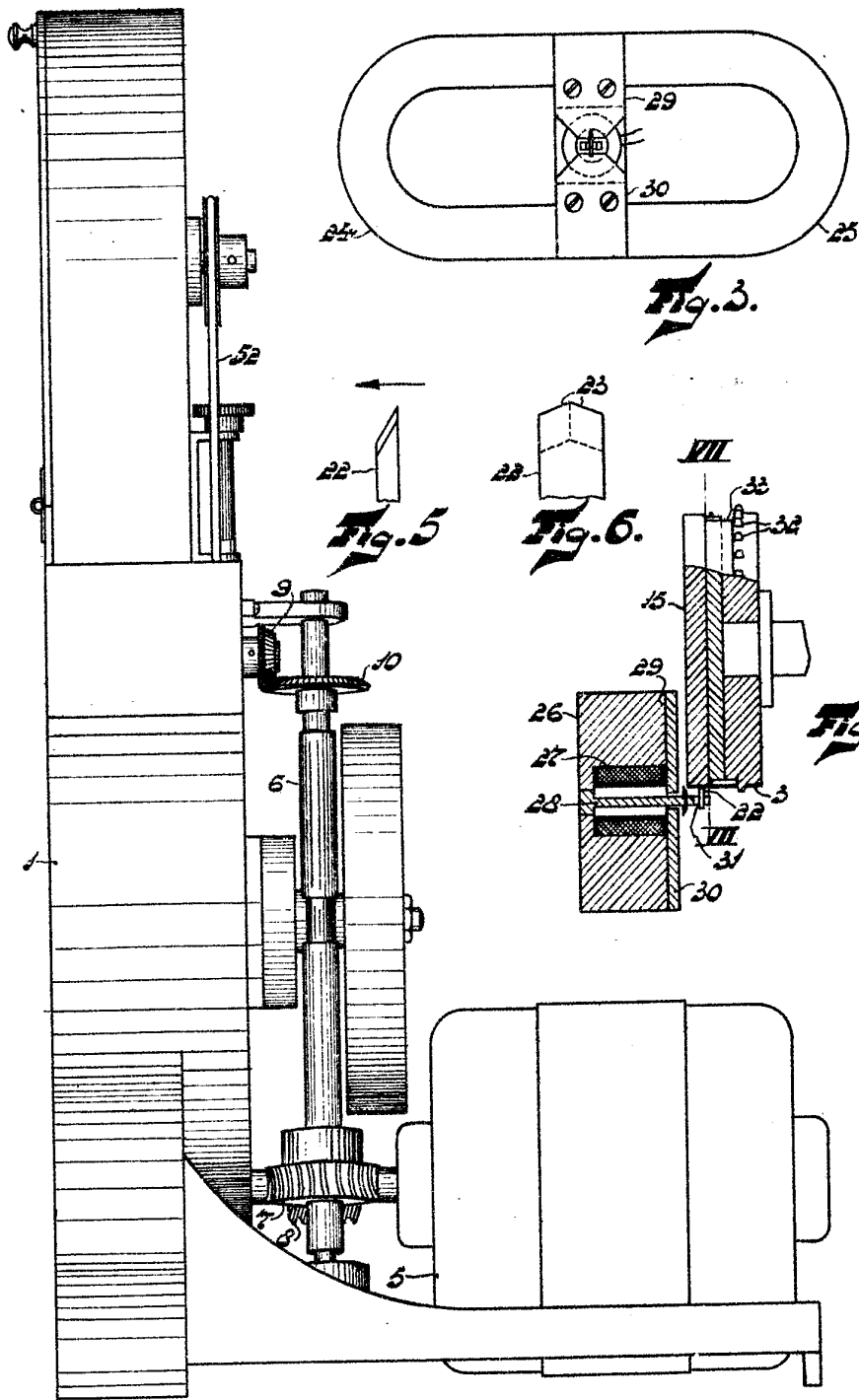


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 4.

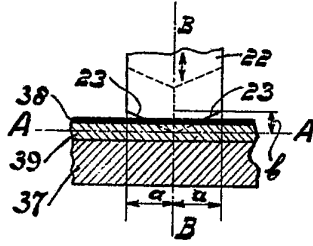


Fig. 7



Fig. 8

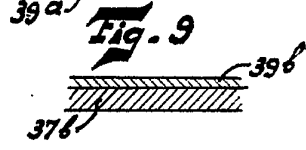


Fig. 9



Fig. 10.

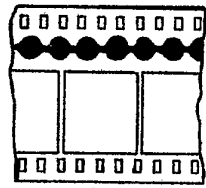


Fig. 11.

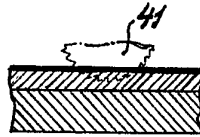


Fig. 12.

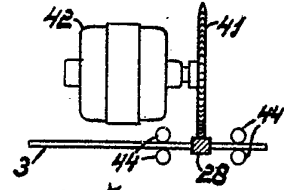


Fig. 13.

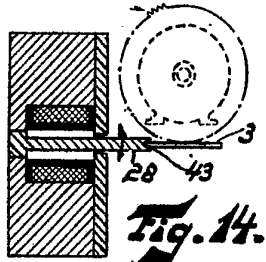


Fig. 14.

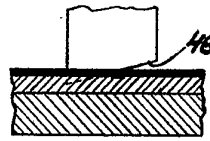


Fig. 15.



Fig. 16.

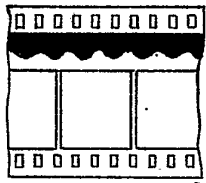


Fig. 17.

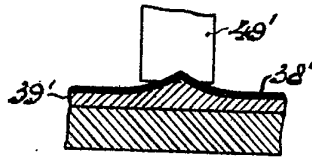


Fig. 18.

Fig. 19.

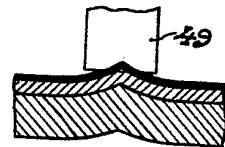


Fig. 20.