



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 08 140 T2** 2007.01.04

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 461 186 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 49/10** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 08 140.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP03/09618**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 766 658.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/012910**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.07.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **12.02.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **06.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.01.2007**

(30) Unionspriorität:
211539 05.08.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR**

(73) Patentinhaber:
**Matsushita Electric Works, Ltd., Kadoma, Osaka,
JP**

(72) Erfinder:
**GOKTURK, S., Halit, Mountain View, CA 94041, US;
SAKAMOTO, Matsushita Electric Works Ltd,
Yoshihiro, Kadoma-shi, Osaka 571-8686, JP**

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(54) Bezeichnung: **MAGNETISCHE SCHLAGVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR MAGNETISCHEN ERZEUGUNG
VON SCHLAGBEWEGUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine magnetische Schlagvorrichtung, ein angetriebenes Werkzeug, das die magnetische Schlagvorrichtung umfasst, und einen magnetischen Schlagerzeuger nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur magnetischen Erzeugung einer Schlagbewegung nach dem Oberbegriff von Anspruch 8. Ein Beispiel solch einer Vorrichtung oder solch eines Verfahrens ist aus GB 713018 A bekannt.

STAND DER TECHNIK

[0002] Von tragbaren angetriebenen Werkzeugen, die zum Bohren, Befestigen und dergleichen verwendet werden, wird erwartet, daß sie relativ klein und leicht sind und dennoch eine hohe Leistung bieten, um die Funktionen zu erfüllen. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, wird das Werkzeug typischerweise von einem Elektromotor **110** angetrieben. Die Rotationsbewegung des Motors **110** wird auf ein Futter **160** übertragen, das mit Hilfe eines Zwischenmechanismus **120** einen Werkzeugeinsatz **115** hält. Der Motor **110** ist allgemein aufgrund der Einschränkungen hinsichtlich der Gesamtgröße und des Gewichts tragbarer angetriebener Werkzeuge klein. Die begrenzte Leistung des kleinen Motors kann nicht genügen, um die beabsichtigte Last anzutreiben. Ein hammerartiger Mechanismus **120** wird eingesetzt, um der Notwendigkeit zu entsprechen, ein hohes Abtriebsdrehmoment mit einem kleinen Antrieb zu erzeugen.

[0003] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, wird der hammerartige Mechanismus **120** vom Motor **110** gedreht. Der hammerartige Mechanismus **120** umfasst Hammer (**120a** und **120b**). Der hammerartige Mechanismus **120** speichert die Rotationsenergie des Motors **110** über einen großen Drehwinkel hinweg, zum Beispiel über eine halbe Umdrehung (180°). Dann treffen die Hammer (**120a** und **120b**) auf das Futter **160**, um über einen kleinen Drehwinkel des Futters **160** hinweg (zum Beispiel 10°) ein Schlagdrehmoment zu erzeugen. In diesem tragbaren angetriebenen Werkzeug wird Lärm erzeugt, wenn die Hammer (**120a** und **120b**) auf das Futter **160** treffen.

[0004] Aus der Patentschrift US 4,896,064 ist ein verlustarmes magnetisches Antriebssystem speziell für Hochdruckgefäße bekannt, das die Kraftübertragung von einem Antriebsmotor durch eine Wand einer Druckkammer hindurch durch magnetische Mittel offenbart, ohne den Austritt von Druckgasen aus der Kammer zuzulassen.

[0005] Die GB 713,018 A offenbart einen Werkzeugrotor für einen hin und hergehenden Hammer,

der einen Hammer umfasst, der durch magnetische Mittel so hin und her bewegt wird, daß er gegen ein oberes Ende eines Werkzeughalters schlägt, wodurch er durch seinen mechanischen Schlag eine Hammerfunktion erzeugt.

[0006] Die US 3,150,725 offenbart ein magnetisch betriebenes Werkzeug, umfassend einen Hammer, der auf rotierende Weise angetrieben wird und der so angeordnet ist, daß er mechanisch gegen einen Amboß schlägt, wodurch eine Drehbewegung durch diese mechanischen Schläge erzeugt wird.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines angetriebenen Werkzeugs, das eine magnetische Schlagvorrichtung umfasst, und eines Verfahrens zum Betreiben einer magnetischen Schlagvorrichtung für solch ein angetriebenes Werkzeug. Diese Aufgabe wird durch ein angetriebenes Werkzeug nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 8 erfüllt. Die Ansprüche 2 bis 7 betreffen besonders vorteilhafte Ausführungsformen des angetriebenen Werkzeugs nach Anspruch 1.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Ein umfassenderes Verständnis der Erfindung und vieler Vorteile, die damit verbunden sind, gehen aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen hervor, wobei:

[0009] [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht eines tragbaren angetriebenen Werkzeugs nach dem Stand der Technik ist;

[0010] [Fig. 2](#) ein schematischer Grundriß eines hammerartigen Schlagerzeugers nach dem Stand der Technik ist;

[0011] [Fig. 3](#) eine schematische Seitenansicht eines tragbaren angetriebenen Werkzeugs nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0012] [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht einer magnetischen Schlagvorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0013] [Fig. 5](#) ein schematischer Grundriß der magnetischen Schlagvorrichtung nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0014] [Fig. 6](#) eine perspektivische Ansicht eines Schlagerzeugers nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0015] [Fig. 7](#) ein Grundriß des Schlagerzeugers nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

dung ist;

[0016] [Fig. 8](#) ein schematischer Grundriß des Schlagwerkzeugs nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0017] [Fig. 9\(a\)–9\(c\)](#) erläuternde Darstellungen zur Erläuterung einer Arbeitsweise der magnetischen Schlagvorrichtung nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind;

[0018] [Fig. 10\(a\)–10\(c\)](#) erläuternde Darstellungen zur Erläuterung einer Arbeitsweise der magnetischen Schlagvorrichtung nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind, anhand einer mechanischen Analogie einer Kugel, die unter einem Einfluss der Schwerkraft auf einer gekrümmten Fläche rollt;

[0019] [Fig. 11](#) die Ergebnisse der Magnetfeldsimulation der magnetischen Schlagvorrichtung nach der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0020] [Fig. 12](#) eine perspektivische Ansicht eines Schlagwerkzeugs nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0021] [Fig. 13](#) ein Grundriß des Schlagwerkzeugs nach der anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0022] [Fig. 14](#) ein Grundriß eines Abschnitts des Schlagwerkzeugs nach einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0023] [Fig. 15](#) eine perspektivische Ansicht eines Schlagwerkzeugs nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist; und

[0024] [Fig. 16](#) ein Grundriß des in [Fig. 15](#) gezeigten Schlagwerkzeugs ist.

BESTE ART DER AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0025] Die Ausführungsformen werden nun Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, wobei sich gleiche Bezugszeichen in allen Zeichnungen auf vergleichbare oder identische Elemente beziehen.

[0026] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, umfasst ein tragbares angetriebenes Werkzeug **100**, das zum Bohren, Befestigen und dergleichen verwendet wird, eine magnetische Schlagvorrichtung **25**. Die magnetische Schlagvorrichtung **25** umfasst einen Schlagwerkzeug **2**, einen Motor **10** und eine Welle **8**, die den Schlagwerkzeug **2** mit dem Motor **10** verbindet. Die magnetische Schlagvorrichtung **25** ist konfiguriert, um eine Schlagbewegung zu erzeugen. Das tragbare angetriebene Werkzeug **100** umfasst zum Beispiel einen

Schlagschraubenzieher und ähnliches.

[0027] Wie in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigt, umfasst der Schlagwerkzeug **2** mindestens einen Hammer **4** und mindestens ein Futter **6**. In dieser Ausführungsform umfasst der Schlagwerkzeug **2** eine Vielzahl von Hammern **4** und eine Vielzahl von Futter **6**. Der Hammer **4** ist zum Beispiel eine feste Platte. Das Futter **6** ist ein Rahmen, der den Hammer **4** im Rahmen aufnehmen kann. Die Hammer **4** sind mit einer Umfangsfläche der Welle **8** verbunden, zum Beispiel mit im Wesentlichen gleichem Winkelabstand (θ_{hs}) (siehe [Fig. 7](#)). Die Welle **8** ist um eine Z-Achse der Welle **8** drehbar, die rechtwinklig zu einer X-Y-Ebene liegt. In [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) umfasst der Schlagwerkzeug **2** zum Beispiel neun Hammer **4**. Der Hammer **4** weist beide Seitenflächen (**4a**) auf, die sich von der Z-Achse erstrecken und im Wesentlichen rechtwinklig zur Ebene X-Y liegen. Der Hammer **4** weist zum Beispiel einen im Wesentlichen fächerförmigen Querschnitt entlang der X-Y-Ebene auf.

[0028] Wie in [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 7](#) gezeigt, beträgt in der vorliegenden Ausführungsform ein Mittelpunktswinkel (θ_h) der Hammer **4** zwischen den Seitenflächen (**4a**) zum Beispiel etwa 20° . Der Winkelabstand (θ_{hs}) zwischen den Hammern **4** ist zum Beispiel im Wesentlichen gleich dem Mittelpunktswinkel (θ_h) der Hammer **4**, d.h., etwa 20° . Doch der Winkelabstand (θ_{hs}) zwischen den Hammern **4** kann sich vom Mittelpunktswinkel (θ_h) der Hammer **4** unterscheiden. Die Welle **8** ist mit dem Motor **10** verbunden. Demnach dreht der Motor **10** die Hammer **4** über die Welle **8**. Das Futter **6** ist mit einem Werkzeug verbunden, zum Beispiel einem Schraubenzieher **20** zum Drehen von Schrauben durch Schlagdrehkraft.

[0029] Die Futter **6** sind vorgesehen, um mit den Hammern **4** coaxial zu sein und relativ zu den Hammern **4** um die Welle **8** herum drehbar zu sein. Die Futter **6** bestehen aus einem weichen magnetischen Material mit hoher Permeabilität. Die Futter **6** sind um die Welle **8** herum vorgesehen, zum Beispiel mit im Wesentlichen gleichem Winkelabstand. In [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) umfasst der Stoßwerkzeug **2** zum Beispiel neun Futter **6**. Auch wenn die Zahl der Hammer **4** in der vorliegenden Ausführungsform die gleiche ist wie die der Futter **6**, können diese Zahlen verschieden sein. Das Futter **6** ist im Grundriß zum Beispiel im Wesentlichen trapezförmig (siehe [Fig. 5](#)). Das Futter **6** kann im Grundriß eine im Wesentlichen fächerförmige Form aufweisen.

[0030] In der vorliegenden Ausführungsform beträgt ein Mittelpunktswinkel (θ_c) des Futter **6** zum Beispiel etwa 20° . Der Winkelabstand (θ_{cs}) zwischen den Futter **6** ist zum Beispiel im Wesentlichen gleich dem Mittelpunktswinkel (θ_c) des Futter **6**, d.h., etwa 20° . Der Winkelabstand (θ_{cs}) zwischen den Futter **6** kann sich aber vom Mittelpunktswinkel (θ_c) des Fut-

ters **6** unterscheiden. Ferner können sich der Winkelabstand (θ_{cs}) zwischen den Futtern **6** und der Mittelpunktswinkel (θ_c) des Futters **6** jeweils vom Winkelabstand (θ_{hs}) zwischen den Hammern **4** und dem Mittelpunktswinkel (θ_h) des Hammers **4** unterscheiden.

[0031] [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen den Schlagzeuger **2**. Nur zwei Hammer **4** und zwei Futter **6** sind dargestellt, um die Zeichnungen zu vereinfachen. Wie in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt, umfasst der Hammer **4** erste und zweite Joche (**4c** und **4d**) und einen Permanentmagneten (**4b**), der zwischen den ersten und zweiten Jochen (**4c** und **4d**) eingeklemmt ist. Der Permanentmagnet (**4b**) ist mit der Welle **8** verbunden und erstreckt sich radial von der Welle **8**. Die ersten und zweiten Joche (**4c** und **4d**) bestehen aus einem weichen magnetischen Material mit hoher Permeabilität. Die Funktion der ersten und zweiten Joche (**4c** und **4d**) ist es, das vom Permanentmagnet (**4b**) ausgehende Magnetfeld zu sammeln und das Magnetfeld auf die Futter **6** zu richten. Die Außenumfänge des Permanentmagnets (**4b**) und der ersten und zweiten Joche (**4c** und **4d**) sind in der X-Y-Ebene bogenförmig. Der Mittelpunktswinkel (θ_m) des Bogens des Permanentmagnets (**4b**) beträgt zum Beispiel etwa 10° . Der Mittelpunktswinkel (θ_y) des Bogens jedes der ersten und zweiten Joche (**4c** und **4d**) beträgt zum Beispiel etwa 5° . Der Querschnitt des Hammers **4** entlang der Ebene, die die Z-Achse einschließt, kann im Wesentlichen rechteckig sein. Der Luftspalt zwischen dem Hammer **4** und dem Futter **6** beträgt zum Beispiel etwa $0,25$ mm. Es ist vorzuziehen, daß der Luftspalt möglichst klein ist.

[0032] Wie in [Fig. 8](#) gezeigt, liegt eine Magnetisierungsrichtung des Permanentmagnets (**4b**) entlang der Umfangsrichtung des Welle **8**. Wie in [Fig. 8](#) gezeigt, sind die Hammer **4** so vorgesehen, daß der N-Pol und S-Pol des Permanentmagnets (**4b**) alternierend angeordnet sind.

[0033] Die Arbeitsweise der magnetischen Schlagvorrichtung wird Bezug nehmend auf [Fig. 8](#), [9\(a\)](#)–[9\(c\)](#) und [10\(a\)](#)–[10\(c\)](#) erläutert. In diesen Zeichnungen sind von den Hammern **4** nur die Hammer **41** und **42** dargestellt, und von den Futtern **6** nur die Futter **61** und **62**, um die Erläuterung zu vereinfachen. [Fig. 10\(a\)](#)–[10\(c\)](#) zeigen eine einfache mechanische Analogie einer Kugel, die unter dem Einfluss der Schwerkraft auf einer gekrümmten Fläche rollt. In [Fig. 9\(a\)](#) ist der Verstellwinkel ($\Delta\theta$) (siehe [Fig. 7](#)), der zwischen dem Hammer **42** und dem Futter **62** gebildet wird, gleich null. Das heißt, das Futter **62** nimmt den Hammer **42** im Wesentlichen ganz in sich auf. Bei diesem Winkel laufen die Magnetfeldlinien, die vom Hammer **42** ausgehen, durch das weiche magnetische Material des entsprechenden Futters **62**, um den Magnetkreis zu ergänzen. Demnach befindet sich der Hammer **42** in einem stabilen Gleichgewicht,

wobei er stark zum Futter **62** angezogen wird. Die magnetische Energie, die im Permanentmagnet (**4b**) (oder alternativ dazu im Luftspalt) gespeichert ist, ist an ihrem Minimum. Wie in [Fig. 10\(a\)](#) gezeigt, ist diese Situation mit der Situation vergleichbar, in welcher die Kugel am Boden der gekrümmten Fläche angeordnet ist. In dieser Situation ist die potentielle Energie der Kugel minimal.

[0034] Wie in [Fig. 9\(b\)](#) gezeigt, wird das Futter **62** durch die magnetische Anziehungskraft zum Hammer **42** hin angezogen, wenn der Hammer **4** (zum Beispiel im Uhrzeigersinn) gedreht wird. Wenn die Futter **6** vom Hammer **4** nicht gedreht werden können, weil die Last der Futter **6** größer als das Drehmoment ist, beginnt die vom Motor **10** erzeugte Energie, mit zunehmendem Verstellwinkel ($\Delta\theta$) als magnetische Energie gespeichert zu werden. Wie in [Fig. 10\(b\)](#) gezeigt, ist diese Situation mit der Situation vergleichbar, in der die Kugel die Steigung der gekrümmten Fläche hinaufrollt, wodurch die potentielle Energie der Kugel zunimmt.

[0035] Bezug nehmend auf [Fig. 9\(c\)](#), bei dem Verstellwinkel ($\Delta\theta$) von $180^\circ/n$, zum Beispiel 20° , ist der Hammer **42** auf halbem Wege zwischen zwei aufeinanderfolgenden Futtern (**61** und **62**), wobei „n“ für die Zahl der Hammer oder Futter steht. Bei diesem Winkel befindet sich der Hammer **42** in einem instabilen Gleichgewicht. Wie in [Fig. 10\(c\)](#) gezeigt, ist diese Situation mit der Situation vergleichbar, in der die Kugel auf der Spitze der gekrümmten Fläche angeordnet ist. Die potentielle Energie der Kugel ist maximal.

[0036] Um auf [Fig. 9\(c\)](#) zurückzukommen, hat eine kleine Drehung des Hammers **42** im Uhrzeigersinn zur Folge, daß der Hammer **42** magnetisch zum vorderen Futter **61** hin angezogen wird. Unter dem Drehmoment der magnetischen Anziehungskraft wird der Hammer **42** zum vorderen Futter **61** hin beschleunigt, d.h. zum nächsten stabilen Gleichgewichtspunkt, wodurch er die gespeicherte magnetische Energie verbraucht. Bei einem geeigneten Drehmoment läuft der Hammer **42** durch das vordere Futter **61** (dem Gleichgewichtspunkt) hindurch und übt ein momentanes Anziehungsdrehmoment im Uhrzeigersinn auf das vordere Futter **61** aus. Dieses Drehmoment ist das Schlagdrehmoment, das magnetisch auf kontaktlose Weise erzeugt wird. Das heißt, die magnetische Energie, die gespeichert wird, während der Hammer **42** versucht, der Anziehungskraft eines Futters **62** zu überwinden, wird genutzt, um einen Schlag auf das nächste Futter **61** zu erzeugen.

[0037] Das Magnetfeld, das zum Erzeugen des Schlags erforderlich ist, wird vom Permanentmagneten erzeugt. Die magnetische Energie, die gespeichert und zum Erzeugen des Schlags übertragen wird, entspricht der Änderung der inneren Energie des Permanentmagnets. Die minimale innere Ener-

gie des Permanentmagnets ist null. Die maximale innere Energie des Permanentmagnets wird durch die Remanenz (B_r) und die Volumenfraktion des Permanentmagnets im Gesamtvolumen begrenzt. Anhand dieser Parameter kann die maximale magnetische Energievariation geschätzt werden, die zum Erzeugen eines Schlags verfügbar ist. In der vorliegenden Ausführungsform zum Beispiel beträgt die Remanenz (B_r) etwa 1,2 Tesla, die Volumenfraktion des Magnets beträgt etwa 0,18. In diesem Fall beträgt die geschätzte maximale Energievariation etwa 4,4 J.

[0038] Ergebnisse der Magnetfeldsimulation der in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigten magnetischen Schlagvorrichtung werden in [Fig. 11](#) gezeigt. Das magnetische Drehmoment, das zwischen den Hammern **4** und den Futter **6** erzeugt wird, verändert sich auf im Wesentlichen auf dreieckige Weise vom Nullpunkt zum Spitzenwert zum Nullpunkt, wenn der Verstellwinkel ($\Delta\theta$) sich von 0° zu 180° ändert. Das Integral des Drehmoments über den Winkel von 0° bis 180° hinweg (Bereich unterhalb der Drehmomentkurve) entspricht etwa der oben erwähnten Energievariation. Für ein gegebenes Spitzendrehmoment, das erreicht werden soll, und eine maximale Energievariation kann die Zahl (n) der Hammer und Futter unter Berücksichtigung der Höchstabmessungen des Schlagers bestimmt werden (zum Beispiel beträgt der Durchmesser etwa 60 mm und die Länge etwa 60 mm). In der vorliegenden Ausführungsform beträgt die maximale Energievariation 4,4 (J), das Sollspitzendrehmoment 30 (Nm). Demnach ist die Zahl (n) etwa gleich 9.

[0039] Das Drehmoment nimmt mit dem Radius zu, bei welchem die magnetische Wechselwirkung zwischen den Hammern **4** und den Futter **6** erfolgt. Im Schlagzeuger **2** zum Beispiel, der in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigt wird, wird ein Radius der Hammer **4** so groß wie möglich (zum Beispiel 27,5 mm) gewählt, innerhalb der Grenzen wie dem Höchstradius (30 mm) der Vorrichtung und dem maximalen Magnetfeld, das im weichen magnetischen Material zulässig ist (etwa 2 Tesla).

[0040] In der magnetischen Schlagvorrichtung **25** der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung kann das mit der mechanischen Hammerschlagvorrichtung verbundene Schlaggeräusch reduziert werden.

[0041] In der magnetischen Schlagvorrichtung **25**, wie in [Fig. 4–Fig. 7](#) gezeigt, ist der Permanentmagnet (**4b**) mit der Welle **8** verbunden und erstreckt sich radial von der Welle **8**. Ferner, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, liegt eine Magnetisierungsrichtung des Permanentmagnets (**4b**) entlang der Umfangsrichtung der Welle **8**. Doch wie in [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) gezeigt, kann der Hammer **4** ein Joch (**4e**) und erste und zweite Permanentmagnete (**4f** und **4g**) umfassen. Bezug nehmend

auf [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#), ist das Joch (**4e**) mit der Welle **8** verbunden. Die ersten und zweiten Permanentmagnete (**4f** und **4g**) sind so auf der Außenumfangsfläche des Jochs (**4e**) vorgesehen, daß der erste Permanentmagnet (**4f**) in Bezug auf den zweiten Permanentmagneten (**4g**) in der Rotationsrichtung im Uhrzeigersinn vorne angeordnet ist. Die ersten und zweiten Permanentmagnete (**4f** und **4g**) sind in radialer Richtung magnetisiert. Die Magnetisierungsrichtung des ersten Permanentmagnets (**4f**) ist entgegengesetzt zu der des zweiten Permanentmagnets (**4g**) (siehe [Fig. 13](#)).

[0042] [Fig. 14](#) ist ein Grundriß eines Abschnitts der magnetischen Schlagvorrichtung **25** nach einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in [Fig. 14](#) gezeigt, ist die Welle **8** koaxial in einer zylindrischen Welle **80** vorgesehen. Der Außenumfang der Welle **8** ist über eine mechanische Feder **12** mit der zylindrischen Welle **80** verbunden. Die Hammer **4** sind mit einer Außenumfangsfläche der zylindrischen Welle **80** verbunden, zum Beispiel mit im Wesentlichen gleichem Winkelabstand. Die Futter **6** sind vorgesehen, um koaxial mit den Hammern **4** zu sein und relativ zu den Hammern **4** um die zylindrische Welle **80** herum drehbar zu sein.

[0043] In der Ausführungsform, die in [Fig. 4](#) gezeigt wird, dreht der Elektromotor **10** die Hammer **4**. Dieser Elektromotor **10** ist allgemein klein. Da solch ein Motor ein relativ kleines Drehmoment erzeugt, wäre es schwer, über den Verstellwinkel ($\Delta\theta$) von $180^\circ/n$ hinweg ausreichend Energie im Luftspalt zu speichern.

[0044] In der magnetischen Schlagvorrichtung **25**, die in [Fig. 14](#) gezeigt wird, kann die im Luftspalt zu speichernde Energie erhöht werden, weil die mechanische Feder **12** zwischen dem Motor **10** und dem Hammer **4** vorgesehen ist, wie in [Fig. 14](#) gezeigt. Das heißt, die Feder **12** verformt sich elastisch, um darin Energie zu speichern, wenn der Motor die Welle **8** dreht. Das Drehmoment der Welle **8** wird über die Feder **12** verstärkt und auf die zylindrische Welle **80** übertragen. Selbst, wenn das Abtriebsdrehmoment des Motors **10** klein ist, kann der Motor **10** dadurch die Hammer **4** entgegen der magnetischen Kraft zwischen den Hammern **4** und Futter **6** drehen. Die Feder **12** ist so gewählt, daß die Motorenergie, die über einen großen Drehwinkel des Motors (zum Beispiel 180°) hinweg gespeichert wird, gleich der Spitzenenergie ist, die über den kleinen Winkel von $180^\circ/n$ (zum Beispiel 20°) hinweg gespeichert wird.

[0045] In den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, die oben beschrieben wurden, weist das Futter **6** eine Rahmenform auf, durch deren Inneres der Hammer **4** läuft. Doch auch der Hammer kann eine Rahmenform aufweisen, deren Inneres durch das Futter läuft.

[0046] **Fig. 15** und **Fig. 16** zeigen eine magnetische Schlagvorrichtung **25** nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. In **Fig. 15** und **Fig. 16** umfasst der Schlagerzeuger **2** eine Vielzahl von Hämern **4** und eine Vielzahl von Futter **6**. Die Hammer **4** entsprechen zum Beispiel denen, die in **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt wurden. Die Hammer **4** sind mit einer Außenumfangsfläche der Welle **8** verbunden, zum Beispiel mit im Wesentlichen gleichem Winkelabstand. Die Welle **8** ist mit einem Linearmotor **10** verbunden und ist entlang der Z-Achse der Welle **8** linear beweglich. In **Fig. 15** und **Fig. 16** umfasst der Schlagerzeuger **2** zum Beispiel sechs Hammer **4**.

[0047] Die Futter **6** sind vorgesehen, um koaxial mit den Hämern **4** zu sein und relativ (zu diesen) entlang der Z-Achse linear beweglich zu sein. Die Futter **6** sind um die Welle **8** herum vorgesehen und stehen den entsprechenden Hämern **4** jeweils gegenüber. In **Fig. 15** und **Fig. 16** umfasst der Schlagerzeuger **2** zum Beispiel sechs Futter **6**. Auch wenn die Zahl der Hammer **4** in der vorliegenden Ausführungsform die gleiche ist wie die der Futter **6**, können diese Zahlen verschieden sein.

[0048] Bezug nehmend auf **Fig. 15**, wenn die Hammer **4** außerhalb der Futter **6** liegen, werden die Hammer **4** magnetisch zu den Futter **6** hin angezogen. Die Hammer **4** bewegen sich in eine erste Bewegungsrichtung (MD1) entlang der Z-Achse. Die Hammer **4** laufen an den Futter **6** (dem Gleichgewichtspunkt) vorbei und üben eine momentane Anziehungskraft auf die Futter **6** in der ersten Bewegungsrichtung (MD1) aus. Diese Kraft ist die lineare Schlagkraft, die magnetisch auf eine kontaktlose Weise erzeugt wird. Das heißt, die magnetische Energie, die gespeichert wird, während die Hammer **4** versuchen, die Anziehungskraft der Futter **6** zu überwinden, wird genutzt, um einen Schlag auf die Futter **6** zu erzeugen. Dann bewegen sich die Hammer **4** in eine zweite Bewegungsrichtung (MD2), die der ersten Bewegungsrichtung (MD1) entgegengesetzt ist, und die magnetische Schlagvorrichtung **25** erzeugt eine lineare Schlagbewegung in der zweiten Bewegungsrichtung (MD2). Dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gemäß kann eine lineare Schlagbewegung erzeugt werden, während des Schlaggeräusch reduziert wird.

[0049] In den Ausführungsformen, die oben beschrieben wurden, ist der Permanentmagnet an den Hämern **4** vorgesehen. Doch der Permanentmagnet kann auch an den Futter **6** vorgesehen sein, und das magnetische Material an den Hämern **4**. Ferner kann der Permanentmagnet sowohl an den Futter **6** als auch an den Hämern **4** vorgesehen sein.

[0050] In den Ausführungsformen, die oben beschrieben wurden, wird entweder eine rotierende Schlagbewegung oder eine lineare Schlagbewegung

erzeugt. Doch es kann auch eine magnetische Schlagvorrichtung erhalten werden, die die rotierende Schlagbewegung und die lineare Schlagbewegung kombiniert.

[0051] Es ist offensichtlich, daß im Lichte der obigen Lehren zahlreiche Modifikationen und Varianten der vorliegenden Erfindung möglich sind. Daher versteht es sich, daß die Erfindung im Rahmen der beiliegenden Ansprüche auf andere Weise ausgeführt werden kann als hierin auf spezifische Weise beschrieben.

Patentansprüche

1. Kraftbetriebenes Werkzeug mit einer magnetischen Schlagvorrichtung, umfassend: wenigstens einen Rahmen (**6**), welcher wenigstens einen Hammer (**4**) aufnehmen kann, wobei der wenigstens eine Hammer (**4**) relativ bezüglich des wenigstens einen Rahmens (**6**) beweglich ist, wobei einer von dem wenigstens einen Hammer (**4**) und dem wenigstens einen Rahmen (**6**) wenigstens einen Magneten aufweist, wobei ein weiterer von dem wenigstens einen Hammer (**4**) und dem wenigstens einen Rahmen (**6**) wenigstens einen Magneten oder ein magnetisches Material aufweist; und gekennzeichnet durch eine Antriebseinheit (**10**), welche so konfiguriert ist, daß sie den wenigstens einen Hammer (**4**) relativ zu dem wenigstens einen Rahmen (**6**) gegen eine Last des wenigstens einen Rahmens (**6**) drehen kann, so daß magnetische Energie angesammelt wird, und so, daß der wenigstens eine Hammer (**4**) in Richtung auf wenigstens einen Rahmen (**6**) beschleunigt wird, nachdem er eine maximale Energie erreicht hat, um somit auf magnetische Weise ein Schlag-Drehmoment an dem wenigstens einen Rahmen (**6**) berührungslos zu erzeugen.
2. Kraftbetriebenes Werkzeug nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Hammer (**4**) umfaßt: wenigstens ein Joch, welches aus magnetischem Material hergestellt ist und an welchem der wenigstens eine Magnet vorgesehen ist.
3. Kraftbetriebenes Werkzeug nach Anspruch 2, wobei die magnetische Schlagvorrichtung ein erstes und zweites Joch umfaßt, welche den wenigstens einen Magneten zwischen sich angeordnet aufweisen.
4. Kraftbetriebenes Werkzeug nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Hammer (**4**) mit einer Welle verbunden ist, und wobei die Antriebseinheit (**10**) dazu konfiguriert ist, den wenigstens einen Hammer um die Welle zu drehen.
5. Kraftbetriebenes Werkzeug nach Anspruch 4, welches ferner umfaßt: eine zylindrische Welle, in der die Welle koaxial vorgesehen ist, wobei der wenigstens eine Hammer (**4**)

mit einer äußeren, umlaufenden Oberfläche der zylindrischen Welle verbunden ist; und eine Feder, welche die zylindrische Welle und die Welle verbindet.

6. Kraftbetriebenes Werkzeug nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Hammer (4) mit einer Welle verbunden ist, und wobei die Antriebseinheit (10) derart konfiguriert ist, den wenigstens einen Hammer (4) entlang einer Achse der Welle linear zu bewegen.

7. Kraftbetriebenes Werkzeug nach Anspruch 5, wobei die Feder konfiguriert ist, um Motorenergie zu speichern, welche im wesentlichen gleich einer magnetischen Spitzenenergie ist, die in dem Magneten gespeichert ist.

8. Verfahren, um auf magnetische Weise einen Schlag auf einen Rahmen (6) eines kraftbetriebenen Werkzeugs zu erzeugen, welches umfaßt:
Bereitstellen wenigstens eines Rahmens (6), welcher wenigstens einen Hammer (4) aufnehmen kann;
Bereitstellen des wenigstens einen Hammers (4);
Versehen eines von dem wenigstens einen Hammer (4) und dem wenigstens einen Rahmen (6) mit wenigstens einem Magneten;
Versehen eines weiteren von dem wenigstens einen Hammer (4) und dem wenigstens einen Rahmen (6) mit wenigstens einem Magneten oder magnetischen Material; und welches gekennzeichnet ist durch
Drehen des wenigstens einen Hammers (4) relativ zu dem wenigstens einen Rahmen (6) gegen eine Last des wenigstens einen Rahmens (6), so daß magnetische Energie angesammelt wird, und so daß der wenigstens eine Hammer in Richtung auf wenigstens einen Rahmen (6) beschleunigt wird, nachdem er eine maximale Energie erreicht hat, um somit auf magnetische Weise ein Schlag-Drehmoment an dem wenigstens einen Rahmen (6) berührungslos zu erzeugen.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

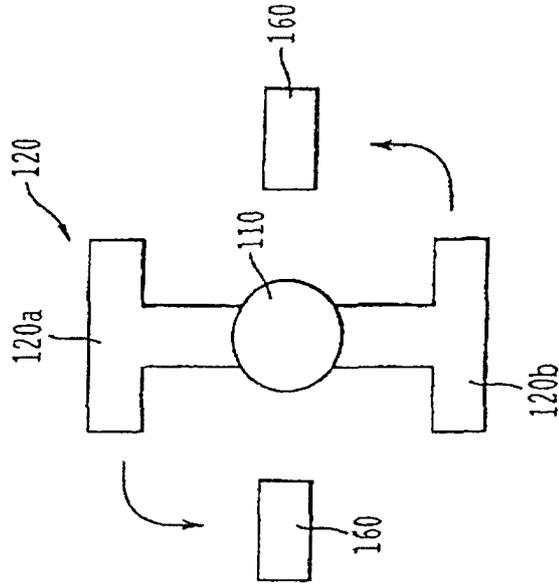


FIG. 2

STAND DER TECHNIK

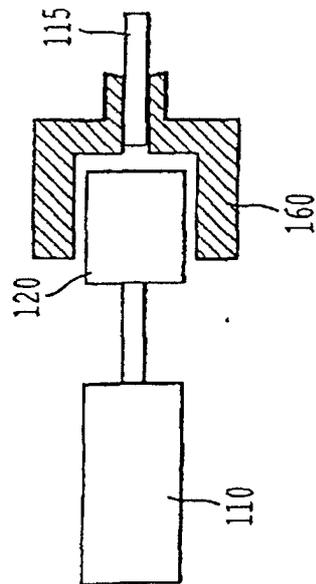


FIG. 1

STAND DER TECHNIK

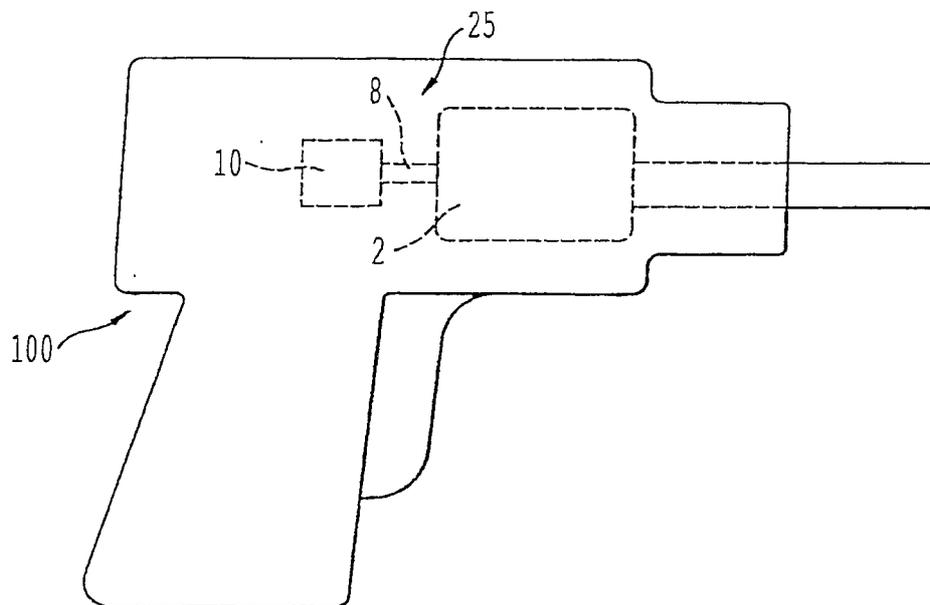


FIG. 3

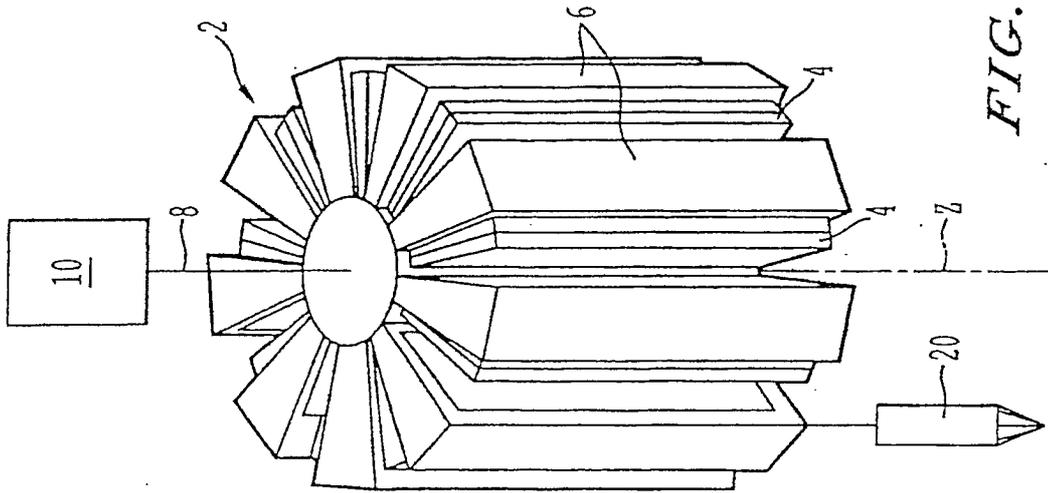


FIG. 4

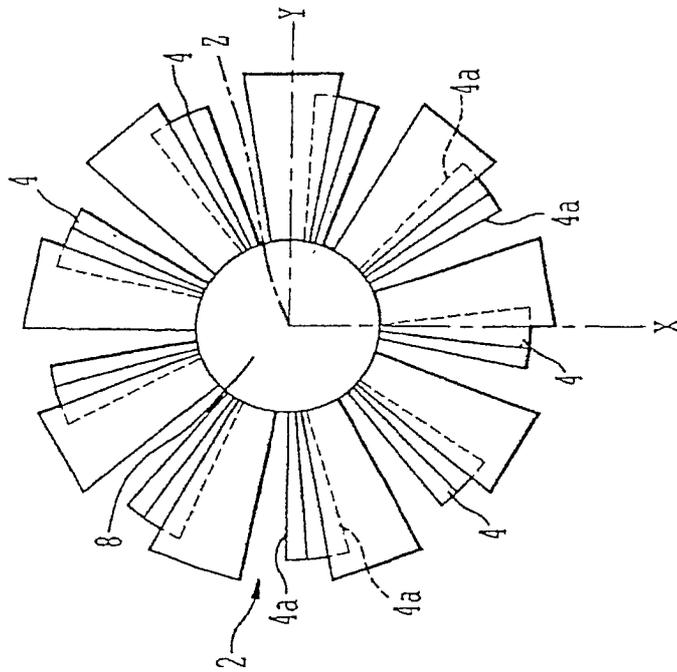


FIG. 5

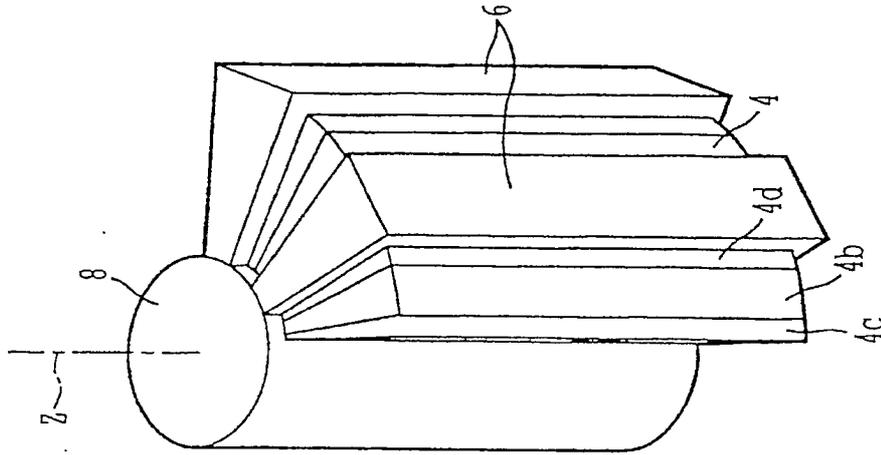


FIG. 6

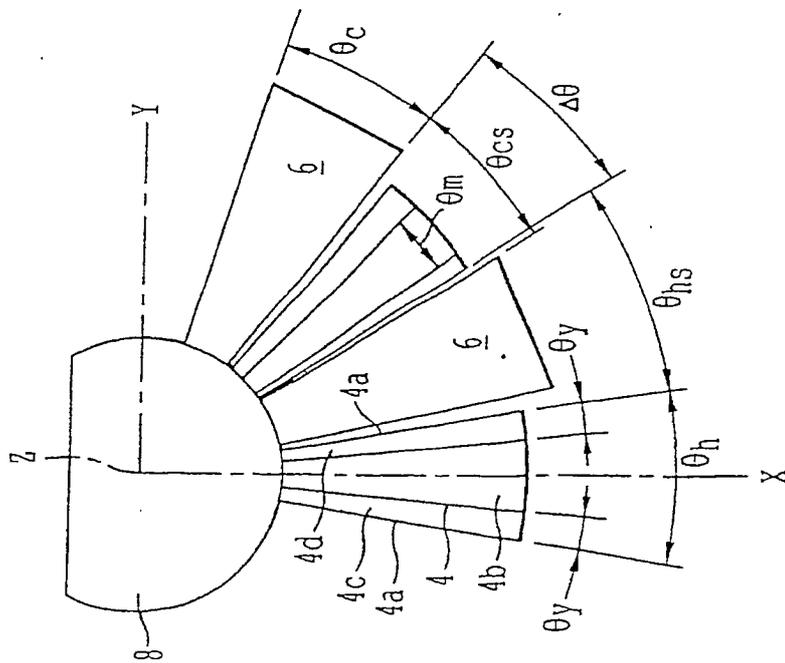


FIG. 7

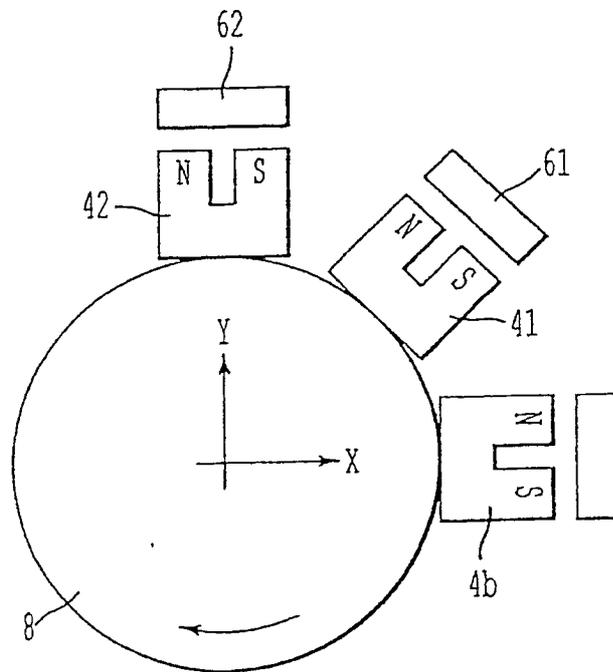


FIG. 8

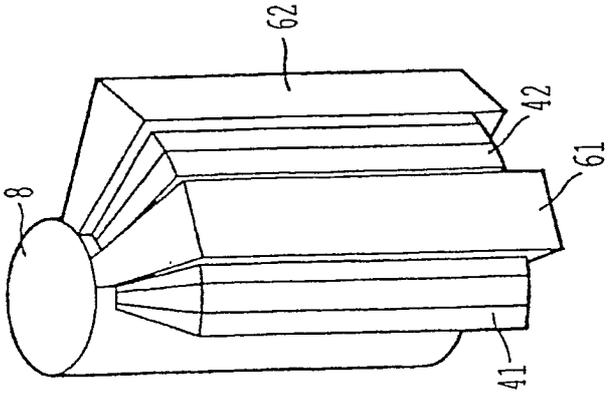


FIG. 9a

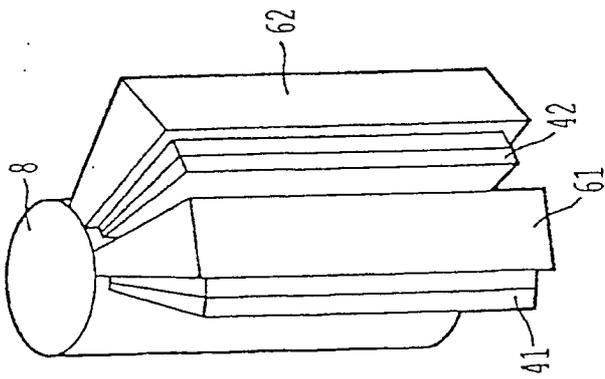


FIG. 9b

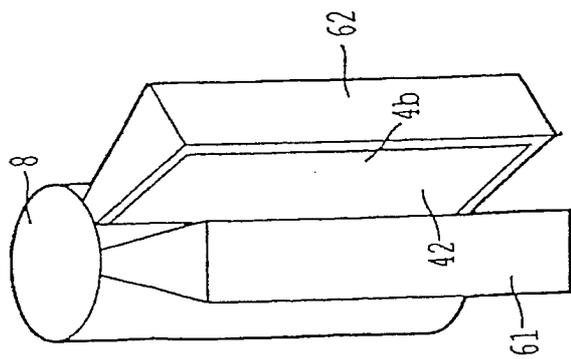


FIG. 9c

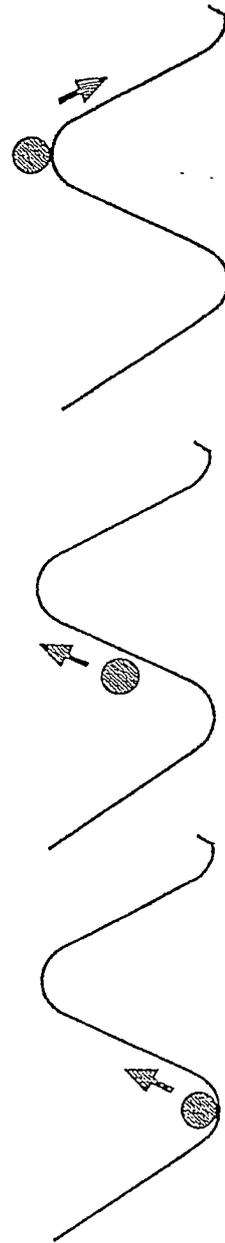


FIG. 10a

FIG. 10b

FIG. 10c

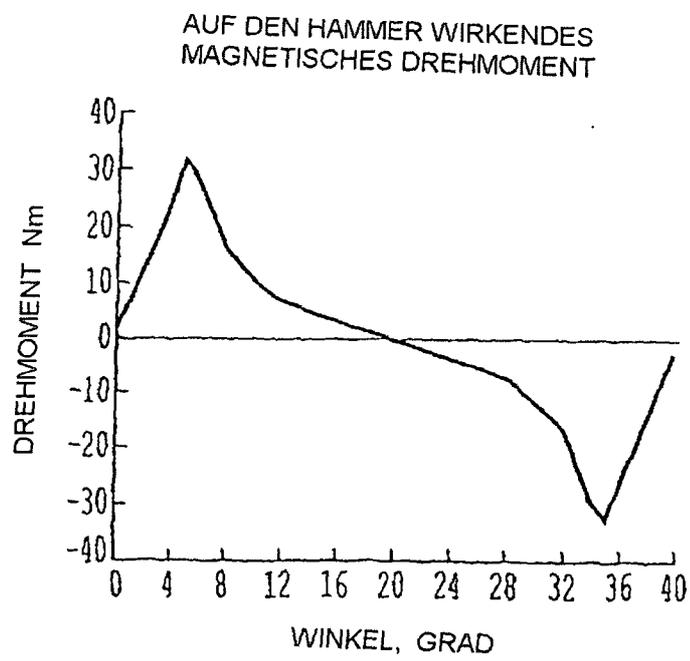


FIG. 11

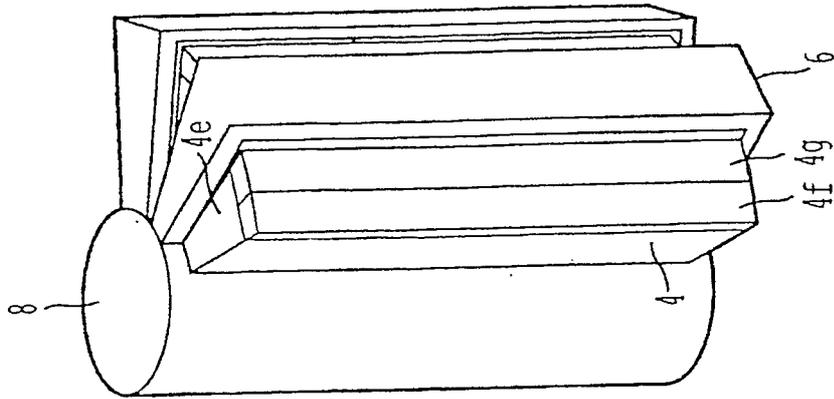


FIG. 12

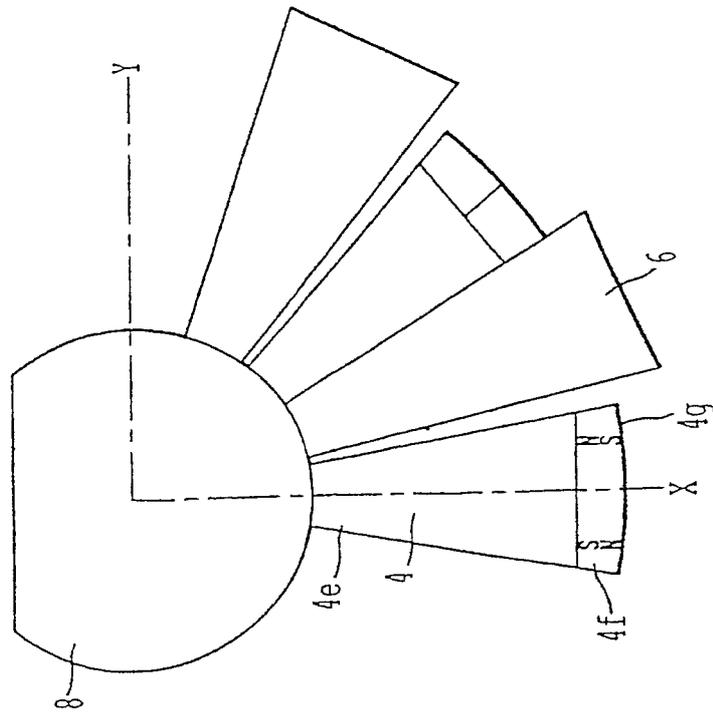


FIG. 13

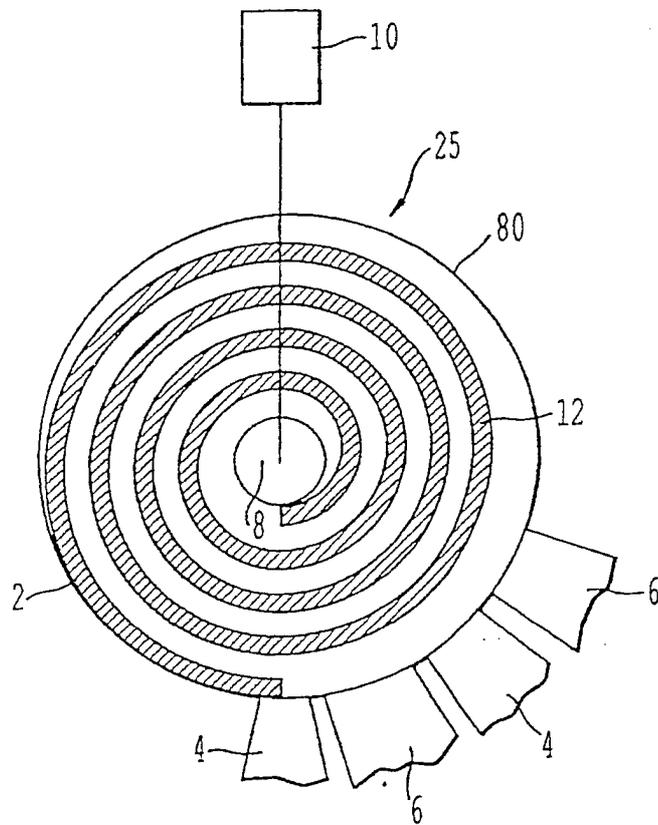


FIG. 14

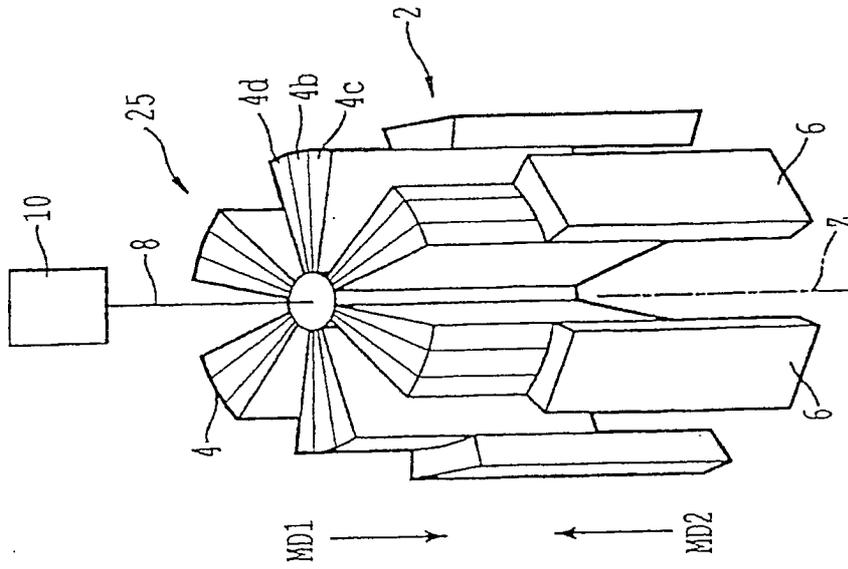


FIG. 15

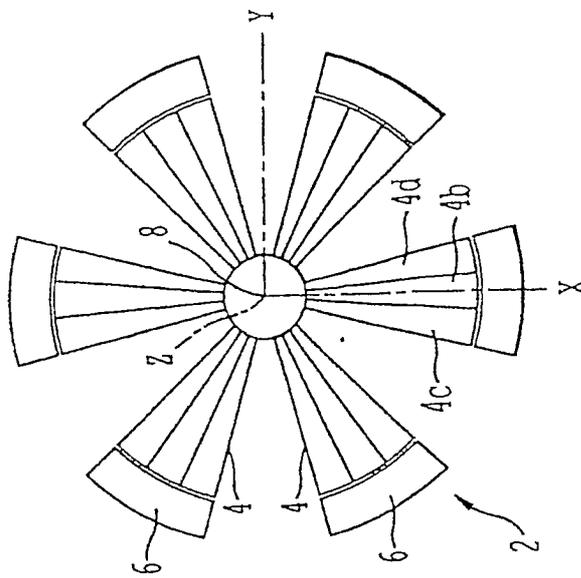


FIG. 16