Schweizerische Patentanmeldung Nr. 964/19

Anmeldedatum:
29.07.2019

Titel:
Vibrationsvorrichtung und Verfahren zur Vibrationsentspannung von Werkstücken

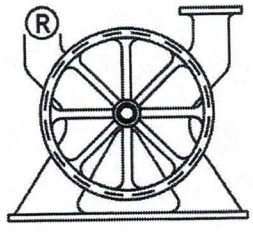
Anmelder:
Hans-Peter Widmer
c/o Verein Wiap International

Erfinder:
Hans-Peter Widmer + Sven Widmer + Jim Widmer

Korrespondenz über:

Aldo Römpler · Patentanwalt
Brendenweg 11 - Postfach 154
CH-9424 Rheineck

Tel.: 071 - 891 36 87 · Fax: 071 - 891 36 15
e-mail: roempler@bluewin.ch
http://www.roempler.ch



Hans-Peter Widmer
c/o Verein Wiap International

Vibrationsvorrichtung und Verfahren zur Vibrationsentspannung von Werkstücken

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vibrationsvorrichtung, mit mindestens einer Vibrationen erzeugenden Vibrationseinrichtung. Weiter bezieht sie sich auf ein Verfahren zur Vibrationsentspannung von Werkstücken mit dieser Vibrationsvorrichtung.

Beim Bearbeiten von Werkstücken aus Metall, beispielsweise beim Schweissen, entstehen im Werkstück Spannungen. Diese unerwünschten Spannungen bleiben im Werkstück zurück. Auch Giessen, Schmieden oder maschinelle Bearbeitungen können bleibende Spannungen hervorrufen. Diese Eigenspannungen verringern die Belastbarkeit des Werkstücks und können sich auch negativ auswirken, wenn das Werkstück einer weiteren, insbesondere Spanabhebenden Bearbeitung unterzogen werden soll. Neben der beeinträchtigten Formstabilität kann auch die spätere Korrosionsbeständigkeit des Werkstücks leiden. Bekannt und verbreitet ist das Entspannen von Werkstücken durch Erwärmen oder Glühen. Das ist aber zeitraubend, energieaufwendig und teuer. Es ist aber auch bezüglich des Werkstücks nicht unproblematisch, denn sowohl das Erwärmen als auch das Abkühlen können leicht dessen dimensionale Stabilität verändern und das Werkstück verziehen. Flammgerichtete Werkstücke weisen lokal einen Spannungszustand auf, der mit der Umgebung im Gleichgewicht steht. Wird dieses Werkstück geglüht, stellt sich durch Deformation ein neuer Spannungszustand ein und das Werkstück ist dann krumm. Eine nachträgliche Bearbeitung wird dann keinen gros-

sen Einfluss auf die Geradlinigkeit haben. Zudem bildet sich während des Glühens Zunder, der in einem weiteren Arbeitsschritt wieder von der Werkstückoberfläche zu entfernen ist. Beispielsweise durch Sandstrahlen, was zu neuen Spannungen im Werkstück führen kann.

Bereits vor Jahrzehnten wurde vorgeschlagen, die im Metall durch die Bearbeitung verursachten Eigenspannungen durch Rütteln oder Vibration des Werkstücks wieder abzubauen. Hierzu wird das Werkstück auf einem Schwingungstisch oder mittels einer angesetzten Vibrationsvorrichtung gerüttelt oder in Vibrationen versetzt. Das kann über 5 bis 30 Minuten sein. Bei grösseren und schwereren Werkstücken wurden auch wesentlich längere Vibrationszeiten bekannt, was allerdings aus verschiedenen Gründen zu vermeiden ist. Beim Vibrieren werden die Eigenspannungen über das ganze Werkstück in ein Gleichgewicht gebracht, also nicht nur an der Oberfläche. Das Werkstück kann weiter bearbeitet werden. Der Eigenspannungsabbau ist zu Beginn der Vibration am stärksten, die Wirksamkeit flacht danach aber recht schnell ab. Dieses Verfahren ist häufig mit mehreren Unbekannten verbunden und bedarf einiger Werkstoff- und Sachkenntnis oder entsprechender Anleitung. Dennoch weist es gegenüber dem Wärmeentspannen zahlreiche Vorteile auf, nämlich geringer Zeit- und Energieaufwand, Vermeidung des Wärmeverzugs und von Zunderverunreinigungen des Werkstücks. Dieses Verfahren wurde durch den Anmelder als MEMV-Verfahren bekannt.

Es gibt drei Arten von Eigenspannungen. Die Eigenspannung erster Art ist makroskopisch und entsteht thermisch dadurch, dass sich der Rand und der Kern eines Werkstücks nach entsprechender Erwärmung unterschiedlich schnell abkühlen. Bei den Eigenspannungen zweiter Art kommt es durch Phasenumwandlungen oder Bildung von Ausscheidungen zu lokalen Gefügeverspannungen. Bei den Eigenspannungen dritter Art sind Versetzungen von einem Spannungsfeld umgeben.

Voraussetzung für die vielfach nachgewiesene, erfolgreiche Formstabilisierung durch Vibration ist ein Abbau der makroskopischen Eigenspannungen im Werkstück, das heisst, der Spannungen erster Art. Der Spannungsabbau bedingt ein zumindest lokales Überschreiten der Fliessgrenze, was durch verschiedene Faktoren beeinflusst wird. Genannt seien hohe Eigenspannungen, die von gleichgerichteten Lastspannungen überlagert sind oder lokale Überhöhungen von Last- und Eigenspannungen durch Kerben, Risse oder Fehlstellen.

Die Vibration wird üblicherweise durch mindestens einen Exzenter erzeugt, der eine Unwucht verursacht. Der Exzenter ist im Prinzip eine auf der Wellenachse eines Elektromotors angebrachte Steuerungsscheibe, deren Gewichtsmittelpunkt ausserhalb dieser Wellenachse liegt.

Die Schwierigkeit liegt darin, alle Bereiche eines Werkstücks zuverlässig zu erreichen und durch Vibration zu entspannen. Zuerst wurde versucht, in zwei zueinander im rechten Winkel stehenden Richtungen zu vibrieren. Später wurde eine Vibrationsvorrichtung auf einer Dreheinrichtung in der Art eines Drehtellers angeordnet, wodurch sich – auf die Waagerechte bezogen – die Vibration in entsprechende Richtungen X und Y ausrichten liess. Das heisst, man schwenkte die Rotationsachse des Exzenters. Die Senkrechte, sprich die Richtung Z, war durch den Exzenter selbst gegeben, dessen Unwucht, beziehungsweise Fliehkraft senkrecht zu seiner Rotationsachse verläuft.

Bei zahlreichen Testversuchen und Messungen hat sich aber herausgestellt, dass die entsprechenden Vorrichtungen auch noch nicht optimal sind, beziehungsweise, dass sich das Ergebnis des Vibrationsentspannens durch eine neue, weiterentwickelte und die Vibrationsmöglichkeiten erweiternde Vorrichtung noch deutlich verbessern liesse.

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse setzt sich die Erfindung die Aufgabe, eine Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken zu schaffen, die zu optimalen Ergebnissen des Vibrationsentspannens führt und für metallverarbeitende Betriebe aufgrund ihres einfachen Einsatzes praxistauglich ist. Zudem soll ein Verfahren zum Betrieb dieser Vorrichtung angegeben werden.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung entspricht den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Das Verfahren geht aus Patentanspruch 8 hervor. Weitere vorteilhafte Ausbildungen des Erfindungsgedankens sind aus den abhängigen Patentansprüchen ersichtlich.

Diese Vibrationseinrichtung ist an einer mehrachsigen Verstelleinrichtung angeordnet. Im Gegensatz zu den bisherigen Möglichkeiten, sind neu mehrdimensional sehr viel mehr Ausrichtungsvarianten möglich. Dank der erfindungsgemässen Vorrichtung lassen daher sich selbst komplexe Werkstücke, insbesondere solche mit unterschiedlich ausgerichteten Schweissnähten, zuverlässig entspannen. Hierzu gab es etliche Versuche und Messungen, die überraschenderweise ein gegenüber dem bisherigen deutlich besseres Ergebnis der Vibrationsentspannung beweisen, da sich das zu entspannende Werkstück bezüglich seiner Höhe, Breite und Tiefe, unabhängig von vorgegebenen Winkeln, in beliebiger Ausrichtung vibrieren lässt.

Dabei erwies es sich ausserdem, dass sich die gewünschten Ergebnisse, dank der deutlich besseren Ausrichtbarkeit der Vibration, bereits durch ein sanfteres und materialschonenderes Vibrieren erzielbar sind, als es bisher möglich war. Das eröffnet zudem das Vibrationsentspannen von kleineren und leichteren Werkstücken, als das bisher der Fall war. Fachleute waren bisher der durch die erfindungsgemässe Vorrichtung widerlegten Auffassung, dass unter 100 Kg Werkstückgewicht keine Vibrationsentspannung möglich sei.

Wie sich weiter gezeigt hat, ermöglicht die erfindungsgemässe Vorrichtung noch weitere wirksame Anwendungen. Zunächst stellte sich heraus, dass Bauteile, beispielsweise Metallplatten oder Stege, die bereits vor dem Zusammenschweissen vibrationsentspannt werden, sich beim Zusammenschweissen oder bei einer sonstigen weiteren Verwendung weniger oder gar nicht verziehen. Bei einem praktischen Versuch ergab sich ohne Vibrationsentspannung ein Verzug von 4 mm auf 500 mm Kantenlänge, mit Vibrationsentspannung kam es zu keinem messbaren Verzug mehr.

Weiter lassen sich nun Ergebnisse bei verschiedensten Werkstoffen erzielen, nicht nur bei Eisen- beziehungsweise Stahlteilen. Seien es nun Aluminium, Buntmetalle, Guss, Titan und dergleichen mehr.

Überraschend positiv sind Versuche mit Holz verlaufen. Dieser Werkstoff weist natürliche Spannungen auf, die sich tatsächlich durch Vibrationsentspannung verringern lassen. Dabei kommt es insbesondere beim Holz darauf an, sehr gezielt in den Spannungsrichtungen und sehr viel sanfter als beim Metall zu arbeiten. Hierzu ist gerade die vorliegende Vorrichtung hervorragend geeignet, die eine gezielte und auch hinsichtlich ihrer Intensität gesteuerte Anregung ausgewählter Zonen des Werkstücks ermöglicht. Im vorliegenden Fall lässt sich ein unerwünschtes Verziehen bei der weiteren Verwendung des Holzes verringern.

Nicht zuletzt liessen sich sogar Kunststoffteile durch Vibrationsentspannung entspannen und weniger Anfällig auf Verzug machen. Das bedeutet also, dass durch eine Vibrationsentspannung mittels der erfindungsgemässen Vorrichtung und durch die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens in jedem Fall Spannungen abgebaut und Formveränderungen zumindest verringert werden können. Unabhängig vom Werkstoff und unabhängig davon, ob und wie dieser weiterverarbeitet oder verwendet wird.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Vibrationseinrichtung mit einen Exzenter;

Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken in der Draufsicht;

Fig. 3 zeigt die Vorrichtung nach Fig. 2 in der Seitenansicht;

Fig. 4 – 11 zeigen Beispiele des praktischen Einsatzes der erfindungsgemässen Vorrichtung nach Fig. 2 und 3, mit verschiedenen Positionen der Vibrationseinrichtung.

Die Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken weist mindestens eine Vibrationseinrichtung 1 auf. Im schematisch angedeuteten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist die Vibrationseinrichtung 1 mit mindestens einem Exzenter 2 versehen. Letzterer ist mit einem Antrieb verbunden, zum Beispiel einem Elektromotor, der eine Antriebswelle 3 antreibt, die die Rotationsachse 4 des Exzenters 2 bildet.

Dieser Antrieb 5 ist in den Fig. 2 und 3 zu sehen. Die Vibrationseinrichtung 1 ist auf einer Dreheinrichtung 6 montiert. Das heisst, eine Einrichtung, mit einem drehbaren Element 7 das auf einem feststehenden Bauteil 8 angeordnet ist, beispielsweise in Form einer Grundplatte. Das drehbare Element 7 kann, wie im vorliegenden Beispiel, als Drehscheibe ausgebildet sein, da die kreisrunde Form am sinnvollsten, aber nicht zwingend ist. In dieser Darstellung, beziehungsweise Anordnung der Vorrichtung ist die Vibrationseinrichtung 1 um eine annähernd senkrechte Drehachse 9 drehbar und kann somit beliebig in den Achsen X und Y ausgerichtet werden.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, ist eine weitere Einrichtung vorhanden, mit der sich die Ausrichtung der Vibrationseinrichtung 1 verändern lässt. Hierbei handelt es sich um eine Schwenkeinrichtung 10. Diese ist auf obiger Dreheinrichtung 6 angeordnet. Dadurch ist die Vibrationseinrichtung 1 um eine zweite Drehachse bewegbar, nämlich einer Schwenkachse 11. Diese verläuft in der vorliegenden Darstellung, beziehungsweise Anordnung der Vorrichtung annähernd waagerecht. Die Vibrationseinrichtung 1 ist dadurch in einer dritten Achse Z schwenkbar.

Die Begriffe Waagerecht und Senkrecht sind letztlich abhängig von der Montageposition der Vorrichtung zur Vibrationsentspannung am jeweiligen Werkstück, das hier nicht dargestellt ist. Wenn immer möglich, wird die Vorrichtung auf einer ebenen, waagerechten Fläche des Werkstücks angeordnet werden. Dabei ist sie so gut zu befestigen, dass sie durch die Vibrationen ihre Lage nicht verändern oder sich gar unbeabsichtigt lösen kann. Die Drehachse 9 der Dreheinrichtung 6 und die Schwenkachse 11 der Schwenkeinrichtung 10 sind zueinander abgewinkelt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel im rechten Winkel. In jedem Fall ist die Ausrichtung der Vibrationseinrichtung 1 gegenüber dem Werkstück nahezu beliebig veränderbar.

Die Dreheinrichtung 6 und die Schwenkeinrichtung 10 könnten selbstverständlich auch jeweils manuell in eine gewünschte Dreh- beziehungsweise Schwenkposition ausgerichtet werden. Sehr viel sinnvoller, rationeller und zweitsparender ist es aber, hierfür einen motorischen Antrieb vorzusehen, insbesondere mittels Elektromotoren. Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann dann in bevorzugter Ausführung eine Steuerung aufweisen, mit der sich sämtliche Funktionen steuern und überwachen lassen. Das heisst, insbesondere die seitens der Vorrichtung neu uneingeschränkte Ausrichtung der Vibration und auch deren jeweils benötigte Intensität oder Frequenz.

Die Vielzahl der Ausrichtungsmöglichkeiten ergibt sich aus der Zusammenschau der Fig. 4 – 8 in der Waagerechten einerseits und der Fig. 9 – 11 in der Senkrechten andererseits. Je nach genauer Konstruktion der Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken, beziehungsweise der Gelenklagerung der Vibrationseinrichtung 1 an der Drehachse 9 und der Schwenkachse 11, lässt sich uneingeschränkt jede dreidimensionale Ausrichtung wählen. Ausdrücklich nicht ausgeschlossen sind aber auch Gelenklagerungen, bei denen ein Schwenken, insbesondere in der Schwenkachse 11, nicht über die vollen 360° geht. Das können beispielsweise auch nur 180° sein.

Die dargestellten Ausrichtungen und die angegebenen Winkelgrade sind wiederum jeweils nur Beispiele. Beginnend mit der Ausrichtung D1 in der Waagerechten, gleich 0° in Fig. 4 bis zu den 170° in Fig. 8. Beziehungsweise die Ausrichtung D2 in der Senkrechten, gleich 0° in Fig. 9 bis zu den 90° in Fig. 11. Grundsätzlich lassen sich dadurch sämtliche Schweissnähte und Knotenpunkte eines zu entspannenden Werkstücks im optimalen Winkel vibrieren. Vornehmlich geht es um komplex zusammengefügte Werkstücke und/oder um solche mit von rechtwinkligen Ausrichtungen abweichenden Schweissnähten.

Bevorzugt ist die Vibration in der jeweilige Längsachse einer Schweissnaht, wobei das betreffende Werkstück eine Mehrzahl von Schweissnähten aufweisen kann. Auch solche, die nicht linear im Sinne einer geraden Linie verlaufen. Zudem eröffnet sich neu die Möglichkeit, die Schweissnähte jeweils aus unterschiedlichen Winkeln und Richtungen zu vibrieren, was die beabsichtige Wirkung, unerwünschte Spannungen im Werkstück abzubauen, verstärkt und zu besseren Ergebnissen führt. Weiter ist es möglich, das Werkstück nacheinander in verschiedenen Ausrichtungen zu vibrieren. Das kann durch eine fortlaufende, stufenlose Änderung des jeweiligen Winkels der Vibrationseinrichtung 1 in der Drehachse 9 und/oder der Schwenkachse 11 erfolgen. Denkbar ist es aber auch, die Ausrich-

tung der Vibrationseinrichtung 1 in Schritten von, rein zum Beispiel, jeweils 5 Winkelgraden zu verstellen. Schliesslich ist erfindungsgemäss die Möglichkeit gegeben, eine Schweissnaht gezielt zuerst in einer ersten Ausrichtung und in der Folge in einer zweiten oder gleich in mehreren Ausrichtungen mit Vibrationen zu beaufschlagen. Beispielsweise diagonal im 45° Winkel von der einen Seite und danach entsprechend von der gegenüber liegenden Seite. Oder eben in Längsrichtung vom einen oder vom anderen Ende her, wahlweise mit unterschiedlichen Höhenwinkeln. Insgesamt ist durch dieses Verfahren ein messbar besseres Entspannungsergebnis erzielbar.

Selbstverständlich liegt es im Rahmen der Erfindung nach Patentanspruch 1, die Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken auch anders als gezeichnet auszubilden. Die Drehachse 9 und die Schwenkachse 11 stehen in der vorliegenden Ausführung im rechten Winkel zueinander. Andere Lösungen sind aber nicht ausdrücklich ausgeschlossen. Ebenso liessen sich die Dreheinrichtung 6 und die Schwenkeinrichtung 10 konstruktiv auch anders lösen oder umgekehrt die Dreheinrichtung 6 auf der Schwenkeinrichtung 10 anordnen. Zudem muss die Rotationsachse 4 des Exzenters 2 der Vibrationseinrichtung 1 nicht zwingend koaxial zur Antriebswelle 3 des Antriebs, beziehungsweise des Elektromotors verlaufen. Sie kann, mittels eines Getriebes oder dergleichen, auch abgewinkelt dazu angeordnet oder gar bezüglich dieses Winkels verstellbar sein. Nicht ausgeschlossen ist auch eine Vorrichtung mit zwei oder mehr Vibrationseinrichtungen 1, die mit gleicher oder voneinander abweichender Achse angeordnet sind. Die Steuerung ist zeichnerisch nicht dargestellt. Derartige elektronische Bauteile, zum Beispiel ein PC, mit dem sich Elektromotoren entsprechend ansteuern lassen, sind technisch bekannt.

Bezugszeichenverzeichnis:

1 Vibrationseinrichtung
2 Exzenter
3 Antriebswelle
4 Rotationsachse
5 Antrieb
6 Dreheinrichtung
7 Drehbares Element
8 Feststehendes Bauteil
9 Drehachse
10 Schwenkeinrichtung
11 Schwenkachse

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken, mit mindestens einer Vibrationen erzeugenden Vibrationseinrichtung (1), dadurch gekennzeichnet, dass die Vibrationseinrichtung (1) an einer Einrichtung angeordnet ist mit der die Ausrichtung dieser Vibrationseinrichtung (1) veränderbar ist, aufweisend eine Dreheinrichtung (6), zum Drehen der Vibrationseinrichtung (1) um eine Drehachse (9), und eine Schwenkeinrichtung (10), zum Schwenken der derselben um eine zur besagten Drehachse (9) abgewinkelten Schwenkachse (11).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vibrationseinrichtung (1) an der Schwenkeinrichtung (10) angeordnet und diese Schwenkeinrichtung (10) an der Dreheinrichtung (6) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreheinrichtung (6) und die Schwenkeinrichtung (10) so ausgebildet sind, dass die Vibrationseinrichtung (1) um die Drehachse (9) über 360° rotierbar ist, während sie um die Schwenkachse (11) um mindestens 180° rotierbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreheinrichtung (6) und die Schwenkeinrichtung (10) einen motorischen Antrieb aufweisen, mit dem Zweck, dass die Ausrichtung in die jeweils gewünschte Dreh- und/oder Schwenkposition mittels einer Steuerung einstellbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vibrationseinrichtung (1) mindestens einen Exzenter (2) aufweist, der mit einem Antrieb verbunden ist, zum Beispiel einem

Elektromotor, der eine Antriebswelle (3) antreibt, die eine Rotationsachse (4) des Exzenters (2) bildet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachse (4) des Exzenters (2) koaxial zur Antriebswelle (3) verläuft.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachse (4) des Exzenters (2) abgewinkelt zur Antriebswelle (3) verläuft oder der Winkels zwischen Antriebswelle (3) und Rotationsachse (4) verstellbar ist.

8. Verfahren zur Vibrationsentspannung von Werkstücken mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Werkstück durch eine Vibrationseinrichtung (1) mehrdimensional in allen Raumrichtungen (X, Y, Z) in beliebiger, frei wählbarer Ausrichtung über jeweils 360° vibriert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schweissnaht dieses Werkstücks in ihrer Längsrichtung vibriert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schweissnaht dieses Werkstücks wechselweise aus unterschiedlichen Richtungen vibriert wird.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf Vorrichtung zur Vibrationsentspannung von Werkstücken mit mindestens einer Vibrationen erzeugenden Vibrationseinrichtung (1). Diese weist mindestens einen Exzenter (2) mit einem Antrieb auf, zum Beispiel einem Elektromotor. Die Vibration wird durch Unwucht bewirkt. Die Vibrationseinrichtung (1) ist an einer mehrachsigen Einrichtung angeordnet, die eine Dreheinrichtung (6) und eine Schwenkeinrichtung (10) aufweist. Dadurch ist die Dreh- und Schwenkposition und somit die Vibrationsachse gegenüber dem Werkstück beliebig mehrdimensional über 360° in alle Raumrichtungen verstellbar, ohne an bestimmte Winkel gebunden zu sein. Das ermöglicht fallweise auch ein Arbeiten mit sanfteren Vibrationen. Dank der erfindungsgemässen Vorrichtung lassen sich selbst komplexe Werkstücke sowie zum Zusammenbau bestimmte Bauteile unterschiedlichster Werkstoffe zuverlässig entspannen.

(Fig. 2 + 3)

Fig. 1

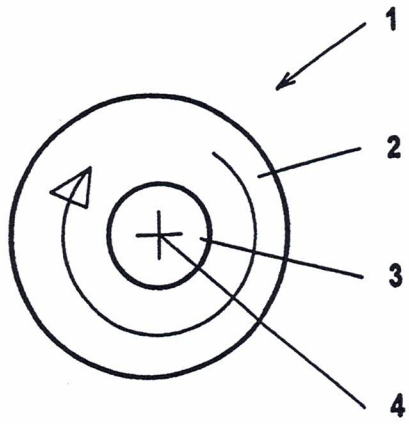


Fig. 2

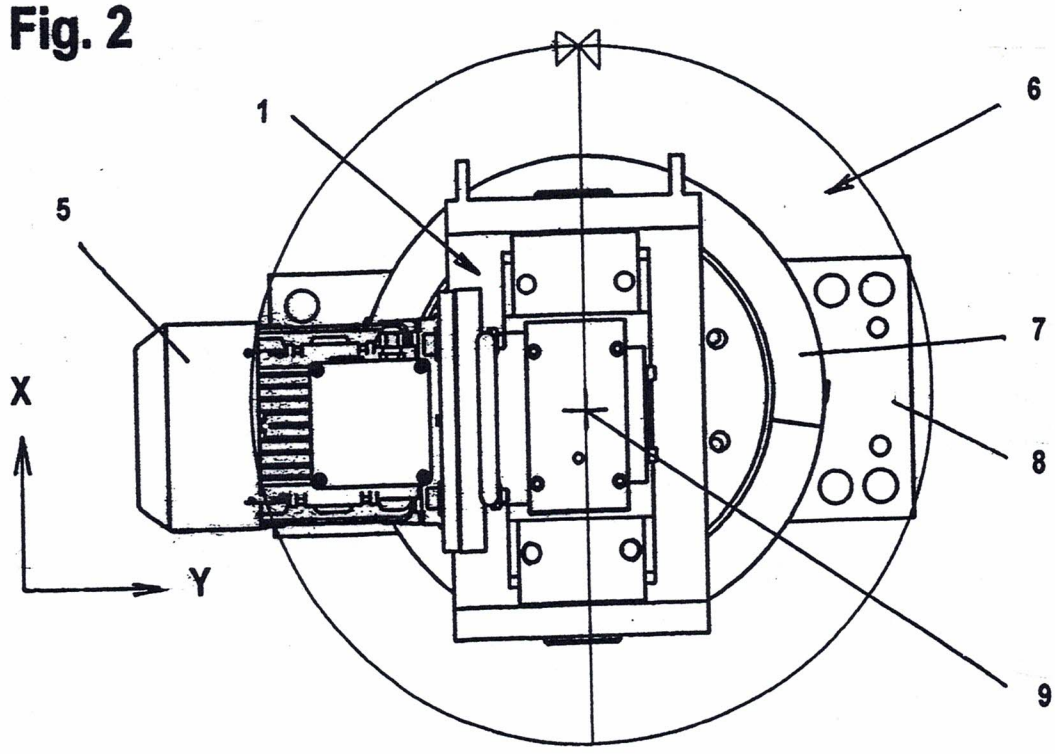


Fig. 3

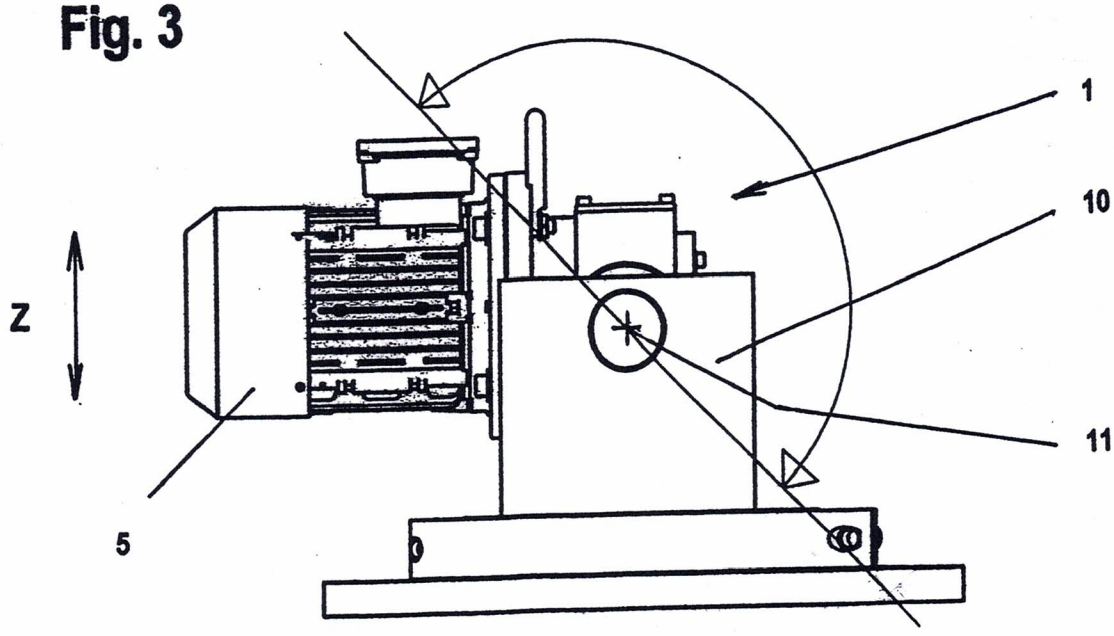


Fig. 4

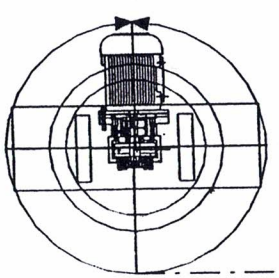


Fig. 5

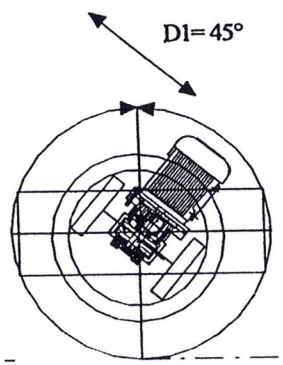


Fig. 6

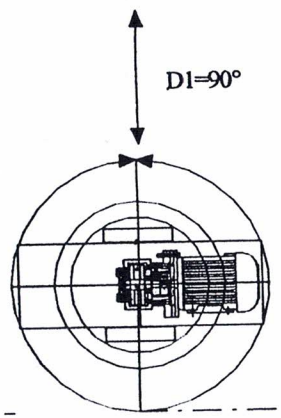


Fig. 7

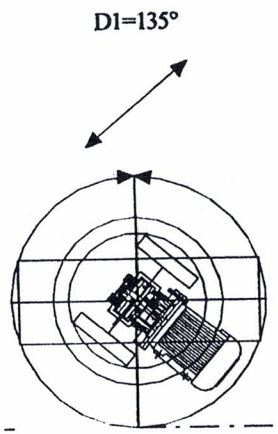


Fig. 8

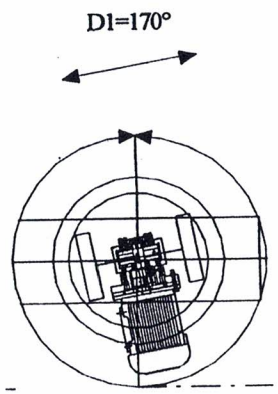


Fig. 9

D2=0°

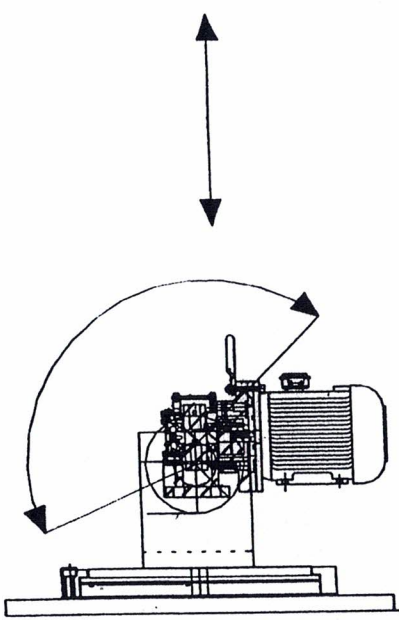


Fig. 10

D2=45°

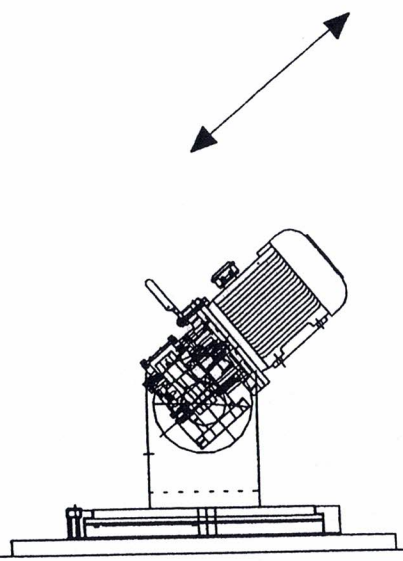


Fig. 11

D3= 90°

