



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 95 421 T5** 2004.04.15

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/057629**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 95 421.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/01398**  
(86) PCT-Anmeldetag: **16.01.2002**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **25.07.2002**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **15.04.2004**

(51) Int Cl.7: **F04B 27/10**  
**F04B 39/00, F04B 35/04**

(30) Unionspriorität:  
**09/761,911**      **17.01.2001**      **US**

(74) Vertreter:  
**JUNG HML, 60322 Frankfurt**

(71) Anmelder:  
**Thomas Industries, Inc., Sheboygan, Wis., US**

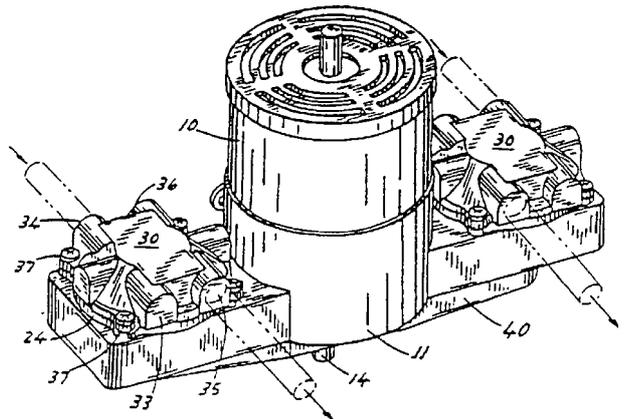
(72) Erfinder:  
**Lynn, William H., Kohler, Wis., US; Christiansen,  
Ross P., Kiel, Wis., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Fluidpumpvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Axialkolben-Fluidpumpvorrichtung, aufweisend:

- eine Antriebswelle;
- einen eine Bohrung aufweisenden Zylinder;
- einen Fluideinlass und eine Fluidauslass in Kommunikation mit jeder Zylinderbohrung;
- ein auf der Welle angebrachtes Lager, wobei die Mittellinie des Lagers unter einem Winkel zur Wellenachse liegt;
- einen Kolbenträger, der am Lager angebracht ist; und
- einen Taumelkolben, der für eine Hin- und Herbewegung in der Bohrung bei Drehung der Welle am Kolbenträger angebracht ist; und
- eine Blattfeder, die den Kolben im Zylinder unterstützt.



## Beschreibung

### Hintergrund der Erfindung

[0001] Zwei bekannte Arten von Kompressoren sind der Taumelkolbentyp und der Taumelscheibentyp. Exemplarisch beschrieben ist der Taumelkolbentyp im US-Patent 3,961,868, ausgegeben am 08. Juni 1976 für Droege, Sr., et al. unter "Luftkompressor" (Air Compressor). Ein derartiger Kompressor verwendet einen Kolben, dessen Kopf eine periphere Dichtung aufweist, die eine Dichtung mit einer Zylinderbohrung herstellt. Die Kolbenstange ist radial an einer Kurbelwelle angebracht. Der Kolben enthält keine Verbindungsstellen oder Gelenke. Infolgedessen wird der Kolbenkopf dazu gezwungen, in zwei Dimensionen innerhalb der Zylinderbohrung zu "taumeln", wenn er durch die Kurbelwelle angetrieben wird.

[0002] Der Taumelscheiben-Kompressor verwendet eine Mehrzahl von axialen Zylindern, die um eine Antriebswelle auf einem Kreis angeordnet sind. Eine Taumelscheibe ist relativ zur Wellenachse derart geneigt, dass die Scheibe oder Platte bei Drehung der Antriebswelle kreist, beziehungsweise gyriert. Es sind in jedem der Zylinder Kolben angebracht. Die Enden der Kolbenstangen sind mit Elementen verbunden, die bei Drehung der Taumelscheibe über die Oberfläche der Taumelscheibe gleiten. Die Folge hiervon ist, dass die Mittellinie des Kolbenkopfes allein in einer axialen Richtung bewegt wird, wenn die Kolben innerhalb der Zylinder der Hubbewegung unterzogen werden. Ein Beispiel für einen derartigen Axialkolben-Taumelscheibenkompressor findet sich im US-Patent 5,362,208, ausgegeben am 08. November 1994 für Inagaki et al. unter "Taumelscheiben-Kompressor" (Swashplate Type Compressor). Ein weiteres Beispiel ist das US-Patent 4,776, 257, ausgegeben am 11. Oktober 1988 für Hansen unter "Axialpumpenmotor" (Axial Pump Engine). Im Hansen Patent ist die Mittellinie der Kolbenköpfe relativ zur Mittellinie der Zylinderbohrung geneigt, jedoch werden die Kolbenköpfe nur entlang der Kolbenkopfmittellinie in einer Richtung bewegt.

[0003] Die vorliegende Erfindung kombiniert die Taumelkolben, die normalerweise in Radialkolbenpumpen verwendet werden, mit einer nutierenden Platte oder Taumelscheibe, statt der Taumelscheibe, die normaler Weise in Axialkolbenpumpen verwendet wird. Das Ergebnis ist eine einfache und effektive Fluidpumpvorrichtung.

### Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Gemäss der Erfindung umfasst eine Fluidpumpvorrichtung eine Antriebswelle und einen Zylinder, der eine Bohrung aufweist. Fluideinlass- und -auslassventile kommunizieren mit der Zylinderbohrung. Ein Lager ist an der Welle angebracht, wobei die Mittellinie des Lagers unter einem Winkel zur

Wellenachse liegt. Ein Kolbenträger ist am Lager angebracht. Ein Taumelkolben ist starr am Arm befestigt und in der Zylinderbohrung angeordnet. Bei Drehung der Antriebswelle wird die Mittellinie des Lagers eine Präzession um die Wellenachse ausführen und der Arm wird bewegt werden, wodurch der Taumelkolben veranlasst wird, sich innerhalb der Zylinderbohrung in drei Dimensionen zu bewegen.

[0005] Nach einem Aspekt der Erfindung wird der Kolben durch eine Blattfeder unterstützt beziehungsweise getragen, die dazu beiträgt, die Bewegung des Kolbens zu steuern und die Lagerbelastung zu reduzieren. Vorzugsweise sind mehrere Kolben und Blattfedern vorgesehen und die Blattfedern werden daran gehindert, in einer Ebene senkrecht zur Wellenachse zu rotieren.

[0006] Nach einem weiteren Aspekt sind die Kolben durch radial nachgiebige oder biegsame bzw. federnde, jedoch axial steife Verbindungsstangen mit dem Kolbenträger verbunden. Die axiale Steifigkeit der Verbindungsstangen ist ausreichend, um auf den Kolben die erforderlichen Kompressionskräfte und Vakuum auszuüben, ohne signifikante Längenänderungen der Stange, ist jedoch radial nachgiebig, um so die radialen Lasten, die auf die Kolbendichtung ausgeübt werden, zu reduzieren, und erhöht folglich die Lebensdauer der Kolbendichtung.

[0007] Nach einem weiteren Aspekt sind, speziell wenn mehrere Kolben verwendet werden, die in phasengesteuerte Beziehung zu einander arbeiten, der Kolbenträger, die Blattfedern und die offenen Enden der Zylinder zur Geräuschverminderung umschlossen. In der Einfassung oder Umschliessung kann eine Filteröffnung vorgesehen sein, wobei diese erforderlich ist, falls der Einlass oder der Ansaug durch die Kolben stattfindet, wie bevorzugt ist. Die Einfassung schliesst bevorzugt nicht die aussen liegenden Oberflächen der Zylinder ein, um so zu ermöglichen, dass Kühlluft um diese zirkuliert.

[0008] Nach einem weiteren bevorzugten Aspekt ist jeweils ein Ende der Zylinder mit Sitz gegen ein Gehäuse vorgesehen und das Gehäuse trägt Lager, die die Welle so lagern, dass der Rotor des Motors innerhalb des Stators frei tragend vorliegt, wobei der Stator an der bezüglich des Kurbelgehäuses der Pumpe entgegengesetzten Seite des Gehäuses angebracht ist. Ein Zylinderhalteteil ist mit Sitz gegen die entgegengesetzten Enden der Zylinder vorgesehen und ist am Gehäuse fixiert, um die Zylinder am Gehäuse anzuklemmen. Das Zylinderhalteteil umfasst vorzugsweise eine konisch verjüngte Einlass- oder Einführungsoberfläche in die offenen Enden der Zylinder. Das Zylinderhalteteil definiert auch Vertiefungen um die Blattfedern, und eine Abdeckung ist so auf das Zylinderhalteteil abgestimmt, dass sie das Kurbelgehäuse zur Geräuschverminderung umschliesst. Es sind mehrere Zylinder in phasengesteuerter Beziehung zu einander so angeordnet, dass das Volumen des Kurbelgehäuses bei hin- und hergehenden Bewegung der Kolben in den Zylindern im wesentlichen

konstant bleibt.

[0009] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung sind Einlassventile in Kolben vorgesehen und Auslassventile sind in dem Gehäuse vorgesehen. Ein Kopf über den Auslassventilen definiert eine Auslasskammer, die allen Zylindern gemeinsam ist und eine Auslassöffnung vorsieht.

[0010] Nach einem weiteren bevorzugten Aspekt liegt die "obere Fläche" jedes Zylinders in Form eines Konusschnittes vor, um so das Kompressionsvolumen des Zylinders bei Bewegung des Zylinders durch seinen oberen Totpunkt zu minimieren.

[0011] Es ist ein prinzipieller Gegenstand der Erfindung, eine vereinfachte Axialkolben-Pumpvorrichtung unter Verwendung von Taumelkolben vorzusehen.

[0012] Es ist ein weiterer Gegenstand der Erfindung, eine Axialkolbenpumpe mit ruhigem Betrieb, effizienter Leistungsausnutzung und guter Langlebigkeit vorzusehen, die nicht die Verwendung eines gleitenden Elements, welches kontinuierliche Schmierung erfordert, verlangt.

[0013] Die vorgenannten und weitere Gegenstände und Vorteile der Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung offenbar. In der Beschreibung wird auf die Zeichnungen Bezug genommen, die bevorzugte Ausführungen der Erfindung darstellen.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0014] **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, welches ein Paar Zylinder und Taumelkolben nutzt;

[0015] **Fig. 2** ist eine Stirnseitenansicht der Vorrichtung aus **Fig. 1**;

[0016] **Fig. 3** ist eine Schnittansicht in der Ebene der Linie **3-3** der **Fig. 2**;

[0017] **Fig. 4** ist eine vergrößerte Schnittansicht, die eine bevorzugte Naben- und Lageranordnung zeigt;

[0018] **Fig. 5** ist eine Draufsicht einer Ventilplatte, aufgenommen in der Ebene der Linie **5-5** der **Fig. 3**;

[0019] **Fig. 6** ist eine vergrößerte Schnittansicht durch einen Kolbenkopf und aufgenommen in der Ebene der Linie **6-6** der **Fig. 3**;

[0020] **Fig. 7** ist eine perspektivische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, welches zwei Paare von Zylindern und Taumelkolben nutzt;

[0021] **Fig. 8a bis 8d** sind schematische Darstellungen alternativer Anordnungen zur Verbindung der Zylinder in dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 7**;

[0022] **Fig. 9** ist eine teilweise Schnittansicht ähnlich der **Fig. 3**, wobei hier jedoch eine alternative Ausführung gezeigt ist, in der die Mittellinien der Zylinderbohrungen parallel zur Mittellinie des Lagers sind;

[0023] **Fig. 10** ist eine teilweise Schnittansicht ähnlich der **Fig. 3**, wobei jedoch eine alternative Ausführung

gezeigt ist, in der die Mittellinien der Zylinderbohrungen als ein Bogen eines Kreises ausgebildet sind, dessen Zentrum im Schnittpunkt der Wellenachse und der Lagermittellinie liegt;

[0024] **Fig. 11** ist eine Draufsicht eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei dem Zylinderbohrungen verschiedener Durchmesser bei unterschiedlichen Distanzen von der Wellenachse angeordnet sind;

[0025] **Fig. 12** ist eine schematische Seitenansicht, teilweise im Schnitt, der Ausführung der **Fig. 11**;

[0026] **Fig. 13** ist eine Draufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem Zylinderbohrungen unterschiedlicher Durchmesser mit derselben Distanz von der Wellenachse angeordnet sind;

[0027] **Fig. 14** ist eine perspektivische Explosionsansicht eines noch weiteren Ausführungsbeispiels, welches eine kompakte, gestapelte Anordnung von Elementen vorsieht;

[0028] **Fig. 15** ist eine Ansicht der Ausführung der **Fig. 14** im Längsschnitt;

[0029] **Fig. 16** ist eine Aufrissansicht und dabei speziell im Schnitt, aufgenommen in der Ebene der Linie **16-16** der **Fig. 15**;

[0030] **Fig. 17** ist eine Schnittansicht ähnlich der **Fig. 3**, wobei jedoch eine Ausführung gezeigt ist, in der die Einlassventile in den Taumelkolben liegen;

[0031] **Fig. 18** ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführung, die Blattfedern aufweist, welche den Kolbenträger und ein umschlossenes Kurbelgehäuse tragen; **Fig. 19** ist eine Querschnittsansicht der Ausführung der **Fig. 18**;

[0032] **Fig. 20A** ist eine perspektivische Explosionsansicht des vorderen Abschnitts der Ausführung der **Fig. 18** und **19**, vom Zylinderende der Pumpe aus gesehen;

[0033] **Fig. 20B** ist eine perspektivische Explosionsansicht des hinteren Abschnitts der Ausführung der **Fig. 18** und **19**, vom Zylinderende der Pumpe aus gesehen;

[0034] **Fig. 21A** ist eine perspektivische Explosionsansicht des vorderen Abschnitts der Ausführung der **Fig. 18** und **19**, vom Motorende der Pumpe aus gesehen; **Fig. 21B** ist eine perspektivische Explosionsansicht des hinteren Abschnitts der Ausführung der **Fig. 18** und **19**, vom Motorende der Pumpe aus gesehen; **Fig. 22** ist eine detaillierte perspektivische Ansicht der Anordnung aus Kolbenträger/Blattfeder für die Ausführung der **Fig. 18 bis 21**;

[0035] **Fig. 23** ist eine detaillierte perspektivische Ansicht eines Abschnitts der **Fig. 22**;

[0036] **Fig. 24** ist eine ähnliche Ansicht wie **Fig. 19** einer modifizierten Ausführung;

[0037] **Fig. 25A** ist eine ähnliche Ansicht wie **Fig. 20A**, jedoch der Ausführung der **Fig. 24**;

[0038] **Fig. 25B** ist eine ähnliche Ansicht wie **Fig. 20B**, jedoch von der Ausführung der **Fig. 24**;

[0039] **Fig. 26A** ist eine ähnliche Ansicht wie **Fig. 21A**, jedoch der Ausführung der **Fig. 24**; und

[0040] **Fig. 26B** ist eine ähnliche Ansicht wie **Fig. 21B**, jedoch der Ausführung der **Fig. 24**.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0041] Obgleich die Erfindung zum Pumpen einer breiten Vielfalt von Fluiden adaptierbar ist, ist sie von speziellem Nutzen in einem Luftkompressor oder einer Vakuumpumpe. Gemäss den **Fig. 1 bis 6** ist eine Elektromotor **10** in ein Gehäuse **11** eingefügt. Das Gehäuse umfasst eine Trägerplatte **12**, an der ein Lager beziehungsweise Wellenlager **13** für eine Motorantriebswelle **14** angebracht ist. Gemäss Darstellung in **Fig. 4** ist eine Nabe **15** mittels eines Keiles **16** mit der Welle **14** verbunden. Die Nabe **15** ist axial mittels einer Schraube **17** auf der Antriebswelle **14** gesichert, wobei die Schraube in eine axiale Bohrung im Ende der Antriebswelle **14** geschraubt ist. Zwischen den Kopf der Schraube **17** und die Nabe **15** ist eine Ausgleichs-Unterlegscheibe gelegt, um eine Einstellung des axialen Spiels zwischen der Welle **14** und der Nabe **15** zu gestatten. Wie aus den **Fig. 3 und 4** hervorgeht, liegt die Mittellinie oder Achse der Nabe **15** unter einem spitzen Winkel zu Achse der Welle **14**.

[0042] Am Gehäuse **11** sind ein Paar axialer Zylinder **20 und 21** angebracht, die Zylinderbohrungen **22** aufweisen, welche jeweils durch eine Zylinderbuchse **23** definiert sind. Die Mittellinien der Zylinderbohrungen **22** verlaufen parallel zur Achse der Antriebswelle **14**. Eine Ventilplatte **24** schliesst die Oberseite jedes Zylinders **20 und 21** ab. Jede Ventilplatte **24** umfasst eine Einlassventilöffnung **25** und eine Auslassventilöffnung **26**. Die Ventilöffnungen **25 und 26** sind normalerweise durch eine Einlassklappe **27** beziehungsweise ein Auslassklappenventil **28** oder auch Selbstschlussventil geschlossen. An jeder Ventilklappe **24** ist ein Zylinderkopf **30** angebracht. Die Zylinderköpfe **30** umfassen jeweils eine Einlasskammer **31** und eine Auslasskammer **32**. Die Köpfe **30** weisen Einlass- oder Auslassanschlusspunkte **33 und 34** auf, die zur Einlasskammer **31** führen, und ähnliche Anschlusspunkte **35 und 36**, die zur Auslasskammer **32** führen. Wie weiter unten näher erläutert wird, können die Einlass- und Auslasskammern in einer Vielzahl von Möglichkeiten über die Anschlusspunkte **33 bis 36** zum externen Rohrnetz angeschlossen sein.

[0043] Die Köpfe **30** und Ventilplatten **24** sind mittels Schrauben **37** mit den Zylindern **20 und 21** verbunden. Geeignete O-Ringe dichten die Passflächen des Kopfes **30** zur Ventilplatte **24** und der Zylinderbuchse **22** zur Ventilplatte **24** ab. Der Aufbau der Ventilplatten **24**, Köpfe **30** und Zylinderbuchsen **22** sind ähnlich demjenigen, der im US-Patent 4,995,795, erschienen am 26. Februar 1991 im Namen von Hetzel et al. und auf den Anmelden der vorliegenden Anmeldung übertragen, dargestellt und beschrieben. Die Offenbarung des Hetzel et al. '795 Patentes wird durch die Bezugnahme so hier eingeschlossen, als wäre sie in dieser Schrift vollständig vorgetragen.

[0044] Eine Taumelplatte **40** weist eine mittige Pfanne **41** mit einer erweiterten hinteren Öffnung **42** auf,

die die Antriebswelle **14** aufnimmt. Ein Paar Rillenkugellager **43 und 44** sind mit ihren inneren Laufringen um die Nabe **15** herum und mit ihren äusseren Laufringen innerhalb des Pfannenabschnitts **41** der Platte **40** angebracht. Die Platte **40** umfasst eine Paar Arme **45**, die sich lateral in entgegengesetzten Richtungen vom Pfannenabschnitt **41** aus erstrecken. An jedem der Arme **45** ist ein Taumelkolben **46** starr angebracht, dessen Kolbenkopf **47** in der Bohrung eines der Zylinder **20 und 21** angeordnet ist. Die Kolbenköpfe **47** weisen einen bekannten Aufbau auf. Kurz ausgeführt, umfassen sie einen Hauptkolbenabschnitt **48**, an dem eine Dichtung **49** angebracht ist, die mittels einer Klemmplatte von Klemmen **50** am Hauptabschnitt **48** angeklemt ist. Die Dichtung **49** hat einen Umfangsflansch **51**, der eine Dichtung zur Zylinderbohrung **22** bewirkt. Die Dichtung **49** ist vorzugsweise aus Teflon oder einem ähnlichen Material hergestellt, das keine Schmierung erfordert. Die Details des Aufbaus vom Kolbenkopf sind im US-Patent 5,006,047 gezeigt, das am 09. April 1991 im Namen von O'Connell erschien und auf den Anmelden dieser Anmeldung übertragen wurde. Die Offenbarung des O'Connell '047 Patentes wird durch die Bezugnahme so hier eingeschlossen, als wäre sie in dieser Schrift vollständig vorgetragen.

[0045] Wenn die Antriebswelle **14** durch den Motor **10** gedreht wird, wird die Mittellinie oder Achse der Nabe **15** auf einem konischen Pfad um die Achse der Welle **14** präzidieren. Die Bewegung der Nabe **15** wird in eine dreidimensionale Bewegung des Kolbenkopfes **47** innerhalb der Zylinderbohrungen **22** umgesetzt. Die Enden der Arme **45** werden sich über einen Bogen in der Ebene des Schnitts der **Fig. 3** bewegen. Die Enden der Arme **45** werden sich auch über einen viel kleineren Bogen in einer Ebene bewegen, die senkrecht zur Ebene des Schnitts der **Fig. 3** liegt.

[0046] Für den bestmöglichen Betrieb liegt der Schwerpunkt **52** der Anordnung aus der Platte **40** und dem Taumelkolben **46** bei oder nahe dem Schnittpunkt der Achsen der Nabe **15** und der Antriebswelle **14**. Dies wird den glattesten, ruhigsten Betrieb mit der geringsten Schwingung sicherstellen.

[0047] Die bevorzugte Anordnung der Nabe **15**, der Lager **43 und 44** und der Pfanne **41** ist in **Fig. 4** gezeigt. Der äussere Laufring eines der Lager **43** ist gegen einen vorstehenden Rand **55** in der Pfanne **41** liegend angeordnet. Die inneren Laufringe der Lager **43 und 44** sind gegen einen Flansch **56** liegend angeordnet, der sich von der Nabe **15** erstreckt. Schliesslich stösst der äussere Laufring des zweiten Lagers **44** gegen eine gewellte Unterlegscheibe **57**, die mit einem Schnapping **58** an ihrem Platz gehalten wird.

[0048] Die Fluidpumpvorrichtung umfasst keine Gleitflächen, die geschmiert werden müssten, wie es in axialen Kolben-Taumelscheibenkompressoren typisch ist. Die einzige Gleitaktion ist die der Dichtung **49** der Taumelkolben auf den Zylinderbohrungen **22**. Die Dichtungen **49** erwiesen sich als imstande, eine

solche Bewegung ohne das Erfordernis der Schmierung auszuführen.

[0049] Die Vorrichtung kann entweder als Kompressor oder als Vakuumpumpe verwendet werden abhängig davon, welche Vorrichtungen an den Einlass- und Auslasskammern angeschlossen werden. Die Vorrichtung der **Fig. 1** bis **6** ist dazu ausgelegt, als Kompressor zu arbeiten. Um als Vakuumpumpe zu arbeiten, wird bevorzugt, die Dichtung **49** in einer Weise anzubringen, dass ihre peripheren Flansche **51** sich vom Boden des Zylinders weg erstrecken. Dies ist die Umkehrung der in **Fig. 1** bis **6** gezeigten Weise.

[0050] Obgleich das erste Ausführungsbeispiel ein Paar symmetrisch angeordneter Zylinder verwendet, kann jedwede Anzahl von Zylindern mit entsprechenden Anzahlen von Taumelzylindern ebenfalls verwendet werden. Die Zylinder können symmetrisch um die Wellenachse angeordnet werden. Ferner ist die Erfindung auch bei nur einem einzigen Zylinder mit einem einzigen Arm von Nutzen, an dem ein Taumelkolben angebracht ist, der im einzigen Zylinder angeordnet ist.

[0051] Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 7** sind eine Paar Zylinder mit Taumelkolben an jedem Ende einer Durchgangswelle **60** eines Motors **61** angebracht. In der Anordnung der **Fig. 7** ist die Anordnung von Naben, Lagern, Zylindern, Ventilplatten, Köpfen und Taumelplatten oder Taumelscheiben gemäss Beschreibung unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **6** an jedem Ende der Durchgangswelle **60** des Motors **61** dupliziert. Die Zylinderanordnungen **62** und **63** an einem Ende der Durchgangswelle **60** sind mit den Zylinderanordnungen **64** und **65** am anderen Ende der Durchgangswelle **60** ausgerichtet. Um die dynamischen Kräfte am besten auszugleichen, bewegen sich die in jedem Paar der ausgerichteten Zylinder **62**, **64** und **63**, **65** arbeitenden Kolben in entgegengesetzter Richtung zu einander.

[0052] Die Fluidpumpvorrichtung der vorliegenden Erfindung kann auch als Kompressor oder Vakuumpumpe verwendet werden. Sie kann auf eine Vielzahl von Arten installiert werden. Beispielsweise können im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** bis **6** die Zylinder jeweils separat installiert werden, so dass jeder Zylinder als unabhängige Pumpvorrichtung entweder als Kompressor oder als Vakuumpumpe wirkt. Bei einer Alternative kann die Auslasskammer **32** eines der beiden Zylinder mit der Einlasskammer der anderen der beiden Zylinder verbunden werden, so dass eine zweistufige Druck- oder Vakuumbetrieb erzielt wird.

[0053] Die Vier-Zylinderanordnung des Ausführungsbeispiels der **Fig. 7** gestattet noch grössere Alternativen für den Anschluss. Einige der möglichen Alternativen sind in den **Fig. 8a** bis **8d** gezeigt, in denen die vier Zylinder mit I bis IV identifiziert sind. In **Fig. 8a** ist eine Kompressor-Pumpenanordnung gezeigt, in der die Einlasskammern von Zylinder III und I parallel verbunden sind und die Auslasskammern von Zylindern III und I gleichermassen parallel ge-

schaltet sind. Das Ergebnis ist, dass die Zylinder I und III als zwei separate Kompressoren oder zwei separate Pumpen arbeiten. Die Zylinder IV und II können einfach parallel installiert werden, so dass sie als zwei separate Kompressoren oder zwei separate Pumpen arbeiten können. In der Anordnung der **Fig. 8a** können die Zylinder I und III als Kompressoren arbeiten, während die Zylinder II und IV als Pumpen arbeiten können, oder umgekehrt. In der in **Fig. 8b** gezeigten Anordnung sind das Zylinderpaar I und III in Serie geschaltet. Dies bedeutet, dass die Auslasskammer des Zylinders III mit der Einlasskammer des Zylinders I verbunden ist. Demzufolge liegt eine zweistufige Kompression bzw. Pumpvorgang vor.

[0054] In **Fig. 8b** sind die Zylinder II und IV ähnlich in Serie geschaltet, sie können jedoch auch parallel geschaltet sein, wie in **Fig. 8a**.

[0055] **Fig. 8c** zeigt eine Anordnung, in der alle vier Zylinder I bis IV in Serie geschaltet sind, so dass sich eine vierstufige Pump- oder Kompressionswirkung ergibt. In **Fig. 8d** sind drei der Zylinderköpfe I, II und III in Serie geschaltet, während der vierte separat arbeitet. Der Durchschnittsfachmann wird zahlreiche zusätzliche Installationsauslegungen in Betracht ziehen, die verwendet werden könnten.

[0056] In den bislang beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Mittellinien der Zylinderbohrungen parallel zur Achse der Motorwelle. Die **Fig. 9** und **10** zeigen zwei Alternativen zu dieser Anordnung. In **Fig. 9** nimmt ein Zylinder **70** einen Taumelkolben **71** auf, der starr an einem Arm **72** befestigt ist, der sich von einer Taumelplatte oder Taumelscheibe **73** erstreckt. Die Platte **73** ist auf Lagern **74** und **75** angebracht, die um eine Nabe **76** angeordnet sind. Wie in den vorausgegangenen Ausführungsbeispielen ist die Mittellinie **77** der Nabe **76** unter einem spitzen Winkel zur Achse einer Welle **78** angeordnet. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 9** liegt die Mittellinie **79** der Bohrung des Zylinder **70** parallel zur Mittellinie **77** der Nabe **76**. An der Platte **73** könnten mehrere Arme **72** mit Taumelkolben **71** angebracht sein, die in mehreren Zylindern **70** angeordnet sind.

[0057] Gemäss **Fig. 10** ist ein Zylinder **80** mit einer zylindrischen Bohrung **81** ausgebildet, deren Mittellinie **82** längs einem Bogen eines Kreises angeordnet ist, dessen Mittelpunkt **83** sich im Schnittpunkt der Nabenachse **77** und der Wellenachse **84** befindet.

[0058] In den bislang beschriebenen Ausführungsbeispielen weisen die Zylinderbohrungen eine identische Abmessung auf und liegen unter der selben Distanz zur Motorwelle. Die **Fig. 11** und **12** zeigen eine Anordnung, in der die Zylinderbohrungen verschiedene Durchmesser aufweisen und unter verschiedenen Distanzen zur Motorwelle angeordnet sind. Genauer sind dabei zwei Sätze von Zylinderbohrungen **90** und **91** symmetrisch bezüglich der Motorwelle **92** angeordnet. Die Zylinderbohrungen **90** des ersten Satzes weisen einen grösseren Durchmesser als die Bohrungen **91** des zweiten Satzes auf. Entsprechend

grössere Taumelkolben **93** arbeiten in grösseren Bohrungen **90** und kleine Taumelkolben **94** arbeiten in kleineren Bohrungen **91**. Die grösseren Taumelkolben **93** sind auf Armen einer Platte **95** unter einer Distanz  $R$  von der Achse der Welle **92** angebracht. Die kleineren Taumelkolben **94** sind auf der Platte **95** mit einem geringeren Abstand  $r$  von der Achse der Welle **92** angebracht. Als Folge der Anordnung der **Fig. 11** wird infolge der kürzeren Distanz zur Motorwelle **92** der Hub der grösseren Kolben **93** länger als derjenige der kleineren Kolben **94** sein.

[0059] **Fig. 13** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, in dem zwei Sätze von Zylinderbohrungen **96** und **97** unterschiedliche Abmessungen aufweisen, jedoch unter derselben radialen Distanz  $r$  zur Mittellinie der Welle **92** angeordnet sind.

[0060] Durch Auswahl der Kombinationen von Bohrungsabmessung und Kolbenhub können dieselben oder unterschiedlichen Drücke in jedem der Zylinder erzielt werden. Grössere Bohrungen mit einem kürzeren Kolbenhub können einen niedrigen Druck, jedoch eine hohe Strömung erbringen. Gleichzeitig können kleinere Bohrungen mit einem längeren Kolbenhub einen Betrieb mit höherem Druck, jedoch einer geringeren Strömung erbringen. Die Zylinder können derart abgestuft sein, dass man eine hohe Auslassströmung hat und der Zylinder mit geringerem Druck am Einlass eines Zylinders mit höherem Druck installiert ist.

[0061] Das Ausführungsbeispiel der **Fig. 14 bis 16** stellt eine kompakte, gestapelte Anordnung mit drei Zylindern dar, die symmetrisch um eine Motorwellenachse angeordnet sind. Die Zylinderbohrungen **100** sind in einer extrudierten Aluminium-Zylinderbuchse **101** ausgebildet, die auch eine grosse mittige Öffnung **102** aufweist. Die Zylinderbuchse **101** weist eine äussere zusammenhängende Schale **102** auf, von der sich Augen **104** einwärts erstrecken, die ferner Schraubenöffnungen **105** aufweisen.

[0062] Eine einzelne Ventilplatte **108**, die bevorzugt auch aus Aluminium gefertigt ist, umfasst drei identische Ventilträger **109**, die in den drei Zylinderbohrungen **100** aufgenommen sind. An jedem Ventilträger **109** ist eine Einlassklappenventil **110** angebracht, das normalerweise eine Einlassöffnung **111** schliesst, sowie ein Auslassklappenventil **112**, das normalerweise eine Auslassöffnung **113** schliesst.

[0063] Ein Aluminiumgusskopf **120** weist eine Lagervertiefung **121** auf seiner Rückseite und jeweils von seiner Vorderseite abstehende Innen- beziehungsweise Aussenwandungen **122** und **123** auf. Ein mittiger kreisförmiger Flansch **124** steht ebenfalls von der Vorderseite um eine zentrale Öffnung **125** ab. Der Raum zwischen dem mittigen Flansch **124** und der Innenwandung **122** begrenzt eine Einlasskammer **126**, während der Raum zwischen den Innen- und Aussenwandungen **122** und **123** eine Auslasskammer **127** begrenzt. Ein Überströmkanal **128** führt vom äusseren des Kopfes **120** zur Einlasskammer **126** und ein weitere Überströmkanal **129** führt vom

äusseren des Kopfes **120** zur Auslasskammer **127**.

[0064] Die Zylinderbuchse **101**, Ventilplatte **108** und der Kopf **120** sind dazu ausgelegt, zusammengesteckt zu werden. Im zusammengesteckten Zustand kommunizieren die Einlassöffnungen **111** für alle drei Zylinderbohrungen **100** mit der Einlasskammer **126** im Kopf **120**. Gleichermassen kommunizieren dann die Auslassöffnungen **113** für alle drei Zylinderbohrungen **100** mit der Auslasskammer **127** des Kopfes **120**. O-Ring-Dichtungen längs der Kanten des mittleren Flansches **124** und der inneren und äusseren Wandungen **122** und **123** dichten zu den flachen Flächen der Ventilplatte **108** ab. Ferner dichten O-Ring-Dichtungen, die die Ventilträger **109** umgeben, gemäss Darstellung in **Fig. 15** mit den Kanten der zylindrischen Bohrungen **100** ab.

[0065] Ein Rotor **130** eines Elektromotors ist auf einer Motorwelle **131** angebracht, die in einem Rollenlager **132** gelagert ist, welches in der Lagervertiefung **121** des Kopfes **120** gehalten ist, sowie in einem zweiten Rollenlager **133** gelagert ist, das in einer Endkappe **134** angebracht ist. Ein Motorstator **135** ist um den Rotor **130** herum angeordnet und eine Buchse **136** umgibt den Stator beziehungsweise Ständer.

[0066] Die Motorwelle **131** ragt durch die mittigen Öffnungen im Kopf **120**, der Ventilplatte **108** und der Zylinderbuchse **101**. Am Ende des herausragenden Abschnitts der Welle **121** ist eine Nabe **140** montiert. Wie bei den anderen Ausführungsbeispielen liegt die Mittellinie der Nabe **140** unter einem spitzen Winkel zur Achse der Welle **131**. Ein Kolbenträger **145** wird von Lagern **146** auf der Aussenseite der Nabe **140** getragen. Der Kolbenträger **145** weist drei symmetrische Arme **147** auf, an die die Enden der Taumelkolben **148** geschraubt sind, die in den Zylinderbohrungen **100** aufgenommen sind.

[0067] Die Motorwelle **131** steht über die Nabe **140** hinaus vor, um einen Lüfter **149** anzubringen. Ein Lüftergehäuse **150** vervollständigt die Anordnung. Die Anordnung aus Endkappe **134**, Buchse **136**, Kopf **120**, Ventilplatte **108** und Zylinderbuchse **101** wird durch Schrauben **151** fixiert. Die Schrauben **151** sind vorzugsweise in Gewindeöffnungen in der Endkappe **134** eingeschraubt. Das Lüftergehäuse **150** wird durch (nicht dargestellte) radiale Schrauben fixiert gehalten.

[0068] Gemäss Darstellung in **Fig. 15** ist die Seitenfläche **152** jedes Ventilträgers **109**, welche dem Kopf eines Taumelkolbens **148** gegenüber liegt, geneigt, so dass sie scheinbar parallel zum Kopf des Kolbens **148** liegt, wenn der Kolben sich im oberen oder äusseren Totpunkt befindet. Dies minimiert das Kompressionsvolumen und führt zu höheren Drücken und einem höheren Wirkungsgrad.

[0069] Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 14 bis 16** können die Ventilplatte **108** und die Zylinderbuchse **102** durch Giessen oder Spritzgiessen als einzelnes beziehungsweise einstückiges Teil ausgebildet sein. Gleichermassen kann die Buchse **136** integral mit dem Kopfteil **120** ausgebildet werden. Obgleich ge-

gossenes oder extrudiertes Aluminium für die Zylinderbuchse **101**, Ventilplatte **108** und das Kopfteil **120** bevorzugt wird, können auch andere Materialien einschliesslich gefüllte Kunststoffe, Stahl und Gusseisen verwendet werden.

[0070] Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 17** sind die Einlassventile in den Taumelkolben ausgebildet und es ist Vorkehrung dafür getroffen, ankommende Luft zu filtern und die Vorrichtung hinsichtlich des Ausschlusses von Schmutz und geringem Geräuschpegel abzudichten. Wie in den voraus gegangenen Ausführungsbeispielen ist an der Motorwelle **160** eine Nabe **161** angebracht, deren Mittellinie unter einem spitzen Winkel zur Achse der Welle **160** liegt. An der Nabe **161** ist ein Kugellager **162** angebracht, welches wiederum einen Träger **163** lagert. Am Träger **163** sind Kolbenanordnungen angebracht, die insgesamt durch die Bezugszahl **164** angezeigt sind. Die Anordnungen **164** umfassen ein äusseres zylindrisches Gehäuse **165** und eine integrale mittige Kolbenstange **166**, die eine mittige Längspassage **167** aufweist. Das Ende der Passage **167** ist durch ein Filtermedium **168** und ein Rost **169** geschützt, das auf einem äusseren zylindrischen Abschnitt **165** angebracht ist. Ein Taumelkolbenkopf **170** ist am Ende des Stangenabschnitts **166** angebracht und umfasst eine mittige Öffnung **171**. Eine pfannenartige Dichtung **172** ist zwischen dem Kolbenkopf **170** und einem Halteteil **173** gehalten. Das Halteteil **173** weist eine Einlassöffnung **174** auf, die mit der Öffnung **171** und der Passage **167** kommuniziert. Ein Klappenventil **175** schliesst normalerweise die Einlassöffnung **164**.

[0071] Jeder Kolben arbeitet in einem Zylinder **180**, der auf einer Platte **181** gehalten ist, welche ein Wellenlager **182** umfasst. Eine Auslassventilplatte **183** stellt eine Dichtung zur Bohrung des Zylinders **180** her. Die Ventilplatte **183** umfasst eine Auslassöffnung **184**, die normalerweise durch eine Klappenventil **185** geschlossen ist. Der Abschnitt des Zylinders **180** unterhalb der Ventilplatte **183** umfasst eine Auslasskammer, mit der ein Auslassrohr **186** verbunden ist. Am äusseren zylindrischen Abschnitt **165** jeder Kolbenanordnung **164** ist eine radiale Dichtung **188** angebracht, die zum äusseren des Zylinders **180** eine Abdichtung bewirkt, wenn sich die Kolbenanordnung **164** in den Zylinder **180** hinein und aus diesem heraus bewegt. Die Dichtung **188** kann aus einem Filz oder anderem Material gebildet sein, welches verhindert, dass Schmutz oder andere Partikel in die Grenzfläche zwischen Kolben und Zylinder eindringen.

[0072] Die Fläche **189** jeder Ventilplatte **183**, die dem Kolbenhalteteil **173** gegenüber liegt, ist so geneigt, dass sie nahezu parallel zur Oberfläche des Halteteiles **173** liegt, wenn der Kolben sich im oberen Totpunkt befindet.

[0073] Das Ausführungsbeispiel **198** der **Fig. 18** bis **23** stellt eine weitere kompakte, gestapelte Anordnung mit drei Zylindern dar, die symmetrisch um eine Motorwellenachse angeordnet sind. Die Zylinderboh-

rungen **200** sind durch separate Zylinder **202** gebildet, die sandwichartig zwischen einem Zylinderhalteteil **204** und einem Gehäuse **206** aufgenommen sind. Das Halteteil **204** ist am Gehäuse **206** mit Schrauben **208** angeschraubt. Lager **210** und **212** sind in einer zentralen Öffnung im Gehäuse **206** angebracht und eine Motorwelle **214** ist durch die Lager gelagert, um den Rotor **216** innerhalb des Stators **218** freitragend oder auskragend zu halten, wobei der Stator in einem Motorgehäuse **220** angebracht ist. Die Welle **214** erstreckt sich über das entgegengesetzte Ende des Rotors **216** hinaus und haltet an diesem Ende einen Lüfter **222**, der Luft durch ein Kühlluft-Ansaugrost **226** in den Motor zieht, um den Motor zu kühlen und den Kopf **230** zu kühlen, der mittels Schrauben **232** mit dem motorseitigen Ende des Gehäuses **206** verschraubt ist. Lange Schrauben **234** befestigen den Motor am Gehäuse **206** und der Gehäusemantel **220** kann ferner auf einen Flansch **238** des Gehäuses **206** aufgepresst werden.

[0074] Die Welle **214** haltet ferner einen zweistöckigen Lüfter **240**, der ein Aussenflügelteil **242** und ein Innenflügelteil **244** zur Zirkulation von Kühlluft dichter am Kopf **230** vorbei aufweist, wobei dieser ein Aluminiumdruckgussteil mit Kühlrippen ist. Das Aussenflügelteil **242** ist am Flügelteil **244**, welches an der Welle befestigt ist, mittels (nicht dargestellter) Schrauben befestigt. Das Aussenflügelteil **242** kann unterteilt sein, so dass es in zwei Hälften abnehmbar ist. Als solches kann der Kopf ohne Entfernung der Welle **214** abgenommen werden.

[0075] Jeder der Zylinder **202** bläst in die Auslasskammer **248** durch zwei Löcher **250** aus, die im Gehäuse **206** ausgebildet sind, und zwar über ein Klappenventil **252**, das beispielsweise mit einer (nicht dargestellten) Schraube an einer Stange **254** des Gehäuses **206** befestigt ist, um die Löcher **250** normalerweise zu schliessen.

[0076] Im Kopf **230** sind ein oder mehrere Auslassöffnungen **256** ausgebildet, die mit Rohren oder Schläuchen (nicht dargestellt) verbindbar sind.

[0077] Die obere Seite **260** jedes Zylinders **200** ist unter einem spitzen Winkel geneigt, wie in **Fig. 19** gezeigt ist, und in der Richtung senkrecht zum Schnitt der **Fig. 19** (in das Papier) derartig ballig gedreht, dass sie durch einen Abschnitt einer konischen Oberfläche definiert ist, welche ihren Scheitelpunkt angenähert am in **Fig. 19** gezeigten Schwenk- oder Drehpunkt **262** haben würde. Daher stimmen die Oberseiten oder oberen Enden **260** mit der Bewegung der Kolben **264** überein, wenn diese in dichter Nähe hierzu über die Oberseiten "wandern".

[0078] Die Kolben **264** haben jeweils einen Halteteil **268**, in welchem eine Reihe Einlasslöcher **270** ausgebildet sind. Eine Halteschraube **272** hält das Halteteil **268** auf einem Kolbenkopf **274**, wobei eine pfannenartige Teflondichtung **275** sandwichartig zwischen dem Halteteil **268** und dem Kopf **274** angeordnet ist. Die Halteteilschraube **272** hält auch eine radiale Anordnung von Einlassklappenventilen **277** (z.B.

aus rostfreiem Metallblech) über den Löchern **270**, um auf diese Weise beim Saughub des Kolbens **264** zu öffnen und beim Kompressionshub zu schliessen. Daher sind in diesem Ausführungsbeispiel die Einlassventile in die Kolben eingebaut.

[0079] Ein Ende einer Kolbenstange **278** ist an jedem Kolbenkopf **274** starr befestigt, beispielsweise durch Einschrauben in den Kopf oder durch eine andersartige starre Befestigung am Kopf, und das andere Ende ist am Kolbenträger **280** starr befestigt, indem es beispielsweise in einem engen Passloch im Träger aufgenommen wird und mit einem Haltering gesichert wird. Da der Kolben **264** sich tatsächlich bei seiner hin- und hergehenden Bewegung im Zylinder **200** auf einem Bogen bewegt, wobei der Bogen generell im Drehpunkt **262** zentriert ist, sind der Kolben **264** und der Zylinder **202** bezüglich einander so positioniert, dass sie die radial aussen liegende Seite (bezüglich der Drehachse der Welle **214**) der Dichtung **275** bei einer Position auf halbem Wege zwischen oberen und unterem Totpunkt etwas komprimieren und die radial liegende Innenseite der Dichtung **275** an den Positionen des oberen und unteren Totpunktes komprimieren.

[0080] Die Kolbenstangen **278** sind axial steif und radial biegsam, um so ein geringes Biegemass zur Reduzierung der Radialkräfte zu ermöglichen, die die Dichtung **275** zwischen dem Halteteil **268** und dem Zylinder **202** zu komprimieren suchen. Beispielsweise sind die Stangen **278** aus einem relativ steifen und nachgiebigen Kunststoff wie Acetal gefertigt und weisen zwischen der Kolbenbefestigung **290** und dem Kolbenkopf **274** einen solchen Durchmesser und eine solche Länge auf, dass sie während der Hin- und Herbewegung des Kolbens eine minimale radiale Kraft auf die Dichtung **275** ausüben. Das Verhältnis der radialen Steifigkeit der Stange, dividiert durch die axiale Steifigkeit der Stange, ist vorzugsweise geringer als 0,05, jedoch kann die Stange nicht so radial nachgiebig sein, dass dies zu einem Knicken der Stange führt oder dazu, dass der Kolbenkopf sich am oberen Totpunkt so neigt, dass er gegen das Gehäuse **206** schlägt. Das Gesamtausmass der Biegeauslenkung jeder Stange **278** beträgt plus oder minus 0,13 mm (0,005 Inches) (aus der geraden Position) während der Hubbewegung des Kolbens. Daher wird, wenn der Kolbenkopf im Zylinder zentriert ist, die Stange **278** in einer Richtung um 0,13 mm (0,005 Inches) gebogen, und wenn der Kolben sich entweder im oberen Totpunkt oder unteren Totpunkt befindet, wird die Stange in der entgegen gesetzten Richtung um 0,13 mm (0,005 Inches) gebogen. Bei diesem Auslenkungsbetrag beträgt der maximale Wert der Seitenbelastungskraft, die durch die Stange **278** der Dichtung **275** auferlegt wird, bevorzugt weniger als 2270 g (5 lbs), welche Kraft über den halben Bereich der Dichtung **275** verteilt wird, um so die Dichtung **275** nicht übermässig zu beanspruchen. Bei einem Steifigkeitsverhältnis von 0,05 würde die maximale Kraft auf den Kolben 227 kg (100 Pfund) betra-

gen (2270 g (5 lbs) maximale Radialkraft, dividiert durch das Steifigkeitsverhältnis von 0,05). Unter Vernachlässigung von Trägheits- und Reibungskräften auf den Kolbenkopf und die Kolbenstange, müsste bei einem maximalen Druck von  $1,03 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (15 psi) der Kolbendurchmesser weniger als etwa 74 mm (2,9 Inches) betragen.

[0081] Es ist auch zu beachten, dass die Biegsamkeit der Stangen **278** nicht nur die seitliche Belastung der Dichtungen **275** reduziert, um so deren Lebensdauer zu verlängern, sondern auch erleichtert, die Mitte-zu-Mitte-Toleranzen der Zylinder **202** und der Kolben **264** beziehungsweise deren Achse-zu-Achse-Toleranzen in einem vernünftigen Ausmass gross zum machen, während dabei noch der Zusammenbau und die Funktion der Pumpe möglich sind.

[0082] Die Motorwelle **214** ragt durch eine mittige Öffnung im Kolbenträger **280** und es ist eine Nabe **282** mit einem Gegengewicht **284** am Ende des herausragenden Endabschnitts der Welle **214** angebracht und an der Welle **214** verkeilt. Die Nabe **282** ist exzentrisch, wobei ihre Mittellinie unter einem spitzen Winkel zur Achse der Welle **214** liegt. Der Kolbenträger **280** wird durch ein Lager **286** auf der Aussenseite der Nabe **282** gelagert. Der Kolbenträger **280** weist drei unter gleichen Winkeln beabstandete Kolbenbefestigungen **290** auf, die wie oben dargestellt, Löcher aufweisen, in denen die Kolbenstangen **278** angebracht sind.

[0083] Der Kolbenträger **280** wird auch durch drei Blattfedern **292** getragen, die genauer in den Fig. 22 und 23 gezeigt sind. Jede Blattfeder **292** ist im Wesentlichen A-förmig mit drei Beinen **294**, **296**, **298**, die ein Dreieck bilden, wobei die Beine **294** und **296** gleich sind und das Bein **298** kürzer ist und eine Basis bildet, und weist ferner einen Befestigungsflansch **299** auf, der sich vom Basisbein oder Basisschenkel **298** in das Dreieck erstreckt. Die Blattfedern **292** können beispielsweise aus dünnem Federstahl hergestellt sein (zum Beispiel mit einer Feinheitnummer 18–1,21 mm (0,0478")). Der Flansch **299** ist an seinem Ende gabelförmig aufgebogen, um eine Rippe **302** aufzunehmen, die sich von der Kolbenträger-Befestigungsfläche aufwärts erstreckt, um so eine relative Drehung zwischen den Blattfedern **292** und dem Kolbenträger **280** zu verhindern. Im Flansch **299** ist ein Loch ausgebildet zur Anbringung des Kolbenträgers mit einer Schraube **304** und es ist ein Loch in der Ecke der Feder **292** ausgebildet, in der die Schenkel oder Beine **294**, **296** zusammenlaufen, um eine Anbringung am Gehäuse **206** mit einer Schraube **308** vorzusehen. Die Blattfedern **292** tragen die Kolbenträger/Kolbenanordnung zumindest teilweise und sorgen so für eine gewisse Entlastung der Lagerbelastungen.

[0084] Das Halteteil **204** umschliesst in Kombination mit einer Abdeckung **310**, wobei diese beiden Teile als Kunststoffteile in Form hergestellt werden können, einen Grossteil des Arbeitsmechanismus einschliesslich der Blattfedern **292**, der Enden der Zylinder

der **202** auf der gegenüberliegenden Seite der Kompressionskammern, der Rückseiten der Kolben, der Kolbenstangen und der Kolbenröhre und der Nabe **282** sowie der Lager **286**, ohne dabei die Zylinder **202** zu umschließen, um auf diese Weise eine Luftzirkulation um das Äußere des Zylinder **202** zum Zwecke der Kühlung zu ermöglichen. Das Halteteil **204** selbst hat eine mittige Öffnung **312**, in der ein sich nach vorn erstreckender ringförmiger Abschnitt des Gehäuses **206** aufgenommen ist, weist ferner drei Öffnungen **314** auf, von denen jede das offene Ende eines der Zylinder **202** aufnimmt, und drei im wesentlichen dreieckige Strukturen **316**, die gegen das Gehäuse **206** stossen, um die Blattfedern **292** zu umgeben. Eine verjüngte, beziehungsweise konisch verlaufende Einführungsfläche **318** (**Fig. 19**) jeder Öffnung **314** erleichtert die Einführung der Dichtung **275** in die Zylinder **202**. Die Abdeckung **310** nimmt einen Flansch des Halteteils **204** auf und kann durch eine Schnapp- oder Reibpassung oder andere geeignete Mittel gehalten werden, und umfasst ferner ein Einlassloch **320**, in welchem ein Filter **321** zum Filtern von Ansaugluft angebracht ist. Auf diese Weise umschließen das Gehäuse **206**, das Halteteil **204** und die Abdeckung **310** das Kurbelgehäuse **224** (**Fig. 19**) um zur Geräuschminderung beizutragen und das Kurbelgehäuse sauberer zu halten, während die Aussenflächen der Zylinder **202** der äusseren Luftkühlung ausgesetzt sind. Da drei Kolben vorhanden sind, die sämtlich bezüglich einander ausser Phase arbeiten, wird es nur eine geringe oder gar keine Änderung des Volumens vom Kurbelgehäuse geben, was auch dazu beiträgt, Geräusche zu vermindern.

[0085] Das Ausführungsbeispiel **398** der **Fig. 24** bis **26B** entspricht im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel **298** mit Ausnahme des im Folgenden erläuterten. Grundsätzlich sind Elemente der Pumpe **398**, die den Elementen der Pumpe **298** entsprechen, mit den gleichen Bezugszeichen jeweils plus 100 identifiziert.

[0086] Ein Unterschied besteht in der Kolbenstange **378**, die ein separates Teil ist, das starr mit dem Kolbenröhre **380** und dem Kolben **364** mit einer Schraube an jedem Ende verbunden ist. Die Enden der Kolbenstange **378** sind am jeweiligen Kolbenröhre **380** beziehungsweise Kolben **264** starr befestigt, jedoch ist die Stange **378** radial nachgiebig oder biegsam, allerdings in Längsrichtung nicht dehnbar und nicht komprimierbar. Dadurch wird die Stange in ihrer Länge beim Auftreten des Pumpens nicht signifikant komprimiert oder gedehnt, jedoch kann sich die Stange elastisch biegen, um zu ermöglichen, dass der Kolben **364** in der Zylinderbohrung **300** mit geraden Wänden hin- und hergehen kann. Die Stange **378** sollte sich leicht elastisch biegen können, um der Dichtung **375** keine übermässige Belastung aufzuerlegen, wobei die Dichtung zwischen dem Kolben **264** und der Bohrung **300** gleitet, wie oben im Hinblick auf die Stangen **278** erläutert wurde. Beispielsweise kön-

nen die Stangen **378** aus Acetat-Kunststoff hergestellt sein und von einer Länge und einem Durchmesser sein, derart, dass sie eine maximale seitliche Belastungskraft von 2270 g (5 lbs) oder weniger auf die Dichtungen **375** ausübt, wie weiter oben mit Bezug auf die Stangen **278** erläutert wurde.

[0087] Der Kolben **364** unterscheidet sich auch etwas in seiner Konstruktion, wobei er ein Halteteil **368** umfasst, das auf dem Kolbenkopf **374** mittels zwei Schrauben **373** (**Fig. 26A**) gehalten ist, und ein Einlassklappenventil **377** aufweist, das zwei gegenüberliegend angeordnete Einlasslöcher **370** abdeckt. Das Klappenventil **377** ist mit einer Schraube **372** befestigt. Darüber hinaus zeigen die **Fig. 25A** und **26A** die Auslassklappen oder Auslassklappenventile **352** in Explosionsansicht vom Gehäuse **306** abgenommen, welche normalerweise Löcher **350** abdecken, wobei die Ventile mit einer Schraube **353** am Gehäuse **306** befestigt sind. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass der Lüfter **340** aus einem Stück vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist, wie dies beim Lüfter **322** der Fall ist, der auch aus einem Stück hergestellt ist. Die Lüfter **340** und **322** können durch Federklappen oder andere geeignete Mittel an der Welle **315** befestigt werden.

[0088] Ferner ist ein ringförmiges Luftleitblech **341** am Kopf **330** mittels Schrauben **343** befestigt. Das Luftleitblech **341** bewirkt, dass Luft, die (durch darin ausgebildete Löcher) in das Motorgehäuse **320** gezogen wird, an den Rippen des Kopfes **330** vorbei gezogen wird und dann aus dem Motorgehäuse durch darin ausgebildete Löcher auf der Aussenseite des Luftleitblechs **341** ausgetrieben wird. Der Luftströmungspfad ist in **Fig. 24** durch Pfeile **345** angezeigt.

[0089] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in beträchtlichem Masse detailliert erläutert worden. Für die Fachleute auf diesem Gebiet sind zahlreiche Modifikationen und Variationen offensichtlich. Daher sollte die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt sein, sondern sollte durch die folgenden Ansprüche definiert sein.

## Zusammenfassung

### Fluidpumpvorrichtung

[0090] Axialkolben-Fluidpumpvorrichtung, in der Taumelkolben starr mit Armen einer Taumelplatte verbunden sind, die drehbar auf einem Lager angebracht ist, welches an einer Antriebswelle angebracht ist. Die Achse des Lagers liegt unter einem spitzen Winkel zur Achse der Welle. Die Taumelkolben bewegen sich innerhalb von Zylindern, deren Bohrungen um die Achse der Welle angeordnet sind. In einem Ausführungsbeispiel werden die Kolben durch Blattfedern unterstützt und radial nachgiebige Verbindungsstangen und das Kurbelgehäuse sind umschlossen.

(**Fig. 1**)

**Patentansprüche**

1. Axialkolben-Fluidpumpvorrichtung, aufweisend:

- eine Antriebswelle;
- einen eine Bohrung aufweisenden Zylinder;
- einen Fluideinlass und einen Fluidauslass in Kommunikation mit jeder Zylinderbohrung;
- ein auf der Welle angebrachtes Lager, wobei die Mittellinie des Lagers unter einem Winkel zur Wellenachse liegt;
- einen Kolbenträger, der am Lager angebracht ist; und
- einen Taumelkolben, der für eine Hin- und Herbewegung in der Bohrung bei Drehung der Welle am Kolbenträger angebracht ist; und
- eine Blattfeder, die den Kolben im Zylinder unterstützt.

2. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher das Lager auf einer Nabe angebracht ist, die auf der Welle angebracht ist, wobei die Achse der Nabe unter einem spitzen Winkel zur Wellenachse liegt, so dass die Nabenachse eine Präzession um die Wellenachse ausführt, wenn die Welle gedreht wird.

3. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher die Zylinderbohrung parallel zur Achse der Welle liegt.

4. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher drei der Blattfedern den Kolben unterstützen.

5. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher die Blattfeder zwischen dem Kolbenträger und einem Gehäuse angebracht ist.

6. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 5, in welcher das Gehäuse den Zylinder haltet.

7. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 6, in welcher das Gehäuse die Welle haltet.

8. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 5, in welcher der Kolbenträger und die Blattfeder umschlossen sind und eine äussere Fläche des Zylinders freiliegt.

9. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher der Kolben eine axial steife und radial nachgiebige Verbindungsstange aufweist, die mit dem Kolbenträger verbunden ist.

10. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 9, in welcher die Verbindungsstange starr mit dem Kolbenträger verbunden ist.

11. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 10, in welcher die Verbindungsstange starr an einem Kopf

des Kolbens befestigt ist.

12. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher eine Fläche innerhalb des Zylinders, die auf den Kolben gerichtet ist, die Form eines Schnittes eines Konus aufweist.

13. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, ferner aufweisend ein Zylinderhalteteil und ein Gehäuse, wobei der Zylinder zwischen dem Zylinderhalteteil und dem Gehäuse positioniert ist.

14. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 13, in welcher das Zylinderhalteteil eine konisch zulaufende Einführungsfläche aufweist, die in den Zylinder führt.

15. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher der Fluideinlass im Kolben vorgesehen ist.

16. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 15, ferner aufweisend ein Gehäuse, und in welcher der Fluidauslass in diesem Gehäuse vorgesehen ist.

17. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, in welcher die Blattfeder so angebracht ist, dass sie in einer Ebene senkrecht zu einer Längsachse der Welle nicht rotiert.

18. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 1, aufweisend mehrere Zylinder und eine entsprechende Anzahl von Kolben.

19. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 17, aufweisend mehrere Blattfedern, die die Kolben unterstützen.

20. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 19, in welcher die Blattfedern und der Kolbenträger umschlossen sind.

21. Axialkolben-Fluidpumpvorrichtung aufweisend

- eine Antriebswelle;
- einen eine Bohrung aufweisenden Zylinder;
- einen Fluideinlass und einen Fluidauslass in Kommunikation mit jeder Zylinderbohrung;
- ein auf der Welle angebrachtes Lager, wobei die Mittellinie des Lagers unter einem Winkel zur Wellenachse liegt;
- einen Kolbenträger, der am Lager angebracht ist; und
- einen Taumelkolbenkopf, der eine radial nachgiebige Verbindungsstange aufweist, die den Taumelkolben am Kolbenträger für eine hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in der Bohrung bei Drehung der Welle anbringt.

22. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 21, in welcher die Verbindungsstange starr am Kolbenträger

ger befestigt ist.

23. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 21, in welcher die Verbindungsstange starr an einem Kopf des Kolbens befestigt ist.

24. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 21, in welcher die Verbindungsstange starr am Kolben und am Kolbenträger befestigt ist und in welcher das Verhältnis der maximalen durch die Stange auf den Kolben ausgeübten radialen Kraft, dividiert durch die maximale axiale Kraft, die von der Stange auf den Kolben ausgeübt wird, kleiner als oder gleich 0,05 ist.

25. Fluidpumpvorrichtung, aufweisend

- eine Antriebswelle;
- ein Gehäuse;
- mehrere röhrenförmige Zylinder mit Bohrungen, die symmetrisch um die Achse der Welle angeordnet sind, wobei ein Ende jedes Zylinders auf das Gehäuse gerichtet ist und das andere Ende offen sind,
- Fluideinlass- und -auslassventile, die mit jeder Zylinderbohrung kommunizieren;
- einen Kolbenträger, der auf einem Lager unter einem spitzen Winkel zur Wellenachse so drehbar angebracht ist, dass der Kolbenträger um die Wellenachse bei Drehung der Welle eine Präzession ausführt; und
- mehrere Taumelkolben, einer für jeder der Zylinder, wobei jeder solcher Kolben am Kolbenträger befestigt ist und in einer jeweiligen Zylinderbohrung so angeordnet und abgedichtet ist, dass er bei der Präzession des Kolbenträgers in der Zylinderbohrung hin- und hergeht; und
- eine Einfassung, die den Kolbenträger und die offenen Enden der Zylinder umschliesst und äussere Oberflächen der Zylinder nicht umschliesst.

26. Fluidpumpvorrichtung, aufweisend

- eine Antriebswelle;
- ein Gehäuse;
- mehrere Zylinder mit Bohrungen, die symmetrisch um die Achse der Welle angeordnet sind, offenen Enden und äusseren Oberflächen,
- Fluideinlass- und -auslassventile, die mit jeder Zylinderbohrung kommunizieren;
- einen Kolbenträger, der auf einem Lager unter einem spitzen Winkel zur Wellenachse so drehbar angebracht ist, dass der Kolbenträger um die Wellenachse bei Drehung der Welle eine Präzession ausführt; und
- mehrere Taumelkolben, einer für jeder der Zylinder, wobei jeder solcher Kolben am Kolbenträger befestigt ist und in einer jeweiligen Zylinderbohrung so angeordnet und abgedichtet ist, dass er bei der Präzession des Kolbenträgers in der Zylinderbohrung hin- und hergeht; und
- mehrere Blattfedern, die den Kolbenträger unterstützen.

27. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 26, ferner aufweisend eine Einfassung, die den Kolbenträger, die offenen Enden der Zylinder und die Blattfedern umschliesst und die äusseren Oberflächen der Zylinder nicht umschliesst.

28. Fluidpumpvorrichtung nach Anspruch 27, ferner aufweisend ein Gehäuse an einem Ende der Zylinder entgegengesetzt vom offenen Ende, wobei das Gehäuse die Zylinder, die Welle und die Einfassung trägt.

Es folgen 21 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

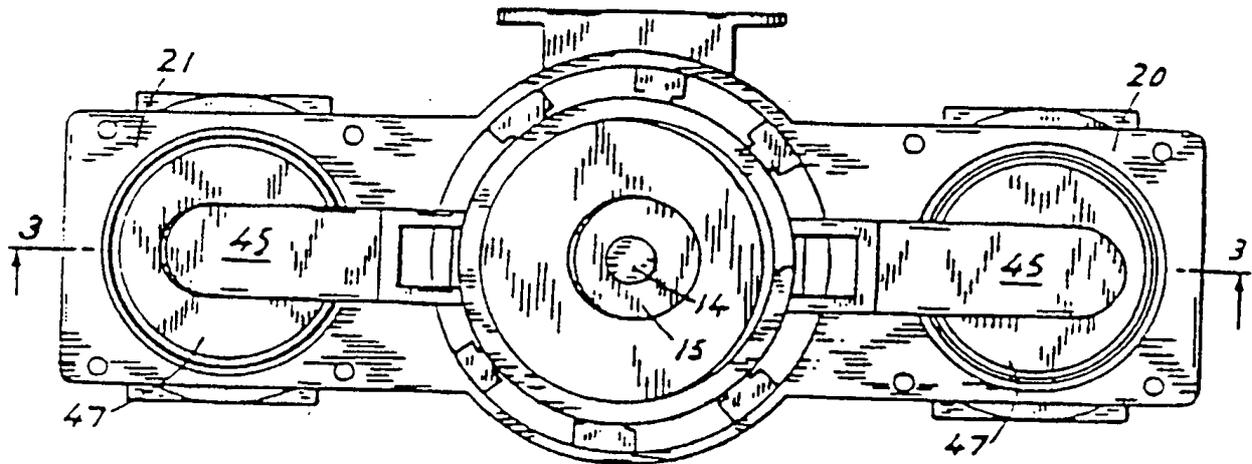
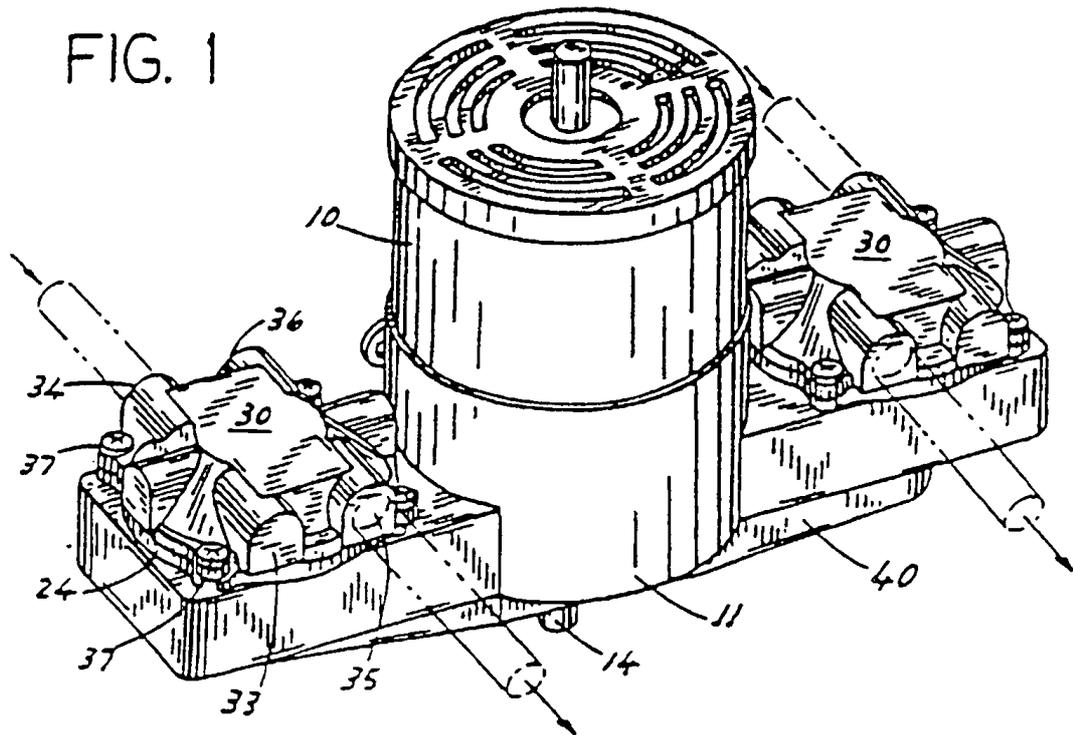


FIG. 2

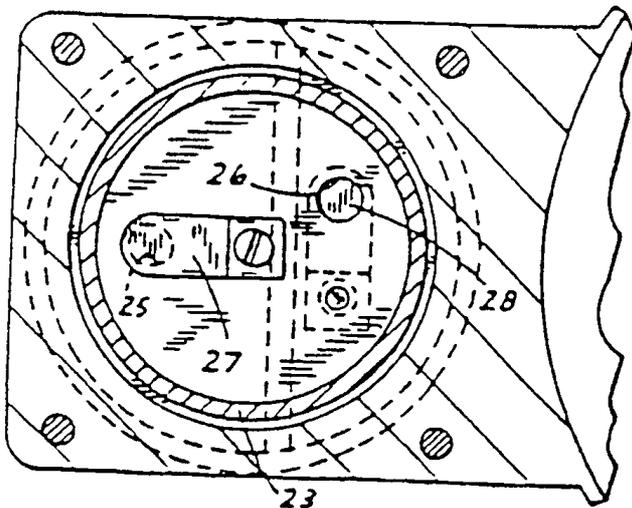


FIG. 5



FIG. 4

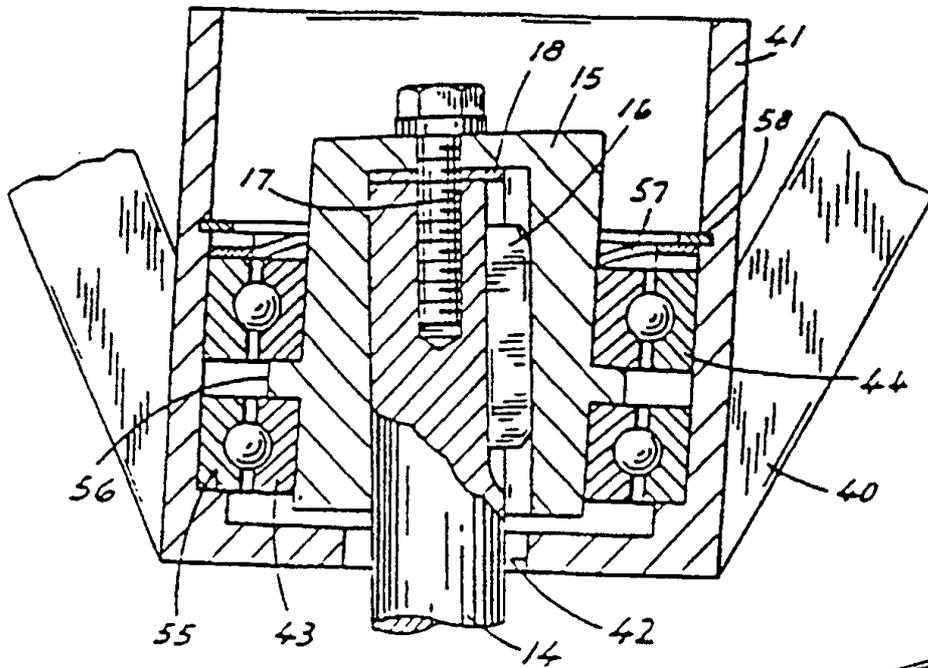


FIG. 7

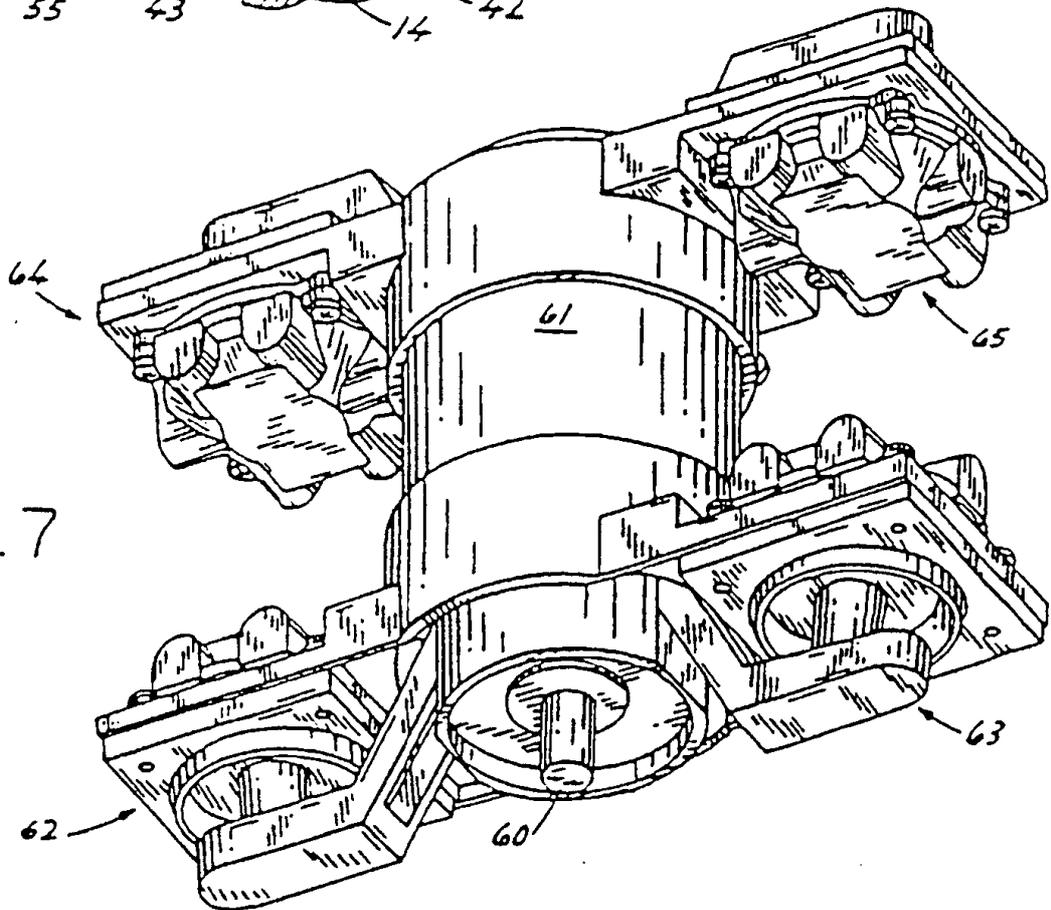


FIG. 8a

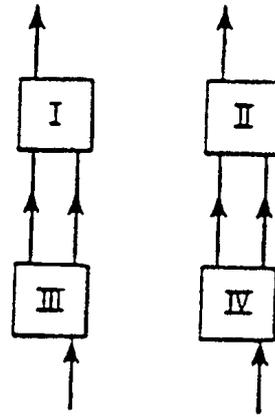


FIG. 8b

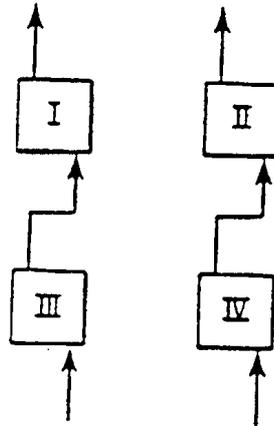


FIG. 8c

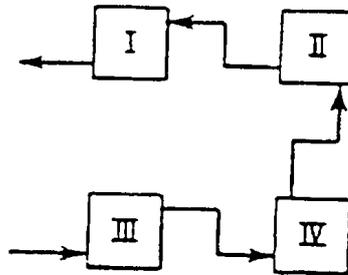
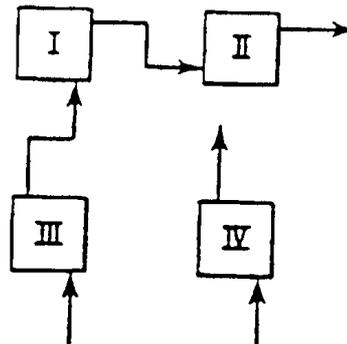


FIG. 8d



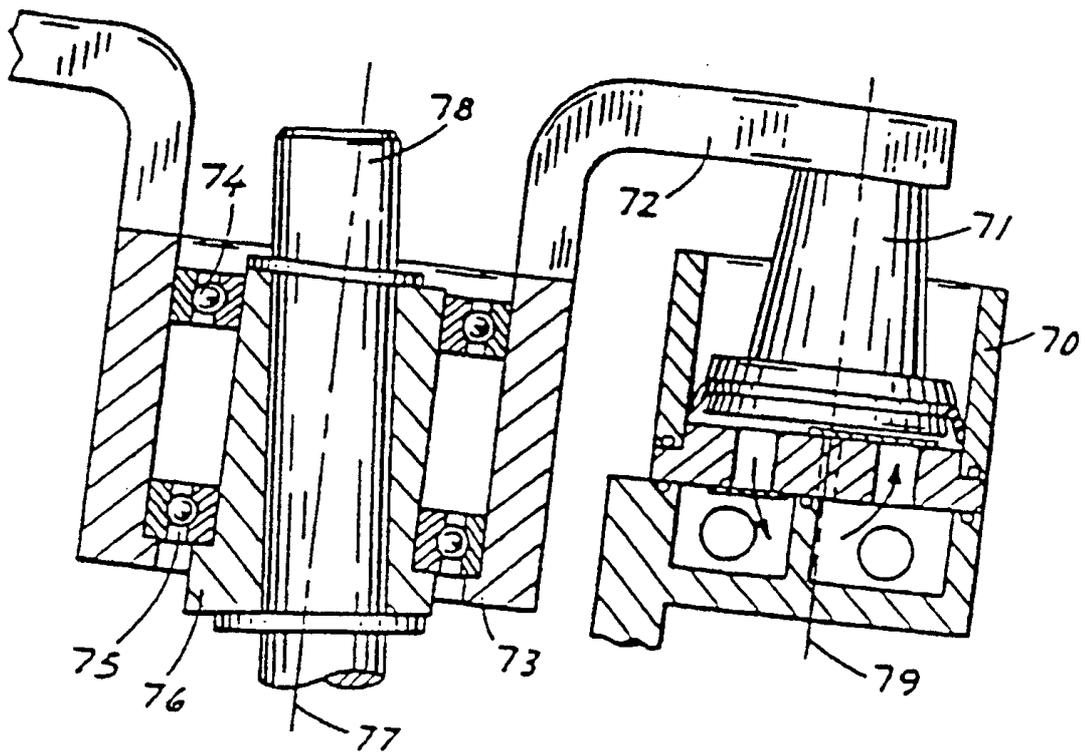


FIG. 9

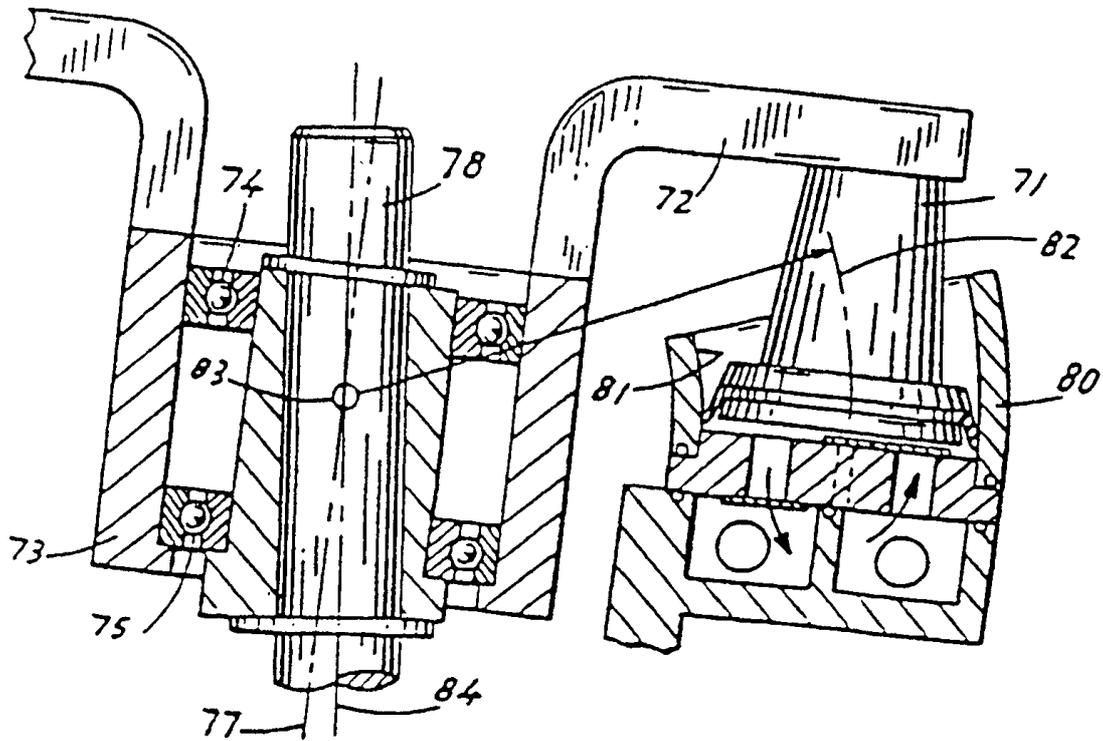
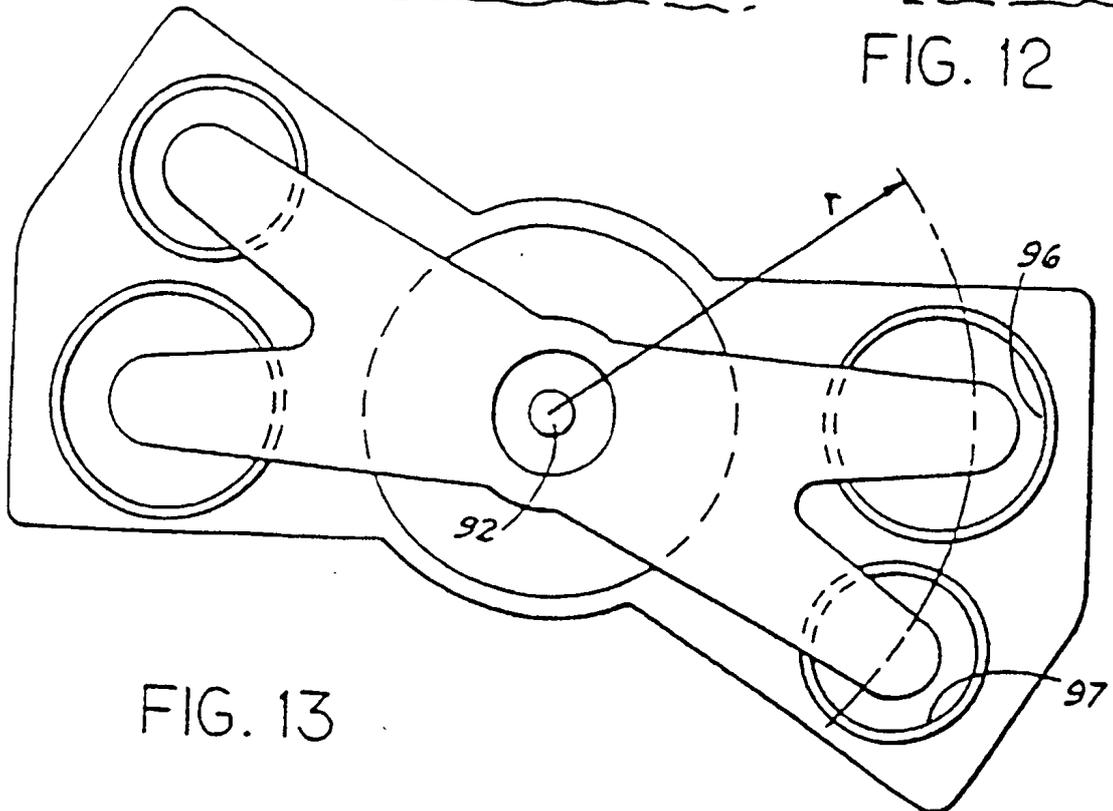
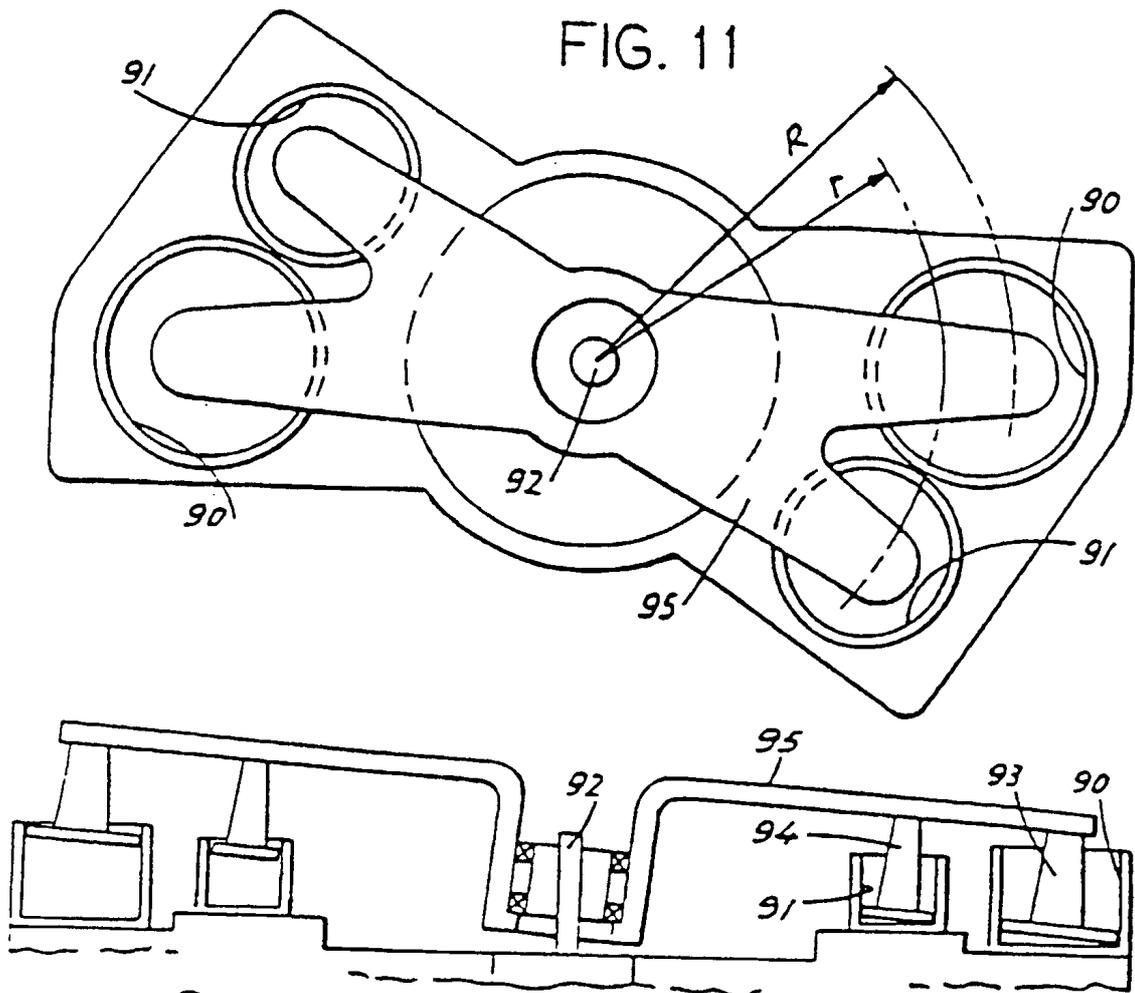


FIG. 10



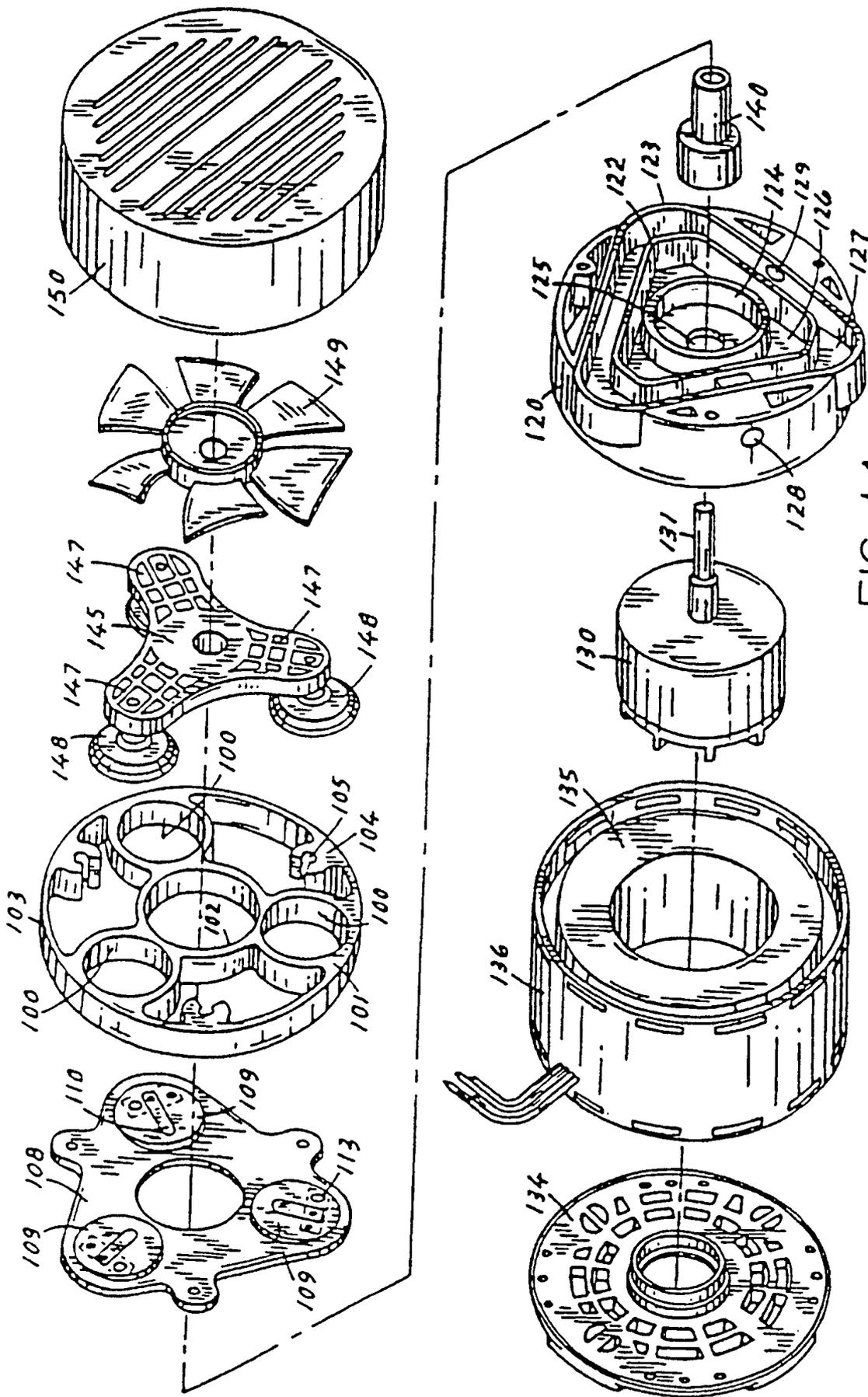


FIG. 14

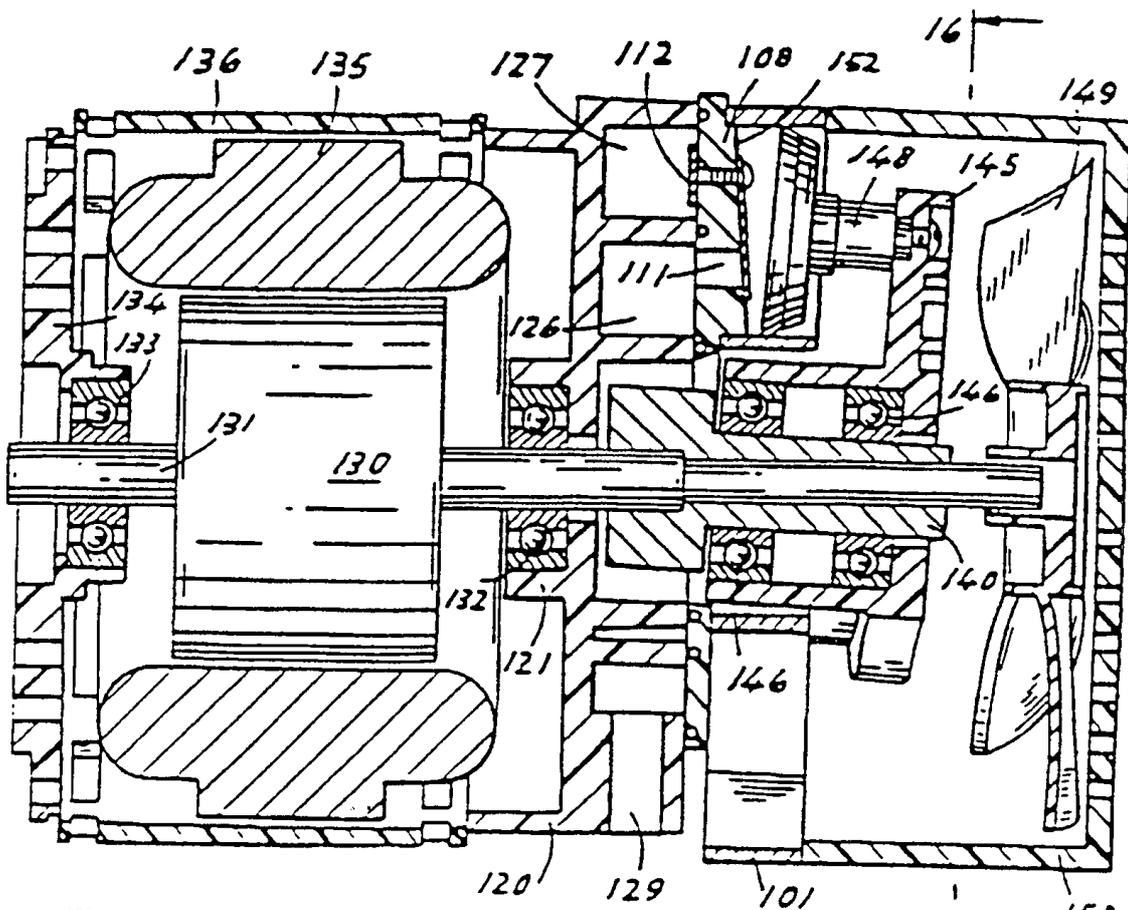


FIG. 15

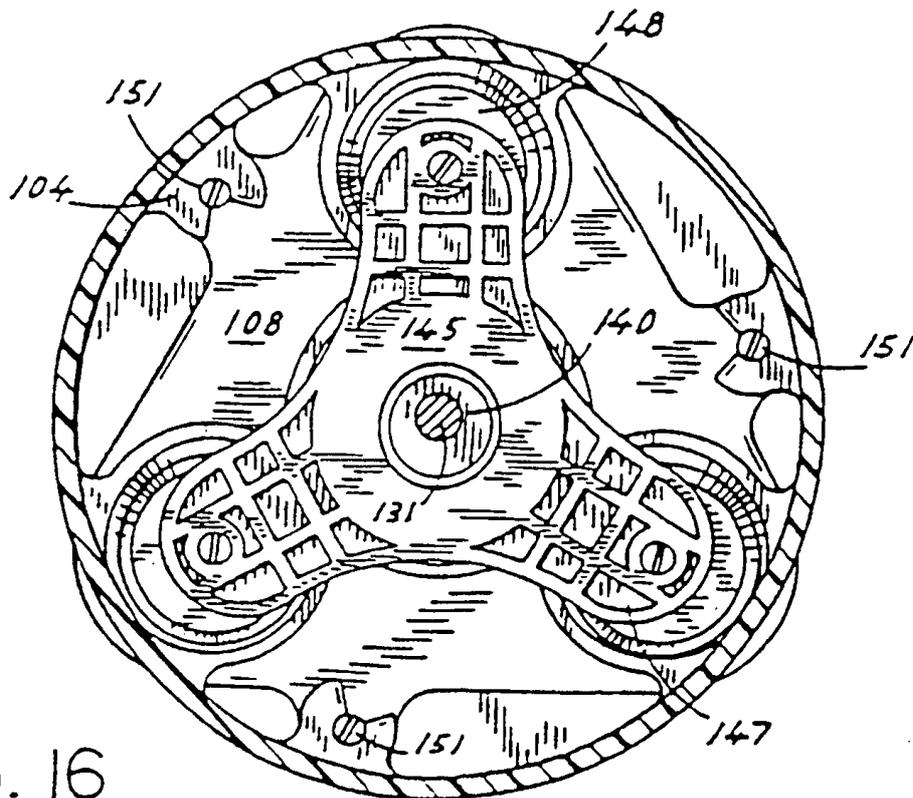


FIG. 16

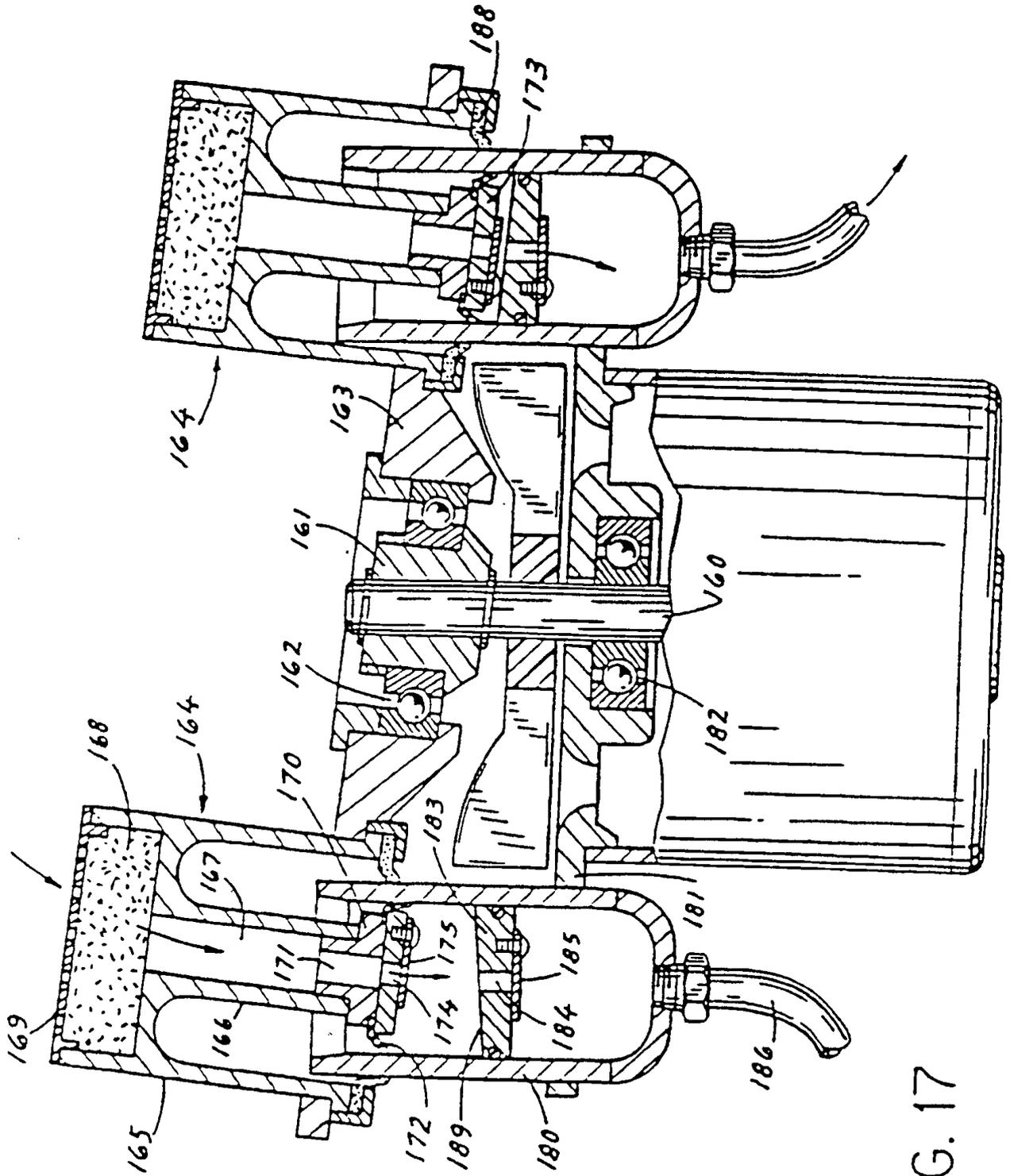


FIG. 17

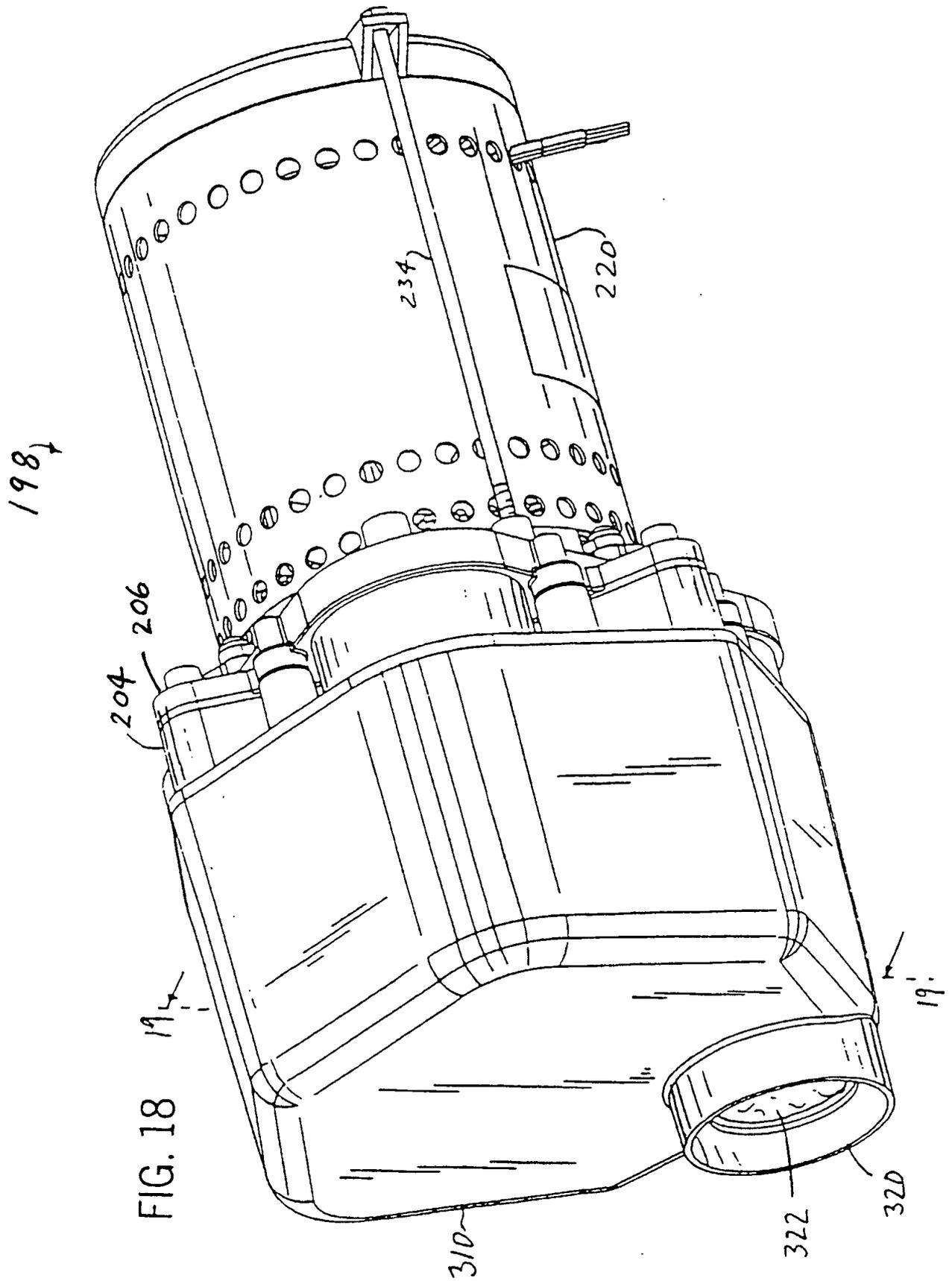
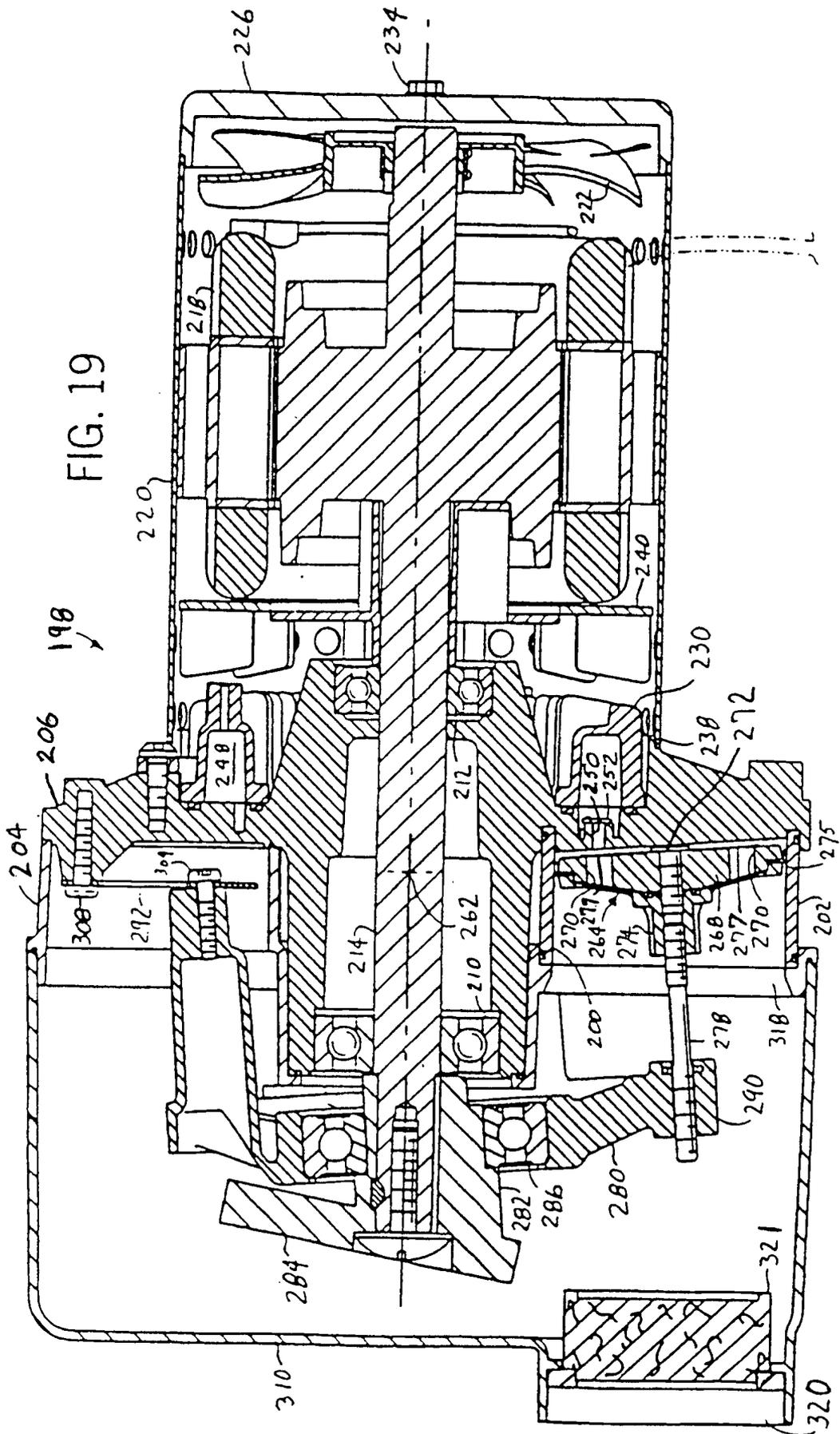


FIG. 18



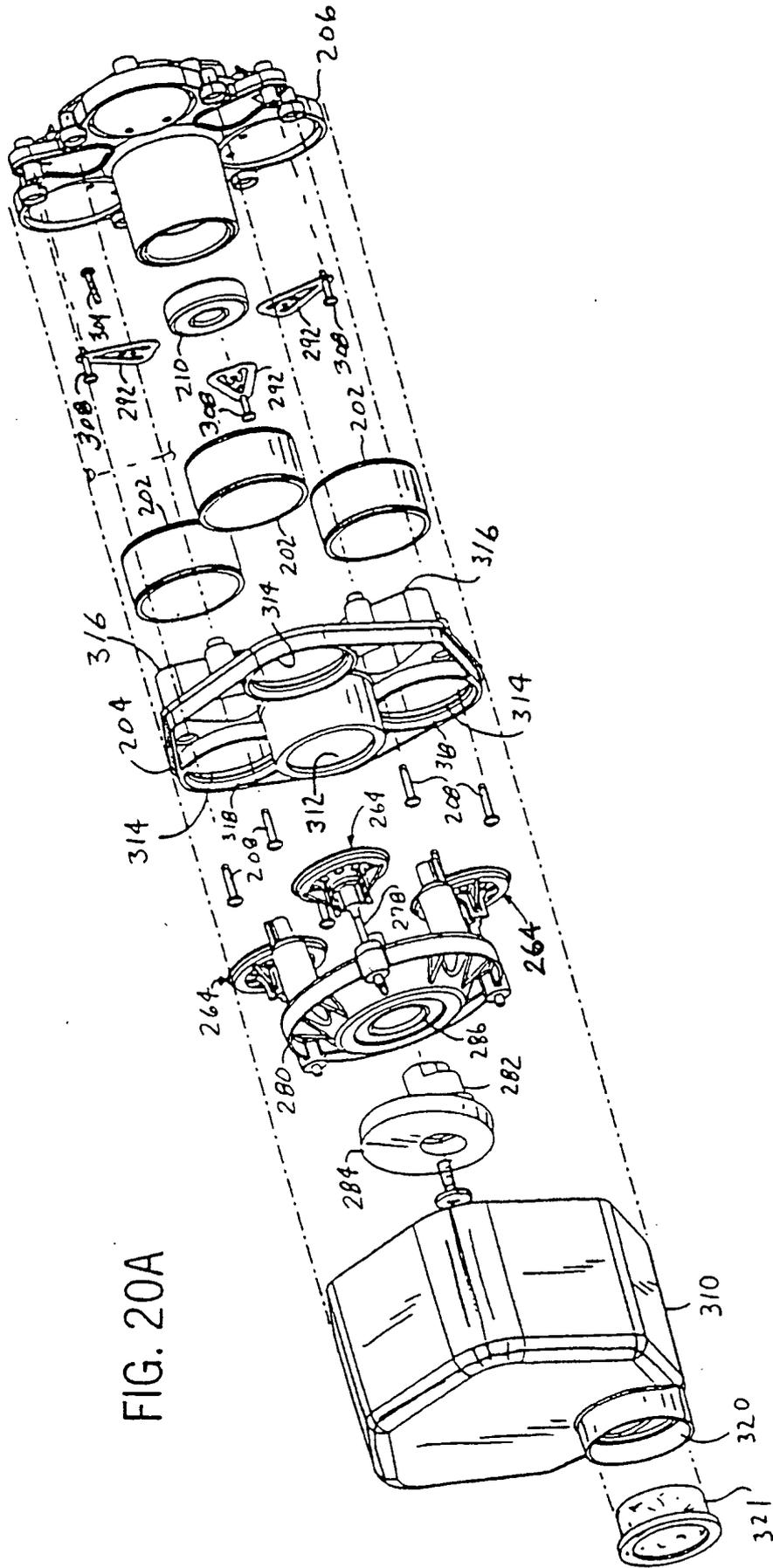


FIG. 20A

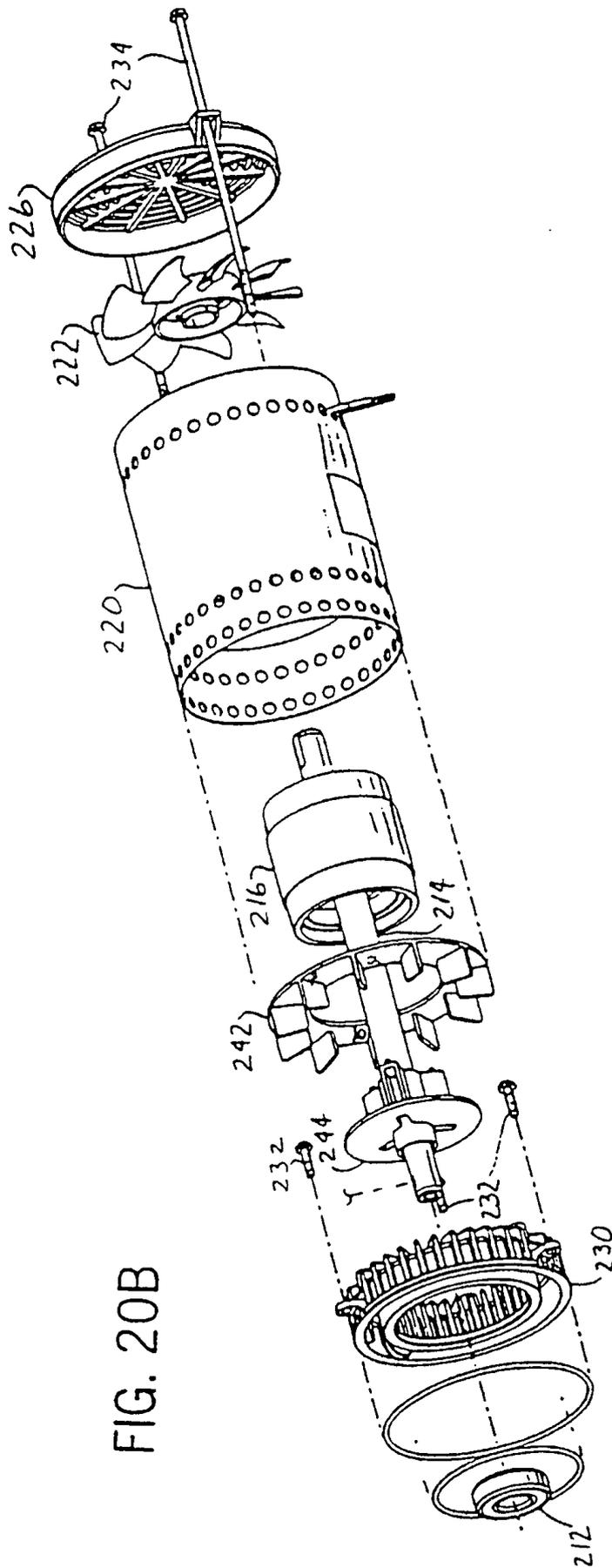
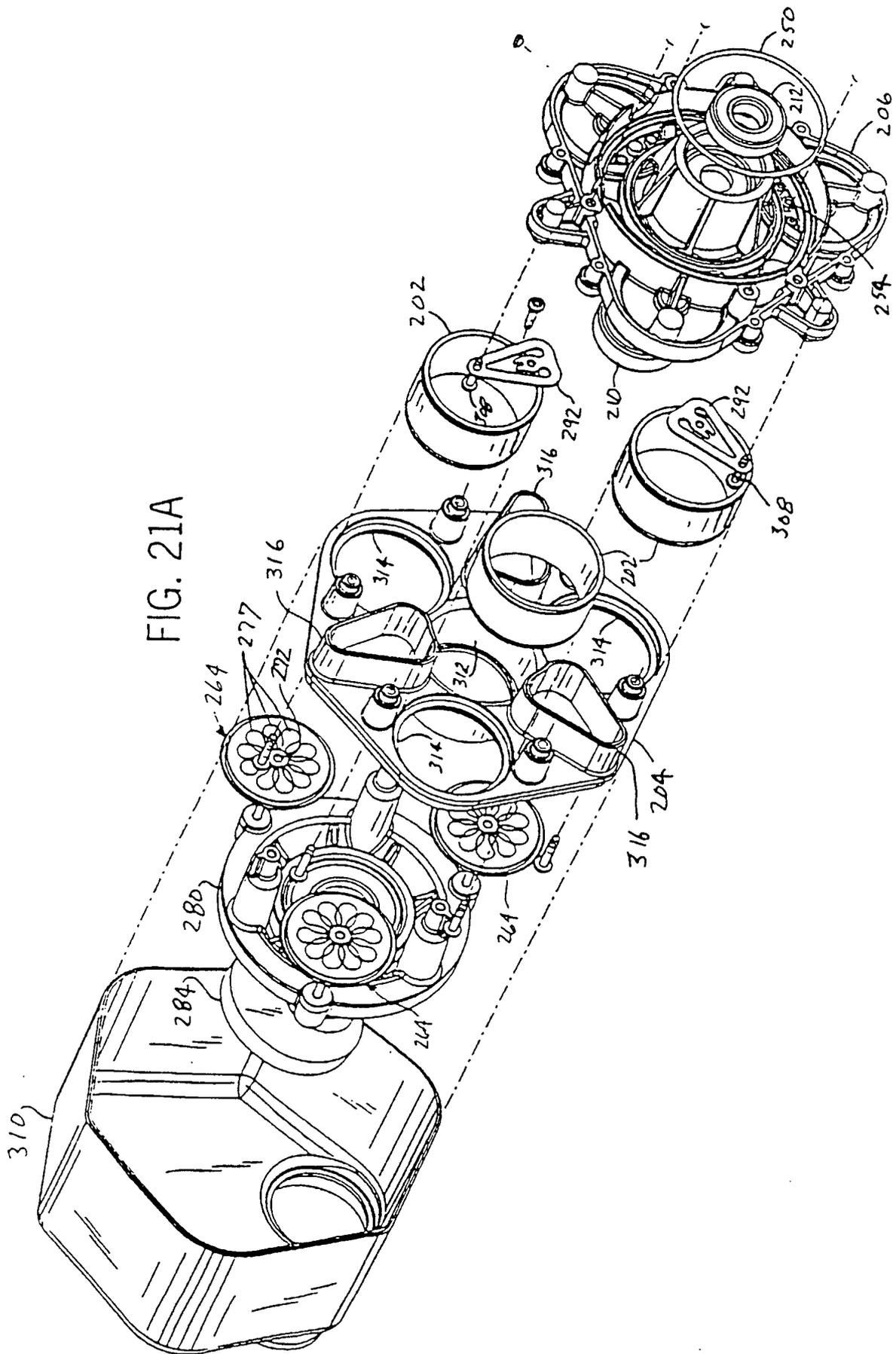
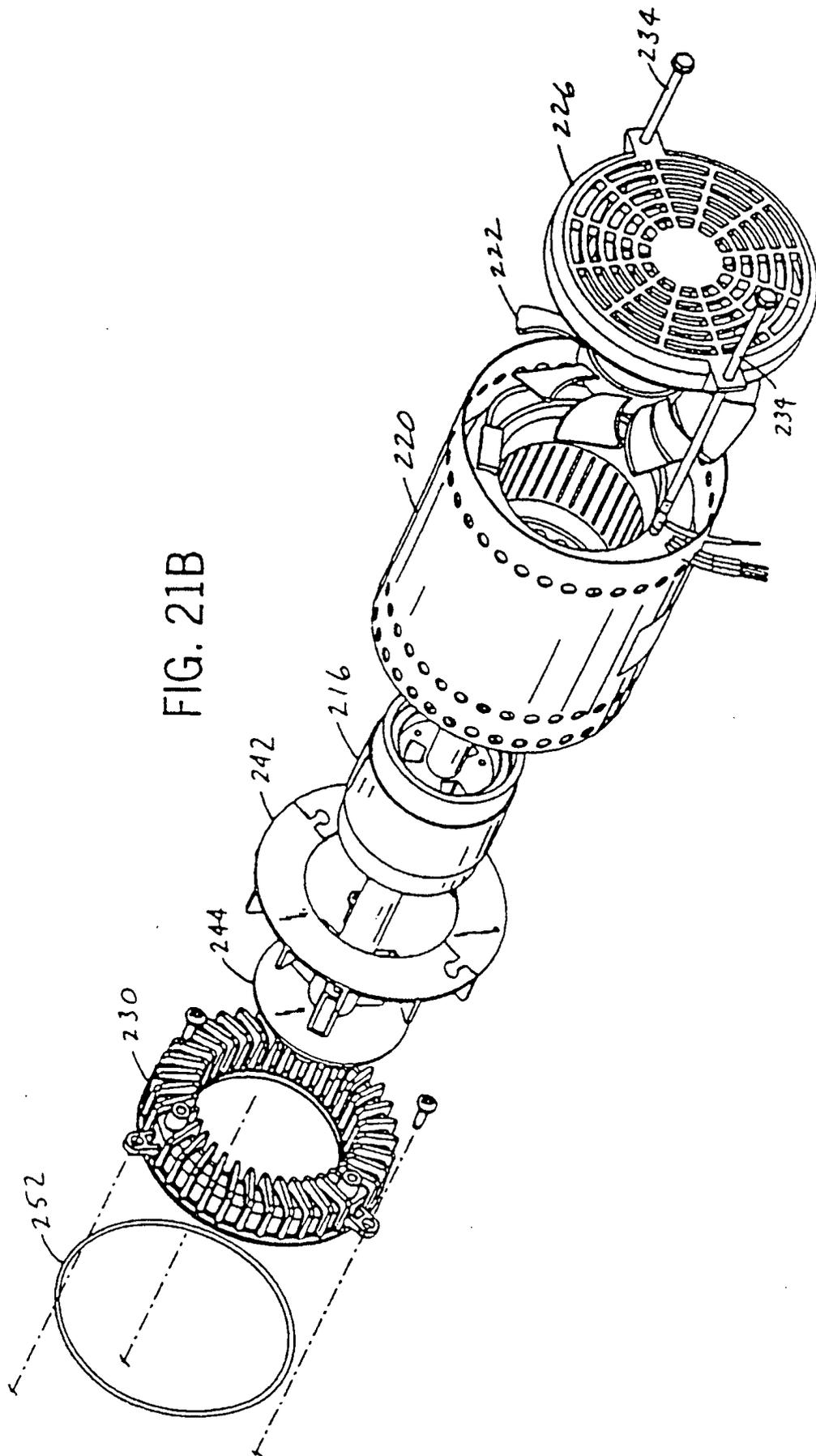
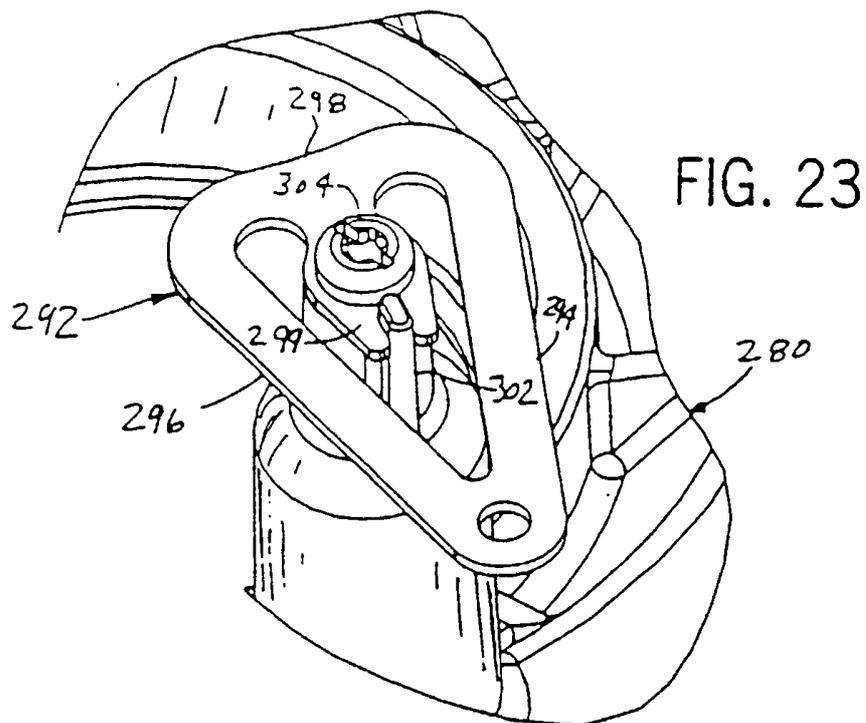
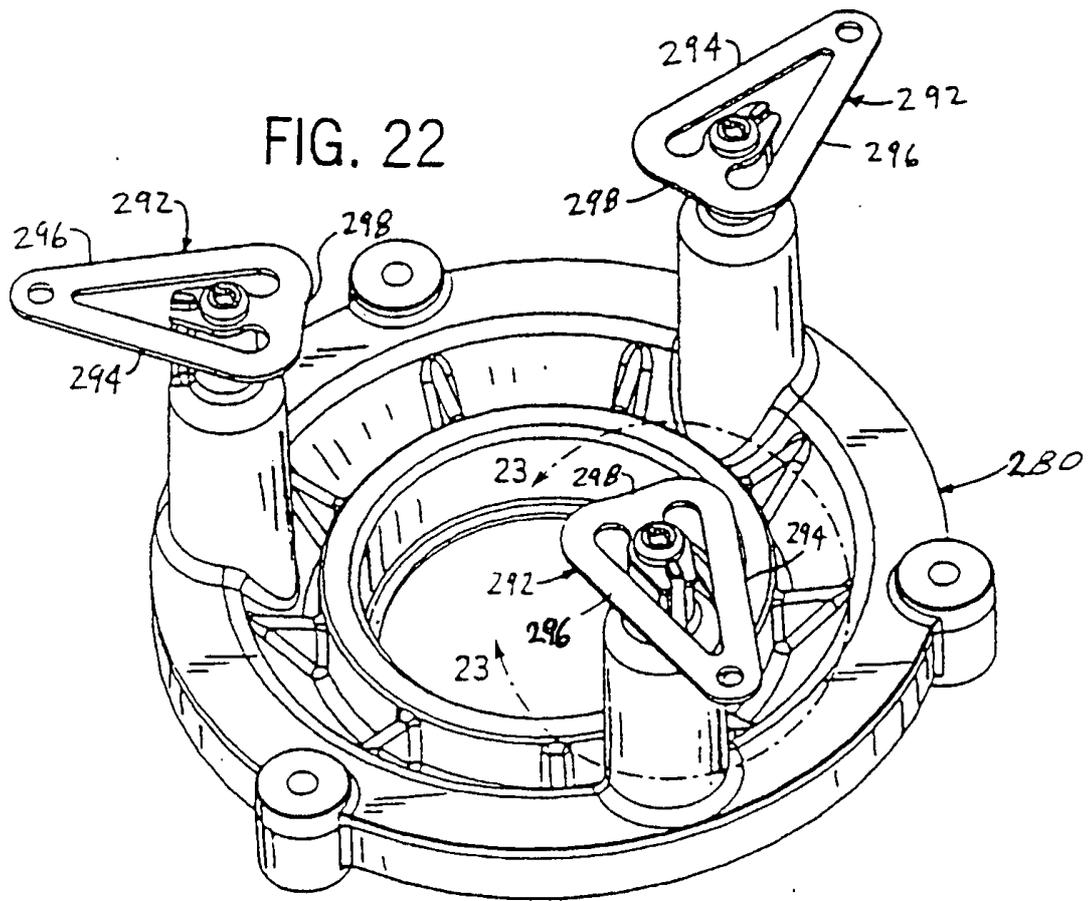


FIG. 20B







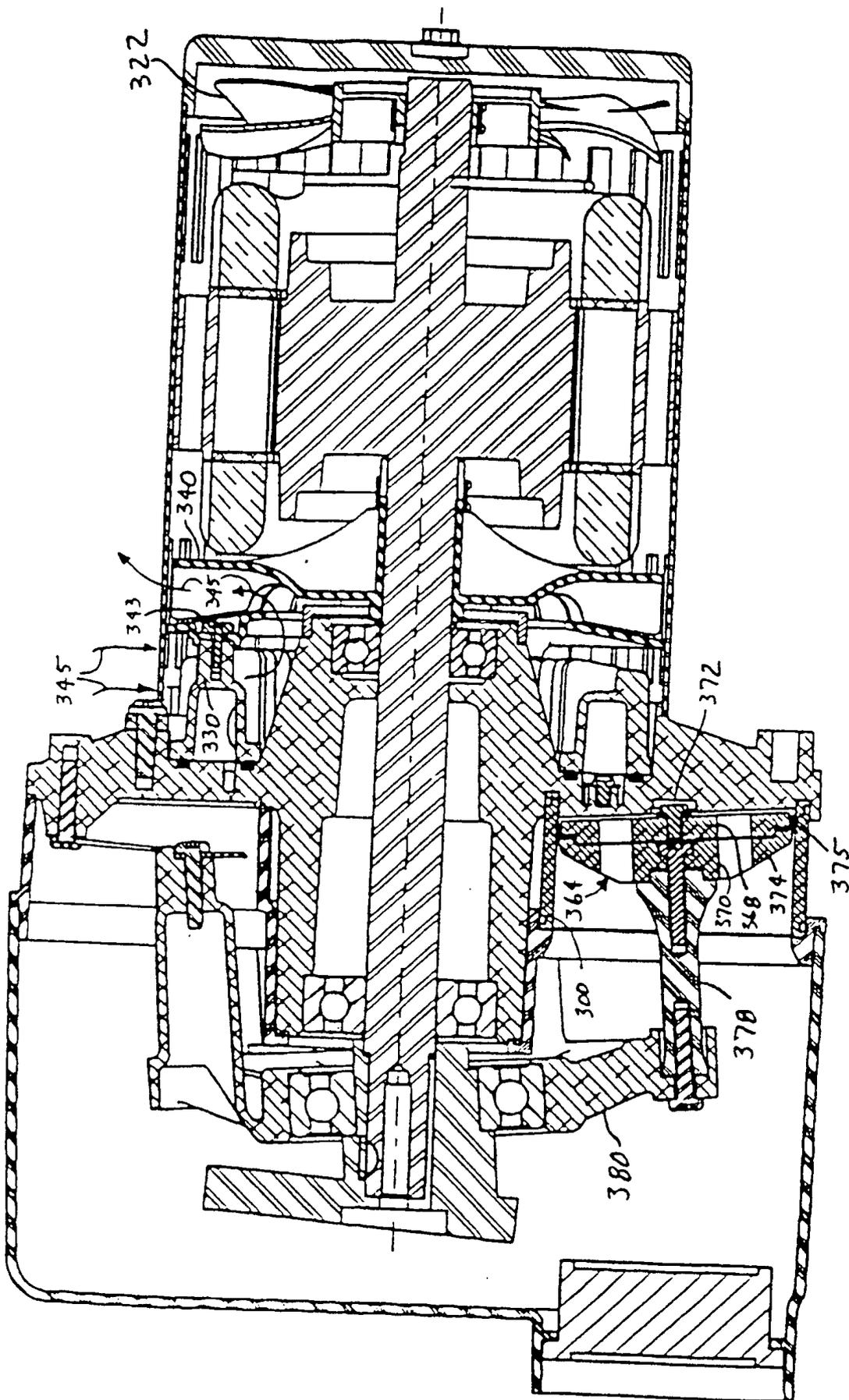


Fig. 24

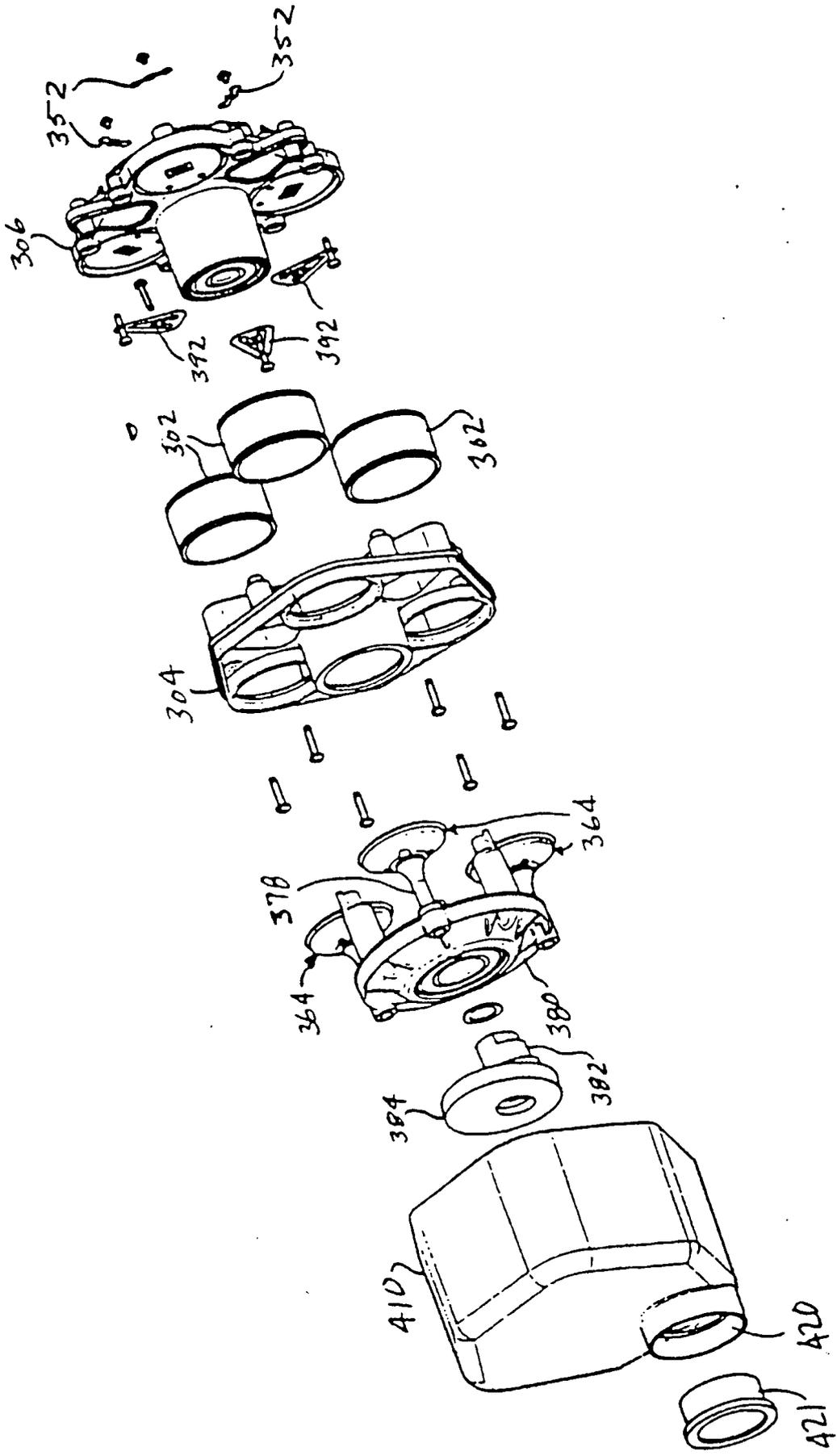


Fig. 25 A

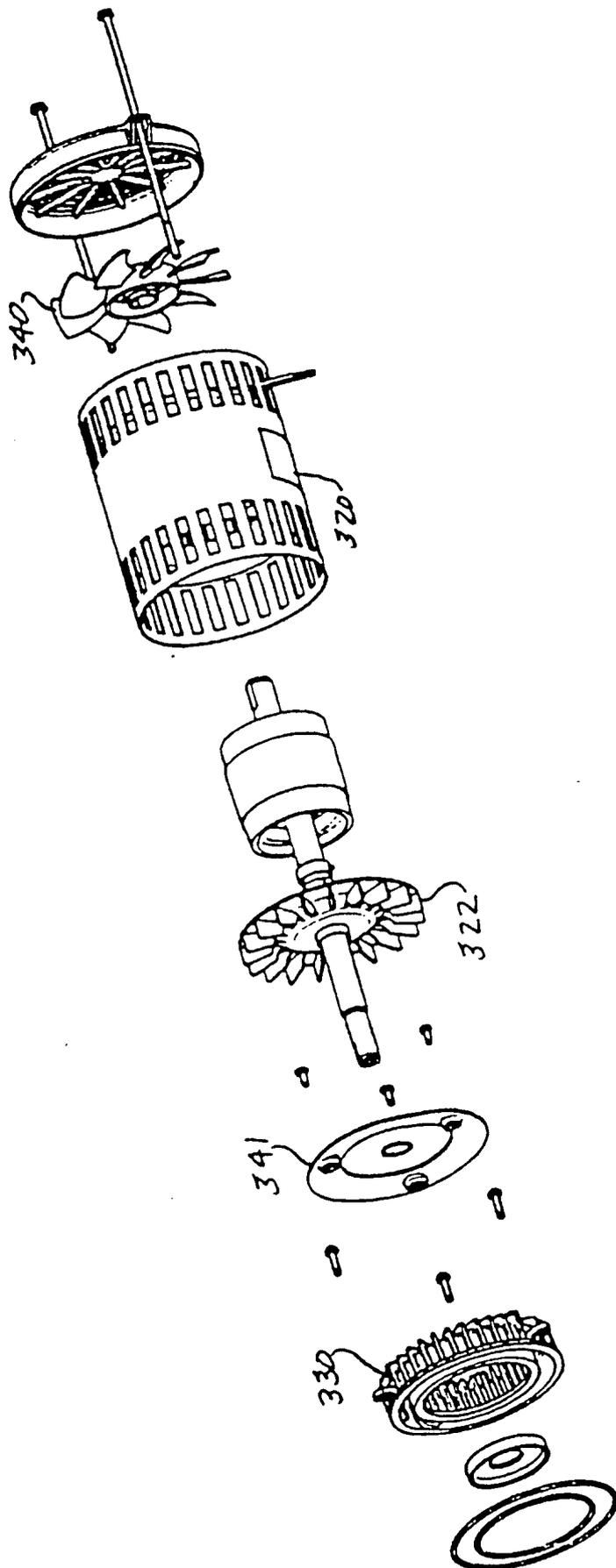


Fig. 25B

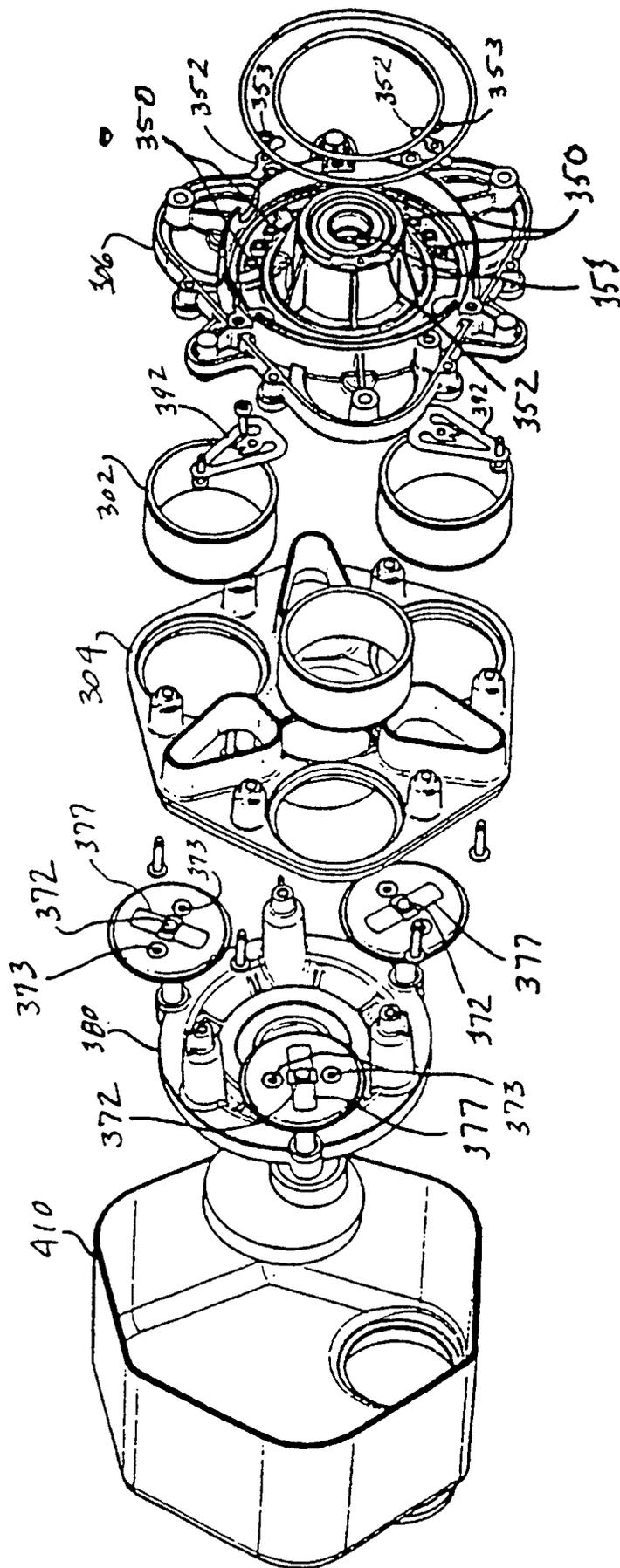


Fig. 26A

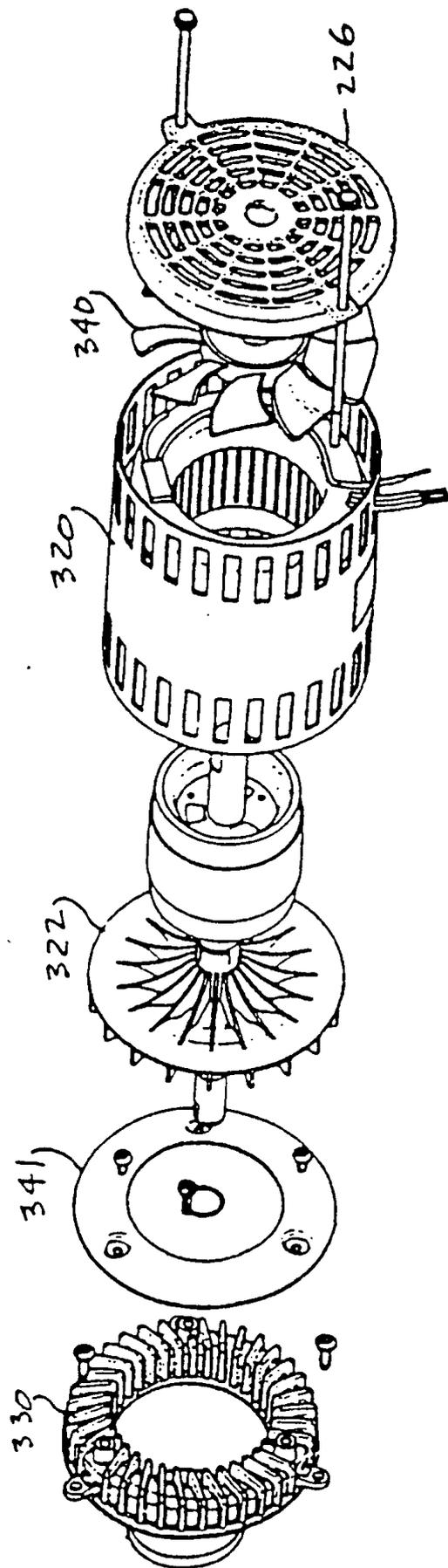


Fig. 26 B