



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


Anmeldenummer: 86100216.0


Int. Cl.⁴: H 05 B 6/02


Anmeldetag: 09.01.86


Priorität: 18.03.85 US 712744


Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.09.86 Patentblatt 86/39


Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE


Anmelder: TOCCO, INC.
Sand Mountain Industrial Park
Boaz Alabama 35957(US)


Erfinder: Vickers, Robert Vernon
147 Hawthorne Drive
Chagrin Falls Ohio 44002(US)


Vertreter: Vollbach, Hans, Dipl.-Ing. et al,
Patentanwälte Dipl.-Ing. Buschhoff Dipl.Ing Hennicke
Dipl.-Ing. Vollbach Kaiser-Wilhelm-Ring 24
D-5000 Köln 1(DE)


Einrichtung zum induktiven Erhitzen von Ventilsitzen sowie Verfahren zur Anwendung der Einrichtung.


Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum induktiven Erhitzen des Ventilsitzes (12) eines Maschinenteils bzw. des Motorkopfes einer Brennkraftmaschine unter Verwendung unmagnetischer Distanztücke (90) am Induktor (45), die in Anlage gegen den Ventilsitz (12) gebracht werden, um den erforderlichen induktiven Kopplungsspalt einzustellen. Ferner ist zur Ausrichtung des Induktors gegenüber dem Ventilsitz eine Zentriernase (86) vorgesehen, die sich bei der Zustellbewegung des Induktors in die Ventilschaftbohrung (21) schiebt und dabei im Zusammenwirken mit einer raumgelenkigen Kupplung zwischen Induktor (45) und Support (26) die Konzentrität zwischen Ventilsitz (12) und Induktor (45) bewirkt, wobei auch Winkelabweichungen zur Achse des Ventilsitzes kompensiert werden.

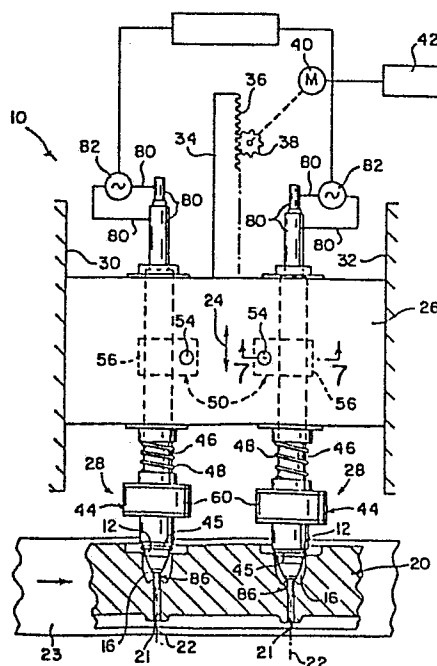


FIG. 1

Aktenz.:

Reg.-Nr.

Tc 201 EU

bitte angeben

KÖLN, den 6.1.1986
vo/ka

Arm.: TOCCO, Inc.
Sand Mountain Industrial Park, Boaz, Alabama 35957 (USA)

Titel: Einrichtung zum induktiven Erhitzen von Ventilsitzen
sowie Verfahren zur Anwendung der Einrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf die Wärmebehandlung von Ventilsitzen und insbesondere auf einen Ventilsitz-Induktor sowie ein Verfahren zur Anwendung desselben beim induktiven Erhitzen der Ventilsitze eines Maschinenteils, wie insbesondere eines Motorkopfes od.dgl.

Die Erfindung ist bevorzugt für das induktive Erhitzen der Ventilsitze an den Auslaßventilen oder von Ventilsitzeinsätzen bei Brennkraftmaschinen bestimmt und wird im folgenden in diesem Zusammenhang näher erläutert, obwohl sie breitere Anwendung hat und bei anderen Einsatzfällen zur Anwendung kommen kann, wo eine genaue Positionierung des Induktors gefordert wird, um eine gleichmäßige Erhitzung der Behandlungsfläche unabhängig von Fertigungstoleranzen in der Lage der Behandlungsfläche und auch unabhängig von Ausrichtungsfehlern bei der Positionierung des Induktors gegenüber der Behandlungsfläche zu erreichen.

Die konischen Ventilsitze an den Motor- bzw. Zylinderköpfen der Brennkraftmaschine werden üblicherweise induktionsgehärtet, um die Verschleißigenschaften der mit den Tellerventilen zusammenwirkenden Ventilsitzflächen zu verbessern. Für diesen Zweck hat sich das Induktions-Erhitzungsverfahren weitgehend durchgesetzt. Um hierbei ein zufriedenstellendes

Erhitzungs- und Härtungsergebnis zu erzielen, muß der Induktor exakt gegenüber dem Ventilsitz ausgerichtet werden, bevor er mit dem Hochfrequenzstrom beaufschlagt wird, um die Ventilsitzfläche auf die gewünschte Behandlungstemperatur zu erhitzen. Nach dem Erhitzungsvorgang wird dann der Ventilsitz rasch gekühlt oder abgeschreckt. Um ein gleichmäßiges Härteergebnis zu erzielen, müssen verschiedene Parameter eingehalten werden. Der Induktor muß komplementär zu der Ventilsitzfläche ausgebildet und zu dieser genau positioniert werden, um einen gleichmäßigen induktiven Luft- bzw. Kopplungsspalt und damit eine gleichmäßige magnetische Kopplung zwischen Ventilsitz und Induktor zu erhalten, was Voraussetzung für ein gleichmäßiges Erhitzungsergebnis ist. Diese Verhältnisse müssen bei der Massenfertigung gewährleistet sein, wie sie bei der wirtschaftlichen Fertigung von Kraftfahrzeugmotoren vorliegen. Die hohe Arbeitsgenauigkeit ist schwierig zu erreichen, wenn nicht Sorge dafür getragen wird, daß sich die Induktor-Positioniereinrichtung den fertigungsbedingten Lageabweichungen des Ventilsitzes in radialer und axialer Richtung sowie beim Durchlauf der Werkstücke durch die Erhitzungsstation im Fließbandbetrieb den Schwankungen in der Raumlage des Ventilsitzes gegenüber der Erhitzungseinrichtung anpassen und damit diese Faktoren ausgleichen kann. Da die Induktionseinrichtung im allgemeinen in bezug auf die Fertigungsstraße ortsfest angeordnet ist, wird ihre Arbeitsweise von der Einrichtung mechanisch erzwungen. Die einzelnen Motorteile sind jeweils an einer geeigneten Haltevorrichtung gelagert, die von der Fördereinrichtung der Fertigungsstraße getragen wird. Hierbei können unvermeidbare Änderungen in der Lage zwischen Haltevorrichtung und Werkstück, zwischen Haltevorrichtung und Fördereinrichtung sowie unterschiedliche räumliche Ausrichtungen zwischen den einzelnen Werkstücken und der induktiven Erhitzungseinrichtung sich zu erheblichen Winkelabweichungen addieren.

Die Notwendigkeit zur Erzielung einer hohen Positioniergenauigkeit hat in bezug auf die Induktorpositionierung zu verschiedenen Lösungsvorschlägen geführt. Beispielsweise ist aus dem US-Patent Re 29 046 eine Erhitzungseinrichtung bekannt, bei der einzelne Induktorvorrichtungen in radialer Richtung schwimmend so angeordnet sind, daß sie sich bei der axialen mechanischen Zustellbewegung in Richtung auf den Ventilsitzbereich in Radialrichtung ausrichten können. Diese radiale Ausrichtbewegung wird dadurch erreicht, daß die Induktorvorrichtungen mit Zentriernasen versehen werden, die sich in die Ventilschaftbohrungen schieben, die exakt coaxial zu den Ventilsitzen angeordnet sind. Da der Induktor in der Radialebene, d.h. quer zu seiner Achse frei beweglich gelagert ist, wird er bei seiner Annäherung an den Ventilsitz zwangsläufig mechanisch zu diesem positioniert. Diese Arbeitsweise ist in bezug auf den Ausgleich der innerhalb der Fertigungstoleranzen liegenden Schwankungen in der Raumlage der Ventilsitze höchst wirksam. Die bekannte Lösung ist daher mit bestem Ergebnis überall dort verwendbar, wo sich die mechanische Induktorachse parallel zur Achse des Ventilsitzes befindet. Dies bedeutet, daß die schwimmende Lagerung des Induktors in einer Ebene, die senkrecht zu den Achsen des Ventilsitzes und des Induktors verläuft, zu einer Selbstzentrierung des Induktors in bezug auf diese Achsen führt.

Weitere Vorschläge zur Erzielung der radialen Ausfluchtung ergeben sich aus den US-Patentschriften 4 266 109, 3 837 934, 3 777 096, 3 761 669, 3 743 809 und 3 737 612. Wird die achs-gleiche Ausrichtung zwischen Ventilsitz und Induktor durch die Zentrierwirkung der Zentriernase bewirkt, so ist es außerdem erforderlich, den Induktor auch in seiner Axiallage zu dem Ventilsitz exakt einzustellen. Die wirkliche Tiefenlage der konischen Flächen kann von Ventil zu Ventil und von Motor zu Motor unterschiedlich sein. Die axiale Positionierung muß indes so erfolgen, daß sich der gewünschte induktive

Luft- bzw. Kopplungsspalt ergibt, der im allgemeinen in der Größenordnung von 0,75 mm bis 1,27 mm liegt. Zusätzlich zu dem Erfordernis, einen möglichst gleichmäßigen induktiven Kopplungsspalt und damit eine möglichst gleichmäßige Erhitzung zu erzielen, besteht auch in bezug auf die geforderte Temperatursteuerung eine Wechselbeziehung zwischen der Induktorposition und dem Stromsteuersystem, und zwar insoweit, als beim gleichzeitigen Erhitzen mehrerer Ventilsitze ein Induktionsstromausgleich zwischen den verschiedenen Induktoren vorgesehen wird.

Aus dem oben erwähnten US-Patent Re 29 046 ist eine erfolgreiche Lösung bekannt, bei der eine Gruppe von Induktorvorrichtungen an einem gemeinsamen Support oder Tragrahmen od. dgl. so gelagert ist, daß die Induktoren gleichzeitig gegen die Ventilsitze angestellt werden. Da die Induktoren in radialer Richtung schwimmend gelagert sind, können sie sich einzeln auf ihren Ventilsitz einstellen. Da aber die Tiefenlage der Ventilsitze von Sitz zu Sitz unterschiedlich sein kann, sind die einzelnen Induktorvorrichtungen jeweils federbelastet derart gelagert, daß sie bei der Zustellbewegung des Supports, ggf. gegen die Rückstellkraft ihrer Federvorrichtung, gegen die Ventilsitze angestellt werden können. Sobald sämtliche Induktoren an den Ventilsitzen anliegen, werden die Induktoren einzeln gegenüber dem Support od. dgl. verriegelt, worauf dieser um ein dem gewünschten Kopplungsspalt entsprechendes axiales Maß zurückgefahren wird. Mit dieser Maßnahme läßt sich eine genaue Positionierung bei axialen und radialen Lageabweichungen der Ventilsitzflächen erreichen.

Die bekannte Induktionserhitzungseinrichtung ist allerdings nicht geeignet, Fehler zu kompensieren, die sich aus der Nicht-Parallelität zwischen der Achse der Induktorvorrichtung und der Achse des Ventilsitzes innerhalb der Erhitzungs-

station ergeben. Obwohl man sich bemüht hat, diese Winkelfehler durch sorgfältige Kontrolle des Fertigungsprozesses auszuschalten, ist dies bisher nicht zur Zufriedenheit gelungen. Zwar können die Winkelfehler zum Teil durch Ablenkung oder durch das in der Vorrichtung vorhandene innere Spiel kompensiert werden; dies führt jedoch zu zusätzlichen Beanspruchungen an den betreffenden Teilen und kann zu einem vorzeitigen Versagen der Teile führen. Zu einem erheblichen Teil werden die Winkelfehler durch das Bewegungsspiel der Zentriernase in der Ventilschaftbohrung ausgeglichen. Die Zentriernase dringt hierbei nur auf verhältnismäßig kurzer Länge in die Ventilschaftbohrung, im allgemeinen mit einer Länge von 12,7 mm bis 15,8 mm. Diese geringe Eingriffstiefe in Verbindung mit dem verhältnismäßig großen Bewegungsspiel der Zentriernase in der Ventilschaftbohrung ermöglicht es, die genannten Fluchtungsfehler in gewissem Umfang auszugleichen, ohne daß es zu Beanspruchungen der Vorrichtung kommt. Das hierfür erforderliche größere Bewegungsspiel der Zentriernase in der Ventilschaftbohrung geht jedoch zu Lasten der genauen Konzentrizität zwischen den genannten Teilen. Außerdem bedeutet jede tolerierte Winkellage zwangsläufig eine gewisse Ungleichförmigkeit des Kopplungsspalt, wenn der Induktor vom Flächenkontakt mit dem Ventilsitz in die Erhitzungsposition zurückgestellt wird. Obwohl sich mit der bekannten Einrichtung eine beträchtliche Verbesserung des Erhitzungsergebnisses erreichen läßt, besteht insgesamt die Forderung nach einer Einrichtung, mit der sich auch die Nicht-Parallelität zwischen den Achsen des Ventilsitzes und der Induktorspule kompensieren läßt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Induktionserhitzungseinrichtung bzw. einen Induktor sowie ein Verfahren zu schaffen, mit der bzw. mit dem sich zusätzlich zu der genauen axialen und radialen Positionierung des Induktors gegenüber dem Ventilsitz auch die Fehler kompensieren lassen, die sich

aus der Nicht-Parallelität der gerätebedingten Induktorachse und der vor allem von der Fördereinrichtung bzw. dem Werkstück selbst bedingten Raumlage der Ventilsitzachse ergeben. Dabei soll die Anordnung in möglichst einfacher, zuverlässiger und wirtschaftlicher Weise vorteilhafterweise so getroffen werden, daß die gewünschte Konzentrizität zwischen Induktor und Ventilsitz unabhängig von Winkelabweichungen zwischen Induktor und förderergebundenem Werkstück mechanisch erzwungen wird.

Die Erfindung ist demgemäß auf eine Einrichtung zum induktiven Erhitzen der konischen Ventilsitzfläche einer Ventilöffnung oder eines Maschinenteils mit axial zu der Ventilsitzfläche angeordneter Ventilschaftbohrung gerichtet, die mit einem Induktor, der eine zur konischen Ventilsitzfläche komplementäre Konusfläche aufweist, ferner mit einem Support, Tragrahmen od.dgl. zur Anstellung des Induktors gegen den Ventilsitz, wobei die Achse der Induktorfläche im wesentlichen parallel zur Ventilsitzachse verläuft, ferner mit einer zwischen dem Induktor und dem Support od. dgl. wirksamen Lagervorrichtung, die zur Ausrichtung der konischen Flächen eine Radialbewegung des Induktors gestattet, und schließlich mit einer länglichen Zentriernase versehen ist, deren koaxial zur konischen Ventilsitzfläche angeordnete zentrische Fläche sich bei der Anstellbewegung des Supports od.dgl. mit engem Gleitsitz in die Bohrung der Ventilöffnung einschiebt und dabei unter Ausgleich in der Lagervorrichtung die genannten Achsen zur Deckung bringt. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Lagervorrichtung zur achsgleichen Ausrichtung der konischen Flächen zugleich Winkelbewegungen des Induktors gestattet und daß an der genannten Konusfläche des Induktors eine nicht-magnetische Abstandshalterung fest angeordnet ist, deren äußere Bezugsfläche sich auf einer im vorbestimmten Abstand zu dem Induktor liegenden konischen Fläche befindet und dadurch die vorschriftsmäßige Konzentrizität und den vor-

schriftsmäßigen Axialabstand zwischen den konischen Flächen des Ventilsitzes und des Induktors bewirkt. Die genannte Abstandshalterung besteht vorzugsweise aus keramischem Werkstoff; sie ist zweckmäßigerweise mehrteilig ausgebildet, wobei sie von mehreren Distanzstücken gebildet wird. Vorzugsweise ist die Anordnung so getroffen, daß die Distanzstücke der Abstandshalterung aus in gleichmäßigen Abständen zueinander über den Umfang der konischen Ventilsitzfläche angeordneten, konischen Segmenten bestehen.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Induktorspule und der Ventilsitz durch mechanisches Zusammenwirken in die gegenseitige Konzentrizität und in den gewünschten Axialabstand zueinander gebracht werden, wobei die Ausrichtung ohne seitliches Ablenken zwischen der Induktorspule und der am Support gelagerten Halte- und Verschiebevorrichtungen für den Induktor bewirkt wird. Dies ergibt sich in dreierlei Hinsicht. Zum einen ist der Induktor in radialer Ebene quer zur Geräteachse schwimmend gelagert, so daß er sich in der oben erwähnten Weise radialen Abweichungen anzupassen vermag. Der Induktor ist außerdem schwimmend so gelagert, daß er sich zugleich mit der Radialbewegung allseitig verschwenken kann. Damit kann sich der Induktor selbsttätig auf die Ventilsitzachse ausrichten, ohne daß sich an der Induktor-Tragvorrichtung Beanspruchungen einstellen. Zum zweiten weist bei der erfindungsgemäßen Einrichtung die Zentriernase eine größere Länge und zugleich ein geringeres Bewegungsspiel in der Ventilschaftbohrung auf. In dem Maße, in welchem diese Parameter die Winkeleinstellung des Induktors beeinflussen, führen die größere Länge der Zentriernase und ihr kleineres Spiel in der Ventilöffnung zu einem verbesserten mechanischen Zentrieren des Induktors bei den unterschiedlichen Raumlagen der Komponenten. Schließlich wird der axiale Spalt zwischen den Flächen nach erfolgter Zentrierung durch die nicht-magnetischen Abstands-

bzw. Distanzstücke mechanisch vorgegeben, die von der betreffenden Induktorfläche getragen werden und eine Dicke haben, die dem vorbestimmten induktiven Luft- bzw. Kopplungsspalt entspricht. Diese als Einsätze verwendeten Distanzstücke sind während des induktiven Erhitzungszyklus passiv; sie beeinflussen daher nicht die Gleichmäßigkeit der Flächenerhitzung. Die Distanzstücke befinden sich in einer solchen Orientierung und Anordnung, daß sie den Induktor ausrichten, ohne daß sich an ihm oder auch an der Ventilsitzfläche übermäßige Beanspruchungen ergeben. Durch körperliche Befestigung der Distanzstücke an dem Induktor im Gegensatz zu z.B. einem Fühlerstift od.dgl. wird eine gesonderte Positionierungsvorrichtung oder eine Handbetätigung vermieden. Ein Entfernen des Abstandshalters vor dem Erhitzungsvorgang ist nicht erforderlich, so daß auch etwaiger Abriebverschleiß am Induktor oder jede Neigung des Induktors, sich bei der Positionierung gegenüber dem Ventilsitz zu verkanten, vermieden wird. Insgesamt lassen sich mit der Erfindung die vorerwähnten Vorteile der bekannten Einrichtungen erzielen, zugleich aber die hier noch bestehenden, die exakte Positionierung betreffenden Probleme zuverlässig beherrschen.

Die Erfindung umfaßt ferner einen Induktor für eine Induktionserhitzungseinrichtung, der zur Einstellung des axialen Kopplungsspalt mit einer nicht-magnetischen, hitzebeständigen Abstandshalterung, vorzugsweise in Gestalt mehrerer, über die Umfangsfläche des Induktors verteilt angeordneter, fester Distanzstücke, versehen ist. Wesentliche Merkmale des erfindungsgemäßen Induktors sind in den Ansprüchen 7 und 8 angegeben.

Schließlich ist die Erfindung noch auf ein Verfahren zur Positionierung eines konischen Induktors gegenüber dem zu erhitzenden konischen Ventilsitz gerichtet. Dieses Verfahren ist im Anspruch 9 angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend im Zusammenhang mit dem in der Zeichnung dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Einrichtung zum induktiven Erhitzen schematisch in Seitenansicht, wobei sich von den dargestellten Induktoren der eine in seiner Arbeitsstellung gegenüber dem Ventilsitz eines Motorteils und der andere in Annäherung zu seiner Arbeitsposition befindet;

Fig. 2 in größerem Maßstab und teilweise im Querschnitt eine einzelne Induktorvorrichtung der Vorrichtung gemäß Fig. 1 während des vorausgehenden Zentriervorgangs mit Winkelabweichung zwischen den Achsen der Induktorspule und des Ventilsitzes;

Fig. 3 in der Darstellung der Fig. 2 den Induktor in voller Sitzauflage und zentriert gegenüber dem Ventilsitz;

Fig. 4 einen Querschnitt nach Linie 4-4 der Fig. 2 zur Darstellung der Anordnung der Distanzkissen an dem Induktor;

Fig. 5 in einem vergrößerten Schnittbild die Anordnung der Distanzstücke an dem Induktor;

Fig. 6 eine Ansicht in Richtung der Pfeile 6-6 der Fig. 5;

Fig. 7 in größerem Maßstab einen Schnitt nach Linie 7-7 der Fig. 1;

Fig. 8 in größerem Maßstab, teilweise im Schnitt, eine Ansicht nach Linie 8-8 der Fig. 3.

Die Zeichnung, in der ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wiedergegeben ist, auf welches aber die Erfindung nicht beschränkt ist, zeigt in Fig. 1 eine Induktionserhitzungseinrichtung 10 zum induktiven Erhitzen zweier benachbarter konischer Ventilsitze 12, die in Auslaßkanälen 16 eines Motorkopfes 20 angeordnet sind. Die Auslaßkanäle weisen Ventilschaftbohrungen 21 auf, die koaxial zu den Ventilsitzen 12 angeordnet sind und in welchen sich die (nicht dargestellten) herkömmlichen Tellerventile mit ihrem Ventilschaft entlang der Achse 22 führen. Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung 10 wird gleichzeitig eine Gruppe solcher Ventilsitze 12 erhitzt. Zur Erläuterung der Erfindung sind in Fig. 1 lediglich zwei Ventilsitze gezeigt. Die dargestellte Induktionserhitzungseinrichtung entspricht bis auf die nachstehend erläuterten Gestaltungsmerkmale vorzugsweise der Einrichtung nach dem US-Patent Re 29 046 (DE-A 21 57 060), dessen Offenbarungsinhalt zum Inhalt der vorliegenden Patentanmeldung gemacht wird.

Die lediglich schematisch dargestellte Induktionserhitzungseinrichtung 10 ist an einer Fertigungsstraße ortsfest angeordnet, deren Fließband bzw. Förderband 23 die einzelnen Motorköpfe 20 an (nicht dargestellten) Halte- bzw. Aufspannvorrichtungen trägt. Mit Hilfe des Förderbandes 23 werden demgemäß die zu bearbeitenden Motorköpfe in zeitlicher Aufeinanderfolge in die Fluchtlage zu der Induktionserhitzungs-

einrichtung 10 befördert, in der sie mit Hilfe der Haltevorrichtungen in einer vorbestimmten Ausrichtung gehalten werden. Aufgrund einer verhältnismäßig strengen Fertigungskontrolle werden die Haltevorrichtungen so durch die Erhitzungsstation hindurchbefördert, daß sie die Motorköpfe gegenüber der gesteuerten Bewegung der Induktionserhitzungseinrichtung 10 möglichst genau ausrichten. In der Praxis stellen sich aber im Betrieb der Fertigungsstraße Abweichungen in der Position der Motorköpfe in den Haltevorrichtungen ein, die zusammen mit sich überlagernden anderen Einflußfaktoren zu komplexen Winkellagen in der Richtung der Geräteachse 24 und der Ventilschaftachse 22 führen.

Die Induktionserhitzungseinrichtung 10 weist einen Tragrahmen bzw. Support 26 auf, der bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel die beiden gleich ausgebildeten Induktorvorrichtungen 28 trägt. Der Support 26 od.dgl. wird mit Hilfe von Seitenführungen 30, 32 entlang der Achse 24 verschiebbar geführt. Die Bewegung des Supports 26 in Richtung auf den Motorkopf 20 und in Gegenrichtung wird mit Hilfe eines Stellmechanismus bewirkt, der eine mit dem Support 26 verbundene Antriebsstange 34 aufweist, welche an ihrem äußeren Ende eine Zahnstange aufweist, mit der ein Zahnrad 38 im Eingriff steht. Das Zahnrad 38 wird von einem Motor 40 angetrieben, der mittels eines Steuersystems 42 betätigt wird. Das Steuersystem 42 wird in Abstimmung mit dem Förderer 23 der Fertigungsstraße so in Folge geschaltet, daß es den Support 26 und die Induktorvorrichtungen 28 gegen den Motorkopf 20 anstellt, wenn letzterer in der Induktionserhitzungseinrichtung 10 genau positioniert ist, um den Erhitzungszyklus durchzuführen, nach dessen Vollzug der Support 26 mit der Induktorvorrichtung 28 von dem gesteuerten Motor 40 gegenüber dem Motorkopf 20 wieder zurückgefahren wird.

Jede Induktovorrichtung 28 weist einen Induktorkopf 44 auf, der stirnseitig einen Induktor 45 trägt und mit dessen rückwärtigem Ende eine Führungshülse 56 verbunden ist, die sich in einer Bohrung des Supports 26 in beiden Richtungen verschieblich führt. Eine Schraubenfeder 48 ist unter Spannung zwischen dem Support 26 und dem Induktorkopf 44 konzentrisch zur Hülse 46 angeordnet, so daß sie den Induktorkopf 44 in seine ausgefahrene Position zu drücken bestrebt ist. Die Position der einzelnen Hülsen 46 und damit der Induktorköpfe 44 in bezug auf den gemeinsamen Support 26 läßt sich mit Hilfe von Riegelvorrichtungen 50 festlegen. Wie Fig. 7 zeigt, weisen die Riegelvorrichtungen 50 jeweils einen am Support 26 gelagerten, pneumatischen oder hydraulischen Riegelantrieb 52 auf, dessen Kolben- bzw. Ausgangsstange 54 eine Bohrung im Support sowie Bohrungen an Flanschenden eines Klemmrings 56 durchfaßt, der im Inneren des Supports 26 die zugeordnete Hülse 46 in deren mittlerem Bereich umschließt. Die Ausgangsstange 54 trägt als Anschlag einen Klemmbund 58, der sich gegen den einen Endflansch des Klemmrings 56 legen kann. Im gezeigten Ausschubzustand des Riegelantriebs 52, der mit Hilfe eines Steuersystems über Druckmittelleitungen betätigt wird, befindet sich der Bund 58 im Abstand von dem betreffenden Flansch des Klemmrings 56, so daß zwischen der Hülse 46 und der Innenfläche des Klemmrings 56 ein ausreichend großes Spiel in Durchmesser-richtung vorhanden ist, welches eine freie Hin- und Herbewegung der Hülse 46 gegenüber dem Support 26 gegen die Rückstellkraft der Feder 48 sowie in Richtung dieser Rückstellkraft ermöglicht. Im eingefahrenen Zustand des Riegelantriebs 52 legt sich der Bund 58 gegen den betreffenden Flansch des Klemmrings 56, wodurch dieser im Durchmesser vermindert wird, so daß er die Hülse 46 fest einspannt und gegen Bewegung relativ zum Support 26 festlegt. Die Arbeitsweise der Riegelvorrichtungen 50 wird in ihrem Betriebsablauf gesteuert, wie das weiter unten noch näher erläutert wird.

Wie auch die Fig. 2 und 3 zeigen, weist der Induktorkopf 44 ein Gehäuse 60 auf, das mit dem inneren Ende der Hülse 46 fest verbunden ist und an welchem ein Induktorträger 62 so gelagert ist, daß er sich in einer Radialebene quer zur Achse 63 der Hülse 46, ferner parallel zur Geräteachse 24 und schließlich auch winklig hierzu frei bewegen kann. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird diese Lagerung des Induktorträgers 62 gegenüber dem Gehäuse 60 mit Hilfe einer als Luftlager ausgebildeten Lagervorrichtung erreicht. Wie Fig. 8 zeigt, weist der Induktorträger 62 einen Ringflansch 64 auf, der in einer stirnseitig offenen, zylindrischen Kammer 66 im Gehäuse 60 liegt. Verteilerringe 28 sitzen in Kanälen des Gehäuses an der Kammer 66. Sie weisen axiale Auslaßkanäle 69 auf, die mit einer Umfangskammer 70 in Verbindung stehen, die ihrerseits über Kanäle 72 an Luftleitungen 74 angeschlossen sind, die über ein Steuerventil 76 mit einer Druckluftzuführung 78 verbunden sind. Das Luftlager ist in bekannter Weise so ausgebildet, daß in ihm der Flansch 64 des Induktorträgers 62 durch das Druckmedium getragen wird, und zwar derart, daß eine geführte Bewegung in einer quer zur Hülseachse 63 stehenden Ebene möglich ist. Das Spiel zwischen dem Flansch 64 und den Verteilerringen 68 ist im vorliegenden Fall aber so groß bemessen, daß der Flansch 66 innerhalb der Kammer 66 und mit dem Flansch der Induktorträger 62 Winkelbewegungen in bezug auf die Achse 63 in einem solchen Maße ausführen kann, daß eine volle Sitzauflage der Induktorvorrichtung gewährleistet ist, dies in Überlagerung mit der erforderlichen Radialbewegung, ohne daß hierbei irgendeine nennenswerte unmittelbare Beanspruchung zwischen dem auf den Induktorkopf ausgerichteten Induktorträger und dem auf die Induktionserhitzungseinrichtung ausgerichteten Gehäuse des Induktorträgers auftritt. Es ist erkennbar, daß diese Art der Lagerung des Induktorträgers sich auch mit Hilfe anderer Lagervorrichtungen erreichen läßt. Beispielsweise kann

die radial schwimmende Lagerung gemäß der obengenannten US-A 29 046 verwendet werden, um die freie Radialbeweglichkeit des Induktorträgers gegenüber dem Gehäuse zu erreichen. Die notwendige Winkeleinstellung des Induktorträgers gegenüber dem Gehäuse kann hierbei dadurch erreicht werden, daß das Spiel im Führungslager soweit erhöht wird, daß eine raumgelenkige Verbindung zwischen dem Induktorträger und dem radialbeweglichen Flansch erzielt wird, wobei eine nachgiebige Lagerung des Induktorträgers gegenüber dem radial schwimmend gelagerten Bauteil oder sonstige Vorrichtungen vorgesehen werden, die eine Winkelablenkung und zugleich eine radiale geradlinige Beweglichkeit zulassen.

Der Induktorträger 32 trägt den Induktor 45, der in herkömmlicher Weise aus einem rechteckigen Kupferrohr besteht, das in einem Umfangskanal sitzt, der am konischen Vorderteil des Induktorträgers angeordnet ist, wie vor allem auch Fig. 5 zeigt. Der Induktor 45 weist nach hinten laufende Leitungen 80 auf, die in axialen Schlitten des Induktorträgers 62 gehalten sind und die an ihren rückwärtigen Enden an eine Stromquelle 82 angeschlossen sind, die von herkömmlicher Art, wie in der US-A 29 046 offenbart, ausgebildet sein kann. Gemäß Fig. 5 weist der Induktor 45 eine konische Außenfläche 84 auf, die komplementär zu dem Konuswinkel des Ventilsitzes 12, also im gleichen Konuswinkel wie dieser, angeordnet ist. Die Fläche 84 hat einen mittleren Durchmesser, der im wesentlichen dem mittleren Durchmesser des Ventilsitzes 12 entspricht, wobei sich die Fläche 84 in radialer Richtung über die gesamte Breite des Ventilsitzes erstreckt oder darüber hinaus, wenn sich der Induktor in seiner Arbeitsposition zum Ventilsitz befindet. Der Induktorträger 62 weist eine axiale, zylindrische Zentriernase 86 mit einer gerundeten Spitze 88 auf. Die Achse 90 der Zentriernase 86 fällt mit der Achse der konischen Induktorfläche 84 zusammen. Mit Hilfe des Luftlagers wird die Achse

90 der Zentriernase 86 normalerweise parallel zur Achse 63 der Hülse 46 und zur Geräteachse 24 gehalten.

Eine Mehrzahl unmagnetischer keramischer Distanzstücke 90 ist an der konischen Außenfläche 84 des Induktors 45 fest angeordnet, wobei die Distanzstücke 90 über den Umfang verteilt sind, wie Fig. 4 zeigt. Gemäß Fig. 5 haben die Distanzstücke 90 eine Dicke t , die der Größe des magnetischen Kopplungsspaltens entspricht, der zur Erzielung einer optimalen magnetischen Kopplung zwischen Ventilsitz 12 und Induktor 45 erforderlich ist. Die Außenflächen 92 der kleinen Distanzstücke 90 sind genau bearbeitet, so daß sie auf einer konischen Ringfläche liegen, die parallel zur Fläche 84 und komplementär zur Ventilsitzfläche angeordnet ist. Die Distanzstücke 90 weisen eine ausreichend große Kontaktfläche mit dem Ventilsitz 12 auf, so daß sie etwaige Induktor-Belastungskräfte soweit verteilen, daß sie zu keinen Verformungen an der Ventilsitzfläche führen können. Die räumliche Anordnung der Distanzstücke 90 und ihre Anzahl wird so gewählt, daß sich am Ventilsitz mindestens eine Dreipunktanlage ergibt, wodurch sich eine zuverlässige Positionierung erreichen läßt. Falls erwünscht, kann aber auch eine größere Anzahl an Distanzstücken Verwendung finden. Die Distanzstücke können auch in Form eines durchgehenden Ringes oder in Form von Bogensegmenten ausgebildet sein, da sie sich bei ihrer Fertigung aus keramischem Werkstoff während des induktiven Erhitzungsvorgangs passiv verhalten.

Die Zentriernase 86 weist einen zylindrischen Körper 96 von erheblicher Länge auf, die in der Größenordnung von 25,4 mm oder darüber liegt. Der Durchmesser des zylindrischen Bolzenabschnitts 96 der Zentriernase 86 ist so gewählt, daß sich ein enger Gleitsitz der Zentriernase in der Ventilschaftbohrung 21 des Motorkanals 14 einstellt. Bei der

Motorfertigung wird die Ventilschaftbohrung 21 genau konzentrisch zum Ventilsitz 12 angeordnet, gleichgültig, ob der Ventilsitz 12 unmittelbar am Motorkopf angeformt wird oder aus einem Einsatzteil besteht, welches nachträglich am Motorkopf in herkömmlicher Weise befestigt wird. Die verhältnismäßig große Länge der Zentriernase 86 und ihr kleines Spiel in der Ventilschaftbohrung 21 gewährleisten, daß der Induktorträger 62 und demgemäß der Induktor 45 nebst den Distanzstücken 90 sich nicht winklig zu der Ventilsitzfläche einstellen, sondern in der Lagervorrichtung so viel Bewegungsfreiheit haben, daß sich die aus dünnen Scheiben bzw. Kissen bestehenden Distanzstücke satt gegen die Ventilsitzfläche legen und coaxial zu dieser liegen.

Nachfolgend wird die Arbeitsweise der vorstehend beschriebenen Induktionserhitzungseinrichtung erläutert: In Fig. 1 ist angenommen, daß das Motorteil 20 gegenüber der Fertigungsstraße 23 so in seiner Raumlage orientiert ist, daß seine Ventilschaftachse 22 unter einem Winkel zur Geräteachse 24 steht. Dies bedeutet, daß ein Winkel zwischen der von der Induktionserhitzungseinrichtung 10 vorgegebenen Bewegungsachse und der von der Fertigungsstraße 23 vorgegebenen Ventilsitzachse vorhanden ist. Wenn der Motorkopf 20 die Erhitzungsstation erreicht hat, betätigt das Steuersystem 42 den Motor 40, so daß über das angetriebene Zahnrad 38 und die Zahnstange 36 der Support 26 in Richtung auf den Motorkopf 20, also in Zustellrichtung, bewegt wird. Hierbei werden die Induktorvorrichtungen 28 gemeinsam gegen die Ventilsitze 12 angestellt. Wenn die Zentriernase 56 sich in die Ventilschaftbohrung 21 hineinzuschieben beginnt, gestattet die von dem Luftlager gebildete Lagervorrichtung eine radiale Versetzung des Induktorträgers 62 in der quer zur Geräteachse 24 verlaufenden Ebene. Beim weiteren Eindringen der Zentriernase 86 in die Bohrung 21 im weiteren Verfolg der Zustellbewegung wird eine etwaige vorhandene Winkellage durch das Luftlager

rückgängig gemacht, wobei der Induktor 45 in die Fluchtlage zu der Achse 22 gebracht wird. Das Einstellen des Induktors in die konzentrische Lage zu dem Ventilsitz vollzieht sich mit dem Eindringen der Zentriernase 86 in die Bohrung 21 und ist beendet, wenn sich die Zentriernase 86 voll in der Bohrung 21 befindet und die Distanzstücke 90 in körperlichem Kontakt mit dem zugeordneten Ventilsitz 12 stehen. Auf diese Weise wird jede etwaige Radialabweichung oder Winkelabweichung des Ventilsitzes gegenüber der Geräteachse aufgehoben. Die axiale Tiefe der Ventilsitzfläche 12 gegenüber derjenigen der anderen Ventilsitze kann ohne weiteres variieren, da der von dem Tragrahmen gebildete Support 26 solange in Zustellrichtung bewegt wird, bis an sämtlichen Ventilsitzen der Flächenkontakt der Distanzstücke hergestellt ist. Die federelastische Lagerung der Induktorköpfe 40 unter Verwendung der gegen den Support 26 abgestützten Federn 48 ermöglicht es, sämtliche Induktoren 45 mit ihren Distanzstücken zur Anlage an den Ventilsitzen 12 zu bringen, ohne daß sich übermäßig große Anpreßkräfte an den Ventilsitzflächen einstellen. Befinden sich sämtliche Distanzstücke 90 an den Ventilsitzen 12, so können die Riegelvorrichtungen 50 betätigt werden, wodurch die Hülsen 46 gegenüber dem Support 26 verriegelt werden. Es wäre aber auch möglich, die Riegelvorrichtungen 50 fortzulassen oder jeweils nur nach Beendigung eines induktiven Erhitzungszyklus zu betätigen, um die Reihe der Induktovorrichtungen 28 gleichzeitig von den Ventilsitzen 12 zurückzufahren. In der Erhitzungsposition bewirken die Distanzstücke 90 zusätzlich zu der konzentrischen Ausrichtung eine optimale Kopplung zwischen Induktor 45 und Ventilsitz 12. Bei Einschaltung der Stromquelle 82 wird daher der Ventilsitz auf induktivem Wege erhitzt und auf die auf den Werkstoff des Ventilsitzes abgestimmte Behandlungstemperatur gebracht. Anschließend wird die Stromquelle abgeschaltet und der Ventilsitz abgeschreckt. Dies kann entweder durch eine auf dem Wärmeeindringeffekt beruhende Massenabschreckung des Motor-

kopfes oder in herkömmlicher Weise mit Hilfe von Abschreckdüsen erreicht werden, die am Induktorträger angeordnet und an eine geeignete Kühlmittelquelle angeschlossen werden, wie dies in der vorgenannten US-A Re 29 046 im einzelnen beschrieben ist. Das direkte Abschrecken erfordert ein Zurückfahren der Induktorvorrichtung, so daß die Abschreckstrahlen zum Ventilsitz hin gerichtet werden können, wobei die Rückstellbewegung mit Hilfe der Steuervorrichtung 42 gesteuert wird. Nach Beendigung des Erhitzungszyklus wird der Support 26 mit Hilfe des Stellmotors 40 in die Ausgangslage zurückgefahren, und es wird der Förderer der Fertigungsstraße 23 weitergeschaltet, so daß der nächstfolgende Motorkopf in die Erhitzungsstation gelangt, worauf ein weiterer Erhitzungszyklus durchgeführt wird.

A n s p r ü c h e :

1. Einrichtung zum induktiven Erhitzen der konischen Ventilsitzfläche einer Ventilöffnung oder eines Maschinenteils mit koaxial zu der Ventilsitzfläche angeordneter Ventilschaftbohrung, insbesondere zum gleichzeitigen induktiven Erhitzen einer Gruppe von an einem Motorkopf angeordneten Ventilsitzflächen, mit einem Induktor (45), der eine zur konischen Ventilsitzfläche (12) komplementäre Konusfläche (84) aufweist, mit einem Support (26) od.dgl. zur Anstellung des Induktors (45) gegen den Ventilsitz (12), wobei die Achse (24) der Induktorfläche (84) im wesentlichen parallel zur Ventilsitzachse (22) verläuft, mit einer zwischen dem Induktor (45) und dem Support (26) od.dgl. wirksamen Lagervorrichtung, die zur Ausrichtung der konischen Flächen (12, 84) eine Radialbewegung des Induktors gestattet, und mit einer länglichen Zentriernase (86), deren koaxial zur konischen Ventilsitzfläche (12) angeordnete zylindrische Fläche (96) sich bei der Anstellungsbewegung des Supports (26) mit engem Gleitsitz in die Bohrung (21) der Ventilöffnung einschiebt und dabei unter Ausgleich in der Lagervorrichtung die Achsen (22, 24) zur Deckung bringt, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t , daß die Lagervorrichtung zur achs-gleichen Ausrichtung der konischen Flächen (12, 84) zugleich Winkelbewegungen des Induktors (45) gestattet, und daß an der genannten Konusfläche (84) des Induktors (45) eine nicht-magnetische Abstandshalterung (19) fest angeordnet ist, deren äußere Bezugsfläche (92) sich auf einer im vorbestimmten Abstand von dem Induktor (45) liegenden konischen Fläche (92) befindet und dadurch die vorschriftsmäßige Konzentrizität und den vorschriftsmäßigen Axialabstand zwischen den konischen Flächen des Ventilsitzes (12) und des Induktors (45) bewirkt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Abstandshalterung
(90) aus einem keramischen Werkstoff besteht.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Abstandshalte-
rung mehrteilig ausgebildet ist und aus mehreren
Distanzstücken (90) besteht.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Distanzstücke (90)
aus in gleichmäßigen Abständen über den Umfang des In-
duktors (45) angeordneten, konischen Segmenten bestehen.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Lagervorrichtung so ausgebildet ist, daß sie eine
freie Translationsbewegung des Induktors (45) in
einer quer zur Achse (24) des Supports (26) od.dgl.
gerichteten radialen Ebene sowie eine begrenzte Win-
kelbewegung des Induktors (45) gegenüber dem Support
(26) od.dgl. gestattet.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Lagervorrichtung aus einem Luftlager (60 bis 78) be-
steht.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß beim
gleichzeitigen induktiven Erhitzen mehrerer Ventilsitze
(12) an einem gemeinsamen Support (26) od.dgl. mehrere
Induktorvorrichtungen (28) jeweils gegen die Rückstell-
kraft einer Federvorrichtung (48) beweglich gelagert
sind.

8. Induktor für eine Induktionserhitzungseinrichtung, die einen entlang einer ersten Achse (24) bewegbaren Support oder Tragrahmen (26) od.dgl. aufweist, wobei der Induktorkörper, dessen Windung einen im wesentlichen rechteckigen Hohlquerschnitt hat, mit einer zur Achse des Induktorkörpers coaxialen konischen Außenfläche (84) versehen ist, ~~d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t~~, daß an der konischen Außenfläche (84) eine Mehrzahl hitzebeständiger, nicht-magnetischer Distanzstücke (90) befestigt ist, deren äußere Bezugsfläche (92) auf einer Konusfläche liegt, die denselben Konuswinkel hat wie die konische Außenfläche (84) des Induktors (45), gegenüber dieser Konusfläche (84) jedoch im vorbestimmten Axialabstand angeordnet ist.
9. Induktor nach Anspruch 8, ~~d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t~~, daß die Induktorvorrichtung (28) ein Gehäuse aufweist, das ein mit dem Support (26) od.dgl. verbindbares erstes Teil (46) und ein mit dem Induktorkörper verbundenes zweites Teil (82) aufweist, wobei zwischen diesen Teilen eine Lagervorrichtung (60 bis 78) angeordnet ist, die eine Radialbewegung in einer quer zur Induktorachse angeordneten Ebene sowie eine begrenzte Winkelbewegung zwischen den beiden Teilen gestattet.
10. Verfahren zur Positionierung eines konischen Induktors in eine konzentrische Lage zu einem konischen Ventilsitz eines Motorteils sowie in einen vorbestimmten Axialabstand zu dem Ventilsitz beim induktiven Erhitzen des Ventilsitzes, wobei die Positionierung bei der Zustellbewegung des Induktors gegen den Ventilsitz erfolgt und anschließend der Induktor an den Strom angelegt, der Ventilsitz auf eine vorbestimmte Temperatur erhitzt und dann der Induktor von dem Ventilsitz zurückgestellt

wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß bei der Zustellbewegung der Induktor (45) durch
mechanisches Zusammenwirken zwischen ihm und dem Ventil-
sitz (12) sowohl durch Radialverschiebung als auch durch
Winkelverstellung gegenüber dem Ventilsitz in die kon-
zentrische Position gebracht und dann mit Hilfe von an
der konischen Induktorfläche (84) liegender, nicht-
magnetischer Distanzstücken, deren äußere Begrenzungs-
fläche (92) auf einer Konusfläche liegt, die denselben
Konuswinkel hat wie die konische Außenfläche (84) des
Induktors, gegenüber dieser jedoch im vorbestimmten
Axialabstand angeordnet ist, im Axialabstand zum Ventil-
sitz (12) eingestellt wird, wobei die Zustellbewegung
zur Durchführung des Erhitzungsvorgangs beendet wird,
sobald sich die Bezugsfläche (92) auf dem Ventilsitz
(12) befindet.

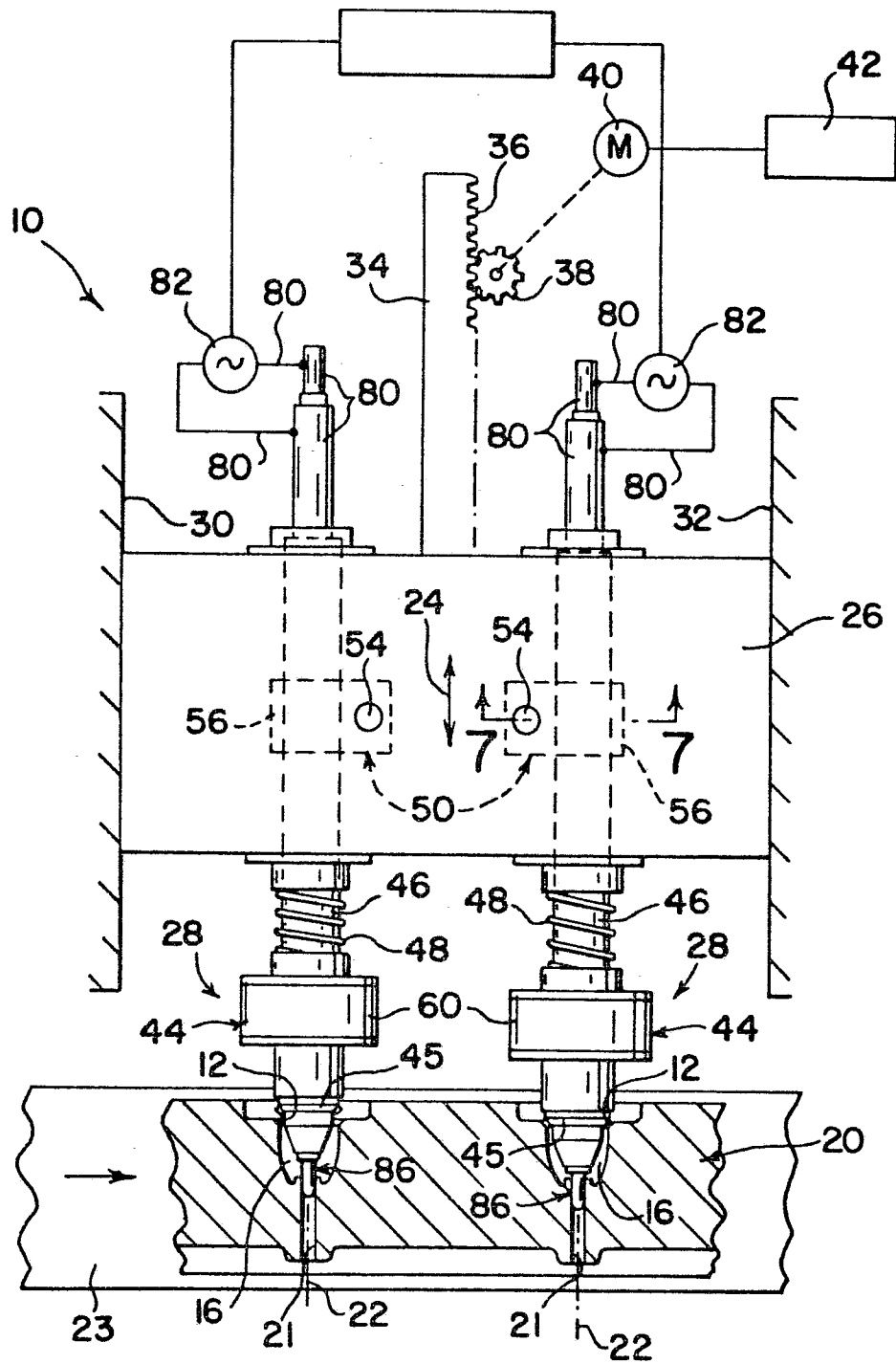


FIG. 1

FIG. 2

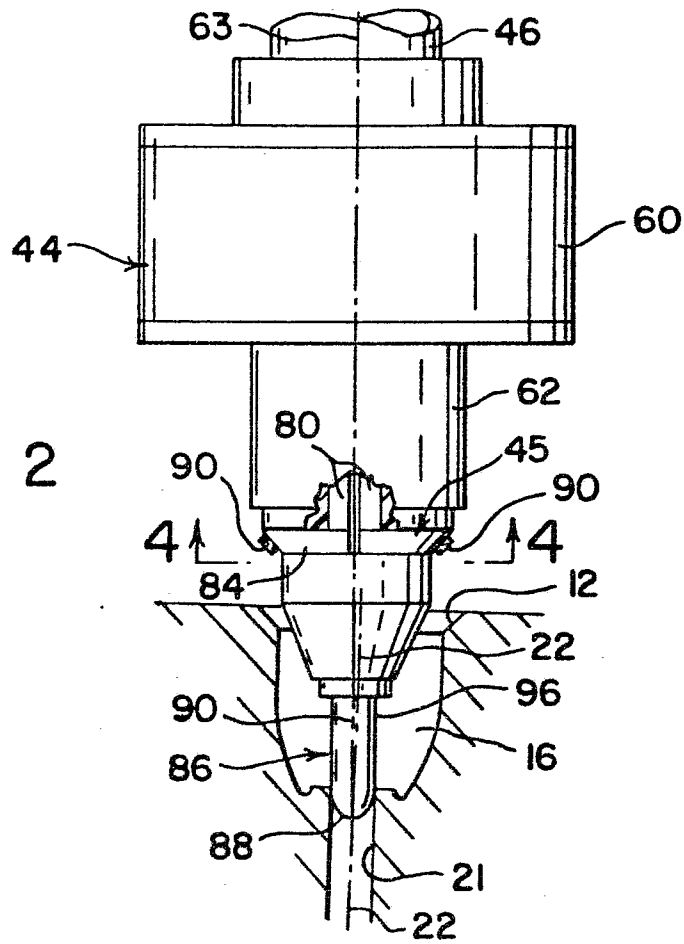
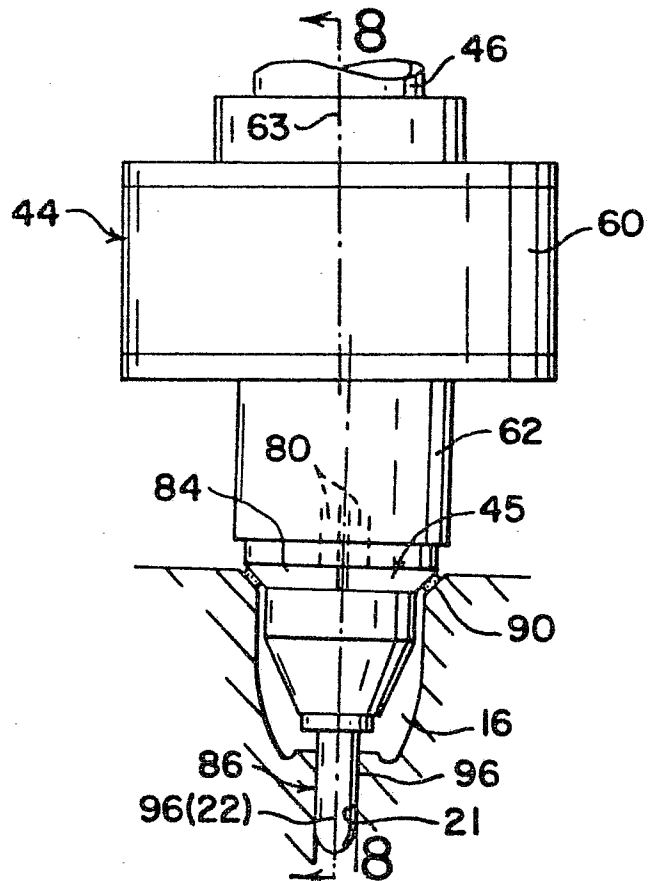


FIG. 3



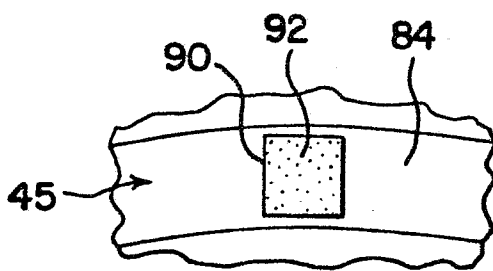
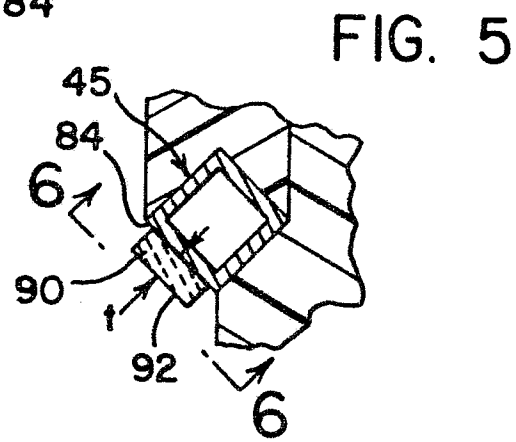
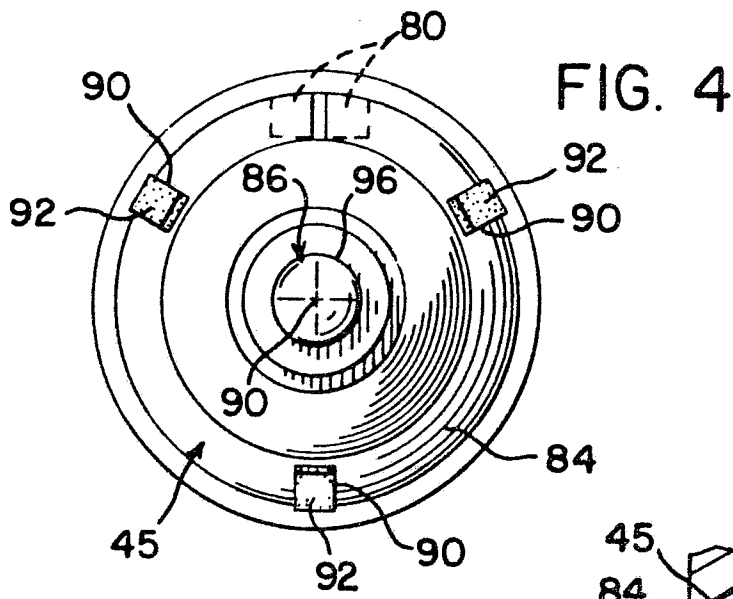


FIG. 6

