

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum thermischen Beschichten einer Fläche eines Werkstücks sowie die Verwendung einer solchen Vorrichtung bzw. eines solchen Verfahrens zum Beschichten von Innenflächen, insbesondere Zylinderlauf-

[0002] Das thermische Beschichten ist eine gut etablierte Methode zur gezielten Vergütung oder Konditionierung von Oberflächen. Insbesondere die thermischen Spritzverfahren wie Lichtbogenspritzen, Flamm-spritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF: high velocity oxy-fuel) und Plasmaspritzen sind Methoden, die heute in vielen Bereichen der Industrie zur Herstellung hochwertiger Beschichtungen eingesetzt werden, beispielsweise als Verschleisschutz-, Wärmedämm- oder elektrische Isolationsschichten. Dem Plasmaspritzen kommt dabei eine besondere Rolle zu, weil es aufgrund der Vielfältigkeit der verarbeitbaren Werkstoffe und der Reproduzierbarkeit des Schmelz- bzw. des Beschichtungsprozesses eine enorme Flexibilität aufweist. Somit kann die Beschichtung optimal an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden.

[0003] Die Entwicklung neuer Spritztechnologien wie beispielsweise das rotative Plasmaspritzen eröffnen diesen Beschichtungsverfahren immer neue Anwendungsgebiete. Beim rotativen Plasmaspritzen wird der Plasmabrenner um eine Achse rotiert, so dass der Plasmastrahl auf einer Kreisbahn umläuft. Hiermit lassen sich in hervorragender Weise Innenbeschichtungen, das heisst Beschichtungen von Flächen eines Innenraums oder innere Oberflächen eines Werkstücks beschichten.

[0004] Ein sehr wichtiges Anwendungsgebiet ist in der Automobilindustrie die Zylinderlaufflächenbeschichtung in den Zylinderbohrungen des Zylinderkurbelgehäuses einer Brennkraftmaschine. Dazu wird ein rotierender Plasmabrenner entlang der Achse der Zylinderbohrung bewegt, so dass auf der Oberfläche der Zylinderbohrung eine Beschichtung generiert wird, die üblicherweise in einem anschliessenden Bearbeitungsschritt, beispielsweise durch Honen, nachbearbeitet wird. Es hat sich gezeigt, dass sich auf diese Weise Beschichtungen erzeugen lassen, die den hohen tribologischen Anforderungen an die Zylinderlaufflächen in Brennkraftmaschinen dauerhaft gewachsen sind.

[0005] In der Automobilindustrie muss wegen der Notwendigkeit niedriger Fabrikationskosten neben preisgünstigen Werkstoffen auch nach möglichst effizienten und wirtschaftlichen Herstellungsmethoden gesucht werden. Im Hinblick auf die thermische Beschichtung von Zylinderlaufflächen werden Anstrengungen unternommen, diesen Prozess für die industrielle Massenproduktion einsatzfähig zu machen. In der WO-A-00/37703, beispielsweise, wird eine Bearbeitungsstation zum thermischen Beschichten von Zylinderlauf-

chen in Form einer Durchlaufanlage offenbart, bei welcher die Zylinderkurbelgehäuse von einer Transportstrecke durch mehrere Bearbeitungsabschnitte transportiert werden, wobei in einem dieser Abschnitte die thermische Beschichtung erfolgt.

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum thermischen Beschichten bereitzustellen, welche ein effizienteres und wirtschaftlicheres Beschichten von Flächen, speziell von Zylinderlaufflächen in Zylinderkurbelgehäusen, ermöglichen. Das Verfahren und die Vorrichtung sollen insbesondere auch für den Einsatz in der industriellen Massenproduktion geeignet sein.

[0007] Die diese Aufgabe in apparativer und verfahrenstechnischer Hinsicht lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0008] Erfindungsgemäss wird also eine Vorrichtung zum thermischen Beschichten einer Fläche eines Werkstücks vorgeschlagen, mit einem Brenner zum Erzeugen eines Beschichtungsstrahls, wobei der Brenner in einer Bearbeitungsstation so angeordnet ist, dass sich der Beschichtungsstrahl im wesentlichen senkrecht zur Lotrichtung erstreckt, sowie mit Justiermitteln, welche das Werkstück so ausrichten, dass die zu beschichtende Fläche während des Beschichtungsvorgangs senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl steht.

[0009] Es hat sich gezeigt, dass sich besonders gute und gleichmässige Beschichtungen erzielen lassen, wenn die zu beschichtende Fläche während des Beschichtungsvorgangs lotrecht steht. Durch die Justiermittel wird das Werkstück so ausgerichtet, dass die zu beschichtende Fläche senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl steht. Da sich der Beschichtungsstrahl im wesentlichen senkrecht zur Lotrichtung ausbreitet, ist folglich die Beschichtungsfläche lotrecht ausgerichtet.

[0010] Der Vorteil, der aus den Justiermitteln insbesondere im Hinblick auf die industrielle Massenproduktion mit hohem Automatisierungsgrad resultiert, wird am Beispiel der Beschichtung der Zylinderlaufflächen eines Zylinderkurbelgehäuses für einen V-Motor deutlich. Soll die zu beschichtende Fläche stets lotrecht ausgerichtet sein, so ist es bei bekannten Vorrichtungen (Durchlaufanlagen) notwendig, das Zylinderkurbelgehäuse in zwei Durchläufen zu beschichten. Zunächst muss das Zylinderkurbelgehäuse durch geeignete Massnahmen so auf der Transportstrecke platziert werden, dass die erste Reihe Zylinderbohrungen für die Beschichtung richtig ausgerichtet ist. Nach dem ersten Durchlauf, in dem nur eine Reihe von Bohrungen beschichtet wird, muss das Zylinderkurbelgehäuse auf der Transportstrecke neu platziert werden, so dass nun die Symmetrieachsen der zweiten Reihe der Zylinderbohrungen richtig für die Beschichtung orientiert ist. Erst dann wird in einem zweiten Durchlauf die zweite Reihe von Zylinderbohrungen beschichtet.

[0011] Die erfindungsgemässe Vorrichtung ermöglicht es nun, derartige Werkstücke in einem Durchlauf

gegebenenfalls auch ohne manuellen Eingriff, das heisst automatisiert, zu beschichten. Zunächst wird mittels der Justiermittel das Werkstück so ausgerichtet, dass die erste Reihe Zylinderbohrungen mit ihrer Symmetrieachse lotrecht steht, diese Zylinderbohrungen werden beschichtet, dann positionieren die Justiermittel das Werkstück so, dass die zweite Reihe von Zylinderbohrungen mit ihren Symmetrieachsen lotrecht steht. Folglich können sämtliche Zylinderbohrungen des Zylinderkurbelgehäuses eines V-Motors in nur einem Durchlauf beschichtet werden. Schon dieses Beispiel demonstriert, dass die Erfindung eine deutlich effizientere und wirtschaftlichere Beschichtung ermöglicht.

[0012] Im Hinblick auf die industrielle Anwendung ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung mit einem Transportsystem versehen ist, welches das Werkstück in die Bearbeitungsstation transportiert und dort in eine Bearbeitungsposition bringt.

[0013] Bei einem ersten Ausführungsbeispiel umfassen die Justiermittel eine Verstelleinrichtung, mit welcher das Transportsystem zumindest im Bereich der Bearbeitungsstation kippbar und/oder schwenkbar ist. Somit kann das Transportsystem inklusive des darauf befindlichen und fixierten Werkstücks so ausgerichtet werden, dass die zu beschichtende Fläche senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl steht.

[0014] Gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel ist auf dem Transportsystem eine Halterung zur Aufnahme des Werkstücks vorgesehen, mit welcher Halterung das Werkstück kippbar und/oder schwenkbar bezüglich des Transportsystem ist.

[0015] Bei einem dritten Ausführungsbeispiel umfassen die Justiermittel eine Positioniereinrichtung, mit welcher das Werkstück in der Bearbeitungsstation gegriffen, ausgerichtet und während des Beschichtens gehalten werden kann. Diese Positioniereinrichtung kann beispielsweise ein Manipulator, ein Greifarm oder ein Roboter sein.

[0016] In einem vierten Ausführungsbeispiel ist als Justiermittel eine Aushebeeinrichtung vorgesehen, mit welcher das Werkstück zumindest teilweise von dem Transportsystem abhebbar ist. Somit ist das Werkstück relativ zum Transportsystem definiert kippbar.

[0017] Eine vorteilhafte Massnahme besteht darin, mindestens zwei Brenner vorzusehen, um zwei Flächen gleichzeitig zu beschichten. Dadurch lässt sich je nach Anwendung die Effizienz der Vorrichtung steigern, weil sich die totale Bearbeitungszeit reduziert.

[0018] Vorzugsweise ist der Brenner ein Plasmabrenner, weil das Plasmaspritzen im Hinblick auf die verarbeitbaren Werkstoffe äusserst flexibel ist und die Reproduzierbarkeit der Beschichtung gewährleistet ist. Im Hinblick auf die bevorzugte Verwendung für Innenbeschichtungen, insbesondere die Beschichtung von Zylinderlaufflächen ist bzw. sind der bzw. die Brenner jeweils rotierbare Plasmabrenner.

[0019] Natürlich können die Justiermittel dieser Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert werden.

[0020] Bei dem erfindungsgemässen Verfahren zum thermischen Beschichten einer Fläche eines Werkstücks, wird mit einem Brenner ein Beschichtungsstrahl erzeugt, der sich im wesentlichen senkrecht zur Lotrichtung erstreckt und das Werkstück wird mit einstellbaren Justiermitteln so positioniert, dass die zu beschichtende Fläche während der Beschichtungsvorgangs senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl steht.

[0021] Eine bevorzugte Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemässen Verfahrens ist das Beschichten von Innenflächen, insbesondere Zylinderlaufflächen in Zylinderbohrungen eines Zylinderkurbelgehäuses, speziell eines Zylinderkurbelgehäuses, das mindestens zwei Zylinderbohrungen aufweist, deren Längsachsen nicht parallel zueinander sind.

[0022] Im Folgenden wird die Erfindung sowohl in apparativer als auch in verfahrenstechnischer Hinsicht anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung erläutert. In der schematischen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung wesentlicher Komponenten einer Durchlaufanlage zum thermischen Beschichten,

Fig. 2: ein Zylinderkurbelgehäuse eines VR-Motors,

Fig. 3: ein Zylinderkurbelgehäuse eines V-Motors,

Fig. 4: ein Zylinderkurbelgehäuse eines W-Motors,

Fig. 5: die Ausrichtung eines Zylinderkurbelgehäuses beim Beschichten einer ersten Reihe von Zylinderbohrungen,

Fig. 6: die Ausrichtung des Zylinderkurbelgehäuses aus Fig. 5 bei der Beschichtung einer zweiten Reihe von Zylinderbohrungen,

Fig. 7: ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 8: ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 9: ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung, und

Fig. 10, 11: Darstellungen zur Veranschaulichung eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Vorrichtung.

[0023] Die Erfindung wird anhand der für die Praxis

besonders relevanten Anwendung erläutert, dass das zu beschichtende Werkstück das Zylinderkurbelgehäuse einer Brennkraftmaschine für einen Personenkraftwagen ist. Die zu beschichtenden Flächen sind die Zylinderlauflächen in den Zylinderbohrungen. Es werden also Innenflächen beschichtet. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht auf die Beschichtung von Zylinderlauflächen beschränkt ist, sondern in sinngemäss gleicher Weise auch für die thermische Beschichtung anderer Innenflächen bzw. Flächen eines Innenraums und/oder die thermische Beschichtung von Aussenflächen und Flächen im allgemeinen geeignet und vorteilhaft einsetzbar ist. Weitere Anwendungsbeispiele sind die Beschichtungen von Brennkammern für Flugzeugtriebwerke, Übergangsstücken für industrielle stationäre Gasturbinen oder die Innenbeschichtung für Lager von Pleuel.

[0024] Ferner wird mit beispielhaftem Charakter auf die bevorzugte Ausgestaltung Bezug genommen, dass die thermische Beschichtung mittels Plasmaspritzen erfolgt. Dieses Verfahren ist an sich hinreichend bekannt und bedarf daher hier keiner näheren Erläuterung. Natürlich eignet sich die Erfindung in sinngemäss gleicher Weise auch für andere Verfahren der thermischen Beschichtung, wie beispielsweise Lichtbogenspritzen oder HVOF-Spritzen.

[0025] Fig. 1 zeigt in einer stark schematischen Darstellung wesentliche Teile einer gesamthaft mit dem Bezugszeichen 10 bezeichneten Durchlaufanlage zur thermischen Beschichtung von Zylinderlauflächen in Zylinderbohrungen 22 in einem als Werkstück 20 dienenden Zylinderkurbelgehäuse. Die Durchlaufanlage 10 umfasst mehrere Bearbeitungsstationen 11, 12, 13, 14, 15, durch welche das zu beschichtende Werkstück 20 mittels eines Transportsystems 16, das beispielsweise als Förderband oder Rollenbahn ausgestaltet ist, transportiert wird.

[0026] Das Werkstück 20 wird, wie dies der Pfeil E in Fig. 1 andeutet, der Durchlaufanlage zugeführt. Das Transportsystem 10 befördert das Werkstück 20 zunächst in einer Vorbereitungsstation 11. Hier wird das Zylinderkurbelgehäuse 20 maskiert. Eine nicht dargestellte Maske geeigneter Ausgestaltung wird auf das Werkstück 20 aufgebracht und schützt während der weiteren Bearbeitung Bereiche des Zylinderkurbelgehäuses, die nicht beschichtet werden sollen, beispielsweise die Oberflächen, in denen die Zylinderbohrungen vorgesehen sind, die Zylinderkopfflächen.

[0027] In der folgenden Bearbeitungsstation 12 werden die zu beschichtenden Flächen beispielsweise durch Sandstrahlen auf die thermische Beschichtung vorbereitet.

[0028] Anschliessend durchläuft das Werkstück 20 eine Reinigungsstation 13, in welcher eine intensive Reinigung erfolgt. Sandrückstände aus der Bearbeitungsstation 12, sowie gegebenenfalls noch vorhandene Schmutzpartikel werden entfernt.

[0029] In der Bearbeitungsstation 14 erfolgt dann die

thermische Beschichtung. Ein rotierender Plasmabrenner wird in die zu beschichtende Zylinderbohrung eingefahren. Der von dem Plasmabrenner generierte Beschichtungsstrahl rotiert um die Längsachse der Zylinderbohrung. Durch Bewegen des Brenners in Richtung der Längsachse beschreibt der Beschichtungsstrahl eine Schraubenlinie und beschichtet so die inneren Wandung der Zylinderbohrung 22.

[0030] Nach der Beschichtung durchläuft das Werkstück 20 eine Kühlstation 15.

[0031] Anschliessend kann das Werkstück 20 in an sich bekannter Weise bearbeitet werden, z. B. Entfernen der Maske, Nachbearbeitung der Zylinderlaufläche durch Honen oder ähnliche Verfahren, usw.

[0032] In der schematischen Darstellung der Fig. 1 sind solche Komponenten wie die Zu- und Abführleitungen für Prozessgase, Absaugeinrichtungen, Antriebe, Verbindungsleitungen, elektrische Versorgungseinrichtungen, Steuereinrichtungen aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit nicht gezeigt. Lediglich für die Bearbeitungsstation 14, in welcher die thermische Beschichtung erfolgt, ist eine Ansteuer- und Kontrolleinheit 17 angedeutet.

[0033] Die Erfindung betrifft in erster Linie die Bearbeitungsstation 14, in der die thermische Beschichtung erfolgt. Bevor dies näher erläutert wird, sollen anhand der Fig. 2-4 verschiedene Bauformen von Zylinderkurbelgehäusen für Brennkraftmaschinen erläutert werden, für welche die Erfindung insbesondere geeignet ist.

[0034] Fig. 2 zeigt das Zylinderkurbelgehäuse für einen VR-Motor, der hier als Fünf-Zylinder-Motor, also mit fünf Zylinderbohrungen 22 ausgestaltet ist. Jede Zylinderbohrung 22 wird durch eine Fläche begrenzt, die jeweilige Zylinderlaufläche 23, entlang derer sich im Betrieb der Kolben bewegt. Diese Zylinderlauflächen 23 werden thermisch beschichtet. Bei dem Zylinderkurbelgehäuse 20 des VR-Motors sind alle Zylinderbohrungen 22 in einer gemeinsamen Zylinderkopffläche 21 angeordnet, erstrecken sich jedoch nicht senkrecht, sondern schräg zur Zylinderkopffläche 21. Es gibt zwei Reihen von Zylinderbohrungen 22, nämlich die darstellungsgemäss rechte Reihe mit zwei Bohrungen und die darstellungsgemäss linke Reihe mit drei Bohrungen. Die Orientierung der Zylinderbohrungen 22 lässt sich durch ihre Längsachse A1, A2 beschreiben, welche die Symmetrieachse der Bohrung darstellt. Die Längsachsen A1 oder A2 der Bohrungen, die zur gleichen Reihe gehören, verlaufen jeweils parallel zueinander. Die Längsachsen A1 sind gegenüber den Längsachsen A2 geneigt. Die Längsachsen A1 und A2 schliessen beispielsweise einen Winkel von 15 Grad ein. Bezüglich einer Normalen N, die senkrecht auf der Zylinderkopffläche 21 steht, verlaufen die Längsachsen A1 und A2 symmetrisch, das heisst die Längsachse A1 der ersten Reihe schliesst betragsmässig den gleichen Winkel mit der Normalen N ein wie die Längsachse A2 der zweiten Reihe.

[0035] Fig. 3 zeigt das Zylinderkurbelgehäuse 20 ei-

nes V-Motors, der hier als Sechs-Zylinder-Motor ausgestaltet ist. Es sind zwei Reihen von Zylinderbohrungen 22 vorgesehen, die eine V-Anordnung bilden. Im Unterschied zum VR-Motor sind beim V-Motor zwei zueinander geneigte Zylinderkopfflächen 211 und 212 vorgesehen. Die Längsachsen A1 der ersten Reihe von Zylinderbohrungen 22 stehen jeweils senkrecht auf der ersten Zylinderkopffläche 211 und die Längsachsen A2 der zweiten Reihe von Zylinderbohrungen 22 stehen jeweils senkrecht auf der zweiten Zylinderkopffläche 212.

[0036] Fig. 4 zeigt das Zylinderkurbelgehäuse 22 eines W-Motors, der hier als Zwölf-Zylinder-Motor ausgestaltet ist. Es sind vier Reihen von jeweils drei Zylinderbohrungen 22 vorgesehen. Ähnlich wie beim V-Motor sind auch beim W-Motor zwei zueinander geneigte Zylinderkopfflächen 211 und 212 vorgesehen, wobei jedoch beim W-Motor in jeder Zylinderkopffläche 211 bzw. 212 zwei Reihen von Zylinderbohrungen 22 vorgesehen sind. Innerhalb einer Reihe verlaufen die Längsachsen A1, A2, A3 bzw. A4 jeweils parallel zueinander. Die Längsachsen A1-A4 sind paarweise geneigt zueinander, das heisst im allgemeinen verläuft keine der Achsen A1 bis A4 parallel zu einer anderen der Achsen A1 bis A4.

[0037] Den in den Fig. 2-4 illustrierten Zylinderkurbelgehäusen 20 ist gemeinsam, dass jedes dieser Zylinderkurbelgehäuse 20 mindestens zwei Reihen von Zylinderbohrungen 22 aufweist, wobei die Längsachsen A1 der Zylinderbohrungen 22 der ersten Reihe nicht parallel sondern geneigt zu den Längsachsen A2 der Zylinderbohrungen 22 der zweiten Reihe verlaufen.

[0038] Beim thermischen Beschichten, insbesondere beim Plasmaspritzen mit rotierendem Plasmabrenner, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die zu beschichtende Fläche lotrecht zu orientieren, weil dann ein besonders gleichmässiger Schichtauftrag realisiert werden kann. Für die Beschichtung der Zylinderlauflächen 23 bedeutet dies, dass während der Beschichtung die Längsachse A1, A2, A3 bzw. A4 jeweils lotrecht stehen soll.

[0039] Erfindungsgemäss wird nun vorgeschlagen, Justiermittel vorzusehen welche das Werkstück 20 so ausrichten, dass die zu beschichtende Fläche lotrecht steht.

[0040] "Lotrecht" bzw. "Lotrichtung" bezeichnet dabei, wie allgemein üblich, die Richtung, in der die Gravitation wirkt. Im Rahmen dieser Anmeldung wird eine Fläche bzw. ein Flächenelement als "lotrecht ausgerichtet" oder "lotrecht orientiert" angesehen, wenn der Flächennormalenvektor dieser Fläche bzw. dieses Flächenelements senkrecht auf der lotrechten Richtung steht. Im Falle der Zylinderbohrungen 22 bzw. der Zylinderlaufläche 23 bedeutet dies, dass die Symmetrieachse, also die Längsachse A1, A2, A3, A4 der Zylinderbohrung 22 lotrecht ausgerichtet ist.

[0041] Das Prinzip des erfindungsgemässen Verfahrens bzw. der erfindungsgemässen Vorrichtung wird anhand der Fig. 5 und der Fig. 6 deutlich. Fig. 5 zeigt das

Werkstück 20, hier das Zylinderkurbelgehäuse eines VR-Motors (wie in Fig. 2 gezeigt) in der Bearbeitungsstation 14, in welcher die thermische Beschichtung erfolgt. Es ist ein Brenner 2 zum Erzeugen eines Beschichtungsstrahls vorgesehen, der symbolisch durch den Pfeil P dargestellt wird. Der Brenner 2 ist als rotierbarer Plasmabrenner ausgestaltet und umfasst einen Stab 3, der sich in Richtung der Längsachse B des Brenners 2 erstreckt. Am darstellungsgemäss unteren Ende des Stabs ist eine Düse 4 vorgesehen aus welcher der Beschichtungsstrahl P austritt. Die Düse 4 ist so angeordnet, dass der Beschichtungsstrahl P senkrecht zur Längsachse B des Brenners austritt. Der Brenner 2 ist in der Bearbeitungsstation 14 so angeordnet, dass seine Längsachse B lotrecht verläuft. Folglich tritt der Beschichtungsstrahl P im wesentlichen senkrecht zur Lotrichtung aus.

[0042] Mittels weiter hinten noch erläuterter Justiermittel wird das Werkstück 20 in der Bearbeitungsstation 14 so ausgerichtet, dass die zu beschichtende Fläche, hier die Zylinderlaufläche 23, während des Beschichtungsvorgangs senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl P und somit lotrecht ausgerichtet ist.

[0043] Bei der in Fig. 5 dargestellten Position ist das Werkstück 20 so ausgerichtet, dass die Längsachse A2 der darstellungsgemäss linken Reihe von Zylinderbohrungen 22 lotrecht und damit parallel oder deckungsgleich mit der Längsachse B des Brenners 2 verläuft. Das Zylinderkurbelgehäuse 20 ist also um einen Winkel α_1 gekippt, der dem Winkel zwischen der Normalen N der Zylinderkopffläche 21 und der Längsachse A2 entspricht. Somit steht die zu beschichtende Zylinderlaufläche 23 lotrecht. Beim Beschichten rotiert der Beschichtungsstrahl um die Längsachse B des Brenners 2. Durch lineares Bewegen des Brenners 2 bzw. des Stabs 3 wird dann erreicht, dass der Beschichtungsstrahl B einer Schraubenlinie folgend die gesamte Zylinderlaufläche 23 beschichtet, wobei stets gewährleistet ist, dass die zu beschichtende Fläche senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl P steht und lotrecht ausgerichtet ist.

[0044] Nachdem alle Zylinderbohrungen 22 der darstellungsgemäss linken Seite beschichtet sind, wird das Zylinderkurbelgehäuse 20 mittels der Justiermittel in die in Fig. 6 dargestellte Stellung gebracht. Nun sind die Zylinderbohrungen 22 der darstellungsgemäss rechten Reihe lotrecht ausgerichtet, das heisst die Längsachse A1 ist parallel bzw. deckungsgleich mit der Längsachse B des Brenners 2. Die Normale N der Zylinderkopffläche 21 ist um einen Winkel α_2 gegen die Längsachse B des Brenners gekippt, das heisst das Zylinderkurbelgehäuse 22 wurde insgesamt um den Winkel $\alpha_1 + \alpha_2$ gekippt (im allgemeinen ist bei einem VR-Motor α_1 betragsmässig gleich α_2). In der in Fig. 6 dargestellten Orientierung kann also die darstellungsgemäss rechte Reihe von Zylinderbohrungen 22 beschichtet werden, wobei gewährleistet ist, dass während der Beschichtung die zu beschichtende Zylinderlaufläche 23 stets lotrecht ausge-

richtet ist und im wesentlichen senkrecht vom Beschichtungsstrahl getroffen wird.

[0045] Die Erfindung bietet insbesondere im Hinblick auf die automatisierte Massenproduktion eine ganz erhebliche Effizienzsteigerung und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Die Zylinderbohrungen von Zylinderkurbelgehäusen sämtlicher Motorentypen, insbesondere auch die von VR-, V- und W-Motoren können in einem einzigen Durchlauf automatisiert beschichtet werden. Es ist nicht mehr vonnöten, zwei oder im Falle des W-Motors vier Durchläufe durch die Durchlaufanlage zu fahren, um sämtliche Zylinderbohrungen zu beschichten.

[0046] Im Folgenden werden nun verschiedenen Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Vorrichtung und insbesondere der Justiermittel erläutert.

[0047] Fig. 7 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung. Bei diesem Ausführungsbeispiel umfassen die Justiermittel eine Verstell-einrichtung 16, mit welcher das gesamte Transportsystem 16 im Bereich der Bearbeitungsstation 14 kipp- bzw. schwenkbar ist. Die Verstell-einrichtung 40 umfasst eine ortsfeste Lagerschale 41, die sphärisch gekrümmt ist. In dieser Lagerschale 41 wird eine Halterung 42 geführt. An der Halterung 42 ist das Transportsystem 16 fixiert. Das Transportsystem 16 ist hier als Rollenbahn mit Rollen 161 ausgestaltet. Das Werkstück 20 ist mittels Klammern 162 auf dem Transportsystem 16 fixiert. Ferner steht das Werkstück 20 in Wirkverbindung mit einer Absaugvorrichtung 50, die während der Beschichtung Gas und überschüssiges Beschichtungsmaterial absaugt. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das gesamte Transportsystem 16 im Bereich der Beschichtungstation 14 gekippt, indem die Halterung 42 in der Lagerschale 41 bewegt wird, bis das Werkstück korrekt ausgerichtet ist. Dann wird die Halterung 42 bezüglich der Lagerschale 41 fixiert.

[0048] Zur Beschichtung wird das Zylinderkurbelgehäuse 20 in die Bearbeitungsstation 14 eingefahren, auf dem Transportsystem 16 - falls notwendig - mittels der Klammern 162 fixiert und die Absaugvorrichtung 50 wird positioniert. Nun wird die Geamtheit aus Transportsystem 16, Werkstück 20 inklusive Maskierung und Absaugvorrichtung 50 mittels der Verstell-einrichtung 40 so gekippt, dass die erste Reihe von Zylinderbohrungen 22 lotrecht ausgerichtet ist. Diese Reihe wird mittels des Brenners 2 beschichtet. Anschliessend wird die Gesamtheit um den Winkel gekippt, der notwendig ist, um die zweite Reihe von Zylinderbohrungen 22 lotrecht auszurichten. Nachdem auf diese Weise alle Zylinderbohrungen 22 beschichtet sind, wird das Zylinderkurbelgehäuse 20 in seine normale Lage gebracht und kann in die nächste Station transferiert werden.

[0049] Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel, welches in Fig. 8 dargestellt ist, ist das Transportsystem 16 ortsfest montiert. Auf dem Transportsystem ist eine Halterung 45 vorgesehen, mit welcher das Werkstück kippbar und/oder schwenkbar bezüglich des Transportsystems 16 gelagert ist. Die Halterung 45 ist beispielsweise

als Adapterpalette ausgestaltet, wobei der Winkel der Adapterpalette einstellbar ist, sodass der Boden des Werkstücks 20 relativ zur Oberfläche des Transportsystems 16 einstellbar kippbar bzw. schwenkbar ist. Zur Bearbeitung gelangt das Werkstück 20 auf der als Adapterpalette ausgestalteten Halterung 45 in die Bearbeitungsstation 14 und wird dort positioniert. Dann wird vorzugsweise automatisch die Absaugvorrichtung 50 an das Werkstück 20 angepasst. Gegebenenfalls wird auch die Maskierung (Maske) angepasst. Nun wird das Werkstück 20 inklusive Maskierung und Absaugvorrichtung 50 gekippt, bis die zu beschichtende Fläche lotrecht steht. Nachdem die erste Reihe Zylinderbohrungen beschichtet ist, wird das Werkstück 20 inklusive Maskierung und angeschlossener Absaugvorrichtung 50 gekippt, bis die nächste Reihe Zylinderbohrungen 22 lotrecht ausgerichtet ist und beschichtet werden kann. Nachdem auf diese Weise alle Zylinderbohrungen 22 beschichtet sind, wird das Zylinderkurbelgehäuse 20 in seine normale Lage gebracht und kann in die nächste Station transferiert werden.

[0050] Fig. 9 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel. Bei diesem umfassen die Justiermittel eine Positioniereinrichtung 60, mit welcher das Werkstück 20 in der Bearbeitungsstation 14 gegriffen, ausgerichtet und während des Beschichtens gehalten werden kann. Die Positioniereinrichtung 60 ist als flexibles Handhabungssystem, beispielsweise mit einem steuerbaren Greifarm oder als Robotereinheit ausgebildet. Die Positioniereinrichtung 60 ergreift in der Bearbeitungsstation 14 das Werkstück 20 und richtet es so aus, dass die zu beschichtende Fläche lotrecht steht. Nachdem die erste Reihe Zylinderbohrungen beschichtet ist, wird das Werkstück 20 inklusive Maskierung und angeschlossener Absaugvorrichtung 50 gekippt, bis die nächste Reihe Zylinderbohrungen 22 lotrecht ausgerichtet ist und beschichtet werden kann. Nachdem auf diese Weise alle Zylinderbohrungen 22 beschichtet sind, stellt die Positioniereinrichtung das Zylinderkurbelgehäuse 20 in seiner normalen Lage auf das Transportsystem 16, die das Werkstück 20 weiter transportiert.

[0051] Die Fig. 10 und 11 zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel, bei welchem die Justiermittel eine Aushebeeinrichtung 70 umfassen, mit welcher das Werkstück 20 zumindest teilweise von dem Transportsystem 16 abhebbar ist. Fig. 10 zeigt das Werkstück das auf den Rollen 161 des Transportsystems 16 in der Bearbeitungsstation 14 steht. Darstellungsgemäss unter den Rollen 161 des Transportsystems ist die Aushebeeinrichtung 70 vorgesehen, welche eine schräg verlaufendes Hebelement 71 umfasst. Sobald das Werkstück 20 unterhalb des Brenners 2 positioniert ist, wird das Hebeelement 71 zwischen den Rollen 161 des Transportsystems nach oben bewegt und bringt durch seinen schrägen Verlauf das Werkstück 20 in eine gekippte Stellung, die in Fig. 11 gezeigt ist. Dadurch ist das Werkstück 20 so ausrichtbar, dass die zu beschichtende Zylinderlauffläche lotrecht steht. Zum Beschichten der

zweiten Reihe von Zylinderbohrungen, können verschiedene Varianten vorgesehen sein. So ist es beispielsweise möglich, das Hebeelement 71 verstellbar auszugestalten. Beispielsweise kann das Hebeelement 71 so gelagert sein, dass wahlweise seine darstellungsgemäss rechte Seite oder seine darstellungsgemäss linke Seite anhebbar ist.

[0052] Eine andere Variante besteht darin, zwei Aushebeeinrichtungen 70 vorzusehen, die hintereinander und spiegelbildlich zueinander angeordnet sind. Das Werkstück 20 wird dann zunächst über der ersten Aushebeeinrichtung 70 positioniert und mittels dieser so gekippt, dass die erste Reihe Zylinderbohrungen lotrecht steht. Nach erfolgter Beschichtung dieser Reihe, wird das Werkstück 20 über der zweiten Aushebeeinrichtung 70 positioniert, welche das Werkstück 20 in umgekehrter Richtung kippt, so dass nun die zweite Reihe Zylinderbohrungen beschichtet werden kann.

[0053] Durch die Erfindung wird es also möglich, sämtliche Zylinderbohrungen eines beliebigen Zylinderkurbelgehäuses eines Verbrennungsmotors in nur einem Bearbeitungsdurchgang in einer Durchlaufanlage zu beschichten.

[0054] Insbesondere ist dies auch bei solchen Zylinderkurbelgehäusen möglich, die verschiedene Bohrungswinkel aufweisen, also z. B. bei VR-, V- oder W-Motoren. Dies bedeutet insbesondere im Hinblick auf die industrielle Massenproduktion und Grossserienfertigung eine erhebliche Effizienzsteigerung und eine Senkung des Herstellungsaufwands.

[0055] Es werden nun noch Massnahmen erläutert, die in sinngemäss gleicher Weise für alle Ausführungsbeispiele gelten.

[0056] Die erfindungsgemässe lotrechte Ausrichtung der zu beschichtenden Fläche erfolgt vorzugsweise automatisch. Je nach der Orientierung der zu beschichtenden Fläche werden die notwendigen Verkippungen bzw.

Verdrehungen des Werkstücks 20 eingegeben oder programmiert, beispielsweise in die Ansteuer- und Kontrolleinrichtung 17. Nach Einlaufen des Werkstücks 20 in die Bearbeitungsstation wird dann das Werkstück 20 automatisch mittels der Justiermittel 20 in die korrekte Ausrichtung gebracht bzw. sukzessive in die verschiedenen Beschichtungspositionen gebracht.

[0057] Zur Überwachung der korrekten Ausrichtung des Werkstücks können Sensoren, beispielsweise optische, vorgesehen sein.

[0058] Es ist ferner möglich, in der Bearbeitungsstation 14 zwei oder mehrere, parallel betreibbare Brenner 2 vorzusehen. Dadurch lassen sich gleichzeitig zwei oder mehr Flächen beschichten. Im Falle der Beschichtung von Zylinderbohrungen im Zylinderkurbelgehäuse werden beim gleichzeitigen Beschichten vorzugsweise zwei nicht-benachbarte Bohrungen gleichzeitig beschichtet, um einen zu grosse lokale Aufheizung, speziell in den üblicherweise dünnen Wandungen zwischen benachbarten Bohrungen, zu vermeiden.

[0059] Wie bereits erwähnt, ist die Erfindung natürlich auch für die Beschichtung anderer Flächen als Zylinderlaufflächen in Zylinderkurbelgehäusen geeignet. Je nach Geometrie der Fläche ist es auch möglich, die zu beschichtende Fläche während des Beschichtens nachzuführen. Ist beispielsweise die zu beschichtende Fläche in Richtung der Längsachse B des Brenners 2 gekrümmt, so kann ihre Orientierung bzw. Ausrichtung automatisch während des Beschichtungsvorgangs so geändert werden, dass jeweils der gerade zu beschichtende Bereich der Fläche lotrecht ausgerichtet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum thermischen Beschichten einer Fläche eines Werkstücks (20) mit einem Brenner (2) zum Erzeugen eines Beschichtungsstrahls (P), wobei der Brenner (2) in einer Bearbeitungsstation (14) so angeordnet ist, dass sich der Beschichtungsstrahl (P) im wesentlichen senkrecht zur Lotrichtung erstreckt, sowie mit Justiermitteln (40;45; 60;70), welche das Werkstück (20) so ausrichten, dass die zu beschichtende Fläche während des Beschichtungsvorgangs senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl (P) steht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit einem Transportsystem (16), welches das Werkstück (20) in die Bearbeitungsstation (14) transportiert und dort in eine Bearbeitungsposition bringt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die Justiermittel eine Verstelleinrichtung (40) umfassen, mit welcher das Transportsystem (16) zumindest im Bereich der Bearbeitungsstation (14) kippbar und/oder schwenkbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei auf dem Transportsystem eine Halterung (45) zur Aufnahme des Werkstücks (20) vorgesehen ist, mit welcher Halterung (45) das Werkstück (20) kippbar und/oder schwenkbar bezüglich des Transportsystems (16) ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Positioniereinrichtung (60), mit welcher das Werkstück (14) in der Bearbeitungsstation (14) gegriffen, ausgerichtet und während des Beschichtens gehalten werden kann.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Aushebeeinrichtung (70), mit welcher das Werkstück (20) zumindest teilweise von dem Transportsystem (16) abhebbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei Brenner (2) vor-

gesehen sind, um zwei Flächen gleichzeitig zu beschichten.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Brenner (2) ein Plasmapbrenner, insbesondere ein rotierbarer Plasmapbrenner, ist 5
9. Verfahren zum thermischen Beschichten einer Fläche eines Werkstücks (20), wobei mit einem Brenner (2) ein Beschichtungsstrahl (P) erzeugt wird, der sich im wesentlichen senkrecht zur Lotrichtung erstreckt und wobei das Werkstück (20) mit einstellbaren Justiermitteln (40;45;60;70) so positioniert wird, dass die zu beschichtende Fläche während der Beschichtungsvorgangs senkrecht auf dem Beschichtungsstrahl (P) steht. 10 15
10. Verwendung einer Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1-8 oder eines Verfahrens nach Anspruch 9 zum Beschichten von Innenflächen, insbesondere Zylinderlaufflächen (23) in Zylinderbohrungen (22) eines Zylinderkurbelgehäuses (20), speziell eines Zylinderkurbelgehäuses, das mindestens zwei Zylinderbohrungen (22) aufweist, deren Längsachsen (A1,A2,A3,A4) nicht parallel zueinander sind. 20 25

30

35

40

45

50

55

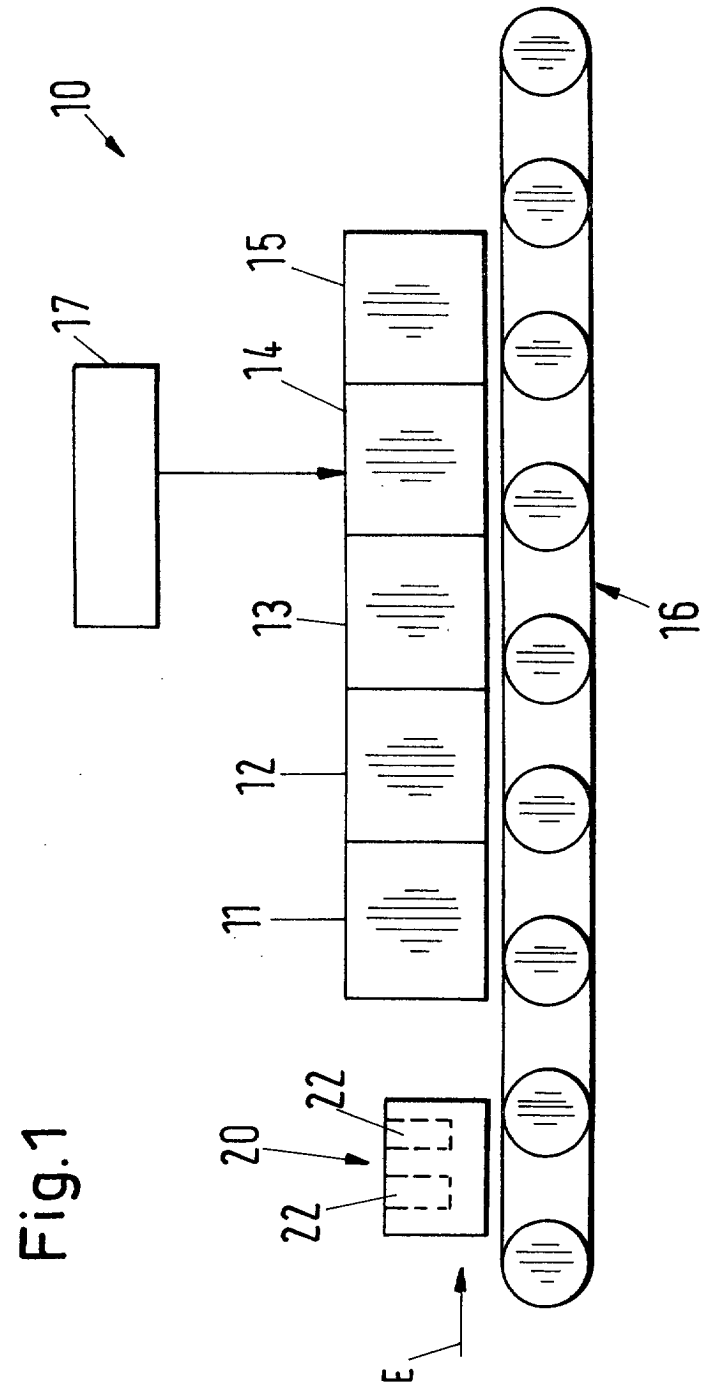


Fig.2

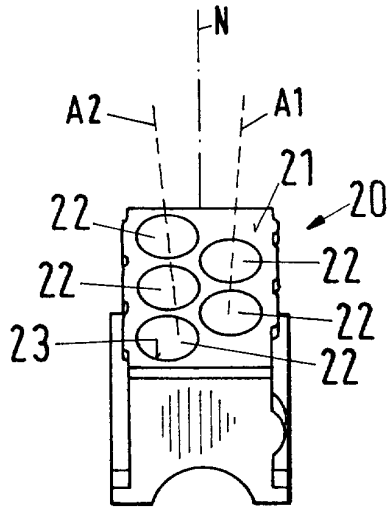


Fig.4

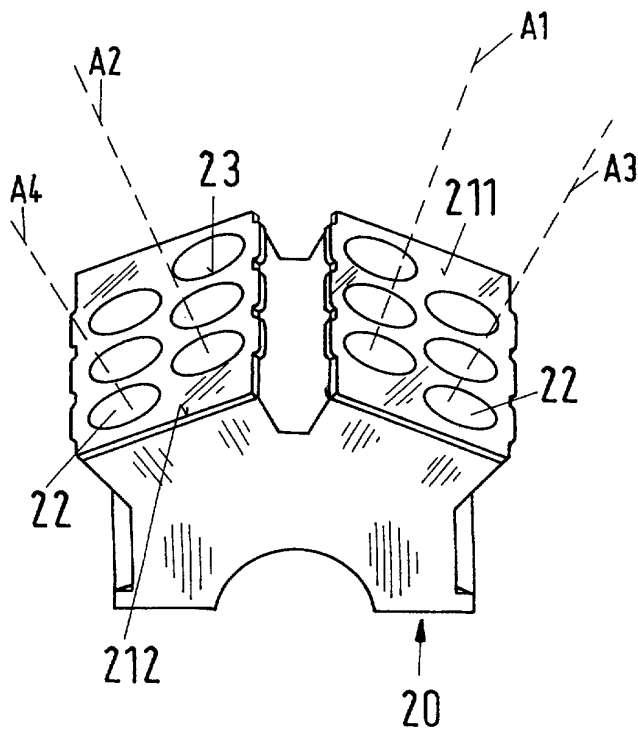


Fig.3

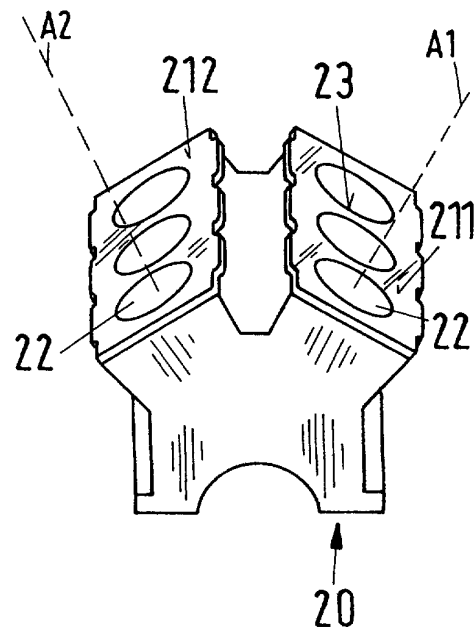


Fig.6

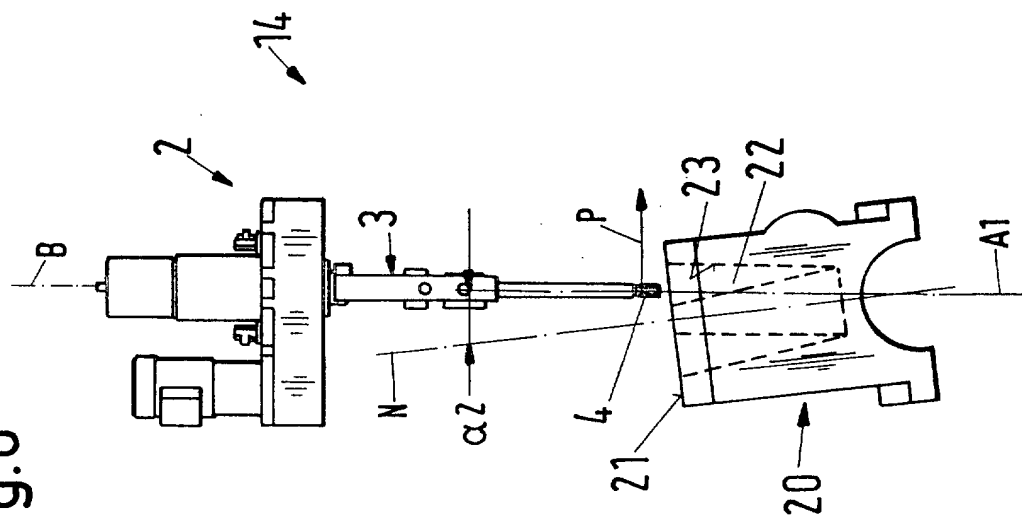


Fig.5

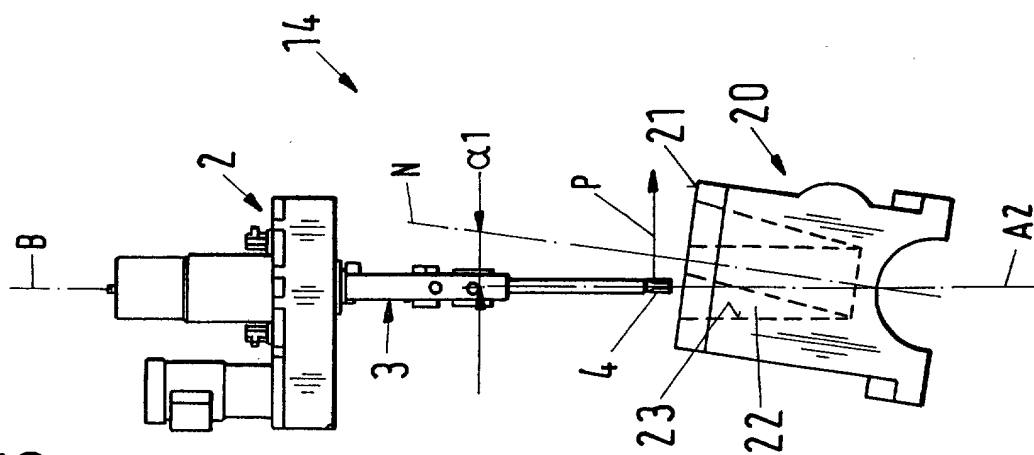


Fig.8

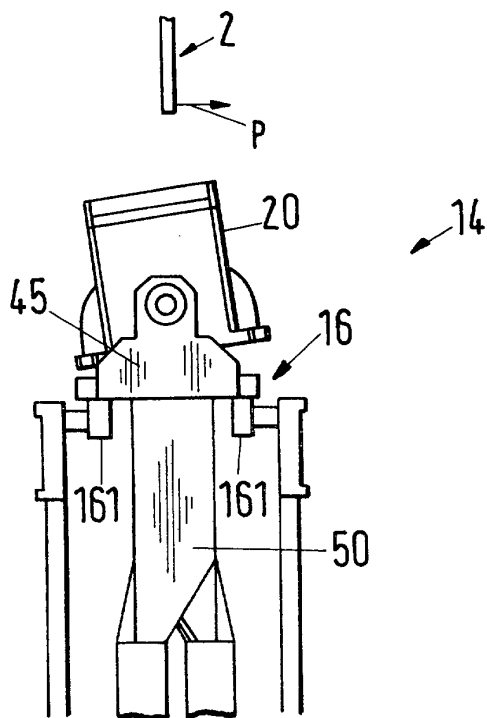


Fig.7

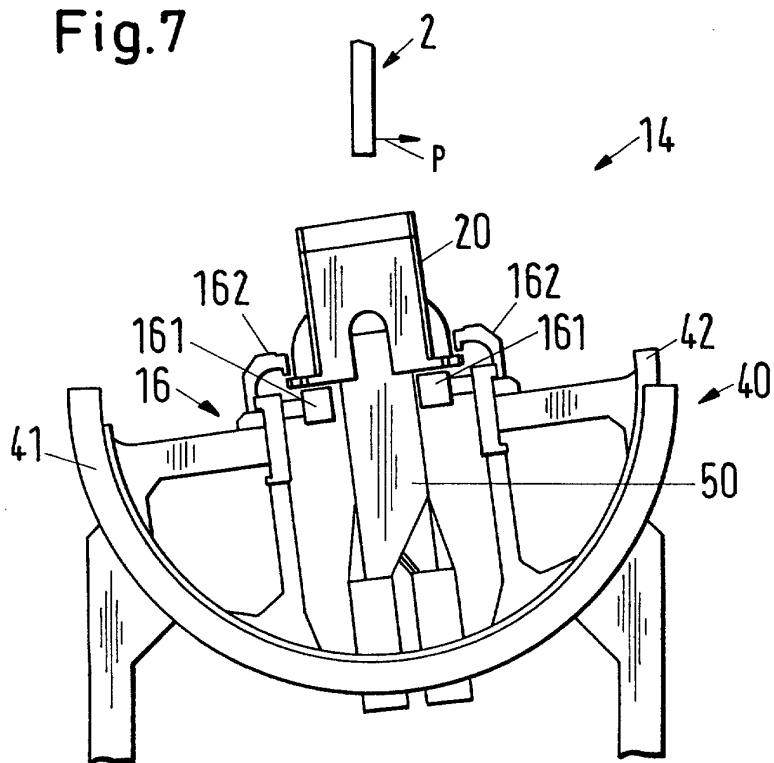


Fig.9

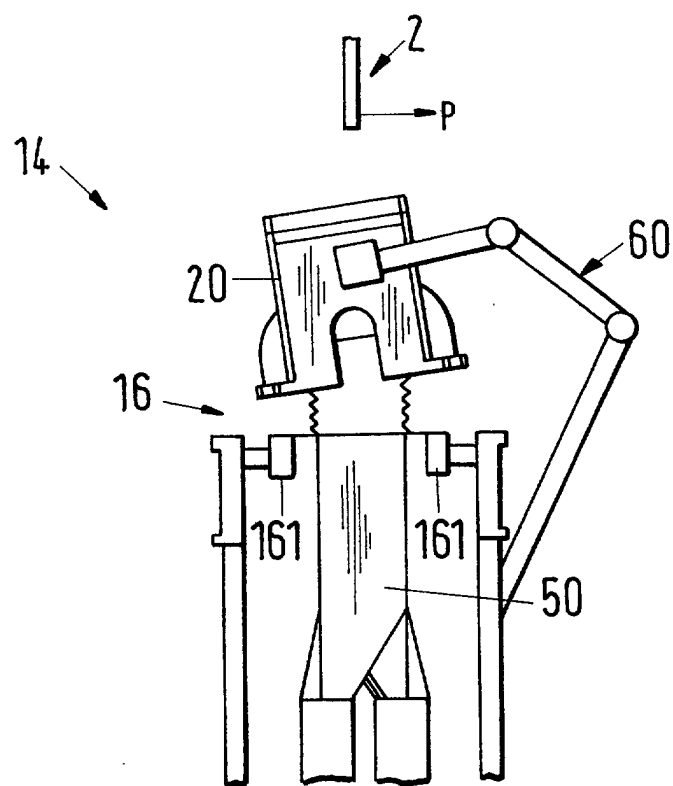


Fig.10

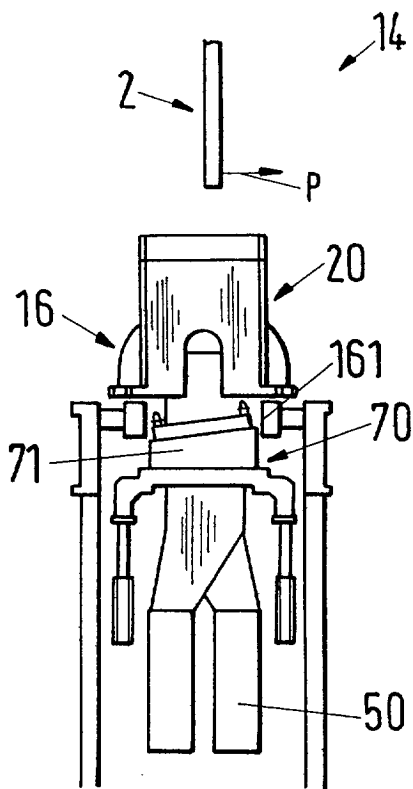
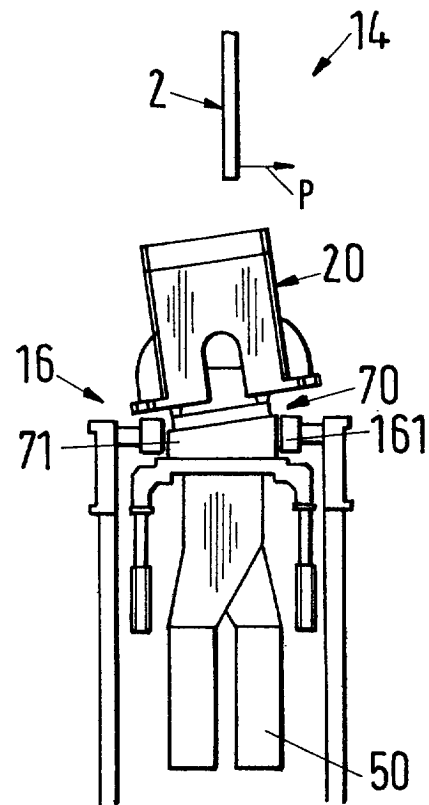


Fig.11





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 40 5150

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 242 (C-438), 7. August 1987 (1987-08-07) & JP 62 047470 A (TOSHIBA CORP), 2. März 1987 (1987-03-02) * Zusammenfassung *	1,8,9	C23C4/16 C23C4/12
A	US 6 093 449 A (WILLIAM THOMAS CARTER) 25. Juli 2000 (2000-07-25) * Ansprüche 1-24; Abbildungen 1-3 *	1,9	
A	US 4 489 107 A (HELMUT PECH) 18. Dezember 1984 (1984-12-18) * Spalte 3, Zeile 34 - Zeile 42; Abbildung 1 *	1,9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 103 (C-485), 5. April 1988 (1988-04-05) & JP 62 230962 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; OTHERS: 01), 9. Oktober 1987 (1987-10-09) * Zusammenfassung *	1,8,9	
A	US 5 989 343 A (MARCUS PRESTON BOROM) 23. November 1999 (1999-11-23) * Spalte 9, Zeile 29 - Zeile 48; Abbildungen 1,6,7 *	1,8,9	
A	EP 0 336 630 A (UNION CARBIDE CORPORATION) 11. Oktober 1989 (1989-10-11) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-6B *	1,8,9	
A	WO 99 42632 A (MONITOR COATINGS AND ENGINEERS) 26. August 1999 (1999-08-26) * Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-3 *	1,9	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2003	Prüfer Elsen, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 40 5150

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
A	EP 0 716 158 A (FORD MOTOR COMPANY) 12. Juni 1996 (1996-06-12) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-11 * -----	1,7-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2003	Prüfer Elsen, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P4C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 40 5150

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 62047470	A	02-03-1987	KEINE		
US 6093449	A	25-07-2000	KEINE		
US 4489107	A	18-12-1984	CH	657212 A5	15-08-1986
			DE	3300576 A1	21-07-1983
			JP	58125640 A	26-07-1983
			SE	8300094 A	14-07-1983
JP 62230962	A	09-10-1987	JP	2000458 C	20-12-1995
			JP	7026188 B	22-03-1995
US 5989343	A	23-11-1999	US	5897921 A	27-04-1999
EP 336630	A	11-10-1989	US	4866241 A	12-09-1989
			CA	1319504 C	29-06-1993
			EP	0336630 A1	11-10-1989
			JP	1299658 A	04-12-1989
			JP	1932386 C	26-05-1995
			JP	6061506 B	17-08-1994
			KR	9310188 B1	15-10-1993
WO 9942632	A	26-08-1999	AT	206487 T	15-10-2001
			AU	2630399 A	06-09-1999
			CA	2320705 A1	26-08-1999
			DE	69900333 D1	08-11-2001
			DE	69900333 T2	19-09-2002
			DK	1058744 T3	28-01-2002
			EP	1058744 A1	13-12-2000
			ES	2166639 T3	16-04-2002
			WO	9942632 A1	26-08-1999
			PT	1058744 T	29-04-2002
			US	6425745 B1	30-07-2002
EP 716158	A	12-06-1996	CA	2164142 A1	10-06-1996
			DE	69504944 D1	29-10-1998
			DE	69504944 T2	18-02-1999
			EP	0716158 A1	12-06-1996
			ES	2121300 T3	16-11-1998
			JP	8246943 A	24-09-1996

EPO FORM P4461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82